



## Informacja obrazowa — sposób pozyskiwania danych dla GIS

MAREK PISZCZEK<sup>1</sup>, MARIUSZ LEŚNIK<sup>2</sup>

Wojskowa Akademia Techniczna, <sup>1</sup>Instytut Optoelektroniki, <sup>2</sup>Instytut Systemów Elektronicznych,  
00-908 Warszawa, ul. S. Kaliskiego 2

**Streszczenie.** W pracy zawarto podstawowe informacje dotyczące systemów geoinformacyjnych. Zaproponowano metodę szybkiego pozyskiwania i udostępniania danych, w których główną rolę odgrywa tzw. informacja obrazowa, będąca integracją danych wizyjnych i warunków ich rejestracji. Jako przykład możliwego wykorzystania informacji obrazowej w GIS zaprezentowano sposób pozycjonowania obiektów w przestrzeni oraz sposób udostępniania użytkownikowi informacji na temat obiektów występujących w jego otoczeniu.

**Słowa kluczowe:** teledetekcja, systemy informacji geograficznej (GIS), przetwarzanie obrazów, zobrazowanie danych

**Symbole UKD:** 528.8

### Wstęp

Systemy geoinformacyjne GIS/SIP stanowią bardzo pręźnie rozwijający się obszar szeroko rozumianej technologii informacyjnej (IT). Dzięki znaczącemu postępowi techniki komputerowej obserwowany jest bardzo szybki rozwój metod gromadzenia, przetwarzania i udostępniania informacji o otaczającej nas rzeczywistości. W GIS mamy do czynienia z dwoma rodzajami danych:

- dane przestrzenne, które opisują kształt i lokalizację obiektu,
- dane opisowe, które opisują cechy ilościowe i jakościowe obiektów.

Metadane umożliwiają sprawne zarządzanie ww. danymi oraz wspomaganie procesu decyzyjnego.

Jednym z podstawowych źródeł danych dla GIS są opracowania aerofotogrametryczne. W systemach informacji przestrzennej wykorzystuje się również

dane z fotogrametrii naziemnej [1]. W ramach prowadzonych prac nad Systemem Obrazowania Informacji Przestrzennej (SOIP), autorzy artykułu zwracają uwagę na pewne potencjalne możliwości wykorzystania naziemnych mobilnych modułów informacyjnych w systemach GIS. Podstawowym celem prowadzonych prac jest umożliwienie dostarczania w krótkim czasie danych do systemu wraz z możliwością ich szybkiego opracowania i udostępniania potencjalnemu użytkownikowi, nawet kosztem ich jakości. Istnieją bowiem obszary potencjalnego wykorzystania, jak np. sytuacje kryzysowe, w których to czas dostępu do informacji jest czynnikiem determinującym efektywność podejmowanych działań. W tego typu zastosowaniach to nie profesjonalne, wysokorozdzielcze kamery pomiarowe będą stanowić główne źródło informacji, lecz raczej mobilne moduły dostarczające obrazy o niewygórowanej rozdzielczości, w które mogą być wyposażane zespoły ratownicze. Należy również zwrócić uwagę na możliwość wyposażania tego typu zespołów nie tylko w układy akwizycji danych, lecz także w moduły wizualizacji umożliwiające wykorzystanie informacji obrazowej pochodzącej również z własnych sensorów. Niniejsze opracowanie zawiera propozycję rozwiązań dla tego typu systemów.

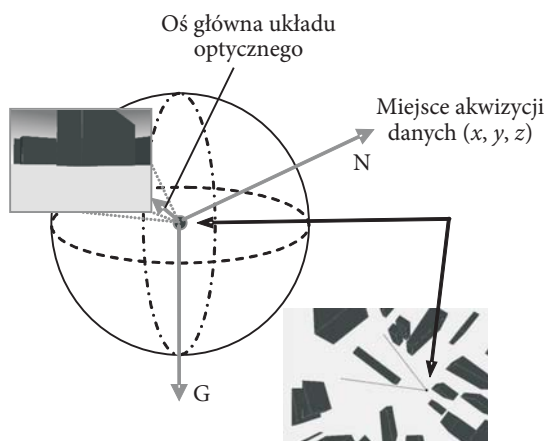
## Pozyskiwanie i udostępnianie danych

Proponowana metoda pozyskiwania i udostępniania danych zakłada wykorzystanie nie tylko danych obrazowych, lecz także danych związanych z momentem czasowym ich rejestracji, a ponadto z lokalizacją oraz orientacją wewnętrzną i zewnętrzną modułu akwizycji obrazów [2]. Taki komplet danych obrazowych i nieobrazowych nazwany został informacją obrazową. Systemy aerofotogrametryczne wykorzystują w/w dane do opracowania materiału zdjęciowego jednak tak powszechnie stosowane systemy monitoringu wizyjnego rzadko korzystają z tego typu rozwiązań.

Każda informacja obrazowa oprócz dwuwymiarowego zbioru danych będących reprezentacją fragmentu otaczającej rzeczywistości zawiera zbiór 9 danych opisowych gdzie:

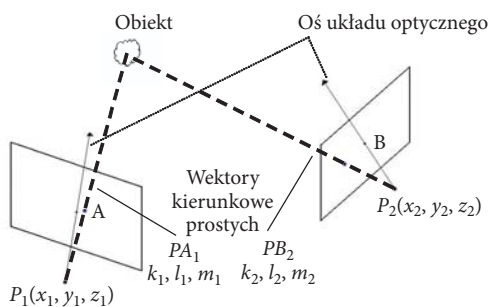
- współrzędne geograficzne (topograficzne) dostarczają informacji o lokalizacji w przestrzeni  $(x, y, z)$ ,
- elementy orientacji zewnętrznej umożliwiają wyznaczenie głównego kierunku w przestrzeni, z którego pozyskiwane są dane (współczynniki kierunkowe układu współrzędnych  $\alpha, \beta, \gamma$ ),
- elementy orientacji wewnętrznej pozwalają określić kątowne pole widzenia (ogniskowa  $f$  i geometria matrycy detekcyjnej  $D$ ),
- parametry czasowe (moment rejestracji obrazu  $T$ ) mogą zostać wykorzystane do opisu dynamiki zjawisk [2].

Przewaga zespolonych danych w stosunku do „nieopisanych” obrazów jest ewidentna, jeśli uwzględnić ich potencjalne możliwości interpretacyjne, co zostało pokazane na rysunku 1.



Rys. 1. Lokalizacja i orientacja w przestrzeni zdjęcia na podstawie informacji obrazowej

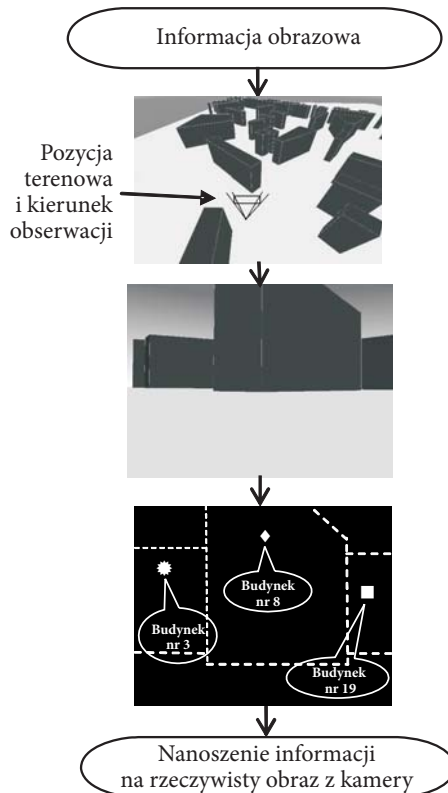
Dysponując zdefiniowaną powyżej informacją obrazową, mamy możliwość pozycjonowania obiektów. W przypadku ogólnym, rozwiązując równania prostych ( $P_1A$  i  $P_2B$ ) w przestrzeni, możemy oszacować współrzędne obiektu (rys. 2).



Rys. 2. Graficzna reprezentacja metody pozycjonowania obiektów

Przemieszczając się moduł akwizycji obrazów (będący np. na wyposażeniu ratownika wykonującego zadanie w terenie) udostępnia materiał obrazowy z różnych punktów terenowych. Identyfikując punkty homologiczne A i B na kolejnych obrazach, a także znając ich położenie w przestrzeni  $P_1$  i  $P_2$  oraz orientację przestrzenne układu optycznego ( $\alpha, \beta, \gamma$ ), można wyznaczyć pozycję obiektu.

Jeszcze większe możliwości można uzyskać, kiedy informację obrazową powiążemy z numerycznym modelem terenu oraz bazą danych o obiektach. Integracja informacji obrazowej z kamerą z syntezowanym (w czasie rzeczywistym) obrazem z NMT, umożliwia przyporządkowanie informacji opisowych obiektom będącym w polu widzenia kamery [3]. Algorytm analizy i wypracowania niezbędnych danych umożliwiających wizualizację informacji o zidentyfikowanych obiektach w polu widzenia przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Algorytm wizualizacji danych GIS

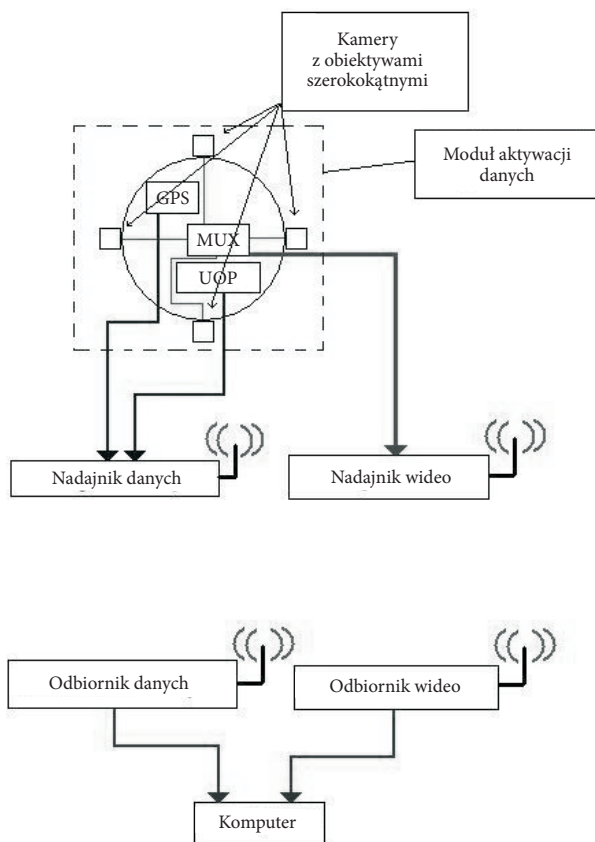
## Stanowisko

W ramach prac przygotowawczych do przeprowadzenia części doświadczalnej realizowanych badań opracowany został numeryczny model terenu (na potrzeby eksperymentu rozumiany jako obszar uwzględniający w modelu wysokościowym elementy infrastruktury). Do stworzenia NMT został wykorzystany odpowiedni

podkład mapowy z naniesionymi pozycjami budynków, który po odpowiednim przetworzeniu został przekształcony w dane 3D.

Weryfikację użyteczności informacji obrazowej w procesie pozyskiwania, przetwarzania i wizualizacji danych GIS przeprowadzono z wykorzystaniem dwóch stanowisk pomiarowych.

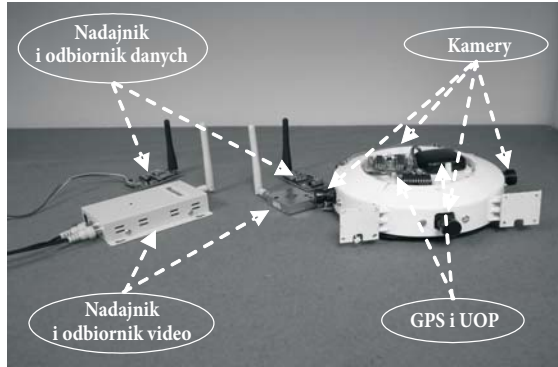
Lokalizacja obiektów w przestrzeni obserwacji została wykonana w układzie przedstawionym na rysunku 4.



Rys. 4. Schemat działania stanowiska do pozyskiwania danych określających lokalizację obiektów w przestrzeni

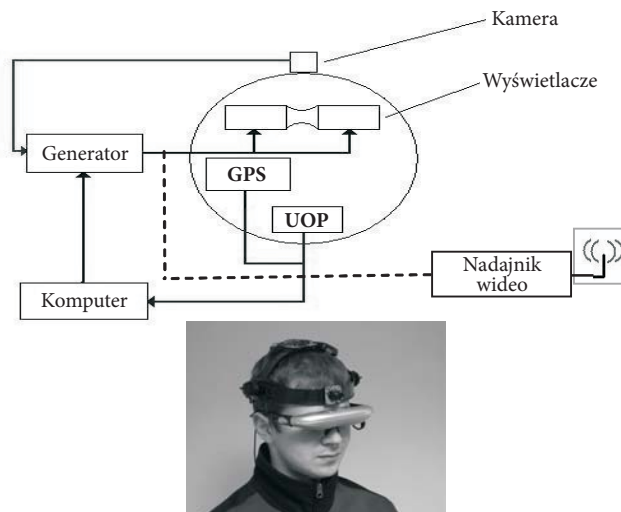
Moduł akwizycji informacji obrazowej składa się z czterech kamer, układu multipleksującego (MUX) sygnał wizyjny oraz układu lokalizacji (GPS) i orientacji przestrzennej (UOP). Pozostałymi elementami systemu są moduły do bezprzewodowej transmisji wizji i danych. Analiza pozyskanej informacji obrazowej i wypracowanie informacji o lokalizacji przestrzennej obiektów (wskazanych przez

operatora na zdjęciach z różnych lokalizacji) następuje w komputerze. Praktyczną realizację stanowiska prezentuje ilustracja 5.



Rys. 5. Realizacja praktyczna stanowiska do pozycjonowania obiektów terenowych

Zastosowane kamery (pracujące w standardzie PAL) umożliwiły rejestrację obrazów w szerokim kącie widzenia: poziomym 104° pionowym 90°. Taki zestaw i konfiguracja kamer umożliwiły syntezę (w komputerze przetwarzającym dane) obrazu panoramicznego (kątowe pole widzenia 360° w azymucie i 90° w elewacji). Dane obrazowe kolejno z każdej kamery (przełączane za pomocą multipleksera), przesyłane były drogą radiową (analogowa łączność 2,4 GHz) do komputera.



Rys. 6. Schemat stanowiska i realizacja praktyczna zestawu do wizualizacji danych GIS

Oddzielnym kanałem (łączność cyfrowa 2,4 GHz) odbywała się transmisja danych z GPS oraz czujników orientacji przestrzennej.

Stanowisko do wizualizacji danych GIS-owych zostało wykonane w wersji umożliwiającej jego montaż na głowie (część stanowiska) (rys. 6).

Moduł akwizycji informacji obrazowej został wyposażony w kamerę pracującą w standardzie PAL, której kątowe pole widzenia wynosi  $67^{\circ}/53^{\circ}$ , oraz układ lokalizacji i orientacji przestrzennej. Moduł wizualizacji składa się z 2 wyświetlaczy LCD współpracujących z sygnałami wideo w standardzie PAL. Dodatkowo w skład stanowiska wchodzi komputer i generator tekstowy. Opcjonalnie stanowisko wyposażono również w moduł bezprzewodowej transmisji sygnału wideo, celem podglądu obrazu podawanego na wyświetlacze.

Dane o lokalizacji i orientacji przestrzennej przesyłane są do komputera, gdzie po odpowiednim przetworzeniu (w środowisku VR — *Virtual Reality*) wypracowane są dane sterujące generatorem tekstowym niosącym informacje na rzeczywisty obraz z kamery. Następnie tak zmodyfikowany sygnał wideo przesyłany jest do wyświetlaczy.

## Wyniki

Testy zaproponowanych metod oraz opracowanych stanowisk weryfikujących możliwości wykorzystania informacji obrazowej do realizacji wybranych funkcjonalności GIS zostały przeprowadzone w terenie.

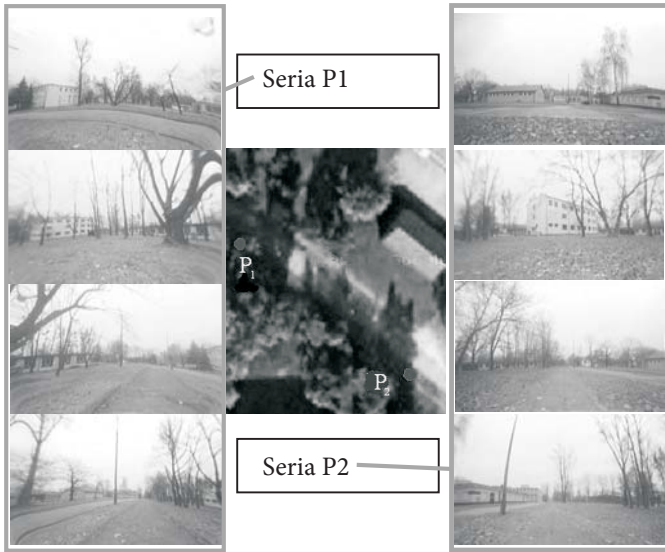
Miejsce wykonywania testu określającego możliwości pozycjonowania obiektów terenowych zostały przedstawione na rysunku 7. Punktami  $P_1$  i  $P_2$  zaznaczono miejsca akwizycji danych.

Zdjęcia z każdej z kamer zostały powiązane ze sobą, w wyniku czego uzyskano obrazy panoramiczne dla każdej z lokalizacji ( $P_1$  i  $P_2$ ) (rys. 8). Na obrazach dodatkowo zaznaczono sektory występowania obiektu oraz azymuty punktu homologicznego, którego położenie miało być wyznaczone.

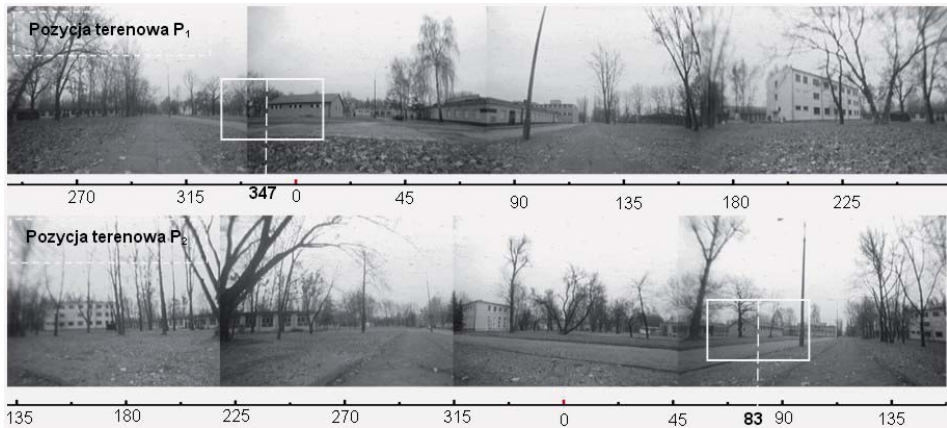
Ze względu na duże zniekształcenia geometryczne elementarnych obrazów, z których składa się panorama, wymagane było dodatkowo (jeszcze przed procedurą mozaikowania) przeprowadzenie korekcji dystorsji, co przedstawiono na rysunku 9 [4].

Identyfikacja punktów homologicznych (A i B) w zaznaczonych sektorach, określenie kierunków w przestrzeni związanych z tymi punktami, a następnie wyznaczenie punktu ich koincydencji pozwala oszacować położenie obiektu w przestrzeni (rys. 10).

Testowanie funkcjonalności związanej z wizualizacją informacji o obiektach występujących w otoczeniu obserwatora przeprowadzono w miejscu zaznaczonym na podkładzie mapy jako punkt  $P_3$ . Jednocześnie na rysunku 11 przedstawiono kadr z obserwowanej przez kamerę scenarii.



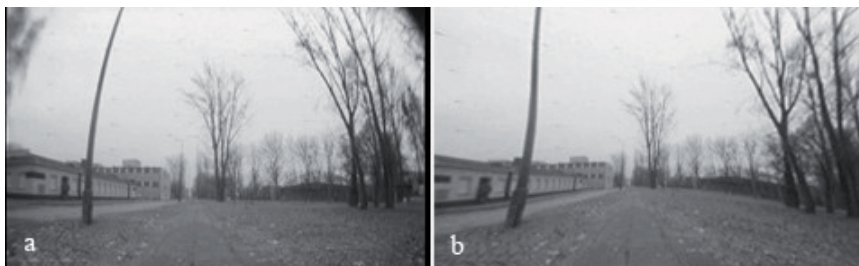
Rys. 7. Miejsca akwizycji danych oraz zarejestrowane obrazy do testu pozycjonowania obiektów terenowych



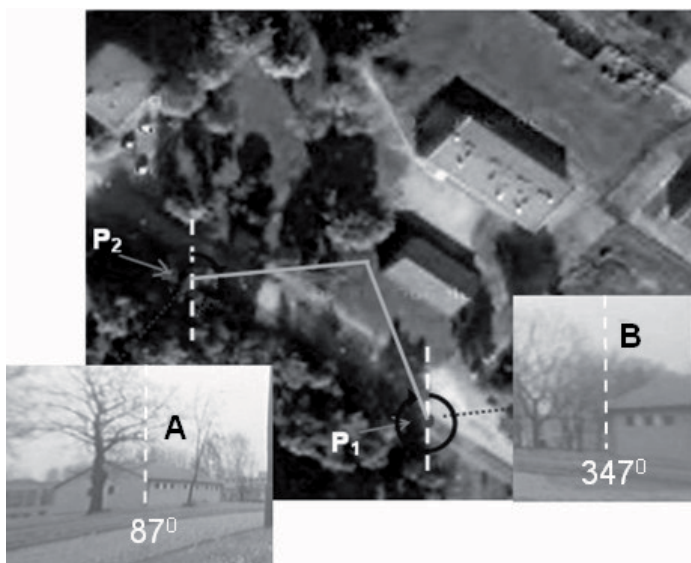
Rys. 8. Obrazy panoramiczne

Dane nieobrazowe (składowa część informacji obrazowej) po przesłaniu do komputera umożliwiły syntezę widoku z określonego miejsca przestrzeni  $(x_3, y_3, z_3)$  fragmentu wirtualnego świata w określonym kierunku  $(\alpha_3, \beta_3, \gamma_3)$ , z określonym kątowym polem widzenia  $(\omega)$  uzależnionym od elementów orientacji wewnętrznej kamery. Identyfikacja obiektów na tak powstałym obrazie umożliwia „przeniesienie” (po odpowiedniej konwersji z trybu graficznego do tekstowego) informacji o nich oraz o miejscu ich występowania na rzeczywisty obraz (rys. 12).

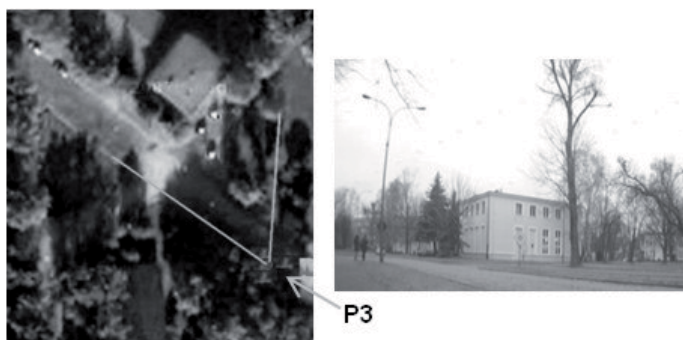




Rys. 9. Obraz przed a) i po korekcy geometrycznej b)



Rys. 10. Graficzna reprezentacja wyznaczania pozycji terenowej obiektu na przykładzie zarejestrowanych danych



Rys. 11. Miejsce akwizycji danych oraz widok z kamery do testu wizualizacji informacji GIS



Rys. 12. Przykład wizualizacji informacji GIS (naniesiona na rzeczywisty obraz informacja o obiekcie — budynek 56)

## Podsumowanie

Zaproponowane przykładowe metody pozyskiwania i analizy danych oraz przeprowadzone testy wskazują na możliwość wykorzystania informacji obrazowej w systemach informacji przestrzennej, w których krótki czas dostępu do danych jest bardzo istotny. Możliwość uzyskania informacji o otaczającej przestrzeni w czasie zbliżonym do rzeczywistego (metoda wizualizacji danych) oraz możliwość samodzielnego wykonywania pomiarów terenowych (metoda pozycjonowania obiektów) na podstawie zarchiwizowanych danych m.in. z własnych sensorów, wskazuje na to, że idea mobilnej jednostki informacyjnej zintegrowanej z układem wizualizacji (kamery + gogle) może stanowić ciekawe rozwiązanie dla GIS czasu rzeczywistego. Z pewnością tego typu systemy mogłyby być bardzo użyteczne w sytuacjach kryzysowych, zarówno z punktu widzenia pojedynczego ratownika operującego w terenie, jak i dowodzenia całą operacją dzięki możliwości przekazu precyzyjnych informacji z miejsca katastrofy.

Artykuł wpłynął do redakcji 23.04.2008 r. Zweryfikowaną wersję po recenzji otrzymano w maju 2008 r.

## LITERATURA

- [1] P. A. LONGLEY, M. F. GOODCHILD, *GIS Teoria i praktyka*, PWN, Warszawa.
- [2] J. NOWAK, M. ZAJĄC, *Optyka kurs elementarny*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- [3] M. PISZCZEK, K. RUTYNA, *Pozyskiwanie danych systemów obrazowania informacji przestrzennej*, Miesięcznik Naukowo-techniczny Stowarzyszenia Elektryków Polskich, 2, 2008.
- [4] R. TADEUSIEWICZ, P. KOROHODA, *Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów*, Wyd. FPT, Kraków, 1997.

M. PISZCZEK, M. LEŚNIK

**Image information — the way of data acquisition for GIS**

**Abstract.** Basic information of geoinformation systems was included in this paper. The method of rapid collection and distribution of data was proposed. This method uses image information which integrates visual data and conditions of registration. The positioning of the objects and visualization of surrounding area are the examples of use of image information.

**Keywords:** remote sensing, geographic information system (GIS), image processing, data imagery

**Universal Decimal Classification:** 528.8

