

Rapport Modélisation surfacique

Juliette STOCKEL, Romain DULERY

November 2017

1 Problème à résoudre

L'objectif est d'implémenter un algorithme de débruitage.

Nous considérons des maillages triangulaires conformes fermés dont on bruit les coordonnées des sommets. Ainsi, le but de notre projet a été de tendre vers les coordonnées d'origines des sommets de la surface.

Si on considère cet exemple de surface représentant Homer, notre objectif est de partir d'une surface bruitée de cette forme (on peut par exemple bien distinguer le bruit au niveau des pieds), en cherchant à obtenir le maillage d'origine.



Figure 1: Image bruitée

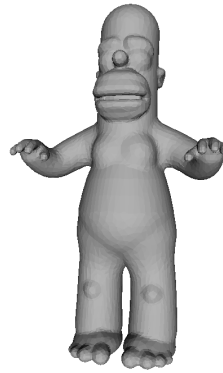


Figure 2: Maillage d'origine

2 Approche utilisée

Nous avons utilisé la méthode de débruitage bilatéral (Fleishman, Drori, Cohen-Or 2003). Cette méthode consiste à déplacer chaque sommet le long de la normale au sommet. Si le sommet est dans une position concave par rapport au

reste de la surface, il est déplacé le long de la normale de manière à réduire le trou qu'il crée. Inversement, si le sommet est dans une position convexe par rapport au reste de la surface, il est déplacé le long de la normale de manière à résorber le pic qu'il crée.

Plus précisément, cette méthode utilise une combinaison du filtre gaussien standard, avec une fonction qui préserve les contours(features) de l'objet. Elle permet ainsi un débruitage aussi efficace que simple, préservant les contours.

3 Implémentation

Nous avons utilisé une structure de données de type liste d'adjacence ayant deux classes différentes : une classe sommet et une classe face.

La classe sommet contient comme attributs :

- Les coordonnées du sommet
- Les coordonnées de la normale au sommet
- Un set des k-voisins topologiques
- La liste des indices des faces incidentes au sommet

La classe face contient comme attribut la liste des indices des sommets incidents.

Ces deux classes sont utilisées dans la structure de données principale, une instance de la classe DataStructure, qui contient un vecteur de sommets et un vecteur de faces.

Notre implémentation de l'algorithme de débruitage utilise deux paramètres définis par l'utilisateur et deux paramètres calculés par l'algorithme.

Les paramètres calculés par l'algorithme sont σ_c et σ_s . Le premier est la déviation standard du filtre gaussien, le second est le paramètre de la fonction de préservation des contours, elle aussi sous forme d'une gaussienne.

Pour chaque sommet, nous les définissons respectivement comme la moyenne et l'écart type de la distance entre ce sommet et ses k-voisins au sens du voisinage topologique. Nous utilisons pour σ_c la moyenne des distances afin de modifier le sommet de manière cohérente avec les sommets environnants, quitte à utiliser un voisinage topologique supérieur à 1 pour les surfaces très bruitées. Nous utilisons pour σ_s l'écart type des distances aux voisins afin de différencier un voisin bruité d'un voisin représentant un contour caractéristique de l'objet représenté.

Les paramètres définis par l'utilisateur sont le nombre d'itérations de l'algorithme et la distance topologique utilisée lors de la définition des paramètres calculés

par l'algorithme.

Le nombre d'itérations va avoir une influence sur le puissance du débruitage. En effet, plus on itère l'algorithme et plus le débruitage va être important. Ainsi, pour des surfaces très bruitées, il va falloir itérer davantage que pour des surfaces peu bruitées.

4 Résultats et analyses

Nous avons testé nos résultats en utilisant différents niveaux de bruits gaussien pour chaque surface. Pour des surfaces peu bruitées, les résultats sont proches de la surface originale :



Figure 3: Image d'origine



Figure 4: Image bruitée



Figure 5: Image débruitée

On constate en effet que le lissage est effectif sur les surfaces qui présentent peu de niveaux de détails, cependant à certains endroits du maillage nous perdons en précision. C'est notamment le cas au niveau de la jonction entre la tête et le corps de l'ours, qui est un point localement concave et tend ainsi, après débruitage, à être aplani.

Pour des surfaces avec un bruit plus important, les résultats sont également assez bons, même si pour des surfaces trop bruitées, on ne peut pas avec notre algorithme lisser la surface de manière suffisante.

Par exemple, lorsqu'on considère la même surface avec un bruit gaussien plus important, on remarque que les résultats sont bons dans des zones assez lisses de bases mais le sont moins dans des zones avec beaucoup de contours car l'algorithme ne peut pas faire la différence entre du bruit et des contours (c'est par exemple visible dans la zone du nez de l'ours).



Figure 6: Image avec un bruit important



Figure 7: Image débruitée

On peut également constater l'influence des paramètres, à savoir le nombre d'itération N , et le k -voisinage topologique.

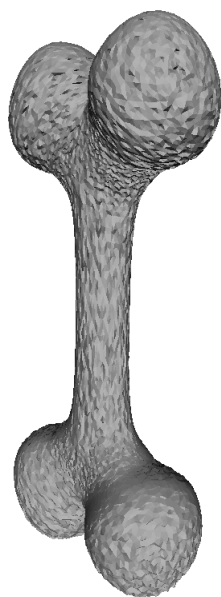


Figure 8: Image bruitée

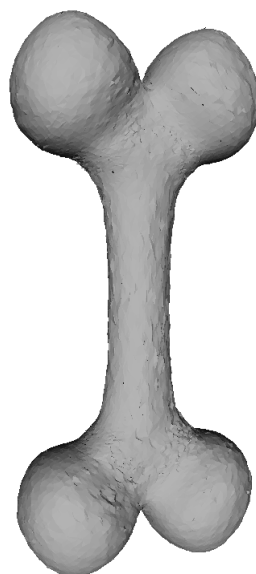


Figure 9: Image débruitée avec $N=1$, $k=1$

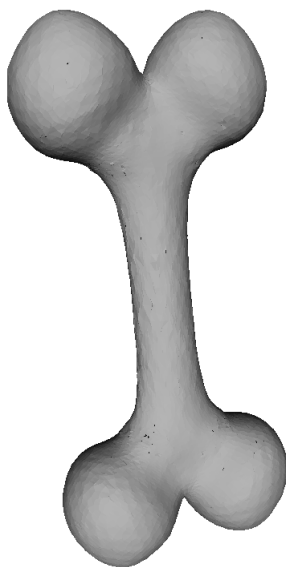


Figure 10: $N = 3$ et $k = 1$



Figure 11: $N = 5$ et $k = 1$

On constate que plus la surface est bruitée, plus il faut choisir un nombre

d'itérations important.

On peut également utiliser une distance topologique suffisamment grande pour avoir un fort débruitage, mais cela peut s'avérer mauvais pour certains maillages d'objets peu réguliers, comme par exemple ici :

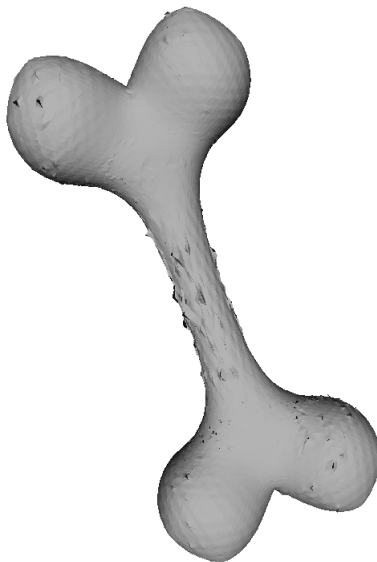


Figure 12: $N = 5$ et $k = 3$

Au centre de l'os, l'objet est tellement fin qu'un 3-voisinage topologique atteint des points très éloignés géométriquement, ainsi le résultat est mauvais. Il est toutefois convenable à des endroits plus réguliers du maillage.

Pour le nombre d'itération, il est important de trouver un juste milieu entre un faible et un fort débruitage, en raison du phénomène de rétrécissement du maillage lors du débruitage.

Il est dû aux faits que localement, une surface est toujours convexe car nous ne considérons que des surfaces fermées et que notre algorithme réduit les parties convexes de la surface.

Ce rétrécissement est ainsi d'autant plus important que la surface est localement fortement convexe et qu'on utilise un débruitage important (avec un grand nombre d'itérations et une distance topologique importante).

Voici une illustration du phénomène de rétrécissement :

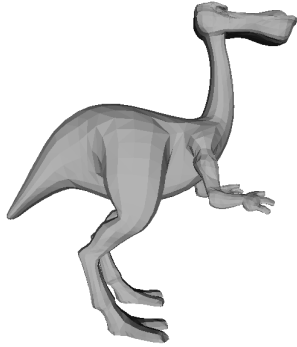


Figure 13: Image bruitée

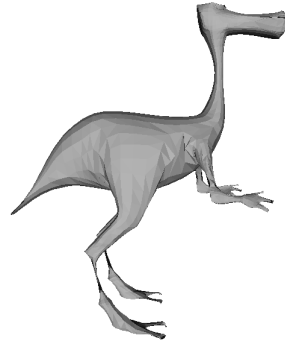


Figure 14: Image débruitée

On remarque effectivement qu'au niveau du cou, la surface étant fortement convexe, elle est fortement réduite lors du débruitage. Par ailleurs, au niveau du dos, la surface est moins convexe, elle est donc moins réduite.

On pourrait compenser ce phénomène de rétrécissement en appliquant au préalable une homothétie à l'ensemble de la structure, afin qu'elle garde la même taille avant et après application du débruitage.

Une autre piste d'amélioration possible serait d'adapter le calcul de σ_c à chaque maillage, en fonction de sa complexité.

Il serait également possible d'adapter les paramètres en fonction du sommet, typiquement pour l'ours, afin de ne pas trop rétrécir la sphère du bas, tout en obtenant des résultats convenables pour les yeux et le nez.