

TECHNIKA LOD W WIZUALIZACJACH NMT W INTERNECIE

© Jędrzycka R., 2005

Internet projects making use of large data files require advanced methods of data manipulation from software. This is especially the case with real time operations. The present paper deals with the topic of the displaying of images in VRML/X3D scenes in the context of their respective levels of accuracy. The use of the LOD (level of details) technique in the dynamic generation process of NMT Internet visualisation with draped texture has been described.

Wstęp. Wizualizacje numerycznego modelu terenu to obszar bardzo intensywnych prac od wielu lat. Dotyczy to zarówno obszarów globalnych jak np. projekcje na kulę ziemską lub jej wycinek, ale także rozwiązań odnoszących się do obszarów niedużych rzutowanych na płaszczyznę.

Źródło takich danych może być różne poczynając od danych satelitarnych, poprzez dane ze zdjęć i skanerów lotniczych czy wreszcie z pomiarów bezpośrednich. Modele terenu generowane na ich bazie zwykle powiązane są z konkretną sytuacją czy aplikacją, w której są wykorzystywane i to tak, by jak najbardziej realistycznie oddać rzeczywistość. Zawsze związane to było, i jest nadal, z doбором właściwej techniki przy pełnej świadomości istniejących ograniczeń zarówno sprzętu jak i oprogramowania (Patias, 2001). Wielu badaczy poświęciło sporo uwagi jak generować, a następnie wyświetlać (renderować) duże obszary w czasie rzeczywistym (Destruel, 2004, Fabio, 2003, Kolar, 2005,). Dobrym przeglądem dokonań w zakresie wizualizacji numerycznego terenu mogą być materiały zawarte na stronie projektu Virtual Terrain Project (<http://www.vterrain.org/>).

Wysiłki ostatnich lat skierowane są na aplikacje działające w sieci Internet. Daje on teoretycznie nieograniczone możliwości sięgania po dane i to bez barier granic. Jedynie stan łączy i ich przepustowość, pomijając kwestie prawne, wydaje się być w tej chwili sprawą istotną.

Znaczna liczba aplikacji wykorzystujących trójwymiarowy NMT to opracowania autorskie, ale można znaleźć sporo rozwiązań, które korzystają ze znanych konstrukcji z języka VRML i jego rozszerzenia GeoVRML, a obecnie coraz częściej z nowego standardu X3D.

Rozsądnym wydaje się połączenie różnych technik. Doskonałym przykładem jest tu projekt Terra Vision (<http://www.ai.sri.com/TerraVision/>) zaproponowany przez M. Reddy'ego i współautorów (Reddy, M., i inni, 1999).

Powstają opracowania, w których oprócz klasycznego przelotu nad terenem z nałożonym obrazem orte próbuje się dodatkowo trójwymiarowo zobrazować pojedyncze obiekty np. budynki. Najczęściej szczegóły pojawiają się, gdy obserwator znajdzie się w określonej odległości od obiektu. W większości są to aplikacje statyczne lub w ogóle nie działające w sieci Internet, a jedynie możliwe do instalacji stacjonarnych (Pomaska G., 2003).

W przypadku prezentacji w Internecie scen w VRML/X3D konieczne jest zainstalowanie tzw. "programu – wtyczki" (plug-in) do popularnej przeglądarki internetowej. Różne przeglądarki wymagają instalowania na ogół różnych takich programów. Uniezależnienie od tej sytuacji daje projekt Xj3D (zbiór narzędzi w całości napisany w języku Java) pozwalający wykreować własną uniwersalną przeglądarkę grafiki w VRML/X3D.

W niniejszej pracy przedstawiono jedną z technik optymalnego renderowania tzw. LOD (level of details), którą wykorzystano w dynamicznej generacji i wizualizującej NMT w scenach VRML i X3D. W autorskiej aplikacji internetowej wykorzystano applety i mechanizm serwetów Javy do interakcji między klientem a serwerem. Podjęto także próbę zaadaptowania przeglądarki scen VRML/X3D napisanej w Xj3D. Jest to kontynuacja prac podjętych wcześniej. Celem jest stworzenie aplikacji internetowej dynamicznie obrazującej NMT i wybrane w terenie obiekty w sposób możliwie szczegółowy (przy znacznych obserwatora zbliżeniach do terenu).

Poziomy szczegółowości – mechanizm LOD (level of details). Modele terenu to zbiory o dużej liczbie elementów. W zależności od wielkości obszaru i przyjętej rozdzielczości mogą wynosić od kilkuset do milionów elementów. Przykładowo dla obszaru 9 km² przy siatce kwadratów o boku 3m mamy już 90 tys. elementów.

Wyświetlanie na takiej siatce wysokościowej dodatkowo obrazu tzw. tekstury, dodającego scenie realizmu, wymaga często znacznego zaangażowania pamięci komputera.

W językach VRML/X3D wykorzystano fakt, że w zależności od odległości obserwatora od obiektu można dany obiekt wyświetlić mniej lub bardziej dokładnie, czyli na różnym poziomie szczegółowości i to bez straty na jego czytelności.

Podstawą składni tych języków są tzw. węzły składające się z: nazwy typu, pól oraz zdarzeń. Węzłem odpowiadającym za stopniowe ujawnianie szczegółów jest LOD (level of details), którego składnię dla VRML i X3D podano poniżej:

a) VRML

```
LOD{
  level []
  center 0 0 0
  range []
}
```

b) X3D

```
<LOD
  center='
  range=' '>
</LOD>
```

W obu przypadkach pole "center" oznacza punkt, względem którego obliczane są odległości porównywane później z odległościami podanymi w polu "range". Dodatkowo w VRML pole "level" zawiera węzły reprezentujące obiekty (lub obiekt) na różnych poziomach szczegółowości. W X3D nie jest to opisane nazwą pola, ale obiekty wpisywane są w tym samym miejscu.

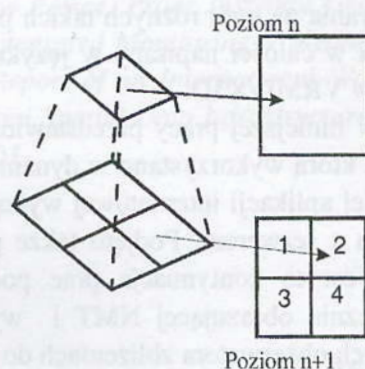
Na ekranie wyświetlane są te obiekty, zgodnie z hierarchią zapisu, od których odległość obserwatora nie przekracza podanego zakresu.

Wyświetlając na siatce NMT obraz tekstury umieszcza się ten sam obiekt korzystając z różnej rozdzielczości obrazów tego samego terenu, czyli z tzw. piramidy obrazów.

Obiekty piramidy nie są umieszczane w tym samym zbiorze i ponadto są wywoływane osobno za pomocą węzła `Inline`, w którym zamieszcza się adresy URL (Universal Resource Locator). Pozwala to sięgać do zasobów zamieszczonych w dowolnym miejscu sieci.

W GeoVRML rozwiązano sprawę piramidy w trochę inny sposób tworząc na bazie węzła LOD węzeł GeoLOD, którego specyfikację przedstawiono poniżej, rys. 1.

```
PROTO GeoLOD [
  field MFString parentUrl []
  field MFNode parentNode []
  field MFString child1Url []
  field MFString child2Url []
  field MFString child3Url []
  field MFString child4Url []
  field SFFloat range 10
  field SFNode geoOrigin NULL
  field MFString geoSystem [ "GDC" ]
  field SFString center ""
  eventOut SFNode children
]
```



Rys. 1. Specyfikacja węzła GeoLOD i graficzne przedstawienie jego poziomów

Występują tu dwa poziomy, przy czym na drugim z nich obszar obiektu jest reprezentowany przez cztery zbiory, rys. 1. Większą liczbę poziomów można uzyskać przez zwykłe zagnieżdżanie węzłów GeoLOD jeden w drugim. Ponadto węzeł ten posiada dodatkowe pola odnoszące się do układu współrzędnych w jakim wyświetlana jest scena.

Innym sposobem aktywacji obrazu o wyższym stopniu szczegółowości jest węzeł `ProximitySensor` (aktywacja w określonym obszarze). Kolejny poziom piramidy jest wyświetlany po wejściu obserwatora w określony region sceny. Działa w tym przypadku także mechanizm "cache", tak więc poszczególne części nie muszą być wielokrotnie przeładowywane.

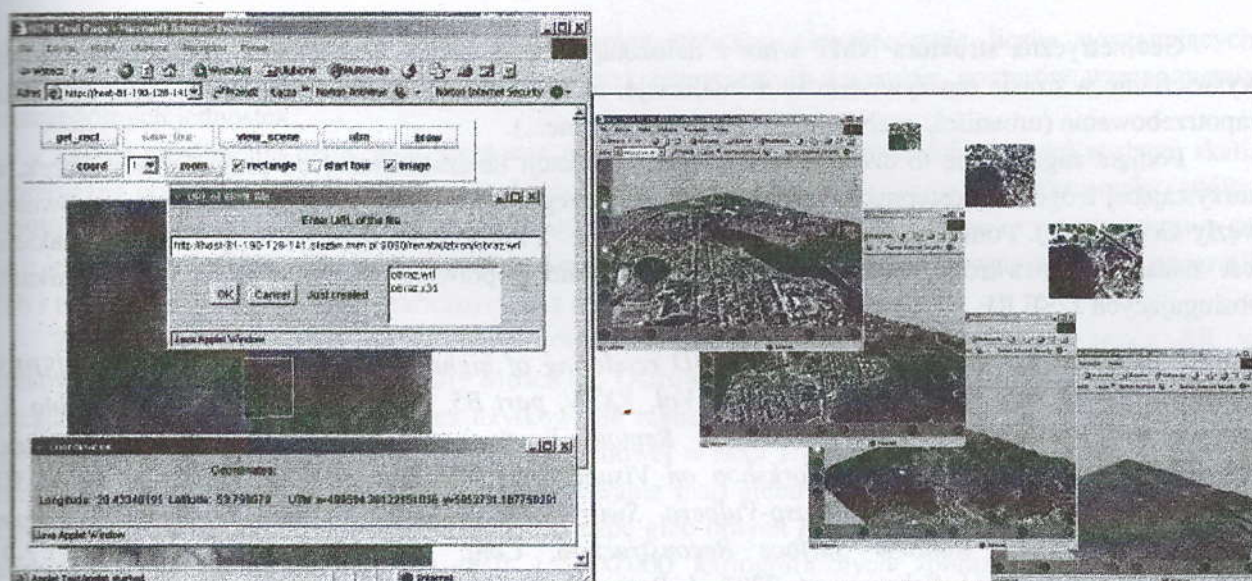
Uszczegółowianie obrazu może też nastąpić przez zastosowanie węzła `Anchor`, który aktywuje się po "kliknięciu" na dowolny obiekt zdefiniowany w jego polu "children". Można go użyć do wyświetlania pojedynczych obiektów sceny np. wybranych obiektów terenu, budynków, itp. Także w tym przypadku można stosować URL.

Przykład zastosowania LOD. Powyższe techniki wykorzystano w autorskiej aplikacji internetowej wyświetlającej NMT z nałożonym obrazem, dla którego zastosowano technikę LOD z węzłem `Inline` (w przygotowaniu GeoLOD z `Anchor`).

Sceny w językach VRML i X3D kreowane są w sposób dynamiczny na życzenie użytkownika. Następuje to po wybraniu przez niego wskazanego obszaru. Dynamicznie także generowane są poszczególne poziomy wyświetlanej tekstury – obrazu (elementy piramidy).

W testach wykorzystano NMT w formacie DETED Level 2 (dane w układzie współrzędnych geograficznych). Sceny w VRML/X3D wygenerowano natomiast w układzie UTM korzystając przy tym z klas pakietu GeoVRML.

Aplikacja działa w popularnych przeglądarkach internetowych z zainstalowaną maszyną wirtualną Javy (Sun JRE), dodatkowo zaopatrzonych w programy wtyczki (typu "plug-in") do wyświetlania scen w VRML/X3D, rys. 2.



Rys. 2. Okno aplikacji w przeglądarce IE (z lewej) oraz sceny w VRML – kolejne poziomy wyświetlania szczegółów (z prawej)

Aplikacja bazuje na konstrukcji appletów oraz serwletów, które umożliwiają dynamiczne zmiany wyświetlanych obrazów i scen. Interaktywna komunikacja z samymi scenami VRML/X3D nie jest możliwa na obecnym etapie prac, gdyż JRE firmy Sun nie obsługuje mechanizmu EAI.

Ponieważ w zależności od przeglądarki należy instalować różne programy „wtyczki” rozpoczęto prace nad budową aplikacji do wyświetlania scen VRML/X3D w oparciu o pakiet Xj3D.

Przeprowadzone testy lokalne wypadły pomyślnie, rys. 3.



Rys. 3. Scena w formacie X3D w przeglądarce napisanej z pomocą pakietu Xj3D

Z chwilą ostatecznego uruchomienia aplikacji na bazie pakietu Xj3D zostanie uruchomiony także moduł do interakcji z użytkownikiem (działał on w poprzedniej wersji pracującej jedynie z VM firmy Microsoft), gdyż Xj3D ma wbudowany mechanizm SAI (Scene Autoring Interface) zastępujący EAI w JRE.

Zakończenie. W pracy podano tylko wycinek prowadzonych prac dotyczących dynamicznego generowania scen w formatach VRML/X3D w Internecie, koncentrując się na wyświetlaniu obrazu (sceny) na różnym poziomie szczegółowości.

Geometryczna struktura NMT wraz z nałożoną teksturą oddaje realistycznie obraz terenu, a jej wyświetlanie w czasie rzeczywistym to wizualizacje, na które coraz częściej różne środowiska zgłaszają zapotrzebowanie (urbaniści, archeolodzy, firmy turystyczne...).

Podjęte zagadnienie to część opracowywanej aplikacji niezależonej od programów wtyczek, a korzystającej z ogólnie dostępnych zasobów Javy, w szczególności z pakietu Xj3D (obsługuje on również węzły GeoVRML). Ponieważ firma Sun porozumiała się z konsorcjum Web3D w sprawie tego pakietu jest nadzieja, że wkrótce będzie ona działał zupełnie poprawnie we wszystkich przeglądarkach obsługujących J2SE RE.

1. Destruel C., Valorge C. *Automatic 3D rendering of highresolution space images, XXth ISPRS Congress, 12–23 July 2004 Istanbul, Turkey, Vol. XXXV, part B5, Com. 5. – P. 940–946.* 2. Fabio R. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXIV–5/W10, International Workshop on Visualization and Animation of Reality – based 3D Models, 24–28 February 2003, Tarasp-Vulpera, Switzerland.* 3. Kolar J., Ilsoe P. *Flexible Terrain Representation using Runtime Surface Reconstruction, Conf. proceedings ISBN 80-903100-7-9, WSCG'2005, January 31–February 4, 2005.* 4. Patias P. *Photogrammetry and Visualization, Technical Report, ETH Zurich. Dostępny: <http://www.photogrammetry.ethz.ch/research/guest.html>.* 5. Pomaska G. *Implementation of Web3D tools for Creating Interactive walkthrough environments from building documentations, The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXIV, Part 5/W12, 2003.* 6. Reddy M., Leclerc Y., Iverson L., Bletter N. *TerraVision II: Visualizing Massive Terrain Databases in VRML, IEEE Computer Graphics and Applications. – 1999. – Vol. 19, No 2. – P. 30–38.* 7. *Zasoby internetowe: <http://www.vterrain.org/>; <http://www.ai.sri.com/TerraVision/>; <http://www.geovrml.org/1.1/doc/>; <http://www.dotgeo.net/>*