

Il y a une grande variété de manières de découper un signal en bande fréquentielles.

Ici 2 méthodes sont proposées, à utiliser en fonction de vos besoins.

1 Méthode 1 : par filtres RII (ou IIR en anglais)

1.1 Qu'est-ce qu'un RII ?

RII signifie à Réponse Impulsionnelle Infinie. Le résultat du filtrage ne peut alors être calculé explicitement par convolution car on ne peut calculer explicitement $x \star h$ lorsque h est à support infini. Ce type de filtrage est usuellement calculé par récursion. Par exemple $y(t) = 0.9y(t-1) + x(t)$ où y est la sortie et x l'entrée, $t \in \mathbb{Z}$ le temps discret. C'est un passe-bas de réponse impulsionnelle $h(t) = 0$ pour $t < 0$ et $h(t) = 0.9^t$ pour $t \geq 0$. Il est possible de réaliser toute sorte de filtres (passe-bas, passe-haut, passe-bande, rejeteur,...) avec cette méthode.

1.2 Forme générale et coefficients

La récursion prend la forme générale suivante pour un filtre causal :

$$y(t) = \sum_{q=1}^Q a_q y(t-q) + \sum_{p=0}^P b_p x(t-p) \quad (1)$$

Pour plus détails, consulter le poly d'OASIS (vous en trouverez deux versions sur cette page). La question est de relier les propriétés qui nous intéressent du filtre (sa bande passante, les valeurs d'atténuation, plus généralement son gabarit en fréquence) aux coefficients a_q et b_p . Pour réaliser cela, vous pouvez utiliser MATLAB ou OCTAVE avec les fonctions suivantes : `butter`, `buttord` (ou d'autre comme `cheby1`, `ellip`, etc... toutes font des RII mais qui n'ont pas exactement les mêmes caractéristiques). Puis vous pouvez les tester avec les fonctions `freqz` (pour tracer la réponse en fréquence obtenue et vérifier qu'on obtient ce que l'on veut), `filter` (pour appliquer à un son) et `soundsc` (pour écouter ce que ça donne).

1.3 Réalisation du découpage

Par exemple, pour avoir 3 bandes $[0, 800]$, $[1000, 2000]$, $[1500 - F_{\max}]$ il faut utiliser 3 filtres différents (un passe-bas, un passe-bande et un passe-haut) calculés par la méthode précédente et calculer les 3 sorties en parallèle en utilisant l'équation (1). F_{\max} désigne la limite supérieure de la bande utile, fixée usuellement par le théorème de Shannon.

2 Découpage en sous-bandes à l'aide de la TFCT.

TFCT signifie Transformée de Fourier à Court Terme (encore appelée Transformée de Fourier glissante). Le détail technique pour construire la TFCT et ses propriétés est décrit dans le paragraphe 4 du document « modifications d'échelles temporelle et spectrale ». Vous trouverez une version plus approfondie mathématiquement dans un article d'Eric Moulines ici ("Non-parametric techniques for pitch-scale and time-scale modification of speech", partie 2).

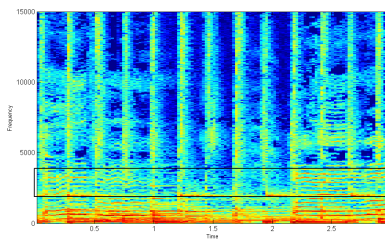


FIGURE 1: Spectrogramme de 3s d'un morceau de musique.

2.1 Exemple

Dans la figure (1) on a appliqué ce calcul et représenté le module de la TFCT, appelé spectrogramme en niveau de couleur. On voit ainsi apparaître les variations du contenu spectral de l'extrait sonore (ici 3s d'une chanson des Pink Martini).

Certaines percussions notamment apparaissent comme des lignes verticales (une impulsion possède un spectre étalé en fréquence). Les notes produites par des instruments mélodiques et notamment la voix, produisent des spectres de raies harmoniques, et donc comme des séries de lignes horizontales régulièrement espacées.

2.2 Découpage en sous-bandes à base de TFCT

L'opération permettant de passer d'un signal à sa TFCT puis de resynthétiser le signal à partir de la transformée est décrit dans le document « modifications d'échelles temporelle et spectrale ». Pour obtenir un filtrage sélectif on pourra par exemple utiliser l'algorithme suivant :

1. Calcul de la TFCT
2. Pondération des canaux fréquentiels sélectionnés par des coefficients 1, 0 pour les autres (exemple du rectangle tracé sur la figure précédente pour filtrer entre 2000 et 4000)
3. Synthèse du (ou des pour différentes pondérations) signal à partir de la TFCT modifiée par pondération.

Un exemple de résultat obtenu est donné sur la figure ci-dessous, où le spectrogramme du signal filtré est représenté.

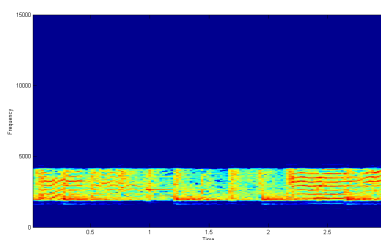


FIGURE 2: Spectrogramme du signal filtré

Pour compléter, le TP du master ATIAM donné ici (partie 2 sur égaliseur à TFCT)