

Débruitage de signaux électroencéphalographiques par analyse de corrélation canonique

ESIR 2 spécialité Ingénierie Biomédicale - Séance 3/3

Laboratoire LTSI - UMR INSERM U1099 - Université de Rennes 1

1 Construction des données EEG intercritiques débruitées

Soit \mathbf{X} une réalisation de taille $(N \times M)$ du processus vectoriel aléatoire $\{\mathbf{x}[m]\}$ représentant les données EEG bruitées (voir équations (1) et (2) de l'énoncé du TP1). Soit $\bar{\mathbf{S}}_e$ la réalisation de taille $(1 \times M)$ du processus aléatoire $\{\bar{\mathbf{s}}_e[m]\}$ représentant l'activité des dipôles électriques du patch épileptogène, associée à la réalisation \mathbf{X} . Rappelons que $\bar{\mathbf{S}}_e$ se déduit de \mathbf{X} par la formule $\bar{\mathbf{S}}_e = \bar{\mathbf{w}}_e^\top \mathbf{X}$ où le vecteur colonne $\bar{\mathbf{w}}_e$ peut être identifié en appliquant la méthode CCA à la matrice \mathbf{X} .

Notons \mathbf{X}_e la matrice de taille $(N \times M)$ des données EEG intercritiques débruitées définie par la formule $\mathbf{X}_e = \bar{\mathbf{a}}_e \bar{\mathbf{S}}_e$ où $\bar{\mathbf{a}}_e$ est la somme des vecteurs de transfert de l'activité électrique des dipôles du patch épileptogène vers les N électrodes EEG de surface (voir l'équation (2) de l'énoncé du TP1). Or on a $\bar{\mathbf{S}}_e = \bar{\mathbf{w}}_e^\top \mathbf{X} = \bar{\mathbf{w}}_e^\top (\bar{\mathbf{a}}_e \bar{\mathbf{S}}_e + \mathbf{X}_{ne})$ où $\mathbf{X}_{ne} \neq \mathbf{b} \bar{\mathbf{S}}_e$ quel que soit \mathbf{b} de \mathbb{R}^N par définition de $\{\mathbf{x}[m]\}$ (voir à nouveau l'équation (2) de l'énoncé du TP1). Par conséquent, on a $\bar{\mathbf{w}}_e^\top \mathbf{X}_{ne} = \mathbf{0}$ et $\bar{\mathbf{S}}_e = \bar{\mathbf{w}}_e^\top \bar{\mathbf{a}}_e \bar{\mathbf{S}}_e$, d'où $\bar{\mathbf{a}}_e = \bar{\mathbf{w}}_e / \|\bar{\mathbf{w}}_e\|^2$.

2 Implémentation

Lors du TP2, les matrices de covariance "Cx0" et "Cx1" ont été calculées à partir de la matrice XX de données EEG intercritiques bruitées.

- Poursuivre l'implémentation de la méthode CCA. Calculer le vecteur "web" comme étant le vecteur propre associé à la valeur propre dominante d'une certaine matrice fonction de "Cx0" et "Cx1" (indication : utiliser les fonctions MATLAB "inv", "eig" et "sort").
- Construire et représenter graphiquement le vecteur ligne "Seb" correspondant au signal $\bar{\mathbf{S}}_e$ défini dans la section 1. Que remarque-t-on? S'agit-il bien du signal attendu?
- Construire le vecteur colonne "aeb" représentant le vecteur de transfert épileptique $\bar{\mathbf{a}}_e$ comme indiqué dans la section 1.
- Construire la matrice "XXe" des données EEG intercritiques débruitées en utilisant "aeb" et "Seb".

On note $\|\mathbf{B}\|_F$ la norme de Frobenius de la matrice \mathbf{B} de $\mathbb{R}^{N \times M}$ définie par :

$$\|\mathbf{B}\|_F = \sqrt{\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M (B_{n,m})^2} \quad (1)$$

- Calculer la valeur "erreur" comme étant la norme de Frobenius de la différence entre "XXe" et "Xe" où "Xe" est le produit des matrices "Ae" et "Se" extraites du fichier "data.dat". Que remarque-t-on? Vérifier visuellement ce résultat en représentant graphiquement les lignes de "XXe" et celles de "Xe".

Définissons le Rapport Signal à Bruit (RSB) associé à notre problème de débruitage par la formule suivante :

$$RSB = 10 \log_{10} \left(\frac{\|\mathbf{X}_e\|_F^2}{\|\mathbf{X}_{ne}\|_F^2} \right) \quad (2)$$

- Quelle valeur de RSB est associée aux données issues du fichier "data.dat"? Etudier l'influence du RSB sur la méthode de débruitage proposée lors de ces trois séances de TP : représenter graphiquement les valeurs "erreur" correspondant à différentes valeurs de RSB. Pour quelle valeur de RSB la méthode de débruitage ne semble plus être suffisamment performante?