

## Wizualizacja numerycznego modelu terenu i ortofoto w czasie rzeczywistym.

*Renata Jędrzycka, Lesław Skrzypczyk*

Katedra Fotogrametrii i Teledetekcji  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie  
renata.jedrzycka@kfit.uni.olsztyn.pl

### **Streszczenie**

*W pracy zaprezentowane zostaną rezultaty wizualizacji numerycznego modelu terenu oraz ortofoto w grafice trójwymiarowej. Posłużono się w tym celu biblioteką języka OpenGL oraz jego internetową wersją VRML. Języki te pozwalają na „nawigację” po terenie w czasie rzeczywistym, czyli jego ogląd z różnego punktu i w różnej skali. Jest to szybki sposób wizualnego sprawdzenia poprawności NMT, a także nowe spojrzenie na mapę jako realny obraz trójwymiarowy. Wskazano także na możliwości wykorzystania nowych technik w informacji turystycznej i w symulacji niektórych zdarzeń w terenie.*

### **Abstract**

*The paper presents the results of visualisation of digital terrain model and orthophoto in 3D graphics using the OpenGL language and its Internet version VRML. This languages give the possibility to navigate above the terrain in real time and enable views from different positions and in different scales. It is quick way of a DTM quality checking and new look at maps as real 3D images. There is also shown that this techniques are important in tourist information and simulation of some terrain events.*

### **1. Wstęp.**

Numeryczny model terenu (NMT) wygenerowany w różny sposób jak i w różnych rozdzielczościach powinien zostać zwizualizowany na ekranie komputera. Daje to możliwość sprawniejszego przeprowadzenia jego korekty. Wyświetla się go w grafice dwu- lub trójwymiarowej, a kolor piksela jest zwykle cechą związaną z wysokością terenu. Często korzysta się obecnie również z obrazów stereo nakładając na nie np. utworzone z danego NMT warstwicę. W przypadku, gdy dla terenu jest wygenerowany również obraz ortofoto można nałożyć go na model zwiększając jego realizm, a także umożliwiając łatwiejsze odnalezienie jego zniekształceń i niezgodności (Wiggenhagen, 2000). Języki nowej generacji takie jak np. OpenGL (Wright, 1999), wspierane sprzętowo przez karty graficzne, pozwalają ponadto oglądać wyświetlany model z różnych pozycji, w różnej skali i to w czasie rzeczywistym. Nowe techniki dają też pole do popisu przed autorami przewodników czy informatorów dla turystów (Möhl G., 2001, Almer, 2000). W pracy przedstawione zostaną sposoby wizualizacji NMT/NMR i ortofoto w grafice trójwymiarowej oprogramowanej w języku OpenGL (a także internetowej wersji VRML) i jej zastosowania.

## 2. Sposoby wizualizacji danych.

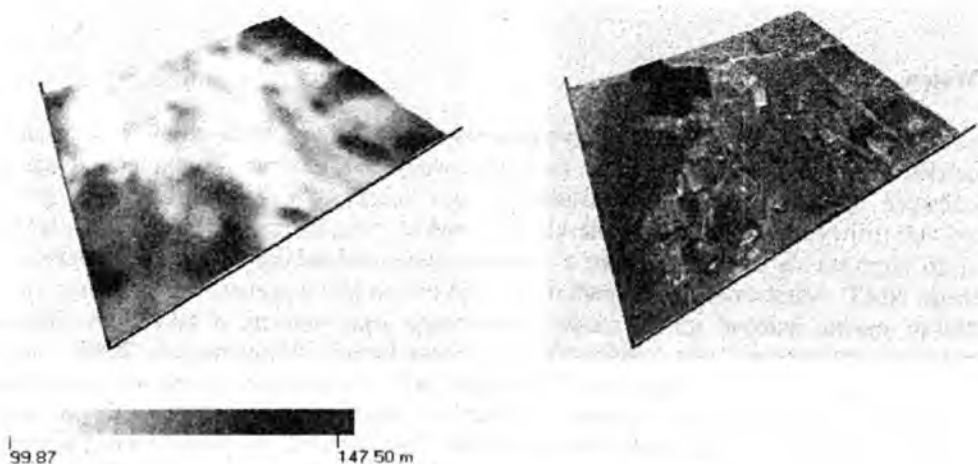
Jednym z podstawowych elementów fotogrametrycznego opracowania zdjęć jest generacja numerycznego modelu terenu (NMT) czy modelu rzeźby (NMR). NMT/NMR tworzony w sposób automatyczny czy pół-automatyczny, musi być wizualizowany w celu sprawdzenia jego niezgodności z realnym terenem. W pracy pokazano wykorzystanie w tym celu języka OpenGL, którego biblioteka umożliwia przeniesienie trójwymiarowej grafiki komputerowej, dostępnej do niedawna tylko na specjalistycznych stacjach graficznych, do zwykłego komputera osobistego. Całość oprogramowania zbudowano w języku Delphi 5.0.

NMT/NMR może być zapisany w różnych formatach. W pracy korzystano z plików o formacie tekstowym ASCII. Testy przeprowadzono przede wszystkim na zbiorach wygenerowanych na oprogramowaniu własnym, a także na plikach otrzymanych ze stacji graficznej ZI/Imaging. W przypadku obrazów rastrowych stosowano popularny format bitmap BMP.

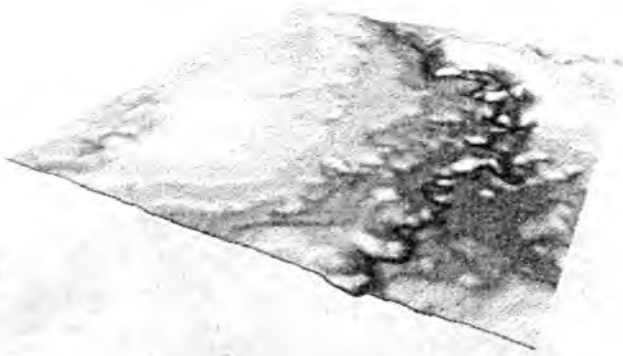
Na rys. 1 przedstawiono wizualizację trójwymiarową NMR, po generacji automatycznej, z różnymi poziomami szarości, które przypisane są różnym wysokościami terenu oraz ten sam obszar z nałożonym ortoobrazem. Rozdzielczość siatki regularnej NMR dostosowana jest do rozdzielczości generowanego ortoobrazu. W programie można go wyświetlać w wersji oryginalnej, oraz w celu usprawnienia nawigacji z krokiem co  $4 \cdot i$  piksele,  $i=1..n$ . Liczba 4 związana jest ze sposobem zapisu formatu BMP, a  $n$  zależne jest od wielkości obrazu i ograniczone pamięcią komputera.

Obraz taki można oglądać z różnego punktu w przestrzeni i w dowolnej skali. Zmiany te, swoista nawigacja w po terenie, odbywają się natychmiast jako reakcja na działanie operatora.

Rys. 2 zawiera zwizualizowany NMT okolic Dobrego Miasta wygenerowany z pomiarów punktowych w sposób pół-automatyczny na stacji graficznej ZI/Imaging.



Rys. 1. NMR z poziomami szarości oraz ortofotoobraz jako tekstura nałożona na NMR (Olsztyn 1995 r)



Rys. 2. NMT okolic Dobrego Miasta (dolina rzeki Łyny).

### 3. Zastosowania wizualizacji trójwymiarowej.

Przedstawiany NMT/NMR w taki sposób jak pokazano powyżej nie dostarcza tylko walorów wzrokowych. Umożliwia on również szybsze odnalezienie błędów „grubych” (przypadkowych i systematycznych) NMT/NMR. Na rys. 3 wyraźnie widać błąd NMR spowodowany przeniesieniem wysokości, wygenerowanej dla kępy drzew, na obszar położony obok.



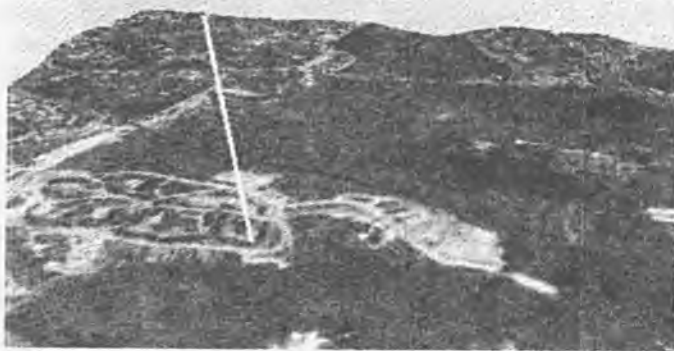
Rys. 3. Błędnie wygenerowany NMT (obszar wskazany białą linią).

Na takim obrazie można również odnaleźć i odczytać współrzędne terenowe dowolnego szczegółu sytuacyjnego, a to już krok do obliczania np. spadku w zadanym kierunku czy odległości (przybliżonej) między punktami itp. Jeśli sytuację odwrócić, to nie przedstawia trudności szybkie wizualne zlokalizowanie obiektu w terenie, gdy znane są jego współrzędne terenowe. Skala wygenerowanego ortobrazu ma w tym przypadku o tyle znaczenie, że ułatwia rozpoznawanie obiektów.

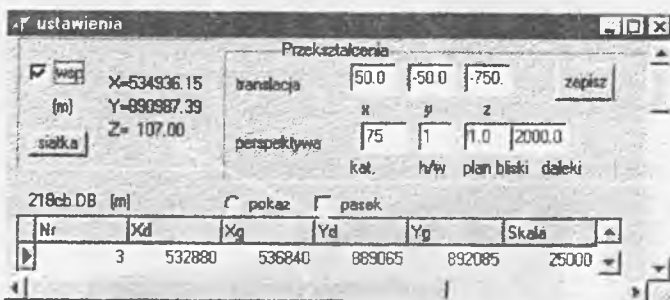
Testowe pomiary robiono na ortobrazach wygenerowanym w skalach 1:25000 1:20000, 1:15000, ze zdjęć w skali 1:25000 skanowanych z rozdzielczością 25  $\mu\text{m}$ . W przedstawionych przykładach korzystano ze skali 1:25000, a zatem odczyty współrzędnych terenowych są z dokładnością do 6-7 m. W testach chodziło o sprawdzenie sprawności odszukiwania w czasie rzeczywistym obiektów na obrazie trójwymiarowym. Nawigacja odbywa się na podstawie ruchu myszką w połączeniu z kombinacją klawiszy

Shift i Ctrl, poprzez ustawienia ręczne parametrów przekształceń oraz automatycznie przy zadanych współrzędnych

Na rys. 4 pokazano odśledzenie obiektu sytuacyjnego, „punktu” obrazu (wskazany białą linią), którego współrzędne terenowe można odczytać w oknie programu, rys. 5.



Rys. 4. Identyfikacja szczegółu sytuacyjnego



Rys. 5. Okno programu z ustawieniami parametrów przekształceń i odczytem współrzędnych terenowych

W połączeniu z tekstowymi bazami danych obrazy takie dają nowe możliwości w zakresie np. informacji turystycznej. Już powstają pierwsze bazy z wizualizacją trójwymiarową rozpowszechniane przez Internet ( Möhl, 2001).

Rys 6 to wydruk jednej ze stron internetowych tego typu oprogramowania w języku VRML, którego źródłem jest OpenGL. VRML to internetowa wersja trójwymiarowej nawigacji w rzeczywistości wirtualnej

Korzystając z możliwości jakie daje OpenGL można wspomóc przeprowadzenie realistycznych symulacji pewnych zjawisk czy działań w terenie jak np. stopniowe zatapianie terenu przez wylewające rzeki , wytyczanie drogi w terenie itp..



**5. Literatura .**

Almer A., Nischelwitzer K., 3-D visualization of Leisure & Tourism Information Based on Remote Sensing Data, 2000, International Archives. Of Photogrammetry And Remote Sensing, Amsterdam, Vol. XXXIII, Supplement B5, pp.4-10.

Möhl G., 2001, [www.genova.ch](http://www.genova.ch)

Wiggenhagen M., 2000, Development of Real-time Visualization Tools for the Quality Control of Digital Terrain Models and Orthoimages, International Archives. Of Photogrammetry And Remote Sensing, Amsterdam, Vol. XXXIII, Part B3/2, Com. 3, pp. 987-993.

Wright jr R.S., Sweet M., 1999, OpenGL- Księga eksperta, Helion.