

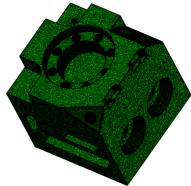
Segmentation de maillages 3D de pièces manufacturées numérisées : Application à la rétro-conception

S. Gauthier^{1,2}

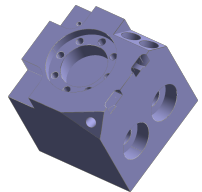
R. Bénéière²

W. Puech¹

G. Subsol¹



¹LIRMM, CNRS, Université Montpellier, France
²C4W, Montpellier, France
E-mail : silvere.gauthier@lirmm.fr



20 mai 2016

Sommaire

- 1 Introduction
- 2 Présentation de la méthode
- 3 Résultats expérimentaux
- 4 Conclusion et perspectives

Contexte

Objectif de la rétro-conception : retrouver la géométrie d'un maillage.



Identification de primitives géométriques grâce à la courbure discrète.

Problème : courbure erronée aux intersections entre primitives.

Solution : segmenter le maillage.



R. Bénéière, G. Subsol, G. Gesquière, F. Le Breton, and W. Puech. A comprehensive process of reverse engineering from 3D meshes to CAD models. Computer-Aided Design, 45(11) :1382-1393, 2013.

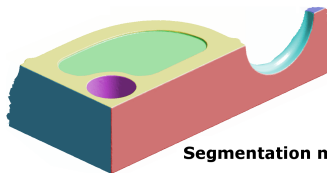
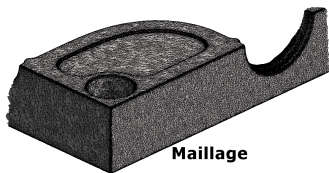
Problématique

Segmentation

De nombreuses méthodes.

Efficacité dépendant de son application.

Idée : retrouver les régions “arêtes” afin de délimiter des régions “uniformes”.



Ariel Shamir. *A survey on mesh segmentation techniques*. *Computer Graphics Forum*, 27(6) :1539-1556, 2008.

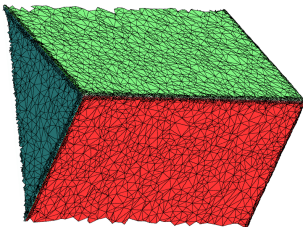


G. Lavoué, F. Dupont, and A. Baskurt. *A new CAD mesh segmentation method, based on curvature tensor analysis*. *Computer-Aided Design*, 37 : 975-987, 2004.

Problématique

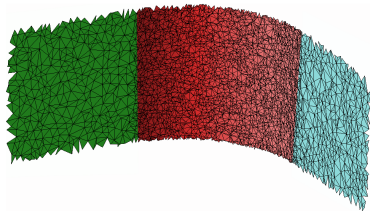
Deux types d'intersections entre primitives :

Arêtes vives



Discontinuité de la courbure

Arêtes lisses

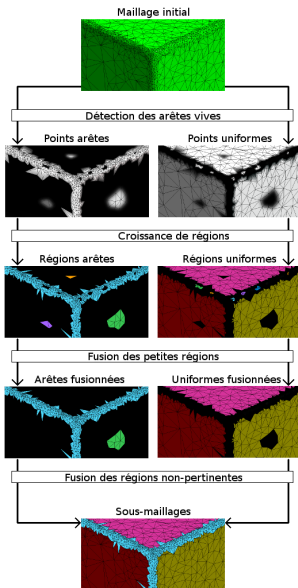


Continuité de la courbure

Sommaire

- 1 Introduction
- 2 Présentation de la méthode
 - Schéma général
 - Détection des arêtes vives
 - Croissance de régions
 - Fusion des petites régions
 - Fusion des régions non-pertinentes
- 3 Résultats expérimentaux
- 4 Conclusion et perspectives

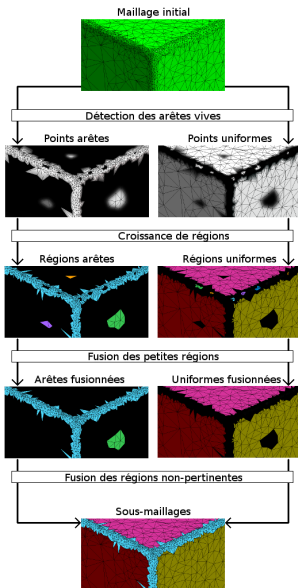
Schéma général



Détection des arêtes vives

Délimitation des régions grâce à la courbure.

Schéma général



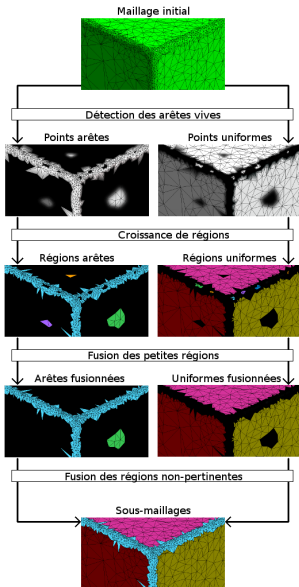
Détection des arêtes vives

Délimitation des régions grâce à la courbure.

Croissance de régions

Construction de régions non connexes.

Schéma général



Détection des arêtes vives

Délimitation des régions grâce à la courbure.

Croissance de régions

Construction de régions non connexes.

Fusion des petites régions

Suppression des artéfacts.

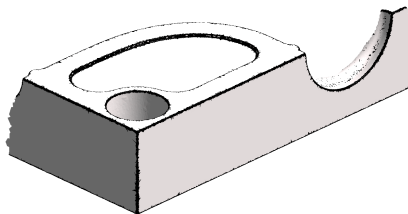
Fusion des régions non-pertinentes

Fusion de régions incohérentes.

Détection des arêtes vives

Seuillage de la courbure

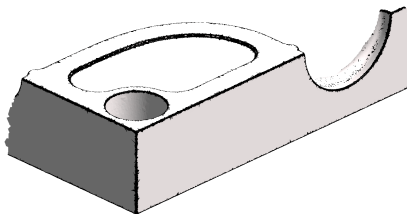
Tout point dont la courbure moyenne (en valeur absolue) est supérieure au seuil appartient à une arête (ici en noir).



Détection des arêtes vives

Seuillage de la courbure

Tout point dont la courbure moyenne (en valeur absolue) est supérieure au seuil appartient à une arête (ici en noir).

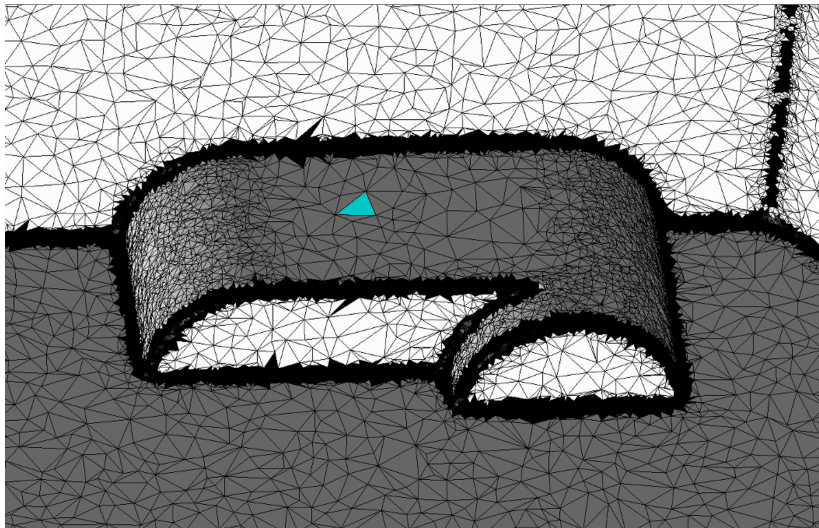


Calcul du seuil

$$\text{Seuil} = \sqrt[3]{\frac{\text{Nombre de points}}{\text{Volume de la boîte englobante}}} \quad (1)$$

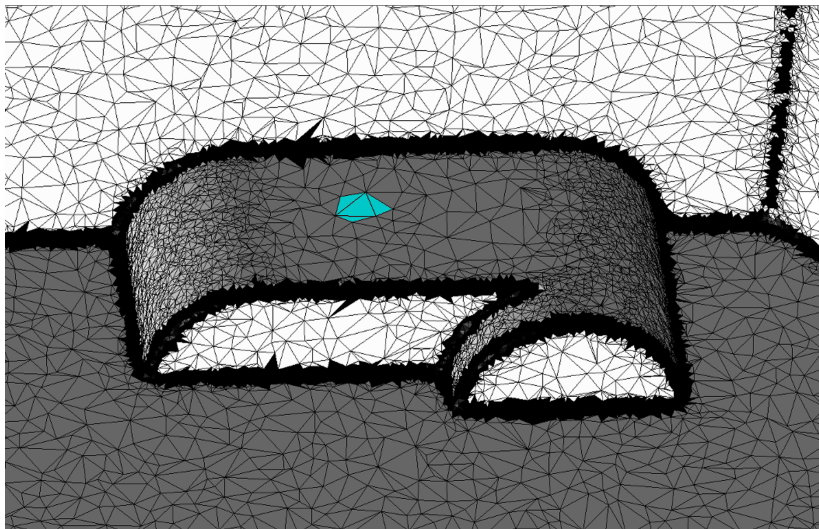
Cette formule permet de calculer le seuil en fonction de chaque maillage.

Croissance de régions



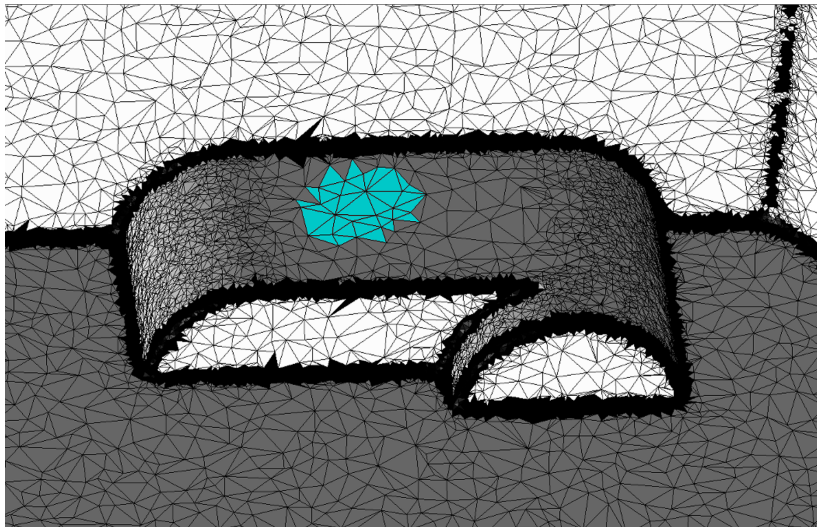
On choisit une graine...

Croissance de régions



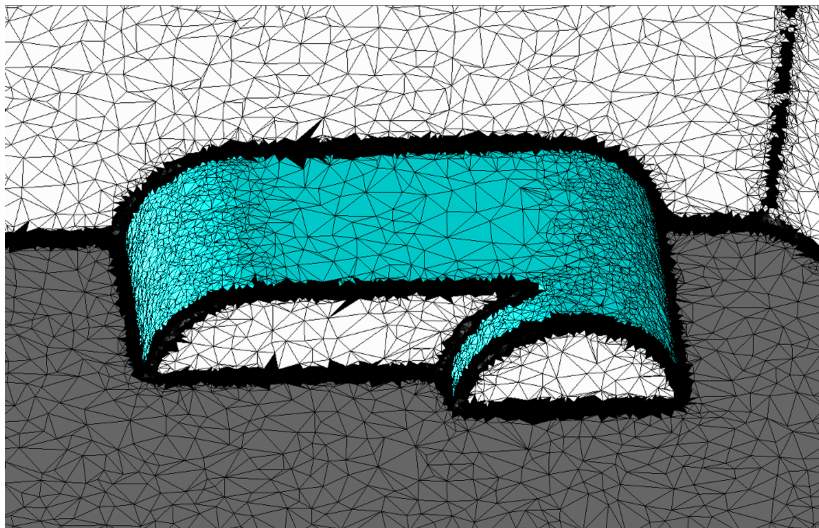
On propage sur les voisins...

Croissance de régions



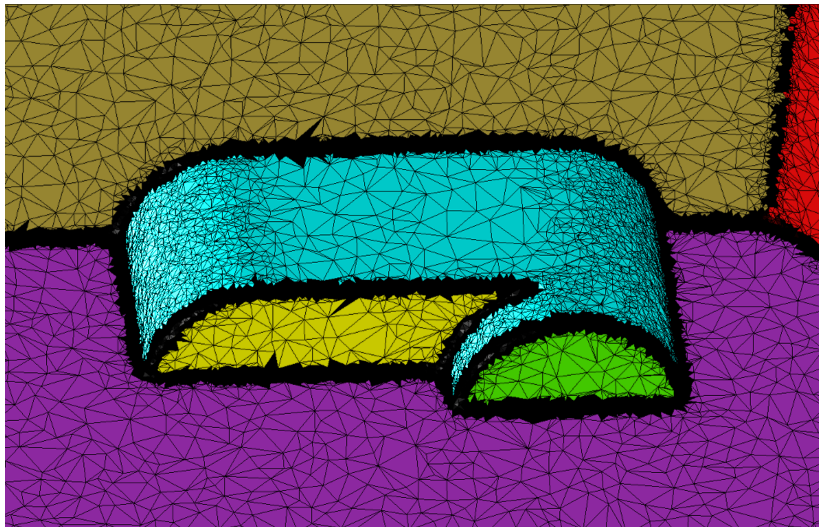
On continue la propagation...

Croissance de régions



Jusqu'à rencontrer des triangles arêtes.

Croissance de régions

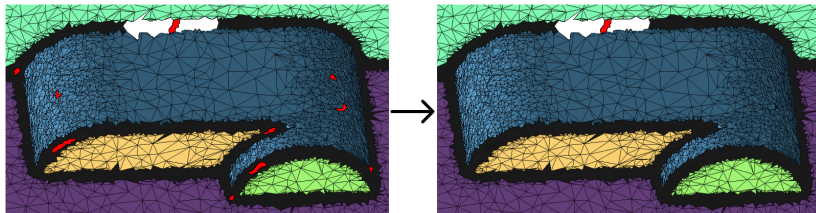


On recommence avec d'autres graines et on obtient un ensemble de régions.

Fusion des petites régions

Les artéfacts

Régions trop petites : artéfacts dûs à l'imprécision des données (en rouge).



- Artéfact avec une région voisine : fusion.
- Artéfact avec plusieurs régions voisines : suppression.

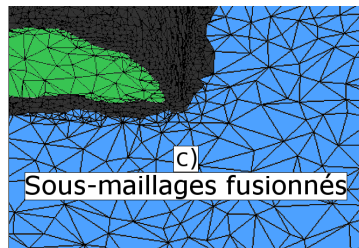
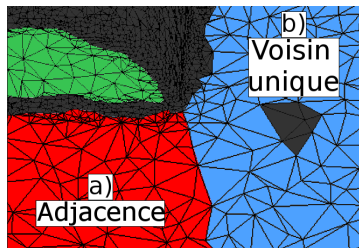
Fusion des régions non-pertinentes

Régions connexes

Si plusieurs régions connexes de même type : fusion.

Arêtes incohérentes

Si arêtes avec une seule région voisine : fusion.



Sommaire

- 1 Introduction
- 2 Présentation de la méthode
- 3 Résultats expérimentaux
 - Segmentation
 - Extraction de primitives
- 4 Conclusion et perspectives

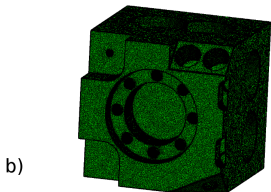
Segmentation



Maillage non mécanique

40 000 points

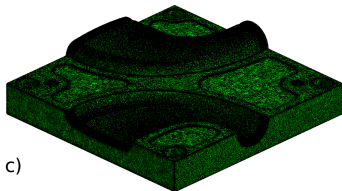
75 000 triangles



Maillage mécanique

560 000 points

1 130 000 triangles

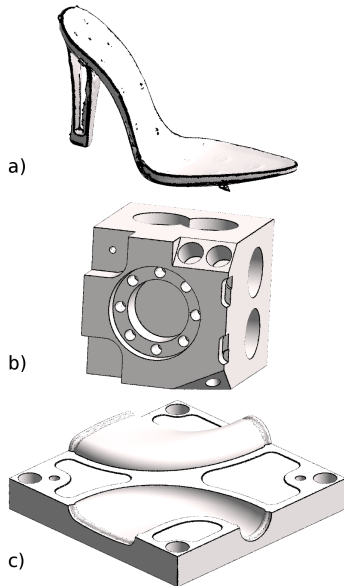
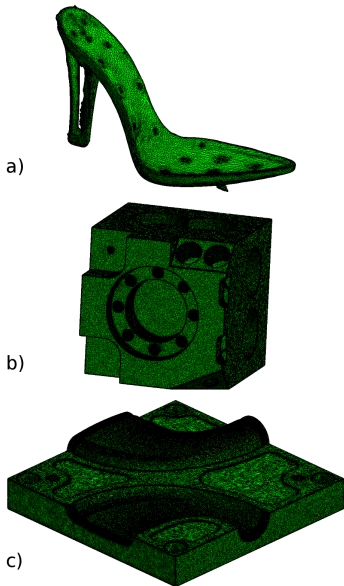


Maillage mécanique

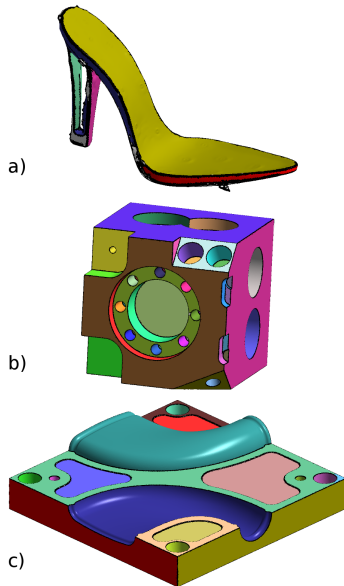
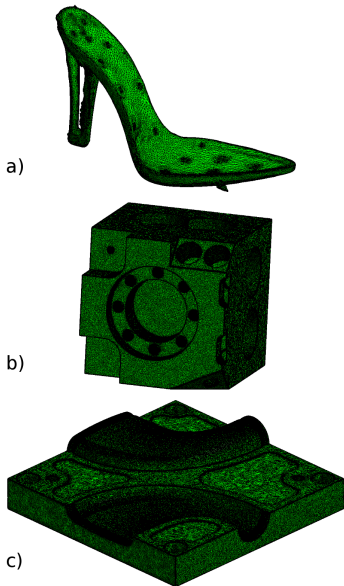
430 000 points

850 000 triangles

Segmentation



Segmentation



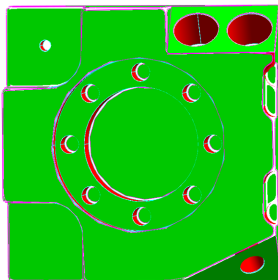
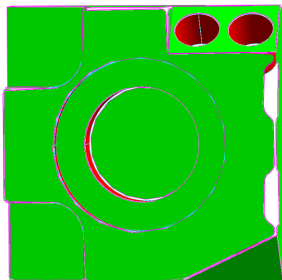
Extraction de primitives

Sans segmentation, il manque de nombreuses primitives :

Maillage	Segmentation	Extraction	Primitives	Reconstruction correcte
a) Shoe	-	00'02"	18	15.8%
b) Block	-	07'12"	61	49.5%
c) Moldy	-	03'20"	35	44.7%

Avec segmentation, nous pouvons extraire presque toutes les primitives :

Maillage	Segmentation	Extraction	Primitives	Reconstruction correcte
a) Shoe	00'01"	00'01"	10	52.6%
b) Block	00'26"	00'57"	89	97.8%
c) Moldy	00'57"	00'26"	36	94.7%



Sommaire

- 1 Introduction
- 2 Présentation de la méthode
- 3 Résultats expérimentaux
- 4 Conclusion et perspectives
 - Conclusion
 - Limites
 - Perspectives

Conclusion

Seuillage de la courbure

Utilisation nouvelle de la courbure : adaptation de la segmentation en fonction de l'objet.

Conclusion

Seuillage de la courbure

Utilisation nouvelle de la courbure : adaptation de la segmentation en fonction de l'objet.

Extraction des arêtes

Meilleure précision de reconstruction et relations entre primitives.

Conclusion

Seuillage de la courbure

Utilisation nouvelle de la courbure : adaptation de la segmentation en fonction de l'objet.

Extraction des arêtes

Meilleure précision de reconstruction et relations entre primitives.

Performances

S'exécute en quelques secondes sur des maillages de plusieurs centaines de milliers de points.

Permet de réduire le temps total de la rétro-conception de 40% à 75%.

Conclusion

Seuillage de la courbure

Utilisation nouvelle de la courbure : adaptation de la segmentation en fonction de l'objet.

Extraction des arêtes

Meilleure précision de reconstruction et relations entre primitives.

Performances

S'exécute en quelques secondes sur des maillages de plusieurs centaines de milliers de points.

Permet de réduire le temps total de la rétro-conception de 40% à 75%.

Automatique

Aucun paramètre demandé à l'utilisateur : avantage majeur dans l'industrie.

Limites

Détection des arêtes lisses

Problème compensé par notre extraction de primitives.

Limites

Détection des arêtes lisses

Problème compensé par notre extraction de primitives.

Robustesse

Les maillages trop bruités ne sont pas toujours bien gérés.

Limites

Détection des arêtes lisses

Problème compensé par notre extraction de primitives.

Robustesse

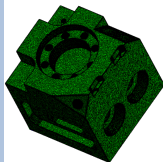
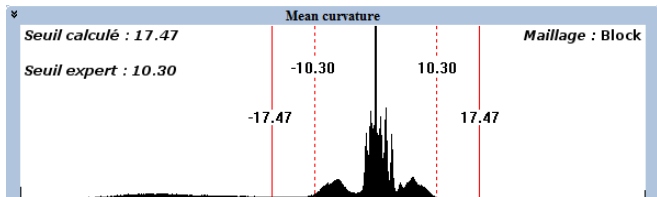
Les maillages trop bruités ne sont pas toujours bien gérés.

Précision

Le seuil optimal est compliqué à définir.

Perspectives

Améliorations visées : robustesse à une plus grande variété de maillages.



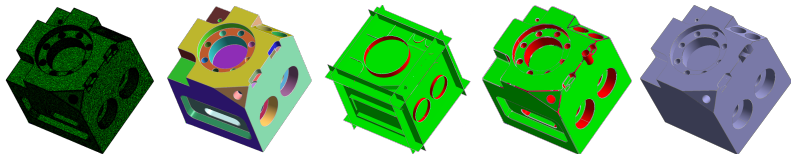
L'analyse de la distribution des valeurs de courbures fournit un meilleur seuil.



Jack Szu-Shen Chen and Hsi-Yung Feng. Automatic prismatic feature segmentation of scanning-derived meshes utilising mean curvature histograms. *Virtual and Physical Prototyping*, 9(1) :45-61, 2014.

Merci pour votre attention

Des questions ?



E-mail : silvere.gauthier@lirmm.fr

S. Gauthier, R. Bénéière, W. Puech, G. Subsol,
*Segmentation de maillages 3D de pièces manufacturées
numérisées : Application à la rétro-conception, 2016*