FORMES DERIVATIVES

L'objectif de cette partie est d'implémenter des formes dérivatives dans une optique de détection (building.jpg et euro.jpg) ou de rehaussement de contours (moon.bmp).

1. Dérivées premières

Les filtres de Sobel ou de Prewitt sont souvent mis en oeuvre dans des applications de détection de contours. Il s'implémentent de manière très simple à l'aide de filtres discrets convolutifs 3×3 qui permettent d'estimer respectivement les dérivées horizontale et verticale.

D'autres filtres souvent utilisés en raison de leur paramètre d'échelle s'obtiennent à partir des dérivées premières partielles d'une gaussienne bidimensionnelle :

$$\begin{cases} G_x = -\frac{x}{2\pi\sigma^4} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \\ G_y = -\frac{y}{2\pi\sigma^4} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \end{cases}$$

Combinées, les estimées des dérivées premières partielles permettent de détecter les contours aussi bien en direction qu'en intensité. Elles permettent également de détecter des géométries particulières (droites, cercles, etc.), des configurations (coins, etc.) et d'infléchir le comportement d'algorithmes à des fins de diffusion ou de segmentation.

Travail demandé

- Appliquer les filtres convolutifs de dérivation horizontale G_x (détection des contours verticaux) et de dérivation verticale G_y (détection des contours horizontaux). Afficher les deux images obtenues en inversant la palette de niveaux de gris et en garantissant la même correspondance entre la valeur de la dérivée et la couleur de sa représentation. Observer l'impact du paramètre d'échelle.
- Effectuer la détection des contours en calculant, en tout point de l'image traitée, la norme euclidienne du vecteur gradient défini par les estimées des dérivées horizontale et verticale.
- Tenter de segmenter les contours par seuillage en identifiant le seuil optimal par essais successifs.
- Détecter et tracer les droites les plus pertinentes, en termes de qualité d'alignement et de longueur, présentes dans l'image building.jpg en recherchant les k premiers maxima locaux de l'accumulateur de la transformée de Hough basé sur l'équation « normale » d'une droite $\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$
 - Echantillonnage régulier a priori de l'espace possible des paramètres (ρ, θ) en (N_ρ, N_θ) valeurs
 - Allocation d'un accumulateur vide de taille $N_\rho \times N_\theta$
 - Inscription additive de la contribution sinusoïdale de chaque point de contour à l'accumulateur
 - Identification des paramètres (ρ, θ) des k plus importants maxima locaux (recherche itérative de la position de la valeur maximale couplée à une extinction dans l'accumulateur d'une région centrée sur la position identifiée)

- ❑ Itérer la démarche complète en annulant les estimées des dérivées horizontale et verticale qui ne maximisent pas la norme du gradient dans la direction du gradient.
- ❑ Similairement, implémenter le calcul de l'accumulateur de la transformée de Hough basé sur l'équation d'un cercle $(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2 = r^2$ pour détecter des cercles de rayon r fixé a priori dans l'image `euro.jpg`.

2. Dérivées secondes

L'application de l'opérateur Laplacien est classiquement mise en oeuvre à l'aide du filtre convolutif

$$L = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

qui est la somme de deux filtres, transposés l'un de l'autre, d'estimation des dérivées secondes partielles horizontale et verticale. Tout comme dans le cas des estimateurs de dérivées premières partielles, d'autres filtres, paramétrables en échelle, s'obtiennent à partir des dérivées secondes partielles d'une gaussienne bidimensionnelle :

$$\begin{cases} G_{xx} = \frac{\left(\frac{x}{\sigma}\right)^2 - 1}{2\pi\sigma^4} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \\ G_{yy} = \frac{\left(\frac{y}{\sigma}\right)^2 - 1}{2\pi\sigma^4} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \end{cases}$$

Travail demandé

- ❑ Appliquer les variantes de l'opérateur laplacien L à une image puis retranchez le résultat obtenu à l'image originale selon la formule :

$$I - \alpha \times I \otimes L.$$

où α est un paramètre de réglage et de valeur positive, qui peut être arbitrairement fixé à 1. Observer et expliquer la manière dont cette opération effectue un rehaussement de contours.

- ❑ Appliquer la méthode à des fins de « défloutage » de l'image `moon.bmp` préalablement « floutée ».