

Примена експертних система на командовање везом у оперативној јединици

УДК 623.615:681.5

Др Ђорђе Матић, пуковник

Командно-информациони системи чине технолошку основу за подршку командовању и прикупљању, обради и дистрибуцији података као и у планирању, процени ситуације, доношењу одлука и другим пословима које обављају команде. У оквиру процеса процене ситуације веома су значајни експертни системи, као рачунарски програми, преко којих се знања експерата уграђују у командно-информационе системе, чиме се повећава квалитет подршке командовању. Командовање везом у оперативној јединици је сложен и обиман задатак, који мора брзо да се решава, уз обраду велике количине информација. У томе експертни системи, поред аутоматизације рутинских функција, могу помоћи начелницима веза у планирању и организовању веза за предстојећа борбена дејства. Чланак садржи скраћени опис експертног система за командовање везом у оперативној јединици. Његовим коришћењем начелници веза би могли у реалном времену да обраде и процене велику количину информација и добију више квалитетнијих предлога за организовање веза. Тај модел експертног система може послужити као основ за израду експертних система за рад начелника осталих родова у оперативним јединицама.

Увод

Командовање у Војсци Југославије (ВЈ) организована је делатност команди са основним задатком да организује, припрема и употребљава потчињене команде и јединице у реализацији добијеног наређења од претпостављеног. Улога команди, командовања и официра у савременим ратним дејствима је често пресудна и одлучујућа, што захтева њихово осавремењавање и модернизацију.

У литератури се командовање дефинише на разне начине. Према *Војном лексикону*:¹ „Командовање је функција јединственог руковођења ОС или њихових делова у миру и рату... Остварује се планирањем, организовањем, наређивањем, координацијом и контролом“. Према *Војној енциклопедији*,² командовање је специфична функција руковођења у ОС у миру и рату. Према *Правилу корпуса* – (нацрт)³, „командовање оперативном јединицом (ОС) је свесна и организована делатност

¹ *Војни лексикон*, ВИЗ, Београд, 1981, стр. 222.

² *Војна енциклопедија*, (II издање), том 4, Београд, 1972, стр. 456.

³ *Правило Корпус КоВ-а* (нацрт), ЦВВШ, Београд, 1992, стр. 6.

команданта и органа команде на ангажовању и обједињавању дејстава и активности свих јединица и команди у зони операција као и средстава у оружаном борби ради остваривања постављених циљева на оптималан начин. Командовање се остварује путем планирања, координације, организовања, командовања и контроле, припрема и извођења операција и других борбених дејстава. Заснива се на јединственим, непрекидним, сигурним, еластичним, ефикасним, оперативним и тајним информационим токовима између команди, јединица и установа.“ Према *Правилу везе*,⁴ „командовање системом веза обухвата планирање, организовање и постављање елемената система, односно њихово премештање по потреби и спајање у функционалну целину ради непрекидног и квалитетног одржавања свих врста веза и коришћења система веза уз обавезну заштиту веза и информација“. Заједничко за све дефиниције командовања јесте то, да се оно остварује планирањем, координацијом, организовањем, контролом и самим командовањем, уз наглашавање несумњивог значаја информација.

Команданти јединица одговорни су за употребу јединица везе и функционисање система (дела система) веза у својој јединици. При томе, обављање одређених послова командовања везом могу пренети на начелника везе (НВ). Командант командује везом непосредно, или преко начелника штаба. Својом одлуком и наређењима даје основе за руковођење везом, из којих начелник везе сазнаје о: груписању снага, идеји маневра, употреби ојачања и подршке, борбеном распореду, организацији командовања, организацији садејства, размештају командних места своје команде и непосредно потчињених и садејствујућих команди и готовости јединица за дејство.

Увођењем рачунара у процес командовања везом рад органа везе може бити квалитетнији, ефикаснији и прецизнији. Достигнућа у развоју програмске подршке рачунарских система, посебно у области вештачке интелигенције (ВИ), показују да је могуће аутоматизацијом обухватити и креативне процесе. У раду органа везе то могу да буду све фазе планирања и организовања веза. Појавом експертних система (ЕС) створен је алат који може да удовољи већини захтева у ефикасној употреби нових програма – апликација, за подршку командовању, а тиме и органу везе.

У страниј литератури постоје нека решења примене ЕС, у војне сврхе.⁵ Међу наручиоцима развоја ЕС биле су оружане снаге (ОС) САД, Енглеске, Француске, СР Немачке и НАТО-а. Развијено је више ЕС у различитим војним областима, посебно у видовима РВ и ПВО и ратној морнарици. У САД познати су ЕС у области медицине, систему за одржавање и батаљонског система за управљање информацијама. У ОС

⁴ *Правило везе*, УВ, Београд, 1979, стр. 262.

⁵ M. Athas, *Command-and-control (c2) theory: A challenge to control science*, Chicago, 1982; J. Gilmore, *Military applications of expert systems*, London, 1985; R. Wright, *An overview of how expert systems may be applied in naval command and control systems*, New York, 1985, i *Expert systems, State of the art, Conf. on expert systems*, London, 1980.

Велике Британије: ЕС за подршку и одлучивање у артиљерији MARTIS. У области РИК-а познат је ЕС „Battle“ за подршку у одлучивању о расподели расположивих ресурса оруђа према циљевима (РМ САД) и ЕС „FLYPAST“ за подршку у креирању програма лета (у оквиру развојног програма ARE за РМ Велике Британије). За развој ЕС у области командовања везом могу се користити и сазнања до којих се дошло у развоју делова ЕС везаних за проблем одлучивања и планирања уопште (као основних активности везаних за израду таквог ЕС) и делови ЕС који обављају функцију планирања. Могу се размотрити и решења из формализама који се користе за оперисање временском информацијом и за оперисање непрецизном и неизвесном информацијом.

Експертни системи у војним наукама најчешће се израђују на основу посебних поверљивих тимских студија, које раде експерти. У пројекту им се одређује класа којој ће припадати ЕС у оквиру шире структуре ЕС и прецизирају циљеви, намена, задаци, структура таквих ЕС, и слично. У нашим војним школама било је истраживања о експертним системима и њиховој примени у војној пракси. Ставови у вези с тим су следећи:⁶

„1. Развој војних ЕС у развијеним земљама прешао је из пробно-истраживачких стадија у фазу легитимности саме идеје, повећаних улагања и конкретних резултата. Значај оваквих (превасходно софтверских) система је свакако у порасту, а амбиције и даље велике, премда сведене на реалнију меру у односу на неке раније периоде.

2. Рад на овим софтверским пакетима простире се по широком спектру конкретних примена (од одлучивања у реалном времену до позадинског рада), величине (од Стратешке одбрамбене иницијативе и Стратешке рачунарске иницијативе до сврсисходних и независних малих система) и иновације (од нових теоријских решења до примене проверених техника).

3. У развијеном свету постоји уочљив проблем мањка квалификованих рачунарских стручњака за изградњу оваквих система. У смислу да је дата област у нашој земљи тек у повоју, овај проблем је код нас мање изражен.

4. Несумњив проблем у свету је недостатак стручњака у војном домену, способних да ефикасно учествују у изради експертних система.

5. Независно од опипљивих (и несумњивих) користи увођења овакве технологије, сматрамо да се пружају могућности и за дугорочније коренито унапређење војних наука и осмишљавање ратне вештине из једног битног угла.“

У ВЈ ради се на примени ЕС у војним областима: у оквиру тактичке учионице РВ и ПВО развијен је ЕС, а има их развијених и у Војнотехничкој академији (ВТА)⁷. Рачунари се у ВЈ користе више година.

⁶ О експертним системима и њиховим војним применама (пројекат), ЦВВШ РВ и ПВО, Београд, 1986, стр. 116.

⁷ Према: Т. Мирковић, *Операције без оружане борбе*, „Војска“, бр. 191, од 4. априла 1996, и Б. Миловановић, *Фазе развоја артиљеријског експертног система „ARES“*, XXI SYMOP-is, Котор, 1994.

Израђени су бројни програми у већини области којима се бави војска. У роду везе има програма за рад органа везе на рачунару. Један од израђених програма је и *Пакет за организовање везе на рачунару*, у којем се може израђивати већина борбених докумената везе помоћу рачунара. Израда ЕС за командовање везом је наставак истраживања могућности за аутоматизацију рада органа везе ради ефикаснијег планирања и организовања веза у припреми за извођење борбених дејстава.

Бројне функције и активности у раду органа везе могу да се аутоматизују. На основу једном унетих података могу се небројено пута добити различити документи, и то за веома кратко време. Будући да орган везе ради много докумената везе и да има проблема да у одређеном времену изради неопходна документа, пакет за организовање везе помоћу рачунара⁸ може знатно да му помогне у изради докумената везе у оквиру дозвољеног времена. На пример, време израде планова рада за радио-везу оперативне јединице (ОЈ) смањује се 20 пута. Помоћу експертних система могуће је аутоматизовати и квалитетне функције органа везе, као што су: процена ситуације везе, давање предлога, планирање и организовање везе и праћење рада система веза. Међутим, проблем примене ЕС у командовању везом у Војсци Југославије до сада није истраживан иако је о томе писано,⁹ а поготову нема израђених решења примене ЕС у раду команде оперативних јединица.

Структура експертних система у командовању

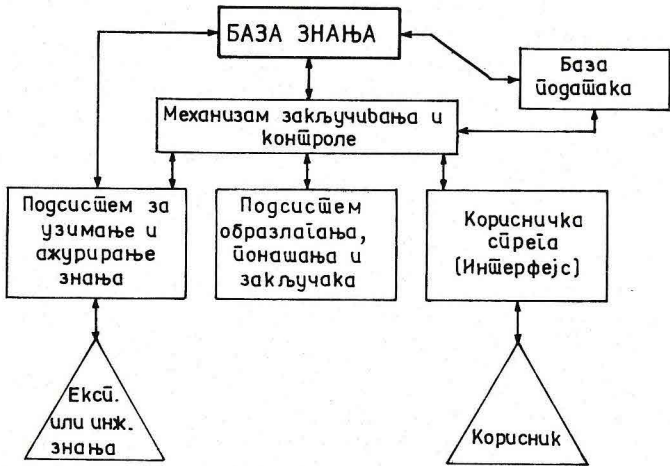
Израз везан за појмовно одређење експертних система примењује се на програме који користе знања ради симулирања понашања човека – експерта. Са њима је могуће дијагностицирати проблеме, препоручивати алтернативе и решења, и образлагати дијагнозе и препоруке. Неки експертни системи могу и да „уче“ из претходних искустава (рад на решењу одређеног проблема), при чему додају бази знања нове елементе до којих се долази у раду. Међутим, не значи да сваки експертни систем може све то да обезбеди или да се мора изградити са таквим особинама. Они могу бити велика подршка одлучивању у свакој области, па и командовању у војсци.

На шеми 1 приказана је структура експертних система.

Експертни системи се знатно разликују од обичних (апликациони) програма, који организују знања на два нивоа: на нивоу података и на нивоу програма. Код експертних система се издвајају три целине: подаци, база знања и управљачки елемент. На нивоу података се налази декларативно знање о глобалним чињеницама везаним за проблем и о

⁸ *Пакет за организовање везе*, Програм ФТН – катедра за РАМ у Новом Саду и у ISCV у Београду, 1993.

⁹ Пук. мр Ђ. Матић, проф. др Д. Малбашић, *О примени једне класе експертних система за подршку командовања системом веза*, Савремени проблеми ратне вештине, бр. 32, Београд, 1994; потпуковник мр Ђ. Матић, *Могућност аутоматизације рада у командама – штабовима*, Теорија и пракса ратне вештине, бр. 21–22, Београд, 1990.



Организација експертних система

његовом решавању. То су подаци о објектима, њиховим особинама, међусобним односима и слично. База знања садржи информације везане за начин решавања постојећег проблема. Она се често појављује у облику оператора, односно програма, који се покрећу појављивањем одређених података, а и сами мењају базу података. У одређеном тренутку се могу применити један, ниједан или више оператора. За то је везан, коначно, и елемент управљања – модул који доноси одлуке о начину и редоследу употребе знања.

У процесу одлучивања знање је веома значајно, па је разумљива тежња да се од експерата преузме знање и стави у софтвер рачунара. Зато се и база знања сматра најзначајнијим делом ЕС и делом који их разликује од осталих програмских апликација. *Знање* се састоји од *чињеница* и *хеуристика*. *Чињенице* су скуп информација које су распрострањене у научној јавности. Под *хеуристиком* се подразумевају претежно лична правила расуђивања и нагађања, својствена одлучивању неког експерта у одређеној области.

Механизам закључивања укључује стратегију закључивања и контроле за манипулисање знањем ради долажења до нових информација и знања. *Подсистем за образлагање закључака и понашања* намењен је за идентификацију корака у процесу резоновања и за проверу њихове исправности. Односно, најчешће даје одговоре зашто и на који начин ЕС нешто ради. *Подсистем за заузимање и ажурирање знања* треба да обезбеди ЕС узимање нових и, по потреби, ажурирање унетих знања. У базу података смештају се сви подаци који су потребни за рад одређеног експертног система. *Корисничка спрега* (интерфејс) прихвата информације које даје корисник и преводи их у облик који је разумљив за ЕС и обрнуто.

Намена експертног система за командовање везом у оперативној јединици

Експертни систем за командовање везом у оперативној јединици (ОЈ) намењен је за:

- процену ситуације по вези;
- предлоге за организовање веза;
- контролу рада система веза.

Процена ситуације по вези

У процени ситуације по вези ЕС намењен је за:

- процену ситуације (непријатељ, земљиште, време, властите снаге, радио-веза, радио-релејна, жична и курирска веза);
- проверу података о земљишту између две стајне тачке;
- унос и ажурирање података;
- прорачуне за организовање веза (радио-веза, радио-релејна, жична и курирска веза), премештања, процену непријатеља у противелектронској борби (ПЕБ) и ефикасности система веза у оперативној јединици.

Процена непријатеља у противелектронској борби. У тој процени се, на основу унетих података о јединицама за ПЕБ чије је деловање откривено у рејону извођења борбених дејстава или се зна да би по формацији требало да делују са јединицом која изводи борбена дејства, прорачунавају могућности за ПЕБ и одстојања на којима се могу наћи средства. Основ за прорачуне је процена могућности јединица за ПЕБ, према постојећим формулама. Могућности ПЕБ процењује на основу даљине извиђања и ометања, вероватноће извиђања и ометања, броја радио-веза које ће бити извиђане и ометане, а у противелектронским борбеним дејствима и учинка с конвенционалним средствима и вероватноће уништења наших средстава нуклеарним оружјем. Такве прорачуне, без обзира на сложеност и много непознаница, неопходно је урадити ради предузимања ефикасних мера противелектронске заштите (ПЕЗ) веза у оперативној јединици. Експертни систем обезбеђује брже прорачуне, а унети подаци о јединицама и њиховим могућностима стално су на располагању начелнику везе.

Процена ефикасности система веза. У тој процени, на основу унетих података о саставу и могућностима наших и непријатељевих средстава, према посебним прорачунима, одређују се могућности и квалитет сопствених веза у оперативној јединици. Основ за тај програм је процена ефикасности система веза у борби, према постојећим формулама, мера противелектронске заштите и утицаја нарушавања ефикасности система веза на командовање у операцији.¹⁰

¹⁰ Мр В. Шепец је у својој скрипти *Процена ефикасности система веза у борби* (студија), ШЦВ, Београд, 1994, навео потребне елементе и начине за процењивање ефикасности система веза у борби.

Прорачуни за организовање веза. Искуство из коришћења система веза ОЈ, али и правила, указује на потребу за извођењем одређених прорачуна. Међутим, ти прорачуни се у пракси ретко или никако не изводе. Разлога за то има више: сложеност и немање потребних података за прорачуне, неки садашњи начини планирања појединих врста веза (ДИВ Јастребац), кратко време за ПиО, незнање, и слично. Такви прорачуни, у које се унапред уграде сва потребна знања, дефиниције и параметри из више књига у којима се разматра та материја, могу знатно да помогну начелнику везе да у току ПиО веза у ОЈ рачунски провери могућност одржавања везе са неком јединицом или, чак, уопште целисходност организовања неке врсте веза. Прорачуни се не морају радити, а ЕС може предложити организовање свих врста веза. Зависно од времена, начелник везе може током припрема за организацију веза у ОЈ радити прорачуне или предложити без њих организовање веза.

Предлози за организовање веза

Најважнији део ЕС за командовање везом у ОЈ јесу предлози за организовање веза. На основу продукционих правила, начела организовања веза у ОЈ, задатка, састава и стања јединица везе ОЈ, земљишта на којем се организује веза и могућности за коришћење веза осталих имаоца система веза, ЕС може дати предлоге за организовање веза. Важни подаци за ЕС јесу јединице – учесник, број и врста уређаја везе. За јединицу се користе подаци из датотека јединица.

Са свим учесницима – јединицама, не могу се организовати све врсте веза у разним тактичким ситуацијама, условима на земљишту и стању веза на терену. Експертни систем, на основу правила, знања из везе, уграђених правила у програмима, начина коришћења веза у ранијим ПиО веза и поређења са начелним организацијама веза, предлаже начин организовања веза са свим учесницима – јединицама, по врстама веза. Експертни систем за командовање везом у ОЈ омогућава предлагање организовања веза на више начина, па су уведени критеријуми за распоређивање јединица – учесника, ради поређења више могућности за организовање веза. Суштина критеријума је да се јединице – учесници, распореде у датотеке према некој заједничкој припадности да би се разврставале у групе и, на основу тога, са њима планирале различите организације веза. Предвиђено је укупно осам критеријума, и то према: врсти, роду, приоритету, правцу, растојању, оперативном распореду, намени и на класичан начин. Експертни систем, пре свега, обезбеђује да се неке или све јединице – учесници, разврстају према неком од наведених критеријума, а то зависи од одлуке начелника везе. Пожељно је да се јединице разврстају према више критеријума, како би се поредили предлози организовања веза на више начина и одабрао најприкладнији начин за конкретни задатак.

Сви предложени критеријуми увек се могу поредити са „класичним“ начином организовања веза, а начелник везе може да се определи између једног или више критеријума, или за „свакодневни“ начин организовања. При томе, ЕС предлага број уређаја за сваку организацију, приоритетне јединице, најчешћу организацију веза на основу ранијег организовања везе и најбољи предлог организације веза према уграђеним правилима, критеријумима и пондерским величинама.

На основу избора једног или више (свих) критеријума за груписање учесника може се поредити број РМр (РПр), број учесника у свакој предложеној РМр, број ангажованих радио-уређаја у односу на укупне могућности и број учесника у РМр, и одредити најпогодније варијанте за њихово груписање. Могуће је проверити компатибилност ангажованих уређаја и везе на одређеним фреквенцијама и растојањима, и постављање радио-међустаница и радио-линија. Уколико се користи постојећа организација радио-веза, предлози су једноставнији, јер је потребно само да се укључе нове јединице у постојеће РМр, или да се са њима организују нове. Излаз из предлога за организовање радио-веза треба да буду прегледи и шема радио-веза оперативне јединице.

На основу података, уз распоређивање јединица – учесника према критеријумима, ЕС може да предложи више варијаната организовања радио-релејне везе. Према унетим критеријумима, може се предложити организација РРВ са јединицама. Уколико има довољно РРУ (у пракси их нема довољно), предложиће се РРВ са свим јединицама. Ако нема довољно РРУ, тада се на основу критеријума приоритета, предлага јединица која ће имати РРВ, односно која их неће имати. Излаз из предлога за организовање РРВ треба да буду прегледи и шеме РРВ оперативне јединице.

Ако су подаци познати, применом распоређивања јединица према наведеним критеријумима и радио-вези, ЕС може да предложи више варијаната за организовање жичних веза (ЖВ) оперативне јединице. Зависно од удаљености КМ ОЈ и јединица од СЦВ, пошта и ОИСВ, и могућности за обилазне правце у обезбеђењу спојних путева, могу се предложити правци и капацитети између јединица и КМ ОЈ у жичној вези. Може се добити и преглед ангажованих вишеканалних телефонских уређаја и пољских кабловских линија потребних за приводе, као и дужина главног жичног правца оперативне јединице. Излаз из рада ЕС могу да буду предлози за организовање жичних праваца између јединица у облику прегледа расподеле канала или шеме жичних веза оперативне јединице.

На основу података, уз распоређивање јединица према критеријумима за радио-везе, ЕС може да предложи више варијаната организовања курирских веза. Такође, могу се поредити предлози организовања КрВ са стандардним начином организовања тих веза. При томе, посебно се може предлагати више варијаната повезивања јединица уколико има више путева. Излаз из рада ЕС могу да буду предлози организовања курирских праваца између јединица у облику прегледа курирских праваца или шеме курирских веза.

Рад система веза подељен је на: постављање центара везе (ЦВ), успостављање веза, одржавање и коришћење веза и њихово премештање. При постављању ЦВ могу се предложити, на основу искуства, нове норме и начини постављања станица и елемената центара везе. При успостављању веза могу се водити евиденције и предлози за њихово успостављање. За одржавање и коришћење везе ЕС предлага спојне путеве и начине коришћења канала веза, док за премештање предлага варијанте премештања према врсти везе.

Начин реализације експертног система за командовање везом

Израда било каквог експертног система је тежак и сложен пројекат, посебно у војним наукама. Могућности информатичких и рачунарских наука у области ратне вештине почеле су релативно касно да се користе. Има израђених рачунарских програма, али њима још није захваћена суштина ратне вештине. Радови на вештачкој интелигенцији и експертним системима у другим научним областима омогућили су да се сагледају и њихове могућности за примену у ратној вештини. Међутим, постоје тешкоће у стварању одговарајућих тимова, састављених од експерата за рад на изради експертних система, јер се они још не могу одвојити да раде само на изради експертних система, већ на томе раде поред својих редовних дужности. Због тога су у нас израђени ЕС или недовршени, или су ограничених могућности, а и они који су завршени, на жалост, не користе се у пракси. Сваки експертни систем може да се изради на више начина, а најчешће се користе следећи:

- а) прилагођавање израђене „љуске ЕС“ конкретном проблему,
- б) израда оригиналног експертног система за конкретну област.

Приликом израде експертног система за командовање везом у ОЈ на располагању је била једна „љуска“ експертног система под називом „PCEASY“, с веома обимним упутством за коришћење. Око годину дана упоредо се радило на могућности за коришћење „љуске“ „PCEASY“ и на изради оригиналног експертног система. На опитовању коришћења те „љуске“ радила су два информатичара. Утврђено је да се она може користити, али да је, уколико се ради на тај начин, за развој потребно пет-шест година, па се од тога одустало. Након једне године закључено је да је целисходније изградити оригинални експертни систем за командовање везом у оперативној јединици.

Садашња литература у којој се разматра тематика командовања везом, поготову у ОЈ, није обимна, јер је веома тешко изградити правила довољно уопштена и свеобухватна за већину ситуација. Командовање, које се заснива на мисаоним процесима и примени личног искуства, али и на одређеним шематизованим правилима, сложен је процес. Делови у постојећој литератури у којима је описано планирање и организовање веза обимни су и уопштени, тако да се не могу у целини користити.

Они су посебно анализирани, издвојено је што се може користити и предложени су нови садржаји командовања везом у ОЈ (КВуОЈ).

Највише тешкоћа је било при дефинисању садржаја базе знања, представљене у облику продукционих правила, јер је требало дефинисати знања у домену командовања везом у оперативној јединици. Знања се морају дефинисати за највиши ниво уопштености ради обучавања официра везе, али је потребно и детаљисање ради коришћења продукционих правила за добијање закључака у конкретној организацији везе и нових предлога у решавању проблема командовања везом. Програми који су дотада израђени у тој класи ЕС у језику су „PROLOG“. Знања из области командовања везом у ОЈ специфична су, оригинална и тешко разумљива већини информатичара. На изради тих програма експерти су радили 14 месеци, односно око 1.000 часова, а толико времена су радили и експерти из рода везе.

У изради експертног система за командовање везом у ОЈ учињено је следеће:

1. узет је програм за логички језик „PROLOG“;
2. одабрана су знања из области командовања системом везе у ОЈ (приказана семантичким мрежама и атрибутима улазно-излазним подацима);
3. знања су претворена у правила, и то у: а) IF = услов THEN = акција; б) уграђена су правила у језику „PROLOG“ помоћу којих могу радити одређени програми као експертни систем;
4. израђени су помоћни програми у неколико језика, и то: „DBase“, „Paskal“ за датотеке од података о јединицама до средстава везе, као и за разне прорачуне помоћу којих се може проверити квалитет везе;
5. тестирани су програми са приближно реалним подацима.

На основу знања приказаних у семантичким мрежама, предложених питања за процену ситуације веза и рада система веза у ОЈ, приступило се изради експертног система за командовање везом у оперативној јединици. Ангажовањем више експерата – стручњака за експертне системе, тај ЕС би био свакако комплетнији, а може се изградити, према пројекту, и потпуни ЕС за командовање везом у оперативној јединици.

Структура експертног система за командовање везом у оперативној јединици

У реализованом ЕС за командовање везом у ОЈ знања су систематизована на:

- нивоу података (најчешће смештеним у базу података);
- нивоу база знања (приказаних у облику продукционих правила);
- нивоу представљања решења у механизму за закључивање.

Знања на нивоу података дата су у облику 17 датотека, чији се подаци користе за функционисање ЕС за КВ у оперативној јединици. На нивоу база знања дато је око 500 продукционих правила, без којих не може да функционише тај експертни систем. У механизму за

закључивање приказан је начин коришћења продукционих правила и правила језика „PROLOG“ ради најцелисходније употребе експертног система.

Знања ЕС за командовање везом у ОЈ на нивоу података

Подаци су приказани у облику датотеке података. Систем има следеће датотеке: 1) јединица; 2) уређаја; 3) стања јединица везе; 4) одлуке команданата; 5) премештања; 6) непријатеља; 7) стационарних чворишта везе; 8) стационарних центара везе; 9) пошта; 10) осталих ималаца система везе; 11) радио-веза; 12) радио-релејних веза; 13) жичних веза; 14) курирских веза; 15) корисних сигнала; 16) шума, и 17) врста емисија.

Знања ЕС за командовање везом у ОЈ на нивоу база знања

База знања у ЕС за командовање везом у ОЈ представљена је у облику продукционих правила, којима су обухваћена знања неопходна за функционисање командовања везом у ОЈ, али и погодна за коришћење у експертном систему. Мада је командовање везом подељено на ПиО и рад система везе, продукциона правила су подељена на више група, тј. сегмената. У пракси се на сличан начин користе и потребна знања за КВ у оперативној јединици. Да би се могла пратити знања обухваћена у продукционим правилима подељена су на седам група:

- за опште командовање везом;
- за радио-везе;
- за радио-релејне везе;
- за жичне везе;
- за курирске везе;
- за командовање радом система веза;
- примењена у програмима на језику „PROLOG“.

Група продукционих правила за опште командовање везом. Обухвата 126 правила, обележених са R1–R126 (R=rule), у којима се третирају: знања из основних појмова командовања везом (R1–R12), знања о подели канала везе у систему веза (R13–R79) и знања из процене ситуације везе (R80–R126). Правила имају следећи облик:

(R11) NAZIV: процена ситуације везе састоји се од процене непријатеља, процене властитих снага, процене земљишта, процене времена, процене радио-везе, радио-релејне везе, жичне везе и курирске везе.

IF процена ситуације везе.

THEN процена непријатеља, властитих снага, земљишта, времена, радио-везе, радио-релејне везе, жичне везе и курирске везе.

(R12) NAZIV: планирање и организовање свих врста веза у ОЈ може се изводити у условима када је веза већ организована (допуњава се постојећа организација) и када се мора организовати потпуно нова веза.

IF услови за планирање и организовање веза.

THEN веза организована, мора се организовати нова веза.

(R13) NAZIV: најважније у планирању и организовању веза јесте процена врсте веза које се организују у К и то: РВ, РРВ, ЖВ и КрВ.

IF процена врсте веза.

THEN процена РВ, РРВ, ЖВ и КрВ.

Група продукционих правила за радио-везе. Обухвата 172 правила, обележена са 1R127–1R298, у којима се третирају знања: из тактике радио-веза (1R127–1R206), из технике (1R207–1R227) и из VVF радио-веза 1R228–1R298. Правила имају следећи облик:

(1R137) IF PMp VF за командовање.

THEN назив јединице и врсту РУ VF.

(1R138) IF PMp VF садејства.

THEN назив јединице и врсту РУ VF.

(1R139) IF PMp VF дежурна.

THEN назив јединице и врсту РУ VF.

Група продукционих правила за радио-релејне везе. Обухвата 37 правила, обележених са 2R299–2R336, у којима се третирају знања из: технике радио-релејних веза (2R299–2R308) и тактике радио-релејних веза (2R309–2R336). Правила имају следећи облик:

(2R322) NAZIV: РРВ организује се и применом тактичких начела у б/д.

IF примена специфичности б/д у организацији РРВ.

THEN приоритети у мањем броју канала и уређаја.

(2R323) NAZIV: начин одређивања приоритета када има мањи број РРУ и УНФ.

IF приоритети доделе РРУ и УНФ.

THEN место јединице у о/р, за најважније јединице, према врстама уређаја, према земљишту, према захтевима организације РРВ у б/д, према комбинацији претходних могућности.

Група продукционих правила за жичне везе. Обухвата 29 правила, обележених са 3R337–3R366, којима се третирају знања из технике и тактике жичних веза. Правила имају следећи облик:

(3R339) IF рачуна расподела релативног слабљења, потребан број канала, носилац спојног пута,

THEN проверава квалитет и поузданост везе.

(3R340) IF могућност организовања ЖВ.

THEN решити приоритете у мањем броју канала и уређаја.

Група продукционих правила за курирске везе. Обухвата 10 правила, обележених са 4R367–4R376, у којима се третирају знања из организације курирских веза. Мали обухват знања из курирских веза је ипак довољан за организовање курирских веза на нивоу начелника везе оперативне јединице. Правила имају следећи облик:

(4R367) NAZIV: за организовање КрВ потребно је знати број курира и курирских средстава у ОЈ, број, локације и растојања до јединица са којима се организује КрВ, прописане брзине кретања ку-

рира и курирских средстава, број редовних полазака курира, које јединице, и где, шаљу своје курире по пошту, прорачун времена кретања у КрПр.

IF организује КрВ ОЈ.

THEN унеси број курира и број курирских средстава.

(4R368) IF организује КрВ ОЈ.

THEN број, локације и растојања од јединица са којима се организује КрВ.

Група продукционих правила за командовање радом система веза. Обухвата 46 правила, обележених са 5R377–5R422 у којима се третирају знања о премештању центара везе и раду система везе. Правила су дата у следећем облику:

(5R401) NAZIV: премештање ПкЦВ ОЈ изводи се ради преласка на наредне или резервне рејоне распореда, због промена борбене ситуације и промене места КМОЈ, планско и принудно.

IF премештање ПкЦВ ОЈ.

THEN унеси промену рејона распореда КМОЈ.

(5R402) NAZIV: планско премештање се предвиђа, планира и изводи правовремено према борбеној ситуацији и промени локације КМОЈ, изводи се једновремено и по деловима.

IF планско премештање ПкЦВ ОЈ.

THEN предвиди, планира и изводи правовремено, и то једновремено и по деловима.

Група продукционих правила за рад у језику „PROLOG“. У правилима се третирају знања потребна за рад програма у језику „PROLOG“ од броја R423–R477. Правила имају следећи облик:

R470 PROLOGRRV-RULES

IF режими рада = 1 or 2.

THEN режим рада 1 = технички оптимум, AND режим рада 2 = дириговани начин.

R471 PROLOGRRV-RULES.

IF (VALUE SUMA-KANALA = BO (каналы директно из ОЈ), AND B1 (каналы преко SCV1), AND B2 (каналы преко SCV2).

THEN режим = дириговани.

Управљачки елемент

Управљачки елемент је део ЕС који укључује стратегије закључивања и контроле манипулисања знањем. Састоји се, најчешће, од подсистема за образлагање закључака и понашања, и подсистема за узимање и ажурирање знања. Управљачки елемент, у ствари, одређује како ће се користити уграђена знања експерта – официра везе, за командовање везом у оперативној јединици. Када се решава одређени проблем (на пример, организовање VF радио-веза), сва се правила упоређују с актуелним чињеницама и знањем о тренутној ситуацији.

Ако се IF део правила подудара са тим чињеницама и знањем о проблему, активира се THEN део правила, који даје предлог решења неког проблема.

Значај примене експертног система за командовање везом у оперативној јединици

Експертни систем за командовање везом у ОЈ први пут је примењен у вези, и то у делу планирања и организовања веза за предстојећа борбена дејства. Обезбеђује кориснику (начелнику везе) да у реалном времену обради велику количину информација и добије више предлога за предстојећу организацију веза, да би могао да се одлучи за најповољнију. Намењен је начелницима веза ОЈ и његовим потчињеним јединицама (које имају начелника веза) у процесу командовања везом. Анализом обавеза и задатака начелника везе дошло се до закључка да је ЕС много применљивији у планирању и организовању веза, него у командовању радом система веза.

Израђени програми у језику „PROLOG“ и њихово тестирање на основу приближно реалних података показују све предности ЕС у односу на остале програме. Због особине да могу разумети логику и процес размишљања експерта (НВ), погодни су за примену у КВ у оперативној јединици.

Брзина добијања предлога за организовање РВ и расподеле канала је добра особина тог експертног система. После уношења података о јединицама и уређајима, довољно је око 10 минута да се добију предлози за организовање РВ и расподелу РР канала. Испуњен је основни захтев да се са ЕС не ради дуже него када се ради без рачунара.

Експертни систем за КВ у ОЈ требало би да буде једини програм који би користио НВ и остале старешине рода везе у оперативној јединици. То ЕС сами по себи омогућују, јер могу да обједине велику количину знања и бројне програме, а било би и нецелисходно имати више посебних програма по вези у оперативним јединицама. Већина језика у којима се изграђују ЕС може да комуницира с другим програмима, па се већ израђени програми могу повезати у тај експертни систем. То је показано са програмима израђеним у језику „dBase3+“, „Pascal“, па и „Clipper“, у којем је израђен екрански мени, односно интерфејс према кориснику, као и готов програм за прорачун VF просторног таласа. Број продукционих правила може се дописивати и тиме проширивати могућност тог експертног система. Ниједан ЕС не може се сматрати потпуно завршеним, па тако ни класа ЕС за КВ у оперативној јединици није завршена.

Неопходно је да се, на основу решења до којих се дошло, што пре изради и почне да користи тако пројектовани ЕС за КВ у оперативној јединици. За реализацију пројекта није потребан велики тим експерата, нити велики материјално-финансијски издаци, а ни време. Тим експерата треба да буде састављен од пет-шест официра рода везе, експерата

за ту проблематику, као и од пет-шест информатичара, познавалаца експертних система. Експертни систем може да се изради за око две године.

Програми у језику „PROLOG“, као језику погодном за израду експертних система, оригиналан су приступ примене његових могућности. Решења у пролошким програмима су предмет више научних радова, у којима су приказане могућности примене тог језика у изради програма за органе везе.

Закључак

Експертни систем за командовање везом може одмах да се примени у пракси рода везе, као и у раду команди, посебно у командама ОЈ и у командовању борбеним дејствима. На исти начин могу да се израде и ЕС у осталим родовима, за потребе старешина команди разних нивоа.

Помоћу ЕС могу да се израде модели ратних игара на рачунару, који се већ дуже користе у савременим армијама, а могу да се користе у припремама команди за рат. Само помоћу њих, без употребе јединица, могуће је симулирати разноврсне ситуације у реалном времену и са реалним подацима. На основу материјала који се даје у литератури, може се закључити да постоји интересовање, али и научни кадар који би могао да учествује у изради таквих модела. Војска која поседује експертне системе са ратним играма може значајно да повећа рационалност обуке команди тако што се извођење вежби јединица на терену и трошење ресурса не би дозволило док се команде, помоћу ЕС са ратним играма, не увежбају за командовање јединицама према тактичким замислима вођења ратних дејстава.