

Mr Andreja Andrić,
dipl. inž.
RistanCASE, Gornji Milanovac
Mr Nedeljko Ostojić,
potpukovnik, dipl. inž.
Janko Grandić,
major
Vojna akademija VJ, Beograd

INTELEKTNI EDUKATIVNI SISTEM IZ OPŠTE TAKTIKE

UDC: 007.52 : 681.3.06] : 355.42

Rezime:

U ovom radu predstavljen je razvijen inteligentni edukativni softverski sistem za raspoređivanje jedinica na taktičkom nivou. Namenjen je za potrebe nastavnika i studenata Vojne akademije VJ, u okviru predmeta opšta taktika. On studentima omogućava crtanje taktičkih znakova na skeniranoj topografskoj karti, u skladu sa postavljenim zadatkom. Sistem može da analizira situaciju na terenu i registruje greške u radu studenata, upozorava ih, predlaže ispravke i podstiče na traženje boljih rešenja. Takođe, ovaj sistem omogućava nastavnicima da kreiraju zadatke koji obuhvataju raspored protivničkih snaga, minskih polja, prepreka i sl. U radu su prikazana neka iskustva stečena u akviziciji znanja, projektovanju i vrednovanju ovog softverskog sistema.

Ključne reči: veštačka inteligencija, softverski sistem, opšta taktika, geometrijska prezentacija.

INTELLIGENT EDUCATIONAL SYSTEM APPLIED IN GENERAL TACTICS

Summary:

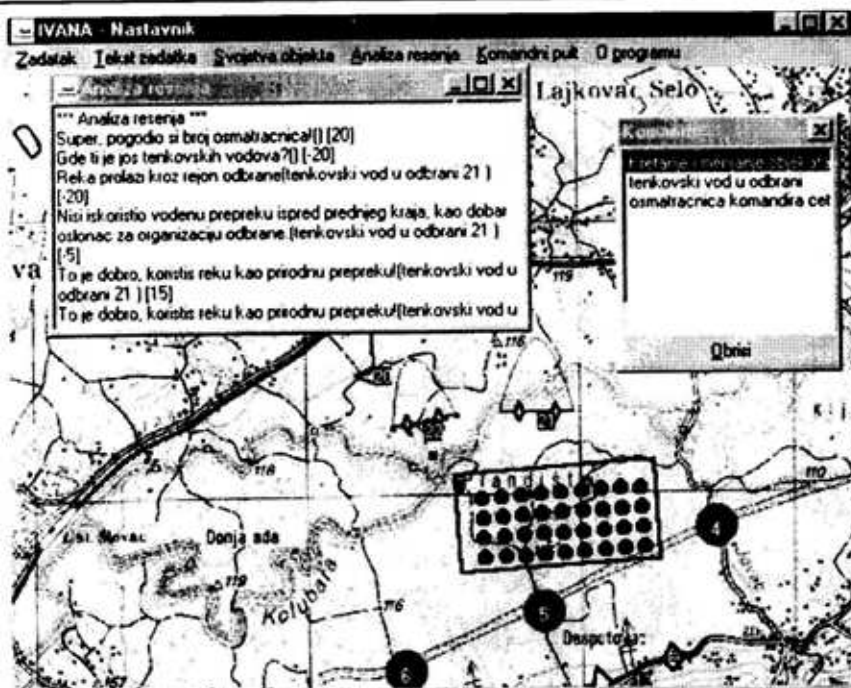
In this paper we present an intelligent educational software system developed for training in positioning of military combat units on the tactical level. It is intended for use by the teachers and students of the Military Academy in Belgrade. It offers to a student a possibility to draw tactical signs on a scanned topographic map, according to a previously obtained assignment. The system is equipped with an analysis tool which can detect student's mistakes, warn him, propose corrections, and stimulate him to seek for better solutions. It also offers to a teacher a possibility to design assignments which include the placement of enemy units, obstacles, mine-fields, etc. We are also presenting here some experience gained in knowledge acquisition, design and evaluation of this software system.

Key words: artificial intelligence, software system, general tactics, geometrical presentation.

Uvod

Taktika i srodne grane ratne veštine razmatraju probleme za koje je karakteristična vrlo „rasplinuta“ priroda. Takođe, analiza borbene situacije na terenu obuhvata

veliki broj međusobno uslovljenih faktora, od kojih mnogi, u trenutku donošenja procene, mogu da budu i nepoznati. Upravo zbog toga računarska podrška podučavanju iz ove oblasti predstavlja pravi izazov. S druge strane, izazovi sa-



Sl. 1 – Izgled ekrana u toku rada sa programom IVANA

vremenog doba zahtevaju izuzetno kvalitetan i školovan rukovodeći kadar u vojsci. Pri tome, savremeni trendovi zahtevaju smanjivanje brojnog stanja u VJ i istovremeno podizanje nivoa stručnosti. Neophodne su i uštede u vremenu i materijalnih resursa u procesu školovanja budućih oficira.

Cilj ovog rada je da predstavi realizovani inteligentni edukativni sistem iz oblasti opšte taktike, namenjen studentima Vojne akademije VJ za potrebe vežbi iz predmeta opšta taktika. Autori su želeli da iznesu i neka od iskustava koja su stekli u toku projektovanja i razvoja ovog softverskog sistema, kao i u procesu vrednovanja programa studenata Vojne akademije. Sistem je razvijen u toku školske 2000/2001. godine u saradnji sa Katedrom taktike Vojne akademije

VJ, uzimajući u obzir potrebe i uslove realizacije nastave na ovoj katedri.

Namena i mogućnosti programa

Ideja programa je stvaranje konformnog okruženja u rešavanju taktičkih zadataka. Program IVANA (akronim od inteligentni vojni analitičar) koriste i nastavnici i studenti. Nastavnici kreiraju zadatke, a studenti ih rešavaju. U toku rešavanja, student, na zahtev, dobija od sistema analizu tekuće situacije, u formi spiska primedbi, sugestija, pohvala i slično. Na taj način on rešava zadatak samostalno, ali može i da koriguje svoje rešenje na osnovu povratne informacije od sistema. Sistem je jednostavan za upotrebu, i snabdeven je kvalitetnim grafičkim interfejsom. Analiza situacije sprovodi se

na osnovu baze znanja, zasnovane na pravilima i ograničenjima koje nastavnik kreira uz svaki zadatak. Na slici 1 prikazan je tipičan izgled ekrana u toku rada.

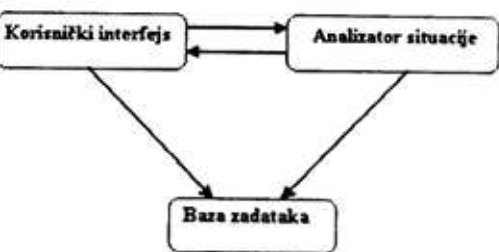
Sistem je organizovan u tri celine koje čine: korisnički interfejs, analizator situacije i baza zadataka.

Korisnički interfejs obuhvata sledeće funkcionalnosti:

- učitavanje scenarija,
- snimanje tekuće pozicije,
- prikazivanje karte i objekata na njoj,
- postavljanje, editovanje i brisanje objekata na karti,
- prikazivanje rezultata zaključivanja.

Analizator situacije obavlja analizu situacije koristeći činjenice i pravila, a rezultat analize vraća korisniku, preko korisničkog interfejsa, a svodi se na naročito projektovan interpretir pravila i skup matematičkih funkcija za ispitivanje međusobnih odnosa među geometrijskim objektima.

Baza zadataka predstavlja organizovan skup kataloga i datoteka koji sadrže informacije relevantne za svaki zadatak, koji je određen sledećim informacijama: kartom, tekstom zadatka, informacijama o rasporedu objekata na karti, informacijama o objektima koji su dostupni za raspoređivanje, pravilima za izdavanje primedbi i sugestija za zadatak.



Sl. 2 – Šema opšte organizacije sistema

Šema opšte organizacije sistema prikazana je na slici 2.

Detalji o projektovanju i implementaciji sistema IVANA mogu se naći u literaturi [1].

Akvizicija znanja

Proces akvizicije znanja pokazao je da su pravila dobijena od eksperta za taktiku vrlo razumljiva i očigledna, ali i izuzetno teška za formalizovanje. Pojedina pravila bila su opšteg karaktera, a neka su predstavljala posledice svakodnevnih vojne prakse. U svakom slučaju, nije postojao način da se identifikuju pravila čija važnost ne bi bitno zavisila od složenosti isprepletenih uslova konfiguracije terena, vremenskih uslova, rasporeda jedinica i drugih objekata. U stvari, mnoge od ekspertskih procena oslanjale su se na osećaj eksperta za teren. Iako je on jako dobar u predstavljanju svog rezonovanja, pokazalo se da izgradnja baze znanja sa opštevažećim pravilima taktike uopšte nije dobra ideja. Nakon konsultovanja podataka iz literature iz oblasti predstavljanja terena i algoritama za raspoređivanje jedinica [2, 3, 4], i smatrajući je nedovoljno generalnom za naše potrebe, autori su napustili pokušaj izgradnje jedinstvene baze taktičkog znanja i odlučili da pokušaju da opreme sistem zasebnim bazama znanja za svaki taktički zadatak. U stvari, nikakvo eksplicitno taktičko znanje nije ugrađeno direktno u sistem. Naprotiv, inženjer znanja je, kroz niz sastanaka sa domenskim ekspertom, uspeo da prikupi izvesnu količinu „metaznanja“ o taktičkim pravilima, tako da je bio u stanju da formuliše tip informacije potreban za predstavljanje terena i procenu situacije.

Priroda problema zahteva sposobnost za snalaženje u prostoru, za šta dostupni softverski alati za razvoj ekspertskih sistema opšte namene nemaju adekvatnu podršku. Zbog toga je sačinjena specijalna mašina za rezonovanje u prostoru [5], zasnovana na pravilima i ograničenjima [6], [7], koja je u stanju da ispita konfiguraciju terena, raspored jedinica i ostale relevantne parametre.

Preslikavanje između objekata na terenu i geometrijskih objekata

Analiza situacije zasnovana je na teoriji prostornog rezonovanja. Pri tome svaki objekat na karti (jedinica, šuma, minsko polje, reka...) predstavljen je jednim od tri tipa geometrijskih objekata (tačkasti, linijski i poligonalni objekti). U tabeli 1 uz pomoć primera prikazano je preslikavanje između objekata na terenu i geometrijskih objekata. Naravno to nije jedino moguće preslikavanje, jer sve zavisi od konkretnih potreba pojedinog zadatka.

Tabela 1

Preslikavanje između objekata na terenu i geometrijskih objekata

Objekat na terenu	Tip geometrijskog objekta
vod u odbrani	poligonalni objekat
vod u napadu	linijski objekat
veće naseljeno mesto	poligonalni objekat
manje naseljeno mesto	tačkasti objekat
reka	linijski objekat
vis	tačkasti objekat
jezero	poligonalni objekat
most	tačkasti objekat

Geometrijska reprezentacija reke predstavljena je na slici 3. Ovu internu reprezentaciju korisnik ne vidi, ali je ovde prikazana radi jasnoće izlaganja. Ko-



Sl. 3 – Geometrijska reprezentacija reke

risnik vidi samo reku koja je prikazana na karti, ali ne vidi i objekat koji je nacrtan „ispod“ nje.

Primer većeg naseljenog mesta prikazan je na slici 4.

Bilo koja vrsta terena koja je zbog nekog razloga bitna za konkretni zadatak (npr. šuma, minsko polje, tenkoprohodan teren, itd.) može na ovaj način da se markira otvorenom ili zatvorenom linijom.

Medu objektima mogu da se jave različite relacije: obuhvatanje, presek, delimično obuhvatanje, disjunktnost, itd. Ove relacije predstavljaju činjenice o objektima i njihovim međusobnim vezama.



Sl. 4 – Geometrijska reprezentacija većeg naseljenog mesta

Predstavljanje činjenica prikazano je u tabeli 2.

Tabela 2
Predstavljanje činjenica pomoću geometrijskih objekata i njihovih međusobnih relacija

Činjenica	Predstavljanje činjenice
reka protiče kroz rejon odbrane	jedna od linija koje učestvuju u reprezentaciji reke seče poligon koji predstavlja jedinicu u odbrani
rejon odbrane obuhvata vis	tačka koja predstavlja vis je unutar oblasti koju omeđuje poligon koji predstavlja jedinicu u odbrani
jedinica u odbrani oslanja se na naseljeno mesto	oblasti koje omeđuju poligoni koji predstavljaju naseljeno mesto i jedinicu u odbrani imaju zajedničkih tačaka

Sada je jasno da veliki broj relacija među objektima na karti mogu da se predstave pomoću relacija između geometrijskih objekata. Situacija na karti može da generiše vrlo veliki broj ovakvih činjenica. Odgovor na pitanje „Koje

od ovih činjenica su važne, a koje ne?“ dobija se od domenskog eksperta, u procesu akvizicije znanja.

Pravila zaključivanja koriste ove činjenice kao premise i zaključuju o situaciji na karti. Primeri ovih pravila su sledeći:

AKO – jedinica se nalazi ispred protivničke jedinice.

I – iza jedinice je prirodna prepreka.

ONDA – jedinici je onemogućen manevar po dubini.

AKO – jedinica je vod.

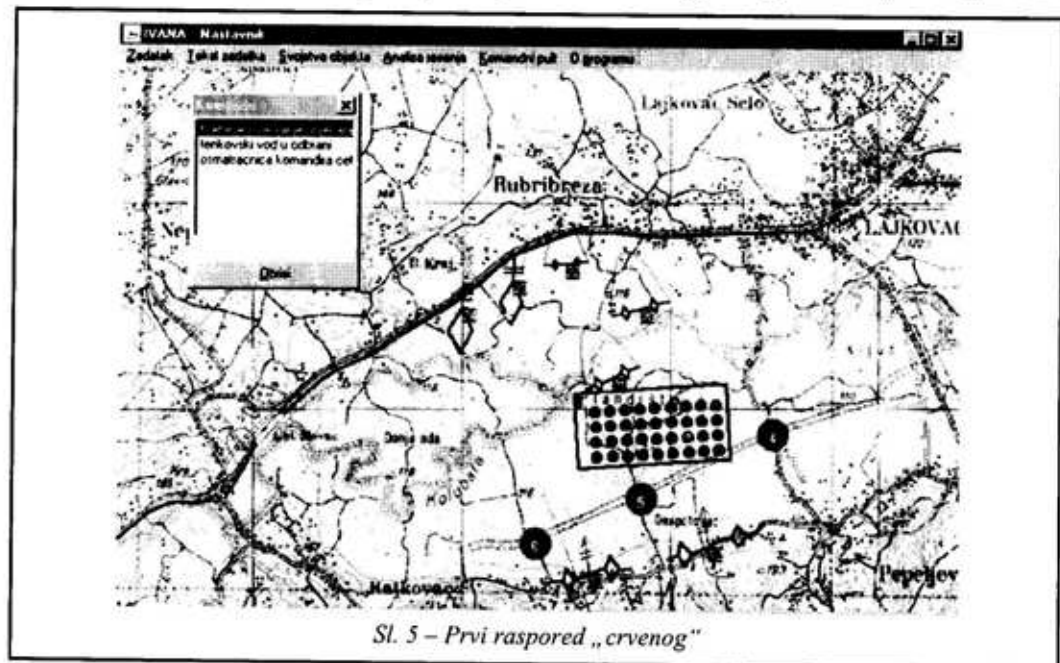
I – front jedinice je veći od 400 m.

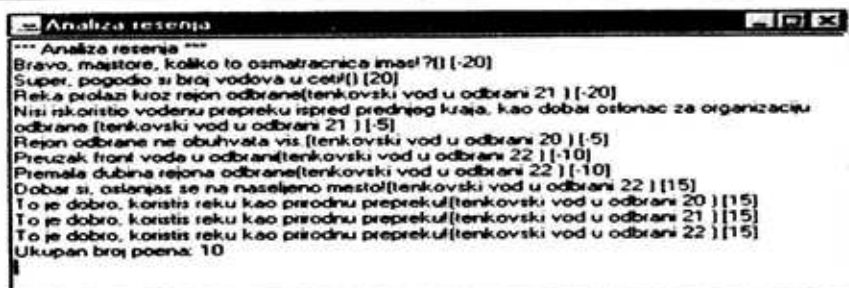
ONDA – jedinica brani preširok front, itd.

Pomoću opisanih činjenica i pravila formira se znanje sistema o konkretnom taktičkom zadatku.

Primer rada sa sistemom

Razmatraće se problem u kojem se očekuje napad „plavog“ jačine jednog tenkovskog bataljona. To je bio prvi za-





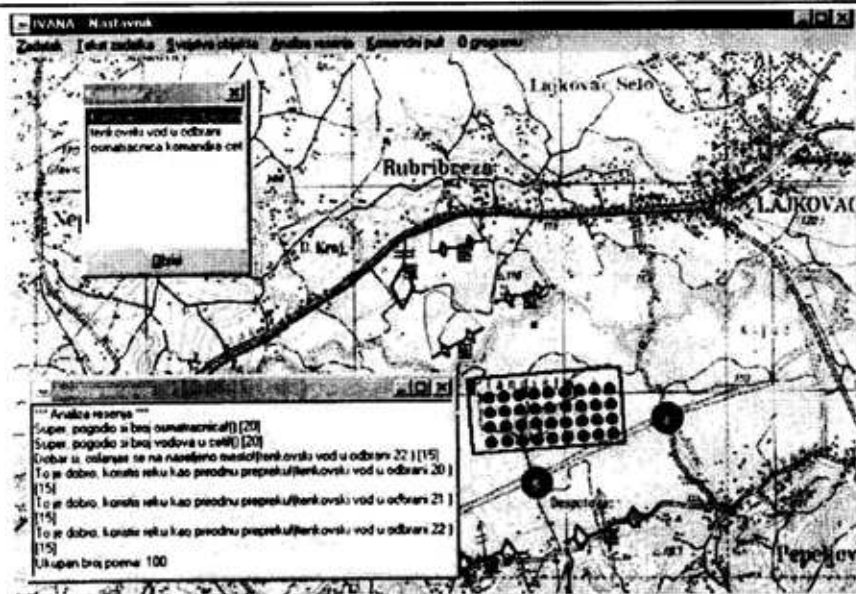
Sl. 6 – Odziv sistema

datak koji je program trebalo da savlada. Zadatak studenta je da rasporedi jednu tenkovsku četvu u odbrani, rasporedi vodove i osmatračnicu komandira čete. Na slici 5 prikazano je jedno moguće rešenje, a na slici 6 odziv sistema.

Valja skrenuti pažnju na duhovitu formulaciju primedbi koje sistem daje, što ima za cilj da poboljša pažnju studenta i da rad sa programom učini zabavnijim. Razmotriće se sada primedbe jedna po jedna. Prvo, rasporedene su dve osmatračnice komandira čete umesto jedne. Broj

vodova u četi je ispravno izabran, ali vod br. 21 nije iskoristio prirodnu prepreku (reku) ispred prednjeg kraja, što mu onemogućava manevar po dubini. Još gore, reka protiče kroz region odbrane, onemogućavajući kontrolu naznačene teritorije. Pravci napada se, na ovom nivou, ne vide na karti, ali se očekuje da ih studenti poštuju, a sistem pokazuje izvesnu toleranciju oko preciznosti rasporeda.

Linija rejona odbrane voda br. 20 ucrtana je blizu tt 116, ali je ne obuhvata, što slabi odbrambenu poziciju ove jedinice.



Sl. 7 – Novi raspored jedinica i odgovor sistema

Širina fronta voda br. 22 je premala – manja od 300 m, itd. Na slici 7 prikazan je novi raspored, sačinjen nakon nekoliko korekcija.

Ovaj put sve primedbe su pohvalnog karaktera, i poštovana je struktura tenkovske čete, iskorišćene su prirodne prepreke i naseljena mesta, dobro orijentisane jedinice, i sl.

Jedinice se lako raspoređuju. Na primer, tenkovski vod se raspoređuje jednim „klikom“, bilo gde na karti, uz prevlačenje miša. „Klik“ pozicionira centar fronta jedinice, a prevlačenje određuje orijentaciju i veličinu crteža. U toku prevlačenja slika jedinice se skalira i rotira sa svakim pokretom kursora. Slika jedinice može i da se razvlači, da bi se postiglo praćenje terena.

U završnoj fazi razvoja sistema studenti su bili pozvani da volonterski isprobaju rad u ovom okruženju. Odziv i interesovanje studenata bili su izvanredni, a njihovi predlozi dragoceni.

Vrednovanje programskog rešenja

Studenti su dali čitav niz korisnih sugestija u pravcu poboljšanja korisničkog interfejsa, koje su autori uvažili i ugradili u sistem. Takođe, tom prilikom otkriven je izvestan broj grešaka i problema u radu, koji su autorima promakli, a koji su zahvaljujući zapažanjima i ispravljani.

Posebno interesantne sugestije studenata, odnosno budućih korisnika, date su u vezi korisničkog interfejsa. Naime, u verziji koja je isprobana, selektovanje objekata na karti se nije obavljalo direkt-

no na samoj karti, u režimu „kretanje i menjanje objekata“, nego je postojao odvojen režim „kretanje“, u kojem je bilo moguće samo pokretati kartu. Na komandnom pultu nalazio se i spisak rednih brojeva raspoređenih objekata, pa se jedinica (ili drugi objekat) mogla selektovati samo korišćenjem tog spiska. Motivacija za to nalazi se u jednostavnijoj implementaciji. Međutim, tokom upotrebe ovaj sistem se pokazao inferiornim zbog potrebe da korisnik često izlazi kursorom van karte kako bi obuhvatio spisak sa rednim brojevima i zbog neprirodnosti situacije da se obraćanje objektima na karti izvodi uz obavezan izlazak izvan karte. Takođe, predloženo je da se objekat selektuje „klikom“ u kupon sa rednim brojem prikazanim uz objekat. Na taj način objekat se fokusira, i moguće je sa njim dalje raditi. Ovo rešenje je prihvaćeno, tako da se pažnja ne preusmerava od karte do komandnog pulta.

Drugi zanimljiv problem u vezi sa korisničkim interfejsom bio je sledeći potez studenta nakon što postavi jedinicu na karti.

Pretpostavljeno je da student postavi tenkovski vod na kartu, i odmah poželi da još malo dotera položaj jedinice i pokuša da „uhvati“ za njen kupon i da je prevuče na drugo mesto. Međutim, ispušteno je iz vida da je uključen režim raspoređivanja tenkovskih vodova i, umesto da rezultat bude premeštanje jedinice, pojavi se novi vod, čiji se centar poklapa sa prethodnim. Ne preostaje drugo nego da se nepoželjni vod premesti ili obriše, a da se na komandnom pultu izabere režim „kretanje i menjanje objekata“. Ovaj problem može da se reši tako što se, čim se otpusti levi taster miša, pri raspoređiva-

nju, režim automatski prebacuje na „kretanje i menjanje objekata“.

Tada nastaje sledeći problem: student postavi tenkovski vod i odmah poželi da rasporedi sledeću jedinicu. Međutim, ne događa se ništa, pošto nije selektovan tip jedinice za raspoređivanje. Rešenje problema zavisi od toga kako tipičan student pristupa rešavanju taktičkog zadatka. Ukoliko on prvo raspoređuje veći broj jedinica, pa ih posle doteruje i „profinjuje“ njihov položaj, praćenje terena i slično, onda je prvi način optimalan. Uz to, prvo rešenje favorizuje globalniji pristup situaciji na terenu i doživljaj situacije na karti kao celine.

Ako on prvo rasporedi jednu jedinicu, koncentriše se na nju, i doteruje najpre njen položaj pa tek onda razmatra druge elemente borbenog rasporeda – drugo rešenje je bolje.

Autori su se opredelili za drugo rešenje, jer se posmatranjem rada studenata nedvosmisleno pokazalo da je mnogo češća situacija da korisnik postavi objekat, zatim ga malo dotera, pa tek onda prede na raspoređivanje, nego da sukcesivno raspoređuje grupe objekata istog tipa.

Takode, studenti su predložili da bi kursor trebalo da menja oblik kad se nađe iznad nekog relevantnog područja, što su autori uvažili. Pokazalo se da studenti često vole da maksimiziraju prozor sa kartom i da, posmatrajući spisak primedbi, popravljaju svoja rešenja. Ovakvo ponašanje iznedrilo je potrebu da forma u kojoj se prikazuju rezultati analize bude prikazana u režimu *stayon-top*.

Interesantno je da su studenti u početku bili pomalo iznenađeni činjenicom da program vraća samo primedbe. Izgledalo im je da, kako god se rasporede je-

dinice – rešenje nije dobro. Istini za volju, u tom periodu sistem je zaista imao tendenciju da ispoljava „grubu tutorsku notu“, bez namere da ponekad i pohvali studente. A studenti, očigledno, žele da budu i pohvaljeni. Pošto su autori zapazili ovakvu reakciju, dodali su i pozitivne ocene i pohvale.

Postoji i drugi, suptilniji razlog za uvođenje pohvala. Naime, zanimljivo je da su studenti vodili igru na taj način da minimiziraju broj primedbi ili da ih, po mogućnosti, potpuno eliminišu. Razlike u težini pojedinih primedbi nisu ni pokušavali da uoče. Iako, u stvari, nije poenta zadatka, kako je nastavnik istakao, da se on reši tako da nema nijednu jedinu primedbu, jer nijedan raspored nije bez slabih tačaka. Na taj način su, tokom igre, studenti postepeno smanjivali broj primedbi i smanjivali količinu teksta u prozoru za komentare tutora. Drugim rečima, semantika primedbi sve više je gubila na značaju. Ova tendencija stvorila je potrebu da se uvedu dve nove činjenice: pohvale, koje će kompenzovati „kritizerski“ stav tutora i ublažiti njegov ton, i poentiranje. Svaka primedba, pohvala ili sugestija nosi izvestan broj pozitivnih ili negativnih poena (može i nula), tako da je pružena pomoć studentima da razlikuju težine ovih reakcija i, sa druge strane, njihova pažnja preusmerena je sa minimiziranja broja primedbi, na maksimiziranje broja pozitivnih poena.

Performanse i mogući pravci daljeg rada

Tokom rada, raspoređivanje jedinica i drugih objekata teklo je vrlo brzo i lako. Zajedno sa opštim primedbama autori su

koristili sistem bodovanja koji nije bio predviđen u inicijalnim zahtevima za sistem. Na primer, za svaki značajniji propust u svom rešenju student dobija negativne poene, što stvara mogućnost da student prepozna i eventualno sam ispravi grešku, što se zatim nagrađuje pozitivnim poenima. Ovo bodovanje je u vezi sa motivacijom studenata koju treba stimulirati. Jedna od najvećih prednosti korišćenja računara u edukaciji uopšte je njihova mogućnost multimedijalne komunikacije sa korisnikom. Iskustvo u igranju računarskih igara treba da bude dublje istraženo, da bi se ostvario bolji koncept edukativnog programa koji bi bio atraktivan i lak za korišćenje, i da bi se efikasno ugradio u nastavni proces.

Formulacija primedbi potpuno zavisi od nastavnikove intuicije i inventivnosti. Ove primedbe pokatkad imaju duhovitu formulaciju, što poboljšava pažnju studenata. Sugestije su uvek praćene objašnjenjem zašto određeno rešenje jeste ili nije dobro. Ovo objašnjenje formulirano je kao kratka rečenica, ali je moguće ugraditi i delove iz udžbenika ili, još bolje, referencu na neko poglavlje ili stranicu iz udžbenika. Poslednje rešenje smatra se najprihvatljivijim, zbog toga što u nastavnom procesu nije poželjno studentu pružiti sve „na tanjiru“. Mnogo je bolje dati mu mogućnost da sam reši zadatak ili da potraži rešenje u literaturi. Svi ovi elementi čine program vrlo konformnim i lakim za korišćenje.

Nekoliko taktičkih zadataka je do sada razvijeno, a bilo bi poželjno da se načini mnogo veći broj. U ovom skupu zadataka može se uvesti određena hijerarhija „lekcija“, tako da student može da pređe na sledeću lekciju tek kada je uspe-

šno savladao prethodnu. Svaka lekcija trebalo bi da bude složenija i zahtevnija od prethodne.

Veštački tutor u okviru sistema IVANA koji zaključuje o studentovom napretku, u budućnosti može biti personalizovan u vidu animiranog lika (kao Microsoft Office Assistant). Sistem bi u budućnosti mogao da se prilagođava različitim profilima studenata i da bude osetljiv na njihova individualna interesovanja i mogućnosti. Takođe, mogao bi da se izmeni tako da reaguje „u realnom vremenu“, a ne „na zahtev“.

Treba zapaziti da ova metodologija reprezentovanja znanja može da ima mnogo širu oblast primene. Površina na koju se objekti „stavljaju“ uopšte ne mora da bude topografska karta. To može da bude, na primer, fotografija pejzaža. Veština koja se ovde uči je, u stvari, raspoređivanje nekih objekata na „osetljivu“ površinu ili identifikovanje specifičnih regiona na crtežu, dijagramu ili na karti. Na ovaj način isti softver može da se koristi u izučavanju anatomije ili u sticanju veštine u tumačenju radarskih snimaka.

Planirano je da se sprovede studija efikasnosti primene ovog programa u nastavnom procesu. Studenti će biti podeljeni u dve grupe. Prva grupa će koristiti sistem IVANA tokom školske godine, dok će druga grupa raditi na klasičan način. Na kraju godine ispitaće se rezultati i biće moguće doneti određene zaključke.

Zaključak

U ovom radu prikazan je projekat inteligentnog edukativnog sistema iz opšte taktike, nazvan IVANA, koji je na-

menjen studentima Vojne akademije VJ. Prikazan je i primer upotrebe, kao i neka iskustva u vrednovanju i analizi performansi sistema.

Prema mišljenju nastavnika katedre taktike na Vojnoj akademiji program IVANA predstavlja značajno poboljšanje u nastavnom procesu, jer učenje čini mnogo efektivnijim i atraktivnijim. Upotreba ovog programa omogućava znatne uštede u kartama i drugom materijalu za izradu taktičkih zadataka. Takođe, predložena je ideja o širem opsegu primene ovog programa izvan vojnog domena.

Rad sadrži retka i dragocena iskustva autora u saradnji sa studentima Vojne akademije, dakle sa populacijom budućih korisnika. Kroz zajednički rad informatičara i nastavnika taktike na ovom projektu došlo se do spoznaje da je primena informacionih tehnologija u oblasti nastave taktike kod nas moguća i poželjna, ne samo zato što bi u velikoj meri doprinela atraktivnosti ovog predmeta, nego i zato što bi pomogla pri rešavanju nekih aktuelnih problema koji prate ovu oblast, zbog visokog nivoa složenosti i multidisciplinarnosti.

Autori planiraju da sistem dograde većim brojem lekcija i da se sprovede istraživanje o efikasnosti primene ovakvog nastavnog sredstva. Grupa koja prati nastavu iz taktike podelila bi se u dve ili vi-

še grupa. Jedna od njih, kontrolna grupa, pratila bi nastavu na dosadašnji način, dok bi druge grupe imale pristup sistemu IVANA, „inteligentnom tutoru“. Na kraju, sumirali bi se rezultati i poznatim metodama izveli određeni zaključci o efikasnosti primene ovakvog sredstva u nastavnom procesu. Na osnovu istraživanja obavljenih na katedri vojne andragogije Vojne akademije u Beogradu [8], očekuje se pozitivan odgovor na pitanje o efikasnosti primene ovakvog sredstva u nastavnom procesu.

Literatura:

- [1] Andrić, A.: Intelligentni edukativni sistem iz opšte taktike, magistarski rad, Elektrotehnički fakultet, Beograd, 2002.
- [2] Petty, M. D.: Terrain Representation and Reasoning in Computer Generated Forces, Technical Report IST-TR-96-50, Version 2, Institute for Simulation and Training, December 2. 1996.
- [3] Petty, M. D.; Mukherjee, A.: The Sieve Overlap Algorithm for Intervisibility Determination, 1997. Spring Simulation Interoperability Workshop, 97S-SIW-038.
- [4] Kewley, R. H. Jr.; Embrechts, M. J.: Fuzzy Genetic Decision Optimization for Positioning of Military Combat Units, IEEE World Congress on Computational Intelligence, 1998.
- [5] Stell, J. G.: Part and Complement: Fundamental Concepts in Spatial Relations, Proceedings 7th International Symposium on AI and Mathematics, Florida, January 2002.
- [6] Baumgartel, H.: Distributed Constraint Processing for Production Logistics, IEEE Intelligent Systems, 2000., January–February 2000., pp. 40–48.
- [7] Kolbe, T.; Plumer, L.; Cremers, A.: Identifying Buildings in Aerial Images Using Constraint Relaxation and Variable Elimination, IEEE Intelligent Systems, 2000., January–February 2000., pp. 33–39.
- [8] Damjanović, P.: Didaktičko-metodički aspekti uloge očiglednosti u misaonoj aktivizaciji studenata, Novi glasnik br. 3–4, 1999. str. 57–65.