

USMBA - ENSA

Département Génie électrique et informatique

Filière génie des systèmes embarqués et informatique industrielle

Travaux pratiques du traitement de signal de la parole

Année universitaire 2021-2022

Séance 02

Préparé et encadré par : Pr Hicham Belkebir

Table des Matières :

- Analyse spectrale du signal de la parole.
- Analyse spectrale temps-court :
- Analyse LPC du signal de la parole par la méthode des treillis.

1. Analyse spectrale du signal de la parole

Dans cette partie on vise à calculer le spectre entier de la séquence audio enregistrée sur votre ordinateur et l'afficher en utilisant un script externe à GNU Radio Companion . Pour ce faire, suivez les étapes ci-après :

- Ouvrez un nouveau fichier de simulation gnu radio companion .
- Importez les blocs nécessaires pour le chargement du fichier audio dans l'environnement du travail.
- N'oubliez pas d'ajouter le bloc de gain pour contrôler l'amplitude du signal audio.
- Utiliser les blocs FFT , Multiply By Const , log pour calculer le spectre d'amplitude en $[dB]$.

- e. Utiliser le bloc `File Sink` pour l'enregistrement des données du spectre d'amplitude.
- d. Écrire un script qui affiche le graphe annoté du spectre d'amplitude à partir des données chargées depuis le fichier enregistré.
- f. Changer le type de Fenêtrage utilisé dans le bloc `FFT` et analyser les différences sur le spectre finale.
- g. Commenter et conclure.

2. Analyse spectrale temps-court

L'analyse spectrale classique du signal de la parole ne rend pas compte de la grande variabilité de ce dernier d'où le recours à l'analyse spectrale à temps court. Dans ce qui suit, proposez le diagramme de blocs `gnu radio` à utiliser pour capturer la variation du spectre du signal de la parole au cours du temps.

- a. Fixer dans un premier temps la durée de la fenêtre à utiliser pour réaliser la segmentation temporelle du signal.
- b. Réalisez la simulation pour les différents types de fenêtres citées dessous :

- Rectangulaire.
- Hanning.
- Hamming.
- kaiser.

- c. Fixer maintenant le type fenêtre en choisissant Hamming et changer la durée de la fenêtre en prenant les valeurs données dans le tableau ci-dessous:

$\Delta t :$	10 [ms]	20 [ms]	30 [ms]	40 [ms]
--------------	---------	---------	---------	---------

- d. Comparez les différents résultats, commentez et conclure.

NB: *Le spectrogramme à courte durée doit être affiché en utilisant un script python externe.*

3. Analyse LPC du signal de la parole par la méthode des treillis

Dans une première étape, nous allons implémenter le calcul des coefficients de prédiction linéaire (LPC) en utilisant la méthode des treillis par le biais de l'algorithme de `Burg` :

- Calcul de l'energie du segment a l'ordre 0:

$$\mathcal{E}^{(0)} = r[0] = \sum_{n=0}^{L-1} s^2[n]$$

- Initialisation de l'erreur en avant et en arriere a l'ordre 0:

$$e^{(0)}[n] = b^{(0)}[n] = s[n], \quad -p \leq n \leq L-1$$

- En utilisant les equations ci-apres, calculez les coefficients de correlation partielle, l'erreur de prediction en avant et en arriere a l'ordre i :

$$k_i = \frac{2 \sum_{m=0}^{L-1} (e^{(i-1)}[m] \cdot b^{(i-1)}[m-1])}{\sum_{m=0}^{L-1} (e^{(i-1)}[m])^2 + \sum_{m=0}^{L-1} (b^{(i-1)}[m-1])^2}$$

$$e^{(i)}[n] = e^{(i-1)}[n] - k_i b^{(i-1)}[n-1]$$

$$b^{(i)}[n] = b^{(i-1)}[n-1] - k_i e^{(i-1)}[n]$$

for $i = 1, 2, \dots, p$

Calculez k_i

Calculer $e^{(i)}[n]$, $-p+i \leq n \leq L-1$

Calculer $b^{(i)}[n]$, $-p+i \leq n \leq L-1$

$$a_i^{(i)} = k_i$$

- Calculez les LPC a l'ordre i :

if $i > 1$ then for $j = 1, 2, \dots, i-1$

$$a_j^{(i)} = a_j^{(i-1)} - k_i a_{i-j}^{(i-1)}$$

end

- Calculer l'energie moyenne quadratique:

$$\mathcal{E}^{(i)} = (1 - k_i^2) \mathcal{E}^{(i-1)}$$

end

- Les LPCs a l'ordre p sont:

$$a_j = a_j^{(p)}, \quad j = 1, 2, \dots, p$$

$$e[n] = e^{(p)}[n], \quad 0 \leq n \leq L-1$$

Pour réussir l'implémentation de cet algorithme, nous devons réaliser les operations préliminaires suivantes:

a. Utilisez gnu radio companion pour l'accentuation des hautes fréquences du signal de la parole. La fonction de transfert du filtre d'accentuation s'écrit:

$$H(z) = 1 - \alpha z^{-1}, \quad \alpha = 0.95$$

b. On procédera après a la segmentation contigus du signal de la parole en utilisant L+p échantillons. qu'on va stocker dans un fichier nommé "lpc_segment.dat".

c. Implémenter l'algorithme de Burg sous forme d'une fonction python qui prend en entrée les segments enregistrés dans le fichier "lpc_segment.dat" et renvoie en sortie les p coefficients de prédiction linéaire correspondant.

d. A l'aide du package scipy et de son module signal, utilisez la fonction freqz pour générer le spectre estime a partir des LPC de chaque segment.

e. Comparez avec le spectre obtenu par la méthode STFT vue précédemment.

f. Construire l'enveloppe du spectrogramme du signal de la parole en utilisant les LPCs calculés par la méthode de Burg. Comparez avec le spectrogramme calculé par la méthode STFT.

g. Comparez les résultats obtenus et conclure.