

# SEGMENTATION SPATIO-TEMPORELLE EN UTILISANT UN FRONT DE PROPAGATION ET CHAMPS DE DEPLACEMENT

Santiago VENEGAS-MARTINEZ, Manuel RENDON MANCHA et Georges STAMON

Laboratoire de Systèmes Intelligentes de Perception

UFR Mathématiques et Informatique, Université René Descartes, Paris V

45 rue des Saints Pères, 75006 Paris

Email : [venegas@math-info.univ-paris5.fr](mailto:venegas@math-info.univ-paris5.fr), [rendon@math-info.univ-paris5.fr](mailto:rendon@math-info.univ-paris5.fr), et [stamon@math-info.univ-paris5.fr](mailto:stamon@math-info.univ-paris5.fr)

## Mots Clefs

Analyse 2-D de scènes dynamiques, Séquences vidéo, Segmentation spatio-temporelle, Contours actifs, Champs de déplacement.

## Introduction

L'analyse d'une scène dynamique est un thème de recherche très important dans le domaine de la vision par ordinateur. Le suivi et l'estimation du mouvement permettent de segmenter les objets mobiles, de remonter à des informations de structure des objets suivis en vue d'une reconnaissance de formes efficace, ainsi que d'auto-calibrer et d'estimer le mouvement éventuel de la caméra. Cela permet la résolution d'un certain nombre de tâches : la post-production, la réalité augmentée, le contrôle industriel automatique, la surveillance, etc. Dans les dernières années, les chercheurs en Reconnaissance de Formes, en Intelligence Artificielle, et en Mathématiques Appliquées ont essayé de trouver des solutions dans les problèmes de perception visuelle. Les approches généralement incorporent les Statistiques Appliquées et la Géométrie. Il y a deux cadres de recherche proposant l'émulation de la perception visuelle en utilisant les processus d'optimisation :

1) **Les modèles de minimisation d'une énergie pendant l'évolution d'une courbe.** La solution du problème est obtenue par la recherche des frontières d'une région. Dans les travaux réalisés par M. Kass et al [M. Kass, 1988], les contours actifs (snakes en anglais) sont présentés comme des courbes planes paramétriques. Cette approche dite « classique », comme d'autres approches fondées sur un modèle semblable, est basée sur la déformation d'un contour ou d'une surface initiale fermée autour des objets à détecter. L'énergie à minimiser est composée de deux termes. L'un contrôle les paramètres intrinsèques de la courbe (par exemple la régularité) et l'autre est employé pour attirer la courbe vers les bords des objets. Ces modèles utilisent un minimum des opérations mathématiques par ordinateur pour trouver une convergence. Aussi d'autres algorithmes pour la segmentation et le suivi d'objets mobiles ont été proposés [L. Cohen, 1993] [F. Leymarie, 1993].

2) **Les modèles de minimisation d'une énergie pendant l'évolution d'une région.** La solution du problème est obtenue par la recherche de la région. Les méthodes basées sur ces modèles sont plus performantes lorsque les images sont bruitées. Aussi, plusieurs algorithmes ont été proposés pour réaliser la segmentation et l'estimation du mouvement [B. Bascle, 1994] [N. Paragios, 1999].

D'autres travaux ont été faits pour intégrer les approches frontière et les approches région [R. Cipolla, 1990] [V. Caselles, 1997] [D. Ferrandiere, 1998]. Les résultats obtenus sont acceptables, mais il y a des limitations liées au fonctionnement des algorithmes.

## Le système de segmentation spatio-temporelle proposée

En reprenant le contexte et les approches mentionnées ci-dessus on propose un système de segmentation spatio-temporelle. La nouveauté du système repose sur les modèles de codage [A. Polwer, 1997] [M.K. Steliarios, 1997]. Le système est composé de deux modules connectés en boucle fermée :

### Module 1. Calcul du décalage entre deux sousimages.

Ce module est chargé de résoudre les problèmes liés au mouvement réel des objets dans la scène, et le mouvement du système d'acquisition d'images relatif (3D) à la scène. Le but principal de ce module est de calculer le déplacement de l'objet sur le plan 2D de l'image. Une première approche serait l'utilisation de l'ensemble des images, les plus récentes, pour faire une prédiction de la future position de l'objet en utilisant le modèle de cinétique de l'objet recherché i.e. filtres de Kalman. Cependant, il est toujours compliqué de trouver le bon modèle de cinétique pour chaque objet. Le déplacement de l'objet recherché se fait par le calcul du décalage (par corrélation) des deux sousimages. On suppose que la première sousimage représente entièrement l'objet recherché et la deuxième sousimage représente une portion de l'objet [S. Venegas, 2000]. La taille des sousimages et leur position sont fournies par le **Module 2**.

Les calculs par ordinateur ne se font que sur la position de l'objet recherché et sur un petite voisinage.

### Module 2. Propagation de un front

Ce module est chargé de faire la segmentation spatio-temporelle des objets mobiles. Pour cela, le module utilise la propagation d'un front intégrant les informations présentes à l'intérieur des objets mobiles suivis (les régions recherchées i.e. la couleur, la texture). Ce front va se déplacer sous l'influence de forces associées aux frontières et aux régions des objets suivis. En pratique une image parallèle est utilisée pour marquer la région segmentée. Les valeurs de l'image parallèle sont 0 et 1. D'abord un processus de diffusion (la préservation de la régularité) sur l'image parallèle et ensuite un processus de seuillage, permettent de faire propager un front [R. Malladi, 1995]. Le front suit la loi suivante : il va se rétrécir s'il se trouve hors de la région recherchée ou il va faire une expansion s'il se trouve à l'intérieur de la région. Etant donné la vitesse de propagation du front, il suffit d'une itération pour chaque image de la séquence d'images. Après les premières images traitées, le front va se « coller » (le principe de la convergence) à la frontière de l'objet recherché. La position du front de propagation et la taille de la boîte englobante qui l'enferme autour du voisinage

sont envoyés vers le **Module 1** dans le cadre de la boucle fermée.

### Conclusions et perspectives

Le résultat de la combinaison des deux modules donne un système performant pour réaliser la segmentation spatio-temporelle. Le système est robuste à la présence du bruit, à l'occlusion ou la disparition temporaire des objets à segmenter.

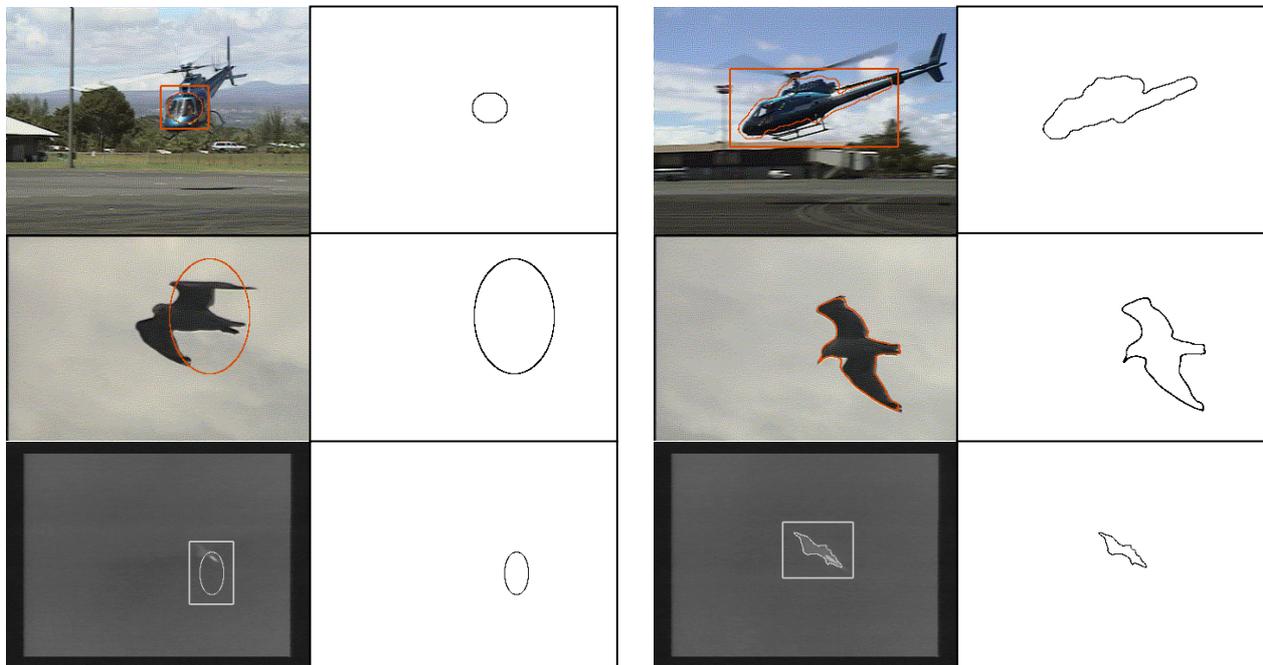
Le fonctionnement du **Module 1** permet de suivre les gros déplacements d'objets mobiles, et le fonctionnement du **Module 2** permet de segmenter les objets changeant d'échelle et aussi de les suivre pendant la rotation.

Des expériences faites sur des séquences d'images de synthèse, d'images réelles et sur des images obtenues par des capteurs en infrarouge donnent des résultats prometteurs.

Un autre avantage de ce système est le nombre réduit d'opérations mathématiques, cela motive à des applications interactives multimédias.

L'amélioration de l'algorithme est basée sur le choix de paramètres concernant la région recherchée.

Ce travail a été fait en collaboration avec **THOMSON-THALES. Service VISION-3D (Trappes)**



Trois séquences d'images obtenues par un observateur mobile. **En haut** : un contexte multi-objets, **au milieu** : des grands changements de topologie et **en bas** : une séquence d'images IR (faible contraste).

## Références

- [**B. Bascle, 1994**] B. Bascle, R. Deriche, (1994), Region tracking through image sequences. *INRIA Rapport de recherche No 2439*.
- [**V. Caselles, 1997**] V. Caselles, R. Kimel, and G. Sapiro. (1997) Geodesic active contours. *Int. Journal of Computer Vision*, 22(1) pp :61-79.
- [**R. Cipolla, 1990**] R. Cipolla & A. Blake(1990) The dynamic analysis of aparent contours. *IEEE International Conference on Computer Vision*, pp616-625, Osaka, Japan
- [**L. Cohen, 1993**] L.Cohen & I. Cohen. Finite-Element Methods for active contours models and ballons for 2D and 3D images, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol 15 pp : 1131-1147.
- [**D. Ferrandiere, 1998**] E. D. Ferrandiere. Segmentation-Based Motion Compensation, *International Symposium on Mathematical Morphology, Amsterdam, 1998*.
- [**M. Kass, 1988**] M Kass, A. Witking, & D. Terzopoulos, (1988) Snakes : Active contour models, *Int. J. Comput. Vis. Vol. 1*, pp. 321-332.
- [**F. Leymarie, 1993**] F. Leymarie & M. Levine. (1993), Tracking deformable objects in the plane using an active contour model. *IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence*, 33 :617-634, 1993.
- [**R. Malladi, 1995**] R. Malladi, J. Sethian, & B. Vemuri. (1995) Shape modeling with front propagations : A level set approach. *IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence*, 17 :158-175.
- [**N. Paragios, 1999**] N. Paragios & R. Deriche. Geodesic Active Regions for motion estimation and tracking , *Report 3631, INRIA, France*.
- [**A. Polwer, 1997**] A. Polwer, H. Klock & J. M. Buhmann.(1997) Video coding by region-based motion compensation and spatio-temporal wavelet transform. *Image Processing. IEEE. pp. 26-29*.
- [**M.K. Steliarios, 1997**] M.K. Steliarios, G.R. Martin & R.A. Packwood (1997) Parallelisation of Block Matching Motion Estimation Algorithms CS-RR-320, *January*.
- [**S. Venegas, 2000**] S. Venegas-Martínez, M. Rendon, G. Stamon & R. Horak (2000) Motion segmentation algorithm and object tracking. *ACIVS, Baden-Baden, Germany. pp :51-55*