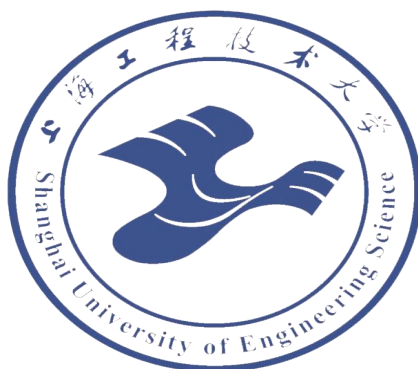


第十七届全国大学生智能汽车竞赛

技术报告



上海工程技术大学
Shanghai University of Engineering Science

学校：上海工程技术大学

队伍名称：大锡洋

参赛队员：李彦锡

周洋

王睿清

陈昌达

带队教师：赵春峰

第一章 绪论

1.1 智能车研究背景

目前,在企业生产技术不断提高、对自动化技术要求不断加深的环境下,智能车辆以及在智能车辆基础上开发出来的产品已成为自动化物流运输、柔性生产组织等系统的关键设备。智能车是一个集环境感知、规划决策,自动行驶等功能于一体的综合系统。它集中地运用了计算机、传感、信息、通信、导航及自动控制等技术,是典型的高新技术综合体。它具有道路障碍自动识别、自动报警、自动制动、自动保持安全距离、车速和巡航控制等功能,结合图像识别和大数据等知识来实现一些特定功能,是现代人工智能发展中很重要的组成部分。

全国大学生智能车竞赛是从 2006 开始,由教育部高等教育司委托高等学校自动化类教学指导委员会举办的旨在加强学生实践、创新能力和培养团队精神的一项创意性科技竞赛,至今已经成功举办了十五届,2021 年开展第十六届全国大学生智能汽车竞赛。全国大学生智能汽车竞赛是在竞赛组委会提供的统一汽车模型平台上,使用英飞凌(Infineon)、宏晶公司(STC)、灵动微电子(MindMotion)、沁恒微电子(WCH)、恩智浦(NXP)等公司出品的微控制器作为车模的主要可编程主控制器,通过设计传感器采集电路和电机驱动电路、编写相应算法程序及装配模型车,制作一个能够自主识别道路模型汽车,按照规定路线行进,并且完成一些特定功能,以完成时间最短者为优胜。

1.2 本届完全模型组竞赛规则简介

1.2.1 比赛场地

完全模型组比赛赛道以室内循环赛道为基础,赛道材质,赛道规格均保持一致。在导引方式上完全保留室内循环赛道的导引方式,并在此基础上添加完全模型组任务导引标志和锥桶,引导车模完成完全模型组赛道任务。

1.2.2 赛道标志

在比赛赛道的任务元素和特殊元素区域前方指定的区域贴有固定的地面标志。

标志样式为：

序号 [Ⓐ]	名称 [Ⓐ]	说明 [Ⓐ]	图示 [Ⓐ]
1 [Ⓐ]	泛行区标志 [Ⓐ]	表示前方三岔路口围成的泛行区域，内部区域包括蓝色底布均可行驶 [Ⓐ]	
2 [Ⓐ]	禁止通行标志 [Ⓐ]	放置在泛行区域进出口连线上，车辆需要绕过此标志进行通行。（此标志高出距离地面有 2cm 高度其余均紧贴） [Ⓐ]	
3 [Ⓐ]	施工区标志 [Ⓐ]	表示前方为施工区，需要绕行赛道外障碍桩围成的临时路段 [Ⓐ]	
4 [Ⓐ]	坡道标志 [Ⓐ]	表示道路前方有坡道 [Ⓐ]	
5 [Ⓐ]	加油站标志 [Ⓐ]	表示前方为加油站，车辆需要驶入加油站并按照指定的出口驶出加油站 [Ⓐ]	
6 [Ⓐ]	加油站出口数字标志 [Ⓐ]	加油站设置有“1”和“2”两个出口，并在出口地面贴有对应的“1”和“2”数字标志。 [Ⓐ] 比赛时加油站的入口处会随机放置车辆需要驶出时的出口数字。 [Ⓐ]	

图 1.2.2

1.2.3 比赛任务

完全模型组的基本比赛任务为：

选手制作的车模完成从车库出发沿着赛道运行两周。车模需要分别通过道路设置的各种元素，识别道路中心的标志完成特殊路段通行。

比赛时间从车模驶出车库到重新回到车库为止。如果车模没有能够停止在车库内停车区内，比赛时间加罚 5 秒钟。对于未完成任务会通过相应的加罚时间叠加在比赛时间上。

1.3 本文结构

本文从机械结构、硬件电路设计、控制程序设计、调试环境等方面依次进行介绍。第一章主要是完全模型组系统总体方案与规则的介绍；第二章从智能车系统的机械结构出发，详细阐述了智能车系统各部分机械结构的安装和调整；第三章重点介绍了系统中所涉及的硬件设计方案和原理；第四章是介绍了智能系统的软件算法包括图像处理以及电机舵机的控制策略；第五章对调试过程中的一些手段进行讲解。

第二章 机械结构设计及调整

2.1 整体布局

根据完全模型组竞赛规则，本次竞赛选用赛瞩目科技提供 I 模型车模。车模地驱动方式选择为前轮转向，后轮驱动，舵机采用 CS-3120, 电机采用 RS-555 微型直流驱动电机，单电机驱动。车模底板采用高强度碳钎维板，具有较强的强度；四轮为独立悬挂，另有防撞设计，满足行车竞速要求。

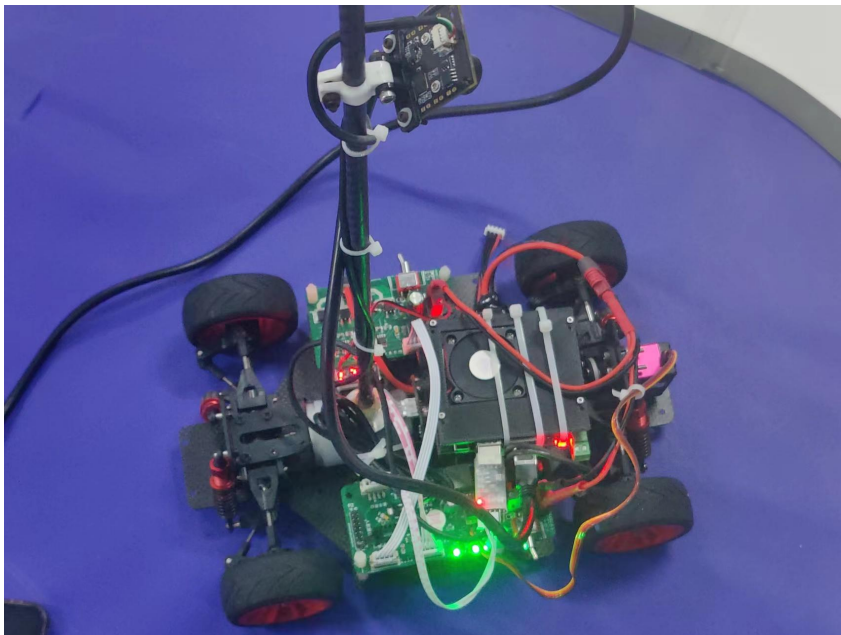


图 2.1

2.2 舵机

选取舵机的型号 CS-3120, 舵机嵌入前摆臂支架，再通过螺钉和舵盘固定。

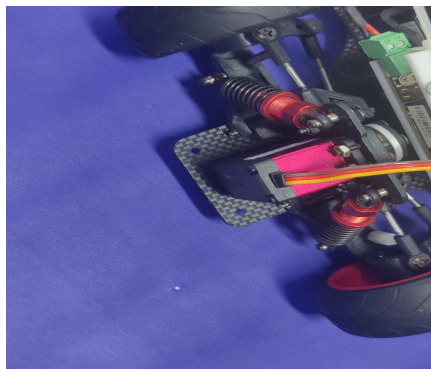


图 2.2

2.3 循迹传感器摄像头

本次比赛选用的传感器为摄像头，具体型号为 RMONCAM 林柏视-S320，且为无畸变。我们通过自己设计 3D 打印模块，将摄像头底座通过螺钉固定再打印模块上，再把摄像头固定在长碳素杆上，最后通过热熔胶固定碳素杆和摄像头底座。通过测试，我们选择将摄像头固定在车的中后部，可避免前瞰距离过远导致车提前打转。



图 2.3

2.4 稳定调整

对于匀速前进的车来说，稳定是重要的，我们通过多次调整前后避震器的位置，确定了最佳位置。提高其稳定性，使其在不容易晃，不会影响到摄像头循迹和识别。

我们把电池装于板卡下方，充分利用车前部空间，并将主板和驱动板装于车两侧，以保持两侧和前后平衡。另外，通过 3D 保护壳保护板卡，防撞破坏，并通过轧带固定于电池上方。

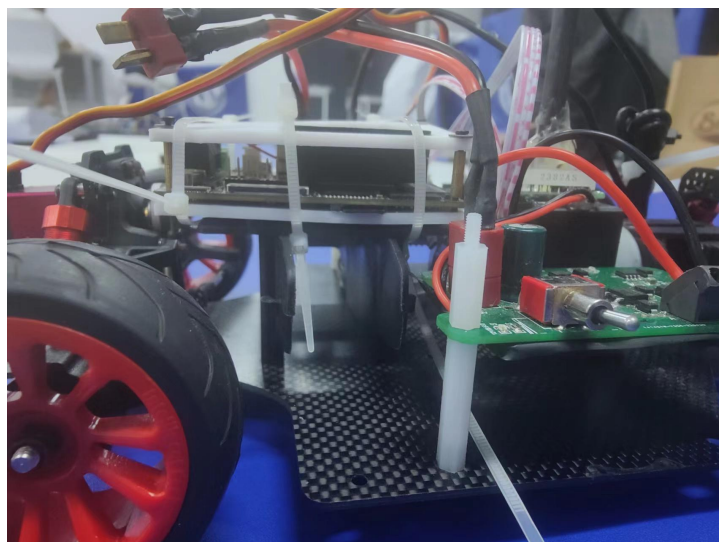


图 2.4

第三章 硬件电路设计

硬件是整个智能车系统最基础的一部分，良好的硬件设计是实现软件编程设计的基础，才能保证智能车运行流畅稳定。在保证硬件电路稳定可靠的前提下，硬件设计要本着简便，强电和弱电相互隔离。在不增加硬件设计难度的情况下尽量保证软件开发方便，或者以小的硬件设计难度来换取更多方便、可靠、高效的软件设计。

3.1 主控芯片

本设计核心控制器为英飞凌公司生产的 32 位单片机 TC264，该单片机具有 144 引脚，双核设计，最大频率位 200MHz，具有 2.5Mbyte 的 program flash 和 96Kbyte 的 Data Flash. 具有硬件 I2C 接口和 SPI 接口，和独立的 ADC 模块等。

这些丰富的系统资源可以更方便的连接外部电路，多个独立的 ADC 通道也使得外围的某些 ADC 模块的设计得到了简化，多种通讯接口也方便了扩展更多的外设和电路功。最高 200MHz 的频率也让该单片机具有更快的计算速度，使得可以最大的减小数据处理时间。并且 TC264 双核的结构可以使两个和分别执行不同的命令，丰富功能，提高运行效率。

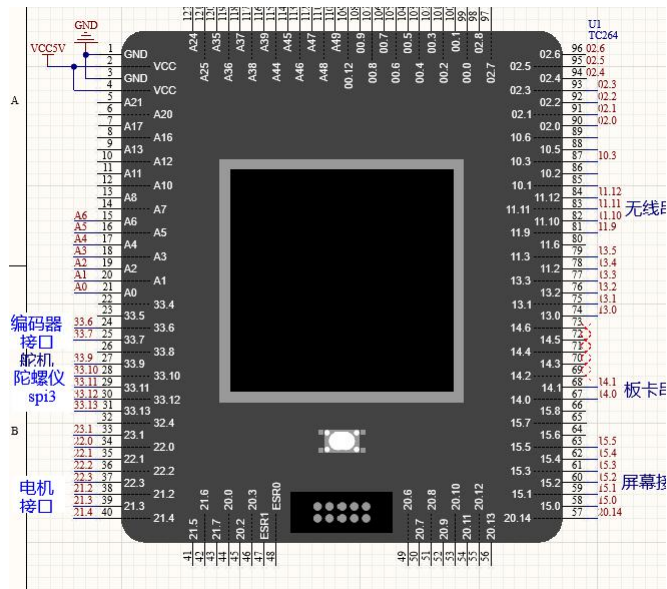


图 3.1

3.2 电源模块设计

电源模块为系统其他各个模块提供所需要的电源。设计中，除了需要考虑电压范围和电流容量等基本参数之外，还要在电源转换效率、降低噪声、防止干扰和电路简单等方面进行优化。可靠的电源方案是整个硬件电路稳定可靠运行的基础。

我们用的是 11.1V 的电池。

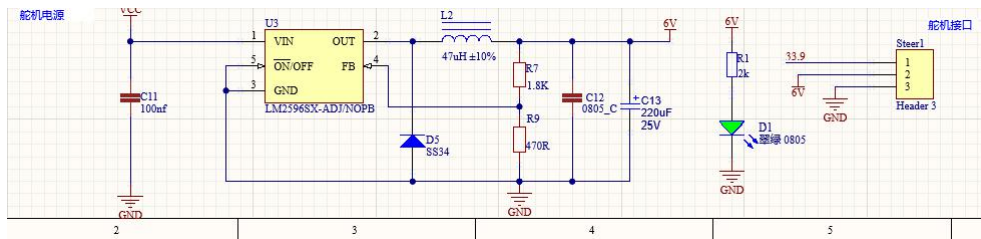


图 3.2.1

我们利用稳压芯片 LM2596-ADJ 输出 6V 给舵机供电

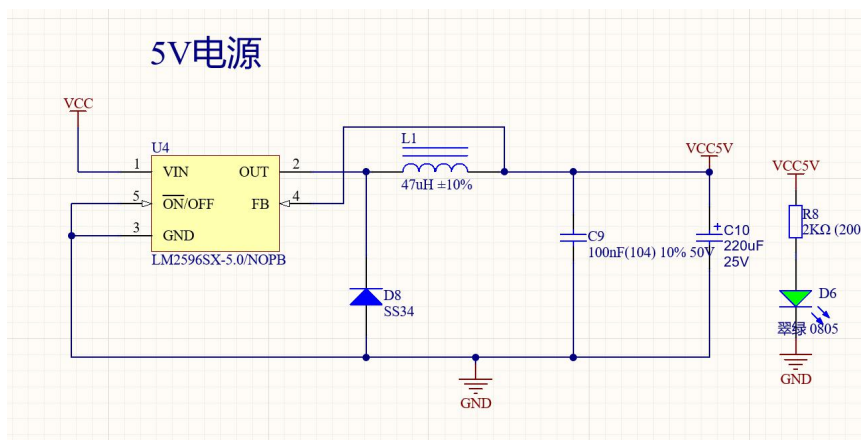


图 3.2.2

5V 的稳压模块，使用稳压芯片 LM2940-5V 输出电压 5V，用于蜂鸣器、陀螺仪、编码器、无线串口等供电。

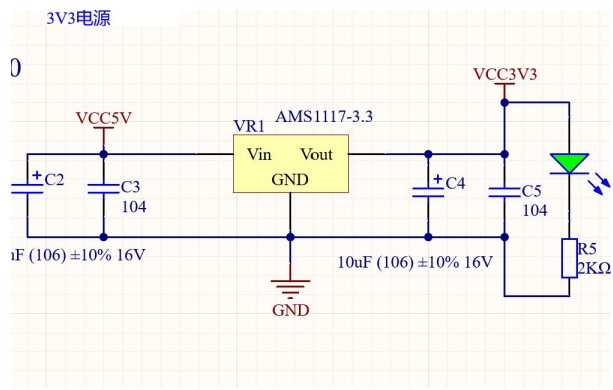


图 3.2.3

使用 LDO 芯片 AMS1117-3.3V 输出 3.3V 电压给屏幕、按键、编码器等供电。

3.3 电机驱动电路

用到 IR2104 半桥驱动芯片，所谓半桥驱动芯片，便是一块驱动芯片只能用于控制 H 桥一侧的 2 个 MOS 管。通过 IR2104 来控制 MOS 管的通断最终实现电机的正转与反转。

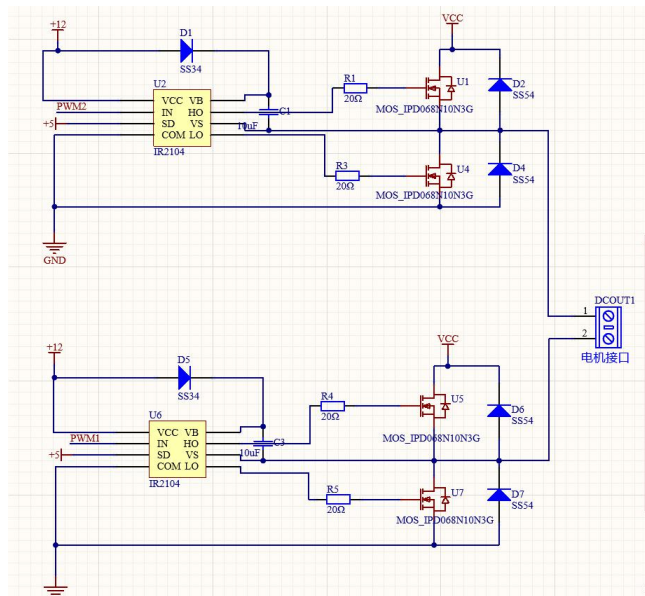


图 3.3

第四章 软件控制设计

4.1 整体思路

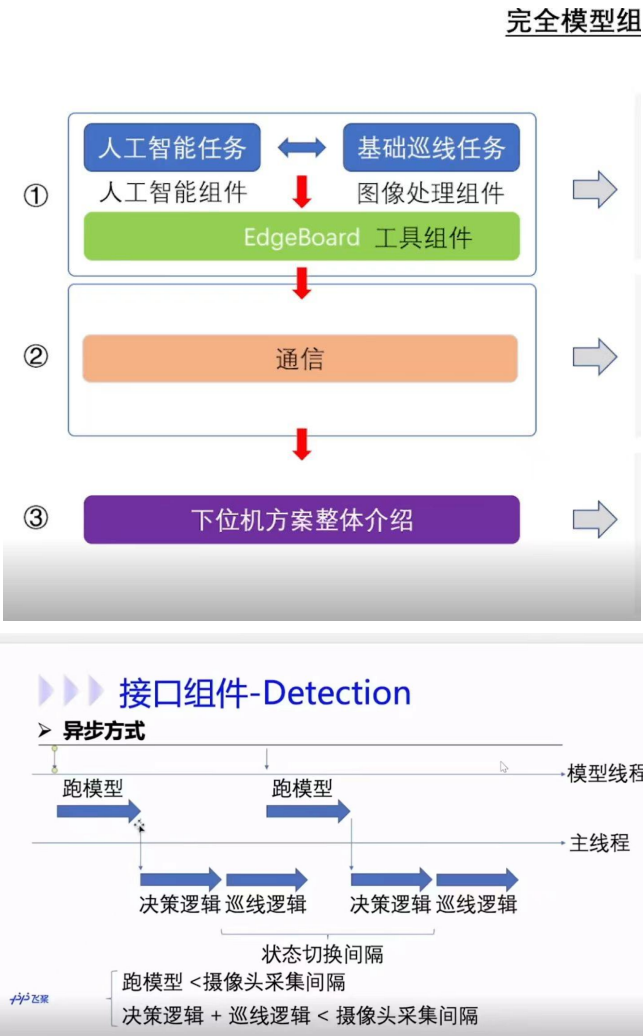


图 4.1

4.2 出入库

入库首先需要完成对斑马线的识别，需要根据黑白跳变情况做出判断，同时考虑到赛道需要跑两圈，第一次识别到跳变情况控制车辆直行，第二次识别则开始入库。准确识别斑马线可保证大致相同的位置入库，通过曲线拟合完成。

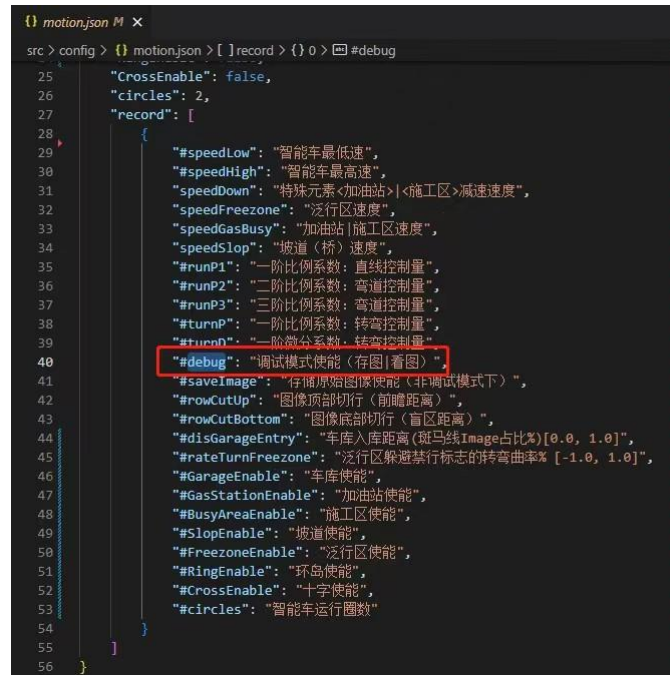


图 4.3

在控制舵机转向上，我们采用的是传统的位置式 PID 来控制舵机的转向。适用于舵机快速响应。对于惯性较大的对象，常常希望能加快控制速度，此时可增加微分作用。

特点：

比例控制对于惯性较大对象，控制过程缓慢，控制品质不佳。比例微分控制可提高控制速度，对惯性较大对象，可改善控制质量，减小偏差，缩短控制时间。理想微分作用持续时间太短，执行器来不及响应。实际使用中，一般加以惯性延迟，称为实际微分。

PD 调节以比例调节为主，微分调节为辅，PD 调节是有差调节。

PD 调节具有提高系统稳定性、抑制过渡过程最大动态偏差的作用。

PD 调节有利于提高系统响应速度。

PD 调节抗干扰能力差，一般只能应用于被调参数变化平稳的生产过程。

微分作用太强时，容易造成系统振荡。

而我们采用的 PD 算法是进行三段式的分段：

1. 首先是对直线赛道的舵机控制，当智能小车地摄像头将识别到地赛道路径判别为直线时，将进行直线的 PD 控制舵机，即此时的 P 和 D 都较小，来使智能小车在走直线赛道时能够尽量保持直线的路径进行循迹，此为第一段舵机 Pd 的控

制；

2. 在是对小幅度的弯道进行相应的 PD 控制，显而易见，此时的舵机 PD 相较于直线赛道应向较大方向的提升，从而能够及时得到下相应路径规划得出的打角值，相应加快，使得小车能够及时过弯。

3. 急弯处理和小幅度弯道的处理思路相同，只是此时的 PD 需要调节的更加大。

4.4 三岔识别



图 4.4

三叉道路的识别：此次的三叉赛道路口前放置有一个白底红色的三叉标志，这个标志可以作为我们进入三叉的重要依据。我们识别三叉标志则利用官方的百度飞桨训练平台进行三叉图片的训练。

4.5 施工区识别

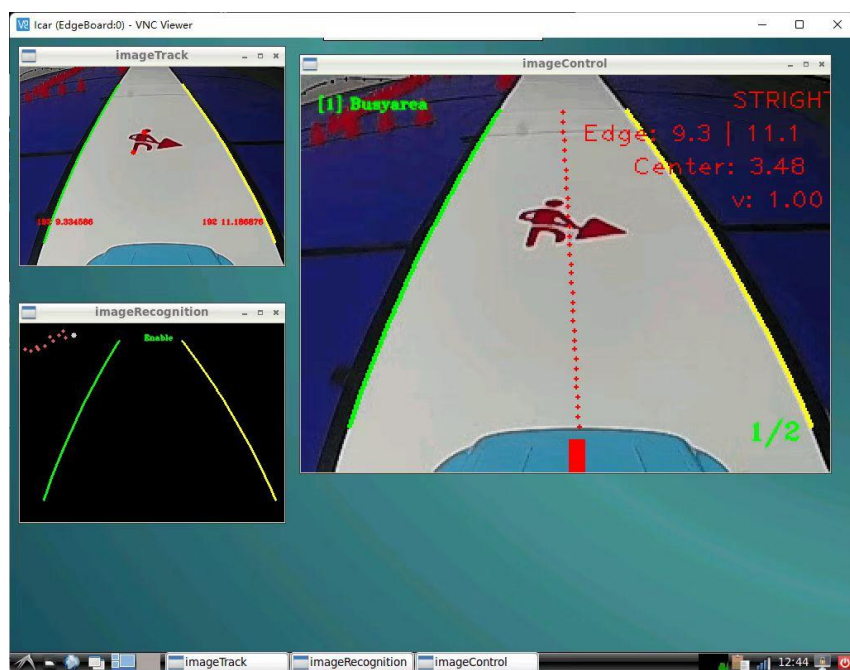


图 4.5

对于施工区，首先由 AI 识别施工区标志及锥桶，进入施工区使能，此时记录锥桶信息并开始补线，当小车进入施工区后，对锥桶继续进行 AI 识别，并拟合成左右边线，实现正常循迹。当发现右边丢线，左边线突变的时候则为出施工区使能，执行补线，出站。出站后，推出施工区使能，当第二圈识别斑马线时，对施工区所有标志位和计数器进行清零，即可实现第二次进入施工区。

第五章 系统的开发环境与车模调试

5.1 开发调试环境

运用 AURIX Development Studio 作为软件开发工具。ADS 是英飞凌公司于 2019 年底推出的免费的集成开发环境，支持英飞凌 TriCore™内核 AURIX™ 系列 MCU；ADS 是一个完整的开发环境，包含了 Eclipse IDE、C 编译器、Multi-core 调试器、英飞凌底层驱动库，同时对于编辑、编译及调试应用代码没有时间及代码大小的限制。

MobaXterm 是一款远程控制工具，可实现 Shell, Mosh, Aws, WSL (微软子系统) 等超多连接功能。

[illegible]

图 5.11

VNC 是虚拟网络控制台的缩写。它 是一款优秀的远程控制工具软件。VNC 是在基于 UNIX 和 Linux 操作系统的免费的开源软件，远程控制能力强大，高效实用。

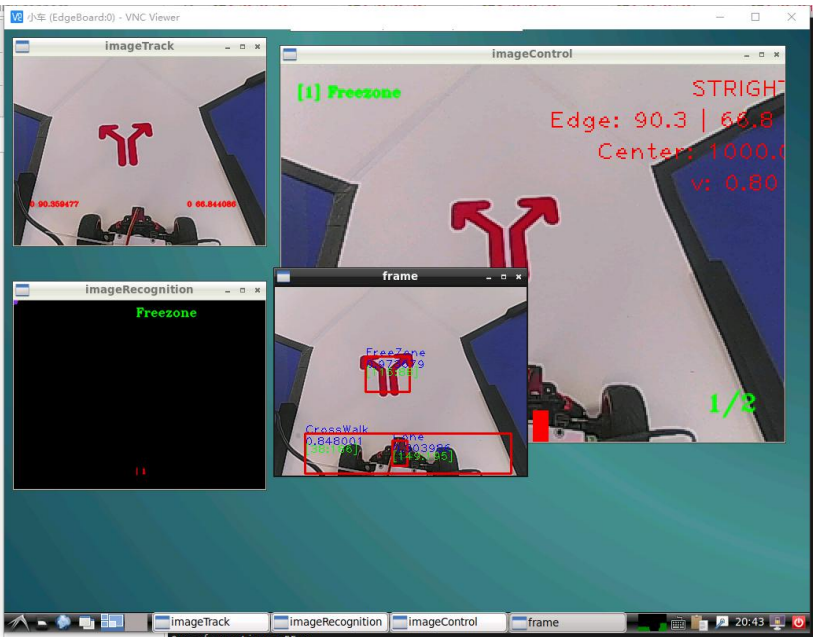


图 5.12

5.2 串口

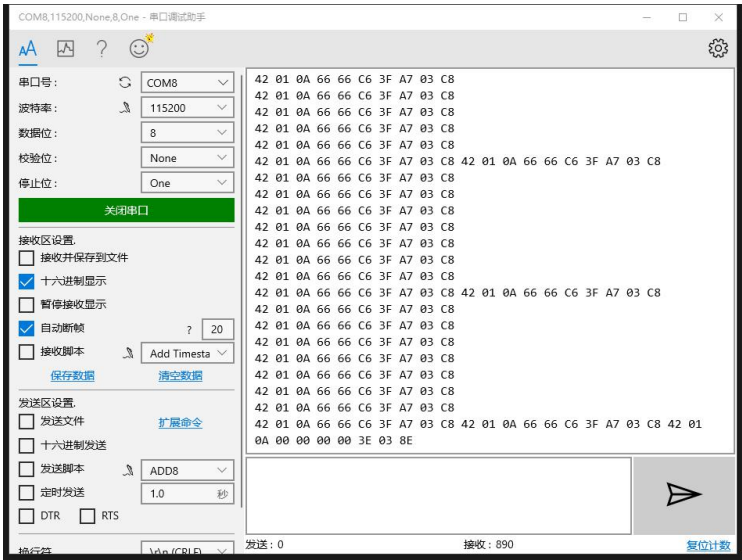


图 5.2

串口实现上位机和下位机之间的通信。

结论

在这份报告中，我们从智能车的机械结构、硬件电路、控制算法、调试方式等方面介绍了我们准备比赛的过程。在每一方面，我们都是在多次试错做找寻新的方法，最终得到了适用于我们自己的方法，在这里分享。

通过这个比赛，我们每一个人都有所收获，学到了许多知识，但更重要的是学会了分工合作，学会共同面对困难，学会通过思考和讨论解决问题。这些对于我们未来的学习是弥足珍贵的，这一经历必将永远刻在我们心里。

希望智能车竞赛能越办越好，希望可能的同学可以通过此竞赛得到锻炼与成长。希望这篇文章可以对其他同学有帮助，也欢迎大家讨论分享思考，共同进步。

参考文献

- [1] 胡寿松. 自动控制原理(第七版)[M]. 北京:科学出版社, 2019.
- [2] 王盼宝, 樊越骁, 曹楠, 等. 能车制作——从元器件、机电系统、控制算法到完整的智能车设计[M]. 北京:清华大学出版社, 2018.
- [3] 阎石. 数字电子技术基础(第六版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2016.
- [4] 蔡述庭. “飞思卡尔”杯智能汽车竞赛设计与实践 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社. 2012.

附录

```

#include "headfile.h"

#pragma section all "cpu0_dsram"

//#define errr err0

vuint8 IPS_Flag;

vuint8 Img_Th;

//extern signed char err1;

//extern signed char err1;

//对于 TC 系列默认是不支持中断嵌套的，希望支持中断嵌套需要在中断内使用 enableInterrupts();来开
启中断嵌套

//简单点说实际上进入中断后 TC 系列的硬件自动调用了 disableInterrupts();来拒绝响应任何的中断，
因此需要我们自己手动调用 enableInterrupts();来开启中断的响应。

#include <math.h>


//int duty,duty_MAX=795,duty_MIN=615;

float err;


int s;

int times1 = 0;

int times2 = 0;

int encode ;

signed char cha;


// encode=gpt12_get(GPT12_T2);

// if(encode > -3500)

// {

// ++times1;

```

全国大学生智能汽车邀请赛技术报告

```
//      if(times1 == 1)
//      {
//          cha = -19;
//          lastspeed = 1500;
//      }
////      else
////      {
////          cha =(float) err1;
////      }
//  }

//  else if(encode < -3500 && encode >-6500)
//  {
//      ++times2;
//      if (times2 == 1)
//      {
//          cha = -37;
//          lastspeed = 900;
//      }
//  }
//  else
//  {
//      cha = angle;
//      lcd_showint32(1,2,angle,10);
//      lcd_showint32(1,4,PDOUT,10);
//      lcd_showint32(1,5,err1,10);
//  }

void motor_ctrl(int outmotor)
{
    //  if(outmotor1 >= 0)
```

```

//      {

//      pwm_duty( ATOM0_CH5_P02_5,outmotor1);

//      pwm_duty( ATOM0_CH4_P02_4, 0);


//      }

//      else

//      {

//      pwm_duty( ATOM0_CH5_P02_5, 0);

//      pwm_duty( ATOM0_CH4_P02_4,-outmotor1);

//      }


if(outmotor >= 0)

{

// pwm_duty( ATOM0_CH1_P21_3,outmotor);

// pwm_duty( ATOM0_CH0_P21_2, 0);

pwm_duty( ATOM0_CH1_P21_3, 0);

pwm_duty( ATOM0_CH0_P21_2, outmotor);

}

else

{

// pwm_duty( ATOM0_CH1_P21_3, 0);

// pwm_duty( ATOM0_CH0_P21_2,-outmotor);

pwm_duty( ATOM0_CH1_P21_3,-outmotor);

pwm_duty( ATOM0_CH0_P21_2, 0);

}

}

//signed char uart_buff;

extern float speed;

//struct _pid;

```

全国大学生智能汽车邀请赛技术报告

```
//extern signed char err1;

//extern float PDOUT;

void PID_init();

extern uint16 servoPwm;

extern int m;

//extern float speed;

extern float lastspeed;

//extern uint8 b;

//extern uint8 c;

int core0_main()
{
    get_clk();//770 930 610

    //获取时钟频率 务必保留

    //注意 从 V1.1.6 版本之后 printf 打印的信息从串口输出具体可以学习库例程 6-Printf_Demo

    gtm_pwm_init(ATOM0_CH1_P21_3, 17*1000, 1000);//电机

    gtm_pwm_init(ATOM0_CH0_P21_2, 17*1000, 1000);//电机初始化：限幅 3000 以下    duty =
695;

    gtm_pwm_init(ATOM1_CH1_P33_9, 50, 830);//舵机初始化 705 760 650 730 830

    pit_init(CCU6_0, PIT_CH0, 10000);

    gpt12_init(GPT12_T2, GPT12_T2INB_P33_7, GPT12_T2EUDB_P33_6);

    //    gpio_init(P13_2, GPI, 1, PUSH_PULL);

    //    gpio_init(P13_5, GPI, 1, PUSH_PULL);//P00_0 初始化为 GPIO 功能、输出模式、输出高电
平、推挽输出

    //    gpt12_clear(GPT12_T2);

    lcd_init();

    uart_init(UART_0, 115200, UART0_TX_P14_0, UART0_RX_P14_1);

    // 初始化串口 0 波特率 115200 发送引脚使用 P14_0 接收引脚使用 P14_1

    PID_init();

    enableInterrupts();

    //    duty = 800;//705;//初始化舵机中值
```

```

    gpt12_clear(GPT12_T2);

    pit_interrupt_ms(CCU6_0, PIT_CH0, 5000);

// systick_delay_ms(STM1,1000);

// uint32 a = gpt12_get(GPT12_T2);

while (TRUE)
{

//          if(gpt12_get(GPT12_T2))
//          {
//          uart_putchar(UART_0, gpt12_get(GPT12_T2));
//
//          }

    // lcd_clear(YELLOW);

    // motor_ctrl(1000);

    // lcd_showstr(0,0,"seekfree");

    // lcd_showint32(5,3,err1,10);

    // lcd_showint32(0,1,lastspeed,10);

    // lcd_showint32(0,0,pid.ActualSpeed,10);

    // uart_putchar(UART_0, uart_buff);

    // lcd_showint32(0,0,gpt12_get(GPT12_T2),10);

    // lcd_showint32(0,6, b,10);

    // lcd_showint32(10,2, c,10);

// lcd_showint32(1,5, BuffData[1],10);
// lcd_showint32(1,6,BuffData[2],10);
// lcd_showint32(1,7,BuffData[3],10);
// lcd_showint32(1,0, servoPwm ,10);
// lcd_showint32(1,2, flag ,10);

```

全国大学生智能汽车邀请赛技术报告

```
    lcd_showint32(0,0,servoPwm,10);

    lcd_showint32(1,1,sspeed,10);

    lcd_showint32(1,2, lastspeed ,10);

    lcd_showint32(1,3, m ,10);

    lcd_showint32(0,4,gpt12_get(GPT12_T2),10);


    //    systick_delay_ms(STM1,10000);


    }

return 0;

}

#pragma section all restore
```