Université de Strasbourg | UFR de Mathématiques et Informatique
Master ISI, 1ère année | Examens de mai 2011

Traitement d'Images

Responsables : Etienne Baudrier, Christian Ronse, Philippe Foucher

Durée : 2 heures

Consigne

- Rendre une copie pour chacune des 3 parties.
- Autorisés : notes de cours, TDs et TPs, polycopiés des enseignants, calculettes *non* graphiques.
- Téléphones, ordinateurs, calculettes graphiques et autres appareils électroniques éteints et dans un sac fermé.

1 Filtres et morphologie (Etienne Baudrier)

1.1 Filtrage

On a une image à niveaux de gris qui a subi des dommages par rayures. Celles-ci prennent la forme de barres horizontales ou verticales très claires ou très sombres épaisses de deux pixels. Deux barres parallèles sont distantes d'au moins trois pixels.
Discutez de l'utilité des filtres linéaires et du filtre médian pour éliminer ces rayures en précisant bien la taille et les coefficients du masque pour un filtre linéaire, la taille et la forme de la fenêtre pour un filtre médian.

1.2 Morphologie mathématique

Soit $E = \mathbb{Z}^2$, le plan discret. Soit A, B, C, D quatre éléments structurant formés de deux pixel 8-adjacents suivant les quatre directions fondamentales :

A B C D

Soit l'opérateur $\theta : \mathcal{P}(E) \to \mathcal{P}(E)$ qui est l'union des ouvertures par A, B, C, D :

$$\theta(X) = (X \circ A) \cup (X \circ B) \cup (X \circ C) \cup (X \circ D),$$

1. θ supprime-t-il ou ajoute-t-il des pixels ? Justifier la réponse
2. Quelles sont la ou les propriétés qui caractérisent les pixels modifiés par θ ?
3. À l'aide de la transformée en tout-ou-rien, définir un opérateur ϕ qui détecte les points terminaux d'un squelette (vous pouvez vous inspirez de θ mais ce n'est pas nécessaire)

2 Squelettisation, contrastes et filtres linéaires (Christian Ronse)

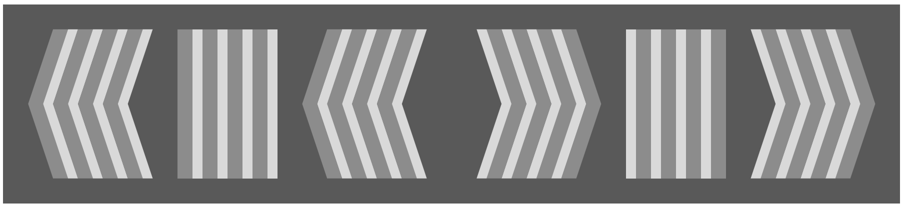
2.1 Squelettisation

On considère les figures dans $\mathbb{Z}^2$ avec la 8-connexité sur la figure et la 4-connexité sur le fond. Soit F une figure et K une partie de F, telle que tout pixel p de K soit simple pour F (nombre de Yokoi = 1), et telle que deux pixels distincts quelconques p et q de K ne soient pas 8-adjacents.
Questions : Que se passera-t-il pour la topologie de F si on en enlève successivement les pixels de K ? Peut-on enlever l'ensemble K de la figure F ?

2.2 Histogramme et lissage

On suppose l'échelle de niveaux de gris $\{0, \ldots, 255\}$. On a une image à niveaux de gris I avec des objets finement striés et un fond.

– Le fond comprend 50% des pixels de l'image, avec des niveaux de gris entre 70 et 110.
– Les stries sombres des objets comprennent 30% des pixels de l'image, avec des niveaux de gris entre 130 et 150.
– Les stries claires des objets comprennent 20% des pixels de l'image, avec des niveaux de gris entre 180 et 225.



(Donc les stries sombres sont en général un peu plus épaisses que les stries claires). On construit les 4 images suivantes :

1. On applique à l'image de départ I l'égalisation d'histogramme, obtenant l'image égalisée I_E.
2. On applique à l'image de départ I un lissage linéaire avec une fenêtre au moins 4 fois plus large et haute que l'épaisseur des stries et avec des coefficients constants, obtenant l'image lissée I_L.
3. On applique à l'image égalisée I_E le même lissage linéaire que ci-dessus, obtenant l'image égalisée-lissée I_{EL}.
4. On applique à l'image lissée I_L l'égalisation d'histogramme, obtenant l'image lissée-égalisée I_{LE}.

Questions : Donner pour l'image égalisée I_E les intervalles des niveaux de gris (a) du fond, (b) des stries sombres et (c) claires des objets. Donner pour chacune des images lissée I_L, égalisée-lissée I_{EL} et lissée-égalisée I_{LE} les intervalles des niveaux de gris (d) du fond et (e) des objets, en négligeant les frontières et transitions entre les objets et le fond.

3 Détection de signalisation verticale (Philippe Foucher)

3.1 Classification des panneaux

On souhaite détecter la signalisation verticale d'interdiction (panneaux circulaires à couronne rouge) dans des images en couleurs de taille 1920×1080. On utilise un algorithme en trois étapes :

1. Classification des pixels en deux classes « Rouge » et « non rouge » en se basant sur les valeurs des composantes colorimétriques.
2. Filtrage des composantes connexes formées par les pixels classés « Rouge » selon des critères de taille et de rectangularité.
3. Application de la Transformée en Symétrie Radiale pour vérifier que les objets sélectionnés sont circulaires

Questions : Quel est le principal inconvénient de ce genre d'algorithme dit en « arbre ». Quelle est la différence entre la transformée en symétrie radiale et la transformée de Hough circulaire.

3.2 Evaluation

On souhaite déterminer de manière empirique le seuil d'accumulation au-delà duquel on considère que l'objet est circulaire. Pour cela, on dispose d'un jeu de 1000 images avec 200 panneaux répertoriés. Deux variantes de la transformée en symétrie radiale sont testées. Les résultats sont présentés dans le tableau 1.

	Variante 1		Variante 2	
Seuil de symétrie	VP	FP	VP	FP
10	198	600	198	600
20	194	120	192	150
30	184	70	180	100
40	180	60	172	80
50	172	50	158	70
60	160	40	144	50
70	140	18	130	30
80	110	6	100	4

TABLE 1 – Nombre de vrais positifs (VP) et de faux positifs (FP) en fonction du seuil de symétrie sur un ensemble $N = 200$ panneaux dans $N_{Total} = 1000$ images.

Questions : A partir des résultats du tableau 1, calculer et tracer les courbes COR. Quelle variante apparaît la plus efficace pour détecter les panneaux de signalisation, justifier. Déterminer la valeur seuil qui offre le meilleur compromis entre vrais positifs et faux positifs.