

L'image constitue l'un des moyens les plus importants qu'utilise l'homme pour communiquer avec son entourage. C'est un moyen de communication universel dont la richesse du contenu permet aux êtres humains de tout âge et de toute culture de se comprendre, ce qui a fait des images un des plus importants éléments du flux multimédia.

La manipulation de ce type de documents nécessite des connaissances de base permettant de définir l'image, ses caractéristiques et les différents traitements qu'elle peut subir.

1. Notion d'image :

1.1. Définition:

L'image est une représentation d'une personne ou d'un objet par la peinture, le dessin, la photographie, le film... etc.

Les chercheurs en imagerie disent qu'une image est la conscience que nous prenons d'un aspect du monde extérieur par l'intermédiaire d'un capteur.

En Informatique, une image désigne une structure de données matricielle contenant des pixels [Picture éléments], elle est décrite comme une fonction discrète $I(x, y)$ à deux dimensions tel que x, y sont les coordonnées spatiales d'un point de l'image I . Cette fonction donne l'intensité lumineuse de chaque pixel de coordonnées spatiales (x, y) . [03]

1.2. Image numérique :

Contrairement aux images obtenues à l'aide d'un appareil photo, ou dessinées sur du papier, les images manipulées par un ordinateur sont numériques (représentées par une série de bits).

L'image numérique est l'image dont la surface est divisée en éléments de tailles fixes appelés cellules ou pixels, ayant chacun comme caractéristique un

niveau de gris ou une couleur. La numérisation d'une image est la conversion de celle-ci de son état analogique (distribution continue d'intensités lumineuses dans un plan xOy) en une image numérique représentée par une matrice bidimensionnelle de valeur numérique $f(x, y)$ où :

x et y : sont les coordonnées cartésiennes d'un point de l'image.

$f(x, y)$: niveau de gris en ce point.

Pour des raisons de commodité de représentation pour l'affichage et l'adressage, les données images sont généralement rangées sous formes de tableau I de n lignes et p colonnes. Chaque élément $I(x, y)$ représente un pixel de l'image et à sa valeur est associé un niveau de gris codé sur m bits (2^m niveaux de gris ; 0 = noir ; $2^m - 1$ = blanc). La valeur en chaque point exprime la mesure d'intensité lumineuse perçue par le capteur. [JEA08]

2. Les caractéristiques d'une image numérique :

L'image est un ensemble structuré d'informations, donc, ces informations ont des caractéristiques définies par les paramètres suivants :

2.1. Pixel :

Contraction de l'expression anglaise " Picture éléments ": éléments d'image. Le pixel est le plus petit point de l'image, c'est une entité calculable qui peut recevoir une structure et une quantification. Si le bit est la plus petite unité d'information que peut traiter un ordinateur, le pixel est le plus petit élément que peuvent manipuler les matériels et logiciels d'affichage ou d'impression. Par exemple, la lettre A, peut être affichée comme un groupe de pixels représenté dans la figure ci-dessous :



Dans une image couleur (R.V.B.), un pixel peut être représenté sur trois octets: un octet pour chacune de ces couleurs : rouge (R), vert (V) et bleu (B). **[03]**

2.2. Résolution :

La résolution d'une image est définie par le nombre de points image ou "pixels" représentant l'image, par unité de longueur de la structure à numériser (l'image initiale); on exprime cette résolution en points ou pixels par pouce (ppp) ou "dots per inch" (dpi).

Beaucoup de personnes expriment la résolution d'une image par son nombre total de pixels en x et y, mais c'est un abus de langage. Ce paramètre est fixé lors de la numérisation et dépend principalement des caractéristiques du matériel (comme le scanner) utilisé lors du processus de numérisation.

Plus le nombre de pixels est élevé par unité de longueur de la structure à numériser, plus la quantité d'information qui décrit cette structure est importante et plus la résolution est élevée. **[BOU10]**

2.3. Dimension :

C'est la taille de l'image. Cette dernière se présente sous forme de matrice dont les éléments sont des valeurs numériques représentatives des intensités lumineuses (pixels). Le nombre de lignes de cette matrice multiplié par le nombre de colonnes nous donne le nombre total de pixels dans une image. **[JEA08]**

2.4. Bruit :

Un problème récurrent du traitement d'images est le problème du bruit introduit par la numérisation préalable des images. Une numérisation de basse résolution introduit une faible qualité d'image qui pose problème lors des étapes de détection et de reconnaissance. Le bruit est considéré comme un phénomène de brusque changement de l'intensité d'un pixel par rapport à ses voisins, il provient généralement de l'éclairage des dispositifs optiques et électroniques du capteur. **[03]**

2.5. Luminance :

C'est le degré de luminosité des points (Pixels) de l'image. Elle est définie aussi comme étant le quotient de l'intensité lumineuse d'une surface par l'aire apparente de cette surface. C'est une différence de la luminosité de certaines régions de l'image c.à.d. l'opposition marquée entre deux régions d'une image, ou entre les régions sombres et les régions claires de cette image. [JEA08]

2.6. Contraste :

Est une propriété intrinsèque à une image qui permet de quantifier la capacité de distinguer deux régions distinctes. Il s'agit dans ce cas de distinguer deux régions suffisamment grandes d'après l'intensité des points présentés par des niveaux de gris. [BOU10]

Si $L1$ et $L2$ sont les degrés de luminosité respectivement de deux zones voisines $A1$ et $A2$ d'une image, le contraste C est défini par le rapport :

$$C = \frac{L1 - L2}{L1 + L2}$$



Fig.2.1.Exemple de Contraste

2.7. Contours et textures :

Les contours représentent la frontière entre les objets de l'image, ou la limite entre deux pixels dont les niveaux de gris ou couleurs représentent une différence significative.



Fig.2.2. Exemple de Contour

Les textures décrivent la structure de ceux-ci. L'extraction de contour consiste à identifier dans l'image les points qui séparent deux textures différentes. [BOU10]

3. Types d'images :

Il existe différentes catégories d'images selon le nombre de bits sur lesquels est codée la valeur de chaque pixel.

3.1. L'image en niveaux de gris :

Le niveau de gris est la valeur de l'intensité lumineuse en un point. La couleur du pixel peut prendre des valeurs allant du noir au blanc en passant par un nombre fini de niveaux intermédiaires. Donc, pour représenter les images à niveaux de gris, on peut attribuer à chaque pixel de l'image une valeur correspondant à la quantité de lumière renvoyée. Cette valeur peut être comprise par exemple entre 0 et 255. Chaque pixel n'est donc plus représenté par un bit, mais par un octet. Pour cela, il faut que le matériel utilisé pour afficher l'image soit capable de produire les différents niveaux de gris correspondants. [JEA08]

3.2. Images en couleurs :

Il s'agit d'une image où chaque pixel a une couleur $f(x, y)$ défini à l'aide d'un triplet correspondant aux couleurs de base : **rouge**, **vert** et **bleu** et représenté par

$$F(x, y) = \{fr(x, y); fv(x, y); fb(x, y)\}.$$

4. Formats d'images :

On distingue deux types d'images : les images matricielles (Bitmap) et les images vectorielles

4.1. Les images matricielles (Bitmap):

Une image matricielle (ou bitmap) est une image constituée d'un ensemble de points : les pixels. Chaque point porte des informations de position et de couleur.

4.1.1. Différents Formats d'images bitmap :

➤ **Le format GIF (Graphic Interchange Format) :**

Créé par CompuServe. Il utilise aussi le codage RVB, mais n'utilise pas toutes les 16 millions de couleurs. Il prend les 256 couleurs les plus courantes pour réaliser l'image au format GIF. Cela permet une bonne compression et un affichage rapide de l'image. [04]

➤ **Le format JPG (Joint photographic Experts Group) :**

C'est un moyen de compression pour les images photographiques de haute qualité. Il assure le stockage économique de données, mais identifie et supprime aussi les données récurrentes dans un fichier image (compression avec perte).

4.2. Les images vectorielles :

Les images vectorielles sont composées de formes géométriques qui peuvent être décrites d'un point de vue mathématique. Pour définir par exemple la silhouette de la lettre « d » on dira à l'ordinateur de dessiner un anneau, à la droite duquel est

accolé un rectangle vertical et allongé de même couleur, positionné de manière spécifique par rapport à l'anneau. Mais pour afficher à l'écran ou imprimer, Ces images vectorielles sont en fait automatiquement traduites en images bitmap (BMP), car c'est le seul format directement affichable par ordinateur. [04]

4.2.1. Les différents formats d'images vectorielles :

➤ ***Le format EPS (Postscript / Encapsulation Postscript) :***

Ce type de format utilise le langage Postscript (langage de description de pages). Il permet de donner une description géométrique d'une image (binaire; RVB).

➤ ***Le format CGM (Computer Graphics Metafile) :***

Les fichiers graphiques CGM restent un moyen privilégié d'échange de dessins vectoriels entre applications, mais il ne traite pas les images bitmaps.

5. Généralités sur le traitement d'images :

5.1. Définition du traitement d'images :

Le traitement d'images désigne une discipline de l'informatique et des mathématiques appliquées qui étudie les images numériques et leurs transformations, dans le but par exemple, d'améliorer leur qualité ou d'en extraire de l'information.

Il s'agit d'un sous-ensemble du traitement du signal dédié aux images et aux données dérivées comme la vidéo (par opposition aux parties du traitement du signal consacrées à d'autres types de données : son et autres signaux monodimensionnels notamment), tout en opérant dans le domaine numérique (par opposition aux techniques analogiques de traitement du signal, comme photographie ou la télévision traditionnelles).

Dans le contexte de la vision artificielle, le traitement d'images se place après les étapes d'acquisition et de numérisation, assurant les transformations d'images et la partie de calcul permettant d'aller vers une interprétation des images traitées.

Cette phase d'interprétation est d'ailleurs de plus en plus intégrée dans le traitement d'images, en faisant appel notamment à l'intelligence artificielle pour manipuler des connaissances, principalement sur les informations dont on dispose à propos de ce que représentent les images traitées (connaissance du « domaine »).

5.2. Système de traitement d'images :

Un système de traitement d'images est une chaîne séquentielle d'étapes allant de l'étape d'acquisition jusqu'à l'interprétation, il est représenté comme suit :

➤ L'acquisition :

L'acquisition est la première étape dans le système de traitement d'images, à partir de laquelle une image numérique est produite, elle consiste en deux étapes : l'échantillonnage et le codage.

L'échantillonnage correspond au décodage du signal en pixels et le codage correspond à la quantification de l'intensité de chaque pixel en une valeur numérique appelée niveau de gris.

➤ Analyse :

L'objectif de l'analyse d'image est de chercher à extraire les informations contenues dans divers objets de la scène afin de développer une représentation symbolique puis sémantique de l'information contenue à l'état brut dans une représentation numérique à 2 ou 3 dimensions en vue d'une reconnaissance et d'une interprétation.

L'être humain est un observateur actif car il est capable de modifier ses paramètres visuels afin d'acquérir des informations sur l'environnement.

Les deux processus fondamentaux dans l'analyse d'images sont le prétraitement et la segmentation des images.

➤ **Le prétraitement :**

Regroupe toutes les opérations de manipulation de l'image qui permettent d'en améliorer la qualité. Ces manipulations produisent une nouvelle image. On y retrouve différentes techniques :

- *La compression* : Réduction du volume de l'image.
- *La restauration* : correction des défauts dus à une source de dégradation.
- *L'amélioration* : Modification de l'image dans le but de la rendre plus agréable à l'œil.

➤ **Segmentation :**

La segmentation est l'opération qui consiste à subdiviser une scène réelle en ses parties constituantes ou objets. Appliquer à l'image l'opération de segmentation, revient à découper le plan(x, y) en régions significatives et l'interprétation de ces régions en termes d'entités ayant une signification sémantique précise. [03]

➤ **L'Interprétation:**

Où la compréhension a pour but le passage de la description structurelle à la description sémantique en regard à certains objectifs. Ces objectifs peuvent être très simples (mesure de certains paramètres sur des formes) ou beaucoup plus complexes (description du contenu de la scène en terme de concepts non mathématiques).

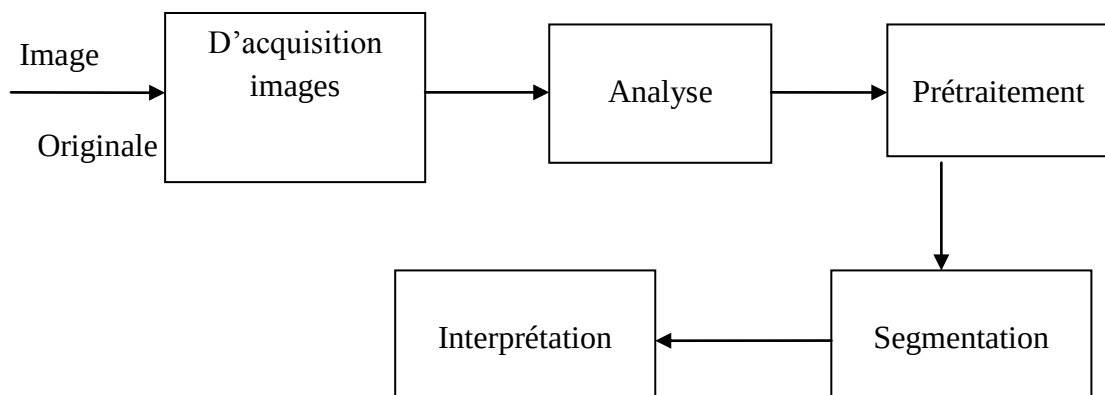


Fig.2.3. Schéma représentant le système de traitement d'images

5.3. Amélioration des images :

L'amélioration a pour but de satisfaire l'œil de l'observateur humain, l'œil humain est essentiellement sensible aux forts contrastes. C'est pourquoi les techniques d'amélioration tentent d'augmenter ceux-ci dans le but d'accroître la séparabilité des régions composant une scène.

5.3.1. Par amélioration du rapport signal sur bruit :

L'image acquise est composée d'une partie "utile" (signal) et d'une partie parasite indésirable appelée "bruit".

Le bruit est une perturbation qui peut affecter une image provenant :

- ✓ du dispositif d'acquisition (camera, amplificateur, quantification).
- ✓ de l'échantillonnage.
- ✓ de la scène elle-même (poussière, brouillard,...).

5.3.2. Par histogramme :

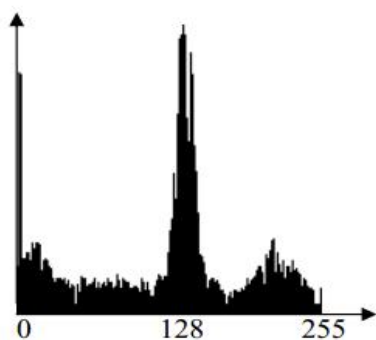
L'histogramme des niveaux de gris ou des couleurs d'une image est une fonction qui donne la fréquence d'apparition de chaque niveau de gris (couleur) dans l'image. Il permet de donner un grand nombre d'informations sur la distribution des niveaux de gris (couleur) et de voir entre quelles bornes est répartie la majorité des niveaux de gris (couleur) dans les cas d'une image trop claire ou d'une image trop foncée. Il peut être utilisé pour améliorer la qualité d'une image (Rehaussement d'image) en introduisant quelques modifications, pour pouvoir extraire les informations utiles de celle-ci. [03]

A partir de la forme de l'histogramme, nous pouvons extraire des informations sur les caractéristiques de l'image.

- Un histogramme étroit indique un manque de contraste dans l'image.
- Un histogramme concentré dans un intervalle des plus bas niveaux de gris indique une image trop sombre.

- Un histogramme concentré dans un intervalle des plus hauts niveaux de gris indique une image trop claire.
- Un histogramme étendu sur tout l'intervalle des niveaux de gris indique une image correctement éclairée.

Un histogramme nous permet de bien déterminer les niveaux de seuils dans l'opération de seuillage.



En abscisse : niveau des gris, le 0 étant le noir.
En ordonnée : nombre de pixels.



Image " Femme. bmp"

Fig.2.4.Exemple d'histogramme pour une image. [SAM08]

Suivant l'objet ou le document à numériser et le domaine d'application dans lequel l'image va être utilisée, il existe divers dispositifs de numérisation d'images allant du simple scanner à main au satellite de télédétection.

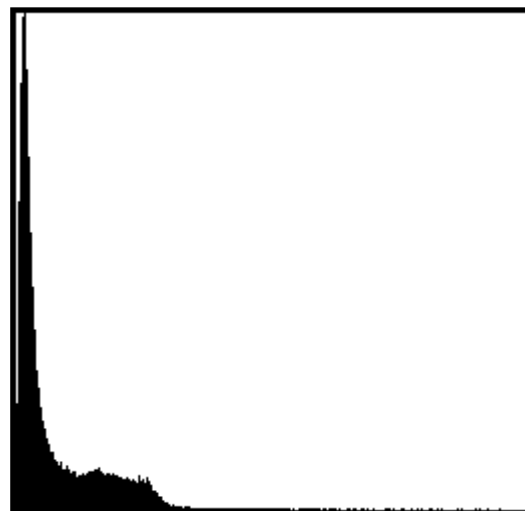
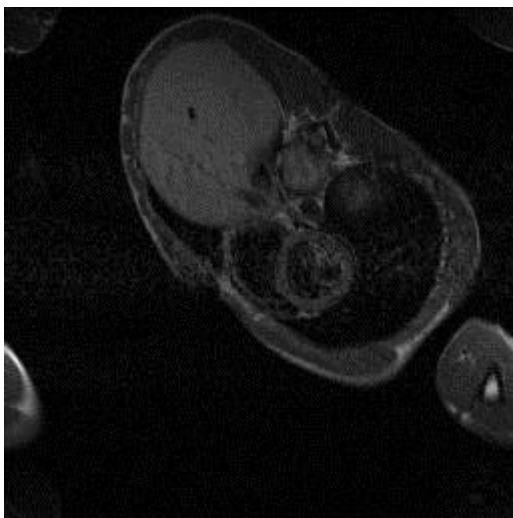


Fig.2.5.Histogramme d'une image IRM.

5.3.3. Seuillage :

L'opération dite de "seuillage simple" consiste à mettre à zéro tous les pixels ayant un niveau de gris inférieur à une certaine valeur (appelée *seuil*, en anglais *threshold*) et à la valeur maximale, les pixels ayant une valeur supérieure. Ainsi, le résultat du seuillage est une image binaire contenant des pixels noirs et blancs, c'est la raison pour laquelle le terme de *binarisation* est parfois employé. Le seuillage permet de mettre en évidence des formes ou des objets dans une image. Toutefois la difficulté réside dans le choix du seuil à adopter. [05]

5.3.4. Filtrage d'image :

Pour améliorer la qualité visuelle de l'image, on doit éliminer les effets des bruits (parasites) en lui faisant subir un traitement appelé filtrage. Le filtrage consiste à modifier la distribution fréquentielle des composantes d'un signal selon des spécifications données. [SAM08]

6. Domaines d'application du traitement d'images :

Le traitement d'images possède l'aspect multidisciplinaire. On trouve ses applications dans des domaines très variés tels que :

✓ Imagerie aérienne et spatiale :

Dans laquelle les traitements concernent l'étude des images satellites, l'analyse des ressources terrestres, la cartographie automatique, les analyses météorologiques.

✓ La Robotique :

Qui connaît actuellement le plus grand développement et dont les tâches usant de l'imagerie sont principalement : l'assemblage (pièces mécaniques, composants électroniques,...), le contrôle de la qualité, ainsi que la robotique mobile.

✓ Simulation et contrôle de processus :

On trouve des utilisations de cette technique dans les cours de pilotage et le contrôle des panneaux.

✓ L'imagerie médicale :

On trouve des utilisations de cette technique dans l'échographie, la résonance magnétique nucléaire, ainsi que dans le domaine de la reconnaissance automatique des cellules ou des chromosomes.

Conclusion :

Dans ce chapitre, on a essayé de présenter quelques notions de base liées au domaine de l'image numérique et de son traitement. La segmentation joue un rôle important dans un système d'analyse d'images, nous présenterons dans le chapitre qui suit quelques méthodes de segmentation applicables sur les images numériques afin de justifier le choix de la méthode qui sera adoptée.