

学号	姓名	答辩成绩(30%)	实物演示(40%)	论文成绩(30%)	总成绩
	yuan				
	xiao				

评语:

本小组基于 STM32F103 微控制器设计了一款智能遥控小车，实现了通过手机遥控小车实现各种运动的功能，具体实现了小车的前进、后退、左转、右转、停止、避障和寻迹等功能。经测试，小车运行正常，实现了本项目预定的各项指标。

指导教师:

2021 年 7 月 1 日

遥控智能小车设计

xiao yuan

2018 级

2021 年 7 月 1 日

摘 要

随着越来越多的高科技产品逐渐融入了日常生活中，单片机、C 语言等前言学科的技术日趋成熟与实用化。本文提出了基于 STM32 蓝牙智能小车的设计，该系统采用 STM32 微处理器为核心，在 keil 软件中进行编程，使 STM32 产生周期性的 PWM 信号，用此信号对直流减速电机的速度及转动方向进行控制。将自制的硬件设计、控制程序和四轮小车机械结构相结合，制作多功能蓝牙小车。实验调试实现了智能小车的蓝牙无线遥控、自动超声波避障、红外循迹等功能，结果表明该系统具有结构简单、工作可靠、精度高等特点。

关键词： 蓝牙智能小车；PWM 调速；红外循迹；超声波避障

目 录

1. 设计任务	1
1.1 任务描述	1
1.2 难点分析	1
1.2.1 蓝牙通信部分	1
1.2.2 电机驱动部分	1
1.2.3 超声波避障部分	2
2. 方案比较与论证	3
2.1 方案选择	3
2.1.1 电机转向的控制	3
2.1.2 驱动模块的定时器分配	3
2.1.3 避障模块设计	3
2.2 方案论证	3
2.3 小结	4
3. 系统硬件设计	5
3.1 总体设计	5
3.2 硬件模块电路分析	5
3.2.1 四轮驱动式车体	5
3.2.2 主控模块	5
3.2.3 电源模块	6
3.2.4 电机驱动模块	6
3.2.5 蓝牙模块	7
3.2.6 超声波模块	7
3.2.7 红外循迹模块	8
3.2.8 终端控制模块	8
3.3 总系统结构图	9
3.4 小结	9
4. 系统仿真与软件设计	10
4.1 仿真设计与分析	10
4.2 软件设计	10
4.2.1 电机驱动程序	10
4.2.2 超声波测距程序	12
4.2.3 红外寻迹模块程序	13
4.3 工程文件	13
4.4 小结	14
5. 系统调试与组装	15
5.1 样机调试	16
5.1.1 调试蓝牙模块	16
5.1.2 调试电机驱动模块	17
5.2 样机功能	17
5.4 小结	18
6. 结论	19
参考文献	20

附录.....	21
---------	----

1. 设计任务

设计一蓝牙遥控的具有循迹避障功能的四驱智能小车。

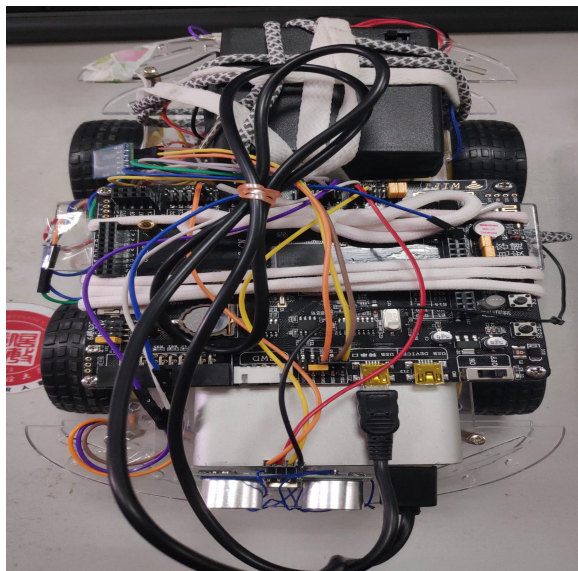


图 1.1 智能小车实物图

1.1 任务描述

- (1) 自制遥控器控制选择小车的运动方式;
- (2) 遥控器可以方便灵活的控制小车的前进、转弯等;
- (3) 超声波避障功能;
- (4) 红外循迹功能。

1.2 难点分析

1.2.1 蓝牙通信部分

在输出处理时，在手机蓝牙串口软件将不同的字符串分配给不同的运动指令，一开始设置的是“1”、“2”、“3”、“4”、“5”分别对应于“前进”、“后退”、“左转”、“右转”、“停止”的指令，但单片机在接受字节数据时没有停止，因此在每个字符串后添加了标志位“9”来表示一个指令的结束，从而软件发送的指令被单片机正常接收。

1.2.2 电机驱动部分

该智能小车是用四个电机同时控制运动，一开始用一个驱动模块驱动控制前面两个轮子，另一个驱动模块控制后面两个轮子，导致前面的轮子与后面轮子的运动方向相反，不能成功实现要求的运动方向。改成同一个驱动模块控制同一侧的轮子，最后实现电机驱动。

1.2.3 超声波避障部分

超声波避障时使用 `while (1)` 函数让小车在收到避障指令后持续对超声波模块正对的距离进行测量，小于 25cm 时就会转向，避开面前的障碍，但是此时若想进行其他的指令就无法被单片机接受。因此必须设置标志位，并且对 `while` 循环进行相应的修改。在与蓝牙通信的串口 1 的中断程序中，判断是否接收到执行其他模式的指令，如果接收到，则标志位置 1。在主程序的 `while` 循环中，判断标志位是否为 1。若为 1，则退出 `while` 循环，同时将标志位清零，以此执行其他的模式。若不为 1，则继续执行超声波避障程序。从而实现超声波避障模式与其他模式自由转换的效果。

2. 方案比较与论证

2.1 方案选择

2.1.1 电机转向的控制

方案一：直接通过驱动模块四个 IN 接口输入高低电平的组合控制四个电机的转向

缺点：转向速度过快，不好控制

优点：代码简洁

方案二：通过 PWM 控制电机转速，电机的功率大它就转的快，功率小它就转的慢。

优点：转速可以通过改变 TIM_SetCompare()函数中的第二个参数来控制电机转动的速度

缺点：代码比较长

2.1.2 驱动模块的定时器分配

方案一：用两个不同的定时器控制两个驱动模块。

方案二：用一个定时器同时控制两个驱动模块。

2.1.3 避障模块设计

方案一：红外式探测

采用红外式发射、检测一体化模块。由于单个发射器的照射范围不能太小，因此不使用激光管。用波瓣较宽的脉冲调制型红外发射管和接收器。其优点是电路实现简单，但抗干扰性较弱。

方案二：超声波探测

采用超声波器件。超声波波瓣较宽，一个发生器就可以监视较宽的范围。其优点为抗干扰能力强，不受物体表面颜色的影响。

2.2 方案论证

在电机转向的控制上采用方案二，调试中，不断改变 TIM_SetCompare()的第二个参数，车轮的转速也随之改变；

在驱动模块的定时器分配时采用同一个定时器控制，能够实现与用两个不同定时器分别控制相同的功能；

在避障模块设计中采用利用超声波进行测距、检测，因为这个方案更具有稳定性，因为没有舵机云台，能检测的范围更广的超声波模块更适合本实验。

2.3 小结

PWM 根据改变占空比对车轮的转动进行了调速，也为实现超声波避障中的按期望角度转向提供了代码基础；使用同一个定时器减少了不稳定性；超声波模块能够比红外模块在避障环节中反应得更灵敏。

3. 系统硬件设计

3.1 总体设计

硬件系统主要由单片机主控模块、电源模块、电机驱动模块、蓝牙模块、控制终端模块超声波模块、红外循迹模块组成。

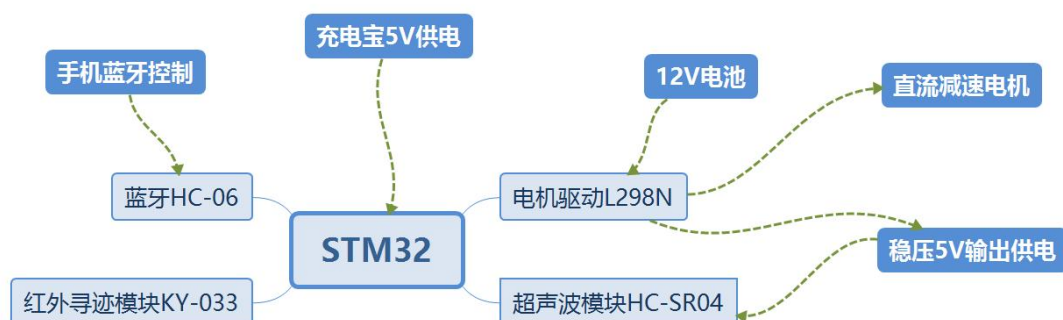


图 2.1 系统硬件设计图

3.2 硬件模块电路分析

3.2.1 四轮驱动式车体

车轮：四个。

直流减速电机：即齿轮减速电机，是在普通直流电机的基础上，加上配套齿轮减速箱。齿轮减速箱的作用是，提供较低的转速，较大的力矩。同时，齿轮箱不同的减速比可以提供不同的转速和力矩。这大大提高了，直流电机在自动化行业中的使用率。减速电机是指减速机和电机的集成体。这种集成体通常也可称为齿轮马达或齿轮电机。

底板：是用来支撑车体的主要部件。同时也是用来固定车子零部件的，底板上主要有红外传感器安装槽、超声波传感器安装孔、电机定位槽和走线孔，其余的槽孔是用来留在日后扩展用的。底板采用的是亚克力板材。安装方便，结构可靠稳定。

3.2.2 主控模块

主控模块采用 STM32F103ZET6 为主控制器，STM32F103 属于中低端的 32 位 ARM 微控制器，该系列芯片是意法半导体（ST）公司出品，其内核是 Cortex-M3。该系列芯片按片内 Flash 的大小可分为三大类：小容量（16K 和 32K）、中容量（64K 和 128K）、大容量（256K、384K 和 512K）。芯片集成定时器，CAN，ADC，SPI，I2C，USB，UART，等多种功能。STM32F103 可使用 keil C 语言编译，支持 STLink-SWD 在线调试，主要用于收集信息、处理数据、协调系统中的每个功能模块预计要完成的任务。

3.2.3 电源模块

电源模块在智能小车的运行过程中，需要给单片机、电机、各大模块及传感器供电。
驱动模块供电：

采用 8 节 1.5V 的干电池串联后的 12V 电池组给两个驱动模块供电，两个驱动模块并联。

单片机供电：

采用输入为 5V/2.0A，输出为 5.1V/2.4A 的小米充电宝给 stm32 单片机进行供电。

将驱动模块与单片机分开供电，一是因为两个部分所需要的供电电压的范围并不完全一致，二是采用同一个电源供电会导致模块各自的输出不稳定，这样做减少板块之间的影响。

3.2.4 电机驱动模块

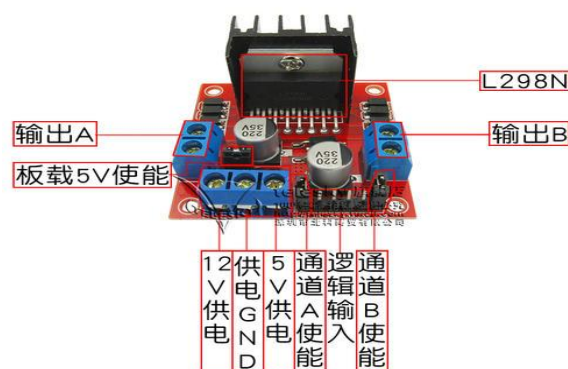


图 3.1 L298N 引脚图

电机驱动模块采用 L298N 为电机驱动芯片，其原理图如图。L298N 是 ST 公司生产的一种高电压、大电流电机驱动芯片。该芯片采用 15 脚封装。主要特点是：工作电压高，最高工作电压可达 46V；输出电流大，瞬间峰值电流可达 3A，持续工作电流为 2A；额定功率 25W。内含两个 H 桥高电压大电流全桥式驱动器，可以用来驱动直流电动机和步进电动机、继电器线圈等感性负载；采用标准逻辑电平信号控制；具有两个使能控制端，在不受输入信号影响的情况下允许或禁止器件工作有一个逻辑电源输入端，使内部逻辑电路部分在低电压下工作；可以外接检测电阻，将变化量反馈给控制电路。使用 L298N 芯片驱动电机，该芯片可以驱动一台两相步进电机或四相步进电机，也可以驱动两台直流电机，并联时可以驱动四台电机。此次研究将 L298N 配合 STM32 核心板无缝对插使用，实现无损扩展并对四个马达进行驱动和 PWM 调速。

3.2.5 蓝牙模块



图 3.2 HC-06 引脚图

因为我们只需要通过蓝牙来实现单片机与手机的信息收发,因此在通信方面采用只能工作在从机模式下 HC06 蓝牙模块,它用于接收主机下发的命令,不能主动建立连接,只能等别人连接自己。对于从机蓝牙可以使用 AT 命令进行配置,与主从一体的蓝牙模块差别在于其中的 ROLE(主从机角色)不可配置。

3.2.6 超声波模块



注: TRIP引脚是内部上拉10K的电阻,用单片机的IO口拉低TRIP引脚,然后给一个10us以上的脉冲信号。

图 3.3 HC-HR04 引脚图

- (1) 采用 IO 口 TRIG 触发测距,给至少 10us 的高电平信号;
- (2) 模块自动发送 8 个 40khz 的方波,自动检测是否有信号返回;
- (3) 有信号返回,通过 IO 口 ECHO 输出一个高电平,高电平持续的时间就是超声波从发射到返回的时间。
- (4) 本模块使用方法简单,一个控制口发一个 10us 以上的高电平,就可以在接收口等待高电平输出。一有输出就可以开定时器计时,当此口变为低电平时就可以读定时器的值,此时就为此次测距的时间,方可算出距离。如此不断的周期测,即可以达到你移动测量的值。

3.2.7 红外循迹模块



图 3.4 KY-033 引脚图

本质上是一个红外 LED 和一个红外检测器。轨迹传感器的红外发射管不断发出红外光。由于黑色吸收光，因此当 IR 发射管在黑色表面上发光时，反射光更少，因此接收管接收到的 IR 射线更少。表示电阻大；然后比较器输出高电平，并且指示灯 LED 熄灭。同样，当它照射在白色表面上时，反射的光也会更多。因此，接收管的电阻较低；因此，比较器输出低电平，指示灯 LED 点亮。当红外线发射器向纸上发射光线时，如果光线照射在白色表面上，它们将被接收器反射并接收，并且引脚 OUT 将输出低电平；如果光线遇到黑线，它们将被吸收，因此接收器将一无所获，并且引脚 OUT 将输出高电平。

3.2.8 终端控制模块

蓝牙串口软件：蓝牙串口能在蓝牙设备之间创建串口进行数据传输的一种设备。蓝牙串口的目的是针对如何在两个不同设备(通信的两端)上的应用之间保证一条完整的通信路径。则安装了蓝牙串口软件的手机终端就能和连接了蓝牙模块的单片机通过通信路径进行信息传递。

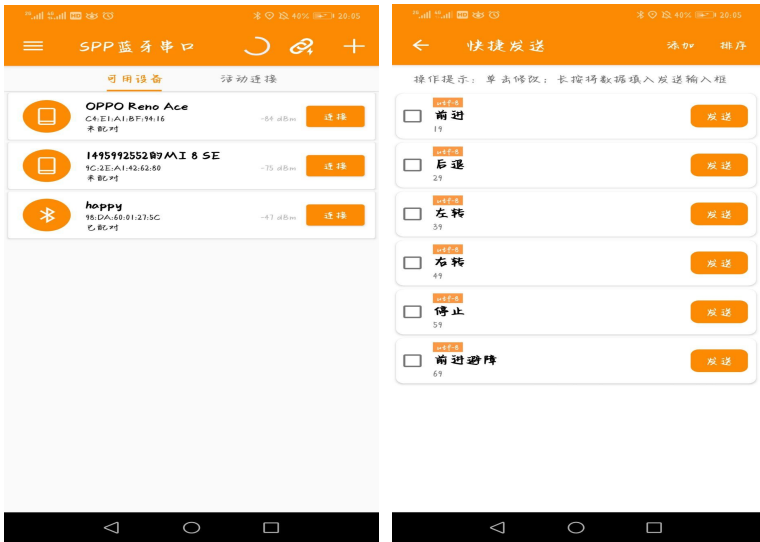


图 3.5 手机终端软件界面

3.3 总系统结构图

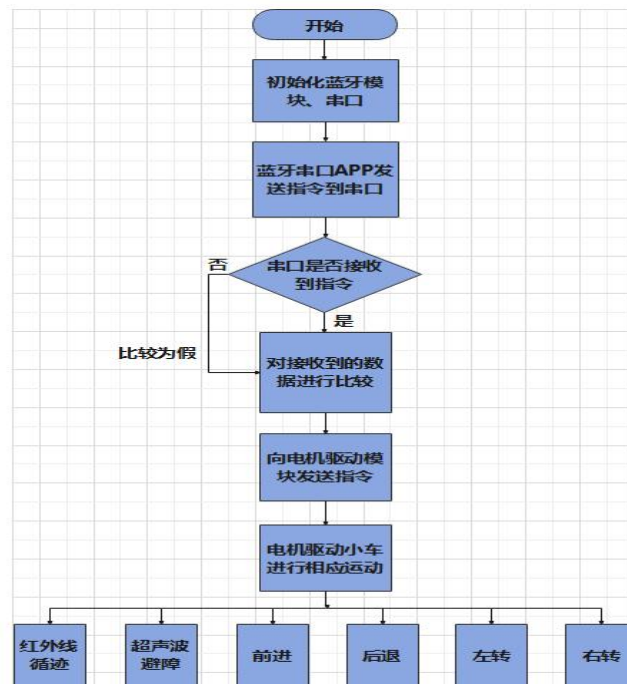


图 3.6 系统结构图

3.4 小结

整个小车的整体构思是通过手机蓝牙串口软件与单片机连接的蓝牙模块进行通信,根据不同的指令控制小车的六种状态——前进、后退、左转、右转、避障模式、循迹模式,并能自由切换。

4. 系统仿真与软件设计

4.1 仿真设计与分析

通过对 PWM 占空比的设置，可以调整小车的速度。在 keil 软件中进行不同占空比的仿真（即不同的行进速度）。仿真图如下：

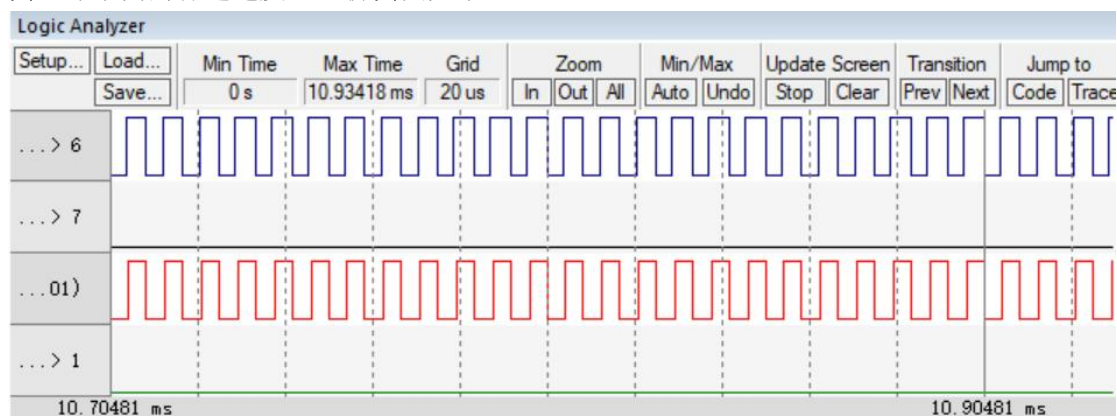


图 4.1 不同占空比的 PWM 仿真大图

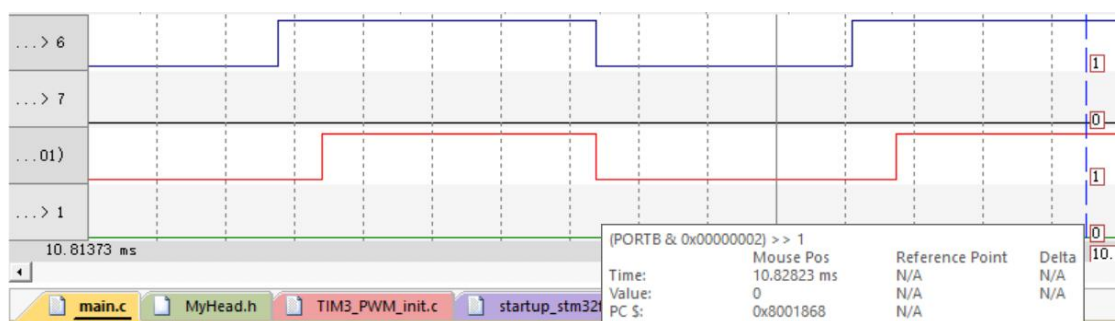


图 4.2 不同占空比的 PWM 仿真放大部分

由以上两张图可以看出，使用不同的 PWM 占空比时，一个周期内高电平与低电平的比例不同。高电平持续时间越长，小车运动速度越快。若一直是高电平，则小车以最高速度前进。若一直是低电平，则小车处于停止的状态。

4.2 软件设计

4.2.1 电机驱动程序

电机的驱动主要是对 L298N 驱动芯片的操作，运用 PWM 调速方法完成对电机进行驱动控制。脉冲宽度调制(PWM)，简称脉宽调制，是利用微处理器的数字输出来对模拟电路进行控制的一种非常有效的技术。PWM 波的产生可以通过时钟频率、自动重装值等参数进行设置，从而调节 PWM 波的占空比和输出频率，即对脉冲宽度的控制，PWM 原理如图：

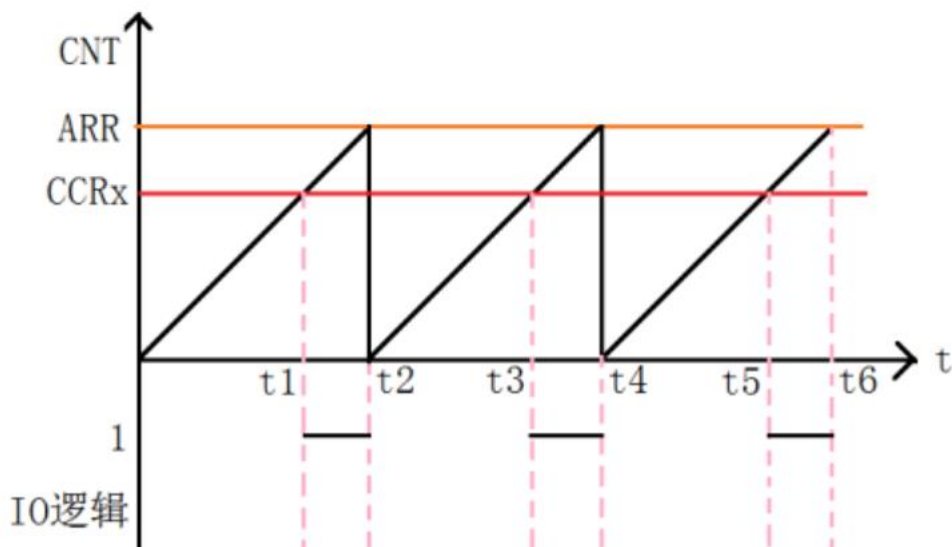


图 4.3 PWM 原理图

由图先假定定时器工作正处于向上计数 PWM 模式，且当 CNT 小于 CCRx 时，输出 0，当 CNT 大于等于 CCRx 时输出 1。那么就可以得到如上的 PWM 示意图：当 CNT 值小于 CCRx 的时候，IO 输出低电平(0)，当 CNT 值大于等于 CCRx 的时候，IO 输出高电平(1)，当 CNT 达到 ARR 值的时候，重新归零，然后重新向上计数，依次循环改变 CCRx 的值，就可以改变 PWM 输出的占空比，改变 ARR 的值，就可以改变 PWM 输出的频率，这就是 PWM 输出的原理。由此可知 PWM 技术就是把直流电压斩成一系列脉冲，通过改变脉冲的占空比获得所需的输出电压。

由图 L298N 芯片的原理图，引脚 A，B 可用于输入 PWM 脉宽调制信号对电机进行调速控制。如果无须调速可将两引脚接 5V，使电机工作在最高速状态，既将短接帽短接。假设驱动的两台直流电机分别为 M1 和 M2，当输入信号端 IN1 接高电平输入端 IN2 接低电平时，电机 M1 正转。当信号端 IN1 接低电平，IN2 接高电平，电机 M1 反转。控制另一台电机是同样的方式，输入信号端 IN3 接高电平，输入端 IN4 接低电平，电机 M2 正转（反之则反转）。PWM 信号端 A 控制 M1 调速，PWM 信号端 B 控制 M2 调速。可通过单片机 IO 口状态来控制小车运行，电机具体运行方式如图。

驱动名称	驱动1				驱动2			
驱动引脚	out1	out2	out3	out4	out1	out2	out3	out4
轮胎接口	前左地	前左车	后右地	后右车	后左车	后左地	前右地	前右车
前进	1	0	0	1	1	0	0	1
后退	0	1	1	0	0	1	1	0
左转	0	1	0	1	0	1	0	1
右转	1	0	1	0	1	0	1	0
停止	0	0	0	0	0	0	0	0

图 4.4 电机具体运行方式

电机驱动程序使用了单片机定时器的 PWM 功能，通过输出频率及占空比可变的 PWM 波来驱动电机。具体实现方法为：首先，使能定时器和相关 IO 口时钟。其次，对定时器进行初始化并设置其自动重装载值和预分频值，将计数模式设置为向上计数模式。最后，再使能预装载寄存器，使能定时器，通过改变比较值 CCRX，达到不同的占空比效果。

4.2.2 超声波测距程序

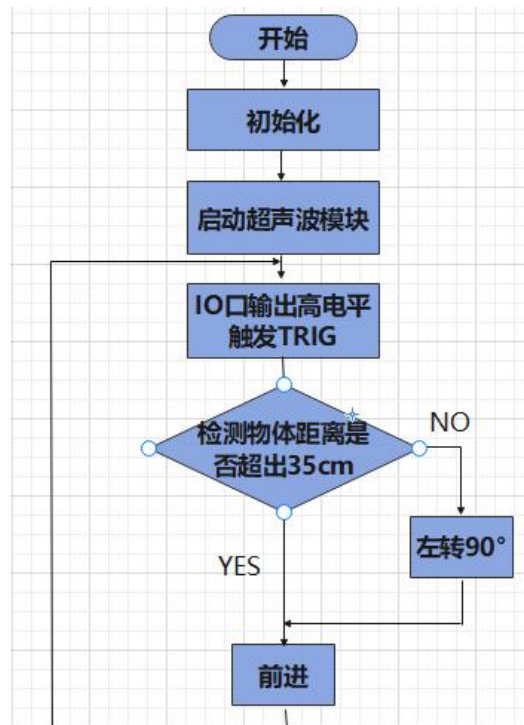


图 4.5 超声波测距程序流程图

上图所示为超声波测距程序流程图。超声波模块的工作原理为：给脉冲触发引脚（trig）输入一个长为 20us 的高电平方波。输入方波后，模块会自动发射 8 个 40KHz 的声波，与此同时回波引脚（echo）端的电平会由 0 变为 1；（此时应该启动定时器计时）。当超声波返回被模块接收到时，回波引脚端的电平会由 1 变为 0；（此时应该停止定时器计数），定时器记下的这个时间即为超声波由发射到返回的总时长。根据声音在空气中的速度为 344 米/秒，即可计算出所测的距离。

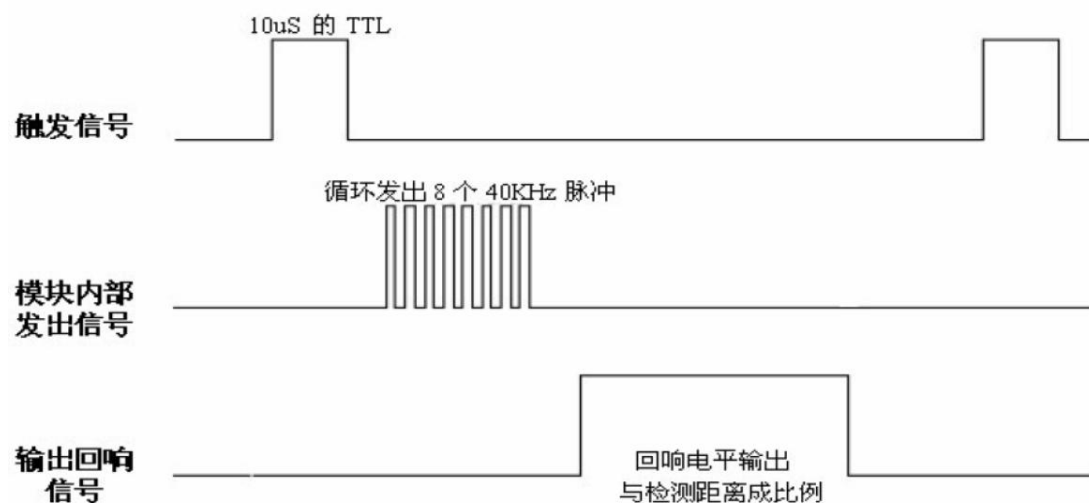


图 4.6 超声波模块 HC-SR04 的时序触发图

在超声波测距程序中，在小车前进过程中，若超声波模块所测距离小于 35cm，则小车左转 90 度，否则小车一直直行。

令定时器完成 1 次计数的时间为 1us，则完成 1000 次计数的时间（即完成 1 次定时的

时间)为 1ms。由于超声波由发射到返回的总时长很可能大于定时器完成 1 次定时的时间(即溢出)，故设置定时器每完成一次定时产生中断，变量 msHcCount 就加 1。同时将定时器清零，重新计时。则最后超声波由发射到返回的总时长可由下式表示：

$$T = \text{msHcCount} * 1000 + t \quad (4-1)$$

其中 T 表示超声波由发射到返回的总时长，单位为 us。msHcCount 表示产生中断的次数。t 表示定时器最后一次计时花费的时间，单位为 us。

超声波模块所测距离可表示为：

$$L = (T * K) / 2 \quad (4-2)$$

其中 L 表示超声波模块所测距离。T 表示超声波由发射到返回的总时长，单位为 us。K 表示声音在空气中的传播速度，单位为 m/s。

4.2.3 红外寻迹模块程序

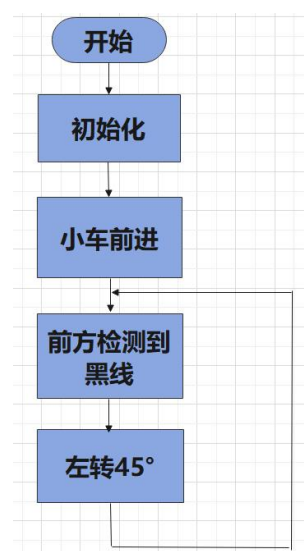


图 4.7 红外寻迹模块流程图

上图为红外寻迹模块流程图。在红外寻迹模块程序中，红外寻迹模块检测到黑线时，该模块的输出引脚显示高电平。没有检测到黑线时，该模块的输出引脚显示为低电平。通过读取该引脚高低电平的状态，知道是否检测到黑线。在直行过程中，若检测到黑线，则左转 45 度后继续检测。若未检测到，则保持直行的状态。

4.3 工程文件

在智能遥控小车的主程序中，先初始化各个模块所需的引脚，做相应的处理（开启时钟、配置中断等），然后等待接收蓝牙的命令。每接收到 1 次蓝牙的命令，在串口 1 的中断程序中对命令（实质上是字符串）进行处理。处理完成后，回到主函数，判断是执行小车的哪一种模式，最后对小车进行相应的操作。各种模式的命令图如下：

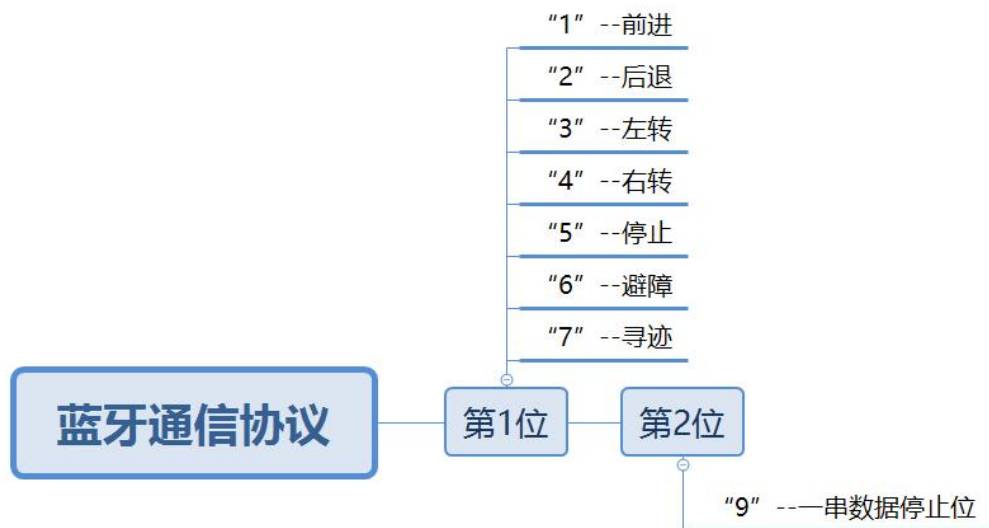


图 4.8 各种模式的命令图

4.4 小结

在系统仿真与软件设计中，对电机驱动程序、超声波避障程序、红外寻迹模块程序进行仿真和实物调试。调试成功之后加入到主函数中，进而实现对小车各种模式的蓝牙控制。

5. 系统调试与组装

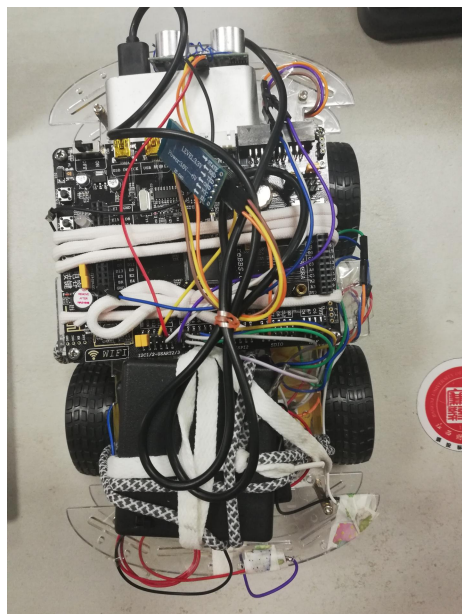


图 5.1 小车正面图

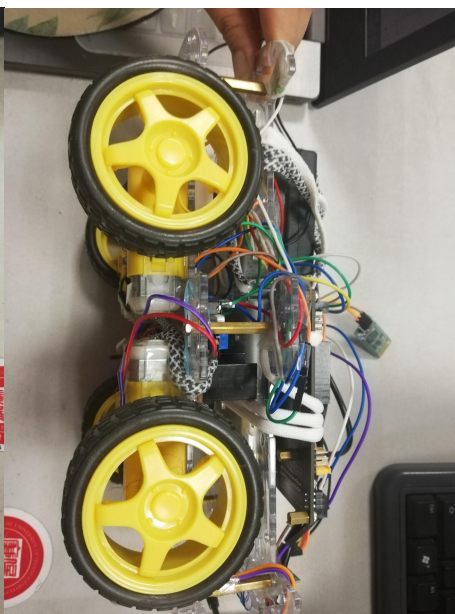


图 5.2 小车侧面图

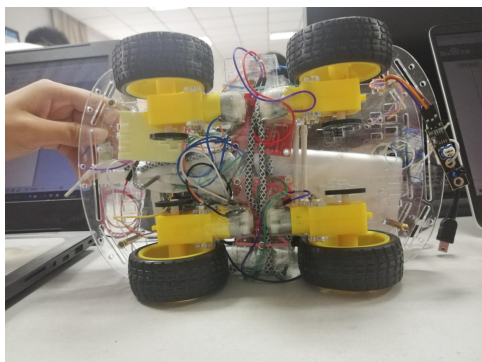


图 5.3 小车背面图

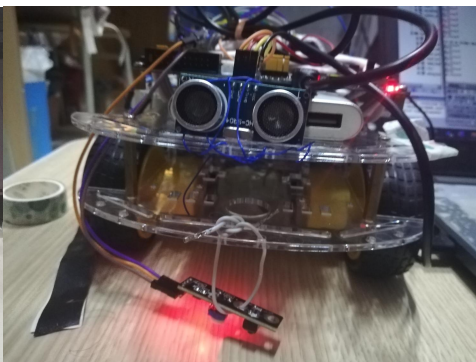


图 5.4 小车前面图

以上四张图片分别为小车正面、侧面、背面、前面的组装完成的视图。包含的元件有 1 个 12V 串联电池、1 个 5V 充电宝、1 个 HC-06 蓝牙模块、1 个 HC-SR04 超声波避障模块、1 个 KY-033 红外寻迹模块、2 个 L298N 电机驱动模块、4 个直流减速电机、2 块亚克力小车底板、若干杜邦线。

5.1 样机调试

5.1.1 调试蓝牙模块

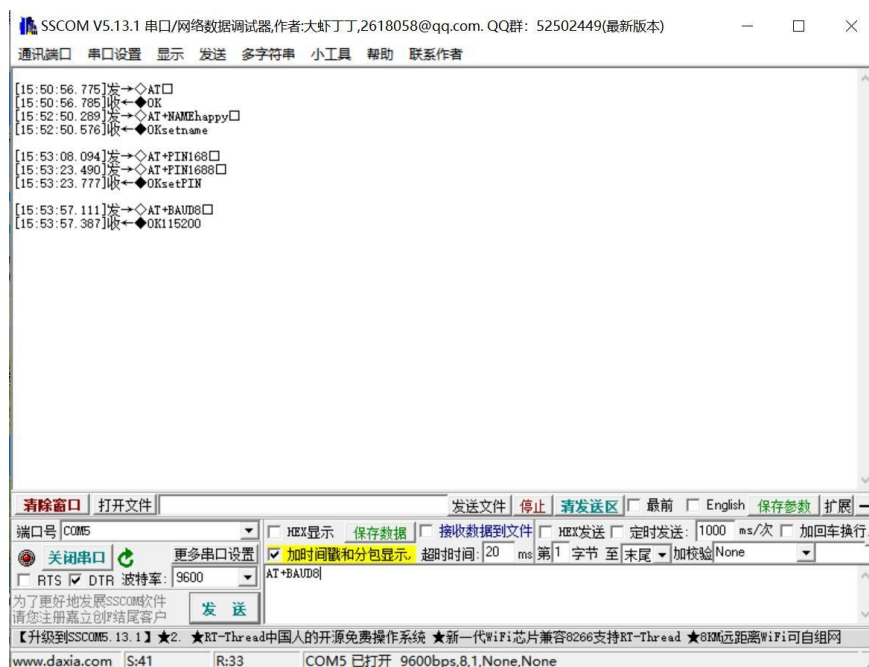


图 5.5 蓝牙模块调试指令图

将蓝牙模块的 VCC 端接单片机 3.3V 供电，将 GND 端与单片机供地。将蓝牙的 TX 端与单片机的 CH430 模块的 RXD 模块相接，将蓝牙的 RX 端与单片机的 CH430 模块的 TXD 模块相接。完成上述步骤后，蓝牙模块的指示灯闪烁，表示蓝牙模块已经成功上电。

打开电脑端的串口调试助手，设置波特率为 9600，然后打开串口。输入蓝牙模块调试的一系列指令，包括测试蓝牙是否成功连接（AT）、设置蓝牙被识别的名字和密码、设置蓝牙模块通信的波特率。

完成以上操作后，重新给蓝牙上电。再次打开串口调试助手，将串口调试助手的波特率与蓝牙模块通信的波特率保持一致，这时打开串口，已经可以实现蓝牙模块与电脑进行通信了。蓝牙模块调试完毕。

5.1.2 调试电机驱动模块

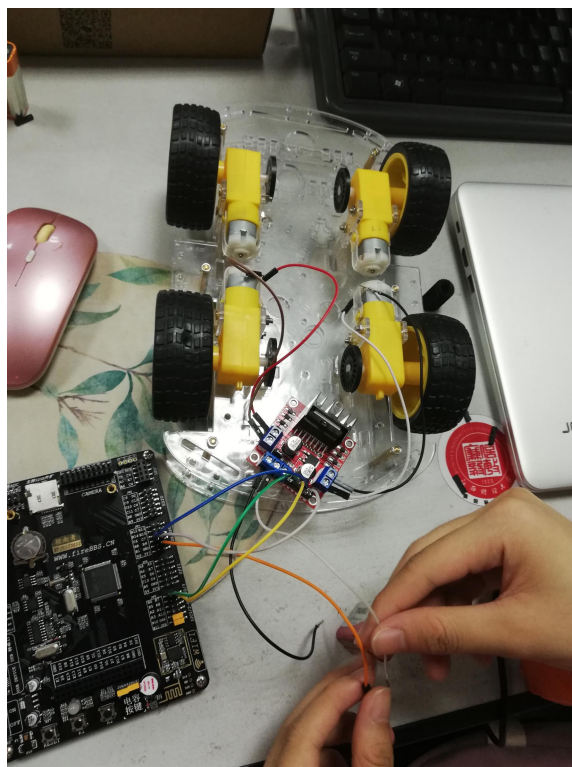


图 5.6 电机驱动模块调试图

拿到电机驱动模块后，首先要测试电机驱动模块是否能正常驱动电机转动。将电机驱动模块的 VCC 接外部 12V 电源供电，GND 与单片机供地，此时电机驱动模块红色指示灯常亮，表示模块已经成功连接电源。分别将单片机的 PA6、PA7、PB0、PB1 与电机驱动模块的 IN1、IN2、IN3、IN4 相接。将电机驱动模块的 OUT1、OUT2 接右后轮的直流减速电机，将电机驱动模块的 OUT3、OUT4 接左后轮的直流减速电机。

通过程序，给 PA6、PB0 高电平，给 PA7、PB1 低电平。给各模块通电，可以看见左后轮、右后轮正转。以小车正面视角来看，此时是后退的状态。通过改变 PA6、PA7、PB0、PB1 的高低电平的状态，可以改变小车的运动状态（前进、后退、左右转、停止）。电机驱动模块调试完毕。

5.2 样机功能

本设计实现通过手机蓝牙发送指令，控制小车以各种模式运行。在小车行进过程中自由切换各种模式。

其中前进、后退、左转、右转这四种模式，一旦选择，将一直保持该状态，直至另外选择其它模式。避障模式是在小车前进过程中，若检测到前方 35cm 内有障碍物，则小车左转 90 度，然后继续前进，同时检测前方 35cm 内是否有障碍物。寻迹模式是在小车前进过程中，若检测到地上有黑线，则小车左转 45 度，然后继续前进，同时检测地上是否有黑线。

5.4 小结

在系统调试与组装过程中，最重要的是接线的部分。所有模块一起供地。不同的模块按照各自的要求接相关的电源供电。如果接错电源或者没有一起供电，很可能导致模块无法正常工作，甚至烧坏模块。其次模块与单片机上的引脚要接对，否则无法按照预想来实现功能。

6. 结论

本设计达到了通过手机蓝牙发送指令，控制小车以各种模式运行（包括前进、后退、左转、右转、停止、避障、寻迹）的效果。并且在小车行进过程中可以自由切换以上模式，达到智能遥控小车的效果。

由于超声波传感器和红外传感器都是直线检测然后改变引脚电平，因此会出现当障碍物和黑线不在相应的传感器检测范围内时，小车前方有障碍物但是检测不到，有黑线但是也检测不到。对于此类问题的解决方法是增加超声波传感器和红外传感器，实现多路检测，最终达到避障和寻迹的效果。

除了上面实现的这些功能，今后还可以将 LCD 显示和小灯指示加入进去。具体设想为实现小车在行驶过程中各种状态的 LCD 显示：例如在前进时显示“↑”，在避障时显示“避障”，在寻迹时显示“寻迹”等。实现小车在左转/右转/倒车时的灯光显示：例如在左转时小车左部灯光闪烁，左转完成以后灯光熄灭。在倒车时两侧灯光闪烁，倒车结束后灯光熄灭。

参考文献

- [1] 王嘉俊. 基于 STM32 的智能小车控制系统设计[J]. 电子电路设计与方案,2018(17):21-25.
- [2] 李怀宇. 基于 STM32 的避障小车设计[J].科技视界,2018,1(1):191-193.
- [3] 陈威, 陈静. 基于多传感器的智能小车避障控制系统设计[J]. 工业控制计算机,2018,31(7):41-42.
- [4] 勒国庆, 班乾乾. 基于 STM32 的智能小车设计[J]. 福建电脑,2018,1(7):123-125.
- [5] 张延丽, 赵前, 金琦淳. 多功能智能小车的控制系统设计[J]. 电子测试,2020(17):15-17.
- [6] 冯乔. 单片机技术在智能小车避障循迹系统设计中的应用[J]. 现代信息科技,2020(4):56-57.
- [7] 李亚巨, 李战胜, 熊碧涛,等. 基于 stm32f103zet6 的智能小车的制作[J]. 电子制作,2013(19):52-5.
- [8] 周恒, 王民慧. 基于嵌入式智能小车控制系统设计[J]. 智能计算机与应用,2019,9(04):149-153.
- [9] 李心,路雪松,金亚玲. 智能小车的循迹控制系统的单片机设计研究[J]. 时代农机,2018,45(09):251.
- [10] 魏雅, 杜云. 基于单片机遥控超声波测距智能小车[J]. 信息技术.2014(11).
- [11]周柱. 基于 STM32 的智能小车研究[D]. 成都: 西南交通大学,2011.

附录

主程序：main.c

```
#include "stm32f10x.h"
```

```
#include "stdio.h"
```

```
u8  RevDataBuf[50]  = {0};//用于存放从蓝牙那里接收到的数据
```

```
u8  ProcDataBuf[50] = {0};
```

```
u8  DataProcFlag = 0;
```

```
u8  ORDER_Flag2 = 0;
```

```
u8  ORDER_Flag3 = 0;
```

```
void USART1_IRQHandler()//串口中断函数，每收到任何一个字节进入一次
```

```
{
```

```
    if(USART_GetITStatus(USART1,USART_IT_RXNE))
```

```
    {
```

```
        u8 RevData=USART_ReceiveData(USART1);
```

```
        USART_SendData(USART1,RevData);
```

```
        static u8 i=0;
```

```
        static u8 Flag1=0;
```

```
        RevDataBuf[i]=RevData;
```

```
        i++;
```

```
        if('9'==RevData)//说明已经到达帧尾
```

```
        {
```

```
            Flag1 = 1;
```

```
            if('6'!=RevDataBuf[0])
```

```
            {
```

```
                ORDER_Flag2 = 1;
```

```
                DataProcFlag = 0;
```

```
            }
```

```
            if('7'!=RevDataBuf[0])
```

```
            {
```

```
                ORDER_Flag3 = 1;
```

```
                DataProcFlag = 0;
```

```
            }
```

理完了

```
        if(0==DataProcFlag)//如果我是一次收数据,或者数据已经处
        {
            DataProcFlag = 1;

            strcpy((char *)ProcDataBuf,(const char
            *)RevDataBuf);

            printf("ProcDataBuf[0]=%c\n",ProcDataBuf[0]);

        }
```

if(((1==Flag1) || (i>=40)))//如果收到这一帧数据,或者从帧头收了超
过 40 个字节还没有帧尾,为下一帧数据接收做好准备

```
        {
            Flag1=0;
            i=0;
            memset(RcvDataBuf,0,sizeof(RcvDataBuf));
        }

        USART_ClearITPendingBit(USART1,USART_IT_RXNE);
    }
}
```

```
int main(void)
{
```

```
    float length;
```

```
    Hcsr04Init();
    TIM3_PWM_4ch_Init();
    Usart1_PA9_10_Init();
```

```
    while(1)
```

```
    {
        if(1==DataProcFlag)
        {
            if('6'==ProcDataBuf[0])//避障
            {
                while(1!=ORDER_Flag2)
```

```

        {
            length = Hcsr04GetLength();

            if(length<35)
            {
                Turn_Left_90();
            }

            else
            {
                Go_Forward();
            }

        }

        ORDER_Flag2 = 0;
    }

    if('7'==ProcDataBuf[0])//寻迹
    {
        while(1!=ORDER_Flag3)
        {
            Read_xunji_Date();
            along_trace_Go_Forward();

            if(xunji==1)
            {
                Turn_Left_45();

                Delay_Ms(10);
            }
            if(xunji==0)
            {
                along_trace_Go_Forward();
                Delay_Ms(10);
            }
        }
    }

```

```

        ORDER_Flag3 = 0;
    }

    if('1'==ProcDataBuf[0])
    {
        Go_Forward();

    }
    if('2'==ProcDataBuf[0])
    {
        Go_Back();

    }
    if('3'==ProcDataBuf[0])
    {
        Turn_Left();

    }
    if('4'==ProcDataBuf[0])
    {
        Turn_Right();

    }
    if('5'==ProcDataBuf[0])
    {
        Stop();

    }

    DataProcFlag=0;

}

}

}

```