Goran Poturica,
vodnik I klase,
student VTA
Vojnotehnička akademija VJ,
Beograd

MODEL RASPOREDA VREMENA ZA PRIPREMANJE ISPITA STUDENATA ZASNOVAN NA FAZI LOGICI

UDC: 681.3.06:371.27.046.2/.4

Rezime:

U vreme ispitnog roka studentima je problem kako rasporediti vreme za pripremanje ispita, a da se pri tome ostvare najbolji rezultati u učenju. U radu se razmatra mogućnost primene fazi (fuzzy) logike za uspešno rešavanje ovog problema. Kriterijumi za odluku o tome šta, kada i koliko učiti predstavljeni su kao fazi skupovi. Predloženo je 27 pravila zasnovanih na tri grupe fazi skupova. Osnovni parametri za modeliranje dobijeni su anketiranjem određenog broja studenata, a rezultati jasno ukazuju kada i koliko vremena treba posvetiti određenom predmetu da bi se postigli očekivani rezultati. Obrada podataka realizovana je primenom softvera koji daje mogućnost rada sa fazi parametrima.

Ključne reči: fazi logika, fazi skup, model, pripremanje ispita.

STUDENT WORKING TIME ARRANGEMENT MODEL BASED ON FUZZY LOGIC

Summary:

During examination term students have a problem how to arrange their working time to accomplish highest results in learning and in other activities. In this paper the possibility of using Fuzzy logic for succesful solving of this problem is considered. The criteria what, when and how much to learn have been presented as fuzzy sets. Twenty seven rules based on three groups of fuzzy sets were proposed. Basic modeling parameters are created by questioning a number of students. Modeling results clearly show when and how much time student must dedicate to a subject, to accomplish expected results. The software that gives possibility of working with fuzzy parameters, was used for data processing.

Key words: fuzzy logic, fuzzy set, model, preparation of examination.

Uvod

Pri pripremanju i realizaciji zadataka za koje je planiran određen interval vremena, neophodno je rasporediti i racionalno iskoristiti vreme pripreme kako bi se postigli što bolji rezultati. Ovakav problem javlja se pri pripremanju ispita za određene termine u ispitnom roku, a njegovo rešava-

nje u funkciji racionalnog iskorišćenja vremena za pripremu prikazano je grafikonom na slici 1.

Da bi slikovito predstavili problem navešćemo primer sportiste koji se priprema za takmičenje. On zna kada će biti takmičenje i koliko ima vremena za pripremu na raspolaganju. Trenutak u kojem je sportista najspremniji jeste tačka t_1 (silka 1) i on tre-

ba da se poklopi sa trenutkom takmičenja kako bi se ostvario najbolji rezultat. Međutim, treba primetiti da sportistu za takmičenje priprema trener, koji je, najčešće, bivši uspešan sportista i koji na osnovu svog isku-

Sl. 1 — Grafik spremnosti studenta za izvršenje zadatka u funkciji vremena za pripremu

stva vodi pripreme sportiste sa ciljem da se trenutak njegove maksimalne spremnosti poklopi sa trenutkom takmičenja.

Problem rasporeda vremena za pripremanje ispita

Rečeno je da se ovakav problem javlja i kod studenata koji pripremaju ispite. Studenti vojnih akademija moraju položiti ispite do kraja tekuće školske godine, odnosno narednu školsku godinu mogu upisati jedino ako su položili sve ispite iz prethodne školske godine. Kako sistem vojnog školstva ne dozvoljava obnavljanje godine, vreme za pripremu ispita svodi se samo na redovne ili eventualno vanredne ispitne rokove u okviru tekuće školske godine.

Iz grafikona na slici 1 može se zaključiti sledeće:

— ako student počne da priprema ispit ranije ili sa većim intenzitetom nego što to kriva pokazuje, maksimalna spremnost će se postići u tre-

nutku pre termina za ispit. To ne znači da ispit neće biti položen, ali zbog stalnog ponavljanja gradiva određene činjenice će biti zanemarene ili će se »podrazumevati da se to zna«, pa u datom trenutku student neće moći da ih se seti, tako da neće ostvariti očekivane rezultate u odnosu na vreme utrošeno za pripremu. Ono što je možda i bitnije jeste da će student utrošiti mnogo vremena, što će se negativno odraziti na pripremu drugih ispita ili neće ostati dovoljno vremena za neke druge aktivnosti;

— ako se student počne pripremati suviše kasno, on neće biti dovoljno spreman, tj. gradivo će biti kampanjski usvojeno ili neki delovi neće biti uopšte naučeni. Biće mnogo »praznina« u takvom znanju i postavlja se pitanje da li će ispit položiti.

To može predstavljati ozbiljan problem, naročito ako se ima na umu činjenica da student pri pripremi ispita nema mentora koji će ga voditi kroz fazu pripreme već sam mora da odredi trenutak kada i koliko treba da uči. Student koji nije umeo da se snađe može od drugog studenta zatražiti pomoć, ali se tu javlja problem dobre volje, preklapanja različitih obaveza, potreba da na svakog studenta sa problemom mora doći bar jedan student kao pomoć, itd. U vezi sa tim nastala je ideja da se korišćenjem metoda modeliranja i simulacije izradi sistem za podršku odlučivanju koji će obavljati ulogu savetnika i voditi studenta kroz fazu pripremanja ispita.

Fazi prilaz rešenju problema

Osnovna zamisao za rešenje problema jeste da se utvrde kriterijumi na osnovu kojih se studenti opredeljuju za pripremanje određenog ispita, tj. kada će početi sa pripremom, koliko će vremena posvećivati pripremanju ispita svakog dana do termina polaganja i kakve rezultate žele postići.

KORAK 1: Definisanje fazi promenljivih

Metodom anketiranja, u vezi kriterijuma za odluku o tome koji ispit treba polagati, dobijeni su podaci od kojih su analizom izdvojena tri relativna kriterijuma, a to su:

hitnost — ispit koji je vremenski najbliži, koji predstavlja osnovu za druge ispite ili neki drugi objektivni razlog zbog kojeg će se njemu dati prednost;

predznanje — predstavlja rezultat rada studenta u toku semestra, njegovog ličnog interesovanja u vezi predmeta, i dr.;

težina — svi ispiti mogu se klasifikovati u određene grupe težine u zavisnosti od obima gradiva, zahteva profesora, kompleksnosti problematike i dr.

U sledećem koraku ponovo su se anketom nastojale definisati vrednosti ovih kriterijuma i dobijeni su veoma raznoliki (*rasplinuti*) podaci.

Rešenje ovog problema metodom statističkog praćenja podataka zahtevalo bi dosta vremena, a nije pouzdano da se dobijeni podaci mogu verno prikazati nekom od statističkih raspodela. Najveći problem jeste što su ocene ovih kriterijuma uglavnom lingvističke promenljive (tj. »malo«, »veliko«, itd.), što je dovelo do ideje da se problem pokuša rešiti uz pomoć fazi logike.

KORAK 2: Definisanje funkcija pripadnosti

Kriterijumi su predstavljeni kao određeni skupovi fazi brojeva, i to:

1. Skup fazi brojeva HITNOST (slika 2)

Ovaj skup ima tri fazi broja: »velika«, »srednja« i »mala«, čije funkcije pripadnosti imaju sledeće vrednosti:

$$\mu_{\text{velika}}(x) = \begin{cases} 1; 0 \leq x \leq 10 \\ -\frac{1}{5}x + 3; 10 \leq x \leq 15 \end{cases}$$

Sl. 2 — Fazi brojevi grupisani u skup HITNOST

$$\mu_{\text{srednja}}(x) = \begin{cases} \frac{1}{5} x - 2; 10 \leq x \leq 15 \\ 1; 15 \leq x \leq 25 \\ -\frac{1}{5} x + 6; 25 \leq x \leq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{mala}}(x) = \begin{cases} \frac{1}{5} x + 5; 25 \leq x \leq 30 \\ 1; 30 \leq x \leq 40 \end{cases}$$

Jedinica u kojoj je izražena hitnost jesu dani, a vrednosti se kreću od 0 do 40 dana, jer je prosečno trajanje ispitnog roka 40 dana.

2. Skup fazi brojeva PREDZNANJE (slika 3)

$$\mu_{\text{srednje}}(x) = \begin{cases} -\frac{1}{25} x - 1; 25 \leq x \leq 50 \\ -\frac{1}{25} x + 3; 25 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{veliko}}(x) = \begin{cases} \frac{1}{25} x - 2; 50 \leq x \leq 75 \\ -\frac{1}{25} x + 4; 75 \leq x \leq 100 \end{cases}$$

Jedinice su procenti, a predstavljaju vrednost predznajanja u procentima od ukupnog gradiva.

3. Skup fazi brojeva TEŽINA (slika 4)

Sl. 3 — Fazi brojevi grupisani u skup PREDZNANJE

Ovaj skup sadrži tri fazi broja: »malo«, »srednje«, »veliko«, i to sa sledećim funkcijama pripadnosti:

$$\mu_{\text{malo}}(x) = \begin{cases} \frac{1}{25} x; 0 \leq x \leq 25 \\ -\frac{1}{25} x + 2; 25 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

Ovaj skup sadrži tri fazi broja: »lak«, »osrednji«, »težak«, sa funkcijama pripadnosti sledećih vrednosti:

$$\mu_{\text{lak}}(x) = \begin{cases} -\frac{2}{3} x + 1; 0 \leq x \leq 1,5 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{osrednji}}(x) = \begin{cases} \frac{2}{3}x; 0 \leq x \leq 1,5 \\ -\frac{2}{3}x + 2; 1,5 \leq x \leq 3 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{srednje}}(x) = \begin{cases} \frac{1}{50}x; 0 \leq x \leq 50 \\ -\frac{1}{50}x + 2; 50 \leq x \leq 100 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{težak}}(x) = \begin{cases} \frac{2}{3}x - 1; 1,5 \leq x \leq 3 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{veliko}}(x) = \begin{cases} \frac{1}{25}x - 2; 50 \leq x \leq 75 \\ 1; 75 \leq x \leq 100 \end{cases}$$

Sl. 4 — Fazi brojevi grupisani u skup *TEŽINA ISPITA*

Jedinice su neimenovani brojevi čije vrednosti se kreću od 0 do 3, a ta granica predstavlja najteži ispit koji je moguće polagati.

S obzirom na to da su odgovori na pitanje »koliko vremena bi posvetili pripremi tog ispita svakog dana«, takođe najlakše ocenjivani preko lingvističkih promenljivih, definisan je i fazi skup brojeva pod nazivom *VREME UČENJA* (slika 5) na kojem se prate vrednosti željenih rezultata, a sadrži sledeće brojeve sa funkcijama pripadnosti:

$$\mu_{\text{ne bih ništa učio}}(x) = \{1; x = 0\}$$

$$\mu_{\text{malo}}(x) = \begin{cases} 1; 0 \leq x \leq 25 \\ -\frac{1}{50}x + 2; 25 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{samo bih to učio}}(x) = \{1; x = 100\}$$

Jedinice su procenti, s obzirom na to da vreme učenja predstavlja subjektivnu vrednost, pa su rezultati izraženi u procentima od vremena rada svakog pojedinca. Na taj način svaki student može naći odgovarajuće vreme za učenje datog predmeta određenog dana.

KORAK 3: Definisanje pravila aproksimativnog rezonovanja

Sledeći korak u modeliranju bio je da se u obliku algoritma aproksimativnog rezonovanja svi fazi skupovi povežu kako bi se što vernije opisao problem. To je postignuto anketom

studenata koji su sve ispite polagali u redovnim rokovima, tj. studenata koji imaju osećaj za uspešno rešavanje određenog problema. Definisano je 27

PRAVILO 2: ako je hitnost ispita mala i predznanje srednje a ispit je lak, onda će vreme učenja biti malo, ili

Sl. 5 — Fazi brojevi grupisani u skup VREME UČENJA

algoritamskih pravila od kojih ćemo neka i navesti:

PRAVILO 1: ako je hitnost ispita velika i predznanje srednje a ispit je lak, onda će vreme učenja biti srednje, ili

PRAVILO 27: ako je hitnost ispita mala i predznanje je veliko a ispit je težak, vreme učenja tog ispita je malo.

Naime, problem se svodi na princip »ako-onda« (»if-then«) pravila, gde

Sl. 6 — Šema rada modela

su uslovi dobijeni kombinovanjem kriterijumskih fazi brojeva, a odgovori jednim od fazi brojeva u okviru skupa »vreme učenja« na koji je ukazala navedena anketa. To, u stvari, predstavlja sakupljanje iskustvenih podataka čime se ovaj model »uči« kako da se ponaša u datoj situaciji.

Završni korak modeliranja bio je određivanje fazi relacije koja se koristi pri proračunu vrednosti. Fazi relacija koja je korišćena jeste maksimum svih minimuma.

Konačni izgled modela predstavljen je na slici 6.

Simulacija na modelu

Nakon izrade modela, sve vrednosti su unete u elektronski računar i izvršena je simulacija koja je dala određene rezultate.

Vrednosti »hitnosti« i »predznaja« su vremenski promenljive i predstavljene su na graficima rezultata, a vrednost »težine« je konstantna u vremenu i nije predstavljena na grafiku, ali ona, kao što je pokazano algoritmom, a kasnije i rešenjima, ima uticaja na vrednost rezultata tj. izgled

grafika. Budući da se vrednosti svih parametara mogu menjati, za prikaz rezultata korišćene su konstante za »težinu učenja«, dok su veličine druga dva kriterijuma sagledane u potpunosti, kao i vrednosti »vremena učenja«.

Rezultati koji su dobijeni u slučaju da je ispit »težak« (vrednost njegove funkcije pripadnosti je 1) prikazani su na slici 7.

Kod ovog slučaja realno je da se u tački 0 i u njenoj okolini (kada se vrednost »hitnost« kreće od 7 do 0 i vrednost »predznaja« od 15 do 0) poligon grafika spusti na 0. On, međutim, pokazuje drugačiju tendenciju, što se objašnjava time da studenti, iako svesni da nisu u mogućnosti da pripreme posmatrani ispit za predstojeći rok, polako počinju da se pripremaju za sledeći ispitni rok, kako ne bi ponovo došli u takvu situaciju.

Rezultati modela u slučaju kada funkcija pripadnosti fazi broja »osrednji« ima vrednost 1 predstavljeni su na slici 8.

Na slici 9 predstavljeni su dobijeni rezultati kada je ispit »lak«, tj. kada je vrednost njegove funkcije pripadnosti jednaka 1.

Sl. 7 — Dobijeni rezultati u slučaju »velike« težine ispita

Iz dobijenih rezultata vidi se da se svaki student »može naći« na jednoj od tačaka date površi čija z-osa označava vreme koje je neophodno proves-

ti za pripremu konkretnog ispita u tom trenutku vremena. Naravno, rezultati će biti validni jedino ako se kriterijumi pravilno ocene.

Sl. 8 — Dobijeni rezultati u slučaju »srednje« težine ispita

Sl. 9 — Dobijeni rezultati u slučaju »male« težine ispita

Zaključak

Za rešavanje problema rasporeda vremena za pripremanje ispita korišćena je mogućnost lingvističkog oce-

njivanja parametara na osnovu pravila fazi logike.

Uspešno je izvršeno modeliranje (jer su klasičnim metodama lingvističke ocene neprihvatljive), uspostavlje-

ne su neophodne relacije i dobijeni željeni rezultati. Dakle, urađen je sistem koji omogućava korisniku da što pouzdanije oceni kriterijumske parametre, jer kada neko govori o svom (ne) znanju pretpostavlja se da će to mnogo lakše »priznati mašini«, nego čoveku koji bi mu eventualno hteo pomoći. Pored toga, bitno je skraćeno vreme istraživanja.

Nedostatak modela jeste jednovremeno praćenje samo jednog ispita,

pa bi sledeći korak u razvoju bio razvoj aplikacije u kojoj bi unos bili navedeni parametri za sve ispite posmatranog ispitnog roka, dok bi rezultat bio isplanirano vreme za sve ispite do kraja ispitnog roka.

Na kraju treba istaći da je ovo samo ogledni primer kako se problem pripremanja ispita može rešiti primenom koncepta fazi logike.

L i t e r a t u r a:

[1] Teodorović, D., Kikuchi, S.: Fuzzy skupovi i primene u saobraćaju, Saobraćajni fakultet Beograd, 1994.

[2] Minić, S., Arsenić, Ž.: Primena Fuzzy logike u upravljanju procesom preventivnog održava-

nja tehničkih sistema prema stanju, Vojnotehnički glasnik broj 3, Beograd, 1995.

[3] Stručni i naučni radovi iz oblasti fazi logike na proteklim naučnim skupovima u zemlji.