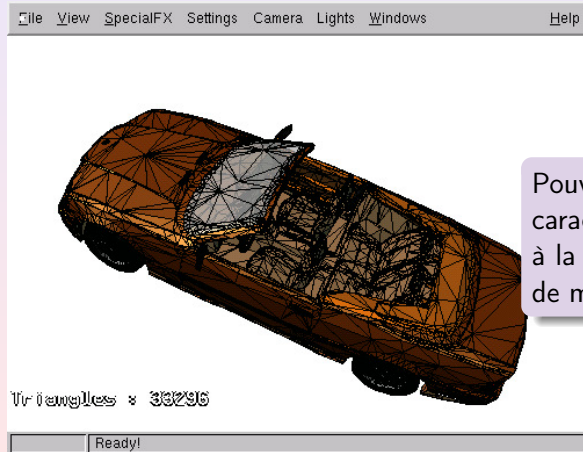


Modélisation Géométrique des Solides: Fondements

Stefka GUEORGUIEVA
stefka.gueorguieva@labri.fr

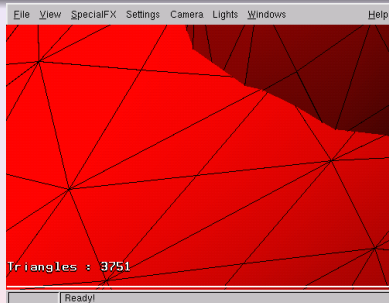
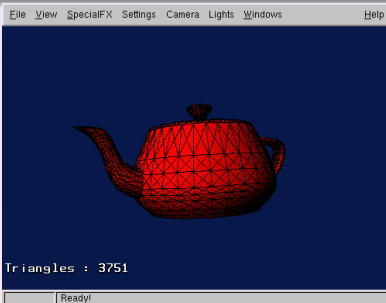
- 1 Motivation
- 2 Supports
- 3 Solides
 - Rigidité des solides
 - Régularité des solides
 - Description finie des solides
- 4 Propriétés des représentations
 - Puissance
 - Validité
 - Non-ambiguïté
 - Unicité
 - Fermeture
 - Description
 - Densité
 - Facilité d'usage
- 5 Exemples de représentations

Problématique



Pouvoir calculer toute caractéristique relevante à la forme géométrique de manière automatique.

théière



<http://www.3dcafe.com>, teapot

" What you see is not what you get ! " : Validité des modèles.

Modélisation géométrique : communauté scientifique en France

CNRS GDR IG-RV

GDR Informatique Géométrique et Graphique, Réalité Virtuelle et Visualisation <IG-RV>

Groupe de travail "modélisation géométrique" <GT MG>
<GT MG site>

Modélisation géométrique : communauté scientifique en France

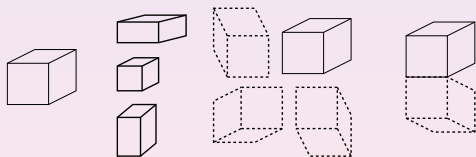
AFIG

Association Française d'Informatique Graphique [AFIG](#)

Propriétés des solides

- Rigidité
- Régularité
- Description finie

Rigidité des solides



Definition

Un solide est dit rigide ssi sa forme reste homogène et invariante par rapport à l'orientation dans l'espace.

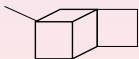
Régularité des solides



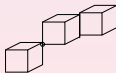
a



b



c



d

Definition

Un solide est dit régulier ssi tout point du solide a un voisinage homéomorphe soit à une sphère, pour les points de l'intérieur, soit à une demi-sphère, pour les points de la frontière.

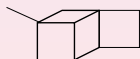
Régularité des solides



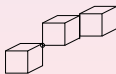
a



b



c



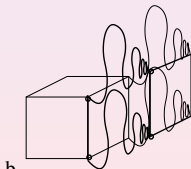
d

- (a) Exemple d'un solide régulier : un cube
- (b), (c), (d) Exemples de solides non-réguliers

Description fine des solides



a



b

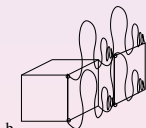
Definition

Un solide est dit de description fine ssi sa frontière supporte une description fine.

Description fine des solides



a



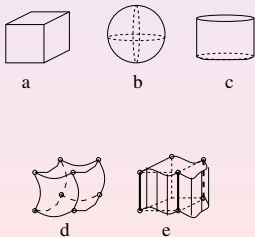
b

- (a) Solide dont la surface frontière est de description fine composée par six faces carrées
- (b) Oscillation de la surface frontière d'un solide curviligne ne supportant pas une description fine

Propriétés des représentations

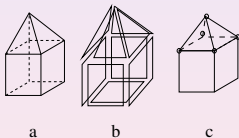
- Puissance
- Validité
- Non-ambiguïté
- Unicité
- Fermeture
- Description
- Densité
- Facilité d'usage

Puissance



- (a) Domaine planaire
- (b), (c) Surfaces frontières quadratiques
- (d), (e) Surfaces frontières paramétriques

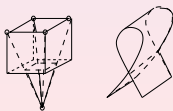
Validité



a

b

c



d

e

- (a), (b), (c) Exemples de représentations **PGN** valides
- (d), (e) Exemples de représentations **PGN** invalides car il existe des faces se recoupant à l'intérieur.

Non-ambiguïté



a



b



c



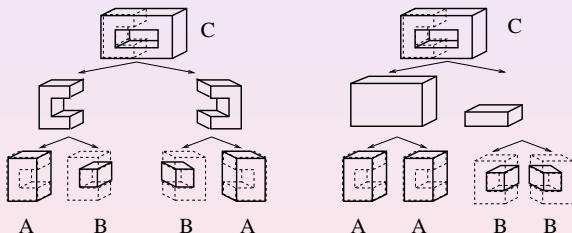
d



e

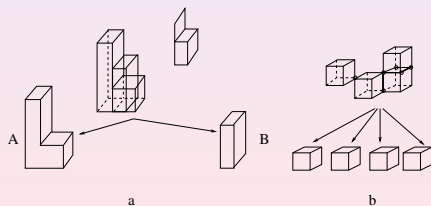
- (a) Représentation en fils de fer **WF**
- (b),(c),(d),(e) Exemples de solides ayant la même représentation **WF** ambiguë

Unicité



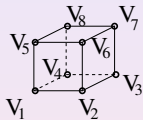
- (a), (b) Exemples de différentes repr. **CSG** d'un seul et même solide

Fermeture



- (a) Repr. **CSG** non-fermée par rapport à l'intersection usuelle.
- (b) Idem par rapport à l'union usuelle.

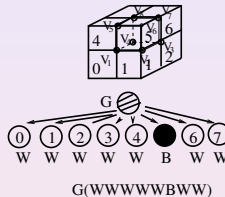
Description



Sweep



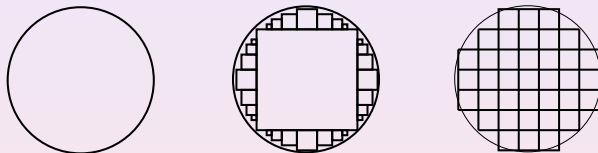
PGN



Octree

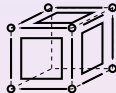
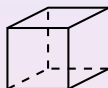
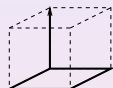
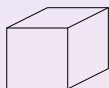
- (a) Repr. par extrusion **SW** définie à partir de la courbe génératrice (le carré) et la trajectoire (un segment de droite)
- (b) Repr. polygonale **PGN** donnée par l'ensemble des faces planaires
- (c) Arbre **Octree** décrit par la structure arborescente.

Densité



- (a) Repr. paramétrique, instanciation de primitives
- (b) Repr. décompositive avec des cellules de taille variable
- (c) Repr. décompositive avec des cellules uniformes.

Facilité d'usage



SW

SOE

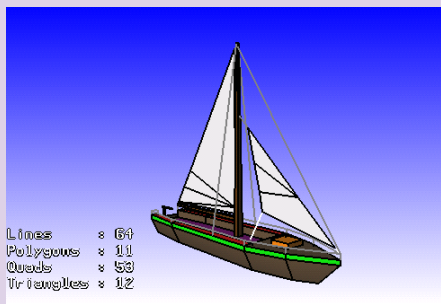
CSG

BRepr

- (a) Repr. par l'extrusion **SW**
- (b) Repr. par l'énumération spatiale **SOE**
- (c) Repr. par la géométrie constructive solide **CSG**
- (d) Repr. par frontières **BRepr**

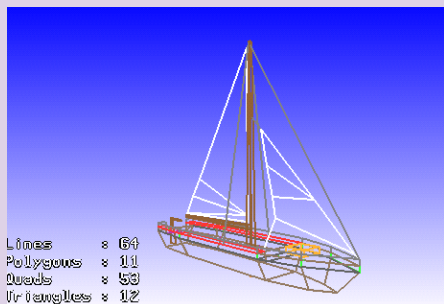
Représentation par polygones

PolyGoNaI (PGN)



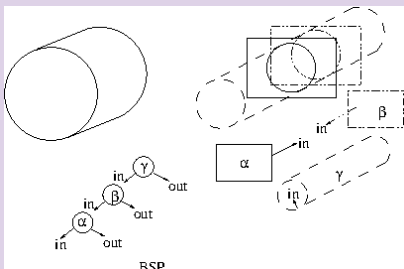
Représentation par "fil de fer"

PGN -> Wire Frame (WF)



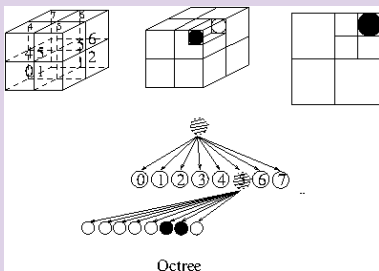
Représentation par partition de l'espace

Binary Space Partition (BSP)



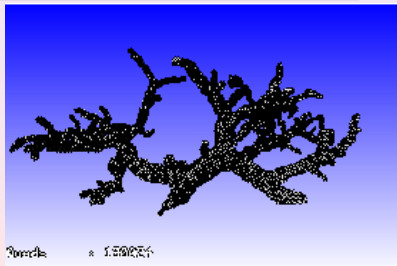
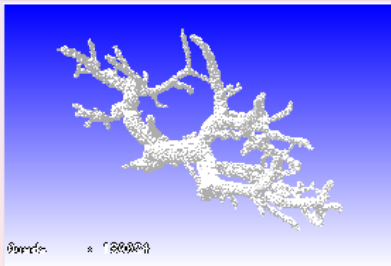
Représentation par partition de l'espace

Octree



Représentation par énumération spatiale

Spatial Occupancy Enumeration (SOE)



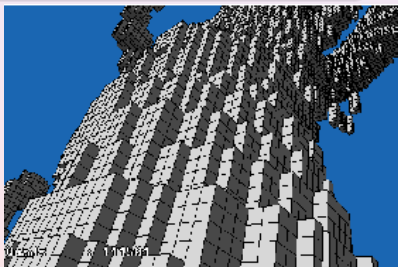
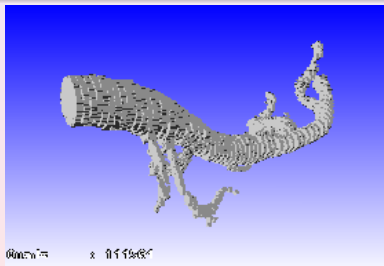
Représentation par énumération spatiale

Spatial Occupancy Enumeration (SOE)

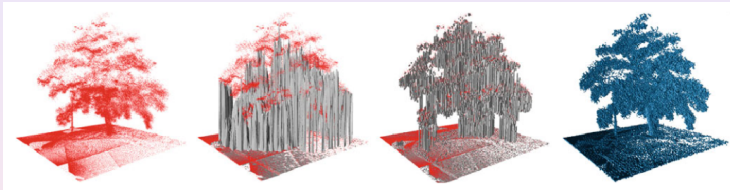


Représentation par énumération spatiale

Spatial Occupancy Enumeration (SOE)



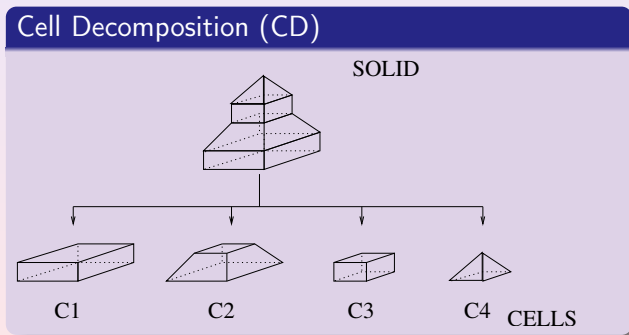
Représentation par énumération spatiale



De droite à gauche : nuage de points, carte d'évaluation, carte "multi-niveaux" de la surface et représentation volumétrique (de voxels).

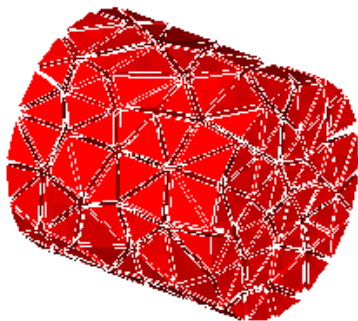
Fig.1, "OctoMap : an efficient probabilistic 3D mapping framework based on octrees", A.Hornung et al, Autonomous Robots, V.34, No3, 2013

Représentation par décomposition du solide



Représentation par décomposition du solide

Cell Decomposition (CD)

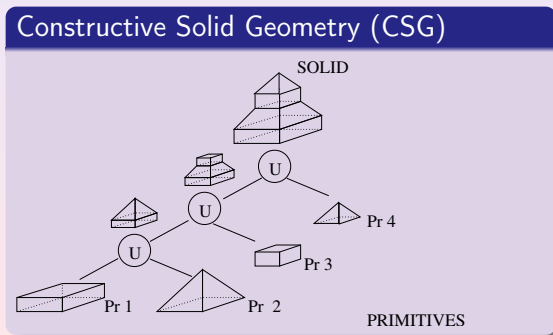


Représentations constructives

Definition

Une représentation est dite constructive ssi elle présente le solide comme des constructions booléennes de primitives.

Représentations constructives



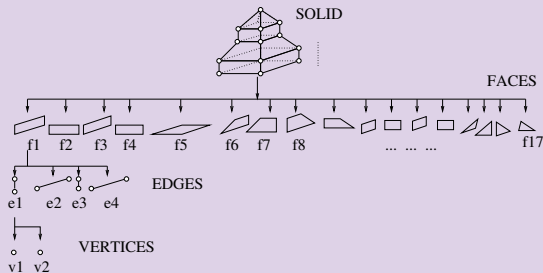
Représentations par frontières

Definition

Une méthode est dite par frontières ssi elle décrit le solide par la subdivision de sa surface frontière en sommets, arêtes et faces, et son plongement dans l'espace E^3 .

Représentations par frontières

Boundary Representation (BRep)



Pour approfondir

- "Representations for Rigid Solids", A.A.G. Requicha
- "Fundamental Techniques for Geometric and Solid Modeling", Ch.M.Hoffmann
- "The Design and Analysis of Spatial Data Structures", H. Samet
- "Solid Modeling", Ch.M.Hoffmann and V. Shapiro

Pour approfondir

- "Geometric modeling for Computer Graphics", Th.Funkhouser, Princeton Univ.
- "Computer Graphics: Modeling", A.Sheffer, Univ. of British Columbia