



Exercice I : Choix Multiple [15 minutes, 28 pts]

Fill the following table with the correct answer.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

- Un dictionnaire dans la méthode LZW commence avec deux entrées - "0" et "1". La taille du dictionnaire après la compression du message 00101100 est :

a. 4 c. 6 e. Plus petit que 4	b. 5 d. 7 f. Plus grand que 7
-------------------------------------	-------------------------------------
- Une source de 4 symboles a_1, a_2, a_3, a_4 ayant les probabilités $P(a_1)=0.5, P(a_2) = 0.25, P(a_3) = P(a_4) = 0.125$ est utilisée pour un codage arithmétique d'un message. La valeur réelle obtenue après le codage du message est 0.8. Quel est le message codé :

a. $a_4 a_2 a_3$. c. $a_3 a_1 a_3$. e. Aucune des réponses	b. $a_2 a_4 a_3$. d. $a_3 a_1 a_4$.
--	--
- Une quantification dans le codeur effectuée :

a. un mappage un à un. c. un mappage plusieurs à un. e. Toutes les réponses	b. un mappage un à plusieurs. d. un mappage plusieurs à plusieurs. f. Aucune des réponses
---	---
- L'algorithme de codage RLE (run length encoding) n'est pas performant s'il y a :

a. Beaucoup d'alternance entre les symboles c. Beaucoup de répétitions consécutives des symboles e. Aucune des réponses	b. Beaucoup des répétitions des symboles d. Toutes les réponses
---	--
- La plus petite unité dans une image est appelée :

a. Pixel c. Fixel e. Toutes les réponses	b. Voxel d. Drexel f. Aucune des réponses
--	---
- La transformée de Fourier est une transformation _____.

a. Linéaire c. Bilinéaire	b. Non-linéaire d. Bi-cubique
------------------------------	----------------------------------

e. Toutes les réponses

f. Aucune des réponses

7. Laquelle des déclarations suivantes n'est pas vrai pour le codage de Huffman ?

a. Aucun mot de code d'un symbole élémentaire n'est préfixe d'un autre symbole élémentaire.

b. Chaque symbole a un mappage un-à-un avec son mot de code correspondant.

c. Les symboles sont codés en tant que groupes, plutôt que de coder un symbole à la fois.

d. Des mots de code plus courts sont attribués à des symboles plus probables.

8. Une image donnée a 250 pixels horizontalement et 200 pixels verticalement et sa profondeur de bits est de 16. Quelle est la taille approximative de l'image ?

a. 1 kBytes

b. 100 kBytes

c. 10 kBytes

d. 1000 kBytes

9. Considérer quatre sources d'information S_1, S_2, S_3, S_4 de 4 symboles chacune, avec des probabilités respectives $P_1 = \{0.5, 0.25, 0.25, 0\}$, $P_2 = \{0.125, 0.125, 0.25, 0.5\}$, $P_3 = \{0.25, 0.25, 0.25, 0.25\}$ et $P_4 = \{0, 0, 1, 0\}$. Leurs entropies correspondantes H_i sont ordonnées comme suit (répondre sans faire le calcul) :

a. $H_1 > H_2 > H_3 > H_4$

b. $H_2 > H_1 > H_4 > H_3$

c. $H_1 > H_2 > H_4 > H_3$

d. $H_3 > H_2 > H_1 > H_4$

10. Combien de couleurs possibles peut prendre un pixel d'une image ayant une profondeur de couleur de 8 bits ?

a. 8

b. 32

c. 128

d. 256

11. La compression JPG analyse les images en blocs de pixels de taille _____ et sélectivement réduit le détail à l'intérieur de chaque bloc.

a. 4×4

b. 8×8

c. 16×16

d. 32×32

12. Faites la correspondance entre une valeur de la colonne gauche et une valeur de la colonne droite :

a. Hue

1. Quantité de couleur

b. Saturation

2. Intensité

c. Brightness

3. Nom de la couleur

Exercice II : Vraie / Faux [10 minutes, 18 pts]

Pour chacune des questions suivantes, remplissez le tableau avec la réponse vraie ou faux.

1. En calculant les vecteurs de mouvements des macro-blocs, quand la taille de macro-bloc diminue, l'erreur de prédiction augmente.	
2. En calculant les vecteurs de mouvements des macro-blocs, le paramètre de recherche k doit être augmenté quand il y a des objets avec des mouvements rapides.	
3. La recherche séquentielle de vecteurs de mouvement (Brute-Force) est plus rapide que la recherche logarithmique.	
4. Une trame (frame) de type P est obtenue à partir des trames de type I ou P.	

5. L'ordre Zigzag dans la méthode de compression JPEG produit des longues séquences de zéros.	
6. Les images / fichiers de grandes tailles conduit à des mauvais rapports de compression en utilisant LZW.	
7. RGB est l'espace de couleurs approprié pour le traitement et l'analyse des images.	
8. En compression vidéo, une trame de type B peut servir comme référence seulement pour les trames de type P.	
9. La méthode de codage MPEG base sur l'estimation de mouvement des macro-blocs d'une trame à la suivante (ou précédente) pour accomplir la compression.	
10. GIF est un type d'image sans perte.	
11. Les signaux TV sont envoyés en RGB.	
12. Afin de réduire le nombre de bits par pixel, les canaux Y, U et V sont sous-échantillonnés.	

Exercice III : image/vidéo [35 minutes, 36 pts]

Étant donné un appareil photo numérique avec une résolution de 2160 lignes et 3840 pixels par ligne.

- Si l'appareil photo utilise le balayage progressif en utilisant le schéma de couleurs YCrCb, quel est le nombre de bit moyenne par pixel si le schéma de sous-échantillonnage utilisé est le 4:2:0 et que chaque échantillon est représenté sur 8 bits?
- Quel serait le débit produit par cet appareil (bits par seconde) si l'appareil produit 25 images par seconde ? *bit/s*
- Étant donné qu'un périphérique USB 3.0 peut transférer 5 Gbps, quel est le nombre maximum d'images progressives par seconde qui peuvent être transférées à partir de cet appareil en utilisant la norme USB 3.0?
- Quel serait le field rate si le balayage entrelacé (interlaced scanning) est utilisé à la place de balayage progressif dans (c) ?
- Quel est le IAR (image aspect ratio) des images capturées par cet appareil ?
- Étant donné que le signal capté par cet appareil photo doit être stocké sans perte (en utilisant le sous-échantillonnage 4:4:4), quelle est la bande passante du bus (bitrate) nécessaire pour transférer 30 images progressives par seconde ? Est un bus USB 3.0 (qui peut transférer 5 Gbps) suffisant ?

Exercice IV : compression [15 minutes, 18 pts]

Vous avez une source avec 6 symboles {s1, s2, s3, s4, s5, s6}. La probabilité de chaque symbole est {0,15, 0,25, 0,05, 0,05, 0,4, 0,1}. Répondre aux questions suivantes :

- Calculez l'entropie de la source.
- Créez un code Huffman pour la source.
- Calculez la longueur moyenne du symbole de la source.
- Calculez l'efficacité de codage pour le code Huffman.

Exercise I

video (352x240), 24 bits per pixel, 12 fps

bitrate = 256 kbit/s.

a) 4:2:2 \Rightarrow average bits per pixel = $\frac{4 \times 8 + 2 \times 8 + 2 \times 8}{4} = 16$ bits/pixel

b) bit rate = $(352 \times 240 \times 16 \times 12) = 16\,220\,160 = 16.22016$ Mbits/s.

c) no because the bit rate is 16.22016 Mbits while the bit rate of the channel is 256 kbit/s.

d) video of 30 minutes = $30 \times 60 \times (352 \times 240 \times 16 \times 12)$

Time = $\frac{30 \times 60 \times 352 \times 240 \times 16 \times 12}{256\,000} = 114,048$ seconds
= ...

e) luminance compression factor = 20
chrominance compression factor = 30

size of one second = $\frac{12 \times 352 \times 240 \times 8}{20} + \frac{2 \times 12 \times 352 \times 240 \times 8}{30 \times 2}$
Luminance Chrominance

= $40\,5504 \text{ bit} + 270\,336 = 67\,5840$

= $670 \text{ kbits} = 82.5 \text{ kbytes}$.

f) GOP = 12 images with two Bframes between P/I frames
 \hookrightarrow I B B P B B P B B P B B

size of I frame = $\frac{352 \times 240 \times 8}{20} + \frac{352 \times 240 \times 8}{25 \times 2} \times 2 = (352 \times 240 \times 8) \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{25} \right)$
Luminance Chrominance 4:2:2

size of P frame = $\frac{352 \times 240 \times 8}{40} + \frac{352 \times 240 \times 8}{50 \times 2} \times 2 = (352 \times 240 \times 8) \left(\frac{1}{40} + \frac{1}{50} \right)$

size of B frame = $\frac{352 \times 240 \times 8}{50} + \frac{352 \times 240 \times 8}{60 \times 2} \times 2 = (352 \times 240 \times 8) \left(\frac{1}{50} + \frac{1}{60} \right)$

total = $(352 \times 240 \times 8) \left[1 \times \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{25} \right) + 3 \left(\frac{1}{40} + \frac{1}{50} \right) + 8 \times \left(\frac{1}{50} + \frac{1}{60} \right) \right] = \rightarrow$

$$60825.6 + 91238.4 + 198,246.4 = 350,310.4 = 42.7625 \text{ kbytes}$$

2

g) Compression factor = $\frac{81.5}{42.7625} = 1.92926 \approx \underline{\underline{2}}$

Exercise II

a) 97 97 98 98 257 256
a a b b a b a a

symbol	code
a	97
b	98
aa	256
ab	257

b) original message size is $8 \times 8 = 64 \text{ bits}$
compressed one is $6 \times 10 = 60 \text{ bits}$
compression factor = $\frac{64}{60} = 1.066$

c) a b a c c a b a b a c c a a c a
97 98 97 99 99 256 261 259 97 258 97

symbol	code
a	97
b	98
c	99
ab	256
ba	257
ac	258
cc	259
ca	260
aba	261
abac	262
caca	263
aa	264
aca	265

Exercise III

3840 x 2160 30 bits per pixel 4:2:2, 24 fps

60p → 25 images (1-I, 20B, 4P)

a) image is $\frac{3840 \times 2160}{2} \sqrt{\frac{1}{32 \times 32}} = 8100$
 $\frac{3840 \times 2160}{2} \sqrt{\frac{1}{32 \times 32}} = 4050$
 $\frac{3840 \times 2160}{2} \sqrt{\frac{1}{32 \times 32}} = 4050$

16110 Macroblocks

b) 1) Sequential → $(k+1)^2 = (2 \times 32 + 1)^2 = 4225$

2) logarithmic → $\frac{9}{k=16} + \frac{8}{k=8} + \frac{8}{k=4} + \frac{8}{k=2} + \frac{8}{k=1} = 41$

3) Hierarchical 4 levels → $(2 \times 4 + 1)^2 + 8 + 8 + 8 = 81 + 24 = \underline{\underline{105}}$

c) Sequential

I frame $\rightarrow 0$ No motion calculation

P frame $\rightarrow 16110 \times 4225 \times 4$ \rightarrow number of 1 frames

B frames $\rightarrow 16110 \times 4225 \times 20 \times 2$ \rightarrow number next 4 previous

$$16110 \times 4225 (4 + 40)$$

logarithmic

I $\rightarrow 0$

P $\rightarrow 16110 \times 41 \times 4$

B $\rightarrow 16110 \times 41 \times 20 \times 2$

Hierarchical

I $\rightarrow 0$

P $\rightarrow 16110 \times 105 \times 4$

B $\rightarrow 16110 \times 105 \times 20 \times 2$

d) sequential : bop = 2 994 849 000 MAD

one minute $\Rightarrow \times 60$ seconds

$\Rightarrow 359,381,880$ seconds