

Inteligentni tutorski sustavi - istraživanje, razvoj i primjena

Slavomir Stankov, Vlado Glavinić*, Andrina Granić i Marko Rosić

Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i odgojnih područja Sveučilišta u Splitu
Nikole Tesle 12, 21000 Split, Hrvatska
Tel: (385) 21 38 51 33-105, Faks: (385) 21 38 54 31
E-mail: slavomir.stankov{andrina.granic, marko.rosic}@pmfst.hr

*Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu
Unska 3, 10000 Zagreb, Hrvatska
Tel: (385) 1 612 99 55, Faks: (385) 1 612 96 53
E-mail: vlado.glavinic@fer.hr

Sažetak

Tradicionalno je obrazovni sustav definiran kao zajednica u kojoj, združeni u stanovitom prostoru, u procesu učenja i poučavanja sudjeluju učenici i učitelji. Učitelji u takvom sustavu vode proces učenja poučavanjem u usklađenim vremenskim intervalima. Međutim, takav je pristup obrazovanju u suvremenim uvjetima življenja i gospodarenja izložen važnim promjenama koje između ostalog podupire informacijska i komunikacijska tehnologija. Sve su učestalija učenja u kojima su učenici i učitelji razdvojeni, a rade u vremenski usklađenim ili neusklađenim intervalima, što uglavnom ovisi o izboru tehničkog rješenja. Fizička udaljenost se neprestano mijenja (povećava), a pri tom se osigurava sve kvalitetniji način računalne i hipermedijske komunikacije. Primjena informacijske i komunikacijske tehnologije u obrazovanju i nastavi obično je određena sadržajem komunikacije učenika i osobnog računala, pa to globalno može biti *učenje o računalu*, *učenje s računalom* i *učenje od računala*. U nas se pretežno zadržavamo na modalitetu *učenja o računalu* i time nastojimo poboljšati nastavu i obrazovanje služeći se računalom u obradi teksta, za rad s tabličnim kalkulacijama, rad s bazama podataka i za pristup Internetu.

Naravno, to je prva i nezaobilazna razina, dok su preostale dvije *učenje s računalom* i *učenje od računala* još uvijek malo istražene i primijenjene u obrazovnom sustavu Republike Hrvatske. Tijekom posljednjeg desetljeća sustavno se bavimo upravo tim područjem u nastojanju da ga promoviramo i podupremo njegov razvoj i primjenu. U vezi s tim predmet naših istraživanja su razvoj i implementacija: hipermedijskih autorskih ljuski namijenjenih izgradnji inteligentnih tutorskih sustava distribuiranih sustava obrazovanja korisničkih i prilagodljivih korisničkih sučelja u odnosnim sustavima.

Ovim radom prezentiramo samo jedan dio navedenih opsežnih istraživanja. Zbog svoje opširnosti rad će se izlagati u tri odjeljka, i to upravo onako kako su oni ovdje i navedeni. Osim toga u posljednjem se nastavku donosi zaključak te popis literature.

Ključne riječi

Inteligentni tutorski sustavi. Hipermedijske autorske ljuste. Distribuirani sustavi. Sustavi obrazovanja na daljinu. Korisnička sučelja. Prilagodljiva korisnička sučelja.

Intelligent Tutoring Systems – Research, Development and Employment

Abstract

Educational system is traditionally defined as a community group which includes teachers, as well as students, and their joint work in the process of learning and teaching. Teachers, who are teaching in synchronized time intervals, control the learning process in such systems. However, such approach is nowadays exposed to important changes, which are also a result of the great impact and support of information and communication technology. The process of learning, which includes the separation of teacher and student, is becoming more frequent and is realized through time synchronized or non-synchronized intervals, mainly depending on the selection of a technical device. Moreover, the distance is continuously changing (increasing), insuring high-quality computer and hypermedia communication.

The employment of information and communication technology in education and instruction is usually defined through student-computer interaction and consequently considered as *learning about the computer*, *learning with computer* and *learning from computer*. The process of teaching in Croatian educational system is for the most part concentrated on the modality of *learning about the computer*, aiming to improve the education and instruction by the computer employment in text editing, spreadsheet calculation, data base work, as well as Internet connection. As a matter of course, this is the very first and at the same time imperative level, while *learning with computer* and *learning from computer* is still not appropriate researched, as well as applied.

In order to promote and support its development and employment, we made a systemic approach to this field during the last decade, concentrating on the following fields of interest and research:

hypermedia authoring shell for the generation of intelligent tutoring systems,
distributed distance learning systems and
user interfaces and adaptive user interfaces in intelligent tutoring systems.

Only a part of this extensive research is presented in this paper and due to its comprehensiveness it is split in three sections, according to previous ordering. The conclusion and the literature are included in the last section.

Keywords:

Intelligent tutoring systems. Hypermedia authoring shells. Distributed systems. Distance learning systems. User interface. Adaptive user interface.

I. dio

1. Uvodna rasprava

Sintezom klasične programirane nastave, osloncem na tradicionalnu nastavu (jedan učenik - jedan učitelj) te primjenom tehničke i programske podrške računalnih sustava u posljednjih se četrdeset godina formirao novi oblik nastave najčešće zvan *nastavom pomoću računala*, NPR (engl. Computer Assisted Instruction, CAI). Međutim, od 1959. godine, kada je na Sveučilištu Illinois-Urbana u SAD-u započela primjena prvog višekorisničkog računalnog sustava u nastavi, PLATO¹⁾, pa sve do današnjih dana ne prestaje oštro sučeljavanje mišljenja o prednostima, slabostima, dometima i granicama primjene računala u nastavi.

U navedenom su razdoblju računalni sustavi prošli tehnologijsku transformaciju od terminalske potpore i višekorisničkih operacijskih sustava do osobnih računala temeljenih na suvremenoj informacijskoj i komunikacijskoj tehnologiji. Osim navedenog, u proteklom se razdoblju isto promišljanje, da će primjenom računala nastavnici biti djelomično ili čak potpuno oslobođeni rutinskih poslova u školi i nastavi, ponavljalo i obično završavalo zaključkom da taj potencijal tek treba realizirati (Reinhardt, 1995).

Primjena informacijske i komunikacijske tehnologije (Budín i drugi, 2001) u obrazovanju i nastavi obično je određena sadržajem komunikacije učenika i osobnog računala, pa to globalno može biti *učenje o računalu*, *učenje s računalom* i *učenje od računala*. U nas se pretežno zadržavamo na modalitetu *učenja o računalu* i time nastojimo poboljšati nastavu i obrazovanje služeći se računalom u obradi teksta, za rad s tabličnim kalkulacijama, rad s bazama podataka i za pristup Internetu. Naravno, to je prva i nezaobilazna razina, dok su preostale dvije *učenje s računalom* i *učenje od računala* još uvijek malo istražene i primijenjene u obrazovnom sustavu Republike Hrvatske.

Tijekom posljednjeg desetljeća sustavno se bavimo upravo tim područjem u nastojanju da ga promoviramo i podupremo njegov razvoj i primjenu. U vezi s tim predmet naših istraživanja su razvoj i implementacija: (i) hipermedijskih autorskih ljuski namijenjenih izgradnji inteligentnih tutorskih sustava (Stankov, 1997); (ii) distribuiranih sustava obrazovanja (Rosić, 2000); te (iii) korisničkih i prilagodljivih korisničkih sučelja u odnosnim sustavima (Granić i Glavinić, 2001; Granić i Glavinić, 2000). Ovim radom prezentiramo samo jedan dio navedenih opsežnih istraživanja.

1.1. Građa inteligentnih tutorskih sustava

Inteligentni tutorski sustavi, ITS, (engl. Intelligent Tutoring Systems, ITS) generacija su računalnih sustava namijenjena potpori i poboljšanju procesa učenja i poučavanja u odabranom područnom znanju, uvažavajući pri tom individualnost onoga tko uči i onoga koga se poučava. Radom s inteligentnim tutorskim sustavom učenik stječe osobnog "računalnog učitelja". Računalni je učitelj s jedne strane uvijek raspoložan, nema emocija, dok učenik s druge strane pred njim nema potrebe kriti svoje neznanje te slobodno, prirodno komunicira.

Projektiranje i implementacija inteligentnih tutorskih sustava sustavno je pridonosila i pridonosi razvoju metoda i tehnika umjetne inteligencije. U tom su smislu ITS-ovi bili i sada su dobar "test kušnje" (engl. testbed) za razvoj projekata umjetne inteligencije, budući da posjeduju ove bitne značajke:

¹⁾ **PLATO** - Programmed Logic for Automatic Teaching Operations – prvi višekorisnički računalni sustav za podršku nastavi

- o otvorenost širokom spektru područnih znanja
- o moguću otvorenost za dogradnju, jer se neka mjera efikasnosti ITS-a može očuvati neovisno o postignutim razinama inteligentnog ponašanja sustava i
- o složenost jer integrira različite problemski specifične načine razmišljanja.

Takvi sustavi mogu sadržaj i način izlaganja nastavnih tema prilagoditi sposobnostima učenika. U tom je smislu znanje ključ inteligentnog ponašanja, pa stoga inteligentni tutorski sustavi imaju sljedeće temeljne odrednice:

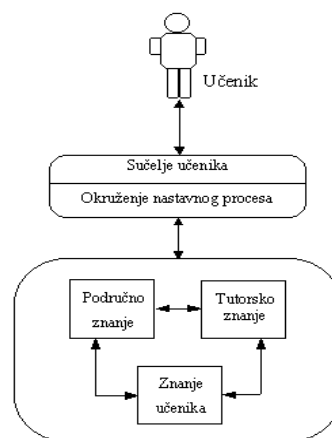
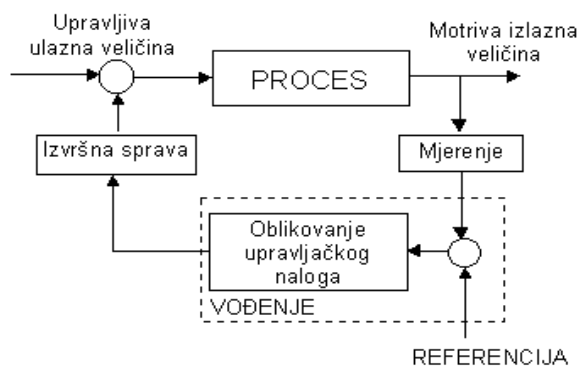
- o znanje koje sustav ima o područnom znanju
- o principi pomoću kojih sustav poučava i metode pomoću kojih primjenjuje te principe i
- o metode i tehnike za modeliranje učenika tijekom stjecanja znanja i umijeća.

Inteligentni tutorski sustavi su građeni na temelju četiriju međusobno povezanih programskih modula (slika 1.1) kako slijedi:

Ekspertni modul (područno znanje) kao nosilac područnog znanja s kojim će tijekom učenja i poučavanja učenik komunicirati. Ekspertni je modul "...kraljeznica svakog inteligentnog tutorskog sustava" (Anderson, 1988, str. 21).

Modul učenika (znanje učenika - dinamički model stjecanja znanja i vještina učenika) obuhvaća sve aspekte stjecanja učenikova znanja i vještina u danom područnom znanju. Modul učenika je nosilac procedure modeliranja učenika, koje obuhvaća model učenika i dijagnostiku stanja znanja učenika. Model učenika je skup podataka koji prikazuje aktualnu razinu znanja i vještina, dok je dijagnostika proces upravljana tim podacima.

Modul učitelja (tutorsko znanje) jedinica je za vođenja procesa stjecanja znanja i vještina učenika. U tom je smislu modul učitelja nosilac scenarija poučavanja i pedagoških znanja s kojim raspolaže "živi" učitelj.



Slika 1.1: Tipična građa inteligentnog tutorskog sustava

Komunikacijski modul (sučelje učenika i okruženje nastavnog procesa - interakcija učenik-učitelj-znanje) predstavlja korisničko sučelje učenika i inteligentnog tutorskog sustava.

1.2. Odrednice istraživanja

Pristup našem istraživanju obogaćen je sustavnim promišljanjem nastave temeljene na kibernetičkom modelu sustava u kojoj djeluju tri informacijske strukture: učenik, učitelj i nastavni sadržaji. U takvom se sustavu vodi proces stjecanja znanja i vještina učenika. Polazište istraživanja je kibernetički model sustava (slika 1.2.) s istaknutim procesom, vođenjem i referencom. Temelje takva gledanja, tzv. kibernetičko gledanje, postavio je Norbert Wiener objavljujući znanstvenu disciplinu kibernetiku - *Kibernetika ili znanost o upravljanju i o vezi živoga i stroja* (Wiener, 1948). Za njegovo otkriće najvažnija je tvrdnja da je za samostalno djelovanje neke tvorevine, bilo prirodne, tehničke ili društvene, potrebno svojstvo vođenja (Božičević, 1980; Foerster, 1992).

Posebno je provedena analiza do sada razvijenih i primijenjenih inteligentnih tutorskih sustava s različitim područnim znanjima, i to:

- Učenje i poučavanje iz zemljopisa (Carbonell, 1970; Stevens i drugi, 1982).
- Otklanjanje pogrešaka u složenim dinamičkim sustavima (Fatah i drugi, 1990).
- Otklanjanje pogrešaka u elektroničkim sustavima (Burton i drugi, 1982).
- Uporaba simulacijskih procesa u digitalnoj elektronici (Brian i drugi, 1992).
- Simulacija sustava parnog kotla (Woolf, 1992).
- Poučavanje i uvježbavanje astronauta, kontrolora leta i osoblja zemaljske logistike u NASA-inom centru Johnson (Loftin i Savely, 1991).
- Programiranje u programskom jeziku BASIC i PASCAL (Barr i drugi, 1976; Woolf i McDonald, 1984).
- Obavljanje osnovnih aritmetičkih operacija (Burton, 1982).
- Učenje i poučavanje u glazbenoj kulturi (Angelides i Tong, 1994).
- Učenje i poučavanje stranog jezika (Angelides i Garcia, 1993; Swartz, 1992).
- Simulacije poslovnih sustava (Angelides i Paul, 1993).
- Sustav temeljen na WWW (Nakabayashi i drugi, 1995).
- Računalne igre (Paul, 1995; Burton i Brown, 1982).
- Primjena hipermedije (Perez i drugi, 1995).

Osim toga obuhvaćeni su i radovi s pregledom istraženosti područja (Rickel, 1989; Woolf, 1992), kao i oni koji raspravljaju o koncepciji izgradnje inteligentnih tutorskih sustava (O'Shea i Self, 1983; Barr i Feingenbaum, 1986; Burns i Capps, 1988; Rolston, 1988; Rickel, 1989; Orey i Nelson, 1991).

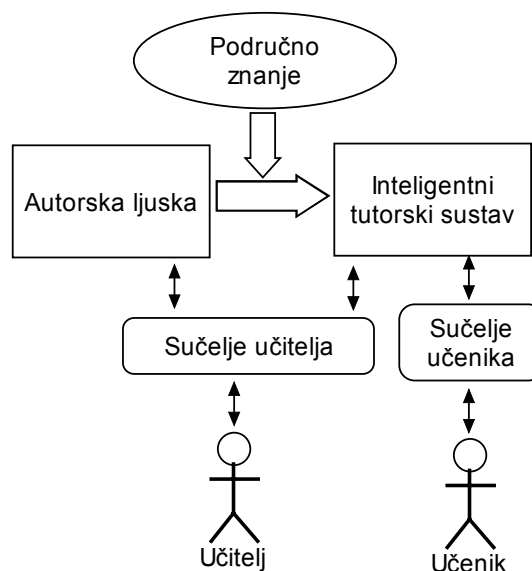
Inteligentni tutorski sustavi tijekom dosadašnje primjene pomogli su poboljšanju nastavnog procesa prilagođenog individualnim potrebama učenika (Cerri, 1985; Anderson, 1988; Richardson, 1988; Rickel, 1989; Loftin i Savely, 1991; Voss, 1995; Treunaft, 1995; Nakabayashi i drugi, 1995, 1997; Murray, 1996) te dokazali upotrebljivost i niz vrednota pa u tom smislu promotrimo neke od njih:

(1) *Što su inteligentni tutorski sustavi u primjeni do sada pokazali?* Višedimenzionalnost informacijskog transfera u komunikacijskom procesu učenik - računalni učitelj.

(2) Što smo naučili tijekom poučavanja s inteligentnim tutorskim sustavima? Strogu međuzavisnost uspješnog modela učenja i bogatstva računalne prezentacije heterogenog znanja.

(3) Što se gradi i što je preostalo? Hipermedijske autorske ljuške za izgradnju inteligentnih tutorskih sustava, i to u on-site izvedbi, ali i u mrežnoj, tj. web izvedbi (Brusilovsky, 1996; Nakabayashi i drugi, 1995, 1997; Stankov, 1997; Rosić, 2000).

U suglasju s odgovorom na treće pitanje jest i okruženje našeg istraživanja. Prema tome, razvoj inteligentne hipermedijske autorske ljuške koja će u tutorskoj nastavi vođenoj unutar hipermedijskog okruženja ispuniti zahtjeve učitelja ali i učenika predstavlja izvorni doprinos ovom znanstvenom području, pridonosi njegovu obogaćivanju na našim prostorima te posebice izvornoj primjeni načela sustavnog mišljenja i načela vođenja u tehnici, prirodi i društvu.



Slika 1.3: Autorska ljuška i inteligentni tutorski sustav (Granić i drugi, 2000)

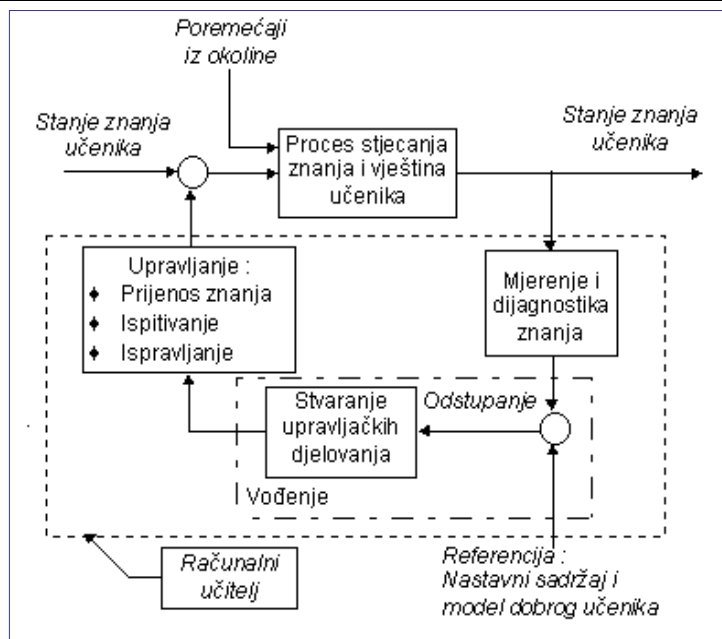
Inteligentne hipermedijske autorske ljuške (slika 1.3.) omogućavaju izgradnju inteligentnih tutorskih sustava, koje u procesu učenja i poučavanja ispunjavaju zahtjeve učitelja ali i učenika. Autorske ljuške imaju izomorfne značajke u pogledu područnog znanja te neprogramerima osiguravaju izgradnju baza područnog znanja te podršku u učenju i poučavanju tako izgrađenim bazama znanja.

2. Hipermedijska autorska ljuška Tutor - Expert System (TEx-Sys)

Sustav TEx-Sys je strukturiran u suglasju s kibernetičkim modelom (slika 1.2.), pa je u vezi s tim stjecanje znanja i vještina učenika vođeni proces, a referenca nastavni sadržaj i model "dobrog" učenika. Struktura sustava je modularna, a prikazana je na slici 2.1. Upravljačka funkcija sustava temelji se na: (i) mjerenju i dijagnosticiranju znanja učenika, (ii) određivanju razlike aktualnog znanja učenika i referentnog modela, (iii) ocjenjivanju znanja učenika s preporukom za daljnji rad. Sustavni je pristup prihvaćen kao metodologija projektiranja, razvoja i primjene modela stjecanja znanja i vještina učenika u nastavi, koju na inteligentan način podupire računalo.

Stjecanje znanja i vještina učenika jest vođeni proces. *Stanje znanja učenika* ili dostignuta razina područnog znanja upravljiva je ulazna veličina i izlazna veličina procesa za tekuću nastavnu jedinicu područnog znanja. Referenca je definirana *nastavnim sadržajem* područnog znanja koje valja savladati, i uz to *modelom "dobrog" učenika* utemeljenim pomoću kriterija vrednovanja koji utječu na spoznaju o potrebnoj razini znanja učenika.

Računalni učitelj, kao zamjena "živom" učitelju, djeluje u povratnoj vezi nastavnog sustava: motri, tj. mjeri i provodi dijagnostiku znanja učenika, određuje odstupanja učenikova aktualnog znanja od referentnog modela, oblikuju upravljačko djelovanje i prijenos novog znanja i ispravljanje (upućivanje, pružanje dodatnih informacija, dopunu stečenog znanja).



Slika 2.1: Model vođenja procesa stjecanja znanja i vještina učenika u inteligentnom tutorskom sustavu

Pretpostavljeno je da *poremećaj* djeluje samo neposredno na učenika. Nemotiviranost, slaba koncentracija tijekom učenja, niska razina prethodnih znanja, "mladenačko" nezadovoljstvo i tome slično izvori su potencijalnih poremećaja.

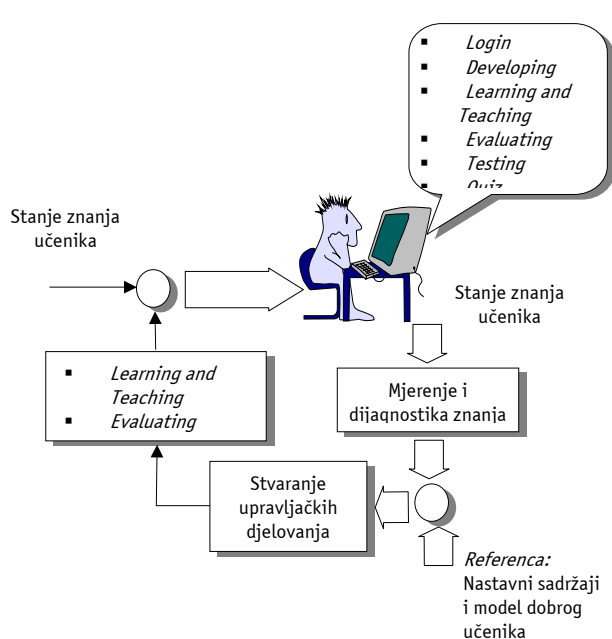
Računalo djeluje bez emocija, "pruža znanje", ispravlja, upućuje, dijagnosticira i ocjenjuje učinak učenika ostvaren tijekom učenja i poučavanja; nema negativnih utjecaja "nemotiviranog", "umornog", "nezadovoljnog" učitelja.

Predloženi novi model nastave s računalnim učiteljem povezuje: (a) područno znanje koje uključuje primjere i objašnjenja; (b) znanje učitelja; (c) znanje učenika koje se razvija kao rezultat prekrivanja sa znanjem učitelja, uključujući nedostajuća i pogrešna poimanja i (d) skup pravila za koje se može ustvrditi da otkrivaju zajednički pogled na pogrešna shvaćanja u područnom znanju. Osim toga, model omogućuje izgradnju inteligentnog sustava jer ispunjava ove bitne uvjete: (1) zaključuje ili rješava problem u aplikacijskoj sredini izabranog područnog znanja, (2) zaključuje o znanju i vještinama učenika te (3) raspolaže strategijom koja omogućuje smanjenje razlika u znanju između učenika i eksperta.

2.1. Struktura sustava

Sustav TEx-Sys je modularno strukturiran i obuhvaća:

- Prijavni modul (*Login*) radi legalizacije rada u sustavu. Dodjeljuju se lozinke za rad i traže se osnovni podaci o učeniku i učitelju potrebni za praćenje procesa učenja i poučavanja.
- Ljuskicu za građenje inteligentnih tutorskih sustava, tj. izgradnju baze po volji odabranog područnog znanja, temeljene na prikazu znanja pomoću semantičkih mreža s okvirima (*Developing ili T-Expert*).
- Modul namijenjen učeniku za učenje i poučavanje (*Learning and Teaching*) u izabranom područnom znanju,
- Modul za ispitivanje (*Testing*) koji pruža mogućnost vrednovanja znanja učenika u scenariju poučavanja po uzoru na Piagetov princip "vođene slobodne igre" (Sugerman, 1976).



Slika 2.2: Struktura sustava TEx-Sys

- Modul za ocjenjivanje (*Evaluation*) koji učiteljima omogućuje stjecanje uvida u ostvarene rezultate učenja i poučavanja zasnovanog na principu prekrivanja (engl. overlay) znanja učenika i područnog znanja. Omogućena je dijagnostika i ocjenjivanje znanja učenika, pri čemu se ocjena formira pomoću ekspertnog sustava s produkcijskim pravilima OCJENA. Učenik ima pristup ovom modulu, ali samo s mogućnostima uvida u osobne rezultate i postignutu ocjenu svojeg znanja.

- Modul *Quiz* predstavlja implementaciju testova kojima se učeniku distribuira skup pitanja s pridruženim ponuđenim točnim ili netočnim odgovorima. Učenik rješava test obilježavanjem odgovora koje smatra točnima. Nakon rješavanja učenik se ocjenjuje i upućuje prema pojmovima područnog znanja za koje se utvrdilo da ih nije dovoljno dobro obradio.

2.2. Prikaz znanja u sustavu TEx-Sys

Prikaz znanja u sustavu TEx-Sys ostvaren je primjenom semantičkih mreža s okvirima te primjenom produkcijskih pravila.

Čvorovi (engl. nodes) i veze (engl. links) temeljne su komponente semantičke mreže s okvirima. Čvorovi služe za prikazivanje objekata područnog znanja, a veze za prikazivanje odnosa između objekata. Veza je u načelu tvrdnja da je za stanoviti objekt nešto istina u odnosu na drugi objekt. Ljuska raspolaže i sa semantičkim vrstama: svojstva i okviri (atributi i vrijednosti atributa), nasljeđivanje svojstava i okvira s mehanizmom zaključivanja, multimedija i hipertekst.

- Čvorovi i veze

Složenost prikaza znanja pomoću semantičkih mreža uvjetuje činjenica da njezini čvorovi mogu imati različit smisao i značenje kao što su: shvaćanje entiteta, atributi entiteta, opis događaja i stanja entiteta. Nedostatak formalne semantike i standardne terminologije možda je i temeljni nedostatak semantičkih mreža. Međutim, zajednički su mu čvorovi koji se nalaze na krajevima veze i utječu na razumijevanje uvođenja veze. Temeljna je razlika u podjeli između *generičke* i *individualne* interpretacije čvorova. Općenito se neki čvorovi uzimaju kao deskriptori primjenljivi na mnogo individualnih objekata ili opisa, dok drugi služe za prikazivanje tih individualnih objekata ili za opise primjenljivih na individualne objekte ili

opise. Jedan generički čvor može biti više ili manje specifičan od drugog generičkog čvora iskazujući time mrežnu strukturu semantičkih mreža. Individualni čvorovi teže istoj razini specifičnosti.

Početno se korisniku za relacije između generičkih čvorova nudi korištenje semantičkih primitiva: *JE(ST)* (*IS_A*), *PODKLASA_OD* (<SUBC> - engl. subclass) i *VRSTA_OD* (<A_KIND_OF>), a za relaciju između generičkog i individualnog čvora semantički primitiv *ČLAN_OD* (<INST> - engl. instance). Relacija *DIO_OD* (<PART_OF>) iskazuje odnos pripadanja određenog objekta kao dijela nekog drugog objekta. U formalizaciji znanja i unošenju objekata semantičke mreže u bazu znanja dopuštaju se i sve ostale vrste veza koje korisnik može proizvoljno definirati.

- Svojstva i okviri

Relacije između člana (primjerka) klase i klase ili pak između podklase i nadklase izražene su taksonomijskom klasifikacijom znanja. Međutim, ako uz to moramo iskazati i znanje o svojstvima objekata u danom područnom znanju tada se moraju dodavati novi čvorovi i njima pridruživati relacije sa značenjem svojstva. Svojstva se iskazuju pomoću semantičkog primitiva s oznakom *SVOJSTVO* (<PROP> - engl. property) i shemom Minskoga (Touretzky, 1992) u kojoj je znanje enkodirano u paketima, tzv. okvirima, koji su ukomponirani u mrežu s mogućnosti pretraživanja. Sve skupa se zato naziva sustavom temeljenim na okvirima. Okvir se obično pridružuje objektu, pa u semantičkoj mreži postoji naziv objekta. Objekt ima proizvoljni broj "otvora" (engl. slot), pomoću kojih mu se dojavljuju atributi <SLOT> i pripadne im vrijednosti <FILLER>. Uvodeći takvu strukturu u semantičku mrežu znatno je unaprijeđena mogućnost prikaza znanja i iskazivanja eksplicitnih i implicitnih tvrdnji. Osim toga, osigurana je i shema indeksiranja poput one u asocijacijskim memorijskim sustavima, ali samo bez povratnih pokazivača. Takve sustave s okvirima Cherniak i McDermot (1985) nazivaju "slot-and-filler", tj. atributno-vrijednosni prikaz znanja.

- Multimedija i hipertekst

Objekti u bazi znanja, koja se gradi uz pomoć ljuske T-Expert, pored naziva i veza prema ostalim objektima mogu imati i jedan od strukturnih atributa, i to: tekstualni opis, identifikacijski simbol (engl. icon), sliku i animaciju (pokretnu sliku i zvuk) kao i URL adresu. Unos i ažuriranje tekstualnog opisa objekata osigurani su u ljusci T-Expert. Ostali se strukturni atributi moraju prirediti pomoću odgovarajućih programskih alata u okruženju sustava Microsoft Windows.

Životopisi

Dr. sc. **Slavomir Stankov** je docent na Fakultetu prirodoslovno-matematičkih znanosti i odgojnih područja Sveučilišta u Splitu. Diplomirao, magistrirao i doktorirao je na Fakultetu elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu. Područje njegova istraživanja povezano je s inteligentnim tutorskim sustavima, autorskim luskama za gradnju inteligentnih tutorskih sustava, obrazovnim i nastavnim tehnologijama i programskim inženjerstvom.

Dr. sc. **Vlado Glavinić** je izvanredni profesor računalnih znanosti na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, gdje radi od 1974. Doktorirao je i magistrirao računarstvo te diplomirao elektrotehniku na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. Član je udruženja IEEE i ACM. Područja znanstvene djelatnosti su: računalne mreže, uredski sustavi i korisnička sučelja.

Mr. sc. **Andrina Granić** radi kao znanstvena asistentica na Visokoj učiteljskoj školi Sveučilišta u Splitu i Fakultetu prirodoslovno-matematičkih znanosti i odgojnih područja Sveučilišta u Splitu. Diplomirala je i magistrirala računarstvo na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. Njezina osnovna područja interesa i istraživanja su obrazovni sustavi i interakcija čovjeka i računala, uključivo prilagodljiva korisnička sučelja te vrednovanje upotrebljivosti. Trenutačno završava doktorsku disertaciju.

Mr. sc. **Marko Rosić** je asistent na Fakultetu prirodoslovno-matematičkih znanosti i odgojnih područja Sveučilišta u Splitu od 1996. Magistrirao je na polju računalnih znanosti na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu i diplomirao matematiku i informatiku na Fakultetu prirodoslovno-matematičkih znanosti i odgojnih područja Sveučilišta u Splitu. Glavna područja istraživanja su mu objektno orijentirano programiranje, web aplikacije, raspodijeljeni računalni sustavi, sustavi obrazovanja na daljinu i inteligentni agenti.