

Utilizarea contextului pentru îmbunătățirea interacțiunii om-calculator în spații inteligente

Emil Stănescu

ICI - București

Mareșal Averescu 8-10, sector 1, București
stanescu@ici.ro

Ileana Stănescu

ICI - București

Mareșal Averescu 8-10, sector 1, București
ileanas@ici.ro

REZUMAT

În cadrul lucrării prezentăm unele concepte și tendințe referitoare la micșorarea complexității interacțiunii unui utilizator cu echipamentele pe care le are la dispoziție în cadrul unui spațiu inteligent. Spațiul inteligent conține o varietate de echipamente și aplicații software care oferă informații și se adaptează la contextul existent în acest mediu. Contextul și conștientizarea contextului în cadrul sistemelor de calcul capătă o importanță din ce în ce mai mare prin proliferarea echipamentelor de calcul și a senzorilor care înconjoară un utilizator mobil. Contextul poate fi privit pe diferite paliere putând fi folosit atât pentru îmbunătățirea interfeței cu utilizatorul cât și pentru furnizarea unor servicii adaptate contextului existent. Ca studiu de caz referitor la îmbunătățirea interacțiunii om-calculator, prezentăm o abordare recentă de conectare wireless inteligentă a unui terminal, care dispune de interfețe de rețea multiple, la puncte de acces ale unor rețele de comunicație care folosesc tehnologii diferite. Această conectare se face fără a fi nevoie de intervenția utilizatorului pentru selectarea punctelor de acces la rețelele respective.

Cuvinte cheie

Context, interacțiune om-calculator, spații inteligente, standard IEEE 802.21

Clasificare ACM

H5.2. User interfaces: Input devices and strategies.

H3.4. Systems and Software

INTRODUCERE

Cum echipamentele mobile au devenit o prezență cotidiană pentru numeroase categorii de oameni se pune din ce în ce mai mult problema de furnizare a unei infrastructuri care să sprijine aplicațiile software să fie conștiente de mobilitate. Pentru aceasta ar trebui folosite caracteristicile unui mediu dinamic (locația utilizatorului, data calendaristică și timpul, prietenii care sunt în apropiere, lumina și zgomotul etc.) pentru a furniza informații adaptate utilizatorului, fără a fi necesar ca acesta să interacționeze cu echipamentul mobil pe care îl deține.

Restul lucrării este organizat după cum urmează. În secțiunea următoare descriem diferite aspecte ale folosirii contextului în cadrul unui mediu în care există echipamente mobile. În a doua secțiune prezentăm un exemplu de ascundere a complexității procesului de conectare la rețele eterogene, în cazul unor echipamente

mobile ce conțin interfețe de conectare la rețele bazate pe tehnologii diferite, atât pentru cel ce dezvoltă aplicații cât și pentru utilizatorii acestora.

CONTEXTUL ȘI SPAȚIILE INTELIGENTE

Termenul de context poate fi destul de vag deoarece orice în lume se întâmplă într-un anumit context [5].

Anind K. Dey și Gregory D. Abowd [1] definesc contextul ca fiind: „orice informație care poate fi folosită pentru a caracteriza interacțiunea dintre un utilizator și o aplicație, incluzând utilizatorul și aplicațiile”.

O definiție formală mai adecvată pentru context este cea dată de Guanling Chen and David Kotz [5]:

„Contextul este un set de stări și setări ale mediului care fie determină comportamentul unei aplicații sau în care un eveniment din cadrul aplicației este interesant pentru utilizator.”

Neil Maiden definește contextul unei aplicații bazată pe servicii ca fiind “toate acele elemente care sunt în afara acelei aplicații bazate pe servicii, de exemplu, utilizatorul, alte sisteme, mediul fizic, regulile și normele” [6].

În domeniul computațional termenul de context a fost folosit în diferite moduri [5]:

- ajutor sensibil la context;
- căutare contextuală;
- schimbarea contextului de multitasking;
- percepția contextuală psihologică;
- contextul folosit de aplicații în echipamentele de calcul mobile.

Contextului i se pot atașa atribute printre care putem include următoarele:

- Identitatea;
- Locația;
- Timpul;
- Istoria;
- Mediul;
- Însoțitori;
- Resurse apropiate;
- Alte elemente: lumina, nivelul zgomotului, disponibilitatea rețelei, costurile comunicației, situația socială.

De asemenea, contextului i se pot atașa următoarele operațiuni:

- Recunoașterea contextului;
- Colectarea datelor și adnotarea acestora;
- Predicția contextului.

Într-o ierahizare semantică a contextului, pe baza atributelor atașate, se pot defini următoarele categorii de context [2]:

- *Context computațional*: conectivitatea la rețea (context conexiune), costurile de comunicație, banda de comunicație, resursele din apropiere cum sunt imprimantele, ecranele de afișare și stațiile de lucru, contextul serviciilor;
- *Contextul utilizator*: profilul utilizator, locația, persoanele din apropiere (context persoane), situația socială curentă;
- *Contextul fizic*: lumina, nivelurile de zgomot, condițiile de trafic și temperatură, seturi de date de la senzori;
- *Contextul timp*: timpul în cadrul zilei, ziua din săptămână, luna, sezonul din an;
- *Contextul istoric* (context de log) care conține înregistrări, în timp, ale contextului computațional, utilizator și al celui fizic.

Conștientizarea contextului

Aplicațiile conștiente de context sunt acele aplicații care folosesc contextul pentru realizarea sarcinilor lor. Conștientizarea contextului permite folosirea contextului pentru a furniza informații și servicii relevante unui utilizator oriunde ar fi el. Un exemplu de o astfel de aplicație este aceea a unui calendar care afișează informații zilnice utilizând date despre localizarea utilizatorului.

Software-ul conștient de context evaluează mediul de calcul și reacționează la schimbările acestuia adaptându-se în funcție de locația curentă, de persoanele, obiectele și echipamentele accesibile situate în apropiere. Conștientizarea contextului îi permite sistemului să ia o decizie prin care să realizeze o acțiune în mod automat, reducând astfel implicarea excesivă a utilizatorului.

Trăsăturile principale ale conștientizării contextului sunt:

- *Senzitivitatea contextuală* care constă în detectarea informațiilor contextuale pentru a fi transmise utilizatorului mărind astfel sistemul senzorial al utilizatorului;
- *Adaptarea contextuală* se referă la posibilitatea de a executa sau de a modifica în mod automat un serviciu pe baza contextului curent;
- *Descoperirea resurselor* contextuale pentru a permite aplicațiilor conștiente de context să localizeze și să utilizeze resursele și serviciile care sunt relevante contextului utilizator;
- *Amplificarea contextuală* constă în capacitatea de a asocia datele digitale cu contextul utilizator prin care un utilizator poate să vadă datele când el este în contextul asociat corespunzător.

Contextul este *activ* dacă acesta influențează comportamentul aplicației sau este *pasiv* dacă acesta este important pentru aplicație, dar nu critic. De exemplu, contextul care se referă la locația unui utilizator este activ dacă acesta este folosit ca, în mod automat, să se facă transferul unui apel telefonic către utilizator în funcție de locația acestuia. Acest context este însă pasiv dacă locația utilizatorului este folosită numai pentru a vizualiza poziția acestuia în spațiu.

În calculul conștient de context se pot defini două modalități de conștientizare a contextului [5]:

„*Conștientizarea contextului activ*: o aplicație se adaptează în mod automat la contextul descoperit, prin schimbarea comportamentului aplicației”

„*Conștientizarea contextului pasiv*: o aplicație prezintă contextul nou, sau actualizat, unui utilizator interesat sau face ca contextul să persiste pentru utilizator pentru a-l regăsi mai târziu.

Din aceste definiții se poate vedea că calculul conștient de context de tip activ este mai important deoarece se pot realiza aplicații noi pe echipamentele mobile care să elimine cooperarea din partea utilizatorului în cazurile în care nu este absolut necesar. Aceste aplicații trebuie să folosească mai mult suportul oferit de infrastructura de calcul.

La un nivel superior de abstractizare față de context se folosește termenul de *situație* care reprezintă “o descriere a stărilor entităților relevante” [3]. În acest fel pentru a determina situația unor entități relevante unei aplicații se vor agrega informații despre context. Unul din scopurile adunării de informații contextuale constă în înțelegerea de către echipamentele de calcul a *situațiilor*.

Spații inteligente

Paul Castro folosește noțiunea de *Spații inteligente* pentru acele medii populate cu un număr mare de instrumente, cum sunt calculatoarele de buzunar, telefoanele celulare, rețelele wireless, senzori, și care ne pot furniza o cantitate mare de informații despre mediu, care pot fi folosite pentru realizarea unui grad înalt de control al interacțiunii noastre cu lumea [8].

Noțiunea de spațiu inteligent este asociată cu termeni similari sau apropiați ca înțeles cum sunt: calcul omniprezent, calcul abundent (pervasive computing), calcul invizibil, calcul autonom, calcul proactiv, inteligență ambientală.

În cadrul acestor spații inteligente se folosesc *servicii de fuziune* care pe baza datelor obținute de la senzorii plasați în acest mediu pot să furnizeze aplicațiilor informații despre condiții sau evenimente despre mediu cum ar fi locațiile geografice, identitățile persoanelor și ale obiectelor, situațiile de urgență etc.

Obiectivul principal în configurarea acestor spații inteligente constă în crearea unei infrastructuri care să conțină servicii de fuziune a datelor care să faciliteze construcția de aplicații conștiente de context și optimizarea operării echipamentelor care populează acest spațiu.

Datorită faptului că acest spațiu folosește comunicația fără fir (wireless) serviciile de fuziune trebuie să ia în considerare existența zgomotului care determină o stare de nesiguranță.

Într-un spațiu inteligent se pot defini următoarele dimensiuni ale contextului:

- Orientarea spre stare;
- Temporală;
- Spațială;
- Semantică.

Exemple de aplicații conștiente de context

Următoarele categorii de aplicații sunt conștiente de context:

- Selectarea din vecinătate - constă dintr-o tehnică folosită în interfața utilizator prin care obiectele care se află în apropiere sunt accentuate pentru a fi mai ușor de ales. Această selectare se poate referi la echipamente de ieșire (imprimante, monitoare), la persoane aflate în apropiere, la rețele apropiate, la servicii și obiecte specifice unui anumit loc (conturi bancare, meniuri etc.), locuri din apropiere unde ar vrea să ajungă (restaurante, stații de benzină etc.);
- Reconfigurarea contextuală automată;
- Comenzi și informații contextuale;
- Acțiuni declanșate de context (specifică modul în care aplicațiile conștiente de context ar trebui să se adapteze-sosire/plecare, lipsă, atenționare).

De exemplu, în [7] este prezentată o aplicație de folosire a serviciilor Web pentru a obține informații corespunzătoare pentru două categorii de utilizatori: profesori și studenți. Realizarea interfeței de accesare a informațiilor de pe echipamentul mobil respectă unele din principiile HCI, cum ar fi minimizarea costului de accesare, folosind pentru aceasta identificatorul de utilizator, care este păstrat de aplicația software, astfel încât să fie posibilă recunoașterea utilizatorului la o nouă conectare, folosindu-se, în consecință, profilul și contextul pasiv corespunzător acestuia.

În secțiunea următoare se prezintă un exemplu de folosire a contextului activ al sistemului de calcul mobil care permite adaptarea conexiunii wireless în funcție de tipurile de interfețe ale echipamentului mobil, de rețelele wireless existente în apropiere, în funcție de opțiunile de cost ale conexiunii sau a capacității de transport. Această adaptare se face la un nivel inferior al arhitecturii de rețea ceea ce permite micșorarea complexității interacțiunii cu un utilizator, dezvoltarea unor aplicații scalabile și simplificarea proiectării aplicațiilor în ceea ce privește aspectele de conectare la cele mai avantajoase rețele, în timpul deplasării utilizatorului.

ACCES LA REȚELE WIRELESS UTILIZÂND INTERFEȚE MULTIPLE

Existența mai multor tehnologii de acces la broadband mobil îi determină pe producători să realizeze echipamente mobile cu interfețe multiple. În acest context apare cerința de transfer a conexiunii de la o rețea la alta în medii eterogene, prin intermediul interfețelor echipamentului mobil astfel încât aplicațiile multimedia să nu aibă discontinuități în rularea lor.

Acest transfer al legăturii unui echipament de la o rețea la alta, pe baza unor parametri de calitate sau de cost al legăturii este cunoscut sub numele de *handover* [7].

Soluțiile de handover trebuie să permită tranziția sesiunilor utilizator de la o tehnologie la alta în mod neobservabil și sigur. Figura 1 arată procesul prin care un terminal mobil se conectează la o nouă rețea în cadrul unui sistem hibrid, format din rețele de diferite tipuri.

Principalii parametri în asigurarea unui proces de handover performant sunt latența și pierderea de pachete.

Acest proces trebuie să țină seama de cerințele operaționale și de business ale furnizorilor de servicii și de aplicații precum și de alte entități care implementează politici de handover.

În acest sens este nevoie de standarde care să faciliteze un proces de handover lin între rețele de acces eterogene, folosind diferite mecanisme de management al mobilității.

Standardul IEEE 802.21 furnizează un cadru de lucru independent de mediu și servicii care să faciliteze o trecere lină între tehnologiile de acces eterogene.

În momentul de față există în principal următoarele tehnologii care trebuie considerate într-un proces de handover:

- Există foarte multe tehnologii de acces în bandă nelicențiată de tip Wi-Fi;
- Rețele celulare licențiate de tip GSM;
- Servicii de date la viteze mari (broadband), de latență mică, de generația 4G, care includ servicii de voce peste IP:
 - WiMAX - *Worldwide Interoperability for Microwave Access* cu viteze de până la 75 Mbit/s, bazat pe standardul IEEE 802.16;
 - UMB - *ultra mobile broadband* care este conceput să înlocuiască CDMA2000;
 - LTE - *long-term evolution*, care reprezintă o mutare de la GSM/UMTS la 4G.

IEEE 802.21 definește un cadru de lucru „media-independent handover” (transfer al controlului independent de mediu)– MIH care îmbunătățește în mod simțitor procesul de transfer al controlului dintre tehnologii de rețea eterogene. Acest standard definește instrumente necesare pentru schimbul de informații, evenimente și comenzi care să faciliteze inițierea transferului controlului și pregătirea acestuia. Deoarece MIH se referă la nivelurile inferioare ale stivei de comunicație, cadrul acestui standard este aplicabil sistemelor care folosesc mobile IP cât și sistemelor care folosesc *Session Initiation Protocol (SIP)* la nivel de aplicație.

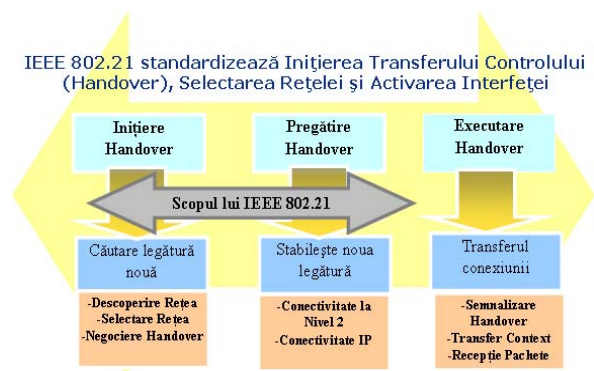


Figura 11 Procesul de handover

Beneficiile standardizării procesului de handover asupra complexității aplicațiilor

În modul cel mai simplist, pentru a da posibilitatea transferului controlului unui echipament între N tehnologii de acces ar trebui să existe extensii specifice pentru

transferul controlului de la fiecare (handover) dintre cele N tehnologii la fiecare dintre celelalte N-1 tehnologii cu care acesta poate interacționa. În acest fel ar fi necesare N(N-1) extensii specifice fiecărui mediu pentru a se asigura că toate cele N tehnologii de acces interoperează fiecare cu fiecare. Complexitatea acestui tip de abordare este de ordinul N² cea ce reprezintă o complexitate foarte mare când numărul tehnologiilor devine mai mare.

În consecință, un cadru de lucru independent de mediu reprezintă o metodă mult mai scalabilă și eficientă de adresare a procesului de handover între diferite tehnologii de comunicație. Această abordare permite ca fiecare tehnologie să necesite o singură extensie care să asigure interoperabilitatea cu toate celelalte tehnologii. În acest fel complexitatea interoperării între cele N tehnologii ar fi numai de ordin N. Acest deziderat este realizat de standardul IEEE 802.21 care definește un set comun de servicii MIH care interacționează cu straturile mai înalte ale stivei de protocoale.

Specificațiile 802.21 sunt axate pe un set de servicii de comutare independente de mediu (Media Independent Handover – MIH). MIH asigură, într-un mod standardizat, comutarea între rețele în tehnologii diferite furnizând funcționalități pentru comunicare de la niveluri wireless inferioare la nivelul IP (*Internet Protocol*).

Specificațiile MIH reunesc în funcția MIH (MIHF) un set de servicii abstracte care sunt furnizate nivelului superior folosind o interfață unificată. Această interfață oferă nivelelor superioare servicii primitive independente de tehnologia de acces. MIHF definește trei tipuri diferite de servicii: *Media Independent Event Service*, *Media Independent Command Service*, *Media Independent Information Service*.

Procedurile de handover folosesc informațiile adunate atât de la terminalul mobil cât și de la infrastructura rețelei. Decizia de handover este determinată de mai mulți factori: continuitatea serviciului, clasa aplicației, calitatea serviciului, securitatea, managementul energiei și politica de handover.

Specificațiile 802.21 prevăd localizarea MIHF în stiva de protocol între nivelul 2 din tehnologiile wireless și IP de la nivelul 3.

Această standardizare permite simplificarea interfeței cu utilizatorul deoarece acesta nu trebuie să intervină de fiecare dată să își aleagă rețeaua de conectare.

În [8] sunt definite *Module de Interoperabilitate Specifice fiecărui Mediu Fizic*, acestea reprezentând subcomponente ale *Modulului de Management al Interoperabilității* pentru sistemul de comunicații wireless. În cadrul proiectelor RIWCoS și SAWHAU este abordată o implementare a acestor module folosind suportul NDIS (*Network Driver Interface Specification*) și *Arhitectura pentru Drivere a Microsoft Windows*.

CONCLUZII

În cadrul lucrării se definesc principalele caracteristici ale contextului și se arată că utilizarea acestuia a evoluat,

astfel că, pornind de la furnizarea unui suport pentru aplicații statice în cadrul unui calculator, s-a trecut la dezvoltarea unor sisteme conștiente de context, care se pot adapta folosind un context activ, prin care intervenția utilizatorului este diminuată la strictul necesar. În acest cadru se prezintă cazul conectării unui terminal mobil, cu interfețe multiple de conectare, la puncte de acces în funcție de anumiți parametri setați anterior în care se iau în considerare costurile de conectare, banda de acces necesară, sau locația terminalului. Acest proces de reconectare la o altă rețea se face fără intervenția utilizatorului ținându-se seama numai de parametrii setați anterior pentru contextul utilizator: calitate a serviciului, costuri etc.

REFERINȚE

1. Anind K. Dey și Gregory D. Abowd. (1999) Towards a Better Understanding of context and context-awareness. Technical Report GIT-GVU-99-22, Georgia Institute of Technology, College of Computing, June 1999.
2. Bill Schilit, Norman Adams, and Roy Want, (1994) Context-aware computing applications. In Proceedings of IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, pages 85-90, Santa Cruz, California, December 1994. IEEE Computer Society Press.
3. Dey, A.K., (2001) Understanding and using context, *Personal and Ubiquitous Computing Journal*, 5(1), 5–7.
4. E. Stănescu, I. Stănescu, R. Zota, L. Stănescu, (2008) Folosirea serviciilor Web de pe dispozitive mobile. Aplicație pentru mediul universitar. Publicat în Volumul de lucrări ale celei de a cincea Conferințe Naționale de Interacțiune Om-Calculator RoCHI 2008, Iași, România, pp. 121-124, ISSN 1843-4460, Ed. Matrix ROM București
5. Guanling Chen and David Kotz, (2000) A Survey of Context-Aware Mobile Computing Research, Dartmouth Computer Science Technical Report TR2000-381
6. Neil Maiden (2009) Codified Human-Computer Interaction (HCI) Knowledge and Context Factors, Deliverable PO JRA 1.1.3
7. Paul Castro și Richard Muntz. (2000) Managing context data for smart spaces, *IEEE Personal Communications*, 7(5):44-46, October 2000.
8. O. Fratu, E. Popovici, S. V. Halunga, E. Stănescu (2009) *Consideration on Interoperability of Different Wireless Access Networks using the IEEE 802.21 Approach*, Invited paper, Published in Proceedings of the 9th International Conference on Telecommunication in Modern Satellite, Cable, and Broadcasting Services, 2009. TELSIS '09, Nis, Serbia, Page(s): 107 - 116