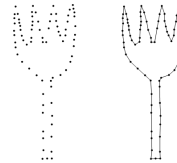


Reconstruction de courbes à partir d'un nuage de points (Proposition de stage X2005 — 2007)

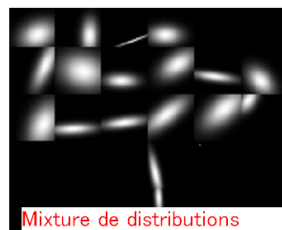
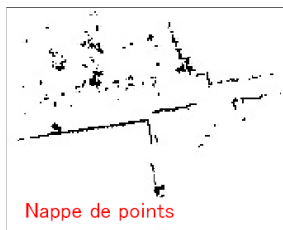
Frank NIELSEN
(E-mail :Frank.Nielsen@acm.org)

Thématique géométrie algorithmique, algorithmique
Laboratoire LIX, École Polytechnique, Paris
Durée 4 à 5 mois (Avril 2008 ~, anglais ou français)



Positionnement du stage

Reconstruire une forme géométrique à partir d'un nuage de points est un problème fondamental rencontré dans la pratique industrielle où l'on cherche à scanner des objets 3D. Il existe de nombreuses méthodes d'acquisition [1] comme les scanners à laser (digitizers), les systèmes synchronisés projecteur/caméra (active lighting), ou bien encore les systèmes passifs de stéréovision. Une fois les nappes de points acquis, on cherche à les aligner puis à construire le maillage correspondant en bouchant éventuellement les trous (parties inaccessibles dues aux occlusions) et en réparant les différentes erreurs rencontrées lors du processus (mesh fairing).



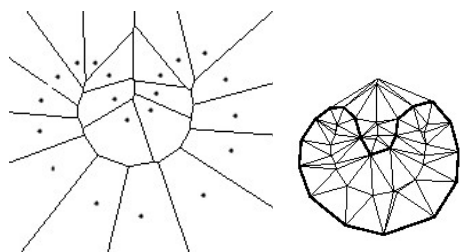
Récemment, de nombreux travaux [2] émanant de la géométrie algorithmique ont proposé des méthodes garanties (géométriquement et topologiquement) pour la reconstruction à partir d'échantillonnage dense (ϵ -sampling). Dans ce stage, nous cherchons à étendre ces travaux dans un *cadre statistique* qui permet de prendre en compte rationnellement le bruit non-uniforme inévitablement lié aux processus d'acquisition :

l'incertitude géométrique. Afin de s'affranchir d'une implantation fastidieuse, nous considérons le cas planaire : la reconstruction de courbes¹ à partir de nuages de points bruités. Chaque 'point' est modélisé par une distribution statistique (eg., une loi normale), et une acquisition (nappe de points) donne lieu à une mixture de distributions [3]. Il s'agit de définir et de proposer une méthode de reconstruction géométrique à partir de densités qui permet par la suite de répondre originalement à divers problèmes fondamentaux comme : calculer l'aire avec un intervalle de confiance, donner la probabilité qu'un point se trouve à ϵ -près du bord d'un objet, etc. Ce stage de Master s'inscrit dans un projet en cours commun au LIX et à l'INRIA Futur (Saclay).

¹Essayer l'applet disponible à <http://valis.cs.uiuc.edu/~sariel/research/CG/applets/Crust/Crust.html>

Objectifs du stage

Le stage consiste en une partie théorique et en une partie programmation : l'implantation du prototype en C++ ou Java. Dans la partie théorique, on s'intéresse tout d'abord à modéliser le problème du traitement de l'imprécision géométrique afin de définir *formellement* le problème de reconstruction et les *ambiguïtés* liées à ce contexte. Puisque l'on manipule des distributions statistiques [3], on devra manipuler des fonctions de distances entropiques adéquates (χ^2 , Kullback-Leibler, etc.). L'algorithme de reconstruction s'appuiera sur les algorithmes purement géométriques décrit dans [2], en adaptant les diagrammes de Voronoi et triangulations de Delaunay dans ce cas non-euclidien (les diagrammes² de Bregman Voronoi et triangulations duales [4]).



Si le temps le permet, on étudiera également l'alignement de nappes de points statistiques recréant l'objet en entier.

Le stage permettra aussi de s'intéresser à définir une forme moyenne et des formes écart-types. On pourra aussi par exemple chercher à extraire aléatoirement des formes géométriques du modèle en s'inspirant de travaux récents [5].

On considérera comme application la simplification

“géométrique” de grands modèles de mixtures souvent rencontrés dans les problèmes de vision liés à la reconnaissance, et pour lesquels quelques solutions préliminaires ad-hoc ont été proposées.

Mots clefs: Voronoi, Delaunay, incertitude, bruit, witness complex.

Outils: Java ou C++ (au choix).

Bibliographie

1. Szymon Rusinkiewicz, Olaf A. Hall-Holt, Marc Levoy: Real-time 3D model acquisition. SIGGRAPH 2002: 438-446. Voir également tous les projets correspondants à <http://www.cs.princeton.edu/~smr/>
2. Leonidas J. Guibas, Steve Oudot: Reconstruction using witness complexes. SODA 2007: 1076-1085
3. P. Biber, W. Strasser, The normal distributions transform: a new approach to laser scan matching, Intelligent Robots and Systems, Proceedings IEEE/RSJ International Conference on Volume 3, Issue , pp. 2743 - 2748, vol.3, 2003.
4. Frank Nielsen, Jean-Daniel Boissonnat, Richard Nock: On Bregman Voronoi diagrams. SODA 2007: 746-755
5. Guillaume Charpiat, Olivier D. Faugeras, Renaud Keriven: Approximations of Shape Metrics and Application to Shape Warping and Empirical Shape Statistics. Foundations of Computational Mathematics 5(1): 1-58 (2005)

²<http://www.sonycsl.co.jp/person/nielsen/BVDapplet/>