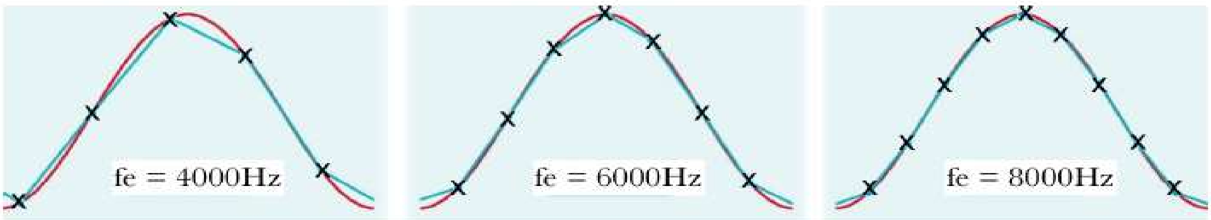
Université De Manouba
Institut Supérieur des Arts Multimédias de Manouba
Module : Réseaux multimédia
Enseignantes : Fatiha El hatmi & Mayssa Trabelsi
Classes : 2 IM
Année Universitaire 2024-2025

TD n°1Son &Compression

Exercice N°1 :Numériser un son

Document 1 : Echantillonnage à différentes fréquences

Le mathématicien Claude Elwood Shannon (1916-2001) a démontré qu'un signal était correctement numérisé si sa fréquence d'échantillonnage f_e est telle que $f_e > 2f_{max signal}$. Si la fréquence est trop petite, le son est sous échantillonné et à l'oreille on pourra percevoir une différence.



1. Déterminez la fréquence d'échantillonnage permettant de numériser le signal sonore du document 1.

Solution : Pour numériser le plus fidèlement, on doit choisir la fréquence d'échantillonnage de 8000HZ.

2. Déduisez-en le lien entre la fréquence d'échantillonnage et la qualité de la numérisation.

Solution :Plus la fréquence d'échantillonnage est élevée, meilleure est la numérisation.

3. Déterminez le nombre de bits de quantification permettant de numériser le signal sonore du document 2 le plus fidèlement possible.

Solution : Pour obtenir la meilleure numérisation, il faut choisir une numérisation sur 4 bits.

4. Déduisez-en le lien entre le nombre de bits de quantification et la qualité de la numérisation.

Solution : Plus le nombre de bits de quantification est élevé, meilleure est la numérisation.

Document 2: La quantification

Après avoir échantillonné le signal, il faut mesurer la valeur de chaque échantillon et lui attribuer une valeur entière en base binaire. C'est l'étape de quantification. Puis on attribue à chaque échantillon le palier dont il se rapproche le plus.

Exercice 2 : Taille et stockage d'un son numérique

1. Déterminer l'influence des paramètres de numérisation sur la taille d'un fichier puis en déduire le lien entre taille et qualité audio d'un fichier.

Solution : Plus la fréquence d'échantillonnage est grande et plus le débit binaire est grand. De même on voit que plus le nombre de bits utilisé pour la quantification est grand et plus le débit binaire est grand. La taille d'un fichier audio est directement proportionnelle au débit binaire donc plus la fréquence d'échantillonnage est grande et plus la quantification est réalisée sur un grand nombre de bits et plus le fichier sera volumineux. Ainsi, plus un fichier est qualitatif et plus il est volumineux.

2. Calculez la taille, en bits puis en Mo, d'une chanson de 3 minutes sur un CD et sur un SA-CD, et en déduire quel support permet une meilleure qualité audio.

Solution :

Tout d'abord pour un CD :

Débit binaire = fe × N × c = 44 100 × 16 × 2 = 1 411 200 bits/s = 1,4112 Mbits/s

Taille = Débit binaire × Durée = 1 411 200 × 180 = 254 016 000 bits = 31 752 000 o = 31,752 Mo

Pour un SA-CD :

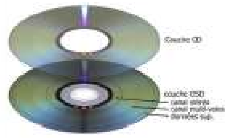
Débit binaire = fe × N × c = 2 822 400 × 1 × 2 = 5 644 800 bits/s = 5,6448 Mbits/s

Taille = Débit binaire × Durée = 5 644 800 × 180 = 1 016 064 000 bits = 127,008 Mo

La taille du fichier sur un SA-CD est 4 fois plus grande d'où une qualité supérieure.

Document 3: Comparatifs pour différents supports audios

En 1999, apparaît le super audio CD (SA-CD), un disque de même diamètre que le CD-audio mais pouvant stocker plus de données. Comme sa fréquence d'échantillonnage est très grande, et ses échantillons donc très rapprochés les uns des autres, sa quantification peut se faire sur un seul bit. Ainsi, un bit 1 signifie que le signal augmente, et un bit 0 signifie que le signal diminue. Le SA-CD n'atteint pas le succès commercial attendu, en grande partie à cause de l'apparition des plateformes de musique sur Internet.

			
Durée stockée	40 à 60 minutes	74 minutes	256 minutes
Fréquence échantillonnage	NA (Analogique)	44100 Hz	2822400 Hz
Nombre de bits de quantification	NA (Analogique)	16	1
Débit binaire	NA (Analogique)	1411200 bits/s	5 644 800 bits/s
Nombre de canaux	1 ou 2	2	2

Exercice 3 : Réduire la taille d'un fichier son : la compression

1. Pourquoi est-il devenu nécessaire de compresser les fichiers numériques ?

Solution : Compresser les fichiers numériques est indispensable pour pouvoir en stocker davantage et les transférer plus facilement

2. Vérifiez qu'il est possible de reconstruire sur la fig. 1 le signal original à partir de signal compressé.

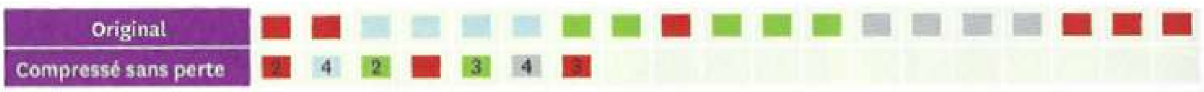


Figure 1.Compression sans perte

Solution : 2R, 4B, 2V, R, 3V, 4G, 3R donne : R R B BBB V V R V VV G GGG R RR c'est-à-dire le message initial. C'est le principe de la compression sans pertes, le message compressé est plus court que le message original mais il permet de conserver la totalité de l'information et donc de reproduire à l'identique le message initial. C'est le cas de la compression .flac pour le son ou de la compression .zip.

3. Déterminez les différences entre la compression sans perte et avec pertes.

Solution : La compression avec pertes élimine une partie des informations durant la compression pour diminuer la taille du fichier compressé, au contraire de la compression sans pertes qui conserve la totalité de l'information. La compression avec perte permet des taux de compression supérieurs à ceux de la compression sans perte.

4. Montrez qu'une chanson de 3min, enregistrée en stéréo (2 voies) et échantillonnée à une fréquence de 44,1kHz avec une quantification de 16 bits représente un fichier audio d'environ **32Mo**.

Solution : L'application de la formule conduit au résultat attendu : N = 44 100 × 16/ 8 × 2 × (3 × 60) = 31 752 000 o, soit environ 32 Mo.

5. Combien pourrait-on en stocker sur une micro carte SD de 128Go. Même question si on compresse le fichier au format mp3 avec un taux de compression 3 : 1.

Remarque : un taux 3 : 1 signifie que le fichier compressé est trois fois plus petit que le fichier original. La plupart des ingénieurs du son considèrent qu'à partir d'un taux 10 : 1, on perd en qualité sonore.

Le nouveau fichier compressé aurait pour taille 32 Mo/3 = 10,666 Mo.
128 Go = 128 000 Mo 128 000 / 10.66 = 12007 (~ 12000)

Exercice 4 : Codage Huffman

On appelle alphabet l'ensemble des symboles (caractères) composant la donnée de départ à compresser. Dans cet exercice, nous utiliserons un alphabet composé seulement des 8 lettres A, B, C, D, E, F, G et H.

1. On cherche à coder chaque lettre de cet alphabet par une séquence de chiffres binaires.

a. Combien de bits, au minimum, sont nécessaires pour chacune des 8 lettres de cet alphabet ?

Solution : Pour coder 8 valeurs différentes, il faudra exactement 3 bits car $2^3 = 8$.

b. Combien d'octets seront alors nécessaires pour coder un message de 1 000 caractères construits sur cet alphabet ?

Solution : Il faut 3 bits par caractères, donc 3000 bits pour tout le texte, soit 3000/8 = 375 octets

2. Proposer un code de taille fixe pour chaque caractère de l'alphabet de 8 lettres.

Solution : A : 000 B : 001 C : 010 D : 011 E : 100 F : 101 G : 110 H : 111

3. On considère maintenant le codage suivant, la longueur du code de chaque caractère étant variable.

Lettre	A	B	C	D	E	F	G	H
Code	10	001	000	1100	01	1101	1110	1111

Ce type de codage est dit préfix, cela ne signifie qu'aucun mot du code ayant pour préfixe un autre mot du code. En clair, aucun des codes retenus ne doit être le début d'un autre code. Cette propriété permet de séparer les caractères lors du décodage de manière non ambiguë.

a. En utilisant la table précédente, donner le code du message : BADGE

Solution :
B A D G E
001 10 1100 1110 01

b. Quel est le message correspondant au code : 00010000111101?

Solution : CACHE