

Personalizované webové systémy na podporu vzdelávania*

Mária Bieliková

Ústav informatiky a softvérového inžinierstva
Fakulta informatiky a informačných technológií
Slovenská technická univerzita v Bratislave
Ilkovičova 3, 842 16 Bratislava, Slovensko
bielik@fit.stuba.sk, WWW: <http://www.fiit.stuba.sk/~bielik>

Abstrakt Prednáška sa zaoberá možnosťami personalizácie webových systémov na podporu vzdelávania. Charakterizujeme základné aktuálne otázky spojené s tvorbou modelu používateľa, ktorý predstavuje kľúčový element pri prispôbovaní. Na príkladoch existujúcich systémov na podporu výučby programovania ukážeme techniky prispôbovania vhodné pre túto oblasť. Načrtneme perspektívy v oblasti personalizácie na podporu vzdelávania aj v súvislosti s rozvíjajúcou sa iniciatívou webu so sémantikou.

Kľúčové slová: prispôbovanie, adaptívne webové systémy pre vzdelávanie, model používateľa, model domény, model prispôbovania.

1 Úvod

Internet a najmä jeho služba WWW (angl. World Wide Web, skrátene web) zasiahli významne do viacerých oblastí, pričom vzdelávanie nemožno vyňať. Dokonca možno povedať, že práve webové systémy pre oblasť podpory vzdelávania sa začali rozvíjať ako jedny z prvých. Je to dané aj tým, že prvé aplikácie vznikali na pôde univerzít, kde výučba je jednou z hlavných činností a aplikácia do vzdelávania je jednou z najprirodzenejších. Môžeme pozorovať ako vývoj podpory vzdelávania prechádza po špirále tak, že sa pri nových technológiách najskôr sústreďuje pozornosť na vytvorenie infraštruktúry, po zavedení infraštruktúry sa začnú objavovať prístupy, ktoré sa sústreďujú na zefektívnenie procesu vzdelávania najmä aplikovaním prvkov známych z umelej inteligencie tak, aby podporné systémy pre vzdelávanie čo najviac pomáhali v procese učenia sa.

V tomto smere je dôležitá dimenzia personalizácie. Každý študent je osobnosť a pre zabezpečenie efektívneho učenia sa je dôležité, aby sme vedeli využiť individuálne a špecifické ciele, charakteristiky jednotlivých študentov a tiež kontext, v ktorom sa študent nachádza. Snahy o individuálny prístup k študentom

* Táto práca vznikla za podpory Kultúrnej a edukačnej grantovej agentúry v rámci projektu KEGA 3/2069/04 a Agentúry na podporu vedy a techniky na základe Zmluvy č. APVT-20-007104.

možno vidieť už v tzv. inteligentných systémoch pre vzdelávanie (ITS, *Intelligent Tutoring Systems* alebo aj *Intelligent Teaching Systems*) vyvíjaných využitím poznatkov umelej inteligencie už pomerne dlhé obdobie. Pojem *inteligentný stroj pre účely výučby* možno nájsť už v období 20-tych rokov minulého storočia, kedy Sidney L. Pressey vytvoril stroj na testy s viacerými odpoveďami. Stroj dával používateľovi otázky a ten dostal okamžitú spätnú väzbu. Vlastne už v tomto období sa rozpoznalo, že vhodne navrhnutá individualizovaná výučba predstavuje pre väčšinu ľudí efektívny prístup k vzdelávaniu.

Prednáška sa zameriava na techniky prispôsobovania s cieľom personalizácie vo webových systémoch na podporu vzdelávania. Charakterizujeme základné aktuálne otázky spojené s tvorbou modelu používateľa, ktorý predstavuje kľúčový element pri prispôsobovaní. Jednotlivé techniky uvedieme na príkladoch z domény výučby programovania. Načrtneme perspektívy v tejto oblasti aj v súvislosti s rozvíjajúcou sa iniciatívou webu so sémantikou.

2 Modelovanie používateľa – študenta

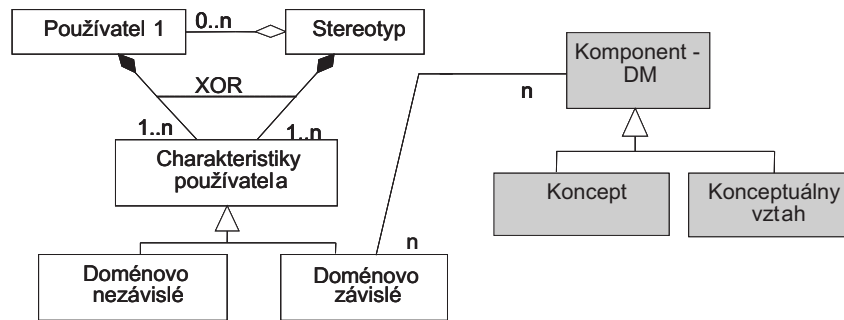
Systémy na podporu vzdelávania možno zaradiť medzi webové systémy zamerané na prezentáciu obsahu (či už ide o LMS systémy alebo aj aplikácie, ktoré prezentujú obsah jednotlivého kurzu, napr. formou animácií). Návrh takýchto systémov vyžaduje vytvorenie *doménového modelu* (alebo modelu obsahu) spolu s modelom navigácie a prezentačným modelom. V závislosti od použitých technológií sú tieto modely reprezentované oddelenie od samotnej aplikačnej logiky alebo sú navzájom prepletené. Výhody oddelenej reprezentácie spočívajú najmä v efektívnejšou tvorbou obsahu a údržbou samotnej aplikácie.

V personalizovaných systémoch sa návrh dopĺňa o *model používateľa*, ktorý uchováva informácie o cieľoch, charakteristikách a aktuálnych vedomostiach používateľa – študenta a aplikačná logika sa rozširuje o prispôsobovanie. Podobne aj tu je z pohľadu návrhu systému, tvorby modelov, ich znovupoužitia a údržby výhodná oddelená reprezentácia znalostí o prispôsobovaní (najčastejšie pomocou množín pravidiel) a aplikácie týchto znalostí, t.j. samotné prispôsobovanie.

Väčšina súčasných systémov, ktoré realizujú prispôsobovanie uvažuje iba dimenziu používateľa (vtedy hovoríme o personalizácii). Pri prispôsobovaní všeobecne má však zmysel hovoriť aj o ďalších dimenziách ako napr. externé prostredie, použité technológie, lokalita alebo čas. Vtedy hovoríme o *kontexte prispôsobovania*. Spojenie charakteristík prostredia a používateľa pri podpore výučby nám umožní napr. uvažovať pri prispôsobovaní čas prezentácie určitých vedomostí [2,3,11].

Model používateľa zachytáva charakteristiky, ktoré môžeme opísať ako *doménovo nezávislé* a *doménovo závislé* (pozri obr. 1). Doménovo závislé charakteristiky rozširujú definíciu konceptov modelu domény o vlastnosti, ktoré sa vzťahujú ku konkrétnemu používateľovi. V systémoch na podporu vzdelávania ide napr. o atribúty vyjadrujúce čas strávený štúdiom príslušného konceptu, stupeň vedomostí vzhľadom na daný koncept, počet návštev daného konceptu. Doménovo nezávislé charakteristiky reprezentujú charakteristiky používateľa platné

pre viaceré domény, napr. preferované štýly učenia sa, obľúbené farby, znalosť jazykov, používaný prehliadač. Niektoré z nich však môžu závisieť od kontextu, napr. v práci používam Mozillu a doma používam Outlook.



Obrázok 1. Model používateľa a prepojenie s doménovým modelom (DM).

V súvislosti s modelovaním používateľa je viacero otvorených problémov, niektoré z nich, ktoré sú predmetom nášho výskumu uvádzame:

1. Inicializácia modelu používateľa (tzv. *cold start problem*) – na začiatku práce so systémom model používateľa neobsahuje dostatok informácií na efektívne prispôbovanie. Tento problém sa rieši najmä vytvorením stereotypov a tiež manuálnym zadaním charakteristík používateľa na začiatku práce. Stereotypy možno vytvoriť na základe analýzy predchádzajúceho používania systému inými používateľmi. Príkladom môžu byť techniky dolovania asocičných pravidiel v dátach z modelov používateľa, ktoré sme využili pri odporúčaní príkladov programovania v systéme ALEA [10].
2. Reprezentácia modelu používateľa plochou štruktúrou dvojíc *atribút-hodnota* – iba tvorca modelu vie sémantiku charakteristík, a preto je ich znovupoužitie náročné. Tento problém čiastočne riešia štandardy ako napr. SCORM, ktoré však nepokrývajú všetky aspekty. V tomto smere sa javí ako vhodné využitie ontológií na reprezentáciu modelu používateľa [4].
3. Automatické vytvorenie modelu používateľa – ide o náročné úlohy multikriteriálneho charakteru vyžadujúce zapojenie metód a techník umelej inteligencie. Príkladom môže byť sledovanie činnosti používateľa a následné odvodenie charakteristík alebo porovnávaním profilu používateľa s používateľmi s podobnými záujmami metódami kolaboratívneho filtrovania.
4. Oddelený model používateľa pre každú aplikáciu – znemožňuje zdieľanie modelov používateľa, čo by zefektívnilo najmä vytváranie modelu používateľa. Zdieľanie je zaujímavé najmä pre doménovo nezávislé charakteristiky, ale aj v prípade doménovo závislých charakteristík pre rovnaké či podobné domény. Možné riešenie vychádza z webových technológií a technológií založených na webe so sémantikou, kedy sa model používateľa reprezentuje ontológiou a prostredníctvom webovej služby sa sprístupňuje jednotlivým

- aplikáciám, ktoré poskytujú obsah pre podporu vzdelávania; návrh takéhoto prístupu sme prezentovali v [4].
5. Údržba modelu používateľa – niektoré charakteristiky používateľa sa môžu časom meniť, napr. v súvislosti s aktivitami, ktoré však nie sú v systéme na podporu výučby zaznamenané (študent bol na prednáške, niečo sa naučil) alebo aj v súvislosti s tým, že po určitom čase študent predtým naučenú vedomosť zabudol. Riešením je revidovanie modelu používateľa napr. vyhodnotením vedomostí študenta rôznymi prostriedkami, získavaním charakteristík z iných systémov. V súvislosti s charakteristikami spojenými s ľudskou pamäťou je výhodné model ľudskej pamäte priamo zapracovať do modelu používateľa. Jeden možný prístup založený na využití tzv. krivky zabúdania sme prezentovali v [1].
 6. Definovanie znalostí prispôsobovania, t.j. použitie modelu používateľa – ide o náročnú úlohu, ktorá v súčasnosti vychádza prevažne z experimentov. Bežné sú pravidlá typu, *ak študent navštívil koncept zvýš hodnotu určujúcu pochopenie konceptu o konštantu K*. Je zrejme, že takéto pravidlá predstavujú značné zjednodušenie skutočnosti, avšak v mnohých prípadoch ich použitie dáva dobré výsledky. V [10] prezentujeme využitie techník dolovania v dátach na odvodenie pravidiel prispôsobovania vychádzajúc z “vhodného” použitia systému (berú sa do úvahy cesty v grafe konceptov, ktoré absolvovali úspešní študenti v minulosti).
 7. Etické otázky zaznamenávania údajov o používateľovi – možnosť zasiahnuť do súkromia používateľa. V tomto prípade ide o kompromis, medzi tým aké informácie o sebe zverejníme a čo za to dostaneme. Vo všeobecnosti jedným z riešení, resp. nevyhnutnosti je zabezpečenie, aby používateľ mal prístup k “svojmu” modelu, vedel čo všetko o ňom systém zaznamenáva a mohol upraviť prípadné nesprávne uzávery.

3 Techniky prispôsobovania na podporu výučby

Pri prezentácii vedomostí študentovi sa používajú techniky prispôsobovania v závislosti od aktuálneho stavu modelu používateľa a definovaného modelu prispôsobovania. Technikami prispôsobovania sa podrobne zaoberajú viaceré prehľady, najznámejšími sú prehľadové práce P. Brusilovského, pozri napr. [6], ale aj ďalšie dostupné na osobnej stránke autora¹ alebo v sídle skupiny PeWe (Personalized Web Group²).

Použitie techník prispôsobovania vhodných pre oblasť podpory vzdelávania ukážeme na príklade adaptívneho webového systému ALEA (Adaptive LEarning) na výučbu programovania [5], ktorý sa používa v súčasnosti v predmete Funkcionálne a logické programovanie na Slovenskej technickej univerzite v Bratislave a otvoreného systému AHA! [9] vyvinutého na Technickej univerzite v Eindhovene (tento systém v súčasnosti naplňame obsahom pre výučbu programovania aj s cieľom porovnania so systémom ALEA).

¹ <http://www2.sis.pitt.edu/~peterb/>

² <http://www.fiit.stuba.sk/research/pewe/>

Prispôsobovanie obsahu

- *vkładanie/odstraňovanie informačných fragmentov*: časti obsahu, ktoré nie sú “vhodné” v danom kontexte (používateľ alebo prostredie) sa nezobrazujú. Napr. pri použití stratégie výberu príkladov programovania “od konkrétnemu ku všeobecnému” sa na začiatku nezobrazujú programové schémy. Techniku podporuje väčšina existujúcich adaptívnych systémov.
- *rozt’ahovací text (strečtext)*: zobrazovanie textu v skrátenej a aj v plnej (rozťahnutej) podobe. Technika je vhodná v prípade doplňujúcich informácií. Pre študenta, ktorý má menej znalostí sa zobrazí aj doplňujúci text.
- *alternatívny 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. Všetky vyššie uvedené techniky možno realizovať v systéme AHA! pomocou podmieneného textu.
- *usporadúvanie fragmentov*: prezentované fragmenty sa usporiadajú podľa “vhodnosti”. Napr. pri prezentácii príkladu v systéme ALEA sú fragmenty zobrazené v poradí príklad, pomôcka a riešenie.

Prispôsobovanie vzhľadu

- *alternatívny štýlov*: existujú viaceré varianty štýlov zobrazovania obsahu (napr. farba pozadia, typ a veľkosť písma a pod.). Táto možnosť je zapracovaná do verzie 3 systému AHA!, kde bol doplnený model prezentácie (t.j. vzhľad sa reprezentuje oddelene).
- *anotácia fragmentov*: aplikácia 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 napr. v prípade, keď sa prispôsobovanie deje aj vzhľadom na čas [2].

Prispôsobovanie navigácie

- *priame vedenie*: systém vedie používateľa v informačnom priestore, t.j. vyberá najvhodnejšie koncepty a fragmenty im priradené. Realizuje sa pomocou tlačidla “Ďalej”. Systém ALEA realizuje priame vedenie na základe pravidiel, ktoré sa definujú na troch úrovniach: na úrovni stratégie učenia sa, na úrovni konceptov a na úrovni informačných fragmentov [5].
- *usporadúvanie odkazov*: odkazy na ďalšie koncepty sa usporiadajú podľa vhodnosti. V systéme ALEA sa zoznamy zoskupujú do viacerých skupín a sú usporiadané podľa aktuálneho stavu modelu používateľa. Systém AHA! usporadúvanie odkazov nepodporuje.
- *skrývanie odkazov*: odkazy, ktoré vedú k neodporúčaným informáciám sa skrývajú. 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 (túto možnosť treba vo výučbových systémoch využívať opatrne, keďže informačný priestor nie je zvyčajne veľký a používateľ stráca prehľad o jeho topológii).

- *anotácia odkazov*: systém označuje “vhodné” odkazy. Napr. systém ALEA farebne rozlišuje navštívené, nenavštívené a pochopené koncepty. Ide o veľmi populárnu techniku, ktorú využívajú všetky známe systémy, ktoré prispôbujú prezentáciu používateľovi. Často využívajú koncept “semafora” na farebné vyznačovanie, t.j. odporúčané odkazy sa vyznačia zelenou farbou, neutrálne oranžovou a neodporúčané červenou.
- *generovanie odkazov*: systém dynamicky generuje nové odkazy (napr. objavuje súvislosti medzi jednotlivými konceptami). Táto technika je použitá v systéme ALEA.

4 Záver

Otvorených problémov v oblasti personalizácie aplikácií na podporu vzdelávania je viacero. Niektoré sme načrtli v tomto príspevku. Nové vznikajú najmä rozširovaním používania webu ako základnej infraštruktúry pre aplikácie na podporu vzdelávania a tiež spolu s iniciatívou webu so sémantikou. Tu sa ukazuje ako významný smer využitie distribuovanosti webu na zdieľanie modelov používateľa spolu s využitím štandardov na reprezentáciu metadát a odvodzovanie definovaných konzorciou W3C. Toto má veľký význam a potenciál vzhľadom na náročnosť vytvárania modelov používateľov. Nejde len o automatickú tvorbu modelov, ale aj o priamu účasť používateľa – v tomto prípade študenta – na tvorbe vlastného modelu. Pokiaľ by viaceré aplikácie mohli zdieľať profil používateľa a používateľ by vedel, že adaptívna aplikácia mu pomôže v učení sa, možno predpokladať, že používateľ bude ochotný spolupracovať na vytváraní a údržbe vlastného modelu. Web so sémantikou, ktorý rozširuje súčasný web o metadáta zviazané s prezentovaným obsahom (spolu s odvodzovaním) by sa takto rozšíril aj o metadáta o používateľoch obsahu čo bude viesť k adaptívnemu webu so sémantikou.

V súvislosti s personalizáciou je zaujímavý problém tzv. *viacnásobnej personalizácie*, ktorý spočíva v zohľadnení rozličného správania sa jedného používateľa v rôznych situáciách (napr. doma a v práci). Pre systémy na podporu vzdelávania tento problém vystúpi v prípade zdieľania modelu používateľa viacerými aplikáciami, kde v jednom prípade, ide o študenta začiatočníka a v druhom môže ísť o pokročilého s inými vhodnými technikami učenia sa.

Aby sa personalizácia mohla v systémoch pre vzdelávanie naplno rozvinúť je dôležité spojiť dva súčasné smery v oblasti podpory vzdelávania:

- správa výučbových materiálov a s tým súvisiace štandardy a
- efektívnosť poskytovania výučbových materiálov, kde má významné miesto personalizácia.

Obe tieto oblasti za posledné roky pomerne vyspeli, v prvej existujú komerčné aplikácie a personalizácia, či prispôsobovanie realizované adaptívnymi webovými

systémami sa tiež dostáva do etapy širšieho využitia. Toto je významným predpokladom na riešenie ich prepojenia. Výskum v tejto oblasti je v súčasnosti pomerne intenzívny a aktivity sa objavujú aj v našom regióne [8,7].

Na záver je dôležité poznamenať, že aj napriek tomu, že personalizácia predstavuje efektívny spôsob poskytovania informácií, je na mieste určitá opatrnosť pri automatickom prispôbovaní. Najmä v aplikáciách v oblasti vzdelávania treba dať pozor, aby sa nestalo, že všetci používatelia používať systém len naznačenými (odporúčanými) cestami a nebude ako zistiť, že existujú aj lepšie. Z tohto dôvodu je dôležité ponechať priestor pre rozhodovanie aj na samotných používateľov. Na toto je aj ďalší dobrý dôvod a to najmä skutočnosť, že model používateľa je iba modelom, ktorý (nepresne) vyjadruje charakteristiky používateľa v určitom kontexte.

Referencie

1. Ágh, P., Bieliková, M. Considering Human Memory Aspects to Adapting in Educational Hypermedia. *In Proc. of Workshop on Individual Differences*, AH 2004, L. Aroyo and C. Tasso (Eds.). The Netherlands, August 2004, pp. 107-114.
2. Bieliková, M., Habala, R. Time-Based Extensions to Adaptation Techniques. *In Proc. of AH 2004 – 3rd Int. Conf. on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems*. P. De Bra, W. Nejdl (Eds.). Springer-Verlag, LNCS 3137. Eindhoven, The Netherlands, August 2004, pp. 376-379.
3. Bieliková, M., Kuruc, J., Andrejko, A. Learning Programming with Adaptive Web-Based Hypermedia System AHA!. *In Proc. of ICETA 2005 – 4th Int. Conf. on Emerging e-learning Technologies and Applications*, F. Jakab, V. Fedák, I. Sivý, M. Bučko (Eds.), Sept. 2005, Košice, Slovakia, pp. 251-256.
4. Bieliková, M., Kuruc, J. Sharing User Models for Adaptive Hypermedia Applications. *In Proc. of ISDA 2005 – 5th Int. Conf. on Intelligent Systems Design and Applications*. H. Kwasknicka, M. Paprzycki (Eds.), Sept. 2005, Wroclaw, Poland, IEEE Computer Society Press, pp. 506-511.
5. Bieliková, M. An adaptive web-based system for learning programming. *Int. J. Continuing Eng. Education and Life-Long Learning*, Inderscience, Accepted.
6. Brusilovsky, P. Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, Kluwer academic publishers 6:2-3 (2001) 87-129.
7. Drášil, P., Pitner, T. Platforma pro personalizaci standardizovaných výukových materiálů. *In Proc. SCO 2006*. Brno, Czech Republic, 2006.
8. Bureš, M., Jelínek, I. Reusable Adaptive Hypermedia E-learning Content Using AICC. *In Proc. of the IADIS Int. Conf. WWW/Internet*. Lisboa, IADIS Press, 2005, pp. 376-378.
9. De Bra P. et al. AHA! The adaptive hypermedia architecture. *In Proc. of HT 2003 – 13th ACM Conf. on Hypertext and Hypermedia*, Nottingham, UK, August 2003, pp. 81-84.
10. Křištofič, A., Bieliková, M. Improving Adaptation in Web-Based Educational Hypermedia by means of Knowledge Discovery. *In Proc. of HT 2005 – 16th ACM Conf. on Hypertext and Hypermedia*, ACM Press, Sept. 2005, pp. 184-192.
11. Vélart, Z., Šaloun, P. Využití adaptivního hypermediálního systému AHA! při výuce programovacího jazyka C++. *In Proc. of Objekty 2005*. V. Snášel (Ed.), Nov. 2005, Ostrava, pp. 280-288.