

# 《数字图像处理》小作业 3 空域图像增强

2015011443 陆逸文

## 1 题目 1 背景虚化

### 1.1 预处理

首先,通过画图板软件手动标定前景物体的边缘(包括球员、足球、倒影),在 `bobby_annotated.bmp` 中用红线表示。其次,在 `extractForeground.m` 中,通过 `flood fill` 方法分割出前景,以 0/1 矩阵的形式存储到 `is_foreground.mat` 中。前景分割程序的输出如图 1 所示,其中的三幅子图分别表示手工标定的轮廓、二值化后的轮廓、分割出的前景。

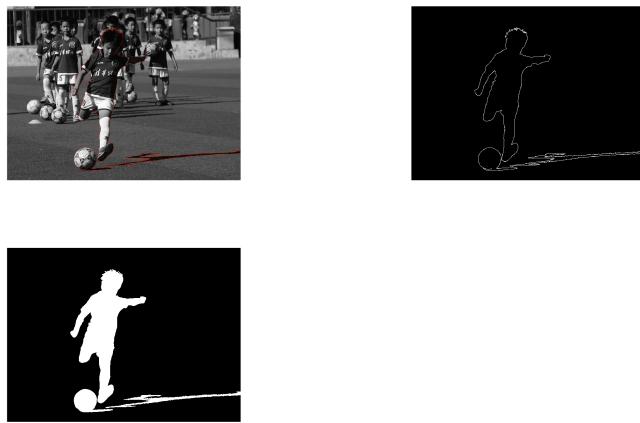


图 1: 前景分割程序的输出

## 1.2 背景虚化（版本一）

在 `backgroundBlur_v1.m` 中，分别使用  $3 \times 3, 5 \times 5, 7 \times 7, 9 \times 9, 15 \times 15, 25 \times 25$  的滤波器，对背景进行均值滤波并保持前景不变，得到结果如图 2 所示。



图 2：不同尺寸滤波器得到的背景虚化结果

## 1.3 结果讨论（版本一）

从图 2 可以看出，滤波器越大，背景虚化效果越强。但处理后的图片仍存在一些问题（以  $9 \times 9$  的滤波器处理所得图像为例，如图3所示）：

1. 前景与背景的分界处不自然（以倒影周围尤为明显）
2. 近景（特写的球员附近的草地）和远景（背景球员及其身后的场景）被相同程度地虚化，不够自然
3. 图像边缘处未被均值滤波处理，出现明显的边框

滤波器越大，上述的问题越明显。

针对第一个问题，可以用一个尺寸适中的滤波器对前景的边缘作平滑处理；针对第二个问题，可以针对人对图像的理解大致估计景深从而采用不同尺寸的滤波器；对于第三个问题，可以对图像边缘作填充处理。



图 3:  $9 \times 9$  滤波器背景虚化结果

## 1.4 背景虚化（版本二）

在上述讨论的基础上改进算法，为图像中的每个像素点确定一个滤波器尺寸，规则如下：

1. 前景部分滤波器尺寸为取 1 （即不进行均值滤波）
2. 背景部分
3. 图4中红色水平线以上部分视作远景，滤波器尺寸取 9
4. 图4中红色水平线以下部分视作近景，红色水平线处滤波器尺寸取 9，图片最下部滤波器尺寸取 1，中间进行线性插值
5. 在之前两条的基础上，前景边界部分（定义为自身和  $N_4$  内同时存在前景和背景像素的像素点）的滤波器尺寸由其自身  $N_8$  内各像素原来的滤波器尺寸作均值滤波得到

完成上述计算后所有滤波器尺寸舍入到最近的奇数。

此外，对图像边缘之外的部分按照图像边缘最近处的灰度值进行填充。



图 4: 近景和远景的分界线

## 1.5 结果讨论（版本二）



图 5: 版本二背景虚化结果

结果如图5所示。可以看到，图像边缘和前景边缘较之前的结果更加平滑，且近处的草地仍然清晰可见、更加接近实际。

仍可进一步改进之处：对背景物体（如背景中的球员）进行更加细化的标注、构建出更加精细的景深信息，使结果更加自然。

## 1.6 程序文件说明

- `hw3_1/extractForeground.m`: 根据手工标定的轮廓线生成前景矩阵，存储到 `is_foreground.mat` 中；两个版本均须最先运行此文件
- `hw3_1/getFilterSizes.m`: 根据预生成的前景矩阵 `is_foreground.mat`，建立像素坐标到滤波器尺寸的映射矩阵，存储到 `filter_size.mat` 中；版本二须运行此文件

- `hw3_1/backgroundBlur_v1.m`: 背景虚化版本一, 根据 `is_foreground.mat` 进行背景虚化
- `hw3_1/backgroundBlur_v2.m`: 背景虚化版本二, 根据 `is_foreground.mat` 和 `filter_size.mat` 进行背景虚化

运行步骤:

- 版本一:
  - `extractBackground`
  - `backgroundBlur_v1`
- 版本二:
  - `extractBackground`
  - `getFilterSizes`
  - `backgroundBlur_v2`

## 2 题目 2 直方图均衡

### 2.1 结果讨论

对四张给定图片的直方图均衡结果如图6所示, 其中第一、第二、第三行为直方图均衡后的图像、原始直方图、均衡后的直方图。

可以看到, 原来亮度和对比度各不相同的四张图片经过直方图均衡之后外观大致相同, 均衡后的直方图也较为均匀。但均衡后的直方图仍存在差异: 若原图中某个灰度值的频数较高, 均衡后对应的新的灰度值频数必然仍然较高。

### 2.2 程序文件说明

- `hw3_2/hw3_2.m`: 直方图均衡函数及处理给定图片的代码, 直接运行即可

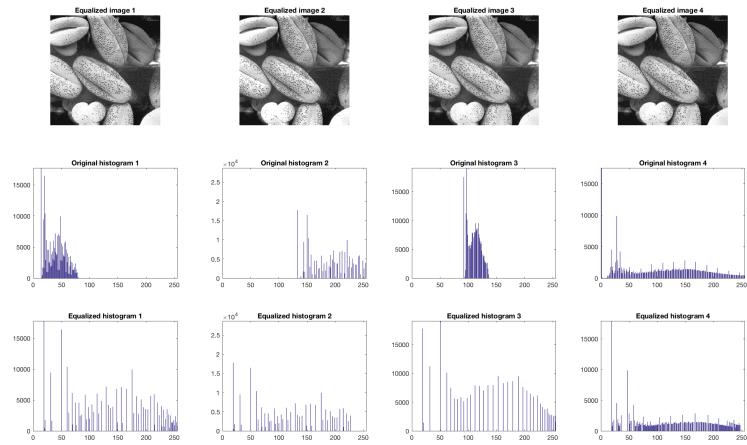


图 6: 直方图均衡结果