



Représentation d'environnements architecturaux complexes et simulation d'éclairage

Daniel MENEVEAUX
Laboratoire XLIM, département SIC, UMR CNRS 7252
Université de Poitiers

daniel.meneveaux@univ-poitiers.fr

Cet exposé présente les avantages d'une représentation structurée dédiée aux complexes architecturaux, avec deux exemples d'application : la modélisation géométrique des environnements complexes et la simulation d'éclairage. La présentation comporte quatre parties :

- la problématique abordée pour les outils de simulation et l'intérêt d'organiser les données de manière universelle lorsque cela est possible ;
- un modèle de représentation basé sur une structure topologique déjà employée avec succès pour la construction de maquettes numériques ;
- des prototypes de modélisation hiérarchique ou de reconstruction à partir de plans permettant de construire des maquettes virtuelles ;
- une application en simulation d'éclairage, basée sur le même modèle topologique.

1 – Intérêt et objectifs

Dans un contexte où de nombreux travaux scientifiques sont consacrés à la consommation énergétique ou à la sauvegarde du patrimoine, la modélisation et la simulation numérique deviennent des éléments importants pour restituer un environnement ancien, futur, ou purement virtuel.

Nous souhaitons proposer des outils de modélisation et des méthodes de gestion des données pour permettre de réaliser des calculs de simulation dans un maximum de domaines possibles, y compris pour des données complexes, dont la taille dépasse les capacités de stockage possible sur la plupart des ordinateurs actuels.

- S. Horna, D. Meneveaux, G. Damiand, Y. Bertrand. *Consistency constraints and 3D building reconstruction*. Computer-Aided Design 41,1, (2009).
- D. Fradin, D. Meneveaux, P. Lienhardt. *A hierarchical topology-based model for Handling complex indoor scenes*. Computer Graphics Forum 25, 2 (2006).
- S. Prat, P. Gioia, Y. Bertrand, D. Meneveaux. *Connectivity compression in arbitrary dimension*. The Visual Computer 21,8 (2005)
- D. Fradin, D. Meneveaux, S. Horna. *Out-of-core Photon-mapping for large buildings*. Eurographics Symposium on Rendering (2005).
- D. Meneveaux, K. Bouatouch, G. Subrenat, P. Blasi. *Efficient clustering and visibility calculation for global illumination*. AFRIGRAPH (2003).

3D Architectural representation is a key point for digital simulation such as lighting, heat, acoustic, etc. Unfortunately each application requires specific types of information, parts of buildings, and topological details, often not provided in usual 3D models. This presentation describes several problems encountered while modeling and exploiting virtual architectural environments for digital simulation. We propose a topological model dedicated to these environments, used for both hierarchical modeling, plans analysis, and photon-based lighting simulation. The underlying topological representation corresponds to 3D generalized maps, used in general geometric modeling purposes for 20 years; buildings are represented as a structured set of volumes defining a space partition, associated with semantic information and physical properties. It has been successfully used for modeling complex buildings, composed of tens of furnished rooms and more than one billion polygons, including lighting simulation.

2 – Modèle de représentation

Notre modèle de représentation repose sur les cartes généralisées, et permet de définir formellement une structure topologique homogène dans toutes les dimensions (sommets, arêtes, faces, volumes), et de façon cohérente tout au long de la modélisation. La figure 1 illustre un exemple de la structure utilisée pour la représentation. Chaque volume est ainsi défini : murs, pièces, ouvertures (portes et fenêtres). Des attributs sémantiques sont également associés à chaque entité, de manière automatique, ou semi-automatique, de façon à extraire lors de la simulation les éléments importants.

3 – Prototypes de modeleurs

Sur la base de ce modèle de représentation, nous proposons deux outils de modélisation pour l'aide à la construction de maquettes virtuelles : un modeleur hiérarchique [Fradin06], un outil de construction à partir de plans [Horna09]. Nous proposons également un système de compression efficace de la représentation de connectivité basé sur ces structures [Prat05].

4 – Simulation

Sur la base de cette représentation, à partir des modèles 3D issus de nos modeleurs, il est possible de réaliser divers types de simulation. En effet, il est possible d'extraire de nombreuses informations (suffisantes et minimales) pour appliquer divers algorithmes. Notre expérience montre que le modèle est parfaitement adapté à la simulation d'éclairage [Fradin06][Meneveaux03] et à la simulation de propagation d'ondes pour la téléphonie mobile ou wifi (confère les travaux de l'équipe SYSCOM au département SIC). La figure 2 illustre quelques résultats de tracé de photons dans des environnements complexes (plusieurs dizaines de milliers de pièces meublées dans des bâtiments de plusieurs dizaines d'étages).

Conclusion

Cet exposé présente les principaux résultats obtenus au laboratoire SIC pour la représentation d'environnements architecturaux complexes structurés. L'objectif est de proposer une structure de données homogène et cohérente pour un maximum d'applications en architecture : modélisation géométrique, reconstruction de bâtiments 3D à partir de plans, système de compression de données, simulation d'éclairage, etc. Les résultats obtenus montrent que la structure permet de réaliser de façon efficace divers calculs de simulation, et nous souhaitons confirmer cela avec d'autres méthodes pour l'acoustique, la thermique, etc.

Ressources

La page projet du laboratoire concernant le développement de prototypes pour l'architecture :

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

Le modeleur général Moka, à la base des travaux :

<http://moka-modeller.sourceforge.net>

..

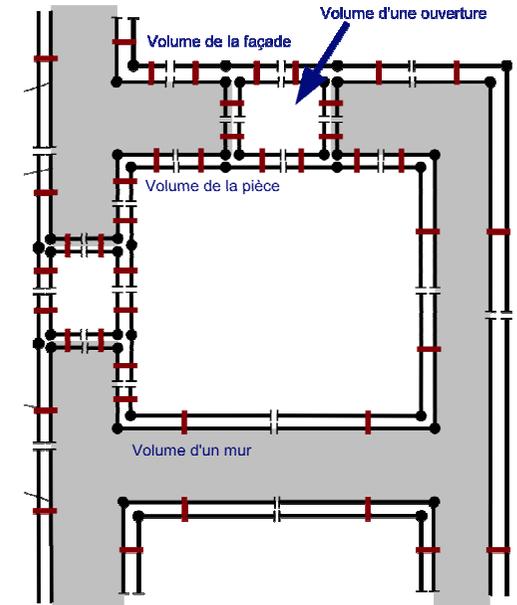


Fig. 1. Illustration de la représentation des données de manière structurée à l'aide d'un modèle topologique : les cartes généralisées.



Fig. 2. Quelques résultats de simulations d'éclairage dans des environnements complexes.