

Računarska grafika

Uvod

Vesna Marinković

Obaveze studenata

Predispitne obaveze:

- praktični kolokvijum (25 poena)
- teorijski test (15 poena)

Završni ispit:

- praktični projekat (30 poena + **bonus 5 poena u januaru**)
- teorijski ispit (30 poena)

Uslovi:

- bar 8 poena na kolokvijumu da bi se pristupilo izradi projekta
- bar 20 poena u zbiru na kolokvijumu i projektu da bi se izašlo na završni teorijski ispit
- bar 51 poen u zbiru na svim obavezama i bar 12 poena na završnom teorijskom ispitu da bi se ispit položio

Teme kursa

- Pojam računarske grafike, osnovne discipline. Podele računarske grafike. Primene
- Algoritmi u 2D: crtanje primitiva, popunjavanje poligona, seckanje duži
- Geometrijske transformacije u 2D i 3D
- Projektovanje
- Sintetički model kamere
- Opisivanje figura u 2D i 3D
- Opisivanje krivih i površi u 2D i 3D
- Algoritmi za utvrđivanje vidljivih površina
- Prostorne strukture podataka
- Monohromatska i hromatska svetlost
- Osvetljenje i senčenje
- Teksture
- Aliasing efekat i antialiasing metode

Literatura

- John F. Hughes et al, "Computer Graphics: Principles and Practice (3rd ed.)"
- Peter Shirley et al, "Fundamentals of Computer Graphics (4th ed.)"
- Vesna Marinković, Predrag Janičić, "Računarska grafika" (skripta)

Šta je računarska grafika?

- “Jedna slika vredi hiljadu reči”
- Vizuelna komunikacija kroz ekran računara i uređaje za interakciju
- Bavi se pravljenjem **modela objekata** na sceni i **modela osvetljenja** na sceni i na osnovu toga pravljenjem određenog **pogleda na scenu**
- Treći dominantan način proizvodnje slika

Računarska grafika danas

- Deo svakodnevice
- Konstantan rast očekivanja korisnika
- Rast performansi uređaja za generisanje digitalnih slika i alata za njihovu obradu
- Vizuelizacija informacija je prisutna u raznim oblastima

Primene računarske grafike

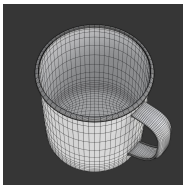
- Grafički korisnički interfejsi
- Interaktivna izrada crteža u nauci i tehnologiji
- CAD i CAM
- Simulacije: naučne, u cilju treniranja
- Industrija zabave: film, računarske igre, vizuelni efekti
- Industrijski dizajn
- Virtuelna realnost

Zašto izučavati računarsku grafiku?

- Intelektualni izazovi
 - razumevanje fizičkog sveta
 - primena novih metoda i tehnologija
- Estetski/umetnički izazovi
 - pravljenje realističnih virtuelnih svetova
- Tehnički izazovi
 - matematika projekcija
 - fizika osvetljenja

Osnovne poddiscipline računarske grafike

- Modelovanje

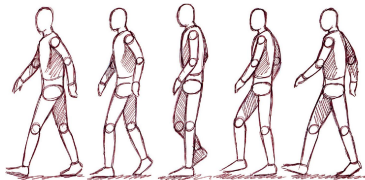


- Renderovanje



Poddiscipline računarske grafike

- Animacija



- Obrada slika

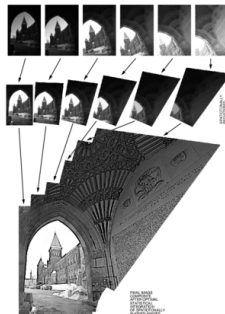


Poddiscipline računarske grafike

- Virtuelna realnost

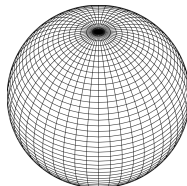


- Računarska fotografija



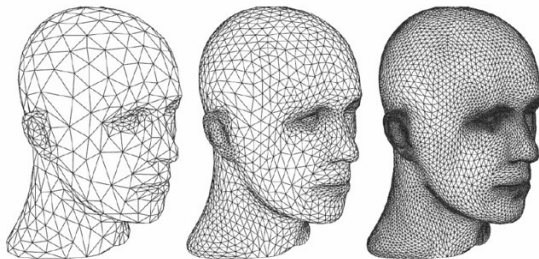
Modelovanje

- Pravljenje matematičke specifikacije objekta i njegovih vizuelnih svojstava na način na koji je moguće sačuvati na računaru
- Uključuje:
 - pravljenje modela
 - postavljanje modela na scenu
 - pozicioniranje svetla na sceni
 - postavljanje kamere. . .
- Različiti načini modelovanja sfere poluprečnika r
 - matematičkom jednačinom $x^2 + y^2 + z^2 = r^2$
 - mrežom poligona



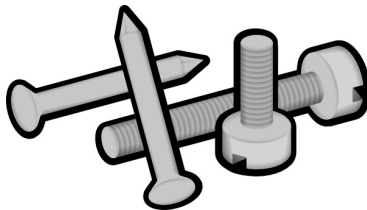
Modelovanje

- Objekat možemo modelovati sa različitim nivoom detaljnosti



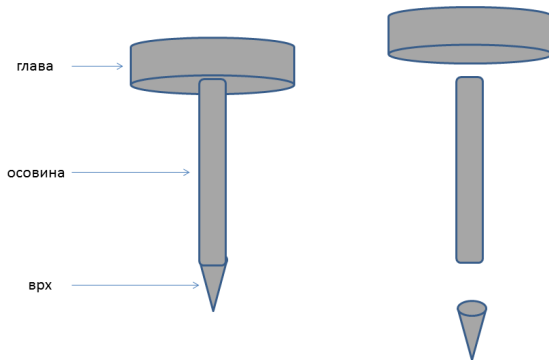
Modelovanje

- Modelovanje prati **hijerarhijski princip**
- Objekat se analizira a zatim razlaže na komponente koje je jednostavnije modelovati
- Postupak se nastavlja dok se ne stigne do primitiva (sfere, kocke, ...)
- Razlikujemo jednostavne objekte od složenijih



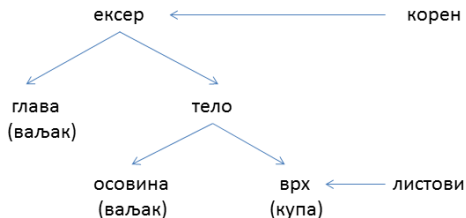
Modelovanje eksera (prvi korak)

- Razlaganje objekta na komponente



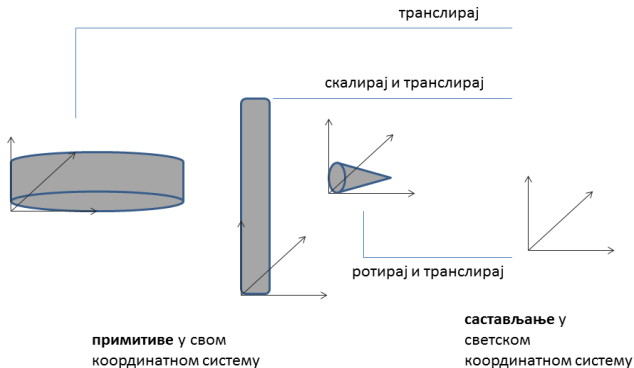
Modelovanje eksera (drugi korak)

- Pravljenje **hijerarhijske strukture** objekta
- Odnos “sastavljen od” vizuelno se zapisuje dijagramom stabla



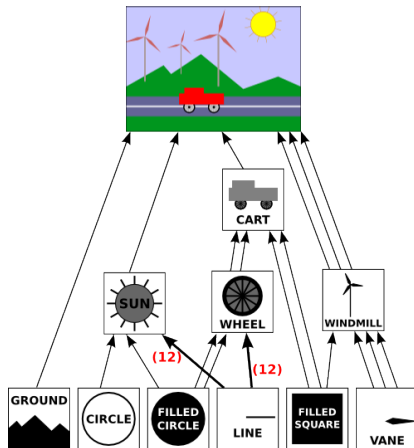
Modelovanje eksera (treći korak)

- Sastavljanje primitiva u polazni objekat



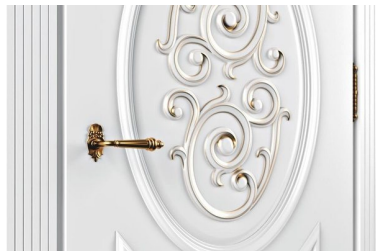
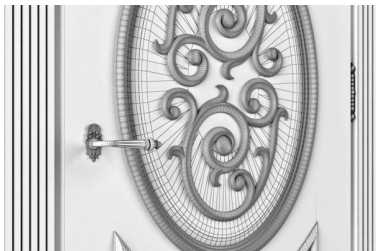
Graf scene

- Struktura podataka koja treba da se renderuje je **graf scene**



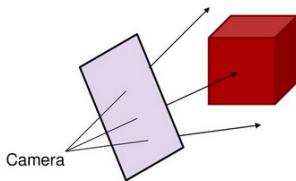
Renderovanje

- Transformisanje scene u 2D sliku
- Pravljenje realistične 2D slike na osnovu modela objekta i modela ponašanja svetlosti

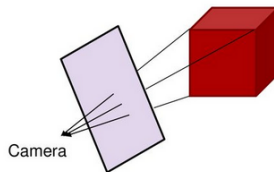


Vrste renderovanja

- Razlikujemo **renderovanje unapred** i **renderovanje unazad**

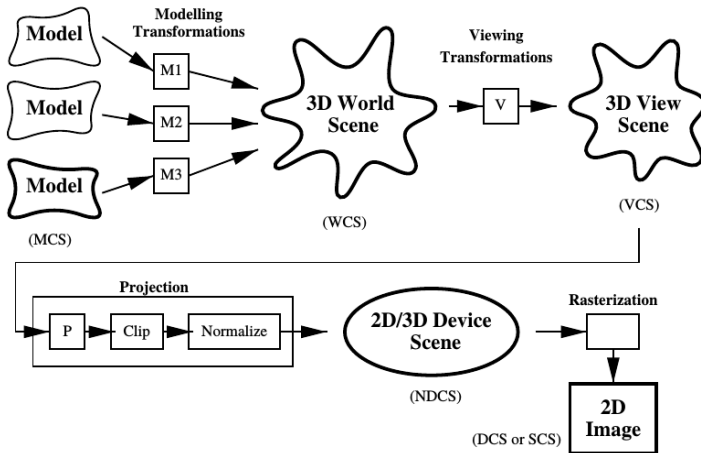


Backward rendering



Forward rendering

Model grafičke protočne obrade kod renderovanja unapred

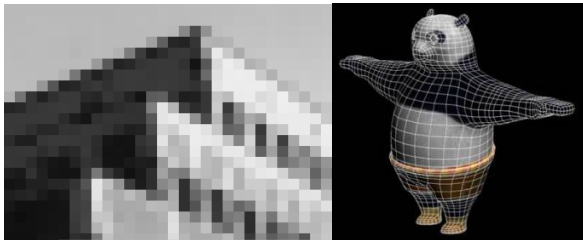


Grafička protočna obrada kod renderovanja unapred

Važne operacije:

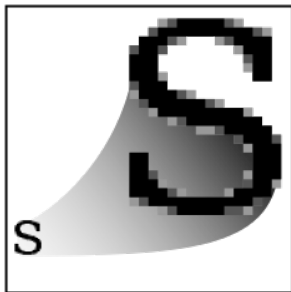
- transformisanje modela iz jednog u drugi koordinatni sistem
- odsecanje delova površi i odbacivanje skrivenih površi
- rasterizacija – konvertovanje projektovane primitive u skup piksela

Različite paradigme u računarskoj grafici



- Grafika zasnovana na **uzorku**
 - slika se definiše kao niz piksela – lokacija tačaka sa vrednostima uzorka
 - prednosti: jednostavna izmena i obrada, mane: nema informacije o dubini, nije moguć pogled iz druge tačke na istu scenu
- Grafika zasnovana na **geometriji** (skalabilna vektorska grafika)
 - slika se zadaje matematičkim opisom modela i njihovih svojstava
 - prednost: jednostavno skaliranje bez gubitka kvaliteta, mana: ne može se raditi nad individualnim pikselima

Različite paradigme u računarskoj grafici



Raster
.jpeg .gif .png



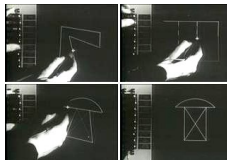
Vector
.svg

Neinteraktivna i interaktivna računarska grafika

- **Neinteraktivna** računarska grafika
 - korisnik nema kontrolu nad slikom
 - jednosmerna komunikacija (npr. televizija, screen saver)
- **Interaktivna** računarska grafika
 - korisnik ima neki vid kontrole nad slikom
 - dvosmerna komunikacija (npr. računarske igre, simulacije letenja)

Interaktivna računarska grafika

- Prvi sistem Sketchpad, Ivan Sutherland, 1963, MIT



- Savremeni interaktivni grafički sistemi prihvataju podatke i instrukcije od korisnika putem naprednih ulaznih uređaja



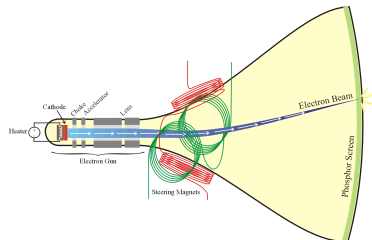
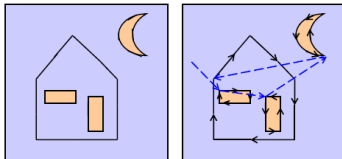
Virtuelna realnost

- Trend razvoja tehnologije ka unapređenju doživljaja virtuelne realnosti
 - HMD uređaji za prikaz
 - 3D prostori (pećine) virtuelne realnosti



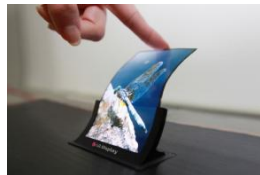
Razvoj uređaja za prikaz

- Opšti pojmovi
 - adresivost – broj pojedinačnih tačaka po inču koje mogu biti kreirane
 - rezolucija – broj razlučivih linija po inču koje uređaj može da kreira
- Vektorski sistemi (random scan)
- CRT sistemi (rasterski sistemi)



Razvoj uređaja za prikaz

- LCD ekrani sa pasivnom matricom
- LCD ekrani sa aktivnom matricom, TFT ekrani
- OLED ekrani¹



¹Interesantan video na temu kako rade ove tehnologije:
<https://www.youtube.com/watch?v=3BJU2drirtCM>

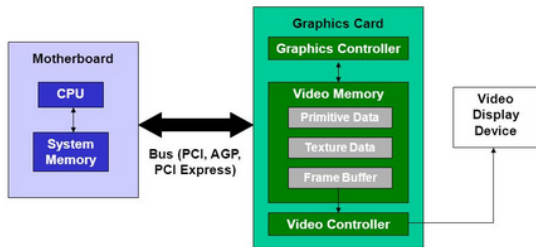
Uslovi za razvoj moderne računarske grafike

- Napredak u razvoju hardera
 - Murov zakon: snaga računara se udvostručuje svakih 12–18 meseci
 - procesori su 64-bitni sa 2,4,8 jezgara
 - grafički čipovi se značajno unapređuju na svakih 6 meseci
- Razvoj grafičkog podsistema
 - grafička obrada prelazi sa procesora opšte namene na namenski čip
 - grafički procesori postaju veoma moćni
- Napredak u razvoju softvera
 - razvoj algoritama i struktura podataka
 - paralelizacija operacija
 - računanje u oblaku (na udaljenom serveru)

Arhitektura rasterskih sistema za prikaz

Komponente:

- procesor za prikaz, tj. grafički procesor
- frejm bafer
- video kontroler (može biti sa i bez preplitanja)
- ekran



Naredne teme

- Proces rasterizacije
- Crtanje duži na rasterskim sistemima
- Crtanje kruga na rasterskim sistemima