Université de Marne-La-Vallée
Institut Gaspard MONGE

Master d'Informatique **Module de Traitement d'Images**

ITI

CORRIGĒ

EXAMEN

Année 2007-2008

On répondra directement sur les feuilles d'examen en indiquant en pied de page ses NOM et Prénom. L'usage de tout document (excepté la copie du voisin) est permis.

1. « Niveaux de bleus »

Sans changer les valeurs radiométrique des pixels, on désire visualiser à l'écran une image mono-bande, c'est-à-dire n'ayant qu'un seul canal comme par exemple « *new_york* », selon une échelle de bleus (et non l'échelle de gris habituelle). Indiquer deux méthodes permettant une telle visualisation.

2

Méthode 1 :

Frame buffer – Mettre l'image dans le plan bleu du frame buffer (mémoire vidéo) et mettre la valeur 0 dans les plans vert et rouge.

Méthode 2 :

LUT – Si le *visual* (logiciel de gestion de la vidéo) est un *DirectColor*, il est possible de changer les valeurs dans la *Look-Up Table* (*LUT* ou table des couleurs). On forcera donc les composantes rouges et vertes à 0 en préservant la composante bleue.

$\forall$ r=0,..,255 LUT[r]=(0,0,r)

2. Histogramme cumulé

Soit un l'histogramme cumulé H_C donné pour une image en entiers non signés sur *d* bits :

a. Ecrire un programme dans un pseudo-langage permettant de retrouver l'histogramme H à partir de H_C.

4

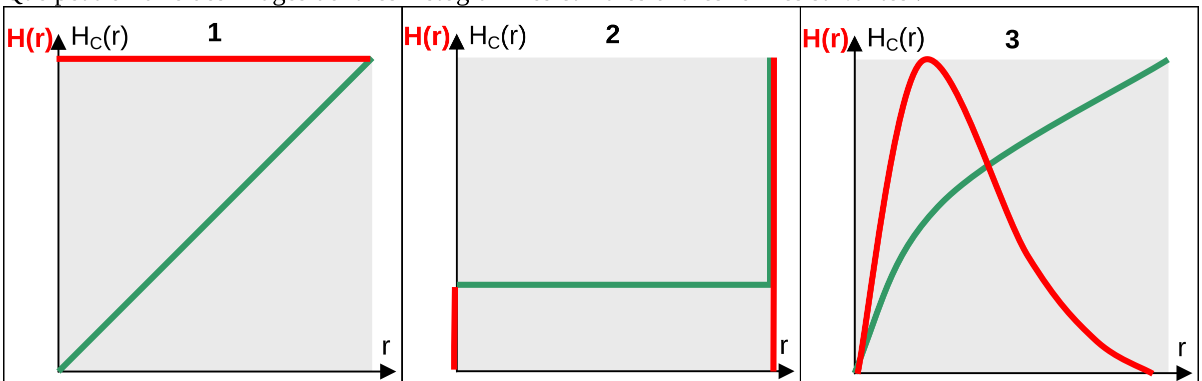
$H(0) \leftarrow H_C(0)$

Pour $r \leftarrow 1$ à 2^d-1 Faire

  $H(r) \leftarrow H_C(r) - H_C(r-1)$

FinFaire

b. Que peut-on dire des images dont les histogrammes cumulés ont les formes suivantes :



1	2	3
Image de distribution uniforme.	Image binaire. Population claire majoritaire.	Image plutôt sombre. *Skewness* (ou balancement) positif.

NOM : …………………………......…… Prénom : …………..………………….

3. Convolutions successives

5

Une image 8-bits non signés est convolée par le filtre « Moyenne 5x5 » puis l'image résultante est convolée à son tour par le filtre « Sobel NW-SE ». Quel est le filtre de convolution opérant en une seule passe qui équivaudrait à ces deux convolutions successives ?

On montrera les étapes du calcul.

$$Filtre = \frac{\alpha}{\frac{4\sqrt{2}}{3}\times 3}\times\begin{bmatrix} -2 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & +1 \\ 0 & +1 & +2 \end{bmatrix}\otimes\left[\frac{1}{25}\times\begin{bmatrix} 11111 \\ 11111 \\ 11111 \\ 11111 \\ 11111 \end{bmatrix}+0\right]+128$$

$$Filtre = \frac{\alpha}{\frac{4\sqrt{2}}{3}\times 3\times 25}\times\begin{bmatrix}
\begin{bmatrix} -2\times1 && \\ && \\ && \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -2\times1 & -1\times1 & \\ && \\ && \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -2\times1 & -1\times1 & 0\times1 \\ && \\ && \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -2\times1 & -1\times1 & 0\times1 \\ && \\ && \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -2\times1 & -1\times1 & 0\times1 \\ && \\ && \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} & -1\times1 & 0\times1 \\ && \\ && \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} && 0\times1 \\ && \\ && \end{bmatrix} \\
\begin{bmatrix} -2\times1 && \\ -1\times1 && \\ && \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -2\times1 & -1\times1 & \\ -1\times1 & 0\times1 & \\ && \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -2\times1 & -1\times1 & 0\times1 \\ -1\times1 & 0\times1 & +1\times1 \\ && \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -2\times1 & -1\times1 & 0\times1 \\ -1\times1 & 0\times1 & +1\times1 \\ && \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -2\times1 & -1\times1 & 0\times1 \\ -1\times1 & 0\times1 & +1\times1 \\ && \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} & -1\times1 & 0\times1 \\ & 0\times1 & +1\times1 \\ && \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} && 0\times1 \\ && +1\times1 \\ && \end{bmatrix} \\
\begin{bmatrix} -2\times1 && \\ -1\times1 && \\ 0\times1 && \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -2\times1 & -1\times1 & \\ -1\times1 & 0\times1 & \\ 0\times1 & +1\times1 & \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -2\times1 & -1\times1 & 0\times1 \\ -1\times1 & 0\times1 & +1\times1 \\ 0\times1 & +1\times1 & +2\times1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -2\times1 & -1\times1 & 0\times1 \\ -1\times1 & 0\times1 & +1\times1 \\ 0\times1 & +1\times1 & +2\times1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -2\times1 & -1\times1 & 0\times1 \\ -1\times1 & 0\times1 & +1\times1 \\ 0\times1 & +1\times1 & +2\times1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} & -1\times1 & 0\times1 \\ & 0\times1 & +1\times1 \\ & +1\times1 & +2\times1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} && 0\times1 \\ && +1\times1 \\ && +2\times1 \end{bmatrix} \\
\begin{bmatrix} -2\times1 && \\ -1\times1 && \\ 0\times1 && \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -2\times1 & -1\times1 & \\ -1\times1 & 0\times1 & \\ 0\times1 & +1\times1 & \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -2\times1 & -1\times1 & 0\times1 \\ -1\times1 & 0\times1 & +1\times1 \\ 0\times1 & +1\times1 & +2\times1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -2\times1 & -1\times1 & 0\times1 \\ -1\times1 & 0\times1 & +1\times1 \\ 0\times1 & +1\times1 & +2\times1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -2\times1 & -1\times1 & 0\times1 \\ -1\times1 & 0\times1 & +1\times1 \\ 0\times1 & +1\times1 & +2\times1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} & -1\times1 & 0\times1 \\ & 0\times1 & +1\times1 \\ & +1\times1 & +2\times1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} && 0\times1 \\ && +1\times1 \\ && +2\times1 \end{bmatrix} \\
\begin{bmatrix} -2\times1 && \\ -1\times1 && \\ 0\times1 && \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -2\times1 & -1\times1 & \\ -1\times1 & 0\times1 & \\ 0\times1 & +1\times1 & \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -2\times1 & -1\times1 & 0\times1 \\ -1\times1 & 0\times1 & +1\times1 \\ 0\times1 & +1\times1 & +2\times1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -2\times1 & -1\times1 & 0\times1 \\ -1\times1 & 0\times1 & +1\times1 \\ 0\times1 & +1\times1 & +2\times1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -2\times1 & -1\times1 & 0\times1 \\ -1\times1 & 0\times1 & +1\times1 \\ 0\times1 & +1\times1 & +2\times1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} & -1\times1 & 0\times1 \\ & 0\times1 & +1\times1 \\ & +1\times1 & +2\times1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} && 0\times1 \\ && +1\times1 \\ && +2\times1 \end{bmatrix} \\
\begin{bmatrix} && \\ -1\times1 && \\ 0\times1 && \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} && \\ -1\times1 & 0\times1 & \\ 0\times1 & +1\times1 & \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} && \\ -1\times1 & 0\times1 & +1\times1 \\ 0\times1 & +1\times1 & +2\times1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} && \\ -1\times1 & 0\times1 & +1\times1 \\ 0\times1 & +1\times1 & +2\times1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} && \\ -1\times1 & 0\times1 & +1\times1 \\ 0\times1 & +1\times1 & +2\times1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} && \\ & 0\times1 & +1\times1 \\ & +1\times1 & +2\times1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} && \\ && +1\times1 \\ && +2\times1 \end{bmatrix} \\
\begin{bmatrix} && \\ && \\ 0\times1 && \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} && \\ && \\ 0\times1 & +1\times1 & \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} && \\ && \\ 0\times1 & +1\times1 & +2\times1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} && \\ && \\ 0\times1 & +1\times1 & +2\times1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} && \\ && \\ 0\times1 & +1\times1 & +2\times1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} && \\ && \\ & +1\times1 & +2\times1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} && \\ && \\ && +2\times1 \end{bmatrix}
\end{bmatrix}$$

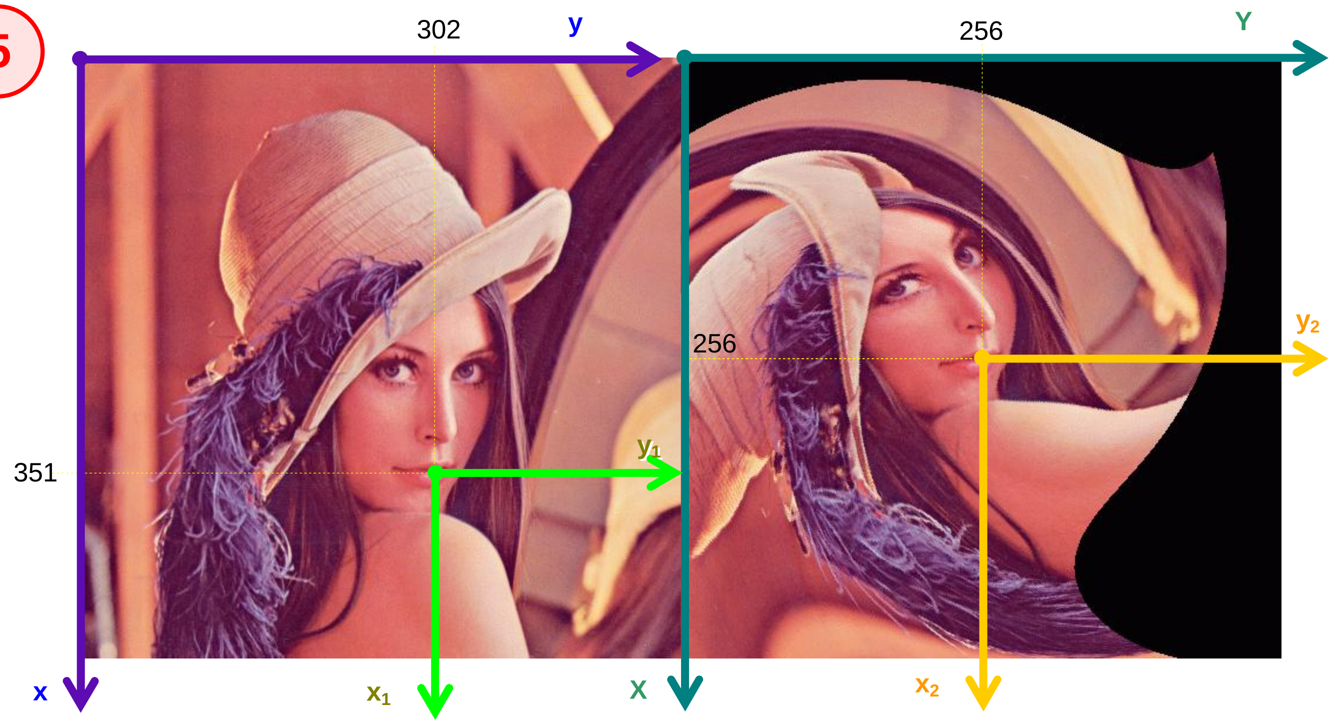
$$\boxed{Filtre = \frac{\alpha}{\frac{4\sqrt{2}}{3}\times 3\times 25}\times\begin{bmatrix} -2 & -3 & -3 & -3 & -3 & -1 & 0 \\ -3 & -4 & -3 & -3 & -3 & 0 & +1 \\ -3 & -3 & 0 & 0 & 0 & +3 & +3 \\ -3 & -3 & 0 & 0 & 0 & +3 & +3 \\ -3 & -3 & 0 & 0 & 0 & +3 & +3 \\ -1 & 0 & +3 & +3 & +3 & +4 & +3 \\ 0 & +1 & +3 & +3 & +3 & +3 & +2 \end{bmatrix}+128}$$

4. Tourbillon de bouche

Montrer la séquence des transformations géométriques permettant d'effectuer un effet tourbillon centré sur la bouche de Léna dont ont estimera le plus précisément possible les coordonnées et avec une rotation nulle au centre de la bouche et d'amplitude 30° à un rayon de 100 pixels de ce centre. L'image résultat aura la dimension de 512x512 pixels et sera centrée sur le centre du tourbillon.

Pour les transformations, on décrira les trois repères, les équations des modèles de déformation directs et inverses, puis on illustrera le schéma de déformation par un croquis.

5



MDD	$\begin{cases} x_1 = x - 351 \\ y_1 = y - 302 \end{cases}$	$\begin{cases} x_2 = \cos[\theta(x_1, y_1)] \times x_1 - \sin[\theta(x_1, y_1)] \times y_1 \\ y_2 = \sin[\theta(x_1, y_1)] \times x_1 + \cos[\theta(x_1, y_1)] \times y_1 \end{cases}$ *avec* $\theta(x_1, y_1) = \dfrac{\frac{\Pi}{6} \times \sqrt{x_1^2 + y_1^2}}{100}$	$\begin{cases} X = x_2 + 256 \\ Y = y_2 + 256 \end{cases}$
MDI	$\begin{cases} x = x_1 + 351 \\ y = y_1 + 302 \end{cases}$	$\begin{cases} x_1 = \cos[\theta(x_2, y_2)] \times x_2 + \sin[\theta(x_2, y_2)] \times y_2 \\ y_1 = -\sin[\theta(x_2, y_2)] \times x_2 + \cos[\theta(x_2, y_2)] \times y_2 \end{cases}$ *avec* $\theta(x_2, y_2) = \dfrac{\frac{\Pi}{6} \times \sqrt{x_2^2 + y_2^2}}{100}$	$\begin{cases} x_2 = X - 256 \\ y_2 = Y - 256 \end{cases}$

```
/****************************************************************************************/
/* PROCESSING SECTION                                                                   */
/****************************************************************************************/
   for (ichannel=0; ichannel<channel_number; ichannel++)
   {
      for (ili=0; ili<nliin; ili++)
      {
         for (ipx=0; ipx<npxin; ipx++)
         {
            x2 = ili - 256;
            y2 = ipx - 256;
            theta = (3.14159265358979323846 / 6.) * sqrt(x2*x2 + y2*y2) / 100.;
            x1 = cos(theta)*x2 + sin(theta)*y2;
            y1 = -sin(theta)*x2 + cos(theta)*y2;
            i0 = x1 + 0.5 + 351;
            j0 = y1 + 0.5 + 302;
            if ((i0 >= 0) && (i0 < nliin) && (j0 >= 0) && (j0 < npxin))
               processed_image[ichannel][ili*npxin+ipx] = origin_image[ichannel][i0*npxin+j0];
            else
               processed_image[ichannel][ili*npxin+ipx] = 0;
         } /* Loop on pixels */
      } /* Loop on lines */
   } /* Loop on channels */
```

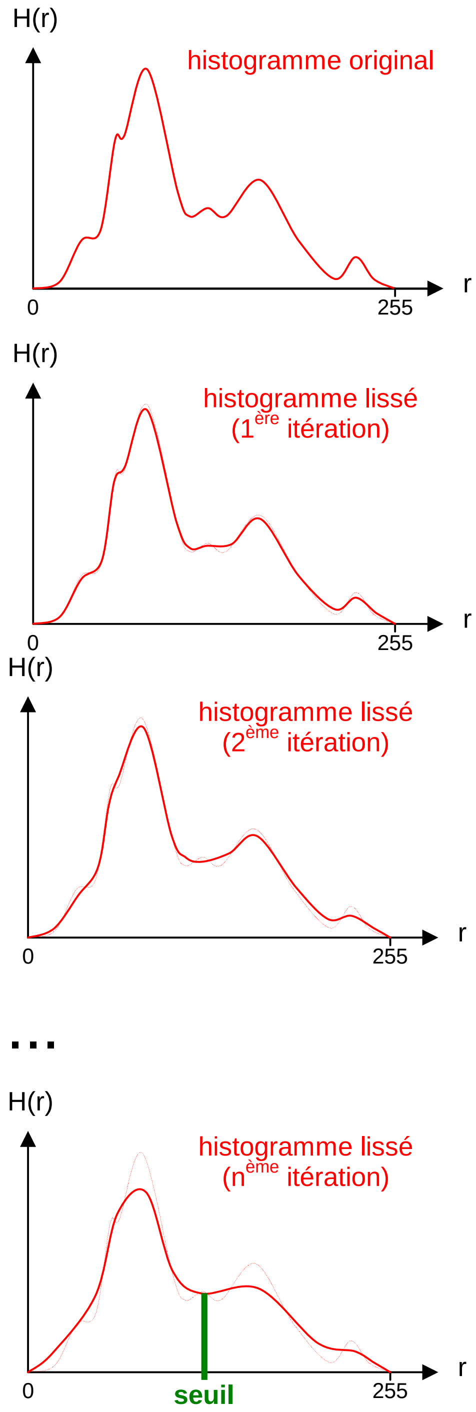
5. Séparation de 2 classes

Imaginer un algorithme automatique qui permettrait de séparer les deux classes d'une image bi-modale. Par exemple n'importe quelle image de la côte dont les pixels de « mer » sont sombres et les pixels de « terre » sont clairs serait transformée automatiquement en une image binaire sans connaissance à-priori de la valeur de seuil.

4

Un algorithme élémentaire consiste à rechercher le minimum local entre les modes de l'histogramme. Ce minimum local définira le seuil au-dessous duquel la première population sera forcée à une valeur (par exemple 0) et la seconde population sera forcée à une autre valeur (par exemple 255).

Or, il est fréquent que l'histogramme présente plusieurs minima locaux. On peut donc lisser l'histogramme jusqu'à ce que ne subsiste qu'un seul minimum local.



1. ***Calculer l'histogramme H(r), r=0..255.***
2. ***Itérer des lissages successifs jusqu'à ne préserver qu'un seul minimum local***

```
lisser ← VRAI
Répéter
```

2.1. Compter le nombre de minima locaux

```
    nb_minima ← 0
    Pour r ← 2 à 253 Faire
        Si ((H(r) < H(r-1)) et (H(r) ≤ H(r+1)) Alors
            nb_minima ← nb_minima + 1
            seuil ← r
        FinSi
    FinFaire
```

2.2. Cas d'un histogramme mono-modal

```
    Si (nb_minima < 1) Alors
        Afficher « Echec : L'histogramme n'est pas bi-modal »
        Fin
    FinSi
```

2.3. Lorsque un seul minimum local a été trouvé, arrêter la boucle de lissage de l'histogramme

```
    Si (nb_minima = 1) Alors
        lisser ← FAUX
    Sinon
```

2.4. Lorsque plusieurs minima locaux ont été trouvés, lisser l'histogramme (convolution de taille 3)

```
        Pour r ← 1 à 254 Faire
            H2(r) ← (H(r-1) + H(r) + H(r+1)) / 3
        FinFaire
        Pour r ← 1 à 254 Faire
            H(r) ← H2(r)
        FinFaire
    FinSi
Jusqu'à (lisser = FAUX)
```

3. ***Construire l'image de sortie en se basant sur la valeur de seuil***

```
Pour i ← 0 à (nb_lignes-1) Faire
    Pour j ← 0 à (nb_colonnes-1) Faire
        Si (image_origine(i,j) ≤ seuil)
            destination_image(i,j) ← 0
        Sinon
            destination_image(i,j) ← 255
        FinSi
    FinFaire
FinFaire
```