

KHOMUTENKO Bogdan

TITRE DE LA THESE
**Contribution à la Perception Visuelle basée Caméras Grand Angle
pour La Robotique Mobile et Les Véhicules Autonomes**

Résumé

Ce travail de thèse s'inscrit dans le domaine de la vision par ordinateur et de la navigation autonome pour les robots mobiles. Le sujet principal est l'utilisation d'optiques grand angle pour la perception visuelle.

La première problématique traitée est la modélisation géométrique des caméras fisheye. Le but est de rendre leur utilisation aussi simple que celle des caméras classique trou d'épingle. Les modèles existants manquent de précision ou bien sont trop compliqués pour que l'on puisse analyser leurs propriétés géométriques analytiquement. Nous proposons un nouveau modèle de projection basé sur le Modèle Unifié, aussi connu comme Modèle Sphérique. En rajoutant un paramètre intrinsèque, on augmente l'expressivité du modèle et évite le recours à une fonction de distorsion supplémentaire. Les expériences effectuées ont démontré la capacité du modèle à approcher, avec une grande précision, une large gamme d'objectifs fisheye différents.

Le concept de surface de projection, proposé dans ce travail, nous a permis de trouver une inverse analytique de ce modèle ainsi que d'établir les équations de projections de droites. Une boîte à outils d'étalonnage, flexible et efficace, conçue pour les systèmes multi-caméras, a été développée. Elle contient un nouveau détecteur de mire d'étalonnage, qui est automatique, a une précision sub-pixelique, et qui est plus rapide que le détecteur fourni avec OpenCV. Une méthode de calcul de trajectoires optimales pour l'étalonnage extrinsèque de robots mobiles a été développée et testée. Son aptitude à réduire l'impact du bruit sur la précision a été démontré sur des données synthétiques. Elle a été utilisée pour étalonner un système complet Camera-Odométrie, qui a été employé pour tester les algorithmes de localisation.

La problématique suivante était de calculer la correspondance stéréo directement dans l'espace d'images fisheye, tout en évitant un filtrage additionnel et la rectification d'images. Cela a été possible grâce à la géométrie épipolaire des systèmes stéréos fisheye, donnée par le modèle proposé. Une fois les équations des courbes épipolaires calculées, l'image est échantillonnée, pixel par pixel, le long de celles-ci afin de trouver le coût de correspondance. Cette approche nous permet d'employer l'algorithme de Semi-Global Matching et d'obtenir une reconstruction 3D précise. Un certain nombre de techniques, qui améliorent la qualité de correspondance, ont été proposées. De nombreux essais avec des données synthétiques ainsi que réelles ont montré que l'algorithme est capable de reconstruire des objet planaires texturés avec une grande précision. La localisation visuelle est la dernière problématique traitée dans notre travail. Une nouvelle méthode de triangulation analytique nous permet de réduire le nombre de paramètres d'optimisation dans le problème d'odométrie visuelle d'une façon significative. Une méthode de localisation visuelle directe basée caméras fisheye, qui emploie aussi d'autres sources d'information de localisation, comme une centrale inertielle ou l'odométrie des roues, a été développée. Des essais avec des données synthétiques montrent sa précision. L'utilisation de l'Information Mutuelle en tant que mesure de similarité permet au système de se relocaliser avec des données réelles dans une carte construite quelques jours auparavant malgré des changements dans l'environnement et l'éclairage. Cette méthode se montre robuste par rapport aux objets mobiles, tels que voitures en marche et piétons.

Mots-clés : fisheye, calibration, stereo, 3D reconstruction, direct localization

Visa du Directeur de Recherche

