

Un cadru de lucru teoretic pentru proiectarea structurilor de interacțiune om-calculator cu specific economic

Costin PRIBEANU

Institutul de Cercetări în Informatică

În cadrul acestui articol se propune un cadru de lucru teoretic destinat să faciliteze integrarea unor concepte din disciplinele asociate interacțiunii om-calculator, necesare specialiștilor în tehnologia informației în analiza și proiectarea structurilor de interacțiune pentru sistemele interactive cu specific economic.

Cuvinte cheie: interacțiune om-calculator, ergonomie cognitivă.

Introducere

Interacțiunea om-calculator, referită și cu acronimul HCI (Human Computer Interaction), a apărut prin convergența unor preocupări comune din psihologie, ergonomie și ingerinăria factorilor umani, asociate cu analiza, proiectarea și evaluarea sistemelor interactive. Caracterul interdisciplinar constituie o trăsătură specifică și este susținut și de aportul altor discipline: management, lingvistică, tipografie, antropologie și design industrial. Factorul comun care leagă aceste preocupări îl constituie dorința de a confi utilizabilitate sistemelor interactive, ceea ce înseamnă, conform standardului 9241-11 (1994), eficacitate, eficiență și satisfacție pentru utilizatorul care desfășoară o anumită activitate.

Obiectivul acestui articol îl constituie adoptarea unui cadru de lucru adecvat pentru integrarea unor concepte din disciplinele asociate interacțiunii om-calculator, care să ofere specialiștilor în tehnologia informației un suport util în analiză și proiectare. În contextul sistemelor de informație cu specific economic, acest cadru de lucru se bazează pe studiul bazei cognitive a interacțiunii, dintr-o triplă perspectivă: a psihologiei cognitive, a științei managementului și a ingerinăriei factorilor umani aplicată la utilizarea calculatoarelor. În literatura de specialitate sunt frecvent referite două abordări în defi-

nirea unui cadru general de interacțiune om-calculator: prima, având la bază modelul lui Norman (1988), al ciclului execuție - evaluare și a doua, bazată pe modelul lui Carroll (1991), al ciclului activitate - artefact.

Cadrul de lucru propus în această lucrare are la bază ciclul activitate-artefact, văzut din perspectiva analizei și proiectării structurilor de interacțiune om-calculator pentru sistemele interactive cu specific economic. Această abordare corespunde caracterului multidisciplinar al domeniului și evidențiază trei perspective conceptuale care contribuie la definirea structurii cognitive a factorului.

Interacțiunea om-calculator

HCI este definită de Dix et al (1993) ca disciplină a științei și tehnologiei informației, al carei obiect de studiu este proiectarea, evaluarea și implementarea sistemelor interactive și studiul fenomenelor majore legate de acestea. O altă definiție, cu o exprimare mai concisă a obiectului de studiu, este dată de Carroll (1991). Interacțiunea om-calculator este definită ca arie interdisciplinară de cercetare aplicativă și practică de proiectare, a carei preocupare de bază o constituie înțelegerea și facilitarea creării interfețelor utilizator, prin care omul interacționează cu calculatorul.

Într-o accepțiune mai restrânsă, termen-

nul desemnează un ansamblu de teorii ale căror preocupări au ca centru de interes interacțiunea om-calculator, ca proces de dialog și nu interfața om-calculator, ca parte componentă a unui sistem software, chiar dacă ambele sunt subordonate aceleiași discipline, având ca preocupare problematica sistemelor interactive. În acest sens, baza teoretică o constituie caracteristicile factorului uman, modelele cognitive ale utilizatorului, analiza sarcinii de lucru și limbajul de interacțiune. În mod adițional, în acest context teoretic trebuie luată în considerare interfața de prezentare, din perspectiva elementelor cognitive pe care le încorporează și a rolului pe care îl îndeplinește în procesul de dialog.

Psihologia

Psihologia este preocupată cu studiul comportamentului uman din perspectiva structurilor mentale și a proceselor asociate. Teoria psihologiei acoperă o gamă largă de subiecte, cum sunt: motivația, emoția și cunoștința, aspectele sociale, biologice și organizaționale precum și aspectele privind comportamentul uman normal și anormal. În perspectiva relației cu HCI, psihologia are o contribuție esențială în înțelegerea modului în care oamenii achiziționează și memorează cunoștințe (învăță), precum și a modului cum utilizează aceste cunoștințe în acțiunile pe care le execută. În prefată "The Kittle House Manifesto" la volumul de articole "HCI - Psychology at the Human Computer Interface" editat de J.M.Carroll (1991) se arată că, până la începutul deceniului actual, între psihologie, care poate fi privită că o știință de bază pentru HCI, și practica proiectării de interfețe om-calculator, există o relație schismatică. Astfel, cele mai sofisticate încercări de a dezvolta extensii explicite ale psihologiei pentru HCI nu au avut un impact asupra practicii. Pe de altă parte, cele

mai importante realizări, care au marcat momente semnificative în proiectarea interfeței utilizator, nu au facut apel explicit la psihologie.

Aceasta situație este explicată de Carroll prin relația dintre știință de bază (psihologia, în acest caz) și cea aplicativă, denumită și știință locală. Concluzia care se desprinde din această prefată și din ideile cuprinse în multe alte articole din volumul menționat este aceeași: este necesară o teorie derivată din psihologie (este punctul de vedere al unor specialiști în psihologie aplicată la studiul HCI; în realitate, teoria este derivată și din alte discipline), care să ofere suportul teoretic necesar înțelegerii operatorului uman.

Ergonomia cognitivă

Pentru a se folosi de calculatoare în activitatea pe care o desfășoară, omul trebuie să definească obiectivele acestei activități în termeni de comenzi către calculator. Aceasta constituie o reformulare a planului de execuție a sarcinii de lucru care are, prin însăși natura sa, ~~un~~ caracter cognitiv.

Privită în acest context, interacțiunea om-calculator, ca disciplină, trebuie să răspundă problemelor generale de ergonomie, pe care le ridică orice activitate umană, dar și problemelor specifice unei activități cognitive. Cu alte cuvinte, este necesară proiectarea corespunzătoare a sistemului (hardware-software) astfel încât să asigure un mediu de lucru ergonomic pentru om, atât din perspectiva efortului fizic cât și cognitiv. Diferența față de ergonomia clasică este accentul pus pe fenomenele cognitive studiate de psihologie cum sunt percepția, memorarea, reprezentarea cunoștințelor și rezolvarea de probleme. În acest fel, ergonomia cognitivă extinde spațiul de analiză a sarcinii de lucru la procesele mentale care sunt determinate de folosirea unui artefact cognitiv. Ergonomia cognitivă poate fi

văzută deci că paradigmă pentru o interacțiune om-calculator fundamentată pe psihologia cognitivă și orientată către crearea de artefacte (în acest caz aplicații informatică) utilizabile.

Din punctul de vedere al relației dintre interacțiunea om-calculator și ergonomia cognitivă se poate spune că cea de a doua impune cerințe generale, pentru o activitate umană, privind, pe de o parte, ușurința în învățare și, pe de altă parte, ușurința, eficiența și eficacitatea opera-rii. La un nivel mai detaliat, ingineria cognitivă oferă mijloace pentru îndeplinirea acestor cerințe, oferind o arhitectură cognitivă care abstractizează un model de structură pentru capacitațiile cognitive ale omului și un set de parametri care caracterizează performanța umană. Sarcina interacțiunii om-calculator este de a încorpora aceste elemente de ergonomie cognitivă în procesul de proiectare a unei interfețe. Pentru aceasta este necesară integrarea într-un cadru de lucru teoretic unitar a metodelor și tehnicilor din ingineria cognitivă și adaptarea acestora la structurile de interacțiune specifice unui anumit domeniu aplicativ.

Știința managementului

Modelarea factorului uman în interacțiunea om-calculator necesită luarea în considerație a perspectivei conceptuale prin care utilizatorul privește o sarcină de lucru asistată de calculator. Cadrul de lucru teoretic este foarte larg, studiul cunoștințelor de specialitate economică necesitând integrarea unor metode din managementul firmei și din disciplinele asociate, cum sunt statistică economică, analiză eco-nomică, finanțe și contabilitate. În considerarea cunoștințelor de specialitate ca bază cognitiva pentru modelarea interacțiunii este necesară o stratificare pe trei niveluri:

1. contextul organizațional al firmei;
2. sarcina de lucru și domeniul activității;

3. caracteristicile individuale ale utilizatorului.

Specialistul în economie vede sarcina de lucru ca un proces elementar într-o organizare procesuală complexă, în care sunt utilizate resurse umane, materiale, financiare și informaționale, având ca finalitate realizarea de bunuri și servicii în condiții de eficiență și profit. Contextul organizațional poate fi definit de sistemul de management, strategia managerială a firmei și organizarea proceselor de muncă. La acestea se pot adăuga și elemente referitoare la mediul extern (ambiant) al firmei, în măsura în care se reflectă în strategia și politicile firmei.

Proiectarea unei interfețe om-calculator pentru un produs informatic necesită definirea sarcinilor de lucru care vor fi suportate de calculator în contextul activității respective. Întrucât sarcina de lucru este în esență un proces de munca, este necesară precizarea locului pe care îl ocupă în organizarea firmei.

Organizarea creează o structură a posturilor formalizată intențional. Se poate distinge o organizare structurală, orientată pe departamente și o structură procesuală orientată pe procese de muncă. În definirea contextului organizațional în care se va proiecta o structură de interacțiune om-calculator este relevantă organizarea procesuală a firmei, având în vedere caracterul de proces de muncă pe care îl are interacțiunea. În mod corespunzător, obiectivelor firmei, procesele de munca se pot structura în funcțiuni, activități și sarcini (Nicolescu și Verboncu, 1995).

În cadrul activității se stabilesc atribuții, care corespund unor procese de muncă bine conturate, corespunzător unor obiective specifice. Un exemplu este elaborarea planului vânzărilor în cadrul activității de desfacere. O atribuție se împarte în sarcini de lucru, care constituie procesul de munca elementar, corespunzător unui obiectiv individual. Diferența dintre atribuții și sarcini

coresponde diferenței dintre funcție și post: funcția este o categorie generică, căreia îi revin anumite atribuții. Pot exista mai multe posturi care se încadrează în aceeași funcție, de exemplu cea de reprezentant comercial sau de vânzător.

Din punctul de vedere al interacțiunii om-calculator interesează structura activității privită atât în raport cu natura sarcinilor de lucru cât și în raport cu dinamica alocării acestora. Natura sarcinilor de lucru relevă cerințele cognitive ale sarcinii de lucru: ce cunoștințe sunt necesare, care este volumul de date care trebuie reținute în memoria de lucru, care este complexitatea cognitivă, care este gradul de acuratețe cerut, cât este de greu de învațat operarea cu o interfață.

Natura sarcinii de lucru determină volumul de informații care trebuie introduse / obținute și cerințele de prelucrare a acestora. În general, aplicațiile cu specific economic sunt caracterizate prin volum mare de informații de intrare / ieșire și grad mediu de prelucrare, dar cerințele specifice pentru anumite sarcini de lucru sunt foarte variate.

Dinamica alocării sarcinilor de lucru arată modul în care sarcinile de lucru sunt înlántuite în cadrul activității, cine determină alocarea, care sunt prioritățile, care este gradul de suprapunere între două sarcini simultane. Din punctul de vedere al modului de alocare se pot distinge sarcini alocate în mod planificat, cum sunt cele din activitatea economică a unei firme și sarcini alocate aleator, pe baza unor solicitări externe, cum sunt cele din administrația publică, societățile bancare și societățile de investiții.

Cadrul de lucru teoretic

Modelul lui Carroll (1991), prezentat în Figura 1, descrie un cadru de lucru general, care este în esență un ciclu

activitate - artefact. O activitate stabiliește în mod implicit cerințele pentru proiectarea de artefakte. Utilizarea artefactelor conduce la redefinirea activității pentru care a fost inițial proiectat. Acest fapt conduce la o redefinire a cerințelor și necesitatea studierea artefactelor în contextul utilizării acestora.

În acest model, evoluția tehnologiei HCI este privită ca o coevoluție a activităților și a artefactelor studiate de interacțiunea om-calculator. Dezvoltarea unei teorii, care să-și găsească aplicabilitate în proiectarea interfețelor utilizator, sugerează o extensie a ciclului activitate - artefact ca un cadru de lucru pentru cercetare. În acest scop, abordarea lui Carroll încearcă să integreze entități din practica în domeniu care au deja o existență independentă: fundamentarea proiectului, proiectarea bazată pe scenarii și psihologia activității.

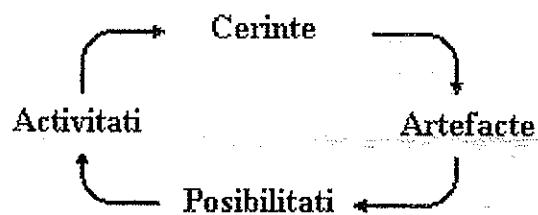


Figura 1 Ciclul activitate-artefact (după Carroll, 1991)

În aceeași lucrare este inclusă o elaborare a modelului, care include activități de proiectare specifice tehnologiei informației și baza psihologică pentru înțelegerea activității utilizatorului. Psihologia activității este propusă de Carroll ca o specializare a științei de bază, mai adecvată pentru HCI decât psihologia procesării informației. Sensul este de știință contextualizată, care se bazează pe taxonomii detaliate ale activității umane și domeniilor de utilizare a artefactelor.

Johnson (1992) propune o variantă extinsă a acestei elaborări, pornind de la ideea că modelul lui Carroll nu furnizează un spațiu pentru instrumentele și metodele utilizate în proiectare și

efectele acestora asupra capabilităților de dezvoltare de noi artefacte. Elaborarea propusă de Johnson, prezentată în Figura 2, are în vedere reprezentări bazate pe scenarii, studiul arefactelor în utilizare, analiza și evaluarea activității în raport cu cerințele de fundamentare a proiectului și elemente de inginerie software.

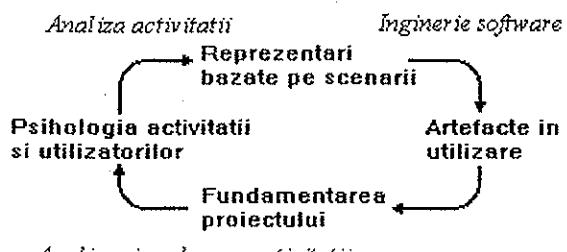


Figura 2 Ciclul activitate-artefact (după Johnson, 1992)

Se observă că elaborarea propusă de Johnson depășește cadrul ciclului activitate - artefact, care este, în esență,

un model de dezvoltare prin emulație a realizărilor anterioare. Ideea de a extinde modelul lui Carroll la ciclul de viață a unui produs este logică, ambele fiind cicluri de dezvoltare, dar necesită luarea în considerare a preocupărilor specifice HCI.

În cazul sistemelor de informație cu specific economic, este necesară căutarea relației dintre interacțiunea om-calculator și management. În acest scop, schema din Figura 3 propune un cadru de lucru teoretic, care să aibă la bază ciclul activitate - artefact, ca paradigmă pentru o evoluție a artefactelor cognitive și care să reflecte, totodată, caracterul interdisciplinar al domeniului interacțiunii om-calculator. Figura evidențiază două arii de interes din domeniul HCI, care au un rol esențial în studiul procesului de interacțiune: analiza sarcinii și proiectarea structurilor de interacțiune.

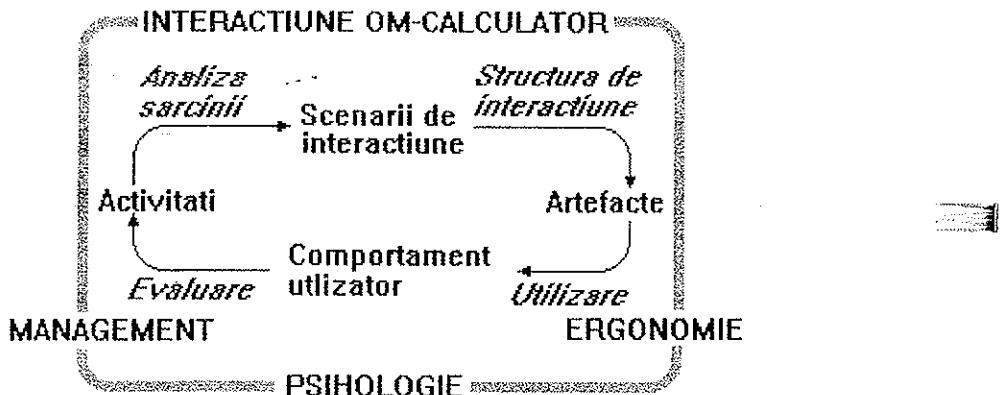


Figura 3 Un cadru de lucru teoretic pentru HCI

Acest cadru de lucru evidențiază faptul că baza teoretică a interacțiunii om-calculator, în contextul sistemelor de informație din economie, are un caracter interdisciplinar, fiind constituită prin integrarea unor concepte din psihologie, ergonomie cognitivă și management.

Structura cognitivă a factorului uman

O cerință generală a proiectării sistemelor interactive o constituie corelarea unui proiect de interfață om-calculator cu posibilitățile de înțelegere și învățare

ale unui anumit tip de utilizator. Între elementele care determină aceste posibilități sunt profesia, nivelul educației și experiența (atât în activitatea de bază cât și în utilizarea computerului). În (Pribeanu, 1997) se arată că, din punct de vedere cognitiv, utilizatorul unei aplicații economice pe calculator poate fi caracterizat prin urmatoarele tipuri de cunoștințe:

1. cunoștințe generale și abilități cognitive, cum sunt percepția, memoria, capacitatea de gândire, capacitatea de a-și planifica activitatea și de a actiona

conform planului;

2. cunoștințe de specialitate, specifice unei persoane cu pregatire economică, care înțelege activitatea pe care o desfășoară ca un segment în cadrul unei firme având la bază ideea de eficiență și profit;

3. cunoștințe specifice utilizării unui sistem informatic, cum sunt structura funcțională a aplicației, specificarea comenziilor, introducerea datelor și modul intern de lucru al sistemului.

În ceea ce privește cerințele cognitive generale ale operatorului uman, este necesara studierea modelelor furnizate de psihologie, privind percepția, organizarea și structura memoriei umane, reprezentarea cunoștințelor, planificarea și execuția acțiunilor, care pot ajuta înțelegerea comportamentului și a reacțiilor umane. Obiectivul este reducerea efortului cognitiv la nivel general, pe care trebuie să îl depună utilizatorul.

Cerințele specifice, legate de o anumită activitate și un anumit tip de utilizator, necesită un cadru conceptual care să cuprindă atât cunoștințe de specialitate economică privind managementul firmei, obiectivele activității, structura sarcinii de lucru, cât și cunoștințe specifice funcției și postului ocupat de utilizator.

Cunoștințele specifice permit integrarea a două elemente de baza ale interacțiunii om-calculator: utilizatorul și activitatea. La acest nivel se identifică trăsăturile specifice domeniului considerat, structura activității, modul de alocare a sarcinilor componente și componentele sarcinii de lucru, adică obiectivele, procedurile, obiectele și acțiunile executate. Analiza de context a activității și sarcinii de lucru permite identificarea cerințelor cognitive specifice ale utilizatorilor. Obiectivul este definirea corectă a sarcinii de lucru și contextualizarea adecvată a acesteia în cadrul organizațional al activității. Reflectarea acestui context în interfața om-calculator creează un cadru de lucru favorabil

pentru creșterea vitezei de înțelegere și reacție precum și a capacitatii de sesizare a conexiunilor cu alte activități. Cunoștințele privind interfața om-calculator permit o clasificare a utilizatorilor după gradul de experiență a acestora. În acest sens se poate face o distincție între cunoștințele generale de utilizare a unui calculator și cunoștințele privind modul de operare a unei anumite aplicații. Obiectivul este reducerea timpului afectat instruirii și dobândirea cât mai rapidă de abilități în utilizare. Conceptele asociate provin, în mare parte, din ingineria factorilor umani, care a fost preocupată de probleme legate de mecanisme de producere a erorilor, dobândirea de abilități și modele mentale.

Concluzii

Dezvoltarea tehnologiei computerizate a condus la creșterea complexității aplicațiilor interactive. Tehnicile de interacții s-au diversificat, ca urmare a apariției unor noi echipamente și dispozitive. Interfețele om-calculator, în special cele grafice, ridică noi probleme, de natură ergonomică și cognitivă. Din acest motiv este necesară adoptarea unui cadru de lucru teoretic care să faciliteze integrarea unor concepte din discipline asociate interacțiunii om-calculator, pe care se sprijină o întreagă ierarhie de modele cognitive, tehnici și metode de analiză și proiectare a interacțiunii.

În perspectiva cadrului de lucru teoretic propus se cuvină să făcute următoarele observații:

1. baza cognitivă are un caracter interdisciplinar, cumulând concepte din psihologie, interacțiunea om-calculator și disciplinele de specialitate;
2. cunoștințele de specialitate din structura cognitivă conferă un caracter specific, determinat de perspectiva conceptuală a disciplinei la care sunt raportate aceste cunoștințe;
3. fundamentarea teoretică a proiectării

sistemelor interactive destinate să asiste o anumită activitate necesită definirea structurii cognitive prin integrarea conceptelor necesare în raport cu obiectivele activității respective.

Bibliografie

- Carroll,J.M., W.A.Kerlog & N.B.Rosson (1991) "The Task - Artefact Cycle," In: J.M.Carroll (Ed.), *Designing Interaction - Psychology at the Human-Computer Interface*, Cambridge University Press.
- Carroll,J.M. (1991) "Introduction: The Kittle House Manifesto". In: J.M.Carroll (Ed.), *Designing Interaction - Psychology at the Human-Computer Interface*, Cambridge University Press.
- Dix,A., J.Finlay, G.Abowd & R.Beale (1993) *Human-Computer Interaction*, Prentice Hall.

- Johnson,P. (1992) *Human-Computer Interaction*, McGraw Hill, London.
- ISO/IEC 9126:1991 Information Technology - Software product evaluation - *Quality characteristics and guidelines for their use*.
- ISO/DIS 9241-11:1994 Information Technology - *Ergonomic requirements for office work with visual display terminal (VDTs)- Guidance on usability*.
- Norman,D.A. (1988) *The Psychology of Everyday Things*, Basic Books.
- Nicolescu,O. & I.Verboncu (1995) *Management*, Editura Economică.
- Pribeanu,C. (1997) *Modele cognitive ale operatorului uman aplicate în economie*, Referat de doctorat, ASE, Catedra de Informatică Economică.