

TS 207 – TP Image

Autour des dérivées

1) Dérivées secondes

L'application de l'opérateur Laplacien est classiquement mise en oeuvre à l'aide du filtre convolutif L_1 défini par

$$L_1 = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

et qui est la somme de deux filtres, transposés l'un de l'autre, d'estimation des dérivées secondes partielles horizontale et verticale. Cependant, d'autres filtres souvent utilisés en raison de leur paramètre d'échelle et de leur adaptabilité s'obtiennent à partir des dérivées secondes partielles d'une gaussienne bidimensionnelle :

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

et permettent, par sommation, de former un deuxième estimateur L_2 :

$$L_2 = G_{xx} + G_{yy}.$$

Appliquer les variantes L_1 et L_2 de l'opérateur Laplacien à une image scalaire I (par exemple, **moon.bmp**) afin de former l'image du Laplacien I_L selon la formule suivante :

$$I_L = I \otimes L$$

où \otimes désigne l'opérateur convolutif puis la retrancher à l'image originale I afin d'obtenir une image rehaussée I_f :

$$I_f = I - \alpha \times I_L$$

où α est un paramètre de réglage et de valeur positive, qui peut être initialement choisi à 1.

Observer les images du Laplacien I_L et rehaussée I_f ainsi que la manière dont cette opération effectue un rehaussement de contours, notamment en comparant les profils d'intensité.

Appliquer la méthode à des fins de « défloutage » d'une image scalaire quelconque préalablement fortement « floutée ».

2) Dérivées premières

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

Cependant, tout comme dans le cas des dérivées secondes, d'autres filtres souvent utilisés en raison de leur paramètre d'échelle et de leur adaptabilité 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.

1) Détection de contours

Appliquer les filtres convolutifs de dérivation horizontale G_x (détection des contours verticaux) et de dérivation verticale G_y (détection des contours horizontaux) à l'image **building2.jpg**. Afficher les deux images obtenues en garantissant la même correspondance entre la valeur de la dérivée et la couleur de sa représentation. Observer l'impact du paramètre d'échelle σ .

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. Observer l'image obtenue en inversant la palette de niveaux de gris.

Affiner les contours obtenus en ne conservant que les pixels dont la norme du gradient est maximale dans la direction du contour (fonction fournie **gradientKeepDirectionalMax**).

Segmenter les contours par seuillage en identifiant le seuil optimal par essais successifs.

2) Détection de formes circulaires

Détecter et tracer les cercles (figure 1.f), de rayon r appartenant à une plage de valeurs fixées et supposées connues, les plus pertinents en termes de qualité de circularité et de longueur, présents dans l'image **euro_small.jpg** (figure 1.a) en recherchant les k premiers maxima locaux de l'accumulateur 3D de la transformée de Hough basé sur l'équation d'un cercle $(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2 = r^2$:

- détermination de points de contours « fins » par calcul de norme du vecteur gradient (figure 1.b), affinement de contour et seuillage (figure 1.c),
- initialisation de la transformée de Hough « circulaire » au moyen de la fonction fournie **hough_circle_create** qui permet de préciser la discrétisation (nombre, min et max) choisie des paramètres (x_c, y_c, r) recherchés,
- apport itératif et additif de la contribution de chaque point de contour à la transformée de Hough « circulaire » au moyen de la fonction fournie **hough_circle_add_point**,
- en inversant la palette des niveaux de gris, observation (figure 1.d) des différentes sections 2D, correspondant chacune à l'un des rayons r précisés lors de l'initialisation, de l'accumulateur 3D de la transformée de Hough « circulaire » obtenu au moyen de la fonction fournie **hough_circle_get_stack**,

- identification itérative de la valeur et des paramètres (x_C, y_C, r) des k plus importants pics (maxima locaux) de l'accumulateur de la transformée de Hough « circulaire » couplée à une « extinction » de régions centrées sur les pics identifiés au moyen de la fonction fournie ***hough_circle_get_peak*** en précisant les « dimensions » $(\Delta x_C, \Delta y_C, \Delta r)$ de l'extinction,
- affichage (figure 1.e) d'une courbe représentant les valeurs d'accumulateur des k plus importants pics,
- tracé en surimpression (figure 1.f) sur l'image traitée de la position du centre des k cercles et de leur pourtour en faisant varier leur épaisseur de sorte à indiquer leur ordre d'identification (de épais pour le premier cercle à fin pour le dernier cercle).

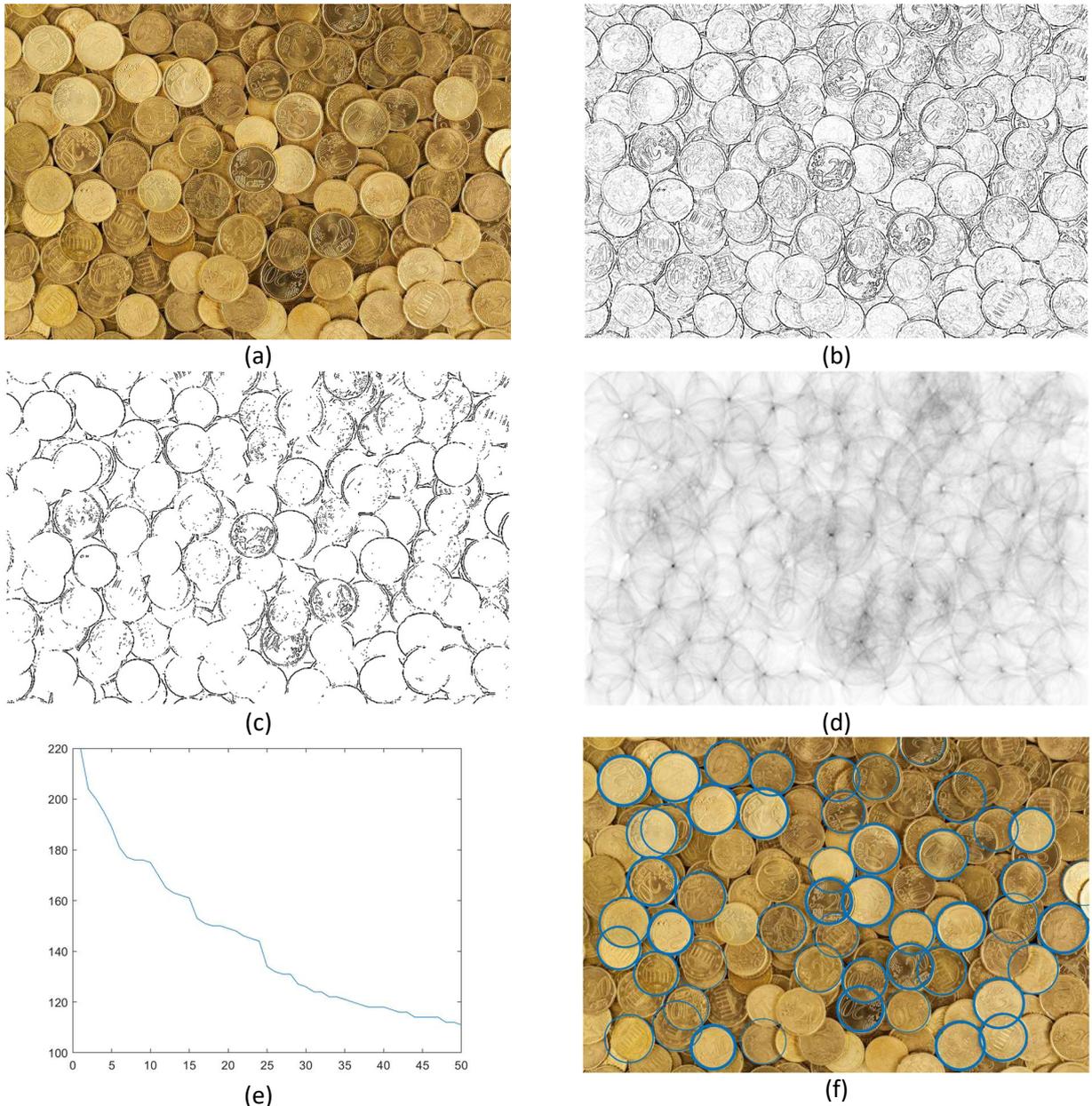


Figure 1 – (a) image initiale, (b) norme du vecteur gradient, (c) points de contour, (d) section 2D pour un rayon donné de l'accumulateur 3D de la transformée de Hough « circulaire », (e) cercles détectés en surimpression et (f) courbe de la valeur des pics de l'accumulateur de la transformée de Hough « circulaire » dans l'ordre de détection.