

Exploration automatique d'un environnement 3D : contrôle fluide et intelligent de camera virtuelle

Z.Habibi,¹ G.Caron¹ et E.M.Mouaddib¹

¹Université de Picardie Jules Verne, Laboratoire MIS

Résumé

Dans un environnement 3D composé de nuages de points denses, la navigation sans assistance est une tâche complexe décourageant les utilisateurs. Le but de notre démarche est de proposer un outil automatique d'aide à la navigation virtuelle. Plus précisément, cet outil permettra de guider automatiquement la caméra de façon à générer à la fois des mouvements pertinents et réalistes. On a modélisé ce problème sous la forme d'une tâche principale et de contraintes. La tâche principale décrit la pertinence, formulée sous l'hypothèse que l'utilisateur est toujours attiré par les endroits riches en information visuelle. Cette formulation s'appuie sur la théorie de l'information et plus précisément l'entropie de Shannon afin d'assurer la pertinence du mouvement de la caméra. Par la suite, afin de garantir un mouvement réaliste, deux contraintes ont été ajoutées : l'évitement d'obstacles et la régularisation du mouvement dans l'image. La première contrainte assure un déplacement sécurisé de la caméra dans le modèle 3D, c'est-à-dire sans traverser les obstacles. Tandis que la seconde contrainte basée sur l'utilisation du flot optique permet d'éviter les mouvements saccadés et les sauts brusques de la caméra. Dans ce travail, nous avons proposé un mécanisme d'optimisation hiérarchique en deux étapes qui permet de combiner la tâche et les contraintes en un seul problème et de le résoudre. La première étape consiste à déterminer la direction du mouvement à l'aide d'une loi de contrôle hybride. Cette loi de contrôle automatique, basée asservissement visuel virtuel de la caméra va combiner la tâche principale, la maximisation de l'entropie photométrique, avec la première contrainte, l'évitement d'obstacles. Ensuite, dans une seconde étape, une contrainte basée sur le flot optique est ajoutée afin d'ajuster la magnitude du mouvement et de garantir un mouvement dynamiquement pertinent. Dans le but de préserver un mouvement réaliste de la caméra, nous avons introduit un mécanisme qui permet de commander cinq degrés de liberté opérationnels de la caméra (les trois translations, le « pan » et le « tilt ») afin d'éviter la rotation autour de l'axe optique. Notre approche a été testée en navigation intérieure et extérieure, d'abord sur un modèle 3D simple afin de valider nos critères, puis sur deux modèles 3D très complexes : un environnement urbain et la cathédrale d'Amiens. Les modèles 3D précédemment mentionnés sont issus de mesures d'environnements réels par des relevés laser et images.

In a 3D dense point clouds model, virtual tour without assistance is a complex task discouraging users from doing so. The aim of this work is to achieve a virtual automatic navigation support tool. In particular, the tool will allow to guide the camera automatically providing relevant and realistic camera motion. This problem will consist of a primary task and two constraints. The primary task describes the relevance. We assume that the user is attracted by rich information areas in the model. This important assumption is modelled by the Shannon entropy. Secondly, in order to achieve a realistic automatic navigation we must avoid obstacles and regulate the movement in the image. The first constraint ensures a safe camera movement in the 3D model in order to avoid obstacles. However, the second constraint based on the optical flow prevents sudden camera jumps. In this work, we propose a solution to this problem based on a hierarchical and optimization algorithm, which combines the main task and the realistic constraints. In the first step, a hybrid control law is used in order to provide the camera motion direction. This visual servoing-based automatic control law merges the primary task, photometric entropy maximization with the first constraint, obstacles avoidance. In the second step, we add an optical flow based constraint in order to regulate the camera motion and to ensure a dynamic relevance. Furthermore, to mechanically ensure a relevant camera orientation during its motion, five operational degrees of freedom (three translations, then pan and, then, tilt orientations) are considered for the camera in order to avoid the rotation around the camera optical axis. We test the system in outdoor and indoor navigation using different 3D models. First a simple model to validate our criteria and, then on two complex 3D model : urban environment and the cathedral of Amiens. The 3D models previously mentioned are obtained from real environments measurements by laser and image acquisitions .