

自主漫游循迹小车的设计和制作

一. 需求分析

智能化作为现代电子产品的新趋势，是今后的电子产业的发展方向。智能化设计的电子产品可以按照预先设定的模式在一个环境里自动运作，不需要人为的管理，可应用于科学勘探、环境监测、智能家居等方面。基于 S3C2440 的智能小车控制就是其中的一个体现。

本设计实现了自动避障的智能车模型，通过红外传感器（光电开关）采集路况信息，通过对检测信息的分析，自动转向以避开障碍物，实现自主漫游。其次，通过五路灰度传感器采集地面灰度信息，对电机转速和转向进行调整，实现循迹功能。

根据需求分析，本设计要求的功能功能如下：

- 1、 自主漫游，避开障碍物。
- 2、 能够检测地面灰度，控制电机旋转，完成循迹功能。

二. 方案设计和论证

1、电机驱动部分

方案一：ULN2003 驱动

方案二：L298N 驱动

ULN2003 驱动为集电极开路驱动芯片，L298N 为 H 桥驱动芯片。L298N 可以为负载提供双向的电流，可以驱动 2 相或 4 相步进电机，也可以驱动两个直流电机，驱动电流为 2A。ULN2003 智能驱动 4 相步进电机，如果用于驱动直流电机只能按一个方向转动，换向需要改变电机的接法。

通过以上分析，L298N 具有更好的驱动能力，所以选择 L298N 作为智能小车的电机驱动。

2、芯片和开发板

选择 S3C2440 作为智能小车的控制芯片，它以 ARM920T 为核心，采用 0.13um CMOS 标准单元和存储器编译器开发。它的低功耗，简单和全静态设计特别适合于成本和功耗敏感的应用。它采用了被称为高级微控制器总线架构（AMBA）的新的总线架构。选择的核心板为 TQ2440，它移植了最新的 Linux2.6.30 系统，并且性能稳定，很适合作为智能小车的控制系统。

3、循迹模块

方案一：

采用简易光电传感器结合外围电路探测，但实际效果并不理想，对行驶过程中的稳定性要求很高，且误差几率较大、易受光线环境和路面介质影响。在使用过程中极易出现问题，而且容易因为该部件造成整个系统的不稳定。故最终未选用。

方案二：

采用五只红外对管，一只置于轨道中间，四只置于轨道外侧，当小车脱离轨道时，即当至于中间的一只光电开关脱离轨道时，等待外面的检测黑线，做出相应调整。当最外面的检测到黑线时，则大转弯；中间偏外的检测到黑线时，则小转弯。

4、避障模块

方案一：

采用一只红外开关置于小车中央。其安装简易，也可以检测到障碍物的存在，但难以确定小车在水平方向上是否会与障碍物相撞，也不易让小车做出精确的转向反应。

方案二：

采用两只红外开关分别置于小车的前端两侧，方向与小车前进方向成一定角度，对小车与障碍物相对距离和方位能做出较为准确的判别和及时反应。故最终选取此方案。

三. 电路原理设计

1、运用 S3C2440 的 GPIO 接口编程，使之产生控制电机旋转方向和转速的各种基本控制信号，然后在此基础上编出能够控制探月小车实现前进、后退、左转、右转等基本动作的控制函数。然后加入红外传感器和灰度传感器，使之能够实现避障和循迹功能。

各器件所占用的开发板 GPIO 管脚如表 1 所示：

表1 GPIO管脚

引脚	开发板 GPIO	功能说明
GPF3/EINT3	8 引脚	左电机控制信号
GPF4/EINT4	7 引脚	左电机控制信号
GPB0/TOUT0	18 引脚	左电机使能 PWM 调速

GPG5/EINT13	12 引脚	右电机控制信号
GPG6/EINT14	11 引脚	右电机控制信号
GPB1/TOUT1	17 引脚	左电机使能 PWM 调速
GPG13	27 引脚	左红外传感器控制线
GPG14	28 引脚	右红外传感器控制线
GPG0/EINT8	9 引脚	灰度传感器 1
GPG3/EINT11	10 引脚	灰度传感器 2
GPG7/EINT15	14 引脚	灰度传感器 3
GPG10/EINT18	15 引脚	灰度传感器 4
GPG11/EINT19	13 引脚	灰度传感器 5
VCC	34 引脚	5V 电源
GND	37 引脚	接地

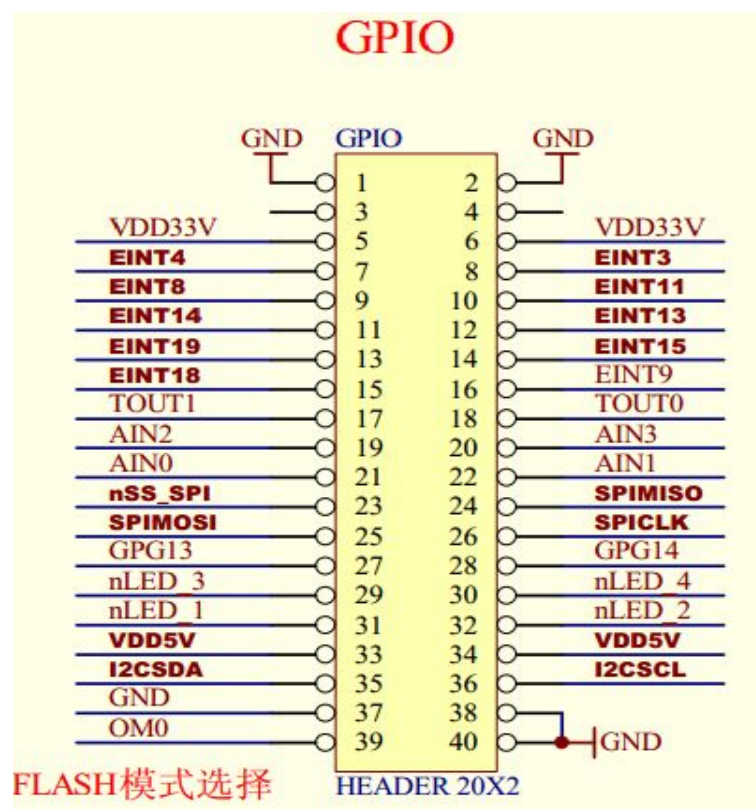


图1 开发板GPIO引脚

2、流程图

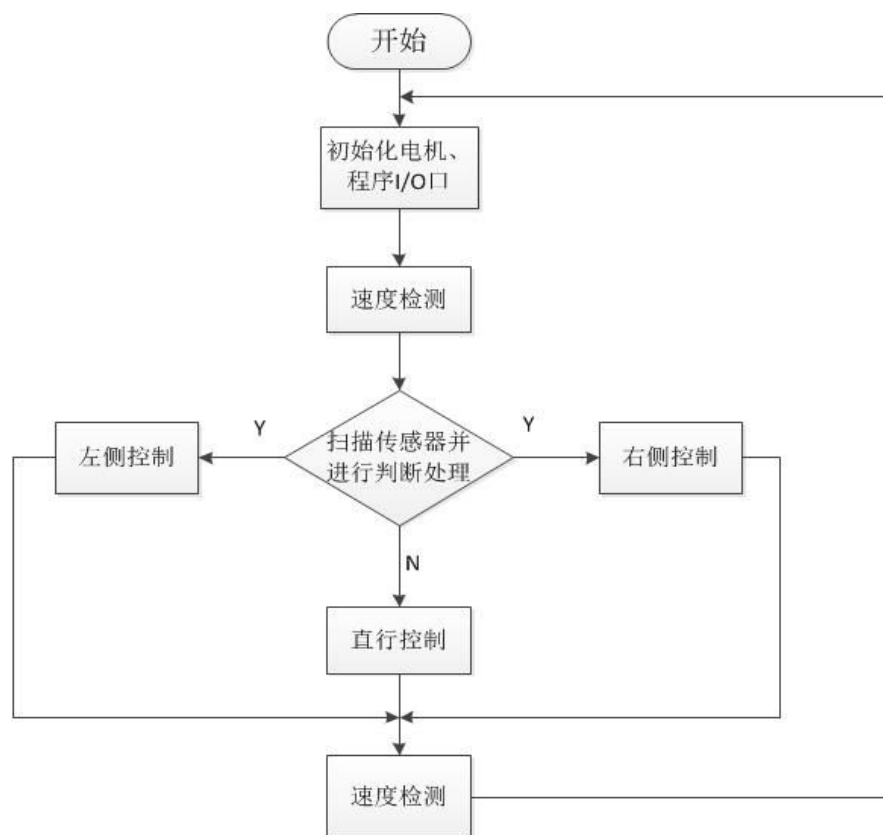


图2 循迹流程图

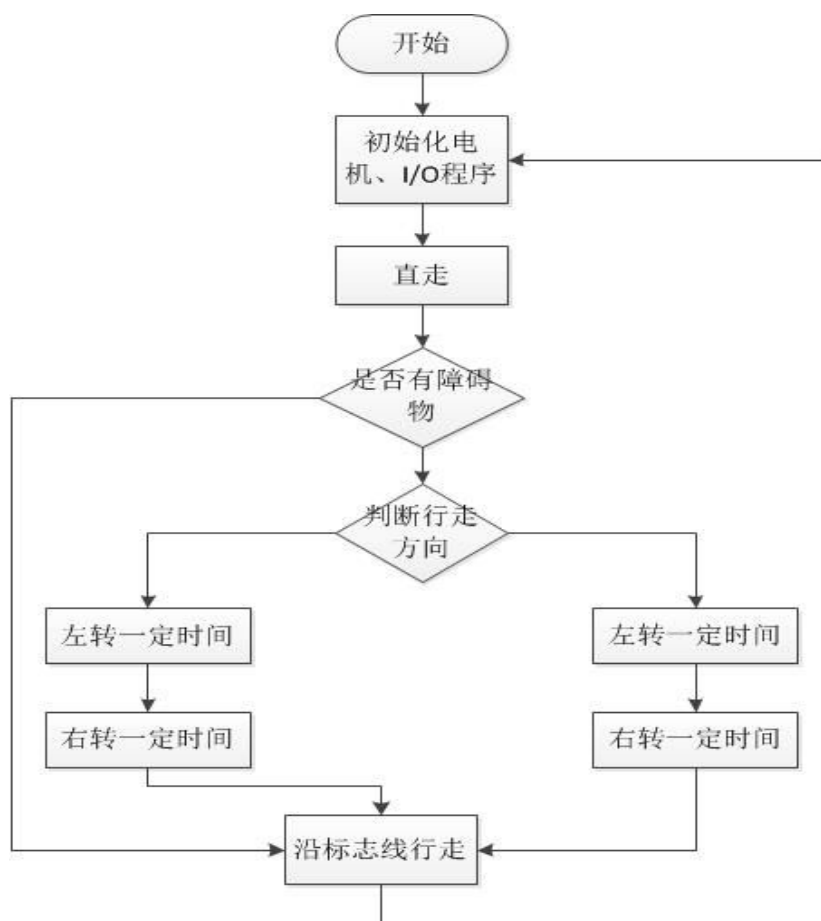


图3 避障流程图

5、电路原理图

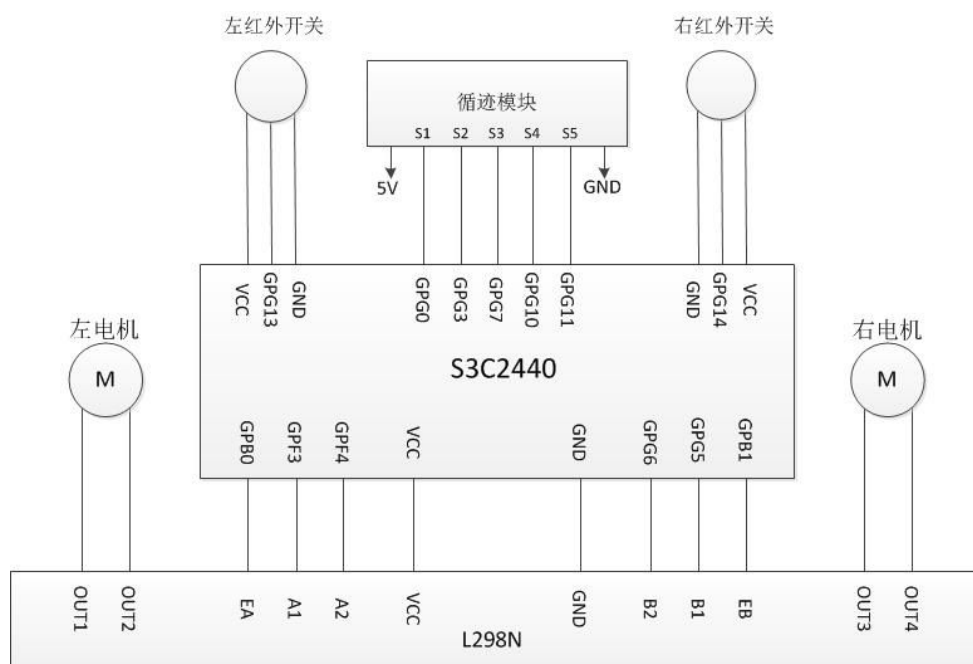


图4 电路原理图

四、时间进度

表2 时间安排

序号	研究内容和任务	预期时间/小时	实际时间/小时
1	选题	4	6
2	方案	4	4
3	器件购买	2	4
4	软件环境搭建与配置	5	8
5	电路设计焊接	5	5
6	Linux 驱动程序编写	30	30
7	Linux 应用程序编写	20	20
8	小车功能调试	8	8
9	报告撰写	4	5
	总计		90

在智能小车的设计过程中，首先要做的是搭建开发环境。我选用Ubuntu 14.04作为开发所用的操作系统。并配置arm-linux-gcc交叉编译环境，选用minicom作为串口终端，配置NFS服务实现电脑与开发板的连接。

其次，驱动程序的编写是比较重要的一部分。要做的主要工作是研读《LINUX设备驱动程序》和《LINUX设备驱动开发详解》，熟悉设备驱动的基本结构；然后研究L298N电机驱动、红外传感器、灰度传感器的工作原理，编写对应的Linux字符驱动。

最后，设计小车的应用程序，主要参考《基于ARM9的小型机器人制作》和《Unix环境高级编程》，控制L298N电机驱动、红外传感器、灰度传感器。然后设计巡航算法和循迹算法，完成小车的各种功能。

五、测试方法和测试结果

在编程过程中，调试分为三个阶段。

首先，进行电机功能调试。搭建L298N电机驱动电路，编写S3C2440电机驱动，编写S3C2440电机应用程序，测试电机正转反转以及PWM调速程序。

其次，调试传感器功能。一、灰度传感器。通过重复读入输入设备的具体检测值，判断5个灰度传感器的状态，将状态结果显示到终端。二、红外传感器。每间隔1s读入一次红外传感器的输入值，如左边显示有障碍物，则终端打印“TURN RIGHT”，反之亦然。

通过前两次调试，分别实现电机功能和传感器功能，在最后一步，综合两者，通过传感器的输入来控制电机转向和转速。最终实现循迹和避障自主漫游功能。

根据测试结果，小车可以成功避开障碍物，并且可以沿地面的黑线前进。功能得到实现。

六、成本分析

表3 成本分析

序号	项目	期望成本	实际花费/元
1	S3C2440 开发板	500	500
2	红外传感器	$12*2=24$	24
3	灰度传感器	$11*5=55$	55
4	电机、车轮	$7*2=14$	14
5	小车底板	10	10
	总计		603

七、结论

根据作品完成情况，最终将调试出的程序通过串口下载到 S3C2440 系统中（运行程序放入/etc/rc.d/init.d/目录中），将运行的脚本命令写入到/etc/init.d/rcS 中，实现开机自启动。到目前为止，智能小车已经实现了避障和循迹功能。

改进和发展：鉴于自主巡航过程中的其他需求，以后可以进一步改进小车，如加入超声波模块，测量前方障碍物的距离。

参考文献：

- [1] 《基于 ARM9 的小型机器人制作》，谭立新编著，电子工业出版社， 2011.
- [2] 《LINUX 设备驱动程序》，Jonathan Corbet 编著，魏永明译，中国电力出版社，2012.
- [3] 《LINUX 设备驱动开发详解》第二版，宋宝华编著，人民邮电出版社，2010.
- [4] 《Unix 环境高级编程》，第二版，W.Richard Stevens 编著，尤晋元译，人民邮电出版社，2011.
- [5] 《嵌入式设计及 Linux 驱动开发指南:基于 ARM9 处理器》，第三版，孙天泽编著，电子工业出版社，2009.