

KAZIMIERZ WIECZORKOWSKI
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
w Toruniu

TRÓJWYMIAROWA WIZUALIZACJA KOMPUTEROWA W ZASTOSOWANIACH NAUKOWYCH I EDUKACYJNYCH

ABSTRACT. Wieczorkowski Kazimierz, *Trójwymiarowa wizualizacja komputerowa w zastosowaniach naukowych i edukacyjnych* (3D visualisation in scientific and educational applications), „Neodidagmata” XXIV, Poznań 1999, Adam Mickiewicz University Press, pp. 143–160. ISBN 83-232-0956-1. ISSN 0077-653X.

Visualisation with 3D graphics is used in some problems in education specially in modeling of geometry in virtual reality. Generally virtual reality is a way for humans to visualize, manipulate and interact with computers and extremely complex data. The 3D visualization part refers to the computer generating visual, auditory or other sensual outputs to the user of a within the computer. The applications being developed for 3D graphics run a wide spectrum, from games and educational systems to technical and architectural projects. Many applications are worlds that are very similar to real world. Some applications provide ways of viewing from an advantageous perspective not possible with the real world, like scientific simulators and telepresence systems, medical applications, and educational software. Screen-based presentations address subsets of human capacity, the 3D graphic learning environment provides a context that includes the multiple nature of human intelligence: verbal, linguistic, logical, mathematical, auditory, spatial, inter- and intrapersonal. The technology is designed to fit human architecture. A virtual world empowers us to move, talk, gesticulate, and manipulate objects and systems in a natural way: to move an object, you reach out your hand and pick it up; to see what you hear going on behind you, you turn around and look. 3D graphics may be created in Internet with VRML protocol.

Kazimierz Wieczorkowski, Instytut Pedagogiki, Zakład Technologii Kształcenia, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, ul. Asnyka 2a, 87-100 Toruń, e-mail: wiecz@cc.uni.torun.pl., <http://www.ped.uni.torun.pl>

WSTĘP

Rozwój nauki wymaga stosowania coraz to nowszych technologii. Prowadzenie badań naukowych potrzebuje także zrozumienia i poparcia społecznego choćby dla uzasadnienia ponoszonych wydatków. Niezbędna jest więc odpowiednia prezentacja osiągnięć nauki. W jeszcze większym stopniu środki prezentacji wyników potrzebne są samym pracownikom naukowym. Wymaga tego rosnąca złożoność prowadzonych

badania. Wzrasta więc rola technologii zarówno w badaniach naukowych, jak i w procesie edukacji. Najbardziej dynamicznie rozwijają się technologie cyfrowe: komputery, telekomunikacja, multimedia, które wzbogacają środowisko edukacyjne i podnoszą efektywność kształcenia. Wielofunkcyjne nowe technologie wnoszą do procesu dydaktycznego ogromną różnorodność metod, środków, odczuć i wrażeń. Stosowanie środków dydaktycznych: modeli, fotografii, muzyki, filmu, programów komputerowych uruchamia w procesie dydaktycznym nowe bodźce zwiększające stopień percepcji, rozwijające wyobraźnię, wrażliwość i refleksję. Poszerza to sferę kreatywnej wizualizacji dydaktycznej (Dylak S. 1995). Jednocześnie efekty wykorzystania tych środków wywołują skutki wychodzące daleko poza sam proces edukacyjny i mają duże znaczenie w procesie ogólnego rozwoju kulturalnego jednostki. Wiele dzieł opracowanych z użyciem nowych technologii i środków edukacyjnych stanowi duże osiągnięcia kulturalne. Przykładem mogą tu być komputerowe prace graficzne, animacje komputerowe, multimedialne wydawnictwa (np. encyklopedie i przewodniki z zakresu sztuki), których znaczenie jest większe niż wydanie wielu książek, artystycznie wykonane filmy dydaktyczne, wideoklipy filmowe oraz dobrze przemyślane programy komputerowe, a nawet realistyczne gry komputerowe. Coraz częściej środki do tworzenia tych dzieł dostępne są w szkole i w domu. Stwarza to oprócz tradycyjnych narzędzi dodatkowe środowisko twórcze dla dzieci, młodzieży i dorosłych. Nowe technologie edukacyjne odznaczają się coraz większą dynamiką i podkreślają znaczenie przestrzeni i czasu. Ma to szczególne znaczenie w symulacji komputerowej i multimedialnych prezentacjach dydaktycznych. Metody symulacyjne pozwalają na przedstawienie w procesie dydaktycznym tych zjawisk i procesów, których bez komputera nie dałoby się poznać. Symulacja pozwala na zmiany skali czasowej, przekształcenie przestrzeni, syntezę przestrzennego dźwięku i obrazu, a w tym wszystkim uwzględnienie przypadkowości zdarzeń. Zależności czasowe między informacjami różnych typów, ich wzajemna orientacja w przestrzeni oraz synchronizacja zdarzeń są istotnymi aspektami prezentacji multimedialnych. Relacje te obejmują nie tylko sekwencję czasową prezentacji obrazu i dźwięku, ale także wzajemną synchronizację różnych środków przekazu, np. związek między dźwiękiem a obrazem w filmie, związki przestrzenne między obiektami. Komputerowe odtworzenie realnego środowiska w trójwymiarowej przestrzeni (3D) pozwala na odzwierciedlenie zjawisk, zdarzeń, sytuacji, a nawet zachowań w zbliżonej do realnej postaci z zachowaniem przestrzennej propagacji dźwięków. Zastosowania tego typu nazywane są wirtualną rzeczywistością (ang. *virtual reality*). Koncepcja wirtualnej rzeczywistości wiąże się z wywołaniem u odbiorcy realistycznych wrażeń w sytuacji, która nie jest rzeczywistą. Polega to na wywołaniu iluzji w sferze ludzkich odczuć, doznań wzrokowych i słuchowych. Problematyka wirtualnej rzeczywistości jest tak różnorodna, że zainteresowanie nią wyrażają z jednej strony przedstawiciele dziedzin technicznych, informatyki i nauk przyrodniczych, z drugiej zaś zajmuje się nią psychologia, pedagogika, socjologia, filozofia i niektóre dziedziny sztuki. Problemy wirtualnej rzeczywistości są już wykorzystywane w wielu zastosowaniach przemy-

słowych, medycznych, naukowych i stanowią w wielu krajach poważny problem badawczy. Wirtualna rzeczywistość wprowadzana jest do gier komputerowych i programów edukacyjnych¹. Niesie ona ogromny potencjał ciekawych poznawczo zastosowań i jednocześnie budzi grozę i obawy przed zastosowaniami upowszechniającymi drastyczne sceny, pornografię i niewłaściwe treści społeczne. W literaturze polskiej problem wirtualnej rzeczywistości jest reprezentowany bardzo skąpo. Szczególnie problem wykorzystania jej w edukacji był dotychczas rozważany w ograniczonym zakresie.

PREZENTACJE EDUKACYJNE I WIZUALIZACJA NAUKOWA

Samo widzenie obiektu nie daje pełnej informacji o nim. Ważne jest, by wiedzieć, gdzie się on znajduje względem nas samych, jaka jest jego historia itd. Nasz mózg jest w stanie to określić dzięki umiejętności zwanej widzeniem głębi przestrzeni² i możliwościom zapamiętywania informacji. Jednym z najważniejszych zjawisk związanych z odbieraniem głębi przestrzeni jest widzenie dwuoczne. Ponieważ oczy są od siebie nieco oddalone, każde patrzy na otaczający świat pod nieco innym kątem. Obrazy są nieco przesunięte i daje to efekt 3-wymiarowości obrazu. Mózg odbiera informacje napływające z obojga oczu i dokonuje oceny odległości dzielącej nas od oglądanego obiektu. Proces ten zwany jest widzeniem stereoskopowym. Mózg przyjmuje obrazy odbierane od obojga oczu bezkrytycznie. Rozwój metod prezentacji wiedzy obserwowany jest przede wszystkim w sferze wizualnej. Znaczenie obrazu i dźwięku w komunikacji człowieka z komputerem oraz w procesie dydaktycznym jest dostrzegane przez nauczycieli w coraz większym stopniu. Dostrzegają to również producenci środków technicznych. Komunikacja człowieka z otoczeniem odbywa się głównie drogą wizualno-akustyczną. Tekst jest tylko pośrednim narzędziem komunikacji. Dotychczas informacja, którą chcieliśmy przekazać musiała być „zakodowana” w postaci tekstu, a po przekazaniu musiała być „rozkodowana”, aby mogła być poprawnie zrozumiana. Zakłada się przy tym, że zarówno nadawca, jak i odbiorca posługują się tym samym językiem (alfabetem, kodem). W procesie tym następowały zniekształcenia i przekłamania prowadzące do nieporozumień. Dotychczas produkowane miernej jakości urządzenia wizyjne nie zachęcały nauczycieli zbytnio do stosowania wizualnych metod prezentacji. Rozwój technologii audiowizualnej, dającej wysokiej jakości obraz i dobrej jakości dźwięk, pociąga młodzież i wykładowców. Metody komunikacji wizualnej jeszcze dobrze nie rozwinęły się, a już wielu pedagogów obawia się, że zbyt daleko idący postęp w tej dziedzinie spowoduje przytłumienie wrażliwości uczniów, ograniczenie wyobraźni

¹ M.C. Salzman, Ch. Dede, R.B. Loftin, *Usability and learning in educational virtual realities (Internet)*.

² M. Bąk, *Gramatyka przestrzeni (na przykładzie koncepcji C. Vandeloise'a)*, [w:] Z. Muszyński (red.), *Język, znaczenie, rozumienie i relatywizm*, Uniwersytet Warszawski, Warszawa 1991, s. 79-89.

i wywoła inne uboczne skutki. Dotyczy to np. produkowanych w dużych ilościach komiksów i różnego rodzaju uproszczonych wizualnych i rysunkowych materiałów dydaktycznych. Pojawiające się „komiksowe” podręczniki sprowadzają często przekazywany materiał dydaktyczny do minimum wysiłku intelektualnego ucznia. Autorzy takich podręczników sądzą, że za pomocą komiksu uda im się „przemycić” materiał dydaktyczny niejako „przy okazji” (metodę tę wykorzystuje się także w grach komputerowych). Trzeba jednak zauważyć, że jeszcze niedawno nauczyciel nie miał do wyboru zbyt wielu możliwości wizualnego wzbogacenia lekcji: czasami wykorzystywał jakieś plansze, mapy, rysunki, zdjęcia, czasami film czy taśmę dźwiękową. Sprzęt komputerowy, telekomunikacyjny i audiowizualny daje nauczycielowi i uczniowi przede wszystkim dynamikę, i wysoką jakość materiału dydaktycznego, oraz ogromne zasoby programowe i informacyjne. Zanim więc dojdzie do przesytu w stosowaniu prezentacji wizualnej i do negatywnego oddziaływania na ucznia audiowizualnych form przekazu, warto zastanowić się nad ich poprawnym, efektywnym i atrakcyjnym wprowadzaniem. Mnogość materiału wizualnego wymaga nowych metod reprezentacji i klasyfikacji informacji graficznej oraz nowych metod wizualizacji³. Jak w wielu innych przypadkach media dźwiękowe i wizualne mogą być wykorzystane w niewłaściwy, a nawet szkodliwy sposób. Problem oddziaływania środków masowego przekazu na uczniów jest przedmiotem wielu badań pedagogicznych i psychologicznych.

Wizualizacja jest metodą przedstawiania zagadnień z użyciem środków graficznych i wizyjnych. W procesie wizualizacji mogą być stosowane różne technologie: od fotografii, poglądowych rysunków poprzez grafikę komputerową, film dydaktyczny i naukowy do trójwymiarowej wizualizacji w wirtualnej przestrzeni edukacyjnej. Efekty przestrzenne i ich przedstawienie zarówno w filmie, jak i programach komputerowych szczególnie mocno wpływają na atrakcyjność prezentacji, a często są jedyną formą prezentacji zjawiska. Istnieje cały szereg zagadnień edukacyjnych, w których przedstawienia obiektów trójwymiarowych w procesie dydaktycznym może dawać duże efekty np.:

- wizualizacja trójwymiarowych funkcji matematycznych: bryły, powierzchnie, torus,
- wizualizacja przestrzenna cząsteczek chemicznych,
- wizualizacja łańcuchów DNA w biologii,
- wizualizacja przestrzeni architektonicznej, galerii, obiektów zabytkowych,
- symulacja pracy silnika samochodowego lub silnika odrzutowego samolotu lub rakiety,
- wizualizacja organów ciała ludzkiego w medycynie,
- wizualizacja trójwymiarowych zależności wyników badań ankietowych w psychologii, socjologii i pedagogice.

³ G. L. Lohse, K. Biolsi, N. Walker, H. H. Rueter, *A Classification of Visual Representations, Communications of the ACM*, 1994, Vol. 37, nr 12, s. 36-49.

Komputerowe programy graficzne pozwalają na przestrzenne przedstawienie struktury procesów oraz na trójwymiarową symulację zjawiska, jak również na używanie przestrzennych wyników rozwiązywanego problemu. Taka prezentacja zjawisk i procesów znacznie pobudza aktywność studentów oraz pozwala na wszechstronną analizę rozwiązywanego problemu i osiągnięcie wysokiego stopnia percepcji. Animacje stwarzają dodatkowe możliwości przedstawienia w interesujący sposób wielu zagadnień. Ma to szczególnie duże znaczenie w naukach przyrodniczych i technicznych⁴.

GRAFICZNE ŚRODOWISKO KOMPUTEROWE

Współczesne edukacyjne programy komputerowe posiadają tzw. graficzny interfejs użytkownika (GUI), który sprawia, że użytkownik programu nie musi uczyć się wielu różnych parametrów i wykonywać określone szczegółowe czynności, aby zrealizować jakieś funkcje programu. Graficzny interfejs pozwala na uproszczenie obsługi i wykonywanie większości funkcji za pomocą myszki, joysticka lub manipulatorów innego typu. Daje on uczniowi (studentowi, nauczycielowi) w każdej chwili pełną informację o możliwych do wykonania funkcjach programu i na każdym etapie wykonania programu może demonstrować w postaci graficznej wyniki. Czynności są przy tym zwykle tak uproszczone, że program może obsługiwać osoba nie przygotowana informatycznie (nawet dziecko). Wiele operacji graficznych nie byłoby możliwych bez interfejsu graficznego, ponieważ wymagałoby to wykonywania tysięcy precyzyjnie określonych instrukcji programowych. Graficzna komunikacja z programami komputerowymi (np. system okienek) pozwala użytkownikowi na jednoczesne śledzenie kilku programów realizowanych równolegle w tym samym czasie.

Szybkość i jakość przetwarzania grafiki trójwymiarowej w zastosowaniach komputerowych zależy od kilku czynników, z których najważniejsze to: specjalna karta grafiki 3D lub akcelerator tej grafiki, monitor kolorowy o dużej rozdzielczości, szybki procesor (obecnie ponad 200 MHz), duża i szybka pamięć operacyjna i dyskowa. W roku 1997 rozwiązano problem przyspieszenia grafiki w popularnych aplikacjach pod systemem Windows. Obecnie większość osób korzystających nawet z edytorów tekstu, arkuszy kalkulacyjnych i programów komunikacyjnych właściwie nie zauważa różnic między wydajnością najszybszych i najwolniejszych kart akceleratorów grafiki dwuwymiarowej. Szkoły i uczniowie, którzy z myślą o przyszłości decydują się na zakup karty akceleratora muszą wziąć pod uwagę nowe zagadnienie: prędkość i jakość grafiki trójwymiarowej. Jak dotąd, grafika przestrzenna – tworzenie scen i ilustracji z naturalną głębią – pojawiała się jedynie w grach komputerowych i zastosowaniach naukowych. W popularnych grach, takich jak Mech Warrior

⁴ Od 1996 roku wydawany jest w Polsce „Kwartalnik Grafiki Komputerowej i Projektowania CAD” pod nazwą „3D” poświęcony w całości trójwymiarowej wizualizacji w nauce i technice.

2 lub Monster Truck Rally, rozgrywki piłkarskie Fifa 98 zastosowano przestrzenne efekty i krajobrazy, żeby przenieść grających w realistyczny świat akcji.

Arkusze kalkulacyjne takie jak MS Excel umożliwiają tworzenie trójwymiarowych wykresów, ale już niedługo grafika przestrzenna umożliwi tworzenie graficznej reprezentacji danych, dzięki czemu szczegółowe dane będą mogły być przedstawiane na ekranie. Na przykład będzie można wyświetlić zestawienia dotyczące 50 klas szkolnych w formie mapy przestrzennej. Testy wykazały, że różnice wydajności poszczególnych kart graficznych są czasami ponad trzykrotne. Pakiet Direct3D (D3D) jest interfejsem programowania standaryzującym proces komunikacji między programami używającymi funkcji grafiki przestrzennej a sprzętem, który te funkcje realizuje. Przy uruchamianiu gry lub aplikacji wymagającej D3D oprogramowanie sprawdza, czy system zapewnia odpowiedni poziom obsługi D3D. Pakiety uwzględniają również takie techniki jak: rendering przestrzenny dla scen trójwymiarowych, mgły, przezroczystości, rozbłyski zwierciadlane.

Program Draw Primitive służy programistom do wzbogacenia aplikacji o funkcje grafiki przestrzennej i pozwala na szybszą realizację aplikacji z grafiką przestrzenną. Niektórzy sądzą, że technologia przyspieszania grafiki przestrzennej jest jeszcze w powijakach. Produkowane obecnie układy scalone znacznie przewyższają pod względem możliwości najnowsze karty graficzne. Niektóre karty np. All-In-Wonder pozwalają na podłączenie komputera PC do dowolnego odbiornika telewizyjnego, dzięki czemu można prezentacje wyświetlać na znacznie większym ekranie telewizora. Komputer PC wyposażony w kartę 3D Graphics Pro Turbo PC2TV może być użyty w sali konferencyjnej lub dydaktycznej do wyświetlania prezentacji na ekranie telewizyjnym.

TWÓRCZOŚĆ W ZAKRESIE GRAFIKI TRÓJWYMIAROWEJ

Wraz z rozwojem możliwości graficznych komputerów pojawiła się nowa dziedzina sztuki – sztuka intermedialna. Jest ona obszarem ekspresji dla wielu artystów, którzy próbują nowych technologii w swojej dziedzinie. Powstaje nowa dziedzina sztuki. Malarz zawsze miał problem jak przedstawić trzeci wymiar. Stosując graficzne programy komputerowe, mamy do dyspozycji pewne dodatkowe narzędzia wspomagające proces rysowania w przestrzeni, ale dzieło jest w pełni zdeterminowane twórczymi możliwościami człowieka. Sam najdoskonalszy program niczego nie tworzy, może jedynie wiernie odtworzyć dzieło wytworzone wcześniej. Fotografia artystyczna znalazła również w technice komputerowej możliwości dalszego rozwoju. Znane są niezwykle ciekawe prace fotograficzne uzyskiwane drogą obróbki komputerowej zdjęć artystycznych. Artysta fotografik R. Horowitz stosuje właśnie tego typu metody i osiąga w tej dziedzinie fantastyczne efekty. Komputer pozwala tu na różnego rodzaju przekształcenia fotografii, stosowanie filtrów, dokonywanie dowolnego montażu. Komputerowe narzędzia do tworzenia grafiki 3D są chętnie wy-

korzystywane przez twórców filmowych i telewizyjnych do realizacji videoklipów, filmowych efektów specjalnych i filmów reklamowych. Niektóre z nich odznaczają się wysokimi walorami pod względem artystycznym. Mówiąc o grafice trójwymiarowej, nie można nie wspomnieć o możliwościach tworzenia multimedialnych baz danych dotyczących twórczości graficznej 3D. Obrazy takie mogą być przechowywane w obiektowych bazach danych. Prace badawcze skierowane są na problem wyszukiwania informacji w takich bazach na podstawie zadanych graficznie cech obrazu. Prace te są jednak bardzo trudne i trzeba poczekać jeszcze kilka lat na jakies interesujące opracowania w tej dziedzinie.

ROZWIJANIE STEREOSKOPOWEGO WIDZENIA I ĆWICZENIE PRZESTRZENNEJ WYOBRAŹNI

Dotychczas w szkole istniały niewielkie możliwości rozwijania umiejętności patrzenia na przestrzeń poza obserwowaniem jej samej. Bardzo trudno było pokazać jakiegokolwiek przykłady pobudzające wyobraźnię przestrzenną ucznia. Wielu uczniów, a nawet studentów, kończy szkołę bez rozwiniętego zmysłu przestrzennego widzenia, z bardzo słabo rozwiniętą wyobraźnią przestrzenną. Dopiero modelowanie przestrzeni trójwymiarowej w komputerze i operowanie na niej pozwalają studentowi (uczniowi) na eksperymenty przestrzenne. Nauczyciel geometrii ma ogromne możliwości przedstawienia brył (i to dość złożonych) w komputerze, pokazania efektów przekształcania, przenikania brył, operowania powierzchniami w przestrzeni, krzywymi wielowymiarowymi itp. Modelowanie przestrzenne wiąże się z takimi problemami, jak: geometria trójwymiarowa obiektów, hierarchia obiektów, przenikanie i zasłanianie się brył, dynamika (ruch w przestrzeni), tekstury (wzory wypełniające powierzchnie obiektów), oświetlenie, przestrzenne rozchodzenie się dźwięków, odbicia światła i dźwięku, perspektywa itd. Wszystkie te efekty mogą być modelowane za pomocą programów komputerowych pozwalających na badanie ich wpływu zarówno oddzielnie, jak i łącznie. Nauczyciel stereometrii lub geometrii wykresłej w każdym typie szkoły może pokazać uczniom dowolne bryły w ruchu, w rzutach. Łatwo może zademonstrować przenikanie się brył, wpisanie jednych brył w inne, wyznaczać ich charakterystyczne parametry, wyznaczać płaszczyzny przecięcia.

ANIMACJA KOMPUTEROWA

Większość komputerowych pakietów graficznych posiada obecnie elementy niezbędne do tworzenia prostych animacji komputerowych. Możliwości takie posiada np. CorelDraw oraz program graficzny dla dzieci, np. Fine Artist (Microsoft). Animacja komputerowa łączy naukę i sztukę w nowe kino cyfrowe. Filmy nie są pomocą naukową, lecz wspierają edukację. Potrafią bardziej sugestywnie pokazać to, czego w rzeczywistości nie można zaobserwować. Animacja może być dwu-

lub trójwymiarowa. Wizualizacja dwuwymiarowa podobna jest do tradycyjnej animacji uprawianej w wytwórniach filmów rysunkowych. Wizualizacja komputerowa stała się fantastycznym narzędziem prezentacyjnym w pracy naukowców. Mogą oni pokazać wszystkie zjawiska przy użyciu naukowej wizualizacji. Nasze oczy mogą widzieć niewidzialne, samoloty mogą latać w syntetycznym świecie, możemy odwiedzać inne planety i podróżować w przyszłość. Na podstawie obserwacji, pomiarów, filmów można stworzyć symulowane, przestrzenne modele rzeczywistości, np.: rozprzestrzenianie się pożaru w lesie, ruchy cząsteczek gazu w rozprzestrzeniającej się burzy, powstawanie chmur wskutek ogrzewania słonecznego terenu, symulacja ruchu powietrza i tworzenia się dziury ozonowej. W animacji komputerowej stosowane są różne metody modelowania, takie jak:

- modelowanie siatkowe (modelowanie postaci ludzkich i zwierzęcych),
- modelowanie fizyczne (generowane przez komputer obiekty zachowują się jak żywe),
- animacja cząsteczkowa (ogień, wybuchy, rozpryski).

Animacja komputerowa jest szczególnie chętnie wykorzystywana przez twórców edukacyjnych programów komputerowych, ponieważ może pokazać nieco więcej niż książka. Polega na przedstawianiu w programach komputerowych modeli, zjawisk i procesów z wykorzystaniem grafiki komputerowej i ruchu, co sprawia, że możliwe jest pokazanie dynamiki, zmienności procesów w czasie. W najnowszych aplikacjach stosowane jest łączenie animacji z sekwencjami wideo. Technika animacji komputerowej używana jest w wizualizacji, w medycynie i dydaktyce medycznej, np. leczenie chorób oczu, porównywanie map gęstości elektronów po zastosowaniu dwóch leków przeciwko AIDS: AZT i tajmaginu. Dzięki takiej wizualizacji naukowcy odkryli możliwość opracowania nowych leków. Animacja komputerowa wyzwala też ogromne możliwości twórcze. Artysta urzeczywistnia swoje wizje za pomocą komputera jak malarz za pomocą pędzla⁵. Dla szybszej realizacji komputerowych zadań wizualizacji edukacyjnej i naukowej stosowane są najnowsze narzędzia programowe, takie jak Visual Basic, Visual C++, Turbo Vision, Visual Fox Pro i in.

PRZESTRZEŃ WIRTUALNA

Wirtualnym światem nazywa się cyberprzestrzeń, tzn. przestrzeń sieci komputerowej wraz z jej zasobami, użytkownikami, prawami itd. To samo pojęcie w bardziej potocznym znaczeniu stosowane jest do określenia przestrzeni w niektórych grach komputerowych. Czasami ogranicza się pojęcie wirtualnej rzeczywistości do modelowania przestrzeni trójwymiarowej i stosowania specjalnego kasku i rękawic z manipulatorami. W literaturze spotyka się takie określenia, jak: wirtualne środowisko (Virtual Environment – VE), syntetyczne środowisko (Synthetic Environment – SE), rzeczywistość sztuczna (Artificial Reality – AR), technologia symulatorów,

⁵ Film pt. *Komputerowe wizje*.

a nawet świat iluzji. Niektórzy badacze (Heisle S., Roth J. 1990; Pimental K., Teixeira K. 1993) określają rzeczywistość wirtualną bardziej precyzyjnie. *Wirtualna rzeczywistość jest sposobem przestrzennej wizualizacji, interakcji z komputerem oraz manipulacji kompleksowymi danymi. Wirtualna rzeczywistość pobudza wyobraźnię, przyspiesza poznawanie zjawisk i procesów, rozumienia działania maszyn i urządzeń oraz funkcjonowanie organizmów, pobudza do aktywnego udziału w kulturze.* Wiele zastosowań komputerów z elementami wirtualnej rzeczywistości wiąże się z modelowaniem geometrycznym i projektowaniem architektonicznym. Organizowane są specjalistyczne konferencje i wydawane czasopisma i biuletyny poświęcone tej problematyce. Wirtualną rzeczywistość charakteryzują następujące elementy: komputerowa komunikacja, obiekty wirtualnego świata są modelowane w grafice trójwymiarowej, losowa interakcja. Z wirtualną rzeczywistością wiążą się następujące technologie i zastosowanie:

1. *Video mapping* – technologia wypełniania przestrzeni wirtualnej sekwencjami wideo. Wykorzystuje się to w grach komputerowych, wirtualnych, galeriach i muzeach. Film zarejestrowany w muzeum lub galerii nakładany jest na wygenerowany w programie komputerowym szkielet przestrzeni.
2. Systemy zanurzone (*immersive systems*) – wirtualny kask (HMD – Head Mounted Display) i manipulatory. Specjalnie skonstruowane kaski zawierają część optyczną (wizyjną), słuchawki lub głośniki i mikrofon. Układ wizyjny składa się z dwóch ekranów LCD (ciekłokrystalicznych) dla lewego i prawego oka. Obraz wyświetlany jest przemiennie dla każdego oka, 50 lub 60 razy na sekundę. Kask posiada też czujniki wykrywające ruchy głowy w trzech płaszczyznach (góra – dół, lewo – prawo, przechylenia). Błędniki te działają w oparciu o zmiany pola magnetycznego wokół kasku (Wiosna R. 1996). Obecnie są wykorzystywane najczęściej do gier komputerowych, ale przecież poważne aplikacje sztucznej inteligencji wyrosły także z rozwiązywania problemów szachowych i gier. Po zastosowaniu wirtualnej rzeczywistości w grach komputerowych przyszła kolej na poważne zastosowania w innych dziedzinach. Wiadomo, że gry komputerowe stawiają ich twórcom bardzo wysokie wymagania w zakresie grafiki komputerowej, animacji, jakości obrazu, nowoczesnych algorytmów. Autorzy stosują w nich często zaawansowane algorytmy i metody programowania.
3. Teleprezentacje – zdalne prezentacje edukacyjne, medyczne i in. wykorzystywane do nauczania i współpracy.
4. Rzeczywistość mieszana – wirtualny świat wykorzystywany w świecie realnym.

Nieodłącznym elementem zastosowań wirtualnej rzeczywistości jest przestrzeń trójwymiarowa. W laboratoriach firm i uczelni od wielu lat prowadzone są prace związane z wykorzystaniem grafiki trójwymiarowej w zastosowaniach komputerowych i telewizyjnych. W wielu aplikacjach nie wystarcza grafika dwuwymiarowa.

wa i podejmuje się próby wykorzystania grafiki trójwymiarowej (3D⁶). Duże osiągnięcia w tej dziedzinie mają prace i konferencje prowadzone przez towarzystwa naukowe, np. ACM i IEEE. Corocznie organizowana jest europejska konferencja nt. grafiki komputerowej pod nazwą *Eurographics*. W Polsce od kilku lat organizowana jest przez W. Mokrzyckiego⁷ konferencja *Computer Graphics and Image Processing* obejmująca m.in. problematykę modelowania, animacji oraz zastosowań grafiki trójwymiarowej i wydawane jest pismo „Machine Graphics and Vision”.

Wykorzystywanie techniki wirtualnej rzeczywistości w programach edukacyjnych odgrywa coraz większą rolę. Nauczyciele świadomi możliwości tej technologii wiele sobie po niej obiecują. Wytworzenie iluzji obecności ucznia w odległych miejscach daje ogromne możliwości poznawcze. W wieku przedszkolnym i wczesnoszkolnym dzieci mogą się wiele nauczyć przez zabawę. Mogą uczyć się plastyki i matematyki, logiki i języków, historii i geografii. Wiele z tych zabaw można oprogramować na komputerach. W procesie dydaktycznym używa się coraz częściej multimedialnych gier komputerowych. W ekonomii i zarządzaniu stosowane są np. gry strategiczne i kierownicze oraz programy symulujące zjawiska gospodarcze, w nauczaniu matematyki stosuje się gry logiczne, w kursach prawa jazdy i zdobywaniu uprawnień lotniczych – gry symulujące jazdę samochodem i symulatory lotu. W wielu innych dziedzinach stosuje się gry komputerowe jako naukę połączoną z rozrywką. Współczesne możliwości multimedialne komputerów sprawiają, że gry stały się atrakcyjną formą spędzania czasu nie tylko dla dzieci, ale i dla dorosłych. Piękna grafika i animacja połączone często z fabularnymi sekwencjami filmowymi potrafią wciągać w fabułę gry. Chodzi więc o to, aby gry były naprawdę kształcące i rozwijały logiczne myślenie, wyobraźnię i twórcze myślenie. Dostępne są także gry zespołowe, które mogą być rozgrywane w sieci komputerowej: lokalnej lub rozległej. W sieci komputerowej Internet dostępne są specjalne serwery określonych gier. Przykładem może być serwer starożytnej chińskiej gry planszowej – *Go*, w którym mogą zgłaszać się osoby szukające partnerów do gry. W trakcie gry można prowadzić dialog. Gra może być w dowolnym momencie przerwana i kontynuowana w przyszłości. Wszystkie wyniki rozegranych partii są przechowywane w pamięci. Na podstawie wyników dokonywany jest ranking graczy. Wykorzystanie tego typu możliwości w edukacji daje nauczycielowi duży atut. W zespołowych grach historycznych możliwe jest odtwarzanie i rozgrywanie wg własnego scenariusza bitew i wojen. Zadaniem nauczyciela jest rozpoznanie gier, ich ocena i dobór do poziomu i tematyki prowadzonych zajęć.

Gry komputerowe znalazły już swoje stałe miejsce w dydaktyce i stosowane są na wszystkich poziomach kształcenia, poczynając od edukacji przedszkolnej, a kończąc na edukacji dorosłych. W przedszkolu pomagają uczyć alfabetu, zasad gramatyki, zasad liczenia, logicznego myślenia, wnioskowania. W szkołach ekonomicznych oraz w procesie dokształcania pracowników w zakresie zarządzania umożli-

⁶ J. Vince, *3-D Computer Animation*, Addison-Wesley.

⁷ W. Mokrzycki (ed.), *Machine Graphics & Vision*, „International Journal”, Polish Academy of Science.

wiąją realizację ćwiczeń strategii ekonomicznych rozwoju przedsiębiorstwa, regionu, kraju, systemu transportu⁸. Istnieją kontrowersyjne opinie na temat gier komputerowych. Tak jak w filmach, w niektórych grach komputerowych producenci umieszczają nadmierne ilości drastycznych scen, które wywołują negatywne odczucia i odruchy u dzieci i młodzieży. Wzbudza to obawy pedagogów, rodziców i Kościoła. Technologia wirtualnej rzeczywistości stosowana w grach komputerowych wywołuje dodatkowe obawy, że dziecko, które przez dłuższy czas będzie używać gier z wirtualną rzeczywistością, może zatracić poczucie realności. Mając na uwadze negatywne aspekty gier, nie można zanegować ich w ogóle, ponieważ istnieje bardzo duża liczba gier o wysokich walorach edukacyjnych i poznawczych, a poprawne ich stosowanie może przynieść bardzo pozytywne efekty. Szczególnie ważną rolę do spełnienia mają gry dydaktyczne w edukacji pozaszkolnej.

Zastosowanie narzędzi wspomagających tworzenie wirtualnego środowiska w różnych przedmiotach w szkole może rozbudzić aktywność twórczą młodzieży i nauczycieli. Zainteresowanie uczniów tą problematyką jest ogromne. Problem rozwoju tych zastosowań leży w umiejętnościach i znajomości wykorzystywania narzędzi przez nauczycieli. Posiadanie komputera podłączonego do sieci komputerowej jest doskonałym środowiskiem dla kreatywnych zastosowań edukacyjnych, np. wizualizacji trójwymiarowych w biologii (Domka L. 1986), chemii, fizyce, technice. Daje możliwości zdalnej pracy zespołowej (Wieczorkowski K. 1997), np. pisanie prac naukowych, prace graficzne, tworzenie programów i prezentacji multimedialnych.

Nauczanie architektury bez wykorzystania narzędzi CAD (Computer Aided Design), grafiki komputerowej 3D oraz technologii wirtualnej rzeczywistości trudno sobie dziś wyobrazić. Istnieje wiele zastosowań wirtualnych w tej dziedzinie. Wszystkie systemy operują zaawansowaną grafiką trójwymiarową i techniką renderingu. Wirtualna rzeczywistość jest mocno związana z projektowaniem komputerowym i systemami CAD. Uwagę nauczycieli absorbują opracowania wirtualne nieistniejących zabytków. Przykładem może być tu odtworzenie wirtualne częściowo nieistniejącego już opactwa Cluny we Francji. Kościół zbudowany w roku 1110 był największym tego typu obiektem w Europie. Bryła kościoła miała 110 m długości i wysokość równą 10 kondygnacjom. Został zniszczony w czasie Rewolucji Francuskiej. Opactwo zrekonstruowali informatycy z francuskiego oddziału IBM⁹. Określono wygląd zewnętrzny i architekturę wewnątrz. Wykorzystano możliwości wirtualnej rzeczywistości, które pozwoliły na przywrócenie dawnego wyglądu. Najpierw opracowano szkieletowy model kościoła, a następnie dzięki zachowanym fragmentom transeptu wymodelowano całą budowlę. Innym obiektem wykonanym przez tę samą firmę jest trójwymiarowe odtworzenie zniszczonych łaźni rzymskich w Paryżu i zburzonej w czasie wojny katedry w Dreźnie. Wirtualną przestrzeń katedry można „zwiedzać” podobnie jak rzeczywistą.

⁸ E. Bojar, B. Wit, *Komputerowe symulacyjne gry decyzyjne w procesie dydaktycznym*, „Informatyka w Szkole” XI, Kielce, 13-16 IX 1995, s. 153-163.

⁹ Dane z filmu prezentującego wyniki realizacji tej pracy, *Beyond 2000*, Australia.

Wydawnictwo Muza wydało niezwykle interesujący album pt. *Archeologia. Komputerowe rekonstrukcje zaginionej rzeczywistości*. Zawiera on ponad 700 ilustracji różnych obiektów archeologicznych. Część z nich to ilustracje obrazujące wirtualne elementy nieistniejących już obiektów. W opracowaniu o wysokich walorach dydaktycznych i edytorskich znaleźć można takie rekonstrukcje, jak np. podziemna sala grobowca księcia Wadzi w Fajum, budowle Azteków, grobowiec Horremheba w Egipcie, architektura Ebli na Bliskim Wschodzie (1800-1600 p.n.e.) miasto potopu Ur z terenu Iraku (ok. 2500 p.n.e.), megaron w Mykenach, świątynia Zeusa, Forum Romanum, Pompeje i wiele innych.

DYDAKTYCZNE ZASTOSOWANIA GRAFIKI TRÓJWYMIAROWEJ

Narzędzia wizualizacji trójwymiarowej należą do trudniejszych technologii informatycznych. Takie problemy jak grafika 3D¹⁰, modelowanie geometryczne, animacja komputerowa, wizualizacja naukowa¹¹, cyfrowa obróbka filmu, programowanie obiektowe są ciągle w sferze badań. Istnieje szereg pakietów programowych wspomagających tworzenie grafiki trójwymiarowej i środowiska wirtualnego. Starsze programy graficzne wzbogacono o dodatkowe moduły (np. Corel 3D). Pozwalają one na kreowanie przestrzennego środowiska, dokonywanie rzutów przedmiotów trójwymiarowych, wybieranie rodzaju podłoża dla rysunku, tekstur dla wypełniania powierzchni itd. Program VistaPro służy do tworzenia przestrzeni wirtualnej z elementami krajobrazu: jezior, rzek, horyzontów, drzew, dolin, urwisk, nieba, chmur, gwiazd oraz takich funkcji, jak: skalowanie, wygładzanie, kolorystyka, tekstura itp.; Virtual Reality Studio (tworzenie przestrzeni wirtualnej). Ciekawymi i bogatymi funkcjonalnie są znane programy: 3D Studio (modelowanie trójwymiarowe), VREAM – Virtual Reality Authoring System, The Autodesk Cyberspace Development Kit, PhotoVR, Media Merge, Virtual Reality Explorer, Photo Morph – program służący do wykonywania tzw. morfingu – przemiany jednego obrazu w drugi, np. zamiana jednej twarzy w inną. Operacje morfingu są często wykorzystywane w reklamach telewizyjnych i wideoklipach filmowych. Do tworzenia zastosowań wirtualnych w sieci komputerowej potrzebne są specjalne narzędzia programowe – grupowe systemy rzeczywistości wirtualnej (Michałowski R., 1997).

Trójwymiarowa wizualizacja znajduje zastosowanie edukacyjne w wielu różnych dziedzinach: w medycynie, w dziedzinach technicznych, w wojskowości, bio-

¹⁰ M.F. Deering, *The HaloSketch VR Sketching System*, Communication of the ACM, 1996, Vol. 39, nr 5, s. 55-61.

¹¹ S. Bryson, *Virtual Reality in Scientific Visualization*, Communication of the ACM, 1996, Vol. 39, nr 5, s. 362-71.

logii, fizyce, komunikacji itd. Wiele prac rozwojowych prowadzi różnego rodzaju specjalistyczne grupy robocze. Znanymi są już ciekawe opracowania podróży do wnętrza ciała ludzkiego i różnego rodzaju zobrazowania i wizualizacje związane z medycyną¹². Istnieje wiele opracowań dotyczących zastosowań multimedialnych w medycynie, np. atlasy anatomiczne przedstawiające zarówno poszczególne organy wraz z opisami, jak też symulację ich działania, jednostki chorobowe, słowniki medyczne. Prowadzone są prace nad odtwarzaniem i rozpoznawaniem twarzy. Powstaje pytanie, czy jest to chwilowa tendencja, czy realna potrzeba zastosowania technologii informatycznej w procesach dydaktycznych? Użycie systemów edukacyjnych uzasadnione jest przede wszystkim tam, gdzie proces edukacji realizowany może być w oparciu o samodzielną pracę uczącego się i nie wymaga ciągłej asysty nauczyciela. Nauka bazująca na systemie komputerowym wymusza na uczniu zachowanie dużego stopnia koncentracji, w przeciwnym razie nie byłby w stanie właściwie poruszać się po systemie. Odpowiednio zaprojektowany i zbudowany program pozwala zwiększyć aktywność ucznia w trakcie lekcji, wymusić reakcje i konieczności podejmowania różnego rodzaju decyzji. Indywidualizacja procesu dydaktycznego możliwa jest dzięki zaprogramowaniu wielu wariantów przebiegu sesji. Interakcyjny kontakt z uczącym się pozwala dynamicznie zmieniać, dostosowywać prezentowaną wiedzę, biorąc pod uwagę stopień zaawansowania, tempo przyswajania oraz inne cechy charakterologiczne uczącego się. Tryb interakcyjny wzbogacony jest możliwością stałego monitoringu stopnia przyswajania wiedzy i w zależności od osiągnięć, dynamicznie ukierunkowuje sesję bez wyraźnego udziału użytkownika. System może dokonywać oceny jeszcze przed zakończeniem partii materiału i przystąpieniem do dalszej części.

Proces edukacji wymaga zaangażowania wszystkich zmysłów. Techniki multimedialne stosują do przekazu informacji zarówno obraz (teksty, grafika, obrazy animowane), jak i dźwięk (synteza mowy, muzyka). Dzięki temu proces edukacji z wykorzystaniem multimedii może stanowić istotne rozszerzenie w stosunku do klasycznych metod nauczania. Dzięki skorelowaniu różnych form oddziaływania na odbiorcę, można spodziewać się większej efektywności przyswajania informacji. Jednym z ciekawych przemysłowych zastosowań wirtualnej rzeczywistości w Niemczech, budzących duże zainteresowanie, jest system do kształtowania przestrzeni¹³. Ważnymi zastosowaniami są symulatory jazdy samochodem i lotu samolotem¹⁴, jazdy na nartach¹⁵.

¹² T. Poston, L. Serra, *Dextrous Virtual Work*. „Communication of the ACM”, May 1996, Vol. 39, nr 5, s. 37-45.

¹³ *Wirtualna rzeczywistość w Niemczech. Więcej niż tylko latać*, CHIP, 1993, nr 1, s. 15-20.

¹⁴ S. Bayarri, M. Fernandez, M. Perez, *Virtual Reality for Driving Simulation*, „Communication of the ACM”, May 1996, Vol. 39, nr 5, s. 72-76.

¹⁵ Na przykład użycie wirtualnej rzeczywistości w symulatorze jazdy na nartach przedstawiono w filmie *Beyond 2000*.

WIZUALIZACJA TRÓJWYMIAROWA W INTERNECIE

Opracowany w 1995 r. protokół opisu aplikacji wirtualnej rzeczywistości (VRML – Virtual Reality Markup Language) pozwala na wykorzystywanie elementów wirtualnej rzeczywistości na stronach WWW w sieci Internet oraz na stosowanie narzędzi służących do współpracy graficznej w sieci komputerowej (Wieczorkowski K. 1997), np. na wykonywanie wspólnego projektu graficznego przez zespół składający się z kilku osób oddalonych od siebie o setki lub tysiące kilometrów, np. architekt tworzy trójwymiarowy projekt domu, a jego klient może zdalnie zwiedzić go wewnątrz. Sieć komputerowa sprzężona z urządzeniami wizyjnymi pozwala na korzystanie z wideokonferencji w celach naukowych i edukacyjnych. Wykonanie wirtualnego muzeum w sieci pozwala na zdalne zwiedzanie ich wewnątrz. Daje to ogromne możliwości studentom architektury, konserwacji zabytków, scenarzystom. W naukach technicznych umożliwia zdalną współpracę nad projektami mechanizmów, układów elektrycznych i elektronicznych. Badania w zakresie wirtualnej rzeczywistości prowadzi już ponad 300 laboratoriów naukowych w świecie¹⁶. Wiele interesujących projektów znaleźć można w Internecie.

Cechy multimedialne i interakcja wynikają nie tylko z charakteru nośników informacji, ale w większym stopniu z cech budowy oprogramowania komputerowego. Interakcja rozumiana jest tu jako możliwość prowadzenia dialogu użytkownika z programem komputerowym. Program multimedialny może być skonstruowany z wykorzystaniem interakcji lub bez niej i może być z powodzeniem umieszczony w pamięci magnetycznej dyskowej, na dysku CD-ROM, jak i udostępniony w sieci komputerowej. Same media warunkują możliwość wykorzystania cech multimedialności programu. Jeśli program interakcyjny zostanie umieszczony na taśmie komputerowej, to użytkownik nie zdoła wykorzystać interakcji z uwagi na fakt, że taśma jest nośnikiem o charakterze sekwencyjnym. Pamięć dyskowa natomiast jest nośnikiem o dostępie bezpośrednim i daje pełną możliwość wykorzystania interakcji zawartej w umieszczonym na dysku programie komputerowym. Sieć komputerowa pozwala na szerokie wykorzystywanie programów i zasobów multimedialnych zgromadzonych na dyskach. Programy obsługujące komunikację użytkownika z siecią Internet: Netscape, Internet Explorer i in.¹⁷ pozwalają na operowanie informacją tekstową i graficzną, przesyłanie plików informacyjnych programów itp. Aktualne ich wersje wyświetlają też animacje i filmy. Stosowany standard protokołu opisu miejsca przechowywania informacji http¹⁸ pozwala na odwołanie się do każdego komputera włączonego do sieci Internet, a w nim do każdego pliku udostępnionego

¹⁶ Na przykład laboratoria badawcze: HITL (Human Interface Technology Laboratory), University of Washington; Visual Systems Laboratory, Institute for Simulation and Training Laboratory, University of Central Florida.

¹⁷ K. Wieczorkowski, *Środki kształcenia na dystans*, „Komputer w Szkole” 1996, nr 5, 6.

¹⁸ http – oznaczenie zapisu identyfikatorów węzłów i odwołań do katalogów i plików w sieci Internet.

do publicznego wykorzystania. Z tego względu sieć Internet jest bardzo użyteczna w edukacji, udostępnia uczestnikom procesu dydaktycznego wiele nowych ciekawych rodzajów usług, takich jak: emisja ogólnodostępnych materiałów edukacyjnych, dostęp do informacji naukowo-techniczno-ekonomicznej, możliwość uczestniczenia w telekonferencjach naukowo-dydaktycznych. Możliwe jest też zaprogramowanie dynamicznych prezentacji, które mogą być uruchamiane na dowolnych typach komputerów. Z dydaktycznego punktu widzenia znaczy to, że strony WWW mogą zawierać wewnątrz tekstu: animacje, programy obliczeniowe, fragmenty filmów, programy edukacyjne itp. Rodzi to kolejne niezwykle ciekawe możliwości zastosowań dydaktycznych. Problematyka wizualizacji trójwymiarowej jest przedmiotem wielu dyskusji specjalistycznych na listach dyskusyjnych i elektronicznych tablicach ogłoszeń w Internecie.

Tabela 1

Wykaz list dyskusyjnych Internetu poruszających problemy grafiki trójwymiarowej
(tytuły w oryginalnym brzmieniu)

Nazwa listy	Temat dyskusji
photo-3d	3D Stereo Photography listserv@bobcat.etsu.edu
RAYDREAM-L	3D modeling and rendering
3d4d	3D 4D Functional Imaging
3dpak	Seismic MicroTechnology 2d/3d/Pak User
3d_qsar	3D QSAR Arbeitsgruppe
3dstudio	3D Studio
5BOKU	Studenten 3De ir Bouwkunde
AEJMC93D	Discussion list for 1993 AEJMC Papers
duke-nukem3d	This is a mailing list to discuss 3D Realm's game, Duke Nukem 3D.
duke-nukem3d	This is The Duke Nukem 3D
ECASH	3DP Ecash development
extreme-3d	Macromedia Extreme 3D
forum3d	Lista dyskusyjna miłośników grafiki 3D (raytracing)
LIGHTWAVE	Lightwave 3D
photo-3d	3D Stereo Photography listserv@bobcat.etsu.edu
photo-3d	The Stereoscopic Image (Photo-3D)
pp3d-l	Introduction to E-Mail and Telematics
pronto	Information relating to Pronto2d and Pronto3d
s2contract5	SEWP II 3D Graphics Workstation
sd3d	The San Diego Three Dimension
sell-3d	The Stereoscopic Image (Photo-3D) Buy/ Sell/ Swap
T3DGRANT	Coordinamento grant T3D
tech-3d	The Technical Stereoscopic Image (Tech-3D)
voodoo	3dfx 3d graphic accelerators and related topics
wave	Digital media 3D; markets and technology

W sieci Internet istnieje duża liczba informacji związanych z problematyką zastosowań stereoskopowych, metodami wizualizacji naukowej i edukacyjnej w wielu dziedzinach, opisy prac projektowych, bibliografie, opracowania. W Polsce wykorzystanie technologii trójwymiarowej wizualizacji w procesie edukacji było dotychczas niewielkie, chociaż istnieją osiągnięcia należące do liczących się w świecie.

Tabela 2

Problematyka wirtualnej rzeczywistości

Sci.virtual-worlds	virtu-l	listserv@uiucvmd.bitnet
Sci.virtual-worlds.apps	vrapp-l	listserv@uiucvmd.bitnet
rend386-discuss	Użytkowanie programu rend386	majordomo@sunee.uwaterloo.ca
VirtEd	Wirtualna rzeczywistość w edukacji	listserv@sjvm
comp.graphics	grafika komputerowa wizualizacja komputerowa symulacja komputerowa zawierają opracowania dotyczące wirtualnej rzeczywistości	
comp.graphics.visualization		
comp.simulation		
alt.cyberpunk i alt.cyberpunk.tech		

TELEWIZJA CYFROWA (HDTV) I TRÓJWYMIAROWA

Systemy telewizyjne stosowane od lat pięćdziesiątych uważane są dziś za systemy o zbyt słabej jakości: mają zbyt małą rozdzielczość obrazu, efekty migotania, są nieodporne na zakłócenia nawet atmosferyczne. Po czterdziestu latach rozwoju telewizji obserwuje się zdecydowany wzrost wymagań użytkowników co do jakości obrazu i możliwości zastosowań techniki telewizyjnej. Ma to szczególne znaczenie w programach edukacyjnych. Projekty prowadzone w zakresie cyfrowej techniki telewizyjne wysokiej rozdzielczości (HDTV – *high definition television*) dają obraz o większej rozdzielczości (dwukrotnie w każdym kierunku), bardziej stabilny (zmiana obrazu 100 razy na sekundę wobec dotychczasowych 50 razy na sekundę), a przede wszystkim cyfrowe metody przesyłania obrazu dające dużą odporność na większość występujących zakłóceń. Ponadto ekran telewizorów HDTV ma format panoramiczny 9 : 16, a nie jak dotychczas 3 : 4. Format ekranu 9 : 16, jak wykazały badania, odpowiada naturalnemu polu widzenia oczu człowieka. Amerykanie, Francuzi, Niemcy i Japończycy prowadzą od wielu lat prace dotyczące efektu trójwymiarowego w telewizji. Dostępne są już telewizory z efektem trójwymiarowym. Prowadzone prace w tym zakresie są komplementarne do komputerowych zastosowań wirtualnej rzeczywistości.

W Waszyngtonie funkcjonuje już telewizja HDTV. Daje ona wysoką jakość obrazu i dźwięku. Na razie nową techniką telewizyjną będzie można delectować się tylko w niektórych budynkach użyteczności publicznej i centrach handlowych, gdzie zainstalowane zostaną demonstracyjne odbiorniki nowego systemu. Sprzedaż domowych telewizorów HDTV rozpoczęła się pod koniec 1998 roku. W Europie najbardziej zaawansowane są prace prowadzone w Wielkiej Brytanii – BBC przeprowadziła nawet pierwsze testy urządzeń nadawczych. Jednak na publiczną prezentację HDTV trzeba będzie jeszcze poczekać. Amerykański projekt nazwany Model HDTV Station (Modelowa stacja telewizji wysokiej rozdzielczości) wspierają Electronic Industries Association (stowarzyszenie producentów sprzętu elektronicznego) oraz grupująca największych amerykańskich nadawców Association for Maximum Service Television. Telewizją HDTV są już zainteresowane szkoły.

Eksperymentalny nadajnik rozpoczął pracę na początku 1999 roku i retransmituje program jednej z dziewięciu stacji telewizyjnych działających w Waszyngtonie. Emisja sygnału standardu HDTV wymaga przesłania przynajmniej cztery razy większej liczby danych niż w wypadku telewizji standardowej. O naziemnej emisji cyfrowej programów telewizyjnych myśli też kilku nadawców skandynawskich. Telewizja cyfrowa daje też pełne możliwości interakcji, sprzęgania z komputerami itd. W programach dydaktycznych telewizja cyfrowa daje bardzo wysoką jakość obrazu. Telewizja Polska od 1996 r. wykorzystuje sprzęt cyfrowy i studia wirtualne do produkcji programów. Telewizyjne studio wirtualne służy do wytwarzania scen (w najprostszym przypadku jest to tło obrazu), które sprawiają wrażenie naturalnych. Wykorzystywane jest tu studio o niebieskich ścianach, tzw. *blue box*, gdzie nakładanie obrazów jest stosunkowo mało zauważalne. Prace nad wykonaniem telewizyjnego studia wirtualnego prowadzone były przez Polaków na zamówienie niemieckich stacji telewizyjnych. Od 1994 r. w Stanach Zjednoczonych rozpowszechnia się telewizja satelitarna bezpośredniego odbioru DTH (*direct to home*), która wypiera telewizję kablową. Stanowi ona dobry kierunek rozwoju dla instytucji edukacyjnych. Prace nad realizacją telewizji trójwymiarowej trwają już od ponad dwudziestu lat. Ostatnio jedna z japońskich firm wyprodukowała telewizor umożliwiający odbiór telewizji 3-wymiarowej. Program należy oglądać w specjalnych okularach, w których oczy są odsłaniane przemiennie 60 razy na sekundę. Firmy pracują jednak nad takimi rozwiązaniami, które nie będą od odbiorcy wymagały zakładania specjalnych okularów. Istnieją już wykonania filmów stereoskopowych. W nowoczesnych salach kinowych, np. w parku „Futuroskop” w Poitiers we Francji demonstrowane są m.in. filmy trójwymiarowe w dużej sali kinowej na dużym ekranie. Efekty te mogą być przeniesione do sal szkolnych i naszych domów za pośrednictwem telewizji trójwymiarowej.

WNIOSKI

Trójwymiarowa wizualizacja naukowa i dydaktyczna pełni nieocenioną rolę w zastosowaniach komputerów w nauce i dydaktyce. Szczególnie interesujące zastosowania spotkać można w biologii, medycynie, fizyce, chemii i naukach technicznych. Jednak intensywny rozwój multimedialnych narzędzi prezentacyjnych sprawia, że coraz częściej wizualizację trójwymiarową można spotkać już w szkole podstawowej i również w naukach pedagogicznych. Wdrażane aktualnie w szkołach polskich oprogramowanie graficzne firmy Micrografx: Charisma, Snapgraphics, ABC flow charter, Designer, Picture Publisher dostarcza nauczycielowi i uczniowi narzędzi zarówno do przygotowywania grafiki, wykonywania prezentacji multimedialnych, jak i do modelowania geometrii przestrzennej. Oczywiście wszystkie prace z grafiką trójwymiarową przedstawiane na standardowym ekranie komputera bez stosowania specjalnych „gogli” jest tylko „ograniczoną symulacją”, przedstawianiem

obrazu trójwymiarowego na płaszczyźnie dwuwymiarowej. Połączenie animacji trójwymiarowej i technologii wirtualnej rzeczywistości stanowi potężne narzędzie edukacyjne, które może zrewolucjonizować komputerowe systemy wspomagania dydaktyki. Mogą one prezentować zjawiska i procesy w realistycznych warunkach podobnych do rzeczywistego środowiska. Komputerowe metody wizualizacji naukowej i dydaktycznej są niezwykle mocnym narzędziem w rękach nauczycieli i uczniów.

LITERATURA

- Archeologia. Komputerowa rekonstrukcja zaginionej rzeczywistości*, Wyd. Muza, Warszawa 1997.
- Brooks R.A. (1981), *Symbolic reasoning among 3D models and 2D images*, *Artificial Intelligence*, 17: 285-348.
- Domka L. (1986), *Zastosowanie obrazów trójwymiarowych w nauczaniu-uczeniu się biologii*, Wyd. UAM, Poznań, s. 186.
- Dylak S. (1995), *Wizualizacja w kształceniu nauczycieli*, Wyd. Naukowe UAM, Poznań, s. 232.
- Ellis S. R. (1991), *Pictorial Communication in Virtual and Real Environments*, (ed.), Taylor & Francis.
- Flynn P.J., Jain A.K. *3D object recognition using invariant feature indexing of interpretation tables*, „CVGIP-Image Understanding”, 55(2): 119-129.
- Furness T. (1991), *Retinal Scanners for Head-Mounted Display*. Washington Technology Center Presentation, Seattle.
- Gregory R. L. (1990), *Eye and Brain. The psychology of seeing*, Weidenfeld and Nicholson.
- Halliday S. (1996), *A Geometric Modeling and Animation System for Virtual Reality*, Communication of the ACM, May, Vol. 39, nr 5, s. 46-53.
- Heisle S., Roth J. (1990), *Virtual Reality: Theory, Practice, and Promise*, Meckler Corp.
- Howard R. (1991), *Virtual Reality*, Summit Books.
- Li S.Z. (1992), *Toward 3D vision from range images. An optimization framework and paralel network*, CVGIP-Image Understanding 55(3): 231-260.
- Michałowski R. (1997), *Rzeczywistość wirtualna a implementacja systemu dla pracy grupowej*, [w:] W. Strykowski (red.) *Media a edukacja*, Poznań, 7-9 IV 1997, s. 369-372.
- Miranowicz N., Stawiński K., Burewicz A. (1996), *Integracja systemu prezentacji obrazów stereoskopowych z programem komputerowym jako środek dydaktyczny do nauczania chemii*, „Informatyka w Szkole”, s. 294-297.
- Pabich B. (1996), *Propozycja wykorzystania komputera na lekcjach stereometrii*, „Informatyka w szkole”, s. 260-266.
- Pimentel K., Teixeira K. (1993), *Virtual Reality: Through the New Looking Glass*, Intel/McGraw-Hill.
- Stampe D., Roehl B., Eagan J. (1993), *Virtual Reality Creations*, Waite Group Press (Rend 386).
- Virtual Reality and the Exploration of Cyberspace*, Francis Hamit, Sams Publishing.
- Wieczorkowski K. (1997), *Edukacyjna współpraca grupowa*, [w:] W. Strykowski, *Media a edukacja*, Poznań, s. 289-298.
- Wiosna R. (1995), *Wirtualny odlot*, „PC Kurier”, nr 23, s. 54-55.
- Yarwood A. (1993), *Introduction to 3D AutoCAD*, Longman Scientific and Technical, s. 180.