

TI

N. Journet

Quelques  
applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une  
image ?

# Introduction au traitement d'images

## Détection de contours

Nicholas Journet

2 février 2012

Quelques applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une image ?

- ▶ 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

TI

N. Journet

Quelques  
applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une  
image ?

# Création de panoramas



TI

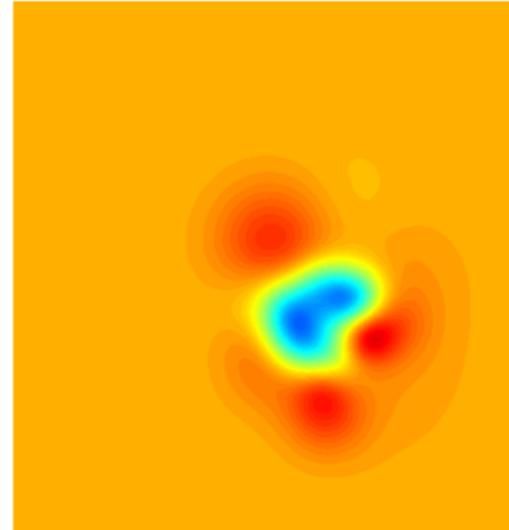
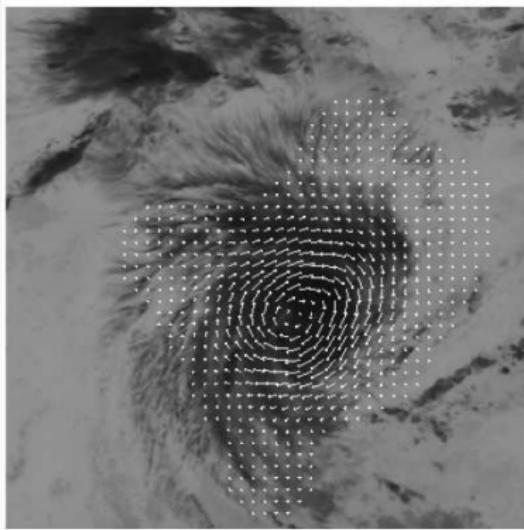
N. Journet

Quelques  
applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une  
image ?

# Imagerie météorologique



TI

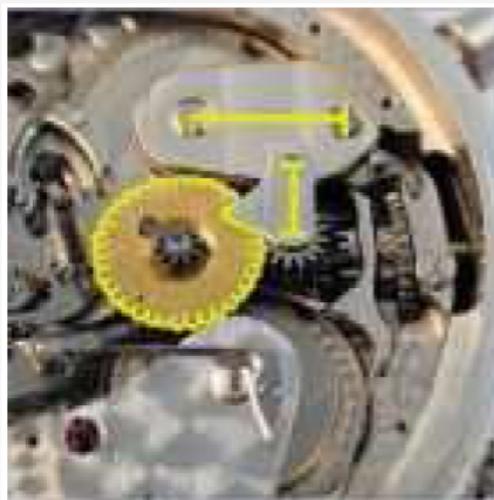
N. Journet

Quelques  
applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une  
image ?

# Vision industrielle



TI

N. Journet

Quelques  
applications

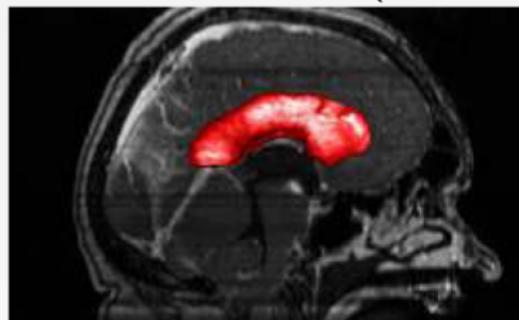
Vision humaine

Qu'est-ce qu'une  
image ?

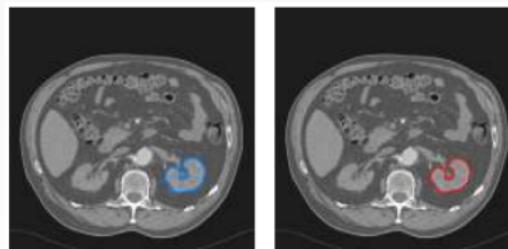
# Imagerie médicale

J Mille - LI Tours

Segmentation du ventricule cérébral (scanner cérébral)



Segmentation du rein (scanner abdominal)



TI

N. Journet

Quelques  
applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une  
image ?

# Route intelligente

## Localisation des voitures



## Radars automatiques



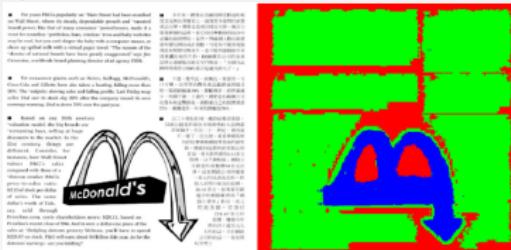
## Quelques applications

### Vision humaine

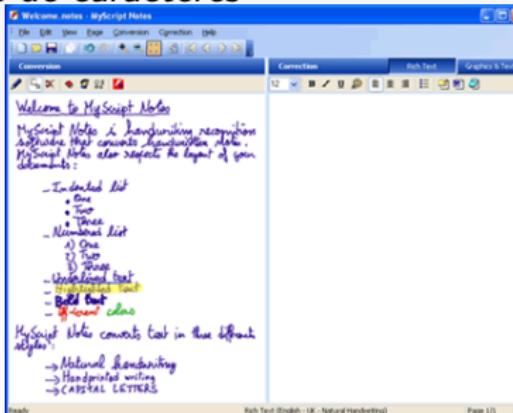
#### Qu'est-ce qu'une image ?

# 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

TI

N. Journet

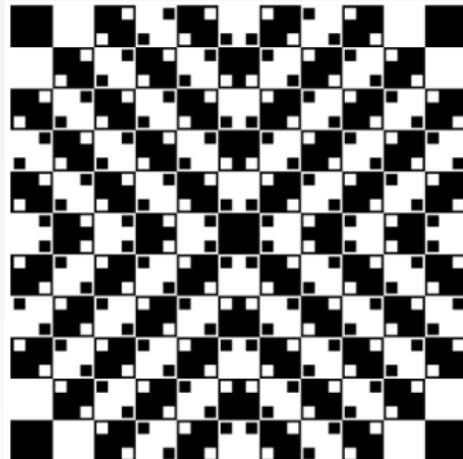
Quelques  
applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une  
image ?

# Quelques illusions d'optique

Akiyoshi Kitaoka



TI

N. Journet

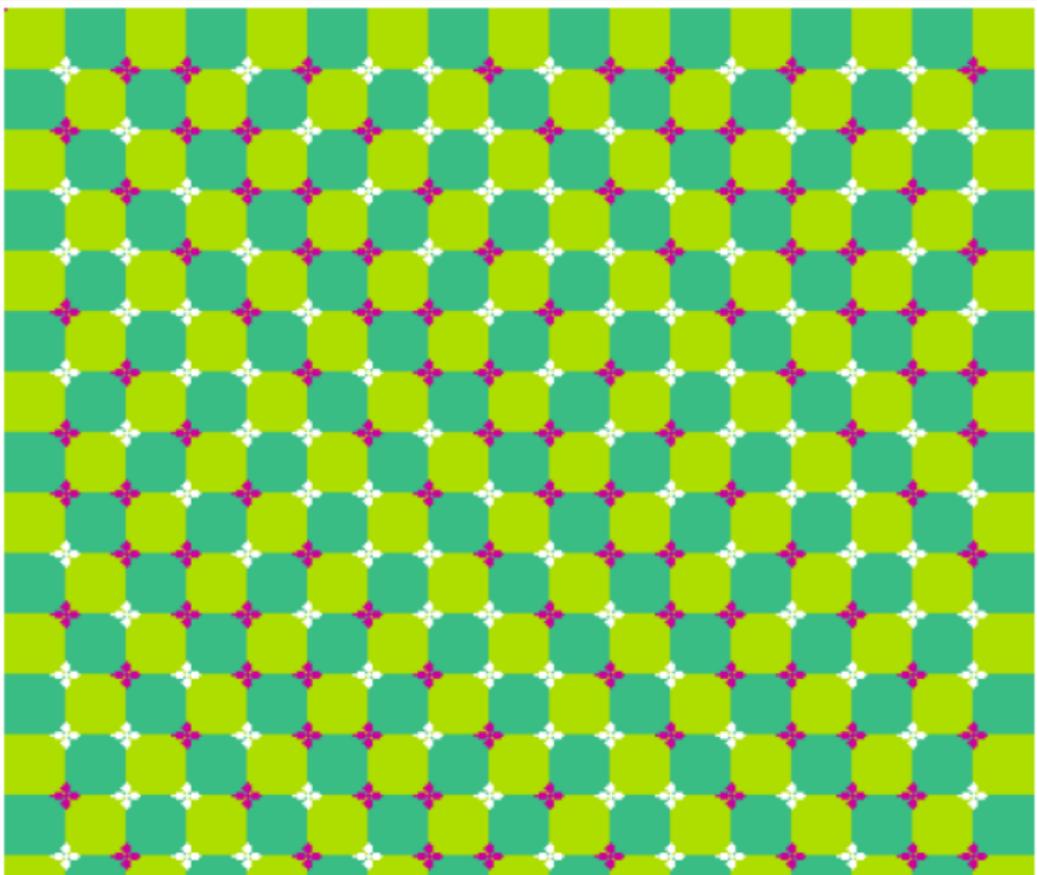
Quelques applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une image ?

# Quelques illusions d'optique

Akiyoshi Kitaoka



TI

N. Journet

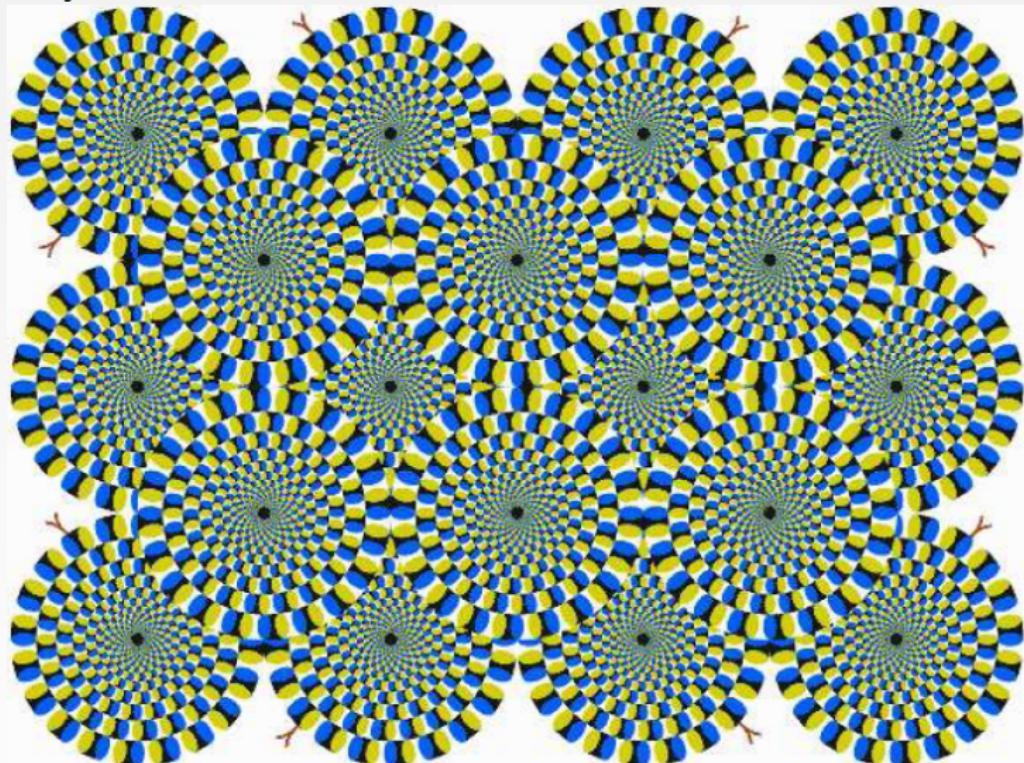
Quelques applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une image ?

# Quelques illusions d'optique

Akiyoshi Kitaoka



TI

N. Journet

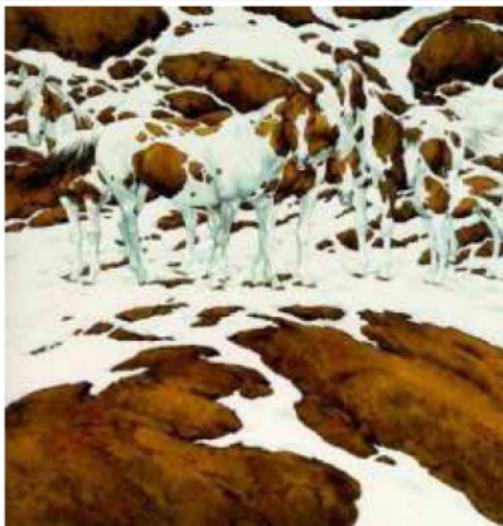
Quelques applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une image ?

# Quelques illusions d'optique

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



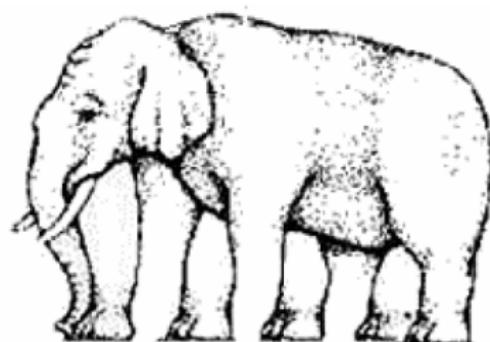
Quelques  
applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une  
image ?

# Quelques illusions d'optique

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



TI

N. Journet

Quelques applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une image ?

# Quelques illusions d'optique

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



The forest has eyes - Bev Doolittle

TI

N. Journet

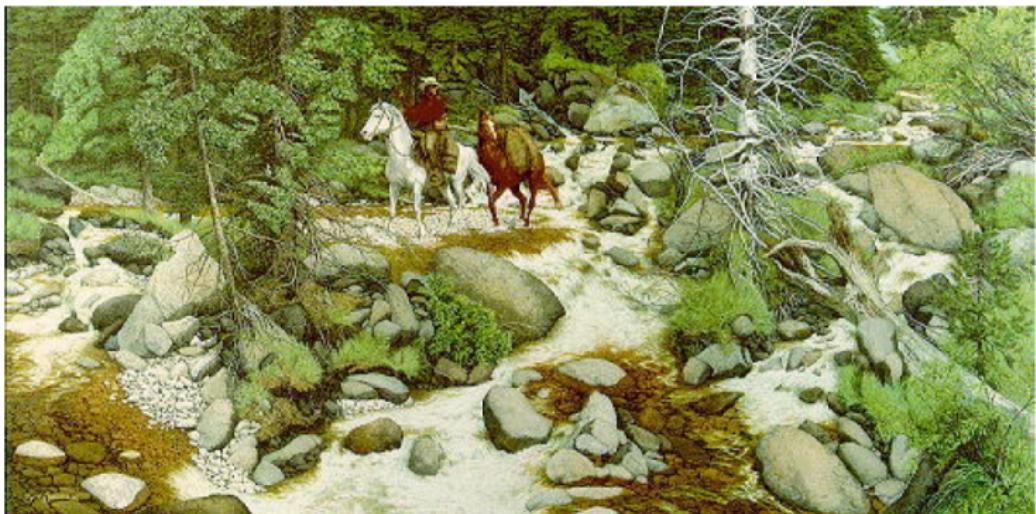
Quelques  
applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une  
image ?

# Quelques illusions d'optique

spécialisation dans la reconnaissance de visages



TI

N. Journet

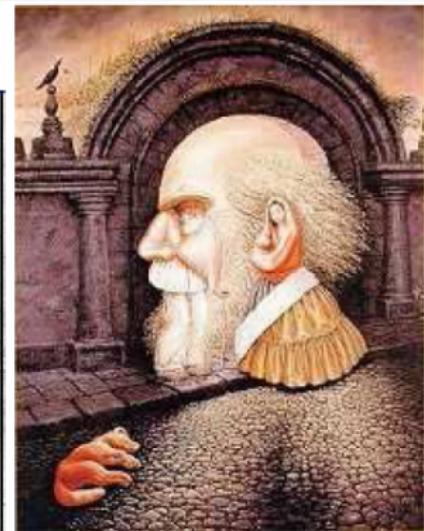
Quelques  
applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une  
image ?

# Quelques illusions d'optique

spécialisation dans la reconnaissance de visages



Quelques applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une image ?

Notions de base

Codage de l'information et de formats de fichiers

Interprétation mathématique et compression

Histogramme

- ▶ 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

Quelques applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une image ?

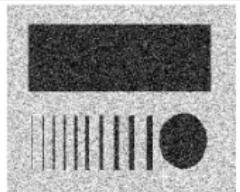
Notions de base

Codage de l'information et de formats de fichiers

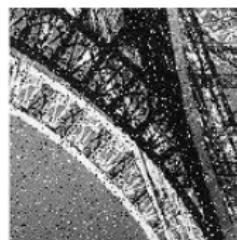
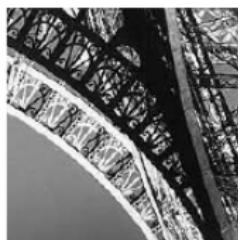
Interprétation mathématique et compression

Histogramme

## 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 applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une image ?

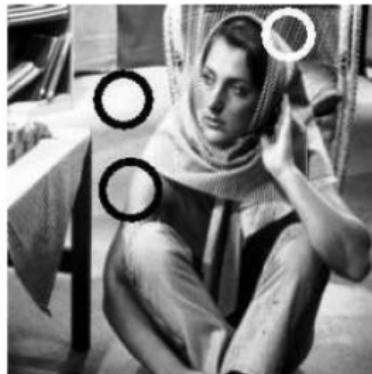
Notions de base

Codage de l'information et de formats de fichiers

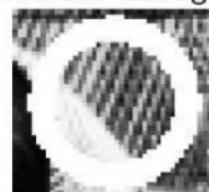
Interprétation mathématique et compression

Histogramme

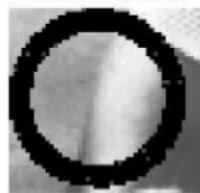
## Quelques éléments simples d'une image



Une zone homogène



Une texture



Un contour

Quelques applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une image ?

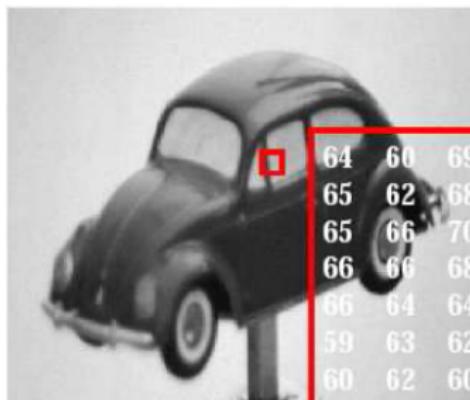
Notions de base

Codage de l'information et de formats de fichiers

Interprétation mathématique et compression

Histogramme

## Une image est un tableau d'entiers



Niveaux de gris - 8 bits:

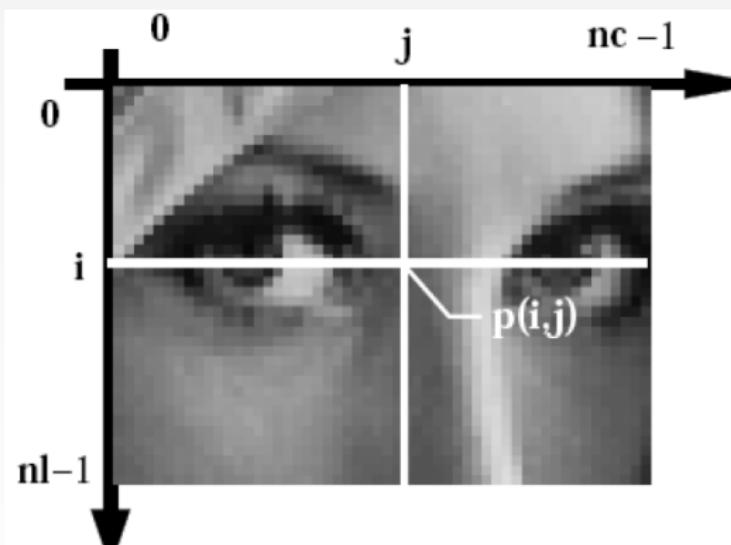
0 - noir

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	66	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)



Quelques  
applications

Vision humaine

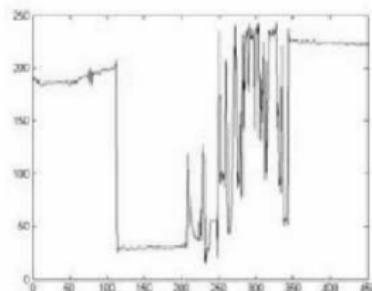
Qu'est-ce qu'une  
image ?

Notions de base  
Codage de  
l'information et de  
formats de fichiers

Interprétation  
mathématique et  
compression

Histogramme

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



Quelques applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une image ?

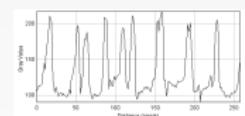
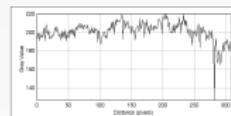
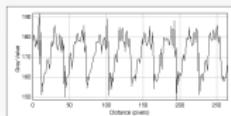
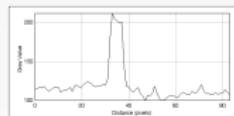
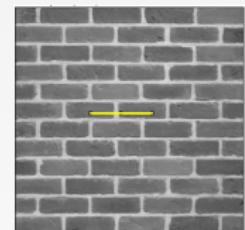
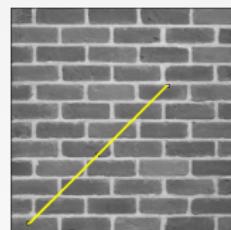
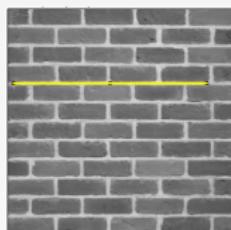
Notions de base

Codage de l'information et de formats de fichiers

Interprétation mathématique et compression

Histogramme

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



Quelques applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une image ?

Notions de base  
Codage de l'information et de formats de fichiers

Interprétation mathématique et compression

Histogramme

## Résolution d'une image : finesse de la description spatiale



## Quantification d'une image : plage de couleurs



Quelques applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une image ?

Notions de base

Codage de l'information et de formats de fichiers

Interprétation mathématique et compression

Histogramme

# 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

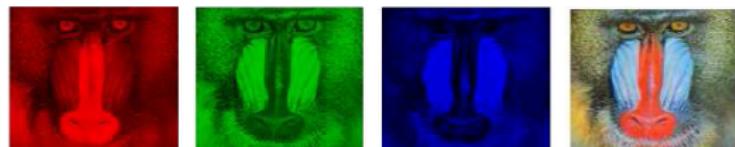
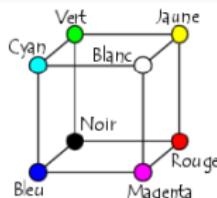
La valeur  $I(i,j)$  d'un pixel  $s = (i,j)$  représente son intensité lumineuse

## 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

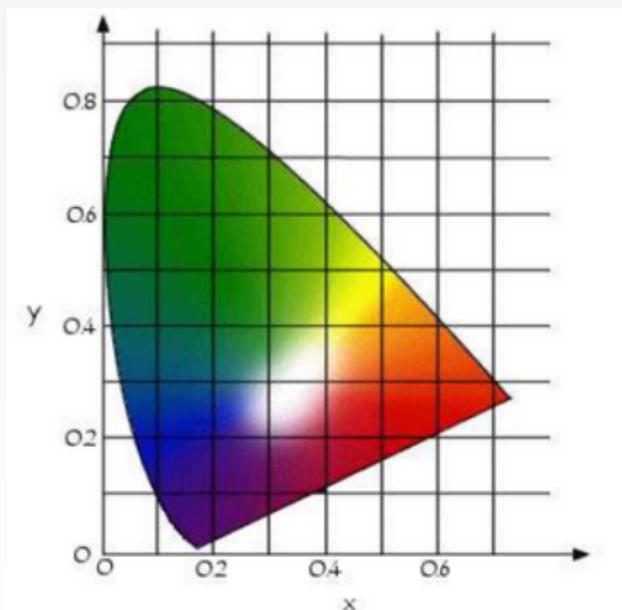
## En couleur

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



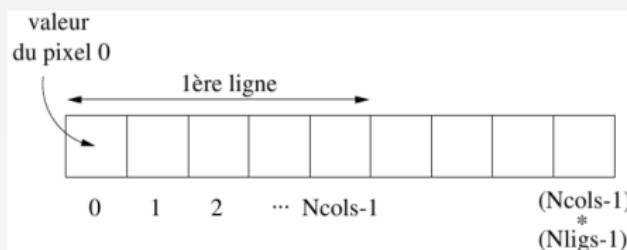
# l'espace Lab (espace à luminance séparée)

- ▶ L : la luminance, exprimée 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 :

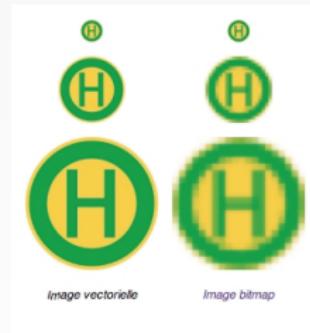
- ▶ Peut devenir gros pour une image complexe
- ▶ Beaucoup de calculs pour l'affichage

## ► 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



Quelques applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une image ?

Notions de base

Codage de l'information et de formats de fichiers

Interprétation mathématique et compression

Histogramme

**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 0 0 0 0 0 0 0  
0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1 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 0 1 0 0 1 0 0 1 0  
0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 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 1 0 0 0 0 0  
0 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 1 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 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

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

Quelques applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une image ?

Notions de base

Codage de l'information et de formats de fichiers

Interprétation mathématique et compression

Histogramme

### 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 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 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 0 0 0 0
```

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

Quelques applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une image ?

Notions de base

Codage de l'information et de formats de fichiers

Interprétation mathématique et compression

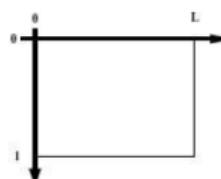
Histogramme

# Interprétation mathématique d'une image

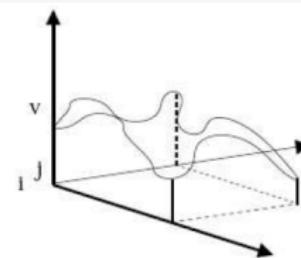
Une image peut être vue comme une fonction

Avantage de la représentation continue : possibilité de dériver

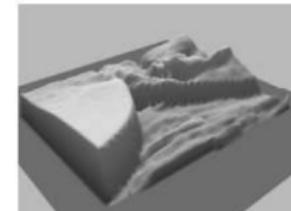
On peut voir l'image comme une surface



devient



donne



Quelques applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une image ?

Notions de base

Codage de l'information et de formats de fichiers

Interprétation mathématique et compression

Histogramme

# 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 → Compression
  - ▶ décompression → Codage

Calcul du taux de compression  $\rho$  (en %)

$$\rho = \frac{\text{taille}_{\text{initiale}} - \text{taille}_{\text{finale}}}{\text{taille}_{\text{initiale}}} * 100$$

Quelques applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une image ?

Notions de base  
Codage de l'information et de formats de fichiers

Interprétation mathématique et compression

Histogramme

# Compression avec ou sans perte

## ► Sans perte

- La taille d'un fichier peut être réduite 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)

Quelques applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une image ?

Notions de base

Codage de l'information et de formats de fichiers

Interprétation mathématique et compression

Histogramme

# 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) :

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

Quelques applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une image ?

Notions de base

Codage de l'information et de formats de fichiers

Interprétation mathématique et compression

Histogramme

# 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) :

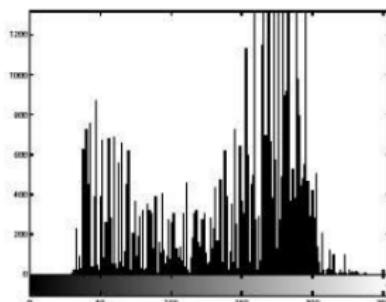
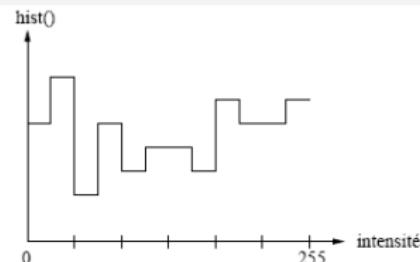
- ▶ L'oeil humain est plus sensible aux basses fréquences
- ▶ On va supprimer en priorité les hautes fréquences d'une image

# 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.

TI

N. Journet

Quelques applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une image ?

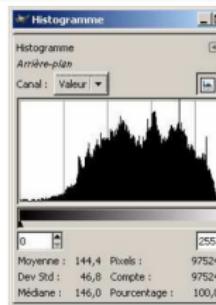
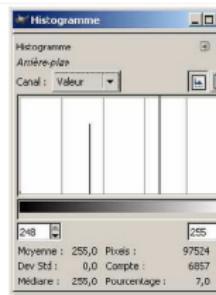
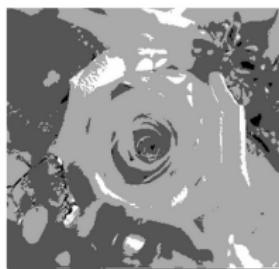
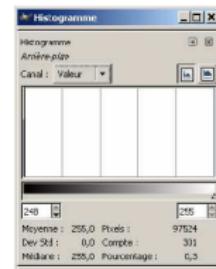
Notions de base

Codage de l'information et de formats de fichiers

Interprétation mathématique et compression

Histogramme

# Exemple d'histogrammes



Quelques applications

Vision humaine

Qu'est-ce qu'une image ?

Notions de base

Codage de l'information et de formats de fichiers

Interprétation mathématique et compression

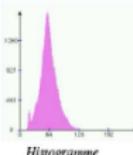
Histogramme

# Traitements sur histogrammes

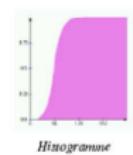
Les transformations sur les histogrammes sont à la base de nombreux algorithmes de traitement d'images.



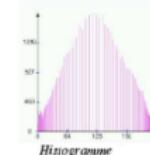
Original  $f[x,y]$



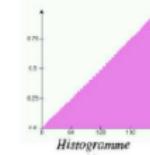
Histogramme



Histogramme  
cumulé



Histogramme



Histogramme  
cumulé



Après égalisation

cf prochain cours.