

Solid Modeling 1

Computational Visual Design (CVD-Lab), DIA, “Roma Tre”
University, Rome, Italy

Computational Graphics 2012



Sommario

Modellazione dei solidi

- Schema di rappresentazione

- Schemi enumerativi gerarchici

- Schemi decompositivi: complessi cellulari

- Schemi decompositivi gerarchici



RAPPRESENTAZIONE DEI SOLIDI – introduzione

discutiamo le rappresentazioni al calcolatore dei modelli matematici dei corpi e alcuni algoritmi fondamentali su tali modelli solidi

algoritmi fondamentali:

1. operazioni booleane
2. integrazione di volume (massa, inerzia, etc...)
3. nc machining
4. offsetting delle superfici
5. modellazione degli stampi
6. analisi delle tolleranze dimensionali



Sommario

Modellazione dei solidi

Schema di rappresentazione

Schemi enumerativi gerarchici

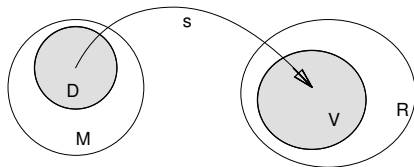
Schemi decompositivi: complessi cellulari

Schemi decompositivi gerarchici



SCHEMA DI RAPPRESENTAZIONE – definizione

uno **schema di rappresentazione** è definito come una corrispondenza $s : \mathcal{M} \rightarrow \mathcal{R}$ tra un insieme \mathcal{M} di **modelli** matematici degli oggetti solidi e un insieme \mathcal{R} di **rappresentazioni** al calcolatore



SCHEMA DI RAPPRESENTAZIONE

dominio e insieme di validita'

uno schema di rappresentazione s è definito normalmente solo su un sottoinsieme $D \subset \mathcal{M}$ di modelli matematici, che costituisce il **dominio** dello schema

il **codominio** $V = s(D) \subseteq \mathcal{R}$ dello schema s non coincide necessariamente con l'insieme target \mathcal{R} delle rappresentazioni sintatticamente ben formate, ovvero costruite secondo una data grammatica



Sommario

Modellazione dei solidi

Schema di rappresentazione

Schemi enumerativi gerarchici

Schemi decompositivi: complessi cellulari

Schemi decompositivi gerarchici



SCHEMI ENUMERATIVI – introduzione

un modello solido è descritto enumerando le celle “piene” in una partizione dello spazio occupato dal solido.

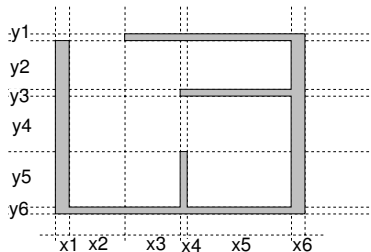
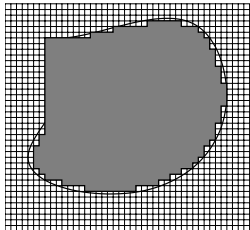
si distingue tra

- ▶ schemi **non gerarchici**, che usano matrici sparse di valori booleani, e
- ▶ schemi **gerarchici** basati sulla decomposizione dello spazio, per esempio i **quadtree** e gli **octree**, rispettivamente nei casi 2D e 3D.

queste rappresentazioni **approssimano** lo spazio occupato dal solido, persino nel caso dei poliedri.



SCHEMI ENUMERATIVI



rappresentazioni enumerative:

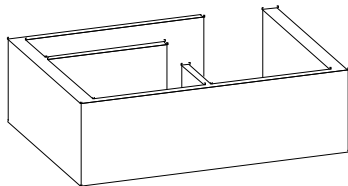
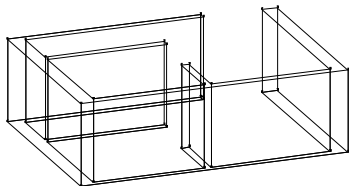
(a) con risoluzione costante (b) con risoluzione variabile

SCHEMI ENUMERATIVI – esempio

tale rappresentazione può essere codificata, nel caso 2D e 3D:

$\langle \langle \text{Xarray}[i], \text{Yarray}[j] \rangle, \text{BoolArray}[i, j] \rangle$

$\langle \langle \text{Xarray}[i], \text{Yarray}[j], \text{Zarray}[k] \rangle, \text{BoolArray}[i, j, k] \rangle$



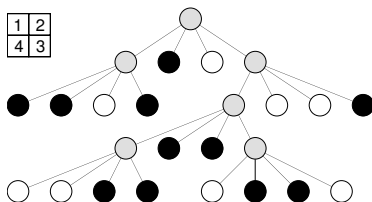
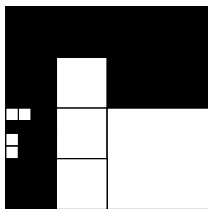
SCHEMI ENUMERATIVI GERARCHICI, QUADTREE E OCTREE

gli *schemi enumerativi gerarchici* usano una varietà di alberi, che codificano differenti schemi di partizionamento dello spazio ambiente in celle di differente tipo e misura

gli schemi più importanti sono gli alberi 2^n -tree e bintree



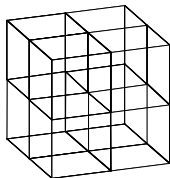
SCHEMI ENUMERATIVI GERARCHICI– quadtree



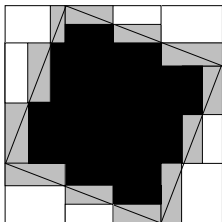
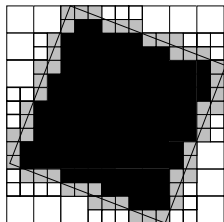
schema di codifica del quadtree: (a) oggetto 2D (b) celle piene (nere), celle vuote (bianche) e celle decomposte (grigie)



SCHEMI ENUMERATIVI GERARCHICI– octree, bintree



Octree: partizione di una cella 3D in 8 sottocelle generate da tre piani ortogonali



Confronto di **quadtree** e **bintree**



Sommario

Modellazione dei solidi

Schema di rappresentazione

Schemi enumerativi gerarchici

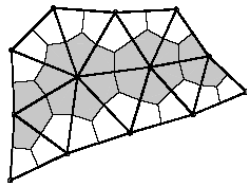
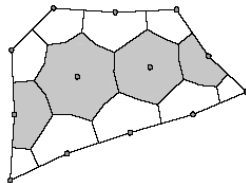
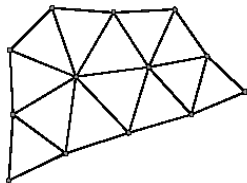
Schemi decompositivi: complessi cellulari

Schemi decompositivi gerarchici



SCHEMI DECOMPOSITIVI FLAT: complessi cellulari

complesso primale :	vertici V	spigoli E	facce F
complesso duale :	facce F'	spigoli E'	vertici V'
corrisp. biettive:	$V \leftrightarrow F'$	$E \leftrightarrow E'$	$F \leftrightarrow V'$



complesso **primale**, complesso **duale** e loro insieme



Sommario

Modellazione dei solidi

Schema di rappresentazione

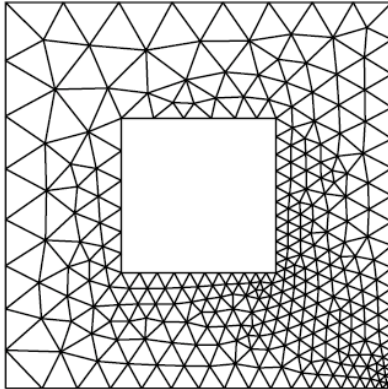
Schemi enumerativi gerarchici

Schemi decompositivi: complessi cellulari

Schemi decompositivi gerarchici



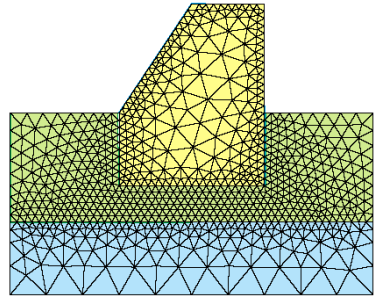
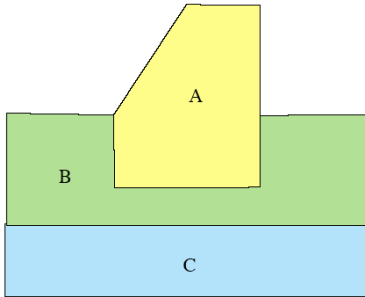
SCHEMI DECOMPOSITIVI FLAT: complessi simpliciali



complesso di Delaunay con maglie piu' fitte in alcune zone



SCHEMI DECOMPOSITIVI FLAT: complessi simpliciali



- (a) campione formato da diversi materiali
- (b) complesso simpliciale usato per l'analisi

SCHEMI DECOMPOSITIVI GERARCHICI

HPC = Hierarchical Polyhedral Complex (PLaSM)

schema utilizzato dal kernel geometrico PLaSM , basato su una descrizione gerarchica della struttura dell'oggetto

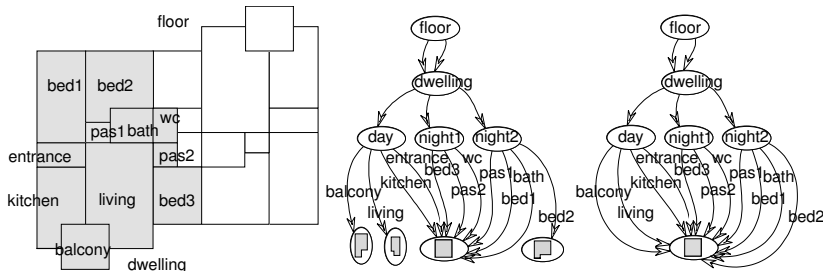
la rappresentazione HPC descrive gli oggetti geometrici come collezioni gerarchiche di poliedri, dove ogni poliedro elementare è decomposto in un insieme di politopi (insiemi convessi limitati)

un politopo è a sua volta rappresentato come collezione di vettori di vertice e/o di covettori di faccia



SCHEMI DECOMPOSITIVI GERARCHICI

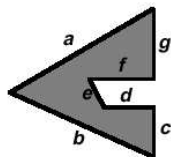
HPC = Hierarchical Polyhedral Complex (PLaSM)



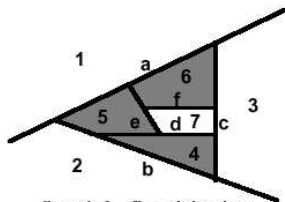
(a) Planimetria schematica (b) Rappresentazione HPC
completa (partizione) (c) Rappresentazione HPC **debole**
(copertura)

SCHEMI DECOMPOSITIVI GERARCHICI: alberi BSP

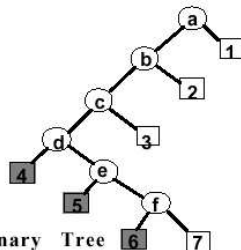
BSP = Binary Space Partition



Original B-rep



Spatial Partitioning



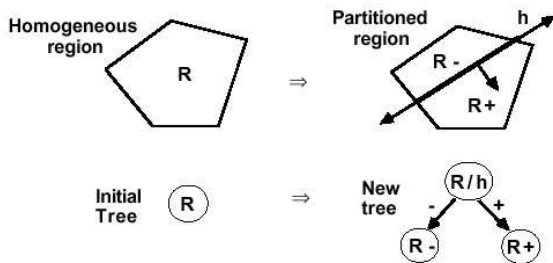
Binary Tree

Alberi binari che contengono un iperpiano in ogni nodo non foglia e un'etichetta IN/OUT nei nodi foglia



SCHEMI DECOMPOSITIVI GERARCHICI: alberi BSP

passo ricorsivo di decomposizione di una regione convessa

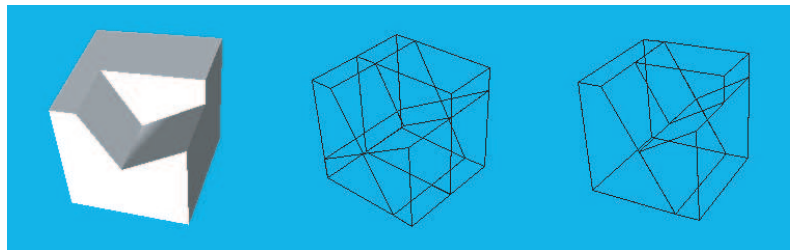


alberi BSP sono usati in molti videogiochi (DOOM, etc.) per modellare la scena



SCHEMI DECOMPOSITIVI GERARCHICI: alberi BSP

operazioni booleane su alberi BSP (PLaSM)



differenza tra cubi: (a) oggetto risultante (b) celle della
partizione indotta dai piani di bordo (c) celle dell'albero BSP

potato

