

Synthèse d'Images

Elmar Eisemann

Elmar.Eisemann@inrialpes.fr

Modélisation Géométrique et Représentations alternatives

Basées sur le cours de
Joëlle Thollot
Xavier Décoret
DEA IVR 2004

Les modèles géométriques

- Modèles **non structurés**
 - points
 - soupe de polygones
- Modèles **surfacciques**
 - maillages
 - surfaces paramétriques
 - surfaces de subdivision
 - surfaces implicites
- Modèles **volumiques**
 - octrees
 - CSG
- Modèles **procéduraux**
 - Fractales
 - Grammaires / L-systems
 - Système de particules
- Modèles **à base d'images**
 - acquisition
 - rendu

Nuages de points

- Modèles obtenus par
 - digitalisation manuelle/scanner
 - reconstruction à partir d'images
 - échantillonnage
- Avantages
 - simples à afficher (?)
 - théorie puissante pour l'antialiasing
 - rendu adaptatif



Surface Splatting [Zwicker01]

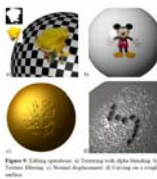
Sequential Point Tree [Dach03]



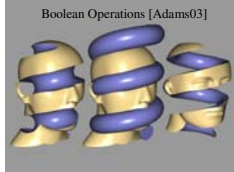
Nuages de points

- Inconvénients
 - coût mémoire
 - difficilement éditable
 - **Quelle est la normale ?**

PointShop 3D [Zwicker01]



Boolean Operations [Adams03]



Soupe de polygones

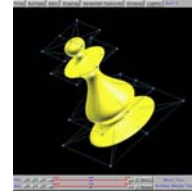
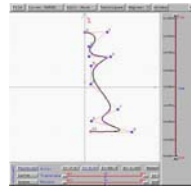
- Ensemble de faces sans structure
- Inconvénients
 - édition fastidieuse
 - opérations autre que affichage impossibles

Les modèles géométriques

- Modèles **non structurés**
 - points
 - soupe de polygones
- Modèles **surficiels**
 - maillages
 - surfaces paramétriques
 - surfaces de subdivision
 - surfaces implicites
- Modèles **volumiques**
 - octrees
 - CSG
- Modèles **procéduraux**
 - Fractales
 - Grammaires / L-systems
 - Système de particules
- Modèles **à base d'images**
 - acquisition
 - rendu

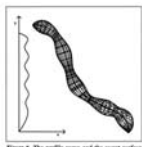
Constructions élémentaires (1/3)

- Surfaces de révolution
 - profil en 2D
 - rotation autour d'un axe de symétrie
 - Avec duplication des points de contrôle autour l'axe!



Constructions élémentaires (2/3)

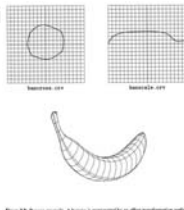
- Extrusion (cylindres généralisés)
 - profil en 2D
 - extrusion le long d'un chemin



[Coquillard 87]



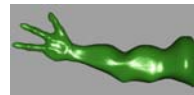
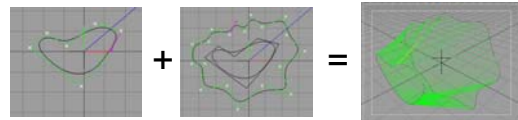
[van Wijk 84]



[Snyder 92]

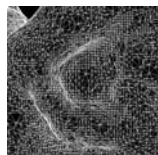
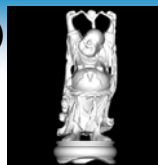
Constructions élémentaires (3/3)

- Loft
 - enveloppe d'une suite de sections planes



Maillages (1/2)

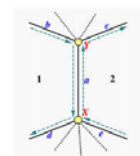
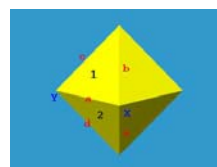
- Ensemble **connecté** de polygones
- Calculs plus simple:
 - normales, courbures, paramétrisation
 - Simplification
- Édition fastidieuse



Applied Geometry : Discrete Differential Calculus for Graphics [Desbrun04]

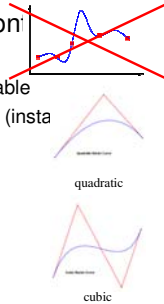
Maillages (2/2)

- Winged Edge Structure
 - représentation par demi-arêtes
 - notion d'orientation
 - ne marche que pour les *manifold* avec frontières éventuelles



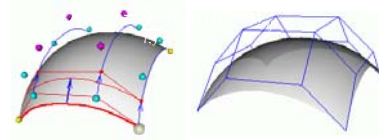
Surfaces splines (1/3)

- Courbes et surfaces de formes libres
- Définition par des points de contrôle
 - **polynôme de haut degré**
 - forme imprévisible et pas souhaitable
 - influence globale de chaque point (instable)
 - **contrôle local**
 - patches dépendent uniquement des points voisins...
 - raccordement



Surface splines (2/3)

- Produit tensoriel de 2 courbes splines



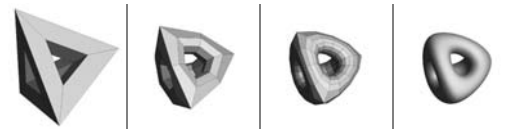
- Jonction C^1 ou C^2 de carreaux polynomiaux

Surfaces paramétrées: bilan

- Facile à éditer
 - adapté à la création
 - disponibles dans tous les éditeurs
- Paramétrage « direct »
 - pour le texturage
 - pour la triangulation
- Propriétés différentielles « directes »
 - normale, courbure, etc...
- Convertible en tris pour le rendu avec la carte

Surface de subdivision

- Surface lisse
 - possibilité de discontinuités
- Limite d'une séquence de raffinements
 - $\text{NewControlMesh} = F(\text{OldControlMesh})$
 - on choisit jusqu'où on va!
 - globalement et localement



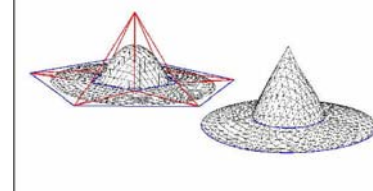
Surface de subdivision

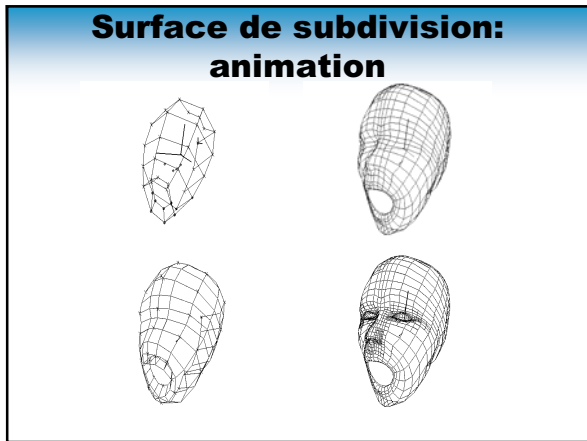
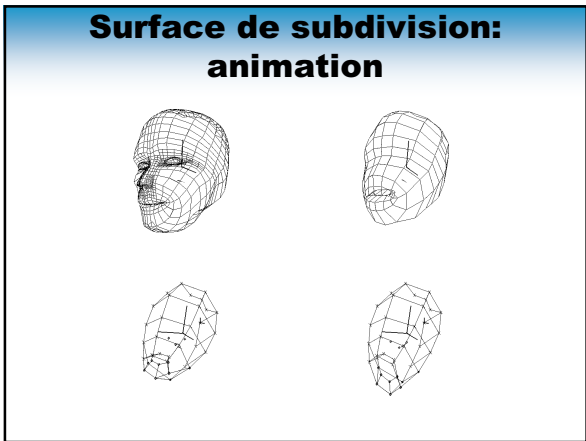
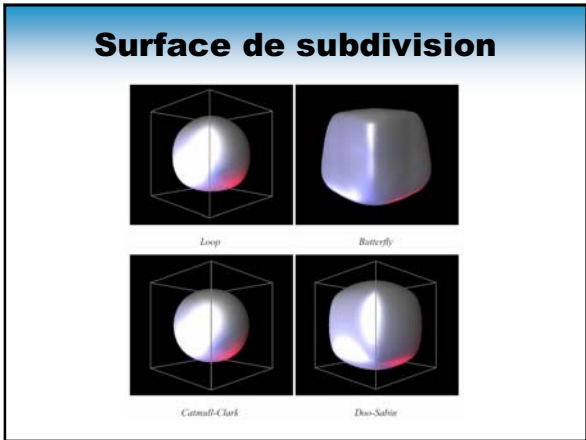
- Catalogue de schémas existants

Face split	Triangle	Carre	Vertex split
Approxime	Loop (C^2)	Catmull-Clark (C^2)	Doo-Sabin, Midedge (C^1)
Interpole	Mod. Butterfly (C^1)	Kobbelt (C^1)	Biquartic (C^2)

Surface de subdivision

- Exemple : *Modified Butterfly*
- Cas des sommets "extraordinaires" (C^1)
- Cas des arêtes vives
 - règles spéciales





Surface de subdivision: bilan

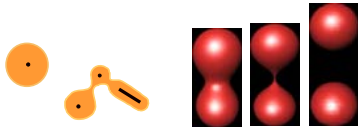
- Avantages
 - Surface régulière à la limite
 - Représentation adaptée pour le rendu
 - niveaux de détails « automatiques »
 - maillage implicite
 - assez simple à implémenter
 - Outil adapté pour les graphistes
 - très utilisé dans l'industrie
 - contrôle du lissage et des arêtes vives
- Inconvénients
 - il faut quand même un maillage de contrôle

Surfaces implicites

- Représentation indirecte
 - iso-potentiel d'une fonction potentiel $f(x,y,z)=0$
- Opération de combinaison
 - union: $f = \min(\text{abs}(f_1), \text{abs}(f_2))$
 - intersection: $f = \max(\text{abs}(f_1), \text{abs}(f_2))$
 - "mélange": $f = f_1 + f_2$

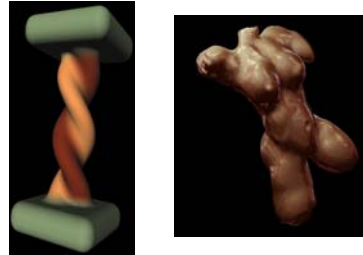
Surfaces implicites

- Contrôle
 - fonction analytique pour
 - utilisation de squelettes



Surfaces implicites

- Exemples



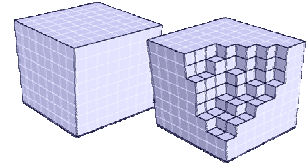
Surfaces implicites: bilan

- Beaucoup de variantes
- Avantages
 - animation d'objets déformables [Cani 99] ...
 - sculpture virtuelle [Ferley 02]
- Inconvénients
 - maillage difficile
 - *Marching cubes* [Lorensen 89]
 - paramétrage difficile
 - rendu?!



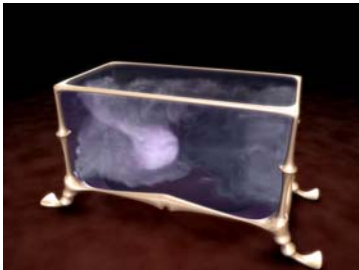
Voxels

- Discrétisation régulière de l'espace
 - 2D → pixels
 - 3D → voxels
volume element
- Échantillonnage d'une fonction
 - 1 valeur par voxel (scalaire, vecteur, etc...)
 - échantillonnage et reconstruction
 - À quoi ca sert???



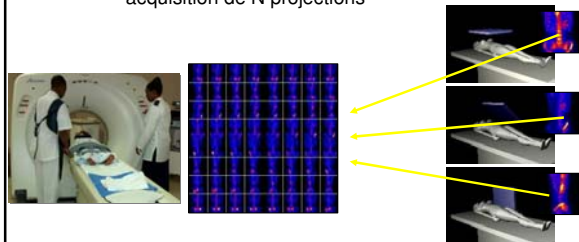
Voxels

- Objets sans surfaces



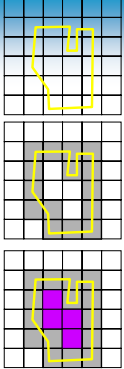

Voxels

- Beaucoup de données médical existe:
 - reconstruction tomographique
 - acquisition de N projections



Voxels

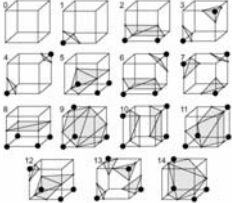
- Autre possibilité:
 - À partir de maillages
 - Fonction caractéristique
 - voxelisation d'une surface
 - pour chaque facette du maillage
 - trouver tous les voxels intersectés
 - les marquer comme "frontière"
 - partir d'un voxel "extérieur"
 - propager l'information par *floodfill*

Autre approche: Eisemann & Décoret 2006

Voxels

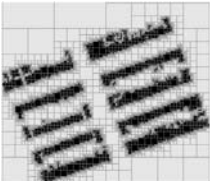
- Affichage
 - 1) proxy géométrique
 - + texture 3D
 - 2) extraction d'une surface
 - Marching Cubes [Lorensen93]



Voxels


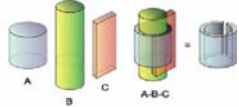
Pratique pour des calculs discrets

- filtrage
- squelette, distances, etc...
- intersections
- visibilité [Schauffler00]
- fumée
- Coût mémoire
- Limitations de la grille
 - résolution
 - sensibilité à l'orientation
- extension hiérarchique par *octrees*



Constructive Solid Geometry

- Construction hiérarchique à partir
 - de primitives de base
 - sphères, cylindres, cubes...
 - d'opérations ensemblistes
 - union, intersection, différence

Les modèles géométriques



- Modèles **non structurés**
 - points
 - soupe de polygones
- Modèles **surficiels**
 - maillages
 - surfaces paramétriques
 - surfaces de subdivision
 - surfaces implicites
- Modèles **volumiques**
 - octrees
 - CSG
- Modèles **procéduraux**
 - Fractales
 - Grammaires / L-systems
 - Système de particules
- Modèles **à base d'images**
 - acquisition
 - rendu

Modèles procéduraux

- Primitives géo. créées par une procédure
- Plusieurs approches
 - Fractales
 - L-systems
 - Système de particules


Fractales

- Auto-similarité
- Construit comme une limite
- Comment le faire avec lancer de rayons? OpenGL?

Fractales

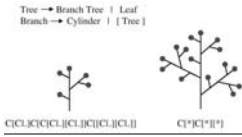

- Création des terrains (Musgrave)



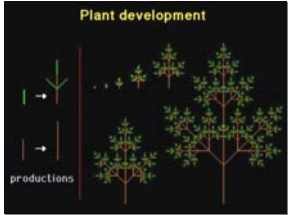
L-Systems

- Grammaire décrivant la croissance

Tree → Branch Tree | Leaf
Branch → Cylinder | [Tree]

Plant development



Prusinkiewicz et al.

Systèmes de particules



Les modèles géométriques

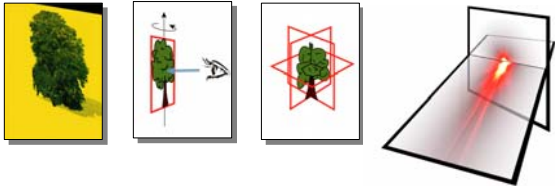
- Modèles **non structurés**
 - points
 - soupe de polygones
- Modèles **surficiels**
 - maillages
 - surfaces paramétriques
 - surfaces de subdivision
 - surfaces implicites
- Modèles **volumiques**
 - octrees
 - CSG
- Modèles **procéduraux**
 - Fractales
 - Grammaires / L-systems
 - Système de particules
- Modèles **à base d'images**
 - acquisition
 - rendu

Image Based Rendering

- Représenter un objet par plusieurs images
 - complétude ⇒ trop d'images!
 - peu d'images ⇒ problème de reconstruction

Billboards

- Panneaux avec une image
 - version simple



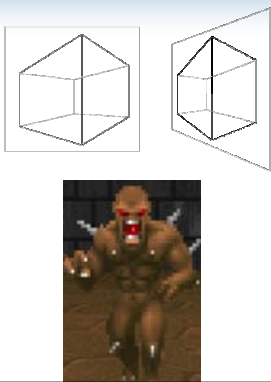
Effets d'éclairage?
Animation?

Christian Jaquemin

Billboard

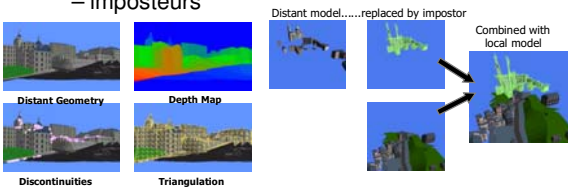
Problèmes:

- Perspective
- Résolution



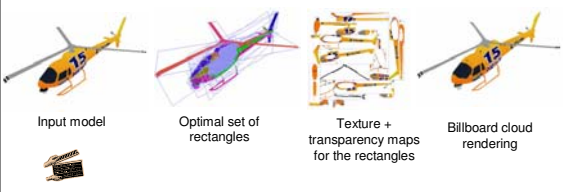
Billboards

- Panneaux avec une image
 - version simple
 - imposteurs



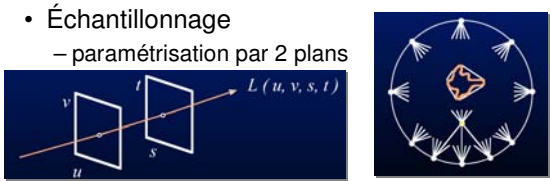
Billboards

- Mélange: Géométrie + Images
 - *Billboard Clouds* [Décoret03]



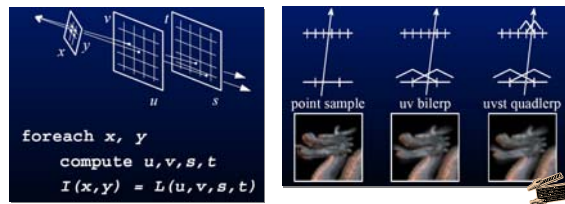
Light Fields

- Fonction plénoptique
 - radiance en fonction de la position et la direction
 - 5D mais 4D si on se place en dehors de l'objet
- Échantillonnage
 - paramétrisation par 2 plans



Light Fields

- Rendu par rééchantillonnage
 - problème du filtrage

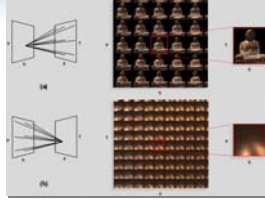


```

foreach x, y
  compute u, v, s, t
  I(x, y) = L(u, v, s, t)
  
```


Light Fields

- Rendu ~rapide
- Modélise le réel
- Coût mémoire
 - mais cohérence
 - donc compression
- Beaucoup de travaux
 - paramétrisations, compressions, filtering



Conclusion

- BEAUCOUP de représentations
- Tous ont des avantages/désavantages
- Il faut bien choisir selon le contexte

Slides

- Contributions de:
 - Briceno, H., Notes du cours SI, UFRIMA
 - Boyer, E., Notes du cours SI, UFRIMA
 - Holzschuch, N., « Notes du cours DEA-IVR, ENSIMAG, Création d'Images Virtuelles ». 2005-2006
 - Frédo Durand and Barbara Cottler, SI, MIT
 - Joëlle Thollot and Xavier Décoret DEA IVR 2004
- Images taken from various sources:
 - IF ANY IMAGE IN THIS PRESENTATION IS NOT ALLOWED TO BE USED, PLEASE CONTACT ME AND I WILL DELETE IT!**
 - TO MY BEST KNOWLEDGE ALL IMAGES CAN BE USED FOR UNIVERSITY COURSES.