

La compression des images fixes

Compression JPEG sans pertes (JPEG Lossless)

La norme JPEG définit deux classes de processus de codage et de décodage, les processus avec pertes et sans perte. La classe de processus de codage sans perte n'est pas basé DCT. La figure ci-dessous montre les principales étapes du processus de codage sans perte. Un prédicteur combine les valeurs reconstruites de jusque trois échantillons voisins de positions a, b, c pour former une prédiction de l'échantillon courant. Cette prédiction est ensuite soustraite de la valeur effective de l'échantillon à la position x, et la différence fait l'objet d'un codage entropique sans perte, de type Huffman ou arithmétique.

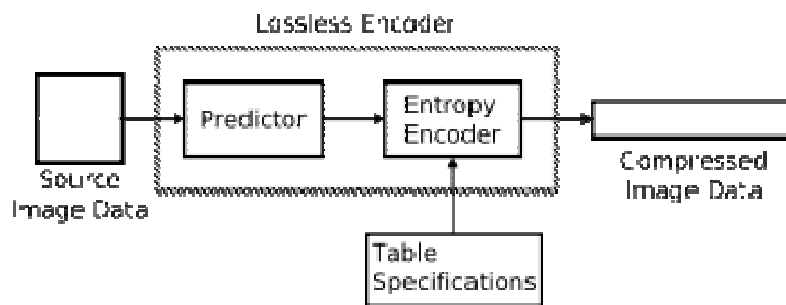


Figure 1. Schéma bloc de l'algorithme JPEG Lossless.

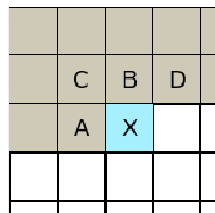


Figure 2. Echantillons voisins utilisé pour le calcul de la valeur prédite.

La norme JPEG propose l'utilisation de plusieurs types de prédicteurs : A , B , $\lfloor (A+B)/2 \rfloor$, $A+B-C$.

Rem : Dans la suite, on étudiera systématiquement les différentes questions pour les deux images *Lena* et *Spine*.

- Tracer l'histogramme de l'image originale. Calculer la variance de l'image.
- Calculer pour chacun des quatre prédicteurs l'image différentielle, puis représenter l'histogramme correspondant. Calculer la variance du signal différentiel. Commenter les résultats obtenus.
- Afficher les images différentielles, et comparer les résultats obtenus selon le prédicteur utilisé.

- d) Pour le prédicteur $A+B-C$, proposer une modélisation des signaux différentiels correspondants aux différentes images par une distribution Laplacienne de la forme :

$$p(e) = \frac{1}{\sigma_e \sqrt{2}} \exp\left(-\frac{\sqrt{2}|e|}{\sigma_e}\right)$$

- e) Calculer l'entropie d'ordre 0 de l'image originale, puis de l'image différentielle (prédicteur $A+B-C$). Commenter le résultat obtenu.
- f) Le codage entropique sera effectué au moyen d'un code de Huffman global modifié (-16 ; +16). Le fichier `hufmod16` contient un tableau donnant, pour une amplitude donnée du signal d'erreur, le nombre de bits du code binaire correspondant. Dans le cas présent, les valeurs d'amplitude absolue de l'erreur supérieure à 16 sont codées sur 13 bits (5 bits de code + 8 bits pour la valeur du pixel actuel). Estimer dans chacun des cas le débit, exprimé en bits par pixel, obtenu après codage. Commenter.

Codage par plans de bits (Bit Plane Encoding)

Le codage par plans de bits est un algorithme de compression de première génération qui consiste à décomposer une image en niveaux de gris de taille $M \times N$ codée sur B bits par pixel en B images binaires de taille $M \times N$ allant de l'image contenant le bit de poids fort (MSB) de chaque pixel jusque l'image contenant le bit de poids faible (LSB) de chaque pixel.

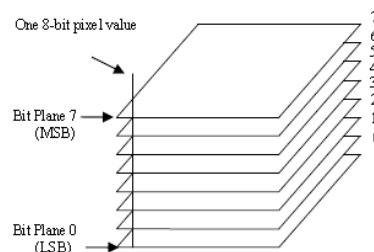


Figure 3. Décomposition en plans de bits d'une image codées sur 256 niveaux de gris.

- a) Représenter les huit plans de bits de l'image *Lena*. Que pouvez-vous dire du plan MSB ? Du plan LSB ?
- b) Pour coder chaque plan de bits, on décompose chaque plan binaire en blocs de 2×2 bits et on utilise le code à longueur variable suivant :

0	0
0	0

« 0 »

1	1
1	1

« 10 »

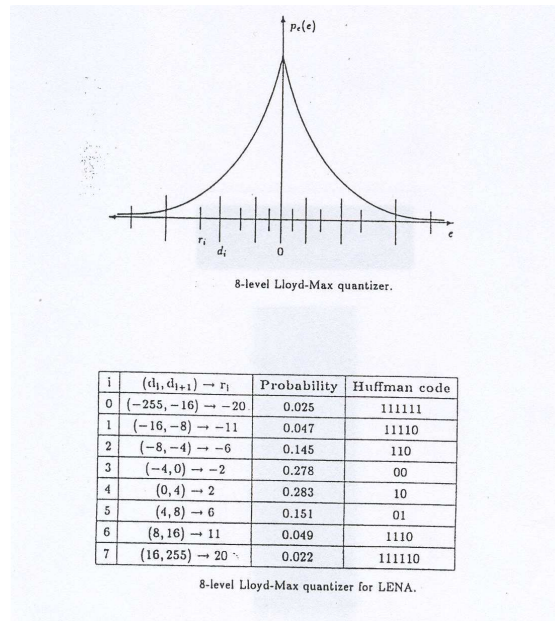
ELSE : « 11 » + 4 bits fixes

Donner le débit alloué à chacun des plans de bits, puis en déduire le débit total et le taux de compression.

- c) Simuler un affichage progressif en affichant d'abord le plan MSB, puis les plans MSB et MSB-1, etc... jusqu'à l'ensemble des plans de bits allant du MSB au LSB.
- d) Reprendre les questions avec l'image *Spine*.

Codage prédictif avec pertes

Le codage prédictif ou DPCM (Differential Pulse Coded Modulation) avec pertes consiste à appliquer une quantification sur le signal d'erreur de prédiction obtenu comme étudié au début de la séance (JPEG Lossless). Pour faire en sorte que la distorsion due au codage se limite uniquement à l'erreur de quantification et éviter les erreurs de glissement (*drift error*), le prédicteur travaille à partir des valeurs reconstruites des pixels précédents, et non les valeurs de l'image originale. On se propose ici de simuler un codeur DPCM en utilisant les caractéristiques de codage suivantes :



Pour simplifier, on considérera un seul prédicteur : A. Ecrire un script MATAB qui, pour chacun des pixels de l'image : calcule la valeur prédite à partir des valeurs reconstruites précédentes, en déduit l'erreur de prédiction, quantifie le signal d'erreur, code sous forme binaire le signal d'erreur, décode le pixel. On affichera l'image originale, l'image reconstruite après compression-décompression, l'image d'erreur et on calculera le taux de compression résultant ainsi que le PSNR obtenu. Tester votre programme sur l'image LENA.