

PROPOSITION DE STAGE M1/M2: LISSAGE DE NUAGES DE POINTS RESPECTANT LES ARÊTES VIVES

Q. MÉRIGOT ET B. THIBERT

Mots-clef : géométrie algorithmique, geometry processing, maillage

Lieu : laboratoire Jean Kuntzmann (Université Grenoble I)

Contacts : Quentin.Merigot@imag.fr, Boris.Thibert@imag.fr

Durée : trois à cinq mois

Rémunération : $\sim 400\text{EUR}/\text{mois}$

CONTEXTE.

Un problème important en traitement de la géométrie (*geometry processing*) est celui de la reconstruction de surface. La donnée de ce problème est un ensemble fini de points P de l'espace \mathbb{R}^3 , appelé *nuage de points*, obtenu par échantillonnage éventuellement bruité d'une surface inconnue K . Il s'agit alors de reconstruire une surface triangulée \tilde{K} qui approche géométriquement K . Ce problème a été largement étudié dans le cas où la surface sous-jacente K est lisse et sous certaines conditions d'échantillonnage : \tilde{K} peut alors être obtenu par filtration de la triangulation de Delaunay de P , ou encore comme surface de niveau d'une fonction solution d'un problème variationnel (cf [1, 6]).

Il est notoirement difficile d'étendre ces résultats de reconstruction au cas de surfaces lisses par morceaux et possédant des arêtes vives. Certaines méthodes ont été proposées dans le domaine de l'informatique graphique pour résoudre ce problème [7], mais elles sont destinées principalement à la visualisation en temps réel de nuages de points. Les algorithmes sous-jacents font appel à des heuristiques, dépendent de nombreux paramètres, et il paraît illusoire d'obtenir des garanties sur les surfaces reconstruites.

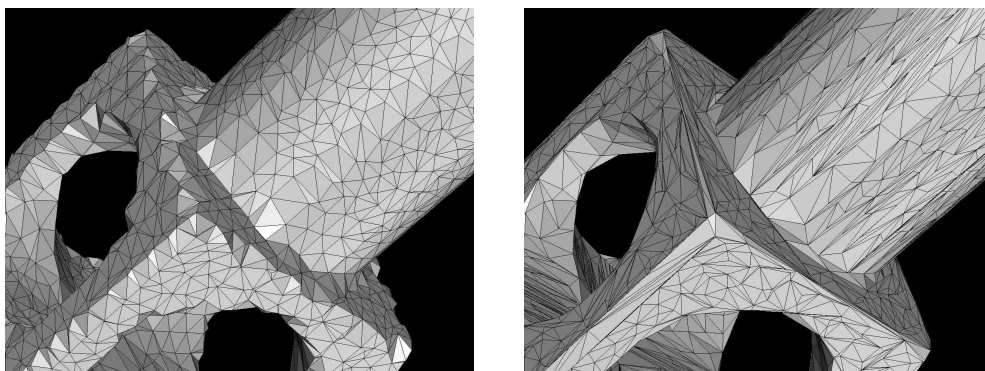


FIGURE 1. Un maillage bruité d'une pièce mécanique, et une version débruitée obtenue en minimisant localement la courbure gaussienne absolue. Image de P. Gehr.

PROBLÉMATIQUE.

Dans ce stage, il s'agira d'étudier certains aspects de la reconstruction de surfaces lisses par morceaux. Les surfaces auxquelles nous nous intéressons sont celles qui bordent un compact de *portée positive*. La classe des objets de portée positive a été introduite par Federer dans les années 1950 et est assez large : elle inclut les convexes, les ouverts à bord lisse, ainsi que certains compacts non convexes dont le bord peut posséder des arêtes vives.

Definition. Un compact K de \mathbb{R}^d a une *portée* (ou *reach*) plus grande que R si tout point x de l'espace à distance au plus R de K admet une unique projection sur K , i.e. le minimum $\min_{p \in K} \|x - p\|$ est réalisé en un unique point.

La notion de portée permet de caractériser de manière quantitative la régularité «extrinsèque» de K , et est particulièrement bien adaptée aux questions d'approximation en géométrie. Un certain nombre d'algorithmes offrant des garanties théoriques permettent d'estimer la courbure [3], le lieu singulier [4] ou encore la topologie d'un compact de portée positive à partir d'une approximation discrète.

Dans ce stage, nous considérons un nuage de points P qui approche un compact K de portée positive. On suppose connue une borne inférieure sur la portée de K . Le but est de reconstruire un nuage de points lissé échantillonnant le bord de K , muni de normales, et où l'on aura identifié et bien échantillonné le lieu des arêtes vives. À partir de ces informations, il est envisageable de reconstruire la surface bordant K en utilisant une combinaison des algorithmes de [2, 5]. La figure 1 illustre le type de lissage que l'on cherche à obtenir, dans le cas (très différent) où la donnée est un maillage triangulaire.

CONTENU DU STAGE

Le stagiaire commencera par un bref tour d'horizon de l'utilisation des compacts de portée positive en inférence géométrique. Il sera ensuite amené à étudier diverses approches possibles permettant de résoudre le problème posé et de les valider expérimentalement et/ou théoriquement. Pour les expériences, il pourra se reposer sur la bibliothèque C++ de calcul géométrique CGAL.

RÉFÉRENCES

1. N. Amenta and M. Bern, *Surface reconstruction by Voronoi filtering*, Disc. Comput. Geom. **22** (1999), no. 4, 481–504.
2. J.D. Boissonnat and S. Oudot, *Provably good sampling and meshing of surfaces*, Graphical Models **67** (2005), no. 5, 405–451.
3. F. Chazal, D. Cohen-Steiner, A. Lieutier, and B. Thibert, *Stability of curvature measures*, Comput. Graph. Forum, vol. 28, Wiley Online Library, 2009, pp. 1485–1496.
4. F. Chazal, D. Cohen-Steiner, and Q. Mérigot, *Boundary measures for geometric inference*, Found. Comput. Math. **10** (2010), no. 2, 221–240.
5. S.-W. Cheng, T. K. Dey, and E. A. Ramos, *Delaunay refinement for piecewise smooth complexes*, Proc. Symposium on Discrete Algorithms, ACM Press, 2007, pp. 1096–1105.
6. M. Kazhdan, M. Bolitho, and H. Hoppe, *Poisson surface reconstruction*, Proc. Symp. Geom. Proc., Eurographics Association, 2006, pp. 61–70.
7. A.C. Öztireli, G. Guennebaud, and M. Gross, *Feature preserving point set surfaces based on non-linear kernel regression*, Comp. Graph. Forum **28** (2009), no. 2, 493–501.