

使用ANTs进行组织分割

Alex / 2017-12-24 / free_learner@163.com / AlexBrain.cn

更新于2023-06-22，主要是文字排版上的更新，内容基本保持不变。

组织分割（Tissue Segmentation）就是将MRI图像（主要是针对T1图像）划分成不同的成分，比如灰质、白质和脑脊液等。使用ANTs进行组织分割，主要包含三个步骤：颅骨剥离、配准和组织分割，并和FSL的FAST分割结果进行简单比较。

一、官方脚本

ANTs官网给了一个[样例脚本](#)：

```
#!/bin/bash
DATA_DIR=${PWD}/Images/
TEMPLATE_DIR=${DATA_DIR}/Template/
OUT_DIR=${PWD}/Output/
bash ${ANTSPATH}/antsAtroposN4.sh \
-d 2 \
-a ${DATA_DIR}/KKI2009-01-MPRAGE_slice150.nii.gz \
-x ${DATA_DIR}/KKI2009-01-MPRAGE_slice150_mask.nii.gz \
-p ${DATA_DIR}/priorWarped%d.nii.gz \
-c 3 \
-y 2 \
-y 3 \
-w 0.25 \
-o ${OUT_DIR}example
```

从脚本中可以看到，除了输入文件 `KKI2009-01-MPRAGE_slice150.nii.gz`，还需要输入文件的 mask，即 `KKI2009-01-MPRAGE_slice150_mask.nii.gz` 和不同组织的先验模板。但是这里并没有告诉我该怎么去得到mask和先验模板，我猜测先进行颅骨剥离得到mask，再通过配准将已有的先验模板转换成个体空间（即当前输入文件空间）的先验模板。

二、模板文件

ANTs官方提供了[四组模板](#)及其不同组织的先验模板，这里使用Oasis数据的模板，其中包括：

1. 保留颅骨的模板 `T_template0.nii.gz`；
2. 去除颅骨后的模板 `T_template0_BrainCerebellum.nii.gz`；
3. 去除颅骨后的概率模板 `T_template0_BrainCerebellumProbabilityMask.nii.gz`；

4. 配准的mask文件 `T_template0_BrainCerebellumRegistrationMask.nii.gz`；
5. 不同组织的分区先验模板 `priors*.nii.gz` (* 表示1-6)，位于子目录Priors2下。

三、颅骨剥离

ANTs官网上提供了进行颅骨剥离的[样例脚本](#)：

```
INPUT_DIR=/home/alex/Test
TEMPLATE_DIR=/home/alex/Test/Oasis_Template
OUT_DIR=/home/alex/Test
bash ${ANTSPATH}/antsBrainExtraction.sh \
-d 3 \
-a ${INPUT_DIR}/mprage.nii.gz \
-e ${TEMPLATE_DIR}/T_template0.nii.gz \
-m ${TEMPLATE_DIR}/T_template0_BrainCerebellumProbabilityMask.nii.gz \
-f ${TEMPLATE_DIR}/T_template0_BrainCerebellumRegistrationMask.nii.gz \
-o ${OUT_DIR}/BrainEx/mprage
```

其中mprage.nii.gz为（某一个个体）原始的T1结构像，在输出目录下会生成（1）去除颅骨后的结构像mprageBrainExtractionBrain.nii.gz和（2）去除颅骨后的mask文件

`mprageBrainExtractionMask.nii.gz`。

四、配准

通过配准，将Oasis不同组织的先验模板转换成当前数据空间的先验模板：

1. 将Oasis去除颅骨的模板配准到个体空间，脚本如下：

```
mkdir -p ${OUT_DIR}/Reg
antsRegistrationSyN.sh -d 3 \
-f ${OUT_DIR}/BrainEx/mprageBrainExtractionBrain.nii.gz \
-m ${TEMPLATE_DIR}/T_template0_BrainCerebellum.nii.gz \
-x ${TEMPLATE_DIR}/T_template0_BrainCerebellumRegistrationMask.nii.gz \
-n 4 \
-o ${OUT_DIR}/Reg/t2a
```

其中mprageBrainExtractionBrain.nii.gz为上一步的输出，`antsRegistrationSyN.sh` 的用法请参见ANTs的[使用文档](#)。

2. 将Oasis的不同组织先验模板转换到个体空间，脚本如下：

```
for i in {1..6}
do
    antsApplyTransforms -d 3 \
        -i ${TEMPLATE_DIR}/Priors2/priors${i}.nii.gz \
        -o ${OUT_DIR}/Reg/priorsWarped${i}.nii.gz \
        -r ${OUT_DIR}/BrainEx/mprageBrainExtractionBrain.nii.gz \
        -t ${OUT_DIR}/Reg/t2a1Warp.nii.gz \
        -t ${OUT_DIR}/Reg/t2a0GenericAffine.mat
done
```

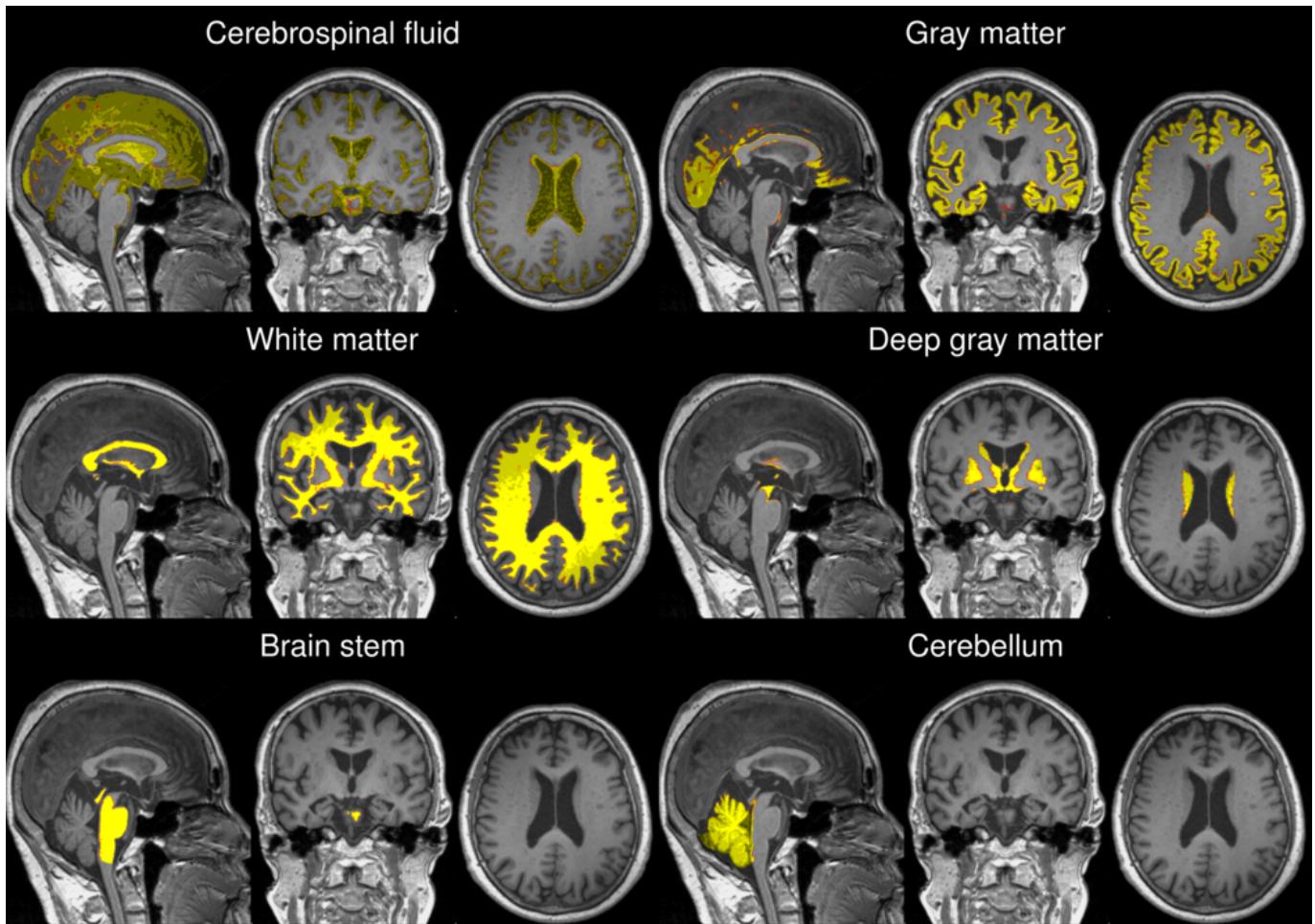
其中 `priorsWarped${i}.nii.gz` 为转换到个体空间的组织先验模板。

五、组织分割

使用 `antsAtroposN4.sh` 进行组织分割：

```
mkdir -p ${OUT_DIR}/Seg
bash ${ANTSPATH}/antsAtroposN4.sh \
    -d 3 \
    -a ${DATA_DIR}/mprage.nii.gz \
    -x ${OUT_DIR}/BrainEx/mprageBrainExtractionMask.nii.gz \
    -p ${OUT_DIR}/Reg/priorsWarped%d.nii.gz \
    -c 6 \
    -y 2\
    -y 3\
    -y 4\
    -y 5\
    -y 6\
    -w 0.25 \
    -o ${OUT_DIR}/Seg/test
```

分割结果如下：

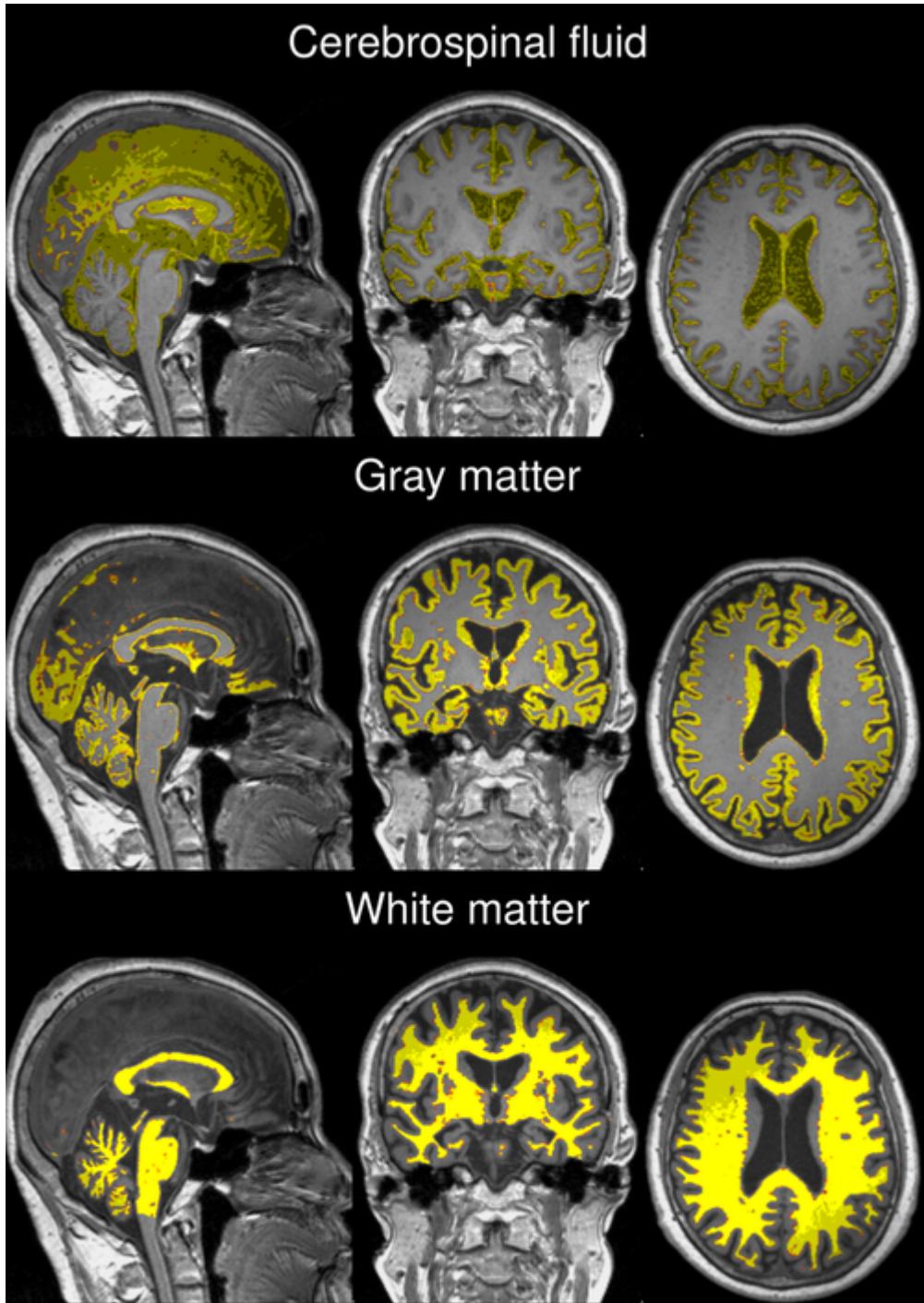


六、无先验模板组织分割

使用不同组织的先验模板需要进行配准，我测试了一下，如果只将大脑分割为脑脊液、灰质和白质三类，不使用先验模板也可以得到不错的结果，脚本如下：

```
mkdir -p ${OUT_DIR}/SegNoPrior
bash ${ANTSPATH}/antsAtroposN4.sh \
-d 3 \
-a ${DATA_DIR}/mprage.nii.gz \
-x ${OUT_DIR}/BrainEx/mprageBrainExtractionMask.nii.gz \
-c 3 \
-y 2 \
-y 3 \
-w 0.25 \
-o ${OUT_DIR}/SegNoPrior/test
```

分割结果如下：

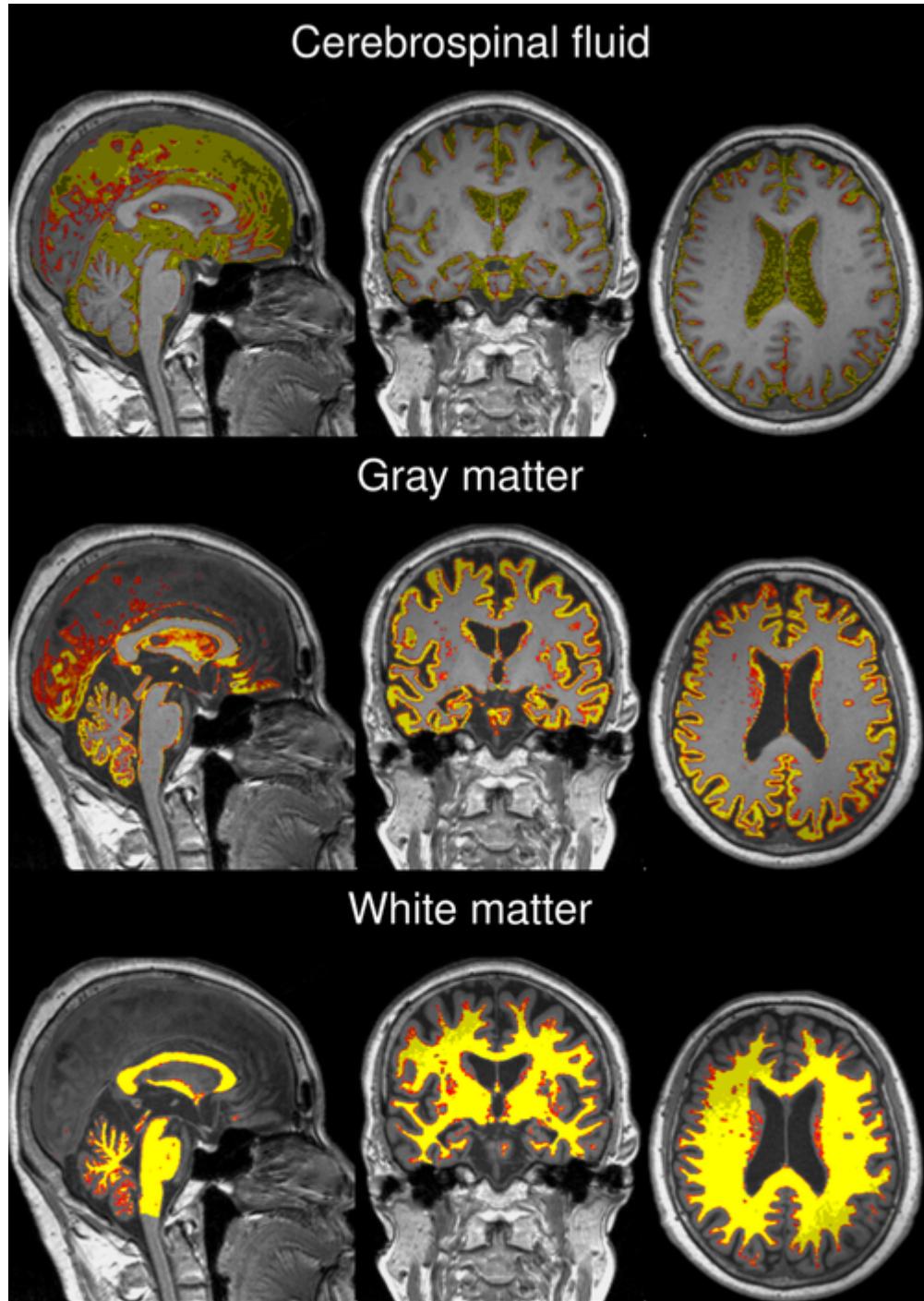


七、使用FSL-FAST进行组织分割

FSL的FAST也可以用于组织分割，脚本如下：

```
mkdir -p ${OUT_DIR}/Fast
fslmaths ${INPUT_DIR}/mprage.nii.gz \
    -mas ${OUT_DIR}/BrainEx/mprageBrainExtractionMask.nii.gz \
    ${OUT_DIR}/Fast/mprage_brain.nii.gz
fast -t 1 -n 3 -H 0.1 -I 4 -l 20.0 -g -B \
    -o ${OUT_DIR}/Fast/fsl \
    ${OUT_DIR}/Fast/mprage_brain.nii.gz
```

分割结果如下：



直观上，FAST三类分割的结果似乎更保守一些（红色表示概率为0.5，黄色表示概率为1）。