

Mijloace de interacțiune om-calculator neconvențională. Considerații generale și studii de caz

Sabin-Corneliu Buraga, Ștefan Ceriu, Anca-Paula Luca,
Eduard Moraru, Ștefan Negru, Ștefan Prutianu

Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, Facultatea de Informatică
Berthelot 16 – 700483 Iași, România
E-mail: {busaco, stefan.ceriu, lucaa, eduard.moraru, stefan.negru,
stefan.prutianu}@info.uaic.ro

Rezumat. Lucrarea de față descrie o serie de aspecte de interes referitoare la mijloacele actuale de interacțiune neconvențională cu utilizatorul. Experimentele efectuate au vizat atât dispozitive hardware specifice – e.g., mănuși senzoriale, terminale mobile etc. –, cât și maniere interactive „atipice” de acces la informații sau cunoștințe disponibile actualmente pe Web.

Cuvinte cheie: Interacțiune neconvențională, Tipuri de interfețe, Experimente.

1. Preambul

Ca dezvoltatori de aplicații – disponibile la nivel de *desktop* și/sau Web, incorporate în diverse echipamente și utilaje, oferite pe scară largă de tehnologiile telefoniei mobile sau destinate unei nișe de utilizatori specializați (e.g., medici, cercetători în domeniul fizicii nucleare etc.) – ne confruntăm actualmente cu o multitudine de (tipuri de) controale de interacțiune și cu proliferarea interacțiunilor neconvenționale, mai ales via dispozitive fără fir și/sau senzori (Safer, 2009; Sears & Jucko, 2008).

Software-ul are tot mai mult un profund caracter social, masa de utilizatori de aplicații fiind într-o creștere fără precedent. Suplimentar, există așteptări tot mai mari, una dintre cerințe fiind aceea ca aplicațiile să prezinte un caracter *familiar* publicului-țintă (Tidwell, 2005), acesta fiind și unul dintre factorii importanți de evaluare a utilizabilității.

De asemenea, asistăm la apariția unei multitudini de metafore și de *idiom*-uri de interacțiune⁴, concretizate prin tipuri/stiluri familiare – recognoscibile – de interfețe, fiecare având propriul vocabular de obiecte, acțiuni, înfățișări etc., cu implicații importante în ceea ce privește crearea unei anumite experiențe – deseori, unice – utilizatorului (Tidwell, 2005). Astfel, în activitățile cotidiene mediate de calculator ne confruntăm uzual cu formulare, editoare de text, vizualizatoare sau editoare de conținut grafic sau multimedia, foi de calcul, navigatoare Web, calendare, jocuri cu caracter imersiv, spații virtuale sociale, aplicații de comerț electronic în contextul – mai larg – al afacerilor digitale (*e-business*).

2. Factorul uman în contextul interacțiunii neconvenționale

Din punctul de vedere al utilizatorului, utilizarea unui instrument (software) trebuie să aibă o *motivație* (Raskin, 2000) – fie ea conștientă sau inconștientă.

Drept exemple tipice, putem enumera:

- găsirea unei entități – *e.g.*, o informație precum perioada de desfășurare a unui eveniment științific sau un obiect (un document PDF, o persoană cu care colaborăm, o aplicație Web),
- învățarea (mediată de calculator),
- realizarea unui proces – precum o tranzacție bancară,
- participarea la interacțiuni sociale – de exemplu, angajarea în cadrul grupului de interes în realizarea unui experiment⁵ sau stabilirea de legături mai strânse la nivel academic în vederea unei colaborări ulterioare (d'Aquin *et al.*, 2008),

⁴ Asupra unei discuții privind asemănările și deosebirile dintre metafore și *idiom*-uri în contextual interacțiunii dintre om și calculator, a se parcurge lucrările (Cooper, Reimann & Cronin, 2007) și (Raskin, 2000).

⁵ Un exemplu de interes poate fi situl colaborativ în domeniul experimentelor științifice: *myExperiment* (Goble & DeRoure, 2007).

- crearea unui artefact: însemnare pe un *blog* precum WordPress sau la nivel de *micro-blog* (un exemplu tipic este Twitter)⁶, fotografie (Kennedy *et al.*, 2007), comentariu privind calitatea unui produs (Heath & Motta, 2008), punerea unui articol la dispoziția publicului etc.,
- divertismentul solitar sau la nivel de grup.

Aici intervine cu precădere *experiența autotelică* – activitate de sine-stătătoare care nu este realizată în așteptarea unui beneficiu viitor, ci pentru că însăși realizarea ei reprezintă o recompensă (Marhan, 2008). Multe dintre aplicațiile actuale, recurgând în unele cazuri la mijloace de interacțiune neconvențională, facilitează intrarea în *starea de flux* (Csikszentmihalyi, 1990) implicând activ utilizatorul.

Un aport important îl are *emoția* care are un caracter intențional, implicând o relație cu un obiect particular (Peter & Beale, 2008; Sears & Jucko, 2008). Din punct de vedere funcțional, emoțiile pot determina realizarea unei/unor acțiuni și pot cauza ori contribui la apariția unei trăiri, stări mentale (*mood*).

În acest context, trebuie menționate și sentimentele, care nu desemnează starea unei persoane, ci proprietăți asociate unei entități (ființă, obiect). Sentimentele pot persista oricât de mult, în contrast cu emoțiile – având o durată de ordinul secundelor – sau *mood*-urile – menținute la nivel de ore/zile. Sentimentele sunt uneori generalizări ale unei clase de obiecte având anumite proprietăți recognoscibile – *e.g.*, automobile, telefoane mobile, terminale bancare etc. Aceste generalizări nu trebuie să fie neapărat logice; un exemplu tipic este cel privind persoanele ce prezintă fobii față de calculatoare sau de anumite aplicații specifice (Pitariu, 2006). De remarcă faptul că într-o interacțiune dintre utilizator și software ori dispozitiv stările emoționale înrudite trebuie conectate pentru a se realiza intrarea în starea de flux.

Emoțiile depind și de sferile de interacțiune a utilizatorului (Norman, 2004):

⁶ A se consulta (Java *et al.*, 2007).

1. *oameni și dispozitive* – are în vedere experiența fizică dintre om și echipament, în termeni de gesturi, manipulare directă, materiale, simțuri, emoții;
2. *modele mentale, inclusiv reprezentările acestora* – experiența fizică conduce la definirea interacțiunii dintre om și obiect (dispozitiv, artefact tehnologic). Aici intervin concepte ca experiență digitală, interfață, model(e) mintal(e). Modelele conceptuale vizează comunicarea, conținutul (semantica) și/sau activitatea desfășurată, dependentă de specificul aplicației. De exemplu, aplicațiile de tip *micro-blogging* Twitter ori Cirip.ro prezintă un model centrat pe comunicare, iar siturile *wiki* (e.g., MediaWiki sau XWiki) sunt axate pe conținut;
3. *context* – orice interacțiune are loc într-un anumit context (Rarău, Cremene, Bența, 2007; Seffar & Javahery, 2004), implicând spațiul fizic și/sau virtual; asistăm ca apariția obiectelor „inteligente” precum Arduino (Banzi, 2008), ambientului (pro)activ, calcului omniprezent (*ubiquitous computing*), spațiilor virtuale – e.g., platforme ca Second Life;
4. *comunități* – interacțiunea are loc mediată de medii de comunicare (a)sincronă: audio, text, multimedia, 3D. Tot aici, se cuvin menționate comportamentele sociale mediate de tehnologie, de la caracterul intim la cel tribal și apoi la cel viral – a se urmări „fenomenul” Twitter (Java *et al.*, 2007);
5. *conținut* – asigură accesul public la informații sau cunoștințe (cel din urmă aspect face subiectul cercetărilor privind Web-ul semantic); utilizatorii publică, generează, integrează conținuturi eterogene provenind din surse multiple (Buraga, 2007; Buraga, 2006). Experiența interactivă are loc la nivel de *ecosistem digital*, din punct de vedere social, spațial, comercial sau privind cunoașterea umană.

3. Tipuri de interacțiune neconvențională

În ceea ce privește interacțiunea neconvențională, sunt implicate mai multe simțuri, interpretarea informațiilor senzoriale oferite de diverse dispozitive – e.g., senzori, ecrane tactile, mănuși, console de jocuri etc. – depinzând de așteptările curente ale utilizatorilor.

Conform (Saffer, 2009; Sears & Jucko, 2008; Seffah & Javahery, 2004), principalele tipuri de interacțiuni neconvenționale vizează următoarele:

- *interfețele haptice* – bazate pe senzații tactile (Kortum, 2008); drept *input* poate fi considerat ecranul și/sau tabla haptic(ă) care permite „atingerea” obiectelor digitale, iar ca *output* neconvențional se poate menționa sistemele bazat pe vibrații; în acest context, se pot considera și interfețele pseudo-haptice (Lecuyer, 2007);
- *interacțiunea bazată pe gesturi* – inspirată de interacțiunile non-verbale, alternativă la interacțiunea clasică; vizează gesturi generate de mână sau cele faciale, dar poate considera și postura corpului uman, fiind larg folosite în contextul consolelor de jocuri, laptop-urilor și terminalelor mobile (e.g., iPhone);
- *interfețele locomotorii* – oferă sau simulează mijloace de deplasare a utilizatorului într-un mediu real sau virtual;
- *interfețele audio și vocale* – facilitează prezentarea datelor la nivel sonor sau preluarea *input*-ului bazat pe voce; de interes este reprezentarea simbolică și semantică a informației la nivel sonor via *auditory icons*, *earcons* sau *spearcons* (Kortum, 2008);
- *interacțiunea tangibilă* – dă formă fizică (palpabilă) informației digitale⁷, informațiile digitale putând fi percepute și manipulate direct – detalii în (Kortum, 2008) și (Saffer, 2009).

4. Studii de caz

Mijloacele de interacțiune neconvențională pot fi ilustrate de mai multe studii de caz realizate cu precădere în cadrul disciplinei „Interacțiune om-calculator” (Buraga, 2009) de la Masterul de Ingineria Sistemelor Software, la Facultatea de Informatică a Universității „Alexandru Ioan Cuza” din Iași.

⁷ Printre primele experimente în domeniul interacțiunii tangibile se enumeră, de exemplu, cele vizând explorarea informațiilor topografice (Gorbet, Orth, Ishii, 1998) sau proiectarea informațiilor la nivel de Web (Klemmer, Newman, Sapien, 2000).

Sunt exemplificate diverse proiecte privind proiectarea și dezvoltarea de soluții de interacțiune neconvențională cu aplicații tradiționale la nivel de Web, dispozitive mobile și/sau *desktop*.

Rezultatele de interes prezentate în continuare urmăresc realizarea unei punți dintre Web-ul social și cel semantic, accesul la diverse servicii disponibile pe Web (*e.g.*, management de conținuturi grafice oferite de Flickr sau cartografice pe baza serviciului Google Maps) via dispozitive *multi-touch* Apple iPhone sau mânuși senzoriale de tip P5 și captarea și împărtășirea emoțiilor folosind soluția hardware Arduino.

4.1 *Practical Semantic Works*: între Web-ul social și Web-ul semantic

PSW (*Practical Semantic Works*) reprezintă un experiment care propune facilitarea colaborării dintre utilizatori și Web-ul semantic prin furnizarea unei metode prin care utilizatorii să profite de descrierea precisă, riguroasă, a datelor pe Web, folosind o interfață apropiată de limbajul natural și păstrând în același timp marcajul semantic original la refolosirea informației regăsite.

Dificultatea ce apare la trecerea către Web-ul semantic (Allemang & Hendler, 2008) constă în aceea că informațiile adnotate semantic nu sunt accesibile în mod natural utilizatorilor, ele necesitând o preprocesare – de cele mai multe ori, intensă. De asemenea, utilizatorii nu sunt nici obișnuiți, nici pregătiți tehnic, uneori nici disponibili să producă date marcate semantic, astfel încât – fără instrumentele corespunzătoare – contactul dintre Web-ul utilizatorilor (cel social) și Web-ul datelor (semantic) necesită concesiuni din partea uneia dintre părți. Abordarea propusă demonstrează modul de construcție a unei legături între cele două: un instrument Web de căutare în baze de cunoștințe adnotate semantic – disponibile deja la nivelul spațiului WWW –, care acceptă interogări în limbaj natural și permite utilizatorilor să refolosească rezultatele cu păstrarea marcajului semantic original în mod transparent.

Plecând de la cercetările anterioare (Luca & Buraga, 2007; Luca & Buraga, 2009), am orientat folosirea Web-ului semantic spre căutarea semantică pentru interesul pe care îl prezintă din punct de vedere al utilității – căutarea în *depozite de cunoștințe* spre deosebire de *depozite de documente* reprezintă una dintre promisiunile Web-ului semantic,

revoluționând domeniul regăsirii de informații (*information retrieval*) – și pentru că ea reprezintă o metodă generală prin care utilizatorii pot accesa complet datele interconectate ale Web-ului semantic (în timp ce alt tip de aplicații folosesc doar subgrafuri de cunoștințe, în mod limitat, specifice unui anumit domeniu).

Mijloace

Natural, pentru interacțiunea Web transparentă a utilizatorilor, atât din perspectiva de consumatori de informație, cât și din cea de producători, ne-am orientat către implementarea ca extensie pentru navigatorul Web, evoluat astăzi la stadiul de panou de control pentru informație, în particular Mozilla Firefox și Ubiquity⁸, o extensie care își propune să furnizeze o interacțiune în linie de comandă pentru navigatorul Web pentru a facilita accesul la diverse servicii Web „în limbaj natural”. Ea permite dezvoltatorilor să creeze comenzi noi, furnizând mecanismele de procesare a comenzilor și de interacțiune cu documentul Web vizualizat curent, o astfel de comandă fiind și PSW, invocată prin cuvântul-cheie *find* („găsește”).

Pentru regăsirea informațiilor cerute de utilizatori sunt folosite datele marcate semantic din cadrul proiectului *Linked Open Data* (Bizer, Heath, Berners-Lee, 2009), accesate prin protocolul SPARQL (Allemang & Hendler, 2008; W3C, 2009) și punctele de acces SPARQL corespunzătoare, astfel încât instrumentul este capabil să furnizeze răspunsuri – de asemenea, marcate semantic – din DBpedia⁹, DBLP¹⁰ sau Linked Movie Database¹¹.

La final, atunci când răspunsul regăsit trebuie introdus în documentul editat de utilizator, pentru a păstra marcajul semantic ne-am orientat către inițiativa microformatelor (Allsopp, 2007), care oferă mijloacele de adăugare a marcajului semantic în documentele HTML, folosind convenții

⁸ A se consulta proiectul *Ubiquity* din cadrul *Mozilla Labs*: <http://labs.mozilla.com/projects/ubiquity/>.

⁹ Inițiativa *DBpedia* este descrisă la <http://dbpedia.org/>.

¹⁰ *DBLP Berlin SPARQL endpoint*: <http://www4.wiwiw.fu-berlin.de/dblp/>.

¹¹ *Linked Movie Database*: <http://www.linkedmdb.org/>.

simple de marcaj HTML pentru reprezentarea tipurilor de date specifice – detalii și în (Buraga, 2007).

Am modelat comanda de căutare ca fiind un triplu RDF (Allemang & Hendler, 2008; W3C, 2009) cu o componentă lipsă, obiectul. Astfel, pentru o cerere ca *find <property> of <subject> in <source>*, valoarea de pe poziția *source* va desemna depozitul de date unde trebuie căutate răspunsurile (pentru moment DBpedia, DBLP Berlin și Linked Movie Database). Termenul de căutare *subject* va fi folosit pentru a identifica un subiect, iar *property* desemnează predicatul. Răspunsul este ilustrat de o reprezentare în format uman inteligibil a obiectului (sau obiectelor) găsite pentru subiectul și predicatul menționate.

Este folosit un mecanism de asociere flexibil pentru a identifica subiectul și proprietatea de căutat: fiecare sursă de date definită are asociat un set de proprietăți pentru a determina unde este căutat șirul de caractere *subject* și, în caz de succes, proprietatea RDF a cărei valoare trebuie regăsită este determinată pe baza unei asocieri cu valoarea introdusă de utilizator pe poziția *property*. De asemenea, dacă o astfel de asociere predefinită nu există, valoarea *property* va fi folosită ca însuși numele proprietății RDF dorite, în conjuncție cu un prefix implicit pentru fiecare sursă de date, permițând astfel acces nemijlocit la date.

Acest tip de convenții deși simple și potențial limitate, își demonstrează succesul în practică datorită coeziunii mari care există între ontologiile folosite de depozitele de cunoștințe, a datelor din aceste depozite (instanțe ale conceptelor) și a intereselor utilizatorilor în context – cu alte cuvinte, este probabil ca un astfel de depozit să modeleze un domeniu pentru care să folosească preponderent o ontologie, iar acest domeniu să reprezinte scopul utilizatorilor, atunci când interoghează sursa de date, ceea ce face ca ontologia respectivă să poată fi folosită cu succes ca implicită.

Pentru formatarea răspunsului, este utilizată o asociere predefinită între proprietatea regăsită și un microformat¹² – de pildă, *hCard*, *hCalendar* sau *hReview* (Allsopp, 2007) –, pentru a determina marcajul răspunsului. În

¹² Specificațiile oficiale privitoare la microformate sunt disponibile pe situl *Microformats.org*.

plus, comanda admite un al patrulea parametru care permite utilizatorului să specifice modul în care răspunsul primit trebuie utilizat – ca persoană, eveniment, legătură hipertext etc.

Exemplificare

Pentru a evidenția avantajele aduse interacțiunii dintre componenta socială a Web-ului și cea a datelor (specifică direcțiilor de cercetare din domeniul Web-ului semantic), vom ilustra pașii prin care un utilizator poate refolosi în mod transparent cunoștințele disponibile pe Web și, în plus, poate reda Web-ului informația regăsită, fără a-i fi necesară familiarizarea cu formalismul tehnic.

De exemplu, un utilizator care scrie o însemnare pe blogul personal despre pasiunile sale muzicale va dori să regăsească unele detalii pe Web, cum ar fi data nașterii unui membru al trupei sale preferate. Pentru căutare, va putea recurge la comanda PSW ilustrată în figura 1, în care se specifică instrumentului să furnizeze date de naștere a unui artist.



Figura 1. Execuția unei comenzi de căutare

Apoi, la regăsire, va alege rezultatul dorit din listă (tipic, unul unic pentru că descrierea riguroasă a datelor în Web-ul semantic permite regăsirea fără echivoc) și, prin confirmarea rezultatului, acesta va fi introdus în pagină – a se urmări figurile 2 și 3.

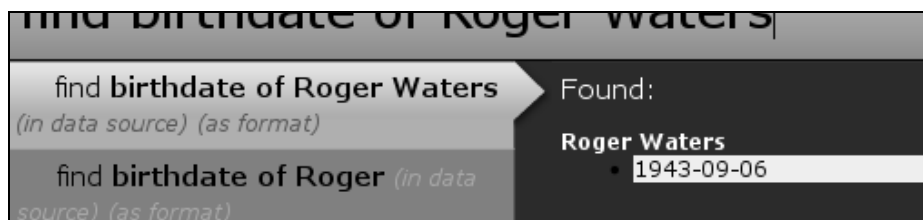


Figura 2. Selectarea rezultatului dorit



Figura 3. Refolosirea răspunsului în pagina Web editată (aici, o însemnare pe un blog)

Deși ceea ce utilizatorul percepe este un răspuns în limbajul său natural, acesta este însoțit de marcarea semantică care – la inserarea în conținutul creat de utilizator și publicarea lui pe Web – este păstrată pe baza microformatelor.

Astfel, datele pot fi înțelese și refolosite de instrumentele create pentru prelucrarea acestora, cum ar fi extensia *Operator*¹³ pentru navigatorul *open source* Mozilla Firefox. Figura 4 furnizează o exemplificare.

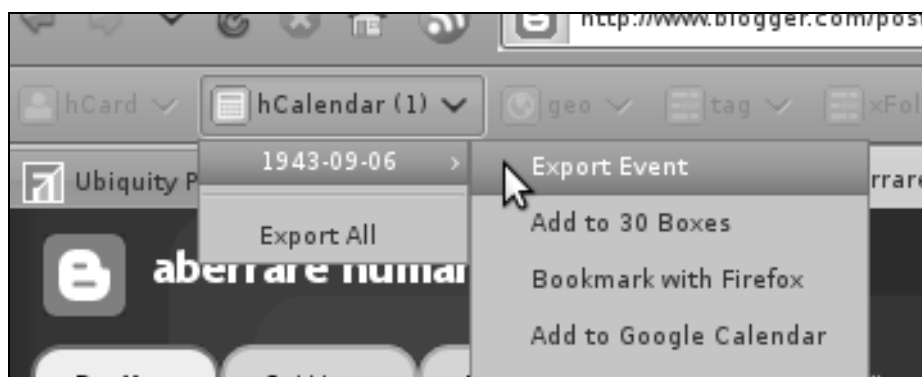


Figura 4. Refolosirea – în alt context – a datelor publicate păstrând semantica originală

Prototipul prezentat, recurgând exclusiv la tehnologii Web deschise, poate fi extins pentru a folosi surse de date extinse, care să permită accesul la Web-ul semantic ca un întreg, păstrând însă cerința ca utilizatorului să nu-i fie necesare cunoștințe tehnice. De asemenea, folosirea microformatelor poate fi îmbunătățită prin implementarea unui mecanism de aliniere între

¹³ Extensia *Operator* disponibilă pentru Mozilla Firefox poate fi obținută de la adresa Web <http://www.kaply.com/weblog/operator/>.

ontologiile surselor de date și ontologiile microformatelor, pentru a determina automat formatul ce trebuie folosit pentru o proprietate regăsită, precum și pentru a extrage toate datele necesare pentru construcția completă microformatului dorit.

Abordarea de față – ilustrând o interacțiune întrucâtva neconvențională la nivel de Web – încearcă să exploreze spațiul aplicațiilor care permit utilizatorilor accesul pentru scriere și citire și la Web-ul datelor (nu numai cel al documentelor), în manieră transparentă, fără a necesita adaptare la mediul tehnic și fără compromisuri din punctul de vedere al marcajului datelor: semantica „citită” nu este pierdută la „scriere”.

O astfel de implementare, simplă și rapidă, bazată pe orchestrarea datelor, instrumentelor și a standardelor existente, demonstrează că există toate premisele construirii unei soluții complete în direcția legăturii transparente dintre Web-ul social și cel al datelor.

4.2 *TouchGE* – interacțiunea prin intermediul gesturilor cu serviciul Google Earth de vizualizare 3D a globului pământesc

Ne propunem să realizăm în cele ce urmează o analiză asupra aspectelor de luat în considerare în proiectarea interacțiunii cu un mediu 3D – precum cel oferit de *Google Earth*. Pentru fiecare dintre aceste aspecte sunt propuse soluții de proiectare, implementate ulterior sub forma unui *script* (program) de interacțiune cu o mânășă interactivă.

TouchGE este un *script* pentru mediul *GlovePIE*¹⁴ care asociază date de intrare furnizate de mânășă interactivă P5 celor care provin de la tastatură, efectuând diverse operațiuni de navigație în mediul 3D oferit de popularul serviciu Google Earth – <http://earth.google.com/>.

Deși a fost inițial proiectat pentru lucrul cu *joystick*-ul, mediul de lucru *GlovePIE* permite în prezent utilizarea unui număr considerabil de dispozitive de intrare în orice aplicație. Dispozitivul P5 utilizat în cadrul

¹⁴ Detaliile tehnice referitoare la mediul de lucru *GlovePIE* sunt disponibile la adresa Web <http://carl.kenner.googlepages.com/glovepie>.

acestui experiment este folosit de *GlovePIE* prin intermediul unui *driver* secundar – produs de comunitatea de programatori¹⁵ – ce permite o mai mare libertate și acuratețe față de cel disponibil oficial.

Această mânășă interactivă permite mișcări în 6 grade de libertate (*6 DoF – Degrees of Freedom*) și oferă totodată informații în legătură cu nivelul de întindere a degetelor. Există totuși o limitare în mișcarea utilizatorului dată de prezența unui cablu necesar conectării mânășii la un receptor infraroșu.

¹⁵ A se vizita situl *wiki* destinat mânășii P5 – http://scratchpad.wikia.com/wiki/P5_Glove – și situl dedicat comunității de dezvoltatori P5: <http://groups.yahoo.com/group/p5glove>.

Experiența utilizatorului

În cele de mai jos ne propunem mai întâi să descriem o serie de considerații privind experiența utilizatorului (UX – *User Experience*) în interacțiunea neconvențională cu acest dispozitiv bazat pe gesturi. Utilizarea unui dispozitiv de interacțiune presupune confruntarea cu anumite aspecte tehnice. Acestea nu țin neapărat de detaliile funcționării interne ale dispozitivului, cât de experiența pe care utilizatorul o percepe (Saffer, 2009).

Primul lucru de luat în considerare este faptul că un dispozitiv de localizare ținut în sau pe mână poate genera mult „zgomot” informațional cauzat de tremurul involuntar al mâinii. Majoritatea utilizatorilor sunt complet inconștienți de acest factor până în momentul în care sunt confrunțați cu nereguli.

În loc să producă mișcările așteptate sau chiar să păstreze poziția fixă, dispozitivul poate genera mișcări nedorite, captate de către aplicație, transformate apoi în acțiuni ce pot cauza *frustrarea utilizatorului*, dacă acesta este expus prea mult timp.

O soluție pentru o astfel de problemă este de obicei filtrarea datelor captate de către dispozitiv. Două exemple de astfel de filtre, oferite de mediul GlovePIE, sunt cele de mediere (*Averaging*) și privind zona neutră de interacțiune (*DeadBand*):

- *medierea* ia în considerare un număr prestabilit de cadre (valori ale variabilei de filtrat) și decide valoarea curentă filtrată a variabilei făcând medie cu acestea. Acesta reprezintă un mod de a evita valori bruște, cauzate de obicei de înregistrări defectuoase ale dispozitivului. Totuși, dacă este utilizat excesiv (număr de cadre de comparație prea mare), acest tip de filtru poate cauza întârzieri în executarea de către aplicație a comenzilor date de utilizator.
- *zona neutră* reprezintă un concept foarte simplu. Acest filtru rezolvă problema tremurului mâinii prin simpla ignorare a mișcărilor de dimensiuni reduse, sub limita unei valori prestabilite. Totuși, dacă valoarea prestabilită este prea mare, se pot pierde mișcări relevante ducând la neexecutarea comenzilor utilizatorului.

Este necesar un echilibru cât mai potrivit între valorile prestabilite pentru aceste două filtre, pentru a oferi o sensibilitate cât mai bună pentru detectarea mișcărilor utilizatorului, fără a introduce o latență observabilă.

De asemenea, aceste valori nu trebuie să fie tot timpul globale. Unele acțiuni au un impact mai mare decât altele și necesită reglaje individuale.

Ambele filtre sunt utilizate în *TouchGE* pentru mișcările procesate. În plus, dispozitivul este configurat să ofere date în modul relativ care, în comparație cu modul absolut, oferă valori mai „șlefuite” și este mai potrivit cerințelor aplicației în cauză.

O altă problemă cunoscută a interfețelor care necesită ca utilizatorul să țină mâna în aer este aceea că vor cauza, în mod inevitabil, un *sentiment de discomfort* ce crește odată cu timpul de utilizare, conducând la oboseală.

O soluție ar fi oferirea posibilității de a utiliza aplicația cu cotul sprijinit pe masă sau pe un suport fix. Aceasta înseamnă că aplicația trebuie să ofere suport pentru continuarea automată a unor acțiuni ce ar necesita ca utilizatorul să își ridice cotul de pe masă sau care s-ar efectua repetat și incremental. Această soluție este implementată în *TouchGE* pentru toate acțiunile implementate până în prezent. Astfel, dacă după finalizarea efectuării unei acțiuni mâna utilizatorului este încă în mișcare, acea acțiune va fi continuată automat până la intervenția explicită a utilizatorului. S-au luat în considerare și efecte secundare precum continuări nedorite și s-a utilizat o valoare mai ridicată pentru filtrul de zonă neutră aplicabil mișcării mâinii după finalizarea efectuării unei acțiuni.

Vom discuta în continuare despre controlul utilizatorului asupra comenzilor emise. În proiectarea interacțiunii folosind un astfel de dispozitiv ne putem baza pe două lucruri: simpla mișcare sau gesturi.

Interacțiunea bazată pe simpla mișcare este de obicei mai ușor de implementat, dar necesită o mai mare disciplină din partea utilizatorului și anume de a ține mâna permanent într-o zonă neutră pentru a nu se înregistra nici o acțiune. Îndată ce mâna atinge anumite secțiuni prestabilite, acțiunea corespunzătoare acelei secțiuni se va executa.

În practică, aceasta nu este o soluție bună datorită acțiunilor care nu sunt legate de aplicație sau sunt involuntare – de exemplu, factori externi precum a răspunde la un telefon, a procesa un *pop-up* apărut în mijlocul rulării aplicației sau pur și simplu pentru a utiliza o altă aplicație de pe același calculator.

În cadrul proiectului *TouchGE* propunem un sistem de interacțiune bazată pe gesturi așteptând ca utilizatorul să specifice când o acțiune începe și când se termină, combinat cu posibilitatea continuării acțiunilor repetitive.

Avantajul principal al unui astfel de sistem este acela că oferă libertate de mișcare utilizatorului și un mai mare control asupra celor ce se întâmplă în aplicație.

Ațiuni disponibile

Mulțimea de acțiuni care pot fi asociate este constrânsă de numărul de comenzi rapide cu tastatura puse la dispoziție de interfața 3D dintre utilizator și serviciul Google Earth.

Versiunea curentă a implementării noastre oferă trei acțiuni: „Mișcarea globului”, „Îndepărtarea sau apropierea perspectivei” (*zooming*) și „Privitul în jur”:

- *Mișcarea globului* – această acțiune este efectuată în mod normal în Google Earth utilizând tastele-săgeți ale tastaturii, iar efectul este de a „muta” spectatorul în direcția dorită. Din perspectiva utilizatorului, acțiunea poate fi percepută ca și cum globul este cel ce s-ar mișca, nu spectatorul, și că utilizatorul manipulează direct globul, întocmai precum ar face cu un glob real. Astfel, am introdus gestul de „a apuca” efectuat paralel cu globul. Executarea acestei acțiuni necesită o inversare a mișcărilor. Un exemplu poate fi atunci când utilizatorul trage globul spre dreapta (din perspectiva sa), dar aplicația va muta perspectiva spre stânga. Acțiunea poate fi continuată, trăgând într-o direcție și eliberând globul, întocmai precum cineva ar roti un glob real.
- *Îndepărtarea sau apropierea perspectivei* – această acțiune este efectuată convențional în Google Earth utilizând tastele +/- sau *PageUp/PageDown*, iar efectul său este de a apropia sau îndepărta perspectiva în raport cu locația situată în centrul ecranului. Din nefericire, comenzile rapide cu tastatura nu au fost concepute pentru un astfel de nivel de interacțiune. Din această cauză, mișcarea globului și apropierea sau îndepărtarea perspectivei nu pot fi executate simultan. Utilizarea gestului de apucare ar fi fost de preferat și pentru această acțiune, dar a fost necesară introducerea unui gest nou. Astfel, s-a propus gestul de „ciupire” combinat cu mișcarea înainte sau înapoi. Aceeași inversiune aplicată anterior se va folosi și în acest caz. De exemplu, pentru a apropia perspectiva, se va „ciupi” un loc de pe glob și se va mișca mâna înspre utilizator pentru a „trage” globul mai aproape. O altă interpretare poate fi

aceea că se folosește un monoclu sau o lupă (format de degetul mare și de cel arătător) – a se urmări figura 5 – și că se apropie acesta de utilizator pentru a vedea mai bine destinația. Un aspect interesant legat de acest gest este acela că facilitează și fluentizează tranziția între mișcarea globului și îndepărtarea sau apropierea perspectivei, îmbunătățind totodată timpul de găsire a unei locații dorite.



Figura 5. Utilizarea gesturilor în interacțiunea neconvențională cu Google Earth

- *Privitul în jur* – asemenea acțiune este efectuată în Google Earth utilizând tasta CTRL în combinație cu săgețile de pe tastatură, iar efectul este acela de a schimba centrul perspectivei, ca și cum utilizatorul ar întoarce capul într-o direcție. Această acțiune este mai utilă și puternică decât acțiunile de înclinare sau rotire, care la rândul lor ar necesita încă două gesturi și o solicitare suplimentară din partea utilizatorului. Acestea pot fi ușor simulate. Un mod natural de a face pe cineva să privească într-o anumită direcție este acela de a folosi degetul arătător. În viața reală, acest gest este des întâlnit, fapt

care a dus la utilizarea lui și în aplicația de față pentru ca utilizatorul să arate către direcția înspre care vrea să privească.

Concluzionând, în proiectarea și dezvoltarea unei aplicații bazată pe gesturi ale mâinii, apar diverse probleme legate fie de dispozitivul de determinare a poziției mâinii, fie de experiența utilizatorului indusă de folosirea îndelungată a aceluși dispozitiv. Nici alegerea gesturilor ce vor fi folosite în aplicație nu este un aspect banal, necesitând a lua în calcul mai mulți factori: atât naturațea și intuitivitatea gesturilor, cât și suprasolicitarea utilizatorului cauzată de un prea mare număr sau o prea mare complexitate a acestora.

În ultima vreme au început să se evidențieze anumite modele de urmat (Saffer, 2009), însă în urma experimentului efectuat am constatat că nu există o soluție universală, ci doar una care se potrivește problemei de rezolvat.

4.3 *YouFlickr* – acces via interacțiuni tactile multiple la serviciul Flickr via iPhone/iPod Touch

În cadrul acestei secțiuni vom prezenta o aplicație dezvoltată pentru gama de dispozitive mobile iPhone și iPod Touch care facilitează interacțiunea neconvențională, de tip tactil, cu situl Web de management și partajare a imaginilor și fișierelor video Flickr. Aplicația oferă utilizatorului mobil accesul la majoritatea funcționalităților expuse de interfața de programare Flickr într-un mod diferit de interacțiunea, uneori greoaie, dintr-un navigator Web mobil ca Mobile Safari prin utilizarea caracteristicilor hardware ale dispozitivelor menționate mai sus.

De asemenea, se vor prezenta o serie de considerații privind modele de interacțiune neconvențională folosind un dispozitiv similar iPhone/iPod Touch pentru accesul la platforme aliniat problematicilor Web-ului social (Buraga, 2005).

Flickr reprezintă o aplicație Web ce oferă găzduire pentru imagini și fișiere video, servicii Web și o comunitate *online*. Flickr permite utilizatorilor să-și organizeze fișierele încărcate pe *server* folosind etichete

(tag-uri), mulțimi sau alte colecții de nivel înalt, să le partajeze cu întreaga comunitate sau doar cu contactele personale și o multitudine de alte operații. În ideea de a putea fi extins și pe alte platforme sau dispozitive, Flickr oferă o interfață de programare (API)¹⁶ complexă care permite dezvoltatorilor să creeze aplicații ce accesează aproape toate funcțiile de pe sit. Există o varietate de biblioteci pentru comunicarea cu API-ul Flickr realizate în diferite limbaje, printre care și *ObjectiveFlickr*¹⁷ destinată sistemelor Mac OS X și iPhone OS pe care am utilizat-o în acest proiect.

O descriere generală a aplicației *YouFlickr*

Proiectul *YouFlickr* facilitează interacțiunea comodă cu situl Flickr la nivelul unui dispozitiv mobil de ultimă generație. Deoarece aplicația dezvoltată este una nativă iPhone OS, ea permite utilizatorilor care posedă iPhone/iPod Touch să acceseze majoritatea funcțiilor Flickr fără a fi nevoiți să recurgă la interacțiunea „normală” folosind navigatorul Mobile Safari.

Utilizatorul poate folosi aplicația și fără a se autentifica; în acest caz, acțiunile sale sunt limitate din considerente de confidențialitate. Astfel, un utilizator neautentificat poate realiza căutări după etichete ale imaginilor publice sau poate viziona fotografiile din albumul *Interestingness* (incluzând cele mai interesante imagini) al Flickr.

Autentificarea utilizatorului se realizează prin intermediul Mobile Safari și a sitului Flickr. Odată autentificat, aplicația se deschide automat și permite utilizatorului accesul la contul său.

Prin intermediul *YouFlickr*, un utilizator poate accesa și vizualiza fotografiile proprii sau ale contactelor acestuia în aceeași manieră de organizare ca pe situl Web, împreună cu comentariile, descrierile și alte informații referitoare la imaginile respective.

Aplicația permite de asemenea preluarea de imagini noi prin intermediul camerei foto incorporate de dispozitivul iPhone și trimiterea acestora spre

¹⁶ Interfața de programare Flickr API este disponibilă la adresa <http://www.flickr.com/services/api/>.

¹⁷ Detaliile referitoare la biblioteca *ObjectiveFlickr* de acces la serviciile Flickr sunt disponibile la <http://lukhnos.org/objectiveflickr/blog/>.

situl Flickr. Deoarece imaginile obținute cu camera foto a acestor dispozitive mobile au asociate meta-date privind locația utilizatorului (*geo-tagging*) în momentul preluării fotografiei, aplicația poate afișa imaginile care dispun de meta-date referitoare la locație pe o hartă oferită de *Google Maps* la coordonatele respective. O exemplificare este furnizată de figura 6.

Având un design robust, aplicația se comportă bine și în momentele în care conectivitatea Internet este slabă, afișând rezultate parțiale, astfel încât utilizatorul să nu aibă senzația ca aplicația nu mai poate interacționa cu acesta.

Aspecte privind interacțiunea cu utilizatorul

Pentru ca interacțiunea cu serviciile Flickr să ofere o experiență utilizator simplă și, de asemenea, cât mai plăcută la nivel de dispozitive mobile, am ales să adăugăm la metodele convenționale de interacțiune cu o aplicație o serie de alte facilități.



Figura 6. Prezentarea pe hartă – via serviciul Google Maps – a fotografiei pe baza *geo-tagging*-ului

Pentru a îndeplini acest deziderat, ne-am bazat și pe unele caracteristici hardware speciale ale dispozitivelor mobile produse de compania Apple, mai puțin utilizate în aplicații de acest gen. În acest sens, am făcut ca unele acțiuni ce pot necesita uneori o multitudine de pași să devină mult mai ușor de realizat prin intermediul unor gesturi simple sau gesturi combinate (*multi-touch*) a căror semnificație să poată fi reținută cu ușurință de utilizator.

La acestea, se mai adaugă și o serie de efecte vizuale cu scopul de a capta atenția utilizatorului, conform strategiilor de interacțiune prin gesturi prezentate de Saffer (2009).

Astfel, am implementat următoarele:

- o nouă pagină de rezultate în urma unei căutări se poate încărca printr-un gest de scuturare (*shake*) a dispozitivului,
- navigarea printr-o pagină de rezultate oferite de Flickr sau pe hartă se poate face fie prin gesturi de tip alunecare (*swipe*), fie prin înclinarea dispozitivului,
- operațiile de panoramare – *zoom in* sau *zoom out* – se pot efectua prin gesturi simple de tip *pinch and zoom*.

În toate celelalte cazuri, interacțiunea tactilă se rezumă la a selecta prin *tap* sau *double tap* zonele pentru navigare.



Figura 7. Exemplificarea efectului *Cover Flow* de vizualizare a fotografiilor preluate de pe Flickr

Ca efect vizual, s-a implementat șablonul de proiectare vizuală *Cover Flow* pentru redarea imaginilor atât în orientarea *Portrait*, cât și în cea *Landscape* – a se urmări figura 7.

Ca direcții de viitor, se intenționează extinderea experimentului, studiind maniera de interacțiune mai complexă prin gesturi, eventual luând în considerație și alte tipuri de dispozitive mobile având facilități *multi-touch*.

4.4 Captarea stării emoționale a utilizatorului via dispozitivul Arduino cu implicații în Web-ul social

În această secțiune vom descrie un sistem interactiv construit pentru îmbunătățirea interacțiunii dintre utilizatori, din prisma împărtășirii unui anumit număr de emoții via dispozitivul hardware deschis Arduino (Banzi, 2008). Modul în care interacționăm cu alți oameni este definit în mare parte de emoțiile pe care le transmitem sau le recepționăm. Acestea au un rol important, deoarece ne ajută să luăm decizii mai bune, astfel obținând rezultate mai satisfăcătoare la problemele cu care ne confruntăm. Luând în considerare domeniul informatic, putem afirma că între utilizator și calculator nu există – în mod convențional – o astfel de relație bazată pe sentimente și emoții. Calculatorul este astfel imun și indiferent la ce încercăm să îi transmitem prin acțiunile noastre, răspunsul lui făcând imposibilă stabilirea unei comunicări.

Scopul experimentului ce va fi descris mai jos este de a face interfața cu utilizatorul mult mai umană, dar și mai productivă, prin stabilirea unei comunicări mult mai naturale între om și calculator. Un prim pas în realizarea acestei comunicări este identificarea și transmiterea de emoții prin intermediul unui dispozitiv atașat calculatorului. Am recurs la platforma hardware Arduino¹⁸, pentru care am realizat un circuit special în care am folosit diverse componente (Igoe, 2007), precum *Light-Emitting Diode* (LED) și un ecran *Liquid Crystal Display* (LCD) pentru a simula o astfel de interacțiune.

Următorul pas pe care l-am urmat a fost dat de aspectul social al comunicării, realizat cu ajutorul aplicației Twitter (Java et al., 2007).

Sistemul interactiv dezvoltat

Principalul motiv pentru care am recurs la construirea propriului sistem de interacțiune neconvențională a fost dat de nevoia de a avea control absolut asupra interacțiunii cu utilizatorul. Pentru ca sistemul să reflecte în mod adecvat emoțiile, am ales ca și metaforă culoarea. Mai precis, vom realiza

¹⁸ Situl Web oficial privitor la dispozitivul Arduino este disponibil la <http://www.arduino.cc/>.

diverse combinații de culori între roșu, verde și albastru. Combinând culorile, vom acoperi o gamă mai largă de emoții. Acestea vor fi înțelese de utilizator cu ajutorul ecranului LCD, pe care vor fi afișate mesaje legate de emoțiile din momentul respectiv.

Utilizatorul va interacționa cu sistemul cu ajutorul unei aplicații Web, iar în funcție de opțiunile selectate, ca și răspuns la un set de întrebări, va „influența emoțional” sistemul.

Într-un prim prototip, am folosit doar două tipuri de emoții (fericire și tristețe). Diversele versiuni de proiectare sunt ilustrate la adresa următoare: <http://www.flickr.com/photos/blankdots/sets/72157617049599313/>.

Emoțiile însă sunt mult mai complexe (Peter & Beale, 2008; Sears & Jacko, 2008). Pentru a crea un număr variat de emoții, am recurs la culori – mai precis, la un număr limitat de culori – care în combinație pot fi atribuite unui număr mai mare emoții:

- verde – folosit pentru a exprima fericirea;
- roșu – utilizat pentru a simboliza tristețea;
- albastru – folosit în combinație cu alte culori (precum roșu, caz în care poate exprima furia).

Aceste culori sunt redade cu ajutorul LED-urilor, care totuși nu reprezintă o metaforă puternică, uneori existând confuzii în ceea ce privește semnificația combinațiilor de culori. Astfel, am recurs la un ecran LCD pentru a „întări” mesajul transmis de LED-uri utilizatorului. Am inclus un potențiomtru ce are rolul de a testa elementele de mai sus, astfel asigurând buna funcționare a sistemului.

Toate aceste elemente sunt conectate la dispozitivul Arduino – a se urmări figura 8. Acesta este cel care realizează și comunicarea cu partea software a sistemului.

La nivel de software, am recurs la o interacțiune Web cu utilizatorul din motive de flexibilitate, pentru a adăuga mai ușor elemente noi pe parcursul experimentului.

Am stabilit o mulțime de întrebări la care utilizatorul este rugat să răspundă pentru ca sistemul să poată identifica emoțiile. Considerăm că acest set de întrebări nu reflectă modul cel mai adecvat de identificare a sentimentelor, dar poate oferi o bază de plecare în cercetare.

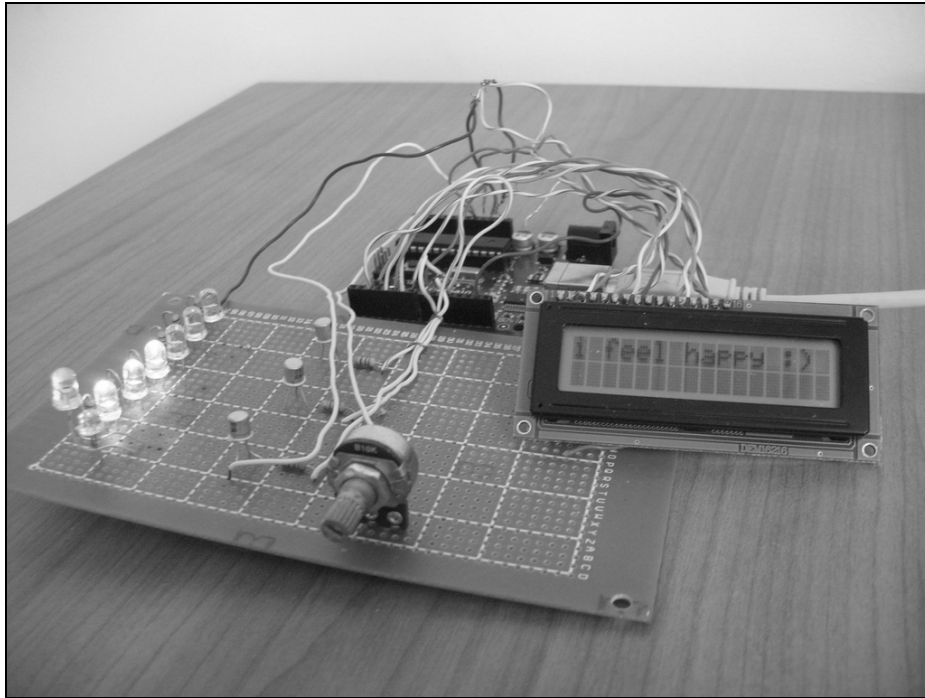


Figura 8. Sistemul interactiv (hardware + software) realizat

Drept exemplificări pot fi furnizate următoarele:

- „Cum te simți?” – răspunsul la această întrebare influențează intensitatea unui sentiment, și anume: fericit sau trist. Intensitatea unui sentiment joacă un rol important în interacțiunea cu utilizatorul, conform (Peter & Beale, 2008).
- „Îți place vremea de afară?” – la această întrebare utilizatorul trebuie să aleagă între: „Da”, „Nu” și „Nu prea”. Starea vremii nu are tot timpul același efect, fiecare anotimp influențând în mod unic o persoană și implicit starea de spirit a acesteia.
- „Ești plictisit?” – acesta este o întrebare care are drept scop identificarea emoțiilor negative, plictiseala sau starea de stres, reprezentând un factor important în evaluarea noastră. Utilizatorul poate să răspundă cu următoarele: „Da”, „Nu”, „Nu prea”, „Am de lucru”, „Fac ceea ce îmi place”.

Interacționând cu sistemul interactiv dezvoltat – a cărui variantă curentă este ilustrată de figura 8 –, utilizatorul are posibilitatea să-și exprime suficient de nuanțat diversele emoții.

Componenta socială

Ultima componentă – și anume cea socială – este dată de transmiterea emoțiilor utilizatorului prin intermediul bine-cunoscutei aplicații Web de tip *micro-blogging* Twitter (Java *et al.*, 2007).

Interacțiunile pot fi urmărite la adresa <http://twitter.com/feeltagged> – un instantaneu este disponibil în cadrul figurii 9.

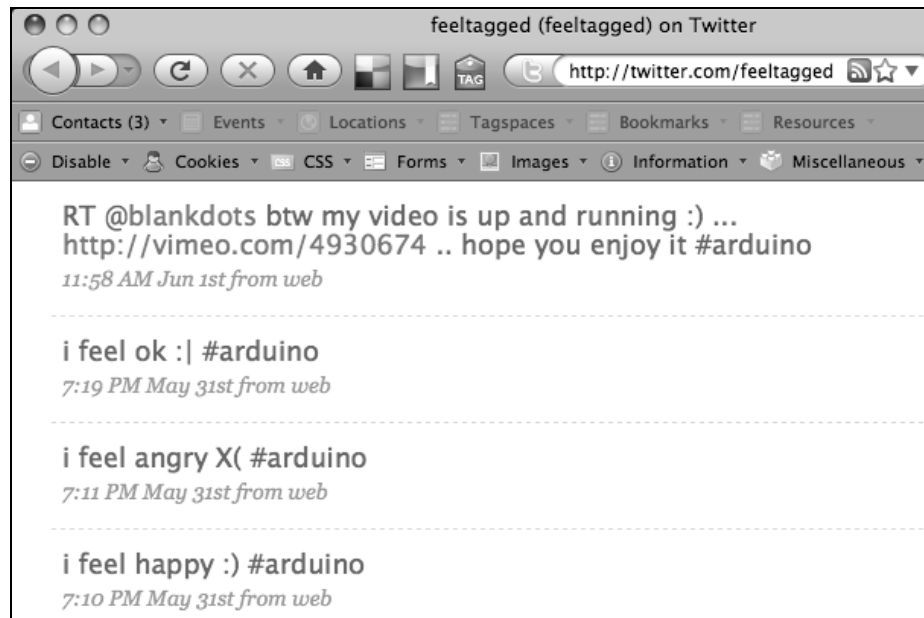


Figura 9. Diverse stări emoționale preluate prin Arduino și plasate pe Web în cadrul sistemului de *micro-blogging* Twitter

Astfel, emoțiile captate via Arduino pot fi comunicate și altor persoane ori agenți software, spre o posibilă analiză ulterioară.

Pentru demonstrații privind sistemul prezentat, pot fi urmărite prezentările video disponibile public la adresa <http://www.vimeo.com/4563793> și la <http://www.vimeo.com/4930674>.

Acest experiment de explorare a manierei de interacțiune neconvențională poate fi considerat un pas înainte și în îmbunătățirii calității

interfețelor cu utilizatorul. Faptul că nu ne-am limitat doar la modalitatea tradițională de interacțiune, arată nevoia – tot mai stringentă – de a ne distanța de vechea metodă (restrictivă) de operare cu calculatorul.

Un alt aspect de interes este cel referitor la utilizarea de tehnologii deschise (*open source*) care facilitează interacțiunea bazată pe emoții dintre utilizatori, componente hardware, aplicații *desktop* și cele disponibile la nivel de Web.

5. Concluzii

În secțiunile 2 și 3 ale lucrării de față am făcut o serie de considerații vizând interacțiunea om-calculator neconvențională, pe baza cercetărilor desfășurate de studenții masteranzi ai Facultății de Informatică din cadrul Universității „Alexandru Ioan Cuza” din Iași, România.

Studiile realizate – desfășurate într-un cadru academic organizat (Buraga, 2009) pe parcursul anului universitar 2008/2009 și grupate în cadrul secțiunii 4 – au luat în considerație atât interactivitatea în contextul instrumentelor „atipice”, dar deja ubicue pentru acces la diverse servicii Web, cât și exploatarea tehnologiilor Web – sociale și/sau aliniate problematicilor Web-ului semantic – la nivel de browser sau în contextul unor dispozitive hardware.

Referințe

- Allsopp, J. *Microformats: Empowering Your Markup for Web 2.0*. Friends of Ed, 2007.
- Banzi, M. *Getting Started with Arduino*. O'Reilly Media, 2008.
- Bizer, C., Heath, T., Berners-Lee, T. „Linked Data – The Story So Far”. *International Journal on Semantic Web and Information Systems (IJSWIS) – Special Issue on Linked Data*, 2009 (în curs de apariție).
- Buraga, S. *Situl Web al disciplinei Interacțiune om-calculator*, 2009:
<http://www.info.uaic.ro/~busaco/teach/courses/interfaces/>.
- Buraga, S. „Interacțiunea cu utilizatorul în Web-ul social”, *Volumul de lucrări al Conferinței Naționale de Interacțiune Om-Calculator – RoCHI*. Matrix Rom, 2005.
- Buraga, S. (Coordonator). *Programarea în Web 2.0*. Polirom, 2007.
- Buraga, S. (Coordonator). *Tendințe actuale în proiectarea și dezvoltarea aplicațiilor Web*. Matrix Rom, 2006.
- Cooper, A. Reimann, R., Cronin, D. *About Face* (Third Edition). Addison-Wesley, 2007.
- Csikszentmihalyi, M. *Flow: The Psychology of Optimal Experience*, Harper & Row, 1990.

- d'Aquin, M. *et al.* „Collaborative Semantic Authoring”. *IEEE Intelligent Systems*, Volume 23, Issue 3. IEEE Press, 2008.
- Gogle, C., DeRoure, D. „myExperiment: Social Networking for Workflow-using E-scientists”. *Proceedings of the 2nd Workshop on Workflows in Support of Large-Scale Science*. ACM Press, 2007.
- Gorbet, M., Orth, M., Ishii, H. „Triangles: Tangible Interface for Manipulation and Exploration of Digital Information Topography”. *Proceedings of SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM Press, 1998.
- Heath, T., Motta, E., „Revyu.com: A Reviewing and Rating Site for the Web of Data”. *The Semantic Web. Lecture Notes in Computer Science – LNCS Volume 4825*, Springer, 2008.
- Igoe, T. *Making Things Talk*. O'Reilly Media, 2007.
- Java, A. *et al.* „Why We Twitter: Understanding Microblogging Usage and Communities”, *International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. ACM Press, 2007.
- Kennedy, L. *et al.* „How Flickr Helps Us Make Sense of the World: Context and Content in Community-Contributed Media Collections”. *Proceedings of the 15th International Conference on Multimedia*. ACM Press, 2007.
- Klemenn, S., Newman, M., Sapien, R., „The Designer's Outpost: a Task-Centered Tangible Interface for Web Site Information Design”. *Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM Press, 2000.
- Kortum, P. (Editor). *HCI Beyond the GUI*. Elsevier, 2008.
- Lecuyer, A. „Pseudo-haptic Feedback: Simulating Haptic Feedback without Haptic Devices”. *Volumul de lucrări ale Conferinței Naționale de Interacțiune Om-Calculator – RoCHI*. Matrix Rom, 2007.
- Luca, A., Buraga, S. „Asistent de navigare Web bazat pe microformate”. *Volumul de lucrări al celei de-a patra Conferințe Naționale de Interacțiune Om-Calculator – RoCHI*. Matrix Rom, 2007.
- Luca, A., Buraga, S. „Enhancing User Experience on the Web via Microformats-Based Recommendations”, *Enterprise Information Systems. Revised Selected Papers*. Lecture Notes in Business Information Processing – LNBIP Volume 19. Springer, 2009.
- Marhan, A. „Starea de flux: implicații în utilizarea noilor tehnologii”. *Revista Română de Interacțiune Om-Calculator*, Volumul 1, Numărul 1. Matrix Rom, 2008.
- Norman, D. „Emotional Design”, *Ubiquity*, Volume 4, Issue 45. ACM Press, 2004.
- Peter, C., Beale, R. *Affect and Emotion in Human-Computer Interaction from Theory to Applications*. Springer, 2008.
- Pitariu, H. D. „Implicații psihologice ale interacțiunii om-calculator”. *Volumul de lucrări ale celei de-a treia Conferințe Naționale de Interacțiune Om-Calculator – RoCHI*. Informatica Economică, Volumul X, 2006.
- Rarău, A., Cremene, M., Bența, I. *Sisteme senzitive la context*. Editura Albastră, 2008.
- Raskin, J. *The Humane Interface*. Addison, 2000.

- Saffer, D. *Designing Gestural Interfaces*. O'Reilly Media, 2009.
- Sears, A., Jucko, J. (Editors.). *The Human-Computer Interaction Handbook*. Taylor & Francis Group, 2008.
- Seffah, A., Javahery, H. (Editors). *Multiple User Interfaces*. John Wiley & Sons, 2004.
- Tidwell, J. *Designing Interfaces*. O'Reilly Media, 2005.
- W3C. *Situl Consorțiului World Wide Web*, 2009: <http://www.w3.org/>.