

Grzegorz ZWOLIŃSKI

Politechnika Łódzka, Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych

Wyższa Szkoła Informatyki w Łodzi

MOBILNY REJESTRATOR TEKSTUR DLA OBIEKTÓW URBANISTYCZNYCH PRACUJĄCY W WARUNKACH ŚCISLEJ ZABUDOWY MIEJSKIEJ

Streszczenie. Korzystanie z przestrzennych, dobrze teksturowanych planów miast 3d skutecznie wzmacnia orientację w terenie. Problematyka zautomatyzowanego teksturowania obiektów urbanistycznych w warunkach ścisłej zabudowy jest sporym wyzwaniem przy realizacji internetowych lokalizatorów oraz systemów nawigacyjnych. Jednym ze sposobów rozwiązania tego problemu może być „mobilny rejestrator tekstur”.

Słowa kluczowe: teksturowanie, mapy 3d

A PORTABLE RECORDER OF URBAN BUILDINGS TEXTURES WORKING IN THE CONGESTED CITY AREAS

Summary. Using spatial and well-textured 3D city plans facilitates space orientation of their users. The issue of automatic texturisation of urban buildings in the conditions of the congested city areas is a huge challenge for developers of Internet locators and navigation systems. One of solutions applied to deal with the problem could be a portable recorder of textures.

Keywords: texture, maps 3d

1. Zagadnienia tworzenia teksturowanych planów miast 3d

W ostatnich latach nastąpił dynamiczny wzrost zainteresowania lokalizatorami internetowymi oraz gsm/gps. Lokalizatory stały się popularnym i bardzo użytecznym narzędziem praktycznym, które dzięki swoim możliwościom zrewolucjonizowały poziom orientacji przestrzennej przeciętnego użytkownika (rys. 1). Dzięki zastosowaniu przestrzennej wizualizacji

teksturowanych obiektów architektonicznych przestrzenne makiety stały się bardzo realistyczne, tworząc w efekcie formy wirtualnych miast. Proces tworzenia tego typu projektów można podzielić na dwa etapy. Etap modelowania strukturami niskopoligonowymi oraz etap teksturowania. O ile pewne zautomatyzowanie procesu modelowania jest stosunkowo łatwo zrealizować, korzystając na przykład z zasobów elektronicznej ewidencji budynków, lub zrealizować to zadanie na podstawie procedur modelingu 3d w oparciu o zdjęcia lotnicze, to znacznie trudniej jest zautomatyzować proces teksturowania.

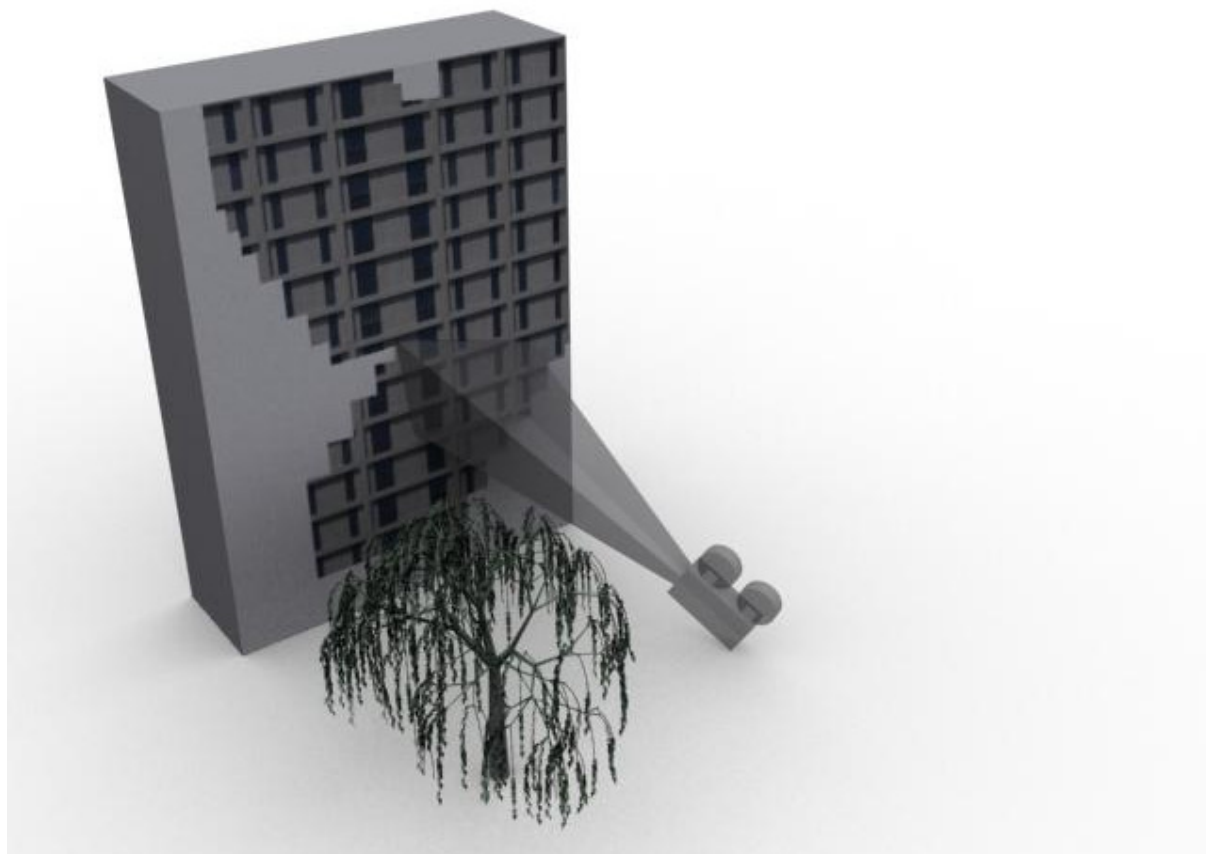


Rys. 1. Google Earth. Przykład przestrzennej teksturowanej mapy miasta
Fig. 1. Google Earth – sample of the 3D textured city plan

Szybkie i sprawne pozyskiwanie tekstur elewacji obiektów urbanistycznych najlepiej realizować z wykorzystaniem zdjęć lotniczych lub mobilnych środków technicznych, takich jak kamera umieszczona na dachu samochodu. W pierwszym przypadku jakość, a przede wszystkim kompletność tekstur, zwłaszcza podczas rejestracji danych na terenach o gęstej zabudowie, pozostawia wiele do życzenia. Wydaje się zatem, iż zasadnym rozwiązaniem jest skupienie uwagi na rejestracji manualnej (z ręki) lub z wykorzystaniem samochodu poruszającego się po ulicach miast. Tym bardziej iż większość map komunikacyjnych i lokalizatorów GPS powstaje z wykorzystaniem mobilnych rejestratorów położenia GPS umieszczonych na pokładzie samochodu.

2. Idea realizacji automatycznego mobilnego rejestratora tekstur

W celu otrzymania modeli o wysokiej jakości, czynności teksturowania modeli architektonicznych wykonywane są zwykle w sposób manualny. Oferowana jakość rozwiązań zautomatyzowanych nie jest zbyt wysoka.



Rys. 2. Idea tworzenia tekstur w trybie online z wykorzystaniem danych pochodzących z kamery wideo

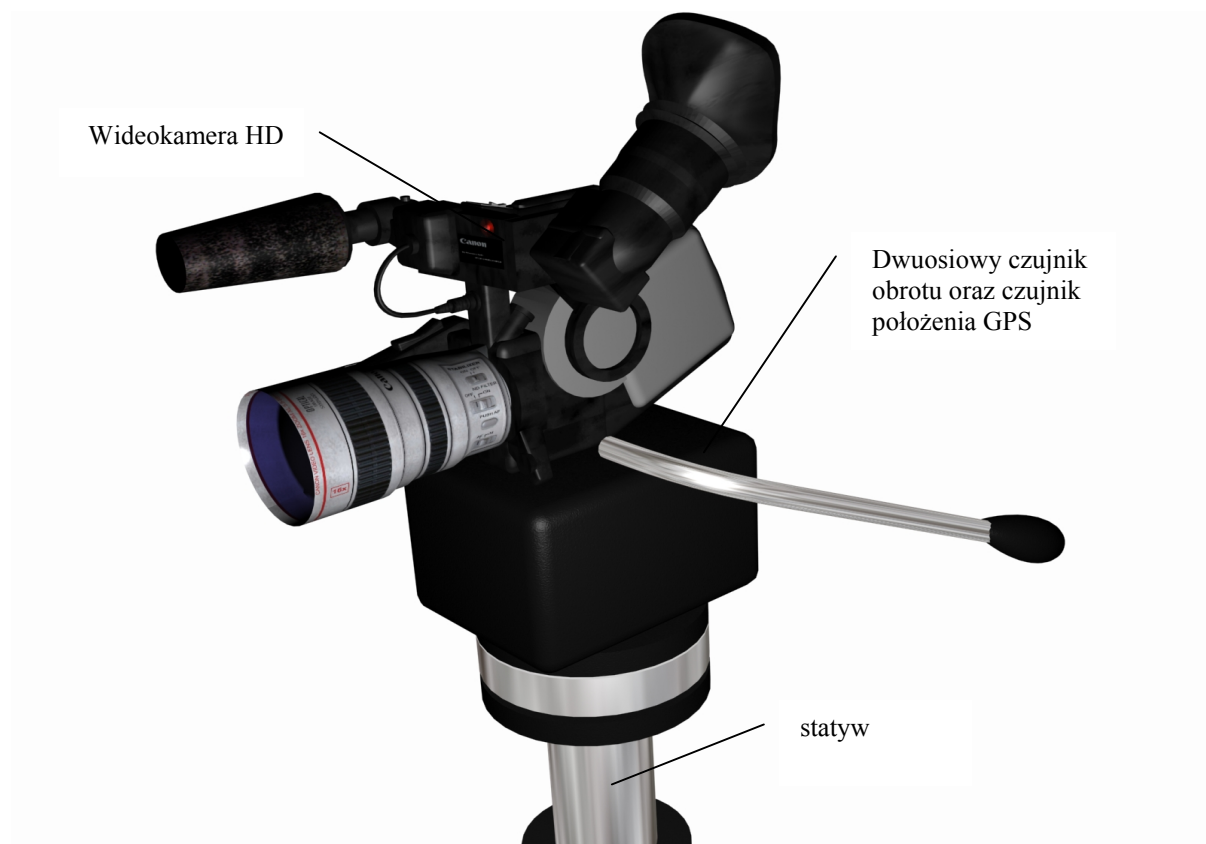
Fig. 2. The idea of creating textures online with the use of data coming from the video camera

Ponieważ w praktyce manualne czynności zmierzające do teksturowania wirtualnych modeli są dość żmudne i czasochłonne, wydaje się bardzo celowym przedsięwzięciem opracowanie metody zautomatyzowanego pozyskiwania tekstur urbanistycznych. Niniejszy projekt ma na celu opracowanie takiej metody, która umożliwiłaby w czasie rzeczywistym teksturowanie przestrzenne makiety obrazem pochodzącym z mobilnej kamery wideo. W założeniach proces teksturowania obrazem pochodzącym z kamery wideo przypomina malowanie modeli przestrzennych obrazem z poruszającej się kamery (rys. 2). Przy czym proces ten z założenia ma przebiegać w czasie rzeczywistym.

Algorytmy wykrywające kształty obiektów w połączeniu z danymi pochodzącymi z czujników lokalizujących kamerę są w stanie zlokalizować obszary próbek tekstur dla poszczególnych płaszczyzn przestrzennych modeli budynków. W następnym kroku pozyskane prób-

ki po odpowiedniej korekcji geometrycznej i kompensacji oświetlenia będą stawały się materiałem źródłowym dla tworzonych zoptymalizowanych pod względem jakościowym tekstur. Ponieważ cały proces rejestracji tekstury odbywać się będzie w czasie rzeczywistym, operator kamery w każdym momencie będzie mógł kontrolować kompletność i jakość pozyskiwanych tekstur na monitorze komputera. Zrealizowany projekt może stać się cennym narzędziem umożliwiającym tworzenie wirtualnych makiet miejskich do zastosowań zarówno lokalizatorów, jak i map sporządzanych do celów komunikacyjnych. W odróżnieniu od innych tego typu rozwiązań, projekt ma umożliwiać rejestrację tekstur "fragmentarycznych" (składanych z wielu różnych położeń kamery rejestrującej obraz), co w warunkach zagęszczonej zabudowy w centrach miast ma niebagatelne znaczenie praktyczne. Metody oparte na rejestracjach tekstur z wykorzystaniem ujęć „z lotu ptaka”, choć bardzo szybkie, uniemożliwiają rejestrowanie tekstur w sposób dokładny w ścisłej zabudowie miejskiej. Niniejszy projekt w swoich zamierzeniach niedogodności te skutecznie eliminuje.

3. Konstrukcja oraz zasada działania rejestratora



Rys. 3. Konstrukcja „mobilnego rejestratora tekstur”
Fig. 3. Structure of the portable recorder of textures

Celem projektu jest opracowanie oprogramowanego urządzenia będącego rejestratorem tekstur dla modeli obiektów urbanistycznych, który mógłby pracować w warunkach dużego zagęszczenia zabudowy. W szczególności służy opracowaniu metody dynamicznego teksturowania zróżnicowanych powierzchni przestrzennych z wykorzystaniem dynamicznej optymalizacji jakościowej tekstur, jak i opracowaniu mechanizmów składowania danych.

Program realizowanego projektu obejmuje opracowanie metodologii szybkiego pozyskiwania zoptymalizowanych jakościowo tekstur dla zróżnicowanych obiektów urbanistycznych. Ważną istotą projektu jest uzyskanie zarówno dużej szybkości przetwarzania informacji graficznej, jak i możliwość fragmentarycznego jej pozyskiwania. W realnych warunkach miejskich często ze względu na ścisłą zabudowę architektoniczną nie ma możliwości jednorazowego pozyskania tekstur kompletnych i całościowych. Stąd powstała idea zrealizowania algorytmu „malowania” teksturami modeli wirtualnych z wykorzystaniem zestawu mobilnego. Realizowany projekt, poza zaoferowaniem nowej metodologii teksturowania obiektów przestrzennych, może w znacznym stopniu przyczynić się do przyspieszenia prac nad modelowaniem i wizualizacją przestrzeni miejskich, stając się alternatywą dla drogich i mało wygodnych w warunkach miejskich rozwiązań działających w oparciu o ideę skanera przestrzennego.

Układ mobilnego rejestratora wykorzystywany do badań będzie się składał z kamery wideo HD umieszczonej na specjalnym uchwycie umożliwiającym płynny i swobodny obrót w dwóch osiach, zaopatrzonej w czujnik położenia GPS, dwuosiowy czujnik obrotu oraz współpracujący z nimi komputer przenośny pełniący rolę analizatora obrazu oraz magazynu danych z przechwytywanymi teksturami (rys. 3). Przeprowadzane badania mają na celu wypracowanie optymalnego algorytmu przetwarzania danych pochodzących z kamery wideo, przy zastosowaniu algorytmów rozpoznawania i łączenia obrazów pochodzących ze zróżnicowanych przestrzeni rzutowania. Przy czym priorytetem jest wypracowanie optymalnej i szybkiej metody pozyskiwania tekstur architektonicznych w warunkach rzeczywistego dużego zagęszczenia budynków w wielkomiejskich centrach oraz maksymalne zautomatyzowanie procesu, tak aby ingerencja obsługi rejestratora była ograniczona do absolutnego minimum. Projekt zakłada, iż rejestrowane tekstury dotyczą obiektów o wcześniej zdefiniowanej geometrii, która ze względu na zastosowanie procedur wykrywania i lokalizacji przestrzennej krawędzi działających w oparciu o transformacje Hougha, jest ograniczona do brył skonstruowanych z niewielkiej ilości wycinków płaszczyzn (wieloboków). Założenie to, co prawda, ogranicza zakres stosowalności rejestratora, ale dla zdecydowanej większości spotykanych w rzeczywistości budynków tak zdefiniowane makiety bryłowe są całkowicie akceptowalne. Tekstury rejestrowane są oddzielnie dla każdego wieloboku. A ich przynależność do odpowiedniej figury ustalana jest z wykorzystaniem geometrii rzutu perspektywicznego na podstawie danych o lokalizacji przestrzennej kamery (położenie „obserwatora” oraz położenie

kątowe osi optycznej – czujnik położenia GPS oraz dwuosiowy czujnik obrotu) oraz predefiniowanych wieloboków tworzących makiety bryłowe budynków. Po każdorazowym wyznaczeniu przynależności transmitowanego z kamery obrazu do konkretnego wieloboku, wszczynana zostaje procedura optymalizacji tekstury. Końcowa wersja tekstury tworzona jest z fragmentów dających obraz lokalnie zoptymalizowany zarówno pod względem poziomu szczegółowości, jak i osiąganego kontrastu.

Niewątpliwie największym wyzwaniem tego projektu jest uzyskanie możliwie jednorodnych jakościowo materiałów do teksturowania przy zastosowaniu algorytmów rozpoznawania oraz łączenia i filtrowania obrazów pozyskiwanych w warunkach zróżnicowanych pozycji rzutowania.

4. Podsumowanie

W chwili obecnej istnieje wiele implementacji automatycznego teksturowania terenów miejskich z wykorzystaniem zdjęć lotniczych. Oferowane metody rejestracji tekstur, ze względu na sposób wykonywania zdjęć z pokładu samolotu lub śmigłowca, są drogie oraz często problematyczne do realizacji ze względu na masowo wprowadzane ograniczenia w ruchu lotniczym nad terenami miejskimi (ze względów bezpieczeństwa). Ponadto zdjęcia wykonywane „z lotu ptaka” oferują często materiał graficzny niekompletny i o niskiej jakości, który jest cenny jedynie dla celów lokalizacji przestrzennej obiektów oraz ich zgrubnego modelowania.

Oryginalnym wkładem niniejszego projektu jest badanie możliwości zastosowania znanych metod obróbki grafiki rastrowej dla zautomatyzowania procesu rejestracji tekstur budynków znajdujących się w gęstej miejskiej zabudowie. W chwili obecnej teksturowanie modeli obiektów urbanistycznych przeprowadza się w sposób niezautomatyzowany, korzystając z programów graficznych 3d (np. Google SketchUp dla obsługi projektu Google Earth). Niska wydajność stosowanych metod jest istotnym ogranicznikiem w tempie rozbudowy różnorodnych systemów użytkowych oferujących wirtualne makiety miejskie.

BIBLIOGRAFIA

1. Wu J., Zhou G., Ding F., Liu Z.: Automatic Retrieval of Optimal Texture from Aerial Video for Photo-realistic 3D Visualization of Street Environment. Fourth International Conference on Image and Graphics

2. Brenner C., Haala N., Fritsch D.: Towards fully automated 3D city model generation. Automatic Extraction of Man-Made Objects from Aerial and Space Images III, 2001.
3. Haala N., Kada M.: Panoramic Scenes for Texture Mapping of 3D City Models. Proceedings of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) working group V/5 on Panoramic Photogrammetry Workshop, 2005, Vol. XXXVI-5/W8,
4. Lee S.C., Soon Ki J., Ram N.: Automatic integration of facade textures into 3D building models with a projective geometry based line clustering. Computer Graphics Forum, September, 2002, Vol. 21, No. 3, s. 511÷519.
5. Merrell P., Akbarzadeh A., Wang L., Mordohai P., Frahm J.M., Yang R.G., Nister D., Pollefeys M.: Real-time visibility-based fusion of depth maps. In International Conference on Computer Vision, 2007, s. 1÷8.
6. Poullis C., You S., Neumann U.: Rapid creation of large-scale photorealistic virtual environments. VR, IEEE, 2008, s. 153÷160.
7. Zhan S., Lu Y., Xuan Y., Zhang L.: Research and Implementation of 3D Modeling Algorithm Based on Image. 2009 International Conference on Signal Processing Systems.
8. Yu S., Wenhong W.: Text Localization and Detection for News Video. 2009 Second International Conference on Information and Computing Science.
9. Jihua C., Jing L.: A texture synthesis algorithm based on block matching. 2009 Second International Conference on Information and Computing Science.
10. Luoyan H.U., Kejing L.I.: Image Texture Recognition Based on Median Filtering and Hough Transform. 2009 International Conference on Industrial and Information Systems.

Recenzenci: Dr inż. Adam Świtoński
Prof. dr hab. inż. Konrad Wojciechowski

Wpłynęło do Redakcji 31 stycznia 2010 r.

Abstract

Recent years have seen a rapid increase in the interest of internet locators and gsm/gps. Internet locators have become very common and very useful devices which, thanks to their features, have revolutionized the level of space orientation of the average user. (Fig. 1) The process of development of these devices can be divided in two phases. The phase of low-poly modelling and the phase of texturisation. The automation of the modelling process is quite an easy task to administer with the use of the electronic database of urban buildings or data

available from aircraft photographs. It is more difficult though to automatize the process of texturisation. It seems that the only good solution here is a manual recording of textures done with the mobile car moving around the city streets. The main objective of this project is to create a method of spatial texturisation of the model in the real time with a picture originally derived from a mobile video camera. In its principles the process of texturisation resembles the process of painting spatial models with the picture coming from the camera in motion. The algorithms detecting shapes of the objects in connection with data coming from the camera detectors are capable of localising sample texture areas for specific layers of the 3D models of buildings. Having gone through the phase of geometric correction and lighting compensation, in the next stage of the process, the collected samples become the source material for the optimized quality of textures. The set of the portable recorder of textures used in the research consists of the HD video camera placed on the special arm enabling a smooth and easy rotation according to two axes. The set is equipped with GPS locator, two-axis rotation detector and a connected portable computer which plays a role of the picture analyser and a database of the collected textures. (Fig. 3) The originality of the project is based on the possibility of using well-known methods of raster graphics processing to automate the process of recording building textures in the congested city areas. At present model texturing of the urban buildings is carried out in the non-automated way with the use of the standard graphics programmes. The low quality of the used methods is the most serious limitation in the process of development of user systems offering virtual urban models.

Adres

Grzegorz ZWOLIŃSKI: Politechnika Łódzka, Instytut Mechatroniki I Systemów Informatycznych, ul. Stefanowskiego 18/22, Łódź, Polska, zwolinsk@p.lodz.pl.
Centrum Komputerowe Wyższa Szkoła Informatyki w Łodzi, ul. Rzgowska 17a, Łódź, Polska, zwolinsk@wsinf.edu.pl.