

Titre : Solutions basées sur le traitement d'image, la stéréo-photométrie et l'apprentissage profond pour la caractérisation de surface de chaussée

Mots clés : fissuration, traitement d'image, stéréo-photométrie, apprentissage profond

Résumé :

La thèse traite du développement de méthodes nouvelles pour la caractérisation d'une surface de chaussée, avec un accent particulier sur la texture et le bruit de contact pneumatique/chaussée. La thèse s'articule autour de trois thèmes principaux : la détection de fissures en surface de chaussée par méthode de traitement d'image, les techniques de stéréo-photométrie couplées à une approche d'apprentissage profond pour la reconstruction tridimensionnelle et enfin le calcul par réseau de neurones convolutionnels d'enveloppement de profil de texture de chaussée utilisé dans le cadre de la prévision du bruit de roulement.

Le premier chapitre est consacré à l'identification des fissures par l'analyse d'images de surfaces de chaussée provenant d'une base de données accessibles au public et généralement utilisées pour l'apprentissage profond. Dans ce contexte, une amélioration d'un algorithme existant a été présentée en utilisant les principes de la sélection minimale des chemins et des filtres de Gabor. En outre, les résultats obtenus ont mis en évidence plusieurs problèmes liés aux ensembles de données publics actuels et proposent une méthodologie pour créer des étiquettes semi-automatiques de haute qualité.

Le deuxième chapitre se penche sur les méthodologies de stéréo-photométrie pour la reconstruction tridimensionnelle de surface de chaussée avec une innovation supplémentaire grâce à l'utilisation de techniques d'apprentissage profond. Les résultats obtenus ont montré une grande capacité de la méthodologie en termes de définition, bien que sa praticité reste un problème en raison de la complexité de la création de la base de données.

La troisième partie de ce travail se concentre sur la procédure d'obtention du profil d'enveloppement de texture dans le cadre du contact pneumatique/chaussée. Une nouvelle méthodologie basée sur les réseaux de neurones convolutionnels pour estimer les zones de contact entre le pneumatique et la chaussée a été développée. Cette estimation initiale est ensuite intégrée dans une méthodologie numérique basée sur une description physique du problème, ce qui permet de réduire le nombre d'itérations et d'accélérer considérablement la convergence du processus.

Title: Image-Based, Photometric-Stereo and Deep Learning Solutions for Road Surface Characterization

Keywords: cracks, minimal-path-selection, photometric-stereo, envelopment, deep-learning

Abstract: The thesis was conceived as a response to develop a complementary system for road surface characterization, with a particular focus around road surface texture and noise. The thesis is structured around three main topics: the detection of cracks using an image-based algorithm, photometric stereo techniques for three-dimensional reconstruction, and enveloped profiles for tyre-road contact.

The initial chapter centres on the identification of cracks by examining images sourced from publicly available datasets typically used for deep learning. Within this context, an enhancement to an existing algorithm was presented employing the principles of minimal path selection and Gabor filters. Moreover, the insights from these results highlighted several problems with current public datasets and propose a methodology to create semi-automatic high-quality labels.

The second chapter delves into photometric stereo methodologies for three-dimensional reconstruction with an added innovation through the use of deep learning techniques. The results obtained showed a great capability of the methodology in terms of definition, though its practicality remains still an issue due to the complexity to create the dataset.

The third part of this work focuses on the procedure to obtain the envelopment profile for tyre-road contact. A new methodology based on CNNs to estimate an initial guess of the contact areas between the two surfaces was developed. This initial estimation is then integrated into a numerical methodology based on a physical description of the problem, resulting in reduced iterations and significantly accelerated convergence of the process.