

**RAZVOJ ADAPTIVNIH SISTEMA ELEKTRONSKOG OBRAZOVANJA
ZASNOVAN NA STILOVIMA UČENJA
DEVELOPING ADAPTIVE E-EDUCATION SYSTEM
BASED ON LEARNING STYLES**

Dušan Barać

REZIME: U ovom radu je prezentovan pristup personalizaciji sistema elektronskog učenja zasnovan na data mining – u. U poslednje vreme, brojna istraživanja pokazuju da se velik broj elektronskih kurseva završava neuspešno, kao posledica primene koncepta “univerzalne veličine” gde se isti statički sadržaj prezentuje svim studentima. Za razvoj efektivne platforme za elektronsko učenje neophodno je utvrditi ciljeve, preferencije, motivaciju i potrebe svakog studenta. Primarni cilj ovog istraživanja je personalizacija sistema elektronskog učenja, tako da se u centar interesovanja stavljaju korisnički ciljevi, predznanja, stilovi učenja i zahtevi za performansama. Sistemi za upravljanje učenjem (LMS) generišu i akumuliraju veliku količinu informacija, pa se primena tehnika data mining-a izdvaja kao dobar pristup za otkrivanje potreba i preferenci studenata i prilagođavanje sistema za e-obrazovanje. U radu su identifikovane i prikazane osnovne faze i zahtevi ovog procesa. Kao dodatak, izvršeno je istraživanje koje se odnosi na primenu tehnike klasterovanja u sistemu za daljinsko obrazovanje u Laboratoriji za elektronsko poslovanje Fakulteta organizacionih nauka u Beogradu

KLJUČNE REČI: adaptivno okruženje za elektronsko učenje, klasterovanje, data mining, stilovi učenja, personalizovni sistem učenja, modeli studenata

ABSTRACT: In this paper, we present an approach to e-learning personalization based on data mining. Currently, many researches show that high number of e-learning courses resulted in failure due to “universal size” concept as the same static content is presented to all students and objective is getting the learner online and ‘into’ the technology. Developing effective e-learning framework depends on finding sophisticated means for discovering students’ goals, preknowledge, needs and motivation. Primary goal of the research is to perform personalizing of distance education system, according to students’ learning styles, goals, background, presentation preferences and performance requirements. Learning Management Systems (LMS) generate lot of data and much information can be discovered using data mining techniques. In order to improve process of using data mining tools and techniques in e-learning systems, we have identified its main phases and requirements. In addition, research that dealt with appliance of clustering technique in a real e-learning system was carried out. Data were collected from the courses within distance education system in Laboratory for E-Business on the Faculty of Organizational Sciences in Belgrade.

KEY WORDS: adaptive e-learning environments, clustering, data mining, learning styles, personalized learning system, learner models

1. UVOD

Obrazovanje na daljinu se može definisati kao kompleksan sistem, koji obuhvata podučavanje i učenje, udaljene u vremenu i prostoru, kao i nastavne materijale u različitim formama, individualno ili grupno učenje, tutorski i interaktivni rad. Elektronsko učenje, koje predstavlja ključni deo daljinskog obrazovanja, se realizuje pomoću najnovijih informaciono-komunikacionih tehnologija, posebno interneta. Pored činjenice da se permanentno i rapidno razvija, takozvano “on-line” učenje postaje dominantno u komparaciji sa drugim tipovima učenja. U vezi sa tim, javljaju se sve komplikovaniji zahtevi za projektovanjem i implementacijom sistema elektronskog učenja. Istovremeno, globalni trendovi, dinamičko okruženje, kompleksnost problema, primoravaju obrazovne institucije na visok stepen efikasnosti, adaptivnosti, integracije i koordinacije svih relevantnih aktivnosti prilikom izgradnje sistema za elektronsko učenje. U tom kontekstu, poslovna inteligencija se može prepoznati kao ispunjenje zahteva za dodatnim, neotkrivenim, nevđenim znanjem

i mogućnostima. Poslovna inteligencija predstavlja široku oblast aplikacija, alata i tehnologija namenjenih za skupljanje, skladištenje, omogućavanje pristupa i analiziranje podataka u cilju podrške prilikom donošenja različitih odluka i upravljanja performansama poslovnog sistema. Više detalja o poslovnoj inteligenciji se može pronaći u [13].

2. PERSONALIZOVANI ADAPTIVNI SISTEMI ELEKTRONSKOG UČENJA

Veoma često, kursevi elektronskog učenja imaju problem “univerzalne veličine”, pošto se isti statički sadržaj prezentuje svim studentima sa ciljem da se učenik dovede “on-line” i “u” tehnologiju. Trenutno, pažnja se pomera ka platformama orijentisanim prema učenicima i stavljanju njihovih očekivanja, motivacija, stilova učenja, navika, u centar interesovanja [12]

U skladu sa AHA¹* teorijom [4], sistem elektronskog učenja se definiše kao *adaptivan*, ako je u mogućnosti da: prati aktivnosti svojih učesnika; interpretira iste na osnovu oblasno-specifičnih modela; otkriva zahteve i preferencije u skladu sa prethodno

¹AdaptiveHypermediaArchitecture, detaljnije u [2]

uočenim aktivnostima i precizno ih reprezentuje u povezanim modelima. Konačno, sistem deluje prema otkrivenom znanju o učesnicima i oblastima, da bi dinamički upravljao procesom učenja. Pošto se ponašanje sistema prilagođava učesniku, tj. osobi, ova vrsta adaptacije se naziva personalizacija. Prema tome, adaptivni sistem elektronskog učenja se može opisati kao *personalizovan* sistem, koji je pored kreiranja personalizovanih sadržaja, sposoban da obezbedi adaptivno "dostavljanje" kursa, interakciju, saradnju i podršku [4]. Sistemi za e-učenje koji svakom pojedincu prilagođavaju process učenja se nazivaju *personalizovani* sistemi za elektronsko učenje. Personalizovano e-učenje koristi aktivnu strategiju učenja koja osposobljava učenika da kontroliše sadržaj, tempo i obim učenja. Ono podržava učenika omogućavajući mu alate i mehanizme pomoću kojih on može personalizovati svoje učenje.

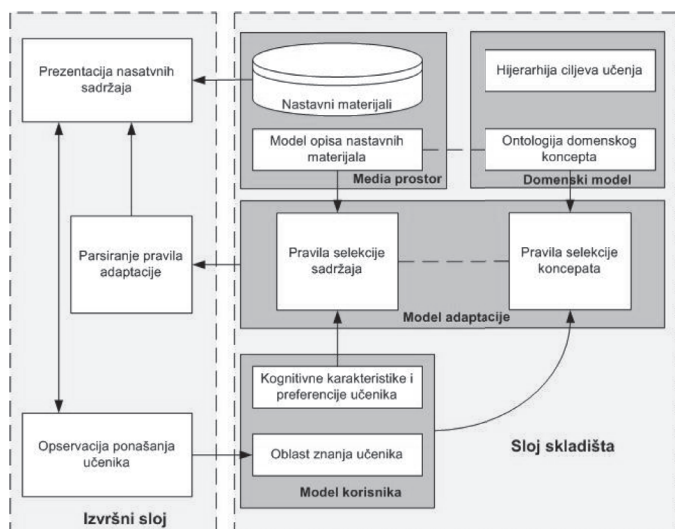
2.1. Razvoj adaptivnog hipermedia sistema učenja

Pojam *adaptivni hipermedia system*[16] se definiše kao hipertekst ili hipermedia sistem, koji reflektuje odgovarajuće osobine korisnika (učenika) u korisničkom modelu. Osnovna karakteristika je sposobnost prilagođavanja osobinama korisnika (npr. ciljevi, teme, znanja, pozadina, iskustvo, preference, interesovanja i sl.) i okruženja (lokacija, protok, računarska platforma i dr.). Adaptivne hipermedia tehnologije obuhvataju: adaptivnu prezentaciju (content level adaptation), adaptivnu podršku navigaciji (link level adaptation) i adaptivnu selekciju sadržaja (content level adaptation). Specifikacija adaptacije se može posmatrati na različitim nivoima:

- Procesi: dizajn, selekcija, struktura prema trenutnom korisniku i kontekstu
- Materijali: selekcija, dizajn, struktura i prezentacija
- Adaptacija: izbor adaptivnih strategija i tehnika na meta-nivou u skladu sa trenutnim kontekstom

Neophodno je definisati osnovne aspekte adaptacije i odgovarajuće modele:

- Šta će biti adaptirano i stavljeno na raspolaganje: *domenski model*
- U skladu sa kojim parametrima se može izvršiti adaptacija: *model korisnika* i *kontekstualni model*
- Na koji način se može izvršiti adaptacija: *model aktivnosti* i *model adaptacije*

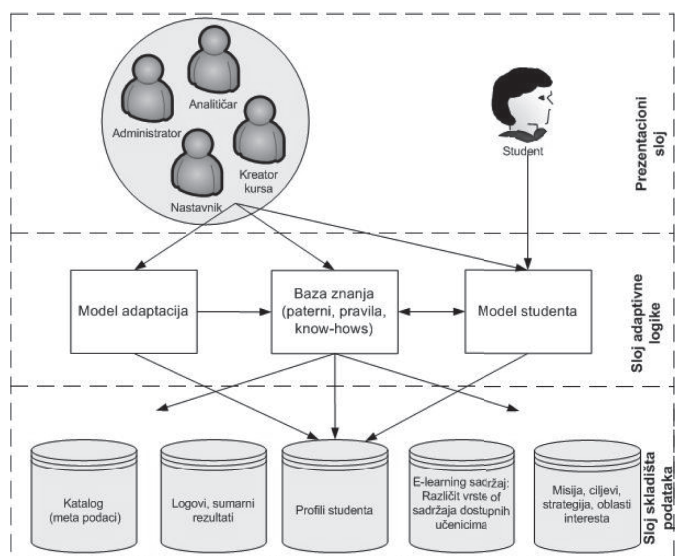


Slika 1. – Opšta arhitektura AEHS sistema

AEHS model se sastoji iz dva osnovna sloja: „run-time“ sloj, koji sadrži adaptivni mehanizam i gde se obavlja adaptacija, i sloj „skladišta“, gde se nalaze informacije od domenskog, korisničkom i modelu adaptacije. Na slici 1 se vidi opšta arhitektura AEHS. Strelice označavaju logičke veze između modela. Proces razvoja AEHS se odvija u četiri koraka[18]:

- 1) Dizajniranje *domenskog modela* je proces razvoja hijerarhije ciljeva, kao i hijerarhije ciljeva za opis predmeta domenskih konceptata. Za svaki cilj učenja definisan u hijerarhiji ciljeva, neophodno je specificirati niz pridruženih konceptata u ontologiji domenskog konceptata.
- 2) Kreiranje *modela korisnika* je proces razvoja oblasti znanja korisnika i modela zasnovanog na misaonim karakteristikama i preferencijama korisnika. Postoje dva pristupa: overlay model, gde se nivo znanja korisnika opisuje preko podskupa ontologije domenskog konceptata, i stereotip modelovanja, kada su korisnici klasifikovani u grupe u kojima svi imaju zajedničke osobine karakteristične za klasu u kojoj se nalaze.
- 3) Razvoj *media prostora*, odnosno proces kreiranja modela za opis edukacionih materijala i odgovarajućih metapodataka. Ovaj model opisuje obrazovne karakteristike materijala, odnosno tip izvora materijala, težinu, kao i strukturne veze između resursa i materijala, tj da li i kakve veze postoje među njima. Za svaki nastavni materijal u media prostoru neophodno je definisati niz povezanih konceptata iz ontologije domenskog konceptata.
- 4) *Model adaptacije* se odnosi na definisanje pravila selekcije konceptata, koja služe za izbor konceptata iz domenskog modela, kao i pravila za selekciju određenih materijala iz media prostora. Ova pravila se definišu na osnovu oblasti znanja učenika, karakteristika, preferencija. Povezuju obrazovne karakteristike materijala za učenje, definisanih u modelu opisa materijala, sa atributima korisnika u modelu korisnika.

Analogno poslovnim platformama, na slici 2. predloženo je rešenje za platformu adaptivnog sistema elektronskog učenja [17]. Platforma se sastoji iz tri sloja: baze podataka, adaptivni sloj i interfejs. Prikazana je i komunikacija između delova sistema.



Slika 2. – Arhitektura adaptivnog sistema elektronskog učenja

Baze podataka predstavljaju osnovu sistema i svi raspoloživi podaci bi trebalo da budu skladišteni na adekvatan način. Sistem za personalizovano učenje se nalazi u centralnom delu arhitekture. Posедуje mnoštvo primenjenih paterna, pravila i “know-how -a”, koji u kombinaciji sa adaptivnim mehanizma služe za kreiranje modela [11]. Nizovi studentskih profila i zahteva predstavljaju ulaze u adaptivni process, a kao izlazi dobijaju se sekvence objekata sadržaja personalizovanog prema studentima. Na vrhu arhitekture su korisnici sistema. Da bi se kreirao efektivan sistem elektronskog učenja, neophodno je posmatrati studenta kao najvažniji deo paradigme [7]. Personalizovano elektronsko učenje podrazumeva aktivnu strategiju učenja, koja omogućava studentima da kontrolišu kontekst, okvir i dinamiku odvijanja učenja [2].

2.2. Stilovi učenja

Učenje je misaona aktivnost, koja se razlikuje od studenta do studenta. Analize adaptivnosti sistema elektronskog učenja su pokazale značaj modelovanja kognitivnih osobina studenata, pre svega, stilova učenja. U skladu sa tim, može se zaključiti da sistem elektronskog učenja treba prilagoditi pojedinačnim stilovima učenja. Postoji nekoliko modela stilova učenja, međutim, Felder-Silverman Learning Styles Model (FSLSM) [3] se često koristi kada se analiziraju stilovi učenja u okruženjima karakterističnim za elektronsko učenje. Felder-Silverman model opisuje svakog studenta u skladu sa četiri dimenzije [3]:

- Aktivni i reflektivni stil učenja
- Senzorni i intuitivni stil učenja
- Vizuelni i verbalni stil učenja
- Sekvencijalni i globalni stil učenja

U cilju mogućnosti primene analize stilova učenja u adaptaciji kursa, neophodno je uspostaviti pravila povezivanja stilova sa karakteristikama nastavnih materijala. Na taj način se određuje koji materijali su najadekvatniji za pojedine stilove učenja. Ovde se razmatra šest vrsta aktivnosti učenja i multimedijalnih formata materijala [19].

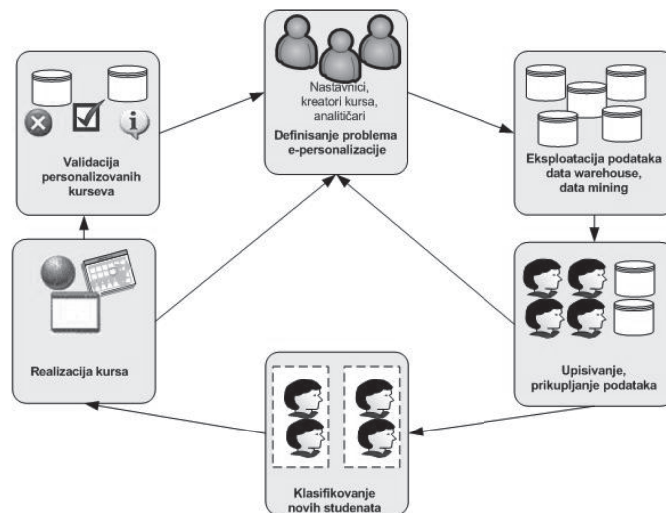
Tabela 1. – Aktivnosti učenja

	Viz.	Verb.	Senz.	Intu.	Sekv.	Glob.	Akt.	Ref.
Cilj lekcije		-		-		-		-
Simulacija	-		-		-		-	
Konceptualna mapa	-	-	-	-	-		-	-
Sinteza	-			-		-	-	
Objašnjenje		-	-		-			-
Primer	-		-		-	-	-	

Otkriveni stilovi učenja se koriste za klasterovanje studenata i kreiranje adekvatnih profila studenata, u primeru primene data mining – a u okviru istraživanja.

3. METODOLOGIJA PRIMENE TEHNIKA POSLOVNE INTELIGENCIJE U ADAPTIVNIM SISTEMIMA ELEKTRONSKOG UČENJA

U cilju poboljšanja procesa adaptacije u sistemima elektronskog obrazovanja, neophodno je identifikovati glavne faze i



Slika 3. – Faze u primeni poslovne inteligencije u razvoju personalizovanog sistema obrazovanja

zahteve. Na slici 3. su prikazani koraci predložene metodologije, koje ne bi trebalo posmatrati odvojeno, nego kao integrisane elemente iterativnog i dinamičkog procesa primene poslovne inteligencije u elektronskom obrazovanju.

- 1) Definisanje problema e-personalizacije identifikovanje, izvodljivost primene poslovne inteligencije – određivanje inicijalnih ciljeva personalizacije, planiranje arhitekture sistema elektronskog učenja, definisanje uloge poslovne inteligencije u razvoju okruženja personalizovanog učenja, pretvaranje ciljeva u probleme data mining – a.
- 2) Eksplotacija postojećih podataka o studentima korišćenjem data warehouse, data mining, i klasterovanja - primena komponenta poslovne inteligencije u analizi podataka, kreiranje skladišta podataka, razvoj “ranih” modela data mining - a korišćenjem tehnika klasterovanja.
- 3) Adaptacija kurseva u skladu sa definisanim grupama (klasterima) – specifikacija klastera, podela studenata u grupe prema njihovim preferencama i karakteristikama, adaptacija načina organizovanja kursa postavljanjem zahteva studenata u centar modela.
- 4) Upis novih studenata i sakupljanje novih podataka – organizovanje i prijem studenata koji će pohađati kurseve u narednom periodu, sakupljanje novih podataka, da bi se kreirali profili studenata.
- 5) Klasifikacija novih studenata u definisane grupe (klastere) – korišćenje naprednih metoda poslovne inteligencije za klasifikaciju studenata u predefinisane grupe iz faze 3.
- 6) Realizacija kurseva – nadgledanje, kontrola načina na koji studenti prolaze kroz kurs, korišćenje metoda poslovne inteligencije za izveštavanje i generisanje tzv. real-time korekcija
- 7) Validacija i poboljšanje kurseva – obuhvata testiranje efektivnosti kurseva, kako kreirani personalizovani modeli funkcionišu, poređenje sa polu ili nepersonalizovanim sistemima, potrebne korekcije, poboljšanje performansi sistema.

U ovom radu faze 1. - 5. su analizirane i opisane. Istraživanje predstavlja prvi korak i snažnu osnovu za dalju optimizaciju celokupnog sistema elektronskog obrazovanja.

4. DATA MINING OKVIR ZA RAZVOJ PERSONALIZOVANIH SISTEMA ELEKTRONSKOG UČENJA

Data mining je analiza opservacionih setova podataka u cilju pronalazjenja neotkrivenih veza i sumiranja podataka na sofisticiranije načine, razumljive i korisne za vlasnika podataka [2]. Korišćenjem alata i tehnika data mining – a, mogu se izvršiti inteligentne analize velikih količina podataka skladištenih u bazama podataka predložene platforme sistema adaptivnog učenja. Data mining se koristi kao sredstvo za predviđanje nepoznatih ili budućih vrednosti atributa od interesa, ali istovremeno i za opisivanje sakrivenih paterna, koji mogu doprineti pronalaznju optimalnih modela personalizacije u elektronskom učenju[1].

Analogno pristupima personalizacije sistema elektronske trgovine, koji koriste tehnike poslovne inteligencija i data mining-a, u poslednje vreme se pojavljuju istraživanja u vezi sa primenom različitih tehnika u elektronskom obrazovanju:

- *izdvajanje sekvencijalnih paterna* se koristi za pronalazjenje paterna, koji se koriste u procesu preporuke odgovarajućih koncepata studentima
- *sekvencijalna pravila* se koriste za upravljanje kretanjem studenata kroz nastavne materijale
- *klasterovanje i klasifikacija* se koristi za kreiranje klastera i klasa studenata sa sličnim karakteristikama i podršku kolaborativnom učenju
- *asocijativna pravila i klasteri* se koriste za preporučivanje odgovarajućih aktivnosti, materijala, web stranica
- na osnovu *asocijativnih pravila i stabla odlučivanja*, nastavnici mogu da dobiju povratne informacije o odvijanju i funkcionisanju različitih segmenata kurseva

4.1. Primena data mining – a u izgradnji adaptivnih sistema elektronskog učenja

U skladu sa modelima i arhitekturom adaptivnih hipermedia sistema, neophodno je definisati ključne delove i modele u sistemu.

- *Model korisnika* – prikupiti lične podatke (godine, pol, mesto rođenja), podaci o stilovima učenja, kao i veze sa konceptualnim i domenskim modelom (godina studija, prosečna ocena, godina upisa, ocene iz sličnih predmeta, poznavanje sistema za elektronsko učenje, t.j., Moodle)
- *Domenski model* - oblasti koje se proučavaju na ovim kursevima su elektronsko poslovanje, internet tehnologije, i računarska simulacija.
- *Model sadržaja* – odnosi se na sve sadržaje dostupne u okviru kurseva, razmatrane u prethodnim poglavljima
- *Model adaptacije* – u ovom delu je ključna uloga datamining-a. Ovde se odvijaju ključne aktivnosti u celokupnom procesu izgradnje adaptivnog sistema Naime, pomoću inteligentne analize se povezuju određeni koncepti i sadržaji sa karakteristikama studenata. U ovom slučaju, karakteristike se pre svega odnose na stilove učenja.
- *Model instrukcija* – podrazumeva niz aktivnosti preduzetih na osnovu informacija dobijenih izgradnjom data mining modela.

4.1.1. Definisane problema

Osnovni cilj istraživanja je podela studenata u različite klustere, prema njihovim stilovima. Primenom metoda poslovne inteligencije i data mining-a potrebno je definisati grupe – klustere studenata na osnovu kojih će biti izvršena personalizacija kursa u procesu elektronskog obrazovanja. Na osnovu dobijenih rezultata potrebno je nove studente razvrstati u definisane klustere i ispitati ekonomičnost ovakvog postupka.

Na početku su postavljena neka pitanja, koja mogu pomoći daljoj analizi:

- Koji broj klastera je najadekvatniji?
- Koje su osnovne karakteristike unutar klastera i razlike između njih
- Koja input varijabla, odnosno stil učenja ima dominantan uticaj u grupisanju studenata?
- Da li je kreirani data mining model pogodan za dalju analizu?
- Kakvi sadržaji bi trebalo da budu prezentovani?
- Koji način komunikacije je najpogodniji prema određenim klasterima?

Usled brojnih ograničenja koja se javljaju u procesu personalizacije sistema elektronskog učenja, odlučeno je da se za analizu koristi FLSM podela. U cilju koordinacije i prevazilaženja poteškoća, kreirana je anketa u kojoj su pitanja reprezentovala četiri stila učenja. Ovo je bio najpogodniji način za prilagođavanje personalizacije specifičnim uslovima.

4.1.2. Priprema podataka i istraživanje podataka

Podaci su sakupljeni na uzorku od 700 studenata osnovnih akademskih studija na Fakultetu organizacionih nauka u Beogradu, i to pre starta kurseva. Kursevi elektronskog obrazovanja obuhvataju oblasti: Internet tehnologije, Elektronsko poslovanje i Računarska simulacija. Tri ispita na četvrtoj godini osnovnih akademskih studija na našem fakultetu su kompletno realizovana preko pomenutih kurseva. Koristi se koncept tzv. blendid learning [10]. Nakon temeljne analize, a u skladu sa pitanjima definisanim u prvoj fazi, odlučeno je da se u daljoj analizi koriste samo one kolone koje imaju veze sa stilovima učenja. Istovremeno, broj opcija u odgovorima je redukovano na tri, umesto pet koliko je u početku bilo.

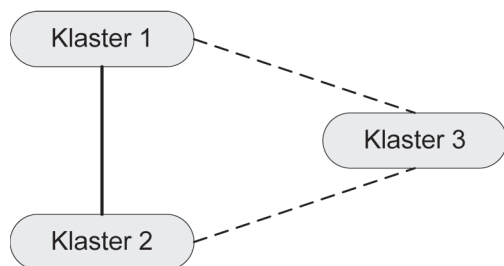
Sakupljeni podaci su skladišteni u tabeli, tako da svako pitanje predstavlja jednu kolonu, a niz odgovora svakog studenta predstavlja red u tabeli. Veći deo ankete sastojao se od pitanja čiji je cilj bio utvrđivanje stila učenja svakog od studenata.

4.1.3. Izgradnja data mining modela

Za izgradnju modela korišćen je *clustering* algoritam, koji se koristi za prirodno grupisanje podataka na osnovu njihovim atributa, tako da vrednosti atributa unutar jednog klastera budu slična,

² Principles of Data Mining, by David Hand, Heikki Mannila and Padhraic Smyth

a između klastera značajno različite. Za razliku od klasifikacije, ovde ne postoje predefinisane grupe u koje se podaci svrstavaju, već se podaci uređuju na osnovu ne tako jasno uočljivih pravila [5]. Obradom podataka, zaključeno je da su rezultati slični u slučaju podele studenata u dva ili u tri klastera. Međutim, u slučaju podele studenata u tri klastera, rezultati su konzistentniji, logičniji i boljeg kvaliteta. Stoga, u daljem tekstu prezentovani su rezultati i zaključci bazirani na svrstavanju studenata u tri klastera. Uočene veze između klastera prikazane su na slici 4. Najveći broj studenata svrstan je u klaster 1, a između klastera 1 i 2 je uočena jača povezanost.



Slika 4. – Dijagram klastera

Tabela Attribute Profiles opisuje kako različita stanja ulaznih varjabli utiču na izlaz posmatrane varijable, t.j. klastera

Na osnovu dobijenih rezultata, može se zaključiti sledeće (navedene su karakteristike za klaster 1 i 2):

- Klaster 1 – najznačajnije navike koje određuju stil učenja su studenata u ovom klasteru:
 - polaganje ispit iz delova umesto odjednom (sekvencijalni stil)
 - profesor u okviru predmeta upoznaje studente sa većim brojem tema, a ne samo sa jednom globalnom temom (sekvencijalni i senzitivni stil)
 - vrsta nastavnih materijala koji najbolje podstiču učenje su multimedijalni materijali (vizuelni stil)

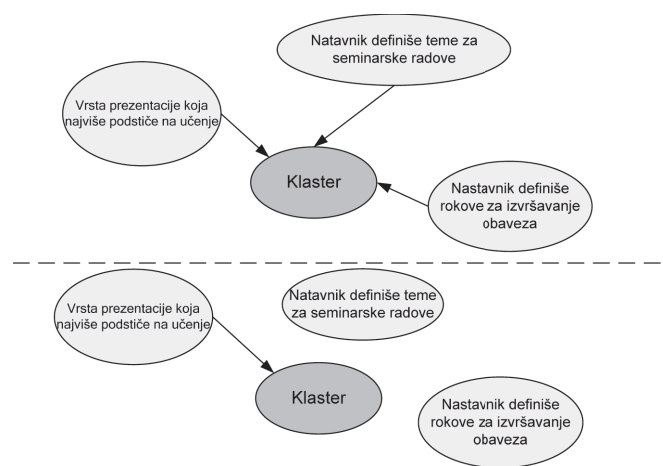
Tabela 2. – Attribute Profiles

Varijabla	Vrednost	Klaster 1	Klaster 2	Klaster 3
Veličina klastera		310	210	180
Aktivnost koja najviše motiviše na učenje	domaći zadatak	48 %	60 %	43 %
Aktivnost koja najviše motiviše na učenje	testovi	36 %	33 %	49 %
Aktivnost koja najviše motiviše na učenje	lekcije	13 %	7 %	9 %
Omiljeni način komunikacije sa nastavnikom	licem - u - lice	42 %	28 %	50 %
Omiljeni način komunikacije sa nastavnikom	e-mail	51 %	38 %	13 %
Omiljeni način komunikacije sa nastavnikom	kombinovano	1 %	23 %	34 %
Polaganje ispita izvršavanjem obaveza parcijalno	slažem se	98 %	94 %	83 %
Polaganje ispita izvršavanjem obaveza parcijalno	ne slažem se	0 %	5 %	17 %
Više vole kada nastavnik uvodi specijalizovane oblasti u nastavu	slažem se	93 %	85 %	79 %
Nastavnik definiše krajnje rokove za završetak obaveza	slažem se	67 %	32 %	69 %
Nastavnik definiše krajnje rokove za završetak obaveza	ne slažem se	24 %	68 %	20 %

- seminarske radove je bolje raditi u grupama nego pojedinačno (aktivni stil)
- najbolji način komunikacije sa profesorom je “licem u lice” (kombinacija aktivnog i refleksivnog stila)
- Klaster 2 - najznačajnije navike koje određuju stil učenja su studenata u ovom klasteru:
 - student više voli da sam izabere temu za seminarski rad, nego da mu je profesor zada (intuitivni stil)
 - polaganje ispita iz delova umesto odjednom (sekvencijalni stil)
 - student više voli praktičan rad umesto teorijskog (senzitivni i aktivni stil)
 - nema zadatih rokova za završetak ispitnih obaveza, već student sam određuje dinamiku polaganja (globalni stil)

Tabela 3 pruža detaljnu analizu ključnih razlika među klasterima. Ovo je deo klaster algoritma koji ima najvažniju ulogu u čitavom procesu segmentacije

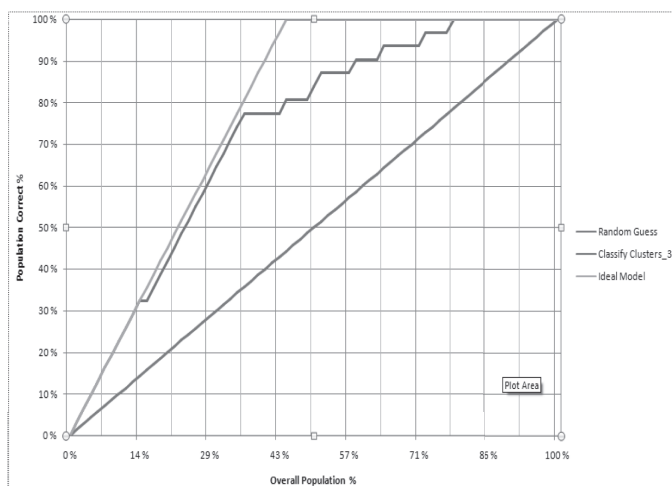
Istovremeno, slika 5. prikazuje da odnos prema prezentaciji nastavnčkog materijala (multimedijalni, pisani, verbalni) ima najveći značaj za klasifikaciju studenata. Takođe, važno je i ko definiše teme za seminarske radove, kao i to da li su rokove za izvršavanje obaveza unapred definisani.



Slika 5. – Mreža zavisnosti (Dependency network)

Tabela 3. – Discrimination scores za klaster 1 i 2

Varijabla	Vrednost	Klaster 1	Klaster 2
Nastavnik definiše teme za seminarske radove	slažem se		100%
Vrsta prezentacije koja najviše podstiče na učenje	pisani materijali		69%
Nastavnik definiše krajnje rokove za završetak obaveza	ne slažem se		64%
Vrsta prezentacije koja najviše podstiče na učenje	multimedijalni materijali	58%	
Nastavnik definiše teme za seminarske radove	slažem se	45%	
Omiljeni način komunikacije sa nastavnikom	kombinovano		43%
Nastavnik definiše krajnje rokove za završetak obaveza	slažem se	31%	



Slika 6. – Lift model za slučaj sa tri uočena klastera

4.1.4. Validacija data mining modela

Na slici 6, X osa predstavlja procenat skupa test podataka koji se koristi za poređenje predviđanja. Osa Y predstavlja procenat predviđenih vrednosti. Može se uočiti da prikazani modeli imaju skoro identične performanse. Najznačajnije je da modela iznad linije koje predstavlja liniju “slučajnog pogađanja”. Na osnovu zelene linije, koja predstavlja idealni model, može se zaključiti da je potrebno koristiti 57% dostupnih podataka kako bi se kvalitetno predviđanje izvršilo za čitavu populaciju (u ovom slučaju klaster1) za model sa tri klastera. Model bi “uhvatio” 100% populacije studenata raspoređene u klaster 1 koristeći otprilike 80% ukupne količine podataka

4.2. Analiza modela i primena u izgradnji adaptivnog modela elektronskog obrazovanja

Izgrađeni data mining model je veoma koristan za efikasnu izgradnju personalizovanog kursa elektronskog učenja. Na osnovu dobijenih rezultata i izvedenih zaključaka izvršena je personalizacija kurseva za e-učenje. Studenti si podeljeni u tri grupe. Zajedničke preference većine studenata u svakom klasteru implementirane su globalno, na nivou kursa, dok su karakteristike svakog pojedinačnog klastera implementirane na nivou grupa.

Konačna podešavanja kurseva za elektronsko obrazovanje ogledaju se u sledećem:

- *format sadržaja* prilagođen je svakoj grupi ponaosob. Svi materijali pripremljeni su i kao pisani i kao multimedijalni materijali, pri čemu je svaki format isporučen onoj grupi koja je sklona odgovarajućem načinu učenja; npr. grupa 1 je dobila multimedijalni format materijala, grupa 2 tekstualni, a grupa 3 kombinovani format materijala.
- *organizacija dinamike kursa* različito je definisana za različite grupe; studenti iz grupe 1 i 2 mogu sami da odluče kada će polagati pojedine delove ispita, dok su za grupu 3 definisani rokovi za sve ispitne obaveze.
- *definisanje tema za seminarske radove*: za grupu 1 formiran je veliki broj visoko specijalizovanih tema, među kojima studenti mogu izabrati onu koja im se najviše dopada, dok su za grupu 2 definisane samo okvirne oblasti unutar kojih studenti treba sami da osmisle temu svog seminarskog rada.
- studenti u grupama 2 i 3 umesto teorijskog seminarskog rada mogu raditi praktične projekte, dok studenti iz grupe 1 mogu kombinovati seminarske radove i projekte.

5. ZAKLJUČAK

Novi termin “BI 2.0“ bi trebalo da bude primenjen i integrisan u adaptivno učenje. Podrazumeva veći nivo standardizacije i uniformnosti u procesu adaptacije i zahteva analiziranje podataka u realnom vremenu. Istovremeno, u skladu sa idejom “eLearning 2.0” [10], sistemi elektronskog obrazovanja bi trebalo da ispune zahteve za tzv. blended learning, otvorenim pristupom, stavljajući studente u centar interesovanja. Metode data mining - a opisane u ovom radu treba posmatrati kao prve korake u primeni u sistemima elektronskog učenja. Istraživanje će biti prošireno, kada se sakupe dodatni podaci vezani za prethodno znanje studenata o oblastima koje se uče, korišćenju kursa i ponašanju. Od velikog značaja za dalje istraživanje će biti podaci o efikasnosti i efektivnosti primenjenih aktivnosti adaptacije na postojeće kurseve. Nakon toga, može se krenuti u realizaciju 6. i 7. faze predložene metodologije. Na taj način će rezultati, kao i čitav proces adaptacije biti kompletirani.

LITERATURA

- [1] C. Romero, S. Ventura, Educational Data Mining: a Survey from 1995 to 2005. *Expert Systems with Applications*, Elsevier 1:33, pp. 135-146, 2007.
- [2] P. Brusilovsky, Adaptive hypermedia. *User Modeling and User Adapted Interaction, Ten Year Anniversary Issue (A. Kobsa, ed.)*, 11 (1/2), 87-110, 2001.
- [3] R.M. Felder, L.K. Silverman, Learning and Teaching Styles in Engineering Education, *Engineering Education*, 78(7), pp. 674-681, 1988.
- [4] Paramythis, S. Loidl-Reisinger, Adaptive Learning Environments and e-Learning Standards, *Electronic Journal of e-Learning*, 2(1), pp.181-194, 2004.
- [5] Z. Tang, J. Mac Lennan, *Data mining with Sql server 2005*, Wiley, 2005.
- [6] A.M. Rashid, I. Albert, D. Cosley, S.K. Lam, S.M. McNee, J.A. Konstan, J. Riedl, Getting to know you: learning new user preferences in recommender systems. *ACM IUI* pp. 127-134, 2002.
- [7] J. Vassileva, A task-centred approach for user modelling in a hypermedia office documentation system, *User Modelling and User-Adapted Interaction* 6(2-3), pp.185-223, 1996.
- [8] S.J. Derry, M.K. Potts How Tutors Model Students: A Study of Personal Constructs in Adaptive Tutoring, *American Educational Research Journal*, 35(1), pp. 65-99, 1998.
- [9] C. Romero and S. Ventura (editors), *Data mining in e-learning*. WIT Press, 2006.
- [10] M. Ebner, E-Learning 2.0 = e-Learning 1.0 + Web 2.0?, *The Second International Conference on Availability, Reliability and Security ARES'07*, pp. 1235-1239, 2007.
- [11] F. Esposito, O. Licchelli, G. Semeraro Discovering Student Models in e-learning Systems, *Journal of Universal Computer Science*, 10(1), pp. 47-57, 2004.
- [12] R.Koper, D.Burgos, Designing Learning Activities: From Content-based to Context-based Learning Services, *International Journal on Advanced Technology for Learning*, 2(3), 2005.
- [13] H. Watson, B. Wixom, The Current State of Business Intelligence, *Computer*, 40(9), pp. 96-99, 2007.
- [14] Moore M. G, William G., *Handbook of distance education*, Lawrence Erlbaum Associates, 2003.
- [15] Aroyo, L., Dolog, P., Houben, G-J., Kravcik, M., Naeve, A., Nilsson, M. & Wild, F. (2006). Interoperability in Personalized Adaptive Learning. *Educational Technology & Society*, 9 (2), 4-18.
- [16] Brusilovsky, P., *Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia. User Modeling and User-Adapted Interaction*, 6, pp. 87-129, 1996.
- [17] M. Despotović, Z. Bogdanović, D. Barać, B. Radenković, *An Application of Data Mining in Adaptive Web based Education System*, Web-Based Education, Innsbruck 2008
- [18] Karampiperis, P., & Sampson, D., Adaptive Learning Resources Sequencing in Educational Hypermedia Systems. *Educational Technology & Society*, 8 (4), 128-147, (2005).
- [19] C.Carmona, G.Castillo, E. Millán, *Discovering Student Preferences in E-Learning*, International Workshop on Applying Data Mining in e-Learning (ADML'07)



Dušan Barać, Fakultet organizacionih nauka, Beograd

Oblast interesovanja: elektronsko poslovanje, poslovna inteligencija, internet tehnologije

CIP - Katalogizacija u publikaciji Narodna biblioteka Srbije, Beograd 659.25

INFO M: časopis za informacionu tehnologiju i multimedijalne sisteme = journal of information technology and multimedia systems / glavni i odgovorni urednik Dragana Bečejski Vujaklija. - štampano izd. -

God. 1, br. 1 (2002) -- Stara Pazova: Savremena poslovna obrada - SAVPO, 2002 - (Stara Pazova: SAVPO).- 30 cm

Postoji i izdanje na CD ROMu: INFO M = ISSN 1451-4435. - Nastavak publikacije: Info Science = ISSN 1450-6254.

- Tromesečno ISSN 1451-4397 = INFO M (Štampano izd.) COBISS.SR-ID 105690636