

cad lab

Oblikovanje pomoću računala

Modeliranje krutim tijelima i modeliranje uporabom značajki

14.4.2008

Katedra za konstruiranje i razvoj proizvoda * <http://www.cadlab.fsb.hr> * Oblikovanje pomoću računala

1

cad lab

Modeliranje krutim tijelima i modeliranje uporabom značajki

SADRŽAJ

- Modeliranje uporabom geometrijskih objekata
- Geometrijski modeli krutih tijela
- Dekompozicijski modeli
- Konstruktivni modeli krutih tijela
 - CSG prikaz
 - Rubni prikaz

14.4.2008

Katedra za konstruiranje i razvoj proizvoda * <http://www.cadlab.fsb.hr> * Oblikovanje pomoću računala

2

cad lab

Modeliranje uporabom geometrijskih objekata

- Što je dobro:
 - brzi algoritmi za prikaz i kreiranje,
 - manja kompleksnost baze crteža,
 - bolja mogućnost razmjene podataka sa drugim CAD programskim aplikacijama,
- Što su problemi:
 - mogućnost neispravnog modela,
 - mogućnost kreiranja nekompletnih modela
 - ograničena uporabivost

14.4.2008

Katedra za konstruiranje i razvoj proizvoda * <http://www.cadlab.fsb.hr> * Oblikovanje pomoću računala

3

Modeliranje uporabom geometrijskih objekata

14.4.2008
Katedra za konstruiranje i razvoj proizvoda * <http://www.cadlab.fsb.hr> * Oblikovanje pomoću računala
4

Geometrijski modeli krutih tijela

Računalni modeli tijela moraju zadovoljiti sljedeće karakteristike u E3 prostoru:

- **krutost** – konfiguracija apstraktnog tijela mora biti neovisna o lokaciji i orijentaciji tijela u prostoru,
- **homogena trodimenzionalnost** – tijelo mora imati svoju unutrašnjost, a oplošje tijela ne smije imati visećih bridova ili ploha,
- **konačnost** – tijelo mora zauzimati konačan dio prostora,
- **zatvorenost** pod osnovnim transformacijama i nekim Boolean operacijama – osnovne transformacije (translacija i/ili rotacija) ili operacije dodavanja i oduzimanja kada se primjene na tijelo moraju rezultirati također tijelom,
- **konačnost opisa** – model tijela u 3D prostoru mora se moći opisati konačnim brojem pojmova,
- **određenost oplošja** – oplošje tijela mora jednoznačno definirati prostor unutar tijela (volumen).

14.4.2008
Katedra za konstruiranje i razvoj proizvoda * <http://www.cadlab.fsb.hr> * Oblikovanje pomoću računala
5

Geometrijski modeli krutih tijela

Neki od važnijih aspekata izrade modela uporabom krutih tijela su osiguravanje integriteta te kompleksnost modela.

Modeli krutih tijela mogu se podijeliti u tri kategorije:

- **dekompozicijski modeli** (decomposition models),
- **konstruktivni modeli** (constructive models),
- **rubni prikaz** (boundary representation).

14.4.2008
Katedra za konstruiranje i razvoj proizvoda * <http://www.cadlab.fsb.hr> * Oblikovanje pomoću računala
6

Dekompozicijski modeli

- Dekompozicijski modeli (decomposition model) – predstavljaju skup ili kolekciju jednostavnih modela povezanih operacijom “lijepljenja”. Elementi koji tvore model se popisuju (enumeriraju) nekom od metoda. Područje primjene je u prikazima vezanim za simulacije, video igre, renderiranje volumena, animacije te 3D prikaze generirane na osnovu digitalnih snimaka (GIS).
- Načini dekompozicije elemenata:
 - podjela s jednakim korakom (Brute force),
 - dijeljenje na četvrtine (Quadrees) 2D,
 - dijeljenje na osmine (Octrees) 3D,
 - volumske ćelije (Voxels).

14.4.2008
Katedra za konstruiranje i razvoj proizvoda * <http://www.cadlab.fsb.hr> * Oblikovanje pomoću računala
7

Dekompozicijski modeli

14.4.2008
Katedra za konstruiranje i razvoj proizvoda * <http://www.cadlab.fsb.hr> * Oblikovanje pomoću računala
8

Dekompozicijski modeli

- Osobine dekompozicijskih modela:
 - omogućuju aproksimativni (približan) prikaz. Rezolucija tj. “kvaliteta” prikaza (aproksimacije) ovisi o veličini ćelije,
 - prikaz se mijenja u slučaju promjene položaja,
 - isti skup ćelija može opisivati nekoliko objekata (Schema prikaza je jednoznačna samo u slučaju fiksne rezolucije),
 - jednostavna uporaba Boolean operatora kod ćelija.

■ Octree primjer.

14.4.2008
Katedra za konstruiranje i razvoj proizvoda * <http://www.cadlab.fsb.hr> * Oblikovanje pomoću računala
9

cad lab

Konstruktivni modeli krutih tijela

- Modeli kreirani uporabom poluprostora - kreiraju se kombinacijom jednostavnih poluprostornih osnovnih oblika. Poluprostorni primitivi se kreiraju dijeljenjem prostora u dva dijela tvoreći dva poluprostora koja oba mogu biti beskonačna ili jedan konačan, a drugi beskonačan.
- U najvećem broju slučajeva poluprostorni primitivi se kreiraju dijeljenjem prostora uporabom ravninskih površina te odabira orijentacije koja pripada tijelu. Npr. kocka se može prikazati kao presjek šest poluprostora pri čemu je svaki definiran na taj način da je pozitivna strana ravninske površine uključena u kocku.
- Poluprostorni modeli se kreiraju kombinacijom instanci poluprostornih primitiva i Boolean operatora.

14.4.2008

Katedra za konstruiranje i razvoj proizvoda * <http://www.cadlab.fsb.hr> * Oblikovanje pomoću računala

13

cad lab

Konstruktivna geometrija tijela

- CSG prikaz je uređeni binarni graf (stablo) čiji međučvorovi označavaju osnovne operatore i pomake, a krajnji čvorovi ili osnovne oblike ili pomake. Neki algoritmi dozvoljavaju ponavljanje istih struktura pa su grafovi ciklički.
- CSG stablo se sastoji od:
 - opisa regulariziranih Boolean operatora ili transformacija,
 - opisa primitiva.

14.4.2008

Katedra za konstruiranje i razvoj proizvoda * <http://www.cadlab.fsb.hr> * Oblikovanje pomoću računala

14

cad lab

Konstruktivna geometrija tijela

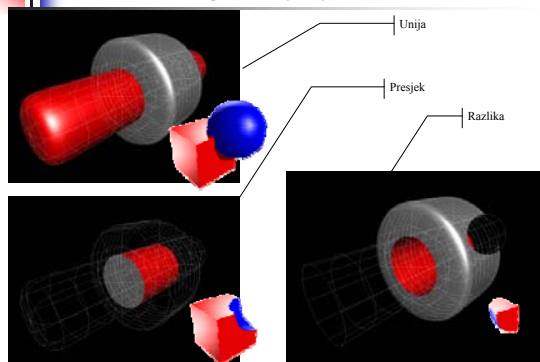
- Operatori su regularizirani Boolean operatori (unija, presjek i razlika).

14.4.2008

Katedra za konstruiranje i razvoj proizvoda * <http://www.cadlab.fsb.hr> * Oblikovanje pomoću računala

15

Konstruktivna geometrija tijela



14.4.2008

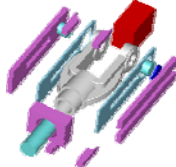
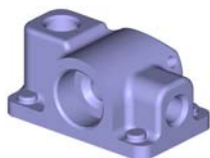
Katedra za konstruiranje i razvoj proizvoda * <http://www.cadlab.fsb.hr> * Oblikovanje pomoću računala

16

Konstruktivna geometrija tijela

Osobine CSG prikaza:

- mogućnosti ovise o klasama dostupnih poluprostora te o dostupnom osnovnim oblicima,
- CSG stabilno osigurava ispravnost modela te omogućuje kontrolu istih,
- CSG stabilno opisuje jednodzanal ali ne jedinstven prikaz modela jedan od razloga je i taj što se modela može kreirati kombinacijom različitih osnovnih oblika,
- budući da je skup Boolean operatera sastavni dio CSG stabla, unija dva različita CSG stabla kreirat će u novo ispravno CSG stablo,
- u većini slučajeva za prikaz CSG modela koristi se rubni prikaz (B-Rep).

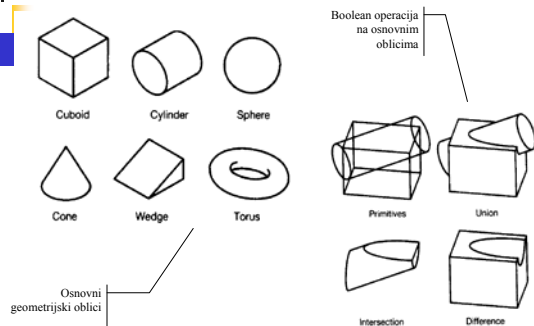


14.4.2008

Katedra za konstruiranje i razvoj proizvoda * <http://www.cadlab.fsb.hr> * Oblikovanje pomoću računala

17

Konstruktivna geometrija tijela

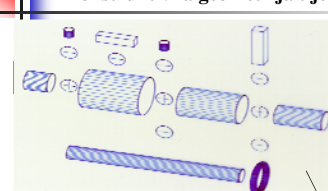


14.4.2008

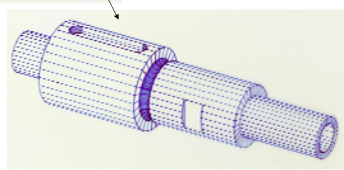
Katedra za konstruiranje i razvoj proizvoda * <http://www.cadlab.fsb.hr> * Oblikovanje pomoću računala

18

Konstruktivna geometrija tijela



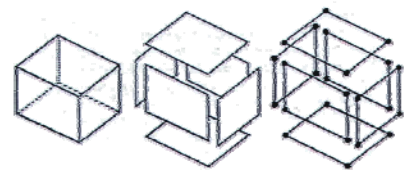
Proces nastanka modela



14.4.2008
Katedra za konstruiranje i razvoj proizvoda * <http://www.cadlab.fsb.hr> * Oblikovanje pomoću računala
19

Rubni prikaz

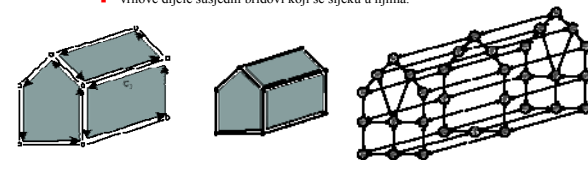
- Rubni prikaz (boundary representation) – temelji se na pogledu na kruto tijelo pomoću površina. Modelirani objekt se potpuno definira i prikazuje preko povezanih površina. U cilju ispravnog opisa modeliranog objekta rubni model se dodatno sastoji i od opisa točki, bridova i topoloških relacija na njima.
- Površine, točke i bridovi se označuju te tvore stablo (graf), a rubovi stabla opisuju relacije između njih. Rubni prikaz se sastoji od geometrijskih i topoloških podataka. Geometrijski podaci su pridruženi čvorovima stabla.



14.4.2008
Katedra za konstruiranje i razvoj proizvoda * <http://www.cadlab.fsb.hr> * Oblikovanje pomoću računala
20

Rubni prikaz

- Topološke relacije na osnovu kreiranog stabla:
 - kruto tijelo se sastoji od skupa površina.
 - svaka površina obrubljena je skupom bridova.
 - skup bridova je ureden skup tako da tvori zatvorenu petlju (neophodno da bi se moglo razlučiti "unutrašnjost" od "vanjštine"),
 - bridove dijele susjedne površine koje se sijeku na bridu,
 - bridovi su ograničeni susjednim vrhovima,
 - vrhove dijele susjedni bridovi koji se sijeku u njima.



14.4.2008
Katedra za konstruiranje i razvoj proizvoda * <http://www.cadlab.fsb.hr> * Oblikovanje pomoću računala
21

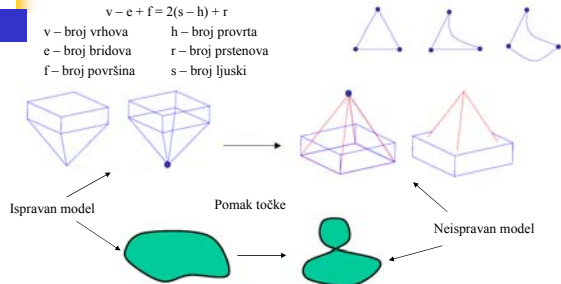
Rubni prikaz

Ispravnost B-rep prikaza određuje se Euler-Pointcare jednadžbom.

$$v - e + f = 2(s - h) + r$$

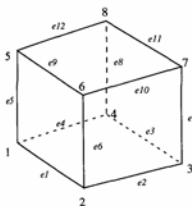
v – broj vrhova	h – broj provrta
e – broj bridova	r – broj prstenova
f – broj površina	s – broj ljuski

Topologija prikazanih oblika je ista.



Rubni prikaz

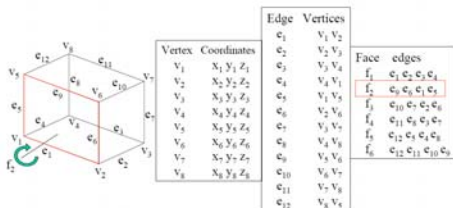
- **Primer rubnog prikaza temeljenog na opisu vrhova modela.** Pojedini vrhovi se pridružuju površinama. Vrhovi pojedinih površina prikazuju se u nepromjenjivom redu. Geometrijske informacije o površinama se ne zapisuju eksplicitno već putem koordinata vrhova i njihovog odnosa prema površinama.




v1	x1	y1	z1	f1	v1	v2	v3	v4
v2	x2	y2	z2	f2	v6	v2	v1	v5
v3	x3	y3	z3	f3	v7	v3	v2	v6
v4	x4	y4	z4	f4	v8	v4	v3	v7
v5	x5	y5	z5	f5	v5	v1	v4	v8
v6	x6	y6	z6	f6	v8	v7	v6	v5
v7	x7	y7	z7					
v8	x8	y8	z8					

Rubni prikaz

- **Primjer rubnog prikaza temeljenog na opisu bridova modela.** Model je opisan pomoću opisa bridova koji tvore zatvorenu petlju tj. omeđuju površinu. Prilikom zapisivanja vodi se računa o orijentaciji svakog brida. Površine se orijentiraju na taj način da su bridovi navedeni u smjeru kazaljke na satu gledano izvana na model. Svaki brid dijeli se na dvije površine, jednom u pozitivnoj i jednom u negativnoj orijentaciji.





Literatura i URL linkovi

- J. J. Shah, M. Mantyla, Parametric and Feature-Based CAD/CAM, John Wiley & Sons Inc., New York,1995.
- L. Zeid, CAD/CAM Theory and Practice, McGraw-Hill, Inc., New York, 1991.
- <http://www.geocities.com/Athenas/42004/graphics.htm>
- <http://www.ipf.tuwien.ac.at/fr/Buildings/diss/node5.html>
- http://www.fourmilab.ch/autofile/www/tableofcontents2_117.html
- <http://en.wikipedia.org/wiki/CAD>
- http://cadd.web.cern.ch/cadd/cad_geant_int/thesis/node3.html
- <http://www.autodesk.com>
- <http://www.ptc.com>
- <http://www.catia.com>
- <http://www.unigraphics.com>
- <http://www.solidworks.com>

14.4.2008

Katedra za konstruiranje i razvoj proizvoda * <http://www.cadlab.fsb.hr> * Oblikovanje pomoću računala

25
