

UNIVERZITET SINGIDUNUM

DEPARTMAN ZA POSLEDIPLOMSKE STUDIJE
MASTER STUDIJE

-STUDIJSKI PROGRAM-

SAVREMENE INFORMACIONE TEHNOLOGIJE

-MASTER RAD-

VIRTUELNO OKRUŽENJE ZA GRAFIČKI DIZAJN

Mentor:

Prof. dr Ranko Popović

Kandidat:

Marko Stevanović

Br. Indeksa:

410250/2010

Beograd, 2012.

APSTRAKT

U vremenu velikih promena kao što je ovo u kojem živimo, pored razvoja privrede, ekonomije, tehnologije, naučnih dostignuća, organizacionih struktura, razvijaju se i obrazovne tehnologije. Pored klasičnog obrazovanja pojavila se potreba za sticanjem novih znanja, kako u školi, tako kasnije u poslovnom sistemu i na radnom mestu. Uvođenjem novih obrazovnih tehnologija stižu se nove mogućnosti razvoja obrazovanja i komunikacije među ljudima. Primer za to je uvođenje kompjuterske tehnologije u sva područja ljudske delatnosti. Ovakvi oblici obrazovanja, učenja kod kojih nema neposrednog kontakta između predavača i osoba koje stižu obrazovanje naziva se učenje na daljinu (eng. e-learning).

Intenzivni razvoj informacionih i komunikacionih tehnologija je ubrzao globalizaciju poslovnih procesa i pojavu elektronskog poslovanja. Razvoj elektronskog poslovanja je postavilo osnove za uspešnu realizaciju učenja na daljinu. U početku je učenje na daljinu predstavljalo samo podršku standardnom obrazovanju, u vidu elektronskih udžbenika i komunikacije elektronskom poštom, dok danas postoje mnogi univerziteti kod kojih se studiranje odvija na daljinu.

U prvom delu prikazani su osnovni koraci izgradnje jednog virtuelnog okruženja kao i principi modelovanja i implementacije osnovnih funkcionalnosti u X3D programskom jeziku. Uz to je opisan i rad sa avatarima, odnosno njihovo kreiranje, brisanje, upravljanje, prikazivanje, dodavanje ponašanja i chat funkcije u cilju kreiranja višekorisničkog virtuelnog okruženja.

U drugom delu detaljno su opisane smernice i standardi u dizajnu iz sveta informacionih tehnologija. Obuhvaćeni su i protokoli koji se koriste u sklopu podrške virtuelnih okruženja, a akcenat je stavljen na protokole i *chat* kanale koji se koriste u *Second Life* virtuelnom svetu. Mreže za velika poslovanja obično imaju klijent-server arhitekturu, poznatu i kao arhitekturu dva nivoa. Najveći deo posvećen je upravo arhitekturama, zahtevima za podršku, savremenim konceptima arhitekture, rešenjima problema skalabilnosti kao i strategijama i zahtevima za propusnim opsegom. Treći deo prikazuje realizovano rešenje virtuelne laboratorije za grafički dizajn, kao i kurs kreiran u Moodle-u. Akcenat je stavljen na prednosti upotrebe novih tehnologija i sistema za učenje na daljinu odnosno kako se nastava može pratiti od kuće i pritom steći permanentno znanje uz praktičnu

primenu istovetnu kao sa klasičnih predavanja. Virtuelna laboratorija ima ulogu pripreme za rad u realnoj laboratoriji.

Ključne reči: X3D, Virtual Lab, Moodle...

SADRŽAJ

1. METODOLOGIJA IZRADE RADA	5
1.1 Uvod.....	5
1.2 Predmet istraživanja	6
1.3 Cilj istraživanja	6
1.4 Metode istraživanja	7
1.5 Struktura rada	7
2. X3D I SAVREMENE RAČUNARSKE MREŽE	8
2.1 Razvoj Interneta	8
2.2 Definicije osnovnih pojmova	10
2.3 Istorija X3D.....	11
2.4 VRML	12
2.5 X3D	14
2.5.1 Prednosti X3D nad VRML	14
2.5.2 Pregled X3D profila i usaglašenosti	16
2.6 Alati.....	17
2.7 Skript jezik	18
2.7.1 Skripte za povezivanje.....	18
2.7.2 Skripte za aktivaciju	19
2.7.3 Skripte za kretanje	19
2.8 Avatari.....	20
2.9 BS Collaborate i BS Contact.....	21
2.9.1 Konektovanje na server	21
2.9.2 Provera identiteta korisnika	23
2.9.3 Upravljanje korisničkom sesijom	23
2.9.4 Prikazivanje avatara.....	25
2.9.5 Upravljanje avatarom	25
2.9.6 Pristupanje sceni.....	26
2.9.7 Brisanje avatara	26
2.9.8 Prikaz sopstvenog avatara	27

2.9.9 Dodavanje ponašanja avatarima	27
2.9.10 Dodavanje Chat funkcije	28
3. PROTOKOLI I ARHITEKTURA VIRTUELNIH OKRUŽENJA.....	29
3.1 Smernice i standardi	29
3.1.1 Važeći standardi	30
3.1.2 Postojeće smernice	34
3.2 Protokoli	35
3.2.1 Okruženje nezavisno od protokola	43
3.2.2 Sistemski servisi	44
3.3 Arhitektura	44
3.3.1 Zahtevi za podršku arhitekture	47
3.3.2 Komunikacija	48
3.3.3 Savremeni koncepti arhitekture	49
3.4 pLVE rešenje problema skalabilnosti	51
3.5 CPU i GPU performanse	52
3.6 Mrežni saobraćaj	53
3.6.1 Zahtevi za propusnim opsegom	54
3.6.2 Provera identiteta korisnika	55
3.6.3 SEMMO – Skalabilni engine za MMOG i MMOW	55
4. VIRTUELNA UČIONICA ZA GRAFIČKI DIZAJN	56
4.1 Alati za kreiranje virtuelne učionice	56
4.2 Virtuelna učionica	58
4.3 Izgled i elementi virtuelne učionice	60
4.4 Računarski sistemi znanja	66
4.5 Moodle	67
4.5.1 Pregled osnovnih mogućnosti Moodle-a	69
4.5.2 Uloge korisnika Moodle-a	69
4.5.3 Realizacija kursa preko Moodle-a	70
5. ZAKLJUČAK.....	77
6. LITERATURA	79

1. METODOLOGIJA IZRADE RADA

1.1 Uvod

Internet, kao virtualna institucija, poslednjih godina postaje dominantan medij za komunikaciju i poslovanje. Ne treba posebno naglašavati da je Internet revolucionarno promenio svet u kojem živimo, pa s toga, današnje poslovanje, bez Interneta gotovo i da je nezamislivo. Korak napred svakako predstavlja i uvođenje i korišćenje trodimenzionalnog prikaza (3D).

3D internetom, poznatim i kao virtualni svet, obezbeđeni su novi pogledi i vidici za dalji razvoj i korišćenje internet tehnologije. Osim za zabavu, unapređene su nove metode za naučno komuniciranje, trgovinu, poslovanje, razmenu informacija i slično, pri čemu prostorna udaljenost ni u kom pogledu neće predstavljati prepreku.

Dve ključne karakteristike su:

- da se aktivnosti mogu izvršavati bez fizičkog prisustva;
- razmena informacija različitih oblika među korisnicima.

Treba pomenuti CVE (Collaborative Virtual Environments), to su kolaborativna virtualna okruženja, za saradnju udaljenih korisnika. CVE podržava čovek-čovek komunikaciju pored postojeće čovek-mašina. CVE je zapravo kompjuterski generisan virtualni svet u kome se učesnici sastaju i sarađuju, a može biti u dvodimenzionalnom, dvo i po dimenzionalnom i trodimenzionalnom obliku. Kolaborativna okruženja imaju veliki potencijal za implementaciju u raznim oblastima i njihovo međusobno povezivanje.

Globalna aplikacija Second Life, američke kompanije Linden Research, je najbolji primer kako funkcioniše jedno takvo okruženje. Kompanije i osobe iz stvarnog sveta otvaraju u tom virtualnom svetu svoja predstavništva, prodavnice, kompanije, pa čak i ambasade. Dokaz tome su i predstavništva koja su u Second Life-u otvorili italijanski i francuski predsednici, ambasada Švedske, kao i kompanije poput IBM-a, AMD-a, BMW-a, Beneton-a, Sony-a, Adidas-a i mnogih drugih.

Koncept virtualnog prenošenja znanja stvara jedno sasvim novo polje istraživanja i rešavanja problema. Kako bi se postigao napredak i ostvarili razvojni ciljevi nezaobilazno rešenje kojem se kompanije priklanjaju je svakako elektronsko učenje. Virtualne učionice pored toga što su otvoreni

tip učenja i što su dostupne svima, bez obzira na karakteristike i finansije, čine da proces učenja bude zanimljiv i interesantan. Stvaranje virtuelne učionice zasnovano je na modelu zajedničkog učenja i korišćenja internet tehnologija. Cilj virtuelnih učionica je potpuno jasan, a to je brži, efikasniji, jeftiniji i kvalitetniji razvoj i obrazovanje.

1.2 Predmet istraživanja

Predmet izrade master rada zasniva se na X3D modelovanju, upoznavanju korisnika sa principima koji se koriste prilikom modelovanja, kao i sam razvoj i karakteristike istog. Pored toga, objašnjeni su principi i karakteristike Moodle platforme za elektronsko učenje kao i rad u virtuelnoj laboratoriji za grafički dizajn i priprema za rad u realnom okruženju.

1.3 Cilj istraživanja

Cilj rada je upoznavanje sa tehnikama i principima X3D modelovanja kao i praktična primena prilikom izrade avatara. Poseban akcenat je stavljen na primenu programskog paketa BSCollaborate kod izrade avatara, kao i primenu on-line kursa u virtuelnom okruženju.

Društveni cilj rada je da se korisnici upoznaju sa prednostima virtuelnog sveta kao i mogućnostima X3D modelovanja.

Ostvarivanje cilja istraživanja zasnovano je na teorijama i naučnim činjenicama kao i saznanjima iz brojnih radova i literature raznih stručnjaka sublimiranih sa saznanjima samog autora.

Rad ukazuje na to da X3D tehnologija prati obrazovni proces i sinhronizovana je sa tehnološkim progresom i mogućnostima kompjuterske multimedijalne tehnologije.

Takodje namera je da se primenom kursa, koncipiranog u Moodle-u, na virtuelnu laboratoriju za grafički dizajn pokaže pozitivna strana učenja na daljinu.

1.4 Metode istraživanja

Istraživanje je koncipirano na saznanjima iz naučne i stručne literature, odnosno saznanjima drugih autora koji su u svojim člancima i knjigama istraživali problematiku kojom se bavi i ovaj rad. Tokom istraživanja, korišćeno je šest principa naučnog saznanja: objektivnost, pouzdanost, opštost, sistematičnost, preciznost i istoričnost ili razvojnost.

Na osnovu postavljenog cilja ovog istraživanja odabrane su metode koje će svojom kombinacijom sačinjavati metodiku rada. U izradi ovog rada korišćeno je više metoda kao što su: metoda modelovanja, metoda analize i sinteze, induktivna i deduktivna metoda, metoda klasifikacije, metoda komparacije.

1.5 Struktura rada

Prvi deo objašnjava poreklo i nastanak X3D-a, a na njega se nastavljaju delovi o pregledu i usaglašenosti X3D profila, alatima za modelovanje i animaciju, skript jezicima i avatarima. Definiše se pojam X3D-a, iznose se različite definicije i mišljenja, govori se o njegovom razvoju, prednostima i korisničkoj upotrebi. Nakon opštih i uvodnih razmatranja u ovom delu se nalazi opis i upotreba programskog paketa BSCollaborate kao i izrada i implementacija avatara.

U drugom delu opisane su smernice, standardi i protokoli koji se koriste u sklopu podrške virtuelnih okruženja, a najveći deo posvećen je arhitekturama i njihovim savremenim konceptima, kao i zahtevima za podršku, zahtevima i strategijama za propusnim opsegom, ali i rešenjima problema skalabilnosti.

Treći deo sadrži detaljni opis izrade virtuelne laboratorije za grafički dizajn i alata kojim je to ostvareno. Opisan je i kurs koji je izrađen pomoću Moodle softverskog paketa, sa ciljem da se korisnici bolje upoznaju sa mogućnostima i pripreme za rad u realnoj učionici.

2. X3D I SAVREMENE RAČUNARSKE MREŽE

2.1 Razvoj Interneta

Internet je javni sistem povezanih računarskih mreža na globalnom nivou ili kako se još naziva, velika internacionalna-globalna baza podataka. Nastanak globalne mreže vezuje se za 1869. godinu i želju Ministarstva odbrane SAD da se istraži način i razvije mreža koja će preživeti nuklearni napad. Sredinom 1983. godine tadašnja mreža prelazi sa NCP-a (Network Control Protocol) na TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) i u tom trenutku je bilo 1000 računara povezanih sa ARPANET-om (Advanced Research Project Agency Network) koji je razvijao ovu mrežu dok je danas prema procenama taj broj preko 2 milijarde.

Količina podataka koja je u opticaju je nezamislivo velika, a primenu je osim za naučne i vojne potrebe, kako je prvobitno planirano, našao i u svetu trgovine, industrije kao i u čovekovoj svakodnevnici i zabavne svrhe. U poslovnom svetu prednost Interneta u odnosu na druge medije se ogleda u tome što tržište nema granice, lakše se uspostavlja kontakt i komunicira sa partnerima, a i velika količina informacija je na dohvat ruke.

Internet razvoj se može prikazati u nekoliko etapa:

- *Web 1.0:*

- odlikuje se statičkim stranicama umesto sadašnjih dinamičkih, što znači da nema mogućnost menjanja sadržaja;
- ne interaktivnost, korisnici mogu samo da čitaju bez menjanja sadržine sajta.
- od elemenata koji se koriste danas, tu su hiperlinkovanje i bukmarkovanje.

- *Web 2.0:*

- taj naziv je prvo upotrebila O'Reilly grupacija 2003. godine, a predstavlja više novi način korišćenja Interneta nego evoluciju njegove srži. U osnovi on upućuje na poboljšani način deljenja informacija, upotrebljivost i interoperabilnost odnosno mogućnost menjanja sadržine sajta od strane korisnika. Primeri za to su socijalne mreže (MySpace, Facebook...), sajtovi za deljenje video sadržaja (Youtube), enciklopedije (Wikipedia), razni forumi i td.

- *Web 3.0:*

Poznat i kao „Semantički Internet”, sadrži par tehnologija za aranžiranje i struktuiranje podataka koji se mogu pronaći na Internetu da bi se učinili dostupnim i iskoristivim za programe i aplikacije zahvaljujući metadata sistemu. A sve to sa ciljem da Internet ne bude samo u službi ljudi već i mašina. I možda i najbitniji segment predstavlja napredna pretraga podataka na Internetu gde će softver pronalaziti najbitnije podatke sa raznih sajtova i uštedeti značajno vreme koje se trošilo na pretragu.

- *Web 4.0:*

Poznat i kao „Simbiozni Internet”, zbog mogućnosti da ga koriste i ljudi i mašine kao što je to slučaj kod Web 3.0, ali sa dosta naprednijim mogućnostima i mnogo moćnijim interfejsom npr. koji se može kontrolisati mislima. Ova ideja je još daleko od realizacije, ali će svakako u dogledno vreme biti realizovana.

- *Web 5.0:*

Predstavlja temu koja još uvek nije previše dotaknuta, ali se pretpostavlja da će veštačka inteligencija zameniti ljudsku.

Budućnost Interneta je blistavija od računara, mobilnih telefona, televizije i td. jer sve zavisi upravo od Interneta. Koncept na kome se zasniva budućnost je virtuelna prisutnost korisnika gde će računar pomoću softvera obavljati tu ulogu. Ovo je izvodljivo na taj način što bi računar elektronskom obradom korisničkih aktivnosti naučio mnogo toga o korisniku i bio bi u mogućnosti da uz virtuelnu prezentaciju u potpunosti zameni korisnika u komunikaciji sa drugima i to bez fizičkog prisustva samog korisnika.

2.2 Definicije osnovnih pojmova

Vizuelizacija - predstavlja vizuelnu prezentaciju podataka radi lakše akvizicije znanja.

2D vizuelni prikaz je kompjuterski bazirano generisanje digitalnih slika, uglavnom dvo-dimenzione modele (2D geometrijski modeli, tekst, digitalne slike) i simulaciju 3D slika.

2.5D vizuelni prikaz ili pseudo 3D je grafička projekcija i tehnika koja čini da serija slika ili scena izgleda kao 3D što zapravo nije. A koristi se i kod 3D igara koje su ograničene na 2D prikaz.

3D vizuelni prikaz služi za prikaz slika ili scena koje osim širine i dužine imaju i dubinu. To je ujedno i skup različitih tehnika za kreiranje i prezentaciju 3D objekata. Efekat je visoki stepen osećaja realnosti pa se na ovu vrstu prikaza sve više oslanja i filmska industrija [5].

4D vizuelni prikaz predstavlja kombinaciju 3D sadržaja i fizičkih efekata.

6D vizuelni prikaz predstavlja kombinaciju 3D sadržaja, fizičkih efekata i interakcije.

Stvarnost (eng. Reality) označava stvarno postojanje odnosno prirodno, realno okruženje suprotno od virtuelnog.

Simulirana realnost je stanje sa velikim stepenom simulacije pomoću kompjuterske tehnologije. Razlikuje se od realnosti, ali se simulira gotovo do stepena da se ne može razlikovati.

Virtuelna realnost (eng. Virtual Reality) je izraz koji se primenjuje u kompjuterski simuliranim okruženjima tj. simuliranje fizičkog prisustva na mestima u imaginarnom svetu isto kao u realnom, tako da korisniku stvara utisak prisutnosti u tom imaginarnom okruženju. Korisnik je u mogućnosti da kontroliše kretanje i da vrši reakcije u realnom vremenu [1].

Vrste VR su:

proširena realnost - predstavlja video zapis u realnom vremenu koji u kombinaciji sa kompjuterskom grafikom stvara utisak pomešane realnosti.

uvučena – to su okruženja sa različitim stepenom prisutnosti i aktiviraju se prema potrebi.

proširena virtuelnost - predstavlja spajanje objekata iz realnog sveta sa virtuelnim okruženjem.

x realnost - predstavlja deljenje informacija između virtuelnog i realnog sveta.

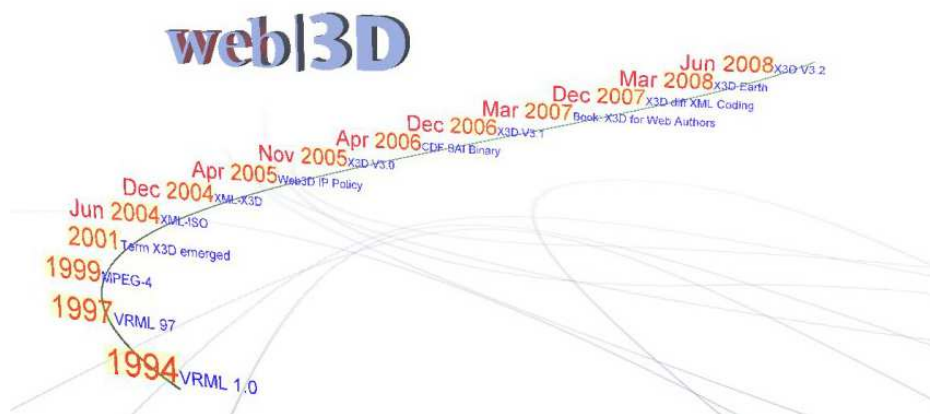
Virtuelni svet predstavlja kompjuterski simulirano okruženje odnosno *online* zajednicu u kojoj korisnici mogu da rade gotovo sve stvari kao u realnom životu. Moguće je kretanje, komuniciranje, kreiranje objekata i njihovo korišćenje i td. Grafičke prezentacije kojima su predstavljeni korisnici zovu se Avatari. Vrste virtuelnih svetova su: Meta univerzumi i *online* igrice.

Virtuelna okruženja - postoje *full-immersive* i *non-immersive* virtuelna okruženja, a razlika je u nivou prisutnosti. U *full-immersive* okruženju korisnik je potpuno izolovan od spoljašnjeg sveta, dok je u *non-immersive* okruženju korisnik svestan svog realnog okruženja.

Virtuelni continuum - predstavlja sve varijacije i kompozicije realnih i virtuelnih objekata.

2.3 Istorija X3D

Sa razvojem Interneta prepoznata je i potreba za jezikom pomoću kojeg je moguće prikazati 3D objekte u pretraživaču. Razvojni put od VRML-a do X3D-a biće detaljno opisan kao i razlike koje su rezultat evolucije jezika za 3D grafiku.



Slika 1: Razvojni put od VRML-a do X3D-a

2.4 VRML

VRML je ISO standard za interaktivnu trodimenzionalnu Web grafiku, planiran sa vizijom da omogući stvaranje virtuelnih svetova na Web-u i da bude 3D fajl *interchange* format, pogodan za laku konverziju sa drugim 3D formatima. VRML je predstavljen 1994. godine i postao je standard za opisivanje 3D objekata na Internetu, a za istinske tvorce smatraju se Mark Pesce i Tony Parisi [1].

Prva njegova verzija omogućavala je kreiranje statičnih 3D scena prilagođenih Web-u bez mogućnosti za interakciju sa scenom. VRML u ovom obliku nije mogao da zadovolji narastajuće zahteve Internet korisnika i vrlo brzo je upućen poziv svim većim proizvođačima softvera da predlože svoja rešenja. Između ostalih Microsoft je ponudio svoj Active VRML, ali je prihvaćen SilliconGraphics-ov Open Inventor 3D fajl format i na njemu je baziran sledeći standard. Zvanična specifikacija VRML 2.0 objavljena je 1997. godine i zbog toga se često ovaj jezik referencira kao VRML 97. VRML 2.0 je poprilično unapređen u odnosu na prethodnu verziju, pre svega novo izdanje omogućava punu interakciju korisnika sa elementima scene, a i otvorena je mogućnost da se VRML pretraživač koristi u kombinaciji sa drugim eksternim aplikacijama, najčešća primena je kombinacija sa java apletom. Zamerka i često opravdanje za relativno malu popularnost u širim krugovima je kompleksnost. VRML specifikacija može da se podeli u dva dela. Prvi deo opisuje skup čvorova za kreiranje same scene kao što su 3D primitive Box, Sphere, IFS... , zajedno sa opisom parametara. Tu spadaju i čvorovi za grupisanje elemenata scene i manipulisanje u prostoru, rotacije... Zatim, tu je i grupa čvorova koji opisuju različite senzore za interakciju sa korisnikom, Proximity, Touch, Time i dr. I grupa specijalnih čvorova Viewpoint, Background, Navigation Info i td.

Drugi deo specifikacije obrađuje dinamičku modifikaciju tj. kreiranje virtuelnog sveta, precizirajući funkcije VRML pretraživača dostupne ugrađenim interpreterima kojima se promene na sceni mogu inicirati iz same scene ili sa Web stranice. Sam programski jezik je strogo tipiziran i *key* senzitivan, nije objektno orjentisan, ali postoji mogućnost da se iz njega izvede jedan objektno orjentisani model. Jedna od najvećih prednosti ove tehnologije u odnosu na konkurente je ugrađen *Prototype* mehanizam, on omogućava da se upotrebom postojećih elemenata jezika kreiraju novi, korisnički čvorovi koje pretraživač tretira na isti način kao i *built-in* tipove.

Izgradnja nekog velikog virtuelnog sveta podrazumeva ogroman broj objekata čije se stanje neprekidno menja i koji moraju razmenjivati informacije o svom stanju kako međusobno tako i sa samim svetom. Očigledno da jednim takvim sistemom ne može manipulirati čovek već je neophodno razviti odgovarajuća softverska rešenja, pametne baze podataka ili nešto slično i to bi se moralo raditi paralelno sa sistematizacijom interfejsa kod samih objekata koji čine svet. Pored ovoga, ogroman problem predstavljaju i mrežni protokoli, virtuelnoj realnosti treba Peer to Peer mrežna arhitektura, a ne client-server. Kod P2P mreže svaki čvor prikazan na mrežu dodaje svoje resurse sistemu i čini ga jačim, dok kod client-server arhitekture svaki client prikazan na server praktično čini sistem slabijim. Osim toga kod samog protoka informacija server je u svakom pogledu suvišan korak. Kada se uzme u obzir zahtev da jedan takav sistem mora da bude multiplatformski, da omogući pristup sistemu različitim hardverskim uređajima, od ranih stanica do mobilnog telefona, koji rade pod različitim operativnim sistemima i aplikacijama, postaje jasno koliko je razvoj potrebnih protokola složen poduhvat. Ovim se može objasniti činjenica da se na osnovu onoga što je danas moguće videti na Internetu, kada je VRML u pitanju, nikako ne može donositi zaključak o njegovim potencijalima, jednostavno, VRML je naišao na probleme čija se rešenja ne mogu tražiti u okviru njega samog. Oni će stajati i pred svakom drugom tehnologijom tog tipa i ne mogu se rešiti promenom imena tehnologije, a pogotovo ne sužavanjem njenih mogućnosti i ciljeva da bi se izbeglo ono što je teško rešivo.

Ipak VRML 2.0 uspešno je prošao sve rigorozne testove neophodne za proglašenje međunarodnog standarda ISO 14772-1:1997, pa tako postaje poznat kao VRML97. I pored povremenih poteškoća VRML je ostao najčešće podržavan otvoreni standard na svetu. Treća generacija VRML-a je zapravo X3D. Verzija 3.0 je odobreni ISO standard (ISO/IEC 19775), 2004. godine. Od tada je razvoj industrijskih mogućnosti ispraćen godišnjim specifikacijama ažuriranja. Za napredak i dopunu mogućnosti X3D-a, zadužen je Web3D konzorcijum koji podržava sve koji se uključe u razvoj ove tehnologije [1].

2.5 X3D

X3D (eXtensible 3D) je naslednik odnosno treća generacija VRML-a, a osim što može biti izražen u klasičnom VRML kodu, X3D koristi XML (eXtensible Markup Language) za prikaz VRML oblika. X3D je besplatni-otvoreni i ISO ratifikovani standard, koji pruža sistem za skladištenje, preuzimanje i reprodukciju grafičkog sadržaja u realnom vremenu ugrađenog u aplikacijama, u okviru otvorene arhitekture za podršku širokog spektra oblasti i korisničkih potreba. Kako bi nastavio tradiciju VRML-a kao ekspresivnog 3D formata koji je podržan od strane mnogih alata, X3D omogućava skriptovanje (ECMAScript ili Java) i čvorove (eng. nodes) prototipova, pa sve to pruža novu vrstu funkcionalnosti. Ono što je zanimljivo jeste da X3D definiše odnose i međusobno ponašanje, a ne koristi se imperativnim korak-po-korak programiranjem. X3D sadrži bogati skup funkcija koje se mogu prilagoditi za upotrebu u inženjerstvu i naučnoj vizuelizaciji, CAD i arhitekturi, medicinskoj vizuelizaciji, treninzima i simulacijama, multimediji, zabavi, edukaciji i td. [5].

2.5.1 Prednosti X3D nad VRML

1. X3D je VRML kompatibilan. I dalje je prisutno klasično VRML kodiranje (.x3dv). Ništa od tehnologije nije izgubljeno, čak šta više, napredovala je i razvila se u X3D. U X3D je uloženi veliki trud da se dostigne potpuna kompatibilnost sa VRML-om uporedo sa rešavanjem problema koji su direktno uticali na slabu međufunkcionalnost okruženja sa korisnicima.
2. XML kodiranje je glatko integrisano sa ostalim aplikacijama. XML je brzo postao preduslov za korporacijske ili državne baze podataka. Korišćenje XML kodiranja čini jednostavnijim upravljanje, kontrolu, validaciju i razmenu informacija.
3. X3D scene i okruženja funkcionišu pouzdano na različitim pokretačima. Glavni problem sa VRML-om je taj da je teško razviti VRML okruženje koje funkcioniše odgovarajuće na svim pretraživačima. To je problem zbog nedostatka odgovarajućih specifikacija za VRML aktivnosti u VRML standard. Uložen je veliki napor da se obezbedi adekvatna specifikacija X3D akcija, na takav način da bi postojala međufunkcionalnost scena i okruženja među pretraživačima.

4. X3D je komponentni jezik što omogućava specifikaciju profila prilagođenih delimično velikim tržištima (npr. medicina, arhitektura, filmska industrija...)
5. X3D autorizacija za korisnike je konzistentna i lakša. X3D interfejs za autorizaciju scena pruža konzistentnu funkcionalnost za sve skripting jezike, kako za interne tako i za eksterne. Ovo ne važi za VRML, gde Java i ECMAScript imaju veoma drugačiji način programiranja. X3D rešava sve ovo navođenjem ujedinjenog skupa apstraktnih usluga koje mogu biti mapirane za bilo koji program ili skripting jezik tako da okolina radi konzistentno bez obzira na programski jezik. Jezičke veze su obezbeđene za Java i ECMAScript što čini X3D autorizaciju jednostavnijom.
6. X3D je bogatiji funkcijama. Veliki broj funkcija potrebnih za VRML su date u X3D-u na način koji je u potpunosti integrisan u arhitekturu tj. standardizovane su. Stoga su izbegnuta mnoga ad hoc rešenja koja su u tuđem vlasništvu. X3D se može zamisliti kao VRML 3.
7. X3D se stalno ažurira i poboljšava. X3D raste u pogledu funkcionalnosti. Predloženi Nacrt Amandman 1 specifikacija koji dodaje stvari kao što su 3D texture i jezici za senčanje je dostupan. Ovo takođe ispravlja neke identifikovane anomalije u originalnoj X3D specifikaciji. Struktura X3D-a omogućava lakše i redovno ažuriranje. Takođe je lakše dodavati nove funkcije koje se prilagođavaju promeni grafike i komercijalnim tržištima.
8. X3D aplikacije su označene kao pouzdane i predvidljive. X3D program za usaglašenost je razvijen od strane WEB3D Konzorcijuma koji garantuje da će autorizacija i reprodukcija aplikacija biti pouzdana i predvidljiva.
9. X3D otvoreni kod aplikacija za usaglašenost je dostupan resurs za programere. Implementacija skoro svih X3D otvorenih kodova je dostupna i besplatna za sve pretraživače. Za razliku od VRML scena, X3D scene će besprekorno raditi na svakom pokretaču koji sadrži kod za usaglašenost.
10. X3D binarni format nudi enkripciju (tj. bezbednost) i kompresiju (tj. brzinu). Kompresovano binarno kodiranje je u razvoju što omogućava enkripciju za bezbedonosne modele i veoma veliku kompresiju (značajno kompresovaniju nego VRML-ov gzip) X3D okruženja. Raščlanjivanje scena i ubrzanje učitavanja od 300-500% su uobičajena pojava. Treba imati na umu da je za sve pretraživače lako da podrže sva kodiranja jer je jedina razlika u njihovoj implementaciji u tome da je

potreban drugačiji parser. Programeri X3D pretraživača planiraju da omoguće podršku svih kodiranja [5].

2.5.2 Pregled X3D profila i usaglašenosti

Modularna arhitektura X3D-a omogućava slojevitim profilima da pruže: povećanu funkcionalnost za trodimenzionalno okruženje i poboljšanu interaktivnost, pouzdaniju razmenu podataka formata za aplikacije vertikalnog tržišta unutar malog preuzetog uzorka sastavljenog od modularnih blokova funkcionalnosti (komponenti), koje mogu jednostavno da razumeju programeri aplikacija i sadržaja [5].

X3D osnovni profili:

- *Interchange* – je osnovni profil za razmenu geometrijskih modela između različitih 3D aplikacija. Dizajniran je da bude jednostavan za eksportovanje i importovanje. Podržani su osnovni geometrijski oblici, materijali i teksture, osnovna osvetljenja i animacije. Ne postoji run-time model za renderovanje, što ga čini vrlo lakim za korišćenje i integrisanje u bilo kojim aplikacijama.
- *Interactive* – omogućava interakciju korisnika sa 3D okruženjem dodavanjem različitih senzor čvorova: za korisničku navigaciju i interakciju (npr. PlanseSensor, TouchSensor...), merenje uvećanja i dodatna osvetljenja (Spotlight, Pointlight).
- *Immersive* – ovaj profil najviše liči na VRML97. Sadrži sve što i Interactive profil uključujući i nekoliko naprednih mogućnosti (omogućava potpunu 3D grafiku i interakciju, uključujući audio podršku, specijalne efekte i skriptovanje) i brojne čvorove.
- *Full* – uključuje sve definisane čvorove u X3D specifikaciji kao i DIS (Distributed Interactive Simulation), NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline), H-Anim (Humanoid Animation), GeoSpatial i druge napredne komponente.
- *MPEG-4Interactive* – je profil dizajniran specijalno za MPEG4 multimedijalne sadržaje i približan je Interactive profilu.

- *CADInterchange* – ovaj specijalizovani profil podržava importovanje CAD modela. Sadrži većinu čvorova iz Interchange profila i veliki broj novih čvorova za CAD.

2.6 Alati

Prilikom izrade trodimenzionalnih projekata moguće je koristiti više vrsta alata različitih tehničkih mogućnosti. Njihova svrha upotrebe je različita pa imamo osim onih koji služe za animaciju i modelovanje i alate za kreiranje sadržaja virtuelnih okruženja, a postoje i oni za izgradnju 3D grafičkih aplikacija.

Kategorije i podkategorije alata:

- **Modelovanje i animacija**
- **Mediji**
- **Grafičke biblioteke**
- **Viši nivo** (npr. *scene graph*)
- **Niži nivo** (npr. *immediate-mode rendering*)
- **VR biblioteke**
- **Drajveri za uređaje**
- **Integrirani alati najvišeg nivoa**
- **Audio biblioteke**
- **Haptic biblioteke**
- **Kolaborativne biblioteke**

Kategorije alata za modelovanje i animaciju:

- Komercijalni: npr. *3D Studio Max*, *Maya*, *Cinema4D*, *FormZ*
- Lični: npr. *AC3D*
- Besplatni: npr. *gMAX*
- Otvorenog koda: npr. *Blender3D*, *Wings3D*, *Art of Illusion*

Alati za obradu slika, namenjenih kreiranju tekstura:

- 3D alati za slikanje i crtanje (npr. *Alias Studio Paint 3D*) za slikanje u realnom vremenu oko 3D objekata
- video alati – za animaciju tekstura
- alati za audio procesiranje i modifikovanje

2.7 Skript jezik

Kako bi virtuelni svet bio interesantniji za korisnika, pored statičkih objekata, skriptama se definišu akcije objekata za interakciju sa korisnicima. Skripte mogu biti tekstualne, a mogu biti i deo programske strukture. Postoji ideja i radi se na tome da se kreira zajednički skript jezik, a za sada su se objektno orjentisani jezici dobro pokazali za skriptovanje aplikacija za virtuelne svetove iako nemaju klasičan način nasleđivanja. Za interpretativne jezike je potreban viši nivo znanja [1].

Postoje tri osnovna tipa skripti:

- Skripte za povezivanje (Connection Scripts)
- Skripte za aktivaciju (Trigger Scripts)
- Skripte za kretanje (Motion Scripts)

2.7.1 Skripte za povezivanje

Povezivanje ulaznih i izlaznih uređaja različitih objekata ostvaruje se preko skripti za povezivanje. Informacije o položaju i pokretima uređaja se koriste za kontrolu položaja i akcije elemenata u virtuelnom svetu. Dok se kod nekih sistema ove funkcije ugrađuju direktno u program, kod drugih je kompletan VR program jedan skript za povezivanje. Pokazatelj interakcije odnosno povratna informacija prilikom selektovanja nekog objekta se kod prostijih sistema manifestuje vizuelnom ili

audio povratnom informacijom, dok je kod naprednijih jednostavan princip dodirrom, kao što je vibracija džojstika.

2.7.2 Skripte za aktivaciju

U slučajevima kada treba da otpočne određeni događaj poziva se skripta za aktivaciju. Koristi se za detekciju rastojanja od objekta do 3D efektor ili oka (tzv. Virtualni čovek).

2.7.3 Skripte za kretanje

Na promene položaja, orijentaciju ili neke druge attribute objekata (svetla, kamere...) utiču skripte za kretanje. Da bi se zadržala jednostavnost i brzina, za objekte se koristi samo jedan skript za kretanje. Skripte za kretanje mogu biti veoma moćne funkcije ukoliko se ne pretera u kompleksnosti, a samim tim i u vremenu izvršenja te funkcije.

Postoji veliki broj skript jezika, a ovo su neki od njih:

AppleScript, AWK, BeanShell, Ch, CLIST, ColdFusion, ECMAScript, ActionScript, DMDScript, ECMAScript for XML, JavaScript, Jscript, CMS EXEC, EXEC 2, F-Script, Falcon, Frink, Game Maker Language (GML), ICI, Io, JASS, Java, Groovy, Join Java, Tea, Lua, Linden Script Languages, MAXScript, MEL, Mondrian, Mythryl, Perl, PHP, Pikt, Python, R, REBOL, REXX, Revolution, Ruby, Smalltalk, Shell, S-Lang, sed, TCL, TorqueScript, VBScript, Windows PowerShell, Shell komandni jezici: UNIX shell i DCL ...

2.8 Avatari

Avatar kao grafički model korisnika na Web-u može biti u dvo i tro-dimenzionalnom obliku, shodno njegovoj potrebi. U slučaju kada korisnik komunicira sa drugim korisnicima preko chat-a ili na nekom od foruma radi lakšeg raspoznavanja koriste se 2D avatari koje je moguće odabrati iz liste ponuđenih ili importovati svoj.

U drugom slučaju imamo 3D avatare koji su daleko teži za kreiranje i koriste se u igrama ili virtuelnim svetovima. Težina kreiranja 3D avatara ogleda se u tome da je zbog složenosti ljudskog tela veoma teško napraviti savršen model, međutim noviji modeli nisu daleko od toga. Ono o čemu treba voditi računa prilikom modelovanja jeste skup njegovih budućih funkcija.

U delu koji sledi opisano je povezivanje serverske platforme BS Collaborate sa X3D scenom, dodavanje avatara toj sceni kao i funkcionalnost razgovora.



Slika 2: 3D model u formi avatara

2.9 BS Collaborate i BS Contact

Serverska platforma BSCollaborate namenjena je za rad sa aplikacijama virtuelne realnosti. Ova platforma u kombinaciji sa osnovnim komponentama BSContact-a omogućava komunikaciju između avatara i 3D objekata u zajedničkom okruženju. BSCollaborate i BSContact podržavaju 3D funkcionalnosti (npr. pozicioniranje avatara) [2].

2.9.1 Konektovanje na server

Prvi korak je svakako kreiranje višekorisničke scene, a za to je neophodno dodavanje dva čvora, NetConnection i BSCollaborate čvor. Ime domaćina (eng. hostname) i broj porta (eng. port number) određeni su NetConnection čvorom, koji služe za konekciju sa BSCollaborate serverom. Sa druge strane BSCollaborate čvor imenuje sobu u kojoj se X3D scena pridružuje na serveru i kontroliše stanje sesije.

```
NetConnection
{
    field  SFBool  enabled TRUE
    eventOut SFBool  isActive

    field  MFString address "localhost"
    field  SFInt32  port  0
    field  SFInt32  protocol 0
    field  SFTIME  timeOut 0
    field  SFBool  secure  TRUE
}
```

NetConnection čvor

```
DEF Conn NetConnection
{
  address "test.bitmanagement.de"
  port 12345
  protocol 3
}
```

Upotreba NodConnection čvora

```
DEF MU BSCollaborate
{
  field SFNode connection "NULL"

  field SFString roomName "Marko"

  eventIn MFString tryLogin
  eventIn SFTime 22ogout
  eventOut SFBool loginResult
  eventOut SFInt32 sessionId
  eventOut SFNode hasJoined
  eventOut SFNode hasLeft

  eventIn SFVec3f ownPosition
  eventIn SFRotation ownOrientation
  eventOut SFNode hasMoved

  eventIn MFString meSay
  eventOut SFNode hasSaid

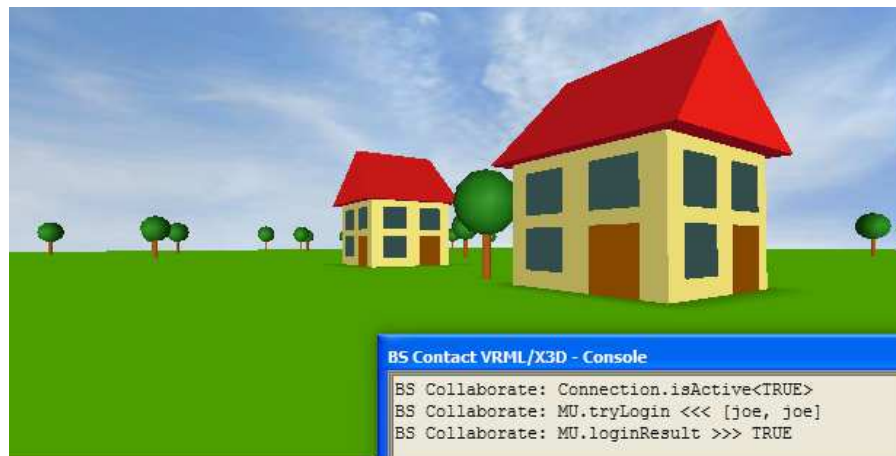
  field MFNode users []
}
```

BSCollaborate čvor

Nakon kreiranja konekcije servera i scene, BSCollaborate vrši proveru odnosno autentifikaciju identiteta lokalnih korisnika kako bi postali vidljivi drugim korisnicima u sceni. Svaki skript za BSCollaborate izvršava se u više instanci. Ovaj čvor određuje koja soba treba biti povezana sa scenom, a ujedno šalje događaje ka sceni i prima ih kako bi omogućio pored pomenutih funkcija još i upravljanje sesijom (upravlja aktivnostima korisnika), upravlja avatarima i omogućava chat. Samo jedan BSCollaborate čvor može biti po sceni.

2.9.2 Provera identiteta korisnika

Slanjem poruka tryLogin polju BSCollaborate čvora u X3D kodu za opis scene, vrši se provera identiteta lokalnih korisnika. To su uglavnom korisničko ime i šifra, međutim može biti ID sesija koja je već uspostavljena sa sistemom za upravljanje korisnicima. Na serveru se nalazi i modul koji prima podatke i koristi ih za autentifikaciju.



Slika 3: Provera identiteta korisnika

2.9.3 Upravljanje korisničkom sesijom

Kad god se korisnik pridruži sceni, automatski prima poruku sa svojim podacima kao i o tome da je prijava prihvaćena i o drugim korisnicima u sceni. I drugi korisnici dobijaju poruku sa informacijom o novom korisniku. Kada korisnik napusti scenu dešava se slična situacija, ostali korisnici bivaju obavešteni o tome. U UserData čvoru se skupljaju informacije o svakom korisniku što omogućava BSCollaborate čvoru da izvršava sve funkcije vezane za korisnike. Da bi se omogućilo skripti da lakše vrši pregled prijavljenih korisnika BSCollaborate čvor sadrži MF čvor sa poljem pod nazivom „users” (korisnici), koje sadrži UserData čvorove svih prijavljenih korisnika.

```
UserData
{
  field  SFInt32    idx
  field  SFInt32    sessionId
  field  SFString   nickname
  field  SFString   avatarString
  eventOut SFString  loginState
  eventOut SFVec3f   position
  eventOut SFRotation orientation
  eventOut SFBool    isMoving
  eventOut MFString  chat
  field  SFNode     userData
}
```

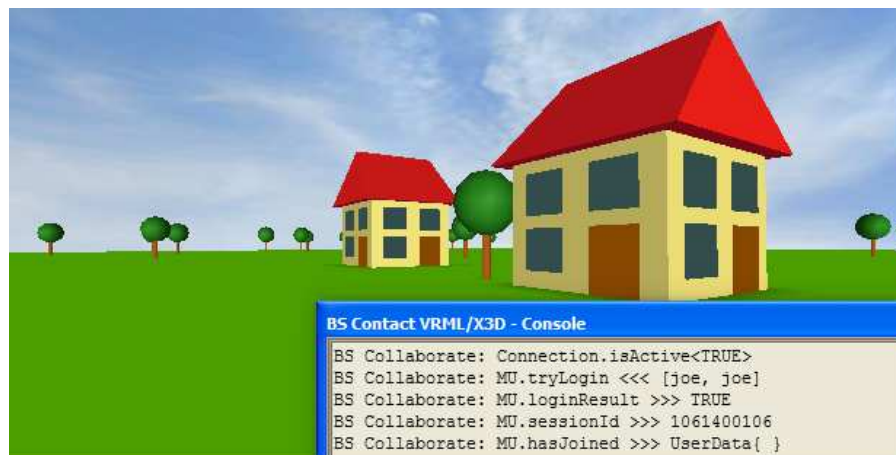
UserData čvor

idx – index ulaska u čvor MF sa poljem BSCollaborate.users

sesionsid – predstavlja jedinstveni ID za korisnike

nickname – nadimak korisnika

avatarString – predlog koji avatar treba da reprezentuje korisnika



Slika 4: Upravljanje korisničkom sesijom

2.9.4 Prikazivanje avatara

BSCollaborate ne prikazuje avatare sam po sebi, već se oslanja na sadržaj koji se time bavi. Proto pod imenom AvatarInfo upravlja jednim avatarom, a tu je i skripta pod nazivom ScrAvatarMgr koja prima događaje iz BSCollaborate čvora.

```
PROTO AvatarInfo
[
    eventIn SFString    set_avatarString
    eventIn SFVec3f     set_position
    eventIn SFRotation  set_orientation
]
```

Dodavanje avatara sceni

2.9.5 Upravljanje avatarom

Prikaz avatara je rezultat reakcije čvora ScrAvatarMgr skripte na događaje iz BSCollaborate čvora. ScrAvatarMgr čvor reaguje na *hasJoined*, *hasLeft* i *hasMoved*.

Kada ScrAvatarMgr skripta dobije *hasJoined* signal ona počinje sa ispitivanjem UserData čvora radi kreiranja avatara. Tu se podrazumeva provera da li je indeks jednak nuli jer je u tom slučaju događaj za lokalnog korisnika. Za svakog drugog korisnika skripta kreira instancu AvatarInfo čvora.

BSCollaborate čvor ne ostvaruje interakciju sa UserData, ali omogućava da AvatarInfo čvor zajedno sa UserData čvorom bude dostupan svaki put kada BSCollaborate pošalje izveštaj o korisniku.

Skripta dalje dodaje AvatarInfo čvor grupi čvorova, pa on postaje deo grafičke scene što mu omogućava prikazivanje avatara.

2.9.6 Pristupanje sceni

Kada avataru nije poslata inicijalna pozicija oni se nalaze u nultom položaju. U funkciji AvatarLoaded se dodeljuje početna pozicija avatara, a u slučaju da AvatarInfo čvor primi položaj pre učitavanja sa servera taj položaj može biti skladišten za kasnije. Kako bi interfejs bio jasniji kod se premešta sa set_avatar.String pozicije na poseban Init događaj. Na ovaj način moguće je podesiti parametre (avatar string, initial position, orientation...), i onda pokrenuti inicijalizaciju AvatarInfo čvora.

Funkcije set_position(.) i set_orientation(.) se regulišu sledećim kodom:

```
if(bHaveAvatar)
{
    // send it to the avatar.
    AssignPos(Pos);
}else
{
    // store it for later.
    InitialPosition= Pos;
}
```

2.9.7 Brisanje avatara

U trenutku napuštanja scene od strane korisnika, BSCollaborate čvor šalje *hasLeft* događaj. Reakcija na ovaj događaj je uklanjanje AvatarInfo čvora ovog korisnika iz GrAvatar Group čvora. Ono što sledi jeste uklanjanje UserData čvora od strane BSCollaborate čvora, a BSContact briše AvatarInfo čvor. Zbog toga je bitno da se druge reference ne čuvaju u AvatarInfo ili UserData čvoru jer će biti obrisane. Složenije aplikacije mogu animirati avatar i ukloniti ga čvor po čvor iz GrAvatar Group po završetku animacije.



Slika 5: Brisanje avatara

2.9.8 Prikaz sopstvenog avatara

Po podrazumevanoj vrednosti BSContact je u režimu prvog lica, a može biti i u trećem. Kada je režim u prvom licu avatar nije prikazan i scena je prikazana korisniku sa pozicije avatara. Ovako korisnik vidi okruženje koje vidi avatar. U režimu trećeg lica vidi se ceo avatar i deo scene iza njega. Kada se vrši promena režima između prvog i trećeg lica skripta koristi funkciju:

`Browser.showMyAvatar(.)` ili

`Browser.setThirdPersonView(.)`.

2.9.9 Dodavanje ponašanja avatarima

Iz stanja mirovanja avatar se aktivira jer poseduje određeno ponašanje pri čemu je ono sinhronizovano sa korisnikom koji registruje isto ponašanje za avatar. Treba istaći da skripte koje avatar izvršava moraju biti usklađene sa režimom u kojem se on nalazi, te da on reaguje samo na akcije svog korisnika. Svaki avatar mora da poseduje definisano stanje mirovanja kao i stanje akcije.



Slika 6: Dodavanje ponašanja avatarima

2.9.10 Dodavanje Chat funkcije

Problem dodavanja chat funkcije se rešava dodavanjem određene datoteke koja se povezuje sa ExternProto izrazom. Potrebno je uraditi sledeći niz stvari:

- Povezivanje scene sa BSCollaborate
- Podešavanje grafičkog korisničkog interfejsa chat-a
- Podešavanje *hasSaid* i *meSay* događaja BSCollaborate čvora sa grafičkim korisničkim interfejsom.



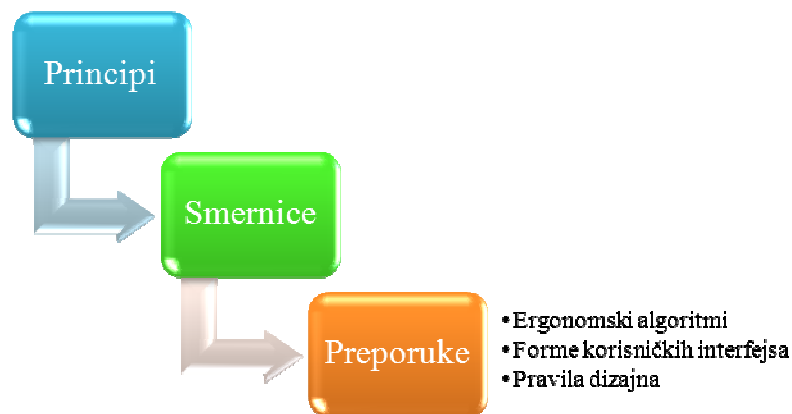
Slika 7: Dodavanje chat funkcije

3. PROTOKOLI I ARHITEKTURA VIRTUELNIH OKRUŽENJA

3.1 Smernice i standardi

U svetu informacionih tehnologija, prilikom dizajniranja interaktivnih softvera svi oblici preporuka, bilo da su to konkretne ili apstraktne preporuke, podrazumevaju se pod kontekstom smernica (eng. Guidelines). Smernice možemo segmentirati u više različitih vrsta u kojima se one pojavljuju:

- Kompilacije uputstava
- Ergonomski algoritmi
- Stil uputstava
- Pravila dizajna
- Standardi



Standardi predstavljaju skup svih specifikacija, funkcionalnih i operativnih, sa ciljem da se standardizuje dizajn [7]. To su dokumenti priznati od strane internacionalnih organizacija za standardizaciju koje su zvanični organ, a imaju za cilj da obezbede ustaljenu primenu smernica i pravila da bi se postigao optimalni stepen reda. U ove međunarodne organizacije se mogu učlanjivati nacionalna tela bilo koje zemlje, te organizacije su:

- Međunarodna unija za telekomunikacije (ITU)
- Međunarodna elektrotehnička komisija (IEC)
- Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO)



Slika 8: ISO (International organization of standardization)

3.1.1 Važeći standardi

INTUITION (IST Network of Excellence on Virtual Reality and Virtual Environments Applications for Future Workspaces) istražuje projekte radi ažuriranja odnosno predlaganja novih standarda za prikaz 3D modela, usled nedostatka funkcionalnosti aktuelnih standarda za 3D geometrijsku predstavu. Ukoliko se za prikaz kompleksnih 3D površina, koje imaju ulogu da što verodostojnije dočaraju izgled, koriste X3D i MPEG4 standardi izgledaće veoma loše zbog nedostataka ovih standarda [1].

Glavna pitanja i problemi su u vezi sa:

Tehnologijama virtuelne realnosti:

- Standardi za uređaje
- Komunikacioni protokol između interakcije, uređaja za praćenje i rendering kompjutera
- Dosledni sistemi polarizacionih filtera i projektori za kvalitetnu stereo projekciju

Korisnost aplikacija za virtuelnu realnost:

- Karakteristike ergonomije i sigurnosti radnog okruženja
- Dizajn i ponašanje 3D korisničkih interfejsa
- Standardne funkcionalnosti koje korisnik može da očekuje

Pod relevantnim sadržajima se podrazumevaju sledeći:

- **MPEG-7:** formalno nazvan *Multimedia Content Description Interface*, pruža bogat set standardizovanih alata namenjenih multimedijalnom sadržaju.
- **OWL-S:** je semantički *markup* za *Web* servise koji snadbeva *Web* servis provajdere osnovnim setom *markup* jezičkih konstruktora za opisivanje svojstava i sposobnosti njihovih *Web* servisa, na kompjuterski interpretiran način.
- **WSMO: Web Service Modeling Ontology** opisuje različite aspekte semantičkih *Web* servisa.
- **VoiceXML (CCXML). Voice Extensible Markup Language** je dizajniran za kreiranje audio dijaloga koji proizvodi sintetizovan govor, digitalni audio, prepoznavanje govora i DTMF ulaz, snimak izgovorenog ulaza, telefonija i konverzacija.
- **ISO 14915:** 2003 softverska ergonomija za multimedijalne korisničke interfejsse
- **Kvalitetni standardi displeja u medicini** su DIN 6868-57, AAPM TG-18, NEMA PS 3.14, JIS Z 4752-2-5 ili IEC 61223-3-6, ali ne podrazumevaju 3D displeje.
- **IEC 61223-3-6 (IEC).** Osnova standarda je osiguranje kvaliteta displeja **MPEG-7 (ISO/IEC).** Osnova standarda je *Multimedia Content Description Interface*.
- **OWL-S.** Osnova standarda su semantički *Web* servisi.
- **WSMO.** Osnova standarda su, takođe, semantički *Web* servisi.
- **ISO/IEC 14772-1:1997 (Web3d Consortium).** Tema standarda je definisanje bazne funkcionalnosti i enkodovanje teksta za VRML.
- **ISO/IEC 14772-2:2002, External Authoring Interface (Web3d Consortium).**
- **ISO/IEC FDIS 19775:200x (Web3d Consortium).** Tema standarda je arhitektura i SAI (eng. *Scene Access Interface*).
- **ISO/IEC FCD 19776:200x (Web3d Consortium)** Tema standarda je enkodovanje XML-a i klasično VRML enkodovanje.
- **ISO/IEC FCD 19777:200x (Web3d Consortium).** Tema standarda je su *ECMAScript* i *JAVA*.
- **XUL.** Tema standarda je XUL (akronim, *XML User Interface Language*).
- **V2 URC.** Osnova standarda su soket interfejsi (korisnička okruženja), udaljene konzole i agenti maternjeg jezika. U pitanju je set standarda koji dozvoljavaju operacije korišćenjem univerzalnih udaljenih kontrolera, višenamenskih uređaja i inteligentnih agenata.
- **UIML.** Tema standarda je **UIML** (akronim, *User Interface Markup Language*).

- **ISO/IEC 19775-1:2004 (*International Organisation for Standardization (X3D)*)**. Tema standarda je **X3D** (eng. *Extensible 3D*) -- Deo 1: Arhitektura, osnovne komponente. WP/ Activity: WP1.3, WP1.5.
- **ISO/IEC 19775-2:2004 (*International Organisation for Standardization (X3D)*)**. Tema standarda je X3D -- Deo 2: **SAI** (akronim, *Scene Access Interface*). WP/Activity: WP3.3.
- **ISO/IEC FDIS 19776-1 (*International Organisation for Standardization (X3D)*)**. Tema standarda je X3D enkodovanje -- Deo 1: **XML** (akronim, *Extensible Markup Language*) enkodovanje. WP/Activity: WP2.1.
- **ISO/IEC 19776-2 (*International Organisation for Standardization (X3D)*)**. Tema standarda je X3D enkodovanje -- Deo 2: VRML enkodovanje. WP/Activity: WP2.1.
- **ISO/IEC FCD 19777-1 (*International Organisation for Standardization (X3D)*)**. Tema standarda je X3D jezička veza -- Deo 1: *ECMAScript*. WP/Activity: WP3.3.
- **ISO/IEC FCD 19777-2 (*International Organisation for Standardization (X3D)*)**. Tema standarda je X3D jezička veza -- Deo 2: *Java*. WP/Activity: WP3.3.
- **ISO/IEC FCD 19774 (*International Organisation for Standardization (H-ANIM)*)**. Tema standarda je animacija čoveka (eng, *H-Anim*). WP/Activities: WP2.1, WP5.1, and WP5.2.
- **JTOpen program (UGS & JTOpen members)**. Tema standarda je plaforma za vizuelizaciju, kolaboraciju i deljenje podataka kroz ciklus razvoja proizvoda.
- **ISO 10303 (STEP) (*International Organisation for Standardization (STEP)*)**. Tema standarda je industrijski automatizovani sistem i intergacija. WP/Activities: WP2.1, WP5.1, and WP5.2.
- **VoiceXML (CCXML) (W3C)**. Tema standarda su govorni interfejsi.
- **ISO 14915:2003 (ISO)**. Tema standarda su multimedijalni ergonomski uređaji.
- **Calimera smernice**. Interaktivni, multimedijalni resursi u muzejima, bibliotekama i arhivama, kao i interaktivne korisničke aplikacije.
- **Istraživanje korisnosti i dizajna smernica sistema virtualne realnosti**. Korisni inženjerski naporu u *Virginia Tech's Systems Research* centru.
- **Smernice za vizuelizaciju**. Fokus je na sposobnosti prikazivanja finalnog objekta .
- **Smernice za dizajn interakciju i smernice za projektovanje pouzdanih agenata za konverzaciju**. (Cowell, A.J., & Stanney, K.M. (2003))
- **Inteligentni agenti virtuelne realnosti**. (IVA 03, *Kloster Irsee*, Nemačka, Sep 15-17, 2003)

- **Smernice za dizajn virtuelno realnog trening sistema.** (Cohn, J. Schmorow, D., Lyons-Nicholson, D., Stanney, K., i Muth, E. (2003))
- **IMAGE 2003.**(Scottsdale, AZ, Jul 14-18, 2003)
- **CVE i SVE** – od metafore do realnosti. (David Leever, 1999).
- **Prepoznavanje gestova u virtuelnom okruženju:** Veliki je potencijal mogućnosti prepoznavanja pokreta u virtuelnim okruženjima, zbog podržanosti intuitivne i efikasne interakcije između računara i čoveka. Obezbeđen je pregled različitih ljudskih faktora motivacije za korišćenje gestikulacije u virtuelnim okruženjima.
- **Smernice za povećanje utiska prisutnosti u akustičnim virtuelnim okruženjima:** Dizajn smernice koje se fokusiraju na osećaj prisutnosti u interaktivnim virtuelnim akustičnim okruženjima.
- **Smernice za redukovanje korisničke disorijentacije tokom navigacije u virtuelnom okruženju.** (Tim Marsh i Shamus P. Smith, 2001
- **Efikasne tehnike interakcije virtuelnih okruženja bogatih informacijama.** Efektivan način integracije podataka i istražuje. Virtuelna okruženja bogata različitim tehnikama interakcije mogu biti od veće koristi od standardnih virtuelnih okruženja, zbog toga se i istražuje efektivan način integracije podataka kao što su tekst, video, zvuk, slike i drugi podaci koji se koriste u virtuelnim okruženjima.
- **Dizajn smernica za interakciju pomoću haptic uređaja** (*haptic* u prevodu znači osećaj dodira). Cilj ove studije je prikupljanje informacija u okviru tri okruženja dizajna *haptic* uređaja:
 - virtuelni objekti i dizajn interfejsa
 - referentne tačke virtuelnih okruženja
 - upotreba koordinatnih linija i ograničenja u virtuelnim okruženjima
- **Saveti za izgradnju virtuelnih okruženja**

Korisnička navigacija u virtuelnim okruženjima korišćenjem svesnosti o virtuelnom prostoru.

U virtuelnim okruženjima moguća je otežanost kretanja, a kao dva glavna razloga se navode kretanje kroz ili neposredno pored objekata u virtuelnom svetu, ali i nedostatak jasnih znakova navigacije u okruženju. Opisana je validacija smernica korišćenjem utisaka i studija korisnika, a rezultati su pokazali da se upotrebom smernica može smanjiti broj grešaka prilikom navigacije.

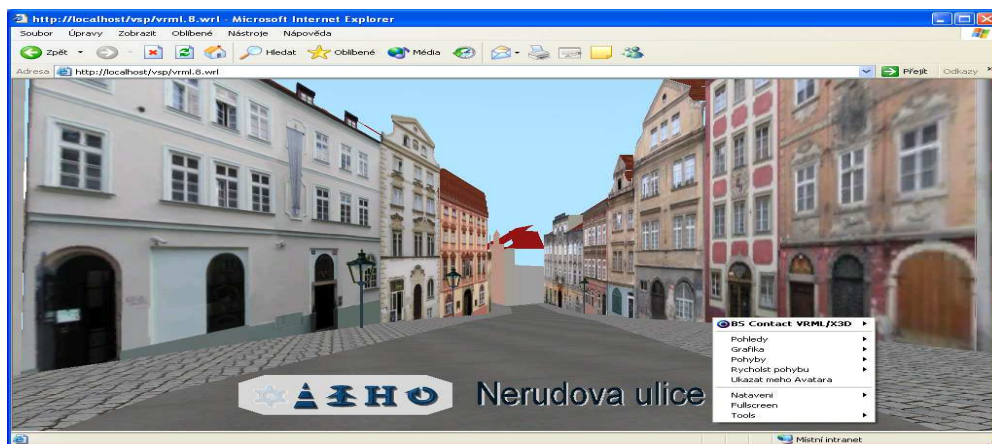
3.1.2 Postojeće smernice

Smernice koje su namenjene 2D okruženjima, koriste se i u domenu razvoja i dizajna virtuelnih okruženja, kao što su:

- **Microsoft**, 1995.
- **Open Software Foundation**, 1993.
- **Shneiderman**, 1992.
- **IBM**, 1992.
- **Apple Computers**, 1992.
- **Helander**, 1987.
- **Smith & Mosier**, 1986.

Ove smernice su rezultat zajedničkih projekata ili akademskih istraživanja, osim **RealPlaces Design Guide** (IBM, 2000) koja sadrži ključne elemente za izgradnju 3D korisničkih okruženja namenjenih da podrže poslovne aplikacije.

Web standardi za interaktivni 3D sadržaj omogućavaju trajnost podataka, interoperabilnost i integraciju [5]. Zbog dovoljno jake hardverske podrške, interaktivna virtuelna okruženja građena u VRML-u (akronim, **Virtual Reality Modeling Language**), mogu se pohvaliti brzinom i jednostavnošću izrade.



Slika 9: Primer virtuelnog okruženja građenog u VRML-u

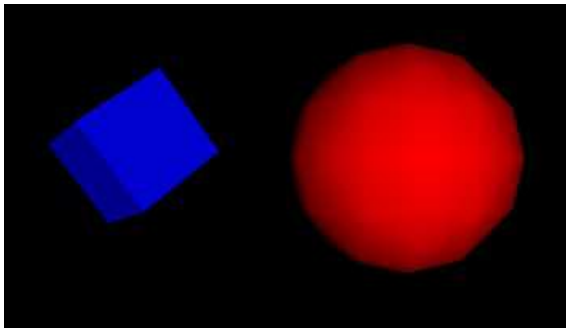
Sledeći kod je primer koji prikazuje objekat projektovan u X3D-u, baziranom na VRML-u.

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<!DOCTYPE X3D PUBLIC "ISO//Web3D//DTD X3D 3.0//EN"
"http://www.web3d.org/specifications/x3d-3.0.dtd">

<X3D version='3.0' profile='Interchange'>
  <head>
    <meta name='filename' content='RedSphereBlueBox.x3d' />
  </head>
  <Scene>
    <Transform>
      <NavigationInfo headlight='false'
        avatarSize='0.25 1.6 0.75' type='"EXAMINE"' />
      <DirectionalLight />
      <Transform translation='3.0 0.0 1.0'>
        <Shape>
          <Sphere radius='2.3' />
          <Appearance>
            <Material diffuseColor='1.0 0.0 0.0' />
          </Appearance>
        </Shape>
      </Transform>
      <Transform translation='-2.4 0.2 1.0' rotation='0.0 0.707 0.707 0.9'>
        <Shape>
          <Box />
          <Appearance>
            <Material diffuseColor='0.0 0.0 1.0' />
          </Appearance>
        </Shape>
      </Transform>
    </Transform>
  </Scene>
</X3D>

```



Slika 10: Objekti u X3D-u

3.2 Protokoli

Virtuelna okruženja baziraju se na arhitekturama koje se oslanjaju na centralne servere. Namena virtuelnih okruženja je podrška što većeg broja korisnika, međusobno deljenje objekata, kao i

njihovih avatara. Ipak, problem virtuelnih okruženja je u odgovarajućem skalabilnom mrežnom protokolu za velika distribuirana virtuelna okruženja na Internetu [5].

Virtuelna okruženja se ne oslanjaju na samo jednu šemu distribucije nego i na fleksibilne, univerzalne i skalabilne mrežne protokole, a o tome svedoče i protokoli kao što su ISTP i VRTP. Ovi mrežni protokoli za deljenje virtuelnih svetova baziraju se na heterogenom pristupu, a sadrže i neke od osnovnih internet protokola kao što su:

- korisnik nema dodirnih tačaka sa mrežnim slojem
- ne oslanja se na određeni mrežni sloj
- protokol kao nezavisna aplikacija
- protokol pruža podršku za sve tipove fajlova koji se dele kao i za klijente u virtuelnom okruženju
- protokol mora da bude prilagodljiv korisnicima širom sveta

Za realizovanje deljenih virtuelnih organizacija koriste se i prenose putem Interneta razni tipovi podataka:

- nepouzdan *peer-to-peer* prenos
- pouzdan *peer-to-peer* prenos velikih fajlova
- pouzdan prenos fajlova srednje veličine
- pouzdan i nepouzdan prenos malih događaja
- nepouzdan prenos grupe podataka u realnom vremenu

Dva elementa WWW-a (World Wide Web) su HTML format i HTTP protokol. HTTP razdvaja stručnjake za razvoj softvera i autore sadržaja i omogućava pretraživačima i serverima da budu nezavisno kreirani. Medjufunkcionalnost i razdvajanje doveli su do razvoja tehnologije i prilagodljivog sadržaja. Sve je veća upotreba novih 3D standarda kao što su VRML, X3D i Collada, ali nijedan nije zvanični i potpuno zadovoljavajući protokol.

HTTP/FTP protokoli služe za prenos fajlova preko Interneta. Poruke se mogu slati jednoznačno (jednom korisniku), *peer-to-peer* ili višeznačno (većem broju korisnika). Slanje većem broju korisnika se vrši prosleđivanjem datagrama jednoj IP adresi koja prezentuje višeznačnu grupu. Korisnici se pridružuju toj grupi kako bi prihvatili poruke. Poruke se prenose korišćenjem *MBone*-a (višeznačni ruter).

IP multicasting (višeznačno slanje) je vrsta protokola koji je prilagodljiv i namenjen velikom broju korisnika. Protokoli koji pripadaju ovoj grupi su sledeći [8]:

- **DIS** (*Distributed Interactive Simulation*) distribuirani interaktivni simulacioni standard je mrežni protokol koji je korišćen za distribuirane simulacije u vojne svrhe, a to je ujedno i jedini postojeći protokol za deljena virtuelna okruženja. Koristi se za sprovođenje platformi u realnom vremenu, koje su prisutne u igračkoj industriji, medicini i td. Ovo je protokol niske skalabilnosti do 300 učesnika.
- **ISTP** (*Interactive Sharing Transfer Protocol*) interaktivni protokol za transfer podataka koristi heterogenu komunikacionu infrastrukturu za podršku i baziran je na postojećim HTTP, RTP, TCP i višeznačni UDP. Osim toga ovaj protokol podržava naizmenične operacije različitih sistema koji rade na različitim hardverima. Ključne prednosti su da podržava [12]:
 - interakciju između korisnika u realnom vremenu
 - razmenu informacija bilo koje vrste, potrebne u virtuelnom okruženju
 - skalabilnost velikog broja istovremenih korisnika i velikih virtuelnih okruženja
- **DWTP** (*Distributed World Transfer and communication Protocol*) je protokol za distribuirani transfer virtuelnih okruženja i komunikaciju. Baziran je na TCP-IP i UDP-IP (jednoznačno i višeznačno) protokolima, kao i na različitim komponentama: *deamons* i *participants*. *Deamons* obezbeđuju servise korisnicima (*participants*) deljenih VW. Za razliku od većine protokola, koristi nekoliko različitih *daemon*-a za realizaciju servisa neophodnih za podršku distribuiranih virtuelnih okruženja (*reliability, recovery, world*, jednoznačno) [13]. Omogućava prenos sledećih podataka u realnom vremenu (eng. *streams*):
 - događaja (eng. *events*)
 - poruka (eng. *messages*)
 - fajlova (eng. *files*)

Pored protokola koji su opisani tu su i protokoli koji se koriste unutar samih virtuelnih okruženja:

- **SRM** (*Scalable Reliable Multicast*) je pouzdani multifunkcionalni okvir koji se koristi na sloju aplikacije i laganih sesija. Algoritmi ovog okvira su efikasni, robusni i pogodni za skaliranje

velikih mreža i velikih sesija. Ovaj protokol je u velikoj meri testiran na globalnom nivou sa sesijama u rasponu od nekoliko, pa do preko hiljadu učesnika [14].

- **NACK** (*Negative Acknowledgment*) su protokoli za višeznačne kanale. Koriste se za pouzdan prenos većem broju primaoca, a pored osnovnih funkcija imaju i ulogu u oporavku podataka na prijemnoj strani.
- **RTMP** (**R**eal **T**ime **M**essaging **P**rotocol) je pouzdan višeznačni TCP protokol koji ostvaruje stabilne konekcije, održava nizak nivo latencije i garantuje da će svi prijemnici rasporediti prijemne poruke na isti način, a ujedno i pre isteka krajnjeg roka. Kako bi se niz podataka (eng. stream) preneo sa što više sastavnih informacija, deli se na fragmente o čijoj se veličini dogovaraju klijent i server. Podrazumevani fragmenti su 64 bajtova za audio podatak, a 128 bajta za video podatak i većinu drugih tipova podataka [15].
- **GPL** protokol (**G**NU *P*ublic *L*icence) je najčešće upotrebljavana besplatna softverska licenca, u originalnoj verziji napisana od strane Richard Stallman. Koristi se između ostalog i u radu na prevođenju podataka u virtuelne sisteme u realnom vremenu.
- **VRTP** (*V*irtual *R*eality *T*ransfer *P*rotocol) je protokol namenjen virtuelnim okruženjima, građenim u VRML-u sa sledećim funkcionalnostima:
 - pored funkcije protokola za transport, utiče i na ponašanje elemenata
 - funkcija izgradnje veze sa HLA i DIS protokolima
 - funkcija komunikacije sa protokolima kao što su UDP i protokoli za protok podataka u realnom vremenu
 - funkcioniše kao okvir ili ako je neophodno kao protokol za API [1].

Second Life koristi **VoIP** (**V**oice **o**ver **I**nternet **P**rotocol) sistem sa dodatkom **LSL**-a (**L**inden **S**cript **L**anguage) za kreiranje takvih korisničkih interfejsa u kojima se objekti mogu pomerati korišćenjem glasa [3].

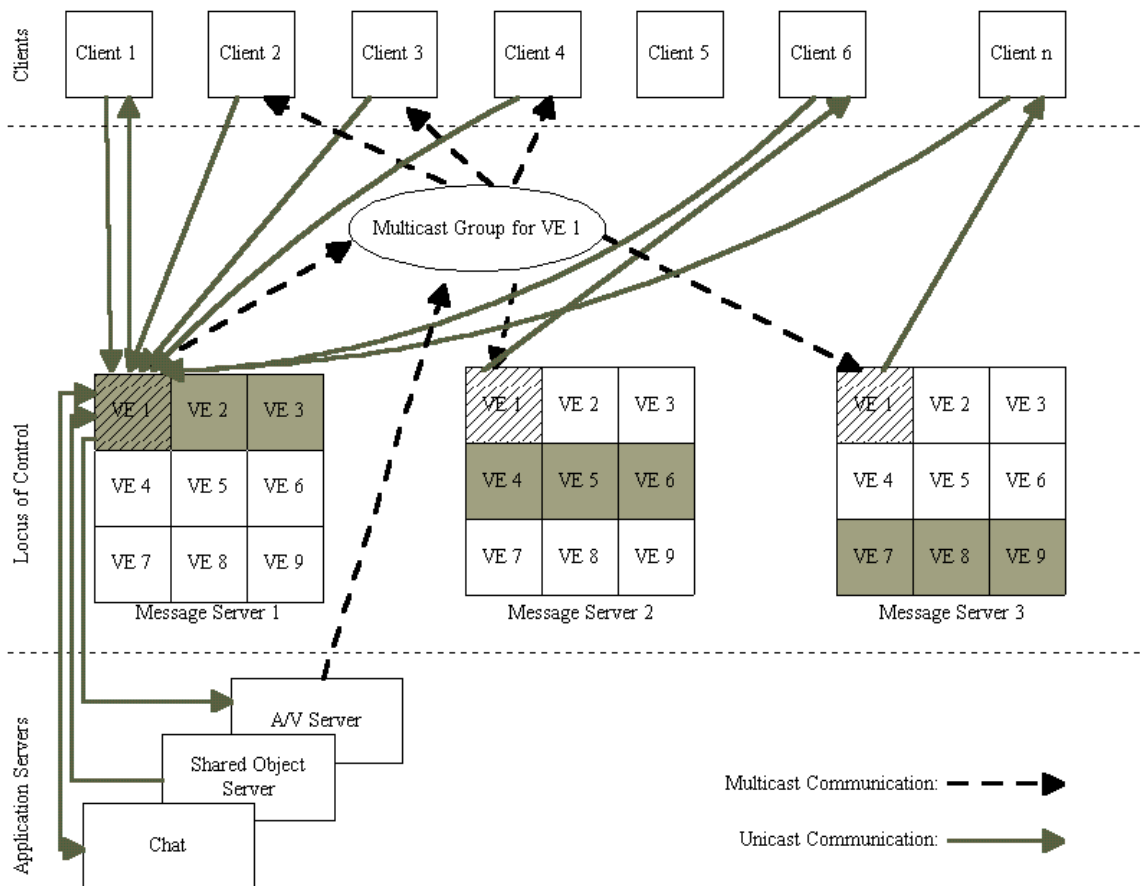


Slika 11: „Second Life”

- **MVIP** (*Multicast VRML Interchange Protocol*) je VRML višeznačni komunikacioni protokol za razmenu, koji omogućava korisnicima da učestvuju u podeli virtuelnih svetova. Protokol koristi servise RTP-a i pristupa VRML kroz EAI za dinamičku promenu platforme VW. MVIP je namenjen izgradnji CVE, a baziran je na Vnet kodu. **Vnet** koristi jednostavan protokol na nivou aplikacije koji se zove VIP za komunikaciju među avatarima i može se menjati sa XML-om [9].
- **VIP** (*VRML Interchange Protocol*) je jednostavan, kompaktan protokol za slanje VRML polja preko mreže da bi se omogućilo višekorisničko učestvovanje u VRML svetu. Protokol je dizajniran da bude brz, tako da veliki broj korisnika može da komunicira čak i preko modemske konekcije, pa je iz tog razloga binarni a ne ASCII.
- **CRC** (*Communications Research Centre*), korišćenjem IPV4 višeznačnog protokola prilagođen je VNet kod, modela *peer-to-peer*. Originalni MVIP kod koristi RTP protokol, dok druga generacija MVIP-a (**MVIP-II**), koristi RTP/I, prilagođeni RTP protokol za distribuirane interaktivne sisteme.

- **MVIP-II** koristi *FreeWRL* i VRML režim zasnovan na *peer-to-peer* višeznačnoj arhitekturi. Osim što pruža podršku za *H-anim* i VRML EAI/skripting, *FreeWRL* delimično podržava i X3D standard i X3D parsiranje. MVIP-II komponenta radi na *Linux-u*, a *FreeWRL* na *Unix/Mac OSX* platformama, a ovaj projekat je otvorenog koda.
- **Station Protocol** je serijski komunikacijski link velike brzine koji podržava prenos podataka sa više senzora i korisničkih ulaza (dugmad, džojstika i sl.) od uređaja za praćenje do IS-900 procesora.
- **VSCP (Virtual Society Client Protocol)** je protokol koji se koristi za uzajamnu komunikaciju klijenata i servera.
- **Vmedia** predstavlja multimedijalni komunikacioni protokol koji ima ulogu prenosa kompresovanih koncentričnih podataka preko Interneta. *Vmedia* interaktivni pretraživač je tako konceptiran da korisnik može slobodno da obavlja funkcije kao u realnom okruženju, a sve to sa protokom podataka od 33.6 kbps [10].
- **Verse** je mrežni protokol koji grafičkim softverima omogućava komunikaciju u realnom vremenu. Ima primenu u gotovo svim mogućim situacijama u kojima se ostvaruje saradnja kao što su vizuelne prezentacije i igre. Recimo da nekoliko dizajnera virtuelno radi na izradi novog modela automobila korišćenjem svojih računara i odabirom softvera za ovu izradu. U slučaju da jedan od dizajnera vrši redizajn karoserije automobila, njegovo delovanje će u realnom vremenu biti prikazano na računarima svih korisnika. Ovim je fizička prisutnost korisnika neograničena i moguća je saradnja korisnika iz različitih krajeva sveta, kao i međusobno deljenje hardverskih i softverskih resursa.
- **MUD** klijent protokol je standard za tekstualna virtuelna okruženja, koji je široko prihvaćen, a zapravo je meta – protokol bez osnovnog skupa naredbi.
- **pLVE** je protokol za **EVE (Educational Virtual Environment)**. Podržava sledeće tipove podataka:
 - protok u realnom vremenu
 - fajlove
 - avatare

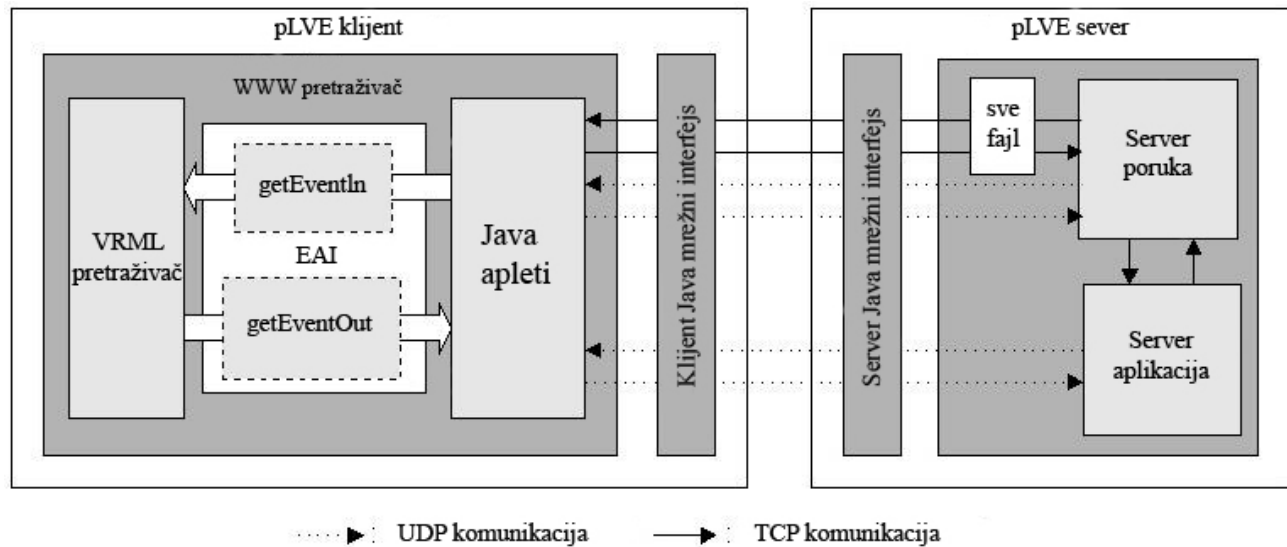
- materijal (slike, tekst, 3D objekti i td.)
- pokretače
- najnovije informacije o stanju VW



Slika 12: pLVE komponente i međusobna interakcija

Zasniva se na sledećim komponentama:

- Server deljenih objekata (Shared Object Server)
- Server podataka (Message Server)
- Audio/Video server (AV)
- Chat server
- Klijenti



Slika 13: pLVE klijent – server komunikacija

- **ZMP Zenith MUD** protokol namenjen MUD sistemima. je vrsta meta-protokola.
- **SCTP Stream Control Transmission Protocol** je transportni protokol koji pouzdano radi na vrhu potencijalno nepouzdatih IP paketa. Njegova uloga je da otkriva netačnost podataka, dupliranje podataka kao i gubitak istih. To se izvršava pomoću brojeva sekvenci i kontrolnih brojeva. Osim toga nudi i *acknowledge* transfer datagrama. Što se tiče selektivnog prenosnog mehanizma, on se koristi za ispravku oštećenih podataka ili njihov gubitak. Ovaj mehanizam je opisan u RFC dokumentima [11]:
 - **RFC 2960** - *Stream Control Transmission Protocol*.
 - **RFC 3257** - *Stream Control Transmission Protocol* – iskaz o primenljivosti
 - **RFC 3286** – Uvod u SCTP protokol
 - **RFC 3309** – Provera kontrolnog broja (*Checksums*) SCTP protokola
 - **RFC 3436** – Transportni sigurnosni sloj iznad SCTP protokola
 - **RFC 3554** – O upotrebi SCTP sa *IPsec*-om
 - **RFC 3758** – SCTP i proširenje delimične pouzdanosti
 - **RFC 3873** – SCTP **MIB** (*Management Information Base*)
 - **RFC 4460** – Specifikacija grešaka i pitanja

- **RFC 4820** – *SCTP Padding Chunk and Parameter*
 - **RFC 4895** – Informacije od značaja za SCTP
 - **RFC 5061** – Dinamička rekonfiguracija adresa
 - **RFC 5062** – Otkriveni napadi na bezbednost i mere zaštite
- **NTP** *Network Time Protocol* je protokol dizajniran za sinhronizaciju časovnika računara preko mreže. Treća verzija NTP-a je formalizovana u RFC – u 1305 dok verzija 4 koja se trenutno koristi nije formalizovana. **SNTP** (*Simple NTP*) je formalizovan u RFC 2030.
- **CICP** (*Content Injection and Control Protocol*). Ovaj protokol je HTTP za virtuelne svetove. On omogućava programima ili aplikacijama unutar virtuelnih svetova kao što su Second Life ili Sun Wonderland, da ubacuje objekte u virtuelni prostor sa kojima korisnici unutar virtuelnog sveta mogu da komuniciraju. Interakcija sa ovim objektima šalje poruke nazad u aplikaciju koja može da modifikuje objekte ili da kreira nove ukoliko je to potrebno.
- **VWRAP** (**V**irtual **W**orld **R**egion **A**gent **P**rotocol) je protokol koji podržava stvaranje i interakciju virtuelnih okruženja u kojima različite organizacije mogu da primene različite servise koje treba obezbediti iz različitih oblasti kao i spajanje regiona u jedan svet.

3.2.1 Okruženje nezavisno od protokola

- **VR-Link** je objektno orjentisani C++ alat koji programeri simulacija koriste da brzo i jednostavno izgrade HLA i DIS u skladu aplikacije. On pruža skup biblioteka koje implementiraju stabilan, dosledan i dokumentovan API (Application Programmer's Interface) iznad različitih protokola – SDK (Software Developer's Kit) za međufunkcionalnost. Kod napisan u VR-Link API-u čini da aplikacije postanu usklađene i sa TENA i IEEE [19]. Funkcionalnost je ostvarena kako na Linux, tako i na Windows operativnom sistemu.

3.2.2 Sistemski servisi

- **HID (Human Interface Device)** je mrežni transparentni prenosni sloj za pronalaženje i distribuciju podataka na različitim sistemima u realnom vremenu. Uključuje 3D i 6D protok podataka kao i manje zahtevne prenose slika za aplikacije virtualne realnosti. Za klastering koristi imeplementaciju otvorenog koda *OpenGS*. Ovaj sloj pruža mogućnost korišćenja raznih vrsta algoritama za sortiranje sa ciljem optimizacije performansi renderinga.
- **Audio S3 (SpatialSoundsSystems)** upotrebljivost ovog sistema dolazi do izražaja u slučaju da aplikativni server nema 3D audio kapacitet niti aktivne zvučnike. Postoji izvestan broj protokola za distribuciju 2D stereo zvuka, ali ne i publikacija namenjenih prostorno orijentisanom zvuku. Sve ove usluge koriste isti *Zero-Conf* povratni mehanizam i jednostavan HTTP koji dozvoljava praćenje (eng. *Monitoring*) i rekonfiguraciju različitih aspekata interfejsa.

3.3 Arhitektura

- **MUVE (Multi-User Virtual Environments)** ili višekorisnička virtuelna okruženja doživljavaju svoj procvat sve većom primenom 3D grafike i implementiraju se duboko u oblastima elektronskog poslovanja, dizajnerstvu, zabavi, u izradi zajedničkih projekata, raznim simulacijama i td. Ovakvoj širokoj rasprostranjenosti u mnogome doprinosi razvoj i povećanje mogućnosti hardvera, ali i mreže pa je tako vizuelizacija 3D grafike moguća čak i na hardverski sitnijim uređajima poput laptopova, smart telefona, PDA uređaja i sl.

Pored naprednije grafike i teksta, razvoj virtuelne realnosti nam donosi i novi način dizajna za razvoj sadržaja internet prezentacija. Što se tiče distribucije 3D grafike, jedan od mogućih načina je upotreba servera, koji opslužuju klijente potrebnim podacima. U narednom delu biće definisani softverski okviri koji omogućavaju dizajn 3D korisničkih okruženja.

Tehnologije umrežavanja i virtuelne realnosti koriste višekorisnička virtuelna okruženja (MUVE) kao aplikacije za kreiranje vizuelnih 3D efekata i mogućnosti interakcije. Ograničena primena ovih sistema u prošlosti razlog je slabog propusnog opsega mreža, međutim danas je situacija drugačija.

Poboljšani su i protok mreže i 3D tehnologija pa je primena multikorisničkih virtuelnih okruženja danas u porastu.

Virtuelna okruženja koriste jednostavan protokol poruka koji predstavlja osnovni format za razmenu informacija između korisnika. Interakcija korisnika u virtuelnim okruženjima se zasniva na tekstualnom ćaskanju (eng. chat), kao i na avatarima odnosno pokretima tela i promenama pozicija. Za prikaz osnovnih animacija koje su aktivirane u datom trenutku koristi se *play-on-demand* režim. Zbog fleksibilne strukture i čvrstih definicija XML je glavni format za razmenu podataka kod internet aplikacija.

Arhitektura se sastoji od sledećih elemenata:

- Server poruka ili **MS (Message Server)**
- konzistentnost
- skalabilnost
- prenos sadržaja

Postoje dve vrste arhitekture sistema:

- ***client-server***
- ***peer-to-peer***

Preduzeća različitih veličina imaju različite računarske potrebe. Veća preduzeća moraju da koriste više računara nego što to rade manja preduzeća. Velika preduzeća rutinski imaju velike konfiguracije, kao što su mainframe-ovi i mreže. Mreže za velika poslovanja obično imaju klijent-server arhitekturu, poznatu i kao arhitekturu dva nivoa. Bez obzira kako se ova arhitektura zove, ovakav tip predstavlja podelu rada računarskih funkcija, što zahtevaju velika poslovanja.

U strukturi klijent-server arhitekture, poslovna računarska mreža mora imati računar server koji funkcioniše kao “mozak” organizacije, kao i grupu klijent računara, koji se obično zovu radne stanice. Serverski deo klijent-server arhitekture zauzima računar velikog kapaciteta, uglavnom mainframe, sa velikom količinom funkcionalnih podataka koji se nalaze na njemu. Klijent delovi klijent-server arhitekture su svi manji računari koje zaposleni koriste za obavljanje svojih obaveza.

Serveri obično sadrže podatke i aplikacije kojima se može pristupiti preko mreže, ovaj tip server se zove aplikacioni server. Pored usluge skladištenja, server služi i kao izvor procesorske snage.



Slika 14: Klijent-server arhitektura

Čak je i WWW (World Wide Web) primer za klijent-server arhitekturu. Svaki računar koji koristi Web pretraživač je klijent i podatke o raznim Web stranicama kojima pristupa kao klijent se nalaze na različitim serverima [16].

Neki od sistema koji su prihvatili klijent-server arhitekturu su **RING** (Funk – Houser, 1996), **ActiveWorlds** (ActiveWorlds, 2002), **Vnet**... Primeri za višekorisnička okruženja koja su bazirana na ovoj arhitekturi su **Virtual Society** i **AVIARY VR**.

- **NPSNET** je primer višekorisničkog okruženja koje se zasniva na većem broju *peer-to-peer* komunikacija. Baziran je na DIS protokolu koji koristi višeznačni IP. Kod NPSNET-a ne postoji centralni server. **Bamboo** je naprednija verzija NPSNET-a koja podržava dinamičko proširenje vremena izvršavanja, što se koristi za snabdevanje mrežnih protokola po objektu radi postizanja optimalnih performansi i prenosa.

3.3.1 Zahtevi za podršku arhitekture

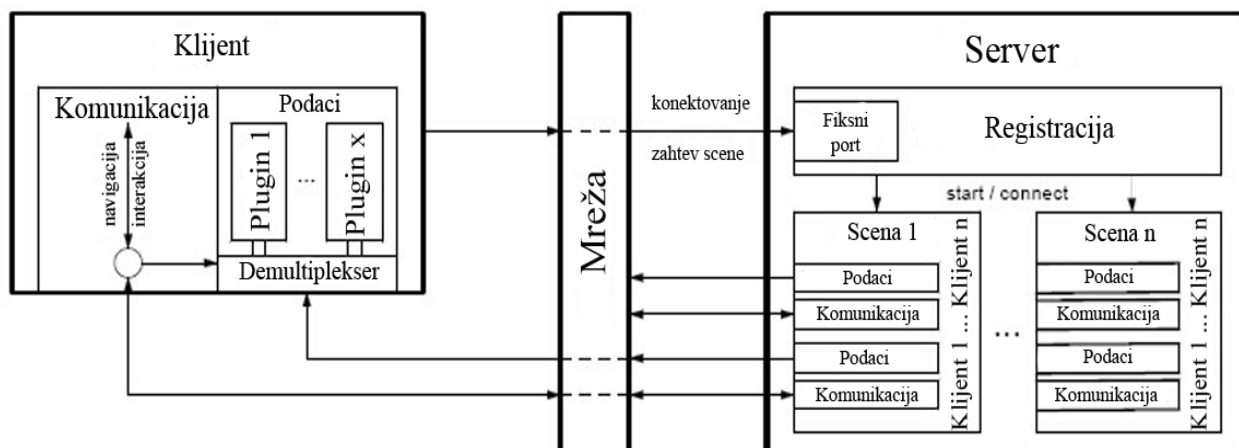
Za kompletno funkcionisanje 3D klijent-server okruženja potreban je softverski okvir koji ispunjava sledeće zahteve:

- prenos podataka scene klijentima
- prenos poruka i kontrolnih informacija između klijenta i servera
- prenos poruka i kontrolnih informacija između klijenta i klijenta.

Kako bi okvir bio u stanju da podrži veći broj korisnika i više 3D scena mora se uzeti u obzir sledeće:

- **Skalabilnost:** softver servera mora biti sposoban da podrži višeprosorski hardver kao i mreže velikog broja konekcija, a broj scena i klijenata mogu biti ograničeni samo hardverom.
- **Podržani objekti:** interfejs klijent-server treba da bude fleksibilan za različite vrste informacija, odnosno da podržava različite vrste formata ili struktura podataka na sceni.
- **Interaktivnost:** je zapravo podrška interaktivnih 3D scena, što obuhvata kreiranje i uklanjanje postojećih objekata, interakciju i navigaciju među korisnicima, detekciju koalicije i td.
- **Prilagodljivost klijenata:** prilagodljivost snazi računara, raspoloživim resursima, opsegu mreže uspomoc tehnika koje klijent-server okvir sadrži.

Jedan klijent-server okvir obavlja jedan proces. Server prima zahteve sa mreže i upravlja procesima scene. Što se tiče scene, ona upravlja jednim procesom 3D okruženja i korisnika koji su konektovani na scenu. Procesima svakog korisnika pojedinačno upravljaju mrežna konekcija i transfer podataka. Ovo se obavlja pomoću multipleksa i dodataka (eng. *plug-in*), koji je različit za svaki tip podataka.



Slika 15: Procesi u klijent-server arhitekturi

Ulazni tok podataka se demultipleksira i distribuira određenim dodacima da bi se dobio originalan podatak objekta. U sledećem koraku aplikacija, pomoću klijent-server okvira, obavlja vizuelizaciju ili procesuiranje podataka objekta. Ovaj proces se odigrava na klijent strani.

Server između ostalog služi za primanje podataka sa mreže, a konekcija se uvek adresira na isti port. Aktivnosti servera se mogu podeliti na nekoliko grupa:

- prihvatanje zahteva sa mreže
- provera novih zahteva
- prosleđivanje zahteva određenom procesu scene
- pokretanje procesa scene prvim zahtevom
- upravljanje svim procesima scene

3.3.2 Komunikacija

Za izvršavanje procesa komunikacije potrebno je da se poruke sastoje od adrese, primaoca i sadržaja poruke. Razmena informacija se obavlja između:

- klijenta i multipleksera (konfiguracija)
- scene i klijenta (detekcija koalizije)

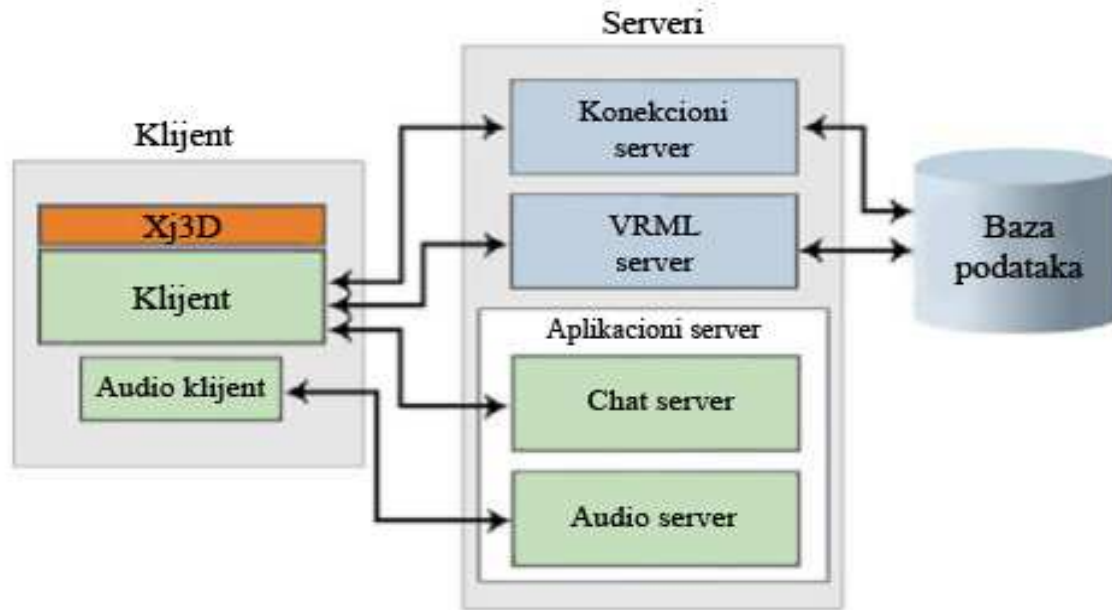
- klijenta i scene (navigacija)
- dva ili više klijenata (ćaskanje)

3.3.3 Savremeni koncepti arhitekture

Postoje mnoga umrežena virtuelna okruženja koja su namenjena istraživanjima ili komercijalnim proizvodima. Primeri nekih komercijalnih virtuelnih okruženja sa savremenim konceptima arhitekture (eng. State of the ART) su:

- *Bitmanagement solution*
- *Octaga*
- *ParallelGraphics*
- *Active Worlds*

Implementacija umreženih virtuelnih okruženja opisana je u primeru EVE okruženja. **EVE** (Educational Virtual Environment) ili virtuelna edukaciona okruženja, su okruženja bazirana na klijent-multiserver arhitekturi. Ova implementacija je izvršena upotrebom **Xj3D** skupom alata i 3D pretraživača baziranim na Javi. Klijent-multiserver arhitektura omogućava jednostavnu raspodelu između više server. Ova platforma koristi više aplikativnih server za dodavanje određenih funkcionalnosti poput teksta ili zvuka i server podataka [17].



Slika 16: Arhitektura EVE platforme

Za uspešnu implementaciju EVE sistema, potrebno je ispuniti određene zahteve:

- **Skalabilnost** – sistem treba da bude prilagodljiv tako da može da obezbedi stabilnost sistema i u slučaju prisustva velikog broja korisnika.
- **QoS** – kvalitet servisa mora biti osiguran
- **Koherentnost** – uniformna struktura.
- **Interakcija** – podrška sistema interakciji korisnika ka sistemu i korisnika ka korisniku.
- **Viši nivo prisutnosti** – korisnički avatar sa funkcijama realnih pokreta radi utiska što veće prisutnosti.
- **Konzistentnost** - nezavisnost u ponašanju korisnika kao i distribucija i sinhronizacija korisničkih ulaza, sve u cilju ostvarivanja utiska jedinstvenosti u virtuelnom svetu.

Koraci koji se moraju preduzeti kako bi se zadovoljili svi ovi zahtevi potrebne su odgovarajuće arhitekture i protokoli, čija se efikasnost postiže sledećim zahtevima:

- Pouzdan prenos podataka zbog kvaliteta servisa;
- Prenos edukativnog materijala poput slika, videa, zvuka.;
- Podrška za korisnike sa različitim karakteristikama mreže;

- Prenos korisničkih avatara i profila do ostalih korisnika;
- Prenos virtuelnih okruženja do korisnika;
- Sinhronizacija virtuelnih okruženja;
- Efikasno upravljanje u slučaju otkaza sistema.

3.4 pLVE rešenje problema skalabilnosti

Glavno pitanje u funkcionalnosti virtuelnih okruženja je pitanje skalabilnosti odnosno podrška sistema velikom broju korisnika. Skalabilnost se postiže sledećim mehanizmima:

- svaki server poruka je *back-up* server ostalih servera poruka;
- svaki server poruka može biti klijent drugog servera poruka, ako je drugi server preopterećen;
- aplikacioni serveri se koriste u cilju redukovanja procesa protoka podataka servera poruka;
- podržana jednoznačna i višeznačna komunikacija.

Još jedno pitanje koje se javlja je pitanje pouzdanosti, odnosno problem gubitka paketa. Problem se povećava korišćenjem UDP višeznačnog slanja, jer UDP ne vodi računa o izgubljenim paketima.

Ovo su neke od mogućnosti rešavanja ovog problema:

- klijent šalje poruke serveru poruka jednoznačnom komunikacijom, a potom server šalje poruke do odgovarajuće višeznačne grupe ili do ostalih klijenata;
- klijenti višeznačne grupe primaju poruke korišćenjem svoje grupe, a ostatak klijenata prima poruke korišćenjem jednoznačne konekcije.

U *Second Life* aplikaciji klijenti se pomoću programa konektuju na centralni server. Za razliku od **MMOG** (**M**assively **M**ultiplayer **O**nline **G**ame) koji može jednim serverom da podrži više hiljada korisnika, kod *Second Life* aplikacije moguća je podrška do 40 klijenata po serveru. Dok jedan deo servera simulira virtuelno okruženje, serveri poruka upravljaju sa tri baze podataka: prijavljivanja (eng. logging), pretrage i centralnom bazom podataka. Kratke poruke tokom sesija, usluge prijavljivanja i druge uobičajene usluge obavlja manji broj mašina. Na sledeći način se vrši izvršenje jednog koraka u sesiji klijent-server arhitekture. Za utvrđivanje okvirnog obima podataka koji su potrebni svakom klijentu sistem koristi vizuelno izračunavanje, obzirom da svaki server

komunicira sa velikim brojem klijenata i obrnuto. Serveri osim što imaju ulogu skladištenja objekata i obnavljanja virtuelnih okruženja, moraju i da održe optimalni nivo konzistentnosti. Ono što klijenti mogu da urade po pitanju smanjenja saobraćaja mreže je keširanje objekata i druge akcije.

Second Life deli virtuelne svetove na polja površine 256x256 metara, a svako polje je povezano sa simulacionim serverom i izvršava se na jednom CPU jezgru. To znači da korisnik koji se nalazi na nekom polju mora da komunicira sa serverom koji je zadužen za to polje, a u slučaju da dodje na granicu sa drugim ili pređe na drugo polje moraće da komunicira sa serverom zaduženim za to novo polje.

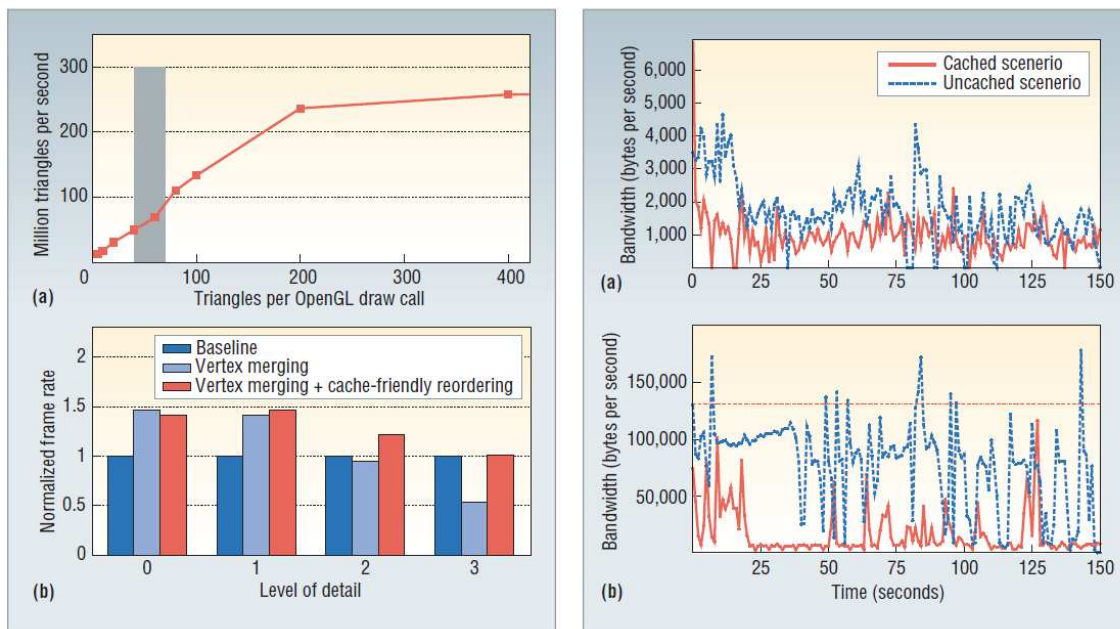
Redukovanje komunikacije *Second Life* rešava na sledeći način. Objekti virtuelnih svetova podeljeni su među serverima, a samo jedan server upravlja objektom u bilo kom momentu. U slučaju pomeranja objekta ulogu jedinog aktivnog servera preuzima server koji je zadužen za dato okruženje odnosno sektor.

3.5 CPU i GPU performanse

Za procenu performansi procesora *Second Life* koristi **Vune** softver, a moguća su dva osnovna scenarija. Prvi slučaj je da korisnik nije u skorije vreme posetio lokaciju pa se podaci o građevinama, terenu, avatarima i ostalom ponovo učitavaju. Drugi slučaj je da je nedavno bio na datoj lokaciji pa se većina podataka nalazi u kešu.

Procesiranje animacije karaktera i simulacije omogućava veoma dobre vizuelne efekte i detaljniju geometriju okruženja. Brzinu renderinga tokom prenosa u realnom vremenu dodatno pospešuju zadaci procesiranja kao što je LoD, a koriste se za redukovanje protoka podataka tokom transfera objekata grafičkim karticama.

Preko *OpenGL* poziva iscrtavanja klijent *Second Life* platform vrši renderovanje trouglova objekata. Broj poziva za renderovanje po jednoj slici zavisi od količine vidljivih objekata. Manji broj trouglova po pozivu umanjuje performanse renderovanja trouglova iz razloga što GPU svaki put potroši veći deo vremena na interakciju sa grafičkim drajverima umesto na samo renderovanje.



Slika 17: Broj renderovanih trouglova po sekundi

Na slici 17. prikazan je broj renderovanih trouglova po sekundi u zavisnosti od broja trouglova u jednom pozivu.

3.6 Mrežni saobraćaj

Popularnost **MMOG** (**M**assively **M**ultiplayer **O**nline **G**ame) je u konstantnom porastu. U ovim struktuiranim okruženjima korisnicima je omogućeno da međusobno komuniciraju, a po popularnosti se izdvaja **World Of Warcraft** od kompanije Blizzard.

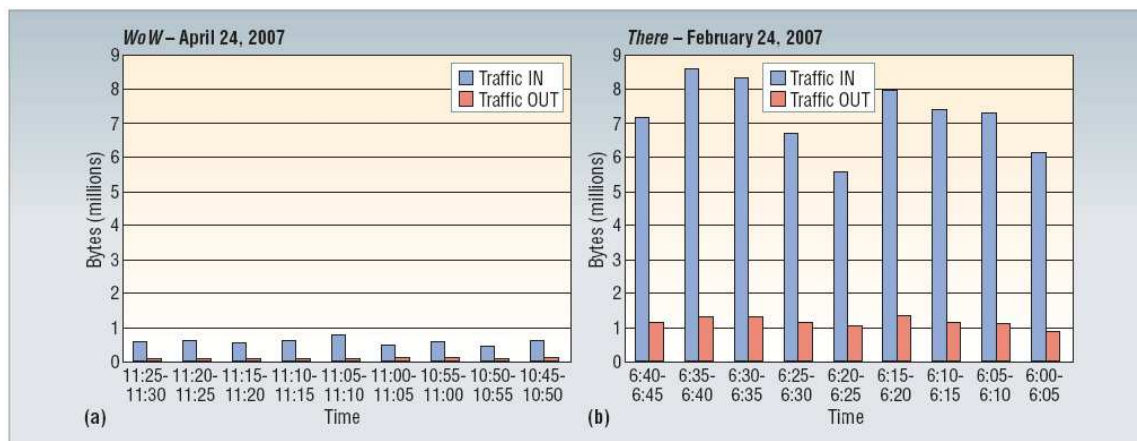
MMOW (**M**assively **M**ultiplayer **O**nline **W**orld) su za razliku od **MMOG** drugačija okruženja, koja su nestruktuirana i imaju promenljiva okruženja. Korisnicima je omogućeno da dodaju i uklanjaju elemente po sopstvenoj želji. Primer je **Second Life** od kompanije Linden Lab.

3.6.1 Zahtevi za propusnim opsegom

Da bi dobio kompletan sadržaj okruženja klijent zahteva da se poveže sa serverom, inače se veći deo sadržaja nalazi na računaru klijenta, što uključuje i potpuno okruženje. MMOG sadrži servise koji uključuju mehanizme koji prate sve postupke klijenta i sinhronizuju ih sa serverom. Uglavnom je to klijent-server arhitektura preko koje server dobija potrebne informacije o klijentima.

Mrežni saobraćaj *online* igara definiše jaka linearna veza sa igračima na mreži i mali broj paketa. Prevažnost je u redukciji minimalne količine propusnog opsega kako bi veza bila kvalitetnija, a izgled okruženja što napredniji.

MMOW zahteva kompleksniju klijent-server arhitekturu i propusni opseg poput MMOG ili veći, zato što dopušta kreaciju dinamičkog korisničkog sadržaja, odnosno omogućava da korisnik u potpunosti utiče na okruženje dok je to kod MMOG nepromenljivo. Ovaj propusni opseg služi za međusobnu komunikaciju avatara, a za animacije, teksture, 3D geometriju i ostale dodatke neophodno je obezbediti dodatni propusni opseg.



Slika 18: Razlika u mrežnom saobraćaju prilikom konektovanja na **MMOG** *World Of Warcraft* i **MMOW** *There*

3.6.2 Provera identiteta korisnika

Tehnike koje određuju veličinu propusnog opsega za uspostavljanje stabilnog okruženja su:

- **Interakcija objekata** – Server šalje podatke korisniku o objektu kome se približio, a nakon toga korisnik ažurira keš. Objekat se dodaje listi objekata za render. Ovaj proces se izvršava svaki put kada se korisnik odnosno njegov avatar približi nekom objektu, jer svaki objekat poseduje „auru”.
- **Keširanje objekata** – Deo potrebnih objekata se tokom igre skladišti sa servera u keš memoriju korisnika. Ovo se izvršava sa ciljem da se zaobiđe ponovno učitavanje sa server i time rastereti protok i poboljšaju performanse.

U slučaju MMOW, svaki put kada korisnik promeni okruženje neophodno je ponovno učitavanje podataka zbog pozicije avatara. Jasno je da ovde keširanje nema efekta, pa se pribegava skalabilnim rešenjima.

CDN (Content Distribution Networks) mreže za distribuciju sadržaja se nude kao logično rešenje ovog problema. Učitavanje i dostava sadržaja preko mreže kroz posrednike ne krajevima kojima se redukuje protok podataka od centralnog server, rešavaju slučajeve gubitka paketa i trošenja propusnog opsega. Ovakve situacije se dešavaju kada je klijent udaljen od servera ili u slučajevima mnogostrukog slanja istih fajlova. CDN funkcioniše tako što se na veliki broj instaliranih servera napravi replika sadržaja kupaca, a sadržaj se klijentu isporučuje sa najbližeg servera.

3.6.3 SEMMO – Skalabilni engine za MMOG i MMOW

SEMMO je prva skalabilna arhitektura koja garantuje izdržljivost i stabilnost. Bazira se na distribuiranom izdržljivom protokolu i sistenskoj arhitekturi, a namenjena je podršci MMOG i MMOW. Uloga servera je da usaglašava transakcije dok se svi proračuni obavljaju na računarima klijenata. Ovim se povećava količina propusnog opsega, tako da druge aplikacije mogu da iskoriste deo kanala.

4. VIRTUELNA UČIONICA ZA GRAFIČKI DIZAJN

4.1 Alati za kreiranje virtuelne učionice

U ovom radu korišćeni su X3D-Edit, editor u kome je urađena celokupna funkcionalnost projekta, kao i 3D Studio Max koji je upotrebljen za 3D modelovanje. Međusobna razmena fajlova i njihova upotreba omogućena je eksporterima preko kojih se 3D scena pretvori u VRML ili X3D kod i tako je moguć import i upotreba u X3D editor.

Autodesk 3ds Max, ranije poznat kao **3D Studio Max** je kompjuterski 3D grafički softver za izradu 3D animacija, modela i slika. Ovaj napredni softver razvila je „Autodesk media and entertainment“ kompanija i jedan je od najpopularnijih i najefikasnijih 3D programa na tržištu.



Slika 19: Logo Autodesk 3ds Max

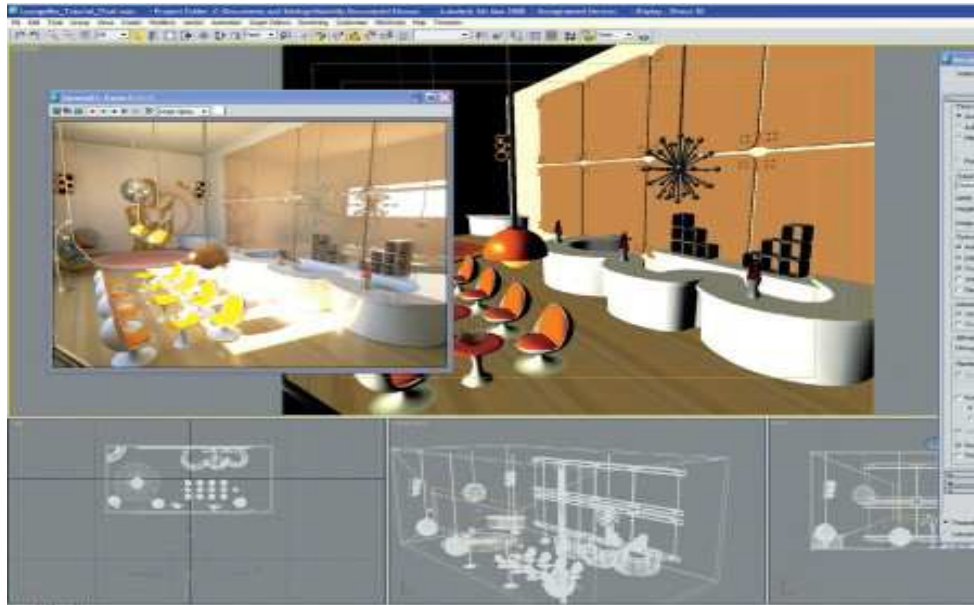
Osim što sadrži velike mogućnosti za modelovanje i mogućnost korišćenja na Windows platformi, poseduje i fleksibilnu plugin arhitekturu pa je korišćen i u komercijalne a i u umetničke svrhe. Zastupljen je u oblastima kao što su filmska produkcija za izradu specijalnih efekata, u izradi televizijskih reklama, u igračkoj industriji, u medicini, prilikom sudskih veštačenja, u dizajnu, u naučne svrhe i td .

Treba pomenuti programski jezik u samom 3D Studio Max-u koji se koristi za automatizaciju ponavljajućih funkcija, a to je **Max Script** [6].

Max Script je skript jezik koji može da se koristi za:

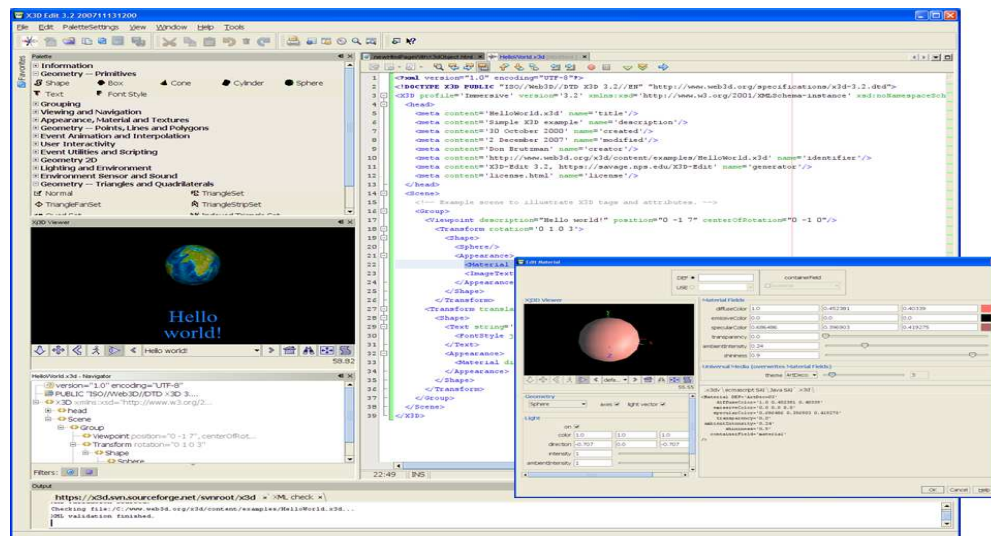
- automatizaciju repetitivnih zadataka,
- kombinovanje postojećih funkcionalnosti na nove načine,
- razvoj novih alata i korisničkih interfejsa i td.

Plugin moduli mogu biti kreirani u potpunosti pomoću Max Script-a.



Slika 20: 3ds Max radno okruženje

X3D-Edit – je X3D (eXtensible 3D) besplatni grafički editor koji se koristi za kreiranje, proveru, prikaz i publikaciju X3D scena. Ovo softversko rešenje je napisano u open-source Javi i XML-u upotrebom NetBeans 7.1.x platforme i dostupno je u varijantama za sve operativne sisteme. Ovim je učinjena pogodnost da se koristi i kao nezavisna aplikacija, ali i kao plugin modul za NetBeans integrisano razvojno okruženje (IDE) i vrlo je pregledno za upotrebu [4]. X3D editor su kreirali Mike Bailey i Don Brutzman.



Slika 21: X3D Edit

X3D Edit uključuje direktno editovanje 3D scena upotrebom XML (.x3d), ugrađenu vizuelizaciju scena upotrebom Xj3D viewer-a, XML validaciju upotrebom X3D DTD, X3D gramatičku šemu i pravila, drag-and-drop paletu X3D čvorova, pop-up panele za editovanje čvorova, kao i opširne resurse za pomoć.

Dodatne karakteristike uključuju klasičnu VRML i X3D kompresovanu binarnu podršku za kodiranje, enkripciju i digitalni-potpis autentifikaciju korišćenjem XML sigurnosnih standarda i dodatnu podršku za autorizaciju X3D scena.

Nakon modelovanja virtuelne učionice u 3ds Max-u pomoću X3D eksportera se dobija kod koji se dalje može pregledati i dorađivati u X3D editoru.

4.2 Virtuelna učionica

Mogućnosti komunikacije među ljudima danas, kao i razvoj informacionih tehnologija i Interneta omogućili su novi vid obrazovanja ljudima u sadašnjosti. Jedan novi način istraživanja i rešavanja problema stvoren je upravo sistemom virtuelnog prenošenja znanja odnosno interaktivnom prezentacijom materijala za učenje na željenoj udaljenosti. Mnoge organizacije kao jedinstveno

rešenje za ostvarivanje razvojnih ciljeva vide elektronsko učenje. Razvijanjem ovakvog koncepta i iskorišćavanjem mogućnosti koje ono pruža, poslovično se ostvaruje veliki napredak.

Virtuelne učionice su otvoreni tip učenja i dostupne su svima, nezavisno od ličnih i bilo kojih drugih karakteristika. A osim toga, virtuelne učionice čine proces učenja veoma zanimljivim i primamljivim.

Kreiranje virtuelne učionice oslanja se na model zajedničkog učenja i upotrebu Web tehnologija. Ovakvim razvojem se svim zaposlenima omogućuje samostalno unapređivanje kroz razne aktivnosti na svim radnim mjestima. Time se ostvaruje ne samo brže i efikasnije, već i jeftinije obrazovanje i razvoj.

Virtuelna učionica može da sadrži sledeće aktivnosti:

- alat za samoprocenjivanje
- olakšano poslovanje i pristup on-line materijalima i kursovima za trening
- mentorske mreže - mreže za nadgledanje
- model „ najboljih praksi “
- razvoj modela uloga, povezivanjem relevantnih profesionalnih asocijacija, njihovog obrazovanja i programa za razvoj.

Virtuelne učionice koriste e-learning sistem mreža za učenje na daljinu, a samim tim i usavršavaju upotrebu i snalažanje na Internetu. Ono što takođe unapređuje ovaj sistem je koncipiranje nastave na principu praćenja nastave preko web kamere, koja se instalira u realnoj učionici. A sa korisnicima koji imaju povezane web kamere moguće je ostvariti i virtuelnu konferenciju putem Interneta. Ono čemu još može da posluži virtuelna učionica je to da predstavlja jedan vid pripreme korisnika za rad u realnom okruženju sa pravim elementima i odgovornošću. Tako se na ekonomičniji i pouzdaniji način stiče znanje i iskustvo za rad.

Ovaj trend zamene realnog virtuelnim okruženjem prilikom obrazovanja i razvoja sposobnosti polaznika kurseva je podržan od velikog broja kompanija i obrazovnih institucija, čak 80% razvoja i treninga.

4.3 Izgled i elementi virtuelne učionice

Virtuelna učionica predstavlja pandan realnoj učionici koja postoji i funkcioniše u realnom vremenu. Poenta njene izrade je takva da se pre svega studenti njenom upotrebom i pomoću saveta profesora, kao i kompletnim nastavnim programom ostvarenim preko Mudl sistema za učenje na daljinu [18], pripreme za rad u realnom okruženju. Sticanje iskustva preko jednog ovako zamišljenog sistema u potpunosti osposobljava studente za rad i pruža ogromnu količinu praktičnog znanja uz značajnu uštedu vremena i prostora.



Slika 22: Izgled virtuelne učionice

Virtuelna učionica sadrži sve elemente iz realnog okruženja, od estetskih pa sve do tehnoloških. U izradi enterijera učionice kreirano je i upotrebljeno preko 30 vrsta elemenata, čime je dobijen radni prostor za 12 studenata po grupi, gde je vizuelno prisutno sve od stolica, klupa i tehničke opreme do elemenata koji ovaj prostor čine prijatnijim za rad odnosno estetske su prirode, a to su: ukrasne biljke, časovnik, radijatori, klima uređaj, uramljeni radovi studenata, polica sa literaturom, uređaj za vodu i td.



Slika 23: Deo enterijera učionice

A tu su i osnovni elementi poput vrata, prozora, kanti za otpatke, prekidači i ostali.



Slika 24: Osnovni elementi učionice

Ono što je ovde najbitnije je svakako tehnološka oprema i šta je pomoću nje moguće uraditi. Svaka studentska klupa opremljena je svim onim elementima koji su neophodni za uspešan rad u jednoj laboratoriji za grafički dizajn. Pored periferne opreme, miša i tastature tu su i kućište i monitor naprednih karakteristika čije su performanse apsolutno iskoristive u virtuelnoj učionici iako se fizički nalaze na potpuno drugom mestu.



Slika 25: Tehnička oprema

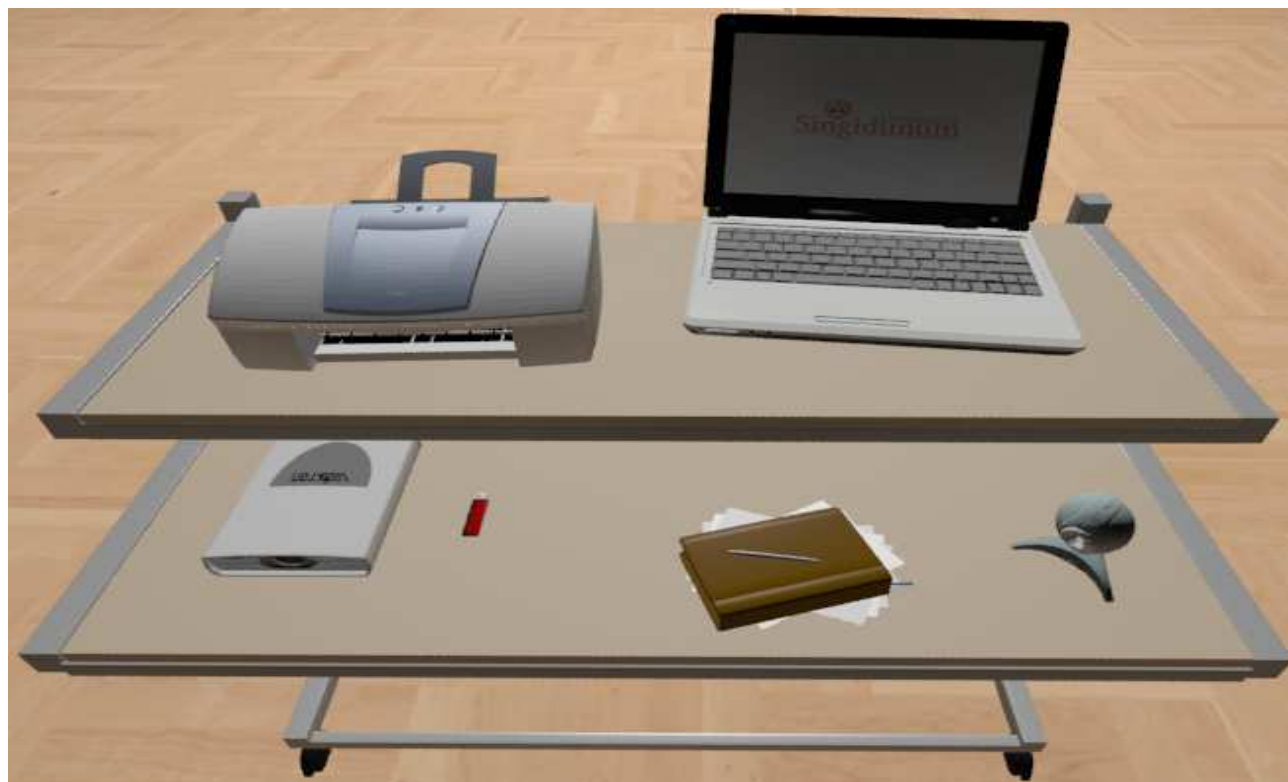
Vrlo bitna stvar pored vizuelne podrške je i zvučna podrška pa se na svakom radnom mestu nalaze par stereo zvučnika, ali i stereo slušalice kako bi rad ostalih studenata bio neometan.



Slika 26: Audio oprema

Od dodatne opreme tu su još i eksterni hard diskovi i USB memorije.

Profesorski sto opremljen je prenosnim računarom odnosno laptopom, manjim štampačem za osnovne potrebe, web kamerom kako bi sa studentima bila ostvarena kompletna interaktivna komunikacija preko mreže i projektorom za prikaz nastavnih slajdova na tabli.



Slika 27: Izgled i oprema na profesorskom stolu

Možda i glavni element u ovoj učionici je ploter koji služi za štampanje velikih površina odnosno postera koje će raditi studenti tokom kurseva na Mudlu, ali i uživo. Najbolji radovi studenata su uramljeni i postavljeni na zidovima učionice.



Slika 28: Ploter

4.4 Računarski sistemi znanja

U većini zemalja, kako u razvijenim tako i u onim manje razvijenim, uobičajena pojava postali su sistemi za učenje, testiranje znanja, polaganje ispita i ocenjivanje. Ovi sistemi poznati kao e-testiranje, koriste se pomoću računara i internet resursa. Kod nas, takođe, postoje manje ili više uspešni pokušaji ovakve prakse u visokoškolskim ustanovama. Sistemi za elektronsko testiranje značajno doprinose, pre svega, kvalitetu i efikasnosti ocenjivanja i procenjivanja znanja uopšte, kao i ekonomičnosti realizacije projekata u ovom domenu.

Računarsko testiranje znanja i veština predstavlja, u najširem smislu, korišćenje informacionih tehnologija za bilo koju aktivnost u vezi sa praćenjem i procenjivanjem dostignuća studenata. E-testiranje može se efikasno koristiti za procenjivanje znanja, veština i praktičnih sposobnosti studenata. Znanje i veštine se procenjuju korišćenjem e-testova, dok se praktične sposobnosti najčešće procenjuju korišćenjem odgovarajućih programa koji simuliraju različite praktične situacije.

Sistem za e-testiranje čine dve komponente, prva je računarski sistem za testiranje, a drugi takozvana banka pitanja. Sam softver ne sadrži pitanja, već se oslanja na bazu podataka o pitanjima i testovima, kao i njihovim karakteristikama. Računarski sistem za testiranje bi trebalo da omogući uređivanje banke pitanja, konstruisanje testa, testiranje i elementarnu analizu rezultata e-testa.

Povećanje mogućnosti za efikasnu implementaciju sistema za e-testiranje ostvaruje se instalacijom pouzdane i jednostavne besplatne verzije softvera na već postojećim računarima, koji može da se prilagođava različitim namenama i na srpskom je jeziku. Ispunjenjem ovih faktora u značajnoj meri može da se uštedi i sistem učini pristupačnim i funkcionalnim.

Trenutno najbolje rešenje za softverski paket na kome bi se temeljio sistem za e-testiranje je Mudl (eng. Moodle), program otvorenog koda namenjen kreiranju, održavanju i podršci sistemima za učenje na daljinu.

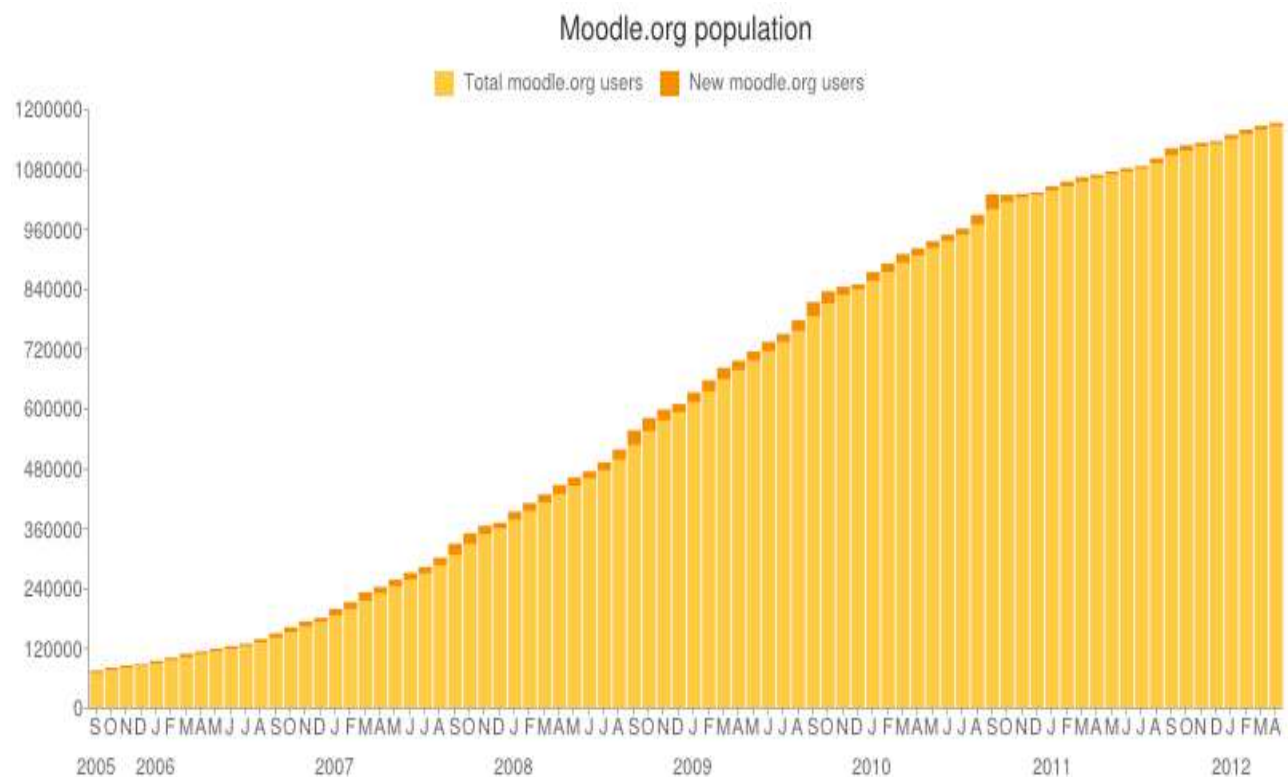


Slika 29: Moodle logo

4.5 Moodle

Moodle (eng. Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) je fleksibilan i brz softverski paket otvorenog koda za elektronsko učenje na daljinu, koji se zasniva na internet obrazovnim kursevima i web sajtovima. Naziv Moodle je skraćenica na engleskom za modularno objektno orjentisano dinamično okruženje za učenje. Ima podršku za dve baze MySQL i PostgreSQL, kao i za veliki broj jezika, a postoji lokalizacija i na srpski jezik.

Ovaj sistem je kreiran na osnovu jasnih pedagoških principa kako bi se nastavnicima pomoglo da što lakše kreiraju efektivne virtualne zajednice. Moodle je za kratko vreme postao jedan od najpopularnijih besplatnih sistema otvorenog koda koji je okupio zajednicu od preko 1.150.000 registrovanih korisnika koji govore preko 80 jezika i dolaze iz preko 215 zemalja [18]. Mnogi korisnici aktivno učestvuju u stvaranju Mudla stvaranjem novih modula, testiranjem proizvoda ili pružanjem podrške korisnicima.

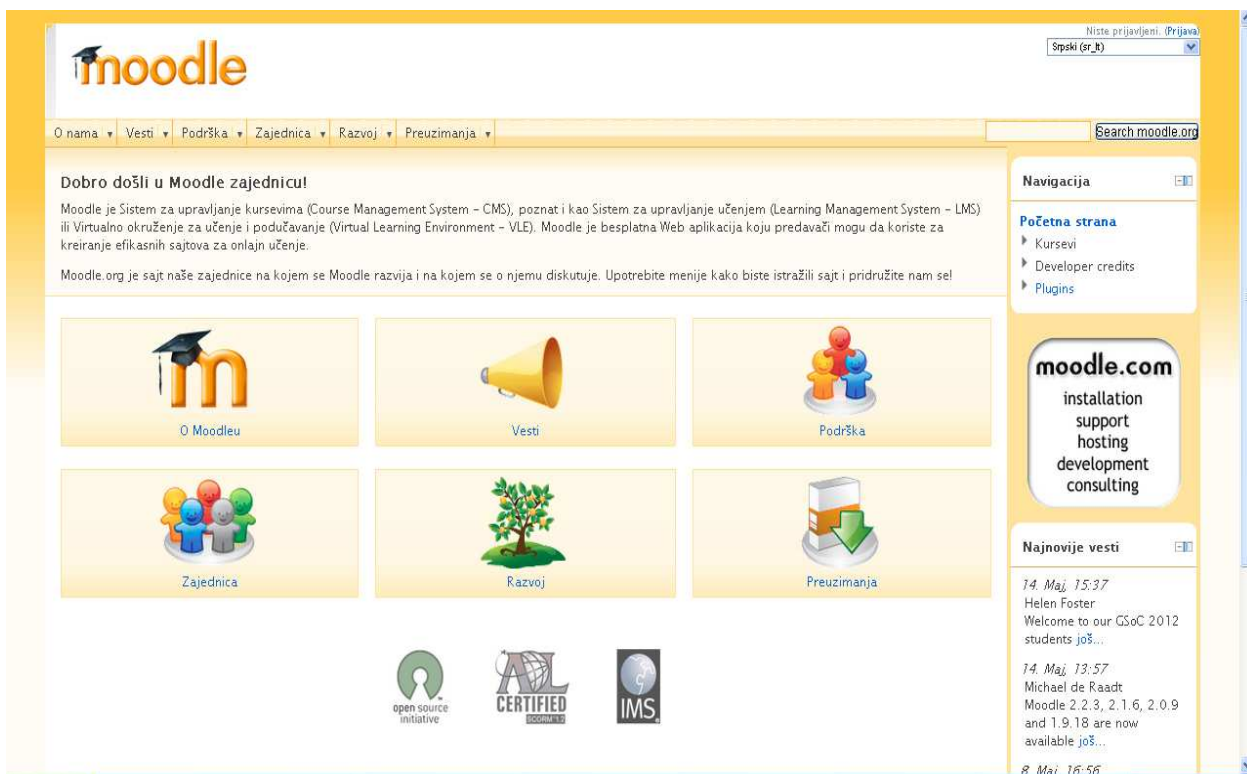


Slika 30: Grafički prikaz porasta broja korisnika Moodle-a

Ovaj softverski paket je objavljen pod GNU *Public License*, što znači da je korisnicima dozvoljeno da koriste, kopiraju i menjaju kod, ukoliko i drugima omoguće korišćenje koda pod jednakim uslovima, tj. ne menjaju originalnu licencu ni zaštitu i primenu istu licencu na bilo koji drugi rad koji je kreiran u Mudlu.

Jednom godišnje u Velikoj Britaniji organizuju se dani korisnika Mudla u vidu konferencija sa pratećim radionicama. Podrška za stručnjake iz oblasti obrazovanja koji žele da koriste ovaj softver je organizovana putem foruma na internet prezentaciji Mudla. Kreator ovog programa je Martin Dougiamas iz Australije, ali je lista svih onih koji su doprineli razvoju ovog softvera svakodnevno sve veća. Na Otvorenom univerzitetu u Velikoj Britaniji (koji je 1988. razvio prvi kurs za računarski posredovanu komunikaciju) 2005. je odlučeno da se kao okruženje za elektronsko učenje na daljinu koristi Moodle.

Mudl se besplatno može preuzeti sa zvaničnog web sajta <http://www.moodle.org>.



Slika 31: Izgled Moodle početne stranice

4.5.1 Pregled osnovnih mogućnosti Moodle-a

Organizacija i planiranje on-line kurseva u mnogome je olakšana upotrebom Moodlea, čija je glavna svrha upravo pravljenje kurseva u web formatu. Mogućnosti koje ovaj softver nudi, kako bi izradu i održavanje kurseva učinio lakšim i jednostavnijim, su sledeće:

- Upravljanje korisničkim ulogama
- Upravljanje grupama korisnika
- Praćenje aktivnosti korisnika
- Planiranje dinamike kurseva
- Korišćenje alata za komunikaciju i timski rad
- Izrada različitih vrsta testova
- Kreiranje rečnika pojmova
- Rad sa već postojećim datotekama i sadržajima
- Opširan sistem pomoći

Moodle je web aplikacija čije je okruženje moguće pokrenuti preko nekog od pretraživača, npr. Opera, Firefox, Chrome i td.

4.5.2 Uloge korisnika Moodle-a

Korisnici Moodlea podeljeni su u 4 osnovne kategorije: administratori, predavači, studenti i gosti.

Svakom korisniku moguće je dodeliti drugačiju ulogu na bilo kom nivou:

- na nivou celog portala,
- na nivou kursa,
- pojedinačne aktivnosti.

Na nivou celog portala uloge se dodeljuju u okviru bloku Administracija sajta (Site administration). Ovde se daje opis primarnih uloga korisnika, odnosno šta korisnici sa tim ulogama mogu da rade.

- Administratori (Administrators) imaju neograničena prava u upravljanju sistemom, kao što je otvaranje novih kurseva, editovanje postojećih, dodavanje novih korisnika i td.
- Predavači (Teachers) imaju mogućnost da dodaju nastavne materijale, da uređuju kurseve, pregledavaju statistike kurseva i ocenjuju polaznike istih.
- Studenti (Students) mogu pregledavati kurseve na koje su upisani, pregledavati nastavne materijale, rešavati testove, primenjivati alate za komunikaciju i td.
- Gosti (Guests) su neprijavljeni korisnici koji mogu pregledavati informacije o kursevima i nastavne materijale.

4.5.3 Realizacija kursa preko Moodle-a

Na Moodle portalu su sve aktivnosti organizovane kroz kurseve, počevši od naslovne stranice pa na dalje. Kreiranje kursa obavlja se tako što se nakon uspešne registracije i prijave na sistem odabere kategorija kurseva u kojoj želimo da dodamo kurs. Klikom na *Dodaj novi kurs* (Add new course) započinjemo proces kreiranja kursa, dok se preko opcije *Podešavanja* (Settings) iz administrativnog bloka, može menjati i uređivati kurs. Prilikom kreiranja kursa dodeljuje se glavni i skraćeni naziv koji će se pojavljivati na vrhu strane u navigacionoj liniji.

U Moodleu postoje različite strukture kurseva, a tri najvažnije su:

- Sedmični oblik (Weekly Format) – celine su raspoređene po sedmicama u kojima se odvija kurs.
- Tematski oblik (Topics Format) – celine su raspoređene u obliku tema.
- Socijalni oblik (Social Format) – oblik koji se izvodi u obliku velikog foruma, pa samim tim nije baš pogodan za izvođenje klasične nastave.

U prvom delu formulara za podešavanje nalaze se osnovne informacije o kursu poput punog i skraćenog naziva kursa i kategorije u kojoj se on nalazi, a tu je i slika sa kratkim rezimeom kursa.

- Forum – mesto na kome studenti komentarišu teme vezane za kurs, gde diskusije ne moraju da budu u realnom vremenu. Administrator može odrediti tip foruma - opšti forum dostupan svima, forum sa jednom diskusijom ili jedna diskusija po učesniku, a može odrediti i način prikazivanja foruma, dužinu postova i slično.
- Glossary – Rečnik pojmova je aktivnost koja omogućava kreiranje i održavanje liste pojmova koji su povezani sa tematikom kursa.
- Lesson – Lekcije su osnovna aktivnost Mudla jer je njegova namena da podrži učenje na daljinu. A sastoji se od stranica na kojima se izlaže određeni sadržaj.
- Quiz – Test modul pruža mogućnost kreiranja kolekcije pitanja i testova sa fiksnom strukturom. U upotrebi je desetak osnovnih tipova pitanja (tačno-netačno, povezivanje, višestruki izbor, kratak odgovor i td.). Pitanja se mogu neograničeno koristiti u različitim testovima i kursevima, a može se odrediti i vremensko ograničenje za rešavanje testa, dozvoljen broj pokušaja za rešavanje testa, broj pitanja po stranici i td. Studenti isti test mogu rešavati više puta, a svaki pokušaj se posebno beleži u bazi podataka i ukoliko je to omogućeno, odgovori se automatski boduju i uključuju u strukturu testa.
- SCORM package (*Sharable Content Object Reference Model*) – paket specifikacija i standarda za učenje na daljinu koji definiše strukturu podataka koji se razmenjuju između korisnika i sistema. SCORM paketi uključuju web strane, multimedijalne sadržaje, Flash animacije i ostale aplikacije koje rade u web pretraživačima.
- Wiki – aktivnost namenjena timskom radu gde studenti rade na izradi stranica na web enciklopediji Wikipedia.

Trajanje kursa „Grafički dizajn” je 15 nedelja i sastoji se iz teorijskih predavanja, radionica pomoću kojih se praktično usavršava znanje stečeno na predavanjima, a na kraju prve i druge celine nalaze se kolokvijumi. Kurs se okončava završnim ispitom koji se sastoji od testa sa pitanjima iz teorijskog dela i od realizovanog projekta.

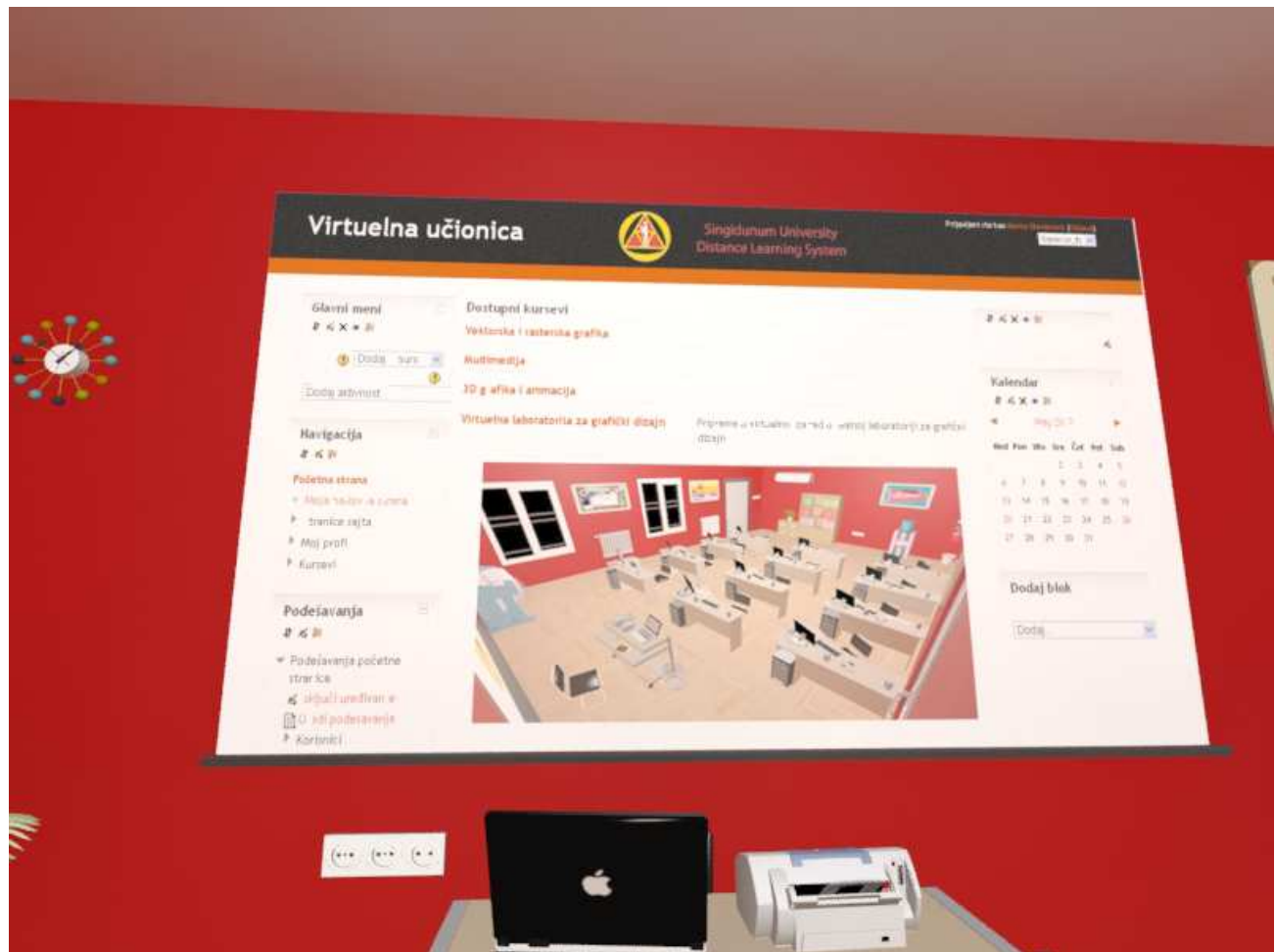
Lekcije se mogu preuzimati sa Moodle sistema, a vežbe i video materijali se ostvaruju i direktno preko virtuelne učionice.

Grafički dizajn

30. June - 6. July Pojam i suština Dizajn i tržište  Lekcije	☐
7. July - 13. July Forma i sadržaj Kompozicija  Lekcije	☐
14. July - 20. July Izražajna sredstva Ilustracija  Lekcije	☐
21. July - 27. July Uvod u tipografiju  Lekcije	☐
28. July - 3. August 1. KOLOKVIJUM  Ilustracija	☐
4. August - 10. August Ambalaža  Lekcije  Radionica: Dizajn ambalaže	☐
11. August - 17. August Područja grafičkog dizajna  Radionica: Piktogram  Radionica: Vizuelni identitet  Radionica: Logo  Lekcije	☐

18. August - 24. August	☐
Pripreme za štampu	
Uvod u InDesign CS3	
 Lekcije	
25. August - 31. August	☐
Praktične vežbe	
 Radionica: InDesign CS3	
1. September - 7. September	☐
Metodologija kreiranja grafičkog dizajna	
Doživljaj brenda	
 Lekcije	
8. September - 14. September	☐
Korporativni identitet	
Oglašavanje	
 Lekcije	
15. September - 21. September	☐
Grafičke tehnologije	
 Radionica: Štampanje	
 Lekcije	
22. September - 28. September	☐
Pregled gradiva - Live Class	
29. September - 5. October	☐
2. KOLOKVIJUM	
 Grafički dizajn kreacija za tržište	
6. October - 12. October	☐
ZAVRŠNI ISPIT	
 Zadatak	
 Realizovan projekat	

Slika 33: Pregled organizacije kursa „Grafički dizajn”



Slika 34: Realizacija kursa upotrebom virtuelne učionice

Pregled studenata koji pohađaju kurs moguć je preko sledeće forme.

Slika korisnika	Ime / Prezime	Adresa e-pošte	Mesto	Država
	Marko Stevanovic	titytwistermarko@yahoo.com	Nis	Srbija
	Ivka Veljković	vkaivkaiv@yahoo.com	Prokuplje	Srbija
	Dušan Milosavljević	dusmil@yahoo.com	Beograd	Srbija

Slika 35: Pregled studenata koji pohađaju kurs

Nakon završetka predavanja, svako poglavlje sadrži kolokvijum za proveru stečenog znanja u vidu zadatka.

Virtuelna učionica za grafički dizajn

Početna strana ► Moji kursevi ► Grafički dizajn ► 28. July - 3. August ► Ilustracija ► Pregled

Navigacija testa

1

Završi pokušaj...

Započnite novi pregled

Navigacija

Početna strana

- Moja naslovna strana
- Stranice sajta
- Moi profil

Pitanje 1

Još nije odgovoreno

Maksimalna ocena 10,00

Obeleži pitanje indikatorpm (zastavicom)

Uredi pitanje

Potrebno je kreirati ilustraciju za UNICEF-ov oglas u okviru forme. Izabrati jednu od dve ponuđene poruke. Format A4, *landscape*, sa definisanim okvirom, porukom i logotipom, kao obaveznim elementom. Potrebno je prilagoditi font kreiranoj ilustraciji. Zadatak uraditi u programu za vektorsko crtanje.

unicef

1.5 MILLION CHILDREN
DIE EVERY YEAR FROM
drinking polluted water

Slika 36: Primer zadatka na kursu

5. ZAKLJUČAK

Hardverskim i softverskim napretkom u razvoju kompjutera razvijaju se i mrežne aplikacije. Pored uobičajenih elemenata (tekst, slike, hiper-linkovi...), dodaju se i audio i video animacije. Kako bi se održao korak sa napretkom u multimedijalnim dodacima, evoluirali su i mrežni protokoli za prenos podataka.

Novi talas digitalnih medija doveo je do toga da u poslovanju, učenju, umetnosti i slično, kao i u svakodnevnim aktivnostima poput gledanja filmova, slušanja muzike, kupovine preko Interneta, teško može da se razdvoji realno od virtuelnog.

Internet je razmatran kao značajan komunikacioni kanal, što mu obezbeđuje značajnu poziciju u kreiranju kompletne elektronske zajednice, koja je već velika i koja rapidno raste, dajući nove mogućnosti i platforme za rad. Pored komunikacione uloge u svetu Internet i informacione tehnologije sve su više u funkciji obrazovanja i razvoja pojedinaca i društva u celini. Internet je ubrzao proces globalizacije, rušeći postojeće državne, nacionalne, kulturne, organizacione, obrazovne i političke granice i eliminišući prostorna i vremenska ograničenja. To je doprinelo da danas organizacije faktički postoje i komuniciraju u dva sveta: fizičkom svetu opipljivih resursa i materije, i u virtuelnom svetu na bazi softvera i informacija. Pojedinaac je danas dobro obavešten o ponudama raznih informacija, mogućnostima širom sveta uz niske troškove pretraživanja što je jedna od bitnijih njegovih osobina.

Evolucija u računarstvu uveliko je praćena trodimenzionalnim prikazom, jer kako je današnje poslovanje nezamislivo bez Interneta, tako će buduće biti nezamislivo bez trodimenzionalnog prikaza. Brojne oblasti kao što su kompjuterske igre, medicina, arheologija, dizajn, su snažan ekonomski faktor u kome je 3D zastupljen od samog svog začetka. Učenje na primerima odnosno kroz praksu (eng. *Learning by Doing*) i pomoću vizuelnih prezentacija značajno olakšava naučnicima napredovanje u svojim oblastima.

Vizija budućeg Interneta je fuzija semantičkog Web-a i 3D-a. Semantički Internet (eng. *Semantic Web*) treba da predstavlja univerzalni medijum za razmenu informacija postavljanjem dokumenata sa značenjem kojima može da se pristupi putem Interneta. Trodimenzionalni Internet (3D Web) predstavljaće vizuelnu prezentaciju budućeg Interneta, koji bi trebao da bude

nalik globalnoj virtualnoj aplikaciji (Second Life, Sun Wonderland...) ili globalnoj kompjuterskoj igri. Ovaj novi evolutivni proces Interneta koji uključuje 3D i brojne novitete na planu globalne komunikacione mreže naziva se Web 3.0.

Budućnost je i u razvoju virtuelnih okruženja za podršku učenju spajanjem realnog i virtuelnog okruženja. Jedan od bitnijih elemenata je ostvarivanje saradnje više udaljenih korisnika. U ovom radu prikazan je jedan novi način istraživanja i rešavanja problema sistemom virtuelnog prenošenja znanja. Rešenje virtuelne učionice, kreirane na bazi učionice iz realnog okruženja, dodatno je unapređena implementacijom kursa kreiranim u Mudlu. Ova učionica za grafički dizajn kreirana je sa ciljem da studentima omogući jednostavniji, pouzdaniji i ekonomičniji način za efikasan prenos znanja. Studenti su u mogućnosti da obavljaju sve aktivnosti kao i u realnom okruženju uz to što ne moraju biti fizički prisutni i vremenski ograničeni, pa je time vremenska i prostorna barijera eliminisana. Osim što se na ovaj način studenti pripremaju za rad u realnoj učionici stižući neophodno iskustvo, oni se upoznaju i sa radom u virtuelnim okruženjima koji nesumnjivo predstavljaju budućnost. Virtuelna okruženja je moguće implementirati u raznim poslovnim branšama, a brojne su prednosti koje ona donose poput uštede, jednostavnosti poslovanja, poboljšanja efikasnosti i td.

Kako bi to bilo ostvareno neophodno je potpuno približavanje virtuelnog i realnog okruženja što sa sobom nosi izmenu trenutne arhitekture kako programskog tako i hardverskog dela. Za nesmetano dostavljanje sadržaja klijentima potrebno je obezbediti veliki protok podataka. Ostvarivanjem ovih uslova korisniku se omogućava veliki broj mogućnosti korišćenjem virtuelnih okruženja.

6. LITERATURA

- [1] Brutzman D., Daly L., (2007.) „X3D: 3D Graphics for Web Authors”, Morgan Kaufmann Publishers.
- [2] „BS Collaborate”, http://www.bitmanagement.de/download/BS_Collaborate (14.05.2011.)
- [3] „Second Life”, www.secondlife.com (07.05.2011.)
- [4] „X3D-Edit”, <http://www.web3d.org/x3d/content/README.X3D-Edit.html> (11.05.2011.)
- [5] „Web3D”, <http://www.web3d.org/about/overview/> (02.04.2011)
- [6] „3ds Max”, www.3dsmax.com (11.05.2011.)
- [7] „WSC”, <http://www.ansi.org/meetings.events/events/wsc-07.aspx?menuid=8> (10.10.2011)
- [8] „IP MULTICAST STANDARD INITIATIVE”, <http://www.ipmulticast.com/> (14.10.2011)
- [9] „MVIP”, <http://mvip.sourceforge.net/> (20.10.2011)
- [10] J. Li and H. Sun, „A virtual media (Vmedia) access protocol and its application in interactive image browsing”, SPIE, IS&T and ACM SIG Multimedia, Multimedia Computing and Networking 2001 (MMCN'01), Vol. 4312, No. 10, San Jose, CA, Jan. 2001.
- [11] „SCTP protocol”, <http://www.sctp.org> (24.10.2011)
- [12] Waters R.C., Anderson D.B., Schwenke D.L., „Design of the Interactive Sharing Transfer Protocol”, MIT, June 1997.
- [13] W.Broll, D. Schick, „DWTP-A Basis for Networked VR on the Internet”, San Jose, Jan 24-30, 1998.
- [14] Peter Parnes, „Scalable Reliable Multicast – SRM”, MET DST, 1997.

[15] „RTMP specification”, <http://www.adobe.com/devnet/rtmp.html> (25.10.2011)

[16] „Client-server architecture”, <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/1366374/client-server-architecture> (26.10.2011)

[17] Ch. Bouras, Th. Tsiatsos, „Architectures and protocols for EVE”, Computer Engineering and Informatics Dept., Univ. of Patras, Greece, 2009.

[18] „Moodle”, <http://moodle.org/stats/> (15.05.2012)

[19] „IEEE (2002) 1484.12.1 IEEE Standard for Learning Object Metadata”, <http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html> (07.10.2011)