

Traitement mathématiques des images (I)

Traitement ponctuel

bruno.colombel@univ-amu.fr

DUT Informatique
IUT d'Aix-Marseille
Site d'Arles

2019 — 2020

Images numériques

Histogrammes et grandeurs statistiques

Traitement ponctuel des images numériques

Exemples

Étalement de l'histogramme

Égalisation de l'histogramme

Images numériques

Histogrammes et grandeurs statistiques

Traitement ponctuel des images numériques

Exemples

Étalement de l'histogramme

Égalisation de l'histogramme

Images numériques

On distingue deux types d'images numériques :

- ▶ les images matricielles ;
- ▶ les images vectorielles

Image vectorielle

- ▶ Composée d'objets géométriques individuels (segments de droite, polygones, arcs de cercle, etc.)

Image vectorielle

- ▶ Composée d'objets géométriques individuels (segments de droite, polygones, arcs de cercle, etc.)
- ▶ dessinée à nouveau à chaque visualisation, ce qui engendre des calculs sur la machine.

Image vectorielle

- ▶ Composée d'objets géométriques individuels (segments de droite, polygones, arcs de cercle, etc.)
- ▶ dessinée à nouveau à chaque visualisation, ce qui engendre des calculs sur la machine.
- ▶ **Avantages** : On peut l'agrandir indéfiniment sans perdre la qualité initiale

Image vectorielle

- ▶ Composée d'objets géométriques individuels (segments de droite, polygones, arcs de cercle, etc.)
- ▶ dessinée à nouveau à chaque visualisation, ce qui engendre des calculs sur la machine.
- ▶ **Avantages** : On peut l'agrandir indéfiniment sans perdre la qualité initiale
- ▶ **Inconvénients** : une qualité photo-réaliste nécessite une puissance de calcul importante et de beaucoup de mémoire.

Image matricielle

- ▶ Une image matricielle (ou image bitmap) est composée d'une matrice de points à plusieurs dimensions

Image matricielle

- ▶ Une image matricielle (ou image bitmap) est composée d'une matrice de points à plusieurs dimensions
- ▶ chaque dimension peut représenter :

Image matricielle

- ▶ Une image matricielle (ou image bitmap) est composée d'une matrice de points à plusieurs dimensions
- ▶ chaque dimension peut représenter :
 - ▶ l'espace ;

Image matricielle

- ▶ Une image matricielle (ou image bitmap) est composée d'une matrice de points à plusieurs dimensions
- ▶ chaque dimension peut représenter :
 - ▶ l'espace ;
 - ▶ luminosité ;

Image matricielle

- ▶ Une image matricielle (ou image bitmap) est composée d'une matrice de points à plusieurs dimensions
- ▶ chaque dimension peut représenter :
 - ▶ l'espace ;
 - ▶ luminosité ;
 - ▶ couleur ;

Image matricielle

- ▶ Une image matricielle (ou image bitmap) est composée d'une matrice de points à plusieurs dimensions
- ▶ chaque dimension peut représenter :
 - ▶ l'espace ;
 - ▶ luminosité ;
 - ▶ couleur ;

Les moyens de visualisation actuels reposent essentiellement sur les images matricielles

Nous nous intéresserons aux images matricielles.

Lorsqu'une image est numérisée, la numérisation se fait dans deux espaces :

Nous nous intéresserons aux images matricielles.

Lorsqu'une image est numérisée, la numérisation se fait dans deux espaces :

1. Espace spatial

Nous nous intéresserons aux images matricielles.

Lorsqu'une image est numérisée, la numérisation se fait dans deux espaces :

1. Espace spatial

- ▶ l'image (2D) est numérisée suivant l'axe des abscisses et des ordonnées

Nous nous intéresserons aux images matricielles.

Lorsqu'une image est numérisée, la numérisation se fait dans deux espaces :

1. Espace spatial

- ▶ l'image (2D) est numérisée suivant l'axe des abscisses et des ordonnées
- ▶ on parle d'*échantillonnage*

Nous nous intéresserons aux images matricielles.

Lorsqu'une image est numérisée, la numérisation se fait dans deux espaces :

1. Espace spatial

- ▶ l'image (2D) est numérisée suivant l'axe des abscisses et des ordonnées
- ▶ on parle d'*échantillonnage*
- ▶ les échantillons de cet espace sont nommés *pixels* (picture element)

Nous nous intéresserons aux images matricielles.

Lorsqu'une image est numérisée, la numérisation se fait dans deux espaces :

1. Espace spatial

- ▶ l'image (2D) est numérisée suivant l'axe des abscisses et des ordonnées
- ▶ on parle d'*échantillonnage*
- ▶ les échantillons de cet espace sont nommés *pixels* (picture element)
- ▶ leur nombre constitue la définition de l'image

2. Espace des couleurs

2. Espace des couleurs

- ▶ les différentes valeurs de luminosité que peut prendre un pixel sont numérisées pour représenter sa couleur et son intensité

2. Espace des couleurs

- ▶ les différentes valeurs de luminosité que peut prendre un pixel sont numérisées pour représenter sa couleur et son intensité
- ▶ on parle de *quantification*

2. Espace des couleurs

- ▶ les différentes valeurs de luminosité que peut prendre un pixel sont numérisées pour représenter sa couleur et son intensité
- ▶ on parle de *quantification*
- ▶ La précision dans cet espace dépend du nombre de bits sur lesquels on code la luminosité et est appelée *profondeur* de l'image.

Échantillonnage et quantification

Pour résumer :

Échantillonnage et quantification

Pour résumer :

1. **L'échantillonnage** est le procédé de discrétisation spatiale d'une image

Échantillonnage et quantification

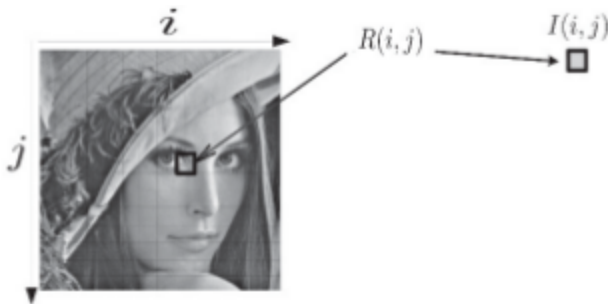
Pour résumer :

1. **L'échantillonnage** est le procédé de discrétisation spatiale d'une image
 - ▶ On associe à chaque zone rectangulaire $R(i,j)$ d'une image continue une unique valeur $I(i,j)$.

Échantillonnage et quantification

Pour résumer :

1. **L'échantillonnage** est le procédé de discrétisation spatiale d'une image
 - On associe à chaque zone rectangulaire $R(i,j)$ d'une image continue une unique valeur $I(i,j)$.



Pour résumer :

2. La **quantification** désigne la limitation du nombre de valeurs différentes que peut prendre $I(i, j)$.

Échantillonnage et quantification

Pour résumer :

2. La **quantification** désigne la limitation du nombre de valeurs différentes que peut prendre $I(i,j)$.



Niveau de gris

En général, un niveau de gris est codé sur 8 bits :

2^8 niveau de gris différents codés de 0 à 255

Niveau de gris

En général, un niveau de gris est codé sur 8 bits :

2^8 niveau de gris différents codés de 0 à 255

Dans ce cas,

$I(i, j) = n$ est la valeur du niveau de gris

Niveau de gris

En général, un niveau de gris est codé sur 8 bits :

2^8 niveau de gris différents codés de 0 à 255

Dans ce cas,

$I(i,j) = n$ est la valeur du niveau de gris

Image couleur :

- ▶ le mélange de trois composantes donne une couleur ;

Niveau de gris

En général, un niveau de gris est codé sur 8 bits :

2^8 niveau de gris différents codés de 0 à 255

Dans ce cas,

$I(i, j) = n$ est la valeur du niveau de gris

Image couleur :

- ▶ le mélange de trois composantes donne une couleur ;
- ▶ chaque composante « peut être considérée » comme une image en niveaux de gris ;

Niveau de gris

En général, un niveau de gris est codé sur 8 bits :

2^8 niveau de gris différents codés de 0 à 255

Dans ce cas,

$I(i, j) = n$ est la valeur du niveau de gris

Image couleur :

- ▶ le mélange de trois composantes donne une couleur ;
- ▶ chaque composante « peut être considérée » comme une image en niveaux de gris ;
- ▶ La théorie se fait sur les images en niveau de gris

Image normalisée

La plupart des logiciels acceptent des matrices dont les coefficients apprtiennent à $[0; 1]$

Image normalisée

La plupart des logiciels acceptent des matrices dont les coefficients apprtiennent à $[0; 1]$

- ▶ On parle d'image **normalisée**

Image normalisée

La plupart des logiciels acceptent des matrices dont les coefficients apprtiennent à $[0; 1]$

- ▶ On parle d'image **normalisée**
- ▶ avantage : formules simplifiées

Image normalisée

La plupart des logiciels acceptent des matrices dont les coefficients apprtiennent à $[0; 1]$

- ▶ On parle d'image **normalisée**
- ▶ avantage : formules simplifiées

Nous travaillerons en général sur 8 bits

Image normalisée

La plupart des logiciels acceptent des matrices dont les coefficients apprtiennent à $[0; 1]$

- ▶ On parle d'image **normalisée**
- ▶ avantage : formules simplifiées

Nous travaillerons en général sur 8 bits

- ▶ comprendre l'aspect discret du codage

Modification des valeurs d'une image

Il faut distinguer :

Modification des valeurs d'une image

Il faut distinguer :

1. **transformations ponctuelles :**

Chaque pixel subit une correction qui ne dépend que de sa valeur

Modification des valeurs d'une image

Il faut distinguer :

1. **transformations ponctuelles :**

Chaque pixel subit une correction qui ne dépend que de sa valeur

2. **transformations locales :**

La correction d'un pixel dépend de sa valeur et de celle de ses voisins

Modification des valeurs d'une image

Il faut distinguer :

1. **transformations ponctuelles :**

Chaque pixel subit une correction qui ne dépend que de sa valeur

2. **transformations locales :**

La correction d'un pixel dépend de sa valeur et de celle de ses voisins

3. **transformations globales :**

La correction d'un pixel dépend de la valeur de tous les autres pixels

Outils mathématiques

Les outils mathématiques pour effectuer le traitement des images sont nombreux et variés.

Les outils mathématiques pour effectuer le traitement des images sont nombreux et variés.

1. le **traitement ponctuel** des images

- ▶ Histogrammes

Les outils mathématiques pour effectuer le traitement des images sont nombreux et variés.

1. le **traitement ponctuel** des images

- ▶ Histogrammes
- ▶ Transformations

Les outils mathématiques pour effectuer le traitement des images sont nombreux et variés.

1. le **traitement ponctuel** des images
 - ▶ Histogrammes
 - ▶ Transformations
2. le **traitement local** des images :
 - ▶ **Filtrage** : convolution

Les outils mathématiques pour effectuer le traitement des images sont nombreux et variés.

1. le **traitement ponctuel** des images

- ▶ Histogrammes
- ▶ Transformations

2. le **traitement local** des images :

- ▶ **Filtrage** : convolution
- ▶ **Recherche de contours – reconnaissance de formes** : fonctions de deux variables

Les outils mathématiques pour effectuer le traitement des images sont nombreux et variés.

1. le **traitement ponctuel** des images

- ▶ Histogrammes
- ▶ Transformations

2. le **traitement local** des images :

- ▶ **Filtrage** : convolution
- ▶ **Recherche de contours – reconnaissance de formes** : fonctions de deux variables
- ▶ **Morphologie** : théorie des ensembles

Outils mathématiques

Les outils mathématiques pour effectuer le traitement des images sont nombreux et variés.

1. le **traitement ponctuel** des images
 - ▶ Histogrammes
 - ▶ Transformations
2. le **traitement local** des images :
 - ▶ **Filtrage** : convolution
 - ▶ **Recherche de contours – reconnaissance de formes** : fonctions de deux variables
 - ▶ **Morphologie** : théorie des ensembles
3. le **traitement global** des images :
 - ▶ Analyse de Fourier

Images numériques

Histogrammes et grandeurs statistiques

Traitement ponctuel des images numériques

Exemples

Étalement de l'histogramme

Égalisation de l'histogramme

Histogramme d'une image

Définition

- ▶ L'histogramme d'une image est l'histogramme de la série de données correspondant aux niveaux de gris des pixels.

Histogramme d'une image

Définition

- ▶ L'histogramme d'une image est l'histogramme de la série de données correspondant aux niveaux de gris des pixels.
- ▶ C'est une fonction discrète définie pour tout $p \in \{0, 1, 2, \dots, 255\}$ par :

$h_p = h(p)$ = Nombre des pixels ayant p pour niveau de gris

Histogramme d'une image

Définition

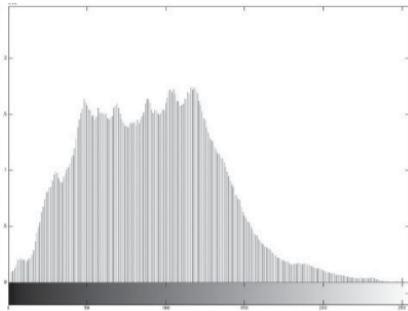
- ▶ L'histogramme d'une image est l'histogramme de la série de données correspondant aux niveaux de gris des pixels.
- ▶ C'est une fonction discrète définie pour tout $p \in \{0, 1, 2, \dots, 255\}$ par :

$h_p = h(p)$ = Nombre des pixels ayant p pour niveau de gris

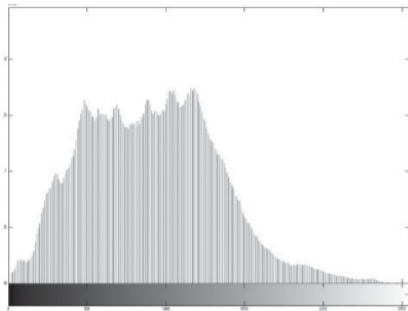
Définition

Dynamique d'une image = $[(h_p)_{\min}; (h_p)_{\max}]$

Histogramme d'une image



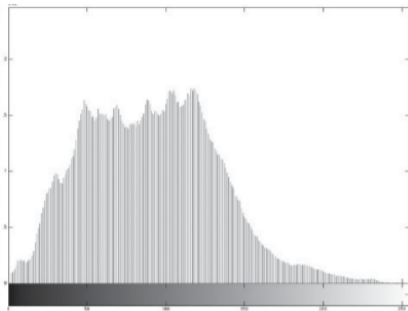
Histogramme d'une image



Informations sur :

- ▶ la dynamique réelle de l'image (nombre de niveaux de gris réellement utilisés)

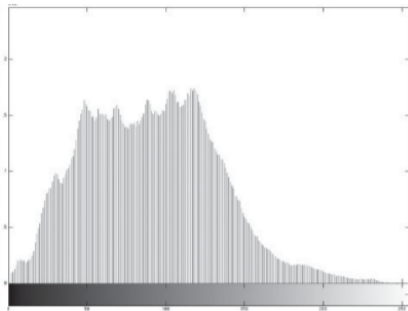
Histogramme d'une image



Informations sur :

- ▶ la dynamique réelle de l'image (nombre de niveaux de gris réellement utilisés)
- ▶ similitude avec une distribution statistique connue

Histogramme d'une image



Informations sur :

- ▶ la dynamique réelle de l'image (nombre de niveaux de gris réellement utilisés)
- ▶ similitude avec une distribution statistique connue
- ▶ pics significatifs etc.

Luminance d'une image

Définition

La *luminance* (ou brillance) est définie comme la moyenne de tous les pixels de l'image

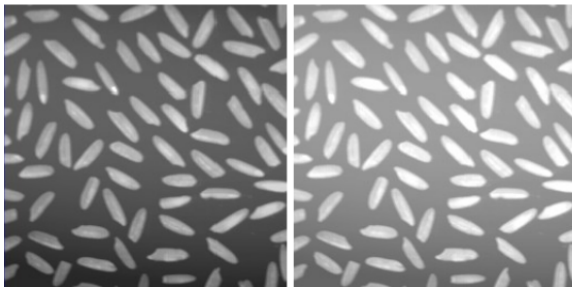
$$\mu = \frac{1}{256} \sum_{p=0}^{255} h_p$$

Luminance d'une image

Définition

La *luminance* (ou brillance) est définie comme la moyenne de tous les pixels de l'image

$$\mu = \frac{1}{256} \sum_{p=0}^{255} h_p$$



seule la luminance est différente

Contraste d'une image

Le contraste peut être défini de plusieurs façons :

Contraste d'une image

Le contraste peut être défini de plusieurs façons :

1. Écart-type des variations des niveaux de gris

$$\sigma^2 = \frac{1}{256} \sum_{p=0}^{255} h_p \times (p - \mu)^2$$

Contraste d'une image

Le contraste peut être défini de plusieurs façons :

1. Écart-type des variations des niveaux de gris

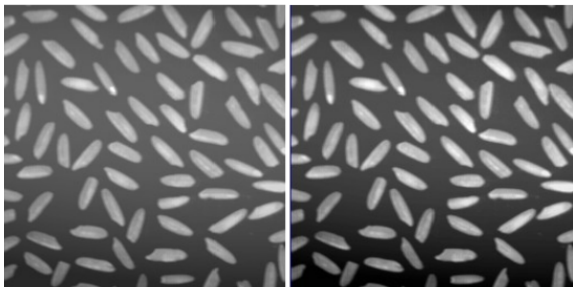
$$\sigma^2 = \frac{1}{256} \sum_{p=0}^{255} h_p \times (p - \mu)^2$$

2. Variation entre niveaux de gris *min* et *max*

$$C = \frac{\max(I(x; y)) - \min(I(x; y))}{\max(I(x; y)) + \min(I(x; y))}$$

Contraste d'une image

Les deux images suivantes possèdent un contraste différent :



Entropie d'une image

Définition

$$E = - \sum_{i=0}^{255} p_i \log_2(p_i)$$

où p_i la proportion ($0 \leq p_i \leq 1$) de points de l'image ayant pour niveau de gris i

Entropie d'une image

Définition

$$E = - \sum_{i=0}^{255} p_i \log_2(p_i)$$

où p_i la proportion ($0 \leq p_i \leq 1$) de points de l'image ayant pour niveau de gris i

- représente le nombre moyen de bits par pixel nécessaires pour coder toute l'information présente

Entropie d'une image

Définition

$$E = - \sum_{i=0}^{255} p_i \log_2(p_i)$$

où p_i la proportion ($0 \leq p_i \leq 1$) de points de l'image ayant pour niveau de gris i

- ▶ représente le nombre moyen de bits par pixel nécessaires pour coder toute l'information présente
- ▶ utilisée dans les techniques de compression sans perte

Images numériques

Histogrammes et grandeurs statistiques

Traitement ponctuel des images numériques

Exemples

Étalement de l'histogramme

Égalisation de l'histogramme

Sauf mention particulière, nous parlons d'images comportant $N_1 \times N_2$ pixels codés sur 256 niveaux de gris différents.

Objectifs

Chaque pixel subit une correction qui ne dépend que de sa valeur de niveau de gris

Chaque pixel subit une correction qui ne dépend que de sa valeur de niveau de gris

- ▶ Recadrage dynamique

Chaque pixel subit une correction qui ne dépend que de sa valeur de niveau de gris

- ▶ Recadrage dynamique
- ▶ Égalisation

Chaque pixel subit une correction qui ne dépend que de sa valeur de niveau de gris

- ▶ Recadrage dynamique
- ▶ Égalisation
- ▶ Binarisation — seuillage

Chaque pixel subit une correction qui ne dépend que de sa valeur de niveau de gris

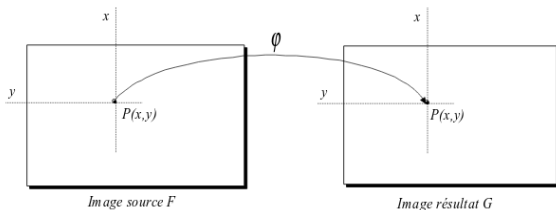
- ▶ Recadrage dynamique
- ▶ Égalisation
- ▶ Binarisation — seuillage

Réglage de la luminosité et du contraste

Transformations ponctuelles

Le mécanisme des opérations ponctuelles est le plus simple en traitement d'images.

À partir d'une image source, le résultat est établi point par point.



$$g(x; y) = \varphi [f(x; y)]$$

Les coordonnées du point résultat sont supposées identiques à celle du point source dans cette étude.

Look Up Table (LUT)

- ▶ $\varphi : I \rightarrow I'$: fonction de modification du niveau de gris indépendamment de la localisation géométrique des pixels

À chaque niveau de gris i est associé un niveau de gris i' :

$$i' = \varphi(i)$$

Look Up Table (LUT)

- ▶ $\varphi : I \rightarrow I' : \text{fonction de modification du niveau de gris}$
indépendamment de la localisation géométrique des pixels

À chaque niveau de gris i est associé un niveau de gris i' :

$$i' = \varphi(i)$$

- ▶ Table de transcodage appelée LUT (Look Up Table)

$$[\varphi(0), \varphi(1), \dots, \varphi(255)]$$

Look Up Table (LUT)

- ▶ $\varphi : I \rightarrow I'$: fonction de modification du niveau de gris indépendamment de la localisation géométrique des pixels

À chaque niveau de gris i est associé un niveau de gris i' :

$$i' = \varphi(i)$$

- ▶ Table de transcodage appelée LUT (Look Up Table)

$$[\varphi(0), \varphi(1), \dots, \varphi(255)]$$

- ▶ modification sur la répartition des niveaux de gris dans la nouvelle image

Look Up Table (LUT)

- ▶ $\varphi : I \rightarrow I' : \text{fonction de modification du niveau de gris}$
indépendamment de la localisation géométrique des pixels

À chaque niveau de gris i est associé un niveau de gris i' :

$$i' = \varphi(i)$$

- ▶ Table de transcodage appelée LUT (Look Up Table)

$$[\varphi(0), \varphi(1), \dots, \varphi(255)]$$

- ▶ modification sur la répartition des niveaux de gris dans la nouvelle image
- ▶ Étude de la répartition statistique des niveaux de gris de l'image initiale

Look Up Table (LUT)

Entrées : Une image I de dimension $p \times n$;

Une transformation locale φ ;

début

 // Initialisation de la LUT

pour i variant de 1 à 256 **faire**

 | $\text{LUT}(i) = \varphi(i)$;

fin

 // Utilisation de la LUT

pour i variant de 1 à p **faire**

pour j variant de 1 à n **faire**

 | $I'(i,j) = \text{LUT}(I(i,j))$;

fin

fin

fin

Images numériques

Histogrammes et grandeurs statistiques

Traitement ponctuel des images numériques

Exemples

Étalement de l'histogramme

Égalisation de l'histogramme

Image plus claire

Décalage de l'histogramme vers les fortes luminances sans modification de sa forme

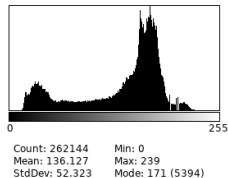


Image plus claire

Décalage de l'histogramme vers les fortes luminances sans modification de sa forme

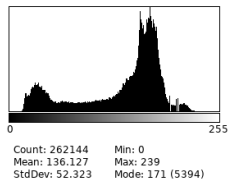
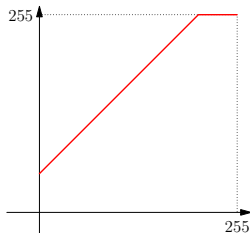


Image plus claire

Décalage de l'histogramme vers les fortes luminances sans modification de sa forme

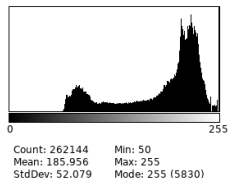
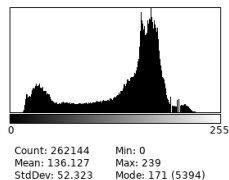
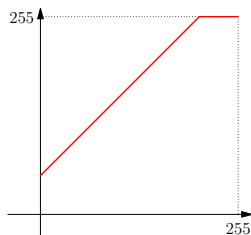


Image plus sombre

Décalage de l'histogramme vers les faibles luminances sans modification de sa forme

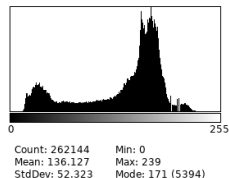


Image plus sombre

Décalage de l'histogramme vers les faibles luminances sans modification de sa forme

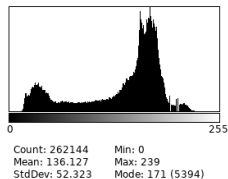
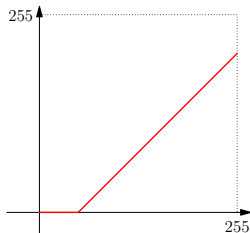
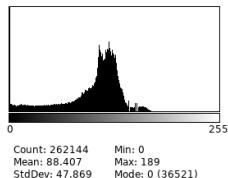
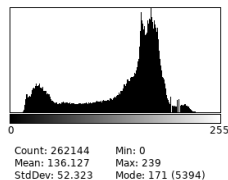
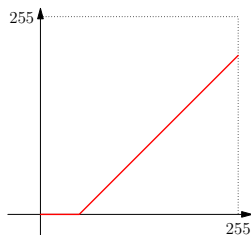
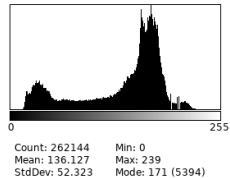


Image plus sombre

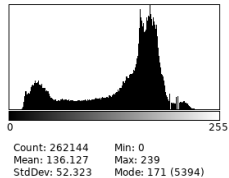
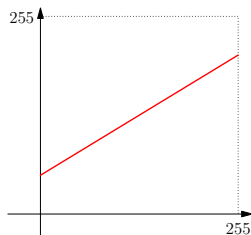
Décalage de l'histogramme vers les faibles luminances sans modification de sa forme



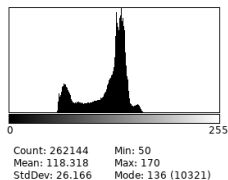
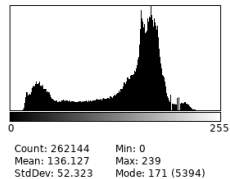
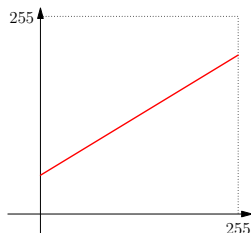
Baisse du contraste : l'histogramme est compacté



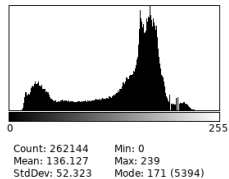
Baisse du contraste : l'histogramme est compacté



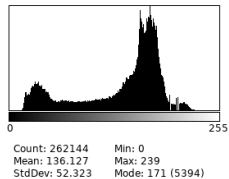
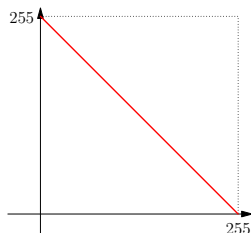
Baisse du contraste : l'histogramme est compacté



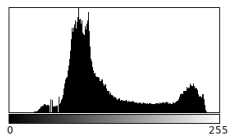
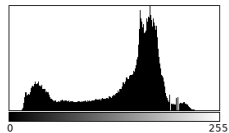
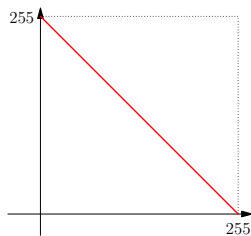
Inversion vidéo



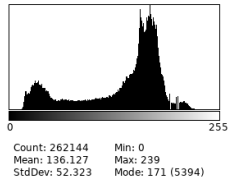
Inversion vidéo



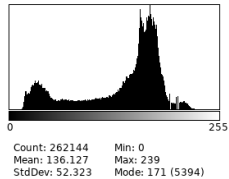
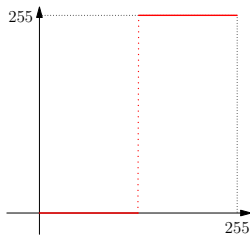
Inversion vidéo



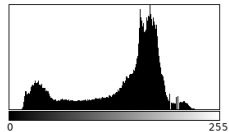
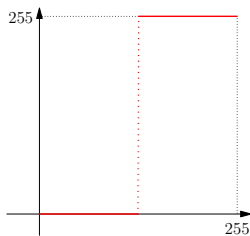
Seuillage



Seuillage



Seuillage



Count: 262144 Min: 0
Mean: 136.127 Max: 239
StdDev: 52.323 Mode: 171 (5394)



Count: 262144 Min: 0
Mean: 63.845 Max: 255
StdDev: 110.473 Mode: 0 (196510)

Images numériques

Histogrammes et grandeurs statistiques

Traitement ponctuel des images numériques

Exemples

Étalement de l'histogramme

Égalisation de l'histogramme

Étalement de l'histogramme

Étalement de l'histogramme

- ▶ image présentant un histogramme concentré dans l'intervalle $[a; b]$

Étalement de l'histogramme

- ▶ image présentant un histogramme concentré dans l'intervalle $[a; b]$
- ▶ Les valeurs a et b correspondent aux niveaux de gris extrêmes présents dans cette image

Dynamique d'une image = $[a; b]$

Étalement de l'histogramme

- ▶ image présentant un histogramme concentré dans l'intervalle $[a; b]$
- ▶ Les valeurs a et b correspondent aux niveaux de gris extrêmes présents dans cette image

Dynamique d'une image = $[a; b]$

- ▶ Le recadrage de dynamique (lu Étalement de l'histogramme) consiste à étendre la dynamique de l'image transformée à l'étendue totale $[0; 255]$

Étalement de l'histogramme

Plusieurs méthodes possibles :

Étalement de l'histogramme

Plusieurs méthodes possibles :

- ▶ Transformation linéaire

Étalement de l'histogramme

Plusieurs méthodes possibles :

- ▶ Transformation linéaire
- ▶ Transformation linéaire avec saturation

Étalement de l'histogramme

Plusieurs méthodes possibles :

- ▶ Transformation linéaire
- ▶ Transformation linéaire avec saturation
- ▶ Transformation linéaire par morceau

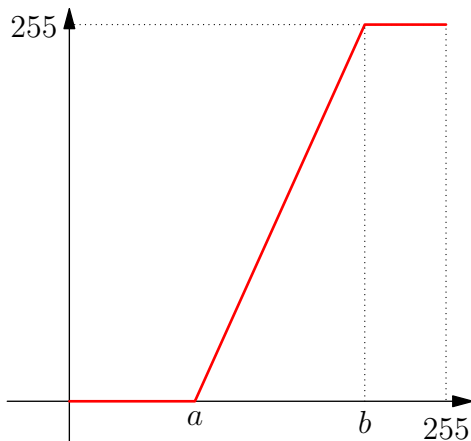
Étalement de l'histogramme

Plusieurs méthodes possibles :

- ▶ Transformation linéaire
- ▶ Transformation linéaire avec saturation
- ▶ Transformation linéaire par morceau
- ▶ Transformation non-linéaire

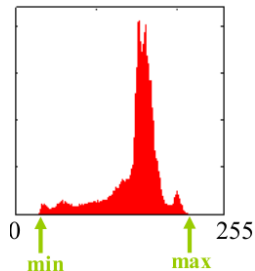
Étalement de l'histogramme

Transformation linéaire



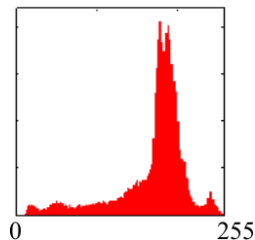
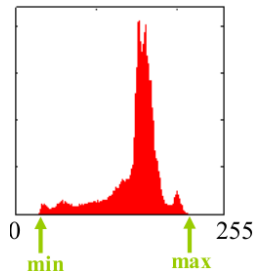
Étalement de l'histogramme

Transformation linéaire : Étalement de l'histogramme



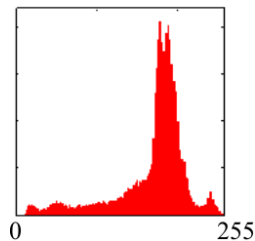
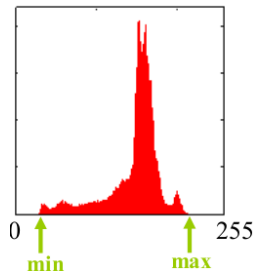
Étalement de l'histogramme

Transformation linéaire : Étalement de l'histogramme



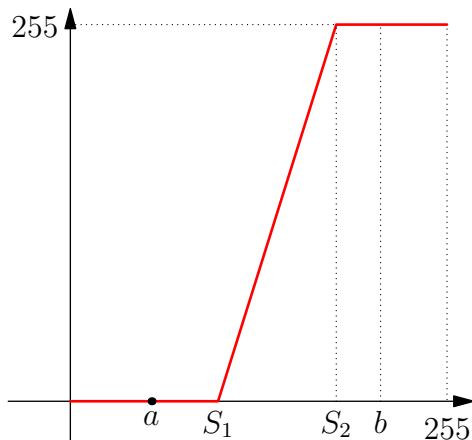
Étalement de l'histogramme

Transformation linéaire : Étalement de l'histogramme



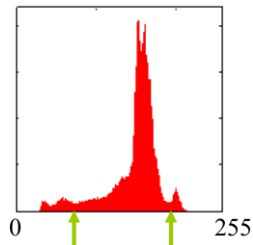
Étalement de l'histogramme

Transformation linéaire avec saturation



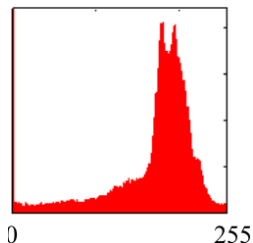
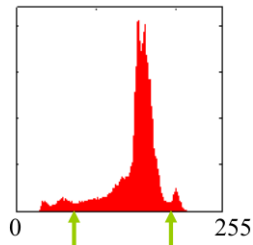
Étalement de l'histogramme

Transformation linéaire avec saturation



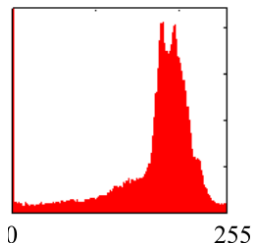
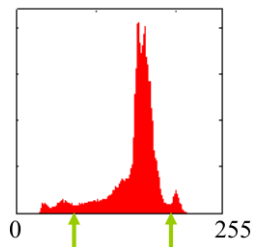
Étalement de l'histogramme

Transformation linéaire avec saturation



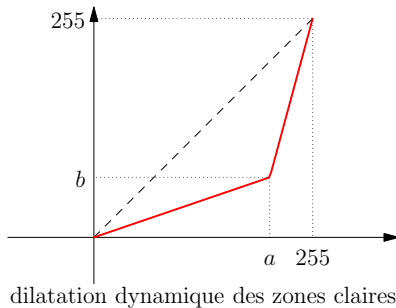
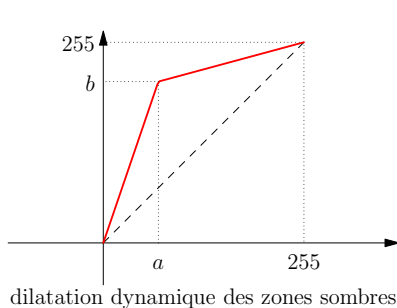
Étalement de l'histogramme

Transformation linéaire avec saturation



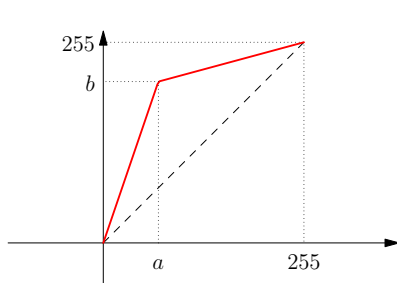
Étalement de l'histogramme

Transformation affine par morceaux

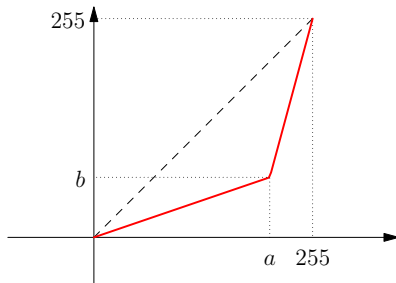


Étalement de l'histogramme

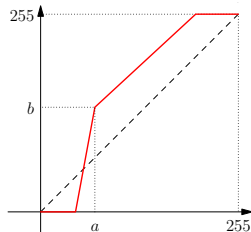
Transformation affine par morceaux



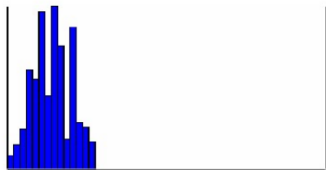
dilatation dynamique des zones sombres



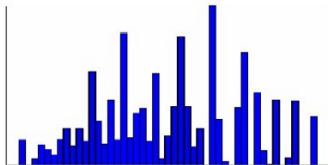
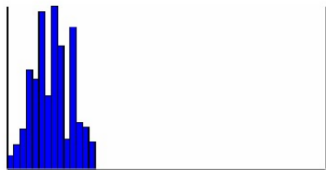
dilatation dynamique des zones claires



Étalement de l'histogramme : Exemple



Étalement de l'histogramme : Exemple



Images numériques

Histogrammes et grandeurs statistiques

Traitement ponctuel des images numériques

Exemples

Étalement de l'histogramme

Égalisation de l'histogramme

Étalement de l'histogramme : Exemple



Étalement de l'histogramme : Exemple



Étalement de l'histogramme : Exemple



Dans le cas où l'histogramme initial occupe toute la plage de dynamique, aucun changement n'est visible

Étalement de l'histogramme : Exemple



Dans le cas où l'histogramme initial occupe toute la plage de dynamique, aucun changement n'est visible

- Méthode d'égalisation de l'histogramme

Égalisation de l'histogramme

Objectifs : histogramme de l'image transformée le plus plat possible

Égalisation de l'histogramme

Objectifs : histogramme de l'image transformée le plus plat possible

- ▶ meilleure répartition des intensités relatives

Égalisation de l'histogramme

Objectifs : histogramme de l'image transformée le plus plat possible

- ▶ meilleure répartition des intensités relatives
- ▶ amélioration du contraste

Égalisation de l'histogramme

Objectifs : histogramme de l'image transformée le plus plat possible

- ▶ meilleure répartition des intensités relatives
- ▶ amélioration du contraste
- ▶ augmentation artificielle de la clarté

Égalisation de l'histogramme

Définition (Histogramme cumulé)

C'est une fonction du niveau de gris p telle que :

$$H_C(p) = \sum_{i=0}^p h_i$$

Remarque

Égalisation de l'histogramme

Définition (Histogramme cumulé)

C'est une fonction du niveau de gris p telle que :

$$H_C(p) = \sum_{i=0}^p h_i$$

Remarque

► $H_C(0) = h_0$

Égalisation de l'histogramme

Définition (Histogramme cumulé)

C'est une fonction du niveau de gris p telle que :

$$H_C(p) = \sum_{i=0}^p h_i$$

Remarque

- ▶ $H_C(0) = h_0$
- ▶ $H_C(p+1) = H_C(p) + h_{p+1}$

Égalisation de l'histogramme

Définition (Histogramme cumulé)

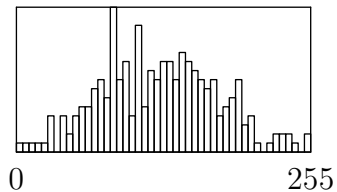
C'est une fonction du niveau de gris p telle que :

$$H_C(p) = \sum_{i=0}^p h_i$$

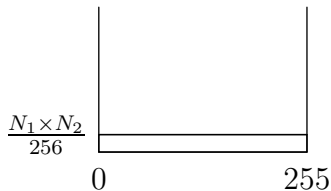
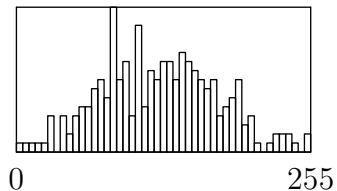
Remarque

- ▶ $H_C(0) = h_0$
- ▶ $H_C(p+1) = H_C(p) + h_{p+1}$
- ▶ $H_C(255) = N_1 \times N_2$

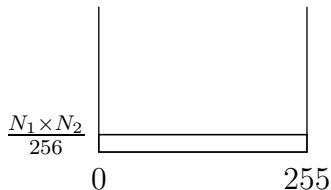
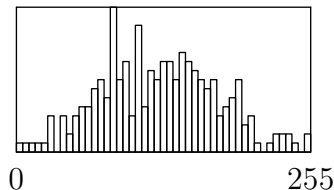
Égalisation de l'histogramme



Égalisation de l'histogramme

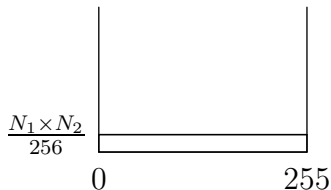
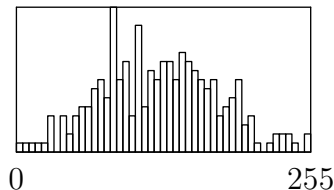


Égalisation de l'histogramme

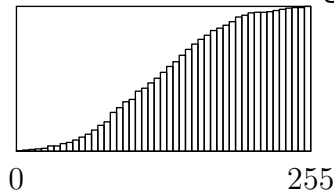


Pour cela on utilise l'**histogramme cumulé**

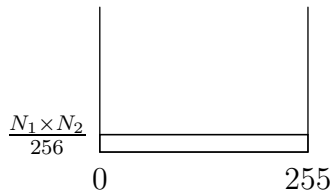
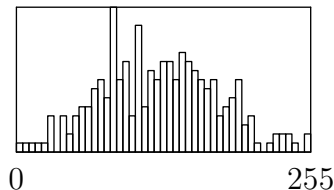
Égalisation de l'histogramme



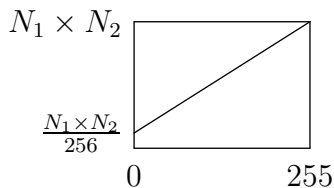
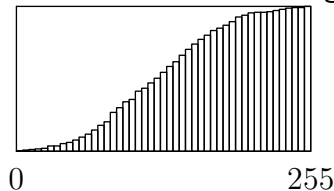
Pour cela on utilise l'**histogramme cumulé**



Égalisation de l'histogramme

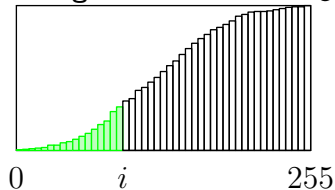


Pour cela on utilise l'**histogramme cumulé**



Égalisation de l'histogramme

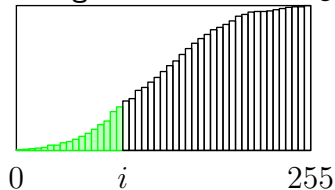
histogramme cumulé H_C



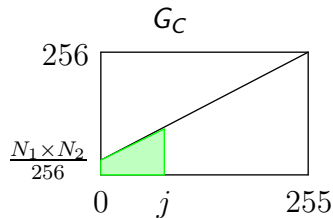
histogramme cumulé idéal
 G_C

Égalisation de l'histogramme

histogramme cumulé H_C

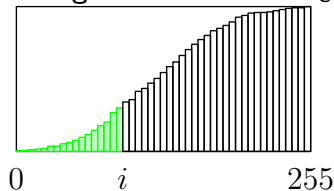


histogramme cumulé idéal

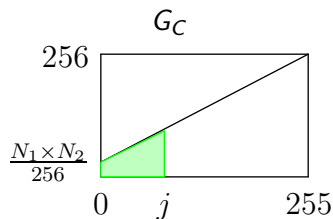


Égalisation de l'histogramme

histogramme cumulé H_c



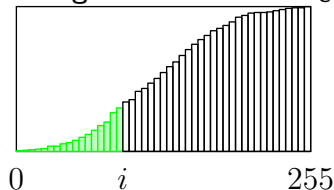
histogramme cumulé idéal G_c



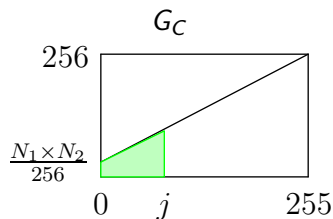
Pour une valeur de i donnée on cherche le j tel que $G_c(j) = H_c(i)$

Égalisation de l'histogramme

histogramme cumulé H_C



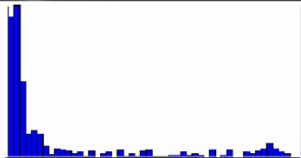
histogramme cumulé idéal



Pour une valeur de i donnée on cherche le j tel que $G_c(j) = H_c(i)$
Nous verrons en Td que :

$$j = f(i) = \frac{256}{N_1 \times N_2} \sum_{p=0}^i h_i$$

Égalisation de l'histogramme



Égalisation de l'histogramme

