

Računarska grafika

Domaći zadatak #2 (2013/2014) : 3D grafika - OpenGL

Drugi domaći zadatak je iz oblasti primene grafičke biblioteke OpenGL. 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 domaćeg zadatka A (izuzetno B i C, ali ne i D) sa ciljem da prerastu u diplomski rad osnovnih studija ili master rad. Nakon uspešne odbrane domaćeg zadatka, studenti zainteresovani za diplomski ili master rad mogu da se obrate predmetnim nastavnicima. Uspešno realizovani diplomski ili master rad A bi mogao da ima i praktičnu vrednost, jer se planira da se kvalitetno realizovan program, na nekomercijalnim osnovama, ponudi institucijama koje rade sa decom i omladinom ometenom u razvoju, u okviru projekta *Lite*.

Za zadatak A, od interesa je da se usvoji "standardni" (zajednički) format za opis lekcije (XML fajl) kako bi nezavisne aplikacije za pripremu i sprovođenje lekcije koje razvijaju različiti timovi ili pojedinci bile kompatibilne, ali studenti koji se opredele za ovaj zadatak nisu u obavezi da ga koriste (poštuju), odnosno nezavisni timovi i pojedinci mogu koristiti i svoje samostalno razvijene formate lekcije. U prvoj fazi projektovanja, svi studenti koji su zainteresovani za zadatak A radiće na specifikaciji standardnih formata zajednički ili samostalno. Prva faza će biti završena "okruglim stolom" na kojem će učestvovati svi zainteresovani timovi i pojedinci sa svojim predlozima i kritikama drugih predloga. Predmetni nastavnik koji drži vežbe će po dogovoru zakazati okrugli sto i, na bazi zaključaka okruglog stola, odobriti konačnu specifikaciju standardnog formata fajla lekcije/igre, nakon čega timovi i samostalni programeri nezavisno nastavljaju realizaciju zadataka.

Zadatak A

Raskrsnica: Razvoj obrazovnog softvera za obuku snalaženja u saobraćaju

Cilj razvoja je izrada obrazovnog programa za obuku snalaženja u saobraćaju. Sa jedne strane, program treba da se koristi za obuku dece-pešaka, a sa druge strane da pomaže budućim vozačima motornih vozila da savladaju saobraćajna pravila koja se primenjuju na raskrsnicama koje kontolišu semafori. Od softvera realizovanog kao domaći zadatak se ne očekuje (foto)realističnost prikaza, niti da ispuni postavljeni cilj, već samo da predstavlja osnovu za ciljnu aplikaciju.

Opis izgleda raskrsnice je sledeći:

- Ulice koje čine raskrsnicu se seku pod pravim uglom, dvosmerne su, sa jednom trakom u svakom pravcu
- Na ulicama postoji obeležena horizontalna signalizacija (trake za kretanje vozila, pešački prelaz, linija zaustavljanja vozila ispred semafora, itd.), vertikalna signalizacija (saobraćajni znaci kao što su znak STOP, znak za prvenstvo prolaza, znak za ograničenje brzine, semafor, itd.)
- Deo ulice namenjen kretanju vozila je asfaltiran i odvojen od trotoara posebno obeleženim ivičnjakom. Trotoar može da bude popločan ili presvučen asfaltom koji je svetliji od asfalta na delu ulice namenjenom kretanju vozila. Deo trotoara uz ivičnjak može da bude zelena (travnata) površina
- Ulice treba prikazati na dužini dovoljnoj da se vidi kolona od 10-ak vozila počevši od raskrsnice, u svim pravcima

Ulicama se kreću motorna vozila saglasno svetlosnim signalima sa semafora. Vozila se kreću pravolinijski (ne skreću u poprečnu ulicu na raskrsnici). Program treba da podržava sledeća vozila:

- putnički automobil (3 modela koji se razlikuju po izgledu)
- autobus (1 model)
- kamion (1 model)
- kamion sa prikolicom (1 model)

Kod automobila i kamiona varirati boju karoserije. Vozila ne moraju da se kreću istom brzinom i nemaju isto ubrzanje (kamion sa prikolicom ubrzava sporije od putničkog automobila, na primer). Vozila ne smeju da se sudaraju, a onim vozilima koja usporavaju treba da se upale odgovarajuća crvena svetla. Vozila se povremeno pojavljuju u odgovarajućoj traci na kraju svake od ulica i kreću se u pravcu raskrsnice. Po prolasku kroz raskrsnicu, vozila produžavaju do kraja ulice, a zatim nestaju. U svakom trenutku se ulicama mogu kretati vozila proizvoljnih vrsta.

Svi događaji (pojavljivanje i kretanje vozila, promena svetlosnih signala) se dešavaju bez intervencije korisnika. Korisniku treba omogućiti sledeće poglede za razgledanje trenutne situacije na raskrsnici:

- Pogled odozgo. Kod ovog pogleda, posmatrač se inicijalno nalazi iznad centra raskrsnice, na visini sa koje može da vidi krajeve ulica (maksimalna visina). Posmatrač može da se kreće u vertikalnoj ravni (može da menja visinu).
- Pogled iz sredine raskrsnice. Kod ovog pogleda, posmatrač se nalazi iznad centra raskrsnice, malo iznad visine najvišeg vozila. Posmatrač ne može da se kreće, ali može da menja pravac posmatranja u horizontalnoj ravni i nagib posmatranja u odnosu na horizontalnu ravan (onemogućiti nagibe kojim bi se pogled usmerio ka nebu) .
- Pogled koji prati vozilo. Kod ovog pogleda, posmatrač se stalno nalazi iznad i iza izabranog vozila (pozicija posmatrača prati kretanje vozila). Inicijalno, pogled treba da bude usmeren tako da se vozilo nalazi u vidnom polju posmatrača. Korisniku omogućiti promenu nagiba pogleda. Takođe, korisniku treba omogućiti da bira vozilo nad kojim će se primenjivati ovaj pogled.

Studenti sami biraju početnu i maksimalnu brzinu kretanja svakog vozila, ubrzanje pri kretanju, kao i dužinu trajanja svetlosnih signala (zeleni i crveni signali nisu istog trajanja u obe ulice), tako da program bude interesantan za posmatranje.

Voditi računa da brzina kojom se animira kretanje vozila ili promena svetla na semaforima ne sme da zavisi od brzine računara na kojem se izvršava program.

DIPLOMSKI RAD

Za završni rad potrebne su sledeće dorade:

1. Stvaranje noćnih uslova uvođenjem uličnog osvetljenja i uključivanjem farova na vozilima
2. Prikazivanje zgrada u okolini raskrsnice i duž ulica
3. Kretanje kroz raskrsnicu kada semafor ne radi
4. Ulice sa više traka
5. Mogućnost skretanja vozila u raskrsnici.

MASTER RAD

Za diplomski rad potrebne su sledeće dorade:

1. Posebna aplikacija – editor scene (lekcije). Potrebno je omogućiti raspoređivanje zgrada, raspoređivanje saobraćajnih znakova, definisanje ulica i više raskrsnica sa većim brojem pravaca. Ulice koje se završavaju na ivici scene predstavljaju tačke nastajanja i nestajanja

vozila. Zgrade se biraju iz predefinisane biblioteke objekata. Modeli vozila se kreću duž ulica, poštujući signalizaciju i ostale učesnike u saobraćaju i mogu da skreću u raskrscima (kada se na vozilu uključuje svetlosna signalizacija promene pravca). Moguće je zadati željenu gustinu saobraćaja za svaku tačku izvora saobraćaja (kao broj vozila u minuti). Svi elementi se pamte u XML fajlovima lekcija.

2. Režim testiranja snalaženja pešaka prilikom prelaska raskrsnice: testirano lice upravlja figurom koju nije potrebno prikazivati i dobija zadatak da od zadate početne pozicije na mapi grada stigne do druge pozicije. Obe pozicije se biraju slučajno. U svakom trenutku, osim tokom prelaska ulice, testirano lice može da pogleda plan grada na kome su označene trenutna i ciljna pozicija. U režimu testiranja, dostupan je samo pogled iz prvog lica. Boduju se radnje vezane za bezbedno kretanje: kretanje po trotoaru, prelazak ulice samo na pešačkom prelazu, onda kada je to dozvoljeno saobraćajnim propisima. Bodovi se upisuju u fajl (formata koji se može jednostavno uvesti u *MS Excel*) i/ili u bazu podataka (eventualno, preko veb-servisa). Bodovanje može biti prikazano ispitaniku, a ne mora.
3. Prikazivanje kretanja pešaka po trotoarima i kroz raskrsnice.
4. Podržati i postojanje prioriternih vozila (saobraćajna policija, hitna pomoć, vatrogasci).

Moguće su još neke dorade.

Zadatak B

Transformacije: Razvoj edukativnog softvera za demonstraciju primena 2D i 3D transformacija koje se obrađuju kao tema kursa Računarska grafika

Cilj razvoja je pravljenje edukativnog softvera 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, putem grafičkog interfejsa, i da prikaže efekat primene rezultujuće kompozitne transformacije.

Softver treba da omogući:

- Manipulisanje listom transformacija
 - o umetanje nove transformacije iza izabrane, odnosno na početak liste ako je prazna
 - o brisanje jedne ili više izabranih transformacija iz liste zadatih transformacija
 - o premeštanje izabrane transformacije radi promene redosleda u listi transformacija
 - o promenu statusa izabranih transformacija; moguća stanja su *aktivna* i *neaktivna*; aktivne transformacije učestvuju u izračunavanju kompozitne matrice transformacije
 - o suspendovanje svih aktivnih transformacija koje se primenjuju nad koordinatnim sistemom vezanim za objekat

- Manipulisanje izabranom transformacijom
 - o izbor vrste transformacije (translacija, rotacija, skaliranje, projekcija, proizvoljna)
 - o zadavanje vrednosti parametara u zavisnosti od izabrane vrste transformacije
 - o izbor konvencije primene transformacija kretanja (nad koordinatnim sistemom vezanim za kameru, nad koordinatnim sistemom vezanim za objekat)

- 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 slovnim oznakama). Kod kvadra crtati samo ivice njegovih stranica

- Selekciju temena primitive i prikazivanje koordinata temena u trenutku
 - o pre transformacije
 - o nakon izvršene transformacije

- Prikazivanje pogleda na virtuelni prostor u kome se odvijaju transformacije, u različitim prikaznim prozorima. Svaki pogled ima svoj naziv koji se ispisuje ispod prikaznog prozora. Kod svakog pogleda, posmatrač se nalazi na površi sfere, gleda u centar sfere i može da menja svoj položaj i razdaljinu u odnosu na centar, primenom miša ili tastature. Na posebnu akciju korisnika tekuća pozicija kamere sa postavlja na početnu. Pozicija centra sfere zavisi od vrste pogleda.

U svakom pogledu prikazivati:

- o ortove originalnog i tekućeg koordinatnog sistema, sa posebno obeležnim oznakama osa (X, Y, Z). Ortove originalnog koordinatnog sistema prikazati dužim od ortova tekućeg sistema i različitom bojom, da bi bili uočljivi u slučaju da se poklapaju
- o izabranu primitivu

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 Z osi originalnog koordinatnog sistema, vektor uspravnosti se podudara sa Y osom, a poluprečnik sfere je dvostruko veći od rastojanja najudaljenijeg temena slike primitive od koordinatnog početka.
 - pogled "tekući koordinatni sistem". Kod ovog pogleda, centar sfere se nalazi u koordinatnom početku tekućeg koordinatnog sistema (nastalog primenom svih aktivnih transformacija koordinatnog sistema kamere). Početni položaj kamere je na Z osi transformisanog koordinatnog sistema, vektor uspravnosti se podudara sa Y osom, a poluprečnik sfere je dvostruko veći od rastojanja najudaljenijeg temena slike primitive od koordinatnog početka.
- Omogućiti korisniku da zada pozadinsku boju prikaznih prozora i boje kojima će se vršiti crtanje ortova i izabrane figure (za sve prikazne prozore isti parametri). Ponuditi dve unapred definisane konfiguracije:
- bela pozadina, originalni sistem crveno, tekući zeleno, figura crno
 - crna pozadina, originalni sistem crveno, tekući zeleno, figura belo

Omogućiti snimanje i učitavanje liste transformacija, statusa transformacija, parametara svakog prikaza (poziciju posmatrača) i parametara prikaznih prozora.

U slučaju izuzetno kvalitetne realizacije zadatka, prema dogovoru sa predmetnim nastavnicima, zadatak je moguće proširiti do nivoa diplomskog odnosno master rada.

Zadatak C

ZvezdaniSistem3D: Razvoj softvera za prikazivanje kretanja nebeskih tela

Cilj razvoja je softver koji prikazuje kretanje nebeskih tela unapred definisanim kružnim putanjama. Ovaj zadatak predstavlja unapređenje zadatka rađenog na četvrtoj laboratorijskoj vežbi. Za uspešnu realizaciju zadatka, pored realizacije svih stavki navedenih u postavci laboratorijske vežbe, potrebno je dodati sledeće funkcionalnosti:

- izbor i učitavanje fajla koji sadrži definiciju zvezdanog sistema. Preporučeni format fajla je XML. Zvezdani sistem je definisani sledećim parametrima:
 - centar mase sistema
 - broj zvezda koje čine osnov sistema (1-8)
 - broja planeta
 - broja satelita (koji su takođe planete) za svaku planetu
 - parametri svakog nebeskog tela
 - ambijentalno osvetljenje prisutno u sistemu
 - pozadinska slika

Centar mase sistema je tačka u prostoru oko koje kruže zvezde. U sistemima sa jednom zvezdom, centar zvezde se poklapa sa centrom mase. Planete kruže oko centra mase, dok sateliti kruže oko svojih planeta. Broj planeta nije ograničen. Opšti parametri nebeskih tela su: naziv, veličina (poluprečnik), razdaljina od centra mase, brzina rotacije (oko sopstvene ose), brzina revolucije (oko centra mase), nagib ose u odnosu na ravan kretanja, nagib ravni kretanja u odnosu na horizontalnu ravan i tekstura kojom se boji model nebeskog tela. Planete mogu imati prsten (poput planete Saturn) za koji je moguće definisati unutrašnji i spoljašnji poluprečnik. Zvezde su jedini izvor difuznog osvetljenja čija se boja zadaje kao parametar.

Ambijentalno osvetljenje predstavlja pozadinsko zračenje od ostatka Vasiona. Pozadinska slika predstavlja ostatak Vasiona. Boja pozadine treba da bude crna ako pozadinska slika nije zadana.

- izbor nebeskog tela u koje će posmatrač gledati (uključujući i centar mase)
- izbor nebeskog tela koje će biti referentno za poziciju posmatrača (uključujući i centar mase)
- izbor režima pozicioniranja posmatrača u odnosu na referentno nebesko telo
 1. postavljanje posmatrača na površinu sfere opisane oko referentnog nebeskog tela
 2. postavljanje posmatrača na vertikalnu osu koja prolazi kroz centar referentnog nebeskog tela
 3. postavljanje posmatrača u centar referentnog nebeskog tela

U slučaju da se pozicija posmatrača nalazi unutar referentnog nebeskog tela, to telo se ne prikazuje. U režimima pozicioniranja 1 i 2, korisnik može da promeni poziciju posmatrača u odnosu na referentno telo, saglasno ograničenjima izabranog režima (na primer, promena poluprečnika sfere opisane oko referentnog nebeskog tela u režimu 1).

Interakcija sa korisnikom treba da bude omogućena upotrebom miša ili tastature, s tim što pozicioniranje posmatrača treba realizovati pretežno korišćenjem miša. Potrebno je obezbediti ispis naziva režima kretanja posmatrača, naziv referentnog i posmatranog nebeskog tela. Izbor zvezdanog sistema koji se učitava i prikazuje realizovati putem jednostavnog grafičkog interfejsa.

Uz rešenje ovog zadatka treba dostaviti nekoliko primera gotovih zvezdanih sistema, od kojih jedan treba da bude Sunčev sistem, sa svim planetama i njihovim najznačajnim satelitima, a drugi treba da bude binarni sistem (sistem sa dve zvezde) sa nekoliko planeta, kod kojeg zvezde imaju različite brzine kretanja, veličine, boje svetla i teksture.

Veliki skup slika nebeskih tela i drugih astronomskih objekata se može naći na adresi: <http://www.celestialmotherlode.net/>

U slučaju izuzetno kvalitetne realizacije zadatka, prema dogovoru sa predmetnim nastavnicima, zadatak je moguće proširiti do nivoa diplomskog odnosno master rada.

Zadatak D

Razvoj softvera za interaktivno rešavanje problema "*Hanojske kule*"

Cilj razvoja je softver za interaktivno rešavanje problema "Hanojske kule": na raspolaganju su tri stuba i zadat broj diskova, različitih poluprečnika. Pravila za rešavanje problema nalažu da u jednom trenutku samo jedan disk može biti skinut sa nekog od stubova kao i da se disk može smestiti na neki stub samo ako na tom stubu nema drugih diskova ili ako su svi diskovi smešteni na dati stub većeg poluprečnika od diska koji treba smestiti. Stubovi, po kojima se ređaju diskovi, fiksirani su za horizontalnu podlogu koju treba prikazati.

Softver korisniku treba da ponudi sledeće mogućnosti:

1. Pozicioniranje posmatrača na površi zamišljene polusfere (iznad ravni podloge) opisane oko stubova za igru. Centar polusfere se nalazi na mestu preseka vertikalne ose srednjeg stuba i ravni podloge. Moguće je menjati poluprečnik polusfere. Pozicioniranje i promena poluprečnika sfere se vrši pomoću miša i tastature.
2. Zadavanje tačke posmatranja: tačka posmatranja može biti centar jednog od stubova (inicijalno–srednji stub).
3. Izbor parametara dinamičkog svetla: pozicija, intenzitet, boja, karakteristike osvetljenja
4. Izbor tekstone kojim se crtaju stubovi i diskovi: potrebno je ponuditi nekoliko pripremljenih uzoraka (metal, drvo, plastika itd).
5. Zadavanje težine igre, odnosno broja diskova koje je potrebno premestiti.
6. Pokretanje igre, nakon čega korisnik premešta diskove upotrebom miša na sledeći način: klikom dugmeta miša na disk, korisnik označava disk koji želi da pomera; nakon toga, klikom dugmeta miša na neki od stubova korisnik označava stub na koji želi da prebaci označen disk. Ukoliko je izabrana kombinacija diska i stuba u saglasnosti sa pravilima igre, prikazuje se animirano premeštanje diska na novu poziciju. U suprotnom slučaju, izdaje se adekvatno upozorenje. Od trenutka pokretanja igre, meri se vreme trajanja igre (u sekundama) i broj premeštanja diskova, a obe informacije se prikazuju.
7. Pokretanje igre u pokaznom režimu, kada program samostalno rešava problem i prikazuje prebacivanje diskova u postupku rešavanja. Korisnik može da kontroliše brzinu kretanja diskova u procesu njihovog premeštanja.

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