Využitie adaptívnych hypermédií pre e-vzdelávanie

Mária Bieliková *
bielik@elf.stuba.sk

Abstrakt: Príspevok sa zaoberá využitím adaptívnych hypermédií pre e-vzdelávanie. Sústredíme sa na typickú štruktúru adaptívneho systému a techniky, ktorými sa dosahuje adaptivita prezentácie textu, obsahu, či navigácie. Nebudeme sa venovať možnostiam v súvislosti s využitím rôznych typov médií v adaptívnych hypermédiách. Použitie opísaných metód a techník demonštrujeme na príklade systému ALEA (Adaptive Learning System), ktorý slúži na výučbu programovania prostredníctvom riešených príkladov jednoduchých programov. Systém ALEA je realizovaný v prostredí celosvetovej pavučiny.

Kľúčové slová: adaptívne hypermédiá, prispôsobovanie obsahu, prispôsobovanie navigácie, techniky prispôsobovania, prispôsobené postupnosti príkladov programov.

1 Úvod

Využitie hypermédií pre e-vzdelávanie možno dnes považovať za štandardnú záležitosť. Vlastnosť "*hyper"* umožňuje vytváranie odkazov medzi jednotlivými elementmi výučbových materiálov a "*média*" zasa využitie rôznych typov médií (napr. text, obrázky, zvuk, video). Prvky prispôsobovania sa do hypermédií dostávajú iba v poslednom období. Ich dôležitosť narastá najmä vzhľadom na rozsiahlosť informačných priestorov systémov pre e-vzdelávanie. (Napriek tomu, v porovnaní s inými hypermediálnymi systémami súčasné systémy pre vzdelávanie majú výhodu, že informačný priestor je relatívne malý a uzavretý.) Bez ďalšej podpory sa používateľ (študent) veľmi ľahko v informačnom priestore „stratí". To je dané nielen rozsahom informačného priestoru v pojmoch kvantitatívnych (počet riadkov textu, obrázkov a pod.), ale najmä možnosťami jeho intelektuálneho zvládnutia, ktoré často nezávisia od kvantity prezentovaného materiálu. Orientácia v študijných materiáloch má významný vplyv na efektívnosť procesu učenia. Riešenie môže spočívať napr. v preddefinovaní ciest v modeli aplikačnej domény [8]. Tu však vzniká problém v tom, že každému študentovi vyhovuje iná postupnosť lekcií (napr. v závislosti od úrovne jeho vedomostí, štýlu učenia, času, ktorý má na učenie). Metódy a techniky adaptívnych hypermédií poskytujú prostriedky na dynamické prispôsobovanie prezentácie, obsahu alebo navigácie vzhľadom na aktuálny stav charakteristík používateľa alebo prostredia, v ktorom sa informácie poskytujú.

Hlavným cieľom využitia adaptívnych hypermédií (AH) pri výučbe je zvýšenie efektívnosti procesu učenia alebo procesu oboznamovania sa s informáciami súvisiacimi so vzdelávacími aktivitami. Prispôsobovanie sa deje na základe využívania rôznych charakteristík používateľa/ študenta (definované modelom používateľa) a charakteristík prostredia, v ktorom sa aplikácia používa (model prostredia).

V tomto príspevku opíšeme základné techniky prispôsobovania v hypermediálnych systémoch, pričom sa sústredíme na tie, ktoré majú použitie pri výučbových systémoch. Použitie AH systémov vo výučbe ukážeme na systéme ALEA (Adaptive Learning System) pre výučbu programovania pomocou príkladov. Systém ALEA [10, 11] slúži na podporu

* Katedra informatiky a výpočtovej techniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava

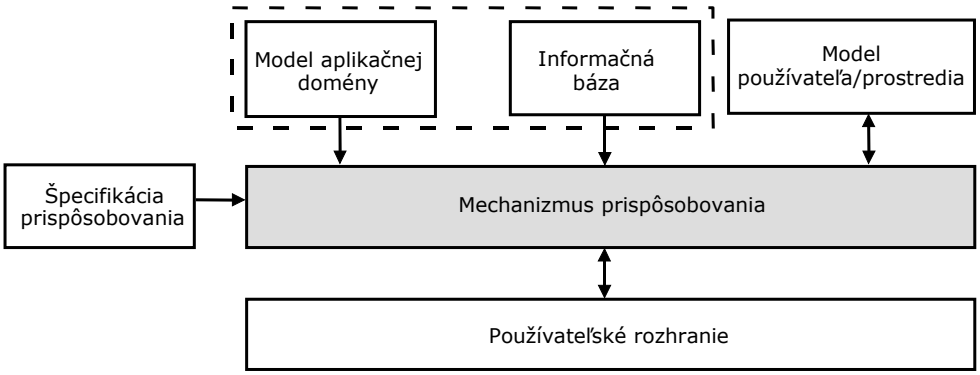
výučby programovania pomocou riešených príkladov. ALEA obsahuje jednoduché príklady v programovacích jazykoch lisp a prolog spolu s návodmi na ich riešenie a riešeniami (systém nie je obmedzený na prácu s uvedenými programovacími jazykmi, ale je naplnený takýmito príkladmi. Systém ALEA sa použil prvýkrát pri výučbe v predmete Funkcionálne a logické programovanie na jeseň 2002). ALEA poskytuje študentovi prostredie, v ktorom sa môže efektívne zdokonaľovať v programátorských zručnostiach. Na základe cieľov používateľa a sledovania práce mu odporúča príklady na riešenie. V ďalšom texte budeme systém ALEA používať na demonštráciu prezentovaných techník prispôsobovania.

2 Štruktúra adaptívneho hypermediálneho systému

Prispôsobovanie v hypermediálnom systéme sa môže diať na základe manuálneho zásahu používateľa (vyplnením formulárov, nastavením vlastností a pod.) alebo automaticky systémom (na základe daných charakteristík používateľa či prostredia a sledovaním činnosti používateľa). Prvý typ systémov sa označuje aj ako *adaptabilný* (angl. adaptable) a druhý ako *adaptívny* (angl. adaptive). Často ide o kombináciu oboch prístupov, pričom ak sa systém vyznačuje aspoň nejakými črtami automatického prispôsobovania, hovoríme o adaptívnych hypermédiách.

AH systém zahŕňa tieto časti (pozri obr. 1):

- *model aplikačnej domény*, ktorý opisuje štruktúru obsahu hypermediálneho systému,
- *informačná báza*, ktorá obsahuje materiál prezentovaný používateľovi,
- *špecifikácia prispôsobovania*, kde sú vyjadrené znalosti prispôsobovania (často s využitím pravidiel ako formalizmu reprezentácie znalostí),
- *mechanizmus prispôsobovania*, ktorý predstavuje aktívny prvok systému zabezpečujúci prispôsobovanie,
- *model používateľa* a/alebo *model prostredia*, ktoré predstavujú zdroj prispôsobovania.



Obr. 1. Štruktúra adaptívneho hypermediálneho systému.

2.1 Model aplikačnej domény a informačná báza

Model aplikačnej domény sa skladá z *konceptov*, ktoré reprezentujú ucelené časti prezentovanej oblasti. Samotný obsah sa nachádza v informačnej báze (vo forme *informačných fragmentov*, ktoré sa zoskupujú do prezentovateľných jednotiek – *stránok*). Oddelenie modelu aplikačnej domény od samotného obsahu má výhodu v zjednodušení modelu, lebo rôzne varianty obsahu tohto konceptu sa reprezentujú oddelene v informačnej báze a teda možno využiť usudzovanie zvlášť pre výber konceptu a pre výber fragmentov.

Hierarchia *koncept – stránka – informačný fragment* zodpovedá všeobecne rozšírenému modelu AHAM (Adaptive Hypermedia Architecture Model) [6] navrhnutého najmä pre výučbové adaptívne hypermédiá (jeho súčasťou je aj model učenia spolu s pedagogickými pravidlami – tu je zovšeobecnený na špecifikáciu prispôsobovania a mechanizmus prispôsobovania).

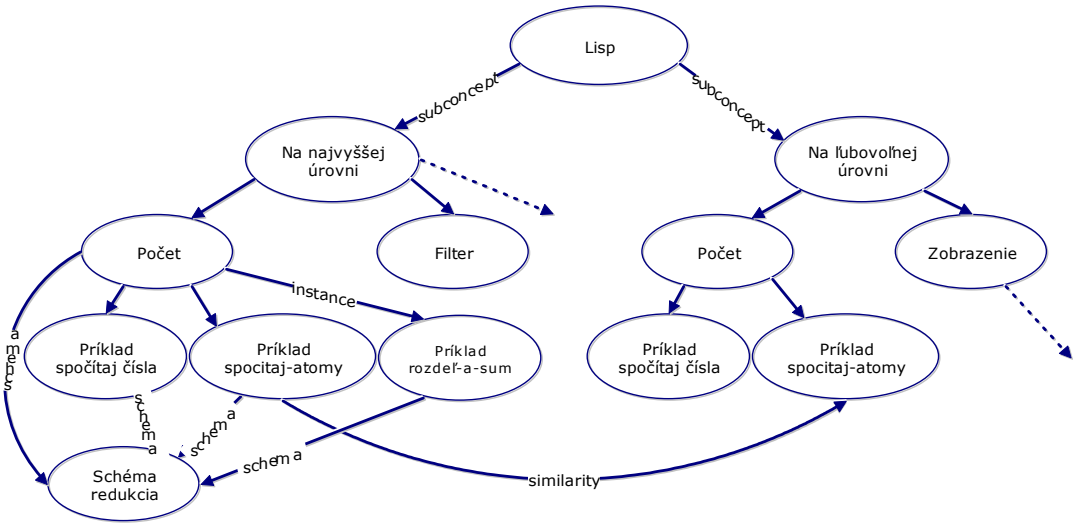
V prípade systému ALEA sú aplikačnou doménou znalosti z oblasti programovania vo forme príkladov v programovacích jazykoch lisp a prolog. V modeli domény sa nachádzajú tri druhy konceptov organizované v hierarchickej štruktúre:

`text` – vysvetľujúce texty (ekvivalent textu v učebnici),

`schema` – šablóny riešenia určitých typov úloh, resp. zápisu riešenia v programovacom jazyku)

`example` – príklad programu. Jeden príklad môže byť zviazaný s viacerými témami.

Vzťahy medzi konceptami predstavujú dôležitú súčasť modelu aplikačnej domény. Na obr. 2 sa nachádza príklad časti aplikačnej domény systému ALEA.



Obr. 2. Príklad zobrazenia modelu aplikačnej domény ako grafu [10].

2.2 Model používateľa/prostredia

Model používateľa a/alebo model prostredia predstavujú základný zdroj pre prispôsobovanie. Bez niektorého z uvedených modelov by sme o prispôsobovaní nemohli hovoriť. XAHM (XML-based Adaptive Hypermedia Model) [5] rozlišuje tri dimenzie prispôsobovania: používateľ, externé prostredie a použité technológie.

Typicky adaptívny systém obsahuje model používateľa. Tento model reprezentuje rôzne vlastnosti používateľa ako napr. ciele, úroveň vedomostí vzhľadom na prezentované informácie, skúsenosti, preferencie. Vo výučbových systémoch môžu byť dôležité aj charakteristiky jednotlivca, z ktorých potom môže vyplynúť napr. preferovaný štýl výkladu. Zaujímavým zdrojom prispôsobovania v oblasti výučbových AH systémov je využitie vlastností pamäti človeka a zabúdania [1].

Modelovanie prostredia nie je bežné v súčasných adaptívnych hypermediálnych systémoch. Prostredie predstavuje kontext, v ktorom používateľ pracuje (niekedy sa označuje aj ako

model kontextu). Zahŕňa charakteristiky ako časové, priestorové umiestnenie, jazyk, sociálne aspekty, ale aj charakteristiky súvisiace s použitými technológiami ako napr. prehliadač, kvalita pripojenia, výstupné zariadenie používateľa.

Z pohľadu života AH systému rozpoznávame pre model používateľa alebo prostredia tri etapy: (i) získavanie údajov o používateľovi/prostredí, (ii) spracovanie údajov a vytvorenie, či modifikácia modelu používateľa/prostredia a (iii) použitie modelu pri prispôsobovaní. Poslednú etapu vždy vykonáva AH systém. Prvé dve sa realizujú v súčasných systémoch kombinovane (AH systém sleduje kroky používateľa, používateľ vypĺňa formulár a nastavuje vlastnosti a pod.).

Model používateľa sa realizuje dvoma spôsobmi [3]: pomocou stereotypov alebo prekryvným modelom. *Stereotypy* predstavujú jednoduchšiu metódu, ktorá neumožňuje personalizáciu (prispôsobovanie sa jednotlivým používateľom). Používatelia sa rozdelia do skupín a systém prispôsobuje obsah, jeho prezentáciu alebo navigáciu jednotlivým skupinám. Tento spôsob je výhodný najmä vtedy, ak nemáme dostatok informácií o jednotlivých používateľoch, teda na začiatku práce s AH systémom.

Prekryvný model predpokladá kópiu doménového modelu pre každého používateľa. Pre každý koncept aplikačnej domény AH systém získava a uchováva rôzne atribúty súvisiace s charakteristikami používateľa (napr. úroveň pochopenia daného konceptu, čas strávený štúdium daného konceptu, počet návštev stránok prezentujúcich daný koncept). Zrejmé nároky na realizáciu prekryvného modelu vyvažuje možnosť prispôsobovania individuálne každému študentovi. Často sa používa kombinácia oboch prístupov, keďže nevýhodu prekryvného modelu spočívajúcu v potrebe inicializácie modelu možno vyriešiť použitím stereotypov.

Systém ALEA využíva prekryvný model. Model používateľa sa uchováva v databáze, ktorá obsahuje iba údaje vzťahujúce sa k navštíveným konceptom a informačným fragmentom (príslušným používateľom). Zoznam navštívených fragmentov zahŕňa informácie o počte návštev stránky, ktorá zobrazuje fragment a dátum posledného prístupu. Zoznam navštívených konceptov zahŕňa odhadovanú úroveň znalostí používateľa o každom navštívenom koncepte. Uchovávajú sa tiež preferencie používateľa a správanie používateľa v systéme (postupnosť akcií s doplňujúcimi údajmi, ktoré umožňuje rekonštrukciu práce používateľa so systémom).

2.3 Prispôsobovanie

Prispôsobovanie predstavuje aktívny komponent AH systému. Jednotlivé aplikácie sa odlišujú práve v spôsobe prispôsobovania. Tu sa nachádzajú znalosti, ktoré určujú kvalitu výslednej aplikácie. Z pohľadu znovupoužiteľnosti a jednoduchosti údržby je výhodné oddeliť špecifikáciu prispôsobovania (znalosti o prispôsobovaní) a mechanizmus prispôsobovania (interpretácia znalostí o prispôsobovaní). Oddelenie špecifikácie prispôsobovania umožňuje aj prispôsobovanie samotného systému definovaním meta-znalostí, ktoré budú modifikovať bázu znalostí o prispôsobovaní.

Na reprezentáciu sa najčastejšie používa znalostí pravidlový formalizmus. Pri známych cieľoch používateľa je vhodné spätné reťazenie. Častejšie však nájdeme AH systémy s priamym reťazením, kde výsledkom interpretácie pravidiel je zoznam akcií, ktoré sa vykonajú (napr. označenie vlastností fragmentov pre ich prezentáciu na stránke).

V systéme ALEA sú znalosti o prispôsobovaní reprezentované množinami pravidiel (zapísanými v XML). Sú organizované do troch vrstiev [11]:

- výber stratégie učenia,

– výber konceptu
– výber fragmentov.

Modul špecifikácie prispôsobovania v systéme ALEA definuje dve stratégie učenia (v súvislosti s aplikačnou doménou učenia programovania pomocou príkladov): „od všeobecného ku konkrétnemu“ a „od konkrétneho k všeobecnému“. V prvom prípade sa najskôr prezentujú schémy riešenia typických úloh a tieto sa potom precvičujú na konkrétnych príkladoch. V druhom prípade sa riešením príkladov určitého typu študent dostáva k zovšeobecneniu pomocou programovej schémy. V systéme sa nachádzajú programové schémy k spracovaniu zoznamov v programovacích jazykoch lisp a prolog [2].

3 Techniky prispôsobovania

Mechanizmus prispôsobovania interpretuje znalosti o prispôsobovaní tak, že sa použije niektorá z techník prispôsobovania. AH systémy rozlišujú viacero druhov prispôsobovania. Najviditeľnejšie je prispôsobovanie obsahu a jeho prezentácie. Prezentácia toho istého obsahu sa prispôsobuje vzhľadom na používateľove záujmy, znalosti alebo preferencie alebo charakteristiky prostredia, v ktorom používateľ študuje obsah. Druhou možnosťou je prispôsobenie obsahu samotného. Prispôsobovanie prezentácie je veľmi úzko zviazané s prispôsobovaním navigácie v obsahu. Pri adaptívnej navigácii systém môže odporúčať rôzne sekvencie pohybu v hyperpriestore.

3.4 Prispôsobovanie obsahu a prezentácie

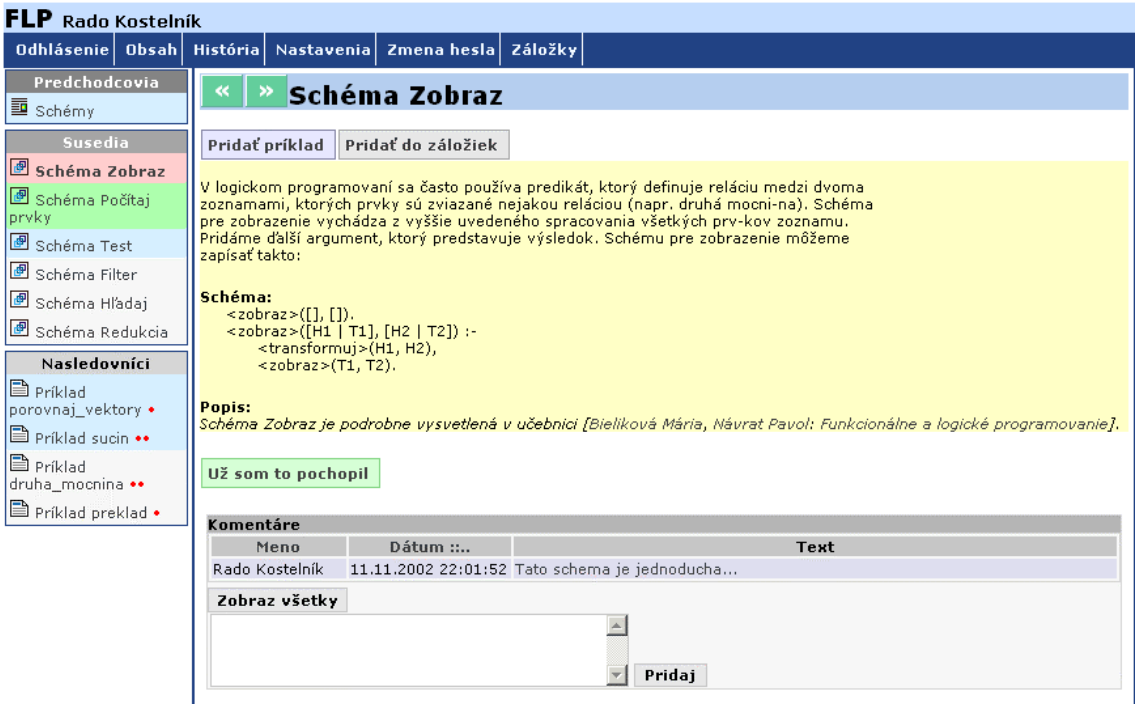
Na prispôsobenie textového obsahu a prezentácie textového obsahu sa používajú najmä tieto techniky [4] (všetky ako základ prispôsobovania berú model používateľa alebo model prostredia, resp. obidva modely, ktoré určujú kritérium pre stanovenie „vhodnosti“ jednotlivých prezentovaných fragmentov):

– *vkladanie/odstraňovanie fragmentov*: informačné fragmenty, ktoré nie sú „vhodné“ sa nezobrazujú. Napr. pri použití stratégie „od konkrétnemu ku všeobecnému“ sa na začiatku nezobrazujú programové schémy;
– *rozťahovací text (strečtext)*: zobrazovanie textu v skrátenej a aj v plnej (roztiahnutej) podobe, pričom formu zobrazenia jednotlivých fragmentov určuje AH systém. Táto a aj vyššie uvedená technika sa realizuje najčastejšie pomocou podmieneného textu;
– *alternatívy fragmentov*: existujú viaceré varianty textu fragmentov alebo varianty prezentácie fragmentov, prezentuje sa „vhodný“ variant. Táto technika je vhodná napr. pri prezentácii textu v učebnici v rôznych úrovniach obtiažnosti pre študentov s rôznou úrovňou vedomostí;
– *usporadúvanie fragmentov*: prezentované fragmenty sa usporiadajú podľa „vhodnosti“. Napr. pri prezentácii príkladu v systéme ALEA sú fragmenty zobrazené v poradí `príklad`, `pomôcka` a `riešenie`;
– *anotácia fragmentov*: AH systém označuje „vhodné“ fragmenty na stránke (napr. farebným odlíšením písma alebo pozadia). Táto technika sa dá využiť aj na *zahmlievanie fragmentov*, t.j. fragmenty sa objavia v prezentácii, ale sú označené tak, že nie sú „vhodné“ na štúdium a teda ich prezentácia je nevýrazná. Táto technika je vhodná najmä v prípade, keď sa prispôsobovanie deje aj vzhľadom na čas [9].

3.5 Prispôsobovanie navigácie

Na prispôsobenie navigácie v informačnom obsahu sa používajú najmä tieto techniky [4]:

- *priame vedenie*: AH systém vedie používateľa v informačnom priestore, t.j. vyberá najvhodnejšie koncepty a fragmenty im priradené. Realizuje sa pomocou tlačidla „Ďalej“;
- *usporadúvanie odkazov*: odkazy na ďalšie koncepty sa usporiadajú podľa vhodnosti. V systéme ALEA sa zoznamy zoskupujú (pozri obr. 3);
- *anotácia odkazov*: AH systém označuje „vhodné“ odkazy. Napr. systém ALEA farebne rozlišuje navštívené, nenavštívené a pochopené koncepty (pozri obr. 3);
- *skrývanie odkazov*: odkazy, ktoré vedú k neodporúčaným informáciám sa skryjú. Skrývanie možno realizovať niekoľkými formami: odkaz sa nezobrazí (zobrazí sa iba text odkazu), odkaz sa blokuje (spôsob prezentácie závisí od kombinácie nezobrazenia odkazu a anotácie odkazu) alebo odkaz sa zruší z prezentácie;
- *generovanie odkazov*: AH systém dynamicky generuje nové odkazy (napr. objavuje súvislosti medzi jednotlivými konceptami);
- *adaptácia máp*: AH systém na základe modelu používateľa a/alebo modelu prostredia dynamicky vytvára mapu domény (grafická prezentácia navigácie).



Obr. 3. Prispôsobovanie odkazov v systéme ALEA.

4 Záver

V súčasnosti existuje viacero systémov pre e-vzdelávanie, ktoré podporujú prispôsobovanie používateľovi a/alebo prostrediu, v ktorom používateľ pristupuje k výučbovým materiálom. Prehľad adaptívnych systémov (nielen výučbových) možno nájsť v [3, 4]. Prispôsobovanie predstavuje logický krok, ktorý nasleduje po vybudovaní informačného priestoru pre

vzdelávanie. Dosiahne sa tým zefektívnenie procesu výučby. AH systém možno využiť aj na získanie spätnej väzby od študentov. Sledovaním ich správania v informačnom priestore a získaním objektívnych výsledkov učenia (napr. výsledky testu) možno usudzovať aj o kvalite systému pre vzdelávanie. Toto je dôležité najmä pri dištančnom vzdelávaní, kde je priamy kontakt učiteľa a študenta obmedzený.

Prispôsobovanie nemusí mať len pozitívny vplyv na efektívnosť učenia. Často sa diskutuje vnímanie zmien prezentácie a kontextových odkazov používateľmi. Niektorí používatelia odmietajú priame vedenie AH systémom a vyžadujú prostriedky na podporu orientácie v informačnom priestore (ideálne nemenné zobrazenie štruktúry alebo mapy informačného priestoru). Treba si však uvedomiť, že zväčšovaním informačného priestoru a jeho dynamickými zmenami je pochopenie celej štruktúry informačného priestoru aj tak nemožné.

Táto práca bola čiastočne podporená grantom Slovenskej grantovej agentúry č. VG1/0162/03 „Kolaboratívne sprístupňovanie, analýza a prezentácia dokumentov v internetovom prostredí pomocou moderných softvérových nástrojov".

Literatúra

1. ÁGH, Peter. Zvyšovanie efektívnosti procesu učenia pomocou adaptívnych hypermédií. Diplomová práca. STU Bratislava. 2001.
2. BIELIKOVÁ, Mária, NÁVRAT, Pavol. Use of program schemata in Lisp programming: an evaluation of its impact on learning. *Informatica*, 1998, vol. 9, no. 1, s. 5-20.
3. BRUSILOVSKY, Peter. Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, Special issue on adaptive hypertext and hypermedia. Kluwer academic publishers, 2001, vol. 6, no. 2-3, s. 87-129.
4. BRUSILOVSKY, Peter. Adaptive Hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, Kluwer academic publishers, 2001, vol. 11, no. 1-2, s. 87-110.
5. CANNATARO, Mario, PUGLIESE, Andrea. XAHM: an XML-based Adaptive Hypermedia Model and its Implementation. In *Proc. of 3rd Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia*, Arhus, Denmark, August 14-18, 2001. Available at <http://wwwis.win.tue.nl/ah2001>.
6. De BRA, Paul, HOUBEN, Geert-Jan, WU, Hongjing. AHAM: A Dexter-based Reference Model for Adaptive Hypermedia. In *Proc. of the ACM Conference on Hypertext and Hypermedia*, Darmstadt, Germany, 1999, s. 147-156.
7. DOLOG, Peter, BIELIKOVÁ, Mária. Hypermedia Systems Modelling Framework. *Computers and Informatics*, 2001, vol. 21, no. 3, s. 221-239.
8. FISCHER, Stephan, STEINMETZ, Ralf. Automatic Creation of Exercises in Adaptive Hypermedia Learning Systems. In *Proc. of Hypertext 2000*, San Antonio, TX. ACM. s. 49-55.
9. HABALA, Rastislav. *Časovo ohraničená prezentácia informácií*. Diplomová práca. STU Bratislava. 2003.
10. KOSTELNÍK, Radovan. *Podpora výučby programovania pomocou príkladov v pavučine*. Diplomová práca. STU Bratislava. 2002.
11. KOSTELNÍK, Radovan, BIELIKOVÁ, Mária. Web-Based Environment using Adapted Sequences of Programming Exercises. In *Proc. of Information Systems Implementation and Modelling – ISIM 2003.* M. Beneš (Ed.). MARQ Ostrava. Brno, Czech Republic, April 28-30, 2003, s.33-40.