

Proiectarea cooperativa a unui sistem inteligent de instruire pe Web

Gheorghe IOSIF, Ana-Maria MARHAN, Ion JUVINA

Institutul de Psihologie "Mihai Ralea", Academia Româna

Prof.dr. Stefan TRAUSAN-MATU,

Facultatea de Automatica si Calculatoare, Universitatea "Politehnica" Bucuresti

În lucrarea de fata sunt prezentate câteva rezultate ale unor cercetari în directia identificarii unor reguli si principii de proiectare a sistemelor interactive inteligente, personalizabile de instruire pe web. Cercetarile au fost desfasurate în paralel cu dezvoltarea unui Sistem Intelligent de Instruire (SII) pe web în domeniul algoritmilor, care se constituie ca un instrument complementar în pregatirea universitara a viitorilor ingineri la Facultatea de Automatica si Calculatoare din Universitatea "Politehnica" din Bucuresti.

Sistemul Intelligent de Instruire pe web în algoritmi a fost proiectat si implementat cooperativ. În afara autorilor (specialisti în informatica si psihologie) au fost implicati peste 160 de studenti din diversi ani ai facultatii mai sus mentionata, atât în procesul de proiectare a sistemului cât si în implementarea unor module. Sistemul înglobeaza si contributia câtorva cadre didactice care au condus laboratoare la disciplina "Analiza algoritmilor" (conf.dr.ing. L. Negreanu, ing. S. Calinoiu).

Cel mai mare numar de studenti a fost implicat explicit în proiectare prin raspunsurile date la niste întrebări privitoare la caracteristicile pe care le considera importante pentru un SIIP, cum ar fi cantitatea, organizarea si prezentarea informatiilor, modalitatea optima de distribuire a controlului, monitorizarea procesului de instruire, tratarea erorilor, asistenta necesara utilizatorului etc. Totodata, aceiasi studenti au fost subiectul unor analize a modului în care au parcurs un sit web cu 16 pagini (continând diferite modalitati de prezentare a cunostintelor: textual, formal, algoritmic si grafic, inclusiv un mediu grafic interactiv) în domeniul considerat si au completat un test psihologic. În acest mod, studentii sunt considerati surse de informatie în timp ce realizeaza sarcini de învățare utilizând sistemul, participând implicit la proiectare.

Cuvinte cheie: sisteme interactive inteligente, instruire pe web, instruire la distanta

1 Sisteme inteligente, personalizabile

Explozia aplicatiilor informatice pe web din ultimii ani a adus cu sine o crestere a rolului psihologiei în proiectare, rol binecunoscut de multi ani cercetarilor în inteligenta artificiala [Trausan-Matu, 2000]. Se vorbește foarte mult în ultimul timp de aplicatii personalizabile, inteligente, de considerarea factorilor umani, de proiectare centrata pe utilizator, pe interactiunea om-calculator. Aceste fapte nu tin de o "moda" ci sunt necesitati în contextul ofertei imense de informatii si facilitati pe web, a cresterii complexitatii aplicatiilor disponibile

pe web, în fata carora utilizatorul devine suprasolicitat în gasirea, înțelegerea si alegerea variantelor optime. Este nevoie, altfel spus, de asigurarea unei "ergonomii cognitive" aplicatiilor pe web. Pe de alta parte, progresul informaticii a si pus la dispozitie cadrul în care se pot dezvolta aplicatii personalizabile, cu elemente de inteligenta artificiala.

În consecinta, este normal ca proiectantii de programe pe calculator sa devina constienti de nevoia de a apela la psihologie pentru înțelegerea nevoilor utilizatorului. Psihologia

detine un arsenal metodologic complex care poate sa puna în evidenta multe elemente de care are nevoie proiectantul specialist în aplicatii web personalizabile si în inteligenta artificiala. Scopul psihologiei nu este de a se substitui metodelor traditionale de proiectare, ci de a remedia unele dintre inconvenientele acestora, integrând o descriere a ansamblului de resurse psihologice/cognitive la care va face apel utilizatorul atunci când trebuie sa realizeze o sarcina în interactiune cu calculatorul. Totodata, psihologia poate da informatiile necesare pentru o proiectare parametrizata, care sa aiba în vedere variabilitatea psihologica a utilizatorilor.

A devenit imperativa luarea în considerare a faptului ca utilizatorul este confruntat nu doar cu probleme de confort fizic în fata ecranului, ci mai ales cu solicitari psihologice si cognitive

(dezvoltarea de strategii de cautare a informatiei, rezolvare de probleme, luare de decizie, coordonare si control etc.) necesare pentru îndeplinirea sarcinii sale curente.

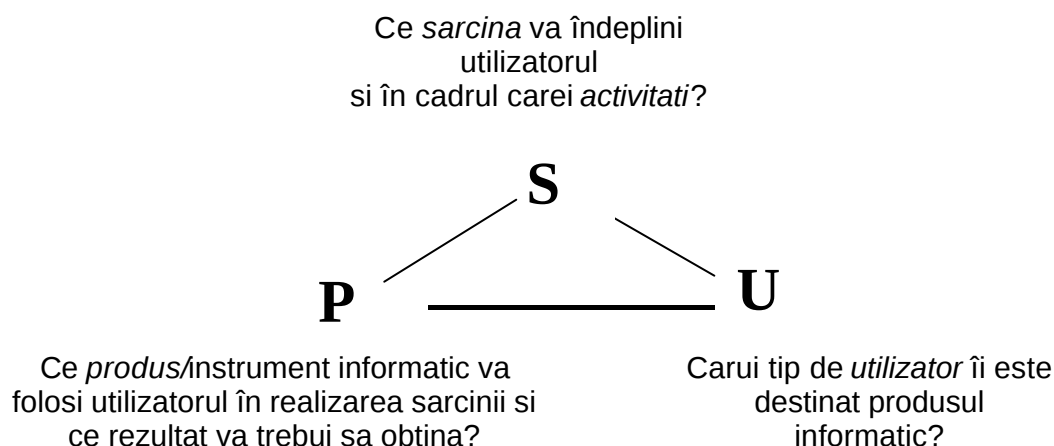
Într-un astfel de demers de proiectare, psihologia se regaseste într-un triunghi de interactiuni (si tensiuni) între trei domenii de cunostinte [Green and Hoc, 1991]:

a) cunostinte privind diferite domenii de activitate/domeniu al *sarcinii* (S) pentru realizarea careia utilizatorul apeleaza la instrumentul informatic,

b) cunostinte privind *produsul* (P) /instrumentul informatic folosit în acest scop si, nu în ultimul rând,

c) cunostinte despre *utilizator* (U) si caracteristicile proceselor cognitive umane.

Aceste interactiuni pot fi reprezentate schematic astfel:



Oamenii utilizeaza calculatoarele pentru o mare varietate de sarcini: de la sarcini de supraveghere si control al unei centrale nucleare, la a scrie o scrisoare. Studiul acestor linii de interactiune poate permite alegerea modalitatilor de proiectare a produsului informatic astfel încât acesta sa fie util, utilizabil si sa aduca o contributie acceptabila la realizarea sarcinii. Una dintre directiile de cercetare care s-a dezvoltat de aici vizeaza proiectarea de *sisteme inteligente* care sa fie capabile sa se adapteze la cunostintele, obiceiurile si nevoile specifice ale utilizatorului sau, dintr-o alta perspectiva, sa fie

personalizabile. Acest tip de sistem ar trebui sa poata anticipa necesitatile utilizatorului sau, care este modalitatea în care utilizatorul prefera sa lucreze cu o anumita functie, sa furnizeze explicatii etc. Pentru a realiza acest tip de suport, au fost utilizate doua tipuri de solutii: în prima varianta, în sistem este încorporat un model (cantitativ) al utilizatorului care este actualizat dupa fiecare perioada de interactiune astfel încât forma de interactiune sa fie adaptata permanent la nivelul cunostintelor si nevoile utilizatorului.

Teoretic, ideea este excelenta. Practic, nu s-au gasit solutii total satisfacatoare, deoarece

procesul de învățare este dependent de foarte multi factori care nu pot fi încapsulati cu usurinta într-un model (cantitativ). Câteva realizari notabile în modelarea utilizatorului pot fi amintite în domeniul inteligenței artificiale, mai precis în sistemele inteligente de instruire [Sleeman și Brown, 1982 Trausan-Matu, 1997, 2000, 2001]. Astfel de sisteme pastreaza un model al studentului, construit pe baza raspunsurilor date (de exemplu, la teste grila), model care este folosit pentru personalizarea functionarii ulterioare [Trausan-Matu, 1997, 2000, 2001].

O alternativa la modelarea utilizatorului este de a lasa si utilizatorului posibilitatea sa intervina pentru a-si "croi", a seta un sistem mai bun [Eason, 1991] conform cu nevoile sale si cerintele sarcinii. O încercare de a construi un astfel de sistem, este prezentata în sectiunile ce urmeaza.

2. Aspecte metodologice

Proiectare centrata pe nevoile utilizatorului. În studiile noastre anterioare [Iosif și colab., 1999, Iosif și colab., 2000], am prezentat elementele teoretice care fundamenteaza proiectarea Sistemelor Inteligente de Instruire precum si factorii psihologici si educationali care intervin în procesul de achizitie a cunostintelor, în cazul procesului de instruire clasic.

Optiunea noastra a fost de a proiecta Sistemul inteligent de instruire într-o maniera care sa permita viitorilor utilizatori ai sistemului participarea în toate etapele demersului de proiectare. În informatica, toate formele de proiectare centrata-pe-utilizator sustin implicarea viitorilor/potentialilor utilizatori în proiectare, însa exista doua filosofii diferite în abordarea acestei participari [Eason, 1991]. Într-un prim tip de abordare, utilizatorii constituie surse de informatie, participând ca subiecti ai unor experimente care vor informa cercetatorii si proiectantii asupra aspectelor relevante ale comportamentului uman. În celalalt tip de abordare, utilizatorii sunt

considerati *clienti*, care au nevoi si cerinte specifice cu privire la sistem si care au abilitatea de a alege dintre diferite optiuni tehnice de dezvoltare a produsului pe aceea care raspunde cel mai bine acestor nevoi. Noi am optat pentru aplicarea simultana a ambelor tipuri de abordari.

Participarea la dezvoltarea sistemului asigura respectarea valorilor si obiectivelor utilizatorului de catre viitorul sistem (sistemul poate încorpora valori de tip autocratic sau democratic, încurajeaza submisivitatea sau independenta utilizatorului, poate lasa controlul realizarii sarcinii utilizatorului etc.). Întrucât sistemul este proiectat tocmai pentru a raspunde nevoilor unui anumit tip de utilizator, utilizatorul însusi trebuie sa aleaga între aceste alternative de proiectare, el fiind cel mai bun judecator al propriilor nevoi si cerinte. De aceea, am considerat necesar ca utilizatori sa își poata exprima direct opiniile, nevoile, asteptarile si preferintele fata de modul în care va arata si va functiona Sistemul inteligent de instruire.

Demers metodologic. Asa cum am aratat, etapa actuala a cercetarii noastre a fost precedata de o analiza a procesului de instruire, respectiv a sarcinii pe care utilizatorii o vor realiza cu ajutorul Sistemului Inteligent de Instruire (achizitia de cunostinte specifice). Acest sistem abordeaza doua teme (arbori AVL si arbori B) din programa cursului "Analiza algoritmilor", curs sustinut pentru studentii anului III ai Facultatii de Automatica si Calculatoare, Universitatea "Politehnica" Bucuresti. Pentru a asigura participarea si implicarea studentilor-clienti în demersul de proiectare, un al doilea pas a fost realizarea unei anchete pe baza de chestionar pentru a pune în evidenta nevoile si asteptarile utilizatorilor fata de viitorul sistem de instruire. În plus, în paralel cu desfasurarea cursurilor, seminarilor si lucrarilor practice de tip clasic, studentii au fost solicitati sa exploreze si sa utilizeze ca material didactic complementar prototipul Sistemului Inteligent de Instruire.

Studentii au acces la utilizarea unui prototip al sistemului prin Internet, ei având posibilitatea de a trimite permanent comentariile lor privind functionarea sistemului catre proiectant. Totodata, comportamentul utilizatorilor în explorarea si utilizarea sistemului a fost urmarit si înregistrat, sistemul fiind dotat cu capacitatea de a înregistra traiectoriile de parcurgere a materiei studiate si timpul de operare cu fiecare concept, pe baza carora se pot face aprecieri cu privire la nevoile si preferintele fiecarui utilizator. De exemplu, se poate determina care este tipul de prezentare a informatiei (textual, grafic, formalizat) preferat de catre student. În etapa finala, evaluarea Sistemului Inteligent de Instruire se va face prin masurarea atât a satisfactiei utilizatorilor, cât si a performantei lor în învățare.

3. Analiza rezultatelor si discutii

Prezentam în continuare o parte dintre rezultatele obtinute prin aplicarea chestionarului de analiza a nevoilor, asteptarilor si preferintelor utilizatorilor privind Sistemul Inteligent de Instruire. La chestionar au raspuns 160 de studenti de la Facultatea de Automatica si Calculatoare, studentii care urmeaza cursul supus experimentelor ("Analiza algoritmilor" – anul III Calculatoare), studentii din anul terminal (anul V Calculatoare), precum si studentii din anul VI (Master - "Sisteme de programe de baza si aplicatii"), considerati utilizatori avansati ai sistemului. Chestionarul a fost conceput pentru a pune în evidenta opiniile studentilor/potentialilor utilizatori privind: volumul optim de informatie pe care SII trebuie sa îl ofere studentului; modul de organizare si de prezentare a informatiei; distribuirea controlului asupra procesului de instruire între utilizator, sistem si instructor; modul de evaluare a cunostintelor; tipul de asistenta acordata studentului în timpul utilizarii; durata instruirii; modul de reactie al sistemului la erorile studentului etc.

Cele mai frecvente optiuni. Un sistem inteligent de instruire trebuie sa fie capabil de o adaptare dinamica la evolutia cunostintelor si la stilul de lucru al studentului. Cele mai frecvent selectate optiuni sunt:

- informatiile noi oferite de sistem studentului sa fie corelate cu cunostintele pe care le detine deja studentul (61% dintre raspunsuri),
- pentru a permite o mai buna asimilare si consolidare a cunostintelor, sistemul inteligent de instruire trebuie sa prezinte probleme de rezolvat în care studentul sa utilizeze cunostintele respective (60% din subiecti), 58% dintre subiecti mentioneaza ca în prezentarea informatiei sa fie utilizate exemple, analogii si metafore iar prezentarea cunostintelor de catre sistem sa se realizeze în functie de modurile de reprezentare a cunostintelor (verbal, formal, imagistic) preferate de catre student (53% dintre studenti),
- din punct de vedere al cantitatii de informatie, 57% dintre subiecti doresc ca SII sa ofere mai multa informatie în comparatie cu instruirea clasica (nu în sensul de a fi în întregime prezentata în interfata studentului, ci facilitând accesul la ea).
- în ceea ce priveste organizarea acestei informatii, 54% dintre studenti doresc sa aiba posibilitatea de a cunoaste la începutul fiecărei diviziuni a materialului de învățat schema de ansamblu a continutului acelei diviziuni.
- modalitatea de evaluare a cunostintelor pe care studentii o doresc implementata în SII este administrarea de teste cu raspunsuri la alegere (52%).

Diferente între sub-loturile de subiecti.

Pentru o mai buna reflectare a nevoilor de instruire ale studentilor am cautat sa punem în evidenta *diferentele* care apar între anii de studiu, respectiv anul III si anul V, în privinta nevoilor legate de SII. Cele mai importante diferente sunt:

- 74,3% dintre studentii anului V doresc ca SII sa ofere mai multa informatie în

comparatie cu instruirea clasica, spre deosebire de numai 29,8% dintre studentii anului III care opteaza pentru aceasta varianta de raspuns.

- 68,1% dintre studentii anului III doresc ca secventele de cunostinte operationale sa fie explicitate de catre sistem, spre deosebire de numai 20,4% dintre studentii de anul V care au optat pentru aceasta varianta de raspuns. Cei din anul III se afla într-o faza analitica, de interpretare sau de compozitie în terminologia lui J.R. Anderson (1989) iar studentii din anul V se afla deja într-o faza de sintetizare, de proceduralizare, asa încât nu mai resimt nevoia de a lucra secvential procedurile complexe.

- În ceea ce priveste modalitatile prin care SII faciliteaza asimilarea si consolidarea cunostintelor, exista diferente semnificative între cele doua grupuri la varianta de raspuns "sa repete cunostintele la cerere". Astfel, 78,7% dintre studentii anului III au optat pentru aceasta modalitate de facilitare a consolidarii cunostintelor, spre deosebire de numai 34,5% dintre studentii anului V.

- O alta diferenta semnificativa a fost pusa în evidenta în ceea ce priveste modalitatile folosite de catre SII pentru evaluarea nivelului de însusire a cunostintelor, a nivelului de formare a deprinderilor si a eficientei utilizarii lor în aplicatii practice. Dintre studentii din anul III, sunt mai numerosi cei care opteaza pentru evaluarea prin teste scrise (42,6%) decât cei care opteaza pentru acest tip de evaluare dintre studentii anului V (10,6%). Este posibil ca studentii din anul III sa cunoasca înca eficacitatea altor modalitati de evaluare.

Relatii între preferintele fata de sistemul inteligent de instruire (SII) si performantele în activitatea de instruire clasica.

Performantele în activitatea de instruire clasica au fost apreciate prin note obtinute de studenti la o serie de probe teoretice si de rezolvare de probleme. Am analizat fiecare tip de performanta în parte deoarece am presupus

ca exista diferente între modurile de raspuns la tipuri diferite de probe administrate în situatii diferite. Relatiile dintre preferintele fata de anumite caracteristici ale Sistemelor Inteligente de Instruire si performantele în activitatea de instruire clasica au fost puse în evidenta prin calculul testului t (Student) pentru semnificatia diferentelor între grupuri formate, pentru fiecare caracteristica a sistemului în parte, prin diferentierea între subiectii care au optat (preferat) si cei care nu au optat pentru caracteristica respectiva.

În continuare sunt prezentate rezultatele semnificative din punct de vedere statistic si comentarii asupra acestora în cele ce urmeaza: Studentii care considera ca folosirea în instruire a sistemului inteligent (complementar instruirii clasice) ar scadea durata instruirii, obtin note mai mari la probleme decât ceilalti studenti. O interpretare posibila ar putea fi ca studentii mai buni la rezolvarea de probleme doresc ca SII sa le scurteze durata instruirii. Este posibil ca studentii care rezolva bine probleme sa aiba un stil cognitiv "comod" (bazat pe implicit) si sa aprecieze sistemele de instruire care îi ajuta sa nu faca prea mult efort si sa termine repede.

La întrebarea "Ce ar trebui sa faca SII când studentul nu are cunostintele necesare rezolvării unei probleme", subiectii care raspund "sa puna la dispozitia studentului o baza completa de cunostinte, exemple, metafore, exercitii" obtin note mai mari la proba de verificare a achizitiei cunostintelor teoretice decât cei care nu aleg aceasta alternativa. Se pare ca studentii care obtin rezultate foarte bune la probele preponderent teoretice sunt mai "enciclopedici", au nevoie sa li se puna la dispozitie toata informatia disponibila. Acesti studenti sunt dispusi la studiu individual si sunt capabil de efort prelungit. Este posibil ca nevoia lor de certitudine sa fie mai mare, ei nu au încredere într-o selectie a informatiilor relevante pe care nu ar face-o ei însisi. Acestui tip de student SII trebuie sa-i ofere posibilitatea de a explora în voie întreaga baza

de cunostinte. Acest tip pare sa fie foarte diferit de cel anterior din punctul de vedere al stilului cognitiv.

Din punctul de vedere al prezentarii informatiei, studentii care opteaza pentru prezentarea scopurilor si motivarea utilitatii cunostintelor (atât la nivelul ansamblului cât si la nivelul fiecărei unitati de cunostinta) obtin note mai mari la probele teoretice decât studentii care nu opteaza pentru o astfel de prezentare a informatiei. Retinerea unui volum mare de cunostinte (care sa garanteze obtinerea notelor mari la probele teoretice) este facilitata de cunoasterea utilitatii informatiilor si de organizarea materialului de învățat pe baza ierarhiei de scopuri si sub-scopuri ale cunostintelor respective. Studentii performanti la probele teoretice cunosc acest lucru si doresc ca SII sa prezinte informatia deja organizata în aceasta forma. Daca nu ar fi organizata pe baza ierarhiei de scopuri si sub-scopuri si nu ar fi transparent sensul (utilitatea) informatiei prezentate, studentii ar depune un efort suplimentar pentru conferirea de sensuri materialului prezentat, deoarece este cunoscuta dificultatea memorarii informatiei fara sens. Iar aceasta atribuire "ad-hoc" de sensuri ar avea si riscul de a nu fi cea mai relevanta, respectiv cea dorita de instructor.

Studentii care considera ca SII este mai eficace daca prezinta cunostinte declarative (definitii, descrieri, caracteristici) obtin note mari la probele de rezolvare de probleme. Acest rezultat confirma un fapt cunoscut în psihologia cognitiva, respectiv acela conform caruia rezolvarea de probleme este o activitate cognitiva foarte putin proceduralizata (Rasmussen, 1983, 1987, Hoc, 1996), constând aproape exclusiv din rationamente pe care subiectul le face "în timp real" pe baza cunostintelor din memoria de lunga durata si a informatiilor curente. Deci, studentii care sunt buni rezolvatori de probleme stiu ca au nevoie mai degraba de cunostinte declarative (pe care eventual nu le-au memorat) decât de secvente operationale pre-constituite. Se pare

ca studentii performanti în rezolvarea problemelor sunt buni la efectuarea inferentelor, dar sunt mai puțin buni în retinerea unui volum mare de cunostinte care ar fi necesare inferentelor. De aceea acest tip de student doreste ca SII sa-i suplineasca acest "handicap" prin oferirea de definitii, descrieri, caracteristici.

Studentii care doresc ca SII sa le prezinte un rezumat al cunostintelor pe fiecare modul obtin note mai mari la probele teoretice decât studentii care nu opteaza pentru rezumarea cunostintelor. Este posibil ca studentii cu performante bune la probele teoretice sa fie constienti de utilitatea înțelegerii schemei de ansamblu a materialului înainte de a încerca sa-l memoreze. Altfel spus, o data ce legaturile dintre unitatile de cunostinte (topologia) au fost retinute, se pot integra mai usor continuturile fiecărei unitati de cunostinta în ansamblul materialului. Pentru a înțelege schema de ansamblu a unui modul de cunostinte este necesar ca acesta sa fie simplificat cu pastrarea sensului initial (rezumat) si apoi sa fie reconstruita structura lui completa. Se verifica si aici principiul învățării "de la simplu la complex".

Studentii care doresc ca SII sa le prezinte cunostintele într-o forma schematica obtin note mai mari la probele de rezolvare de probleme decât studentii care nu opteaza pentru aceasta modalitate de prezentare a cunostintelor. Este valabil si aici comentariul prezentat la rezultatul anterior. În plus, rezumarea si prezentarea schematica a cunostintelor permite folosirea lor rapida în rezolvarea de probleme. De altfel, exista o corelatie semnificativa între notele la probele teoretice si notele la probleme ($r = 0,48$; $n = 108$; $p = 0,000$). Totusi, este posibil ca în procesele de rezumare si schematizare a cunostintelor sa se piarda unele elemente esentiale care ar fi necesare în rezolvarea problemelor. De exemplu, pentru rezolvarea problemelor simple nu este necesar ca studentul sa cunoasca demonstratia unei

teoreme, dar aceasta demonstratie ar putea fi necesara în rezolvarea unor probleme complexe sau inedite. Sistemul inteligent trebuie sa-i ofere posibilitatea studentului sa acceseze si cunostinte mai profunde, daca se confrunta cu o problema dificila.

Una dintre modalitatile prin care SII poate sprijini studentul în asimilarea si consolidarea cunostintelor este punerea de întrebări despre continutul materialului de învățat. Studentii care prefera aceasta modalitate de asistenta din partea SII obțin note mai mici la probele teoretice decât cei care nu doresc ca SII sa le puna întrebări. Este posibil ca studentii care doresc sa li se puna întrebări sa aiba dificultati la reactualizarea materialului învățat si astfel sa obtina note mai slabe la probele teoretice. Întrebările pe care le-ar pune SII i-ar ajuta pe acesti studenti, pe de o parte, sa utilizeze recunoasterea partiala a cunostintelor (din continutul întrebării), iar pe de alta parte, le-ar initia si facilita procesul de cautare si regasire a informatiilor. Se stie ca modul de formulare a unei interogari determina eficienta regasirii informatiei solicitate (Reason, 1990). Deci, SII va trebui sa puna întrebări studentilor pentru a le facilita procesul de reactualizare a cunostintelor achizitionate.

Pentru evaluarea gradului de însusire a cunostintelor, a nivelului de formare a deprinderilor si a eficientei utilizării acestora în aplicatii practice, SII poate folosi mai multe modalitati. Una dintre acestea este analiza tipurilor de erori comise de catre student în timpul utilizării SII pentru instruire. Studentii care prefera aceasta modalitate de evaluare obțin note mai mari la probele de rezolvare de probleme decât studentii care nu aleg aceasta optiune. Acesti studenti doresc ca SII sa îi evalueze într-un mod "inteligent", adica eficace, economic si comod. Este vizibila si aici trasatura "comoditate" a stilului cognitiv al "rezolvitorilor de probleme".

Deci, studentii care obțin performante bune la probele teoretice doresc un SII care sa puna la dispozitie o baza completa de cunostinte,

exemple, exercitii; sa prezinte scopul si sa motiveze utilitatea fiecarei diviziuni de cunostinte; sa ofere rezumate ale cunostintelor pe fiecare modul. Studentii care obțin rezultate slabe la probele teoretice doresc ca SII sa le puna întrebări pentru a-i sprijini în asimilarea si consolidarea cunostintelor. Studentii care obțin rezultate bune la probele de rezolvare de probleme considera ca folosirea SII, complementar cu instruirea clasica, va scadea durata instruirii si își doresc ca acesta: sa prezinte în principal definitii, descrieri, caracteristici; sa prezinte cunostintele în mod schematic; sa realizeze evaluarea performantelor indirect din analiza tipurilor de erori comise de catre student.

Analiza comportamentului utilizatorilor în utilizarea prototipului sistemului inteligent de instruire. Prototipul sistemului inteligent de instruire este alcatuit din 18 pagini Web care prezinta cunostintele de baza necesare achizitiei cunostintelor despre arborii AVL si arborii B (unitati de cunostinte selectate din programa cursului "Structuri de date si analiza algoritmilor"). Studentii au fost invitati sa utilizeze acest prototip ca un instrument complementar pentru formarea lor profesionala. Am înregistrat frecventa accesarii diferitelor pagini Web si durata ramânării studentului pe o anumita pagina (considerând durata, oarecum nepermis, ca fiind echivalenta cu "aprofundarea" paginii respective).

Asa cum era de asteptat, cele mai frecvent vizitate si cele mai aprofundate pagini sunt paginile principale, respectiv cele care prezinta definitiile unitatilor de cunostinte, proprietatile si operatiile de baza, precum si legaturi (de hipertext) la majoritatea celorlalte pagini. Pe locul imediat urmator în ierarhia frecventei si duratei de vizitare s-au aflat paginile care prezinta scopurile si utilitatea cunostintelor care formeaza obiectul achizitiei. Aceste pagini au fost introduse în structura prototipului Sistemului Inteligent de Instruire la recomandarea psihologilor care compun

echipa de studiu. Ca urmare a cercetarilor realizate anterior pentru fundamentarea teoretica si experimentala a proiectarii Sistemului Intelligent de Instruire [Iosif si colab., 1999, Iosif si colab., 2000], am pus în evidenta, pe de o parte, o dificultate a studentilor de a integra cunostintele elementare în ansambluri de cunostinte cu sens iar, pe de alta parte, o absenta aproape totala a cunostintelor de tip integrator si a cunostintelor de nivel superior (metacunostinte) referitoare la scopurile cunostintelor din suporturile scrise folosite în instruirea universitara. Uneori profesorii si asistentii suplinesc aceasta absenta a cunostintelor integratoare prin "divagatii" în timpul prelegerilor orale si aplicatiilor, dar dificultatea (si deci nevoia) studentilor înca exista. De aceea paginile referitoare la scopuri si utilitate au obtinut frecvente si timpi mari de vizitare.

Urmatoarele pagini în ierarhia frecventelor si a timpilor de vizitare sunt cele referitoare la cunostintele precerute, respectiv cunostinte care sunt necesare studentilor pentru înțelegerea cunostintelor noi. Si în acest caz, sugestiile anterioare, rezultate din cercetarile echipei interdisciplinare (psihologie si informatica) au fost confirmate de comportamentul studentilor. Rolul esential al cunostintelor precerute în achizitia cunostintelor noi, care fusese demonstrat experimental, a fost pus în evidenta prin tendinta studentilor de a vizita aceste pagini. Din nefericire, în stadiul actual de realizare a prototipului, cunostintele precerute sunt doar

listate, fara sa se ofere suport în evaluarea sau în reactualizarea acestora.

Oarecum surprinzator, paginile care prezinta proceduri de lucru cu cunostintele, exemple si ilustrari animate obtin frecvente si timpi de vizitare relativ mici. Pe baza cercetarilor anterioare si a analizei nevoilor, preferintelor si asteptarilor utilizatorilor, anticipasem ca aceste pagini vor fi accesate cu o mare frecventa. Consideram ca au existat si factori externi, insuficient controlati care au influentat rezultatele. Unul dintre acestia ar putea fi calitatea si functionalitatea interfetei dintre sistem si utilizator. De exemplu, ilustrarile animate necesita timpi de încarcare foarte mari care frustreaza utilizatorul, iar pe unele tipuri de calculatoare nu functioneaza.

Dintre studentii care au fost invitati sa utilizeze prototipul Sistemului Intelligent de Instruire (anul III), numai o parte (56,8%) au realizat efectiv acest lucru. Acest fapt ne-a permis sa studiem relatia care exista între optiunea de utilizare a instrumentului complementar de instruire si nevoile, preferintele si asteptarile utilizatorilor formulate explicit prin raspunsuri la chestionar. Presupozitia a fost ca exista o corespondenta între nevoile formulate explicit si manifestarea comportamentala a acestora prin utilizarea sistemului. Rezultatele investigarii acestei relatii de asociere (cu ajutorul coeficientului χ^2) sunt prezentate în continuare. Un numar semnificativ mai mare dintre studentii care prefera sa le fie prezentata tabela de materii a cunostintelor (24) au utilizat prototipul Sistemului Intelligent de Instruire pe Web (17) decât cei care nu l-au utilizat (7) ($\chi^2 = 3,6$, $p = 0,05$).

		Prezentarea Tabelei de materii		Total
		Preferat	Nepreferat	
Utilizare SII	Utilizat	17	12	29
	Neutilizat	7	15	22
Total		24	27	51

Se pare ca studentii care prefera sa cunoasca structura materialului de învatat (organizarea

pe capitole, module etc.), atât la început cât si pe parcursul instruirii, sunt mai atrasi de

posibilitatea de a utiliza un SII pe Web. Acești subiecți se aștepta probabil să găsească pe Web informație mai bine organizată (structuri ierarhice și de rețea) decât în manualele clasice.

Un număr semnificativ mai mare de studenți dintre cei care preferă să fie evaluați indirect

de către Sistemul inteligent de instruire din modul în care rezolvă exercițiile (15) au utilizat prototipul Sistemului Inteligent de Instruire pe Web (13) decât cei care nu l-au utilizat (3) ($\chi^2 = 4,6$, $p = 0,03$).

		Evaluare indirectă din modul de rezolvare a exercițiilor		Total
		Preferat	Nepreferat	
Utilizare SII	Utilizat	12	17	29
	Neutilizat	3	19	22
Total		15	36	51

Subiecții care preferă să fie evaluați indirect sunt probabil conștienți de limitele evaluării clasice, care este discontinuă, favorizează memorarea în detrimentul înțelegerii și utilizării cunoștințelor, este acompaniată de conotații afective negative, este puțin sensibilă la particularitățile studentului și la nivelul individual atins în achiziția cunoștințelor etc. Acești studenți se îndreaptă către utilizarea Sistemului Inteligent de Instruire pe Web, ca instrument complementar în formarea lor profesională, așteptând să obțină feedback continuu și suport personalizat în învățare.

4. Concluzii

Rezultatele prezentate confirmă ipoteza care ne-a ghidat în această fază a proiectului nostru, respectiv aceea că proiectarea cooperativă a Sistemului Inteligent de Instruire este productivă și benefică. Nevoile și preferințele formulate explicit, relațiile acestora cu performanțele în instruire - care sugerează că orice "tip" de student poate obține performanțe bune dacă sunt utilizate instrumentele potrivite - precum și înregistrările comportamentale care ne permit să inferăm chiar și asupra nevoilor neformulate explicit sunt o sursă inepuizabilă de informație valoroasă pentru proiectant. O altă valență a proiectării cooperative, aceea rezultată din

interdisciplinaritate a fost, de asemenea, confirmată.

Proiectul va continua cu experimentarea factorilor cognitivi care intervin în utilizare și care, odată cunoscuți, permit o proiectare personalizată a sistemului, iar în paralel vom îmbunătăți din punct de vedere conceptual și tehnic prototipul Sistemului Inteligent de Instruire.

Abordarea noastră are și un scop mai de perspectivă în direcția asigurării ergonomiei cognitive unui sistem de instruire. Dorim astfel să extindem facilitățile de setare a preferințelor din sistemele interactive actuale (de exemplu din mediile MS-Windows) prin imersiunea utilizatorului într-un mediu "hermeneofor" [Trausan-Matu, 2000]. Un astfel de mediu este conceput în direcția facilitării înțelegerii funcționalității sistemului și, în special a instrumentelor disponibile. Mediul trebuie să pună la dispoziție instrumente cât mai puternice și flexibile, adaptate la caracteristicile cognitive umane.

Bibliografie

1. Anderson, J.R., *A theory of the origins of knowledge*, "Artificial Intelligence", 1989, nr. 40, p. 313-351.
2. Anderson, J.R., Boyle, C.F., Corbett, A.T. and Lewis, M.W., *Cognitive modeling*

and intelligent tutoring, în *Artificial Intelligence*, 1991, 42, p.7-49

3. Eason, K.D., *Ergonomic perspectives on advances in human-computer interaction*, "Ergonomics", 1991, nr. 6, p. 721-743.

4. Green, T.R.G., Hoc, J.-M., *What is cognitive ergonomics*, "Le travail humain", 1991, nr. 4, p. 291 - 304.

5. Hoc, J-M., *Supervision et controle de processus. La cognition en situation dynamique* Grenoble: PUG, 1996

6. Iosif, Gh., Juvina, I., Trausan-Matu, St., Marhan, A.-M., *Aspecte ale achizitiei de cunostinte în modelarea studentului pentru un sistem inteligent de instruire*, "Revista de psihologie", 1999, nr. 1-2, p. 31-50.

7. Iosif, Gh., Trausan-Matu, St., Marhan, A.-M., Juvina, I., Gheorghe, M., *Factori psihologici si educationali implicati în instruirea asistata de sisteme inteligente*, "Revista de psihologie", 2000, nr. 1-2, (sub tipar).

8. Rasmussen, J., *Skill, rules and knowledge; signals, signs and symbol, and other distinction in human performance models*, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 1983, nr. 3, p. 257-266

9. Rasmussen, J., *The definition of human error and a taxonomy for technical system design*, in J. Rasmussen, K. Duncan and J. Leplat (eds.), *New Technology and human error*, London, John Wiley and Sons, 1987, cap.3.

10. Reason, J., *Human Error*, Cambridge University Press, Cambridge, 1990

11. Sleeman, D., and Brown, J.S., *Introduction: intelligent tutoring systems*, în D. Sleeman and J.S. Brown (eds), *Intelligent tutoring systems*, Academic Press, New York, 1982.

12. Trausan-Matu, St., *Knowledge-Based, Automatic Generation of Educational Web Pages*, în *Proceedings of Internet as a Vehicle for Teaching Workshop*, Ilieni, 1997, pp.141-

148 si <http://rilw.emp.paed.uni-muenchen.de/97/Trausan.html>.

13. Trausan-Matu, St., *Intelligent personalizing web pages and understanding facilities*, în S.A.Cerri, D.Maraschi (eds.), *Proceedings of WITREC-2000*, Montpellier, France, pp. 59-68, 2000.

14. Trausan-Matu, St., *Interfatarea evoluata om-calculator*, ISBN 973-685-192-3., Editura MatrixRom, 2000.

15. Trausan-Matu, St., Novischi, A., *WebGen - A Generator of Immersive Contexts on the Web*, Studiu Larflast, 2001.