

电子技术课程设计

基于 STM32 的智能婴儿车设计

终结报告

自 66 韩凯乾 2016010951

自 65 李炅 2016010970

一、选题背景及课题简介

结合“基于移动机器人的智能服务系统”的课题方向，我们将选题定位于基于单片机 STM32 的智能婴儿车系统设计。

近年来，随着生活水平的提高，婴儿的生活状况越来越为人们所关注。同时，由于父母需要平衡工作与照顾婴儿的时间，因此需要能够在婴儿不在身边的情况下实现对婴儿的监控。如今婴儿车市场中的竞争趋于对机械结构的简化，即如何使婴儿车的架构更为轻便，收缩自如，但是对婴儿车的智能化领域尚且处于无人问津的状态。

事实上，现有的医疗技术已经可以对婴儿的身体状态进行全方位的检查，智能摄像与监控系统也已经发展成熟，因此，智能婴儿车的实现已然可以提上议程，同时，智能定位，自动驾驶等前沿技术的发展也对智能婴儿车的实现提供了灵感与技术支持，可以进行进一步的创新。

因此我们将选题定位基于 STM32 的无人智能婴儿车系统，目标是通过传感器与摄像头，获得婴儿车周围以及婴儿自身的影像，同时结合湿度、温度传感器，在保障婴儿车内部环境稳定的情形下，进一步监视婴儿车四周的安全状况，并完成婴儿车的自动寻径与定位。

根据时间的限制与具体完成情况，我们将整个项目分为如下部分进行：

第一部分：

- 基本的电源管理与小车的运动控制



- 小车安装湿温度传感器，湿度传感器检测婴儿是否需要更换尿布，同时检测环境信息，并回传至上位机

第二部分：

- 小车安装摄像头，将图像回传上位机，实现实时监控
- 小车通过摄像头与红外传感器，实现小范围的自动寻径与避障功能

第三部分：

- 将上位机应用到移动平台，实现智能控制
- 设计婴儿车的内部机械结构，实现自动更换尿布，喂奶等功能

从上面可以看出整个工程量较大，受开发时间限制，不一定能够全部实现，可以将剩余工程作为进一步开发项目的发展方向。

在实际的项目进行过程中，相比原方案而言，不仅完成了第一部分与第二部分的工作，还通过加入 OPENMV 摄像头实现了婴儿的人脸监控，有害气体检测器保障婴儿车内部环境良好，并通过手动搭建基于工字电感的模拟电路模块实现了辐射检测功能，在两周的时间内完成了较大的工程量。

二、方案比较与选择

(1) 主控元件的选择

STM32 系列单片机作为高性能、低成本、低功耗的嵌入式应用设计，具有 ARM 公司开发的 cortex-M 内核，作为一款具有超前的体系结构的产品，具有简单易用，低电压，低风险的特点。

相较于 FPGA，STM32 具有多种外设，可以处理复杂的模拟以及数字信号，具有全面的技术文档与软件包，同时有强大的软件包支持，由于在实际小车运行中基本不需要进行并行操作，因此，结合多种因素，我们选择 STM32 系列的 STM32F103RET6 芯片进行开发。



(2) 供电方式的选择

通过查阅可能使用到的外设以及开发板的数据手册，我们大致确定了供电需求如下：

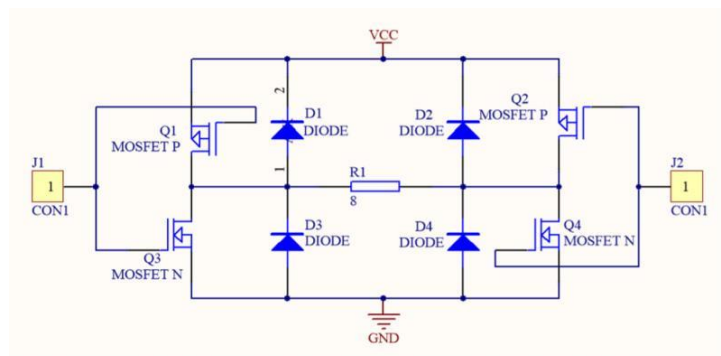
- 5V 1.5A
- 7.2V 40A
- 3.3V 1A

其中，7.2V/40A 电源用于为电机供电，同时接受 PWM 调制控制电机转速
5V/1.5A 电源用于向舵机供电，3.3V/1A 电源用于向外设供电。

通过查阅资料发现 5V 与 3.3V 电源只需要通过降压模块实现，在实验室提供的芯片中选取 TPS54160 完成设计，这一部分将在之后的 Webench 设计与仿真中进行阐述。

在电机供电部分，根据实验室提供的 Datasheet 可知，电机的空载电流为 2.4A，最高效率电流为 11A，堵转电流为 52.8A，通过查阅资料，电机的限流应该为最高效率电流的四倍左右，故选取限流为 40A。

查阅资料可知，主流的电机驱动设计采取 H 桥设计方法：



通过搜索符合要求的元件，可以采取已经集成完毕的 BTN7970 模块进行设计，满足额定电流的要求，同时 PWM 信号占空比应该适中。

(3)传感器的选择

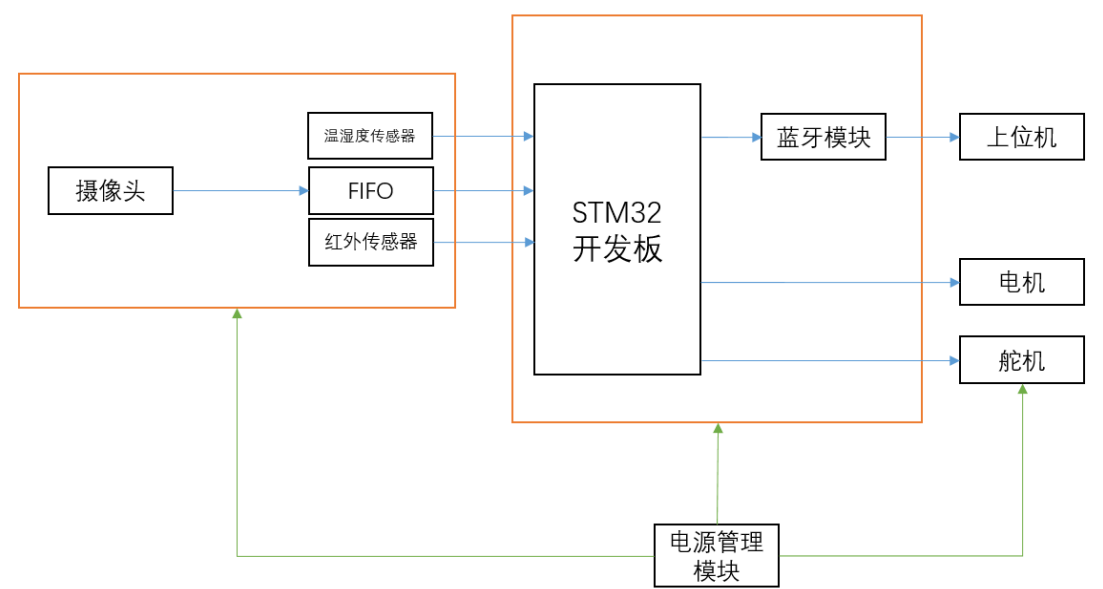
在摄像头与温湿传感器的选择过程中，我们比较了多款常用的相应传感器，参考《基于 STM32 的图像采集系统设计》一文，OV7670 为目前成熟度最高的 STM32 开发平台的摄像处理外设，其可以输出 8 位图像数据，在图像数据的传输过程中帧频可以达到 30 帧/S 的高速率，能够支持的图像分辨率可以达到 640*480。

参考《基于 STM32 的温湿度采集系统设计》一文，我们选用了 DHT11 模块进行温湿度检测，其湿度测量范围为 20%~90%RH,湿度测量精度为 5.0%RH，温度测量范围为 0~50 摄氏度，其数据由 8 位湿度整数数据、8 位湿度小数数据、8 位温度整数数据、8 位湿度小数数据和 8 位校验和数据构成，其中小数部分读数为 0，用于扩展。

在寻迹、避障等功能的实现过程中，我们直接采用了实验室提供的传感器完成了项目，有害气体检测模块采用了 MQ-135 空气质量传感器进行实现。

三、数字系统框图

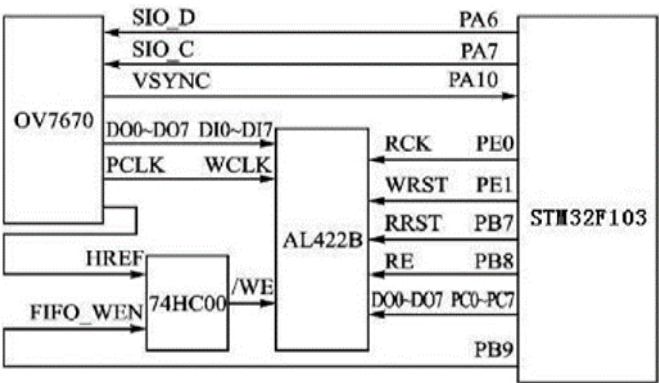
基于以上功能，可以画出整个系统的数字系统框图如下：



整个数字系统主要由执行模块，传感器模块，控制模块以及电源管理模块构成，各部分的数据流向如上图所示。

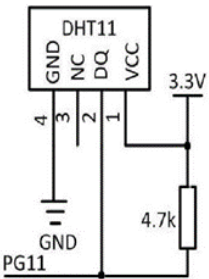
四、传感器/执行机构接口电路图

(1)OV7670 接口电路



为解决 STM32 与 OV7670 两者间数据传输速率不一致，现将 FIFO 作为帧缓存器连接在两者之间，摄像头将采集的像素数据先缓存到 AL422B 后再送到 MCU。为将摄像头采集的图像数据自动写到缓存中，再采用一个 74HC00 与非门芯片，来产生符合 AL422B 写时序的信号，详细接口电路如上图所示。

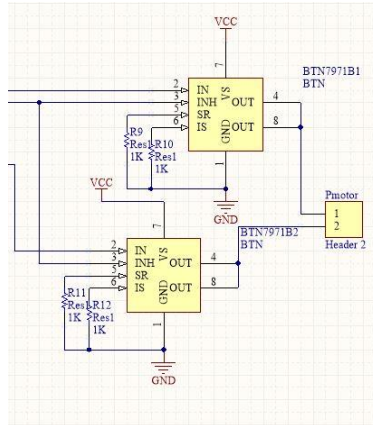
(2)DHT11 接口电路



为了读取 DHT11 给出的 16 位温度信息与 16 位湿度信息，需要将 DHT11 与 STM32F103 如上图所示连接，其中 1 号引脚接 VCC，2 号引脚经 4.7k 上拉电阻与单片机的 PG11 引脚相连，3 号引脚悬空，4 号引脚接地。

(3)执行接口电路

对于电机驱动，利用 BTN7970 模块进行设计，如下图所示。



为了方便叙述，两片 IN 引脚被命名为 IN1, IN2，两片 INT 引脚被命名为 INT1,INT2。我们将 INT1,INT2 短接并输入 PWM 波形控制电机转动速度。

将 IN1, IN2 分别接高低电平控制电机正转反转。

INT1 = 0,INT2 = 1：电机正转

INT1 = 1,INT2 = 0：电机反转

INT1 = 0,INT2 = 0：H 桥全部关断，表示不控制电机转动。

INT1 = 1,INT2 = 1：H 桥下部导通，电机两端短接，使得电机的机械能通过电磁感应和短路线，迅速释放，实现刹车功能。

BTN 相关引脚仍为 5V 接线，因此使用 74HC244 完成相关的电平转换和放大工作。

五、基于 Webench 的电源电路仿真

利用 WEBENCH 设计电源管理电路：

输入电压：根据电池属性设计为 6V-9V

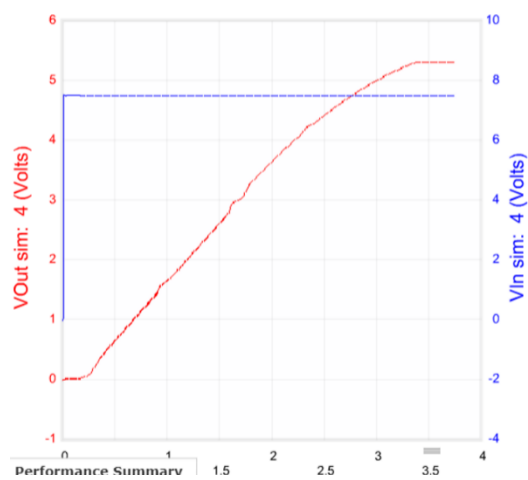
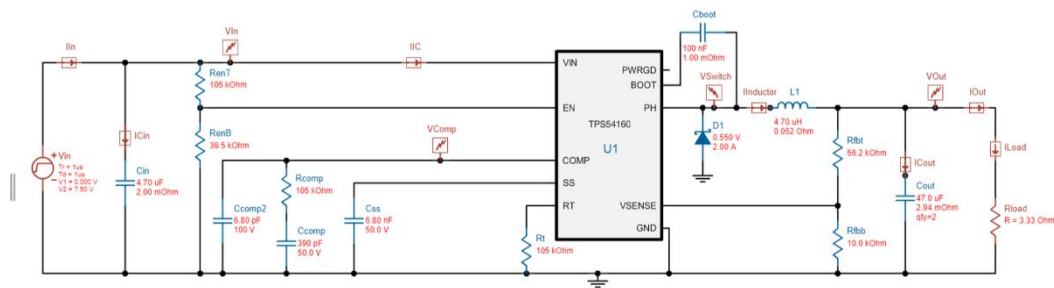
输出电压与输出电流：根据主要部件的供电信息，设计输出电压为 5V,3.3V

主要部件供电信息如下

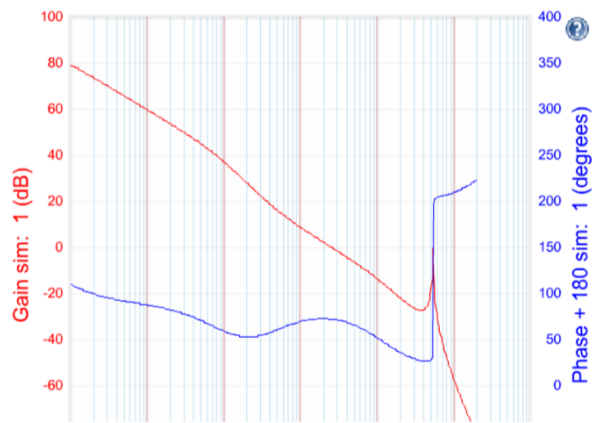
部件	电压	电流
74HC244	5V	100mA
舵机	5V	800mA
Stm32	3.3V	100mA
OV7670	3.3V	200mA
DHT11	3.3V	1mA

在 Webench 中选择实验室中的器件 TPS54160 模块进行电路设计。

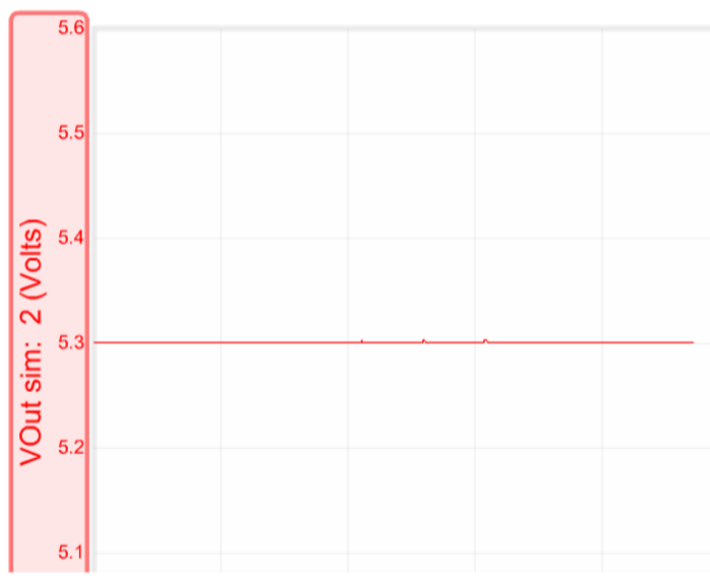
输出电压为 5V: 电路图如下: 输出电流限制为 1.5A



5V 电源启动情况

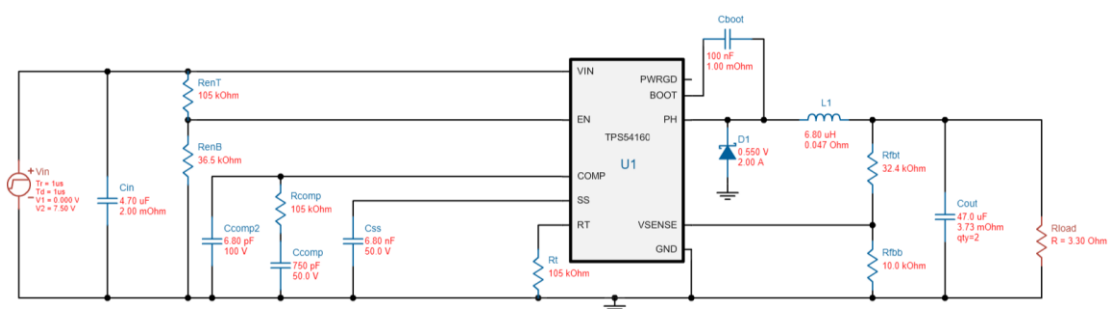


5V 波特仿真

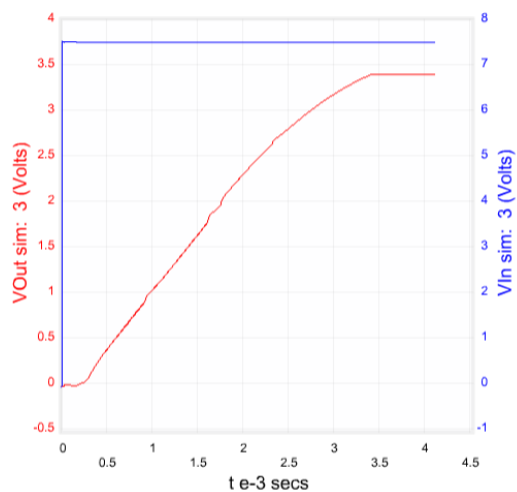


5V 电源稳态仿真

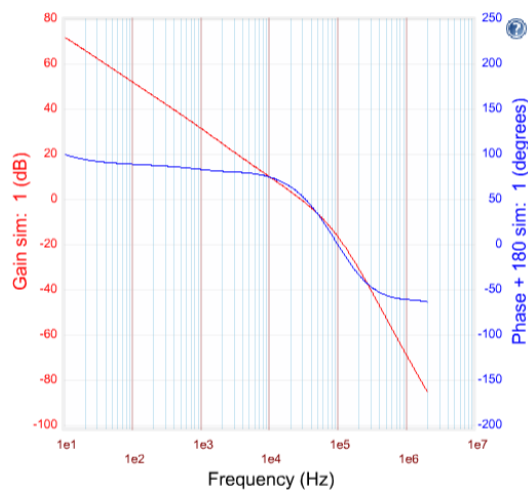
输出电压为 3.3V:



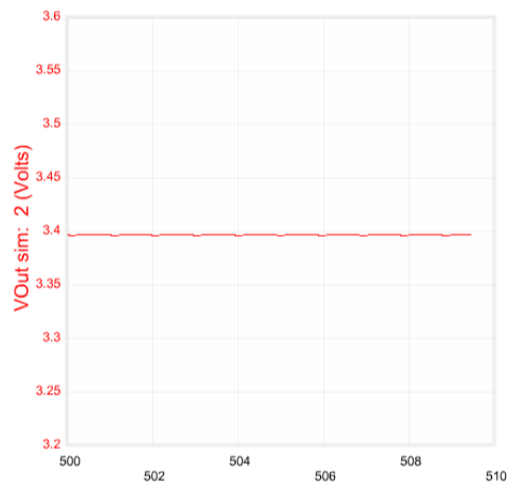
电路与输出电压为 5V 时基本一致，元件参数发生变化，输出电流限制为 1A



3.3V 电源启动情况



3.3V 波特仿真



3.3V 电源稳态仿真

通过仿真可以看出，两个电源管理电路基本满足要求，在启动时间与稳态状况下均基本满足条件，故可以进行实际电路的搭建工作。

六、课题开发与调试中出现的问题与分析

(1)实验室提供的 TPS54160 芯片焊盘不匹配

在模拟电路部分的制作过程中，我们尝试了利用 TI 公司提供的 TPS54160 进行稳压电路的设计，经过不断调试与查线，确认了为芯片本身底部焊盘导致短路，使得芯片不处于正常工作状态，因此，我们受限于硬件条件，选择了直接利用 5V 的固定电源进行供电。

(2)更换摄像头选择

在进行摄像头的开发过程中，我们查阅了大量例程，发现在设置摄像头 OV7670 的时序与参数过程中工程量较大，难以在两周内完成，同时在尝试了手动调试 OV7670 的过程中烧坏了一块 STM32 开发板，因此更换了 OPENMV 摄像头进行功能实现，由于集成度较高且利用 python 语言开发，因此更高效的完成了功能的实现，在完成婴儿监控的同时随时检测婴儿的人脸，给父母提供了实时的安全保障。

(3)stm32 硬件语言没有并行能力

由于本次电子设计课程是我们小组首次尝试 stm32 的语言编写，因此花费了不少时间在编译环境的配置与 stm32 语言的学习中，与 FPGA 不同的是，stm32 在实现并行的过程中较为困难，因此我们在代码中加入了大量的中断信息，不仅大大加快了调试的过程，并使得整体的功能实现基本具有了并行的能力。

(4)手动搭建的辐射检测电路参数调节

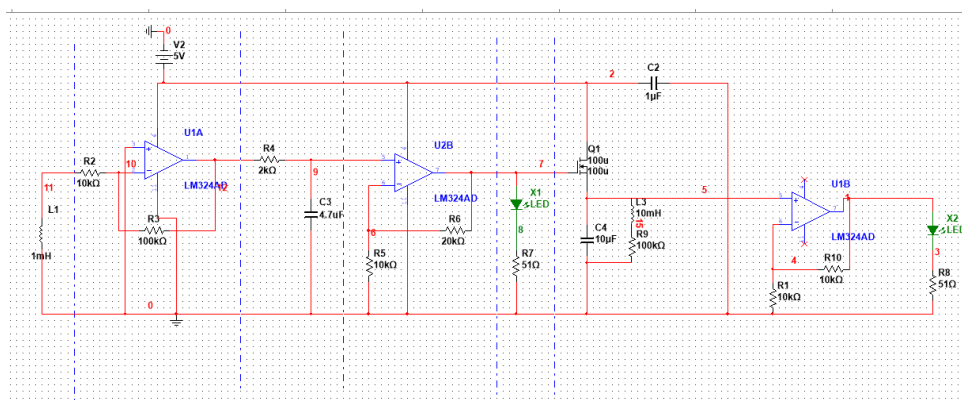
由于手动搭建的辐射检测电路经过了滤波、放大、振荡等多个环节，因此在调试之初参数误差较大，因此采用 Multisim 逐模块调试，完成了不错的效果演示与参数调节。

七、项目创新点

(1)鲁棒性较高的避障算法编写

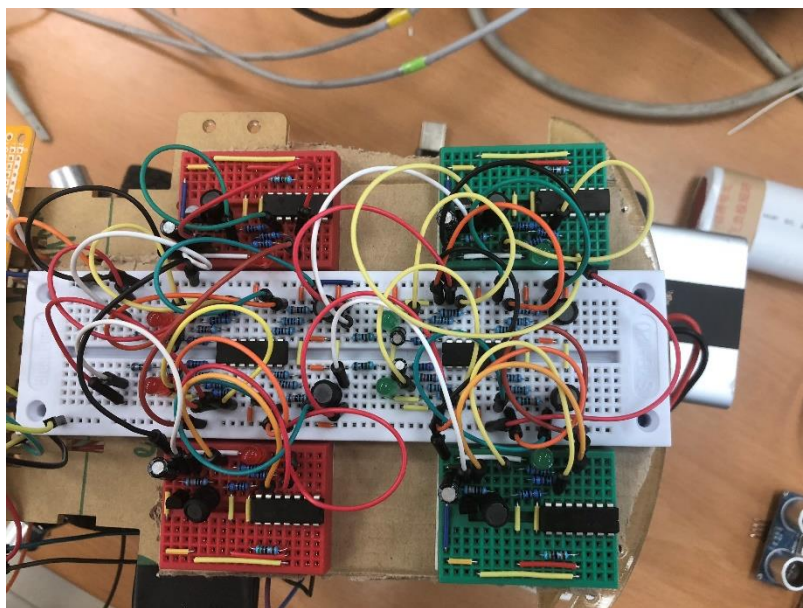
为了保证婴儿的安全，我们在调试避障功能的过程中不断调整并优化基于超声波测距的避障算法。我们遍历了前、左、右超声波传感器的所有情形，并作出了许多人性化的算法改进：在检测到障碍物后先进行倒车，然后再根据情形转向；在转向过程中实时继续检测传感器，保证转向过程中车身的安全。结合以上算法，在实际避障的演示过程中，完美地应对了所有情形。

(2)手动搭建电磁辐射检测电路



利用大二所学模拟电子技术基础知识，我们通过仿真设计手动搭建了电磁辐射检测电路，工字电感通过检测电磁波，将信号经过反向比例放大、滤波，并在输出级产生振荡，控制呼吸灯表征辐射。

实际电路如下：



电路的搭建外形也与选题婴儿车相契合，精简而灵巧。

(3)良好的市场前景与实现能力

由于智能婴儿车市场目前基本处于空缺状态，且在项目完成了一系列人性化的设计，如读取车内温湿度，检测辐射，监控等，因此本产品具有良好的市场能力，结合当前基于图像的智能算法的发展，可以在该小车的基础上追加检测婴儿状态，跟随，WIFI 模块等，使其成为具备市场竞争力的产品

八、工作日志

	7/9 周一	7/10 周二	7/11 周三
8:30-11:30	预习展示，交流	PCB 布线制作(失败)	电机驱动代码编写
13:30-16:30	Stm32 环境搭建	舵机驱动代码编写	电机驱动参数调试
19:00-24:00	学习 Stm32 语法与例程	舵机驱动参数调试	测试各传感器特性

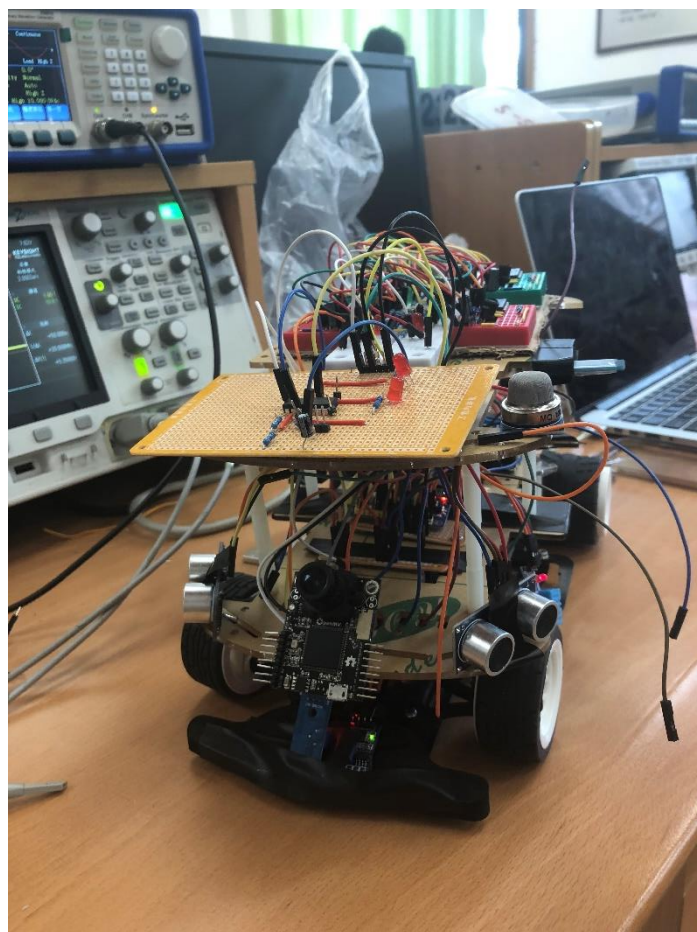
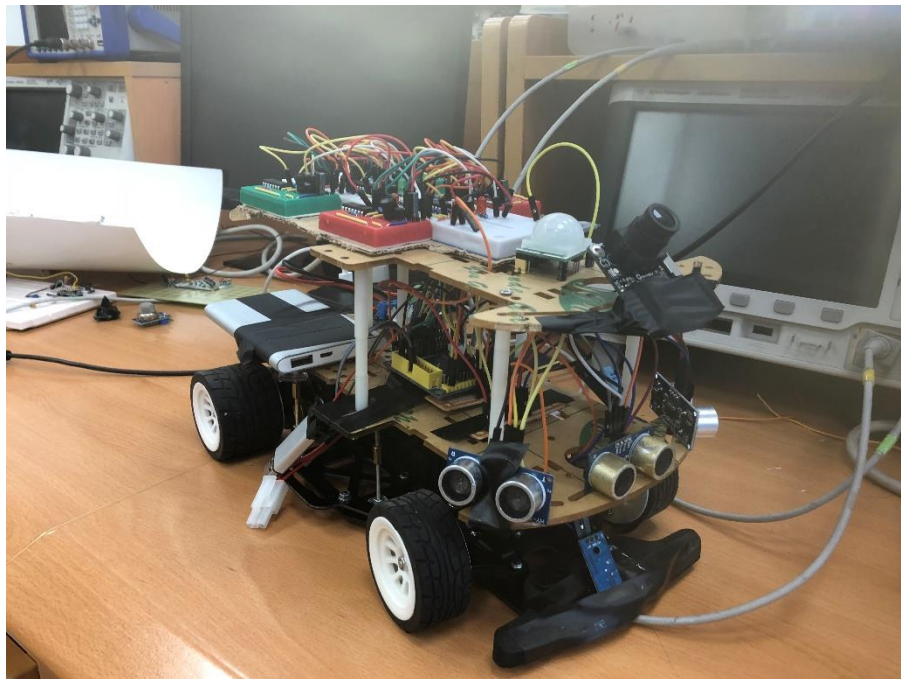
	7/12 周四	7/13 周五	7/14 周六
8:30-11:30	DHT11 代码编写	电源管理电路制作	OV7670 调试(失败)
13:30-16:30	蓝牙串口代码编写	购买元件焊接洞洞板	电源管理电路调试
19:00-24:00	利用串口检验已完成模块	摄像头 OV7670 调试	电源管理电路(失败)

	7/15 周日	7/16 周一	7/17 周二
8:30-11:30	辐射检测电路设计	电机舵机模块联调	避障算法设计
13:30-16:30	辐射检测电路仿真	小车外部结构搭建	避障功能调试
19:00-24:00	辐射检测电路搭建封装	上电，遥控功能调试	设计寻迹算法，轨道

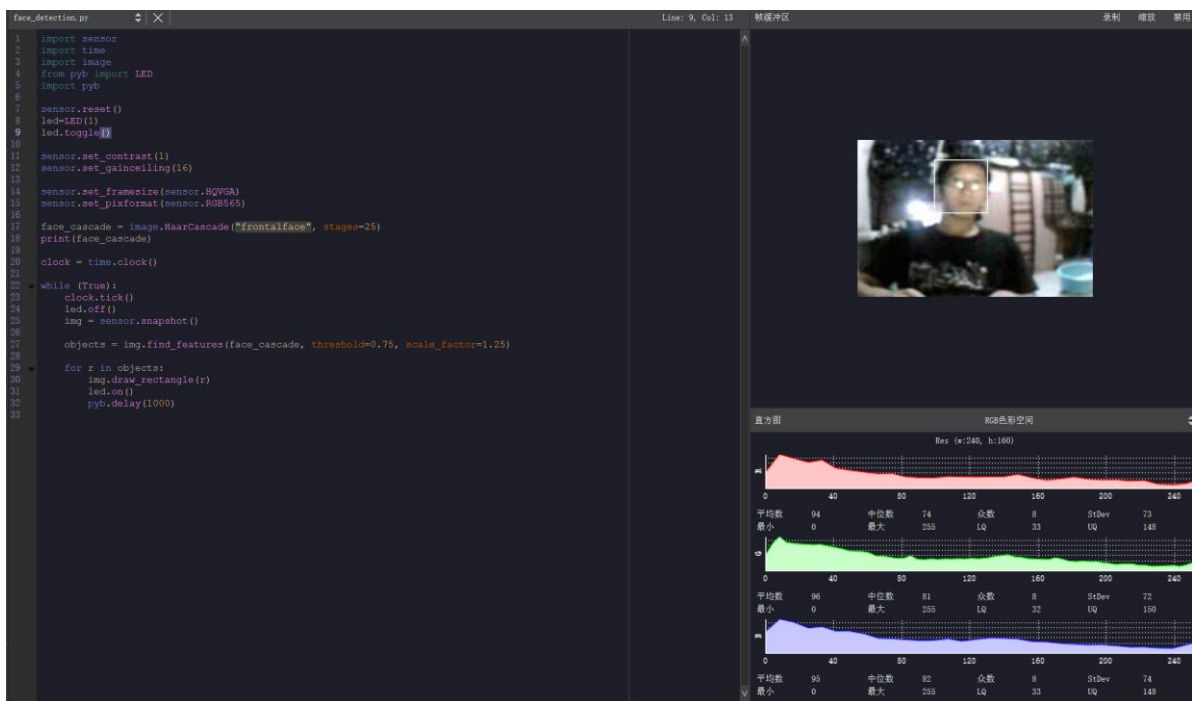
	7/18 周三	7/19 周四
8:30-11:30	寻迹功能调试	AD 转换洞洞板制作
13:30-16:30	验收功能，电机调速	附加功能验收
19:00-24:00	OPENMV 代码编写	PPT 制作，准备展示

九、小车及部分功能演示

(1)成品小车外观如下：



(2)基于 OPENMV 摄像头的人脸监控



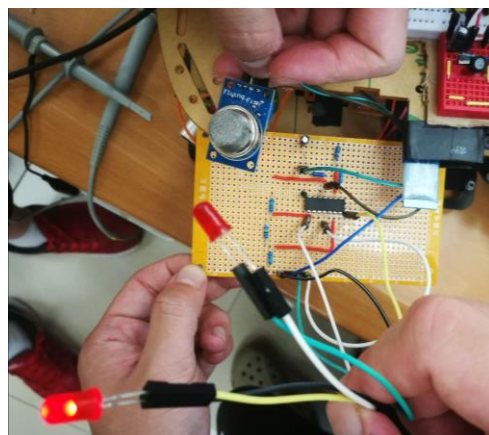
(3)传感器读取

humidity75.0 RH temperature 25.3 C
please command the car:
please command the car:

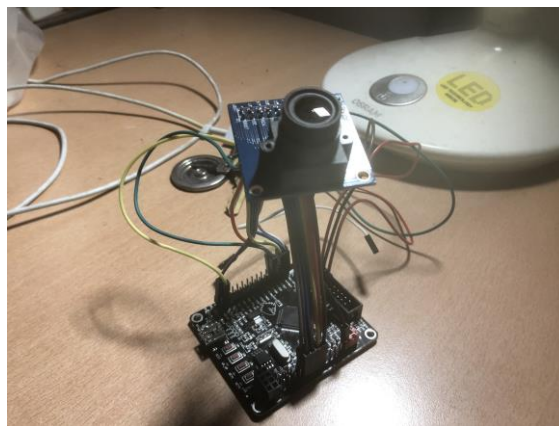
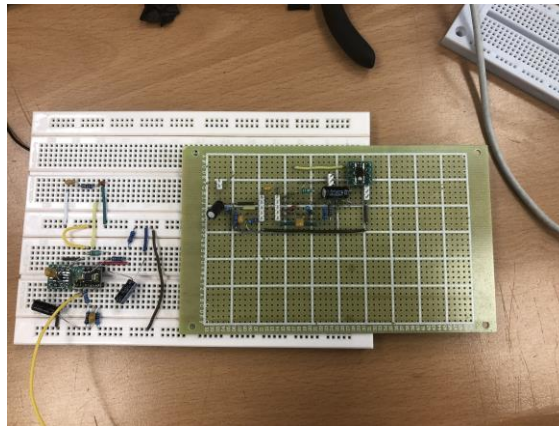
humidity77.0 RH temperature 25.2 C
please command the car:

humidity76.0 RH temperature 25.2 C
please command the car:

humidity81.0 RH temperature 25.3 C
please command the car:



(4)部分失败成果



十、收获与致谢

在维持两周的电子技术课程设计过程中，我们进一步巩固了所学习的数电与模电知识，并锻炼了查阅集成芯片 Datasheet 的素养，同时练习了焊接的技术，收获颇丰。在此感谢老师在课程过程中的指导以及两位 229 实验室助教帮助我们进行调试、焊接，也感谢实验室诸位老师为我们提供的元器件与器材帮助。

十一、参考文献

- [1]新型智能婴儿车的原理及设计，杨军艺，2011,12
- [2]基于 STM32 的温湿度采集系统设计，祖一康，2015,12
- [3]基于 STM32F103 的图像采集系统设计，马经权，2017,06