

UNIVERZITET SINGIDUNUM

DEPARTMAN ZA POSLEDIPLOMSKE STUDIJE I MEĐUNARODNU  
SARADNJU

MASTER RAD

VIRTUELNO OKRUŽENJE ZA  
RAČUNARSKE MREŽE

Mentor:  
Prof. dr Ranko Popović

Student:  
Dejan Babić 410158/2010

Beograd, 2012. godine

# SADRŽAJ

|                                                     |           |
|-----------------------------------------------------|-----------|
| <b>UVOD .....</b>                                   | <b>4</b>  |
| <b>1. METODOLOGIJA ISTRAŽIVAČKOG PROJEKTA .....</b> | <b>6</b>  |
| 1.1. PREDMET RADA.....                              | 6         |
| 1.2. CILJ RADA.....                                 | 6         |
| 1.3. METODE .....                                   | 20        |
| 1.4. STRUKTURA RADA .....                           | 7         |
| <b>2. RAZVOJ INTERNETA.....</b>                     | <b>8</b>  |
| <b>3. DEFINICIJE OSNOVNIH POJMOVA .....</b>         | <b>9</b>  |
| <b>4. WEB 3D STANDARDI.....</b>                     | <b>11</b> |
| 4.1. X3D .....                                      | 11        |
| 4.1.1. PREGLED X3D PROFILA.....                     | 13        |
| 4.1.2. Universal 3D (U3D) .....                     | 13        |
| 4.1.3. Collada.....                                 | 14        |
| <b>5. ALATI.....</b>                                | <b>15</b> |
| 5.1 ALATI ZA MODELOVANJE I ANIMACIJU .....          | 16        |
| <b>6. SKRIPT JEZICI .....</b>                       | <b>20</b> |
| 6.1. SKRIPTE ZA KRETANJE .....                      | 20        |
| 6.2. SKRIPTE ZA AKTIVACIJU.....                     | 20        |
| 6.3. SKRIPTE ZA POVEZIVANJE.....                    | 20        |
| <b>7. AVATARI .....</b>                             | <b>21</b> |
| 7.1. BS COLLABORATE .....                           | 21        |
| 7.2. POVEZIVANJE SA SERVEROM.....                   | 22        |
| 7.3. PROVERA IDENTITETA KORISNIKA.....              | 24        |
| 7.4. UPRAVLJANJE KORISNIČKOM SESIJOM .....          | 24        |
| 7.5. PRIKAZIVANJE AVATARA .....                     | 25        |
| 7.6. UPRAVLJANJE AVATAROM.....                      | 25        |
| 7.7. PRISTUPANJE SCENI .....                        | 26        |
| 7.8. BRISANJE AVATARA.....                          | 27        |

|                                                |           |
|------------------------------------------------|-----------|
| 7.9. PRIKAZ SOPSTVENOG AVATARA.....            | 27        |
| 7.10. DODAVANJE PONAŠANJE AVATARIMA.....       | 28        |
| <b>8. SMERNICE I STANDARDI .....</b>           | <b>29</b> |
| 8.1. POSTOJEĆI STANDARDI .....                 | 29        |
| 8.2. POSTOJEĆE SMERNICE .....                  | 36        |
| 8.3. WEB3D STANDARDI .....                     | 36        |
| <b>9. BIBLIOTEKE .....</b>                     | <b>38</b> |
| <b>10. PROTOKOLI .....</b>                     | <b>40</b> |
| 10.1. SISTEMSKI SERVISI .....                  | 42        |
| <b>11. ARHITEKTURA .....</b>                   | <b>44</b> |
| 11.1 ZAHTEVI ZA PODRŠKU ARHITEKTURE.....       | 46        |
| 11.2 KOMUNIKACIJA.....                         | 47        |
| <b>12. MODELOVANJE VIRTUELNE UČIONICE.....</b> | <b>48</b> |
| <b>13. MOODLE .....</b>                        | <b>57</b> |
| 13.1. KERIRANJE KURSA .....                    | 58        |
| 13.1.1. DODAVANJE/PODEŠAVANJE KURSA .....      | 58        |
| 13.1.2. UPIS STUDENATA NA KURS.....            | 61        |
| 13.1.3. REZERVNE KOPIJE KURSA .....            | 62        |
| 13.1.4. OCENE STUDENATA.....                   | 62        |
| 13.1.5. AKTIVNOSTI STUDENATA .....             | 63        |
| 13.1.6. IZGLED I STRUKTURA KURSA .....         | 65        |
| <b>14. ZAKLJUČAK.....</b>                      | <b>68</b> |
| <b>15. LITERATURA.....</b>                     | <b>69</b> |

## Apstrakt

U prvom delu rada nalazi se objašnjenje o nastanku i poreklu X3D-a. Nakon toga sledi pregled i usaglašenost X3D profila, zatim sledi opis alata za modelovanje i animaciju, skript jezici i upotreba i implementacija avatara. Nakon ovog uvodnog razmatranja sledi opis i upotreba programskog paketa BSCollaborate kao i izrada i upotreba avatara. Na kraju će biti prikazani virtuelna učionica modelovana za potrebe predmeta „Računarske mreže“, kao i postupak kreiranja on-line kursa računarskih mreža uz pomoću Moodle-a, besplatnog sistema za učenje na daljinu.

**Ključne reči:** Web, HTML, CSS, PHP, MySQL

## UVOD

Neprestano menjanje medijske scene dovelo je do toga da dobijanje nove publike može biti vrlo kompleksan zadatak. Dok tradicionalni mediji kao što je televizija neprestano gube deo publike, Internet se sve više izdvaja pridobijajući sve veći deo. U današnje vreme poslovanje bez Interneta je nezamislivo, a prema prognozama u skorije vreme će biti nezamislivo bez trodimenzionalnog prikaza (3D).

Poznat kao virtualni svet 3D Internet je moćan alat za pridobijanje velikog broja potrošača, poslovnih korisnika, saradnika ... 3D Internet kombinuje neposrednost televizije, svestran sadržaj web-a kao i prednosti društvenih mreža. Trodimenzionalni ili 3D Internet predstavljaće vizuelnu prezentaciju budućeg Interneta, koji bi se mogao definisati kao globalna *Second Life* aplikacija, *Second life* (Slika 1) je jedna od najpoznatijih virtualnih platformi koja može korisnicima obezbediti on-line prisustvo sastancima, razne obuke, virtualni obilazak udaljenih destinacija [13].

Najveća prednost "*Second Life*-a" u odnosu na druge virtuelne svetove je činjenica da svojim korisnicima omogućava ne samo da u potpunosti iskoriste svoje kreativne potencijale, nego i da zarade pravi novac. Najpoznatije ime među "*Second Life*" preduzetnicima je vlasnica virtuelnih nekretnina Ajlin Graf, koja je prošle godine dospela na naslovnu stranu magazina "*Business Week*" jer je virtuelnom trgovinom zaradila milion stvarnih američkih dolara [3].



Slika 1: Second Life

Na početku rada osvrnućemo se na Internet razvoj, nakon toga dajemo definicije osnovnih pojmova u domenu interaktivnih trodimenzionalnih okruženja. U daljem

radu opisani su Web 3D standardi, biblioteke i protokoli i dat je pregled X3D alata za kreiranje sadržaja i alata za modelovanje i animaciju. Bitan deo posvećen je avatarima i BSCollaborate serverskoj platformi. Na kraju će biti prikazani virtuelna učionica modelovana za potrebe predmeta „Računarske mreže“, kao i postupak kreiranja on-line kursa računarskih mreža uz pomoć Moodle-a, besplatnog sistema za učenje na daljinu.

# **1. METODOLOGIJA ISTRAŽIVAČKOG PROJEKTA**

## **1.1. Predmet rada**

Predmet master rada je X3D modelovanje, upoznavanje sa principima koji se koriste prilikom modelovanja, karakteristike i razvoj.

## **1.2. Cilj rada**

Cilj rada je upoznavanje korisnika sa principima i tehnikama X3D modelovanja kao i praktičnim delom zasnovanim na izradi avatara, modelovanju virtuelne učionice i izradi kursa uz pomoć Moodle-a, besplatnog sistema za učenje na daljinu.

Poseban akcenat je stavljen na izradi avatara korišćenjem programskog paketa BSCollaborate. Društveni cilj rada je upoznavanje korisnika sa mogućnostima X3D modelovanja kao i prednostima koje pruža virtuelni svet.

Ostvarivanje cilja istraživanja koncipira se na naučnim činjenicama, bazirano na teorijama i saznanjima iz naučnih radova i stručne literature, na osnovu čega je i zasnovano mišljenje autora ovog rada. Rad ukazuje na to da X3D tehnologija drži korak sa tehničkim inovacijama, prati obrazovne procese i upotpunjuje mogućnosti kompjuterske multimedijalne tehnologije.

## **1.3. Metode**

Istraživanje se zasniva na saznanjima iz raznih naučnih i stručnih literatura, odnosno radova drugih autora čija se sadržina bavi problematikom 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.

#### **1.4. Struktura rada**

U prvom delu rada nalazi se objašnjenje o nastanku i poreklu X3D-a. Nakon toga sledi pregled i usaglašenost X3D profila, zatim sledi opis alata za modelovanje i animaciju, skript jezici i upotreba i implementacija avatara. Iznešene su različite definicije i mišljenja, definisan je pojam X3D-a, a govori se o njegovom razvoju, prednostima i korisničkoj upotrebi. Nakon ovog uvodnog razmatranja sledi opis i upotreba programskog paketa BSCollaborate kao i izrada i upotreba avatara. Na kraju će biti prikazani virtuelna učionica modelovana za potrebe predmeta „Računarske mreže“, kao i postupak kreiranja on-line kursa računarskih mreža uz pomoću Moodle, besplatnog sistema za učenje na daljinu.

## 2. RAZVOJ INTERNETA

Internet je svetski sistem umreženih računarskih mreža. Danas, Internet povezuje milijarde računara širom sveta. Na samom početku razvoja na internet je gledano kao na jedno okruženje koje nije poslovno, vezano za naučnu zajednicu, međutim internet se veoma brzo proširio na svet trgovine i poslovanja donosivši sa sobom veliki broj pogodnosti.

Najveća prednost Interneta u odnosu na ostale medije, koja je izuzetno bitna za sve kompanije, jeste to što tržište nema granica. Druga bitna prednost je lakša komunikacija i uspostavljanje kontakata sa potencijalnim poslovnim partnerima. Ovo se posebno odnosi na poslovne partnere u razvijenim zemljama, gde se trgovina obavlja i do 30% putem Interneta. Međutim pored poslovnih pogodnosti koje internet pruža, možemo nabrojati još i prednosti u vidu velike razine informacija i zabave koje su dostupne u svakom trenutku.

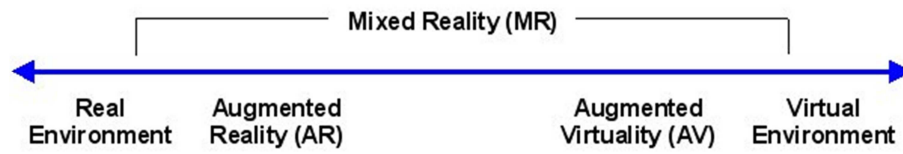
Razvoj web-a se može prikazati kao niz sledećih ciklusa:

- *Web 1.0:* Informacije na internet su statički prikazane, slično word dokumentu sa slikama i tekstom. Hiperlinkovanje i bukmarkovanje strana su dva najznačajnija aspekta Web 1.0 sveta. Čak i danas je veliki broj korisnika upoznat samo sa Web 1.0.
- *Web 2.0:* Termin koji je izmislio Tim O'Reilly. Informacije objavljene u Web 2.0 se veoma razlikuju od informacija objavljenih u Web 1.0. Pridaje se veliki značaj na upotrebljivost i deljenje informacija. Dodaci i označavanja su dve važne odlike Web 2.0.
- *Web 3.0:* Semantički web, web personalizacije i inteligentne pretrage. Omogućće nam da otkucamo "Želim da pogledam akcioni film a zatim da posetim dobar Kineski restoran u Beogradu", potom će analizirati naše zahteve, pretražiti internet i organizovati rezultate za nas.
- *Web 4.0:* Veštačka inteligencija će verovatno dopunjavati ljudsku.
- *Web 5.0:* Veštačka inteligencija će verovatno zameniti ljudsku.

### 3. DEFINICIJE OSNOVNIH POJMOVA

U tekstu koji sledi biće opisani osnovni pojmovi u domenu interaktivnih trodimenzionalnih okruženja:

- *2D vizualni prikaz*: Odnosi se na vizuelne objekte konstruisane na dve ravni (x, y sa svojom širinom i visinom). Dvodimenzionalna struktura se koristi za prikaz 2D slika i za simuliranje 3D slika.
- *2.5D vizualni prikaz*: 2.5D prikaz ili pseudo prikaz se često koristi kod trodimenzionalnih video igara koje su ograničene na dvodimenzionalne ravni. Ovaj prikaz izgleda kao 3D, ali ne u potpunosti.
- *3D vizualni prikaz*: opisuje sliku koja ima precepciju dubine. 3D slike su interaktivne, tako da korisnik u velikoj meri može da oseti scenu, a to iskustvo se naziva virtuelna realnost.
- *4D vizualni prikaz*: predstavlja kombinovanje 3D prikaza i fizičkih efekata.
- *6D vizualni prikaz*: predstavlja kombinovanje 3D vizuelnog prikaza, fizičkih efekata i interakcije.
- *Realnost*: pojam koji označava stvarno postojanje.
- *Simulirana realnost*: termin koji označava realnost koja je simulirana, najčešće se misli kompjuterski simulirana do stepena da se ne može razlikovati od prave realnosti.
- *Virtuelna realnost*: u računarskoj terminologiji označava ono što oponaša prirodu ali nije od prirode, već samo od spolja ima njen izgled. VR je 3D grafički simulacioni model, gde je korisnik u mogućnosti da kontroliše kretanje i da intuitivno interaguje u realnom vremenu.
- *Virtuelni svet*: je online zajednica preko koje korisnici mogu da komuniciraju jedni sa drugima, kreiraju i koriste objekte. Postoje *full-immersive* i *non-immersive* virtuelna okruženja. U *full-immersive* okruženju korisnik je u potpunosti izolovan od spoljnog sveta, dok je u *non-immersive* okruženju korisnik i dalje svestan svog realnog okruženja.
- *Virtuelni kontinuum*: je izraz koji obuhvata sve moguće varijacije i kompozicije realnih i virtuelnih objekata (slika 2.).



Slika 2: Realna-virtelna beskonačnost

## 4. WEB 3D STANDARDI

Web 3D standardi su u suštini koncept interaktivnih 3D sadržaja koji se odnose na prepoznatljive sadržaje Web 3D konzorcijuma.

### 4.1. X3D

X3D predstavlja akronim za Extensible 3D Graphics, to je naslednik VRML-a (Virtual Reality Modeling Language), tehnologije razvijane praktično od početka Interneta sa samo jednim ciljem da omogući interaktivnu 3D grafiku, odnosno pravu Virtualnu Realnost, na Web-u [7]. Nakon usvajanja VRML 2.0 standarda, ljudi u Web3D konzorcijumu, nastavljaju razvoj postojeće tehnologije korišćenjem Extensible Markup Language sintakse i tako VRML postaje X3D, što je sada ISO standard za Web3D grafiku [5].

X3D je ISO standard zasnovan na XML file formatu za prikazivanje 3D računarske grafike, predstavlja poboljšanje VRML standarda poznatijeg kao VRML97 [1]. X3D je 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. Naglim razvojem Interneta početkom 90-tih godina javila se je ideja o ovoj tehnologiji a za tvorce smatraju se Mark Pesce i Tony Parisi. Od samog početka u procesu stvaranja učestvovao je veliki broj IT stručnjaka.

Prva verzija jezika, VRML 1.0, pojavila se 1995. godine i omogućavala je kreiranje statičnih 3D scena prilagođenih Web-u, bez mogućnosti za interakciju sa scenom. Bilo je jasno da u tom obliku tehnologija neće moći da zadovolji narastajuće zahteve korisnika Interneta pa je ubrzo upućen poziv svim većim proizvođačima software-a i zainteresovanim organizacijama da predlože svoja rešenja koja bi poslužila kao osnova daljeg razvoja. Bilo je više predloga, između ostalih Microsoft je ponudio svoj ActiveVRML, a prihvaćen je SiliconGraphics-ov Open Inventor 3D file format i na njemu je baziran postojeći standard. Zvanična specifikacija VRML 2.0 objavljena je 1997. i otuda se ovaj jezik često referencira kao VRML 97, važno je naglasiti da postojeća specifikacija nije konačna, tehnologija je tako koncipirana da bude lako proširiva, sposobna da obuhvati svaku inovaciju koja se pojavi kasnije.

VRML 2.0 je drastično unapređen u odnosu na prvu verziju, u novom izdanju tehnologija omogućava punu interakciju korisnika sa elementima scene, predviđa SAI (Scene Authoring Interface), built-in interpretere za neke od programskih jezika, obično Javascript i Java, i takođe, predviđa EAI (External Authoring Interface) čime je otvorena mogućnost da se VRML browser koristi u kombinaciji sa drugim externim aplikacijama. Specifikacija VRML- a se može podeliti u dva dela:

- Prvi koji opisuje skup Nodova za kreiranje same scene kao što su 3D primitive Box, Sphere, IFS itd, zajedno sa opisom polja koja idu uz svaku od njih npr. radius, size itd. U ovaj deo spadaju i nodovi za grupisanje elemenata scene i manipulisanje u prostoru, rotacije, translacije i sl. Zatim grupa nodova koji opisuju različite senzore za interakciju sa korisnikom, Proximity, Touch, Time i drugi. I grupa specijalnih nodova Viewpoint, Background, NavigationInfo itd.
- Drugi deo obrađuje dinamičku modifikaciju/kreiranje virtuelnog sveta, precizirajući funkcije VRML browsera dostupne ugrađenim interpreterima kojima se promene na sceni mogu inicirati iz same scene, ili sa Web stranice, kao i interface VRML browsera dostupan externim aplikacijama (EAI) čime je omogućeno da se VRML browser tretira kao COM kontrola u okviru neke druge aplikacije.

Slaba tačka VRML-a su autorska prava. Code napisan u VRML-u, uz manje ili veće komplikacije, uvek je otvoren onome ko hoće da ga pogleda. To je problem sa otvorenim standardom koji kod velikih firmi izaziva mnogo podozrenja prema ovoj tehnologiji. Iole kompleksniji virtuelni svet zahtevao bi značajna finansijska sredstva a nemogućnost da se napisani code adekvatno zaštititi automatski sprečava ulazak u takav projekat. Sa druge strane, nekomercijalnim organizacijama kao što su naučni instituti, razne državne ustanove i pre svih vojska, nije u interesu da svoje dugoročne projekte baziraju na tehnologijama koje su u vlasništvu određene kompanije koliko god ona bila jaka.

#### 4.1.1. PREGLED X3D PROFILA

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

Osnovni profili:

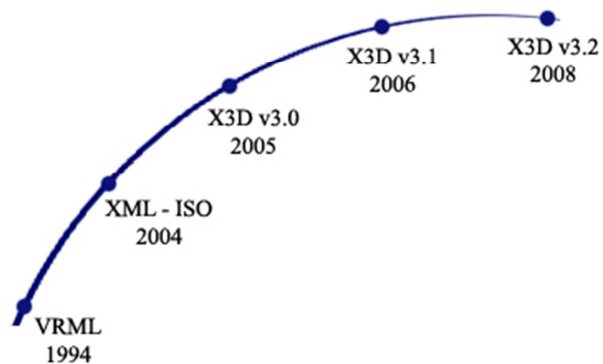
- **Interchange** – je osnovni profil za komunikaciju između aplikacija. podržava geometriju, texture, osnovno osvetljenje i animaciju. Ne postoji model za renderovanje što ga čini veoma jednostavnim za korišćenje i integrisanje u bilo kojoj aplikaciji.
- **Interactive** - omogućava osnovnu interakciju sa 3D okruženjem dodavanjem senzora za navigaciju i interakciju (PlanseSensor, TouchSensor), poboljšanje vremena i osvetljenja (Spotlight, PointLight).
- **Immersive** – omogućava maksimalnu grafiku i interakciju, mogućnost audio podrške, osvetljenja i skripti.
- **Full** - obuhvata sve definisane čvorove, uključujući NURBS, H-Anim i GeoSpatial komponente.

#### 4.1.2. Universal 3D (U3D)

*Universal 3D (U3D)* je standard definisan posebnim 3D Industry Forum konzorcijumom, koji okuplja razne kompanije i organizacije uključujući Intel, HP, Adobe Systems sa ciljem razvoja 3D grafike za upotrebu u raznim granama industrije.

#### 4.1.3. Collada

*Collada* definiše XML šemu za razmenu digitalnih grafičkih sredstava između različitih softverskih sredstava koji bi inače morali da skladište svoja sredstva u nespojivim formatima datoteka. Collada dokumenta koja obično opisuju digitalna sredstva su XML fajlovi, sa ekstenzijom *.dae* (digital asset exchange).



Slika 3: Pregled, od VRML do X3D

U tabeli 1. dat je pregled X3D alata za kreiranje sadržaja.

| Tools and versions                       | Authoring tools |                 |                |          |
|------------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------|
|                                          | BS Editor       | Swirix3D Editor | Vivaty Studio  | X3D-Edit |
|                                          | v7.1            | v1.7            | v1.0 build 900 | v3.2     |
| File coding                              |                 |                 |                |          |
| XML (.x3d)                               | yes             | yes             | yes            | yes      |
| ClassicVRML (.x3dv)                      | yes             | yes             | yes            | yes      |
| Compressed binary coding (.x3db)         | no              | no              | no             | yes      |
| List of X3D components                   |                 |                 |                |          |
| CAD geometry                             | yes             | yes             | no             | yes      |
| Core                                     | yes             | yes             | yes            | yes      |
| Cube map environmental texturing         | yes             | no              | partialy       | partialy |
| Distributed interactive simulation (DIS) | no              | no              | no             | yes      |
| Background effects                       | yes             | yes             | yes            | yes      |
| Environment sensors                      | yes             | yes             | yes            | yes      |
| Events utility                           | yes             | yes             | yes            | yes      |
| Childs                                   | no              | no              | no             | partialy |
| 2D geometry                              | partialy        | yes             | no             | yes      |
| 3D geometry                              | yes             | yes             | yes            | yes      |
| Geografie                                | partialy        | no              | ne             | yes      |
| Associations                             | yes             | yes             | yes            | yes      |
| Humanoid animation (H-Anim)              | yes             | partialy        | yes            | yes      |
| Interpolation                            | yes             | yes             | yes            | yes      |
| Key device sensor                        | yes             | yes             | yes            | yes      |
| Layering                                 | yes             | yes             | partialy       | partialy |
| Layout                                   | yes             | yes             | partialy       | partialy |
| Lighting                                 | yes             | yes             | yes            | yes      |
| Navigate                                 | yes             | yes             | yes            | yes      |
| Networking                               | level 2         | yes             | yes            | yes      |
| NURBS                                    | yes             | yes             | partialy       | partialy |
| no Particle systems                      | partialy        | no              | partialy       | partialy |
| Picking sensor                           | no              | no              | yes            | yes      |
| Pointing device sensor                   | yes             | yes             | yes            | yes      |
| Programmable shaders                     | yes             | partialy        | no             | partialy |
| Rendering                                | level 3         | yes             | yes            | yes      |
| Rigid body physics                       | partialy        | no              | no             | yes      |
| Scripting - ECMAScript                   | yes             | no              | yes            | yes      |
| Scripting - Java                         | partialy        | no              | no             | ne       |
| Shape                                    | yes             | yes             | yes            | yes      |
| - FillProperties node                    | yes             | no              | no             | yes      |
| - LineProperties node                    | yes             | no              | no             | yes      |
| Sound                                    | yes             | yes             | yes            | yes      |
| Text                                     | yes             | yes             | yes            | yes      |
| Textures                                 | yes             | partialy        | yes            | yes      |
| 3D textures                              | yes             | no              | no             | partialy |
| Time                                     | yes             | yes             | yes            | yes      |

Tabela 1: Pregled X3D alata

## 5. ALATI

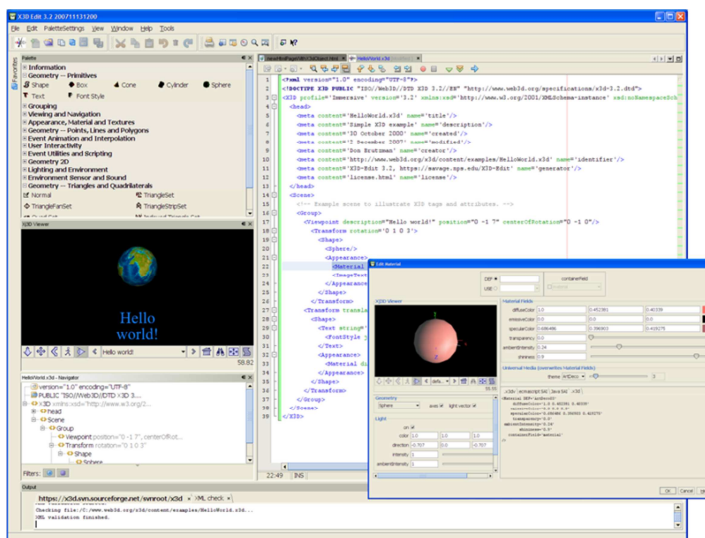
Postoji više vrsta alata namenjenih izgradnji trodimenzionalnih rešenja. Jedni se baziraju na 3D modelovanju i animaciji, drugi na kreiranju sadržaja virtuelnih okruženja, dok se treći odnose na izgradnju 3D grafičkih aplikacija.

## 5.1. ALATI ZA MODELOVANJE I ANIMACIJU

Alati za modelovanje i animaciju odnose se na programe za kreiranje 3D kompjuterski generisanih slika. Koriste se u raznim granama industrije. U medicini ih koriste za pravljenje detaljnih modela organa, u filmu za kreiranje likova i predmeta, u arhitekturi za kreiranje modela objekata i pejzaža. U tabeli 1. dat je pregled besplatnih i komercijalnih alata za 3D modelovanje i animaciju.

U ovom radu je korišćen 3D Studio MAX dok se kompletna funkcionalnost definiše u X3D-Edit. Većina alata koji se koriste u modelovanju imaju mogućnost eksportovanja VRML formata, koji se nakon importovanja u X3D-Edit konvertuje u X3D format. U slučaju da neki alat nema opciju eksportovanja X3D formata postoje eksporteri koji mogu pretvoriti 3D scenu u VRML i X3D format.

**X3D-Edit (slika 5.)** je besplatnigrafički X3D editor. Dostupan je za različite operativne sisteme (Windows, Mac, Linux) a postoji i kao dodatak za Netbeans. Ono što je zanimljivo jeste to da omogućava teks čet u cilju saradnje ili deljenja datoteka [4].



Slika 5: X3D Edit

U tabeli 2. dat je pregled alata za modelovanje i animaciju.

| Paket                   | Platforma                                                            | Podrška                                           | Jezik                                    | Import                                                                                                           | Eksport                                                                                                |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3DS Max</b>          | Windows 32/64 bit                                                    | Direct X, OpenGL,<br>Software Rendering,<br>Heidi | MAXScript, C++<br>(SDK)                  | OBJ, 3DS, DXF,<br>FBX, VRML,<br>COLLADA, JPG,<br>TIFF, PSD, BMP,<br>GIF, PNG, EXR,<br>HDR, XSI, AL               | OBJ, 3DS, DXF,<br>FBX, VRML,<br>COLLADA, JPG,<br>TIFF, PSD, BMP,<br>GIF, PNG, EXR,<br>HDR, XSI, AL     |
| <b>AC3D</b>             | Windows, OSX,<br>Linux, FreeBSD,<br>Irix, Solaris                    | Software Rendering,<br>OpenGL                     | AC3D script                              | GIF, JPG, PNG,<br>BMP, DDS, PPM,<br>TGA, TIF, VRML,<br>OBJ, DXF, 3DS                                             | GIF, JPG, PNG,<br>BMP, DDS, PPM,<br>TGA, TIF, VRML,<br>OBJ, DXF, 3DS                                   |
| <b>Aladdin3D</b>        | Windows, OSX,<br>Linux (Aladdin4D)                                   | Software Rendering                                | /                                        | OBJ, 3DS, DXF,<br>FBX, VRML,<br>COLLADA, JPG,<br>TIFF, PSD, BMP,<br>GIF, PNG, EXR,<br>HDR                        | OBJ, 3DS, DXF,<br>FBX, VRML,<br>COLLADA, JPG,<br>TIFF, PSD, BMP,<br>GIF, PNG, EXR,<br>HDR              |
| <b>Animation Master</b> | Windows, OSX                                                         | Direct X, OpenGL                                  | AnimationMaster<br>script                | OBJ, JPG, 3DS,<br>BMP, PNG                                                                                       | OBJ, JPG, 3DS,<br>BMP, PNG                                                                             |
| <b>Art of Illusion</b>  | Bilo koji koji<br>podržava Java-u                                    | Software Rendering,<br>OpenGL                     | Beanshell, Java                          | OBJ, JPG, TIFF,<br>BMP, PNG, HDR                                                                                 | OBJ, VRML, JPG,<br>TIFF, BMP, PNG,<br>HDR                                                              |
| <b>Blender</b>          | Windows, OSX,<br>Linux, FreeBSD,<br>Irix, Solaris                    | Software Rendering,<br>OpenGL                     | C, Python                                | OBJ, 3DS, DXF,<br>FBX, LWO,<br>VRML, COLLADA,<br>JPG, TIFF,<br>PSD, BMP, GIF,<br>PNG, EXR,<br>HDR                | OBJ, 3DS, DXF,<br>FBX, LWO,<br>VRML, COLLADA,<br>JPG, TIFF, PSD,<br>BMP, GIF, PNG,<br>EXR, HDR,<br>XSI |
| <b>Carrara Pro</b>      | Windows, OSX                                                         | Software Rendering,<br>OpenGL                     | Carrara Script                           | OBJ, 3DS, DXF,<br>FBX, LWO, VRML,<br>JPG, TIFF, PSD,<br>BMP, AEP, PNG,<br>HDR                                    | OBJ, 3DS, DXF,<br>FBX, LWO, VRML,<br>JPG, TIFF, PSD,<br>AEP, BMP,<br>PNG                               |
| <b>Carrara Std</b>      | Windows, OSX                                                         | Software Rendering,<br>OpenGL                     | Carrara Script                           | OBJ, 3DS, JPG,<br>TIFF, PSD, BMP,<br>PNG, HDR                                                                    | OBJ, 3DS, DXF,<br>LWO, JPG, TIFF,<br>PSD, BMP, PNG                                                     |
| <b>Cinema4D</b>         | Windows 32/64 Bit,<br>OSX PPC/Intel<br>32/64 Bit, Linux<br>32/64 Bit | Software Rendering,<br>OpenGL                     | COFFEE, Python<br>(Plugin), C++<br>(API) | OBJ, 3DS, DXF,<br>FBX, LWO, Q3D,<br>VRML, COLLADA,<br>JPG, TIFF, PSD,<br>AEP, BMP, GIF,<br>PNG, EXR, HDR,<br>XSI | OBJ, 3DS, DXF,<br>FBX, Q3D, VRML,<br>COLLADA, JPG,<br>TIFF, PSD, AEP,<br>BMP, GIF, PNG,<br>EXR,<br>HDR |
| <b>Electric</b>         | Windows, OSX                                                         | Software Rendering,                               | EIAS Script                              | OBJ, 3DS, DXF,                                                                                                   | OBJ, 3DS, DXF,                                                                                         |

|                               |                                                             |                                      |                        |                                                                                               |                                                                                               |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Image Animation System</b> |                                                             | OpenGL                               |                        | JPG, TIFF, PSD, BMP, GIF, PNG, FBX                                                            | JPG, TIFF, PSD, BMP, GIF, PNG, FBX                                                            |
| <b>Form-Z</b>                 | Windows, OSX                                                | Software Rendering, OpenGL           | FSL Script             | OBJ, 3DS, DXF, FBX, LWO, Q3D, VRML, COLLADA, JPG, TIFF, PSD, AEP, BMP, GIF, PNG, EXR, HDR,XSI | OBJ, 3DS, DXF, FBX, LWO, Q3D, VRML, COLLADA, JPG, TIFF, PSD, AEP, BMP, GIF, PNG, EXR, HDR,XSI |
| <b>Houdini</b>                | Windows, Linux, 32/64 bit                                   | Software Rendering, OpenGL           | HSscript, VEX, Python  | OBJ, DXF, COLLADA, JPG, TIFF, BMP, GIF, PNG, EXR, HDR                                         | OBJ, DXF, COLLADA, JPG, TIFF, BMP, GIF, PNG, EXR, HDR                                         |
| <b>Hypershoot</b>             | Windows, OSX                                                | Direct X, OpenGL, Software Rendering | /                      | 3DS, MAX, OBJ, LWO, C4D, MA, DXF, DWG                                                         | 3DS, MAX, OBJ, LWO, C4D, MA, DXF, DWG                                                         |
| <b>Inventor</b>               | Windows 32/64 Bit, OSX PPC/Intel 32/64 Bit, Linux 32/64 Bit | Direct X, OpenGL, Software Rendering | Inventor Script        | OBJ, 3DS, DXF, FBX, VRML, COLLADA, JPG, TIFF, PSD, BMP, GIF, PNG, EXR, HDR, XSI, AL           | OBJ, 3DS, DXF, FBX, VRML, COLLADA, JPG, TIFF, PSD, BMP, GIF, PNG, EXR, HDR, XSI, AL           |
| <b>LightWave 3D</b>           | Windows, Windows 64-bit, OSX                                | OpenGL                               | LScript                | OBJ, 3DS, DXF, LWO, Q3D, VRML, JPG, TIFF, PSD, BMP, PNG, HDR                                  | OBJ, 3DS, DXF, LWO, Q3D, VRML, JPG, TIFF, PSD, BMP, PNG, HDR                                  |
| <b>Massive</b>                | Windows, OSX, Linux                                         | Direct X, Software Rendering, OpenGL | Massive Script         | 3DS, MAX, OBJ, LWO, C4D, MA, DXF, DWG                                                         | 3DS, MAX, OBJ, LWO, C4D, MA, DXF, DWG                                                         |
| <b>Maya</b>                   | Windows, OSX, Linux                                         | Direct X, Software Rendering, OpenGL | MEL, Python, C++ (API) | OBJ, 3DS, DXF, FBX, MB, MA, JPG, TIFF, PSD, BMP, GIF, PNG, EXR, HDR, XSI                      | OBJ, 3DS, DXF, FBX, MB, MA, JPG, TIFF, PSD, BMP, GIF, PNG, HDR                                |
| <b>Modo</b>                   | Windows, OSX                                                | OpenGL, Software Rendering           | Python,PERL, LUA       | OBJ, 3DS, DXF, FBX, LWO, MA, JPG, TIFF, PSD, AEP, BMP, GIF, PNG, EXR, HDR                     | OBJ, 3DS, DXF, FBX, LWO, MA, JPG, TIFF, BMP, GIF, PNG, EXR, HDR                               |
| <b>NX</b>                     | Windows, OSX, Linux                                         | Direct X, Software Rendering         | NX Script              | CAD, OBJ, 3DS, DXF, FBX, MB, MA, JPG, TIFF, PSD, BMP, GIF, PNG, VRML                          | CAD, OBJ, 3DS, DXF, FBX, MB, MA, JPG, TIFF, PSD, BMP, GIF, PNG, VRML                          |

|                       |                     |                                      |                                 |                                                                                 |                                                                                 |
|-----------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Silo</b>           | Windows, OSX        | OpenGL, Software Rendering           | Silo Script                     | SIA, SIB, OBJ, 3DS, DXF, FAC                                                    | SIA, SIB, OBJ, 3DS, DXF, FAC (Silo Professional)                                |
| <b>Softimage</b>      | Windows, Linux      | OpenGL, Software Rendering           | Softimage Script, C++           | OBJ, 3DS, DXF, FBX, COLLADA, JPG, TIFF, PSD, BMP, GIF, PNG, EXR, HDR, XSI       | OBJ, 3DS, DXF, FBX, COLLADA, JPG, TIFF, PSD, BMP, GIF, PNG, EXR, HDR, XSI       |
| <b>Solid Thinking</b> | Windows, OSX        | Direct X, Software Rendering, OpenGL | /                               | IGES, STEP, DWG, DXF, DWG, OBJ, 3DS, DXF, FBX, RIB, STL, VDA-FS, VET, VRML      | IGES, STEP, DWG, DXF, DWG, OBJ, 3DS, DXF, FBX, RIB, STL, VDA-FS, VET, VRML      |
| <b>Solid Edge</b>     | Windows XP          | Direct X, Software Rendering, OpenGL | /                               | IGES, STEP, DWG, DXF, DWG, OBJ, 3DS, DXF, FBX, RIB, STL, VDA-FS, VET, VRML      | IGES, STEP, DWG, DXF, DWG, OBJ, 3DS, DXF, FBX, RIB, STL, VDA-FS, VET, VRML      |
| <b>Solid Works</b>    | Windows             | Direct X, Software Rendering, OpenGL | Solidwors Script                | IGES, STEP, DWG, DXF, DWG, OBJ, 3DS, DXF, FBX, RIB, STL, VDA-FS, VET, VRML, X3D | IGES, STEP, DWG, DXF, DWG, OBJ, 3DS, DXF, FBX, RIB, STL, VDA-FS, VET, VRML, X3D |
| <b>Swift 3D</b>       | Windows, OSX, Linux | Software Rendering                   | Swift 3D Script                 | OBJ, OTH, MAX, 3DS, OBJ, C4D, JPG, TIFF, PSD, BMP, GIF, PNG, EXR, HDR, XSI      | OBJ, OTH, MAX, 3DS, OBJ, C4D, JPG, TIFF, PSD, BMP, GIF, PNG, EXR, HDR, XSI      |
| <b>Cheetah 3D</b>     | OSX                 | OpenGL                               | JavaScript                      | OBJ, 3DS, DXF, FBX, LWO, JPG, TIFF, PSD, PNG, HDR                               | OBJ, 3DS, DXF, FBX, LWO, COLLADA, JPG, TIFF, PNG                                |
| <b>Truespace</b>      | Windows             | OpenGL, Direct X, Software Rendering | Python, VBScript, JavaScript, C | COB, 3DS, OBJ, X, DXF, OTH, RSSCN, MAX, RSOBJ, C4D, DAE, DDS, LWO, WRL          | COB, 3DS, OBJ, X, DXF, OTH, RSSCN, MAX, RSOBJ, C4D, DAE, DDS, LWO, WRL          |
| <b>Vue</b>            | Windows, OSX, Linux | Direct X, Software Rendering, OpenGL | VUE Script                      | VRML, WRL, WRZ, PSD, DXF, VUE, DWG, LWO, AEC, SKP                               | VRML, WRL, WRZ, PSD, DXF, VUE, DWG, LWO, AEC, SKP                               |
| <b>Wings3D</b>        | Windows, OSX, Linux | OpenGL                               | Python                          | OBJ, 3DS, FBX                                                                   | OBJ, 3DS, FBX, VRML                                                             |

Tabela 2: Pregled alata za modelovanje i animaciju

## **6. SKRIPT JEZICI**

Virtuelni svet ne bi bio toliko interesantan kada bi se sastojao samo iz statičkih objekata. Zbog toga je potrebno pomoću skripta definisati akcije objekata za interakciju korisnika sa istima. Skripte se dele na tri osnovna tipa:

- Skripte za kretanje
- Skripte za aktivaciju
- Skripte za povezivanje

### **6.1. SKRIPTE ZA KRETANJE**

Skripte za kretanje mogu uticati na promenu položaja objekata ili na promenu drugih atributa objekata kao što su kamere, osvetljenje... Ove skripte mogu biti veoma moćne u zavisnosti od toga koliko su kompleksne, međutim potrebno je voditi računa jer njihova implementacija može zahtevati puno vremena.

### **6.2. SKRIPTE ZA AKTIVACIJU**

Skripte za aktivaciju se pozivaju kada neki određeni događaj treba da počne. Koristi se za detekciju rastojanja od objekta do 3D efektor ili oka (tzv. virtualni čovek).

### **6.3. SKRIPTE ZA POVEZIVANJE**

Skripte za povezivanje kontrolišu povezivanje ulaznih i izlaznih uređaja različitih objekata. Skripta za povezivanje može se koristiti za vezu između uređaja (rukavica) i VR modela (virtualna ruka). Informacije o položaju i pokretima rukavice se koriste za kontrolu položaja i akcije ruke u virtualnom svetu.

## 7. AVATARI

Avatar predstavlja grafički prikaz korisnika na internetu. Može biti tro-dimenzionalnog oblika, kao u igrama ili virtuelnom svetu ili dvo-dimenzionalnog oblika kao ikona na internet forumima, gde je avatar postavljen kako bi drugim korisnicima bilo lako da identifikuju ko je napisao poruku, bez da čitaju korisničko ime. Dok neki forumi omogućavaju korisnicima da odaberu avatar iz liste drugi omogućavaju korisnicima da importuju svoj avatar koji su sami dizajnirali ili povukli iz nekog drugog izvora.

Zbog izuzetno složenog izgleda ljudskog tela vema je teško postići savršen model. Međutim današnji modeli su veoma blizu savršenstva. Kvalitet modela zavisi od toga gde će se primenjivati. Osnovni modeli avatara prikazani su na slici 6.



Slika 6: Osnovni model avatara

U ovom delu je opisana serverska platforma BS Collaborate, njena interakcija sa X3D scenom i rad sa avatarima.

### 7.1. BS COLLABORATE

BS Collaborate je serverska platform dizajnirana za aplikacije virtuelne stvarnosti koji u kombinaciji sa komponentama BS Contact omogućava ostvarivanje komunikacije u realnom vremenu između 3D objekata i avatara u zajedničkom okruženju [2].

BS Collaborate i BS Contact podržavaju relevantne 3D funkcionalnosti kao što su pozicioniranje avatara ili 3D četa u kombinaciji sa podacima za pristup.

## 7.2. POVEZIVANJE SA SERVEROM

Da bi se stvorila višekorisnička scena potrebno je dodati NetConnection čvor i BSCollaborate čvor. NetConnection čvor određuje hostname i broj porta za povezivanje sa BS Collaborate serverom dok je uloga BSCollaborate čvora da prati stanje sesije i imenovanje sobe u kojoj bi se X3D scena pridružila serveru.

NetConnection čvor je definisan na sledeći način:

```
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
}
```

Tipično korišćenje NodConnection čvora izgleda ovako:

```
DEF Conn NetConnection
{
    address "test.bitmanagement.de"
    port 12345
    protocol 3 # don't forget to set 3 here.
}
```

BSCollaborate čvor je definisan na sledeći način:

```
DEF MU BSCollaborate
```

```

{
  field SFNode connection "NULL" # assign a Connection node here.

  field SFString roomName "MU Tutorial"

  eventIn  MFString  tryLogin
  eventIn  SFTIME    logOut
  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 šalje i prima događaje prema/od scene potrebne za:

- proveru identiteta korisnika,
- upravljanje sesijom (obaveštavanje scene prilikom ulaza i izlaza nekog od korisnika),
- upravljanje avатарom (pozicija, prikazivanje),
- chat.



Slika 7: Povezivanje sa scenom

### 7.3. PROVERA IDENTITETA KORISNIKA

Provera identiteta korisnika vrši se slanjem poruke tryLogin polju BSCollaborate čvora. U mnogim slučajevima to je username i password ali može bit i bilo šta drugo npr. ID sesije koja je već uspostavljena sa sistemom za upravljanje korisnika.

Često se koristi čvor koji za username i password šalje "joe", "joe" a koji se šalju serveru. U slučaju da se promeni password u npr "dadada" neće biti ID sesije a izlazna vrednost loginResult-a će biti FALSE.

### 7.4. UPRAVLJANJE KORISNIČKOM SESIJOM

Kada se pridruži sceni korisnik prima poruku o svojim atributima, o tome da je njegova prijava prihvaćena i o drugim korisnicima koji su već u sceni. Ostali korisnici primaju korisniku koja ih informiše o dolasku novog korisnika. Slično tome, kada korisnik napusti scenu ostali će biti obavešteni. Informacije o svakom korisniku se skupljaju u UserData čvoru.

```
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
}
```

*idx* – index ulaska u BSCollaborate.user polju tipa MFNode

*sessionId* – je jedinstveni ID korisnika

*nickname* – pokazuje nadimak korisnika

*avatarString* – nagoveštava koji avatar treba da se koristi za prikazivanje korisnika

## 7.5. PRIKAZIVANJE AVATARA

Da bi se avatari prikazali za više korisnike na sceni definisan je sadržaj(Proto) koji upravlja jednim avatarom i dodaje skriptu koja prima događaje iz BSCollaborate čvora. Sadržaj se naziva AvatarInfo, dok je skripta ScrAvatarMgr.

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



Slika 10: Prikazivanje avatara

## 7.6. UPRAVLJANJE AVATAROM

ScrAvatarMgr čvor je odgovoran za događaje (hasJoined, hasLeft i hasMoved) iz BSCollaborate čvora za prikazivanje avatara. Kada ScrAvatarMgr skripta primi hasJoined događaj ona počinje sa ispitivanjem UserData čvor za kreiranje avatara. Ovo podrazumeva proveru da li je index jednak 0 i to se odnosi na lokalnog korisnika, koji ne treba da bude prikazan. Za svakog drugog korisnika skripta kreira instancu AvatarInfo čvora. Ovo se ne odnosi na BSCollaborate čvor jer ne ostvaruje interakciju sa UserData, ali omogućava da AvatarInfo čvor bude dostupan zajedno sa UserData čvorom svaki put kada BSCollaborate pošalje događaj o korisniku. Skripta dodaje AvatarInfo čvor grupi čvorova, tako da on postaje deo grafičke scene što mu omogućava prikazivanje avatara.

## 7.7. PRISTUPANJE SCENI

Prilikom prikaza avatari se nalaze na nultoj poziciji jer im nismo poslali početni položaj. Slanje avatara u početni položaj na prvi pogled izgleda jednostavno ali mi moramo uzeti u obzir da učitavanje avatara sa web servera može potrajati neko vreme. Zbog toga moramo dodeliti početnu poziciju u funkciji AvatarLoded. Takođe, može se desiti da AvatarInfo čvor primi položaj i pre nego što je avatar učitao sa servera. U tom slučaju AvatarInfo čvor može sačuvati položaj za kasnije.

U cilju jasnijeg pregleda, možemo prebaciti kod sa set\_Avatar stringa na poseban Init događaj. Na ovaj način možemo podesiti parametre kao što su avatar string, početni položaj i orijentaciju a zatim aktivirati inicijalizaciju Avatar čvora.

The set\_position(.) and set\_orientation(.) funkcije regulišu sledeći kod:

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



Slika 11: Pristup sceni

## 7.8. BRISANJE AVATARA

Kada korisnik napusti scenu BSCollaborate cvor salje hasLeft događaj. Na ovaj događaj reagujemo jednostavnim uklanjanjem Avatarinfo cvora ovog korisnika iz GrAvatars Group cvora. Nakon toga BSCollaborate cvor će ukloniti UserData cvor. Dok naša skripta uklanja avatar sa scene, mnogo složenije aplikacije mogu animirati avatar i ukloniti ga iz GrAvatar Group cvor po završetku animacije.

## 7.9. PRIKAZ SOPSTVENOG AVATARA

BS Contact može da radi u režimu prvog i trećeg lica. Kod režima u prvom licu nije prikazan avatar i scena je prikazana korisniku sa pozicije avatara. Na ovaj način korisnik vidi ono što avatar vidi. U režimu trećeg lica avatar je vidljiv korisniku a scena je prikazana sa tačke iza avatara.

Za prebacivanje između režima prvog i trećeg lica skripta može da koristi funkciju `Browser.showMyAvatar(.)` ili `Browser.setThirdPersonView(.)`.



Slika 12: Prikaz sopstvenog avatara

## **7.10. DODAVANJE PONAŠANJE AVATARIMA**

Avatar ima ponašanja koja se aktiviraju kada je avatar u stanju mirovanja. To naravno treba da bude sinhronizovano između klijenata, tako da korisnik vidi isto ponašanje za avatar. Skripte koje se izvršavaju u avataru moraju se ponašati u skladu sa režimom u kome se nalaze. Avatar treba da reaguje samo na akcije svog korisnika. Stanje mirovanja i stanje akcije mora se definisati i vezati za odgovarajući avatar.

## 8. SMERNICE I STANDARDI

Pod smernicama, u kontekstu informacionih tehnologija, se podrazumevaju svi oblici apstraktnih ili konkretnih preporuka koje se koriste u procesu dizajniranja interaktivnih softvera. Postoje različiti oblici smernica:

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

Standardi obuhvataju skup funkcionalnih i/ili operativnih specifikacija sa namerom da standardizuju dizajn. Standarde priznaju internacionalne organizacije za standardizaciju. Standardi mogu biti vojni, državni, civilni i industrijski.

Međunarodne organizacije za standardizaciju su organizacije za standardizaciju u koje se mogu učlanjivati odgovarajuća nacionalna tela bilo koje zemlje, kao što su:

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

### 8.1. Postojeći standardi

**INTUITION** (akronim, *IST Network of Excellence on Virtual Reality and VirTUAal Environments ApplicaTIONs for Future Workspaces*) će istraživati projekte u cilju ažuriranja ili predlaganja novih standarda za predstavljanje 3D modela, jer postoji nedostatak funkcionalnosti postojećih standarda za 3D geometrijsku predstavu. Na primer, kompleksne deformacije 3D površina neophodne za dobijanje što realnijeg prikaza tokom animacije virtuelnih karaktera i prirodnih fenomena će biti

veoma loše ukoliko se budu prikazivali korišćenjem postojećih standarda kao što su MPEG-4 i X3D.

Zbog raznovrsnosti pristupa u okviru istraživanja posvećenih VR, nekoliko standarda očekuje reviziju, preporuke ili nove predloge. Glavna pitanja i problemi tiču se:

- **VR tehnologija:**

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

Relevantni standardi uključuju TCP/IP, UDP/IP (komunikacioni protokol), HLA, MPR II, TCO, 90/270/EWG, ISO 9241, CEN 2921), u okviru kojih postoji nedostatak VR standarda.

- **Vremensko izvršavanje VR softvera i aplikacija:**

- o Dobro definisani i implementirani formati razmene podataka
- o Interfejsi za CAD, PDM i sisteme baza podataka
- o *Scene graph* i njegova funkcionalnost
- o Interfejsi za rendering relevantnih kolekcija podataka kao što su svojstva površine modela i baze podataka osvetljenja

- **Korisnost VR aplikacija**

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

Pod relevantnim standardima podrazumevaju se 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 proizvodisintetizovan govor, digitalni audio, prepoznavanje govora i DTMF ulaz, snimak izgovorenog ulaza, telefonija i konverzacija.
- **ISO 14915:** 2003 softverska ergonomija za multimedijlne korisničke interfejse
- **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.
- **JTOpenprogram (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 ergonomske uređaji.
- **Calimera smernice**. Interaktivni, multimedijalni resursi u muzejima, bibliotekama i arhivama, kao i interaktivne korisničke aplikacije.
- **Istraživanje korisnosti i dizajna smernica VR sisteme**. VE i AR korisni inženjerski napori 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 VR agenti.** (IVA 03, Klosterlrsee, Nemačka, Sep 15-17, 2003)
- **Smernice za dizajn VR trening sistema.** (Cohn, J. Schmorrow, 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.** (DavidLeevers, 1999)
- **Prepoznavanje gestova u VE:** Pregled i okvir za budući razvoj. Prepoznavanje pokreta ima potencijal da bude prirodno i moćno sredstvo u virtuelnim okruženjima, podržava efikasnu i intuitivnu interakciju između čoveka i računara. Obezbeđen je pregled kognitivnih, perceptivnih i ljudskih faktora motivacije za korišćenje gestikulacije u virtuelnim okruženjima.
- **Smernice za povećanje utiska prisutnosti u akustičnim VR.** Dizajn smernice koje se fokusiraju na osećaj prisutnosti u interaktivnim virtuelnim akustičnim okruženjima.
- **Smernice za redukovanje korisničke disorijentacije tokom navigacije u VE.** (TimMarsh i Shamus P. Smith, 2001)
- **Efikasne tehnike interakcije VE bogatih informacijama.** Efektivan način integracije podataka kao što su tekst, video, audio, dvodimenzionalne slike i drugi podaci koji se koriste u virtuelnim okruženjima i istražuje različite tehnike interakcije.

- **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:
  - a. Virtuelni objekti i dizajn interfejsa
  - b. Referentne tačke virtuelnih okruženja
  - c. Upotreba koordinatnih linija i ograničenja u virtuelnim okruženjima
  
- **Korisnička navigacija u VE korišćenjem svesnosti o virtuelnom prostoru.** Navigacija u virtuelnim okruženjima može biti otežana. Dva glavna razloga zbog kojih se to dešava su nedostatak jasnih znakova navigacije u okruženju, kao i problemi sa kretanjem previše blizu ili kroz objekte virtuelnih svetova. Ova studija opisuje validaciju ovih smernica, uključivanjem studije korisnika njegovog kretanja i njegove navigacije kroz virtuelni lavirint. Rezultati ukazuju da upotreba smernica može da pomogne u smanjivanju broja incidenata tokom navigacije.
  
- **VE operativni sistem: funkcija i forma.** Ova studija predstavlja VEOS, visoko prenosni programski objekat koji koristi uobičajene *UNIX* servise za distribuirane programe.
  
- **Kreiranje i korišćenje VR: vodič za umetnost i humanističke nauke.** Standardi ponašanja u kolaborativnim virtuelnim okruženjima mogu da se razlikuju u zavisnosti od oblasti virtuelnog sveta koji je posećen, ponašanja i interakcije sa ljudima iz realnog okruženja. Međutim, ovi standardi nisu nižeg ranga od onih u stvarnom životu i ako dođe do etičke dileme u virtuelnom okruženju, konsultuje se princip koji se prati u realnom okruženju.

## 8.2. Postojeće smernice

U domenu dizajna i razvoja VE postoji kolekcija dizajn smernica koje su u svakom smislu slične ili analogne brojnim, široko prihvaćenim kolekcijama smernica namenjenim za 2D okruženja kao što su:

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

Većina smernica proizilazi iz akademskih ili zajedničkih projekata istraživanja, dok za sada postoji samo jedna poznata iz oblasti industrije, a to je **RealPlaces Design Guide** (IBM, 2000), kolekcija koja prezentuje neke od ključnih koncepata i elemenata za izgradnju 3D korisničkih okruženja namenjenih da podrže poslovne aplikacije.

Web standardi za interaktivni 3D sadržaj omogućavaju trajnost podataka, interoperabilnost i integraciju. Kada je omogućena dovoljno jaka hardverska podrška, interaktivna virtuelna okruženja građena u VRML-u (akronim, **Virtual Reality Modeling Language**), čak i davne 1997., mogla su se pohvaliti brzinom i jednostavnošću izrade.

## 8.3. Web3D standardi

Web3D standardi odnose se na otvorene, internacionalne medija standarde, na prepoznatljive standarde Web3D Konzorcijuma, kao što su VRML, GeoVRML, *HumanoidAnimation*, *Extensible 3D*. Ovi standardi su ratifikovani kao ISO standardi [6].

X3D je trenutno jedini otvoreni standard koji omogućava podršku za interaktivnu animaciju i rendering 3D grafike u realnom vremenu.

Još neki slični standardi X3D-u su **Universal 3D (U3D)**, **Open InventorCoin3D** i **Collada**.

U3D je dizajniran za vizuelizaciju **CAD** (akromin, **Computer Aided Design**) modela, omogućava geometriji neprekidni **LOD** (akronim, **Level of Detail**), kao i protok podataka u realnom vremenu. U3D nema podršku za interaktivni rendering 3D objekata.

**OpenInventory** je prethodnik VRML-a. Nije aktivan, ali *Coin3D* ga u potpunosti podržava.

**Coin3D** je dizajniran više za desktop aplikacije nego za one namenjene *Web-u*.

**Collada** je jezik za opis sadržaja za razmenu između kompjuterskih igara i standard je otvorenog koda. Može se prikazivati kroz XML šemu i u pojedinim slučajevima komplementarna je sa X3D-om.

## 9. BIBLIOTEKE

Grafičke biblioteke su:

- *OpenGL*
- *DirectX*
- *Open Inventor*
- *Coin3D*
- *OpenGL Performer*
- *OpenSG*
- *Java3D*
- *OpenSceneGraph*
- *OpenRM*
- *OpenGL ES*
- *MiniGL*
- *Simple DirectMedia Layer*
- *EmWin*

VR biblioteke se dele na VR ulazne i izlazne biblioteke. Zadatak ovih biblioteka je sledeći:

- Prikaz konfiguracija i apstrakcije: broj ekrana, veličina, orijentacija i sl.
- Postavka grafike: kreiranje prozora (*full screen*), kreiranje grafičkog sadržaja (*stereo*, *buffering*)
- Apstrakcija interfejsa ulaznih uređaja i uređaja za praćenje

Primeri VR biblioteka:

- *CAVElib*
- *VRJuggler*
- *FreeVR*
- *Synergy*
- *Diverse*
- *World Toolkit*
- *EON S*

Zadatak audio biblioteka je sledeći:

- Kontrola jačine zvuka
- Pozicija zvuka u okruženju
- Podrška klijent-server konfiguraciji

Primeri audio biblioteka:

- *VSS*
- *bergen - EVL*
- *OpenAL*
- *Sonix*

## 10. PROTOKOLI

Virtuelna okruženja su namenjena da podrže prisustvo velikog broja korisnika, tačnije njihovih reprezentacija u obliku avatara, kao i podršku deljenja objekata. Većina ovakvih okruženja je bazirana na jednostavnim arhitekturama koje se oslanjaju na centralne servere. Problem VE je u odgovarajućem skalabilnom mrežnom protokolu za velika distribuirana virtuelna okruženja na Internetu.

Neki od protokola kao što su VRTP i ISTEP ukazuju na to da se VE neće oslanjati na jednu šemu distribucije, već na fleksibilne, skalabilne i univerzalne mrežne protokole za deljenje virtuelnih svetova.

Zahteve koje protokol mora da ispuni:

- protokol mora biti nezavisna aplikacija
- ne sme se oslanjati na određeni mrežni sloj
- korisnik ne sme da ima dodira sa mrežnim slojem
- protokol mora da bude prilagodljiv velikom broju korisnika raspoređenih širom sveta
- protokol mora da pruži podršku za sve tipove fajlova koji se dele kao i za CVE

Dva dobro poznata elementa WWW-a su HTML format i HTTP protokol. HTTP razdvaja autore sadržaja i softver developere i dozvoljava *Web* serverima i *Web* pretraživačima da budu nezavisno kreirani.

HTTP/FTP protokoli su namenjeni prenosu fajlova preko Interneta. Poruke se mogu slati jednoznačno (jednom korisniku), *peer-to-peer* ili višeznačno (većem broju korisnika).

*IP multicasting* (višeznačno slanje) je vrsta protokola koji je namenjen velikom broju distribuiranih korisnika. Sledeći protokoli pripadaju ovoj vrsti:

- **DIS** (akronim, *Distributed Interactive Simulation*) je mrežni protokol korišćen za distribuirane simulacije u vojne svrhe.

- **ISTP** (akronim, *Interactive Sharing Transfer Protocol*) koristi heterogenu komunikacionu infrastrukturu za podršku i baziran je na postojećim HTTP, RTP, TCP i višeznačni UDP.
- **DWTP** (akronim, *Distributed World Transfer and communication Protocol*) je protokol za distribuirani transfer virtuelnih okruženja i komunikaciju.

Protokoli mogu biti raznih namena. Navedeni imaju za cilj omogućavanje komunikacije u virtuelnim okruženjima. U daljem tekstu navedeni su protokoli koji se koriste u VR okruženjima i objašnjene su njihove karakteristike.

**SRM -Scalable Reliable Multicast** je pouzdan višeznačni okvir za kadriranje na sloju aplikacije i laganih sesija

**NAK** protokoli (akronim, *Negative Acknowledgment*) su protokoli za višeznačne kanale za pouzdan prenos većem broju primaoca.

**RMP** – Pouzdan višeznačni protokol garantuje da će svi prijemnici rasporediti prijemne poruke na isti način.

**VRTP** (akronim, *Virtual Reality Transfer Protocol*) protokol je namenjen visoko skalabilnim virtuelnim okruženjima, građenim u VRML.

**MVIP** (akronim, *Multicast VRML Interchange Protocol*) Ovaj protokol omogućava korisnicima da učestvuju u podeli virtuelnih svetova.

**VIP** (akronim, *VRML Interchange Protocol*) je protokol za razmenu koji se koristi kod VE građenim u VRML-u.

**CRC** (akronim, *Communications Research Centre*) je prilagodio VNet kod modela *peer-to-peer*, uz korišćenje IPV4 višeznačnog protokola.

**MVIP-II** [45] projekat koristi *FreeWRL* i VRML režim zasnovan na *peer-to-peer* višeznačnoj arhitekturi. *FreeWRL* delimično podržava X3D standard.

**VSCP** (akronim, *Virtual Society Client Protocol*) je protokol koji se koristi za međusobnu komunikaciju klijenta i servera [47].

**MUD** klijent protokol [50] je široko prihvaćen standard za tekstualna virtuelna okruženja. Meta – protokol bez osnovnog skupa naredbi.

**pLVE** je protokol za **EVE** (akronim, *Educational Virtual Environment*) [49].

**VSCP** (akronim, *Virtual Society Client Protocol*) je protokol za međusobnu komunikaciju klijenta i servera.

**ZMP ZenithMUD** protokol namenjen MUD sistemima. je vrsta meta-protokola

**SCTP** *Stream Control Transmission Protocol* [55] je pouzdan, transportni protokol koji radi na vrhu potencijalno nepouzdatih paketa kao što su IP paketi.

**NTP** *Network Time Protocol* [57] je protokol dizajniran za sinhronizaciju časovnika računara preko mreže.

**CICP** *Content Injection and Control Protocol*. Zahtevi ukrštavanja platformi se rešavaju ovim protokolom.

### 10.1. Sistemski servisi

Sistemski servisi kao što su audio i servisi uređaja, su veoma korisni za pristup jedinicama hardvera na udaljenim mašinama. Koriste se protokolima za protok podataka u realnom vremenu čime se doprinosi ukupnom doživljaju korisnika.

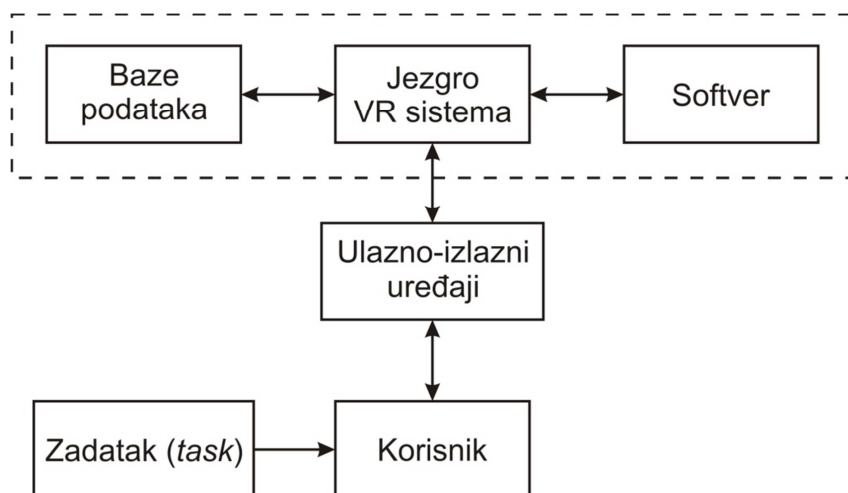
**HID** (akronim, *Human Interface Device*) je mrežni transparentni prenosni sloj za pronalaženje i distribuciju podataka na različitim sistemima u realnom vremenu.

Može da uključi 3D ili 6D protok podataka, ali i manje zahtevne prenose slika za VR aplikacije.

**AudioS3** servis (akronim, ***S**patial**S**ound**S**ystem*) može biti od koristi ako aplikativni server nema 3D audio kapacitet ili zvučnike koji su trenutno aktivni na drugom računaru.

## 11. ARHITEKTURA

U nastavku će biti ukratko predstavljena arhitektura VR sistema, odnosno komponente koje čine jedan VR sistem (slika 13.).



Slika 13. Arhitektura VR sistema

Na slici je prikazana arhitektura VR sistema, čine je 6 komponenti:

*Ulazno - izlazni uređaji* koji obezbeđuju interaktivnost koja podrazumeva komunikaciju između sistema i korisnika.

*Softversko jezgro* zajedno sa softverom i bazom podataka predstavljaju osnovu VR sistema.

Jezgro služi za obavljanje operacija u okviru VR sistema u realnom vremenu (sinhronizovanje ulaznih signala, generisanje izlaznih signala, razni proračuni reakcije VR okruženja, simulacije nekih fizičkih procesa i sve ostalo što je neophodno za postizanje efekta realističnosti virtuelnog iskustva). Jezgro mogu činiti više računara koji su u mreži mada u pojedinim slučajevima to može biti samo jedan računar.

*Softver i baze podataka* imaju ulogu u modeliranju virtuelnog sveta. Prvi korak u modeliranju je mapiranje ulazno-izlaznih uređaja vezano za virtuelnu scenu, odnosno potrebno je izvršiti kalibraciju ulaznih uređaja (npr. kako pomeranje ruke korisnika u

realnom svetu odgovara pomeranju ruke u virtuelnom svetu i slično), a za to je naravno neophodno programiranje i odgovarajući softver. Baza podataka podrazumeva sve informacije o objektima u okviru VR sveta - modeliranje oblika objekta, njegove pojave, kinematike, ponašanja i fizičkih karakteristika (težina, tvrdoća i dr.).

*Korisnik* -u okviru VR sistema i korisnik ima važnu ulogu. On treba da interaguje sa VR okruženjem, da se kreće kroz njega. Korisnik zadaje različite zadatke VR sistemu, preko ulaznih uređaja, ove komande se prosleđuju kao ulaz u računarski sistem, VR jezgro obrađuje te komande, a na kraju korisnik vidi povratnu reakciju - rezultat ulaznih komandi i simulacije se prikazuje korisniku preko izlaznih uređaja.

Višekorisnička virtuelna okruženja, korišćenjem 3D grafike, sve više i više nalaze svoje mesto u oblastima kao što su e-poslovanje, zabava i kooperativni rad. Zbog povećanja mogućnosti hardvera i mreže, čak i kod manjih uređaja kao što su laptop i PDA, postoji pogodnost za vizuelizaciju 3D grafike. Jedan od mogućih pristupa za distribuciju 3D grafike, jeste korišćenje servera, koji opslužuje sve klijente potrebnim podacima.

Razvoj virtuelne realnosti, pored teksta i grafike, daje novi pravac dizajna za razvoj sadržaja Internet prezentacija. Višekorisnička virtuelna okruženja (akronim, **Multi-UserVirtual Environments, MUVE**) su primeri aplikacija koje koriste tehnologije umrežavanja i virtuelne realnosti u cilju kreiranja vizuelnih 3D efekata i omogućavanja interakcije.

U većini virtuelnih okruženja danas, korisnici su u međusobnoj interakciji sa drugim korisnicima, koja je omogućena korišćenjem tekstualnog ćaskanja (eng. *chat*), promenama pozicije i pokretima tela (avatara). Većina aplikacija koristi jednostavan protokol poruka osnovnog formata za razmenu informacija među korisnicima [9].

U pogledu arhitekture sistema, mogu se klasifikovati u dve vrste:

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

### 11.1. ZAHTEVI ZA PODRČKU ARHITEKTURE

Bilo koji od postojećih 3D svetova, radi sa 3D podacima. To može biti, npr. komunikacija sa bazom podataka, a može postojati i softver koji obavlja vizuelizaciju i interakciju sa korisnicima. Da bi se napravilo kompletno 3D klijent-server okruženje, 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 [9].

Okvir mora da bude u stanju da podrži više 3D scena i veći broj korisnika. Da bi se prethodno postiglo, potrebno je razmotriti sledeće:

- **Skalabilnost:** Mora biti sposoban da podrži višeprosorski hardver i mreže većeg broja konekcija.
- **Podržani objekti:** klijent-server okvir treba da bude nezavisan u smislu korišćenja tipova, formata ili strukture podataka na sceni.
- **Interaktivnost:** Klijent-server okvir može da pruži podršku za interaktivne 3D scene. Ovo obuhvata navigaciju i interakciju među korisnicima, objekata na sceni, detekciju kolizije, kreiranje novih ili uklanjanje postojećih objekata.
- **Prilagodljivost klijenata:** klijent-server okvir treba da sadrži tehnike kojima se prilagođava raspoloživim resursima, kao što su propusni opseg mreže i snaga računara.

## **11.2. KOMUNIKACIJA**

Zadatak procesa komunikacije jeste razmena informacija između:

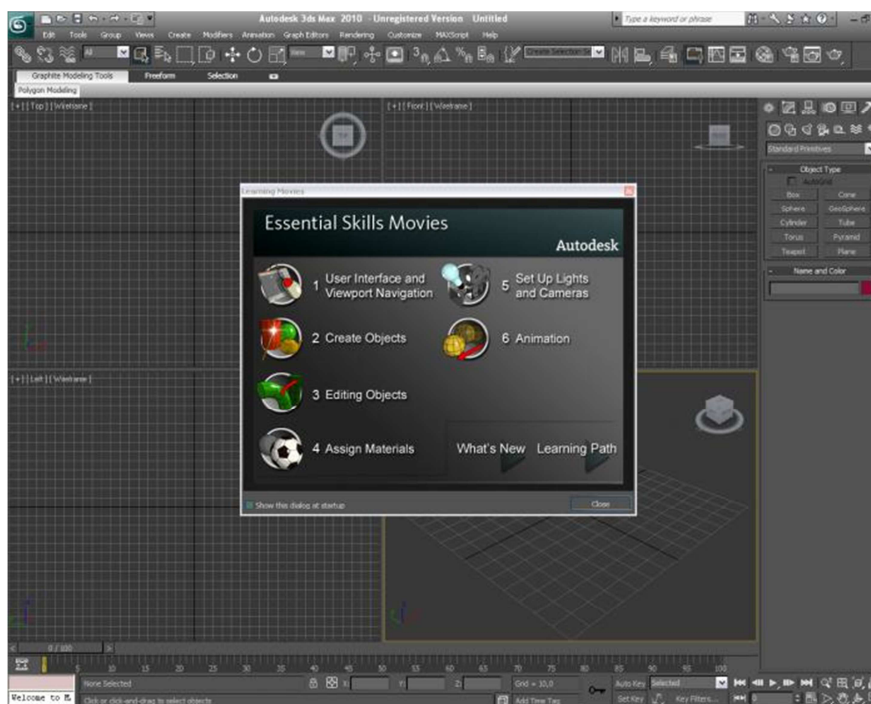
- klijenta i scene (navigacija)
- scene i klijenta (detekcija kolizije)
- dva ili više klijenata (ćaskanje)
- klijenta i multipleksera (konfiguracija)

Za izvršavanje ovih zadataka, poruke se moraju sastojati od adrese, primaoca i samog sadržaja poruke.

## 12. MODELOVANJE VIRTUELNE UČIONICE

Za modelovanje učionice korišćen je program 3D Studio MAX koji je razvila kompanija Autodesk. 3D Max je namenjen 3D modelovanju i animaciji. Uz pomoć brojnih efekata omogućava izradu specijalnih video montaža a poseduje i brojne funkcije materijala, rendering [7]...

MaxScript je programski jezik koji se koristi u 3D Studio Max-u, veoma je lak za upotrebu a može se koristiti za automatizaciju zadataka koji se ponavljaju. Početna strana 3D Studio Max-a prikazana je na slici 14.



Slika 14.: 3D Studio Max

U daljem delu rada biće prikazane slike virtuelne učionice.



Slika 15. - 3D Virtuelna učionica



Slika 16. - 3D Virtuelna učionica



Slika 17. - 3D Virtuelna učionica

Za potrebe računarskih mreža modelovana je učionica u kojoj se nalaze petnaest računara.



Slika 18. - 3D Virtuelna učionica

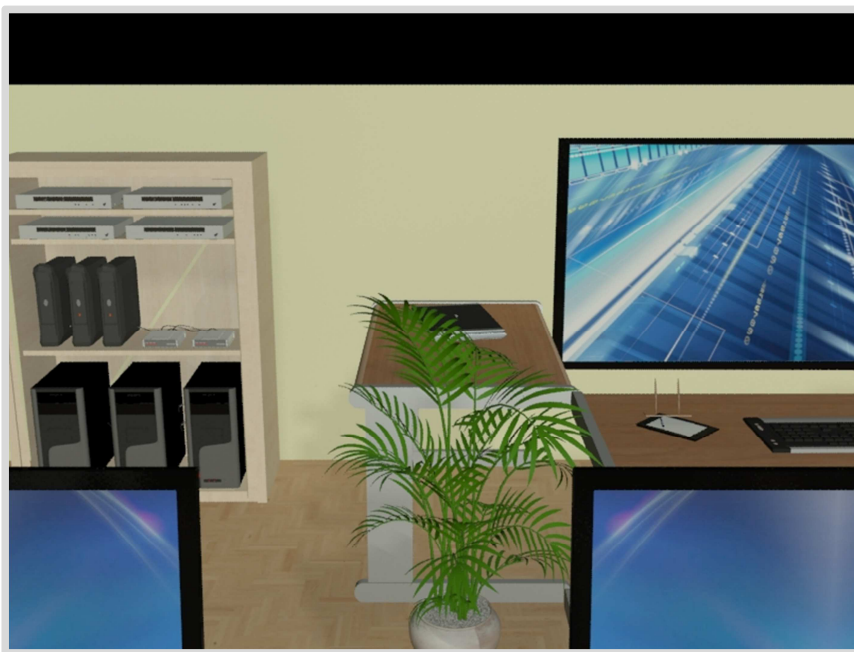
Pored računara, na svakom stolu se nalazi po jedan par zvučnika, jedan USB disk, miš i tastatura.



Slika 19. - 3D Virtuelna učionica



Slika 20. - 3D Virtuelna učionica



Slika 21. - 3D Virtuelna učionica

Na profesorskom stolu se nalazi jedan lap-top računar, desktop računar, tastatura i miš.



Slika 22. - 3D Virtuelna učionica



Slika 23. - 3D Virtuelna učionica

U učionici se nalazi i oramar sa mrežnom opremom, koji poseduje tri računara, pet modema i četiri uređaja za regulisanje mreže.



Slika 24. - 3D Virtuelna učionica



Slika 25. - 3D Virtuelna učionica

Studentima je u učionici na raspolaganju i mala biblioteka sa stručnom literaturom.



Slika 26. - 3D Virtuelna učionica

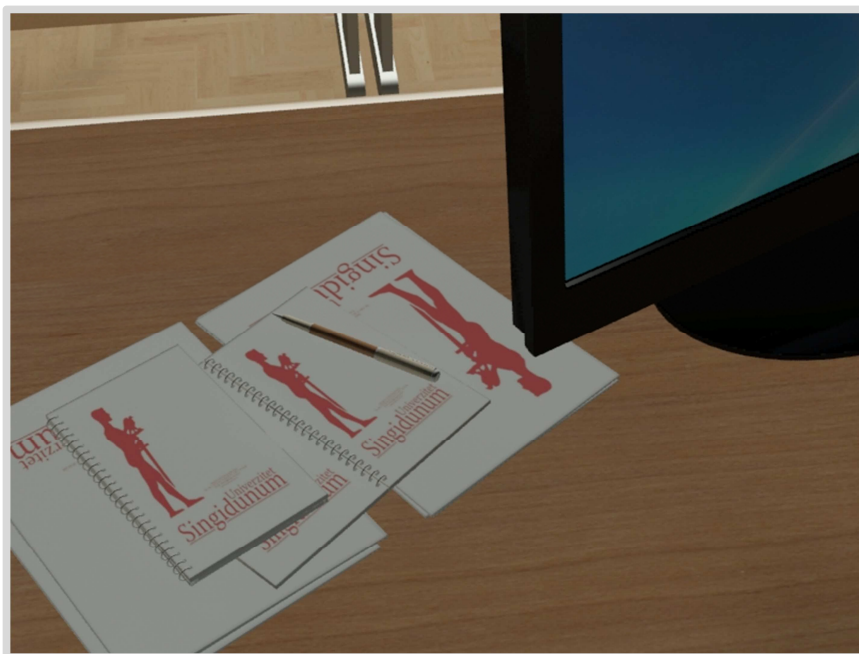


Slika 27. - 3D Virtuelna učionica

Iza katedre se nalazi velika digitalna tabla, namenjena za prikazivanje materijala na predavanjima.



Slika 28. - 3D Virtuelna učionica



Slika 29. - 3D Virtuelna učionica



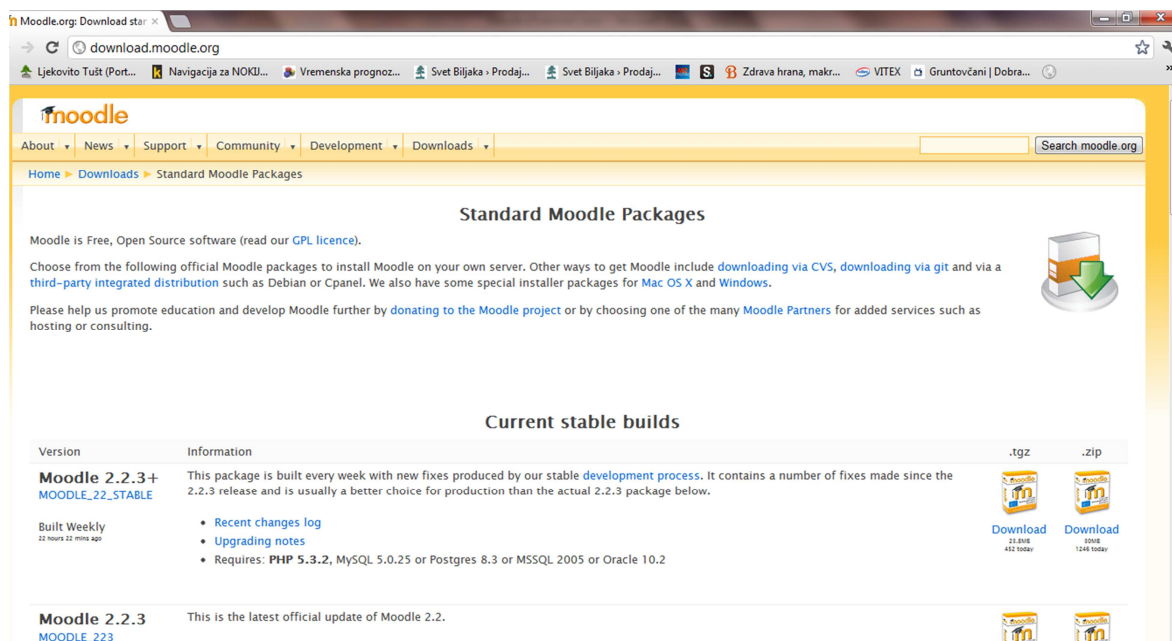
Slika 30. - 3D Virtuelna učionica

Pored virtuelne učionice modelovane u 3D Studio Max-u koja se može koristiti za on-line nastavu, u daljem radu biće prikazan Moodle - besplatan sistem za učenje na daljinu kao i primer kreiranja petonedelnog kursa iz računarskih mreža.

## 13. MOODLE

Danas postoji veliki broj komercijalnih i besplatnih sistema za učenje na daljinu. Moodle spada u kategoriju besplatnih sistema. Može se preuzeti sa interneta (Slika 31.) i koristiti pod GNU licencom, što podrazumeva njegovo korišćenje, modifikovanje i kopiranje pod određenim uslovima koje licenca nalaže.

Moodle je akronim za Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment [8].



Slika 31. - <http://download.moodle.org/>

Pre nego što počnemo da pravimo virtuelnu učionicu za on-line kurs osvrnućemo se na klasičnu učionicu i pogledati šta postoji u njoj a šta bi smo želeli da imamo u našoj virtuelnoj učionici.

U klasničnoj nastavi imamo veliki broj lekcija, koje moramo da kreiramo i na on-line kursu. Moodle nam omogućava da kreiramo lekcije koje bi osim slika i teksta mogle da sadrže i multimedijalne zapise, što bi u velikoj meri bilo zanimljivije studentima od klasičnih lekcija u knjizi [12]. Pored lekcija, na platformi možemo da kreiramo i testove za proveru znanja. Kada student uradi test u istom trenutku dobija povratnu informaciju o osvojenom broju poena.

Veoma je važno da napomenemo da Moodle omogućava grupni i samostalni rad studenata. Ukoliko je potrebno da studenti rade na nekom projektu u grupi u virtualnoj učionici možemo dodati viki. Na taj način studentima se pruža mogućnost da razmenjuju mišljenja, savetuju jedni druge... Sve vreme profesor može da prati ko je i koliko učestvovao u izradu projekta, što je kod klasične nastave veliki problem [14].

Kada govorimo o samostalnom radu studenata, Moodle nam nudi blog u kome će studenti moći da pišu svoja zapažanja na zadatu temu [15].

Često se nameće problem komunikacije u virtualnim učionicama. Pored alata viki o kome smo pisali, Moodle nam nudi mogućnost uvođenja foruma. Forum bi u velikoj meri olakšao komunikaciju i omogućio da nastava obiluje kvalitetnim diskusijama [11].

### **13.1. KREIRANJE KURSA**

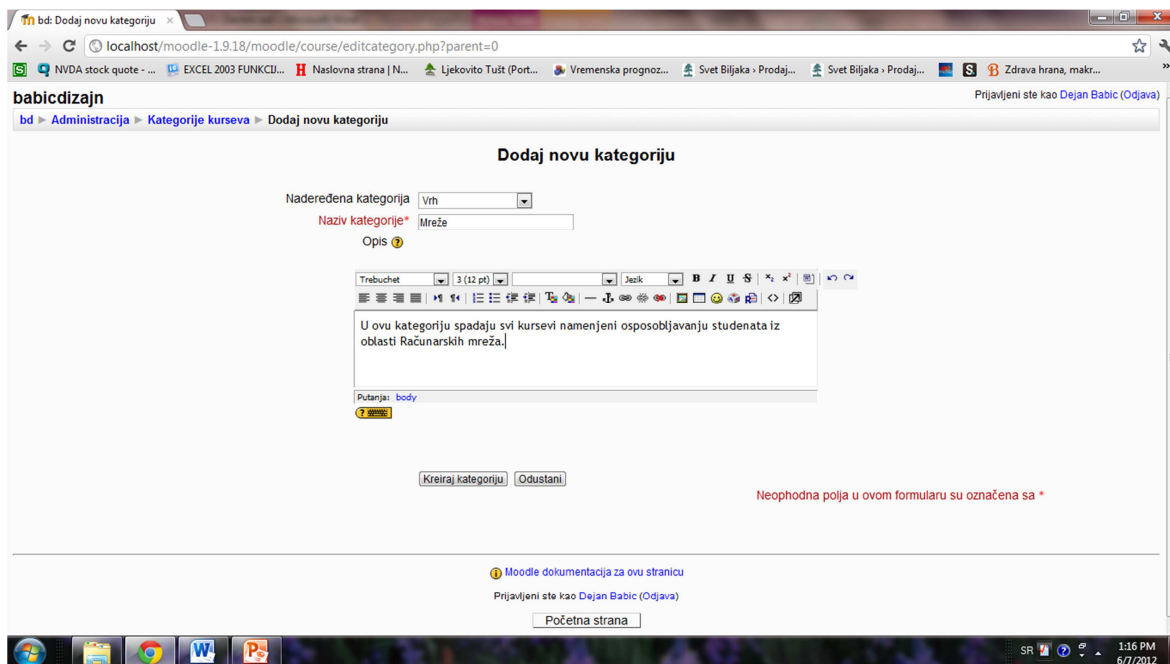
Nakon instalacije Moodla i podešavanje parametara za njegov rad, možemo kreirati kurs. U ovo radu će biti prikazano kreiranje petonedeljnog kursa računarskih mreža.

Moodle nudi brojne mogućnosti:

- Dodavanje/Podešavanje kursa
- Upis studenata na kurs
- Rezervne kopije kursa
- Ocenjivanje studenata
- Aktivnosti studenata

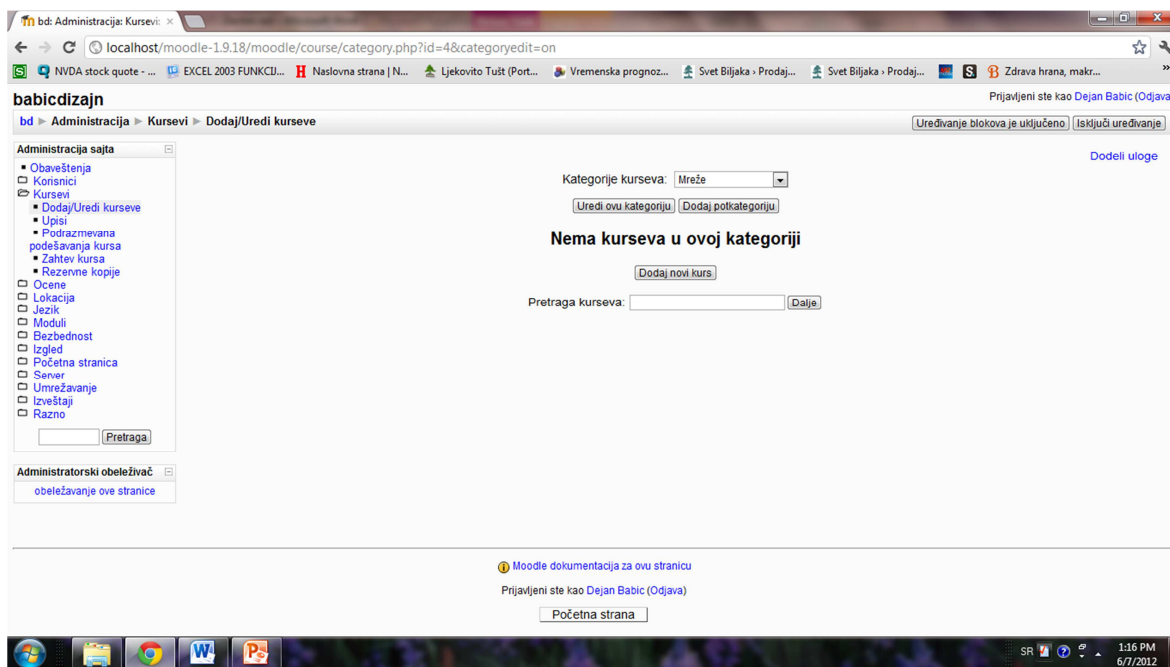
#### **13.1.1. DODAVANJE/PODEŠAVANJE KURSA**

Na ovoj strani možemo da dodajemo nove kategorije kursa ili da kreiramo kurs u već postojeću kategoriju. Za kreiranje kursa računarskih mreža definisali smo novu kategoriju „Mreže“ i dali kratak opis (Slika 32.).



Slika 32.— Dodavanje kategorije kursa

Nakon kreiranja kategorije, otvar se strana za dodavanje kursa, na kojoj možemo da vidimo sve kategorije kurseva kao i kurseve u okviru njih (slika 33.).



Slika 33. – Kategorije kurseva

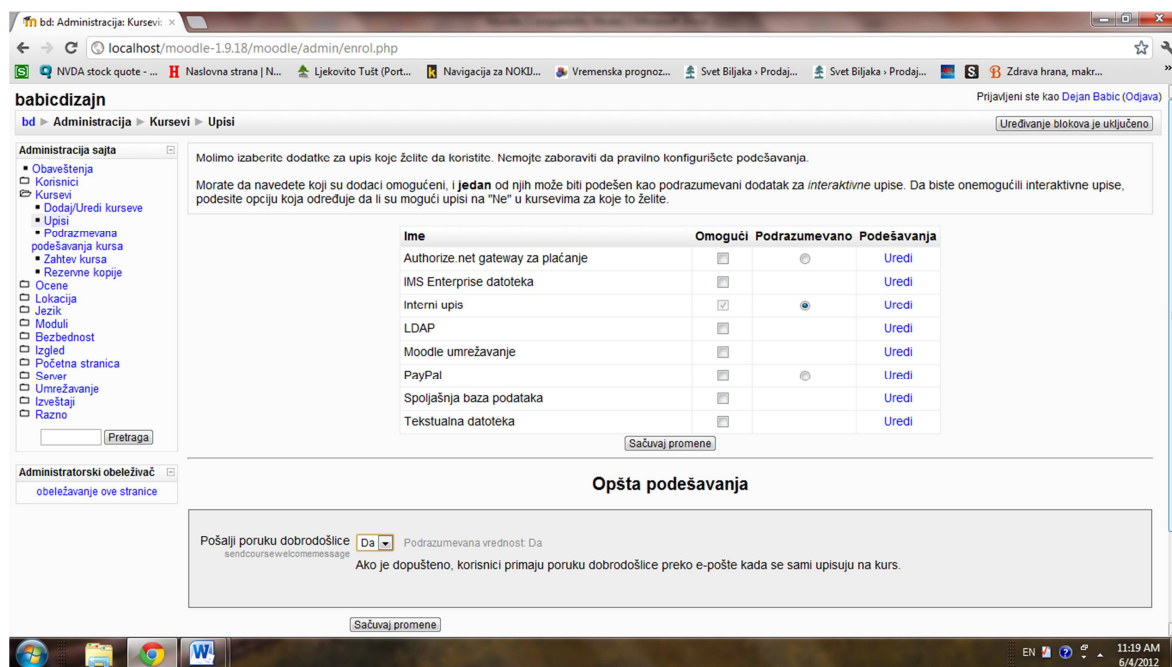
[illegible]

Za potrebe kursa definisali smo sledeće parametre:

- Pored gore definisanih parametara moguće je odrediti i da li će ocene studenta biti vidljive, maksimalnu veličinu datoteke koja se može postaviti, razna obaveštenja, podaci o upisu...

### 13.1.2. UPIS STUDENATA NA KURS

Osnovne parametre kursa smo već definisali. Na strani Upisi (Slika 35.) možemo odrediti način na koji će studenti biti upisani na kurs računarskih mreža.



Slika 35. – Upis studenata na kurs HTML programiranja

Za potrebe našeg kursa odabraćemo Interni upis, koji se ujedno i najčešće koristi. Ovaj način upisa podrazumeva da administrator ručno upisujem studente na kurs ili da sami studenti pristupaju na kurs sa lozinkom koja je unapred definisana.

Na ovoj strani smo odabrali i mogućnost da svakom upisanom studentu stigne poruka dobrodošlice na e-mail.

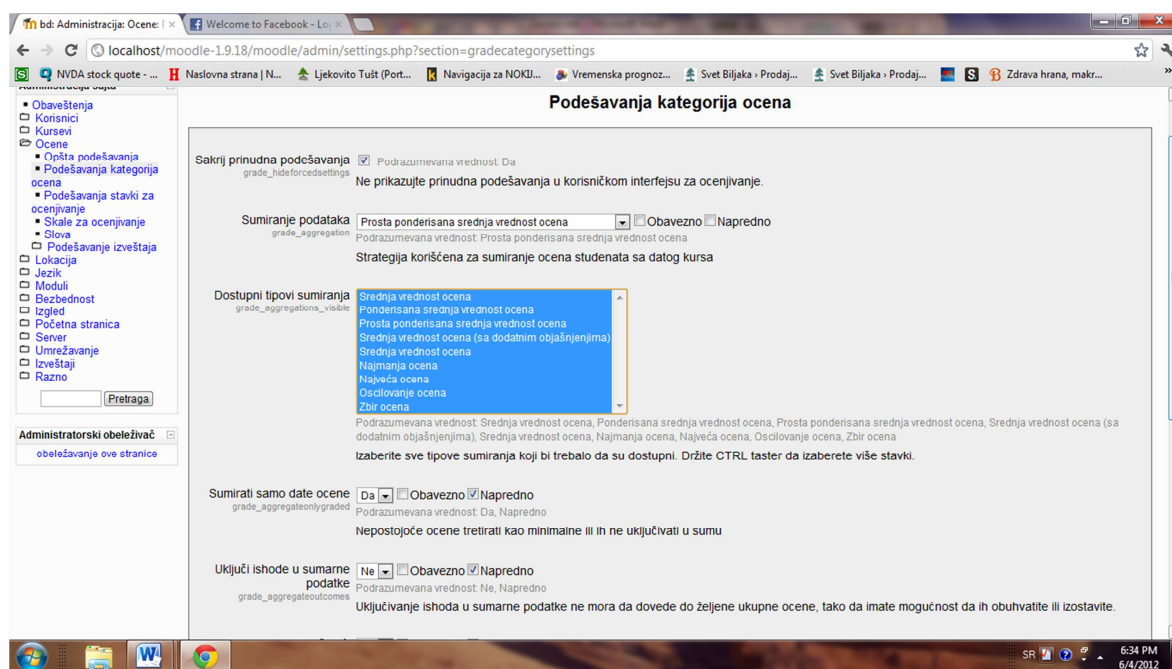
### 13.1.3. REZERVNE KOPIJE KURSA

Uz pomoć opcije “Rezervne kopije” možemo postaviti automatsko kreiranje kopija određenih podataka. Na taj način možemo odabrati automatsko kreiranje kopija izveštaja o kursu, aktivnostima studenata, istorije ocena.

Pored toga, možemo odrediti i kojim danom u nedelji će kopije biti kreirane, u koje vreme i gde će biti čuvane.

### 13.1.4. OCENE STUDENATA

Moodle nam nudi veliki broj podešavanja prilikom ocenjivanja studenata, počev od opšta podešavanja ocena, preko podešavanja kategorije ocena (slika 36.), stavki za ocenjivanje, skale za ocenjivanje pa sve do podešavanja izveštaja.



Slika 36. – Podešavanja kategorije ocena

### 13.1.5. AKTIVNOSTI STUDENATA

Na strani Aktivnosti administrator može da nadgleda i upravlja aktivnostima koje se odvijaju na kursu, da podešava parametre testova koje će studenti raditi (Slika 37.) i još mnogo toga. U okviru parametara za podešavanje testova možemo vremenski ograničiti trajanje testa, odrediti broj pitanja po strani, odrediti broj pokušaja za odgovor na pitanje...

**Test**

Budite oprezni pri menjanju ovih podešavanja - čudne vrednosti mogu izazvati probleme u radu.

**Podrazumevano za sajt**

Vremensko ograničenje: ☒ 2 min

Broj pitanja po stranici: Neograničeno

Izmešaj pitanja: Ne

Izmešaj u okviru pitanja: Da

Dozvoljen broj pokušaja: 1 pokušaj

Svaki pokušaj se nastavlja na prethodni: Ne

Metod ocenjivanja: Najviša ocena

Adaptivni režim: Da

Primeni kaznene poene: Da

Broj decimala u ocenama: 2

**Studenti mogu da pregledaju:**

|                                        | Odzivi sistema                      | Odgovori                            | Povratne informacije                | Opšte povratne informacije          | Rezultati                           | Sveobuhvatne povratne informacije   |
|----------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Odmah nakon pokušaja:                  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Kasnije, dok je test još uvek otvoren: | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Nakon što se test zatvori:             | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

**Napredna podešavanja**

Slika 37. – Podešavanje testa

Primer testa za proveru znanja možete videti na slici 38.

|              |                                   |
|--------------|-----------------------------------|
| Started on   | Thursday, 7 June 2012, 01:01 PM   |
| Completed on | Thursday, 7 June 2012, 01:02 PM   |
| Time taken   | 45 secs                           |
| Marks        | 2/3                               |
| Grade        | 6.67 out of a maximum of 10 (67%) |

**1** ❏

Zašto je potrebno koristiti mreže?

Marks: 1

Choose one answer.

☐ a. Zbog lakše instalacije sistema ✗
 ☒ b. Zbog toga što se poboljšava pouzdanost, eliminiše se otkaz jednog računara. ✓

[Make comment or override grade](#)

**Incorrect**

Marks for this submission: 0/1.

**2** ❏

Šta je računarska mreža?

Marks: 1

Choose one answer.

☐ a. Grupa računara koji međusobno komuniciraju putem interneta ✗
 ☐ b. Grupa računara istih karakteristika ✗
 ☒ c. Grupa računara koja je povezana na način da ljudi mogu da dele informacije i opremu. ✓

[Make comment or override grade](#)

**Correct**

Marks for this submission: 1/1.

**3** ❏

Koliko je velika mreža?

Marks: 1

Choose one answer.

☒ a. Mreža može da se sastoji od samo dva računara a taj broj može da pređe i miliona računara. ✓
 ☐ b. Mreža se mora sastojati od najmanje 5 računara ✗
 ☐ c. Mreža se sastoji od najviše hiljadu računara ✗

Slika 38. – Test

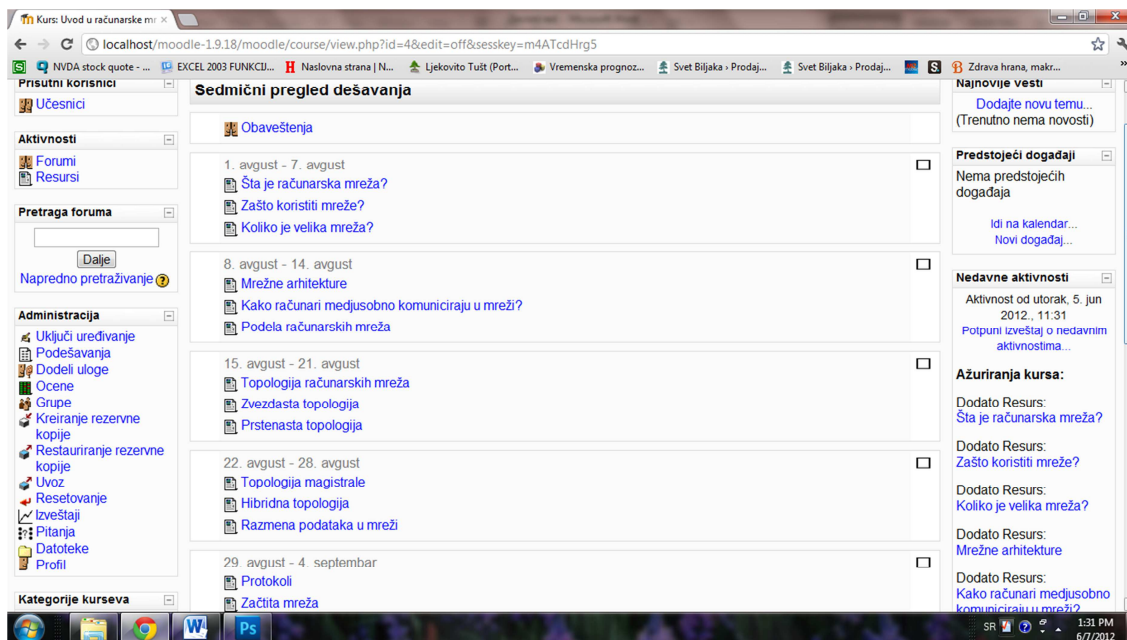
Studentu se može ograničiti vreme za rešavanje testa. Po završetku rada, sistem prikazuje podatke o vremenu rešavanja testa, kao i o uspehu koji je student postigao.

Nakon podešavanja parametara krenućemo sa izradom kursa što podrazumeva upisivanje lekcija za svaku nedelju posebno i sastavljanje testa za proveru znanja. Kurs će sadržati 15 lekcija uz pomoć kojih će studenti moći da se upoznaju sa osnovnom računarskih mreža.

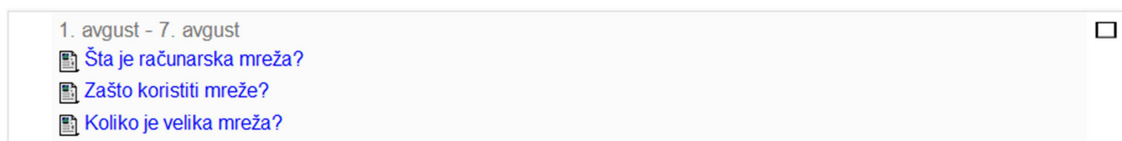
Na kraju svake nedelje studentima će biti dostupan test za proveru znanja.

### 13.1.6. IZGLED I STRUKTURA KURSA

Izgled i struktura kursa su prikazani na sledećim slikama.



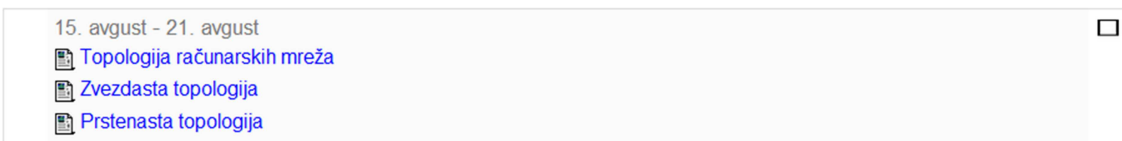
Slika 39. – Sedmični pregled kursa



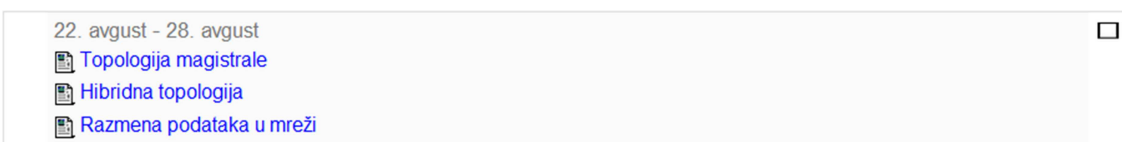
Slika 40. – 1. avgust – 7. avgust



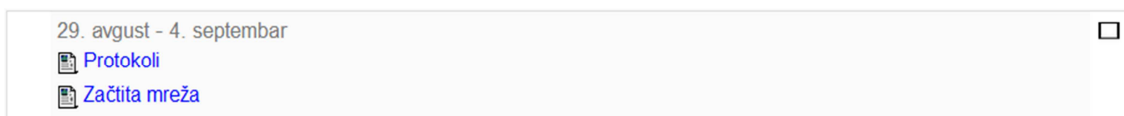
Slika 41. – 8. avgust – 14. avgust



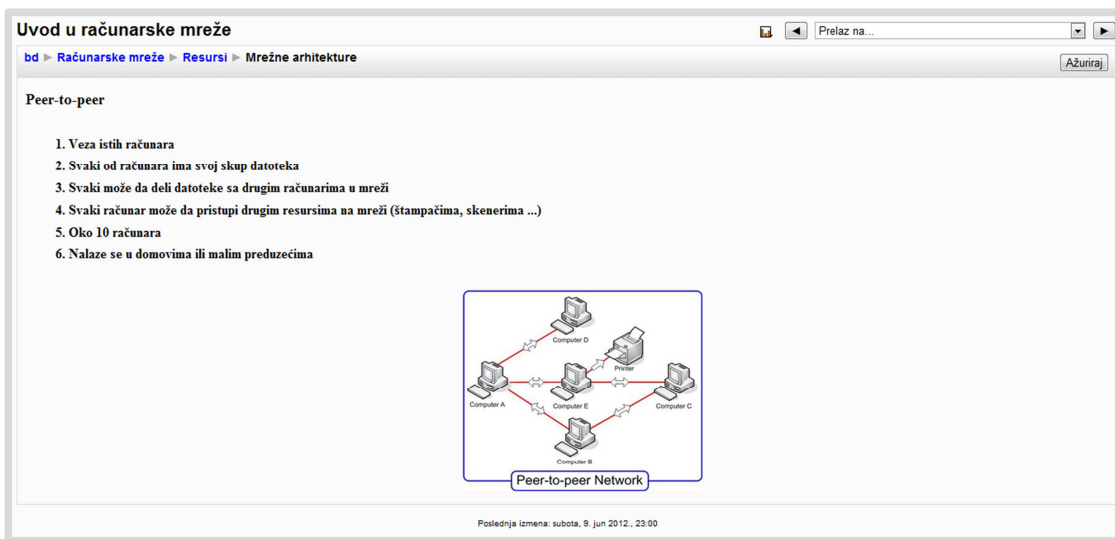
Slika 42. – 15. avgust – 21. avgust



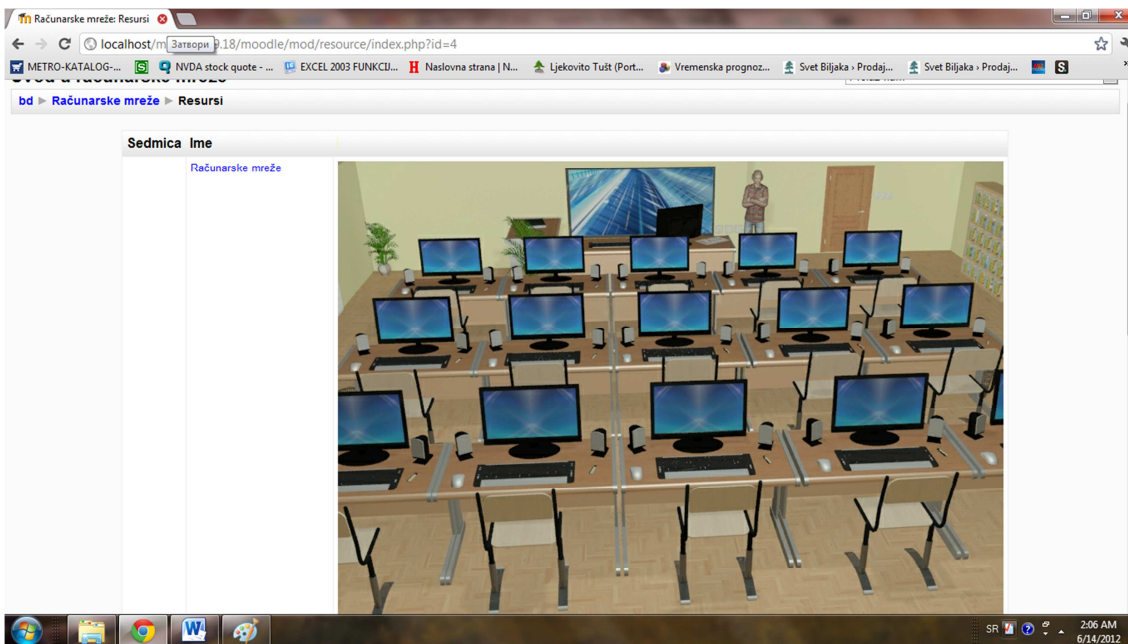
Slika 43. – 22. avgust – 28. avgust



Slika 44. – 29. avgust – 4. Avgust



Slika 45. – Deo lekcije „Mrežna arhitektura“



Slika 46. – Virtuelna učionica implementirana u Moodle

Ono što je do sada prikazano predstavlja samo deo mogućnosti koje Moodle pruža, postoji veliki broj modula koje na veoma jednostavnom način možemo uvesti u naš kurs a koje u velikoj meri mogu doprineti njegovom kvalitetu.

## 14. ZAKLJUČAK

U svakodnevnom životu niz aktivnosti se premesta na Internet. Slobodno možemo zaključiti da polako ovaj medij stvara novi virtuelni život, omogućavajući pristup neverovatnom svetu informacija.

U radu su prikazani osnovni koraci izgradnje jednog virtuelnog okruženja sa principima modelovanja i implementacijom osnovnih funkcionalnosti. Opisan je rad sa avatarima, njihovo kreiranje, brisanje, upravljanje, prikazivanje i dodavanje ponašanja uz pomoć programskog alata BSCollaborate. Prikazana je virtuelna učionica modelovana za potrebe računarskih mreža, njena integracija u Moodle-u, kao i postupak kreiranja on-line kursa.

Veliki uticaj virtuelnih svetova na dizajn budućih kompjuterskih okruženja ogleda se u postojanju velikog broja zahteva u realizaciju virtuelnih okruženja i velikog interesovanja za njihovu implementaciju. Prednost programa za 3D modelovanje i animaciju je u tome što renderovane scene ne poseduju zadovoljavajući stepen realnog prikaza, kakav se dobija iz ovih programa, a razlog je u nedostatku hardvera. Isporuka kvalitetnog sadržaja iziskuje karakteristike virtuelnog okruženja poput tehnika koje prihvataju i emituju izraze i pokrete kao i elemente fotorealističnog renderovanja i protok podataka za podršku korisnika.

Budućnost je u razvoju virtuelnih okruženja za podršku učenju spajanjem realnog i virtuelnog okruženja. Jedan od bitnijih elemenata je ostvarivanje saradnje više udaljenih korisnika. 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 dostavljanje sadržaja klijentima potrebno je obezbediti veliki protok podataka. Nakon ostvarivanja ovih uslova korisniku se omogućava veliki broj mogućnosti korišćenjem virtuelnih okruženja.

## 15. LITERATURA

- [1] Brutzman D., Daly L. „X3D: 3D Graphics for Web Authors“, Morgan Kaufmann Publishers 2007.
- [2] „BS Collaborate“, [http://www.bitmanagement.de/download/BS\\_Collaborate](http://www.bitmanagement.de/download/BS_Collaborate) (11.02.2012.)
- [3] “Second Life“, [www.secondlife.com](http://www.secondlife.com) (13.03.2012.)
- [4] „X3D-Edit“, <http://www.web3d.org/x3d/content/README.X3D-Edit.html> (24.05.2011.)
- [5] “Web3D“, <http://www.web3d.org/about/overview/> (04.05.2012)
- [6] Francesco Di Cerbo , Gabriella Doderio, Laura Papaleo „Integrating a Web3D Interface into an E-learning Platform“ .
- [7] „3ds Max“, [www.3dsmax.com](http://www.3dsmax.com) (15.05.2012.)
- [8] „Moodle“, [www.moodle.org](http://www.moodle.org) (08.4.2012.)
- [9] De Lucia, A., Francese, R., Passero, I., and Tortora, G. Development and evaluation of a virtual campus on second life: The case of SecondDMI, 2009.
- [10] W. Broll, D. Schick, „DWTP-A Basis for Networked VR on the Internet“, San Jose, Jan 1998.
- [11] Sancho, P., Torrente, J., and Fernandez ´ -Manjon´ , B. Do multi-user virtual environments really enhance student’s motivation in engineering education? In FIE’09: Proceedings of the 39th IEEE international conference on Frontiers in education conference, IEEE Press, Piscataway, NJ, USA, 2009.

[12] Ching-Tsorng Tsai Dept. of Comput. Sci., Tunghai Univ., Taichung, Taiwan  
Hsien-Tang Lin, Ming-Hung Hung, Chia-Feng Lin, Shyan-Ming Yuan Exchanging,  
„Course Content Mechanism for Moodle LMS”.

[13] De Lucia, A. Dipt. di Mat. e Inf., Salerno Univ., Fisciano Francese, R., Passero,  
I., Tortora, G., „Supporting Jigsaw-Based Collaborative Learning in Second Life”.

[14] Watanabe, K. Dept. of Inf. Sci., Saga Univ., Saga, Japan Umezu, T. ; Otani, M,  
„Development of a Video Streaming Module for Moodle”.

[15] Al-Ajlan, A. Software Technol. Res. Lab., De Montfort Univ., Leicester Zedan, H.,  
„Why Moodle”.