



TEHNOLOŠKI INTEGRISANI SISTEMI ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU

Igor Franc, Tamara Lukić, Goran Avlijaš

Univerzitet Singidunum, Beograd

Abstract:

Iako sistemi za podršku odlučivanju (SPO) predstavljaju već uspostavljenu i razvijenu naučnu oblast, tradicionalni samostalni SPO se u poslednje vreme suočavaju sa novim izazovima. U cilju poboljšanja performansi SPO i odgovora na nove izazove, ovaj rad istražuje mogućnosti tehnološke integracije sistema za podršku odlučivanju. Integracija SPO treba da se realizuje uz pomoć nekoliko srodnih tehnologija: sistema zasnovanih na znanju, data mininga, inteligentnih agenata i SPO baziranih na Internetu. Integracija u svakom slučaju treba da omogući bolju podršku donosiocima odluka, koja se prvenstveno ogleda u kvalitetnijim odlukama i poboljšanom procesu odlučivanja.

Key words:

sistemi za podršku u odlučivanju;
sistemi bazirani na znanju,
tehnološka integracija,
data mining,
inteligentni agenti.

UVOD

Sistemi za podršku odlučivanju (SPO) se definišu kao interaktivni informacioni sistemi koji korisniku treba da obezbede podršku u procesu pronalaženja najpovoljnijeg rešenja za različite probleme odlučivanja. [1] Izučavanje procesa donošenja odluke i sistema za podršku odlučivanju je do danas vršeno na najrazličitije načine najpre od strane različitih profila istraživača i praktičara koji deluju u okviru ove oblasti [2], ali i istraživača iz srodnih oblasti kao što su veštačka inteligencija, operaciona istraživanja, organizacione nauke, upravljački informacioni sistemi, koje svaka na svoj način čine istraživanje SPO bogatijim i složenijim [3].

Istraživanje sistema za podršku odlučivanju je značajno evoluiralo tokom sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog veka, a SPO su važili za jednu od najpopularnijih oblasti informatičke struke u proteklom periodu. Različiti oblici SPO su razvijeni kao bi se obezbedila podrška donosiocima odluka na svim organizacionim nivoima, uključujući sisteme koji omogućavaju bolje strukturiranje problema, upravljanje operacijama, upravljanje finansijama, strateškom menadžmentu, pa čak i podršku u procesu poslovne optimizacije. Ipak, ukoliko se bolje pogleda, interes za tradicionalne oblike SPO zabeležio je značajan pad krajem prošlog i početkom ovog veka, jer je su izolovani, samostalni i nezavisni SPO suočeni sa mnoštvom novih izazova [4].

Ovi izazovi se prvenstveno odnose na sledeće: (1) tehnologija pomera težište sa baza podataka (*database*) na skladištenje podataka (*datawarehouse*) i OLAP (*On-Line Analysis Processing*), sa mejnfrejma na klijent-server arhitekturu, od modela namenjenih jednom korisniku ka višestukom Internet pristupu; (2) rastuća povezanost i interakcija sa dinamičnim poslovnim okruženjem i sistemima izveštavanja koji predstavljaju delove drugih informacionih sistema kao što su ERP sistemi (*enterprise resource planning*), sistemi za upravljanje lancima snabdevanja (*supply chain management*), sistemi za upravljanje odnosima sa kupcima (*customer relationship management*); (3) povećana složenost situacija odlučivanja koje zahtevaju ogroman kognitivni napor od strane donosioca odluka, koji treba da poseduje potrebno znanje i inicijativnu kako bi uspešno izvršavao svoje aktivnosti.

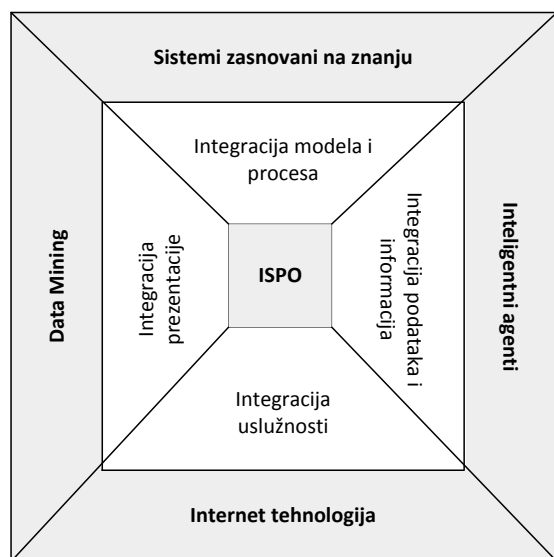
Potencijalno rešenje za navedene izazove je proširenje tradicionalnog SPO i njegovo integrisanje sa kompatibilnim modernim tehnologijama, poslovnim okruženjem i poslovnim izveštavanjem. Na ovaj način bi se obezbedila bolja interakcija između donosioca odluka i sistema, ne samo u cilju unapređenja efikasnosti i efektivnosti donetih odluka, nego i u cilju bolje saradnje i rada virtuelnih timova. S obzirom da postoji javna kritika usmerena nezavisnim SPO i da je priznata potreba za njegovom povezivanjem sa poslovnim izveštavanjem i modernim tehnologijama, mnogi istraživači su počeli da ispituju različite mogućnosti integracije. Od tada radi se na uvođenju no-



vih koncepata, okvira i arhitektura tehnološki integriranih sistema za podršku odlučivanju [5].

TEHNOLOŠKI INTEGRISANI SISTEMI ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU

Direktne koristi integriranih sistema za podršku odlučivanju (ISPO) se jasno manifestuju kroz povraćaj na investiciju i uštedu u pogledu troškova tokom godina. Integraciju sistema za podršku odlučivanju i potencijalno unapređenje radnog učinka prvenstveno je omogućavao razvoj novih tehnologija. U ovom radu biće predstavljen jedan tip integriranog sistema za podršku odlučivanju koji inkorporira četiri najsavremenije tehnologije: sisteme zasnovane na znanju, data mining, inteligentne agente i Internet tehnologiju. Svaka od navedenih tehnologija treba da obezbedi jedinstven doprinos integraciji, kao što je to prikazano na sl. 1.



Sl. 1. Četiri tehnologije koje omogućavaju ISPO

- ♦ *Sistemi zasnovani na znanju* u okviru integriranih sistema za podršku odlučivanju imaju ulogu ekspertnih sistema koji obezbeđuju specijalizovana znanja korisnicima i pomažu u donošenju konzistentnih odluka. Na ovaj način sistemi zasnovani na znanju doprinose integraciji iz perspektive modela i procesa.
- ♦ *Data mining* ima za cilj otkrivanje interesantnih šablona sakrivenih u velikim skupovima podataka. Integracijom alata data mininga u ISPO obezbeđuje se podrška korisnicima prilikom interpretacije različitih alternativa i procenjivanja rezultata odlučivanja, čime se poboljšava integracija podataka i informacija.
- ♦ Integracijom *inteligentnih agenata*, ISPO postaje aktivan i sposoban za rad sa dinamičnim i neizvesnim okruženjem. Upotreba inteligentnih agenata u svrhu integracije procesa i prezentacije nosi sa sobom veliki potencijal koji omogućava interakciju ljudi i sistema, odnosno integraciju ISPO u njegovog okruženja.

- ♦ Konačno, *Internet tehnologija* unapređuje ISPO u pogledu lakše distribucije informacija, otvorenosti, skalabilnosti i kompatibilnosti što predstavlja osnovni preduslov za unapređenje kvaliteta usluge i interakcije sa korisnikom ISPO.

Iako je svaka od navedenih tehnologija posebno zaslužna za određeni aspekt integracije, u mnogim slučajevima integracija se postiže iz više od jedne perspektive. U narednom delu data je bliža definicija uloge i značaja svake od navedenih tehnologija za izradu integriranog sistema za podršku odlučivanju.

Integracija sistema zasnovanih na znanju

Sistemi zasnovani na znanju (*knowledge-based systems*), koji se često nazivaju i ekspertni sistemi mogu izvršavati zadatke koje inače izvršavaju stručnjaci. Integracija sistema zasnovanih na znanju unapređuje učinak procesa donošenja odluke na dva načina: (1) povećava kvalitet usluge tako što je ekspertsko znanje dostupno korisniku kada stručnjaci nisu na raspolaganju [6]; (2) pomaže stručnjaku čineći njegove odluke konsistentnijim [7]. Od devedesetih godina sistemi zasnovani na znanju predstavljaju značajan deo nove generacije SPO, odnosno ISPO.

U današnjem vremenu brzih promena, fleksibilne organizacije zahtevaju da njihovi zaposleni često rade interdisciplinarnе poslove i menjaju svoj radni fokus. U takvim situacijama ISPO sa relevantnim sistemom znanja može obezbediti bolju opštu podršku odlučivanju, ali i specijalizovanu podršku kroz integraciju modela odlučivanja i procesa odlučivanja. U centru sistema zasnovanih na znanju nalazi se baza znanja, koja u okviru ISPO funkcioniše kao baza modela odluka i rešenja.

Uspesna integracija modela podrazumeva korišćenje odgovarajućih pristupa i metoda za adekvatno usklađivanje problema odlučivanja i uslova sa jedne i optimalnih rešenja i situacija odlučivanja sa druge strane. Dosadašnji radovi u oblasti integracije ISPO sa sistemima zasnovanim na znanju mogu se podeliti na tri najznačajnija pristupa: odlučivanje na osnovu pravila, odlučivanje na osnovu slučajeva i hibridno odlučivanje (kombinacija prethodna dva). Osim ova tri pristupa moguća je integracija drugih metoda odlučivanja kao što su Bajesove mreže i genetički algoritmi.

Kod integriranih sistema znanja koji koriste odlučivanje na osnovu pravila (*rule-based reasoning*) znanje se predstavlja u obliku IF <uslov> THEN <zaključak> pravila, koji sasvim zadovoljavajuće funkcionišu u mnogim situacijama, naročito ukoliko su problemi odlučivanja dobro strukturirani. Ipak, nekad je teško izraditi kompletan skup pravila kako bi se pokrili svi mogući ishodi. Kada se susretne sa nedovoljno strukturiranim problemima, donosioci odluka često koriste slučajeve i rezone odlučivanja iz prošlosti kako bi objasnili i definisali novu situaciju. Ovaj pristup se naziva odlučivanje na osnovu slučajeva (*case-based reasoning*). Ovaj pristup je našao široku primenu u medicinskim ISPO gde se koristi kao podrška uspostavljanju dijagnoze [8].

U poslednje vreme prilikom izrade ISPO, sve veću ulogu ima kombinovanje pristupa odlučivanja na osnovu



pravila i slučajeva sa drugim metodama odlučivanja kao što je Bajesova mreža (BM). Bajesova mreža predstavlja metod odlučivanja zasnovan na verovatnoći koji omogućava donošenje odluke kada postoji određen stepen nezvesnosti. Trenutno postoji mnoštvo aktuelnih istraživanja vezanih za integraciju Bajesovih mreža sa sistemima odlučivanja, naročito usmerenih ka rešavanju složenih polu-strukturiranih i nestruktuiranih problema. Neki od primera su primena mreža za uzročno modelovanje u operacionim istraživanjima [9], zatim za podršku odlučivanju u poljoprivredi [10] i donošenje optimalne odluke o izboru sistema skladištenja podataka za preduzeća [11].

Integracija data mininga

Data mining i sistemi za podršku odlučivanju predstavljaju nezavisne i već razvijene oblasti. *Data mining* je proces „rovarenja” po sirovim informacijama uz pomoć kompjutera i vađenja njihovog značenja. Zahvaljujući *data miningu*, moguće je predvideti trend tržišta ili ponašanje konzumenata i na taj način obezbediti uspeh firme ili proizvoda. To se postiže analizom podataka iz raznih perspektiva i pronalazanjem veza i odnosa između na izgled nepovezanih informacija. *Data mining* je proces otkrivanja novih znanja, obrazaca i trendova iz kompanijske baze podataka [12]. Korporativno znanje i inteligencija mogu biti od presudnog značaja za donošenje odluka u vidu preporuka i sugestija koje odražavaju domen ekspertize [13]. Oni mogu obezbediti značajnu konkurentsku prednost organizacije [14].

Data warehouse i OLAP se često koriste u tehnološki integrisanim sistemima za podršku odlučivanju za arhiviranje podataka i integraciju informacija. *Data warehouse* podrazumeva centralizaciju svih podataka u jedno veliko „skladište” i samim tim centralizacija podataka dramatično ubrzava pristup podacima i njihovu analizu. *Data warehouse* je predstavljeno kao rešenje za integraciju podataka iz različitih operativnih baza podataka za podršku menadžmentu u procesu odlučivanja [15]. OLAP je više dimenziona analiza koja omogućava donosiocima odluka da steknu uvid u podatke kroz brz konzistentan i interaktivan pristup. OLAP sistemi omogućavaju korisnicima brz i fleksibilan pristup podacima i predstavljaju nadogradnju skladišta podataka. U ovom radu pojam data mining alati obuhvata *Data warehouse*, OLAP i sam data mining.

Od 1990-tih *data mining* alati su istraživani kao deo tehnološki integrisanih sistema za podršku odlučivanju i trenutno stanje u razvoju data mining alata za ovu oblast je još uvek u pivoju. U radovima iz ove oblasti tehnološki integrisani sistemi za podršku odlučivanju se mogu klasifikovati u opšte i specifične sisteme. Najveći broj tehnološki integrisanih sistema za podršku odlučivanju spada u kategoriju specifičnih sistema uparenih sa skladištima podataka i OLAP-om.

Proces *data mininga* se može posmatrati kao faza stvaranja znanja u celokupnom procesu donošenja odluka u kome su skupovi podataka pretrpeli čišćenje i predobradu za uklanjanje nedoslednosti i neslaganja da bi se poboljšao njihov kvalitet. Izabrani skupovi podataka se zatim analiziraju da bi se identifikovali obrasci koji predstavljaju

odnose između podataka. Jasno je da korišćenjem *data mining-a* u tehnološki integrisanim sistemima za podršku odlučivanju odluke se mogu donositi na osnovu organizacionih znanja, a ne sirovih podataka ili informacija. *Data mining* otkriva implicitne veze između samih podataka što može da pomogne donosiocima odluka da dobiju celokupnu percepciju odlučivanja u organizaciji. Performanse tehnološki integrisanih sistema za podršku odlučivanju mogu se znatno poboljšati kroz *data mining*.

Integracija inteligentnih agenata

Potrebu za aktivnom podrškom odlučivanju prvi je potvrdio Keen kada je istakao „na narednu deceniju sistema za podršku odlučivanju” [16]. U kasnim 1980-tim i ranim 1990-tim istraživači su počeli da istražuju mogućnost korišćenje inteligentnih agenata za poboljšanje performansi sistema za podršku u odlučivanju (SPO). Inteligentni agenti su takođe poznati kao inteligentni interfejs ili adaptivni interfejs. Inteligentni agenti predstavljaju softver koji automatski može da izvrši zadatak koji mu postavi osoba ili drugi softver (agent). Kada se jednom podese oni izvršavaju svoje zadatke, automatski, bez dalje intervencije korisnika. Najčešće se upotrebljavaju za automatsko tražanje za informacijama, pružaju odgovore na postavljena pitanja u domenu svog znanja.

Jedan od osnovnih razloga za korišćenje inteligentnih agenata za poboljšanje integrisanih sistema za podršku odlučivanju (ISPO) je nastao iz slabog učinka tradicionalnog sistema za podršku u odlučivanju odnosno njegova pasivna interakcija. Tvrđilo se da treba da postoji više aktivne interakcije između korisnika sistema za podršku u odlučivanju koji učestvuju u donošenju odluka [17]. Osnovne karakteristike inteligentnih agenata su: samostalnost, sposobnost komuniciranja, sposobnost učenja, inicijativa i blagovremeni odziv, fleksibilnost i prilagodljivost. Navedene karakteristike čine agente pogodnim i atraktivnim za razvoj aktivnosti, komunikativnosti i kooperativnosti.

Sa stanovišta kompatibilnosti i sinhronizacije inteligentni agenti mogu olakšati prezentaciju integracije, procesa integracije i integraciju informacija. Postoji više različitih primena inteligentnih agenata kao što su: integracioni agenti, senzor agenti i efektor agenti. Integracioni agenti rade kao most između rukovodstva i sigurnosnih sistema transakcije. Zadaci agenata su da vrše monitoring podataka i popravku aktivnosti u slučaju izuzetaka (*exceptions*). Senzor agenti prikupljaju podatke iz više izvora uključujući finansijska tržišta, istorijske informacije, mišljenja analitičara, novinske članke i druge relevantne izvore. Mogu da rade normalne operacije kao što su transformacije i proračuni i napredne zadatke, na primer na osnovu promenljivosti tržišta mogu da odluče da bliže prate tržište i podese nivoe na kojima se generisu signali upozorenja. Efektor agenti mogu da se uključe u različite aktivnosti potrebne za donošenje odluka, na primer pretvaranje odluke u više detaljnih planova, optimizaciju dobro strukturiranih aspekata odlučivanja, utvrđivanje redosleda radnji, praćenje izvršenja odluke pa čak i pregovaranje u toku donošenja odluke.



Ostali primeri agenata u tehnološki integrisanom sistemu za podršku odlučivanju uključuju agente za podršku grupnom odlučivanju [18], za strateško planiranje [19], za rad sa neizvesnostima [20], za upravljanje poslovnim procesima [21] i za više kriterijumska odlučivanja [22]. Integrisanje agenata u tehnološki integrisan sistem za podršku odlučivanju je pokazalo da su performanse sistema za donošenje odluka poboljšane u smislu da se tehnološki integrisan sistem za podršku odlučivanju ne koristi samo kao sredstvo koje može pratiti donošenje odluka već može i da stimuliše kreativne ideje u interakciji između korisnika i tehnološki integrisanog sistema za podršku odlučivanju.

Integracija internet tehnologija

Internet i Web tehnologija predstavljaju jedan novi segment za ISPO u smislu da Web ne postoji samo kao razvojna platforma i platforma za isporuku sadržaja, već može biti skalabilna i kompatibilna u mrežno zasnovanom poslovnom okruženju [23]. Mnogim samostalnim SPO nedostaje znanje i orijentacija i kolaborativno donošenje odluka u procesu pomirenja konflikta, koji je od ključnog značaja za strateško planiranje i grupno odlučivanje. Na početku 21. veka, Web predstavlja ključni faktor u razvoju ISPO. Kada proizvođači predlažu ISPO zasnovan na Web-u, oni podrazumevaju kompjuterizovani sistem koji pruža informacije za podršku u odlučivanju ili alate za podršku odlučivanju menadžerima ili poslovnim analitičarima pomoću Web pretraživača, kao što su Mozilla Firefox ili Internet Explorer.

Kao što je već rečeno, integracija usluga predstavlja stalni izazov i interesovanje u razvoju ISPO-a. Tri vrste integracije usluga su aktivno istražene u podršci odlučivanju: usluge oblikovanja interfejsa (*interface wrapping*), MAS usluge (*multiagentni sistemi*) i Web usluge. Dok su usluge oblikovanja postavile temelje za razvoj i primenu usluga u mreži, MAS čini da tehnologije veštačke inteligencije postanu samostalnije i mobilnije za ISPO. Ipak su Web servisi zasnovani na XML (*eXtensible Mark-up Language*) šemi i komunikacionom protokolu poznatom kao SOAP (*Simple Object Access Protocol*) ti koji pružaju mogućnost objavljivanja i lociranja preko Web-a kako bi zaista podržali kolaborativno donošenje odluka.

Važno je napomenuti da, za razliku od agenata, Web servisi nisu dizajnirani da koriste i usklađuju ontologiju. Web servisi su svesni samo sebe, dok agenti često imaju svest o drugim agentima i njihovim mogućnostima. Agenti su inherentno-komunikativni, dok su Web servisi pasivni sve dok ih ne pokrenemo. Agenti su kooperativni i formiranjem timova i koalicija mogu da obezbede viši nivo i kompletnije usluge, dok aktuelni standardi za Web servise nisu funkcionalni [24].

Autori Vang i ostali su istraživali integrisanje Web servisa i tehnologije agenta u ISPO u cilju prevazilaženja sopstvenih ograničenja. Publikacije su pokazale da integrisana Web tehnologija za ISPO ima mnoge prednosti, uključujući: (1) globalni pristup funkcijama za podršku odlučivanju i uslugama koje su na raspolaganju menadžerima preko intraneta, kupcima i dobavljačima preko ek-

straneta, ili bilo kojoj zainteresovanoj strani putem Interneta; (2) poboljšanje brzog širenja i razmene analize "najboljih praksi" i okvira donošenja odluka i (3) promovisanje konsistentnijeg donošenja odluka za zadatke koji se ponavljaju [1].

ZAKLJUČAK

Za razliku od tradicionalnih upravljačkih informacionih sistema, sistemi za podršku odlučivanju su fokusirani na samu odluku, pokreće ih i kontroliše korisnik, i kombinuju korišćenje modela i analitičkih tehnika sa tradicionalnim funkcijama pristupa podacima i pronalaženja informacija. Dok je primarna svrha samostalnog sistema za podršku odlučivanju (SPO) da poboljša performanse individualnog donosioca odluka, integrisani sistemi za podršku odlučivanju (ISPO) su pokazali svoje prednosti u pružanju dosledne, koordinirane, aktivne i globalne podrške većem broju korisnika za različite odluke unutar organizacije.

Integracija u okviru ISPO može se rešiti ne samo putem podataka, modela i iz perspektive prezentacije (korisnički interfejs), već i sa gledišta usluga i procesa. Pomenuta integracija može se poboljšati korišćenjem savremenih tehnologija i metodologija poput sistema zasnovanih na znanju, data mininga, inteligentnih agenata i Web tehnologije. Integrisani sistemi za podršku odlučivanju (ISPO) pokazuju poboljšane performanse u poređenju sa izolovanim samostalnim sistemima za podršku odlučivanju (SPO), ali i dalje sa fiksnim funkcijama.

Buduća istraživanja u ovom polju trebalo bi da se bave ispitivanjem okvira generičkih integracija koje omogućavaju da se ISPO razvije u integrisano okruženje za podršku odlučivanju, koje može fleksibilno konfigurirati svoje funkcije kako bi se u kratkom roku odgovorilo na različite zahteve koji proizilaze iz dinamičkih poslovnih situacija. Istraživački izazovi koji prate razvoj takvog okruženja obuhvataju dva aspekta: (1) ravnoteža između fleksibilnosti i pouzdanosti (2) besprekorna integracija podataka, modela i procesa kako bi okruženje moglo da pruži koherentne i konzistentne usluge i prezentacije donosiocima odluka.

LITERATURA

- [1] J.P. Shim, M. Warkentin, J.F. Courtney, D.J. Power, R. Sharda and C. Carlsson, "Past, present, and future of decision support technology", *Decision Support Systems*, vol 33, 2002, pp. 111-126.
- [2] P.C. Nutt., "Intelligence gathering for decision making", *International Journal of Management Science*, vol 35, 2007, pp. 604-622
- [3] T.J. Hess, L.P. Rees and T.R. Rakes, "Using autonomous software agents to create the next generation of decision support systems", *Decision Science*, 31(1), 2000, pp. 1-31.
- [4] E. Claver, R. Gonzales and J. Llopis, "An analysis of research in information systems (1981-1997)", *Information and Management* vol 37, 2000, pp. 181-195.



- [5] C. Carlsson and E. Turban, "DSS: directions for the next decade", *Decision Support Systems* vol. 33, 2002, pp. 105-110.
- [6] D.A. Guerra-Zubiaga and R.I.M. Young, "A manufacturing model to enable knowledge maintenance in decision support systems", *Journal of Manufacturing Systems* vol. 25, 2006, pp. 122-136.
- [7] M. Alvarado, M.A. Rodriguez-Toral, A. Rosas and S. Ayala, "Decision making on pipe stress analysis enabled by knowledge-based systems", *Knowledge and Information Systems: An International Journal* 12(2) 2007, pp. 255-278.
- [8] M. Frize and R. Walker, "Clinical decision support systems for intensive care units using case-based reasoning", *Medical Engineering and Physics* 22(9), 2002, pp. 671-677.
- [9] R. Anderson and G. Vastag, "Causal modelling alternatives in operations research: overview and application", *European Journal of Operational Research* 156(1), 2004, pp. 92-109.
- [10] K. Kristensen and I. Rasmussen, "The use of Bayesian network in the design of a decision support system for growing malting barley without use of pesticides", *Computers and Electronics in Agriculture* 33(3), 2002, pp. 197-217.
- [11] L. Lin, P.J.H. Hu, O.R.L. Sheng, "A decision support system for lower back pain diagnosis: uncertainty management and clinical evaluations", *Decision Support Systems* 42, 2006, pp. 1152-1169.
- [12] S.B. Eom, "Decision support systems research: current state and trends", *Industrial Management and Data Systems*, 99(5), 1999, pp. 213-220.
- [13] I.H. Witten and E. Frank, *Data Mining*, Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, 1999.
- [14] I. Bose and R. Mahapatra, "Business data mining – a machine learning perspective", *Information and Management* 39, 2001, pp. 211-225.
- [15] R. Kimball, *The Data Warehouse Toolkit*, John Wiley & Sons, New York, 1996.
- [16] P. Keen, "Decision support systems: the next decade", *Decision Support Systems* 3(3), 1987, pp. 253-265.
- [17] R.H. Rao, R. Sridhar and S. Narain, "An active intelligent decision support system: an architecture and simulation", *Decision Support Systems* 12(1), 1994, pp. 79-91.
- [18] M.J. Shaw and M.S. Fox, "Distributed artificial intelligence for group decision support: integration of problem solving, co-ordination and learning", *Decision Support Systems* 9(4), 1993, pp. 349-367.
- [19] S.D. Pinson, J.A. Louca and P. Moraitis, "A distributed decision support system for strategic planning", *Decision Support Systems* 20(1), 1997, pp. 35-51.
- [20] L. Ekenberg, M. Danielson and B. Mangus, "Imposing security constraints on agent-based decision support", *Decision Support Systems* 20(1), 1997, pp. 3-15.
- [21] N.R. Jennings, P. Faratin, T.J. Norman, P. O'Brien and B. Odgers, "Autonomous agents for business process management" *International Journal of Applied Artificial Intelligence* 14(2), 2000, pp. 145-189.
- [22] A. Kaklauskas, E.K. Zavadskas and V. Trinkunas, "A multiple criteria decision support online system for construction", *Engineering Application of Artificial Intelligence* 20(2), 2007, pp. 163-175.
- [23] S. Liu, C.A. McMahon, M.J. Darlington, S.J. Culley and P.J. Wild, "A computational framework for retrieval of document fragments based on decomposition schemes in engineering information management", *Journal of Advanced Engineering Informatics* 20(4), 2006, pp. 401-413.
- [24] K.Q. Byung, "Meta Web service: building Web-based open decision support system based on Web services", *Expert Systems with Applications* 24, 2003, pp. 375-389.
- [25] M. Wang, H. Wang, D. Xu, K.K. Wan and D. Vogal, "A Web-service agent-based decision support system for securities exception management", *Expert Systems with Applications* vol. 27, 2004, pp. 439-450.

TECHNOLOGICALLY INTEGRATED DECISION SUPPORT SYSTEMS

Abstract:

Although decision support systems (DSS) present already established and developed scientific field, in recent years traditional and independent DSS are faced with new challenges. In order to improve the performance of DSS and respond to these challenges, this paper explores the possibility of technological integration of decision support systems. The integration of DSS should include several related technologies: knowledge based systems, data mining, intelligent agents and Web based DSS. Integration should provide better support for decision-making, with the expectation of better decisions and improved decision-making process.

Key words:

decision support systems, knowledge based systems, technological integration, data mining, intelligent agents.