

煤场条件无人机高精度建图与定位

1 实验步骤

1.1 场景布置

选择在空旷场地中，布置二维码，保证每个二维码的尺度大小完全一致，且二维码之间等间距布置，场景中的二维码 ID 完全独立，设计图和实际布置图分别如图 1，2 所示。其中每个二维码的大小为 0.73m，相邻二维码之间的距离为 4m，整个实验区域面积为 20m*20m。

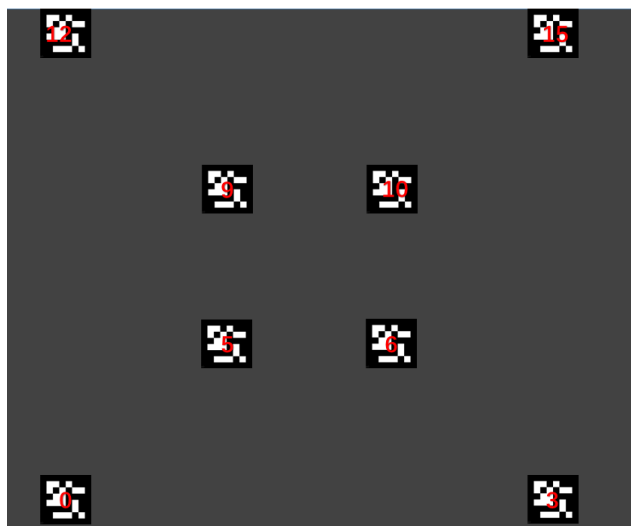


图 1：二维码布置示意图

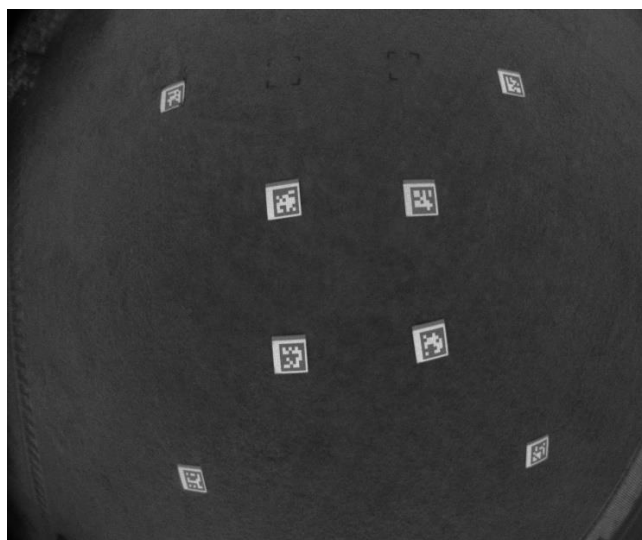


图 2：二维码实际布置示意图

1.2 生成地图

当无人机首次在无先验地图的环境下飞行时，需要人工手动控制，完成无人机的飞行和地图生成工作，生成的地图如 3 所示。其中正方形框代表二维码，蓝色相机表示代表视觉定位产生的关键帧，点代表地图中的特征点。

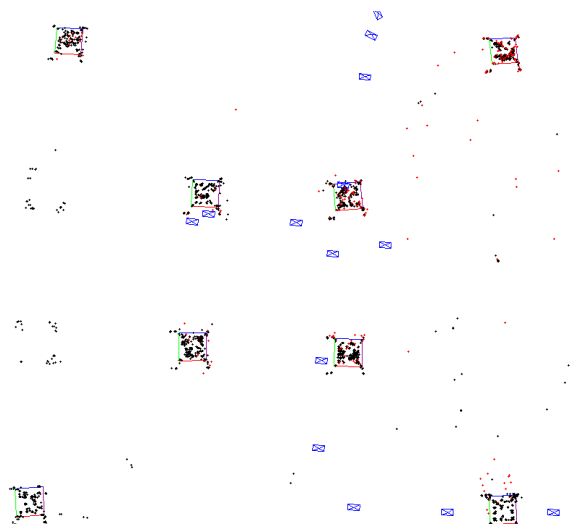


图 3：视觉算法生成地图示意图

1.3 根据生成地图自动循迹飞行

当获取到地图后，可以设计飞行轨迹，使得无人机按照既定路线进行自主飞行，飞行轨迹如图 4 所示。

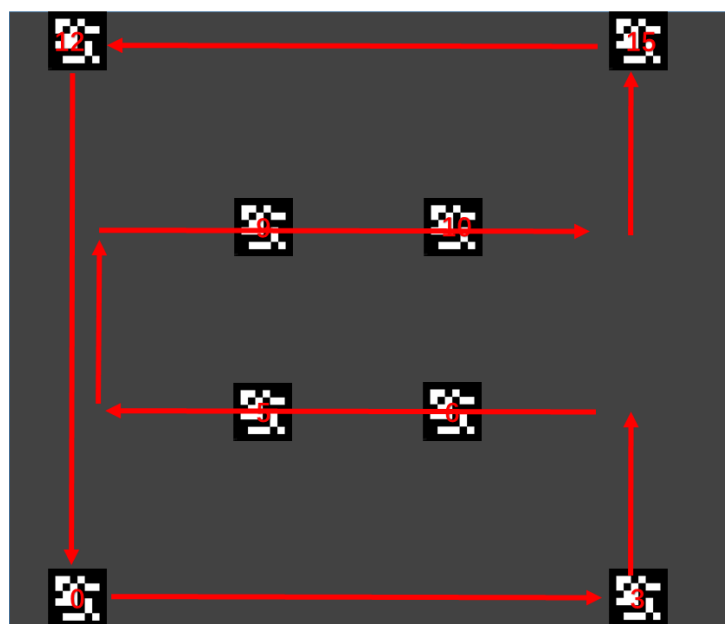


图 4：无人机自主飞行轨迹示意图

2 精度测量

2.1 地图精度

根据图 3 生成的地图，可以获取每一个二维码的位置坐标，如表 1 所示。

表 1：二维码标志位置测量值

Marker ID	x	y	z
0	-2.63	1.32	7.86
3	-14.69	3.88	7.80
5	-6.05	6.34	7.45
6	-9.83	-9.83	7.45
9	-5.13	10.44	7.30
10	-9.17	11.22	7.24
12	-0.33	13.56	7.34
15	-12.25	16.15	7.27

针对地图的精度，可以提出两个判断指标，

- 1) 任意两个二维码之间距离的测量值和理论值的误差比较；
- 2) 所有二维码是否在同一个坐标平面。

针对指标 1，计算得到表 2，经过计算得到地图中二维码的误差精度为 3.1%。

表 2：二维码位置误差情况

ID1	ID2	测量值	理论值	误差率	ID1	ID2	测量值	理论值	误差率
0	3	12.33	12	2.75%	5	9	4.21	4	5.25%
0	5	6.07	5.65	7.43%	5	10	5.79	5.65	2.48%
0	6	9.26	8.94	3.58%	5	12	9.21	8.94	3.02%
0	9	9.46	8.94	5.82%	5	15	11.61	11.31	2.65%
0	10	11.86	11.31	4.86%	6	9	5.75	5.65	1.77%
0	12	12.45	12	3.75%	6	10	4.13	4	3.25%
0	15	17.67	16.97	4.12%	6	12	11.47	11.31	1.41%
3	5	8.99	8.94	0.56%	6	15	9.33	8.94	4.36%
3	6	5.85	5.65	3.54%	9	10	4.11	4	2.75%
3	9	11.6	11.31	2.56%	9	12	5.72	5.65	1.24%
3	10	9.18	8.94	2.68%	9	15	9.12	8.94	2.01%
3	12	17.32	16.97	2.06%	10	12	9.15	8.94	2.35%
3	15	12.51	12	4.25%	10	15	5.81	5.65	2.83%
5	6	3.87	4	3.25%	12	15	12.2	12	1.67%

针对指标 2，绘制出每个二维码的在同一个坐标平面的误差情况，如图 5 所示，可以认定所有二维码基本都在同一水平面内，平均误差为 0.18m。

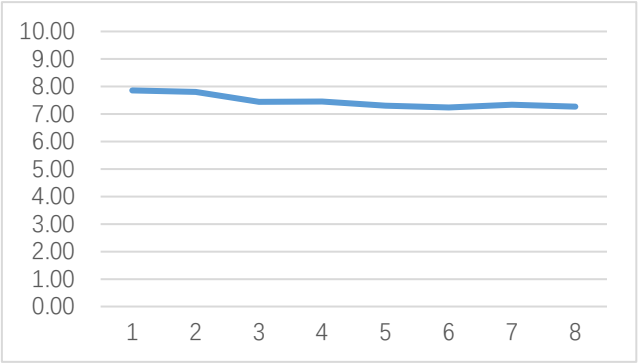


图 5：二维码高度示意图

2.2 轨迹精度

以无人机自带 GPS 测距仪器为真值，和视觉算法检测出来的位置值进行对比，在 X、Y、Z 方向分别得到图 6 折线图，其中 X 方向自带 5m 偏差值。计算真值和测量值之间的误差，得到误差折线图如图 7 所示，对于 XYZ 三个方向分别可以得到距离误差为 0.22m、0.37m、0.107m。

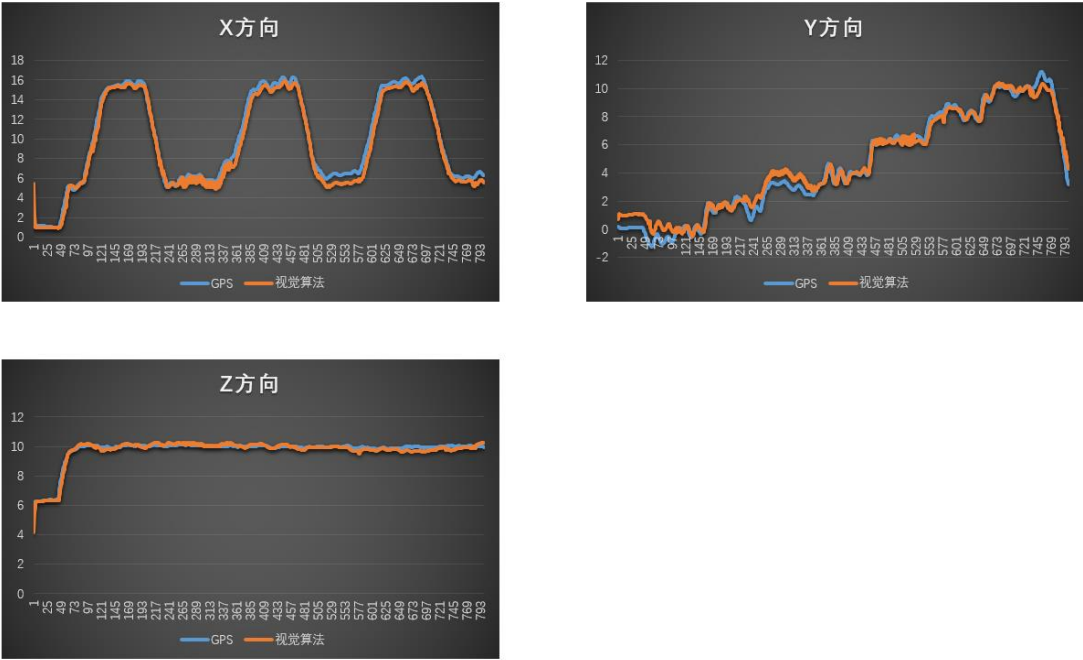


图 6：GPS 和视觉算法测算 XYZ 示意图

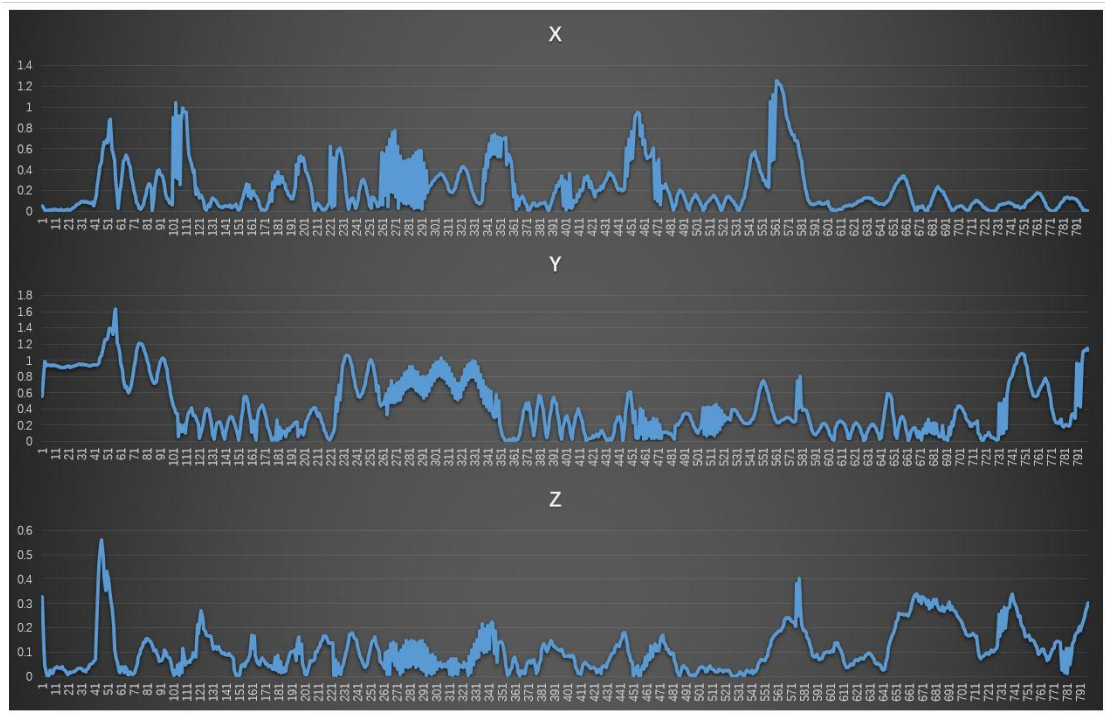


图 7：GPS 和视觉算法测算 XYZ 差值示意图

2.3 定位精度

无人机在自主飞行过程中能够产生实时的相对于真实世界坐标系的定位信息。对比 GPS 和视觉算法产生的定位信息，如图 8 所示。对于直飞路线，误差较小，对于转弯区间，有一定的误差。

