

PANORAMY WIRTUALNE

Wielką popularnością w XVII i XIX wieku cieszyły się panoramy. Były to ogromnych rozmiarów malowidła rozwieszane na wewnętrznych ścianach specjalnie zaprojektowanych okrągłych budynków. Specjalny sposób ekspozycji, oświetlenia, połączenie z fragmentami naturalnego terenu i rzeczywistymi przedmiotami pozwalało na uzyskanie wyjątkowego złudzenia rzeczywistości. Znakomitym przykładem panoramy jest *Panorama Racławicka* we Wrocławiu. Czas panoram minął bezpowrotnie wraz z rozwojem kinematografii.

Od kilku lat w sieci Internet rozpowszechniane są panoramy wirtualne. W Internecie pod pojęciem panoramy rozumie się celowo przygotowaną i zapisaną w pliku o specjalnym formacie serię zdjęć wykonanych z jednego punktu obserwacji. Program komputerowy zwany przeglądarką przetwarza ten plik wyświetlając na ekranie monitora serię obrazów dających wrażenie oglądania sekwencji filmowej wykonanej obracającą się wokół pionowej osi lub wokół pewnego stałego punktu kamerą wyposażoną w obiektyw o zmiennej ogniskowej. Każdy z wyświetlanych obrazów jest perspektywą liniową (tj. na tło płaskie). Określenie „sferyczna” w powszechnie używanej w Internecie terminologii angielskiej (ang. spherical panorama) nie jest związane ze sposobem rzutowania i powierzchnią, na którą rzutowany jest obraz, ale podkreśla pełną swobodę obserwacji panoramy – 360 stopni w poziomie i 180 stopni w pionie. Podobnie jest z panoramami cylindrycznymi – w każdym momencie obserwator oglądający taką panoramę widzi obraz - perspektywę liniową. Określenie „cylindryczna” wskazuje na to, że użytkownik nie ma możliwości zmiany kierunku patrzenia w pionie – może go zmieniać wyłącznie w poziomie (od 0 do 360 stopni). Tego rodzaju panoramy prezentowane w Internecie (zarówno walcowe jak i sferyczne) będą dalej nazywane panoramami wirtualnymi, aby wyraźnie je wyodrębnić wśród innych znaczeń słowa panorama. Panorama wirtualna jest w pewnym sensie następcą rozpowszechnianej dawniej *cykloramy*, tj szeregu zdjęć przesuwanych przed oczyma obserwatora, który oglądał je przez szkła powiększające. Istotną różnicą między sekwencją filmową a panoramą wirtualną jest to, że w przypadku filmu operator decyduje o kierunku, prędkości ruchu kamery i kącie widzenia. W przypadku panoramy wirtualnej steruje tymi parametrami użytkownik programu, mający pełną swobodę wyboru.

Szczególną cechą panoram wirtualnych jest to, że ilość danych niezbędnych do prezentacji panoramy jest wielokrotnie mniejsza od wielkości pliku zawierającego zdigitalizowaną sekwencję filmową. Umożliwia to przekazywanie panoram przez Internet, który jest również podstawowym źródłem informacji o sposobach wykonywania panoram wirtualnych.

Wykonanie panoramy wirtualnej

Podstawą do wykonania panoramy wirtualnej jest seria zdjęć fotograficznych wykonanych z dokładnie jednego punktu obserwacji. Jeśli celem jest panorama sferyczna, to zdjęcia winny obejmować całą widoczną przestrzeń –360 stopni w poziomie i 180 stopni w pionie. W przypadku panoram walcowych należy sfotografować 360 stopni w poziomie i mniej niż 180 stopni w pionie. Zdjęcia winny być wykonywane z „zakładką”, tj. na każdym

ze zdjęć winny występować elementy sfotografowane na innych zdjęciach. Dla każdego zdjęcia należy określić możliwie dokładnie jego położenie w ustalonym sferycznym układzie współrzędnych. Należy w tym celu wypoziomować statyw i wybrać pewien kierunek jako początkowy. Dla każdego z ujęć należy podać kąt, jaki tworzy w poziomie oś obiektywu z wybranym kierunkiem (ang. *yaw*) oraz kąt względem płaszczyzny poziomej (ang. *pitch*). Dodatkowo należy jeszcze ustalić kąt widzenia obiektywu w poziomie (ang. *HFOV*).

Wykonane zdjęcia należy najpierw przekształcić do postaci cyfrowej i usunąć wszelkie zniekształcenia (np. Barrela). Kolejnym krokiem jest dokładne dopasowanie poszczególnych zdjęć do siebie. Służą to tego tzw. punkty kontrolne. Dla każdej pary zdjęć (sąsiadujących z sobą w poziomie i w pionie) wybieramy kilka charakterystycznych punktów, które są jednocześnie widoczne na obydwóch zdjęciach. Po ustaleniu punktów kontrolnych dla wszystkich par zdjęć wprowadza się ich współrzędne do odpowiedniego programu komputerowego, który koryguje ustalone wcześniej informacje o położeniu zdjęcia w sferycznym układzie współrzędnych (ang. *yaw*, *pitch* i *HFOV*) tak, aby odległość między wybranymi punktami kontrolnymi po przekształceniu ich w panoramę była najmniejsza. Dodatkowym elementem, który można wykorzystać do dopasowywania zdjęć, są tzw. piony – krawędzie, które w rzeczywistości są pionowe, również na panoramie powinny być pionowe.

Proces dopasowywania zdjęć jest bardzo żmudny, wymaga wielu prób i eksperymentów. Ważny jest nie tylko właściwy dobór punktów kontrolnych (i dokładne odczytanie ich współrzędnych na łączonych zdjęciach, ale i trafne ustalenie wstępnej orientacji zdjęć. Minimalizacja odległości punktów kontrolnych następuje w wyniku kolejnych iteracji, których zbieżność i ostateczny rezultat w dużej mierze zależy od warunków początkowych.

Do przekształcenia zdjęć w panoramę służy specjalistyczny program komputerowy zwany z j. angielskiego *stitcherem*. Do prac autor wybrał program PTStitcher opracowany przez H.Derscha i dostępny bezpłatnie na jego stronie <http://www.fh-furtwangen.de/~dersch/>. Program ten z cząstkowych perspektyw liniowych (tj. pojedynczych zdjęć) wykonuje perspektywę sferyczną. Każde ze zdjęć jest odpowiednio skalowane i rzutowane na sferyczne tło ze środka tej sfery w taki sposób, że zdjęcie jest styczne do sfery tłowej w punkcie, którego współrzędne biegunowe są równe odchyleniu w poziomie (*yaw*) i w pionie (*pitch*) osi obiektywu aparatu fotograficznego. Dla zdjęcia punkt styczności jest jego środkiem, tj. punktem głównym rzutu środkowego. Inaczej mówiąc, wszystkie informacje o sfotografowanych obiektach, które na zdjęciach fotograficznych podawane są we współrzędnych kartezjańskich (dla każdego piksela), w przypadku sferycznej panoramy wirtualnej podawane są we współrzędnych sferycznych. Należy jeszcze raz podkreślić, że współrzędne sferyczne służą wyłącznie do zapisu informacji o otoczeniu. Przy wyświetlaniu panoramy na ekranie jest ona przekształcana do postaci liniowej.

Zastosowanie panoram wirtualnych

Panoramy wirtualne są znakomitym sposobem rejestrowania i prezentacji informacji wizualnej, toteż ich zastosowanie może być bardzo szerokie. Mogą być wykorzystywane do rejestracji wszelkiego rodzaju obiektów architektonicznych, zarówno wewnątrz jak i całych zespołów budowli w powiązaniu z otoczeniem. W przypadku zwykłej dokumentacji fotograficznej lub filmowej wykonawca decyduje co i jak sfotografować, ma możliwość kształtowania sposobu przedstawiania (i tym samym odbioru) rejestrowanych obiektów. Panoramy sferyczne pokazujące wszystko to, co widać z danego punktu obserwacji, są bardziej obiektywne. Panoramy mają zatem wyjątkowe walory dokumentacyjne. To odbiorca panoramy decyduje o tym, jaką część otaczającej go przestrzeni zobaczyć - wszystkie przeglądarki posiadają tzw. zoom, tj. jest możliwa zmiana kąta widzenia. Można pokazać

zarówno drobny szczegół jak i szeroką panoramę. Każdy element przestrzeni objętej panoramą można zobaczyć zarówno oddzielnie, jak i w powiązaniu dowolnie wybranym otoczeniem. Swoboda obserwacji jest, jak się wydaje, niezwykle istotną cechą panoram wirtualnych.

Kolejnym ważnym zastosowaniem panoram wirtualnych jest możliwość wizualizacji zmian wprowadzanych w istniejącą rzeczywistość. Mogą to być zarówno zmiany stosunkowo nieznaczne np. zmiana koloru elewacji budynku, jak i daleko idące ingerencje w środowisko w postaci np. nowych osiedli mieszkaniowych czy obiektów wysokich zmieniających pejzaż. Zmiany te można wprowadzać przez odpowiednie przekształcenie zdjęć fotograficznych tworzących panoramę. W przypadku obiektów projektowanych można wykonać odpowiednie wizualizacje i wmontować je do oryginalnych zdjęć fotograficznych. Tak przygotowane panoramy (nawet w kilku możliwych wersjach) mogą ułatwić podjęcie właściwej decyzji.

Duże znaczenie ma również niezwykle sugestywność i dynamika panoram wirtualnych, przyciągają one uwagę obserwatorów. Nadają się więc szczególnie do celów promocyjnych w Internecie, zarówno obiektów architektonicznych jak i rozległych widoków górskich.

Przykłady opracowanych przez autora artykułu panoram oraz informacje o ich wykonywaniu (wraz ze zdjęciami) podane są na internetowej stronie autora o adresie <http://zeus.polsl.gliwice.pl/~hglinski>.

VIRTUAL PANORAMAS

The paper gives basic notions connected with virtual panoramas distributed by the Internet and their short characteristics. Their advantages have been presented as well as examples of their application given.

Recenzent: dr inż. Adam LANKOSZ