

# 电子科技大学

## 实验报告

学生姓名：蔡与望      学号：2020010801024      指导教师：徐行

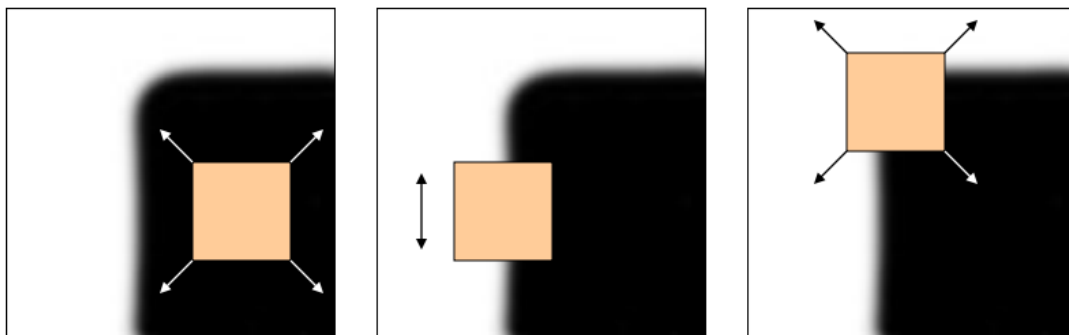
### 一、实验项目名称：局部特征匹配

### 二、实验原理：

#### 2.1 兴趣点检测

在图像过滤中，我们可以用高通滤波检测出图像的边界。再进一步，我们可以在边界上检测出角点——这些点就叫特征点（兴趣点）。

所以，兴趣点的检测，实际上就是角点的检测。其基本思路是，角点在四个方向上都有较剧烈的变化。



Harris 角点检测法就是一种有效的角点检测方法。其步骤如下：

1. 求图像在  $x$  和  $y$  两个方向上的偏导。
2. 使用下式计算矩阵  $M$ 。

$$M = \sum w(x, y) \begin{bmatrix} I_x I_x & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y I_y \end{bmatrix}$$

3. 使用高斯滤波，平滑处理矩阵  $M$ 。
4. 使用下式计算角点响应。

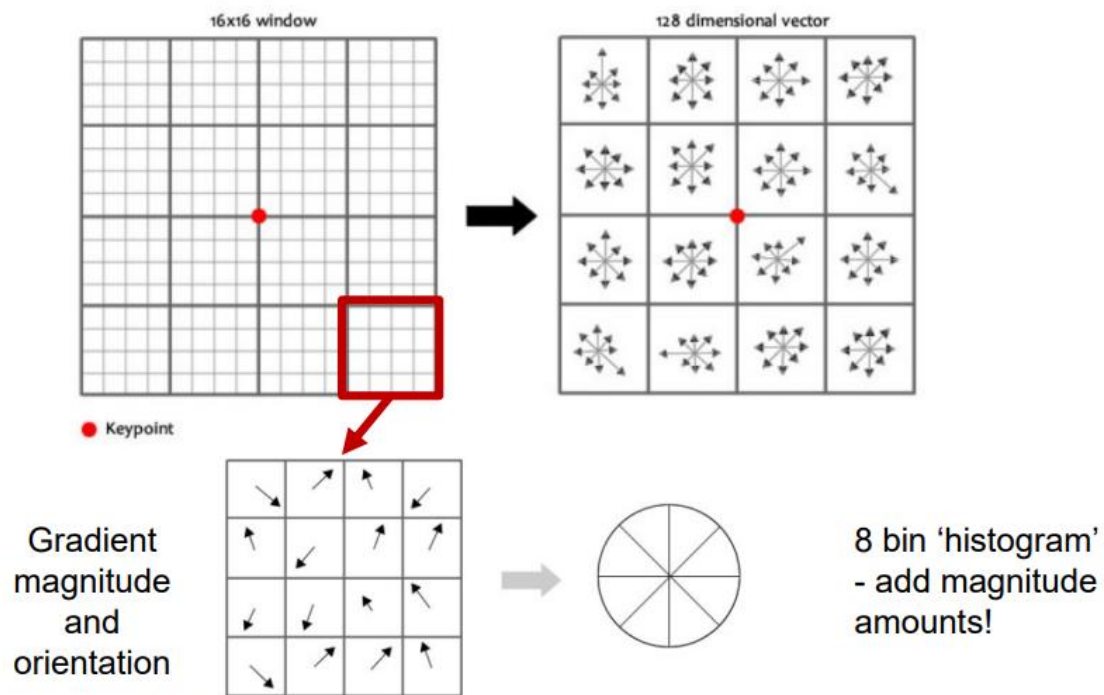
$$C = \det(M) - \alpha \text{trace}(M)^2$$

5. 挑选出响应值高于指定阈值的角点。
6. 进一步挑选出这些角点的局部最大值。

## 2.2 特征提取

仅仅是检测出兴趣点，还不足以做特征匹配。我们需要进一步刻画出这个兴趣点的局部特征。**SIFT** 算法就是一种十分流行的特征提取方法，其主要步骤如下：

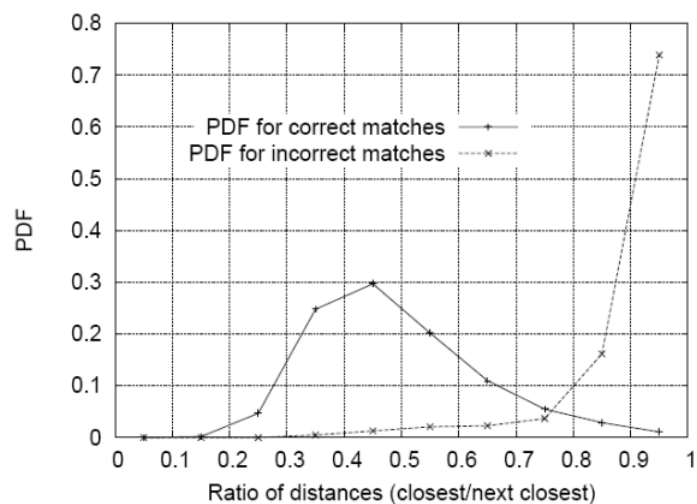
1. 在兴趣点周围提取出一块 16x16 的区域，分为 16 个 4x4 的格子。
2. 为每个格子计算梯度直方图。
3. 扁平化直方图为 1-D 向量，作为这个兴趣点的特征表示。



## 2.3 特征匹配

在提取特征后，就可以对相似的特征进行匹配。特征匹配采用 NNDR (Nearest Neighbor Distance Ratio) 算法，其基本思路有两条：

1. 计算特征向量间的欧氏距离，距离相近的说明特征类似。
2. 最近邻居距离除以第二近邻居距离的比例越接近 1，越有可能错误匹配。



### 三、实验目的：

1. 掌握 Harris 兴趣点检测的原理和方法。
2. 掌握 SIFT 特征提取的原理和方法。
3. 掌握 NNDR 特征匹配的原理和方法。

### 四、实验内容：

实现对 SIFT 特征的具体细节理解和简单的距离计算。关键技术：Harris 兴趣点提取->基于 SIFT 的特征描述->特征匹配。

### 五、实验步骤：

1. 编写函数，实现 Harris 角点检测法。
2. 编写函数，实现 SIFT 特征提取法。
3. 编写函数，实现 NNDR 特征匹配法。
4. 在多组图片上可视化测试特征匹配效果。

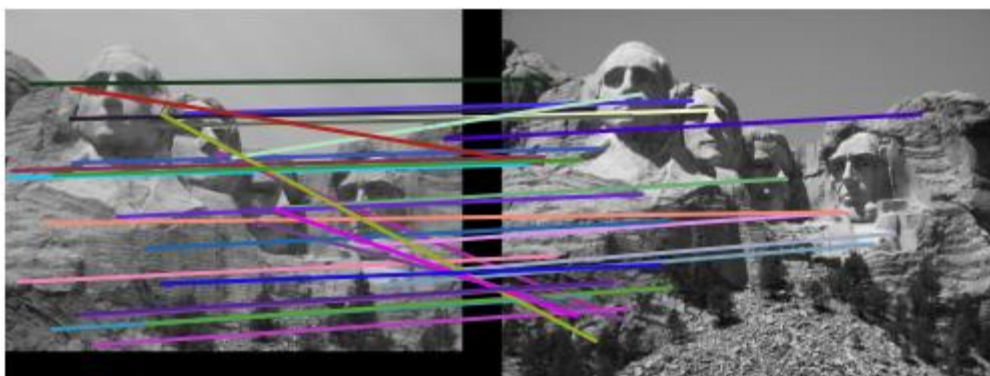
### 六、实验数据及结果分析：

代码见 package/feature.py。

实验使用 MountRushmore 数据集的两幅图像，分别检测出了 490 和 599 个兴趣点。



经过特征提取和匹配后，显示置信度最高的 30 组匹配。



与标准的匹配数据进行对比，有 124 组匹配正确，2 组匹配失败，精确率 98%。

```
124 good matches, 2 bad matches.  
Precision: 98.41%  
Accuracy (top 100): 98%
```

## 七、实验结论：

从匹配的可视化结果中可以看出，匹配的连线基本都是水平的，两个端点也基本都指向同一个像素。同时，与标准集对比的精确率也几乎接近 100%。这说明实验编写的特征匹配代码能够满足所有实验要求，实验成功。

## 八、总结及心得体会：

通过本实验，我了解了 Harris 角点检测、SIFT 特征提取和 NNDR 特征匹配的原理和方法。同时，我也认识到，这一套流程的背后，其实就是向量化+计算距离的经典思路。

## 九、对本实验过程及方法的改进建议：

无。

报告评分:

指导教师签字: