

数字图像处理 综合作业 2

罗云鹏 自 64 2016011470

2018 年 12 月 4 日

1 实验要求

此次综合作业要求从冠状动脉的增强图像中提取中心线，主要包含以下步骤：

1. 图像二值化
2. 空洞填充
3. 中心线提取（图像细化）
4. 分叉点、端点检测
5. 断连分支重连、孤立分支删除
6. 中心线分支模型构建

2 图像二值化

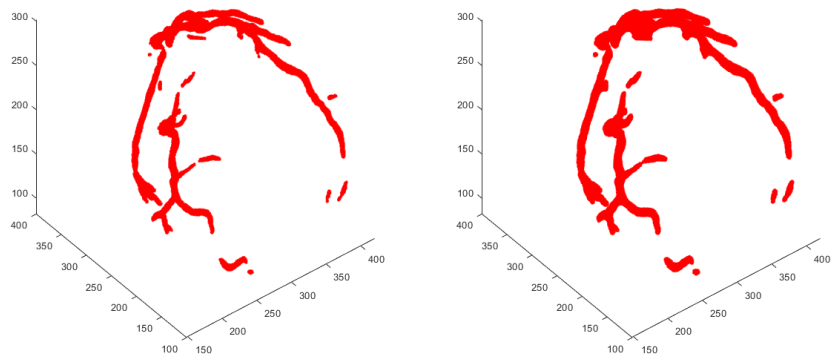
此步骤在题目给出的 `coronary_refine.m` 中已经完成，据测试效果较好，若改变其阈值 $0.5 * \text{intmax}('uint16')$ 不会有明显的改进，故未作改动。

3 空洞填充

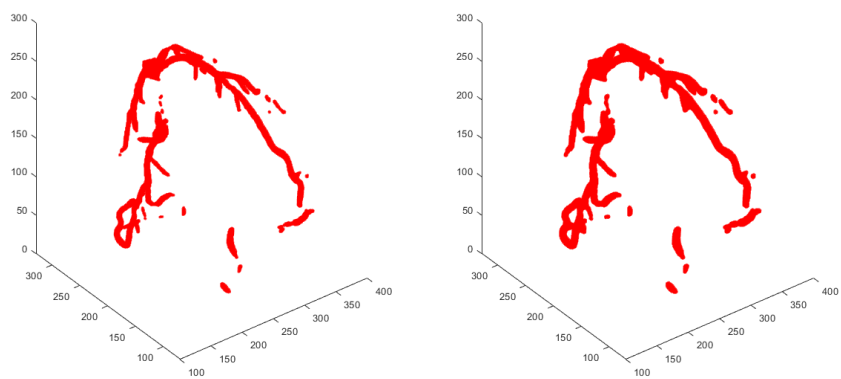
给出的冠状动脉增强图像数据中，凭肉眼观察很难看出有空洞存在。使用图像闭操作可去除潜在的空洞。

在 matlab 工具箱中，有现成的函数 `imclose()` 可使用。

图像二值化及填补空洞结果如图 1



(a) ours_054_c1.mha



(b) ours_066_c1.mha

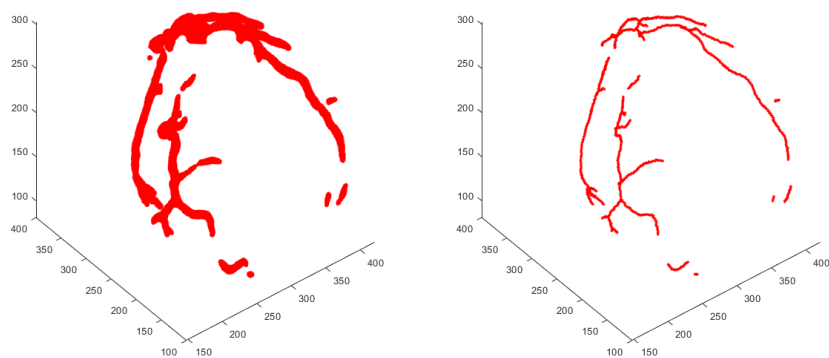
图 1: bin and fill

4 中心线提取（图像细化）

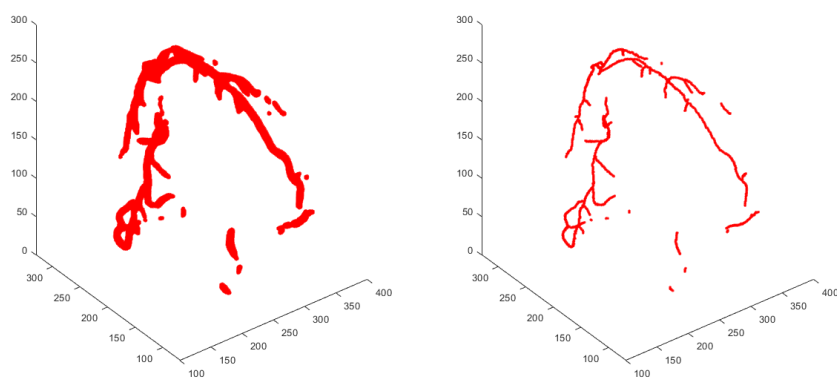
在中心线提取这一步中，可先提取出冠动脉二值图像的骨架作为中心线。

在 matlab 工具箱中，有现成的函数 `bwskel()` 可使用。

图像细化结果与填补空洞后图像对比如图 2



(a) ours_054_c1.mha



(b) ours_066_c1.mha

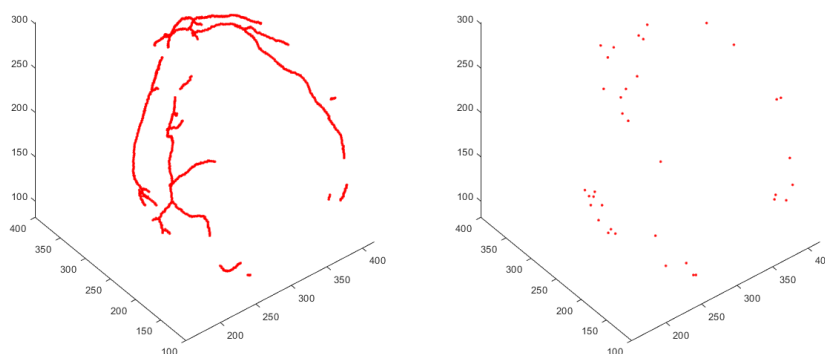
图 2: fill and thin

5 分叉点、端点检测

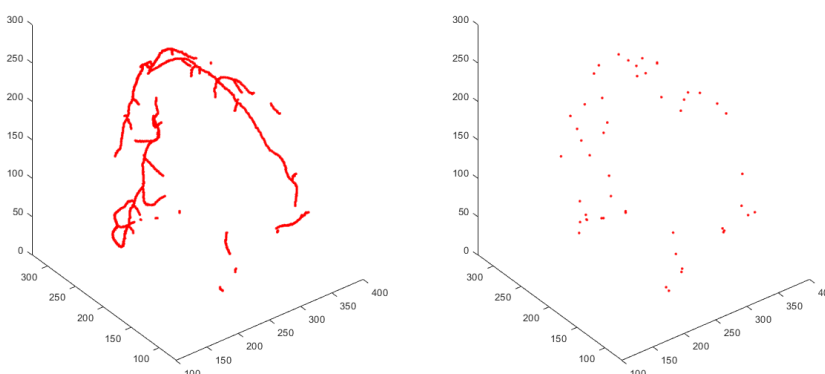
在 matlab 工具箱中，有现成的函数 *bwmorph3* 可用于提取分支点和端点。

图像端点与填补空洞后图像对比如图 3，图像分叉点与填补空洞后图像对比如

图 4

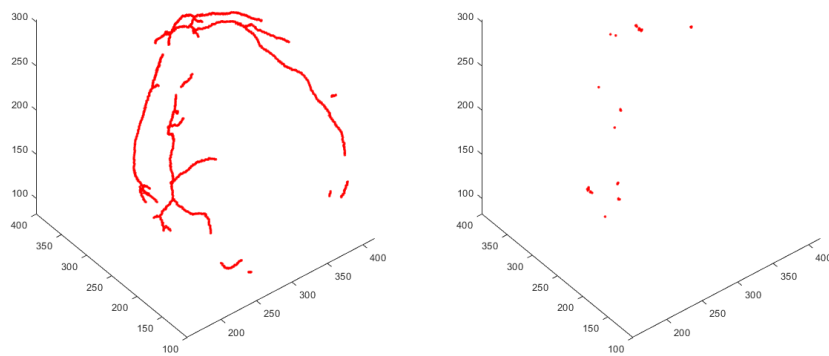


(a) ours_054_c1.mha

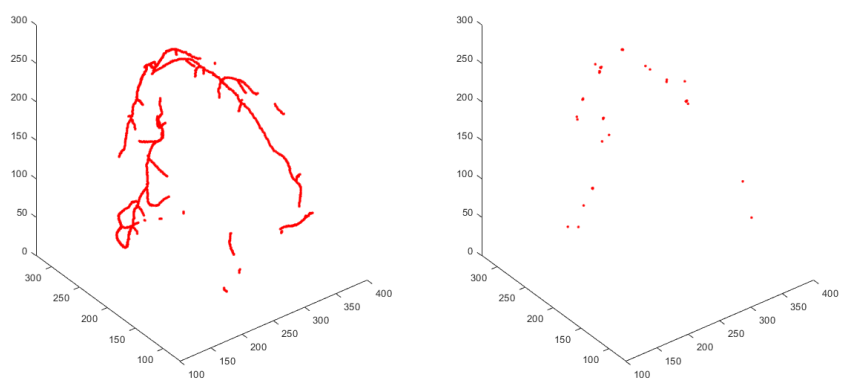


(b) ours_066_c1.mha

图 3: fill and end points



(a) ours_054_c1.mha



(b) ours_066_c1.mha

图 4: fill and bifucation

6 断连分支重连、孤立分支删除

6.1 断连分支重连

细化后的图像中，存在一些断开的分支。对于端点接近的分支，可以将端点连接起来，达到断连分支重连的效果。为防止同一个端点连接多个端点，应寻找所有未连通的端点中距离最近的两个相连，并重新计算端点。若最近的两个端点距离过大，则说明所有应当连上的分支都连上了，则停止这一循环过程。

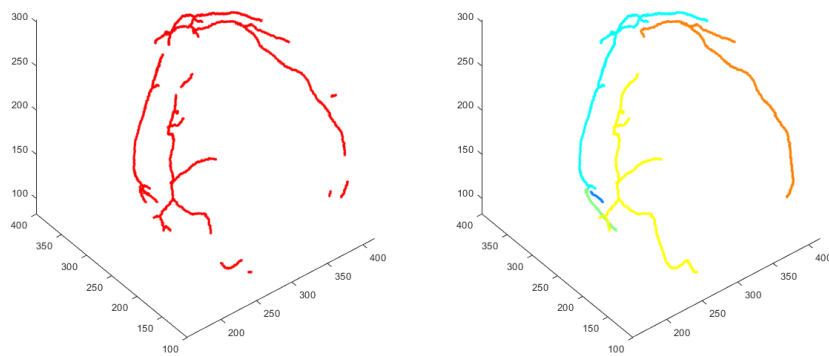
6.2 孤立分支删除

使用 matlab 工具箱提供的 *bwlabeln()* 函数区分连通域，将整个图像划分为若干个相互连通的中心线点集。判断各个点集的大小，将过小的点集删除。

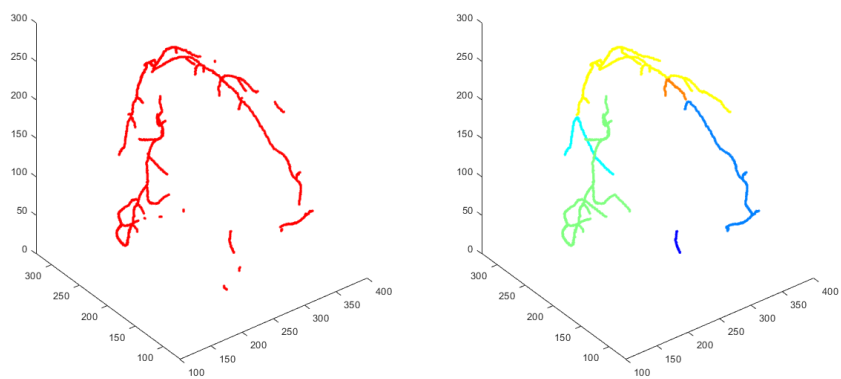
6.3 短分支删除

中心线中，有部分明显过短的分支，可认为是噪声。为了将这些分支删除，将图中的分叉点删除，并区分各个连通域，每个连通域都是一个无分叉的分支。与孤立分支删除中操作类似，判断各个分支的长度，将过短的分支删除掉即可。

连接孤立分支并删除部分分支后图像，与填补空洞后图像对比如图 5



(a) ours_054_c1.mha



(b) ours_066_c1.mha

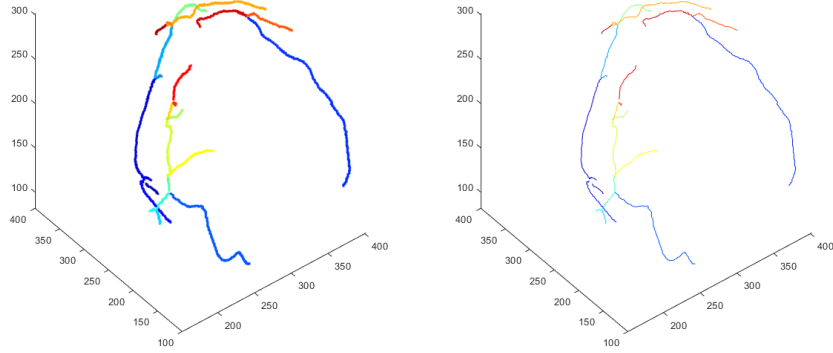
图 5: thin and connected branches

7 中心线分支模型构建

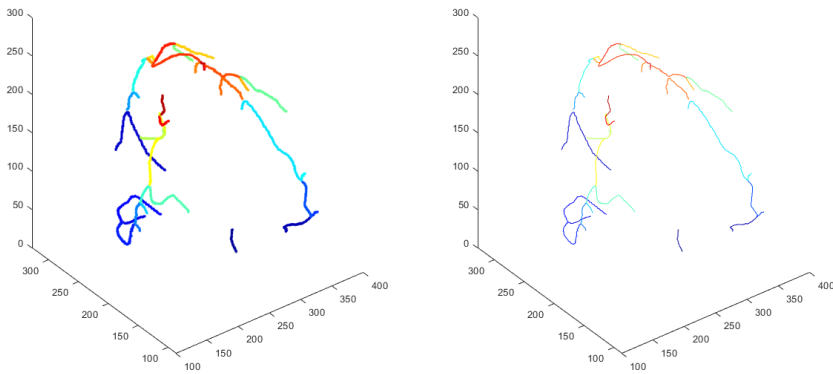
经过以上步骤处理过的中心线，删去分叉点，可得到各个分支。将之前得到的分叉点进行处理，相距较近的分叉点坐标求平均，得到一个唯一的分叉点。对于每个分支，若有分叉点与其端点相距比较近，则将这个分叉点加入其中。

取每个分支的一个端点，作为分支的起点。其相邻的 26 邻域内，属于此分支的下一个点作为分支的第二个点，依此类推，可得到按顺序排列的点集。此点集即为所求结果，可用于绘制曲线图。

各分支散点图与曲线图如图 6所示



(a) ours_054_c1.mha



(b) ours_066_c1.mha

图 6: branch points and line