

Proiectarea unei huse haptice pentru dispozitive mobile destinate persoanelor cu dizabilități vizuale

**Cristian-Alexandru
Drăgușanu**

Petronela Stan

**Andreea-Alexandra
Iuga**

Marina Cufliuc

Facultatea de Informatică, Universitatea "Alexandru Ioan Cuza" Iași

General Berthelot, 16, IAȘI 700483, ROMANIA

cristian.dragusanu
@info.uaic.ro

petronela.stan
@info.uaic.ro

alexandra.iuga
@info.uaic.ro

marina.cufluc
@info.uaic.ro

REZUMAT

În acest articol vom descrie o metodă de interacțiune a unui utilizator cu afecțiuni de vedere cu un dispozitiv mobil uzual. Acești utilizatori sunt dezavantajați deoarece răspunsurile oferite de un dispozitiv mobil obișnuit sunt în mare parte vizuale.

Propunem o husă pentru dispozitive mobile cu ecran tactil capacitiv, special proiectată pentru a veni în ajutorul persoanelor nevăzătoare. Aceasta este prevăzută cu butoane delimitate în relief, marcate cu caractere Braille. Este confecționată dintr-un material ce permite transmiterea comenzilor către interfața tactilă a telefonului.

Cuvinte cheie

aplicație mobilă, husă, interfața haptică, Braille, dizabilități de vedere, compoziții muzicale

Clasificare ACM

H5.2. Information interfaces and presentation: User Interfaces (D.2.2, H.1.2, I.3.6)

INTRODUCERE

Proiectul inițial "Blind Beethoven" a fost început în urmă cu câteva luni în cadrul laboratorului de Interacțiune om-calculator (*Human-Computer Interaction* - HCI). Cerința proiectului constă în dezvoltarea unei aplicații care să permită persoanelor nevăzătoare să compună și să asculte într-un mod simplu și intuitiv melodii de pian. Totodată aplicația permite conectarea la un serviciu web care are drept scop partajarea de liste de melodii.

Ideea propusă constă în proiectarea unei interfețe haptice destinată unui dispozitiv mobil prevăzut cu o suprafața tactilă. Ideile din spatele proiectului, precum și evoluția acestuia, au fost publicate pe blogul special creat[1].

Necesitatea aplicației

În momentul actual, există deja o serie de aplicații destinate pasionaților de muzică. Acestea simulează instrumentele muzicale cu clape, precum pianul, orga, sintetizatorul și altele.

Însă aceste aplicații sunt greu de utilizat, sau chiar imposibil, de către persoanele cu probleme de vedere, deoarece celelalte simțuri sunt foarte puțin exploatate de către dispozitiv. Pentru a le facilita folosirea unui

dispozitiv mobil și a aplicațiilor aferente este nevoie de o metodă auxiliară de a exploata simțurile tactil și auditiv.

Studii și aplicații precedente

Dacă la început telefoanele mobile excludeau din start persoanele cu dizabilități de vedere, acum această problemă a devenit una de actualitate. Studiile pe această temă au mai existat. Articolul *Slide rule: making mobile touch screens accessible to blind people using multi-touch interaction techniques* [5] prezintă o metodă de interacțiune bazată pe glisarea degetelor pe ecran. Diferite operații pot fi efectuate prin anumite gesturi specifice. Spre exemplu derularea unei liste se face prin tragerea sus-jos a degetului, iar accesarea elementului curent se face prin atingerea ecranului cu două degete simultan.

Aplicații practice existente în momentul de față, specifice acestui domeniu, există pe diferite platforme, precum: *IDEAL Accessible K9 E-Mail* (permite utilizatorilor cu deficiențe de vedere să acceseze căsuța de e-mail), *IDEAL Item Identifier* (scanează codurile de bare ale produselor, facilitând identificarea acestora), *Walkie Talkie* (informează utilizatorul despre locația sa în timp real) și altele.

Pe lângă software adițional ce se poate instala pe telefoane, există și câteva modele de telefoane special concepute pentru a veni în ajutorul persoanelor cu probleme de vedere. Astfel, dispozitivele includ motoare de recunoaștere vocală și răspunsuri audio vocale, ajutând utilizatorul să folosească toate funcțiile telefonului, precum agenda, mesagerie, pronunțarea numelui apelantului și altele. Astfel de dispozitive sunt distribuite de companii precum Sprint și Verizon [3].

Soluția propusă

Este cunoscut faptul că persoanele nevăzătoare se bazează foarte mult pe celelalte simțuri. În cazul utilizării unei aplicații pe un dispozitiv mobil, simțurile cel mai des utilizate sunt cel tactil și cel auditiv. Simțul tactil este folosit pentru percepția vibrațiilor dispozitivului, iar cel auditiv pentru a percepe anumite semnale audio emise.

Având în vedere cele spuse mai sus, utilizarea aplicațiilor este destul de dificilă. De obicei, ecranul dispozitivelor cu ecran tactil este perfect plat și nu oferă niciun fel de răspuns tactil utilizatorului. Ar ajuta foarte mult o interfață auxiliară transpusă între utilizator și ecranul dispozitivului, cu o suprafață ce prezintă zone gravate și/sau ieșite în relief.

O metodă simplă de realizare a unei astfel de interfețe este prin confecționarea unei huse. Aceasta va prezenta multiple zone scoase în relief pentru a fi distinse ușor la nivel tactil. De asemenea, o parte din aceste zone vor fi marcate cu caractere Braille.

Vom prezenta în continuare husa propusă de noi, precum și o aplicație cu care se poate folosi această husă. Aplicația a fost scrisă pentru telefoane cu Android, folosind motorul de sintetizare vocală inclus în sistemul de operare. Principiul husei propuse funcționează în mod similar pe orice dispozitiv cu ecran tactil capacitiv, însă, evident, aplicația trebuie rescrisă în funcție de platformă.

DESCRIEREA APLICAȚIEI

Scopul principal al acestei aplicații este de a compune melodii pentru pian. De asemenea, este posibilă administrarea compozițiilor deja salvate, precum ascultarea, editarea sau ștergerea acestora. Nu în ultimul rând, utilizatorul are posibilitatea de a-și împărtăși gusturile muzicale cu prietenii săi prin intermediul serviciului web furnizat de binecunoscutul Last.fm [4].

Pentru ca o astfel de aplicație să poată fi folosită cu o husă externă, aceasta trebuie să aibă un *layout* (poziționarea și dimensiunea butoanelor) constant pe tot parcursul execuției.

Butoanele sunt așezate pe 3 rânduri. În continuare ne vom referi la anumite butoane menționând rândul și numărul butonului pe rândul respectiv, sub forma **rând:buton**. Spre exemplu, butonul **1:1** va fi primul buton de pe primul rând, adică cel din stânga-sus.

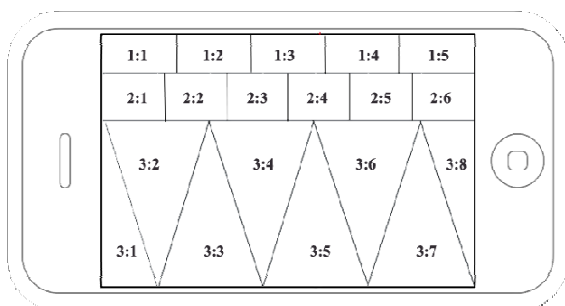


Figura 9: Poziționarea butoanelor în cadrul aplicației

Funcțiile aplicației

Pornirea aplicației

La pornirea aplicației sunt disponibile următoarele funcții:

- 1:3 – *Home* (Acasă) – utilizatorul revine întotdeauna la ecranul principal
- 1:4 – *Help* (Ajutor) – reprezintă o scurtătură către un tutorial audio
- 2:1 – *Browse* (Răsfoire) – ce permite navigarea prin lista de compoziții salvate anterior
- 2:3 – *Options* (Opțiuni) – îi dă voie utilizatorului să seteze numele de utilizator și parola pentru a fi posibilă conectarea la situl Last.fm
- 2:6 – *New Composition* (Compoziție nouă) – oferă posibilitatea de a crea o nouă melodie

*Atât funcția Acasă, cât și Ajutor sunt disponibile pe tot parcursul execuției aplicației.

Crearea/Modificarea unei compoziții

- 1:1 – Săgeată stânga – șterge ultima notă apăsată
- 1:2 – *Save* (Salvare) – salvează compoziția curentă

butoanele de pe rândul 2 vor fi folosite pentru notele de tip diez și bemol, precum DO#, RE#, FA#, SOL#, Sib, DO#

- butoanele de pe al treilea rând reprezintă notele muzicale DO, RE, MI, FA, SOL, LA, SI, DO

Salvarea compoziției

La salvarea compoziției trebuie introdus numele compoziției, astfel încât devin disponibile funcțiile:

- 1:1 – Înapoi – Șterge ultimul caracter tastat
- 1:2 – *Save* (Salvare) – Confirmă denumirea compoziției
- 1:5 – Înainte – Introduce un spațiu în nume
- 2:4 – *Change character set* (Schimbă setul de caractere) – Schimbă între introducerea de litere, cifre sau caractere speciale
- butoanele de pe rândul 3 sunt folosite pentru a introduce câte o literă/cifră/caracter special, în funcție de modul ales cu butonul 2:4, după cum urmează:
 - 3:1 – a b c / 0 1 / .
 - 3:2 – d e f / 2 3 / ,
 - 3:3 – g h i / 4 5 / -
 - 3:4 – j k l / 6 7 / ?
 - 3:5 – m n o / 8 9 / !
 - 3:6 – p q r s / / ' "
 - 3:7 – t u v / / @
 - 3:8 – w x y z / / :

Caracterele se introduc prin apăsări repetate ale butoanelor într-un mod similar unei tastaturi de telefon clasice. La un moment dat se pot introduce caractere dintr-un singur set (litere, cifre sau caractere speciale), schimbarea setului făcându-se cu butonul 2:4.

După introducerea caracterelor, utilizatorul apasă Salvare, moment în care aplicația va citi denumirea completă pe care utilizatorul trebuie să o confirme prin apăsarea din nou a butonului Salvare. Dacă denumirea a fost introdusă eronat, denumirea se poate anula prin apăsarea butonului Înapoi, iar utilizatorul poate introduce o nouă denumire.

Melodia este salvată ca o succesiune de note într-un fișier-proiect în format text cu extensia “.song”. Denumirea fișierului este compusă din numele utilizatorului și titlul introdus în momentul salvării, separate prin cratimă. Pentru fiecare notă se salvează în fișier și câteva informații auxiliare (precum momentul de start și de final al notei, relativ la începutul melodiei).

De asemenea melodia este exportată într-un fișier în format audio standardizat MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*). Acest fișier are aceeași denumire cu fișierul proiect, exceptând extensia “.mid”. Acest fișier poate fi redat atât pe telefon cât și pe orice alt sistem ce permite redarea acestui format de fișiere. Există inclusiv aplicații ce pot face conversia fișierelor “.mid” în alte formate audio precum MP3.

Navigarea prin lista de compoziții deja salvate

- 1:1 – Înapoi – ascultă compoziția anterioară

- 1:2 – *Share* (Partajare) – trimite informațiile despre compoziția curentă pe Last.fm
- 1:5 – Înainte – ascultă compoziția următoare
- 2:2 – *Edit* (Editare) – editează compoziția curentă
- 2:5 – *Delete* (Ștergere) – șterge compoziția

Pentru ca totul să decurgă cât mai ușor, în momentul accesării meniului de navigare începe automat redarea primei compoziții salvate. De asemenea, la apăsarea butoanelor Înainte/Înapoi se redă automat compoziția precedentă/următoare. În acest mod se redau fișierele “.mid” din directorul de date al aplicației. Înainte de redarea propriu-zisă a unei compoziții, se utilizează simulatorul vocal pentru a citi denumirea compoziției ce urmează a fi redată.

Editarea unei compoziții

Se alege o compoziție (navigând prin lista de compoziții), iar apoi se utilizează butonul Editare pentru a o modifica. În acest moment se încarcă datele din fișierul-proiect apoi devin disponibile următoarele funcții:

- 1:1 – Înapoi – nota precedentă
- 1:5 – Înainte – nota următoare
- 2:2 – *Edit* (Editare) – editează melodia din punctul curent.
- 2:5 – *Delete* (Ștergere) – șterge nota curentă

Melodia poate fi parcursă notă cu notă. Utilizatorul poate șterge o anumită notă selectată sau poate alege trunchierea melodiei de la acea nota până la final, urmând să devină disponibile tastele pentru introducerea notelor. La final utilizatorul poate salva melodia cu același nume (vechea melodie este suprascrisă) sau cu un nume nou (vechea melodie rămâne intactă).

Setarea contului pentru partajarea compozițiilor

Prin accesarea meniului Opțiuni se poate introduce numele de utilizator și parola contului Last.fm. Modul de introducere al acestor informații este similar introducerii numelui unei noi compoziții, fiind disponibile aceleași funcții.

Inițial se introduce numele de utilizator, se confirmă prin tasta Salvare, apoi se introduce parola și se confirmă din nou. La final, se ajunge automat la meniul principal.

Feedback

Aplicația furnizează atât un feedback audio cât și unul haptic.

Feedback-ul audio este de mai multe tipuri. Pe de o parte există un sunet scurt ce poate marca anumite operații ce nu pot fi efectuate, precum apăsarea unui buton momentan inactiv. O astfel de situație se poate întâlni, spre exemplu, când se apasă butonul Edit direct în meniul principal. De asemenea notele muzicale sunt redade în timp real în momentul compoziției.

De asemenea există un feedback vocal, generat folosind un motor de sintetizare a vocii. Acest tip de feedback este folosit în mai multe situații. Pe de o parte din meniul principal se poate accesa un tutorial vocal complet al tuturor funcțiilor aplicației, prin apăsarea butonului 1:4 (*Help* – Ajutor). Același buton oferă un tutorial mai scurt și mai detaliat atunci când utilizatorul se află într-un

oricare alt context. Spre exemplu, în timpul compunerii unei melodii, tutorialul prezintă notele muzicale disponibile pe rândurile 2 și 3 de butoane, precum și funcția Salvare. De asemenea se oferă instrucțiuni vocale în momente cheie ale execuției. Astfel de situații includ:

- apăsarea butonului Salvare – utilizatorului i se spune că trebuie să introducă un nume pentru compoziție
- pronunțarea ultimului caracter introdus – la introducerea oricărui text (nume de melodie, nume de utilizator, parola), se citește automat fiecare caracter introdus, pentru ca utilizatorul să fie sigur că introducerea textului este corectă
- citirea titlului și artistului melodiilor la navigarea prin lista de compoziții salvate

La opțiunea utilizatorului, feedback-ul audio poate fi înlocuit cu vibrații.

Șabloane folosite (*Design Patterns*)

Unele din elementele interfeței haptice și o parte din acțiuni se repetă destul de des. Pentru a reduce numărul de interacțiuni din interfață și pentru a păstra simplitatea acesteia, sunt folosite câteva șabloane de proiectare.

- *Always-visible tools* (Unelte permanente vizibile) – astfel de unelte pot fi accesate în mod direct pe tot parcursul execuției aplicației. Funcțiile Acasă și Ajutor îndeplinesc această proprietate
- *Navigation* (Navigare) – utilizatorul trebuie să poată naviga prin secțiunile aplicației și să aibă indicii clare în ceea ce privește secțiunea în care se află. Funcția Ajutor permite utilizatorului acest lucru
- *Undo* (Anulare) – utilizatorii au tendința de a face anumite greșeli în timpul interacțiunii. Din acest motiv aplicația trebuie să permită anularea unei acțiuni și revenirea la starea anterioară. Funcționalitățile Înapoi și Editare ce îndeplinesc aceste proprietăți
- *Input feedback* – utilizatorul introduce anumite date în aplicație și așteaptă un anumit răspuns. Această aplicație avertizează utilizatorul atunci când ceva nu a decurs corect prin intermediul vibrațiilor sau printr-un semnal audio
- *Display collection* (Afișarea unei colecții) – utilizatorul a creat o anumită colecție pe care dorește să o partajeze cu alții. Astfel se poate răsfoi lista de compoziții salvate, iar partajarea se face folosind Last.fm
- *Direct manipulation* (Manipulare directă) – acțiunile se execută în mod direct și într-un timp foarte scurt, precum simularea tastelor unui pian real
- *User-maintained mode* (Mod ales de utilizator) – permite utilizatorilor să schimbe modul de interacțiune doar prin apăsarea unui buton (butonul *Change character set* – Schimbă setul de caractere)

DESCRIEREA HUSEI

Suprafața

Suprafața husei este împărțită în 3 mari zone ce corespund celor 3 rânduri de butoane ale aplicației. Butoanele de pe primele două rânduri sunt prevăzute cu câte un caracter Braille ieșit în relief. Aceste caractere au fost utilizate într-

un mod sugestiv în funcție de semnificația butoanelor reprezentate.

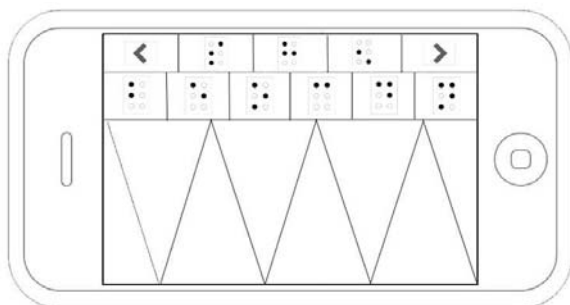


Figura 10: Caracterele Braille ale husei

Unele butoane au funcții diferite în funcție de modul de lucru curent. Însă, în astfel de cazuri, funcțiile alocate butoanelor au fost alese astfel încât să poată fi reprezentate ușor printr-un singur caracter. În general, litera imprimată pe husă reprezintă prima literă a denumirii funcției respective în limba engleză.

Astfel, pe primul rând, vor fi prezente următoarele:

- 1:1 – Înapoi – caracterul <(scos în relief)
- 1:2 – Salvare/Partajare – caracterul Braille S (acest caracter definește corect ambele funcții *Save/Share*)
- 1:3 – Acasă – caracterul Braille H
- 1:4 – Ajutor – caracterul Braille ?
- 1:5 – Înainte – caracterul >(scos în relief)

Pe al doilea rând, butoanele vor prezenta:

- 2:1 – Răsfoire – caracterul Braille B
- 2:2 – Editare – caracterul Braille E
- 2:3 – Opțiuni – caracterul Braille O
- 2:4 – Schimbă setul de caractere – caracterul Braille C
- 2:5 – Ștergere – caracterul Braille D
- 2:6 – Compoziție nouă – caracterul Braille N

Butoanele de pe al treilea rând nu prezintă caractere distinctive la atingere. Însă butoanele sunt delimitate prin proeminențe, astfel încât utilizatorul își poate da ușor seama de limitele tastelor.

Construcția

Din punct de vedere fizic, elementul principal îl reprezintă spuma conductivă [2]. Acest material este alcătuit din polietilenă, un material plastic pe bază de carbon și hidrogen. Carbonul prezent îi conferă acestui material capacități conductive. De asemenea, rezistența electrică a spumei scade la aplicarea presiunii, acest material devenind unul perfect pentru construirea de senzori de presiune de bază, la un cost minim.

Două tipuri de spumă conductivă care îmbunătățesc conductivitatea de bază a polietilenei sunt:

- spuma carbonizată – spuma din polietilenă este acoperită cu o soluție de carbon. Acest material va avea culoarea neagră și o rezistență electrică în general peste 1000 ohmi
- spumă nichelată – spuma este acoperită cu un strat de nichel-cupru. Materialul final va avea culoarea gri și o rezistență electrică mult mai mică decât spuma

carbonizată (0.1 ohmi/in² pe suprafață și 0.2 ohmi/in² pe grosime la 50% compresie)

În funcție de ecranul dispozitivului (și de rezistența electrică la care acesta reacționează), se poate utiliza oricare dintre aceste tipuri de spumă.

Caracterele Braille și delimitările zonelor și butoanelor pot fi făcute din orice material. Deoarece aceste elemente au doar rolul de a ghida utilizatorul, conductivitatea electrică sau compresibilitatea acestora nu este obligatorie. Singurele condiții pe care trebuie să le îndeplinească aceste elemente sunt:

- să poată fi ușor simțite
- să se poată trece ușor cu degetul peste ele (spre exemplu, să nu incomodeze în timpul unei mișcări de alunecare a degetului peste suprafața husei)
- (caracterele Braille) să nu opună rezistență suplimentară la apăsarea pe suprafața husei

Pentru un plus de durabilitate, husa poate fi alcătuită din două straturi. Stratul inferior (cel ce intră în contact direct cu ecranul dispozitivului) din spumă carbonizată sau nichelată, apoi aplicate elementele ieșite în relief (delimitările zonelor, caracterele), iar deasupra o folie subțire de plastic (de asemenea, din polietilenă).

CONCLUZII

Husa propusă (și implicit aplicația) în acest articol oferă câteva metode de bază prin care se pot compune melodii de pian cu ajutorul unui dispozitiv cu ecran tactil capacitiv. Un utilizator cu cerințe muzicale mai avansate va duce totuși lipsa unor facilități precum tempo, măsură, precizie mai mare la introducerea și editarea notelor, etc. Însă, datorită spațiului limitat oferit de un ecran al unui telefon obișnuit, și pentru ca interacțiunea să fie cât mai simplă, astfel de funcții mai avansate nu au putut fi încorporate. În schimb, funcționalități mai avansate pot fi incluse atât în aplicație, cât și în husă, dacă ideea este aplicată pentru dispozitive cu ecrane mai mari, precum tablete.

Această aplicație poate fi folosită de orice tip de utilizatori, dar este special concepută pentru a veni în ajutorul persoanelor cu probleme vizuale.

REFERINȚE

1. * * *, Blogul Proiectului Blind Beethoven: <http://blindbeethovenhci.wordpress.com/>
2. * * *, Patentul spumei conductoare <http://www.google.com/patents?id=11ICAAAEBAJ>
3. * * *, Situl etoengineering.com http://www.etoengineering.com/article_blind_cellphone.htm
4. Last.fm, Situl serviciului: <http://www.last.fm/>
5. Slide rule: making mobile touch screens accessible to blind people using multi-touch interaction techniques Kane, Shaun K. and Bigham, Jeffrey P. and Wobbrock, Jacob O., ACM, 2008 <http://doi.acm.org/10.1145/1414471.1414487>