

实验流程总框图：



实验数据处理流程：

录像剪辑：用 `player.exe` 播放器找到所需视频并进行剪辑；

格式转换：用 `SmartPlayer.exe` 将 `dav` 视频格式转换为 `avi` 格式；

图片序列：用 `tvc.exe` 将 `avi` 格式视频转为图片序列；

图片命名：用美图秀秀批量处理对图片序列进行重命名；

图像增强：用 `dehaze_guildfilter.m` 对图片序列进行增强处理，使特点更加突出；

图片裁剪：用 `caijian.m` 对图片进行批量裁剪，获得所需区域；

图像滤波：用 `filter.m` 对图片进行中值滤波滤出噪声；

线光提取：用 `linecenter.m` 对图片序列进行激光中心线的提取；

坐标转换：用 `coordinateconversion.m` 将图片由二维映射到三维空间；

重建步骤：

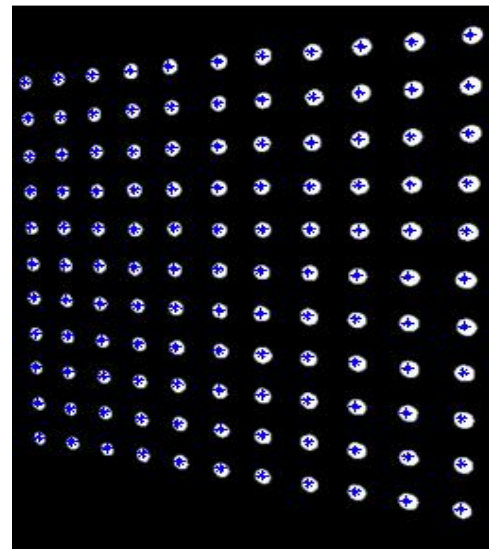
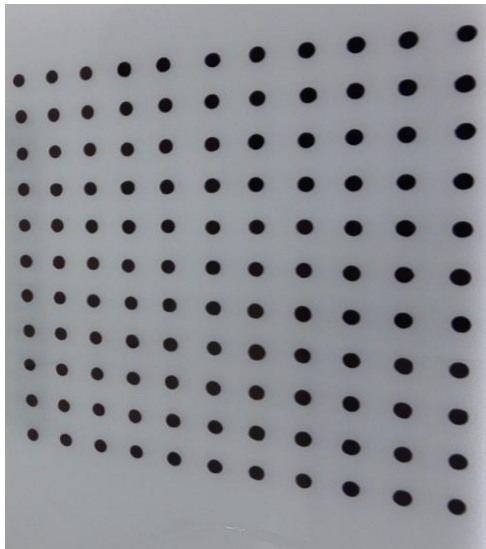
1)对所有扫描图像进行激光线条的中心计算，得到新图像序列；

2)读取（1）处理后的一张图像；

3)按顺序，搜索图像上含有信息（值非 0）的、未被处理的某点，读取此点的像素坐标；

- 4)在像素标定矩阵中，寻址距离此点最近的 4 个相邻标定点（如前文所述，假设数据点为 P，则这四个相邻标定点需要满足以下条件：某一标定点距离 P 点最近，四个标定点包裹 P 点，或者与 P 点重合）；
- 5)按照坐标转换公式计算此点所对应的世界坐标；
- 6)重复（3）-（5）步骤，遍历图像上所有有信息的点，进行坐标计算；
- 7)重复（2）-（6）步骤，处理整个图像序列；
- 8)将前面 7 步所得数据沿扫描方向累加，重建出三维图像。

一、空气中实验（2016.11.21）



1.像素标定矩阵

横坐标：

2.世界标定矩阵

横坐标：

c <11x11 double>											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
3	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61
4	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91
5	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121
6	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151
7	181	181	181	181	181	181	181	181	181	181	181
8	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211
9	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241
10	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271
11	301	301	301	301	301	301	301	301	301	301	301

纵坐标：

d <11x11 double>											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	31	61	91	121	151	181	211	241	271	301
2	1	31	61	91	121	151	181	211	241	271	301
3	1	31	61	91	121	151	181	211	241	271	301
4	1	31	61	91	121	151	181	211	241	271	301
5	1	31	61	91	121	151	181	211	241	271	301
6	1	31	61	91	121	151	181	211	241	271	301
7	1	31	61	91	121	151	181	211	241	271	301
8	1	31	61	91	121	151	181	211	241	271	301
9	1	31	61	91	121	151	181	211	241	271	301
10	1	31	61	91	121	151	181	211	241	271	301
11	1	31	61	91	121	151	181	211	241	271	301

3.目标物 1——圆盘



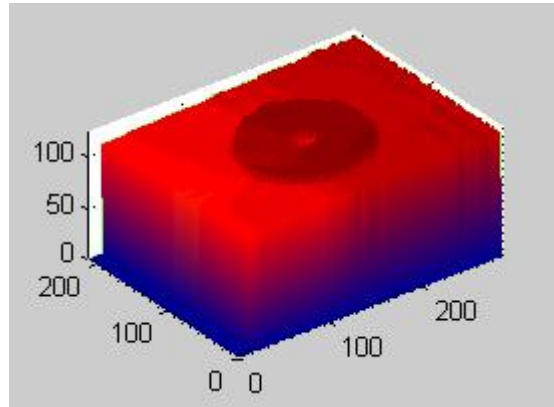
目标物

裁剪：R=I(207:463,380:700,1);
G=I(207:463,380:700,2);
B=I(207:463,380:700,3);

中心线位置： 99:112

转换位置： x=38:225

y=38:243



重建结果图

4.目标物 2——键盘

键盘图

裁剪： R=I(207:463,400:727,1);

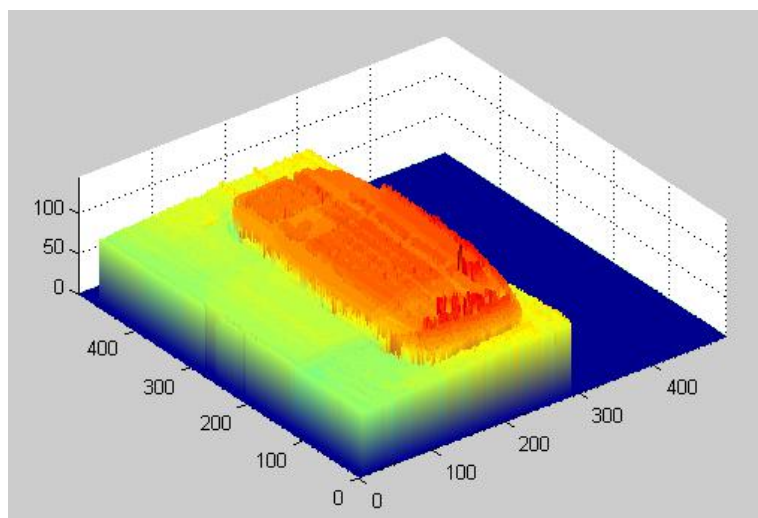
G=I(207:463,400:727,2);

B=I(207:463,400:727,3);

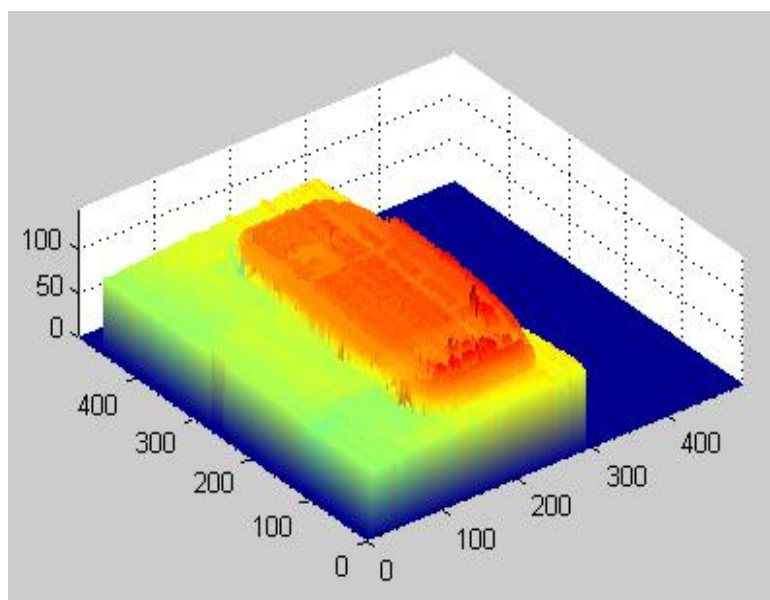
中心线位置： 50:130

转换位置： x=38:225

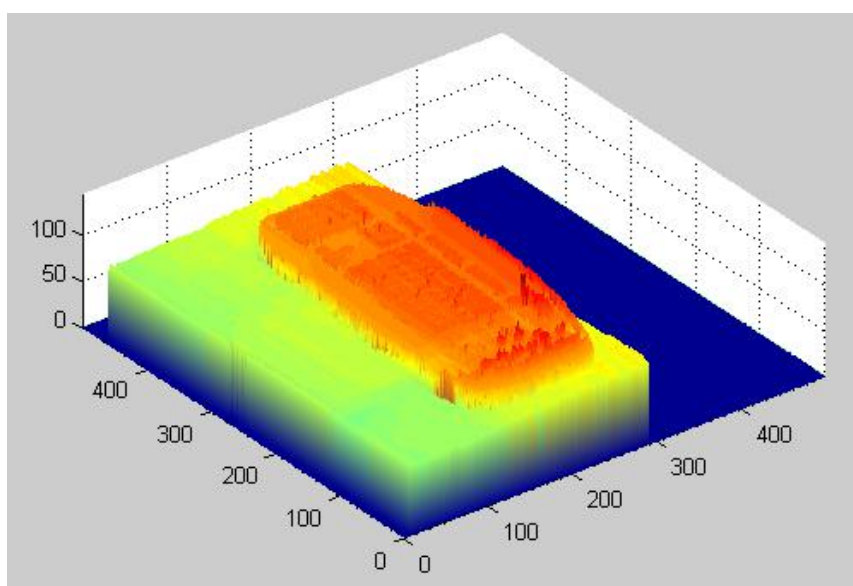
y=38:243



重建结果（2 帧/秒）



重建结果（4 帧/秒）



重建结果（4 帧/秒&增强）

5.目标物 3——贝壳



目标物

裁剪： $R=I(207:463,400:727,1);$

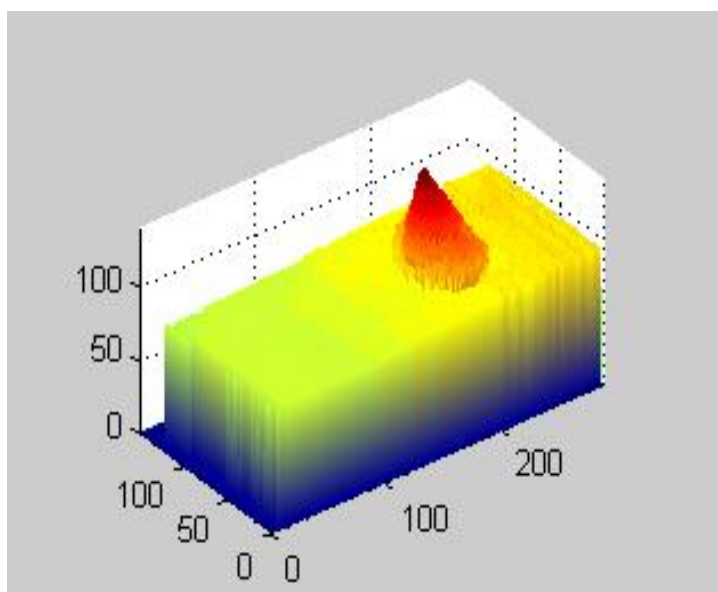
$G=I(207:463,400:727,2);$

$B=I(207:463,400:727,3);$

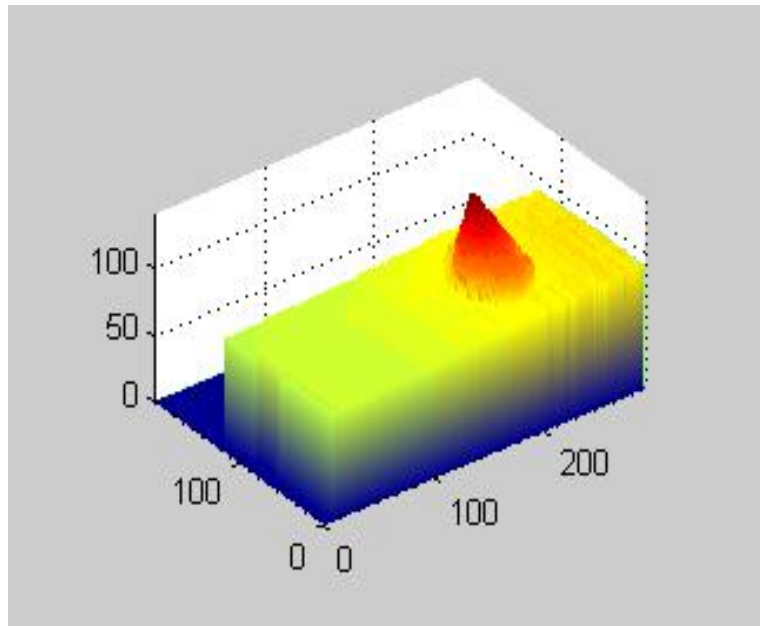
中心线位置： 50:130

转换位置： $x=38:225$

$y=38:243$



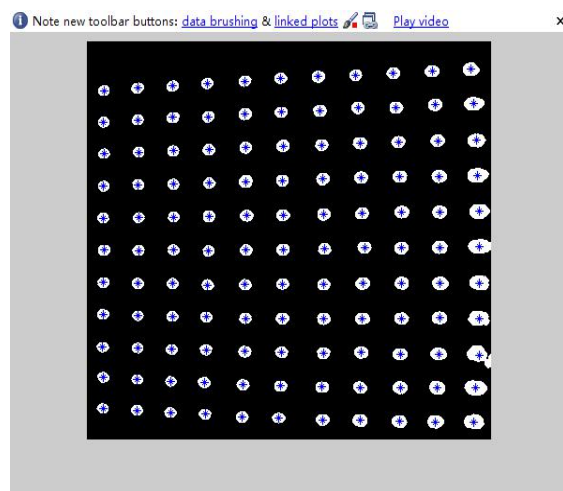
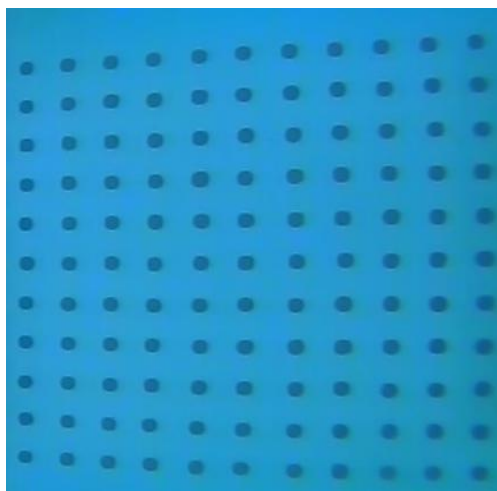
重建结果（2 帧/秒）



重建结果（4 帧/秒&图像增强）

实验分析：由上述 2 帧/秒的重建结果图与 4 帧/秒的重建结果图对比可以看出，每秒 4 帧的图像含有的信息要比每秒 2 帧的图像含有的信息多；另外由 4 帧/秒的结果图与经过图像增强后的 4 帧/秒的结果图对比可以看出，经过图像增强后的重建结果要比原图直接重建的精度高。

二、摄像头位于水下实验（2016.12.08）



1.像素标定矩阵

横坐标：

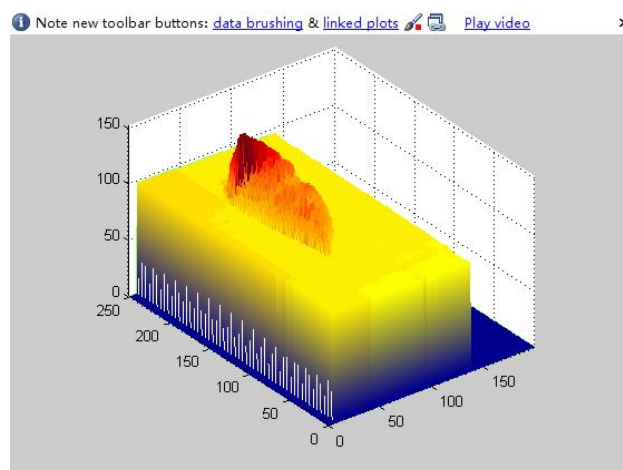
a <11x11 double>											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	48	45	43	41	39	36	34	33	31	29	27
2	78	76	73	73	70	68	67	64	64	61	60
3	108	107	105	104	102	101	100	98	97	96	95
4	139	138	137	136	135	134	132	131	130	130	129
5	170	169	169	168	167	167	166	165	164	164	163
6	200	201	200	201	200	200	199	198	198	198	197
7	231	232	232	234	233	233	233	232	232	232	232
8	262	263	264	264	266	266	266	266	266	265	266
9	293	294	295	296	297	298	299	298	300	300	301
10	322	324	326	327	329	330	331	332	332	332	332
11	352	354	356	357	360	361	363	363	364	365	365

纵坐标：

b <11x11 double>											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	17	55	90	126	167	205	247	287	327	369	410
2	18	54	90	127	166	207	249	290	330	372	413
3	18	54	91	128	169	208	251	292	333	372	415
4	18	55	92	128	169	208	252	292	334	374	413
5	18	55	92	129	169	207	251	292	334	375	419
6	18	56	92	129	170	209	252	293	335	376	416
7	19	55	92	130	169	210	253	293	335	376	417
8	18	55	93	131	170	209	253	294	336	377	419
9	19	55	93	130	170	210	253	295	336	377	419
10	18	56	93	131	171	210	254	294	336	377	419
11	19	56	93	131	170	209	253	297	336	377	419

2.世界标定矩阵与空气中一样

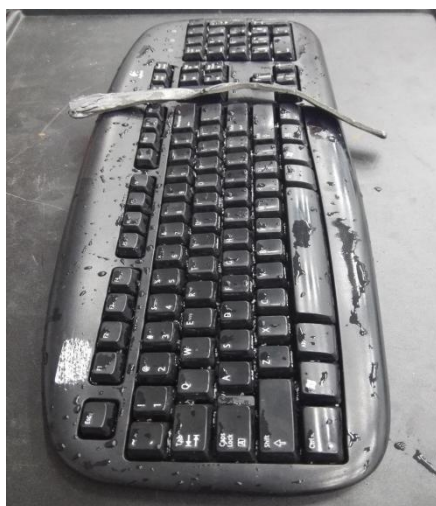
3.目标物 1——贝壳



重建结果图

实验分析：由于摄像头与目标物放置距离没有调整合适导致出现大范围盲区问题，以至于重建结果信息的丢失。

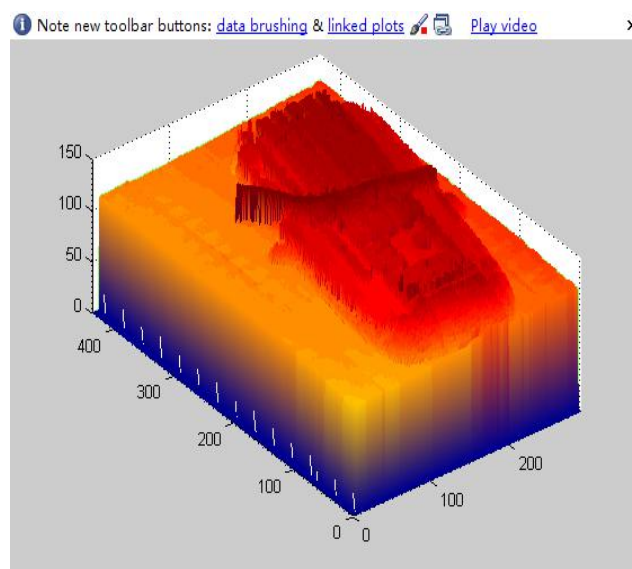
4.目标物 2——键盘



目标物



计算机中显示图像



重建结果图

实验分析：由于在数据采集过程中的操作失误，使的激光线偏移了一开始时标定的位置，从而导致了重建结果中数据的偏移与缺失。

三、摄像头位于水下实验（2016.12.13）

1.像素标定矩阵

横坐标：

a <11x11 double>											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	47	42	43	39	38	36	34	32	31	30	
2	77	74	72	73	72	68	67	65	64	62	
3	105	105	103	105	102	101	100	100	98	99	
4	136	134	133	134	134	134	133	133	132	131	134
5	167	165	166	167	166	167	167	167	166	167	168
6	197	198	198	199	199	200	201	201	201	201	202
7	227	228	230	230	233	233	233	232	235	236	238
8	257	259	260	262	264	266	267	267	268	269	272
9	286	291	292	293	295	296	298	298	301	302	304
10	315	318	320	323	327	327	330	332	332	335	336
11	343	347	350	352	357	356	360	363	364	366	369

纵坐标：

b <11x11 double>											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	10	44	80	118	157	195	234	274	316	355	399
2	10	44	82	118	159	195	236	277	318	359	400
3	11	45	82	119	157	197	237	278	319	361	403
4	11	45	83	120	159	196	239	278	324	364	403
5	11	47	82	119	158	197	240	280	322	363	404
6	11	46	82	120	160	196	241	281	320	361	401
7	11	46	82	118	157	196	240	280	321	361	404
8	11	47	82	117	157	196	240	278	320	359	401
9	11	47	81	117	156	195	237	277	317	357	398
10	13	48	81	114	156	194	236	277	318	357	396
11	12	47	81	116	154	190	237	276	314	353	391

a=[47,42,43,39,38,36,34,34,32,31,30;
77,74,72,73,72,68,67,67,65,64,62;
105,105,103,105,102,101,100,100,98,99,99;
136,134,133,134,134,134,133,133,132,131,134;
167,165,166,167,166,167,167,167,166,167,168;
197,198,198,199,199,200,201,201,201,201,202;
227,228,230,230,233,233,233,232,235,236,238;
257,259,260,262,264,266,267,267,268,269,272;
286,291,292,293,295,296,298,298,301,302,304;
315,318,320,323,327,327,330,332,332,335,336;
343,347,350,352,357,356,360,363,364,366,369]

b=[10,44,80,118,157,195,234,274,316,355,399;
10,44,82,118,159,195,236,277,318,359,400;
11,45,82,119,157,197,237,278,319,361,403;
11,45,83,120,159,196,239,278,324,364,403;
11,47,82,119,158,197,240,280,322,363,404;
13,46,82,120,160,196,241,281,320,361,401;
11,46,82,118,157,196,240,280,321,361,404;
11,47,82,117,157,196,240,278,320,359,401;
11,47,81,117,156,195,237,277,317,357,398;
13,48,81,114,156,194,236,277,318,357,396;
12,47,81,116,154,190,237,276,314,353,391]

2.世界标定矩阵（与空气中一样）

3.目标物 1——圆盘

裁剪：R=I(100:480,450:950,1);

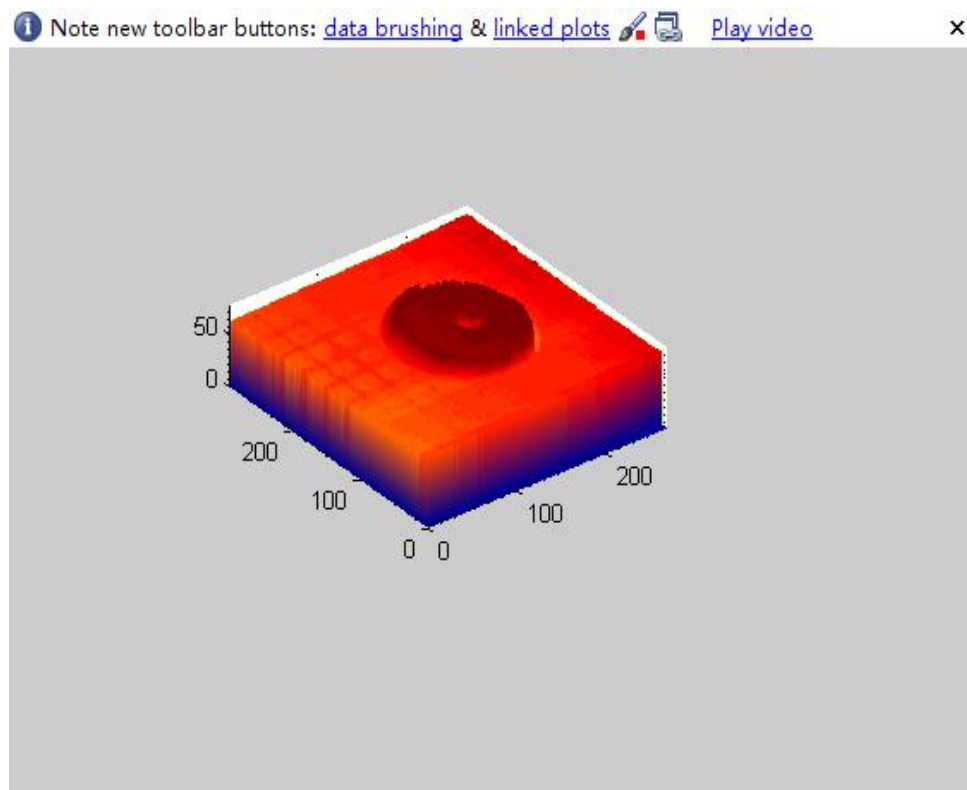
G=I(100:480,450:950,2);

B=I(100:480,450:950,3);

中心线位置：80:105

转换位置：x=50:340

y=17:350



重建结果图（4 帧/秒&增强）

4.目标物 2——键盘

裁剪：R=I(100:480,450:950,1);

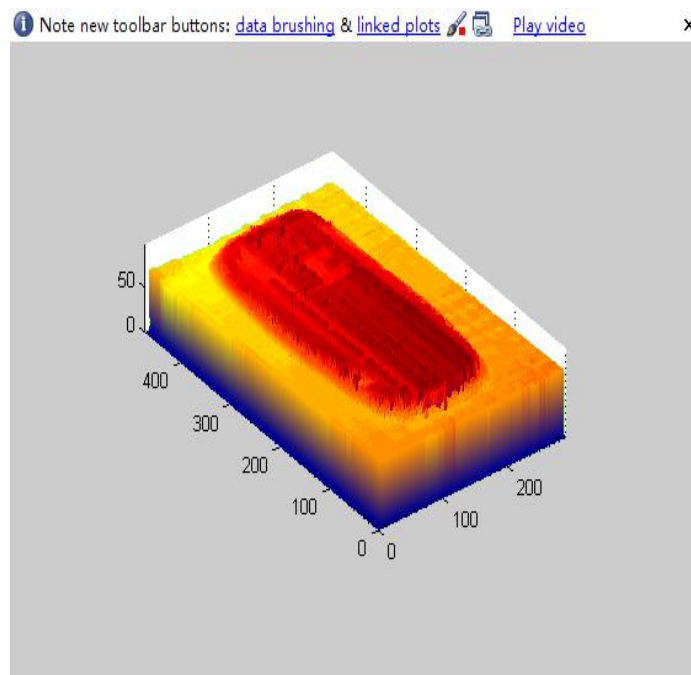
G=I(100:480,450:950,2);

B=I(100:480,450:950,3);

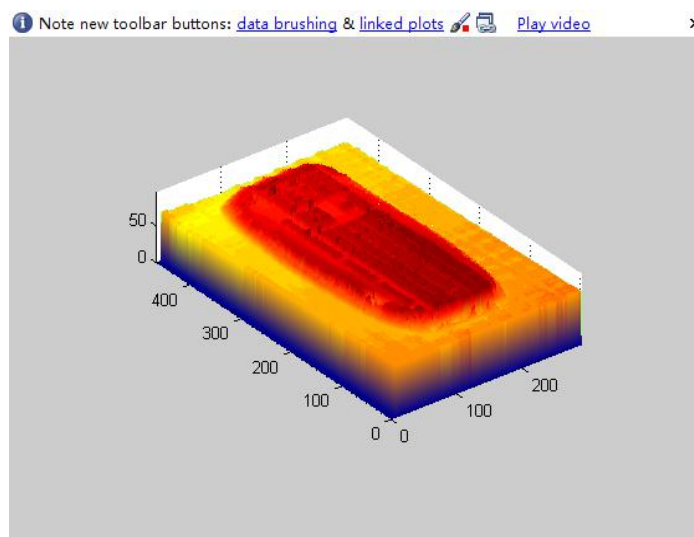
中心线位置：80:125

转换位置： x=50:340

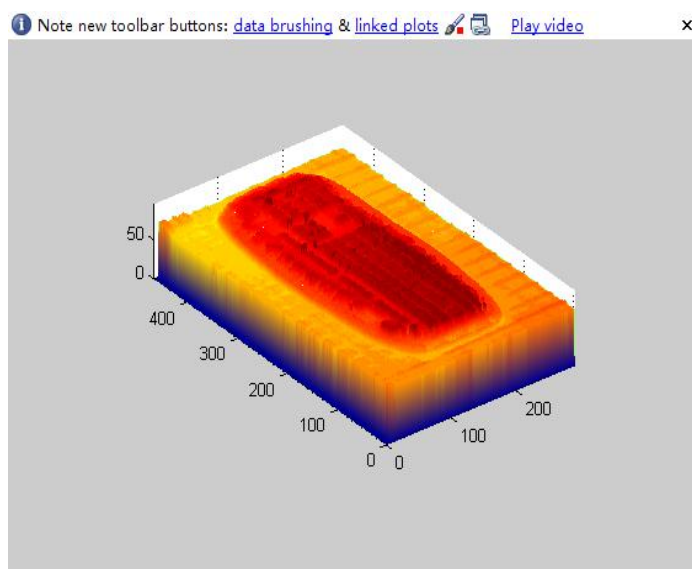
y=17:350



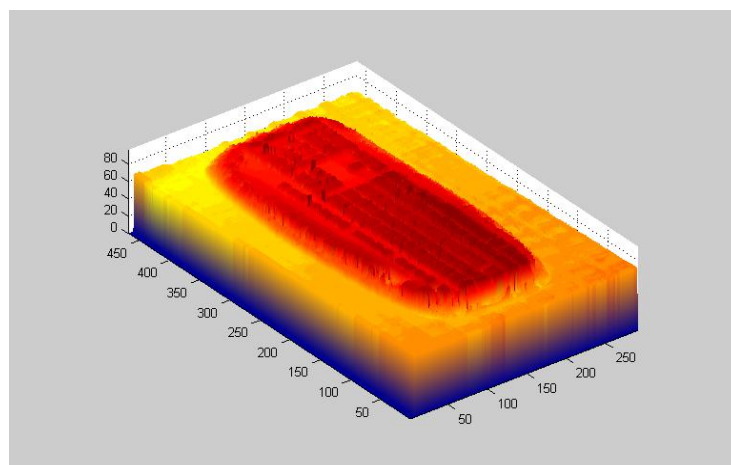
重建结果图 (2 帧/秒 $c=0.7$)



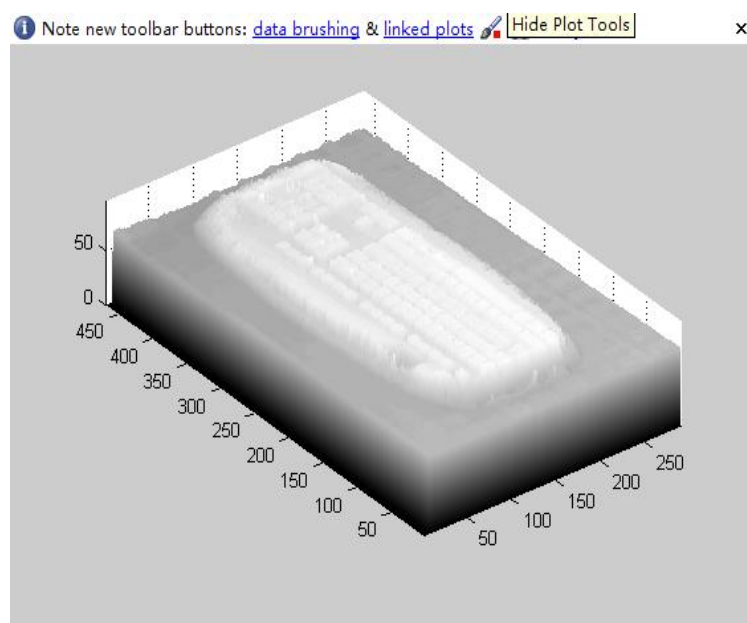
重建结果图 (4 帧/秒 $c=0.7$)



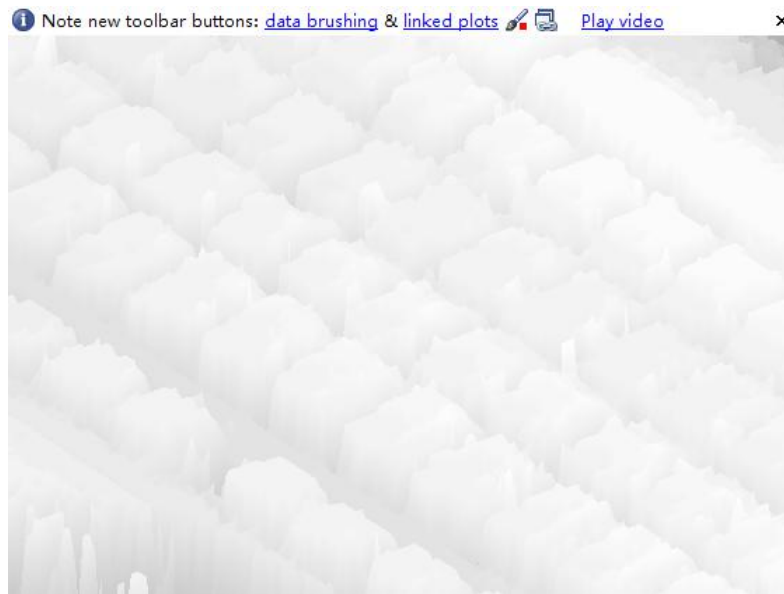
重建结果图（4 帧/秒 $c=0.5$ ）



重建结果图（4 帧/秒 $c=0.8$ ）



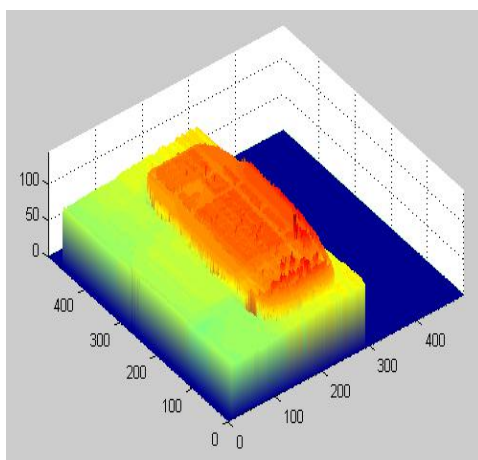
重建结果（灰度图）



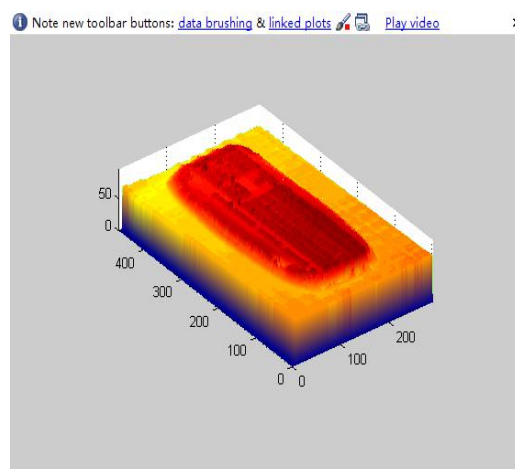
重建结果放大图

实验分析：从重建结果来看，之前已经验证过当每秒处理 4 帧图片时的效果图要比每秒处理两帧时的效果图好，另外通过本次的实验可以看出在对线激光进行中心线提取时，视情况而定的阈值 c ($0 \sim 1$) 对实验结果也是有影响的，当 c 取得较大时重建结果也越明显，故该实验取 $c=0.8$ 即可。

四、空气中实验&水下实验



空气中



水下

实验分析：由于我采用的摄像头是专门用于水下实验的摄像头，

在空气中会存在很大的畸变，而在水下畸变程度会变小，所以由实验结果图也能看出水下的重建效果要比空气中的重建的分辨率高。

综上，该实验方案可以较好地完成对目标物的三维重构。重构后的三维图像显示，对于物体的轮廓信息可以很好的得以恢复。同时因为本实验中的照明光源问题，故不能很好的获取目标物体的颜色及条纹等纹理信息，不能恢复目标物体的颜色等信息，只能检测物体的形状。实验中的误差主要存在于以下几个方面：水体的散射、标定的精度、坐标转换时的近似计算产生的误差以及扫描盲区等。其中，水体散射会引起的杂散光会严重影响重建的结果，虽然数据处理过程中利用中值滤波能够去除一部分杂散光，但杂散光仍然是产生误差的主要原因；设备方面，摄像机的探测范围与分辨率直接影响重建的精度；另外相机在数据采集时，激光光条的宽度直接影响线光中心提取的精度，线光所占像素越少则数据越精确；标定板精度，一般标定板网格越密则精度就越高；在坐标转换时，因采用近似求解的方式也会产生一定误差；扫描盲区，三维重建结果存在个别地方的数据缺失和毛刺等问题，这是因为目标物体的高低起伏造成的线光遮挡。