

Sujet 1

Titre : Contrôle topologique d'évolutions d'objets géométriques

Laboratoire : XLIM (Poitiers), UMR CNRS 7252

Encadrant(s) : S. Alayrangues, P. Lienhardt, S. Peltier

Mots clés : Animation, modélisation géométrique, simplexes, cartes combinatoires, homologie

Sujet : Ce sujet s'inscrit en informatique graphique, et connaît des applications en animation et en modélisation géométrique. Par exemple, simuler des "évolutions" d'un ou plusieurs objets au cours du temps nécessite de contrôler cet (ces) objet(s) à chaque étape de la simulation. Par exemple en simulation de gestes chirurgicaux, un organe est-il scindé en deux parties ? perforé de part en part ?

Similairement, la construction d'un objet géométrique, en utilisant un logiciel de modélisation géométrique, nécessite aussi de tels contrôles. Par exemple, dans un processus de Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur, il ne serait pas possible de fabriquer un objet 3D dont le bord serait une surface non orientable.

De plus, il est nécessaire de détecter les éventuels problèmes de construction le plus tôt possible : il est donc intéressant de contrôler le résultat obtenu à chaque étape de l'animation ou de la construction.

Les caractéristiques *homologiques* d'un objet donnent un certain nombre d'informations structurelles utiles pour un tel contrôle. En particulier si l'objet modélisé est représenté par un maillage (c.-à-d. l'objet est subdivisé en sommets, arêtes, faces, volumes), ces caractéristiques peuvent être calculées incrémentalement pour certaines opérations (collage / décollage de faces, par exemple) : en d'autres termes, si l'on connaît les caractéristiques de l'objet avant l'application de l'opération, on peut en déduire de manière efficace les caractéristiques après l'application de l'opération.

Le but de cette thèse est :

- d'implanter efficacement ce calcul incrémental pour deux types d'objets subdivisés: les ensembles simplexiaux, où les cellules de l'objet ont une structure régulière, et les cartes combinatoires, où les cellules de l'objet peuvent être plus générales ;
- de mener une étude expérimentale de la complexité des calculs, en particulier par rapport à d'autres méthodes plus classiques où toute l'information homologique est recalculée globalement à chaque étape de construction. Pour cela, il sera nécessaire d'implanter aussi une méthode de calcul "classique" afin d'effectuer les comparaisons ;
- d'effectuer une expérimentation approfondie en animation d'objets.

Bibliographie :

- "Simplexial sets : definitions, operations and comparison with simplicial sets". *S. Peltier, L. Fuchs, P. Lienhardt*. Discrete Applied Mathematics, Vol. 157, January 2009, pp. 542-557.
- "Combinatorial maps: efficient data structures for computer graphics and image processing". *G. Damiand, P. Lienhardt*. A K Peters/CRC Press, September 2014, 404 p.
- "Homology of cellular structures allowing multi-incidence". *S. Alayrangues, G. Damiand, P. Lienhardt, S. Peltier*. Discrete and Computational Geometry, Vol. 54, n° 1, July 2015, pp. 42-77.
- "Incremental computation of the homology of generalized maps: an application of effective homology results". *S. Alayrangues, L. Fuchs, P. Lienhardt, S. Peltier*. Rapport de recherche XLIM-SIC, 2015.

Lieu du stage : Poitiers

Sujet 2

Titre :

Laboratoire : XLIM (Poitiers), UMR CNRS 7252

Encadrant(s) : Mickaël Ribardière, Daniel Meneveau

Mots clés : Rendu, Milieu participant, Système basé point

Sujet : Un grand nombre de phénomènes naturels sont difficiles à restituer numériquement, tant du point de vue de la simulation physique de leur évolution que de la simulation des transferts lumineux nécessaires à leur affichage réaliste. La partie modélisation/simulation/animation s'appuie parfois sur des méthodes à base de particules où l'objet considéré (nuage de fumée, ou liquide par exemple) est représenté par un nuage de points (particules) dynamique. Pour réaliser la simulation d'éclairage, il est courant de transformer ce nuage de points en grille régulière pour le milieu, parfois recouvert d'une surface (pour l'interface du liquide). Cette reconstruction introduit des approximations par rapports aux données initiales et le coût de construction réduit l'efficacité de la chaîne complète de simulation, d'autant plus qu'elle doit se faire pour chaque image de l'animation.

L'objectif est de proposer une méthode de simulation d'éclairage physiquement réaliste s'affranchissant d'une phase de reconstruction et permettant ainsi l'exploitation directe du nuage de point issu de la simulation. Cette méthode doit permettre un rendu multi-échelle (passage fluide d'une vue éloignée à une vue très proche) tout en considérant l'aspect dynamique pour optimiser les temps de rendu d'une animation. Un cas d'application pratique pourrait être le rendu de front de mer animé de vagues déferlantes, pour lequel l'équipe possède une expertise à la suite de la thèse de Mathias Brousset.

Lieu du stage : Poitiers

Sujet 3

Titre : Simulation de création de failles et glissements en géologie

Laboratoire : XLIM (Poitiers), UMR CNRS 7252

Encadrant(s) : Ph. Meseure (Dir.), X. Skapin, B. Crespin, E. Darles, O. Terraz

Mots clés : modèle topologiques, opérations topologiques, évolution de structures, animation, modèles comportementaux

Sujet :

Ce sujet s'appuie sur une collaboration entre les équipes IG (Informatique Graphique) et SIR (Synthèse d'Images Réalistes) de XLIM. Dans ce cadre, ces équipes s'intéressent à la représentation d'objets structurés complexes et à leur évolution au cours du temps. Pour cela, elles ont recours à divers modèles topologiques. Une précédente thèse a permis d'étudier, au travers d'une approche générique, l'évolution de couches géologiques dans le cas des phénomènes de sédimentation et d'érosion.

L'objectif de cette thèse est d'enrichir un modèle existant d'animation géologique afin de simuler les phénomènes de création de failles, d'une part, et les glissements de terrain le long des failles. Il s'agit de se focaliser principalement sur les aspects « évolutions topologiques ». Les aspects physiques ne sont pas au cœur de la thèse, mais pourront, au besoin, être exploités pour simplifier le contrôle de l'animation.

Un modèle de représentation des évolutions de couches géologiques a été étudié lors d'une thèse précédente. Il permet la représentation d'évolutions continues de structures géologiques, pour la simulation de phénomènes de sédimentation et d'érosion. Pour compléter cette simulation et permettre une représentation de davantage de phénomènes, il s'agit tout d'abord de simuler la création de failles, qui s'étendent progressivement dans une couche puis entre couches géologiques. Une fois la faille créée, il est possible que des parties de terrain s'affaissent, c'est à dire glissent le long de la faille créée. Le modèle d'animation devra gérer l'évolution géométrique de ce phénomène (déplacement des points le long de la faille, entraînement des couches) tout en garantissant la correction topologique (= pas d'interpénétration de couches).

Pour garantir cette cohérence topologique, le modèle s'appuiera sur un modèle de cartes combinatoires (cartes généralisées).

Lieu du stage : Poitiers