
I KONGRES GEOINFORMACYJNY
/ X OGÓLNOPOLSKIE SYMPOZJUM GEOINFORMACYJNE /
„Współczesne technologie geoinformacyjne w modelowaniu przestrzeni”
Kraków, 25 – 27 X 2023
Streszczenia referatów

RAMOWY PROGRAM KONGRESU

ŚRODA 25.X.2023

QUBUS Hotel Kraków, ul. Nadwiślańska 6, Kraków

9.00 – 11.00 REJESTRACJA UCZESTNIKÓW

11.00 – 12.30 OTWARCIE SYMPOZJUM, WYSTĄPIENIA ZAPROSZONYCH GOŚCI

12.30 - 13.00 PRZERWA KAWOWA

13.00 – 14.30 SESJA I /Geoinformacja w świecie/ - wystąpienia zaproszonych gości zagranicznych/

14.30 – 15.30 LUNCH

15.30 – 16.15 SESJA II /Geoinformacja w Administracji - cz.A/

16.15 – 18.15 SESJA II wraz z PANELEM DYSKUSYJNYM /Geoinformacja w Administracji - cz.B/

20:00 UROCZYSTA KOLACJA /Hotel QUBUS, Kraków, ul. Nadwiślańska 6/

CZWARTEK 26.X.2023

QUBUS Hotel Kraków, ul. Nadwiślańska 6, Kraków

9.00 – 11.00 SESJA REFERATOWA III A /Opracowanie danych fotogrametrycznych – aspekty metodyczne/

9.00 – 11.00 SESJA REFERATOWA III B / Kartograficzne oblicza geoinformacji /

9.00 – 11.00 SESJA REFERATOWA III C /Ochrona środowiska. Dynamika zmian/

9.00 – 11.00 SESJA REFERATOWA III D /Geoinformacja w środowisku morskim/

11.00 – 11.30 PRZERWA KAWOWA

11.30 – 13.30 SESJA REFERATOWA IV A /BSL dla pozyskiwania geoinformacji/

11.30 – 13.30 SESJA REFERATOWA IV B / Geoinformacja w rozwiązywaniu problemów miast /

11.30 – 13.30 SESJA REFERATOWA IV C /Współczesne relacje pomiędzy specjalnościami geoinformacyjnymi: aspekty terminologiczne i praktyczne /

11.30 – 13.30 SESJA REFERATOWA IV D / Sztuczna Inteligencja w analizach przestrzennych /

13.30 – 14.30 LUNCH

14.30 – 15.30 SESJA V /Prezentacja firm/

14.30 – 15.30 WARSZTATY cz. I

15.30 – 17.30 SESJA REFERATOWA VI A /Geoinformacja w geologii i górnictwie /

15.30 – 17.30 SESJA POSTEROWA VI B

18.00 – 22.00 IMPREZY TOWARZYSZĄCE

I Kongres Geoinformacyjny
„Współczesne technologie geoinformacyjne w modelowaniu przestrzeni”
Kraków, 25 – 27 października 2023 r.

PIĄTEK 27.X.2023

QUBUS Hotel Kraków, ul. Nadwiślańska 6, Kraków

9.00 – 11.00 SESJA REFERATOWA VII A /Photogrammetry and Remote Sensing for Geoinformation /

9.00 – 11.00 SESJA REFERATOWA VII B /Mapy w geoportalach/

9.00 – 11.00 SESJA REFERATOWA VII C / Geoinformatyka w precyzyjnym leśnictwie/

9.00 – 11.00 WARSZTATY cz. II

11.00 – 11.30 PRZERWA KAWOWA

11.30 – 12.30 PANEL DYSKUSYJNY / Geoinformacja dla Wszystkich/ - Sponsorzy, Zaproszeni goście

12.30 - 13.30 PANEL DYSKUSYJNY /Geoinformacja dla Wszystkich/ - Organizatorzy - Komitety

11.30 – 13.30 WARSZTATY cz. III

13.30 – 14.30 ZAKOŃCZENIE I PODSUMOWANIE KONGRESU /Rozstrzygnięcie konkursów i rozdanie nagród/

14.30 – 15.30 LUNCH

SPIS TREŚCI

SESJA III A – Opracowanie danych fotogrametrycznych – aspekty metodyczne

1. Segmentacja semantyczna ukośnych zdjęć lotniczych z wykorzystaniem modelu Segment Anything Model (SAM)
Paulina Zachar
2. Metodyka synchronicznej orientacji danych LIDAR oraz aerotriangulacji bloku zdjęć fotogrametrycznych pozyskanych z wykorzystaniem BSL
Łukasz Wilk, Magdalena Pilarska-Mazurek, Wojciech Ostrowski
3. Wykorzystanie danych syntetycznych do analizy detekcji punktów wiążących w metodzie Structure-from-Motion
Jakub Markiewicz, Michał Kowalczyk, Karol Karwel, Łukasz Markiewicz, Patryk Kot
4. Orientacja lotniczych zdjęć ukośnych z wykorzystaniem oprogramowania Structure-from-Motion
Wojciech Ostrowski, Łukasz Wilk
5. Wykorzystanie technologii Unreal Engine do budowy cyfrowego bliźniaka miasta
Jakub Modrzewski, Magdalena Pilarska-Mazurek, Wojciech Ostrowski
6. Wpływ doboru deskryptora na dokładność orientacji danych rastrowych w metodzie Structure-from-Motion
Jakub Markiewicz, Artur Karol Karwel, Zdzisław Kurczyński

SESJA III B - Kartograficzne oblicza geoinformacji

1. Współczesne spojrzenie na wizualizację kartograficzną
Marek Baranowski
2. Aktualne wyzwania i obszary badawcze geowizualizacji na przykładzie tematyki referatów 31. Międzynarodowej Konferencji Kartograficznej
Izabela Gołębiowska
3. Mobilna „audiomapa” jako przykład praktycznego wykorzystania głosowego przekazu informacji kartograficznej
Krzysztof Lipka, Hubert Świech, Dariusz Gotlib
4. Zastosowanie sztucznej inteligencji we wspomaganiu tworzenia kartograficznego opisu wnętrza budynku
Krzysztof Lipka, Dariusz Gotlib, Kamil Choromański
5. Wybrane aspekty geowizualizacji 3D wewnątrz budynków
Miłosz Gnat
6. Technologie gier jako nowe narzędzie w badaniach kartograficznych
Jakub Łobodecki, Dariusz Gotlib
7. Geoinformacyjne podejście do analizy i wizualizacji rasowo-etnicznej struktury ludności oparte o dane rastrowe wysokiej rozdzielczości
Anna Dmowska, Tomasz F. Stepinski

SESJA III C - Ochrona środowiska. Dynamika zmian

1. Wpływ ograniczeń wprowadzonych w trakcie pierwszej fali epidemii COVID-19 na poziom NO₂ w powietrzu atmosferycznym nad Polską - konfrontacja danych z monitoringu satelitarnego i naziemnego
Alfred Stach, Tomasz Czekala
2. Archiwalne zdjęcia lotnicze. Trendy w archiwizacji, rozpowszechnianiu i wykorzystaniu archiwalnych zdjęć fotogrametrycznych
Adam Kostrzewa
3. Monitoring satelitarny zakwitów glonów w Odrze – doświadczenia z operacyjnego wykorzystania danych Sentinel-2
Katarzyna Osińska-Skotak, Oskar Graszka
4. Teledetekcyjny obraz uszkodzenia drzewostanów sosnowych spowodowanego przez strzygonię choińówkę na terenie nadleśnictwa Poddębice
Zuzanna Brocka, Krzysztof Będkowski
5. Copernicus Data Space Ecosystem jako rewolucja w dostępie do danych obserwacji Ziemi
Marcin Niemyjski, Jędrzej Bojanowski, Jan Musiał
6. Aplikacja szczelinomierza fotogrametrycznego 3D w precyzyjnych pomiarach inżynierskich
Piotr Gołuch, Kazimierz Ćmielewski, Janusz Kuchmister

SESJA III D - Geoinformacja w środowisku morskim

1. Zastosowanie metody uczenia głębokiego w górnictwie morskim do szacowania zasobów konkretnej polimetalicznych na podstawie zdjęć dna morskiego
Arkadiusz Tomczak, Tomasz Kogut, Karol Kabala
2. Analiza porównawcza kanałów wielospektralnych pozyskanych z niskiego pułapu w celu budowy Numerycznego Modelu Batymetrycznego na obszarach płytkowodzia ograniczonego linią brzegową
Małgorzata Łączka, Jacek Łubczonek
3. Ujednolicone morskie mapy grawimetryczne południowego i wschodniego Bałtyku dla współczesnych zastosowań 3D w geodezji morskiej, geologii i nawigacji (BalMarGrav)
Monika Wilde-Piórko, Przemysław Dykowski, Jan Kryński, Małgorzata Szelachowska Joachim Schwabe, Tobias Bauer, Jakub Szulwic, Jerzy Pyrchla, Krzysztof Pyrchla, Per-Anders Olsson, Orjan Josefsson, Tobias Nilsson, Arkadiusz Tomczak; Mirjam Bilker-Koivula, Olga Rosowiecka, Tomasz Olszak, Jānis Kaminskis, Artu Ellmann, Sander Varbla, Gabriel Strykowski, Eimuntas Kazimieras Paršeliūnas, Vents Zuševics
4. Geostatystyczne modelowanie rozkładu rozpuszczonego tlenu w Morzu Bałtyckim
Patryk Biernacik, Witold Kazimierski
5. Pozyskiwanie i zarządzanie danymi batymetrycznymi z pułapów lotniczego i wodnego
Grzegorz Szalast, Marta Sieczkiewicz
6. Korekcja danych nawigacyjnych dla obrazów z sonaru bocznego. Studium przypadku - implementacja SONARMUS
Natalia Wawrzyniak, Grzegorz Zaniewicz, Witold Kazimierski

SESJA IV A - BSL dla pozyskiwania geoinformacji

1. Analiza kompletności danych z sensorów UAV dla potrzeb budowy modeli 3D obiektów budowlanych
Bartosz Mitka, Przemysław Kłapa
2. Geoportal prezentacji, przetwarzania i analizy danych z bezzałogowych systemów latających dla celów leśnictwa precyzyjnego, wykorzystujący narzędzia Arches
Jakub Górka, Wojciech Ostrowski, Magdalena Pilarska-Mazurek, Krzysztof Bakula, Katarzyna Czajka

3. MAST - cyfrowy bliźniak obiektów masztowych uwzględniający inwentaryzację z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych i sztucznej inteligencji
Przemysław Banat, Jakub Modrzewski, Paulina Zachar, Łukasz Wilk, Wojciech Ostrowski, Krzysztof Bakula, Antoni Kopyt, Paweł Waligóra
4. Penetracja wiązki niskopułapowego skanowania laserowego w terenach leśnych
Krzysztof Bakula, Dorota Marczykowska, Magdalena Pilarska-Mazurek, Łukasz Kolendo, Marek Ksepko
5. Zastosowanie bezzałogowych statków latających w zagadnieniach militarnych
Volodymyr Hlotov, Alla Hunina, Krzysztof Bakula
6. Porównanie techniki bezzałogowego skanowania laserowego oraz fotogrametrii bliskiego zasięgu w celu rekonstrukcji modelu 3D w obszarze zurbanizowanym
Jarosław Wajs, Krzysztof Pleśniak

SESJA IV B - Geoinformacja w rozwiązywaniu problemów miast

1. W poszukiwaniu standardów analiz geoinformacyjnych w ocenie dostępności do zieleni miejskiej
Patrycja Przewoźna
2. Monitoring zmian dostępności do terenów zieleni o funkcji rekreacyjnej - ocena ustaleń planu zagospodarowania przestrzennego
Joanna Jaroszewicz
3. Formalny zapis reguł prawnych obowiązujących w przestrzeni lokalnej
Anna Barańska, Konrad Eckes
4. Praktyczne możliwości pgRouting rozszerzenia przestrzennej bazy danych PostgreSQL/PostGIS w analizach sieciowych
Robert Kostecki
5. Szczegółowa identyfikacja potencjału do usług ekosystemowych Zielonej Infrastruktury w strefie zabudowy miejskiej małych i średnich miast w Polsce
Joanna Adamczyk, Agata Cieszewska, Renata Giedych, Barbara Szulczewska
6. System monitoringu zanieczyszczenia nocnego nieba na obszarze miasta Torunia
Mieczysław Kunz, Dominika Karpińska

SESJA IV D - Sztuczna Inteligencja w analizach przestrzennych

1. Wykorzystanie nauczania maszynowego oraz monoskopowych zdjęć satelitarnych do generowania modeli 2.5D budynków
Kamil Grudzień
2. Wybrane metody głębokiego uczenia maszynowego w zautomatyzowanym systemie pomiarów objętościowych w oparciu o dane UAV
Sławomir Mikrut, Leszek Balcarczyk, Joachim Pawliński, Michał Huppert
3. Wykorzystanie danych satelitarnych Sentinel-1 do szacowania powierzchni zasiewów dla obszaru Polski
Przemysław Slesiński, Magdalena Mleczo, Natalia Kotulak
4. Przetwarzanie danych GML i DXF w przeglądarce internetowej na przykładzie geoportalu firmy GEOBID
Krzysztof Borys
5. GeoAI: Nowa era w systemach informacji geograficznej
Adam Iwaniak
6. Analiza wpływu wykorzystania różnych atrybutów podczas uczenia sieci głębokiego uczenia na rezultaty semantycznej segmentacji chmur punktów 3D
Grzegorz Gabara

SESJA VI A - Geoinformacja w geologii i górnictwie

1. Upraszczenie geometrii komór górniczych w aspekcie obliczania deformacji powierzchni terenu
Joanna Bac-Bronowicz, Andrzej Kwinta
2. Monitoring deformacji nieciągłych w Trzebini z wykorzystaniem TLS, ULS, ALS, InSAR oraz fotogrametrii
Krzysztof Karwacki, Zbigniew Perski, Maria Przytucka, Tomasz Wojciechowski, Rafał Sikora, Marcin Wódka, Sylwester Kamieniarz
3. Monitorowanie przemieszczeń pionowych powierzchni terenu w obszarze górniczych filarów ochronnych na podstawie danych LiDAR i fotogrametrycznych
Grzegorz Józków, Wojciech Bzdok, Agata Walicka, Wojciech Sowa, Jan Kapłon
4. "EGMS European Ground Motion Service" products and applications of satellite SAR interferometry on a European scale
Marek Mróz, Michele Crosetto, Lorenzo Solari

SESJA VII A - Photogrammetry and Remote Sensing for Geoinformation

1. Emission and air quality cadastre as a tool for sustainable development of urban areas
Agnieszka Cienciąła, Agnieszka Bieda, Kinga Szopińska, Jan K. Kazak
2. Measurement of terrain displacement on passive corner reflectors using Sentinel-1 data from ascending/descending orbits and its comparison to the Copernicus EGMS products on copper mining area
Natalia Kotulak, Magdalena Mleczko, Marek Mróz, Michele Crosetto, Riccardo Palamà
3. Modern map without space technology. Is that possible?
Tetiana Fedoryshyn, Yosyp Hiletskyi, Vasyl Stefanyk
4. Modern Measurement and Cartographic Technologies in the Parametrisation of Anthropogenic Water Bodies – Focus on Przylasek Rusiecki in Krakow – Nowa Huta
Rafał Gawałkiewicz, Aleksandra Wagner
5. Agroforestry Applications: Insights from the GAP Research Group
Eva Savina Malinverni, Mattia Balestra, Stefano Chiappini, Roberto Pierdicca,
6. Geomatics-Enabled Interdisciplinary Approach for Hydrological Risk Analysis and Management
Francesco Di Stefano, Stefano Chiappini, Marsia Sanità, Roberto Pierdicca, Eva Savina Malinverni
7. UNet convolutional network on Spacenet public datasets for monitoring the surrounding area of Chan Chan (Peru)
Eva Savina Malinverni, Marsia Sanità, Roberto Pierdicca, Chicchón Apaza Miguel Angel, Francisco James León Trujillo, Francesca Colosi

SESJA VII B - Mapy w geoportalach

1. System klasy 3DCity GIS, Geoportal 3D z interaktywnym modelem miasta
Stanisław Biernat, Joanna Bac-Bronowicz
2. Wizualizacje topograficzne w Geoportalu
Paulina Bidzińska, Joanna Bac-Bronowicz, Iwona Nakonieczna, Andrzej Kwinta
3. Wykorzystanie środowiska webGIS do gromadzenia i publikacji danych o zbrodniach wojennych i ofiarach wojny w Ukrainie
Nataliya Yarema, Dmytro Marchenko, Yuliia Holubinka, Mariana Yurkiv, Paweł Kowalski
4. Patternogram: nowe podejście do rozpoznawania autokorelacji przestrzennej
Jakub Nowosad

SESJA VII C - Geoinformatyka w precyzyjnym leśnictwie

1. Technologie geoinformatyczne w ocenie pokrycia roślinnością rekultywowanej Hałdy Sośnica
Marta Szostak, Paweł Hawryło, Igor Pawelec, Bartłomiej Woś, Amisalu Milkias Misebo, Agnieszka Józefowska, Anna Klamerus-Iwan, Pranav Dev Singh, Marek Pajgk, Marcin Pietrzykowski Edyta Sierka, Agnieszka Kompata-Bqba
2. Modelowanie prawdopodobieństwa zamierania drzewostanów sosnowych w zmieniających się warunkach klimatycznych z wykorzystaniem danych przestrzennych
Paweł Hawryło, Jarosław Socha, Luiza Tymińska-Czabańska, Paweł Netzel, Piotr Janiec, Michał Woda
3. Monitoring satelitarny Sentinel-2 (ESA) oraz PlanetScope Dove (Planet Labs) w detekcji i monitoringu gradacji borecznika sosnowca (Diprion pini L.) w drzewostanach zachodniej Polski
Piotr Wężyk, Artur Golasz, Wojciech Krawczyk
4. Możliwości stosowania niskokosztowego skanera laserowego w inwentaryzacji leśnych powierzchni próbnych
Michał Brach, Jakub Gąsior, Wiktor Tracz, Grzegorz Krok
5. Technologie teledetekcyjne w inwentaryzacji jemioty na przykładzie miasta stołecznego Warszawa
Łukasz Kwaśny
6. Dobre praktyki wykorzystania teledetekcji satelitarnej w gospodarce leśnej
Kamil Onoszko
7. Określenie wpływu stanu zdrowotnego drzewostanów świerkowych (*Picea abies* H. Karst) na wyniki pomiarów LiDAR misji GEDI (NASA) na obszarze Tatr
Wojciech Krawczyk, Piotr Wężyk
8. Wykorzystanie lotniczego skanowania laserowego w leśnictwie polskim – od badań do wdrożenia operacyjnej metody
Krzysztof Stereńczak, Krzysztof Mitelsztedt, Bartłomiej Kraszewski, Sylwia Kurpiewska, Kacper Guderski Tomasz Hycza, Marek Lisańczuk, Stanisław Miścicki

SESJA VI B - POSTEROWA

1. Długookresowe tendencje satelitarnych wskaźników biomasy roślinnej na obszarze Polski (NDVI, EVI; MODIS, lata 2000-2022) i ich potencjalne uwarunkowania
Alfred Stach
2. Wykorzystanie UAV i UGV do pozyskania materiałów wizualnych w badaniach atrakcyjności wizualnej krajobrazu opartej na narzędziach rzeczywistości wirtualnej (VR)
Marta Nalej, Maciej Adamiak, Katarzyna Leśniewska-Napierała, Tomasz Napierała, Anna Majchrowska
3. Wykorzystanie danych ALS w analizach wolumetrycznych dynamiki wybrzeża klifowego wyspy Wolin
Marcin Winowski, Jacek Tylkowski Marcin Hojan
4. Zarządzanie informacją o terenach postindustrialnych na potrzeby ich przekształceń w kontekście zapewnienia zdrowia mieszkańców na przykładzie miasta Warszawy
Agnieszka Zwirowicz-Rutkowska, Joanna Nowak da Costa, Andrzej Muczyński
5. Takie będą Rzeczypospolite, jakie ich młodzieży geoinformacji wykorzystanie
Patrycja Przewoźna, Iwona Piotrowska
6. Wpływ Zieleni na Mikroklimat Współczesnych Miast: Analiza Satelitarnych Danych Landsat
Ewa Głowienka, Marcin Kucza
7. Wykorzystanie współczesnych technik fotogrametrycznych w inwentaryzacji zabytków na przykładzie Pałacu Potockich w Krzeszowicach
Sławomir Mikrut, Katarzyna Smoter

8. Wykorzystanie syntezy danych satelitarnych Sentinel-1 i Sentinel-2 do opracowania map zmiennego nawożenia azotem rzepaku ozimego
M. Michalski, B. Buszke, R. Malinowski, M. Rybicki, M. Stankiewicz, Wasat, P. Turos, Topologic Consulting
9. Wykorzystanie teledetekcji satelitarnej i analiz geoprzestrzennych na potrzeby wyznaczenia wskaźników zrównoważonego rozwoju
Przemysław Slesiński, Natalia Kotulak
10. Identifying burnt areas and flood monitoring based on multi-spectral passive and microwave active remote sensing in tropical peatlands
Magdalena Mleczo, Karen Anderson, Marek Mróz, Teuntje Hollaar, Angela Gallego-Sala, Claire Belcher, Mark Edward Harrison, Susan Page, Darmae Nasir, Kitso Kusin, Nomeritae, Rahmad Ade Arianto, Imron A. Muhammad
11. Chmura punktów z TLS jako źródło danych dla potrzeb BIM w aspekcie poziomów szczegółowości modelu
Przemysław Kłapa, Bartosz Mitka
12. Wykorzystanie cyfrowej fotogrametrii lotniczej oraz uczenia maszynowego w badaniu i monitoringu aktywnego osuwiska
Mirostław Kamiński
13. Wykorzystanie danych satelitarnych do analizy różnorodności termicznej obszarów miejskich
Aleksandra Jasińska, Anna Malczewska, Karolina Pargieła
14. Korekcja radiometryczna i jej wpływ na wyznaczenie wskaźników wegetacyjnych przy wykorzystaniu drona
Piotr Kędziorski, Tomasz Oberski
15. Modelowanie zmian powierzchni terenu wywołanych ruchami masowymi z wykorzystaniem danych teledetekcyjnych i fotogrametrycznych
Krzysztof Karwacki, Tomasz Wojciechowski, Zbigniew Perski
16. Ocena dostępności miejsc postojowych dla osób z niepełnosprawnością w Strefie Płatnego Parkowania Niestrzeżonego w Warszawie
Anna Fijałkowska, Krzysztof Przybysz
17. Analiza stanu zachowania obiektu dziedzictwa kultury na podstawie wieloźródłowych i wieloczasowych danych – studium przypadku - wieża Grodzka Zamku Królewskiego w Warszawie
Jakub Markiewicz, Dorota Zawieska, Agnieszka Bocheńska, Patryk Kot,
18. Porównanie wybranych architektur sieci w segmentacji semantycznej wybranych elementów konstrukcyjnych budynków ze zdjęć z platform UAV
Patryk Balak, Agnieszka Łysak, Kamil Choromański, Konrad Sosnowicz, Krzysztof Bakula
19. System wielowymiarowego i wieloczasowego monitoringu strefy brzegowej z wykorzystaniem bezzałogowej jednostki pływającej
Marta Włodarczyk-Sielicka
20. Mobilność społeczeństwa na terenach leśnych
Mariusz Ciesielski, Agnieszka Kamińska, Miłosz Tkaczyk, Karolina Taczanowska
21. Systemy informacji geograficznej w edukacji geograficznej na uniwersytetach w wybranych państwach Azji Centralnej
Tolgonai Bozzhigit kyzy, Andrzej Kostrzewski, Mikołaj Majewski
22. Wykorzystanie danych fotogrametrycznych i lidarowych do określenia zmian terenów zielonych w miastach
Natalia Borowiec, Urszula Marmol

23. Dane lidarowe i fotogrametryczne jako źródło danych do opracowania bazy obrazów wejściowych w percepcji wizualnej
Urszula Marmol, Natalia Borowiec
24. Metoda delimitacji obszarów leśnych z wykorzystaniem danych lotniczego skanowania laserowego, zobrazowań hiperspektralnych oraz zobrazowań satelitarnych
Tomasz Hycza, Emilia Wysocka-Fijorek, Krzysztof Stereńczak
25. Barwy krajobrazu powiatu plockiego z perspektywy satelitarnej
Krzysztof Będkowski, Urszula Kałużna
26. Modelowanie środowiska historycznego na podstawie danych geoprzestrzennych i narzędzi GIS – studium przypadku Parku Stryjskiego we Lwowie
Zoriana Kuzyk, Jakub Markiewicz, Dorota Zawieska
27. Magnetometr morski w archeologii podwodnej
Izabela Bodus-Olkowska, Grzegorz Zaniewicz
28. Surface monitoring of glaciers in the region of the Argentine islands (Antarctic Peninsula) based on archival datasets
Khrystyna Marusazh, Krzysztof Bakula
29. Application of orthophotomaps created from UAV aerial images for monitoring historical and cultural heritage sites
Borys Chetverikov, Lyubov Babiy, Andrii Malitskyy, Sebastian Różycki
30. Wykrywanie zmian pokrycia terenu z użyciem wieloczasowych danych optycznych Sentinel-2 i platformy Google Earth Engine
Alicja Rynkiewicz, Agata Hościło, Aneta Lewandowska, Anna Kończak, Linda Aune-Lundberg, Anne B. Nilsen
31. W jaki sposób weryfikacja danych referencyjnych i wykorzystanie Numerycznego Modelu Terenu wpływa na wynik klasyfikacji pokrycia terenu?
Adam Waśniewski, Agata Hościło, Linda Aune-Lundberg
32. Wyzwanie udostępniania danych kolekcji Sentinel-1 oraz Sentinel-2 w skali BigData - architektura implementacji standardów OGC
Marcin Niemyjski, Jan Musiał, Jędrzej Bojanowski
33. Przegląd technik optymalizacji serwisów OGC udostępniających dane typu BigData na przykładzie bezchmurnej kompozycji Sentinel-2
Michał Bojko, Marcin Niemyjski, Jędrzej Bojanowski
34. Prognozowanie wielkości plonu wybranych upraw z wykorzystaniem obserwacji satelitarnych
Piotr Wężyk., Antoni Łabaj, Wojciech Drzewiecki, Jarostaw Jasiewicz, Cezary Kaźmierowski, Jan Piekarczyk., Sławomir Królewicz, Mariusz Twardowski
35. Monitoring of channel deformations of the Lower Dniester using topographic maps and satellite images with the use of GIS technologies
Khrystyna Burshtynska, Nazar Hrytskiv, Iryna Zayats, Anna Fijałkowska
36. Ocena bonitacyjna terenów zadarnionych z wykorzystaniem wielospektralnej teledetekcji niskopułapowej
Paweł Wiącek, Adam Radkowski, Marcin Tarasiuk, Łukasz Jeleń, Piotr Ciskowski, Andrzej Rusiecki, Wojciech Drzewiecki, Konrad Kluwak
37. Uczenie maszynowe w modelowaniu rozmieszczenia przestrzennego i dynamiki podsztytu leśnego
Wiktor Tracz
38. Zieleń jako wizualny walor miasta
Kornelia Grzelka

39. Problematyka fuzji danych z LiDARu i kamery niometrycznej dla monitoringu strefy brzegowej z poziomu bezzałogowej jednostki pływającej
Ilona Garczyńska-Cyprysiak, Witold Kazimierski, Marta Włodarczyk-Sielicka
40. Precyzyjne leśnictwo – koncepcja, aktualny status i wyzwania przyszłości
Krzysztof Stereńczak
41. Wpływ elementów meteorologicznych na zmienność NDVI w lasach w Polsce
Kinga Kulesza, Agata Hościło
42. Wzmocnienie rozdzielczości zobrazowań Sentinel-2 na podstawie ortofotomap lotniczych
Anna Malczewska, Wojciech Drzewiecki
43. Analiza dostępności krytych pływalni na terenie miasta Krakowa i gmin ościennych
Ewa Dębińska
44. Monitoring zanieczyszczenia światłem z wykorzystaniem bezzałogowej platformy latającej
Katarzyna Bobkowska, Paweł Burdziakowski, Paweł Tysiąc
45. Wykorzystanie Systemów Informacji Geograficznej w ocenach georóżnorodności
Alicja Najwer
46. Nie tylko GML, czyli alternatywne formaty kodowania danych przestrzennych
Paweł Soczewski
47. Misje stratosferyczne Akademii Tarnowskiej
Jakub Antosz, Jakub Chruszcz, Regina Arabik, Damian Pękała, Maciej Witek, Piotr Nowak, Piotr Jasielski, Piotr Moryl, Łukasz Ciężadło, Ewa Serafińska, Jacek Jasielski, Krzysztof Golonka, Eryk Lisowski, Sylwia Plata, Piotr Wojtanowski, Paulina Knapczyk, Robert Wielgat, Wojciech Żyłka
48. PyLiGram - lidar data processing tool based on photogrammetric methods
Antoni Rzonca, Mariusz Twardowski
49. Wyodrębnianie krawędzi rowów na potrzeby scalania gruntów
Izabela Basista, Kamil Maciuk, Łukasz Borowski,
50. Wykorzystanie zdjęć CORONA i Landsat w analizie zmian pokrycia terenu 1969-2022 metodami uczenia maszynowego
Joanna Pluto-Kossakowska, Aleksandra Wasik, Katarzyna Ostapowicz
51. Propozycja algorytmów automatycznego badania widoków z okien, bazujących na trójwymiarowych modelach przestrzeni miejskiej
Kamil Grudzień, Piotr Cichociński
52. Zastosowanie integracji danych TLS i UAV do modelowania obiektów szczególnych
Bogusława Kwoczyńska, Paweł Gudź
53. Analiza możliwości wykorzystania danych fotogrametrycznych do inwentaryzacji budynku Kościoła Wniebowzięcia NMP w Biórkowie Wielkim
Izabela Piech
54. Wykorzystanie programów geoinformatycznych do analiz geoprzestrzennych na przykładzie łuski Bystrego (zewnątrzne Karpaty fliszowe)
Zbigniew Ziarek, Jakub Andrzejak, Hanna Edelmüller
55. Analiza porównawcza naziemnych wyników wilgotności z przetworzonymi danymi z UAV i Sentinel-1 - studium przypadku
Szymon Sobura, Beata Hejmanowska
56. Wykorzystanie zdjęć RGB i multispektralnych pozyskanych za pomocą bezzałogowych statków powietrznych do oceny szkód wyrządzonych przez dziki w uprawie kukurydzy
Barbara Dobosz

57. Ekonomiczne relacje liniowe i przestrzenne pomiędzy centrami handlu bliskiego i dalekosiężnego we wczesnym średniowieczu, ze szczególnym uwzględnieniem obszaru Karpackiego – w świetle najnowszych badań geoinformatycznych
Cyryl Konstantinowski Puntos
58. Ocena możliwości wykorzystania satelitarnych danych temperaturowych oraz wskaźników spektralnych do badania mikroklimatu miasta
Ewa Głowienka, Bartłomiej Rój, Krystyna Michałowska
59. Analiza wiarygodności klasyfikacji obrazów Sentinel-2 w celu wykrywania wyrobisk górniczych
Beata Hejmanowska, Krystyna Michałowska, Ewa Głowienka, Piotr Kramarczyk
60. Integration of Remote Sensing Data for Control in the System of Direct Agricultural Subsidies (IACS)
Beata Hejmanowska
61. Radiometric Calibration in the Multivariate Method of Mining Excavation Detection
Krystyna Michałowska, Tomasz Pirowski, Ewa Głowienka
62. Identyfikacja koron drzew na wysokorozdzielczych obrazach satelitarnych
Stanisław Łażewski, Jacek Chojnacki, Antoni Jamiołkowski, Anna Fiedukowicz, Jędrzej Bojanowski

Segmentacja semantyczna ukośnych zdjęć lotniczych z wykorzystaniem modelu Segment Anything Model (SAM)

Paulina Zachar^{1*}

¹ Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska, Plac Politechniki 1, 00-661 Warszawa

*paulina.zachar.dokt@pw.edu.pl

Słowa kluczowe: segmentacja semantyczna, zdjęcia ukośne, uczenie maszynowe

Streszczenie

Informacje o fasadach i ich elementach są kluczowe w dziedzinie związanej z modelowaniem budynków. Oprócz informacji o szczegółowej geometrii budynku bardzo duże znaczenie ma informacja semantyczna. Jednym z ważnych elementów fasad budynków są okna, których wykrywanie i segmentacja stanowi wyzwanie ze względu na różnorodność. Trudność rozpoznawania okien związana jest z mnogością stylów budynków, co przekłada się również na zróżnicowanie geometrii okien.

W ostatnich latach w zastosowaniach związanych z przetwarzaniem obrazu, konwolucyjne sieci neuronowe (CNN) wykazują dużą zdolność do segmentacji obrazu i wykrywania obiektów, również w celu segmentacji fasad budynków i ekstrakcji okien. Ponadto, obecnie wiele rozwiązań wykorzystuje dane obrazowe lub chmury punktów z platform naziemnych. W przypadku zastosowań o szerokim zasięgu, gdy wymagane są dane do pokrycia dużych obszarów miast pozyskiwanie danych z pułapu lotniczego jest dużo bardziej wydajne. Szczególnie uzasadnione wydaje się wykorzystanie ukośnych zobrażeń lotniczych, które zapewniają informacje nie tylko o górnej powierzchni obiektu, ale też z perspektywy bocznej, co jest przydatne przy analizie czy rekonstrukcji budynków.

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki segmentacji lotniczych zdjęć ukośnych dla miasta Bordeaux we Francji. Badania miały na celu weryfikację potencjału modelu Segment Anything Model (SAM) jako narzędzia segmentacji na przykładzie okien. Dzięki swojej architekturze i tym, że został wytrenowany na ogromnym zbiorze danych, model SAM posiada zdolność adaptacji do nowych danych i zadań. Dzięki temu możliwe jest zredukowanie czasochłonnego procesu manualnej adnotacji zdjęć w celu uczenia modelu. Wyniki dostarczyły wiedzy na temat skuteczności SAM w zadaniach segmentacji lotniczych zdjęć ukośnych. Wykazano potencjał wykorzystania tego typu gotowych rozwiązań w celu wdrażania dla specyficznych zadań.

Abstract

Information about facades and their elements is crucial in the field related to building modeling. In addition to information about the detailed geometry of the building, semantic information is very significant. One of the important elements of building facades is windows, whose detection and segmentation are challenging due to their diversity. The difficulty of window recognition is related to many building styles, which also translates into a diversity of window geometries.

In recent years, in image processing applications, convolutional neural networks (CNNs) have demonstrated strong image segmentation and object detection capabilities, including for building facade segmentation and window extraction. In addition, many solutions today use image data or point clouds from ground-based platforms. For long-range applications, when data is required to cover large areas of cities, aerial ceiling data acquisition is much more efficient. The use of oblique aerial imagery, which provides information not only about the top surface of an object but also from a lateral perspective, which is helpful for analysis or reconstruction of buildings, seems particularly justified.

This paper presents the results of the segmentation of aerial oblique imagery for Bordeaux, France. The research aimed to verify the potential of the Segment Anything Model (SAM) as a segmentation tool on the example of windows. Due to its architecture and the fact that it was trained on a huge dataset, the SAM model has the ability to adapt to new data and tasks. This makes it possible to reduce the time-consuming process of manually annotating images to teach the model. The results provided insight into the effectiveness of SAM in the task of segmenting aerial oblique images. The potential of using such off-the-shelf solutions to implement for specific tasks was demonstrated.

Metodyka synchronicznej orientacji danych LIDAR oraz aerotriangulacji bloku zdjęć fotogrametrycznych pozyskanych z wykorzystaniem BSL

Łukasz Wilk^{1*}, Magdalena Pilarska-Mazurek¹, Wojciech Ostrowski¹

¹*Zakład Fotogrametrii, Teledetekcji i Systemów Informacji Przestrzennej, Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska, plac Politechniki 1, 00-661 Warszawa*

* *autor do korespondencji, lukasz.wilk@pw.edu.pl*

Słowa kluczowe: fotogrametria, aerotriangulacja, BSL, LIDAR, Iterative Closest Point (ICP)

Streszczenie

W związku ze stale rosnącą popularnością fotogrametrycznych bezzałogowych systemów latających (BSL, UAV) na rynku pojawiają się co raz to nowsze sensory przeznaczone do pozyskiwania danych 3D – począwszy od nisko- i wysokorozdzielczych kamer cyfrowych, przez kamery termalne i multispektralne, aż po wysoce wydajne skanery laserowe (LIDAR). W aktualnie przyjętej praktyce produkcyjnej utarł się schemat zakładający dwuetapowe opracowanie komplementarnych danych z różnych sensorów. W pierwszej kolejności dane pozyskane z każdego z systemów pomiarowych poddawane są pełnemu opracowaniu i eksportowi do postaci finalnego produktu, a następnie produkty w odpowiedni sposób są sprowadzane do jednolitego układu odniesienia i łączone. Przestrzenne przeliczanie danych w większości przypadków oparte jest o wykorzystaną w czasie pomiarów osnowę (fotopunkty naturalne lub sztuczne) albo ręcznie pomierzone na obu zbiorach danych punkty homogeniczne. Niestety w niektórych wypadkach wdrożenie tej metodyki nie jest możliwe, np. na obszarach gęstego zalesienia, gdzie identyfikacja osnowy jest praktycznie niemożliwa. W takiej sytuacji konieczne jest wykorzystanie innych metod orientacji wzajemnej dwóch lub więcej zbiorów danych.

W ramach referatu zaprezentowany zostanie autorski algorytm wzajemnej, ścisłej orientacji danych fotogrametrycznych w postaci bloków zdjęć oraz chmur punktów ze skaningu lotniczego z pułapu UAV oparty o mechanizmy automatycznego dopasowania tzw. „chmura do chmury” (ang. Cloud-To-Cloud). W prezentacji nacisk kładziony będzie na metodykę orientacji zbiorów danych oraz na wykorzystane podczas implementacji otwarte rozwiązania programistyczne. Jako przykład wykorzystania algorytmu posłużą dane BSL pozyskane dla obszarów leśnych pozyskane multispektralną kamerą MicaSense Dual RedEdge-MX oraz skanerem laserowym LiAir V70.

Abstract

With the increasing popularity of photogrammetric unmanned aerial systems (UAV), newer and newer sensors for 3D data acquisition are appearing on the market - from low- and high-resolution digital cameras, through thermal and multispectral cameras, to high-performance laser scanners (LIDAR). In the currently adopted production practice, a scheme has become established that involves a two-stage development of complementary data from different sensors. First, the data acquired from each of the measurement systems is fully processed and exported into a final product, and then the products are appropriately imported into a uniform datum and combined. Spatial conversion of data in most cases is based on the ground control points (GCP) used during the measurements (natural or artificial photopoints) or manually measured homogeneous points on both data sets. Unfortunately, in some cases it is not possible to implement this methodology, for example, in densely forested areas, where the identification of the GCPs is near to impossible. In such a situation, it is necessary to use other methods of mutual orientation of two or more datasets.

The paper will present the author's algorithm for mutual close orientation of photogrammetric data in the form of image blocks and point clouds from UAV scanning based on the mechanisms of automatic matching of the so-called "cloud-to-cloud". In the presentation, the focus will be on the methodology for orienting datasets and the open software solutions used during the implementation. UAV data acquired for forest areas acquired with the MicaSense Dual RedEdge-MX multispectral camera and LiAir V70 laser scanner will be used as an example of the use of the algorithm.

Wykorzystanie danych syntetycznych do analizy detekcji punktów wiążących w metodzie Structure-from-Motion

Jakub Markiewicz^{1*}, Michał Kowalczyk¹, Karol Karwel¹, Patryk Kot², Łukasz Markiewicz³

¹*Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska, pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa, (jakub.markiewicz, michael.kowalczyk, Artur.karwel)@pw.edu.pl*

²*Built Environment and Sustainable Technologies (BEST) Research Institute, Liverpool John Moores University, Liverpool, L3 3AF, UK, p.kot@ljmu.ac.uk*

³*Instytut Mikromechaniki Fotoniki, Wydział Mechatroniki, Politechnika Warszawska, ul. Św. Andrzeja Boboli 8, 02-525 Warszawa lukasz.markiewicz.dokt@pw.edu.pl*

* autor do korespondencji: jakub.markiewicz@pw.edu.pl

Słowa kluczowe: SfM, zdjęcia syntetyczne, detektory hand-crafted i learned-based, dziedzictwo kulturowe, analiza dokładności

Streszczenie

Nowoczesne technologie pomiarowe, takie jak naziemny skaningu laserowy lub metody oparte na algorytmach Structure-from-Motion (SfM) i Multi-View Stereo (MVS), są powszechnie wykorzystywane do monitorowania, ochrony i dokumentowania obiektów dziedzictwa kulturowego. Ich rozwój oraz upowszechnienie spowodował potrzebę weryfikacji ich działania, oceny dokładności oraz ich niezawodności w kontekście znajomości możliwości i ograniczeń stosowanej metody a także sposobu przetwarzania danych. Służą do tego specjalnie projektowane pola testowe lub dane referencyjne będące wzorcami odniesienia.

W artykule przedstawiono nowatorskie podejście do wykorzystania i przygotowania wzorca do walidacji metod przetwarzania obrazów, a szczególności do orientacji zdjęć naziemnych. W tym celu wygenerowano obrazy syntetyczne na podstawie chmur punktów z naziemnego skaningu laserowego lub w wyniku przetworzenia metodą MVS. Generując dokumentację architektoniczną na podstawie zdjęć, kluczowym etapem wpływającym na jakość końcowych produktów jest etap orientacji zdjęć metodą SfM. W artykule porównano wyniki uzyskane z metody SfM zaimplementowanej w oprogramowaniu Colmap i Agisoft Metashape wraz z podejściem opartym na detektorach „klasycznych” oraz bazujących na wykorzystaniu sieci neuronowych (typu learned-based). W tym celu wykorzystano detektory punktowe FAST, BRISK, AFAST, ABRISK, detektory powierzchniowe CenSurE, SIFT, SURF, ACenSurE, ASIFT, ASURF oraz detektory learned-based SuperGlue oraz LoFTR. Jako pola testowe wybrano trzy zabytkowe wnętrza różniące się geometrią oraz wystrojem architektonicznym. W wyniku przeprowadzonych analiz możliwe było wyciągnięcie następujących wniosków: (1) Zastosowanie detektorów afinicznych, a w szczególności detektorów typu blob, pozwala uzyskać najwyższą dokładność orientacji danych przy jednoczesnym wykrywaniu dużej liczby równomiernie rozmieszczonych punktów wiążących. Wartości błędu reprojekcji uzyskano średnio 2 razy niższe niż dla oprogramowania Agisoft Metashape i podobne dla Colmap. (2) Wykorzystanie podejścia opartego na sieciach neuronowych pozwoliło na uzyskanie wyników orientacji podobnych do wcześniej wspomnianych detektorów afinicznych i testowanego oprogramowania. (3) Zaleca się stosowanie detektorów afinicznych zamiast detektorów „klasycznych” ponieważ mogą wykrywać lepsze punkty wiążące przy wykorzystaniu podejścia SfM.

The Utilisation of Synthetic Data for Analysis of Tie Point Detection in the Structure-from-Motion Approach

Jakub Markiewicz^{1*}, Michał Kowalczyk¹, Karol Karwel¹, Patryk Kot², Łukasz Markiewicz³

¹ Faculty of Geodesy and Cartography, Warsaw University of Technology, pl. Politechniki 1, 00-661 Warsaw,, (jakub.markiewicz, michal.kowalczyk, Artur.karwel)@pw.edu.pl

² Built Environment and Sustainable Technologies (BEST) Research Institute, Liverpool John Moores University, Liverpool, L3 3AF, UK, p.kot@ljmu.ac.uk

³ Institute of Micromechanics and Photonics, Warsaw University of Technology, ul. Św. Andrzeja Boboli 8, 02-525 Warsaw lukasz.markiewicz.dokt@pw.edu.pl

* autor do korespondencji: jakub.markiewicz@pw.edu.pl

Keywords: SfM, synthetic images, hand-crafted and learned-based detectors, cultural heritage, quality assessment

Abstract

Modern survey technologies, such as terrestrial laser scanning or methods based on Structure-from-Motion (SfM) and Multi-View Stereo (MVS) algorithms, are widely used to monitor, protect, and document cultural heritage sites. Their development and widespread use have led to the need of verifying their performance assessing their accuracy and reliability in terms of knowing the capabilities and limitations of the method used and how the data is processed. Specially designed test fields or reference data as benchmarks are used for this purpose.

This paper presents a novel approach and template for the validation of image processing methods, particularly for the orientation of ground-based images. For this purpose, synthetic images were generated from point clouds from terrestrial laser scanning or from MVS processing. For the generation of architectural documentation from imagery, an essential step affecting the quality of the final product is the image orientation using the SfM method. This paper compares the results obtained from the SfM method implemented in Colmap and Agisoft Metashape software with approaches based on 'classical' detectors and those based on using neural networks (learned-based). For this purpose, point detectors FAST, BRISK, AFAST, ABRISK, surface detectors CenSurE, SIFT, SURF, ACenSurE, ASIFT, ASURF and learned-based detectors SuperGlue and LoFTR were used. Three historic interiors in geometry and architectural design were selected as test fields. The conclusions could be drawn: (1) The use of affine detectors, in particular blob detectors, allows the highest accuracy of data orientation while detecting a large number of uniformly distributed binding points. Reprojection error values were obtained on average 2 times lower than for Agisoft Metashape software and similar for Colmap. (2) Using a neural network approach produced orientation results similar to the previously mentioned affine detectors and the software tested. (3) It is recommended to use affine detectors instead of 'classical' detectors as they can detect better binding points using the SfM approach.

Orientacja lotniczych zdjęć ukośnych z wykorzystaniem oprogramowania Structure-from-Motion

Wojciech Ostrowski*, Łukasz Wilk

Zakład Fotogrametrii, Teledetekcji i Systemów Informacji Przestrzenne, Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska, Plac Politechniki 1, Warszawa

* autor do korespondencji, wojciech.ostrowski@pw.edu.pl

Słowa kluczowe: lotnicze zdjęcia ukośne, orientacja, Structure-from-Motion

Streszczenie

Celem referatu jest przedstawienie wyników badań dotyczących możliwości wykorzystania narzędzi Structure-from-Motion (na przykładzie Agisoft Metashape) do orientacji lotniczych zdjęć ukośnych. Ten rodzaj danych fotogrametrycznych cieszy się w ostatnich latach rosnącą popularnością, zwłaszcza dla przestrzeni miejskiej gdzie ze względu na oczekiwane wysokie rozdzielczości obrazowań (standardem staje się GSD ok. 5 cm) oraz wykorzystanie kamer o co najwyżej średnioformatowych matrycach powoduje, że bloki lotniczych zdjęć ukośnych pozyskiwanie dla miast składają się na ogół z dziesiątek lub setek tysięcy zdjęć co stwarza istotne problemy przy ich przetwarzaniu.

Metody SfM i wykorzystujące je oprogramowanie od lat cieszą się popularnością jako narzędzia służące do orientacji obrazowań ukośnych w badaniach naukowych jednakże ich wykorzystanie napotyka nadal trudności. Na potrzeby usprawnienia i poprawy stabilności tego procesu opracowano zestaw funkcji o nazwie Agisoft Oblique Toolkit wykorzystując API w języku Python.

Przeprowadzane badania koncentrowały się na analizie takich elementów jak wykorzystanie samokalibracji i parametrów dodatkowych kamery, sposobnie selekcji zdjęć do dopasowania obrazów czy redukcji liczby punktów wiążących a także na samym procesie wyrównania obserwacji. Uzyskane wyniki zostaną zaprezentowane w kontekście bloków o różnej liczebności pozyskanych różnymi sensorami.

Abstract

The aim of this paper is to present the results of a study on the feasibility of using Structure-from-Motion tools (using Agisoft Metashape as an example) to orient aerial oblique imagery. This type of photogrammetric data has become increasingly popular in recent years, especially for urban areas, where due to the desired high resolution of the images (GSD of about 5 cm is becoming the standard resolution) and the use of cameras with medium format sensors at most, blocks of oblique aerial photographs acquired for cities usually consist of tens or hundreds of thousands of images, which creates significant problems in their processing.

SfM methods and the software that uses them have been popular for years as tools for orienting oblique imagery in scientific research, but their use still faces difficulties. To facilitate and improve the stability of the orientation, a plugin called Agisoft Oblique Toolkit was developed using an API in the Python language.

Presented research was focused on elements such as the use of self-calibration and additional camera parameters, preselection of images for image matching and alignment and reduction of the number of tie points, as well as the alignment process itself. The obtained results will be presented in the context of blocks of different sizes acquired with various aerial sensors.

Wykorzystanie technologii Unreal Engine do budowy cyfrowego bliźniaka miasta

Jakub Modrzewski ^{1*}, Magdalena Pilarska-Mazurek ², Wojciech Ostrowski ³

¹ Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa

* autor do korespondencji: jakub.modrzewski.stud@pw.edu.pl

Słowa kluczowe: Cyfrowy Bliźniak, modele 3D, modele mesh, Unreal Engine, silniki gier

Streszczenie

W ramach referatu zostanie przedstawiony sposób tworzenia rozwiązań Cyfrowego Bliźniaka z wykorzystaniem silnika gry Unreal Engine, ze zwróceniem szczególnej uwagi na obsługę trójwymiarowych modeli miast. Integracja technologii silnika gry z technologią GIS umożliwia stworzenie immersyjnego środowiska bazującego na modelu 3D, odnoszącego się do rzeczywistej przestrzeni. Zastosowanie narzędzi GIS w rozwiązaniach Digital Twin pozwala na wykonywanie analiz oraz symulacji odnoszących się do rzeczywistości. Narzędzia GIS pozwalają analizować przestrzeń oraz określać relacje przestrzenne między obiektami. Technologia silników gier zapewnia wysoką jakość grafiki oraz wysoki poziom interaktywności, ale nie jest natywnie przystosowana do obsługi danych przestrzennych.

Przeprowadzone badania obejmowały w szczególności ocenę możliwości wykorzystania technologii Nanite (dostępnej w Unreal Engine 5) do wizualizacji fotogrametrycznych modeli 3D miast w postaci siatkowej, które obejmują swoim zasięgiem bardzo duże obszary. Zaimplementowane w Nanite dynamiczny system LOD oraz wirtualizacja geometrii w teorii umożliwiają obsługę danych składających się z bardzo dużej liczby trójkątów, a właśnie tym charakteryzują się trójwymiarowe modele miast. W badaniach wykorzystano m.in. model 3D dla obszaru Starego Miasta w Warszawie, pochodzący z repozytorium CENAGIS Politechniki Warszawskiej. Jest to szczegółowy model siatkowy, wygenerowany ze zdjęć pionowych i ukośnych o rozdzielczości przestrzennej 2,5 cm, które pozyskane zostały przez firmę OPEGIEKA.

W ramach referatu zaprezentowany zostanie sposób tworzenia środowiska składającego się z modelu 3D miasta w formacie Nanite oraz semantycznych modeli 3D wygenerowanych proceduralnie na podstawie dwuwymiarowych danych przestrzennych. Opracowana metodyka georeferencji sceny umożliwia przeliczanie współrzędnych silnika gry do układów geograficznych i geodezyjnych. Opracowana aplikacja, w której zintegrowano model mesh (reprezentujący dokładną geometrię) z semantycznymi modelami 3D wygenerowanymi proceduralnie (zawierającymi informacje opisową o obiektach), zawiera interaktywne funkcje do wykonywania pomiarów, wizualizacji semantycznej i tworzenia adnotacji na modelu siatkowym mesh, które są pożądane w rozwiązaniach Digital Twin.

Abstract

The paper will present the idea of a Digital Twin solution using the Unreal Engine technology (a game engine), with particular attention to the handling of 3D city models. The integration of game engine technology with GIS technology enables the creation of an immersive environment based on a 3D model related to real space. The use of GIS tools in Digital Twin solutions makes it possible to perform analyses and simulations relating to reality. GIS enables to analyse space and determine spatial relationships between objects. Game engine technology provides high quality graphics and a high level of interactivity, but is not natively adapted to handle spatial data.

The research involved in particular assessing the feasibility of using Nanite technology (available in Unreal Engine 5) for visualization of photogrammetric 3D city models in mesh form, which cover very large areas. The dynamic LOD system and geometry virtualization implemented in Nanite, in theory, make it possible to handle data consisting of a very large number of triangles, which is what 3D city models are characterized by. Within the study, among others, a 3D model was used, which presents the Old Town in Warsaw and is a part of the CENAGIS repository of the Warsaw University of Technology. It is a detailed mesh model generated from nadir and oblique images with a spatial resolution of 2.5 cm, which were acquired by OPEGIEKA company.

The paper will demonstrate how to create an environment consisting of a 3D model of the city in Nanite format and semantic 3D models procedurally generated from two-dimensional spatial data. The developed methodology of scene georeferencing allows the conversion of game engine coordinates to geographic and geodetic systems. The developed application, which integrates a mesh model (representing accurate geometry) with procedurally generated semantic 3D models (containing descriptive information about objects), includes interactive functions for measurement, semantic visualization and annotation of the mesh model, which are desirable for Digital Twin.

Wpływ doboru deskryptora na dokładność orientacji danych rastrowych w metodzie Structure-from-Motion

Jakub Markiewicz^{1*}, Artur Karol Karwel¹, Zdzisław Kurczyński¹

¹Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska, pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa, (jakub.markiewicz, artur.karwel, zdzislaw.kurczynski)@pw.edu.pl

* autor do korespondencji, jakub.markiewicz@pw.edu.pl

Słowa kluczowe:SfM, deskryptory hand-crafted i learned-based, analiza dokładności

Streszczenie

Współczesne pakiety oprogramowania, aplikacje i biblioteki funkcji wykorzystywane do orientacji danych rastrowych i rekonstrukcji kształtu 3D wykorzystują algorytmy, które łączą metody powszechnie stosowane w widzeniu maszynowym (Computer Vision - CV) z tradycyjnymi metodami wykorzystywanymi w fotogrametrii. Jednym z takich podejść jest metoda Structure-from-Motion (SfM), która umożliwia rekonstrukcję trójwymiarowych struktur poprzez analizę obrazów (danych rastrowych) uzyskanych z różnych punktów przestrzeni (pozycji obserwacyjnych). Metoda SfM opiera się na następujących etapach: (1) ekstrakcja cech; (2) dopasowywanie cech; (3) weryfikacja geometryczna; (4) inicjalizacja rekonstrukcji; (5) wstępna orientacja obrazów; (6) triangulacja oraz (7) wyrównanie metodą niezależnej wiązki. Ogólnie rzecz biorąc, metodologię SfM można podzielić na dwa główne elementy: fazę wyszukiwania punktów wiążących (1-3) i iteracyjną fazę rekonstrukcji (4-6). W tych dwóch fazach możliwe staje się wyznaczenie elementów orientacji wzajemnej dla grupy zdjęć.

W artykule przedstawiono analizę wpływu doboru deskryptorów na jakość wyznaczania punktów wiążących. W tym celu wykorzystano deskryptory oparte na klasycznym podejściu tzw. hand-crafted (SIFT, SURF, Daisy, BRIEF, FREAK i KAZE) oraz opartych na sieciach neuronowych (learned-based; HardNet, HardNet8, SoSNet, HyNet, MKDDescriptor, TFeat). Przeanalizowano liczbę punktów, ich rozkład i wartości błędów odwzorowania (tzw. błąd reprojekcji). Jako dane testowe wykorzystano: (1) zdjęcia naziemne, dla których wprowadzono sztuczne zniekształcenia geometryczne (zniekształcenie radialne) oraz obrót wokół osi X, Y i Z, (2) zdjęcia sferyczne powstałe w wyniku przetwarzania chmury punktów z naziemnego skaningu laserowego, (3) zdjęcia naziemne obiektów zabytkowych i przemysłowych pozyskane pod różnymi kątami i ze zmiennymi bazami.

W wyniku analizy wpływu błędów zniekształceń możliwe było wyciągnięcie następujących wniosków: (1) Oceniając liczbę punktów wykrytych dla zdjęć ze symulowaną dystorsją można zauważyć, że największą liczbę punktów uzyskano odpowiednio dla deskryptora SIFT, Daisy oraz podejść Learned-based. Uwzględniając trend zwiększania dystorsji można zauważyć niewielkie zmiany w liczbie punktów dla podejścia bazującego na metodzie Learned-based. W przypadku deskryptorów klasycznych spadek liczby punktów jest w funkcji homograficznej. Analizując wartości błędów reprojekcji dla podejścia Hand-Crafted deskryptorów SIFT, SURF oraz DAISY, błąd mieścił się w przedziale 0.3 – 0.5 piksela, a dla metod Learned-based 0.2 – 0.4 piksela. (2) Analizując obrót wokół osi kamery można stwierdzić, że w przypadku detektorów klasycznych wpływ zmiany kąta zmniejsza liczbę punktów w funkcji kwadratowej dla deskryptora SURF i SIFT, a dla DAISY przy kącie większym niż $\pm 40^\circ$ nie jest możliwe dopasowanie wykrytych punktów wiążących. Dla deskryptorów Learned-based zauważalna jest większa stabilność w liczbie wykrytych punktów niezależnie od kąta skręcenia. Oceniając wartości błędów reprojekcji należy podkreślić, że dla obu metod uzyskano zbliżone wyniki nieprzekraczające 0.1 piksela. (3) Oceniając wpływ pochylenia zdjęcia należy stwierdzić, że przy mniejszym pochyleniu obrazu uzyskano większą liczbę punktów dla deskryptorów Hand-Crafted niż dla deskryptorów Learned-based. Należy podkreślić, że wraz ze wzrostem kąta występuje znaczący spadek liczby punktów dla podejścia klasycznego. Wartości błędów reprojekcji są zbliżone i mieszczą się w przedziale 0.2 – 0.4 piksela. (4) Z przeprowadzonych badań wynika również, że najgorsze wyniki uzyskano dla deskryptorów BRIEF, FREAK i KAZE, dla wszystkich przypadków zniekształceń geometrycznych zdjęć. (5) Uwzględniając powyższe wyniki odnoszące się do stabilności dopasowania punktów wiążących na podstawie ww. deskryptorów zalecane jest wykorzystanie deskryptorów SIFT, SURF lub podejść opartych na sieciach neuronowych.

W pełnej wersji artykułu przedstawione zostaną wyniki dla danych rzeczywistych.

The Influence of Descriptor Selection on the Accuracy of Raster Data Orientation in the Structure-from-Motion Method

Jakub Markiewicz^{1*}, Karol Karwel¹, Zdzisław Kurczyński¹

¹ Faculty of Geodesy and Cartography, Warsaw University of Technology, pl. Politechniki 1, 00-661 Warsaw, (jakub.markiewicz, Artur.karwel, zdzislaw.kurczynski)@pw.edu.pl

* autor do korespondencji, jakub.markiewicz@pw.edu.pl

Słowa kluczowe: SfM, hand-crafted i learned-based descriptors, quality assesment

Abstract

Contemporary software packages, applications, and function libraries designed to analyse raster data orientation and 3D shape reconstruction employ algorithms that amalgamate techniques commonly utilised in Computer Vision (CV) with traditional photogrammetric methodologies. These algorithmic and methodological approaches facilitate the comprehensive capture of the geometric properties and visual characteristics of objects or entire scenes. These techniques have found applications in diverse domains, such as video game asset development, virtual tours, virtual and augmented reality experiences, and the preservation of cultural heritage, among others. Among these approaches, one of the foremost methods is Structure from Motion (SfM). The SfM workflow enables the reconstruction of three-dimensional structures by analysing images (raster data) obtained from various vantage points (observation positions). The incremental Structure from Motion (SfM) workflow encompasses the following sequential stages: (1) feature extraction; (2) feature matching; (3) geometric verification; (4) reconstruction initialisation; (5) image registration; (6) triangulation; and (7) bundle adjustment. Broadly, the SfM methodology can be divided into two principal components: the correspondence search phase (1–3) and the iterative reconstruction phase (4–6). Under these two phases, it becomes feasible to estimate the camera position for each image and generate a three-dimensional reconstructed tie point, referred to as a sparse point cloud.

This article presents a study of the feature matching stage. For this purpose, it was decided to evaluate the impact of descriptor matching on the accuracy of the engraving of tie points. Descriptors based on a hand-crafted (SIFT, SURF, Daisy, BRIEF, FREAK and KAZE) solution and those based on neural networks (learned-based; HardNet, HardNet8, SoSNet, HyNet, MKDDescriptor and TFeat) were plotted for comparison. The number of points, their distribution and reprojection error values were analysed. The following were used as test data: (1) ground photos for which geometric distortion (radial distortion) and rotation around the X, Y and Z axes were introduced, (2) spherical photos resulting from point cloud processing, (3) ground photos of historical and industrial objects acquired from different angles and with variable bases.

As a result of the analysis, the following conclusions could be drawn based on the impact of distortion errors: (1), Analysing the number of points detected for images with simulated distortion, it can be seen that the errors with the highest number of points were obtained for the SIFT descriptor, Daisy and Learned-based approaches. Taking into account the trend of increasing distortion, it can be seen that there is little change in the number of points for the Learned-based approach. A decrease in the number of points in the homographic measurable function can be observed for the classical descriptors. Analysing the reprojection error values for the Learned-based approach, the error for the SIFT, SURF and DAISY descriptors ranged between 0.3 - 0.5 and for the Learned-based method between 0.2 - 0.4 pixels. (2) Analysing the rotation about the camera axis, it can be seen that for the classical detectors, the effect of angle reduces the number of points in the quadratic function for the SURF and SIFT descriptor, and for DAISY at angles greater than $\pm 40^\circ$ it is not possible to detect and match the binding points. For Learned-based descriptors, better stability in the number of detected points is noticeable regardless of the shooting angle. When assessing the reprojection error values, it should be noted that similar results of no more than 0.1 pixels were obtained for both methods. (4) The study also shows that the worst results were obtained for the descriptors BRIEF, FREAK and KAZE for all cases of geometric distortion of the images. (5) Considering the above results relating to the stability of the matching of the binding points based on the above descriptors, it is recommended to use the descriptors SIFT, SURF or approaches based on neural networks.

In the full version of the article, results for real data will be presented.

Współczesne spojrzenie na wizualizację kartograficzną

Marek Baranowski

Oddział Kartograficzny PTG

Słowa kluczowe: kartografia, geoinformacja, wizualizacja kartograficzna, geowizualizacja, dyscyplina naukowa

Streszczenie

Pojęcie wizualizacji kartograficznej zostało ukształtowane w lata 1990', choć było różnie nazywane. Jest ono konfrontowane z nowymi trendami wizualizacji naukowej, technologii informacyjno-komunikacyjnych i szerzej, technologii informatycznych, w tym sztucznej inteligencji. W artykule zostaną przeanalizowane terminy stosowane w literaturze, a odnoszące się do wizualizacji, a także jej fundamentalne idee. Omówione zostaną obszary badań nad wizualizacją kartograficzną oraz związki z innymi pokrewnymi subdyscyplinami.

Przeanalizowane zostaną pola wizualizacji naukowej, ze szczególnym odniesieniem do geowizualizacji. Część rozważań dotyczyć będzie analityki wizualnej, stanowiącej nurt badań o znaczącej dynamice obserwowanej w ostatnich latach.

Na koniec zostanie przeprowadzona analiza porównawcza wizualizacji kartograficznej z geowizualizacją, której wynikiem będą oceny różnic i wzajemnego oddziaływania każdej z tych problematyk.

Aktualne wyzwania i obszary badawcze geowizualizacji na przykładzie tematyki referatów 31. Międzynarodowej Konferencji Kartograficznej

Izabela Gołębiowska^{1*}

¹ *Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Uniwersytet Warszawski*

Słowa kluczowe: kartografia, wizualizacja kartograficzna, geowizualizacja, dyscyplina naukowa

Streszczenie

Kartografia to ugruntowana dyscyplina, w której mapa stanowi główny obszar zainteresowania. W ostatnich dekadach dyscyplina ta podlega zmianom z racji ważnej roli, jaką odgrywa technologia geoinformatyczna w modelowaniu informacji przestrzennej, a także w opracowaniu, publikacji i użytkowaniu map. W konsekwencji kartografowie stają się często jednocześnie specjalistami z zakresu geoinformatyki, nauki o informacji przestrzennej i geowizualizacji. Wszystkie te obszary łączy ważna rola mapy, jako sposobu wizualizacji danych przestrzennych, służącej eksploracji lub komunikacji zjawisk o charakterze przestrzennym. Powoduje to jednocześnie interesującą ewolucję kartografii, w której pojawiają się nowe wyzwania badawcze, czego wyśmienitym przykładem jest rozwój sztucznej inteligencji.

Celem prezentacji będzie przedstawienie aktualnie podejmowanych zagadnień w kartografii na podstawie tematyki referatów prezentowanych podczas 31. Międzynarodowej Konferencji Kartograficznej, która odbyła się w sierpniu 2023 roku w Kapsztadzie. Konferencja organizowana co 2 lata od 1962 roku skupia setki kartografów i specjalistów z zakresu informacji przestrzennej w celu prezentacji najnowszych badań dotyczących pozyskiwania, analizy i wizualizacji informacji przestrzennej. Program tegorocznej konferencji pozwala na wgląd w aktualnie podejmowaną tematykę badawczą na świecie. W trakcie prezentacji przedstawione zostaną wątki problemowe najczęściej podejmowane w czasie wystąpień referatowych. Szczególna uwaga zostanie zwrócona na najnowsze wyzwania kartografii i geowizualizacji, w tym rozwój sztucznej inteligencji, która już teraz i w najbliższych latach będzie wywierała wpływ na kierunki rozwoju dyscyplin związanych z informacją przestrzenną i jej wizualizacją.

Current Challenges in Geovisualization on the Example of Topics Presented in the 31st International Cartographic Conference

Key words: cartography, cartographic visualization, geovisualization, discipline

Abstract

Cartography is an established discipline in which the map is the main area of interest. In recent decades, the discipline has been undergoing changes due to the important role played by geoinformation technology in the modeling of spatial information, as well as in the development, publication and use of maps. As a result, cartographers often become specialists in geoinformatics, spatial information science and geovisualization. In these areas maps play an important role for visualizing spatial data, in order to support exploration of spatial data or communication of spatial phenomena. This causes an interesting evolution of cartography, with new research challenges. An excellent example of which is the development of artificial intelligence.

The aim of the presentation will be to present currently discussed issues in cartography based on the topics of papers presented during the 31st International Cartographic Conference, which took place in August 2023 in Cape Town, South Africa. The conference, organized every two years since 1962, brings together hundreds of cartographers and specialists in the field of spatial information to present the latest research on the acquisition, analysis and visualization of spatial information. The program of this year's conference provides insight into current research topics investigated around the world. During the presentation, problem threads most frequently discussed during lectures will be presented. Particular attention will be paid to the latest challenges in cartography and geovisualization, including the development of artificial intelligence, which now and in the coming years will influence the development of disciplines related to spatial information and its visualization.

Mobilna „audiomapa” jako przykład praktycznego wykorzystania głosowego przekazu informacji kartograficznej

Krzysztof Lipka ^{1*}, Hubert Świech ¹, Dariusz Gotlib ¹

¹ Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, Zakład Kartografii

* autor do korespondencji, krzysztof.lipka@pw.edu.pl

Słowa kluczowe: mobilne aplikacje nawigacyjne, kartografia nawigacyjna, wspomaganie osób niewidomych, LBS

Streszczenie

Mobilne aplikacje nawigacyjne są obecnie powszechnie wykorzystywane zarówno w ruchu samochodowym, rowerowym, pieszym, lotniczym itd. Podstawową formą przekazu geoinformacji dla użytkownika jest forma graficzna uzupełniona głosowymi komendami głosowymi. Uwzględnia się oczywiście specyfikę mobilnego przekazu kartograficznego, choć nadal geowizualizacje pozostają zbliżone do tradycyjnych prezentacji kartograficznych. Kartografia zajmuje się jednak wszystkimi możliwymi metodami przekazu informacji o przestrzeni dla użytkowników końcowych, z uwzględnieniem ich możliwości percepcyjnych. Możliwości percepcyjne wynikają zarówno z cech osobowych, jak i rodzaju nawigacji oraz powiązanej z tym specyfiki środowiska, w której porusza się użytkownik. W wielu przypadkach niezwykle pomocnym, a czasami niezbędnym jest użycie nie tylko przekazu graficznego, ale również dźwiękowego. W referacie przedstawione zostaną wyniki badań i prac wdrożeniowych związanych z tworzeniem aplikacji mobilnej, w której podstawą przekazu informacji o przestrzeni są tzw. geo-opisy. Geo-opisy to specjalnie skonstruowane wielopoziomowe opisy tekstowe powiązane z przestrzenią (punktem, linią, obszarem), które mogą być odczytywane np. przez syntetyzator mowy w odpowiednim momencie procesu lokalizacji lub nawigacji. Choć aplikacja powstała z myślą o wykorzystaniu przez osoby niewidome, to zdaniem autorów może ułatwiać proces nawigowania i lokalizowania wszystkim rodzajom użytkowników. Dźwięk może być w kartografii niezwykle użytecznym medium przekazu informacji, na co zostanie zwrócona szczególna uwaga w referacie. Badania realizowane są w powiązaniu z projektem „Politechnika Warszawska Ambasadorem Innowacji na Rzecz Dostępności”.

Mobile "Audiomap" as an Example of Practical Use of Voice Transmission of Cartographic Information

Key words: mobile navigation applications, navigation cartography, support for the blind, LBS

Abstract

Mobile navigation applications are currently widely used in car, bicycle, pedestrian, air traffic, etc. The basic form of transmitting geoinformation to the user is a graphic form supplemented with voice commands. Of course, the specificity of mobile cartographic transmission is taken into account, although geovisualizations are still similar to traditional cartographic presentations. However, cartography deals with all possible methods of transmitting information about space to end users, taking into account their perceptual capabilities. Perceptual capabilities result from both personal characteristics and the type of navigation and the related specificity of the environment in which the user moves. In many cases, it is extremely helpful, and sometimes necessary, to use not only graphic but also sound messages. The paper will present the results of research and implementation work related to the creation of a mobile application in which the basis for transmitting information about space are the so-called geo-descriptions. Geo-descriptions are specially constructed multi-level text descriptions related to space (point, line, area), which can be read, e.g. by a speech synthesizer at the appropriate moment in the location or navigation process. Although the application was created for use by blind people, according to the authors, it can facilitate the navigation and locating process for all types of users. Sound can be an extremely useful medium for transmitting information in cartography, which will be paid special attention to in the paper. The research is carried out in connection with the project "Warsaw University of Technology - Ambassador of Innovation for Accessibility".

Zastosowanie sztucznej inteligencji we wspomaganiu tworzenia kartograficznego opisu wnętrza budynku

Krzysztof Lipka ^{1*}, Dariusz Gotlib ¹, Kamil Choromański ¹

¹ Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, Zakład Kartografii

* autor do korespondencji, krzysztof.lipka@pw.edu.pl

Słowa kluczowe: kartografia wnętrz budynków, sztuczna inteligencja, opisy przestrzeni, geo-opisy, geoinformacja

Streszczenie

Obecnie można zaobserwować wzrost potrzeb w zakresie pokryciem geoinformacji nie tylko przestrzeni otwartych, ale także wnętrz budynków. Powoli powiększa się zasób aplikacji wspomagających nawigację wewnątrz budynków. Powstają także aplikacje do zarządzania budynkami, w których geoinformacja odgrywa coraz większą rolę. W Politechnice Warszawskiej kilka lat temu rozpoczęto badania, w wyniku których zrodziła się między innymi idea tworzenia tekstowych opisów przestrzeni nazywanych w skrócie geo-opisami. Geo-opisy to specjalnie skonstruowane wielopoziomowe opisy tekstowe powiązane z przestrzenią (punktem, linią, obszarem), które mogą być wyświetlane na ekranie lub odczytywane np. przez syntetyzator mowy w odpowiednim momencie procesu lokalizacji lub nawigacji, a także podczas analizy przestrzennej obiektu. Są uzupełnieniem tradycyjnego przekazu graficznego, określanego jako geowizualizacja. Mogą być szczególnie pomocne w aplikacjach turystycznych, wspomaganiu służb specjalnych oraz we wspomaganiu osób niepełnosprawnych. Ten rodzaj przekazu będzie zdaniem autorów odgrywał coraz większą rolę w kartografii. Obecnie geo-opisy są tworzone w sposób manualny. Jest to jednak proces czasochłonny i złożony. Dlatego podjęto badania, których celem jest zautomatyzowanie w możliwym zakresie tego procesu. Zdecydowano się do tego wykorzystać zarówno klasyczne metody analizy przestrzennej znane z systemów GIS, jak i metody generowania tekstu wykorzystywane w popularnych chatbotach. W referacie zwrócona zostanie szczególna uwaga na tę drugą grupę metod. W pierwszym etapie badań przeanalizowano przede wszystkim możliwość tworzenia przez SI geo-opisów na podstawie uzyskanych innymi metodami parametrów przestrzennych, jak np. współrzędne i nazwy miejsc, wzajemne relacje topologiczne między obiektami, odległości i azymuty od obiektów charakterystycznych, informacje techniczne o obiekcie, statystyki przestrzenne, informacje o ograniczeniach w poruszaniu się osób itp. Na tym etapie badań skoncentrowano się na przestrzeni wewnątrz budynków. W kolejnych etapach planowane jest rozszerzenie badań na przestrzeń poza budynkami oraz wykorzystanie AI w dostarczaniu parametrów wejściowych wymienionych powyżej.

Application of Artificial Intelligence in Supporting the Creation of a Cartographic Description of the Building Interior

Key words: cartography of building interiors, artificial intelligence, space descriptions, geo-descriptions, geoinformation

Abstract

Currently, an increase in the needs for geoinformation coverage can be observed not only in open spaces, but also in building interiors. The range of applications supporting navigation inside buildings is growing. Building management applications are also being developed, in which geoinformation plays an increasingly important role. A few years ago, research was started at the Warsaw University of Technology, which resulted in, among other things, the idea of creating text descriptions of space, briefly called geo-descriptions. Geo-descriptions are specially constructed multi-level text descriptions related to space (point, line, area), which can be displayed on the screen or read, e.g. by a speech synthesizer at the appropriate moment in the location or navigation process, as well as during the spatial analysis of the object. They complement the traditional graphic message, known as geovisualization. They can be particularly helpful in tourist applications, supporting special services and supporting disabled people. According to the authors, this type of communication will play an increasingly important role in cartography. Currently, geo-descriptions are created manually. However, this is a time-consuming and complex process. Therefore, research has been undertaken to automate this process to the extent possible. It was decided to use both classic spatial analysis methods known from GIS systems and text generation methods used in popular chatbots. The paper will pay particular attention to the second

group of methods. The first stage of the research analyzed primarily the possibility of AI creating geo-descriptions based on spatial parameters obtained using other methods, such as coordinates and place names, mutual topological relations between objects, distances and azimuths from characteristic objects, technical information about the object, spatial statistics, information about restrictions on the movement of people, etc. At this stage of the research, the focus was on the space inside the buildings. In the next stages, it is planned to expand the research to spaces outside buildings and use AI to provide the input parameters mentioned above.

Wybrane aspekty geowizualizacji 3D wewnątrz budynków

Miłosz Gnat ^{1*}

¹ Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, Zakład Kartografii

* autor do korespondencji, miłosz.gnat@pw.edu.pl

Słowa kluczowe: modelowanie 3D, BIM/GIS, kartografia wewnątrz budynków, geowizualizacja

Streszczenie

Od wielu lat w modelowaniu geoinformacji przechodzimy płynnie z wykorzystania modeli 2D do modeli 3D lub łącznie 2D/3D. Modele 3D stają się kluczowe w kartografii jako podstawa szeregu aplikacji. Modele 3D można tworzyć na różne sposoby. Inne potrzeby mają architekci czy urbaniści, inni geologowie a jeszcze inni zarządcy nieruchomości czy użytkownicy aplikacji nawigacyjnych. Projektowanie przekazu geoinformacji 3D powinno być dostosowane do rodzaju aplikacji i możliwości percepcyjnych odbiorcy. W szeregu zastosowań konieczne jest zastosowanie zasad wypracowanych w teorii kartografii, w szczególności metod generalizacji kartograficznej, metod klasyfikacji i sposobu konstrukcji znaków kartograficznych. Jak dotąd nie powstały kompleksowe wytyczne oraz naukowe opracowania metodyczne np. w zakresie kartograficznego modelowania wewnątrz budynków, w szczególności dotyczące zasad kartograficznej prezentacji danych dla systemów mobilnych. Istnieje więc potrzeba prowadzenia badań w tym zakresie. Celem najczęściej spotykanych obecnie, typowych wizualizacji wnętrza budynku, jest przedstawienie sposobu konstrukcji budynku, ułatwienie wykonywania pomiarów budowlanych i użytkowych, uzyskanie pogładowego widoku wnętrza budynku np. do celów reklamowych, marketingowych itp. Celem wizualizacji kartograficznej wnętrza budynku jest przede wszystkim umożliwienie orientacji w budynku, poznanie rozkładu przestrzennego budynku, lokalizowanie obiektów i zjawisk zachodzących w budynku. W referacie przedstawione zostaną wyniki części dotychczasowych badań autora w tym zakresie. Wskazane zostaną problemy w procesie modelowania oraz wpływ charakterystyki modelu na możliwości opracowania wizualizacji spełniającej przynajmniej niektóre warunki istotne z punktu widzenia kartografii. W referacie przedstawiony zostanie szereg rzeczywistych przykładowych modeli opracowanych do zastosowań praktycznych i omówione praktyczne problemy w procesie ich tworzenia a następnie geowizualizacji.

Selected Aspects of 3D Geovisualization of Building Interiors

Key words: 3D modeling, BIM/GIS, indoor cartography, geovisualization

Abstract

For last years geoinformation modeling has been transitioning seamlessly from the use of 2D models to 3D models, or 2D/3D combined. 3D models are becoming crucial in cartography as the basis for a series of applications. There are various ways to create 3D models. Architects and urban planners, geologists, as well as property managers or users of navigation applications all have distinct requirements. The design of the 3D geo-information message should be tailored to the type of application and the perceptual capabilities of the recipient. In many applications, it is necessary to use principles derived from cartographic theory, such as methods of cartographic generalization, classification methods, and the construction of cartographic signs. So far, there haven't been any comprehensive guidelines or scientific studies developed in the field of mapping building interiors, especially when it comes to presenting data for mobile systems in a cartographic way. Thus there is a need for research in this area. The most common visualizations used for building interiors today have multiple purposes. They are used to display the construction process, accurately measure dimensions for construction and utility needs, and provide an overall view of the building's interior. for advertising, marketing purposes, etc. The main goal of cartographic visualization of the interior of a building is to help people orient themselves within the building, understand how the space is organized, and easily locate objects and events that occur inside. The paper will present the results of part of the author's previous research in this area. Problems during the modeling process will be identified, along with the influence of data model characteristics on the ability to create a visualization that meets certain conditions related to cartography. The paper will present several real-world example models that were developed for practical applications. It will also discuss the practical problems encountered during their creation and subsequent geovisualization.

Technologie gier jako nowe narzędzie w badaniach kartograficznych

Jakub Łobodecki ^{1*}, Dariusz Gotlib ¹

¹ Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, Zakład Kartografii

* autor do korespondencji, jakub.lobodecki@pw.edu.pl

Słowa kluczowe: technologie gier, Unreal Engine, kartografia nawigacyjna, geowizualizacja, cyfrowe bliźniaki, symulatory

Streszczenie

Technologie gier komputerowych rozwijały się od dziesięcioleci skupiając się przede wszystkim na rozrywce. Z czasem coraz większego znaczenia nabierały tzw. *serious games*, które wykorzystują świat wirtualny w rozwiązywaniu rzeczywistych problemów, umożliwiając np. symulację różnych procesów czy treningi różnorodnych kompetencji.

Możliwości tych technologii, w tym ich otwartość i łatwa dostępność sprawiają, że nieustannie znajdują one nowe zastosowania. W szczególności możliwe jest połączenie wirtualnej rzeczywistości z wykorzystywaniem ogromnych zasobów danych przestrzennych, tworzących tzw. *cyfrowe bliźniaki* – od uproszczonych modeli terenu dla całego świata, poprzez szczegółowe modele 3D miast, aż po niezwykle dokładne modele wnętrza budynków.

Jednym z nowych zastosowań proponowanych przez autorów referatu, jest wykorzystanie technologii gier w badaniach kartograficznych – od badania czytelności i poprawności informacyjnej map tradycyjnych, po badania percepcji użytkowników aplikacji mobilnych. Celem tego typu analiz jest przede wszystkim doskonalenie procesu projektowania przekazu kartograficznego. W ramach działań podjętych na Politechnice Warszawskiej podjęto próbę zbudowania kompletnego środowiska przeznaczonego do prowadzenia tego typu analiz kartograficznych. Opracowano i zrealizowano koncepcję Laboratorium Testowania Aplikacji Nawigacyjnych, którego podstawą jest technologia gier oraz urządzenia związane z grami i wirtualną rzeczywistością, takie jak gogle VR i AR, wielokierunkowe bieżnie do gier, projektory i ekrany. Podstawą jest jednak środowisko testowe wytworzone w przeznaczonym do tworzenia gier silniku *Unreal Engine*, którego zadaniem jest zapewnienie możliwości poruszania się użytkownika w wirtualnej przestrzeni, symulowania procesu korzystania z aplikacji nawigacyjnej i rejestrowania zachowań użytkowników (m.in. badanie percepcji).

W referacie przedstawiona zostanie zastosowana technologia i możliwości przygotowanego środowiska pracy, proponowana metodyka badań oraz pierwsze wyniki testów w kontekście rozwoju aplikacji do nawigacji wewnątrz budynków.

Game Technologies as a New Tool in Cartographic Research

Key words: game technologies, Unreal Engine, navigational cartography, geovisualization, digital twins, simulators

Abstract

Computer game technologies have been developing for decades focusing primarily on entertainment. Over time, so-called serious games have gained increasing importance, utilizing the virtual world to solve real-world problems, enabling simulations of various processes, and facilitating training in various competencies.

The capabilities of these technologies, including their openness and easy accessibility, continually lead them to find new applications. In particular, it is possible to combine virtual reality with the use of huge spatial data resources, making up digital twins - from simplified terrain models for the entire world, to detailed 3D models of cities, to extremely accurate models of building interiors.

One of the new applications proposed by the authors of the paper is the utilization of gaming technology in cartographic research, ranging from assessing the readability and accuracy of traditional maps to studying the perception of users of mobile applications. The primary goal of such analyses is to enhance the process of cartographic communication design. As part of the initiatives undertaken at the Warsaw University of Technology, there has been an attempt to build a

comprehensive environment dedicated to conducting these types of cartographic analyses. A concept for the Laboratory of Testing Navigation Applications has been developed and implemented, relying on gaming technology and devices related to gaming and virtual reality, such as VR and AR goggles, multi-directional treadmills, projectors, and screens. The core component, however, is the testing environment created within the game production software Unreal Engine, tasked with providing users the capability to navigate within a virtual space, simulate the use of a navigation application, and record user behaviors (including perception studies).

The paper will present the technology used and the capabilities of the prepared operating environment, the proposed test methodology and the first test results in the context of the development of indoor navigation applications.

Geoinformacyjne podejście do analizy i wizualizacji rasowo-etnicznej struktury ludności oparte o dane rastrowe wysokiej rozdzielczości

Anna Dmowska ^{1*}, Tomasz F. Stepinski ²

¹ Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Bogumiła Krygowskiego 10, 61-680 Poznań

² Space Informatics Lab, Department of Geography and GIS, University of Cincinnati, Cincinnati, OH, USA

* Anna Dmowska, dmowska@amu.edu.pl

Słowa kluczowe: segregacja rasowa, zróżnicowanie rasowe, dane rastrowe, analizy przestrzenne

Streszczenie

Dane dotyczące rasowo-etnicznej struktury ludności w Stanach Zjednoczonych są zbierane w ramach Spisów Ludności, a następnie są udostępniane w formie tabelarycznej jako dane zaagregowane do jednostek przestrzennych. W studiach demograficznych dane te są powszechnie wykorzystywane do obliczenia różnego rodzaju wskaźników podsumowujących rasowo-etniczną strukturę ludności analizowanego obszaru. Podejście takie pozwala na stworzenie rankingów miast pod względem poziomu zróżnicowania rasowego czy segregacji, ale nie dostarcza informacji o przestrzennym rozmieszczeniu poszczególnych grup rasowo-etnicznych wewnątrz miasta.

W niniejszym opracowaniu zastosowano podejście geoinformacyjne wykorzystujące rastrowy model danych do analizy i wizualizacji rasowo-etnicznej struktury ludności. W podejściu tym dane zaagregowane do jednostek przestrzennych są przekształcane do danych rastrowych wysokiej rozdzielczości wykorzystując modelowanie dazymetryczne. Dane rastrowe dla kontynentalnych Stanów Zjednoczonych są udostępniane w projekcie SocScape (<http://socscape.edu.pl>). W następnym kroku wykorzystuje się metodę krajobrazu rasowo-etnicznego (metoda RL, Dmowska i in. 2020) do przekształcenia danych rastrowych przygotowanych dla każdej grupy rasowo-etnicznej, w dane rastrowe, w których każdej komórce przypisane są dwie wartości – kategoria rasowa oraz gęstość zaludnienia. Dane te mogą być wykorzystane do wizualizacji rasowo-etnicznej struktury ludności oraz do obliczenia wskaźników segregacji oraz zróżnicowania rasowego dla dowolnie zdefiniowanego przez użytkownika obszaru.

W tym opracowaniu zaproponowane podejście zostało zastosowane do danych zebranych w Spisie Ludności przeprowadzonym w USA w 2020 roku. Wynikiem opracowania jest zestaw map dla kontynentalnych Stanów Zjednoczonych obejmujący rozmieszczenie grup rasowo-etnicznych w rozdzielczości 30m, oraz mapy pokazujące poziom zróżnicowania i segregacji rasowo-etnicznej w obszarze kontynentalnych Stanów Zjednoczonych w skali 1,5 km, 3 km, 6 km, 12 km i 36 km.

Abstract

In the United States, data on the ethnoracial composition are collected as part of the US Decennial Census. Such data are aggregated into census units and made publicly available in tabular form. In demographic studies, these data are commonly used to calculate various types of indicators summarizing the racial composition of the analyzed area. An approach such as this allows ranking cities according to racial diversity and segregation, but it does not provide information on how individual ethnoracial groups are distributed within cities.

The purpose of this study is to analyze and visualize ethnoracial composition using geoinformation techniques based on high-resolution raster data.

In this approach, data aggregated into spatial units are transformed into high-resolution grids using dasymetric modeling. High resolution raster data for the continental United States are available in the SocScape project (<http://socscape.edu.pl>). In the next step, we use the Racial Landscape method (RL method, Dmowska et al. 2020) to transform race-specific grids into raster data in which two values are assigned to each cell - racial category and population density. These data can be used to visualize racial distribution and calculate racial segregation and diversity metrics for any user-defined area.

This study applied the proposed approach to 2020 US Census data. As a result of our analysis, we developed US continental maps that shows racial distribution at the resolution of 30m, and racial diversity and segregation within the continental United States at the scales of 1.5 km, 3 km, 6 km, 12 km, and 36 km.

Wpływ ograniczeń wprowadzonych w trakcie pierwszej fali epidemii COVID-19 na poziom NO₂ w powietrzu atmosferycznym nad Polską – konfrontacja danych z monitoringu satelitarnego i naziemnego

Alfred Stach¹, Tomasz Czekala

¹ Instytut Geoekologii i Geoinformacji UAM, alfred.stach@amu.edu.pl

Pierwszy przypadek COVID-19 w Polsce zarejestrowano 4 marca 2020 r. Pierwsza ofiara epidemii zmarła 12 marca 2020 r. Stan zagrożenia epidemicznego w Polsce został wprowadzony w 16. Kolejne ograniczenia, tak zwany *lockdown*, w tym także dotyczące działalności gospodarczej, zostały wprowadzone 25 i 31 marca, a 16 kwietnia dodano obowiązek zakrywania ust i nosa we wszystkich miejscach publicznych. Obostrzenia były łagodzone etapowo – 24 kwietnia, 5 maja, 18 maja oraz 30 maja. W późniejszym okresie lat 2020 i 2021, w trakcie kolejnych faz pandemii, podobnie wprowadzano, a później znoszono, ograniczenia mobilności i kontaktów społecznych. Część ich jednak miała charakter regionalny od momentu, kiedy 8 sierpnia 2020 roku, wprowadzone podział kraju na trzy strefy: zieloną, żółtą i czerwoną.

W wielu publikacjach, z różnych części świata, wskazywano na silny spadek zanieczyszczenia powietrza jako skutek uboczny, mających miejsce w trakcie pandemii wywołanej przez koronawirusa SARS-COV-2, ograniczeń aktywności społecznej i gospodarczej. Większość z tych opracowań opierała się na danych jakości powietrza pochodzących z teledetekcji satelitarnej. Brak jest jednakże szczegółowych analiz tego zjawiska dla obszaru naszego kraju.

Celem niniejszego opracowania jest analiza i interpretacja zmienności czasowej i przestrzennej stężeń dwutlenku azotu (NO₂), w trakcie pierwszej fali pandemii COVID-19 w Polsce. Głównym źródłem wykorzystanych danych były wartości stężeń NO₂ w kolumnie troposferycznej zarejestrowane, nad obszarem Polski w okresie od 15 marca do 31 maja w latach 2019 – 2022, przez czujnik TROPOMI (TROPOspheric Monitoring Instrument) zainstalowany na europejskim satelicie Sentinel 5P. Intencją autorów było porównanie stanu zanieczyszczenia atmosfery nad Polską dwutlenkiem azotu, w tym samym okresie, w roku poprzedzającym pandemię (2019), w trakcie pierwszej jej fali (2020), a także w kolejnych dwóch latach (2021, 2022), kiedy wciąż ona trwała, ale ograniczenia życia społeczno-gospodarczego były mniejsze i bardziej selektywne. Jako dane uzupełniające wykorzystano wyniki pomiarów z naziemnej sieci automatycznego monitoringu powietrza, prowadzonej przez Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska. Dane z pomiarów satelitarnych zagregowano między innymi do obszarów powiatów i województw, aby zidentyfikować potencjalne relacje między wskaźnikami społeczno-gospodarczymi, a poziomem zanieczyszczenia powietrza przez NO₂.

Impact of the Restrictions Introduced During the First Wave of the COVID-19 Epidemic on the Level of NO₂ in the Atmospheric Air over Poland – Confrontation of Data from Satellite and Terrestrial Monitoring

The first case of COVID-19 in Poland was registered on March 4, 2020. The first victim of the epidemic died on March 12, 2020. The state of epidemic emergency in Poland was introduced on 16 On March 31 and April 16, the obligation to cover the mouth and nose in all public places was added. The restrictions were eased in stages - on April 24, May 5, May 18 and May 30. Later in 2020 and 2021, restrictions on mobility and social contact were similarly introduced and later lifted during successive phases of the pandemic. Some of them, however, have been regional since August 8, 2020, when the country was divided into three zones: green, yellow and red.

Many publications from different parts of the world pointed to a strong decrease in air pollution as a side effect of restrictions on social and economic activity during the pandemic caused by the SARS-COV-2 coronavirus.

Most of these studies were based on air quality data from satellite remote sensing. However, there are no detailed analyzes of this phenomenon for the area of our country.

The purpose of this study is to analyze and interpret the temporal and spatial variability of nitrogen dioxide (NO₂) concentrations during the first wave of the COVID-19 pandemic in Poland. The main source of the data used were the NO₂ concentration values in the tropospheric column recorded over Poland in the period from March 15 to May 31 in the years 2019 - 2022, by the TROPOMI sensor (TROPOspheric Monitoring Instrument) installed on the European satellite Sentinel 5P. The intention of the authors was to compare the state of atmospheric pollution over Poland with nitrogen dioxide in the same period, in the year preceding the pandemic (2019), during its first wave (2020), and in the next two years (2021, 2022), when it was still ongoing, but the constraints of socio-economic life were smaller and more selective. As supplementary data, the results of measurements from the ground network of automatic air monitoring, run by the Voivodship Inspectorates for Environmental Protection, were used. Data from satellite measurements were aggregated, among others, to the areas of poviats and voivodeships to identify potential relationships between socio-economic indicators and the level of air pollution by NO₂.

Archiwalne zdjęcia lotnicze. Trendy w archiwizacji, rozpowszechnianiu i wykorzystaniu archiwalnych zdjęć fotogrametrycznych

Adam Kostrzewa^{1*}

¹ *Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, Zakład Fotogrametrii, Teledetekcji i Systemów Informacji Przestrzennych, plac Politechniki 1, 00-661 Warszawa*

* *autor do korespondencji, adam.kostrzewa.dokt@pw.edu.pl*

Słowa kluczowe: fotogrametria, fotogrametria lotnicza, zdjęcia archiwalne, wieloczasowe zdjęcia lotnicze

Streszczenie

Polska i świat dysponują bogatymi i cennymi archiwami lotniczych zdjęć pozyskanych w XX wieku. W porównaniu z innymi danymi archiwalnymi, takimi jak dane satelitarne, to źródło informacji jest stosunkowo mało wykorzystane, pomimo swojego potencjału do badań związanych m.in. z rozwojem terytorialnym miast, zmianami użytkowania gruntów oraz monitorowaniem środowiska na przestrzeni długiego okresu czasu. W Polsce kampanie pozyskiwania zdjęć lotniczych były prowadzone regularnie na terenie całego kraju od połowy XX wieku. W ciągu ostatniej dekady te zdjęcia zostały w dużej mierze zeskanowane i obecnie są dostępne w formie cyfrowej. Połączenie zasobów Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii (GUGiK) oraz Centralnego Archiwum Wojskowego Biura Historycznego (CAW WBH) daje nam prawie milion analogowych zdjęć. Archiwalne dane lotnicze stanowią długie serie zdjęć, dość gęsto rozmieszczonych (zwykle z akwizycją co pięć do dziesięciu lat) i charakteryzują się bardzo wysoką rozdzielczością przestrzenną (głównie od 50 cm do 20 cm). Ich znaczne pokrycie zapewnia dostęp do informacji w trzech wymiarach. Niemniej jednak, istnieje kilka powodów, dla których wykorzystanie tych danych w procesach automatycznej analizy pozostaje wyzwaniem. W wystąpieniu przedstawię obecny stan badań nad kwestiami problematycznymi oraz główne kierunki badawcze związane z archiwalnymi zdjęciami lotniczymi. Przytoczę również najnowsze osiągnięcia w zakresie usprawnienia pracy z danymi archiwalnymi przy wykorzystaniu nowoczesnych narzędzi i algorytmów fotogrametrii cyfrowej oraz technik uczenia maszynowego.

Abstract

Poland and the world have rich and valuable archives of aerial photographs acquired in the 20th century. Compared to other archival data, such as satellite data, this source of information needs to be more utilized, despite its potential for research related to, among other things, urban territorial development, land use changes, and environmental monitoring over a long period. In Poland, campaigns to acquire aerial imagery have been conducted regularly throughout the country since the mid-20th century. Over the past decade, these images have been essentially scanned and are now available in digital form. Combining the resources of the Central Office of Geodesy and Cartography (GUGiK) and the Central Archives of the Military Historical Office (CAW WBH) gives us nearly a million analog photos. The archival aerial data are a long series of images, quite densely distributed (usually with acquisition every five to ten years), and are characterized by very high spatial resolution (mainly 50 cm to 20 cm). Their considerable coverage provides access to information in three dimensions. Nevertheless, there are several reasons why using these data in automatic analysis processes remains a challenge. In the speech, I will present the current state of research on problematic issues and the main research directions related to archival aerial photographs. I will also cite the latest developments in improving work with archival data using modern digital photogrammetry tools, algorithms, and machine-learning techniques.

Monitoring satelitarny zakwitów glonów w Odrze – doświadczenia z operacyjnego wykorzystania danych Sentinel-2

Katarzyna Osińska-Skotak ^{1*}, Oskar Graszka ¹

¹ Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, Zakład Fotogrametrii, Teledetekcji i Systemów Informacji Przestrzennej, Pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa

* autor do korespondencji: katarzyna.osinska-skotak@pw.edu.pl

Słowa kluczowe: monitoring wód śródlądowych, jakość wód, zakwity glonów, Odra

Streszczenie

W ostatniej dekadzie w Polsce obserwuje się coraz częściej ekstremalne zjawiska pogodowe. Negatywne konsekwencje dla środowiska przyrodniczego, jak i dla różnych gałęzi gospodarki oraz społeczeństwa niosą w szczególności bezśnieżne zimy, fale upałów i powtarzające się, długotrwałe okresy suszy. Synergia niekorzystnych zjawisk pogodowych i nieprzemyślanej działalności człowieka coraz częściej prowadzi do bardzo trudnych do opanowania katastrof ekologicznych, jak na przykład masowe śnięcie ryb obserwowane w Odrze latem 2022 r. Katastrofa ta stała się jednak pewnego rodzaju przełomem w wykorzystaniu technik teledetekcyjnych do monitorowania stanu jakości wód w Polsce. Po raz pierwszy wyniki analiz danych satelitarnych zostały wykorzystane w operacyjnym działaniu na tak dużą skalę i bez wątpliwości stanowiły realne wsparcie służb ochrony środowiska. W referacie przedstawione zostaną doświadczenia z dotychczasowego wykorzystania danych satelitarnych Sentinel-2 w monitorowaniu zakwitów złotej algi w Odrze i jej dopływach w latach 2022-2023. Jako wskaźnik oceny masowego występowania glonów stosowany jest chlorofil *a*, a do jego określenia z użyciem teledetekcji satelitarnej stosowane są różne podejścia i modele. W ramach badań przetestowano różne metody i w przypadku analiz dla Odry najbardziej efektywny okazał się procesor C2RCC wykorzystujący dodatkowo sieci neuronowe. Ocena dokładności została wykonana na podstawie pomiarów in-situ. W referacie przedstawiona zostanie także ocena obecnych możliwości zastosowania teledetekcji satelitarnej w operacyjnym monitorowaniu zakwitów glonów w polskich rzekach.

Abstract

In the last decade, extreme weather phenomena have been increasingly observed in Poland. In particular, snowless winters, heat waves and repeated long periods of drought have negative consequences for the natural environment, as well as for various sectors of the economy and society. The synergy of unfavorable weather phenomena and ill-considered human activity is increasingly leading to ecological disasters that are very difficult to control, such as the mass fish kill observed in the Oder in the summer of 2022. However, this disaster has become a kind of breakthrough in the use of remote sensing techniques to monitor the water quality in Poland. For the first time, the results of satellite data analyses were used in operational activities on such a large scale and undoubtedly provided real support for environmental protection services. The paper will present experience from the current use of Sentinel-2 satellite data in monitoring the golden algae bloom in the Oder and its tributaries in 2022-2023. Chlorophyll *a* is used as an indicator for assessing the mass occurrence of algae, and various approaches and models are used to determine it based on satellite remote sensing. Various methods were tested as part of the research, and for the Odra River, the most effective was the C2RCC processor, which additionally uses neural networks. Accuracy assessment was made based on in-situ measurements. An evaluation of the current possibility of using satellite remote sensing in the operational monitoring of algal blooms in Polish rivers will also be presented.

Teledetekcyjny obraz uszkodzenia drzewostanów sosnowych spowodowanego przez strzygonię choinówkę na terenie nadleśnictwa Poddębice

Zuzanna Brocka¹, Krzysztof Będkowski^{2,3*}

¹ Niezależny badacz, Łódź

² Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, ³ Polskie Towarzystwo Geograficzne, Oddział Teledetekcji

* adres do korespondencji: krzysztof.bedkowski@geo.uni.lodz.pl

Słowa kluczowe: *Panolis flammea*, uszkodzenia lasu, gradacje owadów, Sentinel-2

Streszczenie

W latach 2017-2019 na terenie nadleśnictwa Poddębice doszło do nadmiernego rozwoju, tj. tzw. gradacji, strzygonii choinówki (*Panolis flammea* Den. et Schiff.) – groźnego szkodnika sosny. Przebieg gradacji tego foliofaga był ściśle monitorowany zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie przepisami. Jesienią 2017 r. w kontrolowanych drzewostanach sosnowych stwierdzono występowanie poczwerek w ilościach przekraczających tzw. liczy krytyczne. Podjęto zatem decyzję o wprowadzeniu wiosną 2018 monitoringu rójki tego owada, co polegało na notowaniu liczby motyli zaobserwowanych w wybranych punktach drzewostanów. W tym roku powtórzono jesienne poszukiwania poczwerek. Zebrany materiał umożliwił zaklasyfikowanie drzewostanów do stopni zagrożenia: 1 - stopień ostrzegawczy, 2 – zagrożenie słabe, 3 – zagr. średnie, 4 - zagr. silne, 5 – zagrożenie krytyczne. Dokonano także oceny stopnia defoliacji drzewostanów, tj. wielkości ubytku aparatu asymilacyjnego drzew, wg 4-stopniowej skali: I (defoliacja 11-30%), II (31-60%), III (61-90%), IV (>90%). Mimo znacznych nakładów pracy wszystkie te obserwacje mogły być wykonane jedynie w pewnej ograniczonej liczbie miejsc, stąd obraz zasięgu i intensywności uszkodzeń drzewostanów nie był pełny.

Do dokładnego rozpoznania zasięgu i wielkości szkód zaproponowano zastosowanie wskaźnika NDVI obliczonego na podstawie obrazów satelitarnych Sentinel-2. Zbadano zależność NDVI od stopnia zagrożenia drzewostanu, liczby motyli zaobserwowanych w trakcie rójki oraz od stopnia uszkodzenia (defoliacji) drzewostanu. Stwierdzono praktycznie brak związku między NDVI oraz liczbą motyli zaobserwowanych w czasie rójki, wyraźniejszy natomiast był związek ze stopniami zagrożenia oraz ze stopniami uszkodzenia, szczególnie w 2018 r. Określono przedziały wartości wskaźnika NDVI dla poszczególnych stopni uszkodzenia lasu, co wykorzystano do opracowania mapy pokazującej stan wszystkich drzewostanów. Tak utworzoną mapę porównano z mapą szkód opracowaną przez leśników. Wg wskaźnika NDVI ustalono, że ogólna powierzchnia uszkodzonych lasów wynosi 3940,73 ha, natomiast wg szacunków leśników 3914,33 ha (różnica +26,40 ha tj. 0,7%). Otrzymano także bardzo podobne rozkłady wielkości powierzchni lasów w poszczególnych stopniach uszkodzeń.

Abstract

In the years 2017-2019, in the Poddębice Forest District, there was excessive development, i.e. the so-called gradation, of the pine noctuid (*Panolis flammea* Den. et Schiff.) – a dangerous pest of pine. The gradation of this foliophage was closely monitored in accordance with applicable regulations. In autumn 2017, pupae were found in the controlled pine stands in quantities exceeding the so-called critical counts. Therefore, a decision was made to introduce monitoring of the pairing time of this insect in spring 2018, which consisted in recording the number of butterflies observed at selected points of tree stands. This year, the autumn search for pupae was repeated. The collected material made it possible to classify the stands into hazard levels: 1 - warning level, 2 - weak threat, 3 - medium, 4 - strong, 5 - critical threat. The degree of defoliation of tree stands, i.e. the size of the loss of the assimilation apparatus of trees, was also assessed according to a 4-point scale: I (defoliation 11-30%), II (31-60%), III (61-90%), IV (>90%). Despite considerable work, all these observations could be made only in a limited number of places, hence the range and intensity of damage to forest stands was not complete.

For accurate recognition of the extent and value of damage, it was proposed to use the NDVI, an indicator calculated on the basis of Sentinel-2 satellite images. The dependence of NDVI on the degree of threat (hazard levels) to the stand, the number of butterflies observed during pairing time and the degree of damage (defoliation) of the stand was examined. There was a virtually no relationship between NDVI and the number of butterflies observed during the pairing time. On the other hand, the relationship between NDVI and hazard levels and damage levels was clearer, especially in 2018. Ranges of NDVI values for individual degrees of forest damage were determined, which was used to develop a map showing the condition of all tree stands. The map created in this way was compared with the damage map developed by foresters. According to the NDVI, the total area of damaged forests was established as 3940.73 ha, while according to foresters' estimates it was 3914.33 ha (difference of +26.40 ha, i.e. 0.7%). Very similar distributions of forest area size in individual degrees of damage were also obtained.

Copernicus Data Space Ecosystem jako rewolucja w dostępie do danych obserwacji Ziemi

Marcin Niemyjski, Jędrzej Bojanowski, Jan Musiał

CloudFerro S.A., Warszawa, Poland

Słowa kluczowe: CDSE Creodias BigData EO STAC Jupyter

Streszczenie

Przełomowym kamieniem milowym w dostępie do danych satelitarnych jest program Copernicus Data Space Ecosystem (CDSE). Główną zmianą jest fakt, że prawie wszystkie dane programu Copernicus na poziomie użytkownika, w tym dane globalnego zasięgu i pełne archiwum, są natychmiast dostępne online bez żadnych kosztów. Lista produktów obejmuje zdjęcia satelitarne Copernicus (Sentinel 1 GRD/SLC/ONC, Sentinel 2 L1C/L2A, Sentinel 3 OLCI/SLSTR/SRAL/SYNERGY, Sentinel 5p L1B/L2), usługi Copernicus i inne misje danych satelitarnych (np. Landsat, SMOS, Envisat). W trybie zamawiania dostępne są historyczne dane Sentinel-1 RAW i przetwarzanie danych Sentinel 1/2/3 przy użyciu oficjalnych procesorów ESA. Tak zwane dane inżynierskie Sentinel (głównie dane poziomu 0) są dostępne w nadpisywanym 2-tygodniowym archiwum. Ponadto CDSE zapewnia dostęp do komercyjnych danych satelitarnych, w tym Pleiades, Spot, Worldview, PlanetScope, SkySat i innych dostawców.

Kolejną nowością w CDSE jest szeroka gama wyboru sposobu dostępu do danych: od klasycznego pobierania do specjalistycznych serwisów API, które umożliwiają przeszukiwanie katalogu połączonego z tą samą bazą danych w celu zapewnienia spójności wyników wyszukiwania. Pierwszy z nich to OData - standard przyjęty przez ESA w oparciu o https RESTful APIs. Kolejny jest katalog i API STAC, który stał się standardem w społeczności EO, GIS. Katalog STAC zawiera metadane oraz zapewnia dostęp do wszystkich opublikowanych produktów, a także dla produktów generowanych przez użytkowników w ramach CDSE. Ponadto dostęp do danych EO można uzyskać za pośrednictwem szerokiego zestawu interfejsów: bezpośrednio za pośrednictwem standardowego interfejsu S3, przy wykorzystaniu dynamicznie publikowanych, konfigurowalnych przez użytkownika standardów OGC. CDSE zapewnia również Jupyter Hub – interaktywne środowisko programistyczne przeznaczone do prototypowania, rozwijania i testowania aplikacji przetwarzających dane z obserwacji Ziemi. CDSE w ramach Jupyter Hub zapewnia dostęp do środowisk obliczeniowych i zasobów bez obciążania użytkowników zadaniami związanymi z instalacją i konserwacją.

Zdecydowana większość opisanych możliwości jest dostępna bezpłatnie dla osób prywatnych do użytku osobistego, badawczego lub komercyjnego. Dla osób zainteresowanych pracą z danymi EO na większą skalę dostępne są praktycznie nieograniczone zasoby na warunkach komercyjnych. Pierwszym z nich jest CREODIAS, który umożliwia użytkownikom dostęp i przetwarzanie danych bezpośrednio ze sfederowanego środowiska chmury, zamawiania przetwarzania produktów EO bezpośrednio ze strony oraz dostęp do usług dedykowanych EO. Warto zaznaczyć, że grono pomiotów dołączających swoją ofertę do CDSE ciągle rośnie. Niniejsza prezentacja pokaże, w jaki sposób Copernicus Data Space Ecosystem rewolucjonizuje wykorzystanie danych satelitarnych.

Abstract

A landmark milestone in access to satellite data is the Copernicus Data Space Ecosystem (CDSE) programme. The main change is that almost all user-level Copernicus data, including global coverage data and the full archive, are immediately available online at no cost. The product list includes Copernicus satellite imagery (Sentinel 1 GRD/SLC/ONC, Sentinel 2 L1C/L2A, Sentinel 3 OLCI/SLSTR/SRAL/SYNERGY, Sentinel 5p L1B/L2), Copernicus services and other satellite data missions (e.g. Landsat, SMOS, Envisat). In ordering mode, historical Sentinel-1 RAW data and Sentinel 1/2/3 data processing using official ESA processors are available. So-called Sentinel engineering data (mainly Level 0 data) is available in an overwriteable 2-week archive. In addition, CDSE provides access to commercial satellite data, including Pleiades, Spot, Worldview, PlanetScope, SkySat and other providers.

Another new feature of CDSE is the wide range of choices on how to access the data: from classic downloads to specialised API services that allow searching a catalogue linked to the same database to ensure consistency of search results. The first of these is OData, the standard adopted by ESA based on https RESTful APIs. The next is the STAC catalogue and API, which has become a standard in the EO, GIS community. The STAC catalogue contains metadata and provides access to all published products, as well as for user-generated products within CDSE. In addition, EO data can be accessed through a wide set of interfaces: directly through the standard S3 interface, using dynamically published, user-configurable OGC standards. CDSE also provides the Jupyter Hub, an interactive development environment for prototyping, developing and testing applications that process Earth observation data. CDSE within the Jupyter Hub provides access to computing environments and resources without burdening users with installation and maintenance tasks.

The vast majority of the capabilities described are available free of charge to individuals for personal, research or commercial use. For those interested in working with EO data on a larger scale, virtually unlimited resources are available on commercial terms. The first of these is CREODIAS, which allows users to access and process data directly from a federated cloud environment, order processing of EO products directly from the site and access dedicated EO services. It is noteworthy that the number of entities adding their offerings to CDSE continues to grow. This presentation will show how the Copernicus Data Space Ecosystem is revolutionising the use of satellite data.

Aplikacja szczelinomierza fotogrametrycznego 3D w precyzyjnych pomiarach inżynierskich

Piotr Gołuch*, Kazimierz Ćmielewski, Janusz Kuchmister

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Geodezji i Geoinformatyki, ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław

* *Piotr Gołuch, piotr.goluch@upwr.edu.pl*

Słowa kluczowe: fotogrametria jednoobrazowa, precyzyjne pomiary inżynierskie, pomiary względne

Streszczenie

W pracy autorzy przedstawiają budowę i zasadę działania nowatorskiego szczelinomierza 3D. Precyzyjne pomiary inżynierskie większych obiektów w praktyce przeprowadzane są metodami bezpośrednimi, w których podstawowymi urządzeniami pomiarowymi są instrumenty geodezyjne w połączeniu z dedykowanym osprzętem. Na mniejszych obiektach podczas pomiarów można spotkać oprzyrządowanie stosowane w metrologii „warsztatowej”. Współczesny rozwój metod i instrumentów fotogrametrycznych pozwala na wspomaganie znanych metod na podobnym poziomie dokładności pomiarowej. Takim rozwiązaniem może być autorski „szczelinomierz fotogrametryczny 3D”, który z powodzeniem może być stosowany na obiektach wymagających zdalnego bezstykowego monitoringu. Istotą prezentowanego szczelinomierza jest pomiar zachowania się monitorowanego obiektu w przestrzeni 3D z wykorzystaniem pojedynczego zdjęcia pomiarowego. Wyniki obserwacji przetworzone zgodnie z ustalonym algorytmem obliczeń dają możliwość określenia następujących parametrów: translacje w 3 kierunkach przyjętego lokalnego układu współrzędnych oraz trzy wartości kątowe charakteryzujące rotację obiektu. Przedstawione rozwiązanie było testowane w warunkach laboratoryjnych oraz na obiekcie terenowym, w Laboratorium Geodynamicznym CBK w Książu. Uzyskane dokładności pomiarowe z obserwacji wielokrotnych kształtowały się: dla wartości kątowych na poziomie tysięcznych części grada, a dla wartości liniowych na poziomie setnych części milimetra.

Application of the 3D Photogrammetric Feeler Gauge in Precision Engineering Measurements

Key words: mono-photogrammetry, precision engineering measurements, relative measurements

Abstract

The authors present the structure and principle of operation of an innovative 3D feeler gauge. In practice, precise engineering measurements of larger objects are carried out using direct methods, in which the basic measuring devices are surveying instruments combined with dedicated equipment. In smaller objects, during measurements, you can find instrumentation used in "workshop" metrology. The modern development of photogrammetric methods and instruments allows the support of known methods at a similar level of measurement accuracy. Such a solution may be the author's own "3D photogrammetric feeler gauge", which can be successfully used on facilities requiring remote non-contact monitoring. The essence of the presented feeler gauge is to measure the behavior of the monitored object in 3D space using a single measurement photo. The observation results processed in accordance with the established calculation algorithm make it possible to determine the following parameters: translations in 3 directions of the adopted local coordinate system and three angular values characterizing the object's rotation. The presented solution was tested in laboratory conditions and in a field facility, at the CBK Geodynamic Laboratory in Książ. The obtained measurement accuracies from multiple observations were: for angular values at the level of thousandths of a grad, and for linear values at the level of tenths of a millimeter.

Zastosowanie metody uczenia głębokiego w górnictwie morskim do szacowania zasobów konkrecji polimetalicznych na podstawie zdjęć dna morskiego

Arkadiusz Tomczak ^{1*}, Tomasz Kogut ¹, Karol Kabała ²

¹ *Katedra Geodezji i Pomiarów Offshore, Politechnika Morska w Szczecinie, Żołnierska 46, 71-250 Szczecin, {a.tomczak,t.kogut@pm.szczecin.pl}*

² *Numlabs sp. z o.o. ul. Emaus 5, 30-201 Kraków, karol@numlabs.com*

* *autor do korespondencji, a.tomczak@pm.szczecin.pl*

Słowa kluczowe: uczenie głębokie, górnictwo morskie, konkrecje polimetaliczne, metale, metale ziem rzadkich

Streszczenie

Polska w ramach międzynarodowego konsorcjum Inter Ocean Metal oraz umowy z Międzynarodową Organizacją Dna Morskiego (ISA-International Seabed Authority) prowadzi badania dna oceanicznego w strefie Clarion-Clipperton na Pacyfiku. Dotyczą one potencjalnego wydobycia konkrecji polimetalicznych, w tym: szacowania zasobów, wpływu wydobycia na lokalną biocenozę oraz technologie wydobywcze. Metale (kobalt, nikiel, kadm, mangan, cynk, molibden) zawarte w konkrecjach, mają ogromne znaczenie w procesie zielonej transformacji energetyczno-klimatycznej, gdyż są niezbędnym składnikiem produkcji w przemyśle wysokich technologii m.in: lotnictwo, kosmonautyka, elektromobilność czy układy scalone. Głównym kryterium przyszłego wydobycia jest kryterium finansowe ściśle związane z zasobnością dna w konkrecje.

W referacie przedstawione zostaną rezultaty zastosowania uczenia głębokiego do estymacji ilości konkrecji na perspektywnym wydobywczo obszarze H22 z obszaru Clarion -Clipperton, w oparciu o zdjęcia dna morskiego, wykonane kamerą holowaną, pozycjonowaną systemem Ultra Short Baseline. Konwolucyjna sieć neuronowa U-net wytrenowana została na danych pochodzących z 3000 zdjęć dna, o średniej wielkości 5m². W procesie uczenia wykorzystano autorskie oprogramowanie służące do binarnej klasyfikacji widocznych na zdjęciu konkrecji. Po uzyskaniu satysfakcjonujących wskaźników jakości klasyfikacji (Intersection over Union, Macierz pomyłek (2x2), Accuracy and Precision), wytrenowaną sieć wykorzystano do oszacowania pokrycia dna konkrecjami dla 30 000 zdjęć. W następnym kroku zastosowano matematyczny model przejścia z pokrycia dna konkrecjami 2D, do zasobności, w ujęciu przestrzennym 3D, z jednoczesną klasyfikacją konkrecji w grupach wielkościowych. Model ten zbudowany został na podstawie danych rzeczywistych, w których określono liczbę oraz rozmiar pobranych z dna próbek konkrecji. Wyestymowane dane poddano weryfikacji z użyciem obrazów sonarowych intensywności odbicia fali akustycznej od dna (backscatter) w celu wykluczenia błędów grubych klasyfikacji.

Tak wyznaczone zasoby zestawiono z wynikami uzyskanymi przez innych badaczy z wykorzystaniem tradycyjnych metod np. Krigging. W badaniach zaprezentowano relatywnie wysoką dokładność szacowania zasobów konkrecji ze zdjęć dna z wykorzystaniem uczenia głębokiego w stosunku do metod interpolacyjnych oraz wskazano dalsze kierunki badań w celu poprawy dokładności.

Deep Learning Application in Offshore Mining Exploration for the Polymetallic Nodule Resource Estimation Based on Seabed Images

Abstract

Poland, under the international consortium of InterOceanMetal and an agreement with the International Seabed Authority (ISA-International Seabed Authority), has been conducting the ocean floor exploration research within the Clarion-Clipperton zone in the Pacific Ocean. The research concerns the potential extraction of polymetallic nodules, including resource estimation, the impact of extraction on the local biocenosis and mining technologies. The metals (cobalt, nickel, cadmium, manganese, zinc, molybdenum) contained in the nodules are of great importance in the

process of green energy-climate transition, as they are an essential component of production in high-tech industries such as aerospace, electromobility or integrated circuits. The main criterion for future extraction is a financial one closely related to the abundance of nodules.

The paper will present the results of deep learning methods application to estimate the resources of nodules in the prospective mining area H22 within the Clarion -Clipperton zone, based on images of the seabed, taken with a towed camera positioned with the subsea positioning system USBL (Ultra Short Baseline). A convolutional U-net neural network was trained on data from 3,000 seabed images, with an average size of 5m². The learning process used proprietary software to binary classify the nodules visible in the image. Once satisfactory classification quality metrics (Intersection over Union, Confusion Matrix (2x2), Accuracy and Precision) were obtained, the trained network was used to estimate the bottom nodules coverage for 30,000 images. In the next step, mathematical model of the transition from 2D coverage to abundance, in terms of three-dimensional space has been developed and classification of nodules into size groups, was applied. The model was built on the basis of the box corer data, in which the number and size of nodule samples derived from the seabed were determined. The resources estimated were verified using sonar images of the intensity of the acoustic wave reflection from the bottom (backscatter) to exclude the systematic classification errors.

The resources determined in the studies were compared with results obtained by other researchers using traditional methods such as Krigging. The study proved the relatively high accuracy of estimation of nodules resources residing on the sea floor using deep learning compared to interpolation methods. The conclusions on achieved results helped to draw the further directions of the research.

Analiza porównawcza kanałów wielospektralnych pozyskanych z niskiego pułapu w celu budowy Numerycznego Modelu Batymetrycznego na obszarach płytkowodzia ograniczonego linią brzegową

Małgorzata Łącka^{1*}, Jacek Łubczonek¹

¹ Wydział Nawigacyjny, Politechnika Morska w Szczecinie, Waly Chrobrego 1-2, 70-500 Szczecin, Polska

* m.lacka@pm.szczecin.pl

Słowa kluczowe: numeryczny model batymetryczny, batymetria, UAV, kamera multispektralna, fotointerpretacja, linia brzegowa, płytkowodzie, środowisko wodne.

Streszczenie

W niniejszej pracy skoncentrowano się na badaniu użyteczności obrazowych danych multispektralnych dla celów pozyskiwania danych batymetrycznych. W badaniach zastosowano nowoczesne technologie pozyskania danych, z wykorzystaniem bezzałogowych pojazdów latających. Obszarem badań jest płytkowodzie zbiornika śródlądowego ograniczone linią brzegową, które niejednokrotnie jest barierą do przeprowadzenia sondaży nawet przez bezzałogowe jednostki pływające. Głównym celem pracy jest określenie przydatności danych do tworzenia numerycznych modeli batymetrycznych, co jest kluczowym zadaniem związanym z mapowaniem płytkich i ultrapłytkich części zbiorników wodnych.

W pracy zbadano możliwość użycia różnych kanałów spektralnych w procesie przetwarzania fotogrametrycznego, w tym pomiar fotopunktów podwodnych. Różne kanały spektralne, takie jak: Blue, Green, Red, Red Edge, Near-Infrared, zostały przeanalizowane pod kątem ich zdolności do dostarczania dokładnych danych batymetrycznych. Proces badawczy uwzględnia selekcję kanałów, z naciskiem na analizę przetwarzania wspólnego zestawu danych, jak i pojedynczego kanału spektralnego. Wynikiem badań jest określenie najlepszej metody, która umożliwia generowanie danych batymetrycznych.

W pracy przeprowadzono analizę ilościową i jakościową zarówno na otrzymanych cyfrowych modelach batymetrycznych, jak i na wyznaczeniu ich granicznego zasięgu w postaci linii brzegowej. Dokładność modeli jest głównym wyznacznikiem pozwalającym na ocenę przydatności różnych kanałów spektralnych oraz wyboru metody przetworzeń fotogrametrycznych. Ponadto, artykuł bada potencjał fotointerpretacyjny kanałów spektralnych, identyfikując, jakie szczegóły dna są widoczne przy użyciu różnych kanałów, zarówno w zakresie możliwości odtworzenia poprawnego kształtu dna oraz wyznaczania linii brzegowej.

Wyniki tej analizy mogą zainteresować naukowców i inżynierów zajmujących się batymetrią oraz środowiskiem wodnym, oferując wgląd w optymalne techniki i metody przetwarzania danych multispektralnych w celu tworzenia dokładnych i wiarygodnych numerycznych modeli batymetrycznych w brzegowych obszarach płytkowodzia.

Comparative Analysis of Multispectral Bands Acquired from Low Altitude for the Construction of a Digital Bathymetric Model in Shallow Water Areas Bounded by the Shoreline

Keywords: Digital Bathymetric Model, bathymetry, UAV, multispectral camera, photo-interpretation, shoreline, shallow water, water environment.

Abstract

This paper focuses on investigating the utility of multispectral imaging data for bathymetric data acquisition. The study employed modern data acquisition technologies, with the use of unmanned aerial vehicles. The study area is a shallow inland reservoir bounded by the shoreline, which is often a barrier to surveying even by unmanned surface vessels. The main objective of the work is to assess the suitability of data for creating Digital Bathymetric Models — a key task in mapping shallow and ultra-shallow parts of water bodies.

The study also explores the possibility of using different spectral bands in photogrammetric processing, including the measurement of underwater control points. Various spectral bands, such as Blue, Green, Red, Red Edge, and Near-Infrared, were analyzed for their ability to provide accurate bathymetric data. The research process includes band selection, with an emphasis on analyzing their processing of the full data set, as well as a single spectral band. The research aims to identify the most effective method for generating bathymetric data.

In this paper, quantitative and qualitative analysis was performed on both the Digital Bathymetric Models obtained and the shoreline delineating the boundary of the study area. The accuracy of the models, bounded by the shoreline, is the main indicator to assess the suitability of different spectral bands and the choice of photogrammetric processing method. In addition, the paper explores the photo-interpretation potential of spectral bands, identifying what bottom details are visible using different bands, both in terms of their ability to recreate the correct bottom shape and delineate the shoreline.

The results of this analysis could interest scientists and engineers in bathymetry and water environments, offering insights into optimal techniques for processing multispectral data to create accurate, reliable Digital Bathymetric Models in shoreline shallow water areas.

Ujednolicone morskie mapy grawimetryczne południowego i wschodniego Bałtyku dla współczesnych zastosowań 3D w geodezji morskiej, geologii i nawigacji (BalMarGrav)

Monika Wilde-Piórko¹, Tobias Bauer², Mirjam Bilker-Koivula³, Przemysław Dykowski¹, Artu Ellmann⁴, Orjan Josefsson⁵, Jānis Kaminskis⁶, Jan Kryński¹, Vents Zuševics⁷, Tobias Nilsson⁵, Per-Anders Olsson⁵, Tomasz Olszak⁸, Eimuntas Kazimieras Paršeliūnas⁹, Jerzy Pyrchla¹⁰, Krzysztof Pyrchla¹⁰, Olga Rosowiecka⁸, Joachim Schwabe², Gabriel Strykowski¹¹, Małgorzata Szelachowska¹, Jakub Szulwic¹⁰, Arkadiusz Tomczak¹², Sander Varbla⁴

¹ *Institute of Geodesy and Cartography, ul. Zygmunta Modzelewskiego 27, 02-679 Warszawa, Poland*

² *Federal Agency for Cartography and Geodesy, Richard-Strauss-Allee 11, 60598 Frankfurt am Main, Germany*

³ *National Land Survey of Finland, Opastinsilta 12C, 00520 Helsinki, Finland*

⁴ *Tallinn University of Technology, Ehitajate tee 5, 19086 Tallinn, Estonia*

⁵ *Lantmäteriet, Lantmäterigatan 2, 801 82 Gävle, Sweden*

⁶ *Riga Technical University, Kipsalas street 6A, LV-1048 Riga, Latvia*

⁷ *Latvian Geospatial Information Agency, Ojāra Vācieša street 43, Riga, LV-1004, Latvia*

⁸ *Polish Geological Institute – National Research Institute, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa, Poland*

⁹ *Vilnius Gediminas Technical University, Sauletekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lithuania*

¹⁰ *Gdańsk University of Technology, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, Poland*

¹¹ *Technical University of Denmark, Elektrovej 327, 2800 Lyngby, Denmark*

¹² *Maritime University of Szczecin, ul. Wały Chrobrego 1-2, 70-500 Szczecin, Poland*

* *autor do korespondencji: Monika Wilde-Piórko, monika.wilde-piorko@igik.edu.pl*

Słowa kluczowe: grawimetria, Morze Bałtyckie, dane historyczne, mapy / gravimetry, Baltic Sea, historical data, maps

Streszczenie

Projekt BalMarGrav, współfinansowany z programu Unii Europejskiej Interreg Region Morza Bałtyckiego 2021-2027, ma na celu poprawę niewystarczającego opisu pola przyspieszenia siły ciężkości w południowym i wschodnim regionie Morza Bałtyckiego. Zadanie to jest bardzo ważne ze względu na decyzję Komisji Hydrograficznej Morza Bałtyckiego (BSHC) o przejściu na wspólny dla krajów basenu Morza Bałtyku układ odniesienia wysokościowego o nazwie Baltic Sea Chart Datum 2000 (BSCD2000), który będzie oparty na modelu geoidy wyznaczonym poprzez wyniki pomiarów przyspieszenia siły ciężkości Ziemi. Jednolity układ odniesienia w rejonie Morza Bałtyckiego umożliwi poprawę nawigacji satelitarnej statków, w szczególności pozwoli monitorować zapas wody pod stępką, co pozwoli na optymalizację ich tras, zmniejszenie zużycia paliwa oraz zanieczyszczeń. Badaniem prowadzonymi w trakcie trwania projektu i jego wynikami są również zainteresowane krajowe służby geologiczne oraz przedsiębiorstwa geofizycznych poszukiwań morskich.

W latach 60, 70 oraz 80 XX wieku w strefach przybrzeżnych Niemiec, Polski, Litwy, Łotwy i Estonii prowadzono kampanie pomiarowe przyspieszenia siły ciężkości, głównie przy wsparciu infrastruktury badawczej Związku Radzieckiego. Po uniezależnieniu się od Związku Radzieckiego dawnych krajów bloku wschodniego i transformacji ustrojowej wiele z tych danych pozostało zapomnianych lub było niewystarczająco wykorzystanych. Ponieważ pomiary przyspieszenia siły ciężkości (pomiarów grawimetrycznych) na morzu prowadzane według nowoczesnych standardów są bardzo kosztowne i czasochłonne, w ramach projektu BalMarGrav budowana jest międzynarodowa sieć ekspertów z regionu Morza Bałtyckiego w celu pełnego wykorzystania i ujednolicenia grawimetrycznych morskich danych historycznych.

W trakcie referatu zostanie przedstawiona idea wysokościowego układu odniesienia opartego na modelu geoidy oraz wytyczne i metody pozwalające na opracowanie historycznych danych grawimetrycznych we współczesnych układach odniesień geodezyjnych i grawimetrycznych, co pozwoli na harmonizację tych danych ze współcześnie wykonywanymi badaniami pola siły ciężkości w rejonie Morza Bałtyckiego.

Homogenized Marine Gravity Maps of the Southern and Eastern Baltic Sea for Modern 3D Applications in Marine Geodesy, Geology and Navigation (BalMarGrav)

Abstract

The BalMarGrav project, co-funded by the European Union program Interreg Baltic Sea Region 2021-2027, aims to improve the insufficient mapping of the gravity field in marine areas of southern and eastern Baltic Sea region. This task is critical due to the decision of the Baltic Sea Hydrographic Commission (BSHC) to implement a common height reference system called the Baltic Sea Chart Datum 2000 (BSCD2000), which will be based on a geoid model determined by gravity measurements of the Earth. A uniform datum in the Baltic Sea region will allow to improve satellite navigation on vessels, in particular the monitoring of under-keel clearance, thereby optimizing their routes, reducing fuel consumption and pollution. National geological surveys and marine geophysical exploration companies are also interested in the results of the research conducted during the research.

In the decades of 1960s, 1970s and 1980s, multiple marine gravimetric campaigns were conducted in the coastal areas of Germany, Poland, Lithuania, Latvia and Estonia, mainly with the support of the research infrastructure of the Soviet Union. After becoming independent from the Soviet Union and the political transition of former Eastern Block countries, much of this data was forgotten or underutilized. Because gravity measurements at sea following modern standards are very costly and time-consuming, during the BalMarGrav project, an international network of experts from the Baltic Sea region is being built to reconcile and standardize historical gravimetric marine data.

During the presentation, principles of height reference system based on a geoid model and guidelines and methods to compile historical marine gravimetric data in modern geodetic and gravimetric reference systems, allowing these data to be harmonized with the current surveys of the gravity field in the Baltic Sea region will be presented.

Geostatystyczne modelowanie rozkładu rozpuszczonego tlenu w Morzu Bałtyckim

Patryk Biernacik, Witold Kazimierski

Politechnika Morska w Szczecinie, Wydział Nawigacyjny

Streszczenie

Tlen rozpuszczony w wodzie ma podstawowe znaczenie dla funkcjonowania i życia organizmów wodnych. Odgrywa on również ważną rolę w naturalnych procesach oczyszczania wód. Dlatego ważne jest trójwymiarowe modelowanie rozkładu przestrzennego tego pierwiastka w zbiornikach wodnych. Jego koncentracja w poszczególnych warstwach akwenu jest zależna m.in. od temperatury, głębokości czy zasolenia. Zatem, aby monitorować, kontrolować czy prognozować poziom tlenu w wodnych ekosystemach, dokonuje się pomiarów tlenu w wodzie w różnych lokalizacjach i na różnych głębokościach. W procesie modelowania wykorzystywane są metody interpolacyjne, które powinny odzwierciedlać specyfikę pomiaru i rozkładu tlenu w wodzie.

W referacie przedstawiono wykonanie interpolacji geostatystycznej rozkładu poziomego rozpuszczonego tlenu w wodach Morza Bałtyckiego w dwóch wariantach. Ideą badania, poza szacowaniem poziomu tlenu w wodzie, jest przeanalizowanie wpływu wykorzystania informacji o głębokości akwenu na podstawie analizy porównawczej modelowania 3D i 2D. Do analizy wykorzystano 2 przypadki - Empiryczny Kriging Bayesa dla wymiaru 2D oraz Empiryczny Kriging Bayesa 3D. W tym pierwszym zakłada się pominięcie zmiennej głębokości (wymiar 2D), zaś w drugim jej uwzględnienie (wymiar 3D). Oba przypadki różnicuje sposób wyznaczania semiwariogramu, co w rezultacie skutkuje innym modelem geostatystycznym. Analiza została przeprowadzona w oprogramowaniu ArcGIS Pro, który umożliwia wykonanie takiego badania dzięki zaimplementowanym metodom. Sama interpolacja poprzedzona jest eksploracyjną analizą danych przestrzennych, w której zweryfikowane zostaną rozkład danych i dopasowanie go do rozkładu normalnego (za pomocą histogramu), a także korelacja pomiędzy poziomem tlenu a głębokością (za pomocą wykresu punktowego). Sprawdzenie tych zależności jest niezwykle istotne, ponieważ do interpolacji najlepiej dostosować dane do rozkładu normalnego.

Dane do analizy pochodzą z amerykańskiej instytucji Narodowej Agencji Oceanów i Atmosfery (ang. *National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA*). Dane te pochodzą z 2022 roku i punktowo reprezentują lokalizacje na Morzu Bałtyckim, w których pomierzono poziomy rozpuszczonego tlenu (w jednostce mikromol na kilogram) dla różnych głębokości.

Pozyskiwanie i zarządzanie danymi batymetrycznymi z pułapów lotniczego i wodnego

Grzegorz Szalast^{1*}, Marta Sieczkiewicz^{2*}

^{1,2} GISPRO S.A.

* {grzegorz.szalast, marta.sieczkiewicz }@gispro.pl

Słowa kluczowe: pomiary hydrograficzne, batymetryczne skanowanie laserowe, integracja systemów pomiarowych

Streszczenie

Możliwości pozyskiwania danych 3D środowiska wodnego z reguły kojarzone są z wykorzystaniem echosondy. Nie ulega wątpliwości, że dźwięk jest najlepiej działającą falą w wodzie. Jednakże głównym problemem z zastosowaniem urządzeń pomiarowych opartych na hydroakustyce jest ich słaba wydajność na płytkich akwenach. W tej sytuacji doskonałym uzupełnieniem może być zastosowanie lotniczego skanera batymetrycznego.

Impuls laserowy emitowany w zakresie pasma zielonego (532 nm) ma specyficzną właściwość przenikania toni wodnej. Dzięki czemu możliwe jest jego docieranie do dna. Zastosowanie tej technologii umożliwia wydajne mapowanie dużych akwenów płytkowodnych. Synchroniczne pozyskiwanie danych lotniczych oraz hydrograficznych umożliwia nie tylko wzajemną weryfikację wyników, lecz także stworzenie pełnego obrazu 3D poprzez wzajemne uzupełnianie się metod pomiarowych.

Key-words: hydrographic surveys, bathymetric laser scanning, integration of measurements systems

Abstract

The acquisition of 3D data of the aquatic environment is generally associated with the use of sonar. There is no doubt the sound is the best-performing wave in water. However, the main problem with the use of hydroacoustic-based measurement devices is their poor efficiency in shallow waters. In such situations, the use of an airborne bathymetric scanner can be an excellent addition.

The laser pulse emitted in the green band (532 nm) has the specific feature of penetrating the water. Therefore, it is possible to reach the bottom. The use of this technology enables efficient mapping of large shallow water areas. Synchronous acquisition of aerial and hydrographic data makes it possible not only to verify each other's results, but also to create a complete 3D scene by combination both measurement methods.

Korekcja danych nawigacyjnych dla obrazów z sonaru bocznego. Studium przypadku - implementacja SONARMUS

Natalia Wawrzyniak, Grzegorz Zaniewicz, Witold Kazimierski

Streszczenie

Celem projektu SONARMUS było opracowanie technologii przetwarzania obrazu sonarowego, z uwzględnieniem mozaikowania sonogramów z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych. W wyniku projektu powstało oprogramowanie implementujące pełen ciąg przetwarzania danych sonarowych aż do ich wizualizacji w postaci ostatecznej mozaiki.

Sonogram, żeby stał się źródłem użytecznej informacji, musi zostać przetworzony za pomocą odpowiednich filtrów i innych algorytmów przetwarzania wstępnego, których zadaniem jest wykrywanie strefy martwej sonaru, korekcja geometryczna, korekta parametrów nawigacyjnych – szczególnie istotna przy jednostkach bezzałogowych. W trakcie postprocesing danych sonarowych hydrograf ma możliwość korekcji danych nawigacyjnych metodą manualną i automatyczną. Wśród filtracji automatycznej, zakłada się wykorzystanie filtrów wygładzających oraz interpolacji pozycji. Jeśli surowa nawigacja jest nieprawidłowa z powodu liczby nieprawidłowych pozycji w określonym czasie, a prawidłowa ścieżka jest linią prostą pomiędzy dwoma dobrymi pozycjami, wówczas metoda interpolacji jest najkorzystniejsza. Wygładzanie danych zwykle realizowane jest przez zastosowanie metody ważonej średniej kroczącej.

W oprogramowaniu SONARMUS wygładzanie kursu oprócz wygładzenia przebiegu otrzymanych pozycji nawigacyjnych z GPS interpoluje odfiltrowaną nawigację z podziałem na pingi, w taki sposób, że każda linia w zbiorze danych dostaje własną, unikalną równomiernie rozłożoną pozycję. Bez zaawansowanego przetwarzania nawigacji, konwencjonalne ustalenia nawigacyjne mają nieodłączną niepewność wynoszącą około 2 metrów. Ta niedokładność pozycji może powodować niepożądane skoki lub zakłócenia w torze nawigacyjnym statku, które wprowadzają nieestetyczne artefakty w obrazach sonarowych. Gdy wygładzanie jest włączone (krok pingów ustalony przez użytkownika jest większy od 0), stała czasowa wygładzania kursu powoduje zmniejszenie próbkowania nawigacji wejściowej i dopasowanie gładkiego splajnu (wielomian interpolacyjny) do pozostałych poprawek nawigacyjnych.

W artykule przedstawiono stotowanie zaimplementowanej korekty nawigacyjnej dla kilku scenariuszy pozyskania danych sonarowych. Dane były rejestrowane na różnych akwenach, przy różnych warunkach nawigacyjnych, także w trakcie mijania przeszkód i warunkach utraty informacji o pozycji (np. przy inspekcji budowli hydrotechnicznych).

Analiza kompletności danych z sensorów UAV dla potrzeb budowy modeli 3D obiektów budowlanych

Bartosz Mitka¹, Przemysław Kłapa^{2*}

¹ *Katedra Geodezji Rolnej, Katastru i Fotogrametrii, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 253c, 30-198 Kraków*

² *Katedra Geodezji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 253c, 30-198 Kraków*

* *autor do korespondencji: przemyslaw.klapa@urk.edu.pl*

Słowa kluczowe: chmura punktów, UAV, błędy pomiarowe, skanowanie laserowe, fotogrametria

Streszczenie

Poprawnie przeprowadzony pomiar terenowy pozwala dostarczyć wiarygodnych informacji o miejscu i obiekcie. Jest to szczególnie istotne kiedy należy wygenerować trójwymiarowy model 3D obiektu budowlanego przy zachowaniu odpowiedniego poziomu szczegółowości i dokładności odzwierciedlenia detali architektonicznych. W celu pozyskiwania danych pomiarowych możemy wykorzystać różnego rodzaju metody, techniki i narzędzia, jednakże istotne jest zachowanie ciągłości, spójności oraz kompletności pozyskiwanych danych. Jakość danych pomiarowych ma wpływ na wydajność i poprawność analiz, a także na pracochłonność przygotowania modelu geometrycznego. Szczególnie jest to istotne w aspekcie kompletności danych geometrycznych dla gruntu, budynków i budowli, a także roślinności wysokiej. Wśród powszechnie wykorzystywanych narzędzi pomiarowych coraz częściej używane są bezzałogowe statki powietrzne. Znalazły one szerokie spektrum zastosowania z uwagi na prostotę, szybkość ale i dokładność pozyskiwania danych. Do pokładów UAV mogą zostać zainstalowane różnego rodzaju narzędzia tj. kamery, skanery laserowe, sensory i inne urządzenia pomiarowe. Różnego rodzaju dane pomiarowe wymagają licznych narzędzi i sposobów przetwarzania danych, jednakże finalnym produktem powinna być zawsze wiarygodna informacja o obiekcie. Ta informacja może zostać przedstawiona w postaci trójwymiarowego modelu przestrzennego zarówno dla pojedynczego obiektu, jak i dla złożonego kompleksu budynków. W ramach prac przeprowadzono nalot UAV Matrice 300 RTK z wykorzystaniem kamery RGB – P1, kamery pięcioobiektywowej – PSDK oraz skanera laserowego (LiDAR) – L1. Obiektem badawczym była zabudowa w miejscowości Ochotnica Dolna (woj. Małopolskie), dla której pozyskano i przetworzono różne zestawy danych umożliwiające wygenerowanie modeli 3D. Głównym celem badań było przeanalizowanie problematyki przetwarzania danych z UAV i generowania chmur punktów, uwzględniając powstające braki i błędy pomiarowe oraz konieczność uzupełnienia danych z UAV pochodzących z różnych sensorów. Problem braku części danych pojawia się bardzo często podczas przetworzenia zdjęć do postaci chmury punktów, bądź przy analizie ciągłości i kompletności danych ze skanowania laserowego. Dlatego w pracy przeprowadzono analizę kompletności danych z sensorów UAV, biorąc pod uwagę ich wpływ na proces generowania modeli 3D obiektów budowlanych.

Abstract

A correctly conducted field measurement provides reliable information about a location and an object. This is particularly important when generating a three-dimensional (3D) model of a construction object while maintaining the appropriate level of detail and accuracy in reflecting architectural elements. Various methods, techniques, and tools can be used to acquire measurement data; however, it is crucial to maintain continuity, consistency, and data completeness. The quality of measurement data impacts the efficiency and accuracy of analysis, as well as the laboriousness of preparing a geometric model. This is particularly important in terms of the geometric data completeness for terrain, buildings, structures, and tall vegetation. Unmanned aerial vehicles (UAVs) are increasingly used as commonly employed measurement tools. They offer a wide range of applications due to their simplicity, speed, and accuracy in data acquisition. UAVs can be equipped with various measurement devices, such as cameras, laser scanners, sensors, and other measurement instruments. Different types of measurement data require numerous tools and data processing methods; however, the ultimate goal should always be to provide reliable information about the object. This information can be presented in the form of a 3D spatial model for both individual objects and complex building complexes. As part of the research, UAV flights were conducted using a Matrice 300 RTK equipped with a digital camera - P1, a multi-lens camera - PSDK, and a laser scanner (LiDAR)

- L1. The research object was the built-up area in Ochotnica Dolna (Małopolskie Voivodeship), for which various sets of data were acquired and processed to enable the generation of 3D models. The main objective of the research was to analyze the processing of UAV data and the generation of point clouds, taking into account the occurrence of gaps and measurement errors and the need to complement data from various UAV sensors. The issue of missing data often arises during the processing of images into point clouds or when analyzing the continuity and completeness of data from laser scanning. Therefore, the research included an analysis of data completeness from UAV sensors, considering their influence on the process of generating 3D models of construction objects.

Geoportal prezentacji, przetwarzania i analizy danych z bezzałogowych systemów latających dla celów leśnictwa precyzyjnego, wykorzystujący narzędzia Arches

Jakub Górka^{1*}, Wojciech Ostrowski¹, Magdalena Pilarska-Mazurek¹, Katarzyna Czajka², Krzysztof Bakula¹

¹ Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, pl. Politechniki 1 00-661 Warszawa

² Dragonfly Vision, Dział projektów B+R, Aleja 3 Maja 33/38 05-120 Legionowo

* autor do korespondencji, jakub.gorka@pw.edu.pl

Słowa kluczowe: automatyzacja, leśnictwo precyzyjne, geoportal, CENAGIS, BSL

Streszczenie

Rozwój technologii fotogrametrycznych i informatycznych idzie w parze z ich wykorzystaniem w środowisku komercyjnym. Możliwość użycia sensorów wielospektralnych oraz skanerów laserowych na bezzałogowych platformach latających (BSL) zwiększyła elastyczność procesów pozyskania danych jak i jakość oraz różnorodność wachlarza tworzonych produktów przy równoczesnym zmniejszeniu potrzebnego nakładu pracy.

Prezentacja wyników w ramach interaktywnego geoportalu jest korzystna z uwagi na możliwość dostosowania warstwy wizualizacji dla potrzeb użytkownika końcowego. Niektóre z etapów przetwarzania danych nie wymagają pracy czy nadzoru specjalisty, ich automatyzacja pozwala na redukcję nakładu zasobów potrzebnych do wykonania zleceń. Wraz z wykorzystaniem technologii obliczeń rozproszonych możliwe jest znaczne ograniczenie czasu potrzebnego na dostarczenie końcowych produktów do klienta.

Referat przedstawia implementację geoportalu do prezentacji, przetwarzania i analizy danych z BSL dla przemysłu leśnictwa precyzyjnego. Platforma jest opracowana na podstawie otwarto źródłowego projektu Arches. Dostarcza on podstawowe funkcjonalności geoportalu, takie jak przechowywanie i prezentacja danych czy zarządzanie uprawnieniami użytkowników. Warstwa prezentacji została rozszerzona o narzędzia wyświetlania produktów rastrowych oraz chmur punktów. W celu usprawnienia prac wykonawcy, stworzono i zintegrowano w systemie moduł automatycznego przetwarzania danych oparty o obliczenia rozproszone w środowisku Spark. Rozwój geoportalu odbywał się na platformie obliczeniowej "Centrum Naukowych Analiz Geoprzestrzennych, Obliczeń Satelitarnych wraz z laboratoriami testowania/certyfikacji produktów geomatycznych" (CENAGIS).

Przedstawiany serwis umożliwia automatyczne przetworzenie ortomosaiki zdjęć wielospektralnych i chmury punktów ze skaningu laserowego do produktów takich jak kompozycje spektralne, klasyfikacja gatunkowa drzew, statystyki roślinności (dla pojedynczych drzew jak i obszarów statystycznych), modele koron drzew czy wybrane wskaźniki roślinności. Produkty te są przedstawione w wygenerowanym raporcie, w którym w oprócz ich wizualizacji możliwe jest porównywanie wyników z różnych okresów wegetacyjnych oraz wzajemne nakładanie produktów dla zaawansowanych analiz.

Abstract

Photogrammetric and computer research advancements should be followed by utilizing those concepts in production environments. The mounting of multispectral cameras and LiDAR scanners on unmanned aerial vehicles (UAV) increased the flexibility of surveying missions while expanding the available products and decreasing the necessary workload.

Visualization of generated datasets in a geoportal is attractive for the possibility of adjusting methods of visualization to be tailored to the client. Some data processing stages do not require user input and can be automated. Distributed processing methodology can further reduce the resources needed per task, most notably the time necessary to deliver the products to the client.

This article presents the implementation of a geoportal for presenting, processing, and analyzing data from UAV-mounted sensors for the precision forestry industry. The geoportal website is based on the open-source Arches project. Arches ships functionalities such as data storage and presentation or user permission management. The presentation layer was

upgraded with various tools to view raster and point cloud products. Parts of the photogrammetric process were automated to improve workflow efficiency, and the module responsible for it performs distributed computations in a Spark environment. The development and deployment of the geoportal were conducted on the computational platform CENAGIS ("Center for Scientific Geospatial Analysis, Satellite Computing together with laboratories for testing/certification of geomatics products").

The presented service allows automatic ortho mosaic and LiDAR point cloud data processing into products such as spectral compositions, canopy-height models (CHM), vegetation statistics per specimen or statistical area, taxonomic classification, or vegetation indexes. Those can be viewed in a report on the website as a report. Multi-temporal data can also be compared with provided tools. Various datasets can be overlaid for advanced analysis.

MAST - cyfrowy bliźniak obiektów masztowych uwzględniający inwentaryzację z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych i sztucznej inteligencji

Przemysław Banat ^{1*}, Jakub Modrzewski ¹, Paulina Zachar ¹, Łukasz Wilk ¹, Wojciech Ostrowski ¹, Krzysztof Bakula ¹, Antoni Kopyt ², Paweł Waligóra ³

¹ Zakład Fotogrametrii, Teledetekcji i Systemów Informacji Przestrzennej, Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska, plac Politechniki 1, 00-661 Warszawa

² Zakład Automatyki i Osprzętu Lotniczego, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa, Politechnika Warszawska, Nowowiejska 24 00-665 Warszawa

³ Ośrodek Badań Lotniczych i Kosmicznych, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa, Politechnika Warszawska, Sierakowo 56 06-300 Przasnysz

* autor do korespondencji, przemyslaw.banat@pw.edu.pl

Słowa kluczowe: BSL, BIM, cyfrowy bliźniak, sztuczna inteligencja, konstrukcja ażurowa

Streszczenie

Powszechnie występujące wśród obiektów masztowych konstrukcje ażurowe stanowią wyzwanie w kontekście tworzenia ich trójwymiarowych modeli o wysokiej jakości z wykorzystaniem zdjęć. Konstrukcja takiego obiektu jest problematyczna zarówno w kontekście metodyki nalotu oraz rekonstrukcji 3D. Referat przedstawia propozycję cyfrowego bliźniaka dla obiektów masztowych omawiającą proces ustandaryzowanego pozyskania zdjęć z wykorzystaniem bezzałogowego statku latającego (BSL), przetwarzanie fotogrametryczne, zastosowane rozwiązania sztucznej inteligencji (SI) oraz zautomatyzowaną produkcję i udostępnianie obiektu w standardzie systemu informacji o budowlu (BIM). W eksperymentach dotyczących pozyskania i przetwarzania danych fotogrametrycznych, podjęto próby wyznaczenia optymalnych parametrów nalotu, pozwalających na rekonstrukcję modelu 3D o wysokiej kompletności, przy założeniu zachowania efektywności pozyskiwania danych. Zautomatyzowany proces tworzenia cyfrowego bliźniaka w oparciu o produkty fotogrametryczne (chmura punktów, model powierzchniowy) wymaga wykorzystania procesów związanych z identyfikacją elementów konstrukcyjnych i urządzeń, które zostały zrekonstruowane. Ich detekcja odbywać się może z użyciem sztucznej inteligencji. Rozwiązanie wykorzystane do wyświetlania zintegrowanych modeli powierzchniowych i bryłowych w standardzie BIM posiadających georeferencję, oparto o silnik Unreal Engine. Narzędzie to zawiera funkcjonalności związane zarówno z geometrią obiektu jak i bezpośrednio z BIM pozwalając m.in. na wykonywanie pomiarów, umieszczanie adnotacji, bezpośrednie przechodzenie z widoku modelu na widok poszczególnych zdjęć i na odwrót, edycję atrybutów poszczególnych elementów modelu BIM oraz dodawanie nowych, zdefiniowanych urządzeń. Posiadane odniesienie przestrzenne każdego z obiektów pozwala na analizy związane z bezpośrednim, wzajemnym oddziaływaniem pomiędzy najbliższymi masztami a także analizy przestrzenne uwzględniające teren takie jak analiza widoczności.

Abstract

Lattice structures, which are common among masts and towers, pose a challenge in terms of creating high-quality 3D models of them using imagery. The construction of such an object is problematic both in terms of flight planning and 3D reconstruction. The paper presents a proposal for a digital twin for mast objects discussing the process of standardized image acquisition using an unmanned aerial vehicle (UAV), photogrammetric processing, applied artificial intelligence (AI) solutions, and automated production and sharing of the object in a building information system (BIM) standard. In the experiments on the acquisition and processing of photogrammetric data, attempts were made to determine the optimal parameters for flight missions, allowing the reconstruction of a 3D model with high completeness, with efficient data acquisition method. The automated process of creating a digital twin based on photogrammetric products (point cloud, 3D model) requires the use of processes related to the identification of structural elements and devices that have been reconstructed. Their detection can be done using artificial intelligence. Unreal Engine was used as a platform for the display of georeferenced 3D models and solid models in the BIM standard. The tool includes functionalities related both to the geometry of the object and directly to BIM and allows to take measurements, place annotations, directly switch from the view of the model to the view of individual images and vice versa, edit attributes of individual elements of the BIM model and add new defined devices. Spatial reference of each object allows for analyses related to the direct, mutual interaction between the nearest masts as well as spatial analyses that take into account the terrain such as visibility analysis.

Penetracja wiązki niskopulpowego skanowania laserowego w terenach leśnych

Krzysztof Bakula^{1*}, Dorota Marczykowska¹, Magdalena Pilarska-Mazurek¹, Łukasz Kolendo^{2,3}, Marek Ksepko²

¹ Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, Pl. Politechniki 1, Warszawa

² Przedsiębiorstwo Państwowe Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej, Oddział w Białymstoku, ul. Lipowa 51, 15-424 Białystok

³ Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku, ul. Wiejska 45 E, 15-351 Białystok

* autor do korespondencji, krzysztof.bakula@pw.edu.pl

Słowa kluczowe: lidar, ULS, penetracja, drzewostan, laser

Streszczenie

Lotnicze skanowanie laserowe (ALS) zrewolucjonizowało teledetekcję na obszarach leśnych. Ta aktywna technologia penetrująca roślinność umożliwiła zarówno szczegółowy opis powierzchni terenu jak i dostarcza danych o przekroju drzewostanu, co daje znacząco więcej informacji dla określenia parametrów drzew. Zdolność do penetracji jest kluczowym parametrem mającym wpływ na jakość danych lidar poprzez istniejącą zależność z gęstością punktów na gruncie.

Rozwój bezzałogowego skanowania laserowego (ULS) z pokładu bezzałogowych systemów latających BSL dostarcza danych lidar o znacząco większej gęstości niż typowe ALS o zasięgu regionalnym, sięgającej kilkuset punktów na metr kwadratowy. Chmury punktów o tak ogromnej rozdzielczości dają większe możliwości odzwierciedlenia realnego kształtu powierzchni gruntu i opisu koron drzew. Nadal jednak istnieje wpływ pokrycia terenu na możliwość penetracji wiązki lasera.

W zaproponowanym referacie zbadano penetrację wiązki lidar na zróżnicowanym drzewostanie fragmentu Nadleśnictwa Żednia w różnych terminach, co oparto o analizę wysokości najniższych pomierzonych punktów na obszarze korony drzewa. Na podstawie danych zebranych w 6 terminach tym samym sprzętem i przy tych samych parametrach nalotu ULS w 2022 roku i bazy ponad 4 tys. drzew, dla których w procesie pomiarów terenowych została wyznaczona dokładna lokalizacja, zasięg korony oraz został określony gatunek, przeprowadzono analizę wpływu terminu nalotu na penetrację wiązki laserowej. Przeprowadzone badania polegały na analizie rastrowych wysokościowych wygenerowanych na podstawie chmur punktów i reprezentujących 5. percentyl wysokości w rastrze o wielkości piksela równej 20 cm. Rastry te reprezentowały wysokości gruntu lub najniższej roślinności, które udało się pomierzyć przez korony drzew. Im penetracja była większa tym niżej położone punkty pod koronami drzew udało się zarejestrować. Wnioski z badań określiły względne zależności penetracji pomiędzy gatunkami drzew oraz pomiędzy terminami.

Abstract

Airborne laser scanning (ALS) has revolutionised remote sensing in forest areas. This active vegetation-penetrating technology has enabled both a detailed description of the terrain relief and provides data on the cross-section of three stands, which gives significantly more information for determining the parameters of trees. Penetration capacity is a key parameter influencing the quality of lidar data through the existing relationship with the density of points on the ground. The development of unmanned laser scanning (ULS) from unmanned aerial systems (UAS) provides lidar data with a significantly higher density than typical regional ALS, reaching several hundred points per square meter. Point clouds with such a huge resolution give greater opportunities to reflect the real shape of the ground surface and the description of tree crowns. However, there is still an impact of land cover on the possibility of penetration of the laser beam.

The proposed paper examined the penetration of a lidar beam on a diverse stand of a fragment of the Żednia Forest District at various dates. The analysis was based on the height of the lowest measured points in the tree crown area. ULS data were collected on 6 dates with the same equipment (LiAir v70) and with the same parameters of the UAS flights in 2022 and a database of over 4,000 trees, for which the exact location, crown range and species were determined in the field measurement process. An analysis of the impact of the date of the flight on the penetration of the laser beam was carried out. The research consisted of the analysis of elevation rasters generated on the basis of point clouds and representing the 5th percentile of height in a raster with a pixel size of 20 cm. These rasters represented the height of the ground or the lowest vegetation that could be measured through the crowns of trees. The higher the penetration, the lower the points under the treetops were recorded. The conclusions of the study determined the relative relationships of penetration between tree species and between dates.

Zastosowanie bezzałogowych statków latających w zagadnieniach militarnych

Volodymyr Hlotov ¹, Alla Hunina ^{1*}, Krzysztof Bakula ²

¹ Lviv Polytechnic National University, Ukraine, Lviv, Bandery st., 12

² Warsaw University of Technology, Poland, Warsaw, Plac Politechniki 1

* autor do korespondencji, alla.v.hunina@lpnu.ua

Słowa kluczowe: BSP, kąt skrzytu, kąt przechyłu, kąt pochylenia, orientacja zewnętrzna, zastosowania militarne

Streszczenie

Kwestia wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych (BSP) w celach wojskowych staje się szczególnie istotna w obliczu konfliktu zbrojnego na Ukrainie. Określenie specyfiki wykorzystania BSP do celów wojskowych pozwala: ograniczyć straty zarówno wśród personelu i ludności cywilnej, która często jest najbardziej dotknięta, prowadzić dyskretne rozpoznanie obiektów naziemnych i celów na terytorium wroga, określić cele zadawanych obrażeń; przeprowadzać precyzyjne ataki artyleryjskie lub powietrzne na cele wroga, a następnie kontrolować skutki porażki wroga. Użycie BSP Arrow podczas operacji obrony Kijowa udowodniło swoją skuteczność jako narzędzi operacyjnego rozpoznania powietrznego, przyniosło korzyści w planowaniu operacji wojskowej i bezpośrednio wpłynęło na jej przebieg.

W artykule dokonano analizy nowoczesnych, krajowych modeli BSP wykorzystywanych w fotografii lotniczej obiektów wojskowych. Podano szczegółową klasyfikację BSP do celów wojskowych oraz ustalono wykaz zadań, jakie pełnią. Naukowcy z Instytutu Geodezji Politechniki Lwowskiej i pracownicy Abris Design Group od wielu lat współpracują, projektują i badają różne modele BSP. Celem współpracy było stworzenie idealnego modelu, który umożliwiłby fotografowanie lotnicze do celów topograficznych. Na podstawie wyników wcześniejszych prac eksperymentalnych określono wymagania techniczne dotyczące tworzenia BSP. Zgodnie z tymi wymaganiami zaprojektowano bezzałogowy statek powietrzny Arrow, z użyciem którego przeprowadzono badania. Wykazano możliwość wykonywania pomiarów topograficznych w celu tworzenia ortofotomap i planów wielkoskalowych. Aby określić działanie urządzenia powietrznego BSP Arrow, wykonano pomiary lotnicze tego samego obszaru testowego za pomocą statku BSP Trimble UX5. Na każdej trasie przelotu przeprowadzono analizę porównawczą kątowych elementów orientacji zewnętrznej, BSP Arrow i Trimble UX5.

Abstract

Application of UAVs in military affairs. The issue of the use of UAVs in military affairs becomes especially relevant, taking into account the military conflict in Ukraine. Determining the specifics of the use of UAVs for military purposes will allow for reduced losses both among personnel and among the civilian population, which is often the most affected; conduct unobtrusive reconnaissance of ground objects and enemy targets on enemy territory; determine targets for damage; carry out pinpoint artillery or air strikes on enemy targets and subsequently control the results of the enemy's defeat. The use of Arrow UAVs during the operation for the defence of Kyiv proved their effectiveness as tools of operational aerial reconnaissance, brought benefits in the planning of the military operation, and directly affected its course.

The paper analyses modern domestic UAV models that are used for aerial surveying of military objects. The detailed classification of UAVs for military purposes is given, and a list of their tasks is established. Scientists of the Institute of Geodesy of LPNU and employees of Abris Design Group have collaborated, designed, and researched various models of UAVs for many years. The goal was to create a perfect model for aerial surveying for topographical purposes. According to the results of previous experimental work, the technical requirements for creating UAVs were determined. Referring to these requirements, the Arrow UAV was designed and research on its application was conducted. The possibility of topographic surveying with the purpose of creating orthophoto plans and large-scale plans has been proven. To determine the operation of the Arrow UAV aerial device, an aerial survey of the same test area was made with the Trimble UX5 UAV. A comparative analysis of the angular elements of exterior orientation for Arrow and Trimble UX5 UAVs was performed on each route.

Porównanie techniki bezzałogowego skanowania laserowego oraz fotogrametrii bliskiego zasięgu w celu rekonstrukcji modelu 3D w obszarze zurbanizowanym

Jarosław Wajs¹, Krzysztof Pleśniak²

¹Politechnika Wroclawska, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Wyb. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

²Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie, Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu, ul. Norwida 34, 50-950 Wrocław

Słowa kluczowe: ULS, LiDAR, SfM, TLS, accuracy, 3D model

Streszczenie

Zastosowanie bezzałogowych statków latających pozwala na wyniesienie w przestrzeń lotniczą niskiego pułapu różnych sensorów do akwizycji danych fotogrametrycznych. W literaturze prezentowane były zestawienia przeglądowe na temat platform i rodzaju sprzętu montowanego na płatowcach i wielo-wirnikowcach (Toth and Józków, 2016). Pomiary fotogrametryczne z bezzałogowych platform latających dotyczą modelowania zjawisk naturalnych (Blachowski et al., 2022, Wajs et al., 2021) oraz antropogenicznych (Li et al., 2016). Zastosowanie aktywnych sensorów pomiarowych (LiDAR) pozwala na większą penetrację roślinności oraz zastosowanie danych np. w leśnictwie (Rodriguez-Puerta, 2021) i stanowi technikę pomiarową – bezzałogowy skanowanie laserowe (ang. ULS - Unmanned Laser Scanning). Analiza porównawcza uzyskanych chmur punktów prezentowana została w literaturze przez Gruszczynski et al. (2017) oraz Obanawa (2020).

W pracy przedstawione zostało opracowanie integrujące sensor aktywny Riegl VUX 120 z platformą DJI Matrice 300. Teren analiz obejmował obszar zurbanizowany zlokalizowany w Kampusie Politechniki Wrocławskiej w kompleksie Geocentrum budynek L2. W ramach pomiarów testowych zrealizowane zostały dwie misje pomiarowe na dwóch wysokościach w celu analizy FOV sensora oraz kompletności modelowania elewacji ścian budynku L2. Procedura opracowania danych RIEGL VUX 120 przeprowadzona została w Applanix POSPAC oraz opracowanie chmury punktów w oprogramowaniu RIEGL RiPROCESS. Równolegle do nalotu skanerem wykonany został nalot fotogrametryczny kamerą niemetryczną Zenmuse P1 w trybie smart-oblique. Dane referencyjne do próby analizy dokładności i spójności danych pozyskane zostały skanerem naziemnym RIEGL VZ 400i. Fotopunkty oraz tarcze referencyjne pomierzone zostały odbiornikiem GNSS Leica GS18 metoda statyczną oraz GNSS RTN. Wstępna ocena jakości wynikowej chmury punktów ULS przeprowadzona została w podejściu porównawczym. W odniesieniu do naziemnych technik pomiarowych. Wyniki analiz przedstawione zostały w formie modeli różnicowych oraz przekrojów pionowych oraz poziomych.

LITERATURA:

Toth, Charles, and Grzegorz Józków. "Remote sensing platforms and sensors: A survey." ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 115 (2016): 22-36.

Blachowski, Jan, et al. "Transformation processes in lignite post-mining landscape—erosion of anthropogenic formations in the former “Przyjazn Narodów–Szyb Babina” mine (Poland)." Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften (ZDGG) 173.4 (2022).

Wajs, Jaroslaw, et al. "Modern solution for fast and accurate inventORIZATION of open-pit mines by the active remote sensing technique—case study of mikoszków granite mine (lower silesia, sw poland)." *Energies* 14.20 (2021): 6853.

Li, Minglei, et al. "Reconstructing building mass models from UAV images." *Computers & Graphics* 54 (2016): 84-93.

Rodríguez-Puerta, Francisco, et al. "UAV-based LiDAR scanning for individual tree detection and height measurement in young forest permanent trials." *Remote Sensing* 14.1 (2021): 170.

Gruszczyński, Wojciech, Wojciech Matwij, and Paweł Ćwiakała. "Comparison of low-altitude UAV photogrammetry with terrestrial laser scanning as data-source methods for terrain covered in low vegetation." *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 126 (2017): 168-179.

Obanawa, Hiroyuki, et al. "Portable LiDAR-based method for improvement of grass height measurement accuracy: Comparison with SfM methods." *Sensors* 20.17 (2020): 4809.

W poszukiwaniu standardów analiz geoinformacyjnych w ocenie dostępności do zieleni miejskiej

Patrycja Przewoźna^{1*}

¹ Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Zakład Geoinformacji,
ul. B.Krygowskiego 10, 61-680 Poznań

* autor do korespondencji, pwysocka@amu.edu.pl

Słowa kluczowe: miejskie obszary zielone, miary dostępności, bazy danych przestrzennych, geoinformacja w planowaniu przestrzennym, rekomendacje WHO,

Streszczenie

Jednym z wyzwań, jakie stoją przed administracją publiczną jest wdrażanie strategii planistycznych, które zapewniają powszechny dostęp do zieleni miejskiej, zgodnie z jednym z 17 celów zrównoważonego rozwoju przyjętych przez państwa członkowskie ONZ w roku 2015. Jest to niewątpliwie ważne zagadnienie, ale jednocześnie trudne w realizacji, gdyż wymaga wprowadzenia szeregu definicji i wskazań, umożliwiających przeprowadzenie porównywalnych analiz zarówno stanu wyjściowego, jak i zmiany, którą udało się osiągnąć w czasie przewidzianym przez rezolucję ONZ, czyli do roku 2030.

Tymczasem próżno szukać jednolitych standardów w tym zakresie. Punktem odniesienia dla wielu miast Europejskich, jest raport WHO z roku 2016, w którym sporządzono rekomendacje odnośnie analiz przestrzennych i identyfikatorów, które mogą pomóc określić dostępność do zieleni miejskiej. Niemniej, nie mają one charakteru obligatoryjnego. Ponadto, jak wynika z badań przeprowadzonych w ostatnich latach na Uniwersytecie im. Adam Mickiewicza, mogą budzić one również wiele wątpliwości. Ich przeglądowi poświęcony jest niniejszy referat, który dotyczy kilku wytycznych związanych z analizą dostępności do zieleni miejskiej, rekomendowanych przez WHO, w tym:

- 1) źródeł danych przestrzennych dotyczących pokrycia terenu - porównanie obszarów zielonych wyznaczonych z pomocą rekomendowanych danych Urban Atlas i Corine Land Cover do wyników osiągniętych z pomocą Open Street Map oraz danych lokalnych takich jak polska Baza Danych Obiektów Topograficznych 10k w oparciu o przykład trzech polskich miast: Poznania, Gdańska i Raciborza.
- 2) wskazań dotyczących realizacji analizy dostępności na podstawie odległości euklidesowej - przeanalizowano szczegółowo konsekwencje tego wyboru w porównaniu z odległością liczoną w oparciu o sieć dróg na przykładzie Poznania.
- 3) wykorzystania NDVI jako wskaźnika zieloności, na przykładzie 38 największych polskich miast.

Omówione zostaną najważniejsze wnioski płynące z powyższych badań. Zaprezentowany zostanie również wpływ metody analitycznej na wyniki rankingów zieloności polskich miast, które różnią się istotnie w zależności od przyjętych założeń metodycznych. Wyniki te wskazują, jak istotne jest przyjęcie jednorodnych standardów w tego rodzaju działaniach planistycznych przynajmniej na szczeblu krajowym.

In Search of Standards for Geoinformation Analysis in Assessing Accessibility to Urban Green Space

Patrycja Przewoźna^{1*}

¹ Adam Mickiewicz University, Faculty of Geographical and Geological Sciences, Department of Geoinformation
ul. B.Krygowskiego 10, 61-680 Poznań

* autor do korespondencji, pwysocka@amu.edu.pl

Keywords: Urban Green Spaces, accessibility measures, spatial databases, geoinformation in spatial planning, WHO recommendations

Abstract

One of the challenges facing public administrations is the implementation of planning strategies that ensure universal access to Urban Green Spaces (UGS), in line with one of the 17 Sustainable Development Goals adopted by UN member states in 2015. UGS accessibility is undoubtedly a critical issue but, at the same time, a difficult one to implement, as it requires the introduction of a series of definitions and indications to enable comparative analyses of both the baseline and the change achieved within the timeframe envisaged by the UN resolution, i.e., by 2030.

Meanwhile, it is in vain to look for uniform standards. A reference point for many European cities, the 2016 WHO report recommends spatial analyses and identifiers to help determine accessibility to UGS. Nevertheless, they are not mandatory. Moreover, they can also raise several questions, according to a recent study conducted at Adam Mickiewicz University. This paper reviews them and addresses several guidelines related to the analysis of the accessibility to UGS recommended by the WHO, including:

- 1) sources of spatial land cover data - comparison of UGS delineated with the help of recommended Urban Atlas and Corine Land Cover data to results achieved with Open Street Map and local data such as the Polish Topographic Objects Database 10k based on the example of three Polish cities: Poznań, Gdansk, and Raciborz.
- 2) indications for the realization of an accessibility analysis based on Euclidean distance - the consequences of this choice were analyzed in detail in comparison with distance calculated based on the road network in the example of Poznań.
- 3) using NDVI as an indicator of greenness, using the example of 38 major Polish cities.

The most important conclusions from the above studies will be discussed. The influence of the analytical method on the results of the greenness rankings of Polish cities, which differ significantly depending on the methodological assumptions adopted, will also be presented. These results show how important it is to adopt homogeneous standards in such planning activities, at least at the national level.

Monitoring zmian dostępności do terenów zieleni o funkcji rekreacyjnej - ocena ustaleń planu zagospodarowania przestrzennego

Joanna Jaroszewicz^{1*},

¹Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska, Zakład Gospodarki Przestrzennej i Nauk o Środowisku Przyrodniczym, Pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa

* autor do korespondencji, joanna.jaroszewicz@pw.edu.pl

Słowa kluczowe: dostępność, 2SFCA, GIS, symulacja zmian zagospodarowania, zrównoważony rozwój, model podaży-popyt

Streszczenie

Zielone tereny rekreacyjne w mieście poprawiają znacząco jakość życia mieszkańców. W wielu ankietach lub podczas konsultacji społecznych mieszkańcy wyrażają potrzebę dostępu do terenów zielonych o funkcji rekreacyjnej. Miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego definiują tereny o określonej funkcji i zasadach zagospodarowania, w tym tereny zielone, brakuje natomiast narzędzi pozwalających na monitorowanie następujących zmian dostępności tych terenów na skutek realizacji zapisów planu. W analizach GIS dostępność często jest analizowana jako minimalna droga lub czas dotarcia do najbliższego obiektu lub liczba obiektów (powierzchnia), do których można dotrzeć w zadanym czasie. Jednak tego typu podejście nie zawsze jest wystarczające. Wprowadzając nową zabudowę mieszkaniową zwiększa się „ciążenie” terenów zieleni potencjalnymi użytkownikami. Dlatego ocena dostępności powinna być wyznaczana za pomocą modeli uwzględniających nie tylko podaż (obszar parków w zadanej odległości) ale również popyt (liczba prawdopodobnych użytkowników). Jednym z modeli podaży-popyt jest model przestrzennej dekompozycji opracowany przez Radke i Mu w 2000 roku, który stał się z kolei podstawą do opracowania przez Luo i Wanga w 2003 modelu 2SFCA (2 Stage Focus Catchment Area). Model 2SFCA w ostatnich latach z powodzeniem został użyty w analizie dostępności parków. Na podstawie idei modelu 2SFCA opracowana została nowatorska metoda analizy danych przestrzennych, pozwalająca nie tylko na ocenę dostępności z uwzględnieniem podaży i popytu, ale również na monitorowanie zmian dostępności do terenów zieleni o funkcji rekreacyjnej na skutek realizacji inwestycji mieszkaniowych w sąsiedztwie. Sama idea wykorzystania wskaźników planowania przestrzennego do oceny jakości ustaleń planu nie jest nowa, ale jak dotąd, nie była ona oparta na analizie zmian dostępności w modelu podaży-popyt. W referacie przedstawione zostaną założenia dla opracowanej metodyki oraz przykłady jej wykorzystania. Wyniki uzyskane dla analizowanych przykładów miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego wskazują, że dokumenty planistyczne nie zabezpieczają w wystarczającym stopniu dostępności do terenów zielonych o funkcji rekreacyjnej, jeżeli w ocenie uwzględniony zostanie wzrost popytu generowany przez potencjalnych nowych mieszkańców.

Abstract

Green recreational areas in the city significantly improve residents' quality of life. In many surveys or during social consultations, residents express the need for access to green recreational areas. Local spatial development plans specify areas with specific functions and development principles, including green areas. However, there are no tools for monitoring changes in the accessibility of these areas due to the implementation of the plan. In GIS analysis, accessibility is often defined as the minimum distance or time to reach the nearest feature or the number of features (area) that can be reached in a given time. However, this type of approach is not always sufficient. Introducing new residential buildings increases the "load" of green areas with potential users. Therefore, the assessment of accessibility should be determined using models that consider not only the supply (area of parks at a given distance) but also the demand (number of probable users). One of the demand and supply models is the spatial decomposition model developed by Radke and Mu in 2000, which became the basis for developing the 2SFCA (2 Stage Focus Catchment Area) model by Luo and Wang in 2003. The 2SFCA model has been successfully used in park accessibility analysis recently. Based on the idea of the 2SFCA model, an innovative method of spatial data analysis was developed, allowing not only to assess of accessibility by taking into account supply and demand but also to monitoring changes in accessibility to green recreational areas as a result of the implementation of residential investments in the vicinity. Using spatial planning indicators to assess planning systems' quality is not new. However, it has not been based on analysing accessibility changes in the supply-demand model. The article will present the assumptions of the developed methodology and examples of its use. The results obtained for the analysed examples of local spatial development plans indicate that planning documents do not sufficiently secure access to green recreational areas if the increase in demand generated by potential new residents is considered in the assessment.

Formalny zapis reguł prawnych obowiązujących w przestrzeni lokalnej

Anna Barańska^{1*}, Konrad Eckes²

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

² Państwowa Wyższa Szkoła Techniczno-Ekonomiczna im. ks. Bronisława Markiewicza w Jarosławiu, ul. Czarnieckiego 16, 37-500 Jarosław

* autor do korespondencji, abaran1@agh.edu.pl

Słowa kluczowe:

doraźne relacje do przestrzeni, algorytmizacja procedur, grafy, schematy blokowe, macierze przejścia, macierze relacji

Streszczenie

Oprócz powszechnie znanych trwałych relacji prawnych osób lub instytucji do fragmentów przestrzeni Ziemi (nieruchomości) – istnieją szeroko stosowane doraźne relacje do przestrzeni realnej, o znacznie zróżnicowanym czasie trwania. Takie relacje, do pewnych zakresów przestrzeni geograficznej, są funkcją nabytych uprawnień i obowiązują w ściśle określonym czasie. Uprawnienie takie można uznać za umowę cywilną na zajęcie pewnej lokalnej przestrzeni – po spełnieniu określonych warunków. Na przykład, parkując przy atrakcyjnych obiektach turystycznych zawieramy umowę, której przedmiotem jest zajęcie miejsca parkingowego na określony czas. Tego typu relacje są powszechne w życiu codziennym i przybierają znacznie zróżnicowane formy, których podstawowym atrybutem jest odniesienie do szeroko rozumianego fragmentu przestrzeni geograficznej, nie tylko będącego fragmentem powierzchni Ziemi.

Powszechność tych relacji w życiu codziennym nie stanowiła jeszcze niedawno wyzwania w zakresie prób ich formalizowania. Ale wchodzące zdobyte techniki, jak choćby cyfryzacja płatności, algorytmizacja procedur, identyfikacja dokumentów i osób – stanowią w czasach współczesnych wyzwanie do nadania doraźnym relacjom do przestrzeni – jakiejś postaci zapisu formalnego.

Problem formalnego zapisu reguł prawnych, obowiązujących w przestrzeni lokalnej, zostanie przedstawiony na przykładzie reguł związanych z prawem wjazdu na teren kampusu uniwersyteckiego, wraz z lokalnymi regułami ruchu i parkowania – z uwzględnieniem szeregu parametrów przestrzennych i skalarnych. Spośród nich można wymienić niektóre dominujące:

- zróżnicowanie przestrzeni lokalnej (ustanowienie stref parkowania) i zróżnicowanie uprawnień do dostępu do fragmentów terenu kampusu,
- uwzględnienie czynnika czasu, nie tylko w sensie jego limitu, lecz także w sensie modyfikowania reguł w funkcji czasu, np. w zależności od dni tygodnia,
- zapewnienie gwarancji stałych dla służb ratowniczych lub gwarancji nabytych z uwagi na pełnione funkcje w hierarchii władz uniwersytetu,
- uwzględnienie szeregu innych uprawnień – dla niepełnosprawnych, gości uniwersytetu i dostawców oraz różnych innych form uprawnień, jak na przykład uprawnienia z limitem wielokrotnym.

Do formalnego zapisu reguł obowiązujących w przestrzeni lokalnej przyjęto różne formy notacji – matematyczną i informatyczną, między innymi technikę grafów, schematy blokowe, macierze przejścia i macierze relacji.

Referat przedstawia próbę sformalizowania nie tylko relacji do przestrzeni, lecz także próbę zapisu reguł zachowania się w tej przestrzeni, w sieci dróg lokalnych. Przedstawia też procedury postępowania, gdy zbiór miejsc w strefach jest mniejszy niż realna liczba uprawnionych. W przypadku zapisu reguł behawioralnych podano zasadę budowy algorytmów odniesionych do listy działań zakazanych. Podjęto próbę zapisu reguł nakazowych jako relację do listy obowiązków lub zamianę obowiązku na działanie przeciwne – kwalifikowane jako zakazane.

Powszechnie budowane reguły współżycia społecznego, pisane językiem urzędowym czy prawnym, mają charakter ogólny i w nielicznych, konkretnych przypadkach odnoszą się do przestrzeni geograficznej. W niniejszym opracowaniu zastosowano autorskie podejście do problemu: czynnikiem odniesienia nie jest zasada ogólna, lecz fragment realnej przestrzeni i tenże fragment jest czynnikiem integrującym reguły na nim obowiązujące.

Formal Record of Legal Rules for Local Space

Anna Barańska^{1*}, Konrad Eckes²

¹ AGH UST University of Science and Technology, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

² The State University of Technology and Economics in Jarosław, ul. Czarnieckiego 16, 37-500 Jarosław

* corresponding author, abaranl@agh.edu.pl

Keywords:

interim relations to space, algorithmisation of procedures, graphs, flowcharts, transition matrices, relationship matrices

Abstract

In addition to the well-known permanent legal relationships of persons or institutions to fragments of the Earth's space (real estate) - there are widely used ad hoc relationships to real space, of widely varying duration. Such relations, to certain ranges of geographic space, are a function of acquired powers and are valid for a strictly defined period of time. Such an entitlement can be regarded as a civil contract for the occupation of a certain local space – once certain conditions are met. For example, when parking at attractive tourist sites, we enter into a contract to occupy a parking space for a specific period of time. Relationships of this type are common in everyday life and take on a wide variety of forms, the basic attribute of which is reference to a broadly defined fragment of geographical space, not just being a fragment of the Earth's surface.

The ubiquity of these relationships in everyday life has not, until recently, posed a challenge to attempts to formalise them. But incoming technological advances, such as the digitisation of payments, the algorithmisation of procedures, the identification of documents and persons – present a challenge in modern times to give ad hoc relations to space – some form of formal record.

The problem of formally writing down the legal rules that apply in local space will be presented using the example of rules related to the right of entry to the university campus, together with local traffic and parking rules – taking into account a number of spatial and scalar parameters. Of these, some dominant ones can be mentioned:

- differentiation of local space (establishment of parking zones) and differentiation of access rights to parts of the campus,
- taking into account the time factor, not only in the sense of its limit, but also in the sense of modifying the rules as a function of time, e.g. according to the days of the week,
- the provision of permanent guarantees for emergency services, or guarantees acquired by virtue of their function in the hierarchy of university authorities,
- the inclusion of a range of other entitlements - for the disabled, university visitors and suppliers, and various other forms of entitlements such as those with multiple limits.

Various forms of notation - mathematical and information technology – have been adopted to formally record the rules of the local space, including graph technique, flowcharts, transition matrices and relation matrices.

The paper presents an attempt to formalise not only the relationship to the space, but also an attempt to write down the rules of behaviour in that space, in the local road network. It also presents the procedures to be followed when the set of spaces in the zones is smaller than the real number of entitled persons. For the notation of behavioural rules, the principle of construction of algorithms related to the list of prohibited actions is given. An attempt has been made to write prescriptive rules as a relation to a list of obligations or the conversion of an obligation into an opposite action – qualified as prohibited.

Commonly constructed rules of coexistence, written in official or legal language, are general in nature and in few specific cases refer to geographical space. In this study, the author's approach to the problem is applied: the reference factor is not a general rule, but a fragment of real space and this fragment is the integrating factor of the rules on it.

Praktyczne możliwości pgRouting rozszerzenia przestrzennej bazy danych PostgreSQL/PostGIS w analizach sieciowych

Robert Kostecki

Pracownia Geoinformatyki Stosowanej, Instytut Geoekologii i Geoinformacji, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ul. B. Krygowskiego 10, 61-680 Poznań

kostecki@amu.edu.pl

Słowa kluczowe: analiza sieciowa, pgRouting, analiza dostępności, przestrzenne bazy danych, PostGIS, PostgreSQL

Streszczenie

System baz danych PostgreSQL został wyposażony w rozszerzenie PostGIS, które pozwala przechowywać i obsługiwać dane przestrzenne wektorowe w tym geometryczne, geograficzne i topologiczne oraz rastrowe. Takie rozwiązanie pozwala wykorzystać możliwości systemu bazodanowego do tworzenia zapytań i skryptów w języku SQL przetwarzających dane przestrzenne i wykonujących zaawansowane analizy przestrzenne. Rozszerzenie przestrzenne jest dynamicznie rozwijane od 2001 roku w ramach otwartych projektów OSGeo i od tego czasu zostało wyposażone szeregiem funkcji obsługujących najważniejsze formaty danych przestrzennych i umożliwiających automatyzację wykonywania analiz przestrzennych. Na potrzeby analiz sieciowych przestrzenna baza danych PostGIS od 2007 roku została wyposażona w bibliotekę pgRouting. Biblioteka początkowo implementowała algorytm Dijkstra do wyszukiwania najkrótszej drogi. Obecnie można wykonywać zaawansowane analizy sieciowe takie jak np. wyznaczenie izochron, analiza najkrótszej trasy różnymi metodami (np. algorytm A*) czy problem komiwojażera. Zaletą rozwiązania jest fakt że geometrie sieci i atrybuty są przechowywane w jednej tabeli, natomiast dane mogą być oparte na dowolnej sieci połączonej topologicznie. Odpowiednie dopasowanie atrybutów do sieci pozwala przygotować tabelę węzłów, graf ważony i nieważony, odmienny koszt przemieszczania się tam i z powrotem, graf skierowany i nieskierowany. Ponadto rozszerzenie jest wyposażone w funkcje pozwalające przygotować sieć i poprawić jej topologię. Fakt, że narzędzie jest wbudowane w bazę danych pozwala zaimplementować przy pomocy skryptów w języku SQL szereg algorytmów takich jak najkrótszej drogi, najkrótszej drogi z barierami, najmniejszego kosztu, dostępności czasowej lub obszar dostępności usługi (service area). Jeszcze jedną zaletą rozwiązania jest łatwość uruchomienia analiz sieciowych z pgRouting w serwisie webowym i wykonywania ich w czasie rzeczywistym przez użytkownika interfejsu internetowego. Celem badań jest zaprezentowanie możliwości analitycznych biblioteki pgRouting w przykładowych analizach sieciowych w oparciu o wektorową sieć drogową z obszaru miasta Poznań i powiatu poznańskiego. Wynikiem badań są skrypty w języku SQL wykonujące analizę dostępności i najkrótszej drogi.

Abstract

The PostgreSQL database system has been equipped with the PostGIS spatial extension, which enables the storage and handling of vector spatial data such as geometry, geography and topology, as well as raster. Described solution enables database system to create SQL queries and scripts with processing spatial data and perform advanced spatial analysis. Spatial extension has been developing dynamically since 2001 in the frame of open community OSGeo and since that time was equipped in a number of functions serving the most important geospatial formats and providing automation of spatial analysis. The library pgRouting has been developed with PostGIS since 2007 for network analysis. Initially the shortest path Dijkstra algorithm was implemented in the library. Currently the library enables advanced network analysis for example determination of isochrones, shortest path with different methods (e.g. A* algorithm) or Traveling Sales Person problem. The advantage of the solution is the way the geometry and attributes of the network are stored in a single table, and the data can be based on any topologically connected road network. Properly applied attributes to the network edges enable the preparation of the table of nodes, weighted and unweighted graph, different path cost and reverse cost, directed and undirected graph. In addition, the extension is equipped with special functions to ensure the preparation and correction of the network. The fact that the tool is built into the database, enables implementation of a number of algorithms in SQL language: shortest path, shortest path with restrictions, the lowest cost, the time availability or service area. Another advantage of the presented solution is the simplicity of running network analyses using pgRouting on a website and running them in real time by the user. The main aim of the research is to present the analytical capabilities of pgRouting library in a case study based on the example road network from the city of Poznań and the Poznań district. The result of the research are SQL scripts that analyze the availability and the shortest path problems.

Szczegółowa identyfikacja potencjału do usług ekosystemowych Zielonej Infrastruktury w strefie zabudowy miejskiej małych i średnich miast w Polsce

Joanna Adamczyk ^{1*}, Agata Cieszewska ¹, Renata Giedych ¹, Barbara Szulczewska ²

¹ *Katedra Architektury Krajobrazu, Instytut Inżynierii Środowiska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa*

² *Instytut Rozwoju Miast i Regionów, ul. Targowa 45, 03-728 Warszawa*

* *joanna_adamczyk@sggw.edu.pl*

Słowa kluczowe: Zielona Infrastruktura, małe i średnie miasta, indeksy wegetacyjne, klasyfikacja obiektowa, usługi ekosystemowe

Streszczenie

Prezentowane opracowanie zostało zrealizowane w ramach projektu, mającego na celu uzyskanie wielowymiarowego obrazu dotyczącego stanu, istotności oraz perspektyw użytkowania Zielonej Infrastruktury (ZI) w małych i średnich miastach w Polsce. Badania dotyczące ZI zazwyczaj realizowane są dla dużych miast, natomiast małe jest zainteresowanie badaczy miastami małymi i średnimi. Z naszych badań wynika również, że jedynie w pojedynczych miastach tematyka dotycząca ZI jest obecna w dokumentach planistycznych.

Celem badania była ocena potencjału do usług ekosystemowych stwarzanego przez ZI małych i średnich miast w Polsce. W ocenie ogólnej na poziomie 256 miast posłużono się Bazą Danych Obiektów Topograficznych 10k. Pomimo pozornej szczegółowości danych z BDOT 10k, w skali lokalnej na obszarach zabudowy miejskiej konieczne było uszczegółowienie tej informacji. Prezentowaną analizę wykonano dla 20 miast przy szczególnym uwzględnieniu terenów zabudowy miejskiej. Celem było odzwierciedlenie perspektywy jakości życia mieszkańców oraz weryfikacja usług ekosystemowych obecnych w obszarach zabudowy.

W badaniu posłużono się zobrazowaniami Planet Scope, z których wykonano szereg indeksów spektralnych służących do identyfikacji roślinności. Testowano je pod kątem możliwości identyfikacji roślinności średniej oraz wysokiej, w sąsiedztwie terenów o pokryciu nieprzepuszczalnym, odkrytej gleby i systematycznie koszonej trawy. Wynikiem była czterostopniowa klasyfikacja terenów towarzyszących zabudowie na pokryte: roślinnością średnią i wysoką wielowarstwową, roślinnością wysoką bądź średnią jednowarstwową, trawiaste, nie pokryte roślinnością. Następnie zbadano kontekst przestrzenny wyników obiektów, co umożliwiło identyfikację ich funkcji, m.in. zieleń osiedlowa, zieleńce w zwartej zabudowie, zieleń towarzysząca zabudowie jednorodzinnej. Zbadano również łączność tych obiektów. Otrzymane wyniki pozwoliły na znaczną poprawę wykrywalności terenów zieleni miejskiej oraz identyfikacji ich łączności. Tym samym możliwa była znacznie bardziej realna ocena jakości życia mieszkańców oraz wnioskowanie o stanie ZI w badanych miastach.

Abstract

The presented study was carried out as part of a project to obtain a multidimensional picture concerning the status, relevance and prospects for using Green Infrastructure (GI) in small and medium-sized cities in Poland. Research on GI is usually carried out in large cities, while there needs to be more interest among researchers in small and medium-sized cities. Our study also shows that GI is only present in single cities in planning documents.

The study aimed to assess the potential for ecosystem services provided by the GI of small and medium-sized cities in Poland. In the general assessment at the level of 256 cities, the 10k Topographic Object Database was used. Despite the apparent level of detail in the BDOT 10k data, it was necessary to provide more detailed information at a local scale in urban development areas. The analysis presented here was carried out for 20 cities, focusing on urban development areas. The aim was to reflect the residents' quality of life perspective and verify the ecosystem services present in built-up areas.

For the study, we used Planet Scope imagery, from which a set of vegetation indices were made. These were tested for their ability to identify medium and tall vegetation in the vicinity of areas with impervious cover, bare soil, and systematically mown grass. The result was a four-stage classification of the areas accompanying the development into those covered with multi-layered medium and high vegetation, single-layered high or medium vegetation, and grass not covered with vegetation. The spatial context of the resulting objects was then investigated, allowing their functions to be identified, e.g. residential green spaces, pocket parks in a dense development, and vegetation accompanying single-family housing. The connectivity of these structures was also investigated. The results made it possible to significantly

improve the detection of urban green areas and identify their connectivity. Thus, it was possible to make a much more realistic assessment of the inhabitants' quality of life and to infer the state of ZI in the surveyed cities.

System monitoringu zanieczyszczenia nocnego nieba na obszarze miasta Torunia

Mieczysław Kunz, Dominika Karpińska

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej, Katedra Geomatyki i Kartografii

Streszczenie

Zanieczyszczenie sztucznym światłem nocnego nieba ma genezę wyłącznie antropogeniczną i dotyczy dzisiaj wszystkich obszarów zamieszkałych przez człowieka czy związanych z jego działalnością, a także obserwowane jest coraz intensywniej poza strefami zurbanizowanymi. Jest to problem globalny, którego konsekwencje dotyczą nie tylko zdrowia i codziennego funkcjonowania człowieka, ale wpływa na wszystkie organizmy żywe, zarówno rośliny, jak i zwierzęta.

Na obszarze miasta Torunia pomiary zanieczyszczenia światłem nocnego zaczęto realizować już na przełomie lat 2017/2018 przy wykorzystaniu ręcznych fotometrów SQM-L kanadyjskiej firmy Unihedron. Pozyskane wówczas doświadczenie, podczas tych powtarzalnych przez 12 miesięcy, manualnych akwizycji danych pozwoliło na zaplanowanie i stopniową realizację projektu badawczego, którego efektem było powstanie sieci monitoringu.

Głównym celem tego projektu było zaprojektowanie własnej konstrukcji ekonomicznego w produkcji urządzenia pomiarowego, których rozmieszczenie na terenie miasta w zintegrowaną sieć rejestracyjną, zapewni długookresową, automatyczną oraz systematyczną rejestrację na stałych stanowiskach pomiarowych i tym samym umożliwi poznanie skali przestrzennej i zmienności czasowej zjawiska. Projekt realizowany był w kilku etapach, finansowych z różnych źródeł, i obecnie system monitoringu składa się 24 stanowisk pomiarowych oraz 5 bram dostępowych opartych na technologii LoRaWAN (stan na sierpień 2023), a ich liczba systematycznie się zwiększa się.

Dla udostępniania danych pomiarowych tworzony jest system webowy, który będzie funkcjonował pod adresem atmosfera.umk.pl prezentując w czasie rzeczywistym wszystkie pozyskiwane dane przestrzenne oraz umożliwiając dokonywanie wybranych analiz.

O zdefiniowaniu geoinformacji jako (sub-)dyscypliny naukowej

Zbigniew Zwoliński¹, Marek Baranowski², Elżbieta Bielecka³, Szymon Chmielewski⁴, Dariusz Gotlib⁵, Iwona Jażdżewska⁶, Jacek Kozak⁷, Piotr Werner⁸

¹Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ²Polskie Towarzystwo Informatyki, Warszawa, ³Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie, ⁴Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ⁵Politechnika Warszawska w Warszawie,

⁶Uniwersytet Łódzki w Łodzi, ⁷Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, ⁸Uniwersytet Warszawski w Warszawie

Streszczenie

W ostatnich kilkudziesięciu latach powstało wiele nowych dyscyplin naukowych, które spektakularnie szybko znalazły się w czołówce uprawianych dyscyplin w nauce światowej. Wśród nich plasuje się także geoinformacja jako nauka interdyscyplinarna czy transdyscyplinarna. Celem prezentacji jest przedstawienie różnych poglądów na postrzeganie geoinformacji jako nauki i zaproponowanie takiej jej definicji, która mogłaby zadowolić, jeśli nie wszystkie to przynajmniej większość polskich środowisk naukowych zajmujących się geoinformacją. Dyskusje te były prowadzone na wielu różnych gremiach i dopiero w ramach Sieci Naukowej Analiz Geoprzestrzennych został powołany 3-osobowy zespół (prof. prof. D.Gotlib, I.Jażdżewska i Zb.Zwoliński), którego zadaniem było przygotowanie, przeprowadzenie i podsumowanie dyskusji nt. podstawowych definicji związanych z geoinformacją. Zasadniczą trudnością w jednoznacznej definicji geoinformacji jest fakt stwierdzany przez Gajos-Grzeticia (2017) podkreślający, że system terminologiczny nauki o geoinformacji jest częściowo derywowany z systemów terminologicznych innych dyscyplin naukowych, co powoduje, że w „wielu przypadkach terminy są wyposażone w kilka definicji, uwzględniających różne interpretacje semantyczne tego samego wyrażenia”. Zespół po rozpatrzeniu różnych aspektów zdefiniowania geoinformacji zaprosił do współpracy innych współautorów tej prezentacji i na tle różnych wyzwań stojących przed geoinformacją, analizy kontekstu stosowania słowa „geoinformacja” na podstawie baz bibliograficznych *Web of Science* i *Scopus* oraz dokumentu *Geographic Information Science and Technology Body of Knowledge* zaproponował następującą definicję geoinformacji lub inaczej nauki o informacji geograficznej: to nauka o geodanych, ich zarządzaniu, analizie i modelowaniu z wykorzystaniem technologii geoinformatycznych.

On Defining Geoinformation as a Scientific (Sub-)Discipline

Abstract

In the last few decades, many new scientific disciplines have emerged, which spectacularly quickly became one of the leading disciplines in world science. Among them, there is also geoinformation as an interdisciplinary or transdisciplinary science. The aim of the presentation is to present different views on the perception of geoinformation as a science and to propose a definition that would satisfy, if not all, then at least the majority of Polish scientific communities dealing with geoinformation. These discussions were conducted at many different assemblies, and it was only within the Scientific Network of Geospatial Analysis that a 3-person team was established (Prof. D.Gotlib, Prof. I.Jażdżewska and Prof. Zb.Zwoliński), whose task was to prepare, conduct and summarize the discussion on basic definitions related to geoinformation. The main difficulty in an unambiguous definition of geoinformation is the fact stated by Gajos-Grzetic (2017) who emphasizes that the terminology system of geoinformation science is partly derived from the terminology systems of other scientific disciplines, which means that in "many cases the terms are equipped with several definitions, taking into account different semantic interpretations of the same expression". The team, after considering various aspects of defining geoinformation, invited other co-authors of this presentation to cooperate and against the background of various challenges facing geoinformation, an analysis of the context of the use of the word "geoinformation" on the basis of the *Web of Science* and *Scopus* bibliographic databases and the *Geographic Information Science and Technology Body of Knowledge* document, proposed the following definition of geoinformation or, in other words, the science of geographic information: is the science on geodata, their management, analysis and modeling using geoinformation technologies.

Geoinformacja i genealogia: obszary wspólne, możliwości wzajemnego wykorzystania

Stanisław Szombara

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Streszczenie

W ostatnich latach zauważalny jest rosnący trend popularności badań genealogicznych. Ma to związek ze wzrostem dostępności źródeł, a także z rosnącą liczbą oprogramowania i usług genealogicznych. W referacie poruszono dwa wątki związane z obszarem wspólnym tych dwóch wydawałoby się niepowiązanych ze sobą dziedzin. Przedstawiono możliwości wykorzystania narzędzi geoinformatycznych w badaniach genealogicznych. Z drugiej strony zarysowano możliwości włączenia danych genealogicznych jako źródła w Systemach Informacji Historycznogeograficznej (HGIS). Jako przykład opracowania zaprezentowano geoportal przedstawiający właścicieli domów w Białobrzegach koło Łańcuta, wykonany przy wykorzystaniu map Stałego Katastru Galicyjskiego.

Wykorzystanie nauczania maszynowego oraz monoskopowych zdjęć satelitarnych do generowania modeli 2.5D budynków

Kamil Grudzień^{1*}

¹ KPGeo Sp. z o.o., ul. Królewska 65, 30-081 Kraków

* autor do korespondencji, k.grudzien@kpgeo.pl

Słowa kluczowe: uczenie maszynowe, detekcja obiektów, modele budynków, 2.5D, zdjęcia satelitarne

Streszczenie

Celem projektu dofinansowanego przez NCBiR było opracowanie technologii pozwalającej na automatyczne pozyskiwanie obrysów budynków oraz uzyskiwanie informacji o ich relatywnej wysokości na podstawie zdjęć satelitarnych. Technologia została oparta o algorytmy uczenia maszynowego w postaci sztucznych sieci neuronowych Mask R-CNN oraz metody analiz i przetwarzania danych geoprzestrzennych. Jako dane wejściowe do procesu wytwarzania modeli budynków 2.5D posłużyły monoskopowe, wysokorozdzielcze zdjęcia satelitarne oraz informacje zawarte w metadanych tych zdjęć. Rozwiązanie opracowywano na podstawie zdjęć pozyskanych z satelitów: SuperView, WorldView-3, WorldView-4 oraz GeoEye-1. Wykorzystane zdjęcia musiały charakteryzować się określonymi cechami dotyczącymi: elewacji słońca, rozdzielczości przestrzennej, zachmurzenia oraz kąta odchylenia od nadiru. Opracowaniem objęto 120 lokalizacji z całego świata w celu zapewnienia różnorodności architektury budynków, a także gęstości zabudowy oraz wysokości budynków. Na podstawie wybranych zdjęć oraz manualnie pozyskanych obrysów obiektów przeprowadzono proces uczenia maszynowego zmodyfikowanej sieci Mask R-CNN. Przetestowano dwa podejścia. Pierwsze bazujące na pojedynczych zdjęciach oraz drugie bazujące na dwóch zdjęciach tego samego obszaru, ale różniących się pod względem ich charakterystyk. Podejście drugie uzyskiwało znacząco lepsze rezultaty detekcji obiektów oraz dokładności określania ich wysokości. W wyniku przeprowadzonych badań uzyskano metody pozwalające na automatyczne pozyskiwanie modeli 2.5D budynków ze zdjęć satelitarnych monoskopowych. Opracowane rozwiązanie charakteryzujące się: poziomem detekcji obiektów równym w przybliżeniu 90%, dokładnością horyzontalną na poziomie CE90 = 3.0m oraz dokładnością wertykalną na poziomie LE90 = 4.0m, pozyskiwanych modeli budynków. Modele takie znajdują szerokie zastosowanie w planowaniu przestrzennym, telekomunikacji, analizach hałasu, lotnictwie, czy zarządzaniu kryzysowym.

Abstract

The aim of the project financed by the NCBiR was to develop a technology that would allow for the automatic acquisition of building outlines and obtaining information about their relative height based on satellite images. The technology was based on machine learning algorithms in the form of Mask R-CNN artificial neural networks and methods for analyzing and processing geospatial data. Monoscopic, high-resolution satellite images and information contained in the metadata of these images were used as input data for the production of 2.5D building models. The solution was developed on the basis of images obtained from the following satellites: SuperView, WorldView-3, WorldView-4 and GeoEye-1. The images used had to be characterized by specific values regarding: sun elevation, spatial resolution, cloud cover and off-nadir angle. The study covered 120 locations around the world to ensure the diversity of building architecture, as well as building density and building heights. On the basis of selected images and manually obtained outlines of objects, the machine learning process of the modified Mask R-CNN network was carried out. Two approaches were tested. The first one based on a single image and the second one based on two images of the same area, but different in terms of their characteristics. The second approach achieved significantly better results in the detection of objects and the accuracy of determining their height. As a result of the research, methods were obtained that allow the automatic acquisition of 2.5D models of buildings from monoscopic satellite images. A developed solution characterized by: object detection level of approximately 90%, horizontal accuracy at the level of CE90 = 3.0m and vertical accuracy at the level of LE90 = 4.0m, of the acquired building models. Such models are widely used in spatial planning, telecommunications, noise analysis, aviation and crisis management.

Wybrane metody głębokiego uczenia maszynowego w zautomatyzowanym systemie pomiarów objętościowych w oparciu o dane UAV

Sławomir Mikrut^{1*}, Leszek Balcarczyk², Joachim Pawliński², Michał Huppert³

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie, al. Mickiewicza 30 30-059 Kraków

³ 3D FORMAT sp. j., ul. Gen. W. Sikorskiego 115A, 44-103 Gliwice

³ InvestGIS Sp. z o.o. ul. Czarnowiejska 36, 30-128 Kraków, mhuppert@investgis.pl

* autor do korespondencji, smikrut@student.agh.edu.pl

Słowa kluczowe: fotogrametria, UAV, skaning laserowy, AI, deep learning

Streszczenie

Pomiary z wykorzystaniem dronów umożliwiły wprowadzenie istotnych zmian w inwentaryzacji i monitorowaniu terenów górniczych. Pomiary tą techniką stały się szybsze i prostsze a opracowanie danych staje się coraz bardziej automatyczne. Wykonane z platform UAV zdjęcia umożliwiają działom mierniczym w kopalniach dokładne odzwierciedlenie sfotografowanego terenu i dokonanie szybkich pomiarów, które wykorzystane mogą być m.in. do obliczenia objętości mas.

Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie we współpracy z Politechniką Śląską oraz firmą 3D Format z Gliwic opracowała system do zautomatyzowanych pomiarów objętościowych bazujących na fotogrametrii niskopułapowej z wykorzystaniem zdjęć niemetrycznych oraz algorytmów sztucznej inteligencji (AI) do świadczenia usług cyklicznych pomiarów objętości na rynku polskim. Ideą systemu jest pozyskanie danych w sposób automatyczny, następnie udostępnienie danych w chmurze, maksymalna automatyzacja pomiaru i wynik w czasie prawie rzeczywistym. Całość procesu ma być przeprowadzona w oparciu o oprogramowanie dostępne przez stronę www.

Projekt podzielony był na kilka etapów, w niniejszej publikacji autorzy skupiają się na automatyzacji pomiaru fotopunktów oraz procesie filtracji chmury punktów metodami klasycznymi jak i uczenia maszynowego (głębokie uczenie). W artykule podano wyniki badań zautomatyzowanego procesu pozyskiwania i opracowywania danych fotogrametrycznych pod kątem obliczania objętości mas ukazując wpływ metod uczenia maszynowego. W ramach badań opracowano algorytm bazujący na metodach klasycznych, a następnie opracowano własne algorytmy bazujące na metodach głębokiego uczenia maszynowego w oparciu o sieci MLP. Wyniki badań pokazały, że po dobrym uczeniu metody neuronowe mogą być skuteczniejsze od metod klasycznych. W pracy ukazano również autorskie rozwiązania filtracji chmury punktów usprawniające prace związane z działaniem systemu tj. końcowym obliczeniem objętości mas.

Selected Deep Learning Methods in an Automated Volumetric Measurement System Based on UAV Data

Abstract

Drone surveys have enabled significant changes to be made to the inventory and monitoring of mining sites. Measurements using this technique have become faster and simpler and data processing is becoming increasingly automatic. Images taken from UAV platforms enable surveying departments in mines to accurately reflect the photographed terrain and take quick measurements that can be used, for example, to calculate the volume of masses.

AGH University of Krakow in cooperation with the Silesian University of Technology and "3D Format" company from Gliwice, has developed a system for automated volumetric measurements based on low-light photogrammetry using non-metric images and artificial intelligence (AI) algorithms to provide cyclic volume measurement services to the Polish market. The idea behind the system is to acquire data automatically, then make the data available in the cloud,

maximise the automation of the measurement and the result in near real time. The whole process is to be carried out based on software accessible via a website.

The project was divided into several stages; in this publication, the authors focus on the automation of the photopoint measurement and the point cloud filtering process using both classical and machine learning (deep learning) methods. The paper gives the results of a study of the automated process of acquiring and processing photogrammetric data in terms of calculating mass volumes showing the impact of machine learning methods. The research included the development of an algorithm based on classical methods, followed by the development of in-house algorithms based on deep machine learning methods based on MLP networks. The results showed that after good learning, neural methods can be more efficient than classical methods. The paper also showed the author's point cloud filtering solutions improve the work involved in the system's operation, i.e. the final calculation of mass volumes.

Wykorzystanie danych satelitarnych Sentinel-1 do szacowania powierzchni zasiewów dla obszaru Polski

Przemysław Slesiński^{1,2}, Magdalena Mleczek^{1,3} Natalia Kotulak^{1,2}

¹ *Uniwersytet Warmiński – Mazurski w Olsztynie/ Wydział Geoinżynierii / Instytut Geodezji i Budownictwa / Katedra Geodezji*

² *Urząd Statystyczny w Olsztynie*

³ *Environment and Sustainability Institute, University of Exeter, Cornwall, UK*

* *autor do korespondencji p.slesinski@gmail.com*

Słowa kluczowe: Big data, GUS, Sentinel-1/2, statystyka rolnicza, uczenie maszynowe, klasyfikacja obiektowa

Streszczenie

Celem pracy było wykorzystanie satelitarnych danych radarowych z misji Sentinel-1 do rozpoznania upraw oraz szacowania powierzchni zasiewów na potrzeby badań statystycznych. W pracy zaprezentowane są wyniki klasyfikacji obiektowej wykonanej przy użyciu algorytmów uczenia maszynowego dla Polski dla sezonu 2019. Niezbędną w stosowanej metodzie klasyfikacji próbę uczącą stanowiły dane administracyjne pozyskane z bazy ARiMR, a informacje z rekonesansu terenowego wykorzystano do walidacji wyników. Seria czasowa danych radarowych stanowiła zbiór zasadniczy, natomiast dane optyczne ze względu na pokrycie chmurami przez większość sezonu wykorzystano jako zbiór komplementarny do dodatkowej interpretacji. W wyniku klasyfikacji 26 gatunków głównych upraw występujących w badanym obszarze otrzymano najwyższą średnią dokładność (83%) dla metody SVM (Support Vector Machine). Głównym wnioskiem przedstawionej pracy jest potwierdzona przydatność danych satelitarnych do kartowania grup upraw, a tym samym do szacowania ich powierzchni. Problematyczne okazało się rozpoznanie poszczególnych gatunków zbóż. Ograniczeniem wykorzystania danych pochodzących z misji Sentinel-1/2 do kartowania upraw jest rozdzielczość przestrzenna obrazów (10m), która uniemożliwia rozpoznanie małych działek.

Abstract:

The aim of the work was to use satellite radar data from the Sentinel-1 mission to identify crops and estimate their area for the purposes of statistical recordings. The paper presents the results of object classification performed using machine learning algorithms for Poland for the 2019 season. The training sample for classification was the administrative data obtained from the ARMA database, and information from field reconnaissance was used to validate the results. The time series of the radar data was the main set, while the optical data, due to cloud coverage for most of the season, was used as a complementary dataset for deeper interpretation. As a result of the classification of 26 species of the main crops occurring in the study area, the highest average accuracy (83%) was obtained for the SVM (Support Vector Machine) method. The main conclusion of the presented work is the confirmed usefulness of satellite data for mapping crop groups, and thus for estimating their area. The identification of individual cereal species turned out to be problematic. The limitation of the use of data from the Sentinel-1/2 mission for crop mapping is the spatial resolution of the images (10 m), which makes it impossible to recognize small plots.

Przetwarzanie danych GML i DXF w przeglądarce internetowej na przykładzie geoportalu firmy GEOBID

Krzysztof Borys

e-mail: kborys@geobid.pl

Słowa kluczowe: geoportal, DXF, GML, WFS, WMS, GEOBID

Streszczenie

Prezentacja danych geodezyjnych i kartograficznych w sieci Internet ma długą tradycję. Pierwsze rozwiązania oparte o prezentację statycznych obrazów zostały zastąpione przez wyświetlanie dynamiczne umożliwiające przesunięcie mapy, jej powiększenie i pomniejszenie. Początkowo były to rozwiązania autorskie producentów, jednak prawdziwy rozwój nastąpił na początku wieku wraz z wprowadzeniem standardu WMS. Od tego momentu możliwe było rozdzielanie serwera usług WMS od przeglądarki danych WMS. Firma GEOBID od wielu lat rozwija portale mapowe (geoportale). Są one dostępne jako geoportale powiatowe, a od 2021 r. także jako geoportal krajowy: polska.geoportal2.pl. W okresie ostatnich 20 lat nastąpił gwałtowny rozwój przeglądarek, a zwłaszcza ich języka programowania – JavaScript. Obecnie przeglądarki oferują olbrzymie możliwości nie tylko pod kątem funkcjonalności, lecz także prędkości i wydajności. Istnieje możliwość prezentacji zarówno danych rastrowych oferowanych w usłudze WMS, jak i danych wektorowych dostępnych w usłudze WFS oraz w popularnych formatach plików wektorowych: DXF i GML, co będzie zaprezentowane podczas konferencji. Prezentacja plików wektorowych wraz z funkcjonalnością skalowania i przesuwania było do niedawna domeną programów typu desktop. Teraz całą funkcjonalność można zrealizować w przeglądarce internetowej. Połączenie danych rastrowych WMS/WMTS pochodzących z różnych źródeł, ich wzajemne nałożenie oraz dodanie wizualizacji danych wektorowych posiada ogromny potencjał analityczny.

W przypadku plików DXF prezentowane są dane 2D. Prezentacja plików GML jest znacznie bardziej złożona, gdyż dane te nie zawierają informacji o sposobie prezentacji. Połączenie informacji o geometrii zawartej w pliku GML z informacjami zawartymi w rozporządzeniach BDOT500, GESUT i EGİB umożliwiło właściwą wizualizację danych. Dodatkowo oprogramowanie posiada rozbudowany moduł walidacji danych, który wykrywa znaczną część błędów występujących w tego typu plikach.

Abstract

The presentation of geodetic and cartographic data on the Internet has a long tradition. The initial solutions based on displaying static images have been replaced by dynamic displays allowing map panning, zooming, and scaling. Initially, these were proprietary solutions from manufacturers, but the real development occurred at the beginning of the century with the introduction of the WMS standard. From that point, it became possible to separate the WMS service server from the WMS data browser. For many years, GEOBID has been developing map portals (geoportals), available as district-level geoportals, and since 2021, as a national geoportal: polska.geoportal2.pl. Over the last 20 years, there has been a rapid development of web browsers, particularly their programming language – JavaScript. Currently, browsers offer immense capabilities not only in terms of functionality but also in speed and efficiency. It's possible to present both raster data offered in the WMS service, as well as vector data available in the WFS service and popular vector file formats: DXF and GML, which will be presented during the conference. Presentation of vector files along with scaling and translation functionalities used to be the domain of desktop programs until recently. Now, the entire functionality can be implemented in a web browser. The combination of raster data from various sources using WMS/WMTS, their overlay, and the addition of vector data visualization holds significant analytical potential.

In the case of DXF files, 2D data is presented. Presenting GML files is considerably more complex, as they do not contain presentation information. Combining the geometry information in the GML file with the information contained in regulations like BDOT500, GESUT, and EGİB enables the proper data visualization. Additionally, the software has an extensive data validation module that detects a significant portion of errors present in these types of files.

GeoAI: Nowa era w systemach informacji geograficznej

Adam Iwaniak

Wrocławski Instytut Zastosowań Informacji Przestrzennej i Sztucznej Inteligencji

Instytutu Geodezji i Geoinformatyki, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie

Początek trzeciej dekady XXI wieku przyniósł ze sobą gwałtowny rozwój w dziedzinie sztucznej inteligencji, który zainicjował globalne przemiany w wielu aspektach naszego życia. Jako jaskrawy przykład tej transformacji można przywołać ChatGPT, który w krótkim czasie zgromadził ponad 100 mln użytkowników, stanowiąc punkt zwrotny i wyznaczając nowe kierunki w wielu sektorach gospodarki.

Uczenie maszynowe (ML) oraz technologie przetwarzania języka naturalnego (NLP) nie tylko stały się szeroko dostępne, ale również zrewolucjonizowały interakcje człowiek-maszyna, tworząc nowe paradygmaty komunikacji. Owe technologie odgrywają kluczową rolę również w obszarze geoinformacji, wprowadzając innowacje do systemów informacji geograficznej (GIS).

W trakcie prezentacji zostaną przedstawione konkretne przypadki zastosowania ML i NLP w dziedzinie geodezji i geoinformacji. Ujawnione zostaną zarówno potencjał tych rozwiązań, jak i wyzwania związane z ich implementacją w praktyce. Uczestnicy zdobędą wgląd w najnowsze osiągnięcia technologiczne oraz zrozumieją, jak sztuczna inteligencja zmienia krajobraz współczesnych systemów geoinformacyjnych.

Analiza wpływu wykorzystania różnych atrybutów podczas uczenia sieci głębokiego uczenia na rezultaty semantycznej segmentacji chmur punktów 3D

Grzegorz Gabara ^{1*}

¹ Zakład Fotogrametrii, Teledetekcji i Systemów Informacji Przestrzennej, Politechnika Warszawska, plac Politechniki 1, 00-661 Warszawa, Polska

* autor do korespondencji, grzegorz.gabara.dokt@pw.edu.pl

Słowa kluczowe: semantyczna segmentacja, analiza wpływu, atrybuty, Hessigheim H3D, Kortowo

Streszczenie

Postęp w technologiach pomiarowych, który nastąpił w ostatnich latach umożliwił zbieranie ogromnych zbiorów danych 3D, nazywanych "Big Data". To z kolei spowodowało rozwój metod automatycznego tworzenia i użytecznego stosowania rekonstrukcji 3D obiektów terenowych oraz produktów geoprzestrzennych, tj. *Digital Twins* i *Building Information Models (BIM)*. W tych produktach, oprócz informacji wizualnych w postaci kolorowej chmury punktów z pomiarów, istotne są również dane semantyczne i atrybuty, które nadają dodatkowe znaczenie tym informacjom. Ze względu na złożoność danych, informacje semantyczne oraz atrybuty pozyskiwane są przeważnie manualnie, dlatego podejmowane są próby automatyzacji tego procesu wykorzystując sztuczne sieci neuronowe (SSN) i głębokie uczenie.

Jednakże, wykorzystanie SSN w celu osiągnięcia pożądaných wyników klasyfikacji chmur punktów, wymaga dużych zbiorów danych treningowych. Przygotowanie ich jest procesem bardzo czasochłonnym, dlatego liczba publicznie dostępnych zestawów danych jest niewielka i często niewystarczająca. Kolejnym problemem jest brak możliwości łączenia wielu zestawów danych ze względu na różną topologię klas oraz pozyskanie danych różnymi sensorami pozwalającymi otrzymać różne atrybuty (np. *reflectance* i *intensity*).

Aby dokonać częściowej eliminacji wymienionych problemów, w pracy podjęto próbę analizy pozwalającej określić, które atrybuty mają największy wpływ na rezultaty semantycznej segmentacji chmur punktów 3D podczas głębokiego uczenia sieci neuronowej. W tym celu przeprowadzono fuzję dwóch pól testowych (Hessigheim H3D i Kortowo) dla których pozyskano dane w oparciu o fotogrametryczne pomiary niskiego pułapu. Badania uwzględniają ujednoczenie topologii klas (11 klas zestawu H3D Hessigheim), wielokrotne uczenie i testy przy użyciu sieci neuronowej *KPConv*, w tym: uczenie sieci neuronowej przy wykorzystaniu różnych wariantów atrybutów, tj. różne modele opisu przestrzeni barw (RGB, HSV), liczba odbić wiązki i numer odbicia, intensywność odbicia wiązki (*intensity*), skorygowana intensywność odbicia wiązki (*reflectance*), współrzędna wysokościowa jako dodatkowy atrybut, różnica wysokości pomiędzy wyznaczonym numerycznym modelem terenu oraz współrzędną wysokościową punktu. Do opisu wyników i porównania poszczególnych wariantów posłużono się macierzami błędów i wydajności zawierającymi wartości średnich harmoniczných z precyzji i czułości dla każdej z klas (*F1-score*) oraz ogólnej dokładności (*OA*), a także wartości średniej *mF1-score* dla wszystkich klas.

The Influence Analysis of Using Various Attributes During Deep Neural Network Training on the Result of 3D Point Cloud Semantic Segmentation

Grzegorz Gabara ^{1*}

¹ *Department of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Systems, Faculty of Geodesy and Cartography, Warsaw University of Technology, Pl. Politechniki 1, 00-661 Warsaw, Poland*

* *corresponding author, grzegorz.gabara.dokt@pw.edu.pl*

Keywords: semantic segmentation, influence analysis, attributes, Hessigheim H3D, Kortowo

Abstract

In recent years, the development of measurement technologies allowed the collection of huge sets of 3D data, called “Big Data.” This, in turn, has resulted in the development of methods for the automated generation and use of 3D reconstruction of existing terrain objects and geospatial products, i.e., Digital Twins and Building Information Models. In these products, in addition to visual information in the form of the colorful point cloud from the measurements, the semantic data and attributes play an essential role and give specific tangible meaning to this information. Due to the complexity of the data, semantic information and attributes are usually obtained by manual annotations; therefore, attempts are made to automate this process using artificial neural networks and deep learning.

However, using ANN, which gives the desired prediction results of point cloud classification, requires large amounts of training information. This is a prohibitively time-consuming process, so the number of publicly available datasets is small and often insufficient. Another issue is the impossibility of combining multiple data sets due to different class topologies and data acquisition using different sensors, allowing for acquiring different attributes (e.g., intensity, reflectance).

In order to partially solve these problems, this work attempts to analyze which attributes during deep learning of neural networks can affect the results of 3D point cloud semantic segmentation the most. For this purpose, the dataset fusion of two test fields (Hessigheim H3D and Kortowo) was performed, for which data were obtained using low-altitude photogrammetric measurements. The study contains class topology unification (11 classes of H3D Hessigheim dataset), multiple variants of learning and testing of KPConv, including neural network training using various variants of attributes, i.e., different color space description models (RGB, HSV), number of returns and return number, intensity of the laser scanner beam, corrected intensity (reflectance), height coordinate as an additional parameter, height difference between computed digital terrain model and the height of the point.

To describe the results and compare each variant, the confusion and performance matrices were used, containing the values of the harmonic mean of Precision and Recall (F1-score) for each class, overall accuracy, and mean F1-score for all classes.

Upraszczanie geometrii komór górniczych w aspekcie obliczania deformacji powierzchni terenu

Joanna Bac-Bronowicz¹, Andrzej Kwinta^{2*}

¹ Politechnika Wroclawska, Na Grobli 15, 50-421 Wrocław

² Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Balicka 253a, 30-149 Kraków

* autor do korespondencji, andrzej.kwinta@urk.edu.pl

Słowa kluczowe: upraszczanie geometrii, komory górnicze, prognozowanie deformacji

Streszczenie

Eksploracja złóż miedzi lub soli kamiennej prowadzona jest systemem filarowo komorowym. Podziemna eksploatacja górnicza powoduje występowanie w górotworze pustek, które przemieszczają się na powierzchnię terenu i tworzą niecki osiadań. Zmiany konfiguracji powierzchni terenu powodują występowanie przemieszczeń i deformacji. Kształt wyeksploatowanych pustek jest często bardzo skomplikowany. Obliczenia teoretyczne przemieszczeń i deformacji prowadzi się modelami, które uwzględniają objętość i kształt pustek w górotworze. W pracy przedstawiono wpływ uproszczenia geometrii zbioru komór eksploatacyjnych na wartości prognozowanych wskaźników deformacji. Przeanalizowano możliwość zastąpienia rzeczywistych komór przez: punktowo przypisane objętości, wielokąty foremne, prostokąty ekwiwalentne, wielokąty foremne wydłużone. Do upraszczania geometrii wykorzystano metodę inwariantów Hu. Do obliczania deformacji wykorzystano uogólnioną teorię Knothe'go. Badania przeprowadzono na bazie zbioru komór eksploatacji złoża soli kamiennej. Jako referencyjne wartości przyjęto rzeczywiste kształty komór eksploatacyjnych. Obliczenia przeprowadzone zostały z zastosowaniem autorskiego oprogramowania.

Simplification of the Mining Chambers Geometry in the Aspect of Calculating the Deformation of the Terrain Surface

Keywords: geometry simplification, mining chambers, prediction of deformation

Abstract

Extraction of some mineral deposits is carried out using the room and pillar system. An underground mining exploitation results in occurrence of voids in a rock mass which move to ground surface and form subsidence basin. Changes in the configuration of the land surface cause the occurrence of displacements and deformations. The shape of exploited voids is often very complicated. Theoretical calculations of displacements and deformations are carried out using models that take into account the volume and shape of voids in the rock mass. The paper presents the influence of simplification of the geometry of the set of exploitation Chambers on the values of the predicted deformation indicators. The possibility of replacing real chambers geometry by: point-assigned volumes, regular polygons, equivalent rectangles, elongated regular polygons was analyzed. The Hu invariant method was used to simplify the geometry. Knothe's generalized theory was used to calculate the deformation. The research was carried out on the basis of a collection of rock salt exploitation Chambers. The actual shapes of the exploitation Chambers were taken as reference values. The calculations were carried out using own software.

Monitoring deformacji nieciągłych w Trzebinii z wykorzystaniem TLS, ULS, ALS, InSAR oraz fotogrametrii

Krzysztof Karwacki^{1*}, Zbigniew Perski², Maria Przyłucka¹, Tomasz Wojciechowski², Rafał Sikora², Marcin Wódka², Sylwester Kamieniarz²

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Centrum Geozagrożeń (ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa)

² Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Centrum Geozagrożeń (ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków)

* krzysztof.karwacki@pgi.gov.pl

Słowa kluczowe: zapadliska, skaning laserowy, InSAR, fotogrametria, Trzebinia

Streszczenie

Rozwój lejów zapadliskowych w warunkach naturalnych utożsamiany jest z występowaniem skał podatnych na procesy krasowe lub sufozję. Procesy te mogą mieć również genzę antropogeniczną związaną z podziemną eksploatacją kopalni. Jednym z takich miejsc, na którym od kilku lat obserwowany jest wzrost liczby zapadlisk jest obszar nieczynnej od ponad 20 lat kopalni węgla kamiennego „Siersza” w Trzebinii. Zaniechanie odwadniania wyrobisk podziemnych i wynikłe z tego powodu gwałtowne podnoszenie się zwierciadła wód podziemnych doprowadziło do niekontrolowanego rozwoju lejów zapadliskowych na powierzchni terenu stwarzając zagrożenie dla niemal całej dzielnicy Trzebinii - Sierszy. Działania Centrum Geozagrożeń PIG-PIB w ramach zadań państwowej służby geologicznej w tej kryzysowej sytuacji koncentrują się na rejestrowaniu i monitorowaniu rozwoju lejów zapadliskowych oraz do wyznaczenia obszarów najbardziej zagrożonych na wystąpienie zapadlisk w przyszłości metodami analitycznymi.

Kluczową spośród nich jest analiza deformacji powierzchni terenu określająca czas, rejony i wielkość pojawiających się zapadlisk. Poprzedzona jest ona wykonaniem różnego typu pomiarów na bazie danych współczesnych oraz historycznych. Oprócz zapadlisk, analizie poddano deformacje ciągle związane z tworzeniem niecek osiadań. Detekcję tych powolnych ruchów powierzchni terenu wykonano metodą InSAR w oparciu o historyczne dane satelitów ERS-1/2, Envisat dla okresu 1992-2010. Do oceny współczesnych ruchów posłużyły dane z satelitów Sentinel-1 A/B dla okresu 2014-2022.

Wstępną lokalizację lejów zapadliskowych określono na podstawie danych z lotniczego skaningu laserowego (ALS) wykonanego w latach 2011, 2014, 2019, 2022 oraz ortofotomap dostępnych w zasobach GUGiK. Terenowe prace kartograficzne wspierane były produktami fotogrametrii UAV (Phantom4RTK) oraz skanowaniem laserowym- ULS z pokładu DJI Matrice 300RTK wykorzystującego skaner DJI L1. Zapadliska szczególnie zagrażające infrastrukturze dokumentowano przy pomocy skanera naziemnego Riegl Vz 2000i dostarczając szczegółowej informacji o geometrii lejów zapadliskowych.

Na terenie działalności KWK Siersza rozpoznano wiele zapadlisk powstałych w pierwszej połowie XX wieku. Było to możliwe dzięki wykorzystaniu archiwalnych zdjęć lotniczych w skali 1:8 000 wykonanych w 1957 r. Do analizy stereoskopowej oraz analizy archiwalnego NMT wygenerowanego ze zdjęć lotniczych wykorzystano stację fotogrametryczną INPHO.

Zastosowana metodyka pozwoliła na identyfikację kilkuset nieznanych do tej pory form i wskazanie wielu lejów zapadliskowych, które zostały współcześnie odnowione. Metody analityczne umożliwiły wyznaczenie obszarów najbardziej zagrożonych na powstawanie lejów zapadliskowych w przyszłości.

Abstract

The development of sinkholes in natural conditions is commonly identified with the occurrence of rocks susceptible to karst processes and suffusion. These processes may also have an anthropogenic origin resulting from the underground exploitation of raw materials. One of such places where an increase in the number of sinkholes has been observed for several years is the area of the "Siersza" hard coal mine in Trzebinia, which has been closed for over 20 years. The abandonment of drainage of underground excavations and the resulting rapid rise of the groundwater table led to the uncontrolled development of sinkholes on the surface, posing a threat to almost the entire district of Trzebinia - Siersza. The activities of the Geohazards Centre of the PGI-NRI as Polish geological survey in this crisis situation focus on registering and monitoring the development of sinkholes and identifying areas most at risk of sinkholes in the future using analytical methods.

The key among them is the analysis of land surface deformation determining the time, regions and size of the appearing sinkholes. It is preceded by various types of measurements based on contemporary and historical data. In addition to sinkholes, continuous deformations associated with the formation of subsidence troughs were analysed. The detection of these slow ground surface movements was performed using the InSAR method based on historical data from the ERS-1/2 and, Envisat satellites for the period 1992-2010. These data were supplemented with an analysis of contemporary movements based on Sentinel-1 A/B satellites for the period 2014-2022.

The approximate location of sinkholes was determined on the basis of data from airborne laser scanning (ALS) carried out in 2011, 2014, 2019, 2022 and orthophotomaps available in GUGiK resources. Field cartographic works were supported by UAV photogrammetry products (Phantom4RTK) and laser scanning - ULS from the DJI Matrice 300RTK using the DJI L1 scanner. Sinkholes that pose a particular threat to the infrastructure were documented using the Riegl Vz 2000i terrestrial scanner, providing detailed information about the geometry of the sinkholes.

Many sinkholes formed in the first half of the 20th century have been identified in the area of operation of the Siersza mine. It was possible thanks to the use of archival aerial photographs in the scale of 1:8000 taken in 1957. For the stereoscopic analysis and the analysis of the archival DTM generated from aerial photographs, the INPHO photogrammetric station was used.

The methodology used allowed for the identification of several hundred hitherto unknown forms and the indication of many sinkholes that have been recently renovated. Analytical methods have made it possible to determine the areas most at risk for the formation of sinkholes in the future.

Monitorowanie przemieszczeń pionowych powierzchni terenu w obszarze górniczych filarów ochronnych na podstawie danych LiDAR i fotogrametrycznych

Grzegorz Józków^{1*}, Wojciech Bzdok¹, Agata Walicka¹, Wojciech Sowa¹, Jan Kapłon¹

¹ Instytut Geodezji i Geoinformatyki, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław

* autor do korespondencji, grzegorz.jozkow@upwr.edu.pl

Słowa kluczowe: przemieszczenia pionowe, fotogrametria, skaning laserowy, BSL

Streszczenie

W niniejszej pracy zaprezentowano wyniki monitorowania przemieszczeń pionowych powierzchni terenu w obszarze dwóch górniczych filarów ochronnych, na podstawie archiwalnych danych lotniczego skaningu laserowego znajdujących się w Państwowym Zasobie Geodezyjnym oraz danych skaningu laserowego i fotogrametrycznych pozyskanych z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych. Monitoringiem objęto obszar około 85 ha i wykorzystano dane z lat: 2011 i 2019 (lotniczy skaning laserowy) oraz 2021-2023 (fotogrametria i skaning laserowy niskiego pułapu) gdzie w latach 2021 i 2022 pozyskano dane zarówno skaningu jak i fotogrametryczne dla dwóch okresów. Przemieszczenia pionowe wyznaczono w oparciu o różnicowe numeryczne modele terenu. W wyniku przeprowadzonych analiz modeli różnicowych stwierdzono, że tylko w niewielkiej części prezentują one wartości wynikające z przemieszczeń pionowych powierzchni terenu spowodowanych eksploatacją górniczą. Obszarami takim są głównie powierzchnie dróg, chodników, placów i podwórek (bez roślinności), które nie były przebudowywane. Na pozostałych obszarach można zauważyć typowe niedoskonałości modeli różnicowych w postaci dodatkowych przewyższeń spowodowanych roślinnością, czy tzw. artefaktów wynikających z błędów interpolacji w miejscach pozbawionych punktów (np. pod budynkami) lub zmian powierzchni terenu nie będących deformacjami (np. wykopy i nasypy, przebudowy, budowy). Należy zaznaczyć, że wpływ roślinności na modele terenu zauważalny jest nawet w przypadku danych lotniczego skaningu laserowego, który wykorzystuje profesjonalne skanery laserowe wyposażone w technologię analizy kształtu fali powracającej (Full-Waveform). W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono, że nad analizowanymi filarami ochronnymi teren osiada nierównomiernie, jednak w mniejszym stopniu niż poza tymi filarami. W obszarze filarów ochronnych maksymalne zaobserwowane wartości osiadań wynoszą około 2.8 m i 0.5 m odpowiednio dla okresów 2011-2019 i 2021-2023.

Niniejsza praca została wykonana w ramach projektu EPOS - System Obserwacji Płyty Europejskiej (EPOS-PL+), współfinansowanego przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, POIR.04.02.00-00-C005/19.

Abstract

This work presents the results of monitoring vertical displacements of the ground surface in the area of two mining safety pillars. This monitoring was conducted based on archival airborne laser scanning data located in the National Geodetic Resource and laser scanning and photogrammetric data collected using unmanned aerial vehicles. The monitoring covered an area of approximately 85 ha and used data from the years 2011 and 2019 (aerial laser scanning) and 2021-2023 (photogrammetry and UAV-borne laser scanning), where in 2021 and 2022 both scanning and photogrammetric data were obtained for two periods. Vertical displacements were determined based on digital terrain models of difference. As a result of the analyzes of the differential models, it was found that only a small part of them presents values resulting from vertical displacements of the land surface caused by mining exploitation. Such areas are mainly roads, sidewalks, squares and yards (without vegetation) that have not been rebuilt. In other areas, typical errors of differential models can be noticed in the form of additional elevations caused by vegetation, or the so-called artifacts resulting from interpolation errors in places without points (e.g. under buildings) or changes in the ground surface that are not deformations (e.g. excavations and embankments, construction areas). It should be noted that the impact of vegetation on terrain models is noticeable even in the case of airborne laser scanning data, which uses professional laser scanners equipped with full waveform technology. As a result of the analyses, it was found that the ground subsides unevenly above the analyzed safety pillars, but less than outside these pillars. In the area of the safety pillars, the maximum observed settlement values are approximately 2.8 m and 0.5 m for the periods 2011-2019 and 2021-2023, respectively.

This work was carried out as part of the EPOS project - European Plate Observation System (EPOS-PL+), co-financed by the European Union from the European Regional Development Fund, POIR.04.02.00-00-C005/19.

"EGMS - European Ground Motion Service" - products and applications of satellite SAR interferometry on a European scale

Marek Mróz¹, Michele Crosetto², Lorenzo Solari³

¹ *University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Faculty of Geoengineering, ul. Oczapowskiego 1, 10-718 Olsztyn (Poland)*

² *Centre Tecnologic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC/CEROS), Geomatics Research Unit, Av. Gauss, 7 E-08860 Castelldefels (Spain)*

³ *European Environment Agency, Kongens Nytorv 6, 1050 Copenhagen, Denmark*

* *corresponding author marek.mroz@uwm.edu.pl*

Keywords: Copernicus services, land motion measurements, EGMS products characteristics and exploitation

Abstract

The European Ground Motion Service (EGMS) will be presented as a source of reliable information on millimeter-scale ground displacement measurements. EGMS is the latest provision from Copernicus, offering free of charge ground motion data to everyone. This new service, publicly available from 2022, provides data on ground and structural motion over the European area covered by the Copernicus Participating States and the United Kingdom. The aim is to give users reliable and updated information on ground motion for a variety of applications on a local, regional, and national scale. EGMS products are based on the advanced interferometric processing of SAR images (InSAR) collected by Europe's Sentinel-1 radar satellite mission. EGMS exploits the most advanced persistent scatterer (PS) and distributed scatterer (DS) InSAR processing techniques in combination with a high-quality Global Navigation Satellite System (GNSS) model to calibrate and orthorectify ground motion products. To foster access and widest possible use, EGMS provides tools for visualization, exploration, analysis and download of ground motion products. The European Ground Motion Service offers three different map products that can all be visualized and freely downloaded from the platform by all user: Basic, Calibrated and Ortho. The methods of compilation and characteristics of these products will be presented and technically commented during the presentation.

Streszczenie

European Ground Motion Service (EGMS) zostanie zaprezentowany jako źródło wiarygodnych informacji o przemieszczeniach gruntu i obiektów z nim związanych w skali milimetrowej. EGMS to najnowsza usługa programu Copernicus, publicznie dostępna od 2022 r., oferująca każdemu bezpłatne dane o przemieszczeniach terenu na obszarze objętym przez państwa uczestniczące w programie Copernicus i Wielką Brytanię. Celem serwisu EGMS jest zapewnienie użytkownikom wiarygodnych i aktualnych informacji na temat przemieszczeń dla różnych zastosowań w skali lokalnej, regionalnej i krajowej. Produkty EGMS powstają przy wykorzystaniu zaawansowanych metod interferometrycznego przetwarzania obrazów SAR (InSAR) zbieranych przez europejską konstelację satelitów radarowych Sentinel-1. EGMS wykorzystuje najbardziej zaawansowane techniki przetwarzania InSAR oparte na rozpraszaczach silnych/stabilnych (PS) jak i słabych/rozproszonych (DS) w połączeniu z wysoko dokładnymi pomiarami globalnych systemów nawigacji satelitarnej (GNSS) wykorzystywanymi do kalibracji i ortokorekcji produktów interferometrycznych. Aby ułatwić dostęp i możliwie najszersze wykorzystanie, EGMS zapewnia narzędzia do wizualizacji, eksploracji, analizy i pobierania produktów pomiarowych. EGMS oferuje trzy różne produkty pomiarowe, które każdy użytkownik może wizualizować i bezpłatnie pobierać z platformy: podstawowe, kalibrowane i ortorektyfikowane. Podczas prezentacji zostaną zaprezentowane i skomentowane metody tworzenia oraz charakterystyka geodezyjna tych produktów.

Emission and Air Quality Cadastre as a Tool for Sustainable Development of Urban Areas

Agnieszka Cienciała^{1*}, Agnieszka Bieda², Kinga Szopińska³, Jan K. Kazak⁴

¹ Faculty of Environmental, Geomatic and Energy Engineering, Kielce University of Technology, al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7, 25-314 Kielce, Poland

² Faculty of Geo-Data Science, Geodesy, and Environmental Engineering, AGH University of Krakow, al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Poland

³ Faculty of Civil and Environmental Engineering and Architecture, Bydgoszcz University of Science and Technology, al. prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz, Poland

⁴ Faculty of Spatial Management and Landscape Architecture, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, ul. Grunwaldzka 55, 50-357, Wrocław, Poland

* acienciala@tu.kielce.pl

Słowa kluczowe: jakość powietrza, zanieczyszczenia powietrza, kataster, zrównoważony rozwój

Keywords: air quality, air pollution, cadastre, sustainable development

Streszczenie

Powszechnie wiadomo, że długotrwała ekspozycja na zanieczyszczenia negatywnie wpływa na zdrowie. W dobie rosnącego zainteresowania tematyką jakości powietrza i szerokiego dostępu do danych przestrzennych, na świecie pojawia się coraz więcej nowych rozwiązań w zakresie map i portali obrazujących stężenie zanieczyszczeń powietrza (godzinną lub 24-godzinną jakość powietrza, a także stan prognozowany). Dostępne rozwiązania różnią się szczegółowością, zawartością i możliwościami analitycznymi, ale ich cel jest ten sam - dostarczanie mieszkańcom informacji na temat jakości powietrza w wybranych miejscach w mieście, regionie, województwie, a nawet na świecie oraz działań podjętych na rzecz poprawy sytuacji (strefy niskoemisyjne, strefy autobusów niskoemisyjnych, dzielnice niskoemisyjne, obszary zainteresowania jakością powietrza itp.) Zwiększa to świadomość mieszkańców na temat jakości powietrza w ich okolicy, zachęca do wdrażania działań na rzecz zdrowego stylu życia, ale także umożliwia władzom podejmowanie skutecznych działań na rzecz ochrony środowiska. Na potrzeby niniejszej publikacji, w wyniku przeprowadzonych analiz, wyselekcjonowano zestaw atrybutów oraz przykładowej zawartości map i serwisów jakości powietrza, które posłużą do opracowania dobrych praktyk w zakresie ich przygotowania. W przyszłości opracowane wytyczne posłużą autorom do stworzenia modelowych rozwiązań, które znajdą zastosowanie w budowie koncepcji katastru jakości powietrza.

Abstract

There is widespread recognition that long-term exposure to pollutants negatively affects health. In the era of growing interest in the topic of air quality and wide access to spatial data, the world is seeing more and more new solutions in the field of maps and services showing the concentration of air pollution (hour or 24-hour air quality, as well as the projected state for the future). The available solutions differ in detail, content, and analytical capacity, but their aim is the same - providing residents with information on the environmental quality of selected sites within a city, region, province, or even globe, and actions for improving the situation (low emission zones, low emission bus zones, low emission neighbourhoods, air quality focus areas, etc.). It broadens residents' awareness of what the air quality in their neighbourhood is like, encourages the implementation of healthy lifestyle measures, but also enables authorities to adopt effective operations for environmental protection. As a result of the performed analyses, a set of registered attributes and other valuable content of air quality maps and services were selected to develop good practices in the field of their preparation. In the future, the developed guidelines will be used by the authors to create model solutions that would be applied in the construction of the concept of an air quality cadastre.

Measurement of Terrain Displacement on Passive Corner Reflectors Using Sentinel-1 Data from Ascending/Descending Orbits and Its Comparison to the Copernicus EGMS Products on Copper Mining Area

Natalia Kotulak^{1*}, Magdalena Mleczek^{1,3}, Michele Crosetto², Riccardo Palamà², Marek Mróz¹

¹ University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Faculty of Geoengineering, ul. Oczapowskiego 1, 10-718 Olsztyn (Poland)

² Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC/CEROS), Geomatics Research Unit, Av. Gauss, 7 E-08860 Castelldefels (Spain)

³ Environment and Sustainability Institute, University of Exeter, Cornwall, UK

* autor do korespondencji natalia.ostrowska@uwm.edu.pl

Keywords: terrain displacement, PSInSAR, passive reflectors, ascending/descending orbits, Copernicus EGMS

Abstract

The article concerns the measurement of terrain displacement using twin passive corner reflectors and Sentinel-1 data from ascending and descending orbits over a large area of copper mining in south-west part of Poland. The Persistent Scatterer Interferometry (PSI) technique was applied, and the main goal was the comparison of two different approaches of interferometric SAR PSI processing. The first one implemented in the commercial package SARscape - distributed by L3Harris Geospatial Solutions - and the second one developed by the Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya - CTTC. The comparison of both PSI approaches focused on PS "candidates" determination in two different ways, using the same Sentinel-1 Single Look Complex dataset. The processing parameters were chosen in such a way that the entire PSI calculation process could be as similar as possible in both cases (CTTC and SARscape). The main difference in both PSI approaches is the phase unwrapping performed by CTTC, but not performed in SARscape. The comparison of LoS displacement was done on "pixel-to-pixel" basis by identifying in the CTTC's output set the "PS pixels" extracted with SARscape package on the deployed network of 14 twin corner reflectors. Generally, the absolute discrepancies between both estimates are smaller in case of big displacements. The results achieved using two different approaches in PSI processing are consistent and mutually coherent in the majority of CRs. The convergence of the values did prove that the method proposed to identify proper pixels on multilooked images is correct. The values of deformation velocity achieved for both software packages are very congruent. The discrepancies do not exceed generally 4-5 mm/y. The results are also congruent with permanent observations on close GNSS stations. The results achieved on very limited number of corner reflectors have been referred to and compared to the generic products of the Copernicus European Ground Motion Service deployed in 2022 at the European scale.

Streszczenie

Artykuł dotyczy pomiarów przemieszczeń terenu za pomocą bliźniaczych, pasywnych reflektorów narożnikowych (CR) oraz danych Sentinel-1 z orbity wstępującej i zstępującej na dużym obszarze górnictwa miedzi w południowo-zachodniej części Polski. Zastosowano technikę *Persistent Scatterer Interferometry (PSI)*, a głównym celem było porównanie dwóch różnych podejść zastosowanych w tej metodzie. Pierwsze zaimplementowane w komercyjnym oprogramowaniu SARscape - dystrybuowanym przez L3Harris Geospatial Solutions - a drugie opracowane przez Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya - CTTC. Porównanie obu podejść PSI skupiło się na określeniu „punktów-kandydatów” na dwa różne sposoby, przy użyciu tego samego zestawu danych Sentinel-1 *Single Look Complex*. Parametry przetwarzania zostały dobrane w taki sposób, aby cały proces obliczeniowy był jak najbardziej podobny w obu przypadkach (CTTC i SARscape). Główną różnicą w obu podejściach jest odwijanie fazy wykonywane przez CTTC, ale nie wykonywane w SARscape. Porównanie przemieszczenia LoS (*Line of Sight*) przeprowadzono na zasadzie „piksel w piksel”, identyfikując w zestawie

wyjściowym CTTC „piksele PS” wyodrębnione za pomocą pakietu SARscape na zbudowanej w tym celu sieci 14 podwójnych reflektorów narożnikowych. Wyniki uzyskane przy zastosowaniu dwóch różnych podejść do przetwarzania PSI są wzajemnie spójne na większości CR. Zbieżność wartości dowiodła, że zaproponowana metoda identyfikacji właściwych pikseli na obrazach przepróbkowanych („multilooked”) jest poprawna. Uzyskane wartości prędkości przemieszczeń dla obu pakietów oprogramowania są bardzo zbliżone. Rozbieżności nie przekraczają na ogół 4-5 mm/r. Bezwzględne rozbieżności między obydwoma oszacowaniami są mniejsze w przypadku dużych przemieszczeń. Wyniki są również zgodne z permanentnymi obserwacjami na bliskich stacjach GNSS. Wyniki uzyskane na bardzo ograniczonej liczbie reflektorów narożnikowych zostały odniesione i porównane do generycznych produktów *Copernicus European Ground Motion Service* upublicznionych w roku 2022 dla obszaru Europy.

Modern map without space technology. Is that possible?

Tetiana Fedoryshyn, Yosyp Hiletskyi

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University,
201 Halytska Str., 76008 Ivano-Frankivsk, Ukraine
tetiana.fedoryshyn.18@pnu.edu.ua

Abstract. The article considers the importance of space technologies and the possibility of using artificial intelligence at the main stages of creating a modern geographical map. They provide an opportunity to obtain detailed data about the Earth's surface, including natural and man-made objects over a large area. Attention is focused on the role of lidar technologies and radar systems, which can significantly supplement and refine the information obtained from satellite images. The processing of a data array for displaying on the map is carried out using geographic information systems, which allow integrating any sources of information into a single dynamic and interactive coordinate system. The problem of determining the exact location of a particular object on the earth's surface has been analyzed, which is currently provided primarily through the use of global positioning systems. Attention is drawn to the prospect of creating an integrated location system that combines the use of GPS with Wi-Fi or Bluetooth technologies, and the need to use specialized artificial intelligence. The dependence of the quality of cartographic models and the convenience of their use on the choice of the most suitable cartographic projection for the displayed area, as well as an effective combination of cartographic visualization methods when displaying various characteristics of objects and phenomena, is also characterized. Among the main conditions for choosing a destination and the main directions for using the map, the priority of phenomena should be given the most attention when visualizing the geospatial organization of the geoenvironment on the map.

Keywords: space technologies, basic elements of modern map creation, geographic information systems, global positioning systems, artificial intelligence, combination of methods of cartographic imaging.

1. Modern geographical map

The development of cartography began long before the advent of space technology. In ancient times, the map was the result of knowledge of astronomy, trigonometry, and geodesy. For example, Gerard Kremer (Mercator) created his map in 1569, using astronomical measurements and mathematical calculations [1].

Is there a need to use such methods at the present time? They fulfilled their mission, allowing the creation of a whole system of cartographic projections, which are used as ready-made bases for the application of geographic information systems. Therefore, the three supporting elements of a modern map are 1) collection of information, 2) data processing, and 3) determining the location of an object or phenomenon.

2. Data collection

As regards the first element of the modern map, one of the main sources of information collection is space technology. Satellite images with very high panchromatic resolution < 1 m have become available to mankind since 1999 with the IKONOS satellite. They provide detailed information about the Earth's surface, including terrain, roads, buildings, and other objects. This technology makes it possible to immediately cover large areas, which cannot be achieved through the use of alternative sources [2]. For example, aerial photography provides a more detailed view of the Earth's surface, but it is more limited in spatial coverage than satellite imagery. The thickness of the atmosphere or cloudiness can interfere with obtaining high-quality satellite images, but under good conditions we will have a flat image of the surface in HDF, GeoTIFF, JPEG, PNG or other formats. However, a modern map cannot be limited by such parameters, and therefore the use of additional space technologies is an integral part of mapping.

In addition to satellite imagery, modern cartography uses data from tools such as lidar and radar systems. They can be installed on aircraft, drones, or satellites. LiDAR is a technology for obtaining and processing information about distant objects, which is based on the use of light in the form of a pulsed laser. It allows you to measure the distance to the Earth and get information about the height, shape, and texture of geographical objects. LiDAR satellite systems provide continuous global coverage, making it possible to track large-scale changes on the surface and in the Earth's atmosphere over time [3]. Improved resolution opens up new opportunities for understanding and solving pressing environmental problems such as climate change, deforestation, and natural disasters.

Sensors similar to those used in the LiDAR system are also available in devices used in everyday life. For example: in newer versions of the iPhone, the LiDAR scanner functions for 3D visualization of objects or to improve the accuracy and focus speed of the camera.

Radar systems are special radar devices that are installed on satellites and use free radio waves for remote sensing of the Earth's surface or other objects. Among them is the Synthetic Aperture Radar (SAR) technology, which can significantly improve satellite imagery as it provides high visualization in any weather or time of day. The synthesized aperture radar transmits sequential pulses of radio waves and detects a radar signal reflected from the Earth's surface. Pulses are transmitted

and received using a single antenna with wavelengths from meter to millimeter. For a satellite in space operating at a wavelength of about 5 cm (C-band radar), a radar antenna with a length of about 4250 m is required to obtain a spatial resolution of 10 m. However, scientists and engineers have come up with a way around this problem using a synthesized aperture. In this concept, successive images from a smaller antenna are combined in such a way as to simulate the action of a much larger antenna, resulting in higher resolution data. The signal reflected from the earth's surface carries information about the physical properties of objects. Therefore, SAR or other radar technologies can be used to obtain information about the Earth's surface, including information about the terrain, geological features of the territory, as well as weather conditions (precipitation, fog, snow cover) and much more [4].

Therefore, both technologies – lidar and radar systems – help to create accurate maps with different levels of detail and significantly expand the possibilities of GIS analysis.

3. Data processing

The next important element of map creation is data processing. Currently, geographic information systems (GIS) are used to collect, store, process and analyze geographic information, create cartographic models in the process of scientific research or in everyday life. They can integrate any source of information into a single dynamic and interactive coordinate system. Without GIS, these processes would be difficult or impossible to perform manually. Geographic information systems bind a geospatial point, including latitude and longitude, to a particular data element. Spatial analysis can then be used to measure distances and establish relationships between these points. In practice – different types and multi-format maps and data are superimposed on one screen. This allows the layers to intersect and connect, which results in synthesized information and provides a much wider range of uses for such maps [5]. In particular, they can be used for environmental monitoring, urban development planning, emergency risk assessment, water management, etc. The use of the most modern GIS technologies makes it possible to improve the accuracy of geolocation, provide more accurate and versatile information about geographical objects.

4. Location determination

The third element of mapping relates to location. Determining the exact location of a particular object on the earth's surface is an integral part of a modern map. Currently, this is achieved primarily through the use of the Global Positioning System (GPS), which consists of satellites, ground stations and receivers. Each satellite emits a unique signal that a GPS receiver can decode and use to accurately locate the satellite. The signals travel at the speed of light, which the

GPS receiver takes into account, and this helps it mathematically calculate the position of the satellite. The GPS receiver uses this data to calculate a user's location and display it on the electronic device through a process called "trilateration". This process consists in measuring the distance to each satellite by the total time required to receive a transmitted signal. It is measured by key values such as latitude and longitude, altitude, and time [6].

The receiver only needs radio signals from at least three satellites. Using a larger number will make it possible to determine the 3D location to calculate two-dimensional position and track motion. Also, when determining the user's location, the GPS receiver can calculate additional readings using information about your next position and changes in time and distance. This technology goes well with others. However, after analyzing the principle of operation, we can understand that GPS relies on signals emitted by satellites, which will not be available to us in basements, tunnels, or other isolated areas. This leads to signal loss, delay, or distortion. That is why it is now important to improve the location system.

One approach to addressing the problem of location accuracy is to create an integrated location system that uses compatibility with other technologies such as Wi-Fi or Bluetooth. This will improve location based on signals from Wi-Fi hotspots or Bluetooth devices in the area. However, such a large amount of information requires new processing methods, and the most appropriate way is to improve artificial intelligence [7]. Specialized AI can learn independently while processing information and access all possible location sources to independently create algorithms for combining them (see Fig 1).

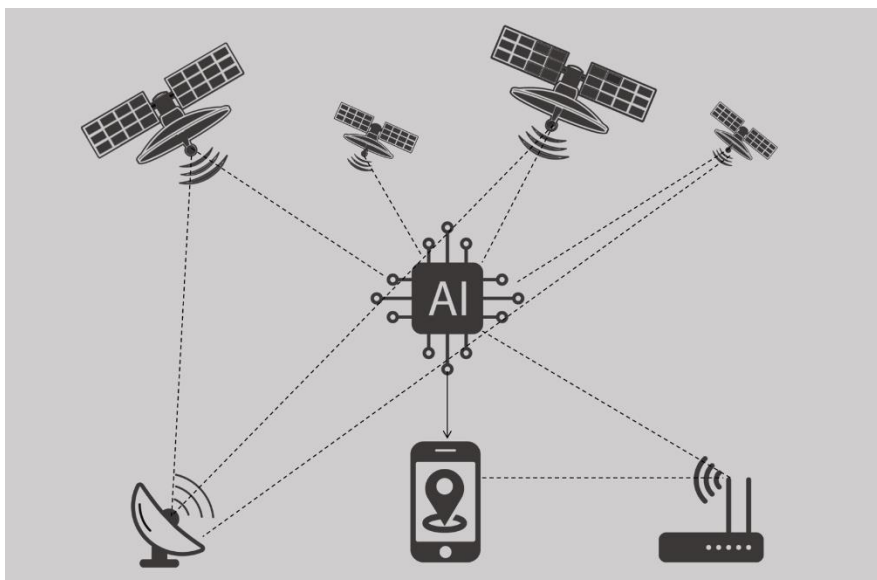


Fig.1. Principle of data processing in the integrated location system.

This technology will be useful for many scientific fields. A stable version that transmits data in a special format should be developed and integrated into geographic information systems for further use. The result will be a modern geographic map that most accurately conveys the location of objects.

To achieve accuracy and efficiency in determining the position and orientation of objects in three-dimensional space, it is important to use accurate 3D positioning data. Currently, a number of projects are being implemented aimed at creating modern topographic maps, which make it possible to clarify data on the location and altitude characteristics of natural geographical objects that were once reflected on topographic maps. Among Ukrainian geographers, the OpenTopoMap (opentopomap.org) project has gained considerable popularity. It aims to create topographic maps that are similar in style of construction and visualization to the official topographic maps of Germany and France. The creation of maps of the OpenTopoMap project is based on the data of the open project OSM (OpenStreetMap, which collects, stores, and disseminates publicly available geospatial data) and an international scientific project to create a topographic digital model of the Earth's heights – SRTM (Shuttle Radar Topography Mission).

With the help of the Internet resource OpenTopoMap, it was possible to draw attention to a number of inaccuracies in the display of altitude characteristics of the territorial units of physical and geographical regionalization of Ukraine, as well as to find out the probable causes of their occurrence [8]. However, a number of inaccuracies have been identified in the data of the resource itself, which is associated with the use of data from volunteers who do not always have a sufficient level of competence to correctly assess the altitude parameters of the topographic surface. So, for example, in the Ukrainian Carpathians in the Chornohora massif, the mid-mountain range Kosaryshche was reflected. On it in the south-eastern part is Stepansky Peak. On the map, horizontal lines are drawn every 10 m, the top is outlined by a horizontal line of 1100 m, but additionally the peak height is 1121 m [9]. A number of such facts have been revealed. This is mainly due to the fact that the elevation marks were transferred from the old Soviet topographic maps, which concerned the upper part of the sign of the state geodetic network. Many of these signs were built of wood and have not survived to this day, such as on the top of the Stepansky Mountain and Kosaryshe Ridge, or Luhul in the Pokutsko-Bukovynian Carpathians, Losova in the Yalovychoy mountains.

5. Cartographic projections and representation methods

The quality and usability of cartographic models also largely depend on the choice of the most appropriate cartographic projection for the displayed territory and the successful combination of cartographic imaging methods when visualizing the quantitative and qualitative characteristics of phenomena and objects. And specialized AI can also be useful to address this issue. To ensure its correct use, it is extremely important to justify very clearly the conditions that the cartographic

model must meet. Among such conditions, first of all, the purpose and main directions of using the map, the priority of phenomena that should be given the most attention when visualizing on the map, should be determined.

6. Conclusions

Through the use of space technology to collect information and accurately determine the location of objects, modern geographical maps are becoming more accurate and filled with the latest versatile information. The use of geographic information systems allows you to quickly process the received data and visualize them on maps, and the use of specialized AI to select cartographic projections and visualization methods will make modern maps very convenient for establishing features and patterns in the geospatial organization of the geographical environment as a whole and its components.

References

1. Gaspar J. A., & Leitao, H. (2014). Squaring the circle: how Mercator constructed his projection in 1569. *Imago Mundi*, 66(1): 1-24.
2. Hoffmeister, D. (2020). Mapping of subaerial coarse clasts. In *Geological Records of Tsunamis and Other Extreme Waves*, pp. 169-184. Elsevier.
3. Wandinger U. (2005). Introduction to lidar. In *Lidar: range-resolved optical remote sensing of the atmosphere*, pp. 1-18. New York, NY: Springer New York.
4. Flores-Anderson A.I., Herndon K.E., Thapa R.B., Cherrington E. (2019). *The SAR Handbook: Comprehensive Methodologies for Forest Monitoring and Biomass Estimation*.
5. Jazdzewska I., Urbanski, J. (2013). GIS in science.
6. Yang Z., & Liu Y. (2009). Quality of trilateration: Confidence-based iterative localization. *IEEE Transactions on parallel and distributed systems*, 21(5): 631-640.
7. Adikari, M. (2023). Shelter Mapping Using Ai & Satellite Imagery. Zenodo (CERN European Organization for Nuclear Research).
8. Hiletskyi Y. (2022). Elevational characteristics of macroforms of relief in Ukraine. Interdisciplinary integration processes in the system of geographic, tourismological, and ecological sciences: Materials of the 3rd International Scientific and Practical Conference dedicated to the 30th anniversary of the founding of the Department of Geography of Ukraine and Tourism at Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, pp. 42-43. TNPU named after V. Hnatiuk.
9. OpenTopoMap. URL: <https://opentopomap.org/#map=8/48.7671/24.5709>

Nowoczesne technologie pomiarowe i kartograficzne w parametryzacji obiektów wodnych pochodzenia antropogenicznego na przykładzie kompleksu wodnego Przylasek Rusiecki w Krakowie – Nowej Hucie

Rafał Gawałkiewicz,¹ Aleksandra Wagner^{2*}

¹ AGH, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, WGGiŚ, Katedra Ochrony Terenów Górniczych, Geoinformatyki i Geodezji Górniczej

² AGH, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, WGGiŚ, Katedra Fotogrametrii, Teledetekcji Środowiska i Inżynierii Przestrzennej

* autor do korespondencji, awagner@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: zbiorniki powyrobiskowe, batymetria, pomiary geodezyjne, wodny kierunek rekultywacji, kąpieliska

Streszczenie

Wobec coraz poważniejszego deficytu wodnego niezwykle ważnym zagadnieniem jest retencja wód powierzchniowych. W przypadku aglomeracji miejskich, coraz bardziej intensywnie zabudowywanych i betonowanych, zbiorniki wodne poza funkcją lokalnej retencji pełnią rolę użytków przyrodniczych oraz przysposabiane są przez miejscowe władze do celów rekreacyjno-sportowych, podnosząc atrakcyjność dzielnicy. Obowiązujące w Polsce przepisy wymuszają na właścicielach lub opiekunach zbiorników wodnych użytkowanych w celach rekreacyjno-sportowych posiadania dokumentacji kartograficznej zarówno części nadwodnej, jak i podwodnej. Zwłaszcza informacja o części podwodnej masy jeziornej stanowi niezwykle istotne dane dla zarządcy i użytkowników z punktu widzenia bezpieczeństwa (znajomość morfologii dna zbiornika). W Krakowie, górnictwo odkrywkowe kruszyw naturalnych w XX wieku pozostawiło szereg wyrobisk poeksploatacyjnych, które z czasem samoistnie wypełniły się wodami gruntowymi i opadowymi i dziś stanowią urokliwe obiekty wykorzystywane dla celów rekreacyjno-sportowych, gospodarczych (wędkarskich) i przyrodniczych (użytki ekologiczne), ale nie doczekały się szczegółowej inwentaryzacji mimo swojej atrakcyjności i popularności wśród mieszkańców miasta i okolic. Przykładem takiego obiektu jest zespół zbiorników wodnych w Przylasku Rusieckim (dzielnica Nowa Huta), które stanowią efekt eksploatacji kruszyw w latach 50-tych i 60-tych XX wieku na potrzeby budowy Kombinatu Metalurgicznego im. Włodzimierza Lenina (obecnie ArcelorMittal Poland, d. Huta im. Tadeusza Sendzimira) w Nowej Hucie. Dziś kompleks wodny stanowi 14 częściowo połączonych ze sobą akwenów (o łącznej powierzchni 86 ha), pełniących głównie funkcję przyrodniczą oraz częściowo zagospodarowanych na potrzeby rekreacyjno-sportowe. Możliwości dzisiejszej batymetrii, dają podstawę rozpoznania szczegółowej charakterystyki dowolnego zbiornika śródlądowego pochodzenia naturalnego i antropogenicznego. Celem pracy jest dokonanie takiej charakterystyki części sportowo-rekreacyjnej kompleksu Przylasek Rusiecki. Zastosowano pomiary geodezyjne oraz batymetryczne. Wykorzystano zestaw pływający wyposażony w odbiornik GNSS Trimble R8s oraz jednowiązkową sondę ultradźwiękową SonarMite Ohmex. Obróbki danych dokonano przy pomocy programów środowiska CAD (GStar CAD, Surfer). Umożliwia to szczegółową parametryzację morfometryczną, a w przyszłości pozwoli na ocenę możliwości ochrony akwenów poddanych presji turystycznej, tak aby rozwój tego obszaru był zrównoważony.

Modern Measurement and Cartographic Technologies in the Parametrisation of Anthropogenic Water Bodies – Focus on Przulasek Rusiecki in Krakow – Nowa Huta

Key words: borrow pits, bathymetry, surveying, water direction of reclamation, bathing resorts

Abstract

Facing more and more acute problem of water deficit, the retention of surface fresh water becomes more and more important. In case of urban agglomerations, more and more intensively built up and covered with concrete, water bodies, apart from local retention fulfill the function of ecological utilities and recreational functions, supported by local authorities, because the district can be more attractive this way. Polish regulations require the owners or managers of water bodies used for sports and recreation to have the cartographic documentation both for the part above and under the water table. Especially the information on underwater bowl is very important for the owners, managers, and users of the water body, from the safety point of view (knowledge of the bottom morphology). In the 20th century, in the city of Krakow open-cast mining of aggregates took place, leaving borrow pits, which were spontaneously filled with ground waters and precipitation waters. This way picturesque water bodies were formed and used for sports and recreation, angling, and serving as ecological utilities. Despite their attractiveness and popularity among the residents, most of these water bodies have not been inventoried yet. An example of such a complex of water bodies are borrow pits in Przulasek Rusiecki (the district of Nowa Huta), formed after the mining of aggregates in 1950s and 1960s for the needs of the Vladimir Lenin Steelworks (nowadays ArcelorMittal Poland, former Tadeusz Sendzimir Steelworks). At present the complex includes 14 water bodies, partially connected with one another, of total area 86 ha, fulfilling mainly ecological function, partially adapted for sports and recreation. Contemporary bathymetry facilitates detail characteristics of any inland water body of natural or anthropogenic origin. The aim of the article is to make such a characteristics of the recreational part of the Przulasek Rusiecki complex. Surveying and bathymetric measurements were carried out with the application of hydrodrones with the receiver GNSS Trimble R8s and one-beam supersonic sonar SonarMite Ohmex. The data were processed with CAD programs (GStar CAD, Surfer). This allowed detail morphometric parametrisation of the inventoried objects, and in the future, will facilitate the assessment of the environmental impact of tourist pressure and adjusting to the rules of sustainable development.

Agroforestry Applications: Insights from the GAP Research Group

Eva Savina Malinverni ^{1*}, Mattia Balestra ², Stefano Chiappini ¹, Roberto Pierdicca¹

¹ *Department of Civil, Building and Architecture, Marche Polytechnic University, Ancona, Italy*

² *Department of Agricultural, Food and Environmental Sciences, Marche Polytechnic University, Ancona, Italy*

* e.s.malinverni@univpm.it

Keywords: remote sensing, proximal sensing, GIS, agroforestry domain, 3D models

Abstract

The GAP research group is focusing on diverse research applications. It has produced studies in the fields of Building and Environmental Engineering, Built Cultural Heritage, Informatics Engineering, and, notably, the Agroforestry sector.

GAP employs an integrated approach, using both remote and proximal sensing techniques to monitor and manage rural and forested landscapes. Collaborating closely with the Department of Agricultural, Food, and Environmental Sciences, we acquired and processed remote sensing and close-range data. This dataset includes LiDAR point clouds and RGB imagery for photogrammetric applications. These datasets have been utilized either independently or through fusion methods to acquire information and enhance the complexity of reconstruction models. These data enabled the 3D reconstruction and the analysis of elements representing the rural landscape and the forestry sector of the Marche region. These models yield dendrometric parameters crucial for effective monitoring and management. Indeed, the group has published research concerning the extraction of tree metrics, exploring data fusion techniques and diverse algorithms for crown and wood volume computation. Their focus has been on olive trees and monumental chestnuts, trees of historical significance in the region.

On the other hand, by using remote sensing imagery, we used multispectral data collected over the years to analyze and process time series for plant association mapping. The latter allows for understanding of the spatial distribution of the habitats and to evaluate and monitor their conservation status. Remote sensing data is becoming a core aspect of land surface phenology, which could be defined as the seasonal variation in vegetated surfaces detected. Moreover, integrated multi-scale and multi-temporal datasets, within a GIS framework, empower advanced analyses of rural landscape transformations over time.

This review aims to emphasize the interdisciplinary skills that enable us to drive innovation in geomatics methodologies and techniques, facilitating integrated analyses and decision-making processes within the agroforestry domain.

Geomatics-Enabled Interdisciplinary Approach for Hydrological Risk Analysis and Management

Francesco Di Stefano ^{1*}, Stefano Chiappini ¹, Marsia Sanità ¹, Roberto Pierdicca ¹, Eva Savina Malinverni ¹

¹ Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura, Università Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche 12, 60131, Ancona, Italy, s.chiappini@staff.univpm.it, m.sanita@pm.univpm.it, r.pierdicca@staff.univpm.it, e.s.malinverni@staff.univpm.it

* f.distefano@staff.univpm.it

Key words: geomatics, remote sensing, geoinformation, geodatabase, hydrogeological risk

Abstract

Hydrogeological risks associated with rivers have emerged as a significant concern worldwide, impacting both natural ecosystems and human settlements. This abstract presents an interdisciplinary project that leverages many technologies for data acquisition and modelling to comprehensively analyze and manage risks in riverine environments. The project integrates geomatics, geological, and hydrological techniques to provide a holistic understanding of river dynamics and their associated hazards. Geomatics, as a central component of this project, plays a pivotal role in instrumental field surveying through the deployment of photogrammetry and LiDAR instruments. These are technologies that facilitate the precise collection of elevation data, river morphology, and terrain characteristics. Such data is crucial for understanding river behavior and identifying potential risk factors. Remote sensing data from satellite imagery further enriches the project's temporal analysis capabilities. By analyzing these data over time, researchers can monitor changes in river patterns, land use, and climate-related variables, helping to identify trends and potential triggers for hydrological events. To manage and integrate the vast amount of geospatial information generated, a geodatabase within a Geographic Information System (GIS) is established. This geodatabase acts as a central repository for all data acquired through geomatics and remote sensing surveys. It enables efficient data storage, retrieval, and analysis, fostering collaboration among multidisciplinary researcher teams. This system offers tools for risk assessment, modeling, and scenario planning, allowing for proactive measures to mitigate hydrological risks. In conclusion, the integration of geomatics, remote sensing, and GIS in an interdisciplinary approach presents a powerful framework for the analysis and management of hydrological risks associated with rivers.

UNet convolutional network on Spacenet public datasets for monitoring the surrounding area of Chan Chan (Peru)

Eva Savina Malinverni ^{1*}, Marsia Sanità¹, Roberto Pierdicca¹, Chicchón Apaza Miguel Angel², Francisco James León Trujillo², Francesca Colosi³

¹ Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura, Università Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche 12, 60131, Ancona, Italy, m.sanita@pm.univpm.it, r.pierdicca@staff.univpm.it

² Carrera de Ingeniería Civil, Instituto de Investigación Científica, Universidad de Lima, Avenida Javier Prado Este 4600, Lima 15023, Peru, chicchon.am@gmail.com, fleon@ulima.edu.pe

³ Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Via Salaria, 300, 00016 Rome, Italy, francesca.colosi@cnr.it

*e.s.malinverni@staff.univpm.it

Keywords: Building detection, Neural Network, Segmentation, HRV images, Spacenet dataset

Abstract

The number of damages to cultural heritage is increasing rapidly every year. This is due to inadequate heritage management and uncontrolled urban growth, unpredictable seismic events and atmospheric turbulences that manifest themselves in a continuously deteriorating ecosystem. For this reason, applications of Artificial Intelligence in remote sensing techniques (machine learning and deep learning algorithms) for monitoring archaeological sites have increased in recent years. This research involves in particular the surrounding area of the archaeological site of Chan Chan in Peru. The authors propose an approach based on the use of artificial intelligence algorithms for building footprint segmentation and change detection analysis by means of remote sensing images. This approach involves a UNet convolutional network based on an EfficientNet B0 to B7 encoder. The network is trained on two public datasets from Spacenet, based on WV2 and WV3 satellite images: Spacenet V1 (Rio) and Spacenet V2 (Shanghai). In the pre-processing phase the images from the two datasets have been equalized in order to improve their quality and to avoid the over-fitting. The building segmentation has been performed on HRV images, downloaded by Google Earth Pro, on the study area. The value achieved in the IoU metric in both experiments was around 70%. The purpose of this proposed methodology is to assist scientists in drafting monitoring and conservation protocols based on already recorded data in order to prevent future disasters and hazards.

System klasy 3DCity GIS, Geoportal 3D z interaktywnym modelem miasta

Stanisław Biernat ¹, Joanna Bac-Bronowicz ^{2*}

¹ *infoSolutions sp. z o.o.*

² *Politechnika Wroclawska*

* *autor do korespondencji, joanna.bac-bronowicz@pwr.edu.pl*

Słowa kluczowe: 3D City, model 3D Poznań i Wrocław, usługi ekosystemowe SekoZ

Streszczenie

Modelowanie trójwymiarowe infrastruktury informacji przestrzennej na szeroką skalę jest zbiorem działań stosunkowo nowym w porównaniu z klasycznym podejściem 2D do zagadnień związanych z mapami i informacją przestrzenną (GIS). System klasy 3D City GIS rozumiany jest jako zbiór narzędzi i rozwiązań łączących dane, informacje, użytkowników oraz procedury niezbędne do sprawnego i prawidłowego zarządzania trójwymiarowym modelem miejskim. Systemy GIS klasy city w ostatnich latach rozwijają się w wielu miejscach na całym świecie, gdzie systemy te wykorzystywane są na co dzień.

Projekty 3D w Polsce wykorzystują dostępne standardy: LiDAR, cityGML, 3DcityDB dzięki którym budowanie takich modeli miejskich jest możliwe oraz praktycznie wykonalne.

Prezentowane modele 3D dla Wrocławia i Poznania zostały wykonane w szczególności LoD 2 (z uwzględnieniem kształtu dachów) na podstawie: obrysów budynków z ewidencji gruntów i budynków, dostępnych numerycznych modeli terenu, ortofotomapy, lotniczych zdjęć ukośnych oraz punktów charakterystycznych połączy dachowych digitalizowanych ze zdjęć lotniczych na stacjach fotogrametrycznych.

Dzięki rozwiązaniu 3Dcity możliwe jest udostępnienie interesariuszom różnych e-usług:

- zaawansowane wizualizacje przestrzennych zbiorów danych 3D, w tym chmur punktów,
- narzędzi wspierających partycypację społeczną w procesie planowania przestrzennego i ochrony środowiska, itp
- analizy przestrzenne danych 3D (np. zacienienie, nasłonecznienie, rozchodzenie się fal elektromagnetycznych),
- analizy potencjału energii słonecznej, geotermalnej budynków,
- modelu energetycznego zapotrzebowania,
- zarządzania jakością i aktualnością przestrzennych danych 3D oraz danych z innych źródeł.

Stworzony model symulacyjny 3D pozwala na ocenę wpływu projektowanego rodzaju zabudowy i drzewostanu na warunki życia mieszkańców. Wynikami symulacji lokalizacyjnych w SekoZ jest wielowariantowa przestrzenna waloryzacja bazowa terenu całego miasta, potrzebna do podjęcia decyzji o zmianach użytkowania terenu, określenia wartości i wskaźników usług ekosystemowych zieleni miejskiej, możliwości planowania takich usług i do oceny ich wartości.

Wykorzystanie do ewaluacji usług ekosystemowych zieleni miejskiej w systemie technologii GIS 3D oraz standardu OGC CityGML pozwala na optymalizację działań hamujących wypieranie zieleni i wody z krajobrazu przez zabudowę i infrastrukturę miejską.

Przedstawione badania są częścią projektu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju POIR.04.01.04-00-0023/18 w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój.

Abstract

3D projects in Poland use available standards: LiDAR, cityGML, 3DcityDB thanks to which building such urban models is possible and practically feasible.

The presented 3D models for Wrocław and Poznań were made in LoD 2 detail (including the shape of the roofs) based on: building outlines from the land and building registry, available numerical terrain models, orthophotomap, aerial oblique photos and characteristic points of roof slopes digitized from aerial photos at photogrammetric stations.

With the 3Dcity solution, it is possible to provide stakeholders with various e-services:

- advanced visualization of 3D spatial datasets, including point clouds,
- tools supporting public participation in the process of spatial planning and environmental protection, etc.
- spatial analyses of 3D data (e.g., shading, insolation, electromagnetic wave propagation),
- analyses of solar, geothermal energy potential of buildings,
- energy demand model,
- management of the quality and timeliness of 3D spatial data and data from other sources.

The research presented here is part of the National Research and Development Centre project POIR.04.01.04-00-0023/18 under the European Regional Development Fund from the Smart Growth Operational Programme.

Wizualizacje topograficzne w Geoportalu

Paulina Bidzińska^{1*}, Joanna Bac-Bronowicz^{1*}, Iwona Nakonieczna²

¹ Politechnika Wroclawska, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, ul. Na Grobli 15, 50-421 Wrocław

² Urząd Marszałkowski Województwa Dolnośląskiego, Wydział Geodezji i Kartografii, WODGiK, ul. Dobrzyńska 21/23, 50-403 Wrocław

* autor do korespondencji, paulina.bidzinska@pwr.edu.pl, joanna.bac-bronowicz@pwr.edu.pl

Słowa kluczowe: wizualizacje topograficzne, BDOT10k, automatyczna generalizacja, Geoportal

Streszczenie

Wizualizacje topograficzne stanowią kluczowy element w dziedzinie kartografii i geoinformatyki, umożliwiając użytkownikom zrozumienie i analizę różnych aspektów środowiska geograficznego. Artykuł prezentuje analizę wizualizacji topograficznych (BDOT10k) dostępnych na polskim Geoportalu i ocenia ich użyteczność oraz jakość.

Geoportal, jako platforma udostępniająca dane geoprzestrzenne dla obszaru Polski, zawiera różnorodne wizualizacje topograficzne, takie jak mapy topograficzne, zdjęcia satelitarne oraz numeryczne modele terenu. Przy użyciu tych danych możliwe jest przedstawienie zróżnicowanego krajobrazu Polski oraz wykorzystanie ich w różnych dziedzinach, od planowania przestrzennego po badania naukowe. Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) oraz Bazy Danych Ogólnogeograficznych (BDOO) są kluczowymi źródłami wizualizacji w geoportalach, dostarczając map od krajowych po branżowe. Jednak standaryzacja tych danych, szczególnie w skali 1:10 000, częściowo uwzględnia zasady generalizacji i redakcji map topograficznych, co jest tematem ciągłej dyskusji. Generalizacja bazy danych obiektów topograficznych w skalach 1:25 000 i 1:50 000 jest niezbędna do utrzymania czytelności map, jednocześnie zachowując ich dokładność.

Artykuł przedstawia jak automatyczna generalizacja danych wpływa na jakość wizualizacji topograficznych w Geoportalu, biorąc pod uwagę różne skale map. Omawia również kwestie związane z dostępnością i aktualnością tych danych oraz ich przydatność w zastosowaniach. Oceniany jest także wizualny aspekt wizualizacji topograficznych, w tym sposób reprezentacji terenu, a także czytelność mapy. W artykule zostało przeanalizowane jak automatyczne procesy generalizacji mogą prowadzić do utraty istotnych szczegółów terenu, błędów topologicznych i spadku czytelności map.

Wnioski z analizy pozwalają na ocenę poprawności generalizacji danych topograficznych w Geoportalu oraz dostarczają wskazówek, jak lepiej korzystać z tych wizualizacji w praktycznych zastosowaniach. Artykuł ten stanowi przegląd stanu obecnego zasobu wizualizacji topograficznych w Geoportalu Polski i zachęca do dalszych badań nad jakością i dostępnością tych danych geoprzestrzennych.

Abstract

Topographic visualizations are a key element in the field of cartography and geoinformatics, enabling users to understand and analyze various aspects of the geographic environment. The article presents an analysis of topographic visualizations (BDOT10k) available on the Polish Geoportal and assesses their usability and quality.

Geoportal, as a platform providing geospatial data for the area of Poland, contains a variety of topographic visualizations, such as topographic maps, satellite images and numerical terrain models. Using this data, it is possible to depict Poland's diverse landscape and use it in various fields, from urban planning to scientific research. Databases of Topographic Objects (BDOT10k) and Databases of General Geographic Objects (BDOO) are key sources of visualization in geoportals, providing maps ranging from national to industry-specific. However, the standardization of these data, especially at the 1:10,000 scale, partially addresses the principles of generalization and redaction of topographic maps, which is a topic of ongoing discussion. Generalization of the database of topographic objects at scales of 1:25,000 and 1:50,000 is essential to maintain the legibility of maps while maintaining their accuracy.

The article shows how automatic data generalization affects the quality of topographic visualizations in Geoportal, taking into account different map scales. It also discusses issues related to the availability and timeliness of these data and their usefulness in applications. The visual aspect of the topographic visualizations is also evaluated, including how the terrain is represented, as well as the readability of the map. The article examines how automatic generalization processes can lead to the loss of important terrain details, topological errors and a decrease in map legibility.

The conclusions of the analysis allow assessing the correctness of the generalization of topographic data in the Geoportal and provide guidance on how to better use these visualizations in practical applications. This article provides an overview of the current state of the resource of topographic visualizations in Poland's Geoportal and encourages further research into the quality and availability of this geospatial data.

Wykorzystanie środowiska webGIS do gromadzenia i publikacji danych o zbrodniach wojennych i ofiarach wojny w Ukrainie

Nataliya Yarema^{1*}, Paweł J. Kowalski², Dmytro Marchenko¹, Yuliia Holubinka¹, Mariana Yurkiv¹

1) *Uniwersytet Narodowy Politechnika Lwowska, ul. S. Bandery 12, Lwów, Ukraina*

2) *Politechnika Warszawska, Plac Politechniki 1, Warszawa, Polska*

* autor do korespondencji, nataliia.p.yarema@lpnu.ua

Słowa kluczowe: kartografia tematyczna, serwis internetowy, webGIS, webmap application, działania zbrojne, ArcGIS Online, ArcGIS Web Experience

Streszczenie

Celem pracy było przygotowanie modelu bazy danych i zbadanie możliwości wykorzystania narzędzi geoinformacyjnych w środowisku webGIS do gromadzenia i przetwarzania danych o bohaterach i ofiarach toczącej się od 24 lutego 2022 r. agresji rosyjskiej, nazywanej pełnoskalową lub wielką wojną rosyjsko-ukraińską. Zaprezentowana koncepcja bazy danych i przykłady opracowań bazujących na serwisach mapowych, mogą zostać w przyszłości wykorzystane w ramach innych prac poświęconych dokumentowaniu skutków wojny.

W pracy wykorzystano teorię modelowania baz danych z uwzględnieniem ontologii geograficzno-historycznych, a także metodykę prezentacji kartograficznej. Podstawową trudnością w opracowaniu omawianego zasobu danych jest dynamika procesu ich gromadzenia, a także niejednorodne technicznie i faktograficznie źródła informacji. Ponadto szczególną własnością technologiczną jest fakt, iż komponenty multimedialne (dokumentacja tekstowa, fotograficzna, filmowa i dźwiękowa) są kluczowe, a dane lokalizacyjne mają charakter uzupełniający.

Do przygotowania przykładowych zestawów danych i map wykorzystano narzędzia środowiska desktopowego ArcGIS Pro, zintegrowanego z usługami webowymi, które umożliwiły przygotowanie i zarządzanie bazą danych geograficznych oraz elastyczne publikowanie danych w formie sprofilowanych serwisów mapowych, począwszy od multimedialnych prezentacji kartograficznych (szablony Story Maps), aż po zaawansowane aplikacje webowe (środowisko ArcGIS Experience). Podstawową funkcjonalność interaktywnych map internetowych zapewniły narzędzia kontroli i modyfikacji obrazu (zasięgu, powiększenia, symbolizacji) i zakresu treści: widoczności poszczególnych warstw, filtrowania obiektów wg różnych kryteriów. Dodanie użytkownikom rozszerzonej funkcjonalności np. wprowadzania własnych danych, czy analiz przestrzennych, otwiera możliwości efektywnej pracy w środowisku webGIS, tam gdzie desktopowe systemy GIS są niedostępne. Ma to szczególne znaczenie w sytuacji udostępnienia serwisu w trybie partycypacyjnym (Volunteered Geographic Information Systems). W przypadku monitorowania przebiegu, czy skutków działań zbrojnych otwarty system gromadzenia danych geograficznych jest jedynym możliwym do zastosowania, tak ze względów organizacyjnych (brak scentralizowanych źródeł danych), jak i technicznych (np. możliwy dostęp do serwisu z urządzeń mobilnych).

Using the web GIS environment to collect and publish data of war crimes and war victims in Ukraine

Nataliya Yarema^{1*}, Paweł J. Kowalski², Dmytro Marchenko¹, Yuliia Holubinka¹, Mariana Yurkiv¹

1) Lviv Polytechnic National University, Bandery St. 12, Lviv

2) Warsaw University of Technology, Pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa

* corresponding author, nataliia.p.yarema@lpnu.ua

Keywords: thematic cartography, website, webGIS, webmap application, military operations, ArcGIS Online, ArcGIS Web Experience

Abstract

The aim of the work was to prepare a database model and analyse the possibility of using geoinformatics tools in the web GIS environment to collect and process data about the heroes and victims of the Russian aggression ongoing since February 24, 2022, called the full-scale or great Russian-Ukrainian war. The presented database concept and examples of studies based on web map services may be used in the future as part of other works targeted to documenting the effects of the war.

The work uses the theory of database modelling, taking into account geographical and historical ontologies, as well as the cartographic presentation methods. The main difficulty in developing the discussed data resource is the dynamics of the data collection process, as well as technically and substantively heterogeneous sources of information. Moreover, a special technological property is the fact that multimedia components (text, photographic, film and sound documentation) are key components, and location data are supplementary.

To prepare selected datasets and maps, tools from the ArcGIS Pro desktop environment were used, integrated with webservices, which enabled the preparation and management of a geographic database and flexible publishing of data in the form of customized map services, ranging from multimedia cartographic presentations (Story Maps templates) to advanced web applications (ArcGIS Experience environment). The basic functionality of interactive web maps was provided by image management tools (extent, zoom, symbolization) and the scope of content: visibility of individual layers, filtering features according to various criteria. Adding extended functionality to users, e.g., entering their own data or spatial analyses, opens up the possibility of working effectively in the web GIS environment where desktop GIS systems are unavailable. It is important that the website is accessible in a participatory mode (Volunteered Geographic Information Systems). In the case of monitoring the course or effects of military operations, an open system for collecting geographical data is the only one possible to use, both for organizational reasons (lack of centralized data sources) and for technical reasons (e.g., possible access to the website from mobile devices).

Patternogram: nowe podejście do rozpoznawania autokorelacji przestrzennej

Jakub Nowosad ^{1*}

¹ *Institut Geoekologii i Geoinformacji, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Krygowskiego 10, 61-680 Poznań*

* autor do korespondencji, nowosad.jakub@gmail.com

Słowa kluczowe: autokorelacja przestrzenna, zależność czasoprzetrzenna, struktury przestrzenne, przestrzenne uczenie maszynowe, wizualizacja geoprzestrzenna

Streszczenie

Autokorelacja przestrzenna jest kluczową własnością wielu zmiennych badanych w geoinformacji, statystyce przestrzennej i pokrewnych dziedzinach. Geostatystyczne metody wizualizacji danych, takie jak korelogramy i semiwariogramy są używane do wykrywania i kwantyfikacji autokorelacji przestrzennej, ale mają pewne ograniczenia, takie jak możliwość stosowania tylko do jednej zmiennej i korzystanie z ograniczonego zestawu miar niepodobieństwa.

Celem wystąpienia jest zaproponowanie nowej metody o nazwie "patternogram", która rozwiązuje te ograniczenia. Patternogram pozwala analizować wiele zmiennych jednocześnie, korzystać z różnych miar niepodobieństwa i obsługiwać zarówno dane punktowe, jak i rastrowe.

Proces tworzenia patternogramu obejmuje obliczanie odległości przestrzennej i niepodobieństwa wartości między punktami, obliczanie średniego niepodobieństwa w kolejnych odstępach odległości między parami punktów, a następnie wizualizację zależności między odległością przestrzenną a średnim niepodobieństwem. Metoda ta może być stosowana do wykrywania autokorelacji przestrzennej, porównywania autokorelacji przestrzennej w różnych okresach, badania autokorelacji przestrzennych predyktorów w modelach uczenia maszynowego i analizy autokorelacji przestrzennej kategoriycznych struktur przestrzennych.

Metoda patternogramu została zastosowana do różnych zbiorów danych, pokazując jej potencjał w analizie autokorelacji przestrzennej. Przykłady obejmują wykrywanie różnic autokorelacji przestrzennej temperatury w Polsce pomiędzy danymi historycznymi a scenariuszami klimatycznymi, badanie autokorelacji przestrzennych predyktorów w modelach uczenia maszynowego na podstawie danych symulowanych oraz analizę autokorelacji przestrzennej kategoriycznych struktur pokrycia terenu w okolicy miejscowości Augusta w Stanach Zjednoczonych.

Metoda patternogram jest dostępna jako otwartoźródłowy pakiet R pod adresem <https://github.com/Nowosad/patternogram>.

Patternogram: a new approach for detecting spatial autocorrelation

Jakub Nowosad ^{1*}

¹ *Institute of Geoecology and Geoinformation, Faculty of Geographical and Geological Sciences, Adam Mickiewicz University in Poznań, Krygowskiego 10, 61-680 Poznań.*

* corresponding author, nowosad.jakub@gmail.com

Keywords: spatial autocorrelation, spatiotemporal dependence, spatial patterns, spatial machine learning, geospatial visualization.

Abstract

Spatial autocorrelation is a key property of many variables studied in geoinformation, spatial statistics, and related fields. Geostatistical data visualization methods, such as correlograms and semivariograms, are used to detect and quantify spatial autocorrelation, but they have certain limitations, such as being applicable only to a single variable and the use of a limited set of dissimilarity measures.

This presentation aims to propose a new method called "patternogram" that addresses these limitations. The patternogram allows for the analysis of multiple variables simultaneously, utilizing different dissimilarity measures, and handling both point and raster data.

Creating a patternogram involves calculating the spatial distance and dissimilarity between values of points, computing the average dissimilarity within successive distance intervals between pairs of points, and then visualizing the relationship between spatial distance and average dissimilarity. This method can be applied to detect spatial autocorrelation, compare spatial autocorrelation across different periods, investigate the spatial autocorrelation of predictors in machine learning models, and analyze the spatial autocorrelation of categorical spatial patterns.

The patternogram method has been applied to various datasets, demonstrating its potential in analyzing spatial autocorrelation. Examples include detecting differences in spatial autocorrelation of temperature in Poland between historical data and climate scenarios, examining the spatial autocorrelation of predictors in machine learning models based on simulated data, and analyzing the spatial autocorrelation of categorical land cover patterns in the vicinity of Augusta, United States.

The patternogram method is available as an open-source R package at <https://github.com/Nowosad/patternogram>.

Technologie geoinformatyczne w ocenie pokrycia roślinnością rekultywowanej Hałdy Sośnica

Marta Szostak¹, Paweł Hawryło¹, Igor Pawelec¹, Bartłomiej Woś², Amisalu Milkias Misebo², Agnieszka Józefowska³, Anna Klamerus-Iwan², Pranav Dev Singh², Marek Pająk², Edyta Sierka⁴, Agnieszka Kompała-Bąba⁴, Marcin Pietrzykowski²

¹ Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, Wydział Leśny, Katedra Zarządzania Zasobami Leśnymi

² Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, Wydział Leśny, Katedra Inżynierii Ekologicznej i Hydrologii Leśnej

³ Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, Wydział Rolniczo-Ekonomiczny, Katedra Gleboznawstwa i Agrofizyki

⁴ Uniwersytet Śląski w Katowicach, Instytut Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska

* autor do korespondencji, marta.szostak@urk.edu.pl

Słowa kluczowe: PlanetScope, Sentinel-2, klasyfikacja obrazów satelitarnych, ortofotomapy lotnicze, rekultywacja

Streszczenie

Obiekty przemysłowe, w tym hałdy gromadzące odpady z wydobycia węgla kamiennego, postrzegane są jako elementy zaburzające krajobraz i negatywnie wpływające na środowisko przyrodnicze i jakość życia człowieka. Równocześnie wykazują się znaczącym potencjałem przyrodniczym, który po wykonanej rekultywacji może istotnie wspierać świadczone usługi ekosystemowe. Rekultywacja tego rodzaju obiektów może być realizowana w kierunku leśnym, zadrzewieniowym i innym, lub też pewne fragmenty mogą być pozostawiane dla sukcesji naturalnej. Gatunki posiadające różne cechy morfologiczne, fizjologiczne i behawioralne muszą się przystosować do bardzo trudnych, a wręcz ekstremalnych warunków siedliskowych jakie panują na tego rodzaju zwałowiskach.

Badania przeprowadzono na zwałowisku odpadów towarzyszących górnictwu węgla kamiennego Hałda Sośnica; Górnśląskie Zagłębie Węglowe. W wybranych punktach, dobranych odpowiednio do zróżnicowania przestrzennego obiektu, dokonano opisu zróżnicowanych typów roślinności (trawy, byliny, drzewa i krzewy) oraz analizy związków z niektórymi właściwościami gleb technogenicznych z uwzględnieniem różnych scenariuszy rekultywacji (stosowanie bądź nie warstwy ziemi mineralnej do pokrycia skał karbońskich). Punkty te identyfikowano na podstawie analizy ortofotomap lotniczych (GUGiK), obrazów Sentinel-2 (ESA) i PlanetScope (Planet) oraz wizji terenowej wraz z opisem typów roślinności.

Klasyfikację pokrywy roślinnej przygotowano metodą klasyfikacji nadzorowanej (metoda Support Vector Machine) na podstawie obrazów PlanetScope (kanały R, B, G, NIR, piksel: 3 m, okres: wiosna, lato, jesień 2020–2021). Do porównania wykorzystano również obrazowania Sentinel-2 (piksel R, B, G, NIR: 10 m i pozostałe kanały spektralne o rozdzielczości 20 m). Wyróżnione klasy to roślinność z dominacją: *Lupinus polyphyllus*, *Lotus corniculatus*, *Solidago gigantea*, *Melilotus* sp., *Calamagrostis epigejos*, *Festuca rubra*, *Arhenatherum elatius*. Wyszczególniono także zadrzewienia i klasy: skały karbońskie bez pokrycia glebą – w skrócie odkryta skała oraz odkryta gleba. Łącznie w klasyfikacji wykorzystano 133 pól treningowych i 56 punktów walidacyjnych (pomiar GNSS). W wyniku wskazano przestrzenne rozmieszczenie dominujących gatunków roślinności.

Badania finansowane z Narodowego Centrum Nauki (Grant Nr 2020/39/B/ST10/00862)

Abstract

Post-industrial sites including spoil heaps from coal mining are perceived as elements disturbing the landscape and negatively affecting the natural environment and people's quality of life. At the same time, they hold a significant natural potential that may greatly support the ecosystem services provided to humans. Reclamation of this type of object can be carried out in the direction of forestry, afforestation, and others, or some fragments can be left for natural succession.

Species with different morphological, physiological, and behavioral characteristics have to adapt to very difficult, and even extreme habitat conditions that prevail on this type of heaps.

The research was carried out on a heap of waste associated with coal mining Heap Sośnica; Upper Silesian Coal Basin. At several points, selected according to the spatial diversity of the object, a description of various types of vegetation (trees, grass, or forbs) was made, as well as an analysis of relationships with some properties of technological soils, considering various reclamation scenarios (application or not of a layer of mineral earth to cover carboniferous rocks). These points were identified based on the analysis of aerial orthophotomaps (GUGiK), Sentinel-2 (ESA), and PlanetScope (Planet) images, as well as field vision with a description of vegetation types.

The vegetation cover classification was prepared using the supervised classification method (Support Vector Machine method) based on PlanetScope images (R, B, G, NIR channels, pixel: 3 m, period: spring, summer, autumn 2020-2021). Sentinel-2 images (R, B, G, NIR pixel: 10 m and other spectral channels with a resolution of 20 m) were also used for comparison. The distinguished classes are vegetation dominated by: *Lupinus polyphyllus*, *Lotus corniculatus*, *Solidago gigantea*, *Melilotus* sp., *Calamagrostis epigejos*, *Festuca rubra*, *Arhenatherum elatius*. Tree stands and classes: carboniferous rocks without soil cover and uncovered soil were also specified. In total, 133 training fields and 56 validation points (GNSS measurements) were used in the classification. As a result, the spatial distribution of dominant vegetation species was indicated.

Research funded by the National Science Center (Grant No. 2020/39/B/ST10/00862)

Modelowanie prawdopodobieństwa zamierania drzewostanów sosnowych w zmieniających się warunkach klimatycznych z wykorzystaniem danych przestrzennych

Paweł Hawryło^{1*}, Jarosław Socha¹, Piotr Janiec², Michał Woda², Luiza Tymieńska-Czabańska¹, Paweł Netzel¹

¹ *Katedra Zarządzania Zasobami Leśnymi, Wydział Leśny, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kollątaja w Krakowie, Al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków*

² *Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej, Oddział Kraków, ul. Senatorska 15, 30-106 Kraków*

*pawel.hawrylo@urk.edu.pl

Słowa kluczowe: s1, s2, s3, s4, s5

Streszczenie

Postarzające się okresy występowania wysokich temperatur oraz towarzyszące im często susze, powodują zwiększoną śmiertelność lasów na całym świecie. Jednocześnie, depozycja azotu, wydłużanie się okresu wegetacyjnego oraz wyższe stężenie dwutlenku węgla w atmosferze powodują zwiększenie produktywności siedlisk, przyspieszając wzrost lasów. Jednak badania fizjologiczne drzew wskazują, że zwiększona produktywność siedliska może mieć również niekorzystne skutki, zmniejszając adaptację drzew do warunków suszy. Zrozumienie tak skomplikowanych interakcji, które mogą sprzyjać śmiertelności drzew, jest niezbędne do projektowania działań i polityk mających na celu ochronę lasów i świadczonych przez nie usług ekosystemowych. Celem badań było wskazanie cech siedliskowych oraz drzewostanowych wpływających na podatność sosny zwyczajnej na śmiertelność w warunkach suszy. Badaniami objęto obszar całego kraju. Analizowany okres obejmował lata 2015-2019. Ważnym aspektem prowadzonych badań było wykorzystanie różnorodnych danych przestrzennych w skali całego kraju, m.in. takich jak: leśna mapa numeryczna, chmury punktów lotniczego skanowania laserowego, wysokorozdzielczy numeryczny model terenu, przestrzenne dane meteorologiczne, czy dane przestrzenne opisujące warunki glebowe. W badaniach przetestowano różne metody predykcyjne takie jak uogólnione modele addytywne, metoda lasów losowych oraz głębokie sieci neuronowe. Zaobserwowano, że największą podatność na zamieranie w okresie suszy wykazują drzewostany najstarsze o dużym zagęszczeniu, rosnące na najbardziej produktywnych oraz wilgotnych siedliskach. Zaobserwowano również, że wpływ wymienionych czynników jest zróżnicowany przestrzennie w skali kraju. Uzyskane wyniki mogą być wykorzystane w prognozach pochłaniania węgla przez lasy, bieżącej gospodarki leśnej oraz kształtowaniu sposobów zarządzania lasami mających na celu zwiększenie odporności i ochronę ekosystemów leśnych.

Abstract

Repeated periods of high temperatures and accompanying droughts are causing increased forest mortality around the world. At the same time, nitrogen deposition, extending the growing season and higher atmospheric carbon dioxide concentrations are increasing site productivity, accelerating forest growth. However, physiological studies of trees indicate that increased site productivity can also have adverse effects, reducing tree adaptation to drought conditions. Understanding such complex interactions that can cause tree mortality is essential for designing actions and policies to protect forests so that they can optimally deliver the ecosystem services they provide. The aim of this study was to identify site and stand characteristics that influence the susceptibility of Scots pine stands to mortality under drought conditions. The study covered the entire country. The analysed period covered the years 2015-2019. An important aspect of the research was the use of a variety of spatial data at the national scale, such as a digital forest map, airborne laser scanning point clouds, a high-resolution digital terrain model, spatial meteorological data or spatial data describing soil conditions. Various predictive methods such as generalised additive models, random forest method and deep neural networks were tested in the study. It was observed that the oldest stands with high density, growing on the most productive and moist sites were the most susceptible to dieback during drought. It was also observed that the influence of the aforementioned factors varies spatially across the country. The results obtained can be used in predictions of forest carbon sequestration, current forest management and shaping forest management practices aimed at increasing the resilience and protection of forest ecosystems.

Monitoring satelitarny Sentinel-2 (ESA) oraz PlanetScope Dove (Planet Labs) w detekcji i monitoringu gradacji borecznika sosnowca (*Diprion pini* L.) w drzewostanach zachodniej Polski

Piotr Wężyk^{1,2*}, Artur Golasz^{1,2}, Wojciech Krawczyk^{1,2}

¹ Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, Wydział Leśny, Katedra Zarządzania Zasobami Leśnymi

² Polskie Towarzystwo Geograficzne, Oddział Teledetekcji

* adres do korespondencji: piotr.wezyk@urk.edu.pl

Słowa kluczowe: Sentinel-2, PlanetScope, monitoring stanu lasu, gradacje owadów, *Diprion pini*

Streszczenie

Celem prezentowanych badań była detekcja uszkodzeń drzewostanów sosnowych wywołanych przez foliofagi w zachodniej Polsce w 2021 roku oraz monitorowanie dynamiki wieloczasowych zmian jakim podlegają teledetekcyjne wskaźniki roślinności z wykorzystaniem obrazów satelitarnych Sentinel-2 (ESA) oraz PlanetScope Dove/SuperDove (Planet Labs). Badania dotyczyły zasięgu i intensywności defoliacji koron sosen powodowanych żerem borecznika sosnowca (*Diprion pini* L.) w 3 Nadleśnictwach: Grodziec (RDLP Poznań), Bolewice (RDLP Szczecin) oraz Wolsztyn (RDLP Zielona Góra).

Detekcji zasięgu oraz intensywności defoliacji koron sosny zwyczajnej dokonano w oparciu o progowanie wartości wskaźnika NDVI oraz klasyfikację nadzorowaną wykorzystującą algorytm maksymalnego prawdopodobieństwa. Wydzielono dwie zasadnicze klasy drzewostanów, tj.: drzewostan zdrowy (drzewostany bez wyraźnej defoliacji) oraz drzewostany uszkodzone (z wyraźną defoliacją). Zestaw dla treningu klasyfikatora składał się z 52 wyznaczonych na obrazach AOI. Wyniki dla gradacji w 2021 roku określone na podstawie obrazów Sentinel-2 wskazały na największe uszkodzenia drzewostanów w Nadleśnictwach: Grodziec (3.700,66 ha; Kappa 0,80), Bolewice (1.437,98 ha; Kappa 0,88) oraz Wolsztyn (1.115,42 ha; Kappa 0,88), w których atak owadów (przy podwójnej rójce) objął odpowiednio: 15,99%, 6,83% oraz 8,71% wszystkich analizowanych drzewostanów sosnowych w konkretnym Nadleśnictwie.

Powierzchnię drzewostanów uszkodzonych wyznaczono również na podstawie obrazów PlanetScope SuperDove. Do tego celu wykorzystano zobrazenia satelitarne odpowiadające dacie akwizycji zobrazeniom Sentinel-2 (ESA). Wyniki klasyfikacji nadzorowanej dla analizowanych Nadleśnictw ukształtowały się następująco: Grodziec: 3.764,21 ha (Kappa 0,88, różnica powierzchni +0,27% względem S-2), Bolewice 1.254,61 ha (Kappa 0,83, różnica -1,08% względem S-2), Wolsztyn 1.155,42 (Kappa 0,83, różnica -0,36% względem S2). Te bardzo niewielkie różnice (średnio 0,60%) wskazują na duży potencjał obu konstelacji satelitów, tj. zarówno tych komercyjnych charakteryzujących się lepszą rozdzielczością przestrzenną (PlanetScope) jak i publicznie dostępnych Sentinel-2 (ESA).

Abstract

The aim of the presented research was to detect damaged Scots pine stands caused by folivores in western Poland in 2021 and to monitor the dynamics of multi-temporal changes in remote sensing vegetation indices using Sentinel-2 (ESA) and PlanetScope Dove/SuperDove (Planet Labs) satellite imagery. The study investigated the extent and intensity of defoliation of pine crowns caused by feeding of the common pine sawfly (*Diprion pini* L.) in 3 Forest Districts: Grodziec (RDLP Poznań), Bolewice (RDLP Szczecin) and Wolsztyn (RDLP Zielona Góra).

Detection of the extent and intensity of defoliation of Scots pine crowns was performed based on thresholding of NDVI values and maximum likelihood algorithm supervised classification. Two main stand classes were distinguished: healthy stands (stands without clear defoliation) and damaged stands (with clear defoliation). The training set for classifier consisted of 52 designated AOI polygons. The results for the 2021 gradation determined based on Sentinel-2 imagery indicated the greatest damage to forest stands in the Forest Districts of: Grodziec (3,700.66 ha; Kappa 0.80), Bolewice (1,437.98 ha; Kappa 0.88) and Wolsztyn (1,115.42 ha; Kappa 0.88), in which the insect outbreak (with double swarming) covered respectively: 15.99%, 6.83% and 8.71% of all analysed pine stands in a particular Forest District.

The area of damaged stands was also determined based on PlanetScope imagery. For this purpose, satellite imagery corresponding to the acquisition date of Sentinel-2 imagery was used. The results of the supervised classification for analysed Forest Districts were as follows: Grodziec: 3,764.21 ha (Kappa 0.88, area difference +0.27% relative to S-2), Bolewice 1,254.61 ha (Kappa 0.83, difference -1.08% relative to S-2), Wolsztyn 1,155.42 (Kappa 0.83, difference -0.36% relative to S2). These very small differences (average 0.60%) indicate the high potential of both satellite constellations, i.e. both the commercial ones with better spatial resolution (PlanetScope) and the publicly available Sentinel-2 (ESA).

Możliwości stosowania niskokosztowego skanera laserowego w inwentaryzacji leśnych powierzchni próbnych

Michał Brach^{1*}, Wiktor Tracz¹, Grzegorz Krok², Jakub Gąsior¹

¹ Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Nauk Leśnych, Samodzielny Zakład Geomatyki i Gospodarki Przestrzennej, ul. Nowoursynowska 166 02-787 Warszawa

² Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn

* autor do korespondencji, michal.brach@sggw.edu.pl

Słowa kluczowe: iPad, LiDAR, leśnictwo, inwentaryzacja, dokładność

Streszczenie

Wdrażanie nowoczesnych metod inwentaryzacji lasu za pomocą danych z lotniczego skanowania laserowego przyczynia się do istotnej poprawy stanu wiedzy o zasobach leśnych. Opracowane algorytmy obliczeniowe wymagają jednak nadal danych z inwentaryzacji naziemnej celem kalibracji gotowych modeli. Tym samym jakość danych naziemnych, będzie wpływać na końcowe wyniki szacowania zasobności drzewostanów czy innych cech taksacyjnych. Wychodząc naprzeciw konieczności utrzymania wysokiej jakości danych referencyjnych poszukuje się nowoczesnych, efektywnych i uzasadnionych ekonomicznie narzędzi do inwentaryzacji naziemnych. W prezentowanym badaniu wykorzystano niskokosztowy skaner laserowy montowany w tabletach iPad firmy Apple. Głównym założeniem badania było zbadanie tego urządzenia na szeroką skalę, co zrealizowano na 63 stałych powierzchniach próbnych założonych w ramach Wielkoobszarowej Inwentaryzacji Stanu Lasu. Łącznie zeskanowano 776 drzew reprezentowanych przez główne gatunki lasotwórcze takie jak sosna, brzoza oraz dąb. Wyniki badań wskazują, że średni błąd położenia drzewa zarejestrowanego skanerem wyniósł 0.28 metra zaś wartość pierśnicy (średnica drzewa na wysokości 1.3 metra od ziemi) wyniósł około 0.06 m. Do przetworzeń plików ze skanowania laserowego wykorzystano autorskie rozwiązania oparte na otwartych narzędziach programistycznych. Uzyskane wyniki pozwalają z optymizmem patrzeć w przyszłość rozwoju metod inwentaryzacji leśnych powierzchni próbnych, mimo iż wymagają one jeszcze dalszego dopracowania.

Abstract

The implementation of modern forest inventory methods using airborne laser scanning data contributes to a significant improvement in the knowledge of forest resources. However, this advanced method of volume calculation still requires ground measurements on sample plots to calibrate the final biomass assessment models. Thus, the quality of ground reference data will influence the final results of volume estimation or other forest stand characteristics. In this case, the need to maintain high-quality reference data, the modern, efficient, and cost-effective ground inventory tools are being sought. The presented study implements the low-cost laser scanner mounted on Apple's iPad tablet. The main goal of the research was to test this device on a large scale, which was realized in 63 permanent sample plots established as part of the National Forest Inventory. A total of 776 trees were scanned. The tree stands were represented by the main forest species such as pine, birch, and oak. The results show that the root mean square error in the position of a tree recorded by the scanner was 0.28 meters, while the diameter breast height value (DBH - diameter of the tree at 1.3 meters from the ground) was approximately 0.06 meters. The original scanner files were processed based on open software tools a full methodology was prepared to extract the final tree location and DBH dimensions were used to process the laser scanning files. The final results, allow us to be optimistic about the future development of forest sample plot inventory methods, even though they still require further development.

Technologie teledetekcyjne w inwentaryzacji jemioli na przykładzie miasta stołecznego Warszawa

Łukasz Kwaśny ¹

¹ Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Nauk Leśnych, Samodzielny Zakład Geomatyki i Gospodarki Przestrzennej; ul. Nowoursynowska 159, 02-787 Warszawa

Słowa kluczowe: jemiola, teledetekcja, ortofotomapa, uav, Warszawa

Streszczenie

W ostatnich latach w Polsce stwierdzono nasilone występowanie jemioli – półpaszyta rozwijającego się w koronach drzew. Jemiola jest masowo obserwowana w środowisku leśnym, zadrzewieniach parkowych, jak i na pojedynczych drzewach. Jej występowanie negatywnie wpływa na stan zdrowotny drzew, zwiększając ryzyko uszkodzeń części korony, jak również doprowadzając do ponadprzeciętnej śmiertelności drzew. Skutki te są szczególnie negatywnie odczuwalne w obrębie aglomeracji miejskich. W ramach pracy dokonano analizy ogólnodostępnych obrazów teledetekcyjnych pozyskanych dla miasta stołecznego Warszawy. Weryfikowano ich użyteczność w inwentaryzacji i monitoringu pojawu jemioli w koronach drzew. W inwentaryzacji wykorzystano dane teledetekcyjne w postaci ortofotomap z poziomu lotniczego i uav, chmury punktów z lotniczego skanowania laserowego i obrazów udostępnionych w ramach usługi Street View.

Abstract

In recent years, an increased occurrence of mistletoe - a semi-parasite that develops in tree crowns - has been observed in Poland. Mistletoe is widely observed in forest environments, parks and on individual trees. Its occurrence negatively affects the health of trees, increasing the risk of damage to parts of the crown, as well as leading to above-average tree mortality. These effects are particularly negatively felt within urban agglomerations. The work included an analysis of publicly available remote sensing images obtained for the capital city of Warsaw. Their usefulness in inventorying and monitoring the appearance of mistletoe in tree crowns was verified. The inventory used remote sensing data in the form of orthophotomaps from the air and UAV, point clouds from airborne laser scanning and images made available as part of the Street View service.

Dobre praktyki wykorzystania teledetekcji satelitarnej w gospodarce leśnej

Kamil Onoszko

¹ Nadleśnictwo Rajgród, Lasy Państwowe

*Kamil Onoszko, kamil.onoszko@bialaystok.lasy.gov.pl

Słowa kluczowe: teledetekcja satelitarna, Copernicus, Landsat, Corona, gospodarka leśna

Streszczenie

Teledetekcja satelitarna jest istotnym źródłem informacji o obszarach leśnych. Cykliczny zbiór danych satelitarnych realizowany przez publiczne programy obserwacji Ziemi (program Copernicus, Landsat) pozwala na ustalenie istotnych zmian i trendów jakie zachodzą w ekosystemach leśnych na rozległych obszarach. W referacie autor podzieli się dobrymi praktykami z zakresu wykorzystania zobrażeń satelitarnych w analizach: pożarów (pożar w Biebrzańskim Parku Narodowym w 2020 roku, pożar w Nadleśnictwie Grójec w 2022 roku), szkód od wiatru (*Huragan 100-lecia* z 2017 roku), ocenach stanu zdrowotnego drzewostanów (Puszcza Białowieńska) oraz wieloczasowymi analizami zmian w strukturze i zasięgu przestrzeni leśnej (Puszcza Białowieńska, Nadleśnictwo Dobrocin). W przeprowadzonych analizach wykorzystano m.in. dane optyczne Sentinel-2, Landsat-8, Sentinel-3, dane radarowe – Sentinel-1 (wykorzystując aplikację chmurową - EO Browser) oraz archiwalne dane satelitarne z projektu Corona (KH-3, KH-4B, KH-7). Analizy teledetekcyjne zostały wykonane przy pomocy popularnego oprogramowania geoinformacyjnego QGIS i ArcGIS (ESRI). Doświadczenia z realizacji w wielu projektów bazujących na teledetekcji satelitarnej jednoznacznie wskazują, że współczesna wielofunkcyjna gospodarka leśna powinna systemowo opierać się na wykorzystaniu danych satelitarnych, które pozwalają na podejmowanie trafnych decyzji na każdym szczeblu struktury organizacyjnej Lasów Państwowych.

Abstract

Satellite remote sensing is an important source of information about forest areas. Regular collection of satellite data carried out by public Earth observation programs (Copernicus program, Landsat) allows to identify significant changes and trends that occur in forest ecosystems over large areas. In this paper, the author will share good practices in the use of satellite imagery in the analysis of: fires (fire in the Biebrza National Park in 2020, fire in the Grójec Forest District in 2022), wind damage (Hurricane of the 100th Anniversary in 2017), state assessments health of tree stands (Białowieża Forest) and long-term changes analysis in the structure and extent of forest area (Białowieża Forest, Dobrocin Forest District). The analyzes carried out included, among others: optical data from Sentinel-2, Landsat-8, Sentinel-3, radar data - Sentinel-1 (using the cloud application - EO Browser) and archived satellite data from the Corona project (KH-3, KH-4B, KH-7). Remote sensing analyzes were performed using the popular geoinformation software QGIS and ArcGIS (ESRI). The project's findings based on satellite remote sensing clearly indicates that modern multifunctional forest management should be regularly supported by the use of satellite data, which allows for making accurate decisions at every level of the organizational structure of the State Forests.

Określenie wpływu stanu zdrowotnego drzewostanów świerkowych (*Picea abies* H. Karst) na wyniki pomiarów LiDAR misji GEDI (NASA) na obszarze Tatr

Wojciech Krawczyk^{1,2*}, Piotr Wężyk^{1,2}

¹ Uniwersytet Rolniczy im. H. Kollątaja w Krakowie, Wydział Leśny, Katedra Zarządzania Zasobami Leśnymi

² Polskie Towarzystwo Geograficzne, Oddział Teledetekcji

* adres do korespondencji: wojciech.krawczyk@student.urk.edu.pl

Słowa kluczowe: GEDI, satelitarne skanowanie laserowe, zamieranie drzewostanów, Tatry

Streszczenie

Postępujące zmiany klimatu prowadzą coraz częściej do zaburzeń w ekosystemach leśnych, powodując m.in. pogorszenie ich kondycji zdrowotnej, skutkujące niekiedy zamieraniem drzew na rozległych obszarach. Procesy te wpływają na zmiany poziomej i pionowej struktury przestrzennej drzewostanów, charakteryzowanej jako: zwarcie koron, defoliacja, biomasa, etc. Pomiary SLS misji GEDI (Global Ecosystem Dynamics Investigation; NASA) są obecnie szeroko wykorzystywane do opracowywania produktów opisujących m.in.: wysokość, lub biomasę szaty roślinnej, oferują jednak też parametry charakteryzujące pionową strukturę drzewostanów. Hipoteza badawcza pracy zakładała, iż wybrane parametry pozyskane w ramach misji GEDI, mogą być wykorzystane do detekcji zmian stanu zdrowotnego drzewostanów świerkowych (*Picea abies* H. Karst).

Obszar badań obejmował transgraniczne parki narodowe w polskiej i słowackiej części Tatr, tj.: TPN (211.97 km²) oraz TANAP (742.84 km²). Analizie poddano 1137 pomiarów misji GEDI, 486 zlokalizowanych na obszarze drzewostanów martwych stojących i 651 na obszarze drzewostanów zdrowych. W badaniach wykorzystano produkty L2A i L2B opracowane na podstawie pomiarów SLS w sezonie wegetacyjnym (01.06-30.09) w roku 2019. Zasięg drzewostanów oraz ich stan zdrowotny został określony na podstawie klasyfikacji nadzorowanej bezchmurnych zobrażeń satelitarnych Sentinel-2 (ESA), wykorzystującej algorytm Random Forest. Referencję dla oceny dokładności parametrów struktury określonej pomiarami misji GEDI, stanowiły chmury punktów ALS LiDAR pozyskane w latach: 2020 (TPN) oraz 2018 r. (TANAP).

Analizy prowadzone w 5 m klasach wysokości drzewostanów, wykazały, iż różnice w wartościach wskaźnika Plant Area Index (PAI), Cover oraz Plant Area Volume Density (PAVD) - były istotne statystycznie (test Kruskal-Wallisa; poziom istotności 0.05) w przypadku martwych stojących oraz zdrowych drzewostanów świerkowych. Wartości tych wskaźników były niższe w przypadku martwych drzewostanów świerkowych w porównaniu do drzew zdrowych, wskazując na mniejsze zwarcie poziome oraz zagęszczenie koron świerków. Wyniki wykazały, iż pomiary SLS GEDI mogą służyć do detekcji dynamiki zmian struktury pionowej martwych i zdrowych drzewostanów świerkowych, a tym samym usprawniać monitorowanie stanu zdrowotnego drzewostanów.

Abstract

Climate changes and increasingly frequent forest disturbances cause large-scale changes in health condition, or lead to dieback of existing forest ecosystems. Such processes result in changes of horizontal and vertical structure of forest stands (canopy cover, defoliation, biomass). GEDI (Global Ecosystem Dynamics Investigation; NASA) data has been widely used to derive products focused mainly on forest height and biomass estimation, but it also offers robust metrics describing vertical structure of forest stands. We hypothesised that GEDI vertical structure parameters can be used to detect differences in health condition of Norway spruce (*Picea abies* H. Karst) forest stands.

Study area covered two national parks located in the Tatra Mountains: Polish - TPN, 211.97 km² and Slovakian - TANAP, 742.84 km². 1137 GEDI measurements were analysed, 486 located in standing dead forests and 651 in healthy forest stands. Used GEDI data comprised of L2A and L2B products acquired in 2019 in growing season (01.06-30.09). The forest mask and forest stands health condition was determined based on supervised classification of cloudless Sentinel-2 satellite imagery (ESA), using the Random Forest algorithm. ALS LiDAR point clouds acquired in 2020 (TPN) and 2018 (TANAP) were used as a reference for 3D structure data assessment.

Analyses conducted in 5 m classes of forest height showed that Plant Area Index (PAI), Cover, and Plant Area Volume Density (PAVD) values were significantly different (Kruskal-Wallis test, 0.05 significance level) for standing dead and healthy spruce stands. Values of these metrics were lower for dead compared to healthy forest, indicating a degradation of tree crowns and canopy. These results confirm that GEDI SLS laser beams can detect the differences in vertical structure of forests changing their health condition, which can be utilized in forest stands health condition monitoring.

Wykorzystanie lotniczego skanowania laserowego w leśnictwie polskim – od badań do wdrożenia operacyjnej metody

Krzysztof Stereńczak*¹, Stanisław Miścicki², Krzysztof Mitelsztedt¹, Bartłomiej Kraszewski¹, Sylwia Kurpiewska¹, Kacper Guderski¹, Tomasz Hycza¹, Marek Lisańczuk¹

¹ Zakład Geomatyki, Instytut Badawczy Leśnictwa, ul. Braci Leśnej 3, Sękocin Stary, 05-090 Raszyn

² Katedra Urządzania Lasu, Dendrometrii i Ekonomiki Leśnictwa, Instytut Nauk Leśnych, SZKOŁA GŁÓWNA GOSPODARSTWA WIEJSKIEGO W WARSZAWIE, ul. Nowoursynowska 159, bud. 34, pok. 0/102, 02-776 Warszawa

* autor do korespondencji, K.Sterenczak@ibles.waw.pl

Słowa kluczowe: inwentaryzacja lasów, teledetekcja, predykcja zmiennych drzewostanowych, precyzyjne zarządzanie lasu

Streszczenie

Lotnicze skanowanie laserowe (ALS) jest już od ponad 20 lat wykorzystywane do pomiaru i oceny zasobów leśnych. W niektórych krajach metoda wykorzystująca dane ALS jest także wykorzystywana w operacyjnej inwentaryzacji lasu, jednak jej wdrożenie zawsze niesie ze sobą wiele wyzwań, do których należy zaliczyć bariery technologiczne, organizacyjne czy ekonomiczne.

Od kilkunastu lat w Polsce prowadzone były prace nad wykorzystaniem ALS w operacyjnym leśnictwie. W referacie zaprezentowany zostanie proces jaki w efekcie doprowadził do wdrożenia w Lasach Państwowych metody inwentaryzacji zasobów z wykorzystaniem danych lotniczego skanowania laserowego. Zaprezentowane zostaną wyniki projektu BioStrateg REMBIOFOR oraz efekty projektu wdrożeniowego finansowanego przez Dyrekcji Generalną Lasów Państwowych, w ramach których powstały: metodyka oraz oprogramowanie do kontroli danych teledetekcyjnych oraz modelowania zmiennych drzewostanowych.

Abstract

Airborne Laser Scanning (ALS) has been used for more than 20 years to measure and assess forest resources. In some countries, the method using ALS, data is also used in operational forest inventory, but its implementation always faces many challenges, including technological, organisational or economic obstacles.

Scientific and development work on the use of ALS in practical forest management has been carried out in Poland for several years. The paper presents the whole process that led to the introduction of the method of forest inventory using airborne laser scanning data in the state forests. The results of the BioStrateg REMBIOFOR project are presented, as well as the results of the implementation project financed by the Directorate General of State Forests, which included the development of methodology and software for the control of remote sensing data and the modelling of stand variables.

Długookresowe tendencje satelitarnych wskaźników biomasy roślinnej na obszarze Polski (NDVI, EVI; MODIS, lata 2000-2022) i ich potencjalne uwarunkowania

Alfred Stach

Instytut Geoekologii i Geoinformacji UAM, alfred.stach@amu.edu.pl

Streszczenie

Zawierające chlorofil organizmy fotosyntetyzujące są na kontynentach podstawą zarówno naturalnych, jak i rolniczych łańcuchów troficznych (produkcyjnych). W początkach lat 70-tych ubiegłego wieku wykazano, że istnieje silny związek statystyczny pomiędzy spektralną charakterystyką powierzchni terenu rejestrowaną z poziomu satelitarnego, a biomasa roślinności zielonej.

Analiza danych satelitarnych z długich serii pomiarowych generalnie potwierdza zjawisko „zielenienia” Ziemi (przyrost biomasy zielonej), choć w dalszym ciągu istnieją spore kontrowersje, co do jego zasięgu przestrzennego, natężenia, a przede wszystkim czynników sprawczych. Wśród uwarunkowań długookresowych zmian ilości biomasy zielonej w skali globalnej wymieniane są: wzrost stężenia CO₂ w atmosferze i depozycję związków azotu oraz ocieplanie intensyfikujące procesy biochemiczne. W skali regionalnej i lokalnej dochodzą do tego zmiany pokrycia i użytkowania terenu, zmiany reżimu opadów i wód gruntowych, gospodarka leśna i agrotechnika. Określenie względnego znaczenia poszczególnych czynników jest dla konkretnych lokalizacji bardzo trudne, a czasami wręcz niemożliwe.

Celem niniejszego opracowania było wykorzystanie 23-letniej serii danych satelitarnych wskaźników biomasy roślinnej do oceny długookresowych tendencji zarówno ogólnej jej ilości jak i jej zmian w cyklu sezonowym. Analizę przeprowadzono dla całego terytorium Polski wraz z 2 km strefą buforową wokół granicy państwa (powierzchnia 318 850 km²). W opracowaniu wykorzystano wersję 6.1 „produktu” MOD13Q1 zawierającego 16-dniowe wartości NDVI i EVI w rozdzielczości około 231,5 m (5,37 ha/px). Dane te są efektem przetwarzania wyników pomiarów pochodzących z czujnika MODIS zainstalowanego na satelicie Terra. Obejmowały one okres od 18 lutego 2000 do 18 lutego 2023 (pełne 23 lata, 530 okresów 16-dniowych). Uzyskane charakterystyki trendów NDVI i EVI między innymi zagregowano do skali gmin i powiatów, aby sprawdzić ich potencjalne związki z ich charakterystyki społeczno-ekonomicznymi.

Long-Term Trends of Satellite Indices of Plant Biomass in Poland (NDVI, EVI; MODIS, 2000-2022) and Their Potential Determinants

Abstract

Chlorophyll-containing photosynthetic organisms are the basis of both natural and agricultural trophic (production) chains on continents. In the early 1970s, it was shown that there is a strong statistical relationship between the spectral characteristics of the land surface recorded from the satellite level and the biomass of green vegetation.

The analysis of satellite data from long measurement series generally confirms the phenomenon of "greening" of the Earth (increase in green biomass), although there are still considerable controversies as to its spatial extent, intensity, and above all, causative factors. Among the determinants of long-term changes in the amount of green biomass on a global scale, the following are mentioned: increase in CO₂ concentration in the atmosphere and

deposition of nitrogen compounds, as well as warming intensifying biochemical processes. On a regional and local scale, there are also changes in land cover and land use, changes in rainfall and groundwater regimes, forest management and agricultural technology. Determining the relative importance of individual factors is very difficult, and sometimes even impossible, for specific locations.

The aim of this study was to use a 23-year series of satellite data of plant biomass indices to assess long-term trends in both its total quantity and its changes in the seasonal cycle. The analysis was carried out for the entire territory of Poland, including a 2 km buffer zone around the state border (area of 318,850 km²). The study used version 6.1 of the "product" MOD13Q1 containing 16-day NDVI and EVI values at a resolution of about 231.5 m (5.37 ha/px). These data are the result of processing the measurement results from the MODIS sensor installed on the Terra satellite. They covered the period from February 18, 2000 to February 18, 2023 (full 23 years, 530 16-day periods). The obtained characteristics of NDVI and EVI trends, among others, were aggregated to the scale of communes and poviats in order to check their potential relationships with their socio-economic characteristics.

Wykorzystanie UAV i UGV do pozyskania materiałów wizualnych w badaniach atrakcyjności wizualnej krajobrazu opartej na narzędziach rzeczywistości wirtualnej (VR)

Marta Nalej^{1*}, Maciej Adamiak, Katarzyna Leśniewska-Napierała¹, Tomasz Napierała¹, Anna Majchrowska¹

¹ Wydział Nauk Geograficznych Uniwersytet Łódzki, ul. Narutowicza 88, 90-139 Łódź

* autor do korespondencji, marta.nalej@geo.uni.lodz.pl

Słowa kluczowe: UAV, UGV, VR, krajobraz, atrakcyjność

Streszczenie

Celem projektu było zbadanie możliwości wykorzystania bezzałogowego statku powietrznego (UAV– unmanned aerial vehicle) oraz bezzałogowego pojazdu naziemnego (UGV– unmanned ground vehicle) do pozyskania materiałów wizualnych do badania uwarunkowań percepcji krajobrazu zakorzenieniem w przestrzeni z wykorzystaniem metody oceny atrakcyjności wizualnej krajobrazu opartej na narzędziach rzeczywistości wirtualnej (*Virtual Reality - VR*). Proponowane rozwiązanie zmodyfikuje istniejące metody badania atrakcyjności wizualnej poprzez tworzenie wirtualnych obrazów badanych obszarów. Rzeczywistość wirtualna pozwala na stymulację ludzkich zmysłów obrazami generowanymi komputerowo w sposób, który powoduje, że umysł akceptuje obrazy wirtualne jako prawdziwą wersję rzeczywistości. Umożliwia to zastąpienie stosowanej w badaniach metoda oceny krajobrazu, opartej na prezentacji zdjęć, wirtualnym krajobrazem, tworzonym na podstawie rzeczywistego, w którym użytkownik może samodzielnie eksplorować przestrzeń za pomocą narzędzi VR (gogle VR i kontrolery). Materiały wizualne pozyskano dla wybranych krajobrazów z terenu województwa łódzkiego. W badaniu wykorzystano kamerę 360° zainstalowaną na UAV i UGV. Z użyciem każdego pojazdu wykonano przelot/przejazd po zaplanowanych trasach. Zebrane dane posłużyły do stworzenia wysokiej rozdzielczości materiałów VR, w formie umożliwiającej eksplorację fragmentów przestrzeni, odpowiadających wybranym krajobrazom, za pomocą gogli VR. Porównanie uzyskanych materiałów wykazało, że użycie bezzałogowego pojazdu naziemnego (UGV) pozwala na lepsze odwzorowanie przestrzeni w rzeczywistości wirtualnej.

The Use of UAV and UGV to Obtain Visual Materials in the Study of the Visual Attractiveness of the Landscape Based on VirtualReality (VR) Tools

Keywords: UAV, UGV, VR, landscape, attractiveness

Abstract

The purpose of the project was to examine the possibility of using an unmanned aerial vehicle (UAV) and an unmanned ground vehicle (UGV) to obtain visual materials to examine the conditions of landscape perception by rooted in space using the method of assessing the visual attractiveness of the landscape based on virtual reality tools (VR). The proposed solution will modify the existing methods of examining visual attractiveness by creating virtual images of the areas examined. Virtual reality allows human senses to be stimulated with computer-generated images in a way that causes the mind to accept the virtual images as the true version of reality. This makes it possible to replace the landscape assessment method used in the research, based on the presentation of photos, with a virtual landscape, created on the basis of the real one, in which the user can independently explore the space using VR tools (VR goggles and controllers). Visual materials were obtained for selected landscapes from the Łódź Voivodeship. The study used a 360-degree camera installed on UAVs and UGVs. Each vehicle was used to fly/drive along the planned routes. The collected data were used to create high-resolution virtual reality materials in a form that allows exploration of fragments of space, corresponding to selected landscapes, using VR goggles. The comparison of the materials obtained showed that the use of an unmanned ground vehicle (UGV) allows better mapping of space in virtual reality.

Wykorzystanie danych ALS w analizach wolumetrycznych dynamiki wybrzeża klifowego wyspy Wolin

Marcin Winowski^{1*}, Jacek Tylkowski², Marcin Hojan³

¹ Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych

² Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych

³ Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, Instytut Geografii

* autor do korespondencji, marwin@amu.edu.pl

Słowa kluczowe: Lotniczy skaning laserowy, erozja wybrzeża klifowego, bilans osadów brzegowych, wyspa Wolin.

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań było określenie ilościowe bilansu osadów wybrzeża klifowego w okresie 2012-2020 przy wykorzystaniu danych z lotniczego skaningu laserowego. W badaniach wykorzystane zostały dane z trzech przedziałów czasowych (2012-2015, 2015-2018, 2018-2020). Wykorzystując klasyfikację chmur punktów stworzone zostały modele wysokościowe DTM, które w kolejnym etapie analiz stanowiły podstawę analiz różnicowych DoD. Efektem przeprowadzonych analiz była informacja dotycząca zmian objętościowych, które zaszły w założonych interwałach czasowych. Wizualizacja uzyskanych wyników pomogła na przedstawienie zróżnicowania przestrzennego procesów erozji i akumulacji. Największą erozję zaobserwowano na klifach piaszczystych, zaś najmniejszą na klifach gliniastych oraz na klifach, które gęsto porośnięte są przez roślinność. W badaniach bilansu osadów zaproponowano dwa wskaźniki erozyjności brzegu morskiego: Length-normalized sediment budget (LB) [m³/m] i Area-normalized sediment budget (AB) [m³/m²]. Stwierdzono średnią roczną dynamikę erozji brzegu klifowego na wyspie Wolin LB=6.6±0.3 m³/m/a, AB=0.17±0.01 m³/m²/a.

Uzyskane wyniki oraz sformułowane prawidłowości pozwoliły stwierdzić, iż dane ALS stanowią bardzo dobre źródło wiedzy na temat ukształtowania strefy brzegowej oraz umożliwiają przedstawienie dokładnej oceny dynamiki wybrzeża, co z kolei jest bardzo cenne w kontekście zarządzania i planowania tą strefą.

Abstract

The aim of the study was to quantify the budget of cliff coast sediments in the period 2012-2020 using airborne laser scanning data. In the research data from three time periods (2012-2015, 2015-2018, 2018-2020) were used. Using the classification of point clouds, DTM height models were created, which in the next stage of analysis was the basis for DoD differential analyses. The effect of the analyzes was information on volumetric changes that occurred in the assumed time intervals. The visualization of the obtained results helped to present the spatial differentiation of erosion and accumulation processes. The greatest erosion was observed on sandy cliffs, and the least on clay cliffs and on cliffs which are densely covered with vegetation. In the sediment budget studies, two indices of seashore erosion were proposed: Length-normalized sediment budget (LB) [m³/m] and Area-normalized sediment budget (AB) [m³/m²]. The average annual dynamics of cliff coast erosion on the Wolin Island was found LB=6.6±0.3 m³/m/a, AB=0.17±0.01 m³/m²/a.

The obtained results and the formulated regularities allowed to conclude that the ALS data are a very good source of knowledge about the shape of the coastal zone and enable the presentation of an accurate assessment of the coastal dynamics, which in turn is very valuable in the context of management and planning of this zone.

Zarządzanie informacją o terenach postindustrialnych na potrzeby ich przekształceń w kontekście zapewnienia zdrowia mieszkańców na przykładzie miasta Warszawy

Agnieszka Zwirowicz-Rutkowska ^{1*}, Joanna Nowak da Costa ¹, Andrzej Muczyński ²

¹ Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego, ul. gen. Sylwestra Kaliskiego 2, 00-908, Warszawa

² Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, ul. ul. Oczapowskiego 2, 10-719, Olsztyn

* autor do korespondencji, agnieszka.zwirowicz@wat.edu.pl

Słowa kluczowe: zagrożenie zdrowia, świadomość społeczna, operacyjne zarządzanie informacjami

Streszczenie

Teren poprzemysłowy to teren zdegradowany, nieużytkowany lub nie w pełni wykorzystany, na którym zaprzestano produkcji przemysłowej lub który przestał pełnić funkcje pomocnicze w obrębie zakładów (np. administracyjne, magazynowo-składowe, transportowe). W szerszym ujęciu tereny poprzemysłowe obejmują obszary zdegradowane przez działalność przemysłową, jak obszary poeksploatacyjne (działalność górnicza), tereny składowisk (składowanie odpadów przemysłowych), tereny zanieczyszczone w wyniku oddziaływania przemysłu (skażenia gleb, wód itp.). Przekształcenie terenów poprzemysłowych jest zagadnieniem interdyscyplinarnym, obejmującym szereg działań technologicznych, społecznych i środowiskowych. Istotnym zagadnieniem w procesie przekształcania takich terenów jest rozwiązywanie problemów związanych z terenem zanieczyszczonym, w tym m.in. dotyczących zagrożenia zdrowia i ochroną środowiska. Celem publikacji jest analiza świadomości tych aspektów z perspektywy obywateli, aktualnych lub przyszłych mieszkańców osiedli na takich terenach, na przykładzie miasta Warszawy. Ponadto dokonano analizy dostępności źródeł o terenach przemysłowych i ich przekształcaniach z perspektywy różnych grup interesariuszy związanych z zagospodarowaniem takich terenów w Polsce oraz ocena zarządzania informacją z perspektywy całej społeczności informacyjnej uczestniczącej w tych procesach. Wyniki potwierdziły, że ankietowani są świadomi tego, że tereny post-industrialne mogą być zanieczyszczone, ale nie wiążą możliwości potencjalnego zagrożenia dla zdrowia w przypadku zamieszkiwania na takich terenach lub w ich pobliżu. Świadomości społeczna w zakresie negatywnych zjawisk związanych z takimi terenami może korzystnie wpłynąć, jako element kontrolny i monitorujący, na działania podejmowane przez innych interesariuszy procesów związanych z oczyszczaniem terenów zanieczyszczonych i wymuszać poprawę efektywności zarządzania informacją. Przepływ informacji, działania tworzące funkcję informacyjną oraz proces decyzyjny usprawnić mogą technologie takie jak systemy i infrastruktury informacji przestrzennej.

Abstract

Post-industrial sites are degraded, disused or under-utilised sites where industrial production has ceased or no longer serves ancillary functions (e.g. administration, storage, transport). More broadly, post-industrial sites include areas degraded by industrial activities, such as post-mining areas (mining activities), landfills (industrial waste dumps), areas contaminated by industrial impacts (soil, water contamination, etc.). The redevelopment of former industrial sites is multidisciplinary and involves various technical, social and environmental actions. The resolution of contaminated land issues, including but not limited to health risks and environmental protection, is an important issue in the redevelopment of such sites. The aim of this publication is to analyse the awareness of these aspects from the perspective of citizens, current or future residents of settlements on these areas, using the city of Warsaw as an example. It also analyses the availability of sources of information on industrial sites and their transformation from the perspective of various stakeholders involved in the development of such sites in Poland, and assesses information management from the perspective of the entire information community involved in these processes. Results confirmed that respondents are aware that post-industrial sites may be contaminated, but do not associate potential health risks with living on or near them. Public awareness of the negative phenomena associated with such sites can have a positive influence, as a follow-up and monitoring element, on the actions taken by other stakeholders in the processes related to the clean-up of contaminated sites and force improvements in the efficiency of information management. Information flow, information function activities and decision-making processes can be improved by technologies such as spatial information systems and their infrastructures.

Takie będą Rzeczypospolite, jakie ich młodzieży geoinformacji wykorzystanie

Patrycja Przewoźna^{1*} Iwona Piotrowska²

¹ Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Zakład Geoinformacji, ul. B.Krygowskiego 10, 61-680 Poznań

² Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Laboratorium Dydaktyki Geografii i Badań Edukacyjnych, ul. B.Krygowskiego 10, 61-680 Poznań

* autor do korespondencji, pwysocka@amu.edu.pl

Słowa kluczowe: edukacja geograficzna, podstawa programowa, nauczanie w szkole ponadpodstawowej, technologie geoinformacyjne, myślenie geoprzestrzenne,

Streszczenie

Istnieje przekonanie, że współczesnych młodych ludzi cechują szeroko rozwinięte kompetencje związanymi z wykorzystaniem nowoczesnych technologii. Tymczasem w przypadku technologii geoinformacyjnych badania i doświadczenie pokazują, że w rzeczywistości są one wykorzystywane nieefektywnie ze względu na coraz bardziej ograniczone umiejętności myślenia przestrzennego młodzieży. Zatem jednym z głównych wyzwań edukacji geograficznej jest umiejętne i twórcze rozwijanie tej umiejętności, poprzez korzystanie z różnych źródeł wiedzy w trakcie poznawania, analizowania oraz wyjaśniania procesów i zjawisk zachodzących w środowisku geograficznym. Ważnym krokiem poczynionym w kierunku ułatwienia tego zadania, było opracowanie w roku 2018 szczegółowych wytycznych i zapisów, które precyzyjnie określiły zagadnienia wymagające wykorzystania technologii geoinformacyjnych w szkołach ponadpodstawowych. Jest to jednak dopiero pierwszy krok w stronę poprawy jakości nauczania geografii z wykorzystaniem technologii geoinformacyjnych. W nowej podstawie programowej wprowadzono co prawda precyzyjne zapisy odnośnie celów kształcenia i treści nauczania, ale nauczyciele potrzebują też pewnych dodatkowych wskazań dotyczących wprowadzanych zagadnień związanych z geoinformacją, dzięki którym będą mogli skutecznie wykorzystywać ją na lekcjach geografii..

W odpowiedzi na to wyzwanie został opracowany podręcznik “Technologie geoinformacyjne w edukacji geograficznej”. Przedstawiono w nim propozycje wykorzystania poszczególnych technologii geoinformacyjnych w procesie nauczania, z wyraźnym rozróżnieniem ich rodzaju i ze wskazaniem kolejności ich wprowadzania. Kolejność ta wynikała z autorskiej oceny trudności związanych z wykorzystaniem tych technologii przez uczniów. Celem wystąpienia będzie przedstawienie proponowanych rozwiązań i poddanie ich pod dyskusję. Należy pamiętać, że przy tak szybkim rozwoju technologicznym i coraz szerszym dostępie społeczeństwa do urządzeń cyfrowych, internetu oraz danych przestrzennych, z geoinformacji będzie korzystać zdecydowana większość społeczeństwa mniej lub bardziej świadomie. Natomiast na studia, które pozwolą poszerzyć wiedzę w jej zakresie, uda się niewielki procent tej populacji i dlatego tak ważnym jest, by wiedza i umiejętności nabyte na poziomie szkoły średniej były dla kolejnych pokoleń wystarczające, do skutecznego wykorzystania jej potencjału zarówno w życiu prywatnym, jak i zawodowym.

Such Will Be the Republic as Geoinformation Usage by Their Youth

Keywords: geography education, curriculum, secondary school teaching, geoinformation technology, geospatial thinking

Abstract

There is a perception that today's young people are characterized by broadly developed competencies related to modern technologies. However, in the case of geoinformation technologies, research and experience show that they are used ineffectively due to young people's increasingly limited spatial thinking skills. Thus, one of the main challenges of geographic education is to competently and creatively develop this skill by using different sources of knowledge when learning about, analyzing, and explaining processes and phenomena in the geographical environment. A critical step towards facilitating this task was the development of detailed guidelines and provisions in 2018, which precisely defined the issues requiring geoinformation technologies in secondary schools. However, this is only the first step towards improving the quality of geography teaching using geoinformation technology. Although the new core curriculum introduces specific provisions about learning objectives and teaching content, teachers also need additional indications concerning the introduced geoinformation issues to use it effectively in geography lessons.

A handbook, "Geoinformation technologies in geography education," has been developed in response to this challenge. It presents proposals for using individual geoinformation technologies in the teaching process, clearly distinguishing their type and indicating the order in which they should be introduced. This order resulted from the author's assessment of the difficulties associated with using these technologies by students. The talk will present the proposed solutions and put them up for discussion. With such rapid technological development and the increasing public access to digital devices, the Internet, and spatial data, geoinformation will be used by the vast majority of the public more or less consciously. On the other hand, only a tiny percentage of this population will go to university to broaden their knowledge of it, which is why it is so crucial that the knowledge and skills acquired at the secondary school level are sufficient for the next generation to make effective use of its potential both in their private and professional lives.

Wpływ zieleni na mikroklimat współczesnych miast: analiza satelitarnych danych Landsat

Ewa Głowienka ^{1*}, Marcin Kucza ¹

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie, al. Mickiewicza 30 30-059 Kraków

* autor do korespondencji, eglo@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: wskaźniki spektralne, temperatura powierzchni, Landsat, mikroklimat, obszary zielone

Streszczenie

W miastach, które dynamicznie ewoluują pod wpływem urbanizacji i zmieniającego się klimatu, rola obszarów zielonych w kształtowaniu mikroklimatu nabiera kluczowego znaczenia. Współczesne wyzwania urbanistyczne i ekologiczne wymagają precyzyjnego zrozumienia definicji obszarów zielonych oraz efektywnego wykorzystania przestrzennych zbiorów danych. Literatura podkreśla rosnącą rolę obszarów zielonych w łagodzeniu efektów miejskiej wyspy ciepła (UHI - Urban Heat Island) oraz poprawie jakości życia mieszkańców. Zarówno obszar miasta, jak i jego strefa buforowa, muszą być przemyślane pod kątem terenów zielonych, aby osiągnąć regulację warunków termicznych oraz złagodzić wpływ miejskiej wyspy ciepła. Istotnym zagadnieniem, jest uwzględnienie roli, jaką odgrywa roślinność w łagodzeniu skutków zmian mikroklimatycznych. Należy wziąć pod uwagę ogromny potencjał chłodzenia, jaki jest dostępny dzięki obecności w miastach obszarów zielonych.

W kontekście tego aktualnego problemu, w artykule przeprowadzono analizę wpływu obszarów zielonych na kształtowanie mikroklimatu w aglomeracji miejskiej, wykorzystując wieloczasowe dane satelitarne Landsat z lat 1990-2018. Badania obejmowały miasto Kraków oraz sąsiednie gminy, tworzące Aglomerację Krakowską. Wykorzystano wskaźniki: temperaturę powierzchni terenu (LST - Land Surface Temperature), znormalizowany różnicowy wskaźnik wegetacji (NDVI - Normalized Difference Vegetation Index) oraz znormalizowany różnicowy wskaźnik wilgotności (NDMI - Normalized Difference Moisture Index). Na podstawie średnich wartości wskaźników obliczonych dla terenów zielonych miasta wraz z ich strefami buforowymi (150m, 300m), przeprowadzono badanie korelacji pomiędzy wskaźnikami oraz analizę zmian temperatury powierzchni terenu i dynamiki pokrycia roślinnego. Wartości obliczonych wskaźników pozwoliły na zaobserwowanie trendów i zmian w badanym środowisku miejskim na przestrzeni 28 lat. Uzyskane informacje są istotne dla zrozumienia kompleksowych zależności pomiędzy obszarami zielonymi a mikroklimatem i mogą przyczynić się do prawidłowego zarządzania zielenią oraz poprawy jakości życia w mieście.

The Impact of Greenery on the Microclimate of Modern Cities: Analysis of Landsat Satellite Data

Abstract

In cities that are dynamically evolving under the influence of urbanization and a changing climate, the role of green areas in shaping the microclimate is becoming crucial. Today's urban and environmental challenges require a precise understanding of the definition of green areas and the effective use of spatial datasets. The literature highlights the growing role of green areas in mitigating urban heat island (UHI) effects and improving the quality of life of residents. Both the city area and its buffer zone need to be thought of in terms of green areas to achieve regulation of thermal conditions and mitigate the impact of urban heat island. An important issue, is to consider the role that vegetation plays in mitigating the effects of microclimatic changes. It is necessary to take into account the enormous cooling potential that is available due to the presence of green areas in cities.

In the context of this current problem, the article analyzes the impact of green areas on the formation of microclimate in the urban agglomeration, using multi-temporal Landsat satellite data from 1990-2018. The study included the city of Krakow and neighboring municipalities, forming the Krakow Agglomeration. The indices used were Land Surface

Temperature (LST), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Normalized Difference Moisture Index (NDMI). Based on the average values of the indices calculated for the city's green areas with their buffer zones (150m, 300m), a study of the correlation between the indices was carried out, as well as an analysis of changes in the temperature of the land surface and the dynamics of vegetation cover. The values of the calculated indicators made it possible to observe trends and changes in the studied urban environment over 28 years. The information obtained is important for understanding the complex relationship between green areas and microclimate, and can contribute to the proper management of green spaces and improving the quality of life in the city.

Wykorzystanie współczesnych technik fotogrametrycznych w inwentaryzacji zabytków na przykładzie Pałacu Potockich w Krzeszowicach

Katarzyna Smoter ^{1*}, Sławomir Mikrut ¹

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie, al. Mickiewicza 30 30-059 Kraków

* autor do korespondencji, ksmotert@student.agh.edu.pl

Słowa kluczowe: fotogrametria, UAV, skaning laserowy, inwentaryzacja zabytków

Streszczenie

Celem badań było kontynuowanie prac związanych z inwentaryzacją i wizualizacją Pałacu Potockich w Krzeszowicach, a także próby wykorzystania wirtualnej (VR) i rozszerzonej rzeczywistości (AR) do prezentacji aktualnego stanu obiektu. Obiekt badań - Pałac Potockich - jest XIX-wieczną budowlą składającą się z dwupiętrowego budynku głównego, czterech wież narożnych, piwnic oraz skrzydła z pawilonami bocznymi. Łącznie cała powierzchnia pałacu wynosi ponad 5 tysięcy metrów kwadratowych. W badaniach wykorzystano metody pozyskiwania danych takie jak: fotogrametria naziemna i niskopułapowa oraz skaning laserowy - zarówno naziemny jak i lotniczy. W badaniach przeprowadzono również eksperymenty polegające na porównaniu jakości systemów do pozyskiwanych danych. Naloty fotogrametryczne wykonano przy pomocy różnych systemów UAV celem porównania jakości zarówno zdjęć jak i chmury punktów pozyskanych tak ze zdjęć jak i ze skanera laserowego (M-300 Matrice, DJI Phantom 4 PRO). Do inwentaryzacji naziemnej wykorzystano dwa skanery: Zoller+Fröhlich - model Z+F IMAGER® 5010 oraz skaner firmy FARO - Faro Focus 3D. Jako wyniki pomiarów skanerami uzyskano chmury punktów, które dostarczyły dokładnych informacji o obiekcie. Całość opracowania obejmuje łącznie ponad 600 skanów, które były podstawą do tworzenia modelu trójwymiarowego niezbędnego do projektowania rozbudowy pałacu oraz późniejszej wizualizacji. Opracowanie danych wykonano łącząc ze sobą poszczególne chmury punktów tworząc tym samym model 3D Pałacu w postaci chmury punktów integrując dane naziemne z lotniczymi. Kolejnym etapem był szczegółowy model wektorowy niezbędny do opracowania pałacu w systemie CAD. Mając już gotowy model CAD możliwe stało się określenie kształtów, rozmiarów oraz tekstury obiektów, a co za tym idzie ocenienie szkód jakie odniósł pałac na przestrzeni lat. Całość zwizualizowano przy pomocy współczesnych technik 3D generując model wirtualny (VR) i testując autorskie rozwiązania wizualizacji w rozszerzonej rzeczywistości (AR).

Use of Modern Photogrammetric Techniques in the Inventory of Historical Monuments on the Example of the Potocki Palace in Krzeszowice

Abstract

The aim of the research was to continue work on the inventory and visualisation of the Potocki Palace in Krzeszowice, as well as attempting to use virtual (VR) and augmented reality (AR) to present the current state of the building. The object of the research - the Potocki Palace - is a 19th-century building consisting of a two-storey main building, four corner towers, cellars and a wing with side pavilions. In total, the entire area of the palace is more than 5,000 square metres. The research used data acquisition methods such as ground-based and low-level photogrammetry and laser scanning - both ground-based and aerial. The study also included experiments comparing the quality of the systems to the data acquired. Photogrammetric raids were carried out using different UAV systems in order to compare the quality of both the images and the point cloud acquired from both the photographs and the laser scanner (M-300 Matrice, DJI Phantom 4 PRO). Two scanners were used for the ground-based inventory: the Zoller+Fröhlich model Z+F IMAGER® 5010 and the FARO company's Faro Focus 3D scanner. Point clouds were obtained as measurements with the scanners, which provided accurate information about the object. The entire study includes a total of more than 600 scans, which were the basis for creating the 3D model necessary for the design of the palace extension and subsequent visualisation. The data was processed by combining individual point clouds, thus creating a 3D model of the Palace in the form of a point cloud, integrating ground-based and aerial data. The next stage was the detailed vector model needed to develop the palace in CAD. With the CAD model ready, it was possible to determine the shapes, sizes and textures of the

objects, and thus to assess the damage to the palace over the years. The whole was visualised using modern 3D techniques by generating a virtual model (VR) and testing proprietary augmented reality (AR) visualisation solutions.

Wykorzystanie syntezy danych satelitarnych Sentinel-1 i Sentinel-2 do opracowania map zmiennego nawożenia azotem rzepaku ozimego

M. Michalski^{1*}, P. Turoś², B. Buszke¹, R. Malinowski¹, M. Rybicki¹, M. Stankiewicz¹

¹ Wasat, ul. Trzy Lipy 3, 80-172 Gdańsk

² Topologic Consulting, ul. Olówkowa 43a, 03-001 Warszawa

michal.michalski@wasat.pl

Słowa kluczowe: LAI, uczenie maszynowe, dane satelitarne, Sentinel-1&2, mapa aplikacyjna

Streszczenie

Monitorowanie upraw w trakcie sezonu wegetacyjnego stanowi podstawę planowania zabiegów agrotechnicznych w rolnictwie precyzyjnym. Opiera się ono zazwyczaj na wykorzystaniu multispektralnych danych satelitarnych, których dostępność jest często ograniczona przez występowanie chmur. Powoduje to potrzebę sięgnięcia po inne rozwiązania, a jednym z nich jest wykorzystanie niezależnych od zachmurzenia satelitarnych danych radarowych.

Celem prezentowanego badania było opracowanie map aplikacyjnych zmiennego nawożenia azotem rzepaku ozimego, poprzez modelowanie wskaźnika pokrycia liściowego (Leaf Area Index - LAI) z wykorzystaniem danych Sentinel-1 (S-1) i Sentinel-2 (S-2). Użyte dane teledetekcyjne i dane in-situ zebrano podczas dwóch sezonów wegetacyjnych z różnych regionów w Polsce. Współczynnik wstecznego rozpraszania obliczony na podstawie S-1 został zastosowany jako dane wejściowe do modelowania wskaźnika LAI z wykorzystaniem kilku technik regresji. Ze względu na charakterystykę obrazów radarowych, LAI było szacowane jako wartość średnia dla pojedynczego pola osiągając najlepsze wyniki dla algorytmu Random Forest ($R^2 = 0.85$; RMSE = 0.41). W celu zwiększenia precyzji wymaganej przy zabiegach agrotechnicznych wykorzystano zależność pomiędzy LAI wyznaczonym na podstawie ostatniego dostępnego bezchmurnego zdjęcia S-2 i LAI modelowanym przy użyciu S-1. Pozwoliło to na uzyskanie przestrzennego zróżnicowania w obrębie pola do poziomu piksela 10×10 m dla okresu z zachmurzeniem. Przygotowana w procesie syntezy danych S-1 i S-2 mapa LAI pozwoliła oszacować dotychczas pobraną przez rzepak ilość azotu. Na tej podstawie dostosowano dawkę nawozu do aktualnych potrzeb roślin oraz opracowano mapę aplikacyjną.

Badanie wykazało potencjał i użyteczność syntezy danych S-1 i S-2 do opracowywania map aplikacyjnych zmiennego nawożenia, gdyż umożliwia ich tworzenie również w okresie niedostępności aktualnych danych optycznych. Proponowana metoda może stanowić uzupełnienie dla rozwiązań stosowanych obecnie w rolnictwie precyzyjnym.

Using Synthesis of Sentinel-1 and Sentinel-2 Satellite Data to Develop Maps of Variable Nitrogen Fertilization of Winter Oilseed Rape

Key words: LAI, machine learning, satellite data, Sentinel-1&2, VRA map

Abstract

Regular crop monitoring during a vegetation season is necessary to make right decisions in precision agriculture. It is usually based on multispectral satellite data but their use is often limited by cloud cover. This problem can be reduced by applying data from synthetic aperture radar (SAR) satellite sensors that operate independently of cloudiness.

The aim of this study was to develop maps of variable nitrogen fertilization for winter oilseed rape, by modelling Leaf Area Index (LAI) using Sentinel-1 (S-1) and Sentinel-2 (S-2) data. Satellite and in-situ data were collected

for several fields during two growing seasons in various regions of Poland. Backscattering coefficients derived from S-1 were used as input to the LAI estimation process using different regression techniques. Due to the characteristics of radar imagery, LAI was estimated as an average value for a single field achieving the best results with a Random Forest algorithm ($R^2 = 0.85$; RMSE = 0.41). In order to increase the precision required for agrotechnical treatments, the relationship between LAI calculated using the latest available cloudless S-2 image and LAI derived from S-1 was established. That allowed for spatial differentiation of LAI values within a field at the level of 10×10 m pixel for the clouded period. LAI map prepared in the process of synthesis allowed to estimate the amount of nitrogen taken up so far by winter oilseed rape. Using this information, the dose of fertilizer was adjusted to the current needs of plants in the prepared application maps of variable fertilization.

This study showed the potential and usefulness of the S-1 and S-2 data synthesis for developing maps of variable fertilization, as it enabled their creation also in the period of unavailability of optical data. The method can become a complement to the current solutions in precision agriculture.

Wykorzystanie teledetekcji satelitarnej i analiz geoprzestrzennych na potrzeby wyznaczenia wskaźników zrównoważonego rozwoju

Przemysław Slesiński^{1,2}, Natalia Kotulak^{1,2}

1 Uniwersytet Warmińsko – Mazurski w Olsztynie/ Wydział Geoinżynierii / Instytut Geodezji i Budownictwa / Katedra Geodezji

2 Urząd Statystyczny w Olsztynie

* autor do korespondencji p.slesinski@gmail.com

Słowa kluczowe: teledetekcja, GIS, GUS, uczenie maszynowe

Streszczenie

Głównym celem badań jest opracowanie metodyki wyznaczania trzech wskaźników zrównoważonego rozwoju z wykorzystaniem bezpłatnych, ogólnodostępnych zbiorów danych satelitarnych i danych GIS:

- a) wskaźnika (9.1.1) odsetka ludności wiejskiej zamieszkałej w promieniu 2 km od dostępnej przez cały rok drogi,
- b) relacji wskaźnika zużycia gruntów do tempa wzrostu liczby ludności (11.3.1),
- c) przeciętnego udziału terenów zabudowanych stanowiących przestrzeń publiczną dostępną dla wszystkich w terenach zabudowanych ogółem, według grup wieku i płci (11.7.1).

Wskaźniki zostały obliczone w wyniku eksperymentalnych prac badawczych z zakresu statystyki, odpowiadając potrzebom związanym z monitorowaniem realizacji Celów Zrównoważonego Rozwoju Agendy 2030 w oparciu o procedury postępowania zaproponowane przez Organizację Narodów Zjednoczonych. W opracowaniu wykorzystano dane z pięciu źródeł: Dane satelitarne Sentinel Europejskiej Agencji Kosmicznej, Krajowy Rejestr Granic (PRG) i Bazę Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) prowadzoną przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii (GUGiK), a także otwarte bazy WorldPop i OpenStreetMap. Do obliczenia wskaźników posłużono się algorytmami uczenia maszynowego i przetwarzaniem w chmurze. Wykorzystanie szerokiego zasobu danych i statystyki eksperymentalnej pozwoliło na wypełnienie zidentyfikowanych luk informacyjnych. Prezentowana praca zawiera wyniki badań znajdujące się w fazie rozwojowej. Ponadto badania te zostały przeprowadzone w nowatorski sposób z wykorzystaniem metod eksperymentalnych i wyniki nie są statystykami oficjalnymi.

Abstract:

The main goal of the research is to develop a methodology for determining three sustainable development indicators using free, publicly available satellite and GIS data sets:

- a) indicator (9.1.1) of the percentage of the rural population living within a radius of 2 km from the road accessible all year round,
- b) relationship of the land use rate to the population growth rate (11.3.1),
- c) the average acreage of built-up areas constituting public space accessible to all in the total built-up surface, by age and sex groups (11.7.1).

The indicators were calculated as a result of experimental research in the field of statistics, meeting the needs related to monitoring the implementation of the Sustainable Development Goals of the 2030 Agenda based on the procedures proposed by the United Nations. The study uses data from five sources: Sentinel satellite data of the European Space Agency, the National Register of Borders (PRG) and the Database of Topographic Objects (BDOT10k) maintained by the Main Office of Geodesy and Cartography (GUGiK), as well as open databases WorldPop and OpenStreetMap. Machine learning algorithms and cloud computing were used to calculate the indicators. The use of a wide range of data and experimental statistics made it possible to fill the identified

information gaps. The presented work contains the results of research in the development phase. In addition, these studies were conducted in a novel way using experimental methods and the results are not official statistics.

Identifying burnt areas and flood monitoring based on multispectral passive and microwave active remote sensing in tropical peatlands

Magdalena Mleczko^{1,2,*}, Karen Anderson¹, Marek Mróz², Teuntje Hollaar^{3,4}, Angela Gallego-Sala⁴, Claire Belcher³, Mark Edward Harrison⁵, Susan Page⁶, Darmae Nasir⁷, Kitso Kusin⁸, Nomeritae⁷, Rahmad Ade Arianto⁷ and Imron A. Muhammad⁹

¹ *Environment and Sustainability Institute, University of Exeter, Cornwall, UK*

² *Faculty of Geoengineering, University of Warmia and Mazury, Olsztyn, Poland*

³ *WildFIRE Lab, Global Systems Institute, University of Exeter, Exeter, UK*

⁴ *Geography Department, University of Exeter, Exeter, UK*

⁵ *Centre for Ecology and Conservation Faculty of Environment, Science and Economy University of Exeter, Penryn, UK*

⁶ *School of Geography, Geology and the Environment, University of Leicester, Leicester, UK*

⁷ *Centre for the International Cooperation in Sustainable Management of Tropical Peatlands, University of Palangka Raya, Palangka Raya, Indonesia*

⁸ *Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Palangka Raya University, Palangka Raya, Indonesia*

⁹ *Department of Forest Resources Conservation, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia*

* *autor do korespondencji m.m.mleczko@exeter.ac.uk*

Streszczenie

Destabilizacja warunków hydrologicznych i związane z tym występowanie pożarów to najważniejsze bariery utrudniające odnowę zdegradowanych torfowisk tropikalnych. Z tego powodu monitorowanie pożarów i warunków hydrologicznych ma kluczowe znaczenie dla kierowania rekultywacją osuszonych torfowisk tropikalnych. Jednym z najlepszych narzędzi do wielkoskalowego monitorowania środowiska naturalnego, zwłaszcza gdy dostęp i informacje *in situ* są ograniczone, jest teledetekcja satelitarna, a połączenie aktywnych i pasywnych danych teledetekcyjnych może zapewnić nowy wgląd w systemy dynamiczne, takie jak torfowiska. Zwykle istnieje związek między automatyzacją, złożonością i czasem przetwarzania, prowadzący do różnic w skuteczności metody, w tym niezawodności i dokładności. Głównym celem pracy było opracowanie szybkiej metody łatwej w użyciu przez użytkowników niebędących specjalistami, która ma możliwość dostarczania wiarygodnych wyników w zakresie kartowania obszarów spalonych i zalewanych. W tym przypadku połączono dwa rodzaje danych: wielospektralne pasywne i mikrofalowe aktywne, aby monitorować pożary i powodzie na obszarze 5000 km² tropikalnych torfowisk o różnym użytkowaniu i poziomie degradacji w środkowym Kalimantanie. Obie techniki obrazowania dostarczają różnych informacji. Wskaźnik spektralny dNBR obliczony na podstawie danych Sentinel-2 i Landsat-8, dostarcza informacji do kartowania obszarów spalonych. Współczynnik rozpraszania wstecznego z danych Sentinel-1 może identyfikować stałe i efemeryczne zbiorniki wodne. Metody te były skuteczne w wykrywaniu spalonych obszarów i zbiorników wodnych, ale dostępność obrazów z systemów pasywnych była ograniczona ze względu na zachmurzenie. Ponadto oddzielne zastosowanie współczynnika dNBR i współczynnika rozpraszania wstecznego w niektórych przypadkach dawało wyniki fałszywie dodatnie. Połączenie danych pasywnych i aktywnych pozwoliło na analizę historii pożarów i powodzi w latach 2015-2022 oraz zależności między nimi. Zaprezentowane będą wstępne wyniki.

Abstract:

Destabilisation of hydrological conditions and associated fire occurrence are the most significant barriers hindering degraded tropical peatland revegetation. For this reason, the monitoring of fires and hydrological conditions is crucial for guiding drained tropical peatland restoration. One of the best tools for large-scale monitoring of the natural environment, especially when access and *in situ* information are limited, is satellite remote sensing, and

fusion of active and passive remote sensing data can provide new insights into dynamic systems such as peatlands. There is usually a relationship between automation, complexity and processing time leading to variations in the method's effectiveness, including reliability and accuracy. The main goal of this work was to develop a rapid method for ease of use by non-specialist users, which has capability to deliver reliable results describing the mapping of the burnt and flooded areas. In this case, two types of data, from multi-spectral passive and microwave active remote sensing sensors, were combined to monitor fires and floods in a 5,000 km² area of tropical peatland of varying land use and level of degradation in Central Kalimantan. Both imaging techniques provide different information. The vegetation index of the differenced Normalised Burn Ratio (dNBR), calculated based on Sentinel-2 and Landsat-8 data, delivers information for mapping burned areas. The backscattering coefficient from Sentinel-1 data can identify permanent and ephemeral water bodies. These methods were effective for detection of burnt areas and water bodies, but there were limitations of the passive sensors' image availability due to cloud cover. In addition, using dNBR and backscattering coefficient separately in some cases caused false positive results (e.g. burnt areas classified as water bodies, or burnt areas detected in the main river bed). The fusion of two data sources increased fire and flood mapping accuracy by eliminating misclassification errors, compared to using them separately, thus indicating their strong complementarity. This combined method allowed analysis of the history of fires and flooding in 2015-2022, and the relationship between these; preliminary results to be presented.

Chmura punktów z TLS jako źródło danych dla potrzeb BIM w aspekcie poziomów szczegółowości modelu

Przemysław Kłapa¹, Bartosz Mitka^{2*}

¹ *Katedra Geodezji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 253c, 30-198 Kraków*

² *Katedra Geodezji Rolnej, Katastru i Fotogrametrii, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 253c, 30-198 Kraków*

* *autor do korespondencji: bartosz.mitka@urk.edu.pl*

Słowa kluczowe: skanowanie laserowe, modelowanie 3D, LOD, LOI, BIM

Streszczenie

Modelowanie informacji o budynkach (BIM) to technologia realizująca parametryczne generowanie modeli 3D wraz z integracją bazy danych o obiekcie. Poziom odwierciedlenia geometrii obiektu oraz prezentacji szczegółowości informacji zależą od jego charakteru oraz sposobu prezentacji. Poziom szczegółowości geometrii (LOG) oraz poziom szczegółowości informacji (LOI) to wzajemnie przenikające się informacje - im bardziej szczegółowy model 3D (wyższy poziom LOG) tym wzrasta jego poziom szczegółowości przenoszonej informacji (LOI). Dlatego bardzo istotny jest dobór odpowiednich źródeł danych, celem wygenerowania odpowiednio szczegółowego modelu.

Jako źródła danych dla potrzeb BIM mogą być wykorzystywane materiały geodezyjne, fotogrametryczne, kartograficzne, a także wszelkiego rodzaju dokumentacja techniczna, opisowa i fotograficzna. Wśród źródeł danych wyróżniamy informacje geometryczne, pozwalające na odtworzenie geometrii, kształtu i wielkości obiektu oraz niegeometryczne, które są niezbędne do przypisania atrybutów w ramach konkretnego komponentu, rodziny czy typu (np. tekstura, struktura, kolor, materiał, właściwości fizyczne, itd.). Chmura punktów z naziemnego skanowania laserowego cechuje się wysoką rozdzielczością, a także wiernie odwierciedla geometrię, kształt i wielkość obiektu pomiarowego dzięki zapisanym wartościom współrzędnych X,Y,Z. Dodatkowo może nieść ze sobą informację o intensywności oraz kolorze obiektu w postaci wartości RGB. Takie źródło danych zapewnia wiarygodne i kompleksowe informacje dla potrzeb generowania modeli BIM, a także umożliwia nadanie odpowiednich atrybutów dla danych komponentów, rodzin i typów.

W pracy wykorzystano dane pozyskaną za pomocą skanera Leica P40. Chmura punktów dla zabytkowego spichlerza została przetworzona za pomocą oprogramowania Leica Cyclone a następnie wygenerowano na jej podstawie model BIM z wykorzystaniem oprogramowania Revit. Badania nad systematyką danych pomiarowych, rozdzielczości i gęstości chmury oraz procesu jej optymalizacji i unifikacji pozwoliły na dobór odpowiednich parametrów (zakresów) umożliwiających generowanie modelu BIM dla odpowiedniego poziomu szczegółowości LOD i LOI.

Abstract

Building Information Modelling is a technology that enables parametric generation of 3D models along with the integration of object-related databases. The level of geometric representation and the level of information detail depend on the nature and presentation method of the object. The Level of Geometric and Level of Information are interconnected - the more detailed the 3D model (higher LOG), the higher the level of information detail conveyed (LOI). Therefore, the selection of appropriate data sources is crucial in generating a sufficiently detailed model.

For BIM purposes, data sources can include geodetic, photogrammetric, cartographic materials, as well as various types of technical, descriptive, and photographic documentation. Among the data sources, we distinguish geometric information, which allows for the reconstruction of the object's geometry, shape, and size, and non-geometric information, which is necessary for assigning attributes within specific components, families, or types (e.g., texture, structure, colour, material, physical properties). Point clouds obtained from terrestrial laser scanning are characterized by high resolution and accurately reflect the geometry, shape, and size of the measured object

through the recorded X, Y, Z coordinate values. Additionally, they can provide information about the intensity and colour of the object in the form of RGB values. Such a data source ensures reliable and comprehensive information for generating BIM models and enables the assignment of appropriate attributes to data components, families, and types.

The study utilized data acquired using a Leica P40 scanner. The point cloud for the historic granary was processed using Leica Cyclone software, and based on that, a BIM model was generated using Revit software. Research on the systematic approach to measurement data, cloud resolution and density, as well as the optimization and unification process, allowed for selecting appropriate parameters enabling the generation of a BIM model for the desired level of LOD and LOI detail.

Wykorzystanie cyfrowej fotogrametrii lotniczej oraz uczenia maszynowego w badaniu i monitoringu aktywnego osuwiska.

Mirosław Kamiński

Państwowy Instytut Geologiczny - PIB, Warszawa 00-975, ul. Rakowiecka 4

Streszczenie

Osuwiska w Polsce występują głównie w górach, na stromych zboczach dolin rzecznych oraz na wybrzeżach klifowych nad morzem. Do badań wybrano czynne osuwisko położone w Dobrzyniu nad Wisłą. Zagroza lokalnej infrastrukturze i stanowi duży problem dla władz samorządowych. Cyfrowa fotogrametria lotnicza to technika teledetekcyjna, która pozwala odtworzyć cechy topograficzne obszaru, który został wcześniej sfotografowany z powietrza. Możemy łączyć dane z archiwalnych zdjęć lotniczych z danymi uzyskanymi z lotniczego skaningu laserowego. Dzięki temu możemy prześledzić zmiany powierzchni osuwiska na przestrzeni wielu lat. Na podstawie danych z lotniczego skaningu laserowego oraz archiwalnych zdjęć lotniczych dla każdego osuwiska wygenerowano po dwa fotogrametryczne cyfrowe modele terenu. Do zilustrowania dynamiki osuwiska zlokalizowanego w rejonie Dobrzynia wykorzystano archiwalne zdjęcia lotnicze z 1957 i 1974 roku oraz dane wysokościowe z lotniczego skaningu laserowego z lat 2012 i 2019. Różnice między modelami numerycznych modeli terenu wykorzystano do wyznaczenia ruchów pionowych oraz obliczenia objętości przemieszczonych mas skalnych jaki uległy przemieszczeniu przez 62 lata. Wyniki tych analiz przedstawiono w postaci modeli różnicowych. Dodatkowo wykorzystano uczenie maszynowe do detekcji zmian granicy zasięgu osuwiska i rozmieszczenia budynków. Do tego celu wykorzystano również zdjęcia lotnicze z lat 1957, 1974 oraz dane LiDAR z lat 2012,2019. Badania wykazały przesuwanie się skarpy głównej osuwiska w górę stoku, gdzie występują liczna zabudowania mieszkalne.

Wykorzystanie danych satelitarnych do analizy różnorodności termicznej obszarów miejskich

Aleksandra Jasińska ^{1*}, Anna Malczewska ¹, Karolina Pargieła ¹

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

* autor do korespondencji, ajasins@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: ECOSTRESS, Land Surface Temperature, land cover, Urban Heat Island

Streszczenie

Na podstawie prognoz prowadzonych przez Organizację Narodów Zjednoczonych do 2050 roku blisko 2/3 populacji Ziemi będzie mieszkać w miastach. W związku z tym, należy się spodziewać intensyfikacji zabudowy podmiejskich terenów zielonych na rzecz nowych osiedli. Skuteczne praktyki w zakresie planowania i zarządzania terenami miejskimi, jak również działania na rzecz klimatu są zaliczane do celów zrównoważonego rozwoju.

Wysoki procent powierzchni nieprzepuszczalnych w miastach wpływa na powstawanie tak zwanych wysp ciepła. Według raportu "IMGW-PIB: Klimat Polski 2022" tempo wzrostu temperatur powietrza w dużych miastach jest zdecydowanie wyższe niż średni wzrost na obszarze całego kraju. Wysokie temperatury mają kluczowy wpływ na jakość i komfort życia mieszkańców. Do negatywnych skutków tego zjawiska można zaliczyć zwiększenie zapotrzebowania na użycie energii wykorzystywanej w celu ochłodzenia budynków, zanieczyszczenie powietrza, wpływ na istniejącą już infrastrukturę, która nie była przystosowana do tak wysokich temperatur, zmiany w lokalnych ekosystemach, a także zwiększone ryzyko wystąpienia powikłań zdrowotnych.

Konieczne jest zatem podjęcie prac mających na celu opisanie zjawiska oraz kierunków działań, jakie należy podjąć, by minimalizować skutki wzrostu temperatur. Jednym z narzędzi monitorowania występowania zmian są dane satelitarne.

W ramach prowadzonych badań przeprowadzono analizę różnorodności termicznej w miastach europejskich położonych na zbliżonej szerokości geograficznej. W tym celu wykorzystano obrazy satelitarne: ECOSTRESS (ECOSystem Spaceborne Thermal Radiometer Experiment on Space Station) oraz dane multispektralne: Sentinel-2 (misja Copernicus Europejskiej Agencji Kosmicznej). Dane z satelity ECOSTRESS pozwalają na określenie temperatury powierzchni ziemi (LST), natomiast na podstawie danych Sentinel-2 opracowane zostały mapy indeksu wegetacji (NDVI). Wykorzystano także ogólnodostępne dane na temat pokrycia terenu (baza Urban Atlas). Uzyskane mapy temperatury powierzchni, NDVI i mapy pokrycia terenu pozwoliły na wykonanie analizy porównawczej. Zestawienie wyników pozwoliło na wyznaczenie terenów szczególnie narażonych na wysokie temperatury oraz takich, które minimalizują ich negatywny wpływ w poszczególnych miastach.

Abstract

Based on forecasts conducted by the United Nations, by 2050, nearly 2/3 of the Earth's population will be living in cities. Consequently, an intensification of suburban green area development for new settlements can be expected. Effective practices in urban planning and management, as well as climate-related initiatives, are considered part of sustainable development goals.

A high percentage of impermeable surfaces in cities contributes to the formation of so-called heat islands. According to the "IMGW-PIB: Climate of Poland 2022" report, the rate of air temperature increase in large cities is significantly higher than the average increase across the entire country. High temperatures have a crucial impact on the quality and comfort of residents' lives. Negative consequences of this phenomenon include increased energy demand for cooling buildings, air pollution, effects on existing infrastructure not adapted to such high temperatures, changes in local ecosystems, and heightened risks of health complications.

Therefore, it is necessary to undertake efforts aimed at describing the phenomenon and outlining actions to minimize the effects of temperature rise. One of the monitoring tools for tracking these changes is satellite data.

As part of ongoing research, an analysis of thermal diversity in European cities located at similar geographical latitudes was conducted. Satellite images from ECOSTRESS (ECOSystem Spaceborne Thermal Radiometer Experiment on Space Station) and multispectral data from Sentinel-2 (a Copernicus mission by the European Space Agency) were used for this purpose. ECOSTRESS satellite data allow for determining land surface temperature (LST), while Sentinel-2 data were used to generate vegetation index maps (NDVI). Additionally, publicly available land cover data (Urban Atlas database) were utilized. The obtained maps of surface temperature, NDVI, and land cover allowed for a comparative analysis. Summarizing the results enabled the identification of areas particularly vulnerable to high temperatures and those that mitigate their adverse impact in different cities.

Korekcja radiometryczna i jej wpływ na wyznaczenie wskaźników wegetacyjnych przy wykorzystaniem drona

Piotr Kędziorski ^{1*}, Tomasz Oberski ¹

¹ Politechnika Koszalińska, Wydział Inżynierii Lądowej, Środowiska i Geodezji, Śniadeckich 2, 75-453 Koszalin, Polska

* autor do korespondencji, piotr.kedziorski@tu.koszalin.pl

Słowa kluczowe: teledetekcja, dron, korekcja radiometryczna, wskaźniki wegetacyjne

Streszczenie

Jakość radiometryczna zdjęć to jeden z głównych czynników wpływających na dokładność wyznaczenia wskaźników wegetacyjnych. W celu wyeliminowania błędów wpływających na radiometrię obrazu należy wykonać proces korekcji radiometrycznej. Algorytmy korekcji radiometrycznej mogą różnić się w zależności od źródła obrazów. Dla teledetekcji satelitarnej i lotniczej są one dobrze znane i dopracowane. W przypadku pozyskiwania informacji z wykorzystaniem drona proces korekcji jest często zaniewany z uwagi na stosunkowo małe wartości błędów w porównaniu z np. teledetekcją satelitarną. W pracy przedstawiono proces obliczeniowy eliminujący błędy radiometryczne związane z algorytmem przetwarzania kolorów, winietowaniem, błędami czujnika pomiarowego, wpływem atmosfery oraz nasłonecznieniem. Zaprezentowany proces korekcji radiometrycznej dla zobrażeń pozyskanych kamerą Parrot Sequoia+ może być wykonany bez konieczności wykorzystania oprogramowania komercyjnego. Korekcję przeprowadzono przy użyciu skryptów zaimplementowanych w środowisku MatLab. Proces obliczeniowy wyeliminował wpływ zmiennego nasłonecznienia podczas lotu spowodowanego zachmurzeniem. Wyniki porównano z komercyjnym oprogramowaniem Pix4D. W obu rozwiązaniach stwierdzono podobny poziom poprawy radiometrii. Oprogramowanie opracowane na potrzeby artykułu okazało się równie skuteczne jak oprogramowanie komercyjne.

Abstract

The radiometric quality of images is one of the main factors affecting the accuracy of determining vegetation indices. In order to eliminate errors affecting image radiometry, a radiometric correction process must be performed. Radiometric correction algorithms can vary depending on the source of the images. For satellite and aerial remote sensing, they are well known and refined. For drone-based information acquisition, the correction process is often neglected due to the relatively small error values compared to, for example, satellite remote sensing. This paper presents a computational process that eliminates radiometric errors related to the color processing algorithm, camera settings, vignetting, sensor errors, atmosphere impact and insolation. The presented radiometric correction process for images acquired with the Parrot Sequoia+ camera can be performed without using commercial software. The correction was performed using scripts implemented in the MatLab environment. The calculation process eliminated the influence of variable insolation during the flight caused by cloud cover. The results were compared with commercial Pix4D software. In both solutions, a similar level of improvement in radiometry was found. The software developed for the article proved to be as effective as commercial software.

Modelowanie zmian powierzchni terenu wywołanych ruchami masowymi z wykorzystaniem danych teledetekcyjnych i fotogrametrycznych

Krzysztof Karwacki^{1*}, Tomasz Wojciechowski², Zbigniew Perski²

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Centrum Geozagrożeń (ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa)

² Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Centrum Geozagrożeń (ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków)

* krzysztof.karwacki@pgi.gov.pl

Słowa kluczowe: monitoring osuwisk, fotogrametria UAV, skaning laserowy, GIS

Streszczenie

Powierzchnia terenu na obszarze Karpat nieustannie poddawana jest zmianom. W największym stopniu odpowiadają za to procesy stokowe, z których dominującą rolę odgrywiają osuwiska. Ten typ ruchów masowych stwarza duże zagrożenie dla obiektów budowlanych, infrastruktury przesyłowej oraz zdrowia i życia ludzi mieszkających na terenach osuwiskowych. Państwowa służba geologiczna prowadzi monitoring powierzchniowy i monitoring wglębny wybranych 60 osuwisk, które w szczególny sposób oddziałują na obiekty budowlane. Na powierzchni osuwisk prowadzone są pomiary z użyciem GNSS, satelitarnej interferometrii radarowej, naziemnego skaningu laserowego oraz pomiarów fotogrametrycznych z użyciem BSP. Nie w każdym przypadku możliwe jest zastosowanie wszystkich technik. Przykładem tego jest osuwisko w Kasince Małej zagrażające budynkom znajdującym się tuż powyżej skarpy głównej. Osuwisko ze względu na dużą dynamikę zmian, która powoduje niszczenie stabilizowanych punktów pomiarowych, podlega pomiarowi metodami zdalnymi z wykorzystaniem bezzałogowego statku powietrznego oraz skaningu laserowego. Nad osuwiskiem wykonano 7 nalotów fotogrametrycznych oraz 2 naziemne skanowania laserowe, z których wygenerowano chmury punktów, NMT oraz ortofotomozaiki.

Pozyskany zestaw danych wykorzystano do modelowania zmian zachodzących na powierzchni osuwiska. Detekcję przemieszczeń o składowej pionowej oparto na modelach różnicowych wygenerowanych z różnoczasowych NMT, natomiast do detekcji przemieszczeń poziomych wykorzystano wysokorozdzielcze ortofotomozaiki. Ze względu na częściowe pokrycie osuwiska zwartą roślinnością, analizy przemieszczeń pionowych wykonano dla obszaru centralnej części osuwiska pozbawionego roślinności. Analizę przemieszczeń poziomych przeprowadzono w oparciu o te same obiekty na ortofotomozaikach wykonanych z różnych pomiarów.

Zastosowane podejście, oprócz monitorowania zagrożenia dla pobliskich zabudowań, umożliwia scharakteryzowanie ruchu osuwiska.

Modeling of the Terrain Surface Changes Caused by Mass Movements with Remote Sensing and Photogrammetric Data

Abstract

The terrain surface in the Carpathian region is constantly changing. Slope processes where landslides are the most predominant type are responsible for the majority of changes. This type of mass movement poses a major threat to buildings, infrastructure and the health and lives of people living in landslide areas. The State Geological Survey conducts surface monitoring and in-depth monitoring of selected 60 landslides affected by considerable threat to important infrastructure. Measurements are carried out using GNSS, satellite radar interferometry, terrestrial laser scanning and photogrammetric measurements using UAV. However, it is not possible to use all techniques in every case simultaneously. An example of this is the landslide in Kasinka Mala threatening the buildings just above the main slope. Due to the high dynamics of change the landslide, causes the destruction of stabilized survey points, and therefore is subjected to measure by remote methods using an unmanned aerial vehicle (UAV) photogrammetry and terrestrial laser scanning. Seven photogrammetric campaigns and two terrestrial laser acquisitions were carried out resulting point clouds, DTMs and orthophotomosaics.

The acquired data sets were used to model changes occurring on the landslide surface. Detection of vertical displacements were based on differential models generated from multi-temporal DTMs, while high-resolution orthophotomosaics were used to detect horizontal displacements. Due to the coverage of the landslide with dense vegetation, vertical displacement analyses were performed for the the central part of the landslide free from dense vegetation. The analysis of horizontal displacements was carried out based on the same objects on orthophotomosaics taken from different measurements.

The approach used, in addition to monitoring the threat to nearby buildings, makes it possible to characterize the movement of the landslide.

Ocena dostępności miejsc postojowych dla osób z niepełnosprawnością w Strefie Płatnego Parkowania Niestrzeżonego w Warszawie

Anna Fijałkowska ^{1*}, Krzysztof Przybysz ²

¹ Wydział Geodezji i Kartografii Politechnika Warszawska Pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa

² Zarząd Dróg Miejskich, Wydział Parkowania ul. Chmielna 120, 00-801 Warszawa

* autor do korespondencji anna.fijalkowska@pw.edu.pl

Słowa kluczowe: parkowanie, analizy przestrzenne, mobilność, zarządzanie miastem

Keywords: parking, spatial analysis, mobility, urban management

Streszczenie

Rosnący popyt na miejsca parkingowe przy stałej, niezmiennej podaży tych miejsc doprowadza do pogorszenia się warunków parkowania, wydłużenia czasu poszukiwania wolnego miejsca, parkowania w miejscach niedozwolonych oraz niezadowolenia mieszkańców z panującej sytuacji. Osoby mające trudności w przemieszczaniu się, są w dużo gorszej sytuacji, ponieważ dla nich kluczowym argumentem nie jest samo znalezienie miejsca parkingowego, ale również to aby miejsce znajdowało się w możliwie bliskiej odległości od celu podróży.

W artykule przybliżona została kwestia obowiązujących przepisów dotyczących wyznaczania oraz funkcjonowania miejsc postojowych dla osób niepełnosprawnych oraz procedurę wyznaczania takich miejsc. Wyniki badań prezentują dostępność miejsc parkingowych opracowaną z przyjęciem różnych metodyk i narzędzi analiz przestrzennych oraz jak uzyskane wyniki wpływają na ocenę przestrzeni miejskiej.

Abstract

Increasing demand for parking spaces with a constant, unchanging supply of these spaces is leading to worse parking conditions, increased time spent searching for a free space, parking in unauthorized places and residents' dissatisfaction with the prevailing situation. People with mobility difficulties are at a much worse disadvantage, since for them the key argument is not just finding a parking space, but also that the space should be as close as possible to their destination.

The article takes a closer look at the current legislation on the designation and operation of parking spaces for people with disabilities and the procedure for designating such spaces. The results of the study present the accessibility of parking spaces developed with the adoption of various methodologies and tools of spatial analysis, and how the results obtained affect the evaluation of urban space.

Analiza stanu zachowania obiektu dziedzictwa kultury na podstawie wieloźródłowych i wieloczasowych danych – studium przypadku - wieża Grodzka Zamku Królewskiego w Warszawie

Jakub Markiewicz^{1*}, Agnieszka Bocheńska², Dorota Zawieska¹, Patryk Kot³

¹ Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska, pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa, (jakub.markiewicz, dorota.zawieska)@pw.edu.pl

² Zamek Królewski w Warszawie – Muzeum, Pl. Zamkowy 4, 00-277 Warszawa, abochenska@zamek-krolewski.pl

³Built Environment and Sustainable Technologies (BEST) Research Institute, Liverpool John Moores University, Liverpool, L3 3AF, UK, p.kot@ljmu.ac.uk

* autor do korespondencji, jakub.markiewicz@pw.edu.pl

Słowa kluczowe: 2D/3D, dane wielosensorowe, dane wieloczasowe, dane fotogrametryczne, dziedzictwo kulturowe

Streszczenie

Nowoczesne technologie pomiarowe, obecnie są powszechnie stosowane w inwentaryzacji, badaniu obiektów dziedzictwa kulturowego oraz monitorowaniu stanu ich zachowania. Dzięki tym informacjom możliwe jest analiza pochodzenia materiału, struktury budowli oraz ocena zachodzących zmian na przestrzeni upływu lat. Mają one kluczowe znaczenie w przypadku zabytków, gdzie wiedza na ich temat jest niekompletna.

W artykule omówiono rezultaty przeprowadzonej inwentaryzacji fotogrametrycznej, w trakcie wieloczasowych badań archeologicznych prowadzonych na terenie Zamku Królewskiego w Warszawie w latach 2017 – 2019 oraz monitoringu strukturalnego przeprowadzonego w latach 2020 - 2023. Obszar badań obejmował wnętrze Wieży Grodzkiej i jej zewnętrzną część przy zachodniej ścianie. W artykule przedstawiono wyniki integracji wielosensorowych danych tj. danych z naziemnego skaningu laserowego, zdjęć z UAV, zdjęć naziemnych oraz pomiarów geodezyjnych. W wyniku przetworzenia danych uzyskano dwu- i trójwymiarową dokumentację, którą wykorzystano do przeprowadzenia analizy grubości murów Wieży Grodzkiej, badania układu muru oporowego oraz opracowania ortoobrazów niezbędnych do analizy chronologicznej. Dodatkowo w ramach prac związanych z wieloczasowym monitoringiem wewnątrz Wieży Grodzkiej, wykorzystano spektroskopię elektromagnetyczną oraz pomiary przy wykorzystaniu wilgotnościomierza. Analizy architektoniczno-archeologiczne pozwoliły na określenie potencjalnego przebiegu muru po zachodniej stronie Wieży oraz ustalenie jego relacji z najniższą częścią fundamentów. Wyniki potwierdziły, że Wieża Grodzka zawaliła się w okresie średniowiecza, a zachowana do dziś budowla jest kolejną wzniesioną w tym miejscu. W strukturze fundamentów wyróżniono co najmniej dwie fazy budowy. Relikt muru przylegającego do niej od zachodu mógł być elementem wcześniejszych budowli zintegrowanych z Wieżą lub autonomicznym budynkiem. Badanie kątów skręcenia powierzchni najniższych warstw fundamentowych w stosunku do nieco młodszych warstw wyższych oraz równoległości obu przylegających struktur pozwoliły na ostateczne rozstrzygnięcie tej kwestii.

Przeprowadzone badania wykazały, że wykorzystanie zintegrowanych wieloźródłowych danych pomiarowych umożliwia nie tylko opracowanie dokumentacji pomiarowej, ale również przeprowadzenie specjalistycznych analiz dotyczących zewnętrznej części badanego obiektu. W oparciu o zintegrowane sensory mikrofalowe możliwa była penetracja w głąb analizowanego obiektu i kompleksowa analiza stanu obiektu.

The Analysis of the State of a Cultural Heritage Object Maintenance Based on Multi-Source and Multi-Temporal Data - A Case Study of the Royal Castles Grodzka Tower in Warsaw

Jakub Markiewicz^{1*}, Agnieszka Bocheńska², Dorota Zawieska¹, Patryk Kot³

¹ Faculty of Geodesy and Cartography, Warsaw University of Technology, pl. Politechniki 1, 00-661 Warsaw, (jakub.markiewicz, dorota.zawieska)@pw.edu.pl

² The Royal Castle in Warsaw - Museum, Pl. Zamkowy 4, 00-277 Warsaw, abochenska@zamek-krolewski.pl

³Built Environment and Sustainable Technologies (BEST) Research Institute, Liverpool John Moores University, Liverpool, L3 3AF, UK, p.kot@ljmu.ac.uk

Keyword: 2D/3D, cultural heritage, multi-source data, multi-temporal data, photogrammetric data

Abstract

Modern technologies are now widely used in the inventory and monitoring state of preservation of cultural heritage sites. This documentation enables analyses of the origin of the material and structure of the building and assess changes over the years. This paper aims to investigate the integration of multi-sensor data, i.e., terrestrial laser scanning data, UAV imagery, ground-based imagery, and geodetic measurements during the multi-temporal archaeological research conducted at the Royal Castle in Warsaw between 2017-2019 with the structural monitoring carried out between 2020 - 2023. The research was undertaken in the interior of the Grodzka Tower and its external part at the western wall. The data processing resulted in two- and three-dimensional documentation, which was used to estimate the thickness of the walls of the Grodzka Tower, to study the layout of the retaining wall and to develop the orthoimages necessary for chronological analysis. The electromagnetic spectroscopy and moisture measurements were used as part of the multi-temporal monitoring work. The architectural and archaeological investigations made it possible to determine the potential course of the wall on the western side of the Tower and to establish its relationship to the lowest part of the foundations. The results confirmed that the Grodzka Tower collapsed in the medieval period and that the building preserved to this day is another erected on this site. At least two construction phases were distinguished in the structure of the foundations. The relic of the wall adjacent to it from the west may have been part of earlier structures integrated into the Tower or an autonomous building. Examination of the twisting angles of the surfaces of the lowest foundation layers concerning the slightly younger upper layers and the parallelism of the two adjacent structures allowed this question to be finally resolved. The research showed that using integrated multi-source measurements makes it possible to develop detailed documentation enabling specialised analyses of the object under investigation.

Porównanie wybranych architektur sieci w segmentacji semantycznej wybranych elementów konstrukcyjnych budynków ze zdjęć z platform UAV

Patryk Balak ¹, Agnieszka Łysak ¹, Kamil Choromański ¹, Konrad Sosnowicz ¹, Krzysztof Bakula ^{1,2*}

¹ Skysnap sp. z o.o., Aleje Jerozolimskie 81, Warszawa

² Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, Pl. Politechniki 1, Warszawa

* autor do korespondencji, krzysztof.bakula@pw.edu.pl

Słowa kluczowe: sieci neuronowe, architektura, elementy konstrukcyjne, budynki, UAV

Streszczenie

Postęp w zakresie sztucznej inteligencji ma duże znaczenie dla rozwoju technik analizy danych obrazowych. Ma to również realny wpływ na przetwarzanie danych pozyskiwanych przez firmy działające w zakresie przetwarzania obrazów pozyskiwanych przez bezzałogowe statki latające. Sieci neuronowe odgrywają bowiem coraz bardziej widoczną rolę w automatyzacji analizy i przetwarzania danych fotogrametrycznych. Niniejszy referat dotyczy prezentacji możliwości wykorzystania architektur sieci DeepLabV3+, U-Net i SegFormer w detekcji elementów konstrukcyjnych budynków na obrazach z bezzałogowych statków latających. Analizowano 25 budynków z różnych kategorii: zabytkowe, nowoczesne oraz tworzone z wielkiej płyty. Elementami wykrywanymi były elementy metalowe, okna, ściany ceglane, otynkowanie, pokrycie dachowe oraz tło widoczne na obrazach. Uzyskane wyniki od 80 do 96% wykrycia elementów konstrukcyjnych w zależności od analizowanej klasy i rodzaju budynków, ukazują przydatność wszystkich 3 sieci, z których najlepsze wyniki i stabilność względem różnych wejściowych zbiorów danych uzyskano dla DeepLabV3+.

Abstract

Progress in artificial intelligence is very important for developing image data analysis techniques. This also has a real impact on the processing of data obtained by companies operating in the field of image processing collected with unmanned aerial vehicles. Neural networks play an increasingly visible role in automating the analysis and processing of photogrammetric data. This presentation shows the possibilities of using the DeepLabV3+, U-Net and SegFormer network architectures to detect building structural elements in images from unmanned aerial vehicles. 25 buildings from various categories were analysed: historic, modern and made of prefabricated panels. The elements detected were metal elements, windows, brick walls, plastered walls, roofing and the background visible in the images. The obtained results ranged from 80 to 96% describing the detection of structural elements and depending on the analyzed class and type of buildings. The research shows the usefulness of all 3 networks, but the best results and stability in relation to various input data sets were obtained for DeepLabV3+.

System wielowymiarowego i wieloczasowego monitoringu strefy brzegowej z wykorzystaniem bezzałogowej jednostki pływającej

Marta Włodarczyk-Sielicka^{1*}

¹ Marine Technology Sp. z o.o., ul. Roszczyńskiego 4 lok. 6, Gdynia

* autor do korespondencji, m.wlodarczyk@marinetechonology.pl

Słowa kluczowe: system monitoringu, fuzja danych, mapy przestrzenne, strefa brzegowa, duże zbiory danych

Streszczenie

Referat skupia się na przedstawieniu koncepcji wielowymiarowego i wieloczasowego systemu monitoringu strefy brzegowej z wykorzystaniem autonomicznej bezzałogowej jednostki pływającej. Do akwizycji danych wykorzystane są nowoczesne sensory zamontowane na jednostce: dla danych podwodnych MBES i sonar, natomiast dla części naziemnej skaner laserowy i kamera metryczna. Proponowany system oprócz możliwości integracji danych z różnych sensorów, utworzenia wielowymiarowej i wieloczasowej bazy wiedzy o danej strefie brzegowej, pozwoli na wizualizację tych danych z postaci mapy przestrzennej. Należy zwrócić uwagę na problem niejednorodności układów i dużej ilości danych, który jest istotnym wyzwaniem badawczym. W trakcie budowania systemu wykorzystano dwie podstawowe technologie: Python 3.1x oraz Postgres. Ich wykorzystanie pozwala na łatwe uruchomienie aplikacji, możliwość umieszczenia bazy danych na serwerze oraz uruchomienia aplikacji, która będzie się komunikowała z bazą poprzez sieć, skalowalność bazy danych, współdzielenie danych przez wiele aplikacji i centralizacja wykorzystywanych danych. System cechuje się automatyzacją działania co zmusza użytkownika końcowego jedynie do umieszczenia danych pomiarowych w odpowiednich katalogach. W celu przetwarzania danych graficznych wykorzystuje się konwolucyjne sieci neuronowe typu U-NET, które lokalizują linię brzegową zdjęcia w celu ekstrakcji danych znajdujących się powyżej linii brzegowej. Dodatkowo wykorzystano inteligencję obliczeniową do generowania danych - w celu wypełnienia luki pomiędzy danymi podwodnymi, a nawodnymi zastosowano algorytm heurystyczny, który jest przystosowany do generowania określonej ilości punktów znajdujących się pomiędzy danymi pomiarowymi. Na ich podstawie generowana jest siatka punktów z interpolacją względem utworzonych punktów. Stworzone elementy składają się na innowacyjny model fuzji danych przestrzennych. Wszystkie sensory i składowe systemu umieszczone będą na pojedynczej jednostce badawczej. Dane będą zbierane w trakcie jednego przejazdu a następnie integrowane w jedną całość. Korzyści z wdrożenia efektów prac mogą objąć np. monitorowanie strefy przybrzeżnej (nabrzeża portowe, falochrony, mola, śluzy czy mariny żeglarskie), inwentaryzacja stanu oznakowania nawigacyjnego, dróg wodnych, umocnień brzegowych, przemieszczania się rumowiska dennego, inspekcje nabrzeży, sprawdzanie przepustowości toru wodnego, aktualizacja map zagrożenia powodziowego.

Abstract

The paper focuses on presenting the concept of a multi-dimensional and multi-temporal coastal zone monitoring system using an autonomous unmanned vessel. Modern sensors mounted on the craft are used for data acquisition: for underwater data, MBES and sonar, while for the terrestrial part, a laser scanner, and a metric camera. The proposed system, in addition to the ability to integrate data from different sensors, to create a multidimensional and multi-temporal data base of a given coastal zone, will allow visualization of this data from the form of a spatial map. Attention should be paid to the problem of heterogeneity of systems and large amounts of data, which is a significant research challenge. While building the system, two basic technologies were used: Python 3.1x and Postgres. Their use allows for easy startup of the application, the ability to place the database on a server and run an application that will communicate with the database through the network, scalability of the database, sharing of data by multiple applications and centralization of the data used. The system is characterized by automation of operation, which forces the end user only to place the measurement data in the appropriate directories. Convolutional U-NET neural networks are used to process image data, which locate the edge line of the image to extract data above the edge line. In addition, computational intelligence was used to generate data - the heuristic algorithm was used to bridge the gap between underwater and surface data, which is adapted to generate a certain number of points located between survey data. Based on these, a grid of points is generated with interpolation against the created points. The created elements make up an innovative spatial data fusion model. All sensors and components of the system will be placed on a single survey unit. Data will be collected in a single pass and then integrated into a single unit. The benefits of implementing the results of the work may include, for example, monitoring the coastal zone (harbour wharves, breakwaters, piers, locks or sailing marinas), inventorying the condition of navigation markings, waterways, shoreline fortifications, movement of bottom debris, wharf inspections, checking the capacity of the waterway, updating flood risk maps.

Mobilność społeczeństwa na terenach leśnych

Mariusz Ciesielski ^{1*}, Agnieszka Kamińska ¹, Miłosz Tkaczyk ¹, Karolina Taczanowska ²

¹ Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn

² Institute of Landscape Development, Recreation and Conservation Planning (ILEN), University of Natural Resources and Life Sciences, Peter-Jordan-Straße 65, 1180 Wiedeń

* m.ciesielski@ibles.waw.pl

Słowa kluczowe: mobilność społeczeństwa, dane komórkowe, kulturowe usługi ekosystemowe, tereny leśne

Streszczenie

Kiedy? Gdzie? Kto? Co? Dlaczego? – te pięć zagadnień jest przedmiotem prac badaczy zajmujących się monitoringiem ruchu na terenach przyrodniczych. Do dnia dzisiejszego opracowano liczne metody monitoringu bezpośredniego i pośredniego, które w różnym stopniu umożliwiają znalezienie odpowiedzi na te pytania. Obecnie jednak żadna z nich nie jest wykorzystywana w większej skali. Wynika to z ograniczeń technologicznych, jak również finansowych.

W ostatnich latach na potrzeby monitoringu ruchu zaczęto wykorzystywać nowy rodzaj danych - dane generowane przez użytkowników sieci komórkowych. Znalazły one swoje zastosowanie m.in. w badaniach rekreacji i turystyki w miastach, na obszarach transgranicznych oraz na terenach przyrodniczych. Dane zbierane przez firmy telekomunikacyjne analizowane są bezpośrednio przez nie lub udostępniane podmiotom zewnętrznym po wcześniejszej anonimizacji danych. Według badaczy dane na temat mobilności generowane przez użytkowników telefonów komórkowych są największym zbiorem, który może zostać pozyskany do analizy.

Niniejsza praca dotyczy problematyki wykorzystania danych z telefonii komórkowej na potrzeby analiz mobilności społeczeństwa na obszarach leśnych w Polsce. Przedstawione zostaną przykłady zastosowania tych danych w różnych skalach przestrzennych (od lokalnej do krajowej) do analizy czasu i miejsca odbywania aktywności w lasach, mapowania kulturowych usług ekosystemowych czy też wpływu pandemii COVID-19 na zachowania społeczeństwa.

Abstract

When? Where? Who? What? Why? – these are the five questions addressed by researchers studying recreational monitoring in natural areas. To date, numerous direct and indirect monitoring methods have been developed to answer these questions to varying degrees. However, none of these methods is currently being used on a large scale. This is due to both technological and financial limitations.

In recent years, a new type of data has been used for recreational monitoring - data generated by mobile phone users. Their applications include recreation and tourism research in cities, cross-border areas, and natural areas. The data collected by telecommunications companies are analyzed directly by them or are made available to external agencies after the data have been anonymized. According to researchers, mobility data generated by mobile phone users is the largest dataset that can be obtained for analysis.

This paper addresses the issue of using mobile phone data to analyze social mobility in forest areas in Poland. Examples of the use of these data at different spatial scales (from local to national) are presented to analyze the time and location of activities in forests, to map cultural ecosystem services, or to study the impact of the COVID -19 pandemic on population behavior.

Systemy informacji geograficznej w edukacji geograficznej na uniwersytetach w wybranych państwach Azji Centralnej

¹ Tolgonai Bozzhigit kyzy * tolboz@amu.edu.pl

² Andrzej Kostrzewski andrzej.kostrzewski@amu.edu.pl

³ Mikołaj Majewski mikolaj.majewski@amu.edu.pl

¹ Instytut Geoekologii i Geoinformacji, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu; ul. B. Krygowskiego 10, 61-680 Poznań, Poland

² Instytut Geoekologii i Geoinformacji, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu; ul. B. Krygowskiego 10, 61-680 Poznań, Poland

³ Instytut Geoekologii i Geoinformacji, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu; ul. B. Krygowskiego 10, 61-680 Poznań, Poland

* autor do korespondencji

Słowa kluczowe: GIS, geoinformacja, edukacja geografii, Azja Centralna – Kazachstan, Uzbekistan, Kirgistan.

Streszczenie

Wykorzystanie Systemów Informacji Geograficznych (GIS) w programie nauczania geografii na szczeblu szkolnictwa wyższego stanowi istotny i kluczowy element w większości krajów zachodnich. Głównym celem niniejszego opracowania jest ocena aktualnego stanu oferty programów nauczania Systemów Informacji Geograficznych na wydziałach geografii w wybranych krajach Centralnej Azji, tj. Kazachstanie, Kirgistanie oraz Uzbekistanie. Przeprowadzono analizę, uwzględniając łącznie 252 uniwersytety, spośród których w 35 funkcjonuje wydział, instytut lub szkoła związana z geografiami. Zaledwie 11,8% poddanych analizie uniwersytetów ma w swojej strukturze wydziały geografii, na których oferowane są różne specjalności związane z geografiami. Oferta dydaktyczna obejmująca Systemy Informacji Geograficznej jest jeszcze bardziej ograniczona. Niemniej jednak, geoinformacja staje się coraz powszechniejsza i potencjalnie w kolejnych latach oferta edukacji z nią związana będzie bogatsza. Pośród wszystkich uniwersytetów wyróżnia się Kazachski Uniwersytet Narodowy im. Al-Farabiego w Almaty, który oferuje kilka kierunków z zakresu geoinformacji. W ramach studiów pierwszego stopnia studenci mają do wyboru kierunek „kataster”, z kolei na drugim i trzecim stopniu do wyboru możliwe są kierunki: „geodezja i kartografia”, „kataster”, „geoinformatyka”, „kartografia” oraz „Big Data w geodezji”.

Abstract

The use of Geographic Information Systems (GIS) in the geography curriculum at the higher education level is an important and key element in most Western countries. The main goal of this study is to assess the current state of GIS education programs in geography departments in selected Central Asian countries, namely Kazakhstan, Kyrgyzstan, and Uzbekistan. An analysis was conducted, covering a total of 252 universities, out of which 35 have departments, institutes, or schools related to geography. Only 11.8% of the universities analyzed have geography departments that offer various specialties related to geography. The educational offerings related to Geographic Information Systems are even more limited. Nevertheless, geoinformation is becoming increasingly common, and the educational offerings in this field are expected to become richer in the coming years. Among all universities, Al-Farabi Kazakh National University in Almaty stands out, offering several specializations in geoinformation. Within the undergraduate program, students can choose the "cadastral" specialization, while at the master's and doctoral levels, they have options such as "geodesy and cartography," "cadastral," "geoinformatics," "cartography," and "Big Data in geodesy."

Wykorzystanie danych fotogrametrycznych i lidarowych do określenia zmian terenów zielonych w miastach

Natalia Borowiec ^{1*}, Urszula Marmol ¹,

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

* autor do korespondencji, nboro@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: monitoring 3D, detekcja zmian, zieleń miejska, zrównoważony rozwój miast

Streszczenie

Obecność terenów zieleni w mieście ma znaczący wpływ na jego zrównoważony rozwój. Obszary zielone w miastach tj. parki, lasy miejskie, ogródki działkowe, tereny rekreacyjne, skwery, zieleń osiedlowa odgrywają kluczową rolę w planowaniu zrównoważonych i przyjaznych środowisk miejskich. Obszary te stanowią miejsca odpoczynku dla mieszkańców, mają pozytywny wpływ na zdrowie oraz znacznie poprawiają ogólny komfort życia. Dlatego bardzo istotny jest ciągły monitoring terenów zielonych w miastach. Optymalnymi danymi umożliwiającymi szybką weryfikację zmian są dane fotogrametryczne i lidarowe. W niniejszym artykule skupiono się na detekcji obszarów zielonych i określeniu ich zmian na przestrzeni kilkudziesięciu lat. Do tej pory badania ekosystemów miejskich koncentrowały się głównie na wykorzystaniu metryk krajobrazowych w przestrzeni dwuwymiarowej. Niniejsze podejście proponuje trójwymiarowe analizy z wykorzystaniem fotogrametrycznych i laserowych chmur punktów.

W badaniu zaproponowano automatyczną metodę wykrywania i oceny zmian obszarów zielonych w Krakowie przy użyciu archiwalnych zdjęć lotniczych i danych LiDAR. Obrazy archiwalne, pochodzące z lat 1970-1993, zostały poddane procedurze gęstego dopasowania w celu uzyskania chmur punktów. Dane LiDAR pochodzą z lat 2006, 2012 i 2021. Proponowany algorytm został oparty na różnicach wysokości pozyskanych z CHM, odcieniach szarości zarejestrowanych na zdjęciach archiwalnych oraz intensywności i echach odbicia dla danych LiDAR. W algorytmie wykorzystano metody segmentacji i klasyfikacji rastrow. Dodatkowo w badaniach dokonano podziału na roślinność niską, średnią i wysoką oraz wyznaczono poziom biomasy dla poszczególnych warstw.

Wyniki wyraźnie wskazują na negatywny trend dotyczący zmniejszania się terenów zielonych na krakowskich osiedlach. W okresie objętym badaniem, obejmującym ponad 50 lat, odsetek tych obszarów znacząco zmniejszył się w stosunku do terenów zurbanizowanych.

Using Photogrammetric and Lidar Data to Determine Green Area Changes in Cities

Keywords: 3D monitoring, change detection, urban greenery, urban sustainable development

Abstract

The presence of green areas in a city has a significant impact on its sustainable development. Green areas in cities, i.e. parks, urban forests, allotment gardens, recreational areas, squares, estate greenery, play a key role in planning sustainable and friendly urban environments. These areas provide places for residents to relax, have a positive impact on health and significantly improve overall living comfort. Therefore, continuous monitoring of green areas in cities is very important. Photogrammetric and lidar data are the optimal data for quick verification of changes. This article focuses on the detection of green areas and the determination of their changes over several decades. To so far, studies of urban ecosystems have mainly focused on using landscape metrics in two-dimensional space. This approach proposes three-dimensional analyses using photogrammetric and laser point clouds.

The study proposes an automated method for detecting and evaluating changes in green areas in Krakow using archival aerial photographs and LiDAR data. The archival images, dating from 1970 to 1993, were processed using a dense matching procedure to obtain point clouds. The LiDAR data is from 2006, 2012 and 2021. The proposed algorithm was

based on the height differences extracted from the CHM, the grayscale tones registered in the archival images and the intensity and reflection echoes for the LiDAR data. The algorithm used segmentation and classification methods for rasters. In addition, the study divided the vegetation into low, medium and high vegetation and determined the biomass level for each layer.

The results clearly indicate a negative trend concerning the decrease of green areas in Krakow's residential areas. Over the study period, which covers more than 50 years, the proportion of these areas has decreased significantly in relation to urbanised areas.

Dane lidarowe i fotogrametryczne jako źródło danych do opracowania bazy obrazów wejściowych w percepcji wizualnej

Urszula Marmol^{1*}, Natalia Borowiec¹

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

* autor do korespondencji, entice@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: eye tracking, baza danych, obrazy wejściowe, percepcja wizualna, odnawialne źródła energii

Streszczenie

Eye tracking to technologia umożliwiająca monitorowanie i rejestrację ruchów gałek ocznych. Wykorzystanie eye trackingu w planowaniu przestrzennym może przynieść wiele korzyści i dostarczyć cennych informacji tj. określenia na jakich obszarach i elementach przestrzeni użytkownicy skupiają uwagę podczas analizy obrazów. Pozwoli to na zrozumienie, które elementy są najbardziej interesujące i kluczowe dla mieszkańców danego obszaru, a tym samym umożliwi podejmowanie słusznych decyzji w planowaniu i zagospodarowaniu terenu. Jednak problemem badawczym jest dokładne określenie, jak powinny wyglądać obrazy wejściowe.

W związku z tym w niniejszych badaniach dokonano próby opracowania bazy obrazów wejściowych w oparciu o dane fotogrametryczne i laserowe. Baza danych składa się z obrazów, przedstawiających wybrane urządzenia infrastruktury technicznej, wytwarzające energię ze źródeł odnawialnych, czyli panele fotowoltaiczne. Obiekty te są bardzo istotne z punktu widzenia zrównoważonego rozwoju społeczno-gospodarczego. W badaniach zostały przygotowane wizualizacje 3D obszarów naturalnych i o różnym stopniu zurbanizowania. Sceny te zostały zmodyfikowane za pomocą zmiennej liczby elementów fotowoltaicznych i będą stanowiły materiał wejściowy do dalszych analiz. Dodatkowo został opracowany kwestionariusz, z pytaniami, które będą zadawane uczestnikom podczas eksperymentu. Przygotowane dane będą stanowiły podstawę badań percepcji wizualnej na wybranej grupie respondentów przy ocenie działań planistycznych i inwestycyjnych prowadzących do zrównoważonego rozwoju.

Lidar and Photogrammetric Data as a Data Source for Preparation of an Input Image Database in Visual Perception

Keywords: eye tracking, database, input images, visual perception, renewable energy sources

Abstract

Eye tracking is a technology for monitoring and registering eye movements. The use of eye tracking in spatial planning can bring many benefits and provide valuable information, i.e., identifying which areas and elements of space users focus on when analysing images. This will allow an understanding of which elements are of most interest and crucial to the inhabitants of an area, and thus allowing the right decisions to be made in in spatial planning and land development. However, the research problem is to determine precisely how the input images should look like.

Therefore, the present study has attempted to develop an input image database based on photogrammetric and laser data. The database consists of point images representing selected technical infrastructure that generate energy from renewable sources, i.e., photovoltaic panels. These objects are very important for sustainable socio-economic development. In the study, 3D visualisations of natural areas and areas with varying degrees of urbanisation were prepared. These scenes were modified with a variable number of photovoltaic elements and will provide input materials for further analyses. In addition, a questionnaire was developed with questions that will be asked to participants in the experiment. The prepared data will form the basis of an eye tracking study on a selected group of respondents during evaluation of planning and investment activities leading to sustainable development.

Metoda delimitacji obszarów leśnych z wykorzystaniem danych lotniczego skanowania laserowego i zobrażeń hiperspektralnych

Tomasz Hycza*¹, Emilia Wysocka-Fijorek¹, Krzysztof Stereńczak¹

¹ Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 0-090 Raszyn

* autor do korespondencji, t.hycza@ibles.waw.pl

Słowa kluczowe: definicje, las, teledetekcja, geomatyka, raportowanie,

Streszczenie

Polska, podobnie jak wiele innych krajów, jest zobowiązana do raportowania powierzchni gruntów leśnych do Konwencji Klimatycznej (UNFCCC) - Protokołu z Kioto oraz Organizacji ds. Wyżywienia i Rolnictwa w ramach Organizacji Narodów Zjednoczonych (FAO/UN). Różnice między krajowymi i międzynarodowymi definicjami lasów prowadzą do różnic między raportowaną do organizacji międzynarodowych powierzchnią Polski pokrytą przez lasy. Teledetekcja jest użytecznym narzędziem do szacowania powierzchni gruntów leśnych na cele raportowania. Jest to ważne w kontekście sprawozdawczości, szacowania zasobów węgla, monitorowania bioróżnorodności i łagodzenia skutków zmian klimatu.

Dane z lotniczego skanowania laserowego i dane hiperspektralne mogą być skutecznie wykorzystane do oszacowania powierzchni gruntów z roślinnością drzewiastą, zgodnie z definicjami sformułowanymi w Ustawie o Lasach oraz przez Konwencję Klimatyczną (UNFCCC) i Organizację ds. Wyżywienia i Rolnictwa Organizacji Narodów Zjednoczonych (FAO/UN). Mogą zostać również wykorzystane do oszacowania powierzchni gruntów z roślinnością drzewiastą wykorzystywanych rolniczo, czyli sadów. Dane hiperspektralne są natomiast wartościowym źródłem danych teledetekcyjnym do klasyfikacji gatunków drzew lasotwórczych. Ich identyfikacja umożliwia z kolei szacowanie powierzchni gruntów z roślinnością leśną, która nie spełnia jeszcze kryteriów sformułowanych w poszczególnych definicjach.

Istnieją jednak grunty nieleśne z roślinnością drzewiastą (np. zieleń miejska) i grunty leśne pozbawione roślinności drzewiastej (np. tereny związane z gospodarką leśną), których powierzchnię trudno jest oszacować wyłącznie na podstawie danych teledetekcyjnych. W takich przypadkach konieczne jest wykorzystanie warstw wektorowych, reprezentujących formy użytkowania gruntów z ogólnodostępnych baz danych przestrzennych.

Analizy przeprowadzono dla obszarów badawczych w Miliczu, Miłomłynie i Białowieży. Dokładność detekcji różniła się w zależności od definicji co związane było z charakterystyką obszaru badań oraz wykorzystywanych metod i danych teledetekcyjnych. We wszystkich przypadkach osiągnięto jednak dokładność powyżej 85%.

Abstract

Poland, like many other countries, is obliged to report forest land area to the Climate Convention (UNFCCC) - Kyoto Protocol and the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO/UN). Differences between national and international definitions of forests lead to differences in the area of Poland covered by forests reported to international organizations. Remote sensing is a useful tool for estimating forest land area for reporting purposes. This is important in the context of reporting, estimating carbon stocks, monitoring biodiversity and mitigating the effects of climate change.

Airborne laser scanning and hyperspectral data can be effectively used to estimate the area of land with woody vegetation, as defined in the Forest Act and by the Climate Change Convention (UNFCCC) and the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO/UN). They can also be used to estimate the area of land with woody vegetation used for agriculture, i.e. orchards. Hyperspectral data are a valuable source of remote sensing data for the classification of forest-forming tree species. Their identification, in turn, enables the estimation of the area of forest vegetation that does not yet meet the criteria formulated in individual definitions.

However, there are non-forest lands with woody vegetation (e.g. urban greenery) and forest lands without woody vegetation (e.g. areas related to forest management), the area of which is difficult to estimate solely on the

basis of remote sensing data. In such cases, it is necessary to use vector layers representing land use forms from publicly available spatial databases.

The analyzes were carried out for the research areas in Milicz, Miłomłyn and Białowieża. Detection accuracy varied depending on the definition, which was related to the characteristics of the research area and the remote sensing methods and data used. However, accuracy above 85% was achieved in all cases.

Barwy krajobrazu powiatu plockiego z perspektywy satelitarnej

Krzysztof Będkowski ^{1*}, Urszula Kałużna ²

¹ Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, Łódź

² Niezależny badacz, Płock

* krzysztof.bedkowski@geo.uni.lodz.pl

Słowa kluczowe: krajobraz, metryki krajobrazowe, zróżnicowanie barwne

Streszczenie

Barwy mają duże znaczenie w życiu człowieka są więc jedną z ważniejszych cech otaczającego nas krajobrazu, które można poddać badaniom ilościowym. Wpływają na procesy poznawcze i emocjonalne, ludzką percepcję oraz zachowanie. Oddziałują na zachowanie człowieka, mogą zmieniać jego reakcje emocjonalne, motoryczne i fizjologiczne, co z kolei poprawia lub obniża funkcjonowanie poznawcze. Barwa czerwona i w mniejszym stopniu żółta skłania do działania, pobudza, ale też rozprasza „wybija z rytmu”. Barwa zielona oraz w mniejszym stopniu niebieska, ułatwia skupienie i prowadzi do bardziej skoordynowanych reakcji motorycznych, uspakaja.

Zbadano zróżnicowanie barw widzianych z poziomu satelitarnego w Płocku i okolicy w strefach o promieniu 115 m (377 pikseli 10 m × 10 m). W badaniach zastosowano obrazy Sentinel-2 zarejestrowane w ośmiu terminach w ciągu 2020 roku. Dla każdej lokalizacji wyznaczono wartość prostego do obliczenia wskaźnika ABCDI – Area-Based Color Diversity Index. Stwierdzono, że: (1) największe zróżnicowanie barw występuje na obszarach przekształconych przez człowieka – miejskich i przemysłowych, (2) miejsca o największym zróżnicowaniu związane są na ogół z obiektami jasnymi, tj. o wysokim odbiciu spektralnym, (3) obraz obszarów upraw rolnych zmienia się w zależności od faz sezonu wegetacyjnego, (4) największe zróżnicowanie barw na obszarach wiejskich występuje na przełomie wiosny i lata. Zaproponowany prosty wskaźnik ABCDI pozwala na wskazanie obszarów o dużym zróżnicowaniu barwnym krajobrazu. Na uzyskiwane wyniki duży wpływ miała obecność w analizowanej scenie obiektów b. jasnych (białych), chmur oraz oparów zakładów petrochemicznych. Wskazane jest podjęcie studiów nad doborem optymalnej wielkości obszaru analiz barw.

Abstract

Colors are of great importance in human life, so they are one of the most important features of the surrounding landscape, which can be subjected to quantitative research. They affect cognitive and emotional processes, human perception and behavior. They affect human behavior, can change his emotional, motor and physiological reactions, which in turn improves or decreases cognitive functioning. Red and to a lesser extent yellow encourages action, stimulates, but also distracts "knocks out of rhythm". Green and to a lesser extent blue, facilitates concentration and leads to more coordinated motor reactions, calms down.

The diversity of colors seen from the satellite level in Płock and the surrounding area in zones with a radius of 115 m (377 pixels, 10 m × 10 m) was examined. The study used Sentinel-2 images recorded on eight dates during 2020. For each location, the value of the easy-to-calculate ABCDI (Area-Based Color Diversity Index) was determined. It was found that: (1) the greatest color diversity occurs in areas transformed by man – urban and industrial, (2) places with the greatest diversity are generally associated with bright objects, i.e. with high spectral reflection, (3) the picture of agricultural areas changes depending on the phases of the growing season, (4) the greatest color diversity in rural areas occurs at the turn of spring and summer. The proposed simple ABCDI index allows to indicate areas with a large color diversity of the landscape. The obtained results were greatly influenced by the presence of very bright (white) objects, clouds and petrochemical plant fumes in the analyzed scene. It is advisable to undertake studies on the selection of the optimal size of the color analysis area.

Modelowanie środowiska historycznego na podstawie danych geoprzestrzennych i narzędzi GIS – studium przypadku Parku Stryjskiego we Lwowie

Zoriana Kuzyk^{1*} Jakub Markiewicz², Dorota Zawieska²

¹ *Department of Photogrammetry and Geoinformatics, Lviv Polytechnic National University, St. Bandera Str., 12, Lviv 79013, Ukraine (zriana.o.kuzyk@lpny.ua)*

² *Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska, pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa, (jakub.markiewicz, dorota.zawieska)@pw.edu.pl*

* *autor do korespondencji, zriana.o.kuzyk@lpny.ua*

Słowa kluczowe: dziedzictwo kulturowe, modelowanie model 3D, GIS

Streszczenie

W artykule przedstawiono problematykę dokumentacji, wizualizacji i inwentaryzacji obiektów dziedzictwa kulturowego oraz krajobrazów kulturowych przy użyciu nowoczesnych metod pomiarowych oraz Systemów Informacji Geograficznej (GIS). Celem projektu było opracowanie referencyjnego Systemu Informacji Geograficznej dla Parku Stryjskiego we Lwowie na Ukrainie, w oparciu o graficzną i atrybutową bazę danych w ArcGIS. Jako dane źródłowe wykorzystano min. mapę Lwowa w skali 1:2000, profile wysokościowe wykonane w interwale 1m, wyniki pomiarów geodezyjnych, atrybuty i opisy obiektów oraz zdjęcia naziemne wybranych rzeźb i małej architektury. Współrzędne punktów referencyjnych zostały określone na podstawie pomiarów GNSS, co pozwoliło min. na georeferencję mapy do układu współrzędnych WGS-84 i pomiar profili wysokościowych. W ramach przeprowadzonych prac: wygenerowano Numeryczny Model Terenu, wykonano klasyfikację obiektów oraz wektoryzację konturów, celem przygotowania graficzno-atrybutowej bazy danych.

Wizualizacja i modelowanie terenu, generowanie modeli 3D obiektów oraz tworzenie systemu referencyjnego i informacyjnego Parku Stryjskiego zostały przeprowadzone przy użyciu modułów i narzędzi ArcMap i ArcScene w ArcGis. Biorąc pod uwagę zabytki przyrodnicze, historyczne i kulturowe oraz infrastrukturę w parku, opracowano następującą klasyfikację obiektów: rzeźba terenu; zabytki; zabytki architektury krajobrazu; hydrografia; infrastruktura. Zgodnie z tą klasyfikacją zorganizowano tabelaryczną bazę danych, która zawiera atrybuty, zdjęcia i modele 3D obiektów. Do odtworzenia kształtu 3D wykorzystano zdjęcia naziemne, które zostały przetworzone oprogramowania ReCap Photo 360. Na podstawie tych modeli zostały wygenerowane wizualizacje 3D w postaci filmów, które zostały dodane do bazy danych.

W ramach artykułu zaproponowano kompleksową metodologię inwentaryzacji oraz modelowania krajobrazów i środowisk historycznych. Stworzony referencyjny system informacji geograficznej dla Parku Stryjskiego we Lwowie, może posłużyć w zarządzaniu i ochronie ww. obiektu

The Modelling of the Historical Environment Based on Geospatial Data and GIS Tools - a Case Study of the Stryisky Park in Lviv

Zoriana Kuzyk^{1*}, Jakub Markiewicz², Dorota Zawieska²

¹ *Department of Photogrammetry and Geoinformatics, Lviv Polytechnic National University, St. Bandera Str., 12, Lviv 79013, Ukraine (zriana.o.kuzyk@lpny.ua)*

² *Faculty of Geodesy and Cartography, Warsaw University of Technology, pl. Politechniki 1, 00-661 Warsaw, (jakub.markiewicz, dorota.zawieska)@pw.edu.pl*

* *corresponding author, zriana.o.kuzyk@lpny.ua*

Keywords: cultural heritage, modelling, 3D models, GIS

Abstract

The paper presents the problem of documentation, visualisation and inventory of cultural heritage objects and cultural landscapes using modern survey methods and Geographical Information Systems (GIS). The project aimed to develop a reference GIS for the Stryisky Park in Lviv, Ukraine, based on a graphical and attribute database in ArcGIS. Source data included a map of Lviv on a scale of 1:2000, height profiles taken at an interval of 1m, results of geodetic measurements, attributes and descriptions of objects, and ground photographs of selected sculptures and small architecture. The coordinates of the reference points were determined based on GNSS measurements, which made it possible, among other things, to georeference the map to the WGS-84 coordinate system and to measure height profiles. As part of the work carried out, a Numerical Terrain Model was generated, object classification was performed and contours were vectorised to prepare a graphical-attribute database.

Visualisation and modelling of terrain, generation of 3D models of objects and creation of reference and information system for Stryje Park were carried out using ArcMap modules and tools and ArcScene modules and tools in ArcGis. Considering the natural, historical and cultural monuments and infrastructure in the park, the following classification of sites was developed: natural relief, monuments of landscape architecture, hydrography, and infrastructure. According to this classification, a tabular database was organised, which includes attributes, images

and 3D models of the objects. Close-range images were used to reconstruct the 3D shape, which was processed with ReCap Photo 360 software. 3D visualisations in the form of videos were generated from these models and added to the database.

The paper proposes a comprehensive methodology for the inventory and modelling landscapes and historic environments. The created reference geographic information system for the Stryisky Park in Lviv can be used to manage and protect the above-mentioned site.

Magnetometr morski w archeologii podwodnej

Izabela Bodus-Olkowska^{1*}, Grzegorz Zaniewicz¹

¹ Politechnika Morska w Szczecinie, Wały Chrobrego 1-2, 70-500 Szczecin

* autor do korespondencji, i.olkowska@pm.szczecin.pl

Słowa kluczowe: archeologia podwodna, magnetometr morski, wrak, pole magnetyczne, anomalia magnetyczna, hydrografia, geofizyka

Streszczenie

W grudniu 2022 roku Koło Naukowe Hydrografii Morskiej (KNHM) wraz z opiekunami zostało zaproszone przez dyrektora Muzeum Oręża Polskiego w Kołobrzegu na wspólną kampanię pomiarową, wieńczącą realizowany przez pracowników muzeum projekt „Wraki Zalewu Szczecińskiego 2022”. Akcja pomiarowa skoncentrowana była na poszukiwaniu wraku samolotu B-17G, zlokalizowanego na Zalewie Szczecińskim. Pierwszy etap pomiarów – hydrograficznych zrealizowano przy wykorzystaniu sonaru holowanego i skanującego, pojazdu podwodnego ROV Falcon, kamery hydroakustycznej ARIS oraz sondy parametrycznej, przy współpracy z firmą ESCORT S.A. Dzięki tym badaniom, zinwentaryzowane zostały szczątki samolotu leżącego na dnie oraz określony został zakres przestrzenny poligonu badań dla pomiarów magnetometrem morskim. Celem pomiarów geofizycznych przy wykorzystaniu magnetometru morskiego, było namierzenie ferromagnetycznych fragmentów wraku zalegających pod dnem, niewidocznych dla wymienionych wcześniej systemów pomiarowych. Badania te zostały zrealizowane przy wykorzystaniu aparatury badawczej: magnetometru morskiego holowanego SeaSPY firmy Marine Magnetics, stanowiącego wyposażenie Politechniki Morskiej w Szczecinie (PM) oraz jednostki pływającej Echo-2 będącej własnością firmy Escort Technology S. A. W pomiarach brali udział studenci KGiH, pracownicy PM, dyrektor Muzeum Oręża Polskiego oraz pracownicy firmy Escort Technology S. A. – załoga jednostki Echo-2.

Koło Naukowe Hydrografii Morskiej, zrzeszające studentów specjalności hydrografia rozszerza wiedzę praktyczną i teoretyczną studentów w aspekcie prowadzenia własnych projektów naukowych. W ramach Koła, studenci mają możliwość realizacji zadań pomiarowych oraz analitycznych z wykorzystaniem sprzętu pomiarowego PM. Realizowane zadania, prezentowane są na konferencjach krajowych oraz międzynarodowych. Publikowane są w czasopiśmie branżowych oraz wydawnictwach akademickich. Członkowie Koła Naukowego oraz absolwenci specjalności hydrografia w swojej pracy zawodowej wspomagają m.in. operacje związane z eksploracją dna morskiego, rozwijając branżę offshore i OZE w Polsce i za granicą.

Magnetometr morski mierzy lokalne pole magnetyczne. W badaniach geofizycznych realizowanych w ramach archeologii podwodnej, wykorzystywany jest do detekcji i lokalizacji podwodnych i poddennych obiektów, mających charakterystykę ferromagnetyczną. Obiekty te, dzięki własnemu namagnesowaniu, wytwarzają wokół siebie dodatkowe pole magnetyczne, zaburzające wartość ziemskiego pola magnetycznego – co nazywane jest anomalią magnetyczną. Na podstawie wielkości wartości anomalii oraz jej rozkładowi przestrzennemu można pokusić się o określenie wielkości samego źródła zakłócenia.

Magnetometr jest urządzeniem niezwykle czułym na wszelkie elementy ferromagnetyczne konstrukcyjne samej jednostki pływającej jak i infrastruktury, stąd też pomiary pola magnetycznego wykonywane w ramach współpracy muzeum, firmy Escort Technology S.A. i Politechniki Morskiej, ustalone zostały z zachowaniem odpowiednich odległości od potencjalnych zakłóceń własnych jednostki pomiarowej oraz z uwzględnieniem odpowiednich poprawek. Niezwykle ważna jest również rejestracja stempli czasu w trakcie pomiarów, gdyż wartość ziemskiego pola magnetycznego zmienia się wraz w ciągu doby. Z uwagi na fakt, iż urządzenie jest sensorem holowanym za burtą jednostki, w planowaniu pomiarów uwzględniono także średnią, najmniejszą i największą głębokość akwenu pomiaru, celem ustalenia długości kabloliny wydanej za burtę w trakcie holowania. Wartość ta wpływa na samo zanurzenie sensora, co ma znaczenie zarówno na jakość pomiarów, stopień detekcji małych zakłóceń lokalnego pola magnetycznego, jak i przekłada się na zdolność manewrową jednostki.

Magnetometr jest urządzeniem rejestrującym dane punktowo, nie ma tutaj mowy o jakimkolwiek pokryciu obszaru badań danymi, jak to ma miejsce w przypadku echosond czy sonarów. Dlatego też niezwykle ważnym aspektem jest określenie schematu profili pomiarowych o odpowiednim zagęszczeniu, tak by uniknąć możliwości pominięcia stosunkowo małego obiektu znajdującego się między profilami pomiarowymi. Aby tego uniknąć, na etapie planowania kampanii pomiarowej należy określić przede wszystkim najmniejszy zakłócenie, jakie zgodnie z rozdzielczością magnetometru, sensor może wykryć, domenę przestrzenną poligonu pomiarów jak i głębokość akwenu.

Wykrywanie potencjalnych obiektów ferromagnetycznych zalegających na dnie akwenu, polega na obserwacji wykresu amplitudy zarejestrowanych wartości lokalnego pola magnetycznego rejestrowanego w jednostkach nT i zaznaczeniu

miejsc, w których wykres odbiega od ogólnego trendu, generując znaczące odchylenia w wartościach dodatnich lub ujemnych. Miejsce takie otrzymuje tzw. „flagę”, a następnie w trakcie opracowywania danych zostaje dogłębnie przeanalizowane.

Sam proces przetwarzania danych polega na odjęciu od lokalnie pomierzonego pola magnetycznego, tzw. globalnego pola magnetycznego (International Geomagnetic Reference Field IGRF-13) lub nałożeniu tzw. poprawki z obserwatorium geofizycznego, znajdującego się w możliwie jak najbliższej lokalizacji miejsca pomiarów. Obserwatorium takie rejestruje w trybie ciągłym niezakłócone elementami środowiskowymi pole magnetyczne w miejscu swojej pozycji. Trudnością w trakcie pomiarów na akwenach otwartych może okazać się zbyt duża odległość do najbliższego obserwatorium. Najoptymalniejszym rozwiązaniem byłoby postawienie własnej stacji obserwacji geofizycznej w miejscu pomiarów. Jest to jednak rozwiązanie kosztowne i czasochłonne. W wielu przypadkach w trakcie opracowywania danych stosuje się globalne pole magnetyczne IGRF.

W wyniku powyższego działania, uzyskiwana jest wartość anomalii magnetycznej – wartości odchylenia od globalnego pola magnetycznego. Zakłada się, iż jeśli wartość anomalii jest większa niż 30nT, założyc należy występowanie namagnesowanego źródła zakłócającego. Charakter rozkładu przestrzennego anomalii – jej ciągłość, mówić będzie natomiast o samym zakłóceniu – czy jest pochodzenia antropogenicznego, tj. np. wrak, rurociąg, niewybuch, itp., czy geologicznego – występowanie na akwenu pomiarowym ferromagnetycznych warstw litosfery – z domieszką żelaza.

Anomalię magnetyczną prezentuje się jako mapę konturową, numeryczny model pokrycia terenu lub wizualizację 3D, bądź wizualizacje zintegrowane. Interpretacja takiej mapy i samych danych magnetometrycznych odbywa się na dwóch poziomach: analizy ilościowej i jakościowej. Poziomy interpretacji pozwalają na określenie między innymi: wielkości anomalii, rozmiaru przestrzennego zakłócenia, kierunku namagnesowania, głębokości zalegania ciała zakłócającego w warstwie ziemi – przy zastosowaniu gradiometrów oraz współrzędnych geomagnetycznych.

W trakcie kampanii pomiarowej przeszukano obszar o powierzchni około 500 m². Schemat profili pomiarowych składał się z 81 linii, oddalonych od siebie co 5m, co zapewniło z jednej strony odpowiednią gęstość danych, jak i wykrycie jak najmniejszych obiektów ferromagnetycznych – wielkości rzędu rozdzielczości magnetometru SeaSPY 10nT. Pomiarów zrealizowano w grudniu 2022, a sam czas przebywania na wodzie wyniósł pełne dwa dni robocze. Proces przetwarzania danych i opracowywania produktów końcowych wraz ze sporządzeniem sprawozdania z pomiarów zajął kolejne 3 dni robocze. W trakcie przetwarzania danych wykryto 27 lokalizacji źródeł anomalii magnetycznych. W liczbę tę wliczyć należy lokalizacje wcześniej wykrytych systemami hydroakustycznymi szczątków samolotu – stanowiące potwierdzenie charakterystyki ferromagnetycznej obiektu. W trakcie akwizycji „oflagowano” około 16 potencjalnych nowych miejsc zakłóceń, a w trakcie interpretacji wskazano 2 nowe potencjalne miejsca występowania źródeł zakłóceń.

W trakcie akwizycji jak i przetwarzania danych magnetometrycznych wykorzystano oprogramowanie QPS Qinsy stanowiącego wyposażenie programowe zarówno Politechniki Morskiej, jak i firmy Escort Technology S.A. Opracowanie końcowego produktu kartograficznego zrealizowano w oprogramowaniu GIS.

W trakcie pomiarów studenci z KNHM mieli okazję zapoznać się z aspektem historycznym i archeologicznym realizowanych pomiarów. Wiedza historyczna w trakcie realizacji pomiarów hydrograficznych i geofizycznych dedykowanych realizacji prac archeologicznych jest niezwykle kluczowa. Co na pierwszy rzut oka przez hydrografa czy geofizyka, nie mającego zaplecza takiej wiedzy, może wydawać się nieistotnym elementem, dla archeologii stanowi wysoką wartość. Zastosowanie technik geofizycznych w pracach związanych z podwodną archeologią stanowi doskonałe narzędzie do „spojrzenia” w głąb dna i odnalezienia miejsc zalegania historycznych artefaktów pod dnem badanego akwenu. Współpraca hydrografa, geofizyka i archeologa stanowi doskonały most łączący wiedzę techniczną z humanistyczną.

Abstract

In December 2022, the Marine Hydrography Research Association (KGiH) and its supervisors were invited by the director of the Museum of Polish Armour in Kołobrzeg to participate in a joint survey campaign, completing the 'Wraki Zalewu Szczecińskiego 2022' project carried out by the museum officials. The survey campaign focused on the search for the wreck of the B-17G aircraft, located in the Szczecin Haff. The first stage of surveys - hydrographic surveys - was carried out using towed and scanning sonar, a Falcon ROV, an ARIS hydroacoustic camera and a parametric sounder, in cooperation with ESCORT S.A. Company. Thanks to these surveys, the remains of the aircraft lying on the seabed were collected. The aim of the geophysical surveys with the use of the marine magnetometer was to locate ferromagnetic parts of the wreck lying under the seabed, invisible to the above-mentioned measuring systems. The survey was carried out using the following research equipment: the SeaSPY towed magnetometer from Marine Magnetics, owned by the Maritime University of Szczecin (PM), and the Echo-2 survey vessel from Escort Technology S. A. The measurements were taken by KGiH students, PM scientists, the director of the Museum of Polish Armour and employees of Escort Technology S. A. - crew of Echo-2 unit.

The Marine Hydrography Research Association, which brings together students specialising in hydrography, extends students' practical and theoretical knowledge in the aspect of conducting their own scientific projects. Within the

Association, students have the opportunity to carry out surveying and analytical tasks using PM survey devices. The realised tasks are presented at national and international conferences. They are published in professional journals and scientific publications. Members of the Scientific Association and graduates of the hydrography specialisation support, among other things, seabed exploration operations in their professional work, developing the offshore and RES industry in Poland and abroad.

A marine magnetometer measures the local magnetic field. In geophysical surveys carried out as part of underwater archaeology, it is used to detect and locate underwater and sub-bottom objects that have ferromagnetic characteristics. These objects, due to their own magnetisation, produce an additional magnetic field around them, disturbing the value of the Earth's magnetic field - which is called a magnetic anomaly. Based on the magnitude of the anomaly value and its spatial distribution, one can be tempted to determine the size of the disturbance source itself.

The magnetometer is an extremely sensitive device to any ferromagnetic elements in the construction of the vessel itself as well as the harbour infrastructure. Hence the magnetic field measurements carried out as part of the collaboration between the museum, Escort Technology S.A. and the Maritime University of Technology, were set at appropriate distances from any potential self-interference of the measuring unit and with appropriate corrections. It is also extremely important to record time stamps during the measurements, as the value of the Earth's magnetic field changes with the day. As the instrument is a towed sensor overboard of the vessel, the average, smallest and largest depth of the measurement area was also taken into account in planning the measurements, in order to determine the length of the cable released overboard during the tow. This value influences the sensor's draught itself, which has a role to play both in the quality of the measurements, the degree of detection of small disturbances of the local magnetic field and also translates into the manoeuvrability of the vessel.

The magnetometer is a point data recorder; there is no data coverage of the survey area, as is the case with echosounders or sonars. Therefore, it is extremely important to define a pattern of measurement profiles with sufficient density to avoid the possibility of missing a relatively small object located between the measurement profiles. To avoid this, during the planning stage of a survey campaign, it is first of all necessary to determine the smallest disturbance that, according to the resolution of the magnetometer, the sensor can detect, the spatial domain of the survey polygon as well as the depth of the water body.

The detection of potential ferromagnetic objects lying on the bottom of a body of water involves observing the amplitude diagram of the recorded values of the local magnetic field, recorded in nT units, and marking places where the diagram deviates from the general trend, generating significant deviations in positive or negative values. Such a location is given a so-called 'flag' and is then analysed during data processing.

The data processing itself consists of subtracting the so-called global magnetic field (International Geomagnetic Reference Field IGRF-13) from the locally measured magnetic field or applying a so-called correction from a geophysical observatory located as close as possible to the measurement site. Such an observatory continuously records the magnetic field undisturbed by environmental elements at its position. A difficulty during measurements in open water areas may be that the distance to the nearest observatory is too long. The most optimal solution would be to set up one's own geophysical observation station at the survey site. However, this is a costly and time-consuming solution. In many cases, global magnetic field IGRF is used during data processing.

As a result of the above, a magnetic anomaly value - a value of deviation from the global magnetic field - is obtained. It is assumed that if the anomaly value is greater than 30nT, the presence of a magnetised disturbance source should be assumed. The nature of the anomaly's spatial distribution - its continuity, on the other hand, will tell us about the disturbance itself - whether it is of anthropogenic origin, i.e. wreck, pipeline, unexploded ordnance, etc., or of geological origin - the presence of ferromagnetic layers of the lithosphere - admixed with iron - in the surveying area.

The magnetic anomaly is presented as a contour map, a numerical land cover model or a 3D visualisation, or integrated visualisations. Interpretation of such a map and of the magnetometric data themselves takes place at two levels: quantitative and qualitative analysis. The interpretation levels allow the determination of, among other things: the magnitude of the anomaly, the size of the spatial disturbance, the direction of magnetisation, the depth of the disturbing body in the ground layer - using gradiometers and geomagnetic coordinates.

During the survey campaign, an area of approximately 500 m² was searched. The pattern of measurement profiles consisted of 81 lines, spaced every 5m, which ensured on the one hand an adequate data density, as well as the detection of the smallest possible ferromagnetic objects - sizes on the order of resolution of the SeaSPY 10nT magnetometer. The measurements were carried out in December 2022, and the time on the water itself was a full two working days. Data processing and final product development, along with the production of the measurement report, took a further three working days. During data processing, 27 magnetic anomaly source locations were detected. This number included locations of aircraft debris previously detected by hydroacoustic systems - providing confirmation of the ferromagnetic characteristics of the object. Approximately 16 potential new anomaly locations were 'flagged' during acquisition and 2 new potential anomaly source locations were identified during interpretation.

During the acquisition as well as processing of the magnetometer data, QPS Qinsy software was used, which is software equipment of both the Maritime University of Technology and the Escort Technology S.A. company. The development of the final cartographic product was carried out in GIS software.

During the surveys, students from the KNHM had the opportunity to learn about the historical and archaeological aspect of the surveys carried out. Historical knowledge when carrying out hydrographic and geophysical surveys dedicated to carrying out archaeological work is extremely crucial. What at first glance by a hydrographer or geophysicist without a background of such knowledge may seem an insignificant element, for archaeology it represents a high value. The use of geophysical techniques in underwater archaeology work is an excellent tool to 'look' deep down and find the locations of historical artefacts beneath the bottom of the body of water being investigated. The collaboration between hydrographer, geophysicist and archaeologist provides an excellent integration of technical and humanistic knowledge.

Surface Monitoring of Glaciers in the Region of the Argentine Islands (Antarctic Peninsula) Based on Archival Datasets

Khrystyna Marusazh^{1*}, Krzysztof Bakula²

¹ Lviv Polytechnic National University, Ukraine, Lviv, Bandery st., 12

² Warsaw University of Technology, Poland, Warsaw, Plac Politechniki 1

* autor do korespondencji, khrystyna.i.marusazh@lpnu.ua

Słowa kluczowe: lodowiec, mapy archiwalne lotnicze pomiary, fotogrametria

Streszczenie

Artykuł prezentuje zmiany w małych lodowcach i czapach lodowych w regionie Półwyspu Antarktycznego na przykładzie wysp argentyńskich w Archipelagu Wilhelma. Do badań wybrano dane obejmujące lata 1935-2005. Zestaw analizowanych danych obejmował również archiwalne materiały kartograficzne opublikowane w 1938 i 1963 r. Oprócz archiwalnych materiałów kartograficznych, uwzględniono wyniki badań lotniczych przeprowadzonych w 2005 roku przez przedstawicieli British Antarctic Service. Badania te wykonano kamerą analogową Zeiss RMK A 15/23 o ogniskowej 153 mm pozyskując zdjęcia z wysokości 5500 m.

Eksperyment opierał się na zintegrowaniu różnych danych czasoprzestrzennych do jednego układu odniesienia celem monitorowania zmian powierzchni lodowca na wyspach Galindez, Winter i Skua. Do integracji archiwalnych materiałów kartograficznych z wybranym układem współrzędnych oraz do stworzenia ortofotomapy na podstawie danych z badań lotniczych wykorzystano zestaw naziemnych punktów kontrolnych pozyskanych w trakcie 24. ukraińskiej sezonowej ekspedycji antarktycznej. Dokładność sytuacyjna określenia współrzędnych punktów wynosiła 5–10 cm, a dokładność wyznaczania wysokości 10–20 cm.

Korzystając z archiwalnych map i otrzymanych ortofotomap określono zasięgi lodowców na wyspach Galindez, Winter i Skua, a także stworzono numeryczne modele wysokościowe w formie nieregularnej siatki dla różnych okresów badawczych.

Analizując wyniki modelu TIN i niektóre profile, możliwe było stwierdzenie, że grubość pokrywy lodowej zmniejszyła się o około 7-10 m w latach 1938-1963 i średnio o 5-7 m w latach 1963-2005. Tak więc tempo topnienia lodowców w analizowanym czasie zwolniło. Przedstawione wyniki monitoringu sugerują jednak niejednorodny charakter zmian w lodowcach, gdyż zachodnia część lodowca na Galindezie kurczy się szybciej niż południowe części obu lodowców. Dalsze monitorowanie lodowców przybrzeżnych Antarktydy ma zasadnicze znaczenie dla szybkiego wykrywania zmian w nich i dla ustalenia oceny regionalnej zmienności klimatu.

Abstract

The paper presents changes in small glaciers and ice caps in the Antarctic Peninsula region using the example of the Argentine islands in the Wilhelm Archipelago. For research, we chose data from 1935 to 2005. Analysed data included archival cartography materials published in 1938 and 1963. In addition to archival cartographic materials, the results of aerial surveys were carried out in 2005 by representatives of the British Antarctic Service. Aerial surveying was conducted with an analogue camera Zeiss RMK A 15/23 with a focal length of 153 mm, collecting images from a height of 5500 m. The study was based on integrating different spatiotemporal data into one reference system to monitor changes in glacier surface on the Galindez, Winter, and Skua Islands. A set of ground control points from the 24th Ukrainian seasonal Antarctic expedition was used to integrate archival cartographic datasets into the selected coordinate system and generate an orthophoto with aerial survey data. The horizontal and vertical accuracy of the coordinates of points was 5–10 cm and 10–20 cm, respectively.

Archival maps and received orthophoto were used to show the extent of glaciers on Galindez, Winter and Skua Islands and digital elevation models in triangular irregular networks (TIN) were also prepared for data from different times.

By analysing the TIN and some profiles, it was possible to summarise that the thickness of ice cover was reduced by about 7-10 m from 1938 to 1963 and, on average, by 5-7 m from 1963 to 2005. The rate of glaciers melting has slowed. Still, the presented monitoring results suggest a non-uniform character of changes in the glaciers since the western part of the glacier on Galindez shrinks faster than the southern parts of both glaciers. Further monitoring of Antarctic coastal glaciers is essential for the timely detection of changes in them and for establishing patterns for assessing regional climate variability.

Application of Orthophotomaps Created from UAV Aerial Images for Monitoring Historical and Cultural Heritage Sites

Borys Chetverikov^{1*}, Sebastian Różycki², Lyubov Babiy³, Andrii Malitskyy⁴

¹ Department of Photogrammetry and Geoinformatics, Lviv Polytechnic National University, 12 S.Bandery str., Lviv, Ukraine, 79013, +38(063)1671585, e-mail chetverikov@email.ua

² Department of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Systems, Warsaw University of Technology, tel. (22) 234 + wew: 7358, e-mail: sebastian.rozycki@pw.edu.pl

³ Department of Photogrammetry and Geoinformatics, Lviv Polytechnic National University, 12 S.Bandery str., Lviv, Ukraine, 79013, +38(067)6749110, e-mail liubov.v.babii@lpnu.ua

⁴Institute of Geodesy, Lviv Polytechnic National University, 12 S. Bandery str., Lviv, Ukraine, 79013

* Borys Chetverikov, chetverikov@email.ua

Keywords: lands of historical and cultural purpose, UAV aerial survey, archival aerial images, protection zone of lands of historical and cultural purpose, monitoring of lands and objects of historical and cultural purpose

Abstract

The work examines the methodology of creating orthophotoplans for various territories of immovable objects of historical and cultural heritage, including processes from performing aerial surveys using different UAVs to object vectorization and plan creation. The aim of the study was to conduct aerial surveys with UAVs and create orthophotoplans for two different planar objects of historical and cultural heritage, determine their actual historical boundaries (as modern boundaries are distorted), and establish various protective zones. Aerial survey of the first object (the territory of the Holy Trinity Church in Lyubomyr, Ukraine), which had a small area, was performed using a DJI Mavic 2 Pro UAV at a height of 70 meters. The area of the territory was 190*187 meters, with cross-track image overlap of 85% and along-track overlap of 77%. The flight time was 8 minutes and 31 seconds, followed by the processing of 163 aerial images using Pix4D Mapper. The aerial survey of the second object (the "New Jewish Cemetery" in Lviv, Ukraine), covering an area of 31.4 hectares, was carried out using a DJI Phantom 3 PRO quadcopter at a height of 120 meters. The cross-track image overlap was 80%, and the along-track overlap was 50%. A total of 196 digital images were obtained, and the aerial survey was conducted along 11 flight routes. For georeferencing the images, 54 control points were used, distributed across the entire survey area. Both objects' control point measurements were performed using GNSS with a South S82 receiver in RTK mode. As a result of processing the aerial survey data, orthophotoplans were created for the territories of historical and cultural heritage objects at a scale of 1:500. These orthophotoplans were imported into a geographic information system, where, through the analysis of archival materials, historical boundaries of the objects of historical and cultural heritage were determined. For the first object, an archival Polish cadastral map from the 19th century was used, while for the second object, an archival German aerial photograph from 1944 was employed. Subsequently, defensive zones for these objects were established in the form of buffers from the centroid of historical boundaries, in accordance with current Ukrainian legislation, at distances of 300 and 200 meters. Buffer zones at a distance of 100 meters from the historical boundaries of the objects (as determined before legislative changes) were also constructed. Finally, the results were compared and analyzed.

Streszczenie

W pracy zbadano metodykę tworzenia ortofotomap dla dwóch obiektów dziedzictwa historycznego i kulturowego, obejmującą procesy począwszy od pozyskania zdjęć lotniczych przy użyciu różnych systemów UAV, aż po wektoryzację obiektów i tworzenie planów. Celem pracy było wykonanie zdjęć lotniczych z UAV, wygenerowanie ortofotomap dla dwóch obiektów dziedzictwa historycznego i kulturowego, odtworzenie ich historycznych granic (ich współczesne granice nie są znane) oraz wyznaczenie stref ochronnych. Zdjęcia lotnicze dla pierwszego obiektu (terytorium kościoła Świętej Trójcy w Lubomyrle na Ukrainie) zostały wykonane dronem DJI Mavic 2Pro UAV z wysokość 70 m dla obszaru o wymiarach 190x187 m przy pokryciu poprzecznym 85% i podłużnym 77%. Lot trwał 8 min i 31 sekund. Pozyskano

163 zdjęć, które przetworzono w programie Pix4d Mapper. Zdjęcia dla drugiego obiektu („Nowy Cmentarz Żydowski” we Lwowie na Ukrainie) o powierzchni 31,4 ha wykonał quadcopter DJI Phantom 3 PRO z wysokości 120 m przy pokryciu poprzecznym 80% i podłużnym 50%. W rezultacie uzyskano 196 obrazów cyfrowych. Zdjęcia lotnicze wykonano w 11 szeregach. Do georeferencji obrazów wykorzystano 54 punkty kontrolne, których współrzędne pomierzono odbiornikiem South S82 w trybie RTK. W wyniku przetworzeń zdjęć stworzono ortofotomapy dla dwóch obiektów w skali 1:500. Ortofotomapy zostały zaimportowane do systemu geoinformacyjnego i przy pomocy materiałów archiwalnych: dla pierwszego obiektu archiwalna mapa katastralna Polski z XIX w.; dla drugiego - niemiecką fotografię lotniczą z 1944 r., uzyskano historyczne granice badanych obiektów. Następnie stworzono strefy ochronne tych obiektów w formie buforów od środka ciężkości granic historycznych zgodnie z obowiązującym ustawodawstwem ukraińskim tj. 300 i 200 m., a także strefę buforową w odległości 100 metrów od historycznych granic obiektów (jak ustalono przed zmianami w przepisach) oraz porównano uzyskane wyniki.

Wykrywanie zmian pokrycia terenu z użyciem wieloczasowych danych optycznych Sentinel-2 i platformy Google Earth Engine

Alicja Rynkiewicz^{1*}, Agata Hościło¹, Aneta Lewandowska¹, Linda Aune-Lundberg², Anne B. Nilsen², Anna Kończak¹

¹ Instytut Geodezji i Kartografii, Centrum, Geomatyki Stosowanej, ul. Modzelewskiego 27, Warszawa, Polska

² Norwegian Institute of Bioeconomy Research, Norwegia

* autor do korespondencji, alicja.rynkiewicz@igik.edu.pl

Słowa kluczowe: zmiany pokrycia terenu, Sentinel-2, teledetekcja, uczenie maszynowe, klasyfikacja, Random Forest

Streszczenie

Zmiany pokrycia terenu i użytkowania ziemi mają istotny wpływ na funkcjonowanie środowiska przyrodniczego, w szczególności na zmiany klimatu i globalne ocieplenie. Informacja przestrzenna o zmianach pokrycia terenu i użytkowaniu ziemi znajduje zastosowanie w monitoringu zasobów naturalnych, ochronie środowiska, zachowaniu różnorodności biologicznej czy planowaniu przestrzennym i urbanistyce.

Celem pracy badawczej było opracowanie metody wykrywania zmian pokrycia terenu na podstawie wieloczasowych danych satelitarnych Sentinel-2 z zastosowaniem algorytmu uczenia maszynowego – lasy losowe (Random Forest). Metodę rozwijano w oparciu o platformę Google Earth Engine. Mapowanie zmian pokrycia terenu wykonano w interwale rocznym w okresie od 2018 do 2021 roku.

Metoda detekcji zmian pokrycia terenu składała się z dwóch faz. Faza pierwsza opierała się na analizie wskaźników spektralnych obliczanych na podstawie wieloczasowych danych Sentinel-2. W fazie drugiej zastosowano algorytm lasów losowych i dokonano klasyfikacji zmian w podziale na trzy klasy: (1) obszar bez zmian, (2) zmiana roślinności drzewiastej - lasów i zadrzewień w kierunku obszarów nieleśnych pokrytych roślinnością trawiastą, np.: zręby, (3) przekształcenie obszaru pokrytego roślinnością niską lub wysoką w tereny nieprzepuszczalne – zabudowa bądź nowopowstająca infrastruktura. Przyjęto minimalną jednostkę mapowania 0,2 ha. Algorytm trenowano i testowano na przykładzie obszaru badań w Polsce oraz w Norwegii.

W wyniku otrzymano trzy mapy zmian pokrycia terenu dla następujących przedziałów czasu: 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021. Następnie wyniki detekcji zmian zostały poddane niezależnej weryfikacji w oparciu o dostępne dane przestrzenne tj.: krajowe ortofotomapy oraz mozaiki oparte na kompozycji obrazów Sentinel-2 pozbawionych chmur, cieni i śniegu. Dokładność całkowita wyniosła powyżej 90%. Wyniki weryfikacji potwierdzają skuteczność algorytmu w wykrywaniu zmian pokrycia terenu w Polsce i Norwegii.

Badania naukowe prowadzące do osiągnięcia niniejszych rezultatów otrzymały finansowanie z Norweskiego Mechanizmu Finansowego na lata 2014-2021 poprzez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach umowy w sprawie dofinansowania projektu InCoNaDa pt.: „Rozpowszechnienie wykorzystania informacji o pokryciu terenu i użytkowaniu ziemi pochodzących z integracji usług Copernicus Land Monitoring Service (CLMS) oraz krajowych baz danych” (nr projektu NOR/POLNOR/InCoNaDa/0050/2019-00).

Abstract

Land cover and land use changes have a significant impact on the functioning of natural environment, in particular on climate change and global warming. Spatial information about land cover changes is used in monitoring natural resources, environmental protection, assessing the state of biodiversity, spatial planning and urban planning.

The aim of the research work was to develop a method to detect land cover changes from multitemporal Sentinel-2 satellite data using a machine learning algorithm – Random Forest. The method was developed based on the Google Earth Engine platform. The mapping of land cover changes was performed on an annual interval from 2018 to 2021.

The land cover change detection method consist of two phases. The first phase was based on the analysis of spectral indices calculated on the basis of multitemporal Sentinel-2 data. In the second phase, the Random Forest algorithm was used and the changes were classified into three previously distinguished classes: (1) no-change area, (2) woody coverage converted to non-woody vegetation i.e. clearcuts, (3) vegetated surfaces (woody and non-woody) converted to sealed

surfaces like newly built-up areas, constructed roads and construction sites with unvegetated surfaces. The minimum mapping unit was set up to 0.2 ha. The method was developed for study areas in Poland and Norway.

As a result, three land cover change maps were obtained for the following intervals: 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021. Subsequently, the results of the change detection were independently verified against available spatial data, i.e.: national orthophotos and the mosaics of Sentinel-2 with excluded clouds and shadows. Overall accuracy of over 90% was obtained. The verification results confirm the effectiveness of the algorithm in detecting land cover changes in Poland and Norway.

The research leading to these results has received funding from the Norway Grants 2014-2021 via the Polish National Center for Research and Development entitled *Enhancing the user uptake of Land Cover / Land Use information derived from the integration of Copernicus services and national databases - InCoNaDa*, [grant no: NOR/POLNOR/InCoNaDa/0050/2019-00].

W jaki sposób weryfikacja danych referencyjnych i wykorzystanie Numerycznego Modelu Terenu wpływa na wynik klasyfikacji pokrycia terenu?

Adam Waśniewski ¹, Agata Hościło ¹, Linda Aune-Lundberg ²

¹) Instytut Geodezji i Kartografii, Centrum Geomatyki Stosowanej

²) Survey and Statistics Division, Norwegian Institute of Bioeconomy Research, adam.wasniewski@igik.edu.pl, agata.hoscilo@igik.edu.pl, linda.aune-lundberg@nibio.no

Streszczenie

Aktualne mapy i wiarygodne informacje o pokrycia terenu i użytkowania gruntów są ważne w wielu aspektach działalności człowieka, takich jak planowanie przestrzenne, zarządzanie zasobami naturalnymi, ochrona środowiska i zrównoważony rozwój. Zwiększone zapotrzebowanie na dokładne mapy pokrycia terenu wpłynęło na rozwój technologii i wzrost dostępność danych satelitarnych umożliwiających dokładne kartowanie Ziemi. Rosnąca liczba danych referencyjnych na krajowych geoportalach spopularyzowała klasyfikacje pokrycia terenu co wpłynęło na rosnącą liczbę globalnych produktów o pokryciu terenu. Wybór odpowiedniej i jakościowej bazy danych referencyjnych ma kluczowy wpływ na uzyskanie wiarygodnej mapy pokrycia terenu o wysokiej dokładności. W powyższym badaniu wykonano klasyfikację pokrycia terenu dla regionu Viken w Norwegii, w klasyfikacji wyróżniono dziesięć klas pokrycia terenu: obszary nieprzepuszczalne, las liściasty, las iglasty, łąki, grunty orne, obszary podmokłe i torfowiska, woda, śnieg, niska roślinność oraz skały z ubogą roślinnością. Klasyfikację wykonano na podstawie danych Sentinel-2 oraz Numerycznego Modelu Terenu (NMT) wykorzystując algorytm Random Forest. Jako dane referencyjne wykorzystano norweskie bazy danych o użytkowaniu terenu AR50 oraz AR5. Głównymi celami tego badania były: a) zbadanie, w jaki sposób wybór danych referencyjnych może wpływać na dokładność klasyfikacji, b) uzyskanie jak najlepszej klasyfikacji pokrycia terenu, c) zbadanie czy zastosowanie NMT może poprawić dokładność klasyfikacji.

W pierwszej kolejności, przeprowadzono klasyfikację przy użyciu automatycznie wybranych punktów referencyjnych pochodzących bezpośrednio z krajowych baz danych. W następnym kroku, skupiono się na zautomatyzowanym podejściu do tworzenia i filtrowania punktów referencyjnych w celu uzyskania jak najbardziej wiarygodnego zestawu danych treningowych i weryfikacyjnych. W trakcie wyboru punktów analizowano stopień generalizacji baz referencyjnych, stosowane nomenklatury, definicje pokrycia terenu i użytkowania ziemi, odbicia spektralne dla pojedynczych klas pokrycia terenu oraz macierze błędów. Histogramy analizowano w szczególności dla klas lasów liściastych, iglastych, powierzchni nieprzepuszczalnych, terenów podmokłych i torfowisk, ponieważ dla tych klas uzyskanie wiarygodnego zestawu punktów referencyjnych było najtrudniejsze. Trudność wynika ze skali i poziomu uogólnienia danych referencyjnych. Następnie do przeprowadzenia klasyfikacji wykorzystano zweryfikowane punkty referencyjne i porównano wyniki obu podejść. Dokładność całkowita dla lasów liściastych i iglastych, po weryfikacji punktów referencyjnych wzrosła odpowiednio z 50,6% do 72,5% i z 88,4% do 93,2%. Najwyższy wzrost o 40,7 punktów procentowych (z 33,3% do 74,0%) osiągnięto dla klasy skał z ubogą roślinnością. Ponadto średnia dokładność całkowita dla analizowanego obszaru wzrosła z 87% do 89% po dodaniu NMT do klasyfikacji. Dokładność użytkownika (UA) i dokładność producenta (PA) po uwzględnieniu NMT wzrosła dla dziewięciu klas pokrycia terenu.

Badania były przeprowadzone w ramach projektu InCoNaDa „Rozpowszechnienie wykorzystania informacji o pokryciu terenu i użytkowaniu ziemi pochodzących z integracji usług Copernicus Land Monitoring Service (CLMS), oraz krajowych baz danych” finansowanego z Funduszy Norweskich poprzez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (www.inconada.eu). Wyniki badania zostały opublikowane w czasopiśmie Remote Sensing Applications: Society and Environment „The impact of selection of reference samples and DEM on the accuracy of land cover classification based on Sentinel-2 data”. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2023.101035>

Wyzwanie udostępniania danych kolekcji Sentinel-1 oraz Sentinel-2 w skali BigData - architektura implementacji standardów OGC

Marcin Niemyjski, Jan Musiał, Jędrzej Bojanowski

CloudFerro S.A., Warszawa, Poland

Słowa kluczowe: OGC WMS Sentinel-2 Sentinel-1 Kubernetes Creodias

Streszczenie

Rozpatrując implementację serwisu mającego publikować dane o petabajtowym wolumenie dla wielu użytkowników, należy z dystansem podchodzić do konwencjonalnych propozycji implementacji. W przypadku danych przestrzennych przykładami takich serwisów są standardy OGC, a jako podkłady serwowane przez takie serwisy można wskazać podkład OpenStreetMap w postaci WMS (Geofabric) dla danych wektorowych lub SentinelHub dostarczany przez Synergise dla rastrów. Niniejsza praca stanowi studium architektury takiego serwisu na przykładzie danych misji Sentinel-1 oraz Sentinel-2, gdzie pokrywane zostają zagadnienia od wyboru oprogramowania mającego obsługiwać zapytania użytkowników, odpowiedniego formatu danych do przygotowania serwisu do pracy w stanie wysokiej dostępności oraz wyboru front-endu sprzyjającego specyfice standardów OGC.

Budowanie systemu rozpoczęto od wyboru oprogramowania realizującego standardy OGC. Dwa najczęściej brane pod uwagę rozwiązania to MapServer (szybszy, ale trudniejszy w obsłudze) oraz GeoServer (wolniejszy, bardziej popularny i łatwiejszy w obsłudze dzięki większej dostępności wiedzy oraz interfejsowi graficznemu). Ostateczny wybór padł na MapServer ze względu na jego szybkość (oprogramowanie skompilowane w czystym języku C) oraz sposób definiowania ustawień poprzez plik tekstowy mapfile. Mapfile jest instrukcją dla MapServera, określającą, jakie dane w jaki sposób należy opublikować. Ponieważ jest to zwykły plik tekstowy, umożliwia to szybką edycję i aktualizację działającego serwisu np. z poziomu kodu python.

Jak zaznaczono w tytule, dane publikowane przez serwis miały obejmować dane Sentinel-2 (kompozycję TCI, format JPEG2000) oraz Sentinel-1 (polaryzację VV i VH, format GeoTIFF zoptymalizowany pod kątem przechowywania w chmurze), przechowywane w rozproszonym systemie pamięci macierzy Ceph. MapServer miał uzyskiwać dostęp do tych danych przy użyciu protokołu S3. To rozwiązanie zapewnia ogromne możliwości efektywnego przechowywania wielopetabajtowego wolumenu danych i skalowalności dostępu dla dużej liczby użytkowników. Jednakże, jeśli chodzi o wystawienie tych danych np. w serwisie WMS, stwarza to pewne wyzwania, które wymaga optymalizacji technikami innymi niż klasyczne.

W tradycyjnym podejściu do tworzenia pliku mapfile w MapServer, ścieżka do lokalnego pliku rastrowego jest wskazywana podczas definiowania warstwy. Jednak w przypadku dużych ilości danych, takich jak dane Sentinel-2 i Sentinel-1, przechowywanie ich lokalnie jest niemożliwe.

Aby umożliwić pracę z danymi przechowywanymi na platformie S3, wykorzystujemy trzy główne techniki dostarczane przez GDAL (Geospatial Data Abstraction Library). Są to:

- **System wirtualnego przechowywania danych (/vsimem, /vsizip, /vsi3, /vsicurl)** - Pozwala na łączenie się z plikami przechowywanymi na przykład na pamięci masowej S3. Umożliwia również zarządzanie dostępem do danych tylko dla uprawnionych użytkowników poprzez odpowiednie uwierzytelnianie.
- **Format rastra wirtualnego (VRT)** - Pozwala na tworzenie plików tekstowych, które definiują wirtualne zbiory danych, łącząc różne zestawy danych GDAL. Wirtualne zbiory danych mogą być przekształcane, a także zawierać metadane i informacje o przestrzeni roboczej.
- **Indeksacja kafelków (gdaltileindex)** - Ta funkcja pozwala na indeksowanie obszarów przestrzennych dostępnych danych. W przypadku Sentinel-2, indeksacja kafelków tworzy mozaikę, która reprezentuje pas akwizycji Sentinel-2 z danego dnia. Warto zaznaczyć, że ta funkcja nie jest ograniczona tylko do GDAL, i można ją dostosować i poszerzyć, korzystając z języka Python i biblioteki GeoPandas.

W ten sposób tworzona jest tablica przechowująca metadane danego zdjęcia, reprezentację jego zakresu przestrzennego oraz ścieżkę do pliku VRT przechowywanego na S3. Plik VRT odnosi się do oryginalnego rastra z repozytorium EOdata. To podejście umożliwia efektywne zarządzanie i dostęp do dużych zbiorów danych Sentinel-2 i Sentinel-1 przez MapServer.

Kolejnym aspektem wyróżniającym rozwiązanie jest wykorzystanie skalowalnego klastra opartego na Kubernetesie jako sposobu implementacji MapServera. Klaster może dynamicznie skalować instancje w zależności od obciążenia zapytaniami, które jest monitorowane w 10-sekundowych interwałach. Dzięki temu, klaster może dostosować się do zmieniającej się ilości nadchodzących zapytań, eliminuje to potencjalne wąskie gardła, takie jak zbyt duże natężenie zapytań, które w najbardziej

intensywnych przypadkach może działać jak ataki typu DDoS - serwer nie jest w stanie obsłużyć żadnego. Dzięki skalowalności oraz wykorzystaniu macierzy Ceph, MapServer jest w stanie przyjąć i efektywnie obsłużyć wszystkie zapytania użytkowników, zapewniając wydajność i niezawodność serwisu.

Ponad to zostanie zaprezentowany przykład implementacji serwisów w aplikacji typu WebGIS stworzonej na potrzeby wsparcia pracy Ukraińskiego Czerwonego Krzyża.

Abstract

Considering the implementation of a service aimed at publishing data with a petabyte-scale volume for multiple users, it is essential to approach conventional implementation proposals with caution. In the case of spatial data, examples of such services include OGC standards, and as base layers served by such services, OpenStreetMap data in the form of WMS (Geofabric) for vector data or SentinelHub provided by Synergise for rasters can be indicated. This work serves as an architectural study of such a service, using Sentinel-1 and Sentinel-2 missions' data as examples, covering topics ranging from the choice of software to handle user queries, the appropriate data format to prepare the service for "High Availability," and the selection of a front-end conducive to OGC standards.

The construction of the system began with the selection of software implementing OGC standards. Two commonly considered solutions are MapServer (faster but more challenging to manage) and GeoServer (slower, more popular, and easier to manage due to greater access to knowledge and a graphical interface). The final choice was MapServer due to its speed (software compiled in pure C) and the way settings are defined through a text file called a "mapfile." A mapfile serves as an instruction for MapServer, specifying how to publish data. Since it is a plain text file, it allows for quick editing and updating of the running service, even from Python code.

As indicated in the title, the data published by the service was to include Sentinel-2 data (TCI composition, JPEG2000 format) and Sentinel-1 data (VV and VH polarization, Cloud Optimized GeoTIFF format), stored in a distributed Ceph storage system. MapServer was to access this data using the S3 protocol. This solution provides significant capabilities for efficient storage of multi-petabyte data volumes and scalability of access for a large number of users. However, when it comes to exposing this data, such as in a WMS service, it presents certain challenges that require optimization using techniques other than the classical approach.

In the traditional approach of creating a mapfile in MapServer, the path to a local raster file is specified when defining a layer. However, for large datasets like Sentinel-2 and Sentinel-1 data, local storage is not feasible.

To enable work with data stored on the S3 platform, three main techniques provided by the Geospatial Data Abstraction Library (GDAL) are utilized:

- **Virtual Data Storage System (/vsimem, /vsizip, /vsis3, /vsicurl)** - This allows connecting to files stored, for example, in S3 buckets and managing data access only for authorized users through proper authentication.
- **Virtual Raster Format (VRT)** - It enables the creation of text files defining virtual datasets, combining different GDAL datasets. Virtual datasets can be transformed and contain metadata and spatial reference information.
- **Tile Indexing (gdaltileindex)** - This function indexes spatial extents of available data. In the case of Sentinel-2, tile indexing creates a mosaic representing the acquisition strip of Sentinel-2 from a specific day. It's worth noting that this functionality is not exclusive to GDAL, and it can be adapted and extended using Python and the GeoPandas library.

Thus, a table is created to store metadata for a particular image, its spatial extent representation, and a path to the VRT file stored on S3, referencing the original raster from the EOdata repository. This approach allows for efficient management and access to large datasets of Sentinel-2 and Sentinel-1 data by MapServer.

Another distinguishing aspect of the solution is the use of a scalable Kubernetes cluster as the implementation method for MapServer. The cluster can dynamically scale MapServer pods based on query load, monitored in 10-second intervals. This adaptability enables the cluster to respond to changing query volumes, eliminating potential bottlenecks such as excessive query intensity, which, in the most intensive cases, can act as DDoS attacks, rendering the server unable to handle any queries. Thanks to scalability and the use of Ceph storage, MapServer can accept and efficiently process all user queries, ensuring the service's performance and reliability.

Additionally, an example of service implementation in a WebGIS application will be presented, created to support the work of the Ukrainian Red Cross.

Przegląd technik optymalizacji serwisów OGC udostępniających dane typu BigData na przykładzie bezchmurnej kompozycji Sentinel-2

Michał Bojko, Marcin Niemyjski, Jędrzej Bojanowski

CloudFerro S.A., Warszawa, Poland

Słowa kluczowe: *multithreading, python, BigData, Sentinel-2, optimization*

Streszczenie

Serwisy OGC pozwalają na udostępnianie danych przestrzennych na różne sposoby, przy wykorzystaniu całej gamy standardów (np. WMS, WFS, WCS). Pracując z danymi, których wolumen oraz częstotliwość pozyskiwania klasyfikują je jako dane typu BigData, należy pamiętać o potrzebie zastosowania technik oraz narzędzi pozwalających na odpowiednie przygotowanie i wystawienie takich zbiorów.

Niniejsza praca prezentuje możliwości optymalizacji procesów przygotowujących dane wystawiane przez WebMapService (WMS), przy użyciu wielowątkowości i wieloprocusowości języka python. Techniki te pozwalają na pełne wykorzystanie pamięci RAM oraz mocy obliczeniowej procesora maszyny wirtualnej. Sceny Sentinel-2 pozyskiwane w interwale dobowym od 2022-02-24, posłużyły jako przykład zbioru BigData. Dzięki połączeniu języka Python, biblioteki GDAL oraz bazy PostgreSQL z rozszerzeniem Postgis, stworzono zbiór metadanych w postaci tabelarycznej. Wynikowe dane wykorzystane zostały przez oprogramowanie Mapserver, publikujące na ich podstawie oryginalne dane w postaci serwisów OGC, wzbogacone o maskę chmur. Poprzez wykorzystanie min. wielowątkowości, kilkudziesięciokrotnie zmniejszono czas potrzebny na wygenerowanie metadanych, a finalnie wystawienie oryginalnych danych.

W przypadku danych BigData problemem nie staje się dostęp do danych, lecz ich przygotowanie do użycia w istniejącym oprogramowaniu, przystosowanym do obsługi innego wolumenu danych. Zaprezentowane techniki odnoszą się do szerokiego spektrum danych rastrowych (produkty satelitarne) oraz danych wektorowych (OpenStreetMap). Spektrum użycia wielowątkowości wykracza szeroko poza prace przy usługach WMS i może zostać wykorzystane do wielu innych przetwarzań geoprzestrzennych. Odpowiednie dopasowanie technik wielowątkowości i wieloprocusowości do zasobów serwera może przyspieszyć każdy typ przetwarzania.

Abstract

OGC services enable the sharing of spatial data in various ways, utilizing a range of standards (e.g., WMS, WFS, WCS). When working with data that has a volume and frequency of acquisition classifying it as Big Data, it is important to remember the need for applying techniques and tools that allow for the proper preparation and exposure of such datasets.

This paper presents the possibilities of optimizing processes for preparing data displayed by the WebMapService (WMS) using multithreading and multiprocessing in the Python language. These techniques allow for the full utilization of RAM and CPU computational power of the virtual machine. Sentinel-2 scenes acquired on a daily basis since 2022-02-24 served as an example of a Big Data dataset. By combining Python, the GDAL library, and PostgreSQL with the PostGIS extension, a metadata set in tabular form was created. This metadata is used by Mapserver software to publish original data as OGC services, enriched with a cloud mask. By employing multithreading, the time required to generate metadata was significantly reduced, resulting in the final publication of the original data.

For Big Data, the challenge does not lie in accessing the data but rather in preparing it for use in existing software designed for handling a different data volume. The techniques presented here apply to a wide spectrum of raster data (satellite products) and vector data (OpenStreetMap). Usage of the multithreading goes way beyond working with WMS services and it can be used in many other geospatial processes. Multithreading and multiprocessing techniques correctly fitted with server's assets can speed up any process.

Prognozowanie wielkości plonu wybranych upraw z wykorzystaniem obserwacji satelitarnych

Piotr Wężyk^{1,2*}, Antoni Łabaj³, Wojciech Drzewiecki^{4,2}, Jarosław Jasiewicz^{5,2}, Cezary Kaźmierowski^{5,2}, Jan Piekarczyk^{5,2}, Sławomir Królewicz^{5,2}, Mariusz Twardowski^{4,2}

¹ *Uniwersytet Rolniczy w Krakowie*

² *ProGea 4D Sp. z o.o.*

³ *SmallGIS Sp. z o.o.*

⁴ *Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie*

⁵ *Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu*

* *autor do korespondencji, piotr.wezyk@progea4d.pl*

Słowa kluczowe: prognozowanie plonu, teledetekcja satelitarna, uczenie maszynowe

Streszczenie

Celem badań przedstawionych w referacie była ocena możliwości prognozowania wielkości plonu wybranych upraw w oparciu o synergistyczne wykorzystanie obrazów satelitarnych pozyskiwanych w zakresie promieniowania optycznego, termalnego i mikrofalowego, danych meteorologicznych i glebowych oraz wskaźników morfometrycznych uzyskiwanych na podstawie Numerycznego Modelu Terenu. Analizę przeprowadzono sięgając do archiwów obrazów satelitarnych Sentinel-1, Sentinel-2, Landsat 8 LDCM, MODIS oraz PlanetScope Dove. Badania wykonano w toku prac badawczo-rozwojowych realizowanych w ramach projektu pn. „Wykorzystanie teledetekcji do zarządzania Zasobem Własności Rolnej Skarbu Państwa – etap pilotażowy” sfinansowanego przez Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa (KOWR).

Referencyjne dane na temat wielkości plonów pozyskano od spółek należących do KOWR lub z nim współpracujących. Na potrzeby realizacji projektu zebrano i zweryfikowano dane o 1443 uprawach z okresu 4 pełnych sezonów rolniczych (2016–2019), co przełożyło się na ponad 4000 rekordów bazy danych do analiz. Przygotowana baza danych zawierała ponad 220 zmiennych wyjaśniających.

Wyniki modelowania wykazały ponad wszelką wątpliwość, iż plon można oszacować z pewnym wyprzedzeniem - dla upraw ozimych już w okresie wiosennym. Okazało się, iż wielkość plonu jest zdeterminowana już na długo przed samym zbiorem, co może być kluczowe dla producenta rolnego obserwującego dynamiczne zmiany na rynkach zbytu. Otrzymane wyniki wskazują, iż wielkość błędu oszacowania plonu wynosiła odpowiednio: 0,47 t/ha w przypadku uprawy rzepaku ozimego, 1,0 t/ha dla pszenicy ozimej, 1,36 t/ha dla żyta ozimego, 1,31 t/ha dla jęczmienia ozimego oraz 0,83 t/ha dla pszenżyta.

Na podstawie przeprowadzonej analizy istotności użytych w modelowaniu zmiennych wyjaśniających stwierdzono, iż czynnikiem determinującym wielkość plonu są warunki termiczne oraz czynniki związane z dostępnością wody: wskaźniki ewapotranspiracji i stres wodny roślin. Ważną rolę odgrywają czynniki morfometryczne, przede wszystkim istnienie zagłębień bezodpływowych oraz zmienne umożliwiające detekcję ponadprzeciętnego uwilgotnienia gleby.

Yield Forecasting of Selected Crops Using Satellite Observations

Abstract

The aim of the presented research was to assess the possibility of forecasting the yield of selected crops based on synergistic use of satellite images acquired in the optical, thermal and microwave range, meteorological and soil data and morphometric indices derived from the Digital Terrain Model. The analysis was carried out using the Sentinel-1, Sentinel-2, Landsat 8 LDCM, MODIS and PlanetScope Dove satellite archive data. The research was carried out as a

part of R&D project entitled "Use of remote sensing for management of the Agricultural Property Stock of the Treasury - pilot stage", funded by the National Centre of Agricultural Support (KOWR).

Reference yield data was obtained from companies belonging to or cooperating with KOWR. For the purposes of the project, crop data from 1,443 fields in 4 full agricultural seasons (2016-2019) were collected and verified, which resulted in more than 4,000 database records for analysis. The prepared database contained more than 220 explanatory variables.

The modelling results showed beyond any doubt that yield can be estimated some time in advance - for winter crops already in spring. It turned out that the yield is already determined long before the harvest itself, which may be crucial for an agricultural producer observing dynamic changes in the sales markets. The results obtained indicate that the magnitude of the yield estimation error was respectively: 0.47 t/ha for winter rape, 1.0 t/ha for winter wheat, 1.36 t/ha for winter rye, 1.31 t/ha for winter barley and 0.83 t/ha for triticale.

On the basis of the significance analysis of the explanatory variables used in the modelling, it was concluded that thermal conditions and factors related to water availability (evapotranspiration rates and plant water stress) are determinants of yield. Morphometric factors play an important role, especially the existence of local depressions with no outlet and variables enabling the detection of above-average soil moisture.

Monitoring of Channel Deformations of the Lower Dniester Using Topographic Maps and Satellite Images with the Use of GIS Technologies

Khrystyna Burshtynska^{1*}, Nazar Hrytskiy¹, Iryna Zayats¹, Anna Fijalkovska²

¹ *Uniwersytet Narodowy Politechnika Lwowska, Bandery 12, Lviv, Ukraine*

² *Politechnika Warszawska, Pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa*

Słowa kluczowe: koryto rzeki, Dniestr, meandrowanie, przemieszczenia koryt

Streszczenie

Zmiany przebiegu koryt rzek, naturalne i antropogeniczne, typy meandrowania, poziome i pionowe przemieszczenia koryt, zmiany obszarów przyrzecznych wpływają na działalność katastralną; budownictwo wodne; współpracę transgraniczną, a także na korzystanie z zasobów wodnych przez różne państwa. Dlatego badania hydrologiczne i morfometryczne rzek są aktualne, ponieważ w dzisiejszym świecie problem ochrony zasobów naturalnych, w tym wody pitnej, jest ważne.

Prezentowane badania dotyczą drugiej pod względem wielkości rzeki na Ukrainie, Dniestru, który ma długość 1362 km i obszar zlewni wynoszący 72,1 tys. km² (w granicach Ukrainy - 52,7 tys. km², północna część należy do Polski, a południowa do Mołdawii). Celem prowadzonych analiz jest zbadanie cech budowy geomorfologicznej Dolnego Dniestru, a w szczególności charakteru meandrów, oraz określenie poziomych przemieszczeń koryta, które charakteryzują jego stabilność. Badania przeprowadzono na odcinku Dolnego Dniestru, który znajduje się na monoklinie Naddniestrzańskiej, o długości 300 km od miasta Tyraspoła do ujścia rzeki. Do badań wykorzystano mapy topograficzne w skali 1:126000 z 1880 roku; mapy Sztabu Generalnego z 1980 roku w skali 1:100000 oraz zdjęcia satelitarne Landsat 8 o rozdzielczości przestrzennej 15 m. Głównymi procesami w metodologii określania poziomych przemieszczeń koryta były: przywiązanie map i zdjęć za pomocą zidentyfikowanych wspólnych punktów, numeryzacja koryta, pomiar przemieszczeń i analiza wyników.

Przemieszczenia zostały zmierzone na 73 punktach, położonych na charakterystycznych zakrętach rzeki. Do analizy włączono 2 okresy (1880-1980, 1980-2020). Analiza meandrów wykazała ich specyficzny kształt w postaci palca i skrzynki, w porównaniu do meandrów na równinnej części Środkowego Dniestru. Świadczy to o wpływie tektonicznym na charakter koryta. Analiza przemieszczeń pokazuje znaczne przesunięcia koryta w ciągu 100 lat, maksymalne przemieszczenia: 600-700 metrów – 25% punktów, minimalne przesunięcia do 200 metrów – 20% punktów. W ciągu 40 lat, od 1980 do 2020 roku, maksymalne przesunięcia wynoszą 130-160 metrów – 8% punktów. Stabilizację koryta rzeki można tłumaczyć znacznymi pracami hydrotechnicznymi, melioracją wodną i zmniejszeniem przepływu wody z powodu czynników antropogenicznych.

Abstract

Changes of riverbeds of natural and anthropogenic origin, types of meandering, horizontal and vertical shifts of riverbeds, changes in riparian territory affect cadastral activities; hydraulic engineering construction; cross-border cooperation, and the use of water resources by different states. Therefore, hydrological and morphometric studies of rivers are relevant, as the preservation of natural resources, including drinking water, is a pressing issue in the modern world.

The present study concerns the second largest river in Ukraine, the Dniester, which is 1362 km long and has a basin area of 72100 km² (within Ukraine, 52700 km², the northern part belongs to Poland and the southern part to Moldova). The purpose of the study was to investigate the geomorphological structure of the Lower Dniester, in particular the nature of meanders, and to determine the horizontal displacements of the channel, which characterise the stability of the channel. The study was conducted on a section of the Lower Dniester located on the Transnistrian monocline, 300 km long from the city of Tyraspol to the mouth. The study was based on topographic maps of 1880 at a scale of 1:126,000; General Staff maps of 1980 at a scale of 1:100,000; and Landsat 8 satellite images with a spatial resolution of 15 m. The main processes of the methodology for determining the horizontal displacements of the channel were: georeferencing of maps and images, digitalisation of the channels, measurement of displacements and analysis of the results.

Displacement was measured at 73 points located on the river's characteristic bends. For their analysis, 2 periods were considered (1880-1980, 1980-2020). The analysis of the meanders showed their specific finger-like, box-like character compared to the meanders of the plain part of the Middle Dniester. This indicates a tectonic influence on the channel character. The analysis of displacements indicates significant displacements of the channel over the 100-year period, with maximum displacements of 600-700 metres - 25% of points, minimum displacements up to 200 metres - 20% of points. For the 40-year period 1980-2020, the maximum displacements are 130-160 metres - 8% of points. The stabilisation of the riverbed can be explained by significant hydraulic engineering works, hydromelioration and a decrease in water flow due to anthropogenic factors.

Ocena bonitacyjna terenów zadarnionych z wykorzystaniem wielospektralnej teledetekcji niskopulapowej

Paweł Wiacek^{1,2*}, Adam Radkowski^{1,3}, Marcin Tarasiuk¹, Łukasz Jeleń^{1,4}, Piotr Ciskowski^{1,4}, Andrzej Rusiecki^{1,4}, Wojciech Drzewiecki^{1,2}, Konrad Kluwak^{1,4}

¹ Optidata sp z o.o. w Krakowie

² Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

³ Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

⁴ Politechnika Wroclawska

* autor do korespondencji, pawel.wiacek@optidata.pl

Słowa kluczowe: ocena stanu murawy, teledetekcja, obrazy wielospektralne, UAV, głębokie uczenie

Streszczenie

Celem badań było opracowanie narzędzia umożliwiającego przeprowadzenie w sposób zdalny oceny bonitacyjnej (użytkowej) terenu zadarnionego. W Polsce stosowane jest w tym celu podejście oparte na przeprowadzanej przez eksperta in-situ ewaluacji, w trakcie której w 9-cio stopniowej skali ocenia się aspekt ogólny, zadarnienie, kolor oraz strukturę liścia. Założeniem prowadzonych prac było umożliwienie przeprowadzania tego typu ocen w sposób zdalny i zautomatyzowany. Z tego względu zdecydowano się na pozyskiwanie danych za pomocą kamery multispektralnej z poziomu drona oraz klasyfikację obrazów z wykorzystaniem głębokich sieci neuronowych, jak również ocenę możliwości wykorzystania wskaźników wegetacyjnych.

Dane niezbędne do opracowania algorytmu klasyfikacyjnego pozyskano wykorzystując specjalnie na potrzeby projektu założone polećka doświadczalne oraz obiekty sportowe takie jak pola golfowe. Próba badawcza była zróżnicowana pod względem wysianej mieszanki traw, intensywności pielęgnacji czy wysokości koszenia. Pozyskanie danych teledetekcyjnych prowadzono równoległe z bezpośrednią oceną wizualną wartości użytkowej trawników oraz pomiarami parametrów fizykochemicznymi. Na potrzeby badań wykorzystano kamerę multispektralną Micasense RedEdge-Dual umożliwiającą jednoczesną rejestrację obrazów w 10 kanałach spektralnych. Obrazy pozyskiwano w rozdzielczości terenowej na poziomie 4-5 cm. Na potrzeby uczenia wykorzystywano fragmenty obrazów o ustandaryzowanej wielkości 40x40 pikseli z poszczególnych ocenianych fragmentów murawy.

W celu przeprowadzenia klasyfikacji wykorzystano autorskie struktury sieci konwolucyjnych CNN do analizy obrazów wielokanałowych, dla których ogólnodostępne pre-trenowane modele głębokie okazują się nieskuteczne. W oparciu o odpowiednio przygotowany zbiór uczący, łączący pozyskane dane teledetekcyjne w postaci przetworzonych fragmentów obrazów multispektralnych z ocenami eksperta, sformułowano zadanie klasyfikacji do uczenia zaproponowanych architektur sieci neuronowych. Skuteczność modeli oceniono z wykorzystaniem krosvalidacji, biorąc pod uwagę standardowe miary jakości klasyfikacji (dokładność, precyzja, miara F1) i uzyskując obiecujące wyniki: dla dokładności, w zależności od ocenianego parametru, w granicach 65-77% dla 9-cio stopniowej skali. Biorąc pod uwagę subiektywny charakter uzyskanej od eksperta oceny, która potencjalnie obciążona może być dodatkową niepewnością, otrzymane rezultaty można uznać za użyteczne również z praktycznego punktu widzenia.

Badania zrealizowano dzięki dofinansowaniu w ramach projektu OPRACOWANIE I WDROŻENIE SYSTEMU POMIAROWO-DIAGNOSTYCZNEGO DO EWIDENCJI, MONITOROWANIA I AUTOMATYCZNEJ OCENY TERENÓW ZADARNIONYCH, współfinansowanego ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR), w ramach umowy nr POIR.01.01.01-00-2163/20-00, realizowanego przez Optidata Sp. z o. o.

Qualitative Assessment of a Lawns Based on Multispectral UAV Images

Abstract

The aim of the research was to develop a tool to remotely carry out a qualitative assessment of a lawns. In Poland, this is done using an approach based on an in-situ evaluation carried out by an expert, in which general aspect, sodding, colour and leaf structure are assessed on a nine-grade scale. The aim of the work was to enable such evaluations to be carried out remotely and automatically. For this reason, it was decided to acquire data using a multispectral camera from a drone and classify the images using deep neural networks, as well as to assess the feasibility of using vegetation indices.

The data required to develop the classification algorithm was obtained using experimental plots set up specifically for the project and sports facilities such as golf courses. The research sample varied in terms of the grass mixture sown, maintenance intensity or mowing height. Acquisition of remote-sensing data was carried out in parallel with direct visual assessment of the use value of the turf and measurements of physicochemical parameters. A Micasense RedEdge-Dual multispectral camera was used for the study, enabling simultaneous image acquisition in 10 spectral channels. Images were acquired at a field resolution of 4-5 cm. For deep learning purposes, image fragments of standardised 40x40 pixel size were used from the individual turf fragments being assessed.

For the classification task, proprietary CNN convolutional network architectures were used to analyse multichannel images for which publicly available pre-trained deep models prove ineffective. Based on a suitably prepared learning set, combining the acquired remote sensing data in the form of processed fragments of multispectral images with expert judgements, a classification task was formulated to teach the proposed neural network architectures. The effectiveness of the models was evaluated using cross-validation, taking into account standard measures of classification quality (accuracy, precision, F1 measure) and obtaining promising results: for accuracy, depending on the parameter evaluated, within 65-77% for a 9-point scale. Given the subjective nature of the assessment obtained from the expert, which is potentially subject to additional uncertainty, the results obtained can be considered useful also from a practical point of view.

The research was carried out thanks to funding under the project entitled DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF A MEASUREMENT AND DIAGNOSTIC SYSTEM FOR RECORDING, MONITORING AND AUTOMATIC EVALUATION OF GRASSLANDS, contract no: : POIR.01.01.01-00-2163/20-00 implemented by Optidata Sp. z o.o.

Uczenie maszynowe w modelowaniu rozmieszczenia przestrzennego i dynamiki podszytu leśnego

Wiktor Tracz

Zakład Geomatyki i Gospodarki Przestrzennej, Instytut Nauk Leśnych SGGW
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa
wiktor_tracz@sggw.edu.pl

Słowa kluczowe: monitoring ekosystemów leśnych, biomasa podszytu leśnego, Scikit-Learn, DSS, NFI

Streszczenie

Dostęp i łączenie dużych zbiorów danych, danych przestrzennych i funkcjonalności systemu wspomagania decyzji (SWD, ang. DSS) zapewnia możliwość poszerzania wiedzy o ekosystemach leśnych, jeśli zostanie dobrze ujęta w początkowe ramy koncepcyjne i modelowana przy użyciu nowoczesnych metod uczenia maszynowego (ang. Machine Learning – ML). ML można zastosować do zrozumienia złożonych procesów, np. związanych z ekosystemami leśnymi i ich funkcjonowaniem. Podszyt i podrost leśny odgrywają ważną rolę w funkcjonowaniu ekosystemu leśnego (m.in. zapewniają pożywienie i siedlisko dla zwierząt, chronią przed działaniem promieni słonecznych umożliwiając regenerację) i są głównym składnikiem różnorodności biologicznej lasów. Zmiana warunków klimatycznych spowoduje podobieństwo warunków w polskich lasach do warunków w lasach w cieplejszych regionach. Zwiększy to rolę podszytu i podrostu leśnego w utrzymaniu wilgoci/wody w lasach. Jednocześnie podczas pożaru podszyt leśny jest także pierwszym, łatwo dostępnym materiałem palnym, co zwiększa zagrożenie pożarowe.

Celem badań jest ocena możliwości i skuteczności metod ML w modelowaniu rozmieszczenia przestrzennego i dynamiki wzrostu podszytu leśnego w oparciu o dane z wielkoobszarowej inwentaryzacji stanu lasu (WISL, ang. NFI), teledetekcyjne i DSS. Na podstawie dostępnych danych z NFI jako zmienną modelowaną wybrano biomasę krzewów (podszyt leśny). Biomasę oszacowano przy pomocy równań allometrycznych wymagających danych o pokryciu powierzchniowym i wysokości krzewów (pozyskanych podczas NFI) oraz parametrów allometrycznych gatunków krzewów. Model umożliwiający ocenę przestrzennego rozmieszczenia biomasy podszytu opracowano w oparciu o dane z NFI, glebowe, klimatyczne i geoprzestrzenne (wykorzystano ponad 50 zmiennych). Model został przygotowany i przetestowany wybranymi metodami ML z wykorzystaniem biblioteki Scikit-Learn dla języka Python. Dostępne w momencie rozpoczęcia projektu dane LiDAR (skaning lotniczy) miały gęstość 0,5 pkt/m², co uniemożliwiało ich wykorzystanie dla obszaru opracowania (ponad 32 000 km²), ponieważ gęstość ta jest zbyt niska do analizy podszytu leśnego. Model jest wciąż w fazie rozwoju i jak dotąd uzyskano jedynie wstępne wyniki.

Kolejnym etapem projektu, w oparciu o obecnie rozwijany model, jest opracowanie modelu oceny dynamiki podszytu leśnego z wykorzystaniem 2 następujących po sobie zbiorów danych NFI oraz danych geoprzestrzennych. Model ten umożliwi monitorowanie stanu podszytu leśnego. Planuje się także wykorzystanie dostępnych symulatorów i DSS (w tym o charakterze przestrzennym) do oceny efektywności wykorzystania rozwijanego modelu dystrybucji przestrzennej podszytu (wraz z innymi modelami ekosystemów leśnych) w różnych scenariuszach funkcjonowania ekosystemu leśnego.

Machine learning in modelling spatial distribution and dynamics of forest understorey

Wiktor Tracz

Department of Geomatics and Land Management, Institute of Forest Sciences, Warsaw University of Life Sciences (SGGW)
Nowoursynowska 159 str., 02-776 Warsaw, Poland
wiktor_tracz@sggw.edu.pl

Keywords: monitoring of forest ecosystem, shrub biomass, Scikit-Learn, spatial DSS, NFI

Abstract

The possibility to access and combine large datasets, spatial data and Decision Support System (DSS) functionality can provide a framework to expand our knowledge on forest processes when well framed into an initial conceptual frame and modelled using modern Machine Learning (ML) methods. ML approach can be used to understand complex processes such as those involved in forest ecosystems and their functioning. The forest understorey plays an important role in forest ecosystem functioning (e.g. provides food and habitat for the fauna, protects from sun exposure to the regeneration) and is a major component of forest biodiversity. It represents also a fire hazard in some regions being an easily combustible material.

The goal of this research is to evaluate ML methods in modelling spatial distribution and growth dynamics of forest understorey based on National Forest Inventory (NFI) and remote sensing data and DSS. Based on available NFI data, the biomass of shrubs was selected as the modelled variable. Biomass was estimated using allometric equations that require

shrub cover and height (collected during the NFI) and allometric parameters of shrub species. The model enabling the estimation of spatial distribution of shrub biomass has been developed based on NFI, soil, climate and geospatial data (more than 50 variables are used). The model was prepared and tested with selected ML methods using the Scikit-Learn machine learning library for Python. Available at the time of the project's start LiDAR data (ALS) had a density of 0.5 pts/m² and made using this data impossible for the region under consideration (over 32000 km²), as this density is too low for forest understory analysis. The model is still under development and only preliminary results have been achieved so far.

Based on the current model, the development of a model that estimates the dynamics of shrublands using 2 consecutive NFI datasets and geospatial data is the next stage of the project. This model will allow monitoring of the forest understory. It is also planned to use the available spatially explicit simulators and DSS to evaluate the effectiveness of using the prepared model (together with other forest ecosystem models) in various scenarios of forest ecosystem functioning.

Zieleń jako wizualny walor miasta

Kornelia Grzelka ¹, Agnieszka Bieda ^{1*}

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Katedra Fotogrametrii, Teledetekcji Środowiska i Inżynierii Przestrzennej

* autor do korespondencji, bieda@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: ankieta, eyetracking, miasto zrównoważone, percepcja, zasada 3-30-300, zieleń miejska

Streszczenie

Zieleń zapewnia mieszkańcom miast wiele korzyści i poprawia jakość ich życia, a dzięki rozwojowi zielonej infrastruktury (ZI) obszary mocno zurbanizowane stają się coraz bardziej zrównoważone. Zdaniem Instytut Rozwiązań Opartych na Przyrodzie (ang. Nature Based Solutions Institute) zieleń miejska powinna być kształtowana zgodnie z zasadą 3-30-300. Według NBSI: (i) z okien każdego domu mieszkalnego powinny być widoczne przynajmniej 3 drzewa sporych rozmiarów; (ii) w celu obniżenia temperatury i zachęcenia do poruszania się pieszo, obszar w każdej części miasta powinien być pokryty w przynajmniej 30% przez korony drzew lub roślinność niską; (iii) każdy dom mieszkalny powinien znajdować się nie dalej niż 300 metrów od terenu zieleni o powierzchni minimum 1 ha, który umożliwia różnorodne zajęcia rekreacyjne. Istniejące narzędzia GIS umożliwiają szybką i obiektywną weryfikację tej zasady. Autorki podjęły się jednak sprawdzenia jak rzeczywistość zieleń zrealizowaną zgodnie z zasadą 3-30-300 odbierają mieszkańcy Krakowa. W związku z powyższym, celem przeprowadzonych badań była analiza wizualnej percepcji elementów krajobrazu miejskiego, ze szczególnym uwzględnieniem obiektów ZI. Przeprowadzono je za pomocą badań ankietowych na reprezentatywnej grupie 421 osób. Formularze ankiety udostępnione zostały online i składał się głównie z pytań dotyczących oceny najbardziej pożądanego oraz najbardziej niepożądanego na widnokręgu obiektów naturalnych i antropogenicznych. Dodatkowo, przeprowadzono badanie eyetrackingowe, które pokazało jakie elementy krajobrazu przyciągają wzrok osób, które po raz pierwszy mają okazję obserwować dany miejski krajobraz. Zdjęcia takich widoków pokazano 13 osobom, które poproszono także o uzupełnienie ankiety udostępnionej wcześniej online. Zebrane dane przeanalizowano kreśląc ścieżki skanowania, tworząc mapy ciepła i odwrócone mapy ciepła, a także wydzielając obszary zainteresowania. Badania ankietowe potwierdziły, że zieleń jest istotnym elementem otoczenia dla mieszkańców miast. Okulografia natomiast pokazała, że zasada 3-30-300 pozwala użytkownikom przestrzeni miejskiej zauważyć obecność w niej zieleni i korzystać z jej kojących walorów wizualnych (im mniej zieleni było widoczne na prezentowanym zdjęciu, tym później respondenci zwracali na nią uwagę)

Problematyka fuzji danych z LiDARu i kamery niemetrycznej dla monitoringu strefy brzegowej z poziomu bezzałogowej jednostki pływającej

Ilona Garczyńska-Cyprysiak¹, Marta Włodarczyk-Sielicka², Witold Kazimierski¹

¹ *Politechnika Morska w Szczecinie, Wydział Nawigacyjny*

² *Marine Technology*

Streszczenie

Szeroko rozumiany monitoring strefy brzegowej jest koniecznym elementem w różnych obszarach zastosowań, np. dla potrzeb ochrony środowiska, procesów inwestycyjnych, inwentaryzacją i monitoringiem stref przybrzeżnych, administrowaniem tymi obszarami, czy też bezpieczeństwem. Jednocześnie jest to zadanie skomplikowane, gdyż zróżnicowanie potrzeb, a także samej strefy przybrzeżnej utrudnia pomiary z klasycznej jednostki pomiarowej. Konieczne jest również stosowanie różnych sensorów, pozwalających na monitoring w sposób kompleksowy, z wykorzystaniem algorytmów fuzji danych. W przedstawionych badaniach celem było połączenie danych z kamery niemetrycznej z danymi zebranymi metodą LiDAR. Dokonano analizy obu zbiorów danych, zaproponowano metodykę fuzji oraz opracowano konkretne algorytmy pozwalające na fuzję z wykorzystaniem wiedzy eksperckiej oraz na automatyzację tego procesu. Prace polegały na utworzeniu i analizie dwóch zestawów danych z obu sensorów – oryginalnych oraz interpolowanych - składających się ze współrzędnych punktów charakterystycznych jednoznacznie identyfikowalnych obiektów znajdujących się w części przybrzeżnej. Dane interpolowane powstały na w wyniku zastosowania funkcji wygładzającej dane oryginalne. Pierwsza część badań obejmowała analizę wybranego fragmentu klatki z kamery niemetrycznej. Wybrano wyraźny obiekt jakim jest statek, którego kształt można w łatwy sposób zidentyfikować na zdjęciu. Wskazanie współrzędnych punktów opierało się na wiedzy eksperckiej, które zostały uzyskane w sposób manualny. W drugiej części badań opracowano i zaimplementowano algorytm mający na celu automatyzację prac, pomijając przy tym wiedzę ekspercką. Opierał się on na pozyskaniu współrzędnych punktów, które znajdują się na linii oddzielającej niebo od elementów zurbanizowanych. Przyjęto w testach nie wycinek, lecz cały obraz z klatki. Następnie wybrano klatkę z mało zurbanizowaną linią brzegową, testując przy tym jakie wyniki zostaną uzyskane przy ograniczonej liczbie charakterystycznych punktów. W celu sprawdzenia poprawności działania utworzonego algorytmu przeprowadzono statystyczną analizę błędów dla fuzji. Implementacja całego procesu została zrealizowana w języku Python. Kluczowym elementem prac było zidentyfikowanie problemów mających wpływ na realizację procesu fuzji, w szczególności związanych ze znalezieniem i dopasowaniem punktów na obrazach kamery niemetrycznej do danych LiDAR w procesie transformacji współrzędnych.

Praca została wsparta przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) w ramach programu LIDER XII grant nr. LIDER/4/0026/L-12/20/NCBR/2021

Precyzyjne leśnictwo – koncepcja, aktualny status i wyzwania przyszłości

Krzysztof Stereńczak^{*1,2}

¹ Zakład Geomatyki, Instytut Badawczy Leśnictwa, ul. Braci Leśnej 3, Sękocin Stary, 05-090 Raszyn

² Samodzielny Zespół Badawczy ds. Precyzyjnego Leśnictwa, IDEAS NCBR Sp. z o.o., ul. Chmielna 69, 00-801 Warszawa

* autor do korespondencji, K.Sterenczak@ibles.waw.pl

Słowa kluczowe: teledetekcja, LiDAR, segmentacja, klasyfikacja

Streszczenie

Lotnicze skanowanie laserowe jest już stosowane w wielu krajach w pomiarze i predykcji zmiennych pojedynczych drzew. Także naziemne technologie skanowania laserowego lub systemy umieszczone na bezzałogowych statkach latających są coraz intensywniej rozwijane i wykorzystywane w badaniach leśnych. Różne perspektywy pomiaru lasu umożliwiają precyzyjniejsze odzwierciedlenie kształtu i wymiaru pojedynczych drzew, ale także pozyskiwanie informacji o najmłodszych generacjach drzew. Technologie teledetekcji bliskiego zasięgu rozpatrywane są jako alternatywa do pomiarów naziemnych lasów, często też wykorzystywane są w badaniach ekologicznych. Ich praktyczne zastosowanie jest nadal wyzwaniem ze względu na mnogość urządzeń, ograniczenia związane z kosztami wdrożenia tych technologii, a także potrzebą opracowania algorytmów do detekcji i określania wybranych elementów ekosystemów leśnych. Intensyfikacja prac naukowych oraz rozwój technologiczny ostatnich lat wskazują na realne wdrożenie tych technologii w niedalekiej przyszłości.

Precyzyjne leśnictwo, to leśnictwo, które zbiera i analizuje informacje o i na poziomie pojedynczych drzew. W prezentacji omówione zostaną aktualne możliwości opisu pojedynczych cech drzew przy zastosowaniu różnych technologii teledetekcyjnych. Ponadto wskazane zostaną opisane aktualnie prowadzone badania oraz wskazane zostaną przyszłe wyzwania, szczególnie w kontekście operacyjnego zastosowania koncepcji precyzyjnego leśnictwa bazującego na teledetekcji bliskiego zasięgu. W pracy omówione zostaną efekty projektów REMBIOFOR, Life+ ForBioSensnign oraz COST Action 3DForEcoTech.

Abstract

Aerial laser scanning is already used in many countries to measure and predict the variables of individual trees. Ground-based laser scanning technologies or systems mounted on unmanned aerial vehicles are also increasingly being developed and used in forest surveys. Different perspectives of forest surveying make it possible to record the shape and dimension of individual trees more precisely, but also to obtain information about the youngest tree generations. Short-range remote sensing technologies are being considered as an alternative to ground-based forest measurements and are often used in ecological studies. Their practical application is still a challenge due to the variety of devices, limitations related to the cost of implementing these technologies, and the need to develop algorithms to detect and determine selected elements of forest ecosystems. The intensification of scientific work and technological developments in recent years indicate that these technologies will indeed be used in the near future.

Precision forestry is forestry that collects and analyses information about and at the level of individual trees. The presentation will discuss the current possibilities for describing the characteristics of individual trees using various remote sensing technologies. In addition, descriptions of current research will be given and future challenges will be identified, particularly in relation to the operational application of the concept of precision forestry based on short-range remote sensing. The paper discusses the results of the REMBIOFOR, Life+ ForBioSensnign and COST Action 3DForEcoTech projects.

Wpływ elementów meteorologicznych na zmienność NDVI w lasach w Polsce

Kinga Kulesza ^{1*}, Agata Hościło ¹

¹ Centrum Geomatyki Stosowanej, Instytut Geodezji i Kartografii, ul. Modzelewskiego 27, 02-679 Warszawa

* autor do korespondencji, kinga.kulesza@igik.edu.pl

Słowa kluczowe: NDVI, MODIS, las, trend, zmiany klimatu

Streszczenie

Zmiany klimatu mają istotny wpływ na kondycję drzewostanów, co wyraźnie widoczne jest w wielu częściach Europy, w tym również w Polsce. W projekcie przeanalizowano zmiany i zmienność kondycji lasów, wyrażonej jako Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Wartości NDVI pozyskano z satelitarnych danych MODIS, z lat 2002-2021 dla obszaru całej Polski. W kolejnym kroku wybrane elementy meteorologiczne – temperatura (T), opady (P) i ewapotranspiracja (ET_o), pochodzące z reanalizy ERA5-Land, posłużyły do określenia wpływu warunków klimatycznych na zmienność NDVI w lasach. Badania dokumentują ogólne „zielenienie się” lasów w Polsce w latach 2002-2021. Poprawa kondycji drzewostanów jest najbardziej widoczna w Polsce środkowo-wschodniej, gdzie średnie roczne NDVI wzrosło w ciągu 20 lat o 0,030, natomiast jest słabsza na wybrzeżu Bałtyku i na południowych krańcach Polski (wzrost o 0,009 w ciągu 20 lat). Istotnie statystycznie dodatnie trendy zmian rocznej wartości NDVI przeważają nad istotnymi statystycznie ujemnymi trendami i obejmują 32,5% powierzchni lasów, natomiast istotne ujemne trendy obejmują 3,9% powierzchni lasów. Przeprowadzone badania wskazują na ogólnie umiarkowany wpływ elementów meteorologicznych na zmienność NDVI w lasach Polski. Najważniejszymi czynnikami wpływającymi na stan zdrowotny lasów są P i ET_o. Najsilniejsze korelacje pomiędzy NDVI i P oraz ET_o sięgają 0,55 i zlokalizowane są w Polsce centralnej oraz w postaci pasa od granicy zachodniej do wschodniej.

Abstract

The influence of climate change on forest condition is noticeable. Forest ecosystem stress caused by climate change has already been manifested in several parts of Europe, including Poland. Thus, the main objective of this research is to investigate for the entire area of Poland a long-term trend and variability of forest greenness expressed as the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), derived from two decades (2002-2021) of remote sensing Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) data. In the next step, selected meteorological elements – temperature (T), precipitation (P) and evapotranspiration (ET_o), derived from ERA5-Land reanalysis – were used to determine the influence of climatic conditions on the variability of NDVI in forests. The study documents the general greening of forests in Poland in 2002-2021. The greening is mostly visible in central-eastern Poland, where the annual mean NDVI increased by 0.030 in 20 years, while it is weaker in the Baltic coast and in the southern edges of Poland (increase by 0.009 in 20 years). Overall, the positive, statistically significant trends in annual NDVI prevail over the negative, statistically significant trends, and account for 32.5% of forest area, whereas the negative trends account for 3.9%. The study indicates an overall moderate impact of meteorological elements on variability of NDVI in forests in Poland. The most important factors affecting forest condition are P and ET_o. The strongest correlations between NDVI and P and ET_o reach 0.55 and are located in central Poland, and in the form of a belt from western to eastern borders.

Wzmocnienie rozdzielczości zobrażeń Sentinel-2 na podstawie ortofotomap lotniczych

Anna Malczewska^{1,2*}, Wojciech Drzewiecki^{1,2}

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Katedra Fotogrametrii, Teledetekcji Środowiska i Inżynierii Przestrzennej, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

² SmallGIS Sp. z o.o. ul. Józefa Marcika 4, 30-443 Kraków

* autor do korespondencji, zadlo@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: teledetekcja, przetwarzanie obrazów, wzmocnienie rozdzielczości przestrzennej, Sentinel-2, konwolucyjne sieci neuronowe

Streszczenie

Metody wzmocnienia rozdzielczości (*ang. super-resolution*) zdjęć satelitarnych, bazujące na głębokich sieciach neuronowych, są w ostatnich latach tematem wielu opracowań i badań. Wykorzystywane są w celu zwiększenia rozdzielczości przestrzennej oraz walorów fotointerpretacyjnych zobrażeń, a także poprawy jakości przeprowadzanych przy ich użyciu analiz środowiskowych. Dotyczy to szczególnie ogólnodostępnych danych satelitarnych o niskiej i średniej rozdzielczości. Używane są dwa podejścia: pierwsze bazujące na parach zdjęć o wysokiej i niskiej rozdzielczości przedstawiających ten sam obszar (*ang. Single Image Super Resolution - SISR*) oraz drugie bazujące na jednym zdjęciu o wysokiej rozdzielczości i analogicznej grupie obrazów o niskiej rozdzielczości (*ang. Multi Image Super Resolution - MISR/MFSR*).

Celem przeprowadzonych badań było wzmocnienie rozdzielczości zobrażeń satelitarnych Sentinel-2 na podstawie ortofotomap lotniczych udostępnianych przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii (GUGIK). Dane Sentinel-2 dostarczane są bezpłatnie przez Europejską Agencję Kosmiczną i dla kanałów R, G B oraz NIR posiadają rozdzielczość przestrzenną 10m. Ortofotomapa lotnicza obejmuje obszar całej Polski i dostępna jest w czterech kanałach R, G, B, NIR w rozdzielczości terenowej 0.25m. Zobrazowania Sentinel-2 wzmocniono x4 - do rozdzielczości terenowej 2.5m. Wykorzystano podejście SISR bazując na dwóch modelach konwolucyjnych sieci neuronowych SRCNN (*Super-Resolution Convolutional Neural Network*) oraz EDSR (*Enhanced Deep Super Resolution*). Do oceny otrzymanych wyników wykorzystano szereg metryk formalnych określających wartość podobieństwa zdjęć przetworzonych do zdjęć o wysokiej rozdzielczości, a także wizualną ocenę jakości otrzymanych obrazów.

W badaniach, których wyniki publikowano dotychczas, jako dane referencyjne w procesach wzmacniania rozdzielczości przestrzennej zdjęć satelitarnych stosowane były wyłącznie zobrażenia satelitarne o wyższej rozdzielczości. Otrzymane wyniki wskazują na potencjał wykorzystania w tym celu obrazów lotniczych. Wyniki wzmocnienia uzyskane z dwóch typów sieci uwydatniają odmienne cechy obrazów. Zauważono, że model SRCNN znacznie lepiej oddaje teksturę obiektów takich jak lasy czy pola uprawne, natomiast model EDSR lepiej zachowuje geometrię zarejestrowanych obiektów (np. kształt ulic czy budynków).

Super-resolution of Sentinel-2 satellite images based on aerial ortofotomaps

Anna Malczewska^{1,2*}, Wojciech Drzewiecki^{1,2}

¹ AGH University, Faculty of Geo-Data Science, Geodesy, and Environmental Engineering, Department of Photogrammetry, Remote Sensing of Environment and Spatial Engineering, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Krakow, Poland

² SmallGIS Sp. z o.o. ul. Józefa Marcika 4, 30-443 Krakow, Poland

* corresponding author, zadlo@agh.edu.pl

Keywords: remote sensing, image processing, super-resolution, Sentinel-2, convolutional neural networks

Abstract

Methods of super-resolution enhancement of satellite images, based on deep neural networks, have been the subject of many studies and research in recent years. They are used to increase the spatial resolution and photo-interpretive value of images, as well as to improve the quality of environmental analyses carried out using them. This applies especially to publicly available low- and medium-resolution satellite data. Two approaches are used: the first one is based on pairs of high- and low-resolution photos showing the same area (Single Image Super Resolution - SISR) and the second one is based on one high-resolution photo and an analogous group of low-resolution images (Multi Image Super Resolution - MISR/MFSR).

The aim of the conducted research was to enhance the resolution of Sentinel-2 satellite imagery based on aerial orthophotomaps provided by the Head Office of Geodesy and Cartography (GUGIK). Sentinel-2 data is provided free of charge by the European Space Agency and has a spatial resolution of 10 m for the R, G B and NIR channels. The aerial orthophotomap covers the entire area of Poland and is available in four R, G, B and NIR channels with a field resolution of 0.25 m. Sentinel-2 images have been enhanced x4 - to a field resolution of 2.5m. The SISR approach was used based on two models of convolutional neural networks: SRCNN (Super-Resolution Convolutional Neural Network) and EDSR (Enhanced Deep Super Resolution). To evaluate the obtained results, a number of formal metrics were used to determine the similarity value of the processed photos to high-resolution photos, as well as a visual assessment of the quality of the obtained images.

For the best of our knowledge, in the articles published so far, only higher resolution satellite images were used as reference data in the processes of enhancing the spatial resolution of satellite images. The obtained results indicate the potential of using aerial images for this purpose. The enhancement results obtained from the two types of networks highlight different features of the images. It was noticed that the SRCNN model much better reflects the texture of objects such as forests or farmlands, while the EDSR model better preserves the geometry of registered objects (e.g. the shape of streets or buildings).

Analiza dostępności krytych pływalni na terenie miasta Krakowa i gmin ościennych

Ewa Dębińska^{1*}

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza Wydział Geodezji Górniczej i inżynierii Środowiska al. A. Mickiewicza 30 30-059 Kraków,

* autor do korespondencji, ewa.debinska@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: analizy GIS, analizy sieciowe, dostępność infrastruktury sportowej,

Streszczenie

Praca obejmuje analizy GIS dostępności komunikacyjnej i czasowej krytych pływalni na terenie miasta Krakowa i gmin ościennych. Aglomeracja krakowska, wspomaga również mieszkańców gmin sąsiadujących w dostępie do różnych obiektów sportowych. Dlatego też w badaniach uwzględniono większy obszar, aniżeli samo miasto Kraków. Analizy miały na celu zbadanie czy miejskie inwestycje w infrastrukturę są lokowane we właściwych miejscach. W badaniach wykorzystano dane demograficzne i dane komunikacyjne oraz dane z poszczególnych pływalni, w tym ich wielkość i dostępność.

Abstract

The work includes GIS analyses of transport and time accessibility of indoor swimming pools in the city of Krakow and neighbouring municipalities. The Kraków conurbation also assists residents of neighbouring communes in accessing various sports facilities. This is why a larger area than the city of Kraków itself was included in the study. The analyses were aimed at investigating whether municipal investments in infrastructure are located in the right places. The study used demographic and transport data as well as data from individual swimming pools, including their size and accessibility.

Monitoring zanieczyszczenia światłem sztucznym z wykorzystaniem bezzałogowej platformy latającej

Katarzyna Bobkowska *, Paweł Burdziakowski, Paweł Tysiąc

Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, Polska

* katbobko@pg.edu.pl

Słowa kluczowe: ALAN, UAV, BSP, zanieczyszczenie światłem, dane multimodalne, fotogrametria nocna

Streszczenie

W miarę jak miasta się rozwijają i technologie oświetlenia stają się bardziej zaawansowane, problem zanieczyszczenia sztucznym światłem (ALAN - artificial light at night) staje się coraz bardziej dotkliwy. Zanieczyszczenie to wywiera negatywny wpływ na faunę, florę oraz zdrowie ludzi. Coraz większe zainteresowanie ze strony środowiska naukowego tym zjawiskiem, skutkuje ciągłym zwiększającą się liczbą nowych badań oraz wniosków.

W swojej pracy, prezentujemy innowacyjne podejście do monitoringu zanieczyszczenia światłem, wykorzystując do tego celu specjalnie zaprojektowany bezzałogowy statek powietrzny (UAV- Unmanned Aerial Vehicle). Nasza nowa platforma została wyposażona w zaawansowany zestaw sensorów do pomiaru jasności nieba, klasyczną kamerę RGB, kamery multispektralne oraz spektrometr z wbudowanym luksomierzem.

Głównym celem naszego badania jest uzyskanie pełnej informacji na temat źródeł oświetlenia, w tym ich lokalizacji, spektrum, barwy, natężenia, kierunku i czasu propagacji. Prezentujemy wyniki naszych badań oraz omawiamy potencjał uzyskanych danych z naciskiem na szerokie spektrum możliwości pozyskania nowych, multimodalnych produktów końcowych.

Abstract

As cities continue to develop and lighting technologies become more advanced, the problem of artificial light at night (ALAN) pollution is becoming increasingly severe. This pollution has a negative impact on fauna, flora, and human health. The growing interest from the scientific community in this phenomenon has resulted in a continuous increase in new research and conclusions.

In our study, we present an innovative approach to monitoring light pollution using a specially designed unmanned aerial vehicle (UAV). Our new platform is equipped with an advanced set of sensors for measuring sky brightness, a conventional RGB camera, multispectral cameras, and a spectrometer with an integrated lux meter.

The main goal of our research is to obtain comprehensive information about the sources of illumination, including their location, spectrum, color, intensity, direction, and propagation time. We present the results of our research and discuss the potential of the obtained data, emphasizing the wide range of possibilities for acquiring new multimodal end products.

Wykorzystanie Systemów Informacji Geograficznej w ocenach georóżnorodności

Alicja Najwer

Zakład Geoinformacji, Instytut Geoekologii i Geoinformacji, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
(alijas@amu.edu.pl)

Streszczenie

Georóżnorodność poprzez swój wkład w rozwój gospodarczy, geoturystykę i rekreację oraz geodziedzictwo zapewnia wiele korzyści dla społeczeństwa, oraz środowiska naturalnego. Ma fundamentalne znaczenie dla ochrony różnorodności biologicznej. Metody ocen georóżnorodności zasadniczo można sklasyfikować ze względu na: 1) dane źródłowe, tj. metody bezpośrednie i pośrednie oraz 2) zastosowanej procedury badawczej, tj.: metody jakościowe, ilościowe i jakościowo-ilościowe. Decydująca większość przykładów ocen georóżnorodności znanych z literatury przedmiotu, dokonanych zostało przy wykorzystaniu Systemów Informacji Geograficznej (SIG).

Najczęściej w ocenach georóżnorodności stosowane są metody ilościowe. Metody te służą do pomiaru częstotliwości danej cechy, obiektu lub zjawiska i najczęściej oparte są na koncepcji opublikowanej pierwotnie przez Serrano oraz Ruiz-Flaño w 2007 roku. Oceny jakościowo-ilościowe opierają się na kombinacji danych ilościowych i danych przyczynowo-skutkowych (tj. relacyjnych i wyjaśniających) i zazwyczaj wykorzystują przestrzenną analizę wielokryterialną (*S-MCA*).

Celem prezentacji jest ukazanie przykładów metod oceny georóżnorodności, których procedura badawcza w dominującym stopniu oparta jest na analizie geoinformacyjnej, przeprowadzonej z wykorzystaniem różnorodnego oprogramowania. Z tego też względu, główna uwaga zwrócona została na metody ilościowe oraz jakościowo-ilościowe.

Jako obszar badawczy analizy wybrane zostały skrajnie różne pod względem morfogenetycznym i morfometrycznym krajobrazy – zlewnia Dębica i Karkonoski Park Narodowy (KPN). Dla nizinnej zlewni rzeki Dębicy (Pomorze Zachodnie), przeprowadzona została analiza porównawcza dwóch metod oceny georóżnorodności – indeksu georóżnorodności oraz analizy wielokryterialnej z wykorzystaniem techniki Globalnie Ważonej Kombinacji Liniowej (G-WLC). Na przykładzie górzystego obszaru KPN, przeprowadzona została analiza wielokryterialna w dwóch wariantach: G-WLC oraz jej rozszerzonej wersji - Lokalnie Ważonej Kombinacji Liniowej (L-WLC). Model georóżnorodności KPN poddano wstępnej weryfikacji w oparciu o dane eksperckie i crowdsourcingowe.

Nie tylko GML, czyli alternatywne formaty kodowania danych przestrzennych

Paweł Soczewski ^{1*}

¹ Główny Specjalista ds. Infrastruktury Informacji Przestrzennej w GIS Partner Sp. z o.o., Jana Długosza 60, 51-162 Wrocław, Polska

* autor do korespondencji, psoczewski@gispartner.pl

Słowa kluczowe: INSPIRE, JSON, RDF, OGC APIs, GML

Streszczenie

Opublikowana w 2007r. Dyrektywa INSPIRE zakłada, że udostępnianie danych w infrastrukturach informacji przestrzennych będzie się odbywało za pośrednictwem usług danych przestrzennych w implementacji opartych na technologii Web Services usług OGC. Takie usługi pobierania danych WFS, SOS, czy WCS obowiązkowo muszą publikować dane w kodowaniu GML. Struktura tego GML-a wynika bezpośrednio z modelu logicznego danych a sposób przejścia z UML do GML jest ściśle zdefiniowany.

Jak okazało się w toku wdrażania Dyrektywy INSPIRE, taki sposób udostępniania danych nie jest zbyt wydajny, przyjazny dla odbiorcy oraz łatwy do implementacji. Jednocześnie nastąpił gwałtowny rozwój technologii internetowych a w ślad za tym wzrosło zapotrzebowanie na szybki i wydajny dostęp do danych, w tym danych przestrzennych. Dostrzegło to W3C i OGC publikując dobre praktyki w udostępniania danych przestrzennych w sieci Internet. Wśród nich są: Best Practice 14: Dostarczaj dane w wielu formatach, Best Practice 23: Udostępnij dane poprzez interfejs API.

Najnowsze światowe „najlepsze praktyki” rekomendowane przez OGC, W3C oraz INSPIRE rekomendują standardy z grupy OGC API jako nowoczesny sposób udostępniania danych przestrzennych za pośrednictwem interfejsu API. Jednym z nich jest OGC API-Features, będący standardem oferującym możliwość tworzenia, modyfikowania i przeszukiwania danych przestrzennych w sieci WWW oraz określający wymagania i zalecenia dotyczące interfejsów API, które chcą korzystać ze standardowego sposobu udostępniania danych o obiektach. Domyślnie każdy interfejs API implementujący ten standard zapewnia dostęp do pojedynczego zestawu danych. OGC API wprowadza format JSON jako format podstawowy zarówno dla usługi jak i kodowania danych, chociaż wciąż dopuszcza format XML. Zgodnie z rekomendacjami standardu, same dane mogą być kodowane w dowolnym formacie, o którym decyduje wystawca usługi.

Referat przybliży alternatywne do GML-a formaty kodowania danych przestrzennych takie jak: GeoJSON, JSON, semantyczny JSON-LD oraz reguły przejścia z modelu logicznego UML, na przykładzie danych dla aktów planowania przestrzennego udostępnianych za pośrednictwem usługi OGC API-Features z Systemu Informacji Przestrzennej Województwa Wielkopolskiego.

Abstract

Published in 2007, the INSPIRE Directive stipulates that spatial data sharing in spatial information infrastructures will take place through spatial data services implemented using OGC Web Services technology. Such data retrieval services as WFS, SOS, or WCS must compulsorily publish data in GML encoding. The structure of this GML directly follows the logical data model, and the process of transitioning from UML to GML is tightly defined.

As it turned out during the implementation of the INSPIRE Directive, this method of data sharing is not very efficient, user-friendly, or easy to implement. At the same time, there has been a rapid development of internet technologies, leading to increased demand for fast and efficient access to data, including spatial data. This was recognized by W3C and OGC, who published best practices for sharing spatial data on the internet. Among them are Best Practice 14: Provide data in multiple formats and Best Practice 23: Share data through API interfaces.

The latest global "best practices" recommended by OGC, W3C, and INSPIRE recommend standards from the OGC API group as a modern way of sharing spatial data through API interfaces. One of them is OGC API-Features, which is a

standard that enables the creation, modification, and querying of spatial data on the World Wide Web. It also specifies requirements and recommendations for API interfaces that want to use the standard method of sharing object data. By default, each API interface implementing this standard provides access to a single dataset. OGC API introduces JSON as the primary format for both the service and data encoding, although it still allows for XML format. According to the standard's recommendations, the data itself can be encoded in any format chosen by the service provider.

The paper introduces alternative encoding formats for spatial data, such as GeoJSON, JSON, semantic JSON-LD, and rules for transitioning from the logical UML model, using spatial planning act data as an example, made available through the OGC API-Features service in the Spatial Information System of the Wielkopolskie Voivodeship.

Misje stratosferyczne Akademii Tarnowskiej

Jakub Antosz, Jakub Chruszcz, Regina Arabik, Damian Pękala, Maciej Witek, Piotr Nowak, Piotr Jasielski, Piotr Moryl, Łukasz Ciężadło, Ewa Serafińska, Jacek Jasielski, Krzysztof Golonka, Eryk Lisowski, Sylwia Plata, Piotr Wojtanowski, Paulina Knapczyk, Robert Wielgat, Wojciech Żyłka

Akademia Tarnowska, ul. Mickiewicza 8, 33-100 Tarnów

Streszczenie

29 lipca 2023 roku o godzinie 11:41 staraniami Studenckiego Koła Naukowego Elektroników AMPER została wysłana pierwsza w historii Akademii Tarnowskiej misja stratosferyczna pod nazwą „Szczepanik 1”. Balon wypełniony helem wyniósł na wysokość 34,5 km kamerę 360 stopni, tracker GSM, radiosondę RS41 nadającą dane APRS (częstotliwość nadawania 432,5 MHz) i 4FSK (częstotliwość nadawania 437,6 MHz). W trakcie misji zostały zebrane dane, które obejmowały min. podstawowe parametry lotu (wysokość, prędkość pionową i poziomą), zasięg transmisji danych, zmiany temperatury na zasilaniu, trajektorię lotu i miejsce lądowania. Kamera 360 stopni wykonała ponad 600 zdjęć stratosfery.

Start drugiej misji „Szczepanik 2” odbył się 23 września 2023 roku. Do balonu został podczepiony ładunek obejmujący kamerę 360 stopni, tracker GSM, radiosonda RS41 nadająca dane APRS i 4FSK, SSTV (częstotliwość nadawania 144,5 MHz) nadające zdjęcia z pierwszej misji, logger zawierający: czujniki temperatury, moduł GPS, licznik Geigera. Dodatkowo zabrany został ładunek przygotowany przez Zespół Szkół Technicznych w Tarnowie obejmujący chlorek sodu, nasiona rzeżuchy oraz przyrząd do sublimacji lodu. Misja dostarczyła wielu danych min. zarejestrowała temperaturę na zewnątrz i wewnątrz kapsuły ładunkowej. Kamera 360 stopni wykonała ponad 1000 zdjęć.

Misja „Szczepanik 3” wystartowała 29 września 2023 roku o godz. 16:42. Balon stratosferyczny wypełniony helem wyniósł ładunek na wysokość około 37 km. Ładunek zawierał 2 radiosondy. Jedna z nich nadająca na częstotliwościach 4FSK, a druga na częstotliwościach APRS, tracker GSM oraz data logger GPS z czujnikami temperatury, ciśnienia i wilgotność. Ponadto balon wyniósł również ładunek dostarczony przez Zespół Szkół Mechaniczno-Elektrycznych w Tarnowie, który zawierał czujniki promieniowania jonizującego przygotowane przez Instytut Fizyki Jądrowej PAN z Krakowa.

PyliGram - Lidar Data Processing Tool Based On Photogrammetric Methods

Antoni Rzonca*, Mariusz Twardowski

¹ *Department of Photogrammetry, Remote Sensing, and Spatial Engineering, Faculty of Geo-Data Science, Geodesy, and Environmental Engineering, AGH University of Krakow*

* *autor do korespondencji, arz@agh.edu.pl*

Słowa kluczowe: lidargrametria, integracja danych, rejestracja danych LiDARowych, przetwarzanie danych LiDARowych

Keywords: lidargrammetry, data integration, LiDAR data registration, LiDAR data processing

Streszczenie

Publikacja przedstawia możliwości oraz perspektywy rozwoju narzędzia badawczego PyLiGram. Program ten służy prowadzeniu badań z zakresu przetwarzania danych skaningowych z wykorzystaniem metod lidargrametrii oraz wykorzystuje autorskie rozwiązanie polegające na zapisie podczas przetwarzania relacji punkt chmury – punkt lidarogramu, co pozwala na odtworzenie tego samego punktu chmura z punktów na lidarogramach po ewentualnych zmianach elementów orientacji zewnętrznej tych lidarogramów.

Publikacja omawia trzy zasadnicze funkcjonalności programu odpowiadające aktualnym kierunkom prowadzonych badań: 1) przetwarzaniu chmur punktów pod względem ich wysokości z wykorzystaniem teorii deformacji modelu stereoskopowego na skutek błędów orientacji wzajemnej, 2) generowaniu danych syntetycznych i półsyntetycznych, mogących stanowić dane do testowania metod integracji danych z różnych sensorów oraz metod kalibracji platform pomiarowych, oraz 3) transformacji elastycznej bloku danych LiDARowych z wykorzystaniem matchingu lidarogramów i zapisu relacji punkt chmury-punkt lidarogramu.

Narzędzie posiada znaczny potencjał rozwojowy i będzie rozwijane celem wykorzystania w dalszych badaniach.

Abstract

The publication presents the possibilities and development prospects of the PyLiGram research tool. This program is used to conduct research in the field of scanning data processing using lidargrammetry methods and it uses an original solution consisting in recording the cloud point - lidargram point relationship during processing, which allows for the reconstruction of the same cloud point from points on lidargramms after any changes in the elements of the external orientation of these lidargramms

The publication discusses three basic functionalities of the tool corresponding to current directions of research: 1) processing of point clouds in terms of their height using the theory of deformation of the stereoscopic model due to relative orientation errors, 2) generating synthetic and semi-synthetic data that can constitute data for testing data integration methods with various sensors and calibration methods of measurement platforms, and 3) flexible transformation of the LiDAR data block using lidargram matching and recording the cloud point-lidarogram point relationship.

The tool has significant development potential and will be developed for use in further research.

Wyodrębnianie krawędzi rowów na potrzeby scalania gruntów

Izabela Basista^{1*}, Łukasz Bororowski², Kamil Maciuk¹

¹ AGH University of Krakow, Krakow, Poland;

² University of Agriculture in Krakow, Krakow, Poland;

* autor do korespondencji, basista@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: scalenia gruntów, wyodrębnianie krawędzi rowów, Flow Line Curvature, LiDAR, DEM

Keywords: land consolidation, ditch edge detection, Flow Line Curvature, GIS, LiDAR, DEM

Streszczenie

Scalanie gruntów jest jedną z najważniejszych operacji przeprowadzanych na gruntach rolnych. Jest to proces długotrwały, trwający zazwyczaj kilka lat, dlatego wszelkie usprawnienia mające na celu skrócenie tego czasu są niezwykle cenne. W pracy skupiono się na analizie krawędzi rowów melioracyjnych i przydrożnych. Pomiar krawędzi wykonywany jest na jednym z etapów procesu scalania gruntów w celu aktualizacji użytkowania terenu. Celem badań było określenie, z jaką dokładnością można wydobyć brzegi rowów na terenach rolniczych, wykorzystując ogólnodostępne dane LiDAR o wysokiej rozdzielczości ze skaningu laserowego (ALS) o gęstości chmury punktów wynoszącej 4 proc./m². Dokonano klasyfikacji badanego obszaru i wyodrębniono klasę rowów z dokładnością klasyfikacji współczynnika Kappa = 0,77. Następnie porównano kształty krawędzi z badaniami terenowymi wykonanymi za pomocą obserwacji GNSS RTK. Na krawędziach rowów umieszczano automatycznie punkty co 0,5 m i obliczano odległości pomiędzy najbliższymi punktami znajdującymi się na krawędziach wyodrębnionych i pomierzonych. Średnia odległość na całym obszarze badań wyniosła 0,92 m, odchylenie standardowe +/- 1,5 m, a mediana 0,42 m. Duże odchylenia od średniej występują na obszarach, gdzie nie wykryto rowów. Poprawa klasyfikacji przyniosłaby lepsze wyniki. Wyniki dla dwóch przykładowych rowów: rów melioracyjny – średnia 0,42 m, mediana 0,30 m, rów przydrożny – średnia 0,46 m, mediana 0,38 m. Uzyskane wyniki nie pozwalają na zastosowanie tej technologii w procesie scalania gruntów w miejscach, gdzie krawędzie rowów stanowią granice nieruchomości. Natomiast metodę tę można zastosować do aktualizacji użytkowania gruntów. Osiągnięta dokładność jest zadowalająca dla takich prac.

Abstract

Land consolidation is one of the most important operations carried out on agricultural land. It is a lengthy process, usually lasting several years, so any improvement to shorten this time is extremely valuable. This study focuses on the analysis of the edges of drainage and roadside ditches. The measurement of edges is carried out at one stage of the consolidation process to update land use. The aim of the study was to determine with what accuracy the ditch banks in agricultural areas can be extracted using publicly available, high-resolution LiDAR data from airborne laser scanning (ALS) with a point cloud density of 4 pct/m². The surveyed area was classified and a class of ditches was extracted with a classification accuracy of Kappa index = 0.77. The edges' shapes were then compared with the field survey taken with GNSS RTK observations. Survey points were inserted every 0.5 m on the edges of the ditches and the distances between the nearest was calculated. The mean distance over the entire study area came to 0.92 m, the standard deviation +/- 1.5 m, and the median 0.42 m. The large deviations from the mean are in areas where ditches were not found/classified. Improving the classification would produce better results. Results for two sample ditches: drainage ditch - mean 0.42 m, median 0.30 m, roadside ditch - mean 0.46 m, median 0.38 m. The results obtained do not allow the use of the this technology in the land consolidation process particularly in places, where ditch edges are property boundaries. This method could be used to update land use. The achieved accuracy is satisfactory for such works.

Wykorzystanie zdjęć CORONA i Landsat w analizie zmian pokrycia terenu 1969-2022 metodami uczenia maszynowego

Joanna Pluto-Kossakowska^{1*}, Aleksandra Wasik², Katarzyna Ostapowicz³

¹ Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii

² Centrum Geomatyki Stosowanej, Instytut Geodezji i Kartografii

³ Norwegian Institute for Nature Research

* autor do korespondencji, joanna.kossakowska@pw.edu.pl

Słowa kluczowe: terenu, obrazy kompozytowe, klasyfikacja nadzorowana, algorytm lasów losowych, algorytm wektorów nośnych

Streszczenie

Człowiek użytkując ziemię powoduje zmiany środowiskowe w systemach lądowych. Ze względu na złożoność i ważność tych systemów należy długoterminowo i wieloaspektowo monitorować pokrycie terenu. Badanie zmian pokrycia terenu w skali regionalnej pozwala zachować kontekst społeczno-gospodarczo-ekologiczny, co jest podstawą z kolei do zrozumienia ich przyczyn i skutków oraz pozwala dążyć do zrównoważonego rozwoju. Przedstawione zadanie badawcze zrealizowano w ramach projektu TRACE pt. „Trajektorie, przyczyny i skutki zmian pokrycia terenu i użytkowania ziemi w Europie Środkowej” (NCN 2018/29/B/ST10/02979). Jednym z celów TRACE było zastosowanie najnowszych osiągnięć teledetekcji do kartowania trajektorii zmian pokrycia terenu i użytkowania ziemi w Europie Środkowej w ciągu ostatnich pięćdziesięciu lat. W głównej mierze skupiono się na zjawisku opuszczania terenów rolniczych i przenikania obszarów naturalnych i zurbanizowanych, zrozumieniu ich przyczyn oraz oceny wpływu zmian pokrycia terenu i użytkowania gruntów na różnorodność biologiczną. Państwa Europy Środkowej przeszły wiele przemian społeczno-gospodarczych w ostatnich pięćdziesięciu latach, co realnie wpłynęło na gospodarkę rolną i użytkowaniem gruntów i stało się motywacją podjętych badań. Skutkiem tych przemian było m.in. z jednej strony porzucanie terenów rolniczych i zaniechanie ich uprawy, a z drugiej strony intensyfikacja gospodarki rolnej. Stąd przeprowadzone badania zmian pokrycia terenu dotyczyły wybranych powiatów z Beskidu Sądeckiego i Niskiego obejmujące lata od najstarszych dostępnych danych satelitarnych tj. od 1969 do 2022. Analizy wykonano na podstawie archiwalnych analogowych danych panchromatycznych CORONA (09.1969) i cyfrowych wielospektralnych Landsat (sezony letnie od 1988 do 2022) metodami uczenia maszynowego tj. lasów losowych (RF) i wektorów nośnych (SVM). Przygotowanie danych CORONA ze względu na ich format w postaci bloku skanowanych pasm (kliszy) było ciekawym wyzwaniem i obejmowało ortorektyfikację za pomocą algorytmu Structure from Motion. W celu zwiększenia przestrzeni cech dla CORONA wygenerowano obrazy teksturowe oraz dodano warstwy o wysokości terenu, nachyleniu oraz nasłonecznieniu wygenerowane z SRTM. Na tak przygotowanych danych przeprowadzono klasyfikacje w dwóch podejściach pikselowym i obiektowym wyróżniając klasy pokrycia terenu tj. grunty rolne, zurbanizowane, łąki, lasy, woda. Ograniczenie liczby klas było spowodowane zakresem panchromatycznym kamery wykorzystywanej w programie CORONA. Całość prac technicznych oraz wymagających programowania wykonano w środowisku Google Earth Engine (GEE). Dla danych Landsat wykorzystano algorytm CFMask i wartości mediany pikseli do tworzenia obrazów kompozytowych i mozaik, bez konieczności fizycznego pobierania danych w GEE. Sezonowe obrazy kompozytowe zwiększają możliwości wykorzystania bezchmurnych obszarów (pikseli) na obrazach o wysokim stopniu zachmurzenia. Obrazy kompozytowe Landsat poddano klasyfikacji algorytmami RF i SVM dla klas pokrycia terenu: grunty rolne, zurbanizowane, łąki, lasy, woda i dodatkowo obszary semi-naturalne. Przeanalizowano zmiany pokrycia w sekwencjach wieloletnich 1969 – 2022 i wykazano, że udział gruntów rolnych spadł o ponad 11% na korzyść wszystkich analizowanych klas, a udział lasów wzrósł o ponad 20%, głównie na gruntach rolnych i łąkach. Dużą trudnością jest rozróżnienie gruntów rolnych od terenów zurbanizowanych i łąk na zdjęciach CORONA ze względu na ograniczone informacje spektralne. Natomiast lasy można klasyfikować z dużą dokładnością (średnio na poziomie 96% - 99%) na obu źródłach danych niezależnie od zastosowanego podejścia czy algorytmu. Wyniki badań wskazują, że możliwe jest włączenie do wieloletnich analiz danych CORONA i porównanie z Landsat mimo różnic tych dwóch sensorów.

Abstract

Man using the land causes environmental changes in land systems. Due to the complexity and importance of these systems, land cover needs to be monitored on a long-term and multi-faceted basis. The study of changes in land cover on a regional scale allows to maintain the socio-economic and ecological context, which is the basis for understanding their causes and effects and allows to strive for sustainable development. The presented research task was carried out as part of the TRACE project entitled "Trajectories, causes and effects of changes in land cover and land use in Central Europe" (NCN 2018/29/B/ST10/02979). One of the goals of TRACE was to apply the latest advances in remote sensing to map the trajectories of changes in land cover and land use in Central Europe over the last fifty years. The main focus was on the phenomenon of agricultural land abandonment and infiltration of natural and urban areas, understanding their causes and assessing the impact of changes in land cover and land use on biodiversity. Central European countries have undergone many socio-economic changes in the last fifty years, which had a real impact on agricultural economy and land use, and became the motivation for the undertaken research. As a result of these changes, the abandonment of agricultural land and its cultivation, and on the other hand, the intensification of agricultural economy. Hence, the land cover change surveys carried out concerned selected powiats from Beskid Sądecki and Beskid Niski, covering the years from the oldest available satellite data, i.e. from 1969 to 2022. The analyses were performed on the basis of archival analogue CORONA panchromatic data (09.1969) and Landsat digital multispectral data (summer seasons from 1988 to 2022) using machine learning methods, i.e. random forests (RF) and support vectors (SVM). The preparation of CORONA data due to their format in the a block of scanned films was an interesting challenge and included orthorectification using the Structure from Motion algorithm. In order to increase the feature space for CORONA, texture images were generated and layers with terrain height, slope and aspect generated from SRTM were added. On this dataset, classifications were carried out in two pixel and object-based approaches, distinguishing land cover classes, i.e. agricultural land, urbanized land, pastures, forests, water. The limitation of the number of classes was caused by the panchromatic range of the camera used in the CORONA. All technical and programming work was done in the Google Earth Engine (GEE) environment. For Landsat data, the CFMask algorithm and median pixel values were used to create composite images and mosaics in GEE, without the need to physically download the data. Seasonal composite images increase the ability to use cloudless areas (pixels) in highly cloudy images. Landsat composite images were classified using RF and SVM algorithms for land cover classes: agricultural land, urban land, pastures, forests, water and additionally semi-natural areas. Changes in cover in the multiannual sequences 1969 – 2022 were analysed and it was shown that the share of agricultural land decreased by more than 11% in favour of all analysed classes, and the share of forests increased by more than 20%, mainly on agricultural land and pastures. It is very difficult to distinguish agricultural land from urbanized areas and pastures in the CORONA images due to the limited spectral information. On the other hand, forests can be classified with high accuracy (96% - 99% on average) on both data sources, regardless of the approach or algorithm used. The research results indicate that it is possible to include CORONA data in long-term analyses and compare it with Landsat, despite the differences between these two sensors.

Propozycja algorytmów automatycznego badania widoków z okien, bazujących na trójwymiarowych modelach przestrzeni miejskiej

Kamil Grudzień¹, Piotr Cichociński^{2*}

¹ KPGeo Sp. z o.o., ul. Królewska 65, 30-081 Kraków

² AGH w Krakowie, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

* autor do korespondencji, Piotr.Cichocinski@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: CityGML, eyetracking, ocena widoku, percepcja wizualna, Python

Streszczenie

Analiza widoku jest to ocena percepcji wizualnej elementów przestrzeni, zarówno tych odbieranych pozytywnie, jak i negatywnie, naturalnych, a także związanych z działalnością człowieka. Jest próbą obiektywnej kwantyfikacji subiektywnych reakcji ludzkich na widok krajobrazu.

Ocena dużej liczby rzeczywistych widoków byłaby niezwykle czasochłonna i pracochłonna, dlatego też podjęto próbę opracowania i zaimplementowania algorytmów, które umożliwią zautomatyzowanie procesu obliczeniowego w środowisku trójwymiarowym, prowadzącego do zapewnienia obiektywizmu w ocenie widoku z okien oraz zwiększenia szybkości i dokładności tego procesu. Wyniki mogą posłużyć również do typowania ograniczonej liczby widoków do analizy przez człowieka (w tym metodami eyetrackingu).

Jako źródło danych postanowiono wykorzystać cyfrowe modele przestrzeni miejskiej tworzone zgodnie ze standardem City Geography Markup Language (CityGML). Zajęto się szczególnym przypadkiem oceny widoku, skupiający się na postrzeganiu przez człowieka elementów zagospodarowania terenu w krajobrazie zawartym w otworach okiennych.

Zaproponowano trzy autorskie metody, wynikające z doboru punktu obserwacji: (1) metodę centroidu pomieszczenia, (2) metodę maksymalnego widoku dla poziomu szczegółowości (LOD) 4 CityGML oraz (3) metodę maksymalnego widoku dla LOD 3. Wszystkie trzy metody bazują na punktowym badaniu widoku, rozumianym jako sprawdzanie widocznych elementów tylko tych obiektów, które zostały przecięte przez półproste wyprowadzone z punktu obserwatora i przechodzące przez punkty regularnej siatki o zadanej rozdzielczości, rozmieszczonej na powierzchni okna. Wynikiem badania jest liczba linii przeciętych przez poszczególne klasy elementów przestrzeni miejskiej, pozwalająca ostatecznie na określenie procentowych udziałów poszczególnych elementów przestrzeni w widoku. Wszystkie trzy metody zaimplementowano w języku programowania Python.

Przeprowadzone badania wykazały, że każda z zaproponowanych metod ma zarówno wady jak i zalety. Najbardziej obiecująca okazała się metoda maksymalnego widoku dla najwyższego poziomu szczegółowości CityGML. Najwięcej przeciwwskazań dotyczyło natomiast metody opartej na centroidzie pomieszczeń. Wykonane analizy dokładności wykazały, że punktowe badanie widoku ma uzasadnienie i pozwala na uzyskanie wyników odpowiednich pod względem dokładności i wiarygodności.

Abstract

View analysis is an assessment of the visual perception of elements of space, both positively and negatively perceived, natural and also related to human activity. It is an attempt to objectively quantify subjective human responses to the view of a landscape.

The evaluation of numerous real-world views would be extremely time-consuming and labour-intensive, so an attempt has been made to develop and implement algorithms to automate the computational process in a three-dimensional environment, leading to objectivity in the evaluation of window views and increasing the speed and accuracy of the process. The results can also be used to select a limited number of views for human analysis (including eye-tracking methods).

It was decided to use digital models of urban space created according to the City Geography Markup Language (CityGML) standard as a data source. A special case of view assessment was addressed, focusing on human perception of land use elements in the landscape contained in window openings.

Three original methods have been proposed, depending on the choice of observation point: (1) the room centroid method, (2) the maximum view method for CityGML level of detail (LOD) 4, and (3) the maximum view method for LOD 3. All three methods are based on a point view survey, understood as the examination of the visible elements of only those objects that are intersected by rays drawn from the observer's point and passing through the points of a regular grid of a given resolution, distributed over the window surface. The result of the study is the number of lines intersected by each class of urban elements, ultimately allowing to determine the percentage of each element represented in the view. All three methods have been implemented in the Python programming language.

The research has shown that there are both advantages and disadvantages to each of the proposed methods. The maximum view method for the highest CityGML level of detail proved to be the most promising. In contrast, the method based on the room centroid had the most disadvantages. The accuracy analyses carried out showed that the point view survey is reasonable and produces results that are adequate in terms of accuracy and reliability.

Zastosowanie integracji danych TLS i UAV do modelowania obiektów szczególnych

Bogusława Kwoczyńska^{1*}, Paweł Gudź²

¹ Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kollątaja w Krakowie, 31-120 Kraków, Al. Mickiewicza 21

² absolwent Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kollątaja w Krakowie

* autor do korespondencji, boguslawa.kwoczyńska@urk.edu.pl

Słowa kluczowe: TLS, UAV, integracja danych, model 3D

Streszczenie

Stosowane obecnie techniki pomiarowe pozwalają na bardzo szybkie, a zarazem bardzo dokładne opracowanie modeli 3D dowolnych obiektów przestrzennych. Jedną z najbardziej dokładnych metod jest naziemne skanowanie laserowe (ang. TLS). Jednak są sytuacje, w których ograniczenia wynikające z układu terenowego lub konstrukcji obiektu, nie pozwalają na pozyskanie pełnej informacji o jego bryle. W takich sytuacjach rozwiązaniem jest zintegrowanie danych z różnych sprzętów pomiarowych.

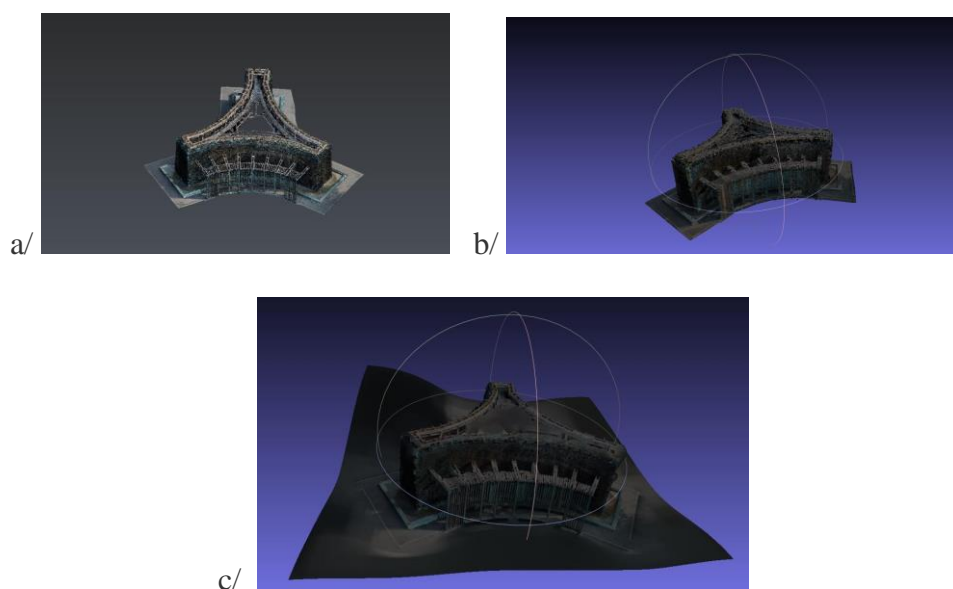
Jeśli mamy do czynienia z dużymi obiektami, najlepszym wyborem do uzupełnienia danych, szczególnie górnych partii obiektu, jest zastosowanie bezzałogowej platformy latającej (ang. UAV). Rozdzielczość zobrażeń wykonanych na niskim pułapie jest na tyle dobra, że pozwala otrzymać zadowalający efekt w postaci chmury punktów.

W przypadku modelowania obiektu szczególnego, jakim jest tężnia solankowa, istotny jest również dobór odpowiedniego oprogramowania, które pozwoli na stworzenie realnego modelu 3D danego obiektu.

W badaniach wykorzystano integrację danych pozyskanych z niskiego pułapu z bezzałogowej platformy latającej Dorn DJI Air 2S Fly More Combo – wykorzystując różnego rodzaju misje – z danymi zarejestrowanymi naziemnym skanerem laserowym Leica ScanStation P40.

Badania prowadzone były na nowohuckiej tężni solankowej, której gabaryty wymagały zastosowania integracji danych TLS i UAV.

Efektom opracowania jest analiza trzech modeli 3D tężni solankowej zlokalizowanej nad Zalewem Nowohuckim w Krakowie (Rys. 1). Modele wykonane zostały w różnych programach komputerowych: MeshLab, Agisoft Metashape oraz Cyclone 3DR z wykazaniem możliwości każdego z nich oraz podkreślając ich przydatność do modelowania obiektu szczególnego jakim jest tężnia solankowa.



Rys. 1 Model 3D tężni solankowej zlokalizowanej nad Zalewem Nowohuckim w Krakowie wykonany w programie a/ Cyclone 3DR, b/ Agisoft Metashape, c/ MeshLab.

Abstract

The measurement techniques in use today make it possible to develop 3D models of any spatial objects very quickly and very accurately. One of the most accurate methods is terrestrial laser scanning (TLS). However, there are situations in which the constraints of the terrain layout or the structure of the object, do not allow the acquisition of full information about its body. In such situations, the solution is to integrate data from different survey equipment.

If we are dealing with large objects, the best choice for completing the data, especially of the upper parts of the object, is the use of an unmanned aerial platform (UAV). The resolution of low-altitude imaging is good enough to obtain a satisfactory point cloud.

In the case of modeling a special object such as a brine graduation tower, it is also important to choose the right software to create a viable 3D model of the object.

The research used the integration of data acquired from low altitude from a Dorn DJI Air 2S Fly More Combo unmanned aerial platform - using different types of missions - with data recorded with a Leica ScanStation P40 ground-based laser scanner.

The research was conducted on a Nowa Huta salt graduation tower, the dimensions of which required the use of TLS and UAV data integration.

The result of the study is an analysis of three 3D models of the brine graduation tower located at the Nowa Huta Reservoir in Krakow (Fig. 1). The models were made in various computer programs: MeshLab, Agisoft Metashape, and Cyclone 3DR, demonstrating the capabilities of each and highlighting their suitability for modeling a special object such as a brine graduation tower.

Analiza możliwości wykorzystania danych fotogrametrycznych do inwentaryzacji budynku Kościoła Wniebowzięcia NMP w Biórkowie Wielkim

Izabela Piech^{1*}

¹ *Uniwersytet Rolniczy im. H. Kollątaja w Krakowie, KGRKiF, ul. Balicka 253a*

* *izabela.piech@urk.edu.pl*

Słowa kluczowe: naziemny skaning laserowy, bezzałogowe statki powietrzne, integracja danych, modelowanie 3D.

Streszczenie

Niezwykle intensywny rozwój technologii od początku obecnego stulecia, zaowocował wieloma innowacjami, również w dziedzinie fotogrametrii. Oprócz ewolucji znanych już form pomiarów jak przejście ze zobrażeń analogowych na cyfrowe, pojawiły się też nowe metody pozyskiwania danych, jak naziemny skaning laserowy, bezzałogowe statki powietrzne. Integracja danych fotogrametrycznych stały się nowym narzędziem, które rozszerzyło dotychczasowe możliwości pomiarowe, poprawiło szybkość pozyskiwania danych, znalazło zastosowanie w modelowaniu 3D i stworzeniu realistycznego obiektu architektonicznego, ale także dostarczyło danych wysokościowych dla obszarów, do których dostęp i badanie są trudne. Techniki związane z modelowaniem 3D pozwalają w ciekawy, efektowny, a także zachowujący metryczność sposób obrazować rzeczywistość, mogą być wykorzystywane do inwentaryzacji obiektów, ich rekonstrukcji i prezentacji. Coraz częściej wykorzystywana jest do tych celów technika skanowania laserowego, bezzałogowe statki powietrzne, czy fotogrametria bliskiego zasięgu, będąca przedmiotem niniejszego opracowania. Celem pracy była analiza wykorzystania zintegrowanych danych z naziemnego skaningu laserowego oraz fotogrametrii lotniczej do inwentaryzacji budynku zabytkowego. W ramach pomiarów wykonano skaning naziemny, skanerem P40 Leica oraz nalot z wykorzystaniem BSP Dji Mavic Air 2S. Wyniki porównano i sporządzono zestawienia. Efektem końcowym projektu był model 3D kościoła Wniebowzięcia NMP w Biórkowie Wielkim.

Abstract

Extremely intensive development of technology since the beginning of this century, has resulted in many innovations, including in the field of photogrammetry. In addition to the evolution of already known forms of measurement like the transition from analog to digital imaging, new methods of data acquisition have emerged, such as terrestrial laser scanning and unmanned aerial vehicles. The integration of photogrammetric data has become a new tool that has expanded existing measurement capabilities, improved the speed of data acquisition, found applications in 3D modeling and the creation of a realistic architectural object, but also provided elevation data for areas that are difficult to access and survey. The techniques associated with 3D modeling make it possible to depict reality in an interesting, impressive, and metric-preserving way, and can be used for object inventory, reconstruction and presentation. Laser scanning technology, unmanned aerial vehicles, or short-range photogrammetry, which is the subject of this study, is increasingly being used for these purposes. The purpose of this study was to analyze the use of integrated data from terrestrial laser scanning and aerial photogrammetry for the inventory of a historic building. The measurements included ground scanning, with a Leica P40 scanner, and a raid using a Dji Mavic Air 2S BSP. The results were compared and tabulated. The final result of the project was a 3D model of the Church of the Assumption of the Blessed Virgin Mary in Biórków Wielki.

Wykorzystanie programów geoinformatycznych do analiz geoprzestrzennych na przykładzie łuski Bystrego (zewnętrzne Karpaty fliszowe)

Zbigniew Ziarek ^{1*}, Jakub Andrzejak ¹, Hanna Edelmüller ¹

¹ Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie (AGH University of Krakow), al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

* autor do korespondencji, zbyszekziar@onet.pl

Słowa kluczowe: structural analysis, ArcGIS Pro, photogrammetry, outer flysh Carpathians, Bystre thrust-sheet

Streszczenie

W ramach grantu IDUB przez Studenckie Koło Naukowe Kartografii Geologicznej i Komputerowej „Azymut” realizowany jest projekt „Szczegółowe rozpoznanie budowy strukturalnej łuski Bystrego w obszarze występowania anomalii geochemicznych, w celu identyfikacji potencjalnych złóż litu w Karpatach Zewnętrznych”, o akronimie LiSEARCH. Celem przedsięwzięcia jest wyznaczenie trendów zmienności zawartości litu w wodach i źródeł jej anomalii w rejonie łuski Bystrego (Bieszczady Zachodnie) oraz dokładniejsza analiza strukturalna budowy obszaru.

Opracowano mapy łuski Bystrego w celu stworzenia terenowych map pomocniczych oraz zebrania danych do analiz geoprzestrzennych przy pomocy oprogramowania ArcGIS Pro. Prace rozpoczęto od cyfrowania map SMGP oraz map autorstwa Mastelli i Ślączi, ich analizę i porównanie z rzeźbą strukturalną i lineamentami litologicznymi w obrazie wysokorozdzielczego numerycznego modelu LiDAR, w celu szczegółowego opracowania struktur tektonicznych obszaru badań. Wykorzystano dane z portalów GeoLOG, CBDG, geoportalu, OpenStreetMap. W kwietniu miał miejsce pierwszy wyjazd, w efekcie którego wstępne opracowanie kartograficzne i szkic tektoniczny zostały skonfrontowane z danymi. Kolejny wyjazd nastąpił w czerwcu. Jego efektem było uszczegółowienie opracowania kartograficznego oraz kompleksowe pomiary spękań ciosowych, powierzchni uskokowych i orientacji rys ślizgowych. Podczas prac terenowych korzystano z aplikacji FieldMaps ArcGIS Online.

W ramach prac kameralnych dokonano analizy NMT i jego pochodnych, takich jak hillshade, slope, curvature, aspect i Topographic Positioning Index w celu ręcznego wykreślenia lineamentów litologicznych i wyszukania stref uskokowych, zestawionych później z automatycznie wyznaczonymi lineamentami programu CATALYST. Przebieg stref uskokowych został wyznaczony metodą trzech punktów i przyrównany do pomiarów terenowych w programie do przedstawiania i analizy orientacji struktur tektonicznych na siatce stereograficznej WinTensor.

Dokonano także nalotów dronem DJI Mavic 2S na kamieniołomy Rabe i Huczvice, w celu opracowania modeli fotogrametrycznych oraz dokładniejszych analiz strukturalnych i sedymentologicznych. Dane opracowano w programie 3Dsurvey oraz alternatywnie w Meshroom. Planowana jest także wizualizacja i interpretacja w programie Lime. Integracja i interpretacja danych terenowych z danymi opracowanymi podczas prac kameralnych zostanie dopiero przeprowadzona.

The use of geoinformatic programs for geospatial analysis – the example of the Bystre thrust-sheet (outer flysch Carpathians)

Abstract

Student Scientific Association of Geological and Computer Cartography "Azymut" is conducting research on a grant IDUB project "Detailed structural analysis of the Bystre thrust-sheet, in the area of geochemical anomalies, to identify potential lithium deposits in the Outer Carpathians," acronym LiSEARCH. The project's goal is to determine trends in lithium content variations in waters and the sources of its anomalies, as well as to conduct a more detailed structural analysis of the area.

Field maps were created to gather data for geospatial analyses using ArcGIS Pro. The work began with the digitization of geological maps, followed by their analysis and comparison with the structural relief and lithological lineaments in a high-resolution digital LiDAR model to detail tectonic structures. Data from GeoLOG, CBDG, geoportal, and OpenStreetMap were utilized. The fieldworks resulted in detailed cartographic study and comprehensive measurements of fault fissures, fault surfaces, and the orientation of slickensides. Fieldwork was facilitated using the FieldMaps ArcGIS Online application.

In the course of deskwork, analysis of DEM, hillshade, slope, curvature, aspect and Topographic Positioning Index, was carried out to manually delineate lithological lineaments and identify fault zones, which were compared with lineaments automatically determined by the CATALYST program. The course of fault zones was determined using the three-point estimation and compared to field measurements using the WinTensor for presenting and analyzing the orientation of tectonic structures on a stereographic grid.

Aerial surveys with a DJI Mavic 2S drone were also conducted over the Rabe and Huczvice quarries to create photogrammetric models and perform more precise structural and sedimentological analyses. Data were processed in the 3Dsurvey and in Meshroom. Visualization and interpretation in the Lime are also planned. The integration and interpretation of field data with data collected during deskwork will be conducted at a later stage.

Analiza porównawcza naziemnych wyników wilgotności z przetworzonymi danymi z UAV i Sentinel-1 - studium przypadku

Szymon Sobura¹, Beata Hejmanowska²

¹ Politechnika Świętokrzyska

² AGH University of Krakow, Al. Mickiewicza 30, Krakow, Poland

* corresponding author, galia@agh.edu.pl

Streszczenie

Wilgotność gleby jest istotnym parametrem w rolnictwie precyzyjnym podczas tworzenia planów nawadniania i ilości stosowanego nawozu. Wilgotność gleby zmienia się w zależności od wielu czynników (np. rodzaju gleby i uprawianej na niej roślin, uwarunkowań klimatycznych, topografii terenu) dlatego badania koncentrowane w tym obszarze nadal są przedmiotem wielu prac naukowych. Spośród zdalnych metod oceny wilgotności gleby i roślin, wyróżnić można metodę SAR opierającą się na danych z syntetycznych aparatów radarowych oraz metody z użyciem obrazów optycznych – w tym multispektralnych. Metody bazujące na danych optycznych posiadają z reguły wyższą rozdzielczość w odniesieniu do danych radarowych, natomiast ich penetracja powierzchni bywa mocno ograniczona. Z kolei bezpłatne dane radarowe udostępniane np. w ramach projektu Copernicus posiadają dłuższy czas rewizyty, co może utrudnić wychwycenie anomalii na wczesnym etapie i wdrożenie w odpowiednim czasie działań profilaktycznych w rolnictwie. Tym samym istnieje potrzeba porównania obu rodzajów metod w kontekście szybkości i poprawności podczas podejmowania kluczowych decyzji w sektorze rolniczym.

Głównymi celami niniejszego badania są: (I) stworzenie map wilgotności gleby w oparciu o dane radarowe z Sentinel-1, (II) stworzenie map wskaźników spektralnych dla obranego poligonu doświadczalnego w oparciu o dane multispektralne zarejestrowane przez kamerę Micasense Red-Edge MX z pokładu UAV, (III) porównanie wygenerowanych map pod względem zgodności z zarejestrowanymi danymi in situ, (IV) opracowanie wytycznych dla Świętokrzyskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Modliszewicach do stosowania przebadanej ścieżki technologicznej.

Comparative Analysis of Terrestrial Moisture Results with Processed UAV and Sentinel-1 Data - a Case Study

Abstract

Soil moisture is an important parameter in precision agriculture when making irrigation plans and the amount of fertilizer applied. Soil moisture varies depending on a number of factors (e.g., the type of soil and the crops grown on it, climatic conditions, topography of the terrain) therefore research focused in this area is still the subject of many scientific papers. Among remote methods for assessing soil and plant moisture, we can distinguish the SAR method based on data from synthetic radar instruments and methods using optical images - including multispectral images. Methods based on optical data generally have higher resolution with respect to radar data, while their surface penetration is quite limited. On the other hand, free radar data made available, for example, as part of the Copernicus project, have longer revisit times, which can make it difficult to catch anomalies at an early stage and implement timely preventive measures in agriculture. Thus, there is a need to

compare the two types of methods in terms of speed and validity when making key decisions in the agricultural sector.

The main objectives of this study are (I) to create soil moisture maps based on radar data from Sentinel-1, (II) to create maps of spectral indices for the chosen experimental plot based on multispectral data recorded by the Micasense Red-Edge MX camera from a UAV, (III) to compare the generated maps in terms of compatibility with the recorded in situ data, (IV) to develop guidelines for the Świętokrzyskie Agricultural Advisory Center in Modliszewice to apply the studied technological path.

Wykorzystanie zdjęć RGB i multispektralnych pozyskanych za pomocą bezzałogowych statków powietrznych do oceny szkód wyrządzonych przez dziki w uprawie kukurydzy

Barbara Dobosz¹, Dariusz Gozdowski¹, Jerzy Koronczok², Jan Žukovskis³ i Elżbieta Wójcik-Gront¹

¹Katedra Biometrii, Instytut Rolnictwa, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

²Agrocom Polska, Strzelecka 47, 47-120 Żędowice, Poland

³Wydział Zarządzania Biznesem i Rozwojem Obszarów Wiejskich, Uniwersytet Witolda Wielkiego, 53361 Kowno, Litwa

* autor do korespondencji, barbara_dobosz@sggw.edu.pl

Słowa kluczowe: szkody w uprawach, UAV, teledetekcja

Streszczenie

Dokładna ocena szkód wyrządzonych w uprawach przez dzikie zwierzęta jest ważna dla rolników, którzy mogą ubiegać się o odszkodowanie. Jednym z gatunków zwierząt łownych, które często powodują szkody w uprawach kukurydzy, jest dzik. Celem niniejszego badania było zbadanie dokładności oceny szkód w uprawach kukurydzy na podstawie danych teledetekcyjnych uzyskanych z bezzałogowych statków powietrznych (UAV). Wykorzystano dwa rodzaje danych: cyfrowy model powierzchni (DSM) oparty na obrazach RGB i znormalizowany wskaźnik różnicy roślinności (NDVI) uzyskany z obrazów multispektralnych. Ocena szkód została przeprowadzona na dwóch etapach wzrostu kukurydzy. Podczas pierwszego etapu, gdy rośliny znajdują się w fazie intensywnego wzrostu i są zielone, ocena uszkodzeń została przeprowadzona przy użyciu zarówno DSM, jak i NDVI. W drugim etapie wzrostu przed zbiorem, gdy rośliny są suche, do oceny uszkodzeń upraw wykorzystano tylko DSM. Wyniki badania wykazały, że oba rodzaje danych mogą być wykorzystane do skutecznej oceny szkód w uprawach kukurydzy. DSM okazał się bardziej rzetelny w wykrywaniu uszkodzeń upraw niż wskaźnik NDVI, ponieważ nie bazuje na odbiciu światła chlorofilu, a tym samym może być wykorzystany do pomiarów każdym etapie wzrostu kukurydzy.

Ekonomiczne relacje liniowe i przestrzenne pomiędzy centrami handlu bliskiego i dalekosiężnego we wczesnym średniowieczu, ze szczególnym uwzględnieniem obszaru Karpackiego – w świetle najnowszych badań geoinformacyjnych

Cyryl Konstantinowski Puntos ^{1*}

¹ *Department of GIS, Cartography and Remote Sensing, Institute of Geography and Spatial Management, Jagiellonian University in Krakow. Doctoral School of Social Sciences, Jagiellonian University in Kraków*

* *autor do korespondencji, cyryl.konstantinowski.puntos@doctoral.uj.edu.pl*

Słowa kluczowe: ekonomia, wczesne średniowiecze, Karpaty, geoinformatyka, handel bliski i dalekosiężny

Streszczenie

Celem badań jest scharakteryzowanie relacji handlowych pomiędzy grodami w obrębie obszaru karpackiego we wczesnym średniowieczu. Wykonane zostaną mapy i wizualizacje, które zobrazują problematykę ekonomiczną zawartą w posterze. Przedstawiony zostanie schemat zgeometryzowanych dróg handlowych skorelowanych z siecią rzeczną i grodami w Inkscape. Każdy gród w wymienionej sieci pełni swoje zasadnicze miejsce, w tym proto-targowe, strategiczne i militarne. Zastosowane zostaną kartograficzne przedstawienia za pomocą ArcGIS Pro i QGIS. Zalicza się do nich mapę Kernel Density z naniesionymi grodami pewnymi i nie-pewnymi. Dodatkowo ukazano mapę nachyleń z zaznaczonymi drogami handlowymi pomiędzy wschodem, a zachodem (Przemyśl, Cieszyn). Dodatkowo umieszczono zasięgi osadnictwa (osady otwarte). Występują dwie drogi: północna i południowa, które obejmują obszar osad otwartych. Przedstawiono też materiał ikonograficzny, związany z tematyką grodzisk wczesnośredniowiecznych. Przedstawiono też zależności pomiędzy krajami (skandynawskimi i Polską).

Abstract

In socio-economic sciences, trade plays a significant (if not crucial) role. Geographically and historically, it connects sometimes different, sometimes distant territories and cultures. The poster will include visualizations and maps proving the dependencies and connections in the network of mutual relations between given populations of neighboring (or not) countries and regions. The reports regarding specific products or raw materials from very long length of source of production (for example, the Duchy/Kingdom of Poland - Scandinavia) with particular emphasis on the Carpathians (an area of research included in the author's future doctoral thesis). Archaeologically, excavations and source research have confirmed connections with the Vikings in what is now our country. This was facilitated by the lines of trade routes, often densely present among the emerging strongholds (including the most important ones – kasztelanie). Currently, their presence is recorded in the natural landscape as anthropogenic earth embankments, often covered with forest or rich vegetation.

A detailed network of trade connections (map) made in ArcGIS Pro software, a geometrized diagram of strongholds in relation to rivers (with their utility classification) and current strongholds in the network of interdependencies, prepared in the Inkscape graphic program, and original maps made in QGIS, included in the article will be shown (Konstantinowski Puntos, Luc 2022) with specified certain and uncertain strongholds based on the catalog of gords and castles by Juliusz Marszałek. A spatial analysis of Kernel Density was also performed, taking into account the areas with the highest density of fortified settlements - which is useful in the topic of the poster in terms of the density of potential trade centers. Illustrations and supporting maps are also included to provide a better understanding of the topic for both experts and those less familiar with the subject.

The main result is the result in the form of a review of available literary and iconographic sources. Additionally, possible connections in the early Middle Ages will be characterized. Some gords developed faster and more than others. Therefore, trade was not only reflected in the form of trade routes, but also - especially - in the development of hillfort centers, with particular emphasis on their "economic zones" - the origin of later markets. Along with its military-refugial-social-strategic importance, it had significant significance. For example, open settlements (a type of rural development) were densely formed near the Vistula and Dunajec rivers. All analyzes will be supplemented with conclusions also drawn from the geoinformatical methods used.

Assessment of the Potential Use of Satellite Temperature Data and Spectral Indices for the Study of Urban Microclimate

Ewa Głowienka ^{1*}, Bartłomiej Rój ², Krystyna Michałowska ³

¹ AGH University of Krakow, Al. Mickiewicza 30, Krakow, Poland

² EXATEL SA, ul. Perkuna 47, 04-164 Warszawa, Poland

³ Gdańsk University of Technology, ul. Narutowicza 11/12, Poland

* corresponding author, eglo@agh.edu.pl

Keywords: microclimate, Landsat 8, spectral indices, surface temperature, NDVI

Abstract

The article presents an analysis of the microclimate of the city of Tarnów, utilizing multi-temporal satellite data from the Landsat 8 mission and spatial analysis methods. The aim of the study was to precisely determine the impact of changes in land cover forms on vegetation indices and surface temperature for four selected periods: 2013, 2015, 2018, and 2021 using the Google Earth Engine platform and advanced statistical tools. Atmospheric correction methods for satellite images were applied and correlated with meteorological data. Area classification algorithms based on Urban Atlas data allowed for an accurate definition of land cover forms. Based on the calculated spectral indices, such as NDVI, EVI, NDWI, and NDBI, areas with intense vegetation, water deficit, and urban development dynamics were identified. By combining NDVI with the thermal channel, detailed surface temperature distribution maps were obtained, identifying "heat islands" within the city. The final results provided insights into Tarnów microclimate and its relationship with global urbanization trends. The average values of the spectral indices and temperature analysis were compared with the literature, allowing for a deeper understanding of their relationships. The study's findings are significant not only for Tarnów but also for climate adaptation strategies and sustainable urban development in other agglomerations..

Ocena możliwości wykorzystania satelitarnych danych temperaturowych oraz wskaźników spektralnych do badania mikroklimatu miasta

Słowa kluczowe: mikroklimat, Landsat 8, wskaźniki spektralne, temperatura powierzchni, NDVI

Streszczenie

Artykuł prezentuje analizę mikroklimatu miasta Tarnowa, korzystając z wieloczasowych danych satelitarnych z misji Landsat 8 oraz metod analizy przestrzennej. Celem badania było precyzyjne określenie wpływu zmian form pokrycia terenu na wskaźniki wegetacji i temperaturę powierzchni dla czterech wybranych okresów: 2013, 2015, 2018 i 2021 za pomocą platformy Google Earth Engine i zaawansowanych narzędzi statystycznych. Zastosowano metody korekcji atmosferycznej obrazów satelitarnych i skorelowano je z danymi meteorologicznymi. Algorytmy klasyfikacji obszarowej bazujące na danych Urban Atlas pozwoliły dokładnie określić formy pokrycia terenu. Na podstawie obliczonych wskaźników spektralnych, takie jak NDVI, EVI, NDWI i NDBI, dokonano identyfikacji obszarów o intensywnej wegetacji, deficycie wody oraz dynamice rozwoju urbanistycznego. Łącząc NDVI z kanałem termalnym, uzyskano mapy rozkładu temperatury powierzchni, identyfikując "wyspy ciepła" w mieście. Końcowe wyniki dostarczyły informacji o mikroklimacie Tarnowa i jego relacji z globalnymi trendami urbanizacji. Średnie wartości wskaźników spektralnych i analiza temperatury zostały zestawione z literaturą, umożliwiając głębsze zrozumienie ich relacji. Wyniki badania mają znaczenie nie tylko dla Tarnowa, ale również dla strategii adaptacji klimatycznej i zrównoważonego rozwoju w innych aglomeracjach.

Analiza wiarygodności klasyfikacji obrazów Sentinel-2 w celu wykrywania wyrobisk górniczych

Beata Hejmanowska^{1,3}, Krystyna Michałowska^{2,3}, Ewa Głowienka^{1,3*}, Piotr Kramarczyk^{1,3}

¹ AGH University of Krakow, Al. Mickiewicza 30, Krakow, Poland

² Gdańsk University of Technology, ul. Narutowicza 11/12, Gdańsk, Poland

³ University of Agriculture in Krakow, ul. Mickiewicza 21, Krakow, Poland

* autor do korespondencji, eglo@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: Sentine-2, klasyfikacja obrazów, wyrobiska górnicze, Unet, GEE

Streszczenie

W badaniu analizowano wiarygodność klasyfikacji obrazów z satelity Sentinel-2 w kontekście wykrywania wyrobisk górniczych. W badaniach wykorzystano dwa różne podejścia: narzędzie Google Earth Engine (GEE) oraz model Unet. Wyniki klasyfikacji były zróżnicowane pod względem dokładności.

Pierwszym narzędziem, GEE, osiągnęło dokładność na poziomie około 75%. Choć GEE jest użytecznym narzędziem do analizy danych geoprzestrzennych, istnieją ograniczenia związane z dostępnymi danymi referencyjnymi, które mogą wpłynąć na dokładność klasyfikacji.

Druga metoda, wykorzystująca model Unet, osiągnęła znacznie wyższą dokładność klasyfikacji na poziomie około 95%. Unet jest modelem sieci neuronowej często używanym do segmentacji obrazów, co może być przydatne w wykrywaniu wyrobisk górniczych. Jednakże, Unet również ma swoje ograniczenia i wymaga odpowiedniego przygotowania danych szkoleniowych.

Warto zwrócić uwagę, że choć Unet osiągnął wyższą dokładność, to oba podejścia mogą być przydatne w zależności od dostępności danych i celów badawczych. Ostateczny wybór narzędzia zależy od konkretnej sytuacji i dostępności danych referencyjnych.

The second method, using the Unet model, achieved significantly higher classification accuracy at around 95%. Unet is a neural network model often used for image segmentation, which can be valuable in detecting mining sites. However, Unet also has its limitations and requires appropriate training data preparation.

It's worth noting that while Unet achieved higher accuracy, both approaches can be useful depending on data availability and research objectives. The final choice of tool depends on the specific situation and the availability of reference data.

Integracja danych z teledetekcji w systemie kontroli dopłat bezpośrednich do rolnictwa (IACS)

Beata Hejmanowska

¹ AGH University of Krakow, Al. Mickiewicza 30, Krakow, Poland

Streszczenie

Badania te skupiają się na integracji danych teledetekcyjnych w celu uproszczenia procedur kontroli w ramach Zintegrowanego Systemu Zarządzania i Kontroli (IACS) dotacji bezpośrednich w rolnictwie. Tradycyjnie kontrole obejmowały pomiary terenowe lub teledetekcyjne, w Polsce w oparciu o ortofotomapy lotnicze. Dostępne w programie Copernicus Europejskiej Agencji Kosmicznej obrazy Sentinel-1 i Sentinel-2, umożliwiają obecnie wyeliminowanie pomiarów terenowych, nazywanych kontrola na miejscu (on-the-spot). Celem naszych badań było zbadanie możliwości uproszczenia kontroli. Inspiracją była publikacja Maponya i innych, w której zaprezentowano wyniki klasyfikacji upraw z wykorzystaniem jednej rejestracji ale wykonanej w określonym okresie fenologicznym roślin, mianowicie 4 tygodnie przed żniwami.

W naszych badaniach zastosowaliśmy podejście dwuetapowe. W pierwszym etapie wykorzystano sieć neuronową typu Unet do klasyfikacji typów pokrycia terenu na obszarach rolniczych, z specyficznymi zdefiniowanymi klasami, w celu umożliwienia wytrenowania sieci niezależnie od pory roku. Drugi etap obejmował rozpoznawanie upraw na poziomie roślin w dwóch kontrastujących regionach rolniczych w Polsce, Świdwin i Kolbuszowa, wykorzystując różne metody klasyfikacji, w tym Random Forest, CART i SVM. Wyniki porównano wynikiem klasyfikacji multitemporalnej.

Klasyfikacja z wykorzystaniem sieci Unet pozwoliła na osiągnięcie dokładności na poziomie 91% w Kolbuszowej, podczas gdy metody RF i SVM pozwoliły na osiągnięcie dokładności odpowiednio 78% i 80%. W drugim etapie dokładność w rejonie Świdwin wyniosła 81% dla obrazów wieloczasowych i 79% dla pojedynczej rejestracji wykonanej 4 tygodnie przed żniwami. W Kolbuszowej metoda RF pozwoliła na uzyskanie lepszej dokładności (82% dla obrazów wieloczasowych, a 39% dla pojedynczej sceny Sentinael-2 przez żniwami).

W dyskusji zwracamy uwagę na znaczenie dokładnego raportowania miar w zastosowaniach uczenia maszynowego, ze szczególnym uwzględnieniem rozróżnienia między dokładnością a ogólną dokładnością (overall accuracy, OA). Często pojawiają się problemy z oceną wiarygodności analiz dokładności, gdy te pojęcia są używane zamiennie.

Podsumowując, dla większych pól rolniczych jednorazowa rejestracja obrazów Sentinel-2 może pozwolić na uzyskanie dokładności klasyfikacji upraw na poziomie około 80%, porównywalną z analizą obrazów wieloczasowych. Jednak dla mniejszych pól bardziej odpowiednie są obrazy wieloczasowe i jednorazowa rejestracja lotnicza. Badanie podkreśla konieczność stosowania odpowiednich miar dokładności przy raportowaniu wyników oraz wzmacnia znaczenie teledetekcji w nowoczesnych procedurach kontroli w rolnictwie.

Integration of Remote Sensing Data for Control in the System of Direct Agricultural Subsidies (IACS)

Abstract

This research focuses on the integration of remote sensing data to enhance the control procedures within the Integrated Administration Control System (IACS) for direct payments in agriculture. Traditionally, these controls involved field visits or remote assessments using sources like aerial photos. However, the European Space Agency's Copernicus program, specifically the Sentinel-1 and Sentinel-2 images, now enables remote sensing measurements to replace on-site inspections. This research aims to streamline the control methodology, drawing inspiration from Maponya et al.'s work in pre-harvest crop classification using a single registration of Sentinel-2 imagery.

In this study, a two-stage approach was adopted. First, a neural network, Unet, was trained for classifying land cover types in agricultural areas, with a focus on specific crop classes. The second stage involved plant-level crop recognition in two contrasting agricultural regions in Poland, Świdwin and Kolbuszowa, employing various classification methods, including Random Forest, CART, and SVM. Results were compared between multi-temporal and single-registration imagery.

The preliminary Unet model achieved a 91% accuracy in Kolbuszowa, while Random Forest and Artificial Neural Network (ANN) methods reached 78% and 80%, respectively. In the second stage, the accuracy in the Świdwin area was 81% for multi-temporal images and 79% for single pre-harvest images. In Kolbuszowa, the Random Forest method outperformed others with 82% accuracy for multi-temporal imagery, but single Sentinel-2 image registration reached only 39% accuracy just before harvest.

The discussion highlights the importance of accurate reporting of metrics in machine learning applications, specifically distinguishing between accuracy and overall accuracy (OA). Confusion often arises when these terms are used interchangeably, and the project exemplifies how different metrics can yield varying results.

In summary, for larger agricultural fields, single Sentinel-2 image registration can achieve crop classification accuracy of around 80%, comparable to multi-temporal image analysis. However, for smaller fields, multi-temporal imagery and single aerial registration are more suitable. The study emphasizes the need to use the appropriate accuracy metrics when reporting results and reinforces the importance of remote sensing in modern agricultural control procedures.

Radiometric Calibration in the Multivariate Method of Mining Excavation Detection

Krystyna Michałowska^{1,3*}, Tomasz Pirowski^{2,3}, Ewa Głowienka^{2,3}

¹ *Gdańsk University of Technology, ul. Narutowicza 11/12, Gdańsk, Poland*

² *AGH University of Krakow, Al. Mickiewicza 30, Krakow, Poland*

³ *University of Agriculture in Krakow, ul. Mickiewicza 21, Krakow, Poland*

* *autor do korespondencji, eglol@agh.edu.pl*

Słowa kluczowe: Mining excavation detection, Spectral indices, Radiometric calibration, Classification accuracy

Abstract

The aim of this article is to analyze the potential for improving the detection of mining excavations through the application of radiometric calibration in a multivariate model based on spectral indices: CBI, BAEI, BRBA, NDVI, and NDWI. Research indicates that the traditional approach, which involves setting individual threshold values for different research areas, leads to significant variability in PA and UA accuracies between different data sets. In response to this challenge, radiometric calibration of images was proposed, aimed at enabling the use of averaged threshold values for any test area.

Preliminary results suggest that radiometric calibration significantly stabilizes the analysis outcomes, reducing accuracy fluctuations and ensuring consistent results. A notable reduction in variability of PA and UA accuracies was observed - from 80% and 60% before calibration to 35% and 55% respectively after calibration. The overall classification accuracy of excavations remains at approximately 74%, while simultaneously reducing the discrepancy between producer's (PA) and user's (UA) accuracy.

Although the proposed approach requires the designation of calibration points, the conducted research indicates the potential for automating this process. Current methods rely on manually setting calibration points, yet future research directions should focus on methods for their automatic recognition. This endeavor represents a step towards the creation of a fully automated system for mining excavation detection based on Sentinel-2 data.

Identyfikacja koron drzew na wysokorozdzielczych obrazach satelitarnych

Stanisław Łażewski¹, Jacek Chojnacki², Antoni Jamiołkowski¹, Anna Fiedukowicz¹,
Jędrzej Bojanowski^{2*}

¹ QED Software Sp. z o.o., Warszawa, Poland

² CloudFerro S.A., Warszawa, Poland

* Corresponding author

Słowa kluczowe: korony drzew, głębokie sieci neuronowe, teledetekcja satelitarna, uczenie maszynowe, Pleiades, UNet

Streszczenie

Dokładna identyfikacja i mapowanie pojedynczych drzew ma szerokie zastosowanie. W leśnictwie umożliwia precyzyjną inwentaryzację lasów i zarządzanie nimi w kontekście zasobów drewna, magazynowania dwutlenku węgla czy też wykrywania nielegalnej wycinki drzew. W rolnictwie pomaga w ocenie przestrzegania przepisów dotyczących występowania zadrzewień na terenach rolniczych czy zachowania bioróżnorodności. Na obszarach miejskich identyfikacja drzew wspiera planowanie przestrzenne i rozwój zielonej infrastruktury, poprawiając jakość życia w miastach przy jednoczesnym promowaniu zrównoważonego rozwoju. Zastosowanie zdjęć satelitarnych pozwala na identyfikację drzew na dużych obszarach, co jest kluczowe w wyżej wymienionych zastosowaniach. W niniejszym opracowaniu zastosowano zdjęcia optyczne Pleiades o rozdzielczości 2.5 metra przetworzone techniką pan-sharpening do 0.5 metra. Model identyfikacji drzew bazuje na głębokiej sieci neuronowej UNet (Freudenberg et al. 2022, doi.org/10.1007/s00521-022-07640-4), która została wytrenowana na podstawie danych uczących o lokalizacji występowania drzew. Od danych lidarowych, po usunięciu niskiej roślinności oraz zabudowy, został odjęty numeryczny model terenu i po zastosowaniu odpowiednich progów zostały wyekstrahowane dane o drzewach, które następnie zostały poddane intensywnej kontroli wizualnej. W ten sposób wygenerowano 785 kwadratów o wymiarach 512x512 pikseli o rozdzielczości 0.5 metra, co daje przeszło 50 km² danych referencyjnych dla 18 krajów (Austria, Belgia, Białoruś, Dania, Estonia, Finlandia, Francja, Holandia, Niemcy, Litwa, Łotwa, Polska, Rumunia, Słowacja, Słowenia, Szwajcaria, Szwecja, Węgry) w kilku terminach sezonu wegetacyjnego. Przeprowadzona walidacja (tj. nałożenie mapy obrysów wykrytych koron na dane referencyjne nie użyte przy treningu modelu) wykazała, że sieć potrafi identyfikować pojedyncze drzewa z dokładnością 0.96-0.99 (accuracy), 0.83-0.95 (F1-score) i 0.71-0.90 (indeks Jaccarda), gdzie przedziały są związane ze zmiennością metryk w przestrzeni. Wyniki wskazują, że przedstawione podejście pozwala na skutecznie wyznaczanie poszczególnych koron drzew na obrazach optycznych o wysokiej rozdzielczości na dużych obszarach, prawdopodobnie nawet w skali krajowej czy kontynentalnej.

Abstract

Accurate identification and mapping of individual trees have a wide range of applications. In forestry, it enables precise forest inventory and management in the context of timber resources, carbon storage, or the detection of illegal tree felling. In agriculture, it helps to assess compliance with regulations for the presence of tree canopies on agricultural land or the preservation of biodiversity. In urban areas, tree identification supports urban planning and green infrastructure development, improving the quality of life in cities while promoting sustainable development. The use of satellite imagery allows the identification of trees over large areas, which is crucial for the above-mentioned applications. This study uses Pleiades optical imagery with a resolution of 2.5 meters processed using a pan-sharpening technique down to 0.5 meters. The tree identification model is based on UNet's deep neural network (Freudenberg et al. 2022, doi.org/10.1007/s00521-022-07640-4). To generate training data, a numerical terrain model was subtracted from the lidar data, after removing low vegetation and buildings, and tree data were extracted after applying appropriate thresholds, which were then subjected to intensive visual inspection. In this way, 785 512x512 pixel squares with a resolution of 0.5 meters were generated, yielding reference data for more than 50 km² across 18 countries (Austria, Belgium, Belarus, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Hungary, Lithuania, Latvia, the Netherlands, Poland, Romania, Slovakia, Slovenia, Switzerland, Sweden) at several dates during the growing season. The validation performed (i.e., superimposing the contour map of the detected tree crowns on the reference data not used in the training) showed that the network can identify individual trees with an accuracy of 0.96-0.99 (accuracy), 0.83-0.95 (F1-score), and 0.71-0.90 (Jaccard index), where the ranges are related to the variability of the metrics in space. The results indicate that the presented approach can effectively delineate individual tree crowns in high-resolution optical images over large areas, possibly even on a country or continental scale.