

Simulacija procesa učenja ob uporabi baze znanja ekspertnega sistema

Marjanca Pograjc Debevec¹, Miroljub Kljajić², Vladislav Rajković²

¹ Gimnazija in ekonomska srednja šola Trbovlje, e-pošta: marjana.pograjc.debevec@guest.arnes.si

² Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, Kidričeva cest 55a, 4000 Kranj, Slovenija
e-pošta: miroljub.kljajic@fov.uni-mb.si, vladislav.rajkovic@fov.uni-mb.si

Prispevek obravnava simulacijo modela učenja človeka ob računalniški bazi znanja. Gre za proces učenja v katerem se dopolnjujeta človek in stroj. Zaradi pomembnih razlik med obema smo razvili modele z namenom proučevanja sinergetskih učinkov takega učenja. Rezultati kažejo na pomen novih organizacijskih modelov upravljanja znanja, ki jih s pridom lahko uporabimo v šoli, pa tudi pri oblikovanju in uporabi ekspertiz na različnih strokovnih področjih. Uporabili smo simulacijsko orodje Powersim in analizirali modele učenja pri gradnji odločitvenega modela, osveževanju znanja in uporabi odločitvenega znanja pri reševanju problema.

Ključne besede: proces učenja, človek-stroj, upravljanje znanja, odločanje, simulacija, Powersim

1. Uvod

Sodobna informacijska tehnologija kamor poleg računalnikov spadajo tudi računalniška omrežja in multimedijски pripomočki pomembno zaznamuje današnjo informacijsko družbo in tako povečuje človekovo miselno sposobnost. Človek in računalnik, vsak s svojimi prednostmi in slabostmi, sta si bistveno različna. Računalnik v primerjavi s človekom je neutrudljiv, zanesljiv, ponovljiv, dostopen 24 ur na dan, 365 dni na leto, zakodirano znanje je trivialno prenosljivo, pri odločitvah lahko upošteva velike baze podatkov zbrane v preteklosti, kar je pri človeku malo verjetno (Kononenko, 1997).

Kljub velikim prednostim, ki jih ima računalnik, pri katerem je učenje avtomatsko oziroma strojno (machine learning), pa ima človek za katerega je značilno naravno učenje sposobnost znati se v novi, neznani situaciji ter učiti se na osnovi poskusov in napak (Rajković, 2001). V kibernetični zanki med človekom in računalnikom lažje dosegamo cilje pridobivanja in uporabe znanja (Kljajić, 1994). Pri tem mislimo predvsem na motivacijo, (ne)pozabljanje in zmanjšanje možnosti spregledovanja pomembnih dejavnikov.

V podporo sinergetskega delovanja računalnika in človeka bomo z uporabo orodja Powersim (Kljajić, 2003) v nadaljevanju razvili simulacijske modele prepletanja in dopolnjevanja znanja človeka z računalnikom. S tem želimo prispevati k proučevanju novih organizacijskih modelov upravljanja znanja v procesih vzgoje in izobraževanja na različnih nivojih.

2. Problem

Problem, ki smo si ga zastavili, je študij interakcije med človekom in bazo znanja na računalniku v procesu učenja.

Ker izhajamo iz dejstva, da sta človek in računalnik uspešna vsak na svojem področju, je smiselnost uporabe informacijske tehnologije v dopolnjevanju človeka in stroja opravičljiva in nujna. Ne gre za vprašanje, kdo je boljši, ampak kako človek z uporabo računalniške informacijske tehnologije doseže več ter tako postane boljši in ustvarjalnejši. Pojmi učenje, znanje in inteligenca so tesno povezani. Čeprav ne obstaja splošno veljavna definicija inteligence, jo lahko na grobo opredelimo kot *sposobnost prilagajanja okolju in reševanja problemov*. Že v sami definiciji nastopa učenje – prilagajanje. Za reševanje problemov pa je nujno znanje in njegova uporaba (Kononenko, 1997).

Osnovna raven uporabe informacijske tehnologije je računalniška pismenost, ki jo dobijo uporabniki že kot učenci v osnovni oziroma srednji šoli. Naslednja raven je uporaba informacijske tehnologije za neposredno razbremenitev pri delu, kamor sodijo programi za delo z besedili in pošiljanje elektronske pošte. Iz tega sledi, da z računalnikom lahko delamo stvari, ki jih do sedaj nismo. Najvišja raven uporabe informacijske tehnologije predstavljajo ustrezne metode in tehnike za intenzivno uporabo znanja (Krapež, Rajković, 2003).

S simulacijo želimo pokazati pridobivanje znanje s stališča stroja in človeka, kjer je pri človeku kot bitju prisotno poleg učenja tudi pozabljanje naučene učne snovi, kar se pri računalniku kot stroju praviloma ne dogaja. Preučevali bomo torej delovanje računalnika pri učenju v interakciji s človekom, ki je kos procesom kot so imaginacija, spoznavanje in ustvarjalnost, česar pa računalnik ne pozna. V procesu obvladovanja znanja je zato pomembno sodelovanje in tako dopolnjevanje človeka s tehnologijo.

3. Učenje

V splošnem je učeči se stroj vsaka naprava, pri kateri izkušnje iz preteklosti vplivajo na akcije (Nilsson, 1965). Od vseh živih

bitij pa pride učenje najbolj do izraza pri človeku, kjer je učenje spreminjanje dejavnosti pod vplivom izkušenj z razmeroma trajnim učinkom. Ne zajema samo šolskega učenja in poklicnega usposabljanja, temveč tudi nastajanje čustev, pridobivanje interesov in stališč, oblikovanje zaznav, celo duševnih motenj. Na hitrost in vsebino učenja vplivajo tudi dedni dejavniki. Ohranjanje in obnavljanje učinkov učenja je spomin. Brez učenja ni ohranjanja gradiva, brez tega pa ni učinkovite obnove. Ljudje se ne učijo enako učinkovito, med njimi so velike razlike. Učno gradivo, ki ga kdo predela v nekaj dneh, se mora drugi »guliti« mesece. V šolah se te razlike pokažejo zelo hitro. Učni uspeh je odvisen od različnih dejavnikov učenja, ki pa se med seboj prepletajo in vplivajo drug na drugega. Motivacija za učenje je na primer odvisna od spodbudnosti okolja. V okolju, ki učenca ne nagrajuje za uspehe (na primer pri učitelju, ki ne pozna boljše ocene kot »zadostno«), motivacija največkrat upade (Musek, Pečjak, 1996). Za učenje mora obstajati tudi motiv, ki lahko celo deloma nadomesti pomanjkljive sposobnosti. Motivirani učenec lahko veliko doseže z vstrajnostjo in prizadevanjem, če pa tega ni tudi odlične sposobnosti ne pomagajo.

Znanje pa definiramo kot interpretacijo informacije, ki jo nosijo podatki. Znanje je bodisi dano vnaprej (npr. podedovano ali v primeru stroja vkodirano) ali pa je rezultat učenja. Znanje je lahko pravilno ali napačno, lahko je pravilno, a neuporabno, lahko je pomanjkljivo itd. Vsak podatek je ob definirani interpretaciji znanje (Kononenko, 1997).

Raziskovanje izobraževanja je še v povojih. Stanje spretnosti učenja ni samo v tem, da z določenimi učnimi načrti ali vzgojnimi modeli rešimo vse probleme učenja, temveč se naučimo kako v bazo znanja dodati nove vire znanja in jo tako povečati (Joyce, Calhoun, Hopkins, 2002). Zato je bistveno, da se učitelji v začetnem izobraževanju, še bolj pa v strokovnem izpopolnjevanju, usposobijo uporabe novih orodij za obvladovanje informacijske tehnologije (Delors, et al, 1996).

Velik prispevek k kvalitetnejšemu in hitrejšemu učenju otrok in tudi odraslih je z učenjem preko internetnega omrežja pripomogla komunikacijska tehnologija, saj v prihodnosti omogoča razvoj družbe, ki bo temeljila na znanju in učenju.

Poseben izziv pa predstavljajo računalniške baze znanja, ki jih običajno srečujemo v povezavi z ekspertnimi sistemi. Človekovo znanje je artikulirano in zapisano z ustreznimi ontologijami, to je predstavitvami znanja, ki ustrezajo posameznim področjem. Tako je znanje lahko predstavljeno s pravili, semantičnimi mrežami, okvirji ali predikatnim računom. Te predstavitve omogočajo zapis, verifikacijo, validacijo in uporabo znanja.

Čeprav le majhen del človekovega znanja lahko zapišemo v računalniških bazah znanja, pa je to znanje eksplicitno vsem na razpolago in uporabo tako za reševanje problemov s strani stroja kot človeka. Ta računalniški korpus znanja smiselno dopolnjuje človekovo znanje in posledično povečuje njegovo zmožnost reševanja problemov.

Naš izziv predstavlja proces učenja v povezavi z računalniško bazo znanja s posebnim poudarkom na pridobivanju znanja, motivaciji, imaginaciji pa tudi pozabljanju.

4. Računalniška simulacija

Simulacijski modeli sistemov so precizni in razširjeni miselni modeli, ki si jih ljudje postavijo o sistemih ali delih teh sistemov, računalnik pa pri tem deluje kot nekakšen informacijski »ojačevalnik« človekovega poznavanja teh sistemov. Simulacijski sistemi nam tako omogočajo ustvarjanje navidezne resničnosti in priložnost za »sintezo« celovitega pristopa.

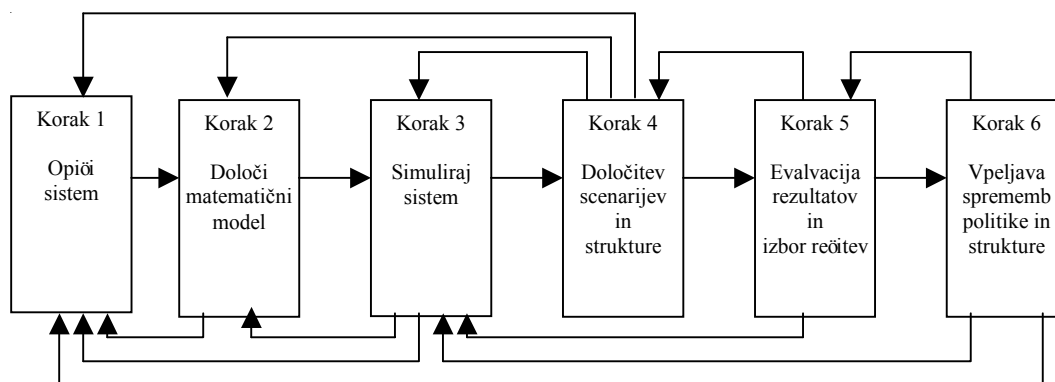
Predno začnemo reševati odločitveni problem učenja med človekom in bazo znanja na računalniku, katerega želimo proučevati s pomočjo računalniške simulacije, pa je potrebno:

- Dobro poznavanje problema, pri čemer moramo opredeliti raven in cilj modeliranja, obseg obravnavanega sistema, pa tudi interakcijo z okoljem.
- Določanje spremenljivk, povratnozančnih zvez in interakcij med spremenljivkami ter med deli obravnavanega sistema oziroma pripraviti scenarije in izbrati rešitve, skladno z želenimi cilji in obnašanjem sistema.
- Matematično detajliranje posameznih delov ali zapisov z ustreznimi enačbami modela, primernimi za izbrani simulacijski jezik.

Pri tem izhajamo iz tega, da je sistemska simulacija eden od načinov reševanja problemov z metodo eksperimentiranja na računalniškem modelu (Kljajić, 1999), kajti v računalniškem simulacijskem modelu je vgrajeno naše znanje, predpostavke in izhodišča o dinamičnih povezavah znotraj sistema in okolja, katerega lahko tako spreminjamo in izboljšujemo v skladu z novimi spoznanji o sistemu, ciljnih, sodilih in okolju. Pod pojmom računalniška simulacija torej razumemo eksperiment ali eksperimentiranje z abstraktnim modelom, rešenim kot program za računalnik, kjer se procesi odvijajo v določenem časovnem intervalu v računalniku. V širšem smislu je to sklop aktivnosti od eksperimentiranja na realnem sistemu, modeliranja, programiranja, eksperimentiranja z modelom do analize eksperimentalnih rezultatov (Kožuš, 2003).

V simulaciji poslovnih sistemov se je predvsem uveljavila metodologija sistemske dinamike, ki jo je predlagal (Forrester, 1994). Gre za metodologijo, s katero želimo kompleksni dinamični sistem opisati s sistemom diferenčnih enačb prvega reda za potrebe preučevanja njegove dinamike obnašanja pri različnih vplivih. Metoda sistemske dinamike ni samo pisanje enačb gibanja poslovnih procesov s pomočjo elementov tipa »level« (nivo), ki predstavljajo stanje sistema in elementov tipa »rate« (razmerje), ki predstavljajo pretok oz. izmenjavo snovi med elementi stanja sistema in pomožnih elementov (auxiliary), ki predstavljajo algebrske odnose v sistemu temveč tudi celovita metodologija reševanja dinamičnih problemov (Kljajić, 1999).

Za prvi korak definicija problema, ciljev in izhodišč lahko izberemo katerokoli metodologijo sistemskega pristopa. Pri drugem koraku problem zapišemo z elementi level in rate oziroma v kateremkoli načinu transformacije problema simulacijskega modela. Ostali koraki so razvidni iz *slike 1*.



Slika 1: Postopek reševanja problemov v metodologiji systemske dinamike

Puščice kažejo postopek reševanja po korakih, s tem da naslednja faza lahko iterativno vpliva na predhodno fazo oziroma posamezne faze so soodvisne (Kljajić, 1994).

Modeli systemske dinamike se v večini primerov uporabljajo za proučevanje zapletenih pojavov, s katerimi nadomestimo nek realen sistem. Vrednost modela določa proces izboljšave razumevanja obnašanja spremenljivk in sistema kot celote glede na opazovanje samega realnega sistema (Forrester, 1961).

5. Simulacijski model v procesu učenja človeka v interakciji z računalnikom

Predno želimo problem reševati s pomočjo računalnika, ga je potrebno najprej razumeti in oceniti prihodnje obnašanje sistema. Poznati moramo tudi vrednost spremenljivk in zakone njihove povezanosti, da lahko potem naredimo model, ki bo čimbolj ustrezal realnosti. Odločitveno strategijo definiramo tako, da za določen scenarij, ki predstavlja stanje okolja, ter za njegovo verjetnost poiščemo alternativo, ki bo rešila problem in tako hkrati zadostila preferenčnemu kriteriju uporabnika. Glede na predpostavljene kriterije lahko izberemo več kombinacij upravljanj oziroma alternativ, kajti upravljanje oziroma alternativa, ki zadosti določenemu kriteriju lahko pri tem tudi nasprotuje zadostitvi nekega drugega kriterija. S pomočjo simulacije, ki predstavlja eksperimentalno tehniko lahko tako odločevalec v množici simulacijskih eksperimentov izbere optimalno rešitev oziroma strategijo.

Sistemska simulacija omogoča »eksperimentiranje« in učenje na navidezno realnem sistemu. Simulacija učenja računalniškega ekspertnega sistema in človeka tako omogoča predstavitev dinamike tega učenja na računalniku v določenem časovnem intervalu. Simulacijski modeli procesa učenja tako računalniškega ekspertnega sistema kot človeka so izdelani s programskim paketom Powersim, ki je namenjen simulaciji kompleksnih zveznih sistemov ter oblikovanju poslovnih simulatorjev po principih systemske dinamike. Simulatorji so uporabni na področju izobraževanja in na področju eksperimentiranja.

Powersim orodje omogoča oblikovanje modelov s pomočjo vzročno posledičnih diagramov ter modeliranja s

pomočjo elementov stanja ter elementov spremembe stanja. Poleg tega vsebuje module, ki omogočajo izgradnjo celotnih poslovnih simulatorjev. Ločen uporabniški vmesnik omogoča interakcijo z modelom ob tem pa je model uporabniku skrit, na drugi strani pa je možna podrobna analiza strukture in posameznih elementov modela (Kljajić, 2003).

Slika 2 prikazuje blokovni diagram procesa učenja človeka v interakciji z računalnikom, kjer elementi tipa level:

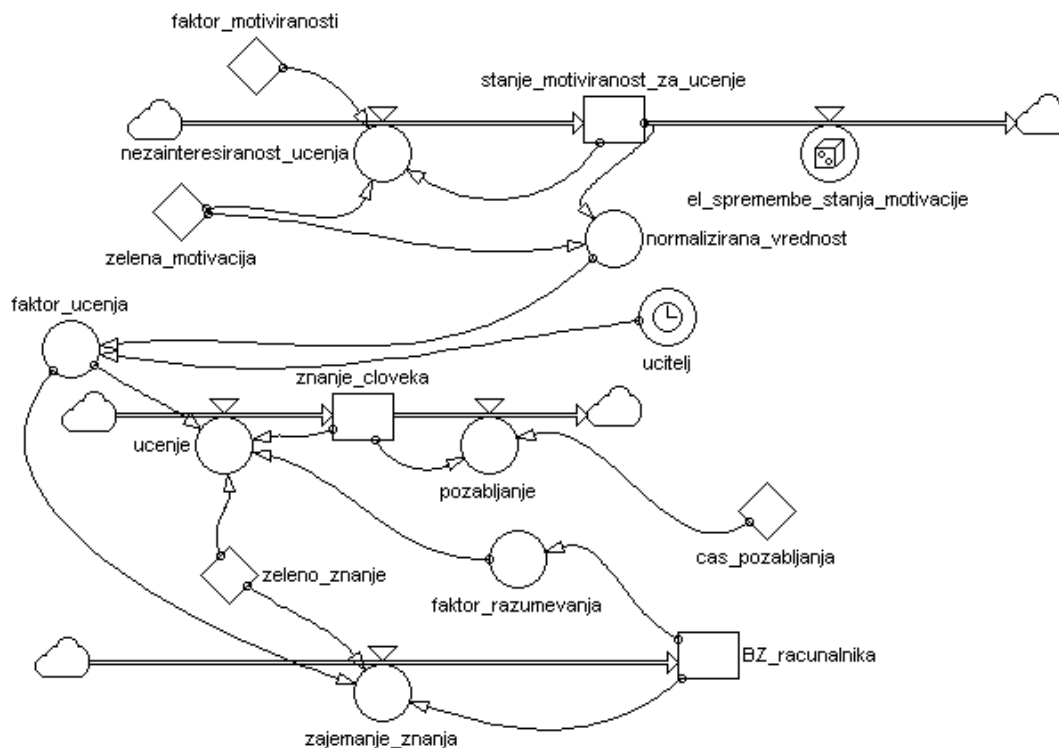
- *stanje motiviranosti za učenje* pomeni stopnjo stanja motiviranosti človeka,
- *znanje človeka in BZ računalnika* pa predstavljata stanji zajetega znanja v sistemu.

Elementi stanja določajo stanje ob kateremkoli času, akumulirajo rezultate delovanja sistema in so odvisni od pretekle akumulacije elementov spremembe stanja.

Nezainteresiranost učenja, učenje, zajemanje znanja in pozabljanje so elementi spremembe stanja tipa rate in predstavljajo izmenjavo snovi med elementi stanja sistema. Ne predstavljajo sedanje vrednosti elementa stanja, ampak njegovo spremembo v časovni enoti.

Algebrske odnose v sistemu, parametre oz. konstante sistema in elemente zakasnitve pa predstavljajo pomožni elementi:

- *zelena motivacija*, ki pomeni največjo možno stopnjo motivacije.
- *faktor motiviranosti*, ki pomeni čas, v katerem se pripravljamo k učenju. Če je snov, ki se jo moramo naučiti zanimiva oziroma jo je malo, je tudi faktor motiviranosti višji.
- *sprememba stanja motivacije*, zajema faktorje, ki vplivajo na stanje motiviranosti, in je dodan v model zato, da naključno spreminja vrednost elementa stanja motiviranosti.
- *normalizirana vrednost* predstavlja *stanje motiviranosti za učenje z zeleno motivacijo*.
- *učitelj* predstavlja impulz določenega časa učenja na določeni časovni amplitudi.
- *faktor učenja* je normalizirana vrednost pri impulzu učitelja.
- *faktor razumevanja* je razumevanje zajetega znanja na časovno enoto.



Slika 2: Blokovni diagram procesa učenja človeka v interakciji z računalnikom

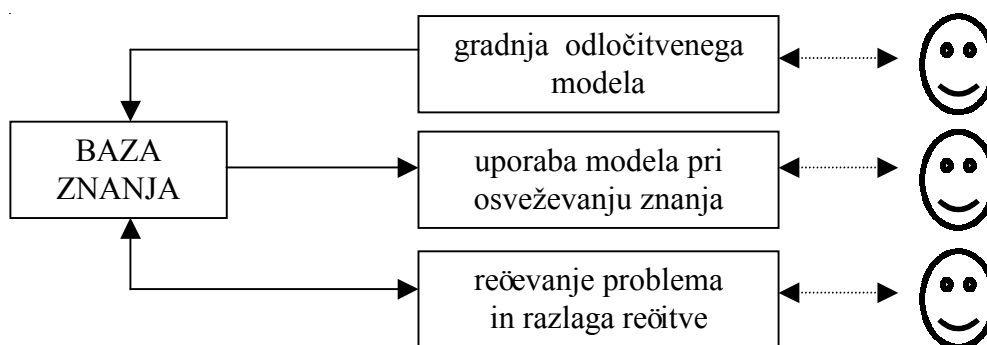
- *čas pozabljanja* je čas, v katerem človek pozabi znanje, ki ga je pridobil z učenjem.
- *zeleno znanje* je znanje, ki ga želimo zajeti v računalnik in človeški spomin.

5.1 Simulacija procesa učenja računalniškega ekspertnega sistema in človeka

Sisteme, ki temeljijo na bazi znanja, katero predstavlja drevo meril in funkcij koristnosti v obliki logičnih pravil, lahko v procesu učenja prikazemo v treh učnih zankah, kar prikazuje *slika 3*. Poleg znanja, ki se zajema v računalnik, v teh procesih pridobiva znanje tudi človek.

5.1.1 Scenariji in rezultati simulacije gradnje odločitvenega modela

Tehnolog znanja in ekspert izbranega področja znanja, ki mora proučiti izbrano domeno tega znanja sodelujeta v procesu gradnje odločitvenega modela. Seveda to zahteva sistematizacijo in ustrezno obliko znanja za predstavitev v računalniku. S simulacijskim eksperimentom lahko tako predstavimo gradnjo odločitvenega modela zajemanja znanja ter posledice postavitve baze znanja, pri čemer se v računalniku oblikuje model v obliki računalniške baze znanja, pri človeku pa se v njegovi glavi oblikuje model z miselnimi vzorci. Izkušnje nas učijo, da se ob oblikovanju znanja, ki jo zahteva stroj, tudi v naših glavah odpirajo številna vprašanja,

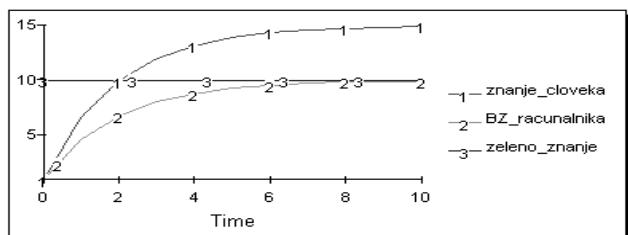


Slika 3: Tri učne zanke

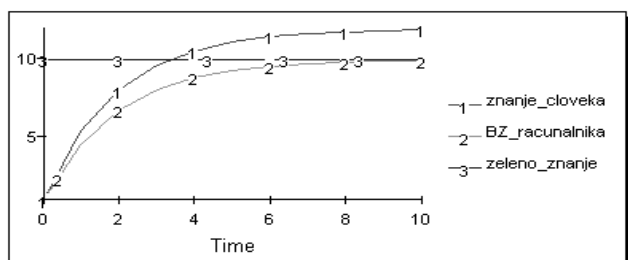
ki vodijo k razbistritvi pojmov in širšemu zavedanju dejavnikov in njihovega vpliva na odločitev (Rajkovič, 2001).

S scenarijem spreminjanja vrednosti parametrov osnovnega modela (slika 2) procesa učenja človeka v interakciji z računalnikom lahko prikažemo simulacijo procesa gradnje odločitvenega modela. Tu gre za čas vnosa znanja v računalnik in zajemanje znanja pri človeku. Pri tem so razen parametra »čas pozabljanja«, kajti v času impulza učenja oziroma zajemanja znanja elementa »učitelj« pozabljanje pri človeku lahko še zanemarimo, zastopani vsi ostali elementi tega modela.

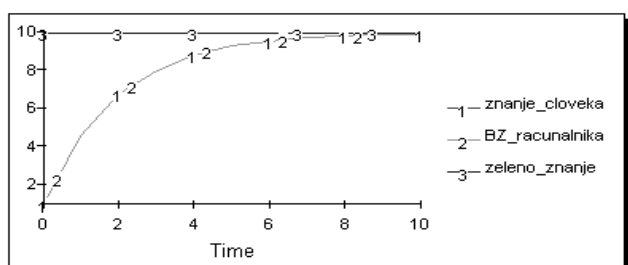
S sliko 4 predstavljamo dinamiko obnašanja sistema procesa gradnje odločitvenega modela pri enakem faktorju znanja ter različnih scenarijih faktorja razumevanja človeka. Predpostavimo, da znanje, ki ga človek trenutno vnaša v računalnik pri človeku ne more biti nižje zastopano v primerjavi z računalnikom. Lahko je enako ali višje, odvisno od »faktor razumevanja«. Pri višji vrednosti faktorja razumevanja oziroma krajšem potrebnem času v katerem je človek sposoben dojeti in nadgraditi svoje znanje v primerjavi z računalnikom, ki nima sposobnosti razmišljanja in mu zato v spominu ostaja le znaje, ki mu ga doda človek vidimo, da je znanje človeka, ki razmišlja in si utrjuje relacije med pojmi z določene domene lahko dosti večje.



faktor učenja << faktor razumevanja



faktor učenja < faktor razumevanja



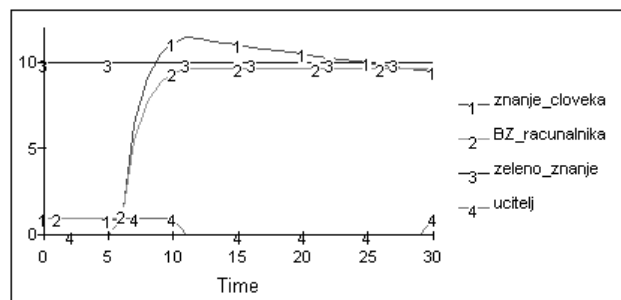
faktor učenja >= faktor razumevanja

Slika 4: Dinamika spremenljivk procesa gradnje odločitvenega modela

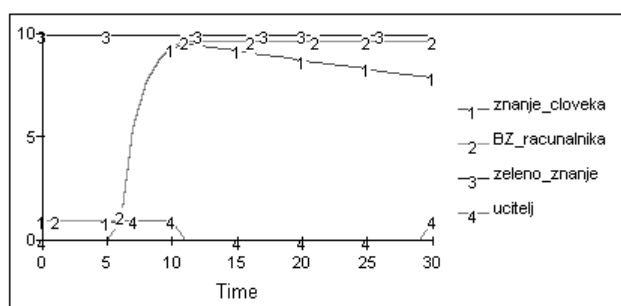
5.1.2 Scenariji in rezultati simulacije uporabe modela pri osveževanju znanja

Pri drugi učni zanki – uporaba modela pri osveževanju znanja – ostaja znanje shranjeno v računalniku nespremenjeno ter se tudi po nekem času ohranja in ne pozablja kot pri človeku, pri katerem je po daljšem času znanje brez ponavljanja kar precej nižje v primerjavi z računalnikom. Vzroke pozabljanja pri človeku lahko poiščemo v procesih organizma, ki povzročajo "bledenje" spominskih sledi in v fizioloških procesih človeške psihe, kjer novo znanje zavira ali uničuje staro. Retroaktivna inhibicija je tem večja, čim bolj je novo učno gradivo podobno prvotnemu. Do močne inhibicije prihaja npr. pri učenju dveh podobnih tujih jezikov v začetnem obdobju učenja (Musek, Pečjak, 1996).

Slika 5 nam predstavlja dinamiko obnašanja sistema učenja, v katerem je poleg faktorja »faktor učenja« in različnima faktorjema »faktor razumevanja« vključen še faktor »čas pozabljanja«. Iz slike je razvidno, da je krivulja učnega učinka človeka, ki ga učna snov zanima, o njej razmišlja in si pomaga s prej pridobljenim znanjem in spretnostim, višja kot pri računalniku, kjer so vanj vnešeni goli podatki. Vendar pa ta krivlja učnega učinka začne pri človeku hitro ali počasi padati, odvisno od tega ali je bilo učno gradivo smiselno oz. nesmiselno ali je bilo učenje strnjeno oz. z odmori in ali je bilo učenje z razumevanjem ali ne.



faktor učenja < faktor razumevanja



faktor učenja >= faktor razumevanja

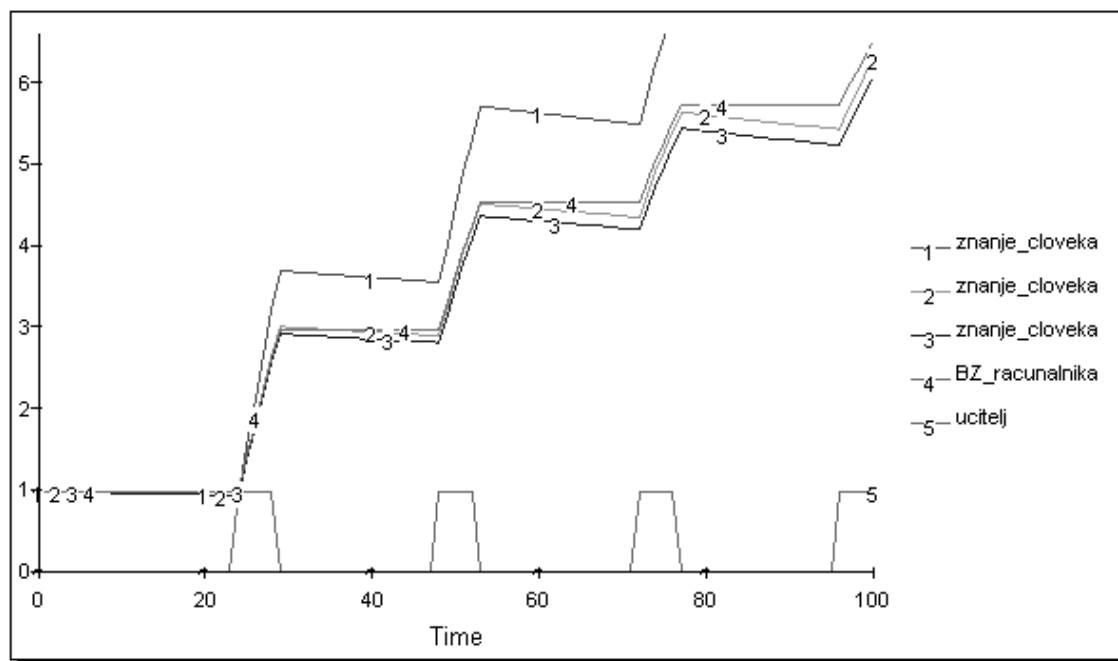
Slika 5: Dinamika spremenljivk procesa uporabe modela pri osveževanju znanja

5.1.3 Scenariji in rezultati simulacije reševanja problema

Da torej ne pride do pozabljanja znanja, ga je potrebno po določenem času osvežiti. V scenariju za simulacijo tretje učne zanke (reševanje problema in razlaga rešitve *slika 3*), ki ga prikazuje *slika 6*, gre za uporabo baze znanja po določenem času problema, kjer so v računalniku vsi vnešeni podatki še shranjeni in nespremenjeni, medtem ko mora človek pozabljeno znanje pridobiti nazaj. Ker mu od učenja ostaja še ohranjeno znanje, bo izgubljeno znanje pridobil hitro, če se je prej učil z razumevanjem in vpogledom, saj podatki pri tem

niso bili osamljeni, temveč med seboj povezani. Človek o problemu, ki ga rešuje razmišlja, ga raziskuje in si tako utrdi določene pojme. Čim večje je ohranjanje, tem manjše je pozabljanje in narobe. Kakšen je odnos med količino ohranjenega gradiva in trajanjem ohranjanja pa je odvisno od načinov obnavljanja, pogostost ponovitev, metode učenja, količine učenja in motiviranosti.

Pri *sliki 6* procesa reševanja problema pri katerem je: *faktor učenja* in vrednost elementa *učitelj* konstanten, bo krivulja pozabljanja tem nižja čim več bomo pridobili in ohranili znanje v primerjavi z računalnikom.



Slika 6: Dinamika spremenljivk procesa reševanje problema

6. Zaključek

S simulacijskimi modeli smo predstavili problem učenja človeka v primerjavi z računalnikom ter tako ustvarili sliko procesa učenja, ki ga lahko po naši volji poženemo, ustavimo, uvajamo vanj dodatne pogoje, spreminjamo vrednosti parametrov, kar bi bilo seveda v realnem poskusu dosti težje in včasih celo nemogoče. Ta proces je zanimiv zaradi različnih prednosti tako človeka kot stroja. Pri računalniku imamo pri tem v mislih pomnjenje, hitrost, (ne)pozabljanje, ponavljivost procesov ipd..., pri človeku pa izstopa predvsem sposobnost znajdenja v novih nepredvidljivih situacijah, ki jih povezujemo z ustvarjalnostjo. Na tej osnovi dosežemo številne sinergetske učinke pri reševanju problemov z uporabo računalnika. Eden takih problemov je tudi problem učenja in sistematične ter zanesljive uporabe znanja. Pri tem nastopajo številni dejavniki, ki spremljajo učinkovitost procesa učenja ob računalniški bazi znanja. V tem prispevku smo z metodo simulacije skušali osvetliti ta proces in s tem prispevati k učinkovitejši organizaciji učenja in uporabe znanja s pomočjo računalnika.

7. Literatura

- J. Delors, et al, (1996): Učenje: Skriti zaklad, Poročilo Mednarodne komisije o izobraževanju za enaindvajseto stoletje, pripravljeno za UNESCO, Ministrstvo za šolstvo in šport, Republika Slovenija.
- J. W. Forrester, (1961): Industrial Dynamics. MIT Press. J. W. Forrester, (1994): System Dynamics, Systems Thinking, and Soft OR, System Dynamics Review, Vol. 10, No. 2-3, Summer-Fall.
- B. Joyce, E. Calhoun, D. Hopkins, (2002): The concept of effect size, Models of learning – tools for teaching, Buckingham – Philadelphia, Open University Press.
- M. Kljajić, (1994): Modeliranje sistemov, Teorija sistemov, Kranj, Moderna organizacija.

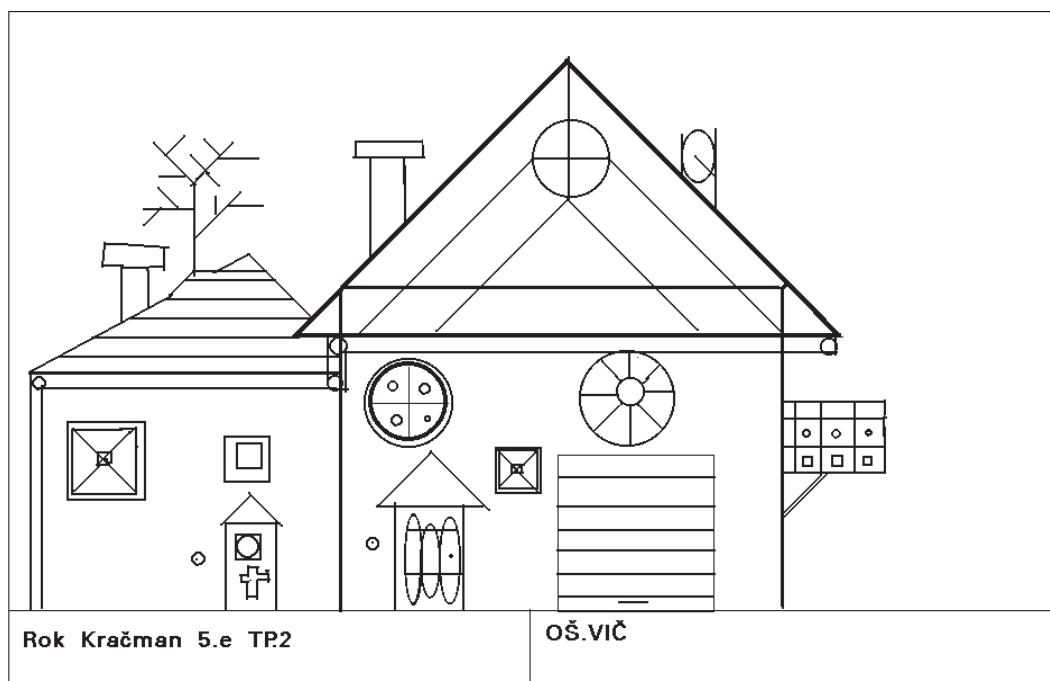
- M. Kljajić, (1999): Bazni model sistema, Metodologija systemske simulacije v procesu odločanja v organizacijah, Sodobne oblike in pristopi pri organiziranju podjetij in drugih organizacij, Kranj, Moderna organizacija.
- M. Kljajić, (1999): Simulacija in odločanje, Metodologija systemske simulacije v procesu odločanja v organizacijah, Sodobne oblike in pristopi pri organiziranju podjetij in drugih organizacij, Kranj, Moderna organizacija.
- M. Kljajić (junij, 2003): Modeliranje in simulacija sistemov, URL: <http://kib1.gov.uni-mb.si/VajeMSS/VajaPS.htm>.
- I. Kononenko (1997): Strojno učenje, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Ljubljana.
- A. Krapež, V. Rajkovič, (2003): Tehnologija znanja pri predmetu informatika, ZRS za šolstvo.
- J. Musek, V. Pečjak, (1996): Učenje in spomin, Psihologija, stran 138-157, Ljubljana, Eduy.
- N. Nilsson (1965): Learning Machines, McGraw-Hill.
- V. Kožuh (junij 2003): Računalniška simulacija, URL: <http://www.pfmb.uni-mb.si/didgradiva/diplome/kozuh/s3.htm>.
- V. Rajkovič (2001): Tim in sodobna informacijska tehnologija, Skrivnost ustvarjalnega tima, stran 90-102, Ljubljana, Dedalus

Marjanca Pograjc Debevec je po zaključenem višješolskem študiju na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani nadaljevala študij na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru, kjer je leta 2000 diplomirala. Na tej fakulteti sedaj nadaljuje

podiplomski študij. Zaposlena je na Gimnaziji in ekonomski srednji šoli Trbovlje.

Mirosljub Kljajić je doktoriral leta 1974 na Univerzi v Ljubljani, Fakulteti za elektrotehniko. Od leta 1976 je zaposlen na Univerzi v Mariboru, Fakulteti za organizacijske vede, kjer je redni profesor za področje teorije sistemov, kibernetike, računalniške simulacije in procesov odločanja. Njegovo glavno raziskovalno področje so kontrolni principi hoje paretičnih pacientov, metode električne stimulacije, metode modeliranja in simulacije organizacijskih sistemov ter sistemov za podporo odločanju. Za uspehe na raziskovalne in pedagoškem delu je prejel Zlato plaketo Univerze v Mariboru, Nagrado Sklada Borisa Kidriča ter Nagrado za izume in tehnične izboljšave. Je član uredniškega odbora revije Organizacija, člane mednarodnega upravnega odbora revije Metalogicon in član tehničnega in programskega odbora mednarodne konference IASTED za Modeliranje in simulacijo. Je podpredsednik slovenskega društva za simulacije SLOSIM. Kot avtor in soavtor je objavil čez 200 znanstvenih člankov in referatov, od tega 22 člankov v mednarodnih revijah z odmevnostjo in indeksom citiranja.

Vladislav Rajkovič je redni profesor na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru in sodelavec Odseka za inteligentne sisteme Instituta »Jožef Stefan«. Njegovo področje so računalniški informacijski sistemi, s posebnim poudarkom na sistemih za pomoč pri odločanju. Je soavtor večkriterijske odločitvene metodologije, ki sloni na lupini ekspertnega sistema Dex. Je član Programskega sveta za informatizacijo šolstva in predstavnik Slovenije v »International Federation for Information Processing« za področje izobraževanja.



Rok Kračman, 5.E OŠ Vič