



Reconstruction d'environnements architecturaux 3D à partir de données vectorielles 2D

Sébastien HORNA

Laboratoire XLIM, département SIC, UMR CNRS 7252

Université de Poitiers

Sebastien.horna@univ-poitiers.fr

Cet exposé présente une méthode de reconstruction géométrique et topologique 3D de bâtiments à partir de plans vectoriels 2D. Il comporte trois parties :

- une description formelle des contraintes de représentation géométrique, topologique et sémantique pour les environnements d'intérieurs architecturaux ;
- l'utilisation de ces contraintes pour reconstruire de manière semi-automatique la géométrie, la topologie et la sémantique d'un bâtiment 3D à partir de données numériques 2D ;
- des opérations (2D et 3D) pour éditer les modèles et affiner la reconstruction des scènes ;

Reconstruction de scènes architecturales 3D à partir de plans 2D

La gestion d'environnements architecturaux d'intérieur est un problème récurrent pour de nombreux corps de métiers, par exemple pour l'architecture d'ambiance, la thermique, l'acoustique ou la simulation d'éclairage. Le plus souvent, les modèles produits par les architectes sont réalisés en deux dimensions sans information topologique : les relations entre les différentes composantes (murs, pièces, ouvertures, etc.) ne sont pas définies. Or de nombreux algorithmes de simulation nécessitent une description tridimensionnelle de l'environnement avec les informations d'adjacence entre les volumes [Fradin 05].

Le travail présenté se place dans le contexte de la génération de complexes architecturaux 3D à partir de données vectorielles 2D. Notre objectif principal est de proposer un modèle dédié à l'architecture, suffisamment riche permettant l'utilisation d'opérations topologiques pour construire facilement des bâtiments et contenir les données généralement utilisées en simulation afin d'éviter une reconstruction manuelle des structures employées dans ces applications [Horna 08].

- S. Horna, D. Meneveaux, G. Damiand, Y. Bertrand. *Consistency constraints and 3D building reconstruction*. Computer-Aided Design 41,1, (2009).

- S. Horna, *Reconstruction géométrique et topologique de complexes architecturaux 3D à partir de plans numériques 2D*. Thèse de doctorat, 2008.

- S. Horna, G. Damiand, D. Meneveaux, Y. Bertrand. *Building 3D indoor scenes topology from 2D architectural plans*. Conference on computer graphics theory and applications (GRAPP), 2007, pp. 37–44.

- D. Fradin, D. Meneveaux, S. Horna. *Out-of-core Photon-mapping for large buildings*. Eurographics Symposium on Rendering (2005).

- P. Lienhardt. *N-dimensional generalized combinatorial maps and cellular quasi-manifolds*. International Journal of Computational Geometry & Applications 4 (3), 1994, pp. 275–324.

Virtual architectural (indoor) scenes are often modelled in 3D for various types of simulation systems. For instance, some authors propose methods dedicated to lighting, heat transfer, acoustic or radio wave propagation simulations. These methods rely in most cases on a volumetric representation of the environment, with adjacency and incidence relationships. Unfortunately, many buildings data are only provided by 2D plans; 3D requirements vary from one application to another. To solve these problems, we propose a formal representation of consistency constraints dedicated to building interiors and associated with a topological model. We show that such a representation can be used for: (i) reconstructing a 3D model from 2D architectural plans; (ii) detecting automatically geometrical, topological and semantical inconsistencies; (iii) designing automatic and semi-automatic operations, in order to correct and enrich 2D plans. All our constraints are homogeneously defined in 2D and 3D, implemented with generalized maps and used in modelling operations.

1 – Contraintes de cohérence

Pour cela, nous nous sommes basés sur le modèle topologique des cartes généralisées (G-cartes [Lienhardt 89]). À partir de ce modèle, nous définissons un ensemble de contraintes : géométriques pour définir la forme des bâtiments ; topologiques pour représenter les relations d'adjacence et d'incidence entre les sommets / arêtes / faces / volumes du modèle ; sémantiques pour définir la nature des éléments contenus dans la scène. Ce modèle définit ainsi un ensemble de contraintes de cohérence homogènes (identiques en 2D et 3D) adaptées à la structure commune des bâtiments [Horna 09].

2 - Processus de reconstruction

Pour reconstruire rapidement un environnement 3D à partir de données existantes, nous proposons une méthode exploitant les informations (souvent incomplètes) contenues dans les plans numériques 2D. Ces derniers sont représentés de manière usuelle à l'aide d'une liste de primitives géométriques 2D (cf. figure 1). Les données construites par notre outil respectent l'ensemble des contraintes de cohérence définies par notre modèle. La robustesse de notre méthode repose sur un premier traitement ayant pour objectif de détecter toutes les incohérences géométriques des plans 2D et de les corriger. Cette étape permet de construire une subdivision spatiale 2D comportant les informations d'incidence et d'adjacence entre les sommets, les arêtes et les faces. Pour compléter cette approche, des systèmes de correction automatiques et semi-automatiques sont également proposés afin de traiter les incohérences souvent présentes dans les plans.

La reconstruction tridimensionnelle des bâtiments est réalisée dans un second temps à l'aide d'une opération automatique d'extrusion guidée par la sémantique des objets. Par exemple, les murs, les portes ou les escaliers ne sont pas reconstruits de la même façon (cf. figure 2). Les différents étages d'un même bâtiment sont ensuite superposés en conservant les informations sémantiques et topologiques de manière cohérente [Horna 07].

3 – Extension

Notre modèle disposant des informations nécessaires aux méthodes de simulations classiques, celui-ci permet de construire directement une structure de type cellules et ouvertures couramment employée (notamment en visualisation et simulation d'éclairage). L'apport principal de notre travail est de disposer d'une chaîne complète de traitement partant de la reconstruction de bâtiments à partir de données numériques 2D jusqu'à la visualisation de ces environnements en utilisant une méthode de lancé de rayons interactive. Toutes les étapes composant la suite de traitement utilise les contraintes géométriques, topologiques et sémantiques de notre modèle.

Le laboratoire Xlim/Sic disposant d'un modèleur géométrique à base topologique pour le modèle des G-cartes, l'intégralité du travail présenté a été mis en œuvre dans un nouveau module de ce modèleur.

Ressources

Le modèleur général Moka, à la base des travaux : <http://moka-modeller.sourceforge.net>

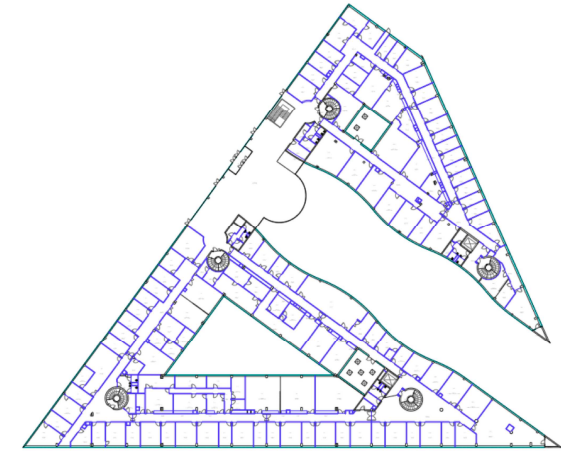


Fig. 1. Illustration d'un plan 2D représentant un bâtiment existant avec un modèleur dédié à l'architecture.

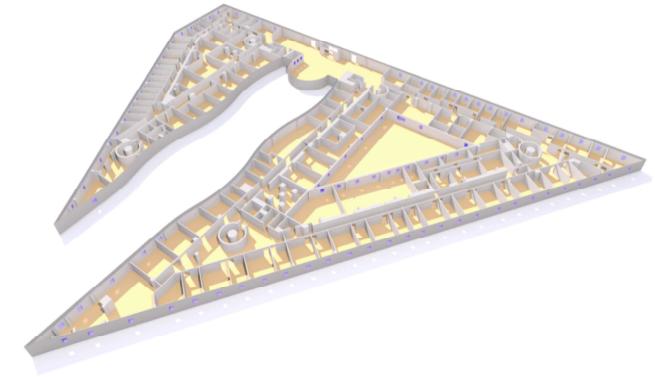


Fig. 2. Modélisation 3D du plan présenté en figure 1 avec notre méthode de reconstruction.