

Utilizarea interfețelor vizuale în interacțiunea om-mașină

Laurențiu Tănase, Dorin-Mircea Popovici

¹Universitatea Ovidius din Constanța

B-dul Mamaia 124, 900527, Constanța

E-mail: tanasele@gmail.com, dmpopovici@univ-ovidius.ro

Rezumat. Ca răspuns la tendința de scădere a interesului de descoperire a mediului înconjurător și de comunicare interpersonală directă la nivelul utilizatorilor, copiii de vârste preșcolare/școlare, aplicația MyDearDaisy are ca scop sensibilizarea și motivarea lor în studiul evoluției mediului înconjurător, concretizat sub forma unei grădini cu flori, ca oportunitate motivațională de inter-relaționare. Experimentarea efectului condițiilor de mediu asupra vegetației se produce prin gesturi naturale ale tinerilor utilizatori, detectate prin intermediul tehnologiei Xbox Kinect. Modelarea, redarea și simularea evoluției mediului virtual s-a realizat utilizând platforma Unity în timp ce MS Visual Studio a fost utilizat pentru interpretarea gesturilor utilizatorilor și transpunerea acestor gesturi în mediul virtual. Studiul de utilizabilitate a evidențiat aprecierea laturii educațional-motivaționale a sistemului, completată de interfața intuitivă, simplă și ușor de utilizat.

Cuvinte cheie: interfețe vizuale, interacțiune prin gesturi, realitate virtuală, educație.

1. Motivație

În contextul evoluției tehnologice actuale, abilitățile de comunicare directă interpersonală, de socializare și de implicare activă în acțiuni colective desfășurate în spații fizice reale, se situează într-un declin constant (Wagner și Harter, 2009), fiecare generație succesivă având un nivel de încredere mai mic în cei din jur decât generația precedentă (Putnam, 1995).

Contribuția noastră încearcă să motiveze și să argumenteze această implicare adresându-se unei categorii de utilizatori cu o mare putere de absorbție a noului – copiii. În ciuda faptului că noile tehnologii sunt foarte ușor acceptate de aceștia, ei nu vor dezvolta abilități de socializare, deși sentimentul care se dezvoltă la nivelul lor este cel de apartenență la un grup social. Pentru aceștia, tehnologia este cel mai important element care-i conectează cu lumea din exterior, această lume devenind o abstracție filtrată prin intermediul tehnologiei (Wagner și Harter, 2009). Adesea, relațiile interumane fiind ele însele supuse filtrării prin tehnologie.

Intenția noastră este aceea de a exploata potențialul tehnologiilor de realitate virtuală, de a vizualiza fenomene naturale, procese biologice, etc., care evoluează pe perioadă îndelungată de timp și care pot presupune implicarea activă a utilizatorilor, precum și efectul asupra lor a acțiunilor acestora din urmă. În acest sens, am ales ca subiect general creșterea plantelor în general, și în particular, îngrijirea unei flori – o margaretă. Iar soluția aleasă permite îngrijirea florii de către un grup de copii care se află într-o aceeași locație.

În același timp, dorim să oferim utilizatorilor o soluție interactivă eliberându-i de constrângerile dispozitivelor și metaforelor nenaturale de interacțiune, fapt pentru care ne-am orientat către interacțiunea prin gesturi naturale.

Contribuția noastră, o versiune revizuită a lucrării (Tănase și Popovici, 2014) și extinsă prin rezultatele unui studiu de utilizabilitate, este organizată în cinci secțiuni și o concluzie. În acest sens, secțiunea 2 face o trecere rapidă în revistă a sistemelor educaționale apropiate ca soluție tehnologică de cea adoptată de autori, iar secțiunea 3 prezintă arhitectura generală a aplicației MyDearDaisy. Secțiunile 4 și 5 prezintă scenariul de utilizare experimentat urmat de un studiu de utilizabilitate. Concluziile și direcțiile de dezvoltare ulterioară încheie prezenta lucrare.

2. O perspectivă tehnologică

Cronologic, interfețele vizuale au evoluat în complexitate și ergonomie odată cu dezvoltarea puterii de procesare și a implementării de noi tehnologii din domeniul IT. Astfel a fost posibilă evoluția de la CLI (CLI – Command Line Interface) la GUI (GUI – Grafic User Interface) și mai apoi către NUI (NUI – Natural User Interface).

Astfel, la conferința Computer-Human Interaction (CHI) din 2009 Microsoft a introdus și prezentat conceptul de Experience User Interface - XUI, considerat de unii ca fiind neobișnuit, dar care, cel puțin în teorie, reprezintă următorul pas în evoluția de la actualele tehnologii NUI (iStartedSomething, 2014). Conceptul se baza pe ideea că etapa următoare în dezvoltarea interfețelor vizează înlăturarea limitelor HCI în contextul omniprezenței calculatoarelor în viața cotidiană. Interacțiunea se va realiza în cel mai natural mod, fără chiar a observa prezența sau acțiunile calculatoarelor din jurul nostru.

Kinect este o tehnologie care se înscrie perfect în acest curent al NUI (MicrosoftE3, 2015) permițând utilizatorului comun să experimenteze un mediu virtual prin mișcări ale corpului, gestică naturală și chiar voce, eliberând utilizatorul de orice dispozitiv sau metaforă de interacțiune.

Valorificarea potențialului acestei tehnologii în direcția mediilor virtuale educaționale nu a întârziat să apară (Hsu, 2011). Aici putem menționa pachetele de aplicații SEN Teacher (SenTeacher, 2015) sau Kinect Education (KinectEducation, 2015), fără însă a fi singurele.

Aplicații software educaționale ce au ca subiect cultivarea sau creșterea plantelor, au mai fost realizate și sunt disponibile utilizatorilor de toate vârstele (Roussos et al., 1999, X-jocuri, 2014). Dar interacțiunea cu acestea se face la modul clasic, greoi, utilizând periferice de tip monitor, mouse și tastatură, iar instrucțiunile și indicațiile necesare desfășurării jocului sunt, de cele mai multe ori, scrise în limba engleză, ceea ce le face dificil de utilizat de un copil de vârstă preșcolară.

Propunerea noastră se înscrie în categoria aplicațiilor bazate pe tehnologia Kinect (Edutopia, 2014) având ca scop principal educația prin joc (Habgood și Ainsworth, 2011).

3. Arhitectura aplicației

Sistemul MyDearDaisy propune o interfață naturală de utilizare (NUI – Natural User Interface) exploatând facilitățile de detecție a utilizatorului oferite de componenta Kinect v1 (XBox Gestures, 2014), varianta pentru XBOX (XBox, 2014). Prezența acestei componente a impus instalarea .NET Framework 4, Microsoft Visual Studio 2010 și Kinect for Windows SDK v1.7. Pentru soluționarea necesităților de modelare și de redare grafică a mediului virtual a fost utilizată platforma Unity 4.3.

În Figura 1 este ilustrată arhitectura actuală a prototipului MyDearDaisy. Dialogul dintre utilizator și sistem este unul non-verbal, bazându-se pe detecția și interpretarea gesturilor utilizatorului. În acest sens, postura și gesturile utilizatorului sunt receptate de dispozitivul de intrare Kinect (Figura 1.a) și preluate de componenta SDK (Figura 1.b). După analiza și interpretarea imaginilor, sistemul decide asupra gesturilor făcute de utilizator și transmite mediului virtual intenția utilizatorului (Figura 1.c), iar mediul, la rândul său, reacționează corespunzător intenției utilizatorului.

Aceste schimbări de condiții de mediu sunt sesizate pe de o parte de către utilizator (Figura 1.d) și, pe de altă parte, de margaretă, care se află în grija utilizatorului.

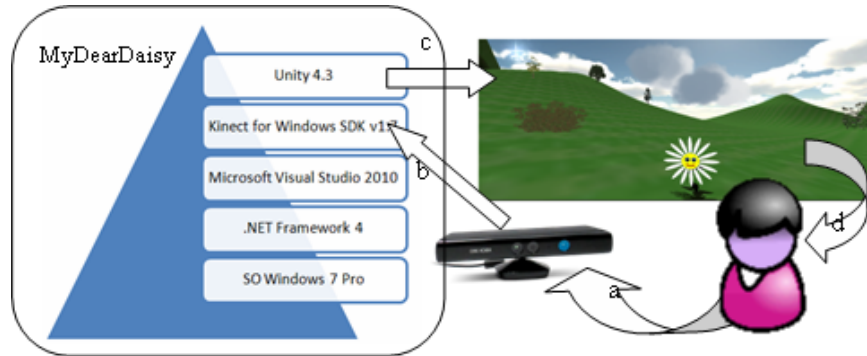


Figura 1. Arhitectura software.

Pentru dezvoltarea și implementarea prototipului MyDearDaisy am utilizat un calculator cu *CPU Quad-core 2,66 GHz, 4GB RAM, chipset video având 1 GB RAM și DirectX 9* la care am conectat, pe o interfață USB 2.0 dedicată, un senzor Kinect v1, varianta pentru XBOX.








Această configurație este impusă de cerințele hardware minimale pentru funcționarea .NET Framework 4 și respectiv a Microsoft Visual Studio 2010, care conform sitului oficial Microsoft (Microsoft, 2014) este stabilită la *CPU Dual-core 2,66 GHz, 2GB RAM și interfață USB 2.0 dedicată*.

Sistemul, rulează pe sistemul operare Microsoft Windows 7, în configurație clasică desktop. Pentru a spori vizibilitatea și realismul mediului virtual, facilitând astfel interacțiunea naturală prin gesturi, se poate utiliza un sistem de proiecție, sau chiar un sistem de redare cu stereoscopie activă (NVIDIA 3D Vision).

4. Scenariu de utilizare

Utilizarea sistemului MyDearDaisy presupune, de fapt, întreținerea unui dialog nonverbal între utilizator și mediul simulat, dialog care valorifică potențialul comunicării nonverbale bazate pe gesturi (Krauss et al., 1996). Setul de gesturi utilizate de către utilizator este ilustrat în Tabelul 1, iar semnificația semantică a fiecărui gest va fi explicată în cele ce urmează.

Tabelul 1. Setul de gesturi naturale utilizate în dialogul utilizator-sistemul MyDearDaisy.

 <p>A - Neutru</p>	 <p>B - Indicare</p>	 <p>C - Mână ridicată (dreapta sau stânga)</p>	 <p>D - Ambele mâini ridicate</p>
			
<p>E - Mișcarea mâinii drepte în plan orizontal de la dreapta la stânga/ mișcarea mâinii stângi în plan orizontal de la stânga la dreapta</p>	<p>F - Micșorare</p>	<p>G - Mărire</p>	

O sesiune de lucru cu prototipul MyDearDaisy debutează odată cu plasarea utilizatorului în fața ecranului sistemului/zonei de proiecție a proiectorului, sistemul fiind lansat în rulare, având senzorul Kinect activ iar pe ecran/zona de proiecție nefiind afișată nici o imagine.

Odată detectat utilizatorul, situat într-o postură apropiată de cea neutră (Tabelul 1-A), fără a fi necesară efectuarea din partea acestuia a vreunui

gest anume, sistemul emite un mesaj de întâmpinare audio “HELLO!” și afișează un ecran de întâmpinare (vezi Figura 2).



Figura 2. Ecranul de întâmpinare.

La acest nivel, elementul central al interfeței este margareta Daisy “umanizată” și animată, ceea ce induce ideea unei posibile interacțiuni a utilizatorului prin atingerea ei utilizând una din mâini.

Am considerat importantă conștientizarea la nivelul utilizatorului a faptului că sistemul permite transpunerea sa în contextul mediului 3D, prin vizualizarea siluetei acestuia la nivelul primului nivel, de acomodare cu sistemul, în zona centrală inferioară a imaginii, ca metaforă de interacțiune inspirată de alegoria peșterii lui Platon (Platon; Muscă, 2002).

În acest fel, sistemul vizualizează toate gesturile utilizatorului iar acesta din urmă poate observa atât amplitudinea lor în mediu cât și efectul imediat. Animația implementată sugerează utilizatorului gestul care trebuie efectuat și anume *atingerea florii*.

În cazul în care utilizatorul nu dorește să continue interacțiunea cu sistemul, el trebuie să iasă din raza de acțiune a senzorului Kinect, iar sistemul revine în stadiul inițial, fără afișarea vreunei imaginii, dar cu senzorul activ, așteptând un alt utilizator, după cinci secunde.

Sesiunea efectivă de lucru demarează de îndată ce utilizatorul efectuează gestul sugerat (vezi Figura 3), transpunând utilizatorul într-un mediu virtual simulând un peisaj în condiții naturale, incluzând forme de relief, vegetație, corpuri cerești (Soarele, Luna, Luceafărul), elemente atmosferice (nori Cumulonimbus, ceață, ploaie) și chiar viață animală (un iepuraș). La acest nivel, luminozitatea mediului și fundalul audio ambiental indică o zi senină.

Exceptând forma de relief, toate celelalte elemente existente pot face subiectul experimentării lor de către utilizator prin exprimarea unui gest natural corespunzător. Ele se detașează de mediul “pasiv” atât prin

diferențele de luminozitate și culoare cât și prin reactivitate la acțiunile utilizatorului. Efectul acțiunii utilizatorului asupra respectivelor elemente este intuită de către utilizatori pe baza semanticii implicite a elementelor active (Luceafărul de seară = seară, noapte; norul Cumulonimbus = posibile precipitații; Soare = zi, căldură) precum și de poziționarea acestora în mediu.

Încurajat de succesul acțiunilor sale din etapa de acomodare cu mediul, utilizatorul se va manifesta în vederea activării prin atingerea, pe rând, a diferitelor elemente active, în timp ce sistemul va reacționa, adaptând treptat mediul virtual în general și margareta în particular, la noile condiții de mediu.



Figura 3. Sesiune de lucru în starea de zi senină.







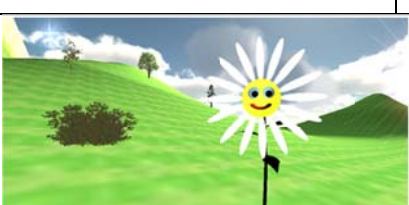

Astfel, indicarea Luceafărului (Tabelul 1-B), determină mediul virtual să își schimbe starea de la zi spre noapte, acțiune care se realizează prin scăderea treptată a luminozității și schimbarea fundalului sonor.

Cu același tip de gest, de data aceasta orientat spre zona tufișului cel mai apropiat de margaretă, utilizatorul determină trezirea unui iepuraș sfios și curios de prezența margaretei Daisy.

Prin gestul de ridicare a unei mâini (Tabelul 1-C), dacă utilizatorul reușește să atingă Soarele, sistemul interpretează această acțiune ca fiind dorința utilizatorului de a aduce înapoi ziua sau, dacă este ziuă, de a o însori suplimentar. Acesta se realizează prin mărirea luminozității mai mult decât în cazul unei zi senine (obișnuite), activarea fundalului sonor diurn și,

eventual, “protejarea” margaretei cu o pereche de ochelari de soare. Evident, sistemul ia în calcul și posibila expunere prelungită la Soare a margaretei, modificând treptat culoarea “feței” margaretei Daisy sugerând procesul de bronzare, acesta având efect persistent, de la o zi la alta.

Tabelul 2. Stări ale mediului MyDearDaisy.

	
Activarea înserării	Activarea iepurelui
	
Expunerea la soare	Bronzarea margaretei
	
Activarea ploii	Vine ceața!
	
Creștere accelerată	Mare și ... puțin arsă de Soare

Prin același gest de ridicare a unei mâini, utilizatorul poate aduce Norul Cumulonimbus, fără însă a conduce în mod necesar la ploaie. În vederea declanșării ploii, el trebuie să “stoarcă” Norul, folosindu-și pentru aceasta, ambele mâini ridicate deasupra capului (Tabelul 1-D) și mimând stoarcerea. Succesul acțiunii este sesizat prin scăderea intensității luminii de către sistem, generarea particulelor de ploaie, schimbarea fundalului sonor și "protejarea" margaretei cu o umbrelă.

Există, însă și gesturi recunoscute de sistem dar care nu sunt sugerate direct de elementele existente și vizibile în mediu virtual. Aici ne referim la gesturile naturale întipărite în inconștient (cum ar fi gestul de împrăștiere a fumului/aburului prin mișcarea mâinii în plan orizontal). Astfel, mișcarea mâinii drepte în plan orizontal de la dreapta la stânga, aduce ceața iar mișcarea mâinii stângi în plan orizontal de la stânga la dreapta risipește ceața (Tabelul 1-E).

Un alt set de gesturi sunt cele uzuale în cazul interacțiunilor multi-contact, de exemplu gesturile de micșorare sau mărire a elementelor subiect al acțiunii utilizatorului (Tabelul 1-F,G). Gestul de mărire sporește dimensiunile margaretei, iar gestul de micșorare o aduce la dimensiunea inițială. Prezența unor astfel de gesturi “ascunse”, incită utilizatorul spre a interacționa cu sistemul și de a testa și alte gesturi.

Indiferent de stadiul dialogului nonverbal pe care utilizatorul îl are cu sistemul MyDearDaisy, dacă sistemul detectează postura neutră, adică utilizatorul având ambele mâini pe lângă corp, dacă după un interval de timp rezonabil postura utilizatorului rămâne neschimbată, sistemul consideră că utilizatorul și-a pierdut interesul în a interacționa cu el și readuce sistemul la starea inițială ; o margaretă într-o zi senină.

Din acest nivel, indiferent dacă utilizatorul a efectuat vreun gest sau nu, la cinci secunde după ieșirea sa din raza senzorului Kinect, sistemul revine în stadiul inițial de așteptare.

5. Utilizabilitatea sistemului

Pentru a evalua acest sistem din punctul de vedere a utilizabilității, am efectuat un studiu în acest sens.

5.1 Cadrul de testare

Acesta s-a desfășurat într-un cadru recreativ și a avut drept subiecți șapte copii de vârstă preșcolară (3-6) ani.

Studiul a constatat în a lăsa copiii să interacționeze liber cu sistemul, a le urmări reacțiile și a completa imediat chestionarul de utilizabilitate din Tabelul 3.

Tabelul 3. Chestionarul de utilizabilitate al sistemului MyDearDaisy.

Scala:	
1 – Dezacord total	
2 – Dezacord relativ	
3 – Indecis	
4 – Acord relativ	
5 – Acord total	
Afirmații	Nota
În general sunt satisfăcut(ă) de ușurința utilizării sistemului	
Am fost în măsură să parcurg toți pașii scenariului de testare	
M-am simțit confortabil în timpul utilizării sistemului	
A fost ușor să învăț să utilizez sistemul	
Elementele grafice din mediu sunt ușor de perceput	
Combinăția cromatică a elementelor din mediu este potrivită/plăcută	
Semantica elementelor grafice este clară	
În cazul interacțiunii, răspunsul sistemului este rapid	
În cazul interacțiunii, răspunsul sistemului este coerent	
Fundalul audio este sugestiv în contextul schimbărilor din mediu	
Răspunsul sistemului (al florii) este sugestiv în contextul schimbărilor de mediu	
Răspunsul sistemului (al florii) este potrivit în contextul schimbărilor de mediu	
Răspunsul sistemului (al florii) la schimbările de mediu este amuzant	
Răspunsul sistemului (al florii) la schimbările de mediu este incitant	
Sistemul este intuitiv și deci simplu și ușor de folosit	
Consider că sistemul are potențial educativ	
Consider că sistemul motivează copiii în studiul științelor naturii	
Consider sistemul mai ușor de utilizat decât cel clasic (mouse + tastatură)	
Mențiuni:	
Enumerăți trei aspecte care v-au plăcut referitor la interacțiunea cu sistemul.	
Enumerăți trei aspecte care nu v-au plăcut referitor la interacțiunea cu sistemul.	
Enumerăți alte trei gesturi care credeți că ar trebui integrate în sistem.	

Pentru a reduce la maxim erorile de interpretare a reacțiilor subiecților, chestionarul a fost completat, în urma unei scurte discuții ”la cald” după interacțiunea cu sistemul, de către unul dintre părinții copilului respectiv mama în cinci din șapte cazuri. Am preferat această abordare, deoarece la preșcolari cea mai puternică empatie este cu părintele matern.

Studiul a urmărit aspecte ale utilizabilității atât din prisma standardului ISO 9241-11:1994 (eficacitate, eficiență și satisfacție cu care utilizatori specificați îndeplinesc obiective specificate într-un context de lucru specificat) cât și a standardului ISO 9126-1:2001 (capabilitatea produsului software de a fi înțeles, învățat, utilizat și considerat atractiv de către utilizator, atunci când este folosit în condiții specificate).

Având în vedere că aceasta este prima evaluare a sistemului, ea trebuie privită ca o a evaluare a utilizabilității de tip formativ, efectuată cu scopul identificării și eliminării problemelor de utilizabilitate cât mai devreme. Cu cât aceste probleme sunt identificate mai devreme, cu atât este mai puțin costisitor efortul de rezolvare.

Acest tip de evaluare va fi reluat iterativ pe parcursul întregului ciclu de dezvoltare, urmând ca la definitivarea aplicației, să se efectueze o evaluare a utilizabilității de tip sumativ.

5.2 Rezultate

În baza datelor obținute în urma completării chestionarelor (Tabelul 3), am calculat rezultatele studiului de utilizabilitate, după cum urmează:

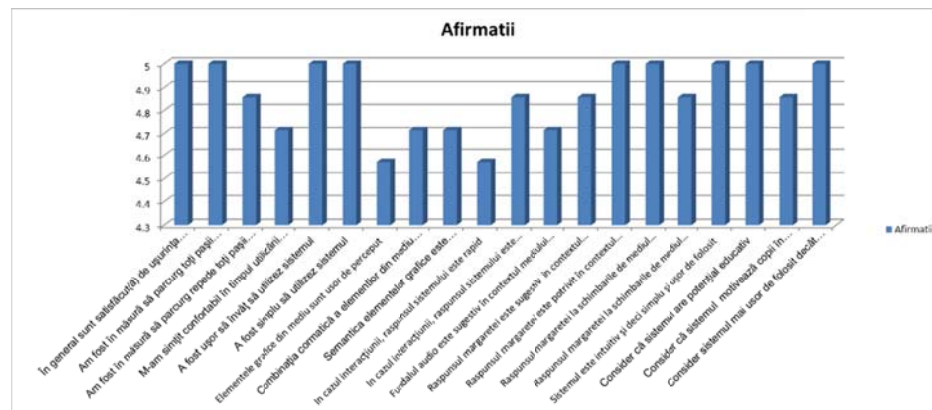


Figura 4. Notele generale.

Notele generale pentru fiecare criteriu/afirmație (Figura 4) sunt rezultatul mediei aritmetice a notelor acordate criteriului respectiv de către fiecare utilizator.

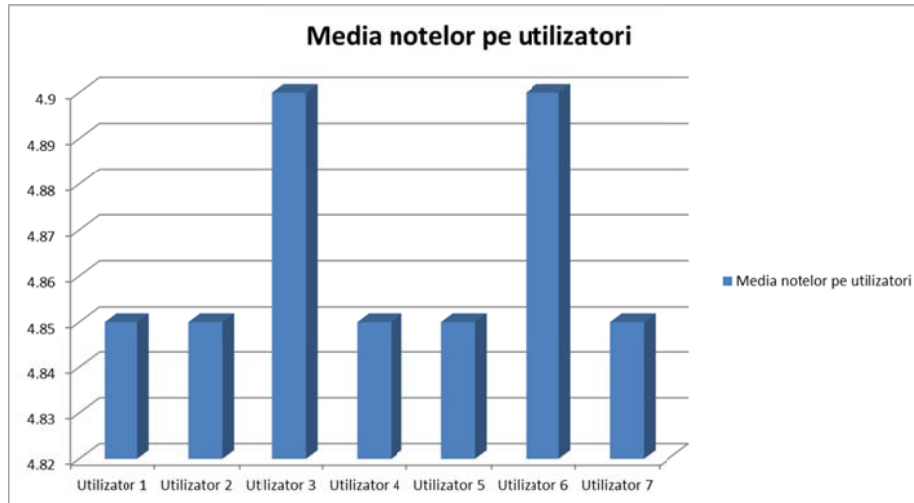


Figura 5. Media notelor pe utilizatori.

Notele generale pentru fiecare utilizator (Figura 5) sunt rezultatul mediei aritmetice a notelor acordate de către fiecare utilizator pentru toate criteriile/afirmațiile din chestionar.

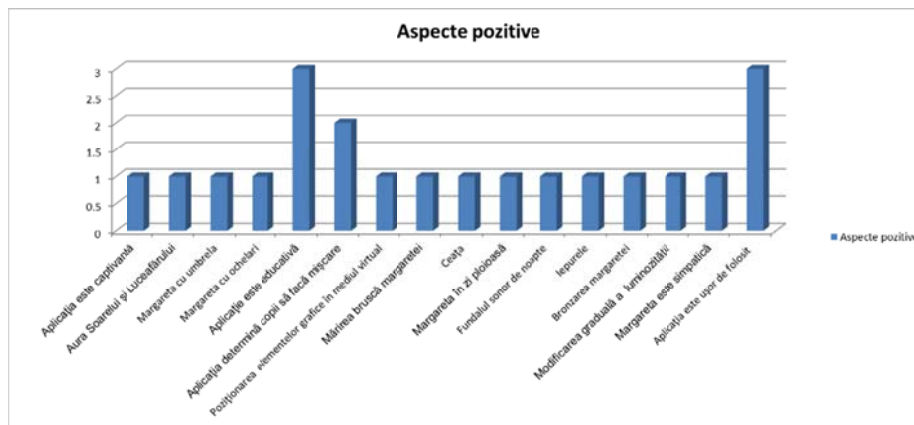


Figura 6. Aspecte pozitive.

Notele pentru fiecare aspect pozitiv remarcat de utilizatori (Figura 6) sunt egale cu frecvența apariției aspectului respectiv în secțiunea ”Mențiuni” din chestionarele de utilizabilitate.

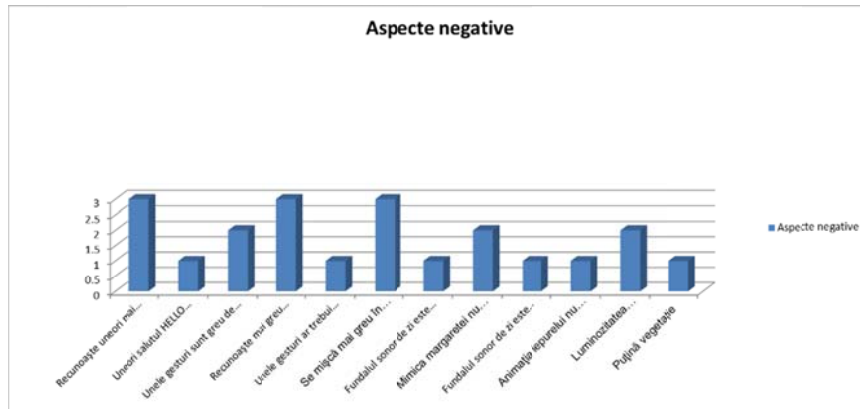


Figura 7. Aspecte negative

Notele pentru fiecare aspect negativ remarcat de utilizatori (Figura 7) sunt egale cu frecvența apariției aspectului respectiv în secțiunea ”Mențiuni” din chestionarele de utilizabilitate.

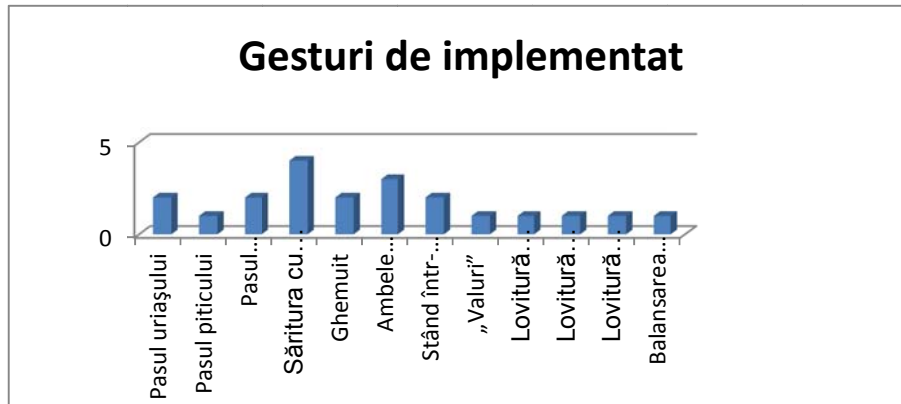


Figura 8. Gesturi de implementat

Notele pentru fiecare gest considerat de utilizatori ca fiind util de implementat (Figura 8) sunt egale cu frecvența apariției gestului respectiv în secțiunea ”Mențiuni” din chestionarele de utilizabilitate.

În baza acestor rezultate concluzionăm că utilizatorii consideră sistemul intuitiv, simplu și ușor de utilizat. Majoritatea utilizatorilor au apreciat latura educațional-motivațională a sistemului. Este de reținut faptul că toți l-

au considerat mai simplu de utilizat decât sistemele clasice (cu mouse și tastatură).

Studiul a scos în evidență și unele aspecte spre care trebuie focalizată următoarea etapă de dezvoltare și anume optimizarea timpului de răspuns a sistemului și modificarea modului de prezentare ale anumitor elemente grafice.

O altă zonă de studiu și dezvoltare este orientată spre diversificarea dicționarului de gesturi recunoscute de către sistem. Studiul de utilizabilitate a evidențiat preferința utilizatorilor pentru o serie de gesturi (e.g. săritura cu ambele picioare, ambele brațe întinse în lateral, paralel cu solul la nivelul umerilor, ghemuit, pasul ștrengarului, pasul uriașului, etc.).

Acest set de gesturi pot constitui punctul de plecare pentru o etapă de dezvoltare ulterioară.

6. Concluzii și direcții de dezvoltare

Acest sistem se constituie într-o invitație tentantă adresată copiilor de vârste preșcolare/școlare de a renunța la mouse și tastatură și de a interacționa în mod natural cu mediul virtual. Complexitatea aplicației este medie, în scopul de a permite utilizatorilor de vârste preșcolare să experimenteze toate facilitățile oferite, dar în același timp suficient de complexă pentru ca aceștia să nu-și piardă interesul. Astfel, interacționând cu elementele reactive din mediul virtual (e.g. Soare, Cumulonimbus), utilizatorul observă efectul ploii și luminii solare asupra plantelor atunci când Daisy crește sau se „bronzază”.

Rezultatul imediat al interacțiunii constă în sensibilizarea și motivarea copiilor în studiul acțiunii factorilor de mediu asupra organismelor vii și a evoluției mediului înconjurător.

Aplicația beneficiază de avantajele NUI în sensul că utilizatorul interacționează prin gesturi naturale cu sistemul, cu mediul virtual. Este de menționat costul relativ redus al sistemului (400 USD) comparativ cu sisteme având capabilități asemănătoare.

În același timp, elementele grafice ale interfeței vizuale au un conținut semantic intuitiv care nu mai are nevoie de explicații suplimentare (e.g. Soare, nor). Acest fapt elimină din start posibilele erori de proiectare a interfeței legate de vizualizarea și interpretarea textului și sporește senzația

de interacțiune naturală, măbind în același timp gradul de imersiune a utilizatorului în mediul virtual.

Studiul de utilizabilitate a evidențiat că subiecții au considerat sistemul intuitiv, simplu și ușor de utilizat. Majoritatea utilizatorilor au apreciat latura educațional-motivațională a sistemului. Este de reținut faptul că toți l-au considerat mai simplu de utilizat decât sistemele clasice (cu mouse și tastatură).

În urma acestui studiu au rezultat o serie de aspecte pentru îmbunătățirea aplicației și dezvoltarea viitoare. Primul aspect care trebuie luat în considerare se referă la îmbunătățirea aplicației ținând cont de rezultatele studiului de utilizabilitate, în sensul optimizării timpului de răspuns a sistemului și modificarea modului de prezentare în cazul anumitor elemente grafice.

O altă zonă de studiu și dezvoltare o poate constitui diversificarea dicționarului de gesturi recunoscute de către sistem, prin adăugarea setului de gesturi evidențiate de studiu ca fiind preferate de către utilizatori (e.g. săritura cu ambele picioare, ambele brațe întinse în lateral, paralel cu solul la nivelul umerilor, ghemuit, pasul ștrengarului, pasul uriașului, etc.).

Este recomandată reluarea evaluării utilizabilității de tip formativ a sistemului după remedierea problemelor constatate la prima evaluare, de preferat într-un cadru educațional-recreativ mai larg. Urmând ca la încheierea dezvoltării aplicației, să se efectueze o evaluare a utilizabilității de tip sumativ.

Considerăm utilă diversificarea opțiunilor în nivelul de întâmpinare, astfel încât utilizatorii să poată alege dintre mai multe specii de plante și diverse medii virtuale. Nu este lipsit de interes un viitor studiu comparativ asupra de timpului de reacție între varianta finală a prezentei aplicații și o variantă în care interacțiunea să se realizeze la modul clasic (mouse și tastatură).

Referințe

DisneyLand Paris: <http://www.disneylandparis.fr/index.html>, (ultima vizitare în noiembrie 2014), 2014.

Edutopia: <http://www.edutopia.org/blog/free-tools-to-incorporate-gbl-andrew-miller>, (ultima vizitare în noiembrie 2014), 2014.

HABGOOD, MP Jacob and AINSWORTH, Shaaron E (2011). Motivating children to learn effectively: exploring the value of intrinsic integration in educational games. *Journal of*

- the Learning Sciences, 20 (2), 169-206.
- Hsu, J.H.M. (2011). The Potential of Kinect in Education, *International Journal of Information and Education Technology*, 1(5), 365-370.
- iStartedSomething: <http://www.istartedsomething.com/20090427/microsofts-home-work-xui-concept-videos/>, (ultima vizitare în noiembrie 2014), 2014.
- KinectEducation : <http://www.kinecteducation.com/>, (accesat în martie 2015), 2015.
- Kinecthacks: <http://www.kinecthacks.com/top-10-best-kinect-hacks/>, (accesat în noiembrie 2014), 2014.
- Krauss, R. M., Chen, Y., & Chawla, P. (1996). Nonverbal behavior and nonverbal communication: What do conversational hand gestures tell us? In M. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology* (pp. 389-450). San Diego, CA: Academic Press.
- Microsoft: <http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=36998>, (accesat în noiembrie 2014), 2014.
- MicrosoftE3 : <http://latimesblogs.latimes.com/technology/2009/06/microsofte3.html>, (accesat în martie 2015), 2015.
- Muscă, V. Introducere în filosofia lui Platon, Bucuresti, 2002. ISBN 973-683-854-4
- NVidia : <http://www.nvidia.com/object/3d-vision-main.html>, (accesat în martie 2015), 2015.
- Platon - Republica (VII, 514a-517c)
- PrimaryGames: <http://www.primarygames.com/seasons/spring/games/bloominggardens/>, (accesat în noiembrie 2014), 2014.
- Putnam, D. (1995). Bowling Alone: America's Declining Social Capital, *Journal of Democracy*, January 1995, pp. 65-78.
- Roussos, M., A.Johnson, T.Moher, J.Leigh, C.Vasilakis, and C. Barnes. Learning and building together in an immersive virtual world. *Presence*, 8(3):247-263,1999.
- SenTeacher : <http://www.senteacher.org/resource/links/31/KinectSEN.html>, (accesat în martie 2015), 2015.
- Tănase, L., Popovici, D.M., Utilizarea interfetelor vizuale în interacțiunea om-masină. Studiu de caz: MyDearDaisy, Proc. RoCHI'2014, 65-68.
- Unity3D: <http://unity3d.com/>, (accesat în noiembrie 2014), 2014.
- Wagner, R., Harter, J.K. (2009). Cele 12 elemente ale managementului performant, Ed. ALLFA.
- XBox Gestures: <http://support.xbox.com/en-US/xbox-one/kinect/common-gestures>, (accesat în noiembrie 2014), 2014.
- XBox: <http://www.xbox.com/en-US/>, (accesat în noiembrie 2014), 2014.
- XBox Kinect: <http://www.xbox.com/en-US/kinect>, (accesat în noiembrie 2014), 2014.
- X-jocuri: <http://www.x-jocuri.ro/joc-gradina-cu-flori-1865>; http://www.x-jocuri.ro/intro_joc-ferma_virtuala-1335; <http://www.x-jocuri.ro/joc-creste-floarea-4481>