

Traitement d'images

Objectifs du module

- Ce module présente les bases de traitement d'images pour restaurer les images, extraire l'information utile et décrire le contenu de l'image;
- l'étudiant aura des connaissances théoriques et pratiques nécessaires à la définition d'un problème de traitement d'image et à sa résolution de la manière la plus efficace.

C'est quoi le traitement d'images?

Le traitement d'images est l'ensemble des opérations à effectuer sur les images numériques pour :

- améliorer leur qualité visuelle;
- restaurer l'image en éliminant les bruits et les défauts et en renforçant l'information utile qu'elle contient.

Traitement d'images

Cette discipline est appliquée dans différents domaines:

- Médecine: aide le médecin lors du diagnostic, la téléchirurgie, détection de tumeurs;
- Contrôle industriel: éviter le contrôle visuel par un opérateur, détection de défauts, déterminer la couleur et la texture des objets observés.
- Télédétection: surveillance de l'environnement;
- Robotique: déplacement du robot, éviter les obstacles.
- Multimédia: codage et compression, l'indexation.

Image

Qu'est-ce qu'une image?

- Une image est une représentation visuelle voire mentale de quelque chose (objet, être vivant et/ ou concept).
- Une image est obtenue par transformation d'une scène réelle par un capteur.

Comment se forme l'image?

- La formation de l'image fait intervenir un dispositif physique capable de détecter les informations de la scène et de les coder dans l'image.
- L'image est donnée par une mesure physique.
- Cette mesure physique est la quantité d'énergie réfléchie, ou émise, ou absorbée par l'objet.
- Cette énergie est mesurée par le capteur.

Image

L'image peut être le résultat :

- La lumière réfléchié, par les objets, issue de sources de lumière visible (soleil, lampes).
- Le rayonnement infrarouge émis par le sol ou les nuages (images satellitaires).
- L'absorption de rayons X (image radiographiques), les ondes ultrason (image échographiques) et IRM (imagerie par résonance magnétique).



Image

L'image est modélisée sous forme d'un signal :

- Bidimensionnel (2D) : il s'agit d'une image statique, en fonction de deux composantes espace (x , y).
- Tridimensionnel (3D) : il peut s'agir, soit d'images 3D (volumes) dans l'espace en fonction de trois composantes espace (x , y , z), soit d'une séquence d'images 2D dans le temps (vidéo).
- Quadridimensionnel (4D) : c'est le cas d'images 3D (volumes) évoluant dans le temps (film 3D).

Image numérique

C'est quoi une image numérique?

Image numérique désigne toute image (dessin, icône, photographie,...) acquise, créée, traitée et stockée sous forme de nombres.

- Acquise par des CAN situés les scanners, les appareils photo, les cartes d'acquisition vidéo;
- Créée directement par des outils informatiques (les images synthétiques);
- Traitée grâce à des programmes informatiques (transformer, en modifier la taille, la couleur, d'y ajouter ou d'en supprimer des éléments, d'y appliquer des filtres);
- Stockée sur des supports informatiques (disque dur, CD-ROM, clé USB,...).

Image numérique

Une image est une matrice de nombres représentant un signal.

Que représente ces nombres?

- Les valeurs de $I(i,j)$ sont la réponse du capteur au phénomène observé. Ils représentent la valeurs des pixels.
- Un pixel est l'unité indivisible permettant de coder l'information relative à la luminosité en certaine position dans l'image.
- Le mot pixel vient de l'expression « picture element ».

Un pixel est décrit par:

- Ses coordonnées dans l'image (i,j) ;
- Sa valeur $I(i,j)$, représentant son niveau de gris ou sa couleur.
 - Cette valeur peut être un scalaire dans le cas d'une image en niveau de gris, ou vectorielle (dans le cas d'une image couleur , ou image multi composantes)

Image numérique

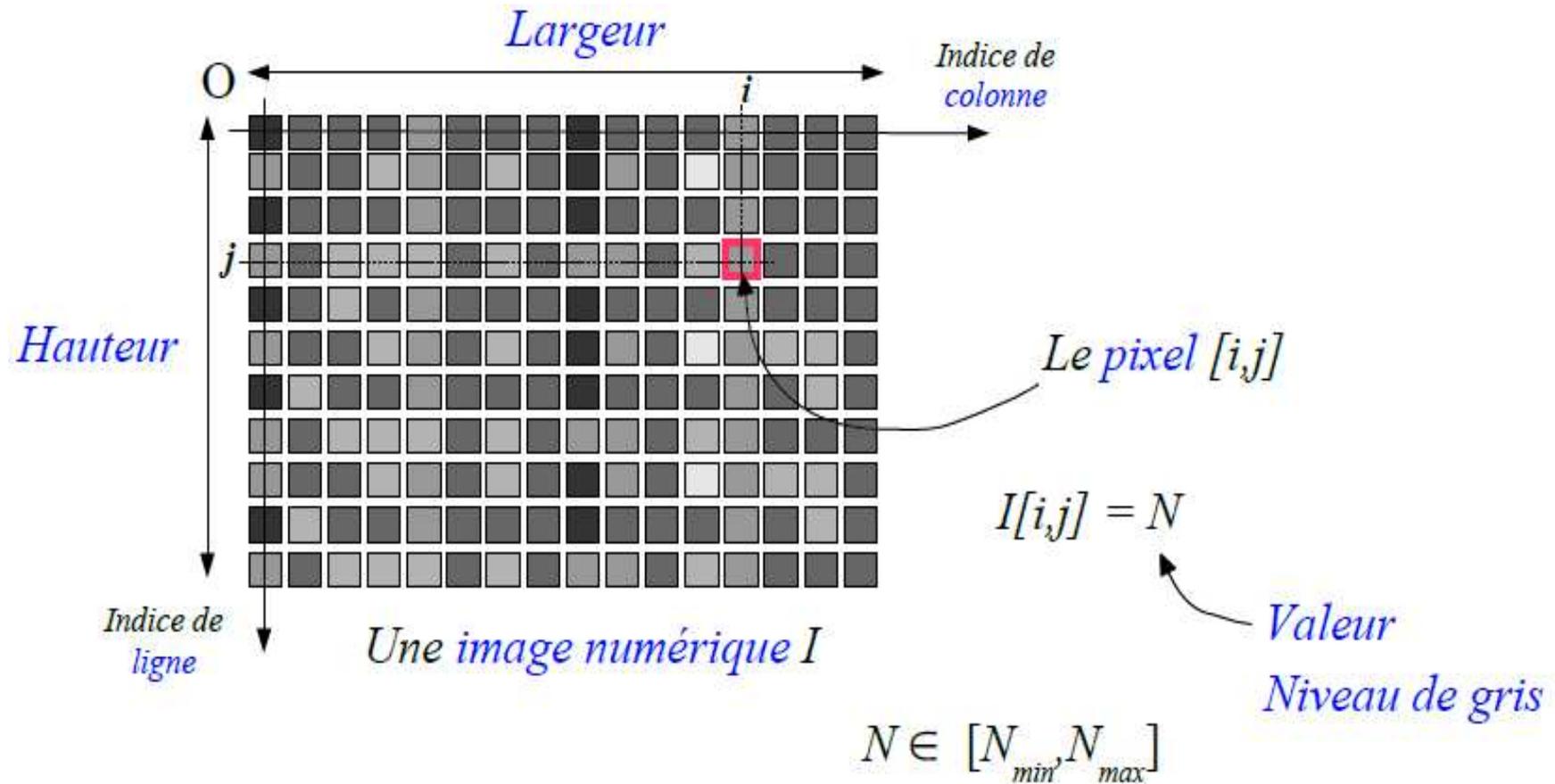


Image numérique

Une image numérique est une image échantillonnée et quantifiée.

- l'échantillonnage

- C'est le procédé de discrétisation spatiale d'une image consistant à associer à chaque zone rectangulaire d'une image continue une unique valeur $I(x,y)$. les échantillons, dans l'espace spatial, sont appelés les pixels.
- La définition d'une image numérique est donnée par le nombre de pixels la composant en largeur et en hauteur, par exemple 200 x 450 pixels.
- La résolution correspond à la finesse de la description spatiale, elle est le nombre de points/pixels par unités de longueur. Elle est exprimé en:
 - dpi : dots per inch (points par pouce);
 - ppc: points par centimètres
 - ppm: points par millimètre;
 - ppi: pixels per inch.

Image numérique

L'effet du processus d'échantillonnage sur l'image



512x512



256x256



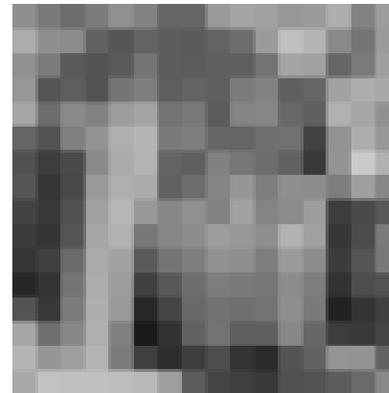
128x128



64x64



32x32



16x16

La résolution spatiale

Image numérique

- La quantification

- Elle désigne la limitation du nombre de différentes valeurs que peut prendre les pixels.
- Les différentes valeurs correspondent à l'intensité lumineuse moyenne de chaque zone rectangulaire.
- La valeur du pixel peut être codée sur :
 - 1 bit correspond à 2 valeurs ;
 - 4 bits correspond à 16 valeurs;
 - 8 bits correspond à 256 valeurs;
 - 32 bits correspond à 16 581 375 valeurs.

***Remarque** : la valeur numérique codant l'intensité lumineuse et la position du pixel sont stockées dans la mémoire. L'image est reconstituée par l'ordinateur à partir des ces données collectées.*

Image numérique

L'effet du processus de la quantification sur l'image



8 bits



5 bits



4 bits



3 bits



2 bits



1 bit

La résolution tonale

Image numérique

Les différents types d'images

1. Les images en niveaux de gris : elles renferment 256 teintes de gris où bien niveaux de gris. Par convention la valeur 0 représente le noir et la valeur 255 le blanc. En effet chaque niveau de gris est codé sur 8 bits.



Image en niveaux de gris $I(i,j) \in [0,255]$

Image numérique

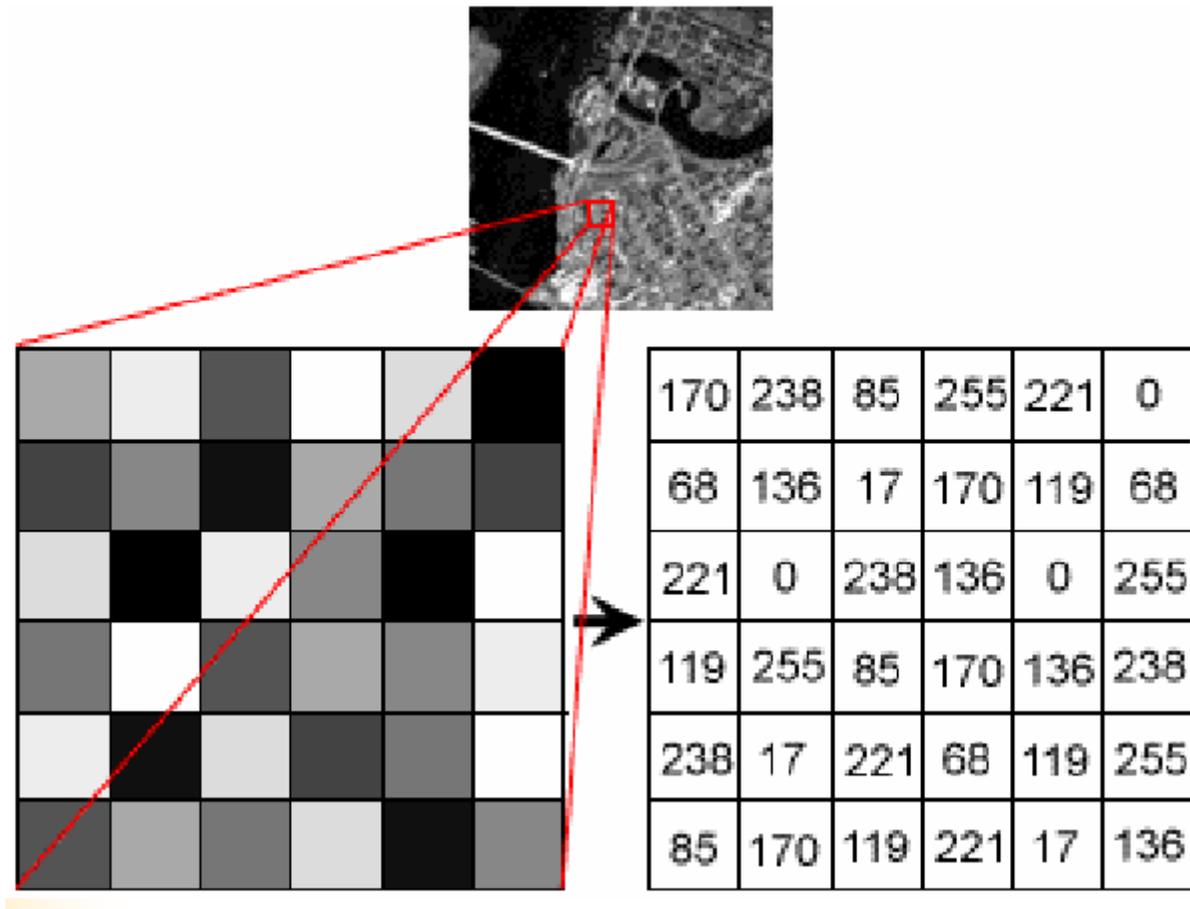


Image numérique

2. Les images binaires (images en noir et blanc) : c'est les images dont le nombre de valeurs est de 2. un pixel peut prendre uniquement la valeurs 0 correspond au noir ou la valeur 1 correspond au blanc. Ces valeurs sont codées sur un bit.



Image binaire $I(i,j) \in \{0,1\}$

Image numérique

3. Les images couleurs

- L'œil humain analyse la couleur à travers 3 types de cellules sensibles au rouge, au vert et au bleu. Ces cellules peuvent être vues comme des filtres.
- Ces trois couleurs sont appelées soit couleur de base ou couleurs primaires.
- Pour représenter la couleur d'un pixel, il faut donc donner 3 nombres, qui correspondent au dosage de 3 couleurs de base.
- La couleur d'un pixel est codée sur 3 octets correspondants aux trois couleurs de base (ou couleurs primaires). Il y a donc 256 nuances pour chaque couleur, soit en tout: $256^3 = 16581375$ couleurs possibles.
- Les images couleurs sont constituées de la superposition de trois images selon les trois composantes couleurs constituées.

Image numérique



Image couleur



Image $I_r(i,j)$ [0,255]



Image $I_v(i,j)$ [0,255]



Image $I_b(i,j)$ [0,255]

Image numérique

- l'image couleur est constituée de trois matrices chacune d'elle représente une composante couleur .

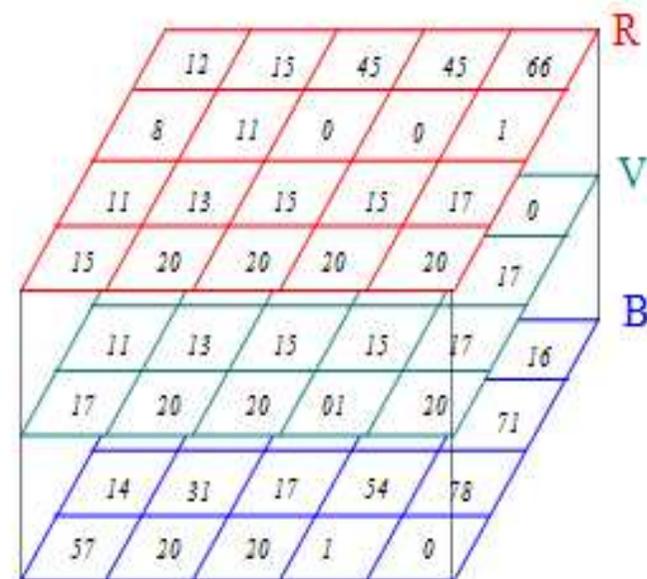
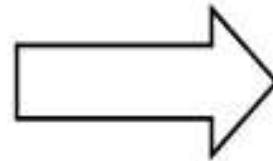


Image numérique

Les systèmes de représentation de la couleur

La couleur se définit selon trois composantes qui, suivant le système de couleur considéré, conduisant à 4 familles de systèmes de représentation de la couleur à savoir:

- Les systèmes de primaires (RVB, XYZ);
 - RVB forte corrélation entre les composantes couleurs;
 - XYZ nécessite de connaître les conditions d'acquisition;
- Les systèmes luminance-chrominance (YIQ, LMS) ;
 - Dissocier la composante luminance des deux composantes de chrominance.
- Les systèmes perceptuels (système Luv et Lab);
 - Pouvoir décrire de manière plus ou moins précis les écarts entre les couleurs.
- Les systèmes d'axes indépendants($I_1 I_2 I_3$) .
 - Corrélation plus ou moins forte entre les composantes couleurs.

Image numérique

Remarques :

- *le passage d'un système à un autre s'effectue en utilisant soit une transformation linéaire ou non linéaire.*
- *Chaque système à des avantages et des inconvénients.*
- *Il n'existe pas de système (ou bien espace) de couleur universel qui soit adapté à tout type d'application.*
- *Les images couleurs sont généralement acquises et/ ou stockées dans l'espace RVB.*
- *Pour passer d'une image couleur en une image en niveaux de gris, on réalise cette transformation :*

$$I = (R + V + B)/3 \quad \text{avec } I \text{ est l'image en niveau de gris, aussi appelée l'image de luminance.$$

Image numérique

Les notions de traitement d'image sont d'abord définies pour les images en niveaux de gris puis appliqués sur des images en couleurs.

Comment traiter des images couleurs?

On peut distinguer deux principaux types de stratégies dans le traitement de ces images.

- la stratégie marginale(ou scalaire).
- la stratégie vectorielle.

Image numérique

- la stratégie marginale(ou scalaire) : elle consiste à traiter chaque composante couleur séparément en utilisant le traitement des images en niveaux de gris et fusionner le résultat.
 - Implique une indépendance des composantes, ce qui pose problème la plupart du temps.

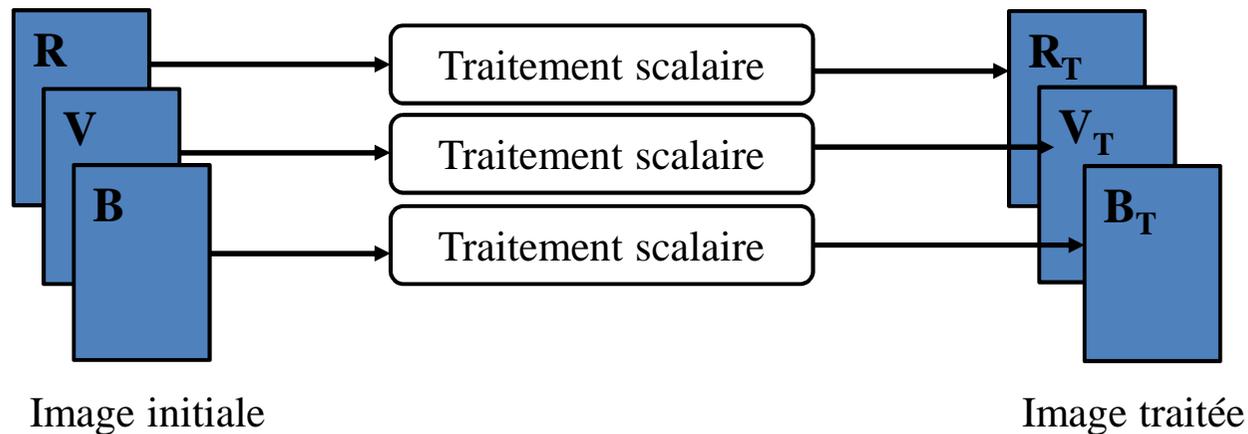
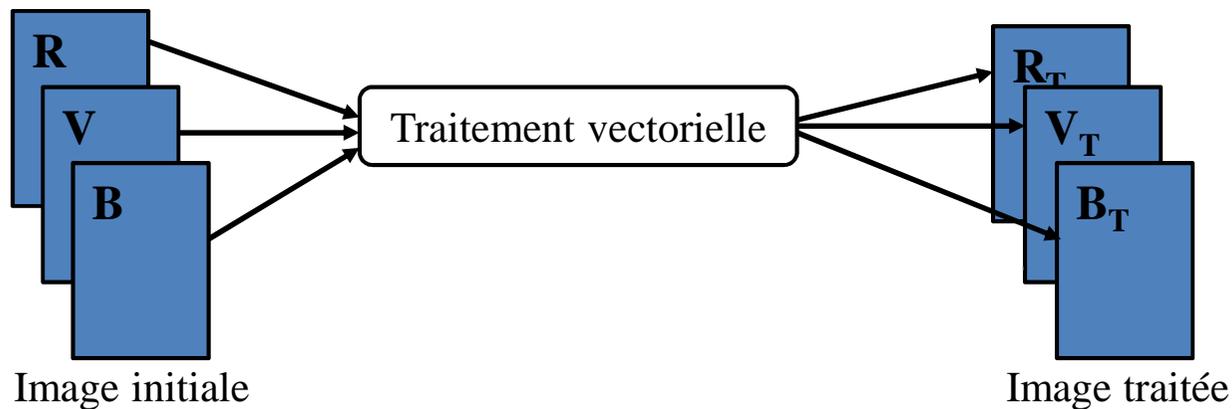


Image numérique

- la stratégie vectorielle : elle traite de manière globale l'ensemble des composantes, elle ne nécessite qu'un seul traitement quel que soit le nombre de composantes.
 - Un seul traitement quelque soit le nombre de composantes implique une complexité accrue de ce seul traitement.



Remarque : le traitement des images couleur nécessite parfois le choix d'un espace couleur, pour la représentation de la couleur, approprié au type de traitement à appliquer.

Image numérique

Le traitement des images permet d'améliorer la qualité de l'image , il consiste soit :

- Modification de l'histogramme de l'image;
- Les opérations de filtrage (linéaire ou non linéaire) pour réduire le bruit présent dans l'image;
- La détection de contours qui permet de réduire l'information dans l'image;
- La segmentation de l'image qui consiste de partitionner l'image en régions connexes et homogènes.

Remarque : cet ensemble de traitements serve de base pour une phase de reconnaissance de formes et de décision.