

Modelarea sarcinii de lucru la nivel operațional în contextul proiectării bazate pe model

Costin Pribeanu

Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Informatică – ICI București

Bd. Mareșal Averescu nr.8-10, București

{pribeanu}@ici.ro

REZUMAT

În cadrul proiectării bazate pe model este necesară atât modelarea tuturor aspectelor relevante pentru interfața cu utilizatorul cât și descrierea relațiilor între modele. Modelul sarcinii de lucru are o importanță aparte întrucât mediază încorporarea elementelor din modelul domeniului în interfață. Scopul acestui articol este de a aborda modelarea sarcinii la nivel operațional într-un context mai larg, definit de teoria activității și modelul de referință pentru sisteme multi-țintă.

Cuvinte cheie

Analiza sarcinii, proiectare bazată pe model, sarcini de bază, model operațional al sarcinii, teoria activității, UsiXML.

Clasificare ACM

D.2.2: Design tools and techniques. H5.2 User interfaces.

INTRODUCERE

Proiectarea interfeței cu utilizatorul într-o abordare sistematică, disciplinată, necesită elaborarea de modele care descriu diverse componente și aspecte relevante pentru interfață, cum ar fi prezentarea, dialogul, platforma, structura activității și contextul funcțional. Aceste modele pot fi ulterior exploatate pentru realizarea de noi interfețe, într-o manieră asistată de calculator, printr-o așa numită „inginerie bazată pe model” (Model-Driven Engineering – MDE).

Proiectul european UsiXML, demarat în cadrul Eureka Cluster ITEA2, își propune studiul, proiectarea, dezvoltarea, testarea și implementarea unei specificații suport (UsiXML – User interface mark-up language) pentru proiectarea interfeței cu utilizatorul, care să permită adaptarea firească a unor diverse configurații culturale și informatice. Specificația UsiXML va permite dezvoltarea de interfețe utilizator care suportă conceptul $\mu 7$: multi-lingv / multi-cultural, multi-organizație, multi-utilizator, multi-context, multi-modal, multi-platformă și multi-dispozitiv.

Pentru a putea fi util în procesul de derivare progresivă a componentelor de interfață, modelul sarcinii trebuie să fie stratificat, fiecare strat corespunzând unui anumit nivel de abstractizare a interfeței. Scopul acestui articol este de a ancora modelarea sarcinii la nivel operațional într-un context mai larg, definit pe de o parte de teoria cultural istorică a activității și pe de altă parte de modelul de referință pentru sisteme multi-țintă.

Restul acestui articol este organizat după cum urmează. În secțiunea următoare se prezintă cadrul de lucru teoretic. În prima parte, sunt prezentate succint preocupări recente și tendințe actuale în teoria activității precum și relația dintre teoria activității și HCI. Accentul este pus pe relația dintre activitate și sarcină. În cea de a doua parte, se discută modelul de referință pentru interfețe utilizator multi-țintă. În secțiunea următoare se discută modelarea sarcinii la nivel operațional și modul în care aceasta poate servi proiectarea interfeței cu utilizatorul. Lucrarea se încheie cu concluzii și direcții de continuare a cercetărilor.

CADRUL DE LUCRU TEORETIC

Relația dintre activitate și sarcină

Teoria activității este un cadru de lucru teoretic care privește omul ca actor într-un context cultural-istoric. În această teorie, unitatea de analiză este activitatea. Pe baza teoriei activității elaborate de Leont’ev [12], Engeström a extins modelul lui Vygotsky [23] la un model al sistemului activității umane colective, ilustrat în Figura 1 [8].

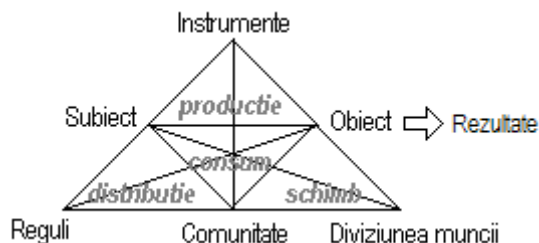


Figura 1. Structura sistemului activității (Engeström, 1987)

Subiectul este individul sau grupul a cărui poziție și punct de vedere sunt alese ca perspectivă a analizei. Obiectul este “materialul brut” sau “spațiul problemei” către care este orientată activitatea. Obiectul este transformat în rezultate cu ajutorul instrumentelor (unelte și semne).

Se poate distinge într-un obiect general, al întregii activități și obiective specifice, la nivelul unui sub-sistem. Obiectul general are o semnificație societală în timp ce obiectul specific are o semnificație personală. Așa cum arată Engeström & Sannino, analiza activității necesită o permanentă comutare între perspectiva sistemului și a subiectului [9].

Comunitatea se referă la indivizi sau sub-grupuri care partajează același obiect general și care sunt organizați sau constituiți în mod distinct de alte activități. Diviziunea muncii se reflectă atât la diviziunea orizontală a sarcinilor între membri comunității cât și la diviziunea verticală a puterii și statutului. Regulile se referă la reglementări

explicite și implicite, norme și convenții care constrâng acțiunile și interacțiunile în interiorul sistemului activității.

Lucrările lui Karasavvidis [11] și Pearson [15] au utilizat cadrul de lucru teoretic ilustrat în Figura 1 pentru a analiza preocupările profesorilor în contextul informatizării activității, respectiv al pregătirii pentru educația inclusivă.

Leont'ev a elaborat un model al activității pe trei niveluri, care are la bază distincția între conceptele activitate, acțiune și operație [12]. La nivelul superior se află activitatea, care este determinată de un obiect (o motivație). La nivelul intermediar se află acțiunea care este asociată cu un scop (obiectiv) conștient iar cel inferior corespunde unor operații automate și este asociată cu condiții și unelte ale acțiunii aflate în execuție.

Din perspectiva HCI, interesează modul în care analiza și modelarea sarcinii de lucru se integrează în activitate. În ceea ce privește analiza sarcinii, deși multe dintre abordările existente sunt generative, fiecare are propria perspectivă conceptuală. Vezi, de exemplu, două ontologii diferite privind universul sarcinii [19, 24].

Acest fapt creează un dezavantaj prin aceea că cele mai seminale lucrări impun de facto un set de concepte care sunt diferite de la o lucrare la alta și creează dificultăți în adoptarea unei terminologii unitare. De exemplu, pentru nivelul ierarhic cel mai coborât, în teoria activității se utilizează termenul operație iar în HCI termenul acțiune.

Majoritatea contribuțiilor care au abordat proiectarea sistemelor interactive din perspectiva teoriei activității se situează în sfera sistemelor de e-learning [11, 13, 15], deși au existat și unele încercări de armonizare a conceptelor utilizate în teoria activității și interacțiunea om-calculator [4, 10].

Modelul de referință pentru interfețe multi-țintă

În cadrul proiectării bazate pe model, modelele utilizate la proiectare ale interfeței reprezintă toate aspectele relevante ale interfeței cu utilizatorul, reprezentate în forma unui limbaj de descriere și modelare a interfeței.

Modelul de referință pentru interfețe multi-context, descris de Calvary et al [5], a fost revizuit și unificat ulterior cu scopul de a permite reprezentarea abordărilor ascendente, a ingineriei inverse, precum și multiplicitatea punctelor de intrare [6]. O interfață multi-context (multi-target) poate suporta mai multe contexte de utilizare, fără a avea restricții exprimate în termeni de utilizabilitate [20]. În modelul de referință, contextul de utilizare are trei fațete: utilizatorii finali, platforma (hardware – software) și mediul (fizic) de lucru.

În acest cadru de lucru se face distincție între două categorii de modele:

- Modele ontologice: meta-modele independente de orice context de lucru sau sistem interactiv, identificând dimensiuni cheie pentru abordarea unei probleme.
- Modele arhetipale: instanțieri pentru un anumit context ale modelelor ontologice.

Autorii menționează în mod explicit ca modele arhetipale sarcina, domeniul, utilizatorul, platforma și mediul. Deși nu sunt incluse / explicate alte modele, modelul de

referință a fost instanțiat pentru a analiza instrumentul PetShop [2], care include și alte modele, cum sunt modelele aplicației, prezentării și dialogului.

Conceptele unei aplicații țintă sunt introduse în modelul arhetipal. Modelul aplicației definește acoperirea în termeni de utilizatori, sarcini, concepte și relații între concepte pe care o țintește un anumit sistem interactiv. Acesta este punctul de plecare în crearea relațiilor dintre modele și a conținutului fiecărui model arhetipal.

Modelele arhetipale sunt considerate modele inițiale și servesc ca date de intrare pentru procesul de dezvoltare a interfeței. Procesul de proiectare utilizează o combinație de operatori pentru a le transforma în modele tranziente până la obținerea sistemului interactiv final.

Modelul de referință definește următoarele reprezentări tranziente: sarcini și concepte (reprezentate ca spații de lucru), interfață abstractă, interfață concretă și interfață finală. Deși aceste reprezentări sunt utile în analiza unei interfețe utilizator, majoritatea dezvoltatorilor utilizează modelele arhetipale pentru derivarea directă a interfeței concrete.

În prezent există numeroase abordări care permit specificarea abstractă a interfeței prin intermediul unui limbaj de descriere [21].

MODELAREA SARCINII DE LUCRU INTERACTIVE

Modelul stratificat al sarcinii

Așa cum arată Leont'ev, acțiunea are o latură intențională (ce trebuie făcut) și una operațională (cum trebuie făcut) [12]. El definește sarcina ca un scop care trebuie îndeplinit în condiții specifice. În acest sens, sarcina este definită contextual, depinzând de condițiile specifice, inclusiv de uneltele utilizate.

În cadrul de lucru definit de teoria activității, specificitatea este dată de un subsistem de activitate, căruia îi corespunde o ierarhie de scopuri, o sarcină de lucru și contextul în care este executată (utilizatori, mediu, platformă). Sintagma «condiții operaționale» este un concept care a fost rafinat pentru a servi proiectării interfeței într-o abordare bazată pe sarcină, prin distingerea între două tipuri de variații [16]:

- Variații în platforma utilizată pentru a executa o sarcină : același scop poate fi atins utilizând diferiți interactori și diferite modalități (disponibili pe o anumită platformă).
- Variații în utilizarea unui interactor : același obiect de interacțiune poate fi manipulat prin diferite operații, cum sunt cele articulatorii (de exemplu, defilarea unei liste),

În consecință, s-a făcut distincție între două straturi în modelul sarcinii, determinate de două categorii de scopuri: (a) scopuri funcționale și de planificare, independente de o anumită platformă, (b) scopuri operaționale, dependente de interactorii disponibili pe o anumită platformă.

Ulterior, modelul sarcinii de lucru a fost rafinat pentru a distinge între trei straturi [17]:

- Nivelul funcțional (scopuri specifice la nivelul activității)

- Nivelul de planificare (scopuri semnificative pentru utilizator)
- Nivelul operațional (scopuri dependente de modalitate și platformă).

Stratul funcțional arată ce trebuie făcut și depinde de o anumită aplicație (țintă, în accepțiunea modelului de referință). Fiecare funcție corespunde unui scop al sistemului de afaceri (definit în analiza cerințelor), care este îndeplinit prin executarea uneia sau mai multor sarcini. În contextul teoriei activității o astfel de funcție denotă un subsistem de activitate mediată de aplicația informatică al cărui scop este îndeplinit de sarcini specifice.

De exemplu, în cadrul unei unități comerciale, funcția generală de evidență a comenzilor este realizată prin executarea unor sarcini cum sunt: emiterea unei comenzi, actualizarea comenzilor (modificare sau ștergere), întreținerea datelor despre clienți, tipărirea de rapoarte privind comenzile emise pe clienți / perioadă, etc.

Al doilea strat în modelul sarcinii arată modul în care utilizatorul planifică execuția sarcinii prin descompunerea ei în subsarcini și specificarea unei ordini temporale de execuție pentru fiecare. Acest strat nu depinde de interactorii de pe o anumită platformă dar depinde de sistemul de activitate: diviziunea muncii, reguli și proceduri specifice. Scopurile de pe nivelul cel mai coborât denotă sarcini unitate [7], care au o semnificație clară pentru utilizator, indiferent de interfața utilizată.

Al treilea strat este dependent de interactorii disponibili pe o platformă și, așa cum s-a arătat în [18], este nivelul la care se aplică regulile de derivare a prezentării din modelul sarcinii și modelul domeniului. Scopurile de pe nivelul cel mai coborât denotă sarcini de bază. Sarcina de bază a fost definită ca o sarcină care are ca obiectiv manipularea unui obiect de interacțiune, manipularea unui obiect extern sau comunicarea [16].

În această abordare, modelul sarcinii are o structură cvadri-partită, care are ca punct de plecare un subsistem de activitate în care se utilizează o anumită aplicație informatică și se oprește la nivelul acțiunilor efectuate asupra unui interactor.

Tabelul 1. Structura ierarhizată a sarcinii

Subsistem activitate	Scopuri funcționale
Sarcini unitate	Scopuri de planificare
Sarcini de bază	Scopuri operaționale
Acțiune	Condiții operaționale

În practică, acțiunile (echivalentul operațiilor în teoria activității) nu sunt reprezentate în modelul sarcinii, întrucât interactorul este o resursă elementară disponibilă pe o platformă iar acțiunile posibile sunt încorporate în acesta.

Modelarea sarcinii la nivel operațional

Modelul operațional al sarcinii de lucru proiectate (nivelul operațional) este baza pentru construirea și / sau generarea unui model abstract al interfeței, întrucât este produsă după alegerea obiectelor de interacțiune. Având specificația completă a obiectelor de interacțiune este

posibilă generarea unor alternative de grupare și /sau plasare a acestora în cadrul unor unități de dialog.

Acest model încorporează caracteristicile platformei și ale interactorilor utilizați. Primul pas este definirea obiectelor de interacțiune și gruparea acestora în interfață într-o abordare bazată pe sarcină. În acest fel se asigură o ghidare optimă a utilizatorului.

Al doilea pas este structurarea interfeței în unități de dialog având în vedere restricțiile temporale din stratul de planificare și restricțiile de spațiu de ecran disponibile. În acest sens, o interfață pe un echipament mobil va avea mult mai multe unități de dialog decât o interfață web și implicit interactori cu rol de navigare.

Activitatea de modelare a sarcinii la nivel operațional poate fi asistată de calculator, fapt care degrează proiectantul de un efort de specificare. Instrumentul descris într-o lucrare anterioară [18] produce o specificație CTT [14] pornind de la sarcinile unitate din stratul de planificare și aplicând un set de reguli de derivare (paternuri de sarcină unitate) corespunzător cerințelor din modelul domeniului.

Modelul operațional al sarcinii poate fi asociat cu modelul domeniului și modelul prezentării, definind sarcinile unitate ca operații asupra entităților efectuate cu ajutorul unor interactori. Un interactor poate avea rol de control a informației (modifică atribute ale entităților în modelul domeniului) sau rol de control a procesării.

Rezultatul este o specificație CTT completă, care poate fi ulterior procesată cu ajutorul unor asistenți software de derivare a componentelor de interfață (pentru o descriere cuprinzătoare și referințe vezi [22]).

Modelul sarcinii de lucru furnizează informații utile privind gruparea interactorilor în interfață, operație care se face în două etape. În prima etapă se obține un prim nivel de structurare a interfeței, care reflectă scopurile sarcinilor unitate din modelul sarcinii de lucru. Având obiectele de interacțiune concrete (cu proprietățile de afișare editate) și spațiul ecran disponibil, se poate trece la analiza soluțiilor de alocare.

Pentru respectarea criteriilor ergonomice de ghidare a utilizatorului [3] este necesară analiza atentă a structurii de scopuri a sarcinii. În mod ideal, un grup de obiecte de interacțiune corespunde unei sarcini unitate. În acest fel, utilizatorul va asocia fiecare grup de obiecte de interacțiune prezentat pe ecran cu un obiectiv de îndeplinit.

Soluția finală de grupare bazată sarcină este decisă după identificarea unităților de dialog și după ce sunt luate în considerare și alte criterii, cum sunt cele de vizibilitate a obiectelor asociate prin relații semantice în modelul domeniului.

CONCLUZII

În ultimii ani se constată o creștere a interesului pentru abordarea multidisciplinară a procesului de proiectare a sistemelor interactive [1]. Într-o proiectare bazată pe model, modelul sarcinii este dezvoltat în mod gradual de la nivelul funcțional la nivelul de planificare și cel operațional. La primele două niveluri, modelarea depinde

de specificul activității și poate fi făcută cu ajutorul unui asistent software (CTTE – CTT Environment) [14].

Modelul de referință unificat este util pentru analiza interfețelor utilizator. În condițiile în care fiecare aplicație țintă are cerințe specifice privind platforma și modalitatea, considerăm că este preferabilă derivarea directă a interactorilor la nivel concret. În acest fel se poate elimina o complexitate inutilă în modelare, pornind direct de la relațiile dintre modelele sarcinii și domeniului.

Ca direcție de cercetare în viitor, se intenționează elaborarea unui set cuprinzător de reguli de derivare a prezentării pentru interfețe grafice, din modelul sarcinii, domeniului și platformei. În acest sens, se au în vedere două categorii de transformări, care să producă:

- Grupuri de interactori, pe baza structurii scopurilor din modelul sarcinii la nivel operațional.
- Soluții de alocare, pe baza structurii scopurilor din modelul sarcinii la nivel de planificare.

O altă direcție de cercetare este analiza variațiilor produse în primele două straturi (subsistem activitate și sarcini unitate) în cazul unui context de utilizare diferit și impactul acestora asupra derivării componentelor de interfață.

Confirmare

Această lucrare a fost finanțată din proiectul de cercetare UsiXML 296/2009.

REFERINȚE

1. Andrei, D.M., Guran, A.M., Pitariu, H. (2009) Integrarea metodelor furnizate de științele sociale în ingineria soft – o abordare practică. Gorgan, D. & Guran, A.M. (Ed.) *Interacțiune Om-Calculator 2009*. MatrixROM, 89-92.
2. Bastide, R., Navarre, D., Palanque, P. (2003) A tool-supported design framework for safety critical interactive systems. *Interacting with Computers*, 15 (3), 309-328.
3. Bastien, J.M.C. & Scapin, D.L. (1993) *Evaluating a User Interface with Ergonomic Criteria* INRIA Report, Roquencourt.
4. Bedny, G., Harris, S.R. (2008) Discussion: "Working sphere / engagement" and the concept of task in activity theory. *Interacting with Computers*, 20, 251-255.
5. Calvary, G., Coutaz, J., Thevenin, D., Limbourg, Q., Bouillon, L., & Vanderdonckt, J. (2002) Plasticity of user interfaces: A revised framework. *Proceedings of TAMODIA 2002*, INFOREC, 127-134
6. Calvary, G., Coutaz, J., Thevenin, D., Limbourg, Q., Bouillon, L., & Vanderdonckt, J. (2003) "A unifying reference framework for multi-target user interfaces". *Interacting with Computers*, 15/3, 289-308.
7. Card, S. K., Moran, T. P. and Newell, A., *The Psychology of Human-Computer Interaction*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, USA, 1983.
8. Engeström, Y. (1987) Learning by expanding. An activity theoretical approach to developmental research. Orienta-Konsultit, Helsinki.
9. Engeström, Y., & Sannino, A. (2010) Studies of expansive learning: Foundations, findings and future challenges. *Educational Research Review*, in press.
10. Kaptelinin, V. & Nardi, B. (2000) Activity theory: Basic concepts and applications. Text summary. *Tutorial Notes 5 of CHI'2000*, ACM, 65-68.
11. Karasavvidis, I. (2009) Activity Theory as a conceptual framework for understanding teacher approaches to Information and Communication Technologies. *Computers & Education*, 53, 436-444.
12. Leont'ev, A.N. (1978) *Activity, consciousness and personality*. Englewood Cliffs, Prentice Hall.
13. Liav, S.-S., Hatala, M. & Huang, H.-M. (2010) Investigating acceptance toward mobile learning to assist knowledge management: based on activity theory approach. *Computers & Education*, 53, 446-454.
14. Paternò, F., Mancini, C., Meniconi, S.. (1997) ConcurTaskTree: a Diagrammatic Notation for Specifying Task Models. *Proceedings of HCI International*, Chapman & Hall, London, 362-369
15. Pearson, S. (2009) Using activity theory to understand prospective teacher's attitudes to and construction of special education needs and disabilities. *Teaching and Teacher Education* 25, 559-568
16. Pribeanu, C. & Vanderdonckt, J. (2002) A methodological approach to task-based design of user interfaces, *Studies in Informatics and Control*, 11(2), 145-158.
17. Pribeanu, C. (2006) Task Modeling for User Interface Design – A Layered Approach, *International Journal of Information Technology*, 3(2), 86-90.
18. Pribeanu, C. (2007) "Instrument support pentru modelarea asistată de calculator a sarcinii de lucru la nivel operațional". Popovici, D.M. & Marhan, A.M. (Ed.) *Interacțiune Om-Calculator 2007*. MatrixROM, 111-114.
19. Tauber, M.J. ETAG: Extended Task Action Grammar - a language for the description of the user's task language. *Proceedings Interact '90*, Elsevier.
20. Thevenin, D. & Coutaz, J. (1999) Plasticity of user interfaces: Framework and research agenda. *Proceedings of Interact '99*. IOS Press, 110-117.
21. Tofan, S., Pradais, A., Buraga, S.C. (2009) Studiu comparativ privitor la specificarea abstractă a interfeței cu utilizatorul folosind UsiXML și UIML. Gorgan, D. & Guran, A.M. (Ed.) *Interacțiune Om-Calculator 2009*. MatrixROM, 31-34.
22. Vanderdonckt, J. (2008) Model-driven engineering of user interfaces: promises, successes, failures and challenges. Buraga, S.C. & Juvină, I. (Ed.) *Interacțiune Om-Calculator 2008*. MatrixROM, 1-10.
23. Vygotsky, L.S. (1978) Mind in society: the development of higher psychological processes. Harvard University Press.
24. Welie, M. van, Veer, G.C. van der & Eliëns, A. (1998) "An Ontology for Task World Models". *Proceedings of DSV-IS'98*, 57-70.