

WIZUALIZACJA 3D W PROMOCJI DZIEDZICTWA KULTUROWEGO

3D VIZUALIZATION IN THE PROMOTION OF CULTURAL HERITAGE

Józef Jachimski, Władysław Mierzwa, Regina Tokarczyk

Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej, Akademia Górniczo-Hutnicza

Słowa kluczowe: wizualizacja 3D, wirtualna rzeczywistość, fotogrametria
Keywords: 3D visualization, virtual reality, photogrammetry

Wprowadzenie

Współczesne społeczeństwo informacyjne posiada szerokie możliwości technologiczne zarówno promocji jak i zarządzania dziedzictwem kulturowym. Rzeczywistość czasoprzestrzeni kulturowej, na którą składają się między innymi zabytki kultury materialnej określonych okresów rozwojowych, znajduje się w zakresie stale wzrastających zainteresowań współczesnych społeczeństw. Zabytki stanowią elementy rzeczywistości czasów przeszłych. Dają nam one wgląd w wydarzenia i pozwalają na wyobrażenie o tym, jak życie w owym czasie wyglądało. Powszechność internetu stwarza możliwości pośredniego dostępu do dóbr kultury i pokonania tradycyjnie występujących przeszkód w bezpośrednim dostępie tj.: kosztów, odległości i czasu. Konieczna jest jednak informatyzacja dokumentacji o zasobach kultury, co przyczyni się do zwiększenia dostępu do niej (ogólny postulat dostępu do wiedzy dla wszystkich w ramach społeczeństwa informacyjnego).

Naprzeciw tym problemom wychodzą metody rekonstrukcji stanu krajobrazu oraz dzieł architektury i sztuki, z wykorzystaniem komputerowo kreowanej przestrzeni wirtualnej (*virtual reality*, VR), która stwarza u obserwatora wrażenie rzeczywistości realnie istniejącej. Oglądając komputerową rekonstrukcję (VR) obiektu, wirtualny turysta może pogłębiać swoją wiedzę nie kontaktując się bezpośrednio z rzeczywistym obiektem historycznym. VR może w wielu przypadkach dostarczać lepszych wrażeń, niż zwiedzanie rzeczywistego obiektu. Zwiedzający może zapoznawać się z modelem obiektu z dala od zgiełku, o dowolnej porze i w odpowiednio dobranym towarzystwie. Przegląd dokumentacji zabytków, która może się znaleźć w internecie, w zasobach tworzących bazę informacji o zabytkach (*Virtual Heritage*), daje wirtualnemu turyście nieograniczone możliwości. Może się zapoznać z istniejącymi zabytkami, a także z zabytkami nieistniejącymi, znanymi z historycznych przekazów, prezentowanymi jako rekonstrukcje obiektów. Wirtualne zabytki powinny być prezentowane wraz z bogatym materiałem objaśniającym, ukazującym je na tle epoki, w powiązaniu z opisem

historycznego rozwoju miejsca i przestrzeni artystycznej, do której należą. Jest to etap rozwoju cywilizacji kultury wiedzy – od tradycyjnej do sieciowej współczesności i cyfrowej przyszłości.

Wizualizacja 3D i jej formy

Wizualizacja 3D to sposób przedstawiania obiektów trójwymiarowych na płaszczyźnie tak, aby uzyskać wrażenie przestrzeni. Termin ten jest związany z grafiką 3D, dziedziną grafiki komputerowej, zajmującą się przedstawianiem przestrzennych obiektów na ekranie komputera. Wizualizacja wykorzystuje czynniki wywołujące u człowieka wrażenie przestrzeni, które mają charakter fizjologiczny i psychologiczny, wzajemnie się przenikają i granice pomiędzy nimi nie są wyraźne (Bartel, 1958). Różnorodność tych czynników wpływa na wielość form wizualizacji, których usystematyzowanie można przeprowadzić pod kątem różnych kryteriów. Jeśli jako kryterium takiego podziału wybierzemy rodzaj obserwacji, to można tu wyróżnić proste monoskopowe formy wizualizacji, które tylko sprawiają wrażenie przestrzenności obiektu. Należą do nich wszystkie obrazy wykonane w rzucie środkowym (rzut aksonometryczny można traktować jako specjalny przypadek rzutu środkowego). Wrażenie przestrzenności uzyskane jest głównie przez wykorzystanie efektu perspektywy i światłocienia, zróżnicowania skal, przesłaniania obrazów obiektów położonych dalej przez obrazy obiektów położonych bliżej, na tym samym kierunku patrzenia. Do tego rodzaju form należą również panoramy, otrzymane w wyniku pojedynczego zobrazowania lub w wyniku połączenia pewnej ilości odpowiednio wykonanych zdjęć.

Pełną prezentację w 3D uzyskać można wykorzystując efekt stereoskopowy. Najprostszą metodą generowania obrazów stereoskopowych są anaglify. Inne metody (stosowane od kilkunastu lat w fotogrametrycznych stacjach cyfrowych) wykorzystują do uzyskania przestrzennego efektu stereoskopy, filtry polaryzacyjne lub przesłony migowe. Urządzenia takie są już dostępne dla komputerów klasy PC. Można też wspomnieć tu o holografii, jeszcze kilkanaście lat temu wykorzystywanej np. do prezentacji eksponatów muzealnych, wypartej jednak przez o wiele tańsze techniki komputerowe.

Innym kryterium podziału form wizualizacji 3D jest wpływ obserwatora na kierunek i punkt projekcji. Wyróżniamy tu formy pasywne statyczne i dynamiczne (animacje) oraz formy interaktywne z użyciem modeli 3D szkieletowych lub powierzchniowych, modeli VR, panoram czy stereopanoram. Przy prezentacji statycznej generowane są pojedyncze widoki o ustalonych parametrach. Natomiast przy prezentacji interaktywnej użytkownik ma możliwość płynnej zmiany położenia środka rzutów, zmiany kierunku patrzenia oraz przybliżenie lub oddalenie obiektu przez zmianę odległości obrazowej (odpowiada funkcji zoom w aparacie fotograficznym), co daje wrażenie wędrówki po obiekcie. Kolejne obrazy (pojedyncze lub stereogramy) generowane są „w locie” i wyświetlane z wysoką częstotliwością.

Wizualizacje mogą dotyczyć obiektów aktualnie istniejących, istniejących w przeszłości i odtworzonych na podstawie materiałów archiwalnych oraz obiektów fikcyjnych. Jedną z interesujących form wizualizacji 3D obrazu przestrzeni jest łączenie odpowiednio zarejestrowanego i przetworzonego rastrowego obrazu przestrzeni rzeczywistej ze wstawkami uzupełniającymi, zawierającymi projekt rekonstrukcji zabytkowych obiektów nieistniejących, lub projekt nowego obiektu, którego wprowadzenie do zabytkowej przestrzeni jest zamierzone.

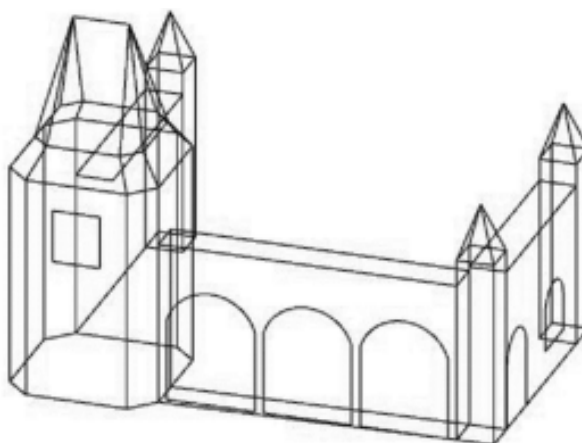
Próby dotyczące konstrukcji takich obrazów, znacznie wyprzedzały erę komputerowej VR. Przykładem mogą być dwa projekty: wiaduktu wprowadzonego do przestrzeni 3D zrealizowanej metodą stereortofotografii lotniczej w Zakładzie Fotogrametrii AGH w drugiej połowie lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku (Jachimski, Wróbel, 1979) oraz drogi wniesionej na stereogram naziemny (Tokarczyk, Tokarczyk, 1976).

Dane do wizualizacji

Danymi potrzebnymi do wizualizacji są modele szkieletowe lub powierzchniowe obiektów oraz obrazy rastrowe, pochodzące z cyfrowych zdjęć, bibliotek programów lub tworzone autorsko specjalnie na potrzeby wizualizacji. Oprócz modeli szkieletowych lub powierzchniowych geometria obiektów trójwymiarowych może być reprezentowana przez sześciennie elementy podstawowe (voxele) lub też przez opis matematyczny - odpowiednimi równaniami. Modele uzyskuje się na podstawie pomiarów fotogrametrycznych, skanowania laserowego i rejestracji z wykorzystaniem światła strukturalnego. Można również tworzyć za pomocą odpowiednich programów komputerowych obiekty mające swoje odpowiedniki w rzeczywistości lub całkowicie fikcyjne, istniejące tylko wirtualnie. Obiekty o prostej geometrii reprezentują zwykle modele szkieletowe (*wire frame*) (rys. 1) lub matematyczne, dla bardziej skomplikowanych – modele powierzchniowe składające się z trójkątów (TIN) opartych na wierzchołkach będących punktami pomiarowymi (rys. 2, str. 168). Modele powierzchniowe tworzone są również na chmurze punktów (*mesh*) otrzymanej z pomiaru naziemnym skanerem laserowym oraz za pomocą połączenia zdjęcia pomiarowego ze skanowaniem operującym światłem strukturalnym.

Do pokrycia powierzchni (*rendering*) używa się zdjęć cyfrowych, będących materiałem pomiarowym do uzyskania modeli metodą fotogrametryczną albo wykonuje się je tylko w celu teksturowania, jak to ma często miejsce na przykład w skanowaniu laserowym. Znajomość elementów orientacji zdjęć wyznaczonych metodą fotogrametryczną pozwala na wykonanie ortofotoplanów, którymi pokrywa się powierzchnie modeli. Dla obiektów o prostej konstrukcji geometrycznej, składających się z powierzchni płaskich i prostokątnych nie są niezbędne elementy orientacji zdjęć, ponieważ można pokryć obiekt stosując transformację rzutową płaszczyzn obrazów na płaszczyznę ścian.

Do renderingu wirtualnych obiektów oprócz zdjęć używa się również tekstur z bogatych bibliotek programów typu CAD lub tworzy się te tekstury, jeśli zasoby bibliotek nie są wystarczające. Dotyczy to głównie obiektów już nieistniejących (np. wirtualne rekonstrukcje starożytnych miast) i obiektów fikcyjnych (np. dla potrzeb filmów fantastycznych, gier komputerowych).



Rys. 1. Model szkieletowy Odwachu na Rynku Głównym w Krakowie (Brodzińska, 2003)

Fotogrametria jako metoda pozyskiwania danych źródłowych

Najbardziej kompletnych danych do wizualizacji dostarczają metody fotogrametryczne: są to modele obiektów tworzone na fotogrametrycznych stacjach cyfrowych na podstawie zdjęć pomiarowych. Zwykle pomiar fotogrametryczny polega na wektoryzacji 3D przestrzennego modelu uzyskanego ze zdjęć stereoskopowych, obserwator rysuje linie tworzące szkielet obiektu prowadząc przestrzenny znaczek pomiarowy wzdłuż jego widocznych krawędzi, obrysowuje detale a także mierzy punkty rozproszone na jego powierzchniach. Dane wektorowe pozyskane ze stacji cyfrowych w formatach takich jak: *dxg*, *dgn*, *dwg* lub w formacie ASCII służą do utworzenia kompletnego modelu szkieletowego (*wire frame*) oraz pokrycia go teksturami zazwyczaj za pomocą programu MicroStation lub AutoCAD (Borowiec, Tokarczyk, 1998), (Gul, Tokarczyk, 1999).

Oprócz fotogrametrycznych stacji roboczych, produkowanych przez instytucje komercyjne, których dostępność poza firmami fotogrametrycznymi jest ograniczona wysoką ceną za oprogramowanie oraz system do obserwacji stereoskopowej, istnieją stacje cyfrowe powstające w instytucjach naukowych, rozpowszechniane na małą skalę, do których zaliczyć trzeba stereoautograf cyfrowy VSD skonstruowany w AGH (Jachimski, Zieliński, 1992) specjalnie przystosowany dla potrzeb fotogrametrycznej inwentaryzacji zabytków. System ten, instalowany na laptopie, wyposażony w stereoskop zwierciadlany, bardzo dobrze sprawdza się również przy wstępnym opracowaniu stereogramów, jeszcze w czasie pobytu ekipy na terenie rewaloryzowanego obiektu (Almagro, 2000). Szereg instalacji tego systemu funkcjonuje w kraju i za granicą.

Istnieją również programy komputerowe umożliwiające skonstruowanie przestrzennych modeli na podstawie pomiaru monoskopowego par lub większej liczby zdjęć. Są to między innymi: Orpheus TU Wien (Kosecka, Tokarczyk, 2005), ASRIX (Almagro i in., 2006), PhotoModeler, Topcon PI 3000 (Chmielewski, Szulwic, 2005). Ceny tych programów są zróżnicowane, w zależności od uniwersalności zastosowań. Programy te pozwalają na kompleksowe opracowanie modelu trójwymiarowego, od kalibracji kamery, przez rozwiązanie i wyrównanie sieci zdjęć, wektoryzację aż po przetwarzanie obrazów cyfrowych w celu uzyskania jak najlepszego efektu późniejszej wizualizacji.

Do metod fotogrametrycznych zalicza się również pomiar z zastosowaniem światła strukturalnego. Polega on na rzutowaniu na obiekt wzorca uzyskanego za pomocą światła białego o znanej orientacji wiązki i rejestracji obrazu tego wzorca w interakcji z obiektem za pomocą kamery cyfrowej o również znanej orientacji. W wyniku triangulacji z takiego zestawu uzyskuje się chmurę punktów wyznaczającą kształt obiektu. Ten rodzaj pomiaru nadaje się głównie do pozyskania danych dla obiektów o stosunkowo niewielkich gabarytach, na przykład dla eksponatów muzealnych (<http://www.archeotyszczyk.republika.pl/dokumentacja3d.htm>).

Najbardziej nowoczesną, szybką i wydajną metodą zaliczaną do metod fotogrametrycznych jest skanowanie laserowe, dostarcza ono współrzędnych bardzo dużej liczby punktów pomiarowych, często rejestrując również dla nich ilość odbijanej energii. Już te informacje pozwalają na wizualizację mierzonego obiektu, ale najczęściej powierzchnię rozpiętą na punktach trójkątów powleka się zdjęciami z kamer cyfrowych, rejestrowanymi wraz z pomiarem laserowym.

Wizualizacja 3D wykorzystywana jest także przez muzealników i archeologów do przedstawiania małych obiektów w technice VR. Dane do tej wizualizacji można pozyskiwać z wykorzystaniem tomografu przemysłowego. Tomograf taki, działający na podobnej zasadzie jak tomografy medyczne, ale wyposażony w znacznie silniejsze źródło promieniowania, skanuje obiekt, dostarczając informacji o kształcie jego przekrojów, zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz mierzonego obiektu (Dimitrow i in., 2006).

Sposoby uzyskania wizualizacji z danych fotogrametrycznych

Jako przedstawienie wyników inwentaryzacji fotogrametrycznej

Komputerowy trójwymiarowy model obiektu pozyskiwany metodami fotogrametrycznymi najczęściej jest wynikiem inwentaryzacji architektonicznej. Taki sposób prezentacji inwentaryzacji jest bardziej kompletny od tradycyjnego przedstawienia w postaci rzutów czy przekrojów. Można z niego otrzymać nie tylko tradycyjną prezentację, czyli plany elewacji, przekroje, rzuty, widoki detali architektonicznych, ale wirtualny model umożliwia również testowanie różnych rozwiązań ewentualnej rekonstrukcji, rozbudowy, przebudowy. Jego wizualizacja z wykorzystaniem do teksturowania aktualnych zdjęć daje efekt fotorealizmu. Wzbogacenie takiego modelu o atrybuty słowne, opisy dotyczące historii obiektu, umiejscowienie go w naturalnym otoczeniu z wykorzystaniem NMT i ortofotomapy, dodanie danych geodezyjnych, administracyjnych w odpowiedniej bazie danych tworzy system informacji o obiekcie (*Monument Information System – MIS*).

Pomiary inwentaryzacyjne wykonywane są przy użyciu kamer fotogrametrycznych lub skalibrowanych kamer niemetrycznych, naziemnych skanerów laserowych, natomiast do teksturowania modeli wykonuje się zdjęcia cyfrowymi aparatami fotograficznymi. Orientacja zdjęć, modeli lub chmury punktów pochodzących ze skanowania oparta jest o fotopunkty mierzone zwykle metodami geodezyjnymi.

Dokładność wyznaczenia geometrii obiektu może być wzorowana na Wytycznych Technicznych G-3.4 "Inwentaryzacja zespołów urbanistycznych, zespołów zieleni i obiektów architektury", chyba, że zleceniodawca inwentaryzacji ma inne wymagania. Oczywiście inna dokładność jest wymagana dla budowli w stanie dobrym, murowanych, inna dla obiektów drewnianych lub ruin. Wpływ na nią ma też wielkość obiektów, dla eksponatów muzealnych wymagane są często dokładności poniżej 1 mm (<http://www.archeotyszczuk.republika.pl/dokumentacja3d.htm>).

Fotogrametryczna inwentaryzacja architektoniczna w postaci cyfrowej dostarcza również rozwinięć niekiedy bardzo skomplikowanych powierzchni, na których znajdują się freski lub malowidła. Przetwarzanie obrazów cyfrowych umożliwia oddanie ich barw w jak najwierniejszy sposób, pozwala w znacznym stopniu odwzorować strukturę i teksturę (Boroń, Wróbel, 1998), (Jachimski, Mierzwa, 1998).

Dane pozyskane z fotogrametrycznej stacji cyfrowej dają informacje o krawędziach i narożnikach obiektu, ale nie obejmują jego topologii. Ponadto mogą występować też martwe pola, tj. obszary niewidoczne na zdjęciach, dla których nie da się albo nie warto wykonywać zdjęć uzupełniających. Wymagają zatem dalszej obróbki, aby rysunek wekto-

rowy był skompletowany: wszystkie linie tworzące krawędzie przylegających płaszczyzn winny się zbiegać w narożnikach, powierzchnie winny być pozamykane i zdefiniowane, uzgodnione styki między poszczególnymi modelami. Przy uzupełnianiu martwych pól stosuje się często kopiowanie identycznych elementów lub ekstrapolację (Borowiec, Tokarczyk, 1998) Do powyższych celów wykorzystuje się narzędzia edycyjne programów CAD lub nakładki do tych programów (np. Archos do AutoCAD), a także funkcje specjalistycznych programów do wizualizacji.

Wizualizacja tworzona metodami fotogrametrycznymi dla celów promocji

Jeśli celem wizualizacji ma być tylko promocja, reklama lub ogólna informacja o obiekcie, to fotogrametria oferuje też tanie, proste metody pozyskania danych, oparte o wykorzystanie np. kompaktowych cyfrowych aparatów fotograficznych. Pomiar polega tu tylko na odpowiednim wykonaniu zdjęć obiektu, bez osnowy geodezyjnej, opracowaniu za pomocą odpowiedniego oprogramowania (PhotoModeler Pro, Topcon PI 3000, Orpheus), nie wykorzystując urządzeń do stereopercepcji. Wyznaczenie parametrów rzutowania dokonywane jest w procesie kalibracji kamery, możliwej do przeprowadzenia w prosty sposób na podstawie odpowiedniego pola testowego i procedury obliczeniowej będącej częścią oprogramowania. Zbudowane na podstawie zdjęć modele obiektów umieszczane są np. na „udrapowanym” na numerycznym modelu terenu (NMT) ortofotogramie lub zdjęciu lotniczym, co nadaje im przybliżoną skalę i orientację (Skuza, 2007).

Należy tu podkreślić, że użycie do rejestracji zwykłych amatorskich aparatów fotograficznych nie musi oznaczać obniżenia dokładności opracowania, może ona dorównywać dokładności klasycznej inwentaryzacji architektonicznej przy zastosowaniu odpowiedniego uzbrojenia obiektu w elementy kontrolne i przeprowadzeniu obliczenia i wyrównania sieci zdjęć (Kosecka, Tokarczyk, 2005).

Etapy wizualizacji

Danymi wejściowymi do wizualizacji 3D jest kompletny model w postaci powierzchniowej (pomińmy modele wokselowe i matematyczne) oraz obrazy rastrowe do teksturowania.

W środowisku CAD dynamiczna wizualizacja wymaga wykonania podstawowych etapów przedstawionych na schemacie (rys. 5).

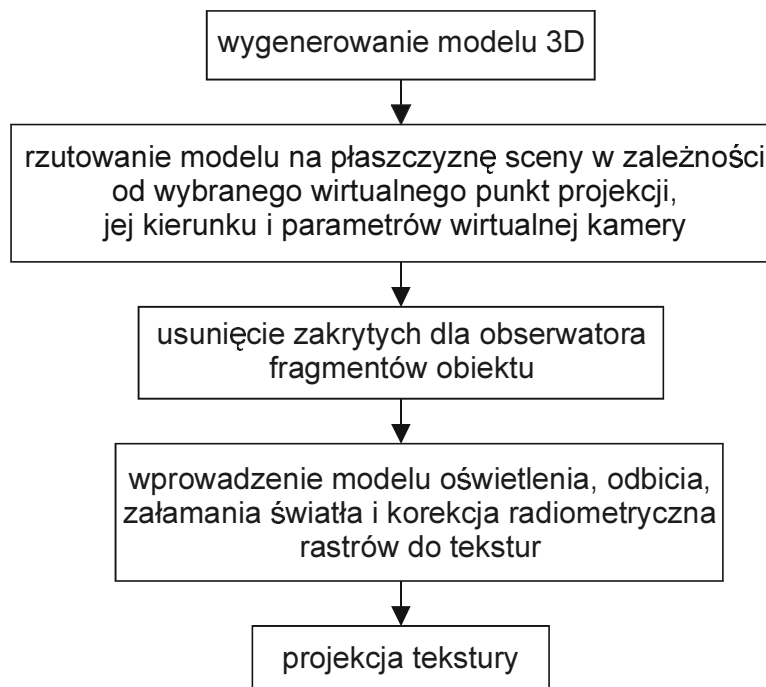
Jak widać ze schematu, wizualizacja wykorzystuje kilka form uzyskania efektu przestrzeni. Są to: rzuty perspektywiczne, efekt światłocienia, zasłaniania, zmiany paralaksy podłużnej przy dynamicznej wizualizacji. Programy do wizualizacji posiadają narzędzia, które te formy realizują. Rzutowanie modelu na płaszczyznę sceny (ekranu) odbywa się na podstawie zależności perspektywicznej między współrzędnymi przestrzennymi punktów obiektu a współrzędnymi na płaszczyźnie obrazu wirtualnej kamery (równanie kolinearności). Kamerę reprezentują jej elementy orientacji: współrzędne środka rzutów, kąty orientacji oraz ogniskowa obiektu. Końcowy etap wizualizacji Odwachu przedstawiono na rysunkach 3 i 4 (Brodzińska, 2003).

Usuwanie powierzchni niewidocznych polega na selekcji obiektów lub i ich fragmentów, które albo są przysłaniane, albo ich skala jest tak mała, że mogą być pominięte w projekcji na płaszczyznę sceny. Stosuje się tu: odrzucanie poza bryłę widzenia (*viewing frustum culling*), śledzenie promieni (*ray tracing*), bufor Z, usuwanie tyłu obiektu (*backface removal*), dynamiczne wykrywanie zasłonięć (*occlusion culling*), itd.

Wrażenie trójwymiarowości obrazu znakomicie pogłębia efekt światłocienia. Na przykład popularny program 3D Studio Max umożliwia tworzenie oświetlenia światłem słonecznym o orientacji i sile zależnej od pozycji Słońca w danym dniu i na danej szerokości geograficznej. Systemy tworzenia oświetlenia (*ray tracing*, *radiosity*) uwzględniają odbicie i rozproszenie światła od powierzchni obiektu (Almagro i in., 2006).

Efekt przestrzeni daje też zastosowanie ruchu wirtualnej kamery, która naśladuje ruch oka obserwatora. Prędkość zmieniających się sekwencji zarówno podczas interaktywnego przemieszczania się kamery jak i w przypadku sporządzonej animacji musi być dostosowana do ludzkiej percepcji i oczywiście do możliwości oprogramowania. Jeśli urządzimy sobie wirtualny spacer z prędkością około 2,5 km/godz., odpowiada to 35 zmieniającym się scenom na metr naszej trasy (Almagro i in., 2006).

Jednak najdoskonalsze wrażenie trójwymiarowości uzyskuje się przez obserwację stereoskopową generowanych w czasie rzeczywistym obrazów, utworzonych w technologii VR. Technologia ta, wykorzystywana dotychczas głównie w grach komputerowych i symulatorach wojskowych stanie się zapewne najpełniejszym medium przekazywania informacji wizualnej, a w połączeniu z dźwiękiem, interakcją czy też nawet z wrażeniami dotykowymi pozwoli na uzyskanie złudzenia przebywania w wirtualnym świecie.



Rys. 5. Schemat etapów przygotowania danych do wizualizacji

Wybór formy wizualizacji

Dziedzictwo kulturowe stanowi dorobek materialny i duchowy poprzednich i obecnych pokoleń. Najczęściej jest ono utożsamiane z architekturą i sztuką. Obiekty należące do tego dziedzictwa oznaczają się wielką różnorodnością zarówno pod względem wartości historycznej czy artystycznej, stanu zachowania, wieku, pochodzenia (obiekty naturalne lub wykonane przez człowieka), przestrzennych rozmiarów, itd. Naturalne jest, aby dostosować formę wizualizacji do obiektu, jaki ma być za jej pomocą przedstawiany. Równie ważne, a może nawet ważniejsze jest dostosowanie formy wizualizacji do celu, jakiemu winna służyć: czy ma to być tylko efektowna ilustracja dodana do informacji o obiekcie, czy ma to być promocja lub reklama (regionu, miejscowości, konkretnego obiektu), czy ma mieć charakter dydaktyczny, poznawczy, czy ma służyć rozrywce.

Stereogramy w formie anaglifów są atrakcyjnym sposobem ilustrowania folderów i stron internetowych, panoramy i stereopanoramy są najczęściej składnikami wirtualnych wycieczek udostępnianych w sieci lub na CD, interaktywne modele 3D stosowane są dla eksponatów muzealnych oraz obiektów kompleksowych.

Przykładem zastosowania panoram niech będzie strona internetowa Kopalni Soli w Wieliczce (<http://www.kopalnia.pl>), gdzie umieszczono wirtualną wycieczkę po kopalni, której składnikami są: interaktywna mapa, zdjęcia i interaktywne panoramy. Podobną wycieczkę, ale szlakiem architektury drewnianej po kościołach Podhala wyprodukowała na CD firma Panometr z Krakowa.

Fotorealistyczne modele 3D tworzone są coraz częściej przy okazji fotogrametrycznej inwentaryzacji architektonicznej. Ze względu na pracochłonność i związane z tym koszty, wykonywane są zazwyczaj dla pojedynczych obiektów, chociaż w miarę rozwoju technologii fotogrametrycznych i skanowania laserowego coraz częściej dotyczą też grupy szczególnie cennych obiektów czy fragmentów zabytkowych miejscowości (informacje o projektach na stronie <http://archive.cyark.org/map/>).

Odrębną grupę stanowią wizualizacje modeli 3D będące wirtualnym odtworzeniem obiektów już nieistniejących, sporządzone na podstawie materiałów archiwalnych (planów, rysunków, zdjęć, opisów). Takim spektakularnym przykładem niech będzie międzynarodowy projekt Rome Reborn, którego efektem ponad dziesięcioletnich prac jest symulacja komputerowa starożytnego Rzymu za czasów cesarza Konstantyna (230 rok n.e.). Wykorzystano do jej utworzenia dane pochodzące ze skanowania laserowego makiety starożytnego miasta, zdjęcia zabytków, rysunki, dawne mapy. Znacznie skromniejszym przykładem jest rekonstrukcja Odwachu na Rynku Głównym w Krakowie, dokonana na podstawie zdjęć archiwalnych, jej efektem jest metryczny model przestrzenny, pokryty rastrami zdjęć (Brodzińska, Tokarczyk, 2003).

Jednak wizualizacja 3D przyszłości to zapewne Wirtualna Rzeczywistość (VR). W tej technologii wykonano jako pierwszą w Polsce wirtualną rekonstrukcję Synagogi Maharszala w Lublinie.

Podsumowanie

- Wizualizacja 3D w połączeniu możliwościami internetu umożliwia udostępnianie i propagowanie dorobku dziedzictwa kulturowego.
- Rodzaj wizualizacji można dopasować do charakteru obiektu.
- Tworzenie wizualizacji 3D wymaga specjalistycznego sprzętu, wiedzy, oprogramowania. Dla obiektów istniejących najbardziej kompletnych danych dostarczają metody fotogrametryczne, fotogrametria dysponuje również narzędziami (programy) do wizualizacji.
- Korzystanie z wizualizacji jest proste, umożliwiają to bezpłatne programy lub wtyczki (plug-in) do programów, jak również programy dołączone do umieszczanych w internecie wizualizacji.

Literatura

- Almagro A., 2000: VSD w Hiszpanii. Współpraca pomiędzy Polską i Hiszpanią w dziedzinie fotogrametrii naziemnej. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 10, Kraków.
- Almagro A., Rodríguez C., González M., Zúniga I., 2006: The Alcazar of Seville in the 14th Century. An Integrated Project of Documentation, Research and Dissemination. The 7th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage, Cypr.
- Bartel K., 1958: Perspektywa malarska, t.2, Warszawa 1958.
- Boroń A. Wróbel A., 1998: Opracowanie fotoplanu malowidła ze sklepienia Kościoła O.O. Pijarów w Krakowie z wykorzystaniem metod fotogrametrii cyfrowej. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 8, Kraków.
- Borowiec M., Tokarczyk R., 1998: Komputerowa prezentacja wyników inwentaryzacji architektonicznej. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 8, Kraków.
- Brodzińska M., 2003: Fotogrametryczna rekonstrukcja obiektu na podstawie materiałów archiwalnych. Praca dyplomowa pod kierunkiem dr inż. Reginy Tokarczyk, obroniona w 2003 r. na WGGiŚ AGH w Krakowie.
- Brodzińska M., Tokarczyk R., 2003: Fotogrametryczna rekonstrukcja Odwachu na Rynku w Krakowie na podstawie zdjęć archiwalnych. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 13a, Kraków.
- Chmielewski K., Szulwic J., 2005: Niemetryczne zdjęcia cyfrowe w fotogrametrii bliskiego zasięgu w systemie Topcon PI-3000. Zeszyty Sesji Jubileuszowej 60-lecia Katedry Geodezji Politechniki Gdańskiej, Gdańsk.
- Dimitrov L., Wenger E., Šrámek M., Trinkl E., Lang-Auinger C. 2006: An Integrated Environment for Visualization and Study of Archaeological Data Generated by Industrial Computer Tomography. The 7th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage, Cypr.
- Gul M., Tokarczyk R., 1999: Przestrzenna rekonstrukcja zabytkowego obiektu. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 9, Olsztyn.
- Jachimski J., Mierzwa W., 1998: Metodyka sporządzenia cyfrowego fotoplanu rozwinięcia sklepienia na przykładzie malowidła Biblioteki Opactwa Cystersów w Lubiążu. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 8, Kraków.
- Jachimski J., Wróbel A. 1979: Stereoortofotografia w procesie weryfikacji poprawności wkomponowania projektu inżynierskiego w krajobraz. Materiały V Sesji Naukowo Technicznej z cyklu "Aktualne zagadnienia geodezji", Nowy Sącz.
- Jachimski J., Zieliński J., 1992: Digital stereoplotting using PC-SVGA monitor. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol 29 B2, Washington.
- Kosecka M., 2005: Wykorzystanie programu Orpheus w trójwymiarowej inwentaryzacji zabytków. Praca dyplomowa pod kierunkiem dr inż. Reginy Tokarczyk obroniona w 2005 r. na WGGiŚ AGH w Krakowie.

- Kosecka M., Tokarczyk R., 2005: Propozycja ekonomicznej metody fotogrametrycznej inwentaryzacji zabytków polskiej wsi z wykorzystaniem do rejestracji cyfrowych aparatów fotograficznych. *Zeszyty Naukowe AGH, Półrocznik Geodezja*, Tom 11, Zeszyt 2
- Skuza M., 2007: Wizualizacja 3D skansenu Muzeum Wsi Kieleckiej przy zastosowaniu metod fotogrametrycznych. Praca dyplomowa pod kierunkiem dr inż. S. Mikruta obroniona w 2007 roku na WGGiŚ AGH w Krakowie. Niepublikowana.
- Tokarczyk R., Tokarczyk A., 1976: Zastosowanie Topokartu do tworzenia rysunków perspektywicznych. *Przegląd Geodezyjny* nr 12.

Summary

The contemporary information society has various possibilities both to promote and manage the cultural heritage. Common use of Internet makes indirect access to cultural goods possible, thus overcoming traditional obstacles of cost, distance and time. However, in order to fully exploit these possibilities, digitalization of documentation is necessary.

3D visualization is a way to present three dimensional objects with the use of computer graphic tools to get the impression of space. Simple impression of space can be obtained by generating a perspective image for assumed position of projection center, focal distance and viewing direction. Plasticity of the image can be increased by using light and shade effect. We can also distinguish static and dynamic (interactive) presentation, which enables us to wander on the object. The successive images are generated "in flight" and visualized with high frequency. The panoramic views are also a very impressive way to present the three dimensional real world. The best 3D effect can be obtained with the use of stereoscopic effect. The simplest way to generate stereoscopic images are anaglyphs.

The data necessary to generate 3D visualization contain mostly a wire frame model of the object and raster images used for rendering planes. The raster images can be either an artificial texture or real images taken with camera. For more complicated surface the TIN model is used. The most effective method to collect all necessary data is photogrammetry. It can provide not only coordinates of points defining the object shape but also images which draped on surface give a photorealistic impression of the object. For measurement of the object shape laser scanning is recently often used. If the purpose of visualization is only promotion, a simple photogrammetric method can be used, with the use of non-metric cameras. Generating data for 3D visualization includes the following stages: generating 3D model of the object shape, projection of the model on assumed projection plane, removing hidden elements, defining the lighting model and the projecting texture.

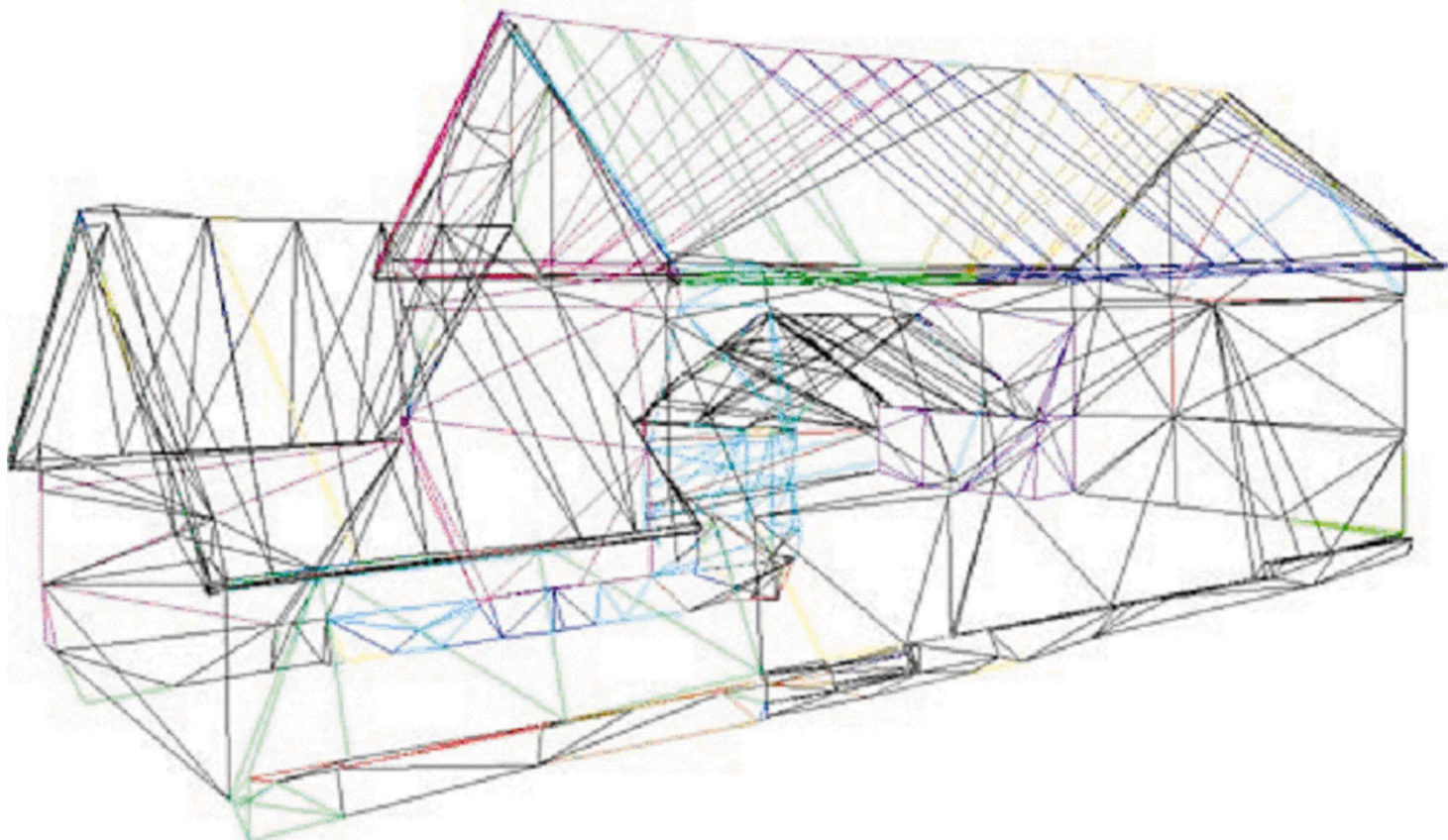
In conclusion it was stated that:

- the type of visualization can be adjusted to the type of object,*
- generating of data necessary for 3D visualization requires special software, knowledge and skill,*
- visualization via Internet is easy and provides broad access to cultural heritage.*

prof. dr hab.inż. Józef Jachimski
jjachim@uci.agh.edu.pl

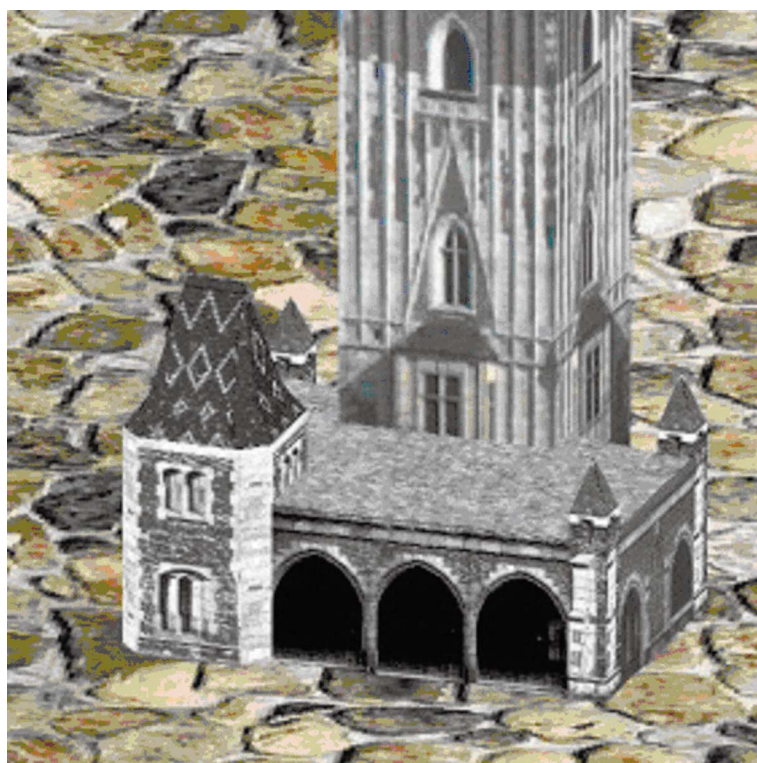
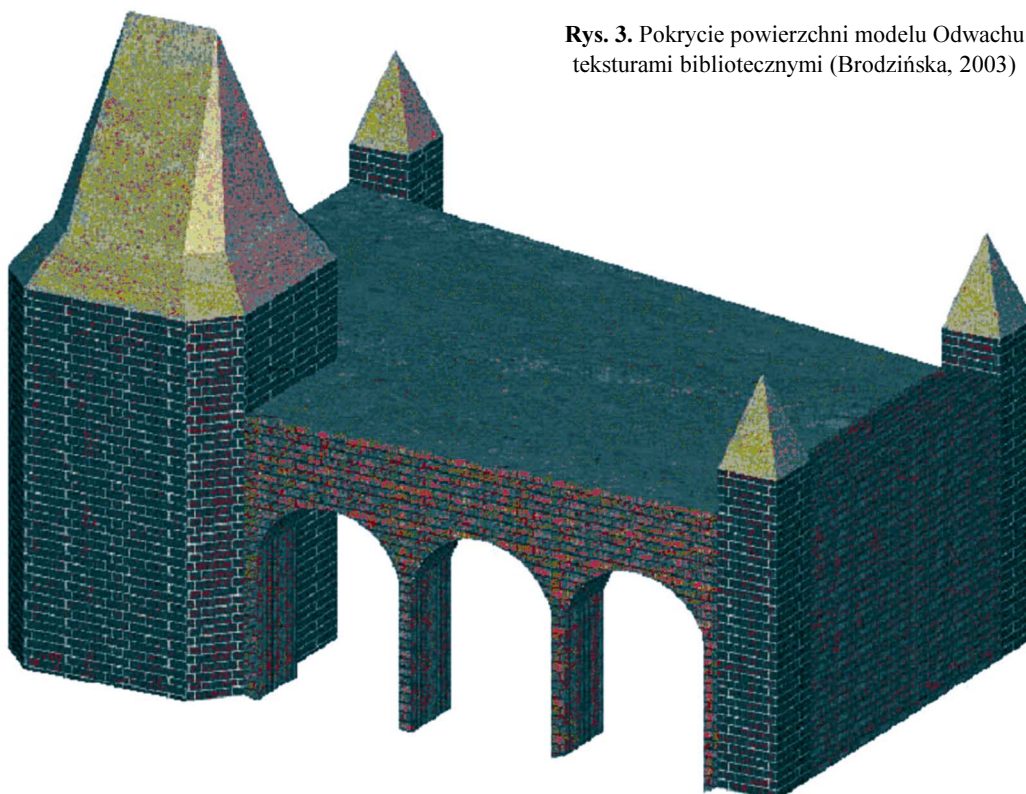
dr inż. Władysław Mierzwa
wmierzwa@uci.agh.edu.pl

dr inż. Regina Tokarczyk
tokarcz@uci.agh.edu.pl



Rys. 2. Model TIN młyna w Raciborowicach (Kosecka, 2005)

Rys. 3. Pokrycie powierzchni modelu Odwachu teksturami bibliotecznymi (Brodzińska, 2003)



Rys. 4. Pokrycie modelu Odwachu teksturą ze zdjęć archiwalnych (Brodzińska, 2003)