

Računarska grafika

Domaći zadatak #2 (2017/2018) : 3D grafika - JavaFX

Drugi domaći zadatak je iz oblasti 3D grafike i rešava se uz primenu grafičkih paketa biblioteke JavaFX. Studentima je ponuđeno više zadataka, od kojih treba da odaberu i samostalno izrade jedan. Sve elemente rešenja koji nisu specificirani postavkom, studenti definišu na bazi razumnih, profesionalno opravdanih pretpostavki. Osim realizacije traženih funkcionalnosti, u ocenu ulazi kvalitet i izgled grafičkog interfejsa. Postoji mogućnost nadgradnje nekih domaćih zadataka sa ciljem da prerastu u diplomski rad osnovnih studija ili master rad. Studenti zainteresovani za diplomski/master rad treba da se blagovremeno obrate predmetnom nastavniku. Uspešno realizovani zadaci A i B bi mogli da imaju i praktičnu vrednost. Postoji mogućnost da se kvalitetno realizovan diplomski ili master rad zasnovan na zadatku B, na nekomercijalnim osnovama, ponudi institucijama koje rade sa decom i omladinom ometenom u razvoju, u okviru projekta *Lite*.

Zadatak A

Transformacije: Razvoj obrazovnog softvera za demonstraciju 2D i 3D transformacija na predmetu Računarska grafika

Cilj razvoja je obrazovni softver koji služi kao pomoćno nastavno sredstvo i sredstvo za samostalno sticanje i proveru znanja na predmetu Računarska grafika. Softver treba da omogući korisniku da zada željeni redosled transformacija koordinatnog sistema virtuelne kamere, putem grafičkog interfejsa, kao i da prikaže efekat primene rezultujuće kompozitne transformacije. Koordinatni sistem scene je desni pravougaoni.

Softver treba da omogući:

- Manipulisanje listom transformacija
 - o dodavanje transformacije na kraj liste transformacija;
 - o pražnjenje liste transformacija.
- Manipulisanje izabranom transformacijom
 - o izbor vrste elementarne transformacije (translacija, rotacije, skaliranje, iskošenje);
 - o izbor vrste projekcije (ortografska, perspektivna);
 - o zadavanje vrednosti parametara u zavisnosti od izabrane vrste transformacije, odnosno projekcije (na primer: koordinate centra (x,y,z) transliranog koordinatnog sistema ili ugao rotacije oko Y ose ili pozicija posmatrača na Z osi).
- Izbor vrste i pozicije primitive u virtuelnom prostoru. Primitiva može biti tačka, linija ili kvadar. Za liniju i kvadar treba posebno obeležiti temena tako da se vizuelno razlikuju (bojom i slovniim oznakama). Kvadar crtati kao 12 linija koje predstavljaju ivice. Tačku i temena linije i kvadra crtati kao lopte malog poluprečnika.
- Selekciju temena primitive i prikazivanje koordinata temena u trenutku
 - o pre transformacije;

- nakon izvršene transformacije.
- Prikazivanje dva pogleda na virtuelni prostor u kome se odvijaju transformacije, u različitim prikaznim prozorima. Svaki pogled ima svoj naziv koji se ispisuje ispod odgovarajućeg prikaznog prozora. Kod svakog pogleda, koristi se "orbitirajuća kamera": posmatrač se nalazi na površi sfere, gleda u centar sfere i može da menja svoj položaj i razdaljinu u odnosu na centar, primenom miša i/ili tastature. Na posebnu akciju korisnika tekuća pozicija kamere sa postavlja na početnu. Pozicija centra sfere zavisi od vrste pogleda. Obezbediti sledeće poglede:
 - pogled "originalni koordinatni sistem". Kod ovog pogleda, centar sfere se nalazi u koordinatnom početku originalnog koordinatnog sistema (pre primene transformacija). Početni položaj kamere je na pozitivnom delu Z ose originalnog koordinatnog sistema, vektor uspravnosti se podudara sa Y osom, a poluprečnik sfere je dvostruko veći od rastojanja najudaljenijeg temena transformisane primitive od koordinatnog početka.
 - pogled "transformisani koordinatni sistem". Kod ovog pogleda, centar sfere se nalazi u koordinatnom početku tekućeg koordinatnog sistema (nastalog primenom transformacija koordinatnog sistema kamere). Početni položaj kamere je na pozitivnom delu Z ose transformisanog koordinatnog sistema, vektor uspravnosti se podudara sa Y osom, a poluprečnik sfere je dvostruko veći od rastojanja najudaljenijeg temena transformisane primitive od koordinatnog početka.

U svakom pogledu prikazivati izabranu primitivu i ortove originalnog koordinatnog sistema, sa obeležnim oznakama osa (X, Y, Z). U pogledu transformisanog koordinatnog sistema prikazivati ortove oba sistema. Ortove originalnog koordinatnog sistema prikazati dužim od ortova transformisanog sistema i različitom bojom, da bi bili uočljivi u slučaju da se poklapaju.
- Omogućiti izbor konfiguracije koja definiše boju pozadine prikaznih prozora, boju ortova originalnog i transformisanog koordinatnog sistema i boju primitive (za oba prikazna prozora isti parametri):
 - bela pozadina, originalni sistem crveno, transformisani zeleno, primitiva crno
 - crna pozadina, originalni sistem crveno, transformisani zeleno, primitiva belo

DIPLOMSKI RAD

Za diplomski rad, pored stavki predviđenih domaćim zadatkom, potrebno je realizovati sledeće funkcionalnosti:

- Manipulisanje listom transformacija
 - umetanje nove transformacije iza ili ispred izabrane;
 - brisanje jedne ili više izabranih transformacija iz liste zadatih transformacija;
 - premeštanje izabrane transformacije u listi transformacija, radi promene njihovog redosleda.
- Manipulisanje izabranom transformacijom
 - omogućiti unos elemenata matrice za izabranu vrstu transformacije, prema konvenciji predstavljanja tačaka u sistemu sa homogenim koordinatama, kao vektora-vrsta;
 - omogućiti prikaz kompozitne matrice transformacije.

- Omogućiti izbor početne pozicije i orijentacije kamere na Z osi: (1) podrazumevano, kamera je na pozitivnoj Z osi i Y osa je usmerena naviše, (2) kamera je na negativnoj Z osi i Y osa je usmerena naniže; kamera je uvek usmerena prema koordinatnom početku.
- Omogućiti izbor primene transformacija: (1) na virtuelnu kameru, (2) na objekat.
- Omogućiti postavljanje do 3 fiksna tačkasta izvora svetla u sceni koja se zatim mogu pojedinačno paliti i gasiti.
- Omogućiti snimanje i učitavanje liste transformacija, pozicije svetala, parametara svakog prikaza (poziciju posmatrača), parametara prikaznih prozora.
- Omogućiti izbor boje pozadine prikaznih prozora, boje ortova i boje izabrane primitive, odnosno 3D oblika/tela (za sve prikazne prozore isti parametri).

MASTER RAD

Za master rad, pored stavki predviđenih domaćim zadatkom i stavki predviđenih za diplomski rad, potrebno je realizovati sledeće funkcionalnosti:

- Manipulisanje listom transformacija
 - o omogućiti promenu statusa izabranih transformacija; moguća stanja su *aktivna* i *neaktivna*; aktivne transformacije učestvuju u izračunavanju kompozitne matrice transformacije.
- Manipulisanje izabranom transformacijom
 - o omogućiti izbor konvencije predstavljanja tačaka kao vektora-vrsta ili vektora-kolona i unos elemenata matrice za izabranu vrstu transformacije, prema izabranoj konvenciji predstavljanja tačaka u sistemu sa homogenim koordinatama
- Ponuditi izbor dodatnih primitiva kao JavaFX 3D oblika/tela (valjak, kvadar, tetraedar, kupa, torus,...) koji se pozicioniraju sa centrom u koordinatnom početku i biraju se iz palete; u sceni se prikazuje samo izabrana primitiva ili 3D oblik.
- Omogućiti izbor načina prikaza 3D oblika/tela: (1) žični model, (2) neprozirne stranice.
- Omogućiti definisanje parametara materijala 3D oblika/tela (boja, tekstura, refleksivnost, reljefnost, samoosvetljenje).
- Omogućiti učitavanje proizvoljnih 3D modela tela, po nekom izabranom formatu.
- Omogućiti interaktivnu promenu pozicije tačkastih izvora svetala.

Moguće su još neke dorade.

Zadatak B

Moja trpezarija: Razvoj obrazovnog softvera za pomoć u sticanju veštine snalaženja u kuhinji i trpezariji

Cilj razvoja softverskog alata je obuka korisnika aktivnostima koje ga svakodnevno očekuju u kuhinji i/ili trpezariji, od kojih neke mogu biti opasne, poput otvaranja vrele rerne ili dodirivanja vrele ringle šporeta. Alat je namenjen razgledanju prostorija od interesa uz mogućnost interagovanja sa pojedinim elementima. Kretanje se ostvaruje kontrolom figure koju ne treba prikazivati (pogled iz prvog lica).

Kuhinja i trpezarija su prostorije sa pravougaonom osnovom, vratima i prozorima, svetiljkama, opremljene odgovarajućim komadima nameštaja, odnosno bele tehnike:

- kuhinja: frižider, šporet, mašina za sudove, sudopera, radna površina, viseći i stajaći komadi nameštaja sa fiokama i vratima koje je moguće otvoriti i zatvoriti. Šporetu je opasno prići, pa svako približavanje istom treba posebno označiti (na primer promeniti boju ambijentalnog osvetljenja scene u crvenkastu);
- trpezarija: trpezarijski sto sa stolicama, ormari sa posuđem, ukrašeni zidovi slikama.

Studentima je prepušteno da sami odaberu dimenzije prostorija, raspored vrata i prizora, kao i izgled i raspored nameštaja. Potrebno je obezbediti da obučavani ne može da prođe kroz zidove i zatvorena vrata. Potrebno je omogućiti otvaranje i zatvaranje vrata, kao i paljenje/gašenje do 3 svetiljke preko odgovarajućih prekidača. Prozori se ne otvaraju. Osim pogleda iz prvog lica obezbediti još pet pogleda: ortografski pogled na scenu odozgo i pogled sa perspektivom na scenu iz svakog ugla prostorije na spoju plafona i zidova, prema centru poda prostorije.

DIPLOMSKI RAD

Za diplomski rad, pored stavki predviđenih domaćim zadatkom, potrebno je realizovati sledeće funkcionalnosti:

1. Interakcija sa svim elementima nameštaja i bele tehnike, što podrazumeva uključivanje i isključivanje aparata na struju, mogućnost uzimanja sadržaja (posuđa, tanjira, escajga, hrane) iz ormara, fioka, frižidera, dohvatanje sadržaja sa i stavljanje sadržaja na trpezarijski sto, itd. Na primer, kada korisnik stigne pred kuhinjski element može da otvori fioku. Kada otvori fioku, iz nje može da izvadi escajg. Escajg zatim može da odnese i spusti na trpezarijski sto raspoređujući ga na adekvatna mesta. Kada stigne ispred frižidera ili rerne, može da izvadi neku hranu koja je unutra i da je odnese na trpezarijski sto. Ograničen je broj predmeta koji korisnik može u jednom trenutku da drži kod sebe. Broj tih predmeta zavisi od njihove vrste.
2. Pokazni i režim interaktivnog uvežbavanja: korisnik ima zadatak da pravilno pripremi trpezarijski sto elementima potrebnim za obedovanje, što podrazumeva da najpre opere ruke, na sto donese sav potreban pribor i pravilno ga rasporedi. U pokaznom režimu aplikacija automatski vodi korisnika i obavlja akcije za njega. U režimu interaktivnog uvežbavanja, korisnik se sam kreće kroz prostorije, prikuplja pribor i postavlja trpezarijski sto, a program ga upozorava ako pogreši, odnosno ako ne obavi kompletnu pripremu ili ne izvede akcije u pravilnom redosledu.

MASTER RAD

Za master rad, pored stavki predviđenih domaćim zadatkom i stavki predviđenih za diplomski rad, potrebno je realizovati sledeće funkcionalnosti:

1. Razvoj posebnog alata - Editora lekcija, koji treba da ima sledeće funkcionalnosti:
 - Definisane izgleda prostorija – osnovice, visine i debljine zidova, pozicije vrata i prozora, pozicije do 3 svetiljke mesta i odgovarajućih prekidača kojima se svetiljke pale/gase;
 - Izbor boje ili teksture delova zidova (npr. zidnih pločica u kuhinji), tavanica, podova i vrata;
 - Izbor unapred definisanih komada nameštaja i bele tehnike iz palete; funkcionalnosti elemenata su fiksno definisane (otvaranje vrata visećih i stojećih kuhinjskih elemenata, frižidera, rerne, otvaranje fioka, uključivanje ringli i rerne, puštanje vode na slavini koja se nalazi na sudoperi,...);
 - Interaktivno raspoređivanje nameštaja i bele tehnike;
 - Kreiranje lekcija sa zadacima za korisnika uz bodovanje sekvenci akcija od kojih se sastoji lekcija (videti niže primer);
 - Učitavanje i snimanje fajla sa definicijom rasporeda zidova, vrata, prozora, svetala, prekidača, nameštaja i bele tehnike.

Primer lekcije je ispravno postavljanje trpezarijskog stola za ručak i iznošenje jela na sto. Da bi se to ostvarilo, potrebno je da korisnik obavi sledeću sekvencu akcija: (1) opere ruke na slavini, (2) otvori viseći ormar i uzme tanjire, (3) odnese i pravilno rasporedi tanjire na trpezarijskom stolu, ispred svake stolice (3) uzme escajg iz fioke stojećeg elementa, (4) odnese i pravilno rasporedi escajg na trpezarijskom stolu, (5) uzme podmetač iz druge fioke stojećeg elementa, (6) stavi podmetač na sredinu stola u trpezariji, (7) uzme posudu sa jelom iz rerne, (8) stavi posudu sa jelom na podmetač. Ispravna sekvenca akcija nosi 100 bodova, dok se alternativne sekvence akcija boduju manjim brojem bodova, na primer izostanak akcije (1) nosi 10 negativnih poena.

2. Trenažer dopuniti evidencijom o korisnicima i režimom testiranja sa bodovanjem. Korisnik se najavljuje pri pokretanju aplikacije. Njegovi ostvareni bodovi u lekciji se upisuju u fajl (formata koji se može jednostavno uvesti u *MS Excel*) i/ili u bazu podataka (eventualno, preko veb-servisa). Pamti se ime korisnika, lekcija, datum i vreme izvođenja i bodovi. Bodovi mogu biti prikazani korisniku, ali moguće je i sprečiti njihovo prikazivanje postavkom odgovarajućeg parametra u Editoru.
3. Kamera koja prati korisnika i postavljena je malo iza i iznad njega, tako da se prikazuje i animirani lik korisnika.
4. Posebna mala aplikacija ili deo aplikacije Editora za prikaz i analizu bodova koje su korisnici prikupili u odgovarajućim izvođenjima lekcija.

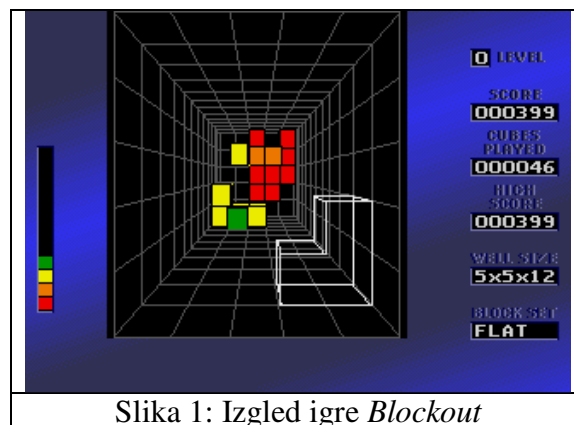
Moguće su još neke dorade.

Zadatak C

Bunar: Razvoj 3D video-igre bunara u koji propadaju tela i slažu se na dnu

Bunar je replika video-igre *Blockout* koja je objavljena početkom 90. godina prošlog veka i bila veoma popularna. Predstavljala je proširenje legendarne igre *Tetris* u tri dimenzije. Na slici 1 (videti ispod) prikazan je izgled ekrana snimljen u toku igre *Blockout*. Od studenata se očekuje da realizuju repliku igre uz korišćenje naprednih mogućnosti biblioteke JavaFX (osvetljenje, providnost, teksture, vrsta materijala, itd.) tako da izgled igre bude atraktivan. Obezbediti jedan "standardan" pogled odozgo na bunar (kao što je prikazano na slici) i pogled na unutrašnjost bunara sa pokretnom kamerom koja se može kratati gore/dole po vertikalnoj osi bunara, okretati oko te ose (*yaw*) i okretati oko svoje horizontalne ose normalne na vertikalnu osu bunara (*tilt*).

Kod igre *Blockout*, tabla za igru se sastoji od bunara dubokog D jedinica dužine, podeljenog na jednake intervale, čije je dno površine $N \times M$ kvadrata čije su ivice jedinične dužine. Može se smatrati da se zapremina bunara sastoji od $N \times M \times D$ polja veličine kocke jedinične dužine. Figure su sastavljene od određenog broja kocki stranica jedinične dužine. Tokom igre, figure padaju sa vrha bunara ka njegovom dnu, a zadatak igrača je da ih rasporedi (rotacijom i translacijom) tako da se uklape u figure koje se već nalaze na dnu bunara. Figure ne mogu da se preklapaju, tako da u jednom trenutku jedno polje bunara može da zauzima samo jedna kocka u sastavu jedne figure. Figura koja padne na dno bunara ili na drugu figuru više ne može da se pomera, a nova figura počinje da pada. Dok pada, figura je poluprovodna, a kada padne, figura postaje neprovodna. Figura koja sledeća pada se bira na slučajan način. Brzina kojom padaju figure progresivno raste tokom igre. Kada se na nekom nivou dubine bunara popuni svih $N \times M$ polja, taj nivo bunara se prazni, a sadržaj svih viših nivoa bunara (bližih vrhu bunara) se spušta za jedan nivo niže, prema dnu bunara. Igra je izgubljena kada neka figura viri (u potpunosti ili delimično) van bunara, nakon što se završi njeno propadanje prema dnu bunara. Igrač zadaje vrednosti D , N i M pre početka igre.



Slika 1: Izgled igre *Blockout*

Za ovaj zadatak nisu predviđene dorade do diplomskog/master rada.

Zadatak D

Lavirint: Razvoj 3D video-igre za jednog igrača

Cilj razvoja je 3D video igra za jednog igrača, na temu prolaska kroz lavirint sa preprekama i nagradama.

Zadatak predstavlja unapređenje zadatka rađenog na 4. laboratorijskoj vežbi. Navedene stavke predstavljaju proširenja u odnosu na zahteve za 4. laboratorijsku vežbu, čija se implementacija podrazumeva. Parametre koji ne mogu da se podešavaju od strane korisnika zadati tako da igra bude interesantna (odrediti ih empirijski).

Potrebno je realizovati sledeće dodatne funkcionalnosti:

1. Kreirati početni meni: pri pokretanju igre na ekranu se prikazuju nazivi nivoa određeni imenima .txt fajlova sa opisom lavirinata u folderu „lavirinti“. Redosled nivoa je određen leksikografskim uređenjem imena fajlova. Ukoliko ne mogu svi nivoi da se prikažu u meniju, potrebno je da se pojave strelice za navigaciju pomoću koji se vrši pomeranje prikazanih nivoa, tako da se prikažu sledeći/prethodni nivoi. U početnom meniju postoji i dugme „Kraj“ za završetak igre.
2. Usložniti igrača, napraviti humanoida koji ima animaciju kretanja. Obezbediti da se pri prestanku kretanja vrati u početni (stojeći) položaj.
3. Dodati još jednu vrstu neprijatelja, koji ima drugačiji izgled i ponašanje. Na primer, kada naiđe na zid, pokuša najpre da skrene levo ili desno, a ako nije moguće okreće se u pravcu iz kojeg je stigao do zida i vraća se, a pri tome „vidi“ igrača i može da puca na njega.
4. Dodati prepreku na putu, nižu od zida, koju igrač treba da preskoči pritiskom na taster PgUp.
5. Spojiti kamere 1 i 2 u jednu koja se aktivira tasterom 1, a takođe kamere 1 i 3 u drugu koja se aktivira tasterom 2, tako da kamera aktivirana tasterom 1 kontinualno prelazi u sadašnju kameru 2, odnosno kameru 3, i obrnuto. Naime, uvek prilikom pritiska tastera 1, odnosno 2, kamera najpre lagano prelazi u „ptičju perspektivu“, a zatim se lagano spušta tako da uzima položaj i orijentaciju sadašnjih kamera 2, odnosno 3, respektivno.
6. Kreirati deo mape u uglu ekrana koja prikazuje igrača u centru, iz ptičje perspektive, i šta je u njegovoj blizini (nekoliko polja u svim smerovima) u obliku kruga ili kvadrata.
7. Igrač ima tri života. Dodati tri srca u uglu ekrana. Kada vreme istekne ili neprijatelj ubije igrača, gubi se život i omogućava ponovni pokušaj, ako ima još života. Animirati nestanak (i ponovu pojavu) igrača na mestu na kojem se nalazio u trenutku gubljenja života.
8. Ulaz i izlaz iz lavirinta mogu biti na bilo kom zidu lavirinta. Igrač je na početku igre postavljen licem prema ulazu.

DIPLOMSKI RAD

Za diplomski rad, pored stavki predviđenih domaćim zadatkom, potrebno je realizovati sledeće funkcionalnosti:

1. Tasterom ESC se igra pauzira, prikazuje se meni u pauzi igre sa dugmadima: „Nastavi“, „Ponovo igraj“, „Glavni meni“ i „Kraj“.

2. Unos imena igrača pre igre i prikaz 10 najboljih rezultata na kraju igre u kojoj je rezultat rangiran u prvih 10, kao i na zahtev dugmetom „Rezultati“ iz početnog menija.
3. Između ispaljivanja dva metka potrebno je da protekne neko vreme. Podrazumevano je 1sec, ali se može konfigurisati u fajlu lavirinta.
4. Neprijatelj ne gine od jednog metka, već se samo usporava njegovo kretanje. Gine tek od 3 metka.
5. Omogućiti sakupljanje žetona za dodatnu municiju, različite ubojne moći. Projektil najveće ubojne moći ubija neprijatelja prvim pogotkom.
6. Realizovati Editor u kojem se interaktivno, kroz grafički korisnički interfejs, kreira lavirint. Najpre je potrebno je da korisnik odredi dimenzije lavirinta. Nakon toga, dobija prazno postolje, nalik na `Ground` iz skeleta. Radi bolje orijentacije, na postolju označiti granice svakog polja. Sa leve strane se nalazi paleta u kojoj se nalaze sve komponente lavirinta (zid, igrač, neprijatelji, novčić, sat, cilj...). Klikom na neku komponentu, pravi se njena kopija, i prevlačenjem dodaje u lavirint. Prilikom otpuštanja komponente u okviru nekog polja, postavlja se u svoj prirodni položaj u lavirintu. Lavirint je moguće sačuvati u tekstualnom fajlu i moguće je otvoriti sačuvan lavirint radi daljeg editovanja. Sačuvan lavirint se može učitati i kroz početni meni kao jedan od nivoa igre. Editor se pokreće dugmetom „Editor“ u početnom meniju.

MASTER RAD

Za master rad, pored stavki predviđenih domaćim zadatkom i stavki predviđenih za diplomski rad, potrebno je realizovati sledeće funkcionalnosti:

1. Omogućiti uloge instruktora i igrača. Instruktor ima privilegije da napravi profil novom korisniku (igraču ili instruktoru) i da kreira kviz znanja.
2. Realizovati Editor pitanja za kviz u koji instruktor ulazi iz početnog menija. Igrači ne mogu koristiti Editor pitanja. Pitanja ima nekoliko vrsta: (1) višestruki ponuđeni odgovori – samo jedan tačan (radio-dugmad), (2) višestruki ponuđeni odgovori – samo jedan tačan (polja za potvrdu), (3) odgovor da/ne, (4) numerički odgovor, (5) tekstualni odgovor, (6) odgovor spajanjem pojmova iz dve liste. Pitanja mogu pripadati različitim kategorijama, a kategorije mogu formirati stablo. Svaka kategorija ima pridruženu boju.
3. Proširiti igru kvizom znanja. Postoje prepreke na putu koje se mogu prevazići samo ispravnim odgovaranjem na odgovarajuća pitanja. Kada igrač naiđe na takvu prepreku (na primer, kutijica sa znacima pitanja na svakoj stranici u boji kojom se kodira odgovarajuća kategorija), igra se zaustavlja i korisniku se postavlja pitanje preko polutransparentne pozadine, kroz koju se providi scena i meri se predviđeno vreme za odgovor. Ukoliko korisnik ne odgovori tačno na pitanje – ne može da pređe prepreku. Ponovnim nailaskom na prepreku postavlja mu se drugo pitanje iz iste kategorije, ukoliko ih ima više u toj kategoriji, ili iz prve natkategorije (uključujući sve njene potkategorije), ako nije uspunjen navedeni uslov.