

Virtualni svjetovi i virtualni ljudi na Mrezi

Igor-Sunday Pandzic¹, Tolga K. Capin²,
Nadia Magnenat Thalmann¹, Daniel Thalmann²

¹MIRALAB-CUI

University of Geneva

24 rue de Général-Dufour

CH1211 Geneva 4, Switzerland

{Igor.Pandzic, Nadia.Thalmann}@cui.unige.ch

<http://miralabwww.unige.ch/>

²Computer Graphics Laboratory

Swiss Federal Institute of Technology

CH1015 Lausanne, Switzerland

{capin,thalmann}@lig.di.epfl.ch

<http://ligwww.epfl.ch>

1. Uvod

Brzi napredak trodimenzionalne racunalske grafike, razvoj i popularizacija Interneta, kao i potraznja za alatima za suradnju pomocu racunala (Computer Supported Cooperative Work) potakli su istrazivanja na polju Umrezenih Virtualnih Okruzenja (Networked Virtual Environments). Sustavi ovog tipa omogucuju slobodno kretanje i djelovanje vise korisnika u zajednickom virtualnom okruzenju putem mreze. Komunikacijski mehanizam se brine za odrzavanje konzistencije virtualnog svijeta svih korisnika: svi moraju vidjeti jednako okruzenje u svakom trenutku; akcije svakog korisnika moraju biti vidljive svima ostalima.

Nakon kratkog uvoda u virtualna okruzenja opisat cemo osnovne principe rada Umrezenih Virtualnih Okruzenja (UVO), te sustav Virtual Life Network (VLNET), razvijen u suradnji Sveucilista u Zenevi i Savezne Politehnicke Skole u Lausanni. S obzirom na prosirenost VRML-a, te paznju koju pobudjuje u (informatickoj) javnosti, istrazivanja na podrucju UVO tesko mogu ignorirati ovaj standard. Stoga cemo ukratko opisati sto je VRML, sto bi VRML mogao postati u skorjoj buducnosti, te kakva je veza VRML-a i Umrezenih Virtualnih Okruzenja, pogotovo sustava VLNET.

2. Virtualni predmeti, virtualni svjetovi, virtualni ljudi

Virtualni predmet je opis nekog predmeta u memoriji racunala, pod uvjetom da racunalo omogucava vjerodostojno trodimenzionalno predocenje opisanog predmeta iz kuta gledanja koji korisnik moze interaktivno mijenjati. Kako bi graficko predocenje bilo moguće, opis predmeta mora minimalno sadrzavati definiciju geometrije predmeta, te svojstva povrshinskog materijala o odnosu na svjetlo (boja, sjaj, prozirnost...). Da bi se poboljsao dozivljaj stvarnosti i uporabna vrijednost, virtualni predmeti mogu imati definirana ponasanja koja mogu ovisiti o akcijama korisnika. Na primjer, za virtualni sat je

poželjno da pokazuje točno vrijeme; za bilo koji predmet je (najcesce) poželjno da pocne padati ako je ostavljen slobodno u prostoru. Definicija ponasanja mora postojati zajedno s opisom predmeta. Virtualni svijet, ili virtualno okruzenje, je virtualni predmet ili skup virtualnih predmeta koji kod korisnika stvaraju predodzbu da se nalazi i kreće unutar prostora u kojem se može orijentirati. Virtualni covjek je virtualni predmet koji izgledom i ponasanjem slici covjeku (ovo podrucje istrazivanja je daleko kompleksnije nego sto bi se dalo naslutiti iz ove jednostavne definicije). Slika 1. prikazuje virtualni predmet (sat) i virtualne ljude u virtualnom svijetu.



Slika 1. Primjer virtualnog svijeta

3. Umrezena Virtualna Okruzenja (UVO)

3.1. Princip UVO

Slika 2 shematski prikazuje dva korisnika u jednostavnom UVO-u koje se sastoji od jednog okruglog stola. Svaki korisnik vidi virtualno okruzenje na svom ekranu i može se u njemu kretati (npr. pomocu misa), te vrsiti odredjene radnje na predmetima (npr. pomaknuti stol). U okviru u sredini slike je prikaz virtualnog okruzenja iz neutralne perspektive. Oba korisnika **postaju dio** virtualnog okruzenja i prikazani su u njemu pomocu virtualnih ljudi. Pozicija virtualnog covjeka u okruzenju odgovara tocki iz koje korisnik gleda okruzenje. Prema tome, korisnik ne vidi svoje vlastito virtualno tijelo (ili samo djelomicno, npr. ruke), ali vidi virtualno tijelo drugog korisnika, dakle može vidjeti gdje se on nalazi u



Slika 2. Princip Umrezenog Virtualnog Okruzenja

okruzenju i sto radi. U primjeru na slici 2 svaki korisnik gleda stol sa svoje strane i vidi drugog korisnika nasuprot. Na potpuno istom principu virtualno okruzenje moze biti napuceno vecim brojem korisnika pri cemu sva racunala moraju biti povezana mrezom.

3.2. Osnovna svojstva UVO

3.2.1. Komunikacijska struktura

Komunikacijska struktura i protokoli unutar UVO moraju ispunjavati slijedece funkcije:

- Uspostavljanje i prekid veze

Omogucava korisniku da "udje" u odredjeni virtualni svijet i "izadje" iz njega.

- Distribucija opisa virtualnog svijeta

Za graficki prikaz virtualnog svijeta svakom racunalu u mrezi je potreban njegov opis; naravno, sva racunala moraju dobiti jednaki opis.

- Odrzavanje konzistencije virtualnog svijeta

Posto svaki korisnik ima svoju kopiju svijeta, te se moze u njemu gibati i vrsiti radnje koje mogu promijeniti izgled svijeta (npr. premjestiti neki predmet), akcije svakog korisnika se moraju istovremeno odrazavati u svakoj kopiji svijeta kako bi se odrzao privid da su svi u istom, zajednickom prostoru. Ovdje pripada i problem prava pristupa predmetima. Na primjer, sto ce se dogoditi ako u primjeru na slici 2 oba korisnika istovremeno odluče pomaknuti stol, jedan ulijevo a drugi udesno? U sklopu komunikacijskih protokola mora postojati mehanizam za rjesavanje ovakvih sporova.

3.2.2. Prikaz korisnika

Da bi korisnik bio svjestan prisustva drugih korisnika u virtualnom okruzenju potrebno je svakog korisnika na neki nacin graficki predociti. Osim cinjenice da je netko prisutan, zelimo znati i gdje se nalazi, u kojem smjeru gleda i sto radi. Osim ovih funkcija, prikaz korisnika treba poslužiti i za medjusobnu identifikaciju, te za sto bolju komunikaciju izmedju korisnika.

3.2.3. Manipulacija i ponasanje predmeta

Ova problematika nije svojstvena samo Umrezenim Virtualnim Okruzenjima, nego i virtualnim okruzenjima općenito. Pozeljno je da predmeti imaju prirodna ponasanja, pogotovo reakcije na radnje korisnika (o ovome je vec bilo govora u poglavlju 2).

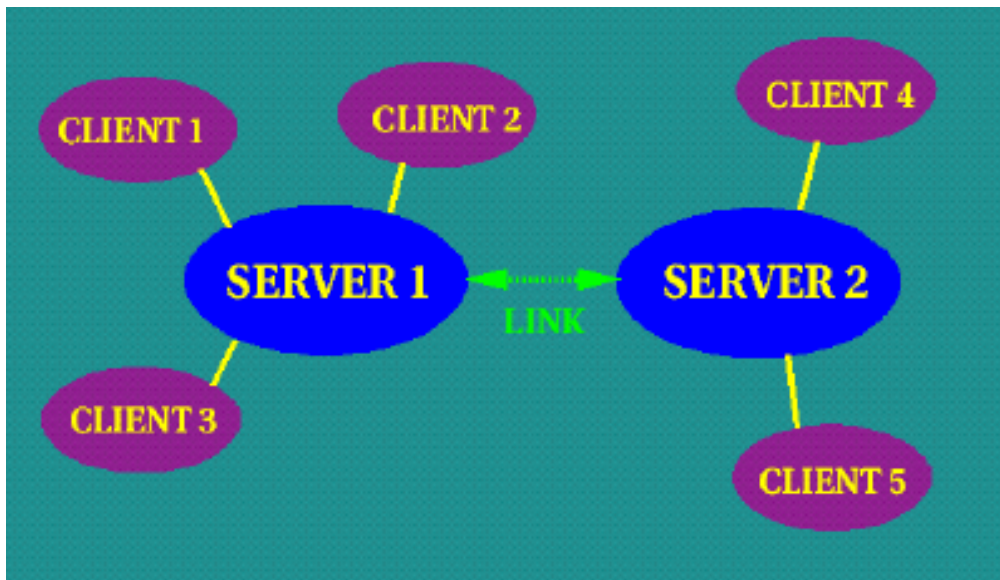
4. Virtual Life Network (VLNET)

Virtual Life Network (VLNET) pripada kategoriji Umrezenih Virtualnih Okruzenja. Sustav je razvijen u suradnji laboratorija MIRALab (Sveuciliste u Zenevi) i Laboratorija Racunalske Grafike (Laboratoire d'Infographie, Savezna Politehnicka Skola u Lausanni). U ova dva laboratorija postoji dugogodisnje iskustvo u modeliranju i animaciji ljudskog tijela, sto je iskoristeno za realistan prikaz korisnika koji je jedna od najvaznijih odlika sustava (otuda i ime). Osim do sada nabrojenih funkcija UVO, VLNET posjeduje dodatne funkcije: medjusobno povezivanje virtualnih svjetova, te mogucnost uvodjenja "samostalnih" virtualnih ljudi u okruzenje.

4.1. Komunikacijska struktura VLNET-a

Komunikacije u VLNET-u su temeljene na konceptu korisnik/posluzitelj(client/server) (slika 3). Kada korisnik (upotrebom VLNET-korisnicke aplikacije) uspostavi vezu sa VLNET-posluziteljem, posluzitelj

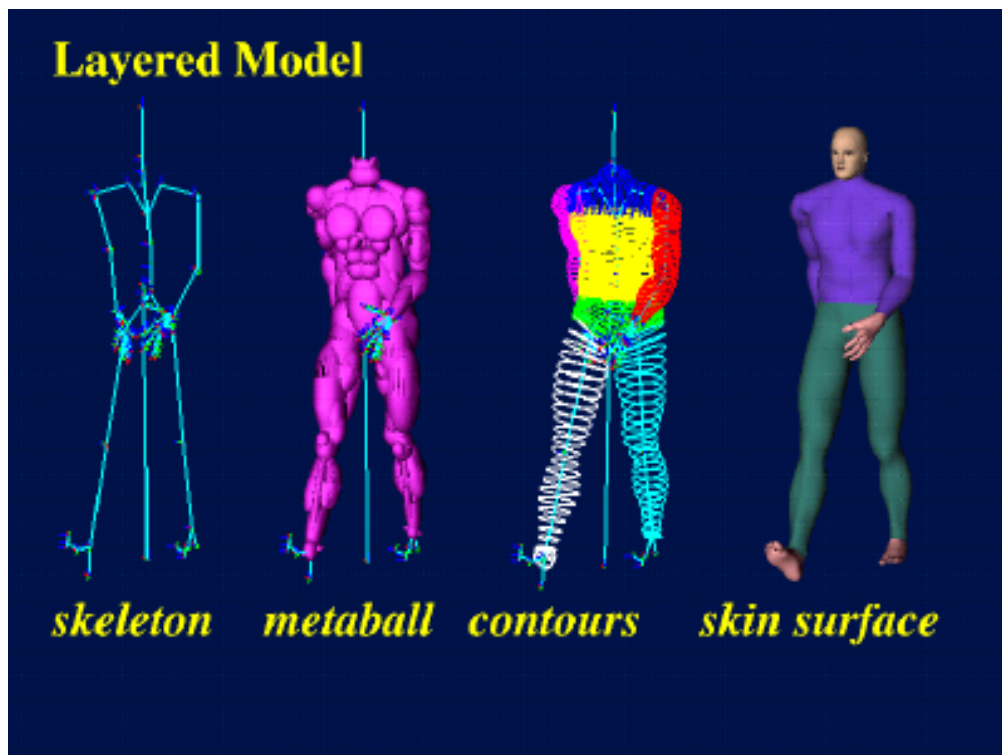
salje opis virtualnog svijeta, te prima podatke o grafickom prikazu korisnika. Ukoliko su drugi korisnici vec prisutni, svaki ce dobiti poruku o prisustvu novog korisnika te njegov opis. Ovim je veza uspostavljena. Sve kretnje i ostale akcije korisnika se salju poslužitelju, koji ih prenosi svim ostalim korisnicima. Bilo koji predmet u VLNET okruzenju se moze deklarirati kao veza sa nekim drugim poslužiteljem. Kada se korisnik približi takvom predmetu, veza sa trenutnim poslužiteljem se prekida i uspostavlja se veza s novim poslužiteljem, cime korisnik stice dojam premještanja u novi virtualni svijet.



"" Slika 3. Komunikacijska struktura VLNET-a"

4.2. Prikaz korisnika

Graficko predocenje ljudskog tijela je zasnovano na viseslojnom modelu prikazanom na slici 4. Na najnižoj razini je model kostura sa 74 stupnja slobode gibanja. Ova struktura omogućava upravljanje gibanjem tijela.

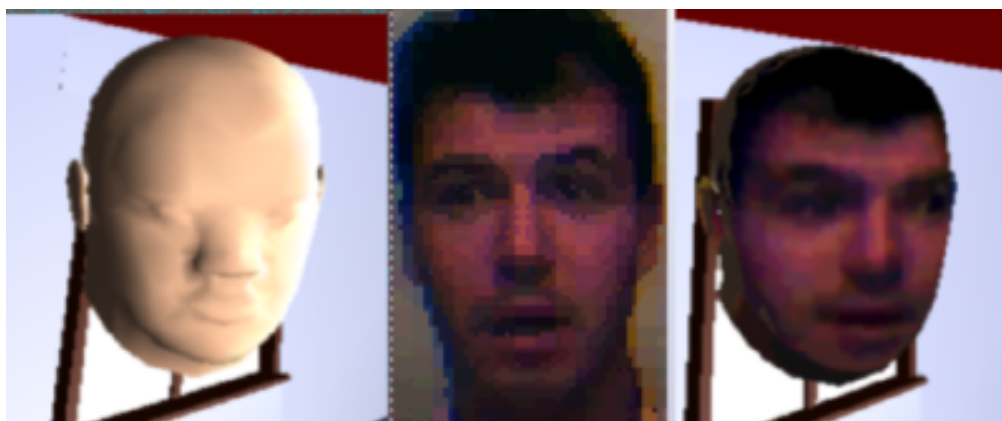


Slika 4. Viseslojni model ljudskog tijela

Na kostur je vezana struktura tzv. metaball-a koja tijelu daje oblik. Iz ove strukture se upotrebom još jednog međusloja koji služi za ubrzanje postupka dobiva konačni prikaz tijela u obliku mreže poligona. Ovakav viseslojni model omogućava potpunu kontrolu tijela uz relativno vjerodostojne deformacije prilikom gibanja.

Grafickim predocenjem tijela obavljeno je tek pola posla. Potrebno je još ostvariti kretanje tijela koje odražava akcije korisnika. Korisnik upravlja svojom pozicijom unutar virtualnog svijeta, te pozicijom ruke (za manipulaciju predmeta) pomoću misa ili neke prikladnije ulazne jedinice. Ovime su definirane pozicija i orijentacija glave i desne ruke. Na osnovu ovih podataka kompleksne motoricke funkcije proizvode pokrete hodanja i pokrete ruke.

Jedan od najvažnijih vidova komunikacije među ljudima je izraz lica; stoga je u VLNET-u omogućena video komunikacija ukoliko je korisnik opremljen kamerom. Iz digitaliziranog videa se izdvaja dio slike koji sadrži lice korisnika i šalje preko mreže ostalim korisnicima. Upotrebom "texture mapping" metode, slike lica korisnika se reproduciraju na licu virtualnog čovjeka (slika 5).



Slika 5. Texture mapping

4.3. Manipulacija i ponasanje predmeta

Predmeti unutar VLNET okruzenja se mogu deklarirati kao slobodni ili fiksni. Slobodne predmete korisnik moze pomicati pojedinačno ili vise njih odjednom, te ih organizirati u grupe. Prilikom ispuštanja predmeta simulirana je sila teze; korisnik moze trenutno isključiti silu teze i ostaviti predmet u zraku ako to želi. Bilo kojem predmetu se moze pridodati neka od definiranih motorickih funkcija. Na primjer, kazaljka na satu se jednostavno mogu pridodati funkcije rotacije i tako postici da sat pokazuje točno vrijeme. Trenutno je za dodavanje novog tipa motoricke funkcije potrebno kompilirati citav program, no uskoro se planira mogućnost upravljanja predmetima pomocu nezavisnih mini-programa napisanih u jeziku C ili pomocu Java applet-a.

4.4. Samostalni virtualni ljudi

U VLNET okruzenje moguće je uključiti samostalne virtualne ljude koji se izgledom ne razlikuju od ostalih korisnika, ali njihovo ponasanje nije određeno akcijama korisnika nego "inteligentnim" algoritmom odlučivanja. S tehnicke strane, samostalni virtualni ljudi koriste potpuno jednake komunikacijske protokole, prikaz korisnika i algoritme za manipulaciju predmeta kao i ostali korisnici, samo što je ulazna jedinica zamijenjena jedinicom "inteligentnog ponasanja". Ovo je još u eksperimentalnoj fazi.

4.5. Primjene VLNET-a

VLNET je zamislen kao sustav opće namjene. Sadržaj svakog virtualnog svijeta definira njegovu namjenu. Iskusali smo nekoliko mogućih primjena ovakvog sustava, od kojih su neke prikazane na slici 6.



Slika 6. Eksperimentalne primjene VLNET-a

4.5.1. Tele-kupovina (teleshopping)

U suradnji s tvrtkom Chopard iz Zeneve (proizvodjac satova) razvili smo virtualno okruženje u kojem prodavac potencijalnom kupcu pokazuje razne modele satova uz mogućnost jednostavnih operacija poput promjene remena. Ova primjena je demonstrirana na izložbi TELECOM 95 u Zenevi, s "kupcem sata" u Singapuru. Veza između Zeneve i Singapura je ostvarena putem ATM-a.

4.5.2. Primjene u medicini

Trodimenzionalni modeli ljudskog tijela i organa mogu biti zajednički analizirani unutar virtualnog okruženja. Ovo je zanimljivo za obrazovne primjene. Uz uporabu metoda za rekonstrukciju 3D organa iz medicinskih slika (npr. MRI) može se zamisliti i primjena u dijagnostici gdje bi se VLNET mogao primijeniti za konzultaciju s udaljenim specijalistom u kompliciranim slučajevima.

4.5.3. Virtualni sastanci

Jedan od eksperimentalnih VLNET svjetova je virtualna soba za sastanke u kojoj je na raspolaganju virtualni projektor diapozitiva. U razvoju su i druga pomagala (virtualna ploča, virtualni video) koja će poboljšati mogućnosti komunikacije među korisnicima.

4.5.4. Uredjenje prostora

U ovoj eksperimentalnoj aplikaciji korisnici mogu zajednički premjestiti namještaj u prostoriji.

4.5.5. Zabava

Mogu se zamisliti razne igre unutar virtualnih svjetova. Trenutno postoje VLNET svjetovi za igranje saha, te za rjesavanje 3D slagalice. U razvoju je "samostalni" virtualni covjek koji ce igrati tenis protiv korisnika.

5. Virtual Reality Modeling Language (VRML)

5.1 Sto je VRML?

VRML je standard koji omogucava opis virtualnih svjetova i njihovu dostupnost putem World Wide Web-a. VRML 1.0 je zasnovan na Silicon Graphics-ovom Open Inventor ASCII formatu za opisivanje 3D objekata. U VRML-u se mogu opisati staticki 3D predmeti i svjetovi, te pridodati veze predmeta prema drugim VRML modelima, WWW stranicama ili multimedijским objektima (video, audio, slike). Ove veze rade na potpuno jednak nacin kao veze u hypertext dokumentima. Korisnik opremljen VRML browser-om moze pristupiti bilo kojem VRML svijetu na Mrezi, slobodno se pomicati unutar njega, te slijediti veze prema drugim svjetovima ili Web stranicama.

5.2. VRML 2.0

Premda VRML 1.0 pruza zanimljive mogucnosti, ovaj standard je ipak prilicno ogranicen. Najveci nedostatak je staticnost VRML modela: predmeti u VRML svijetu se ne micu i ne reagiraju na akcije korisnika. Na bazi nekoliko prijedloga uskoro ce biti definiran novi standard VRML 2.0. Prema posljednjim vijestima usvojen je prijedlog Silicon Graphics-a pod nazivom "Moving Worlds" (ovaj prijedlog podrzavaju jos Netscape, Sony i citava lista drugih tvrtki). Ovaj prijedlog ukljucuje cetiri vazna prosirenja: animacija, interakcija, zvuk i definicija prototipa. Animacija je omogucena putem vanjskih scriptova koji mogu upravljati odredjenim parametrima unutar virtualnog svijeta. Nije definirano koji jezik treba biti upotrebljen za ove scriptove, ali izmedju redaka se cita Java. Interakcija je moguca putem senzora koji reagiraju na akcije korisnika i salju odgovarajuce poruke upravljackom script-u. Izvori zvuka mogu biti tockasti ili usmjereni; oba tipa imaju ogranicenu udaljenost s koje se mogu cuti. Definicija prototipa omogucava laksi razvoj klasa slicnih objekata.

5.3. VLNET i VRML

Mogucnosti koje pruza VRML su podskup mogucnosti VLNET-a. Ovo ce, doduse u manjoj mjeri, jos uvijek biti slucaj s VRML-om 2.0 (u sklopu standarda se ne planira podrška visekorisnickog nacina rada). S druge strane, VRML je vec prilicno rasiren, dok VLNET upotrebljavaju samo autori i nekolicina partnera. Stoga je namjera autora omoguciti kompatibilnost s VRML-om na (za korisnika) jednostavan nacin, ali istovremeno zadržati dodatne mogucnosti VLNET-a i dalje ih prozirivati. U razvoju je nova verzija VLNET-a zasnovana na ovakvom pristupu. Ova nova verzija koristi HTTP protokol za prijenos opisa virtualnog svijeta (kao i VRML), dakle potrebno je imati standardni HTTP poslužitelj. Uz to ce biti potreban VLNET mini-poslužitelj koji ce sluziti za visekorisnicku komunikaciju. Na ovaj nacin ce biti moguće na bilo koji poslužitelj koji sadrži VRML svjetove jednostavno dodati visekorisnicki nacin rada. VLNET ce podrzavati VRML format podataka, ali ce zadržati i svoj vlastiti format radi mogucnosti prozirivanja. U ovisnosti o tipu poslužitelja i formatu podataka, biti ce mogući slijedeci nacini rada:

POSLUZITELJ	FORMAT PODATAKA	NACIN RADA
HTTP	VRML	Standardni VRML browser
HTTP+VLNET	VRML	Visekorisnicki rad

HTTP+VLNET	VLNET	Visekorisnicki rad + dodatne mogućnosti VLNET-a
------------	-------	---

Kakve će biti dodatne mogućnosti VLNET-a u odnosu na VRML 2.0 za sada je teško reći. U odnosu na VRML 1.0 VLNET ima prednost animacije i interakcije. Ove funkcije će biti uključene u VRML 2.0, no pitanje je na koji točno način i što bi VLNET mogao pružiti osim svoje osnovne prednosti - visekorisničkog načina rada.

6. Zaključak

Nastojali smo dati neka osnovna saznanja o virtualnim svjetovima, Umreženim Virtualnim Okruženjima, te standardu VRML koji omogućava pristup virtualnim svjetovima preko WWW-a. Kao primjer Umreženog Virtualnog Okruženja opisan je sustav Virtual Life Network.

Istovremena dostupnost 3D računalske grafike i pristupa globalnoj Mreži sve većem broju ljudi neizostavno pobudjuje interes za virtualne svjetove na Mreži. Kao što je danas uobičajeno tražiti informacije na Web-stranicama, uskoro će biti uobičajeno "setati se" u 3D virtualnim svjetovima. Ovo nije tako egzotično kao što dosta ljudi još uvijek misli: svijet oko nas ima tri dimenzije u kojima se sasvim dobro snalazimo, dakle snalazenje u trodimenzionalnom virtualnom svijetu može biti prilično intuitivno. Nije nezamisliv scenario u kojem, zazelivši otici u kazaliste, pristupite Web-stranici kazalista, "udjete" u 3D model dvorane, odaberete mjesto s kojeg se lijepo vidi pozornica, te kupite kartu putem mreže. Virtualna okruženja za više korisnika će vjerojatno biti manje upotrebljavana, no u mnogim situacijama gdje je potrebna suradnja ovo će biti zanimljivo rješenje.

7. Publikacije u vezi s temom

Amselem D. (1995). A Window on Shared Virtual Environments. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, Vol. 4, No. 2.

Boulic R., Capin T., Huang Z., Kalra P., Lintermann B., Magnenat-Thalmann N., Moccozet L., Molet T., Pandzic I.S., Saar K., Schmitt A., Shen J., Thalmann D. (1995). The Humanoid Environment for Interactive Animation of Multiple Deformable Human Characters", *Proceedings of Eurographics '95*. Maastricht.

Boulic R., Magnenat-Thalmann N. M., Thalmann D. (1990). A Global Human Walking Model with Real Time Kinematic Personification. *The Visual Computer*, Vol.6(6).

Broll W. (1995). Interacting in Distributed Collaborative Virtual Environments", *Proceedings of IEEE VRAIS'95*.

Bukowski R.W., Sequin C.H. (1995). Object Associations: A Simple and Practical Approach to Virtual 3D Manipulation. *Proceedings of ACM Symposium on Interactive 3D Graphics*, Monterey, California.

Capin T.K., Pandzic I.S., Magnenat-Thalmann N., Thalmann, D. (1995). Virtual Humans for Representing Participants in Immersive Virtual Environments. *Proceedings of FIVE '95*, London.

Carlsson C., Hagsand O. (1993). DIVE - a Multi-User Virtual Reality System. *Proceedings of IEEE VRAIS '93*, Seattle, Washington.

Gisi M.A., Sacchi C. (1994). Co-CAD: A Collaborative Mechanical CAD System. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol. 3, No. 4.

- Gobbetti E., Balaguer J.F., Thalmann D. (1993). VB2: An Architecture for Interaction in Synthetic Worlds. *Proceedings of ACM UIST '93*, Atlanta.
- Granieri J.P., Becket W., Reich B.D., Crabtree J., Badler N.I. (1995). Behavioral Control for Real-Time Simulated Human Agents. *Proceedings of ACM Symposium on Interactive 3D Graphics*, Monterey, California.
- Macedonia M.R., Zyda M.J., Pratt D.R., Barham P.T., Zestwitz, (1994). NPSNET: A Network Software Architecture for Large-Scale Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol. 3, No. 4.
- Maxfield J., Fernando T., Dew P. (1995). A Distributed Virtual Environment for Concurrent Engineering. *Proceedings of IEEE VRAIS '95*.
- Pandzic I.S., Capin T., Magnenat Thalmann N., Thalmann D. (1996). Motor Functions in VLNET Body-Centered Networked Virtual Environment. *Proc. of 3rd Eurographics Workshop on Virtual Environments*, Monaco.
- Pandzic I.S., Capin T., Magnenat Thalmann N., Thalmann D. (1995). VLNET: A Networked Multimedia 3D Environment with Virtual Humans. *Proc. Multi-Media Modeling MMM '95*, Singapore (World Scientific Press).
- Pandzic I.S., Kalra P., Magnenat-Thalmann N., Thalmann D. (1994). Real-Time Facial Interaction. *Displays*, Vol 15, No 3.
- Pesce M., Bell G., Parisi A. (1995). VRML 1.0 Specification. (<http://vrml.wired.com/vrml.tech/vrml10-3.html>)
- Phillips, C.B., Badler, N.I. (1991). Interactive Behaviors for bipedal articulated figures. *Computer Graphics*. Vol. 25, no. 5.
- Shen, J., Thalmann, D. (1995). Interactive Shape Design Using Metaballs and Splines. Implicit Surface95. *Eurographics Workshop on Implicit Surfaces*. Grenoble.
- Renault, O., Magnenat-Thalmann, N., Thalmann, D. (1990). A Vision-based Approach to Behavioral Animation. *The Journal of Visualization and Computer Animation*, Vol.1, No.1
- Singh G., Serra L., Png W., Wong A., Ng H. (1995). BrickNet: Sharing Object Behaviors on the Net. *Proceedings of IEEE VRAIS '95*.
- Stansfield S., Miner N., Shawver D., Rogers D. (1995). An Application of Shared Virtual Reality in Situational Training. *Proceedings of IEEE VRAIS '95*.
- Thalmann, D. (1994). Automatic Control and Behavior of Virtual Actors. *Interacting with Virtual Environments*, MacDonald L., Vince J. (Ed)
- Thalmann, D, Capin T., Pandzic I. S., Magnenat Thalmann N. (1995). Participant, User-Guided and Autonomous Actors in the Virtual Life Network VLNET. *Proc. of International Conference on Artificial Reality and Tele-Existence '95, Conference on Virtual Reality Software and Technology '95 ICAT/VRST'95*, Japan (ACM SIGCHI press).
- Yoshida M., Tijerino Y., Abe S., Kishino F. (1995). A Virtual Space Teleconferencing System that Supports Intuitive Interaction for Creative and Cooperative Work. *Proceedings of ACM Symposium on Interactive 3D Graphics*. Monterey, California.