

竞赛无人机激光雷达 SLAM 建图条件下的室内定点控制

根据上一节讲的仅依靠姿态自稳在角度层面的控制，无法避免无人机水平位置发生偏移，需要在姿态控制的基础上，额外增加水平位置、速度控制器去实现无人机的定点控制，其中位置-速度控制器的输出结果为**期望运动加速度**，需要根据多旋翼无人机动力关系将期望加速度**转化成期望姿态倾角**，相关映射关系见函数 `control_poshold.c` 第 66 行。

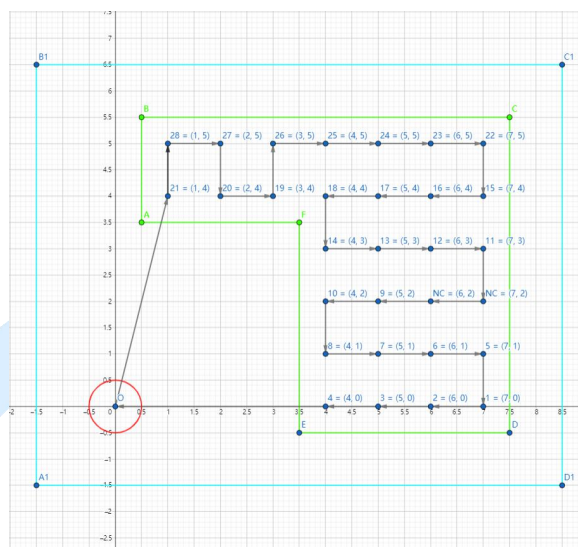
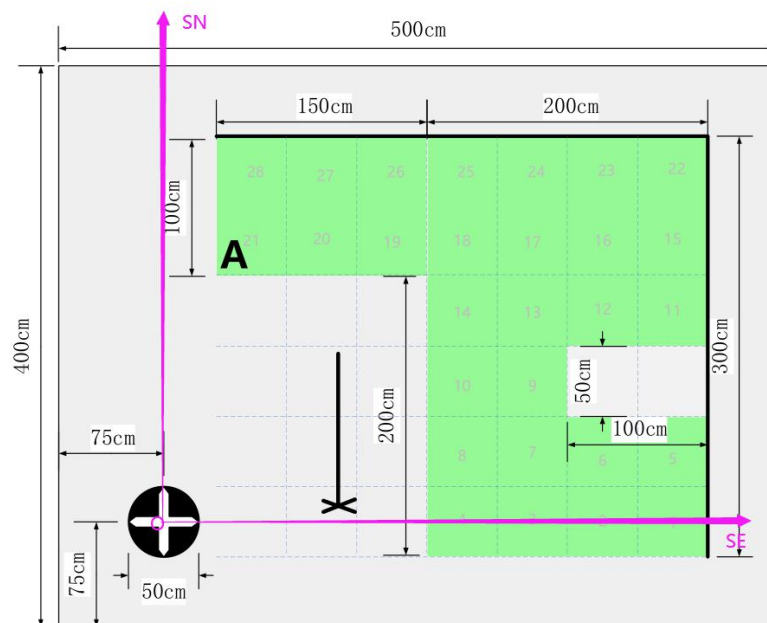
位置-速度控制器决定了姿态控制器中**水平俯仰、横滚方向的角度期望值**。调整姿态能实现无人机速度、位置控制的**根源在于姿态倾角直接决定了无人机水平运动的加速度**，通过改变无人机的加速度进而实现了无人机速度、位置的改变。

```
232 {
233     OpticalFlow_Ctrl_Err.x=constrain_float(OpticalFlow_Ctrl_Expect.x-OpticalFlow_SINS.Speed[_EAST],-Total_Controller.O
234     OpticalFlow_Ctrl_Err.y=constrain_float(OpticalFlow_Ctrl_Expect.y-OpticalFlow_SINS.Speed[_NORTH],-Total_Controller
235
236     //if (ABS(OpticalFlow_Ctrl_Err.x)<=Total_Controller.Optical_Speed_Control.Integrate_Separation_Err)
237     OpticalFlow_Ctrl_Integrate.x+=Total_Controller.Optical_Speed_Control.Ki*OpticalFlow_Ctrl_Err.x;//0.1 15
238     //if (ABS(OpticalFlow_Ctrl_Err.y)<=Total_Controller.Optical_Speed_Control.Integrate_Separation_Err)
239     OpticalFlow_Ctrl_Integrate.y+=Total_Controller.Optical_Speed_Control.Ki*OpticalFlow_Ctrl_Err.y;
240
241     OpticalFlow_Ctrl_Integrate.x=constrain_float(OpticalFlow_Ctrl_Integrate.x,-Total_Controller.Optical_Speed_Control.
242     OpticalFlow_Ctrl_Integrate.y=constrain_float(OpticalFlow_Ctrl_Integrate.y,-Total_Controller.Optical_Speed_Control.
243
244     OpticalFlow_Ctrl_Output.x=OpticalFlow_Ctrl_Integrate.x+Total_Controller.Optical_Speed_Control.Kp*OpticalFlow_Ctrl
245     OpticalFlow_Ctrl_Output.y=OpticalFlow_Ctrl_Integrate.y+Total_Controller.Optical_Speed_Control.Kp*OpticalFlow_Ctrl
246
247     accel_target.y=constrain_float(OpticalFlow_Ctrl_Output.y,-Total_Controller.Optical_Speed_Control.Control_OutPut_L
248     accel_target.x=constrain_float(OpticalFlow_Ctrl_Output.x,-Total_Controller.Optical_Speed_Control.Control_OutPut_L
249
250     Desired_Accel_Transform_Angle(accel_target,&angle_target);//期望运动加速度转期望姿态倾角
251
252     Flight.roll_outer_control_output =angle_target.x;
253     Flight.pitch_outer_control_output=angle_target.y;
254
255     OpticalFlow_Vel_Ctrl_Cnt=0;
256 }
257
258
259
399 void OpticalFlow_Control_Pure(uint8_t force_brake_flag)
400 {
401     if (OPT_Is_Fix()==false)//OPT定位状态未锁定，姿态期望直接来源于遥控器给定
402     {
403         Flight.roll_outer_control_output =RC_Data.rc_rypt[RC_ROLL];
404         Flight.pitch_outer_control_output=RC_Data.rc_rypt[RC_PITCH];
405         return ;
406     }
407
408     if (Optical_Type_Present==3)
409     {
410         switch (current_state.slam_sensor)
411         {
412             case NO_SLAM:
413             {
414                 Horizontal_Control(force_brake_flag);
415             }
416             break;
417             case RPLIDAR_SLAM:
418             {
419                 Horizontal_Control_VIO(force_brake_flag);
420             }
421             break;
422             case T265_SLAM:
423             {
424                 Horizontal_Control_VIO(force_brake_flag);
425             }
426             break;
427             default:
428             {
429                 Horizontal_Control(force_brake_flag);
430             }
431         }
432     }
433     else
434     {
435         Horizontal_Control(force_brake_flag);
436     }
437 }
```

新手在没有掌握无人机动力学关系的情况下，可以将**内层姿态控制器理解成外环位置-速度控制器的执行机构**，用户在对无人机进行二次开发时，绝大多数情况下都是在**位置、速度控制层面来设计任务流程和控制逻辑**。

`void Horizontal_Control_VIO(uint8_t force_brake_flag)`

参数 `force_brake_flag` 为 1 时表示**强制锁定当前位置**作为悬停点，根据第一讲中的坐标关系，我们知道 SLAM 建图条件下无人机的位置、速度控制是在 EN 坐标系中完成的，EN 坐标系由飞机 SLAM 建图初始时刻的位置和机头朝向决定的。是故当 SLAM 初始建图时刻飞机放置在起飞点并且机头朝正前方时，等效导航坐标系 EN 示意图如下。



以 2021 年电赛国赛基础题部分为例，用户以起飞点为原点，建立等效导航坐标系 EN，将待播撒区域的每个小块的中心点坐标列出来，飞机将这些坐标点作为飞行航点依次遍历并在到达各个小块时，用视觉模块（树莓派 OPENCV、OPENMV、K210 等）对飞行器正下方区域的颜色进行识别，决策激光笔的亮灭与否。在激光雷达 SLAM 建图高精度位置输出的前提下，原题目中起飞点十字以及播撒入口的 A 字标识检测与否变得无关紧要。需要做这部分检测并让无人机对准下方标识的方案，可参考视觉 demo 里面的色块追踪样例，这部分工作量可以忽略不计。

上述案例中挨个遍历航点位置用到的就是 SLAM 建图条件下的位置控制来实现的，下一讲我们将会把高度控制、SLAM 建图条件下的定点控制进行封装，最终形成导航控制函数，用户使用导航控制函数和基本自动飞行支持函数就实现飞行器的三维位置控制。

```
void Horizontal_Navigation(float x,float y,float z,uint8_t nav_mode,uint8_t frame_id)
```

相关新增功能介绍视频链接：<https://www.bilibili.com/video/BV1mU4y1o7yd/>