

Osnove virtualnih okruženja

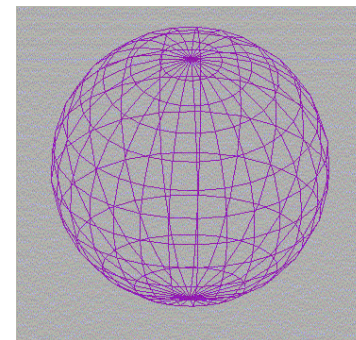
Igor S. Pandžić

Uvod u 3D grafiku I: Modeliranje

- ◆ Modeliranje i digitalni prikaz predmeta
- ◆ Model kamere
- ◆ Model osvjetljenja
 - Model izvora svjetlosti
 - Model odbijanja svjetlosti
 - Model materijala

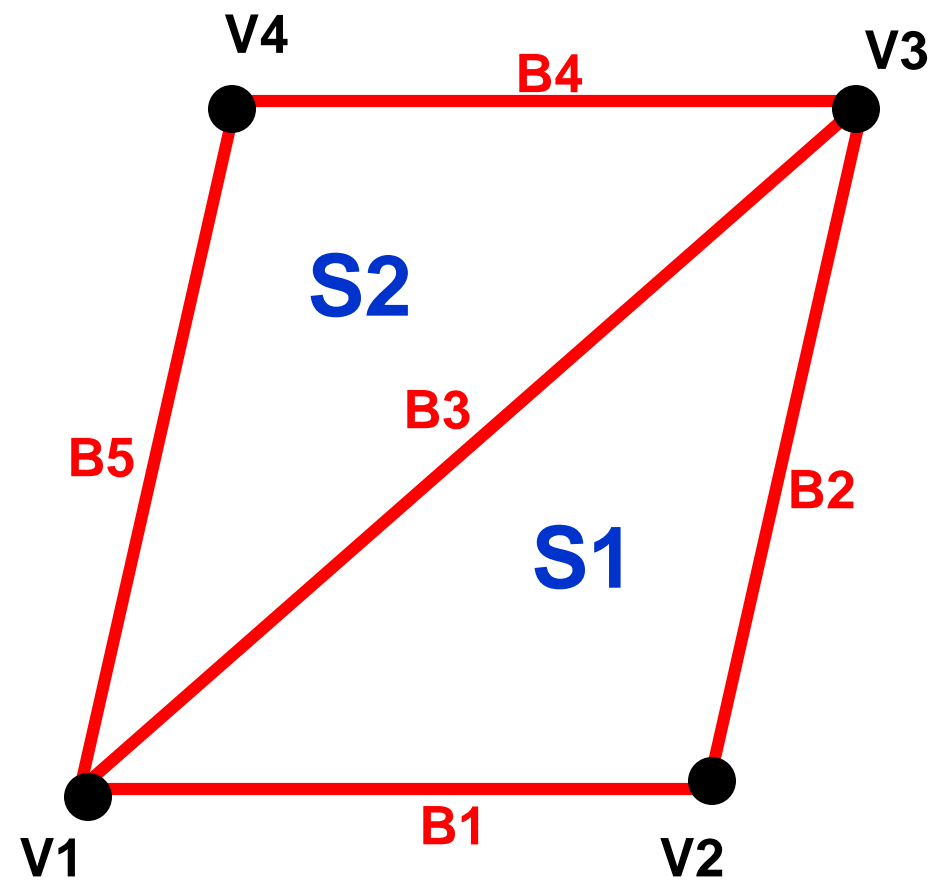
- ◆ Poligoni
- ◆ Konstruktivna geometrija čvrstih tijela (CSG)
- ◆ Parametarske krivulje i plohe
- ◆ Razdjelne plohe
- ◆ Brišuće plohe
- ◆ Volumenske reprezentacije
- ◆ Fraktali
- ◆ Sustavi čestica

Prikaz geometrije poligonima (1/2)



- ◆ Najčešći pristup
- ◆ Vrlo općenit pristup: sve se može pretvoriti u poligone
- ◆ Aproksimativna metoda
- ◆ Nije intuitivno za ručno modeliranje
- ◆ Koristi se za interno spremanje podataka
- ◆ Često se drugi oblici prikaza pretvaraju u poligone u zadnji čas prije prikaza
- ◆ Grafičko sklopovlje prilagođeno za rad s poligonima (najčešće trokutima)

Prikaz geometrije poligonima (2/2)



- ♦ Vrh – brid - stranica
- ♦ $B1 = V1, V2$
- ♦ $B5 = V4, V1$
- ♦ $S1 = V1, V2, V3$
- ♦ $S2 = V1, V3, V4$

Konstruktivna geometrija čvrstih tijela (1/2)



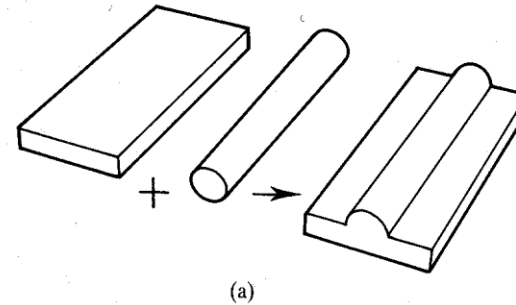
Zavod za telekomunikacije

- ◆ Engl. Constructive Solid Geometry (CSG)
- ◆ Jednostavni i intuitivni osnovni oblici (kvadar, kugla, konus, cilindar itd.)
- ◆ Često se koristi u oblikovanju VO
- ◆ Osnovni elementi se slažu jednostavnim operacijama zbrajanja, oduzimanja i presjeka

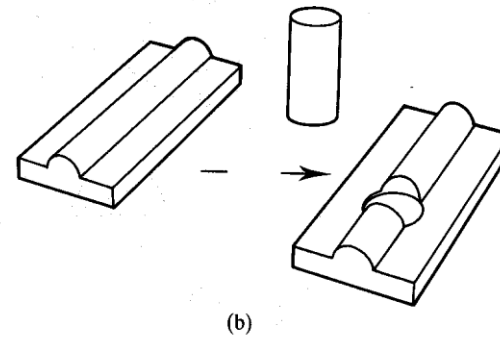
Konstruktivna geometrija čvrstih tijela (2/2)



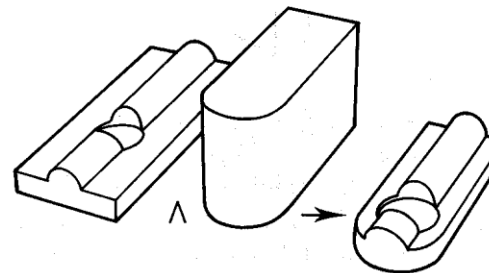
◆ Zbrajanje



◆ Oduzimanje



◆ Presjek



The Utah teapot

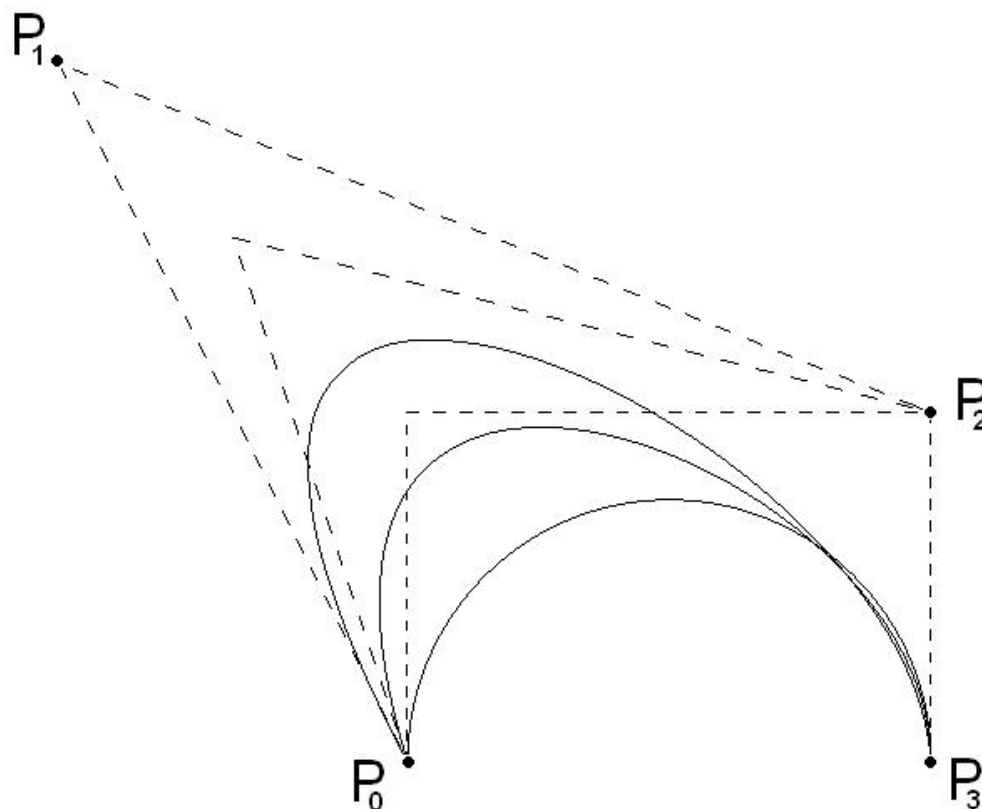
- Nastao 1975 na University of Utah (Newell)
- Tradicionalno se koristi kao predmet za testiranje algoritama u 3D grafici i animaciji
- Postao je simbol 3D grafike



- ◆ Stvaraju se matematičkim formulama
- ◆ Parametri formule mijenjaju oblik krivulje/plohe
- ◆ Parametri su intuitivni i mogu se grafički predočiti

Primjer: Bezierova kubična krivulja

$$Q(u) = P_0(1-u)^3 + P_13u(1-u)^2 + P_23u^2(1-u) + P_3u^3$$



Tipovi parametarskih krivulja



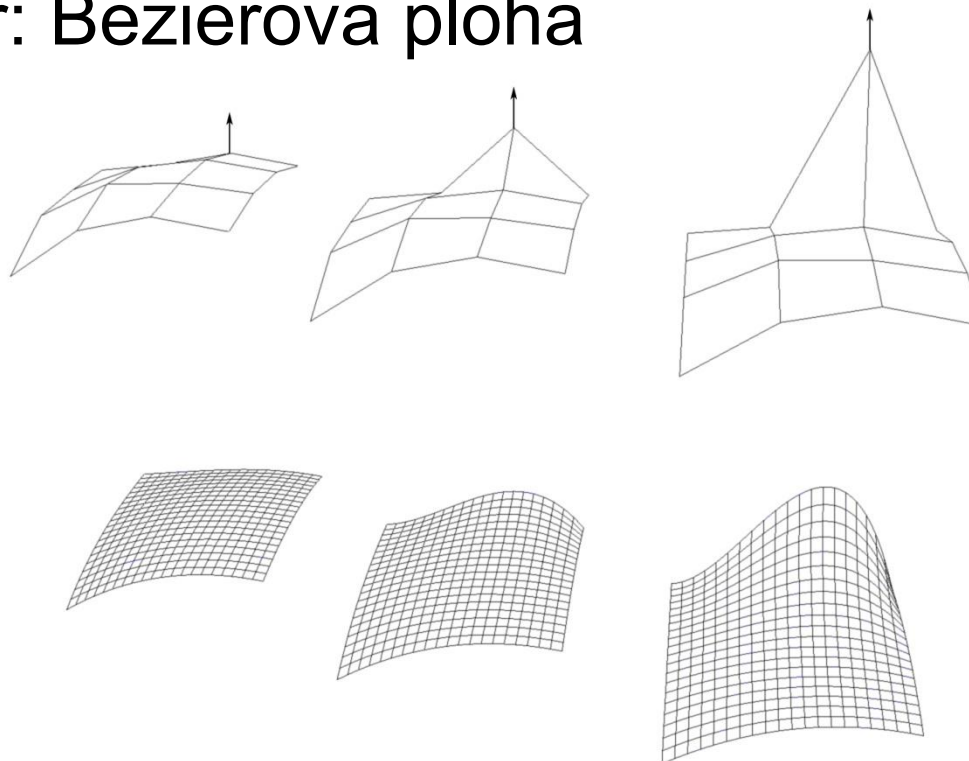
- ◆ Bezier
- ◆ Hermite
- ◆ B-spline
- ◆ β -spline
- ◆ NURBS - Non-uniform rational B-spline
 - Vrlo popularna u dizajnu zbog širokih mogućnosti kontrole krivulje

Parametarske plohe



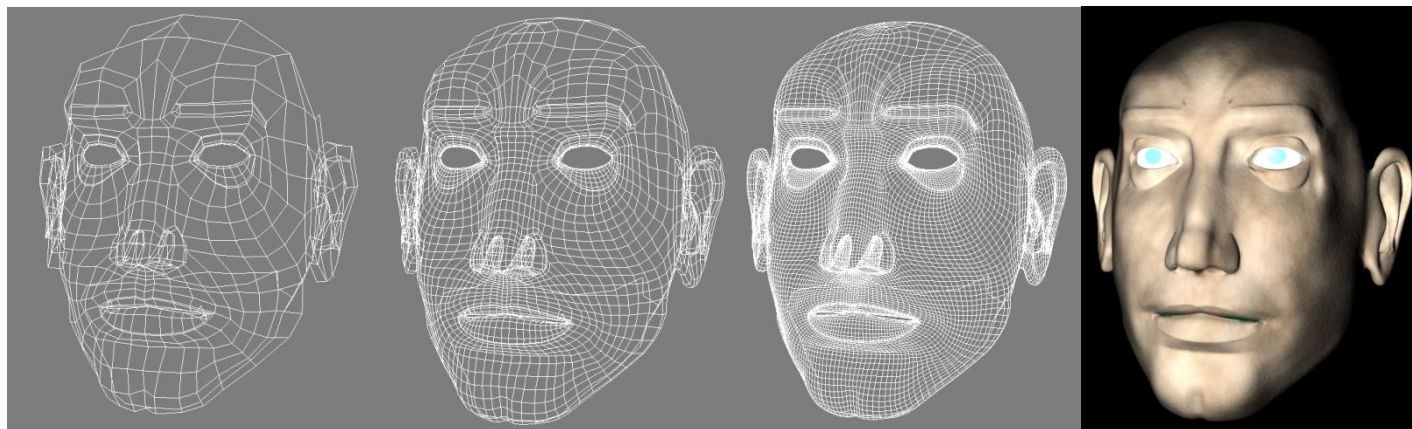
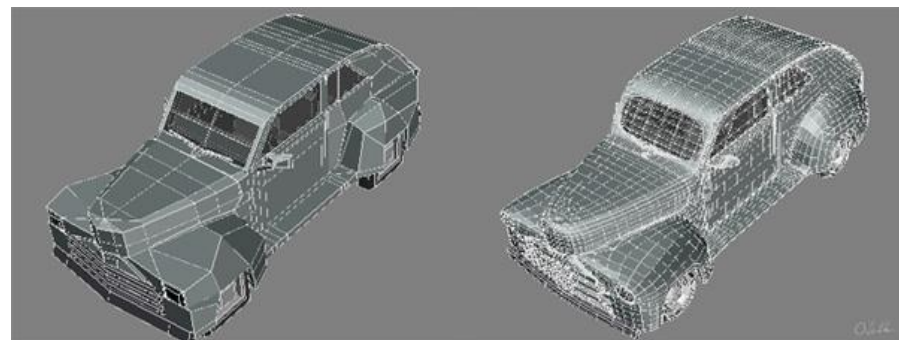
Zav

- ◆ Poopćavanje parametarskih krivulja na 3 dimenzije
- ◆ Primjer: Bezierova ploha

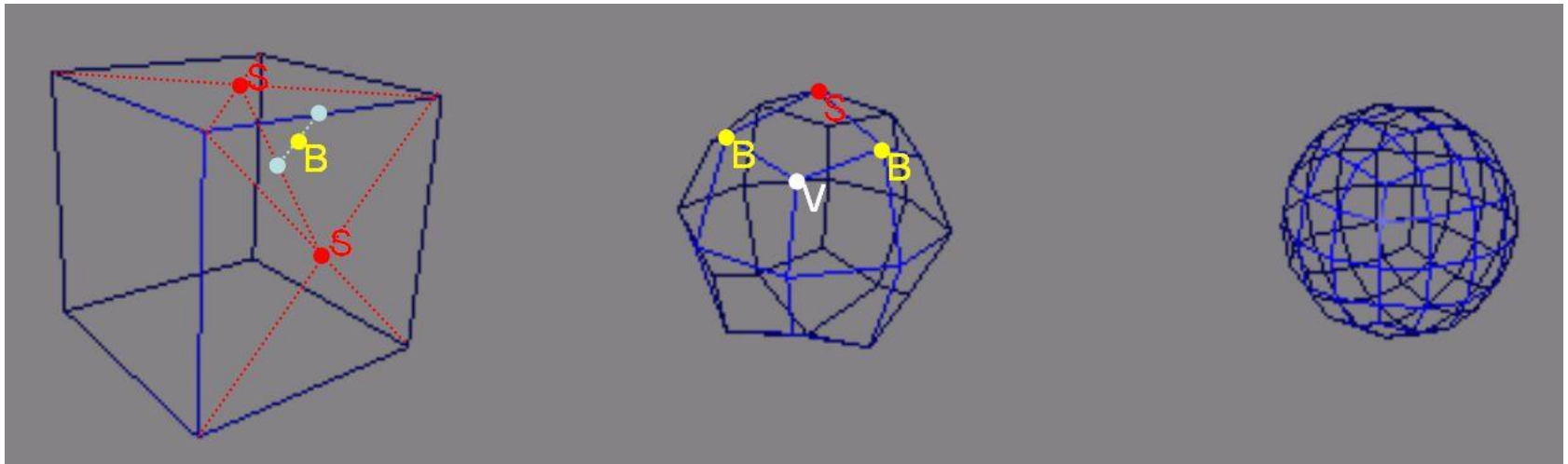


Razdjelne plohe (1/2)

- ♦ Iterativna razdioba poligona u nekom jednostavnijem geometrijskom obliku
- ♦ Jednostavno modeliranje, dobra kontrola



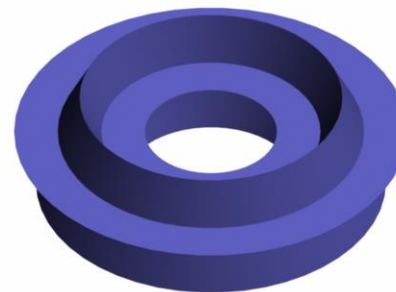
- ♦ Jedan od klasičnih postupaka: Catmull-Clark
- ♦ Stvaraju se nove točke i spajaju u nove poligone



Brišuće plohe



- ♦ Povlačenjem krivulje linearno, kružno ili po drugoj krivulji stvara se ploha

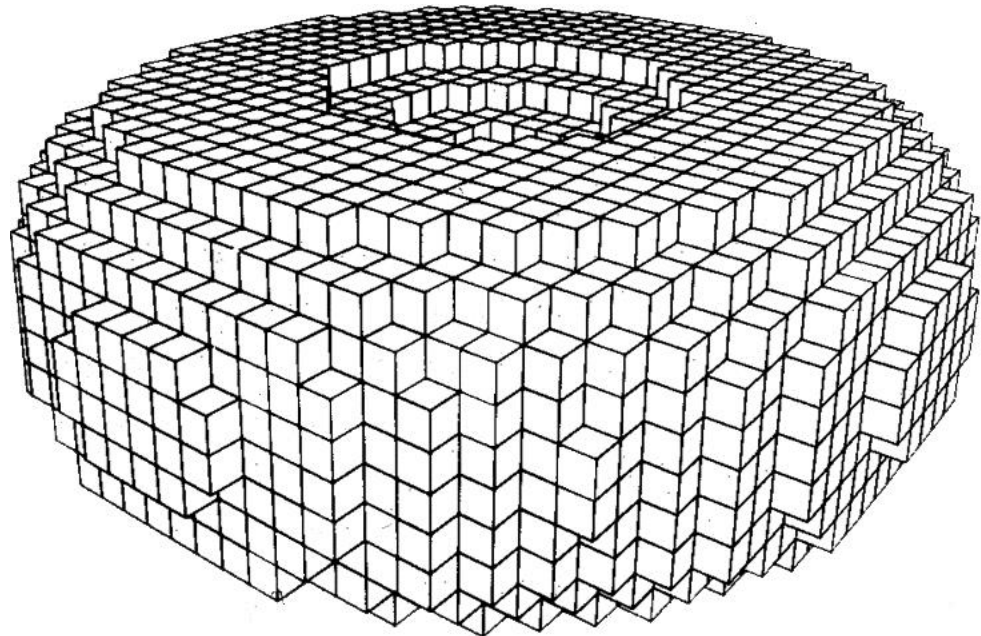


Početna
krivulja

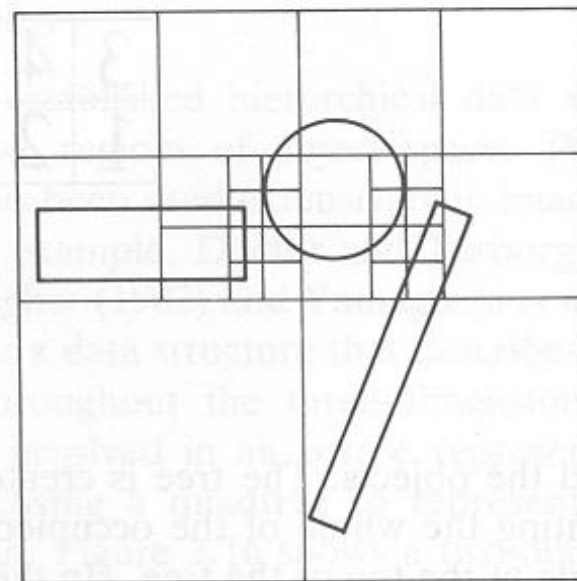
Linearno
(ekstruzija)

Rotaciono

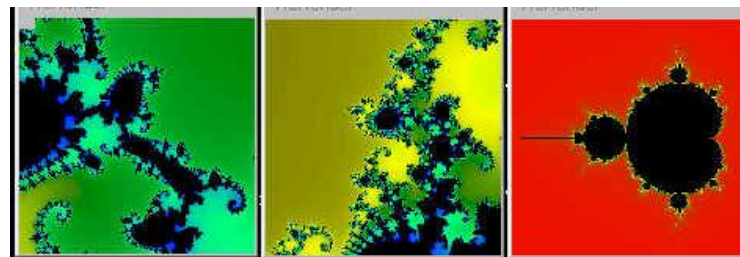
- ◆ Prostor se dijeli u ćelije (voxels)
- ◆ Za svaku se ćeliju zna je li popunjena ili nije
- ◆ Eventualno dodatna svojstva, npr. boja, gustoća...



- ◆ Volumen se rekurzivno dijeli
- ◆ Svaka podjela na 8 dijelova
- ◆ Podjela se zaustavlja kada je promatrani dio:
 - Potpuno pun
 - Potpuno prazan
 - Manji ili jednak zadanom pragu veličine
- ◆ Primjer u 2D (quadtree)
- ◆ Smanjuje se veličina zapisa
- ◆ Efikasnija obrada



- ◆ Benoit Mandelbrot, 1975
- ◆ Fragmentirani, nepravilni geometrijski objekti koji pokazuju svojstvo samo-sličnosti
- ◆ Obično stvoreni rekurzivnim ponavljanjem određene funkcije
- ◆ U svakoj iteraciji objekt je transformirana verzija objekta iz prošle iteracije
- ◆ Proizvoljan nivo detalja



$$z := z^2 + c$$

Fraktalni model planine



Sustavi čestica



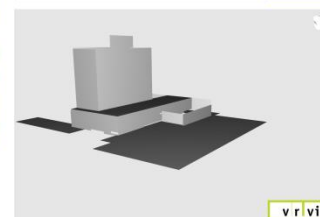
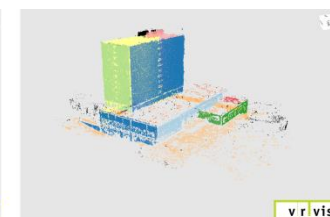
- ◆ Fizikalna simulacija velikog broja jednostavnih čestica
- ◆ Svaka čestica se prikazuje točkom, crticom i sl.
- ◆ Korisno za prikaz nekih prirodnih pojava:
 - Vodopadi
 - Vatra
 - Dim
 - Međudjelovanje mnoštva predmeta

Sustavi čestica: primjeri



Modeliranje zasnovano na slikama (1/2)

- ◆ Prikupljanje oblaka točaka
 - Lasersko skeniranje
 - Generiranje iz niza fotografija
 - Dubinske kamere
- ◆ Generiranje geometrije (trokuta); Teksturiranje



Modeliranje zasnovano na slikama (2/2)

- ♦ Dio Graza modeliran temeljem niza slika iz zrakoplova skoro potpuno automatski

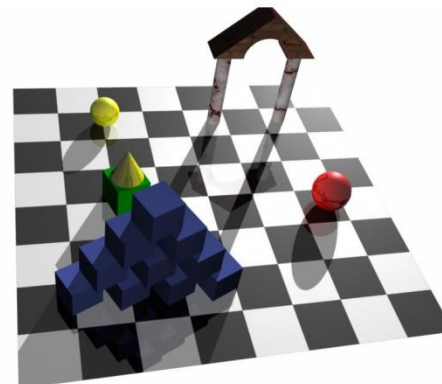
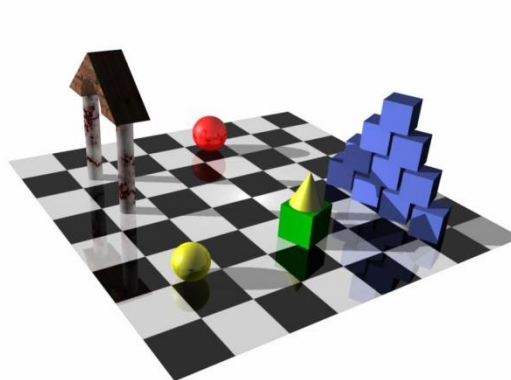
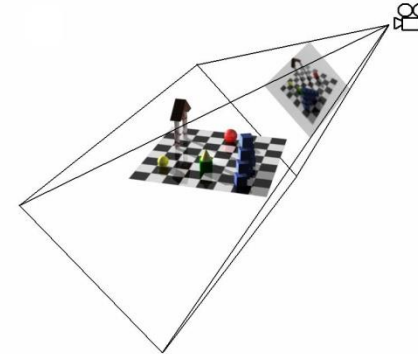
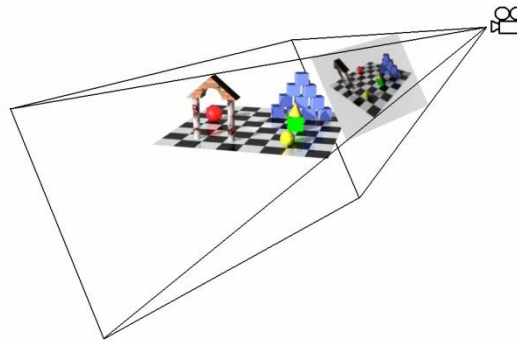


Model kamere (1/3)



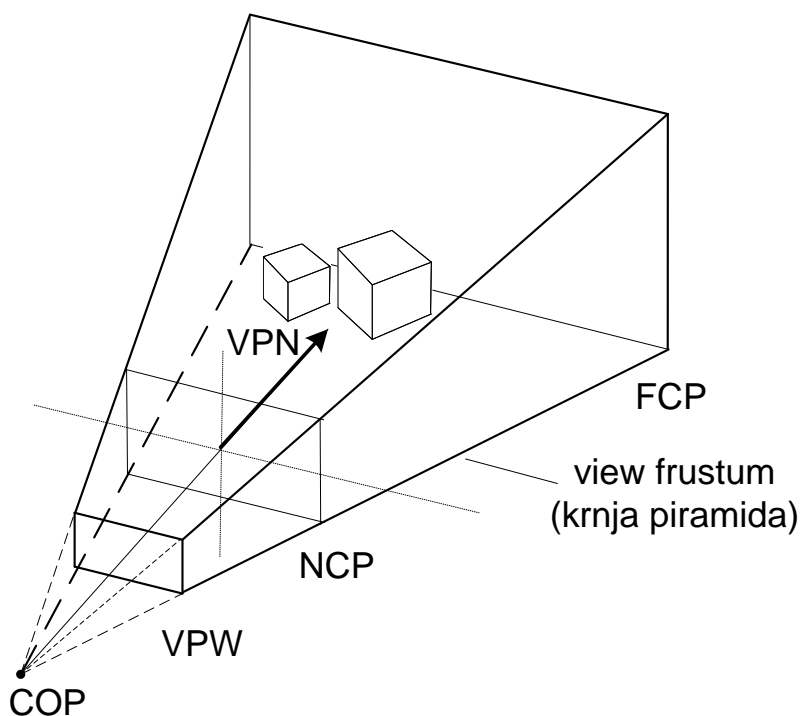
Zav

- ◆ Određuje pogled u virtualnu scenu koji će se iscrtati



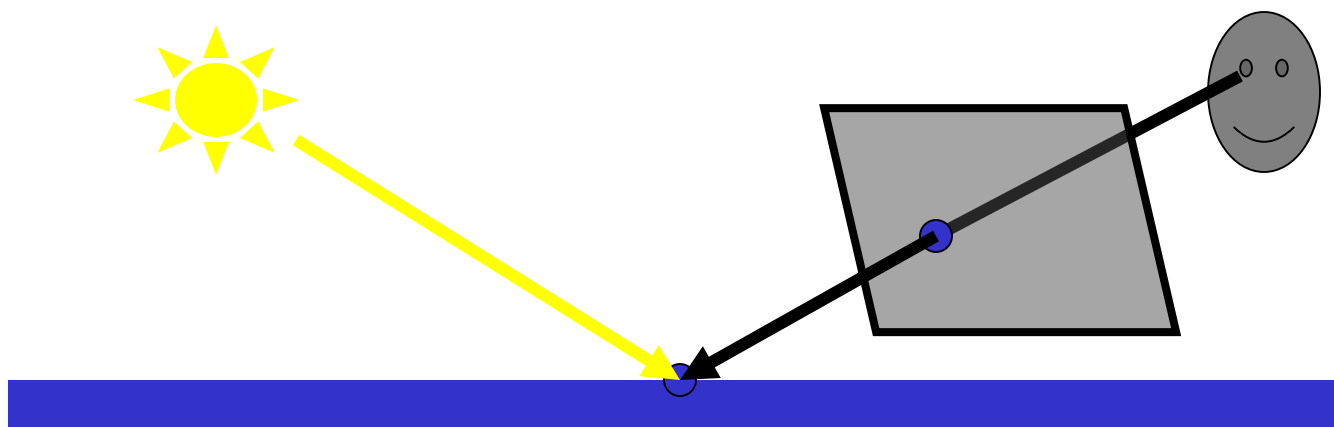
- ◆ Ortogonalna ili perspektivna projekcija
 - Više detalja u predavanju o transformacijama
- ◆ Parametri jednostavne perspektivne kamere:
 - Centar projekcije (COP)
 - Projekcioni prozor (VPW)
 - Normala na projekcionu plohu (VPN)
 - Bliska i daleka odrezujuća ploha (NCP, FCP)
- ◆ Ovi parametri definiraju projekcioni volumen (view frustum)

Model kamere (3/3)

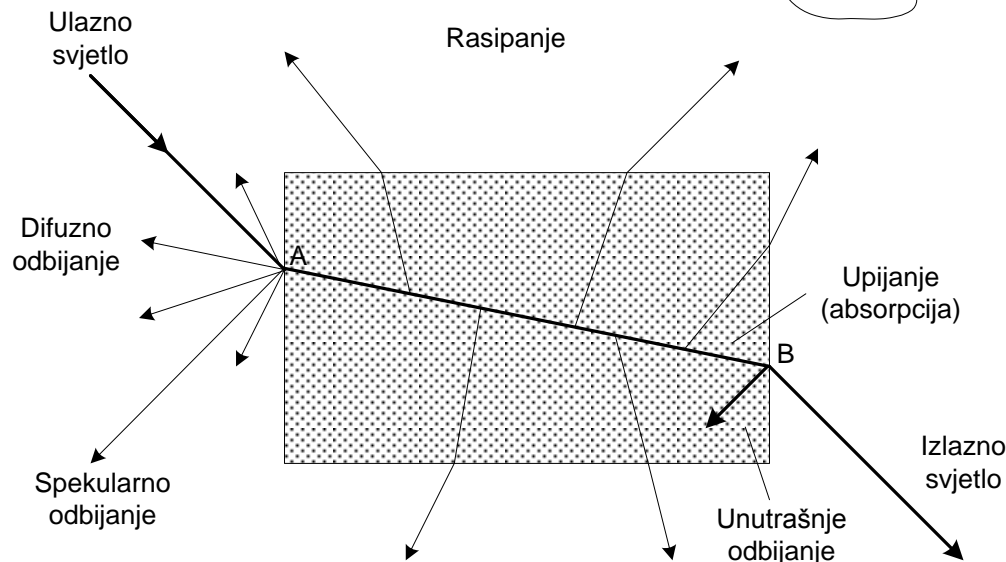
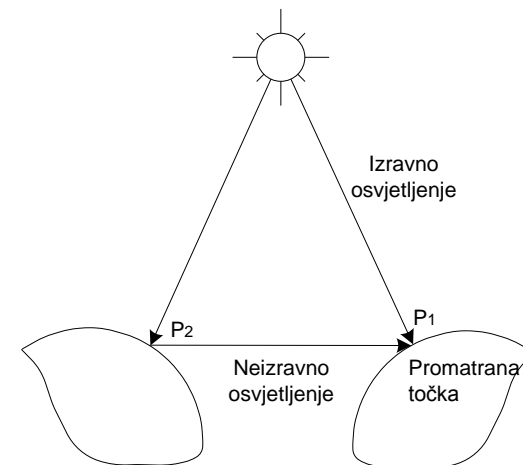


COP - centar projekcije (engl. center of projection)
NCP/FCP - bliska i daleka odrezujuća ploha (engl. near/far clipping plane)
VPW - projekcioni prozor (engl. view-plane window)
VPN - normala na projekcionu plohu (engl. view-plane normal)

- ◆ Kada predmet iz virtualne scene projiciramo na ekran, koje boje će biti svaka točka?
- ◆ Ovisi o:
 - Materijalu predmeta
 - Svjetlima
 - Relativnim položajima kamere, svjetla i predmeta



- ◆ Svjetlosna tijela
- ◆ Globalno osvjetljenje
 - Mekane granice svjetla/sjene
 - Razlijevanje boje (color bleeding)
 - Odrazi
- ◆ Odbijanje, upijanje, lom...



- ◆ Za većinu svjetlosnih efekata postoje algoritmi, no često su skupi
- ◆ Za realno vrijeme uvijek aproksimacije
 - Jednostavni modeli izvora svjetlosti
 - Zanemarivanje (dijela) globalnih efekata
 - Zanemarivanje dijela lokalnih efekata

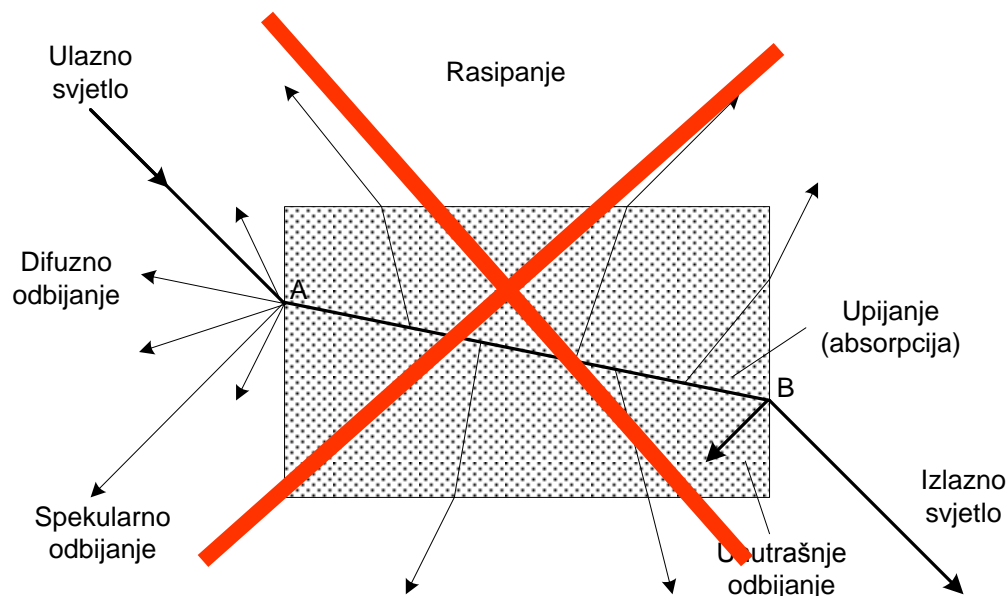
Modeli izvora svjetlosti



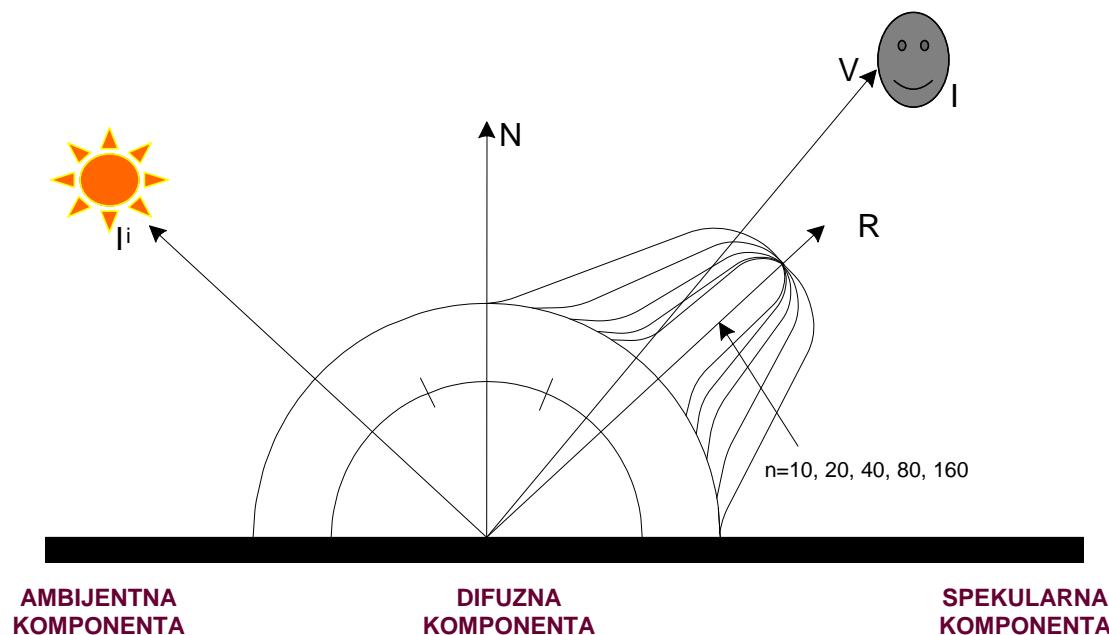
- ◆ Ambijentno svjetlo
 - Prisutno svuda u sceni
 - Grubo aproksimira globalno osvjetljenje
- ◆ Usmjereno svjetlo
- ◆ Točkasto svjetlo
- ◆ Reflektor

Model odbijanja svjetlosti (Phong)

- ◆ Bui-Tuong Phong, 1975.
- ◆ Najčešći model za RT grafiku
- ◆ Jednostavan, ali dobra aproksimacija



Phongov model odbijanja svjetlosti (1/2)



$$I = I_a k_a + I_i k_d (L \bullet N) + I_i k_s (R \bullet V)^n$$

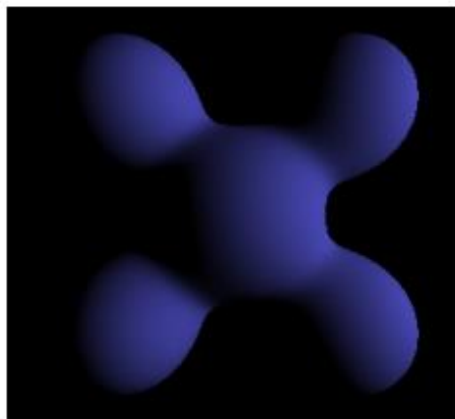
KOEFICIJENTI
MATERIJALA

Phongov model odbijanja svjetlosti (2/2)



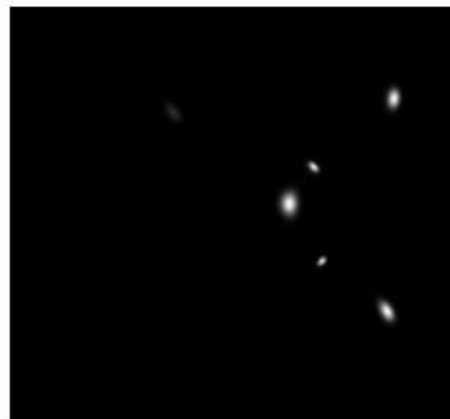
Ambijentna
komponenta

+



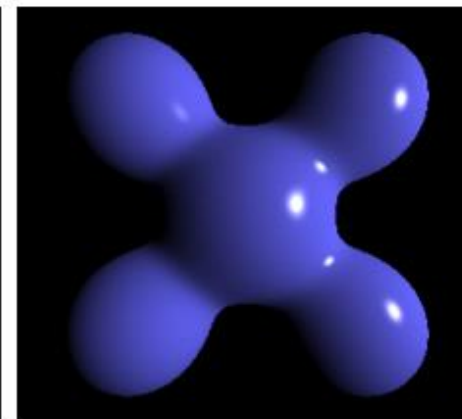
Difuzna
komponenta

+



Spekularna
komponenta

=



Phongov model
sjenčanja

Model materijala



Zav

- ◆ Opisuje kako materijal odbija svjetlost
- ◆ Dobra vijest: ovo već znate! Osnovni model materijala je sadržan u modelu odbijanja svjetlosti
 - Koeficijenti odbijanja ambijentne, difuzne i spekularne komponente k_a , k_d i k_s
 - Spekularni faktor n
 - Faktor prozirnosti, ako se ona simulira