

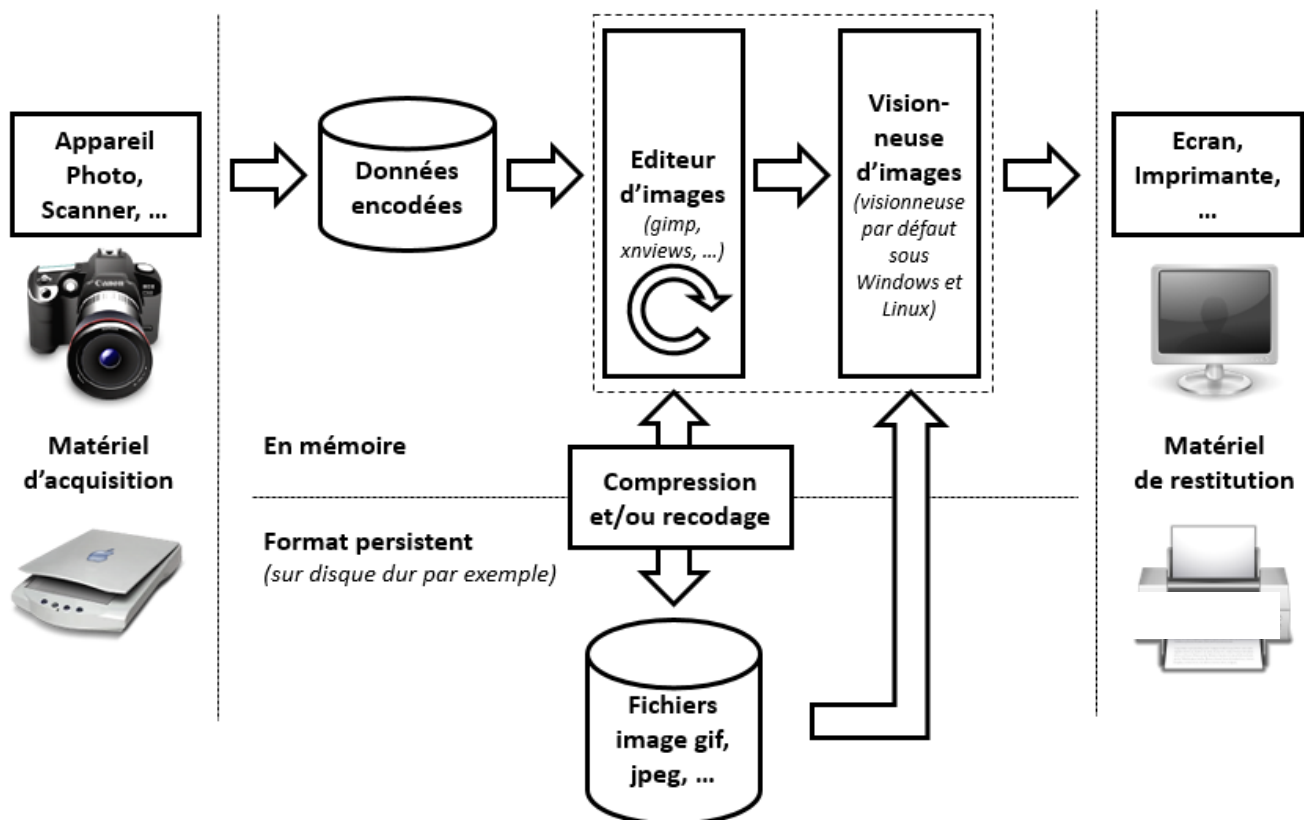
TD séance n° 12

Multimédia Image

Ce TD est dédié aux chaînes de traitements pour les images, un des objets multimédias de base. Il se déroulera sous Linux, bien que les logiciels utilisés ou équivalents soient aussi disponibles sous Windows.

1 Chaîne de traitements pour image

La chaîne de traitements pour les images repose sur les mêmes concepts que les chaînes de traitement que nous avons vu précédemment (texte et son). Vous retrouverez les étapes d'acquisition, du codage, de l'édition, du recodage et de la compression des données, de la visualisation et de la restitution des informations.



1.1 Acquisition

Il y a différentes façons de récupérer un objet multimédia image. La première est d'utiliser un scanner connecté à votre PC. La seconde est d'utiliser un appareil photo numérique puis de transférer vos images grâce à une liaison USB ou la lecture de la carte mémoire de votre appareil sur votre ordinateur. Enfin, vous pouvez récupérer des fichiers sur le Web, en ayant vérifié qu'ils sont bien libres de droits. Nombreux sont les sites qui vous le permettent. Ceci est très pratique pour ajouter des images à vos objets multimédia composites.

Quand on passe d'une information physique à une information numérique pour les images, on doit spécifier une donnée importante. En effet, quand on utilise un scanner par exemple, il faut spécifier le nombre de points que l'on va créer pour une analyse de 1 pouce (2,54cm) sur le document physique. C'est la résolution qui est exprimée en points par pouce (ppp ou dpi en anglais) et qui représente le nombre de points créés pour une distance de 2,54cm. Attention, cette mesure se fait à l'aide d'une unité en 1D et non surfacique (2D). Ce même procédé est utilisé quand on passe d'une image numérique à une image physique à l'aide de l'imprimante (résolution courante de 300dpi ou 600dpi) ou même de l'écran (couramment 96dpi).

TD séance n° 12

Multimédia Image

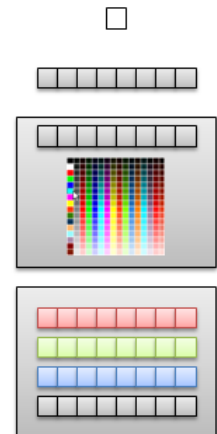
Attention à ne pas confondre les points qui constituent l'image avec les pixels de l'écran. Il est possible que 1 point = 1 pixel à l'écran, mais c'est un cas particulier. Nous verrons cela à l'aide d'un exemple dans les exercices.

1.2 Codage, Recodage et Compression

Comme nous avons pu le voir pour les autres médias, le codage de l'information pour les images utilise aussi des valeurs stockées dans des bits regroupées en octets. Ainsi, il faut coder la couleur de l'information pour chaque point de l'image.

Plusieurs représentations de l'information sont possibles, suivant le nombre de couleurs que l'on souhaite exprimer. Si on stocke la valeur de chaque point sur 1 bit, on pourra avoir des images avec deux couleurs : noir ou blanc. Attention, ce n'est pas la photo en noir et blanc telle qu'on la connaît. Pour coder numériquement de telles photos, il faut passer à une représentation des données en 8 bits ou 1 octet pour exprimer la couleur d'un point. On peut ainsi spécifier 256 niveaux de gris différents allant du gris très foncé (noir = 00000000) à du gris très clair (blanc = 11111111).

Si l'on souhaite passer au stockage des informations pour une image en couleur et n'utiliser qu'un octet pour chaque point, on utilise une palette de couleurs de 256 couleurs et on stocke pour chaque point la valeur correspondant à la n^{ème} entrée dans la palette (collection de couleurs différentes qui seront les seules utilisables dans l'image). Enfin, si l'on souhaite coder une image en « vraie » couleur, il faudra stocker l'information correspondant à la composante de rouge de vert et de bleu de la couleur pour chacun des points de l'image. On pourra dans certains cas ajouter une quatrième composante permettant d'exprimer la transparence du point. On arrive alors à une représentation nécessitant 4 octets pour chaque point de l'image.



1.2.1 Formats d'image non compressés

Nombreux sont les formats d'image non compressés. Ils sont historiquement associés à des constructeurs de matériel et de logiciel.

Par exemple le format GIF (Graphics Interchange Format) dont l'extension est `.gif` est le format que la firme américaine CompuServe a créé pour Apple, il y a une trentaine d'années. La couleur de chaque point est codée sur 8 bits (256 couleurs au maximum dans la palette).

Ensuite sont apparus les formats MacPaint, Pict (fichiers avec l'extension `.pct`), Bitmap (fichiers avec l'extension `.bmp`).

1.2.2 Formats d'image compressés, avec ou sans perte de données

Les formats compressés ont pour objectif de réduire la taille du fichier pour le stockage des images sans altérer la donnée initiale ou en altérant les données initiales mais sans trop altérer leur qualité (en tout cas, que cela ne soit pas perceptible à l'œil).

Par exemple, lorsque la photographie numérique s'est organisée, le format JPEG (Joint Photographic Experts Group) (fichiers `.jpg`) est apparu. Il s'agit d'une norme de compression d'images numériques qui respecte la qualité de l'image si on ne la compresse pas trop (qualité moyenne ou supérieure) ou la comprime très fortement mais en détruisant une partie des informations contenues sur la photo (perte de données par rapport à l'information d'origine, au moment de la conversion). Il est codé en 32 bits et permet donc l'affiche de 16 millions de couleurs.

Un autre exemple est celui du format TIFF (Tagged Image File Format) dont l'extension est `.tif`, utilisé par les imprimeurs. Il est utilisé parce qu'il restitue parfaitement les images et les photographies et bien qu'il puisse être compressé (compression LZW), il prend de la place sur le disque dur (on dit qu'il est lourd !). Il est aussi codé en 32

TD séance n° 12

Multimédia Image

bits et permet l'affichage de 16 millions de couleurs. Le format .png est aussi un format de compression sans perte de données.

1.2.3 Conclusion

Plusieurs formats d'images sont disponibles, chacun ayant ses possibilités, ses avantages et ses inconvénients. Vous trouverez dans le tableau ci-dessous un résumé des principales caractéristiques pour les 5 formats les plus utilisés : BMP, JPEG, GIF, TIFF et PNG.

Format	Compression des données	Nb de couleurs	Affichage progressif	Format propriétaire	Usage
BMP	Non compressé	2 à 16 millions	Non	Non	Image non dégradée, mais très lourde.
JPEG	Oui, avec perte de qualité. Plus la compression est importante plus l'image est dégradée	16 millions	Oui	Non, libre de droits	Tous usages, selon compression. Adapté aux images « naturelles » (photos).
GIF	Oui, sans perte de qualité	2 à 256 avec palette	Oui	Brevet Unisys Logos	Supporte animation et transparence. Utilisé pour les logos.
TIFF	Réglage au choix, sans ou avec perte de qualité	16 millions	Non	Brevet Aldus corporation	Images lourdes. Tous sauf internet.
PNG	Oui, sans perte de qualité	2 à 256 ou 16 millions	Oui	Non, libre de droits	Tous, recommandé pour Internet, mais incompatible avec les navigateurs anciens.

1.3 Edition / Manipulation d'images numériques

La plupart des manipulations automatiques d'images numériques sont le résultat de transformations sur l'image d'origine impactant les valeurs des points. On distingue les transformations globales, point par point sur une image, point par point à plusieurs images et locales.

1.3.1 Transformations globales

Il existe un nombre illimité de transformations globales. Elles nécessitent d'utiliser toutes les informations contenues dans une image afin de réaliser une transformation donnée (ex. égalisation d'histogramme, réglage automatique du contraste / luminosité, transformations géométriques ...).

1.3.1.1 Transformations « point par point » sur une image

Il existe un nombre illimité de transformations « point par point » dans une image. Le traitement de l'image consiste alors à modifier chaque point à partir de leur seule valeur d'origine.

Par exemple, pour convertir une image couleur en niveau de gris il faut remplacer, pour chaque pixel les trois valeurs représentant les niveaux de rouge, de vert et de bleu, en une seule valeur représentant la luminosité (la valeur de gris). Dans sa [recommandation 709](#), qui concerne les couleurs « vraies » ou naturelles :

$$\text{Luminance} = 0,2126 \times \text{Rouge} + 0,7152 \times \text{Vert} + 0,0722 \times \text{Bleu}.$$

1.3.1.2 Transformations « point par point » à plusieurs images

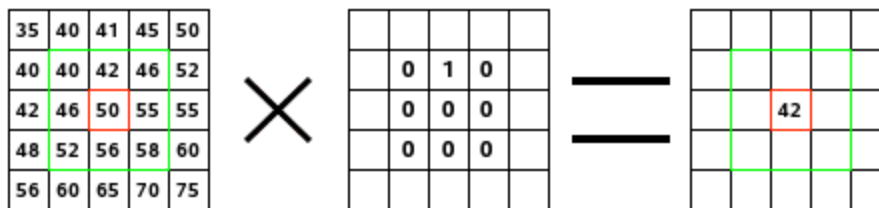
Il existe un nombre illimité de transformations « point par point » à plusieurs images. Le traitement de l'image consiste alors à partir de plusieurs images à définir chaque point à partir des valeurs du même point dans les images de départ.

TD séance n° 12 Multimédia Image

1.3.2 Transformations locales

Il existe un nombre illimité de transformations locales. La plupart des filtres de traitement des images utilisent des matrices de convolution. Mais qu'est-ce que c'est qu'une matrice de convolution¹ ?

On peut s'en faire une idée approximative sans entrer dans des mathématiques poussées. Une convolution est un traitement d'une matrice par une autre appelée matrice de convolution ou « noyau » (kernel). Notre filtre « Matrice de convolution » utilise une première matrice qui est l'image, c'est-à-dire une collection de points en coordonnées rectangulaires 2D (il y a des matrices 3D ...), et un noyau variable selon l'effet souhaité. Le traitement de l'image consiste alors à modifier chaque point à partir des valeurs d'origine des points voisins.



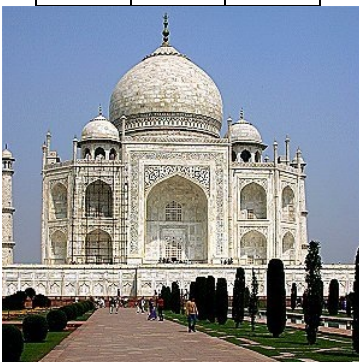
À gauche se trouve la matrice de l'image : chaque point est indiqué par sa valeur. Le point initial est encadré de rouge. La zone d'action du noyau est encadrée de vert. Au centre, se trouve le noyau et, à droite, le résultat de la convolution.

Voici ce qui s'est passé : le filtre a lu successivement, de gauche à droite et de haut en bas, les points de la zone d'action du noyau et il a multiplié chacun d'eux par la valeur correspondante du noyau et additionné les résultats. Le point initial a pris la valeur 42 : $(40 \times 0) + (42 \times 1) + (46 \times 0) + (46 \times 0) + (50 \times 0) + (55 \times 0) + (52 \times 0) + (56 \times 0) + (58 \times 0) = 42$ (le filtre dépose ses résultats sur une copie de l'image et pas directement dans l'image). Le résultat graphique est un décalage du point initial d'un point vers le bas. Avec le filtre « Matrice de convolution » des logiciels de traitement d'image, vous pouvez, si le cœur vous en dit, vous concocter un petit filtre sur mesure.

Chaque matrice va avoir un effet sur l'image. Voici quelques exemples :

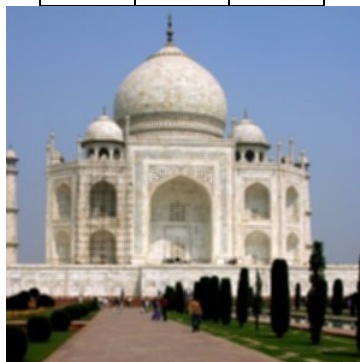
Augmenter le contraste :

0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0



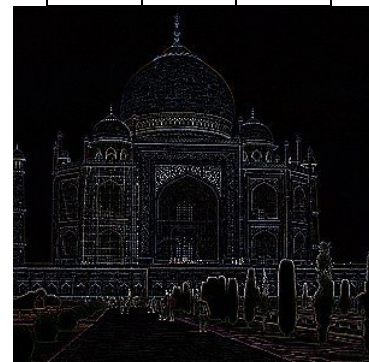
Flou :

1	1	1
1	1	1
1	1	1



Détection des bords :

0	1	0
1	-4	1
0	1	0



1.3.3 Histogramme

Un histogramme des couleurs est, en imagerie numérique, une représentation d'une image dérivée du comptage de la couleur de chaque point. Ainsi, un histogramme est représenté par un graphique de la fréquence d'apparition de chaque couleur de l'image étudiée.

¹ <https://docs.gimp.org/2.8/en/plugin-convmatrix.html>

TD séance n° 12

Multimédia Image

1.4 Visionneuses d'images et publication sur le Web

Nombreuses sont les visionneuses d'images, gratuits ou propriétaires payantes. Vous pouvez trouver une liste détaillée sur Wikipédia (http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_visionneuses_d'images).

Nous ne donnerons pas plus de détails sur cette partie pour passer aux exercices afin de mieux comprendre et maîtriser toutes les notions présentées.

TD séance n° 12

Multimédia Image

Exercices

Pour réaliser ces exercices, vous téléchargerez le fichier suivant contenant les exemples sur lesquels vous travaillerez :

<http://stephane.lavirotte.com/teach/cours/envinfo1/12%20TD%20Multimedia%20Image.zip>

Nous allons utiliser pour ce TD le logiciel Gimp, libre et gratuit, qui se veut un équivalent au célèbre Photoshop. Vous trouverez une documentation détaillée en français sur le lien <http://docs.gimp.org/fr/>.

1 Acquisition et codage

Exercice n°1:

On réalise l'acquisition d'une image à l'aide d'un scanner avec une résolution de 100 dpi. On refait la numérisation de cette image avec une résolution de 200 dpi (on a doublé la résolution). Quelle sera la taille de la deuxième image par rapport à la première ?

Exercice n°2:

Soit une image de 640 points de largeur par 480 points de hauteur. Quelle serait la taille de cette image en octets si c'était une image en niveau de gris ? Quelle serait la taille de l'image en octets si c'était une image en « vraies » couleurs avec la transparence ?

Et pour une image de TV Full-HD (1920x1080 en vraies couleurs, sans transparence) ?

Et pour la TV Ultra HD (appelée abusivement 4K) avec une définition de 3 840 × 2 160 points, en vraies couleurs et sans transparence ?

2 Format d'image non compressé

Dans l'image de test du fichier `Fraises.gif`, chargée avec Gimp, après avoir zoomé pour vous faciliter la sélection, déposer la « pipette à couleur » sur le point colonne 320, ligne 314 (shift / clic gauche sur le point avec l'outil « pipette à couleur » sélectionné).

Exercice n°3:

Editez les informations de la « pipette à couleur » sur le point désigné. Donnez les valeurs de la couleur du point selon les différents formats (Pixel, RVB, TSV, CMJN). Quelle est la valeur en hexadécimale ?

Exercice n°4:

Vous pouvez utiliser le zoom de la boîte à outils pour agrandir l'image jusqu'à un grossissement de 3200%. Que pouvez-vous constater sur la différence entre la notion de point de l'image et de pixel ?

2.1 Palette de Couleur

Exercice n°5:

En reprenant l'image de test du fichier `Fraises.gif`, expliquez comment la valeur RGB du point colonne 320, ligne 314 peut avoir une valeur sur trois octets (3x8bits), alors qu'un fichier `.gif` ne peut coder que 256 couleurs ?

Exercice n°6:

Sur l'exemple ci-dessous où on a fortement zoomé, pouvez dire quelle image (de gauche ou droite) est encodée en gif ? Justifiez

TD séance n° 12 Multimédia Image



2.2 Format d'image compressé

A partir de l'image de test contenu dans le fichier `Image_test.gif`, faites plusieurs sauvegardes au format `jpeg`, en niveau de gris, en décrémentant la qualité à chaque enregistrement (100, 75, 50, 25, 0). Pour réaliser la sauvegarde en `jpg` faire Fichier / Exporter-sous puis donner le nom et l'extension `.jpg` (il convertira automatiquement les données dans le format en fonction de l'extension, mais attention c'est un cas particulier). Après avoir donné le nom, le logiciel vous demandera la qualité dans laquelle enregistrer l'image.

Exercice n°7:

Pouvez-vous détailler les effets de la perte de qualité, sur les motifs de l'image d'origine ?

Exercice n°8:

Tracez une courbe d'évolution de la taille des fichiers fonction de la qualité définie lors de leur sauvegarde. Pour quelle qualité aurons-nous le meilleur rapport qualité visuelle / taille ?

3 Edition, transformations

Exercice n°9:

Affichez l'histogramme de l'image `Image_test.gif` en sélectionnant le menu « Couleur / Information / Histogramme ». Pourquoi peut-on visualiser qu'un seul canal et non les canaux RVB ?

Exercice n°10:

Combien de niveaux de gris sont en fait utilisés dans cette image ?

3.1 Réglages des courbes de l'histogramme

Exercice n°11:

Les photographes en plongée sous-marine sont habitués à subir l'atténuation du rouge dans leurs photos en fonction de la profondeur de plongée. Pourquoi ?

Exercice n°12:

Ouvrez l'image contenue dans le fichier `Plongee.jpg`. Que pouvez-vous reprocher à l'image ? Corrigez l'image grâce à l'outil « Couleurs / Balance des couleurs et sauvegardez-la dans `Plongee_rectifiee.jpg`.

3.2 Transformation globale et zone de sélection

Nous allons maintenant travailler sur l'image « `Plongee_rectifiee.jpg` ».

TD séance n° 12

Multimédia Image

Exercice n°13:

Une partie de cette image est sous exposée. A l'aide de l'outil de « Sélection à main levée » et du menu « Couleurs / Luminosité contraste », rectifiez cette partie pour améliorer la photo. Grâce au menu « Filtres / Générique / Matrice de convolution », éditez la matrice de convolution que vous allez appliquer. Mettez tous les coefficients de la matrice de convolution à zéro. Que se passe-t-il lors de l'application du filtre ? Expliquez pourquoi ?

Exercice n°14:

Appliquer (avec normalisation) la matrice de convolution suivante :

1	2	1
2	0	-2
-1	-2	-1

Décrivez en une phrase le résultat.

4 Synthèse sur le codage de l'information

Exercice n°1:

Si on vous donne le codage binaire suivant : 00000000 01000000, pouvez dire quelle est le type d'information représentée ou quel est le type de média auquel vous avez à faire ? Quelles sont les valeurs entières représentées par chacun de ces octets en décimal et en hexadécimal ?

Exercice n°2:

Dire ce que les données binaires précédentes représentent dans les cas suivants :

- un texte encodé en ANSI
- un texte encodé en UTF-16
- un son encodé en 8 bits
- un son encodé en 16 bits
- une image en niveaux de gris
- une image couleur avec une palette (on considère qu'on retrouve ces valeurs pour des points de l'image)
- une image en vraie couleurs (on considère que ce sont les 2 premiers octets d'une couleur)