

使用BET对结构像进行颅骨剥离

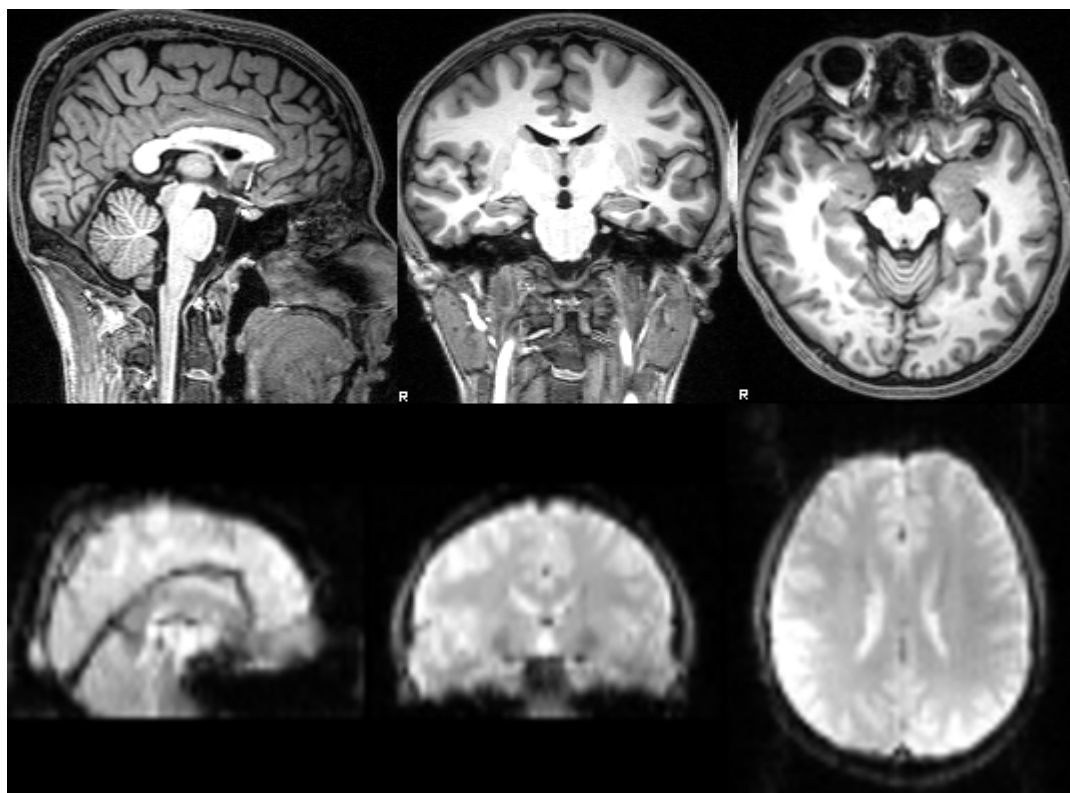
Alex / 2016-12-03 / free_learner@163.com / AlexBrain.cn

更新于2023-05-10，主要是文字排版上的更新，内容基本保持不变。

一、什么是结构像？

在基于fMRI的研究中，有结构像和功能像的区别。这种区别可以从两个方面来理解：

1. 直观上（如下图所示），结构像分辨率高（常见分辨率为1mm）、信噪比高，可以比较清楚地观察到组成大脑的不同部分，比如灰质、白质、脑室等；功能像分辨率低（常见分辨率3mm）、信噪比低，图像比较模糊。
2. 本质上，结构像测量的是（短时间内）大脑不随时间变化的特征（常见的是T1），这就好比人的体重，短时间内不会变化；功能像测量的是大脑随时间变化的特征（常见的是T2*），这就好比人的呼吸，每时每刻都有可能不同。因此，结构像的信号是三维的，表示在不同空间位置（即大脑不同区域）的信号强度；而功能像是四维的，表示不同空间位置的信号强度随时间的变化。



二、为什么要进行颅骨剥离？

颅骨剥离的原因至少有两个：

1. 为测量大脑的形态指标做准备

如果我们感兴趣的是测量大脑的形态指标，比如大脑（以及不同区域）的体积、皮层表面积等形态指标，一般会先进行颅骨剥离，然后进行大脑分区和皮层重建等。这种情况下对于颅骨剥离的准确性要求较高；

2. 为功能像配准做准备

在认知神经科学领域，常见的范式是比较组间差异，也就是比较两组（或更多）人在大脑结构和功能上的差异，又由于每个个体的大脑形态差异很大，没有办法直接进行组间比较，所以往往先将每个个体的图像配准到一个标准的空间，然后再进行组间比较。其中一种配准方案是先将个体结构像配准到标准结构像，再将个体功能像配准到个体结构像，最后根据前两步得到的配准信息，将个体功能像转换到标准结构像（也就是标准空间）。在这种情形下，对结构像进行颅骨剥离的目的在于提供从个体结构像到标准空间的变换信息，而不是为了测量形态指标。相对来说，颅骨剥离的准确性要求相对宽松一些（这句话仅是个人体会）。

三、使用BET进行颅骨剥离

我个人比较推荐FSL，因为使用手册比较清晰，而且附有相关的文献（方便进一步了解其中的原理），但这并不意味着FSL具有最佳的处理效果。这里使用FSL的BET进行颅骨剥离（对于颅骨剥离来说，BET的效果往往是不够理想的，以后我会介绍其他的颅骨剥离软件）。BET的使用方式如下：

```
bet head.nii.gz brain.nii.gz -o
```

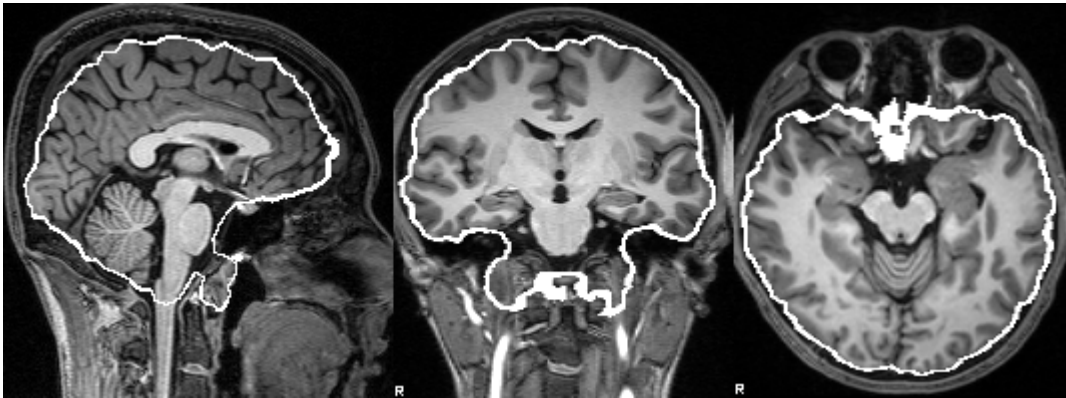
其中 `head.nii.gz` 表示为进行颅骨剥离以前的T1加权像，而 `brain.nii.gz` 表示进行颅骨剥离以后的图像；参数 `-o` 表示将颅骨剥离（`brain.nii.gz`）的边界叠加在原始图像（`head.nii.gz`）上，产生一个名为 `brain_overlay.nii.gz` 的图像，该图像可以用于检查颅骨剥离的效果。

四、检查颅骨剥离的效果

检查处理效果最直接的方法是打开图像查看，但这是非常不方便的，特别是在处理成百上千个数据的时候，一一打开查看是不现实的。FSL提供了一些截图工具，生成若干截面的图片，可用于检查效果。这里以slicer为例说明：

```
slicer brain_overlay.nii.gz -a rm_skull.png
```

其中 `brain_overlay.nii.gz` 是上一步产生的，选项 `-a` 表示生成轴状位、矢状位和冠状位的中线层的截面图，生成一个名为 `rm_skull.png` 的图片，这正是我们用来检查颅骨剥离效果的图片（如下图）。

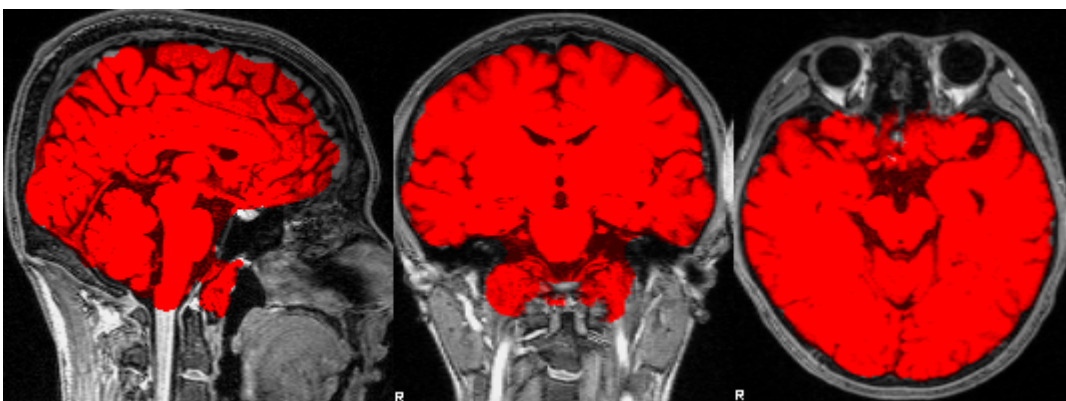


图中白线表示颅骨剥离的边界，如果这个边界比较准确地贴合灰质，则颅骨剥离效果好。从图中矢状位可以看到，BET实际上效果不好，很多灰质的部分被错误的剥离了。

如果我们使用的不是BET进行颅骨剥离，那么可不可以使用slicer进行颅骨剥离效果的检查呢？答案是可以的。这里以FSL的overlay命令为例：

```
overlay 1 1 head.nii.gz -a brain.nii.gz 1 1 my_overlay.nii.gz  
slicer my_overlay.nii.gz -a rm_skull02.png
```

这里 `head.nii.gz` 表示原始图像，`brain.nii.gz` 表示使用任意颅骨剥离工具（比如Freesurfer）进行颅骨剥离后的图像，结果如下图：



FSL有很多像 `slicer`，`overlay` 这样的非常方便的小工具，这里小工具大多可以在[FSL官网](#)上的Fslutils和Miscvis里找到。

- [Download/Install](#), patches and licence
- [Overview of FSL tools](#)
 - Functional MRI: [FEAT](#), [MELODIC](#), [FABBER](#), [BASIL](#), [VERBENA](#)
 - Structural MRI: [BET](#), [FAST](#), [FIRST](#), [FLIRT](#) & [FNIRT](#), [FSLVBM](#), [SIENA](#) & [SIENAX](#), [fsl_anat](#)
 - Diffusion MRI: [FDT](#), [TBSS](#), [eddy](#), [topup](#)
 - GLM / Stats: [GLM general advice](#), [Randomise](#), [Cluster](#), [FDR](#), [Dual Regression](#), [Mm](#), [FLOBS](#)
 - Other: [FSLView](#), [Fslutils](#), [Atlases](#), [Atlasquery](#), [SUSAN](#), [FUGUE](#), [MCFLIRT](#), [Miscvis](#), [POSSUM](#), [BayCEST](#)
- [Version history and release notes](#)
- [Support: Email forum, FAQ, tutorials](#)
- [FSL Course: lecture slides, practicals and example data](#)
- [Contributors](#)
- [Related software & FSL plugins](#)