

**TRENDY W FOTOGRAMETRII I TELEDETEKCJI W ŚWIETLE
XXII KONGRESU ISPRS.
KOMISJA I – IMAGE DATA ACQUISITION – SENSORS AND
PLATFORMS**

**CURRENT TRENDS IN PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING
IN LIGHT OF THE 22ND ISPRS CONGRESS.
COMMISSION I – IMAGE DATA ACQUISITION – SENSORS AND
PLATFORMS**

Romuald Kaczyński

Zakład Teledetekcji i Fotogrametrii, Instytut Geodezji,
Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Wojskowa Akademia Techniczna

SŁOWA KLUCZOWE: XXII kongres ISPRS, komisja I, trend

STRESZCZENIE: Na przełomie sierpnia i września 2012 roku odbył się w Melbourne XXII kongres Międzynarodowego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji (ang. *ISPRS*). Na podstawie materiałów konferencyjnych, rozmów oraz obserwacji własnych, zidentyfikowano kierunki rozwoju oraz trendy we współczesnej fotogrametrii i teledetekcji ze szczególnym uwzględnieniem prac komisji I. Celem artykułu jest przedstawienie głównych kierunków prac naukowo-badawczych oraz trendów w aspekcie rozwoju technologii wykorzystywanej w fotogrametrii i teledetekcji.

1. DEFINICJA FOTOGRAMETRII I TELEDETEKCJI

Oficjalna definicja fotogrametrii i teledetekcji według ISPRS jest następująca:
“Photogrammetry and Remote Sensing is the art, science, and technology of obtaining reliable information from non-contact imaging and other sensor systems about the Earth and its environment, and other physical objects and processes through recording, measuring, analysis and representation”.

Z powyższej definicji wynika główna misja ISPRS, która jest następująca.:
“The mission of ISPRS is to advance the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences through international cooperation in research, development and education for the benefit of society and for environmental sustainability.”

Obecnie obrazami z punktu widzenia ISPRS są również chmury 3D punktów otrzymane ze skaningu laserowego oraz dane obrazowania radarowego.

2. GŁÓWNE TRENDY W FOTOGRAMETRII I TELEDETEKCJI

Do najważniejszych trendów oraz wydarzeń, przedstawianych na XXII Kongresie ISPRS zaliczyć można:

1. Postępujące łączenie się firm w konsorcja oraz przejmowanie firm mniejszych przez firmy większe, głównie z USA.

Firmy Digital Globe i GeoEye łączą się w jedną firmę pod nazwą Digital Globe. GeoEye przejął firmę SPADAC będącą liderem w przetwarzaniu oraz analizie przestrzennej danych obrazowych. Fotogrametryczna firma niemiecka INFO została przejęta przez firmę geodezyjną Trimble. Firma Voxel została przejęta przez firmę Microsoft. INTERGRAPH i ERDAS połączono z gigantem HEXAGON.

Przedsiębiorstwa Ball Aerospace oraz ITT Exelis współdziałają podczas prac konstrukcyjnych nad nowym systemem satelitarnym GeoEye-2 i WorldView-3, które planowane są do umieszczenia na orbicie okołoziemskiej w marcu 2013r i w 2014r. Rozmiar piksela w zakresie panchromatycznym wynosić będzie 0.33 m. Satelita WV-3 będzie posiadał również osiem kanałów spektralnych w tym SWIR.

2. Wzrost wykorzystania Bezzałogowych Statków Latających (BSL) klasy micro (małe samoloty i śmigłowce) do pozyskiwania zobrażeń fotogrametrycznych i teledetekcyjnych różnych rejonów z małych wysokości oraz stosowanie ich z powodzeniem dla różnych projektów i sytuacji kryzysowych.

Przykładem może być system „GateWing X-100” umożliwiający wykonanie zobrażeń wybranego obszaru o wielkości do 7 km² w jednym locie z wysokości do 100 m z GSD do 5 cm. Opracowanie bloku zdjęć odbywa się automatycznie. Dokładność opracowania M_{x,y} około 5 cm, a M_z około 10 cm.

3. Wzrost liczby użytkowników obrazów wielospektralnych.
4. Postępująca automatyzacja pozyskiwania oraz przetwarzania danych fotogrametrycznych.
5. Wzrost liczby przypadków łączenia danych pozyskiwanych różnymi sensorami.
6. Wzrost liczby wykonywania i opracowania lotniczych zobrażeń ukośnych.

Przykładem wartym odnotowania jest nowe oprogramowanie np. „Icaros Photogrammetric Suite” do opracowania dużych obszarowo projektów (do 10 tys. zdjęć w bloku).

7. Umieszczanie na orbitach okołoziemskich nowych systemów satelitarnych. Do takich systemów zaliczyć można:
 - a) Chińskiego satelitę „ZY-3” wykonującego zobrazenia terenu w pasie o szerokości 50 km z wysokości $H = 505$ km. Panchromatyczne dane obrazowe pozyskiwane są w trybie mono z $GSD = 2.1$ m oraz stereo z $GSD = 3.6$ m. Zobrazenia wielospektralne (B,G,R,NIR) pozyskiwane są z $GSD = 5.8$ m.
 - b) Rosyjsko – białoruskiego satelitę „Kanopus-V/BelKA-2” rejestrującego w zakresie Pan z $GSD = 2.7$ m oraz wielospektralnym (B,G,R,NIR) z $GSD = 12$ m Szerokość zobrazowywanego pasa wynosi 20 km.
 - c) Rosyjskiego satelitę „Resurs-P” wykonującego zobrazenia z wysokości $H = 500$ km w zakresie Pan z $GSD = 1$ m, oraz MS (B,G,R,NIR) z $GSD = 3\div 4$ m. Szerokość pasa zobrazenia do 38 km. Dodatkowo satelita ten posiada dwa systemy: hiperspektralny z 96 kanałami

z GSD = 25 m i szerokością pasa rejestracji 25 km, oraz z ultra szerokim pasem: 97÷44 km z GSD = 12÷120 m Pan i 4 kanałami wielospektralnymi. Satelita charakteryzuje się możliwością pozyskiwania obrazów stereoskopowych.

- d) Satelity z serii Pleiades - CNES Astrium Services. Planowane są 3 satelity z codzienną rejestracją tego samego obszaru powierzchni Ziemi. Obrazy pozyskiwane z GSD = 0.5 m (PAN) oraz GSD = 2 m (B,G,R,NIR). Barwne (połączenie kanałów) GSD = 0.5 m. Szerokość pasa zobrazowania 20 km.

Dodatkowo planowane jest umieszczenie na tej samej orbicie satelitów SPOT 6 i 7 pozyskujących zobrazowania z GSD = 1.5 m (PAN) oraz GSD = 6 m (XS (B,G,R,NIR)). Szerokość zobrazowywanego pasa wyniesie 60 km a maksymalna długość szeregu to 600 km. Spodziewana dokładność określenia współrzędnych punktu na źródłowym zobrazowaniu ma osiągnąć dokładność CE90 = 10 m.

8. Wykonywanie zobrazowań w zakresie termalnym małymi kamerami.
9. Opracowanie nowych konstrukcji wielkoformatowych kamer fotogrametrycznych.
10. Wzrost liczby wykonywania i opracowania obrazów TLS (Terrestrial Laser Scanning). Prognozuje się, że ilość skanowań 3D, wykonywanych z samochodu zwiększy się do roku 2015 dwukrotnie.
11. Zbliża się termin zakończenia programu satelitów teledetekcyjnych serii Landsat.
12. Szacuje się, że około 30 firm konstruuje nowe satelity takie jak np.: EADS Astrium, Ball Aerospace, Thales Alenia Space, Lockheed Martin Space Systems, PSLV w Indii, Vega, rosyjskie firmy i inne.
13. Planowany wzrost liczby misji z satelitami małymi typu RapidEye (konstelacja 5 satelitów z 5 kanałami spektralnymi na identycznych orbitach na wysokości 630 km).
14. Dostępność od roku dwóch nowych satelitów Terra SAR-X TanDEM-X SAR dla opracowania DEM z dokl. Mz < 2 m. Posiadane sensory to: High Resolution Spot Light z GSD = 0.5 m i polaryzacjami: HH, VV, HH/VV, VV/HH, HH/HV, oraz Scan SAR z GSD = 8.25 m i polaryzacją HH, VV.
15. Przedstawienie nowego oprogramowania do automatycznego opracowania fotogrametrycznych zdjęć ukośnych np. „Street Factory” Astrium stosowanego również do generowania modeli 3D miast.
16. Zacieśnienie współpracy ISPRS z innymi organizacjami międzynarodowymi oraz tworzenie grup interdyscyplinarnych.
17. Ograniczenie ilości prezentacji na Kongresach tylko do publikacji na wysokim poziomie naukowym i technologicznym poprzez stosowanie podwójnych recenzji (ang. „double blind review process”).

3. GŁÓWNE OSIĄGNIĘCIA W PRACACH KOMISJI I ISPRS

Przewodniczącym komisji jest Charles Toth. Poniżej przedstawiono najważniejsze osiągnięcia oraz wydarzenia usystematyzowane zgodnie z zakresem kompetencyjnym poszczególnych podkomisji.

3.1. Podkomisja I/1: Standardization of Airborne Platform Interface

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 0.005 m/s. DGPS/IMU's wyznacza pozycję z dokładnością ± 0.06 m. W lotniczym zbieraniu danych z radarowego systemu InSAR dokładność pozycjonowania przez POS/AV wynosi $\pm 0.05 \sim \pm 0.3$ m, a pomiaru prędkości lotu ± 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 ± 5 m. Nową metodą jest stosowanie GPS/IMU i metody aerotriangulacji wspólnie (metoda zwana „Integrated Sensor Orientation”), co pozwala na zredukowanie ilości fotopunktów w bloku obrazów. Elementy orientacji zewnętrznej dostarczane przez system GPS/IMU użyte są do wyrównania aerotriangulacji metodą wiązek, której wyniki otrzymuje się z wysoką dokładnością oraz pozwalają na opracowanie stereogramów, które są wolne od poprzecznej paralaksy szczątkowej.

3.2. Podkomisja I/2: LIDAR, SAR and Optical Sensors for Airborne and Spaceborne Platforms

Firmy Vexcel Imaging Austria i Microsoft Photogrammetry skonstruowały nową wielkoformatową kamerę fotogrametryczną z 20010 pikseli umieszczonych prostopadle do kierunku lotu samolotu i 13080 pikseli umieszczonych wzdłuż lotu samolotu. Skonstruowano w tym celu nowe detektory CCD, nowy układ optyczny i elektroniczny system sterujący oraz rejestrujący dane obrazowe.

Kamera UltraCam Xp (17310 x 11310 pikseli) ma nowe oprogramowanie UltraMap V.3, które automatycznie opracowuje cyfrowe obrazy bloku włącznie z generowaniem DEM i ortobrazów. Mozaikowanie ortobrazów wraz z korekcją barw i radiometrii jest automatyczne. Może również opracować tzw. „true orto”.

Firma Z/I Imaging zaprezentowała nową lotniczą wielkoformatową kamerę cyfrową DMC II 140, 230 i 250 dla kanału panchromatycznego. Detektory CCD mają 140 / 230 / 250 mega pikseli, które wcześniej nie były dostępne w fotogrametrii cyfrowej.

Nową wielkoformatową kamerę 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 obiektywem wykonującym zdjęcia nadirowe i czterema obiektywami wykonującymi zdjęcia ukośne pod kątem 35° lub 45° .

3.3. Podkomisja I/3: Multi-Platform Multi-Sensor Inter-Calibration

Kalibracja Mobilnych Systemów Kartowania (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), który składa się 4 kamer wychylonych od nadiru i jednej kamery wykonującej zobrazowania prostopadle. Te 5 kamer bazuje na kamerze Canon EOS 1DS Mark3 z obiektywami firmy Carl Zeiss. CCD 5616 na 3744 (21 MPixels) z pikselem o wymiarach $6.4 \mu\text{m}$. Dokładność

zobrazowań od 1 GSD do 1.5 GSD (Ground Sample Distance) dla współrzędnych płaskich X, Y i około 2 do 2.5 GSD dla współrzędnej Z. DEM/DTM i ortofoto generowane są z obrazowań pionowych, a zobrazowania ukośne wykorzystane są do kreowania modeli 3D.

W celu osiągnięcia takich dokładności wykorzystuje się ściśle matematyczne zależności i samo-kalibrację z użyciem dodatkowych parametrów. Wykorzystuje się m.in. przetwarzanie Fourierskie, gdyż jest ono ściśle, ortogonalne, i efektywne gdy jest stosowane do kalibracji kamer lotniczych. Wykorzystanie przetworzeń Fourierskich jest teoretycznie i praktycznie lepsze 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.

3.4. Podkomisja I/4: Geometric and Radiometric Modeling of Optical Spaceborne Sensors

Przedstawione zostały metody i wyniki określenia dokładności generowania NMPT i NMT na podstawie stereoskopowych panchromatycznych obrazowań WorldView-2 i GeoEye. Otrzymane dokładności NMPT generowanego metodą korelacji obrazów są zbliżone do dokładności otrzymywanych z małoskalowych zdjęć lotniczych.

Przedstawiono dwie metody samo-kalibracji kamer cyfrowych oraz metodę rejestracji obrazu z wykorzystaniem ścisłego modelu sensora i NMT. Proponowana jest kalibracja kamer w warunkach laboratoryjnych i dodatkowo kalibracja w trakcie lotu samolotu, w celu otrzymania parametrów kamery i obrazowań takich jak m.in. radiometryczne, spektralne i geometryczne w warunkach naturalnych.

Planowana jest misja niemieckiego satelity z hiperspektralnymi kanałami EnMAP (Environmental Mapping and Analysis Program).

Przedstawiono wyniki orientacji modelu stereoskopowego WorldView-2 bez użycia fotopunktów.

3.5. Podkomisja I/5: Integrated Systems for Sensor Georeferencing and Navigation

Zobrazowania otrzymane z pułapu lotniczego są miejscami nieostre, co spowodowane jest przez turbulencje jakim podlega samolot podczas lotu. W związku z powyższym przedstawiono metody wykrycia rejonów obrazowań z rozmarem obrazu. Firma Microsoft inicjuje program „Globalne Orto”.

3.6. ICWG I/V: Unmanned Vehicle Systems (UVS) for Mapping and Monitoring Applications

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 musi 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 obrazowań z UAV obejmuje:

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

3.7. ISPRS and IAA: Pleiades System and Acquisition Capability

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 obrazowań 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 = 0.7 m (dla rejestracji nadirowej);
- cztery kanały spektralne (B, G, R, NIR) z GSD = 2.8 m;
- szerokość pasa w nadirowym zobrazowaniu – 20 km;
- stereoskopowe zobrazowanie pasem od 20 km do 300 km;
- możliwość pozyskania danych obrazowych z obszaru 2.5 mln km² w okresie roku;
- dokładność położenia punktu na poziomie CE90% = 16 m.

3.8. TCS I, III and V: Mobile Lidar - Present and Future Trends

Mobilny LiDAR wykorzystano z powodzeniem do rejestracji i opracowania map zniszczeń podczas silnego trzęsienia Ziemi w Japonii. Otrzymano dokładności RMS_{x,y} = 6.3 cm i RMS_z = 4.6 cm. Przyjęte są następujące standardy dokładnościowe map w Japonii:

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 p.t.: „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). Kontakt: e-mail: yf@sasmac.cn. Informacje na stronie: www.sasmac.cn

4. LITERATURA

Shortis M., El-Sheimy N., *ISPRS Archives – Volume XXXIX-B1*, 2012 XXII ISPRS Congress, Technical Commission.

www.isprs.org

www.getwing.com

www.sasmac.cn

www.innoter.com

www.leica-geosystems.com

www.spotimage.com

www.ziimaging.com

www.tlsdatabase.ucalgary.ca

www.intergraph.com/geospatial

www.baesystems.com/gxp

www.eyefind.rapideye.com

www.trimble.com

www.smsc.cnes.fr

www.digitalglobe.com

www.ultracameagle.com

www.astrium-geo.com

CURRENT TRENDS IN PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING IN LIGHT OF THE 22ND ISPRS CONGRESS. COMMISSION I – IMAGE DATA ACQUISITION – SENSORS AND PLATFORMS

KEY WORDS: The 22nd ISPRS Congress, Commission I, Trends

Summary

The 22nd ISPRS Congress took place in August 2012 in Melbourne. Based on conference materials, conversations and private observations, new trends in photogrammetry and remote sensing were identified as well as a number of areas, which are worth developing especially within the works of the 1st Commission. The purpose of this article is to present the main research areas and trends in terms of technologies used in photogrammetry and remote sensing.

Dane autora:

Prof. dr hab. inż. Romuald Kaczynski

e-mail: rkaczynski@wat.edu.pl

telefon: +48 22 683 90 21