

CC 52B Computación Gráfica

Modelación de Sólidos

Prof. María Cecilia Rivara
mcrivara@dcc.uchile.cl
Semestre 2003/2

MCRivara/CG2003/2

Modelación de Sólidos

Objetivo: Modelos matemáticos de objetos del mundo real (automóvil, motor, avión)

- Representación que da una definición completa y no ambigua de un objeto "describiendo"
 - borde del objeto
 - interior del objeto
 - exterior del objeto
- Se describe la topología del objeto, su estructura
 - información de conectividad (relaciones de vecindad) entre los componentes
- Componentes: entidades topológicas (vértices, aristas, caras, etc.)

MCRivara/CG2003/2

2

Modelos de sólidos

- Geometría Sólida Constructiva CSG
- Representación de Borde B-Rep
- Representación por Barrido
- Enumeración Espacial: "mallas" de volumen especiales

MCRivara/CG2003/2

3

- Modelos tipo wireframe (mallas de alambre) son ambiguos e inútiles para muchos fines
Ejemplo: si el modelo no incluye estructura de caras, no es posible realizar rendering
- Modelos de sólido pueden visualizarse como wireframe

MCRivara/CG2003/2

4

Sistemas de modelamiento de sólidos

Objetivos operacionales:

- crear, guardar, manipular objetos sólidos
- sobre el modelo permitir la integración de técnicas y algoritmos requeridos por distintas aplicaciones
- permitir la automatización de tareas asociadas a los objetos: diseño (CAD), construcción (CAM), aplicaciones biomédicas (tomografía)

MCRivara/CG2003/2

5

Sólido

- Objeto que divide \mathbb{R}^3 en interior y exterior
- separados mediante el borde
- Bordes:
 - superficies cerradas analíticas (esfera)
 - grupo de pedazos de superficies abiertas interconectadas.

MCRivara/CG2003/2

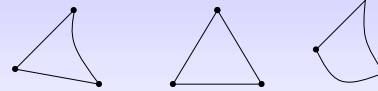
6

– Propiedades requeridas

- Acotados
- Homogéneamente 3D: no hay caras ni aristas sueltas
- Finitos: descritos por cantidad limitada de información
- No ambiguos: representación de no más de un objeto
- Más formalmente es necesario establecer
 - Dominio de definición (clase de objetos)
 - Validez: sólidos legales
 - Completitud: datos suficientes para la descripción
 - Unicidad de la representación (no siempre se cumple!) clave para determinar igualdad de objetos
- Además (Importante!) el modelo debe ser eficaz en el contexto de las aplicaciones

Conceptos

Geometría versus Topología

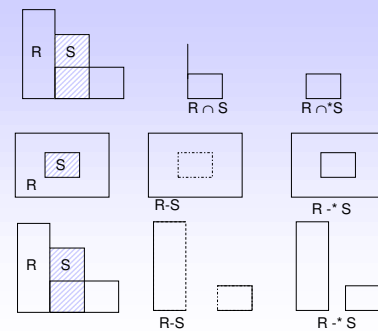


Idéntica topología, distinta geometría

Modelación de sólidos (I) Geometría Sólida Constructiva (CSG)

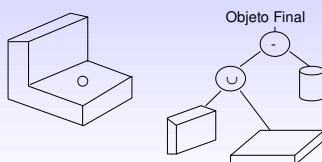
- Objetos se definen mediante operaciones booleanas regularizadas sobre primitivas geométricas
- Operaciones booleanas regularizadas \cup^* \cap^* $-^*$
- Definición de un conjunto de primitivas 3D relevantes al área de aplicación (ej: engranajes)

Ejemplos:



CSG

- Primitivas: bloque, cilindro, cono, esfera, engranaje, etc. Las primitivas son definidos mediante la intersección de semi-espacios limitados por planos o superficies cuádricas



CSG (cont.)

- Modelo procedural define el objeto sin especificar todavía valores cuantitativos.
- Luego una rutina de evaluación del borde entrega información cuantitativa sobre vértices, aristas, caras.
- Tema importante: cálculo de intersecciones
- El usuario solo ve la información geométrica
- Ventajas: intuitiva, fácil de usar (interactiva)
- Desventajas: limitada para construir solo conjunto de objetos.

Modelación de sólidos (II) Representación de Borde: B-Rep

- Idea básica: interior del objeto encerrado por conjunto de caras (superficies orientables)
- Orientación: permite distinguir 2 lados de la superficie (vector normal)
- Base de datos B-Rep: maneja información geométrica y topológica.

Chequeos de Validez Topológica

- Se usan operadores especiales aprovechando Ley de Euler

Objetos poliédricos satisfacen

$$F - E + V - H = 2(C - G)$$

F, E, V: número de caras, aristas y vértices

H: número de hoyos en las caras

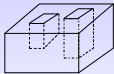
C: número de cuerpos o componentes separados

G: hoyos que atraviesan el objeto

Ejemplos : calcular

- 1) Cubo con un hoyo no perforado y uno perforado

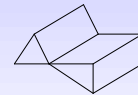
$$F - E + V - H = 2(1 - G)$$



- 2) cilindro



- Dominio: La mayoría de los modeladores soportan solo sólidos 2-manifold



No es 2-manifold

- Sólidos representados por "parches" curvos paramétricos también obedecen la ley de Euler

¿Cómo se obtiene la representación de borde?

- Input del usuario (complejo)
- Evaluación del borde a partir de modelo CSG

Representación faceteada

Poliedro particular que almacena (aproxima) el modelo B-rep

- Caras curvas se aproxima por caras "faceteadas"

