

Dubinska analiza podataka sustava za e(m)-učenje potpomognutih računalnim igrama u visokom obrazovanju

Petar Jurić

Služba za informatičke poslove, Upravni odjel za gospodarenje imovinom i opće poslove
Primorsko-goranska županija
Slogin kula 2, 51000 Rijeka, Hrvatska
petar.juric@pgz.hr

Sažetak – Sustavi za e-učenje imaju značajnu ulogu u današnjem visokom obrazovanju i redovno uz dodatni, postaju sve više i primarni način učenja, pogotovo kod učenja na daljinu. Jedan od većih izazova u primjeni ovog sustava je uspješnost kod motivacije studenata za njegovo korištenje.

Dostupnost sustava za e-učenje treba biti maksimizirana na način da se osiguraju tehnički preduvjeti kako bi im se jednakovrijedno moglo pristupiti putem mobilne platforme. Upotreba mobilnih uređaja za učenje čini nadogradnju sustava za e-učenje, a prilagođene sustave nazivamo sustavima za m-učenje.

U ovom radu prikazan je evolucijski ciklus, trenutno stanje i mogućnosti razvoja novih platformi sustava za e(m)-učenje u visokom obrazovanju.

Prezentirane su obrazovne računalne igre koje pri e(m)-učenju služe kao motivacijski element.

Dat je i pregled strukture podataka kojom se mogu dopuniti postojeći modeli sustava za e(m)-učenje.

Sveučilište u Rijeci koristi sustav za e-učenje MudRi koji se temelji na softveru otvorenog koda Moodle. Ovaj sustav kroz korištenje, od strane sudionika u obrazovnom procesu, prikuplja podatke koji su pogodni za dubinsku analizu podataka. Na temelju strukture podataka iz sustava Moodle i modela iz e(m)-učenja kao i učenja kroz igru, opisana je mogućnost primjene dubinske analize podataka nad ovim složenim sustavima u cilju postizanja optimalnog načina i rezultata učenja.

Ključne riječi – e-učenje, m-učenje, ozbiljne računalne igre, dubinska analiza podataka

I. UVOD

Prema preporukama za izradu obrazovnih materijala za e-učenje Sveučilišta u Rijeci [1] i Strategiji razvoja e-učenja na Sveučilištu u Rijeci [2], e-učenje se zasniva na Internet (web) tehnologijama.

Tehnologije dostupne kroz prijenosne uređaje novije generacije: tablet računala i pametne telefone, sve više se upotrebljavaju i kao primarna platforma za pristup Internetu. Ovi uređaji prigodni su za učenje u pokretu, a svojim mogućnostima nerijetko prestižu stolna i prijenosna računala. Njihovim korištenjem učenje može biti zabavno, uvijek dostupno u zoni mobilnog signala.

S obzirom na tehničke specifikacije ovakvih uređaja, prilikom korištenja, sustavi za m-učenje mogu posredno i neposredno generirati i spremati velike količine podataka.

Motivacijski element važan je dio obrazovnog procesa i prisutan je u svim njegovim oblicima. Osnovna motivacija studenata u obrazovnom procesu visokog školstva temelji se na skupljanju potrebnog broja bodova vezano uz obveze iz kolegija neovisno o njihovom sadržaju i formi. Kako učenje uz smanjenu motivaciju rezultira i nižim rezultatima postignutim na ispitima postizanje najviše razine kreativnih znanja kod studenata nije moguće bez visoke motivacije.

Upotreba ozbiljnih računalnih igara (igre koje uz zabavni sadržaj i ozbiljni tj. obrazovni sadržaj) može povećati stupanj interaktivnosti u sustavima za e(m)-učenje.

U slučaju kada bi studenti napredovali kroz obrazovni sadržaj putem igračih elemenata iz ozbiljnih računalnih igara podigla bi se razina motivacije jer bi učenje postalo zabavnije.

Da bi se analizirali podaci dobiveni iz ovih sustava koriste se tehnike dubinske analize podataka.

Dubinska analiza podataka dobivenih u sustavima za e-učenje razvija metode specifičnih vrsta podataka vezanih uz obrazovanje [3]. Pored podataka koji su sadržani u korisničkom profilu i prijavi u sustav, mogu se pratiti i akcije koje student poduzima na osnovu sadržaja koji mu je dostupan.

II. SUSTAVI ZA E-UČENJE

E-učenje je skup sadržaja i metoda koje se obrađuju na računalu, a namijenjene su za usvajanje znanja i vještina prilagođenih pojedincu ili ciljevima organizacije [4]. Sadržaji mogu biti instalirani na lokalno računalo ili su dostupni putem poslužitelja i lokalne mreže ili Interneta.

Proučavanjem sustava za e-učenje može se doći do niza drugih definicija, a često se preklapaju i nadograđuju s učenjem na daljinu [5] i učenjem uz pomoć računala. Zajedničko tumačenje upućuje da je učenik udaljen od učitelja i da se neka vrsta tehnologije (najčešće računalo) koristi za međusobnu komunikaciju kao i za pristup edukacijskim sadržajima [6].

Interakcija sa sustavom može na komunikacijskoj razini biti između učenika i učenika, te učenika i učitelja.

Sagledavajući lokaciju sadržaja i organizaciju sustava, kategorije e-učenja [7] obuhvaćaju:

- E-kolegij – većina materijala se modificira na način da se dodaju razni multimedijalni elementi i omogućiti dostupnost s udaljene lokacije. Obrađuju se putem sustava za upravljanjem sadržajem za učenje. Ekvivalentni su s radom koji bi se obavio na fizičkoj lokaciji u obrazovnoj ustanovi.
- Neformalno učenje – dostupno putem Internetskih tražilica, jedno je od češćih načina za brzi dolazak do informacija. Nedostatak ovog pristupa može biti dostupnost i posljedično korištenje netočnih informacija.
- Hibridno učenje – predviđa se kao nadogradnja obrazovanja u razredu. Integrira se u dijelovima iz oba područja koji su najbolje prilagođeni za određeni komunikacijski kanal kako bi se povećala učinkovitost u usvajanju znanja.
- Upravljanje znanjem – stvara osnovu za dijeljenje znanja unutar organizacije i globalno prilikom transformacije u društvo znanja. Definira načine za pretraživanje i dostupnost informacija kao i razvoj alata za ove potrebe.
- Zajednice i mreže – omogućavaju komunikaciju i izgrađuju odnose među svim sudionicima koji si putem oblika društvenih mreža pružaju međusobnu potporu i pomoć u usvajanju znanja. Ovime svim zainteresiranim stranama postaju brzo dostupni novi pristupi i načini u rješavanju problema.

Prednosti i nedostatke sustava za e-učenje možemo promatrati s tri stajališta: učenika, učitelja i učilišta [8].

Prema fizičkoj interakciji, sustavi za e-učenje mogu se promatrati kao:

klasični – fiksni ili prijenosni koji moraju imati fizički oslonac za uređaj, i *mobilni* – mogu se koristiti i prilikom kretanja.

S pojavom tablet računala i pametnih telefona od 2008. godine, e(m)-učenje na ovim mobilnim uređajima može pružati jednakovrijedno ili bolje iskustvo konzumacije sadržaja u odnosu na klasične uređaje tj. stolna i prijenosna računala.

A. Klasični sustavi za e-učenje

Klasični sustavi prilagođeni su za upotrebu na uređajima s velikim ekranima i visokim razlučivostima. Najčešće su podržani u web okruženju (za korištenje je dostatan web preglednik) na operativnim sustavima: Windows, Linux i Mac OS. Za interakciju sa sustavom kao primarne ulazne jedinice koriste se tipkovnica i miš, a u zadnje vrijeme i ekrani osjetljivi na dodir.

B. Sustavi za mobilno učenje

Pojavom dlanovnika (osobni računalni asistenti) i mobilnih telefona s ekranima male razlučivosti sve više se uz e-učenje javlja i mobilno tj. m-učenje. M-učenje dodaje e-učenju mogućnost korištenja sustava bilo gdje i bilo kad.

U sustavima za m-učenje, mobilni uređaji doprinose obrazovnom procesu [9] na način da se koriste kao alati za:

- reprodukciju multimedijalnih sadržaja – uz problem malih ekrana s malim razlučivostima koji ne mogu jednakovrijedno reproducirati sadržaj klasičnih sustava za e-učenje,
- povezivanje – slanjem poruka moguće je povezivanje i razmjena ideja između korisnika sustava, uz potencijal razvoja komunikacijskih vještina samih korisnika,
- prihvat i generiranje novog sadržaja – putem ugrađene kamere jednostavno je zabilježiti i spremi fotografije, snimiti video zapis nečijeg izlaganja ili audio zapis vlastitih ideja koje se kasnije mogu koristiti kao podsjetnik,
- reprezentaciju sadržaja – na postojeći sadržaj moguće je dodati tekst ili skice, što je posebno vrijedno prilikom radionica za vrijeme kojih nije uvijek moguće koristiti stolna računala,
- analitičke operacije za specijalne namjene – koristeći

Tablica 1. Prednosti i nedostaci sustava za e-učenje

Učenik		Učitelj		Učilište	
<i>Prednosti</i>	<i>Nedostaci</i>	<i>Prednosti</i>	<i>Nedostaci</i>	<i>Prednosti</i>	<i>Nedostaci</i>
Interaktivnost	Otuđenost	Automatska prilagodba sustava učeniku na osnovu predznanja	Manje osobnosti i mogućnosti intervencije	Neograničen broj učenika	Nisu svi učenici i učitelji vični novim tehnologijama
Dostupnost	Potreba za samoorganizacijom	Dostupnost	Manje djelatnosti oko edukacije, a više oko moderacije	Dostupnost	Ovisnost o informatičkim tehnologijama
Neovisnost o grupi	Slaba motivacija	Osim informatičkih drugi materijalni resursi su manje potrebni	U slučaju komunikacije s učenikom ona je primarno pismena	Dugoročno manji troškovi	Slab utjecaj na korištenje i motivaciju
Samovrednovanje i praćenje napredovanja	Rijedak fizički kontakt s učiteljem	Povratne informacije od učenika	Rijedak fizički kontakt s učenikom	Brza prilagodba kolegija	Dugotrajna izrada

standardne aplikacije kroz njihovu prilagodbu ili razvoj vlastitih moguće je npr. dobiti napredni grafički kalkulator.

U zadnjih pet godina m-učenje počinje se vezivati uz pametne telefone. Pametni telefon je mobilni telefon s mobilnim operativnim sustavom koji pruža standardizirano korisničko sučelje i platformu za razvoj aplikacija [10]. Ima mogućnost reprodukcije multimedije, ugrađenu kameru, podršku za lokacijske servise i Internet preglednik.

U drugom kvartalu 2013. godine u svijetu je prodano više od 225 milijuna pametnih mobilnih telefona [11].

Najzastupljeniji mobilni operativni sustavi su Android i iOS. Nakon njih slijede Windows Phone, Symbian, BlackBerry OS, Bada i drugi.

Za interakciju sa sustavom kao primarnu ulaznu jedinicu pametni telefoni koriste ekran osjetljiv na dodir.

Tablet računalo koristi mobilni operativni sustav i u osnovi je pametni telefon s velikim ekranom koji na drugo mjesto stavlja mogućnost uspostave telefonskih poziva, a na prvo olakšanu interakciju s uređajem.

M-učenje je u odnosu na obrazovni sustav više zastupljeno u visokom obrazovanju jer većina studenata posjeduje vlastiti mobilni uređaj. Kolegiji u ovom trenutku još uvijek nisu razrađeni u skladu s mogućnostima tehnologije jer većina aplikacija dostupnih na sveučilištima uključuje prihvat novosti, kalendare s rasporedima predavanja umjesto samog sadržaja koji bi se trebao učiti [12].

Korištenje m-učenja na uređajima koji podržavaju nove tehnologije djeluje poticajno na studente u odnosu na klasično e-učenje, no rezultati koje studenti postižu na ispitima mogu biti slabiji [13]. Razlog tome je upotreba prilikom učenja u pokretu ili u drugim situacijama kada okolina može negativno utjecati na koncentraciju pa bi bilo potrebno uzeti u obzir i dodatne elemente, kao učenje uz računalne igre, za pridobivanje dodatne pažnje i usredotočenosti na sadržaj.

Razvoj tehnologije i trendovi upućuju na to da će daljnji razvoj m-učenja primarno podrazumijevati korištenje sustava za e-učenje kojima će se pristupati putem mobilnih operativnih sustava.

Kod takve primjene sustava za e-učenje potrebno je uzeti u obzir da svi novi mobilni operativni sustavi podržavaju višestruki dodir (do 10 prstiju istovremeno) i prepoznavanje orijentacije ekrana, stoga klasičan način rada s računalom, a time i interakcija sa sustavima za e-učenje više nije prigodno podržana. Potrebno je koristiti nove načine i tehnologije u izradi sustava za mobilno e-učenje.

Kao jedno od rješenja za postizanje veće unificiranosti u izradi sustava za e-učenje je korištenje niza tehnologija kao što je HTML5 koji teži smanjiti problem fragmentacije među mobilnim i fiksnim uređajima kao i unutar njih samih. Raspoznavanjem operativnog sustava uređaja tj. verzije

Internet preglednika moguće je korisniku ponuditi odgovarajući prikaz ili verziju sadržaja za e-učenje.

III. UČENJE TEMELJENO NA RAČUNALNIM IGRAMA

Računalne igre su interaktivne programske aplikacije koje imaju za osnovni cilj zabavu dok korisnici sudjeluju u njihovom izvršavanju. Koriste multimediju, mrežne i ostale tehnologije kako bi korisnika vodile u rješavanju problema i postizanju ciljeva u virtualnoj okolini [14].

Za razliku od igara čija je osnovna namjena zabava, učenje kroz računalne igre prema korisniku treba sadržavati:

- motivacijske elemente ali ne i nužno zabavne,
- aktivno učešće u rješavanju problema,
- pružanje povratne informacije,
- prilagođenu razinu znanja,
- jasnoću u prezentaciji ciljeva i sadržaja za učenje,
- prezentaciju sadržaja koja se preko virtualnog može preslikati i povući paralele s realnim svijetom,
- skalabilnost u mogućnosti primjene na velik broj istovremenih korisnika.

Računalne igre s ovim elementima nazivamo obrazovne igre. Pored obrazovnih postoje i ozbiljne računalne igre čiji je motivacijski element zabava tj. primarno su obične igre s obrazovnim elementima i najčešće se odnose na simulacije. Ova dva područja često se isprepliću kako bi se postigao dobar balans zabave radi motivacije i količine obrazovnih sadržaja.

Nove generacije studenata rođene u zadnjem kvartalu 20. stoljeća razvijaju drugačije spoznajne stilove u odnosu na prethodne generacije [15].

Tablica 2. Novi prevladavajući spoznajni stilovi u učenju studenata: generacije odrasle uz računalne igre

Novi spoznajni stilovi	Stari spoznajni stilovi
Ubrzane reakcije	Uobičajene reakcije
Paralelna obrada	Linearna obrada
Slika na prvom mjestu	Tekst na prvom mjestu
Slučajni odabir	Slijedan odabir
Povezanost	Samostalnost
Aktivan	Pasivan
Igraće situacije	Životne situacije
Isplativost	Strpljenje
Mašta	Stvarnost
Privlačnost prema tehnologiji	Odbojnost prema tehnologiji

Dosadašnja istraživanja upućuju na prednosti dizajniranja obrazovnih sadržaja kroz računalne igre s obzirom da se u tim slučajevima kod studenata bilježi nekoliko puta veća zainteresiranost tj. vrijeme provedeno u korištenju i to: 7 do 8 puta u odnosu na tekstualne sadržaje, 3 do 4 puta u odnosu na audio/vizualni sadržaj [16].

Kako je učenje kroz računalne igre nadogradnja sustava za e-učenje na njih se odnose prednosti i nedostaci spomenuti u Tablici 1. ovog rada. Usporedba se dopunjuje kroz pozitivan efekt motivacije za korištenje i negativan kroz dodatno višestruko vrijeme potrebno za izradu sustava.

Motivacijski elementi za korištenje računalnih igara u sustavu visokog obrazovanja poredani prema važnosti za studente su [17]:

- izazov – odgovarajuća razina težine, ostvarivanje višestrukih ciljeva za dolazak do pobjede, stalna povratna informacija, nepredvidivost,
- radoznalost – optimalno doziranje informacija,
- suradnja – međusobno pomaganje za postizanje zajedničkih ciljeva,
- takmičenje – usporedba rezultata s ostalim korisnicima,
- kontrola – mogućnost izbora i percepcije posljedica,
- priznavanje – osjećaj zadovoljstva u postignućima,
- mašta – uživanje u uloge.

Učenje temeljeno na računalnim igrama može pozitivno utjecati na usvajanje znanja [18]. Studentima je ovakav sadržaj interesantan ne samo zbog toga što su odrasli uz računalne igre [19] već i zato što im pruža alternativni način učenja koji može biti efikasniji od klasičnog [20] [21].

Obrazovne računalne igre u svom izvršavanju imaju scenario na kojem se zasniva radnja. Najčešće pitanje je kako prilagoditi igrači 'zaplet' kada želimo da priča iz virtualnog svijeta odgovarala realnom.

Pored toga što studenti u nekim scenarijima mogu zajednički surađivati na rješavanju problema, u drugima se mogu kroz igru takmičiti s računalom ili međusobno kroz kompetitivne igre ili u postizanju što boljih rezultata [22].

Računalne igre studente informatike mogu naučiti kako izraditi i primijeniti algoritme za rješavanje problema, kako ih simulirati, evaluirati i detektirati logičke pogreške [23].

Prethodno spomenuta istraživanja u primjeni računalnih igara za učenje, premda su novijeg datuma (2012.), ne uzimaju u obzir raznolikost mobilnih platformi pa su time u primjeni sužena na određenu paletu kompatibilnih uređaja. Dakle i ovdje je vidljiv problem prezentiran na kraju prethodnog poglavlja, a moguće ga je većim dijelom riješiti na sličan način tj. razvojem HTML5 kompatibilnih igara koje se izvršavaju u Internet pregledniku.

IV. SUSTAVI ZA E(M)-UČENJE UZ RAČUNALNE IGRE I DUBINSKA ANALIZA PODATAKA

Dubinska analiza podataka čini glavnu komponentu i sastavni je dio procesa otkrivanja znanja u velikim količinama podataka [24]. Otkrivanje znanja u podacima sastoji se od slijedeći koraka:

- čišćenja podataka (za uklanjanje šumova i neravnomjernosti),
- integracije podataka (u slučajevima gdje se mogu kombinirati podaci iz više izvora),
- izbora podataka (radi prisutnosti samo onih podataka važnih za analizu),
- transformacije podataka (konsolidacija u formu prikladnu za analizu i pripadajuće operacije),
- dubinske analize podataka (za otkrivanje uzoraka u podacima),
- evaluacija uzoraka (određivanje uzoraka koji predstavljaju traženi rezultat tj. znanje kojeg želimo otkriti),
- prezentacija tako otkrivenih znanja (pomoću vizualizacije i tehnika za reprezentaciju).

Uzevši u obzir da se m-učenje i učenje temeljeno na računalnim igrama zasniva na interakciji studenta s aplikacijom i na taj način može generirati niz podataka pogodno je za primjenu dubinske analize podataka.

Uz veliku količinu podataka potrebno je uzeti u obzir i to da su sustavi za e-učenje primarno napravljeni kao podrška učenju, a ne kao alati za analizu spremljenih podataka [25].

Sustav Moodle (eng. Modular object oriented development learning environment) na kojem se temelji MudRi, jedan je od najzastupljenijih sustava za e-učenje temeljen na otvorenom kodu.

U svijetu je registrirano 87.079 instalacija u 239 zemalja [26]. Deset zemalja s najviše registracija su: Sjedinjene Američke Države (14.469), Španjolska (7.579), Brazil (6.526), Velika Britanija (4.546), Meksiko (3.794), Njemačka (3.352), Kolumbija (2.771), Portugal (2.356), Australija (2.064) i Italija (2.049). Ukupno je prijavljen 73.723.268 korisnik. Na forumima je postavljeno 130.587.090 poruka.

U strukturi baze podataka, Moodle u verziji 2.5 sadrži preko 200 tablica [27] koje uključuju kategorije za spremanje konfiguracijskih postavki, korisničkih profila, kolegija, pristupnih i podataka o aktivnostima i sl. Prethodno spomenuti forumi oslanjaju se na osam tablica.

Identifikacija korisnika u sustavu Moodle izvodi se pomoću pristupnih lozinki.

Za dubinsku analizu podataka u sustavima za učenje koriste se različite metode koje je moguće grupirati u slijedeće kategorije [28]:

- nadzirani model indukcije: uključuje tehnike strojnog učenja koje izrađuju model za predviđanje na osnovu skupa za treniranje koji sadrži poznate ciljane atribute (klasu). Modeli za predviđanje kategoričkih (nominalnih) vrijednosti nazivaju se klasifikacijski, a modeli koji predviđaju kontinuirane (numeričke) vrijednosti regresijski. Klasifikacijski algoritmi mogu se temeljiti na stablima odluke, potpornim vektorima, a regresijski na linearnoj regresiji. Primjenom u sustavima za e(m)-učenje, omogućuje određivanje doprinosa raspravi na određenu temu;
- nenadzirani model indukcije: uključuje tehnike strojnog učenja koje izrađuju model za predviđanje na osnovu skupa za treniranje koji ne sadrži poznate ciljane atribute (klasu). Nad neoznačenim podacima primjenjuje se grupiranje instanci određene klase. Sličnost se može određivati mjerenjem udaljenosti kako bi se kreirale grupe, a nove instance dodjeljuju se najbližoj grupi. Jedan od najpoznatijih algoritama je grupiranje pomoću k-sredina. Primjenom u sustavima za e(m)-učenje, omogućuje pronalaženje sličnih materijala za učenje ili redoslijeda aktivnosti pri kolaborativnom učenju;
- procjena parametara: predviđanje se može određivati pomoću dinamičkih Bayesovih mreža. Za određivanje ovih parametara uobičajeno se koristi Gaussova razdioba i algoritam maksimizacije očekivanja. Primjenom u sustavima za e(m)-učenje, omogućuje procjenu vjerojatnosti usvajanja vještina temeljenu na rezultatima prethodnog uspjeha;
- proučavanje međuodnosa: mogu se određivati pomoću ako-onda pravila. Primjenom u sustavima za e(m)-učenje, omogućuje uočavanje grešaka koje se često javljaju zajedno (npr. onaj tko napravi grešku A i grešku B često će napraviti i grešku C);
- ekstrakcija podataka vizualizacijom: omogućuje vizualnu interpretaciju. Primjenom u sustavima za e(m)-učenje može se dobiti npr. grafički prikaz krivulje učenja koja iscertava učinak (vrijeme odziva) u ovisnosti o količini treniranja vještina. Idealna krivulja trebala bi prikazivati lagani, a potom i eksponencijalni uspon, no ako su na krivulji vidljivi i nagli stršeci usponi izvjesno je da se model može poboljšati;
- otkrivanje znanja na temelju postojećih modela: predviđanje se obavlja uspoređujući već dobivene modele s novim. Međuodnos modela može pružiti informaciju o varijablama koje utječu na predviđanje. Primjenom u sustavima za e(m)-učenje može se otkriti npr. u čemu se razlikuju redoslijedi aktivnosti kod uspješnih i neuspješnih rezultata kolaborativnog učenja.

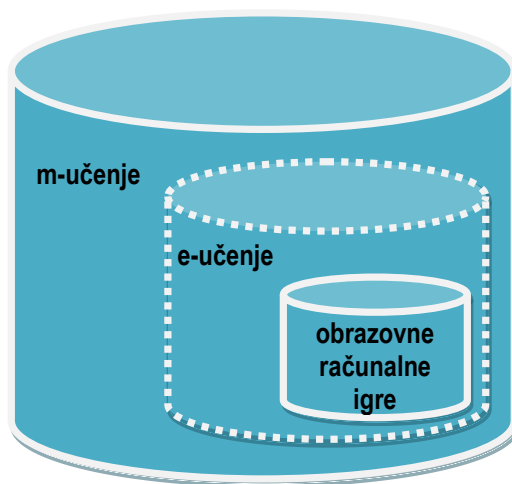
Problem kod podataka u sustavima za e-učenje nad kojima želimo provesti dubinsku analizu je njihova međuovisnost koja je u suprotnosti s većinom algoritama strojnog učenja

koja pretpostavlja neovisnost podataka u skupu za treniranje. Ovaj problem može se pojaviti npr. u analizi sadržaja na forumima gdje se odgovori mogu nadovezivati jedan na drugi.

Od prethodno spomenutih, najčešće korištene metode za dubinsku analizu podataka u sustavima za e-učenje su: regresija, grupiranje, klasifikacija i asocijacijska pravila. Primjena ovih metoda i tehnika u sustavima za e-učenje u dosadašnjim istraživanjima [29] očituje se na način da pored navedenog:

- regresija: predviđa vrijeme koje će student provoditi prijavljen u sustav, koliko će biti zadovoljan obrazovnom institucijom,
- grupiranje: uspostava modela za studente koji djeluju u sličnim uvjetima, ovisno o predispozicijama preporučuju se sadržaji koje student još nije koristio, a bili bi od pomoći u usvajanju znanja,
- klasifikacija: predviđanje studentove završne ocjene, ovisno o njegovim aktivnostima u sustavu,
- asocijacijska pravila: preporuka izbornih predmeta.

Uzimajući u obzir i podatke koje proizvode suvremeni m-sustavi u bazi podataka moguće je bilježiti i geolokaciju da bi saznali je li sustav češće u upotrebi na određenim lokacijama ili ako geolokaciju pratimo na način da ju bilježimo periodički tj. u vremenskim razmacima možemo saznati je li se sustav stvarno koristi i u pokretu. Takvi sustavi mogu sadržavati i sve podatkovne strukture iz sustava za e-učenje.



Slika 1. Prikaz podatkovnih sustava za učenje uz računalne igre u odnosu na sustave za e(m)-učenje

Pomoću dostupnih API-a moguće je integrirati i društvene mreže kao što su Facebook i Twitter koje onda mogu djelomično ili u potpunosti zamijeniti i komunikaciju putem foruma. Dubinskom analizom iz teksta možemo proučavati aktivnost studenata na društvenim mrežama u ovisnosti o postignutim rezultatima.

Vidljivo je da se novi sustavi za m-učenje prilagođeni za pametne telefone i tablet računala odnose prema klasičnim sustavima za e-učenje u omjeru većem ili jednakom jedan (e-učenje postaje podskup m-učenja), dok je situacija kod starih mobilnih uređaja i pripadajućih sustava bila obrnuta.

Također ako se putem mobilnih uređaja pristupa sustavima za e-učenje moguće je prepoznati i pratiti koliko korisnika pristupa sadržajima putem određene platforme (klasična, mobilna) i ponuditi odgovarajući dizajn (više stupčani u dvo ili jednostupčani i sl.), uz prilagodbu rezoluciji ekrana. Može se pratiti kada studenti (u koje doba) i koliko dugo koriste određenu platformu.

Kod obrazovanja uz računalne igre moguće je bilježiti mjesta u igri na kojima se najviše griješi prateći putove informacija i interakcije sa sučeljem [30]. U igri se može bilježiti vrijeme početka, izlaza prije kraja igre (student nije prošao cijeli sadržaj) i kraja (student je prošao cijeli sadržaj). Možemo proučavati koliko puta je neka igra odigrana, je li se neki student koji je prošao cijelu igru vraćao na nju ponovno.

Mobilni uređaji koji imaju mogućnost poziva, SMS i MMS poruka mogu na dolaznoj strani ometati studenta u korištenju sustava.

Postupak dubinske analize ovih podataka, s obzirom na njihovu složenost, mogu obavljati administratori sustava ili učitelji koji izrađuju e-kolegije [31]. Dobiveni rezultati mogu

pomoći:

(1) *učiteljima*: za pronalaženje načina kako bi se poboljšala razina usvojenog znanja na strani studenta kao i usavršavanje e-kolegija,

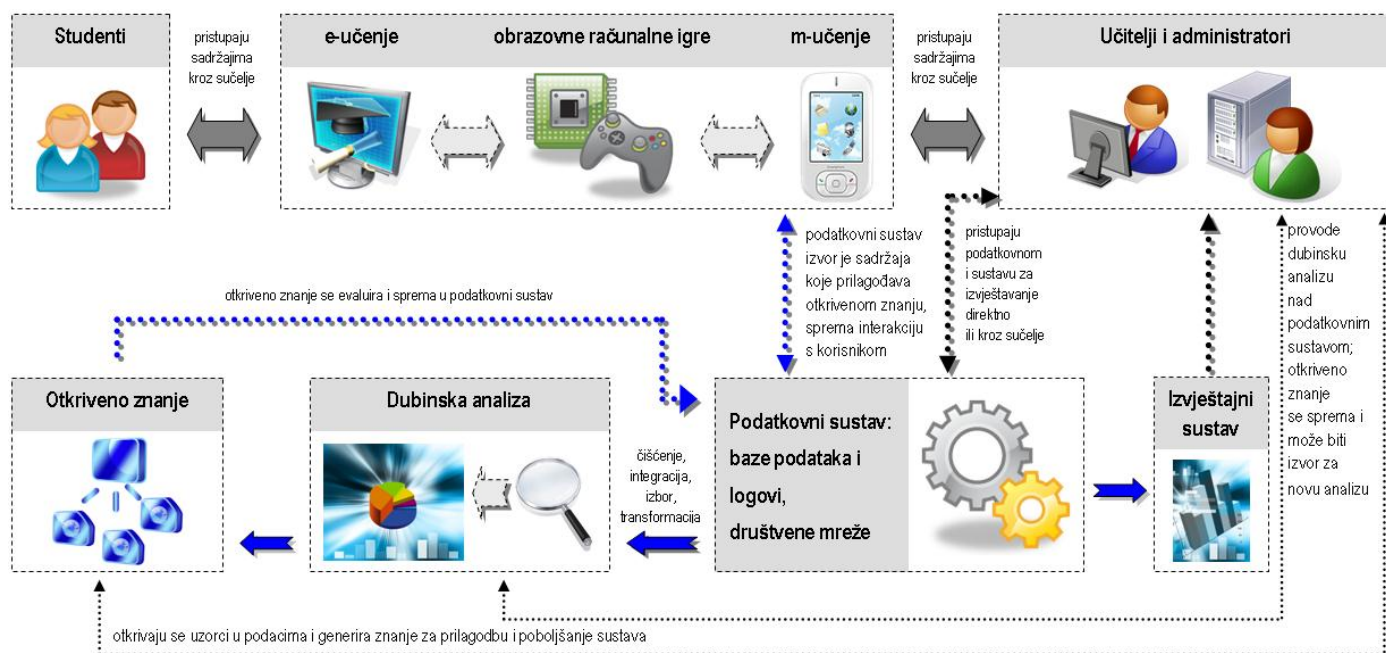
(2) *studentima*: na način da sustav prepoznajući razinu znanja i njihovo ponašanje može ponuditi kraći put učenja ili pak dopuniti sadržaj dodatnim izvorima i aktivnostima,

(3) *administratorima*: za postizanje optimalnih parametara opterećenosti poslužitelja i mrežnih resursa.

Učitelji i administratori koriste upite nad bazom i da bi dobili izvještaje koji obično daju uvid u stanje unesenih podataka u određenom, dosadašnjem vremenskom razdoblju ili trenutnom stanju. Izvještaji mogu biti u alfanumeričkom ili grafičkom obliku. Njima se ne predviđa buduće ponašanje, niti rezultati, no analiza jednog ili više takvih izvještaja koji se temelji na podatkovnom sustavu također može biti dubinska analiza podataka.

Kod otkrivanja znanja u ovako različitim podatkovnim sustavima koji čine temelj sustava m-učenja posebno su složene početne tj. pripremne aktivnosti u otkrivanju znanja u podacima. Razlog tome je različitost podataka od kojih većina može biti i nestrukturirana (što zahtijeva posebne metode obrade i tehnike uključujući jezično procesiranje koje može biti posebno zahtjevno u slučajevima primjene mikroblogging servisa gdje je broj znakova poruke limitiran pa se često koriste kombinacije kratica i znakovnog jezika). Dodatni problem čine servisi različite namjene (npr. SMS, MMS, geolokacijski) koji se prilagođeni trebaju agregirati te integrirati u jedinstvenu podatkovnu cjelinu.

Radi unaprjeđivanja rezultata istraživanja kod proučavanja ponašanja studenata mogu se koristiti i dodatne metode koje se



Slika 2. Shematski prikaz modela interakcije korisnika kod dubinske analize podataka sustava za e(m)-učenje potpomognutih računalnim igrama u visokom obrazovanju

temelje na primjeni skrivenih i dinamičkih Markovljevih modela [32] [33]. Tako se može grupirati studentovo korištenje web linkova (iz podataka spremljenih u logovima) i predviđati koji će slijedeći link otvoriti.

Iz pregleda nabrojanih specifičnosti podatkovnog sustava za e(m)-učenje vidljivo je da je dubinska analiza podataka u ovakvim sustavima kompleksna. Stoga se u zadnje vrijeme pored standardnih alata za dubinsku analizu podataka opće namjene teži izradi i primjeni specijaliziranih alata koji su primarno namijenjeni za analizu podataka iz sustava za e-učenje [34]. Primjeri tih alata su TADA-Ed i KEEL.

V. ZAKLJUČAK I SMJERNICE ZA BUDUĆA ISTRAŽIVANJA

U zadnjih 15 godina razvojem Interneta, učenja na daljinu i web kolegija, sustavi za e-učenje dobivaju sve važnije mjesto u suvremenom obrazovnom visokoškolskom sustavu.

Pojavom sustava temeljenih na otvorenom kodu kao što je Moodle 2002. godine počinje i njihova globalna primjena, a od 2006. učitelji mogu i certificirati svoje znanje u upotrebi ovog alata za izradu kolegija. O popularnosti sustava govori podatak da je samo u zadnje dvije godine broj njegovih instalacija povećan za 54%, a broj korisnika za 57% [35].

Najveća transformacija odvija se kroz evoluciju iz sustava e-učenja u m-učenje s obzirom da se Internetu sve više pristupa putem pametnih mobilnih uređaja (telefona i tableta). Kako pametne telefone možemo stalno imati uz sebe, m-učenje omogućuje sadržaje koji su u pravilu uvijek dostupni, a moguće ih je koristiti i u pokretu.

Paralelno s razvojem sustava za e(m)-učenje provode se istraživanja po pitanju kako povećati uporabu ovih sustava s obzirom da se u slučajevima učenja na daljinu smanjuje direktna komunikacija među sudionicima obrazovnog ciklusa. Posljedično, u većini slučajeva, ova situacija može djelovati demotivirajuće. Za povećanje motivacije koriste se različite metode od kojih je jedna od najzastupljenijih u današnjem području istraživanja primjena obrazovnih računalnih igara tj. učenje kroz video igre.

S obzirom na veliku količinu i kompleksnost podataka koju generiraju ovakvi sustavi otkrivanje modela i uzoraka tj. korisnih znanja u njima nije jednostavno, pa se unazad nekoliko godina intenziviraju istraživanja u mogućnostima primjene dubinske analize podataka nad ovakvim sustavima.

Primjenom dubinske analize podataka u sustavima za e(m)-učenje moguće je postići personalizirani pristup svakom studentu na način da se optimalno prilagodi i ubrza put učenja onim studentima koji posjeduju dovoljno predznanje, kao i da se studentima koji imaju poteškoća u usvajanju novog gradiva ponude dodatni izvori. Ovim se pored utjecaja na kvantitetu i kvalitetu sadržaja omogućuje novo iskustvo u stjecanju znanja što je osobito interesantno novim generacijama studenata.

Ukazanom potrebom za korištenje sustava za e(m)-učenje i dubinskom analizom podataka nad njima, koja omogućuje njihovu efikasniju primjenu, u budućnosti se predviđa

dograđivanje ovih sustava na način da sadrže integrirane module za dubinsku analizu podataka kao samostalne cjeline ili nadopune sustavu za izvještavanje. Novija generacija sustava mogla bi odmah preporučiti sadržaje kao i generirati smjernice daljnjoj primjeni obrazovnih sadržaja na relaciji obrazovne institucije kao izvora i studenta kao konzumenta znanja.

Daljnje istraživanje u ovom području i njegova primjena na Sveučilištu u Rijeci u kolegijima iz područja informatike u pripremi za dubinsku analizu podataka podrazumijeva slijedeće faze razvoja sustava:

- izradu aplikativnog i pripadajućeg podatkovnog sustava u HTML5 ekosistemu radi lakše primjenjivosti za korištenje na pametnim mobilnim uređajima,
- obradu određene tematike iz obrazovnog područja (npr. programiranje) kroz računalne igre i usvajanje znanja napredovanjem kroz njihove razine,
- integraciju s postojećim podacima iz sustava za e-učenje MudRi.

Dubinska analiza podataka mogla bi dati niz odgovora koji se očituju u relacijama između povezanosti aktivnosti studenata pri korištenju sustava u odnosu na njihov rezultat na ispitu.

Efikasnosti dobivenog optimiziranog modela učenja može se provjeravati primjenom na različitim generacijama studenata kao i na različitim predmetima obrađenim ovom metodom.

Prema rezultatima dosadašnjih znanstvenih istraživanja vezanih uz dubinsku analizu podataka u sustavima za e(m)-učenje, vidljivo je da se uglavnom odnose na određenu obrazovnu instituciju ili kolegij. Ovo otvara pitanja mogućnosti generalizacije rezultata pa bi bilo interesantno provesti istraživanja koja bi sinergički uključila više sličnih i različitih sveučilišta u Europi i svijetu.

VI. LITERATURA

- [1] Povjerenstvo za implementaciju e-učenja Sveučilišta u Rijeci, (2009), *Preporuke za izradu obrazovnih materijala za e-učenje*, Sveučilište u Rijeci, <raspoloživo na: http://www.uniri.hr/files/vijesti/Preporuke_e-ucenje_2009_UNIRI.pdf>, [pristupljeno 1.6.2013.].
- [2] Sveučilište u Rijeci, (2011), *Strategija razvoja e-učenja na Sveučilištu u Rijeci 2011-2015*, Sveučilište u Rijeci, <raspoloživo na: http://www.uniri.hr/files/staticki_dio/propisi_i_dokumenti/Strategija_e-ucenje_2011-2015.pdf>, [pristupljeno 1.6.2013.].
- [3] Romero, C., Ventura, S., (2007), Educational data mining: A survey from 1995 to 2005, *Expert Systems with Applications*, 33, pp. 135-146.
- [4] Clark, R., (2002), Six Principles of Effective e-Learning: What Works and Why, *The e-Learning Developers' Journal*.

- [5] Moore, J.L., Dickson-Dean, C., Galyen, K., (2011), e-Learning, online learning, and distance learning environments: Are they the same?, *Internet and Higher Education*, 14, pp. 129-135.
- [6] Ally, M., (2004), *Foundations of Educational Theory for Online Learning*, Anderson, T., Elloumi, F. *Theory and Practice of Online Learning*, Athabasca University, pp. 15-44.
- [7] Oye, N.D., Salleh, M., Iahad, N.A., (2012), E-Learning Methodologies and Tools, *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 3 (2), pp. 48-52.
- [8] E-learning: advantages and disadvantages, (2011), *Innovative learning technologies*, <raspoloživo na: <http://www.innovativelearningtechnologies.com/?p=80>>, [pristupljeno 5.5.2013.].
- [9] Churchill, D., Churchill, N., (2008), Educational affordances of PDAs: A study of a teacher's exploration of this technology, *Computers & Education*, 50 (4), pp. 1439-1450.
- [10] <http://en.wikipedia.org/wiki/Smartphone> [pristupljeno 21.6.2013.].
- [11] http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_operating_system [pristupljeno 27.8.2013.].
- [12] Cheon, J., Lee, S., Crooks, S.M., Song, J., (2012), *An investigation of mobile learning readiness in higher education based on the theory of planned behavior*, *Computers & Education*, 59 (3), pp. 1054-1064.
- [13] Martin, F., Ertzberger, J., (2013), Here and now mobile learning: An experimental study on the use of mobile technology, *Computers & Education*, 68, pp. 76-85.
- [14] Tang, S., Henneghan, M., El Rhalibi, A., (2009), *Introduction to Games-Based Learning*, Connolly, T., Stansfield, M., Boyle, L., *Games-Based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces: Techniques and Effective Practices*, Information Science Reference.
- [15] Prensky, M., (2001), *Digital Game-Based Learning, The Games Generations: How Learners Have Changed*, McGraw-Hill.
- [16] Fong-Ling, F., Rong-Chang, S., Sheng-Chin, Y., (2009), EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games, *Computers & Education*, 52 (1), pp. 101-112.
- [17] Hainey, T., Connolly, T., Stansfield, M., Boyle, E., (2011), The differences in motivations of online game players and offline game players: A combined analysis of three studies at higher education level, *Computers & Education*, 57 (4), pp. 2197-2211.
- [18] Sica, S.L., Delli Veneri, A., Miglino, O. (2012). *Exploring New Technological Tools for Education: Some Prototypes and Their Pragmatical Classification*, InTech.
- [19] Oblinger, D., (2004), The next generation of educational engagement, *Journal of Interactive Media in Education*, 8.
- [20] Kovačević, I., Minović, M., Milovanović, M., Ordonez de Pablos, P., Starčević, D., (2013), Motivational aspects of different learning contexts: „My mom won't let me play this game...“, *Computers in Human Behavior*, 29 (2), 354-363.
- [21] Whitton, N.J., (2007), *An investigation into the potential of collaborative computer game-based learning in Higher Education*, PhD Thesis, Napier University.
- [22] Lawrence, R., (2004), Teaching data structures using competitive games, *IEEE Transactions on Education*, 47.
- [23] Kazimoglu, C., Kiernan, M., Bacon, L., Mackinnon, L., (2012), A serious game for developing computational thinking and learning introductory computer programming, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47, pp. 1991-1999.
- [24] Han, J., Kamber, M., (2006), *Data Mining Concepts and Techniques, Second Edition*, Morgan Kaufmann Publishers.
- [25] Kruger, A., Merceron, A., Wolf, B., (2010), A Data Model to Ease Analysis and Mining of Educational Data, *Educational Data Mining 2010, 3rd International Conference On Educational Data Mining*, Pittsburgh, USA, June 11-13, 2010, pp. 131-140.
- [26] <https://moodle.org/stats/> [pristupljeno 8.9.2013.].
- [27] http://docs.moodle.org/dev/Database_schema_introduction [pristupljeno 25.6.2013.].
- [28] Scheuer, O., McLaren, B.M., (2011), Educational Data Mining, *Encyclopedia of the Sciences of Learning*, Springer.
- [29] Romero, C., Ventura, S., (2010), Educational Data Mining: A Review of the State of the Art, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part C: Applications and Reviews*, 40 (6), pp. 601-618.
- [30] Christian, S.L., (2012), Information Trails: In-Process Assessment of Game-Based Learning, *Assesment in Game-Based Learning*, Springer.
- [31] Romero, C., Ventura, S., Garcia, E., (2008), Data mining in course management systems: Moodle case study and tutorial, *Computers & Education*, 51, pp. 368-384.
- [32] Jeong, H., Biswas, G., Johnson, J., Howard L., (2010), Analysis of Productive Learning Behaviors in a Structured Inquiry Cycle Using Hidden Markov Models, *Educational Data Mining 2010, 3rd International Conference On Educational Data Mining*, Pittsburgh, USA, June 11-13, 2010, pp. 81-90.
- [33] Kumar, H., Kumar, Solanki A., (2011), Analysis of Educational web pattern using Adaptive Markov Chain for Next page Access Prediction, *International Journal of Computer Science and Information Security*, 9 (7), pp. 124-128.
- [34] Garcia, E., Romero, C., Ventura, S., Gea, M., Castro, C., (2009), Collaborative Data Mining Tool for Education, *Educational Data Mining 2009, 2nd International Conference On Educational Data Mining*, Cordoba, Spain, July 1-3, 2009, pp. 299-308.
- [35] <https://en.wikipedia.org/wiki/Moodle#Background> [pristupljeno 19.7.2013.].

Izvor za ilustracije korištene pri izradi slike 2:

<http://office.microsoft.com/en-us/imag>