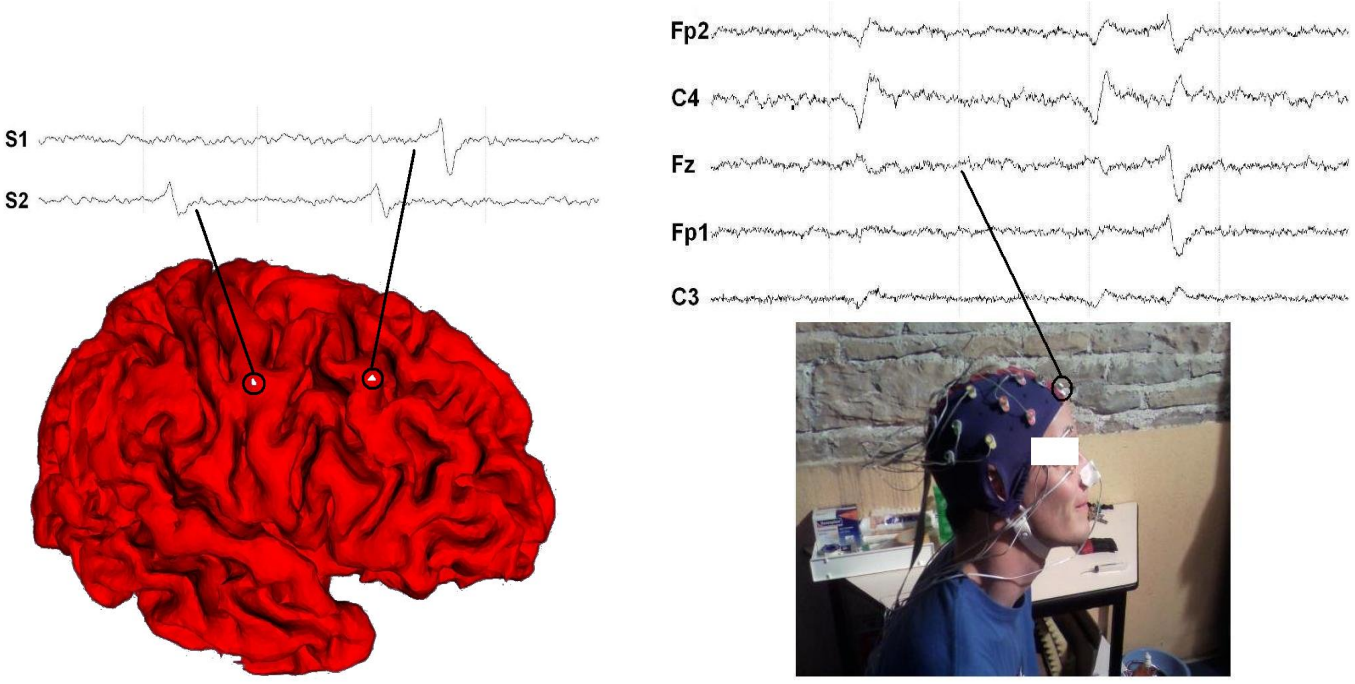
Localisation d'activité intracérébrale à partir d'électrodes de surface

L1 MIEE option électronique - Séance 1/3

Laboratoire LTSI - UMR INSERM 642 - Université de Rennes 1

1 Introduction

L'épilepsie est une pathologie neurologique complexe, caractérisée par la répétition de crises qui vont fortement altérer la qualité de vie des patients, surtout lorsqu'elles résistent aux traitements médicamenteux (épilepsie pharmaco-résistante). Elle est l'expression d'un fonctionnement anormal de l'activité électrique du cerveau. L'épilepsie est l'une des premières causes d'hospitalisation en neurologie (après l'accident vasculaire cérébral) et le trouble neurologique du cerveau le plus courant, indépendamment de considérations d'âge, d'origine ethnique, ou de région géographique. En présence d'épilepsie pharmaco-résistante (environ 30% des épilepsies), une approche chirurgicale peut être envisagée afin de réaliser une ablation de la zone épileptogène du cerveau. D'où la nécessité de localiser avec précision cette zone. Nous étudierons lors de ce TP une méthode de localisation à partir de mesures ElectroEncéphaloGraphiques (EEG) de surface et non de profondeur.



(a) EEG de profondeur

(b) EEG de scalp

Figure 1: Mesure de l'activité ElectroEncéphaloGraphique (EEG)

2 Formulation du problème

Nous allons dans le cadre de ce TP modéliser l'EEG de surface par des dipôles électriques auxquels nous associerons une position et une orientation. Introduisons quelques notations afin de formaliser mathématiquement le problème de localisation de dipôles électriques à partir d'EEG de scalp. Nous prendrons la convention de noter les vecteurs en gras minuscule ($\boldsymbol{v}$), les valeurs scalaires en minuscule non gras (t), les variables en italique (v) et les constantes en non italique (v). Ainsi, nous allons noter :

N : nombre d'électrodes de scalp (ici N=31)

P : nombre de sources (ici $P = 1$)

T : temps d'observation (ici $T = 10240$)

$\boldsymbol{\rho}$: vecteur de position du dipôle de taille (3×1)

$\boldsymbol{a}(\boldsymbol{\rho})$: vecteur de transfert entre le dipôle de position $\boldsymbol{\theta}_p$ et la surface

$\boldsymbol{x}(t) = [x_1(t), x_2(t), \ldots, x_N(t)]^\intercal$: vecteur des observations EEG de surface à l'instant t de taille $(N \times 1)$

$s(t)$: activité dipolaire de profondeur à l'instant t

$\boldsymbol{st} = [s(t_1), s(t_2), \ldots, s(t_T)]$: vecteur ligne de dimension T

Ainsi, le problème de localisation dipolaire introduit dans la section précédente peut être énoncé sous la forme

Problème 1 *Supposons donné le vecteur $\boldsymbol{x}(t)$, vérifiant le modèle $\boldsymbol{x}(t) = \boldsymbol{a}(\boldsymbol{\rho})\boldsymbol{s}(t)$, identifier le vecteur de position $\boldsymbol{\rho}$.*

3 Manipulations

Au cours de ce TP, nous utiliserons le logiciel MATLAB (MATrix LABoratory) qui permet de faire du calcul matriciel. Dans un premier temps, nous nous familiariserons avec le logiciel à partir d'exemples simples. Un certain nombre de fonctions MATLAB seront nécessaires à la réalisation du TP. Pour comprendre le fonctionnement de ces différentes fonctions, il vous suffit de taper "help *nomDeLaFonction*" dans la fenêtre "command window" du logiciel.

3.1 Opérations mathématiques

Utilisez les commandes MATLAB appropriées pour évaluer les expressions suivantes :

- $(\frac{163}{8} + 45 \times 7)^8$
- $\sin(\frac{\pi}{8})$
- e^{π}

Quel sera le résultat dans MATLAB de 2/3 et 2\3 ?
Assignez les valeurs 3 à a, 4 à b et -5 à c puis évaluez les expressions suivantes :

- $a(b + c)$
- a^b
- $\frac{c}{a+b}$

3.2 Opérations sur les vecteurs

Créez les vecteurs suivants dans MATLAB, en utilisant la manière la plus compacte possible :

- le vecteur contenant les entiers de 0 à 100
- $[0, 3, 6, 9, 12]$
- $[1, 8, 27, 64, 125, 216]$

Créez les vecteurs $\boldsymbol{a}$ = [0 1 2 3 4] et $\boldsymbol{b}$ = [10 15 20 25 30] puis déterminez les résultats des opérations suivantes. Vérifiez ensuite votre réponse avec MATLAB.

- $\boldsymbol{a}.^2$
- $\boldsymbol{a}. \times \boldsymbol{b}$
- $\boldsymbol{a}.\backslash \boldsymbol{b}$
- $\boldsymbol{a}./\boldsymbol{b}$
- $5\boldsymbol{a}$
- $\boldsymbol{a} \times \boldsymbol{b}$
- $\boldsymbol{a} \times \boldsymbol{b}'$

Calculez les termes de la suite $a_n = 2^n/\sqrt{n}$ pour $n = 1, \ldots, 10$.

3.3 Chargement et représentation graphique de données

- Charger le jeu de données dénommé "SEEG.mat" à l'adresse "perso.univ-rennes1.fr/laurent.albera/" dans l'onglet "Teaching" à la rubrique "L1 MIEE" (indication : utiliser la fonction MATLAB "load").
- Afficher sur une première figure le vecteur dénommé ***st*** (indication : utiliser les fonctions MATLAB "figure" et "plot").
- Mettre un titre à cette figure comme par exemple "Vecteur représentant l'activité EEG de profondeur" (indication : utiliser la fonction MATLAB "title").
- Reformater l'axe des abscisses (Ox) et des ordonnées (Oy), tels que : i) l'axe (Oy) aient des valeurs comprises entre la valeur minimale des composantes du vecteur ***st*** et la valeur maximale de ***st***, et ii) l'axe (Ox) soit limité entre 1 et la longueur du vecteur ***st*** qui est de 9984 (indication : utiliser les fonctions "axis", "min" et "max").
- Afficher sur une deuxième figure les 1000 premières composantes du vecteur ***st***.
- Afficher sur une troisième figure les 1000 premières composantes du vecteur ***st*** (en rouge) et les 1000 dernières composantes (en bleu). Deux cas sont à envisager : i) les deux vecteurs extraits du vecteur ***st*** sont affichés sur la même figure et ii) les deux vecteurs sont affichés indépendamment sur deux figures distinctes mais dans une même fenêtre (indication : utiliser les fonctions "hold on", "hold off" et "subplot").