



**EXTRACTION ET CODAGE DE CONTOURS D'IMAGES BINAIRES  
PAR ANALYSE DE VOISINAGE 3x3 EN ARCHITECTURE PARALLELE**

**Christophe CUDEL, Bertrand VIGOUROUX**

Laboratoire de Traitement d'Image  
Université de Reims Champagne Ardenne  
Institut Universitaire de Technologie de Troyes  
BP 396  
10026 TROYES CEDEX

**RÉSUMÉ**

Le problème de l'extraction et du codage des contours d'une image binaire a trouvé de nombreuses solutions de type séquentiel. Nous proposons ici une parallélisation de la solution, mettant en oeuvre une analyse du voisinage 3x3 de chaque pixel. La méthode est testée sur un réseau de neuf transputers de la famille T800.

**ABSTRACT**

The problem of extracting and coding the contours of a binary image has got many solutions of sequential type. We propose here a parallelisation of the solution, through an analysis of the 3x3 neighborhood of each pixel. The method is implemented on a transputer network using nine T800 processors.

**1. INTRODUCTION <sup>1</sup>**

Une image binaire est composée de pixels de fond et de pixels d'objet, dont la frontière est constituée de pixels de contours. L'extraction des contours, et leur codage par la méthode de Freeman, s'opèrent généralement de façon séquentielle, selon divers algorithmes (1) dont une synthèse est présentée dans la référence (2). Ces opérations pouvant s'avérer extrêmement coûteuses en temps de calcul, il est naturel de tenter leur parallélisation, pour réduire les durées de traitement (3). Notre communication propose l'implémentation en parallèle, sur un réseau de transputers, d'une méthode d'extraction et de codage des pixels de contours, par analyse de voisinage 3x3. Elle est limitée aux objets ne présentant ni croisement de contours, ni barbules de longueur supérieure à un pixel. Pour éliminer les problèmes de bords d'image,

tout pixel de bord est considéré comme un pixel de fond.

**2. CODAGE DES PIXELS DE CONTOUR**

L'image binaire est une matrice à deux dimensions dont chaque élément (ou pixel) est à valeur booléenne, la valeur *vrai* codant un pixel d'objet, et la valeur *faux* un pixel de fond. Un pixel d'objet est pixel de contour s'il possède au moins un voisin d'ordre 4 (c'est-à-dire est, nord, ouest ou sud) qui soit pixel de fond.

Le nombre de combinaisons offertes autour d'un pixel de contour sur une image binaire, en connexité 8, est de 256. Pour coder le voisinage d'un pixel de contour, les 8 pixels du voisinage 3x3 sont déroulés pour former un octet. Si le voisinage répond aux conditions du paragraphe 1 (ni croisements, ni barbules), l'octet qui lui est attribué peut être mis en correspondance, à l'aide d'un dictionnaire (tableau monodimensionnel), avec le code de Freeman du pixel central. Ce code correspond au pixel suivant du contour, en parcourant le voisinage 3x3 dans le sens

<sup>1</sup> Ce travail s'inscrit dans le cadre des Groupes de Travail 2 (Modèles, Traitements et Analyse de l'Image) et 6 (Architecture pour le Signal et l'Image) du Groupe de Recherche 134 du CNRS (Traitement du Signal et des Images).



inverse des aiguilles d'une montre. Pour l'exemple de la figure 1, l'octet sera mis en correspondance avec le code 5 de Freeman.

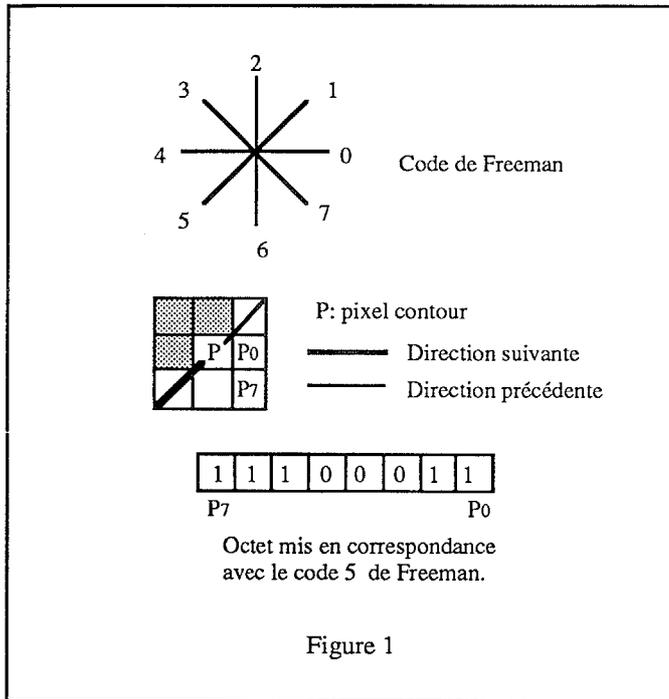


Figure 1

Pour créer les chaînes F de codes de Freeman, l'image est balayée jusqu'à la rencontre d'un pixel codé. Le contour est alors suivi dans la direction indiquée par le code.

### 3. PARALLELISATION

Le codage des pixels de contour se prête bien à une parallélisation par partage de données, puisqu'il s'agit de réaliser la même opération sur tous les pixels de l'image. La figure 2 présente l'algorithme parallélisé, à l'aide d'un formalisme *flot de données*.

L'unique flot d'entrée de l'algorithme est de type image: l'algorithme consomme en entrée des images successives, tous les pixels de chaque image étant disponibles simultanément. L'unique flot de sortie de l'algorithme est un tableau d'entiers obtenu par concaténation des tableaux codant les chaînes de Freeman.

Le sommet **Explode** éclate l'image en pixels pxy pour exprimer un parallélisme maximum: à chaque pixel correspond un sous-graphe comprenant deux sommets. Chaque pixel conditionne l'exécution des

sommets **OP1** (qui extrait les huit pixels voisins) et **OP2** (qui code le pixel de contour à l'aide du dictionnaire). Le sommet **Implode** récupère tous les codes pour les rassembler dans le tableau d'entiers "tabcode". Le sommet **OP3** balaie "tabcode" pour créer les chaînes de Freeman.

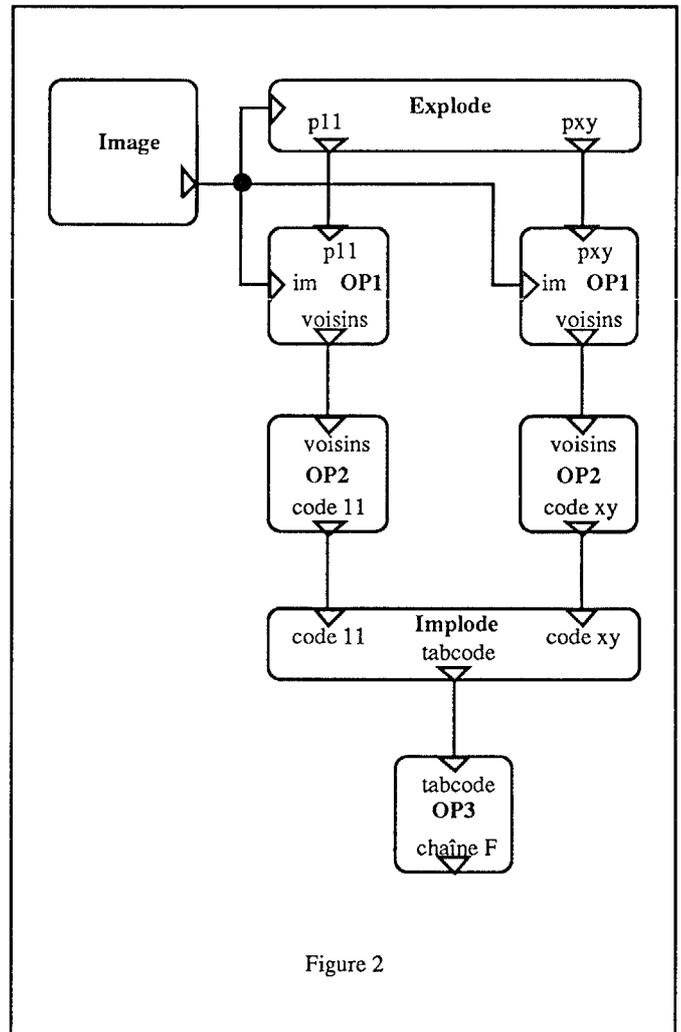


Figure 2

### 4. IMPLEMENTATION

L'algorithme est implémenté sur un réseau de neuf transputers INMOS de la famille T800 (figure 3). Bien évidemment, le parallélisme maximal décrit au paragraphe 3 (sommets "explode" du graphe de la figure 2) n'a pu être intégralement réalisé. Il faut se contenter de diviser l'image en huit blocs, répartis sur les transputers T1 à T8 pour réaliser le codage des pixels de contour. Les codes obtenus sont ramenés vers T0 pour créer les chaînes de Freeman. Le



programme est écrit en langage Occam.

édité par CESTA, p. 425-430.

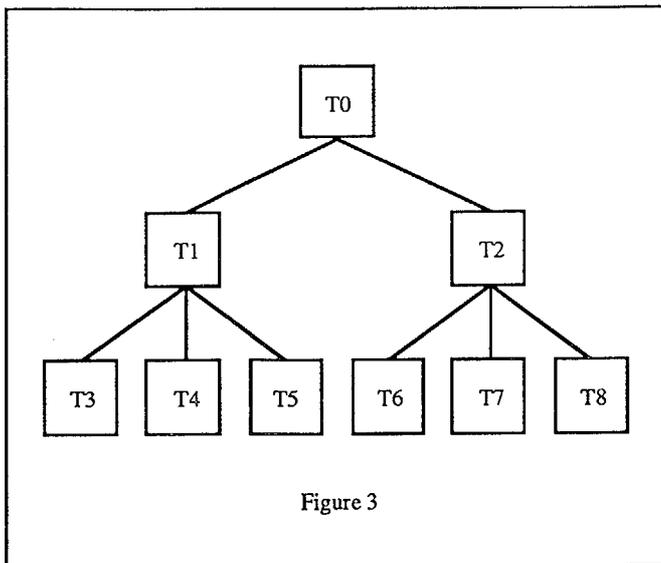


Figure 3

## 5. RESULTATS

Les temps de calcul nécessaires à l'extraction et au codage des contours de l'image présentée sur la figure 4 sont les suivants: (i) 10 s en implantant séquentiellement l'algorithme sur un PC 386; (ii) 930 ms en utilisant uniquement le transputer T0 de la figure 3; (iii) 245 ms avec le réseau complet des neuf transputers de la figure 3.

## REFERENCES

(1) I. SOBEL: *Neighborhood coding of binary images for fast contour following and general binary array processing*, Computer Graphics and Images Processing, 1978, vol. 8, p. 127-135.

(2) Vincent BOMBARDIER: *Codage en chaîne par suivi de contours en segmentation d'images binaires. Apport d'un opérateur flou pour une extension aux images monochromes*, Thèse de Doctorat de l'Université de Nancy I, en Automatique (1991).

(3) P. GALLINARI, M. MILGRAM: *Un algorithme de suivi de contours et sa parallélisation*, Actes du Deuxième Colloque Image, Nice (21-25 avril 1986),

