INFO911 — Interrogation rapide 2

Corrigé /20

Traitement et analyse d'image — Parties 4c, 4d et 5a à 5c

Barème sur 20 points.

---

1. Filtrage fréquentiel — 4 points

a. Comment réaliser un flou dans le domaine fréquentiel ? Décrivez les étapes pour passer de l'image d'origine à l'image floutée, et indiquez quelles fréquences il faut atténuer et pourquoi.

On calcule la TFD 2D, on multiplie le spectre par un filtre passe-bas, puis on applique la TFD inverse.

On atténue les hautes fréquences, qui correspondent aux variations spatiales rapides.

b. Quelle opération dans le domaine spatial correspond à cette multiplication dans le domaine fréquentiel ? Donnez un exemple de noyau spatial qui produit un flou.

Une convolution (circulaire avec la TFD sans prolongement) par le noyau associé au filtre.

Par exemple, une convolution par un noyau gaussien normalisé.

2. Morphologie binaire — 6 points

La ligne A représente l'image binaire. Les pixels hors tableau valent 0. L'élément structurant $B = \{-1, 0, 1\}$ est représenté ci-contre, avec son centre souligné 1 **1** 1.

a. Complétez les deux dernières lignes par des 0 ou des 1.

Indice x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0
$A \ominus B$	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
$A \oplus B$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1

b. Donnez l'ordre des opérations pour l'ouverture et la fermeture, puis calculez les deux ensembles. Quel pixel de A disparaît à l'ouverture ? Quel pixel est ajouté par la fermeture ?

Ouverture $= (A \ominus B) \oplus B = \{1, 2, 3, 5, 6, 7\}$. Le pixel 11 disparaît.

Fermeture $= (A \oplus B) \ominus B = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11\}$. Le pixel 4 est ajouté.

3. Segmentation par croissance de région — 5 points

Les pixels 1 à 7 d'une ligne ont pour intensités $20, 21, 20, 35, 20, 22, 19$. On part du germe 2. On ajoute de proche en proche les voisins immédiats dont l'intensité diffère d'au plus 2 de celle du germe, qui reste la référence.

a. Donnez les indices de la région finale. Pourquoi le pixel 5 en est-il exclu ?

La région est $\{1, 2, 3\}$. Le pixel 4 bloque le chemin vers 5, pourtant admissible.

b. À la frontière droite de cette région, entre quels pixels observe-t-on le saut d'intensité ? Donnez son amplitude et expliquez en quoi ce saut illustre la dualité région homogène / contour.

Entre 3 et 4, le saut vaut 15, contre un écart d'au plus 1 entre voisins dans la région.

La faible variation intérieure et le fort saut à la frontière donnent deux indices de segmentation.

4. Contours et ligne de partage des eaux — 5 points

a. Dans Canny, après suppression des non-maxima, les seuls pixels candidats forment deux chaînes disjointes de réponses $(12, 7, 6)$ et $(8, 6)$. Avec les seuils bas 5 et haut 10, quelles réponses l'hystérésis conserve-t-elle ? Justifiez.

On conserve $12, 7, 6$ dans la première chaîne. Les réponses faibles y sont reliées au pixel fort 12.

La seconde chaîne ne contient aucun pixel fort.

b. On applique un watershed en 4-connexité à la norme du gradient ci-dessous. Elle vaut $+\infty$ hors image. L'aire d'un minimum est le nombre de pixels de son plateau. Seuls les minima d'aire au moins égale au seuil amorcent un bassin. Entourez les pixels qui séparent deux bassins.

Aire minimale 0

2	2	⑥	4	⑨	2	1
2	2	⑦	4	⑧	1	1
2	3	⑥	5	⑨	1	1

Aire minimale 4

2	2	6	4	⑨	2	1
2	2	7	4	⑧	1	1
2	3	6	5	⑨	1	1

Au seuil 4, le minimum à 4 (2 pixels) est écarté. Le bassin de gauche franchit la première crête dès le niveau 6. La seconde crête (8 et 9) reste la frontière.