

Thèse préparée à l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard

AVIS DE SOUTENANCE

Monsieur Yongliang QIAO

Candidat au DOCTORAT Informatique

de l'Université Bourgogne Franche-Comté

Soutiendra sa thèse

Le lundi 03 avril 2017 à 10h00

Amphithéâtre I102 - Campus de BELFORT

Sur le sujet suivant :

« Place recognition based visual localization in changing environments »

Le jury est composé de :

**Monsieur Louahdi KHOUDOUR, Directeur De Recherche, HDR
Centre D'Etudes Et D'Expertise Sur Les Risques, L'Environnement, La Mobilité Et L'Aménagement,
Rapporteur**

**Monsieur Abdelmalik TALEB-AHMED, Professeur Des Universités
Université Valenciennes Uvhc, Rapporteur**

**Monsieur Yassine RUICHEK, Professeur Des Universités
Univ Techn Belfort Montbéliard**

**Madame Cindy CAPPELLE, Maître De Conférences Des Universités
Univ Techn Belfort Montbéliard**

**Monsieur Cyril MEURIE, CHARGE DE RECHERCHE
Institut Français Des Sciences Et Technologies Des Transports, De L'Aménagement Et Des Réseaux**

**Monsieur Pierre GOUTON, Professeur Des Universités
Université Dijon Bourgogne**

Dans de nombreuses applications, il est crucial qu'un robot ou un véhicule se localise, notamment pour la navigation ou la conduite autonome. Cette thèse traite de la localisation visuelle par des méthodes de reconnaissance de lieux. Le principe est le suivant: lors d'une phase hors-ligne, des images géo-référencées de l'environnement d'évolution du véhicule sont acquises, des caractéristiques en sont extraites et sauvegardées. Puis lors de la phase en ligne, il s'agit de retrouver l'image (ou la séquence d'images) de la base d'apprentissage qui correspond le mieux à l'image (ou la séquence d'images) courante. La localisation visuelle reste un challenge car l'apparence et l'illumination changent drastiquement en particulier avec le temps, les conditions météorologiques et les saisons. Dans cette thèse, on cherche alors à améliorer la reconnaissance de lieux grâce à une meilleure capacité de description et de reconnaissance de la scène. Plusieurs approches sont proposées dans cette thèse:

- 1) La reconnaissance visuelle de lieux est améliorée en considérant les informations de profondeur, de texture et de forme par la combinaison de plusieurs de caractéristiques visuelles, à savoir les descripteurs CSLBP (extraits sur l'image couleur et l'image de profondeur) et HOG. De plus l'algorithme LSH (Locality Sensitive Hashing) est utilisée pour améliorer le temps de calcul;
- 2) Une méthode de la localisation visuelle basée sur une reconnaissance de lieux par mise en correspondance de séquence d'images (au lieu d'images considérées indépendamment) et combinaison des descripteurs GIST et CSLBP est également proposée. Cette approche est en particulier testée lorsque les bases d'apprentissage et de test sont acquises à des saisons différentes. Les résultats obtenus montrent que la méthode est robuste aux changements perceptuels importants;
- 3) Enfin, la dernière approche de localisation visuelle proposée est basée sur des caractéristiques apprises automatiquement (à l'aide d'un réseau de neurones à convolution) et une mise en correspondance de séquences localisées d'images. Pour améliorer l'efficacité computationnelle, l'algorithme LSH est utilisé afin de viser une localisation temps-réel avec une dégradation de précision limitée.

Mots-clés : localisation visuelle, reconnaissance de lieux, recherche d'images par le contenu, combinaison de caractéristiques visuelles, apprentissage profond

Abstract:

In many applications, it is crucial that a robot or vehicle localizes itself within the world especially for autonomous navigation and driving. The goal of this thesis is to improve place recognition performance for visual localization in changing environment. The approach is as follows: in off-line phase, geo-referenced images of each location are acquired, features are extracted and saved. While in the on-line phase, the vehicle localizes itself by identifying a previously-visited location through image or sequence retrieving. However, visual localization is challenging due to drastic appearance and illumination changes caused by weather conditions or seasonal changing. This thesis addresses the challenge of improving place recognition techniques through strengthen the ability of place describing and recognizing. Several approaches are proposed in this thesis:

- 1) Multi-feature combination of CSLBP (extracted from gray-scale image and disparity map) and HOG features is used for visual localization. By taking the advantages of depth, texture and shape information, visual recognition performance can be improved. In addition, local sensitive hashing method (LSH) is used to speed up the process of place recognition;
- 2) Visual localization across seasons is proposed based on sequence matching and feature combination of GIST and CSLBP. Matching places by considering sequences and feature combination denotes high robustness to extreme perceptual changes;
- 3) All-environment visual localization is proposed based on automatic learned Convolutional Network (ConvNet) features and localized sequence matching. To speed up the computational efficiency, LSH is taken to achieve real-time visual localization with minimal accuracy degradation.

Keywords: visual localization, place recognition, image retrieval, feature combination, deep learning