

“

# Journées Informatique et Géométrie 2013

”

14-15 nov. 2013  
France

 Sciencesconf.org

## Table des matières

Causal Dynamics of Discrete Surfaces, P. Arrighi [et al.] .....	1
Estimation de la différence d'orientation entre deux projections pour des angles proches à partir des projections non-orientées, M. Phan .....	2
Reconnaissance d'un sous-segment, J. Ouattara .....	3
Représentation des maillages multirésolutions : application aux volumes de subdivision, L. Untereiner. ....	4
Animation et modélisation de papier froissé, C. Schreck .....	5
Détection de collision pour la simulation temps réel d'objets complexes déformables en environnement virtuel hautement dynamique, T. Pitiot .....	6
Algèbre Géométrique et Informatique Graphique, L. Fuchs .....	7
une approche combinatoire pour le recalage rigide d'images en deux dimensions, Y. Kenmochi .....	8
Convergence asymptotique du tenseur de courbure en géométrie discrète, J. Levallois .....	9
Normal and curvature estimation with Generalized Voronoi Covariance Measure, L. Cuel [et al.] .....	10
Journal Image Processing Online: expérience en géométrie discrète et perspectives, B. Kerautret .....	11

# Causal Dynamics of Discrete Surfaces

Arrighi Pablo<sup>1</sup>, Martiel Simon<sup>2</sup>

1 : Université de Grenoble

*Université de Grenoble*

2 : Université de Nice

*Université de Nice Sophia-Antipolis*

The talk will start with a brief account of [DCM2013, <http://dl.dropbox.com/u/562290/DCM2013.pdf>], where we formalized the intuitive idea of a discrete surface which evolves in time, subject to two natural constraints: the evolution does not propagate information too fast; and it acts everywhere the same. This relied upon a representation of 2-dimensional combinatorial manifolds as labelled graphs. It will then proceed to examine our current works, where we seek to do the same in higher dimensions. The main issue is whether n-dimensional combinatorial manifolds have a natural representation as labelled graphs. We argue that this could be the case if they have a further degree of freedom: a connection.

# Estimation de la différence d'orientation entre deux projections pour des angles proches à partir des projections non-orientées

Phan Minh-Son <sup>1</sup>

1 : Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie (ICube)  
université de Strasbourg  
300 bd Sébastien Brant - BP 10413 - F-67412 Illkirch Cedex  
<http://icube.unistra.fr/>

La tomographie permet de reconstituer un objet à partir d'un ensemble de projections de cet objet. Dans certaines applications en imagerie de la microscopie électronique en biologie (l'analyse des images des polymères biologiques est le principal domaine d'application de ce travail de thèse), les projections sont obtenues sans avoir d'informations concernant leurs angles d'orientations. Il y a une difficulté supplémentaire : en raison de la nature dynamique des polymères biologiques, tout objet peut adopter plusieurs conformations. Cette hétérogénéité conformationnelle est actuellement la raison principale qui limite la résolution du problème de la reconstruction. D'autre part, un changement infinitésimal de conformation d'un objet correspond à un changement infinitésimal des angles d'orientations associés aux projections. L'étude de la différence d'orientation nous permet donc d'estimer la déformation de l'objet.

Par ailleurs, le processus de reconstruction dépend de la distance inter-projection sous-jacente. La distance la plus communément utilisée est la distance euclidienne, mais cette distance ne dépend pas linéairement de la différence d'orientation entre ces projections, même pour des orientations proches. Par contre, notre travail a montré qu'il est possible de calculer directement la différence d'orientation entre deux projections pour des angles proches en 2D. Nous avons développé des formules d'estimation de la différence d'orientation, puis nous avons aussi mis au point un algorithme complet permettant d'appliquer ces formules pour estimer la différence d'orientation entre deux projections pour des angles proches à partir de l'ensemble de projections non-orientées.

Notre algorithme fonctionne bien pour des images binaires de différentes tailles et avec un bruit négligeable. Par contre, il faut chercher à rendre cet algorithme robuste lorsque le bruit est important, et aussi l'étendre aux images en niveaux de gris et 3D. Les résultats que nous avons obtenu concernant les déformations seront utilisés pour améliorer des algorithmes de reconstruction développés dans notre équipe.

# Reconnaissance d'un sous-segment

Ouattara Jean Serge Dimitri<sup>1</sup>

1 : Signal Image Communications [Poitiers] (SIC)

*Université de Poitiers*

Bât. SP2MI, Téléport 2, Bvd Marie et Pierre Curie, BP 30179 86962 Futuroscope Chasseneuil Cedex

<http://www.sic.sp2mi.univ-poitiers.fr/>

Étant donnée une droite discrète  $D$  de caractéristiques connues  $(a, b, c)$ , et étant donnés deux points arbitraires  $A$  et  $B$  de  $D$ , nous nous intéressons au calcul des caractéristiques du sous-segment de  $D$  délimité par  $A$  et  $B$ . Notre approche est basée sur une sous-suite de reste arithmétique  $S = ax - c \pmod b$  où  $x_A$

# Représentation des maillages multirésolutions : application aux volumes de subdivision

Untereiner Lionel<sup>1</sup>

1 : Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie (ICube)  
*université de Strasbourg*  
300 bd Sébastien Brant - BP 10413 - F-67412 Illkirch Cedex  
<http://icube.unistra.fr/>

Les maillages volumiques sont très répandus en informatique graphique, en visualisation scientifique et en calcul numérique. Des opérations de subdivision, de simplification ou de remaillage sont parfois utilisées afin d'accélérer les traitements sur ces maillages. Afin de maîtriser la complexité de l'objet et des traitements numériques qui lui sont appliqués, une solution consiste alors à le représenter à différentes échelles. Les modèles existants sont conçus pour des approches spécifiques rendant leur utilisation limitée aux applications pour lesquelles ils ont été pensés. Nos travaux de recherche présentent un nouveau modèle pour la représentation de maillages multirésolutions en dimension quelconque basé sur le formalisme des cartes combinatoires. Nous avons d'abord appliqué notre modèle aux volumes de subdivision multirésolutions. Dans ce cadre, nous présentons plusieurs algorithmes de raffinement d'un maillage grossier initial. Ces algorithmes supportent des hiérarchies obtenues par subdivision régulière et adaptative. Nous proposons ensuite deux représentations, opposés en terme de coût spatial et temporel, pour ce modèle.

# Animation et modélisation de papier froissé

Schreck Camille <sup>1</sup>

1 : IMAGINE (Inria Grenoble Rhône-Alpes / LJK Laboratoire Jean Kuntzmann)

*Institut National Polytechnique de Grenoble (INPG) Université Joseph Fourier - Grenoble II Laboratoire Jean Kuntzmann INRIA CNRS :*

*UMR5224 Université Pierre-Mendès-France - Grenoble II*

655 avenue de l'Europe 38 334 Saint Ismier cedex

<http://imagine.inrialpes.fr/>

Le papier est omniprésent dans notre vie courante, pourtant il n'est que peu représenté dans les mondes virtuels, particulièrement sous sa forme froissée. Cela s'explique par l'absence actuelle d'outils de modélisation de ce matériau.

Le papier présente des propriétés imposées par sa structure physique fibreuse qui le rendent particulièrement difficile à modéliser : la surface est inextensible, elle peut présenter des plis francs et elle possède une mémoire mécanique (une fois pliée, elle ne retrouve pas exactement sa forme initiale).

La méthode de modélisation et d'animation du papier décrite dans cette présentation permet à un utilisateur de manipuler de façon interactive une feuille de papier. Une simulation physique permet de trouver la position dans l'espace de points singuliers. À partir de ces points la surface est géométriquement approximée par des cônes généralisés. Cette méthode permet également de générer de façon stochastique, en s'appuyant sur l'analyse géométrique de la surface, des singularités où la surface du papier n'est plus lisse.

Les résultats montrent que les surfaces obtenues dans des situations élémentaires de déformation du papier sont comparables à celles obtenues avec du papier réel.

# Détection de collision pour la simulation temps réel d'objets complexes déformables en environnement virtuel hautement dynamique

Pitiot Thomas <sup>1</sup>

1 : Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie (ICube)  
*université de Strasbourg* Ecole doctorale MSII  
300 bd Sébastien Brant - BP 10413 - F-67412 Illkirch Cedex  
<http://icube.unistra.fr/>

La simulation temps réel est un outil très prisé par les chirurgiens pour faciliter leurs opérations ou permettre la formation des internes. Les techniques actuelles restent limitées par la complexité d'entités déformables et/ou mobiles à modéliser en restant temps réel. En effet, les structures d'enregistrement et la modélisation des entités ne sont souvent pas adaptées à la représentation d'entités aussi complexes. Ainsi de telles entités sont souvent réduites à leurs enveloppe convexe ou une simple boule englobante pour la détection de collisions. Notre travail porte sur l'utilisation de la plateforme CGoGN développée par l'équipe en tant que structure d'enregistrement dynamique pour effectuer ces simulations temps réel complexes. Nous avons actuellement des résultats concluants concernant une application de simulation de foule en environnement 2D surfacique avec un suivi temps réel d'entités polygonales déformables et d'entités ponctuelles présentes en grand nombre et évoluant dans des environnements urbains. Notre objectif est de valider le passage en 3D de nos techniques de simulations avec cette même structure pour réaliser en collaboration avec l'IHU de Strasbourg une application de simulation d'insertion d'aiguille dans le foie en temps réel.



# Algèbre Géométrique et Informatique Graphique

Fuchs Laurent <sup>1</sup>

1 : Signal Image Communications [Poitiers] (XLIM-SIC)

*Université de Poitiers* CNRS : UMR7252

Bât. SP2MI, Téléport 2, Bvd Marie et Pierre Curie, BP 30179 86962 Futuroscope Chasseneuil Cedex

<http://www.sic.sp2mi.univ-poitiers.fr/>

Dans cet exposé une alternative à la représentation usuelle des objets géométriques et de leurs transformations est présentée ; l'algèbre géométrique qui s'est développée en informatique graphique depuis une dizaine d'années.

# une approche combinatoire pour le recalage rigide d'images en deux dimensions

Kenmochi Yukiko<sup>1</sup>

1 : Laboratoire d'Informatique Gaspard-Monge (LIGM)  
*Fédération de Recherche Bézout*École des Ponts ParisTech (ENPC)ESIEEUniversité Paris-Est Marne-la-Vallée (UPEMLV)CNRS :  
UMR8049  
Université de Paris-Est - Marne-la-Vallée, Cité Descartes, Bâtiment Copernic, 5 bd Descartes, 77454 Marne-la-Vallée  
Cedex 2, Inst Gaspard Monge  
<http://igm.univ-mlv.fr/LIGM/>

Le recalage rigide d'images est une tâche essentielle du traitement d'images, et généralement formulée dans le domaine continu, et souvent dans le contexte d'un problème d'optimisation. Cependant, cette approche conduit parfois à des artèfacts indésirables, dus à l'interpolation. Dans le cas des applications purement discrètes, par exemple, pour la segmentation ou la classification, qui sont basées sur des configurations locales, il est alors préférable d'éviter de discrétiser le résultat après sa transformation. Dans cet exposé, nous nous penchons sur cette question en dimension 2. En nous appuyant sur un cadre entièrement discret, nous explorons explicitement l'espace des paramètres des transformations rigides. Cette exploration conduit à une approche de recherche locale qui peut être impliquée dans des stratégies d'optimisation combinatoire.

# Convergence asymptotique du tenseur de courbure en géométrie discrète

Levallois Jérémie<sup>1,2</sup>

1 : LIRIS (LIRIS)

*CNRS : UMR5202*

<http://liris.cnrs.fr>

2 : Laboratoire de Mathématiques (LAMA)

*CNRS : UMR5127*

Université de Savoie, UFR SFA Domaine Universitaire, Bâtiment Le Chablais 73376 LE BOURGET DU LAC

<http://www.lama.univ-savoie.fr/>

Dans plusieurs applications de geometry processing, l'estimation de quantités géométriques différentielles telles que la courbure ou le champ de vecteurs normal est une étape importante. Dans ce papier, nous présentons une nouvelle classe d'estimateurs sur les bords de formes discrètes basée sur les invariants par intégration. Plus précisément, nous fournissons des preuves de convergence asymptotique des estimateurs de courbure et une évaluation expérimentale complète de ses performances.

# Normal and curvature estimation with Generalized Voronoi Covariance Measure

Cuel Louis<sup>1</sup>, Lachaud Jacques-Olivier<sup>1</sup>, Thibert Boris<sup>2</sup>

1 : université de savoie

*Université de Savoie*

2 : université joseph fourier

*Laboratoire Jean Kuntzmann*

We present a robust method to estimate normals and sharp feature from an unorganized point clouds approximating hyper-surface in  $\mathbb{R}^d$ . Using the Voronoi diagram which contains geometrical informations, and the distance to a measure which is very robust to the noise, we deduce a covariance matrix for every point of the point cloud. We offer theoretical guarantees of the normals vector field calculated, without a  $\delta$ -hausdorff hypothesis, which allows the presence of outliers. Experimentations confirm theoretical results and show that our method give a good sharp feature estimation of a surface in  $\mathbb{R}^3$ .

# Journal Image Processing Online: expérience en géométrie discrète et perspectives

Kerautret Bertrand <sup>1</sup>

1 : ADAGIO (LORIA)

*INRIACNRS : UMR7503 Université de Lorraine*

<http://www.loria.fr/equipes/adage/>

Dans cet exposé je présenterai tout d'abord le principe du journal IPOL (<http://www.ipol.im/>) qui publie des articles de recherche autour de la thématique image. Ce journal lancé par Nicolas Limare et Jean-Michel Morel (CMLA, ENS Cachan) présente la particularité d'inclure systématiquement avec chaque article un code source relu par des rapporteurs et téléchargeable avec l'article associé à une page web de démonstration.

Je présenterai son origine, son principe de publication et donnerai un aperçu du potentiel impact que ce journal peut fournir à la fois pour les auteurs et pour les lecteurs. Ensuite je présenterai l'expérience de l'édition spéciale sur la géométrie discrète et donnerai les perspectives déjà en cours sur l'extension du journal vers d'autres domaines tels que la géométrie.

# Algèbre Géométrique et Informatique Graphique

Laurent Fuchs

Laurent.Fuchs@univ-poitiers.fr

Université de Poitiers

Laboratoire XLIM-SIC UMR CNRS 7252

20 octobre 2013

Dans cet exposé une alternative à la représentation usuelle des objets géométriques et de leurs transformations est présentée ; l'algèbre géométrique qui s'est développée en informatique graphique depuis une dizaine d'années.

Le choix de la représentation des objets géométriques est une question cruciale en informatique graphique. De ce choix dépend la façon dont sont développés les algorithmes de manipulation des objets géométriques et les transformations géométriques que l'on peut leur appliquer. Depuis longtemps, il est connu que l'utilisation de l'algèbre linéaire se révèle mal adaptée dans certaines situations. Pour contourner les problèmes rencontrés, différentes approches ont été proposées ; les coordonnées homogènes [FvDFH96], les coordonnées de Plücker [Sto91], les quaternions [Sho85], les espaces de Grassmann (ou arguésiens) [Gol02]. Aucune de ces approches ne peut, à elle seule, exprimer la totalité des manipulations géométriques nécessaires. Cela oblige, à d'incessants aller-retour pour la représentation d'un même objet géométrique (primitive géométrique ou transformation géométrique). Par exemple, selon que l'on ait à considérer des algorithmes où interviennent des calculs de distance et d'orientation ou qui appliquent des transformations géométriques. De plus, les connexions entre ces approches ne sont pas toutes évidentes et il semble que l'on ait à faire à un agrégat de formalismes dans lequel on peine parfois à s'y retrouver.

L'algèbre géométrique qui est l'interprétation géométrique de l'algèbre de Clifford est une approche homogène et unificatrice de ces formalismes. Elle a été développée au XIX<sup>ème</sup> par Clifford à partir des travaux commencés par Grassmann. Elle a été peu à peu oubliée dans ces aspects géométriques. Cela a été réactivé par Hestenes [Hes66]. Son intérêt en informatique graphique n'a cessé d'être démontré depuis une dizaine d'années [Hes01, DFM07, Per09].

L'idée est de développer un « calcul » (une algèbre) géométrique afin de faire le lien entre le langage synthétique de la géométrie (où l'on parle de points, de droites, de cercles, etc.) et le langage analytique de la géométrie (où l'on exprime un calcul sur des coordonnées). De cette façon, on peut utiliser les objets géométriques (directions, points, droites, plans, cercles et sphères) comme des primitives de calcul.

L'algèbre géométrique intègre et étend en dimension les différents formalismes (coordonnées de Plücker, quaternions, nombres complexes, produit vectoriel) utilisés en informatique graphique. On a un langage de haut niveau pour décrire les algorithmes géométriques.

L'algèbre géométrique est une algèbre dont les éléments (ses vecteurs) sont des sous-espaces orientés. Le produit (géométrique), le produit de Clifford, définit entre ces sous-espaces permet à la fois de construire de nouveaux sous-espaces et de leur appliquer des opérations (rotation, translation, projection, dualité). Cet algèbre est ensuite interprétée selon un modèle. Trois modèles sont usuellement utilisés, le modèle d'espace vectoriel Euclidien, le modèle homogène et le modèle conforme. Le modèle d'espace vectoriel

Euclidien correspond à l'approche vectorielle usuelle, en plus des droites vectorielle, on peut manipuler directement toutes les variétés linéaires (plans, volumes, etc.). Le modèle homogène correspond à l'approche projective (celle des coordonnées homogènes) et le modèle conforme étend le modèle homogène en permettant de retrouver la notion de distance, la métrique, qui manque au modèle homogène.

La principale difficulté de mise en oeuvre de l'algèbre géométrique vient de la dimension de son espace vectoriel. Pour représenter des éléments de dimension  $n$ , un espace vectoriel de dimension  $2^n$  est nécessaire. Cependant, les vecteurs représentant les objets géométriques sont très creux et il existe des méthodes efficaces pour leur manipulation [DFM07, Per09, FT12, Hil13].

## Références

- [DFM07] DORST L., FONTIJNE D., MANN S. : *Geometric Algebra for Computer Science : An Object Oriented Approach to Geometry*. Morgan Kaufmann Publishers, 2007.
- [FT12] FUCHS L., THÉRY L. : Implementing geometric algebra products with binary trees. AGACSE 2012. La Rochelle, France (submitted to the AACA journal), July 2012.
- [FvDFH96] FOLEY J. D., VAN DAM A., FEINER S. K., HUGUES J. F. : *Computer graphics : principles and practice*. Addison-Wesley, 1996.
- [Gol02] GOLDMAN RONALD N. : On the algebraic and geometric foundations of computer graphics. *ACM Trans. Graph.. Vol. 21* (January 2002), 52–86.
- [Hes66] HESTENES D. : *Spacetime Algebra*. Gordon & Breach, New York, 1966.
- [Hes01] HESTENES D. : Old wine in new bottles : A new algebraic framework for computational geometry. In *Advances in Geometric Algebra with Applications in Science and Engineering*, Bayro-Corrochano E., Sobczyk G., (Eds.). Birkhauser, 2001, pp. 1–14.
- [Hil13] HILDENBRAND D. : *Foundations of Geometric Algebra Computing*, vol. 8 de *Geometry and Computing*. Springer, 2013.
- [Per09] PERWASS C. : *Geometric Algebra with Applications in Engineering*. Springer, 2009.
- [Sho85] SHOEMAKE K. : Animating rotation with quaternion curves. *SIGGRAPH Comput. Graph.. Vol. 19*, Num. 3 (1985), 245–254.
- [Sto91] STOLFI J. : *Oriented Projective Geometry : A Framework for Geometric Computations*. Academic Press Professional, Inc., San Diego, CA, USA, 1991.

## **Index des auteurs**

Arrighi, Pablo .....	1
Cuel, Louis.....	10
Fuchs, Laurent .....	7
Kenmochi, Yukiko .....	8
Kerautret, Bertrand.....	11
Lachaud, Jacques-Olivier .....	10
Levallois, Jérémy .....	9
Martiel, Simon.....	1
Ouattara, Jean Serge Dimitri.....	3
Phan, Minh-Son.....	2
Pitiot, Thomas .....	6
Schreck, Camille .....	5
Thibert, Boris .....	10
Untereiner, Lionel .....	4