

Sujet du stage Master 2/Ingénieur - 2024

Conversion voxel-mesh cohérente pour les objets en mouvement

Laboratoire et équipe d'accueil : Laboratoire **XLIM-SIC** - UMR 7252

Encadrants : **Yukiko Kenmochi** (CR CNRS HDR, GREYC), **Sébastien Horna** (MC HDR, XLIM)

Adresses email : yukiko.kenmochi@unicaen.fr, sebastien.horna@univ-poitiers.fr

Collaboration : **Edward Ando** (Investigateur Principal, EPFL, Suisse)

Durée : 5-6 mois

Mots clés : Maillage, Voxelisation, Topologie discrète, Analyse d'images en 4D

Description :

Un mesh ou maillage est souvent utilisé pour modéliser un environnement 3D composés d'objets tridimensionnels. Grâce à la définition et la caractérisation des meshes, il est possible de manipuler de manière efficace la géométrie de ces dernier : déformations, déplacements ou autres opérations complexes.

Pour diverses applications d'imagerie 3D (biomédicale, géomécanique, etc.), les ensembles de voxels sont souvent utilisé pour l'analyse et la visualisation des données. Cependant, pour aboutir à des temps de traitement raisonnables pour les objets 3D de grande taille, les ensembles de voxels sont souvent associés à une zone d'intérêt convertie en un mesh à l'aide de la méthode de Marching Cubes [1] ou l'une de ses multiples variantes.

Lors de cette conversion, la structure topologique de l'ensemble de voxels doit être préservée, de même que sa précision géométrique. Il existe une littérature abondante portant sur ce sujet : il est notamment connu qu'une image numérique 3D doit être bien-composée pour assurer sa préservation géométrique et topologique lors de sa conversion en mesh [2].

De manière symétrique, la conversion de meshes en ensembles de voxels peut être également considérée, par exemple, pour réparer et analyser la structure complexe de certains meshes [3]. Il existe ainsi de nombreuses méthodes de voxelisation d'un mesh. Cependant, la plupart de ces méthodes consistent à voxeliser une surface [4, 5], mais non pas à voxeliser un solide [3]; au demeurant, elles sont généralement basées sur des stratégies ad hoc. Du point de vue de la topologie discrète, la voxelisation des solides est en effet plus pertinente pour le modèle de digitalisation gaussienne [6], qui est généralement utilisé pour les objets structurés de manière complexe, par exemple, les objets coexistant dans un espace. Si nous souhaitons garantir une topologie cohérente entre les meshes et les ensembles de voxels, quel que soit le positionnement de ces meshes, la condition de quasi-régularité de chaque mesh [7] constitue alors un point de départ pertinent.

Ce projet est en collaboration avec Edward Ando du centre de l'imagerie de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne qui s'intéresse à l'étude du mouvement d'objets rigides qui se déplacent sans déformation dans l'espace. Les données d'acquisition tomographique correspondant à des images géomécaniques 4D (l'espace + le temps) contenant plusieurs grains qui se déplacent de manière indépendante mais mutuellement contrainte (voir la figure 1). Le défi de ce stage est alors de développer un cadre qui nous permette d'imposer ce contexte géométrique lors de la conversion voxel-mesh, et également durant la segmentation d'une image 4D. L'objectif final est de proposer un modèle de visualisation permettant une étude précise de l'évolution de ces environnements géomécaniques.

Candidature :

Pour postuler, envoyer par email aux encadrants un dossier qui contient un CV, une lettre de motivation, les relevés de notes des deux dernières années de formation, et éventuellement des lettres de recommandation ou des noms de référence.

Références

- [1] William E. Lorensen and Harvey E. Cline. Marching cubes: a high-resolution 3D surface construction algorithm. *Computer Graphics (SIGGRAPH'87)*, 21(4):163–169, 1987.
- [2] Peer Stelldinger, Longin J. Latecki, and Malcero Siqueira. Topological equivalence between a 3D object and the reconstruction of its digital image. *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, 29(1):126–140, 2007.

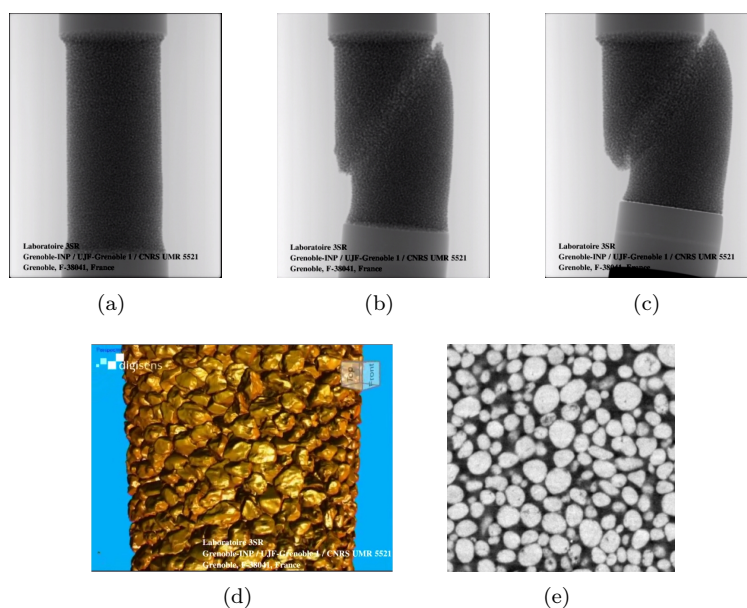


FIGURE 1 – (a,b,c) Scans 3D de grains à plusieurs reprises au cours du test de compression triaxiale, (d) une reconstruction 3D, et (e) une partie d’image originale en coupe.

- [3] Fakir S. Nooruddin and Greg Turk. Simplification and repair of polygonal models using volumetric techniques. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 9(2):191–205, 2003.
- [4] Daniel Cohen-Or and Arie Kaufman. Fundamentals of surface voxelization. *Graphical Models and Image Processing*, 57(6):453–461, 1995.
- [5] Samuli Laine. A topological approach to voxelization. *Computer Graphic Forum*, 32(4):77–86, 2013.
- [6] Reinhard Klette and Azriel Rosenfeld. *Digital Geometry: Geometric Methods for Digital Picture Analysis*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 2004.
- [7] Nicolas Passat, Yukiko Kenmochi, Phuc Ngo, and Kacper Pluta. Rigid motions in the cubic grid: a discussion on topological issues. In *Discrete Geometry for Computer Imagery*, volume 11414 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 127–140. Springer, 2019.