

Universitatea din Craiova, Romania
Universitatea Tehnologica din Compiègne, Franta

TEZA DE DOCTORAT

- Rezumat -

**SISTEME HIPERMEDIA DINAMICE ADAPTIVE
PENTRU E-LEARNING**

Doctorand:
Elvira POPESCU

Conducatori stiintifici:
Prof. dr. ing. Vladimir RASVAN
Universitatea din Craiova, Romania
Prof. dr. ing. Philippe TRIGANO
Universitatea Tehnologica din Compiègne, Franta

Peisajul e-learning-ului actual este dominat de așa numitele *Learning management systems (LMS)*, precum Blackboard, Moodle, Atutor sau dotLRN; acestea reprezintă sisteme integrate care oferă suport pentru o gamă largă de activități din procesul de e-learning. Astfel profesorii pot utiliza LMS pentru a crea cursuri și seturi de teste, pentru a comunica cu studenții, pentru a monitoriza și nota progresul acestora; studenții pot învăța, comunica și colabora prin intermediul LMS. Problema este că LMS-urile nu oferă servicii personalizate, tuturor studenților oferindu-li-se accesul la aceleași materiale educaționale și instrumente de lucru, indiferent de nivelul de cunoștințe, scopurile și interesele acestora. Sistemele hipermedia educaționale adaptive (*adaptive educational hypermedia systems – AEHS*) încearcă să ofere o alternativă la această abordare neindividualizată, oferind servicii diverse adaptate profilului studenților. Scopul acestei adaptări este maximizarea satisfacției studentului, a vitezei de învățare (eficiența) și a performanțelor obținute (eficacitate).

Există două întrebări fundamentale în AEHS:

- "Care sunt criteriile de adaptare?" – Răspunsul include diverse caracteristici ale studentului, precum nivelul de cunoștințe, scopurile, interesele, experiența, stilul de învățare, contextul și mediul de învățare.
- "Ce poate fi adaptat?" – Răspunsul include atât prezentarea (adaptarea conținutului propriu-zis, modul de prezentare a conținutului sau tipul de media folosit) cât și navigarea (adaptarea ancorelor sau destinațiilor link-urilor, a modalităților de trecere dintr-o pagină în alta).

Identificarea caracteristicilor studentului reprezintă primul pas al adaptării, numit *modelarea utilizatorului*. *Luarea deciziilor de adaptare* este cel de-al doilea pas, în care sunt aplicate diverse acțiuni de adaptare, bazate pe informațiile culese în prima etapă.

Teza noastră se concentrează pe stilul de învățare al studentului ca și criteriu de adaptare, acesta fiind unul din factorii cu rol important în procesul de învățare. Stilul de învățare reprezintă tot ceea ce este caracteristic unui individ atunci când învață – modul de abordare a sarcinii de învățare, strategiile cognitive adoptate pentru a îndeplini sarcina respectivă. De exemplu unii studenți preferă reprezentările grafice și rețin cel mai bine ceea ce văd, alții preferă materialele audio și rețin cel mai bine ceea ce aud, iar alții preferă textul și rețin cel mai bine ceea ce citesc. Există studenți cărora le place să li se prezinte mai întâi definițiile și apoi exemplele, în timp ce alții preferă să le fie mai întâi ilustrate conceptele abstracte prin exemple concrete. Similar, unii studenți învață mai ușor din experiența practică, în timp ce alții preferă cursurile tradiționale. De asemenea, unii studenți preferă să învețe în grup, în timp ce alții învață mai bine individual. Acestea sunt doar câteva exemple din numeroasele preferințe legate de modalitatea perceptuală, organizarea și procesarea informației, raționament, aspecte sociale etc, toate putând fi incluse în conceptul de "stil de învățare".

Tema presupune o abordare interdisciplinară, la granița dintre știința calculatoarelor și științele educației, incluzând aspecte legate de sistemele hipermedia adaptive, platformele de învățare on-line, modelarea utilizatorului, psihologia educației.

Teza este structurată în 7 capitole:

În **Capitolul 1 ("Introducere")** sunt prezentate motivația și tema tezei, precum și direcțiile de cercetare investigate.

Mai precis, problemele de cercetare identificate și abordate în această teză includ:

1. Ce model de stil de învățare este cel mai potrivit pentru utilizarea într-un AEHS și cum pot fi diagnosticate stilurile de învățare?

Am incercat de asemenea sa raspundem la intrebari precum: Cum poate fi creat un model cantitativ corespunzator unor constructe psihologice complexe? Ce informatii despre comportamentul studentilor sunt necesare pentru a putea identifica preferintele de invatare ale acestora?

2. Care este modalitatea prin care un AEHS se poate adapta din punct de vedere al stilului de invatare?

In acest context a trebuit sa identificam tehnologiile de adaptare asociate fiecărei preferinte de invatare si sa definim regulile de adaptare corespunzatoare.

3. Cum poate fi construit un sistem educational adaptiv bazat pe stilurile de invatare si cat de eficient este?

Pe baza metodelor si tehnicilor propuse pentru modelare si adaptare am proiectat si implementat o astfel de platforma de e-learning, numita WELSA (**W**eb-based **E**ducational system with **L**earning **S**tyl **A**daptation). Am incercat de asemenea sa raspundem la intrebari precum: care este modalitatea optima de reprezentare a modelului domeniului, studentului si adaptarii? Care este relatia dintre preferintele studentului si caracteristicile adaptive ale sistemului? Ce criterii sunt necesare pentru evaluarea sistemului rezultat?

Brown et al. (2006) au lansat o intrebare : "faptul ca putem folosi stilurile de invatare in sistemele web educationale adaptive inseamna ca este si util sa le folosim?" Vom demonstra pe parcursul acestei teze ca raspunsul este un categoric "da".

Capitolul 2 ("Sisteme hipermedia educationale adaptive") prezinta stadiul actual al cunoasterii in domeniul AEHS. Capitolul include un studiu exhaustiv al literaturii de specialitate, cuprinzand aspecte legate de sistemele hipermedia adaptive, adaptivitatea in e-learning, modelarea studentului, nivele, tehnologii si modele de adaptare, metodologia de evaluare. Sunt prezentate de asemenea cateva exemple reprezentative de sisteme hipermedia educationale adaptive.

Capitolul 3 ("Stilurile de invatare in sistemele educationale adaptive") introduce conceptul de stil de invatare, precum si implicatiile pedagogice ale acestuia. O definitie larg acceptata este cea data de Keefe (1979), conform careia stilul de invatare reprezinta o combinatie de caracteristici cognitive, afective si alti factori psihici care servesc drept indicatori relativ stabili ai felului in care elevul percepe, interactioneaza si raspunde la mediul de invatare.

Sunt abordate de asemenea aspecte legate de integrarea stilurilor de invatare in AEHS: trasaturile specifice ale acestor sisteme (*learning style based adaptive educational systems - LSAES*) precum si cateva exemple reprezentative.

Primul pas pentru furnizarea de adaptivitate il reprezinta selectarea unei taxonomii corespunzatoare de stiluri de invatare. Majoritatea sistemelor LSAES actuale se bazeaza pe un singur model de stil de invatare, precum modelul Felder-Silverman, modelul VARK, modelul lui Honey-Mumford, modelul abordarii invatarii al lui Biggs sau modelul dependentei / independentei de camp perceptiv al lui Witkin.

Stilurile de invatare reprezinta un subiect controversat, din mai multe motive:

- Exista un numar foarte mare de modele de stiluri de invatare propuse in literatura de specialitate si nici unul nu este unanim acceptat, ceea ce duce la incoerenta teoretica si confuzie conceptuala
- Exista o limitare practica a numarului de stiluri de invatare care pot fi integrate in procesul de predare traditionala la un moment dat

- Unele din instrumentele de masurare asociate stilurilor de invatare sunt eronate (nu prezinta consistenta interna, fidelitate test-retest, validitate predictiva sau de construct)
- Chestionarele pot fi aplicate doar o singura data si in plus este dificil de motivat studentii sa le completeze
- Stilul de invatare nu este un factor cognitiv stabil in timp sau pe parcursul diverselor situatii;
- Teoriile existente sunt orientate doar catre stilul clasic de predare, ignorand preferintele legate de instruirea asistata de calculator.

Am incercat sa raspundem acestor critici propunand:

- Un model de stil de invatare integrator, care sa includa caracteristici din principalele modele propuse in literatura de specialitate, contribuind astfel la stabilirea unui vocabular de baza unitar
- O metoda de modelare implicita, bazata pe monitorizarea si analiza comportamentului studentului, evitandu-se astfel erorile instrumentelor psihometrice
- O metoda de modelare dinamica, bazata pe observarea si analiza continua a indicatorilor de comportament, corespunzand caracterului flexibil al stilului de invatare
- O descriere simpla a preferintelor de invatare, eliminand pericolul "etichetarii" studentului
- O abordare mai pragmatica, cu recomandari didactice clare asociate fiecarei preferinte de invatare.

Intentia noastra a fost de a oferi un model de stil de invatare integrator, incorporand caracteristici din principalele modele propuse in literatura, care indeplinesc 3 conditii: i) au o influenta semnificativa asupra procesului de invatare; ii) pot fi folosite pentru adaptare intr-un sistem hipermedia educational (modelarea studentului nu este un scop in sine, ci un mijloc pentru furnizarea de adaptivitate); iii) pot fi identificate din comportamentul observabil al studentului (indicatori navigationali, temporali si de performanta).

Am introdus astfel un model de stil de invatare unificator (*Unified Learning Style Model - ULSM*), care include caracteristici legate de: modalitatea perceptuala, modul de procesare si organizare a informatiilor, aspecte motivationale si sociale. Modelul a fost creat in urma unei examinari sistematice a constructelor existente in principalele modele de stiluri de invatare si a definitiilor acestora. ULSM prezinta urmatoarele avantaje: i) Rezolva problemele legate de multitudinea de modele de stiluri de invatare, suprapunerea conceptelor si corelatiile intre diverse dimensiuni ale stilurilor de invatare; ii) Elimina limitarea impusa de invatamantul traditional in ceea ce priveste numarul de dimensiuni de stiluri de invatare care pot fi luate in calcul; iii) Oferă o clasificare mai simpla si mai precisa a studentilor (modelare la nivel de caracteristica), ceea ce la randul sau permite o adaptare mai fina.

Prima parte a directiei 1 de cercetare isi gaseste astfel raspunsul, prin introducerea si justificarea folosirii modelului ULSM.

Capitolul 4 ("Modelarea studentului din punct de vedere al stilului de invatare") trateaza prima etapa a procesului de adaptare: modelarea studentului, abordand astfel cea de-a doua parte a directiei de cercetare 1.

Capitolul incepe cu un studiu critic al metodelor de modelare propuse in literatura de specialitate: in timp ce majoritatea sistemelor LSAES utilizeaza chestionarele psihologice dedicate pentru identificarea stilului de invatare al studentilor (metoda explicita), exista si cateva sisteme care utilizeaza o metoda de modelare implicita, bazata pe analiza interactiunii studentilor cu sistemul. Comportamentul observabil al studentului intr-un sistem hipermedia educational include: i) Indicatori navigationali (numarul de accesari ale resurselor, stilul de navigare); ii) Indicatori temporali (timpul

petrecut pe diverse tipuri de resurse educationale); iii) Indicatori de performanta (numarul de incercari la exercitii, rezultatele testelor de evaluare).

Aceasta metoda implicita de modelare implica determinarea acelor actiuni ale studentilor care pot fi asociate unui anumit stil de invatare. In acest scop am realizat un studiu exploratoriu pentru a identifica eventualele corelatii intre indicatorii comportamentali ai studentilor si stilul lor de invatare. Experimentul a implicat 22 de studenti de la Universitatea din Craiova, care au urmat un modul de curs de Inteligenta Artificiala ("Strategii de cautare si rezolvarea problemelor prin cautare") implementat in platforma WELSA. Rezultatele preliminare raportate sunt in acord cu definitiile preferintelor ULSM. Pentru a putea confirma rezultatele obtinute este insa necesar un esantion mai mare, care sa permita o analiza statistica a datelor obtinute.

De aceea experimentul a fost repetat cu 75 de studenti si apoi au fost aplicate teste de statistica inferentiala (testul t bilateral sau testul u bilateral, in functie de normalitatea distributiei) pentru a identifica diferentele semnificative statistic intre indicatorii comportamentali ai studentilor cu preferinte ULSM diferite. Analiza a demonstrat faptul ca studentii cu preferinte ULSM diferite interactioneaza intr-adevar in mod diferit cu platforma de e-learning; semnificatia statistica ($p < 0.05$) a fost atinsa pentru 30 dintre indicatorii comportamentali analizati.

Pornind de la aceste rezultate, precum si de la alte constatarii similare din literatura de specialitate, am conceput o metoda bazata pe reguli pentru diagnosticarea preferintelor ULSM. Abordarea a fost validata experimental, obtinandu-se valori de precizie foarte bune, asa cum reiese si din tabelul urmator:

Preferinta ULSM	Precizie
Modalitate perceptuala (Vizual / Verbal)	73.94%
Concepte abstracte si generalizari / Exemple practice, concrete	82.39%
Abordare serialistica / Abordare holistica	78.17%
Experimentare activa / Observatie reflexiva	84.51%
Atentie / Neatentie la detalii	71.13%
Lucru individual / Lucru in echipa	64.08%

Tabelul 1. Precizia metodei de modelare bazate pe reguli

Pe baza preferintelor ULSM astfel identificate, a fost dezvoltata o metoda de incadrare a studentului intr-unul din stilurile de invatare traditionale. Aplicabilitatea metodei a fost demonstrata cu trei dintre cele mai populare modele de stiluri traditionale (modelul Felder-Silverman, modelul dominantei cerebrale al lui Herrmann, modelul lui Kolb), obtinandu-se din nou valori ridicate de precizie (constant peste 70% si cu o medie de peste 80%).

In concluzie, principala contributie prezentata in capitolul 4 este introducerea unei metode de modelare implicite, bazate doar pe interpretarea actiunilor studentilor, fara a mai necesita vreun efort suplimentar din partea acestora si evitand problemele de fidelitate si validitate ale chestionarelor dedicate. In plus, abordarea este independenta de orice model de stil de invatare, fiind bazata pe un set exhaustiv de preferinte de invatare elementare.

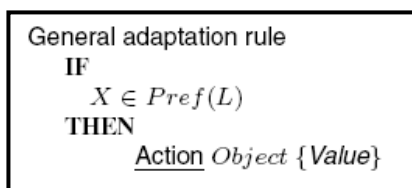
Evident, modelarea studentului nu este un scop in sine. Valoarea unui model al studentului rezida in posibilitatea acestuia de a fi folosit pentru a oferi o experienta educationala benefica pentru student. In anumite cazuri, acest lucru inseamna furnizarea resurselor educationale care corespund cel mai bine preferintelor de invatare ale studentului, din punct de vedere al tipului de media, al ordonarii

resurselor, al facilitatilor de comunicare si colaborare, al nivelului de ghidare a navigarii etc. In alte situatii, studentul poate beneficia mai mult din confruntarea cu un mediu de invatare care sa nu corespunda preferintelor acestuia, pentru a oferi gradul de provocare necesar impulsiei invatarii. De aceea **capitolul 5 ("Adaptarea la stilul de invatare al studentului")** este dedicat strategiilor de adaptare potrivite fiecărei preferințe din ULSM, oferind astfel o soluție la cea de-a doua direcție de cercetare propusă.

Capitolul începe cu un studiu critic al abordărilor existente, oferind o privire de ansamblu asupra metodelor și tehnicilor de adaptare folosite în LSAES, precum și o sinteză a rezultatelor experimentale raportate în literatură. În continuare este introdusă abordarea proprie, prin regulile de adaptare și implementarea acestora sub forma tehnicilor de adaptare.

Principalele contribuții le constituie: i) separarea cunoștințelor despre stilurile de învățare sub forma unor seturi modularizate de reguli; ii) reprezentarea explicită a regulilor, sprijinind astfel înțelegerea, mentenanța și reutilizarea acestora; iii) facilitarea unei implementări corespunzătoare a regulilor în AEHS. Dezvoltarea acestor reguli a fost o sarcină dificilă, deoarece a necesitat interpretarea recomandărilor de predare asociate fiecărui stil de învățare, care au un caracter predominant descriptiv (nu prescriptiv).

Logica de adaptare poate fi descompusă în acțiuni elementare, precum adnotarea, inserarea, eliminarea, ordonarea sau mutarea unor resurse educaționale (learning object – LO). În cazul WELSA, regulile de adaptare pot fi abstractizate astfel:



unde *Object* poate fi o metadata asociată unui LO, având o valoare specifică (*Value*) sau un element de interfață sau un instrument de comunicare.

Obiectivul pedagogic a fost de a oferi studenților recomandări cu privire la resursele educaționale cele mai potrivite și parcursul de învățare optim, dar în același timp de a-i lăsa să decida singuri dacă vor să urmeze indicațiile sistemului sau nu. De aceea au fost alese acele tehnici de adaptare care nu presupun o ghidare directă, cum ar fi ordonarea și adnotarea resurselor educaționale, precum și metoda populară a "semaforului" ("traffic light metaphor") - folosirea culorilor pentru a diferenția între resursele educaționale recomandate, standard sau nerecomandate.

Eficiența procesului de adaptare a fost confirmată cu ajutorul unui experiment la care au participat 64 de studenți. Aceștia au fost împărțiți în două grupuri: unora le-a fost oferită o versiune a cursului corespunzătoare preferințelor lor de învățare ("matched group") iar celorlalți le-a fost oferită o versiune contrară preferințelor lor ("mismatched group"). Subiecții au participat atât la sesiunea standard (ne-adaptată) cât și la cea adaptată, astfel încât să-au putut realiza atât comparații intra-subiect cât și inter-subiect. Pentru evaluarea procesului de adaptare au fost utilizate două categorii de date: i) comportamentul studenților în WELSA, așa cum a fost monitorizat și înregistrat de sistem; ii) opiniile studenților despre sistem, așa cum rezultă din chestionarele aplicate.

Rezultatele obținute sunt foarte încurajatoare: versiunea conformă preferințelor studenților ("matched adaptation") a dus la creșterea eficienței procesului de învățare, cu un timp de studiu semnificativ mai redus și un număr mai mic de resurse educaționale accesate aleator (un nivel mai scăzut de dezorientare în hiperspațiu). Eficacitatea acestei abordări și faptul că este adecvată necesităților reale ale studenților s-a reflectat și în timpul semnificativ mai mare petrecut pe resursele

recomandate fata de cele nerecomandate, precum si in numarul ridicat de accesari al acestor resurse recomandate. De asemenea, modalitatea de navigare recomandata de sistem a fost urmata de majoritatea studentilor.

In ceea ce priveste evaluarea subiectiva a sistemului, cel mai mare progres fata de sesiunea standard (neadaptata) s-a inregistrat in grupul "matched" la nivelul placerii de a invata (65.63%), satisfactiei obtinute (65.63%), motivatiei (56.25%) si efortului de invatare depus (56.25%). Pe de alta parte, studentii din grupul "mismatched" au raportat nivele mai scazute de satisfactie (71.87%), placere de a invata (59.38%), motivatie (59.38%), precum si o crestere a efortului de invatare depus (62.5%).

Rezultatele experimentului dovedesc efectul pozitiv al adaptarii ("matched") asupra procesului de invatare. Studiul a demonstrat de asemenea importanta utilizarii ordonarii resurselor, una dintre cele mai simple dar si cele mai eficiente tehnici adaptive in hipermedia.

Trebuie mentionat de asemenea faptul ca experimentul a fost realizat cu studenti incepatori, care aveau putina experienta in lucrul cu platformele de e-learning si care preferau o indrumare constanta in timpul studiului. Este posibil ca studentii mai avansati sa fie capabili sa-si organizeze mai bine parcursul de invatare si sa beneficieze astfel de avantajele strategiei de adaptare contrare stilului lor de invatare ("mismatched"). Cercetari suplimentare sunt necesare pentru validarea acestei ipotezei.

Capitolul 6 ("Sistemul WELSA") se incadreaza in cea de-a treia directie de cercetare, prezentand platforma de e-learning dedicata WELSA (**W**eb-based **E**ducational system with **L**earning **S**tyl **A**daptation), care implementeaza metodele de modelare si adaptare prezentate anterior. Sunt tratate aspecte legate de arhitectura sistemului, modul inteligent de organizare a continutului educational, functionalitatile, tehnologiile, detalii de proiectare si implementare.

O prezentare schematica a arhitecturii sistemului este inclusa in Fig. 1.

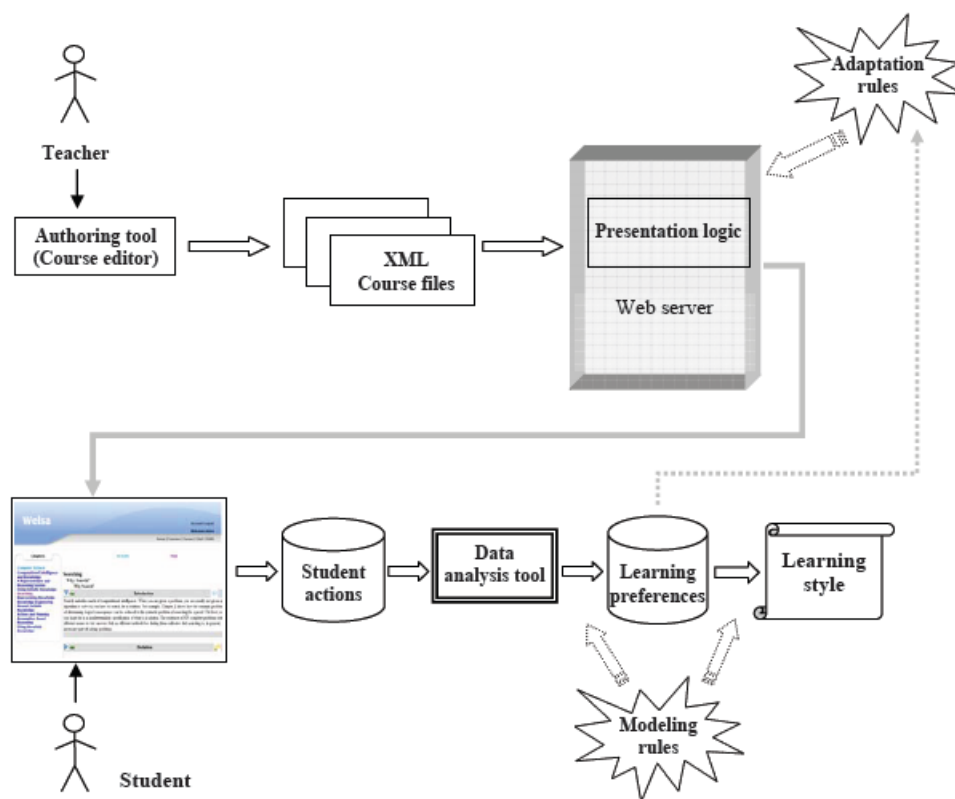


Figura 1. WELSA – arhitectura schematica

Platforma WELSA prezinta functionalitati variate:

- editor de curs pentru profesori, oferindu-le posibilitatea de a crea cursuri conforme cu formatul intern WELSA
- player de curs pentru studenti, incorporand functiile de baza ale unui LMS, la care se adauga:
i) un mecanism de monitorizare a activitatii studentului si ii) un mecanism de adaptare (bazat pe logica de adaptare definita anterior).
- modul de analiza a datelor, responsabil cu interpretarea comportamentului studentului si construirea profilului acestuia.

In ceea ce priveste implementarea, sistemul se bazeaza pe tehnologii Java si XML, folosind Apache Tomcat 6.0 ca server web si MySQL 5.0 ca SGBD.

Una dintre principalele contributii prezentate in acest capitol este modul inteligent de organizare si indexare a resurselor educationale, precum si introducerea unui set de metadata independente de un anumit stil de invatare (vezi Fig. 2). Aceste metadata au fost create prin combinarea metadatelor Dublin Core (DCMI, 2008) cu ontologia didactica propusa de Ullrich (Ullrich, 2005) si cu aspecte specifice unui LSAES.

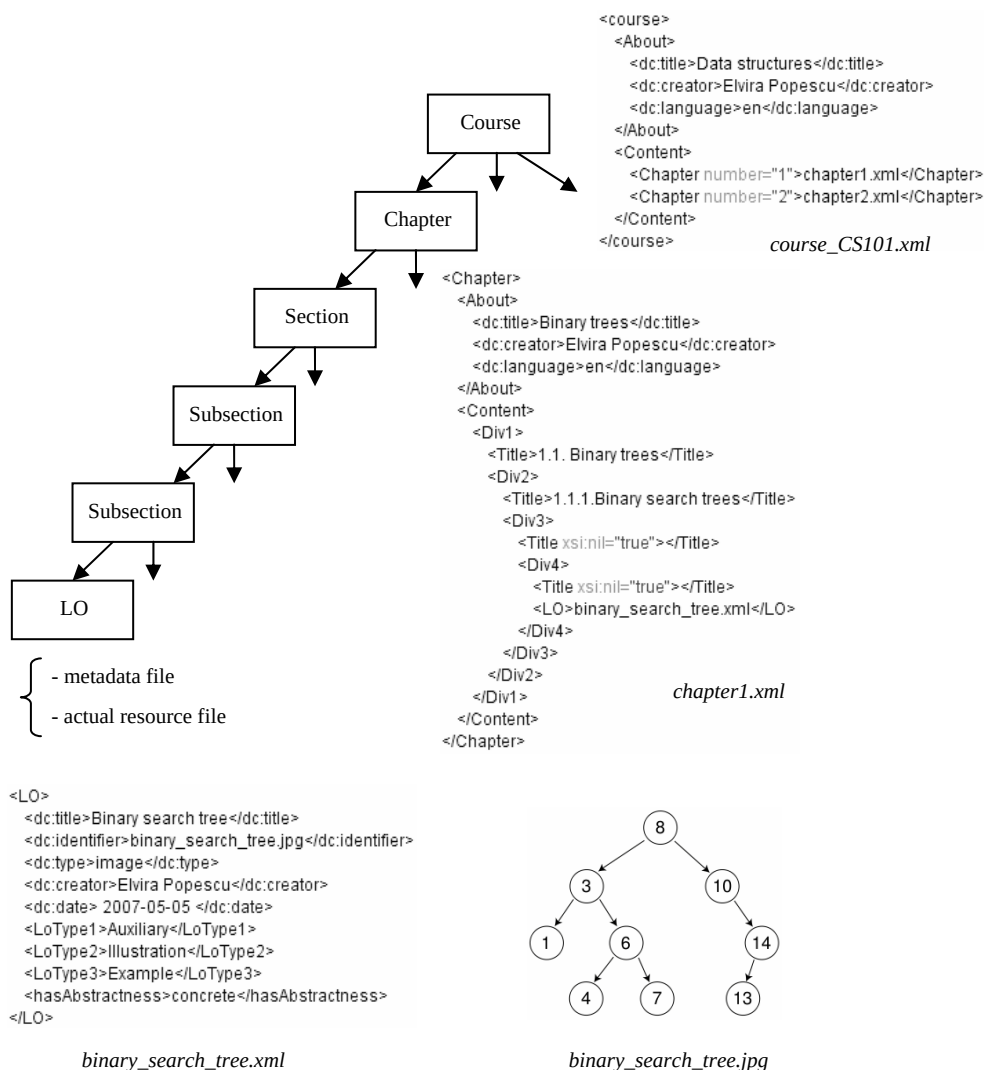


Figura 2. Organizarea continutului educational in WELSA

Spre deosebire de majoritatea sistemelor AEHS care sunt dedicate exclusiv studentilor, WELSA ofera suport si profesorilor, prin intermediul editorului de curs; acesta ii asista in procesul de asamblare si adnotare a resurselor educationale si genereaza in mod automat structura de fisiere corespunzatoare.

O alta caracteristica importanta a sistemului o reprezinta modulul de analiza a datelor, care implementeaza regulile de modelare definite in capitoul 4 si in acelasi timp ofera diferite informatii cercetatorului, care pot fi folosite pentru comparatii si analize statistice.

Modulul de adaptare reprezinta de asemenea o contributie importanta, realizand o adaptare dinamica, prin generarea automata a paginilor de curs pentru fiecare student (vezi Fig. 3). Astfel sistemul poate incorpora un numar mare de preferinte de invatare fara o crestere a volumului de munca din partea profesorului; acesta trebuie sa pregateasca aceeasi cantitate de resurse educationale, care vor fi combinate in mod dinamic de catre sistem, pe baza preferintelor fiecarui student.

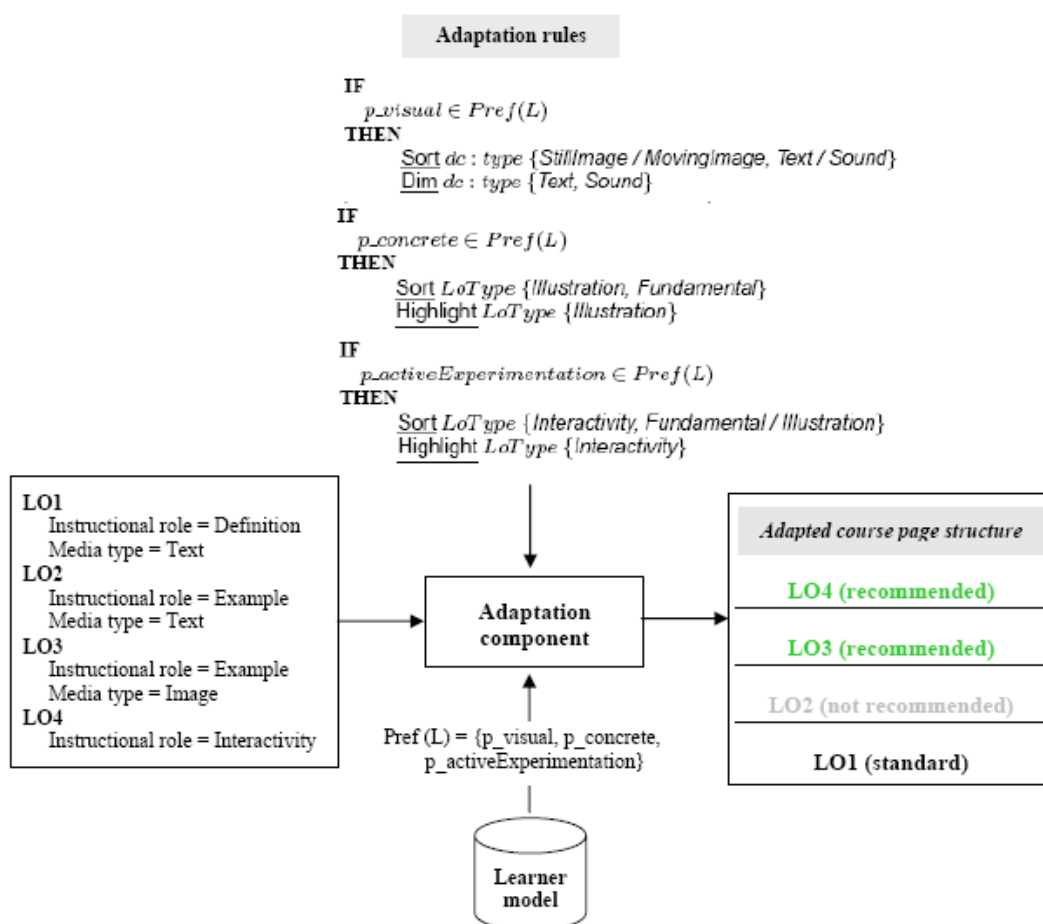


Figura 3. Procesul de generare automata a unei pagini de curs adaptate pentru un student cu preferinta catre modalitate perceptuala vizuala, exemple concrete si experimentare activa

Etapa finala a cercetarii a constituit-o evaluarea globala a platformei WELSA. Pentru a testa validitatea si eficienta sistemului, a fost folosita o evaluare empirica (metoda de o deosebita importanta in domeniul AEHS), constand in doua experimente cu studenti din Universitatea din Craiova. Analiza raspunsurilor la chestionare a relevat un grad inalt de satisfactie a studentilor precum si dorinta acestora de a utiliza platforma pe scara larga.

Capitolul 7 ("Concluzii") incheie teza, oferind o sinteza a principalelor contributii si punctand cateva limitari si directii viitoare de cercetare.

O limitare a acestei teze o constituie esantionul relativ restrans utilizat in experimente – pentru a permite generalizari, metodele de adaptare si modelare trebuie testate pe scara larga, cu utilizatori de diverse varste, domenii de studiu, experienta etc. Trebuie totusi mentionat faptul ca aceasta limitare este caracteristica majoritatii studiilor experimentale din e-learning, iar numarul de studenti folosit in experimentele noastre este mai mare decat media raportata in lucrari similare. O alta limitare poate fi considerata desfasurarea experimentelor in conditii de laborator. Atunci cand studentii stiu ca sunt observati poate aparea efectul Hawthorne (o imbunatatire de scurta durata a performantei, cauzata de actiunea de monitorizare). In acest sens trebuie subliniat faptul ca studentii nu erau constienti de scopul sau rezultatul asteptat al experimentului, deci este putin probabil ca ei sa fi incercat in mod deliberat sa confirme asteptarile cercetatorului. Totusi ar fi fara indoiala interesant de realizat experimentul si in alte conditii, cu studentii accesand sistemul de acasa si pentru perioade de timp mai indelungate.

Au fost identificate de asemenea numeroase perspective de cercetare:

- Oferirea de suport suplimentar profesorului: cu toate ca exista deja un editor de curs, ar fi utila o facilitate de import/export care sa realizeze conversia intre diverse formate si standarde (SCORM, IMS LD etc), permitand o mai mare reutilizabilitate a continutului educational.
- Extinderea modulului de adaptare, prin incorporarea unor actiuni de adaptare suplimentare si determinarea tehnicilor de adaptare cu impact maxim.
- Individualizarea tehnicilor de adaptare la caracteristicile studentilor, prin crearea unui sistem meta-adaptiv (care sa selecteze in mod adaptiv tehnica de adaptare cea mai potrivita pentru nivelul de cunostinte, scopul si contextul dat).
- Extinderea componentei de modelare pentru a lua in calcul perturbarile introduse de procesul de adaptare asupra actiunilor studentilor. Comportamentul studentilor poate avea astfel un rol de feedback pentru determinarea efectului adaptarii. In acest context, cercetarea noastra se constituie intr-un pas important in vederea modelarii dinamice a utilizatorului.

Rezultatele obtinute in aceasta teza deschid numeroase perspective de cercetare pentru domeniul AEHS in general si cel al LSAES in special. Consideram ca aceste directii viitoare de cercetare merita abordate, tinand cont de importanta utilizarii stilurilor de invatare in sistemele web educationale adaptive, asa cum s-a demonstrat pe parcursul acestei teze.