

Paradigma e-učenja & Inteligentni tutorski sustavi

Slavomir Stankov, Marko Rosić,
Andrina Granić, Lada Maleš,
Ani Grubišić i Branko Žitko

Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i odgojnih području Sveučilišta u Splitu
Teslina 12, Split

E-Mail: slavomir.stankov{marko.rosic, andrina.granic, lada.males, ani.grubisic, branko.zitko}@pmfst.hr

Sažetak - WWW usluga je omogućila zasnivanje više tisuća sustava koji se mogu smatrati direktnom primjenom suvremene informacijske i komunikacijske tehnologije, a svoj rad uglavnom zasniva na statičkom prikazu nastavnog sadržaja. Povećanje mogućnosti takvih sustava obrazovanja postiže se dodavanjem interaktivnih, adaptabilnih i inteligentnih funkcija, što omogućuje između ostaloga i razvoj Web orijentiranih autorskih ljski za izgradnju inteligentnih tutorskih sustava. E-učenje kao nova paradigma što se odvija uz pomoć različitih uređaja temeljenih na elektronskoj tehnologiji doima se kao svekolika zamjena za sve ono što se u proteklom razdoblju od oko pedeset godina istraživalo i razvijalo u području primjene računalnih sustava u procesu učenja i poučavanja što ima vezu i sa inteligentnim tutorskim sustavima. Utjecaj inteligentnih tutorskih sustava na učenje i poučavanja danas je opet aktualan jer su istraživači uočili važnost i vezu pedagoškijske paradigme ovih sustava s Bloom-ovim “2-sigma” problemom karakterističnim za uspješnost u postizanju znanja pri usporedbi individualnog i grupnog rada u procesu učenja i poučavanja te to izravno doveli s njima u vezu. Iznosimo rezultate istraživanja te ukazujemo na njihovu povezanost s vlastitim istraživanjem kojeg provodimo već više od deset godina. Osim prezentiramo najnoviji razvoj u okviru modela sustava Tutor-Expert System kao autorske ljske za izgradnju inteligentnih tutorskih sustava u po volji odabranom područnom znanju.

I. UVODNO RAZMATRANJE

Informacijska i komunikacijska tehnologija [1] je postala sastavi dio sustava obrazovanja i to kao podrška učitelju u realizaciji tradicionalne nastave ili pak kao zamjena takvoj nastavi s jednom od brojnih novih metoda i načina realizacije nastavnog procesa kao i procesa učenja i poučavanja. S tim u vezi je multimedija, računalno umrežavanje i programsko inženjerstvo, a sve zajedno omogućilo je pojavu nove generacije računalnih sustava za učenje i poučavanje. Posljednja velika prekretnica u obrazovnoj tehnologiji je uvođenje Internet-a i hipermedijske usluge World Wide Web, pa se ističu predviđanja da će svi obrazovni sustavi pretrpjeti reinženjering. Tehnologije računalnih mreža, tj. Intranet, Internet kao i WWW, a posebno hipermedija zajedno su utjecali na osnivanje tzv. naprednih tehnologija učenja

(engl. advanced learning technologies) [2]. Termin napredne tehnologije valja promatrati u kontekstu tehnologijskih različitosti i to od već usvojenih programskih sustava za prezentaciji nastavnih sadržaja putem računala pri predavanju učitelja ili pak knjiga i udžbenika koji podupiru tradicionalnu paradigmu. Nova nastavna paradigma je orijentirana prema učeniku (engl. learner - centered paradigm). Učenik je “smješten” u centar dok su u okruženju resursi za učenje i to kako u pogledu vremena tako i mjesta i načina učenja [3]. Osim toga, prema učeniku je sve orijentirano i obuhvaćeno jednim izrazom - resursi za učenje (ljudi, znanje, tehnologija, medij, organizacija...). U radu vodimo raspravu o e-učenju (engl. E-Learning), jer smatramo da je to nova paradigma učenja uz pomoć različitih uređaja temeljenih na elektronskoj tehnologiji, a doima se kao svekolika zamjena za sve ono što se u proteklom razdoblju od oko pedeset godina istraživalo i razvijalo u području primjene računalnih sustava u procesu učenja i poučavanja. Osim toga, kao što i naslov kaže povezujemo paradigmu e-učenja s individualiziranim pristupom učenju i poučavanju uz pomoć inteligentnih tutorskih sustava - ITS (eng. intelligent tutoring system, ITS) i to kako onih u on-site tako i Web izvedbi. Znano je i to da je na informacijskoj usluzi WWW zasnovano danas više tisuća sustava koji se mogu smatrati direktnom primjenom suvremene informacijske i komunikacijske tehnologije. Većina tih sustava ima vrlo ograničene mogućnosti učenja i poučavanja jer svoj rad zasnivaju na statičkom prikazu nastavnog sadržaja. Povećanje mogućnosti takvih sustava obrazovanja postiže se dodavanjem interaktivnih, adaptabilnih i inteligentnih funkcija. Takve je funkcije moguće implementirati nekom od tehnika dinamičkog generiranja Web sadržaja u ovisnosti o učenikovim odgovorima na postavljene upite. Upotreba tih tehnologija omogućuje razvoj Web orijentiranih autorskih ljski za izgradnju inteligentnih tutorskih sustava kojima se pristupa putem standardnih Web pretraživača. To je zapravo i područje našeg istraživanja i primjene u nastavnom procesu i posebno u pristupu individualnom učenju i poučavanju. U ovim vremenima ono je dakako obogaćeno s novom paradigmom e-učenja kao i svim onim što je ova paradigma sa sobom donijela. E-učenje temeljno doprinosi ovom području jer ističe dvije bitne odrednice: (i) *sustav za poslovanje učenjem* (engl. Learning Management System, LMS) i (ii) *norme s osloncem na model SCORM* (engl. Shareable Content Object Reference Model) [4], tj. referentni model djeljivog objekta nastavnog sadržaja. Paradigma e-učenje

kao i navedene odrednice će se analizirati u ovom radu i to povezati s inteligentnim tutorskim sustavima. Inteligentni tutorski sustavi su generacija računalnih sustava namijenjena potpori i poboljšanju procesa učenja i poučavanja u odabranom područnom znanju, uvažavajući pri tom individualnost onoga tko uči i poučava se, kako se to inače radi u tradicionalnoj nastavi "jedan-na-jedan". U ovim vremenima informacijske i komunikacijske tehnologije i Interneta, ITS-ovi ponovno dobivaju na značenju jer su istraživači uočili važnost i vezu pedagogijske paradigme ovih sustava s "2-sigma" problemom [5] karakterističnim za uspješnost u postizanju znanja pri usporedbi individualnog i grupnog rada u procesu učenja i poučavanja. Nedvojbeno je da od svih tehnoloških kao i računalnih potpora u učenju i poučavanju, kako onih u tradicionalnom pristupu u razredu tako i pri individualiziranom pristupu, inteligentni tutorski sustavi imaju najbolje rezultate pri mjerenju postignuća kod učenika [6]. U vezi s ovim ukazujemo na povezanost nove paradigme e-učenja s vlastitim istraživanjima koje provodimo već više od deset godina na razvoju i primjeni sustava *Tutor-Expert System*, TEx-Sys [7] kao inteligentne hipermedijske autorske ljuske za izgradnju inteligentnih tutorskih sustava u po volji odabranom područnom znanju. Autorska ljuska TEx-Sys je inicijalno razvijena i implementirana kao on-site sustav, pa je zatim slijedilo istraživanje, razvoj i implementacija njene distribuirane verzije tj. sustav *Distributed Tutor-Expert System*, DTEEx-Sys [8]. Sustave TEx-Sys i DTEEx-Sys primjenjujemo u sveučilišnoj nastavi u nekoliko posljednjih akademskih godina [9], [10]. Stvorili smo time vlastiti model učenja i poučavanja uz pomoć baza znanja razvijenih na sustavu TEx-Sys. Postignuto nam služi za daljnje istraživanje u kojem se oslanjamo na Bloom-ov eksperiment [11] ali s ciljem izgradnje vlastite metodologije. Osim toga, organizirali smo rad grupe u okviru Tehnologijskog projekta Ministarstva znanosti i tehnologije radi implementacije prototipa proširene verzije sustava TEx-Sys kojeg smo nazvali *extended Tutor-Expert System*, xTEx-Sys [12]. Ovim radom prikazujemo dostignute rezultate istraživanja i implementacije, a sažeto smo obuhvatili okruženje e-učenja, sustave za poslovanje učenjem, proces normiranja za tehnologije učenja, pedagošku paradigmu sustava za e-učenje i osnovne naznake arhitekture novog sustava xTEx-Sys.

II. E-UČENJE I NJEGOVO OKRUŽENJE

Poboljšanja u raspoloživosti pristupa i brzini pristupa Internetu kao i računalna moć platformi osobnih računala dramatično je povećala mogućnosti okruženja suradnog rada kao i ostalih tehnologija za raspodijeljeno učenje. Kao posljedica ovakvog stanja je razvoj širokog dijapazona različitih produkata kao nastajanja niza novih tvrtki i asocijacija koje intenzivno ulaze u prodajni prostor tehnologija za učenje. Novi produkti neprestano izlaze na tržište te u kombinaciji s postojećim ostvaruju nove funkcionalnosti. Sve to postaje novi izazov za stvaranje potpuno novog okruženja e-učenja. Pojava paradigme e-učenja ne znači da postojeću aplikacijsku programsku

podršku kao i tradicionalne predavačke metode rada u obrazovanju valja staviti van upotrebe. Naprotiv, postojeće kao primjerice administriranje učenika, ljudski resursi kao i poslovanje knjižnicama predstavljaju kritične komponente okruženja e-učenja. Pravi je izazov sve to integrirati u sustav e-učenja kao njegove usluge. E-učenje predstavlja presjek dvaju svjetova - svijeta *informacijske i komunikacijske tehnologije* i svijeta *obrazovanja*. Ovo je dragocjeno, a naročito onda kada se koristi kao dio dobro planiranog i organiziranog okruženja obrazovanja, međutim zasigurno e-učenje nije „magična kugla“ koja će zamijeniti i staviti van upotrebe postojeće pedagoške teorije, principe i norme. Američka asocijacija ASTD (American Society for Trainers and Development - www.astd.org) e-učenje definira riječima "nastavni sadržaj ili aktivnosti učenja isporučene ili omogućene uz pomoć elektroničke tehnologije" (engl. *instructional content or learning experiences delivered or enabled by electronic technology*). [13]. U formalnom smislu e-učenje uključuje brojne strategije učenja i tehnologije koje podupiru učenje i to one poput CD-ROM uređaja i medija, zatim nastave temeljene na računalu, videokonferencijske sustave, nastavne sadržaje isporučene uz pomoć satelitske komunikacije i mreža prividnog obrazovanja. Drugim riječima, ne radi se samo o Web utemeljenoj nastavi ili pak daljinskom učenju, već naprotiv to uključuje mnoge putove u kojima se može obavljati individualna izmjena informacija i stjecanje znanja onih koji sudjeluju u takvom procesu. U načelu to je učenje zasnovano na elektronskoj tehnologiji, oblikovano tako da omogućava stjecanje znanja i vještina ne samo učeniku u formalnom procesu učenja i poučavanja već i svim kategorijama sudionika u tzv. procesu cjeloživotnog učenja i poučavanja (učenje uz rad, prekvalifikacija za nova zanimanja, dokvalifikacija za nove sustave i uređaje kao i metode i tehnike u proizvodnim tvrtkama, administraciji i tome slično). Promišljajući o okruženju e-učenja Khan smatra da ono globalno mora odgovoriti na pitanje: „Što treba učiniti u cilju ostvarivanja uspješne aktivnosti e-učenja i to za različite kategorije učenika?“ te predlaže višedimenzni prostor kojeg razapinju: *pedagogija, tehnologija, korisničko sučelje, procjenjivanje, poslovanje, on-line podrška, etika i institucija*. [14]

U zaključku ovog odjeljka osvrćemo se na još nekoliko bitnih značajki paradigme e-učenja. Jedna od njih je u vezi sa dinamičnim rastom komercijalnog prostora. (www.brandon-hall.com) Ono doista doživljava istinsku eksploziju i to od jedva zamjetljivog u 1996. do oko JEDNE milijarde dolara u 1999. te sa predvidivo oko 10 do 12 milijardi dolara u 2003. godini pa sve do čak više od 200 milijardi dolara što se predviđa u 2010. godini. Preostale dvije značajke ističu kako e-učenje temeljno doprinosi procesu učenja i poučavanja, a globalno svoj značaj u obrazovanju bilo formalnog (osnovna, srednja i akademska razina) ili cijeloživotnog povezuje sa dvije nove odrednice [15] koje se mogu sažeti u: (i) razvoj integriranih sustava za poslovanje procesom učenja, te (ii) razvoj i promociji norme djeljivih objekata sadržaja za e-učenje ili objekata učenja.

U odjeljcima koji slijede posebno ćemo razmatrati konfiguraciju sustava za e-učenje, a posebno arhitekturu koja se oblikuje s osloncem na norme što omogućavaju izgradnju sustava za e-učenje. Međutim, treba istaknuti i predviđanje da će uvođenje normi u sustave za e-učenje bitno „urediti“ područje i olakšati rad svim onim koji tek na njemu započinju rad.

A. Konfiguracija sustava za e-učenje

Opisujemo neke aktualne klase konfiguracija sustava za e-učenje, naglašavamo samo one aktualne jer je područje dinamično i teško je predvidjeti što će se dešavati u budućnosti. U vezi s tim, a slijedom brojnih izvora literature koje na isti način promatraju aktualna stanja konfiguracija sustava za e-učenje, u fokusu naše analize postavljamo *sustave za poslovanje učenjem* i *sustave za poslovanje sadržajem učenja*. Primijetimo i to da ono što je zajedničko za navedene sustave jest da su to Web orijentirani sustavi za potporu procesa učenja i poučavanja tijekom stjecanja znanja i vještina učenika.

Sustav za poslovanje učenjem predstavlja programsku podršku koja globalno omogućava potpuno administriranje procesa učenja i poučavanja. LMS obavlja registraciju učenika, omogućava slijed tečajeva u katalogu tečajeva, opis podataka o učeniku, te omogućava izvještavanje o obavljenom. Osim toga, LMS je obično oblikovan tako da može rukovati tečajevima koje su isporučili različiti izdavači i omogućavatelji usluga (engl. providers). Obično LMS ne uključuje u svojoj konfiguraciji autorske alate za stvaranje nastavnog sadržaja. Prodavači LMS sustava obično nude i dodatne alate za stvaranje nastavnog sadržaja. Ponovna upotrebljivost je na razini cijelog kursa (jedan kurs može se isporučiti većem broju učenika, omogućeno je praćenje postignuća).

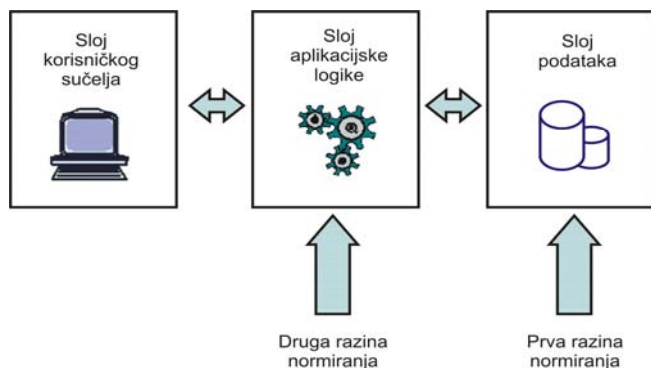
Sustav za poslovanje sadržajem učenja (engl. Learning Content Management Systems, LCMS) omogućava upravljanje kreiranjem, pospremanjem, upotrebom i ponovnom upotrebom sadržaja za učenje. Sadržaj za učenje je strukturiran u formi granula znanja koje nazivamo objektima učenja (engl. Learning Objects). Struktura LCMS sustava se može promatrati i kao nadgradnja strukture LMS sustava kojem dodajemo *sustav za poslovanje sadržajem* (engl. Content Management System, CMS) ili *ponovno upotrebljive objekte učenja* (engl. Reusable Learning Objects, RLO) [16]. Termin CMS je potekao iz on-line izdavačke industrije gdje omogućavaju kreiranje i administriranje različitih sadržaja (članaka, reportaža, slika, transparenata i tome slično). U CMS sustavu članak je u cijelosti sastavljen od većeg broja granula znanja koje se nazivaju komponente sadržaja (engl. content components), na čijoj je razini zagarantirana i ponovna upotrebljivost. Jedna te ista komponenta može biti uključena u brojne članke i njega mogu čitati brojni čitači. Ako dovedemo to u vezi s učenjem tada se govori o ponovno upotrebljivim objektima učenja koji sadržajno mogu figurirati u različitim područnim znanjima i mogu biti isporučeni različitim učenicima. Upravo se ovo svojstvo strukturiranja i koristi

kod LCMS sustava. Sadržajna komponenta u domeni učenja naziva se ponovno upotrebljivi objekt učenja.

Unatoč brojnim definicijama za ponovno upotrebljive objekte učenja, ne možemo se oteti dojmu i spoznaji da je suština u primjeni modela objektno orijentiranog promišljanja u „svijetu“ učenja. Poput LEGO blokova i objekti učenja su ponovno upotrebljive komponente (granule znanja) - tekstovi, prezentacije, animacije, slike, HTML dokumenti, ali koje ne koristimo za gradnju dvoraca iz mašte djeteta nego za građenje i stjecanje znanja. Prema ASTD objekt učenja je ponovno upotrebljiva medijski nezavisna informacija korištena kao građevni blok za nastavne sadržaje u sustavima e-učenja. Objekti učenja su mnogo efikasniji za korištenje ako su organizirani i klasificirani uz pomoć metapodataka i pospremljeni u repozitorijima podataka poput onih koje nalazimo kod LCMS sustava. IEEE Learning Technology Standards Committee - IEEE LTSC (itsc.ieee.org) definira *objekt učenja* kao: „...entitet, u digitalnoj ili ne-digitalnoj formi koji se može upotrijebiti, ponovno upotrijebiti ili pozivati za vrijeme oblikovanja nastavnog sadržaja...“. Ministarstvo obrane SAD-a i Ured za znanost i tehnologiju Bijele kuće SAD-a koncem 1997. godine pokreću inicijativu nazvanu Advanced Distributed Learning - ADL (www.adlnet.org) s ciljem poboljšanja primjene informacijske i komunikacijske tehnologiju u učenju i poučavanju te predlažu normiranje strukture nastavnih sadržaja tzv. model SCORM. Građevna komponenta strukture je *objekt učenja* tzv. *objekt djeljivog nastavnog sadržaja* (engl. Sharable Content Object, SCO) sa sljedećim atributima: *ponovna upotrebljivost* (engl. reusability), *trajnost* (engl. durability), *dostupnost* (engl. accessibility) i *interoperabilnost* (engl. interoperability).

B. Norme za oblikovanje arhitektura sustava e-učenja

Poput inicijativa u drugim područjima norme primijenjene u tehnologijama za učenje trebaju omogućiti ponovnu upotrebljivost i interoperabilnost između različitih programskih platformi. Za postizanje navedenog potrebno je postignuti konsenzus u *arhitekturi*, *uslugama*, *protokolima*, *modelima podataka* i *otvorenom sučelju*. Radi se o opsežnoj zadaći jer ne zaboravimo da razvoj tehnologija za učenje kao infrastrukture za njihovu podršku ima i svoju povijesnu dimenziju, te je u proteklim desetljećima bio povezan s generacijskim razvojem sustava računala. To je posebno otežavalo interoperabilnost jer su vremenom različite platforme i arhitekture „bile u modi“, te u tehnolojskom smislu ovisile o vremenu u kojem su nastajale. Dinamičan razvojni proces u posljednjih nekoliko godina neprestano donosi nove preporuke čime se u cijelosti napreduje u postupku oblikovanja, izgradnje a zatim i primjene normi za podršku arhitekture sustava za učenje i poučavanje. Arhitektura sustava za e-učenje se oblikuje na temelju troredne ili troslojne arhitekture sa slojem podataka (engl. data tier), slojem aplikacijske logike ili funkcionalnosti sustava (engl. application tier) i slojem korisničkog sučelja (engl. user interface) (vidi Sl. 1 modificirana prema [17]).



Sl. 1: Troredna arhitektura i razine normi

1) - Prva razina normizacije - model podataka

Najzreliji rezultati postignuti su na prvoj razini normizacije. U najvećem broju slučajeva XML (eXtend Markup Language) se koristi radi definiranja informacijskog modela osiguravajući pri tom interoperabilnost u okviru WWW.

Norme se na ovoj razini mogu sagledati kao zajednička specifikacija koju moraju upotrebljavati različiti ponuđači što proizvode objekte za učenje u okviru programskih sustava za podršku učenja i poučavanja. Relevantne specifikacije na prvoj razini normiranja troredne arhitekture su: (i) *Metapodaci* što se koriste za precizan opis obrazovnog sadržaja. Najistaknutiji doprinos na ovom području pruža IEEE-LTSC (ltsc.ieee.org) norma opisana pomoću Learning Object Metadata (LOM) specifikacije što se danas smatra de-facto norma i predstavlja jedno od najaktivnijih područja normizacije. (ii) *Profil i zapis učenika* što predstavlja informacije o onome tko se poučava (učenik) i to njegovo znanje i njegove sklonosti. IEEE LTSC Public and Private Information (PAPI) specifikacija opisuje učenikov zapis. (iii) *Organizacija obrazovnog sadržaja* je orijentirana na opis strukture tečaja koja može biti statička ili dinamička. Statička struktura kursa definira „a priori“ relacije unutar strukture nastavnog sadržaja (lekcije, odjeljci, vježbe...). Dinamička struktura determinira određeni slijed što zavisi od samog učenika i njegovih prethodnih interakcija s nastavnim sadržajem. Ove informacije se koriste u okruženju učenja i za raspored u sljedećim aktivnostima učenika. Prevladavajuće norme za organizaciju obrazovnog sadržaja se provode prema AICC (www.aicc.org) i ADL SCORM (www.adlnet.org).

2) Druga razina normizacije - zajedničke programske komponente i otvorena arhitektura

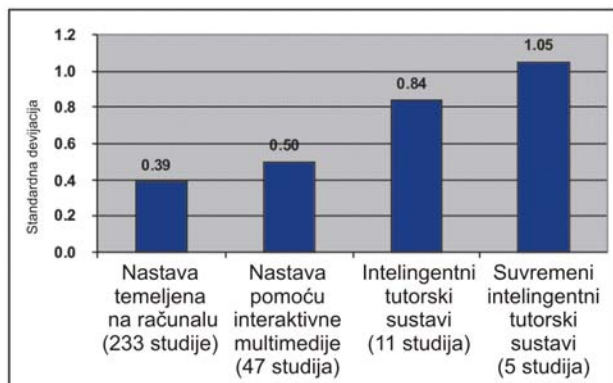
Na ovoj razini standard definira očekivano ponašanje komponenata programskog sustava odgovornih za upravljanje objektima učenja u on-line okruženju. Sučelje programskog sustava omogućava građenje novih obrazovnih sustava izbjegavajući pri tom rad od početka kao i improvizacije, a osim toga omogućava radnu interoperabilnost između sustava sa različitim platformama (različitim operacijskim sustavima). Danas je mali je broj

institucija koje imaju razvijenu arhitekturu sa zajedničkim komponentama koje bi osigurale generičko okruženje učenja. Uvažavajući upravljanje i administriranje identificirali smo tri kategorije sustava za učenje: (i) *Sustavi za isporuku obrazovnih sadržaja* ili podršku za pristup nastavnim sadržajima pomoću Web-a. U ovakvim sustavima nije nužno mjerenje performansi i administracija onih koji se poučavaju. Za predstavnika ove kategorije ističemo sustav Placeware Auditorium (www.placeware.com). (ii) *Sustavi nastave temeljena na upravljanju pomoću računala* koji uključuju: isporuku nastavnih sadržaja, integrirani sustav za praćenje i mjerenje postignuća tijekom poučavanja, individualni ili grupni rad. Za predstavnika ove kategorije ističemo sustav WebCT (www.webct.com) koji je raspoloživ i za akademsku zajednicu u Hrvatskoj putem CARNet-a. (iii) *Sustavi za poslovanje učenjem* o čijim se značajkama već raspravljalo u prethodnom odjeljku. Kao predstavnika ove kategorije sustava ističemo sustav Docent (www.docent.com) i ISOPIA koji se već razvrstava u inteligentne sustave za poslovanje učenjem (www.isopia.com).

III. PEDAGOŠKA PARADIGMA E - UČENJA

U razdoblju od 1982. do 1984. godine Anania i Burke su na Sveučilištu Chicago u Sjedinjenim Američkim Državama proveli istraživanje u kojem su usporedili tri načina učenja novih nastavnih sadržaja: (i) *Tradicionalno učenje* (engl. Conventional Learning) gdje grupa od 30 studenata treba savladati područno znanje pod vodstvom jednog nastavnika. Znanje studenata se provjeravalo putem testiranja koje se provodilo u određenim vremenskim razdobljima i konačno je služilo za ocjenjivanje. (ii) *Učenje s provjeravanjem* (engl. Mastery Learning) gdje grupa od 30 studenata treba savladati područno znanje pod vodstvom jednog nastavnika, poput onog kod tradicionalnog učenja. Međutim, testovi su služili kao povratna informacija nakon čega su slijedile procedure za ispravljanje načina i tempa izlaganja novog područnog znanja. (iii) *Tutorsko učenje* (engl. Tutoring Learning) gdje studenti pristupaju učenju područnog znanja s osobnim tutorom tj. na svakog studenta je raspoređen po jedan nastavnik (ili je najviše bilo do tri studenta na jednog nastavnika). Ova vrsta nastave popraćena je povremenim testovima, povratno-korektivnim procedurama i paralelnim testovima kao kod mastery learninga. Važno je istaknuti da je potreba za korektivnim procedurama u ovom načinu učenja malena [5]. Koristeći standardnu devijaciju ustanovljeno je da je prosječan student u tutorskoj grupi za oko *dvije standardne devijacije* uspješniji od prosječnog studena u kontrolnoj grupi (prosječni student u tutorskoj grupi je bolji od 98% učenika iz kontrolne grupe). Prosječan student u „mastery learning“ grupi je za oko *jednu standardnu devijaciju* bolji od prosječnog studenta u kontrolnoj grupi (prosječni „mastery learning“ student je bolji od 84% studenata iz kontrolnog razreda). Tutorsko učenje pokazuje da većina studenta ima potencijal za dostizanje ove visoke razine učenja. Važna zadaća istraživanja jest pronalaženje načina za ostvarivanje te visoke razine učenja, pod praktičnim i realnijim uvjetima nego što je to jedan na jedan učenje (tutorski sustav) koje je

preskup da bi se primijenio na veći broj studenata. Ovo je 2 *sigma problem*. Brojna su istraživanja provedena s ciljem da utvrde dali i u kojoj mjeri računala kao i s njima povezane tehnologije mogu doprinijeti poboljšanju stjecanja znanja i vještina učenika. Jedno od tih istraživanja [6] specifično je po tome jer je orijentirano na prikupljanje i sistematiziranje većeg broja studija koje se bave postignućima učenika u učenju i poučavanju uz pomoć informacijske i komunikacijske tehnologije.



Sl. 2 Efekti od primjene računalne tehnologije u učenju i poučavanju

Utvrđeno je sljedeće (vidi Sl. 2): (i) postignuća prosječnog učenika u tradicionalnoj nastavi (tzv. 50 - postotni učenik) odgovaraju postignućima koja su ostvarila 64% posto učenika (64 - postotni učenik) koji su koristili računala sa „skromnim“ korisničkim sučeljem, a poboljšanje iskazano sa standardnom devijacijom je oko 0.39 sigma, (ii) u primjeni računala s interaktivnom multimedijom (uključena slika, zvuk, animacija) utvrđen je efekt postignuća od 60%, a poboljšanje iskazano sa standardnom devijacijom je oko 0.50 sigma, (iii) s primjenom inteligentnih tutorskih sustava utvrđen je efekt postignuća od 80%, a poboljšanje iskazano sa standardnom devijacijom je oko 0.84 sigma, (iv) s primjenom suvremenih inteligentnih tutorskih sustava utvrđen je efekt postignuća od 85%, a poboljšanje iskazano sa standardnom devijacijom je oko 1.05 sigma. Fletcher zaključuje da nisu još postignuti efekti kao u tradicionalnoj tutorskoj nastavi po modelu „jedan-na-jedan“ ali su rezultati obećavajući.

IV. INTELIGENTNI TORSKI SUSTAVI

Inteligentni tutorski sustavi predstavljaju generaciju računalnih sustava namijenjenih potpori i poboljšanju procesa učenja i poučavanja u odabranom područnom znanju, uvažavajući pri tom individualnost onoga tko se uči i poučava, kako se to inače radi u tradicionalnoj nastavi „jedan-na-jedan“. Koristeći rezultate istraživanja, kao i iskustva primjene hipermedijske autorske ljsuske TEx-Sys i njene distribuirane verzije DTEEx-Sys, s osloncem na kibernetički model sustava [18], [19], [20], pristupili smo razvoju prototipa *Web orijentirane inteligentne autorske ljsuske* s novim sudionicima i novim funkcijama, koju smo nazvali xTEx-Sys [12]. *Web orijentirana inteligentna autorska ljsuska* će imati sljedeće korisnike: (i) učenike radi stjecanja znanja i vještina, (ii) stručnjake za područna

znanja radi izgradnje baza znanja, (iii) učitelje radi didaktičkog oblikovanja nastavnih sadržaja uz upotrebu izgrađenih baza područnog znanja, te konačno (iv) administratora sustava radi nadzora funkcija sustava, korisnika sustava, kao i načina korištenja sustava. Nadalje, svim kategorijama sudionika sustava bit će omogućen kooperativni rad na daljinu kako pri izradi baza znanja, tako i pri učenju i poučavanju u odabranom području. Završna faza projekta uključit će pokusno vrednovanje sa svim kategorijama učenika: učenicima srednjih škola (posebno onih u završnim razredima radi pripreme i odabira studija kao i pomoći za upis na fakultet), (ii) studentima na sveučilišnim i stručnim studijima, te (iii) učiteljima iz aktualne prakse u osnovnim i srednjim školama, koji u procesu cjeloživotnog obrazovanja pohađaju tečajeve radi stjecanja znanja, vještina i metoda o primjeni informacijske i komunikacijske tehnologije u realizaciji nastavnih sadržaja svojih kolegija. Za vrijeme rada na projektu definirali smo sljedeće funkcionalnosti sustava xTEx-Sys: prijava sudionika na sustav, učenje i poučavanje nastavnog sadržaja, testiranje znanja metodom prekrivanja, testiranje znanja metodom kviza, oblikovanje područnog znanja, oblikovanje nastavnog sadržaja, unos sudionika (učenik po utvrđenim kategorijama, učitelj i stručnjak područnog znanja), prikaz sudionika, promjena podataka o sudioniku, unos grupe sudionika, prikaz grupe sudionika, promjena podataka o grupi sudionika, pridruživanje sudionika grupi sudionika, pridruživanje učitelja grupi učenika ili pojedinom učeniku, pridruživanje kolegija grupi učenika ili pojedinom učeniku, suradnja sudionika (e-mail i on-line tekstualna konferencija), te konačno nadzor sustava.

U nastavku dajemo prikaz funkcionalnosti *oblikovanja nastavnog sadržaja* koje provodi učitelj pri stvaranju strukture svojeg kolegija. „Courseware“ je međunarodno prihvaćeni termin za nastavni sadržaj oblikovan za izvođenje na računalu. Nastavni sadržaji se definiraju za određeni kolegij, koji pripada određenim nastavnim grupama. Courseware kolegija je višerazinski strukturiran na: *nastavne cjeline* (NC), *nastavne teme* (NT), *nastavne jedinice* (NJ), *nastavne pojmove* (NP) i *testove - tipa kviza* (TK). Navedeno je organizirano slijedeći tradiciju naše pedagoškijske prakse uz određene nadopune koje su uvjetovane strukturiranjem nastavnih sadržaja do razine pojma nastavnog sadržaja kao nedjeljivog elementa. Istaknimo da je nedjeljivi element nastavnog sadržaja u biti objekt nastavnog sadržaja, odnosno već ranije spomenuti SCO prema modelu SCORM. Nastavna cjelina u načelu uključuje više nastavnih tema, nastavne teme uključuju više nastavnih jedinica i konačno nastavne jedinice uključuju više nastavnih pojmova. Test tipa kviza se pridružuje NC-i ili NT-i ili NJ-i. Struktura courseware se oblikuje slobodno po volji učitelja, a uključuje kako vertikalnu tako i horizontalnu dekompoziciju elemenata strukture nastavnog sadržaja. To znači da je courseware kojeg gradi učitelj u svojoj strukturi stablo s mogućnosti definiranja redoslijeda odvijanja. Čvorovi stabla su elementi nastavnog sadržaja, s *nastavnom cjelinom* na prvoj razini, *nastavnom temom* na drugoj, *nastavnom jedinicom* na trećoj, te *nastavnim pojmom* na četvrtoj razini. Posebno se razmatra testiranje

znanja učenika primjenom kviza, koji se može pridružiti svakom elementu nastavnog sadržaja osim nastavnom pojmu. Testiranje putem kviza može biti dvojako: testiranje pomoću *statičkih pitanja* koje generira učitelj i testiranje pomoću *dinamičkih pitanja* koja generira računalo slučajnim odabirom temeljem baze područnog znanja. Ukupan broj pitanja tijekom testiranja određuje učitelj. Pitanja, koja se odnose na skup čvorova znanja pridružena danom elementu nastavnog sadržaja, se uparuju (po dva u svakom ciklusu), dok sam broj ciklusa definira učitelj za dani element strukture nastavnog sadržaja.

U izgradnji sustava xTEx-Sys koristimo objektivno orijentiranu metodologiju programskog inženjerstva Rational Unified Process, te alate za modeliranje i implementaciju Rational Rose i Unified Modeling Language. Implementaciju zasnivamo na .Net tehnologiji i Microsoft SQL Server programskom sustavu za upravljanje bazama podataka.

V. ZAKLJUČAK

Paradigma E-učenja predstavlja presjek dvaju svjetova: svijeta *informacijske i komunikacijske tehnologije*, te svijeta *obrazovanja*. Ovo je dragocjeno i to pogotovo onda kada se koristi kao dio dobro planiranog i organiziranog okruženja obrazovanja. Međutim, zasigurno e-učenje nije „magična kugla“ koja će zamijeniti i staviti van upotrebe postojeće pedagoške teorije, principe i norme. E-učenje je nova paradigma učenja uz pomoć različitih uređaja temeljenih na elektronskoj tehnologiji, koju smo povezali s paradigmom individualiziranog učenja i poučavanja uz pomoć inteligentnih tutorskih sustava. Prikazali smo e-učenje kao produkt suvremene informacijske i komunikacijske tehnologije i istakli konfiguracije (LMS i LCMS sustave) i norme za oblikovanje arhitekture sustava za e-učenje. Norme za oblikovanje kako arhitekture sustava za e-učenje (troredna arhitektura), tako i nastavnih sadržaja (djeljivi objekti nastavnog sadržaja) koji će se na tim sustavima odvijati, doprinijet će „sređivanju“ područja i možda tek sada, nakon više od pedeset godina, učiniti primjenu računalnih tehnologija u nastavi istinskim doprinosom didaktičkom i metodičkom oblikovanju nastave, a time i stjecanja novog znanja. Stjecanje novog znanja u ovom vremenu znanja je od prevladavajuće važnosti za uspjeh kako pojedinca, tako i društva u cijelosti.

LITERATURA

- [1] L. Budin i grupa autora: Strategija razvitka Republike Hrvatske, *Projektni zadatak: Informacijska i komunikacijska tehnologija*, 2001. <http://www.hrvatska21.hr/informac.htm> - stranica aktivna 20.01.2004.
- [2] xxxx: ALT: Center for Studies in Advanced Learning technologies, Lancaster University. <http://csalt.lancs.ac.uk/alt/> - stranica aktivna 20.01.2004.
- [3] B. Wasson, *Advanced Educational Technologies: The Learning Environment, Computers and Human Behavior*, 13,4, 1997.
- [4] xxxx: *Advanced Distributed Learning, Sharable Content Object Reference Model, Best Practices Guide for Content Developers*, 1st Edition, 2003. <http://www.adlnet.org> - stranica aktivna 20.01.2004.
- [5] B. S. Bloom: *The Two-Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring*. *Educational Researcher*. 13,4-16 (1984).
- [6] J. D. Fletcher: *Evidence for Learning From Technology-Assisted Instruction* in edition by H. F. O'Neil, Jr., R. S. Perez: *Technology Applications in Education - A Learning View*, Lawrence Erlbaum Ass. Publishers, Mahwah, New Jersey, 2003.
- [7] S. Stankov: *Izomorfni model sustava kao osnova računalom poduprtog poučavanja načela vođenja* (doktorska disertacija), FESB, Split, 1997.
- [8] M. Rosić: *Zasnivanje sustava obrazovanja na daljinu unutar informacijske infrastrukture*, magistarski rad, FER, Zagreb, 2000.
- [9] S. Stankov, V. Glavinić, A. Granić i M. Rosić: *Inteligentni tutorski sustavi - istraživanje, razvoj i primjena, CARNet - Časopis Edupoint*; I - dio: godište II, broj 1, Zagreb; 20.12.2001.; II - dio: godište II, broj 2, Zagreb, 21.1.2002.; III - dio: godište II, broj 3, Zagreb, 20.2.2002.
- [10] S. Stankov, V. Glavinić, A. Granić i M. Rosić: *Inteligentni tutorski sustavi - istraživanje, razvoj i primjena, Zbornik radova Fakulteta prirodoslovno - matematičkih znanosti i odgojnih područja Sveučilišta u Splitu*, Split, 2003. str. 45-72.
- [11] S. Stankov (glavni istraživač): *Znanstveni projekt MZT: Računalni i didaktički aspekti inteligentnih autorskih alata u obrazovanju (0177110), za razdoblje 2002-2005*.
- [12] S. Stankov (glavni istraživač): *Tehnološki projekt MZT: Web orijentirana inteligentna hipermedijska autorska ljsuka (TP-02/0177-01), 2003-2005*.
- [13] xxxx: *A Vision of E-Learning for America's Workforce, Report of the Commission on Technology and Adult Learning*, ASTD, 2001. <http://www.astd.org> - stranica aktivna 20.01.2004.
- [14] B. H. Khan: *A Framework for E-Learning*, <http://www.bookstoread.com/framework/> - stranica aktivna 20.01.2004.
- [15] xxxx: *IsoDynamic - E-Learning - A White Paper from IsoDynamic*, <http://www.isodynamic.com> - stranica aktivna 20.01.2004.
- [16] M. Nichani: *LCMS=LMS+CMS (RLOs)*, *Elearningpost* 2001 <http://www.elearningpost.com/features/archives/> - stranica aktivna 20.01.2004.
- [17] L. Anido-Rifón, M. J. Fernández-Iglesias, M. Caeiro-Rodríguez, J. M. Santos-Gago, J. Rodríguez-Estévez, M. Llamas-Nistal: *A Step ahead in E-learning Standardization: Building Learning Systems from Reusable and Interoperable Software Components, The Eleventh International World Wide Web Conference Honolulu, Hawaii, USA, 7-11 May 2002*. <http://www2002.org> - stranica aktivna 20.01.2004.
- [18] G. Pask: *A cybernetic model of concept learning, Proceedings of 3rd, Congress International. Assoc. Cybernetics*, Namur 1961, Gauthier-Villars, 1965.
- [19] N. Wiener: *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. M.I.T. Press, Cambridge, MA, 1948.
- [20] J. Božičević: *Zašto zagovaramo sustavski pristup? Mislimo sustavski*, Hrvatsko društvo za sustave, 2001.