

作业 4：利用双目图像计算深度

学号：19049100002 姓名：张泽群 任课老师：李宇楠 课程号：CS205201

1. 实现概要

1.1 编程语言

使用matlab(2021b)实现.

1.2 实现步骤

- (1) 利用 Matlab 提供的 disparity 函数，尝试不同参数，获取视差图。
- (2) 此基础上按照课上讲的公式求解深度图。

2. 利用disparity函数获取视差图

2.1 简介

disparity

(Not recommended) Disparity map between stereo images

R2021b

[collapse all in page](#)



disparity is not recommended. Use [disparityBM](#) or [disparitySGM](#) instead. For more information, see [Compatibility Considerations](#)

由于disparity函数在R2021b中不被推荐，因此我选用了disparityBM和disparitySGM函数，分别运用块匹配技术和半全局匹配技术，两者一起生成视差图，并进行对比测试。

2.2 计算与处理过程

disparitySGM和disparityBM的主要参数为DisparityRange和UniquenessThreshold，另外BM的主要参数BlockSize=15，其余参数都运用了缺省值。

DisparityRange — Range of disparity [0 128] (default) | two-element vector

视差范围，由“DisparityRange”和形式为[MinDisparity MaxDispersion]的两元素向量组成。

对于宽度为N的输入图像，MinDisparity和MaxDisparence必须是范围（-N，N）内的整数。MaxDisparence和MinDisparity值之间的差值必须可以被8（BM为16）整除，并且必须小于或等于128(BM为256)。视差范围的默认值为[0 128]。

UniquenessThreshold — Minimum value of uniqueness 15 (default) | non-negative integer

唯一性阈值，指定为由“UniquenessThreshold”和非负整数组成的逗号分隔对。

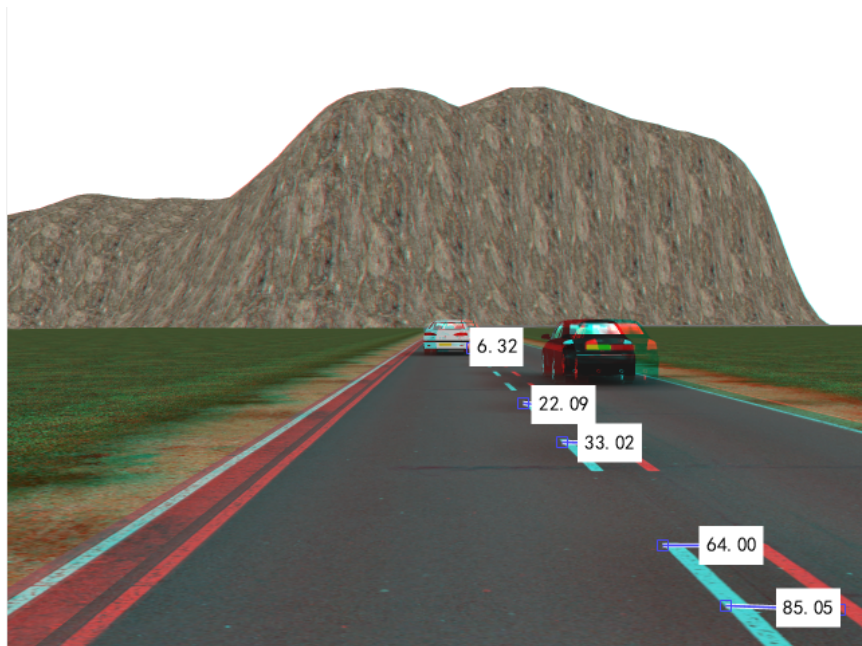
该函数将像素的估计视差值K标记为不可靠，如果：

$V < V \times (1 + 0.01 \times \text{唯一性阈值})$ ，

其中V是与视差值K相对应的汉明距离。V是整个视差范围内的最小汉明距离值，不包括K、K-1和K+1。

增加UniquenessThreshold的值会导致更多像素的视差值被标记为不可靠。若要禁用唯一性阈值的使用，请将此值设置为0。

我首先计算了视差范围这一参数，通过显示双目视觉图，并在matlab图像工具中测定最小视差距离和最大时差距离，最终确定BM的视差范围为[0 96] (因为必须被16整除)，SGM的的视差范围为[0 88]。



第二我测试了唯一性阈值参数，此参数会将一些像素定义为不可靠像素，使得其在生成的视差图中出现NAN的点。我测试了多种阈值参数，其中阈值=15的时候出现的图像效果最明显，而若禁用唯一性阈值（取0）则是能显示出如PPT上的轮廓的效果，但由于图像是一条道路，深度是渐进的，因此如图是一个由白到黑的面，视觉效果不是很明显，所以在展示图像中用了阈值=15的图。这两种效果我都进行了实现，详见'结果图'。

2.3 实现以及参数选取

注：读取图像并计算时差范围

```
clc;
clear all;

%% 读取图片,显示双目视觉图
I_left = imread('LIma-000023.png');
I_right = imread('RIma-000023.png');

A = stereoAnaglyph(I_left,I_right);
figure(1)
imshow(A)
title('Red-Cyan composite view of the rectified stereo pair image')
```

注：利用disparityBM和disparitySGM函数获取视差图，参数在2.2中和以下代码中均可见（阈值为0和15，以下展示15）

```
%% 利用 Matlab 提供的 disparity 函数获取视差图
I_left = rgb2gray(I_left);
I_right = rgb2gray(I_right);

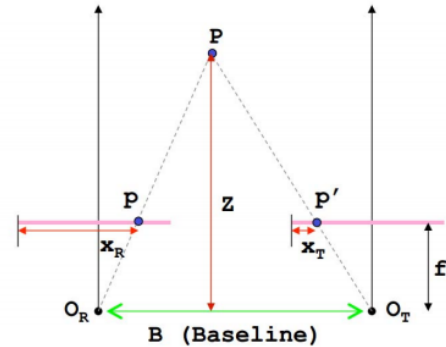
% 利用 disparitySGM 函数,测试
disparityRange = [0 88];
disparityMap =
disparitySGM(I_left,I_right,'DisparityRange',disparityRange,'UniquenessThreshhold',15);
figure(2)
imshow(disparityMap,disparityRange)
title('视差图 SGM')
colormap jet
colorbar

% 利用 disparityBM 函数,测试
disparityRange_BM = [0 96];
disparityMap_BM =
disparitySGM(I_left,I_right,'DisparityRange',disparityRange_BM,'UniquenessThreshold',0,'BlockSize',15);
figure(3)
imshow(disparityMap_BM,disparityRange_BM)
title('视差图 BM')
colormap jet
colorbar
```

3. 计算获得深度图

3.1 原理与计算过程

我们假设 P 为空间中的一点, O_R 为左边摄像头的光心, O_T 为右边摄像头的光心, 摄像头的焦距为 f (光心到成像平面的距离), 成像平面在图中用粉色线表示, B 表示两个摄像头光心之间的距离, 也称为基线, P 在左右两个摄像机成像平面上的成像点分别为 p 与 p' , x_R 与 x_T 为成像点的水平方向的距离 (通常我们得到的是像素坐标系下的 x 坐标, 其单位为像素, 因此需要转换为实际的物理长度, 涉及到坐标系的转换问题), Z 就是我们要求的深度。



$$\frac{B}{Z} = \frac{B - (x_R - x_T)}{Z - f} \Rightarrow Z = \frac{B \cdot f}{x_R - x_T} = \frac{B \cdot f}{D}$$

$D = x_R - x_T$, 也就是我们通常所说的视差 (disparity)

利用公式 $Z = \frac{B \cdot f}{D}$ 进行计算, 其中由题目所给参数, $B=0.5\text{m}$, $f=0.007\text{ m}$, 图像的 x 方向像素大小为 $4.8\text{ }\mu\text{m}$, 而视差图是以像素为单位的, 因此我们统一单位使得 D 成为以 m 为单位的视差, 则 $D = \text{disparityMap} * 0.0000048\text{ m}$ 。

3.2 实现以及结果

注: 分别用两个函数生成的视差图进行了求解, 图像运用了色彩梯度展示, 视觉效果较好

由于后边山的部分的深度值过大, (可能是距离过大导致视差图值较小) 在灰度图中显示的不是很明显, 因此我加入了后处理步骤, 使得深度值较大而不是 inf 的值变为在灰度显示范围内的值, 使得彩色图中山的轮廓得以显现。

```
%% 求解深度图
[H,W]=size(disparityMap);
f = 7; % 焦距为7 mm
B = 500; % 基线为 500 mm

% 计算深度图
Z = ones(H,W);
Z = Z.*(B*f/4.8);

Z_BM = Z./disparityMap_BM;
Z_SGM = Z./disparityMap;

% 后处理步骤, 为了让深度值过大但不是无穷的点显现
for i=1:H
    for j=1:W
        if Z_SGM(i,j)<=900 && Z_SGM(i,j)>85
            Z_SGM(i,j)=85;
        end
    end
end
```

```

        if Z_BM(i,j) <= 900 && Z_BM(i,j) > 93
            Z_BM(i,j) = 93;
        end
    end
end

showRange = [0 88];

% 突出对比，显现彩色图
figure(5)
imshow(88-Z_SGM, showRange);
title('深度图 SGM')
colormap jet
colorbar

figure(6)
imshow(96-Z_BM, disparityRange);
title('深度图 BM')
saveas(gcf, '深度图BM', 'png'); % 并保存结果图像
colormap jet
colorbar

```

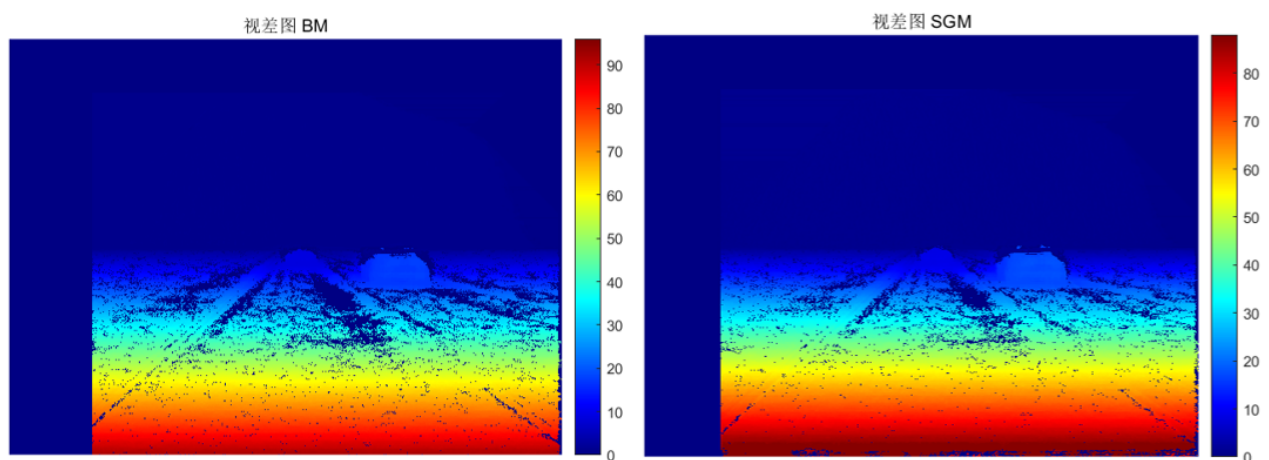
4. 实验结果及最终分析

4.1 实验结果

实验最终结果如下图所示：

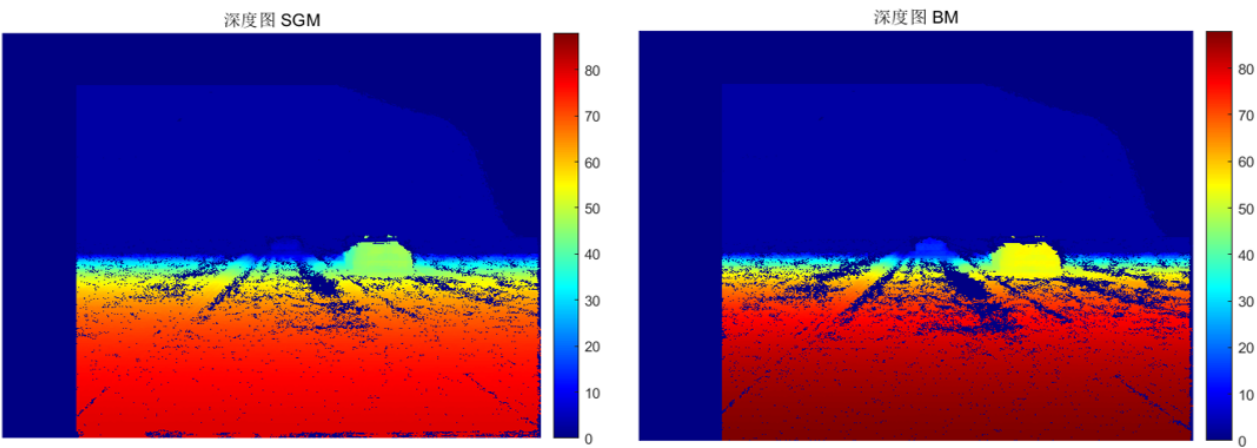
1. 视差图（色彩梯度版）

SGM，BM方法对比，此时唯一值阈值=15，效果近似

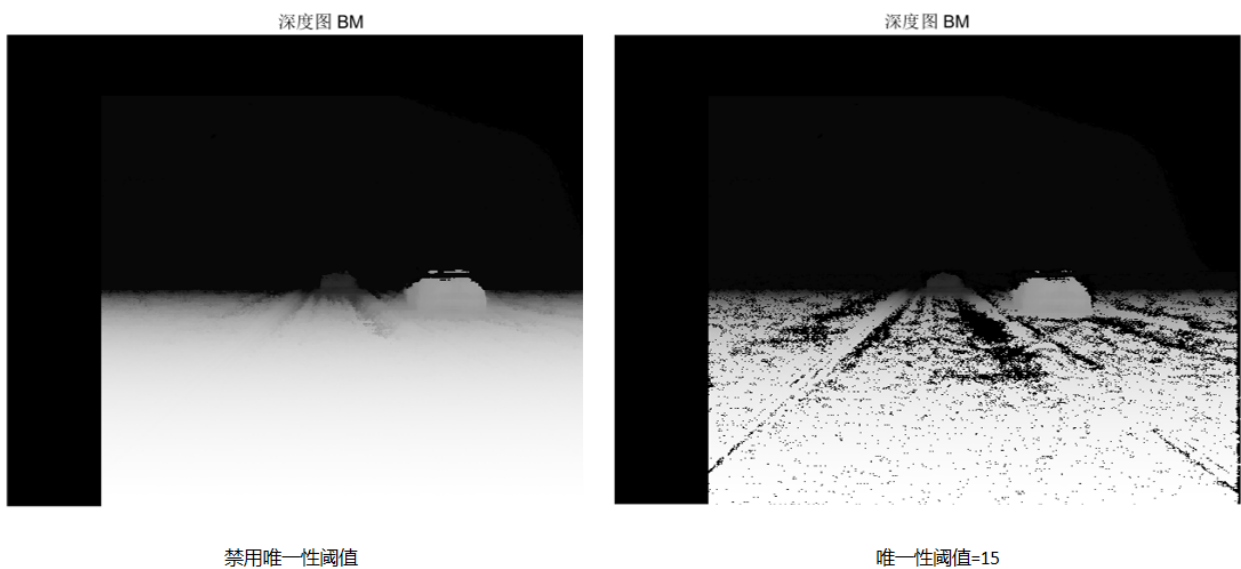


2.深度图 （色彩梯度版）

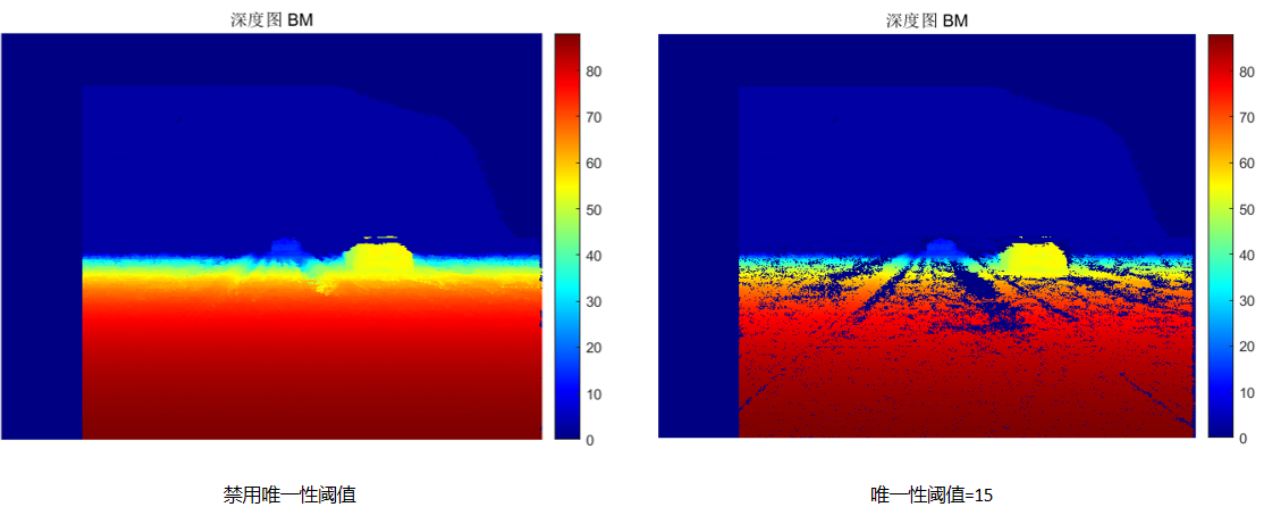
SGM, BM方法对比, 此时唯一值阈值=15, 最终选用BM版本。



3.最终选择的深度图



用彩色图显示更为清晰:



4.2 最终分析

分析：1.由于最终结果右图唯一性阈值这一属性没有禁用，所以深度图不像课程ppt上的深度图为完整轮廓的深度图，而是存在一些不可靠的噪点。

2.由于matlab函数disparity函数生成的视差图选择的是左右图重合的部分，因此存在一部分是图是空缺的（如下图左边纯黑部分）。

3.由于山的那一部分深度值过大，在灰度图中显示的不是很明显。

4.由于图像是一条道路，深度是渐进的，因此如图是一个由白到黑的面。

总体而言，可能是因为该图像是合成的缘故，对后面山体的深度计算效果不是很好，但总体完成度可以。

5. 源程序附录

1. Main.m （主程序）

```
clc;
clear all;
%% 读取图片,显示双目视觉图
I_left = imread('LIma-000023.png');
I_right = imread('RIma-000023.png');

A = stereoAnaglyph(I_left,I_right);
figure(1)
imshow(A)
title('Red-Cyan composite view of the rectified stereo pair image')

%% 利用 Matlab 提供的 disparity 函数获取视差图
I_left = rgb2gray(I_left);
I_right = rgb2gray(I_right);

% 利用 disparitySGM 函数,测试
disparityRange = [0 88];
disparityMap =
disparitySGM(I_left,I_right,'DisparityRange',disparityRange,'UniquenessThreshhold',15);
figure(2)
imshow(disparityMap,disparityRange)
title('视差图 SGM')
colormap jet
colorbar

% 利用 disparityBM 函数,测试
disparityRange_BM = [0 96];
```

```

disparityMap_BM =
disparitySGM(I_left,I_right,'DisparityRange',disparityRange_BM,'UniquenessThreshold',0,'BlockSize',15);
figure(3)
imshow(disparityMap_BM,disparityRange_BM)
title('视差图 BM')
colormap jet
colorbar

%% 求解深度图
[H,W]=size(disparityMap);
f = 7; % 焦距为7 mm
B = 500; % 基线为 500 mm

% 计算深度图
Z = ones(H,W);
Z = Z.*(B*f/4.8);

Z_BM = Z./disparityMap_BM;
Z_SGM = Z./disparityMap;

% 后处理步骤，为了让深度值过大但不是无穷的点显现
for i=1:H
    for j=1:W
        if Z_SGM(i,j)<=900 && Z_SGM(i,j)>85
            Z_SGM(i,j)=85;
        end
        if Z_BM(i,j)<=900 && Z_BM(i,j)>93
            Z_BM(i,j)=93;
        end
    end
end

showRange = [0 88];
% 突出对比，显现彩色图
figure(5)
imshow(88-Z_SGM,showRange);
title('深度图 SGM')
colormap jet
colorbar

figure(6)
imshow(96-Z_BM,disparityRange);
title('深度图 BM')
saveas(gcf,'深度图BM','png'); % 并保存结果图像
colormap jet
colorbar

```