

ИНДИВИДУАЛНО-АДАПТИВНА СИСТЕМА ЗА ЕЛЕКТРОННО ОБУЧЕНИЕ (ИАСЕО) В ОБЛАСТТА НА МОДЕРНИТЕ АДАПТИВНИ ИНТЕЛИГЕНТНИ E-LEARNING РЕШЕНИЯ

Кънчо Йорданов Иванов¹, Светослав Светославов Забунув²

¹ МГУ "Св. Иван Рилски", София 1700, България, kivanov@mgu.bg

² МГУ "Св. Иван Рилски", София 1700, България, SvetoslavZabunov@web.de

РЕЗЮМЕ. Настоящата статия представя Индивидуално-адаптивната система за електронно обучение (ИАСЕО), която е базирана на модел за адаптивно и индивидуализиращо електронно обучение. Прави се анализ на някои от модерните подходи, модели и системи за адаптивно и интелигентно електронно обучение, реализиращи адаптивност и интелигентно поведение на e-learning системите. Сравняват се тези решения с модела на ИАСЕО. Представя се и основната отличителна черта на ИАСЕО, а именно обобщения модел на индивидуално-адаптивно обучение, върху който тя е изградена. Разглежда се модела и структурата на ИАСЕО, като се анализира основната функционалност на отделните звена, изграждащи системата.

INDIVIDUALLY ADAPTIVE LEARNING MANAGEMENT SYSTEM (IALMS) IN THE FIELD OF THE MODERN ADAPTIVE AND INTELLIGENT E-LEARNING SOLUTIONS

Kancho Ivanov¹, Svetoslav Zabunov²

¹University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, kivanov@mgu.b

²University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, SvetoslavZabunov@web.de

ABSTRACT. This article presents an Individually Adaptive Learning Management System (IALMS), which is based on a model of adaptive and individualizing electronic education. Analyses of some of the modern approaches, models and systems for adaptive and intelligent e-learning is exhibited. These solutions are compared to the IALMS model. The main IALMS's distinguishing feature is outlined, namely the generalized model of individually adaptive learning, upon which the system has been created. The paper examines the IALMS's structure and model by analyzing the main functionality of the separate units that build the system.

Увод

Интелигентните системи за електронно обучение (ИСЕО - Intelligent Tutoring Systems – ITS) представляват подмножество на системите за електронно обучение, които най-общо се характеризират с присъствието на изкуствен интелект освен стандартните характеристики, които една система за e-learning притежава. В случая смисълът на изкуствения интелект в системата означава частичното или пълно заместване на дейността на преподавателя в класическата форма на обучение.

Друга дефиниция на интелигентните ИСЕО е система за електронно обучение, която предоставя индивидуализирано обучение.

Всяка интелигентна ИСЕО трябва да включва следните характеристики:

- Да съдържа информация за преподавания материал
- Да съдържа дефиниция на използваните педагогически стратегии
- Да натрупва информация за обучаваните
- Да предоставя индивидуализиран подход към всеки обучаван или с други думи да адаптира поведението си към всеки обучаван.

Тази основна рамка на същността на интелигентните ИСЕО е дефинирана през 1973, когато тя е била въведена от Derek H. Sleeman и J.R. Hartley през 1973.

Интелигентните ИСЕО могат да бъдат категоризирани по различни критерии. Разнообразните системи са реализирани на базата на определени модели на абстракция на обучителната среда, с цел постигане на максимална приложимост към целите и задачите на обучителния процес. Много системи се опитват да предоставят обучителна среда, симулираща в максимална степен реалната работна среда. Съществуват редица причини за разработването на такива системи, в това число риска от нараняване при работата в лабораторни условия, липсата на преподавателски състав с необходимите качества и др. Чрез реалистична симулирана обучителна среда се спестяват както разходи, така и рискове. Пример за симулационна ИСЕО е Advanced Cardiac Life Support (ACLS) Tutor (Eliot, C. and Woolf, B. 1995. An Adaptive Student Centered Curriculum for an Intelligent Training System. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 5, 1, pp. 67-86.). В нея студентът поема ролята на ръководител-екип при предоставянето на спешна медицинска помощ на пациенти, претърпели инфаркт. Системата не само наблюдава действията на студентите, но и провежда реалистична симулация на състоянието на пациента. Така целта не е само да се

тестват знанията на студента за точните медицински процедури, но и да му се даде възможност да практикува тези знания по по-реалистичен начин от условията в класната стая.

Други системи следват не до там задълбочен подход при симулирането на реалните условия. Представят се ситуации, в които могат да бъдат приложени натрупаните знания, но тези ситуации не са точни симулации на реалните условия.

На обратната страна на симулационно базираните ИСЕО стоят системите, преподаващи знания извън контекста на реални събития. Те се опитват да симулират реалния свят. Повечето ИСЕО попадат в тази група. Те обучават студентите на знания без да се опитват да свързват тези знания със ситуация от реалния свят. Тези системи са проектирани предимно да предоставят абстрактни знания, които са приложими в реални ситуации за разрешаването на конкретни задачи.

Интелигентните системи за e-learning могат да бъдат класифицирани и по вида знания, които те предоставят. Един ранен опит за изследване в тази посока е таксономията на Bloom (Bloom, B. (ed.) 1956. *Taxonomy of Educational Objectives*. New York, NY, Mackay Publishing). Освен класифициране на целите на обучителния процес, на базата на вида на знанията може да се определи какви способности ще придобие обучавания след усвояването на един урок от материала. Тези способности могат да се изразяват в натрупани умения за разрешаването на набор от задачи, или способност за разбиране на абстрактни понятия като Теория на относителността на Айнщайн.

Повечето системи се съсредоточават върху преподаване на един вид знания. Това се прави, за да се постигне простота на системата и улесняване на нейната реализация. Голям брой системи преподават процедурни умения. Това са умения как да се извършват дадени задачи или процедури. В областта на познавателната психология са правени много изследвания в посока натрупването на умения у човека. Системите проектирани на база на тези открития често се наричат познавателни учители. Примери за такива системи са SHERLOCK, която има присвоени обучителни действия към всяко вътрешно състояние в "ефективното пространство на задачите". Друг пример за ИСЕО, която използва анализ на експертно поведение е LISP tutor (Anderson, J. and Reiser, B. 1985. *The LISP Tutor*. Byte, 10, 4, pp. 159-175.). При нея действията за решаване на дадена задача са кодирани като продукции (правила).

Други системи се спират върху преподаване на понятия чрез "мисловни модели". Тези системи срещат две основни затруднения. Базата знания, необходима за провеждане на обучението, трябва да е доста обширна. Преподаването на понятия е по-зле проучено от преподаването на процедури. По тези причини системите от този тип изискват въвеждането на голям обем знания. Поради липсата на солиден модел за придобиване на знания и експертен опит тези системи са принудени да използват общи педагогически стратегии. Пример за такава система е Системата за генериране на педагогически обяснения (Pedagogical Explanation

Generation (PEG) system), която разполага с богата база от знания, използвана при генериране на отговори на въпросите на студентите.

Тези разграничения са по-скоро ориентировъчни. Те трудно биха могли да послужат като сигурен метод за класифициране на интелигентните системи за електронно обучение.

През последните години с бързото напредване на възможностите на компютърните системи и в частност на персоналните компютри, опитите за приложение и реализация на интелигентни CEO става все по-предизвикателни. С това възникват и редица въпроси, относно интелигентното обучение като:

- Трябва ли интелигентното обучение да има индивидуален подход или той трябва да е групов
- До каква степен обучаваният трябва да има контрол върху системата и учебния процес
- Каква е ролята и какви са последствията от употребата на виртуални среди за обучение, например реализацията на интерактивни лабораторни упражнения като заместител на реалните такива

Адаптивност – същност и методология

Съществуващите системи и теоретични разработки в областта на адаптивните системи за електронно обучение дефинират модели на e-learning системи със строго предефинирани категории и структури на индивидуалната информация, свързана с обучавания и с учебното съдържание. Kinshuk и Taiyu Lin в един свой пример представят схема на формализация на Контрола на обучителното пространство (КПИ). КПИ е описано от Kinshuk et al. [4] и определя процеса на адаптация в две категории: адаптиране на учебното съдържание и адаптиране на обучителните пътища (връзки). КПИ дефинира още нива на адаптиране. Това са определени операции върху категориите на адаптивния процес.

В Индивидуално-адаптивната система за електронно обучение (ИАСЕО) основна функция при осъществяване на адаптивния процес има Адаптиращата подсистема. Електронното обучение се разглежда чрез обобщен подход, като се избягват предварително дефинирани педагогически категории и стратегии. Този подход предлага гъвкав механизъм за формализация на различни адаптивни обучителни модели. За да се постигне тази задача е използван формален език за описание на генериращата структура на учебното съдържание като част от Адаптивната подсистема (Иванов и Забунов, 2004). Така се постига гъвкавост при дефинирането, както на категориите на индивидуалната информация, така и на структурата на учебния материал.

Генерирането на адаптиран учебен материал, използвайки основния учебен материал в системата се извършва на база на педагогическата стратегия, залегнала в ИСЕО и на база натрупаните данни за обучавания до дадения момент. Става ясно, че съществува пряка взаимовръзка между педагогическия подход, модела на

представяне на основния учебен материал и модела на съхранение и натрупване на индивидуалните данни за обучавания.

Преподаваният материал, въведен в интелигентната CEO се нарича още и адаптируем учебен материал. Тази информация се въвежда във форма, определена от съответната интелигентна система и се различава от учебния материал, който се предоставя на обучавания. Последният се получава след обработка на адаптируемия учебен материал.

Профилиране и индивидуализация. Типове информация, изграждаща индивидуалния профил на обучавания

Една от основните характеристики на ИСЕО е натрупването на информация за обучаваните. Тази информация отразява характеристиките на обучавания, натрупани като данни в системата. Тъй като само част от действията на обучавания се регистрират в ИСЕО, съществуват затруднения при създаването на точна представа за способностите на ученика. Затова профилът на обучавания не може да е идеален и не трябва действията на системата, базирани на този профил да стават също неточни или да предизвикват отрицателен резултат в процеса на обучение. Въпреки трудностите по генериране на идеален профил на обучавания, нуждата от натрупване на информация, характеризираща обучаваните е жизненоважна. В противен случай системата няма да има никаква основа, върху която да развие своята "интелигентност", изразяваща се в адаптивност на своето поведение. В резултат системата ще се превърне в обикновена, не интелигентна CEO, предоставяща на всички обучавани еднакъв учебен материал.

Съществуват редица методи за представяне на индивидуалната информация. Два такива подхода са овърлейните модели и Байезиевите мрежи. Най-често срещания подход са овърлейните модели (Carr, B. and Goldstein, I. 1977. Overlays: a Theory of Modeling for Computer-aided Instruction, Technical Report, AI Lab Memo 406, MIT.) При тях знанията на студента се определят като подмножество на знанията на експерта. Целта на системата е да предоставя учебен материал на обучавания с цел неговите знания да достигнат и напълно съвпадат с тези на експерта. Видовете знания в овърлейния модел включват "теми", които отговарят на елементи от системните знания и могат да бъдат представени с продукционни правила. Недостатък на този подход е това, че той не взима под внимание знания на обучаваните, намиращи се извън знанията на експерта.

Друг механизъм за съхраняване на нивото на знания на студента е Байезиевите мрежи. Тези мрежи вероятно съхраняват състоянието на знанията на студента, на база неговите взаимодействия със системата. Всеки възел в мрежата има присвоена вероятност, отговаряща на вероятността обучавания да знае съответната единица знания.

Възниква въпросът каква информация трябва да съдържа профила на обучавания. Минимално трябва да се

съхраняват знанията на студента по преподавания материал. Тези познания обаче могат да се отнасят както за един урок от материала, така и до по-малки части на материала, като абзац, упражнение, задача и др. Степента на детайлност при съхраняването на знанията на обучавания може лесно да усложни педагогическия модел на системата, който е базиран върху профила на обучавания. Затова се търси средно положение на гранулярност на записването на знанията. Освен записване на знанията, педагогическият модел на системата може да изисква повече информация за обучавания с цел адаптиране на поведението на ИСЕО. Такава информация може да включва различни способности на обучавания, но също така и знания на обучавания по други области извън преподавания материал. Възможно е и дефиниране на разнообразни категории способности на обучавания пряко свързани с преподавания материал като скорост на запаметяване на текущия урок, време на запомняне и др. Изследвания в областта показват, че натрупването на такива данни за ученика е от ползва.

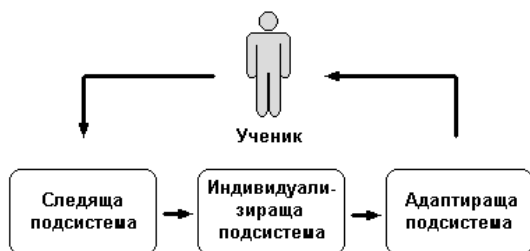
Методи за обратна връзка и слеждане на поведението на обучавания

За да се реализира натрупване на информация, характеризираща обучавания са нужни методи за обратна връзка. Тези методи осигуряват необходимия информационен поток към ИСЕО. Както беше споменато в предишната точка характеристикната информация, относно обучавания може да бъде разнообразна с цел предоставяне на основа за развиване на голям брой педагогически подходи. Това поставя и условие към методите за обратна връзка, които трябва да дадат възможност на системата да натрупва нужните данни за обучавания.

Модел на индивидуално-адаптивна система за електронно обучение

В резултат от анализа на разпространените на пазара CEO, се разкрива една реалност на неусвоени ресурси, които изчислителните машини предлагат на потребителите на CEO. Това са ресурсите, принадлежащи към сферата на интелигентните компютърни системи. Ако модерните CEO оползотворяват мултимедийните и комуникационни възможности на компютрите, те не обръщат достатъчно внимание на възможността за стратегически планирано провеждане на учебния процес. Този тип организация на една система за електронно обучение се основава на възможността за натрупване на характеристична информация за обучавания в базата данни на компютъра. Такава информация съществува и днес при съвременните CEO. Поведението на потребителите на CEO е пряко отразено в интерактивната им комуникация със системата. Но тази информация не се взема предвид и не се записва и съхранява. Още по-малко тази информация се анализира и на база този анализ се правят промени в поведението на CEO спрямо обучавания. Тези промени на поведението на CEO наричаме *адаптивност* на CEO спрямо обучавания. Адаптивността на CEO може да се извършва по няколко категории направления като:

- Познаване на учебния материал;
- Интереси на обучавания;
- Лични качества и способности на обучавания
- Психологически и социален фон и др.



Фигура 1. Базова структура на ИАСЕО.

За постигане на крайната цел, а именно адаптивността, е нужна индивидуализация. Индивидуализацията на потребителите на CEO представлява създаването на индивидуален профил на обучавания. Индивидуалният профил се състои от *характеристична информация*, която се натрупва в процеса на взаимодействие на потребителите със CEO. За да може CEO да регистрира поведението на обучавания е необходимо дефинирането на набор от събития, "носещи" характеристичната информация и също така механизъм за тяхното регистриране. Така възниква структурата на една интелигентна, адаптивна, индивидуална и следяща система, наричана Индивидуално-адаптивна система за електронно обучение или ИАСЕО. Базовата структура, отразяваща философията на ИАСЕО е показана на фигура 1.

Адаптиране на поведението на системата за електронно обучение

На базата на изложеното до тук може да се дефинира модел на индивидуално-адаптивна CEO - ИАСЕО. Целта на ИАСЕО е да накара ученика в максимална степен да усвои предвидения учебен материал и също така да му предостави допълнителен материал, в зависимост от неговите интереси и възможности. Най-общо казано предоставяния адаптиран учебен материал трябва да постигне целите, поставени пред обучителния процес. Както бе отбелязано по-горе целта на ИАСЕО на пръв поглед е една - да се усвои преподавания учебен материал в максимална степен, но целите на образованието са по-комплексни. Затова и адаптивността на системата се разпределя в няколко категории:

- Усвояване на учебния материал в максимална степен;
- Задоволяване на интересите на обучавания;
- Развиване на лични качества и способности на обучавания;
- Цели от психологически и социален характер.

Така се достига до основната задача, поставена пред ИАСЕО – да реализира среда за осъществяване на разнообразни педагогически адаптивни подходи – ИАСЕО представлява обобщена адаптивна система за e-learning.

На базата на поставените цели и базовата структура на Могадда се дефинират следните обобщени характеристики на системата:

- Осъществяване на обратна връзка при взаимодействието с ученика;
- Измерване на важни за обучителния процес характеристики на ученика и тяхното съхранение – управление на характеристичната информация;
- Предоставяне на оптимален учебен и тестов материал, използвайки алгоритъм за анализ и управление на обучителния процес, на базата на натрупаната в системата информация.

Индивидуално-адаптивните системи за електронно обучение са базирани върху интелигентните компютърни системи и извършват адаптиране на обучителния процес спрямо обучавания, с цел увеличаване на резултатите от обучителния процес и задоволяване на нуждите и интересите на учащите. Този стил на организиране на система за електронно обучение (CEO) е базиран на възможността да се съхранява характеристична информация за учениците в база данни. Поведението на потребителя на CEO директно влияе върху интерактивната комуникация между потребителя и системата. За да се постигне индивидуализация на обучителния процес и последваща адаптация, тази информация трябва да се взема предвид и да се съхранява. След това информацията се анализира и се предприемат вариации в поведението на CEO спрямо обучавания, базирани на този анализ. Наричаме тези промени в поведението на CEO *адаптация* на CEO спрямо обучавания, докато съхраняването на характеристична информация за потребителя – *индивидуализация* както се излага от Ivanov (2003).

Адаптивните и индивидуализиращи концепции са подробно разгледани и дефинирани от Brusilovsky (1999).

Настоящите направления в индивидуално-адаптивното обучение предлагат разнообразни e-learning модели, подходящи за различни педагогически парадигми и приложими в определени области на обучението. Подобни подходи са предприети от Kinshuk и др. (2000) и Kinshuk и др. (2004).

Kinshuk и Taiyu Lin дават добър пример. Тяхната разработка представя схема на формализация на Образователния пространствен контрол (ОПК). Kinshuk дефинира процеса на адаптиране в две категории: адаптиране на образователното съдържание и адаптиране на обучителните пътеки (връзки). ОПК също така определя няколко адаптивни контролни нива. Това са определени операции върху категориите на адаптивния процес.

Адаптиращата подсистема на Индивидуално-адаптивната система за електронно обучение разглежда обучението на обобщена основа без предварително дефинирани педагогически категории и стратегии. Този подход предлага гъвкав механизъм за формализация на разнообразни адаптивни обучителни модели. За да се постигне тази задача се използва формален език за описание на генериращата структура на учебния материал като част от Адаптиращата подсистема.

Настоящата статия изследва структурата на една обобщена интелигентна e-learning система, разделяща процеса на интелигентно обучение в етапи, които подлежат на настройка и по този начин са независими от предварително дефинирани педагогически методи. Системата за електронно обучение, представена тук, притежава гъвкавост при дефинирането както на категориите на индивидуалната информация, така и на структурата на учебния материал. Проектът на Индивидуално-адаптивна система за електронно обучение може да се разглежда като обобщен модел на адаптивна e-learning система, позволяващ да бъдат програмирани структурата на учебния материал и функционалността на следящата, индивидуализиращата и адаптиращата подсистеми. Структурата на Индивидуално-адаптивната система за електронно обучение е представена в Ivanov (2004).

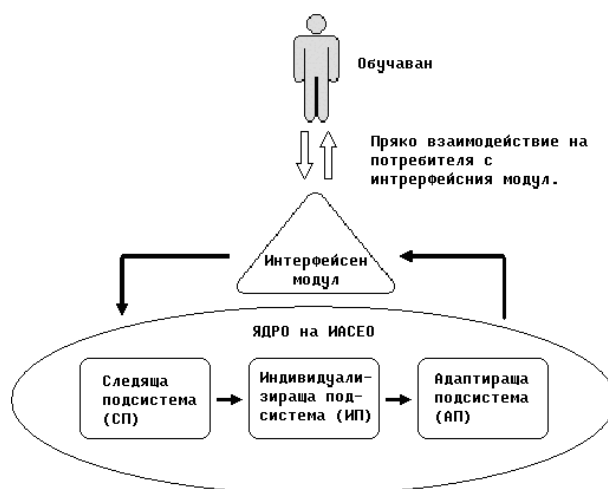
Основна структура

Индивидуално-адаптивната система за електронно обучение (ИАСЕО) се състои от ядро, изградено от три подсистеми:

1. Следяща подсистема
2. Индивидуализираща подсистема
3. Адаптираща подсистема

ИАСЕО предлага следната функционалност. Поведението на e-learning системата се приспособява към поведението на обучавания с цел постигане на най-висока усвояемост на предлагания материал. Адаптирането на поведението се извършва от Адаптиращата подсистема. Тя променя изхода към потребителя, вземайки предвид съхранената информация, характеризираща обучаваните. Тази информация е организирана в индивидуални профили – по един профил за всеки учащ. Процесът на адаптиране е невъзможен без предварителна индивидуализация. Процесът на индивидуализация се извършва от Индивидуализиращата подсистема. Тя е отговорна за създаването на индивидуалните профили на учениците. Индивидуалният профил се състои от характеристична информация, която се събира в процеса на взаимодействие между потребителите и ИАСЕО. За да се даде възможност на ИАСЕО да следи поведението на обучавания е нужна подсистема за следене на събитията, които носят характеристична информация. Тази система се нарича Следяща подсистема. Тя включва дефинирането и следенето на събития, наречени функционални събития. Те носят характеристичната информация. Накрая, за да може потребителят да комуникира със системата е нужен спомагателен интерфейсен модул. Така се появява структурата на една интелигентна, индивидуализираща, адаптираща и следяща система за електронно обучение – ИАСЕО. Основната ИАСЕО структура, представяща нейната философия, е показана на фигура 1, която също така показва информационния поток, циклично преминаващ през обучавания и системата.

Информационният поток в ИАСЕО преминава от една страна между обучавания и системата, и от друга - между отделните подсистеми. Така информационният поток се разделя на етапи, всеки от които е представен от типа на пренасяната информация.



Фигура 2. Основна структура на ИАСЕО.

Понеже интерфейсният модул не обработва семантично информацията, преминаваща през него, а само нейната форма, той не принадлежи към ядрото на ИАСЕО. Подсистемите, изграждащи ядрото, обработват информацията семантично. Информацията изпратена до обучавания и получена обратно от него, се нарича учебен материал. В проекта на ИАСЕО понятието учебен материал е по-общо от стандартното му значение. Учебният материал се състои от сеанси. Сеансът е изграден от блокове, които биват пасивни и активни. Като информационен поток между обучавания и системата, учебният материал носи двупосочна информация:

1. Изходяща информация: от ИАСЕО към обучавания
2. Входяща информация: от обучавания към ИАСЕО

Всички блокове, съставляващи даден сеанс от учебния материал, могат да пренасят изходяща информация, докато само подмножество от тях могат да пренасят входяща информация. Последните се наричат активни блокове, а всички останали - пасивни.

Изводи и бъдещи разработки

Индивидуално-адаптивната система за електронно обучение определя един обобщен модел на интелигентна система за електронно обучение, която дава възможност за създаването на конкретни интелигентни e-learning решения.

Литература

- Иванов, К., С. Забунов. 2003. Модел на индивидуално-адаптивна система за електронно обучение. - *Трудове на Научната Сесия РУ'2003*, под печат.
- Маждраков, М., Т.Трендафилов и др. 1996. Обучението по ГИС в МГУ "Св. Иван Рилски". - *Международен симпозиум "Приложение на лазерни, GPS и GIS технологии в геодезията"*, София.
- Anderson, J. and Reiser, B. 1985. The LISP Tutor. *Byte*

- Bloom, B. (ed.) 1956. Taxonomy of Educational Objectives. New York, NY, Mackay Publishing
- Brusilovsky, P. 1999. Adaptive and Intelligent Technologies for Web-based Education - KI - Kunstliche Intelligenz.
- Carr, B. and Goldstein, I. 1977. Overlays: a Theory of Modeling for Computer-aided Instruction, Technical Report, MIT.
- Eliot, C. and Woolf, B. 1995. An Adaptive Student Centered Curriculum for an Intelligent Training System. *User Modeling and User-Adapted Interaction*
- Ivanov, K., S. Zabunov. 2004. Individually Adaptive Learning Management System Project. – *CompSysTech '2004, Rousse*, in printing.
- Jianguo, L., Z. Xiaozhen, Q. Yuhui. 2002. Resource Organization and Learning State Control For Adaptive Learning System - *IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2002)*.
- Kinshuk, A., R. Oppermann, R. Rashev, H. Simm. 2000. A Cognitive Load Reduction Approach to Exploratory Learning and Its Application to an Interactive Simulation - Based Learning System - *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 9 (3), 253-276.
- Kinshuk, A., T. Lin. 2004. User Exploration Based Adaptation in Adaptive Learning Systems - *University of Electro-Communications, Tokyo, Japan*.
- Ritter, S., J. Anderson, M. Cytrynowicz, O. 1998. Medvedeva. Authoring Content in thePAT Algebra Tutor. - *Journal of Interactive Media in Education*, (9) [www-jime.open.ac.uk/98/9].
- Santos, O., E. Gaudioso, C. Barrera, J. Boticario. ALFANET. 2003. An Adaptive E-Learning Platform - *2nd International Conference on Multimedia and ICTs in Education (m-ICTE2003)*.
- Tang, T., G. McCalla. 2003. Smart Recommendation for an Evolving E-Learning System – *aied2003 Artificial intelligence education - 11th International Conference on Artificial Intelligence in Education, Sydney Australia*.
- Weber, G. 1999. Adaptive Learning Systems in the World Wide Web UM 99 - *7-th International Conference on User Modeling, June 20-24, 1999, Banff Centre, Banff Canada*
- Zabunov, S., K. Ivanov. 2003. Methods and Forms of Teaching "Information Systems" and "Computer Networks and Communications" with the Use of the Internet – *50th Annual of University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski" – Sofia, Bulgaria*.
- Zabunov, S. 2004. A Language for Describing the Generating Structure of the Educational Material in the Individually Adaptive Learning Management System – *CompSysTech '2004, Rousse, Bulgaria*, in printing.

Препоръчана за публикуване от
Катедра „Информатика“, МЕМФ