



De l'image animée à la mesure du mouvement

Scènes naturelles complexes, conditions d'éclairage variables, objets déformables : la détermination du contenu dynamique d'une image, le mouvement, doit appréhender une variété de situations toujours plus large.

■ Patrick Bouthemy,
Georges Tziritas

La visualisation de séquences d'images de sources diverses est désormais ancrée dans la vie quotidienne comme moyen d'investigation : séquences d'images satellitaires au bulletin météorologique du journal télévisé, séquences d'images échographiques chez le praticien en sont deux exemples frappants. L'étape suivante est d'ores et déjà atteinte dans des contextes de recherche ou même des contextes industriels : passer d'un simple affichage des images à une mesure automatique de leur contenu à caractère temporel, le mouvement. Des efforts de recherche importants dans la dernière décennie ont en effet conduit à l'élaboration d'un ensemble de méthodes de détection, de segmentation, d'estimation et d'identification du mouvement apparent.

Modéliser finement

De toute évidence, l'analyse du mouvement est un sujet difficile car confronté à deux problèmes majeurs qui sont la perte d'une dimension (passage d'une scène à trois dimensions à son observation ou image à deux dimensions) et l'imbrication de questions du type « l'œuf et la poule » : une mesure fiable et précise nécessitant de connaître les frontières des différentes zones en mouvement, une délimitation de celles-ci ne pouvant s'obtenir qu'au regard d'une information de mouvement non directement délivrée par le capteur.

Le traitement de ces problèmes requiert donc une phase de modélisation relativement fine. Par ailleurs, la mesure obtenue peut être dense ou éparse selon que l'on s'appuie sur les variations spatio-temporelles de la fonction d'intensité lumineuse en chaque point ou que l'on considère l'appariement d'élé-

From image sequence to motion analysis - Motion analysis in an image sequence has become a subject of high interest in computer vision in the last decade. The number of application fields is also still growing. This topic is basically an ill-posed problem since data only partially constrain the solution. Moreover motion discontinuities and occlusions must be taken into account. Deterministic and statistical regularization techniques yield attractive frameworks to introduce the required contextual models.

ments distinctifs préalablement extraits des images.

Estimer le mouvement

L'estimation du mouvement est généralement un problème mal posé au sens où les données n'imposent que des contraintes partielles sur la solution. On fait alors appel à des techniques de régularisation, qu'elles soient déterministes ou statistiques (critères bayésiens et modèles markoviens). Celles-ci permettent d'exprimer les propriétés contextuelles attendues de la solution, c'est-à-dire essentiellement cohérence locale du mouvement (variations lentes) avec préservation des éventuelles discontinuités (frontières des différents mouvements présents dans l'image). Le schéma d'estimation quant à lui peut être itératif



Un objectif générique en analyse de scène dynamique est de repérer les objets mobiles dans la scène. Si la caméra est elle-même en mouvement, le problème est alors relativement complexe, car tout élément dans l'image possède alors un mouvement apparent. Nous l'illustrons par l'exemple suivant :

- (a) - Deux voitures se déplacent dans ce parking, les arbres notamment au centre bougent au vent, enfin la caméra effectue un panoramique (donc, mouvements rigides et non rigides). Il est tout d'abord nécessaire de segmenter l'image en zones à mouvement apparent cohérent.
- (b) - Une couleur est attribuée à chaque région (les modèles de mouvement sont linéaires et la méthode de résolution suit une approche statistique).
- (c) - Une description symbolique du mouvement dans chaque zone est dérivée par un critère statistique. Avec la simple connaissance du type de mouvement imprimé à la caméra et sans mesures explicites 3D, les zones correspondant à des entités mobiles dans la scène sont alors reconnues (en bleu). (Cliché IRISA / INRIA Rennes).

(relaxation) ou récursif (filtre de Kalman par exemple).

Les enjeux actuels sont de plusieurs types. Il s'agit tout d'abord d'améliorer encore ces méthodes en robustesse et fiabilité pour appréhender une variété de situations toujours plus large : scènes naturelles très complexes, conditions d'éclairage quelconques et variables, objets déformables. D'un point de vue informatique, il faudra aboutir à des implantations assurant des temps de réponse réclamés par les applications et

supportés par des machines de faible dimensionnement. L'ensemble de ces progrès permettra d'élargir constamment la gamme d'applications où l'analyse du mouvement trouve naturellement sa place. Elle concerne déjà, bien sûr à des degrés différents de maturité, des sujets aussi variés que la transmission de la télévision haute définition ou de la vidéoconférence, l'établissement de cartes de champs de vent à partir de l'évolution de la couche nuageuse du globe, l'étude d'un organe comme le

cœur, la surveillance du trafic routier ou la navigation d'un robot mobile.

■ Patrick Bouthemy, directeur de recherche à l'INRIA, Institut de recherche en informatique et systèmes aléatoires (URA 227 CNRS), Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex.

■ Georges Tziritas, chargé de recherche au CNRS, Laboratoire des signaux et systèmes (UMR 14 CNRS), Ecole supérieure d'électricité, Plateau du Moulon, 91192 Gif-sur-Yvette Cedex.