

Tehnici de interacțiune utilizator prin intermediul adnotării grafice 3D în mediile eLearning

Teodor Ștefănuț, Dorian Gorgan

Departamentul Calculatoare, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Str. Memorandumului nr. 28, Cluj-Napoca, 400114
E-mail: {teodor.stefanut, dorian.gorgan}@cs.utcluj.ro

Rezumat. Materialele didactice multimedia (imagini, fișiere video, reprezentări fotorealiste 3D) permit exemplificarea și reprezentarea intuitivă a unor noțiuni de complexitate ridicată. În același timp însă, interacțiunea cu aceste resurse nu poate fi realizată în mod eficient folosind analiză și comunicare bazată pe text (chat, email, forum). Astfel, pentru a permite persoanelor implicate în procesul didactic, instructori sau cursanți, să se concentreze mai mult asupra conținutului și mai puțin asupra comunicării, propunem utilizarea adnotărilor grafice ca fundament al unui nou stil de interacțiune utilizator. Tehnici specifice de interacțiune vor fi prezentate pe parcursul acestui articol, la fiecare etapă a procesului didactic: crearea materialelor, analiza lor, comunicarea între participanți pe baza informațiilor prezentate și chiar evaluarea cunoștințelor. De asemenea, va fi propus un nou model de codificare și reprezentare a lecției, care să permită integrarea naturală a adnotărilor grafice în structurile de date, atât la nivel de control (ex. generare de materiale) cât și la nivelul reprezentării cunoștințelor (ex. codificarea răspunsurilor cursanților).

Cuvinte cheie: tehnici interacțiune, eLearning, adnotare grafică 3D.

1. Introducere

Dezvoltarea permanentă a aplicațiilor eLearning și domeniile tot mai numeroase în care acestea sunt utilizate au impus noi așteptări și cerințe asupra complexității noțiunilor prezentate prin intermediul materialelor didactice. A devenit astfel necesară utilizarea tot mai frecventă a elementelor multimedia care adesea permit codificarea unor informații și concepte complexe într-un mod mai natural decât prin intermediul textului. Printre aceste elemente se numără și modelările tridimensionale care oferă noi posibilități de reprezentare fotorealistică și de efectuare a unor experimente și simulări din ce în ce mai complexe. Împreună cu introducerea acestor noi modalități de prezentare a apărut și necesitatea dezvoltării unor tehnici de interacțiune utilizator specializate, care să ofere

celor implicați modalități cât mai naturale de relaționare cu aceste noi elemente.

Utilizarea adnotărilor grafice plasate pe suprafețe 3D în interacțiunea cu utilizatorul este bazată pe aspecte deja familiare acestuia în relaționarea cu obiectele tridimensionale. În consecință, durata de acomodare a utilizatorului este redusă semnificativ iar acesta poate să se concentreze mai mult asupra informației codificate prin intermediul modelelor 3D, decât asupra aspectelor tehnice de interacțiune. Pe baza acestor considerente, am studiat și experimentat adnotările grafice 3D plasate pe suprafața obiectelor 3D ca tehnici de interacțiune utilizator în cadrul aplicațiilor eLearning.

Vom analiza în cele ce urmează diferite tehnici de interacțiune utilizator efectuate prin intermediul adnotărilor grafice 3D plasate pe suprafețele tridimensionale, cu ajutorul cărora pot fi îndeplinite sarcini specifice domeniului eLearning. Deși pentru exemplele prezentate vom considera ca și instrumente de intrare unelte precum mausul și creionul grafic, adnotările grafice pot fi create și prin intermediul altor dispozitive. Toate tehnicile de interacțiune prezentate pot fi catalogate ca făcând parte din categoria tehnicilor de manipulare directă realizate prin intermediul interfețelor grafice.

2. Realizări similare

Utilizarea reprezentărilor grafice și a interacțiunii bazate pe creionul grafic în domeniul aplicațiilor eLearning reprezintă un pas foarte important în eficientizarea interacțiunii dintre utilizator și materialele didactice pe care acesta le poate accesa (Berque, Bonebright și Whitesell, 2004). Beneficiind de naturalețea acestui mod de interacțiune cu care sunt deja obișnuiți, utilizatorii se vor putea concentra mai mult asupra informațiilor prezentate în cadrul materialelor didactice și mai puțin asupra dispozitivelor de intrare și a modalităților de interacțiune cu acestea.

Cu ajutorul adnotărilor grafice, fiecare dintre cursanți își poate crea propriile însemnări pe marginea elementelor didactice, poate interacționa cu componentele multimedia din cadrul lecțiilor (ex. imagini, fișiere video, sau reprezentări 3D) și poate chiar comunica eficient cu alți cursanți sau cu profesorii, în cadrul unor sesiuni de lucru colaborative (Banyasz & Gorgan, 2008).

Dintre numeroasele soluții eLearning disponibile în prezent doar un număr foarte redus au implementat interacțiuni utilizator prin intermediul adnotării grafice, utilizând mai ales adnotări bidimensionale. Dintre aceste aplicații amintim:

- WebTrace (Giordano, 2007) – permite realizarea adnotărilor grafice 2D pentru analizarea radiografiilor;
- Dokeos (vezi Dokeos, 2014) – platformă eLearning care oferă și posibilitatea verificării automate a corectitudinii anumitor tipuri de adnotări grafice;
- u-Annotate (Chatti et al, 2006) – aplicație care permite realizarea de adnotări grafice asupra documentelor HTML, dar nu oferă alte funcționalități în gestiunea acestora și a materialelor adnotate;
- InkBlog (Constantino da Silva și Vieira da Rocha, 2013) – componentă web realizată în HTML5 care încurajează comunicarea într-un context de blog prin intermediul schițelor și a materialelor realizate cu creionul grafic;
- Classroom Presenter (Anderson et al., 2007) – sistem de interacțiune utilizator în cadrul claselor virtuale, bazat pe Tablet PC-uri, care permite participanților partajarea de informații codificate prin adnotări.

Deși fiecare dintre aplicațiile de mai sus utilizează fie interacțiunea prin creionul grafic, fie chiar adnotările grafice în comunicarea cu utilizatorul, aplicarea acestor tehnici este una punctuală. Cel mai adesea, simbolurile grafice sunt utilizate în faza de analiză a diferitelor materiale sau în comunicarea cunoștințelor.

În cadrul lucrării de față propunem integrarea acestui tip de interacțiune în toate fazele procesului didactic, de la crearea materialelor și până la evaluarea automată a cunoștințelor.

3. Modelul adnotării grafice 3D în eLearning

Pentru un grad de utilitate și eficiență cât mai ridicat, adnotarea grafică trebuie să asigure codificarea implicită și unitară a cât mai multor informații (fără intervenția conștientă a utilizatorului) și să permită reprezentarea

explicită a unui număr extins de noțiuni. Particularitățile principale ale domeniului eLearning cu influență în modelul adnotării grafice sunt:

- *rolurile* pe care le pot avea utilizatorii în crearea adnotării: profesor sau student;
- *modurile de lucru* în timpul cărora au fost create adnotările: prezentare, analiză, comunicare între utilizatori, evaluare;
- *scopul* pentru care a fost creată adnotarea: general (prezentare, adăugare informații), corectură, descrierea unei structuri de evaluare, formularea unui răspuns.

3.1 Rolul utilizatorului

În general, în aplicațiile eLearning fiecare dintre utilizatori este caracterizat prin intermediul unui set de informații care cuprind: stadiul actual în parcurgerea materialelor, cursurile în care activează, drepturile de acces, istoricul acțiunilor efectuate, rezultatele obținute la teste și alte date necesare. Toate aceste aspecte sunt deosebit de importante pentru realizarea a diferite evaluări și pentru adaptarea sistemului la nevoile utilizatorului. Astfel, este absolut necesar ca și în cazul interacțiunii utilizator prin intermediul adnotărilor grafice consecvența și consistența acestor informații să fie menținute prin identificarea și exprimarea corectă a legăturii dintre cele două componente: adnotare și autorul său.

În cadrul unei aplicații eLearning fiecare utilizator poate îndeplini rolurile de *cursant* sau de *instructor*, denumite în cadrul acestei lucrări și prin termenii de *student* respectiv *profesor*. Aceste roluri nu sunt însă întotdeauna clar delimitate la nivelul întregii aplicații, fiind adeseori stabilite în funcție de anumite contexte mult mai specifice. Spre exemplu, în aceeași platformă eLearning un utilizator poate îndeplini concomitent rolul de instructor pentru anumite cursuri și rolul de student pentru altele.

Deoarece profilul utilizatorului este deja complet modelat la nivelul aplicațiilor eLearning, managementul adnotării trebuie să fie realizat conform regulilor generale de gestiune a altor resurse din cadrul sistemului. Menținerea internă a corelației dintre utilizator și adnotare va fi în totalitate responsabilitatea aplicației care va adapta corespunzător caracteristicile de interacțiune sau vizualizare în funcție de profilul fiecărui utilizator (ex. profesorul poate vizualiza adnotările oricărui student, dar studentul poate accesa numai adnotările proprii).

3.2 Scopul adnotării

Scopul cu care a fost creată adnotarea reprezintă un element de context esențial în prelucrarea corespunzătoare a acesteia. Mai mult decât atât, în funcție de acest indicator cantitatea și tipul informațiilor codificate de către aplicație în modelul adnotării poate să sufere modificări importante. Spre exemplu, într-un context de evaluare aplicația trebuie să evite afișarea adnotărilor definite de profesor în structurile de evaluare și să înregistreze timpii de trasare pentru fiecare punct din modelul geometric al adnotării răspuns.

Scopul adnotării în cadrul unei aplicații eLearning poate lua una dintre următoarele valori:

- *prezentare* - adnotările realizate de către profesor în timpul prezentării materialelor sau de către studenți în timpul sesiunilor de lucru colaborative;
- *analiză* - adnotările realizate de către cursanți în perioada de studiu individual, pentru a codifica diferite informații personale referitoare la materialele vizualizate;
- *evaluare* - adnotările definite de către profesor în cadrul structurilor de evaluare sau de către student în timpul formulării răspunsurilor;
- *comunicare* - adnotările trasate de către participanții la o sesiune de lucru colaborativă.

3.3 Informații caracteristice evaluării automate

Evaluarea automată a adnotărilor grafice reprezintă o provocare importantă în utilizarea pe scară largă a acestora. În sistemele eLearning cu mii de utilizatori, răspunsurile trimise de aceștia nu pot fi notate manual de către profesor, deci trebuie prelucrate automat de către platformă. În acest sens, în cadrul modelului adnotării grafice, este esențială codificarea anumitor informații contextuale, cum sunt:

- *tipul elementului* - identifică tipul adnotării grafice de evaluare (punct cheie, set de puncte cheie, adnotare exemplu sau adnotare contur) (Gorgan și Ștefănuț, 2008);

- *geometria* - din punct de vedere geometric, oricare dintre adnotările de evaluare definite anterior pot fi reprezentate prin intermediul modelului geometric general;
- *contextul de definire* - pentru toate aceste adnotări va avea valoarea "evaluare";
- *intervalele de notare* - în toate cazurile în care sunt utilizate au aceeași formă generală;
- *valorile de toleranță temporală* - au aceeași formă generală în toate cazurile de utilizare;
- *ponderile diferitelor criterii* - reprezintă regulile de acordare a punctajului și de calcul a notei finale;
- *punctajele minime ale criteriilor* - permit anularea rezultatului dacă anumite condiții foarte importante nu sunt respectate.

3.4 Model formal al adnotării grafice 3D în eLearning

Este necesar ca modelul formal al adnotării grafice 3D în eLearning să cuprindă toate elementele comune precum și toate particularitățile descrise mai sus. Vom prezenta în cele ce urmează caracteristicile specifice ale adnotării 3D în eLearning, care sunt necesare ca și completare a modelului formal general descris în detaliu în Ștefănuț și Gorgan, 2013.

$$M_E = \{G', A, C', P'\}$$

unde:

$G' = G \cup \{v\}$, $v \in R^3$ - modelul geometric general al unei adnotări grafice 3D completat cu punctul de referință pentru definirea interiorului unui contur;

A - mulțimea de atribute ale oricărei adnotări grafice 3D (nu sunt necesare modificări);

$C' = C \cup \{scop \mid scop \in \{prezentare, analiză, evaluare\}\}$ - contextul în care a fost trasată adnotarea este extins pentru a cuprinde specificarea scopului adnotării;

$P' = P \cup \{H, \Lambda, T, K, \Phi\}$ - lista parametrilor este completată cu informațiile caracteristice adnotărilor de evaluare;

$H = \{punct, set, exemplu, contur\}$ - codifică tipurile posibile de adnotări de evaluare de bază;

$\Lambda = \{(\varepsilon, o) \mid \varepsilon \in \mathbb{R}, o \in \mathbb{N}\}$ - mulțimea limitelor de distanță și a punctajelor asociate cu acestea;

$T = \{\{t_1, T'_1\}, \{t_2, T'_2\}, \dots, \{t_n, T'_n\}\}$ - valorile temporale atașate modelelor de evaluare;

$T'_i = \{(t'_i, val_i) \mid t'_i \in \mathbb{R}, val_i \in \mathbb{N}\}$, $i = 1, n$ - toleranțele temporale ale fiecărui model și punctajul acordat pentru fiecare dintre acestea;

$K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$, $\sum_{i=1}^n (k_i) = 1$ - ponderile din punctajul final atașate criteriilor de evaluare;

$\Phi = \{\phi \mid \phi \in \mathbb{R}\}$ - mulțimea punctajelor minime stabilite pentru anumite criterii.

4. Modelul lecției bazat pe adnotarea grafică 3D

După cum s-a menționat anterior, structura unei lecții dintr-o aplicație eLearning care permite interacțiunea utilizator prin intermediul adnotărilor grafice este una dinamică. Atât instructorul cât și cursanții au posibilitatea de a îmbogăți materialul lecției prin adăugarea de noi elemente, în oricare dintre etapele pedagogice, elemente care pot codifica noi concepte și informații utile.

După cum se poate observa în Figura 1 la fiecare etapă din desfășurarea lecției pot fi adăugate anumite tipuri specifice de adnotări.

În timpul fazei de *dezvoltare* a materialelor didactice profesorul poate specifica adnotările de evaluare pe care dorește să le utilizeze în cadrul lecției și adnotările de control pentru modificarea afișării elementelor din scenele de obiecte 3D. Toate aceste elemente sunt în fapt invizibile cursanților, integrarea lor fiind realizată de către aplicație în mod transparent (la afișarea informațiilor sau la evaluarea răspunsurilor).

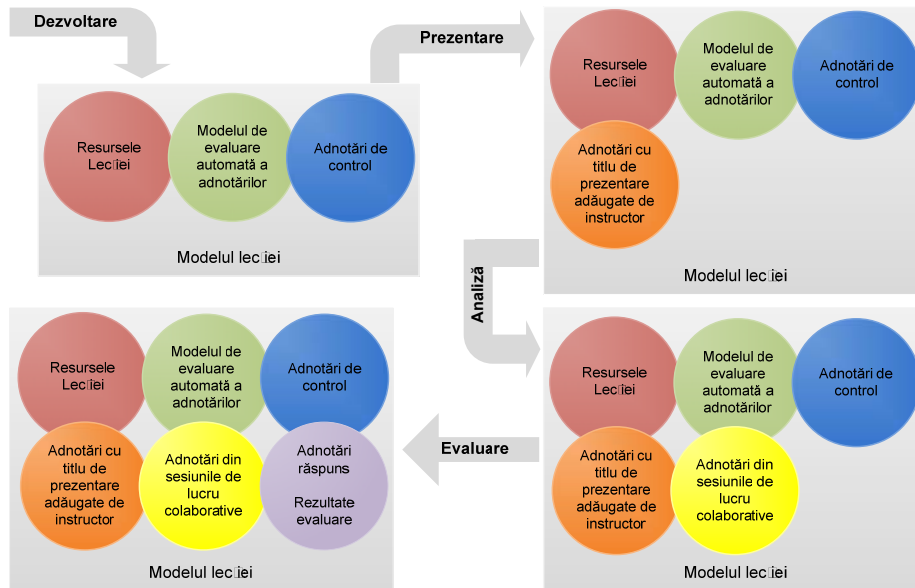


Figura 1. Structura unei lecții bazate pe interacțiunea utilizator prin adnotare grafică

Pe parcursul etapei de *prezentare* a materialelor, instructorul poate utiliza adnotările grafice pentru a specifica informații suplimentare sau pentru a explica mai clar anumite noțiuni. Toate aceste simboluri grafice, vizibile întregii audiențe, fac parte integrantă din materialele didactice utile și este necesar să rămână disponibile pe tot parcursul procesului didactic.

În timpul activităților de *analiză* și discuții asupra materialelor, cursanții pot realiza diferite adnotări private, ca urmare a studiului individual, sau publice, în cadrul sesiunilor de lucru colaborative. Dacă în primul caz adnotările nu prezintă interes pentru modelul lecției, în cel de al doilea caz acestea pot prezenta informații utile în rezolvarea anumitor probleme sau în explicarea unor concepte. Mai mult decât atât, aceste adnotări se pot dovedi foarte utile și în timpul procesului de revizuire și recapitulare a informațiilor sau pentru a realiza o evaluare pe baza activității cursanților.

Evaluarea cunoștințelor este o etapă esențială în procesul didactic și permite instructorului să verifice gradul de asimilare a informațiilor prezentate în cadrul lecției și modalitatea în care acestea au fost înțelese. Răspunsurile trasate de cursanți vor fi incluse în modelul lecției alături de criteriile descrise de către profesor la crearea acesteia, pentru a permite stabilirea punctajului acordat pentru fiecare răspuns în parte.

Un element extrem de important este legat de modalitatea de evaluare a răspunsurilor codificate prin adnotarea grafică: *manual* (de către instructor) sau *automat* (de către sistem). Evaluarea manuală, deși permite includerea unor probleme și răspunsuri de complexitate mai ridicată, este foarte dificil de realizat în contextul unor cursuri online cu mii de participanți. De asemenea, acest proces de evaluare este supus inexactității și subiectivității instructorului.

Evaluarea automată presupune o implicare minimă din partea factorului uman în acordarea notelor pentru răspunsuri. În abordarea propusă de noi, instructorul are posibilitatea de a descrie anumite criterii de evaluare la momentul realizării exercițiilor. Aceste criterii, înțelese de către sistem, pot fi ulterior aplicate în mod automat răspunsurilor primite de la cursanți. Deși numărul și tipul răspunsurilor care pot fi astfel evaluate este în prezent mai redus decât în primul, marele avantaj al acestei metode este scalabilitatea (pot fi evaluate un număr foarte mare de răspunsuri într-un timp scurt și în mod automat).

4.1 Procesele de gestiune a lecției

Gestiunea unei lecții bazată pe modelul descris anterior presupune implementarea unor soluții pentru anumite probleme specifice. Spre exemplu, managementul adnotărilor poate fi realizat prin intermediul unei baze de date sau direct în format fișier. De asemenea, adnotările pentru un anumit element al lecției pot fi gestionate total independent față de celelalte elemente, sau se poate opta pentru includerea tuturor adnotărilor în cadrul aceluiși fișier/câmp din baza de date.

Indiferent de soluția aleasă pentru implementare, este absolut necesar ca aplicația să realizeze anumite procesări specifice adnotărilor grafice, în funcție de etapa didactică în care lecția este accesată, de informațiile codificate de către adnotare și, de rolul utilizatorului care accesează lecția. Putem identifica astfel următoarele cazuri specifice acestui model de lecție:

Interpretarea adnotărilor de control trebuie realizată înainte de fiecare afișare. Aplicația trebuie să execute comenzile codificate prin intermediul acestora pentru toate tipurile de utilizatori și în toate etapele, cu excepția instructorului în etapa de dezvoltare a lecției. În caz contrar, resursele

adnotate de către acestea vor fi afișate în formatul lor inițial (fără a fi modificate conform indicațiilor adnotării) și nu își vor putea îndeplini rolul didactic așa cum a fost el conceput de către profesor.

Consultarea adnotărilor din sesiunile de prezentare sau a celor realizate în timpul unor sesiuni de comunicare colaborativă necesită implementarea unor mecanisme specifice de gestiune a acestora și de interacțiune cu utilizatorul. În mod ideal, acesta are posibilitatea de a reafișa adnotările (automat sau în mod manual) în ordinea în care au fost create, având de asemenea, posibilitatea identificării autorului.

Vizualizarea adnotărilor din structurile de evaluare este permisă numai unui utilizator cu rol de instructor și doar în etapele de dezvoltare a lecției și de evaluare a cunoștințelor. Accesul cursantului la aceste informații poate fi realizat numai cu acceptul profesorului și, în practică, este necesar doar în situații extrem de rare.

Aplicarea structurilor de evaluare și stabilirea punctajului poate fi realizată în timp real (rezultatul este afișat cursantului imediat după trasarea răspunsului) sau ulterior, atunci când se dorește efectuarea evaluării cu o anumită întârziere (ex. după ce toți cursanții au dat testul).

4.2 Realizarea materialelor didactice

Este prima etapă din procesul didactic și cuprinde activitățile de creare a resurselor pedagogice de către instructor și, de organizare a lor în cadrul platformelor eLearning. Din cauza lipsei uneltelor specializate în realizarea materialelor pedagogice și a diferitelor elemente care intră în compoziția acestora (imagini, secvențe video, teste, modelări tridimensionale etc.), instructorii sunt obligați să utilizeze aplicații care au fost create pentru un alt scop. Astfel, pentru crearea scenelor de obiecte 3D este necesară folosirea unor programe specializate în modelarea suprafețelor tridimensionale (cum sunt Blender, Maya, 3D Studio Max, GMax etc.), a căror complexitate impune utilizatorului un nivel ridicat de cunoștințe în domeniul tehnic.

Prin intermediul adnotărilor grafice 3D plasate pe suprafețele 3D instructorii pot avea oportunitatea de a realiza operații simple de editare a scenelor de obiecte, prin gesturi naturale și intuitive. Câteva tehnici de interacțiune bazate pe adnotare grafică ce pot fi folosite în acest sens sunt:

- *alipirea a două obiecte* - pe suprafața fiecărui obiect se poate marca punctul de contact prin intermediul adnotării grafice 3D. Atunci când este necesar, pot fi specificate contacte multiple prin perechi de puncte definite pe baza atributului de culoare (sau de formă grafică folosită în reprezentare);
- *ascunderea obiectelor* - dacă instructorul dorește ca la afișarea materialelor din cadrul unui anumit curs unele elemente modelate independent din cadrul scenei de obiecte să nu fie vizibile, poate să marcheze aceste elemente prin intermediul unei adnotări de culoare roșie;
- *crearea unor elemente noi* - profesorul poate defini noi elemente tridimensionale în cadrul unei scene de obiecte prin intermediul adnotărilor grafice. Independența formelor de reprezentare a adnotărilor, explicată în (Ștefănuț și Gorgan, 2013), oferă utilizatorilor posibilitatea să creeze obiecte tridimensionale independente ce pot fi apoi detașate de suprafața pe care au fost definite și utilizate independent. Este important de menționat faptul că în acest caz elementul geometric rezultat nu mai reprezintă o adnotare grafică ci un obiect tridimensional independent (vezi Figura 2).

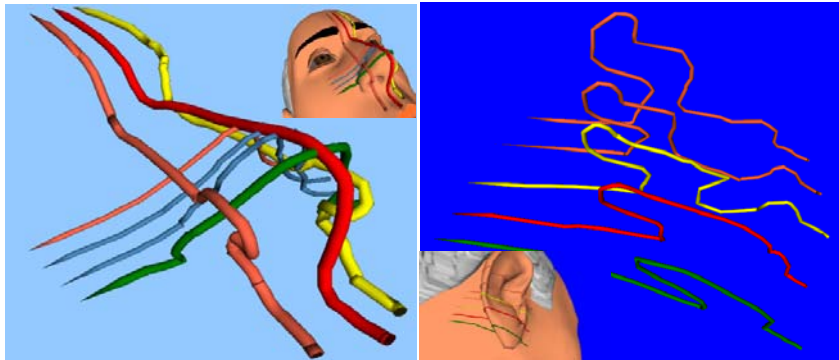


Figura 2. După trasare, adnotarea grafică 3D este independentă de suprafața pe care a fost creată (Gorgan et al., 2008)

Toate aceste adnotări trebuie să fie analizate, procesate și aplicate de către aplicație asupra obiectelor din scenă înainte de afișarea finală către cursant. În funcție de opțiunile fiecărei aplicații, instrucțiunile descrise de către instructor prin adnotare grafică pot avea ca rezultat și crearea unei noi resurse, care va conține numai rezultatul operațiunilor specificate, nu și adnotările care descriu aceste operațiuni.

4.3 Prezentarea informațiilor

Este etapa în care instructorul explică materialele pregătite cursanților, introducând noțiunile de bază care să le permită acestora continuarea individuală a studiului. În prezent, marea majoritate a acestor sesiuni se desfășoară fie prin intermediul unor secvențe video înregistrate anterior de către profesor, fie în timp real prin utilizarea unor transmisii multimedia (video și sunet). Indiferent de metoda utilizată, în cazul în care materialul didactic prezentat cuprinde scene de obiecte tridimensionale, instructorul este nevoit să interacționeze cu acestea pentru a prezenta noțiunile dorite.

Prin utilizarea adnotărilor grafice în cadrul acestor sesiuni de comunicare profesorul poate codifica și transmite într-un mod natural și eficient anumite tipuri de informații, cum sunt:

- selecția anumitor elemente/zonă de interes - prin trasarea adnotării profesorul poate indica fără specificații suplimentare care este zona la care face referire la acel moment dat;
- exemple de efectuare a unor operații - asociind formelor grafice ale adnotării anumite aspecte specifice domeniului de studiu (ex. adnotarea grafică poate reprezenta o incizie), profesorul poate exemplifica modalitatea de realizare controlând viteza de trasare, poziționarea și lungimea adnotării;
- codificarea anumitor acțiuni - prin adnotări similare celor din etapa de realizare a materialelor didactice profesorul poate executa în timp real anumite operații sau le poate doar reprezenta, lăsând la latitudinea studenților experimentarea ulterioară a lor;
- adăugarea de informații suplimentare - profesorul are posibilitatea de a atașa oricărui element din scena de obiecte informații suplimentare, care nu au fost modelate inițial (dimensiuni, denumiri etc.);

- interacțiunea cu diferite simulări - spre exemplu, în cadrul unei simulări de inundare a anumitor zone, instructorul poate controla fluxul de apă prin adăugarea diferitelor elemente (diguri) direct pe suprafața "inundabilă".

Prin asocierea unei coordonate temporale fiecărei adnotări, codificată în funcție de momentul de început al prezentării, orice aplicație poate reda ulterior succesiunea adnotărilor așa cum a fost ea realizată de către profesor. Astfel, ca și în cazul înregistrărilor video, cursanții care nu au putut participa la prezentare vor putea vizualiza "notele de curs".

4.4 Analiza materialelor

Studiul individual reprezintă principala activitate a oricărui sistem eLearning. Fiecare dintre cursanți are posibilitatea de a parcurge materialele didactice puse la dispoziție de către profesor în propriul său ritm, independent de ceilalți participanți la curs. Studiul individual poate fi completat, atunci când este necesar, prin organizarea unor activități desfășurate în grupuri de studiu.



Figura 3. Analiza informațiilor prezentate în materialele didactice prin intermediul adnotărilor grafice 3D

În cadrul acestei etape adnotarea grafică poate fi caracterizată prin nivelul său de disponibilitate ca fiind *publică* sau *privată*. Astfel, în procesul

de studiu, fiecare cursant poate să ia notițe și să însemneze materialele de curs prin intermediul adnotărilor grafice (vezi Figura 3), care vor fi însă private și nu vor putea fi accesate de colegii săi.

În interacțiunea cu modelările tridimensionale studenții pot dispune, în sesiunile private de lucru, de funcționalități similare celor oferite profesorilor. Astfel, prin trasarea adnotărilor direct pe suprafața obiectelor ei vor avea posibilitatea de a marca implicit anumite puncte de interes, de a modifica diferiți parametri ai unei simulări sau de a adăuga informații utile de analiză suprafețelor respective (ex. arie, lungime, curbura, cotă etc.). Îndeplinirea tuturor acestor sarcini se realizează într-o modalitate eficientă și naturală, timpul necesar acomodării cu aplicația fiind simțitor redus.

4.5 Comunicarea între participanți

Deși marea majoritate a timpului de studiu din cadrul aplicațiilor eLearning este dedicat activității individuale, există și numeroase situații în care participanții la curs folosesc diferite modalități de comunicare pentru a desfășura diverse activități comune.

Spre exemplu, în cadrul unei simulări interactive de inundație modelată în spațiul tridimensional, studenții pot forma grupuri pentru a identifica posibile soluții de minimizare a pagubelor. Într-o astfel de sesiune de lucru colaborativ, pentru fiecare grup pot fi alese anumite atribute distincte ale adnotării (ex. culoare, profil etc.), astfel încât diferențierea și identificarea semnelor grafice realizate concomitent, pe același model tridimensional, să se realizeze instantaneu.

Astfel de modalități de colaborare au fost deja implementate și utilizate cu succes pentru forme grafice, schițe și adnotări bidimensionale, după cum se argumentează în Guo et. al (2007) și se poate vedea în implementarea Yahoo! Messenger Doodle. Complexitatea gestiunii unui mediu tridimensional pentru astfel de activități colaborative ridică însă numeroase probleme de vizibilitate, sincronizare, codificare și transmitere a informațiilor etc. Din aceste motive, în numeroase cazuri s-a optat pentru reprezentarea informațiilor transmise sub aspect 2D (vezi Hernández și Trefftz, 2011), chiar și atunci când participanții și diferitele aspecte sociale dintre aceștia erau integrate într-un spațiu tridimensional.

Nu ne propunem în cadrul acestei lucrări să analizăm în detaliu provocările realizării unui mediu colaborativ tridimensional. Pe baza

exemplilor prezentate anterior considerăm însă că adnotarea grafică tridimensională poate aduce un plus de eficiență și naturalețe în utilizarea acestei modalități de comunicare, mai ales în contextul aplicațiilor eLearning.

4.6 Evaluarea cunoștințelor

Finalizarea fiecărui proces didactic prevede, atât în abordările clasice de predare cât și în cadrul sistemelor eLearning, o etapă de evaluare a cunoștințelor. O scurtă trecere în revistă a celor mai populare modalități de testare utilizate în prezent în aplicațiile eLearning poate fi consultată în (Ștefănuț și Gorgan, 2013).

Utilizarea modelărilor tridimensionale în cadrul sesiunilor de evaluare este adesea evitată din cauza dificultăților întâmpinate în:

- interacțiunea cu utilizatorul;
- formularea întrebărilor și a răspunsurilor;
- evaluarea răspunsurilor și transformarea acestora într-o notă.

Cea mai mare parte dintre aceste inconveniențe pot fi adresate prin intermediul adnotărilor grafice tridimensionale plasate pe suprafețele 3D. Adnotările grafice care codifică răspunsurile pentru diferite exerciții pot fi evaluate manual de către profesor, însă o astfel de activitate necesită foarte mult timp și este supusă inexactității și unui grad mai ridicat de subiectivitate. Astfel, pentru ca exercițiile prezentate anterior să poată fi utilizate într-un scenariu real din cadrul unei platforme eLearning cu mii de cursanți, este necesară automatizarea procesului de evaluare a răspunsurilor și de calculare a punctajelor corespunzătoare, după cum se prezintă și în Gorgan și Ștefănuț 2008.

Pentru a realiza automat evaluarea adnotărilor grafice, sunt necesare anumite specificații suplimentare despre criteriile de evaluare și modalitatea de calcul a punctajului obținut. Toate aceste informații pot fi introduse de către profesor la momentul creării materialului didactic și codificate de către aplicație prin intermediul modelului de adnotare grafică. Criteriile uzuale care pot fi specificate pentru evaluare, ilustrate schematic și în Figura 4, sunt (vezi Gorgan et al. 2008):

- *locația adnotării* – profesorul indică prin intermediul adnotării în ce zonă a suprafeței 3D trebuie să fie plasată adnotarea răspuns;
- *forma grafică a adnotării* – instructorul trasează o adnotare model, specificând de asemenea și strictețea criteriilor de evaluare. Datorită faptului că întregul proces de trasare și evaluare a formelor grafice se realizează în spațiul tridimensional, există posibilitatea acumulării erorilor de rotunjire la efectuarea calculelor. Din acest motiv este absolut necesară introducerea unor intervale de toleranță pentru obținerea unor rezultate consistente;

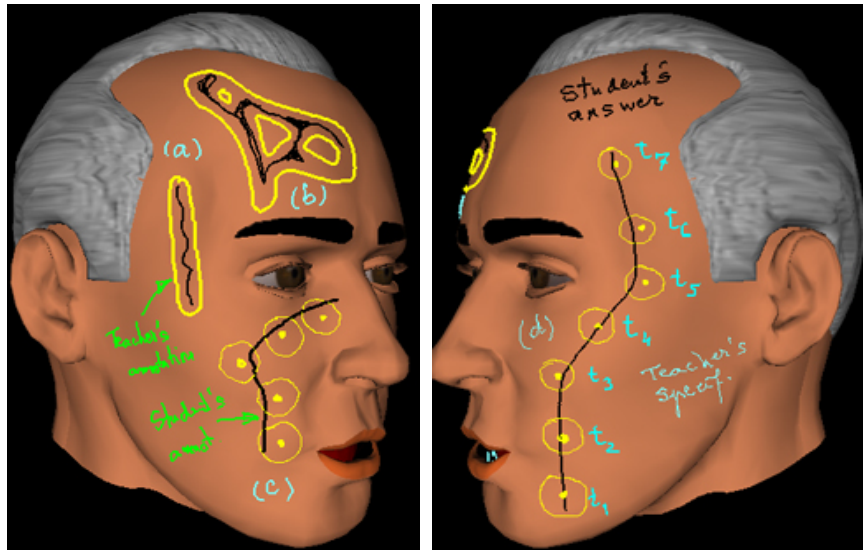


Figura 4. Exemple de specificare a criteriilor automate de evaluare a adnotării grafice 3D (Gorgan et al., 2008)

- *timpul de trasare* – există anumite situații în care timpul de trasare al adnotării poate constitui un element important în procesul de evaluare (ex. în cazul diferitelor simulări). În acest sens, instructorul are nevoie de unelte specializate pentru specificarea în diferite modalități a intervalelor de timp;
- *modul de calcul a punctajului* – permite profesorului să specifice aplicației care realizează evaluarea modalitatea prin care se va calcula

nota finală. Datorită posibilității de utilizare a mai multor criterii de evaluare pentru același răspuns, instructorul trebuie să menționeze care este ponderea din nota finală a punctajelor parțiale obținute în urma evaluării fiecărui criteriu (locație, formă grafică, timp etc.).

Pentru a putea fi realizată de către persoane fără pregătire tehnică (ex. specialiști din domeniul medical), specificarea tuturor acestor parametri trebuie să fie posibilă prin intermediul unor tehnici de interacțiune cât mai simple, naturale și eficiente.

4.7 Noi modalități de evaluare a cunoștințelor prin intermediul adnotării grafice 3D

Utilizarea adnotărilor grafice ca și modalitate de interacțiune cu utilizatorul permite dezvoltarea unor noi tipuri de exerciții, în care materialele multimedia pot fi utilizate cu efort minim atât din partea profesorului cât și a cursantului. Spre deosebire de testele cu multiple variante de răspuns, aceste exerciții nu sugerează cursantului care este soluția problemei, oferindu-i libertatea de a-și dezvolta propria rezolvare și de a identifica soluții proprii cât mai ingenioase. Prin această abordare se pune un accent mai mare pe aplicarea cunoștințelor acumulate și pe modalitatea de rezolvare a problemelor, spre deosebire de testele cu multiple variante de răspuns care sunt orientate spre recunoașterea soluțiilor corecte.

Câteva dintre tipurile de exerciții specifice rezolvării prin adnotare grafică sunt:

- *Selecție prin contur a unor zone de pe suprafața obiectelor 3D:* pentru a putea trasa adnotarea, cursantul trebuie să identifice în prima fază zona sau zonele vizate (ex. porțiuni de piele afectată de o anumită boală, o zonă metalică atacată de rugină etc.) după reprezentarea lor vizuală, care este similară cazurilor reale. Conturul trasat ca și răspuns permite evaluarea după o multitudine de caracteristici (suprafață, viteză și direcție de trasare, poziționare etc.) spre deosebire de întrebările în format grilă, unde cursantul trebuie doar să aleagă un răspuns dintre cele sugerate
- *Selectarea unei zone de interes poziționată între două contururi trasate pe suprafața unui obiect 3D:* cursantul are obligația de a

identifica o anumită zonă pe suprafața obiectului, din care însă trebuie să elimine anumite elemente

- *Trasarea unei adnotări într-o anumită zonă a resursei multimedia:* studentul trebuie să identifice zona vizată și mai apoi forma adnotării grafice așteptată ca răspuns. Spre exemplu, se poate solicita simularea unei incizii pentru operarea apendicelui pe un pacient virtual tridimensional.
- *Trasarea unei adnotări cu o localizare precisă și o anumită formă grafică:* adnotarea grafică trebuie să fie plasată cu o mare precizie pe suprafața obiectului 3D și să descrie forma acțiunii reale pe care o reprezintă. Spre exemplu, exercițiul poate testa abilitățile cursantului în tăierea pietrelor prețioase.
- *Trasarea unei adnotări grafice cu respectarea condițiilor temporale impuse de activitatea reală:* cursantul trebuie să traseze o formă grafică ce reprezintă o tăietură (sau o sudură) într-un interval de timp care este dependent de natura materialului prezentat în modelarea 3D. Spre exemplu, utilizatorul poate avea de realizat trei tăieturi în: sticlă, faianță și plastic casant.

După cum se poate observa și din tipurile de exerciții prezentate mai sus, numărul mare de parametri care pot fi înregistrați în urma trasării unei adnotări grafice (formă, locație, timp, presiune, înclinare a creionului grafic etc.) pot contribui la efectuarea unei evaluări complexe și mult mai relevante decât în cazul utilizării testelor cu variante multiple de răspuns.

5. Concluzii

Mediile eLearning se adresează în prezent unui număr tot mai mare de specialiști din domenii variate, care nu dispun de cunoștințe tehnice la un nivel avansat. Introducerea elementelor multimedia în materialele didactice precum și necesitatea ca acești utilizatori să beneficieze de posibilitatea de a crea materiale noi (sau cel puțin de a interacționa cu acestea), impun identificarea unor tehnici de interacțiune inovatoare care să asigure eficiența interacțiunii și un grad cât mai mare de naturalețe a acesteia.

În cadrul acestui articol este descrisă o astfel de modalitate de interacțiune utilizator prin intermediul adnotărilor grafice tridimensionale, plasate pe suprafețe 3D. În abordarea noastră utilizatorii au posibilitatea de a

realiza anumite operațiuni în scenele de obiecte 3D (asociere suprafețe, ascundere suprafețe etc.) și, de a adăuga informații suplimentare în cadrul acestora fără a avea nevoie de cunoștințe tehnice sau matematice.

Deoarece evaluarea cunoștințelor este o etapă esențială în oricare proces didactic, modelul de adnotare tridimensională propus oferă posibilitatea definirii unor elemente specializate care pot fi aplicate în evaluarea automată a formelor grafice 3D plasate pe suprafețe 3D. Descrierea acestor elemente poate fi realizată intuitiv, în cea mai mare parte prin interacțiuni utilizator bazate tot pe adnotarea grafică 3D. Prin definirea și aplicarea lor în cadrul materialelor didactice instructorii au posibilitatea de a evalua un număr mare de cursanți, într-o manieră obiectivă, folosind în același timp noile tipuri de exerciții propuse.

Pentru utilizarea eficientă a avantajelor oferite de interacțiunea utilizator prin adnotare grafică, am propus în cadrul acestui articol un nou model de lecție în domeniul eLearning. În cadrul acestui model adnotările grafice pot îndeplini diferite funcțiuni, atât la nivel de structură și prezentare a materialelor didactice cât și la cel de codificare a informațiilor și conceptelor prezentate în cadrul lecției.

Referințe

- Anderson, R., Anderson, R., Davis, P., Linnell, N., Prince, C., Razmov, V., Videon F.: Classroom Presenter: Enhancing Interactive Education with Digital Ink, *IEEE Computer - Volume 40*, 56-61, 2007.
- Banyasz, E., Gorgan, D.: Multiuser Communication in Graphical Annotation Based eLearning Applications, *Raport tehnic, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca*, 2008.
- Berque, D., Bonebright, T., Whitesell, M: Using pen-based computers across the computer science curriculum, *Proceedings of the 35th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, 61-65.
- Chatti, M. A., Sodhi, T., Specht, M., Klamma, R., Klemke, R.: u-Annotate: An Application for User-Driven Freeform Digital Ink Annotation of ELearning Content, *Proceedings of the Sixth International Conference on Advanced Learning Technologies – ICALT 2006*, 1039-1043.
- Constantino da Silva, A., Vieira da Rocha, H.: InkBlog: A Pen-Based Blog Tool for eLearning Environments, *Issues in Informing Science and Information Technology - Volume 10*, 121-135, 2013.
- Dokeos. Dokeos eLearning Platform. <http://www.dokeos.com/> [Online, 14.12.2014].

- Giordano, D.: Web-Trace and the Learning of Visual Discrimination Skills, *1st International Workshop on Pen-based Learning Technologies*, 1-6, 2007.
- Gorgan, D., Ștefănuț, T.: Knowledge Assessment for Annotation Techniques on Medical eLearning Objects, *Proceedings of the Twenty-First IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems - CBMS 2008*, 379-384.
- Gorgan, D., Ștefănuț, T., Vereș, M., Gaboș, I.: Knowledge Assessment Based on Evaluation of 3D Graphics Annotation in Lesson Content, *4th Symposium of the WG HCI & UE of the Austrian Computer Society - USAB 2008*, 145-160.
- Guo, F., Zhang, C., Cui, L.: Sketching Interfaces for Remote Collaboration, *11th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design*, 63-68, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2007.
- Hernández, H. A., Trefftz, H.: WeSketch: A {3D} Real Time Collaborative Virtual Environment that Improves the GUI Sketching Task, *Eighth International Conference on Information Technology: New Generations*, 163-168, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2011.
- Ștefănuț, T., Gorgan, D.: Tehnici de adnotare grafică 3D în aplicațiile eLearning, *Teză de doctorat, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca*, <http://cgis.utcluj.ro/education/82-teza-de-doctorat-teodor-stefanut>, 2013.
- Yahoo! Corporation. Yahoo! Messenger Doodle.
<https://ph.messenger.yahoo.com/imvironments/view/doodle/> [Online, 14.12.2014]