

# Base du traitement d'image

Charles Vin

S1-2022

Nouveau cours du 13/09

<https://www-master.ufr-info-p6.jussieu.fr/parcours/ima/bima/>

TP : correction avec échantillonnage random Une semaine pour les faire, il veut qu'on aille plus loin que les question? 40% CC et 50% Exam, pas de DS1

Prise en compte de la perception dans le traitement d'image (sinon on ferait du traitement de signal) : exemple des illusions d'optiques

## 0.1 Encodage d'image

### 0.1.1 RBG

RGB = un cube

Limite de RGB :

- Les 3 canaux sont très corrélé → Information redondante
- Problème pour utiliser des distances euclidienne : certaine couleurs sont proche en distance mais sont pas du tout pareil

Extension :

- D'autre représentation : ACP
- Utiliser des model plus proche de l'humain : HSV

### 0.1.2 HSV

HSV = un cone

- Value : Moyenne de RGB
- Hue : De la trigo comme c'est un cercle
- Saturation : De la trigo comme c'est un cercle

Brightness : juste la moyenne des valeur de l'image

Contrast : C'est lié à la distance entre le min et le max qu'on définit pour le niveau de gris. On regarde la distance entre les valeur min et max, on peut utiliser l'écart type.

3 niveaux d'analyse/de compréhension des images :

- Low : image => image
  - Compression
  - Restauration (retirer le bruit)
  - Filtrage (trouver uniquement les contours)
  - Segmentation (un pixel = un label)
- Mid : image => Attributes
- High : image => understanding (semantic description)

Proche du processing fait par les réseaux de neurone

Nouveau cours du 20/09

## 1 Basic image transformations

VOIR LE DIAPO AVANT

- Transformation affine
- Translation

- Change of scale
- Rotation
- Linear transformation

Cordonnée homogène :

- On ajoute une nouvelle coordonnée qui vaut 1 partout. Ainsi maintenant une translation dans  $\mathbb{R}^2$  peuvent s'exprimer comme une opération linéaire dans  $\mathbb{R}^3$
- Ça permet d'être rapide comme les multiplications de matrice sont cablés dans les GPUs.
- Problème : En pivotant une image on crée des trous dans l'image (un losange dans un carré) et les pixels ne sont plus carrés. Deux solutions :
  - Direct transformation : pixels coordinates in the output image are determined from pixels coordinates in the input image  
→ can generate missing data or superposition.
  - Inverse transformation : pixels coordinates in the input image are determined from pixels coordinates in the output image  
→ can generate superposition and also missing data (due to bounded spatial domain).
- IMAGE DIAPO 12
- Exemple DIAPO 13

Méthode d'interpolation : Two examples of basic interpolation methods

- Nearest neighbor : pixel value is given by the value of the nearest neighboring pixel
- Bilinear interpolation : pixel value is determined from the 4 nearest neighboring pixels using a bilinear interpolation (inconveniant : lisse l'image, la rend flou)

Many other interpolation methods : B-splines, Hermite interpolation polynomials, ... IMAGE DIAPO 14

*Note.* Globalement deux opération en traitement d'image : Soit on moyenne, soit on intègre. On verra dans le TD3.

Application des transformations géométrique :

- Suivre les objets sur deux caméras différente (un passant qui passe d'une caméra à l'autre) Belle image dans le diapo 17. Tout peut se passer avec une matrice  $3 \times 3$ .
- Faire le lien entre une carte dessinée et une image satellite. On peut détecter les points d'intérêt, ou en connaissant précisément la longitude et la latitude de chaque pixel
- Application médical : Superposition de plusieurs modalités provenant de plusieurs capteurs. Même reconstruire en 3D.
- Compression vidéo : principe on essaye de prédire l'image suivant à partir de la précédente avec une fonction. Bref on regarde uniquement les pixels qui se déplacent.

## 1.1 Operation between images

Application :

- Soustraction et réduction de bruit : Soit deux images  $I, I^n, I - I^n$  permet de détecter le bruit. On obtient alors que des pixels noirs lorsqu'il n'y a pas de différence. Le reste est du bruit.  
→ Permet également de trouver les changements dans le temps, détection de mouvement. (image diapo 31-32)

## 1.2 Image thresholding

- Thresholding : reduction of image values to few levels of intensity
- Binarization : image values are reduced to two intensity levels
- Binary thresholding, defined by :

$$k' = \begin{cases} k_1 & \text{si } k \leq S \\ k_2 & \text{si } k \geq S \end{cases}$$

with  $k_1, k_2$  and  $S$  (threshold) are levels of intensity

→ Highlights regions but does not enhance the image

## 1.3 Image enhancement

**Définition 1.1.** —

Trois catégories :

- Pixel level enhancement :
    - the image brightness or contrast is modified
    - no spatial information, only radiometric value of the visited pixel is considered
  - Local enhancement : Prend en compte le voisinage
  - Enhancement in the frequency domain : on prend l'image, on quitte la représentation spatiale et on bascule dans le domaine fréquentiel pour faire des changements avant de revenir dans domaine spatial.
- Application :
- Regions to highlight
  - Images that are too bright or too dark
  - Intensity levels should be changed in order to make some details in the image more visible
  - Modify image brightness
  - Increase contrast (see Lecture 1)
  - Pixel-level enhancement is closely related to histogram transformation
  - IMAGE COOL DIAPO 41

## 1.4 Histogram

**Définition 1.2** (Histogram). Histogram is an array / function describing the image values (intensities / gray values / colors) distribution. Provides image-specific information, such as :

- The statistical distribution of image values
- Minimal and maximal image values, moyenne, médiane
- **No spatial information at all (exemple diapo 44)**

Formule :

$$H(k) = \text{compteur pour } k.$$

En réalité on parcourt l'image et on regarde à quel interval il appartient et on incrémente celui-ci.

**Exemple 1.1.** Voir l'image diapo 43.

**Définition 1.3** (Normalized Histogram). Permet d'approximer la densité de la loi. Car l'histogramme normalisé n'est pas conforme à la définition d'une densité (intégrale égal à 1).

Function  $H_n$  representing the probability (occurrence frequency here) for a pixel to have a given value  $k$

$$H_n(k) = \frac{H(k)}{N \times M}.$$

with  $N$  and  $M$  are the image dimensions. Maintenant elle est à valeur dans  $\in [0, 1]$

**Définition 1.4** (Cumulative Histogram). Permet d'avoir une estimation de la fonction de répartition. On fait la somme cumulative

$$H_C(k) = \sum_{i \leq k} H(i).$$

## 1.5 Image négative

**Définition 1.5.** negative of the image obtained by the negative transformation in the range of  $[0, L - 1]$  :

$$k' = L - 1 - k.$$

with  $L$  the dynamic range of the image (number of intensity levels)

## 1.6 Transformation

### 1.6.1 Logarithmic transformation

**Définition 1.6.** Low values increase, high values decrease : allows increasing the contrast in dark parts of the image.

$$k' = \log(k).$$

Améliore le contraste dans les parties les plus sombres de l'image. EXEMPLE DIAPO 51

### 1.6.2 Exponential transformation

**Définition 1.7.** Low values decrease, high values increase : allows increasing the contrast in bright parts of the image.

$$k' = e^k.$$

## 1.7 Opération sur les histogramme

**Définition 1.8** (Histogram Translation). Changes the **brightness** of an image, leaving the contrast unchanged. The new image is brighter or darker. Useful for images having a low dynamic range.

$$k' = k + t.$$

**Définition 1.9** (Affine transformation).

**Définition 1.10** (Image Normalization). On ramène les valeurs entre 0 et  $L - 1$ .

- Let  $k_{min}$  and  $k_{max}$  be the minimal and maximal intensity levels of an image, respectively :
- Transformation :

$$k' = \frac{L - 1}{k_{max} - k_{min}}(k - k_{min}).$$

- After transformation,  $k' \in [0, L - 1]$ , contrast is maximal
- No loss of information (same number of intensity levels)
- Before visualization, an image is often normalized (but not necessarily)

SUPER EXEMPLE DANS LE DIAPO 59

**Définition 1.11** (Linear transformation with saturation). Cette fois ci on vas étirer l'histogramme uniquement dans un intervalle donnée. Voir diapo 60 pour plus d'information.

Cette fois il y a de la perte d'information.

**Définition 1.12** (Histogram equalization). On vas le coder ahah. On prend l'histogramme et on le rend plat (équidistribué).

**Perte d'information** mais bien pour la visualisation.

- Each intensity level is represented in the same proportion
- Regions of lower local contrast gain a higher contrast
- Global contrast increases

L'idée de la méthode : On fusionne les pixels peu représentés avec les plus représentés.

$$k' = \text{Int}\left(\frac{L - 1}{N * M} H_c(k)\right).$$

Avec

- $L$  the image dynamic range
- $N$  and  $M$  the image size
- $H_c(k)$  the cumulative histogram
- $\text{Int}$  rounding to the nearest integer

Super exemple dans le diapo 64.

**Note** (Histogram stretching versus histogram equalization : same operation?). — Stretching : changes the bins distribution in the histogram, but not their size

- Equalization : changes the bins distribution in the histogram and their size

**Note** (Application). — Image mosaic : a target image and a base of small image.

- Face recognition : On suppose que les histogramme d'image faciale ont la même loi de proba.
- Segmentation : En fusionnant beaucoup beaucoup les classes on peut segmenter en 5 couleurs (exemple diapo 70). Ou on utilise des algo de clustering