

Rôle clé de la Modélisation en “Shape From Shading”

Key aspect of the modeling in Shape From Shading.

E. Prados¹

O. Faugeras²

¹ UCLA Vision Lab. (USA)

² INRIA Sophia Antipolis (France)

420 Westwood Plaza, UCLA computer science Dept., Los Angeles, CA 90095-1594, USA.
eprados@cs.ucla.edu

Résumé

Le problème du “Shape From Shading” consiste à reconstruire la forme tri-dimensionnelle d’une surface à partir d’une unique image noir et blanc de cette surface. Le “Shape From Shading” est connu comme étant un problème mal posé. Dans cet article, nous montrons que si nous modélisons le problème de manière différente de celle qui est habituellement proposée (plus précisément en prenant en compte l’atténuation de l’éclairage due à la distance), le “Shape From Shading” devient complètement bien posé. Ainsi l’information d’ombrage permet à elle seule, de reconstruire (presque) n’importe quelle surface à partir d’une unique image (de cette surface). Aucune donnée additionnelle telle que la hauteur de la solution aux “minima” locaux (contrairement à [1, 6, 2, 7, 4]) et aucune hypothèse de régularité (contrairement à [5, 3], par exemple) ne sont nécessaires.

Plus précisément, nous reformulons le problème sous la forme d’une nouvelle Equation Différentielle Partielle, nous développons une étude mathématique complète de cette équation, enfin nous proposons une nouvelle méthode numérique dont nous prouvons la convergence. Nous démontrons aussi expérimentalement la pertinence de notre nouvelle méthode en l’appliquant avec succès à diverses images synthétiques et réelles.

Mots Clef

Shape From Shading, reconstruction 3D, modélisation, réflectance, illumination, EDP, solutions de viscosité.

Abstract

Shape From Shading is known to be an ill-posed problem. We show in this paper that if we model the problem in a different way than it is usually done, more precisely by taking into account the $1/r^2$ attenuation term of the illumination, Shape From Shading becomes completely well-posed. Thus the shading allows to recover (almost) any surface from only one image (of this surface) without any

additional data (in particular, without the knowledge of the heights of the solution at the local intensity “minima”, contrary to [1, 6, 2, 7, 4]) and without regularity assumptions (contrary to [5, 3], for example). More precisely, we formulate the problem as that of solving a new Partial Differential Equation, we develop a complete mathematical study of this equation and we design a new provably convergent numerical method. Finally, we present results of our new Shape From Shading method on various synthetic and real images.

Keywords

Shape From Shading, 3D reconstruction, modeling, reflectance, illumination, PDEs, viscosity solutions.

Références

- [1] P. Dupuis and J. Oliensis. An optimal control formulation and related numerical methods for a problem in shape reconstruction. *The Annals of Applied Probability*, 4(2) :287–346, 1994.
- [2] B.K.P. Horn. Obtaining shape from shading information. In *The Psychology of Computer Vision*. McGraw-Hill, 1975.
- [3] R. Kimmel and A.M. Bruckstein. “Global shape-from-shading”. *CVGIP : Image Understanding*, pages 360–369, 1995.
- [4] R. Kimmel and J.A. Sethian. Optimal algorithm for shape from shading and path planning. *JMIV*, 14(2) :237–244, May 2001.
- [5] J. Oliensis and P. Dupuis. A global algorithm for shape from shading. In *Proceedings of ICCV’93*, pages 692–701, 1993.
- [6] E. Prados and O. Faugeras. Unifying approaches and removing unrealistic assumptions in Shape from Shading : Mathematics can help. In *Proceedings of ECCV’04*, 2004.
- [7] E. Rouy and A. Tourin. A Viscosity Solutions Approach to Shape-from-Shading. *SIAM Num. An.*, 29(3) :867–884, June 1992.