Université Louis Pasteur — **Session de Janvier 2005**
École Doctorale SPI — **DEA d'Informatique**

Géométrie et Morphologie en Traitement d'Images

Durée : 3 heures
Responsable : Prof. Christian RONSE
Documents et calculettes autorisés
Téléphones portables éteints !

Justifiez soigneusement vos réponses !

NB. *Toutes les figures et images, et tous les éléments structurants sont discrets et à 2 dimensions, c.à.d. dans* $\mathbb{Z}^2$.

(1) Topologie

On considère les images binaires sur une grille rectangulaire, telles que tous les pixels sur le pourtour de la grille sont dans le fond (c.à.d. de valeur 0). Donner un algorithme à base de files qui, à partir d'une telle image, va générer une nouvelle image sur cette grille, où chaque pixel aura une valeur entière égale à la profondeur de sa composante connexe dans l'arborescence des composantes k-connexes de la figure et k'-connexes du fond ($\{k, k'\} = \{4, 8\}$, la valeur de k étant choisie au lancement de l'algorithme). Ainsi les pixels de la composante k'-connexe du fond comprenant le pourtour de la grille prendront la valeur 0, ceux des composantes k-connexes de la figure adjacentes à celle-ci prendront la valeur 1, ceux des trous k'-connexes adjacents à ces composantes prendront la valeur 2, etc.

(2) Reconstruction géodésique

Rappel: Etant données une figure *masque* S et une figure *marqueur* R contenant S ($S \subseteq R$), la *reconstruction géodésique par érosion du marqueur* R *sur le masque* S est l'ensemble $rec_{\ominus}(S, R)$ défini comme l'intersection de la suite décroissante R_n ($n \in \mathbb{N}$) donnée par:

$$R_0 = R \qquad \text{et} \qquad \forall n \in \mathbb{N}, \quad R_{n+1} = (R_n \ominus B) \cup S \ ,$$

où B est l'élément structurant formé de l'origine et de ses voisins. Alternativement, on a $rec_{\ominus}(S, R) = \left[rec_{\oplus}(S^c, R^c)\right]^c$, c.à.d. que $rec_{\ominus}(S, R)$ est obtenu comme suit:

(i) On prend le marqueur complémentaire R^c et le masque complémentaire S^c ;

(ii) On fait la reconstruction géodésique par dilatation du marqueur R^c dans le masque S^c, qui donne l'union des composantes connexes de S^c intersectant R^c.

(iii) On prend le complémentaire de cette reconstruction par dilatation.

Sur la figure ci-jointe, le masque S est hachuré, la différence $R \setminus S$ est en gris, et le reste R^c est en blanc. Les diverses composantes connexes de S, $R \setminus S$ et R^c sont numérotées de 0 à 13. Indiquer lesquelles se retrouveront dans la reconstruction $rec_{\ominus}(S, R)$.

NB. Vu qu'il n'y a pas de parties étroites, il n'y a aucune différence entre la 4- et la 8-connexité dans cette image.

(3) Lissage et maxima régionaux

Dans une image à niveaux de gris, un *maximum régional* est un ensemble connexe de pixels à niveau de gris constant, tel que tous les pixels extérieurs qui lui sont adjacents ont des niveaux de gris strictement inférieurs.

Montrer concrètement qu'avec un lissage linéaire utilisant un masque $n \times n$ ($n > 1$) à coefficients constants (tous égaux à $1/n^2$), il est possible de créer un nouveau maximum régional entre deux maxima régionaux.

(4) Filtrage

Décrire des filtres pour images à niveaux de gris, qui enlèvent le bruit poivre et sel, préservent les arêtes "marche", et ne déforment ni les coins ni les contours courbes des objets.

(5) Imagerie médicale

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.