

Osnove virtualnih okruženja

Igor S. Pandžić

Uvod u 3D grafiku I: Modeliranje

Uvod u 3D grafiku I: Modeliranje

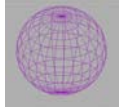
- ♦ Modeliranje i digitalni prikaz predmeta
- ♦ Model kamere
- ♦ Model osvjetljenja
 - Model izvora svjetlosti
 - Model odbijanja svjetlosti
 - Model materijala

Modeliranje i digitalni prikaz predmeta

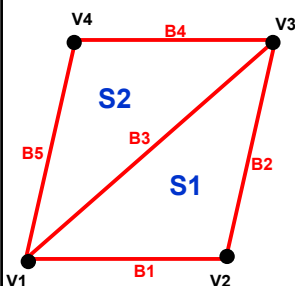
- ♦ Poligoni
- ♦ Konstruktivna geometrija čvrstih tijela (CSG)
- ♦ Parametarske krivulje i plohe
- ♦ Razdjelne plohe
- ♦ Brišuće plohe
- ♦ Volumenske reprezentacije
- ♦ Fraktali
- ♦ Sustavi čestica

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)



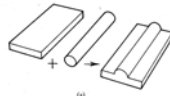
- ♦ Vrh – brid - stranica
- ♦ $B1 = V1, V2$
- ♦ $B5 = V4, V1$
- ♦ $S1 = V1, V2, V3$
- ♦ $S2 = V1, V3, V4$

Konstruktivna geometrija čvrstih tijela (1/2)

- ♦ Engl. Constructive Solid Geometry (CSG)
- ♦ Jednostavni i intuitivni osnovni oblici (kvarad, 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)

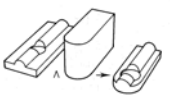
- ♦ Zbrajanje



- ♦ Oduzimanje



- ♦ Presjek



Parametarske krivulje i plohe

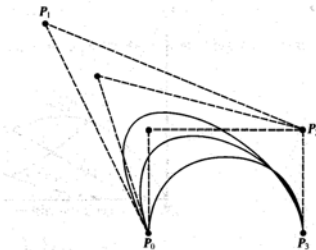


- ♦ Stvaraju se matematičkim formulama
- ♦ Parametri formule mijenjaju oblik krivulje/plohe
- ♦ Parametri su intuitivni i mogu se grafički predočiti

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

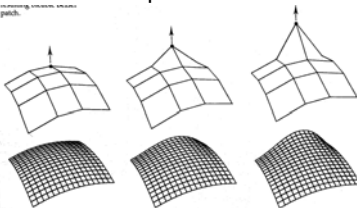


- ♦ Bezier
- ♦ Hermite
- ♦ B-spline
- ♦ β -spline
- ♦ NURBS - Non-uniform rational B-spline
 - Vrlo popularna u dizajnu zbog širokih mogućnosti kontrole krivulje

Parametarske plohe



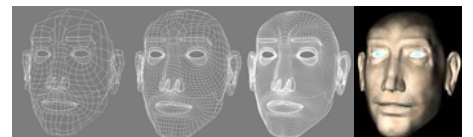
- ♦ Poopćavanje parametarskih krivulja na 3 dimenzije
- ♦ Primjer: Bezierova ploha



Razdjelne plohe (1/2)



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

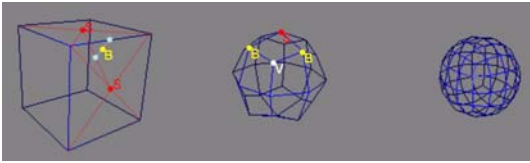


Razdjelne plohe (2/2)



Zavod za telekomunikacije

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

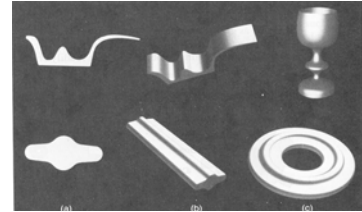


8/20/2004 OVO • Uvod u 3D grafiku I: Modeliranje • Igor S. Pandžić 13

Brišuće plohe



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



Početna krivulja Linearno (ekstruzija) Rotaciono

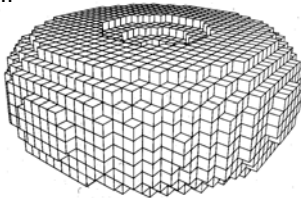
8/20/2004 OVO • Uvod u 3D grafiku I: Modeliranje • Igor S. Pandžić 14

Volumenski prikazi



Zavod za telekomunikacije

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



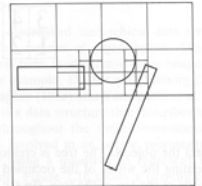
8/20/2004 OVO • Uvod u 3D grafiku I: Modeliranje • Igor S. Pandžić 15

Efikasnija reprezentacija: octree



Zavod za telekomunikacije

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



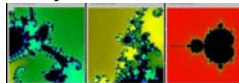
8/20/2004 OVO • Uvod u 3D grafiku I: Modeliranje • Igor S. Pandžić 16

Fraktali



Zavod za telekomunikacije

- ♦ 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



$$Z := Z^2 + C$$

8/20/2004 OVO • Uvod u 3D grafiku I: Modeliranje • Igor S. Pandžić 17

Fraktalni model planine



Zavod za telekomunikacije



8/20/2004 OVO • Uvod u 3D grafiku I: Modeliranje • Igor S. Pandžić 18

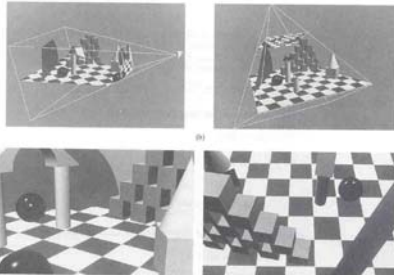
- ♦ Fizikalna simulacija velikog broja jednostavnih čestica
- ♦ Svaka čestica se prikazuje točkom, crticom i sl.
- ♦ Korisno za prikaz nekih prirodnih pojava:
 - Vodopadi
 - Vatra
 - Dim
 - Međudjelovanje mnoštva predmeta



Model kamere (1/2)



- ♦ Određuje pogled u virtualnu scenu koji će se is crtati

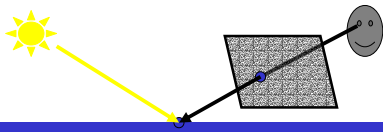


Model kamere (2/2)

- ♦ 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 ploh (NCP, FCP)
- ♦ Ovi parametri definiraju projekcioni volumen (view frustum)

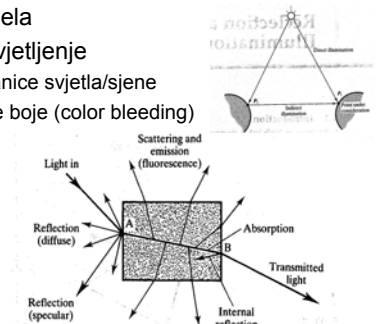
Model osvjetljenja

- ♦ 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



U stvarnosti...

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

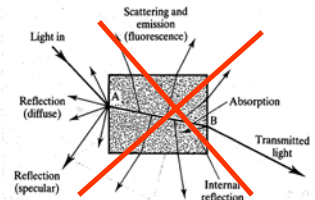


- ♦ Za većinu svjetlosnih efekata postoje algoritmi, no često su skupi
- ♦ Za realno vrijeme uvijek aproksimacije
 - Jednostavni modeli izvora svjetlosti
 - Zanimarivanje (dijela) globalnih efekata
 - Zanimarivanje dijela lokalnih efekata



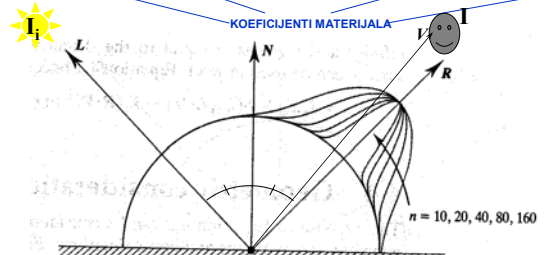
- ♦ Ambijentno svjetlo
 - Prisutno svuda u sceni
 - Grubo aproksimira globalno osvjetljenje
- ♦ Usmjereno svjetlo
- ♦ Točkasto svjetlo
- ♦ Reflektor

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



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

Labels in the image: AMBIJENTNA KOMPONENTA (for $I_a k_a$), DIFUZNA KOMPONENTA (for $I_i k_d (L \cdot N)$), SPEKULARNA KOMPONENTA (for $I_s k_s (R \cdot V)^n$), and KOEFICIJENTI MATERIJALA (for k_a, k_d, k_s).



- ♦ 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 prozornosti, ako se ona simulira

- ♦ **3D Computer Graphics**, Alan Watt, Addison-Wesley
- ♦ **Introduction to Computer Graphics**, Foley, Van Dam, Hughes, Phillips, Addison-Wesley
- ♦ **Izborni predmet Računalna Grafika**