

HW1 神经影像与神经记录方法

Neural Imaging and Recording

1. MRI 大脑结构分析

请在 MATLAB 中导入 `twobrains.mat`，其中存贮了两个 $256 \times 256 \times 256$ 的人脑 MRI 结构体素数据，分辨率 1mm。每个像素点的成像灰度值已经由 Freesurfer 软件转换成解剖位置的编号，不同编号表示的含义参见下面网址列表的第一列（其中的 RGB 值是用于 Freesurfer 软件中的可视化，在本题中用不到）：

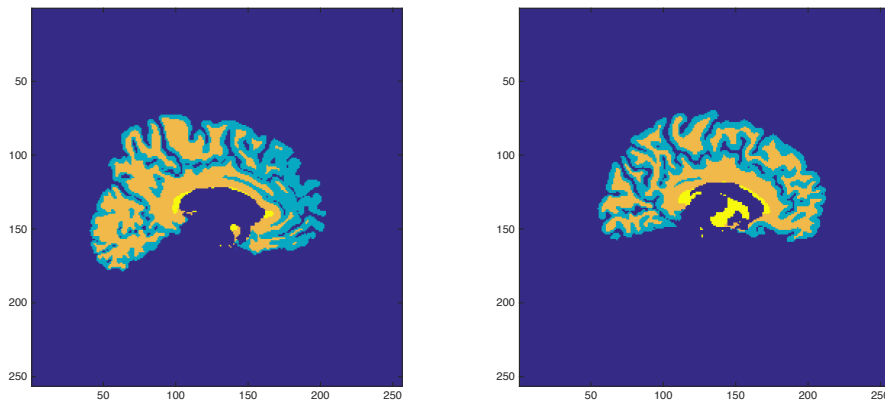
<http://surfer.nmr.mgh.harvard.edu/fswiki/FsTutorial/AnatomicalROI/FreeSurferColorLUT>

以下 MATLAB 代码显示了两个大脑矢状位(Sagittal)第 120 层的 MRI 图像：

```
load('twobrains.mat');  
subplot(1,2,1),imagesc(squeeze(brain1(:,120,:)));  
subplot(1,2,2),imagesc(squeeze(brain2(:,120,:)));
```

请编写程序比较这两个大脑的以下结构参数：

- 额叶(Frontal lobe)、颞叶(Temporal Lobe)、顶叶(Parietal Lobe)、枕叶(Occipital Lobe)面积分别占整个大脑皮层表面积的比例；
- 左右两个大脑半球(Hemisphere)的对称性。



2. 功能磁共振 fMRI 数据分析练习

请从以下网址下载 fMRI 实验数据(Sample data set, NIfTI_20140122.zip, 14MB)。该实验是受试者躺在磁共振扫描仪中运动食指 (finger tapping)，左右手自主随机交替运动各 10 次，左手运动的时间点记录在 `L_Tap.txt` 中，右手运动的时间点记录在 `R_Tap.txt` 中。扫描重复时间 $TR=3$ 秒。
<http://people.cas.sc.edu/rorden/mricron/peri/index.html>

(1) 按照该网址上的说明，在MRICron软件中画出左右手对应的大脑运动皮层激活位置的BOLD信号，观察该信号幅度变化与手指运动之间的关系，说明其主要规律。

(2) 按照该网址上的说明，绘制peristimulus plots，学习并思考如何去除其他干扰**moving Regressors**，提高信噪比。

(3) 请从下面的网站下载MATLAB工具

<https://cn.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/8797>

读取(load_nii.m)和显示(view_nii.m)上面的fMRI实验数据：

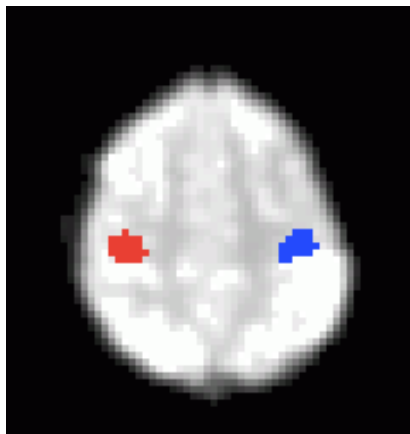
```
my_image = load_nii('filtered_func_data.nii.gz');
```

```
B = squeeze(mynii.img(26,33,33,:)); % The BOLD signal at voxel [26,33,33] now stored as vector B.
```

```
view_ii(my_image); % You can explore all voxels in the 4-D data containing 118 volumes
```

(4) 仿照上面MRICron的做法，在MATLAB中编程画出peristimulus plots.

(5) 结合课堂讲授内容，通过恰当的统计检验方法，从所有voxel中挑选出分别对应左手运动和右手运动有显著激活的voxel，并把它们画在响应的slice上。类似下面这张激活图：

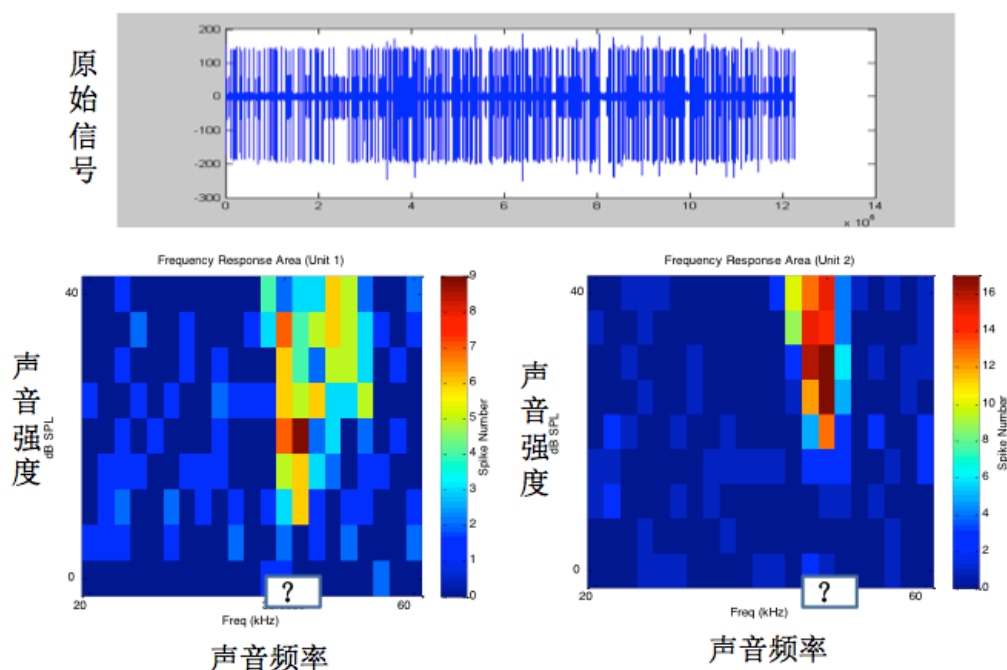


3. 听觉神经细胞的频率选择性

频率选择性是听觉神经细胞的重要电生理特性。附件中的神经细胞外放电记录来自听觉下丘核团(Inferior Colliculus)，原始的放电**信号记录**文件是 MATLAB 格式 (R15N111_Raw.mat)，包含 wave 变量，横轴是采样点数，采样率是 24414.0625Hz. 给动物呈现的声音刺激是多个 50ms 的短纯音，刺激参数见文件 R15N111_Stimulus.mat，其中包含了短纯音的频率、强度和刺激起始时刻。

- a) 请对原始的神经放电信号进行Spike Sorting，分离出其中包含的两个神经细胞的放电序列时刻 (time stamp)。如果这一处理步骤有困难，可以直接读取文件R15N111_Spikes.mat，得到分离好的放电序列time stamp, 进行下一题的分析。
- b) 请用分离出的两个神经细胞的放电序列time stamp，分别分析得到这两个神经细胞响应最强的刺激频率和强度，并画出不同强度下的频率调谐曲线 (tuning curve)。

- c) 仿照下图，画出这两个神经细胞的Frequency Response Area (FRA)，确定它们的特征频率(Characteristic Frequency, CF)。



作业要求：

- 1.按照题目顺序，将所有画出来的图片以及对应的讨论分析放在一个文档里面。图片要求把横纵坐标对应的 label 以及图片的 title 画出来，如果有 colorbar 也需要标注。
- 2.把所有自己写的代码文件打包到一起（作业附带的数据和工具包不需要上传）。培养良好的编程习惯，进行适当的代码标注。
- 3.鼓励互相讨论以及查阅资料文献，如果引用文献或者使用他人公开的算法工具包请标注。不允许任何抄袭和其他学术不端行为。若需要询问老师和助教关于作业的问题，为了公平，请在微信群中讨论。

Exam and Homework Policy

重要提示

任何学术不端的行为将导致本课程的成绩为“不及格”

Grading: Your grade is based on homework scores (60%) plus your final exam score (40%) .

What to do and not to do in homework:

- Much of what you will learn in this course will be through doing your homework.
- Students are encouraged to discuss the problems with one another, but each student is responsible to perform the calculations and write the solutions and computer code by him/herself.
- This means that even if you figure out how to do the problem with the help of others, you must then write up your homework on your own.
- If you work with others, acknowledge at the top of the first page of your homework all the people with whom you have worked.