

České vysoké učení technické v Praze, fakulta elektrotechnická,
katedra počítačů

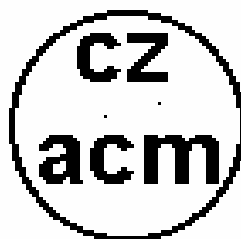
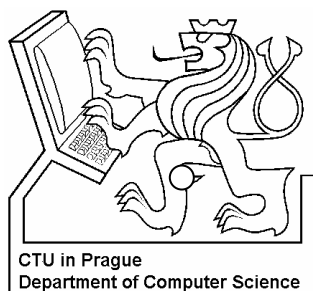
VŠB - TU Ostrava, fakulta elektrotechniky a informatiky,
katedra informatiky

Slovenská technická univerzita Bratislava, fakulta informatiky a
informačných technológií,
Ústav informatiky a softvérového inžinierstva

Czech ACM Chapter

Technologie pro e-vzdělávání 2004

sborník semináře



Praha, 14. června 2004

Technologie pro e-vzdělávání 2004

Editoři: Maria Bieliková
Božena Mannová
Petr Šaloun

Kontaktní adresa:
Božena Mannová
ČVUT FEL
katedra počítačů

ISBN 81-01-03167-5

Obsah

Adaptace a integrace open-source LMS a Informačního systému Masarykovy univerzity v Brně <i>Tomáš Pitner, Pavel Smrž, Jiří Verner</i>	7
Tvorba obsahu v adaptivních hypermédiách pre e-vzdelávanie <i>Mária Bieliková, Jaroslav Kuruc</i>	13
Využití adaptivních hypermédií v e-vzdělávání – Electronic Teacher <i>Tomáš Kubeš</i>	23
Využití metod umělé inteligence ve vzdělávání <i>Radoslav Fasuga Jana Šarmanová</i>	27
Systém pro hodnocení kvality jako součást adaptivního webového systému pro e-learning <i>Miroslav Bureš, Ivan Jelínek</i>	36

Editorial

Seminář *Technologie pro e-vzdělávání* je zaměřen na tvorbu technologií, podporujících tento typ vzdělávání. Je svým způsobem ojedinělý a jeho třetí ročník dokazuje potřebu jeho existence. Tvorbou technologií pro e-vzdělávání se sice zabývají velké mezinárodní kolektivy universit i renomované softwarové firmy, nicméně aktivní přístup českých a slovenských universit k návrhu a implementaci příslušných technologií je více než žádoucí.

Jsme rádi, že tento seminář je seminářem českým a slovenským. Spolupráce pořádajících universit prokazuje užitečnost spolupráce a je přínosná pro všechny partnery. Odborným garantem je i nadále *Czech ACM Chapter*.

Přejeme si, aby se seminář dále rozrůstal a stal se reprezentantem tvůrců e-technologií v České republice a na Slovensku.

V Praze, Ostravě a Bratislavě, květen 2004

Mária Bielíková
Božena Mannová
Petr Šaloun
programový výbor semináře

Adaptace a integrace open-source LMS a Informačního systému Masarykovy univerzity v Brně

Tomáš Pitner*

tomp@informatics.muni.cz

Pavel Smrž*

smrz@fi.muni.cz

Jiří Verner*

jverner@fss.muni.cz

Abstrakt: Tento příspěvek popisuje adaptaci a integraci systémů řízení výuky (LMS) Moodle a ILIAS s akademickým informačním systémem Masarykovy univerzity.

Klíčová slova: Moodle, ILIAS, Informační systém Masarykovy univerzity, integrace, adaptace, překlad, opensource

1 Úvod - adaptace a nasazení open-source LMS na MU

Rozdělení rolí mezi administrativní IS a LMS

Systémy řešící problematiku elektronické podpory vzdělávání v širším kontextu většinou pokrývají v menší či větší míře následující tři oblasti týkající se e-learningu:

- vlastní vzdělávací nástroje;
- administrace e-learningu;
- infrastrukturní podpora.

Na MU jsou administrativní činnosti spojené se vzděláváním a výzkumem postupně pokrývány *Informačním systémem Masarykovy univerzity* (IS MU). Vývoj Informačního systému Masarykovy univerzity jako pilíře univerzitní studijní administrativy vycházel ze zkušeností z tehdy provozované Fakultní administrativy Fakulty informatiky. Jako univerzitní systém začal být IS MU používán v roce 1999 a postupem dospěl do stádia velmi rozsáhlého a všestranného produktu, který komplexním způsobem pokrývá agendu akademické administrativy.⁵ Většina dat potřebných v administrativních modulech systémů LMS je již dnes v IS MU dostupná. Navíc IS MU reflektuje lépe specifické lokální podmínky, např. dělení výuky do seminárních skupin, vystupování jedné osoby v roli studenta a (v jiných kursech) v roli přednášejícího atd.

Proto nebylo přijatelné, aby LMS jakkoli suploval studijně-administrativní úlohy IS MU, naopak IS MU tehdy neměl ambice stát se systémem LMS a nabízet vlastní vzdělávací nástroje. Východiskem tedy byla integrace LMS a IS MU. Tyto úvahy se naštěstí odehrály ještě před zavedením systému LMS, takže byly při výběru LMS respektovány.

* Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Ústřední knihovna, 17. listopadu, 708 33 Ostrava-Poruba

Volba LMS pro MU

Připadala tudíž v úvahu volba takového systému LMS, který by umožňoval realizovat výše nastíněnou integraci a splňoval také další kritéria²:

- *Funkcionalita srovnatelná* se známými a používanými LMS – komerčními WebCT, LearningSpace, EDEN, a dalšími, stejně jako produkty nastupující vlny open-source LMS, jakým je např. Moodle;
- *Dostupnost zdrojových kódů* – vzhledem k požadavkům na integrovatelnost se stávajícími systémy, zejména pak IS MU, byla dostupnost zdrojových kódů klíčovým požadavkem technického charakteru;
- Licenční podmínky musí *dovolovat libovolné modifikace* potřebné pro *lokalizaci systému a jeho adaptaci* na míru potřeb MU.
- *Cenová politika* příznivá pro účely širokého nasazení typu „campus-wide“ (samozřejmě optimální je systém dostupný zdarma), neboť již od počátku se uvažovalo s budoucím potenciálně celouniverzitním používáním;
- Akceptovatelné *systémové nároky* (HW, SW) zvoleného LMS;
- *Škálovatelnost* Tento faktor ovšem, s vidinou budoucího přebírání řady e-learningových funkcí systémem IS MU, ustupuje do pozadí. Dostatečný je takový výkon LMS na daném hardwarovém zázemí, který umožní testovací provoz řádově stovkám studentů.

V prvním kole výběru (rok 2003) uspěl volně dostupný LMS ILIAS vyvíjený primárně na Universität Köln.³ Systém byl instalován, zprovozněn a postupně lokalizován.

Lokalizace LMS ILIAS

Překlad systému ILIAS probíhal ve dvou fázích.¹ Vzhledem k tomu, že jsme začínali s verzí 2, neboť verze 3 byla ještě nedávno ve stádiu zrodu, pracovali jsme nejprve na lokalizaci příslušných lokalizačních souborů ILIAS 2. Díky spolupráci s Tomášem Cerhou z Brailcom, o.p.s. a Gerritem Blankestijnem z Nizozemí se nám podařilo značně urychlit přechod na lokalizovanou verzi ILIAS 3. Brailcom poskytl vlastní překlad hlavního jazykového souboru, který jsme porovnávali s námi připravenou lokalizací verze 2. Navíc jsme pomocí překladové paměti *DéjàVu*⁶ transformovali lokalizační soubor `setup.lang` z verze 2 na verzi 3 a pouze doplnili chybějící či změněné části. Společné úsilí výše zmíněných lidí vedlo k začlenění české lokalizace do oficiální distribuce ILIAS 3, lokalizační soubory se staly součástí příslušného repozitáře CVS vývojářů systému.

Po této, byť v zásadě úspěšně realizované fázi, se začaly projevovat negativní důsledky neexistence české, natožpak lokální, komunity kolem ILIAS. Chybělo hlubší know-how, komunikace s vývojáři v Kolíně n. R. vážla a vše vedlo (naštěstí ještě včas) k výměně platformy.

Zavedení LMS Moodle

Po pokusech s integrací a zprovozněním LMS Ilias^{1,2} jsme vzhledem k existenci české verze a předchozím rozsáhlejší zkušenostem některých fakult MU (filozofická, pedagogická) přikročili k testovacímu nasazení systému Moodle⁴. Jeho vývoj začal Martin Dougiamas v roce 1999, první stabilní verze byla zveřejněna v roce 2002 a od té doby za spolupráce celosvětové vývojové komunity pod Dougiamasovým vedením pokročila do stádia kvalitního, ověřeného produktu (momentální verze 1.2.1). Systém se podařilo během krátké doby zprovoznit a postupně částečně integrovat na informační systém. Výsledky tohoto procesu popíšeme dále.

2 Integrace Moodle a Informačního systému MU

Proč a jak integrovat

Požadavkem integrace od samého začátku bylo:

- minimalizovat překryv mezi informačním obsahem systémů LMS a IS MU;
- zajistit budoucí kompatibilitu s novými verzemi systémů MOODLE a ILIAS.

IS MU je aktuálně provozován v prostředí RDBMS Oracle verze 9. V principu bylo tedy možné začlenit LMS ILIAS a Moodle přímo jako podčást administrativního systému. Avšak v průběhu analýzy této varianty se objevily dva zásadní problémy, které by v případě nasazení ohrožovali možnost fungování takového spojení:

- IS MU je ve špičkách často značně přetížen a doba odezvy je tedy velmi proměnlivá;
- IS MU má status „mission-critical“, zatímco postupně nasazované LMS mají daleko volnější režim,
- LMS jsou navíc produkty třetích stran (nebo open-source komunity) a směřování vlastního prakticky nelze bezprostředně ovlivnit/přizpůsobit.

Možností integrace bylo zaměnit všechny operace nad lokálními databázemi MOODLE a ILIAS vzdálenými akcemi nad databází ISMU. Tento přístup by však vyžadoval značné množství modifikací do zdrojových kódů LMS a rovněž by omezil možnost jednoduchých upgradů. Proto byl zvolen přístup replikací relevantních informací z databáze IS MU do systémů MOODLE a ILIAS.

Datová výměna mezi IS a Moodle

S vývojáři IS bylo dohodnuto nezpřístupňovat vnějším systémům přímo databázi IS (ani definovanými pohledy) a realizovat jednosměrné zpřístupnění dat (čtení z databáze IS) formou jednoduchého perlového CGI-skriptu s předáním parametrů metodou HTTP GET. Skript umožňuje získat pro konkrétní vyučovací období (typicky semestr) několik typů pohledů na data z IS:

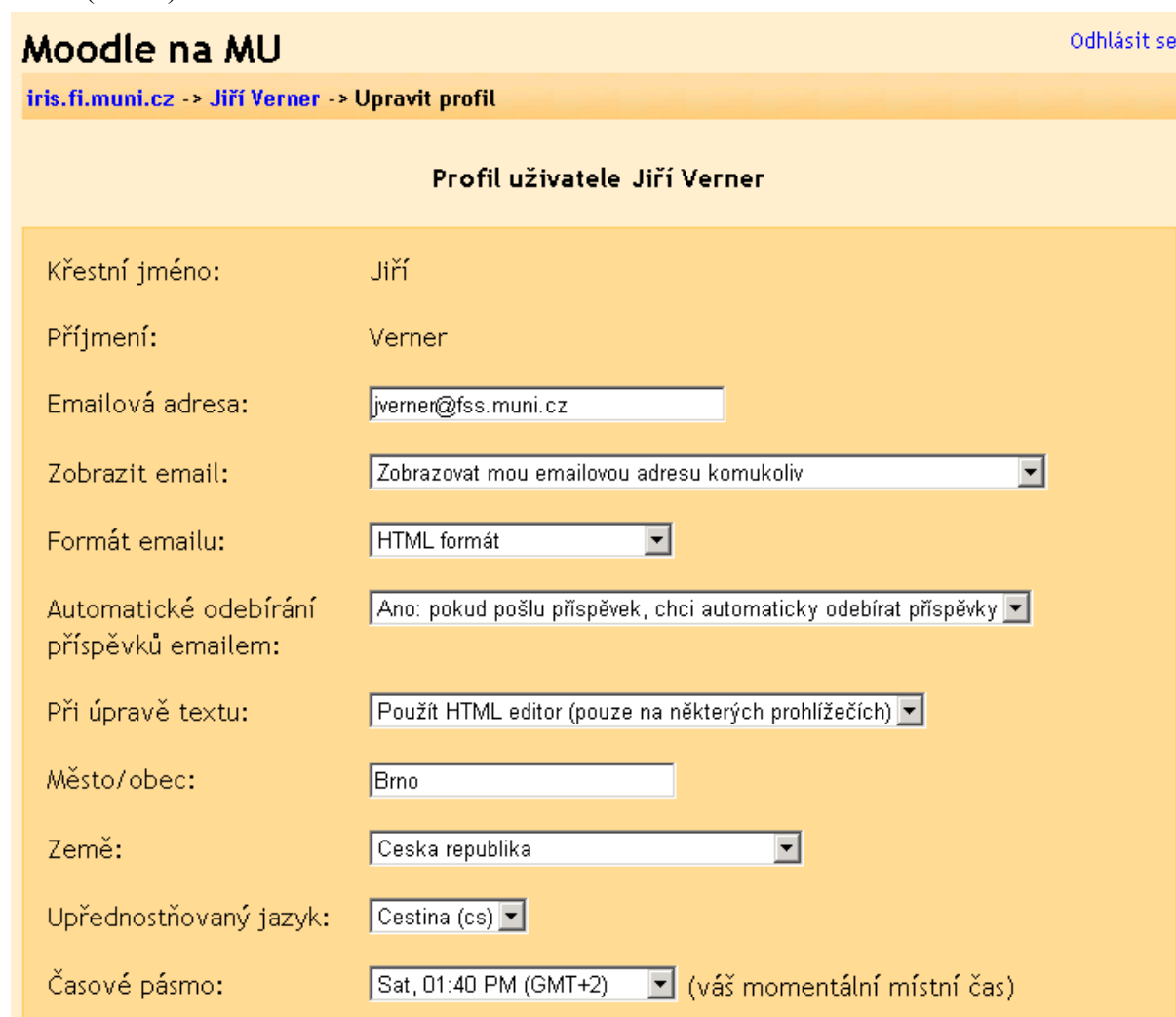
- Typ 1 – seznam studentů s daty UČO (unikátní identifikátor každého člověka na univerzitě), login, příjmení, jméno, fakulta kde je studium vedeno, ID studia a další pro nás důležité informace;
- Typ 2 – poskytuje informace o tom, které předměty (reprezentované unikátním kódem) mají jednotlivá ID studia zapsaná;
- Typ 3 – dává informace o učitelích, předmětech reprezentovaných jejich názvem a kódem.

Vlastní transfer dat z IS do Moodle je řešen skriptem spouštěným každou noc démonem cron. Skript provede:

- pomocí programu `wget` stažení množin záznamů typu 1 – 3 pro jednotlivé fakulty;
- zpracování získaných souborů (organizovaných po fakultách), pospojování pomocí `cat` a jejich import do „master“ tabulek (mimo hlavní tabulky Moodle);
- přenesení z „master“ tabulek do tabulek Moodle: byl vytvořen PHP skript, který z tabulek typu 1 (studenti) a typu 3 (učitelé) transformuje údaje o uživateli. Pokud se v IS MU objeví nový učitel nebo student, je takto automaticky přenesen do Moodle. Již přenesení uživatelé se neaktualizují z důvodu zachování osobního nastavení profilu.

Úprava osobního profilu

Osobní profil je specifickou záležitostí Moodle – data z IS tudíž neobsahují všechny údaje požadované Moodle. Z tohoto důvodu má každý automaticky importovaný uživatel následně možnost upravit ve svém osobním profilu vše kromě svého jména, příjmení a identifikátoru UČO (obr. 1).



The screenshot shows the Moodle user profile editing interface. At the top, there's a header with 'Moodle na MU' and a link 'Odhlásit se'. Below it, a breadcrumb trail reads 'iris.fi.muni.cz -> Jiří Verner -> Upravit profil'. The main title is 'Profil uživatele Jiří Verner'. The form contains the following fields:

Křestní jméno:	Jiří
Příjmení:	Verner
Emailová adresa:	jverner@fss.muni.cz
Zobrazit email:	Zobrazovat mou emailovou adresu komukoliv
Formát emailu:	HTML formát
Automatické odebírání příspěvků emailem:	Ano: pokud pošlu příspěvek, chci automaticky odebírat příspěvky
Při úpravě textu:	Použít HTML editor (pouze na některých prohlížečích)
Město/obec:	Brno
Země:	Česka republika
Upřednostňovaný jazyk:	Čestina (cs)
Časové pásmo:	Sat, 01:40 PM (GMT+2) (váš momentální místní čas)

Obr. 1

Dále jsou v Moodle pak nastavena *práva pro vytváření kurzů pro všechny učitele*.

Hromadný zápis studentů do kurzu

Kromě přenesení identifikačních a základních osobních údajů z IS do Moodle dokáže systém *hromadně zapsat studenty do kurzu*, což je dalším typickým studijně-administrativním úkonem. Možnost manuálního přiřazení, nebo vyřazení studenta z kurzu přitom zůstala zachována.

Každý kurz, vytvořený v Moodle má svoje unikátní ID. Pokud učitel chce provést hromadný zápis studentů do kurzu, sdělí tuto skutečnost administrátorovi, který provede vložení údaje kód kurzu – ID kurzu do tabulky. Zápis provede skript, který vyhledá všechna ID studia pro daný kód předmětu v tabulce s výpisem typu 2 a z tabulky s výpisem typu 1 zjistí konkrétní studenty, kteří tomuto ID studia odpovídají a provede jejich zápis do kurzu.

Shrnutí první fáze integrace

Výše uvedené kroky uvedly spolupráci LMS Moodle a IS MU do stavu, který podstatnou měrou redukuje manuální úkony při *běžné* administraci studia učitelem. I přesto se už jasně rýsují meze možností Moodle v prostředí, kde po léta vládne studijně-administrativní informační systém patřící k nejlepším na světě.

Především není dosud automatizovaná výměna dat z Moodle směrem do IS MU – např. výsledky testů a hodnocení studentů. V zásadě by bylo možné postupně tyto požadavky do Moodle doimplementovat. Datové modely Moodle a IS MU se však netriviálně liší – model IS je podstatně složitější, některé – nikoli nepodstatné – entity a vazby (např. členění na seminární skupiny a z toho vyplývající jemně nastavení přístupová práva, vystupování jednoho uživatele ve více rolích: učitel, student) nelze v Moodle zachytit vůbec nebo jen nepřesně. Měnit datový model Moodle by bylo sice v zásadě možné, v praxi však nerozumné. Úpravy by se nepromítly do hlavní vývojové linie Moodle – na to jsou příliš specifické – a znamenalo by je provádět znovu a znovu při každém upgrade Moodle.

Další, tentokrát klasický problém: univerzita těžko dlouhodobě podpoří správu systému, jehož funkcionalita může být v principu nahrazena jiným. Jde nakonec nejen o člověka – aplikačního správce, ale i správce příslušného stroje a systému, síťovou konektivitu, zálohování, platby energií, upgradů, oprav atd. A i kdyby tak činila, jen těžko do něj bude investovat v objemech srovnatelných s podporou IS MU.

To vše má vliv na perspektivy obou systémů.

3 Perspektivy

Nenápadné slůvko „tehdy“ ve větě „...naopak IS MU *tehdy* neměl ambice stát se systémem LMS“ je klíčem k odhalení budoucnosti. Postupně, zřejmě i pod vlivem aktivit kolem ILIAS a Moodle, se vedení univerzity rozhodlo intenzivněji podpořit další vývoj IS MU směrem k implementaci funkcionality typické pro systémy LMS – tedy aktivní podpory výuky. Vývojáři IS MU již v tomto směru i prakticky pokročili, nabízejí kromě možnosti ukládat výukové materiály s možnostmi uchovávání historie, kopírování podstromů materiálů, respektováním diferencovaných přístupových práv, robustním zálohováním, velmi vysokou kapacitou (terabajty), kešování atd. Úložiště je možné využít i opačným směrem – pro odevzdávání studentských prací. Nyní je ve fázi příprava aplikace pro pořizování a provádění jednoduchých (polo)automaticky vyhodnocovaných testů, zhruba pokrývajících struktury IMS QTI⁷.

Lze očekávat, že po jistém přechodném období (spíše ovšem v řádu let než měsíců) může IS MU zcela nahradit klasické LMS typu Moodle, bude-li jeho uživatelské rozhraní a zejména doba odezvy všeobecně přijatelná.

Aby bylo nasazení IS MU v tomto segmentu snazší a přechod z Moodle hladký, řeší se souběžně s tím řada dílčích podpůrných projektů – většinou jako studentské (bakalářské, diplomové, semestrální předmětové) práce:

- autorské systémy pro vkládání a editaci testů pro IS MU;
- konverze mezi IMS QTI a vnějším formátem testů v IS MU;
- převodníky mezi formáty Moodle a IS MU (příp. QTI).

Kromě toho tým kolem nasazení Moodle spolupracuje s vývojáři IS na analýze potřeb a návrzích možných řešení v oblasti elektronické podpory výuky, což napomůže akceptovat e-learningová řešení na bázi IS MU napříč univerzitou.

Použitá literatura a WWW odkazy

1. PAVLOVIČ, Jan, PITNER, Tomáš, SMRŽ, Pavel, VERNER, Jiří. Customizing of ILIAS and its Integration with the University Information System. Proc. of International ILIAS Conference 2003, Universität zu Köln, 2003.
2. PITNER, Tomáš. Úvod do LMS Ilias. Sborník konference SCO 2004. Masarykova univerzita, 2004.
3. ILIAS open source. Dostupné na World Wide Web [online] <<http://www.ilias.uni-koeln.de/ios/index-e.html>> Universität zu Köln [cit. 2004-05-03]
4. Moodle - A Free, Open Source Course Management System for Online Learning. [online] Dostupné na World Wide Web: <<http://moodle.org>> [cit. 2004-05-03]
5. Informační systém Masarykovy univerzity. [online] Dostupné na World Wide Web: <<http://is.muni.cz>> [cit. 2004-05-03]
6. Déjà Vu 3 – Translation memory and productivity system. [online] Dostupné na World Wide Web: <<http://www.atril.com>> [cit. 2004-05-03]
7. IMS Global Learning Consortium, Inc. IMS Question & Test Interoperability Specification. [online] Dostupné na World Wide Web: <<http://www.imsglobal.org/question/index.cfm>> [cit. 2004-05-03]

Tvorba obsahu v adaptívnych hypermédiách pre e-vzdelávanie

Mária Bieliková[†]
bielik@fiit.stuba.sk

Jaroslav Kuruc^{*}
kuruc@fiit.stuba.sk

Abstrakt: V príspevku sa zaoberáme aspektmi návrhu modelov adaptívneho výučbového systému a podporou ich naplňania obsahom. Z tohto pohľadu je najviac diskutovaný doménový model, keďže tento je špecifický pre každý systém. Ide vlastne o priestor vedomostí, ktoré sa prezentujú používateľovi (študentovi). Zaoberáme sa možnosťami štruktúrovania priestoru vedomostí a definovaním vzťahov medzi konceptmi v tomto priestore. Druhou oblasťou je definovanie a naplnenie samotného informačného priestoru, ktorý reprezentuje obsah konceptov. Uvedieme príklady návrhu modelov, ktoré sa používajú v kontexte adaptívnych systémov pre vzdelávanie. V príspevku sa podrobnejšie venujeme systému AHA!, verzia 2.0 – adaptívnemu webovému systému. Ide o otvorený systém vytvorený s cieľom širšie sprístupniť adaptívne hypermédie.

Kľúčové slova: adaptívne hypermédie, e-vzdelávanie, model domény, model používateľa, prispôsobovanie, AHA!

1 Úvod

Adaptívne hypermédie (AH) umožňujú prispôsobenie prezentácie (obsahu aj výzoru) a tiež navigácie jednotlivým používateľom, resp. skupinám používateľov. Vhodnosť použitia adaptívnych hypermedií v aplikáciách pre výučbu je daná tým, že efektívnosť učenia sa významne závisí od možnosti prispôsobenia študijného materiálu jednotlivým študentom. Nie náhodou medzi prvými AH systémami nájdeme práve systémy pre vzdelávanie [6]. Použitie AH systémov v spojení s prostredím Internetu, najmä služby World Wide Web, v určitom zmysle ohraničuje použité technológie, ale na druhej strane umožňuje prenosnosť a podporuje distribuovanosť vzdelávania [1].

Prispôsobovanie v AH systéme je založené na vedomostiach o obsahu jednotlivých stránok, väzbách medzi nimi a predpokladoch o vedomostiach, preferenciách a ďalších charakteristikách študenta. Podstatnou činnosťou pri tvorbe AH systémov je práve vytvorenie obsahu a tiež získanie a reprezentácia vedomostí o prispôbovaní. V súčasnosti sa využívajú najmä prístupy založené na explicitnej reprezentácii vedomostí prostredníctvom pravidiel. Vedomosti sú uložené aj implicitne v štruktúre informačného priestoru (napr. definovaním vzťahu prerekvizít medzi konceptmi). Ďalšou kategóriou vstupov, ktoré sa využívajú pri prispôbovaní sú informácie zozbierané počas používania AH systému (reprezentujú správanie používateľa a možno z nich odvodiť hypotézy o úrovni vedomostí používateľa).

V tomto príspevku sa zameriame na podporu tvorby modelov adaptívneho hypermediálneho systému. Diskutujeme možnosti štruktúrovania informačného priestoru AH systému a podporu jeho naplňania. Tvorbu obsahu AH systémov vysvetlíme na príklade systému AHA!, ktorý bol vyvinutý na univerzite v Eindhovene s cieľom širšie sprístupniť adaptívne hypermédie.

[†] Ústav informatiky a softvérového inžinierstva, Fakulta informatiky a informačných technológií,
Slovenská technická univerzita v Bratislave, Ilkovičova 3, 842 16 Bratislava

2 Návrh obsahu adaptívneho sídla pre e-vzdelávanie

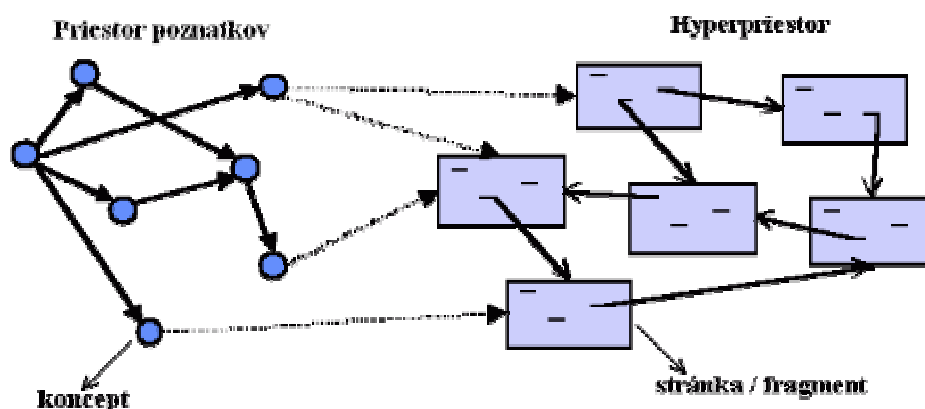
2.1 Návrh modelov

AH systém zahŕňa tieto modely [2]:

- *model aplikačnej domény*, ktorý opisuje štruktúru obsahu hypermediálneho systému,
- *informačná báza*, ktorá obsahuje materiál prezentovaný používateľovi,
- *model prispôsobovania*, kde sú vyjadrené vedomosti o prispôsobovaní,
- *model používateľa* a/alebo *model prostredia*, ktoré predstavujú zdroj prispôsobovania.

Aktívnym prvkom systému je *mechanizmus prispôsobovania*, ktorý zabezpečuje prispôsobovanie.

V prípade AH systému pre e-vzdelávanie model aplikačnej domény predstavuje priestor vedomostí (poznatkov), ktoré systém prezentuje používateľovi – študentovi. Najčastejšie sa reprezentuje prostredníctvom konceptov. Informačná báza (hyperpriestor) obsahuje študijný materiál a často sa rozčleňuje na informačné fragmenty (pozri obr. 1). V prípade webových AH systémov pre e-vzdelávanie informačný fragment predstavuje stránku alebo časť stránky.



Obr. 1. Štruktúra informačného priestoru AH systému pre e-vzdelávanie [7].

V prvých AH systémoch pre e-vzdelávanie vzťah medzi konceptmi a informačnými fragmentmi bol jednoduchý v tom zmysle, že každému konceptu zodpovedal jeden informačný fragment reprezentovaný web stránkou. Na efektívne použitie AH systému sa ukazuje takáto granularita ako nepostačujúca. V súčasnosti existuje niekoľko systémov, ktoré používajú indexovanie fragmentov stránok, t.j. stránky sú rozdelené do fragmentov a definujú sa vzťahy s konceptmi v modeli aplikačnej domény (vedomosť reprezentovaná konceptom sa realizuje príslušným informačným fragmentom). Takýto spôsob využíva napr. systém WHURLE [4] alebo AHA! [10].

Na štruktúrovanie doménového modelu (priestor vedomostí reprezentovaný konceptmi) sa často používa relácia *jeRodič*, pomocou ktorej možno definovať hierarchiu konceptov (podobne ako v knihe máme kapitoly, podkapitoly a pod).

2.2 Naplnenie modelov obsahom

Naplnenie informačného priestoru spočíva vo vytvorení učebných textov prislúchajúcich jednotlivým konceptom. V súčasných systémoch sa používajú dva prístupy: prístup založený na značkách (angl. markup) a prístup založený na využití grafického rozhrania (GUI) [7]. Napĺňanie sa vo všeobecnosti nelíši od napĺňania iných (hypermediálnych, webových) aplikácií. Špecifické je získanie a reprezentácia znalostí o prispôsobovaní, ktoré sú často

„prepletené“ s modelom aplikačnej domény (napr. v systémoch AHA! [10] a TIM [3] sa pravidlá pre prispôsobovanie definujú ako hodnoty atribútov konceptov).

Prístupy založené na značkách umožňujú vo všeobecnosti využitie všetkých navrhnutých vlastností reprezentácie. Je možné vytvoriť niekoľko rôznych reprezentácií (na rôznych úrovniach abstrakcie), ktoré sa transformáciami prevedú do vnútornej formy, s ktorou pracuje mechanizmus prispôsobovania. Prvým systémom, ktorý využíval prístup založený na značkách bol InterBook systém, kde autor vytváral obsah v MS Word [5]. Súčasný systém využíva jazyk XML. Výhodou je veľká výrazová sila, nevýhodou možnosť chýb a najmä nevyhnutnosť vedomostí súvisiacich so syntaxou a sémantikou zápisu.

GUI prístupy riešia uvedený problém. Vo väčšine prípadov využívajú grafické rozhranie prostredníctvom formulárov. Vzhľadom na zložitosť informačného priestoru väčšiny AH systémov je návrh a aj napĺňanie obsahu neprehľadné a vyžaduje, aby si autor udržoval informácie o zložitých väzbách medzi jednotlivými elementami.

3 Príklad – tvorba obsahu v systéme AHA!

V súčasnosti existuje viacero adaptívnych systémov pre e-vzdelávanie. Jedným z nich je aj systém AHA! [10], ktorý sa vyvíja s cieľom vytvorenia univerzálneho prostriedku pre tvorbu adaptívnych systémov, a to nielen pre oblasť e-vzdelávania. Tento cieľ je zrejmý aj z jeho názvu, kde AHA! znamená „Adaptive Hypermedia for All“.

Ide o otvorený webový systém. Je založený na princípe prispôsobovania webového obsahu, ktorý poskytuje. Samotný obsah sa definuje vo forme adaptívnych prezentácií. Systém AHA! vychádza z modelu AHAM [8] (Adaptive Hypermedia Application Model), t.j. definuje sa doménový model, model prispôsobovania a model používateľa.

3.1 Doménový model a model prispôsobovania

Definícia doménového modelu spočíva vo vytvorení grafu konceptov. Tento graf vyjadruje závislosti medzi jednotlivými konceptmi a zvyčajne tak určuje spôsob, v akom poradi by sa mali jednotlivé koncepty prezentovať používateľovi. AHA! spája špecifikáciu tohto modelu so špecifikáciou modelu prispôsobovania. Autor pre každý koncept definuje tieto vlastnosti:

- jedinečné meno konceptu, na základe ktorého sa tento koncept používa v pravidlách prispôsobovania,
- opis konceptu, ktorý slúži ako pomocný text pre autora,
- zdroj prislúchajúci danému konceptu v informačnom priestore,
- výraz vyjadrujúci vhodnosť daného konceptu, na základe ktorého sa neskôr prispôbujú odkazy na tento koncept,
- atribúty, ktoré definujú typy informácií uchovávané pre jednotlivé koncepty v modeli používateľa,
- pravidlá prispôsobovania, na základe ktorých sa pri zobrazení daného konceptu modifikuje model používateľa.

Vhodnosť konceptu sa vyjadruje výrazom, ktorý sa vyhodnocuje v prípade odkazovania sa na tento koncept. Na základe výsledku vyhodnotenia dochádza k prispôbovaniu spomínaného odkazu. V prípade, že koncept sa vyhodnotí ako nevhodný, dochádza k skrývaniu odkazu, t.j. odkaz sa zobrazí ako normálny text (bez podčiarknutia, ktoré signalizuje odkaz). V prípade vhodnosti konceptu je výzor odkazu prispôbený formou zobrazenia v rôznych farbách na základe toho, či koncept, na ktorý daný odkaz smeruje, už bol v minulosti zobrazený.

Definícia konceptu tiež obsahuje definíciu atribútov, ktorých hodnoty sa pre každého používateľa ukladajú v modeli používateľa. Na základe hodnôt týchto atribútov dochádza k prispôsobovaniu prezentácie pre toho ktorého používateľa. Definícia atribútu konceptu obsahuje tieto vlastnosti:

- meno atribútu jedinečné v rámci daného konceptu, na základe ktorého sa tento atribút konceptu adresuje v pravidlách prispôsobovania,
- opis atribútu, ktorý slúži ako pomocný text pre autora,
- typ atribútu (boolovská hodnota, celé číslo alebo reťazec),
- perzistencia, teda či je hodnota tohto atribútu len dočasná počas vyhodnocovania pravidiel prispôsobovania alebo sa ukladá,
- príznak, či ide o systémový atribút,
- príznak, či si sám používateľ môže hodnotu tohto atribútu meniť,
- prednastavená (štandardná) hodnota.

Každý atribút môže navyše obsahovať ľubovoľný počet pravidiel prispôsobovania, ktoré určujú, akým spôsobom sa mení model používateľa (hodnota niektorých z atribútov konceptov) pri zmene hodnoty daného atribútu. AHA! definuje pre každý koncept povinný atribút boolovského typu s názvom *access*, ktorého hodnota sa v prípade zobrazenia daného konceptu dočasne nastaví na *true*. Je tak možné definovať pravidlá prispôsobovania, ktoré sa vykonajú pri zobrazení konceptu. Definícia pravidla prispôsobovania obsahuje tieto vlastnosti:

- príznak, či sa pri zmene hodnoty niektorého z atribútov konceptu počas vyhodnocovania tohto pravidla majú vyhodnotiť aj pravidlá asociované s menenými atribútmi,
- podmienka, na základe ktorej je vyhodnotené pravidlo,
- akcie, ktoré sa majú vykonať v prípade splnenia predchádzajúcej podmienky,
- akcie, ktoré sa majú vykonať v prípade nesplnenia predchádzajúcej podmienky.

Okrem pravidiel prispôsobovania definovaných pre jednotlivé atribúty obsahuje model prispôsobovania taktiež mechanizmy na prispôsobovanie informačného priestoru, ktorý prislúcha jednotlivým konceptom. Poskytuje mechanizmus skrývania fragmentov, kedy sa blok textu zobrazí iba v prípade splnenia predpísaného pravidla, resp. v prípade jeho nesplnenia sa zobrazí alternatívny blok textu. Ďalším už spomínaným mechanizmom prispôsobovania informačného priestoru je prispôsobovanie odkazov. Odkazy môžu byť nepodmienené, kedy sa zobrazujú vždy rovnako (a teda sa neprispôbujú) alebo môžu byť podmienené, čo znamená, že spôsob ich zobrazenia závisí od vhodnosti konceptu, na ktorý odkazujú. Počas prispôsobovania takýchto odkazov dochádza buď k skrývaniu odkazov alebo k ich anotovaniu.

3.2 Model používateľa

Úlohou modelu používateľa v systéme AHA! je udržiavať hodnoty atribútov konceptov pre jednotlivých používateľov. Hodnoty atribútov sa počas používania systému menia, najmä z dôvodu (predpokladanej) zmeny stavu vedomostí používateľa. Tieto hodnoty sú dôležité pre riadenie samotného prispôsobovania. Požiadavka na zobrazenie časti informačného priestoru prislúchajúcej niektorému z konceptov sa v systéme AHA! spracuje takto:

1. Klient zašle serveru požiadavku na zobrazenie stránky.

2. Server identifikuje prislúchajúci koncept a na základe pravidiel definovaných pre atribút *access* tohto konceptu vykoná akcie, ktoré zabezpečia zmeny v modeli používateľa.
3. Server vyhodnotí prípadné podmienky určujúce zobrazenie/skrytie podmienených blokov zobrazovanej stránky a na základe výsledku ich do zobrazovaného textu buď zahrnie alebo nezahrnie. Taktiež sa prispôsobia podmienené odkazy.
4. Výslednú stránku pošle server späť klientovi.

Atribúty konceptov vo svojej definícii obsahujú informáciu o tom, či je možné ich hodnoty v modeli používateľa zo strany samotného používateľa meniť. Adaptívna prezentácia tak môže poskytovať rozhranie, cez ktoré možno realizovať zmenu hodnôt v modeli používateľa.

Systém AHA! definuje pre každú prezentáciu povinný koncept s názvom *personal*, ktorý slúži ako prostriedok na ukladanie preferencií používateľa, ktoré tiež možno brať do úvahy v modeli prispôsobovania. Každá takáto preferencia sa definuje ako atribút tohto konceptu.

3.3 Príklad definície adaptívnej prezentácie

Definíciu doménového modelu a modelu prispôsobovania si ukážeme na príklade (príklad je prevzatý z [9]). Na ich reprezentáciu používa AHA! alternatívne formát XML, resp. relačnú databázu MySQL. Príklad, ktorý uvádzame, ukazuje reprezentáciu pomocou formátu XML (táto reprezentácia je mierne upravená z dôvodu prezentovateľnosti).

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE conceptList SYSTEM 'concept.dtd'>

<conceptList>
  <name>Belgian Beer Example</name>
  <concept>
    <name>de_koninck</name>
    <desc>first author's favorite beer</desc>
    <resource>de_koninck.xhtml</resource>
    <req>beer.interest > 50</req>

    <attribute name="access" type="bool"
      isPersistent="false" isSystem="true"
      isChangeable="false">
      <default>false</default>

    <generateListItem isPropagating="true">
      <req>beer.interest < 100</req>
      <trueActions>
        <action>
          <concept>beer</concept>
          <attribute>interest</attribute>
          <expr>beer.interest + 10</expr>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>

    <generateListItem isPropagating="true">
      <req>chocolate.interest < 50 and
        chocolate.interest > 4</req>
      <trueActions>
        <action>
          <concept>chocolate</concept>
          <attribute>interest</attribute>
          <expr>chocolate.interest - 5</expr>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>

    <generateListItem isPropagating="true">
      <req>beer.interest > 50</req>
      <trueActions>
        <action>
          <concept>de_koninck</concept>
          <attribute>knowledge</attribute>
          <expr>100</expr>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>

    <generateListItem isPropagating="true">
      <req>beer.interest < 100</req>
      <trueActions>
        <action>
          <concept>de_koninck</concept>
          <attribute>knowledge</attribute>
          <expr>35</expr>
        </action>
      </trueActions>
    </generateListItem>

    <attribute name="knowledge" type="bool"
      isPersistent="true" isSystem="false"
      isChangeable="true">
      <default>0</default>
      <generateListItem isPropagating="true">
        <req>true</req>
        <trueActions>
          <action>
            <concept>beer</concept>
            <attribute>knowledge</attribute>
            <expr>beer.knowledge +
              0.2*_de_koninck.knowledge</expr>
          </action>
        </trueActions>
      </generateListItem>
    </attribute>
  </concept>
  ...
</conceptList>
```

Príklad obsahuje definíciu konceptu *de_koninck*, ktorému v informačnom priestore prislúcha zdroj (stránka) *de_koninck.xhtml*. V prípade odkazovania sa na stránku prislúchajúcu tomuto konceptu je príslušný odkaz prispôsobený na základe splnenia podmienky *beer.interest > 50*. Táto podmienka vyjadruje záujem daného používateľa o informácie prislúchajúce konceptu *beer* vyjadrený hodnotou jeho atribútu *interest*. V prípade nesplnenia tejto podmienky (hodnota atribútu je menšia alebo rovná hodnote 50), dochádza k skrytiu odkazu (prezentuje sa ako bežný text bez podčiarknutia). Naopak, v prípade splnenia tejto podmienky (hodnota atribútu je väčšia ako hodnota 50), dochádza k anotovaniu odkazu (odkaz systém prezentuje farebne, v závislosti od toho, či už v minulosti bol zobrazený alebo nie).

Pri požiadavke zobrazenia stránky prislúchajúcej konceptu *de_koninck* systém dočasne nastaví hodnotu atribútu *access* tohto konceptu na hodnotu *true*. Keďže tento atribút nie je perzistentný, jeho hodnota sa neukladá v modeli používateľa a po vyhodnotení pravidiel prispôsobovania asociovaných so zmenou hodnoty tohto atribútu sa jeho hodnota opäť nastaví na prednastavenú hodnotu.

Spomínaný atribút má asociované tri pravidlá prispôsobovania. Prvé z nich zabezpečuje zvýšenie záujmu o informácie prislúchajúce konceptu *beer* (atribút *interest*), avšak iba dovtedy, kým jeho hodnota nedosiahne hodnotu 100. Druhé z nich zabezpečuje zníženie záujmu o informácie prislúchajúce konceptu *chocolate*, avšak iba v prípade, že tento nie je príliš vysoký (jeho hodnota je menšia ako hodnota 50), pričom k zníženiu dôjde iba vtedy, ak sa hodnota nezníži pod hranicu 0. Tretie pravidlo zabezpečí, že používateľom, ktorí sa zaujímajú o informácie prislúchajúce konceptu *beer*, sa stanoví znalosť konceptu *de_koninck* (atribút *knowledge*) na hodnotu 100, kým v prípade nezájmu sa jeho znalosť stanoví na hodnotu 35.

Koncept *de_koninck* má tiež definovaný atribút *knowledge*, ktorý vyjadruje znalosť tohto konceptu. Keďže ide o perzistentný atribút, jeho hodnota sa ukladá v modeli používateľa. Prednastavená hodnota znalosti tohto konceptu je stanovená na hodnotu 0. Pravidlo asociované s týmto atribútom vyjadruje, že akákoľvek zmena znalosti konceptu *de_koninck* má za následok aj zmenu znalosti konceptu *beer*, pričom k znalosti konceptu *beer* sa pripočíta hodnota, o ktorú sa mení znalosť konceptu *de_koninck* (vyjadrené predpisom *_de_koninck.knowledge*), vynásobená koeficientom 0,2.

Ako je z uvedeného príkladu zrejmé, pri zobrazení stránky *de_koninck.xhtml* dochádza k zmene záujmu o informácie prislúchajúce konceptom *beer* a *chocolate* a taktiež dochádza k zmene znalosti konceptu *de_koninck*. Pri zmene znalosti tohto konceptu sa vyhodnotí príslušné pravidlo, čo zase spôsobuje zmenu znalosti konceptu *beer*. Zmena záujmu o informácie prislúchajúce konceptom *beer* a *chocolate*, ako aj zmena znalosti konceptu *beer* spôsobuje vyhodnotenie pravidiel asociovaných s príslušnými atribútmi týchto konceptov, tie však už uvedený príklad neobsahuje.

Definovaním pravidla prispôsobovania môže nastať prípad, kedy zmena hodnoty atribútu má za následok zmenu hodnoty iného atribútu, ktorý zase mení hodnotu prvého atribútu. Inými slovami, môže dôjsť k zacykleniu pri vyhodnocovaní pravidiel prispôsobovania. Súčasťou definície pravidla je preto aj príznak *isPropagating*, ktorý vyjadruje, či sa pri jeho vyhodnocovaní majú vyhodnocovať aj prípadné ďalšie pravidlá vyplývajúce z dôsledkov pôvodného pravidla, mnohokrát vyvolané zmenou hodnoty niektorého ďalšieho atribútu.

Model používateľa, v ktorom sa pre jednotlivých používateľov ukladajú hodnoty atribútov konceptov, systém AHA! reprezentuje taktiež pomocou formátu XML. Týmto spôsobom sa rieši potreba perzistencie niektorých atribútov konceptov.

Nasledujúci príklad znázorňuje formát ukladania modelu používateľa v jazyku XML.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE profile SYSTEM 'profile.dtd'>
<profile>
  <record>
    <key>personal.id</key>
    <type>string</type>
    <persistent>true</persistent>
    <value>debra</value>
  </record>
  <record>
    <key>personal.email</key>
    <type>string</type>
    <persistent>true</persistent>
    <value>debra@win.tue.nl</value>
  </record>
  <record>
    <key>personal.goodlink</key>
    <type>string</type>
    <persistent>true</persistent>
    <value>0000ff</value>
  </record>
  <record>
    <key>personal.badlink</key>
    <type>string</type>
    <persistent>true</persistent>
    <value>000000</value>
  </record>
  ...
  <record>
    <key>de_koninck.knowledge</key>
    <type>int</type>
    <persistent>true</persistent>
    <value>35</value>
  </record>
  <record>
    <key>beer.knowledge</key>
    <type>int</type>
    <persistent>true</persistent>
    <value>20</value>
  </record>
  <record>
    <key>beer.interest</key>
    <type>int</type>
    <persistent>true</persistent>
    <value>40</value>
  </record>
  <record>
    <key>chocolate.knowledge</key>
    <type>int</type>
    <persistent>true</persistent>
    <value>15</value>
  </record>
  <record>
    <key>chocolate.interest</key>
    <type>int</type>
    <persistent>true</persistent>
    <value>20</value>
  </record>
  ...
</profile>
```

Ako sme už uviedli vyššie, model používateľa obsahuje hodnoty atribútov preddefinovaného konceptu *personal*. Okrem toho obsahuje aj atribúty autorom definovaných konceptov, v tomto prípade tak, ako boli definované v predchádzajúcom príklade. Ide o atribút *knowledge* pre koncepty *de_koninck*, *beer* a *chocolate*, ako aj atribút *interest* pre koncepty *beer* a *chocolate*.

Stránky informačného priestoru sú v systéme AHA! reprezentované pomocou formátu XHTML, ktorý je rozšírený o špeciálne značky umožňujúce definovanie podmienených blokov. Nižšie je príklad definície takéhoto bloku:

```
<if expr="beer.knowledge > 50">
  <block>text</block>
</if>

<if expr="beer.knowledge > 50">
  <block>text A</block>
  <block>text B</block>
</if>
```

Ako je z príkladu zrejmé, existujú dve alternatívy definície. Prvá z nich (vľavo) v prípade splnenia podmienky *beer.knowledge* > 50 zabezpečí zobrazenie textu v bloku. Druhý spôsob definície v prípade splnenia rovnakej podmienky zabezpečí zobrazenie textu A, v opačnom prípade zobrazenie textu B.

Okrem podmienených blokov je možné v stránkach informačného priestoru prispôbovať aj odkazy. V nasledujúcom príklade uvádzame ako prvú definíciu podmieneného odkazu, za ktorou nasleduje definícia nepodmieneného odkazu.

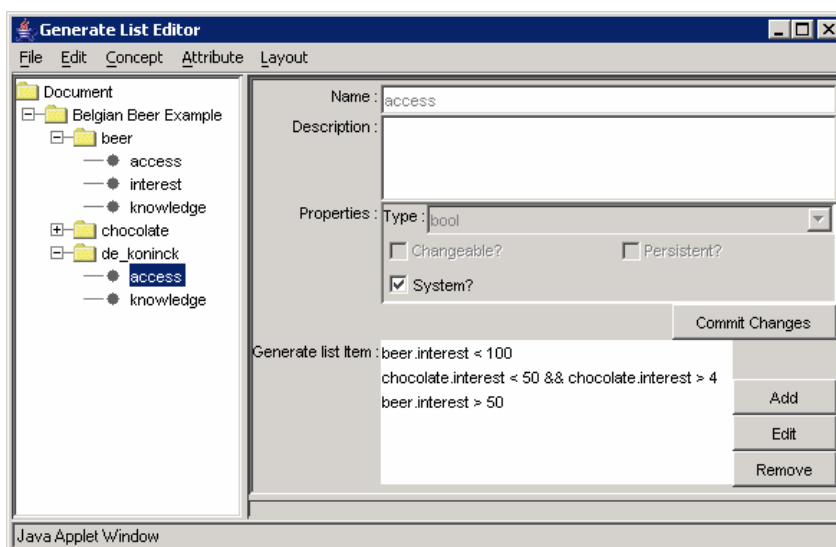
```
<a href="de_koninck.xhtml" class="conditional">link</a>
<a href="de_koninck.xhtml" class="unconditional">link</a>
```

3.4 Podporné prostriedky na definíciu adaptívnej prezentácie

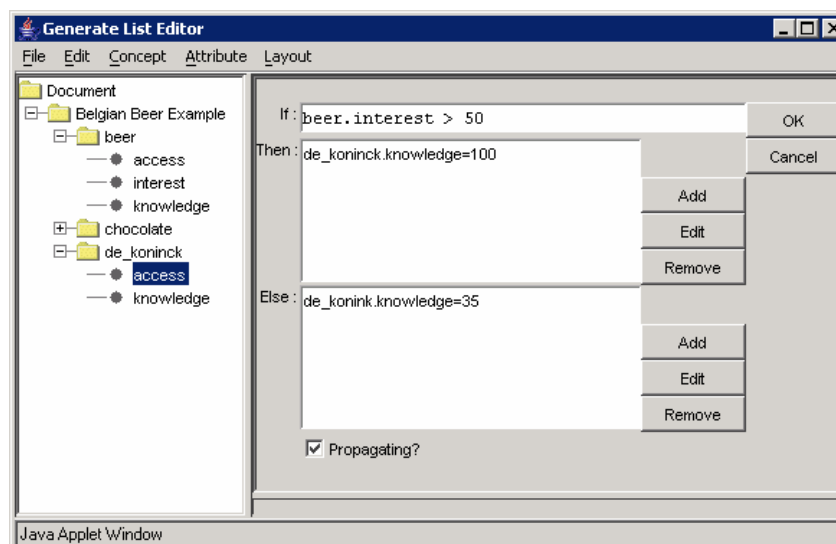
Definovanie doménového modelu a modelu prispôsobovania vo formáte XML môže byť pre autora adaptívnej prezentácie mnohokrát príliš zložitý a neprehľadný. Navyše autorom obsahu systému pre e-vzdelávanie môže byť (a často aj je) pedagóg, ktorý nemusí byť dostatočne technicky zdatný. Aj z tohto dôvodu AHA! poskytuje dva podporné prostriedky, ktorých úlohou je uľahčiť a sprehľadniť proces navrhovania tejto prezentácie. Sú to prostriedky *Concept Editor* a *Graph Author*.

Concept Editor je softvérový prostriedok, ktorý umožňuje definovať koncepty, ich atribúty, pravidlá vhodnosti ako aj pravidlá prispôsobovania. Cieľom je odbremeniť autora od potreby znalosti syntaxe XML, v ktorej je samotná definícia zapísaná. Poskytuje GUI rozhranie, v ktorom je možné zapisovať spomínané definície prostredníctvom formulárov. Tento prostriedok umožňuje vytvorenie ľubovoľnej sady konceptov, atribútov a pravidiel. Ukážka GUI rozhrania je na obr. 2 a 3. Príklad uvádza definíciu konceptov uvedenú v časti 3.3, kde obr. 2 znázorňuje rozhranie pre definíciu atribútu konceptu a obr. 3 rozhranie pre definíciu pravidla prispôsobovania.

Graph Author umožňuje definíciu konceptov pomocou grafickej notácie. Cieľom je umožniť autorovi abstrakciu spôsobu definovania modelov (doménového aj modelu prispôsobovania). Graph Author je založený na princípe preddefinovania štandard-



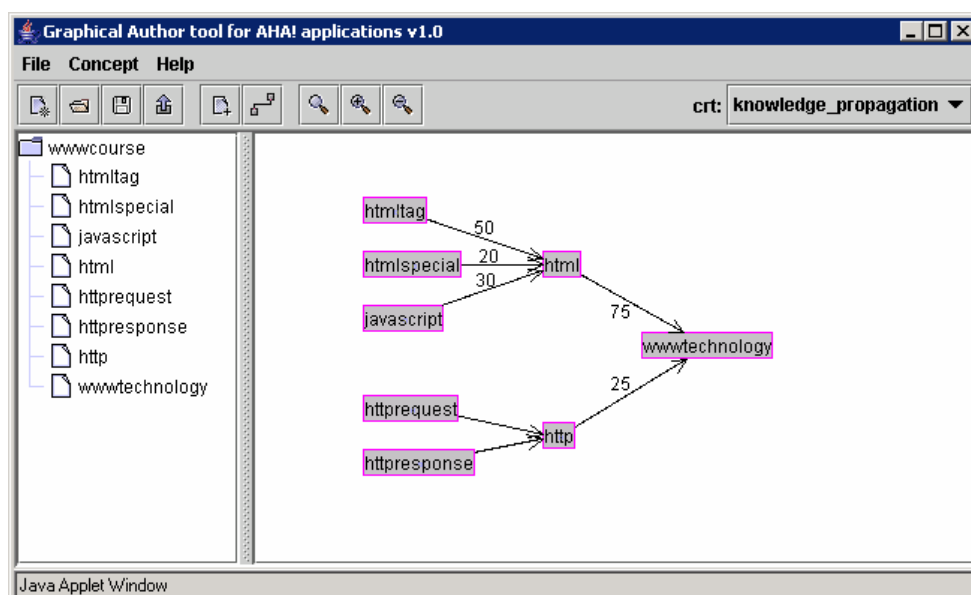
Obr. 2. AHA! Concept Editor.



Obr. 3. AHA! Concept Editor.

ných vzťahov medzi konceptmi, ktoré sa najčastejšie vyskytujú pri tvorbe týchto modelov.

Klasickým príkladom je vzťah *prerekvizita*, ktorý určuje nevyhnutnosť znalosti jedného konceptu pre znalosť iného konceptu. Ďalšími príkladmi takýchto vzťahov sú napr. vzťahy *záujem*, *šírenie znalosti* a iné. Tieto vzťahy sa vo výsledných modeloch premietnu ako sada konkrétnych atribútov a pravidiel prispôsobovania. Ukážku definície grafu konceptov v tomto prostriedku znázorňuje obr. 4 [11]. Príklad uvádza definíciu konceptov, medzi ktorými sú definované vzťahy typu *šírenie znalosti*. Uvedená definícia stanovuje, akým spôsobom vplýva znalosť čiastkových WWW technológií na celkovú znalosť tejto technológie. Napríklad, znalosť značiek jazyka HTML vplýva päťdesiatimi percentami na celkovú znalosť tohto jazyka, kým v prípade JavaScriptu je to iba 30%. Obdobne je to v prípade protokolu HTTP, kde však rovnakým spôsobom vplýva znalosť formátu požiadaviek na server ako aj formátu odpovedí zo servera. Podľa uvedeného príkladu na celkovú znalosť technológie WWW vplýva tromi dielmi znalosť jazyka HTML a jedným dielom znalosť protokolu HTTP.



Obr. 4. Graph Author.

Keďže sú stránky informačného priestoru reprezentované štandardným formátom XHTML, pri ich tvorbe je možné použiť ľubovoľný editor webových stránok. Aj z tohto dôvodu systém AHA! neposkytuje žiadny ďalší podporný prostriedok na ich definíciu.

4 Záver

Adaptívne hypermédiá predstavujú v súčasnosti prirodzený posun v systémoch pre e-vzdelávanie. Výskum v tejto oblasti je úzko prepojený s výskumom v oblasti psychológie, keďže nástroje pre adaptívne hypermédiá majú podporiť proces učenia. Viac ako desaťročný výskum v tejto oblasti vyústil do stavu, kedy pôvodne ad-hoc prístupy v súčasnosti nahrádzajú prístupy na základe všeobecne akceptovaných metód a techník pre prispôsobovanie. Dôsledkom určitej „stabilizácie“ a nájdenia vhodných postupov sa prirodzene výskum posúva aj do oblasti metód a techník návrhu modelov a ich naplnenia.

Cieľom tohto príspevku bolo podať pohľad na stav v oblasti návrhu a naplňania modelov adaptívnych hypermediálnych systémov pre e-vzdelávanie prostredníctvom príkladu takéhoto systému – systému AHA!. AHA! vznikol na základe zovšeobecnenia skúseností s tvorbou

adaptívnych učebníc. Zovšeobecnenie sa týka dvoch dimenzií – e-vzdelávania, t.j. možnosti vytvorenia ďalších adaptívnych učebníc a tiež adaptívnych systémov všeobecne, t.j. ambíciou AHA! je využitie nielen v adaptívnych systémoch pre vzdelávanie (podobne ako vznikali aj prázdne expertné systémy).

Súčasný systém len veľmi slabo podporujú vytváranie modelov na rôznych úrovniach abstrakcie. Vychádzajú z reprezentácie a umožňujú priamo alebo prostredníctvom formulárov naplňať jednotlivé štruktúry. Výskum v tejto oblasti je otvorený, priestor je najmä v skúmaní vhodných modelov a abstrakcií informačného priestoru a tiež v nových prístupoch k používateľskému rozhraniu, ktoré umožnia efektívne vytváranie a znovupoužívanie materiálov pre výučbu.

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

8. Bieliková, M.: Adaptívna prezentácia hypermédií na webe. In *Proc. of DATAKON 2003*, L. Popelínský (Ed.), Brno, 2003, pp. 72-91.
9. Bieliková, M.: Využitie adaptívnych hypermédií pre e-vzdelávanie. In *Proc. of Technologie pro e-vzdělávání*. B. Mannová, P. Šaloun (Eds.), Praha, 2003, pp. 15-21.
10. Bieliková, M., Habala, R.: Time-Based Extensions to Adaptation Techniques. In *Proc. of Int. Conference on Adaptive Hypermedia – AH 2004*. Springer Verlag, LNCS, Eindhoven, The Netherlands, August 2004, Accepted.
11. Brailsford, T.J.; Stewart, C.D.; Zakaria, M.R. & Moore, A.: Autonavagation, Links and Narrative in an Adaptive Web-Based Integrated Learning Environment. In *Proc. of 11th Int. World Wide Web Conference*, Honolulu, Hawaii, May 2002.
12. Brusilovsky, P., Schwarz, E., Weber, G.: A tool for developing adaptive electronic textbooks on WWW. In *Proc. of WebNet'96, World Conference on the Web Society*, H. Maurer (Ed.), San Francisco CA, AACE, October 1996, pp. 64-69.
13. Brusilovsky, P.: 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, 87-129.
14. Brusilovsky, P.: Developing adaptive educational hypermedia systems: From design models to authoring tools. In S. Blessing, T. Murray, S. Ainsworth (Eds.), *Authoring Tools for Advanced Technology Learning Environments*. Kluwer, 2003.
15. De Bra, P., Houben, G.J., Wu, H.: AHAM: A Dexter-based Reference Model for Adaptive Hypermedia. In *Proc. of the ACM Conference on Hypertext and Hypermedia*, Darmstadt, Germany, 1999, pp.147-156.
16. De Bra, P., Aerts, A., Smits, D., Stash, N.: AHA! Version 2.0, More Adaptation Flexibility for Authors. In *Proc. of the AACE ELearn'2002 Conference*, October 2002, pp. 240-246.
17. De Bra, P., Aerts, A., Berden, B., De Lange, B., Rousseau, B., Santic, T., Smits, D., Stash, N.: AHA! The Adaptive Hypermedia Architecture. In *Proc. of the ACM Hypertext Conference*, Nottingham, UK, August 2003, pp. 81-84.
18. Stash, N., De Bra, P.: Building Adaptive Presentations with AHA! 2.0. In *Proc. of the PEG Conference*, Saint Petersburg, Russia, June 2003.

Využití adaptivních hypermédií v e-vzdělávání – Electronic Teacher

Tomáš Kubeš[‡]

kubest1@fel.cvut.cz

Abstrakt: V příspěvku se budu zabývat využitím adaptivních hypermédií v e-vzdělávání. Stručně bych chtěl shrnout jejich možnosti ve zlepšování a zefektivňování výuky a současný stav na poli adaptivních hypermediálních aplikací. V druhé části bych chtěl prezentovat výsledky, kterých jsem dosáhl při implementaci prototypového adaptivního hypermediálního systému pro výuku „Electronic Teacher“ v rámci svojí bakalářské práce.

Klíčová slova: e-vzdělávání, adaptivní hypermédiá, přizpůsobování

1 Úvod

V dnešní době jsou již hypermédiá, zastoupená především WWW stránkami popřípadě celými aplikacemi, hlavním technologickým prostředkem elektronického vzdělávání. V současných systémech pro podporu e-vzdělávání se setkáváme s možností vytvářet stránky dynamicky, ale většinou pouze ve smyslu generování stránek z předem připraveného obsahu do předem připravené struktury s jednoznačně danou posloupností a umístěním stránky v rámci celého kursu. Takový přístup usnadňuje přípravu konzistentního a kompletního kursu, avšak takové podávání informací má stále spíše formu klasické knihy, nežli skutečně vzdělávacího média. Uživatel se stále jeví jako statické stránky, které vypadají stejně pokaždé, když na ně vstoupí.

Opravdový „elektronický učitel“ vznikne teprve pokud dáme systému možnost přizpůsobovat se potřebám uživatele, reagovat na jeho učební cíle, pochopit jeho studijní zvyklosti, poznat jeho pozadí a podle těchto informací mu nabízet látku v pro něj vhodné formě, struktuře a posloupnosti. Systém mající tyto vlastnosti se ke studentovi dokáže chovat jako jeho osobní učitel, a tak mu značně usnadní a zefektivní studium.

2 Adaptivní hypermédiá v e-vzdělávání

Využití hypermédií v e-vzdělávání je již poměrně dobře zmapováno. Existují rozličné systémy, přehledy a srovnání jsou hezky zpracované např. na [12], komerční i otevřené, podporující snadnou přípravu kursů a zabezpečující ostatní funkce učebního systému jako je například podpora komunikace, řešení úloh a odevzdávání vyřešených úkolů. Stejně tak již existují zpracované postupy a doporučení jak takové kursy vytvářet [9]. Toto však neplatí o adaptivních systémech, ty jsou ve stádiu vývoje a jejich praktické nasazení je výjimečné.

2.1 Adaptivní hypermediální výukový systém

Adaptivní hypermediální systém, je takový hypermediální systém, který sleduje každého svého individuálního uživatele, ukládá si informace o něm do modelu uživatele a podle nich pak uzpůsobuje zobrazení a navigaci v obsahu uloženém v modelu domény [11]. V základu rozeznáváme několik technik přizpůsobení - přizpůsobování prezentace: podmíněný text, stretch text, řazení; přizpůsobování navigace: adaptivní anotace, adaptivní mapy, adaptivní řazení a skrývání; dále existuje několik pokročilejších metod, které většinou inteligentně

[‡] České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, Karlovo nám. 13, 121 35 Praha 2

kombinují více výše popsaných způsobů, popřípadě přidávají další: přímé vedení, individuální tvorba výukové cesty, podpora řešení problémů a vyhledávání úkolů. V případě hlubšího zájmu o toto téma mohou čtenáři doporučit např. [2], [6], [7], [8], [10].

2.2 Zkušenosti s AH

Bohužel, vzhledem k nízkému rozšíření systémů neexistují komplexní studie jejich vlivu na efektivitu studia. Bylo provedeno několik testů na různých systémech, ale tyto testy zahrnovaly většinou pouze desítky studentů, a tak lze jen obtížně hovořit o obecném prokázání možností systémů. Nicméně například porovnání provedené mezi uživateli systému ELM-ART II [3], přineslo velmi poutavé výsledky; při počtu 30 studentů polovina, která měla možnost využívat adaptivní navigaci, jež jim navrhovala vhodné úlohy k řešení, prošla méně stránek a vyřešila až o 50% více testovacích úloh s nižším průměrným časem stráveným na úloze.

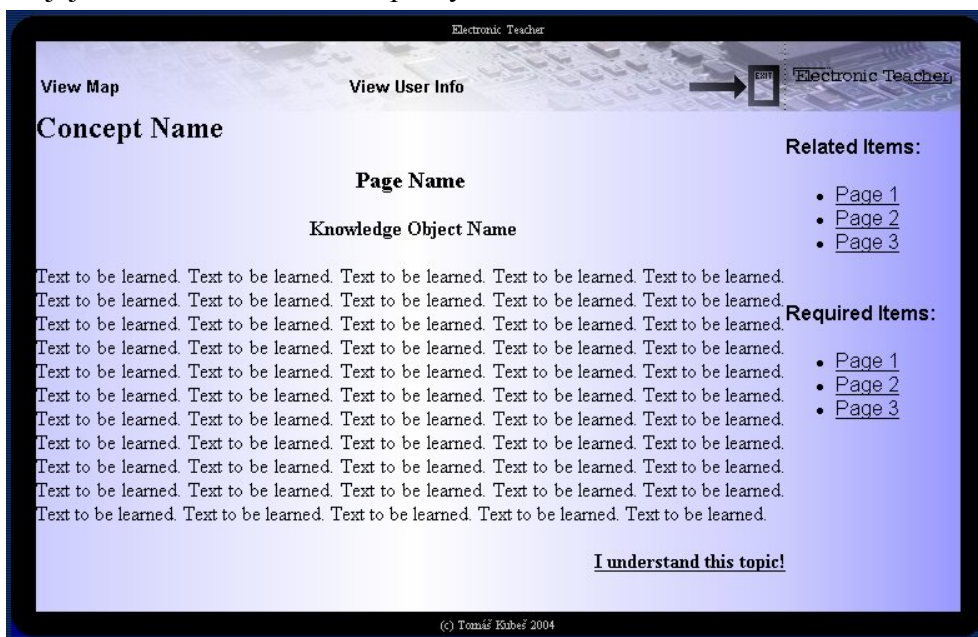
3 Electronic Teacher

3.3 O systému

V rámci své bakalářské práce jsem navrhl a prototypově implementoval řešení systému „Electronic Teacher“ – dále ET [1]. Chtěl jsem na něm ověřit možnosti implementace základních prvků adaptivního hypermediálního systému. Rozhodl jsem se do systému začlenit možnosti adaptivní anotace, adaptivního řazení, podmíněného textu (není nakonec implementována), hledání vhodné učební cesty, přímého vedení a zakrývání.

Systém jsem se rozhodl postavit na platformě LAMP – Linux, Apache, MySQL, PHP, protože velká část systémů, například zmíněný ELM-ART II [3], které jsou dnes užívány běží na méně obvyklých systémových konfiguracích, které omezují možnosti jejich rozšíření.

V rámci své práce jsem implementoval prototyp, který předváděl základní funkčnost a ukazoval hlavní možnosti adaptivního hypermediálního systému. Nebyl to však úplně kompletní adaptivní výukový systém, protože nedokázal řádně sbírat informace o uživateli – spoléhal na jejich zadání - a nenabízel prvky uživatelského komfortu.



Obr. 1

Systém (obr. 1) jsem naplnil menším množstvím vzorových dat a ověřoval jeho funkčnost a chování. Skutečné shlednutí chování systému bylo velmi zajímavé. Člověk má opravdu důvod věřit, že užívání vhodného AH systému může velmi zpříjemnit a zjednodušit studium. To dává tu nejlepší motivaci k pokračování v započaté práci.

3.4 Zkušenosti

Jak jsem zjistil, samotný základ webového adaptivního hypermediálního systému - tak jak je implementovaný v ET - není příliš komplikovaný. Zdrojové kódy - skripty, které se používají ke generování stránek nejsou o mnoho složitější, než-li ty, které bychom použili při tvorbě jakékoliv www aplikace postavené na práci s databází. Vlastně jediná část, která zde bude navíc, bude vyhodnocení pravidel, podle kterých jsou vybírány zobrazované stránky a odkazy na nich. Tato operace nemusí být složitá, v případě, že jsou dostupná vhodně předzpracovaná data, charakteristiky studenta a stránek. Pak stačí vyhodnotit booleovský výraz nebo spočítat „vhodnost“, což lze udělat pomocí příkazů pevně napsaných ve skriptu.

Nicméně s touto základní implementací systém stále není úplně adaptivní, protože ve značné míře musí spoléhat na to, že uživatel se sám posoudí a zadá do systému data o sobě. Takto napsaný systém totiž může svůj model uživatele rozšiřovat pouze v rámci získaných vědomostí, ale nikoliv s pomocí informací o čase stráveném nad úlohou

V případě, že se systém má chovat skutečně adaptivně a měl by sám poznat jaká strategie uživateli nejlépe vyhovuje a popřípadě jeho další charakteristiky, začíná se problém komplikovat. V takovém případě začne být nutné implementovat do systému krom podpory sběru dat také možnost zpracovávat získané informace způsobem – podle pravidel - definovatelným společně s obsahem, tj. nikoliv podle pravidel pevně vepsaných v kódu webové aplikace. Je tedy třeba implementovat překladač jakéhosi miniaturního jazyka viz. např. [6].

Další zvýšení složitosti bude nutné v případě záměru přidávat více typů obsahu. Jeho podstata ale bude především v technické rovině týkající se bezprostředně implementace.

Ve výsledku je tak skutečný adaptivní hypermediální systém velmi složitá aplikace. Na druhou stranu je však možné vyvíjet systém postupně, podle potřeb a reakcí uživatelů. Podobně vznikl například ELM-ART II.

3.5 Současný stav ET

Bohužel v dnešní době je samotná webová aplikace Electronic Teacher nefunkční, neboť poskytovatel webového prostoru omezil funkčnost databáze, která byla nutná pro správný běh systému. Na stránkách [1] je však stále dostupný „průvodce elektronickým učitelem“, jakási komentovaná prohlídka systému, ukazující jeho hlavní možnosti a předvádějící jeho hlavní funkce.

Původce je tvořen sledem statických webových stránek, na kterých uživatel sleduje první krůčky studenta systémem. Každá akce simulovaného studenta a odpověď systému na ni je doprovázena komentářem vysvětlujícím co a proč se stalo. Ač je prohlídka statická, je díky komentářům možná v mnohém názornější než-li systém jako takový.

4 Závěr

V dnešní době je využívání adaptivních hypermediálních systémů ve výuce pouze v začátcích. Všechny dosud vzniklé projekty stojí stále minimálně jednou nohou na půdě výzkumného projektu. Ačkoliv je několik systémů [3], [7] nasazeno do regulární výuky, stále se jedná o unikátní řešení postavená zároveň jako součást výzkumné práce v tomto oboru. Na

druhé straně v rámci vývoje již byla implementována řada systémů a výzkum v této oblasti probíhá a těší se nemalému zájmu.

Hotové produkty vhodné k masovému zavedení do výuky po doplnění obsahu zatím neexistují a ani nejsou vyvíjeny a pravděpodobně ještě nějakou dobu nebudou. Je třeba si uvědomit, že kromě technické stránky je při tvorbě kurzů pro adaptivní systémy nutné důkladně zvládnout i stránku didaktickou, což je téma, které zatím nebylo příliš zpracováno.

Mnoho zajímavých informací ohledně adaptivních hypermédií a jejich uplatnění ve vzdělávání lze nalézt pomocí odkazů na stránkách [4], [5] a zvláště pak [8] - na této stránce lze nalézt velmi rozsáhlou základnu odkazů na informace o adaptivních hypermédiích. Čtenář, který by se rád seznámil se základním chováním AH výukového systému se také může podívat na [1].

Chtěl bych poděkovat Paní Ing. Boženě Mannové, M.Math. za motivující přístup při vedení mé bakalářské práce a obětavou podporu při získávání informací z oboru.

Použitá literatura a WWW odkazy

19. Electronic Teacher: <http://www.tomaskubes.net/et>
20. KUBEŠ Tomáš, Bakalářská práce - Využití adaptivních hypermédií v e-vzdělávání. FEL-ČVUT, Praha 2004. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.tomaskubes.net/et>>.
21. User Modeling and Adaptive Navigation Support in WWW-based Tutoring Systems: <http://www.psychologie.uni-trier.de:8000/projects/ELM/Papers/UM97-WEBER.html>
22. Homepage of Mária Bieliková: <http://www.fiit.stuba.sk/~bielik/>
23. Peter Brusilovsky formal Homepage: <http://www2.sis.pitt.edu/~peterb/>
24. BIELIKOVÁ, Mária. Presentation of Adaptive Hypermedia on the Web. In L. Popelínský (Ed.), *Proc. of DATAKON 2003*. October 18-21, Brno, 2003. s. 72-91, ISBN 80-210-3215-4. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.fiit.stuba.sk/~bielik/publ/abstracts/2003/datakon2003.html>>.
25. BIELIKOVÁ, Mária. Využitie adaptívnych hypermédií pre e-vzdelávanie. In B. Mannová, P. Šaloun (Eds.), *Proc. of Technologie pro e-vzdělávání*. 10th June, Praha, 2003, s. 15-21, ISBN 80-01-02761-9. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.fiit.stuba.sk/~bielik/publ/abstracts/2003/adaptive-praha2003.html>>.
26. Adaptive Hypertext & Hypermedia: <http://www.wis.win.tue.nl/ah>
27. KVĚTOŇ Karel, *Základy e-learningu 2003*. Praha, 2003. Ukázka dostupná na World Wide Web: <<http://belcom04.comtel.cz/doc/prirucka.pdf>>.
28. Kostelník, R., Bieliková, M.: Web-Based Environment using Adapted Sequences of Programming Exercises. In: *Proc. of Information Systems Implementation and Modelling*. M. Beneš (Ed.). MARQ Ostrava. Brno, Czech Republic (2003) 33-40.
29. Brusilovsky, P.: *Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia*. User Modeling and User-Adapted Interaction, Kluwer academic publishers 6:2-3 (2001) 87-129.
30. Comare LMS products: <http://www.edutools.info/course/compare/bygroup/selectproducts.jsp?group=2&type=2>

Využití metod umělé inteligence ve vzdělávání

Radoslav Fasuga[§]
radoslav.fasuga@vsb.cz

Jana Šarmanová^{**}
jana.sarmanova@vsb.cz

Abstrakt: Tento příspěvek je zaměřen na popis základních metod umělé inteligence a možnosti jejich aplikace ve výuce. Důraz je kladem na metody znalostního inženýrství, ukládání znalostí a jejich reprodukce v elektronickém vzdělávání. Možnost tvorby znalostní báze na základě reakcí studentů. Popis stávajícího využití metod umělé inteligence při vzdělávacím procesu, metody aplikace a tvorby výukových opor s inteligentními prvky. Vize budoucího nasazení těchto metod při praktické výuce.

Klíčová slova: vzdělávání, výuka, umělá inteligence, znalostní inženýrství, expertní systémy, e-learning

1 Úvod

Tento článek je zaměřena na problematiku aplikace a možností metod umělé inteligence, znalostního inženýrství, expertních systémů v procesu výuky. Cílem není popisovat jednotlivé metody nebo praktické implementace, ale jejich koncepci použití a rozdíly mezi jejich aplikací v jiných vědních oborech a ve vzdělávání. Významnou roli při návrhu systému hraje i otázka pedagogiky, učebních stylů, dále pak vlastností a schopností konkrétního studenta či kvalita, provázanost a obsahová hodnota výukových materiálů. Článek popisuje možnosti aplikace ze strany autora, tutora a studenta. Jako základní disciplína umělé inteligence byla vybrána oblast expertních systémů a znalostního inženýrství, která je jedním z možných přístupů k řešení těchto problémů. Je popsán současný stav, koncepce možného globálního řešení, způsob integrace v procesu prezenční, distanční a kombinované formy studia.

2 Proč expertní systémy, jejich stávající aplikace a využití ve vzdělávání

Častým pojmem v oblasti vzdělávání pro proces adaptivní výuky. Adaptivní systémy umí přizpůsobovat formu výkladu studentovi, například úpravou materiálů pro hendikepované studenty změnou vzhledu, reprodukcí obsahu pomocí zvuku nebo hmatu. Tento článek je soustředěn na adaptaci obsahu a způsobů výkladu podle aktuálních vlastností a schopností studujícího využitím didaktických postupů.

Expertní systémy jsou často skloňovaným pojmem bez přesné definice. Můžeme je chápat jako programové a databázové aplikace, které obsahují informace a postupy dodané „expertem“, na jejichž základě provádí vyhodnocování, usuzování, řízení, návrhy postupů. V základu můžeme tyto systémy rozdělit na diagnostické a plánovací. Systémy diagnostické podle známých předpokladů diagnostikují možné důsledky. Plánovací systémy naopak mají přesně definovaný počátek a cíl daného zkoumání a navrhuje postup, jak efektivně daného cíle dosáhnout. Pro účely vzdělávání je vhodná kombinace obou metod v tzv. hybridním systému. Diagnostický přístup simuluje chování učitele a analyzuje aktuální znalosti studenta.

§ VŠB – Technická univerzita Ostrava, FEI, katedra informatiky, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava-Poruba

** VŠB – Technická univerzita Ostrava, FEI, katedra informatiky, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava-Poruba

Plánovací přístup pak navrhuje optimální postup výkladu, kdy systém zná aktuální znalosti studenta a seznam pojmů ke zvládnutí. Zde navrhuje postup (plán), jakým způsobem k osvojení informací dojde.

3 Reprezentace znalostí v inteligentních výukových systémech

Základem expertních systémů obecně a zejména systémů výukových je znalostní báze. Popis obsahu báze znalostí se dá rozdělit do dvou základních skupin: deklarativní, obvykle popisující poznatky (v našem případě jednotlivé pojmy např. Matematika je věda.) a procedurální, která je definována souborem pravidel (např. Pokud je předmět Matematika, pak je to věda.). V našem případě je báze dat rozdělena do několika skupin podle jejich účelu a obsahu.

Role učitele

Tato část báze dat zaznamenává roli učitele. Jedná se o soubor pravidel, která definují způsob výkladu vzhledem k aktuálním a předpokládaným znalostem studenta. Obvykle bývá proces výkladu ve výukových systémech dán algoritmem s pevným souborem pravidel, tedy systém reaguje na stejné situace stejně. Návrh expertního subsystému pro proces výuky se jeví jako zajímavá alternativa. V rámci tohoto modulu lze zajistit odvození a generování nových pravidel pro způsob výkladu v závislosti na zkušenosti (provozu) virtuálního „učitele“. Tato pravidla se ukládají jako kandidáti pro rozšíření báze, následně jsou administrátorem báze schválena nebo zamítnuta. V systému tak můžeme definovat více „učitelů“ s různými vlastnostmi. Například preferujícími různé metody výkladu s různými pomůckami (např. orientace na příklady, vizuální znázornění, testování, zaměření na fakta atd.). Student může k danému předmětu volit z nabídky virtuálních „učitelů“ podle svých potřeb a aktuálního profilu.

Profil studenta

Jedním z nejdůležitějších aspektů pro správnou adaptaci výukového textu je využití profilu studenta pro přizpůsobení výkladu a obsahu. Profil studenta je budován od začátku jeho studia, musí obsahovat předchozí zkušenosti, schopnosti a znalosti zaznamenané v měrných veličinách, na jejichž základě se pak přizpůsobuje obsah a způsob výuky. Pokud tento profil není k dispozici, musí existovat postup (algoritmus, obvykle formou testu), který zjistí minimálně základní vlastnosti studenta. Ty pak využije při výuce.

Profil studenta je obecný a individuální.

Prvním je definice univerzálního profilu, který obsahuje všechny přípustné hodnoty a stavy, kterých může studentský profil nabývat. Univerzální profil musí být obsažen v implementaci tak, aby se daly zaznačit všechny přípustné stavy.

Pro každého studenta pak určujeme instanci profilu, která obsahuje konkrétní hodnoty popisující vlastnosti a znalosti jednotlivce. Instanci profilu můžeme dále rozdělit podle obsahu popisovaných informací.

Globální profil studenta

Obecné informace týkající se vlastností, schopností, výukových stylů, druhu a dlouhodobosti paměti a dalších atributů. Tyto globální vlastnosti studenta adaptují výukový text vzhledem k jeho schopnostem. Jsou to informace relativně stálé. Jejich změny jsou postupné v závislosti na osobním rozvoji studenta.

Odborný profil studenta

Tyto informace vypovídají o aktuálních znalostech studenta v rámci výukového předmětu. Popisuje soubor jednotlivých pojmů, které byly studentovi předneseny, jejich zvládnutí, osvojení, zapamatování, opakování, zapomenutí. Tento profil se dynamicky mění podle aktuálních znalostí studenta.

Soubor předpokládaných znalostí a dovedností

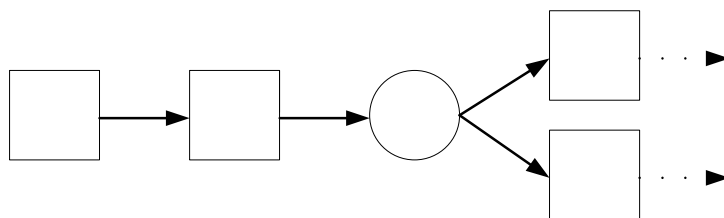
Pro každou výukovou jednotku musí existovat seznam znalostí a dovedností, které tato jednotka popisuje. Musí být definován jednotný způsob popisu znalostí, obsahující jejich popis, začlenění do struktury znalostí a dovedností a jejich význam vzhledem k aktuální výukové jednotce (př. sčítání – (operace součtu dvou čísel) – základní matematická operace – nutná znalost této operace). Pro tuto bázi je nejdůležitější jednotnost klasifikace a zatřídění jednotlivých pojmů tak, aby nedošlo k jejich chybné interpretaci nebo duplikování. Seznam pojmů a znalostí je ukládán v *Profilu studenta* nebo v oblasti *Nově získaných znalostí a dovedností*.

Nově získané znalosti a dovednosti (virtuální profil studenta)

Výukový systém musí být schopen zaznamenávat a pracovat s nově získanými znalostmi studenta. (př.: předpoklad - student prostuduje určitou pasáž výukového textu, důsledek – student by měl znát tuto pasáž, ovšem není to zaručeno – následuje ověření znalosti). Obvykle výukové systémy předloží výkladovou látku a pak automaticky předpokládají její znalost. Tato koncepce návrhu pracuje s virtuálním profilem studenta, kdy nově získané znalosti jsou uloženy do tohoto virtuálního profilu. Průběžně pak dochází k prověření těchto nově získaných znalostí. Pokud je prověření úspěšné, pak je informace o této znalosti zanesena do *Profilu studenta*. Pokud student neprokáže znalost tohoto pojmu, ten je odstraněn z množiny *Nově získaných znalostí a dovedností* (případně i z *Profilu studenta* – proces zapominání) a student musí pojem opakovaně prostudovat.

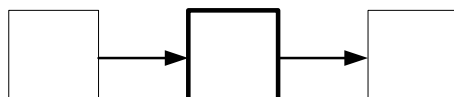
4 Výukové texty, studijní materiály a externí výukové zdroje

Významnou úlohu v adaptivních výukových systémech hraje způsob ukládání informací, které mají být předávány studentům. Informace musí být rozděleny do jednotek - rámců, které popisují určitou jednotku informace. Složitější problémy se mohou skládat z více rámců, naopak rámec je elementární nedělitelnou jednotkou výkladu. Představme si rámce jako jednotlivé uzly grafu s orientovanými hranami, které reprezentují způsob a postup výkladu. Navíc tento graf doplníme otázkami - speciálními variantami rámců rozšířenými o možnost dotazu a následně cíleného větvení výkladu v závislosti na odpovědi. Původní koncepce tvorby programované výuky počítala s lineárním průchodem množinou rámců s možností větvení pouze v případě otázek (Obrázek 1).



Obr. 1. Ukázka schématu programované výuky

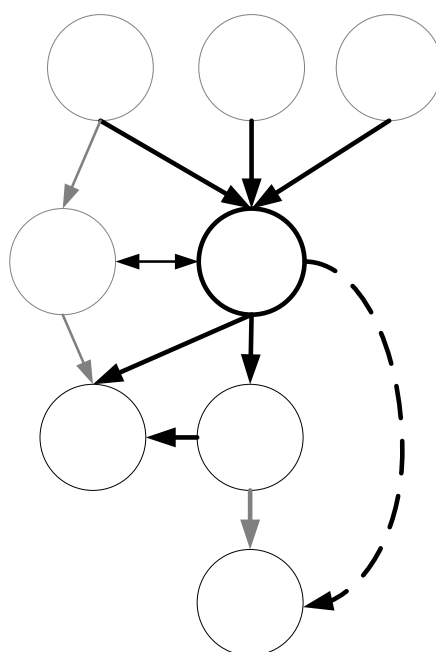
V případě adaptivní výuky je původní lineární propojení rámců rozšířeno o další vazby mezi rámci, aby bylo možno adaptovat výklad nebo predikovat skoky ve výkladu, vše v závislosti na profilu studenta. Tedy původní lineární schéma je zachováno a doplněno o možnosti větvení s vazbou na ekvivalentní pojmy, rozšířený výklad, hledání předpokladů a důsledků daného pojmu, možnost vynechání „přeskočení“ již známých pojmů. Základní struktura rámců (Obrázek 2) je doplněna o další vazby a je sloučen pojem rámce a otázky do jediného výukového elementu.



Obr. 2. Schéma vazby rámce v programované výuce

Obecné schéma elementu (Obrázek 3.) popisuje možné alternativy vztahů mezi elementy. Výuková jednotka obsahuje množinu takovýchto vzájemně propojených elementů, uspořádanou do struktury orientovaného grafu - znalostní sítě.

- **Element** – jednotka výkladu, obsahující definici jediného pojmu s možností ověření znalosti a pochopení daného pojmu.
- **Ekvivalentní pojmy** – seznam ekvivalentních pojmů k danému pojmu, na základě ekvivalentních pojmů lze rozšířit množinu možných důsledků a předpokladů. Na základě ekvivalentních pojmů lze volit jiné alternativy výkladu.
- **Předpoklady** – množina předchůdců daného elementu. Nemusí se jednat pouze o přímé předchůdce, ale i předchůdce těchto předchůdců atd. Míra historie a přímé návaznosti předchůdců je ovlivněna charakteristikami vazeb.
- **Následky** – jsou přímí následníci aktuálního elementu, jedná se o množinu navazujících elementů.
- **Důsledky** – seznam všech, nejen přímých následníků aktuálního elementu. Jedná se o množinu všech možných důsledků vyplývajících z daného elementu. Důsledek může být odvozen pouze z přímé linie daného elementu. Pokud se k danému důsledku dospěje z více předpokladů, pak k důsledkům aktuálního elementu nepatří. Výjimku tvoří ekvivalentní pojmy.
- **Predikce** – vyhodnocení okamžitého stavu a na jeho základě případné vynechání přímých důsledků nebo jejich zpodrobnění. (př.: Vybraný následník daného elementu je pojem, který si student osvojil v jiné výukové jednotce, proto tento pojem může být vynechán).



Obr. 3. Schéma Elementu a jeho okolí

Způsob tvorby znalostní sítě

Tvorba znalostní sítě je nejdůležitějším faktorem při naplňování znalostní báze expertního systému výuky. Informace, které mají být studentům předány v rámci výukového kurzu, musí být rozděleny do *výukových jednotek*.

V rámci každé výukové jednotky musí být informace rozděleny na pojmy, které se ukládají v *souboru předpokládaných znalostí a dovedností*. Pojmy musí být klasifikovány podle míry jejich důležitosti - jejich zapamatování a dalšího použití. Kritické pojmy musí student bezpodmínečně zvládnout a osvojit si jejich znalost. Výukové jednotky se nesmí skládat pouze s kritických pojmů. Ve výkladu mohou být obsaženy pojmy, které jsou vysvětleny v jiných výukových jednotkách nebo kurzech. U takovýchto pojmů musí být uveden odkaz na pasáže jiných výukových jednotek.

Jednotlivé pojmy jsou zaneseny do znalostní sítě. Mezi pojmy definuje tvůrce základní vztahy. Tedy elementární předpoklady a důsledky (předchůdce a následníky) aktuálního pojmu, případně ekvivalentní pojmy. Obvykle by výuková jednotka měla být autonomní, tedy bez přímé závislosti na další výukové jednotce.

Základní a odvozené hrany

Hrany (propojení) mezi jednotlivými elementy dělíme do dvou základních skupin. První skupinu tvoří *základní hrany*, které do systému vkládá autor výuky. Tyto hrany mají obvykle nejvyšší prioritu a měnit je může pouze samotný tvůrce.

Odvozené hrany reprezentují jednotlivé důsledky a množiny předpokladů. Odvozené hrany jsou generovány systémem a jsou rovněž ohodnoceny. Pokud některá hrana zvýší svou prioritu, na míru rovnou základní hraně, je o tom autor informován. Tento stav má za následek dva faktory a to:

- **chyba ve výkladu** – studenti, virtuální učitel nebo výukový materiál chybně interpretují daný element a vzniká chybné odvození (počtení) dané pasáže výkladu, na tuto situaci musí tvůrce reagovat změnou struktury výukové jednotky

- **nový výkladový postup** – systém našel nový postup při výkladu, který je obvykle rychlejší nežli původní navržený výklad, tvůrce přijme tento nový postup a udělí mu nejvyšší prioritu

V rámci systému musí být definována tzv. hloubka předpokladů a důsledků, tedy do jaké míry má systém sledovat množinu jednotlivých předpokladů a důsledků.

Charakteristiky elementů a hran, volba optimální cesty

Pro jednotlivé elementy a hrany musí být definovány veličiny určující jejich vlastnosti, z nichž se odvozuje postup dalšího výkladu. Vyhodnocení další cesty používá pevně definovaných veličin zadaných tvůrcem výukových jednotek (základní pojmy, vztahy, prvotní ohodnocení pojmů) a proměnných veličin získaných na základě odvozených znalostí. U jednotlivých elementů sledujeme název elementu, typ elementu, význam pojmu, skupinu pojmu, důležitost pojmu, podmínky pro osvojení pojmu (znalost předchozích pojmů).

U jednotlivých hran sledujeme prioritu hrany (pořadí volby jednotlivých hran, kde nesmí existovat hrany, které by vstupovaly a vystupovaly z daného elementu a měly stejnou prioritu), v rámci ohodnocení hran je definovaná funkce zpodrobnění a zobecnění, předpokladu, důsledku a následku, která rozhoduje o směru výkladu v případě nesrozumitelnosti.

Podle typu vykonávaného úkonu je nutné zajistit možnost přechodu z aktuálního elementu na jeho sousedy v obou směrech.

Mimo tyto statické charakteristiky, které jsou odvozeny z parametrů definovaných tvůrcem, jsou k dispozici i parametry proměnné, které vychází z aktuálního *Profilu studenta*, volby metod výkladu v podobě *Virtuálního učitele* a podle aktuálních požadovaných výsledků studia.

Řešení zacyklení, kolizních situací a stavu nejistoty v bázi dat

V systému mohou nastat situace, kdy dojde k cyklickému výkladu. Tento stav je omezen konstantou opakování, která udává maximální možný počet opakování stejné informace. Student nejprve naplňuje množinu známých pojmů, kde po prověření získané znalosti dochází k přesunu pojmu mezi pojmy pochopené. V tomto případě je zřejmé, že pochopený pojem není třeba opakovat, naopak pojem, který již byl předložen, ale student mu stále nerozumí, musí být opakován. Dále existují pojmy k zapamatování, ty se dělí na pojmy s krátkodobým a dlouhodobým významem. U pojmů k dlouhodobému zapamatování je vhodné i několikanásobné opakování.

Kolizní situace mohou nastat ve dvou případech. První možnost kolize je při rozhodování o další cestě u jednotlivých elementů. Proto je součástí charakteristik elementu pořadí výstupních hran, kde žádné dvě hrany nemají stejnou hodnotu. V tomto případě se postupně volí hrany s nejvyšším pořadím. Druhá kolizní situace může nastat na úrovni rozhodování virtuálního učitele. Zde opět existuje charakteristika, která určuje pořadí vyhodnocování relevantních pravidel.

Největším problémem je stav nejistoty, tedy situace, kdy nelze jednoznačně prokázat, zda student danou pasáž výkladu pochopil nebo ne. Tento stav je obvyklý v situacích, kdy při prověřování znalostí nedochází k jednoznačným výsledkům. Pro tyto účely je obvykle nutný zárok do znalostní sítě doplněním prověřovacích elementů.

Predikce ve výukovém procesu

Výukový systém může na základě **studentského profilu** rozhodovat o vynechání nebo zpodrobnění určitých pasáží výkladu. Tento postup je založen na predikci možných kroků s vynecháním známých nebo ekvivalentních pojmů, které by měl student znát. Postup predikce tedy vynechává tyto elementy při výkladu, ale ne se závěrečných testů. Student je pak v závěru z těchto znalostí opakovaně prověřen. V rámci predikce je využíván koeficient zapomínání, který je individuální pro každého studenta a udává míru jeho paměťových schopností.

Integrace externích zdrojů do znalostní sítě

Do rámce expertního systému výuky znalostí je nutno zahrnout i externí zdroje, tedy praktická cvičení a studijní úkony realizované mimo výukové prostředí. Veškeré tyto aktivity musí být do systému dodatečně manuálně zaneseny. Systém musí podporovat i manuální vstup do seznamu znalostí konkrétního studenta v jeho *studentském profilu*.

4 Typy interakce studenta s výukovým prostředím

Student může studovat konkrétní partii různým způsobem v závislosti na typu zdrojových materiálů a dle vlastní volby režimu.

- **encyklopedie** – informace o studované partii vyhledává v univerzálním prostředí (e-learningová encyklopedie, Internet); sám si víceméně náhodně vyhledává relevantní informace, sám je zpracovává, utřídí, rozhoduje o jejich důležitosti atd. Jde o nejméně vhodnou formu v počátcích studia, výhodnou při dobré orientaci ve studované problematice a pouhém doplňování nových informací.
- **monografie** – studovaná partie je zpracována systematicky, student má jistotu, že získá utříděné a úplné informace; k samostatnému studiu však obvykle chybí komentáře, příklady a zpětná vazba.
- **klasická učebnice** – výuková varianta monografie, doplněná obvykle řešenými příklady nebo komentáři s podrobnějším vysvětlením významu popisované látky; chybí zpětná vazba.
- **distanční učebnice** – učebnice pro samouky navíc s definovanými cíli, podrobným průvodcem studiem, úlohami k řešení zpětnovazebními prvky – výsledky zadaných úloh, ověřovacími testy, automatickým vyhodnocením, shrnutím pojmů atd.; mnohem lepší než předcházející režimy, ale bez individuální reakce na odpovědi studenta. Všechny dosavadní formy jsou realizovatelné i v tištěné podobě.
- **programovaná výuka** – učitelem-autorem řízená výuka, obvykle strukturovaná do lekcí, s výukou větvenou podle reakcí studenta; obsahuje všechny distanční prvky, navíc automaticky prochází lekcí cestou optimální vzhledem k okamžitým reakcím studenta na časté průběžné kontrolní otázky. Tato forma již není možná bez e-learningového řízení.
- **adaptivní učebnice** – programovaná výuka, přizpůsobená nejen individuálním okamžitým reakcím studenta, ale i jeho předchozím znalostem a obecným vlastnostem, jako je typ paměti, styl učení, rychlost chápání různých druhů výukových prvků apod.; to vše je automaticky sledováno, evidováno a použito k řízení průchodu lekcí.

Zřejmě poslední typ výuky je optimální z hlediska času i výsledných znalostí studenta. I zde je možno rozlišit dva základní přístupy ke znalostní síti. Jedná se o globální přístup

prostřednictvím schématu struktury lekce a výkladový přístup prostřednictvím individuálního průchodu výukovým systémem.

- **Schéma struktury výukové jednotky** – student má k dispozici kompletní schéma lekce a sám může vybírat elementy, které chce studovat. Ve schématu znalostní sítě jsou vyznačeny vhodné počátky, tedy elementy, které jsou vhodné pro zahájení výkladu. Dále síť zvýrazňuje elementy obsahující kritické pojmy, které student musí zvládnout, případně může potlačit elementy, které lze eliminovat na základě predikce průchodu studijním materiálem.
- **Výkladový přístup** – umožňuje pohyb studenta v rámci výukové jednotky, student se pohybuje pomocí základních navigačních symbolů, které reprezentují možné následky, důsledky, předpoklady a ekvivalentní pojmy. Student se pohybuje po hranách v rámci výukové sítě.
- **Mezi-jednotkový přístup** – popisuje vztahy mezi výukovými jednotkami, doporučuje jejich vzájemnou posloupnost, může být provázán mezi různými výukovými kurzy.
- **Dialog** – komunikace studenta s výukovým systémem formou dialogu s omezenou množinou dotazovacích a vysvětlovacích výrazů.

4.1 Protokol průchodu výukovým textem

Veškeré aktivity studenta v rámci výukového systému jsou protokolovány. Protokol událostí je využíván při sestavování profilu studenta. Další využití je při hledání možností výkladu, protože virtuální učitel může využívat obvyklých postupů. Tento přístup lze popsat jako rutinní. Tedy pokud studenti obvykle pochopí výklad nějakým postupem, pak je pravděpodobné, že i tento student pochopí výklad stejným způsobem. Tato linie výkladu nemusí být totožná s postupem, který navrhne tvůrce výukové jednotky. Tento přístup je první alternativou adaptace výuky. V rámci definice virtuálních učitelů, lze různě kombinovat jednotlivé výukové metody.

5 Dosavadní praktická řešení

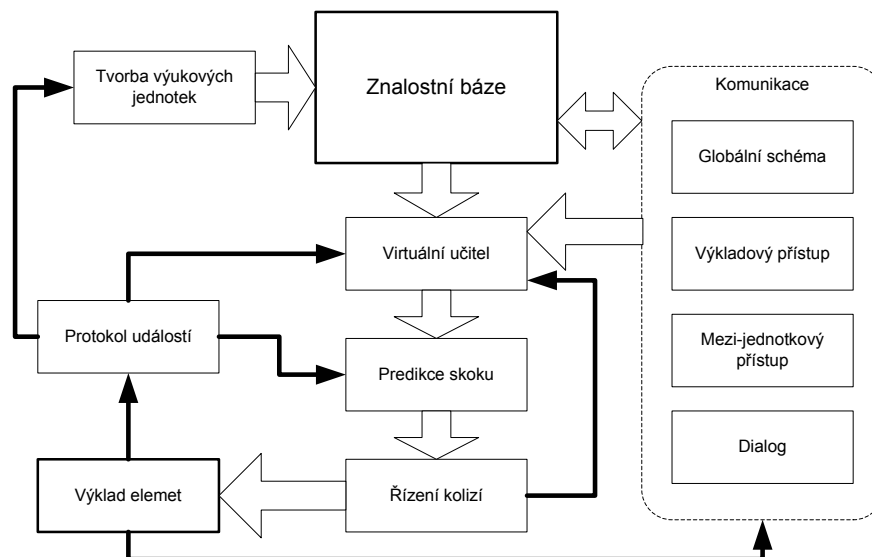
V rámci výukového systému Barborka (<http://barborka.vsb.cz>) byla kromě klasického sekvenčního výkladu pomocí kapitol realizována část programované výuky ve formě lekcí. Tyto lekce jsou navrženy ve formě obecné grafové struktury, kde je definován počátek a cíl lekce. Lekce reagují na aktuální odpovědi studenta různými variantami větvení výkladu. Student k jednotlivým lekcím přistupuje bez jakýchkoliv dalších informací, podle kterých by systém přizpůsobil výklad jeho schopnostem a požadavkům.

Pro autora je tvorba takovýchto výukových jednotek časově i pedagogicky velmi náročná a vyžaduje dlouhodobou pedagogickou zkušenost autorů. Učitel na základě zkušenosti s výukou a zkoušením ví, kdy studenti reagují správně a kdy chybně, také jak chybně a jak se pak výklad doplňuje, zpodobňuje. Pokud tuto dlouhodobou zkušenost nahradí automatické sledování a vyhodnocování reakcí studentů, může se tento proces výrazně urychlit.

6 Další postup vývoje, a realizace projektu

V současné době je projekt ve stádiu vývoje, výše popsaný přístup je jedním z možných řešení s využitím prvků umělé inteligence vycházejících z metody tvorby expertních systémů (Obrázek 4). Je nutná definice jednotlivých charakteristik pro vyhodnocování, rozhodování a prioritní pořadí při volbě možných cest výkladu. Dále je nutná definice a struktura ukládání informací o jednotlivých elementech, výukových jednotkách a vzájemných vztazích.

Samostatnou oblastí je problematika zkoumání učebních stylů a jejich aplikace v podobě virtuálních učitelů, kteří ovlivňují způsob výkladu jednotlivých výukových materiálů.



Obr. 4 Schéma struktury expertního výukového systému

Použitá literatura a WWW odkazy

31. Fasuga, R.: Proces distribuce informací v elektronickém vzdělávání. In eLearning ve vysokoškolském vzdělávání 2004. Ed. RNDr. Bedřich Zimola, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2004, 3., 43-49, ISBN 80-7318-190-8
32. Fasuga, R., Holub L.: Autorský software Barborka, Ostrava University Editorial Centre: , University of Ostrava, 2003. Ed. Prof. RNDr. Erika Mechlová, CSc., ISBN 80-7042-888-0
33. Šarmanová, J.: Adaptivní výukový systém. In Sb. Využití počítače ve výuce matematiky. Ed. Pavel Pech, České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2003, 2003: 11, p. 153-158, ISSN 1214-4681
34. Šarmanová, J.: A LMS enabling the creation of adaptive e-learning programs. In Sb. Information and Communication Technology in Education 2003. Ed. Erika Mechlová, Ostrava: OU Ostrava, 2003, p. 59-63, ISBN 80-7042-888-0
35. Minařík V. a kol.: Umělá inteligence 2., Academia 1997, Praha, ISBN 80-200-0504-8

Systém pro hodnocení kvality jako součást adaptivního webového systému pro e-learning

Miroslav Bureš**

buresm3@fel.cvut.cz

Ivan Jelínek*

jelinek@fel.cvut.cz

Abstrakt: Příspěvek obsahuje základní seznámení s principem adaptivního webového systému a formálním popisem navrženým pro účely exaktního popisu chování adaptivního hypermédia a automatizované implementace konkrétního adaptivního systému. Dále se zabývá kategorizací a popisem hodnocení výukových dokumentů a zahrnutím systému pro hodnocení jako organické součásti adaptivního webového systému.

Klíčová slova: e-learning, adaptivní hypermédia, web, formální popis, hodnocení kvality

1 Úvod

Adaptivní webové systémy [1] představují alternativní přístup v oblasti e-learningu, který může ve vhodných případech zvýšit efektivitu výuky a ergonomický komfort podávání informací. Základním principem je respektování odlišnosti jednotlivých uživatelů. Uživatelé, v našem případě studenti e-learningového kurzu, se liší například těmito charakteristikami, které můžeme zohlednit při tvorbě počítačového systému:

- předchozí znalost vykládané látky (prerekvizity)
- uživatelské dovednosti v práci s počítačem
- subjektivní vnímání uživatelského rozhraní
- subjektivní preference studenta

Přizpůsobení e-learningové aplikace studentům se specifickými potřebami je pak ideální speciální úlohou pro využití adaptivního webového systému.

2 Princip adaptivního webového systému

Adaptivní webový systém sleduje chování a charakteristiky konkrétního uživatele a na základě jich sestavuje adaptovaný dokument (který je tomuto uživateli poté poskytnut) z většího, rozsáhlejšího, zdrojového dokumentu. Pod pojmem dokument máme v tomto textu na mysli obecný hypermediální dokument, který je uživateli poskytován webovým serverem.

Na straně serveru bude nainstalována speciální aplikace (engine) pro přehrávání adaptivních hypermediálních dokumentů, pomocí kterých budou vytvořené e-learningové kurzy. Konkrétní adaptivní chování pak bude součástí konkrétního adaptivního dokumentu.

Adaptovat můžeme uživatelské rozhraní dokumentu, jeho informační obsah a uspořádání i další vlastnosti dokumentu. Uživatelé adaptivního systému tedy nemohou být anonymní. Adaptivní systém udržuje informace o konkrétním studentovi, které při běhu systému průběžně vyhodnocuje a aktualizuje. Tyto informace jsou uloženy ve struktuře, která se nazývá model uživatele. Na základě těchto informací probíhá adaptační proces.

** Odborná skupina Webing, Katedra počítačů ČVUT FEL, Karlovo náměstí 13, 121 35 Praha 2

Cílem práce je vytvoření metodiky pro automatizovanou implementaci adaptivních webových systémů. Jedná se o netriviální inženýrský proces, který vyžaduje zavedení formálního popisu dané oblasti, podobně jako je tomu v mnoha jiných oblastech počítačové vědy (teorie gramatik, programovacích jazyků a další). Kromě zmíněné automatizované implementace je formální popis nezbytný pro exaktní popis chování adaptivního hypermédia

3 Formální popis problematiky

V rámci své práce jsem navrhl a publikoval formální popis adaptivního webového systému, např. [2]. Tento formální popis je založený na matematické logice a teorii množin. Vzhledem k rozsahu je jeho plná dokumentace vystavena na stabilní webové adrese <http://webing.felk.cvut.cz/documents/adaptive.html>. Principiální popis základních myšlenek a konstruktů tohoto formálního popisu najdete například v publikaci [3].

Formální popis se zabývá čtyřmi základními oblastmi:

- statickou částí pro popis přípravy jedné iterace adaptovaného dokumentu na základně informací obsažených v profilu uživatele
- dynamickou částí zachycující časový rozměr problému
- veličinami jednoznačně určujícími vlastnosti adaptivního webového systému
- podporou sémantiky informací

Další významnou oblastí bude kooperace s existujícími normami pro e-learning, především SCORM [4] pro vytváření znovupoužitelných learning-objects. Další výzvou je zahrnutí systému pro hodnocení kvality poskytovaných e-learningových dokumentů jako organické součásti adaptivního webového systému. Potřeba zpětné evaluace je v případě adaptivního webového systému ještě výraznější než u klasických, statických, e-learningových aplikací. Problematiku přibližuje následující kapitola.

4 Hodnocení kvality e-learningových dokumentů

Pro zhodnocení výsledného efektu adaptivního webového systému potřebujeme komplexní systém pro hodnocení kvality hypermediálních dokumentů. Systém pro testování a hodnocení kvality je v této fázi nezbytný především pro zpětnou vazbu při vývoji. Narozdíl od exaktních úloh při testování softwarových produktů zde máme poněkud těžší situaci, protože část hodnocení některých aspektů dokumentu může být závislá na subjektivních dojmech uživatelů.

Systém pro hodnocení výsledné kvality by měl být již součástí vývoje adaptivního webového systému. Cílem této práce je zahrnout systém pro hodnocení kvality přímo do formálního popisu adaptivního webového systému. Relevantní testy a systémy pro hodnocení by neměly být vytvářeny externě k již existujícím aplikacím ale měly by být generovány v již průběhu automatizované implementace, k níž formální popis adaptivního webového systému směřuje. Pro účely hodnocení adaptivního webového systému a jeho použití v oblasti e-learningu jsem vymezil následující oblasti. Při stanovení metrik a veličin pro testování adaptovaných dokumentů a dynamického chování bude však primární úsilí směřovat k integraci již vyvinutých a pro danou úlohu vhodných metodik.

Oblasti hodnocení kvality hypermediálního dokumentu

První velkou oblastí hodnocení je *zpracování výukového dokumentu po technické a ergonomické stránce*. Technickou stránkou dokumentu máme na mysli konkrétní programovou realizaci. Především je to *bezchybnost kódu* výsledného dokumentu jak na

straně klienta tak v interakci mezi klientem a serverem. Dalším důležitým faktorem je *kompatibilita* mezi nejpoužívanějšími prohlížeči, nezávisle na platformě. V případě adaptivního webového systému, jehož technická realizace na straně serveru je náročnější, než je tomu v případě klasických webových systémů, je významná také *doba odezvy* systému.

Co se týče ergonomické stránky dokumentu, pro testy a hodnocení můžeme využít stávající teorie HCI. Jako základní oblasti můžeme stanovit *ergonomii ovládání*, *kvalitu navigace* v systému a *estetické parametry* dokumentu.

Druhou oblastí je *obsahová stránka dokumentu*, smysluplná zvláště v e-learningu. Nemusí se zdaleka jednat pouze o hodnocení obsahu z pedagogického hlediska. Klasickým příkladem je *vzdálenost souvisejících informací*. Převod sekvenčního výukového textu do hypertextu obecně znamená řešení optimalizačního problému „jak logickou návaznost informací nejlépe znázornit pomocí vazeb v rámci hypertextového dokumentu“. Tento problém vždy nemusí mít optimální řešení. Je potřeba najít nejvhodnější kombinaci a vodítky mohou být jak topologická vzdálenost souvisejících informací (vzdálenost informací na ploše obrazovky, měřená běžnými jednotkami délky), tak počet odkazů, které je potřeba projít k související informaci. Je zřejmé, že optimálně sestavený dokument bude mít pozitivní vliv na efektivitu výuky. V případě sestavování adaptovaného dokumentu se jedná o úlohu kterou je vhodné začlenit do formálního popisu problematiky.

V e-learningu se pak všechny oblasti podílejí na nejobtížněji měřitelné *efektivitě výuky*. K dispozici máme výpovědi studentů a studijní výsledky. Protože adaptivní webový systém individuálně sbírá informace o konkrétních studentech, poskytuje tím zároveň možnost pro implementaci automatického sledování kvality systému. Množina dat, kterou potřebujeme jako vstupní parametry pro adaptaci dokumentu a kterou potřebujeme pro hodnocení kvality totiž může mít v mnoha případech neprázdný průnik. Jinak řečeno, cílem je systém testování a hodnocení kvality jako organická součást adaptivního webového systému.

Možnosti testování hypermediálního dokumentu

Způsoby jakými může být v adaptivním systému získána zpětná vazba o uživateli jsou v obecné rovině použitelné i pro hodnocení kvality. S konkrétními postupy testování uživatelského rozhraní má již opět zkušenosti disciplína HCI. Jako příklad dobře poslouží doba potřebná ke splnění jistého úkolu v rámci systému, počet použití nápovědy systému, počet chyb nebo storno akcí při ovládání systému a další. Dále se věnujme specifickým hypermediálního výukového dokumentu.

Například můžeme sledovat počet kliknutí (odkazů) potřebných k propojení informací které k sobě logicky patří nebo doba potřebná k pročtení (absorpci) určité části výukového textu. Tato doba se může vhodným členěním textu a výběrem výkladové metody zkrátit. Není ji však možné povýšit na dobu potřebnou k naučení dané partie látky, ta se principiálně liší. Jinou možností je vzdálenost obecně dvou informací. Tyto hodnoty nebudou mít smysl pro hodnocení uspořádání informací ale pro hodnocení systému odkazů a možnosti pohybu po dokumentu obecně. Studentovi dáme nějaký úkol a budeme sledovat cestu, kudy se v prostoru dokumentu bude ubírat za cílovou informací. Další možností při hodnocení konstrukce výukového hypermédia může být návštěvnost jeho jednotlivých částí.

Pokud se jedná o „otevřený“ kurz, jehož součástí jsou odkazy na další zdroje na internetu, zajímavé informace může poskytnout návštěvnost těchto zdrojů (neboli průchod odkazy směřujícími na další zdroje mimo náš kurz). Na konkrétní situaci pak bude záviset, jestli naměřené výsledky budou indikátorem nedostatečnosti informací obsažených v našem výukovém dokumentu, nebo jen výpovědí o zvědavosti jednotlivých studentů.

Pro e-learning je pak nejvýznamnější zpětnou vazbou testování studenta z vykládané látky. Vyhodnocení je třeba přizpůsobit konkrétní situaci. Při adaptaci výukového dokumentu bude ovlivňovat způsob výkladu a výběr poskytovaných informací, při hodnocení výukového dokumentu například pomůže při revizi těch částí textu, které nebyly podle výsledků testů studenty uspokojivě pochopeny a zvládnuty.

5 Závěr

Součástí výzkumu v této oblasti je začínající pilotní projekt výukového adaptivního webu a jeho použití ve výukovém procesu a procesu přizpůsobení elektronické výuky handicapovaným studentům. Smyslem tohoto pilotního projektu je zpětná vazba týkající se jak implementační podpory, tak navrženého formálního popisu. Koncepce systému pro testování jako organický součásti adaptivního webového systému se v tomto kontextu jeví jako ideální řešení. Podstatným momentem je integrace již existujících veličin pro měření kvality software. Výsledkem bude kromě kompatibility také porovnání výsledků adaptivního webového systému se statickými technologiemi.

Použitá literatura a WWW odkazy

36. DE BRA, Paul., BRUSILOVSKY, Peter., CONEJO, R. Adaptive hypermedia and adaptive web-based systems, Second Int. Conf. AH2002. Malaga, Španělsko: Springer, 2002
37. BUREŠ, Miroslav, JELÍNEK, Ivan. Formální popis adaptivního webového systému. In *2.Mezinárodní matematický workshop*. Brno: Econ publishing, 2003, s.12–13. ISBN 80-86433-28-5
38. BUREŠ, Miroslav, JELÍNEK, Ivan. Adaptivní webové systémy v e-learningu. In *BELCOM'04*. Praha: ČVUT, 2004, s. 223-226. ISBN 80-01-02923-9
39. <http://www.adlnet.org>