

TI

N. Journet

Transformation
d'histogrammes

Opérations
logiques sur les
images

Interpolation

Introduction au traitement d'images

Traitements de base

Nicholas Journet

12 janvier 2011

Plan

- ▶ Semaine 1 : Introduction Traitements de base en image
- ▶ Semaine 2 : Amélioration d'images et détection de contours
- ▶ Semaine 3 : Analyse d'images et reconnaissance des formes
- ▶ Semaine 4 : Synthèse d'images (OpenGL)
- ▶ Semaine 5 : Projet (OCR ou taquin3D)
- ▶ Semaine 6 : Projet (OCR ou taquin3D)

Bibliographie

- ▶ Cours de traitement d'images Elise Arnaud - Edmond Boyer Université Joseph Fourier
- ▶ Cours de traitement d'images Alain Boucher
- ▶ Cours de traitement d'images T Guyer Université de Chambéry
- ▶ Cours de traitement d'images Caroline ROUGIER université de Montréal
- ▶ Analyse d'images : filtrage et segmentation (Edition Broché) - Cocquerez

Création de panoramas

Transformation
d'histogrammes

Rappels et
définitions
Contraste
Egalisation
d'histogrammes
Seuillage
d'histogramme

Opérations
logiques sur les
images

Interpolation



Imagerie météorologique

Transformation
d'histogrammes

Rappels et
définitions

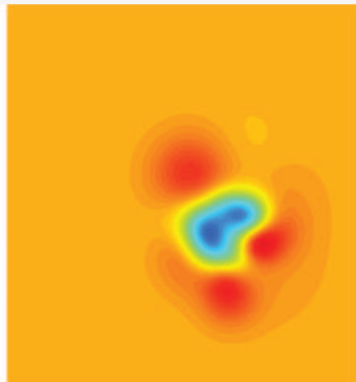
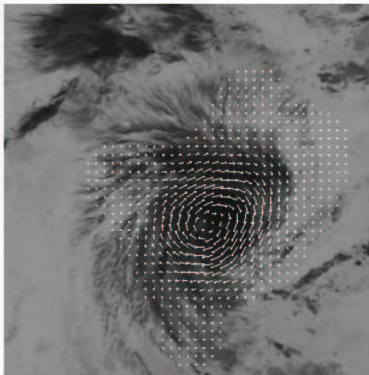
Contraste

Egalisation
d'histogrammes

Seuillage
d'histogramme

Opérations
logiques sur les
images

Interpolation



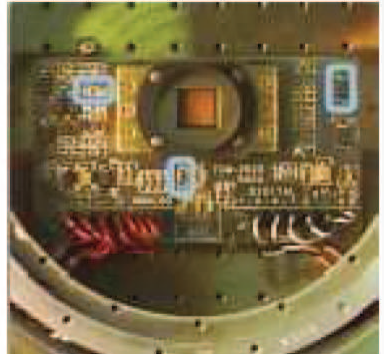
Vision industrielle

Transformation
d'histogrammes

Rappels et
définitions
Contraste
Egalisation
d'histogrammes
Seuillage
d'histogramme

Opérations
logiques sur les
images

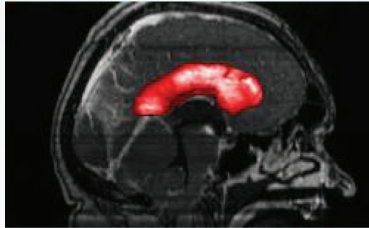
Interpolation



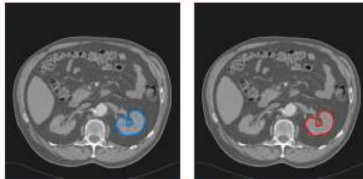
Imagerie médicale

J Mille - LI Tours

Segmentation du ventricule cérébral (scanner cérébral)



Segmentation du rein (scanner abdominal)



Transformation
d'histogrammes

Rappels et
définitions
Contraste
Egalisation
d'histogrammes
Seuillage
d'histogramme

Opérations
logiques sur les
images

Interpolation

Route intelligente

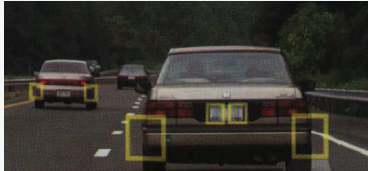
Transformation
d'histogrammes

Rappels et
définitions
Contraste
Egalisation
d'histogrammes
Seuillage
d'histogramme

Opérations
logiques sur les
images

Interpolation

Localisation des voitures

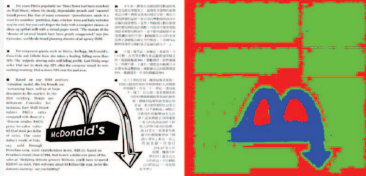


Radars automatiques

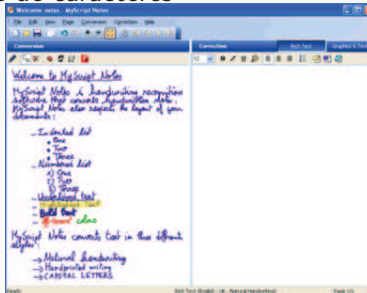


Analyse d'images de documents

Séparation texte/dessin



Reconnaissance de caractères



Définition

La vision humaine est une source d'inspiration pour les ingénieurs en traitement d'images et vision par ordinateur afin de construire des algorithmiques mais ...

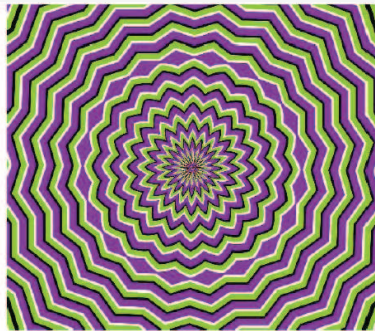
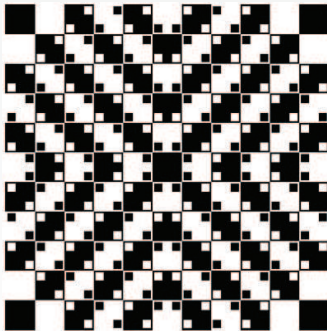
- ▶ le système de vision humain est extrêmement complexe
- ▶ on voit avec le cerveau, et pas avec les yeux

Rôle du cerveau

- ▶ intègre les vues gauche et droite (stéréovision)
- ▶ recrée l'information de profondeur
- ▶ effectue la segmentation, la reconnaissance et l'interprétation
- ▶ est spécialisé dans la reconnaissance de visages

Quelques illusions d'optique

Akiyoshi Kitaoka



TI

N. Journet

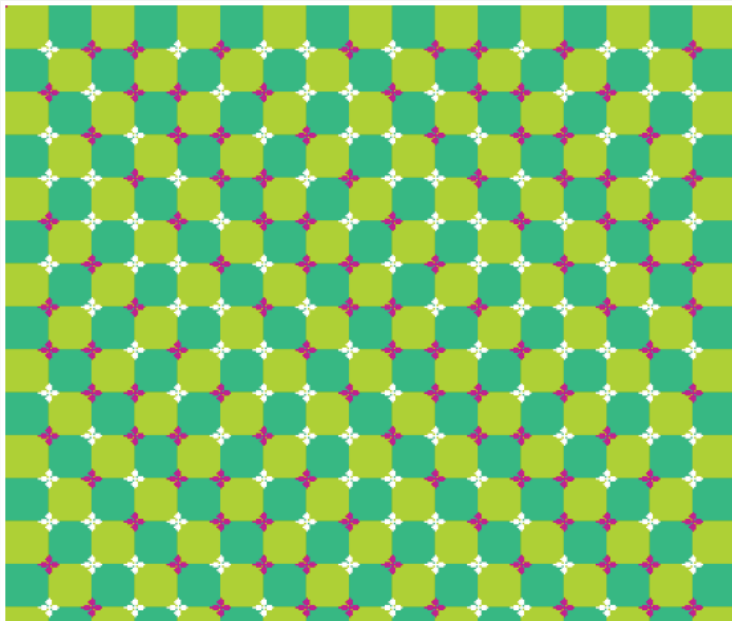
Transformation
d'histogrammes

Opérations
logiques sur les
images

Interpolation

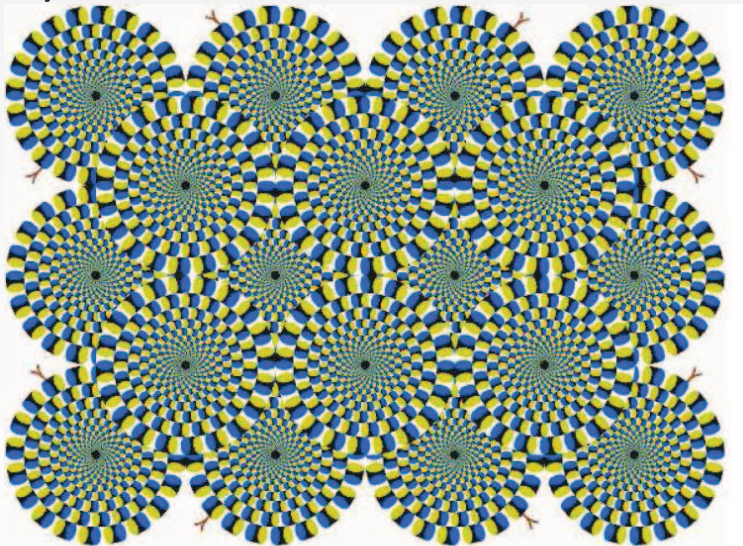
Quelques illusions d'optique

Akiyoshi Kitaoka



Quelques illusions d'optique

Akiyoshi Kitaoka



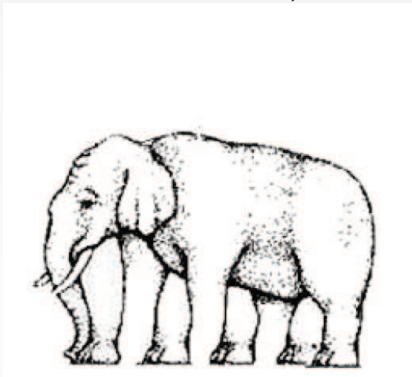
Quelques illusions d'optique

importance de l'interprétation (pour compléter, corriger ou interpréter l'information)



Quelques illusions d'optique

importance de l'interprétation (pour compléter, corriger ou interpréter l'information)



Quelques illusions d'optique

importance de l'interprétation (pour compléter, corriger ou interpréter l'information)



The forest has eyes - Bev Doolittle

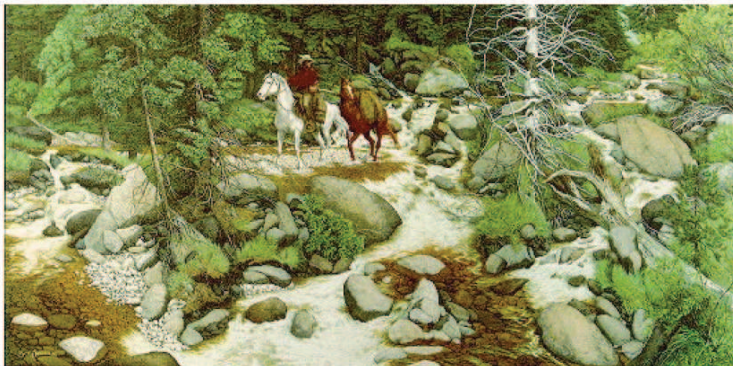
Quelques illusions d'optique

Transformation
d'histogrammes

Opérations
logiques sur les
images

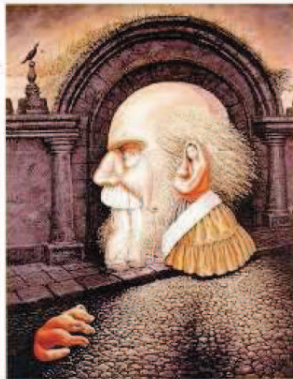
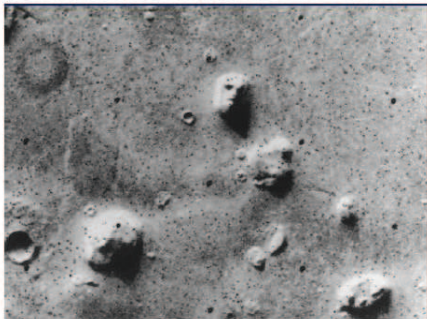
Interpolation

spécialisation dans la reconnaissance de visages



Quelques illusions d'optique

spécialisation dans la reconnaissance de visages



- ▶ Une image est avant tout un signal 2D
- ▶ Souvent, cette image représente une scène 3D

D'un point de vue mathématique

- ▶ une image est une matrice de nombres représentant un signal
- ▶ plusieurs outils permettent de manipuler ce signal

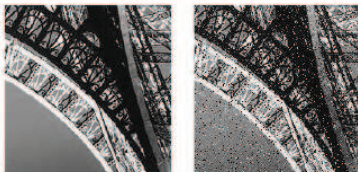
D'un point de vue humain

- ▶ une image contient plusieurs informations sémantiques
- ▶ il faut interpréter l'information au-delà de la valeur des nombres

images naturelles vs images synthétiques



le bruit dans une image



Le bruit est du à

- ▶ la qualité de l'appareil d'acquisition
- ▶ les conditions de prise de vue : luminosité, mouvement de la scène, etc.

Quelques éléments simples d'une image



Une zone homogène

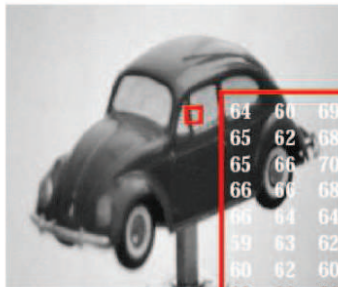


Une texture



Un contour

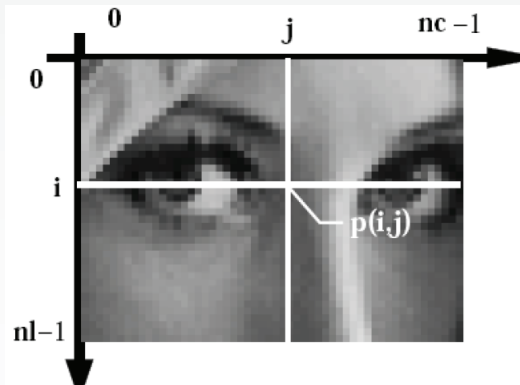
Une image est un tableau d'entiers

*Niveaux de gris - 8 bits:**0 - noir**255 - blanc*

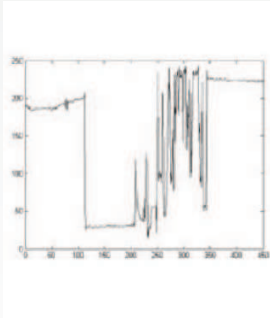
64	60	69	100	149	151	176	182	179
65	62	68	97	145	148	175	183	181
65	66	70	95	142	146	176	185	184
66	60	68	90	135	140	172	184	184
66	64	64	84	129	134	168	181	182
59	63	62	88	130	128	166	185	180
60	62	60	85	127	125	163	183	178
62	62	58	81	122	120	160	181	176
63	64	58	78	118	117	159	180	176

Une image numérique est un tableau de pixels. Un pixel s est décrit par :

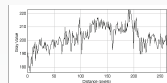
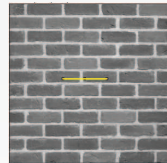
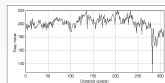
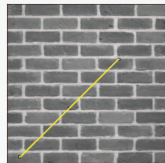
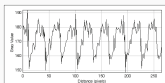
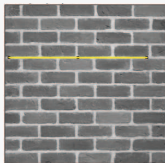
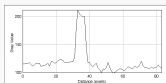
- ▶ ses coordonnées dans l'image (i, j)
- ▶ sa valeur $I(i, j)$, représentant sa couleur (ou son niveau de gris)



Un profil d'intensité d'une ligne dans une image est un signal 1D



4 profils d'intensité de ligne ont été générés.
Associez chaque ligne à son profil.



Résolution d'une image : finesse de la description spatiale



256x256



128x128



64x64



32x32

Quantification d'une image : plage de couleurs



6 bits



4 bits



3 bits



2 bits



1 bit

Résolution

Définition : C'est le nombre de pixel par unité de longueur

Exprimé en :

- ▶ dpi : dot per inch (point par pouce)
- ▶ ppc : point par centimètres
- ▶ ppm : point par millimètre
- ▶ ppi : Pixel per inch
- ▶ lpi : Line per inch (ligne par pouce)

1 pouce = 2.54 cm

Codage couleur

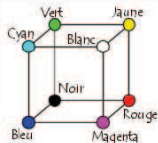
La valeur $I(i,j)$ d'un pixel $s = (i,j)$ représente son intensité lumineuse

En niveau de gris

- ▶ binaire : $I(i,j) = 0$ noir ou $I(i,j) = 1$ blanc
- ▶ codage 8 bits : (le plus classique) $I(i,j) = 0, \dots, 255$ du plus foncé au plus clair

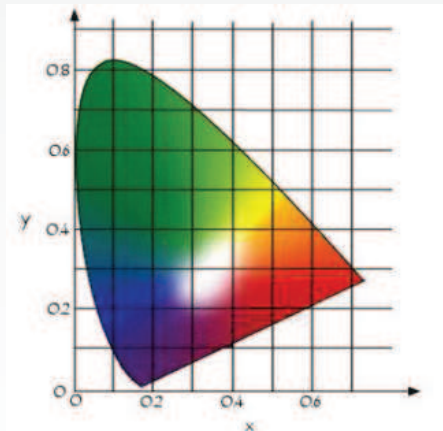
En couleur

- ▶ codage dans l'espace RGB : trois intensités lumineuses rouge, vert, bleu.
- ▶ codage 24 bits : $IR(i,j) = 0, \dots, 255$; $IV(i,j) = 0, \dots, 255$; $IB(i,j) = 0, \dots, 255$



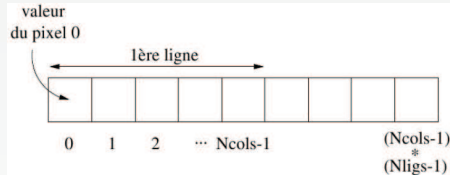
l'espace Lab (espace à luminance séparée)

- ▶ L : la luminance, exprime en pourcentage (0 pour le noir à 100 pour le blanc)
- ▶ a et b deux gammes de couleur allant respectivement du vert au rouge et du bleu au jaune avec des valeurs allant de -120 à +120



Formats de fichiers d'images

Une image est stockée soit dans un fichier sous la forme de texte, soit dans la mémoire de l'ordinateur sous la forme d'un vecteur



- ▶ opérations de base : lecture et écriture.
- ▶ informations nécessaires à la manipulation d'une image :
 - ▶ nombre de lignes, nombre de colonnes,
 - ▶ format des pixels (bit, niveaux de gris, niveaux de couleurs),
 - ▶ compression éventuelle.

une multitude de formats permettant de stocker ces informations existent

Types d'images

► Image vectorielle

- Représentation par des formes géométriques simples :
- Ligne : point de départ, point d'arrivée
- Triangle : 3 sommets, la couleur du contour, la couleur intérieure (remplissage)
- Ex : PAO (publication assistée par ordinateur), DAO (dessin assisté par ordinateur)...

► Image matricielle

- Matrice de pixels Bitmap (image en mode point : BMP, PGM, JPEG)
- L'affichage est matriciel



Matriciel VS vectoriel

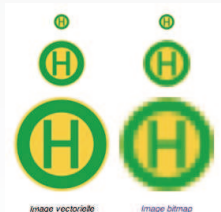
- ▶ Image vectorielle
 - ▶ Peu de place en mémoire
 - ▶ Re-dimensionnement sans perte d'informations
 - ▶ Aucun aliasing si on manipule l'objet graphique

Inconvénients :

- ▶ Peut devenir gros pour une image complexe
 - ▶ Beaucoup de calculs pour l'affichage
- ▶ Image Matricielle Avantages :
 - ▶ Aucun calcul pour l'affichage
 - ▶ La complexité de l'image n'influe pas sur sa taille

Inconvénients :

- ▶ Peuvent occuper beaucoup d'espace mémoire



Les formats simples : fichiers textes comportant un entête contenant les dimensions de l'image et le format des pixels.
Exemples : les formats PNM (portable anymap) : PBM (portable bitmap), PGM (portable grayscale map), PPM (portable pixmap).

Les formats compressés : l'information est compressée de manière à réduire la taille des fichiers images.
Exemples, les formats images du web : le format GIF (Graphics Interchange Format, CompuServe), le format JPEG (Joint Photographic Experts Group)

Les fichiers correspondants sont constitués des éléments suivants :

1. Un "nombre magique" pour identifier les type du fichier : P1 ou P4 pour PBM, P2 ou P5 pour PGM et P3 ou P6 pour PPM.
2. Un caractère d'espacement (blanc, TABs, CRs, LFs).
3. La largeur de l'image (valeur décimale, codée en ASCII) suivie d'un caractère d'espacement, la longueur de l'image (valeur décimale, ASCII) suivie d'un caractère d'espacement.
4. Uniquement pour PGM et PPM : l'intensité maximum (valeur décimale comprise entre 0 et 255, codée en ASCII) suivie d'un caractère d'espacement.
5. Largeur * hauteur nombres. Ces nombres sont soit des valeurs décimales codées en ASCII et séparées par des espacements dans le cas des formats P1, P2, P3, soit directement les valeurs binaires sur 1 ou 2 octets dans le cas des formats P4, P5, P6. Dans ce dernier cas, il n'y pas de caractères d'espacement entre les valeurs, et le type utilisé est le caractère.

Exemple

P1

#feep.pbm

24 7

1

```
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0
0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0
0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 0
0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
0 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

Fichier PBM d'une image 24*7 dont les valeurs sont codées en ASCII

Exemple

P2

#feep.pbm

24 7

3

```
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 3 3 3 3 0 0 3 3 3 3 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0
0 3 0 0 0 0 0 3 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0
0 3 3 3 0 0 0 3 3 3 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 0
0 3 0 0 0 0 0 3 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
0 3 0 0 0 0 0 3 3 3 3 0 0 1 1 1 1 0 0 1 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

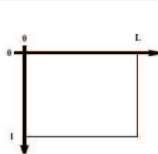
Fichier PGM d'une image 24*7. Les valeurs d'intensité codées en ASCII sont au maximum de 3

Interprétation mathématique d'une image

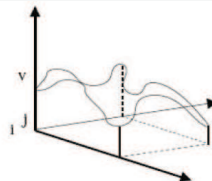
Une image peut être vue comme une fonction

Avantage de la représentation continue : possibilité de dériver

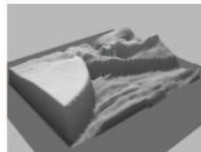
On peut voir l'image comme une surface



devient



donne



Compression

- ▶ La compression c'est trouver un codage de l'information qui permet de réduire la taille du codage
- ▶ Les étapes pour une image
 - ▶ codage \rightarrow Compression
 - ▶ décompression \rightarrow Codage

Calcul du taux de compression ρ (en %)

$$\rho = \frac{taille_{initiale} - taille_{finale}}{taille_{initiale}} * 100$$

Compression avec ou sans perte

► Sans perte

- La taille d'un fichier peut être réduit sans en altérer le contenu
- La transformation est totalement réversible

► Avec perte

- Des informations sont perdues
- La transformation n'est pas réversible à l'identique (introduction d'artefacts lors de la décompression)

Principe de la compression sans perte

- ▶ Profiter de la redondance d'information
- ▶ Redondance de codage de l'image (qui n'est pas toujours optimal)

Exemple : RLE,VCL,LZW (zip)...

Principe de la compression avec perte :

- ▶ Enlever les informations les moins importantes

Exemple : JPEG, JPEG2000,PNG...

Exemple d'un algo de compression sans perte : RLE

Compression RLE

- ▶ RLE : Running Length Encoded
- ▶ But : Regrouper les répétitions successives de pixels identiques

On fixe un seuil de répétition (Exemple seuil de 2) :

- ▶ AAAAARRRRRRROLLLBTTT : 22 caractères
- ▶ @5A@6RO@3LB@5T : 15 caractères
- ▶ Taux = 31%

Exemple d'un algo de compression avec perte

On veut supprimer de l'information au départ pour en avoir moins à coder !

Oui, mais : on ne veut pas perdre des informations importantes

Sur les couleurs :

- ▶ Teinte : Un humain distingue des variations de teintes assez fine
- ▶ Intensité : Un humain distingue environ 300 niveaux d'intensité

Sur des fréquences (JPEG) :

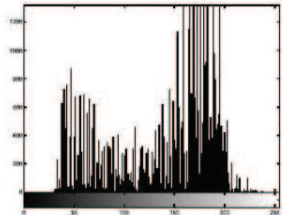
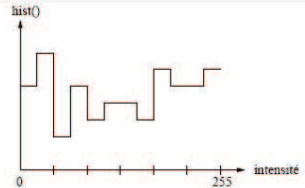
- ▶ L'oeil humain est plus sensible aux basses fréquences
- ▶ On va supprimer en priorité les hautes fréquences d'une image

Qu'est-ce qu'un histogramme ?

L'histogramme d'une image $h(x)$ est la fonction qui associe à une valeur d'intensité x le nombre de pixels dans l'image ayant cette valeur.

Algorithme

```
int row, col, rowmax, colmax;
int count[GREYMAX];
for(row = 0; row < rowmax; row++)
for(col = 0; col < colmax; col++)
    hist[image[row][col]]++;
```



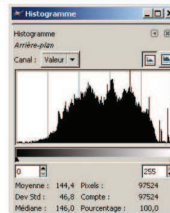
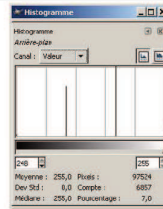
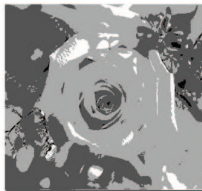
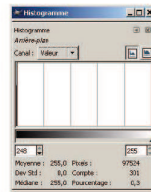
Pour les images couleurs il y a un histogramme par composante.

Exemple d'histogrammes

Transformation
d'histogrammes

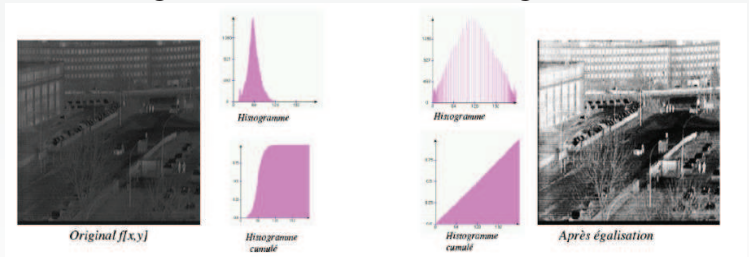
Opérations
logiques sur les
images

Interpolation



Traitements sur histogrammes

Les transformations sur les histogrammes sont à la base de nombreux algorithmes de traitement d'images.



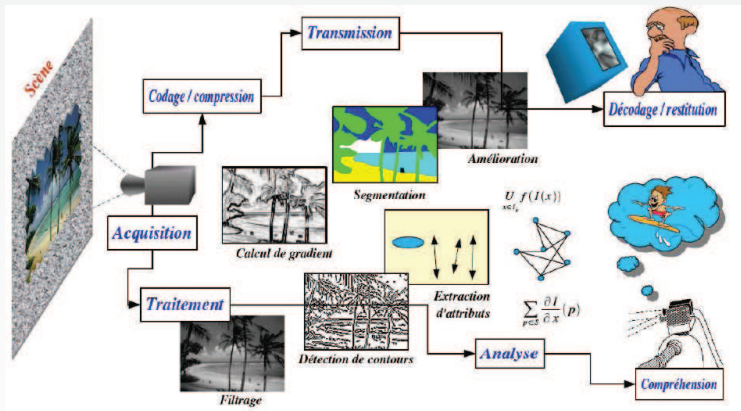
cf prochain cours.

Exemple d'une chaîne de traitements

Transformation
d'histogrammes

Opérations
logiques sur les
images

Interpolation

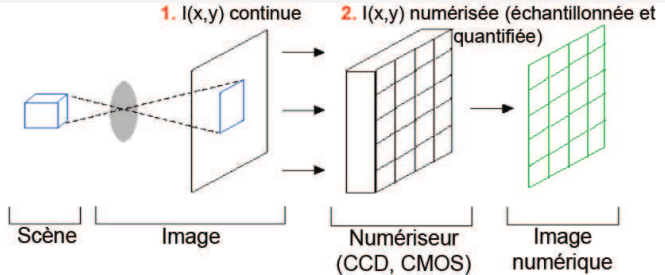


Acquisition

Transformation
d'histogrammes

Opérations
logiques sur les
images

Interpolation



1. Projection 2D d'une scène 3D
2. $I(x,y)$ représente l'intensité de la lumière au point (x,y)
3. Discretisation de l'espace et de l'intensité

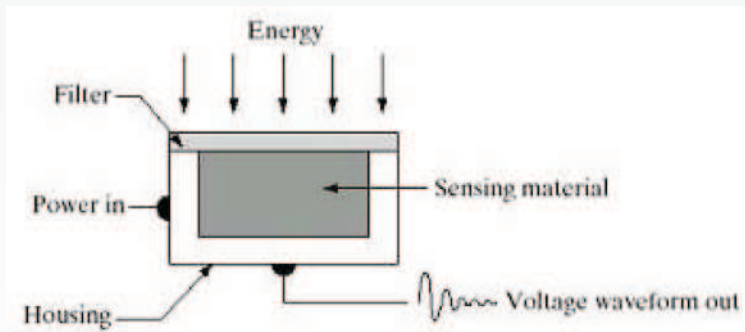
0	10	10	15	50	70	80
0	0	100	120	125	130	130
0	35	100	150	150	80	50
0	15	70	100	10	20	20
0	15	70	0	0	0	15
5	15	50	120	110	130	110
5	10	20	50	50	20	250

Pixel (picture element)
 → Scalaire
 Ex : Niveaux de gris
 → Vecteur
 Ex : couleur

Acquisition

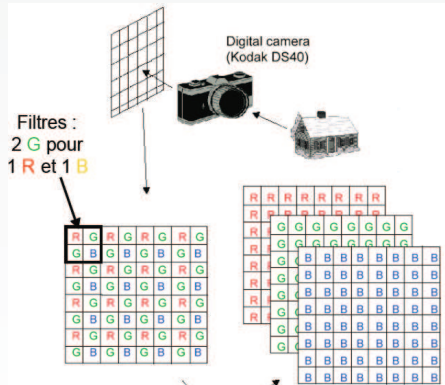
Principe général

- ▶ L'énergie incidente est convertie en signal électrique
- ▶ Sortie est proportionnelle à la lumière
- ▶ Filtre pour augmenter la sélectivité



Caméras numériques CCD

- ▶ Matrice CCD (Charged Coupled Devices)
- ▶ Système d'acquisition numérique 2D le plus utilisé
- ▶ La réponse est proportionnelle à l'intégrale de l'énergie lumineuse qui atteint chaque élément
- ▶ Pour la couleur, on utilise trois capteurs par pixel réagissant à des longueurs d'ondes différentes (rouge, vert et bleu).

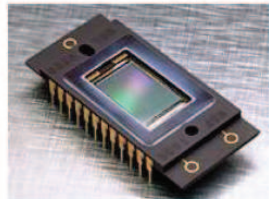
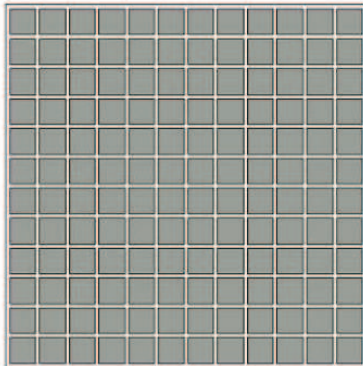


Capteur Matrice 2D

Transformation
d'histogrammes

Opérations
logiques sur les
images

Interpolation



KAF-1600 - Kodak.

Echantillonnage et quantification

Les valeurs de $f(x,y)$ sont la réponse du capteur au phénomène observé

- ▶ Les valeurs de $f(x,y)$ sont des valeurs de "voltage"
- ▶ Les valeurs de $f(x,y)$ doivent être converties vers le domaine numérique
- ▶ Conversion Analogique/Numérique (A/N)
- ▶ Deux procédés sont impliqués pour numériser une image :

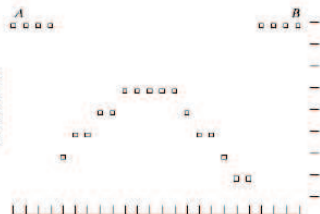
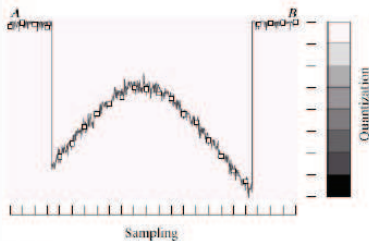
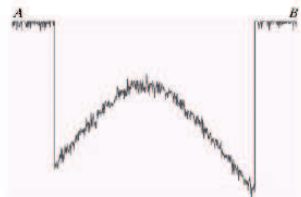
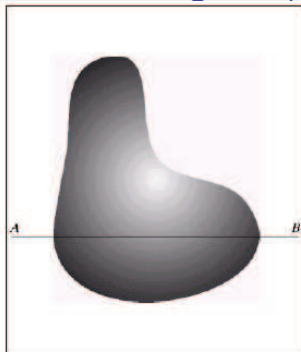
Numérisation = échantillonnage + Quantification

Echantillonnage et quantification

Transformation
d'histogrammes

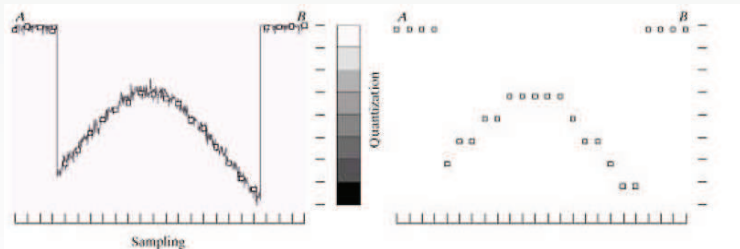
Opérations
logiques sur les
images

Interpolation



Echantillonnage et quantification

- ▶ L'échantillonnage est limité par la capacité du capteur, donc le nombre de pixels disponible (ou autre limite imposée)
- ▶ La quantification est limitée par la quantité de tons (de gris) définie dans l'intervalle



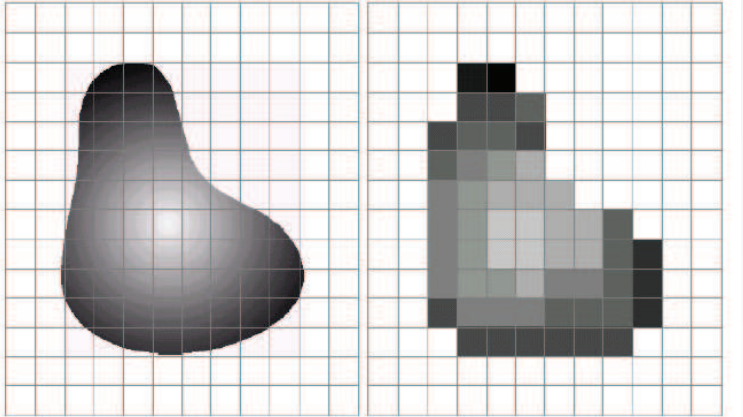
: Gonzalez and Woods. *Digital Image Processing*. Prentice-Hall, 2002.

Echantillonnage et quantification

Transformation
d'histogrammes

Opérations
logiques sur les
images

Interpolation



Exemples bas niveau

Transformation
d'histogrammes

Opérations
logiques sur les
images

Interpolation

Améliorer les caractéristiques d'une image



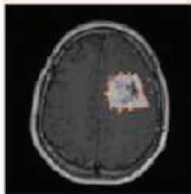
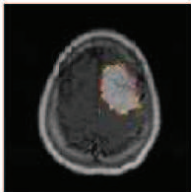
Exemples bas niveau

Transformation
d'histogrammes

Opérations
logiques sur les
images

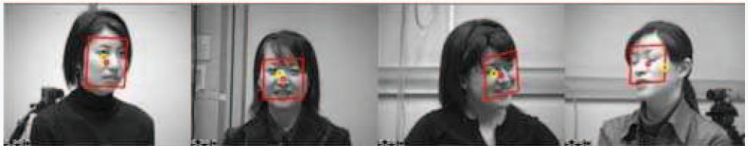
Interpolation

Détection de contours, de points d'intérêts



Exemples haut niveau (analyse)

Suivi de visage



Exemples haut niveau (analyse)

Reconnaissance de structures de documents

