

**BAZA DANYCH FOTOGRAMETRYCZNYCH BLISKIEGO ZASIĘGU  
JAKO APLIKACJA SIECIOWA**

**A CLOSE RANGE PHOTOGRAMMETRIC DATABASE  
AS A NETWORK APPLICATION**

**Artur Janowski<sup>1</sup>, Piotr Sawicki<sup>2</sup>, Jakub Szulwic<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Instytut Geodezji, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

<sup>2</sup> Katedra Fotogrametrii i Teledetekcji,  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

<sup>3</sup> Katedra Geodezji, Politechnika Gdańska

**SŁOWA KLUCZOWE:** dane fotogrametryczne, bliski zasięg, baza danych, Firebird®, sieć, internet

**STRESZCZENIE:** W pracy przedstawiono system informatyczny działający w środowisku internetu, który jest dedykowany archiwizacji, prezentacji oraz udostępnianiu cyfrowych wyników pomiarów fotogrametrycznych i termowizyjnych z szerokiego spektrum aplikacji bliskiego zasięgu, w celu ich dalszej analizy, przetworzenia oraz ekstrakcji informacji. Opracowana baza danych przechowuje i udostępnia informacje o projektach oraz dane pomiarowe pozyskane z  $n$ -wymiarowych, realizowanych w  $i$ -epokach opracowań. W celu ochrony danych i ich struktury zdefiniowane zostały trzy poziomy uprawnienia dostępu do bazy danych. W systemie wykorzystano *freeware* serwer relacyjnej bazy danych Firebird®, do którego obsługi zastosowano środowisko programistyczne Borland Developer Studio 2006™. Modelowanie danych oparto na podejściu dwupoziomym – logicznym CDM i fizycznej niezależności danych PDM. Stworzony program „Photogrammetric Database” pełni funkcję interfejsu użytkownika i jest przeznaczony do obsługi bazy fotogrametrycznej w sieciach komputerowych. Jego interfejs typu GUI jest oparty na zasadach MDI. Prezentowany system informatyczny nie jest aplikacją do pomiarów internetowych w czasie rzeczywistym, w trybie *on-line*. Utworzona baza danych jest przewidziana do wykorzystania w sieciach typu VPN. System charakteryzuje się niezależnością od natywnych narzędzi technologii Microsoft takich jak MS Access™ czy MS SQL™, oryginalnością i funkcjonalnością przyjętych rozwiązań, a także zmniejszeniem ograniczeń systemowych oraz wysokim poziomem bezpieczeństwa danych. Badanie szybkości transferu oparte na protokołach TCP/IP oraz UDP wykonano na danych tunelowanych za pomocą *freeware* narzędzia ZeBeDee.

## **1. WPROWADZENIE**

Współczesne opracowania fotogrametryczne w bliskim zasięgu w większości przypadków tworzą duże, wieloczasowe zbiory danych cyfrowych i numerycznych. W konsekwencji, koniecznością staje się stworzenie niezależnego system informatycznego,

który umożliwiałyby kompleksową archiwizację, prezentację i udostępnianie tych danych w celu ich dalszej zaawansowanej analizy, przetwarzania oraz ekstrakcji informacji.

W fotogrametrii architektonicznej opracowano już systemy bazodanowe, odwołujące się do zasobów fotogrametrycznych, m.in. APIS (Herbig, Waldhäusl, 1997), Arpenteur 3.0 (Grussenmeyer *et al.*, 2002) a także inne rozwiązania dedykowane (Cosmas *et al.*, 2003; Kadobayashi *et al.*, 2003).

Stworzona baza danych jest dedykowana możliwie szerokiemu zakresowi profesjonalnych użytkowników. Potencjalny obszar zastosowania opracowanej bazy danych fotogrametrycznych możliwy jest w wielu dziedzinach wykorzystujących metody fotogrametrii bliskiego zasięgu (Atkinson, 1996; Luhmann, 2003), np. produkcja i kontrola jakości produkcji przemysłowej, pomiary metrologiczne, deformacji, medyczne i biometryczne, a także pomiary oraz dokumentacja obiektów architektonicznych i zabytkowych etc.

## 2. CHARAKTERYSTYKA BAZY DANYCH

Prezentowany system informatyczny funkcjonuje w środowisku sieciowym i umożliwia zdefiniowanym użytkownikom zróżnicowany dostęp do danych fotogrametrycznych bliskiego zasięgu. Udostępniany zasób zawiera cyfrowe dane fotogrametryczne i termowizyjne oraz numeryczne dane pomiarowe, które mogą być pozyskane z *n*-wymiarowych opracowań bliskiego zasięgu, realizowanych w *i*-epokach.

### 2.1. Uprawnienia użytkowników

Stworzony model konceptualny bazy danych został przekształcony w model relacyjny oraz przygotowany dla predefiniowanych zapytań i oczekiwań użytkowników. Zdefiniowane zostały trzy poziomy uprawnień dostępu do bazy danych (Janowski *et al.*, 2006a):

1. Poziom najwyższy (Top-Level User) – administracja systemem, umożliwiająca całkowite zarządzanie projektami i prawami dostępu dla innych użytkowników – administrator DBMS (Data Base Management System).
2. Poziom średni (Medium-Level User) – autoryzowany użytkownik o szerokich, predefiniowanych uprawnieniach, np. dostęp do projektów oraz danych, posiadający możliwość ich modyfikacji i aktualizacji.
3. Poziom minimalny (Minimum-Level User) – użytkownik z biernym dostępem, o uprawnieniach umożliwiających przeglądanie oraz pobieranie projektów i obrazów bez możliwości ich modyfikacji wewnątrz bazy danych.

Określenie trzech typów użytkownika podyktowane było koniecznością ochrony danych i ich struktury a także przypisanie użytkownikom zróżnicowanych praw, z zachowaniem zasady ograniczania dostępu w zależności od stopnia zaufania i umiejętności. Przynależność do określonej grupy może być zmieniana dynamicznie, w zależności od aktualnego zasobu bazy danych oraz oczekiwań użytkowników. Polaryzacja użytkowników i wynikający z niej przydział przywilejów zrealizowany został na poziomie serwera bazodanowego poprzez:

- stworzenie grup użytkowników wg uprzednio przedstawionego klucza i przydzielenie im odpowiednich uprawnień,
- stworzenie kilku niezależnych baz danych udostępnionych poszczególnym zdefiniowanym grupom użytkowników.

## 2.2. Struktura

Uniwersalność wykorzystania systemu implikowała stworzenie struktury bazy danych, która mogłaby archiwizować wszystkie istotne parametry różnorodnych typów projektów oraz pozwalałaby na optymalny pod względem czasu pracy, trybu i dokładności dostęp do bazy oraz transfer danych. W oparciu o przedstawione założenia opracowana została struktura relacji, logika i zasady funkcjonalności bazy danych (Janowski *et al.*, 2006a). Zastosowano model dwuwarstwowy, tzn. standardowy model klient-serwer zamiast trój- i więcej warstwowych modeli, które zorientowane są na systemy z wieloma klientami lub wymagają dużej mocy obliczeniowej i zwiększonego transferu danych.

Podstawowa struktura opracowanej bazy danych fotogrametrycznych dla aplikacji bliskiego zasięgu obejmuje następujące informacje (Janowski *et al.*, 2006b):

- dziedzina projektów/opracowania,
- typ cyfrowego opracowania,
- rodzaj cyfrowego pomiaru,
- dane dotyczące projektu,
- dane dotyczące wykonawcy,
- parametry zastosowanych sensorów cyfrowych,
- parametry sesji obrazowych,
- parametry pojedynczych obrazów cyfrowych (*EXIF Info*, elementy orientacji wewnętrznej i zewnętrznej),
- rodzaje i dane z pomiarów obrazowych,
- rodzaje i obserwacje geodezyjne (fotopunkty, odległości, linie, poligony, płaszczyzny),
- wyniki fotogrametrycznego opracowania punktowego,
- wyniki fotogrametrycznego opracowania wektorowego,
- wyniki ortorektyfikacji obrazów cyfrowych,
- wyniki jakościowego i ilościowego opracowania termalnego,
- wyniki opracowania wielospektralnego,
- wyniki ekstrakcji informacji,
- parametry analiz tematycznych,
- dane i parametry wizualizacji 2D/3D,

wraz z szerokim zakresem dodatkowych szczegółowych atrybutów.

Przykład tabeli "Digital Camera-Sensor" ilustruje tabela 1. Relacje między tabelami (encjami) oraz klucze główne (*primary keys*) dla zaproponowanej struktury bazy danych fotogrametrycznych przedstawiono na rysunku 1. Ze względu na założoną uniwersalność oraz potencjalnie szeroki zakres użytkowników z różnych dziedzin nauki i techniki strukturę bazy danych opracowano w języku angielskim.

Tabela 1. Klucze i atrybuty tabeli "Digital Camera-Sensor"

"Digital Camera-Sensor"	Characteristic
<u>ID_Sensor</u>	SMALLINT NOT NULL
ID_Name	SMALLINT NOT NULL
Model	VARCHAR(15)
Type_of_Sensor	VARCHAR(4)
Number	VARCHAR(20)
Date_of_Production	VARCHAR(8)
Characteristic	VARCHAR(100)
Total_Resolution	FLOAT
Number_of_Columns	INTEGER
Number_of_Rows	INTEGER
Sensor_Dimension_H	FLOAT
Sensor_Dimension_V	FLOAT
Pixel_Dimension_H	FLOAT
Pixel_Dimension_V	FLOAT
Spectral_Range_Min	FLOAT
Spectral_Range_Max	FLOAT
Radiometric_Resolution	FLOAT
Formats_of_Data_Record	VARCHAR(10)
Firm_Ware	VARCHAR(10)

### 2.3. Funkcjonalność

W opracowanym systemie wykorzystano serwer relacyjnej bazy danych Firebird®, narzędzie typu *freeware* (licencje: Initial Developer's Public License, InterBase Public License v.1.0, Mozilla Public License v.1.1), do którego obsługi zastosowano środowisko programistyczne Borland Developer Studio 2006™.

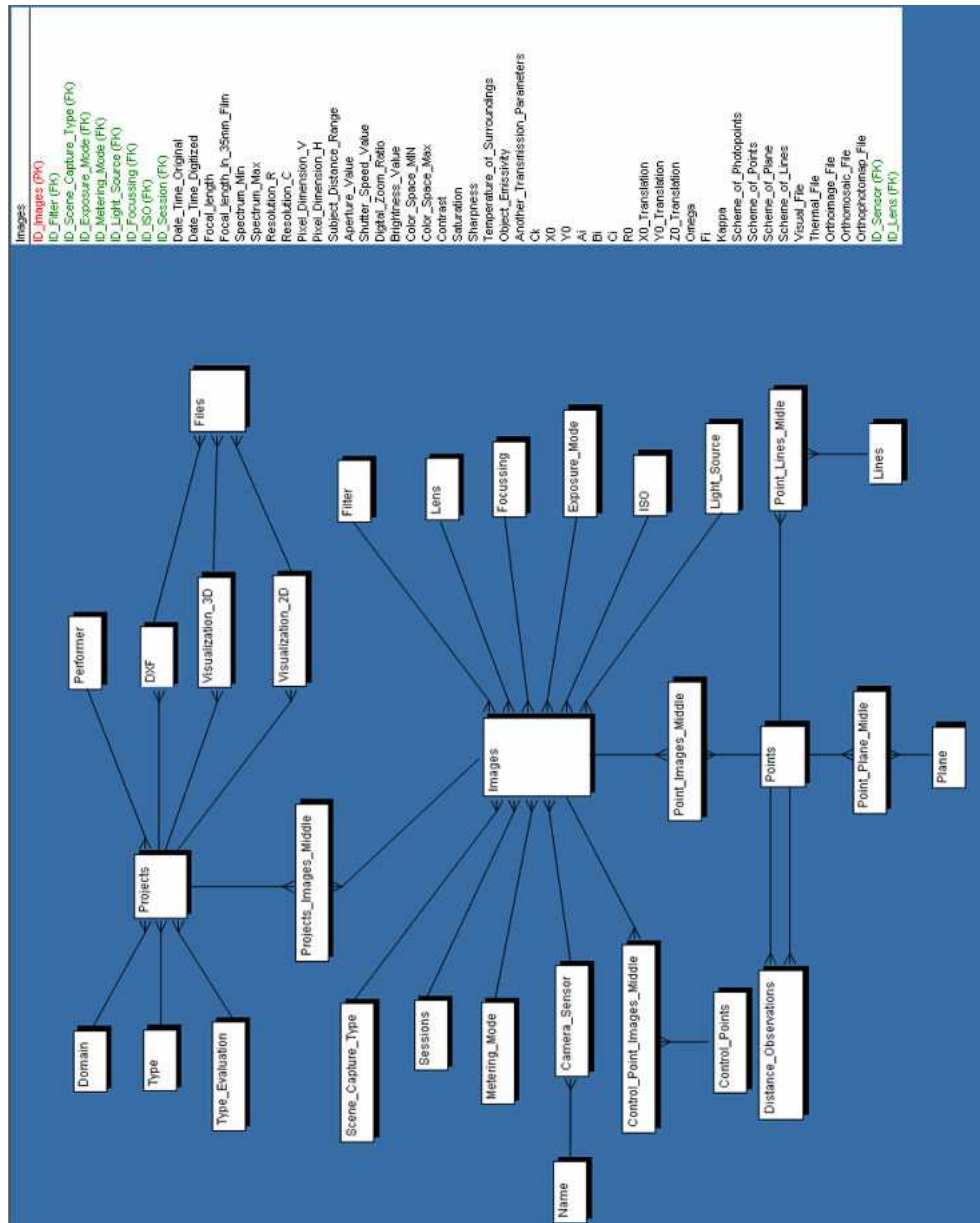
W celu ułatwienia zarządzania przywilejami grup odbiorców oraz zwiększenia elastyczności, wydajności jak i zmniejszenia redundancji danych zaprojektowano silne „rozwarstwienie” (podział) danych, uzyskując w projekcie 31 wzajemnie powiązanych tabel oraz widoki (*views*) z przypisanymi zróżnicowanymi prawami. Wszystkie zależności są typu 1:N (jeden do wielu). Zaawansowany dostęp do danych umożliwi interfejs aplikacji różnicowany uprawnieniami zalogowanego użytkownika i zasobami dostępnymi dla danego opracowania.

Etap projektowania systemu bazodanowego wsparto narzędziami typu CASE (Computer Aided System Engineering). Modelowanie danych oparto na dwupoziomym podejściu do modelu danych – logiczna CDM (Conceptual Data Model) i fizyczna niezależność danych PDM (Physical Data Model).

### 2.4. Bezpieczeństwo danych elektronicznych

Utworzona baza danych jest przewidziana do wykorzystania w sieciach typu VPN (Virtual Private Network) a jej budowa zapewnia zachowanie integralności danych w czasie jej użytkowania. Ochronę fizycznej niezmienności bazy danych zapewniły trzy

zdefiniowane poziomy uprawnień/przywilejów użytkowników, z których tylko jeden tzn. administrator ma możliwość modyfikacji zaprojektowanej struktury bazy.



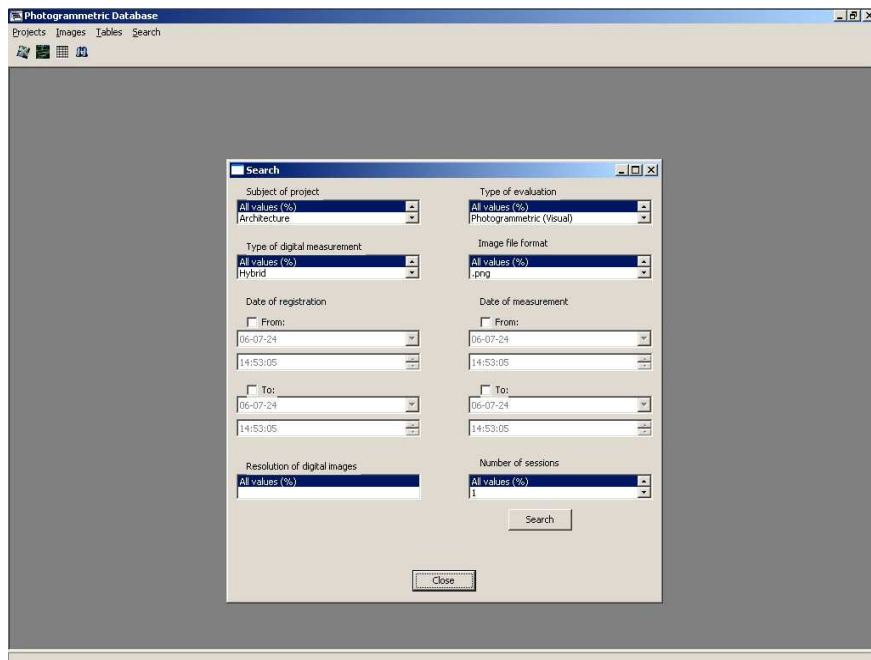
Rys. 1. Przyjęty model struktury i relacji bazy danych oraz atrybuty pojedynczego zdjęcia

Bezpieczeństwo systemu jest miarą jego podatności na niepożądane zmiany i ingerencje. Niekomercyjny charakter projektu miał wpływ na wybór narzędzi i rozwiązań związanych z bezpieczeństwem danych w środowisku sieciowym. W procesie opracowania internetowej bazy danych zachowano standard bezpieczeństwa EU Information Technology Security Criteria – European Orange Book (ITSEC, 1991) oraz normy Code of Practice for Information Security Management ISO/IEC 17799:2000, która funkcjonuje w Polsce jako PN-ISO/IEC 17799:2003 (PN-ISO/IEC, 2003).

Przy założeniu pełnego bezpieczeństwa komputera *host*, na którym funkcjonuje system bazodanowy, najmniej bezpiecznym elementem systemu pozostaje część związana z transferem danych. Standardowe wykorzystanie Firebird® nie oferuje możliwości kryptograficznych. W konsekwencji istnieje możliwość niezamierzonego ujawnienia danych o kliencie (*login/password*) i przesyłanych danych fotogrametrycznych. Z tego powodu zdecydowano się wykorzystać tunelowanie (*tunelling*) SSH (Secure Shell), przez zastosowanie dedykowanych narzędzi, np. PuTTY, ssh.com, OpenSSH.

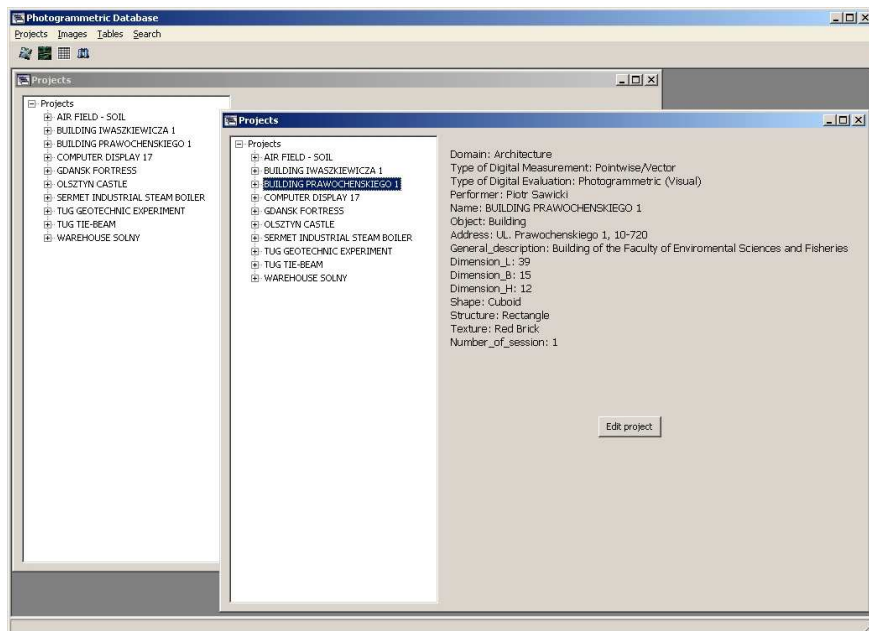
### 3. PROGRAM "Photogrammetric Database" – INTERFEJS UŻYTKOWNIKA

Oprogramowanie „Photogrammetric Database”, z interfejsem przedstawionym na rysunku 2, powstało jako jeden z elementów projektu. Służy ono do obsługi bazy danych fotogrametrycznych w sieciach komputerowych. Jego interfejs typu GUI (Graphical User Interface) oparty na zasadach MDI (Multi Document Interface) umożliwia użytkownikowi m.in. pracę z kilkoma projektami jednocześnie.

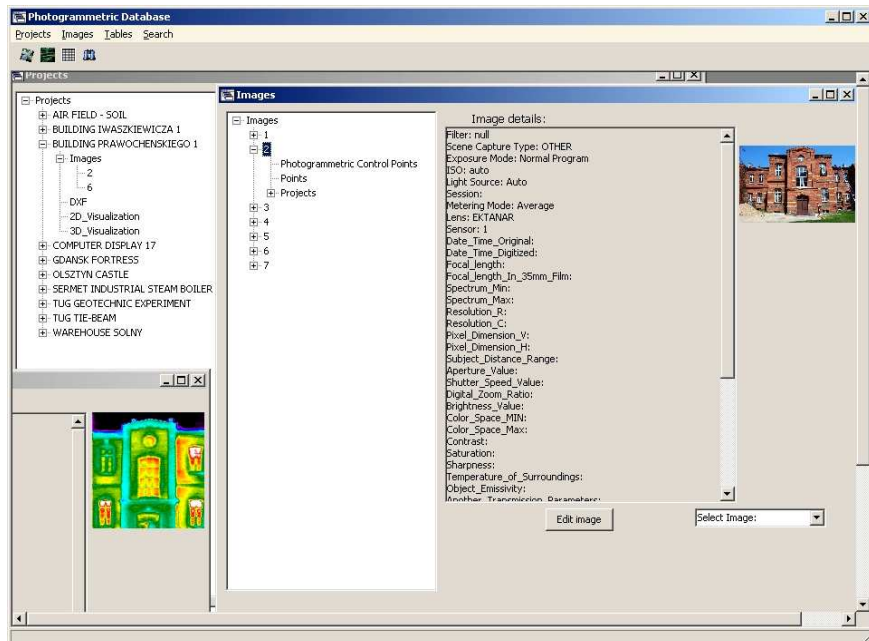


Rys. 2. Okno parametrów zadanych do wyszukiwania projektu

## Baza danych fotogrametrycznych bliskiego zasięgu jako aplikacja sieciowa



Rys. 3. Program "Photogrammetric Database" – okno informacyjne o projekcie



Rys. 4. Interfejs użytkownika – wybrany projekt "Building Prawocheńskiego 1" z przypisanymi przykładowymi obrazami

Wizualizacja logiki przepływu danych w strukturach tabel systemu jest zrealizowana w oparciu o hierarchiczny model drzewa przypisany do wszystkich strategicznych tabel systemu.

W interfejsie aplikacji klienta możliwe jest wykonanie, m.in.:

- wstępnej selekcji projektów opartej o ich główne parametry (rys. 2),
- dodanie nowych projektów,
- podgląd parametrów wybranych projektów (rys. 3),
- pobieranie danych z projektów, np. zdjęcia pierwotne, zdjęcia przetworzone, etc.,
- modyfikacja parametrów wybranych projektów – opcja dostępna dla najwyższego poziomu użytkowników.

#### 4. BADANIE SPRAWNOŚCI DOSTĘPU DO BAZY DANYCH

Praktyczne testy opracowanej bazy danych, która zawierała dane pomiarowe z wykonanych, rzeczywistych projektów fotogrametrycznych, przeprowadzono w sieci internetowej. Jej najbliższym miejscem był węzeł o możliwości przesyłu danych z prędkością 10 MBps. Zbiór testowy przesyłany w sieci WAN między ośrodkami akademickimi w Olsztynie i Gdańsku, był obrazem w formacie TIFF bez kompresji i miał wielkość 38.6 MB (40 555 424 bajtów, grafika rastrowa) i ulokowany został na komputerze-serwerze (Celeron® CPU 2.80GHz, 1GB RAM).

Przesyłanie testowych danych obrazowych wykonano w dwóch konfiguracjach:

1. Aplikacja kliencka ⇔ baza danych bez szyfrowania.
2. Aplikacja kliencka ⇔ baza danych z szyfrowaniem SSL (serwer OpenSSL, tunelowanie SSL z klientem SSH2).

Transfer z szyfrowaniem był ok. 7 razy wolniejszy, ale zapewniał bezpieczeństwo danych. Przy wielokrotnych testach i standardowej konfiguracji klientów SSH plik testowy był pobierany w czasie ok. 50 sekund przy połączeniu nieszyfrowanym i ok. 6 minut przy wykorzystaniu tunelowania SSH dla standardowych ustawień klienta SSH *Secure Shell* lub *Putty*. Wydatne podniesienie szybkości transferu uzyskano po zastosowaniu narzędzia ZeBeDee, służącego do ustanawiania szyfrowanego i kompresowanego tunelu dla transferu danych, opartego na protokołach TCP/IP oraz UDP. Narzędzie ZeBeDee pracuje w środowisku Unix/Linux oraz Windows. Jest bezpłatne dla rozwiązań komercyjnych i niekomercyjnych oraz dystrybuowane na zasadach licencji GNU GPL.

Dla testowego obrazu zestawiono szyfrowane połączenie (algorytm *blowfish*), dla którego uzyskano:

- średni czas przesyłu równy 78 sekund, przy maksymalnej kompresji pakietów TCP/IP,
- średni czas przesyłu równy 110 sekund bez kompresji danych.

Przedstawione wyniki (tabela 2) są zgodne z oczekiwaniami. Najszybciej przesyłane są dane obrazowe zapisane w większych plikach uprzednio nieskompresowanych, poddających się mocniejszej kompresji podczas transferu. Proporcjonalnie największą prędkość przesyłu posiadają dane zarchiwizowane w bazie w formacie bez kompresji, np. TIFF bez kompresji, które na czas transferu mogą być poddane silniejszej (wyższy *ratio*) kompresji.



Tabela 2. Wyniki badań czasu i prędkości transferu danych

Charakterystyka pliku	Czas i prędkość transferu - z ZeBeDee z kompresją	Czas i prędkość transferu - bez ZeBeDee bez kompresji
Obraz Kodak DC4800 JPEG z kompresją 376 kB / 385 825 B	1 sekunda 385 kBps	1 sekunda 385 kBps
Obraz Sony DCS-W17 JPEG z kompresją 2.8 MB / 3 025 086 B	8 sekund 369 kBps	13 sekund 227 kBps
Obraz Kodak DCS Pro14n TIFF niekompresowany 38.6 MB / 40 555 424 B	99 sekund 400 kBps	112 sekund 353 kBps

## 5. PODSUMOWANIE

Opracowana internetowa baza danych fotogrametrycznych bliskiego zasięgu umożliwiła elektroniczną archiwizację, selekcję, prezentację i udostępnianie danych w celu ich dalszej zaawansowanej analizy, przetwarzania oraz ekstrakcji informacji. Stworzony system informatyczny nie jest jednak aplikacją do fotogrametrycznych pomiarów w czasie rzeczywistym, w trybie *on-line*.

Opracowany system bazodanowy charakteryzuje się oryginalnością i funkcjonalnością przyjętych rozwiązań, zmniejszeniem ograniczeń systemowych oraz wysokim poziomem bezpieczeństwa danych. Jest aplikacją niezależną od natywnych narzędzi technologii Microsoft Windows takich jak MS Access™ czy MS SQL™, co w znacznym stopniu obniżyło koszty realizacji projektu.

Po zastosowaniu *freeware* narzędzia ZeBeDee uzyskano dla danych obrazowych zapisanych w formatach bez kompresji wydatne podniesienie szybkości transferu opartego na protokołach TCP/IP oraz UDP.

Jednym z podstawowych źródeł informacji pomiarowych zasilających przedstawioną bazę danych jest system pozyskiwania oraz przetwarzania cyfrowych obrazów wizyjnych i termalnych "Vision Plus" (Sawicki, 2000; Sawicki, 2006).

## 6. LITERATURA

Atkinson K.B., 1996. *Close Range Photogrammetry and Machine Vision*. Whittles Publishing.

Cosmas J., Itegaki T., Green D., Joseph N., Van Gool L., Zalesny A., Vanrintel D., Leberl F., Grabner M., Schindler K., Karner K., Gervautz M., Hynst S., Waelkens M., Vergauwen M., Pollefeys M., Cornelis K., Vereenooghe T., Sablatnig R., Kampel M., Axell P., Meyns E., 2003. Providing Multimedia Tools for Recording, Reconstruction, Visualisation and Database Storage/Access of Archaeological Excavations. Proceedings of VAST, Brighton (UK).

European Orange Book, 1991. *ITSEC Information Technology Security Evaluation Criteria*.

Grussenmeyer P., Drap P., Gaillard G., 2002. ARPENTEUR 3.0: current developments in web based photogrammetry. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Sao Jose' dos Campos, Brazil, Vol. XXXIV, Part 6, s. 141-146.

Herbig U., Waldhäusl P., 1997. APIS – Architectural Photogrammetry Information System. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, CIPA Symposium in Goeteborg, Sweden, Vol. XXXII-5C1B.

Janowski A., Sawicki P., Szulwic J., 2006a. Koncepcja internetowej bazy danych fotogrametrycznych bliskiego zasięgu. *Roczniki Geomatyki*, Vol. IV, Zeszyt 3, s. 103-108.

Janowski A., Sawicki P., Szulwic J., 2006b. Internet Database for Photogrammetric Close Range Applications. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XXXVI, Part 5, s. 131-135. (paper was accepted on the basis of full paper double blind review).

Kadobayashi R., Furukawa R., Kawai Y., Kanjo D., Yoshimoto J. N., 2003. Integrated Presentation System for 3D Models and Image Database for Byzantine Ruins. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Ancona, Italy, Vol. XXXIV-5/W10, s. 187-192.

Luhmann T., 2003. *Nahbereichsphotogrammetrie – Grundlagen, Methoden und Anwendungen*. Wichman Verlag, Heidelberg.

PN-ISO/IEC 17799:2003, 2003.

Sawicki P., 2000. Digital multisensoral video-thermal system for close range metrology applications. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XXXIII Part B5/2, s. 691-698.

Sawicki P., 2006. Opracowanie zaawansowanych technik przetwarzania multisensoralnych obrazów cyfrowych dla fotogrametrycznych aplikacji bliskiego zasięgu. Raport merytoryczny z projektu badawczego KBN 4 T12E003 26.

Praca naukowa finansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych w latach 2004-2006 jako projekt badawczy Nr 4T12E 003 26.

## **A CLOSE RANGE PHOTOGRAMMETRIC DATABASE AS A NETWORK APPLICATION**

KEY WORDS : photogrammetric data, close range, database, Firebird®, network, the Internet

### **Summary**

The paper presents a informatical system, which works in the Internet and is dedicated to storing, presentation and publishing results of photogrammetrical and thermographical measurements from various close range applications. Access to the database enables further analysis, processing and extraction of information from measurements data. The elaborated database stores and makes photogrammetric and thermal data obtained from  $n$ -dimensional, close-range elaborations executed in an  $i$ -epoche.

The elaborated basic structure of the database provides the following information: subject of projects and measurements, the type of digital elaboration, the type of digital measurement, data

concerning project, information on the performer, parameters of applied digital sensors, parameters of capture sessions, parameters of a single digital image (EXIF Info, interior and exterior orientation parameters), types and data from image measurements, types and geodetical and fictive observations (control points, distances, lines, polygons, planes), results of photogrammetric point measurement, results of photogrammetric vector measurement, results of digital image orthorectification, results of quality and quantity thermal measurement, results of multi-sensorial processing, results of data extraction, parameters of thematic analysis and 2D and 3D visualizations data and parameters.

Three levels of access entitlement were defined to protect the database and its structure: Top-Level User, Medium-Level User, Minimum-Level User. In the system, a freeware Firebird® database server was used. It was serviced by the Borland Developer Studio 2006™ programming environment. The modeling of the data was based on the idea of a two-level approach to the data model, which assumes a conceptual CDM (Conceptual Data Model) and a physical PDM (Physical Data Model) independence of data.

The elaborated software "Photogrammetric Database" works as user interface and manages the photogrammetric database in computer networks. Applying the GUI (Graphical User Interface) type interface based on the MDI (Multi Document Interface) standard enables users to work on several projects simultaneously. However, the presented informatical system is not an on-line application for real-time Internet measurements. The database was elaborated to operate in the VPN (Virtual Private Network) network type.

The system is characterized by independence from native Microsoft Windows technologies, such as MS Access™, or MS SQL™, uniqueness, use of practical solutions, reduction of system limitations and high level of security of data. The measurement of transfer speed based on TCP/IP and UDP protocols was conducted on tunneled data with the use of the ZeBeDee freeware tool.

Dr inż. Artur Janowski  
e-mail: artur.janowski@geodezja.pl  
tel. +89 5233797

Dr inż. Piotr Sawicki  
e-mail: piotr.sawicki@geodezja.pl  
tel. +89 5233282

Dr inż. Jakub Szulwic  
e-mail: jakub.szulwic@geodezja.pl  
tel. +58 3471731