

Računarska grafika

Domaći zadatak #2 (2014/2015) : 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 i B (izuzetno C 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 radovi A i B bi mogli da imaju 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 zadatke A i B, 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 diplomski 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 master rad potrebno je realizovati sve stavke iz diplomskog rada i 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 raskrsnicama (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

3D Slagalica: Razvoj softvera za interaktivnu manipulaciju telima u prostoru

Cilj razvoja je softver za interaktivno sastavljanje 3D slagalice koja predstavlja rešenje nekog jednostavnog zadatka poput grupisanja tela prema veličini, boji, obliku itd. Tela treba da budu jednostavnih geometrijskih oblika: kocke, kvadri, piramide, valjci, kupe i lopte.

Treba obezbediti sledeće vrste igre:

- a. grupisanje tela prema boji, veličini ili obliku;
- b. sastavljanje što više kule slaganjem tela određene grupe;
- c. postavljanje zadatog tela u odnosu na neko drugo telo;
- d. ređanje tela u policu sa pregradcima na čijim leđima su slike tela.

Za svaku od navedenih kategorija igara treba napraviti nekoliko fiksnih scenarija, u smislu da u zadatku učestvuje unapred definisan broj tela, određene boje, veličine i oblika. Inicijalni raspored tela u prostoru može biti slučajno izabran. Zadaci imaju ograničeno vreme izvršenja.

Nakon izbora vrste igre, korisnik treba da ima sledeće mogućnosti:

1. Izbor tela nad kojim treba vršiti transformacije
2. Transformacije nad izabranim telom: translacija i rotacija
3. Potvrda da je ispunjen zadatak koji je zadat igraču

Igra se odvija tako što se igraču prikaže postavka zadatka koji se od njega očekuje da obavi i vreme koje mu je na raspolaganju, a zatim igrač premešta odgovarajuća tela, u cilju ispunjenja zadatka. Kada igrač smatra da je zadatak rešen, izdaje potvrdu da je završio. Nakon toga program analizira da li je i u kojoj meri je ispunjen zadatak i ispisuje izveštaj za igrača. Primer zadatka (a): postaviti odgovarajuća tela u ponuđene kućice – sva crvena tela, plave valjke i žuta mala tela; (c): postaviti malu zelenu kupu desno i iza crvene lopte.

DIPLOMSKI RAD

Za diplomski rad potrebne su sledeće dorade:

1. Parametri igara, poput vremena trajanja igre, treba da se učitavaju iz XML fajla;
2. Editor scenarija koji koristi instruktor da sastavi zadatke i definiše druge relevantne parametre igre, te scenarije i parametre snima u XML fajl;
3. Pružanje pomoći igraču, davanjem sugestije šta treba da uradi;
4. Upotreba uređaja Kinect za praćenje pokreta korisnika.

MASTER RAD

Za master rad potrebno je realizovati sve stavke iz diplomskog rada i sledeće dorade:

1. Upotreba opreme za virtuelnu realnost za posmatranje scene (stereovizijski prikaz scene);
2. Režimi rada: pokazni, interaktivno vežbanje, testiranje veština. U režimu testiranja, korisnik mora biti najavljen, te se boduje svaki tačno rešen element zadatka i vreme izvršenja zadatka. Bodovi se upisuju u fajl i/ili u bazu podataka na Internetu, preko veb-servisa. Bodovanje može biti prikazano ispitaniku, a ne mora.
3. Posebna (eventualno veb) aplikacija za prikaz rezultata testiranja, tako da se mogu pratiti grupni i pojedinačni rezultati, kao i trendovi napredovanja;
4. Snimanje glasovnih poruka u Editoru i njihova reprodukcija u 3D Slagalici:

5. Razvoj posebne aplikacije za instruktora u kojoj instruktor može da posmatra aktivnosti obučavanog lica i da obučavanom licu daje sugestije šta treba da uradi. Aplikacije 3D Slagalice i instruktorska aplikacija komuniciraju mrežnim putem.

Moguće su još neke dorade.

Zadatak C

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 D

Helikopter-3D: Razvoj video-igre za jednog igrača

Cilj razvoja je pravljenje jednostavne video-igre u kojoj se igrač nalazi u ulozi pilota transportnog helikoptera. Zadatak je obavljanje transporta robe između dva slučajno izabrana heliodroma. Svaki uspešno obavljen transport igraču donosi broj poena proporcionalan težini transportovanog tereta. Ovaj zadatak predstavlja unapređenje zadatka rađenog na četvrtoj laboratorijskoj vežbi. Usvojiti da je jedinica dužine m , a jedinica brzine m/s . Parametre koji ne mogu da se podešavaju od strane korisnika zadati tako da igra bude interesantna (odrediti ih empirijski).

Za uspešnu realizaciju zadatka, pored realizacije svih stavki navedenih u postavci četvrte laboratorijske vežbe, potrebno je dodati sledeće funkcionalnosti:

- učitavanje i snimanje najboljih 10 rezultata.
- opciono sprečavanje izlaska helikoptera van granica terena; kada helikopter priđe ivici terena, ona komponenta (X ili Y) vektora brzine koja bi izazvala izlazak van terena se fiksira na vrednost 0; nakon toga, fiksirana komponenta može da se promeni samo ako doprinosi udaljavanju helikoptera od date ivice
- mogućnost učitavanja aero-foto snimka u vidu digitalne slike koja bi se upotrebila kao tekstura terena
- generisanje nekoliko heliodroma na slučajnim pozicijama na terenu; na svakom heliodromu se nalazi teret slučajne težine, koja se prikazuje uz heliodrom
- složenije modeliranje helikoptera i njegovog kretanja
 - postojanje rezervoara sa gorivom ograničenog kapaciteta.
 - potrošnja goriva: gorivo se troši brzinom od $k_0 + k \cdot v$ jedinica, gde su k i k_0 tehnički parametri helikoptera, a v njegova trenutna brzina. k_0 predstavlja koeficijent potrošnje helikoptera u lebdenju, a k koeficijent potrošnje helikoptera u kretanju
 - helikopter koji ostane bez goriva pada na zemlju
- izbor 3 vrste helikoptera: vrste se razlikuju prema grafičkim predstavama i tehničkim karakteristikama (poput kapaciteta rezervoara ili maksimalne brzine). Svaki model treba da ima stalni trap (točkovi ili skije). Za grafičku predstavu helikoptera je moguće koristiti gotov 3D model (preuzet sa Interneta, na primer).
- indikatori (prikazuju se jedino kada je posmatrač pozicioniran u kabini helikoptera)
 - tekuća visina, brzina i azimut
 - trenutna količina goriva u vidu skale sa indikatorom. Indikator je podrazumevano zelene boje. Kada preostala količina goriva padne ispod 30% od maksimalne, indikator obojiti u narandžasto, a kada padne ispod 10% u crveno
 - trenutni broj poena
- sletanje na heliodrom. Horizontalna brzina sletanja ne sme biti veća od v_h , a vertikalna od v_v , koje treba eksperimentalno odrediti tako da spuštanje bude realistično. Nakon sletanja, helikopter se automatski istovari (ako nosi teret) a zatim se u njega utovari teret koji se nalazi na datom heliodromu, do nosivosti helikoptera. Nakon toga se u helikopter automatski sipa gorivo brzinom od 5% kapaciteta rezervoara u sekundi. Sipanje se vrši sve dok se ne napuni rezervoar ili igrač ne uzleti.

Nakon izbora helikoptera, igrač započinje igru na slučajno izabranom heliodromu, punog rezervoara, sa utovarenim teretom. Igrač treba da preveze teret do ciljnog heliodroma koji se na slučajan način bira programskim putem. U cilju jednostavnog uočavanja ciljnog heliodroma, njegova predstava treba da bude drugačija od predstave ostalih. Uspešnim spuštanjem helikoptera na ciljni heliodrom igrač osvaja broj poena jednak proizvodu težine prevezenog tereta i rastojanja između polaznog i ciljnog heliodroma. Igra se prekida u sledećim situacijama:

- helikopter sleti van heliodroma
- helikopter sleti na heliodrom horizontalnom brzinom većom od v_h ili vertikalnom većom od v_v .

Nakon prekida igre, igraču se nudi da unese svoje ime, u slučaju da ga broj osvojenih poena kvalifikuje za jedno od 10 najboljih mesta na rang-listi.

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

Razni besplatni 3D modeli se mogu naći na adresi <http://www.sharecg.com>