

**STAN OBECNY I KIERUNKI ROZWOJU FOTOGRAMETRII,  
TELEDETEKCJI I GIS W ŚWIETLE XXII KONGRESU ISPRS**

**THE PRESENT STATE AND DEVELOPMENT DIRECTIONS  
OF PHOTOGRAMMETRY, REMOTE SENSING AND GIS IN THE FACE  
OF XXII ISPRS CONGRESS**

**Andrzej Borkowski<sup>1</sup>, Aleksandra Bujakiewicz<sup>2</sup>, Ireneusz Ewiak<sup>3</sup>,  
Romuald Kaczyński<sup>4</sup>, Krystian Pyka<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Instytut Geodezji i Geoinformatyki, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

<sup>2</sup> Instytut Fotogrametrii i Kartografii, Politechnika Warszawska

<sup>3</sup> Zakład Fotogrametrii, Instytut Geodezji i Kartografii w Warszawie

<sup>4</sup> Instytut Geodezji, Wojskowa Akademia Techniczna

<sup>5</sup> Katedra Geoinformacji, Fotogrametrii i Teledetekcji Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie,

SŁOWA KLUCZOWE: fotogrametria, teledetekcja, informacja przestrzenna, trendy, kongres, komisje

STRESZCZENIE: W dniach od 25 sierpnia do 1 września 2012 roku odbył się w Melbourne XXII Kongres Międzynarodowego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji. Kongres zgromadził 1940 uczestników z 74 krajów. Zaprezentowanych zostało ogółem 1150 referatów na 238 sesjach, odbywających się w większości równolegle, po kilka w tym samym czasie. W referacie został dokonany krótki przegląd najważniejszych zagadnień przedstawionych w ramach sesji plenarnych, audytoryjnych oraz posterowych. Na podstawie materiałów konferencyjnych, rozmów z wystawcami oraz obserwacji własnych, zidentyfikowano kierunki rozwoju oraz trendy we współczesnej fotogrametrii, teledetekcji oraz geograficznych systemach informacyjnych. Tematyka referatów prezentowanych na poszczególnych sesjach była ściśle związana z zakresem merytorycznym 8. Komisji Technicznych ISPRS. Dotyczyła zarówno tradycyjnych i nowych sensorów dla pozyskiwania danych, z platform lotniczych, satelitarnych i naziemnych, jak i nowych podejść dla ich automatycznego przetwarzania, analiz i prezentacji. W referacie zwrócono uwagę na coraz większe możliwości zdalnego pozyskiwania danych źródłowych. Przykładem tego jest nowy wysokorozdzielczy system satelitarny Pleiades, wieloobiektywowa kamera Leica RCD30 Oblique z możliwością jednoczesnej rejestracji obrazów pod różnymi kątami i w różnych zakresach spektralnych, technologia UAV, kamera 3D Kinect, a także powszechnie dostępne systemy iPad oraz iPhone. Stwierdzono, że szybki rozwój coraz dokładniejszych systemów nawigacyjnych dla bezpośredniej georeferencji pozyskiwanych danych, wielo-obrazowy matching, integracja danych z różnych sensorów, coraz bardziej wyrafinowane metody przetwarzania i wizualizacji dostarczają najwyższej jakości produktów, które są użyteczne w wielu zastosowaniach.

W referacie, zostały przedstawione także ważniejsze informacje dotyczące działalności ISPRS w kadencji 2012-2016, które były tematem wielogodzinnych posiedzeń Generalnego Zgromadzenia (General Assembly) ISPRS.

## 1. ZAGADNIENIA Z ZAKRESU TEMATYCZNEGO KOMISJI I ISPRS

Komisja I ISPRS zajmuje się zagadnieniami związanymi z sensorami i platformami dedykowanymi pozyskiwaniu danych obrazowych. Działalność tej Komisji obejmuje tematykę w zakresie:

- projektowania oraz realizacji misji lotniczych i satelitarnych dla obserwacji Ziemi,
- konstruowania i instalacji różnych sensorów, w tym obrazowych,
- standaryzacji definicji paramentów sensorów oraz ich pomiarów i integracji w różnych systemach,
- właściwości geometrycznych i radiometrycznych, standardów dokładności oraz czynników wpływających na jakość danych obrazowych,
- testowania, kalibracji i oceny sensorów,
- integracji urządzeń pokładowych platformy pomiarowej w aspekcie jej nawigacji, pozycjonowania oraz orientacji,
- pozyskiwania i wstępnego przetwarzania danych, w tym za pośrednictwem systemów autonomicznych,
- analizy systemów i nośników do rejestracji danych obrazowych oraz metadanych,
- standardów transformacji danych obrazowych i innych.

Prezydentem Komisji I jest Naser El-Sheimy z Uniwersytetu w Calgary. Obejmuje ona 6 dyscyplinarnych oraz 2 interdyscyplinarne Grupy Robocze. Zakres tematyczny poszczególnych Grup Roboczych dotyczy:

- standaryzacji interfejsu platformy lotniczej (WG I/1),
- sensorów LIDAR, SAR oraz sensorów optycznych dla platform lotniczych i satelitarnych (WG I/2),
- kalibracji wielosensorowych platform lotniczych i satelitarnych (WG I/3),
- geometrycznego i radiometrycznego modelowania optycznych sensorów satelitarnych (WG I/4),
- integracji systemów w aspekcie pozycjonowania i nawigacji sensora (WG I/5),
- małych satelitów obserwacyjnych Ziemi (WG I/6),
- systemów bezzałogowych platform UVS (ICWG I/V),
- naziemnych systemów mapowania mobilnego (ICWG V/1).

Poniżej przedstawione zostały najważniejsze zagadnienia odpowiadające tematyce poszczególnych grup roboczych.

Obecnie w systemie InSAR DGPS/IMU's osiągnięta jest wysoka dokładność rejestracji pomiaru prędkości, np. dla systemu POS/AV 510's po procesingu wynosi ona 0.05 m/s. DGPS/IMU's wyznacza pozycję z dokładnością  $\pm 0.06$  m. W lotniczym zbieraniu danych z radarowego systemu InSAR dokładność pozycjonowania przez POS/AV wynosi  $0.05 \div 0.3$  m, pomiaru prędkości lotu  $\pm 0.005$  m/s, pomiaru kątów  $\pm 0.005^\circ$ , co pozwala na opracowania map topograficznych w skali 1:10 000 i generowania NMT w rejonach górskich z dokładnością  $\pm 5$  m. Nowością jest stosowanie GPS/IMU i metody aerotriangulacji wspólnie (metoda zwana „Integrated Sensor Orientation”), co pozwala na zredukowanie ilości fotopunktów w bloku zobrazowań. Elementy orientacji zewnętrznej dostarczane przez system GPS/IMU używane są do wyrównania aerotriangulacji metodą wiązek, której wyniki otrzymuje się z wysoką dokładnością. Pozwalają one na opracowanie

stereogramów bez dodatkowego strojenia modeli, gdyż są wolne od poprzecznej paralaksy szczątkowej.

Firmy Vexcel Imaging Austria i Microsoft Photogrammetry skonstruowały nową wielkoformatową kamerę fotogrametryczną z matrycą zawierającą 20010 pikseli zorientowanych poprzecznie i 13080 zorientowanych wzdłuż kierunku lotu samolotu. Zastosowano w tym celu nowe detektory CCD, nowy układ optyczny i elektroniczny system do sterowania rejestracją danych obrazowych. Kamera UltraCam Xp (17310 x 11310 pikseli) została wyposażona w nowe oprogramowanie UltraMap V.3, które automatycznie opracowuje cyfrowe obrazy bloku włącznie z generowaniem DEM i ortoobrazów. Mozaikowanie ortoobrazów wraz z korekcją barw i radiometrii jest przeprowadzane również automatycznie. Opracowano również oprogramowanie do generowania tzw. „true orto”. Firma Z/I Imaging zaprezentowała nową lotniczą wielkoformatową kamerę cyfrową DMC II 140, 230 i 250 rejestrującą obrazy w zakresie panchromatycznym. Detektory CCD zawierają odpowiednio: 140/230/250 milionów pikseli, których liczba nie była dotychczas osiągalna w lotniczej fotogrametrii cyfrowej. Nową wielkoformatową kamerą fotogrametryczną jest również Leica ADS80 z bezpośrednią rejestracją elementów orientacji każdej linii skanowania za pomocą systemu IPAS 20. Zaprezentowana została również nowa kamera Leica RCD30 do wykonywania zobrazowań miast za pośrednictwem systemu obiektywów, z których jeden wykonuje zdjęcia nadirowe, zaś cztery pozostałe zdjęcia ukośne pod kątem 35° lub 45°.

Kalibracja mobilnych systemów mapowania (MMS) integruje wiele sensorów obrazujących z systemem określającym pozycje i elementy orientacji (POS) z urządzeniami GPS i INS, np.: MIDAS (Multi-camera Integrated Digital Acquisition System) składa się 4 kamer wychylonych i jednej kamery wykonującej zobrazowania nadirowe. Konstrukcja tych kamer wzorowana jest na modelu Canon EOS 1DS Mark 3 z obiektywami firmy Carl Zeiss. Matryca obrazowa każdej z nich posiada wymiary 5616 x 3744 pikseli (21 MPixels), przy czym fizyczny wymiar piksela wynosi 6.4 mikrometra. Dokładność geometryczna zobrazowań wynosi  $1 \div 1.5$  GSD (Ground Sample Distance) dla współrzędnych płaskich oraz  $2 \div 2.5$  GSD dla współrzędnej horyzontalnej. NMT i NMPT oraz ortoobrazy generowane są z sekwencji pionowych, a zobrazowania ukośne wykorzystane są do kreowania modeli 3D (głównie miast). W celu osiągnięcia takich dokładności wykorzystuje się ściśle matematyczne zależności i samo-kalibrację kamer z użyciem dodatkowych parametrów. Wykorzystuje się m.in. przetwarzanie Fourierowskie, gdyż jest ono ściśle, ortogonalne i efektywne, gdy jest stosowane do kalibracji kamer lotniczych. Wykorzystanie przetworzeń Fourierowskich jest teoretycznie i praktycznie dokładniejsze od popularnie stosowanego w kalibracji przetwarzania z wykorzystaniem wielomianów. Zobrazowania nachylone są coraz częściej wykorzystywane w celu uzupełnienia luki pomiędzy lotniczymi zdjęciami pionowymi a zdjęciami wykonywanymi z mobilnych kamer naziemnych.

Przedstawione zostały metody i wyniki określenia dokładności generowania NMPT i NMT na podstawie stereoskopowych panchromatycznych zobrazowań WorldView2 i GeoEye. Otrzymane dokładności NMPT, generowanego metodą korelacji obrazów, są zbliżone do dokładności otrzymywanych z opracowań małoskalowych zdjęć lotniczych. Przedstawiono dwie metody samo-kalibracji kamer cyfrowych oraz metodę rejestracji obrazu z wykorzystaniem ścisłego modelu sensora i danych z NMT. Proponowana jest kalibracja kamer nie tylko w warunkach laboratoryjnych, ale dodatkowo kalibracja

w trakcie lotu samolotu, w celu otrzymania parametrów kamery i zobrazowań w warunkach naturalnych, takich jak m.in. dane radiometryczne, spektralne i geometryczne. Planowana jest misja niemieckiego satelity z hiperspektralnymi kanałami EnMAP (Environmental Mapping and Analysis Program). Przedstawiono wyniki orientacji modelu stereoskopowego WorldView-2 bez użycia fotopunktów.

Zobrazowania otrzymane z pułapu lotniczego zdarzają się często miejscami nieostre, co spowodowane jest głównie przez turbulencje jakim podlega samolot podczas wykonywania zobrazowań terenu. W związku z powyższym przedstawiono metody wykrywania takich rejonów z rozmazem obrazu. Firma Microsoft inicjuje program „Globalne Orto”.

UAV (w jez. polskim BSL) wykorzystuje się coraz częściej do precyzyjnych opracowań rejonów rolniczych. Ustalono, że Mini-UAV bez kamer ale z systemem nawigacyjnym i GPS powinien charakteryzować się wagą poniżej 3.5 kG. Jednym z takich systemów jest np. HiSystems MK-Okto z kamera termalną NEC F30 IS. Opracowanie map w skali 1:500 z zobrazowań UAV obejmuje:

- kalibrację kamery,
- wzmocnienie obrazu,
- orientację obrazu (georeferencja),
- generowanie NMT,
- pomiary na modelu stereoskopowym obiektów terenowych,
- nałożenie tekstury obrazu na NMT i stereoskopowe wykreślenie obiektów terenowych.

Pierwszego satelitę Pleiades1A umieszczono na orbicie 16 grudnia 2011, a drugi 1B będzie umieszczony na orbicie w końcu tego roku. Zobrazowania są rejestrowane w pasie 20 km w kanale panchromatycznym (PAN) z GSD=0.7 m i wielospektralnym (XS) z GSD=2.8 m, co pozwala na otrzymanie zobrazowań w barwach naturalnych lub umownych z pikselem 70 cm (po połączeniu PAN+XS). System ten wspomagać będzie wojskowy francuski system Helios 2 oraz planowane satelity SPOT-6 i 7. System dwóch satelitów Pleiades cechuje:

- możliwość zobrazowania dowolnego obszaru na powierzchni Ziemi codziennie w kanale panchromatycznym z GSD=0,7m (dla rejestracji nadirowej),
- cztery kanały spektralne (B, G, R, NIR) z GSD=2,8m,
- szerokość pasa w nadirowym zobrazowaniu - 20km,
- stereoskopowe zobrazowanie od 20 km do 300 km,
- możliwość pozyskania danych obrazowych z obszaru do 2.5 mln km<sup>2</sup> w okresie roku,
- dokładność położenia punktu na poziomie CE90% = 16m.

Mobilny LiDAR wykorzystano ostatnio z powodzeniem do rejestracji i opracowania map zniszczeń w wyniku silnego trzęsienia Ziemi w Japonii. Uzyskano dokładność opracowania na poziomie RMS XY=6.3 cm oraz RMS Z=4.6 cm. W Tabeli 1 zamieszczono przyjęte w Japonii standardy dokładnościowe map.

Tabela 1. Standardy dokładnościowe map stosowane w Japonii

Klasa	RMS [cm]	Tolerancja [cm]	Zastosowanie
A1	2	6	Zabudowa miejska, duże miasta
A2	7	20	Zabudowa miejska, miasta średnie

A3	15	45	Pozostałe miasta, wsie
B1	25	75	Tereny rolnicze
B2	50	150	Lasy, nieużytki
B3	100	300	Rejony pod zalesienia
Nowa	20	60	Rejony zniszczone trzęsieniami Ziemi

W terminie 22-24 września 2013 roku w Pekinie, Chiny odbędzie się Międzynarodowe Sympozjum nt. „Calibration of Medium-high Resolution Optical Imaging Satellite” organizowane wspólnie przez ISPRS WGII/1, WGI/4 i Satellite Surveying and Mapping Application Center, National Administration of Surveying Mapping and Geoinformation (NASG).

## 2. ZAGADNIENIA Z ZAKRESU TEMATYCZNEGO KOMISJI II ISPRS

Komisja II ISPRS, której prezydentem jest John Shi z Politechniki w Hong Kongu, zajmuje się teorią i podstawowymi pojęciami z zakresu informacji przestrzennej. Obecnie w ramach działalności tej Komisji podejmowane są działania związane z modelowaniem przestrzeni w funkcji czasu, złożoną (wielowątkową) reprezentacją danych przestrzennych, analizami przestrzennymi na podstawie których pozyskiwane są nowe dane, planowaniem przestrzennym i związanymi z nim systemami wsparcia decyzyjnego, wizualizacją danych przestrzennych, a także oceną jakości realizowanych przetworzeń. W szczególności Komisja II zajmuje się zagadnieniami z zakresu:

- podstaw projektowania przestrzennych baz danych, struktury danych przestrzennych oraz analiz przestrzennych,
- agregacji, generalizacji, zbierania i interpretacji danych obrazowych i wektorowych,
- systemów przestrzennych wsparcia decyzyjnego,
- przetwarzania, analiz i modelowania wielowymiarowych danych geoprzestrzennych,
- systemów integracji i prezentacji przetwarzanych danych i informacji geograficznych,
- współdziałania heterogenicznych systemów informacji przestrzennej,
- semantycznej i geometrycznej integracji heterogenicznych systemów informacji przestrzennej,
- komunikacji i wizualizacji danych przestrzennych,
- pozyskiwania, filtracji, odzyskiwania oraz rozprzestrzeniania danych,
- oceny jakości danych przestrzennych oraz opracowania przestrzennego modelu (wzorca) jakości.

Komisja II obejmuje 7 dyscyplinarnych oraz 2 interdyscyplinarne Grupy Robocze, w ramach których podejmowane są działania dotyczące:

- modelowania przestrzenno-czasowego (WG II/1),
- metod prezentacji danych przestrzennych na różnych poziomach szczegółowości (WG II/2),
- analiz przestrzennych w aspekcie pozyskiwania nowych danych (WG II/3),
- niezawodności modelowania i kontroli jakości danych przestrzennych (WG II/4),
- tworzenia wielowymiarowych i mobilnych modeli danych (WG II/5),
- wizualizacji i odtwarzania rzeczywistości wirtualnej (WG II/6),
- wspierania decyzji przestrzennych i lokalizacji bazowej usług (WG II/7),

- współdziałania danych semantycznych i ontologii dla informacji geoprzestrzennych (WG II/IV)
- budowy sieci geo-sensorów i geo-gridów (WG IV/II).

W ramach powyższej tematyki ogłoszonych zostało 89 referatów, które były prezentowane na 17 sesjach tematycznych oraz 3 sesjach posterowych. Autorzy referatów reprezentowali 31 państw oraz 5 kontynentów, przy czym wystąpienia na sesjach zdominowali naukowcy z Azji (46%), a w szczególności z Chin. Referaty prezentowane w ramach Komisji II zostały opublikowane w wydawnictwie International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXIX-B2, 2012.

W zakresie modelowania przestrzenno-czasowego (WG II/1) ważną pozycję zajmuje klasyfikacja obiektowa wysokorozdzielczych obrazów satelitarnych, w tym Word View -2, która wykorzystywana jest min. do wspomagania mapowania wód przybrzeżnych oceanów, a w szczególności linii brzegowej, rafy koralowej oraz łąt glonów (Roelfsema, 2012). Podejmowane są badania nad opracowaniem modelu relacji topologicznych obiektów przestrzennych (Zhou *et al.*, 2012). W tego typu modelu obiekt przestrzenny jest w całości traktowany jako argument w odróżnieniu od tradycyjnego jego podziału na część wewnętrzną oraz granice, zaś wyliczone argumenty uwzględniają, samo przez się, jedynie włączone obiekty. Do wyróżnienia relacji topologicznych pomiędzy obiektami przestrzennymi wykorzystywane są obecnie dwa typy operacji logicznych (iloczyn i różnica), których skuteczność mierzy się liczbą Eulera. Precyzyjne określenia przypadków występowania wspólnych punktów i linii dla par analizowanych obiektów przestrzennych uzyskiwane jest poprzez wprowadzenie parametru stopnia punktu, zaś prawidłowa relacja topologiczna tych obiektów w przestrzeni 2D identyfikowana jest poprzez sekwencje liczby przecięć (wspólnych części) danego typu przecięcia. Zauważono również, że konwencjonalne systemy informacji geograficznej dotyczą głównie osobliwości geograficznych i w niewielkim stopniu zdolne są do reprezentowania zjawisk dynamicznych (Shi *et al.*, 2012). Jakościowa reprezentacja zmian przestrzenno-czasowych wiąże się ściśle z analizami ontologicznymi oraz propozycją nowej ich taksonomii, które są podstawą do budowy standardowego modelu tych zmian. Do ich rejestracji coraz częściej wykorzystuje się autonomiczne mini roboty wyposażone w kompaktowe skanery laserowe (Hofmann *et al.*, 2012). Autonomiczne poruszanie się takiego robota wymaga wysoce precyzyjnego systemu nawigacji, przy czym dokładność techniki GPS jest w tym zakresie niewystarczająca. Alternatywą jest użycie naturalnych punktów orientacyjnych o znanej przybliżonej pozycji. Odnotowano nowatorskie rozwiązanie w zakresie rejestracji danych do tworzenia numerycznego modelu rzeźby terenu (Almog *et al.*, 2012). Rozwiązanie to oparte jest na właściwościach rozkładu fali elektromagnetycznej, którego analiza posłużyła do odtworzenia modelu szkieletowego jako pierwszego poziomu w hierarchicznej strukturze DTM. Stwierdzono, że podstawą do wprowadzenia w życie czasowego GIS jest nowe podejście do modelowania przestrzeni i czasu, bazujące na koncepcji typów danych (konstrukcyjne, pomocnicze, operatory) wewnątrz bazy danych (Raza, 2012). Zmiany przestrzenno-czasowe (dziennie przemieszczenia zjawisk, obiektów, itp.) są rejestrowane również poprzez modelowanie bazujące na maksymalnej wartości entropii z wykorzystaniem cech środowiskowych takich jak topograficzna rzeźba terenu, gęstość wegetacji, struktura oraz warunki glebowe (Howard *et al.*, 2012)

W zakresie metod prezentacji danych przestrzennych (WG II/2) dużo miejsca poświęcono dopasowaniu (matchingu) identycznych obiektów pochodzących z różnych zestawów danych (Molenaar *et al.*, 2012). W szczególności problem dotyczył poligonów budynków charakteryzujących różny poziom szczegółowości (detali) oraz doboru odpowiednich kryteriów (parametrów) ich dopasowania ściśle skorelowanych z opracowanymi poglądowymi wzorcami klasyfikacji. Poruszane były również zagadnienia związane z automatycznym modelowaniem budynków zgodnym ze standardem CityGML (odwołanie do rekonstrukcji abstrakcyjnych poziomów struktury dachu). Podstawą tego modelowania był precyzyjny numeryczny model pokrycia terenu pozyskany na podstawie stereoskopowych obrazów satelitarnych (WorldView-2), który posłużył do automatycznego generowania wspomnianych poziomów struktury dachu aproksymując jego pryzmatyczny i parametryczny kształt (Arefi *et al.*, 2012). Obserwuje się również wykorzystanie danych teledetekcyjnych do badań głównych koncepcji urbanistycznych takich jak: mobilność, centralizacja, natura, przestrzeń miejska, konsumpcja, wyłączenia, itp. (Masev, 2012). W szczególności badaniu podlegają związki pomiędzy strukturą (rzeczywisty, namacalny obiekt) i funkcją (niematerialne zachowanie), które odpowiadają kontrastowi pomiędzy klasyfikacją pokrycia terenu i jego użytkowaniem. Udział teledetekcji dotyczy dwóch zasadniczych obszarów działania, z których jeden sprowadza się do poszukiwań odpowiedniej skali przestrzennej dla analiz, drugi zaś oszacowania czasowego opóźnienia pomiędzy materialnością obiektów miejskich i procesu planowania, który to poprzedził. Wiele uwagi poświęcono również problemowi generalizacji powierzchni terenu na mapach wektorowych. Zaprezentowana została wnikliwa analiza ewaluacji systemu indeksowania algorytmu generalizacji warstw. Na szczególną uwagę, w zakresie generalizacji map, zasługuje opracowanie algorytmu generowania modelu TIN wykorzystującego potokowe techniki obliczeniowe (Shen *et al.*, 2012). Algorytm ten bazuje na procesie partycjonowaniu danych, który balansuje obciążenie procesu obliczeniowego i może być podstawą dla generalizacji map.

Prezentowane w ramach Grupy Roboczej WG II/3 analizy przestrzenno-czasowe dotyczyły wykrywania form przestępczości w skupiskach miejskich (Cheng *et al.*, 2012) a także obszarów redukcji drzewostanu w strefach chronionych (Vieira *et al.*, 2012). Na podstawie wspomnianych analiz budowane były relacje pomiędzy zmianami wegetacji roślinności w strefach urbanistycznych a danymi społeczno-ekonomicznymi (Fonseca *et al.*, 2012). Zaprezentowana została nowa metoda matchingu cech wieloboków, którymi opisywana jest większość elementów topograficznej powierzchni terenu (Meng *et al.*, 2012). W metodzie tej główne punkty opisujące kształt wieloboku są ekstrahowane metodą uproszczenia jego zarysu, reprezentowanego funkcją przybliżoną. Funkcja ta bazuje na własności poligonów, które przebiegają wzdłuż opisywanych krawędzi pokrywając możliwie najmniejszy obszar. W zakresie analiz bazodanowych przedstawiona została struktura VMR oparta na zapytaniach dotyczących podobieństw przestrzeni (Fu *et al.*, 2012). W odniesieniu do metod pozyskiwania danych przestrzennych zwrócono uwagę na ważną rolę technologii LiDAR w opisie terenu zurbanizowanego, nowatorskie metody modelowania rozkładu gatunków fauny i flory w zwartych kompleksach leśnych, współdziałanie metod teledetekcyjnych i technik modelowania w szacowaniu przestrzenno-czasowych zmian zawartości chlorofilu w środowisku wodnym. Przedstawione zostały możliwości w zakresie analiz pozyskiwanych danych przestrzennych. Dotyczy to w szczególności monitoringu działalności człowieka na podstawie analizy intensywności

odwzorowania danych na obrazie satelitarnym (DMSP/OLS) oraz istniejących danych przestrzennych, predykcji przemieszczania ludności na podstawie analizy (monitoringu) ciekawych (charakterystycznych) miejsc oraz weryfikacji i oceny zagrożeń osuwiskowych dla zbiorników wodnych z wykorzystaniem analiz przestrzennych oraz pozyskanych danych.

Tematyka prezentowana w ramach Grupy Roboczej WG II/4 dotyczyła dokładności numerycznych modeli rzeźby terenu i jego pokrycia oraz związanych z nimi modeli przestrzennych, a także niezawodności modelowania i kontroli jakości danych. Zaprezentowano wyniki wizualnej i statystycznej analizy numerycznych modeli terenu wygenerowanych różnymi technikami z wykorzystaniem różnych danych źródłowych. W szczególności dotyczyło to danych pozyskanych na podstawie pomiarów bezpośrednich interpolatorem IDW ze zmiennym napędem, pomiarów korelacyjnych na obrazach satelitarnych SPOT oraz techniki lotniczego (ALS) i naziemnego (TLS) skaningu laserowego. Przedstawione zostały możliwości narzędzi GIS w zakresie analiz i oceny dokładności numerycznych modeli terenu i jego pokrycia (3D) w aspekcie wytyczania dróg wodnych oraz sztucznych zbiorników wodnych na rozległych obszarach, a w szczególności wyznaczania wysokości i spadków. Poruszane były zagadnienia związane z nieokreślonością przestrzenną wzajemnych przecięć linii i powierzchni generowanych z użyciem oprogramowania fotogrametrycznego oraz niepewnością modelowania związaną z losowym ustawieniem parametrów analiz przestrzennych. Zaprezentowane zostały rozwiązania dotyczące integracji algorytmów źródłowych i rozmytej logiki dla rozwoju modelowania stref urbanistycznych oraz dostosowania parametrów matchingu do integracji warstw i danych wysokościowych sieci hydrograficznych z wykorzystaniem wiedzy o otaczającej przestrzeni.

Wielowymiarowe i mobilne modele danych to domena Grupy Roboczej WG II/5 w ramach której poruszona była tematyka zintegrowanego zarządzania heterogenicznymi danymi geograficznymi z użyciem hybrydowego Systemu Informacji Geograficznej. Zaprezentowane zostały algorytmy do generowania parametrów nawigacji na obszarach wielkomiejskich wykorzystujące dane GPS telefonii mobilnej oraz algorytmy kinetyczne do zarządzania portem. Oddzielne miejsce poświęcone zostało metodom CAD budowy modeli 3D budynków dla potrzeb analiz GIS.

Grupę Roboczą WG II/6 zdominowała tematyka geowizualizacji i odtwarzania wirtualnej rzeczywistości. Szczególną uwagę poświęcono geowizualizacji przestrzennej 3D oraz ocenie jej przydatności w oparciu o ścisłe założenia metodyczne. Zaprezentowane zostały interaktywne narzędzia do analiz i optymalizacji parametrów tekstuowania dla fotorealistycznych wirtualnych modeli 3D, a w szczególności podstawy wizualizacji czasu rzeczywistego danych przestrzenno-czasowych na bazie HTML 5. Zwrócono uwagę na różne formy wizualizacji danych przestrzennych, w tym wizualizację symultaniczną różnych użytkowych sieci przestrzennych w aspekcie zarządzania klęskami żywiołowymi, a także wizualizację z elementami analizy zanieczyszczeń i skażeń środowiska.



### 3. ZAGADNIENIA Z ZAKRESU TEMATYCZNEGO KOMISJI IV ISPRS

Komisja IV wyróżnia się tym wśród pozostałych, że jest zorientowana nie na metody pozyskiwania i przetwarzania danych lecz na produkty końcowe jakim są bazy danych przestrzennych i opracowania kartograficzne. Nasuwa się analogia do stosunkowo nowego terminu „infrastruktura informacji przestrzennej”, oznaczającego wszelkie działania zmierzające do powszechnej dostępności spójnej i zharmonizowanej informacji przestrzennej, przydatnej do rozwiązywania problemów gospodarczych, społecznych a nawet politycznych w różnej skali. Tworzenie infrastruktur informacji przestrzennej jest przedmiotem wielu projektów międzynarodowych, których przekładem jest europejska dyrektywa INSPIRE. W porównaniu z tymi projektami w Komisji IV ISPRS nacisk jest położony na informacje pozyskiwane technikami zdalnymi, ale nie ma znaczenia czy źródłem danych jest teledetekcja satelitarna, fotogrametria lotnicza czy naziemna. W Komisji IV działa osiem podstawowych grup roboczych:

- IV/1: infrastruktura danych przestrzennych
- IV/2: automatyczne pozyskiwanie danych przestrzennych
- IV/3: kartowanie z obrazów wysokorozdzielczych
- IV/4: wirtualne globusy i wizualizacja kontekstowa
- IV/5. Webowe usługi geoprzestrzenne
- IV/6. Interoperacyjność globalnych DEM
- IV/7: Kartowanie planet

IV/8. Integracja danych 3D dla zarządzania katastrofami i monitorowania środowiska

Powyższe grupy zostały nazwane podstawowymi, gdyż funkcjonują jeszcze grupy międzykomisyjne (np. V/II, IV/8, IV/1: wolontariat w geoinformacji) oraz grupy w których biorą udział inne organizacje (np. EuroSDR and IV/2: automatyczne aktualizacja krajowych baz danych przestrzennych).

Jak wynikało z kilkunastu referatów, skoncentrowanych na sesjach grupy IV/1, podejmowane są projekty międzynarodowe o zasięgu światowym lub kontynentalnym, których celem jest opracowanie jednolitych baz danych przestrzennych. Bazy te przeznaczone są do celów analitycznych dlatego cechuje je wysoki poziom abstrakcji i generalizacji. Wiele z tych projektów jest prowadzonych na zasadzie wolontariatu, często używane są narzędzia open source oraz platformy oparte o technologię WebGIS, która służy zarówno do prowadzenia projektów jak i jest swoistym oknem dostępności informacji dla odbiorców. Jednocześnie budowane są infrastruktury krajowe, które mają wysoki poziom szczegółowości, jako że są dedykowane celom operacyjnym. Relacje z budowy infrastruktur krajowych były jednak nieliczne, w sensie geograficznym skoncentrowane na krajach azjatyckich. Raz pojawiła się kwestia budowy katastru 3D (Aien *et al*, 2012), raz podjęty był problem infrastruktury przestrzeni morskiej (Rüh *et al*, 2012). Brakowało kontynuacji tych zagadnień, nie było żadnego referatu przeglądowego w zakresie infrastruktur krajowych czy tematycznych. Natomiast z przedstawionych referatów przebijał się wniosek, że zarządzanie i aktualizacja baz danych jest zadaniem często trudniejszym niż samo opracowanie bazy.

Podejmowany był także problem automatyzacji pozyskiwania danych przestrzennych. Z kilku referatów wyjął się wniosek, że relatywnie wysoki poziom automatyzacji modelowania budynków wymaga integracji fotogrametrii i skaningu laserowego. Na

podstawie tego wniosku nie należy jednak twierdzić, że automatyczne modelowanie radzi sobie z każdym typem zabudowy. Najlepsze wyniki uzyskuje się dla wolnostojących budynków o powtarzalnych kształtach i jedno lub dwuspadowych dachach. Automatyzacja zawodzi gdy modelowane są centra miast o zwartej a jednocześnie zróżnicowanej co do kształtu i wysokości zabudowie. Pewną ciekawostką wynikającą z kilku referatów jest fakt, że rozwija się integracja fotogrametrii lotniczej i naziemnej, np. dla potrzeb zarządzania infrastrukturą drogową.

Przedstawiony był stan rozwoju projektu *globalne ortofoto* firmy Microsoft (Walcher et al, 2012). Firma ta zamierza zasilać portal *Bings Maps* ortofotomapami lotniczymi o rozdzielczości 30 cm i pokryć nimi obszar USA i 14 krajów europejskich w ciągu 2 lat. Jeśli zestawimy rozdzielczość zdjęć lotniczych, wielkość obszaru i czas wykonania to dojdziemy do wniosku, że jest to przedsięwzięcie bezprecedensowe. Opracowanie ortofotomapy jest według autorów, reprezentujących Microsoft i uniwersytet w Grazu, w pełni automatyczne. Pierwsze rezultaty dla Europy mają być dostępne w serwisie jeszcze w tym roku.

Najwięcej referatów dotyczyło kartowania z obrazów wysokorozdzielczych (WG IV/3). Jako wysokorozdzielcze rozumie się obrazy o pikselu terenowym mniejszym od 1 m, czyli wybrane obrazy satelitarne i praktycznie wszystkie zdjęcia lotnicze. Kilku referentów stwierdziło, że satelitarne obrazy wysokorozdzielcze są przydatne do opracowania modeli 3D w tym budynków o dużym stopniu uproszczenia. Inna grupa referentów wypowiedziała się bardzo pozytywnie o systemie obrazowania satelitarnego WorldView II, który jest jednocześnie i wysokorozdzielczy (PAN) jak i w pełni wielospektralny (8 kanałów) co powoduje, że znajduje coraz więcej zastosowań, w których dominuje kartowanie linii brzegowej. W kontraście do obrazowania satelitarnego były badania w których wykorzystywano zdjęcia niskopłapowe z bezzałogowych środków latających. W jednym przypadku do analizy obrazów o kilkucentymetrowym pikselu zastosowano procedurę klasyfikacji zorientowanej obiektowo, aplikowanej do tej pory dla obrazów satelitarnych i to raczej średniej a nie wysokiej rozdzielczości. Rodzi się monitoring środowiska w oparciu o obrazy centymetrowe (Lechner et al, 2012). Do tej samej metody klasyfikacji sięga kartograficzna agencja rządowa Wielkiej Brytanii - Ordnance Survey, aplikując ją dla zdjęć lotniczych w celu wykrywania zmian pokrycia i użytkowania terenu (Holland et al, 2012).

Poruszony był także problem braku parametrów które charakteryzowałyby możliwość identyfikacji obiektów, zdefiniowanych w modelach pojęciowych baz danych. Rozdzielczość geometryczna podana wielkością piksela terenowego GSD niewiele mówi o operacyjnej możliwości interpretacji szczegółów, dlatego szukane są inne bardziej obiektywne miary odniesione do określonych obiektów.

Wiele referatów było poświęconych internetowym usługom geoprzestrzennym. Technologia Webowa pozwala usprawnić grupowe pozyskiwanie danych i zarządzanie nimi, wspomaga ją technologia przetwarzania chmurowego. Z punktu widzenia technicznego droga do integracji danych jest otwarta, jedyną przeszkodą do uzyskania synergii są różne modele pojęciowe danych.

W dalszym ciągu prowadzone są badania w zakresie interoperacyjności globalnych modeli wysokościowych (DEM). Problem ten ma stosunkowo długą historię, istnieje kilka

globalnych lub semi-globalnych DEM (np. z misji radarowej SRTM), jednak brak jest danych zadowolających wszystkich użytkowników. W kilku ośrodkach ewaluowany był model z ASTER-a, pojedynczo model z ALOS-PRISM, wyniki były często odnoszone do SRTM. Podejmowane są próby opracowania DEM na drodze integracji sensorów optycznych i radarowych

Ważnym tematem referatów przedstawionych na sesjach Komisji IV było wykorzystanie danych 3D dla zarządzania katastrofami i monitorowania środowiska oraz metody wykrywania zmian po klęskach żywiołowych. Warto dodać, że na jednej z sesji plenarnych przedstawiony był referat pana Ranganath Navalgund, reprezentującego Indie, a posiadającego ogromne doświadczenie w zakresie teledetekcji satelitarnej (do wygłoszenia referatów plenarnych zaproszono w sumie 10 wybitnych specjalistów z całego świata). Przedstawił on referat na temat satelitarnych systemów obserwacji Ziemi dla potrzeb wczesnego wykrywania zagrożeń naturalnych. Rola monitoringu ostrzegawczego rośnie w dobie nasilenia zjawisk katastroficznych, pomaga zminimalizować skutki wielu żywiołów, np. poprzez prognozowanie zasięgu i wskazanie obszarów wymagających ewakuacji.

#### **4. ZAGADNIENIA Z ZAKRESU TEMATYCZNEGO KOMISJI V ISPRS**

Komisja V od wielu lat zajmuje się zagadnieniami tzw. zastosowań nietopograficznych i taką nazwą charakteryzowała się w przeszłości. W miarę rozwoju różnych cyfrowych systemów, nie tylko obrazowych, dla pozyskiwania danych o obiektach różnego rodzaju umieszczanych w niewielkich odległościach od systemów obrazujących, następował szybki rozwój metod ich przetwarzania na różnym poziomie automatyzacji, a także integrowania danych zarówno źródłowych jak i niezależnie przetworzonych do postaci różnych produktów. Doprowadziło to do tworzenia różnego rodzaju baz danych dla różnych konkretnych zastosowań (architektonicznych, archeologicznych, medycznych, inżynierskich o różnych profilach, i innych). Pomimo, że zwykle są to zastosowania tzw. nietopograficzne, w nazwie Komisji V od wielu lat istnieje sformułowanie 'bliski zasięg'. Nazwy i zakresy grup roboczych tej Komisji podlegały wielu zmianom, co wynikało z ciągłego rozwoju metod i coraz większych możliwości zastosowań. Jest to także uzasadnione z uwagi na interdyscyplinarny charakter wielu zastosowań fotogrametrii bliskiego zasięgu oraz udział w rozwoju metod specjalistów z innych dziedzin, takich jak, mechatroniki, computer vision.

Komisja V zawiera sześć Grup Roboczych, których nazwy w języku polskim są podane poniżej:

- V/1 Metrologia widzenia (Vision metrology), systemy i zastosowania
- V/2 Pozyskiwanie i przetwarzanie danych dla dziedzictwa kulturalnego
- V/3 Naziemny skaningu laserowy i 3D obrazowanie
- V/4 Modelowanie 3D bazowane na obrazach i danych ze skaningu
- V/5 Technologie bazujące na sensorach obrazowych, kalibracja sensorów
- V/6 Morfologiczny pomiar bliskiego zasięgu dla nauk o Ziemi

Tematyka obejmująca powyższe zakresy Komisji V, prezentowana w ponad 100 referatach i publikacjach XXII Kongresu ISPRS, dotyczyła różnych aspektów fotogrametrii bliskiego zasięgu. Znaczna liczba artykułów łączy tematykę zawartą w zakresach różnych

grup roboczych komisji V. Część z nich obejmuje także niektóre zagadnienia przedstawiane w zakresach innych Komisji, w szczególności I i IV, oraz CIPA /ICOMOS. Poniżej przedstawiono syntetyczny przegląd głównych zagadnień omawianych w artykułach zawartych w Komisji V, publikowanych w *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XXXIX-B5, 2012.

Pierwsza grupa zagadnień dotyczy konwencjonalnych systemów fotogrametrycznych dla pozyskiwania danych źródłowych w zakresie fotogrametrii bliskiego zasięgu, takich jak: naziemne skaningi laserowe (TLS), kamery metryczne i niemetryczne, wielospektralne kamery, naziemne wielo-sensorowe systemy mobilne (MMS) (umieszczane na różnych platformach), a także współpracujące systemy nawigacyjne GPS/INS. W artykułach prezentowane są różne metody ich kalibracji, procesy fuzji danych pozyskanych z różnych sensorów oraz metody wielo-obrazowego matchingu, ocena uzyskiwanych dokładności pomiaru oraz przydatności dla wielu różnych zastosowań. Z ogólnej liczby 31 artykułów (w tym 15 w zakresie grupy roboczej V/1, 6 – V/3, 2 – V/4, 8 – V/5), wybrano przykładowo pozycje: [Bethmann, Luhmann; Fraser, Cronk; Briesle i inni; Schmidt i inni]

W drugiej grupie artykułów prezentowane są niekonwencjonalne systemy rejestracji, w szczególności ocena jakości geometrycznej i dokładności pozyskiwanych danych wykonana poprzez numeryczne symulacje i na podstawie rzeczywistych danych obrazowych oraz sprawdzenie ich użyteczności w różnych zastosowaniach. W tej grupie artykułów analizowane zostały następujące systemy:

- heterogeniczna kamera (np. kombinacja fisheye i katadioptrycznej kamery), w której obraz ma mniejsze zniekształcenia na brzegach niż w części środkowej [Rueß i inni];
- kamery iPhone oraz iPad stosowane w urządzeniach przenośnych. Wyniki badań przedstawionych przez [Smith, Kokkas] wskazują, że dokładność pozyskiwana na podstawie obrazów z systemu iPhone jest znacznie wyższa niż z systemu iPad. Ocena taka została dokonana na podstawie porównania wyników samokalibracji obu systemów z wynikami pozyskanymi z zastosowaniem wysokiej klasy cyfrowej kamery SLR. Ponadto, porównano dokładności 3D modelu budynku wygenerowanego na podstawie obrazów z kamery Canon EOS SD z modelami bazującymi na obrazach z obu systemów. Różnice wynosiły od  $-0.030 \pm 0.024$  m dla systemu iPhone oraz  $-0.057 \pm 0.080$  m dla iPad;
- kamera telefonu komórkowego (mobile phone camera) jako mało kosztowny automatyczny system rejestrujący obrazy, została zbadana pod kątem monitorowania lokalnych zmian konstrukcji inżynierskich. Opracowany pakiet programowy integrujący software hardwareowy z programem opracowania fotogrametrycznego, bazującym na samo kalibracji pozwolił, przy odpowiednim oświetleniu obiektu i dobrej konfiguracji wykonanych obrazów, osiągnąć precyzję monitorowania zmian około 1:25 000 [Wang i inni];
- kinect system, mało kosztowna aktywna 3D kamera bazująca na podstawach triangulacji, która jest popularna w środowisku Computer Vision, zaczyna być rozpoznawana także w zastosowaniach fotogrametrii, dla rejestracji obiektów z bliskich odległości, w szczególności w pomiarach inżynierskich i do pomiaru ciała ludzkiego [Chow i inni];

- BSL - bezzałogowy statek latający (UAV - Unmanned Aerial Vehicle) jest wyposażony w skalibrowaną kamerę cyfrową, pozwalającą pozyskać obrazy z powietrza z niskich wysokości, oraz w kontrolny system nawigacyjny, umożliwiający prowadzenie BSL zgodnie z zaprojektowanym planem lotu dla pokrycia badanego obszaru terenu blokiem zdjęć. Zastosowanie odpowiedniego pakietu fotogrametrycznego dla triangulacji i automatycznego generowania DSM oraz ortoobrazu, zapewnia dokładność kilku centymetrów dla produktów końcowych. Dla wielu zastosowań fotogrametrii bliskiego zasięgu, w tym dla monitorowania wykopalisk archeologicznych, jest to dokładność zadawalająca [Rinaudo i inni]. Systemy BSL są szerzej omawiane w publikacjach zawartych w Komisjach I i IV. Wyżej wyszczególniona grupa zagadnień jest omawiana w 10 artykułach, w tym w GR V/2, 2 - V/3, 1 - V/4, 4 - V/5.

Trzecia grupa artykułów dotyczy wykorzystania danych z TLS, kamer metrycznych i niemetrycznych oraz wielo-sensorowych systemów MSS dla monitorowania i analizy różnych obiektów dziedzictwa kulturalnego. Dotyczy to zarówno 3D modelowania całych zabytkowych budowli jak i detali, a także generowania ortoobrazów, wektorowych baz danych i innych wymaganych produktów fotogrametrycznych. Spośród wielu publikacji wybrano [Remondino i inni; Kersten; Wenzel i inni]. Ponadto, osobne publikacje dotyczą zastosowań muzealnych, np. [Zheng i inni] i archeologicznych [Neubauer i inni]. Ogółem 22 artykuły, w tym 19 z GR V/2 i CIPA/ICOMOS, 3 - V/4.

Czwarta grupa artykułów zawiera wykorzystanie danych pozyskanych kamerami, naziemnymi skanerami (TLS) oraz wielo-sensorowymi systemami MMS w różnych dziedzinach inżynierskich. Dla inżynierii drogowej [Shahbazi i inni; Ibrahim, Lichti], prezentowano system ROAMER [Kukko i inni], który został zbudowany dla określenia nawierzchni i krawężników ulic, poboczy dróg, lokalizacji znaków drogowych, konstrukcji inżynierskich takich jak, tunele, mosty, wiadukty. System MMS RailMapper [Kremer, Grimm] został skonstruowany dla dokumentowania sieci kolejowej. Przedstawiono także użyteczność metod fotogrametrii bliskiego zasięgu w górnictwie odkrywkowym i podziemnym [Roncella i inni], w różnych pomiarach urządzeń przemysłowych, w inżynierii miejskiej (dla automatycznej ekstrakcji i modelowania elementów fasad budynków) [Arachehige, Mass; Kitamura i inni]. Ogółem 23 artykuły, w tym 9 - GR V/1, 8 - V/3, 5 - V/4, 1 - V/5.

W piątej grupie artykułów przedstawiono publikacje dotyczące ogólnie zastosowania metod fotogrametrii bliskiego zasięgu do zadań związanych z nauką o Ziemi, które były głównie tematem badań Grupy Roboczej V/6, stworzonej w trakcie XXI Kongresu w Pekinie. W tej grupie artykułów przedstawiony jest udział metod fotogrametrii bliskiego zasięgu dla:

- zastosowań geologicznych i geomorfologicznych, takich jak określenie charakterystyki skał w węglowych kopalniach odkrywkowych i badanie erozji skał [Hoffmeister i inni], oceny ryzyka osuwisk na zboczach objętych pracami inżynierskimi, np. [Miller i inni], określenia zmian brzegów morskich, określenia chropowatości powierzchni gleb [Marzahn i inni];
- monitorowania lodowców (Kilimanjaro, Glacier Lake Outburst Floods) oraz procesów ich topnienia, np. [Maas i inni; Kaufmann]. Ogółem 13 artykułów, w tym 12 w GR V/6 oraz 1 - V/3.

Od kilku lat środowisko fotogrametryczne zadaje sobie pytanie na temat powiązania metod fotogrametrycznych z podejściami stosowanymi w dziedzinie Computer Vision (CV). Interesujące rozważania na ten temat zostały przedstawione, w zaproszonym referacie 3 Sesji Plenarnej Kongresu, przez Konrada Schindlera z Uniwersytetu Technicznego w Zurichu (obecnego Prezydenta Komisji III ISPRS), w prezentacji nt. 'Developments in Computer Vision (and its Relation to Photogrammetry)'. Na wstępie zostały porównane definicje obu dziedzin, które sformułowano następująco: Fotogrametria jest nauką i technologią pozyskiwania informacji o fizycznym środowisku poprzez rejestrację, pomiar i interpretację obrazów; CV jest dziedziną dotycząca pozyskania, analizowania i zrozumienia obrazów rzeczywistego świata w celu tworzenia informacji numerycznej lub symbolicznej. Analizując obie definicje można zauważyć, że znaczenie obu definicji jest podobne tylko wyrażone innymi słowami (sformułowaniem). Autor podkreśla także, że metody fotogrametryczne i CV są stosowane dla określania zarówno georeferencyjnych danych jak i danych wyznaczanych w różnych typowych zastosowaniach bliskiego zasięgu. Zostało zatem postawione przez autora pytanie: dlaczego są tak duże różnice w rozwoju obu dziedzin? W odpowiedzi prezynter stwierdził, że w rozwój dziedziny CV włączonych jest więcej specjalistów oraz istnieją większe nakłady finansowe, w odniesieniu do fotogrametrii w stosunku 6 : 1, a do teledetekcji 3 : 1. Ponadto podkreśla, że różnica wynika także z powodu rozwoju obu dziedzin: rozwój fotogrametrii jest napędzany poprzez zastosowania (application – driven), a dziedzina CV przez nowe metody (metod – driven). W dalszej części prezentacji rozważane były także aspekty badawcze (rozwojowe) w dziedzinie CV, która zwraca uwagę na podstawy naukowe metod: matematykę, statystykę, fizykę, a także dąży się do zbadania co ta dyscyplina może oferować.

W ostatnich latach, w CV, podobnie jak w fotogrametrii, obserwuje się rozwój trzech interesujących obszarów badań: semantyczne zrozumienie obrazu, rozpoznanie obiektu oraz wykrycie obiektu na podstawie zarówno danych obrazowych jak i chmur punktów ze skaningu laserowego; śledzenie i pomiar procesów dynamicznych na podstawie obrazów pozyskanych w czasie; rekonstrukcja 3D bazująca na stereo-pomiarze, jakkolwiek w przypadku metod CV, zakłada się niezmiennosć położenia kamery a zmienia się warunki iluminacji obiektu. Autor prezentacji zwrócił także uwagę na korzystne procedury, istniejące w CV, które powinny być adaptowane przez fotogrametrię. Dotyczą one dzielenia się danymi i standaryzowanymi programami wzorcowymi (benchmarks), szybkiej i otwartej wymiany softwareu i kodów, wydajniejszej i mniej biurokratycznej dystrybucji danych oraz przyjacielskiej konkurencji w prowadzonych badaniach.

W podsumowaniu prezentacji, autor podkreślił, że dyscyplina CV dobrze prosperuje ze względu na swoją otwartość i zainteresowania, należy zatem razem pracować i dzielić się doświadczeniami oraz traktować ją jako siostrzaną dyscyplinę fotogrametrii, a nie daleką jej kuzynkę. Podkreślono także, że dziedzina fotogrametrii ma bardzo długą i bogatą historię oraz tradycję, a aktualny poziom współczesnych zautomatyzowanych technologii fotogrametrycznych wynika z wieloletniego ich rozwoju, a zatem fotogrametria ma także wiele do zaoferowania tak nowej dyscyplinie jaką jest Computer Vision.

## 5. ZAGADNIENIA Z ZAKRESU TEMATYCZNEGO KOMISJI VII ISPRS

Komisja VII ISPRS zajmuje się przetwarzaniem tematycznym, modelowaniem oraz analizą pozyskiwanych zdalnie danych. Tematyka ta, w bardziej szczegółowym ujęciu realizowana jest w siedmiu grupach roboczych:

- modelowanie fizyczne i charakterystyki spektralne w teledetekcji,
- interferometria radarowa,
- pozyskiwanie informacji z danych hiperspektralnych,
- metody klasyfikacji pokrycia terenu,
- metody identyfikacji zmian i procesów środowiskowych,
- fuzja danych teledetekcyjnych,
- teoria i eksperymenty z zakresu radaru i LiDAR.

Pewnym syntetycznym nośnikiem informacji o kierunkach rozwoju badań, prowadzonych w ramach tej komisji są tytuły poszczególnych sesji referatowych i ich liczebność. Dominującą tematyką są metody klasyfikacji pokrycia terenu i metody detekcji zmian i modelowanie procesów środowiskowych, każdorazowo po 6 sesji referatowych, oraz ekstrakcja informacji z obrazów hiperspektralnych (5 sesji). Widoczny jest istotny wzrost wykorzystania danych hiperspektralnych w badaniach. Tematyka pozostałych sesji, na ogół pojedynczych, oprócz tych zgodnych z nazwami grup roboczych, dotyczyła: oceny trzęsień ziemi i oceny zniszczeń, monitorowania deformacji, monitorowania deformacji w ruchu, analizy interferometrycznej obrazów i ekstrakcji obiektów, ekstrakcji i oceny DEM, pozyskiwania parametrów biofizycznych z zobrażeń teledetekcyjnych. Ogólnie, w ramach komisji VII, w 28 sesjach tematycznych wygłoszono 105 prezentacji oraz pozostałych 21 prezentacji w sesji typu *highlights* oraz pięciu sesjach łączonych z innymi komisjami. Całość uzupełnia sześć sesji posterowych, w ramach których przedstawiono 67 prezentacji.

W zakresie modelowania fizycznego i charakterystyk spektralnych (WG VII/1) problematyka prac koncentrowała się wokół kalibracji radiometrycznej obrazów lotniczych i satelitarnych, wykorzystania zobrażeń satelitarnych w celu określenia charakterystyki obszarów pokrytych roślinnością, analizy temperatury powierzchni terenu na podstawie zobrażeń MODIS, wykorzystania Woldview-2 do określania głębokości wody. Na uwagę zasługuje tutaj praca [Beguet i inni] dotycząca identyfikacji struktury lasu na podstawie wysokorozdzielczych obrazów satelitarnych. Metodami automatycznymi osiągnięto skuteczność mierzoną współczynnikiem korelacji na poziomie 0,97.

Interferometria SAR (WG VII/2) była raczej słabo reprezentowana, z niewielką ilością prac nowatorskich. Świadczy o tym choćby niewielka liczba, czterech prac umieszczonych w *Annals*, jako prace recenzowane. Prace te mają charakter aplikacyjny i dotyczą głównie detekcja osiadań powierzchni terenu, ale również monitorowanie aktywności lodowców. Na uwagę zasługuje praca [Altini i inni] dotycząca modelowania składowej atmosferycznej w interferometrii SAR na podstawie analizy sygnału GPS. Wydaje się, że jest to obiecujący kierunek badań. Pojawił się również pomysł identyfikacji punktów PS oparty na konstrukcji trójwymiarowej sieci Delaunay [Xiaojun i inni].

Jak wspomniano wyżej, widoczny jest znaczny wzrost zainteresowania danymi i obrazami hiperspektralnymi dla pozyskiwania różnorodnych informacji. Można tutaj

wyróżnić dwa obszary badawcze. Jeden to analiza danych hiperspektralnych dla celów przyrodniczych i gospodarczych. Na wyróżnienie zasługuje tutaj wykrywanie, monitoring i analiza zanieczyszczeń. Ciekawą pracą przeglądową z tego zakresu stanowi opracowanie [Maliki i inni]. Ponadto, analiza klasyfikacja pokrycia terenu, również pokryć dachowych, analizy geologiczne i detekcja występowania surowców naturalnych, analiza współczynnika odbicia. Drugi obszar badawczy stanowią prace nad doskonaleniem technik segmentacji, klasyfikacji i opracowania danych hiperspektralnych. Należy tutaj wymienić wykrywanie krawędzi, redukcję szumów [Zhang], metody ekstrakcji cech i badania nad skutecznością różnych technik segmentacji [Cerrara i inni].

Metody klasyfikacji pokrycia terenu (WG VII/4) reprezentowane były najliczniej w wstąpieniach w ramach komisji VII. Wydaje się, że część prac mogłaby być zakwalifikowana do innych tematycznie grup roboczych. Dotyczyły one bowiem bardziej pozyskania takiej czy innej informacji niż prezentacji czy ewaluacji metod klasyfikacji. Problematyka badawcza prezentowanych prac dotyczyła klasyfikacji pokrycia i użytkowania terenu z wykorzystaniem danych wielo- i hiperspektralnych oraz obrazów w podczerwieni, klasyfikacja obszarów i rozpoznanie dla przemysłu wydobywczego, klasyfikacji obszarów zurbanizowanych i ekstrakcji geometrii budynków. Wykorzystywano również techniki radarowe w klasyfikacji pokrycia terenu. W prezentowanych pracach trudno wyodrębnić dominujący system obrazowania. Prezentowane w referatach wyniki dotyczyły między innymi takich systemów jak ASTER, GEOEYE-1, MODIS, HJ-1A, LANDSAT TM, VHR, SAR. Trudno również znaleźć całkiem nową metodę (algorytm) czy nowe podejście do problemu klasyfikacji. Z tego punktu widzenia na uwagę zasługuje praca [Niroumand i inni], w której zaproponowano nowe podejście bazujące na technice zamiany pikseli, czy praca [Welikanna i inni] proponująca ulepszenie techniki oparte na polach losowych Markowa, poprzez wprowadzenia parametrów rozmytych. Osiągnięto poprawę rezultatu klasyfikacji z 77,81% na 85.60%.

Równie liczne jak w poprzedniej grupie były referaty przygotowane w ramach WG VII/5, a dotyczące metod identyfikacji zmian i procesów środowiskowych. Wydaje się, że coraz większą rolę w identyfikacji zamian i procesów środowiskowych odgrywa technologia skaningu laserowego. Naziemny skaningu laserowe zastosowano do identyfikacji zmian morfologicznych wybrzeża morskiego w Izraelu [Reuma i Fillin]. Tego typu prac wykonano wiele w różnych częściach świata. Ta jednak zasługuje na uwagę ze względu na nowatorskie podejście do trójwymiarowej identyfikacji zmian. Najczęściej w literaturze można znaleźć metody oparte o analizy 2.5 D. Oczywiście wieloczasowe zobrazowania satelitarne są wciąż podstawą do rejestracji zmian, np. poziomu wody w jeziorach Tybetu [Phan i inni], dynamiki zmian użytkowania terenu [Setiawan i Yosin]. Z prac metodycznych na uwagę zasługuje praca [Lin i inni], w której zaprezentowano metodę wykrywania zmian na podstawie zobrazowań satelitarnych z wykorzystaniem zmodyfikowanej metody *support vector machine* (SVM). Jako parametr oceny metody, autorzy podają całkowitą dokładność detekcji zmian na poziomie 91% i porównują ją z trzema innymi tradycyjnymi metodami, dla których parametr ten waha się od 67% do 86%. Metodę SVM, w innym wariantcie, zastosowano również do wykrywania zmian na terenach zurbanizowanych [Huo i inni].

Fuzja danych teledetekcyjnych, będąca przedmiotem zainteresowania WG VII/6, przewija się również w szeregu pracach przedstawianych w ramach innych komisji.



Wydaje się, że ta tematyka jest wciąż przedmiotem rosnącego zainteresowania. W ramach WG VII/6 dominowała tematyka dotycząca fuzji danych skaningu laserowego, danych obrazowych optycznych i radarowych, fuzji danych mikrofalowych pozyskanych technikami pasywnymi i aktywnymi, *pansharning* oraz automatyzacja rejestracji danych z różnych źródeł. Metodą równoczesnej rejestracji danych pochodzących z różnych źródeł przedstawiono w pracy [Palmehar i inni]. Metoda bazuje na wykorzystaniu ważonej informacji wspólnej pochodzącej z poszczególnych sensorów oraz różnych parametrów statystycznych. Nowością tej pracy jest wprowadzenie odpowiedniej funkcji wagowej. Pokazano, że proponowana metoda daje lepsze rezultaty rejestracji i jest bardziej odporna na błędy grube niż tradycyjna metoda wykorzystania informacji wspólnej. Skuteczność metody zaprezentowano na przykładzie łączenia obrazów optycznych z danymi LiDAR. W pracy [Fu i Zhanh] przedstawiono nowy obszar badawczy w obszarze fuzji danych nazwany jako translacja obrazów teledetekcyjnych. W pracy przedstawiono założenia teoretyczne i koncepcje tej nowej tematyki badawczej. Teoria translacji jest stosunkowo nowym obszarem badań, przez autorów została zaadoptowana do zobrazowania teledetekcyjnych. Wydaje się, że tematyka ta jest warta zainteresowania.

WG VII/7 dotycząca teorii i eksperymentów w zakresie sensorów radarowych i Lidar była raczej słabo reprezentowana, zwłaszcza na tle pozostałych grup roboczych. W *Annals* umieszczono tylko trzy prace (w części nierecenzowanej *Archives* dalszych sześć). Jednocześnie trzeba przyznać, że tematyka tej grupy roboczej silnie koresponduje bądź pokrywa się z tematyką innych komisji, np. w zakresie UAV, *mobile mapping*, *waveform Lidar*. Stąd stosunkowo sporo prac „pomiędzy” różnymi komisjami. Tematyka prac bardzo różnorodna, bez dominującego trendu, ale jednocześnie, jak się wydaje, nowatorska. Obejmuje ona:

- badania na rozwoju skaningu laserowego wykorzystującego różne długości fal elektromagnetycznych,
- coraz szersze wykorzystanie skanerów typu *full-waveform* w mapowaniu roślinności i złożonych obiektów,
- automatyczną orientację i pozycjonowanie tanich bezzałogowców (UAV),
- pozyskiwanie danych LiDAR i hiperspektralnych z wykorzystaniem UAV,
- nowe algorytmy pozyskiwania i przetwarzania danych ze skanerów *full-waveform*.

Na uwagę zasługuje praca [Briese i inni] dotycząca radiometrycznej kalibracji wielospektralnych danych LiDAR. Chociaż autorzy są na początkowym etapie badań, kierunek ten wydaje się interesujący. Jednocześnie praca pokazuje ciekawy obszar badawczy, godny zainteresowania. Rozwój skanerów laserowych zmierza w kierunku hiperspektralnych, choć to jeszcze wciąż przyszłość. W pracy [Shi i inni] przedstawiono system bazujący na dwóch długościach fali oraz metodę redukcji szumu pomiarowego w tego typu skanerze. W pracy [Hakala i inni] przedstawiono prototypowy aktywny system hiperspektralny typu *full-waveform* LiDAR. Zbudowany system pracuje w ośmiu kanałach spektralnych, pomiędzy 542 a 981 nm. Zasięg skanera niewielki – do 12 metrów. Podano przykład skanowanie roślinności. Choć przedstawiono bardzo wstępne wyniki, widać że to nowe źródło danych otwiera całkiem nowe możliwości w zakresie pozyskiwania informacji ale i przetwarzania danych.

## 6. ZAGADNIENIA Z ZAKRESU TEMATYCZNEGO KOMISJI VIII ISPRS

W ramach Komisji VIII zajmującej się obszarami zastosowań i kierunkami rozwoju teledetekcji działa dziesięć grup roboczych:

działania w sytuacji katastrof,

- zdrowie,
- atmosfera, klimat, pogoda,
- woda,
- Ziemia i energia,
- rolnictwo, ekosystemy i różnorodność biologiczna,
- leśnictwo,
- łądy,
- oceany,
- kriosfera.

Pod auspicjami Komisji VIII odbyło się 28 sesji tematycznych, w ramach których zgłoszone 109 prezentacji (część z nich nie została wygłoszona) oraz dwie sesje łączone z komisją IV (8 prezentacji). Ponadto w ramach pięciu sesji posterowych przedstawiono 45 prezentacji. Tematyka prac z zakresu tej komisji bardzo szeroka i bardzo różnorodna. Świadczą o tym tytuły poszczególnych sesji referatowych: trzęsienia ziemi i ocena zniszczeń, ruchy masowe, środowisko i zdrowie (dwie sesje), projekty i systemy, chmury i analiza danych atmosferycznych, zmiany klimatu i estymacja temperatury, ocena pól, obszary nadmorskie i podmokłe, estymacja hydrologiczna, sedymenty i geomorfologia, roślinność i ekosystemy (2 sesje), energia i Ziemia, dynamika roślinności, pozyskiwanie parametrów biofizycznych, biofizyczna charakterystyka krajobrazu, zarządzanie rolnictwem, ocena biomasy z wykorzystaniem aktywnych sensorów, ekosystemy obszarów podmokłych, detekcja zmian obszarów leśnych, detekcja susz, wilgotności i naprężeń, klasyfikacja i Lidar, temperatura oceanów, zasolenie i węgiel, biomasa, ekologia, dynamika pokrycia terenu, kriosfera – kra, kriosfera – lodowce i pokrywa lodowa.

Trudno jest ocenić jakość prezentowanych prac – wychwycić najciekawsze i najbardziej wartościowe – nie będąc specjalistą w danym obszarze. W wykorzystanie fotogrametrii i teledetekcji, w wielu pracach sprowadza się do pozyskania takich czy innych obrazów. Dalsze analizy wymagają specjalistycznej wiedzy z danej dziedziny zastosowań. Analiza prac pokazuje jednak kierunki i obszary zastosowań fotogrametrii /teledetekcji. Widoczny jest np. wzrost wykorzystania danych skaningu laserowego w ocenie zagrożeń i inwentaryzacji zniszczeń spowodowanych katastrofami czy też wykorzystanie danych Lidar w leśnictwie.

W ramach WG VIII/1 dominowały referaty dotyczące monitorowania osuwisk z wykorzystaniem skaningu laserowego i interferometrii SAR. Metodologię monitorowania osuwisk z wykorzystaniem naziemnego skaningu laserowego przedstawiono w pracy [Hermendes i inni]. Ponadto przedmiotem zainteresowania było kartowanie obszarów objętych pożarami. W pracy [Chuvieco i inni] przedstawiono projekt Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA\_CCI program), którego realizację właśnie rozpoczęto, a dotyczący globalnego (w ujęciu całej kuli ziemskiej) kartowania pożarów z wykorzystaniem danych z europejskich satelitów teledetekcyjnych.

Tematyka podejmowana w ramach WG VIII/2 dotyczyła głównie modelowania, kartowania i analizy stref ryzyka zagrożenia chorobowego, np. malaria, grypa, na podstawie danych satelitarnych z wykorzystaniem narzędzi GIS.

Liczba prac podejmowanych w obszarze atmosfera, klimat, pogoda (WG VIII/3) była niewielka. Trudno znaleźć tematykę dominującą. Podejmowane prace dotyczyły obserwacji chmur za pomocą kamer naziemnych, wykorzystania kamer termalnych w obserwacji lodowców, detekcji metanu w atmosferze z wykorzystaniem spektrometrów.

W ramach grupy roboczej VIII/4 (woda) dominowała tematyka dotycząca monitoringu stref przybrzeżnych i obszarów podmokłych technikami optycznymi i wielospektralnymi, klasyfikacji pokrycia terenu i monitorowania środowiska w aspekcie zmian powodowanych zmianami klimatycznymi i postępem cywilizacyjnym, analiz hydrologicznych z wykorzystaniem technik satelitarnych i GIS, badania jakości wody i zawartości chlorofilu.

Grupa robocza VIII/5 (Planeta Ziemia i energia) reprezentowana była prawdopodobnie najslabiej ze wszystkich grup roboczych komisji ISPRS. Opublikowane zostały tylko dwie prace. Ich związek z tematyką konferencji był taki, że wykorzystano w nich DTM bądź model 3D zabudowy.

Dominująca tematyka wystąpień grupy roboczej VIII/6 (Rolnictwo, ekosystemy i różnorodność biologiczna) dotyczyła: oceny wpływu zmian klimatycznych na szatę roślinną, monitorowania produkcji żywności w aspekcie bezpieczeństwa żywnościowego i optymalnego wykorzystania zasobów naturalnych, próby wykorzystania danych teledetekcyjnych do oceny podstawowych charakterystyk ekosystemów położonych w różnych zakątkach Ziemi. Źródłem danych do tego celu są RADARSAT-2, Worldview-2, oraz konstelacje satelitów DSM, MODIS, TRMM, COSMO SkyMed, SPOT, LANDSAT. Na uwagę zasługuje tutaj praca [Petrou i inni]. Praca ta dotyczy badania zależności pomiędzy wysokością roślinności a wariancją intensywności pikseli. Stwierdzono w niej, że im wyższa roślinność, tym bardziej zróżnicowana jest jej tekstura, co spowodowane jest większym udziałem w obrazie pikseli o niskiej intensywności, reprezentujących cienie. W pracy przedstawiono eksperymenty przeprowadzone na różnych kanałach spektralnych obrazowań satelity QuickBird. Pokazano, że możliwe jest wyróżnienie obszarów roślinności, różniących się wysokością o więcej niż 2 m. Ustalono, że najlepszym kanałem spektralnym do prowadzenia klasyfikacji wysokości roślinności jest kanał zielony.

Obszary zastosowań i kierunki rozwoju teledetekcji w zakresie lasów (WG VIII/7) dotyczyły: zastosowania lotniczego skaningu laserowego do wyznaczenia charakterystyk objętościowych lasów, fuzji danych skaningu laserowego z obrazami teledetekcyjnymi w celu określenia charakterystyk lasu, oceny zagrożenia pożarowego lasów, sezonowej zmienności charakterystyk spektralnych lasów oraz zastosowania danych ALOS PALSAR do określania charakterystyk lasów. W tej grupie wyróżnić można pracę [Amaral i inni], której celem było określenie możliwości i zakresu zastosowania danych hiperspektralnych dla uchwycenia zmian zachodzących w ciągu jesieni dwóch bardzo zbliżonych rodzajów drzew kauczukowych. Pomiary referencyjne charakterystyk spektralnych wykonano *In situ* a pomiary kontrolowane, w kilku okresach, za pomocą lotniczego sensora hiperspektralnego rejestrującego charakterystyki w 357 pasmach pomiędzy 400-2,500 nm,

z rozdzielczością przestrzenną 1m. Praca ta ilustruje ograniczoność teledetekcji hiperspektralnej dla celów klasyfikacji pokrywy roślinnej.

Prace przygotowane w ramach WG VIII/8 (Lądy) charakteryzują się dużą różnorodnością. Trudno tutaj znaleźć dominującą tematykę badawczą. Widoczny jeden z ważnych trend rozwojowych współczesnej teledetekcji, to znaczy dążenie do integracji danych z różnorodnych sensorów, z równoczesnym podnoszeniem częstości pozyskiwania danych z tych sensorów. Przykładem w tym zakresie może być praca [Schoettker i inni], dotycząca wykorzystania danych z różnych sensorów do poprawy modelowania erozji gleb.

Grupa robocza WG VIII/9 (Oceany) reprezentowana była bardzo słabo - zaledwie 9 referatów, z których trzy dotyczyły badań podwodnych, a pozostałe koncentrowały się na powierzchni mórz i oceanów, a w szczególności na określaniu ich temperatury. Wydaje się, że w tej grupie na szczególną uwagę zasługuje praca [Timothy i inni], w której autorzy podejmują zagadnienie ilościowego określenia procesu wymiany CO<sub>2</sub> pomiędzy atmosferą a powierzchnią mórz i oceanów. W tym celu opracowali model stochastyczny współczynnika aktywności ciśnieniowej CO<sub>2</sub> ponad oceanami dla wszystkich pór roku na podstawie pomiarów teledetekcyjnych uzyskanych przez instrumenty NASA. Pomiarzy te dotyczyły temperatury powierzchni oceanów, topografii oceanów (falowania), produktywności i zasolenia oceanów. Uzyskany model powinien podnieść dokładność oceny wymiany CO<sub>2</sub> pomiędzy atmosferą i powierzchnią oceanów.

Większość spośród wygłoszonych referatów w grupie roboczej WG VIII/10 dotyczyła badań nad określeniem zmian objętości bądź powierzchni pokrywy lodowcowej za pomocą skaningu laserowego i obserwacji SAR. Ciekawym referatem w tej grupie był referat poświęcony nowemu programowi (ICESat-2) skaningu laserowego z orbity satelitarnej [Csatho i inni]. Praca ta wyjaśnia założenia programu ICESat-2 (Ice, Cloud and land ElevationSatellite) . Satelita ten będzie wykorzystywał laser (zielony) do precyzyjnych pomiarów zmian grubości lodowców, własności chmur oraz wysokości pokrywy roślinnej. Satelita ten jest pomyślany jako następca programu ICESat, którego misja została zakończona w 2009. Planuje się, że ICESat-2 zostanie umieszczony na orbicie w początkach 2016 roku.

## **7. PODZIĘKOWANIA**

Rozdział 5 i 6 niniejszego opracowania powstał przy współpracy dr hab. inż. Kazimierza Bęcka, dr inż. Grzegorza Józkowa i dr inż. Przemysława Tymkowa, którym autorzy składają podziękowania.

## **8. LITERATURA**

International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXIX-B1, Vol. XXXIX-B2., Vol. XXXIX-B4, Vol. XXXIX-B5, Vol. XXXIX-B7, Vol. XXXIX-B8, 2012

## **THE PRESENT STATE AND DEVELOPMENT DIRECTIONS OF PHOTOGRAMMETRY, REMOTE SENSING AND GIS IN THE FACE OF XXII ISPRS CONGRESS**

KEY WORDS: photogrammetry, remote sensing, spatial information, trendy, congress, committee

### **Summary**

From 25 August to 1 September 2012 in Melbourne took place the XXII ISPRS Congress which accumulated 1940 participants from 74 countries. It was presented 1150 papers totality on 238 sessions, which in many cases were holding in the same time. This paper relates to the short review of most important questions introduced within the plenary sessions, oral as well as poster. On the basis of conference materials, conversations with exhibitors and own observations, the directions of the development and trends in modern photogrammetry, remote sensing and geographic information systems were identified. The subject area of papers presented on individual sessions was closely connected with content-related range of 8 ISPRS technical commissions. The conventional and new sensors for data acquired from aerial, satellite and terrestrial platforms, as well as new approach for their automatic processing, analyses and introduction were presented. In the paper more and more large possibilities for remote acquiring of the source data were showed. The new very height resolution satellite system Pleiades, multilens camera Leica RCD30 Oblique with the possibility of the simultaneous images registration with various of nadir viewing angles and in various spectral ranges, technology UAV, camera 3D Kinect, and also popularly iPad and iPhone systems were examples of this. It was affirmed that fast development of more and more accurate navigation systems for direct georeference data, multi-image matching, data integration and processing and visualization methods delivered the products which are useful in many uses. In the paper, more also important informations were introduced relating to activities of the ISPRS in cadence 2012-2016, which were the subject of sessions of the ISPRS General Assembly.

Dane autorów:

Dr hab. inż. Andrzej Borkowski  
e-mail: [andrzej.borkowski@up.wroc.pl](mailto:andrzej.borkowski@up.wroc.pl)

Prof. dr hab. inż. Aleksandra Bujakiewicz  
e-mail: [abujak7@wp.pl](mailto:abujak7@wp.pl)

Dr inż. Ireneusz Ewiak  
e-mail: [rene@igik.edu.pl](mailto:rene@igik.edu.pl)

Prof. dr hab. inż. Romuald Kaczyński  
e-mail: [rkaczynski@wat.edu.pl](mailto:rkaczynski@wat.edu.pl)

Dr hab. inż. Krystian Pyka  
e-mail: [krisfoto@agh.edu.pl](mailto:krisfoto@agh.edu.pl)