Université Louis Pasteur | **Session de Janvier 2002**
École Doctorale SPI | **DEA d'Informatique**

Géométrie et Morphologie en Traitement d'Images

Durée : 3 heures
Responsable : Prof. Christian RONSE
Tous documents autorisés
Téléphones portables éteints !

Justifiez soigneusement vos réponses !

(1) Points simples *(3 points)*

Soit F une figure dans $\mathbb{Z}^2$ et B le fond ($B = \mathbb{Z}^2 \setminus F$). Pour un point de F, on considère la configuration des pixels de la figure (marqués 1) et du fond (marqués 0) dans le 8-voisinage de ce point. On a les deux configurations (a) et (b) illustrées ci-dessous :

$$\begin{array}{ccc} \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathit{0} \\ \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathit{0} \\ \mathit{0} & \mathit{0} & \mathbf{1} \\ & (a) & \end{array} \qquad\qquad \begin{array}{ccc} \mathbf{1} & \mathit{0} & \mathit{0} \\ \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathit{0} \\ \mathit{0} & \mathbf{1} & \mathbf{1} \\ & (b) & \end{array}$$

On a les deux cas :

(4) la 4-adjacence sur la figure et la 8-adjacence sur le fond ;

(8) la 8-adjacence sur la figure et la 4-adjacence sur le fond.

Pour chacune des 2 configurations (a) et (b) et dans chacun des 2 cas (4) et (8) :

(i) Donner le nombre de Yokoi du point central de la configuration.

(ii) Déterminer si ce point est simple.

(iii) Si ce point n'est pas simple, quantifier ce qui peut se passer au niveau des composantes connexes de la figure et du fond, et illustrer chaque possibilité par un dessin.

(2) Trou dans un trou *(6 points)*

Soit F une figure dans une grille rectangulaire G, et soit $B = G \setminus F$ le fond. On suppose que le pourtour de G (formé des premières et dernières lignes et colonnes) est inclus dans le fond B. On considère la k-connexité sur F et la k'-connexité sur B (où $\{k, k'\} = \{4, 8\}$). Un *trou* dans F est une composante k'-connexe de B qui est entourée par une composante k-connexe de F (donc, qui ne touche pas le pourtour de la grille). Donner une méthode qui extrait de F les "trous dans les trous", c.à.d. la réunion des composantes k-connexes de F qui sont entourées par des trous. Cette opération est illustrée sur la figure ci-jointe.

Cette méthode (à décrire comme un algorithme informel en français, pas en pseudo-code) doit avoir une complexité (en temps de calcul) linéaire en le nombre de pixels de la grille G. NB. On peut y invoquer le "seed-fill" (reconstruction de composantes connexes marquées), le suivi d'arêtes, etc.

(3) Ouverture, fermeture et reconstruction *(5 points)*

Soit Q l'élément structurant constitué de l'origine et de ses 4 voisins horizontaux et verticaux :

$$\begin{array}{ccc} & \bullet & \\ \bullet & o & \bullet \\ & \bullet & \end{array}$$

Soient $\gamma_Q : X \to X \circ Q$ l'ouverture par Q, $\varphi_Q : X \to X \bullet Q$ la fermeture par Q, γ_Q^R l'ouverture par reconstruction par Q (transformant X en la reconstruction géodésique par dilation dans le masque X à partir du marqueur $X \circ Q$), et φ_Q^R la fermeture par reconstruction par Q (dual du précédent, opérant sur le complémentaire X^c l'ouverture par reconstruction par Q).

Donner $\varphi_Q\big(\gamma_Q(F)\big)$ et $\varphi_Q^R\big(\gamma_Q^R(F)\big)$ pour la figure F illustrée ci-dessous (points de F marqués 1) :

$$\begin{array}{ccccccc}
\mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} \\
\mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathit{0} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} \\
\mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathit{0} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} \\
\mathbf{1} & \mathit{0} & \mathit{0} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} \\
\mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} \\
\mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} \\
\mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} \\
\mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathit{0} & \mathit{0} & \mathit{0} & \mathbf{1} & \mathbf{1} \\
\mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathit{0} & \mathit{0} & \mathit{0} & \mathbf{1} & \mathbf{1} \\
\mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathit{0} & \mathit{0} & \mathit{0} & \mathbf{1} & \mathbf{1} \\
\mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} \\
\mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1}
\end{array}$$

Que peut-on dire sur la différence de comportement entre $\varphi_Q\gamma_Q$ et $\varphi_Q^R\gamma_Q^R$?

(4) Imagerie médicale *(9 points)*

Les images (2D) obtenues par échographie ont un fort bruit spéculaire, prenant la forme de très petites taches claires ou sombres. Sur des images échographiques du sein, un médecin peut voir des adénomes (tumeurs non cancéreuses) ; ceux-ci apparaissent comme des taches (beaucoup plus grandes que celles du bruit) dont le niveau de gris moyen est différent (plus clair ou plus sombre) que celui du tissu environnant. Donner vos idées en vue d'une méthode pour segmenter de telles images, c.à.d. extraire les adénomes du tissus environnant, dans les deux variantes suivantes :

— Le médecin peut sélectionner manuellement au moyen d'une souris des points ou des régions dans une image affichée sur l'écran.

— La segmentation doit être automatique.