

CAD u građevinarstvu

v.prof.dr. Samir Lemeš

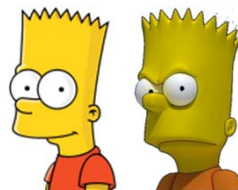
Predavanja za predmet
CAD u građevinarstvu

Politehnički fakultet
Univerziteta u Zenici, 2017.



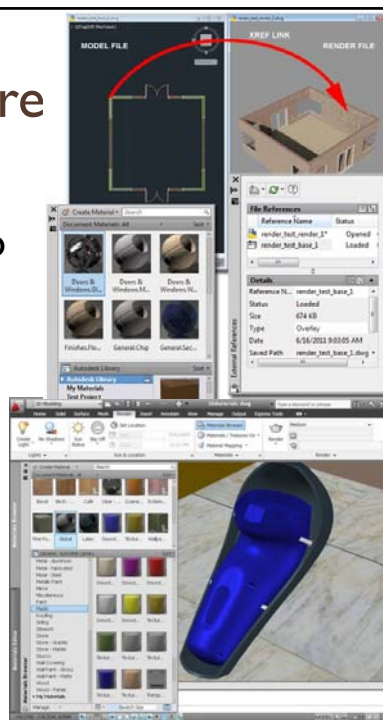
3D vizualizacija i rendering

- Materijali i teksture
- Osvjetljenje
- Sjenčenje
- Refleksija
- Rasterizacija slike i videa
- Tehnike rasterizacije
- 3D video



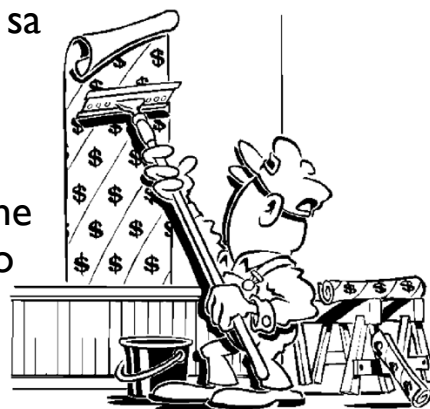
Materijali i teksture

- Za realističnu vizualizaciju potrebno je aplicirati materijale i teksture na 3D modele.
- CAD software obično ima biblioteku unaprijed definisanih materijala i tekstura.



Materijali i teksture

- Teksture povećavaju prividnu složenost jednostavne geometrije.
- Mogu se uporediti sa lijepljenjem tapeta ili umotavanjem u elastičnu foliju
- Zakrivljene površine zahtijevaju dodatno rastezanje ili odsijecanje.



Materijali i teksture

- Prilikom rasterizacije, rasterske slike se transformišu tako da prekriju segmente površinskog 3D modela.



Osvjetljenje

- Za realističnu sliku, potrebno je simulirati i osvjetljenje površina prikazane scene.
- Koristi se puno aproksimacija radi brzine rada.
- Modeli osvjetljenosti se dijele u dvije kategorije:
 - **Empirijski**: jednostavne formulacije koje aproksimiraju fenomen koji se posmatra
 - **Fizički**: modeli zasnovani na stvarnoj fizici svjetla koje je u interakciji sa materijom
- Radi jednostavnosti se u interaktivnoj grafici obično koriste empirijski modeli.



Osvjetljenje

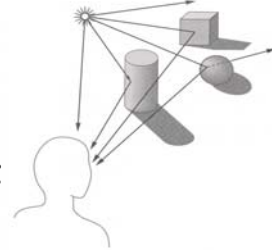
- Komponente osvjetljenosti:

1. Osobine izvora svjetla:

- Spektar emitovanog svjetla (boja)
- Geometrijski atributi: položaj, smjer, oblik
- Usmjereno slabljenje
- Polarizacija

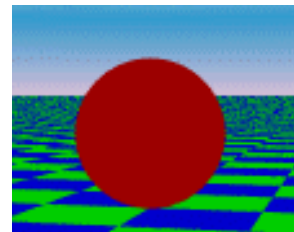
2. Osobine površina:

- Spektar refleksije (boja površine)
- Refleksija dijelova površine
- Geometrijski atributi



Osvjetljenje

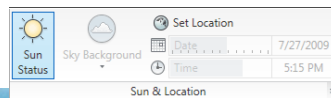
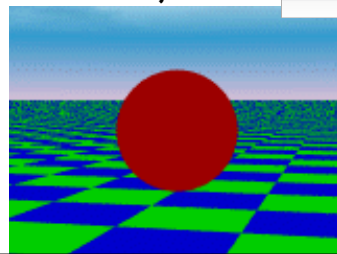
- Objekti koji nisu direktno osvjetljeni su ipak vidljivi (npr. plafon u sobi, donja strana stola).
- To je rezultat **indirektne osvjetljenosti** od emitera, koja se odbija od drugih površina
- Preteško za proračun (u realnom vremenu), pa se koristi trik: "**ambijentalni izvor svjetla**".
- Nema prostorne karakteristike niti smjer; isto osvjetljava sve površine.
- Količina refleksije zavisi od osobina površine.



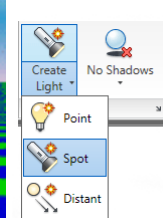
Osvjetljenje

- Kod **usmjerenog izvora svjetla** smjer je konstantan za sve prikazane površine.
- Sve zrake svjetla su paralelne, kao da je izvor beskonačno daleko od osvjetljenih površina.

ambijentalno:



usmjerenno:



Osvjetljenje



- **Tačkasti izvori svjetla** emituju svjetlo jednako u svim pravcima iz jedne tačke.
- **Spot-svjetla** su tačkasti izvori čiji intenzitet opada usmjerenno.
- **Površinski izvori svjetla** definišu 2-D površinu emitovanja (disk ili poligon).



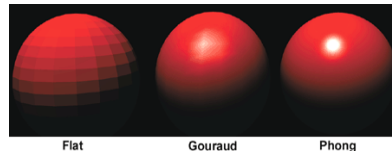
Sjenčenje

- Sjenčenje (shading) je proces promjene boje površine 3D objekta, na osnovu ugla pod kojim je objekat osvjetljen i udaljenosti izvora svjetla.
- Renderisanje (rasterizacija) je proces pretvaranja 3D objekata u 2D rasterske slike, sa definisanim materijalom, osvjetljenjem, položajem posmatrača i sjenčenjem.
- Može se vršiti i u realnom vremenu.



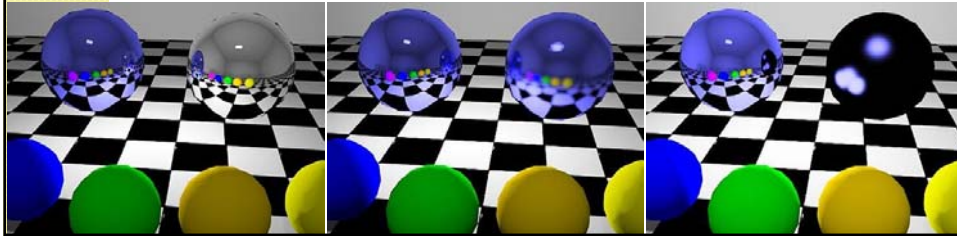
Sjenčenje

- **Flat shading** je tehnika brzog sjenčenja koje uzima u obzir samo ugao izvora svjetla i normale na površinu objekta, njihove boje i intenzitet svjetlosti.
- **Smooth shading** (glatko sjenčenje) koristi i druge osobine.
- Algoritmi za linearnu interpolaciju glatkog sjenčenja su **Phong** i **Gouraud**.



Refleksija

- Refleksija je tehnika za opis objekata koji odbijaju svjetlost (ogledala, sjajne površne):
 - **Metallic** – refleksije zadržavaju boju objekta.
 - **Polished** – potpuna refleksija, kao ogledalo.
 - **Blurry** – zamućenost, kao na hrapavoj površini.
 - **Glossy** – reflektuje samo svjetlost sa izvora.



Tehnike rasterizacije

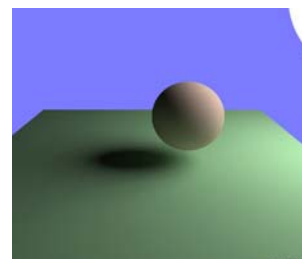
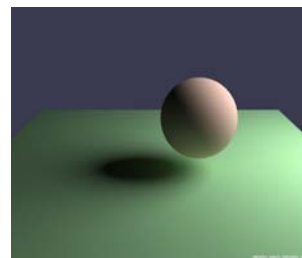
- Za proračun transporta svjetla (*rendering*) se koriste tehnike:
 - **Scanline rendering** je projektovanje geometrijskog oblika, bez optičkih efekata.
 - **Ray casting** koristi geometriju i osnovne zakone optike – uklanjanje nediljivih linija (nema sjenčenja).
 - **Ray tracing** koristi naprednije optičke simulacije.
 - **Radiosity** proračunava putanju svjetla na osnovu definisanih osobina izvora svjetla.
- Često se koristi kombinacija navedenih tehnika da bi se proces ubrzao.

Tehnike rasterizacije

- **Ray tracing** prikuplja kompleksno ponašanje svjetlosnih zraka kako se reflektuju ili upijaju.
 - Najbolje radi sa potpuno sjajnim površinama.
 - Difuzne površine pretvaraju zraku svjetlosti u više zraka. Ray tracing prati samo jednu zraku, pa se mora koristiti ambijentalno svjetlo da se nadoknadi nedostatak difuzije.
- **Radiosity** prikuplja zbir prenosa svjetla, ali modelira sve površine kao difuzne reflektore.
 - Ne može modelirati odraz ili upijanje.
 - Slike ne zavise od tačke posmatranja.

Tehnike rasterizacije

- **Ray tracing** je algoritam koji se implementira u 2D prostoru (unutar projekcije).
- **Radiosity** je algoritam koji se proračunava u 3D prostoru.



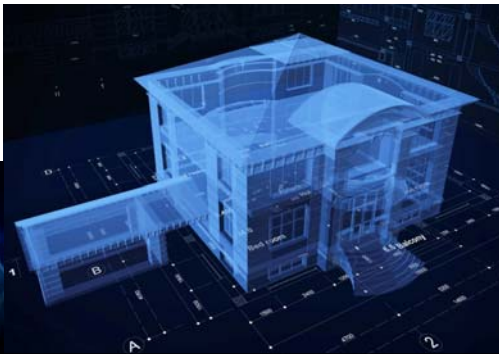
3d video

- Kako prikazati 3D model na 2D displejima?
- Postoje li 3D displeji?



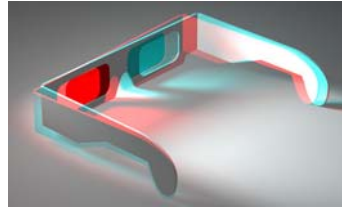
Volumetrijski displeji

- Volumetrijski displej je grafički uređaj za prikaz objekata u 3 fizičke dimenzije (holograma), za razliku od klasičnih 2D displeja koji simuliraju dubinu vizualnim efektima.
- Još uvijek je u fazi razvoja.



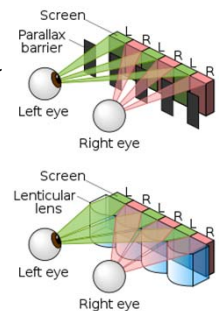
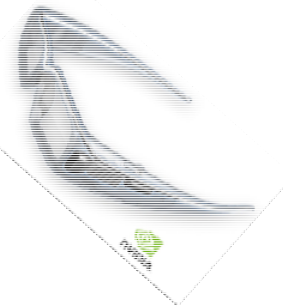
Tehnike 3D videa

- 3D displej je uređaj koji omogućuje percepciju prostorne dubine.
- Osnovni zahtjev koji treba ispuniti je odvojena slika za desno i lijevo oko.
- Mozak kombinuje te 2 slike kako bi se dobio utisak "dubine", odnosno 3. dimenzije.
- Koncept je analogan stereo zvučnicima, koji dodaju utisak prostora, tako da se može odrediti položaj izvora zvuka.



Tehnike 3D videa

- Tehnike za prikaz 3D slike:
 - **Stereoskopija** podrazumijeva različite slike za lijevo i desno oko i zahtijeva korištenje posebnih naočala.
 - **Autostereogram** razdvaja izvor svjetlosti na dva odvojena svjetlosna zraka, za svako oko posebno.
 - Ne zahtijeva posebne naočale.
 - Koristi tehnike fokusiranja slike barijerama s paralaksom ili zakrivljenim lećama.



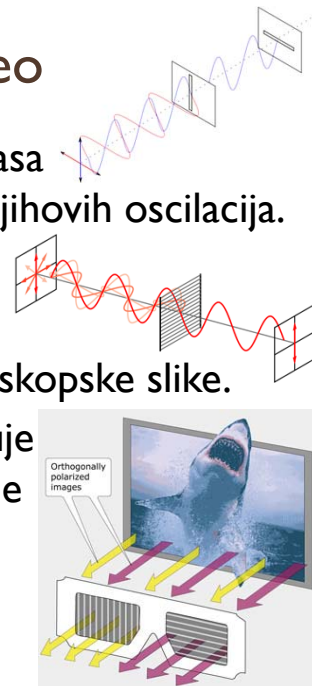
Anaglyph

- Stereoskopski 3D efekat pomoću **Anaglyph** tehnike postiže se tako da se slika sastavi od 2 sloja različitih boja (obično hromatski suprotnih, kao što su crvena i svijetlo plava).
- Slojevi su pomjereni za određenu udaljenost.
- Obično je centar slike normalan, a dalji i bliži sloj su obojeni i pomjereni.
- Kad se takva slika gleda kroz naočale sa filterima različitih boja, dobija se efekt dubine.



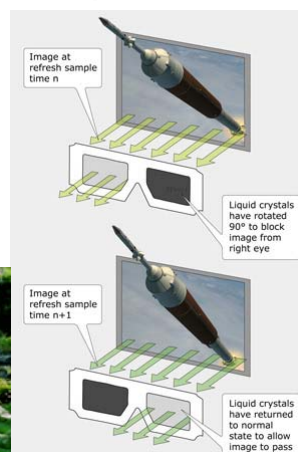
Polarizacijski 3D video

- Polarizacija je osobina talasa koja mijenja orijentaciju njihovih oscilacija.
- Svjetlost je talas, tako da može biti polarizirana.
- Ta osobina razdvaja stereoskopske slike.
- Ekran naizmjenično emituje 2 ortogonalno polarizirane slike, koje se gledaju kroz naočale s polarizacijskim filterima.



Polarizacijski 3D video

- Za 3D video potreban je dvostruko veći frame rate, jer se naizmjenično prikazuju 2 seta slika.
- Interferencijski filteri koriste frekvencije svjetlosti za razdvajanje stereoskopske slike.



Interferencijski filteri

- **Dolby 3D** i **Panavision 3D** sistemi koriste različite frekvencije za lijevo i desno oko.
- Naočale filtriraju boje (frekvencije svjetlosti).

