

TESTIRANJE STUDENATA PRIMENOM SPECIJALIZOVANOG CAT MODELA

TESTING OF STUDENTS USING SPECIALIZED CAT MODEL

Svetlana Anđelić¹, Zoran Čekerevac², Dejan Anđelić³

¹Visoka železnička škola strukovnih studija u Beogradu

²Fakultet za industrijski menadžment u Kruševcu, Univerzitet Union u Beogradu

³Poreska uprava Republike Srbije – centrala, Beograd

¹svetangela@gmail.com, ²zoran.cekerevac@hotmail.com, ³dejan.andjelic@poreskauprava.gov.rs

Sadržaj – U radu je izložen osnovni koncept originalnog modela računarskog adaptivnog testiranja (CAT) studenata koje je u korelaciji sa trenutnim znanjem studenata i koje omogućava procenu znanja studenta optimalnim brojem pitanja. Na kraju rada su prikazani i neki od rezultata istraživanja koje je sprovedeno primenom aplikacije bazirane na opisanom CAT modelu.

Abstract – *The paper presents the basic concept of the original model of a computer adaptive test (CAT) of students that is correlated with current knowledge of students and enables the knowledge to estimate the optimal number of student questions. Finally, the paper presents some of the results of research carried out using applications based on the CAT model described.*

1. UVOD

Osnovni problem sa kojim se nastavnici sreću u svom radu jeste kako što objektivnije proceniti stepen znanja studenata, odnosno stepen usvojenosti određene nastavne materije. Postavlja se pitanje kako odrediti stepen radnog učinka studenta i kako to predstaviti ocenom, kao merom za vrednovanje radnog učinka. Ovde treba imati na umu da jedan nastavnik ima veliki broj studenata, a samim tim i ograničeno vreme za praćenje i ispitivanje po jednom studentu. Stoga sve veći broj nastavnika pribegava elektronskim testovima, kako bi odmah nakon što student popuni test broj tačnih odgovora, tj. broj bodova koje je osvojio, program (ili sistem) automatski generisao. Na taj način nastavnik je oslobođen pregledanja testova, preciznost bodovanja je veća (izbegnuta je ljudska greška) i u relativno kratkom vremenskom roku moguće je testirati veći broj studenata. No, ostaje problem šta sve treba bodovati i na koji način, a kako bi se dobila što objektivnija slika o studentu.

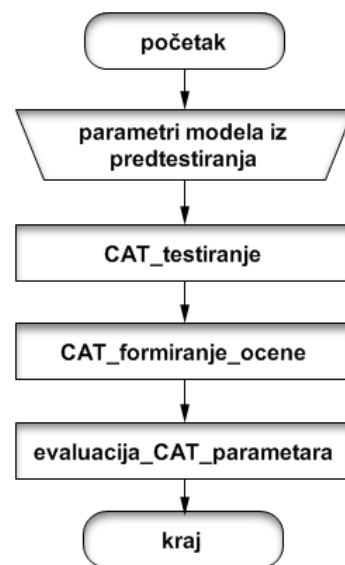
Maksimalna informacija se dobija kada se studentu postavljaju pitanja koja odgovaraju njegovom stepenu znanja. Računarsko-adaptivni testovi (CAT, *Computer-Adaptive Tests*) izuzetno su efikasan način provere znanja. Smanjuje se vreme provere znanja, broj postavljenih pitanja je manji, a smanjuje se i frustracija studenta, jer se studentu sa visokim stepenom znanja postavljaju pitanja veće težine i obratno.

2. SPECIJALIZOVANO CAT TESTIRANJE

Adaptivni test se prilagođava trenutnom znanju studenta i specifičan je za njega. Svako naredno pitanje koje student dobija zavisi od toga da li je na prethodno pitanje odgovorio tačno ili netačno. Takav način individualnog testiranja omogućava da vrlo mali broj studenata rešava identičan test. Smanjuje se vreme provere znanja, broj postavljenih pitanja je manji. Za razliku od prethodnih metoda provera, ova se ne može nikako rešiti papirnim testovima i ovde se maksimalno koriste mogućnosti računara što je glavna prednost ovakvih testova.

CAT proces koji se opisuje u ovom radu, u najgrubljim crtama, može se iskazati kao niz sledećih sekvenci (Slika 1):

1. Unos parametara modela utvrđenih na osnovu pretestiranja
2. CAT testiranje
3. CAT formiranje ocene
4. Evaluacija CAT parametara



Slika 1. Proces specijalizovanog CAT testiranja

2.1 STRUKTURA CAT TESTA PO STUDENTIMA

Model CAT sadrži test koji je podeljen po različitim nivoima težine, pri čemu su koeficijenti težine pojedinih pitanja izraženi u logit. Mera od 1 logit odgovara težinskom koeficijentu 0.73, odnosno verovatnoća pozitivnih (tačnih) odgovora od 73%. Ova aproksimacija se koristi u većini CAT modela.

Test se sastoji iz tri nivoa težine:

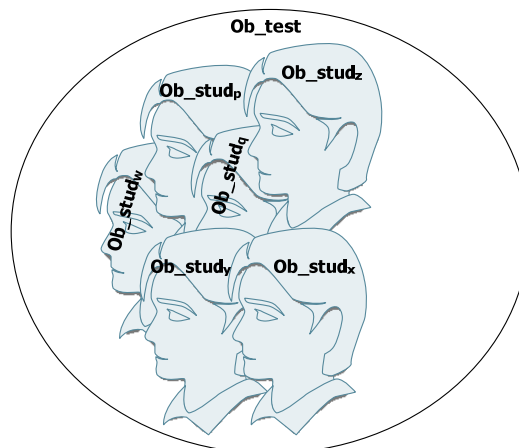
- I. Na prvom, najtežem, nivou se nalaze tzv. *mozgalice* (*M*), koje predstavljaju teže zadatke/pitanja. Njihov koeficijent težine je -2 logit (što odgovara težinskom koeficijentu 0.13, odnosno 13% je verovatnoća da student tačno reši postavljenu mozgalicu).
- II. Drugi, srednji, nivo se sastoji iz: *teorijskih pitanja* (*P*), *varijacije teorijskih pitanja* (*VP*) i *zadataka* (*Z*). Odnosno, studentu se prvo postavi zadatak (težinski koeficijent je -1 logit tj. 0.27) i ako tačno odgovori „podiže“ se na I nivo, na kome dobija mozgalicu koja je vezana za zadatak, ali je kompleksnija. U slučaju pogrešnog odgovora na zadatak postavlja mu se teorijsko pitanje (težinski koeficijent je 0 logit, tj. 0.50) vezano za taj zadatak. U stvari zadatak je podrazumevao primenu tačnog odgovora na teorijsko pitanje. Dalje, u slučaju da student ne odgovori tačno na pitanje postavlja mu se varijacija teorijskog pitanja (težinski koeficijent je +1 logit, tj. 0.73), odnosno isto pitanje iskazano na nešto drugačiji, studentu prihvatljiviji, „lakši“ način (s obzirom da postoji verovatnoća da student nije dobro pročitao ili razumeo pitanje).
- III. Treći, najlakši, nivo se sastoji iz *osnovnih teorijskih pitanja* (*OP*) koja su zajednička za jednu oblast. U slučaju da se student „spusti“ na ovaj nivo, metodom slučajnog izbora dobija maksimalno dva osnovna teorijska pitanja. Koeficijent težine osnovnih teorijskih pitanja je +2 logit (tj. 0.88).

Za svako teorijsko pitanje, varijaciju teorijskog pitanja, zadatak, mozgalicu i osnovno teorijsko pitanje studentu će biti ponuđeno 5 odgovora, kako bi student imao malu šansu da slučajnim pogađanjem položi test. Jedan odgovor će biti „očigledno“ pogrešan, dok će dva imati ne baš tako „očiglednu“ grešku, ali se uz malo više pažnje lako uočava da je netačan. Preostala dva odgovora će biti jako slična. Naravno, jedan je tačan, a drugi će biti najčešća greška koju studenti prave. Redosled ponuđenih odgovora se menja prilikom svakog pristupanja tom pitanju¹ kako bi se smanjila mogućnost prepisivanja na testu.

Nastavnik određuje koje će oblasti biti obuhvaćene testom (skup Ob_test), odnosno ukupan broj oblasti n ($n = |Ob_test|$). Takođe, nastavnik definiše minimalni

broj oblasti iz kojih se generišu pitanja na koje student mora da odgovori (min_ob). Student odgovara na n_stud oblasti ($n_stud = |Ob_stud|$, n_stud zavisi od definisanog uslova za završetak testiranja), pri čemu važi: $min_ob \leq n_stud \leq n$ i $Ob_stud \subseteq Ob_test$.

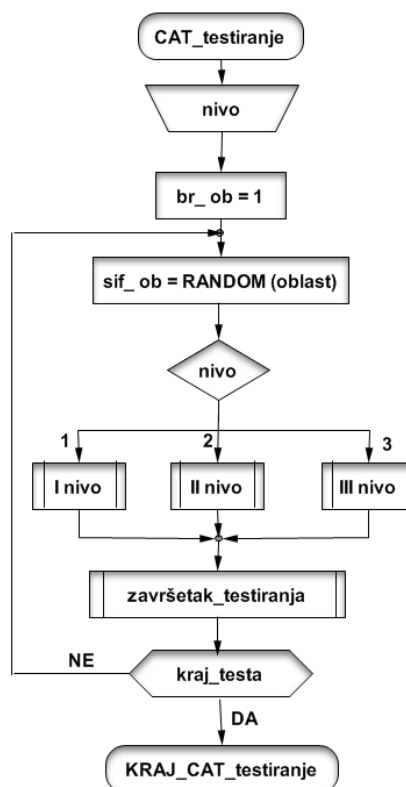
Redosled oblasti na testu je po metodi slučajnog izbora bez ponavljanja ($random(Ob_stud)$). Na ovaj način je obezbeđeno da je skoro nemoguće da dva studenta dobiju identična pitanja na testu (Slika 2).



Slika 2. Preklapanja oblasti testa po studentima

2.2 PROCEDURA CAT TESTIRANJA

Na slici 3 predstavljen je algoritam koji prikazuje samo startovanje testa, kada se student izjašnjava sa kog nivoa želi da startuje test (promenljiva *nivo*).



Slika 3. Algoritam glavnog programa CAT testiranja

¹ Pod pitanjem se podrazumevaju mozgalice, zadaci, teorijska pitanja, varijacije teorijskih pitanja i osnovna teorijska pitanja

Na početku se brojač oblasti (br_ob) inicijalizuje na 1 ($br_ob = 1$). Njegova vrednost se menja u proceduri *završetak_testiranja*. U *sif_ob* se čuva šifra oblasti koja je izabrana metodom slučajnog izbora (*random*) bez ponavljanja. U zavisnosti od izbora koji student unese startuje se neki od tri potprograma (I nivo, II nivo ili III nivo).

Vrednost promenljive *kraj_testa* se određuje u proceduri *završetak_testiranja*. Uslov za kraj testa definiše se nezavisno od ostalih delova modela, uz eventualno uvođenje dodatnih brojača. Na ovaj način je omogućeno da se taj uslov menja iz testa u test, a da pri tome nije neophodno menjati ostale algoritme. Neke od opcija za kraj testa mogu biti maksimalni broj postavljenih pitanja po nivoima koje definiše nastavnik na početku testiranja, pri čemu je teoretski moguće da se za sva tri nivoa broj postavljenih pitanja poklopi. Ili, konvergencija ka nekoj konačnoj oceni u okviru ispitivane oblasti, ili ukupan broj oblasti na testu, ...

2.3 STRUKTURA CAT TESTA PO SADRŽAJU

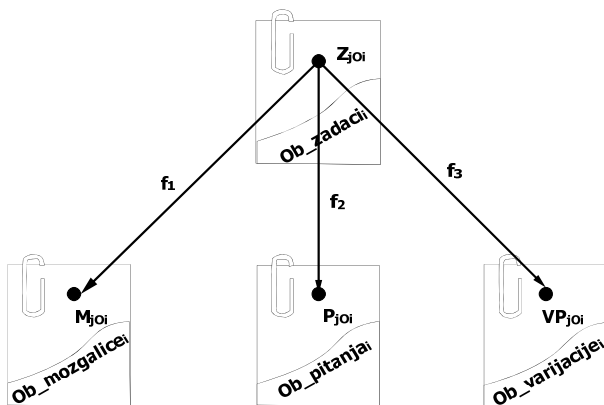
Svaka oblast ima svoj skup mozgalica, zadataka, teorijskih pitanja, varijacija teorijskih pitanja i osnovnih teorijskih pitanja ($\{M, Z, P, VP, OP\} \in Ob_test$). Sam test se sastoji iz više pitanja, pri čemu je $pitanje \in \{M, Z, P, VP, OP\}$, odnosno:

$$pitanje_i = \left\{ \begin{array}{l} x_i \mid x_i \in \{M_{joi}, Z_{joi}, P_{joi}, VP_{joi}, OP_{koi}\} \\ i = 1, n_stud, j = 1, m, k = 1, s \end{array} \right\} \quad (1)$$

gde je:

m – ukupan broj podoblasti za oblast O_i
 s – ukupan broj osnovnih teorijskih pitanja za oblast O_i
 pri čemu je $O_i \in Ob_stud \subseteq Ob_test$.

Treba napomenuti da je svaki zadatak jednoznačno povezan sa mozgalicom, teorijskim pitanjem i varijacijom teorijskog pitanja, odnosno između njih postoji preslikavanje „1:1”, tj. injektivno preslikavanje (Slika 4).



Slika 4. Prikaz funkcija f_1 , f_2 i f_3

3. MOGUĆI SCENARIJI CAT TESTA – MATEMATIČKI PRISTUP

Na početku testa student bira jedan od tri ponuđena nivoa težine (I, II ili III). Shodno tome, sledi neki od sledeća tri scenarija.

I scenario – I nivo

Ako se startuje od I nivoa, studentu se postavlja mozgalica iz oblasti koja je izabrana metodom slučajnog izbora. Odnosno, program automatski, slučajnim izborom bez ponavljanja, generiše oblast ($random(Ob_test)$), a potom, takođe slučajnim izborom generiše jednu mozgalicu iz te oblasti ($random(M)$). Ili matematičkim jezikom:

$$pitanje_1 = \left\{ \begin{array}{l} M \mid random(M_{joi}) \in O_1, \\ O_1 = random(Ob_stud), j = 1, m \end{array} \right\} \quad (2)$$

pri čemu je promenljiva m ranije opisana. Ako student tačno odgovori, postavlja mu se sledeća mozgalica iz neke druge oblasti:

$$pitanje_2 = \left\{ \begin{array}{l} M \mid random(M_{joi}) \in O_2, \\ O_2 = random(Ob_stud / O_1), j = 1, m \end{array} \right\} \quad (3)$$

U slučaju netačnog odgovora student prelazi na II nivo, odnosno sledeći scenario.

II scenario - II nivo

Prilikom startovanja testa od II nivoa, studentu se postavlja zadatak iz oblasti koja je izabrana metodom slučajnog izbora:

$$pitanje_1 = \left\{ \begin{array}{l} Z \mid random(Z_{joi}) \in O_1, \\ O_1 = random(Ob_stud), j = 1, m \end{array} \right\} \quad (4)$$

poštujući notaciju koja je ranije uvedena. Ako student tačno odgovori „podiže se” na nivo iznad, odnosno dešava se scenario I. U slučaju netačnog odgovora student dobija teorijsko pitanje koje je vezano za zadatak.

$$pitanje_2 = \left\{ \begin{array}{l} P \mid random(P_{joi}) \in O_1, \\ O_1 = random(Ob_stud), j = 1, m \end{array} \right\} \quad (5)$$

Tačan odgovor na teorijsko pitanje dovodi do postavljanja novog zadatka iz druge oblasti (odnosno, scenario II iz početka):

$$pitanje_3 = \left\{ \begin{array}{l} Z \mid random(Z_{joi}) \in O_2, \\ O_2 = random(Ob_stud / O_1), j = 1, m \end{array} \right\} \quad (6)$$

Za netačan odgovor na dato teorijsko pitanje postavlja se njegova varijacija:

$$pitanje_3 = \left\{ \begin{array}{l} VP | random(VP_{jO1}) \in O_1, \\ O_1 = random(Ob_stud), j = 1, m \end{array} \right\} \quad (7)$$

Ponovo su moguće dve situacije u zavisnosti od odgovora na postavljenu varijaciju teorijskog pitanja. Tačan odgovor na varijaciju iziskuje novi zadatak iz druge oblasti:

$$pitanje_4 = \left\{ \begin{array}{l} Z | random(Z_{jO2}) \in O_2, \\ O_2 = random(Ob_stud / O_1), j = 1, m \end{array} \right\} \quad (8)$$

tj. scenario II startuje od početka. Ako je odgovor na varijaciju netačan student se „spušta” na nivo niže, odnosno III scenario.

III scenario – III nivo

Kada se student izjasni da želi da startuje od III nivoa, postavlja mu se osnovno teorijsko pitanje, po metodi slučajnog izbora iz randomizirane oblasti:

$$pitanje_1 = \left\{ \begin{array}{l} OP | random(OP_{jO1}) \in O_1, \\ O_1 = random(Ob_stud), j = 1, m \end{array} \right\} \quad (9)$$

Ako student tačno odgovori postavlja mu se sledeće osnovno teorijsko pitanje iz iste oblasti:

$$pitanje_2 = \left\{ \begin{array}{l} OP | random(OP_{jO1}) \in O_1, \\ O_1 = random(Ob_stud), j = 1, m \end{array} \right\} \quad (10)$$

Ako student tačno odgovori i na drugo osnovno teorijsko pitanje test se nastavlja po II scenariju:

$$pitanje_3 = \left\{ \begin{array}{l} Z | random(Z_{jO1}) \in O_1, \\ O_1 = random(Ob_stud), j = 1, m \end{array} \right\} \quad (11)$$

U slučaju netačnog odgovora na prvo ili drugo osnovno teorijsko pitanje, smatra se da student nije savladao posmatranu oblast (u ovom slučaju oblast O_1) i prelazi na novu oblast, koja se startuje sa najnižeg nivoa (odnosno, scenario III iz početka):

$$pitanje_3 = \left\{ \begin{array}{l} Z | random(Z_{jO1}) \in O_2, \\ O_2 = random(Ob_stud / O_1), j = 1, m \end{array} \right\} \quad (12)$$

Primer

U narednoj tabeli (Tabela 1) je prikazan slučaj jednog studenta koji je startovao od I nivoa. Dalji tok testiranja isključivo zavisi od tačnosti odgovora, a shodno prethodno opisanim scenarijima. Kao uslov za kraj testa uzeto je da student mora da odgovori na 4 oblasti od ukupno n razmatranih, a koje su izabrane po metodi slučajnog izbora bez ponavljanja.

Tabela 1. Primer toka testiranja za studenta X

Redni broj pitanja	Nivo	Šifra oblasti	Šifra pitanja	Odgovor	Tačnost
1	1	1	M11	a	1
2	1	5	M56	c	0
3	2	5	Z56	d	1
4	2	4	Z41	b	0
5	2	4	P41	a	0
6	2	4	VP41	a	0
7	3	4	OP47	b	0
8	3	2	OP23	a	1
9	3	2	OP27	a	1
10	2	2	Z24	c	1
11	1	2	M24	b	1

Tok ispitivanja po koracima je:

1. nivo = 1, oblast = 1
2. mozgalica (M11) tačna
3. isti nivo (nivo = 1), druga oblast (oblast = 5)
4. mozgalica (M56) netačna
5. nivo promenjen (nivo = 2), ista oblast (oblast = 5)
6. zadatak (Z56) tačan

7. isti nivo (nivo = 2), druga oblast (oblast = 4)
8. zadatak (Z41) netačan
9. isti nivo (nivo = 2), ista oblast (oblast = 4)
10. teorijsko pitanje (P41) netačno
11. isti nivo (nivo = 2), ista oblast (oblast = 4)
12. varijacija teorijskog pitanja (VP41) netačna
13. nivo se menja (nivo = 3), ista oblast (oblast = 4)

14. osnovno teorijsko pitanje (OP47) netačno
15. isti nivo (nivo = 3), druga oblast (oblast = 2)
16. osnovno teorijsko pitanje (OP23) tačno
17. isti nivo (nivo = 3), ista oblast (oblast = 2)
18. osnovno teorijsko pitanje (OP27) tačno
19. nivo se menja (nivo = 2), ista oblast (oblast = 2)
20. zadatak (Z24) tačan
21. nivo se menja (nivo = 1), ista oblast (oblast = 2)
22. mozgalica (M24) tačna
23. kraj testiranja

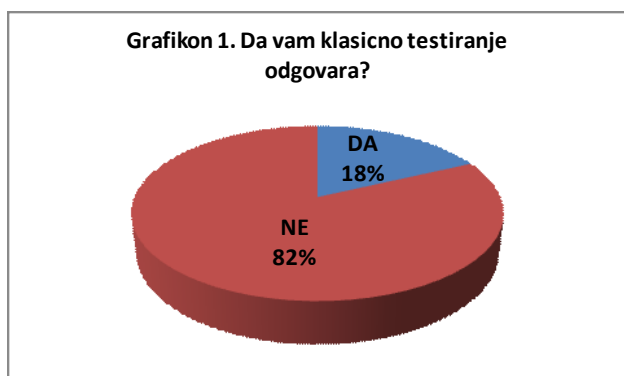
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Na osnovu opisanog CAT modela kreirana je web aplikacija, koja je rađena u Visual Studio .NET programskom okruženju koristeći C# (*C Sharp*) programski jezik. Baza podataka je kreirana u MS SQL. Aplikacija je testirana u web pretraživačima (*browser*) Internet Explorer i Mozilla Firefox.

Test je obavljen na uzorku od 100 studenata na Fakultetu za industrijski menadžment u Kruševcu. Studenti su prvo polagali test klasičnim putem (olovka i papir, ukupno 14 pitanja), a potom su polagali test na računaru primenom CAT aplikacije.

Da im klasično testiranje ne odgovara izjasnilo se 82% anketiranih studenata (Grafikon 1), a svoje odgovore su obrazložili na sledeći način:

- ispitivanje nije prilagođeno studentu (35%),
- student nerado odgovara na pitanja koja zahtevaju duge odgovore (23%),
- isti odgovor na neko pitanje kod više studenata je različito bodovan (25%).



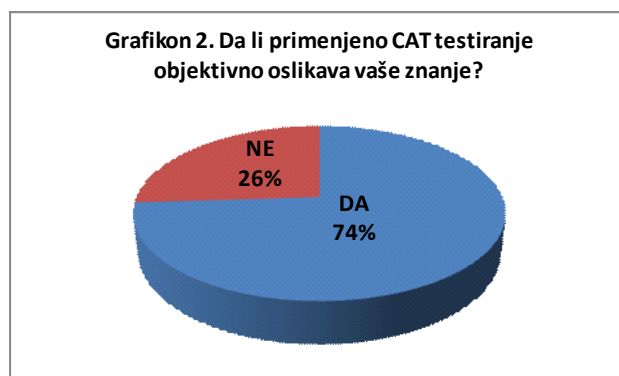
Analizom rezultata sprovedene ankete ustanovljeno je da studenti pokazuju veliko poverenje u CAT test. Studentima je trebala mala priprema, kako psihološka tako i u pogledu korišćenja softvera. Prvo su bili malo nepoverljivi i uplašeni, ali je posle treninga na vežbanjima taj psihološki problem prevaziđen.

Čak 70% anketiranih studenata je odgovorilo da im ovaj tip ispitivanja odgovara, uz obrazloženja:

- studenti su se izjasnili da nisu imali ni previše laka ni previše teška pitanja, na osnovu čega se stiče utisak da su pitanja prilagođena svakom studentu (38% anketiranih studenata),
- zanimljivije i nije monotono (32%),
- lakše je odgovarati na pitanja koja imaju već ponuđene odgovore (45%),
- nastavnik ne može da utiče na ocenu (20%).

Motivacija studenata je veća. Naime, u klasičnom testiranju se od dobrih studenata zahteva da odgovaraju na neka trivijalna pitanja, što je za njih „zamorno“, kao i da lošiji studenti odgovaraju na kompleksna i teška pitanja, što je za ove takođe „zamorno“. Evidentno je da i jednima i drugima vremenom, prilikom odgovaranja na neodgovarajuća pitanja, koncentracija opada, a samim tim i motivacija. Primenom CAT modela studentu je ponuđeno da sam odabere jedan od tri nivoa težine od koga želi da započne test. Na ovaj način je odličnim studentima omogućeno da davanjem tačnih odgovora na mozgalice vrlo brzo završe testiranje i dobiju visoke ocene. Analogno i slabijim studentima je omogućeno da odgovaraju na pitanja koja po težini odgovaraju njihovom trenutnom nivou znanja i tako dobiju odgovarajuće ocene. Bitna je i činjenica da svaki student ima subjektivni osećaj da je test kreiran upravo za njegov nivo znanja, jer se prilagođava njemu i postavlja pitanja koja su njemu „bliska“, odnosno koja nisu ni mnogo iznad ni mnogo ispod njegovog nivoa znanja. To dalje omogućava da je student maksimalno motivisan i koncentrisan trudeći se da ih tačno reši.

Da primenjeno CAT testiranje objektivno oslikava njihovo znanje smatra 74% anketiranih studenata (Grafikon 2). Studenti koji su se izjasnili da im ne odgovara CAT testiranje su većinom oni koji su se izjasnili da slabo koriste računar i starije su uzrasne dobi (između 30 i 50 godina). Studenti su naveli sledeća obrazloženja: nedovoljna familijarnost sa upotrebom računara, čak i strah od računara (10% anketiranih studenata), nenaviknutost na interfejs (5%), nemogućnost samostalne provere dobijene ocene (15%).



5. ZAKLJUČAK

CAT sistem testiranja procenjuje nivo studentovog znanja na osnovu najmanjeg mogućeg broja pitanja. Ovaj sistem selektuje pitanje koje mora biti sledeće postavljeno za odgovaranje u zavisnosti od nivoa studentovog znanja tako da odgovor na to pitanje pruža najznačajnije informacije o nivou studentovog znanja. Prikazani model personalizovanog testiranja predstavlja neki vid simulacije „usmenog ispitivanja“ studenata, a sve to u cilju da se dođe do što realnije (objektivnije) slike usvojenosti određene nastavne materije studenata, odnosno radnog učinka studenata.

Razvijeni model i aplikacija CAT testiranja je fleksibilna, te pruža mogućnost za dalje istraživanje. Uz odgovarajuće usavršavanje i nadograđivanje može se dovesti do visokog nivoa ekspertnog sistema i veštačke inteligencije, što i predstavlja krajnji cilj.

LITERATURA

- [1] Anđelić S. „*Prilog objektivnom vrednovanju rezultata rada studenata primenom računarskog adaptivnog testiranja*“, doktorska disertacija, odbranjena 08.10.2010. godine na Fakultetu za industrijski menadžment u Kruševcu, univerzitet Union u Beogradu