

Segmentation et Interprétation des Nuages de Points pour la Modélisation d'Environnements Urbains

Jorge Hernández and Beatriz Marcotegui
Mines ParisTech
CMM- Centre de morphologie mathématique
35 rue St Honoré 77305-Fontainebleau-Cedex, France
email : { hernandez,marcotegui }@cmm.ensmp.fr

17 février 2009

1 Introduction

Depuis quelques années, avec les avances technologiques, la télémétrie laser sur des systèmes embarqués est en pleine expansion. Ces systèmes sont un moyen rapide et précis de numériser en 3D (nuages de points) des environnements urbains. La segmentation et l'interprétation de cette information 3D est une des tâches les plus importantes dans la modélisation des environnements urbains.

La plupart des recherches sur l'exploitation de l'information 3D concernent la séparation de bâtiments et routes, et l'approximation des façades par des plans. [1,2,3,4]. Nos travaux se centrent sur la détection et l'interprétation des artefacts au niveau du sol comme : les voitures, les piétons, les lampadaires, etc. Cette détection a deux objectifs principaux : 1.- Le filtrage de ces structures pour faciliter l'étape de modélisation de bâtiments/façades et 2.- La réintroduction de certains éléments (lampadaires, signalisation), améliorant le réalisme visuel de la scène urbaine modélisée [5].

Notre recherche s'inscrit dans le cadre du projet TerraNumérica du pôle de compétitivité mondial Cap Digital. Ce projet a pour objectif le développement d'une plateforme de production et d'exploitation permettant la définition et la visualisation d'environnements urbains synthétiques. Cette plateforme vise à augmenter la productivité et le réalisme de la modélisation.

2 Détection

Les méthodes que nous avons développées s'appuient sur une image de profondeur et une image d'accumulation des nuages de points, en utilisant une caméra virtuelle positionnée sur le plan XY. L'image de profondeur enregistre la distance maximale des points 3D projetés sur le plan de la caméra, et l'image d'accumulation compte le nombre de points (3D) qui sont projetés sur le même pixel de l'image de caméra.

Premièrement, pour faciliter le traitement des nuages de points denses, nous nous intéressons à la séparation des pâtés de maisons, Pour ceci, nous supposons que les différentes façades d'une même rue sont alignées. Cette hypothèse est vérifiée sur les données dont nous disposons. L'algorithme utilise la transformée de Hough pour détecter la direction des façades. Sur cette ligne nous analysons le profil des hauteurs des bâtiments. Nous détectons les variations de hauteurs importantes, qui correspondent aux rues séparant les différents pâtés de maisons.

Ensuite, nous travaillons sur les sections découpées par pâtés de maison et nous raffinons la direction caractéristique des façades dans chaque pâté analysé.

Parallèlement, nous détectons le masque du sol. On réalise une segmentation grossière de l'image de profondeur, en utilisant un algorithme de zones quasi-plates (λ - zones plates) [6]. Etant donné que les variations de hauteur au niveau du sol sont faibles, la segmentation de l'image de profondeur avec une hauteur de $\lambda = 2m$ réunira les pixels du sol dans la même région. En choisissant la région la plus grande nous obtenons le masque du sol.

Pour la méthode de détection des artefacts, nous employons l'algorithme de remplissage de trous [7]. Un trou dans une image correspond aux ensembles de pixels dont les minima ne sont pas connectés au bord de l'image [8]. Nous calculons l'inverse de l'image de profondeur masquée avec le masque du sol et nous comblons les trous. Puis les artefacts sont détectés en faisant la différence entre l'inverse de l'image de profondeur et l'image remplie.

La Figure 1 montre les résultats de la détection d'un pâté de maison.

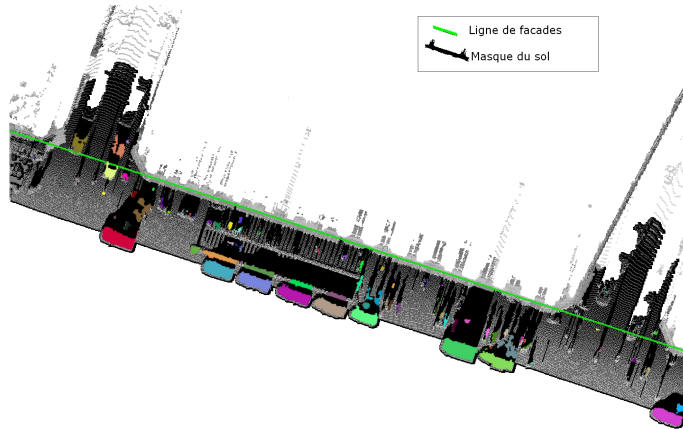


FIG. 1 – Résultat de la détection : direction des façades, masque du sol, détection des artefacts.

3 Interprétation

3.1 Détection de lampadaires :

Nous détectons les lampadaires en utilisant les quatre hypothèses suivantes : 1.- les lampadaires ont été détectés en tant qu'artefacts, 2.- ils ont au moins trois points d'accumulation, 3. - les lampadaires sont les structures les plus hautes du sol et 4.- les lampadaires sont alignés sur une ligne parallèle à la direction de la façade.

Une extension de cette méthode est envisageable pour la localisation des panneaux de signalisation, des feux et des arbres.

3.2 Détection de voitures :

Les voitures sont stationnées sur la rue près du trottoir dans la même direction de la façade. Une segmentation fine sur l'image de profondeur des pixels de sol est réalisée, permettant de trouver séparément des régions appartenant à la rue et au trottoir. On choisit les rues latérales, qui sont les régions issues de la segmentation qui séparent les différents pâtés de maisons. Ensuite, en étudiant le profil d'une droite parallèle à la façade qui relie la plupart des pixels des régions des rues latérales, nous localisons les voitures.

La Figure 2 montre les résultats de l'interprétation un pâté de maison.

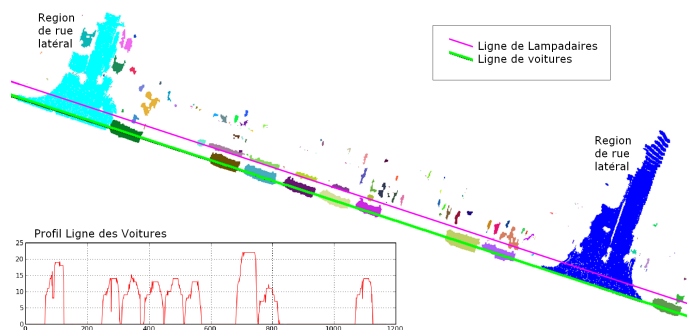


FIG. 2 – Résultat de l’interprétation

4 Conclusions et Travaux futurs

Une méthode de segmentation et d’interprétation de nuages de points au niveau du sol des environnements urbains a été présentée. La méthode permet la détection de lampadaires et de voitures ainsi que la localisation d’autres artefacts pas encore reconnus. Nous travaillons actuellement sur la détection de piétons et nous prévoyons d’étendre la méthode à la détection d’autres artefacts tels que les motos et les poubelles.

La méthode présentée a été testée sur des nuages de points acquis par deux systèmes mobiles différents (LARA 3D du CAOR - Ecole des Mines ¹, et Stereopolis de l’IGN ²) correspondant à approximativement 900 mètres (une dizaine de pâtés de maisons) de rues du 5ème arrondissement de Paris. Les résultats obtenus sont satisfaisants sur l’ensemble des données testées. Des tests à plus grande échelle sont prévus dans le cadre du projet TerraNumerica.

Références

- [1] R. Madhavan and T. Hong, “Robust detection and recognition of buildings in urban environments from ladar data,” *International Conference on Artificial Intelligence and Pattern Recognition*, vol. 0, pp. 39–44, 2004.
- [2] F. Goulette, F. Nashashibi, S. Ammoun, and C. Lourceau, “An integrated on-board laser range sensing system for on-the-way city and road modelling,” *Revue française de photogrammétrie et de télédétection*, vol. 185, p. 78, 2007.
- [3] H. Boulaassal, T. Landes, P. Grussenmeyer, and F. Tarsha-Kurdi, “Automatic segmentation of building facades using terrestrial laser data,” *Laser07*, p. 65, 2007.
- [4] I. Stamos, G. Yu, G. Wolberg, and S. Zokai, “3d modeling using planar segments and mesh elements,” pp. 599–606, 2006.
- [5] N. Cornelis, B. Leibe, K. Cornelis, and L. V. Gool, “3d city modeling using cognitive loops,” in *3DPVT ’06 : Proceedings of the Third International Symposium on 3D Data Processing, Visualization, and Transmission (3DPVT’06)*. Washington, DC, USA : IEEE Computer Society, 2006, pp. 9–16.
- [6] F. Meyer, “From connected operators to levelings,” in *ISMM ’98 : Proceedings of the fourth international symposium on Mathematical Morphology and its applications to image and signal processing*. Norwell, MA, USA : Kluwer Academic Publishers, 1998, pp. 191–198.
- [7] P. Soille and C. Gratin, “An efficient algorithm for drainage networks extraction on DEMs,” *Journal of Visual Communication and Image Representation*, vol. 5, no. 2, pp. 181–189, June 1994.
- [8] P. Soille, *Morphological Image Analysis : Principles and Applications*. Secaucus, NJ, USA : Springer-Verlag New York, Inc., 2003.

¹caor.enscm.fr/french/recherche/rvra/3Dscanner.php

²recherche.ign.fr/labos/matis/accueilMATIS.php