

Offre de Thèse (bourse IGN/CNES) avec le projet Ariana, Sophia Antipolis

Cette proposition de sujet s'inscrit dans le contexte de la reconstruction 3D de zones urbaines denses en utilisant des données hautement résolues. Ce contexte est étudié par le groupe de travail "modèles 3D en milieu urbain en imagerie optique" pour les futurs satellites ORFEO.

On se propose d'étudier une méthode d'extraction automatique de modèles 3D de bâtiment à partir d'images satellitaires à très haute résolution. Plus précisément, nous proposons de faire collaborer une méthode d'extraction d'emprise 2D des bâtiments avec une méthode de reconstruction 3D des toits.

En particulier, il nous semble intéressant d'étudier les complémentarités entre les récents travaux de thèses de M. Ortner et H. Jibrini. Les travaux du premier permettent d'extraire automatiquement d'un Modèle Numérique d'Élévation un plan cadastral vectoriel, en utilisant une approche stochastique dont le modèle repose sur une description par processus ponctuels, tandis que les travaux du second utilisent un plan cadastral vectorisé auquel est adjoint un couple stéréoscopique d'images aériennes pour obtenir une représentation tridimensionnelle précise. Une première approche possible consiste en l'utilisation de ces deux méthodes séquentiellement, avec la possibilité de rétroagir éventuellement sur l'extraction 2D à l'issue de la reconstruction 3D.

Il sera néanmoins souhaitable d'introduire des informations provenant des images pour affiner la recherche de l'emprise des bâtiments. De plus, les premiers tests effectués avec les algorithmes d'Has-san Jibrini ont montré que l'approche fortement *data driven* proposée dans le contexte d'images aériennes à 25cm de résolution sol ne donne pas de très bons résultats sur les premières images de simulation *pléiade*. Il sera donc nécessaire d'introduire des contraintes de modèle plus fortes lors de cette étape de reconstruction 3D. Au-delà de l'approche proposée par Jibrini, plusieurs pistes pourront être explorées comme par exemple: l'utilisation de bibliothèques de modèles de bâtiments ou la génération d'hypothèses de modèles à partir de la forme de l'emprise planimétrique des bâtiments.

Une autre piste méthodologique à envisager consiste à introduire un algorithme stochastique dans la chaîne de reconstruction tridimensionnelle. Celle-ci se compose en effet d'une partie dite 'bottom-up' chargée d'agglomérer des primitives image simples (segment 3D, plans 3D...) et d'une partie 'top-down' qui compare les associations obtenues avec une base de données de structures vraisemblables. L'ambition principale est d'introduire le plus tôt possible dans la chaîne de traitement la notion d'objet. En effet, introduire un modèle géométrique permet d'éviter de propager l'incertitude provenant de la détection des primitives.

Un algorithme stochastique pourrait ainsi utiliser les primitives extraites pour proposer des hypothèses de bâtiments, lesquelles seraient sélectionnées ensuite suivant un critère à déterminer. Les avantages d'une telle étape dans la chaîne de traitement seraient les suivants :

le modèle a priori : comme décrit dans les travaux de M. Ortner, les modèles stochastiques permettent d'abord d'introduire des connaissances *a priori* sur l'agencement spatial des bâtiments dans une zone urbaine. En particulier, cela peut permettre d'introduire succes-

sivement les notions de voisinage entre édifices et de cohérence entre bâtiments voisins. Une des conséquences d'un tel modèle est qu'il permet entre autre de traiter certains problèmes liés à l'occlusion d'un ou plusieurs bâtiments.

la sélection de modèles : les méthodes d'exploration stochastique RJMCMC permettent de faire de la sélection bayésienne de modèles. L'avantage est double : d'une part, on peut utiliser des statistiques a priori sur la complexité et les paramètres des modèles considérés, et d'autre part, ces méthodes permettent d'introduire une continuité entre les différents modèles.

diminuer la combinatoire du problème : un des problèmes récurrents de la mise en correspondance de primitives et de modèles de bâtiments provient de la combinatoire du problème. Or, on sait que les algorithmes stochastiques permettent d'obtenir des résultats en un temps relativement réduit pour des problèmes complexes (cf 'shape from shading', par exemple.) La meilleure place d'un tel algorithme se situe donc entre le 'top-down' (sélection de modèles) et le 'bottom-up' (propositions par rapport aux primitives).

la fusion de données : un autre avantage des algorithmes stochastiques par approche objet est qu'ils permettent d'introduire un nombre variable de critères pour quantifier la pertinence d'un bâtiment. On peut ainsi imaginer utiliser un nombre variable de données (optique, altimétrique, cadastral, laser....)

Afin de s'approcher du prototypage d'une chaîne complète, et de pouvoir réutiliser les travaux existant (Jibrini, calcul de MNE maillés) les développements seront effectués sur la maquette de production de MNE développée au MATIS. Le lieu de travail principal sera St Mandé (IGN); des déplacements importants sont à prévoir sur Sophia Antipolis à l'INRIA, projet Ariana, pour la prise d'expertise concernant l'intégration des processus objets.

Financement : 1/2 bourse CNES, 1/2 bourse IGN.

Laboratoires d'accueil: Laboratoire MATIS de l'IGN et Projet Ariana (CNRS-INRIA-UNSA).

Encadrement : Co-encadrement M.P. Deselligny (IGN), J. Zerubia et X. Descombes (INRIA).

Pour postuler : envoyer **AVANT LE 29 FEVRIER 2004** par email un CV + lettre de motivation à zerubia@sophia.inria.fr en indiquant comme sujet : bourse thèse IGN/CNES