

南京航空航天大学第十七届“航空工业 津电杯”电子电路设计竞赛

技 术 报 告

题 目 E 自动泊车系统

	学号	姓名
队长	072040105	刘绎妍
队员 1	072040127	樊卓铭
队员 2	042000830	曾志成
队员 3	072140219	孙靖华

EEE Pro

2023 年 3 月

摘要

本设计以 STM32 单片机为主控模块,设计了主要包含 OpenMV 机器视觉模块、电机驱动模块和光电电机反馈模块,光电寻迹模块和人机交互模块的小车停泊系统。通过光电码盘的角度控制,使小车先进入识别区识别给定的数字,退出并转向至光电传感器识别到左边线,通过循迹和光电码盘的双重控制来到停车区,对停车位数字进行识别与判断,

通过 OpenMV 机器视觉模块将采集到的图片集进行云训练,获得自己的数字及字母检测模型。并通过自制算法将识别数据处理成有序数组进行判断

本设计还巧妙的应用了“图形-控制”分布式处理,自主设计的异步并行通讯协议,改造出的光电门式角度传感器,PWM 波电机控制等

关键词: STM32, openMV, 机器学习, 自动泊车

一、引言

该系统首先让光电码盘控制小车进入识别区,通过视觉模块识别到数字后,将数字存储,小车再退出识别区再自动循迹,在到停车区入口处开始识别停车区号码,若与已存储的数字匹配,则进入该库,若不匹配,则小车前进一个库继续识别与匹配,直至三次,若三次都未匹配则继续寻迹至赛道末端。

为实现以上功能,我们将系统分为几个模块,分别有 openMV 机器视觉模块、电机驱动模块,光电电机反馈模块,光电寻迹模块和人机交互模块

二、系统方案

本系统主要由 OpenMV 机器视觉模块、电机驱动模块,光电测距模块,光电寻迹模块组成,下面分别论述这几个模块方案概述。

2.1 循迹模块的方案

使用红外传感器。该传感器自主发射红外线,通过接收器接收反射的红外光线强,将其转换为模拟信号,通过设置模拟信号的阈值以及 AD 转换器将光强转换为 0 或 1 的数字信号以判断该传感器的位置信息,即判断所处区域为黑线或白布。该模块使用三个红外传感器分别在器件的左中右部位,通过判断三个信号的高低电平来实现对小车位置的确定与调整。此模块既用在寻迹又用在小车转弯入

库的反馈调节。

2.2 数字识别模块的方案

使用 OpenMV 机器视觉模块。通过配置环境以及制作数据集进行训练，使用的训练算法为 TensorFlow 中的一款特征点识别用的算法，随着数据集中数据量的增大，单个字母识别精度也随之升高。

训练后的模型能够识别出每个字母和数字及其位置和准确度形成一个二维库表，通过字母和数字的位置以及准确度，将字母和数字有序排列成数组，并剔除低准确度的数字，从而形成一个识别出的“车位号”，对两次识别进行对比即可判断出匹配与否。

2.3 电机驱动与光电电机反馈模块的方案

使用编码电机控制。STM32 通过 L298N 控制电机以一个粗略的速度转动，通过光电反馈模块中的光电码盘和光电门形成一个角度传感器，经过计算后可以算得小车某轮子的运动轨迹的长度，从而反馈控制电机的运转，达到较为精确的运动距离。

2.4 人机交互模块的方案

将 LCD1602 的各个脚管与 stm32 的脚管连接，参考说明文档中的示例程序设计译码器，LCD1602 采用同步并行通讯，按照要求向屏幕输出指令，即可将要显示的文字输出到屏幕上

表 1 人机交互语句

状态	LCD1602 屏幕显示
任务完成	MISSION COMPLETE
匹配正确	V ID MATCHED
匹配失败	X ID MISMACHED
等待识别	WAITING
识别成功	ID FOUND
运行中	RUNNING

2.5 通讯协议方案

除视觉识别模块与显示屏外，其余模块均采用简单的数字 GPIO 通讯。
显示屏使用上述由厂家提供的并行通信协议进行通信。
对于视觉识别模块，我们采用如下自主设计的异步并行通讯协议进行通讯：

表 2 视觉模块与主控通过 GPIO 口通信

OpenMV/STM32 脚管	p6/pg2	p7/pc7
作用	标志位	发送命令
高电平	命令有效，开始执行	确认匹配，执行入库
低电平	命令无效，继续等待	不匹配，前进至下一位置

具体含义将在下文进行详细说明

三、系统结构与电路设计

3.1 小车结构设计

小车结构图如图 1 所示，小车尺寸为 17cm×27cm×22cm，符合设计要求。
整体采用小车供应商提供的车体底盘和废旧钢片，搭建出整个小车的结构，突出一个简约与环保。小车采用四轮结构，后轮驱动，在转弯时（循迹与入库）使用后轮的差速带动整个车体转向。

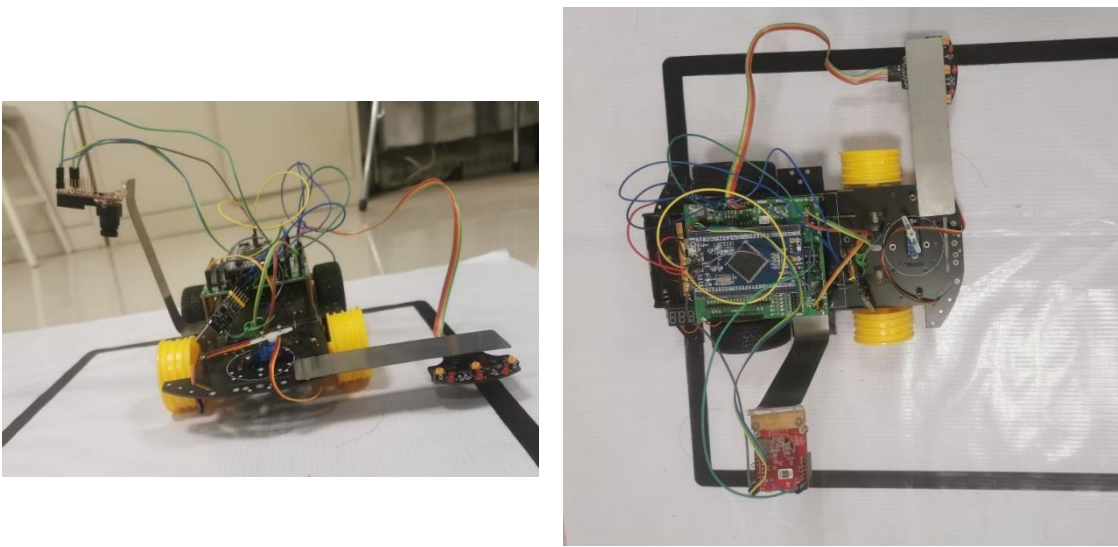


图 1 小车主视图与俯视图

3.2 电路设计

3.2.1 系统总体框图与实物图

系统总体框图如图 2 所示。系统主要由 STM32F103 单片机、OpenMV 视觉识别、红外光感、电机驱动等组成。

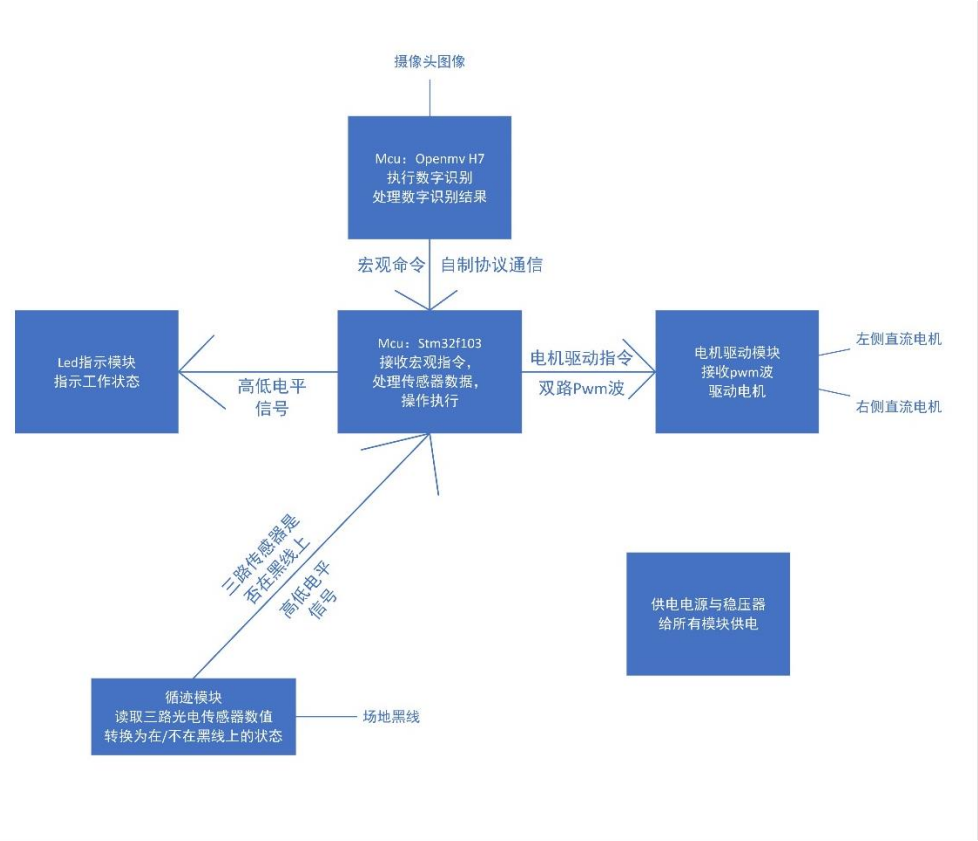


图 2 系统总体框图

主要模块为主控、电源、视觉识别模块、运动控制模块、传感器和显示屏。不同之间模块的相互关系如上所示。

3.2.2 电机控制电路原理图

电机控制系统电路如图 4 所示，将 L298N 的输入引脚 IN1, IN2 连接单片机，输出引脚 OUT1, OUT2 连接电机的端子。通过改变 PWM 占空比来调节电机转速。

STM32智能小车控制主板-L298N驱动芯片

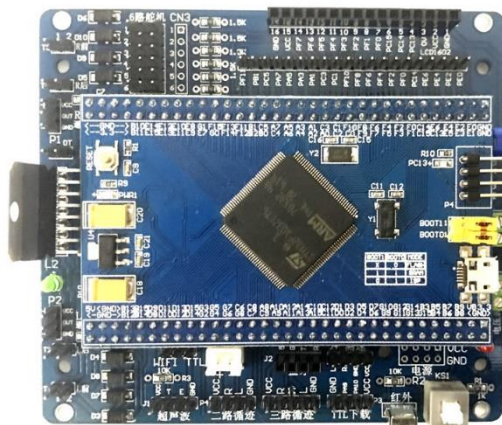


图 4 电机控制系统电路

3.3 程序的设计

3.3.1 主控 stm32 的程序流程设计

小车从出发到进入识别库，距离短，任务简单，采用距离控制。直接用光电角度传感器控制行进距离和转向角度。

入库后激活通信引脚，等待 OpenMV 对数字完成识别。

小车识别后，倒车后左转，等待巡线光感识别到黑线停车，开始执行巡线工作，同时使用光电角度传感器控制行进距离。。

达到预定行进距离后终止巡线，激活通信引脚，等待 OpenMV 对数字完成识别，识别后若匹配则小车右转，等待光感识别库线，巡线校正车辆方位入库后停车。否则继续，直到无匹配车库后离开。

3.3.2 光电寻迹模块相关的细节设计

该光电寻迹模块拥有三个光电传感器，光电传感器对于电机控制的真值表如下

表 3 三路光电循迹模块状态图

左	中	右	电机动作
黑	黑	黑	停车
黑	-	白	向右转向
白	-	黑	向左转向
其他			继续前进

对如上表格循环执行即可完成巡线

3.3.3 光电电机控制模块相关的细节设计

光电码盘每隔相等角度会有一个遮挡和一个空隙，遮挡和空隙处于光电门时光电门输出的电平不同，在程序中电平每变化一次则计数+1，一圈计数为 40，每个计数的角度即为 9° (0.157rad)，计数 $\times 0.157\text{rad} \times$ 车轮半径即为车轮的行进距离。到达预设行进距离即可发出停车指令。预设距离需要将刹车距离减去，一般认为同等速度下刹车距离相同。

3.3.4 电机驱动模块相关的细节设计

向电机驱动芯片输出 PWM 波即可驱动小车运动。由占空比粗略控制车轮转速。

3.3.5 open mv 视觉识别模块的程序设计

准备好训练得到的对数字和字母作为特征点识别的模型。调用模型处理图像，得到一个包含识别出的特征点（数字和字母），特征点在图像坐标的位置，以及识别的准确度百分比。判断保留准确度百分比大于 80% 的数字，以特征点的横坐标为标准对特征点进行排序，取出二维数组的[,1]项，构成新的数组，即为识别到的数组。

重复上述步骤，若两次识别结果相同，则存储该结果，并向 stm32 通讯。

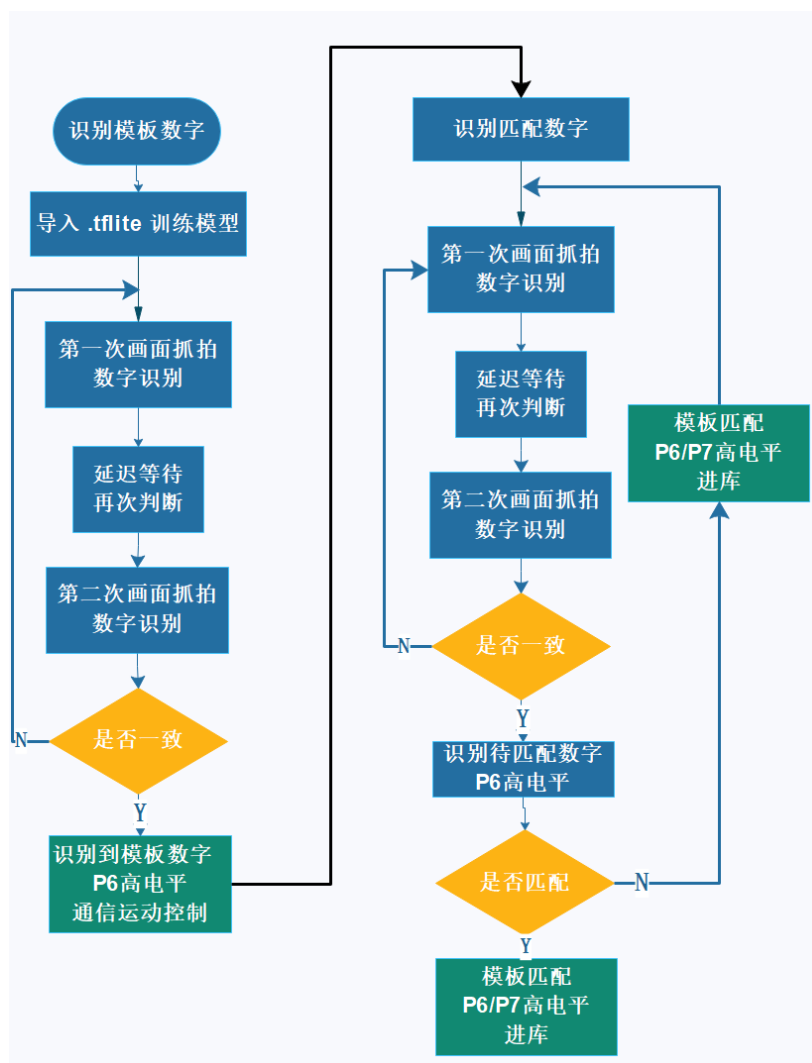


图 5 数字识别模块算法框图

OpenMV 在运转过程中需要判断号码牌的情况并向 stm32 发出一些宏观指令。采用双路 GPIO 进行通信，各线路含义如下。

表 4 OpenMV GPIO 通信引脚电平状态

OpenMV/STM32 脚管	p6/pg2	p7/pc7
作用	标志位	发送命令
高电平	命令有效，开始执行	确认匹配，执行入库
低电平	命令无效，继续等待	不匹配，前进下一位置

OpenMV 未识别到时，将持续进行帧处理，识别到后，会先挂 p7，再给 p6 挂高电平，并保持 200ms。保持期间不再进行识别。

STM32 等待命令时会先执行停车，当 pg2 收到标志位为高电平时确认 pc7 的命令并开始执行。

四、测试方案与测试结果

4.1 测试方案

4.1.1 软件调试

Open MV 的视觉识别代码采用软件调试的方法，保证其识别数字的准确性与灵敏性。

4.1.2 硬件软件联调

在搭建好小车的硬件结构之后，安装 OpenMV IDE，Keil_V5 之后，对小车路径进行循迹调试，调整电机转速、OpenMV 安装角度等。

4.2 测试条件

测试条件：由白底黑线的轨迹图步作为场地，黑线为轨道路径，由题示意。

4.3 测试结果及分析

表 5 4 次测试结果

识别区	停车区 1	停车区 2	停车区 3	最终停靠	是否正确
A3	A3	B4	C5	1	是
A3	3A	47	A3	3	是
47	3A	47	28	2	是
67	47	67	18	2	是

4.3.2 结论

根据上述测试数据可以得出以下结论：

1、本次设计采用模块化思想，先后完成了数字检测、电机驱动、巡线识别和电

源电路等模块的设计，较好地完成了题目的基本要求，实现了小车停泊至指定车位。

2、影响电机驱动的稳定性和控制精度的主要因素是两电机电流分配不均匀，为有效减少电机转速不同影响，采用双电机驱动模块分别给两个电机供电，从而有效地提高了控制精度。

4.3.3 视觉识别结果

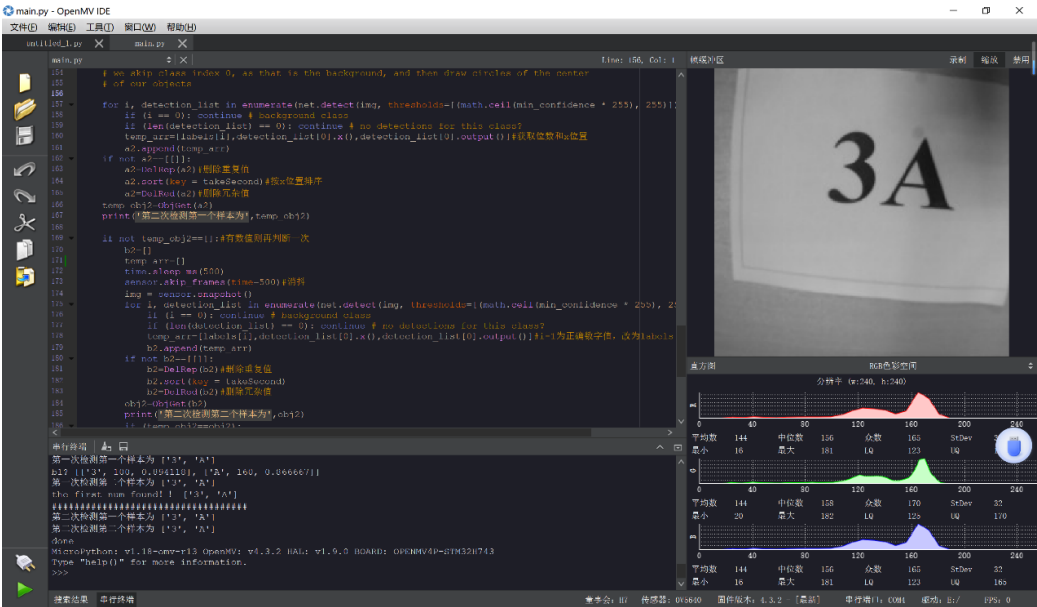


图 6 OpenMV 识别数字

五、总结展望

经过三人团结合作的不断实测改进。视觉识别小车最终可以较好地完成基本部分任务和发挥部分的功能。实现了（1）自动控制小车完成对识别区中号码牌的识别；（2）自动控制小车识别停靠区的号码，并自动控制小车纵向停靠再与（1）中号码相匹配的车位上，且成功率较高、速度较快；（3）在识别区号码不重复的情况下，前两项要求连贯运行；（4）成功率较高，小车能在电机的匹配功率下较快地完成任务。

另外，小组实现了发挥部分的要求（1）能够识别字母；（2）可以识别两位甚至三位数字字母组合；（3）通过显示模块能够很好的了解小车的运行状态，完成人机交互要求。

本次设计采用模块化思想，先后完成了数字检测、电机驱动、巡线识别和电源电路等模块的设计，较好地完成了题目的基本要求，实现了小车停泊至指定车位。