

ADCIS S.A.

Une approche alternative en traitement d'image : la représentation par objets

Des images à la représentation par objets

La représentation par objets a été développée en se basant sur les principes de la vision humaine. Le cerveau humain traite les informations de façon hiérarchique (association des points de l'«image») en fonction de leur intensité, de leur couleur, de la texture du voisinage, pour former des objets élémentaires qui seront eux-mêmes associés pour former des objets symboliques tels que le ciel, une table, un fleur, un cheval, un grain de carbure de tungstène. De la même manière, partant d'une image numérique, qui est un ensemble de pixels sans relation a priori entre eux (à l'exception de leur connexité), nous nous proposons de réduire l'information à un ensemble d'objets de base d'une représentation symbolique intermédiaire. Ces objets, par association et classification, permettront d'atteindre les objets symboliques. La représentation symbolique intermédiaire que nous nous proposons d'utiliser est constituée des objets suivants dont la définition est donnée par les attributs qui leur sont associés :

- Points de contour (Figure 1 c) : amplitude et orientation (vecteur associé à une détection - par exemple, le gradient), position.
- Chaînes (Figure 1 d) : nombre de points et position des points la constituant, attribut indiquant si la chaîne est ouverte, etc.
- Segments de droite (Figure 1 e) : position, longueur, angle, intensité, contraste, dispersion, etc.
- Polygones et Rectangles : surface, position, points de contour, etc.
- Régions : tous les paramètres de forme, les statistiques sur les valeurs d'intensité, etc.

L'extraction des objets définis ci-dessus implique une sélection des pixels pertinents. Cette étape est similaire à la segmentation d'image classique ; les mêmes outils de traitement sont donc utilisés pour extraire les objets. Par exemple, le seuillage permet d'extraire des zones ou régions de l'image tandis que les opérateurs de détection de contour (Figure 1 b et c) associés à un seuillage permettent d'extraire des points de contour.

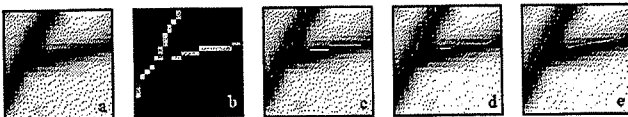


Figure 1 : a) image originale, b) image de détection de cols, c) image originale et les vecteurs associés aux points de col en superposition, d) image originale et les chaînes de points de col en superposition, e) image originale et les segments de droite les mieux ajustés aux chaînes en superposition.

Traitement des objets et interprétation d'image

La première étape de segmentation, qui consiste à extraire des objets de l'image, est équivalente à la phase de segmentation classique, comme nous l'avons indiqué précédemment. Celle-ci est, dans certains cas, mal adaptée voire insuffisante pour résoudre totalement le problème de la segmentation. En fait, la représentation sous forme d'image permet de ne traiter que l'information d'intensité via la notion de connexité ; la plupart des informations contenues par l'image est cependant accessible depuis cette représentation, mais les méthodes à mettre en oeuvre pour cela peuvent ne pas être les plus directes. Par exemple, la segmentation de deux fibres d'épaisseur variable qui se coupent n'est pas triviale à l'aide des outils classiques de segmentation alors que le chaînage de points dont les vecteurs associés (orientation locale de la fibre) sont similaires permet de le faire sans grande difficulté (Figure 1 c et d).

La représentation symbolique intermédiaire va apporter une alternative au traitement classique d'image grâce à des règles de fusion et de division d'objets qui lui sont adaptées. Deux familles de règles existent : les règles de conversion et les règles de fusion/division.

La première famille comprend les outils de conversion d'objets d'un type en un autre type (Figure 2). Le premier outil de conversion est le chaînage de points. Les règles de cette conversion sont appliquées à la taille du voisinage pris en compte, à l'amplitude (seuillage) et à l'orientation (la propagation du chaînage est effectuée dans un cône dont l'orientation est la médiane) du vecteur associé au point (par exemple, le vecteur du gradient pour une détection de contour). La Figure 3 présente schématiquement les règles de chaînage.

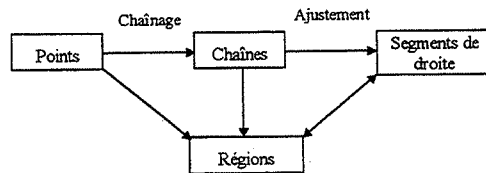


Figure 2 : conversion d'objets d'un type en un autre type.

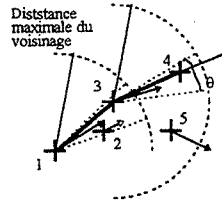


Figure 3 : Description schématique du chaînage de points. Les points 2 et 3 appartiennent au voisinage du point 1, mais le point 2 a une amplitude trop faible pour être retenu. Les points 4 et 5 appartiennent au voisinage de 3, mais seul le vecteur du point 4 a une orientation appartenant au cône de tolérance θ .

Lorsque les chaînes de points sont formées, plusieurs cas de figure peuvent être rencontrés :

- 1) les chaînes correspondent à des contours,
- 2) les chaînes correspondent à des objets filaires (par exemple des fibres).

Dans le premier cas, les objets sont filtrés selon la valeur de l'attribut de fermeture des chaînes - seules les chaînes fermées sont retenues - et ensuite convertis en objets de type région.

Dans le second cas, si les objets sont bien représentés par les chaînes, leur analyse peut directement être effectuée, sinon les chaînes pourront être converties en segments de droite (Figure 1 e) dont la représentation correspond mieux aux objets rectilignes.

La seconde famille de règles s'applique principalement aux objets de type région. Les règles de base sont la division d'objets selon un critère de connexité et la division d'objets selon un critère statistique sur l'un des attributs des objets. Un exemple de ce type de traitement est présenté dans la Figure 4.

Par ailleurs, quelques outils de traitement tels que les opérations géométriques, l'érosion, la dilatation, le bouchage de trous (Figure 4) sont applicables aux objets de type région.

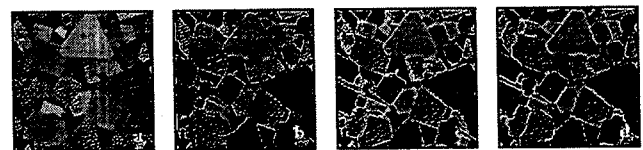


Figure 4 : a) image de cermets WC-9.5wt% Co obtenue au MEB en électrons secondaires composition, b) contours des objets (de type région) obtenus par seuillage automatique (maximisation du contraste), c) division des objets selon un critère statistique appliqué aux intensités, d) filtrages des objets sur des critères de taille et de compacité, puis épaissement conditionnel des objets dans l'ensemble d'objets obtenu par seuillage (b).

Ces objets, auxquels sont associés des attributs, peuvent être filtrés en fonction des valeurs de leurs attributs (Figure 4 d), ce qui permet la classification des objets ou l'interprétation du contenu de des images.

Cette représentation a pour avantage d'être basée sur une base de données, ce qui permet d'effectuer le traitement et l'analyse dans un même représentation.

Conclusion

La représentation par objets et les règles qui lui sont associées apportent des outils de segmentation complémentaires aux outils classiques et repoussent ainsi les limites du traitement d'images par ordinateur. Plus encore, cette représentation est parfaitement adaptée à l'analyse et à l'interprétation puisqu'elle est conçue comme une base de données d'objets auxquels sont associés leurs représentations spatiales et leurs attributs. Ainsi, les outils classiques de traitement de base de données sont exploités pour le filtrage et la classification des objets.

* Tous les traitements d'image présentés ici ont été réalisés à l'aide du logiciel APHELION.