

TRÓJWYMIAROWE MODELE MIAST W SIECI INTERNET

3D CITY MODELS IN THE INTERNET

Sebastian Różycki

Instytut Fotogrametrii i Kartografii, Politechnika Warszawska

Słowa kluczowe: modele wysokościowe miast, 3D, Internet
Keywords: 3D City Models, 3D, Internet

Tworzenie wysokościowych modeli budynków

Praktyczne tworzenie modeli wysokościowych budynków rozpoczęło się 7 lat temu. Pojawiły się wówczas na rynku takie programy GIS jak RapidSite firmy Evans&Sutherlands oraz rozszerzenie SiteBuilder 3D do programu ARCVIEW.

Obecnie głównymi źródłami danych do tworzenia wysokościowych modeli budynków są stereopary obrazów lotniczych i obrazów satelitarnych o bardzo dużej rozdzielczości. Tworzenie wysokościowych modeli budynków opiera się na dokładnej rekonstrukcji modelu stereoskopowego na podstawie elementów orientacji zewnętrznej zdjęć lotniczych lub satelitarnych. W ostatnim czasie do tworzenia modeli budynków wykorzystuje się dane pochodzące z laserowych pomiarów powierzchni – LIDAR.

W pierwszej kolejności podczas budowy wysokościowego modelu budynku operator musi dokonać pomiaru widocznej na stereoparach części budynku. Najczęściej jest to jego dach. Pomiaru można dokonać wykorzystując oprogramowanie Socet Set lub Z/I Imagestation. Punkty charakteryzujące dach mogą być pozyskane również z map w odpowiednich skalach. Wynikiem pomiaru dachu budynku jest *trójwymiarowa chmura punktów* (x, y, z) charakteryzująca jego strukturę.

Do budowy modelu wysokościowego budynku w dalszej kolejności można wykorzystać na przykład program firmy CyberCity Ag o nazwie CC-Modeler. W programie tym w pierwszej kolejności operator musi sklasyfikować pozyskane punkty charakteryzujące strukturę dachu, a w tym punkty na jego krawędzi. Klasyfikacja punktów pozwala programowi wykonać automatyczną rekonstrukcję struktury dachu. CC-Modeler umożliwia również edycję stworzonego modelu przez dodawanie linii równoległych czy zmianę kątów. Pozwala to na znaczną redukcję punktów określających strukturę dachu, które operator musi wprowadzić ręcznie.

Ściany boczne budynku powstają przez automatyczne rozciągnięcie poligonu tworzącego dach do powierzchni numerycznego modelu terenu. Dokładność wysokościowa modeli

budynków pozyskanych ze stereoobrazów satelitarnych charakteryzuje się błędem pionowym rzędu 2–3 metrów, a w przypadku zdjęć lotniczych w skali 1:5000 – 20 cm (Poli, 2006).

Dla uzyskania realistycznego wyglądu tworzonych modeli można wygenerować fasady budynków. Istnieją tu trzy możliwości. Pierwszą jest wykorzystanie gotowych szablonów fasad budynków dostępnych w oprogramowaniach. Metoda ta może być użyta automatycznie do wybranej jednocześnie grupy budynków. Wynik otrzymany z wykorzystaniem tej metody jest najmniej zbliżony do rzeczywistości, wykorzystuje się ją w przypadkach kiedy fasada nie jest widoczna na zdjęciach.

Można również skorzystać z metody polegającej na pobieraniu fasad budynków ze zdjęć lotniczych lub satelitarnych podczas tworzenia modeli. W tym przypadku wymagana jest rejestracja zdjęcia, z jak największym odchyleniem układu optycznego od linii pionu.

Ostatnią, a zarazem dającą najlepsze efekty metodą wygenerowania fasady budynku jest wykorzystanie zdjęć wykonanych ręcznie z ziemi. Obraz fasady budynku w postaci wysokiej jakości zdjęcia cyfrowego wpasowywany jest w pionową ścianę budynku. Istnieje przy tym możliwość maskowania obszarów zacienionych przez samochody, postacie ludzi czy drzewa.

Dokładność trójwymiarowych modeli miast

W zależności od wymaganej dokładności określa się rodzaj danych oraz oprogramowania, które zostanie wykorzystane. Pod względem dokładności wyróżnia się 3 rodzaje modeli budynków: model blokowy, model ze strukturą dachu oraz model z dokładną strukturą dachu.

Model blokowy jest najprostszym modelem prezentacji budynków. Źródłem danych do modelu blokowego mogą być dane wektorowe w postaci poligonów określających obrys budynków. Oprogramowanie takie jak ArcScene czy VirtualGIS pozwala na automatyczne zbudowanie bryły budynku. Na rysunku 1 przedstawiono model blokowy budynków miasta Warszawy utworzony na podstawie danych TBD. Do wizualizacji zostało wykorzystane oprogramowanie ArcScene .

Model budynku ze strukturą dachu wymaga wykorzystania obrazów satelitarnych o dużej rozdzielczości (np. IKONOSa i QuickBirda). Rysunek 2 przedstawia model budynku ze strukturą dachu stworzony z wykorzystaniem stereoobrazów pochodzących z satelity IKONOS. W tym przypadku do stworzenia modelu wysokościowego budynku wykorzystano program SteroAnalyst wchodzący w skład pakietu ERDAS.

Dla stworzenia modeli z dokładną strukturą dachu najlepszym materiałem źródłowym są zdjęcia lotnicze w połączeniu z mapami w dużych skalach (rys. 3).

Trójwymiarowe modele miast w Internecie

Pierwsze próby udostępniania danych przestrzennych w postaci obrazów dwu- i trójwymiarowych pokrywających glob ziemski zostały już podjęte. Pionierami w tej dziedzinie są firmy: Google Inc. i jej aplikacja Google Earth oraz NASA i jej aplikacja WorldWind. Oba

serwisy dostępne są za darmo i wykorzystują Internet. Google Earth i WorldWind udostępniają: bazy wektorowe, zdjęcia lotnicze i satelitarne oraz modele trójwymiarowych miast (rys. 4).

Ciekawymi możliwościami udostępniania danych przestrzennych w internecie dysponuje oprogramowanie TerrainView szwajcarskiej firmy ViewTec AG. Oprogramowanie to pozwala prezentować w sieci intranetowej lub w internecie trójwymiarowe modele miast składające się z nieograniczonej liczby budynków. Oprogramowanie TerrainView pozwala również wyświetlać obrazy cyfrowe w postaci ortofotomap, które są podkładem pod trójwymiarowe modele miast. Udostępniane dane są specjalnie kompresowane oraz szyfrowane. Osoba przeglądająca dane 3D potrzebuje jedynie przeglądarki Internet Explorer oraz ogólnodostępnej wtyczki (*plug-in*).

Obraz w oknie przeglądarki internetowej zawiera trójwymiarowe modele. Wyświetlane w oknie obiekty różnią się jakością. Budynki, które znajdują się najbliżej obserwatora wyświetlane są w najwyższej jakości. Reszta obiektów w tle wyświetlana jest w zredukowanej jakości lub jest pominięta. Poruszając się po scenie, użytkownik otrzymuje obraz ze zmieniającą się jakością wyświetlanych obiektów. Pozwala to na bardzo płynne wyświetlanie obrazu nawet w przypadku wolnego połączenia z internetem.

Ogólnodostępny serwis internetowy Map2Day, który wykorzystuje oprogramowanie TerrainView, udostępnia 16 500 modeli budynków miasta Salzburg (rys. 5). 15 000 modeli to zwykle modele blokowe, a reszta to modele pozyskane z dużą dokładnością szczegółów i z realistycznymi fasadami. Serwis ten można znaleźć pod adresem: www.map2day.at.

Podsumowanie

Na rynku istnieje kilka programów do tworzenia wysokościowych modeli budynków. W Polsce dominuje oprogramowanie ERDAS/Leica. W Europie kilka wdrożeń wykonała firma CyberCity Ag. i jej program CC-Modeler.

Do niedawna wyświetlanie trójwymiarowych modeli miast możliwe było tylko przy wykorzystaniu oprogramowania GIS. Aktualnie aplikacje takie jak TerrainView pozwalają na udostępnianie w sieci internet trójwymiarowych modeli budynków oraz obiektów, takich jak drzewa lub samochody. Podkładami do tych modeli mogą być dane rastrowe w postaci zdjęć lotniczych i satelitarnych oraz dane wektorowe.

Literatura

- Poli D., 2006: Reality-based 3D City Models from Aerial and Satellite Data. *GeoInformatics* no. 3.
- Poli D., Kocaman S., Zhang L., Gruen A., 2006: 3D City Modeling from High-Resolution Satellite Images. ISPRS WGI 5 & 16, Materiały konferencyjne, Ankara, Turcja.
- Steidler F., Beck M., 2004: CyberCity Modeler – Generation, Updating and Continuation of 3D City models with on-line Editing. *GeoMultimedia* no. 2.
- Ulm K., 2004: Virtuelle 3D-Stadtmodelle – Technologie und Anwendung, Geobit no. 8, 2004.
- Ulm K., 2005: Improved 3D City Modeling With Cybercity Modeler using Aerial, Satellite Imagery and Laserscanner Data, *International Archives of the Photogrammetry*. Vol. XXXIV-5/W10.
- Ulm K., Steidler F., Wang X., 2005: 3D City models in the Web-based 3d-GIS, www.Map3Day.at. Konferencja użytkowników ESRI, San Diego, USA.

Summary

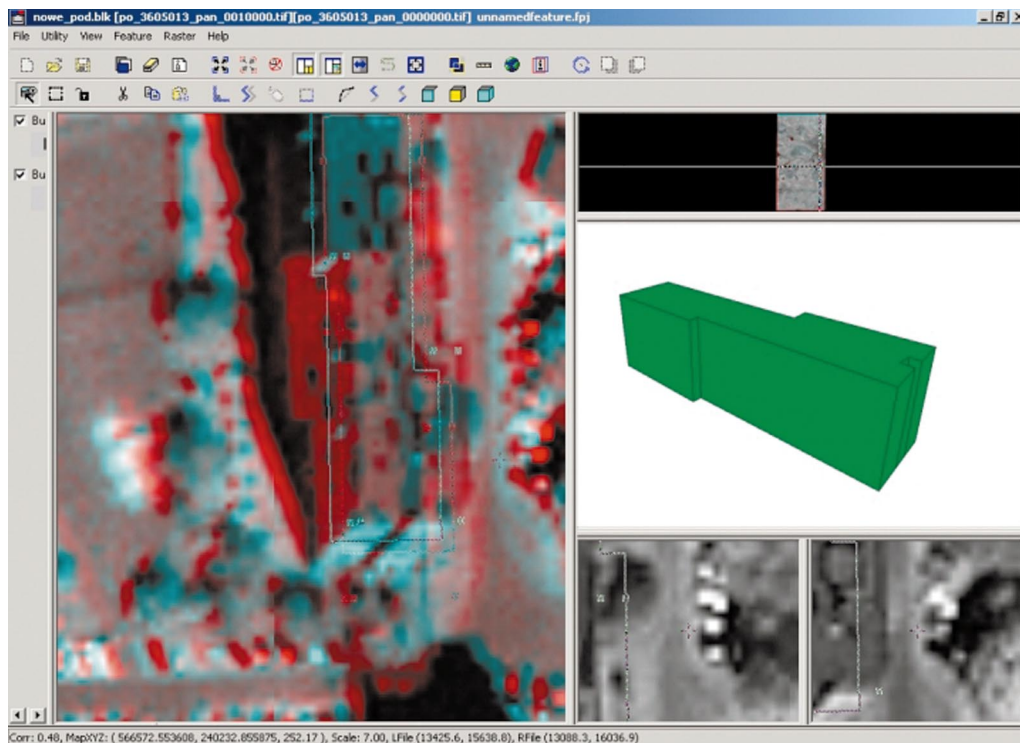
Ever easier access to satellite images, growth of computer power and development of specialist software in last years stimulated demand for generating 3D models. Especially, models of cities are used in many walks of life like tourism, landscape architecture and planning of cellular telephone networks.

On the market, there are many programmes which create and present three-dimensional models. There are already Internet portals which provide spatial data like 2D-vector data, Digital Terrain Models, high resolution imagery and 3D city models.

mgr inż. Sebastian Różycki
S.Rozycki@gik.pw.edu.pl



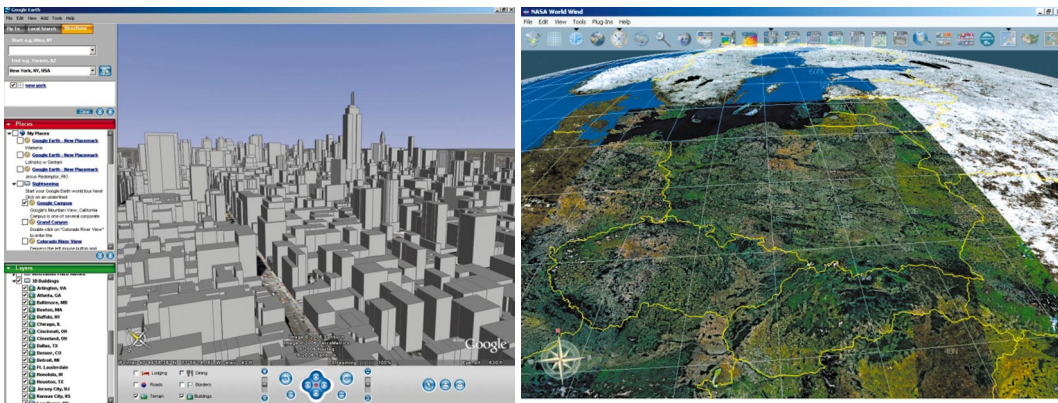
Rys. 1. Wizualizacja centrum Warszawy – program ESRI ArcScene



Rys. 2. Model budynku w Krakowie pozyskany z obrazów IKONOS



Rys. 3. Wysokościowy model budynku w Karlsruhe pozyskany ze zdjęć lotniczych (źródło CyberCity AG)



Rys. 4. Internetowe serwisy udostępniające dane przestrzenne – GoogleEarth (z prawej) i WorldWind (z lewej)



Rys. 5. Wizualizacja centrum miasta Monachium (rysunek z lewej) i serwis Map2Day.at – wizualizacja miasta Salzburg (rysunek z prawej)