



# 机器视觉

## 实验报告

专业名称	自动化
学生姓名	孔昭宁
学 号	14031259
任课老师	张宝昌

2017 年 6 月 23 日

## 1 实验目的

- (1) 了解立体视觉的目的和意义
- (2) 掌握立体视觉的基本原理
- (3) 掌握立体匹配的基本方法

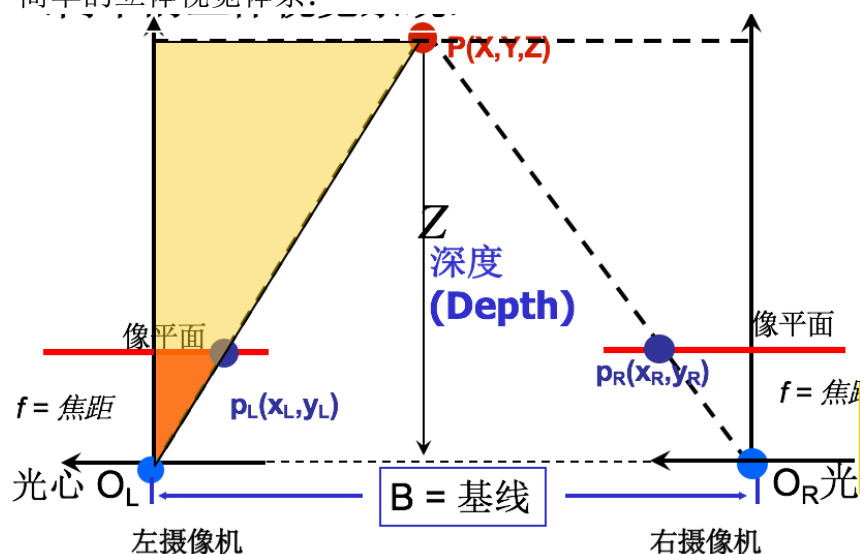
## 2 实验原理

### 1. 双目立体视觉基本原理：

双目立体视觉是基于视差，由三角法原理进行三维信息的获取，即由两个摄像机的图像平面（或单摄像机在不同位置的图像平面）和被测物体之间构成一个三角形。已知两摄像机之间的位置关系，便可以获取两摄像机公共视场内物体的三维尺寸及空间物体特征点的三维坐标。双目立体视觉系统一般由两个摄像机或者由一个运动的摄像机构成。

### 2. 视差与图像深度的关系：

如图是一简单的立体视觉体系：

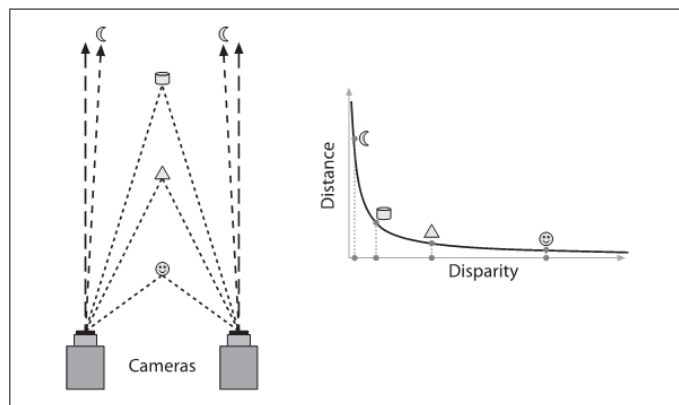


经过几何推导可以得到：

$$Z = \frac{Bf}{x_L - x_R}$$

其中， $x_L - x_R$ 成为视差。

视差与深度成反比关系，其关系曲线如下：



### 3. 实验基本算法

#### (1) 魔方

对于魔方的图片，采用的是基于相关性的匹配。相比于基于特征的匹配，基于相关性的匹配虽然对光照等因素更佳敏感，并且计算量较大，但是可以获得稠密的深度图，不需经过插值计算即可得到整幅深度图。

本实验基本算法的伪代码如下：

```

for each row,  $k$ 
  for  $j = D$  to  $w$ 
     $c_{min} = \infty$ 
    for  $d = 0$  to  $D$  // check each possible disparity
       $c(d) = f(I_1(j, k), I_2(j-d, k))$ 
      if  $c(d) < c_{min}$  then
         $d_{best} = d$ 
         $c_{min} = c(d)$ 
     $disp(j, k) = d_{best}$  // Save best  $d$  value
  
```

其中，函数  $f$  为损失函数。在本实验中，采用了两个窗口间之差的绝对值作为损失函数：

$$f(I_1(j, k), I_2(j, k)) = \sum_{-w \leq p \leq +w, -w \leq q \leq +w} |I_1(j+p, k+q) - I_2(j+p-d, k+q)|$$

根据具体所匹配的图片调节窗口的大小，以达到最优效果。

$D$  为图中视察的最大值，根据具体所匹配的图片进行选取。 $disp$  矩阵为最终生成的深度信息。

在实际实验中注意到，按照上述伪代码所编写的程序不但计算量大，还会因微小的噪声产生较大的误差。因此，在实验中加入了阈值：若损失函数小于一定值，则认为匹配成功。加入阈值对于匹配的过程，尤其是背景部分的匹配，能够显著提升性能并提高准确率，也减少了生成的深度图像的噪声。

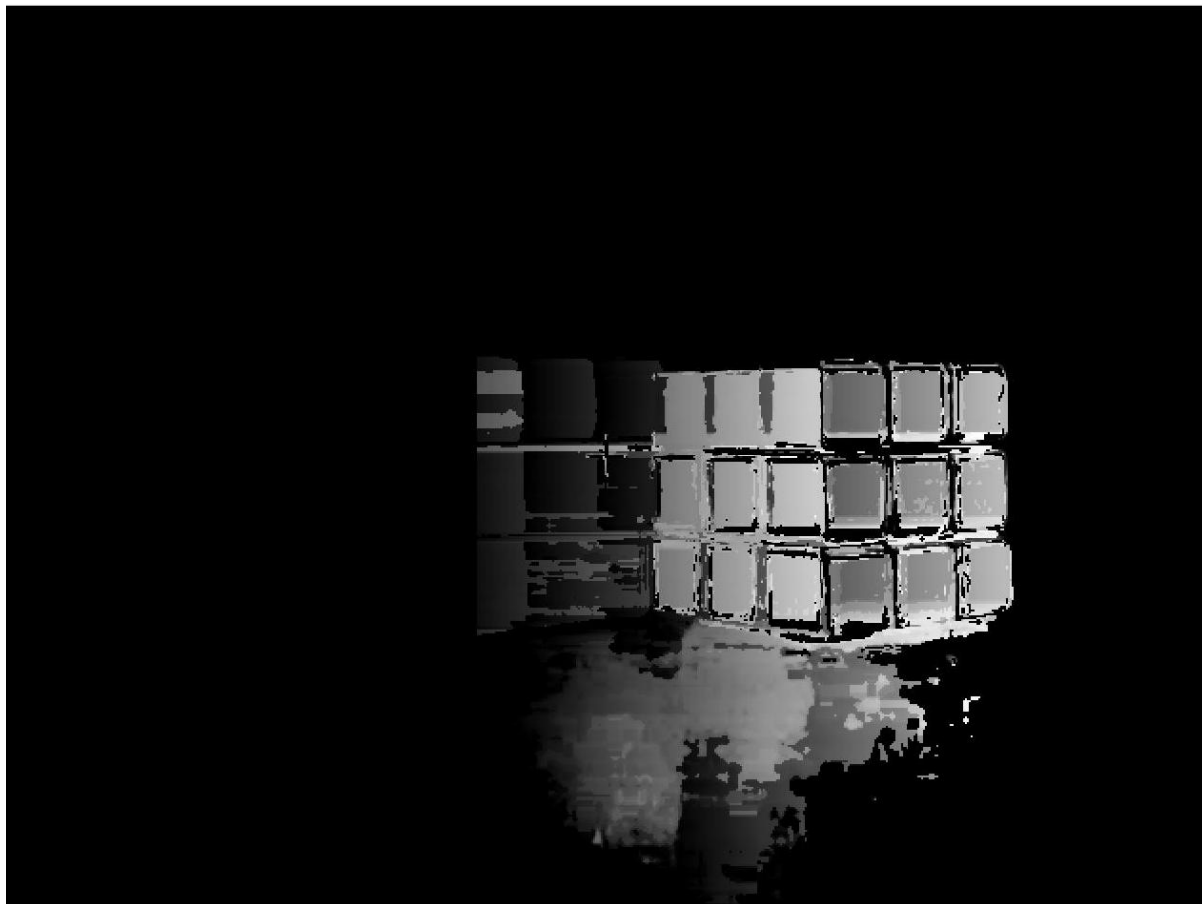
#### (2) 虾

对于虾的图像，由于其图像纹理较为复杂，因此采用了 SIFT 进行了特征提取和匹配后，通过所匹配得到的特征之间的视察，根据插值得到了深度图像。

### 3 实验结果及分析

#### 1. 魔方

对给定的魔方图片进行处理，取窗口大小为  $2 \times 3$ ，最大视差  $D$  为 250，得到的结果如下：



可见，该算法较好地得到了魔方的深度信息。

然而，可以发现图中依然有较多的噪声存在。经过分析可以得到噪声由以下原因导致：

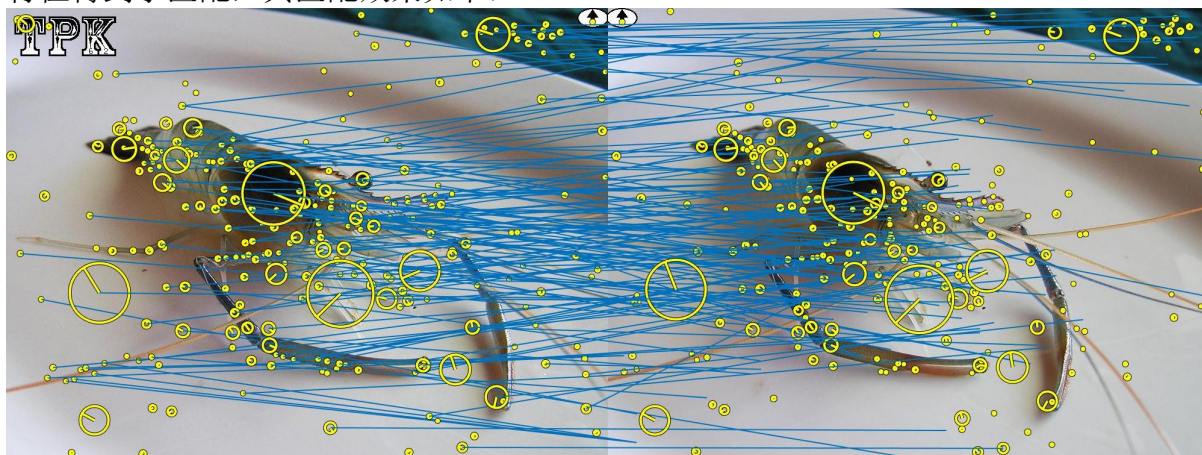
- 1) 魔方下侧的噪声是由于两幅图中模仿下侧光照有较大的不同导致。若采用基于特征的匹配方法可以消除此噪声。
- 2) 魔方左侧的噪声是由于算法本身导致。当算法扫描至左图中的背景时，若右图中对应位置为魔方，则需要向左扫描至背景处才能达到匹配，因此导致了一定的噪声。

#### 2. 虾

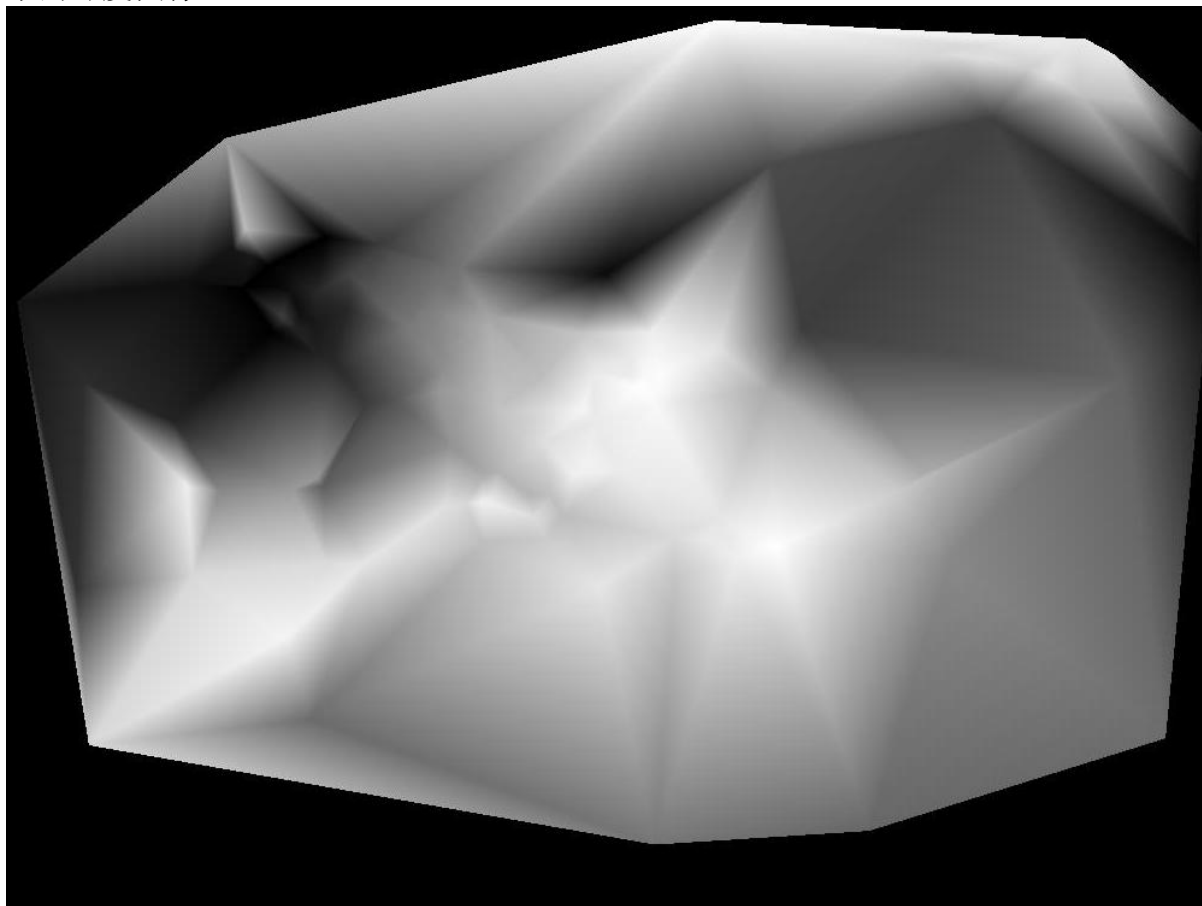
对给定的虾图片进行处理，使用 SIFT 算法在左右两幅图中进行了特征提取，在左图中得到了 1462 个特征，在右图中得到了 1433 个特征，其中成功进行了匹配的特征有 297 个。

观察实际的匹配可以发现，绝大多数特征都得到了正确的匹配，但有少部分的特征匹配错误。

由于产生两幅图像的两个摄像机水平摆设，因此匹配的两个特征应具有相近的纵坐标，据此可以去除掉部分错误匹配的特征。去除掉错误匹配的特征后，共有 156 个特征得到了匹配，其匹配效果如下：



对于每一个所匹配的特征，根据其在两幅图上位置的差异，经过插值后，生成如下的深度图像：



如图可以观察发现，有虾存在的位置具有较高的灰度值，表明其距离摄像机的距离更近。

---

### 3 实验总结

本次试验中，我通过独自编写基于相关性的视差提取算法，明白了视差与图像深度的关系，对立体视觉的原理有了更加深入的理解。对魔方的图像利用自己编写的算法进行了处理，通过不断调整参数，得到了不错的效果。

对于虾的图像，我通过调用 SIFT 算法对图上特征进行匹配后，通过矩阵插值得到了深度图像。对于虾的图像，通过 feature-based 匹配的方法，效果要优于通过 correlation-based 匹配的方法。

通过对实验结果进行分析，发现基于相关性的视差提取具有不需插值、易于编写的特点。但是，相比于基于特征的匹配，基于相关性的匹配对光照较敏感，对计算量要求更高，精度不够理想。通过特征进行匹配具有更高的精度。