

ARC TéléGéo

Premier groupe de travail

<http://www-sop.inria.fr/prisme/telegeo/gt1/gt1.html>

1 Résumé

L'objet du premier groupe de travail de l'ARC TéléGéo (18-19 novembre 2002 à l'INRIA Sophia Antipolis) consistait en une série de 8 exposés-discussion et de groupes de travail sur les thèmes de la compression géométrique, du codage vidéo par modélisation géométrique, de la protection de contenus et de l'échantillonnage de surfaces. Patrick Gioia (France Télécom R&D Rennes) est venu nous présenter l'actualité du codage géométrique dans la norme MPEG4. Frédéric Payan et Marc Antonini (I3S) nous ont présenté des travaux en compression de surfaces par ondelettes géométriques. Une discussion a également eu lieu autour des stages, des futures visites croisées et de l'organisation des groupes de travail à venir.

2 Compte rendu

L'ARC TéléGéo concerne la conception d'algorithmes et de structures de données pour la modélisation et la transmission d'objets géométriques sur les réseaux. Ce groupe de travail a permis de présenter et de discuter de travaux récents en compression de modèles surfaciques et volumiques, codage vidéo par modélisation géométrique, authentification, paramétrisation et remaillage de surfaces.

3D mesh wavelet coding using efficient model-based bit allocation - Frédéric Payan et Marc Antonini Nous présentons un schéma de compression efficace pour les maillages surfaciques 3D, en particulier de grande taille. Cette méthode utilise un codage d'ondelettes géométriques de maillages semi réguliers et une allocation binaire basée "modèle" sur les différents niveaux de résolution obtenus par l'analyse multirésolution. Cette méthode présente l'origi-

nalité de traiter séparément l'ensemble des coordonnées des coefficients d'ondelettes et de les modéliser par une gaussienne généralisée lors de l'allocation. L'utilisation de ce modèle rend le processus d'allocation rapide et efficace même à bas débit. De plus, nous utilisons une technique de codage prédictif pour les coefficients BF qui exploite la corrélation présente entre ces derniers et qui permet également de traiter séparément les coordonnées de la sous-bande BF. Cette méthode donne des résultats bien meilleurs que l'algorithme de Touma-Gotsman, MPEG4 et équivalents au codeur PGC de Sweldens *et al.*

Compression géométrique et norme MPEG4 La norme MPEG4 distingue la compression mono-résolution de la compression progressive de modèles, et la compression de maillages de la compression de surfaces (un maillage n'est qu'une instance d'une géométrie surfacique). Le principe de la norme est de ne pas remplacer une technique existante mais de l'enrichir, et de normaliser le format nécessaire au décodeur. L'utilisateur est en effet libre d'encoder les données comme il l'entend, à condition de fournir un train binaire compatible avec le décodage. Pour la compression de modèles surfaciques on recense trois techniques :

1. Compression mono-résolution de maillages : la technique normalisée correspond à *Topological Surgery* développée par Taubin et al.
2. Compression progressive de maillages : la technique normalisée correspond à *Progressive Forest Split* de Taubin.
3. Codage hiérarchique de surfaces : la technique correspond à une évolution des ondelettes géométriques appliquées sur des modèles à subdivision semi-régulière (les surfaces de subdivision).

Compression de maillages volumiques - Martin Isenburg Les maillages volumiques hexaédriques sont de prime intérêt pour les applications de visualisation scientifique et de simulation. Ils permettent notamment un pavage régulier de l'espace et démontrent un excellent comportement numérique pour les calculs en éléments finis (ce dernier point étant étroitement lié au degré d'interpolation applicable sur ce type d'éléments). Une des propriétés des maillages volumiques est un volume de données considérable lorsque ces derniers sont

stockés dans un format brut. Nous avons donc proposé une technique de compression de la connectivité et de la géométrie de maillages volumiques hexaédriques non structurés. Pour la connectivité nous étendons l'idée du codage par degré des primitives au cas des maillages volumiques, la connectivité étant codée par une séquence de degrés d'arêtes. Ceci nous permet d'exploiter la régularité naturellement présente dans ce type de maillages. Les taux de compression obtenus sur des données utilisées en simulation sont de l'ordre de 150 :1 pour la connectivité (1.5 bits par hexaèdre en moyenne) et de l'ordre de 4 :1 pour la géométrie en généralisant la technique de prédiction dite du parallélogramme au cas volumique.

Codage vidéo par modélisation géométrique - Raphaèle Balter Le codage vidéo basé modèles 3D consiste à représenter une séquence par un ou plusieurs modèles 3D texturés et des paramètres caméra. Ce type de représentation est très avantageux pour la compression car il permet d'encoder une séquence à bas, voire très bas débit, tout en lui ajoutant des fonctionnalités (ajout d'objet, affichage stéréoscopique, changement de point de vue pour la navigation interactive, etc.). Mais il est difficile d'extraire automatiquement un modèle 3D unique sans fixer des hypothèses simplificatrices sur le contenu, l'acquisition ou le nombre d'images. L'idée développée par Franck Galpin est de ne plus chercher une représentation unique pour la séquence mais plutôt un flux de maillages 3D texturés. Du point de vue de la compression cette approche permet d'atteindre de très bas débits mais le fait d'avoir plusieurs modèles nuit à la navigation libre. On cherche donc à obtenir une méthode qui permettrait d'unifier ces modèles pour obtenir une représentation adaptée à la navigation tout en conservant les avantages de ce schéma.

Maillages irréguliers multirésolution sur une base d'ondelettes géométriques, compression et transmission progressive - Sébastien Valette et Rémy Prost Après avoir rappelé la méthode historique de représentation des maillages surfaciques triangulaires à subdivision quaternaire sur une base d'ondelettes géométriques [3], nous présentons notre généralisation aux maillages irréguliers par résolution d'un problème inverse [4-6]. Les travaux d'amélioration de l'algorithme d'inversion de la subdivision, sont développés.

- Lors de la simplification d'un maillage irrégulier, la fusion des faces est optimisée de manière à obtenir le plus grand nombre de sommets de valence 6. Cette approche améliore la régularité du maillage basse résolution à chaque niveau.
- Si le maillage original est à connectivité de subdivision quaternaire, sa simplification optimale est effectuée en une seule passe. Ainsi, nous obtenons l'inversion exacte de la subdivision.
- Un critère géométrique de contrôle de la simplification est proposé afin d'obtenir de meilleures performances en terme de débit-distorsion [7].
- Nous montrons que l'orthogonalisation de l'ondelette Lazy avec les fonctions d'échelles réduit l'erreur quadratique entre deux niveaux de résolution [8]. Cependant, le gain décroît rapidement lorsque l'on fait croître la taille de l'anneau d'orthogonalisation considéré. Un anneau de type 0-ring est suffisant en pratique.
- Un tableau comparatif des résultats de la compression de la connectivité et de la géométrie, pour les maillages et les méthodes les plus efficaces de la littérature [1-2], montre l'efficacité de l'approche proposée. Les futurs travaux porteront sur le traitement de maillages de genre élevé, la définition d'un critère géométrique plus efficace et une accélération de la construction du banc des filtres associés aux ondelettes.

Authentification de modèles 3D - François Cayre Après avoir développé une méthode substitutive de stéganographie dans la domaine spatial (adaptation de la méthode Quantization Index Modulation - QIM, par Chen & Wornell) permettant d'insérer au mieux un bit par sommet du maillage en vue d'applications telles que les communications secrètes ou les contenus augmentés (en utilisant une localisation canonique et non plus secrète de l'information), nous mettons actuellement au point une méthode d'authentification de l'intégrité des maillages basée en partie sur le principe de la méthode de stéganographie. En effet, il s'agit ici d'insérer un tatouage fragile dont on souhaite qu'il disparaisse à la première altération subie par le maillage. Ainsi, on sera en mesure (suivant que l'on retrouve ou non le tatouage inséré) de garantir l'intégrité du maillage et de l'authentifier.

Paramétrisation et remaillage de surfaces La paramétrisation de surfaces (présentée plus en détail par Bruno Levy lors de la [réunion de lancement](#)) est un outil fondamental pour de nombreuses applications, parmi lesquelles on peut citer le placage de signaux de modulation en informatique graphique, l'échantillonnage, le maillage et le traitement numérique de la géométrie. On distingue ainsi deux classes d'applications : le *placage* d'un signal (ou de données utilisées en simulation) sur une surface et la *mise en œuvre d'algorithmes* adaptés pour travailler sur le même espace que la dimension de la variété (et non dans le plongement). Paramétriser une surface revient à exprimer une correspondance bijective entre une surface et un domaine simple – sphérique ou planaire – sur lequel la surface se retrouve naturellement paramétrisée. L'enjeu réside en la minimisation ou le contrôle des distorsions induites par cette opération.

A partir d'une technique de paramétrisation conforme (préservant les angles et l'isotropie locale), on propose une technique de remaillage isotrope de maillages surfaciques triangulaires. Étant donné un maillage initial à échantillonner et une fonction de densité spécifiée sur la surface, l'algorithme distribue le nombre d'échantillons souhaité en généralisant le principe de diffusion d'erreur sur les triangles et les arêtes caractéristiques du maillage original. L'échantillonnage produit est ensuite utilisé comme configuration initiale pour construire un diagramme de Voronoi centroidal pondéré dans un espace paramétrique conforme, où la fonction de densité est utilisée pour la pondération après compensation de l'étirement d'aire. Le nouveau maillage est ensuite généré en ramenant la triangulation de Delaunay contrainte construite dans l'espace paramétrique dans l'espace de plongement initial. Un contrôle précis de l'échantillonnage est obtenu en spécifiant les paramètres d'une fonction de densité, cette dernière pouvant être filtrée afin d'obtenir une gradation plus lisse.

3 Les autres actions en France

- Atilla Baskurt : le LIGIM (futur laboratoire LIRIS) poursuit des travaux en compression géométrique (2 thèses démarrent en compression et indexation 3D).
- Le projet RNRT [Semantic 3D](#) a été labellisé en mai 2002.

- La conférence [CORESA 2003](#) comprend une session “compression géométrique” (16-17 janvier 2003).

4 Exposés-discussion

- **Morphing bidirectionnel.**
Raphaèle Balter.
- **Tatouage des maillages 3D.**
François Cayre.
- **Maillages irréguliers sur une base d’ondelettes géométriques.**
Compression et transmission progressive : Wavemesh. Sébastien Valette et Rémy Prost.
- **Surfaces de subdivisions et ondelettes 3D dans MPEG-4.**
Patrick Gioia (France Télécom R&D).
- **Groupe de travail.**
Contenus augmentés via la stéganographie. Compression géométrique dans la norme MPEG-4.
- **Remaillage de surfaces.** Pierre Alliez, Olivier Devillers et Martin Isenburg.
- **3D mesh wavelet coding using efficient model-based bit allocation.**
Frédéric Payan et Marc Antonini.
- **Groupe de travail.**
Echantillonnage et approximation de surfaces. Mesurer une distorsion entre deux surfaces.
- **Localisation efficace dans une triangulation planaire.**
Olivier Devillers.
- **Compression de maillages volumiques hexaédriques.**
Martin Isenburg et Pierre Alliez.
- **Groupe de travail.**
Géométrie et codage vidéo. Authentification de modèles 3D.

4.1 Participants

- ENST Paris. François Cayre.

- INSA Lyon. Alexandre Gouaillard, Rémy Prost.
- INRIA Sophia-Antipolis. Olivier Devillers, Pierre Alliez, David Cohen-Steiner.
- IRISA Rennes. Raphaële Balter.
- France Télécom R&D Rennes. Patrick Gioia.
- I3S Sophia Antipolis. Frédéric Payan, Marc Antonini.

5 Prochain groupe de travail

Rémy Prost : Le prochain groupe de travail sera vraisemblablement organisé à l'INSA/CREATIS de Lyon, entre le 15 et le 30 février 2003. Consultez le [site](#) de l'ARC pour plus détails.

Note : le workshop de cloture de l'ARC aura lieu les 30-31 octobre 2003 à Sophia-Antipolis.

6 Références

[1] P. Alliez and M. Desbrun, Progressive Encoding for Lossless Transmission of 3D Meshes, Proceedings of Siggraph 2001, 2001.

[2] P. Alliez and M. Desbrun, Valence-Driven connectivity encoding for 3D meshes, Proceedings of Eurographics, pp. 480-489, 2001.

[3] M. Lounsbery. Multiresolution Analysis for Surfaces of Arbitrary Topological Type. PhD thesis, Dept. of Computer Science and Engineering, University of Washington, 1994.

[4] Valette S., Kim Y-S, Jung H. Y., Magnin I., Prost R, A multiresolution wavelet scheme for irregularly subdivided 3D triangular mesh, IEEE Int. Conf on Image Processing ICIP'99, October 25-28, Kobe, Japan, Vol. 1, pp 171-174, 1999.

[5] Valette S., Kim Y-S, Prost R., The Inverse Problem of Wavelet Scheme Construction for Irregularly Subdivided 3D Triangular Meshes, QCAV2001,

Le Creusot, France, 21-23 May 2001, Proc. QCAV2001 Cépadès-Editions Toulouse, France, vol. 2, pp. 452, 457, 2001.

[6] Valette S., Prost R., Wavelet Based Multiresolution Analysis of Irregular Surface Meshes, Submitted to IEEE Trans. On Visualization and Computer Graphics , June 6th, 2001, revised September 15th, 2002.

[7] Valette S., Prost R., A Wavelet-Based Progressive Compression Scheme for Triangle Meshes : Wavemesh, Submitted to IEEE Trans. On Visualization and Computer Graphics , June 6th, 2001, revised September 15th, 2002.