

Lettre n° 45

L'ordinateur ne traite pas les sons mais leurs représentations, appelées «signaux digitaux»

Les différentes représentations d'un son sont équivalentes entre elles, mais elles ne sont pas équivalentes au son!

Chaque représentation met en évidence des propriétés particulières du son

La conversion des sons en signaux digitaux a ouvert à la musique de nouveaux horizons

Mardi 16 janvier 1996 à 17 h

Coder un son

Bernard Vuilleumier

Pour qu'un son puisse être traité par ordinateur, il doit être représenté d'une certaine manière, car les ordinateurs ne peuvent manipuler que des «mots» dont les lettres sont des «0» ou des «1». Il est donc nécessaire de développer pour les sons des représentations qui puissent être exprimées sous forme de chaînes de bits. Parler de méthode de traitement des sons à l'aide de l'ordinateur relève donc d'un léger abus de langage car, en fait, l'ordinateur ne manipule pas les sons eux-mêmes mais leurs représentations appelées *signaux digitaux*.

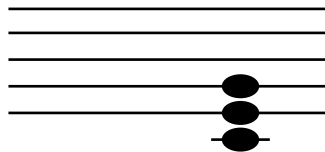


Fig. 1. Différentes représentations digitales d'un son: à gauche notation musicale conventionnelle; à droite, échantillonnage de l'enveloppe du même son.

Un même son peut être représenté de différentes manières. Il peut donc être transformé de plusieurs façons en signaux digitaux. Le signal digital peut par exemple représenter l'enveloppe du son ou son *spectre*. La représentation de l'enveloppe est utile lorsqu'on s'intéresse aux aspects temporels du son alors que la représentation spectrale facilite l'examen des fréquences sonores. Les diverses *représentations d'un son* sont équivalentes entre elles, mais ce ne sont bien sûr que des «modèles», et ceux-ci ne sont pas équivalents au son! Chaque représentation met en évidence des propriétés particulières. Choisir une représentation, c'est comme choisir un point de vue – un visage est plus facilement reconnaissable vu de face que de derrière. Les facilités de traitement de l'information contenue dans une représentation conditionnent aussi le choix – il est plus facile de dessiner un visage de profil que de face. La transformation qui permet de passer d'une représentation à l'autre revêt donc une grande importance, tant du point de vue de l'interprétation que de la manipulation de l'information.

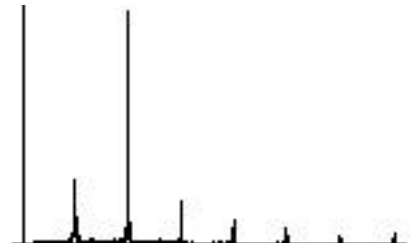


Fig. 2. Codage d'une note de piano. A gauche, signal digital représentant l'enveloppe du son. A droite, transformée de Fourier du signal donnant l'amplitude des différentes fréquences qui constituent la note.

La transformation d'un son en une représentation digitale s'effectue par un système de *conversion analogique digitale* (ADC). Réciproquement, il est possible de convertir une représentation en un son à l'aide d'un système de *conversion digitale analogique* (DAC). Ces conversions ont ouvert à la musique de nouveaux horizons: synthèse, enregistrement et transmission digitaux, mémoires semiconductrices et magnéto-optiques, etc.

Travaux pratiques

Mots clefs

représentation d'un son, échantillonnage, signal digital, transformation de Fourier.

Pour créer des sons à l'aide de l'ordinateur et les représenter sous forme de signaux digitaux

Exercice 1

a) Codez sous forme de signal digital l'enveloppe des sons produits par les accords majeurs do mi sol (voir ex. 1 des travaux pratiques de la lettre du Club Math n° 45):

- de la gamme de Pythagore;
- de la gamme de Zarlino.

b) Représentez graphiquement les signaux digitaux obtenus et comparez-les.

c) Transformez ces signaux digitaux de manière à obtenir le spectre des accords.

Pour traiter un signal digital et lui appliquer une transformation de Fourier discrète

Exercice 2

La conversion analogique digitale de l'enregistrement d'une note de piano fournit un signal que vous trouverez dans le fichier «do de piano» (disponible sur le marché «Modélisation & Simulation» de Mailbox).

a) Que vaut la fréquence d'échantillonnage de ce son s'il dure 2 secondes?

b) Représentez graphiquement l'échantillonnage de l'enveloppe du son.

c) Effectuez les transformations permettant de passer de l'échantillonnage de l'enveloppe du son au signal digital donnant son spectre, et vice versa.

d) Représentez graphiquement le signal digital donnant le spectre du son.

Prochaine réunion: mardi 13 février 1996 à 17h.