

Vizualizácia mestskej zástavby a jej analýza prostredníctvom VRML

Žofia Kuzevičová¹ a Štefan Kuzevič¹

Visualisation and analysis of the urban built-up area with VRML

The Virtual Reality Modelling Language (VRML) is a file format for describing interactive 3D objects and worlds. VRML is designed to be used on the Internet, intranets, and local client systems. VRML is also intended to be a universal interchange format for integrated 3D graphics and multimedia. VRML may be used in a variety of application areas such as engineering and scientific visualization, multimedia presentations, entertainment and educational titles, web pages, and shared virtual worlds.

VRML is capable of representing static and animated dynamic 3D and multimedia objects with hyperlinks to other media such as text, sounds, movies, and images. VRML browsers, as well as authoring tools for the creation of VRML files, are widely available for many different platforms. VRML supports an extensibility model that allows new dynamic 3D objects to be defined allowing application communities to develop interoperable extensions to the base standard. There are mappings between VRML objects and commonly used 3D application programmer interface (API) features.

VRML is useful for a variety of applications, including data visualization, financial analysis, entertainment, education, distributed simulation, computer-aided design, product marketing, virtual malls, user interfaces to information, scientific visualization.

Data visualization turns numbers into a 3D VRML world. It takes a complex database with lots of numerical information and turns it into a three-dimensional environment, which may have a time dimension. Even interactive features and sound can represent information.

Financial analysis can use data visualization to visualize financial data, such as stock prices or corporate financial accounts. Anomalies and opportunities can be detected by highlighted areas in the data set.

Entertainment is a potential goldmine for VRML developers, since VRML allows for interactive, 3D movies. VRML allows customized, dynamically-generated camera angles with alternate scenarios possible.

Education with VRML can give people a chance to learn something in a new way, or learn a real-life job without the dangers of physical machinery.

Distributed Simulation can use multi-user VRML worlds over networks to simulate military exercises or industrial courses.

Computer-Aided Design is an area where designers could collaborate on designing industrial parts or other 3D objects in a shared multi-user space. Or alternatively, they can e-mail parts back and forth to each other, or put drafts up on Web servers for comments.

Product Marketing often tries to reach buyers at an emotional level. VRML is great way to do this, for the same reasons that it will be successful in entertainment applications. In addition, marketers selling 3-dimensional products like clothes can give buyers an impression of the object before they purchase it.

As User Interfaces to Information, VRML can help bring some sense to the confusing hypermedia world of the Web, and to massive databases packed with more information than can be easily represented textually.

In Scientific Visualization, researchers or students can observe a 3D protein hovering in space and click on parts of it to learn about the function of the parts of the protein through hyperlinks to a database. In fact, Aereal Inc. is currently working on this for the Genetic Information Bank of Japan's Institute of Physical and Chemical Sciences.

Key words: *Virtual reality modelling language, visualisation of the objects, spatial analysis, urban built-up area.*

Úvod

Virtuálna realita sa čoraz častejšie využíva v technických aplikáciách, aj keď jej hlavnou doménou boli v nedávnej minulosti predovšetkým veľké univerzitné pracoviská s bohatou softvérovou a technickou výbavou. V súčasnosti ju ako nástroj riešenia mnohých špecifických problémov využíva množstvo vedeckých pracovníkov, technikov i bežných používateľov. Pojem virtuálna realita je vlastne spojenie dvoch slov s opačným významom (virtual – fiktívny, neskutočný a real - skutočný pravý). Takže pojem virtuálna realita možno vysvetliť ako prostredie, ktoré umožňuje prácu v trojrozmernom priestore, vymodelovanom v pamäti počítača (Žára, 1999).

Základom tvorby virtuálnej reality sú postupy používané v oblasti počítačovej grafiky. Ide predovšetkým o tvorbu priestorových modelov a tzv. scén, manipuláciu s nimi, pohyb v trojrozmernom priestore a jeho zobrazovanie v reálnom čase. Tieto metódy sú umocnené použitím špeciálnych periférií, ktoré zaisťujú obrazovú, zvukovú a hmatovú (polohovú) interakciu.

Programy z oblasti virtuálnej reality sa vyznačujú nasledovnými vlastnosťami:

- všetky deje sa vykonávajú v reálnom čase, teda pokiaľ je to možné s okamžitou odozvou na vstupnú aktivitu používateľa,
- virtuálny priestor a objekty v ňom majú trojrozmerný charakter alebo aspoň vytvárajú jeho ilúziu,
- používateľ neprezerá virtuálny svet len zvonku, ale vstupuje do neho, interaktívne naň vplyva a pohybuje sa v ňom po rôznych dráhach,
- virtuálny priestor je interaktívne ovplyvniteľný a s jeho časťami môže používateľ manipulovať.

¹ Ing. Žofia Kuzevičová a Ing. Štefan Kuzevič, Katedra ropného inžinierstva a využitia zemských zdrojov, Park Komenského 19, 043 84 Košice, (Recenzované a revidovaná verzia dodaná 8.6.2001)

Najväčší dôraz je kladený predovšetkým na okamžitú odozvu ktorejkoľvek činnosti vo virtuálnom svete. Zobrazenie umelého (virtuálneho) sveta v reálnom čase je natoľko kľúčové, že je mu podriadená aj samotná kvalita zobrazenia. Preto môžu scény z niektorých systémov pre virtuálnu realitu pripadať používateľovi ako hrubé a nekvalitné. Prevrtný vývoj rýchlosti procesorov a dostupnosti kvalitných grafických kariet pre priestorovú grafiku však môžu kvalitatívne zlepšiť vzhľad virtuálnych svetov už v najbližšej budúcnosti (Žid et.al., 1998).

Scény virtuálnej reality – virtuálne svety sa vytvárajú prostredníctvom špeciálneho modelovacieho jazyka VRML (virtual reality modelling language).

Jazyk VRML – Virtual Reality Modelling Language

Jazyk VRML je určený pre popis obsahu virtuálnych svetov a ich vzájomného vzťahu. Definuje spôsob zápisu virtuálnych svetov do súborov v textovom tvare. Je teda súčasne i formátom, predpisom pre zapisovanie informácií určitého typu. V tomto zmysle sa môže prirovnať k formátom grafických súborov .gif, .bmp, .jpg alebo .png alebo audiovizuálnym formátom .mpg alebo .avi. Jazyk VRML sa pritom vyznačuje dôležitou vlastnosťou - nevznikol ako produkt jednej firmy, ale je výsledkom spoločného úsilia mnohých firiem a odborníkov z celého sveta. Tým bol daný predpoklad pre jeho všeobecné prijatie ako univerzálneho štandardu pre popis a tvorbu virtuálnej reality.

Jazyk VRML sa vyznačuje nasledovnými vlastnosťami:

- virtuálne svety tvorené priestorovými objektmi sú kombinované s multimediami prvkami, akými sú obraz, video a zvuk,
- pri tvorbe vizuálnych svetov je možné využívať prvky zapísané v lokálnych súboroch, ale možno využívať aj súbory umiestnené kdekoľvek v sieti Internet. Rovnako je možné medzi virtuálnymi svetmi plynulo prechádzať, podobne ako pri prechádzaní stránkami WWW,
- animácia, interakcia a manipulácia s virtuálnymi objektmi je zaistená jednotným a prehľadným spôsobom. Rovnaké prostriedky sa používajú pre popis statických i dynamických svetov, statické svety je možné rozšíriť na dynamické a opačne,
- súčasťou jazyka sú definície spôsobu pohybu užívateľa, podpora automatickej navigácie vo virtuálnom prostredí, popis reakcie virtuálneho sveta na používateľovu činnosť,
- virtuálne svety je možné umiestňovať na WWW stránkach,
- jazyk VRML umožňuje spoluprácu s ďalšími programovacími jazykmi (Java, JavaScript), ako aj aktiváciu iných programov, predovšetkým prehliadačov WWW stránok (Microsoft Internet Explorer, Netscape Navigator a ďalšie),
- popis virtuálnych svetov je ukladaný iba v textovom, teda ľahko čitateľnom tvare; veľkosť súboru je potom možné zmenšiť kompresiou pomocou kompresného programu qzip bez toho, aby bolo nutné spätné dekódovanie.

Skratkou VRML sa označuje niekoľko, navzájom mierne odlišných vývojových verzií jazyka. Koncom roku 1997 bol jazyk VRML oficiálne prijatý za štandard ISO s označením ISO/IEC 14772-1:1997 (www.vrmlsiite.com). V súčasnosti sa pod názvom VRML chápe medzinárodná verzia jazyka - VRML 97. V praxi sa často vyskytuje aj označenie jazyka VRML 2, prípadne VRML 1.2. Ide čisto o programátorské označenie jazyka VRML 97.

Prehliadanie a ovplyvňovanie virtuálneho sveta

Prehliadanie virtuálneho sveta sa realizuje pomocou špecializovaného programu - prehliadača, ktorý je schopný previesť textový popis zo súboru VRML do obrazu virtuálneho sveta. Navyše umožňuje pohyb vo virtuálnom svete a prípadnú interakciu s virtuálnymi predmetmi. Vzhľadom k úzkemu vzťahu medzi VRML a WWW je väčšina dostupných prehliadačov VRML – súborov súčasťou prehliadačov WWW stránok.

Virtuálne mesto – projekt vizualizácie objektov mestskej zástavby

Vhodným zdrojom údajov pre vytvorenie virtuálnej krajiny z pohľadu vizualizácie a priestorovej analýzy mestskej zástavby za účelom poskytnutia výsledkov analýz širokej verejnosti, resp. za účelom verejného pripomienkovania navrhovaného riešenia sú projekty virtuálnych svetov.

Projekty virtuálnych svetov obvykle ako vstupné údaje využívajú informácie obsiahnuté v už existujúcich informačných systémoch (či už klasických mestských informačných systémoch, alebo geografických informačných systémoch, prípadne lokálnych informačných systémoch). Vhodne navrhnutá štruktúra databázy informačného systému umožní využiť výsledný produkt ako základ pre modelovanie časti reálneho sveta.

Pri realizácii projektu virtuálne mesto je základom použitie údajov, ktoré sa svojou presnosťou čo najviac približujú skutočnosti, pri zohľadnení požiadavky odozvy v reálnom čase. Samotnú realizáciu možno rozdeliť do niekoľkých, na seba nadväzujúcich etáp:

- tvorba digitálneho modelu reliéfu s definovaním pohybu pozorovateľa,
- tvorba a umiestnenie budov a definovanie ich prístupnosti (možnosť „uzamknutia“ vchodu – zabránenie vstupu pozorovateľa, definovanie mostov, nadjazdov, mimoúrovňových križovatiek a pod.),
- definovanie doplnkových parametrov a ich tvorba (podzemné priestory teplovodov, podchodov, kanalizácie, prípadne podzemných dráh a pod.),
- definovanie vlastností vegetácie (obmedzenie prístupu pozorovateľa, prípadne umožnenie plného prístupu, poškodenie prechodom pozorovateľa a pod.),
- definovanie viditeľnosti a klimatických podmienok (opar, hmla, dážď, snehová pokrývka),
- definovanie špeciálnych parametrov, predovšetkým v prípade zohľadnenia striedania ročných období vo virtuálnom svete (v zimnom období snehové jazyky, ktoré obmedzujú pohyblivosť pozorovateľa, v jarnom období stúpanie hladiny vodných tokov a hladiny podzemnej vody, v letnom období zníženie viditeľnosti spôsobené vysokým obsahom vlhkosti vo vzduchu, jesenné hmly a ďalšie),
- tvorba detailných pohľadov a mechanizmus ich postupného upresňovania v reálnom čase.

Tvorba digitálneho modelu reliéfu s definovaním pohybu pozorovateľa

Za základ digitálneho modelu reliéfu sa obvykle volí vektorová reprezentácia vrstevníc ako výstup z geografického informačného systému, databáza digitálneho výškového modelu (Digital Elevation Model - DEM), prípadne model reliéfu odčítaný z mapového podkladu (Tuček, 1998). Dôraz sa kladie predovšetkým na zachovanie rázu terénu, ktorá sa pri modelovaní skutočnej krajiny dodatočne overuje pozorovaním in situ. Súčasťou tvorby digitálneho modelu reliéfu ako základu virtuálneho sveta je definovanie prístupu pozorovateľa obmedzením možnosti prístupu na niektoré miesta (samotný povrch, brehy riek a vodných plôch, trávniky v mestských aglomeráciách, a pod.)

Tvorba a umiestnenie budov a definovanie ich prístupnosti

Obytné domy v mestských aglomeráciách sú v prevažnej miere typizované a ich charakteristiky sú k dispozícii na úradoch štátnej správy, prípadne je ich možné zamerať pozorovaním in situ. Pre ušetrenie výpočtových kapacít systému (viac podobných domov s drobnými odlišnosťami) sa pri vizualizácii stavieb definujú algoritmy, umožňujúce viacnásobné využitie definície obytných domov uložením do samostatného súboru a jeho virtuálnej duplikácie pri procese zobrazovania (<http://webb3d.about.com>). Pre vytvorenie dojmu odlišnosti sa pri definícii takýchto stavieb využíva algoritmus pokrytia povrchu budovy fotografiou, prípadne definovaním farebnej odlišnosti a definovaním tieňov dopadajúcich na budovy.

Stavby, vyskytujúce sa v historických častiach miest, sa obvykle definujú na základe výsledkov presného merania, resp. plánu stavby, pričom je potrebné zohľadniť opotrebovanie stavby (opadaná omietka, tmavnutie náterov vplyvom exhalátov a pod.). Tieto parametre sú uložené v osobitných definičných súboroch a zobrazujú sa ako dôsledok reakcie pozorovateľa (priblíženie pozorovateľa na určitú vzdialenosť, resp. na určité, vopred definované miesto vo virtuálnom svete).

Definovanie doplnkových parametrov a ich tvorba

V špecifických prípadoch je potrebné vizualizovať aj priestory, ktoré za normálnych okolností nie sú verejnosti prístupné a nie je potrebné ich vo virtuálnom svete zohľadniť. Do tejto skupiny sa zaraďujú prostriedky občianskej vybavenosti, priestory súkromných bytov, pivničné priestory a ďalšie. Tieto priestory sa vo virtuálnom svete zobrazujú len v najnevyhnutnejších a obzvlášť závažných prípadoch, so zreteľom na zachovanie súkromia a bezpečnosti obyvateľov.

Okrem tejto skupiny doplnkových parametrov môže vzniknúť požiadavka na vizualizáciu interiérov verejných budov (autobusových staníc, kultúrnych domov, kinosál, úradov, atď.). Tu sa postupuje podobne ako v prípade hypertextového prepojenia WWW stránok na Internete – vstup do budovy vyvoláva reakciu odkazu na samostatný súbor, v ktorom je definovaný interiér, vrátane pohľadov do exteriéru (presklené plochy umožňujúce pohľad na okolie, okná, bežiacie audiosúbory na plátne kina a ďalšie).

Definovanie vlastností vegetácie

Aby bol virtuálny svet čo najvierohodnejší, je potrebné prispôsobiť ho skutočnosti aj umiestnením vegetácie (predovšetkým stromov, trávnatých plôch a krovin). Tým sa zároveň znižujú požiadavky na presné definovanie zemského povrchu. Súčasne je možné definovať aj špeciálne parametre, ako je pohyb listov, resp. koruny stromov pôsobením vetra, stopy po prechode trávnatou plochou, vo výnimočných prípadoch stopy znečistenia na chodníkoch a pod. Vlastností vegetácie sú pri zobrazovaní zaradené do viacerých kategórií, ktoré sa podľa reakcie pozorovateľa vyvolávajú postupne, s ohľadom na vzdialenosť pozorovateľa a vytvárajú dojem plynulého zaostrovania na detaily.

Definovanie viditeľnosti a klimatických podmienok

Ak je potrebné zohľadniť klimatické podmienky, môže byť výsledkom vizualizácie pohľad, objasňujúci situácie, ktoré sa bežne v prostredí nevyskytujú, ale je potrebné brať ich pri určitých činnostiach do úvahy. Ide predovšetkým o vplyv hmly a zrážok na viditeľnosť, prípadne orientáciu v neznámom teréne (turisti v neznámom meste, viditeľnosť informačných tabúl, turistických atrakcií, veľkoplošných reklamných plôch a podobne.). Tieto mechanizmy sú však náročné na výkonnosť výpočtovej techniky, ako aj na samotnú realizáciu, preto sa využívajú iba ojedinele a v odôvodnených prípadoch (marketingové prieskumy prípadne rekonštrukcie vážnych dopravných nehôd).

Definovanie špeciálnych parametrov súvisiacich so striedaním ročných období

Pri urbanistickom plánovaní, prípadne plánovaní zásobovania odľahlých, málo dostupných oblastí, plánovania parkovísk so zohľadnením striedania ročných období, vzniká požiadavka zohľadnenia týchto parametrov: tvorba snehových jazykov v zimnom období, ktoré obmedzujú pohyblivosť pozorovateľa, stúpanie hladiny vodných tokov a hladiny podzemnej vody v jarom období, zníženie viditeľnosti spôsobené vysokým obsahom vlhkosti vzduchu v letnom období, jesenné hmly a zrážky.

Tieto špeciálne parametre, podobne ako je to v prípade definovania viditeľnosti a klimatických podmienok sa využívajú iba výnimočne a v ojedinelých prípadoch. Mechanizmy ich zobrazovania sú pomerne zložité. V týchto prípadoch sa využívajú katalógy počasia, platné pre príslušné podnebné pásmo, ktoré sú výsledkom dlhoročných pozorovaní a dodávajú ich špecializované firmy podľa želania.

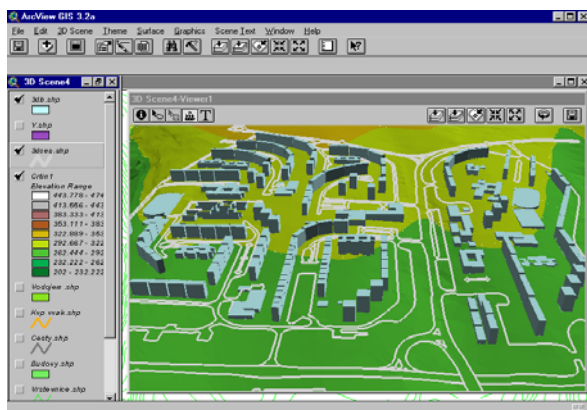
Tvorba detailných pohľadov a mechanizmus ich postupného upresňovania v reálnom čase

Detailné pohľady na vybraný objekt sa vo virtuálnom svete definujú v poradí: detailný pohľad – rozmanitý, maximálne zjednodušený pohľad v niekoľkých krokoch, ktoré sa pri zobrazení vo virtuálnom svete zobrazujú v obrátenom poradí. Detailné pohľady sa vytvárajú pri obzvlášť dôležitých objektoch (pamätníky, historické budovy, turistické atrakcie a pod.). V prípade požiadavky na minimalizáciu výpočtového výkonu sa dá vyhnúť použitiu detailných pohľadov obmedzením prístupu pozorovateľa iba na určitú vzdialenosť.

Riešenie projektu Virtuálne mesto

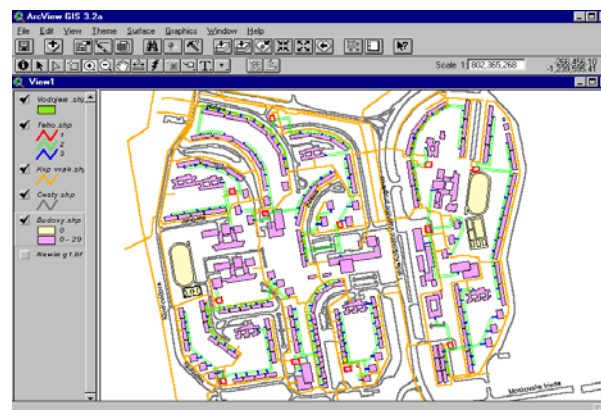
Konkrétne riešenie projektu Virtuálne mesto je rozdelené do niekoľkých etáp, v rôznych časových horizontoch. Prvou, základnou etapou bolo vytvorenie virtuálneho sídliska Košického vládneho programu, s definovaním požiadaviek na špeciálne doplnkové (detailné) pohľady a jeho postupného rozširovania o Staré mesto, Ťahanovce a Bankov.

Ako zdroj údajov pre vytvorenie virtuálneho mesta boli zvolené nástroje GIS. Pre potreby trojrozsmernej vizualizácie boli navrhnuté tri základné vrstvy, obr.1: vrstevnice, budovy, cesty.



Obr.1. Pohľad na mestskú časť Sídlisko KVP vytvorenú v ArcView GIS.

Fig.1. The view KVP quarter created in ArcView GIS.



Obr.2. Trojrozmerná vizualizácia Sídliska KVP v ArcView GIS s nadstavbou 3D Analyst pre kontrolu umiestnenia objektov, pripravená na preloženie do jazyka VRML a následnú prvotnú prezentáciu vo VRML prehliadači CosmoPlayer.

Fig.2. 3D visualisation of the KVP quarter in ArcView GIS with ArcView 3D Analyst extension for objects location control, ready for export to VRML and for previously presentation in VRML browser CosmoPlayer.

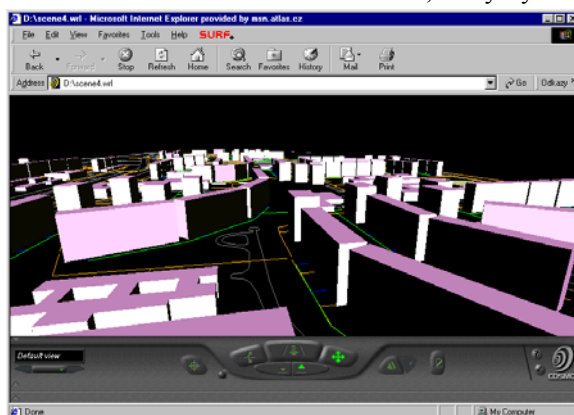
Celý geografický informačný systém bol následne doplnený o tému inžinierskych sietí poskytnutých VVaK a TEHO (Rybár, 2001). Vrstva vrstevníc bola východiskom pre vytvorenie digitálneho modelu terénu. Digitálny model terénu bol vytvorený metódou TIN (Triangulate irregular network). Výhoda tejto metódy spočíva v zníženom množstve potrebných údajov, presnejšom zobrazení terénu, predovšetkým rovných plôch. Geografický informačný systém bol vytváraný v prostredí ArcView GIS 3.2 s jeho nadstavbou 3D Analyst.

Atribútová časť vrstvy budov je doplnená o popisné čísla jednotlivých bytových domov. ArcView 3D Analyst využíva pre zobrazovanie polygónov v 3D špeciálny formát 3D shape file (Using ArcView 3D Analyst, 1997) obr.2.

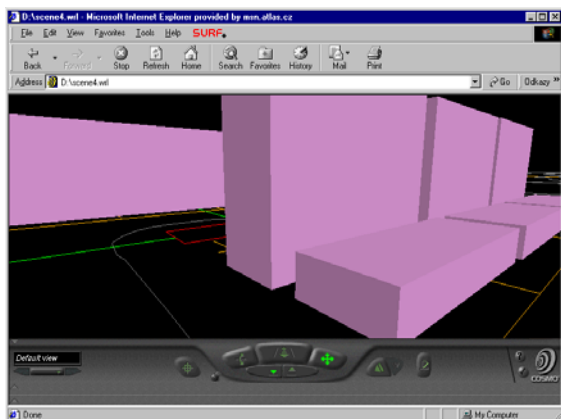
Moderné programy na prácu v trojrozmernom svete už v sebe obsahujú veľký výber konverzií. Tak je tomu aj v prípade ArcView 3D Analyst. Je to nespornou výhodou z hľadiska ušetrenia množstva času, ktorý by bol ináč venovaný manuálnemu programovaniu a vytváraniu virtuálnej reality. Exportom z ArcView 3D Analyst do VRML 2.0 sa vytvoril súborový formát virtuálnej reality. Na prezeranie a pohyb vo virtuálnom svete je vhodné využiť niektorý z množstva ponúkaných programov. Jedným z najdostupnejších je Cosmo Player od firmy Computer Associates Company, ktorý umožňuje nielen pohyb po virtuálnom svete, obr.3, ale aj interaktívne vstupovanie.

Obr.3. Prvotná vizualizácia bez definovania obmedzujúcich podmienok pohybu pozorovateľa

Fig.3. Previous visualisation without definition of restrictive conditions



Jedným z hlavných problémov po exporte je definovanie obmedzení, zabraňujúce dosahu pozorovateľa, okrem iného prechádzaniu cez budovy, ako je ukázané na obr 4a, 4b.



Obr.4a, 4b. Dôsledok absencie obmedzujúcich podmienok – prechod stenou budovy.

Fig.4a, 4b. Impact of absence of restrictive conditions – crossing of building wall.

Záver

Vznik VRML znamenal zásadný zlom v prezentácii priestorových dát na bežných počítačoch. Zatiaľ čo donedávna bolo spracovanie priestorových dát vyhradené špeciálnym a drahým systémom CAD alebo náročným programom pre animácie, s príchodom jazyka VRML sa dostávajú virtuálne svety k užívateľovi osobného počítača. Veľkou výhodou VRML je jeho orientácia na Internet, resp. www. Obaja najznámejší producenti webových prehliadačov dodávajú súčasne s prehliadačom www-stránok i prehliadač VRML svetov. Teoreticky sa dá VRML uplatniť v každej počítačovej aplikácii.

Literatúra

- ŽÁRA, J.: VRML 97 Laskavý průvodce virtuálními světy , *Computer Press*, Brno, 1999.
Using ArcView 3D Analyst, Environmental systems research institute, Inc. *Redlands*, 1997.
ŽID, N. et al: Orientce ve světe informatiky, *Management Press*, Praha 1998.
TUČEK, J. Geografické informačné systémy, *Computer Press*, Praha 1998.
<http://www.Vrmlsiite.com>.
<http://webb3d.about.com>.
RYBÁR, P.: Analýza kvality vody na sídlisku KVP, Súdnoznalecký posudok, 2001.