

Računarska grafika

Domaći zadatak #2 (2008/2009) : 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 domaćih zadataka A i B (ne C i D) sa ciljem da prerastu u završni ili diplomski (master) rad. Nakon uspešne odbrane domaćeg zadatka, studenti zainteresovani za završni/diplomski rad mogu da se obrate predmetnom asistentu ili nastavniku. Uspešno realizovani završni/diplomski 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 kandidate koji se odluče da rade završne i diplomske radove kao nadgradnju domaćih zadataka 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 odnosno zadatak B 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 asistent će, na bazi zaključaka okruglog stola, odobriti konačnu specifikaciju standardnog formata fajla lekcije, nakon čega timovi i samostalni programeri nezavisno nastavljaju realizaciju zadataka.

Zadatak A

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

Cilj razvoja ovog softverskog alata je izlaganje obučavanog lica aktivnostima koje ga svakodnevno očekuju u kuhinji ili trpezariji, od kojih neke mogu biti opasne, poput vrele rerne. Softverski alat je namenjen razgledanju prostorija od interesa uz mogućnost interagovanja sa pojedinim elementima. Kretanje se ostvaruje kontrolom animirane figure koju ne treba prikazivati. Od softverskog alata realizovanog kao domaći zadatak se ne očekuje (foto)realističnost prikaza.

Kuhinja i trpezarija su prostorije sa pravougaonom osnovom, opremljene odgovarajućim komadima nameštaja:

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

Studentima je prepušteno da sami odaberu izgled i raspored nameštaja kao i način prelaska iz kuhinje u trpezariju (kroz vrata ili promenom scene). Potrebno je obezbediti da obučavani ne može da prođe kroz zidove i zatvorena vrata. Osim pogleda iz "prvog lica" (tj. animirane figure) obezbediti još pet pogleda: pogled na scenu odozgo i pogled na scenu iz svakog ćoška prostorije (spoj plafona i zidova), prema centru poda prostorije.

ZAVRŠNI RAD

Završni rad se sastoji od rešavanja Zadatka A, kao i sledećih dorada.

1. Interakcija sa svim elementima nameštaja, što podrazumeva uključivanje i isključivanje aparata na struju, mogućnost uzimanja sadržaja iz ormara, fijoka, frižidera, dohvatanje sadržaja sa i stavljanje sadržaja na trpezarijski sto, itd.
2. Režim interaktivnog simuliranja realnosti: 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. Program upozorava korisnika ako pogreši, ne obavi kompletnu pripremu ili ne izvede akcije u pravom redosledu.

DIPLOMSKI RAD

Diplomski rad se sastoji od rešavanja Zadatka A, stavki navedenih u odeljku "Završni rad", kao i sledećih dorada.

1. Učitavanje predefinisane scene (videti tačku 2.)
2. Poseban alat - Editor lekcija. Pomoću editora lekcije se definiše scena - izgled prostorija, što podrazumeva promenu veličine osnove, visine zidova, boje zidova, poda i pločica (u zavisnosti od prostorije). Izgled nameštaja i bele tehnike se bira iz predefinisane biblioteke objekata, nakon čega se raspoređuju u odgovarajuće prostorije. Zatim se u pojedinim oblastima scene definišu mogućnosti interakcije korisnika sa elementima scene. Na primer, kada korisnik stigne pred kuhinjski element može da otvori fijoku. Kada otvori fijoku, iz nje može da izvadi escajg. Kada stigne ispred frižidera ili rerne, može da izvadi neku hranu koja je unutra. Kada stigne do stola, a drži escajg u ruci – može da ga spusti i rasporedi. U okolini objekata scene predviđaju se skupovi mogućih komandi za korisnika, kao i bodovanje sekvenci korisnikovih akcija. Potrebno je obezbediti snimanje i učitavanje lekcija. Snimljena lekcija može da se koristi za vežbanje i ocenjivanje. Primer lekcije je ispravno postavljanje trpezarijskog stola za ručak i iznošenje obroka na sto.
3. Režim testiranja sa bodovanjem. 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. Posebna mala aplikacija ili deo aplikacije Editor za prikaz i analizu bodova.

Moguće su još neke dorade.

Zadatak B

Gradski prevoz: Razvoj obrazovnog softvera za pomoć u obuci korišćenja gradskog prevoza

Cilj razvoja je obrazovni softver za simulaciju korišćenja usluga gradskog prevoza. Obučavani treba da nauči kako da obavi sve potrebne radnje poput bezbednog ulaska i izlaska iz vozila. Kretanje se ostvaruje kontrolom animirane figure koju ne treba prikazivati. Od softvera realizovanog kao domaći zadatak se ne očekuje (foto)realističnost prikaza.

Od sredstava za prevoz treba ponuditi autobus i tramvaj, koji se biraju na početku programa. Nakon toga se prikazuje predefinisana scena iz gradskog okruženja koja sadrži jednu zatvorenu jednosmernu putanju duž ulica, za kretanje vozila. Putanja je okružena prizorima grada, poput stambenih zgrada, parkova, itd. Zgrade i stabla nije potrebno detaljno modelirati. Na primer, za zgrade je dovoljno da se predstavljaju kvadrima različitih dimenzija ukrašenih realnim slikama zgrada. Na putanji se nalazi nekoliko stanica na kojima se prevozno sredstvo zaustavlja. Obučavani ne može da se kreće van vozila ili stanice.

Scenario simulacije je sledeći: obučavani na stanici čeka da se vozilo zaustavi i otvori vrata, nakon čega ulazi u vozilo i vrata vozila se zatvaraju. Ukoliko ne zada komandu za ulazak u vozilo na vreme, vozilo odlazi i čeka se sledeće. U slučaju da se obučavani zadrži u zoni vrata, treba da dobije upozorenje da u toj zoni nije bezbedno zadržavanje. Nakon ulaska u vozilo, može da se kreće i da odabere mesto za sedenje.

Nije neophodno detaljno modelirati unutrašnjost i spoljašnjost vozila, ali je potrebno da prozori budu providni (tj. da kroz njih može da se vidi okolina) i da postoje sedišta u vozilu na koja obučavani može da sedne. Potrebno je obezbediti da obučavani ne može da prođe kroz zidove vozila i zatvorena vrata.

Studentima je prepušteno da sami odaberu izgled spoljašnjosti i unutrašnjosti vozila. Vozila mogu da budu niskopodna (bez stepenica). Osim pogleda iz "prvog lica" (tj. animirane figure) obezbediti još tri pogleda: pogled na spoljašnjost vozila (kamera se nalazi ukoso i iznad), pogled na unutrašnjost dotičnog vozila sa prednjeg i zadnjeg kraja vozila.

ZAVRŠNI RAD

Za završni rad potrebne su sledeće dorade.

1. Osim prevoznog sredstva, putanjom se kreću druga vozila (na primer automobili).
2. Scena koja sadrži više putanja kretanja vozila gradskog prevoza koje se ukrštaju (isključivo pod pravim uglom) i imaju zajedničke stanice na kojima obučavani može da preseda. Jednom putanjom se kreće samo jedna vrsta vozila gradskog prevoza. Ukrštanja putanja obezbediti semaforima. Svako vozilo treba obeležiti brojem linije na kojoj saobraća.
3. Stanice treba imenovati, a njihova imena prikazati na tabli istaknutoj u okviru stanice. Ispod imena stanice treba ispisati brojeve linija vozila koja se na toj stanici zaustavljaju.
4. Unutrašnjost vozila gradskog prevoza opremiti sa nekoliko displeja koji obaveštavaju putnike o nazivu stanice kojoj se vozilo približava.

DIPLOMSKI RAD

Za diplomski rad potrebne su sledeće dorade.

1. Posebna aplikacija – editor scene i linija gradskog saobraćaja. Potrebno je omogućiti raspoređivanje zgrada, definisanje ulica, stanica i tramvajskih šina (koje ne moraju biti položene duž ulica). Zgrade se biraju iz predefinisane biblioteke objekata. Nije predviđeno kretanje animirane figure van stanice ili vozila pa nije potrebno dodavati trotoar ulicama. Modeli drugih vozila koja se kreću definisanim putanjama se biraju na slučajan način iz predefinisane biblioteke objekata, a korisnik bira željenu gustinu saobraćaja tako što za svaku putanju zadaje broj vozila koja se njom kreću. Svi elementi se pamte u XML fajlovima lekcija.
2. Režim testiranja snalaženja u gradskom saobraćaju: obučavani dobija zadatak da stigne do određene stanice, polazeći od slučajno izabrane stanice. Obučavani sa sobom nosi plan grada kome u svakom trenutku može da pristupi. Obučavani najpre treba da se korišćenjem plana grada informiše gde se nalazi i gde treba da stigne. Obučavani tada treba da označi stanicu gde se trenutno nalazi i stanicu na koju treba da stigne. Tek nakon uspešne identifikacije polazne i ciljane stanice, obučavani se upućuje na čekanje prevoza. Boduju se radnje vezane za korišćenje prevoznog sredstva: bezbedan ulazak u vozilo, ponašanje u vozilu i bezbedan izlazak iz vozila. Posebno se boduje korektan izbor saobraćajnih linija, presedanje na odgovarajućim stanicama i stizanje na određenu stanicu. 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. Posebna mala aplikacija ili deo aplikacije Editora za prikaz i analizu bodova.
3. Podržati i postojanje putnika na stanicama i u vozilima. Obučavani ne može da interaguje sa ostalim putnicima.

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
 - 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. Pozicija centra sfere zavisi od vrste pogleda.

U svakom pogledu prikazivati:

- o ortove originalnog i tekućeg koordinatnog sistema, sa posebno obeleženim 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:

- o 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

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

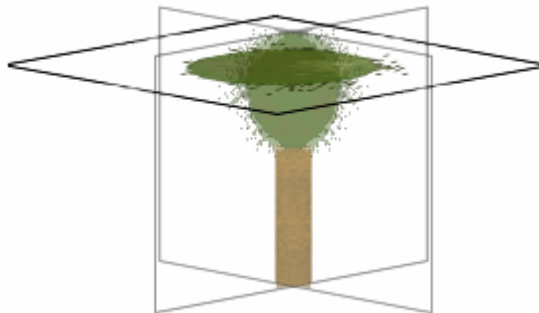
Zadatak D

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
- prikazivanje stabla simplifikovane geometrije: model stabla se sastoji od dva pravougaonika i jednog kvadrata (videti sliku ispod). Pravougaonici (ivice prikazane sivo na slici) se prostiru u vertikalnoj ravni i postavljeni su tako da se seku pod pravim uglom duž njihovih simetrala. Pravougaonici su "presvučeni" teksturom koja predstavlja sliku stabla kada se posmatra sa strane. Kvadrat (ivice prikazane crno na slici) se prostire u horizontalnoj ravni, na visini blizu vrha stabla. Kvadrat je "presvučen" teksturom koja predstavlja sliku stabla kada se posmatra odozgo. Napraviti tri različite vrste stabala (upotrebiti realne snimke stabala kao teksture). Prikazati određen broj stabala na terenu, grupisanih na nekoliko različitih lokacija.



- generisnje 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. Usvojiti da je specifična težina goriva 1
 - postojanje nosivosti helikoptera: nosivost je određena maksimalnom težinom tereta dok se težina goriva zanemaruje
 - postojanje težine helikoptera: ukupna težina helikoptera se sastoji od težine praznog helikoptera, težine goriva i težine tereta. Na trenutno ubrzanje a helikoptera utiče njegova trenutna težina prema sledećoj formuli: $a = a_0 \frac{m_0}{m}$, gde su m i m_0 ukupna

težina i težina praznog helikoptera, respektivno, a a_0 je ubrzanje praznog helikoptera

- 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
- postojanje vetra: vetar duva određenim intenzitetom u određenom pravcu. Pravač i brzina se menjaju u zavisnosti od visine leta. Zadaju se slučajno na početku igre i ne menjaju se u toku igre. Na trenutnu brzinu helikoptera se vektorski dodaje brzina vetra
 - helikopter koji ostane bez goriva pada na zemlju
- izbor 3 vrste helikoptera: vrste se razlikuju prema grafičkim predstavama i tehničkim karakteristikama (poput težine praznog helikoptera, kapaciteta rezervoara, nosivosti itd). Svaki model treba da ima stajni trap (točkovi ili skije). Za grafičku predstavu helikoptera je moguće koristiti gotov 3D model (preuzet sa Interneta, na primer).
- avio-saobraćaj: drugi helikopteri su programski vođeni, tako što se kreću ka slučajno generisanoj tački u vazдушnom prostoru igre. Nakon ulaska u kružnicu opisanu oko ciljne tačke, poluprečnika jednakog dužini letelice, slučajno se bira nova tačka. Programski vođeni helikopteri ne troše gorivo i ne mogu međusobno da se sudare. Broj programski vođenih helikoptera se bira slučajno na početku igre i ne menja se u toku igre. Pored programski vođenih helikoptera se prikazuje njihova trenutna visina
- indikatori (prikazuju se jedino kada je posmatrač pozicioniran u kabini helikoptera)
 - tekuća visina, brzina i azimut
 - intenzitet i smer duvanja vetra
 - 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
 - težina tereta
 - 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. Na ciljnom heliodromu se nalazi trepćuća poziciona svetiljka zelene boje. 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 se sudari sa programski vođenim helikopterom
- 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.

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

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