

# La trajectoire déformable : un modèle optique des contours géodésiques fondé sur le principe de Fermat

Eric Deléchelle

Laboratoire d'Etude et de Recherche en  
Instrumentation Signaux et Systèmes

Université Paris-12 Val de Marne, Créteil, France

delechelle@univ-paris12.fr

Jacques Lemoine

Laboratoire d'Etude et de Recherche en  
Instrumentation Signaux et Systèmes

Université Paris-12 Val de Marne, Créteil, France

lemoine@univ-paris12.fr

## Résumé

Nous présentons une nouvelle interprétation de l'approche « contours géodésiques » développée récemment pour la détection de contours sur les images. Pour cela, un modèle optique fondé sur le principe de Fermat est appliqué sur les images est assimilant celles-ci à des milieux non homogènes pour la propagation de la lumière. Cette approche définit une nouvelle variété active, la « trajectoire déformable ». Les deux approches « trajectoires déformables » et « contours géodésiques » aboutissent au même formalisme, ce qui permet de montrer de quelle manière les différentes grandeurs établies dans la seconde approche peuvent trouver une interprétation physique.

**Mots clés :** Contours déformables, contours géodésiques, principe de Fermat, trajectoire déformable.

## Abstract

We present a new interpretation of the geodesic-based approach for deformable contour in terms of the well know Fermat principle. So, with grey levels image viewed as refraction indexes, we define the deformable path by a set of equations for a minimisation problem. Numerical solutions are obtained with a dynamic programming technique which produces very robust and stable results. We present experiments involving the detection of contours from synthetic and real images. Both, optical and geodesic approaches are governed by the same equation. But the optical one with the deformable paths gives us a physical sense.

**Key words :** Deformable contours, geodesic contours, Fermat principle, deformable paths.

## 1 Introduction

Depuis leur introduction en 1987, les contours déformables, ou contours actifs, sont devenus très populaires [1], [2] et [3]. Leur application se situe dans de nombreux domaines tels que la reconnaissance des formes, la biologie ou l'imagerie médicale. Le plus souvent, le modèle utilisé repose sur une analogie mécanique. Récemment, une nouvelle approche développée par Cohen & Kimmel [4] utilise la notion de chemin de moindre action, ou contour géodésique, pour la détection de contours.

Dans cet article, nous proposons une méthode qui s'appuie sur une analogie optique pour définir un nouveau modèle de contour déformable, la « trajectoire déformable ». La résolution numérique du problème de minimisation qui en découle est fondée sur le principe de programmation dynamique. De nombreux exemples de détection sur images synthétiques et réelles illustrent la méthode proposée. Enfin, nous montrons de quelle manière les deux approches « trajectoire déformable » et « contour géodésique » peuvent être rapprochées.

## 2 Contours actifs

Les modèles classiques de contours actifs font appel à la notion de corps élastiques subissant des contraintes extérieures [1], [2] et [3]. La forme prise par l'élastique est liée à une minimisation d'énergie totale. Celle-ci est composée par la somme d'une énergie interne (énergie de régularisation) liée à l'élongation et à la torsion du corps, et d'une énergie externe liée aux forces extérieures (définies à partir du gradient ou des niveaux de gris d'une image) auxquelles l'élastique est soumis.

