

SENEGAS Julien

Méthodes de Monte Carlo en vision stéréoscopique - Application à l'étude de modèles numériques de terrain

Résumé de thèse

Cette thèse a pour objet l'étude de l'incertitude attachée à l'estimation de la géométrie d'une scène à partir d'un couple stéréoscopique d'images. La mise en correspondance des points homologues d'un couple suppose la similarité locale des deux images et nécessite une information radiométrique discriminante. Dans de nombreuses situations cependant (déformations géométriques, bruit d'acquisition, manque de contraste, ...), ces hypothèses sont mises en défaut et les erreurs d'appariement qui en résultent dépendent fortement de l'information contenue dans le couple et non du système stéréoscopique lui-même. Afin d'aborder ce problème, nous proposons un cadre bayésien et l'application de méthodes de Monte Carlo par chaînes de Markov. Celles-ci consistent à simuler la distribution conditionnelle du champ de disparité connaissant le couple stéréoscopique et permettent de déterminer les zones où des erreurs importantes peuvent apparaître avec une probabilité éventuellement faible. Différents modèles stochastiques sont comparés et testés à partir de scènes stéréoscopiques SPOT, et nous donnons quelques pistes pour étendre ces modèles à d'autres types d'images. Nous nous intéressons également au problème de l'estimation des paramètres de ces modèles et proposons un certain nombre d'algorithmes permettant une estimation automatique. Enfin, une part importante du travail est consacrée à l'étude d'algorithmes de simulation reposant sur la théorie des chaînes de Markov. L'apport essentiel réside dans l'extension de l'algorithme de Metropolis-Hastings dans une perspective multidimensionnelle. Une application performante reposant sur l'utilisation de la loi gaussienne est donnée. De plus, nous montrons comment le recours à des techniques d'échantillonnage d'importance permet de diminuer efficacement le temps de calcul.

Mots clés:

Markov chain Monte Carlo, algorithmes de simulation, calcul bayésien, problèmes inverses, vision stéréoscopique, modèles numériques de terrain

Summary:

This work is concerned with the assessment of uncertainty of depth estimates computed from a stereo system. Computing visual correspondence between homologous points of the stereo pair relies on the assumption of local similarity of the two images and requires the radiometric information to be discriminating. In many situations however (geometric deformations, sensor noise, lack of texture. ...), these assumptions are violated and the resulting matching errors strongly depend on the nature of the radiometric information and cannot be entirely controlled by the design of the stereo system.

To tackle the uncertainty problem, we propose a Bayesian framework and apply Markov chain Monte Carlo methods. They consist of sampling from the posterior distribution of the disparity field given the stereoscopic pair and allow the prediction of large errors that occur with possibly low probability while accounting for spatial correlations. Several stochastic models are compared and tested on real data sets (SPOT images), and we give insight on how these models can be extended to other types of images. We also address the problem of the parameter estimation of these models, and propose some algorithms for automatic estimation. Lastly, an important part of the work is concerned with the study of sampling algorithms relying on Markov chain theory. The main achievement is the extension of the Metropolis-Hastings algorithm in a multidimensional way. We give an interesting application based on the Gaussian distribution. We show moreover how importance sampling techniques can be used to efficiently speed up the computation.

Keywords

Markov chain Monte Carlo, sampling algorithms, Bayesian computation, inverse problems, stereoscopic vision, digital terra