

使用FSL进行基于边界的配准

Alex / 2017-07-23 / free_learner@163.com / learning-archive.org

更新于2023-06-01，主要是文字排版上的更新，内容基本保持不变。

一、背景

基于边界的配准 (Boundary-Based Registration, BBR) 指的根据灰白质的边界信号差进行配准，常用于T1加权结构像和BOLD功能像的配准。FSL中提供了一个进行BBR的脚本 `epi_reg`，它实际上调用了`fast`和`flirt`这两个命令，下面介绍一下具体步骤。这些步骤都可以打开 `epi_reg` 这个脚本进行查看。

二、准备原始文件

总共需要三个原始文件:T1结构像（假设名为 `T1.nii`），去掉颅骨后的T1结构像（假设名为 `T1_brain.nii`），一个BOLD功能像（假设名为 `one_epi.nii`）。其中去掉颅骨的方法很多，比如FSL中的BET。功能像一般会有上百个图像，配准中只需要其中一个就可以，也可是所有图像的平均图像。

三、使用fast进行组织分割

组织分割就是将T1结构像分成灰质、白质、脑脊液等不同组织成分。

```
fast -o example T1_brain
fslmaths example_pve_2 -thr 0.5 -bin example_wmseg
```

默认将T1像分割为灰质、白质和脑脊液三种成分。`example_pve_2` 表示白质的概率图，数值在0到1之间，表示某个体素是白质的概率，默认概率大于0.5为白质。

四、使用flirt进行配准

```
flirt -ref T1_brain -in one_epi -dof 6 -omat init_reg.mat
flirt -ref T1 -in one_epi -dof 6 -cost bbr -wmseg example_wmseg \
    -init init_reg.mat -omat final_reg.mat -out epi2t1 \
    -schedule ${FSLDIR}/etc/flirtsch/bbr.sch
```

默认地首先使用一个常规的刚体变换进行配准，得到一个初步的变换矩阵。进行BBR配准时，注意这里的结构像使用的没有去除颅骨的，至于原因我还不清楚。

五、检查配准结果

就我所知，似乎没有广泛接受的定量指标来刻画配准结果，所以需要视觉检查。

```
fslmaths example_wmseg -edge -bin -mas example_wmseg example_wmseg_edge
slicer epi2t1 example_wmseg_edge -s 2 \
  -x 0.35 sla.png -x 0.45 slb.png -x 0.55 slc.png -x 0.65 sld.png \
  -y 0.35 sle.png -y 0.45 slf.png -y 0.55 slg.png -y 0.65 slh.png \
  -z 0.35 sli.png -z 0.45 slj.png -z 0.55 slk.png -z 0.65 sll.png
pngappend sla.png + slb.png + slc.png + sld.png \
  sle.png + slf.png + slg.png + slh.png \
  sli.png + slj.png + slk.png + sll.png check_reg.png
```

首先fslmaths构造白质的边界图像，然后用slicer生成不同方向的切面图，最后pngappend将切面图连接起来。

