

Traitement d'images

Pr. Nabil Benoudjit
Université de Batna 2
Email: n.benoudjit@univ-batna2.dz

Chapitre 2: Description d'une image

Dans ce chapitre, nous discutons la représentation d'images, couvrant la notation de base et les informations sur les images ainsi qu'une discussion sur les types d'image standard et les formats d'image. A la fin une section pratique utilisant les outils de Matlab pour lire, écrire, manipuler, convertir et afficher des images de différents types d'images et formats.

1.1. Qu'est-ce qu'une image?

Une image numérique peut être considérée comme une représentation discrète de données possédant à la fois une information spatiale et une intensité (couleur).

1.1.1. Disposition de l'image

L'image numérique discrète bidimensionnelle $I(m,n)$ représente la réponse de certains capteurs (ou simplement une valeur d'un certain intérêt) à une série de positions fixes ($m = 1, 2, \dots, M$ et $n = 1, 2, \dots, N$) en coordonnées cartésiennes 2-D et est dérivée du signal spatial analogique ou continu $I(x, y)$ à travers un processus d'échantillonnage souvent appelé **Discrétisation**. La discrétisation se produit naturellement avec certains types de capteurs d'imagerie (tels que Caméras CCD).

Les indices m et n désignent respectivement les lignes et les colonnes de l'image. Les éléments d'image individuels ou les **pixels** de l'image sont donc désignés par leur 2-D (m, n) indice. Suivant la convention de Matlab, $I(m, n)$ désigne la réponse du pixel situé à la m -ème rangée et à la n -ième colonne à partir de l'origine d'image en haut à gauche (voir Figure 1.1).

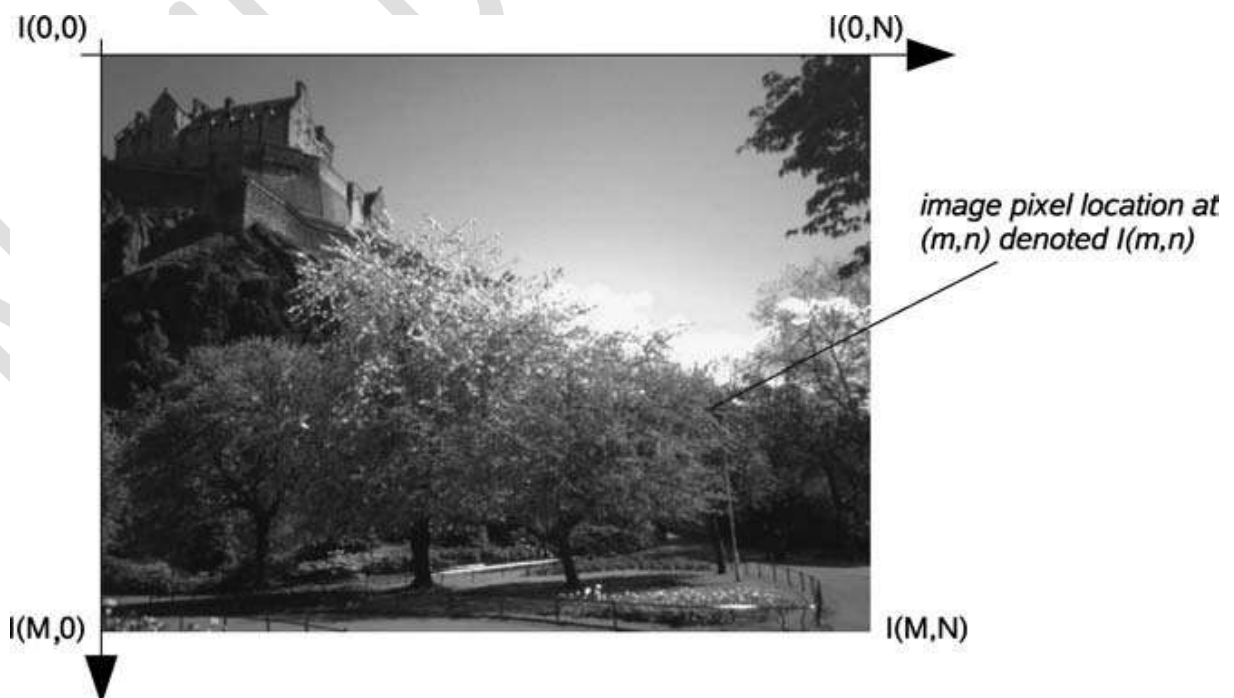


Figure 1.1: L'espace de coordonnées cartésiennes 2-D d'une image numérique M x N

1.1.2. Couleur de l'image

Une image contient un ou plusieurs canaux de couleur qui définissent l'intensité ou la couleur à un emplacement de pixel particulier $I(m, n)$. Dans le cas le plus simple, chaque emplacement de pixel ne contient qu'une seule valeur numérique représentant le niveau du signal à ce point de l'image. La conversion de cet ensemble de chiffres en une image réelle (affichée) est obtenue par une carte en couleurs. Une carte de couleur attribue une nuance de couleur spécifique à chaque niveau numérique de l'image pour donner une représentation visuelle des données. La carte de couleurs la plus courante est l'échelle de **niveau de gris (greyscale)**, qui affecte toutes les nuances de gris du noir (**zéro**) au blanc (**maximum**) en fonction du niveau du signal. Le niveau de gris est particulièrement bien adapté aux images d'intensité, à savoir les images qui n'expriment que l'intensité du signal en tant que valeur unique à chaque point de la région.

En plus des images en **niveaux de gris** où nous avons **une seule valeur numérique à chaque Pixel**, nous avons également des images couleur où le spectre complet des couleurs peut être représenté par **un vecteur triplet**, constitué par les composantes **Red, Green, Blue (R, G, B)** pour chaque emplacement de pixel. Ici, la couleur est représentée sous la forme d'une **combinaison linéaire des couleurs** et l'image peut être considérée comme constituée de trois plans 2-D. Autre représentations de couleur sont également possibles et largement utilisées, telles que les représentations (**H, S, V**) (Teinte, saturation et valeur (ou intensité)).

1.2. Résolution et quantification

La taille de la grille de pixels en 2D ainsi que la taille de données stockée pour chaque pixel d'image individuel détermine la résolution spatiale et la quantification de couleur de l'image.

Le pouvoir représentatif (ou la taille) d'une image est défini par sa résolution. La résolution d'une source d'image (par exemple un appareil photo (une caméra)) peut être spécifiée en termes de trois quantités :

- **Résolution spatiale:** Les dimensions de colonne (C) par rangée (R) de l'image définissent le nombre de pixel utilisées pour couvrir l'espace visuel capturé par l'image. Ceci concerne l'échantillonnage du signal d'image et est parfois appelé résolution par pixel ou numérique de l'image. Il est couramment cité sous forme de C, R (par exemple 640 x 480, 800 x 600, 1024 x 768, etc.).
- **Résolution temporelle:** Pour un système de capture continue comme la vidéo, il s'agit du nombre d'images capturées dans une période de temps donnée. Il est communément cité dans les images par seconde (fps), où chaque image individuelle est appelée une image vidéo (par exemple, la télévision diffusée couramment fonctionne à 25 fps, 25-30 fps).

- **Profondeur (Résolution) de bit:** Ceci définit le nombre d'intensité/couleur possibles qu'un pixel peut avoir et se rapporte à la quantification de l'information d'image. Par exemple, une image binaire a deux couleurs seulement (noire ou blanche), une image en niveau de gris de gris comporte généralement 256 niveaux de gris différents allant du noir au blanc, tandis que pour une image couleur, elle dépend de la gamme de couleurs utilisée. La résolution par bit est couramment indiquée comme le nombre de bits binaires requis pour le stockage à un niveau de quantification donné, par ex. binaire est de 2 bits, niveau de gris est de 8 bits et pour les images en couleur (le plus souvent) est de 24 bits.

1.3. Formats d'image

D'un point de vue mathématique, tout tableau 2-D de nombres significatif peut être considéré comme une image. Dans le monde réel, nous devons afficher efficacement les images, les stocker (de préférence de manière compacte), les transmettre sur des réseaux informatiques afin de les reconnaître par la suite. Cela a conduit au développement de formats d'images numériques standard. En termes simples, les formats d'image comprennent **un en-tête** de fichier (contenant des informations sur la façon exacte dont les données d'image sont stockées) et les valeurs de pixels numériques réelles elles-mêmes.

Tableau 1.1: Formats d'image communs et leurs propriétés associées

Acronyme	Nom	Propriétés
GIF	Graphics Interchange Format	Ce format est l'un des standards d'internet. Les fichiers GIF sont de petites tailles, ce qui est dû au fait que ces images ne peuvent enregistrer que 256 couleurs : le plus gros avantage du format est lié à son plus gros inconvénient.
JPEG	Joint Photographic Experts Group	Ce format offre des taux de compression inégaux, même si la qualité de l'image s'en ressent au fur et à mesure que vous augmentez la compression. Avec des taux de compression élevés donnant lieu à des fichiers images de petite taille, ce format est devenu le standard des formats d'image sur internet. En effet, des fichiers de petites tailles seront chargés rapidement, même par une connexion bas débit.
BMP	Bit Map Picture	Le format BMP est un des premiers formats d'image utilisé sous Windows. Il est un des seuls formats à ne pas utiliser. Cette technologie a pour principal avantage la qualité des images fournies : pas de compression = pas de perte de qualité. Ne pas compresser le fichier donne des fichiers de grande taille, impossible à afficher sur internet pour un utilisateur ayant une connexion bas débit. Pour exemple, une image 800x600 pixels pèsera

		1.37Mo. De plus, les fichiers n'étant pas compressés, deux images ayant la même définition auront toujours la même taille.
PNG	Portable Network Graphics	C'est le format appelé à devenir le futur standard internet. Comme le gif il permet le détourage des images, mais là où le format gif enregistre 256 couleurs, le png en retient 16.7 MILLIONS ce qui offre une image parfaite, avec un excellent rendu des nuances et des dégradés. La taille des fichiers reste raisonnable, il permet la compression sans perte de donnée !
TIF/TIFF	Tagged Image (file) Format	Ce format est orienté vers les professionnels (imprimeurs, publicitaires...) car il a l'avantage d'être reconnu sur tous types de système d'exploitation : Windows, Mac, Linux, Unix ... Il permet d'obtenir une image de très bonne qualité, mais sa taille reste volumineuse, même si elle est inférieure à celle des fichiers BMP.

1.3.1. Type de données d'image

Le choix du format d'image utilisé peut être largement déterminé non seulement par le contenu de l'image mais aussi par le type de données d'image réel requis pour le stockage. En plus de la résolution en bits d'une image donnée discutée précédemment, un certain nombre de types d'image distincts existent également:

- **Les images binaires** sont des tableaux 2-D qui assignent une valeur numérique de l'ensemble (0; 1) à chaque pixel de l'image. Ceux-ci sont parfois appelés images logiques: le noir correspond à zéro (un pixel '**off**') et le blanc correspond à un pixel '**on**'.
- **Les images en niveau de gris** sont des tableaux 2-D qui assignent une valeur numérique à chaque pixel qui est représentatif de l'intensité à ce point. Comme discuté précédemment, la plage de valeurs de pixels est limitée par la résolution en bits de l'image et ces images sont Stockées sous un format donné.
- **Les images couleur RGB** sont des tableaux 3D qui assignent trois valeurs numériques à chaque pixel, chaque valeur correspondant au canal d'image **rouge**, **vert** et **bleu** (RGB) respectivement. Conceptuellement, nous pouvons les considérer comme trois plans distincts, 2-D de sorte qu'ils soient de dimension C par R par 3, où R est le nombre de rangées d'images et C le nombre de colonnes d'images. En général, ces images sont stockées sous forme d'entiers séquentiels dans l'ordre successif des canaux (par exemple R0 G0 B0, R1 G1 B1, ...) qui sont alors accessibles (comme dans Matlab) par des coordonnées $I(C, R, Canal)$.

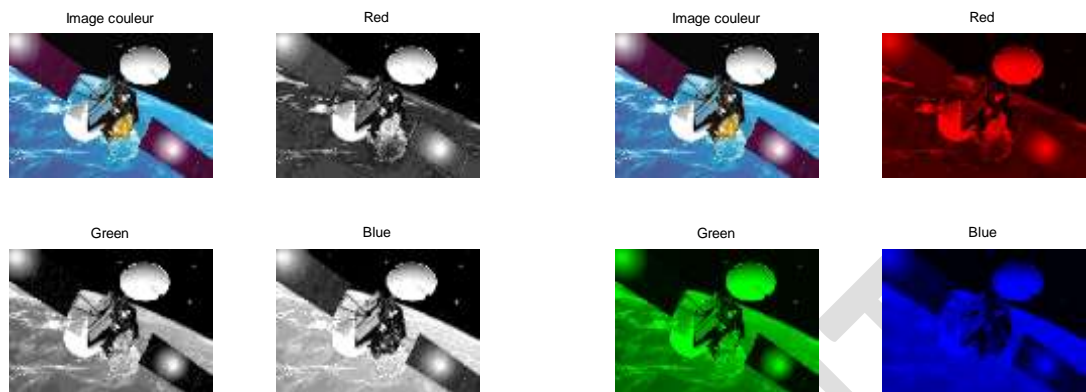


Figure 1.2: Exemple d'image couleur RGB

1.3.2. Compression d'image

L'autre considération principale dans le choix d'un format de stockage d'image est la compression. Alors que la compression d'une image peut signifier qu'elle prend moins de stockage sur le support de stockage (DVD, HDD, etc...) et peut être transférée sur un réseau informatique en moins de temps, plusieurs techniques de compression utilisées exploitent ce que l'on appelle la compression avec perte. La compression avec perte opère en retirant les informations redondantes de l'image. La figure 1.3 montre qu'il est possible de supprimer certaines informations d'une image sans qu'il y ait de changement apparent dans son aspect visuel. Essentiellement, si de telles informations sont visuellement redondantes, alors leur transmission **n'est pas nécessaire pour apprécier l'image**



Figure 1.3: Exemple de l'image du caméraman sous les formats TIF et JPG

La forme de l'information qui peut être supprimée est essentiellement double. Il peut être en termes de détails d'image fine ou il peut être par une réduction du nombre de couleurs / niveaux de gris d'une manière qui n'est pas détectable par l'œil humain.

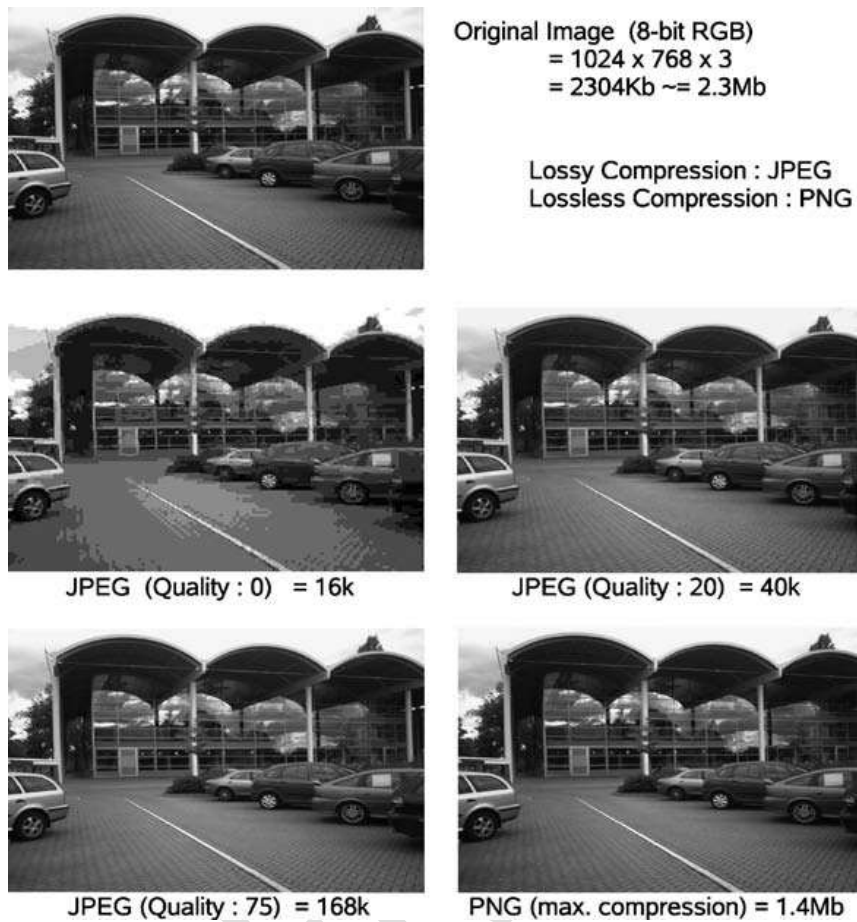


Figure 1.4: Exemple de compression avec et sans perte d'image

1.4. Espaces de couleur

La représentation des couleurs dans une image est obtenue en utilisant une combinaison d'un ou plusieurs canaux de couleurs qui sont combinés pour former la couleur utilisée dans l'image. La représentation utilisée pour stocker les couleurs, en spécifiant le nombre et la nature des canaux de couleur, est généralement appelée l'espace colorimétrique.

1.4.1. RGB (RVB)

Les images RGB (RVB) sont des tableaux 3D que l'on peut considérer conceptuellement comme trois plans bidimensionnels distincts, l'un correspondant à chacun des trois canaux de couleur rouge (R), vert (G) et bleu (B). RVB est l'espace colorimétrique le plus courant utilisé pour la représentation d'images numériques car il correspond aux trois couleurs primaires qui sont mélangées pour être affichées sur un moniteur ou un dispositif similaire.

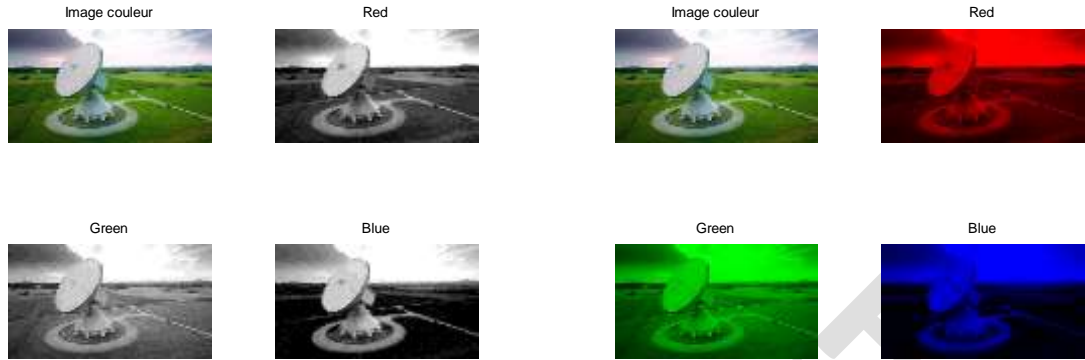
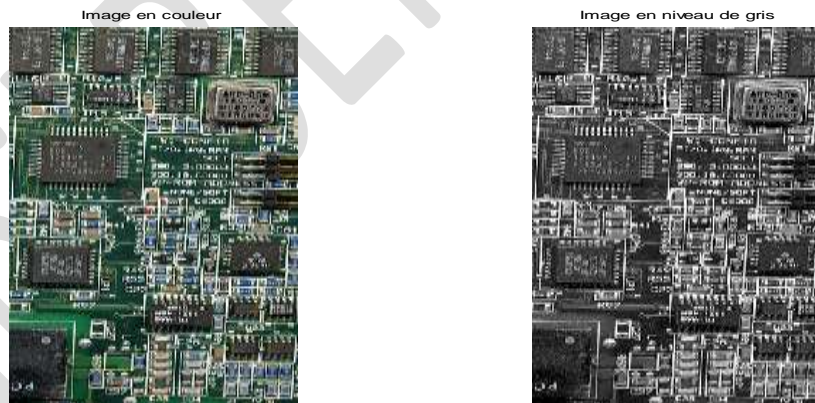


Figure 1.5: Représentation des trois canaux RGB

1.4.2. Conversion d'image RGB (RVB) en niveau de gris

Nous pouvons convertir un espace couleur RVB en une image en niveaux de gris à l'aide d'une transformation simple. La conversion en niveaux de gris est l'étape initiale dans de nombreux algorithmes d'analyse d'image, car elle simplifie essentiellement (c'est-à-dire réduit) la quantité d'information dans l'image. Bien qu'une image en niveaux de gris contienne moins d'informations qu'une image couleur, la majorité des informations importantes liées aux entités sont conservées, telles que les arêtes, les régions, les jonctions, etc.... Les algorithmes de détection et de traitement des caractéristiques fonctionnent généralement sur les images en niveaux de gris. Comme on peut le voir sur la figure ci-dessous, il est encore possible de distinguer les composants électroniques.



Une image couleur RVB, $I_{couleur}$, est convertie en niveaux de gris, $I_{niveaux\ de\ gris}$, en utilisant la transformation suivante:

$$I_{niveaux\ de\ gris}(n, m) = \alpha I_{couleur}(n, m, R) + \beta I_{couleur}(n, m, G) + \gamma I_{couleur}(n, m, B) \quad (1.1)$$

Par exemple pour la télévision en système NTSC les coefficients $\alpha = 0,2989$, $\beta = 0,5870$ et $\gamma = 0,1140$

1.5. Images dans Matlab

1.5.1. Lire, écrire et manipuler des images

Lecture et l'écriture d'images est accompli très simplement via les fonctions :

imread et **imwrite**

Ces fonctions prennent en charge tous les formats d'image les plus courantes.

La fonction **imfinfo** peut être utilisée pour visualiser les informations de l'image (type, son format, sa taille etc...).

1.5.2. Affichage de base des images

Matlab fournit deux fonctions de base pour l'affichage d'image:

imshow et **imagesc**.

imshow: requiert que le tableau 2D spécifié pour l'affichage soit conforme à un type de données d'image (par exemple, des images d'intensité / couleur avec la plage de valeurs 0-1 ou 0-255),

imagesc: accepte des tableaux d'entrée de n'importe quel type de stockage Matlab (uint 8, uint 16 ou double) et n'importe quelle gamme numérique. Nous pouvons également contrôler cette fonction d'affichage selon la palette de couleur en utilisant la fonction **colormap**.

Si nous souhaitons afficher plusieurs images ensemble, ceci peut se faire en utilisant la fonction **subplot**. Cette fonction crée une mosaïque d'axes dans lesquels de multiples images ou tracés peuvent être affichés.

1.5.3. Accès aux valeurs des pixels

Pour lire une image il faut utiliser la fonction **imread**.

Exemple : `A = imread('filename')`

```
Image en niveaux de gris
A = imread('cell.tif')
Size(A)
159 x 191
```

```
Image couleur
D = imread('onion.png');
Size(B)
135 x 198 x 3
```

Pour accéder à la valeur d'un pixel, il faut écrire :

A (121, 121) ou B (15, 15)

1.5.4. Conversion des types d'image

La fonction **rgb2gray** permet de convertir une image couleur en une image en niveau de gris