

# 解析antsBrainExtraction.sh脚本

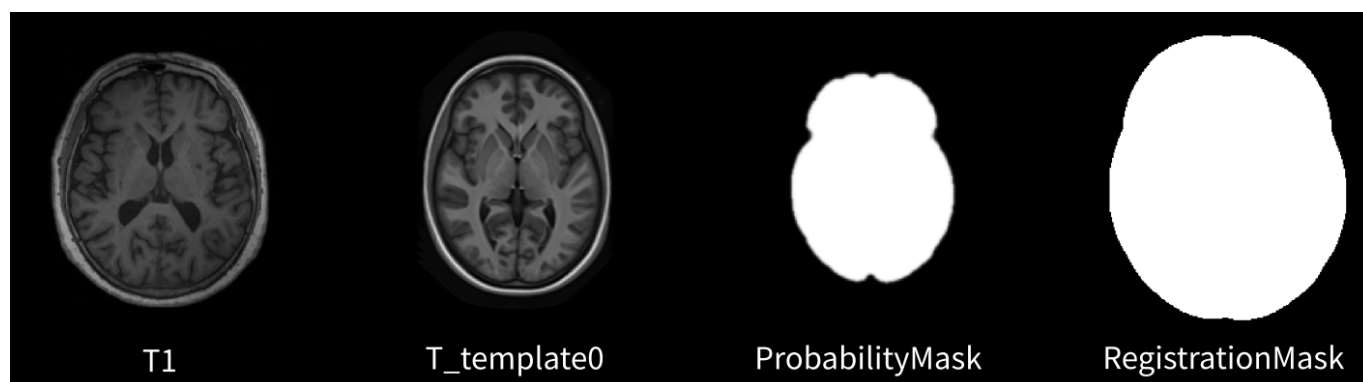
Alex / 2018-04-09 / [free\\_learner@163.com](mailto:free_learner@163.com) / [AlexBrain.cn](http://AlexBrain.cn)

更新于2023-07-08，主要是文字排版上的更新，内容基本保持不变。

antsBrainExtraction.sh是ANTs（当前测试版本：v2.1）提供的一个进行颅骨剥离（脑提取）的Bash脚本，通过学习这个脚本，了解进行颅骨剥离的必要步骤。

## 一、数据准备

假设有一个原始的T1结构像，下面对该图像进行颅骨剥离。antsBrainExtraction.sh是基于模板的颅骨剥离算法，所以还需要一组模板文件，这里使用ANTs提供的OASIS模板（[下载地址](#)）。



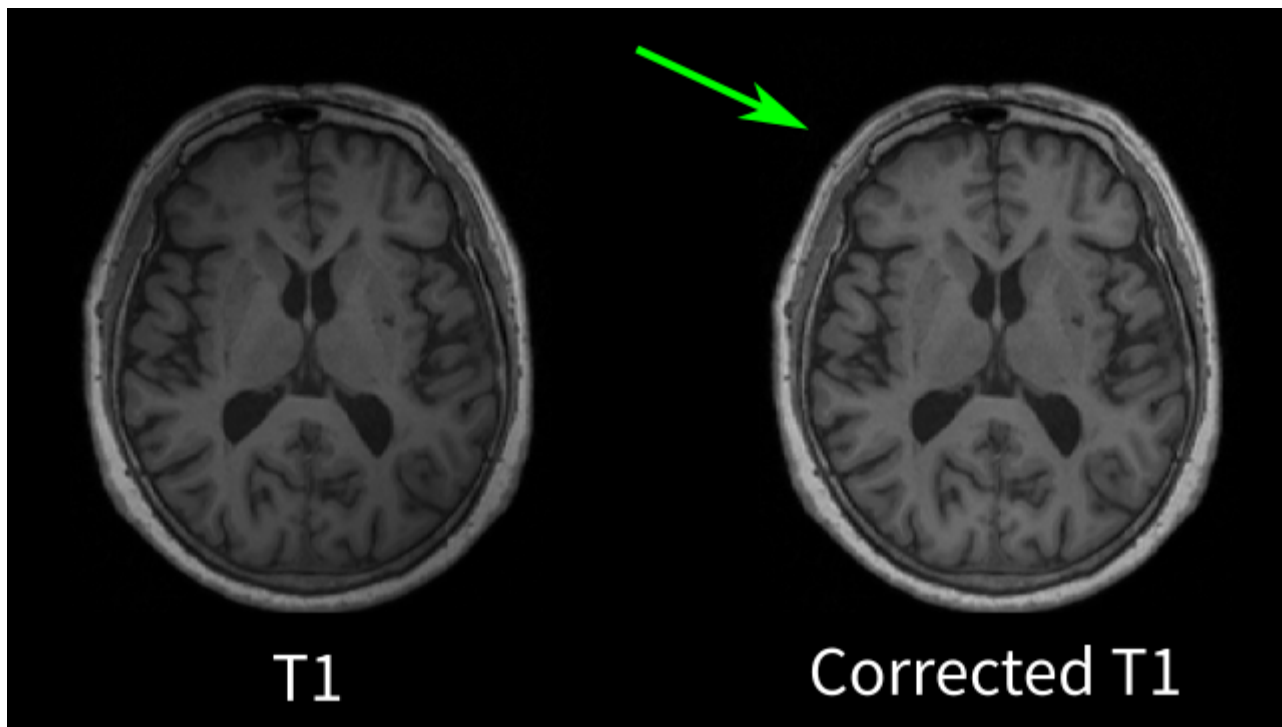
## 二、校正信号偏差（Bias Correction）

```
ImageMath 3 Truncated_T1.nii.gz TruncateImageIntensity T1.nii.gz 0.01 0.999 256
```

去掉第1百分位数和第99.9百分位数之外的信号值，目的应该是去掉离群值。

```
N4BiasFieldCorrection -d 3 -i Truncated_T1.nii.gz -s 1 \  
-c [50x50x50x50,0.0000001] -b [200] -o  
Corrected_T1.nii.gz
```

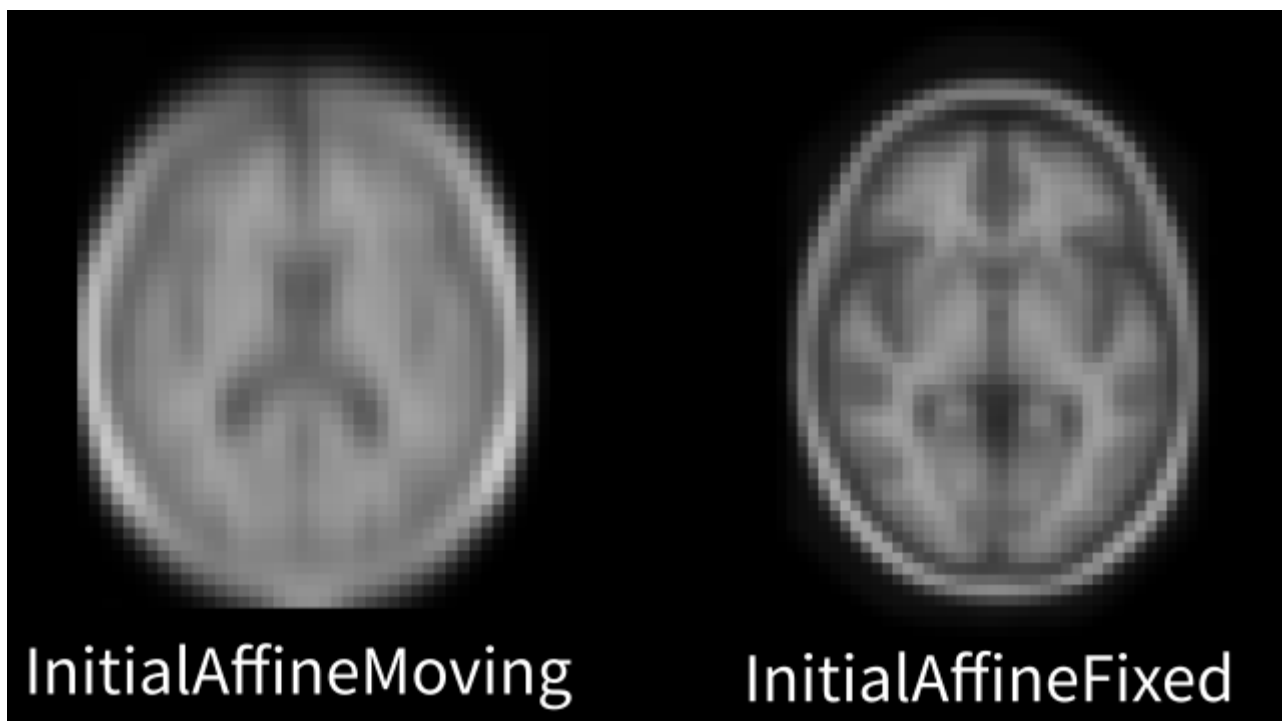
进行信号偏差校正，使不同组织内信号更均匀。



### 三、配准

```
ResampleImageBySpacing 3 ${OASIS_DIR}/T_template0.nii.gz \  
    InitialAffineFixed.nii.gz 4 4 4 1  
ResampleImageBySpacing 3 Corrected_T1.nii.gz InitialAffineMoving.nii.gz 4 4 4 1
```

对原始数据和模板数据重新采样至较低（4mm）的分辨率。



```
ImageMath 3 Laplacian.nii.gz Laplacian Corrected_T1.nii.gz 1.5 1
ImageMath 3 TemplateLaplacian.nii.gz Laplacian \
    ${OASIS_DIR}/T_template0.nii.gz 1.5 1
```

对图像进行Laplacian变换，不知道其中原理。



```
antsAI -d 3 -v 1 \
    -m Mattes[InitialAffineFixed.nii.gz, InitialAffineMoving.nii.gz, 32,
Regular, 0.25] \
    -t Affine[0.1] -s [15,0.1] -p 0 -c 10 -o InitialAffine.mat \
    -x ${OASIS_DIR}/T_template0_BrainCerebellumRegistrationMask.nii.gz
```

将重采样后的T1像使用仿射变换，配准到重采样后的OASIS模板。

```

antsRegistration -d 3 -u 1 -w [0.025,0.975] -o Prior -r InitialAffine.mat \
    -z 1 --float 0 --verbose 1 \
    -x
${OASIS_DIR}/T_template0_BrainCerebellumRegistrationMask.nii.gz \
    -m
MI[${OASIS_DIR}/T_template0.nii.gz,Corrected_T1.nii.gz,1,32,Regular,0.25] \
    -c [1000x500x250x100,1e-8,10] -t Rigid[0.1] -f 8x4x2x1 \
    -s 4x2x1x0 \
    -m
MI[${OASIS_DIR}/T_template0.nii.gz,Corrected_T1.nii.gz,1,32,Regular,0.25] \
    -c [1000x500x250x100,1e-8,10] -t Affine[0.1] \
    -f 8x4x2x1 -s 4x2x1x0 \
    -m
CC[${OASIS_DIR}/T_template0.nii.gz,Corrected_T1.nii.gz,0.5,4] \
    -m CC[$TemplateLaplacian.nii.gz,Laplacian.nii.gz,0.5,4] \
    -c [50x10x0,1e-9,15] -t SyN[0.1,3,0] -f 4x2x1 -s 2x1x0

```

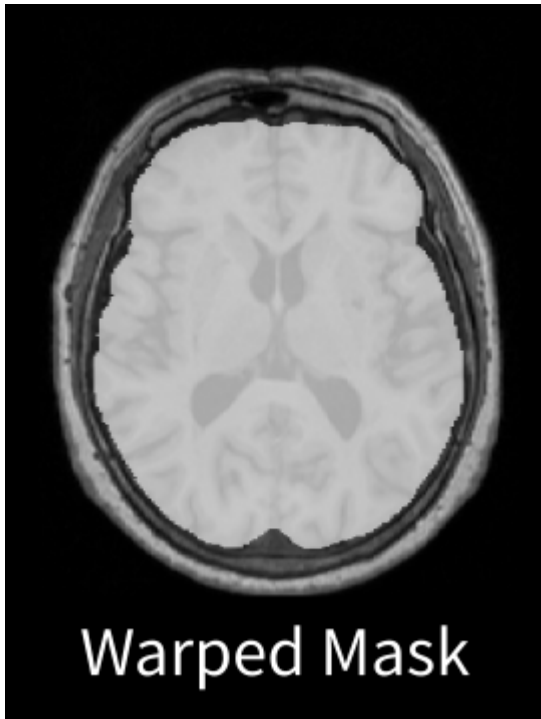
将校正后的T1像配准到OASIS模板上。

```

antsApplyTransforms -d 3 \
    -i
${OASIS_DIR}/T_template0_BrainCerebellumProbabilityMask.nii.gz \
    -o MaskWarped.nii.gz -r T1.nii.gz -n Gaussian \
    -t [Prior0GenericAffine.mat,1] \
    -t Prior1InverseWarp.nii.gz \
    --float 0 --verbose 1
ThresholdImage 3 MaskWarped.nii.gz MaskWarped.nii.gz 0.5 1 1 0

```

将OASIS的概率mask转换到T1像空间。



```
ImageMath 3 BrainMask.nii.gz MD MaskWarped.nii.gz 2  
ImageMath 3 BrainMask.nii.gz GetLargestComponent BrainMask.nii.gz
```

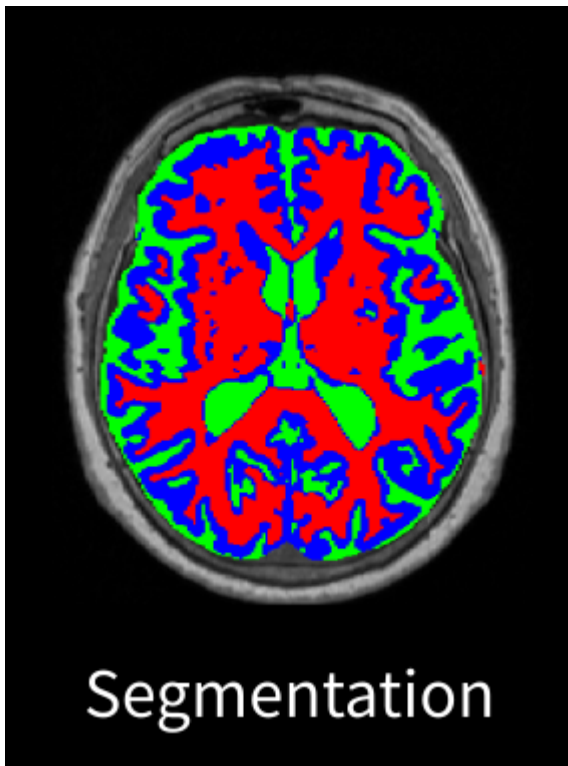
将转换到T1像空间的OASIS Mask以半径为2向外扩展，得到T1像的初步mask。

## 四、组织分割

---

```
Atropos -d 3 -o Segmentation.nii.gz -a Corrected_T1.nii.gz \  
-x BrainMask.nii.gz -i kmeans[3] -c [3,0.0] \  
-m [0.1,1x1x1] -k Gaussian -r 1 --verbose 1
```

将校正后的T1像分割成灰质、白质和脑脊液三部分。



```
ImageMath 3 Segmentation.nii.gz PadImage Segmentation.nii.gz 10  
ImageMath 3 MaskWarped.nii.gz PadImage MaskWarped.nii.gz 10
```

将图像向外扩大10个体素。

```
ThresholdImage 3 Segmentation.nii.gz WM.nii.gz 3 3 1 0  
ThresholdImage 3 Segmentation.nii.gz GM.nii.gz 2 2 1 0  
ThresholdImage 3 Segmentation.nii.gz CSF.nii.gz 1 1 1 0
```

分别提取灰质、白质和脑脊液的mask。

```
ImageMath 3 WM.nii.gz GetLargestComponent WM.nii.gz  
ImageMath 3 GM.nii.gz GetLargestComponent GM.nii.gz
```

似乎是去掉较小的Clusters。

```
ImageMath 3 TMP.nii.gz FillHoles GM.nii.gz 2  
MultiplyImages 3 GM.nii.gz TMP.nii.gz GM.nii.gz
```

不清楚这一步的原理。

```
MultiplyImages 3 WM.nii.gz 3 WM.nii.gz
ImageMath 3 TMP.nii.gz ME CSF.nii.gz 10
```

将白质mask的值变为3。

```
ImageMath 3 GM.nii.gz addtozero GM.nii.gz TMP.nii.gz
MultiplyImages 3 GM.nii.gz 2 GM.nii.gz
ImageMath 3 Segmentation.nii.gz addtozero WM.nii.gz GM.nii.gz
ImageMath 3 Segmentation.nii.gz addtozero Segmentation.nii.gz CSF.nii.gz
```

将灰质mask的值变为2，并将灰质、白质和脑脊液重新放到一个图像里。

```
ThresholdImage 3 Segmentation.nii.gz BrainMask.nii.gz 2 3
ImageMath 3 BrainMask.nii.gz ME BrainMask.nii.gz 2
ImageMath 3 BrainMask.nii.gz GetLargestComponent BrainMask.nii.gz
ImageMath 3 BrainMask.nii.gz MD BrainMask.nii.gz 4
ImageMath 3 BrainMask.nii.gz FillHoles BrainMask.nii.gz 2
ImageMath 3 BrainMask.nii.gz addtozero BrainMask.nii.gz MaskWarped.nii.gz
ImageMath 3 BrainMask.nii.gz MD BrainMask.nii.gz 5
ImageMath 3 BrainMask.nii.gz ME BrainMask.nii.gz 5
```

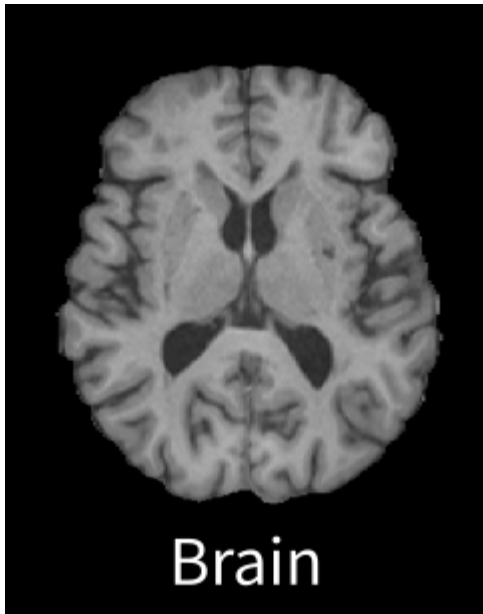
不清楚这一步的原理。

```
for img in Segmentation.nii.gz BrainMask.nii.gz WM.nii.gz \
    GM.nii.gz CSF.nii.gz MaskWarped.nii.gz
do
    ImageMath 3 ${img} PadImage ${img} -10
done
```

将图像向内收缩10个体素。

```
MultiplyImages 3 Corrected_T1.nii.gz BrainMask.nii.gz Brain.nii.gz
```

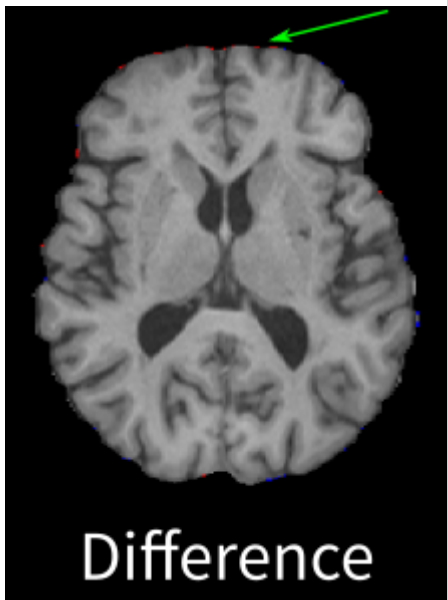
获得去掉颅骨后的图像。



## 五、检查

---

通过比较使用antsBrainExtraction.sh得到的结果和使用上面分步运行得到的结果的差异，可以检查上面的步骤是否有明显错误。



从上图可以看出，只在边缘区域有微小的差异。

## 六、总结

---

antsBrainExtraction.sh的步骤大致包括三步：校正信号偏差、配准和组织分割。校正信号偏差是为了更好地配准和组织分割，配准将先验模板的brain mask转换到T1空间作为T1 brain mask的一个估计，组织分割根据不同组织信号的差别得到另一个T1 brain mask的估计，通过结合配准和组



织分割的结果，得到最终的T1 brain mask。细节方面，在得到配准和组织分割的结果后，脚本又做了一系列扩展和收缩等细微的操作，其中的原理我还没有完全弄清楚。