



Examen : Session Normale

Durée : 2H
February 21, 2025

B.P : Documents non autorisés et l'usage du téléphone portable est strictement interdit

Partie 1 : Commenter brièvement: (7 points)

1. Échantillonnage, Quantification et Numérisation
2. Compression de données et mesures de compression
3. Théorie de l'information
4. Entropie d'une source
5. Codage à longueur fixe, codage à longueur variable et codes préfixes
6. Codage de Huffman, codage de Shannon-Fano, Run-Length Encoding (RLE) et famille des codages Lempel-Ziv (LZ77, LZ78, LZW)
7. Codage avec la transformée en cosinus discrète (DCT), la compression par ondelettes et la compression fractale

Exercice 1 : Numérisation (4 points)

La fréquence d'un son audible par l'oreille humaine est comprise entre 20 Hz et 20 kHz.

1. Quelle fréquence d'échantillonnage minimale faut-il choisir pour numériser correctement un son ?
2. La fréquence d'échantillonnage standard pour les CD est de 44,1 kHz.
 - Cette valeur est-elle en accord avec le résultat de la question précédente ?
3. Les standards d'enregistrement sur CD codent les sons en 16 bits.
 - Combien de niveaux d'intensité sonore différents peut-on coder ?
4. Quelle est la durée maximale d'enregistrement disponible sur un CD dont la capacité de stockage est de 700 Mio ? (1 Mio = 2^{20} octets)

Exercice 2 : Shannon-Fano (4 points)

Une source émet des symboles X_i au format DCB (Décimal Codé Binaire ou BCD : Binary Coded Decimal) avec des probabilités $P(X_i)$, selon le tableau suivant :

Symbole	$P(X)$	Mot DCB
A	0.30	000
B	0.10	001
C	0.02	010
D	0.15	011
E	0.40	100
F	0.03	101

1. Appliquez le codage de Shannon-Fano au signal source décrit dans le tableau. Y a-t-il des inconvénients dans les mots de code résultants ?
2. Quelle est la séquence de symboles originale correspondant au signal codé en Shannon-Fano : **110011110000110101100** ?
 EE DEEE F EA AEC
3. Calculez la longueur moyenne du mot de code après le codage Shannon-Fano.
4. Déterminez l'efficacité du codage pour le signal DCB non codé ainsi que pour le signal codé en Shannon-Fano.

Exercice 3 : Huffman (5 points)

Exercice supplémentaire : Codage de Huffman

Soit la source $M = (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8)$. Les éléments de la source M sont émis de façon indépendante avec les probabilités d'apparition suivantes :

Symbole	$P(a_i)$
a_1	0.40
a_2	0.20
a_3	0.10
a_4	0.10
a_5	0.07
a_6	0.06
a_7	0.04
a_8	0.03

1. Calculer l'entropie de la source $H(X)$.
2. Utiliser l'algorithme de Huffman pour encoder de manière optimale les symboles de la source.
3. Calculer la longueur moyenne des mots ainsi obtenus.
4. Trouver la redondance de la source.
5. Comment peut-on améliorer l'efficacité de ce codage ? Justifier la réponse.

Bon courage !