

去反光算法

本次大作业我调研了两种去反光算法，分别来自两篇文章：

[文献1]

Arnold M, Ghosh A, Ameling S, et al. Automatic segmentation and inpainting of specular highlights for endoscopic imaging[J]. Journal on Image and Video Processing, 2010, 2010: 9.

[文献2]

Meslouhi O, Kardouchi M, Allali H, et al. Automatic detection and inpainting of specular reflections for colposcopic images[J]. Open Computer Science, 2011, 1(3): 341-354.

这两篇文献都放在./paper路径中。

文献1

该方法主要由两部分构成：分割反光区域和反光修复

分割

作者将分割掩膜的生成分为两部分。第一部分采用全局阈值，第二部分则使用局部的统计量进行判别。这样做的目的是：两个掩膜一个能关注到绝对亮度大的像素，另一个能关注到相对亮度大的像素，而实际的反光既有绝对亮度大也有相对亮度大的部分。

全局掩膜

全局掩膜部分，作者分别判断了三类条件：灰度通道、蓝色通道和绿色通道。由于本文针对的是内窥镜医疗图像，因此在这种图像中红色通道通常较亮，不适合直接作为反光阈值判断的依据。其中蓝色通道和绿色通道又在阈值上使用了一个归一化因子，减小色彩饱和度偏移的影响。这个因子的计算是：

$$r_{GE} = \frac{P_95(c_G)}{P_95(c_E)}$$

$$r_{BE} = \frac{P_95(c_B)}{P_95(c_E)}$$

其中灰度通道 c_E 的计算为

$$c_E = 0.2989c_R + 0.5870c_G + 0.1140c_B$$

作者认为，三个阈值条件满足一个就可判定为全局反光。

$$c_G(x_0) > r_{GE} \cdot T_1 \vee c_B(x_0) > r_{BE} \cdot T_1 \vee c_E(x_0) > T_1$$

局部掩膜

局部掩膜部分，作者首先提出了一个“平滑非反光表面色(smoothed nonspecular surface colour)”的概念。作者认为，如果一个像素被预判为反光像素，就可以用一个像素周围的像素值来估计这个非反光表面色。

具体来说，作者首先按照上一节提出的全局阈值方法粗略划定反光区域。不过为了包括最终掩膜，这个区域需要比较大，采用的阈值更小一些。之后，将反光区的不同连通域分开。每个连通域的中心点的“平滑非反光表面色”就是这个连通域的边缘的颜色的均值。反光区域中每个像素的非反光表面色，认为就是离它最近的中心点的非反光表面色。

得到了这样一个表面色的填充图后，作者就使用它和原图进行对比。原图每个通道的亮度和填充图亮度之比作为一个评判标准。

具体来说，作者使用

$$\tilde{\epsilon}_{max}(x) = \max \tau_R(x) \frac{c_R(x)}{c_R^*(x)}, \tau_G(x) \frac{c_G(x)}{c_G^*(x)}, \tau_B(x) \frac{c_B(x)}{c_B^*(x)}$$

作为每个像素的“对比度补偿强度比”(contrast compensated intensity ratio), 这个比例大于某个阈值就判定为是反光。

这里面的三个 τ 是不同通道的修正量，是一个全局的统计值。分子就是原图，分母就是填充图。可以看到，这个设计还是十分巧妙的利用了局部像素信息的。

修复

修复方面，作者使用了以下公式

$$c_{inp}(x) = m(x) \cdot c_{sm}(x) + (1 - m(x)) \cdot c(x)$$

其中 $m(x)$ 是经过平滑的二值掩膜。不直接使用二值掩膜的原因是会产生比较突兀的边界。 $c_{sm}(x)$ 是经过平滑的表面色填充图。平滑方法方面，作者原文中对填充图使用了中值滤波，对掩膜使用了一种基于距离的平滑。

文献2

文献2只提供了分割部分，修复部分我直接借用了文献1的结果。

文献2采取了色彩空间变换的方法。首先，对原图进行预处理，突出反光区域。预处理的方法是，使用因子 $1 - c_S(x)$ 对每个像素进行衰减。其中 $c_S(x)$ 是HSV空间的S通道。

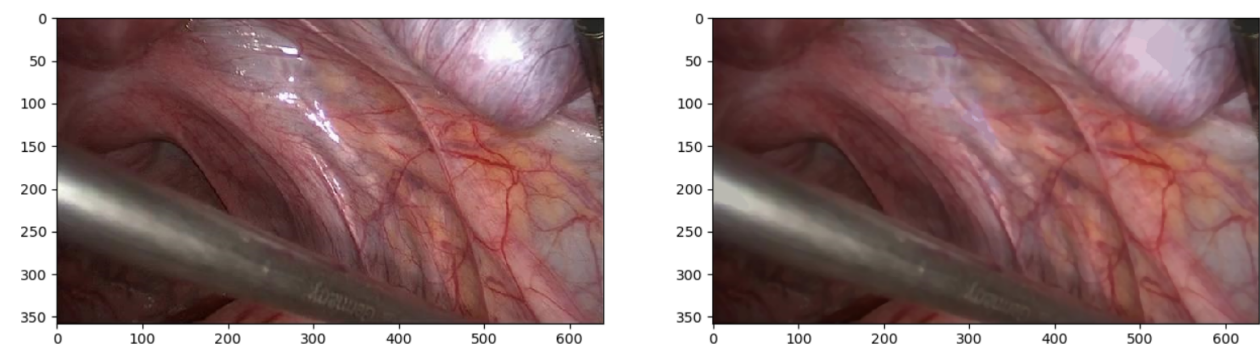
其次，将增强的图片变换到XYZ色彩空间。作者提出一个“颜色y通道”，其值为Y通道和XYZ三通道的和之比。作者认为，只要颜色y通道的值小于Y通道，就可以认定是反光。

代码实现

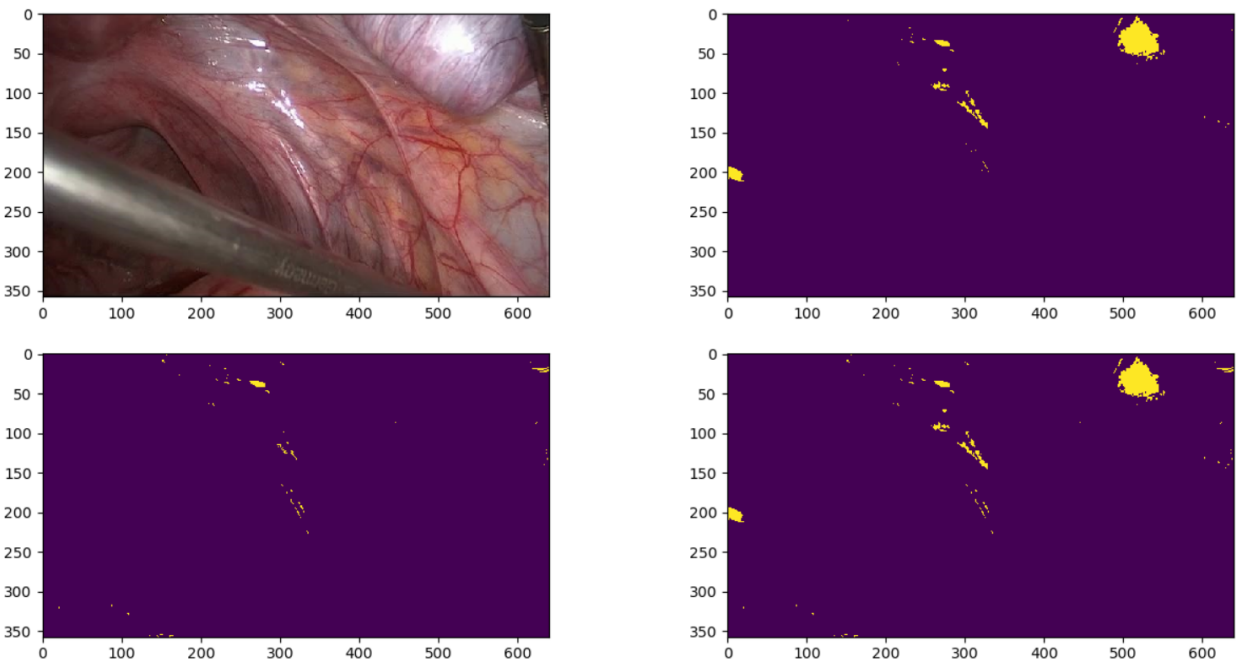
基本按照原文的思路，使用opencv-python实现了两个算法。**为了加快速度，中间所有的计算都使用矩阵运算，尽可能利用并行性提高效率。**

文献1方法的关键步骤效果如下：

- 原图和表面色填充图的对比

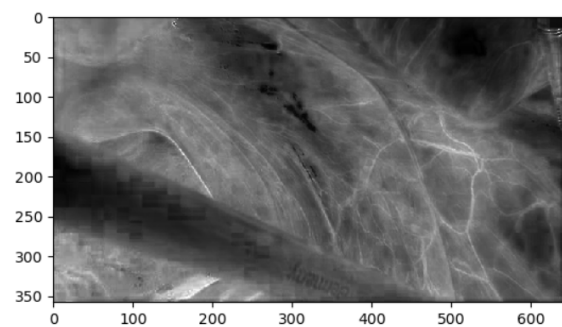
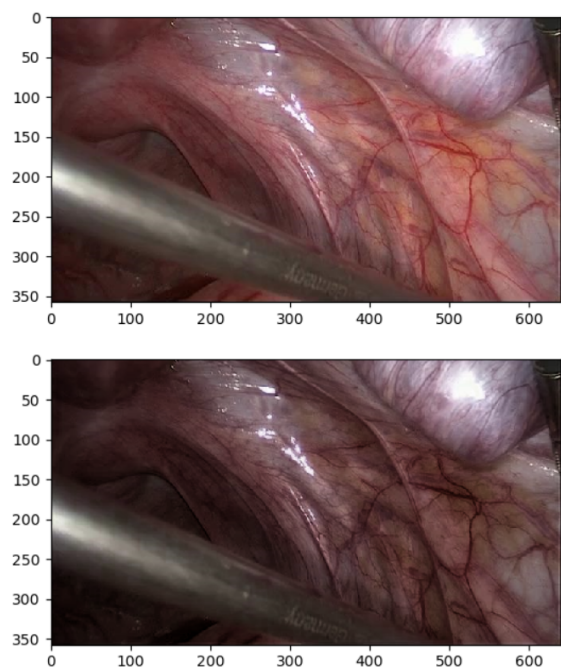


- 原图、全局掩膜（右上）、局部掩膜（左下）、最终掩膜（右下）的对比



文献2方法的关键步骤效果如下：

- 利用S通道进行反光增强（依次是：原图，S通道，增强图）

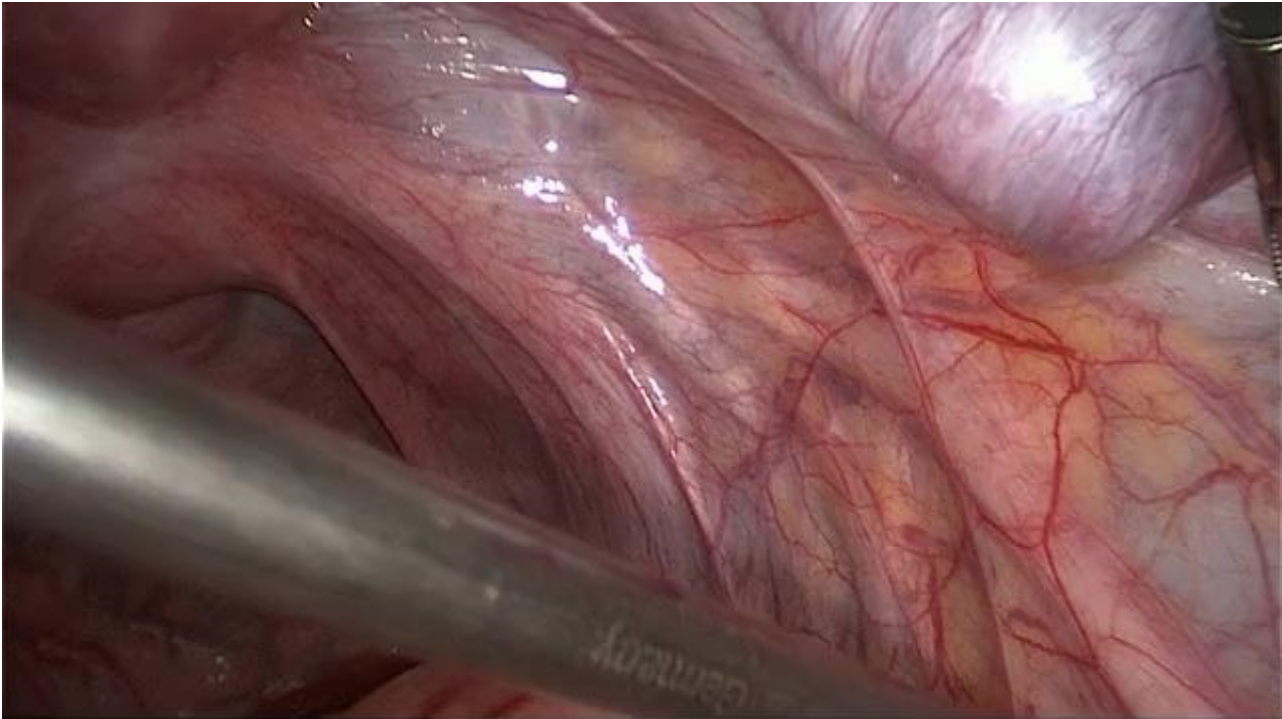


效果对比

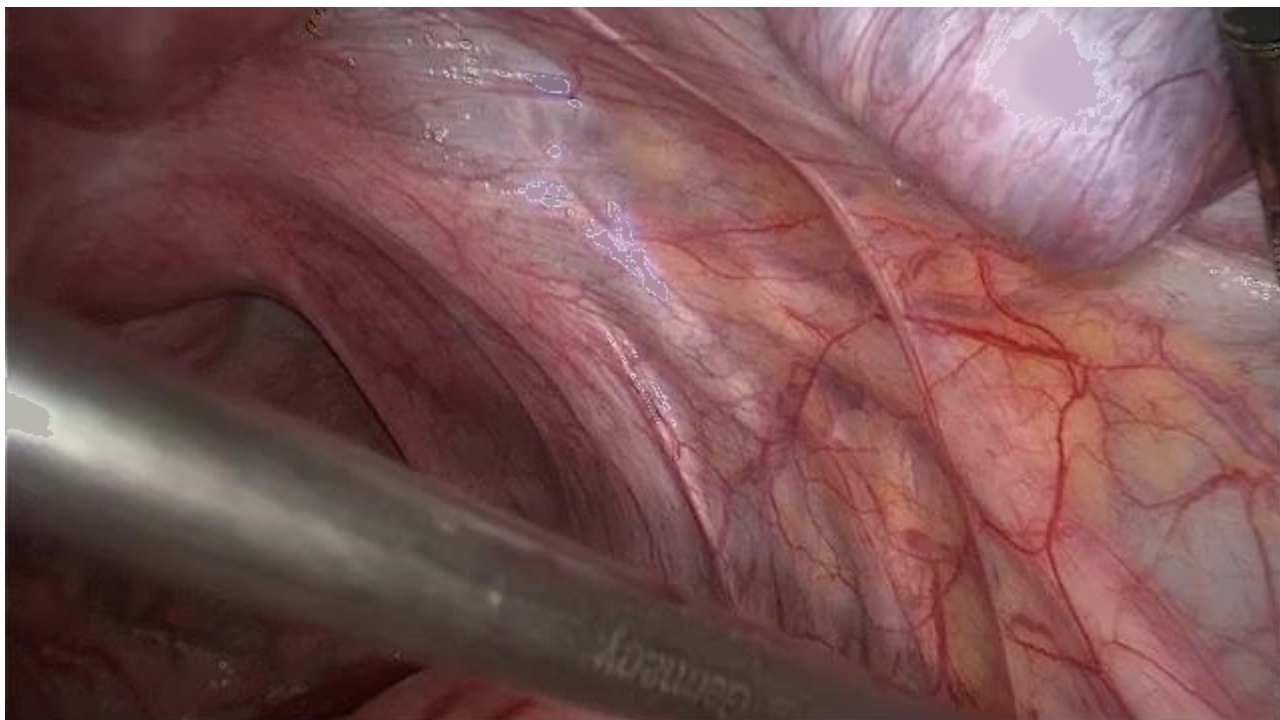
注意：所有结果文件均在res文件夹中

此处以第一张图片为例

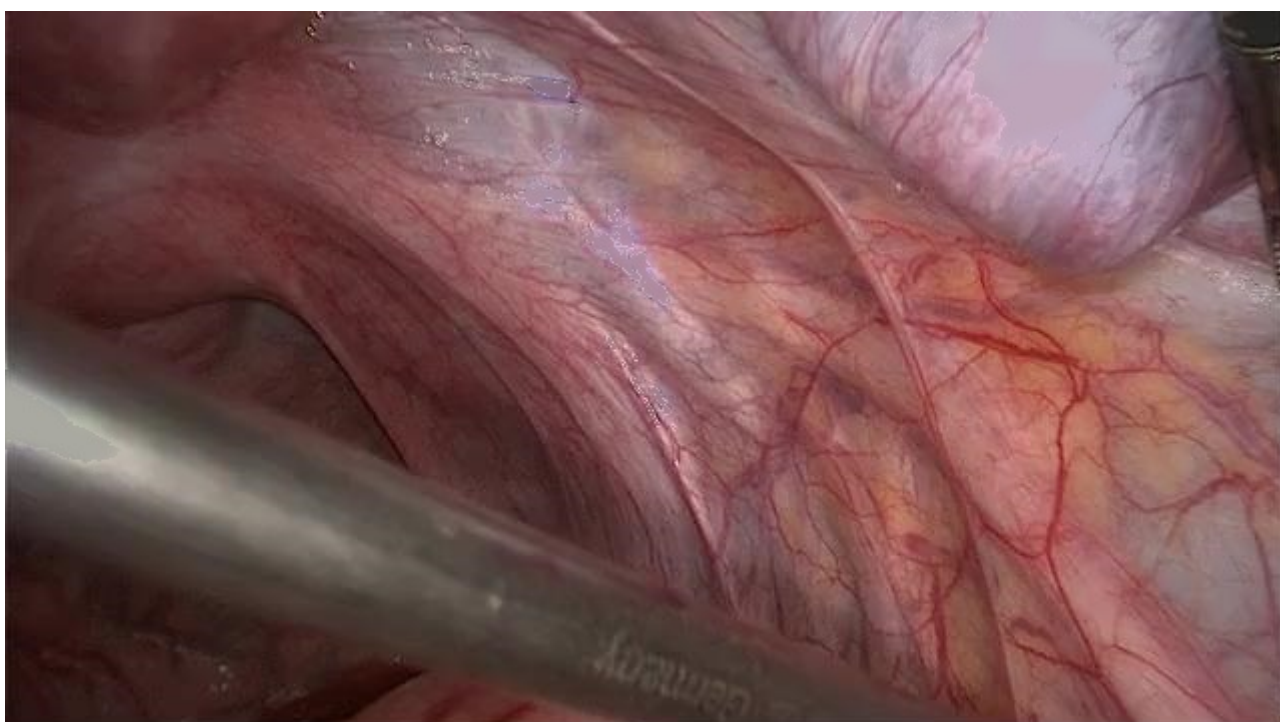
- 原图



- 方法1



- 方法2



可以看到，反光基本上完全去除。填补的颜色来看，方法2更加自然，但方法1的填补区域更小，更为忠实原图。

由于这两种方法都是针对内窥镜医学图像提出的，因此使用在非医学图像的效果并不尽如人意。

代码运行

```
python Remove.py
```