Université de Strasbourg
UFR de Mathématique et Informatique

Session de Mai-Juin 2009
M1 d'Informatique

Traitement d'Images

Durée : 2 heures
Responsable : Prof. Christian RONSE
Documents et calculettes non-graphiques autorisés
ordinateurs, téléphones et autres moyens de communication interdits

Justifiez soigneusement vos réponses !

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

(1) Couleurs et égalisation d'histogramme

On a une image I en couleurs RVB définie sur une grille rectangulaire S. Tous les pixels de I ont la même teinte et la même saturation ; en d'autres termes, il existe un vecteur (r, v, b) à coordonnées entières non-négatives tel que pour chaque pixel p de l'image, le vecteur des composantes rouge, verte et bleue de la couleur de p est proportionnel à (r, v, b) ; mathématiquement parlant,

$$\forall p \in S,\ \exists n_p \in \mathbb{N}, \quad I(p) = \big(r \cdot n_p, v \cdot n_p, b \cdot n_p\big) \ .$$

On construit les trois images à niveaux de gris I_r, I_v et I_b qui sont respectivement les composantes rouge, verte et bleue de I.

Q1. Que peut-on dire des histogrammes de I_r, I_v et I_b ?

On applique une égalisation d'histogramme à chacune des images I_r, I_v et I_b, ce qui donne trois images égalisées J_r, J_v et J_b.

Q2. Que peut-on dire des histogrammes de J_r, J_v et J_b ?

On construit l'image en couleurs J dont les composantes rouge, verte et bleue sont respectivement J_r, J_v et J_b.

Q3. Quelle est la particularité de cette image J ?

(2) Erosion d'images label

Une *image label* associe à tout pixel un *label*, c.-à-d. une étiquette qui ne représente pas une intensité lumineuse, mais une classe sémantique (p.ex. en télédétection : "zone urbaine", "végétation", "rivière", etc.). On code chaque label avec un octet, donc un entier entre 0 et 255, grâce à une table de labels. On adopte la convention que les valeurs 1 à 254 codent chacune un vrai label, tandis que 0 correspond à l'absence de label (pixel non affecté à une classe), et que 255 sert à gérer les éventuels conflits (chevauchement de classes) qui pourraient survenir au cours des traitements.

On suppose une image label I définie sur l'espace $E = \mathbb{Z}^2$ de pixels, avec valeurs de labels de 0 à 254 (donc sans le conflit 255). Pour toute valeur de label $t = 1, \ldots, 254$, soit

$$I_t \stackrel{def}{=} \{p \in E \mid I(p) = t\}$$

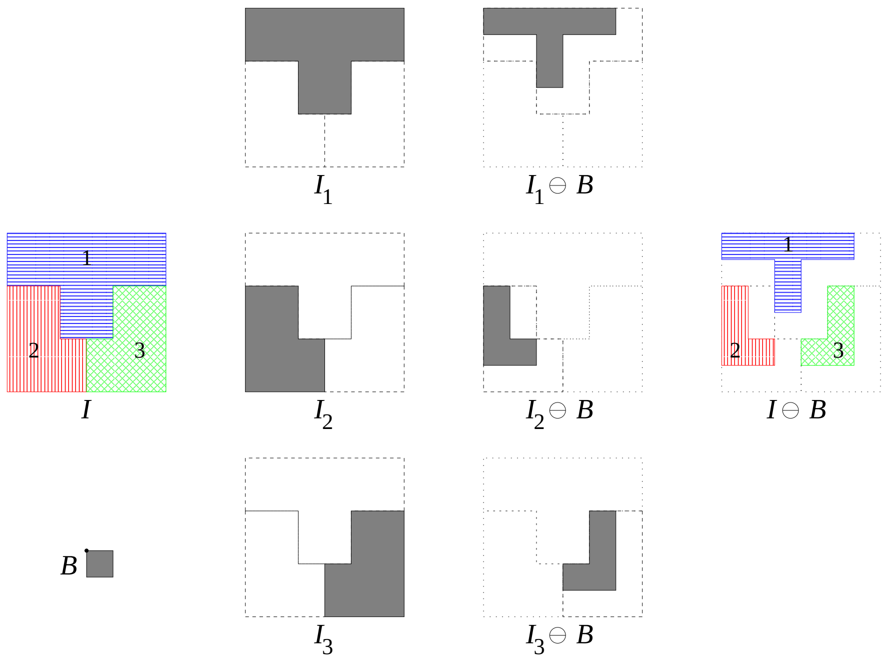
l'ensemble des pixels ayant le label t. On peut considérer I comme une fonction associant à chaque $t = 1, \ldots, 254$ la figure binaire I_t.

Q1. Comment retrouver les pixels de valeur 0 (non affectés à un label) à partir de $I_1, \ldots, I_{254}$?

Pour éroder I par un élément structurant B *non vide*, pour chaque $t = 1, \ldots, 254$, on érode la figure I_t par B, ce qui donnera la figure $(I \ominus B)_t$ formée des pixels ayant le label t dans l'image érodée $I \ominus B$:

$$\forall t = 1, \ldots, 254, \quad (I \ominus B)_t \stackrel{def}{=} I_t \ominus B \ .$$

Nous illustrons cette définition ci-dessous pour une image avec 3 labels numérotés $1, 2, 3$ et représentés chacun par une hachure, tandis que les zones blanches ont la valeur 0 (pas de label) :



Q2. Peut-on avoir un conflit de labels dans $I \ominus B$, en d'autres termes, pour $1 \leq s < t \leq 254$, peut-on avoir $(I \ominus B)_s \cap (I \ominus B)_t \neq \emptyset$?

Q3. On suppose que I est de support borné, c.-à-d. $\{p \in E \mid I(p) \neq 0\}$ est une partie bornée de E. Que cela veut-il dire pour $I_1, \ldots, I_{254}$? Sachant que B est non-vide, $I \ominus B$ sera-t-elle aussi de support borné ?

Q4. Plutôt que d'éroder les 254 figures binaires I_t, on souhaite calculer $I \ominus B$ directement à partir de I, à la manière des filtres spatiaux vus en cours : à tout pixel p (pris indépendamment) on associe une fenêtre $W(p)$ et une fonction de "calcul" *calc* sur les valeurs des pixels de $W(p)$, de sorte à obtenir la valeur de $I \ominus B$ en p:

$$\forall p \in E, \quad (I \ominus B)(p) = calc\big(I(q) \mid q \in W(p)\big) \ .$$

Déterminer la fenêtre $W(p)$ et le "calcul" *calc*.

Indication : Utiliser la formule

$$X \ominus B = \{p \in E \mid B_p \subseteq X\} \ .$$

(3) Filtre de Kramer et Bruckner

On a une image *ternaire* définie sur une grille rectangulaire, où les valeurs des pixels sont 0, 1 ou 2. Décrire précisément la valeur que donnera le filtre de Kramer et Bruckner en un pixel, en fonction des niveaux de gris du pixel et de ses voisins dans sa fenêtre. Que restera-t-il dans l'image si on répète l'application du filtre ?