

Evaluare comparativă a două scenarii de învățare bazate pe realitate îmbogățită

Alexandru Balog, Dragoș Daniel Iordache, Costin Pribeanu
ICI București

Bd. Mareșal Averescu nr.8-10, București
alexnb@ici.ro, iordache@ici.ro, pribeanu@ici.ro

REZUMAT

Realitatea îmbogățită este caracterizată de un nou tip de interacțiune om-calculator, care se bazează pe integrarea realului cu virtualul în același spațiu de interacțiune. Mai nou, aceste sisteme au abordat scenarii de învățare pentru școala generală cu scopul de a sprijini promovarea unor noi metode de predare. Această lucrare prezintă o evaluare comparativă a două scenarii de învățare, bazate pe realitate îmbogățită. Evaluarea a fost efectuată pe baza măsurilor cantitative și calitative furnizate de un chestionar de utilizabilitate, care are la bază un model de acceptanță a tehnologiei.

Cuvinte cheie

Realitate îmbogățită, utilizabilitate, acceptanța tehnologiei, *e-learning*.

Clasificare ACM

H.5.1 [Information Interfaces and Presentation]:
Multimedia. Information Systems - Artificial, augmented, and virtual realities.

INTRODUCERE

Realitatea îmbogățită, referită frecvent cu acronimul AR (Augmented Reality), este caracterizată de un nou tip de interacțiune om-calculator care se bazează pe integrarea realului cu virtualul în același spațiu de interacțiune. Combinația dintre obiecte reale și virtuale (imagini generate de calculator) necesită proiectarea unor tehnici de interacțiune inovative, care se bazează pe posibilitățile de interacțiune cu obiecte reale.

Componentele de interacțiune ale sistemelor AR trebuie să fie testate din timp cu utilizatori, pentru a evita probleme de utilizabilitate. Proiectarea pentru utilizabilitate nu este o sarcină ușoară în cazul sistemelor AR, având în vedere atât lipsa unor metode specifice de proiectare centrată pe utilizator [2] cât și a datelor despre utilizabilitate [1].

Mai nou, aceste sisteme au abordat scenarii de învățare pentru școala generală cu scopul de a sprijini promovarea unor noi metode de predare. Un exemplu în acest sens, este proiectul european ARiSE (Augmented Reality in School Environments). Obiectivul proiectului este testarea eficacității pedagogice a introducerii realității îmbogățite în școli. În acest scop au fost dezvoltate 3 scenarii de interacțiune, fiecare având ca țintă pedagogică o disciplină predată în școala generală.

Scopul acestei lucrări este prezentarea unei evaluări comparative a două scenarii de învățare dezvoltate în cadrul proiectului ARiSE și testate cu utilizatori în cadrul unei școli de vară organizate în București, în perioada 24-

28 Octombrie 2007. Rezultatele evaluării au fost obținute prin administrarea unui chestionar de utilizabilitate, care are la bază un model de acceptanță a tehnologiei, referit cu acronimul TAM (Technology Acceptance Model) [3].

Restul acestei lucrări este organizat astfel. În secțiunea următoare vom descrie metoda și procedura aplicată în cadrul experimentului. În continuare, vom prezenta și analiza rezultatele obținute. Lucrarea se încheie cu concluzii și direcții de continuare a cercetărilor.

METODĂ SI PROCEDURĂ

Participanți

Cinci echipe au participat la școala de vară cu un total de 20 de elevi dintre care 10 băieți și 10 fete. Nici unul dintre elevi nu a fost familiar cu tehnologia AR. 12 elevi au fost din clasa a 8-a (cu vârste cuprinse între 13 și 14 ani), 4 din clasa a 9-a (cu vârste cuprinse între 14 și 15 ani) și 4 din clasa a 10-a (cu vârste cuprinse între 15 și 16 ani). Vârsta diferită a elevilor este datorată diferențelor legate de curriculumul la disciplina chimie în fiecare țară.

Echipament hardware-software

Platforma AR

Platforma cuprinde patru module independente, organizate în cadrul unei mese pe care este amplasat obiectul real. Utilizatorul vede pe ecran, prin intermediul unei perechi de ochelari stereo 3D, atât obiectul real cât și imaginea generată de calculator.

Platforma a fost înregistrată de Fraunhofer IAIS cu marca Spinnstube® [8].

Scenariul pentru lecția de biologie

Primul scenariu de interacțiune a avut ca obiect biologia. Obiectul real este reprezentat de un mulaj al sistemului digestiv uman. În configurația dată, un mulaj a fost partajat de către doi elevi care au stat față în față.

Un dispozitiv de poziționare având o bilă colorată la capătul unei tije și o telecomandă Wii Nintendo a fost folosit ca instrument de interacțiune, care a servit pentru trei tipuri de interacțiune: selectarea unui obiect real, selectarea unui obiect virtual și selectarea unui articol din meniu.

Obiectul real și instrumentul de interacțiune pot fi observate în Figura 1.

Participanții au avut de îndeplinit patru sarcini: urmărirea unui program demo și trei exerciții, corespunzător programului școlii de vară. Sarcinile au fost prezentate prin intermediul unei interfețe vocale în limba națională a elevilor.



Figura 1. Elevi testând scenariul de biologie

Scenariul pentru lecția de chimie

Al doilea scenariu de interacțiune a avut ca obiect chimia. Obiectele reale sunt tabelul periodic al elementelor și un set de bile colorate simbolizând atomi. Tabelul periodic are două părți: partea A, prezentând simbolurile elementelor chimice și partea B, prezentând doar numerele grupelor și ale perioadelor. Partea B este utilizată pentru a testa măsura în care elevii au înțeles structura internă a atomilor. Fiecare post de lucru a avut propriul tabel periodic.

Telecomanda Wii Nintendo a fost utilizată pentru selectarea unui item din meniu. Figura 2 ilustrează două eleve care plasează o bilă colorată pe un element din tabelul periodic.



Figura 2. Elevi testând scenariul de chimie

Participanții au avut de îndeplinit 14 sarcini: o introducere și 13 exerciții grupate în 3 lecții. Prima lecție este despre structura chimică a atomilor și a cuprins două exerciții. A doua lecție este despre formarea moleculelor și cuprinde 8 exerciții. Cea de-a treia lecție este despre reacții chimice și cuprinde 3 exerciții. Sarcinile au fost prezentate prin intermediul unei interfețe vocale în limba națională a elevilor.

Metodă și procedură

Măsurarea utilizabilității și calității în utilizare

Standardul ISO 9241-11 [4] definește utilizabilitatea ca măsură în care un anumit produs poate fi utilizat de către utilizatori specificați, pentru a îndeplini obiective

specificate, într-un context de lucru specificat, cu eficacitate, eficiență și satisfacție.

Standardul ISO 9126 [5], definește utilizabilitatea prin capacitatea produsului software de a fi ușor de înțeles, învățat, utilizat și considerat atractiv de către utilizator, atunci când este folosit în condiții specificate. În acest standard, utilizabilitatea definită în context devine calitate în utilizare, având patru componente: eficacitate, productivitate, eficiență și satisfacție. Această definiție sugerează o perspectivă mai largă asupra utilizabilității, care să includă utilitatea și atitudinea utilizatorului față de sistem.

Chestionarul de utilizabilitate

Pentru a răspunde obiectivelor evaluării în ARiSE a fost adoptat modelul de acceptanță a tehnologiei TAM, care este utilizat în prezent pentru evaluarea unei game largi de produse și sisteme informatice [6], [7]. Teoria TAM susține că intenția de utilizare a unui sistem este influențată de atitudinea utilizatorilor față de sistem, care este influențată, la rândul său, de utilitatea percepută a sistemului.

Tabelul 1. Chestionarul de utilizabilitate

1	Ajustarea ecranului "see-through" este ușoară
2	Ajustarea ochelarilor stereo este ușoară
3	Ajustarea căștilor este ușoară
4	Postul de lucru este confortabil
5	Observarea obiectului real prin ecran este clară
6	Înțelegerea modului de operare cu aplicația realitate îmbogățită este ușoară
7	Suprapunerea dintre proiecție și obiectul real este clară
8	Învățarea modului de lucru cu aplicația de realitate îmbogățită este ușoară
9	Reamintirea modului de lucru cu aplicația de realitate îmbogățită este ușoară
10	Înțelegerea explicațiilor vocale este ușoară
11	Citirea informației pe ecran este ușoară
12	Selectarea unui item din meniu este ușoară
13	Corectarea erorilor este ușoară
14	Colaborarea cu colegii este ușoară
15	Utilizarea aplicației mă ajută să înțeleg mai rapid lecția
16	Utilizând aplicația voi obține rezultate mai bune la teste
17	După utilizarea aplicației voi ști mai multe despre acest subiect
18	Sistemul face învățarea mai interesantă
19	Lucrul în grup cu colegii este stimulent
20	Îmi place să interacționez cu obiecte reale
21	Efectuarea exercițiilor este captivantă
22	Aș dori să dispun de acest sistem în școală
23	Intenționez să utilizez acest sistem pentru învățare
24	Voi recomanda altor colegi să utilizeze acest sistem
25	În general, apreciez că sistemul este ușor de utilizat
26	În general, consider că sistemul este util pentru învățare
27	În general, îmi place să învăț cu acest sistem
28	În general, apreciez că sistemul este incitant

Pe baza acestui model, a analizei altor chestionare de utilizabilitate și a rezultatelor obținute la Școala de vară ARiSE din 2006, a fost elaborat un nou chestionar,

prezentat în Tabelul 1.

Chestionarul de utilizabilitate cuprinde 28 de itemi. Primii 24 itemi ținesc mai multe dimensiuni: ergonomia platformei AR, utilizabilitatea aplicației, utilitatea percepută, atitudinea și intenția de utilizare). Ultimii 4 itemi sunt generali și măsoară ușurința în utilizare, utilitatea pentru învățare caracterul atractiv al învățării și caracterul incitant.

De asemenea, chestionarul cuprinde 2 itemi deschiși, prin care elevii au fost invitați să descrie câte 3 dintre cele mai pozitive și cele mai negative aspecte.

Procedură

Evaluarea a fost făcută după o procedură care include tehnici utilizate pentru evaluarea eficacității pedagogice și a utilizabilității: observația, chestionarul de utilizabilitate, grup de discuții focalizat și analiza fișierelor de log. În cadrul acestui articol vom analiza măsurile cantitative și calitative obținute prin administrarea chestionarului de utilizabilitate.

Participanții au fost rugați să evalueze itemii pe o scală Likert cu 5 trepte (de la 1 – dezacord total, la 5 – acord

total).

Testarea a avut loc în cadrul ICI București, pe o platformă echipată cu patru module grupate în jurul unei mese.

Fiecare grup de elevi a testat platforma de două ori, câte o dată pentru fiecare scenariu de interacțiune. Scenariul de biologie a fost testat în prima zi, iar cel de chimie în a doua zi.

REZULTATE

Măsuri cantitative

Consistența internă a scalei (Cronbach's Alpha) a fost bună: 0.931 for the scenariul de biologie și 0.929 pentru scenariul de chimie.

Ergonomia generală a platformei AR (itemii 1-5, 10 și 11), a fost mai bine apreciată pentru scenariul de biologie. Restul itemilor au fost mai bine evaluați pentru scenariul de chimie.

Testul t-paired arată că există diferențe semnificative, din punct de vedere statistic ($\alpha=0.05$, $df=19$), numai pentru itemii: 2 ($t=2.604$, $p=0.009$), 9 ($t=-3.943$, $p<0.001$), 11 ($t=2.131$, $p=0.023$) și 21 ($t=-2.364$, $p=0.014$).

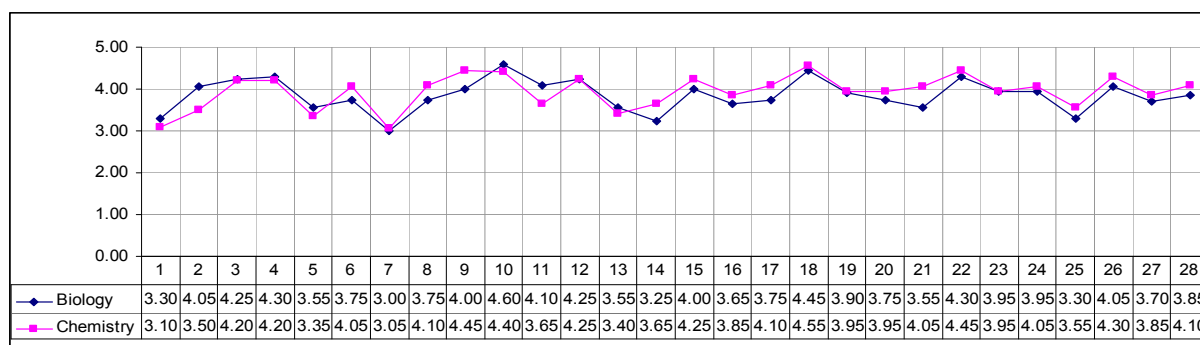


Figura 1: Comparare între scenariul de biologie și chimie (valori medii).

Itemii 10, 18 și 22 au fost evaluați pozitiv în cazul ambelor scenarii, cu o medie de peste 4.25, arătând că: înțelegerea explicației vocale este ușoară, sistemul face învățarea mai interesantă și elevii ar dori să dispună de acest sistem în școală.

Itemii 1, 5, 7, 13 și 25 au medii scăzute în ambele scenarii, fapt care denotă probleme de utilizabilitate, descrise mai în detaliu în răspunsurile la întrebările deschise. Itemul 25 a înregistrat cel mai scăzut scor între itemii generali.

Măsuri calitative

Pentru a analiza răspunsurile elevilor la întrebările deschise, au fost identificate cuvintele cheie (atribute), care au fost apoi grupate pe categorii. Unii elevi au menționat numai unul sau două aspecte în timp ce alții s-au referit la mai multe aspecte în cadrul unei propoziții sau au descris ce le-a plăcut / displăcut mai mult în mai multe propoziții. În consecință, au rezultat un total de 82 de aspecte pozitive pentru biologie și 70 pentru chimie, respectiv 69 de aspecte negative pentru biologie și 65 pentru chimie.

Aspecte pozitive

În Tabelul 2, este prezentată o comparație a aspectelor pozitive menționate de elevi în fiecare scenariu.

Cei mai mulți elevi au menționat că sistemul este bun

pentru învățare și ajută la o mai bună înțelegere a lecției. Elevii s-au simțit atrași de caracteristicile tehnologiei AR, inclusiv de interfața multimodală. Au considerat, de asemenea că sistemul este distractiv, provocativ, nou și interesant.

Tabelul 2. Categoriile de aspecte pozitive

Categorie	Total	Bio	Chim
Suport pentru învățare	33	27	6
Suport pentru înțelegere	20	9	11
Suport pentru testare	7	4	3
Învățare interesantă	14	4	10
Distractiv, provocativ, inovativ	12	8	4
Interacțiune AR	10	5	5
Învățare atractivă	9	5	4
Captivant, stimulat	4	2	2
Vizualizare 3D	19	8	11
Ghidare utilizator multimodală	13	7	6
Ușor de utilizat și altele	11	3	8
Total	152	82	70

Numărul mult mai mare de aspecte pozitive din prima categorie, pentru scenariul biologie, este explicat prin faptul că biologia se învață în clasa a VII-a astfel încât

elevii au apreciat suportul în reamintirea materiei învățate, inclusiv prin testarea cunoștințelor. Reacțiile chimice sunt studiate în anul de studiu curent, astfel încât elevii au apreciat mai mult suportul pentru o înțelegere mai ușoară și mai rapidă.

O grupare mai sintetică a categoriilor de aspecte pozitive este prezentată în tabelul 3.

Tabelul 3. Principalele categorii de aspecte pozitive

Categorie	Total	Bio	Chim
Suport educațional	60	40	20
Incitant și motivant	44	19	25
AR și interacțiune multimodală	37	20	17
Ușor de utilizat	11	3	8
Total	152	82	70

Cele mai multe aspecte pozitive sunt legate de suportul educațional (39.4%). Elevii au apreciat că sistemul este incitant și motivant (28.9%) și le-a plăcut, de asemenea, interacțiunea multimodală oferită de tehnologia AR (24.3%). Așa cum se observă, valoarea motivațională a fost mai mare în scenariul de chimie (35.7%) decât în cel de biologie (23.2%).

Aspecte negative

În Tabelul 4, sunt prezentate compartiv principalele categorii de aspecte negative menționate de elevi în fiecare scenariu.

Tabelul 4. Categoriile de aspecte negative

Categorie	Total	Bio	Chim
Probleme de selecție	39	25	14
Dureri ale ochilor	26	13	13
Obiectul real prea mare sau greu de manevrat	24	14	10
Vizualizare și suprapunere	22	3	19
Probleme cu sunetul	12	6	6
Erori și alte probleme tehnice	11	8	3
Total	134	69	65

În ambele scenarii, elevii au acuzat dureri de ochi provocate ochelarii fără fir (wireless). Aceasta reprezintă a doua mare categorie de probleme de utilizabilitate, după problemele de selecție. De asemenea, în ambele sesiuni elevii s-au plâns de probleme de sunet.

În scenariul de biologie, elevii s-au plâns în special de problemele de selecție. Vizualizarea, inclusiv observarea obiectelor reale prin ecran, a creat mai multe probleme în scenariul de chimie, fapt consistent cu diferența foarte mare (+0.45) între mediile la itemul 11.

O altă problemă de utilizabilitate, care a cauzat dificultăți de selecție, este feedback-ul la acțiunile utilizatorilor. În mod special în scenariul de chimie, utilizatorii au nevoie de feedback semantic atunci când plasează o bilă în tabelul periodic. În acest sens, după o plasare reușită, trebuie afișat pe ecran simbolul chimic al elementului.

Obiectul real (mulajul) a fost prea mare în primul scenariu și dificil de manevrat (bilele) în cel de-al doilea scenariu. Elevii au fost nemulțumiți de faptul că trebuie să împartă mulajul cu un coleg în cadrul scenariului de biologie, fapt consistent cu diferența foarte mare (+0.40) între mediile la itemul 14.

CONCLUZII

În ambele scenarii, itemii din meniu sunt selectați cu ajutorul telecomenzii. Este de asemenea un dispozitiv de interacțiune ușor de utilizat (vezi itemul 12 cotate cu 4.25 în ambele scenarii) și mai atractiv (este folosit în mod curent pentru jocuri pe calculator) și are săgeți direcționale și butoane, tipice pentru interfețele telefoanelor mobile.

Participanții la școala de vară au considerat că scenariul pentru chimie este mult mai atractiv. În ansamblu, scenariul pentru chimie este mult mai complex și interesant din moment ce utilizează două tipuri de obiecte reale, oferă mai multă libertate utilizatorilor (ei pot alege culorile bilelor și pot construi diferite lucruri cu ele) și este bazat pe o paradigmă de interacțiune mult mai interesantă (construirea cu ghidare).

Confirmare

Această lucrare este finanțată din proiectul european ARiSE (FP6-027039).

REFERINȚE

- Bach, C., Scapin, D., 2004. Obstacles and perspectives for Evaluating mixed Reality Eystems Usability. In: Mixer workshop, Proceedings of IUI-CADUI Conference 2004, pp. 72-79. ACM Press.
- Bowman, D., Gabbard, J., and Hix, D., 2002. A Survey of Usability Evaluation in Virtual Environments: Classification and Comparison of Methods. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, vol. 11, no. 4, pp. 404-424
- Davis, F.D., Bagozzi, R.P., Warshaw, P.R., 1989. User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models, Management Science, Vol. 35, No. 8, pp. 982-1003.
- ISO 9126-4:2001 Software Engineering - Software product quality. Part 4: Quality of use.
- ISO/DIS 9241-11:1994 Information Technology – Ergonomic requirements for office work with visual display terminal (VDTs) - Guidance on usability.
- Sun, H., Zhang, P., 2006. The role of moderating factors in user technology acceptance. *International Journal of Human-Computer Studies*, 64 (2006), Elsevier. Pp. 53-78
- Venkatesh, V., Davis, F.D., Morris, M.G., 2007. Dead Or Alive? The Development, Trajectory And Future Of Technology Adoption Research. *Journal of the AIS*, Vol. 8, Issue 4, pp. 267-286.
- Wind, J., Riege, K., Bogen M., 2007. Spinnstube®: A Seated Augmented Reality Display System, In *Virtual Environments, Proceedings of IPT-EGVE – EG/ACM Symposium*, pp. 17-23., Eurographics.