

# Vizualizácia technologických, priemyselných a architektonických stavieb

Človek vníma svoje okolie takmer z 80 percent pomocou vizuálnych vnemov, a preto prepracovanie práve vizuálneho vnemu bolo a je na prvom mieste záujmu súčasnej počítačovej grafiky. Na zobrazovanie sa používajú rôzne technológie a zariadenia. Neustále zvyšovanie výkonu počítačových systémov umožňuje už aj na štandardných zariadeniach prácu s takou výpočtovo náročnou oblasťou, ako je 3D počítačová grafika. Avšak spracovanie rozsiahlych grafických údajov\*, napr. pre rozsiahle technologické, priemyselné a architektonické riešenia alebo pre virtuálne laboratória [4] vo fotorealistickej podobe alebo v reálnom čase, vyžaduje nasadzovanie výkonných výpočtových platforiem.

Fotorealistická vizualizácia prináša nové dimenzie do vizualizácií architektonických a priemyselných riešení (obr. 1, 2, 3, zdroj [5]). Paralelne spracovanie [1], [2] (napr. na viacjadrových alebo viacprocesorových platformách) zasa skraca výpočtový čas. Veľkoplošné zobrazovacie riešenia zvyšujú kvalitu a schopnosť vnímania priestoru [10]. Vo všeobecnosti existujú dve zaujímavé aplikačné oblasti, kde sa dajú veľkoplošné viacobrazovkové prostredia vhodne nasadiť:

- zobrazovanie obrazov vo veľmi kvalitnom vysokom rozlíšení presahujúcom možnosti dostupných klasických monitorov a grafických adaptérov,



Obr.1 Ukážka vizualizácie interiéru



Obr.2 Ukážka vizualizácie rozsiahleho architektonického komplexu



Obr.3 Ukážka vizualizácie rozsiahleho priemyselného komplexu

- poskytovanie väčšieho zorného poľa a lepšie vnímanie scény pri niektorých návrhových systémoch alebo prezentačných a reklamných systémoch.

Aktuálne dostupné riešenia poskytujú unikátne veľkoplošné vysokovýkonné fotorealistické zobrazovanie vhodné pre 3D interaktívne prezentácie produktov a technológií (obr. 4). Veľkoplošné viacobrazovkové zobrazovanie možno dosiahnuť aj použitím hardvérových displejových expandérov, napr. Matrox TripleHead2Go alebo Matrox Veos™ [6]. Tieto riešenia umožňujú použiť viac ako 16 mil. farieb a tiež výstupy z najčastejšie používaných grafických a návrhových aplikácií vo vysokom rozlíšení. Vstupnými zariadeniami môžu byť štandardná klávesnica či myš, ale aj space-pilot alebo iné špecializované zariadenie. Niektoré high-tech riešenia, ako stereoskopické [5] a holografické projekčné systémy [9] alebo autostereoskopické displeje, umožňujú plné prežívanie 3D vizualizovaného priestoru, a tak zvyšujú kvalitu pochopenia podstaty produktu či projektu.



Obr.4 Ukážka veľkoplošného 3D zobrazovacieho riešenia na vizualizáciu priemyselných objektov

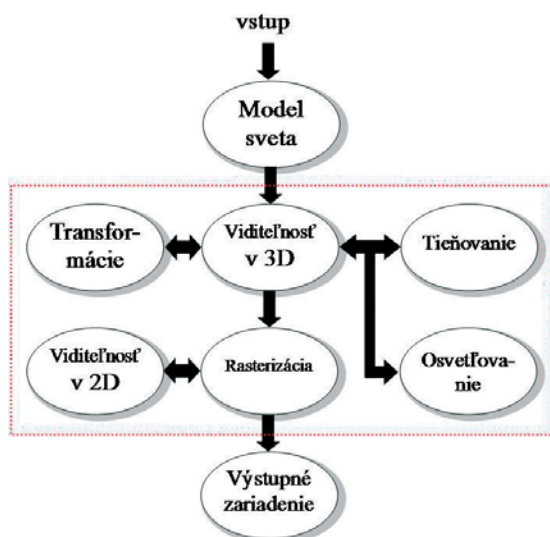
## Vizualizačný proces

Rendering je proces tvorby obrazu pomocou počítačových algoritmov alebo tiež oblasť štúdia zaoberajúceho sa syntézou obrazov z modelov sveta v počítači [3]. Videnie je komplementárny problém, ktorý analyzuje obrazy na vytvorenie počítačových modelov sveta. Hoci sú oba problémy navzájom inverzné, ich postavenie z pohľadu výpočtu je odlišné. Vízia reálneho sveta je extrémne zložitý proces výpočtu tvorby modelu sveta z reálneho obrazu. Na to je potrebné ľudské chápanie a rozhodovanie. Avšak základné procesy pri prevode opisanej scény do výstupného obrazu a fyzika prenosu svetla sú veľmi dobre pochopené a známe. Pochopenie je také detailné, že sa aplikuje niekoľko úrovní aproximácie, aby bola syntéza obrazu spracovateľná [11]. Výpočtové systémy môžu byť kvalifikované podľa:

- reprezentácie použitej na opis prostredia,
- algoritmu použitého na vytvorenie obrazov.

Všeobecne povedané veľa algoritmov môže byť použitých pre danú reprezentáciu a mnoho reprezentácií sa môže použiť pre jeden algoritmus. Pre komplexné scény alebo pre vysokú výstupnú kvalitu obrazu je proces výpočtovo náročnejší a pozostáva rádovo z miliónov alebo biliónov operácií pre každý výstupný obrázok. Požiadavka interakcie alebo reakcie v reálnom čase vo väčšine aplikácií kladie vysoké nároky na výkon. Jedna z možností, ako získať potrebný výpočtový výkon, je využiť viac procesných jednotiek na urýchlenie výpočtu scény. Tento proces sa nazýva paralelný rendering [2].

Základom vizualizačného procesu je najčastejšie vizualizačné jadro [3]. Grafické vizualizačné jadro je často založené na sériovom využívaní informácie, v súčasnosti už aj paralelným spracovaním s použitím grafických procesorov (GPU). Na vstupnej strane je model sveta a na výstupnej strane sú korektné sfarbené body na obrazovke. Medzi týmito dvoma stupňami sú ďalšie stupne, ktoré čiastočne menia vstupnú informáciu. Hlavnou predstavou implementácie grafického systému je minimalizovať čas použitý v každom stupni pre systém reálneho času. Vo viacprocesorových systémoch možno aplikovať niektoré stupne paralelne, čo predstavuje výrazné zrýchlenie. Na obr. 5 sú znázornené základné prvky vizualizačného jadra.



Obr.5 Blokový diagram vizualizačného jadra

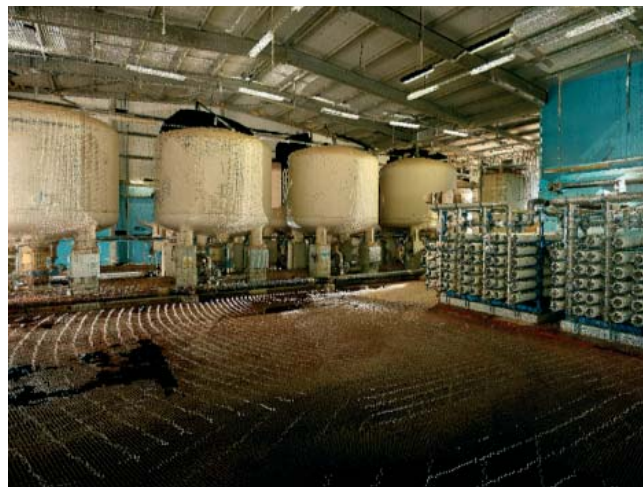
Základnou úlohou grafických architektúr je generovať grafický výstup pre pripojené výstupné zobrazovacie zariadenie. Proces transformácie opisu 3D modelu sveta do výstupného 2D obrazu na zobrazovacom zariadení (napr. na monitore) sa označuje ako vizualizácia scény. Ohraničená časť na obr. 5 sa najčastejšie rieši pomocou programového vybavenia. Snahou každého grafického systému je generovať výstup čo najrýchlejšie a v čo najlepšej kvalite. Na tomto princípe sú konštruované aj moderné grafické zobrazovacie adaptéry, napr. od výrobcov NVIDIA alebo ATI.

Z hľadiska hodnotenia výkonu grafického systému sa potom prihladá najmä na také atribúty, ako sú vstupná rýchlosť, počet spracovaných

polygónov (najčastejšie trojuholníkov), počet spracovaných pixelov (obrazových bodov), textúry (časť reprezentácie materiálu), fotorealiztika (zahrnutie fyzikálnych optických princípov do algoritmov) a zobrazovače (displeje).

## Vstup a výstup vizualizačného procesu

Vzhľadom na obr. 5 ide o časti, ktoré sú mimo ohraničenej oblasti. Na jednej strane je tu teda vstup 3D údajov a na druhej ich výstup, teda zobrazenie. Pri 3D vstupe možno, v prípade menších súčastok alebo tovarov, použiť 3D skener [7] ručný alebo najčastejšie s autopohovacím mechanizmom. Pri rozsiahlych priemyselných alebo architektonických komplexoch je však výhodnejšie použitie väčších exteriérových 3D skenerov. Príklad časti zosnímaného technologického komplexu vo forme množiny priestorových bodov pomocou exteriérového 3D skenera je na obr. 6 (zdroj [5]). Inou formou prípravy 3D modelu sveta je priame modelovanie pomocou počítača, napr. na základe technickej dokumentácie alebo priamych podkladov z CAD/CAM nástrojov.

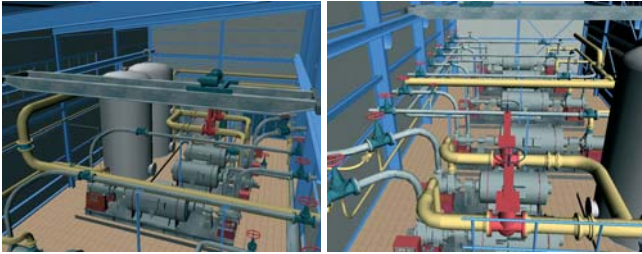


Obr.6 Príklad časti zosnímaného technologického komplexu pomocou 3D skenera

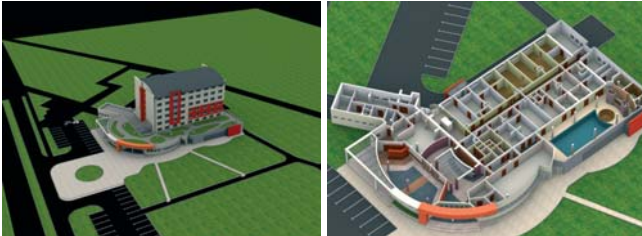
Vizualizačný výstup sa väčšinou realizuje na displeji. Najviac zobrazovačov je dvojrozmerných (hlavne najpoužívanejšie displeje). Inou otázkou kvality výstupu je riešenie priestorového vnemu pozorovateľa. Na to sú potrebné špecializované technológie alebo zariadenia na priestorové (3D) zobrazovanie, ale tiež spomínané snímanie.

Ak je teda k dispozícii model a príslušné programové vizualizačné vybavenie, možno tento model vizualizovať na výstupnom zariadení. Kedy je vhodné pri architektonických a priemyselných projektoch vizualizovať? Určite najlepším miestom na časovej osi je ešte štádium projektovania, resp. v čase, keď sa plánuje realizovať alebo modernizovať technologická stavba. Každý investor má záujem ušetriť svoje vložené investície a chce predchádzať problémom s nutnými dodatočnými zmenami počas realizácie stavby, ktoré predražujú celkové náklady. Práve preto je vhodné využitie moderných technológií projektovania už vo fáze návrhu, ktoré mu pomôžu znížiť celkové náklady. Jedným z nich je využitie priestorovej projekcie 3D modelu vytvoreného z projektovej dokumentácie. Základné aspekty využitia týchto technológií sú najmä:

- možnosť pozrieť si výslednú technológiu ešte pred samotnou realizáciou pomocou priestorovej real-time projekcie, teda možnosť „prechádzať sa“ uprostred technológie s priestorovým vnemom, ktorý je veľmi podobný realite (napr. obr. 7, zdroj [5]),
- ľahké odhalenie chýb pri projekcii – chybného umiestnenia, prípadne chýbajúceho konštrukčného prvku,
- pre investora ľahké posúdenie a úprava pôvodného návrhu o optimálnom usporiadaní technológie ešte pred začiatkom realizácie stavby,
- pohľady na projekt, ktoré v reáli nie sú možné (napr. obr. 8, zdroj [5]),
- to, že k projektu sa môžu pri takomto type vizualizácie vyjadrovať aj netechnici,



**Obr.7 Ukážka vizualizácie modelu technologickej časti priemyselného podniku**



**Obr.8 Ukážka vizualizácie odkrytého podlažia budovy**

- možnosť kolektívneho posudzovania pri využití veľkoplošných zobrazovacích technológií,
- možnosť pripraviť si a natréňovať postup dopravy a montáže s ohľadom na rozmer zariadenia a dostupného priestoru,
- tréning obsluhy technológie bez potreby pobytu priamo v prevádzke,
- možnosť prípravy efektívnych prezentácií a podkladov pre budúcu reklamnú, resp. investičnú kampaň.

Všetky tieto aspekty môžu priniesť úspory, ktoré môžu byť podľa typu stavby až do 15 % nákladov na montáž, prípadne zníženie prevádzkových nákladov pri následných prerábkach.

## Záver

Vývoj nových technológií v súčasnosti je závažný. So stúpajúcimi možnosťami súčasnej výpočtovej techniky vrátane zvládania náročných grafických operácií sa posúvajú aj možnosti vizualizačných systémov. Posun možno sledovať na poli zvyšovania výkonnosti grafických systémov, zväčšovania ich kapacity, rastu výstupného rozlíšenia a kvality zobrazovania a v neposlednej miere aj zvyšovania rýchlosti reakcie týchto systémov v prípade interakcie. Okrem nasadenia týchto systémov v spomínaných oblastiach tu badať aj postupné nasadzovanie technológií spojených s veľmi progresívnym fenoménom súčasného obdobia, fenoménom zvaným virtuálna realita [8]. Či sa stane používanie vizualizačných techník v opisovanom rozsahu skutočnosťou, je však jednak otázkou času a ceny a jednak záležitosťou schopnosti vedenia organizácií vidieť za horizont dneška.

\*Niektoré časti tohto článku vznikli s podporou projektu VEGA č. 1/0646/09: „Riešenie úloh spracovania rozsiahlych grafických údajov v prostredí paralelných, distribuovaných a sieťových počítačových systémov.“

## Literatúra

- [1] SOBOTA, B.: Parallel hierarchical model of visualisation computing. In: Journal of Information, Control and Management Systems, Volume 5, 2, 2007, pp. 345 – 350, ISSN 1336-1716.
- [2] SOBOTA, B., STRAKA, M., PERHÁČ J.: A visualization in cluster environment. Grid Computing for Complex Problem 2007, Bratislava, 22. 10. – 23. 10. 2007, Bratislava, Ústav Informatiky SAV, 2007, tretia, s. 68 – 73, ISBN 978-80-969202-7-3.
- [3] SOBOTA, B., PERHÁČ, J., STRAKA, M., SZABÓ, Cs.: Aplikácie paralelných, distribuovaných a sieťových počítačových systémov na riešenie výpočtových procesov v oblasti spracovania rozsiahlych grafických údajov. Košice: Elfa 2009, 178 s., ISBN 978-80-8086-103-2.
- [4] ZOLOTOVÁ, I., LIGUŠ, J., JADLOVSKÁ, A.: Remote and Virtual Lab – CyberVirtLab. In: Proceedings of the 17<sup>th</sup> EAEEIE Annual Conference on Innovation in Education for Electrical and Information Engineering, Craiova, Romania, June 2006, pp. 339 – 342, ISBN 973-742-350-X, 978-973-742-350-4.
- [5] Slovakia Supercomputers: webová stránka Slovakia Supercomputers, 2009. url: <http://www.supercomputers.sk/>.
- [6] Matrox, Inc., Products of Matrox Graphics Expansion Modules, 2009, url: <http://www.matrox.com>.
- [7] Z Corporation, Products of Z Corporation – 3D scanners; 2009, url: <http://www.zcorp.com/>.
- [8] JELŠINA, M., SOBOTA, B., STRAKA, M.: Parallel Hierarchical Model of Visualisation Computing in Virtual Reality System. Engineering of Modern Electric Systems journal – EMES'03, University of Oradea Romania – Faculty of Electrotechnics and Informatics, Romania, Oradea may 2003, Vol. 1, pp. 82 – 86, ISSN 1223-2106.
- [9] ČERNECKÝ, J., PIVARČIOVÁ, E.: Holografia a jej technické aplikácie. 2009, url: <http://www.holografia.wz.cz/>.
- [10] STAADT, O. G., WALKER, J., NUBER, C., HAMANN, B.: A Survey and Performance Analysis of Software Platforms for Interactive Cluster-Based Multi-Screen Rendering Proceedings of IPT/EGVE 2003. ACM Press, pp. 261 – 270 (IPT/EGVE 2003, Zurich, May 22 – 23, 2003).
- [11] LIU, LI, SAMANTA, R., WALLACE, G.: Data Distribution Strategies for High Resolution Displays. Computers and Graphics Vol. 25, pp. 811 – 818, 2001.

**Ing. Róbert Peťka**  
**Ing. Michal Haško**

e-mail: [robert.petka@supercomputers.sk](mailto:robert.petka@supercomputers.sk)  
[michal.hasko@supercomputers.sk](mailto:michal.hasko@supercomputers.sk)

43