Amélioration des performances d'un système de segmentation par l'utilisation d'un système expert

L. Brun
L.E.R.I., Université de Reims,Rue des Crayères
51 687 Reims Cedex 2
brun@leri.univ-reims.fr

J. M. Bazin
L.E.R.I., Université de Reims,Rue des Crayères
51 687 Reims Cedex 2
jm.bazin@univ-reims.fr

Abstract

Nous allons présenter un nouveau système de segmentation basé sur une collaboration entre un algorithme de segmentation existant et un système expert. Le nouveau système se distingue de l'algorithme de segmentation précédent par une distinction claire entre les connaissances de l'expert en Imagerie et les algorithmes utilisant ces connaissances. Le gain en modularité obtenu permet d'enrichir facilement la base de connaissances et de diminuer le nombre de questions triviales posées à l'utilisateur.

1 Introduction

La segmentation est la première étape d'un ensemble de processus souvent regroupés sous le terme d'analyse d'image. Elle représente le premier niveau d'abstraction permettant à l'ordinateur de manipuler des relations entre des objets plutôt que les données brutes de l'image. Cette définition intuitive du processus de segmentation a été formalisée par Horowitz [2] de la façon suivante :

Définition 1 *Soit X le domaine de l'image. Si nous définissons un prédicat d'homogénéité P sur l'ensemble des parties de X. La* **segmentation** *de X est définie comme une partition de X en n sous-ensembles $\{S_1, ..., S_n\}$ tels que :*

1. $X = \bigsqcup_{i=1}^{n} S_i$
2. $\forall i \in \{1, \ldots, n\}$ S_i *est connexe.*
3. $\forall i \in \{1, \ldots, n\} P(S_i) = vrai$
4. $\forall i, j \in \{1, \ldots, n\}^2$ / S_i *est adjacent à* S_j *et* $i \neq j \Rightarrow P(S_i \cup S_j) = faux$

La segmentation définie par la définition 1 est déterminée par le prédicat d'homogénéité P. Les nombreux travaux menés en segmentation ont montré qu'il est impossible d'obtenir des segmentations valides sur un grand nombre d'images en utilisant un seul critère d'homogénéité. Le prédicat P utilisé doit donc combiner plusieurs critères. Le système de segmentation doit donc permettre d'enrichir facilement ce prédicat par l'adjonction de nouveaux critères.

Etant donné un prédicat P, plusieurs partitions de l'image peuvent satisfaire la définition 1. Cette multiplicité des solutions permet de tenir compte des objectifs éventuellement divergents des différents utilisateurs. Le système de segmentation doit donc permettre à l'utilisateur d'intervenir au cours du processus afin de guider la création de l'image segmentée.

Nous allons, au cours des sections suivantes détailler l'algorithme de segmentation existant et les modifications que nous lui avons apportées afin d'intégrer les contraintes que nous venons d'expliciter.

2 L'algorithme de segmentation

Les entrées d'un algorithme de segmentation en régions sont constituées par l'image à traiter et une partition de celle-ci vérifiant les conditions 1 et 2 de la définition 1. L'algorithme découpe alors toutes les régions ne vérifiant pas la condition 3 et fusionne tous les couples de régions adjacentes ne vérifiant pas la condition 4.

L'algorithme de segmentation sur lequel nous avons basé notre système effectue des découpes et fusions de régions en utilisant un critère global basé sur l'erreur quadratique [1]. La souplesse de la structure de données utilisée par cet algorithme [1] permet d'alterner les découpes et fusions de régions avec des étapes permettant à l'utilisateur de désigner interactivement les régions à découper ou fusionner. Une description détaillée de cet algorithme peut être trouvée dans [1].

3 Le nouveau système

Le système de segmentation présenté dans la section 2 nécessite d'être amélioré sur au moins deux aspect :

- Le système n'utilise qu'un seul critère d'homogénéité. La diversité des images impose l'utilisation de plusieurs critères.
- La connaissance de l'expert est placée directement dans l'algorithme de découpe fusion. Cette confusion entre l'expertise et les algorithmes l'utilisant rend difficile l'insertion de nouvelles connaissances dans le système et nuit donc à son évolutivité.

Nous avons corrigé ce dernier point en regroupant les connaissances de l'expert dans un ensemble d'objets de type **choix**. Chaque instance d'un objet choix permet de caractériser et de traiter un type de région inhomogène. Un objet C de type choix est composé des champs suivants :

- Une fonction d'homogénéité $C.\mathbf{h}$ indiquant si une région est homogène,
- une fonction de découpe $C.$**découpe** permettant de découper une région inhomogène au sens de $C.\mathbf{h}$,
- un critère de fusion, $C.\mathbf{f}$ indiquant si la fusion d'un couple de régions adjacentes donnera une région homogène pour $C.\mathbf{h}$.

Cette distinction entre l'expertise en segmentation et les algorithmes qui l'utilisent nous à permis d'étendre les capacités de notre système par l'adjonction de deux objets de type choix: un objet C_1 basé sur l'erreur quadratique qui permet d'obtenir les mêmes fonctionnalités que l'algorithme précédent et un objet C_2 permettant de caractériser des régions homogènes au sens de $C_1.\mathbf{h}$, comportant un nombre peu important de pixels dont la couleur est éloignée de la couleur moyenne de la région. Le choix C_2 nous permet donc d'ajouter un critère complémentaire au choix C_1 et de traiter des cas qui ne pouvaient être caractérisés par des critères statistiques tels que l'erreur quadratique.

L'utilisation des objets choix nous permet d'organiser l'architecture du nouveau système selon le schéma de la figure 1. La principale innovation par rapport au système existant consiste en l'adjonction d'une étape d'évaluation automatique. Au cours de cette étape intermédiaire, les régions trivialement mal segmentées sont automatiquement retraitées au moyen de l'algorithme de découpe fusion (parcours 2,3,4,5) utilisant l'ensemble des objets choix fournis au système. Lorsque tous les critères donnés par l'expert humain au système expert sont satisfaits, l'utilisateur est consulté pour proposer ses propres choix (parcours 2,6,7,9,5). Il est aidé dans cette tâche par des propositions du système expert d'évaluation (parcours 8).

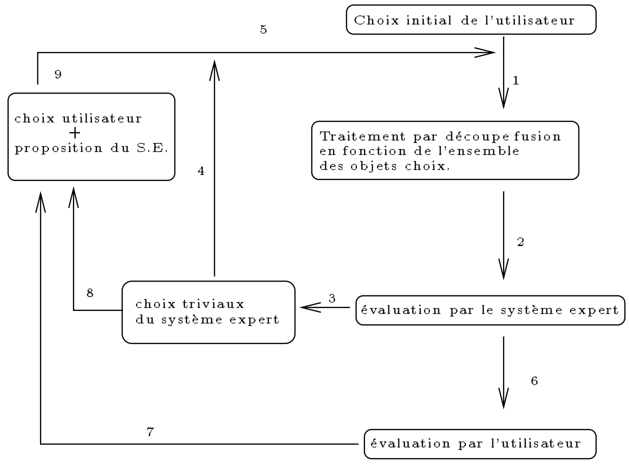

Figure 1: Le schéma fonctionnel de notre système

4 Conclusion

Le système que nous avons présenté est un système de segmentation contrôlé par un système expert. Nous avons extrait du système original les connaissance expertes en segmentation de façon à les rassembler dans les objets choix présentés dans la section 3. L'originalité de cette nouvelle architecture est de permettre à l'expert de modifier facilement la base de connaissances afin d'étendre l'ensemble des types d'images pouvant être traités par le système. Cette nouvelle approche de la segmentation ouvre une problématique jusqu'à présent peu étudiée : la caractérisation, de façon aussi précise que possible, du domaine d'application d'un algorithme de segmentation.

References

[1] L. Brun. *Segmentation d'images couleur à base Topologique*. PhD thesis, Université Bordeaux I, 351 cours de la Libération 33405 Talence, December 1996.

[2] S.L. Horowitz and T. Pavlidis. Picture segmentation by a tree traversal algorithm. *Journal of The Association for Computing Machinery*, 23(2):368–388, April 1976.