



Polskie Towarzystwo Fotogrametrii i Teledetekcji

Komitet Geodezji PAN

Zarząd Główny Stowarzyszenia Geodetów Polskich

Instytut Geodezji i Geoinformatyki Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu



XX Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe

„Fotogrametria dla geoinformacji”

**Book of Abstracts
Książka streszczeń**

Program Sympozjum

Wrocław, 19-21 września 2016 r.

KOMITET NAUKOWY

Prof. dr hab. Aleksandra Bujakiewicz	Politechnika Koszalińska, Przewodnicząca Polskiego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji
Prof. dr hab. inż. Andrzej Borkowski	Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Komitet Geodezji PAN
Prof. dr.-Ing. Wolfgang Kresse	Redaktor naczelny „Photogrammetrie, Fernerkundung, Geoinformation” (PFG)
Prof. dr hab. inż. Krystian Pyka	Akademia Górniczo-Hutnicza, Komitet Geodezji PAN
Dr hab. inż. Ireneusz Ewiak	Wojskowa Akademia Techniczna, Komitet Geodezji PAN
Dr hab. inż. Marek Mróz	Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Komitet Geodezji PAN
Dr hab. inż. Elżbieta Bielecka	Wojskowa Akademia Techniczna, Komitet Geodezji PAN, Redaktor Naczelny „Geodesy and Cartography”
Dr hab. inż. Piotr Sawicki	Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Dr hab. inż. Zdzisław Kurczyński	Politechnika Warszawska, Redaktor Naczelny „Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji”

KOMITET ORGANIZACYJNY

Prof. dr hab. inż. Andrzej Borkowski	Dyrektor Instytutu Geodezji i Geoinformatyki Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu
Dr inż. Małgorzata Jarząbek-Rychard	Instytut Geodezji i Geoinformatyki Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu
Mgr inż. Kamila Pawłuszek	Instytut Geodezji i Geoinformatyki Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu
Mgr inż. Mateusz Karpina	Instytut Geodezji i Geoinformatyki Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu
Mgr Wojciech Dach	Instytut Geodezji i Geoinformatyki Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu
Anna Jarmułowicz	Zarząd Główny Stowarzyszenia Geodetów Polskich

WWW

<http://www.igig.up.wroc.pl/xxptfit/>

REDAKCJA ZESZYTU

Mgr Wojciech Dach
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Geodezji i Geoinformatyki
ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław
e-mail: wojciech.dach@up.wroc.pl | <http://www.igig.up.wroc.pl> | tel./fax 71 320 5617

DRUK

Drukarnia Cyfrowa ELPIL, ul. Artyleryjska 11, 08-110 Siedlce
e-mail: info@elpil.com.pl | <http://www.elpil.com.pl> | tel. 25 643 50 42

Wydrukowano w 100 egz.

ISBN 978-83-61576-32-7

CONTENTS SPIS TREŚCI

Abstracts

<i>Kazimierz Bęcek, Paweł Bogusławski</i> On Reduction of Redundancy of the Light Detection and Ranging Datasets (LiDAR).....	11
<i>Ryszard Bratuś, Paweł Musiałik, Marcin Prochaska, Antoni Rzonca</i> Development of LiDAR Data Classification Algorithms Based on Parallel Computation with nVidia CUDA Technology.....	12
<i>Jerzy Cierniewski, Sławomir Królewicz, Cezary Kaźmierowski, Jakub Ceglarek</i> Combined Use Remote Sensing, GIS and Photogrammetry Methods to Quantify the Annual Variation of Shortwave Radiation Reflected from Arable Soils as an Effect of Smoothing them After Plowing and Harrowing.....	13
<i>Rafał Dąbrowski</i> Acquiring Spectral Reflectance Characteristics Using a MiniMCA Camera Mounted on an UAV	14
<i>Wojciech Drzewiecki</i> Does Number of Image-Derived Input Features Influence Accuracy of Sub-Pixel Impervious Surface Area Assessment Using Non-Linear Regression Models?.....	15
<i>Ireneusz Ewiak, Agnieszka Jenerowicz, Paulina Lulkowska, Małgorzata Woroszkiewicz, Izabela Usiądek</i> The assessment of remote sensing methods for detection of architectural mediaeval details	16
<i>Magdalena Fitrzyk, Katarzyna Kopańczyk, Marek Mróz</i> Multisensor and Multitemporal Approach for Monitoring Short Rotation Coppice.....	17
<i>Grzegorz Gabara, Piotr Sawicki</i> Application of Photogrammetric Scanning Method for Testing of Rail Track Geometry.....	18
<i>Pelagia Gawronek, Bartosz Mitka</i> Accuracy of Terrestrial Laser Scanning Measurements in the Test Field of University of Agriculture in Krakow.....	19
<i>Małgorzata Jarząbek-Rychard, Hans-Gerd Maas</i> Geometric Refinement of ALS-Data Derived Building Models Using Monoscopic Aerial Images	20
<i>Grzegorz Józków</i> TLS Data Compression Using JPEG-2000.....	21
<i>Jakub Kolecki</i> Keypoint Matching in Image Sequences Acquired Using Bike Mapping System	22
<i>Sławomir Królewicz</i> Calibration and Geometric Correction of Photos Taken from Non-Metric Cameras	23

<i>Sławomir Królewicz</i>	
Influence of Geometric and Radiometric Factors for Photogrammetric Processing of Photos From Non-Metric Cameras.....	24
<i>Bogusława Kwoczyńska, Rafał Woźniak, Izabela Piech</i>	
Integration of Spatial Data for the Purposes of Determining the Solar Potential of Agricultural Land Intended for Fruit Growing	25
<i>Urszula Marmol</i>	
Linear Object Detection Using Directional Gabor Wavelets	26
<i>Bartosz Miłka, Marcin Prochaska</i>	
Evaluation of geometric quality of 3D models obtained automatically by robotic RevoScan device	27
<i>Monika Moskal</i>	
Riparian Forest Assessments through Remote Sensing in the United States Pacific Northwest	28
<i>Kamila Pawluszek, Andrzej Borkowski</i>	
Automatic landslide mapping using an extended set of DTM-derivatives and Artificial Neural Network	29
<i>Artur Plichta, Adam Piasecki</i>	
FACTOR OF SAFETY AS RISK INDICATOR IN ASSESSMENT OF GROUND PARAMETERS FOR GEOENGINEERING AND GEOPHYSICAL INVESTIGATIONS.....	30
<i>Antoni Rzonca</i>	
Analytical Integration of Photogrammetric and Laser Scanning Data at the Stage of Orientation – Review of Methods	31
<i>Jarosław Wajs</i>	
Experiments with Rpas imagery for digital Surface Modelling of roi	32
<i>Piotr Wężyk, Paweł Hawryło, Marta Szostak</i>	
Scots pine crowns delineation using CHM generated from point clouds derived from aerial images and ALS	33
<i>Piotr Wężyk, Przemysław Tymków, Monika Moskal, Marta Szostak, Mateusz Karpina, Paweł Hawryło, Bernadeta Rossa</i>	
The use of Unmanned Aircraft Vehicle with RedEdge (MicaSense) Camera for the Monitoring and Management of the Forest Nursery with Special Emphasis on the Automatic Analyses of the Condition and Species Recognition of Planting Material	34
<i>Piotr Wężyk, Artur Warchoń, Katarzyna Bajorek-Zydroń</i>	
Mapping the City Greens Based on LiDAR and VHRS	35

Streszczenia

Anita Biszof, Tomasz Oberski	
Możliwości generowania precyzyjnego NMT na podstawie chmury punktów z projekt ISOK	39
Rafał Dąbrowski, Ewa Łuniewska, Romuald Kaczyński	
Analiza stopnia podniesienia dokładności procesu klasyfikacji zobrazowania satelitarnego z wykorzystaniem charakterystyk spektralnych	40
Ireneusz Ewiak, Paulina Lulkowska	
Metodyka oceny stopnia deformacji archiwalnych zdjęć lotniczych.....	41
Ireneusz Ewiak, Paulina Lulkowska	
Rola pomiarów stereoskopowych w procesie identyfikacji elementów pokrycia i użytkowania terenu na archiwalnych zdjęciach lotniczych	42
Ireneusz Ewiak, Katarzyna Siok, Agnieszka Jenerowicz	
Ocena funkcjonalności algorytmów koloryzowania obrazów w aspekcie zwiększenia walorów radiometrycznych archiwalnych zdjęć lotniczych	43
Ireneusz Ewiak, Małgorzata Woroszkiewicz	
Analiza wpływu filtracji archiwalnych zdjęć lotniczych na dokładność automatycznej aerotriangulacji cyfrowej.....	44
Krzysztof Gajdamowicz	
Fotogrametria dla geoinformacji – metoda Visimind	45
Piotr Gołuch, Janusz Kuchmister, Kazimierz Ćmielewski	
Wykorzystanie fotogrametrii jednoobrazowej do obserwacji przestrzennych przemieszczeń względnych elementów obiektów inżynierskich i przyrody nieożywionej.....	46
Piotr Gołuch, Kazimierz Ćmielewski, Janusz Kuchmister	
Zastosowanie zmodyfikowanej metody autorefleksyjnej w precyzyjnych pomiarach inżynierskich	47
Paweł Hawryło, Piotr Wężyk, Marta Szostak	
Określanie defoliacji drzewostanów sosnowych powodowanej zerowaniem barczatki sosnowki (<i>Dendrolimus pini</i>) na podstawie zobrazowań satelitarnych Landsat LDCM.....	48
Bogusław Kaczalek, Andrzej Borkowski	
Identyfikacja powierzchni dróg i wielopoziomowych skrzyżowań w danych lotniczego skaningu laserowego z wykorzystaniem algorytmu Random Forests	49
Przemysław Kłapa, Bartosz Mitka	
Wykorzystanie technologii naziemnego skaningu laserowego w tworzeniu i aktualizacji mapy zasadniczej.....	50
Tomasz Kogut	
Analiza wtórna pełnego kształtu fali lotniczego skaningu batymetrycznego.....	51
Wolfgang Kresse	
Rozwój międzynarodowego standardu dla archiwizacji danych geograficznych	52

Zdzisław Kurczyński, Krzysztof Bakula	
SAFEDAM – zaawansowane technologie wspomagające przeciwdziałanie zagrożeniom związanym z powodzią	53
Zdzisław Kurczyński, Mateusz Bielecki	
Ocena procesu aerotriangulacji zdjęć z platformy BSL pozyskanych kamerą typu Rolling Shutter	54
Grzegorz Kwiatkowski, Marek Mróz	
Opracowanie i analiza dokładności serii ortofotomap starorzeczy rzeki Biebrzy na podstawie zdjęć RGB wykonanych z pokładu BSP/md4-1000	55
Tomasz Malej	
Nowoczesne technologie automatycznego przetwarzania produktów fotogrametrycznych on-line w integracji z portalem mapowym	56
Jakub Stefan Markiewicz, Piotr Podlasiak, Dorota Zawieska	
Badanie pionowości zabytkowej wieży na podstawie wieloźródłowych danych fotogrametrycznych	57
Małgorzata Mendela-Anzlik, Andrzej Borkowski	
Weryfikacja możliwości wykorzystania danych lotniczego skaningu laserowego do aktualizacji BDOT10K w zakresie informacji geometrycznej o budynkach	58
Michał Mieszczak	
Wykorzystanie RPAS do opracowania modelu 3D na potrzeby rekonstrukcji zdarzeń w ruchu drogowym	59
Michał Mieszczak, Tomasz Oberski	
Wykorzystanie niskobudżetowego UAS do nadzoru realizacji budowy obiektów liniowych na przykładzie inwestycji drogowej	60
Bartosz Miłka, Izabela Piech, Szymon Łukaszewicz	
Wyznaczenie pionowości komina w oparciu o pomiary fotogrametryczne	61
Katarzyna Osińska-Skotak, Krzysztof Bakula, Dominik Kopeć, Dorota Michalska-Hejduk, Łukasz Ślawik	
Koncepcja metodyki identyfikacji procesu sukcesji w nieleśnych siedliskach przyrodniczych NATURA 2000 z zastosowaniem technik teledetekcyjnych	62
Wojciech Ostrowski, Maksymilian Foltyn	
Wykorzystanie lotniczych zdjęć ukośnych do detekcji zmian w przestrzeni miejskiej	63
Zbigniew Perski, Petar Marinkovic, Maria Przyłucka, Grzegorz Pacanowski, Zbigniew Kowalski	
Zintegrowany monitoring geodynamiki wysadów solnych w Polsce z wykorzystaniem InSAR, CR i analizy radarowych danych historycznych	64
Michał Pleskacz, Antoni Rzonca	
Opracowanie metody oceny poprawności działania algorytmu kolorowania chmury punktów	65

Krystian Pyka, Elżbieta Pastucha, Andrzej Wróbel	
Wyznaczenie terenowej osnowy pomiarowej w procesie aerotriangulacji	66
Anna Schismak, Ireneusz Ewiak	
Automatyczna detekcja elementów pokrycia terenu z wykorzystaniem zobrażeń lotniczych w barwach naturalnych	67
Zofia Szczepaniak-Kołtun	
Ocena wpływu NMT o różnej rozdzielczości na dokładność pozyskiwania linii ściekowych	68
Marta Szostak, Karolina Zięba, Piotr Wężyk, Marta Bura, Janusz Janowski	
Modelowanie 3D oraz integracja chmur punktów lotniczego i naziemnego skanowania laserowego piramidy w Rapie	69
Agata Walicka, Andrzej Borkowski	
Alternatywny algorytm dekompozycji sygnału Full-Waveform	70
Artur Warchoń, Monika Balawejder	
Target-based vs Cloud-to-cloud Registration – analiza dokładności złożenia projektu TLS na przykładzie Podziemnej Trasy Turystycznej w Rzeszowie	71
Piotr Wężyk, Artur Warchoń	
Co dalej po LoD2 (CITY GML)	72
Tomasz Wojciechowski, Zbigniew Perski	
Wpływ lotniczego i naziemnego skaningu laserowego na jakość badań osuwisk	73
Ireneusz Wyczalek, Michał Wyczalek, Andrzej Pożarycki	
Moduł fotogrametryczny mobilnego systemu diagnostyki nawierzchni drogowych	74
Michał Wyczalek, Ireneusz Wyczalek	
Kamera wielospektralna MSC-10 – testy i teledetekcyjne zastosowania badawcze	75
Dorota Zawieska, Jakub Stefan Markiewicz, Jarosław Kopiasz	
Opracowanie fotogrametryczne zabudowy grodu kultury łużyckiej w Biskupinie na podstawie danych z badań przedwojennych	76
Dariusz Ziółkowski, Magdalena Łągiewska, Jan Kryński, Jan Cisaak, Łukasz Żak, Jacek Uchański, Piotr Falkowski, Kinga Sadura, Stanisław Łukasik, Tomasz Godlewski	
Integracja pomiarów PSInSAR, GNSS i niwelacji precyzyjnej – korzyści i wzajemne uzupełnianie się technik pomiarowych	77
Program Sympozjum	79
Postery	85

Abstracts

ON REDUCTION OF REDUNDANCY OF THE LIGHT DETECTION AND RANGING DATASETS (LIDAR)

Kazimierz Bęcek¹, Paweł Bogusławski²

¹ *Bulent Ecevit University, Zonguldak, Turkey and Wrocław University of Science and Technology,
Poland, kazimierz.becek@beun.edu.tr*

² *University of West England, UK, pboguslawski@gmail.com*

Redundancy of the Light Detection and Ranging Datasets (LiDAR) is seldom discussed in the literature in terms of its reduction to improve the efficiency of processing of LiDAR data. Compressing LiDAR datasets using well-known applications including the zip facility and LiDAR data compressors such as laz or zlas – the optimized LAS file by ESRI, improves handling of LiDAR files, in particular when they are transferred over the network. However, the compression procedures do not improve processing speed and rendering of Lidar point cloud. In this contribution we are proposing a new way to handle the redundancy of LiDAR datasets. Our approach is based on the Q-tree data structure. An essential part of the strategy is an error model of the LiDAR data. Since the magnitude of the error depends on the pixel size and the roughness of terrain, the user can control its magnitude, while reducing the redundancy of LiDAR dataset. The proposed strategy is lossy. A solution of this problem is to preserve the original data file and get the reduced file each time it is required. In our view, the best strategy to use this approach would be to install the software on the data server site to handle user's requests to avoid of transferring the entire LiDAR file. Instead, the software produces a shp file containing rectangles of various size, that maintain assumed error magnitude. The software for non-commercial users will be available free of charge. Using the same idea a software could be developed that will allow extracting raster data at a pre-defined and variable resolution which will maintain an assumed level of homogeneity.

DEVELOPMENT OF LIDAR DATA CLASSIFICATION ALGORITHMS BASED ON PARALLEL COMPUTATION WITH NVIDIA CUDA TECHNOLOGY

Ryszard Bratuś, Paweł Musialik, Marcin Prochaska, Antoni Rzonca

DEPHOS Software sp. z o.o.

The paper presents an innovative data classification approach based on parallel processing performed on a GPGPU (General-Purpose Graphics Processing Unit). Results shown were obtained in course of European Commission funded project: „Research on large scale storage, sharing and processing of spatial lader data”, that concentrated on LIDAR data storage and sharing through databases and applying parallel computing with nVidia CUDA technology.

The paper describes general requirements of the nVidia CUDA technology application for the massive LiDAR data processing. The point clouds data structure fulfills these conditions in most of potential cases. The unique organization of processing is necessary. The innovative approach, based on rapid parallel computation and analysis of each point’s normal vector, to examination of the point cloud geometry within a classification process is described.

Presented algorithm classifies points into basic classes defined in LAS format: ground, buildings, vegetation, low point. Specific stages of classification process are discussed. The process itself was tested within sequential testing scenarios of various environment types: forest, agriculture area, village, town and city. Each scenario includes repetition of the process with different parameters and comparison of resulting classification with reference point clouds. Reference clouds were obtained with two methods: a direct result of classification with popular program TerraSolid and manually corrected classified clouds as ground truth. Some optimization techniques to maximize classification correctness for different environments are described. Possible directions of improvement were discussed in conclusion.

The paper includes a description of potential improvement and processing scenarios which would allow further enhancement of classification quality and efficiency. Results shown in the paper present using parallel computing on a GPGPU as an attractive direction for point cloud data processing.

**COMBINED USE REMOTE SENSING, GIS AND PHOTOGRAMMETRY
METHODS TO QUANTIFY THE ANNUAL VARIATION OF SHORTWAVE
RADIATION REFLECTED FROM ARABLE SOILS AS AN EFFECT
OF SMOOTHING THEM AFTER PLOWING AND HARROWING**

Jerzy Cierniewski, Sławomir Królewicz, Cezary Kaźmierowski, Jakub Ceglarek

*Department of Soil Science and Remote Sensing of Soils, Adam Mickiewicz University in Poznań,
Dzięgielowa 27, 61-680 Poznań, Poland, ciernje@amu.edu*

In recent years a progressive warming of the Earth's climate is observed. This paper presents a multistage procedure using remote sensing, GIS and photogrammetry technologies, to quantify the annual variation of shortwave radiation amount reflected from arable soils previously treated by a plow (Pd) and a disk harrow (Hd) only as an effect of smoothing them. It is assumed that the smoothing of the soils can consequently cool their surfaces, thereby reducing the rate of the warming. That is why quantitative assessment of the variation seems to be useful. The procedure, supported by the Polish National Science Centre within the framework of the projects NN306600040, 2014/13/B/ST10/02111, was applied in Poland. The procedure takes into account changes in the share of bare soil areas extracted from images of Landsat 8, in the category of arable soils contours of which were obtained from a digital land-use map. The amount of radiation reflected from bare soils was calculated by equations predicting variations in the half-diurnal albedo of the soils as the solar zenith angle function, taking into account their properties as well as their roughness, expressed by indices obtained by a photogrammetry technology. It was assumed that all the soil surfaces were air-dried and illuminated in clear-sky conditions. These soil properties were obtained from soil databases relating to soil samples located within soil-unit contours of the digital soil map.

Expressing this reflected radiation as a fraction of the energy reaching the studied areas in clear-sky conditions in a day, it was predicted that those spring and summer peaks can reach about 2.2%–2.3% and 1%, respectively, of incident shortwave radiation for soils treated earlier by a Pd and an Hd.

ACQUIRING SPECTRAL REFLECTANCE CHARACTERISTICS USING A MINIMCA CAMERA MOUNTED ON AN UAV

Rafał Dąbrowski

*MUT Military University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Geodesy, Geodesy Institute,
Department of Remote Sensing and Photogrammetry, rafal.dabrowski@wat.edu.pl*

In recent times there had been a noticeable increase in access to relatively low-cost remote sensing sensors dedicated for UAV applications. One such sensor is the multispectral miniMCA. Due to a relatively simple contraction of the camera as well as it's main applications, it is possible to operate the sensor using only the exposure time, which is chosen based on the actual lighting conditions during the flight. When dealing with low-cost miniUAV systems and the MCA cameras, the exposure time is set in the camera prior to take-off and cannot be changed throughout the entire flight. Due to changing lighting conditions during the flight (eg. clouds or intense sunlight), it can be problematic to obtain radiometrically correct imagery.

Assuming, that the digital number (DN) of a pixel is strongly correlated with the spectral reflectance coefficient of the imaged object, it is possible to generate at least partial spectral reflectance characteristics from the acquired imagery. However due to the aforementioned problems, it is not always possible to extract the absolute spectral characteristics directly from the acquired multispectral imagery data. The most commonly used method to solve this problem, is to place a reference panel, i.e. an object with a known and stable spectral reflectance characteristic, within the imaged area. Such an approach is however often hard to accomplish for UAV sensors especially when flying over hard to reach areas like vast agricultural land, structures located on contaminated areas or those affected by a natural disaster.

The paper will describe the process and results of research, the aim of which was to determine a methodology for acquiring absolute spectral reflectance coefficients based on miniMCA imagery (obtained from a miniUAV system) without the use of a reference panel. The proposed methodology allows us to obtain absolute spectral reflectance coefficients through post-processing imagery data based on proprietary mathematical formulas, which correct the pixel DN value based on the lighting conditions (the luminance value) at time of exposure. The method had been verified in field conditions for samples representing different land cover classes, for which the spectral reflectance coefficients had also been measured using a spectroradiometer.

**DOES NUMBER OF IMAGE-DERIVED INPUT FEATURES INFLUENCE
ACCURACY OF SUB-PIXEL IMPERVIOUS SURFACE AREA ASSESSMENT
USING NON-LINEAR REGRESSION MODELS?**

Wojciech Drzewiecki

AGH University of Science and Technology, Cracow

Remote sensing is nowadays commonly used for monitoring changes in land use and land cover (LULC), including changes of impervious surface area. For this purpose, especially in regional scales, high and medium resolution satellite imagery is commonly used. Common approach is to use non-linear regression models to map imperviousness in individual dates at sub-pixel level. Then change is evaluated as a difference of these assessments.

The input data used in such studies consist usually of image band values and vegetation indices. However, other image-derived features, such as band ratios and/or specially designed indices have been also used. Presented research tries to answer the question if adding more features incises the accuracy of prediction.

For input data set structures were compared in the study based on multirate Landsat images. The basic one consisted of image band values. Then NDVI was added. In the third one some other indices proposed in various studies were also used. The last one was the biggest one as all possible image band ratios were added to input variables sets. Imperviousness was predicted using Cubist and Random Forest algorithms. Predictive models were tuned and trained using the caret package in R environment. Their performance was analyzed based on cross-validation results. A paired t-test was used to determine if the differences between model accuracies (Root Mean Squared Error and Mean Absolute Error) are statistically significant.

The results shows that additional input variables do not improve the accuracy of assessment for both sub-pixel mapping of impervious area and imperviousness change assessment.

THE ASSESSMENT OF REMOTE SENSING METHODS FOR DETECTION OF ARCHITECTURAL MEDIAEVAL DETAILS

**Ireneusz Ewiak, Agnieszka Jenerowicz, Paulina Lulkowska,
Małgorzata Woroszkiewicz, Izabela Usiądek**

*Military University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Geodesy, Geodesy Institute,
Department of Remote Sensing and Photogrammetry, gen. Sylwestra Kaliskiego 2, 00-908 Warsaw,
Poland, (ireneusz.ewiak, agnieszka.jenerowicz, paulina.lulkowska,
malgorzata.woroszkiewicz)@wat.edu.pl*

Architectural objects are not only relics of the past but also an artistic vision and an expression of civilization and culture. Therefore, analysis and protection of cultural heritage are very important. Monitoring and study of all architectural monuments are basis of their maintenance and preservation, thus, analysis of the structure and the condition of architectural objects should be continuous and maximally simplified. All methods used so far are invasive and are based on a direct investigation of the structures of objects and materials. An alternative for this approach would be the application of remote sensing methods, that can be considered as a non-invasive method of investigation.

A group of investigators from the Military University of Technology, along with specialists from the Institute of History of Art from the University of Wrocław conducted an investigation in one of the cities of the region of Lower Silesia – Zabkowice Śląskie, using non-invasive methods. As the test objects, several buildings in the old town and old monastery were chosen. The investigators used both passive and active sensors, i.e. a multispectral camera, a thermal camera and a laser scanner, inside and outside of the analysed objects to detect remotely elements of buildings that differed from the rest of the construction, and therefore, could be considered as objects that should be investigated with classic invasive restoration methods. The synergy of different types of data showed parts of buildings in the old town that were rebuilt during centuries, i.e. new building stories, cornices, etc. All obtained results were compared with the architectural documentation that confirmed the accuracy of used techniques. Furthermore, the integration of the data of the old monastery allowed to detect mediaeval elements that were hidden under the plaster, which was followed by the restoration work in the monastery.

The conducted research showed that a synergy of different remote sensing data has a great potential of non-invasive methods, especially remote sensing methods in the conservatory works, particularly in its first stages, or when some parts of the documentation of an investigated object is missing.

MULTISENSOR AND MULTITEMPORAL APPROACH FOR MONITORING SHORT ROTATION COPPICE.

Magdalena Fitrzyk¹, Katarzyna Kopańczyk², Marek Mróz³

¹ EOP-SA, ESRIN, European Space Agency, magdalena.fitrzyk@esa.int

² Institute of Geodesy and Geoinformatics, Wrocław University of Environmental and Life Sciences,
katarzyna.kopanczyk@igig.up.wroc.pl

³ Department of Photogrammetry and Remote Sensing, University of Warmia and Mazury in Olsztyn,
marek.mroz@uwm.edu.pl

The key for the effective biomass production from the short rotation coppice (SRC) is the agrotechnical supervision of plantations allowing for a control of plantation growth and readiness for harvesting, and a fast response to sudden changes in plants' condition caused by diseases or temporal flooding. Due to the very high variability of the structure of plants over time, a successful monitoring of energy crops has to be based on systematic data acquisitions delivering up-to-date and complex information of crop characteristics. In this study we propose a fusion of two types of remote sensing data: high resolution multispectral imagery from European Sentinel-2 mission and low-altitude (UAS) RGB and hyperspectral imagery for the evaluation of plantation extent, possible crop losses, plant vigor, height and density, as well as the estimation of nutrient content.

A complex analysis of multitemporal set of Sentinel-2 images was performed to evaluate crop condition for the selected test plantations of energy willow (*Salix*). Vegetation indices computed from the S-2 images were used to study interannual variations in the vegetation phenology and plant vigor. For the on-site verification of the results, as well as for the detailed analysis of crop condition over the areas where a detailed description of a plantation was needed, hyperspectral measurements obtained from a hyperspectral camera mounted on UAV (Unmanned Aerial Vehicle) were used. The hyperspectral measurements carried out for several willow varieties showed that they had different content of leaf pigments, mainly chlorophyll, at the same moment of observation. Extracted spectral indices for texturally homogeneous crops revealed the areas of senescent plants. Complementary RGB photos permitted to extract a 3D information on crop height and identify crop losses.

Additionally, for the areas characterized by homogenous vegetation indices calculated from S-2 data spatial statistics of indices based on UAS data were computed to better understand the relation between satellite measurements and local field conditions, as well as other crop characteristics. The methodology presented in this study can be used for general inspections of SRC on spatially large areas and locally as a tool for agrotechnical supervisions of crop growth conditions and potential biomass losses for a given field.

APPLICATION OF PHOTOGRAMMETRIC SCANNING METHOD FOR TESTING OF RAIL TRACK GEOMETRY

Grzegorz Gabara, Piotr Sawicki

Department of Photogrammetry and Remote Sensing, University of Warmia and Mazury in Olsztyn

The paper presents the first results of testing the proposed technology of measurements and determination of geometric parameters of railway tracks using the mobile measuring platform and the photogrammetric scanning method. The series of 16 convergent terrestrial photos, in configuration which simulated operations of the photogrammetric, mobile, measuring platform were recorded for the test section of railway track. DSLR Nikon D5100 camera, equipped in the CMOS sensor (23.6×15.6 mm size, resolution 4928×3264, the pixel size $p'_{XY} = 4.8 \mu\text{m}$) and the lens ($f = 18\div 55 \text{ mm}$) focused on the imaging length $Y_F = 2.40 \text{ m}$, was used to acquire photos. The point clouds generated from digital images, automatic determination of the interior orientation elements, the spatial orientation of photos and 3D distribution of discrete points were obtained using the successively tested software tools: PhotoScan of Agisoft, RealityCapture of Capturing Reality and IWitness PRO of DeChant Consulting Services – DCS Inc. Basing on generated colour point clouds irregular meshes for the 3D model of the track were generated using the MeshLab application (this application uses the implemented *Poisson* algorithm for reconstruction of the model surface). Then the 3D model was filtered and meshes edges longer than 2 cm were eliminated. Cross sections were defined using the AutoCAD Civil 3D 2017 tool (automatic generation of cross sections basing on tracing lines) and the MeshLab application (manual mode) and they were used to determine geometric parameters of elements of the test track section and to perform accuracy analysis. The obtained results of the track gauge and cant were compared with the results of direct geodetic measurements. The obtained mean discrepancies value $\Delta_{XYZ} \leq 0.5 \text{ mm}$ meets the accuracy condition of measurement and testing (inspection) of the rail tracks ($m_{XYZ} < 1 \text{ mm}$), specified in the sectoral instruction Id-14 (D-75).

ACCURACY OF TERRESTRIAL LASER SCANNING MEASUREMENTS IN THE TEST FIELD OF UNIVERSITY OF AGRICULTURE IN KRAKOW

Pelagia Gawronek¹, Bartosz Mitka²

*¹ University of Agriculture in Krakow, Faculty of Environmental Engineering and Geodesy,
Department of Geodesy, pelagia.bilka@gmail.com*

*² University of Agriculture in Krakow, Faculty of Environmental Engineering and Geodesy,
Department of Agricultural Land Surveying, Cadaster and Photogrammetry,
bartosz.mitka@ur.krakow.pl*

This article presents an original procedure of testing metrological accuracy of terrestrial laser scanners, in dedicated for this purpose, the test field of the Agricultural University in Krakow. The authors present the concept of the test field designed for testing of accuracy of measurement of terrestrial laser scanners and the method of its implementation in the Measurement Laboratory of the Faculty of Environmental Engineering and Geodesy University of Agriculture in Krakow.

The authors developed their own measurement procedures for the field test, which was used to determine the individual instrumental errors of terrestrial laser scanner. The main assumption of the authors was to use the scanner as a robotic reflectorless total station. Assumption was the basis for defining the different measurement procedures allowing for approximation instrumental errors of such as inclination error, collimation error, eccentricity error and others. According to the commonly adopted methods of testing of accuracy of terrestrial laser scanner which is to verify correct position in space of clearly of identifiable element, the authors used: black white targets, reference spheres and the cylindrical elements with the vertical axis of symmetry as objects of control.

Due to the nature of the work of terrestrial laser scanner there is no individual procedures for determining the individual errors. Thus, the effect of individual components of the position error of control objects in space was identified based on their location relative to the scanner. Procedures for designation of each instrument errors were tested for P40 Leica scanner. However, testing procedures of scanners indicate a universal character and will be used to test other models of these devices in future studies. The research results are presented in graphs and tables.

GEOMETRIC REFINEMENT OF ALS-DATA DERIVED BUILDING MODELS USING MONOSCOPIC AERIAL IMAGES

Małgorzata Jarzabek-Rychard^{1,2}, Hans-Gerd Maas²

¹ *Institute of Geodesy and Geoinformatics, Wrocław University of Environmental and Life Science,
Poland, malgorzata.jarzabek-rychard@igig.up.wroc.pl*

² *Institute of Photogrammetry and Remote Sensing, Technische Universität Dresden, Germany,
hans-gerd.maas@tu-dresden.de*

Accurate and timely updated 3D building models has been considered a critical element of urban scene reconstruction. Basic information for efficient modeling covering large areas is often provided by airborne laser scanning. Building models derived from ALS point clouds are, however, restricted by point spacing of typical datasets. For this reason, the precision of roof plane and ridge line parameters is usually significantly better than the precision of gutter lines. To cope with problem the paper presents a novel approach for geometric refinement of building models reconstructed from ALS data using edges extracted from high resolution digital photographs. Compared to laser scanning, optical imagery with its higher spatial resolution usually allows for a more accurate extraction of linear elements. The core idea of modeling improvement is then to obtain refined model vertices by intersecting roof planes accurately extracted from lidar data and viewing planes assigned with building edges detected in a single image. We evaluate the performance of the presented refinement procedure by the comparison of two sets of reconstruction results, before- and after correction. The modeling performance is assessed based on reference data provided by the ISPRS benchmark for 3D building reconstruction. Integration of linear cues retrieved from single imagery allows for average improvement of planar accuracy of 9 cm. The overall quality of final building models calculated on a per-area level reaches nearly 90%.

TLS DATA COMPRESSION USING JPEG-2000

Grzegorz Jóźków

*Institute of Geodesy and Geoinformatics, Wrocław University of Environmental and Life Sciences,
grzegorz.jozkow@igig.up.wroc.pl*

The advancement in terrestrial laser scanning (TLS) hardware results in acquisition of large data amount – single scans may contain even hundreds of millions of points. They are usually stored in vendor specified formats or in common exchange formats, e.g. ASCII PTX or binary LAS files. Though easy for a preview, ASCII files are unsuitable for distribution or archiving, due to extremely large size. Binary LAS files, or their compressed version LAZ, though more compact, may still require large amount of hard drive space, thus, more efficient compression methods are desired.

Terrestrial laser scanners collect data according some order resulting in points arranged in lines and columns. Such order is similar to the image, and therefore, enables the use of image compression methods. Many of these methods, such as JPEG-2000, take into account spatial relation to strengthen data decorrelation, and subsequently, to increase compression rate. Another advantage of specific order of TLS data is lower number of features that allow to reconstruct 3D position of points. For that reason, only the range data needs to be compressed, since angular values are derivatives of point position in the matrix (row and column), and the mechanics of scanner head which parameters can be kept in metadata as a few constant values. Beside the range, also the intensity can be compressed using the same approach.

Numerical experiments were executed on several data sets acquired by two different laser scanners: Leica ScanStation C10 and Velodyne HDL-32E. Obtained results showed that TLS data can be effectively compressed using JPEG-2000 standard. The performance of loosely JPEG-2000 scheme was significantly better than LAZ compression, and compression ratio increased after applying lossy scheme. JPEG-2000 standard also proved its high speed that is sufficient for real time applications, such as sensor-level TLS data compression.

KEYPOINT MATCHING IN IMAGE SEQUENCES ACQUIRED USING BIKE MAPPING SYSTEM

Jakub Kolecki

AGH University of Science and Technology, Cracow, kolecki@agh.edu.pl

The paper presents the approach to the automatic detection and matching of tie points in the image sequences. Presented solution is a part of image-based trajectory estimation algorithm applied in the mobile mapping system designed for bike. The solution can be applied for single-view sequences acquired with calibrated camera. It is designed to provide high robustness along with reasonable processing time.

In general matching procedures in their raw form provide high number of outliers. Basically one of two approaches (or both of them) to reduce the rate of outliers can be applied. Firstly one can use detectors and descriptors of higher complexity. Secondly some geometric constraints can be involved within the matching procedure. During the presented researches the second approach was preferred as to avoid time consuming process of extraction and matching of complex descriptors. As a consequence it is proposed to use FAST detector along with BRISK descriptor and Brute force matcher. The matching process is followed by rigorous essential matrix estimation that runs inside the RANSAC procedure. The essential matrix estimation takes advantage of known calibration parameters and in contrast to approaches based on fundamental matrix is robust to poor parameter determinability observed for planar or nearly planar scenes. Recovering the relative pose of subsequent images allows imposing the epipolar constraint with the aim of matching refinement leading to increase of the number of correctly matched features.

The researches involve testing the influence of the detection and matching parameters on the overall processing time, number of successfully matched keypoints and the rate of outliers. Besides the accuracy of the ego-motion was verified based on the reference data obtained using commercial SFM software. The results show that the matching procedure allows for automatic orientation of sequences composed of hundreds of images. However the accuracy and processing time still do not reached the desired level.

CALIBRATION AND GEOMETRIC CORRECTION OF PHOTOS TAKEN FROM NON-METRIC CAMERAS

Sławomir Królewicz

Department of Soil Science and Remote Sensing of Soils, Faculty of Geographical and Geological Sciences, Institute of Physical Geography and Environmental Planning, Adam Mickiewicz University in Poznan, skrol@amu.edu.pl

Universal access to imaging techniques and the software development for three-dimensional modeling led to the increasing use of photogrammetric techniques in documenting all kinds of objects. The costs of non-metric devices, such as cameras in smartphones or compact cameras are many times lower than the price of metric cameras dedicated for photogrammetric measurements. The study was taken to measure the geometric defects of objectives, like radial and tangential distortion, with simple calibration method for selected non-metric modern cameras. The efficiency of geometric corrections made with selected software was done.

A set of calibration images of the black-and-white checkerboard displayed on a matt computer screen for each camera was performed. For all taken photos geometric correction was done using the following software: Adobe Photoshop CC 2015 (Lens Profile Library), Sony Image Data Converter (v. 4.2.0.4), Lens Correction (TNTmips 2016) with profiles library Lensfun. For some optical systems a second set of calibration images was taken using the hardware geometric correction. In this manner four or five sets of calibration photos was prepared. For each set of images the coefficients equation of Brown's distortion model, the radial and tangential distortion in the image plane was calculated using Agisoft Lens software.

Obtained results were referred to the requirements of standard analog aerial camera aviation adopted by the Optical Science Lab of the Geological Survey of the United States (United States Geological Survey Aerial Camera Specifications). Radial distortion values for the analyzed optical systems were 2-6 times higher than the limits enclosed in the American standard. The use of geometric correction resulted in a 2-3 times lower values of the radial distortion. Almost all surveyed lens the tangential distortion was less than one pixel in the entire plane of the digital image which corresponds with the American standard.

INFLUENCE OF GEOMETRIC AND RADIOMETRIC FACTORS FOR PHOTOGRAMMETRIC PROCESSING OF PHOTOS FROM NON-METRIC CAMERAS

Sławomir Królewicz

Department of Soil Science and Remote Sensing of Soils, Faculty of Geographical and Geological Sciences, Institute of Physical Geography and Environmental Planning, Adam Mickiewicz University in Poznan, skrol@amu.edu.pl

The photogrammetric processing of photos are affect by many the geometric and radiometric factors. The first group includes lens characteristics expressed by values of radial and tangential distortion, field of view angle and the alignment of the images and the percent of overlap. Radiometric factors are the lighting conditions (clear sky, full of clouds, as a consequence the presence or absence of the effect of the bidirectional reflectance phenomenon within the photo), vignetting, exposure parameters (aperture, time, sensitivity) and the recording format of the image (JPEG or digital negative). In the case of non-metric cameras, some factors may have a greater impact on photogrammetric products when metric cameras are used. The key for photogrammetric processing there are two stages: restoring exterior orientation based on a set of tie points and ground control points, and generating dense point clouds.

The work was undertaken to quantify the impact of selected factors on the photogrammetric processing, namely: (1) how geometric correction of the photos affects the correctness of the tie points matching between two images of single stereo-pair, (2) how the removal of the vignetting, (3) the lighting conditions of objects in the image plane and (4) downgrading the image quality using lossy compression affects the amount of keypoints computed within single photo.

For analysis the photos taken with Sony A6000 and NEX 7R cameras with different lenses are used. Geometric correction of images were carried out with the Sony Image Data Converter software (v. 4.2.0.4). Vignetting was removed using the trend function based on the second order polynomial equation, estimated on images of white pattern. Determination of keypoints within the photos was performed with the BRISK and AKAZE algorithms available in a free OpenCV graphics library. The lowest possible lossy compression degree was used.

Each of the analyzed factors has little effect when it is considered alone, but by aggregating all possible corrections can noticeably improve the quality of images, which is expressed with larger amount of correct matching tie points of a single stereopairs or grater number of computed keypoints for a single photo.

INTEGRATION OF SPATIAL DATA FOR THE PURPOSES OF DETERMINING THE SOLAR POTENTIAL OF AGRICULTURAL LAND INTENDED FOR FRUIT GROWING

Bogusława Kwoczyńska¹, Rafał Woźniak², Izabela Piech¹

¹ *University of Agriculture in Krakow, rmkwoczy@cyf-kr.edu.pl, rmpiech@cyf-kr.edu.pl*

² *Graduate of the University of Agriculture in Krakow, rwozniak@wp.pl*

Nowadays Polish agriculture is undergoing transformation. Very often even abandonment of agricultural production can be seen, especially in the mountainous areas of southern Polish. This is explained by the lack of profitability of traditional agriculture. Certain solutions may be setting on in the foothills areas of goods trading orchards. However, the economic balance should be always had in mind; therefore there is the need to create tools for planning the future location of the orchards.

In the publication authors attempted to integrate spatial data to support the determination of the solar potential of agricultural land for the purpose of fruit growing.

In order to determine the correct location of future fruit growing it is necessary to know the natural requirements of this type of plant. The paper makes a comprehensive analysis of factors in terms of their usefulness in spatial studies. They can be divided into three main groups: climatic factors, soil factors and factors related to the topography of the area. The first group includes mainly the amount of rainfall and its distribution throughout the year, annual sunshine duration defined as the number of hours of insolation during the period, the occurrence of hail and finally temperature distribution, and also the length of the growing season and the snow retention time. The second group of factors having a major impact on the future location of the orchards are the soil conditions (mechanical composition of the soil and the associated field water capacity, grading class of the soil and the groundwater level). Finally, the third group, directly related to spatial data, includes factors related to the topography of the area (exposition of the area, the angle of the slope inclinations and the presence of frost pockets). The integration of spatial data, such as: airborne laser scanning, orthophotomaps, maps of land use, soil-agricultural maps, insolation maps (Fig.1) and other data needed for fruit crops planning will allow to identify potential areas for such cultivation. The object of the research is Kamionka Wielka – foothill village, situated in Małopolskie voivodship.

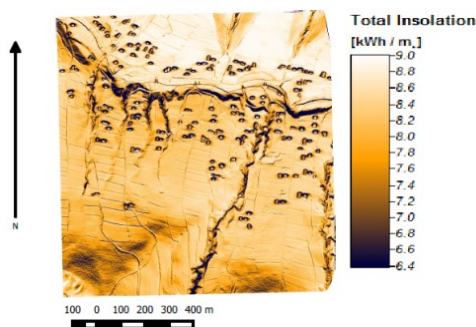


Fig. 1. Fragment of Total Insolation Map for Kamionka Wielka village. Source: own research

LINEAR OBJECT DETECTION USING DIRECTIONAL GABOR WAVELETS

Urszula Marmol

*Department of Geoinformation Photogrammetry and Remote Sensing of Environment,
AGH University of Science and Technology, entice@agh.edu.pl*

This paper presents a scheme for detection of linear directional objects by using a multiresolution representation based on Gabor filters. Research has focused on the analysis of the LIDAR data. In the real world there are many objects of not only linear but also a directional nature, such as power lines, railway tracks or pipelines. A Gabor filter bank is defined by its parameters including frequencies, orientations and smooth parameters of Gaussian envelope. Exactly, orientation parameter makes that Gabor filter is a directional wavelet thus allows the separation of objects with a specific orientation.

This study analyzes the filter design essentials and selection of optimal parameters for filters.

The tests were performed using set of samples containing different linear objects. The performance of the proposed method is compared with some classical edge detection techniques (e.g. Sobel, Laplacian of Gaussian, Canny etc.).

The performed studies revealed that Gabor wavelets have the ability to detection linear objects with high accuracy.

EVALUATION OF GEOMETRIC QUALITY OF 3D MODELS OBTAINED AUTOMATICALLY BY ROBOTIC REVOSCAN DEVICE

Bartosz Mitka, Marcin Prochaska

TERRAMAP Sp. z o.o., bmitka@terramap.pl, mprochaska@terramap.pl

This article presents the results of a R&D project carried out by the Terramap Company. The result of this project is a measuring device for 3D digitisation, allowing data acquisition and processing. A characteristic feature of the system is automatic acquisition of information about both object geometry (spatial digitisation) and the colour information in the RGB colour space (high resolution digital photos). Dedicated software for the device allows for scheduling and controlling the process of data acquisition, processing and development of materials ready for presentation. Implementation of the project results in building a device with dedicated software allowing significant acceleration of the work of digitization, and thus reduces the cost of 3D digitization.

In order to assess the quality of geometry for 3D models obtained automatically by the device, for the selected objects the reference measurements were made. These measurements were carried out in two ways: first the geometry of test objects was measured using a handheld 3D scanner ArtecEva, second direct manual measurement of the characteristic dimensions of test objects were made using calliper.

The resulting 3D models from the REVOSCAN device and 3D scanner ArtecEva were fitted into each other, and then compared using the tools available in Geomagic Qualify software in modules Alignment and Analysis. Manual, calliper measurements of characteristic elements were compared with the measurements of the same elements taken from the 3D model obtained from the REVOSCAN device. Evaluation of the geometric quality of 3D models obtained from the RevoScan device was made by comparison with ArtecEva model, considering both ArtecEva scanner precision and model fitting precision. As well, in the comparison of the key model measurements with calliper measurements of real object calliper reading uncertainty was taken into consideration.

The results are presented in tables and graphs. Performed studies fully confirmed the accuracy of the model better than 0.3 mm, which was objective of the project.

RIPARIAN FOREST ASSESSMENTS THROUGH REMOTE SENSING IN THE UNITED STATES PACIFIC NORTHWEST

Monika Moskal

*RSGAL, College of the Environment, School of Environmental and Forest Sciences,
University of Washington, USA, Immoskal@uw.edu*

Rivers and the riparian forest corridor comprise a valuable freshwater ecosystem that has been altered by human activities including timber management, road building, and other land conversions. The habitats of river dependent species in the United States Pacific Northwest, in particular salmon, have often been degraded by these activities. Many salmon runs have become threatened with extinction and have been Endangered Species Act listed. New conservation planning and policies have developed around protecting freshwater habitats and restoring more natural river processes. In Washington State, timber landowners, officials from State and Federal agencies, Native tribes, and other stakeholders developed Forest Practice rules and codified a Habitat Conservation Plan with dual goals of providing regulatory surety for timber land owners and helping to recover the threatened salmon runs in forested watersheds. Conserving critical stream ecological functions and potential fish habitats throughout watersheds while managing and regulating timber harvest across the State requires accurate and up-to-date delineation and mapping of channels, tributaries, and off-channel wetlands. Moreover, the thermal loading of the streams, attenuated by forest cover shading and the large woody debris recruitment into the stream impacting water oxygen loads need to be effectively monitored. Precision forestry has turned to lidar technology for forest inventory assessments, this same technology can be further leveraged for riparian assessments. This presentation includes summary of multiple research project combining: the appraisal and delineation of off-channel and active channel water features; the assessment of leaf area index (LAI) and canopy shading, and, the quantification of large woody debris recruitment in riparian zones. Moreover, the assessment of the accuracy of the lidar is compared to other remote sensing techniques such as aerial and satellite stereo and non-stereo imagery. The work aims at assisting various agencies in monitoring effectiveness and protection efforts in both day-to-day implementation of Forest Practice rules and adaptive management.

AUTOMATIC LANDSLIDE MAPPING USING AN EXTENDED SET OF DTM-DERIVATIVES AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

Kamila Pawluszek, Andrzej Borkowski

*Institute of Geodesy and Geoinformatics, Wrocław University of Environmental and Life Sciences,
kamila.pawluszek@igig.up.wroc.pl, andrzej.borkowski@igig.up.wroc.pl*

Conventional techniques for landslide identifications are time-consuming and resource intensive. They involve a combination of aerial photograph visual interpretation and fieldwork. An investigation of large and complex landslides covered by dense vegetation is challenging and remains difficulties because an overview of the entire landslide area is limited.

Airborne laser scanning (ALS) achieved wide popularity by providing high-resolution topographic information dominating traditional land surveying techniques. Therefore, the ALS opened up new avenues for landslide phenomena investigations. Many researchers have been making attempts to automate the landslide mapping process in order to facilitate the production of landslide maps.

On the contrary to previous studies, the presented approach bases on a deep exploration of the DTM. This study aims to detect landslide areas using only the ALS-delivered digital terrain model (DTM) and computer-aided methods. Besides the DTM, 19 diverse DTM-derivatives were used to maximize the morphological information captured by the DTM. The Feed Forwarded Neural Network classification was used to differentiate landslide areas from non-landslide areas. The proposed methodology was tested on a landslide susceptible area affected by more than 50 landslides located in the area of Rożnów Lake in the Carpathian Mountains, Poland.

Results were compared with the landslide inventory map produced independently in the framework of the Landslide Counteracting System. To assess the accuracy, the overall accuracy (OA) and the kappa coefficient (K) were calculated. The OA and the K for presented approach are 77% and 0.53, respectively. It is satisfactory result for the automatic mapping. This approach can facilitate the traditional landslide mapping, which can become the validation process rather than an initial identification.

**FACTOR OF SAFETY AS RISK INDICATOR IN ASSESSMENT
OF GROUND PARAMETERS FOR GEOENGINEERING
AND GEOPHYSICAL INVESTIGATIONS**

Artur Plichta¹, Adam Piasecki²

¹ *Department of Surveying, Poznan University of Technology, artur.plichta@put.poznan.pl*

² *Apex Geoservices Ltd., Gorey – Republic of Ireland*

During various investments the very important elements determining repeatedly the success of the whole project are mainly the adequate information about the characteristics of the site, its stability and the possible impact of geological characteristics that may interfere with subsequent service life, both for the considered surface itself and for the surrounded objects. The ones are incessantly influenced by geological characteristics, determining their durability and functional usefulness. One of the indexes that decides of possibility of realization of future project is also load capacity of the ground that can be further used for an assessment of quality properties and parameters of expansive soils. “FOS” describes “the value” of the ground and its stability, prior to any investment activities.

The main aim of this paper is to give an opportunity to assess the usefulness of the ground using the special factor, named “Factor of Safety” being for most of applications kind of a clarification for engineers who look for certain levels of ground stability. This indicator also allows to find a link between characteristics of the ground with e.g. requirements of the investor, showing its durability, capacity and the ability of the ground to withstand the vertical loads imposed by planned objects. Movement of i.e. stockpiles might result with increased level of risk in areas of expansive soils – geophysical investigations allow to predict behavior of soils that being exposed to certain load might subside causing high risk of danger.

Obtained results were supported with geophysical surveys using mainly GPR method with antennas of various frequencies, and also data collected with laser scanners and high accuracy GPS combined with GPR equipment.

**ANALYTICAL INTEGRATION OF PHOTOGRAMMETRIC AND LASER
SCANNING DATA AT THE STAGE OF ORIENTATION
– REVIEW OF METHODS**

Antoni Rzonca

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Integration of photogrammetric and laser scanning data is important for a wide range of scientific and industrial processes. Its workflow depends on type of data and purpose. The issues of the data integration is a research area of interest of the author.

Basing on the conclusions included in the previous studies it can be observed that the analytical integration of photogrammetric and laser scanning data is an interesting area of research especially in case of absolute orientation of photos and point clouds in sequential (dependant calculations) or one stage adjustment process.

Concerning that point cloud registration involves relatively simple geometric transformations, the calculation methods basing on simultaneous adjustment of images and scans seem to be the reasonable approach. The simultaneous adjustment could increase the compatibility and absolute accuracy of the data preprocessed for usage in next stages of the integration workflow, for example point cloud colorizing, orthorectification or other processes. The author expects that the compatibility of two integrated datasets in case of common, simultaneous orientation would guarantee an increase of accuracy of the final products of the processing.

The paper presents the state of the art of the analytical integration issues. The results of the state-of-the-art analysis are divided according to two criteria.

The first criterion is an order of measuring and calculation. There are three options within this division: photogrammetric processing using georeference from point clouds, in opposite – the laser scanning registration based on photogrammetrically measured reference points and features and the third, theoretically the most correct – common, simultaneous adjustment of the both datasets.

The second criterion involves data capture technology. The extra limitations and possibilities of terrestrial, mobile mapping and aerial data are presented.

The penultimate chapter of the paper presents the analysis of the state of the art with description of author's technological proposal of methods of simultaneous adjustment of photogrammetric and laser scanning data. Two methods are proposed. The first is the adjustment based on geometric features measured on photos and point cloud. The second method is based on image analysis.

The concluding chapter includes the description of the development of solutions described in contemporary publications and main directions of future author's research activity basing on the state of the art of analytical integration of photogrammetric and laser scanning orientation process.

EXPERIMENTS WITH RPAS IMAGERY FOR DIGITAL SURFACE MODELLING OF ROI

Jarosław Wajs

*Zakład Geodezji i Geoinformatyki, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Politechnika
Wrocławska, e-mail: jaroslaw.wajs@pwr.edu.pl*

In the last decade the Structure from Motion (SfM) has strongly developed (Remondino, 2006) and the Remotely Piloted Aerial Systems (RPAS) technology for topographic mapping has recently significantly increased. There are two types of RPAS, fixed wing airplanes and multi rotor aircraft platforms which was applied in this work.

RPAS are usual named as Unmanned Aerial Systems (UAS) are platforms equipped with non-metric cameras can easily acquire high-resolution aerial imagery allowing for dense point cloud generation, followed by surface model creation and orthomosaics production. Regarding the classical metric airborne mapping photogrammetry systems the RPAS has limited ground coverage due to flying height and time limitation, it allows to acquire geospatial data (Toth, 2015). It offers an existing alternative to high performance airborne systems by the low cost of sensors and platforms. Moreover, RPAS are better suited for irregular area data acquisitions and to catch the data in difficult to access areas, such as open pit mines slopes and dumping areas DTM modelling.

The study aims was to platform and sensor configuration, data acquisition of Region of Interests (ROI) and georeferencing, point cloud generation including comparison with classical reference data sets and processing tools. One of the objective is to provide accuracy assessment for selection and using RPAS solutions in general mapping applications. The chosen Region of Interests (ROI) is presented at Fig.1. The analysis based on statistical evaluation as well as point cloud comparison and visual examinations of testing data acquired by the hexacopter equipped with non-metric digital camera sensor. The optical imagery was proceed by using Agisoft Photoscan Professional EDU software. This point cloud generation tool allows to proceed data of varying quality and density and performance evaluation of RPAS technology. Post proceed results were compared with georeferenced data (Dyamić, 2015) The main objective was to provide a accuracy assessment of internal quality control of proceed point clouds (Liu, et al, 2012). The processed pathway allowed to access the geospatial data quality comparable to classical geomatics surveying techniques.



Fig. 1. Orthomosaics of proceed Region of Interests (ROI)

SCOTS PINE CROWNS DELINEATION USING CHM GENERATED FROM POINT CLOUDS DERIVED FROM AERIAL IMAGES AND ALS

Piotr Wężyk, Paweł Hawryło, Marta Szostak

*Laboratory of Geomatics, Department of Forest Management, Geomatics and Forest
Economics, Institute of Forest Resources Management, Faculty of Forestry,
University of Agriculture in Krakow, Al. 29 Listopada 46, 31-425 Krakow, Poland,
p.wezyk@ur.krakow.pl, p.hawrylo@ur.krakow.pl, m.szostak@ur.krakow.pl*

The aim of the study was to analyze the usefulness of Canopy Height Models (CHM) generated from image derived and Airborne Laser Scanning (ALS) point clouds in tree crown delineation. The study was conducted in Scots pine stands in the area of “Bory Tucholskie” Nation Park in northern Poland. The investigated stands are characterized by high stem density comparing to managed forests. For creation of CHMs the color infrared (CIR) aerial images (GSD: 0.30 m) and ALS point clouds (4 points/square meter) were used. The image derived point clouds and orthophotos were generated in the Agisoft Photoscan software using structure from motion method. Canopy Height Models from image-based point clouds (CHM_IPC; GSD: 0.30 m) and ALS data (CHM_ALS; GSD: 0.75 m) were created using FUSION software. For normalization of heights to the height above ground the Digital Terrain Model (DTM) generated from ALS data was used. Tree crown delineation was performed in the eCognition Developer software. A customized segmentation algorithms for crowns delineation was created thanks to capabilities of Cognition Network Language (CNL). In case of ALS data the segmentation algorithm used only the information from CHM_ASLS data whereas in case of aerial images besides height information (CHM_IPC) also the spectral information from CIR orthophoto was used. To assess the accuracy of crown delineation the data from 50 field plots were used (10 440 trees). The field plots were located in a way to represent the whole range of stands with age from 20 years to older than 180 years. Performed analysis indicated that in stands younger than 120 years, better results can be achieved using CHM_IPC whereas in very old stands (age > 120) the accuracy of crown detection is higher when using CHM_ALS. Mean percentage error of number of delineated crowns calculated from 50 field plots amounted to MPE=5.20%. Obtained results shows that CHMs generated from image derived point clouds can successfully replace the CHMs created from relatively expensive ALS data in the context of tree crown delineation of Scots pine stands.

**THE USE OF UNMANNED AIRCRAFT VEHICLE WITH REDEGE
(MICASENSE) CAMERA FOR THE MONITORING AND MANAGEMENT OF
THE FOREST NURSERY WITH SPECIAL EMPHASIS ON THE AUTOMATIC
ANALYSES OF THE CONDITION AND SPECIES RECOGNITION OF PLANTING
MATERIAL**

**Piotr Weżyk¹, Przemysław Tymków², Monika Moskal³, Marta Szostak¹,
Mateusz Karpina², Paweł Hawryło¹, Bernadeta Rossa²**

¹ *Laboratory of Geomatics, Department of Forest Management Geomatics and Forest Economics,
Institute of Forest Resources Management, Faculty of Forestry,
University of Agriculture in Krakow, Poland, p.wezyk@ur.krakow.pl*

² *Institute of Geodesy and Geoinformatics, Wrocław University of Environmental
and Life Sciences, Poland*

³ *RSGAL, College of the Environment, School of Environmental and Forest Sciences, University of
Washington, USA*

In the last few years we observe a very dynamic development of the market for close range remote sensing data acquisition which include Unmanned Aerial Vehicles sector (UAV) called drones. They are often used for acquiring of geometric information for photogrammetry purposes or LULC changes based on radiometric information about the objects. On the drones can be assembled various types of sensors including the most popular digital cameras. To ensure the possibility of photogrammetric studies drones are equipped in good quality GNSS receivers and an IMU (Inertial Measurement Unit) consisting of high-precision gyroscopes and accelerometers. All these devices together form a system of INS (Inertial Navigation System) responsible for the registration of the trajectory of flight and navigation path planned strip. Outside RGB camera, another devices like: multispectral, hyper-spectral cameras, laser scanners and even probes for the measurement of pollutants can be set. Poster presented a pilot project using high-end copter Aibot X6 (Aibotix) equipped with a multispectral camera RedEdge (MicaSense, USA), together with its hardware (GPS and radiance meter) and software (ATLS). Test area was a forest nursery in Nędza (Forest District Rudy Raciborskie, RDLP Katowice). Tests were carried out on 27.05.2016 in good weather on the exposed areas of the seedlings with closed root system: pine, oak, beech and spruce differing in origin and date of sowing. MicaSense camera recorded the seedlings from about 30.0 m high at a speed of 2.0 m/sec and GSD 2 cm. The multi-spectral camera in addition to standard RGB have two important band responsible for the condition of the plant: red edge (717 nm) and NIR (840 nm). The pictures were taken at intervals of 1 sec with 12 bit radiometric resolution. On the basis of the ATLAS system they will be subjected to atmospheric correction and geometric along with generating orthomosaics in different band compositions. On the basis of the signal value of each channel some vegetation indices' will be calculated (eg. NDVI) describing the condition of the plant. In the later part of the research the new method of DSM generation will be used based on image stereo-matching algorithms. The final step of research will be the GEOBIA classification of multispectral images supported by DSM model for the search for plants in a bad condition and distribution of different tree species. Repeated flights can provide detailed monitoring of the material over a large area with an indication of the diversity which may be affected by substrate soil, growing conditions and even the tree ecotype or nutrients.

MAPPING THE CITY GREENES BASED ON LIDAR AND VHRS

Piotr Węzyk¹, Artur Warchol², Katarzyna Bajorek-Zydrón³

¹ *Zakład Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa, Instytutu Zarządzania Zasobami Leśnymi, Wydział Leśny Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie*
p.wezyk@ur.krakow.pl

² *ProGea 4D sp. z o.o., artur.warchol@progea4d.pl*

³ *ProGea Consulting, katarzyna.bajorek-zydron@progea.pl*

The inventory of city greenness require a lot of field work spend mainly on the tree and shrub directly measurements. This part of work based on gathering of the geometry of individual objects (3D dimensions and location) by the manual measurements can be today effectively exchanged by usage of state-of-the-art technologies like LiDAR 3D point clouds and remote sensing imageries (VHRS). Laser scanning performed from various platform (airborne, ground based and mobile) allows the acquisition of data with different characteristics and accuracy (from mm-TLS, trough cm-MLS to dm for ALS). The data sets from many different platforms could be combined because they are still complementary. The 3D point cloud fused from ALS, MLS and TLS platform can deliver precise information about the location, height, diameter on the breast height, crown perimeter or volume. The data fusion of 3D point clouds with spectral information (like 8 bands WolrdView-2 satellite image) is therefore a proper way to minimize the drawbacks of each data set and highlight its advantages.

The paper present results from project (Monit-Air, EEA grants) in the Krakow Municipality. VHRS data were used to generation of the new LULC map (over 25 classes) of Krakow based on GEOBIA analysis of the WV-2 imagery (DigitalGlobe; GSD 0.5m PAN / 2.0 MS bands) additionally powered by the 3D information (relative heights of vegetation, echo ratios, p95 and other statistics) derived from ALS campaign (ISOK project). Using the MLS point cloud integrated with ALS data many thousands of precise tree locations and some chooses tree parameters were performed. The TLS data were match together with the ALS&MLS data sets for some special areas and playgrounds were was not possible to drive by mobile LiDAR platform (MLS). The integrated LiDAR technology point clouds, if properly performed for the greenness inventory, can offer a quite economic solution for the greenness management. The 3D LiDAR data sets can be also used for the monitoring of the trees or stem stability and much more else new parameters like the crown volumes e.g. the CO₂ sequestration or shadowing effect and mapping of the 3D CAD data about the pavements surface, lawns, garbage bins, benches, lanterns and other infrastructure as well.

Streszczenia

MOŻLIWOŚCI GENEROWANIA PRECYZYJNEGO NMT NA PODSTAWIE CHMURY PUNKÓW Z PROJEKT ISOK

Anita Biszof, Tomasz Oberski

Katedra Geoinformatyki, Politechnika Koszalińska, anita.biszof@gmail.com, t.oberski@gmail.com

Analiza ukształtowania terenu jest bardzo często etapem wstępnym dla wielu opracowań przestrzennych. Analizy te są przeprowadzane bezpośrednio na NMT oraz pochodnych NMT jakimi są atrybuty topograficzne. Jakość modelu NMT jest uzależniona od wielu czynników. Poczynając od jakości i gęstości danych źródłowych (metod ich pozyskiwania) przez wybór metody interpolacji po rozdzielczość modeli rastrowych odzwierciedlających ukształtowanie terenu.

W pracy poddano analizie proces tworzenia modelu NMT utworzonego na podstawie danych z lotniczego skaningu laserowego pozyskanych z projektu ISOK dla fragmentu (1km²) miasta Koszalin. Utworzono modele NMT stosując różne metody interpolacji (deterministyczne oraz stochastyczne) dla rozdzielczości 0,1m-1m. Następnie poddano analizie dokładność zewnętrzną oraz wewnętrzną utworzonych modeli. W kolejnym etapie analizy wskazano czynniki wpływające na jakość NMT. Największy wpływ na jakość modelu zbudowanego na podstawie danych LiDAR ma zróżnicowanie terenu. Ponadto w zależności od przeznaczenia modelu wykazano, że zmniejszenie wielkości oczka tworzonego modelu GRID ma również wpływ na jakość modelu zwłaszcza w kontekście odwzorowania form morfologicznych rzeźby. Porównano również pod względem dokładności modele tworzone różnymi metodami interpolacyjnymi z modelem NMT ISOK.

ANALIZA STOPNIA PODNIESIENIA DOKŁADNOŚCI PROCESU KLASYFIKACJI ZOBRAZOWANIA SATELITARNEGO Z WYKORZYSTANIEM CHARAKTERYSTYK SPEKTRALNYCH

Rafał Dąbrowski, Ewa Luniewska, Romuald Kaczyński

*Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Instytut Geodezji,
Zakład Teledetekcji i Fotogrametrii, rafal.dabrowski, romuald.kaczynski@wat.edu.pl,
ewa.luniewska@gmail.com*

Wyniki procesu klasyfikacji treści obrazowań satelitarnych są powszechnie wykorzystywane podczas opracowania różnego rodzaju map pokrycia terenu, identyfikacji obiektów, monitorowania postępu zjawisk przyrodniczych i oceny stanu środowiska. Na dokładność wyniku procesu klasyfikacji ma wpływ wiele czynników. Abstrahując od wyboru metody klasyfikacji oraz doboru właściwych reguł decyzyjnych, do najważniejszych z nich zaliczyć można: parametry jakościowe pracy sensora obrazującego, które korespondują z parametrami jakościowymi analizowanych danych obrazowych (m.in. rozdzielczość przestrzenna, radiometryczna, spektralna) oraz stopień przetworzenia danych obrazowych poddawanych procesowi klasyfikacji. Dlatego na drodze do uzyskania relatywnie wysokiej dokładności wyników procesu klasyfikacji najprostszym krokiem, jest wybór wysokiej jakości danych obrazowych poddawanych przetwarzaniu. Jednakże pozyskanie obrazowań pochodzących z systemów wysokorozdzielczych determinuje konieczność poniesienia wysokich nakładów finansowych. Dlatego też w bardzo często wybierane są obrazowania stanowiące pewien kompromis pomiędzy ich jakością, a ceną za 1 km². Takie obrazowania bardzo często pochodzą z systemów obrazujących, które pozyskują dane obrazowe tylko w 4 kanałach spektralnych (silnie skorelowanych) oraz kanale PAN, z rozdzielczością radiometryczną 10 – 12 bitów oraz z GSD (z ang. Ground Sample Distance) na poziomie pojedynczych metrów (2 – 6 m) (dla trybu MS).

Konkludując, podniesienia dokładności wyników procesu klasyfikacji należy szukać na drodze metod cyfrowego przetwarzania obrazowych danych źródłowych. Jedną z najczęściej wykorzystywanych z nich jest metoda uwzględniająca spektralne charakterystyki odbiciowe wybranych powierzchni reprezentatywnych, przypisanych do zdefiniowanej klasy.

Charakterystyki te można uzyskać na drodze pomiarów in-situ lub innymi metodami. W artykule przedstawiono wyniki prac badawczych związanych z analizą podniesienia dokładności wyników procesu klasyfikacji obrazowania satelitarnego Pleiades z wykorzystaniem charakterystyk spektralnych, które zostały pozyskane z systemu BSL w sposób quasi-synchroniczny z obrazowymi danymi satelitarnymi.

METODYKA OCENY STOPNIA DEFORMACJI ARCHIWALNYCH ZDJĘĆ LOTNICZYCH

Ireneusz Ewiak, Paulina Lulkowska

*Zakład Teledetekcji i Fotogrametrii, Wojskowa Akademia Techniczna, ireneusz.ewiak@wat.edu.pl,
paulina.lulkowska@wat.edu.pl*

Prawie jedna piąta wszystkich działek katastralnych w Polsce ma położenie granic wyznaczone metodą przybliżoną, opartą na fotomapach opracowanych na podstawie zdjęć lotniczych wykonanych w latach 50-tych ubiegłego wieku. Dokładność położenia granic działek wyznaczonych przy udziale tej technologii jest bardzo niska i nie spełnia wymagań obecnych instrukcji technicznych.

Archiwalne zdjęcia lotnicze, które były podstawą przybliżonego określenia położenia granic, zachowały się do dzisiaj i są jedynym źródłem wiarygodnej informacji o stanie granic odpowiadającemu wydanym aktom własności działek. Zdjęcia te zawierają na tyle dokładną informację, że ponowny ich pomiar z wykorzystaniem innowacyjnych technik współczesnej fotogrametrii cyfrowej umożliwia określenie ówczesnego stanu granic działek z dokładnością odpowiadającą obowiązującym kryterium. Jednak ze względu na znaczny upływ czasu od ich wykonania wykazują one oznaki starzenia takie jak skurcz filmu, czy obniżony kontrast. W celu ograniczenia wpływu skutków starzenia się zdjęć na wynik ich opracowania zaleca się aby zdjęcia o deformacjach większych niż przeciętne były wyłączone z ogólnego wyrównania aerotriangulacji lub były opracowane w sposób specjalny.

W związku z powyższym zasadnym wydaje się opracowanie metodyki oceny stopnia deformacji archiwalnych zdjęć lotniczych, którą przedstawiono w niniejszej pracy.

Badania przeprowadzono na 280 archiwalnych zdjęciach stanowiących blok testowy pokrywający część powiatu warszawskiego zachodniego. Ze względu na brak dodatkowych informacji o zdjęciach, analizie zostały poddane ich opisy pozaramkowe zdjęć. Na podstawie informacji w nich zawartych tj. numerów zdjęć, numerów kamer i ich odległości obrazowych, wysokości lotu fotogrametrycznego i godziny wykonania poszczególnych zdjęć ustalono, że zostały one zarejestrowane na 5 różnych rolkach filmu.

Badanie oparto na porównaniu położenia znaczków tłowych zdjęć z ich położeniem nominalnym odczytanym z metryk kalibracji poszczególnych kamer logicznych. Do orientacji wewnętrznej została wykorzystana transformację Helmerta (4-parametrowa). Średnia odchyłka na znaczkach tłowych po transformacji, dla 95% badanych zdjęć, nie przekraczała 15 μm dla każdej ze współrzędnych, a na żadnym z badanych zdjęć maksymalna odchyłka nie przekroczyła 24 μm .

Badania zaprezentowane w niniejszym artykule zostały przeprowadzone w ramach realizacji projektu PBS3/B9/39/2015.

ROLA POMIARÓW STERESKOPOWYCH W PROCESIE IDENTYFIKACJI ELEMENTÓW POKRYCIA I UŻYTKOWANIA TERENU NA ARCHIWALNYCH ZDJĘCIACH LOTNICZYCH

Ireneusz Ewiak, Paulina Lulkowska

*Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Zakład Teledetekcji
i Fotogrametrii, 00-908 Warszawa, ul. S. Kaliskiego 2, ireneusz.ewiak@wat.edu.pl,
paulina.lulkowska@wat.edu.pl*

Archiwalne zobrazowania lotnicze znajdują szerokie zastosowanie w różnych analizach przestrzennych, do których zalicza się również analizy związane z odtworzeniem położenia granic władania i użytkowania nieruchomości, a także sposobu ich wykorzystania. W większości przypadków analizy te odnoszą się do pojedynczych obrazów, których elementy treści są odwzorowane tylko w dwóch wymiarach. Taki sposób interpretacji zobrazowań lotniczych generuje szereg wątpliwości, zwłaszcza gdy ich jakość radiometryczna ze względu na duży upływ czasu oraz sposób pozyskania jest znacznie ograniczona. Innym równie ważnym czynnikiem ograniczającym interpretacyjność archiwalnych zobrazowań lotniczych jest ich przestrzenna rozdzielczość geometryczna. Celem badań zaprezentowanych w niniejszym artykule była ocena dokładności interpretacji treści archiwalnych zobrazowań lotniczych z wykorzystaniem metod fotogrametrii jedno i dwuobrazowej. Do analiz zostały wykorzystane historyczne zobrazowania lotnicze pozyskane w latach 50-tych ubiegłego stulecia pokrywające obszar powiatu warszawskiego zachodniego, a także dane ewidencyjne, które stanowiły referencję dla treści analizowanych obrazów. Przedmiotem analiz były elementy pokrycia i użytkowania terenu, w szczególności granice władania oraz ich charakter, granice użytków, rodzaje użytków, rodzaje zabudowy, itp. Elementy te były identyfikowane na pojedynczych zobrazowaniach oraz ich modelach stereoskopowych w wariantach uwzględniających różną ich jakość radiometryczną i geometryczną. Miarą oceny dokładności poszczególnych metod przedmiotowej identyfikacji był stopień podobieństwa wybranych szczegółów i ich cech z informacją graficzną i opisową zawartą w ewidencji gruntów i budynków. Stwierdzono, że fotogrametria dwuobrazowa zapewnia dokładność identyfikacji elementów treści historycznych zobrazowań lotniczych w granicach od 75% do 92%, podczas gdy w przypadku pojedynczych zobrazowań dokładność ta spada do zakresu od 36% do 67%. Przedstawione w artykule wyniki badań mają istotne znaczenie wobec zastrzeżeń jakie w ostatnich latach kierowane są pod adresem pracy biegłych sądowych z zakresu geodezji, którzy korzystają z archiwalnych materiałów fotogrametrycznych. Badania zaprezentowane w niniejszym artykule zostały przeprowadzone w ramach realizacji projektu nr PBS3/B9/39/2015 współfinansowanego ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

OCENA FUNKCJONALNOŚCI ALGORYTMÓW KOLORYZOWANIA OBRAZÓW W ASPEKTCIE ZWIĘKSZENIA WALORÓW RADIOMETRYCZNYCH ARCHIWALNYCH ZDJĘĆ LOTNICZYCH

Ireneusz Ewiak, Katarzyna Siok, Agnieszka Jenerowicz

*Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, ireneusz.ewiak@wat.edu.pl,
katarzyna.siok@wat.edu.pl, agnieszka.jenerowicz@wat.edu.pl*

Na rynku komercyjnym dostępnych jest szereg programów umożliwiających nadanie monochromatycznym obrazom cyfrowym odpowiednich barw według ściśle określonego algorytmu. Wśród nich znajdują się programy wykorzystywane przez profesjonalne studia filmowe zajmujące się koloryzowaniem archiwalnych zdjęć i filmów. Niniejszy artykuł stanowi przegląd funkcjonalności tego rodzaju algorytmów w zakresie możliwości ich wykorzystania do poprawy jakości radiometrycznej historycznych zdjęć lotniczych poprzez ich koloryzowanie. Przedmiotem analiz były programy intuicyjne (Recolored), a także bardziej zaawansowane (Adobe After Effect, DaVinci Resolve), które sprawdzają się głównie przy kolorowaniu dużych obiektów. Ograniczeniem wykorzystania testowanych algorytmów jest pojemność informacyjna obrazu zdjęcia lotniczego. Narzędzia testowanych programów nie pozwoliły na w pełni automatyczne wyszukanie poszczególnych obiektów i nadanie im odpowiedniej barwy. W przypadku monochromatycznych archiwalnych zdjęć lotniczych, których jakość radiometryczna jest niska w aspekcie opracowań fotogrametrycznych, istnieje potrzeba zwiększenia ich czytelności, w czym pomocny może być proces kolorowania. Wiąże się to z koniecznością posiadania algorytmu, który pozwoliłby na automatyczne klasyfikowanie obiektów odfotografowanych na obrazach monochromatycznych oraz automatyczne nadanie im naturalnych barw. W artykule zaprezentowano działanie kilkunastu tego rodzaju algorytmów. W badaniach zostały wykorzystane archiwalne zdjęcia lotnicze Powiatu Warszawskiego Zachodniego udostępnione przez Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej. Wybór obrazów testowych determinowany był występowaniem w ich obrębie różnorodnych elementów pokrycia terenu tj. wód, lasów, upraw, gleb odkrytych, obiektów antropogenicznych. Analizie poddano szereg parametrów, które wyróżniały poszczególne algorytmy w zakresie skuteczności kolorowania. Należały do nich: format i rozmiar obrazu, stopień automatyzacji algorytmu, stopień zgodności wyniku oraz czas przetworzenia obrazu. Dokładność procesu koloryzowania była różna dla poszczególnych klas obiektów odfotografowanych na zdjęciu. Głównym ograniczeniem procesu były cienie obiektów antropogenicznych, których wartości DN oscylowały w przedziale wartości jasności lasów. Badania zaprezentowane w niniejszym artykule zostały przeprowadzone w ramach realizacji projektu PBS3/B9/39/2015.

ANALIZA WPLYWU FILTRACJI ARCHIWALNYCH ZDJĘĆ LOTNICZYCH NA DOKŁADNOŚĆ AUTOMATYCZNEJ AEROTRIANGULACJI CYFROWEJ

Ireneusz Ewiak, Małgorzata Woroszkiewicz

*Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Zakład Teledetekcji
i Fotogrametrii, 00-908 Warszawa, ul. S. Kaliskiego 2, ireneusz.ewiak@wat.edu.pl,
malgorzata.woroszkiewicz@wat.edu.pl*

W przeciwieństwie do obrazów lotniczych pozyskiwanych przy udziale kamer cyfrowych, zdjęcia z kamer analogowych podlegające skanowaniu charakteryzują się gorszą jakością radiometryczną w postaci obniżonego kontrastu oraz obniżonej rozdzielczości radiometrycznej. Parametry te mają bezpośredni związek z jakością pomiaru korelacyjnego punktów wiążących w aerotriangulacji. Cyfrowe przetwarzanie obrazów, w tym filtracja w dziedzinie obiektowej umożliwia zwiększenie kontrastu, usunięcie szumów, a także wzmocnienie lub detekcję krawędzi obiektów odwzorowanych na zdjęciach. W celu poprawy walorów radiometrycznych analogowych zdjęć lotniczych został zbadany wpływ kluczowych procesów cyfrowego przetwarzania obrazów na podniesienie ich jakości informacyjnej. Jako materiał badawczy wykorzystano blok archiwalnych zdjęć lotniczych obszaru powiatu Warszawskiego Zachodniego pozyskanych w latach 50-tych ubiegłego wieku i udostępnionych przez Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej. Zakres badań obejmował analizę wpływu wybranych filtrów liniowych, w tym górnoprzepustowych i dolnoprzepustowych oraz filtrów nieliniowych, w tym statystycznych i adaptacyjnych dla różnych rozmiarów maski na dokładność statystyczną wyznaczenia współrzędnej terenowej punktu wiążącego w aerotriangulacji. Operacje kontekstowe, a także analiza korekcji kontrastu zostały zrealizowane w środowisku oprogramowania ERDAS w wersji 2013. Automatyczny pomiar punktów wiążących wraz z przeprowadzeniem orientacji wzajemnej i bezwzględnej bloku zostały zrealizowane w środowisku oprogramowania Inpho w wersji 6.0. Wyniki automatycznego generowania punktów wiążących dla bloku zdjęć lotniczych objętych korekcją radiometryczną zostały zestawione z analogicznymi wynikami uzyskanymi dla zdjęć nieprzetworzonych. Miarą skuteczności działania zastosowanych filtracji i operacji na zdjęciach był przeciętny błąd średni wyznaczenia współrzędnej terenowej punktu wiążącego, przeciętny błąd pomiaru współrzędnej tłowej na zdjęciu, a także liczba i rozmieszczenie pomierzonych automatycznie wiązań. Badania zaprezentowane w niniejszym artykule zostały przeprowadzone w ramach realizacji projektu PBS3/B9/39/2015.

FOTOGRAMETRIA DLA GEOINFORMACJI – METODA VISIMIND

Krzysztof Gajdamowicz

Visimind Ltd. Sp. z o.o., biuro@visimind.pl

Początki badań nad wdrażaniem i wykorzystaniem technologii fotogrametrycznych, geoinformatycznych i teledetekcyjnych sięgają roku 1995. Kontynuacją badań naukowych rozpoczętych na Politechnice Królewskiej w Sztokholmie przez dr Krzysztofa Gajdamowicza jest działalność firmy Visimind, która od wielu lat systematycznie doskonali metody związane z pozyskiwaniem i opracowywaniem obrazów dwu i trójwymiarowych w mobilnych technologiach fotogrametrycznych i teledetekcyjnych, w oparciu o zastosowanie systemów lokalizacji satelitarnej i nawigacji inercyjnej.

Udoskonalenie metod w oparciu o technologie mobilne pozwoliło na masowe i precyzyjne pozyskiwanie danych o infrastrukturze energetycznej, gazowniczej, kolejowej, drogowej, terenach zurbanizowanych i środowisku przyrodniczym. Metody pozyskiwania danych dostarczanych przez Visimind operują się na szerokim zakresie obrazów fotograficznych, termowizyjnych, laserowych z pokładu samochodu, pociągu, śmigłowca i samolotu a obecnie dronów. Dzięki takiemu sprzężeniu modułów pozycjonowania i używaniu wysokiej rozdzielczości kamer cyfrowych oraz skanera laserowego można tworzyć i rozwijać dwu i trójwymiarowe modele terenu, gotowe do odtwarzania i wykorzystania nawet „zza biurka” użytkownika. Wieloletnia realizacja tego typu projektów umożliwiła ciągłe doskonalenie metod i narzędzi zastosowanych nie tylko do nowatorskich rozwiązań w kluczowych gałęziach gospodarki, ale również do celów badawczo-rozwojowych.

Zastosowanie metody Visimind, czyli modułów akwizycji danych, obróbki i jej wizualizacji znalazło stuprocentowe zastosowanie w sektorze energetycznym. Metoda została wprowadzona jako standard prawie we wszystkich spółkach Skarbu Państwa. Obecnie wykonywane są oględziny stanu sieci, jak też automatyczne wykrywanie zagrożeń dla sieci wywołanych obiektami krzyżowymi (inne linie lub zalesienia). Wykonywany już od 2004 roku przez Visimind materiał zdjęciowy i dane LIDAR stanowiły pierwszy w Polsce system mobile mapping zaprezentowany dla PSE, PKP oraz Zarządu Dróg i Autostrad, który stanowi doskonałe źródło informacji do planowania działań związanych z ochroną środowiska, dostarcza dokładne dane o topografii środowiska przyrodniczego na potrzeby gospodarki wodnej i zarządzania zasobami leśnymi. Od wielu lat Visimind wykorzystując technologię skaningu laserowego wykonuje opracowania umożliwiające określenie wysokości stopnia zadrzewienia, inwentaryzację lasu i zwierzyny leśnej (materiały termowizyjne), charakterystykę roślinności i gleby, charakterystykę zasięgów zagrożeń środowiska, aktualne informacje o zasobach i stanie środowiska, opracowanie możliwości rozwoju i różnych form zagospodarowania terenu. Dzięki zastosowanej przez Visimind technologii skaningu laserowego możliwe jest też podejmowanie działań prewencyjnych poprzez budowę systemów przeciwpowodziowych, inwentaryzację zbiorników i cieków wodnych oraz opracowanie wysokościowe strefy brzegowej. Metody te pozwalają również na ocenę stanu technicznego infrastruktury kolejowej oraz ewidencję naziemnej infrastruktury sieciowej w gazownictwie. Projekty, które realizuje Visimind wykonywane są zgodnie z metodologią Agile Scrum, która jest innowacyjnym podejściem w świecie IT i która pozwoliła nam na stworzenie autorskiej technologii i oprogramowania najwyższej jakości w pełni dostosowanego do potrzeb klientów. Rezultaty doświadczeń zdobyte w ciągu kilkunastu lat działalności przy realizacji bardzo zróżnicowanych projektów realizowanych w różnorodnych warunkach na terenie Polski, Danii, Finlandii, Norwegii, Słowacji i Szwecji w zakresie fotogrametrii, teledetekcji, systemów GIS poddawane są bieżącym badaniom i analizom i przyczyniają się do rozwoju i unowocześnienia stosowanych technologii i metod pracy. Ostatnio metoda Visimind została zastosowana do inwentaryzacji infrastruktury podziemnej przy użyciu georadarów 3D. Oczywiście metoda też jest w pełni zaimplementowana na statkach bezałogowych (UAV) do wykonania projektów o małej skali.

WYKORZYSTANIE FOTOGRAMETRII JEDNOOBRAZOWEJ DO OBSERWACJI PRZESTRZENNYCH PRZEMIESZCZEŃ WZGLĘDNYCH ELEMENTÓW OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH I PRZYRODY NIEOŻYWIONEJ

Piotr Goluch, Janusz Kuchmister, Kazimierz Ćmielewski

*Instytut Geodezji i Geoinformatyki, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,
piotr.goluch@up.wroc.pl, janusz.kuchmister@up.wroc.pl, kazimierz.cmielewski@up.wroc.pl*

Przy badaniach przemieszczeń względnych (w szczególności zmian: odległości punktów, wysokości punktów, pochylenia) obiektów inżynierskich i przyrody nieożywionej wykorzystuje się specjalistyczne przyrządy (szczelinomierze, pochyłomierze, wahadła, ekstansometry, dystansometry), pozwalające osiągnąć dokładności na poziomie setnych części milimetra.

W artykule przedstawiono rozwiązanie możliwe do zastosowania do pomiarów odkształceń i przemieszczeń, zachodzących na obiektach inżynierskich i geologicznych. Zastosowany w badaniach zestaw pomiarowy został opracowany i skompletowany w Instytucie Geodezji i Geoinformatyki Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Zaproponowane rozwiązanie może być wykorzystane do pomiarów przemieszczeń względnych, jak również, przy spełnieniu dodatkowych warunków, przemieszczeń bezwzględnych. Opracowany sposób pomiaru bazuje na naziemnej fotogrametrii jednoobrazowej. W metodzie fotogrametrycznej zastosowano płaskie tarcze z naniesionymi punktami pomiarowymi. W zależności od warunków panujących na obiekcie można zastosować jedno z dwóch rozwiązań płaskich tarcz pomiarowych (tarcze pasywne lub aktywne). Tarcze te można w sposób trwały osadzić na obiekcie lub mocować je w sposób wymuszony na czas realizacji pomiaru.

Laboratoryjne prace eksperymentalne wykonano w Instytucie Geodezji i Geoinformatyki UP we Wrocławiu. Do badań wykorzystano m.in. kamerę semimetryczną Canon EOS 5D Mark II. Jest to lustrzanka jednoobiektywowa, z matrycą CMOS posiadającą wymiary 36 x 24 mm (full frame), o maksymalnej rozdzielczości 5616 x 3744 pikseli (21.1 megapikseli, wielkość pojedynczego piksela to 6.4 μm). W badaniach zastosowano profesjonalny obiektyw Canon 50 mm f/1.2 L EF USM, o nominalnej ogniskowej 50 mm.

Na podstawie przeprowadzonych prac badawczo-eksperymentalnych można stwierdzić m.in., że wykorzystując zaproponowaną metodę pomiaru, bazującą na fotogrametrii jednoobrazowej, średni błąd pomiaru względnego przestrzennego przesunięcia tarcz pomiarowych (wyznaczony na podstawie zadanych przesunięć śrubami mikrometrycznymi) wyniósł $m_d = \pm 0.027$ mm, dla odległości pomiaru 0.82 m.

ZASTOSOWANIE ZMODYFIKOWANEJ METODY AUTOREFLEKSYJNEJ W PRECYZYJNYCH POMIARACH INŻYNIERSKICH

Piotr Gołuch, Kazimierz Ćmielewski, Janusz Kuchmister

*Institut Geodezji i Geoinformatyki, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,
piotr.goluch@up.wroc.pl, kazimierz.cmielewski@up.wroc.pl, janusz.kuchmister@up.wroc.pl*

Obecne urządzenia przemysłowe, jakimi są np. tokarki, frezarki, walcarki, wymagają niejednokrotnie na etapie ich montażu lub okresowej kontroli wykonania obserwacji z dokładnością na poziomie setnych części milimetra. Pomiary obrabiarek przeprowadza się głównie metodami warsztatowymi, jednak w przypadku znacznych wymiarów tych urządzeń stosuje się również metody geodezyjne i fotogrametryczne. Współcześnie produkowane instrumenty geodezyjne wyposażone mogą być w różne sensory tworzące zintegrowane systemy pomiarowe. Przykładem takiego wielosensorowego instrumentu jest wykorzystany w badaniach fototachimetr elektroniczny Leica Nova MS50, posiadający (poza sensorami w jakie są zaopatrzone zmotoryzowane tachimetry elektroniczne – czyli dalmierz laserowy, serwomotory, czujniki wychYLENIA) dodatkowo dwie kamery: szerokokątną i telekamerę. Telekamera w instrumencie tym została umiejscowiona w osi optycznej lunety i korzysta 30x powiększenia układu optycznego. Dzięki takiemu rozwiązaniu obrazy rejestrowane przez tą kamerą może być wykorzystane w precyzyjnych pomiarach.

Połączenie wspomnianego precyzyjnego instrumentu pomiarowego z tarczą autorefleksyjną i reflektorem zwrotnym pozwala rozszerzyć możliwości pomiarowe tachimetru do określenia odchyłek od prostoliniowości urządzeń wytwórczych. Przykładem przemysłowego urządzenia wytwórczego jest tokarka uniwersalna TUE 40, na której łożu autorzy wykonali badania.

Zastosowana w badaniach i opisana w pracy modyfikacja metody autorefleksyjnej polega na zastąpieniu zwierciadła płaskiego pryzmatem dalmierczym oraz na wyposażeniu obiektywu instrumentu geodezyjnego w specjalnie skonstruowaną tarczę autorefleksyjną.

Autorzy wykonali szereg eksperymentów w warunkach laboratoryjnych w celu weryfikacji założeń oraz przeprowadzili pomiar prostoliniowości prowadnic łoża tokarki. Zaproponowana metoda umożliwiła uzyskanie dokładności pomiarów równą ± 0.02 mm na odległości 5 m.

OKREŚLANIE DEFOLIACJI DRZEWOSTANÓW SOSNOWYCH POWODOWANEJ ŻEROWANIEM BARCZATKI SOSNÓWKI (DENDROLIMUS PINI) NA PODSTAWIE ZOBRAZOWAŃ SATELITARNYCH LANDSAT LDCM

Paweł Hawryło, Piotr Wężyk, Marta Szostak

*Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Leśny, Instytut Zarządzania Zasobami Leśnymi, Zakład
Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa – Laboratorium Geomatyki Al. 29 Listopada 46,
31-425 Kraków, p.hawrylo@ur.krakow.pl, p.wezyk@ur.krakow.pl, m.szostak@ur.krakow.pl*

Defoliacja drzewostanu może być powodowana przez różne czynniki takie jak gradacje owadów, susze, pożary, zanieczyszczenia przemysłowe, poziom wód gruntowych i wiele innych. W ostatnim czasie obserwuje się większe zagrożenie drzewostanów sosnowych ze strony szkodników owadzych. W ramach wykonanych badań zaproponowano metodykę oceny defoliacji drzewostanów sosnowych na podstawie indeksów roślinności obliczonych z dwóch zobrażeń satelitarnych Landsat LDCM. Badania przeprowadzono w jednopiętrowych drzewostanach sosnowych na siedliskach borowych w rejonie Puszczy Noteckiej. Na tym obszarze obserwowano w ostatnich latach szkody ze strony barczatki sosnówki (*Dendrolimus pini*). Dane referencyjne stanowiły pomiary terenowe defoliacji na 50 powierzchniach próbnych. Defoliację określano wizualnie dla 10-ciu drzew najbliższych środka powierzchni w skali 5% korzystając z Atlasu defoliacji drzew opracowanego przez Instytut Badawczy Leśnictwa. Do określania defoliacji drzewostanów utworzono model regresji liniowej. Jako zmienne objaśniające do budowy modelu predykcyjnego (54 zmienne) wykorzystano wartości 18 indeksów roślinności obliczonych z dwóch zobrażeń Landsat LDCM (18.03.2015, 12.10.2015) oraz różnice w wartościach pomiędzy dwoma terminami. W pierwszym etapie usunięto silnie skorelowane zmienne w wyniku czego w dalszych analizach stosowano 17 zmiennych objaśniających. Na ich podstawie utworzono modele liniowe uwzględniające wszystkie możliwe kombinacje zmiennych (131 072 modeli). Wyboru modelu optymalnego z 11 zmiennymi objaśniającymi dokonano na podstawie kryterium Akaikego (AIC). Dokładności predykcji oceniono metodą 10-cio krotnej walidacji krzyżowej z pięcioma powtórzeniami otrzymując następujące parametry modelu: RMSE = 9.0% oraz $R^2 = 0.78$. Uzyskane wyniki wskazują na duże możliwości praktycznego wykorzystania zobrażeń satelitarnych Landsat LDCM w ocenie defoliacji drzewostanów sosnowych.

IDENTYFIKACJA POWIERZCHNI DRÓG I WIELOPOZIOMOWYCH SKRZYŻOWAŃ W DANYCH LOTNICZEGO SKANICGU LASEROWEGO Z WYKORZYSTANIEM ALGORYTMU RANDOM FORESTS

Bogusław Kaczalek, Andrzej Borkowski

*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Geodezji i Geoinformatyki,
boguslaw.kaczalek@gmail.com, andrzej.borkowski@up.wroc.pl*

Klasyfikacja danych lotniczego skaningu laserowego zazwyczaj koncentruje się na identyfikacji punktów leżących na powierzchni ziemi oraz punktów należących do różnych obiektów topograficznych ponad powierzchnią gruntu. W ostatnich latach wysokorozdzielcze dane ALS wykorzystywane są coraz częściej na potrzeby detekcji obiektów topograficznych oraz ich modelowania.

Informacja o przebiegu sieci drogowej jest ważnym elementem danych topograficznych, kluczowym dla wielu dziedzin, np. sytuacji kryzysowe, zarządzanie transportem.

Celem niniejszej pracy jest detekcja punktów należących do dróg oraz wielopoziomowych skrzyżowań, spośród zbioru niesklasyfikowanych, surowych danych lotniczego skaningu laserowego, z wykorzystaniem algorytmu Random Forest. Proponowana metodologia składa się z dwóch zasadniczych etapów, obliczenia wektorów cech przypisanych do poszczególnych punktów oraz nadzorowanej klasyfikacji. W proponowanej metodologii pod uwagę brane są jedynie punkty pochodzące z ostatniego odbicia. Wektor obserwacji, służący do klasyfikacji zawiera informacje dostępne bezpośrednio w danych, takie jak intensywność odbicia, kolor RGB jak również parametry obliczone na podstawie zależności geometrycznych między punktami, wyznaczonymi na podstawie trójwymiarowej triangulacji Delauny, tj. wektor normalny, jego średnie i odchylenie standardowe, jak również globalne i lokalne różnice wysokości. W celu wykrycia elementów sieci dróg, zawierających estakady, na etapie trenowania klasyfikatora zastosowano dodatkową klasę, zawierającą estakady. Podczas klasyfikacji, za punkty należące do sieci drogowej uznaje się te punkty, które uzyskały łączny wynik dla estakad i dróg na poziomie 80%.

Zaproponowana metoda została przetestowana na zbiorze danych lotniczego skaningu laserowego o gęstości około 12 pkt/m², obejmujących zakresem duży fragment miasta Warszawy. Ewaluacji skuteczności dokonano poprzez porównanie wyników klasyfikacji z danymi sklasyfikowanymi ręcznie, dla obszarów pól treningowych oraz pola testowego. Przeprowadzone testy dokładności klasyfikatora wykazały skuteczność klasyfikacji na poziomie ponad 90%.

WYKORZYSTANIE TECHNOLOGII NAZIEMNEGO SKANINGU LASEROWEGO W TWORZENIU I AKTUALIZACJI MAPY ZASADNICZEJ

Przemysław Kłapa¹, Bartosz Mitka²

¹ *Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Katedra Geodezji,
przemyslaw.klapa@wp.pl*

² *Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Katedra Geodezji
Rolnej, Katastru i Fotogrametrii, bartosz.mitka@ur.krakow.pl*

Mapa zasadnicza jest podstawowym źródłem informacji o terenie. Jest wykorzystywana przez osoby prywatne, firmy, inwestorów, projektantów, organizacje i instytucje państwowe. Zawiera w swojej treści informacje o przestrzennym usytuowaniu punktów osnowy geodezyjnej, budynków, działek ewidencyjnych, sieci uzbrojenia terenu, obiektów topograficznych oraz wiele innych. Jako podstawowa mapa kraju musi być wykonana zgodnie z wymogami określonymi przez przepisy prawa oraz powinna być stale aktualizowana. Jest ona materiałem źródłowym do wykonywania i aktualizowania map pochodnych oraz innych wielkoskalowych opracowań kartograficznych: map tematycznych i topograficznych. Rozwój nauki i techniki spowodował, że jakość wyników pomiaru terenowego uzyskiwanego przy pomocy naziemnego skaningu laserowego (TLS) może w wielu kwestiach dorównywać tradycyjnym metodą pomiarowym.

W pracy została przedstawiona możliwość zastosowania wyników pracy skanerów laserowych (chmury punktów) do wykonywania oraz aktualizacji opracowań kartograficznych – na przykładzie mapy zasadniczej. Zaprezentowano sposób oraz przebieg wykonywania pomiarów terenowych dla kilku obiektów badawczych: fragmentu osiedla miejskiego, ulicy, otoczenia budynków użytku publicznego. Analiza dokładnościowa i jakościowa wykonywanych prac terenowych oraz kameralnych daje bardzo dobre wyniki. Kontrola została poddana cały rysunek mapy poprzez porównanie jej z mapą pozyskaną z PODGiK oraz poprzez przeprowadzenie kontroli terenowej.

Otrzymane wyniki są podstawą do stwierdzenia, że opracowania kartograficzne wykonane na podstawie utworzonej z pomiaru chmury punktów są wiarygodnym źródłem informacji o terenie. Utworzona przy jej pomocy treść mapy jest zlokalizowana w przestrzeni (X,Y,Z) z wysoką dokładnością. Przeprowadzona analiza dokładnościowa oraz kontrola wykonanych prac charakteryzuje tego typu pomiar na wysokim poziomie. Otrzymane wyniki potwierdzają precyzję i dokładność wykonanych pomiarów oraz opracowań kartograficznych, dla których dokładność określenia położenia elementów treści mapy jest szacowana na 0.03m. Opracowanie zostało wykonane zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa oraz z wymaganiami określonymi przez tzw. dobre praktyki zawodowe.

ANALIZA WTÓRNA PEŁNEGO KSZTAŁTU FALI LOTNICZEGO SKANINGU BATYMETRYCZNEGO

Tomasz Kogut

Katedra Geoinformatyki, Politechnika Koszalińska, tomasz.kogut@tu.koszalin.pl

Jednym z podstawowych celów przetwarzania pełnego kształtu fali (ang. full waveform) jest otrzymanie jak najdokładniejszej informacji o położeniu i charakterystyce obiektu (celu) na podstawie odebranego sygnału, którego jakość zależy między innymi od: emitowanej wiązki, obiektu odbijającego (celu) oraz odbiornika. Algorytmy służące do przetwarzania pełnego kształtu fali można podzielić na trzy grupy, które bazują na detekcji odbicia (echa), która skupia się na położeniu celu: matematycznej aproksymacji, która bazuje na wpasowaniu funkcji matematycznej do zarejestrowanego kształtu fali; dekonwolucji, która polega na usunięciu komponentów wysłanej fali z odebranego sygnału.

Głównym założeniem lotniczego skaningu batymetrycznego jest rejestracja minimum dwóch odbić: pierwszego od powierzchni wody oraz drugiego od dna. Jednak ze względu na wiele czynników (m.in. przezroczystość wody, roślinność) negatywnie wpływających na ruch światła w wodzie, nie zawsze jest to możliwe.

W przedstawionym przypadku, poddano wtórnej analizie punkty pozyskane lotniczym skanowaniem batymetrycznym, które w chmurze punktów miały tylko jedno odbicie. Do poprawnego wykrycia kolejnych odbić wykorzystano sąsiednie punkty oraz współczynnik prędkości światła w wodzie i na podstawie tych danych aproksymowano położenia punktów w fali. Dla tak określonej pozycji punktu zastosowano okno wyszukiwania o rozmiarze 60 próbek (pików) fali, natomiast do analizy wykorzystano funkcję rozkładu Gaussa, która należy do metody matematycznej aproksymacji. Wpasowanie funkcji dla każdego zbioru danych odbywało się automatycznie, a maksimum tak wpasowanej funkcji określiło poprawną lokalizację punktu. Z przeprowadzonych analiz uzyskano ok. 70% nowych punktów (względem punktów zarejestrowanych z jednym odbiciem), natomiast po przeprowadzeniu filtracji pozostało ok. 50%.

ROZWÓJ MIĘDZYNARODOWEGO STANDARDU DLA ARCHIWIZACJI DANYCH GEOGRAFICZNYCH

Wolfgang Kresse

Politechnika Koszalińska, 75-453 Koszalin, wolfgang.kresse@tu.koszalin.pl

Istnienia nośników danych cyfrowych jest niepewna. Jednocześnie ilość nowych danych przestrzennych rośnie wykładniczo. Obecnie nie ma powszechnie metody do przechowywania danych cyfrowych. Jednak krajowe inicjatywy dojrzejają. Zmiany te zostały skierowane w rozwoju normy ISO 19165 “Preservation of digital data and metadata” (Zachowanie cyfrowych danych i metadanych). Standard ten jest specjalizacją ISO 19115 “Metadata – Part 1: Fundamentals” (Metadane – część 1: podstawy) i definiuje środowisko archiwizacji następujących struktur 14721 ISO “Space data and information transfer systems – Open archival information system (OAIS) – Reference model” (Przestrzeni danych i informacji transfer system – system otwarty archiwalnych informacji – odniesienia model).

Model jest technicznie reprezentowany jako diagram klasy UML, który jest wzorowany specjalizacji metadanych standardu ISO 19115-1. W ten sposób nowe klasy zmniejszona do minimum za pomocą istniejących klas, które są istotne dla archiwizacji.

Dotyczące pakowania informacji, ISO 19165 przyjmuje koncepcję ISO 14721. Centralnym elementem jest archiwalnych informacji pakietu (archiving information package, AIP), który jest jak pojemnikiem informacji, który jest przechowywany w archiwum.

ISO 19165 definiuje streszczenie podstawę archiwizacji wszelkiego rodzaju danymi przestrzennymi na cyfrowy. Ważnymi składnikami są doczesne klasyfikacji w odniesieniu do gwarantowanej dostępności archiwizowanych danych, obsługa formatów danych, uniknięcia nadmiarową zapamiętywaną i dyskusja o kolizji praw archiwów z prawami geoinformatyki.

Zespół projektów składa się z członkami z Australii, Danii, Finlandii, Francji, Niemiec, Nowej Zelandii, Polski, Republiki Południowej Afryki, Korei Południowej, Hiszpanii, Szwecji, Wielki Brytanii, Stanów Zjednoczonych. Autorem prezentacji przewodniczy Komitetowi rozwoju tego międzynarodowego standardu.

SAFEDAM – ZAAWANSOWANE TECHNOLOGIE WSPOMAGAJĄCE PRZECIWDZIAŁANIE ZAGROŻENIOM ZWIĄZANYM Z POWODZIAMI

Zdzisław Kurczyński, Krzysztof Bakula

*Zakład Fotogrametrii, Teledetekcji i Systemów Informacji Przestrzennej, Wydział Geodezji
I Kartografii, Politechnika Warszawska, kurczynski@gik.pw.edu.pl, k.bakula@gik.pw.edu.pl*

Celem projektu SAFEDAM jest powstanie systemu monitorującego wały przeciwpowodziowe z użyciem nieinwazyjnej, latającej bezzałogowej, platformy pomiarowej skanującej z niskiego pułapu lotu i wykorzystaniu zobrażeń lotniczych i satelitarnych. System wykorzystywać będzie wieloźródłowe dane fotogrametryczne. Umożliwi wykorzystanie danych z pułapu satelitarnego zarówno optycznych zakresu światła widzialnego i bliskiej podczerwieni jak i danych radarowych. W odniesieniu do technik lotniczych wykorzystanie będą miały dane fotogrametryczne z państwowego zasobu jak i dane pozyskane z platformy UAV dedykowanej temu projektowi. Wśród danych niskopułapowych wykorzystane będą dane z lekkiego skanera lotniczego, obrazowe dane multispektralne, a także dane termalne. Wieloźródłowe dane pozwolą oceniać stan wałów przeciwpowodziowych, jak również umożliwić wykrycie ewentualnych zmian, które mogą zaistnieć zarówno w prewencyjnej jak i interwencyjnej konfiguracji systemu. System umożliwi ekspercką ocenę wałów przeciwpowodziowych, która potrzeba jest w pracy specjalistów od zarządzania infrastrukturą przeciwpowodziową, a także organom bezpieczeństwa kryzysowego. Kompleksowy system IT pozwoli na gromadzenie, automatyczną analizę danych 3D oraz ich wizualizację dla służb hydrologicznych i specjalistów zarządzania kryzysowego. System uwzględni również geopartycypację w monitoringu wałów przeciwpowodziowych. Jego wdrożenie zapewni efektywne zarządzanie ryzykiem powodziowym, a całość systemu będzie uzupełnieniem dotychczasowych projektów ochrony przeciwpowodziowej kraju. Projekt SAFEDAM realizujący te założenia finansowany jest ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w programie Bezpieczeństwo i Obronność w ramach projektu przez konsorcjum w składzie Politechnika Warszawska, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej PIB, MSP Marcin Szender, Astri Polska Sp. z o.o., Centralna Szkoła Państwowej Straży Pożarnej w Częstochowie.

OCENA PROCESU AEROTRIANGULACJI ZDJĘĆ Z PLATFORMY BSL POZYSKANYCH KAMERĄ TYPU ROLLING SHUTTER

Zdzisław Kurczyński, Mateusz Bielecki

Politechnika Warszawska, kurczynski@wp.pl, geomat.bielecki@gmail.com

Jesteśmy świadkami burzliwego rozwoju zastosowań zdjęć z bezzałogowych platform BSL. Rodzi się „fotogrametria niskopułapowa”.

Pierwszym i najważniejszym etapem pomiarowego opracowania takich zdjęć jest proces aerotriangulacji nadający georeferencję poszczególnym zdjęciom, co jest wyjściowym etapem dla wytworzenia właściwych produktów opracowania zdjęć.

Miniaturowe kamery, instalowane na pokładzie BSL, mają często matryce obrazowe typu CMOS z sekwencyjnym sczytywaniem sygnału podczas ekspozycji – tzw. migawkę typu „*rolling shutter*”. W przypadku fotografowania z ruchomej platformy, np. BSL, oznacza to obarczenie zdjęć istotnymi zniekształceniami geometrycznymi.

Referat przybliży geometrię zdjęć z efektem „*rolling shutter*” oraz prezentuje wielowariantowe wyrównanie bloków aerotriangulacji zdjęć pozyskiwanych z trzech pułapów. Na każdym z pułapów stosowano trzy różne warianty pokrycia wzajemnego zdjęć. Obiekt został uzbrojony w sygnalizowane punkty polowej osnowy fotogrametrycznej, wykorzystywane w procesie wyrównania jako fotopunkty i punkty kontrolne. Wyrównanie prowadzono w oprogramowaniu Pix4D, umożliwiającym uwzględnienie efektu „*rolling shutter*”. W rezultacie uzyskano bogaty materiał doświadczalny, pozwalający na ocenę potencjału pomiarowego zdjęć niskopułapowych pozyskiwanych w różnych warunkach.

OPRACOWANIE I ANALIZA DOKŁADNOŚCI SERII ORTOFOTOMAP STARORZECZY RZEKI BIEBRZY NA PODSTAWIE ZDJĘĆ RGB WYKONANYCH Z POKŁADU BSP/MD4-1000

Grzegorz Kwiatkowski¹, Marek Mróz²

¹ *Biebrzański Park Narodowy – Osowiec Twierdza*

² *Katedra Fotogrametrii i Teledetekcji, UWM Olsztyn*

Przedmiotem badań było opracowanie i sprawdzenie dokładności lokalizacyjnej (georeferencji) oraz spójności geometrycznej serii ortofotomap na podstawie bloków 50–60 zdjęć wykonanych z pokładu BSP md4-1000, semi-metrycznym aparatem cyfrowym Olympus PEN E-P2, przy znajomości przybliżonych wartości elementów orientacji zewnętrznej zarejestrowanych w trakcie lotu przez system GPS/INS platformy nośnej. Analizowany w referacie/artykule problem wynika z powodów praktycznych. Bardzo często w monitorowaniu i/lub wielkoskalowym kartowaniu trudnodostępnych obiektów, takich jak np. obszary mokradłowe, istnieje konieczność wykonania serii ortofotomap w krótkim czasie, lub zdjęć w terminach odpowiednich do obserwacji określonych zjawisk przyrodniczych. Na takich obszarach bardzo trudno jest znaleźć odpowiednie fotopunkty naturalne, a każdorazowe zakładanie i pomiar sygnalizowanej osnowy fotogrametrycznej jest kosztowny i czasochłonny. Osnowa taka ulega też zniszczeniu podczas koszenia traw lub staje się niewidoczna wśród wysokich zarośli. Punkt startowy nalotu w trybie VLOS z reguły znajduje się w miejscu, do którego można dotrzeć samochodem terenowym lub łodzią, ale blok zdjęć obejmuje niekiedy prostokąt o wymiarach 450x800m terenu często podtopionego lub nawet bagnistego. Obserwowane obiekty takie jak meandry, koryto rzeki, starorzecza mają charakter szczegółów terenowych III grupy dokładnościowej wg. kryteriów geodezyjnych. Można zatem oczekiwać, że wykonane ortofotomapy spełnią oczekiwania dokładnościowe nawet w przypadku braku odpowiedniej osnowy fotogrametrycznej. Na podstawie tych samych bloków zdjęć wygenerowano zatem ortofotomapy w dwóch wersjach. W pierwszej wersji wykonano ortofotomapy na podstawie przybliżonych wartości elementów orientacji zewnętrznej (z „logów” rejestratora pokładowego). W drugiej wersji ortofotomapy były generowane również z wykorzystaniem niewielkiej liczby sygnalizowanych fotopunktów (6-7) pomierzonych techniką GPS RTK. Ortofotomapy te pełniły rolę ortofotomap referencyjnych. W obu wersjach zastosowano rozwiązanie, w którym elementy orientacji wewnętrznej oraz współczynniki dystorsji obiektywu aparatu zostały wyznaczone w procesie autokalibracji. Ortofotomapy opracowano w środowisku AgisoftPhotoscan Professional budując model 3D na podstawie chmury punktów wyznaczonej metodą SfM z wykonanych zdjęć. Celem pierwszego etapu badań była **ocena dokładności lokalizacyjnej** ortofotomap „z logów” rozumianej jako dokładność jej „wpasowania” w terenowy układ współrzędnych. Oceny tej dokonano na podstawie analizy położenia obrazów punktów osnowy fotogrametrycznej na ortofotomapie „z logów” względem ich rzeczywistego położenia. Celem drugiego etapu badań była **ocena geometrii** ortofotomap „z logów”, czyli sprawdzenie, jaka jest wewnętrzna spójność i poprawność geometryczna ortofotomap „z logów”, rozumiana jako rodzaj i stopień deformacji geometrii przestrzeni odwzorowanej na ortofotomapie „z logów” względem rzeczywistej geometrii tej przestrzeni. Sprawdzone czy deformacja ta ogranicza się tylko do translacji i rotacji, czy też występują deformacje wymagające przekształceń wielomianowych wyższego stopnia. Przeprowadzone badania pozwoliły na udzielenie odpowiedzi na pytania: 1) jakiej końcowej dokładności opracowania można oczekiwać przy realizacji nalotów BSP md4-1000 / RGB na innych podobnych obiektach w zbliżonych warunkach atmosferycznych, bez sygnalizowania i pomiaru fotopunktów; 2) dla jakich celów i zastosowań otrzymana dokładność jest wystarczająca.

NOWOCZESNE TECHNOLOGIE AUTOMATYCZNEGO PRZETWARZANIA PRODUKTÓW FOTOGRAMETRYCZNYCH ON-LINE W INTEGRACJI Z PORTALEM MAPOWYM

Tomasz Malej

*Junior Application Engineer, Intergraph Polska Sp. z o.o.,
Dział Hexagon Safety & Infrastructure*

W dzisiejszych czasach zainteresowanie dostępem do informacji przestrzennej wśród społeczeństwa rośnie z dnia na dzień. Rozwój technologii GIS-owych napędzający ten trend ma na celu oprócz zwiększania liczby odbiorców, zapewnienie dostępności do tej informacji z dowolnego miejsca na ziemi. Nieustanne zmiany w otaczającej nas przestrzeni wymuszają konieczność dostępu do informacji w sposób prosty, intuicyjny, nieograniczony miejscem ani czasem.

Łatwo zauważyć, iż wartość informacji zależy od jej wiarygodności, aktualności, a także sposobu jej prezentacji, dlatego istotnym jest aby zapewnić użytkownikom dostęp do tych dóbr na najwyższym poziomie. Rosnąca świadomość użytkowników w zakresie analizy informacji stawia poprzeczkę coraz wyżej, stawiając dostawców przed nie lada wyzwaniem. Pojawiające się pytanie, czy sam dostęp do informacji nas satysfakcjonuje, zdaje się już być pytaniem retorycznym. Oczywiście jest, że informacja jest po to aby ją analizować, a dane po to, aby je przetwarzać. Przetwarzanie danych fotogrametrycznych czy teledetekcyjnych do tej pory znane było głównie z aplikacji desktopowych, oferujących różnorodny zakres możliwości. Przetwarzanie danych z poziomu aplikacji internetowych, zintegrowanych z portalem mapowym wydaje się doskonałym rozwiązaniem dla szerokiej grupy użytkowników, nieposiadających specjalistycznej wiedzy w zakresie przetwarzania obrazów czy w szeroko pojętym GISie, jak również dla tych którzy nie dysponują odpowiednim sprzętem, czy oprogramowaniem.

ERDAS Apollo to kompleksowe rozwiązanie Hexagon, oferujące nowoczesne technologie automatycznego przetwarzania produktów fotogrametrycznych w trybie on-line. Ponadto oferuje moduł do zarządzania danymi rastrowymi, wektorowymi oraz chmurami punktów w sposób zapewniający ich aktualność. Wydajne usługi sieciowe pomagają przedstawić rzeczywistość w przyjaznej formie, a intuicyjna funkcjonalność umożliwia przeglądanie, wyszukiwanie oraz pobieranie danych dla wybranego obszaru. Całość oferowana jest użytkownikom za pośrednictwem prostej przeglądarki internetowej.

Jedno rozwiązanie, wiele możliwości. Użytkownicy dostają możliwość przetwarzania danych wektorowych, rastrowych i chmur punktów w jednym miejscu, z dowolnego miejsca na ziemi, bez konieczności dysponowania zaawansowanym sprzętem i oprogramowaniem.

BADANIE PIONOWOŚCI ZABYTKOWEJ WIEŻY NA PODSTAWIE WIELOŹRÓDŁOWYCH DANYCH FOTOGRAMETRYCZNYCH

Jakub Stefan Markiewicz, Piotr Podlasiak, Dorota Zawieska

*Zakład Fotogrametrii, Teledetekcji i SIP, Wydział Geodezji i Kartografii PW
(j.markiewicz, p.podlasiak, d.zawieska)@gik.pw.edu.pl*

Obecnie technologie pomiarowe umożliwiają wykonywanie pełnej dokumentacji fotogrametrycznej poprzez wykorzystanie pomiarowych metod pasywnych i aktywnych. Integracja tych danych pozwala na kompleksowe opracowanie modeli m.in. obiektów dziedzictwa kultury. Od wielu lat popularną techniką pomiaru wykorzystywaną w dziedzictwie kultury był naziemny skaningu laserowy. Rozwój algorytmów przetwarzania obrazów spowodował wzrost popularności wykorzystania obrazów cyfrowych wykonywanych zarówno z pułapu naziemnego jak i niskiego pułapu lotniczego (UAV). Dla właściwego opracowania fotogrametrycznego obiektów dziedzictwa kultury ważny jest wybór odpowiedniej techniki pomiarowej w zależności od cech badanego obiektu. Dlatego też ważna jest znajomość efektywności wybranej techniki oraz jej ograniczeń.

Celem artykułu jest porównanie jakości geometrycznej chmur punktów zabytkowej wieży ruin zamku w Iłży, pozyskanych z naziemnego skaningu laserowego (Z+F 5006h, Leica C10) oraz naziemnych zdjęć i obrazów cyfrowych pozyskanych z UAV (Leica Aibot X6 Hexacopter). Badania zostały przeprowadzone na autorskim oprogramowaniu, umożliwiającym automatyzację przetwarzania chmur punktów 3D. Opracowanie oprogramowania umożliwia zbadanie pionowości wieży, jak również ocenę jakości wykorzystywanych danych.

Prezentowane w artykule badania wykonano w ramach projektu naukowego pt. „Zastosowanie skaningu laserowego oraz teledetekcji w ochronie, badaniu i inwentaryzacji dziedzictwa kulturowego. Opracowanie nieinwazyjnych, cyfrowych metod dokumentacji i rozpoznawania zasobów dziedzictwa architektonicznego i archeologicznego” w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Narodowy Program Rozwoju Humanistyki” w latach 2012-2015.

WERYFIKACJA MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA DANYCH LOTNICZEGO SKANINGU LASEROWEGO DO AKTUALIZACJI BDOT10K W ZAKRESIE INFORMACJI GEOMETRYCZNEJ O BUDYNKACH

Małgorzata Mendela-Anzlik, Andrzej Borkowski

¹ *Institut Geodezji, Dolnośląska Szkoła Wyższa*

² *Institut Geodezji i Kartografii, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

Dane lotniczego skaningu laserowego (ALS) są wykorzystywane głównie do tworzenia precyzyjnych numerycznych modeli wysokościowych. Wydaje się jednak, że potencjał informacyjny zawarty w danych ALS może być również wykorzystany do aktualizacji przestrzennych baz danych, w tym Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k). Baza DOT10K jako georeferencyjny, zestandaryzowany zbiór danych topograficznych, jest jednym z kluczowych elementów nowoczesnej Infrastruktury Informacji Przestrzennej w Polsce.

Efektywne wykorzystanie treści BDOT10k wymaga permanentnego utrzymywania tej bazy w stanie aktualnym. Reprezentacje geometryczne budynków w BDOT10k są zgodne z ich wystąpieniami w bazie danych ewidencji gruntów i budynków (EGiB).

Zaproponowana w pracy metoda progowania danych ALS w postaci pierwotnej, z zastosowaniem algorytmu alpha shape, pozwala wyodrębnić punkty reprezentujące rzuty poziome ścian budynków, prowadząc do budowy wektorowych modeli geometrycznych budynków, a następnie ich użycia do aktualizacji BDOT10k. Metoda ta daje ponadto możliwość prostej weryfikacji aktualności BDOT10k, a więc także powiatowych baz danych EGiB, w zakresie informacji geometrycznej o budynkach.

Do weryfikacji algorytmu wykorzystano sklasyfikowane dane ALS pozyskane w ramach projektu ISOK, o najmniejszej gęstości nominalnej – 4 pkt/m². Ocena dokładności rozpoznanych konturów została wykonana na podstawie porównania wygenerowanych modeli budynków z odpowiadającymi im obiektami EGiB. Dla zbioru około 80 budynków wartości RMSE odchyłek kształtują się od kilku do kilkudziesięciu centymetrów, a przeciętna wartość RMSE wnosi 0,13 m. Jednocześnie dla kilkunastu przypadków stwierdzono występowanie dużych rozbieżności w geometrii budynków. Dalsze analizy wykazały, że rozbieżności te mogą wynikać z błędnej reprezentacji budynków w bazie EGiB.

Przeprowadzone badania wskazują na znaczny potencjał danych ALS do modelowania elementów geometrycznych przestrzeni, na potrzeby aktualizacji BDOT10k, oraz celowość uwzględnienia ich w wykazie dopuszczalnych źródeł danych geometrycznych dla BDOT10k.

WYKORZYSTANIE RPAS DO OPRACOWANIA MODELU 3D NA POTRZEBY REKONSTRUKCJI ZDARZEŃ W RUCHU DROGOWYM

Michał Mieszczak

Politechnika Koszalińska, Katedra Geodezji, michal.mieszczak@tu.koszalin.pl

Każde zdarzenie drogowe, w którym są ranni i zabici, wymaga sporządzenia przez policję odpowiedniej dokumentacji. Podstawowym dokumentem sporządzanym przez policjantów wydziału ruchu drogowego jest protokół oględzin wypadku drogowego. Najistotniejszym elementem miejsca oględzin jest dokładne zwymiarowanie wszystkich śladów na miejscu zdarzenia oraz sporządzenie szkicu, który wykorzystuje się na potrzeby rekonstrukcji oraz rozstrzygnięć.

Dość znaczącym problemem stało się zbieranie materiału dowodowego podczas wypadków na autostradach i drogach ekspresowych. Związane jest to z koniecznością całkowitego zatrzymania ruchu, niekiedy na pasach ruchu w obu kierunkach. Powoduje to powstawanie gigantycznych korków sięgających nawet kilkunastu kilometrów. Przy powiększającej się sieci dróg szybkiego ruchu w Polsce, naturalna staje się potrzeba skrócenia procedur operacyjnych policyjnych techników na miejscu zdarzenia.

Istotne z punktu widzenia badania przyczyn wypadku, określenia sprawcy oraz przebiegu całego zdarzenia jest wykonanie dokładnych szkiców sytuacyjnych, które pozwolą na szczegółową analizę nie tylko na miejscu wypadku, ale też w późniejszym czasie. W tej kwestii idealnym zastosowaniem wydają się być zdalnie sterowane systemy latające (RPAS eng. Remotely Piloted Aircraft Systems), które są w stanie wykonać precyzyjne zdjęcia fotogrametryczne niskiego pułapu. Na ich podstawie można stworzyć ortofotomapy oraz sytuacyjne animowane modele 3D, z których w szybki sposób można uzyskać wiele danych metrycznych, m.in. długość drogi hamowania, odległości pomiędzy pojazdami biorącymi udział w wypadku, zidentyfikować rozrzut części, itp.

W artykule opisano możliwości użycia bezzałogowego systemu latającego podczas zbierania materiału obserwacyjnego, na przykładzie wypadku drogowego. Przedstawiono wyniki przetworzeń uzyskanych obrazów – modelu 3D i ortofotomapy. Wskazano możliwości rozwoju metody oraz wdrożenia do codziennego użytku.

WYKORZYSTANIE NISKOBUDŻETOWEGO UAS DO NADZORU REALIZACJI BUDOWY OBIEKTÓW LINIOWYCH NA PRZYKŁADZIE INWESTYCJI DROGOWEJ

Michał Mieszczak¹, Tomasz Oberski²

¹ Politechnika Koszalińska, Katedra Geodezji, michal.mieszczak@tu.koszalin.pl

² Politechnika Koszalińska, Katedra Geoinformatyki, tomasz.oberski@tu.koszalin.pl

W ostatniej dekadzie można zauważyć znaczący wzrost inwestycji drogowych w Polsce. Związane jest to z koniecznością polepszenia warunków infrastruktury i dostosowaniem sieci drogowej do standardów europejskich. W ramach inwestycji realizowane są modernizacje istniejących szlaków komunikacyjnych jak również budowa nowych dróg. Inwestycje realizowane są z wykorzystaniem funduszy europejskich i w związku z tym istnieje potrzeba wypełniania szeregu obowiązków sprawozdawczych. W tym celu zlecane jest cykliczne wykonanie dokumentacji fotograficznej (zdjęcia lotnicze) oraz materiałów filmowych. Duże kontrakty wymagają odpowiedniego systemu nadzorczego. Jest on potrzebny między innymi w celu skutecznego wyegzekwowania od wykonawcy robót wymagań dotyczących stosowanych materiałów, terminowości oraz wykonania inwestycji zgodnie z przyjętą dokumentacją projektową. Liniowy charakter budowanych obiektów (drogi ekspresowe, autostrady i infrastruktura techniczna) predestynuje do użycia bezzałogowych systemów latających (UAS eng. Unmanned Aerial Systems). Dostępność niskobudżetowych dronów stwarza możliwość wykorzystania ich jako narzędzi do wykonywania dokumentacji. Coraz lepsze parametry techniczne dronów (czas lotu, zasięg, stabilność, udźwig itp.) oraz zainstalowanych na nich urządzeń rejestrujących (aparaty cyfrowe, kamery wideo) sprawiają, że stają się one realną alternatywą dla tradycyjnych technik dokumentacyjnych (wywiad terenowy, zdjęcia naziemne). Autonomia lotu, niski pułap oraz możliwość pionowego startu i zawisu nad wybranymi obiektami to dodatkowe możliwości, niedostępne przy stosowanych dotychczas sposobach obrazowania. Wykorzystanie drona do zadań dokumentacyjnych jest uzasadnione ekonomicznie. Jego zakup i eksploatacja jest nie wymaga dużych nakładów finansowych. W artykule przedstawiono możliwości wykorzystania drona Phantom 3 firmy DJI do przeprowadzenia prac dokumentacyjnych budowy obwodnicy Koszalina i Sianowa w ciągu drogi ekspresowej S6 realizowanej w latach 2016-2018. W pracy przedstawiono wyniki z cyklicznych nalołów, wskazano zalety i ograniczenia metody oraz omówiono koszty eksploatacji.

WYZNACZENIE PIONOWOŚCI KOMINA W OPARCIU O POMIARY FOTOGRAMETRYCZNE

Bartosz Mitka, Izabela Piech, Szymon Łukaszewicz

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Badanie odchyleń od pionowości kominów przemysłowych jest nieodzownym wymogiem związanym z budową oraz prawidłowym użytkowaniem tych budowli. Budowle wieżowe, do których zaliczane są kominy przemysłowe, cały czas są wystawiane na działanie warunków atmosferycznych oraz obciążenia w trakcie eksploatacji. Koszt budowy takich kominów warunkuje konieczność monitorowania, w celu zapobieżenia deformacji lub uszkodzeniu budowli. Metody pomiarów odchyleń są uwarunkowane potrzebami dokładności pomiarów.

Rozwój technologiczny zaobserwowany w ostatnich latach można dostrzec w wielu dziedzinach ludzkiego życia. Także geodezja przeżywa prawdziwą rewolucję. Najprężniej rozwijającymi się dziedzinami są techniki satelitarne oraz skaning laserowy, które stały się dostępne dla niemal każdego człowieka. Prace inżynierskie stawiają coraz większe wymagania wobec geodetów, a Ci potrzebują coraz lepszych instrumentów do wykonywania swojej pracy. Naprzeciw geodetom wychodzą firmy produkujące sprzęt geodezyjny, oferując coraz lepsze narzędzia do ich pracy. Przewodzącym kierunkiem rozwoju jest naziemny skaning laserowy. Pierwszy skaner pojawił się na rynku w latach 90-tych XX wieku. Sposób pozyskiwania danych przestrzennych, fakt, iż w trakcie pomiaru następuje mała ingerencja w mierzony obiekt oraz łatwość w użyciu skanera spowodowały, że grono użytkowników zostało znacznie poszerzone o osoby niezwiązane ściśle z geodezją. Skaning laserowy znalazł swoje zastosowanie w różnych dziedzinach począwszy od ludzi dokumentujących zdarzenia drogowe, przez inwentaryzację zabytków, a na pomiarach topograficznych kończąc. Wynikiem pomiaru jest tzw. chmura punktów, która obrazuje kształt badanego obiektu. Technologia naziemnego skaningu laserowego mimo szerokiego wachlarza zastosowań jest nadal mało powszechna i wciąż zbyt droga, żeby można było korzystać z niej w celach precyzyjnych pomiarów inżynierskich.

Celem niniejszego opracowania było zbadanie odchyleń pionowości komina przemysłowego będącego częścią Krakowskich Zakładów Przemysłu Nieorganicznego „Bonarka” i Fabryki Supertomasyny „Bonarka”. W tym celu 28 kwietnia 2016 roku, wykonano pomiar na 3 stanowiskach skanerem Leica P40. Praca została oparta o literaturę przedmiotu, strony internetowe oraz ustawodawstwo.

**KONCEPCJA METODYKI IDENTYFIKACJI PROCESU SUKCESJI
W NIELEŚNYCH SIEDLISKACH PRZYRODNICZYCH NATURA 2000
Z ZASTOSOWANIEM TECHNIK TELEDETEKCYJNYCH**

**Katarzyna Osińska-Skotak¹, Krzysztof Bakula¹, Dominik Kopeć²,
Dorota Michalska-Hejduk², Łukasz Sławik³**

¹ *Zakład Fotogrametrii, Teledetekcji i Systemów Informacji Przestrzennej, Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska, k.osinska-skotak@gik.pw.edu.pl, k.bakula@gik.pw.edu.pl*

² *Katedra Geobotaniki i Ekologii Roślin, Uniwersytet Łódzki, domin@biol.uni.lodz.pl, dheiduk@biol.uni.lodz.pl*

³ *MGGP Aero, lsławik@mggpaero.com*

Polska jako członek Unii Europejskiej zobowiązana jest do monitorowania stanu zachowania siedlisk przyrodniczych i gatunków. Istniejące i stosowane obecnie metody monitoringu siedlisk przyrodniczych Natura 2000 oraz identyfikacji głównych zagrożeń oparte są na ocenie eksperckiej dokonywanej bezpośrednio w terenie. Słabością tradycyjnej metody jest jednak jej subiektywizm i brak zachowania ciągłości przestrzennej. Monitoring prowadzony jest punktowo. Ze względu na coraz większy potencjał technologii fotogrametrycznych i teledetekcyjnych, dostępność sensorów teledetekcyjnych i platform lotniczych, zasadne jest wypracowanie narzędzi umożliwiających optymalizację obecnych metod identyfikacji i oceny stanu zachowania siedlisk Natura 2000. Jednym z zagrożeń, wpływających na stan ochrony i perspektywy zachowania siedlisk przyrodniczych Natura 2000, jest sukcesja. W zależności od rodzaju siedliska do gatunków drzew i krzewów – promotorów sukcesji zalicza się m.in.: olszę czarną, brzozę omszoną, wierzby, sosnę zwyczajną, jałowiec pospolity, śliwę tarninę, głóg, szakłak pospolity, dereń świdwę.

W ramach projektu HabitARS, dofinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w II konkursie BIOSTRATEG opracowano założenia metodyczne m.in. w celu identyfikacji obszarów zagrożonych sukcesją. koncepcja realizowanych badań zakłada jednocześnie pozyskanie danych z czterech sensorów: dwóch kamer hiperspektralnych rejestrujących zakresy promieniowania VNIR i SWIR, lotniczego skanera laserowego ALS typu full-waveform i średnioformatowej kamery RGB. Urządzenia te zostały zintegrowane na jednej platformie, która zapewnia symultaniczną pracę urządzeń pomiarowych według zadanych parametrów. Dane ALS zapewnią uzyskanie informacji na temat zróżnicowania wysokościowego drzew i krzewów, natomiast dane hiperspektralne pozwolą na uzyskanie informacji spektralnej, która powinna zapewnić możliwość odróżnienia poszczególnych gatunków. Prace eksperymentalne obejmują fazę testowania i implementacji (sezon 2016) proponowanej koncepcji oraz fazę jej weryfikacji i walidacji (sezon 2017). Prace testowe realizowane są dla dwóch rodzajów siedlisk: suchych i wilgotnych, położonych w dwóch ostojach NATURA 2000 (Ostoja Olsztyńsko-Mirowska, Dolina Biebrzy). Są to obszary reprezentatywne dla występowania gatunków charakterystycznych dla obu typów siedlisk. W kolejnym roku badań zaproponowana metodyka zostanie zweryfikowana dla 32 obszarów badawczych, zlokalizowanych w różnych rejonach Polski. Poza pozyskaniem danych o aktualnym stanie pokrycia terenu, do oceny tempa i dynamiki procesu sukcesji zaproponowano wykorzystanie archiwalnych zdjęć lotniczych i danych ALS. Wygenerowane na podstawie zdjęć archiwalnych chmury punktów pozwolą na uzyskanie informacji na temat zróżnicowania wysokościowego drzew i krzewów w przeszłości, dzięki czemu możliwe będzie zbadanie dynamiki zjawiska sukcesji na różnych obszarach Natura 2000 i określenie wpływu m.in. warunków klimatycznych na jego tempo.

Zaletą zastosowania proponowanego rozwiązania, w porównaniu z tradycyjnymi metodami monitorowania siedlisk przyrodniczych jest przede wszystkim ciągłość, obiektywność i wiarygodność uzyskiwanych informacji na temat stanu zachowania siedlisk przyrodniczych.

WYKORZYSTANIE LOTNICZYCH ZDJĘĆ UKOŚNYCH DO DETEKcji ZMIAN W PRZESTRZENI MIEJSKIEJ

Wojciech Ostrowski, Maksymilian Foltyn

*Zakład Fotogrametrii, Teledetekcji i Systemów Informacji Przestrzennej,
Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska,
w.ostrowski@gik.pw.edu.pl*

Lotnicze zdjęcia ukośne stają się coraz popularniejszym źródłem danych fotogrametrycznych, a liczba zamawiających je miast rośnie również w Polsce. Tego typu zobrazowania dostarczają znacznie więcej informacji niż typowe zdjęcia pionowe, ponadto wielu użytkowników postrzega je jako „bardziej naturalne”. Rosnące zainteresowanie takimi danymi widoczne jest nawet na poziomie urzędów centralnych odpowiedzialnych za tworzenie opracowań kartograficznych w wielu państwach europejskich.

Zdjęcia ukośne przez lata postrzegane były jako dane uzupełniające do lotniczego skaningu laserowego (ALS), uzupełnianie to ograniczało się w wielu wypadkach jedynie do wykorzystania zdjęć jako źródła tekstur dla modeli 3D powstających z danych ALS. Innym popularnym obszarem zastosowań było tworzenie przeglądarek zdjęć ukośnych, które w połączeniu z Numerycznym Modelem Terenu pozwalały na uproszczone pomiary wysokości obiektów na pojedynczym zdjęciu.

Sytuacja ta zmienia się w ostatnich latach, gdy wraz z rozwojem technologii fotogrametrycznych możliwa stała się dokładna orientacja zdjęć ukośnych z wykorzystaniem automatycznej aerotriangulacji, a algorytmy służące do gęstego dopasowania obrazów (DIM) przystosowane zostały do pracy z takimi danymi.

Celem przeprowadzonych badań było określenie możliwości wykrywania zmian w przestrzeni miejskiej z wykorzystaniem zdjęć ukośnych. Badania skupione były na dwóch głównych aspektach, pierwszym było krytyczne porównanie zasobu informacyjnego jaki niesie chmura punktów i Numeryczny Model Pokrycia Terenu utworzone ze zdjęć ukośnych w odniesieniu do wykorzystywanych na ogół w takich zastosowaniach danych z lotniczego skaningu laserowego. Drugim z poruszonych tematów badań była próba wykorzystania zdjęć ukośnych do wykrywania zmian w obrębie fasad budynków co nie jest możliwe z wykorzystaniem innych danych pozyskiwanych z pułapu lotniczego.

Przeprowadzone badania wykazały, że dzięki wykorzystaniu współczesnych technologii fotogrametrycznych ukośne zdjęcia lotnicze mogą być postrzegane jako alternatywne źródło informacji dla wykrywania zmian w przestrzeni miejskiej.

ZINTEGROWANY MONITORING GEODYNAMIKI WYSADÓW SOLNYCH W POLSCE Z WYKORZYSTANIEM INSAR, CR I ANALIZY RADAROWYCH DANYCH HISTORYCZNYCH

Zbigniew Perski¹, Petar Marinkovic², Maria Przylucka¹, Grzegorz Pacanowski¹,
Zbigniew Kowalski¹

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

² PPO.Labs

Wysady soli cechsztyńskich, z uwagi na ich występowanie na małej głębokość od powierzchni Ziemi, są poddawane eksploatacji górniczej w wielu krajach Europy. Stanowią one również potencjalne struktury dla tworzenia magazynów dla strategicznych rezerw węglowodorów. Szczególnie to drugie zastosowanie wymaga szczegółowych i dokładnych informacji dotyczących ich geologicznej stabilności. Strukturom solnym w centralnej Polsce towarzyszą zwykle deformacje utworów Czwartorzędu i Neogenu o genezie określanej jako glacictektoniczna. Pytanie, czy istnieją dowody na współcześnie zachodzące deformacje nadal pozostaje otwarte.

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG-PIB) zainicjował szereg badań w celu określenia skali i zakresu czwartorzędowej i współczesnej dynamiki powierzchni terenu na obszarze występowania struktur tektoniki solnej w Polsce. Badania te wykorzystują interferometrię SAR oraz archiwum ESA danych zarejestrowanych przez satelity ERS i Envisat oraz nowe rejestracje wykonywane przez satelity Sentinel-1a i b. Dla konkretnych obszarów zainteresowania, zwłaszcza tych wykazujących zachodzenie deformacji i / lub obecność wrażliwej infrastruktury przewidziano badania monitorujące szczegółowe w wykorzystaniem reflektorów radarowych (*CR – Corner Reflectors*) oraz danych SAR o wysokiej rozdzielczości (*TerraSAR-X*). Przewidziano również weryfikujące pomiary geodezyjne reflektorów metodą statyczną GNSS i niwelacją precyzyjną. Badaniom podlegają również utwory Czwartorzędowe. Dla terenów wokół wybranych struktur wykonuje się również badania metodami geofizycznymi jak np. tomografia elektrooporowa (ERT).

W pracy przedstawiono założenia systemu monitorowania i wyniki jednego z poligonów walidacji jaki zainstalowano dla obszaru miasta Wapno. Deformacje zachodzące na tym obszarze są długofalowym efektem katastrofalnego zalania kopalni soli, które miało miejsce w sierpniu 1977 roku. Od tego czasu, ze względu na wciąż niestabilną równowagę hydrogeologiczną, obszar poddawany jest deformacjom (obniżenia do 7,5 mm / rok, w latach 1997 do 1995). Od 2007 roku obserwowane są również deformacje nieciągłe (progi i zapadliska) które znacznie zwiększają zagrożenie dla obszarów zabudowanych miasta. Dla monitorowania deformacji terenu na obszarze Wapna istniejąca sieć reperów została uzupełniona o 10 punktów niwelacyjnych oraz 7 reflektorów radarowych CR zlokalizowanych w kluczowych obszarach. Od lipca 2015 są systematycznie rejestrowane zobrażenia SAR przez satelitę TerraSAR-X dla orbit wschodzących (*ascending*) jak i schodzących (*descending*). Niezależnie od TerraSAR-X archiwizowane są dane z Satelity Sentinel-1 (od końca 2014 roku), które również będą włączone do analizy InSAR. W pracy przedstawione zostaną wstępne wyniki interferometrycznego przetwarzania danych historycznych oraz wyniki dotychczasowych pomiarów monitoringu obszaru Wapno, umieszczone w szerszym kontekście danych geologicznych i geofizycznych.

OPRACOWANIE METODY OCENY POPRAWNOŚCI DZIAŁANIA ALGORYTMU KOLOROWANIA CHMURY PUNKTÓW

Michał Pleskacz, Antoni Rzonca

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Publikacja omawia opracowanie metodę oceny poprawności działania algorytmu służącego do przypisania punktom chmury pochodzącej ze skaningu laserowego składowych RGB ze zobrazowania fotogrametrycznego. Metoda testowania tego algorytmu jest przedstawiona w kontekście problemu kontroli merytorycznej algorytmów do przetwarzania danych przestrzennych. Proces kolorowania traktowany jest jako jeden z przypadków integracji danych skaningowych i fotogrametrycznych.

W ramach wprowadzenia teoretycznego autorzy omawiają problemy badawcze, które wynikają z potrzeby badania poprawności oraz dokładności procesu kolorowania. Podane są kryteria, według których można określić, czy badany algorytm jest poprawny pod względem merytorycznym. Następnie określony jest wpływ rozmiaru piksela terenowego zdjęć oraz dokładności elementów orientacji zewnętrznej na poprawne kolorowanie. Dyskutowana jest też odpowiednia metoda interpolacji, a także zależność pomiędzy rozdzielczością terenową zdjęć oraz gęstością chmury punktów jako czynnikiem potencjalnie obniżającym dokładność kolorowania. Na koniec omówiono dodatkowe niekorzystne zjawisko, które może wystąpić w przypadku przypisywania koloru ze zdjęć punktom chmur – nierównoległości płaszczyzny tłowej do powierzchni chmury punktów, co też może mieć wpływ na jakość kolorowania.

Po rozważaniach teoretycznych opisane zostały metody testowania poprawności przyporządkowania punktom koloru oraz poprawności implementacji algorytmów interpolacji. Obie metody zastosowane są na danych syntetycznych oraz na rzeczywistych danych pomiarowych. Następnie określony jest czynnik wzajemnej różnicy pomiędzy rozdzielczością terenową fotogramu i kolorowanej chmury punktów. Badanie algorytmu zostaje rozszerzone o podanie ogólnych zasad dotyczących parametrów technicznych danych integrowanych w ramach omawianego procesu. Dodatkowym, przykładowym parametrem jest tutaj kąt pomiędzy normalną do kolorowanej chmury (w danym punkcie) a osią optyczną kamery danego fotogramu.

Badanym, przykładowym algorytmem jest CuScanColorizer – innowacyjny algorytm firmy DEPHOS Software, który wykonuje kolorowanie chmury punktów, wykorzystując do tego metodę przetwarzania równoległego na procesorach graficznych opartą na technologii nVidia CUDA.

W podsumowaniu podane są wyniki zastosowania metody kontroli poprawności algorytmu wraz z oceną przykładowego, badanego algorytmu oraz wskazaniem parametrów optymalnych z punktu widzenia stosowania procesu kolorowania chmury. Jako dodatkową konkluzję zawarto ocenę poprawności algorytmu CuScanColorizer.

WYZNACZENIE TERENOWEJ OSNOWY POMIAROWEJ W PROCESIE AEROTRIANGULACJI

Krystian Pyka, Elżbieta Pastucha, Andrzej Wróbel

*Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, krisfoto@agh.edu.pl, epast@agh.edu.pl,
awrobel@agh.edu.pl*

Aerotriangulacja bloków zdjęć fotogrametrycznych jest wykonywana według od dawna znanych zasad. Wprowadzenie w ostatnich latach bezpośrednich georeferencji nie zmieniło istoty procesu wyrównania ale poprawiło sprawność i niezawodność aerotriangulacji. Tym niemniej kluczowym elementem dla dokładności pozostaje jakość punktów wiążących. Rozpowszechnione od dawna dobre praktyki wyboru punktów wiążących preferują punkty leżące na terenie, widoczne na zdjęciach wraz z odsłoniętym otoczeniem. Przy pomiarze manualnym rutynowo omija się narożniki dachów, a przy pomiarze automatycznym dopasowanie narożników okazuje się za trudne dla stosowanych w aerotriangulacji algorytmów (area base matching). W przypadku fotogrametrii analogowej odstępowanie od pomiaru narożników dachów było uzasadnione (wysoki kontrast powodował rozlewianie się w emulsji ostrych szczegółów nie mających charakteru symetrycznego). Ale dla współczesnej fotogrametrii cyfrowej i coraz wyższej rozdzielczości zdjęć rezygnacja z narożników jako wiązań przestaje być aktualna. Postawiono tezę, że w przypadku wysokorozdzielczych zdjęć fotogrametrycznych narożniki dachów są dobrymi punktami wiążącymi. Do weryfikacji tezy wybrano blok złożony z ok. 40 zdjęć o GSD=10 cm, który wyrównano w kilku wariantach różniących się doбором punktów wiążących. Uzyskane wyniki dowodzą, że wybór narożników dachów jako punktów wiążących nie obniża dokładności wyrównania. Wniosek jest co prawda neutralny dla samej aerotriangulacji ale ma ogromne znaczenia praktyczne. Pozwala bowiem uznać narożniki dachów mierzone podczas aerotriangulacji jako punkty geodezyjnej osnowy pomiarowej. Konsekwencją takiego założenia jest możliwość odniesienia terenowego pomiaru tachimetrycznego do narożników dachów, co znacznie przyspiesza pomiary konturów budynków dla potrzeb EGiB i może znaleźć zastosowanie w terenach wiejskich. Taka konkluzja jest bardzo korzystna dla rozpowszechnienia fotogrametrii, którą na razie uznaje się w Polsce jako mało przydatną dla zasilania rejestrów georeferencyjnych.

AUTOMATYCZNA DETEKcja ELEMENTÓW POKRYCIA TERENU Z WYKORZYSTANIEM ZOBRAZOWAŃ LOTNICZYCH W BARWACH NATURALNYCH

Anna Schismak, Ireneusz Ewiak

*Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Instytut Geodezji, Zakład
Teledetekcji i Fotogrametrii, aschismak@wp.pl, ireneusz.ewiak@wat.edu.pl*

Przedmiotem badań było opracowanie algorytmu automatycznej detekcji wybranych elementów pokrycia terenu z wykorzystaniem zobrażeń lotniczych w barwach naturalnych. Zaimplementowany w środowisku MATLAB algorytm stanowi autorskie rozwiązanie, łączące tradycyjną klasyfikację pikselową (spektralną) z obiektową analizą obrazu. Takie podejście podyktowane jest niedostateczną jakością klasyfikacji pikselowej w przypadku obrazów o niskiej rozdzielczości spektralnej, co dotyczy znacznej liczby zobrażeń archiwalnych (głównie analogowych) oraz zobrażeń pozyskanych z niskiego pułapu za pomocą lustrzanek cyfrowych, w których obraz rejestrowany jest w zakresie widzialnym (często bez kanału bliskiej podczerwieni). Niska pojemność informacyjna tego typu zobrażeń wymaga specyficznego podejścia do klasyfikacji, co realizuje opracowany algorytm, który dodatkowo jest ukierunkowany na maksymalną automatyzację procesu rozpoznania obiektów.

Podstawę algorytmu stanowi segmentacja obrazu barwnego oparta na obszarach. W ramach opracowania przetestowano kilka metod segmentacji obrazu pod kątem ich jakości, wydajności oraz możliwości automatyzacji procesu. Zaproponowano również 3 autorskie rozwiązania, umożliwiające niemal całkowitą automatyzację procesu segmentacji. Metodę bazującą na automatycznej analizie histogramów uznano za optymalną i wykorzystano w zaproponowanym algorytmie. W ramach badań opracowano wzorce dla obszarów leśnych, trawiastych, dróg oraz zbiorników wodnych, uwzględniające zarówno cechy radiometryczne, jak i geometryczne. Algorytm przetestowano na fragmencie ortoobrazu przedstawiającym rafinerię płocką. Z racji specyfiki obszaru testowego, opracowano także algorytm detekcji obiektów okrągłych, wspomagający detekcję zbiorników na materiały petrochemiczne. Podjęto również próbę detekcji budynków.

W wyniku przeprowadzonych prac powstał w pełni automatyczny algorytm, umożliwiający detekcję wspomnianych form pokrycia terenu, pozwalający uzyskać lepsze wyniki niż w przypadku stosowania tradycyjnej klasyfikacji spektralnej. Dzięki modułowej budowie algorytm może zostać stosunkowo łatwo zmodyfikowany oraz rozszerzony o nowe funkcjonalności, w tym także dostosowany do specyfiki zobrażeń wielospektralnych.

OCENA WPLYWU NMT O RÓŻNEJ ROZDZIELCZOŚCI NA DOKŁADNOŚĆ POZYSKIWANIA LINII ŚCIEKOWYCH

Zofia Szczepaniak-Koltun

*Katedra Geoinformatyki, Wydział Inżynierii Lądowej, Środowiska i Geodezji,
Politechnika Koszalińska*

W ostatnich latach, dzięki zastosowaniu lotniczego skaningu laserowego (ALS – Airborne Laser Scanning), otrzymuje się bardzo dokładne modele rzeźby terenu i pokrycia terenu (NMT i NMPT). Wśród dostępnych formatów budujących NMT wyróżnić można te mające postać regularnej siatki (GRID) i nieregularnej (TIN – Triangulated Irregular Network). Wybór rodzaju siatki często jest zależny od zastosowania. Do pozyskiwania linii ściekowych, czyli analiz związanych z hydrografią, właściwsze jest stosowanie regularnej siatki GRID, która ma prostą strukturę, a tym samym większą wydajność obliczeniową. Pozwala ona również na porównanie każdej komórki z dowolnie wybraną inną.

Celem prac badawczych była ocena wpływu NMT o różnej rozdzielczości do ekstrakcji linii ściekowych. Oczywistym jest to, że im oczko siatki jest mniejsze, tym model terenu bardziej wiernie oddaje rzeczywistość, a tym samym otrzymane dane (tu: linie spływu) będą dokładniejsze. Jednak dysponując ogromną ilością danych, które w znaczny sposób wpływają na obniżenie mocy obliczeniowej, należy zadać pytanie, czy można uzyskać równie dobre wyniki zmieniając wielkość siatki oczka, a tym samym zmniejszając rozdzielczość NMT. Do przeprowadzenia badań, mających na celu ocenę przydatności NMT, wykorzystano materiały zgromadzone w CODGiK pozyskane w ramach projektu ISOK. Jako dane źródłowe posłużyły pliki tekstowe w formacie ASCII (XYZ) zawierające wysokości punktów w regularnej siatce GRID o oczku 1m, które następnie zostały zgeneralizowane do siatek GRID o oczkach 1.5m, 2m, 2.5m i 3m. W kolejnym kroku, dla NMT o różnej rozdzielczości, wygenerowano linie ściekowe, które zostały poddane analizie. W celu określenia prawidłowości wyników, przebieg linii spływu został porównany z przebiegiem cieków uzyskanym w wyniku bezpośrednich pomiarów.

MODELOWANIE 3D ORAZ INTEGRACJA CHMUR PUNKTÓW LOTNICZEGO I NAZIEMNEGO SKANOWANIA LASEROWEGO PIRAMIDY W RAPIE

Marta Szostak¹, Karolina Zięba¹, Piotr Wężyk¹, Marta Bura², Janusz Janowski²

¹ *Laboratorium Geomatyki, Zakład Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa, Instytut Zarządzania Zasobami Leśnymi, Wydział Leśny, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, m.szostak@ur.krakow.pl*

² *Pracownia skanerów 3D, Instytut Archeologii Uniwersytetu Warszawskiego*

Technologia naziemnego skanowania laserowego (ang. TLS) umożliwia bezinwazyjne pozyskiwanie chmur punktów oraz generowanie modeli 3D i odgrywa coraz większą rolę w pracach inwentaryzacyjnych zabytków. Pozwala m.in. na prowadzenie precyzyjnego monitoringu zabytku, jego stanu technicznego oraz wykrywania zachodzących zmian. Chmura punktów TLS jest podstawą do tworzenia rysunków, niezbędnych podczas sporządzania dokumentacji, wymaganej przy inwentaryzacji. Skanowanie laserowe jest w stanie przyczynić się do zachowania informacji 3D zabytkowego obiektu i jego odtworzenia w przyszłości lub zastosowania jako danych referencyjnych.

Głównym celem projektu była inwentaryzacja i dokumentacja 3D Piramidy Farenheidów w Rapie (woj. warmińsko-mazurskie) metodą naziemnego skanowania laserowego, wygenerowanie modeli 3D, profili poprzecznych, wymiarowanie, przygotowanie wizualizacji multimedialnych. W pracach wykorzystano naziemny skaner laserowy Leica ScanStation P30 (3D Scanners Lab, UW Warszawa). Zrealizowano 12 skanów z rozdzielczością 3,1 mm/10m (3 wewnątrz Piramidy, 9 na zewnątrz), otrzymując chmurę punktów składającą się z 1,5 miliarda punktów (dla samej Piramidy). Wykonano integrację chmur punktów TLS z danymi lotniczego skanowania (ang. ALS) z projektu ISOK dla wizualizacji otoczenia Piramidy oraz opracowania analiz przestrzennych min. wariantów usunięcia drzew zagrażających obiektowi, analiz widoczności i rekonstrukcji krajobrazu w otoczeniu zabytkowego obiektu.

Integracja danych ALS i TLS oraz opracowanie modelu 3D umożliwiło opracowanie wirtualnych wycieczek i animacji prezentujących obiekt pomiarów. Technologia ALS sprawdziła się jako uzupełnienie do pomiarów górnych partii mierzonego obiektu oraz otoczenia Piramidy. Zastosowane oprogramowanie z zakresu GIS oraz CAD pozwoliło na szybkie opracowanie dokumentacji i wizualizacji 3D Piramidy w Rapie. Wykorzystanie danych ALS umożliwiło wykrycie historycznych obiektów z nią związanych i powiązanych niegdyś widokowo.

ALTERNATYWNY ALGORYTM DEKOMPOZYCJI SYGNAŁU FULL-WAVEFORM

Agata Walicka, Andrzej Borkowski

*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Geodezji i Geoinformatyki
andrzej.borkowski@up.wroc.pl, agatawalicka@wp.pl*

Efektom pomiaru skanerem typu full waveform jest zbiór dyskretnych wartości fali reprezentujących odbicia od poszczególnych powierzchni, przy czym rodzaj powierzchni ma wpływ na kształt odbitego sygnału. W celu pozyskania dodatkowych informacji o obiektach, od których nastąpiło odbicie zarejestrowaną falę przybliża się przy pomocy zestawu funkcji parametrycznych. Prace badawcze koncentrują się na tworzeniu algorytmów pozwalających na przeprowadzenie szybkiej dekompozycji fali przy jednoczesnym wykryciu i aproksymacji słabych i nakładających się ech. Większość istniejących metod dekompozycji wymaga znajomości liczby wierzchołków występujących w sygnale oraz określenia przybliżonych parametrów wpasowywanych krzywych. Konieczne jest zatem przeprowadzenie tego procesu dwuetapowo – w pierwszej kolejności znajduje się liczbę komponentów wchodzących w skład poszczególnych fal i wyznacza przybliżone parametry krzywych, następnie wykonuje się właściwą aproksymację sygnału przy pomocy wybranych funkcji.

W ramach niniejszej pracy zaproponowano alternatywny algorytm będący modyfikacją metody progresywnej, który pozwala na skuteczne przeprowadzenie dekompozycji sygnału z pominięciem prac przygotowawczych. Metoda polega na iteracyjnym wpasowaniu krzywych przy pomocy algorytmu Levenberga-Marquardta z wykorzystaniem wagowania obserwacji. Aby zweryfikować poprawność działania zaproponowanego algorytmu przeprowadzono szereg eksperymentów numerycznych na danych lotniczego skaningu laserowego pozyskanych przy użyciu systemu RIEGL LMS-Q680i. Testy wykonano dla obszarów o różnorodnej strukturze – porośniętych roślinnością niską, wysoką oraz dla obszaru o mieszanym pokryciu zawierającym zarówno obiekty antropogeniczne, jak i naturalne.

Wykorzystując dane testowe wykonano dwuetapową walidację algorytmu. W pierwszej kolejności zbadano wielkość i rozkład błędów aproksymacji powstałych podczas dekompozycji sygnału przy pomocy funkcji Gaussa. W drugim etapie porównano otrzymane wyniki z wynikami aproksymacji za pomocą standardowej procedury. Na podstawie walidacji algorytmu można stwierdzić, że umożliwia on poprawne wykrycie wszystkich komponentów oraz ich poprawną aproksymację przy użyciu wybranego modelu matematycznego.

**TARGET-BASED VS CLOUD-TO-CLOUD REGISTRATION
– ANALIZA DOKŁADNOŚCI ZŁOŻENIA PROJEKTU TLS
NA PRZYKŁADZIE PODZIEMNEJ TRASY TURYSTYCZNEJ W RZESZOWIE**

Artur Warchol¹, Monika Balawejder²

¹ *Katedra Geodezji, Wyższa Szkoła Inżynieryjno-Ekonomiczna w Rzeszowie, artur_warchol@o2.pl*

² *Katedra Katastru i Geodezyjnego Projektowania Przestrzeni,
Wyższa Szkoła Inżynieryjno-Ekonomiczna w Rzeszowie, balawejder@wsie.edu.pl*

Naziemne skanowanie laserowe w technologii LiDAR (Light Detection and Ranging) jest jedną z nowoczesnych i szybkich metod pozyskiwania informacji o geometrii obiektów. Skanowanie może być wykonywane z różnych pułapów: naziemnego (TLS – Terrestrial Laser Scanning), lotniczego, mobilnego czy też satelitarnego. Wykonując skanowanie instrumentem umieszczonym na statywie możliwe jest uzyskanie dokładności pojedynczych milimetrów, przy szybkości zbierania danych w okolicach 1 mln punktów ciągu sekundy. Zbiory danych pozyskane na kolejnych stanowiskach skanera, należy na etapie przetwarzania ze sobą połączyć w jeden projekt. Istnieje kilka metod złożenia poszczególnych skanów w cały projekt. Najbardziej dokładne są metody oparte o sygnalizowane cele (target-based registration) – tarcze, sfery, ale wymagają czasu na właściwe rozmieszczenie znaków pomiarowych. Szybsze w realizacji jest skanowanie bez użycia celów (cloud-to-cloud registration), a przy obecnym poziomie rozwoju oprogramowania czasy przetwarzania chmur punktów oboma metodami są do siebie zbliżone.

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki wyrównania projektu powyższymi sposobami na przykładzie Podziemnej Trasy Turystycznej w Rzeszowie. Na obiekt o długości ok. 400 m złożyło się ok. 80 stanowisk skanera, co wynikowo przełożyło się na zbiór danych liczący ok. 1 mld punktów. Target-based registration wykonano w oparciu o sfery i szachownice. Oprócz skanowania naziemnego wykonano również pomiary tachimetryczne w celu kontroli otrzymanego zbioru danych LiDAR. Pomiary wykonano tachimetrem Trimble M3 3” w nawiązaniu do 4 punktów osnowy państwowej. Na Trasie Turystycznej zostało założonych 28 stanowisk, z których pomierzono 116 tarcz rozmieszczonych na obiekcie – tych samych których użyto podczas target-based registration. Ciąg obustronnie nawiązany po wyrównaniu ścisłym można opisać następującymi parametrami dokładnościowymi: błąd średni = 5 cm, błąd maksymalny = 6 cm. Ocenę dokładności różnych wersji wyrównania projektu przeprowadzono na podstawie automatycznie wykrywanych tarcz i sfer.

CO DALEJ PO LOD2 (CITY GML)

Piotr Węzyk¹, Artur Warchol²

¹ Zakład Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa, Instytutu Zarządzania Zasobami Leśnymi, Wydział Leśny Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie,
p.wezyk@ur.krakow.pl

² ProGea 4D sp. z o.o., *artur.warchol@progea4d.pl*

Rozwój technologii LiDAR oraz jej szeroki wachlarz zastosowań spowodował coraz częstsze wykorzystanie chmur punktów w różnych dziedzinach gospodarki. Do wzrostu popularności zbiorów danych LiDAR przyczyniły się również projekty realizowane przez GUGiK (ISOK, CAPAP). W ramach projektu ISOK zebrano dane ALS (Airborne Laser Scanning) dla 92% powierzchni Polski, natomiast projekt CAPAP pozwoli uzupełnić ten zbiór do 100%. Pozyskane dane spełniają wymagania dokładnościowe poziomu LoD 2.

Rodzi się więc naturalne pytanie w jaki sposób można uzupełnić istniejące dane, aby osiągały parametry poziomów LoD3 lub LoD4. W tym celu przeanalizowano kilka „ścieżek” technologicznych, dzięki którym możliwe jest otrzymanie danych przestrzennych pozwalających na stworzenie modeli LoD3/LoD4. Dla poziomu LoD3 zdecydowano się na „upgrade” danymi z MLS (Mobile Laser Scanning). Dla LoD4 natomiast chmury punktów ALS zintegrowano z danymi TLS (Terrestrial Laser Scanning) oraz innymi (chmura punktów ze zdjęć, ZEB-1). Dla każdej ze ścieżek zaprezentowano metodykę integracji danych, a także porównano ze sobą pod względem dokładności geometrycznej, kompletności oraz czasu potrzebnego do pozyskania i opracowania danych.

Poszczególne rozwiązania zaprezentowano na przykładzie budynków w Krakowie.

WPLYW LOTNICZEGO I NAZIEMNEGO SKANINGU LASEROWEGO NA JAKOŚĆ BADAŃ OSUWISK

Tomasz Wojciechowski, Zbigniew Perski

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

Rozwój technik pomiarów laserowych przyczynił się w ostatnich latach do znacznego postępu w naukach geologicznych, w tym również w badaniu ruchów masowych. Wykorzystanie danych ze skaningu laserowego jest obecnie normą w pracach związanych z inwentaryzacją osuwisk i z monitoringiem ich aktywności. Dane te są również coraz częściej stosowane w obliczaniu podatności, zagrożenia oraz ryzyka osuwiskowego. Państwowa Służba Geologiczna poprzedza swoje prace terenowe gruntowną analizą numerycznych modeli terenu, które tworzone są metodami dopasowanymi do cech badanego obszaru. Interpretacje, które najczęściej mają na celu precyzyjne wyznaczenie zasięgu powierzchniowego osuwiska wraz z formami wewnętrznymi, zawsze są weryfikowane w terenie. Krytyczne podejście do danych laserowych pozwala unikać negatywnych skutków złej interpretacji, wynikających często z jakości danych laserowych. Skutki te mogą być fatalne, ponieważ informacje o osuwiskach uwzględniane są w planowaniu przestrzennym gmin.

Skaning laserowy stał się narzędziem na stałe wpisanym w powierzchniowy monitoring aktywności osuwisk. Pomiary laserowe integrowane są z innymi systemami pomiarowymi (wglębnymi i powierzchniowymi), dając pełen obraz aktywności osuwiska. Modele różnicowe obrazują w sposób ilościowy i jakościowy zmiany powierzchni terenu jakie zaszły w danych interwałach czasowych. Przykładowe osuwiska w Chojniku, Międzybrodzu Bialskim czy Lachowicach wskazują, że ruch powierzchniowy jest pochodną grawitacyjnych zjawisk dynamicznych stwierdzanych na pewnych głębokościach, często przejawiającymi się na kilku płaszczyznach poślizgu.

Naziemny skaningu laserowy wykorzystywany jest w szybkich pracach interwencyjnych, w przypadku uruchomienia się osuwiska. Obliczane objętości mas skalnych są istotną informacją dla sztabów kryzysowych, koordynujących prace zabezpieczające osuwisko. Prace tego typu przeprowadzono m.in. w Ostrowcu Świętokrzyskim w 2012 roku.

Szczególnie cenne wydają się modele obliczane na podstawie danych lotniczych. Przykłady analiz różnicowych z rejonu Gródka n/Dunajcem, Kłodnego czy Szczepanowic wskazują na możliwości wykorzystanie tego typu metodyki do monitoringu znacznych obszarów. Różnicowe analizy LIDAR są również bardzo przydatne w określaniu podatności osuwiskowej, a nawet ryzyka związanego z ruchami masowymi. Pierwsze tego typu prace przeprowadzono dla części gminy Gródek n/Dunajcem, gdzie wykorzystując zinwentaryzowaną katastrofę osuwiskową z 2010 roku, określono ryzyko osuwiskowe dla zabudowy w podziale działek własnościowych.

Dane LIDAR mają również słabe strony i ograniczenia. Zdarza się bowiem, że jakość danych jest niewystarczająca lub nawet zła. Istnieje ciągła potrzeba rozwoju metod klasyfikacji chmur punktów pod kątem separacji danych reprezentujących powierzchnię terenu, zwłaszcza w obszarach górskich, gdzie deformacja osuwiskowa nie zawsze przejawia się wyraźnymi formami terenu. Należy również pamiętać, że osuwiska są formami geologicznymi, gdzie główny ruch zachodzi wewnątrz górotworu i nie zawsze się on przejawia formami powierzchniowymi. Największe problemy związane są z obszarami zabudowanymi oraz o gęstym pokryciu roślinnym. Na obecnym etapie rozwoju nie jest możliwe zastąpienie tradycyjnego kartowania osuwisk analizą danych laserowych.

MODUŁ FOTOGRAMETRYCZNY MOBILNEGO SYSTEMU DIAGNOSTYKI NAWIERZCHNI DROGOWYCH

Ireneusz Wyczalek¹, Michał Wyczalek¹, Andrzej Pożarycki²

¹ Politechnika Poznańska, Zakład Geodezji, ireneusz.wyczalek@put.poznan.pl,
michal.wyczalek@put.poznan.pl

² Politechnika Poznańska, Zakład Budowy Dróg, andrzej.pozarycki@put.poznan.pl

Ocenę stanu technicznego nawierzchni drogowych wykonuje się zwykle poprzez wizualną kontrolę rozpoznania defektów. Do opisu geometrycznego stosuje się ponadto proste metody pomiaru płaskości podłużnej i poprzecznej. Obecnie coraz bardziej popularne stają się różnego typu pojazdy pomiarowe dokonujące takiej oceny w sposób zautomatyzowany. Uzyskane wyniki stanowią podstawowy zasób systemów informacji o stanie nawierzchni drogowej, tzw. PMS (Pavement Management Systems), służących do sprawnego zarządzania jej utrzymaniem i remontami. Próbę budowy własnego systemu typu PMS podjęto na Politechnice Poznańskiej z udziałem innych podmiotów. Obejmuje on dwa segmenty – terenowy i biurowy. Pierwszy składa się z zestawu sensorów do oceny stanu nawierzchni drogowej, drugi do analiz numerycznych i wizualizacji wyników w formie map uszkodzeń oraz raportów tekstowych.

Pośród problemów technicznych związanych z budową segmentu terenowego mieści się sposób zautomatyzowanego pozyskiwania danych do oceny wybranych cech geometrycznych drogi. Postanowiono go rozwiązać metodami fotograficznymi. Obejmują one trzy zadania – (1) wykonanie fotomapy drogi dla potrzeb wizualizacji uszkodzeń, (2) obrazowanie w postaci przekrojów poprzecznych oraz (3) modelowanie 3D makrotekstury. Zaprojektowano, zbudowano i przetestowano mechanizm montowany do samochodu, obejmujący między innymi moduł składający się z szeregu (2 lub 3) kamer i oświetlenia LED (zadanie 1) oraz moduł lasera i kamery 3D rejestrującej pod kątem oświetlony nim przekrój. Dla potrzeb lokalizacji i orientacji zamontowano odbiornik GPS RTK/INS z dwiema antenami. Obecnie poszczególne moduły systemu poddawane są testom. Uzyskane do tej pory wyniki zostaną zaprezentowane na konferencji.

KAMERA WIELOSPEKTRALNA MSC-10 – TESTY I TELEDETEKCYJNE ZASTOSOWANIA BADAWCZE

Michał Wyczalek, Ireneusz Wyczalek

*Politechnika Poznańska, Zakład Geodezji, michal.wyczalek@put.poznan.pl,
ireneusz.wyczalek@put.poznan.pl*

Kamery wielospektralne od lat stanowią alternatywę do klasycznych kamer stosowanych w fotogrametrii i teledetekcji. Ich zaletą jest możliwość pozyskania danych obrazowych opisanych w specyficznych pasmach spektrum widzialnego, UV i IR jak również kanałów termalnych. Nowe komercyjne kamery fotogrametryczne, jak też satelitarne sensory obrazujące, składają się z zestawu sensorów montowanych wewnątrz jednej obudowy i pracujących pod nadzorem jednego kontrolera. Popularne w zastosowaniach przyrodniczych i agrotechnicznych są modułowe kamery np. Tetracam lub MicaSense. Autor referatu podjął się budowy i wdrożenia oraz praktycznych zastosowań kamery wielospektralnej użytecznej między innymi do monitoringu ekspansji agresywnych roślin oraz do oceny ilościowej stanu plonów upraw rolniczych. Uzyskane obrazy są analizowane przez różne jednostki naukowo-badawcze.

Kamera MSC-10 powstała jako efekt prac badawczych obejmujących dobór odpowiednich parametrów geometrycznych i spektrometrycznych oraz optymalizację cech zobrazowań pod kątem stawianych zadań praktycznych. Umożliwia ona rejestrację w trybie RGB, a ponadto – w pięciu pasmach promieniowania widzialnego oraz w bliskiej i termalnej podczerwieni. W prezentacji zostanie przedstawiony schemat budowy kamery oraz wybrane efekty jej zastosowań praktycznych.

OPRACOWANIE FOTOGRAMETRYCZNE ZABUDOWY GRODU KULTURY LUŻYCKIEJ W BISKUPINIE NA PODSTAWIE DANYCH Z BADAŃ PRZEDWOJENNYCH

Dorota Zawieska¹, Jakub Stefan Markiewicz¹, Jarosław Kopiasz²

¹ Zakład Fotogrametrii, Teledetekcji i SIP, Wydział Geodezji i Kartografii PW
(d.zawieska, j.markiewicz)@gik.pw.edu.pl

² Muzeum Archeologiczne w Biskupinie, jarrek3@op.pl

Stanowisko 4 w Biskupinie położone jest na półwyspie o powierzchni ok. 2 ha, którego brzegi od strony zachodniej, północnej i wschodniej oblewają wody Jeziora Biskupińskiego. Jezioro to stanowi element łańcucha jezior położonych w północnej części Pojezierza Gnieźnieńskiego. Badania archeologiczne na terenie stanowiska 4 w Biskupinie rozpoczęto w 1934 roku. Już w pierwszych sezonach badań archeolodzy odkryli znakomicie zachowane drewniane pozostałości grodu. Do końca sierpnia 1939 roku przebadano obszar około 1 ha, co stanowi ok. połowę powierzchni grodu. Ze względu na brak pełnego opracowania zabudowy grodu na stanowisku 4 w Biskupinie (a w szczególności z północnej i środkowej części grodu, badanych w latach 1934-1939), wynikający w dużej mierze z utraty znacznej części dokumentacji rysunkowej w czasie II wojny światowej i ograniczonych możliwości wnioskowania chronologiczno- funkcjonalnego na podstawie archiwalnych planów reliktyw grodu, należy w pierwszej kolejności stworzyć nową jakościowo podstawę źródłową.

Obecnie istnieje szeroki wachlarz możliwości technologicznych, który umożliwia stworzenie odpowiedniej bazy źródłowej. W realizacji najważniejszego celu zadania, jakim będzie analiza zabudowy grodu, wykorzystane zostaną m. in. archiwalne klisze fotograficzne, dokumentujące relikty drewnianej zabudowy grodu. Zbiór około 800 klisz fotograficznych posłuży do wykonania na ich podstawie m. in. trójwymiarowych modeli przestrzennych reliktyw osady, niezbędnych do wykonania wieloaspektowych analiz. Produktem docelowym bazy źródłowej do opracowania zabudowy grodu będzie przestrzenna baza danych GIS. W bazie tej przechowywane będą m. in. zeskanowane zdjęcia, numeryczne modele powierzchni, dokumentacja wektorowa i obrazy wygenerowane w oparciu o technologie fotogrametryczne. Zaprojektowane i opracowane moduły bazy danych GIS będą umożliwiały wyświetlanie obiektów opracowanych na etapie wirtualnej rekonstrukcji reliktyw zabudowy grodowej. Etap ten wiąże się z odpowiednim opracowaniem metodologii wirtualnej rekonstrukcji obiektów zabytkowych. Zintegrowanie dokumentacji fotograficznej i doprowadzenie jej do ujednoliconej skali pozwoli na lepsze zrozumienie całości konstrukcji oraz umożliwi rozpoznanie struktur pod względem ich funkcjonalno-chronologicznym.

W artykule przedstawiono metodykę i etapy procesu technologicznego generowania dokumentacji fotogrametrycznej na podstawie danych archiwalnych. Przedstawione zostaną możliwości wykorzystania powszechnie stosowanego oprogramowania wykorzystującego algorytmy Computer Vision oraz wyniki wstępnie wykonanych eksperymentów.

Badania przeprowadzono w ramach projektu *Opracowanie zabudowy grodu kultury lużyckiej na stanowisku 4 w Biskupinie. Badania przedwojenne* finansowanego przez ministerstwo kultury i ochrony dziedzictwa kulturowego RP w ramach programu *DZIEDZICTWO KULTUROWE 2016 Ochrona zabytków archeologicznych*.

INTEGRACJA POMIARÓW PSINSAR, GNSS I NIWELACJI PRECYZYJNEJ – KORZYŚCI I WZAJEMNE UZUPEŁNIANIE SIĘ TECHNIK POMIAROWYCH

**Dariusz Ziółkowski¹, Magdalena Łągiewska¹, Jan Kryński¹, Jan Cisak¹,
Łukasz Żak¹, Jacek Uchański², Piotr Falkowski², Kinga Sadura²,
Stanisław Łukasik³, Tomasz Godlewski³**

¹ *Institut Geodezji i Kartografii*

² *Warszawskie Przedsiębiorstwo Geodezyjne S.A.*

³ *Institut Techniki Budowlanej*

Doświadczenia wynikające z wykorzystania satelitarnej interferometrii radarowej a zwłaszcza jej odmiany interferometrii radarowej trwałych reflektorów (PSInSAR) do celów badania deformacji podłoża gruntowego wskazują na niespotykane dotychczas możliwości tego typu pomiarów. Największą zaletą tej metody pomiarowej jest możliwość uzyskania bardzo wysokiej liczby zsynchronizowanych w czasie pomiarów na bardzo dużych, często również niedostępnych obszarach przy jednoczesnym zachowaniu ich bardzo wysokiej dokładności. Niemniej jednak, jak każda z metod posiada swoje ograniczenia, do których zaliczyć trzeba przede wszystkim względny charakter pomiarów oraz efekt propagacji błędów wraz z oddalaniem się od punktu głównego rozwijania fazy. W związku z powyższym uzyskane wyniki powinny być zawsze skonfrontowane z pomiarami wykonanymi za pomocą innych metod, takich jak pomiary z permanentnych stacji GNSS oraz niwelacji precyzyjnej. Pierwsza z nich jest wykorzystywana zazwyczaj do bezwzględnej georeferencji wyników interferometrycznych oraz analizy poprawności rozwiązania dla dużych obszarów, podczas gdy niwelacja precyzyjna służy zwykle do walidacji wyników w skali lokalnej. Powyższe podejście zostało zastosowane również w ramach projektu „Zintegrowany system monitoringu deformacji podłoża gruntowego z wykorzystaniem interferometrii radarowej trwałych reflektorów” – DefSAR finansowanego w ramach Programu Badań Stosowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. W ramach projektu odtworzono historię deformacji podłoża gruntowego obszaru aglomeracji Warszawskiej wykorzystując obrazy radarowe z satelitów Envisat i Cosmo-SkyMed. Do walidacji uzyskanych wyników zostały wykorzystane archiwalne i aktualne pomiary niwelacyjne, a także pomiary z permanentnych stacji GNSS zlokalizowanych w obserwatoriach Borowa Góra i Józefosław oraz na terenie WAT i CBK. Wyniki walidacji wykazały bardzo wysoką zgodność pomiarów wykonanych poszczególnymi metodami. Integracja wyników PSInSAR i niwelacji precyzyjnej okazała się dość problematyczna, co wynikało głównie z różnego zazwyczaj położenia reperów wykorzystywanych w niwelacji precyzyjnej i położenia trwałych reflektorów. Łączna analiza obu zbiorów danych przeprowadzona m.in. w strefie oddziaływania skarpy Warszawskiej wykazała, że repery odniesienia w pracach niwelacyjnych nie zawsze są wybierane na całkowicie stabilnych obszarach, a posiadanie wyników PSInSAR może w dużym stopniu ułatwić odpowiednie zaprojektowanie pomiarów niwelacyjnych. Proces integracji wyników PSInSAR i pomiarów GNSS był prostszy ze względu na uzyskanie pomiarów interferometrycznych bezpośrednio z budynków i słupów, na których umieszczone są permanentne stacje GNSS. Analiza wektorów pomiędzy poszczególnymi stacjami wykazała, że maksymalne zmiany wysokości pomiędzy poszczególnymi stacjami nie przekraczały zazwyczaj jednego centymetra a więc znajdowały się w granicach błędów pomiarowych metodą GNSS oraz w okolicach granicy błędów lub nieco powyżej niej (w zależności od typu danych radarowych) w przypadku pomiarów interferometrycznych. Uzyskana zgodność wyników pomiędzy obiema metodami była 3 do 4 razy lepsza od teoretycznej dokładności każdej z nich, co w przypadku łącznego stosowania obu metod pozwala wykrywać bardzo niewielkie pionowe zmiany wysokości znajdujące się poniżej granicy błędów pomiarowych. Łączna analiza wyników uzyskanych z obu całkowicie niezależnych technik pomiarowych pozwala uwiarygodnić wyniki uzyskane za pomocą każdej z tych technik.



Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe „Fotogrametria dla geoinformacji” Wrocław, 19-21 września 2016 r.

PROGRAM

19 września 2016 r. (poniedziałek)

11:00 – 13:00	Rejestracja uczestników
12:00 – 13:00	Obiad
13:00 – 15:00	Sesja inauguracyjna <ul style="list-style-type: none">• Otwarcie konferencji• Invited speakers:<ul style="list-style-type: none">- Prof. Hans-Gerd Maas, Dresden University of Technology <i>Terrestrial photogrammetric techniques for glacier monitoring at high spatial and temporal resolution</i>- Prof. Monika L. Moskal, University of Washington <i>Riparian forest assessments through remote sensing in The United States Pacific Northwest</i>- Prof. Norbert Pfeifer, Vienna University of Technology <i>Airborne Lidar Hydrography of shallow Inland Waters: Technology and Examples</i>
15:00 – 15:20	Przerwa kawowa
15:20 – 17:05	Sesja tematyczna nr 1

Małgorzata Jarząbek-Rychard – Wrocław University of Environmental and Life Sciences, **Hans-Gerd Maas** – Dresden University of Technology
Geometric Refinement of ALS-Data Derived Building Models Using Monoscopic Aerial Images

Jakub Kolecki – AGH University of Science and Technology, Cracow
Keypoint Matching in Image Sequences Acquired Using Bike Mapping System

Grzegorz Jóźków – Wrocław University of Environmental and Life Sciences
TLS Data Compression Using Jpeg-2000

Kazimierz Bęcek – Bulent Ecevit University, Zonguldak, Turkey and Wrocław University of Science and Technology, **Paweł Bogusławski** – Wrocław University of Science and Technology

On Reduction of Redundancy of the Light Detection and Ranging Datasets (LiDAR)

Grzegorz Gabara, Piotr Sawicki – University of Warmia and Mazury in Olsztyn
Application of Photogrammetric Scanning Method for Testing of Rail Track Geometry

Rafał Dąbrowski – MUT Military University of Technology, Warsaw
Acquiring Spectral Reflectance Characteristics Using a MiniMCA Camera Mounted on an UAV

17:10 Transport do hotelu (autokar)

19:00 **Kolacja w restauracji „GLAMOUR”, Wrocław, ul. Rуска 37-38**

20 września 2016 r. (wtorek)

9:00 Transport z hotelu na Plac Grunwaldzki (autokar)

9:30 – 11:15 **Sesja tematyczna nr 2**

Pelagia Gawronek, Bartosz Mitka – University of Agriculture in Krakow
Accuracy of Terrestrial Laser Scanning Measurements in the Test Field of University of Agriculture in Krakow

Bartosz Mitka, Marcin Prochaska – TERRRAMAP Sp. z o.o.
Evaluation of Geometric Quality of 3D Models Obtained Automatically by Robotic Revoscan Device

Artur Plichta – Poznan University of Technology, **Adam Piasecki** – Apex Geoservices Ltd.
Factor of Safety as Risk Indicator in Assessment of Ground Parameters for Geoengineering and Geophysical Investigations

Ireneusz Ewiak, Agnieszka Jenerowicz, Paulina Lulkowska, Małgorzata Woroszkiewicz, Izabela Usiadek – Military University of Technology, Warsaw
The Assessment of Remote Sensing Methods for Detection of Architectural Mediaeval Details

Antoni Rzonca – AGH University of Science and Technology, Cracow
Analytical Integration of Photogrammetric and Laser Scanning Data at the Stage of Orientation – Review of Methods

Ryszard Bratuś, Paweł Musialik, Marcin Prochaska, Antoni Rzonca – DEPHOS Software sp. z o.o.
Development of LiDAR Data Classification Algorithms Based on Parallel Computation with nVidia CUDA Technology

11:15 – 11:30 Przerwa kawowa

11:30 – 13:00

Sesja tematyczna nr 3

Kamila Pawluszek, Andrzej Borkowski – Wrocław University of Environmental and Life Sciences

Automatic Landslide Mapping Using an Extended Set of DTM-Derivatives and Artificial Neural Network

Piotr Wężyk, Paweł Hawryło, Marta Szostak – University of Agriculture in Krakow

Scots Pine Crowns Delineation Using CHM Generated from Point Clouds Derived from Aerial Images and ALS

Magdalena Fitrzyk – European Space Agency and Wrocław University of Environmental and Life Sciences, **Katarzyna Kopańczyk** – Wrocław University of Environmental and Life Sciences, **Marek Mróz** – University of Warmia and Mazury in Olsztyn

Multisensor and Multitemporal Approach for Monitoring Short Rotation Coppice

Jerzy Cierniewski, Sławomir Królewicz, Cezary Kaźmierowski,

Jakub Ceglarek – Adam Mickiewicz University in Poznań

Combined Use Remote Sensing, GIS and Photogrammetry Methods to Quantify the Annual Variation of Shortwave Radiation Reflected from Arable Soils as an Effect of Smoothing them after Plowing and Harrowing

Sławomir Królewicz – Adam Mickiewicz University in Poznań

Calibration and Geometric Correction of Photos Taken from Non-Metric Cameras

13:00 – 14:00

Obiad

14:00 – 15:30

Sesja tematyczna nr 4

Wojciech Drzewiecki – AGH University of Science and Technology, Cracow

Does Number of Image-Derived Input Features Influence Accuracy of Sub-Pixel Impervious Surface Area Assessment Using Non-Linear Regression Models?

Sławomir Królewicz – Adam Mickiewicz University in Poznań

Influence of Geometric and Radiometric Factors for Photogrammetric Processing of Photos from Non-Metric Cameras

Katarzyna Osińska-Skotak, Krzysztof Bakula – Politechnika Warszawska,

Dominik Kopeć, Dorota Michalska-Hejduk – Uniwersytet Łódzki, **Łukasz**

Sławik – MGPP Aero, Tarnów

Koncepcja metodyki identyfikacji procesu sukcesji w nieleśnych siedliskach przyrodniczych natura 2000 z zastosowaniem technik teledetekcyjnych

Jakub Stefan Markiewicz, Piotr Podlasiak, Dorota Zawieska – Politechnika Warszawska

Badanie pionowości zabytkowej wieży na podstawie wieloźródłowych danych fotogrametrycznych

Urszula Marmol – AGH University of Science and Technology, Cracow

Wykrywanie obiektów liniowych z wykorzystaniem kierunkowych falek Gabora

15:30 – 16:30

Sesja posterowa, kawa

Piotr Woźniak – Główny Urząd Geodezji i Kartografii

Zobrazowania i dane wysokościowe w centralnej części PZGIK – stan prac i plany rozwoju baz danych

Krzysztof Gajdamowicz – Visimind Ltd. Sp. z o.o.

Fotogrametria dla geoinformacji – metoda Visimind

Tomasz Malej – Intergraph Polska Sp. z o.o.

Nowoczesne technologie automatycznego przetwarzania produktów fotogrametrycznych on-line w integracji z portalem mapowym

Wolfgang Kresse – Politechnika Koszalińska

Rozwój międzynarodowego standardu dla archiwizacji danych geograficznych

Wojciech Ostrowski, Maksymilian Foltyn – Politechnika Warszawska

Wykorzystanie lotniczych zdjęć ukośnych do detekcji zmian w przestrzeni miejskiej

21 września 2016 r. (środa)

Piotr Gołuch, Janusz Kuchmister, Kazimierz Ćmielewski – Wrocław

University of Environmental and Life Sciences

Wykorzystanie fotogrametrii jednoobrazowej do obserwacji przestrzennych przemieszczeń względnych elementów obiektów inżynierskich i przyrody nieożywionej

Ireneusz Ewiak, Paulina Lulkowska – Wojskowa Akademia Techniczna

Rola pomiarów stereoskopowych w procesie identyfikacji elementów pokrycia i użytkowania terenu na archiwalnych zdjęciach lotniczych

Krzysztof Pyka, Elżbieta Pastucha, Andrzej Wróbel – Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Wyznaczenie terenowej osnowy pomiarowej w procesie aerotriangulacji

Zbigniew Perski – Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy,

Petar Marinkovic – PPO.Labs, **Maria Przyłucka, Grzegorz Pacanowski,**

Zbigniew Kowalski – Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

Zintegrowany monitoring geodynamiki wysadów solnych w Polsce z wykorzystaniem InSAR, CR i analizy radarowych danych historycznych

Dariusz Ziółkowski, Magdalena Łągiewska, Jan Kryński, Jan Cisak,

Łukasz Żak – Instytut Geodezji i Kartografii, **Jacek Uchański, Piotr Falkowski,**

Kinga Sadura – Warszawskie Przedsiębiorstwo Geodezyjne S.A., **Stanisław**

Łukasik, Tomasz Godlewski – Instytut Techniki Budowlanej

Integracja pomiarów PSInSAR, GNSS i niwelacji precyzyjnej – korzyści i wzajemne uzupełnianie się technik pomiarowych

	Tomasz Wojciechowski, Zbigniew Perski – Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy <i>Wpływ lotniczego i naziemnego skaningu laserowego na jakość badań osuwisk</i>
11:00 – 11:15	Przerwa kawowa
11:15 – 12:45	Sesja tematyczna nr 7
	Zdzisław Kurczyński, Krzysztof Bakula – Politechnika Warszawska <i>SAFEDAM – zaawansowane technologie wspomagające przeciwdziałanie zagrożeniom związanym z powodzią</i>
	Rafał Dąbrowski, Ewa Łuniewska, Romuald Kaczyński – Wojskowa Akademia Techniczna <i>Analiza stopnia podniesienia dokładności procesu klasyfikacji zobrazowania satelitarne z wykorzystaniem charakterystyk spektralnych</i>
	Małgorzata Mendela-Anzlik – Dolnośląska Szkoła Wyższa, Andrzej Borkowski – Wrocław University of Environmental and Life Sciences <i>Weryfikacja możliwości wykorzystania danych lotniczego skaningu laserowego do aktualizacji BDOT10K w zakresie informacji geometrycznej o budynkach</i>
	Ireneusz Ewiak, Katarzyna Siok, Agnieszka Jenerowicz – Wojskowa Akademia Techniczna <i>Ocena funkcjonalności algorytmów koloryzowania obrazów w aspekcie zwiększenia walorów radiometrycznych archiwalnych zdjęć lotniczych</i>
	Michał Plekacz, Antoni Rzonca – Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie <i>Opracowanie metody oceny poprawności działania algorytmu kolorowania chmury punktów</i>
12:45 – 13:15	Podsumowanie i zamknięcie konferencji
13:15 – 14:00	Obiad

Postery:

1. **Anita Biszof, Tomasz Oberski**
MOŻLIWOŚCI GENEROWANIA PRECYZYJNEGO NMT NA PODSTAWIE CHMURY PUNKÓW Z PROJEKT ISOK
2. **Ireneusz Ewiak, Paulina Lulkowska**
METODYKA OCENY STOPNIA DEFORMACJI ARCHIWALNYCH ZDJĘĆ LOTNICZYCH
3. **Ireneusz Ewiak, Małgorzata Woroszkiewicz**
ANALIZA WPLYWU FILTRACJI ARCHIWALNYCH ZDJĘĆ LOTNICZYCH NA DOKŁADNOŚĆ AUTOMATYCZNEJ AEROTRIANGULACJI CYFROWEJ
4. **Piotr Gołuch, Kazimierz Ćmielewski, Janusz Kuchmister**
ZASTOSOWANIE ZMODYFIKOWANEJ METODY AUTOREFLEKSYJNEJ W PRECYZYJNYCH POMIARACH INŻYNIERSKICH
5. **Paweł Hawryło, Piotr Wężyk, Marta Szostak**
OKREŚLANIE DEFOLIACJI DRZEWOSTANÓW SOSNOWYCH POWODOWANEJ ŻEROWANIEM BARCZATKI SOSNÓWKI (DENDROLIMUS PINI) NA PODSTAWIE ZOBRAZOWAŃ SATELITARNYCH LANDSAT LDCM
6. **Bogusław Kaczalek, Andrzej Borkowski**
IDENTYFIKACJA POWIERZCHNI DRÓG I WIELOPOZIOMOWYCH SKRZYŻOWAŃ W DANYCH LOTNICZEGO SKANICGU LASEROWEGO Z WYKORZYSTANIEM ALGORYTMU RANDOM FORESTS
7. **Przemysław Kłapa, Bartosz Mitka**
WYKORZYSTANIE TECHNOLOGII NAZIEMNEGO SKANINGU LASEROWEGO W TWORZENIU I AKTUALIZACJI MAPY ZASADNICZEJ
8. **Tomasz Kogut**
ANALIZA WTÓRNA PEŁNEGO KSZTAŁTU FALI LOTNICZEGO SKANINGU BATYMETRYCZNEGO
9. **Bogusława Kwoczyńska, Rafał Woźniak, Izabela Piech**
INTEGRATION OF SPATIAL DATA FOR THE PURPOSES OF DETERMINING THE SOLAR POTENTIAL OF AGRICULTURAL LAND INTENDED FOR FRUIT GROWING
10. **Zdzisław Kurczyński, Mateusz Bielecki**
OCENA PROCESU AEROTRIANGULACJI ZDJĘĆ Z PLATFORMY BSL POZYSKANYCH KAMERĄ TYPU ROLLING SHUTTER
11. **Grzegorz Kwiatkowski, Marek Mróz**
OPRACOWANIE I ANALIZA DOKŁADNOŚCI SERII ORTOFOTOMAP STARORZECZY RZEKI BIEBRZY NA PODSTAWIE ZDJĘĆ RGB WYKONANYCH Z POKŁADU BSP/MD4-1000
12. **Michał Mieszczak**
WYKORZYSTANIE RPAS DO OPRACOWANIA MODELU 3D NA POTRZEBY REKONSTRUKCJI ZDARZEŃ W RUCHU DROGOWYM
13. **Michał Mieszczak, Tomasz Oberski**
WYKORZYSTANIE NISKOBUDŻETOWEGO UAS DO NADZORU REALIZACJI BUDOWY OBIEKTÓW LINIOWYCH NA PRZYKŁADZIE INWESTYCJI DROGOWEJ

14. **Bartosz Mitka, Izabela Piech, Szymon Łukaszewicz**
WYZNACZENIE PIONOWOŚCI KOMINA W OPARCIU O POMIARY FOTOGRAOMETRYCZNE
15. **Anna Schismak, Ireneusz Ewiak**
AUTOMATYCZNA DETEKcja ELEMENTÓW POKRYCIA TERENU Z WYKORZYSTANIEM ZOBRAZOWAŃ LOTNICZYCH W BARWACH NATURALNYCH
16. **Zofia Szczepaniak-Koltun**
OCENA WPŁYWU NMT O RÓŻNEJ ROZDZIELCZOŚCI NA DOKŁADNOŚĆ POZYSKIWANIA LINII ŚCIEKOWYCH
17. **Marta Szostak, Karolina Zięba, Piotr Wężyk, Marta Bura, Janusz Janowski**
MODELOWANIE 3D ORAZ INTEGRACJA CHMUR PUNKTÓW LOTNICZEGO I NAZIEMNEGO SKANOWANIA LASEROWEGO PIRAMIDY W RAPIE
18. **Jarosław Wajs**
EXPERIMENTS WITH RPAS IMAGERY FOR DIGITAL SURFACE MODELLING OF ROI
19. **Agata Walicka, Andrzej Borkowski**
ALTERNATYWNY ALGORYTM DEKOMPOZYCJI SYGNAŁU FULL-WAVEFORM
20. **Artur Warchol, Monika Balawejder**
TARGET-BASED VS CLOUD-TO-CLOUD REGISTRATION – ANALIZA DOKŁADNOŚCI ZŁOŻENIA PROJEKTU TLS NA PRZYKŁADZIE PODZIEMNEJ TRASY TURYSTYCZNEJ W RZESZOWIE
21. **Piotr Wężyk, Przemysław Tymków, Monika Moskał, Marta Szostak, Mateusz Karpina, Paweł Hawryło, Bernadeta Rossa**
THE USE OF UNMANNED AIRCRAFT VEHICLE WITH REDEDGE (MICASENSE) CAMERA FOR THE MONITORING AND MANAGEMENT OF THE FOREST NURSERY WITH SPECIAL EMPHASIS ON THE AUTOMATIC ANALYSES OF THE CONDITION AND SPECIES RECOGNITION OF PLANTING MATERIAL
22. **Piotr Wężyk, Artur Warchol**
CO DALEJ PO LOD2 (CITY GML)
23. **Piotr Wężyk, Artur Warchol, Katarzyna Bajorek-Zydrón**
MAPPING THE CITY GREENES BASED ON LIDAR AND VHRS
24. **Ireneusz Wyczalek, Michał Wyczalek, Andrzej Pożarycki**
MODUŁ FOTOGRAOMETRYCZNY MOBILNEGO SYSTEMU DIAGNOSTYKI NAWIERZCHNI DROGOWYCH
25. **Michał Wyczalek, Ireneusz Wyczalek**
KAMERA WIELOSPEKTRALNA MSC-10 – TESTY I TELEDETEKCYJNE ZASTOSOWANIA BADAWCZE
26. **Dorota Zawieska, Jakub Stefan Markiewicz, Jarosław Kopiasz**
OPRACOWANIE FOTOGRAOMETRYCZNE ZABUDOWY GRODU KULTURY ŁUŻYCKIEJ W BISKUPINIE NA PODSTAWIE DANYCH Z BADAŃ PRZEDWOJENNYCH