

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 de Matiere :

- 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 :

- a. Ouvrez un nouveau fichier de simulation ``gnu radio companion``.
- b. Importez les blocs nécessaires pour le chargement du fichier audio dans l'environnement du tr
- c. N'oubliez pas d'ajouter le bloc de gain pour contrôler l'amplitude du signal audio.
- d. Utiliser les blocs ``FFT``, ``Multiply By Const``, ``log`` pour calculer le spectre d'amplitude en
- 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 cha
- f. Changer le type de Fenêtrage utilisé dans le bloc ``FFT`` et analyser les différences sur le sp
- 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 t
- 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

$\Delta t :$ 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'énergie 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 arrière 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 arrière 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'énergie 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

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

b. On procédera après a la segmentation contigus du signal de la parole en utilisant L+p échanti

c. Implémenter l'algorithme de Burg sous forme d'une fonction python qui prend en entrée les seg

d. A l'aide du package `scipy` et de son module `signal`, utilisez la fonction `freqz` pour générer le

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

g. Comparez les résultats obtenus et conclure.