

SMANJENJE UTICAJA GREŠKE U KRIZI: MODELOVANJE ZASNOVANO NA AGENTIMA

Protić D. *Danijela*, Antić D. *Vladimir*, Generalštab Vojske Srbije, Uprava za telekomunikacije i informatiku (J-6), Centar za primenjenu matematiku i elektroniku, Beograd

OBLAST: računarske nauke i informatika (informacione tehnologije)

VRSTA ČLANKA: originalni naučni članak

Sažetak:

Loše reakcije na krize koje su izazvane ljudskim ili sistemskim greškama mogu značajno uticati na zaustavljanje ili prekid radnih procesa u okviru organizacije. Ove greške moguće je minimalizovati korišćenjem metoda koje su zasnovane na primeni agentnog modelovanja, odnosno agentne tehnologije. Osnovu agentnog modelovanja čini softverska i/ili hardverska realizacija sistema koji je sačinjen od nezavisnih, ali ne i izolovanih komponenti – agenata, koji imaju mogućnost samostalnog odlučivanja i komunikacije sa okruženjem, zbog realizacije zadatog cilja. Princip agentnog modelovanja primenjen je na proces edukacije, odnosno uspostavljanja, održavanja i nadogradnje sistema zasnovanog na informacionim tehnologijama (IT sistemi), i na obučavanje personala s ciljem smanjenja uticaja grešaka koje nastaju tokom krize. U radu je prikazan originalni model agenta edukacije koji je namenjen prevenciji, suzbijanju i smanjenju uticaja kriza koje nastaju kao posledica spore reakcije na incidente, neadekvatnog odlučivanja ili loše komunikacije. Agent edukacije sadrži agent indikatora stanja koji reaguje na incidente i agent menadžmenta koji je namenjen smanjenju vremena trajanja i intenziteta krize. Kroz primer fiktivne vojne organizacije VORG predočene su funkcije agenata edukacije za konkretan slučaj.

Key words: *agentno modelovanje, informacioni sistemi, uticaj greške modelovanja, kriza.*

Uvod

Nagli razvoj sistema koji su bazirani na informacionim tehnologijama (IT) i globalizacija koja je nastala prvenstveno razvojem interneta usloveli su nov način komunikacije. Razvoj tehnologije uticao je na organizacije da posluju po modelima koji zahtevaju visok kvalitet usluga [1], a pojava standarda uticala je na usklađivanje neophodnih zakonskih akata u skladu sa zahtevima organizacionih sistema. U skladu sa trendovima

razvoja sistema za elektronsko poslovanje, i s obzirom na pogodnosti koje omogućavaju elektronska obrada i prenos digitalnih podataka, izmenjeni su tradicionalni načini poslovanja, što podrazumeva razvoj kvalitetnog IT sistema (informacioni sistem), edukovan kadar i dobro osmišljene poslovne procese. Eliminacija ili smanjenje potencijalnog rizika po poslovanje i kvalitetna organizacija informacionih sistema obezbeđuju dobar osnov za borbu protiv ljudskih i sistemskih grešaka koje mogu biti izazivači krize, tj. nepoznate situacije u kojima se mogu naći pojedinac ili grupa, i koju karakteriše iznenadna promena rutine u kratkom vremenskom periodu [2]. Zbog toga upravljanje kriznim situacijama zahteva planiranje, pripremu i brzu reakciju, a donošenje odluka mora biti promišljeno i brzo, i takvo da posledice odluka vode ka smanjenju uticaja krize, a ne obrnuto.

Veliki zahtevi koje određuje primena informacione tehnologije mogu da dovedu do stvaranja nefleksibilnih, hijerarhijskih, informacionih sistema. Istovremeno, spoljašnje okruženje je heterogeno i zahteva brzo prilagođavanje promenama. Iz tog razloga potrebna je dinamička, robusna i otvorena infrastruktura ovih sistema. U tom smislu, pojavio se nov koncept odlučivanja koji je realizovan kao informaciono-komunikacioni skup međusobno nezavisnih elemenata čije je funkcije moguće definisati unapred ili menjati u realnom vremenu [3]. Tehnologija koja podržava ovakav koncept poznata je kao agentna tehnologija (Agent-Based Technology).

U radu je prikazan agentni model edukacije kojeg karakteriše smanjenje uticaja grešaka u odlučivanju tokom krize informacionih sistema (IT kriza) dekompozicijom na agente upravljanja i indikacije promene stanja, čime se ubrzava reakcija na pojavu krize i odbacuje višak informacija u odlučivanju tokom krize. Rad je organizovan na sledeći način: u poglavlju koje sledi opisani su uzročnici IT krize, treće poglavlje opisuje modelovanje zasnovano na agentima, a u četvrtom poglavlju prikazano je agentno modelovanje edukacije. Primena agentnog modelovanja opisana je u petom poglavlju kroz ilustrativan primer za fiktivnu, vojnu organizaciju VORG. Poslednje poglavlje je zaključak.

Uzročnici IT krize

Promene u okruženju ili greške u planiranju izazivaju organizacione probleme koji mogu biti izvor krize. U opštem slučaju kriza može da bude trenutna, iznenadna ili kontinualna, dužina trajanja krize je nepoznata, a njene posledice nepredvidljive [4]. Zbog toga je bitno identifikovati moguće izvore krize. Potrebno je prikupljati informacije koje ukazuju na moguće rizike po osoblje, organizacionu strukturu ili poslovne procese, a u proceni mogućih izvora krize posebno je važno i osmatranje okruženja i provera spoljnih uticaja na IT sistem [5]. Problem koji se takođe može po-

javiti jeste greška odgovornih osoba. Najčešće se IT kriza pojavljuje kao mali problem koji se gradira pa, ukoliko aktivnosti odgovornih osoba nisu pažljivo pripremljene, konsekvence mogu da izazovu eksploziju novih kriznih događaja. Neaktivnost takođe vodi ka krizi i takvo ponašanje je poznato kao *sindrom skuvane žabe* (boiled frog). Takođe, uzročnici krize mogu biti i zadovoljstvo postignutim što sprečava odgovornu osobu da obrati pažnju na incidente, uverenost da će se problemi rešiti sami, zaslepljenost pozicijom u organizaciji, neprilagodljivost, preterani optimizam, nepotizam¹ itd. Budući da je kriza problem čije su karakteristike nepredvidljivost i kompleksnost, ljudi u trenucima krize često nisu sposobni da se informacijama koje dobijaju služe kao u situaciji koja nije krizna – kriza koja je izmakla kontroli može izazvati negativne sekundarne efekte. Kotter je 1996. postavio i teoriju o krucijalnim ljudskim greškama koje mogu izazivati krizu, kao što su sujeta, loše upravljanje, loša komunikacija, nepostojanje kratkoročnih ciljeva itd [6].

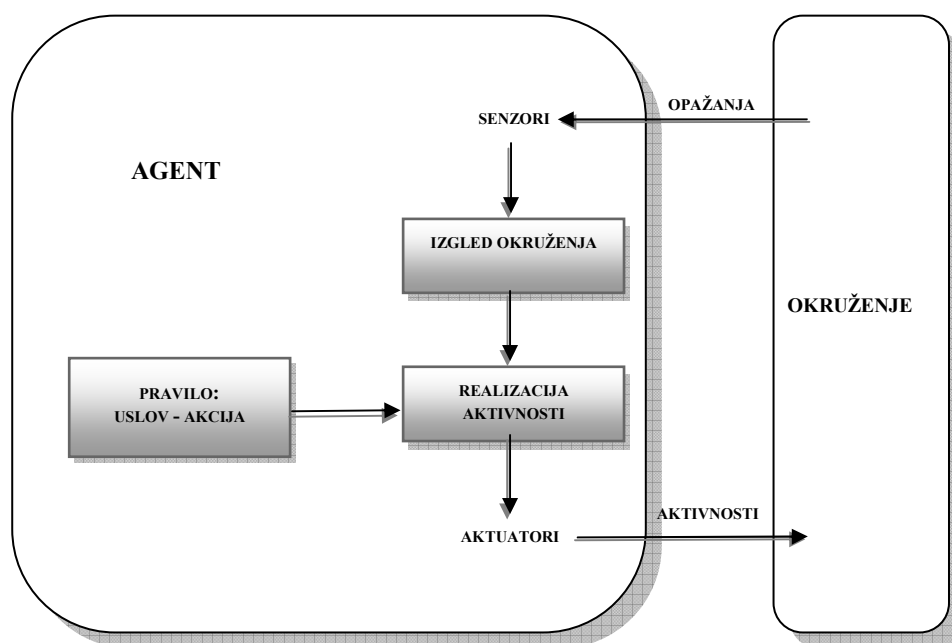
Pored ljudskih grešaka, kriza može biti izazvana sistemski, tj moguće su greške ili kvarovi IT sistema, koji mogu delimično ili u potpunosti zaustaviti njihov rad. Sistemske greške mogu biti izazvane spolja (hakerski napad, prekid telekomunikacionih veza, nestanak struje itd.) ili interno (kvarovi hardvera, promene u softveru, slučajna ili namerna ljudska greška itd.). Međutim, za IT sisteme čije su funkcije i struktura dobro isplanirani moguće je sistemske greške redukovati na minimum analizom slabih tačaka IT sistema, primenom simboličke logike u odlučivanju, segmentacijom na podsisteme itd. Za svaku od navedenih tehnika moguća je softverska simulacija, a rad IT sistema koji su na ovaj način projektovani određuje ponašanje kompleksnih struktura. Jedna od naprednih tehnika koja se u ovom slučaju koristi je agentno modelovanje, tj. modelovanje zasnovano na agentima (Agent-Based Modeling) u kojem je kompleksan sistem opisan kao grupa intereagujućih entiteta – agenata, čija je funkcija odlučivanje izborom jedne od ponuđenih opcija, na bazi unapred definisanih pravila.

Modelovanje zasnovano na agentima

Relativno nova paradigma računarskog modelovanja jeste modelovanje dinamičkih sistema koji su bazirani na nezavisnim komponentama – agentima. Termin „nezavisan“ podrazumeva samostalan ali ne i izolovan entitet koji intereaguje sa drugim agentima ili sa okruženjem čiji je deo. U opštem slučaju agent je simbioza upravljačke (informatičke) jedinice, koja može (i uglavnom jeste) biti softversko rešenje, odnosno program, i fizički realizovanih izvršnih elemenata, koji mogu ali i ne moraju da postoje. Agent upravlja radom informacione i organizacione strukture,

¹ Nepotizam se u ovom kontekstu koristi kao izraz koji opisuje zapošljavanje prijatelja ili članova porodice na radna mesta za koja nisu kvalifikovani.

a komunikacija sa okruženjem služi da prima, obrađuje i prosleđuje informacije, u skladu sa postojećim protokolima [7]. Agent može biti upotrebljen za dekompoziciju složenih procesa, obavljanje zadataka u ime korisnika, nadzor događaja i procedura itd [8]. Međutim, bez obzira na njegove dobre osobine, upotreba agenta ne mora uvek biti opravdana. Njegovu opravdanost određuju mogućnost realizacije zahteva u realnom vremenu, prilagodljivost na promene i dinamika promena [9], [10]. U izvršavanju aktivnosti agenta karakteriše i određena forma inteligencije, počevši od primene fiksnih pravila do sposobnosti planiranja, razumevanja i učenja. U zavisnosti od stepena inteligencije, agenti mogu imati jednostavan (simplex) ili modeliran odziv (model-based), biti orijentisani ka realizaciji cilja (goal-based) i funkciji korisnosti (utility-based), ili imati sposobnost učenja (learning-based) [11]. Izvršne funkcije ovih entiteta su odlučivanje, komunikacija sa okruženjem, obrada informacija itd [12]. Struktura inteligentnog agenta prikazana je na slici 1.



Slika 1 – Struktura inteligentnog agenta
Figure 1 – Intelligent agent structure

Aktivnosti prikazanog agenta su opažanje, izbor postavljenih pravila i procedura i realizacija predefinisanih aktivnosti (što uključuje i aktuatora tj. vezu sa okruženjem). Opažanjem agent prihvata i obrađuje informacije i reaguje po unapred definisanim pravilima koja su postavljena u procesu

planiranja strukture i funkcija IT sistema. U opštem slučaju reakcija na opažanje može biti automatizovana (protivpožarni alarmi, sistemi za registrovanje seizmičke aktivnosti itd.), ali može da bude funkcija percepcije (procene odgovornih osoba). U oba slučaja dve karakteristike opažanja su značajne. Prva je osmatranje okruženja, a druga je reakcija na događaje iz okruženja, s ciljem da IT sistem funkcioniše dobro u svakoj situaciji, bila ona krizna ili ne [13]. U tom smislu je izuzetno bitno da sve aktivnosti u sistemu (interne ili usmerene ka okruženju) budu podređene ostvarivanju zadatih ciljeva za konkretan sistem [14]. U opštem slučaju aktivnosti se dele u dve grupe: svakodnevne aktivnosti uključuju svakodnevne procese, dok aktivnosti u vanrednim situacijama podrazumevaju reakciju na pojavu incidenta (tj. nepoznatog, neočekivanog ili neželjenog događaja). U oba slučaja agent ne može da funkcioniše individualno, već je deo sistema koji je unapred definisao korisnik. Iz tog razloga se, u situacijama koje su krizne, uglavnom koriste agentni sistemi (Agent-Based Systems) koji omogućavaju fleksibilnost, modularnost i rekonfiguraciju složenih struktura.

Agentno modelovanje edukacije

Svi resursi jedne organizacije (personal, tehnologija i razmena podataka između njih) moraju biti okrenuti ka realizaciji cilja, a vrsta obavljenih zadataka zavisi od zahteva za konkretan zadatak. Ipak, čak i ako su resursi i struktura organizacije kvalitetno i adekvatno planirani i održavani, može se usled događaja koji nisu očekivani pojaviti kriza [15]. Iz tog razloga koriste se metode za indikaciju incidenata i upravljanje IT krizom, što uključuje uspostavljanje, nadogradnju, održavanje IT sistema i obučavanje personala (u daljem tekstu: edukacija), čime je moguće uticati na povećanje otpornosti na ljudske i sistemске greške [16]. U kontekstu agentnog modelovanja moguće je edukaciju posmatrati kao learning-based agent (u daljem tekstu: agent edukacije), čije su osnovne funkcije: opažanje promena u radnom okruženju, smanjenje kompleksnosti IT sistema, veća brzina odlučivanja, komunikacija u okviru IT sistema, komunikacija između IT sistema i ljudi (human-computer), itd. Za IT sisteme agent edukacije mora da sadrži dve komponente, ali obe tako definisane da obezbede reakciju na promene i prilagođavanje promenama. Dekompozicija agenta edukacije u slučajevima sistema u kojima može doći do incidenata je neophodna i izvodi se na sledeći način: jedan podsistem je „osmatrač“ okruženja a drugi indikator promene ustaljenih stanja. Ovako formiran, agent edukacije sastoji se od jednog „osmatrača“ tipa model-based agenta (u daljem tekstu: agent menadžmenta) i jednog indikatora tipa goal-based agenta (u daljem tekstu: agent indikatora stanja). U tom

smislu se agent edukacije može posmatrati i kao agent-based sistem koji sadrži dva nezavisna agenta koji komuniciraju međusobno i sa okruženjem, deo su jedne celine, prilagodljivi su na promene i imaju sposobnost da uče. Pored svega navedenog, treba uzeti u obzir i human-computer interakciju koja omogućava reakciju čoveka u slučaju pojave incidenata. Softverski, agent edukacije je programski entitet kojem je potrebno postaviti početna stanja, definisati izvršne funkcije i obezbediti mogućnost interaktivnosti sa okruženjem. U slučaju agenta edukacije izvršni elementi, opisani u prethodnom delu teksta, vezani su uglavom za indikatore stanja (senzori, identifikacione kartice i sl.). Način na koji će biti određeni elementi agenta edukacije određuju zahtevi organizacije u skladu sa planovima realizacije zadataka i raspoloživim sredstvima.

Agent indikatora stanja

Zadatak agenta indikatora stanja, koji je prikazan na slici 2, jeste da deluje brzo u slučajevima nagle pojave događaja koji mogu da izazovu promene u funkcionisanju organizacije.

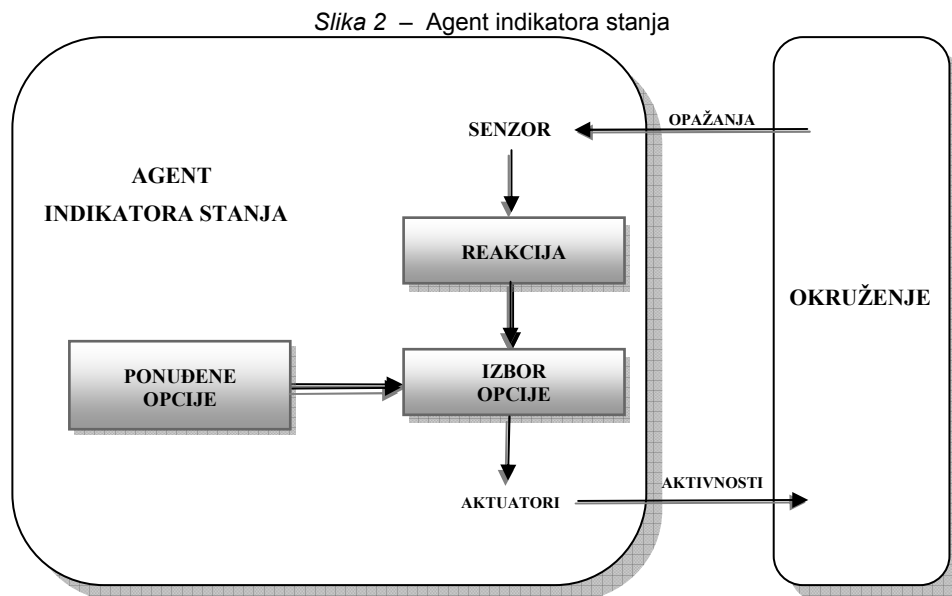


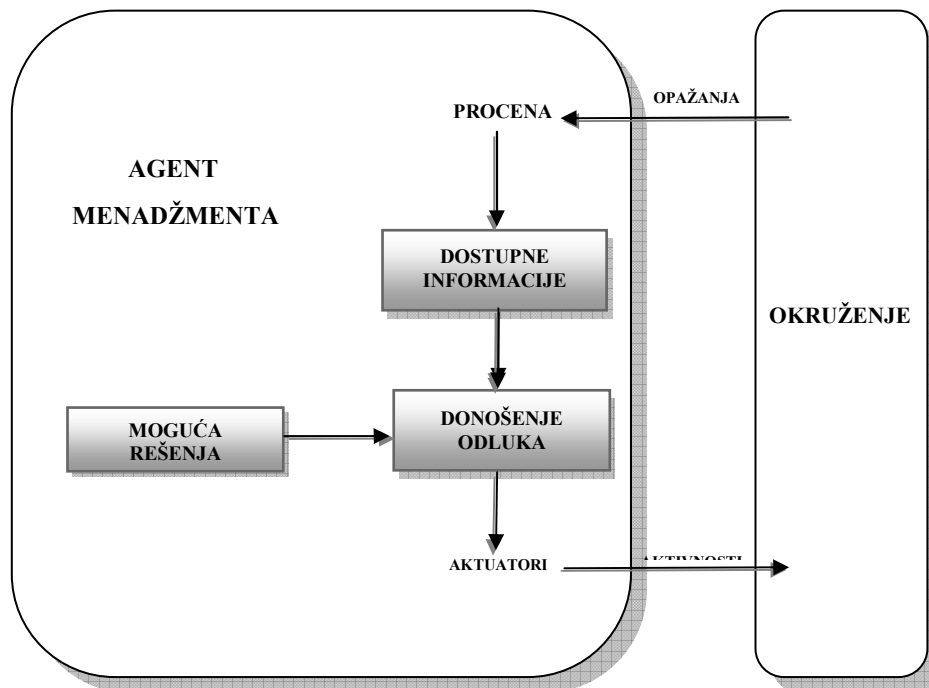
Figure 2 – Status indication agent

Brzina indikatora ukazuje na potrebu izbora jedne iz niza unapred definisanih opcija, koje treba da budu precizno određene, čime se izbegavaju pogrešne odluke. Indikacija je bazirana na simboličkoj logici (Booleova algebra), tj. na proceni stanja tipa da/ne, otvoreno/zatvoreno, upaljeno/ugašeno itd [17]. Ukoliko dođe do pojave događaja koji indikator ne prepoznaje kao jednu od unapred definisanih opcija, agent indikatora stanja reaguje tako što upozorava čoveka na indikaciju nepoznatog događaja. U tom slučaju interakcija sa okruženjem u kojem se nalazi čovek nalaže delimično ili potpuno isključivanje agenta indikatora stanja. Treba naglasiti da uticaj čoveka u krizi može biti takav da potpuno „isključiti“ agente.

Agent menadžmenta

U opštem slučaju, menadžment se odnosi na metode upravljanja, ali u određenom broju slučajeva ovaj izraz se koristi da označi i grupu ljudi koji mogu da odlučuju. Na sličan način menadžment u agentnoj tehnologiji je sistem upravljanja koji je realizovan kao agent sa modeliranim odzivom. Softverski, agent menadžmenta je realizovan kroz izbor funkcija koje koriste višedimenzionalne matrice s ciljem minimalizacije informacija potrebnih za realizaciju zadataka. Matrica sadrži podatke o vrsti reakcije na nepoznat događaj, a realizovana je kao niz odgovora na softverske uslovno-posledične zahteve (komande tipa: if, then, else, while, case i sl.). Neophodno je, u ovom slučaju, kao početno stanje, definisati pod kojim uslovima agent menadžmenta aktivira ove funkcije. U strukturi agenta menadžmenta na slici 3. ove funkcije su definisane kroz moguća rešenja. Pored toga, opažanje i aktivnosti ka okruženju (što uključuje i procenu stanja okruženja i aktuatora) realizovani su u sklopu informaciono-komunikacionog sistema.

U osnovi, reakcije agenta menadžmenta su trome, jer informacije u situacijama koje nisu krizne ne ukazuju na drastične promene u IT sistemu (agent menadžmenta i nije namenjen za indikaciju incidenta). Svakodnevne aktivnosti a time i informacije dostupne agentu menadžmenta odgovaraju funkcijama monitoringa. Pojavom krize, osnovna funkcija agenta menadžmenta postaje smanjivanje vremena trajanja krize i obezbeđivanje da njene posledice po organizacionu strukturu budu što manje. Takođe, budući da je jedna od bitnih karakteristika IT sistema velika brzina obrade i prenosa (digitalnih) podataka, u slučaju promene, gubitka ili krađe ovakvih podataka organizacija trpi posledice koje mogu izazvati prekide ili zaustavljanje radnih procesa. Zato reakcija na IT krizu mora da bude brza i adekvatna, a agent menadžmenta podešen tako da informacije dostupne u ovim situacijama dobija i obrađuje u skladu sa ponašanjem agenta indikatora stanja i funkcijama za minimizaciju obima podataka.



Slika 3 – Agent menadžmenta
Figure 3 – Management agent

Agent edukacije

Edukacija, tj. uspostavljanje, održavanje, nadogradnja IT sistema i obučavanje personala, jeste proces koji određuju tri karakteristike. Prva je uspostavljanje početnog stanja. U zavisnosti od zahteva za funkcionisanje IT sistema, početno stanje određuju zahtevi za oblik i funkcionisanje organizacione strukture. Drugi deo procesa predstavljaju aktivnosti s ciljem realizacije zadatka, što podrazumeva održavanje IT sistema, ali i poštovanje pravila i procedura u radu, kontrolu itd. Treća karakteristika je procesuiranje informacija, nadogradnja IT sistema i doobučavanje personala, ukoliko je potrebno menjati organizacioni sistem. Da bi sva tri procesa bila izvodljiva, agent edukacije treba da ima oblik sistema sa tri stanja (tree-state system):

- početno stanje – osnov za funkcionisanje organizacije:
- za resurse – informaciono-komunikaciona mreža, hardver, softver itd.,

– za zaposlene – odgovarajuća stručna sprema, iskustvo u radu na sličnim poslovima i sl;

– *funkcionisanje organizacije:*

– redovne aktivnosti – realizacija zadataka, održavanje funkcija IT sistema, obrada informacija itd.,

– vanredni događaji – reakcija na incident, odgovor na pojavu krize, izbor opcija za suzbijanje krize, aktivnosti odgovornih osoba, improvizacija kod nepoznatih vanrednih događaja itd;

– *stanje nakon krize:*

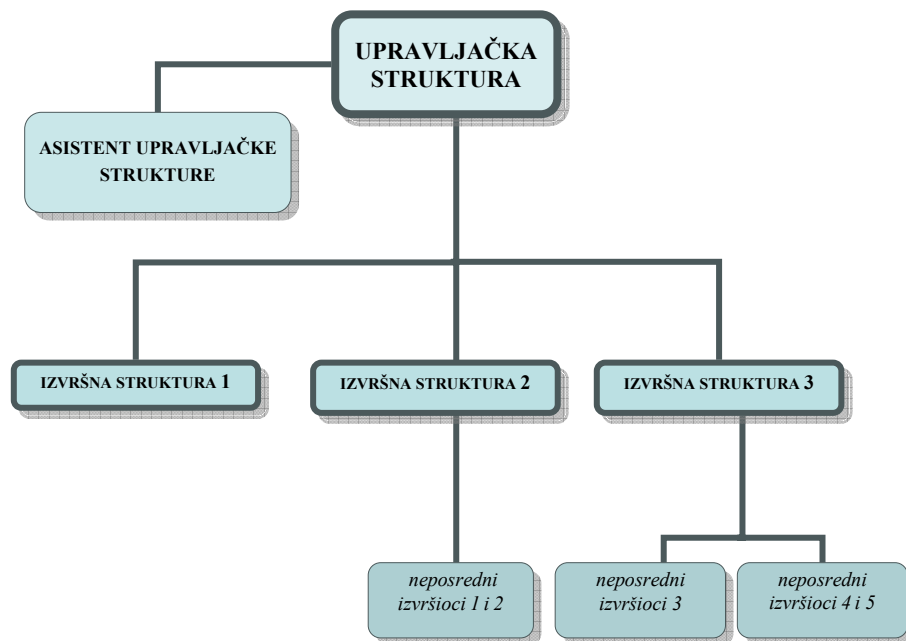
– povratak operativnih sposobnosti – vreme oporavka zavisi od intenziteta, trajanja i posledica krize; bitno je što pre oporaviti IT sistem kako bi šteta bila što manja, a rizik pojave sekundarnih efekata sveden na minimum,

– sanacija posledica krize (učenje iz krize) – u opštem slučaju predstavlja oporavak organizacije i promenu početnog stanja. Učenje iz krize može biti kratkoročno ili dugoročno. Kratkoročno učenje počinje praćenjem aktivnosti upravljačkog mehanizma i indikatora stanja. Kada je to moguće, potrebno je dokumentovati događaje, procese i aktivnosti u toku krize. Dugoročno učenje podrazumeva promene koje organizacija uvodi na osnovu informacija koje su bile dostupne tokom krize, kako bi poboljšala svoje funkcionisanje (modifikacija IT sistema, promena organizacione strukture, izmene u poslovnoj politici itd.).

Primer smanjenja uticaja grešaka u okviru vojne organizacije VORG

Svaka organizacija pripada jednoj od grupa koje su određene zakonom, pa može biti privredna/neprivredna, profitna/neprofitna, vladina/nevladina itd. Takođe, ministarstva, diplomatska predstavništva, ambasade i dr. funkcionišu kao organizacije sa strogo definisanom strukturom, pravilima, dodeljenim budžetom itd. U primeru koji sledi, fiktivna vojna organizacija VORG ima hijerarhijsku strukturu, definisanu podelu poslova, budžet, resurse i strogo određen način komunikacije u okviru organizacije i van nje. Struktura organizacije VORG prikazana je na slici 4. Formacija VORG-a je mirnodopska i hijerarhijska po vertikali. Upravljačka struktura nadzire prvenstveno rad izvršnih struktura, a čini je kolegijum, koji (može da) ima asistenta. Izvršnu strukturu čine osobe koje nadziru rad neposrednih izvršilaca, međusobno saraduju i u komunikaciji su sa nadređenima.

Bitna karakteristika VORG-a je nefleksibilnost. Međutim, i pored teško promenljivih karakteristika ove organizacije, moguće je interno, bez narušavanja hijerarhije, raspodeliti zadatke tako da IT sistem bude funkcionalan, resursi bolje nadgledani, dokumentacija kvalitetna, a kadar manje opterećen.



Slika 4 – Struktura organizacije VORG
Figure 4 – Structure of the VORG organization

Za organizaciju VORG, okruženje, u strukturi inteligentnog agenta sa slike 1, je svaka aktivnost ka pretpostavljenim komandama i potčinjenim jedinicama (za koju važi princip subordinacije). U tom smislu su opažanje i aktivnosti prema okruženju jedinstveno definisani, ali je ostatak organizacije VORG moguće modifikovati. U primeru su, iz tog razloga, agentu edukacije dodeljene funkcije uspostavljanja, nadogradnje i modifikacije sistema organizacije.

Funkcije i struktura organizacije VORG – početno stanje i osnovne aktivnosti agenta edukacije

Funkcije organizacije VORG su:

- implementacija i održavanje IT sistema,
- saradnja sa privrednim organizacijama i
- naučnoistraživački rad.

Struktura organizacije VORG ima sledeći oblik (slika 4.):

– *upravljачka struktura* – kolegijum. Funkcije upravljачke strukture su organizaciono-naredbodavne;

– *asistent upravljачke strukture* - koordinator između upravljачke i izvršnih struktura. Potrebno je da osoba dobro poznaje strukturu i funkcije organizacije, da poseduje tehnička i organizaciona znanja i da bude spremna za rad u uslovima povećanog psihološkog pritiska;

- *Izvršna struktura 1* (saradnik za edukaciju) – osoba najvišeg naučnog ranga zadužena za naučno usavršavanje, proveru znanja i komunikaciju sa naučno-stručnim ustanovama i organizacijama;
- *Izvršna struktura 2* (opšti poslovi)
 - *neposredni izvršioci 1* – odsek za obradu dokumenata,
 - *neposredni izvršioci 2* – odsek za održavanje resursa;
 - *Izvršna struktura 3* (Odeljenje za realizaciju)
 - *neposredni izvršioci 3* – odsek za informaciono-komunikacione sisteme,
 - *neposredni izvršioci 4 i 5* – odsek za saradnju s naučnim ustanovama i privrednim organizacijama.

Vanredni događaji – izvori krize

- Izvori krize za agenta indikatora stanja:
 - neadekvatna reakcija automatskih indikatora promena okruženja i loša informaciono-komunikaciona struktura,
 - neadekvatan izbor (programski) ponuđenih opcija jer:
 - ne postoje procedure za reakciju na incident,
 - postoji prevelik broj procedura za reakciju na incident.
- Izvori krize za agenta menadžmenta:
 - loša komunikacija (human-computer),
 - loša procena vrste kriznog događaja,
 - neznanje.
- Izvori krize za agenta edukacije:
 - neadekvatna reakcija na incidente,
 - loša komunikacija i edukacija,
 - neadekvatno odlučivanje.

Kriza izazvana neadekvatnom reakcijom na pojavu incidenata

Brzina reakcije na pojavu incidenata bitna je kod svake funkcije u organizaciji, a vrsta reakcije zavisi od kvaliteta automatskih sistema i sposobnosti kadra da se „snađe“ u datoj situaciji. Neki incidenti ne izazivaju krizu organizacije ali remete dnevne funkcije (npr. kašnjenje), dok je brzina reakcije kadra izuzetno bitna kod npr. zastoja rada IT sistema.

Pitanje 1: kako smanjiti uticaj neadekvatne reakcije primenom agenta edukacije?

Kod agenta edukacije koriste se povremene najavljene ili nenajavljene provere brzine i kvaliteta reakcije na incident, što se izvodi simulacijom kriznih događaja (za organizaciju VORG to se uglavnom odnosi na neposredne izvršiocyte 2 i 3), i predstavlja osnovnu aktivnost agenta indikatora stanja.

Kriza izazvana lošom komunikacijom i edukacijom

Kod organizacija sa nefleksibilnom hijerarhijom neposredni izvršioци su u obavezi da poštuju pravila subordinacije. Iz tog razloga oni treba da budu obučeni da prepoznaju incidente, i da znaju kome i kako treba da se obrate. Interno treba odrediti kada je dozvoljeno preskočiti hijerarhijske nivoe i kako se obratiti direktnim pristupom nadređenima sa viših hijerarhijskih nivoa. Tokom pripreme za reakciju na krizu, definiše se matrica prioriteta koja određuje procedure i podelu odgovornosti u slučaju krize. Ova matrica je deo agenta menadžmenta i biće aktivirana u slučaju krize.

Pitanje 2: kako smanjiti uticaj neadekvatne edukacije i loše komunikacije na pojavu krize primenom agenta edukacije?

Prvenstveno treba smanjiti pretnje i rizike koji mogu izazvati krizu, što je obaveza organizacije (postavljanje početnog stanja agenta edukacije), a podrazumeva procenu osetljivosti organizacionog sistema, prevenciju i pripremu reakcije na krizu, kako bi kriza bila sprečena pre nego što eskalira. U primeru, agent edukacije je oslonjen na agenta menadžmenta; razmenu informacija obezbeđuje uglavnom komunikacija između načelnika izvršne strukture 3 i asistenta upravljačke strukture, kako bi podaci bez suvišnih detalja bili prosleđeni kolegijumu. Takođe, sistematizacija informacija o pojavi, eskalaciji i prestanku krize utiče na kratkoročno i dugoročno učenje i osigurava promene matrica za minimizaciju informacija, odnosno izbor početnog stanja onog dela agenta edukacije koji je određen agentom menadžmenta.

Kriza izazvana neadekvatnim odlučivanjem

Neadekvatno odlučivanje vezano je mahom za upravljački i izvršni kadar, posebno u situacijama kada je reakcija čoveka primarna u borbi protiv krize. Poslovično, greške u odlučivanju prenose se i na sve funkcije u organizacionom sistemu, pa je potrebno da osobe, koje imaju pravo da donose odluke, budu dovoljno edukovane i svesne da, u kriznim situacijama, odlučivanje prepuste kriznim timovima.

Pitanje 3: kako smanjiti uticaj neadekvatnog odlučivanja na pojavu krize primenom agenta edukacije?

U slučaju da je edukacija nasumična ili stihijska dolazi do rasipanja i resursa i znanja. Funkcije agenta edukacije u ovom slučaju su obučavanje, nadzor i provera upravljačkog i izvršnog kadra, monitoring rada i komunikacija sa okruženjem, kako bi takve pojave bile sprečene. I u ovom slučaju potrebno je proveravanje kadra, što ne podrazumeva isključivo reakciju na krizu već i donošenje odluka tokom krize. Naime, neophodno je da odgovorne osobe budu proverene i dokazane u struci, tako da njihov rad ocene akreditovani stručnjaci. Jedan od načina za proveru odgovorne osobe jeste uvođe-

nje rokova ili mandata u kojima je tačno određeno šta su zahtevi koje ove osobe treba da ispune. U slučaju organizacije VORG upravljačka struktura ima obavezu domaće i inostrane saradnje sa sličnim organizacijama, potrebno je da stečena iskustva i znanja prenose personalu, treba da stimulišu inicijativu, utiču na obučavanje i doobučavanje kadra u skladu sa poslovima koje treba izvršavati, neophodno je da prate zakonske odredbe, poslovne trendove, pojavu i primenu standarda itd., i da, u skladu sa navedenim, utiču na promene organizacione strukture, IT sistema, poslovne politike itd.

Zaključak

Uticaji ljudskih i sistemskih grešaka u poslovanju mogu usporiti ili zaustaviti radne procese i izazvati krize. Krize variraju po intenzitetu, trajanju i posledicama, ali uvek gradiraju i predstavljaju lančanu reakciju na incident. Obrazovanje ljudi, povremena provera njihovih radnih sposobnosti i pravilno postavljen organizacioni sistem osnova su kvalitetne reakcije na krizu. I pored toga, moguće su ljudske ili sistemske greške, koje može sprečiti agent edukacije. Agent edukacije je sistem za nadzor i odlučivanje kojeg čine agent menadžmenta, tj. upravljački proces, i agent indikatora stanja, tj. sistem za brzu reakciju na incident. Treba uzeti u obzir da, iako je agent edukacije samostalan entitet, njegove funkcije zavise od uticaja čoveka. Za razliku od drugih sistema, agent edukacije poseduje karakteristike brzog donošenja odluka na osnovu definisanih početnih uslova i metoda za smanjenje broja dostupnih informacija u toku krize. U opštem slučaju edukaciju čine uspostavljanje, održavanje, nadogradnja IT sistema i obučavanje personala, pa je agent edukacije realizovan tako da zadovolji ove četiri funkcije. Strukturno, agenta edukacije čine softver i/ili hardver, a njegovo funkcionisanje određuju početni uslovi, aktivnosti koje mogu biti redovne ili vanredne i učene na osnovu informacija koje su dobijene u toku krize.

Izvori krize u organizacionim sistemima su različiti a u slučaju agenta edukacije mogu se svrstati u tri grupe: neadekvatna reakcija na incidente, loša komunikacija i edukacija i neadekvatno odlučivanje, što je detaljnije opisano kroz primer višenivovske, hijerarhijske organizacije VORG.

Literatura

- [1] Zerener, M., Sezgin, M., and Hasiloglu S. B., *Strategic Utilization of IT Corporate Crisis Management: the Empirical Study on Textile and Automotive Suppliers Sectors*, International Journal of Business and Management Vol. 4, No. 1, 2009.
- [2] Booth, S. A., *Crisis management strategy-competition and change in modern enterprises*, London: Routledge, 1993.
- [3] Macal, C. M., North, M.J., *Introduction to agent-based modeling and simulation*, MCS LANS Informal Seminar, 2006.
- [4] Parsons, W., *Crisis Management*, Career Development International, Vol. 1, No. 5, str. 26-28, MCB University Press, 1996.

- [5] Janson, D., Ma, E. X, Le Nhu, Q., *Small Business Failures – A study of the top-managers contribution to the failure*, Bachelor Thesis, Ch.2, str. 6-17, Jankoping University, 2008.
- [6] Norifard, I., Sarhangpour, B., Talebi, M., *Crisis Management in IT-Projects*, Bachelor Thesis, Ch.3, str. 17-20, Jankoping International Business School, 2007.
- [7] Macal, C. M., North, M. J., *Tutorial on agent-based modeling and simulation part 2: How to model with agents*, Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference, in Perrone, L. F., Wieland, F. P., Liu, J., Lawson, B. G., Nicol, D. M. and Fujimoto, R. M., eds., 2006.
- [8] Devedžić, V., *Inteligentni informacioni sistemi*, digit, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 2000.
- [9] Yi-Ping Yuan, T.Y., Li, J., Xiong, F., Fang, M.L., *A multi-agent based approach for manufacturing grid workflow*, Proceedings of the Fourth International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Guangzhou, str. 18-21, 2005.
- [10] Gullberg, J., *Mathematics: from the birth of numbers*, New York, NY: Norton Co, 1997.
- [11] Shen, W., Maturana, F., Norrie, D. H., *Learning in agent-based manufacturing systems*, From Proceedings of Artificial Intelligence and Manufacturing Workshop, 1998.
- [12] Alpay, S., *Agent based dynamic job shop simulation system*, in Okuno, H.G., and Ali, M. (eds.) EA/AIE 2007, LNAI 4570, str. 364–373, Springer-Verlag, 2007.
- [13] Bing, Q., Jianying, Z., *Agent-based intelligent manufacturing system for the 21st Century*, 1999.
- [14] Borshchev, A., Filippov, A., *From system dynamics and discrete event to practical agent based modelling: reasons, techniques, tools*, The 22nd International Conference of the System Dynamics Society, Oxford, England, 2004.
- [15] Jovanović, D., *Upravljanje rizicima u proizvodnji naoružanja i vojne opreme*, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 59, No. 1, pp. 5-12, Ministarstvo odbrane Republike Srbije, Beograd, 2010.
- [16] Karović, M., Komazec, N., *Upravljanje rizicima kao preduslov integrisanog menadžment sistema u organizaciji*, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 59, No. 3, pp. 146-161, Ministarstvo odbrane Republike Srbije Beograd, 2010.
- [17] Cantamessa, M., *Hierarchical and heterarchical behaviour in agent-based manufacturing systems*, Computers in Industry 33, pp. 305-316, 1997.

REDUCTION OF ERROR INFLUENCE IN A CRISIS: AGENT-BASED MODELING

FIELD: Computer Sciences (Information Technologies)
ARTICLE TYPE: Original Scientific Paper

Summary

Introduction

Crises caused by human or system errors vary in intensity and duration, and may cause adverse changes in the functioning of an organization. The prevention as well as a good response to incidents and fast reac-

tion to the crisis when it escalates are essential. Therefore, all decisions during the crisis must be precise and concise, and the reaction of the information and communication systems as well as that of personnel must be adequate. The agent technology described in this paper is used to model the education agent for establishing, maintaining and upgrading IT systems, as well as for the staff training. The education agent consists of an indicator of changes in the environment (status indication agent) and a management system (management agent) for the reaction to crises. Through an illustrative example of the VORG organization, the functions of these agents are described.

Causes of IT Crises

IT crises are generally caused by human or system errors. The intensity and duration of the crisis vary and cannot be predicted. Still, problems that may arise as a result of the crisis may be far-reaching for an organization. However, well educated staff and a high-quality IT infrastructure can minimize errors and reduce the consequences for the organization.

Agent-Based Modeling

An agent is a software or hardware memory-based component that can be implemented in an information system. It can independently make decisions and communicate with the environment. It also receives, processes and transmits information in accordance with existing protocols, and its validity is determined by the ability to adapt to changes. In carrying out the activities it is characterized by a certain form of intelligence, which enables the agent's response to be directed towards the realization of objectives.

Agent-Based Modeling of Education

With proper education, there is a possibility for employees to avoid some mistakes that lead to crises. However, crises can occur due to unforeseen events. If the crisis management and incident indication are the parts of a business plan, then a proper training increases resistance to human and system errors. Therefore, the management agent and the status indication agent, i.e. the education agent, are used to train personnel, make information concise and decision-making faster when a crisis hits. Moreover, the education agent also monitors, controls and upgrades IT-based systems.

The status indication agent is realized as a software module for a rapid response to the occurrence of incidents. High speed indicates a need for the selection of one of the options defined in advance in the initial phase of the education agent. The indication is based on symbolic logic. If the agent does not recognize one of possible options, it reacts by alarming the person in charge.

The management agent is a synonym for the crisis management processes. When setting the initial conditions for the management agent, it is necessary to define how and when to use the information needed in a given situation, which is performed by forming the matrix of responses to the if-then kind of questions. In that way, it is possible to reduce the duration and intensity of the crisis.

Education agent: Education includes the establishment, maintenance, upgrading IT systems and staff training. The initial settings of an organizational structure also mean that the basic parameters of an education agent and its

functions are also initialized in order to provide a proper reaction to the incident and, consequently, the crisis. As a part of the education agent, the status indication agent is used to notify and recognize incidents, while a proper reaction to the crisis is a function of the management agent. After the crisis ends, the education agent is used to return the operational capabilities and make changes in the organizational structure.

Example of an Error Impact Reduction for the VORG Military Organization

THE VORG, An imaginary military organization, is a three-level structure consisting of managers, executives and employees. The VORG's functions include implementing new IT systems and maintaining the existing ones, co-operating with other organizations and scientific research. In that way, the sources of crises in the VORG can be inadequate response to incidents, poor communication and education following the inadequate decision-making.

The crisis caused by an inadequate response to the occurrence of incidents: The reaction to the occurrence of incidents is important for each function in the organization. A reaction to the crisis depends on the quality of IT systems, and the way the employees cope with crises. In this case, the education agent functions are primarily a periodic check up (announced or unannounced) on the employees and the incident-response systems as well.

The crisis caused by an inadequate communication and education: In organizations with an inflexible hierarchy, the employees have to recognize a crisis, but they are also required to respect the rules when addressing the superiors. An organization has to be prepared for the events that could cause a crisis. This is enabled by the initial state activities. In this example, the education agent is used to forward only important information to the collegium.

The crisis caused by an inadequate decision making: Decision making is mostly related to the supervisors and the executive staff. During the crisis it is necessary that the supervisors let the emergency teams make decisions. It is also essential that the decision-making staff is tested and that their work is revised by accredited experts. One way of checking the competence is to introduce certain deadlines and demands for the personnel that should be a part of the top management.

Conclusion

Many different errors can cause crises that vary in intensity, duration and consequences. Educating staff, checking their skills and a qualitative structure of an organization represent the basis of a quick and accurate response to a crisis. Nevertheless, human errors as well as system failures may happen. These errors can be prevented by the functions of the education agent which consists of a status indication agent and a management agent. The education agent is realized as a software or hardware-based module which functions at a basis for the IT system activities before, during and after the crisis. The causes of crises are inadequate responses to the occurrence of incidents, inadequate communication and education as well as inadequate decision making, which is explained in details in the illustrative example of the VORG organization.

Key words: *agent-based modeling, information systems, error influence in modeling, crisis*

Datum prijema članka: 13. 06. 2011.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 16. 07. 2011.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 17. 07. 2011.