

Courbures discrètes : outils d'évaluation de formes saillantes sur les maillages

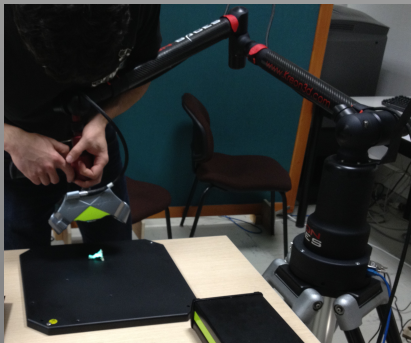
Jérôme Charton, Stefka Gueorguieva, Pascal Desbarats

LaBRI

Université Bordeaux 1



Extraire des formes saillantes sur des objets acquis par scanner laser.



¹scanner Aquilon de Kréon Technologie



Modèle de base :

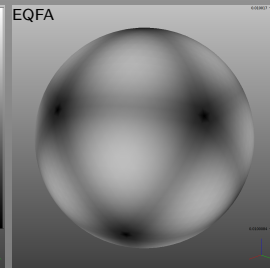
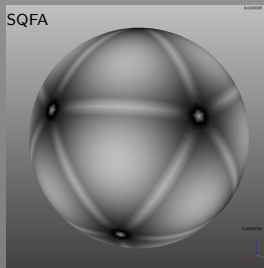
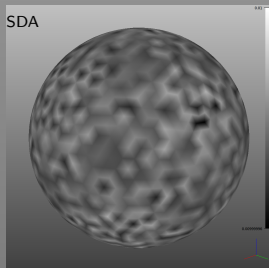


-SDA : *Simple Discrete Algorithm*
appelé aussi *Discrete Curvature Operator*
ou *Spatial Averaging*

-SQFA : *Simple Quadratic Fitting Algo.*

-EQFA : *Extended Quadratic Fitting Algo.*

(cf. [RVG03])

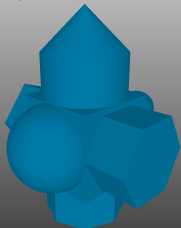


Représentation de K_H en niveaux de gris

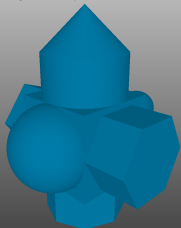
Erreur de l'ordre de 0.5%

²générée sous a2ri

Chaîne d'expérimentation

Modèle synthétique³

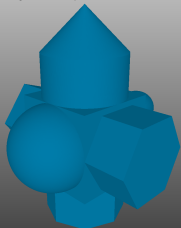
Chaîne d'expérimentation

Modèle synthétique³

Impression

Objet imprimé⁴

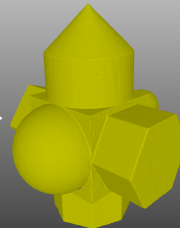
Chaîne d'expérimentation

Modèle synthétique³

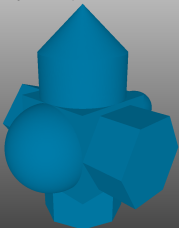
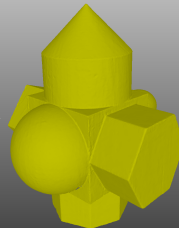
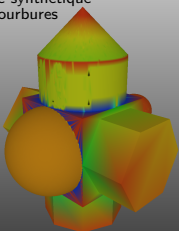
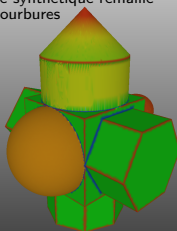
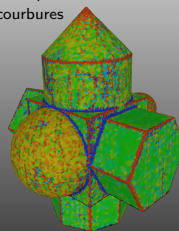
Impression

Objet imprimé⁴

Acquisition

Modèle acquis et reconstruit⁵

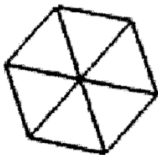
Chaîne d'expérimentation

Modèle synthétique³Impression
→Objet imprimé⁴Acquisition
→Modèle acquis et reconstruit⁵Modèle synthétique
avec courburesModèle synthétique remaillé
avec courburesModèle acquis et reconstruit
avec courbures³ par B. Dutailly sous Blender™⁴ avec une imprimante 3D Objet Eden250™⁵ sous Geomagic®

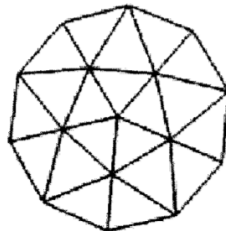
Être au plus près des valeurs théoriques.

- Sur le modèle synthétique : mesurer l'impact de la **discrétisation**.
- Sur le modèle acquis : mesurer l'impact du **bruit**.

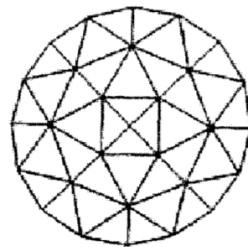
4 *T. D. Gatzke & C. M. Grimm*



One-Ring Neighborhood



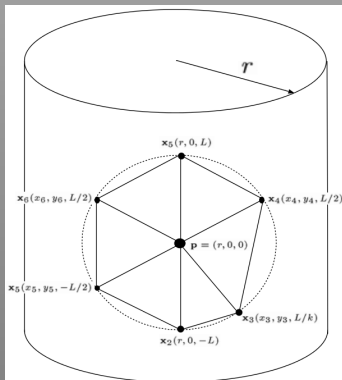
Two-Ring Neighborhood



Three-Ring Neighborhood

Image de [GG06]

Gatzke et Grimm [GG06] : Étude de la précision des estimateurs de courbures suivant la structuration du voisinage.



Mesh size (L)	Spatial Avg. of [3]	Simple Quadric	Ext. Quadric
0.5000	0.231580	0.250790	0.252723
0.4500	0.231583	0.250287	0.252204
0.4000	0.231475	0.249711	0.251752
0.3500	0.231590	0.249447	0.251336
0.3000	0.231577	0.249092	0.250970
0.2500	0.231583	0.248810	0.250678
0.2000	0.231572	0.248559	0.250420
0.1500	0.231570	0.248376	0.250230
0.1000	0.231640	0.248323	0.250172
0.0500	0.231654	0.248257	0.250107
0.0050	0.231596	0.248168	0.250024
0.0005	0.231575	0.248145	0.250000

Garimella et Swartz [RVG03] : Étude de la sensibilité des estimateurs classiques aux perturbations d'angle dans le voisinage.

E. Kalogerakis, P. Simari, D. Nowrouzezahrai & K. Singh

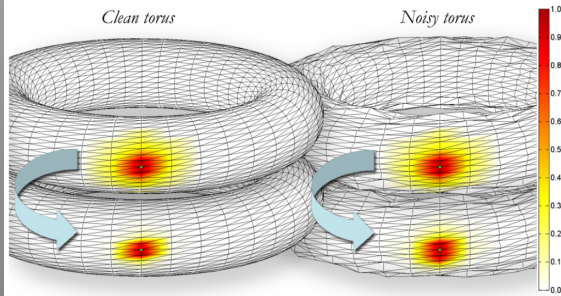


Image de [KPSS07]

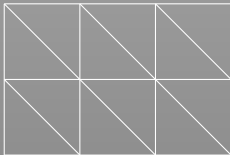
Beaucoup comme [KPSS07], [GG03], [PSK⁺02] étudient la sensibilité des estimateurs de courbures au bruit.

Unifier dans un seul outil les tests de :

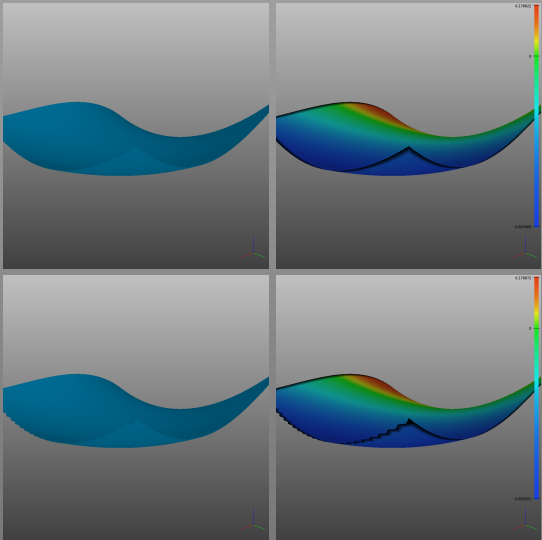
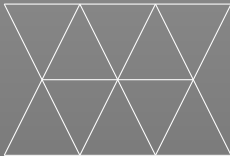
- Précision
- Convergence
- Bruit

Précision

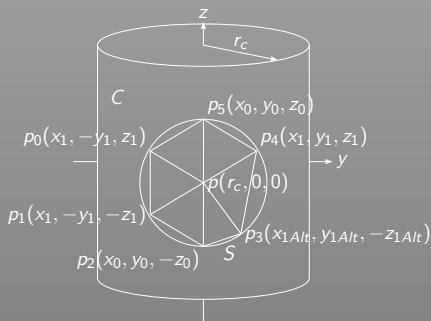
Discretisation en carrés divisés
qui reprend la méthode de [Ham91]



Discretisation en dents de scie



Convergence



La valeur théorique est : $K_H=0.25$

L	K_H^{SDA}	K_H^{SQFA}	K_H^{EQFA}
0.5	0.231583	0.250306	0.252713
0.45	0.231581	0.249805	0.252193
0.4	0.23158	0.249359	0.251729
0.3	0.231578	0.248627	0.25097
0.25	0.231577	0.248341	0.250673
0.2	0.231576	0.248107	0.25043
0.15	0.231575	0.247926	0.250242
0.1	0.231575	0.247796	0.250107
0.05	0.231575	0.247719	0.250027
0.005	0.231575	0.247693	0.25
0.0005	0.231575	0.247693	0.25

Test de convergence de Garimella [RVG03]

Bruit

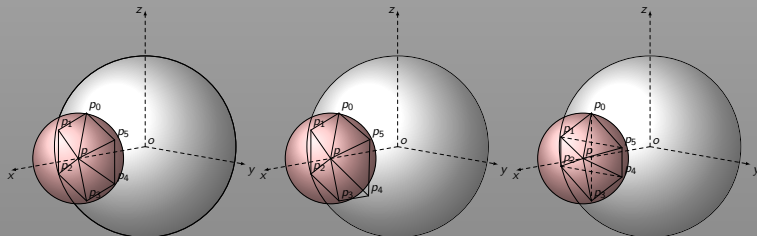
- Bruit blanc⁶ additif sur la direction de la normale
- Bruit blanc additif sur une direction aléatoire

⁶Un bruit blanc est un bruit gaussien à répartition uniforme

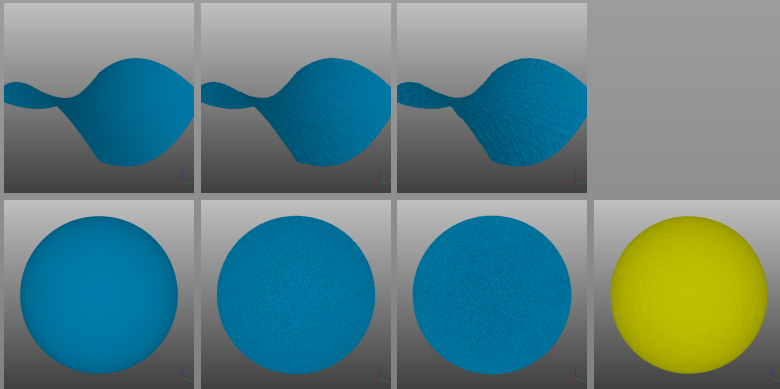
Test de précision sur des modèles analytiques dont on connaît les courbures en tous points.

- Les fonctions à deux variables (de la forme $f(x, y) = z$) proposées par [Ham91]
- Les modèles analytiques comme la sphère, le cylindre, etc... avec des densités de points variables y compris des densités équivalentes à celles d'une acquisition reconstruite.

Test de convergence sur des modèles analytiques.



Test de sensibilité au bruit sur des modèles analytiques

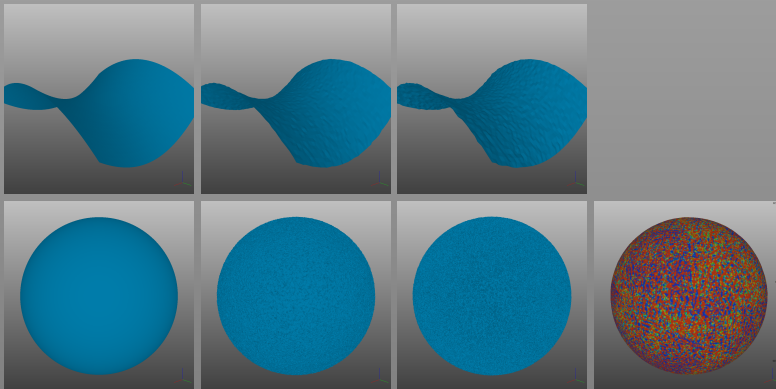


Bruit en directions aléatoires

Bruit sur normale

Acquisition

Test de sensibilité au bruit sur des modèles analytiques



Bruit en directions aléatoires

Bruit sur normale

Acquisition

Aspect Ratio : $AR = ||\text{Arête minimale}|| / ||\text{Arête maximale}||$
 (Valeur idéale 1.)

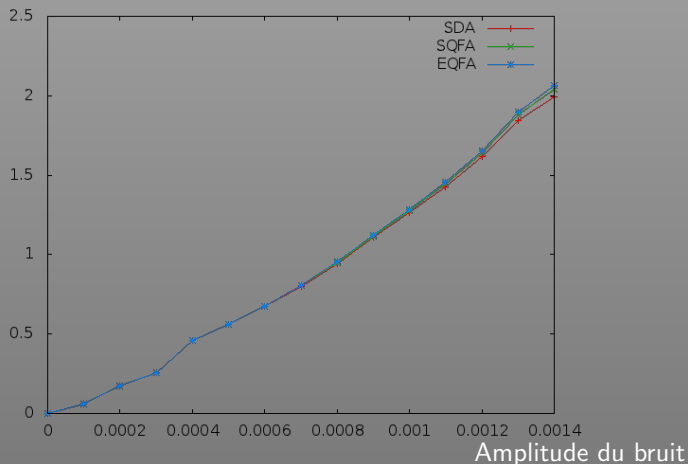
Fonction		AR moyen	σ de l'erreur sur K_H^{SQFA}
Cylinder	(dents de scie)	0.930337	6.34521e-05
	(carré)	0.670367	8.56709e-05
Paraboloid	(dents de scie)	0.839734	1.92013e-05
	(carré)	0.682348	3.97491e-05
Plane	(dents de scie)	0.880976	6.5999e-15
	(carré)	0.693889	7.33165e-15
Sphere	(dents de scie)	0.869198	2.33357e-05
	(carré)	0.692984	2.5226e-05

Test de convergence

L	K_H^{SQFA} normale estimée	K_H^{SQFA} normale réelle
0.5	0.250306	0.25278
0.45	0.249805	0.252247
0.4	0.249359	0.251772
0.3	0.248627	0.250994
0.25	0.248341	0.250689
0.2	0.248107	0.250441
0.15	0.247926	0.250248
0.1	0.247796	0.25011
0.05	0.247719	0.250027
0.005	0.247693	0.25
0.0005	0.247693	0.25

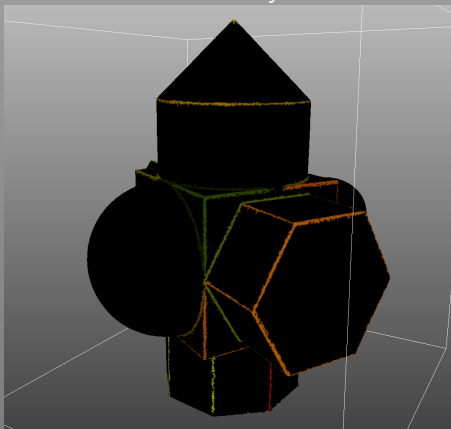
Exemple de test de sensibilité au bruit de l'évaluation de K_H sur un cylindre

σ de l'erreur des estimateurs de K_H



- Approfondir l'étude de l'impact de la qualité de maillage.
- Élargir la base expérimentale sur la sensibilité au bruit avec des modèles acquis.
- Enrichir avec d'autres estimateurs.
- Obtenir une estimation des courbures par sélection ou combinaison pondérée d'estimateurs de courbures selon la précision, la convergence et la sensibilité au bruit.

Segmentation de maillage en utilisant la courbure pour faire de l'extraction et analyse de forme



Merci pour votre attention

jerome.charton@labri.fr

Résultats disponibles sur :

[http://dept-info.labri.fr/~ charton/curvature_analysis/](http://dept-info.labri.fr/~charton/curvature_analysis/)



Timothy D. Gatzke and Cindy M. Grimm.
Improved curvature estimation on triangular meshes.
2003.



Timothy D. Gatzke and Cindy M. Grimm.
Estimating curvature on triangular meshes.
International Journal of Shape Modeling, 12(1), 2006.



Bernd Hamann.
Visualization and Modeling of Contours of Trivariate Functions.
between January and May 1991.



Evangelos Kalogerakis, Derek Nowrouzezahrai Patricio Simari,
and Karan Singh.
Robust statistical estimation of curvature on discretized
surfaces.
page 10, 2007.



D.L. Page, Y. Sun, A. Koschan, J. Paik, and M. Abidi.
Normal vector voting: Crease detection and curvature
estimation on large, noisy meshes.

Graphical Models, 64:199–229, 2002.



Blair K. Swartz Rao V. Garimella.

Curvature estimation for unstructured triangulations of
surfaces.

Technical Report LA-UR-03-8240, Los Alamos National
Laboratory, Nov 2003.