

Nom :

Prénom :



2013/2014

EXAMEN

PRÉALABLES :

- Durée maximale 2h00,
- Avec ou sans document,
- Avec ou sans calculatrice.

ATTENTION :

Les questions dans lesquelles il apparaît le terme "Expliquez" sont associées aux conditions suivantes :

- sans explication la réponse est nulle,
- les bons mots clés seront comptés positivement,
- les mauvais mots clés seront comptés négativement,
- seules les 10 premières lignes seront lues.

I - COLORIMETRIE.

Soient les trois sources colorées suivantes : rouge, jaune, bleu. Peuvent-elles constituer une base colorimétrique ? Si non quelle est l'erreur ? Expliquez.

Correction.

Oui ces trois couleurs peuvent former une base colorimétrique. Aucune de ces teintes ne peut être obtenue par combinaison des deux autres.

II - ENTROPIE.

On admettra que les propriétés statistiques des images peuvent être calculées spatialement dans chacune d'elles (propriétés de stationnarité et d'ergodicité). Des deux images ci-dessous (image "Logo", image "Fleurs") laquelle présente l'entropie la plus élevée ? Expliquez.



Image "Logo"



Image "Fleurs"

Correction :

L'image "Fleurs" possède l'entropie la plus élevée. Si l'on disposait des valeurs des niveaux de gris de ces images on

Nom :**Prénom :**

pourrait faire un calcul approché permettant de quantifier l'entropie de chacune de ces images. Une approche visuelle suffit à montrer que :

- la quantité d'information moyenne dans l'image "Fleurs" est plus élevée,
- l'incertitude sur la valeur d'un niveau de gris dans "Fleurs" est plus élevée.

III - ALGORITHMES DE COMPRESSION.

On souhaite compresser les deux images précédentes (image "Logo", image "Fleurs"). Les objectifs sont :

- la qualité des images décodées doit être telle que l'on ne puisse percevoir à l'œil nu aucune différence avec les images originales,
- le taux de compression est maximum.

Quel(s) algorithme(s) proposez-vous pour chacune d'elles ? Expliquez.

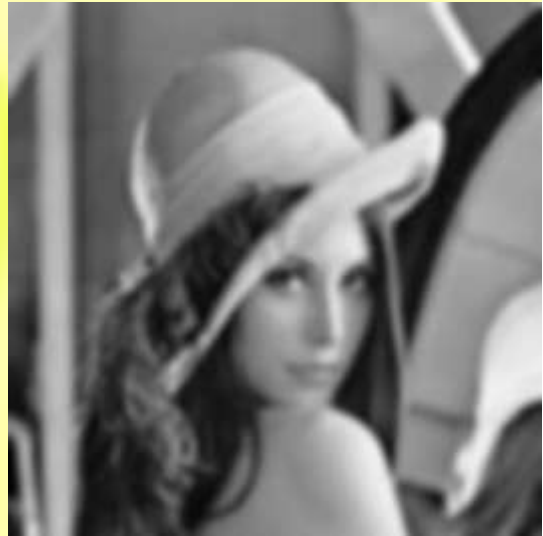
Correction :

Les différences ne doivent pas être vues à l'œil nu. En conséquence la distorsion est permise. On peut suggérer :

- pour l'image "Logo" : LZW. En vertu de la nature synthétique de l'image cet algorithme conduira vers un fort taux de compression sans aucune distorsion. Toute implémentation de cet algorithme fera l'affaire comme par exemple les zippeurs.
- pour l'image "Fleurs" : JPEG ou JPEG-2000. Ces algorithmes peuvent apporter de la distorsion. Pour qu'elle ne soit visible à l'œil nu il faudra les paramétrer en conséquence et donc accepter un taux de compression raisonnable (ne dépassant pas 20).

IV - ANALYSE FREQUENTIELLE.

Une analyse fréquentielle des deux images suivantes montrerait la présence majoritaire de hautes fréquences dans l'une d'elles. Laquelle (celle de gauche ou celle de droite) ? Expliquez.



Correction :

L'image de gauche possède majoritairement des hautes fréquences (présence de contours et donc de discontinuités propres aux hautes fréquences)

V - FACTEUR DE FORME

On appelle c le facteur de forme d'un rectangle. Il est défini par le rapport entre les longueurs de sa largeur et de sa hauteur (L/H). Exemple : le carré est un rectangle particulier pour lequel $c = 1$.

V.1 - TELEVISION CONVENTIONNELLE

A propos de l'image de télévision conventionnelle on rappelle :

- le facteur de forme de l'écran : 4/3,
- le nombre de points par ligne : 720,
- le nombre de ligne 576.

Calculer le facteur de forme du pixel associé. Conclusion ?

V.2 - TELEVISION HD CONVENTIONNELLE

A propos de l'image de télévision haute définition conventionnelle on rappelle :

- le facteur de forme de l'écran : 16/9,

Nom :

Prénom :

- le nombre de points par ligne : 1920,
- le nombre de ligne 1152.

Calculer le facteur de forme du pixel associé. Conclusions ?

Correction.

V.I- Soient :

L : la largeur de l'écran

H : la hauteur de l'écran

l : la largeur du pixel

h : la hauteur du pixel

$c = \frac{l}{h}$: le facteur de forme du pixel

On en déduit :

$l = \frac{L}{720}$, $h = \frac{H}{576}$. Il suffit alors de remplacer l et h par ces valeurs dans le facteur de forme. D'où :

$$c = \frac{l}{h} = \frac{\frac{L}{720}}{\frac{H}{576}} = \frac{L}{720} \cdot \frac{576}{H} = \frac{L}{H} \cdot \frac{576}{720}. \text{ Or } \frac{L}{H} = \frac{4}{3} \text{ d'où : } c = \frac{4}{3} \cdot \frac{576}{720} \Rightarrow$$

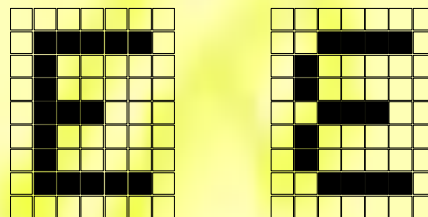
$$c = 1,067 \text{ à } 10^{-3} \text{ près}$$

V.I- Un raisonnement identique montrerait que $c = \frac{16}{9} \cdot \frac{1152}{1920} \Rightarrow$

$$c = 1,067 \text{ à } 10^{-3} \text{ près}$$

VI - DISTORSION

1. Soient I_1 et I_2 les deux images de la figure suivante. Au blanc correspond le niveau de gris 255, au noir correspond le niveau de gris 0. Quelle est la valeur de l'*EQM* entre I_1 et I_2 ?



2. Il arrive que l'*EQM* soit discutable. Cela signifie que certaines distorsions sont quantifiées par une valeur de l'*EQM* qui ne correspond pas à ce que nous percevons par observation directe de l'image. Décrivez un exemple illustrant cette difficulté.

VII - COMPRESSION DCT

On souhaite compresser des images à niveaux de gris ayant les caractéristiques suivantes :

- quantification sur 256 niveaux,
- codage binaire selon un code à longueur fixe.

La compression met en œuvre une DCT. Les coefficients transformés sont quantifiés selon la matrice d'allocation de bits suivante :

7	6	5	4	3	2	1	0
6	3	2	2	1	1	0	0
5	2	1	1	0	0	0	0
4	2	1	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Quel est le taux de compression obtenu ?

Correction :

Le taux de compression est indépendant de la taille de l'image. Calculons le sur une image de taille 8x8.

Nom :

Prénom :

$$\sigma = \frac{\text{Nbre de digits binaires avant compression}}{\text{Nbre de digits binaires après compression}} \text{ . Or :}$$

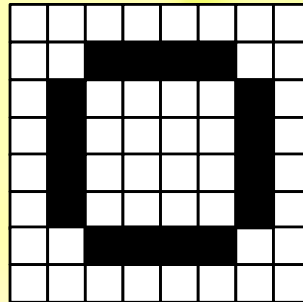
- Nbre de digits binaires avant compression = 8×8^2
- Nbre de digits binaires après compression = $(7+6+5+4+3+2+1) + (6+\dots+1) + \dots + (2+1) + 1 = 67$

D'où le résultat : $\sigma = \frac{8 \times 8^2}{67} \Rightarrow$

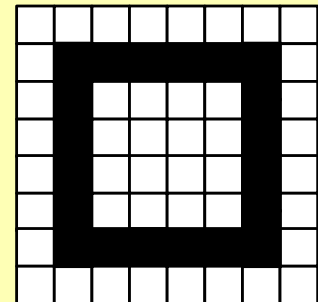
$\sigma = 7,6 \text{ au } 10^{-1} \text{ près}$

VIII - COMPENSATION DE MOUVEMENT

Dans la technique de compensation de mouvement par correspondance de blocs, si *Blpr* est le bloc le plus ressemblant de *Blor*, à quoi ressemble le bloc de différence $[\Delta BI]$ (le dessiner) ?



Blor



Blpr

IX - ZIPPEUR

Soit un décodeur LZW (Lempel-Ziv-Welch) implémenté sur une image noire et blanche à 256 niveaux de gris. Dans la suite les niveaux de gris seront exprimés en hexadécimal.

Le nème code reçu correspond à la chaîne des niveaux de gris : 41A61E

Le (n+1)ème code reçu correspond à la chaîne des niveaux de gris : 001F51CDD1

Suite à ce (n+1)ème code, avec quelle chaîne la première location libre dans la table de traduction sera-t-elle remplie ?

Correction :

Afin de garantir que sa mémoire soit identique à celle du codeur, le décodeur doit :

- concaténer le premier caractère (hexadécimal) de la chaîne immédiatement reçue à la chaîne précédente,
- stocker la chaîne résultante à la première adresse disponible.

Application :

- (n+1)ème code reçu : 001F51CDD1. 1^{er} caractère : 00,
- Concaténation à la chaîne précédente : 41A61E00

Lors de la réception du (n+1)ème code, la 1^{ère} location mémoire disponible est remplie par la chaîne :

41A61E00

X - MPEG

Dans un codeur MPEG (et bien d'autres) il est fait référence à l'image précédente. Pour cette raison elle est conservée en mémoire.

1. Dans la mémoire du décodeur les blocs de l'image précédente sont-ils rafraîchis par des blocs originaux ou décodés ? Expliquez.
2. Dans la mémoire du codeur les blocs de l'image précédente sont-ils rafraîchis par des blocs originaux ou décodés ? Expliquez.
3. Dans un codeur MPEG-2 la compensation de mouvement est-elle systématique ? Expliquez.

XI - MPEG-1/2/4

Afin d'atteindre le taux de compression souhaité, un codeur MPEG-2 décide d'affecter aux premières images d'une séquence vidéo les types suivants :

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
I	B	P	B	P	B	B	B	P	I	P	B	B	B	B	I	P	I

Les numéros sont ceux des images entrant dans l'algorithme de codage. En déduire les 3 premiers GOP.

Correction :

- 1^{er} GOP : [1, 3, 2, 5, 4, 9, 6, 7, 8]

Nom :

Prénom :

- 2^{ème} GOP : [10, 11]
- 3^{ème} GOP : [16, 12, 13, 14, 15, 17]

XII - MPEG-2

Dans un flux MPEG-2 scalable, la couche basse est-elle nécessaire pour décoder la couche d'amélioration ?

Correction :

Oui
