

Majeure SIR

BE Traitement d'image

Introduction

Les exercices proposés font appel à Matlab et à sa *Toolbox Image Processing*. Il est conseillé d'écrire des scripts pour chaque exercice proposé.

Photométrie, colorimétrie

Calcul d'éclairement

Une source placée au point S délivre une intensité lumineuse I identique dans toutes les directions. Cette source est placée à une distance h d'un plan P .

Calculer l'éclairement $E(R)$ en un point M du plan où $R = OM$ et O désigne la projection orthogonale de S sur le plan P .

Ecrire un programme générant un tableau $N \times N$ contenant au point (m, n) l'éclairement au point M de coordonnées $\left(\frac{m}{N} - \frac{1}{2}, \frac{n}{N} - \frac{1}{2}\right)$ avec $h = 1$ mètre et $I = 1$ candéla. Visualiser le résultat.

Remarque :

Pour restituer dans Matlab une image en niveaux de gris, il faut initialiser un tableau de la façon suivante :

```
N=400;  
ima=zeros(N,N);  
ima=rand(N,N); % exemple particulier  
imshow(ima)
```

En un point donné, le niveau de gris est codé entre 0 et 1 :

```
ima(m,n) = 0.1; %niveau de gris du point (m,n)
```

Génération d'image couleur

Ecrire un programme générant l'image $N \times N$ telle que la couleur au point (m, n) soit :

$$R = \frac{n}{N}, V = \frac{m}{N}, B = 1 - R - V \text{ pour } 1 - R - V \geq 0$$

$$R = V = B = 0 \text{ pour } 1 - R - V < 0$$

Remarque :

Pour restituer dans Matlab une image en couleur, il faut initialiser un tableau de la façon suivante :

```
M=100;  
N=150;  
ima=zeros(M,N,3);
```

```
ima=rand(M,N,3); % exemple particulier
imshow(ima)
```

En un point donné, chaque composante couleur a une intensité codée entre 0 et 1 :

```
ima(m,n,1) =0.1;%composante rouge du point (m ,n)
ima(m,n,2) =0.5;%composante verte du point (m ,n)
ima(m,n,3) =0.2;%composante bleue du point (m ,n)
```

Images continues, échantillonnage

Générer une image $N \times N$ telle que le niveau de gris au point (m,n) soit $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos\left(\pi \frac{(n^2 + m^2)}{2N}\right)$

pour $0 \leq n < N$ et $0 \leq m < N$. Visualiser cette image. Lancer les commandes suivantes :

```
ima2=imresize(ima,0.5,'nearest');%ima est l'image générée
imshow(ima2)
ima2=imresize(ima,0.5,'bilinear');
imshow(ima2)
ima2=imresize_old(ima,0.5,'bilinear',51);
imshow(ima2)
```

Commenter.

Générer un fichier à partir de l'image précédente (utiliser la fonction **imwrite**). Dans un logiciel d'édition d'image (**Irfan View** ou Microsoft **Photo Editor** par exemple), réduire la taille de l'image par deux et comparer les résultats avec ceux de la fonction **imresize**.

Images discrètes

Calculer la réponse en fréquence du filtre de réponse impulsionnelle $h = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$.

Lancer les commandes suivantes :

```
h=[0 -1 0 ; -1 4 -1 ; 0 -1 0];
help freqz2
[H,W1,W2]=freqz2(h,50,50);
mesh(W1/2,W2/2,H)
rotate3d
```

Comparer avec le calcul théorique. Appliquer le filtre sur une image :

```
I=double(imread('lena512.bmp'))/255.0;
figure,imshow(I)
J=filter2(h,I);
figure,imshow(abs(J),[0 0.5])
```

Interpréter les résultats.

Egalisation d'histogramme

L'amélioration de contraste sur une image s'effectue en réalisant une égalisation d'histogramme. L'histogramme d'une image peut être calculé selon les lignes de commande ci-dessous. Même si l'intensité d'un point est normalisée entre 0 et 1, le codage est effectué sur 256 niveaux. On calcule la probabilité que l'intensité prenne une valeur dans un intervalle de quantification de largeur $q = 1/256$.

```
I=double(imread('lena512.bmp'))/255.0;
[CI,XI]=imhist(I,256);
CI=CI/numel(I);
figure,plot(XI,CI)
figure,imshow(I)
```

L'égalisation d'histogramme est réalisée avec les lignes de commande ci-dessous.

```
J=histeq(I,256);
[CJ,XJ]=imhist(J,256);
CJ=CJ/numel(J);
figure,plot(XJ,CJ);
figure,imshow(J)
```

Comparer la nouvelle image à l'image initiale ainsi que les histogrammes obtenus.

Calculer l'histogramme cumulatif de la nouvelle image pour mieux évaluer l'effet du traitement sur la répartition des niveaux de gris dans la nouvelle image.

Classification, calcul d'attributs

Problème posé

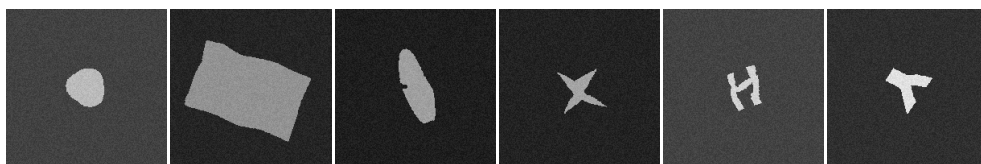
Il s'agit dans une collection d'images de mettre en œuvre dans un premier temps une classification de points afin d'identifier ceux qui appartiennent à l'objet présent dans chaque image puis calculer une série d'attributs permettant une reconnaissance de forme sur ces objets. On ne mettra pas en œuvre la reconnaissance des formes mais on pourra vérifier qualitativement la pertinence du choix des attributs via leur visualisation dans l'espace des paramètres.

Chaque image contient un objet clair sur un fond sombre et le contraste est différent d'une image à l'autre. Par ailleurs les objets peuvent avoir des tailles et des orientations différentes.

Les six objets de références sont ceux reproduits ci-dessous. On leur affecte un numéro de classe allant de 1 à 6, dans l'ordre où ils figurent.



Les mesures générées à partir de ces images de références peuvent avoir l'allure ci-dessous.



Programmes fournis

Le programme **generemesures.m** génère 600 fichiers image **mesurexxx.png** où **xxx** est le numéro de l'image. Chaque image est associée à un fichier **mesurexxx.txt** contenant un label (de 1 à 6 selon la forme de référence, numérotée dans l'ordre où elles sont reproduites ci-dessus). Lancez-le pour obtenir la collection d'images à traiter puis visualisez les images.

Le programme **exemple.m** donne le squelette de l'application qui permettra de réaliser les étapes de classification et de calcul d'attributs sur toutes les images générées. La variable **X** est la matrice contenant l'image courante (avec un niveau de gris représenté en chaque point par un nombre réel compris entre 0.0 et 1.0) et la variable **classe** donne le label de l'objet (de 1 à 6). Ce label pourra ainsi être utilisé pour visualiser comment les attributs se répartissent par classe d'objet. Lancez-le pour en vérifier le bon fonctionnement. Tapez sur une touche pour faire défiler les images. Vous pourrez ensuite retirer du programme la commande **pause** afin de lancer les traitements sur toutes les images.

Classification

Calculer et visualiser l'histogramme de quelques images. En déduire un moyen de déterminer de façon automatique un seuil permettant de classer chaque point comme appartenant à l'objet ou au fond. Réaliser le seuillage sur l'ensemble des images et générer les images binaires associées (valeur 1 pour l'objet, 0 pour le fond).

Choix des attributs

Sur les images binaires précédentes, utiliser la fonction **regionprops** pour calculer des attributs géométriques indépendants de la translation, de la rotation et de l'homothétie.

On peut préalablement appliquer sur les images une rotation d'angle égal à l'opposé de l'angle d'orientation des objets qui est donné par la fonction **regionprops**. On vérifiera ainsi que les objets ainsi recalés ont la même orientation.

Visualiser les attributs calculés dans l'espace des paramètres, en affectant une couleur spécifique à chaque classe. On pourra éventuellement faire appel à une analyse par composantes principales en utilisant la fonction **princomp** (**Statistics Toolbox**).