

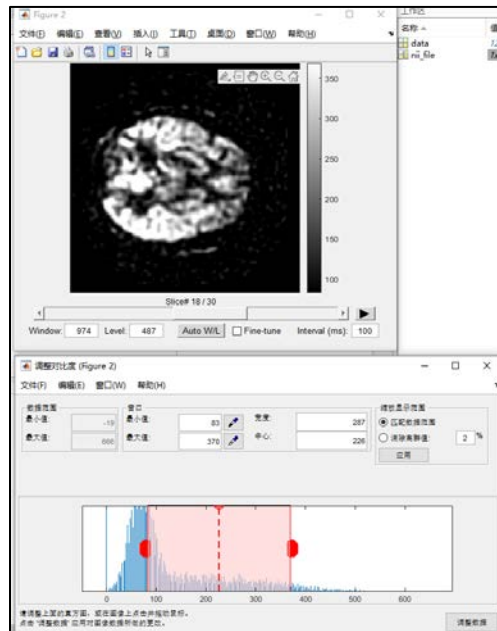
请完成以下练习，并给出文字回答或运行结果截图。在下一次课之前，将带有你的结果的文档上传到 elearning（文档命名规则为：姓名-学号-2022xxxx.docx）。

1. 将"ASL\_PWI.nii"加载到 Matlab 的 Workspace 中，使用 imshow 函数显示第 18 层。在 Command window 中输入 colorbar，显示颜色条。使用 imcontrast 函数调整窗宽窗位。  
(注：ASL\_PWI.nii 中的图像是一种脑灌注加权图像，反映了脑血流量)

- (1) 新建脚本文件，输入命令

```
4      nii_file = spm_vol('ASL_PWI.nii');  
5      data = spm_read_vols(nii_file);  
6      figure, imshow3D(data);  
  
>> colorbar  
>> imcontrast
```

- (2) 调整窗宽窗位



2. 取出上述第 18 层图像，将其数值范围调整到 0-255，并将数据格式转为 uint8  
(`uint8((img - min(img(:))) * 255 / (max(img(:)) - min(img(:))))`)。使用 imshow 函数显示图像及 colorbar。输入语句 `colormap(gca, jet)`，使用 jet 伪彩色图。输入语句 `cmap = colormap(gca)` 获取当前显示图像的颜色编码矩阵。将 cmap 中的第 30 到 70 行都设置成黑色（黑色的 RGB 组成是 [0, 0, 0]），将第 150-180 行都设置成白色 ([1, 1, 1])。使用语句 `colormap(gca, cmap)`，将修改后的颜色编码矩阵应用在当前显示的图像上。

### (1)编写代码和输入命令

```
% 读取文件，读取体素数据
nii_file = spm_vol('ASL_PWI.nii');
data = spm_read_vols(nii_file);
% 取出上述第18层图像
data_18 = data(:,:,18);

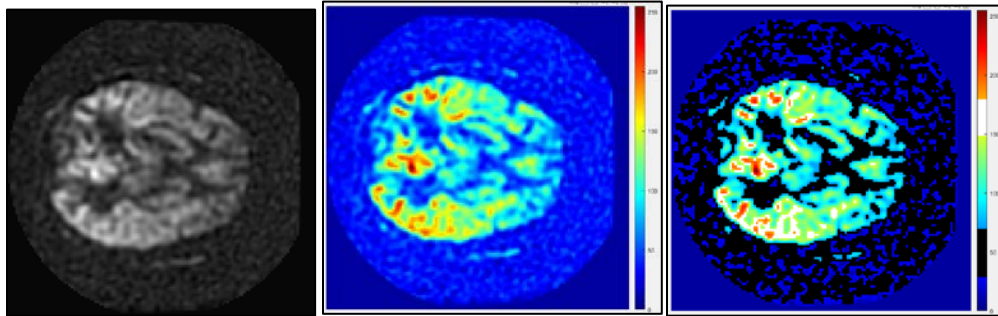
% 将其数值范围调整到0-255，并将数据格式转为uint8
data_18 = uint8((data_18 - min(data_18(:))) * 255 / (max(data_18(:)) - min(data_18(:))));
% 显示图像
figure, imshow(data_18);

% 显示colorbar 使用jet伪彩色图
colorbar;
colormap(gca, jet);
cmap = colormap(gca);
% 修改color bar

cmap(30:70,:) = zeros(41,3);
cmap(150:180,:) = ones(31,3);

colormap(gca, cmap)
```

### (2)观察 color bar 和伪彩色 color bar 变化



3. 基于 ASL\_PWI.nii 图像进行一个粗糙而简单的脑提取（即分割出脑部区域）：先使用阈值法去除大部分非脑结构，并将灰度图转换成二值图；然后使用形态学开运算（使用 `imopen` 函数），去除头皮附近的零星区域；最后使用形态学闭运算（使用 `imclose` 函数），填充脑内部的空洞。（注：由于骨头和头皮血流量很少，在 ASL\_PWI.nii 图像中表现为低信号，而脑实质血流量大，表现为高信号，因此基于阈值法对 ASL\_PWI.nii 做简单的脑提取是可行的。）

```
% 全局阈值法函数
function [img] = global_threshold(s_img, thre)
[a,b,c]=size(s_img);
for i = 1:a
    for j = 1:b
        for k = 1:c
            if s_img(i,j,k)<thre
                s_img(i,j,k) = 0;
            else
                s_img(i,j,k) = 255;
            end
        end
    end
end
img = s_img;
end
```

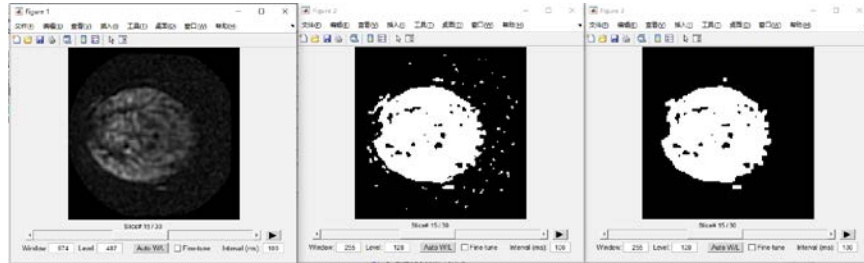
- a. 在形态学运算中，需要先使用 `strel` 函数生成一个结构元素。请在该练习中分别尝试使用二维和三维结构元素。

#### (1)分别定义二维和三维结构元素

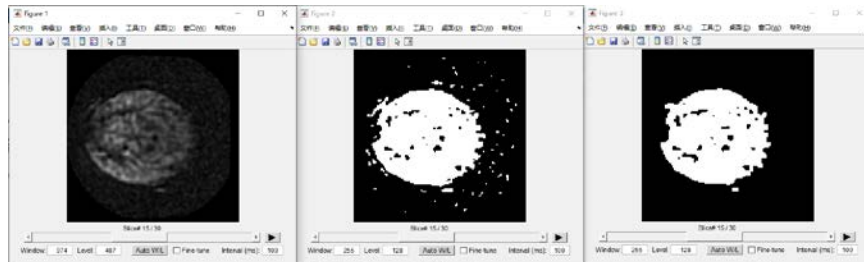
```
% 读取文件，读取体素数据
nii_file = spm_vol('ASL_PWI.nii');
data = spm_read_vols(nii_file);
figure, imshow3D(data);
% 先使用阈值法去除大部分非脑结构
data = global_threshold(data,120);
figure, imshow3D(data);
% 定义二维滤波器
SE = strel('square',3);
% 进行开操作
data = imopen(data,SE);
figure, imshow3D(data);
```

```
% 读取文件，读取体素数据
nii_file = spm_vol('ASL_PWI.nii');
data = spm_read_vols(nii_file);
figure, imshow3D(data);
% 先使用阈值法去除大部分非脑结构
data = global_threshold(data,120);
figure, imshow3D(data);
% 定义二维滤波器
SE = strel('cube',3);
% 进行开操作
data = imopen(data,SE);
figure, imshow3D(data);
```

(2)观察原始图像、二值图、开操作后的二值图。



上图为二维结构元素，下图为三维结构元素。三维结构元素对原图改动更大。

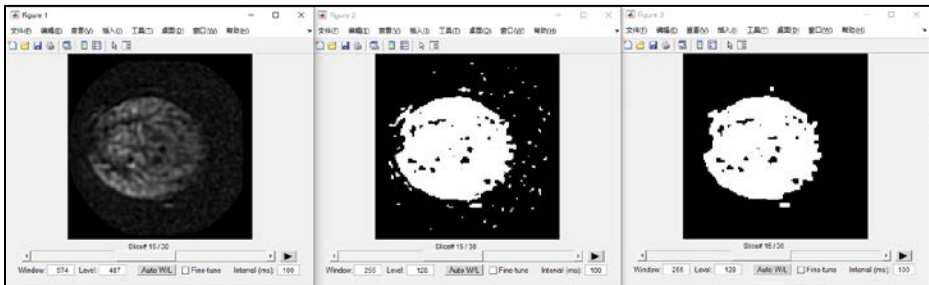


- b. 形态学开运算等效于先进行腐蚀（使用函数 `imerode`）运算，然后进行膨胀运算（使用函数 `imdilate`）。请在上述脑提取练习中，用 `imerode` 和 `imdilate` 代替 `imopen`，实现相同的分割结果。

(1)以二维结构元素为例

```
% 读取文件，读取体素数据
nii_file = spm_vol('ASL_PWI.nii');
data = spm_read_vols(nii_file);
figure, imshow3D(data);
% 先使用阈值法去除大部分非脑结构
data = global_threshold(data,120);
figure, imshow3D(data);
% 定义二维滤波器
SE = strel('cube',3);
% 进行开操作 先腐蚀再膨胀
data = imerode(data,SE);
data = imdilate(data,SE);
figure, imshow3D(data);
```

(2) 观察原始图像、二值图、开操作后的二值图。



4. DICOM 图像的文件头包含了图像像素的空间位置信息，这些文件头标签包括 PixelSpacing, SpacingBetweenSlices, ImagePositionPatient, ImageOrientationPatient 等。在将 DICOM 图像转换成 NIFTI 文件时，这些空间位置信息将以一个 4x4 的仿射变换矩阵的形式存放在 NIFTI 文件的文件头中。
- a. 使用语句 `tof_vol = spm_vol('TOF.nii')` 语句将上一次练习 ("2 Exercise.docx") 生成的 TOF 图像 NIFTI 文件的文件头导入到 Matlab Workspace 中。其中，`tof_vol.mat` 即为仿射变换矩阵。计算 `tof_vol.mat` 矩阵每一列向量的模，观察这些模值与 PixelSpacing 和 SpacingBetweenSlices 的关系。

```
% 读取文件，读取体素数据
nii_file = spm_vol('TOF.nii');
data = spm_read_vols(nii_file);
figure, imshow3D(data);

% 计算mat矩阵每行的模
mat = nii_file.mat;
out = [];
for i = 1:4
    out = [out, norm(mat(:,i))];
end
% 读取DICOM文件
info = dicominfo('Mag (0001).dcm');
```

DICOM 图像的文件头信息

PixelSpacing	[0.378;0.378]
SpacingBetweenSlices	0.5
ImagePositionPatient	[-98.042;-95.841;-26.069]
ImageOrientationPatient	[0.999;-0.011;0.021;0.014;0.987;-0.158]

nii 中 4x4 的仿射变换矩阵

nii_file.mat					
	1	2	3	4	
1	-0.3787	0.0055	0.0099	95.5035	
2	0.0042	0.3740	-0.0794	-101.5306	
3	0.0083	0.0601	0.4935	-58.2914	
4	0	0	0	1	

nii 每一列向量的模

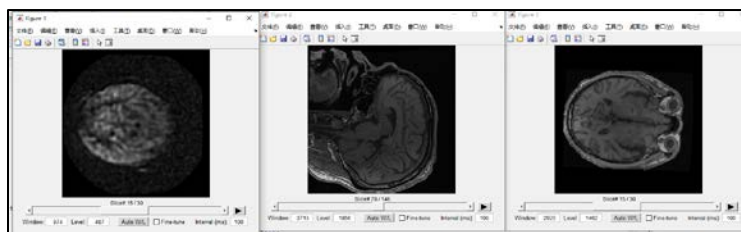
1x4 double				
	1	2	3	4
1	0.3788	0.3788	0.5000	151.0903

第一列与第二列的模与 PixelSpacing 值相等。第三列的模与 SpacingBetweenSlices 的值相等。

5. 基于所存储的仿射变换矩阵，不同 NIFTI 文件（或者其它类似的文件格式）之间很容易实现图像的插值。SPM 工具包中的 `spm_reslice` 函数可用于 NIFTI 文件之间的插值。打开 `spm_reslice.m` 代码文件，根据文件开头的注释了解 NIFTI 文件仿射变换矩阵的含义。

- a. 本练习提供的 `ASL_PWI.nii` 文件和 `T1W.nii` 文件来自于同一个患者的同一次检查，二者的分辨率、方位（一个是轴位，一个是矢状位）、成像空间范围都不相同。如果在采集这两个图像的过程中，患者头部没有发生运动并且图像不存在畸变，那么通过图像插值，可以将一个图像插值到另一个图像（即参考图像）的空间中，插值后的图像与参考图像中的组织空间位置是完全一样的。运行下面代码，将 `T1W.nii` 插值到 `ASL_PWI.nii` 图像空间。然后将插值后的 `T1W` 图导入 Matlab，并将其与 `ASL_PWI` 并排显示。

```
ref_vol = spm_vol('ASL_PWI.nii');
to_reslice_vol = spm_vol('T1W.nii');
prefix = 'resliced_';
resflags = struct(...
    'mask',0,... % will not mask anything
    'mean',0,... % will not write mean image
    'which',1,... % write only the coregistered file
    'interp',1,...
    'prefix', prefix);
spm_reslice([ref_vol; to_reslice_vol], resflags);
```



- b. 采用相同方法，将 `ASL_PWI.nii` 图像插值到 `T1W.nii` 图像空间。

