

World urban population is growing fast, and so are cities, inducing an urgent need for city planning and management. Increasing amounts of data are required as cities are becoming larger, "Smarter", and as more related applications necessitate those data (planning, virtual tourism, traffic simulation, etc.). Data related to cities then become larger and are integrated into more complex city model.

Roads and streets are an essential part of the city, being the interface between public and private space, and between urban usages. Modelling streets (or street reconstruction) is difficult because streets can be very different from each other (in layout, functions, morphology) and contain widely varying urban features (furniture, markings, traffic signs), at different scales.

In this thesis, we propose an automatic and semi-automatic framework to model and reconstruct streets using the inverse procedural modelling paradigm. The main guiding principle is to generate a procedural generic model and then to adapt it to reality using observations. In our framework, a "best guess" road model is first generated from very little information (road axis network and associated attributes), that is available in most of national databases. This road model is then fitted to observations by combining in-base interactive user edition (using common GIS software as graphical interface) with semi-automated optimisation. The optimisation approach adapts the road model so it fits observations of urban features extracted from diverse sensing data.

Both street generation (StreetGen) and interactions happen in a database server, as well as the management of large amount of street Lidar data (sensing data) as the observations using a Point Cloud Server.

We test our methods on the entire Paris city, whose streets are generated in a few minutes, can be edited interactively (<0.3 second) by several concurrent users. Automatic fitting (few minutes) shows promising results (average distance to ground truth reduced from 2 metres to 0.5 metre).

In the future, this method could be mixed with others dedicated to reconstruction of buildings, vegetation, etc., so an affordable, precise, and up to date City model can be obtained quickly and semi-automatically. This will also allow to such models to be used in other application areas. Indeed, the possibility to have common, more generic, city models is an important challenge given the cost and complexity of their construction.

La population mondiale augmente rapidement, et avec elle, le nombre de citoyens, ce qui rend d'autant plus importantes la planification et la gestion des villes. La gestion « intelligente » de ces villes et les nombreuses applications (gestion, tourisme virtuel, simulation de trafic, etc.) nécessitent plus de données réunies dans des modèles virtuels de villes.

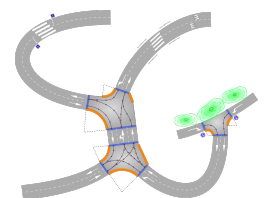
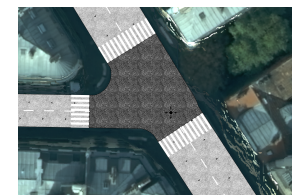
En milieu urbain, les rues et routes sont essentielles de par leur rôle d'interface entre les espaces publics et privés, et entre ces différents usages. Il est difficile de modéliser les rues (ou de les reconstruire virtuellement) car celles-ci sont très diverses (de par leur forme, fonction, morphologie), et contiennent des objets très divers (mobilier, marquages, panneaux).

Ce travail de thèse propose une méthode (semi-) automatique pour reconstruire des rues en utilisant le paradigme de la modélisation procédurale inverse (« Inverse Procedural Modeling ») dont le principe est de générer un modèle procéduralement, puis de l'adapter à des observations de la réalité. Notre méthode génère un premier modèle approximatif - à partir de très peu d'informations (un réseau d'axes routiers + attributs associés) - assez largement disponible.

Ce modèle est ensuite adapté à des observations de façon interactive (interaction en base compatible avec les logiciels SIG communs) et (semi-) automatique (optimisation). L'adaptation (semi-) automatique déforme le modèle de route de façon à ce qu'il corresponde à des observations (bords de trottoir, objets urbains) extraites d'images et de nuages de points. La génération (StreetGen) et l'édition interactive se font dans un serveur de base de données ; de même que la gestion des milliards de points LiDAR (Point Cloud Server).

La génération de toutes les rues de la ville de Paris prend quelques minutes, l'édition multi-utilisateurs est interactive (<0.3s). Les premiers résultats de l'adaptation (semi-) automatique (minute) sont prometteurs (la distance moyenne à la vérité terrain passe de 2.0m à 0.5m).

Cette méthode, combinée avec d'autres telles que la reconstruction de bâtiment, de végétation, etc., pourrait permettre rapidement et semi automatiquement la création de modèles précis et à jour de ville.



illustrative videos
Quelques vidéos

<http://goo.gl/YCWOQS>

