

Reconstruction de marquages au sol à partir de couples stéréoscopiques pris par un véhicule de cartographie mobile

Bahman Soheilian

Malgré les récentes avancées des Systèmes de Cartographie Mobile, la reconstruction automatique d'objets à partir des données acquises est encore un point crucial. Dans cette thèse, nous nous intéresserons en particulier à la reconstruction tridimensionnelle du marquage au sol à partir d'images acquises sur le réseau routier par une base stéréoscopique horizontale d'un système de cartographie mobile, dans un contexte urbain dense. Une nouvelle approche s'appuyant sur la connaissance de la géométrie 3D des marquages au sol est présentée, conduisant à une précision de reconstruction 3D centimétrique avec un faible niveau de généralisation.

Deux objets de la signalisation routière horizontale sont étudiés : les passages piétons et les lignes blanches discontinues. La stratégie générale est composée de trois grandes étapes. La première d'entre elles permet d'obtenir des chaînes de contours 3D. Les contours sont extraits dans les images gauche et droite. Ensuite, un algorithme reposant sur une optimisation par programmation dynamique est mis en oeuvre pour appairer les points de contours des deux images. Un post-traitement permet un appariement sub-pixellaire, et, les chaînes de contours 3D sont finalement obtenues par une triangulation photogrammétrique classique. La seconde étape fait intervenir les spécifications géométriques des marquages au sol pour réaliser un filtrage des chaînes de contours 3D. Elle permet de déterminer des candidats pour les objets du marquage au sol. La dernière étape peut être vue comme une validation permettant de rejeter ou d'accepter ces hypothèses. Les candidats retenus sont alors reconstruits finement. Pour chaque bande d'un passage piéton ou d'une ligne discontinue, le modèle est un quasi-parallélogramme. Une contrainte de planéité est imposée aux sommets de chaque bande, ce qui n'est pas le cas pour l'ensemble des bandes formant un marquage au sol particulier.

La méthode est évaluée sur un ensemble de 150 paires d'images acquises en centre ville dans des conditions normales de trafic. Les résultats montrent la validité de notre stratégie en terme de robustesse, de complétude et de précision géométrique. La méthode est robuste et permet de gérer les occultations partielles ainsi que les marquages usés ou abîmés. Le taux de détection atteint 90% et la précision de reconstruction 3D est de l'ordre de 2 à 4 cm.

Finalement, une application de la reconstruction des marquages au sol est présentée : le géoréférencement du système d'acquisition. La majorité des systèmes de cartographie mobile utilisent des capteurs de géoréférencement direct comme un couplage GPS/INS pour leur localisation. Cependant, en milieu urbain dense, les masques et les multi-trajets corrompent les mesures et conduisent à une précision d'environ 50 cm. Afin d'améliorer la qualité de localisation, nous cherchons à appairer les images terrestres avec des images aériennes calibrées de la même zone. Les marquages au sol sont alors utilisés comme objets d'appariement. La validité de la méthode est démontrée sur un exemple de passage piéton.

Mots clé : *Photogrammétrie, Vision par ordinateur, Système de cartographie mobile, Appariement de contours, Reconstruction 3D, Modélisation 3D, Géoréférencement à partir des images, Route, Marquage au sol, Passage piéton, Lignes blanches discontinues.*

Roadmark reconstruction from stereo-images of a mobile mapping system

Bahman Soheilian

Despite advances in ground-based Mobile Mapping System (MMS), automatic feature reconstruction seems far from being reached. In this thesis, we focus on 3D roadmark reconstruction from images acquired by road looking cameras of a MMS stereo-rig in dense urban context. A new approach is presented, that uses 3D geometric knowledge of roadmarks and provides a centimetric 3D accuracy with a low level of generalisation.

Two classes of roadmarks are studied: zebra-crossing and dashed-lines. The general strategy consists in three main steps. The first step provides 3D linked-edges. Edges are extracted in the left and right images. Then a matching algorithm that is based on dynamic programming optimisation matches the edges between the two images. A sub-pixel matching is computed by post processing and 3D linked-edges are provided by classical photogrammetric triangulation. The second step uses the known specification of roadmarks to perform a signature based filtering of 3D linked-edges. This step provides hypothetical candidates for roadmark objects. The last step can be seen as a validation step that rejects or accepts the candidates. The validated candidates are finely reconstructed. The adopted model consists of a quasi parallelogram for each strip of zebra-crossing or dashed-line. Each strip is constrained to be flat but the roadmark as a whole is not planar.

The method is evaluated on a set of 150 stereo-pairs acquired in a real urban area under normal traffic conditions. The results show the validity of the approach in terms of robustness, completeness and geometric accuracy. The method is robust and deals properly with partially occluded roadmarks as well as damaged or eroded ones. The detection rate reaches 90% and the 3D accuracy is about 2–4 cm.

Finally an application of reconstructed roadmarks is presented. They are used in georeferencing of the system. Most of the MMSs use direct georeferencing devices such as GPS/INS for their localisation. However in urban areas masks and multi-path errors corrupt the measurements and provide only 50 cm accuracy. In order to improve the localisation quality, we aim at matching ground-based images with calibrated aerial images of the same area. For this purpose roadmarks are used as matching objects. The validity of this method is demonstrated on a zebra-crossing example.

Keywords: *Photogrammetry, Computer vision, Mobile mapping system, Edge matching, 3D reconstruction, 3D modelling, Image-based georeferencing, Road, Roadmark, Zebra-crossing, Dashed-line.*