

UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE
DEPARTAMENTUL AUTOMATICĂ

Mediu de învățare 3D

Lucrare de disertație

Absolvent
Mureșan Cătălin-Gabriel

Iulie, 2014

UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE
DEPARTAMENTUL CALCULATOARE

DECAN
Prof.Dr.Ing. Liviu MICLEA

DIRECTOR DEPARTAMENT
Prof.Dr.Ing. Rodica POTOLEA

Mediu de învățare 3D

Lucrare de disertație

1. Absolvent: Mureșan Cătălin-Gabriel
2. Coordonator științific (1): Conf.dr.ing. Mihai DAMIAN
3. Coordonator științific (2): Prof.Dr.Ing. Liviu MICLEA
4. Conținutul lucrării: Pagina de prezentare, aprecierile coordonatorului, titlul capitolului 1, titlul capitolului 2, ..., titlul capitolului n, bibliografie, anexe, CD.
5. Locul documentării: UTCN, Cluj-Napoca
6. Consultanți:
7. Data emiterii temei:
8. Data predării:

Semnătură coordonator
Conf.dr.ing. Mihai DAMIAN
Prof.Dr.Ing. Liviu MICLEA

Semnătură absolvent
Mureșan Cătălin-Gabriel

Iulie, 2014

UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE
DEPARTAMENTUL CALCULATOARE

**Declarație pe proprie răspundere privind
autenticitatea lucrării de disertație**

Subsemnatul *Mureșan Cătălin-Gabriel*, legitimat cu *CI* seria *KT* numărul *771623*, *CNP 1820513013911*, autorul lucrării *Mediu de învățare 3D* elaborată în vederea susținerii examenului de finalizare a studiilor de masterat la Facultatea de Automatică și Calculatoare, Departamentul Automatica, Specializarea *Informatică Aplicată* din cadrul Universității Tehnice din Cluj-Napoca, sesiunea *Iulie* a anului universitar *2013/2014*, declar pe proprie răspundere, că această lucrare este rezultatul propriei mele activități intelectuale, pe baza cercetărilor mele și pe baza informațiilor obținute din surse care au fost citate în textul lucrării și în bibliografie.

Declar că această lucrare nu conține porțiuni plagiate, iar sursele bibliografice au fost folosite cu respectarea legislației române și a convențiilor internaționale privind drepturile de autor.

Declar, de asemenea, că această lucrare nu a mai fost prezentată în fața unei alte comisii de examen de licență sau disertație.

În cazul constatării ulterioare a unor declarații false, voi suporta sancțiunile administrative, respectiv, *anularea examenului de disertație*.

Cluj-Napoca
data

PRENUME NUME
Semnătură absolvent

Rezumat

Progresul rapid în domeniul I.T.& C și scăderea prețurilor componentelor hardware performante a făcut fezabilă aplicarea metodei de învățare în medii virtuale 3D în oricare treaptă a sistemului educațional. Într-un mediu virtual tridimensional, obiectele studiate sunt reprezentate prin coordonate ce descriu forma și poziționarea lor în spațiu, apropiind astfel modul de reprezentare de cel al obiectelor din lumea reală. Utilizatorii se pot poziționa în orice punct al spațiului virtual, fapt care le va permite să studieze obiectele din orice unghi, lucru dificil de realizat cu programele informatice cu redare 2D. De asemenea o parte dintre obiectele virtuale pot fi programate să răspundă la acțiunea utilizatorului, conducând la sporirea gradului de implicare a utilizatorului, cu rezultate benefice în procesul de învățare.

Foarte importantă este siguranța și costul redus. Utilizatorii au șansa de a efectua activități care ar fi altfel foarte costisitoare pentru instituțiile implicate în procesul de educare, sau în medii cu grad mare de risc. În mediile de învățare 3D se pot repeta în siguranță proceduri care nu sunt tolerante la erori, precum operațiile chirurgicale sau controlul proceselor într-o centrală nucleară.

În această lucrare sunt identificate elementele necesare pentru implementarea unui program informatic reprezentând un asemenea mediu de învățare 3D, care să ruleze în sistemul de operare Linux, și se va face descriere a arhitecturii aplicației. Această lucrare va conține și codul sursă cu comentarii pentru a putea fi folosită ca exemplu pentru programatorii și designerii de medii virtuale aplicate în educație.

Cuprins

Listă de tabele	iii
Listă de figuri	iv
Capitolul 1 Introducere	1
1.1 Introducere	1
1.2 Problema adresată	1
1.3 Motivație	1
1.4 Descrierea studiului pe capitole	2
1.5 Învățarea și mediile 3D. Concepte relevante.	2
Capitolul 2 Obiectivele cercetării	4
2.1 Introducere	4
2.2 Obiective	4
2.3 Argumente	5
2.4 Mini studiu empiric privind raportul aplicațiilor web - aplicații clasice cu destinație educativă	6
Capitolul 3 Stadiul actual în domeniu	8
3.1 Introducere	8
3.2 Abordări similare	8
3.3 Second Life	8
3.4 Uther Academy	9
3.5 iSocial	10
3.6 Tehnici/Tehnologii folosite	11
Capitolul 4 Prezentarea contribuțiilor autorului	12
4.1 Precizări asupra conținutului și a modului de organizare	12
4.1.1 Dimensiune	12
Capitolul 5 Rezultate teoretice și experimentale	13

Capitolul 6 Conluzii	14
6.1 Conținut	14
6.2 Detalii tehnice	14
6.2.1 Dimensiune	14
Anexa A Diverse anexe	15
Anexa B Demonstrații matematice detaliate (dacă există)	16
Anexa C Pseudo-cod sau cod (dacă există)	17
Anexa D Articole publicate	18
Bibliography	15

Listă de tabele

2.1	Rezultate	7
3.1	Tehnologii utilizabile pentru dezvoltarea de medii 3D sub Linux	11

Listă de figuri

2.1	Căutare - tehnologii web	6
2.2	Căutare - tehnologii 3D și c++	6
3.1	Eveniment în Second Life	9
3.2	U.A. - aulă virtuală	10
3.3	iSocial - panou informativ	10

Capitolul 1

Introducere

1.1 Introducere

Acest capitol definește în secțiunea 1.2 problema adresată, fiind subliniați principalii piloni ai problemei: costul serviciilor educaționale și în special complexitatea și costul ridicat al soluțiilor existente ce implică tehnologia mediilor de învățare 3D. Secțiunea 1.3 este un enunț al soluției ce se dorește a fi oferită în această lucrare. Secțiunea 1.4 subliniază etapele studiului iar secțiunea 1.5 tratează în linii mari teorii referitoare la mediile de învățare 3D și la învățare în general, teorii ce vor avea influență asupra produsului final (aplicația informatică).

1.2 Problema adresată

Asigurarea unui învățământ de calitate poate implica costuri semnificative pentru diversele instituții sau organizații care oferă asemenea servicii, în special când mediul optim de învățare presupune colaborarea, întreprinderea de experimente multiple sau lucrul în medii cu risc ridicat. De asemenea, în unele cazuri, instruirea poate avea loc în medii simulate al căror cost de construire și folosire ar fi mult prea mare.

1.3 Motivație

Ca răspuns la complexitatea și costul soluțiilor existente, se dorește realizarea unei aplicații reprezentând o un mediu virtual 3D; o aplicație de dimensiuni reduse dar care poate fi cu ușurință extinsă și completată cu noi elemente reprezentând: experimente de laborator virtual, diverse forme de reprezentare în forma grafică 3D a cunoștințelor, spații virtuale pentru desfășurarea de activități educative (muzee, săli de conferință virtuală) etc. O asemenea aplicație va avea se va dezvolta în două module: client și server, ambele dinamice, ușor de extins și care să se constituie o mini platformă pe care alți programatori

să poată construi cu minim efort lumi virtuale orientate spre livrarea conținutului educativ într-o formă cât mai atragătoare pentru utilizatori.

Aplicația informatică va rula sub GNU/Linux, pentru implementarea acesteia se vor folosi doar unelte și biblioteci software dezvoltate de comunitățile free software / open source. Codul sursă va fi eliberat cu o licență liberă.

1.4 Descrierea studiului pe capitole

În **Capitolul 1** (capitolul curent) se pune accentul pe descrierea nevoii instituțiilor furnizoare de servicii educațional de unelte moderne pentru îndeplinirea obiectivelor lor specifice și pe lipsa de alternative care să îndeplinească **simultan** următoarele aspecte: libertatea codului (open source / free software), dimensiune redusă și modularitate ridicată, costuri minime. Se afirmă obiectivul creării unui program liber (free/open source) ușor de menținut și extins reprezentând o lume virtuală 3D. Definițiile și conceptele teoriei învățării în medii virtuale încheie capitolul 1.

În **Capitolul 2** sunt enumerate obiectivele cercetării.

În **Capitolul 3** sunt prezentate specificațiile generale ale lucrării de cercetare, atât obiectivele minimale care vor trebui atinse până la definitivarea studiului cât și obiectivele potențiale de atins în cazul extinderii lucrării.

În **Capitolul 4** se analizează sistemul în întregime prin descrierea ansamblului *client-server*. Se decide design-ul sistemului și se argumentează alegerea făcută prin testele anterior stabilite.

În **Capitolul 5** se realizează un studiu amănunțit al aplicației *server* din sistem. Se decide design-ul aplicației, se efectuează teste și se decid aspectele tehnice referitoare la implementarea aplicației: limbajul folosit pentru implementare, librării software folosite, algoritmi și metode de implementare.

În **Capitolul 6** se realizează un studiu amănunțit al aplicației *client* din sistem. Se decide design-ul aplicației, se efectuează teste și se decid aspectele tehnice referitoare la implementarea aplicației: limbajul folosit pentru implementare, librării software folosite, algoritmi și metode de implementare.

În **Capitolul 7** sunt prezentate concluziile.

1.5 Învățarea și mediile 3D. Concepte relevante.

În mare măsură, soluția tuturor acestor probleme se găsește în mediile de învățare virtuale cu redare 3D, datorită unor caracteristici care le califică ca și cadru (în unele cazuri ideal) de învățare. Unele dintre cele mai importante caracteristici ale mediilor de învățare cu redare tridimensională sunt: capacitatea de a simula orice spațiu fizic, de a intermedia interacțiunea dintre diverse persoane aflate în zone geografice diferite și oferta de unelte

de observare și măsurare a performanțelor sau a progresului participanților la procesul de învățare și faptul ca orice resursă virtuală poate fi refolosită fără costuri suplimentare.

O analiză a autorilor Wann și Mon Williams oferă o descriere a mediilor tridimensionale ca medii ce "valorifică aspectele naturale ale percepției umane prin extinderea informațiilor vizuale în trei dimensiuni spațiale și care poate suplimenta aceasta informație cu alți stimuli și modificari temporale"[?] și care "permit interacțiunea utilizatorului cu obiectele redată"[?]. Se pot astfel deduce trei elemente care disting mediile de învățare 3D de alte medii de învățare virtuale. Mai detaliat, mediile virtuale tridimensionale sunt medii grafice ce crează impresia de spațiu 3D, în care utilizatorul controlează caractere generate de computer (avatare), caractere care îi reprezintă în timp ce interacționează cu mediul sau cu alți utilizatori. Acestea pot contribui la sistemul educațional prin facilitarea colaborării, comunicării și experimentării. Prin oferirea unui surogat al realității, mediile de învățare pot crea percepția de existență a utilizatorului în mediul simulat.

În psihologie și educație, învățarea este definită ca fiind procesul care aduce împreună experiența cognitivă, emoțională și influența de mediu, pentru acumularea, îmbunătățirea sau schimbarea cunoștințelor, abilităților sau a concepției despre lume a unui individ.[C02]

Clasificarea metodelor de învățare, stabilită de Frederic Vester[c03] : învățarea auditivă, învățarea vizuală, învățarea tactilă, învățarea cognitivă (prin intelect). Prin această metodă de clasificare F. Vester, neagă efortul intelectual pentru primele trei tipuri, acest efort fiind atribuit învățării cognitive. Deși nu poate fi în totalitate adevărat, fiecare dintre noi am putut experimenta reducerea 'consumului' intelectual atunci când am învățat folosindu-ne de materiale didactice cu vizuale sau auditive. Personele de toate vârstele învață cel mai bine atunci când sunt implicate în experiențe semnificative. Învățarea are loc atunci când mintea este capabilă să pună la un loc informațiile primite de la toate simțurile și să le coreleze cu experiențele trecute. Prin folosirea mai multor simțuri pentru a învăța se poate da mai mult sens procesului de acumulare. Copii în mod natural învață folosindu-se de toate simțurile în cel mai eficient mod posibil.

Valoarea unui mediu 3D bine construit constă în faptul ca poate antrena simțul vizual al utilizatorului, cu îmbunătățirea rezultatelor.

Capitolul 2

Obiectivele cercetării

2.1 Introducere

În secțiunea 2.2 se definește obiectivul lucrării și se enumeră etapele necesare îndeplinirii obiectivului. Motivația alegerii acestui obiectiv este prezentată, în secțiunea 2.3, cu argumente de ordin estetic referitoare la calitatea prezentării materialelor educative în redare tridimensională cât și cu argumente practice referitoare la utilitatea aplicației software rezultate. Dorința autorului de a dezvolta o aplicație din categoria free software / open source este evidentă și este în sine un argument.

2.2 Obiective

Pornind de la observația empirică privind existența unui număr mult mai mare de aplicațiilor educative bazate pe tehnologii web comparativ cu numărul aplicațiilor native bazate pe tehnologie ce implică grafică 3D (în special aplicații non proprietare pentru Linux), și luând în calcul conceptul înrădăcinat în rândul programatorilor privind gradul de dificultate redus pentru realizarea de aplicații web comparativ cu aplicațiile "standalone", **se dorește prin această lucrare a se demonstra faptul că se poate dezvolta o aplicație non-web care să faciliteze publicarea de materiale educative aproape la fel de ușor ca în cazul folosirii tehnologiilor web dar de o calitate mai ridicată și într-o formă mult mai atractivă.**

În acest sens se vor urmări:

- Identificarea unei distribuții Linux care să înlesnească instalarea componentelor necesare pentru dezvoltarea aplicației.
- Identificarea librăriilor software necesare pentru comunicarea în rețele web, grafică 3D, interfețe grafice etc.

- Crearea unei platforme software care să preia în mare măsură complexitatea obișnuită în cazul aplicațiilor cu grafică 3D.
- Crearea unei librării software care să permită altor programatori să extindă funcționalitatea aplicației (sistemului client-server).
- Elaborarea documentatiei minime referitoare la instalare mediului de dezvoltarea a aplicațiilor.
- Dezvoltarea unui site web informativ pentru mediul de învățare 3D obținut.
- Realizarea unei mini-studii comparative pentru aplicația dezvoltată și soluțiile existente (inclusiv soluțiile web)

2.3 Argumente

Într-o mică se tratează problema practică a reducerii decalajului de proliferare dintre mediile de învățare bazate pe tehnologii web prin realizarea unei aplicații software cât mai flexibile care să permită crearea și publicarea de conținut educativ interactiv într-un mediu 3D adecvat, de către persoane ce posedă cunoștințe minime de programare. Astfel, se poate echilibra proporția acestor sisteme în totalul produselor informatice destinate învățării și se pot valorifica progresele recente din domeniul hardware.

Argumentele generale în favoarea metodei de învățare în medii 3D sunt : modul de reprezentare a obiectelor studiate și apropierea lor de obiectele din lumea reală prin formă; faptul că utilizatorii se pot poziționa în orice punct al spațiului virtual, fapt care îi permite utilizatorului să studieze obiectele din orice unghi, lucru greu de realizat cu materialele didactice tradiționale sau cu programele informatice cu redare 2D; faptul că obiectele virtuale pot fi programate să răspundă la acțiunea utilizatorului, fapt ce poate conduce la sporirea gradului de implicare a utilizatorului, cu rezultate benefice în procesul de învățare; siguranța și costul redus, utilizatorii având șansa de a efectua activități care ar fi altfel foarte costisitoare pentru instituțiile implicate în procesul de educare, sau în medii cu grad mare de risc. În mediile de învățare 3D se pot repeta în siguranță proceduri care nu sunt tolerante la erori, precum operațiile chirurgicale sau controlul proceselor într-o centrală nucleară. De asemenea, un argument puternic în favoarea sistemelor informatice de învățare este eliminarea necesității prezenței studentului într-o clasă sau în o anumită zonă geografică.

Argumentele speciale ale acestui studiu sunt de natură practică. Se pune accentul atât pe flexibilitate și extensibilitate cât și pe crearea unui mediu cât mai apropiat de cel oferit de un browser web obișnuit, în care să se poată publica conținut educativ în format tridimensional cu aproximativ aceeași ușurință cu care se publică orice alt tip de conținut media pe internet. Se urmărește crearea unui model de aplicație software care să permită persoanelor cu minime cunoștințe de programare să participe cu extensii și

cu materiale educative. *Simplitatea sistemului* este se asemenea un argument în favoarea aplicației informatice practice, cu un cod sursa ce va putea fi ușor de analizat. Eliminarea gradului sporit de tehnicitate ce 'acompaniază' în general mediile și sistemele de învățare 3D, ar putea capta interesul diverselor persoane implicate sau implicabile în realizarea de software educativ, a persoanelor implicate în sistemul de învățământ și nu în ultimul rând, al utilizatorilor finali.

2.4 Mini studiu empiric privind raportul aplicațiilor web - aplicații clasice cu destinație educativă

O metodă rapidă pentru cuantificarea interesului public pentru orice domeniu este metoda "motorului de căutare". Astfel, se poate beneficia de efortul uriaș depus de anumite companii pentru colectarea și clădirea datelor. Rezultatele nu sunt la fel de precise ca și studiile direcționate pe fenomenul proliferării tehnologiilor diverse dar sunt destul de credibile.

Pentru compararea proliferării metodologiilor web și a celor clasice cu destinație educativă vom considera numărul de pagini returnate precum și viteza de returnare. Primul indice este concludent. Al doilea indice poate oferi informații suplimentare, considerând mecanismul de depozitare (cache-ing) folosit pentru stocarea datelor cu număr mai mare de accesări. Pentru cuvinte cheie de cautare:

- web based learning environments 2.1
- 3D learning environment c++ 2.2

rezultatele sunt :

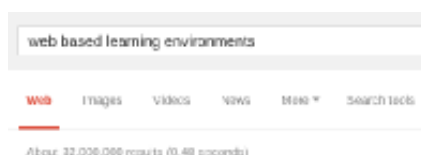


Figura 2.1: Căutare - tehnologii web

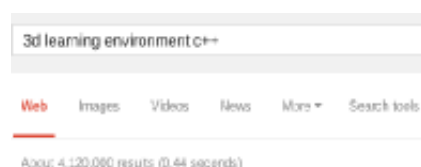


Figura 2.2: Căutare - tehnologii 3D și c++

2.4. MINI STUDIU EMPIRIC PRIVIND RAPORTUL APLICAȚIILOR WEB - APLICAȚII CLASICE

	<i>tehnologie</i>	<i>pagini returnate</i>
<i>web</i>	32000000	0,48
<i>3D - C++</i>	4120000	0.44

Tabela 2.1: Rezultate

Datele returnate de către motorul de căutare indică faptul că tehnologiile web sunt cu mult mai apreciate decât tehnologiile clasice cu grafică 3D, numărul de rezultate returnate fiind de 8 ori mai mare în favoarea tehnologiei web pentru timp de răspuns comparabil.

Capitolul 3

Stadiul actual în domeniu

3.1 Introducere

Dezvoltarea tehnologică accelerată din ultimele decenii a afectat și domeniul educației asistate de calculator. Câteva exemple de medii accesibile publicului sunt: Second Life, Uther Academy și iSocial (<http://isocial.missouri.edu/iSocial/>). Fiecare dintre aceste implementări abordează diferit modul de livrare a materialelor educative. Deși codul sursă pentru majoritatea mediilor de învățare 3D este cod proprietar, se va încerca descrierea lor din perspectiva utilizatorului în următoarele subcapitole. Second Life este open source și poate fi studiat. Secțiunea 3.2 se apleacă pe similitudini în încercarea de a determina majoritatea opțiunilor pe care un utilizator le așteaptă de la mediile de învățare 3D.

3.2 Abordări similare

Toate exemplele notabile prezentate ulterior fac uz de avatare pentru a induce utilizatorului sentimentul de participare activă și imersiune în lumea virtuală. Utilizatorii sunt încurajați astfel să comunice între ei atât verbal cât și prin modificarea posturii și aparenței grafice a avatarului ce îi reprezintă în lumea virtuală.

Această tehnică este luată în considerare în implementarea aplicației descrise în acest studiu.

3.3 Second Life

Percepția generală este că Second Life (SL) ar fi un joc pe Internet. Nu este însă un joc organizat, cu reguli impuse și unde să fie urmărit un anumit scop. Pe site-ul web oficial, Second Life este descris ca fiind „o lume virtuală imaginată și creată de rezidenții ei”; într-adevăr, SL este o lume diversificată, în care poți întâlni oameni din toate colțurile

lumii reale. Este o rețea de tip social, care face parte din fenomenul din Internet numit Web 2.0.



Figura 3.1: Eveniment în Second Life

Cele mai importante și interesante activități de educative sunt derulate în Second Life:

- Vizite asistate în muzee și teatre virtuale.
- Cursuri în săli de clasă virtuale.
- Jocuri de tip "orientare turistică" cu puncte intermediare și indicii cu subiect educațional.
- Proiecte cu colaborare în echipă.
- Cursuri online la diverse universități
- Panouri informative.
- Grupuri educaționale

Majoritatea facilităților oferite de SL ar trebui să se regasească în orice platformă de e-learning cu avatare.

3.4 Uther Academy

UtherAcademy este o aplicație de e-learning care facilitează participarea studenților din toată lumea la cursuri în medii imersive 3D. Liniile educative propuse sunt din categoria dezvoltării profesionale. La data redactării acestei lucrări UtherAcademy avea deschise trei departamente :

- Academia de afaceri online.
- Cursuri pentru decoratori.
- Body arts.



Figura 3.2: U.A. - aulă virtuală

Modul de prezentare generală nu diferă foarte mult de Secon Life. Studenții participă online la cursuri în clase virtuale. Procesul de învățare este supravegheat de instructori.

3.5 iSocial

iSocial este un mediu de învățare 3D, dezvoltat pe baza toolkit-ului pentru crearea lumilor virtuale OpenWonderland, creat pentru predarea de competențe sociale tinerilor diagnosticați cu autism (ASD). În acest scop, iSocial facilitează interacțiunea socială și oferă suport pentru dezvoltarea de competențe sociale într-un mediu sigur și complet controlat.

Localizarea geografică poate restricționa accesul la tratamentele și exercițiile necesare recuperării sociale a tinerilor afectați de ASD. iSocial este una dintre soluțiile rezolvării pozitive a acestei probleme.



Figura 3.3: iSocial - panou informativ

<i>Denumire</i>	<i>Bibliotec/Ubuntu</i>	<i>Utilizare</i>
<i>OpenGL</i>	libGLU.so	API pentru grafica 2D și 3D
<i>Zlib</i>	libz.so	Comprimare date
<i>OpenSSL</i>	libssl.so	Protocoale de comunicare în rețea SSL și TLS
<i>OGG</i>	libogg.so	Format media audio-video
<i>PNG</i>	libpng12.so	Imagini PNG
<i>GLib</i>	libdbus-glib-1.so	Sistem de transmitere a mesajelor între procese
<i>GTK</i>	libgtk2.0-dev	GIMP toolkit
<i>OpenAL</i>	libopenal-dev;libalut-dev	OpenAL - Bibliotecă pt. redarea sunetului (audio)
<i>Vorbis</i>	libvorbis-dev	Codec audio-video (API)
<i>APACHE</i>	libapr1-dev	Apache portabile runtime
<i>JPEG</i>	libopenjpeg.so;libjpeg.so	Codec JPEG
<i>SDL</i>	libsdl1.2-dev	Media Layer - faciliteaza accesul la periferice
<i>Boost</i>	libboost-dev	Alternativa pentru C++ STL (+ comunicare în rețea)
<i>JsonCpp</i>	libjsoncpp-dev	Interpretarea fișierelor Json (c++)

Tabela 3.1: Tehnologii utilizabile pentru dezvoltarea de medii 3D sub Linux

3.6 Tehnici/Tehnologii folosite

Second Life (SL) este cea mai cunoscută și populară implementare a unei lumi virtuale. Deși nu este dezvoltată strict ca aplicație destinată instruirii în medii 3D, o parte însemnată a activităților desfășurate în Second Life sunt activități educative.

Un studiu al tehnologiilor folosite pentru dezvoltarea mediului Second Life este suficient pentru a identifica majoritatea bibliotecilor software folosite pentru dezvoltarea sub Linux a unei aplicații similare. S-a alcătuit o listă a tehnologiilor folosite pentru dezvoltarea SL.3.1

Pentru dezvoltarea aplicației client SL se folosesc următoarele tehnologii: OpenGL pentru redarea graficii 3D, GTK pentru interfețele grafice, Boost și APACHE pentru schimbul de date în rețea între aplicația client și serverul lumii virtuale, Formatul de date JSON pentru structurarea datelor interschimbate în rețea între aplicația client și server, OpenAL pentru redarea sunetului și OGG/Vorbis ca și format/codec media și PNG/JPEG pentru redarea stocarea imaginilor. Codul sursă pentru serverul SL nu este open source.

O parte dintre aceste tehnologii sunt folosite pentru realizarea mediului de învățare 3D descris în această lucrare.

Capitolul 4

Prezentarea contribuțiilor autorului

4.1 Precizări asupra conținutului și a modului de organizare

Titlul acestui capitol nu este unul impus și nici nu corespunde neapărat unui singur capitol. Titlul indică mai degrabă o parte (importantă și centrală, de altfel) a lucrării, în care se prezintă ceea ce s-a realizat efectiv: contribuțiile autorului. Organizarea acestei părți este dependentă și specifică fiecărei lucrări în parte și este stabilită de către fiecare autor după cum i se pare mai potrivit pentru tema lui. Ea poate cuprinde prezentarea unor concepte teoretice (unelte sau tehnici matematice folosite în lucrare, prezentarea sau introducerea unor concepte teoretice etc.), o analiză a diferitelor metode/algoritmi/tehnologii etc. luate în considerare sau dezvoltate de către autor, o prezentare a unui design (mai mult sau mai puțin detaliat) sau chiar detalii a unei eventuale implementări/prototip, dacă e cazul.

Trebuie remarcat însă faptul că această parte reprezintă contribuția personală a autorului, chiar dacă ea constă de exemplu doar dintr-o analiză comparativă a unor metode/algoritmi, și în nici un caz ea nu poate fi sinteza unor texte preluate din alte surse. Prin urmare, orice informații sunt prezentate aici, ele trebuie să corespundă cel puțin unei interpretări/analize critice personale a autorului, dacă nu chiar unor idei originale ale acestuia.

4.1.1 Dimensiune

Împreună cu capitolul (partea) următor reprezintă cca. 70% din lucrare.

Capitolul 5

Rezultate teoretice și experimentale

Împreună cu partea de prezentare a proiectului, trebuie să reprezinte aproximativ 70% din lucrare.

Aici sunt prezentate metodele teoretice sau practice de validare/verificare a soluțiilor propuse în partea anterioară, scenariile de testare a corectitudinii funcționale, a utilizabilității, performanței etc.

De asemenea, rezultatele testelor experimentale se pretează unor interpretări și comparații cu rezultatele altor metode similare.

Capitolul 6

Conluzii

6.1 Conținut

- un rezumat al contribuțiilor aduse
- a analiză critică a rezultatelor obținute: avantaje, dezavantaje, limitări
- o descriere a posibilelor dezvoltări și îmbunătățiri ulterioare

6.2 Detalii tehnice

6.2.1 Dimensiune

Cca 3–5% din total.

Anexa A

Diverse anexe

Anexa B

Demonstrații matematice detaliate (dacă există)

Anexa C

Pseudo-cod sau cod (dacă există)

```
/** Maps are easy to use in Scala. */
object Maps {
  val colors = Map("red" -> 0xFF0000,
                   "turquoise" -> 0x00FFFF,
                   "black" -> 0x000000,
                   "orange" -> 0xFF8040,
                   "brown" -> 0x804000)

  def main(args: Array[String]) {
    for (name <- args) println(
      colors.get(name) match {
        case Some(code) =>
          name + " has code: " + code
        case None =>
          "Unknown color: " + name
      }
    )
  }
}
```

Anexa D

Articole publicate