

Chapitre 7

Manipulations du Master 1 - SRI

7.1 Présentation des manipulations

7.1.1 Introduction

Les travaux pratiques de classification sont répartis sur trois séances de deux heures. Leur but est d'illustrer toutes les étapes rencontrées lors de la résolution d'un problème de classification. La première partie devrait occuper une séance de TP et la seconde partie les deux séances restantes :

- Partie n^o1 : — Étude temporelle et fréquentielle des signaux.
— Calcul des coefficients cepstraux.
— Programmation d'une Analyse Factorielle Discriminante (AFD).
- Partie n^o2 : — Évaluation de la qualité de la classification obtenue pour les quatre méthodes de classification utilisées.
— Comparaison des performances obtenues pour un prétraitement par AFD, par ACP ou sans prétraitement.
— Choix du nombre d'axes conservés pour l'AFD.
— Choix du nombre de coefficients cepstraux retenus pour la description des individus.
— Choix du nombre de classes en fonction de la méthode de classification.
— Interprétation des résultats et conclusions.

Avant d'arriver en séance, vous devez impérativement :

- Avoir assimilé les notions présentées en cours et en TD.
- Avoir préparé les programmes demandés pour consacrer l'essentiel de la séance à l'obtention et l'interprétation des résultats.

Les fichiers nécessaires sont accessibles à l'adresse :

http://userpages.irap.omp.eu/~jtrouilhet/TP/M1_SRI/

7.2 Partie n°1 : Analyse des signaux et prétraitement des paramètres

7.2.1 Présentation des signaux à reconnaître

Vous trouverez, dans le répertoire **Signaux**, 1000 fichiers au format **wav** contenant 1024 échantillons de sons correspondant à des voyelles au sens de la phonétique :

Symbole phonétique international	Exemples de mots	Nom du fichier	indices
[a]	arbre, femme, violemment	aa??.wav	00 à 99
[e]	pied, thé, quai, mes	ee??.wav	00 à 99
[ɛ]	fête, lait, merci, Noël	eh??.wav	00 à 99
[ø]	jeu, bleu, jeûner, creuse	eu??.wav	00 à 99
[i]	fil, pyjama, idée, meeting	ii??.wav	00 à 99
[œ]	peur, fleur, cueillir, œil	oe??.wav	00 à 99
[ɔ]	porte, otarie, yacht, alcool	oh??.wav	00 à 99
[o]	show, beau, auditeur, diplôme	oo??.wav	00 à 99
[u]	coup, football, trou, août	uu??.wav	00 à 99
[y]	punir, élu, eûmes, aiguë	yy??.wav	00 à 99

7.2.2 Travail à effectuer

Lecture des fichiers

Pour réaliser la lecture des fichiers, vous pourrez utiliser les modules **os** et **scipy** pour :

Récupérer les noms des fichiers dans une boucle :

```
for NomFichier in os.listdir(CheminFichiers)
```

Récupérer la fréquence d'échantillonnage et les échantillons contenus dans un fichier au format **wav** : `(Fe, Echantillons)=scipy.io.wavfile.read(CheminFichiers+NomFichier)`

Récupérer le numéro de classe :

```
Prefixe=['aa', 'ee', 'eh', 'eu', 'ii', 'oe', 'oh', 'oo', 'uu', 'yy']
NumeroClasse=Prefixe.index( NomFichier[0:2] )
```

Analyse du signal

L'objet de cette partie est de mettre en évidence des singularités permettant de discerner les familles de signaux entre elles. Pour cela, une étude temporelle puis fréquentielle des signaux sera effectuée. Le calcul de la Densité Spectrale de Puissance s'effectue grâce à la commande : `matplotlib.figure(1) matplotlib.plot(Echantillons) matplotlib.title('Représentation temporelle du signal')`
`dsp=numpy.abs(numpy.fft.fft(Echantillons)) matplotlib.figure(2) matplotlib.plot(dsp) matplotlib.title('Densité Spectrale de Puissance') matplotlib.show()`

Calcul des coefficients cepstraux - Mel Frequency Cepstral Coefficients

Lorsqu'un signal est issu d'une opération de filtrage $y(t) = x(t) * h(t)$, il peut être intéressant de séparer le signal d'entrée de la réponse impulsionnelle du filtre. Si l'on calcule la transformée de Fourier (passage d'un produit de convolution à un produit), puis le logarithme (passage d'un produit à une somme) et enfin la transformée de Fourier inverse (retour dans le domaine temporel mais sous forme d'une somme), il vient :

$$Y(f) = X(f)H(f) \implies \log Y(f) = \log X(f) + \log H(f) \implies c(\tau) = \mathcal{F}^{-1} \{ \log X(f) \} + \mathcal{F}^{-1} \{ \log H(f) \}$$

Pour peu que les supports fréquentiels de $X(f)$ et $H(f)$ ne soient pas les mêmes, les deux informations seront séparées. Bien que le calcul soit un peu plus complexe car il est tenu compte de la sensibilité de l'oreille humaine selon une échelle logarithmique (échelle de Mel), c'est ce principe qui est mis en œuvre pour le calcul des coefficients cepstraux. Dans le domaine du traitement de la parole, la pertinence des coefficients mfcc est universellement reconnue, nous utiliserons donc, principalement, ces coefficients, leur valeur est calculée par :

```
VecteurCoefficients = features.mfcc(Echantillons, Fe, ... Options ... )
```

La procédure est écrite pour fournir un flot continu de `numcep` coefficients calculés sur une fenêtre de largeur `winlen` avec un décalage de `winstep`. Dans notre cas et pour obtenir un seul jeu de coefficients par fichier, vous devrez fixer `winlen` et `winstep` égaux à la durée du fichier `wav`, c'est à dire `NombreEchantillons/Fe`.

Important :

Afin d'éviter un comportement similaire à l'apprentissage par cœur, vous partagerez la base d'exemples disponibles en deux parties :

- Une base d'apprentissage comprenant 90% des individus.
- Une base de test comprenant le reste des individus.

Si les individus de la base de test n'ont pas servi à l'apprentissage, il sera possible de tester les capacités de généralisation du système de classification, dans des conditions proches de la phase d'exploitation, en évaluant ses performances sur la base de test.

Il est conseillé de ranger les résultats dans une matrice $N \times P$ où :

N : Nombre d'individus (Nombre de fichiers utilisés pour l'apprentissage)

P : Nombre de paramètres (Nombre de coefficients mfcc)

De même le numéro de la classe pourra être rangé dans un vecteur de N lignes.

Prétraitement des données

Afin d'améliorer les performances lors de la classification, il est utile de réaliser une Analyse Factorielle Discriminante AFD sur les données. Vous devrez écrire le programme sous Python v3 pour réaliser l'AFD t'elle qu'elle a été présentée en travaux Dirigés.

Vous prendrez soin de justifier l'intérêt ainsi que le cadre de l'utilisation de variables centrées-réduites pour la suite de la manipulation, par exemple pour l'utilisation de la distance Euclidienne.

7.3 Partie n°2 : Evaluation des performances et recherche des performances optimales.

7.3.1 Évaluation des performances

Afin de pouvoir comparer objectivement les différentes solutions mises en œuvre, vous devrez définir (ou choisir) une méthode d'évaluation du taux de réussite sur la reconnaissance des individus de la base de test.

Il est conseillé de choisir les individus de la base de test au hasard, les résultats sont donc susceptibles de varier d'une exécution à une autre. Aussi, vous devrez fournir la moyenne des valeurs obtenues sur plusieurs exécutions.

7.3.2 Recherche des performances optimales

A partir du taux de réussite calculé à l'étape précédente, répondez aux questions qui se posent lors de la mise en œuvre d'un système de reconnaissance automatique :

- Comparaison des performances obtenues pour un prétraitement par AFD, par ACP ou sans prétraitement.
- Choix du nombre d'axes conservés pour l'AFD.
- Choix du nombre de coefficients cepstraux retenus pour la description des individus.
- Choix du nombre de classes en fonction de la méthode de classification.
- Interprétation des résultats et conclusions : Dans cette partie, vous proposerez votre solution en justifiant votre choix.

7.3.3 Compte-rendu

Enumérez les points délicats que vous avez rencontrés tout au long de la manipulation et répondez aux questions de la deuxième partie.

L'interprétation des résultats est une étape essentielle dans la résolution de tout problème, aussi, vous veillerez à expliquer en détail tous les résultats obtenus.