

M2.21 – Numérisation des signaux audio-vidéo 1 – TP 1

Numérisation d'un signal audio : échantillonnage et quantification

IUT d'Arles – DUT SRC – 2010-2011

Objectifs : Numériser un signal audio, et étudier ses caractéristiques : quantification et échantillonnage.

NB : Pour toutes les questions qui suivent, vous partirez du signal d'origine **son.wav** pour effectuer les modifications dans les différents formats demandés. Vous utiliserez le magnétophone de Windows pour effectuer les réglages (échantillonnage, quantification, compression) et Audacity pour étudier le signal audio (amplitude, spectre en fréquence).

1 Signal audio non compressé

Vous étudierez ici les fichiers **son1.wav** et **son2.wav** fourni par l'enseignant. Ouvrez les fichiers sonores avec le magnétophone de Windows

- Q1. Quelles sont ses caractéristiques de numérisation : durée, nombre de canaux, fréquence d'échantillonnage, nombre de bits de quantification ?
- Q2. Calculez le débit et le volume d'information du fichier sonore.

2 Bruit de quantification

Il s'agit de comparer le format 8 bits et 16 bits en utilisant le fichier **son1.wav**. D'origine la bande est enregistrée en 16 bits. Pour la convertir en 8 bits, vous pouvez utiliser le magnétophone de Windows. A partir du fichier **son1.wav**, passez-le en 8 bits, et sauvegardez le sous **son1_8bits.wav**.

- Q3. Écoutez les deux fichiers obtenus. Que se passe-t-il ?

Continuons en comparant des sons de plus faible intensité. Avec Audacity, reprenez le fichier **son1.wav**, vous l'atténuez de 30dB. Enregistrez le sous **son1_atténué.wav**. Puis convertissez le au format 8 bits, et sauvegardez le sous **son1_8bits_atténué.wav**.

- Q4. Écoutez les deux fichiers obtenus. Écoutez, vous êtes obligés d'augmenter le volume de vos enceintes. Pourquoi ?
- Q5. Que remarquez-vous par rapport aux sons non atténués ? En fait le bruit de quantification est toujours le même en 8 bits (écoutez vos 2 fichiers en 8 bits) le volume du bruit est le même, mais dans le dernier cas le volume de la musique a la même amplitude que le bruit.
- Q6. Avec Audacity, zoomez sur ce dernier signal en cliquant sur l'axe des ordonnées et en sélectionnant une partie courte du signal, vous devriez constater que le signal évolue sur 2 à 4 niveaux de quantification. En évoluant sur 2 niveaux de quantification le signal aurait pu très bien être échantillonné sur 1 bit. Finalement, même quantifié sur 1 bit, le son est audible, il y a un fort bruit de quantification mais celui-ci ne couvre pas la musique.

Vous allez reprendre le magnétophone de Windows et le fichier d'origine **son1.wav**. Vous allez convertir le fichier d'origine en qualité radio stéréo (**son1_radio.wav**) et en qualité téléphonique (**son1_tel.wav**).

Q7. Pour chacun des deux formats :

- a) Quels sont les nouvelles caractéristiques de numérisation ?
- b) Que pensez-vous de la qualité du signal ?
- c) Calculez le débit et le volume d'information du fichier sonore.

3 Modification du mode de quantification

Il s'agit de comparer les formats CCITT A-law, IMA ADPCM et GSM à partir le fichier **son1.wav**. Puis vous convertirez le son obtenu dans les formats CCITT A-law, IMA ADPCM et GSM sans changez la fréquence d'échantillonnage, ni le nombre de canaux, si possible.

Q8. Pour chacun des trois formats :

- a) Expliquez le fonctionnement.
- b) Quels sont les nouvelles caractéristiques de numérisation ?
- c) Que pensez-vous de la qualité du signal ?
- d) Calculez le débit et le volume d'information du fichier sonore.

4 Effet de la fréquence d'échantillonnage

4.1 Sensibilisation aux fréquences audio

Avec Audacity, vous allez générer une bande son qui correspond à une succession de sinusoïdes. Par pas de 2 secondes vous construirez la séquence de fréquence : 150Hz, 600Hz, 2000Hz, 18000Hz. Ensuite vous réécoutez plusieurs fois cette bande son en lui appliquant des amplifications de -18dB à -36dB (c'est à dire atténuation, vous pouvez utiliser le curseur de gain qui se trouve à coté du tracé du signal). En écoutant cette bande son qui contient des fréquences basses au début puis élevées à la fin, vous vous sensibiliserez à ce que « fréquence d'un signal audio » veut dire. La manipulation consiste ensuite à atténuer progressivement la bande son et à noter quelles sont les fréquences que vous arrivez encore à entendre.

Q9. Que constatez-vous ?

Q10. Si vous avez correctement relevé l'atténuation qui pour chaque fréquence de sinusoïde vous la rend imperceptible, alors vous avez votre audiogramme. Tracez-le.

Vous constatez que la meilleure perception est vers 400Hz, que la plus désagréable est vers 1000Hz, et que les plus hautes sont presque imperceptible même à fort volume. Les capacités de l'oreille humaine sont telles qu'on considère qu'au-delà de 20000Hz on ne perçoit plus les sons. En revanche certains animaux continuent à les percevoir, il s'agit des ultrasons.

4.2 Fréquence d'échantillonnage et théorème de Shannon

Vous avez donc compris que les signaux audio (pour l'homme) n'ont pas de fréquences supérieures à 20000Hz.

Q11. Pourquoi on échantillonne généralement les signaux sonores à 44100Hz ou 48000Hz ?

Q12. Pourquoi est-il utile parfois d'échantillonner à une fréquence plus faible ?

Pour voir l'effet de la fréquence d'échantillonnage sur un signal, faites des conversions du signal audio suivant sur le fichier son2.wav à 8KHz, 11KHz, 22KHz, 16KHz, 32KHz, 44KHz et 48KHz (attention, il s'agit de rééchantillonner le signal sans modifier son tempo).

Q13. Que se passe t-il ?