Introduction au traitement d'images

Définitions et concepts

Nicholas Journet

4 février 2013

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

Imagerie météorologique

Vision industrielle

Imagerie médicale

J Mille - LI Tours

Segmentation du ventricule cérébral (scanner cérébral)

Segmentation du rein (scanner abdominal)

Route intelligente

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

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

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

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) $I(i,j) = 0, ..., 255$ du plus foncé au plus clair

En couleur

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

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 (protable 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

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) :

- AAAAARRRRRROLLLBBTTTTT : 22 caractères
- @5A@6RO@3LBB@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

Traitements sur histogrammes

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

cf prochain cours.