
论文题目：基于单片机的红外蔽障小车设计

摘 要

本设计是基于单片机的红外蔽障小车设计。采用 PWM 脉宽调制方式，从 89C52 单片机的 IO 口输出的具有时序的方波作为电机的控制信号，信号经过芯片 L298 驱动电机实现智能小车的方向和速度控制；用红外线传感器作为障碍检测部件，当检测到障碍时自动避开。本文主要介绍了单片机控制小车电机和红外检测的工作原理和设计方法，论文主要由四部分构成。分别是：①智能技术的发展现状及在小车设计中的应用；②设计总框架及原理分析与实现；③本设计的特点与功能；④智能小车的发展前景。

关键词：单片机；89C52；PWM；L298

Title: MCU-based design of infrared unblinded car

Abstract

The design is about the car with IR obstacle avoidance capabilities, and based on single chip .By using the PWM pulse width modulation, the output from the IO port of 89C52 microcontroller with the timing of the square wave is the motor control signal, and the signal through the chip L298 will implement the Intelligent control of the direction and speed of car; With infrared sensors for obstacle detection part, when an obstacle is detected, the car will automatically avoided. In this paper, the principle and design method of SCM control car motor and infrared detection will be involved in, the paper mainly consists of four parts. There are: ①Development of Intelligent Technology and Application in the car; ② the general framework and principles of design and implementation; ③ features and functionality of the design; ④ smart car's development prospects.

Keywords: microcontroller; 89C52; PWM; L298

目 录

摘 要.....	I
Abstract.....	错误!未定义书签。
1 绪论.....	1
1.1 引言.....	1
1.2 智能控制技术的发展历史及现状.....	1
2 总体设计框图及控制原理.....	3
2.1 模块化硬件设计.....	3
2.1.1 小车整体框架模块.....	3
2.1.2 单片机主控模块.....	4
2.1.3 障碍检测模块.....	5
2.1.4 电机驱动模块.....	6
2.2 软件程序设计.....	10
2.2.1 主程序的设计.....	10
2.2.2 电机控制模块的软件设计.....	11
2.2.3 避障模块的软件设计.....	11
2.3 测试数据及结论.....	12
2.3.1 测试数据.....	12
2.3.2 测试结论.....	12
3 设计方案的特点及功能.....	14
4 智能小车的应用及发展趋势.....	15
结 语.....	16
参考文献.....	17
致 谢.....	19
附 录.....	错误!未定义书签。

1 绪论

1.1 引言

随着电子技术、计算机技术和制造技术的飞速发展，数码相机、DVD、洗衣机、汽车等消费类产品越来越呈现光机电一体化、智能化、小型化等趋势。各种智能化小车在市场玩具中也占一个很大的比例。全球玩具市场的内在结构比重已经发生了重大变化：传统玩具的市场比重正在逐步缩水，而高科技含量的电子玩具则蒸蒸日上。美国玩具市场的高科技电子玩具的年销售额 2004 年较 2003 年增长 52%，而传统玩具的年销售额仅增长 3%。从这些数字可以看出，高科技含量的电子互动式玩具凭借其在技术上的优势，已经成为玩具行业发展的主流。因此，遥控加智能的技术研究、应用都是非常有意义而且有很高的市场价值的。

智能小车，也称轮式机器人，是一种以汽车电子为背景，涵盖控制、传感技术、电子、电气、计算机、机械等多学科的科技创意性设计，一般主要由路径识别、速度采集、角度控制及车速控制等模块组成。本次课题旨在设计一种能够实时采集传感器信号、智能分析外部环境以及路径信息、自动实现方向控制等功能的智能小车。

1.2 智能控制技术的发展历史及现状

在 80 年代中期，设计和制造机器人的浪潮已席卷全球，世界上一些著名的公司开始研制移动机器人（此时的移动机器人的主要用作大学实验室及研究机构的实验平台），并促进了移动机器人学多种研究方向的出现。90 年代以来，以研制高水平的环境信息传感器和信息处理技术、高适应性的移动机器人控制技术和真实环境下的规划技术为标志，开展了移动机器人的更高层次的研究。现在机器人的应用越来越广，种类也越来越多，但大体上可分为轮式机器人和足式机器人。智能小车就是轮式机器人中的一种，虽然是最基本的机器人雏形，但其中已包含了大部分功能，综合国内外专家解释，可普遍认为机器人一般是具有如下功能的机器：

- （1）动作机构具有类似于人或其他生物体某些器官（肢体、感官等）的功能；
- （2）有通用性，工作种类多样，动作程序灵活易变；
- （3）有一定程度的智能，如记忆、感知、推测、决策和学习等；
- （4）有独立性，完整的机器人系统在工作时不依赖于人的操纵。

当今智能控制技术在智能小车中有着具体的应用。在汽车工业的迅速发展的过程中，关于汽车的研究也就越来越受人关注，智能控制技术也同时得到使用和发展。全国各类的电子大赛中，几乎每次都有智能小车这方面的题目，全国各高校也都很重视该题目的研究，特别在智能控制方面。另外在紧急或高危状况下，采用智能电动小车来代替人去完成某些任务更是十分必要的，综上可知：智能电动小车的设计也越来越重要。这里仅就小车控制和传感器组合成的简单智能装置做制作与分析，在二次开发过程中，希望有一定的借鉴意义。

2 总体设计框图及控制原理

本课题为基于单片机的红外避障小车设计，总体设计分为硬件与软件两大部分，将两者整合起来实现如下操作：通过红外线传感器及接口电路来检测小车行进中的障碍物，通过单片机控制，在双直流电机控制下，电机实现小车的前进、后退、转向等操作。当遇到障碍物时，及时将小车转向来自动规避，使小车继续前进，从而实现完整的小车自动避障功能。该课题主要涉及的技术有：PWM 脉宽调制控制电动小车的速度，转向；红外线传感器检测前方障碍物，以及具体的硬件实现电路等。下面就智能电动小车的设计展开论述。

2.1 模块化硬件设计

硬件的实现可分为小车整体框架模块，单片机控制模块，障碍检测模块，电机驱动模块四个模块。小车整体框架模块为这个设计提供搭载平台，将其他模块紧密联系在一起，组建一个完整的设计；单片机控制模块是控制信息的处理部分，它将各种信息整理，分析出具体的控制信号，传递给驱动电路；障碍检测模块作为对外部信息的采集窗口，将行进过程中障碍信息检测出来，并传递给控制中心（即单片机控制模块）进行处理；电机驱动模块将控制中心的具体控制信号，转化为达到可以控制电机的驱动信号，该驱动信号将决定小车的行为：前进，转弯，或者后退等。

2.1.1 小车整体框架模块

小车整体框架模块为这个设计提供组装平台，将其他模块紧密联系在一起，组建一个完整的设计。我们选用四轮式行走机构，以对称结构为基础设计，左右两个车轮分别由一个直流电机控制其速度，进而控制小车前进、后退、转弯等不同状态。该机构具有以下特点：结构简单，运动平稳，移动速度快，易于控制。电动小车整体图如图 2.1.1 所示

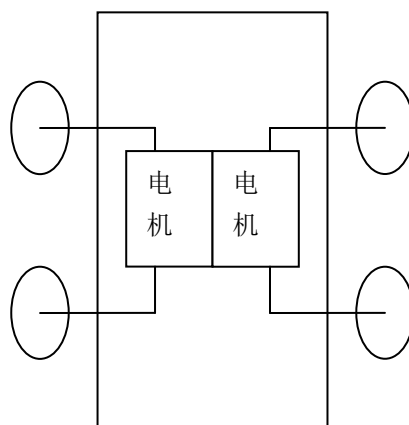


图 2.1.1 电动小车整体图

2.1.2 单片机主控模块

单片机控制模块是控制信息的处理部分，它将各种信息整理，分析出具体的控制信号，传递给驱动电路。

89C52 是一个低电压，高性能 CMOS 8 位单片机，片内含 8k bytes 的可反复擦写的 Flash 只读程序存储器和 256 bytes 的随机存取数据存储器（RAM），它有 40 个引脚，32 个外部双向输入/输出（I/O）端口，同时内含 2 个外中断口，3 个 16 位可编程定时计数器，6 个中断源，时钟频率 0-24MHz，2 个全双工串行通信口，可编程 UART 串行通道，2 个读写口线，具有低功耗空闲和掉电模式。该器件采用高密度、非易失性存储技术生产，兼容标准 MCS-51 指令系统，功能强大的 89C52 单片机可提供给许多较复杂系统控制应用场合。

由于 89C52 是片内有 RAM/EPROM 的单片机，在储存空间要求不是很大的情况下，最小系统足以设计出具有一定控制功能的作品，这种芯片构成的最小系统简单、可靠，用 89C52 单片机构成最小应用系统时，只要将单片机接上时钟电路和复位电路即可。如图 2.1.2 所示

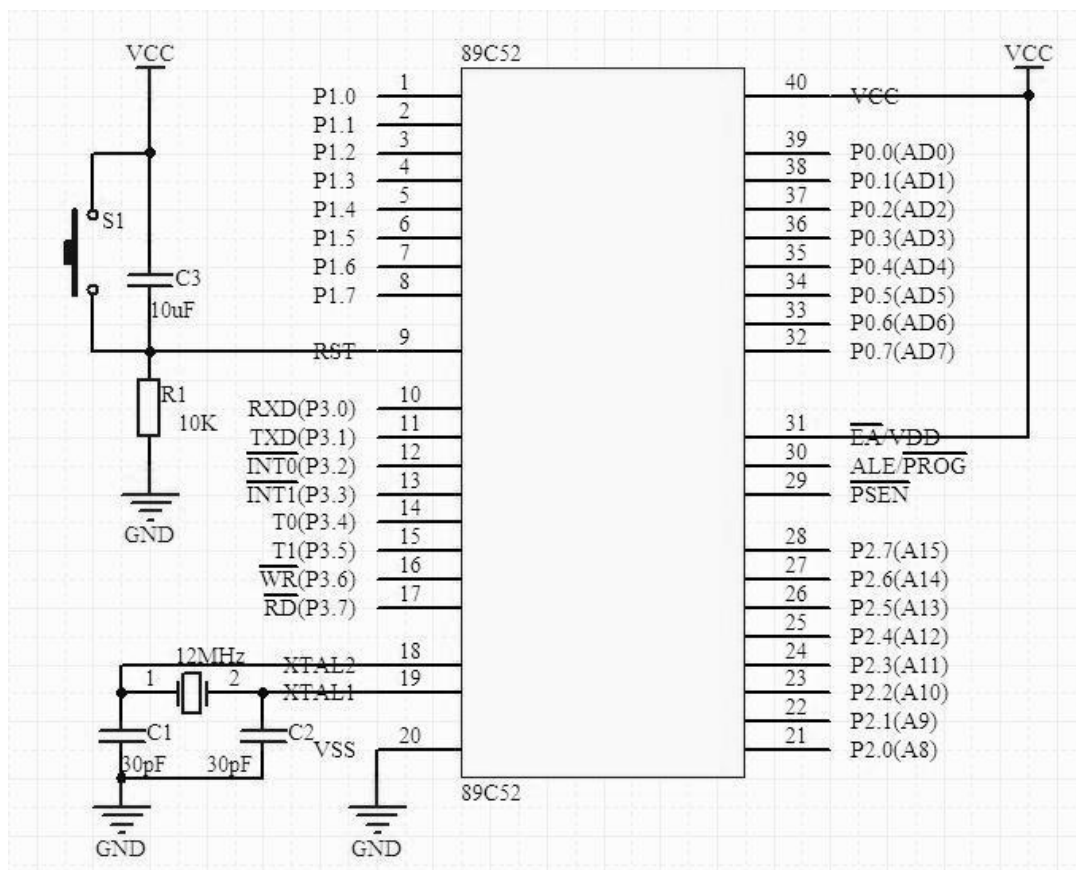


图 2.1.2 单片机最小系统

与障碍检测模块相关联的引脚是：INT0（即 P3.2）；与电机控制模块相关的引脚是：P1.7---ENA; P1.6---ENB; P1.0---IN1; P1.1---IN2; P1.2---IN3; P1.3---IN4。这样就可以将检测信号通过中断采集到，而且还可以通过 I/O 口的输出电位来控制电机驱动。

2.1.3 障碍检测模块

障碍检测模块作为对外部信息的采集窗口，将行进过程中障碍信息检测出来，并传递给总的控制中心（即单片机控制模块）进行处理。

在本设计中，避障是设计的关键。常用的避障方法有以下几种：

方案一：探测障碍物使用超声波传感器。采用超声波传感器，如果传感器接收到反射的超声波，则通知单片机前方有障碍物，反之则通知单片机可以向前行驶。使用超声波传感器探测信号时十分容易受到外界环境的影响，使单片机控制系统接收到许多错误的信息。而且超声波传感器价格比较昂贵。

方案二：使用光敏传感器，直接根据光源的信号进行判断。这需要光敏传感器能及时反馈可靠的信息，而光敏传感器拥有很高的灵敏度，为了抗干扰还可以把光敏传感器预先进行特殊处理，使其只有在光源正射时才能测到信号，这样就使

光敏传感器的返回信号更加可靠,单片机一旦接到的光敏传感器返回的信息,便能作出正确的判断。倘若测不到信号,说明光敏传感器被障碍物挡住,正前方不能通行,单片机控制电机绕开障碍物行驶。

方案三:脉冲调制的反射式红外发射接收器。由于采用有交流分量的调制信号,可大幅度减少外界干扰;另外红外发射接收管的最大工作电流取决于平均电流。如果采用占空比小的调制信号,在平均电流不变的情况下,瞬时电流很大(50~100mA),则大大提高了信噪比。并且其反应灵敏,外围电路也很简单,制作比较简单。

综合上述并结合实际,本设计选择方案三。

本设计采用的是 E18-D80NK 红外避障传感器,这是一种集发射与接收于一体的光电传感器。检测距离可以根据要求进行调节,调节范围为 3~80cm。该传感器具有探测距离远、受可见光干扰小、价格便宜、易于装配、使用方便等特点,可以广泛应用于机器人避障、流水线计件等众多场合。应用如图 2.1.3。

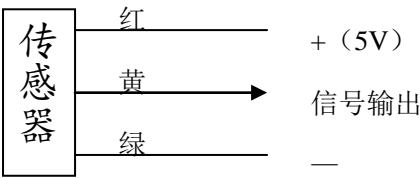


图 2.1.3 传感器应用图示

2.1.4 电机驱动模块

电机驱动模块将控制中心的具体控制信号,转化为达到可以控制电机的驱动信号,该驱动信号将决定小车的行为:前进,转弯,或者后退等。

方案一:旋转变流系统。

方案二:静止可控整流器。简称 V-M 系统。

方案三:脉宽调速系统。

旋转变流系统由交流发电机拖动直流电动机实现变流,由发电机给需要调速的直流电动机供电,调节发电机的励磁电流即可改变其输出电压,从而调节电动机的转速。改变励磁电流的方向则输出电压的极性和电动机的转向都随着改变,所以 G-M 系统的可逆运行是很容易实现的。该系统需要旋转变流机组,至少包含两台与调速电动机容量相当的旋转电机,还要一台励磁发电机,设备多、体积大、费用高、效率低、维护不方便等缺点。且技术落后,因此搁置不用。

V-M 系统是当今直流调速系统的主要形式。它可以是单相、三相或更多相数,半波、全波、半控、全控等类型,可实现平滑调速。V-M 系统的缺点是晶闸管的

单向导电性，它不允许电流反向，给系统的可逆运行造成困难。它的另一个缺点是运行条件要求高，维护运行麻烦。最后，当系统处于低速运行时，系统的功率因数很低，并产生较大的谐波电流危害附近的用电设备。

采用晶闸管的直流斩波器基本原理与整流电路不同的是，在这里晶闸管不受相位控制，而是工作在开关状态。当晶闸管被触发导通时，电源电压加到电动机上，当晶闸管关断时，直流电源与电动机断开，电动机经二极管续流，两端电压接近于零。脉冲宽度调制（Pulse Width Modulation），简称 PWM。脉冲周期不变，只改变晶闸管的导通时间，即通过改变脉冲宽度来进行直流调速。

与 V-M 系统相比，PWM 调速系统有下列优点：

（1）由于 PWM 调速系统的开关频率较高，仅靠电枢电感的滤波作用就可以获得脉动很小的直流电流，电枢电流容易连续，系统的低速运行平稳，调速范围较宽，可达 1: 10000 左右。由于电流波形比 V-M 系统好，在相同的平均电流下，电动机的损耗和发热都比较小。

（2）同样由于开关频率高，若与快速响应的电机相配合，系统可以获得很宽的频带，因此快速响应性能好，动态抗扰能力强。

（3）由于电力电子器件只工作在开关状态，主电路损耗较小，装置效率较高。

根据以上综合比较，以及本设计中受控电机的容量和直流电机调速的发展方向，本设计采用了 H 型单极型可逆 PWM 变换器进行调速。

智能小车行走功能的实现依靠电机的驱动和调速。一个电动车整体的运行性能，首先取决于它的电池系统和电机系统，通常使用的电机类型：步进电机和直流电机。直流电机：功率大，速度快需要齿轮减速器，电流通常大，控制（PWM），体形较小，操作方便。

我们采用内部集成有两个桥式电路的专用芯片 L298 所组成的电机驱动电路，（其驱动电路如图 2.1.4（一）所示）。驱动芯片 L298 是驱动二相和四相步进电机的专用芯片，我们利用它内部的桥式电路来驱动直流电机，这种方法有一系列的优点。每一组 PWM 波用来控制一个电机的速度，而另外两个 I/O 口可以控制电机的正反转，控制比较简单，电路也很简单，一个芯片内包含有 8 个功率管，这样简化了电路的复杂性。连接驱动电路如图所示，IN1、IN2 控制第一个电机的方向，ENA 输入的 PWM 控制第一个电机的速度；IN3、IN4 控制第二个电机的方向，ENB 输入的 PWM 控制第二个电机的速度。

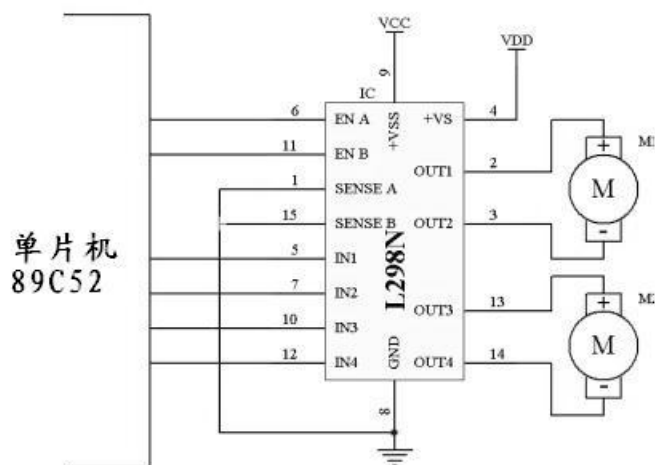


图 2.1.4 电机驱动电路图示（一）

使用电机驱动芯片 L298，不仅可以大大简化驱动电路，而且功率容量大，有利于电机转速的稳定。L298 在电机控制中可以灵活的应用。如对电机输出能力的控制，在单片机中可以进行脉宽调制实现对电机转速的精确控制。

下面简要介绍一下直流电机的特点、基本工作原理：

（1）直流电机的特点。电机是把电能转换成机械能的装置。电机的种类繁多，如果按电源类型分，可分为直流电机和交流电机两大类。常见的直流电机包括有刷电机、无刷电机、步进电机等。直流有刷电机是所有电机的基础，它具有启动快、制动及时、可在大范围内平滑地调速、控制电路相对简单等特点。

（2）直流电机的基本工作原理。直流电机由永久磁铁、电枢、换相器等组成。如图 2.1.4（二）和图 2.1.4（三）所示，上下是两个固定的永久磁铁，上面是 N 极，下面是 S 极，磁力线从 N 到 S。两极之间是一段可旋转的导体 abcd，称为电枢。电枢的 ab 段与 cd 段分别连接到两个互不接触的半圆形金属片上，这两个金属片称为换向器。如图 2.1.4（二）所示，在换向器的 AB 两端上加一个上正下负的直流电压，电流由 a 到 b，由 c 到 d。根据左手定则，ab 段在自上而下的磁力线作用下，向左移动，cd 段向右移动。在这两个力的作用下，abcd 电枢开始逆时针旋转，因为换向器和电枢固定在一起，它也跟着转动。

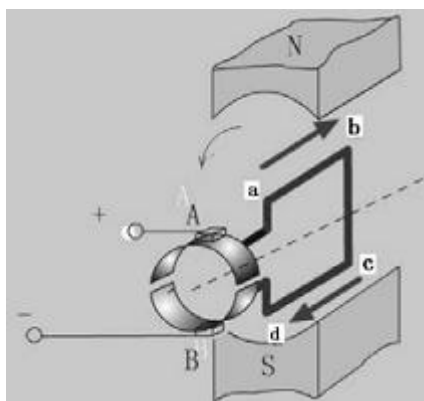


图 2.1.4 直流电机的旋转原理 (二)

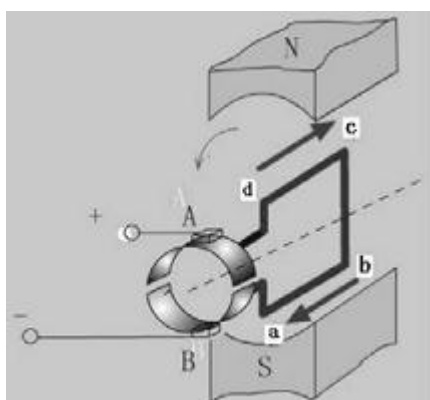


图 2.1.4 直流电机的旋转原理 (三)

当电枢转过 180° 时如图 2.1.4 (三) 所示, cd 段在上方, ab 段在下方, 电流由 d 到 c, 由 b 到 a。根据左手定则, cd 段在自上而下的磁力线作用下, 向左移动, ab 段向右移动, 即电枢继续往逆时针旋转方向旋转。当电枢再转过 180° 后, 变回图 2.1.4 (二) 的情况, 电机继续重复地转动。

如果把 AB 两端的电压方向反过来, 电枢将顺时针旋转, 原理同上。

下面介绍 PWM 控制直流电机原理:

(1) PWM 的简介。近年来, 随着计算机进入控制领域, 以及新型的电力电子功率元器件的不断出现, 使采用全控型的开关功率元件进行脉宽调制 (Pulse Width Modulation, 简称 PWM) 控制方式已成为主流。这种方式很容易在单片机控制中实现, 从而为直流电机控制数字化提供了契机。

(2) 直流电机的 PWM 驱动。图 2.1.4 (四) 是最基本的 PWM 驱动电机的电路。当开关管 V1 的栅极输入高电平时, V1 导通, 电机电枢绕组两端电压为 U_s 。在 t_1 秒后, 栅极输入变为低电平, V1 截止, 电机的自感电流通过 D1 迅速释放掉, 电枢两端电压变为 0。 t_2 秒后, 栅极输入重新变为高电平, V1 重复前面的过程。由此得到电机的电枢绕组两端的平均电压 U_o 为:

$$U_o = (t_1 \cdot U_s) / (t_1 + t_2) = U_s \cdot (t_1 / T) = \alpha \cdot U_s$$

式中 α 是占空比。

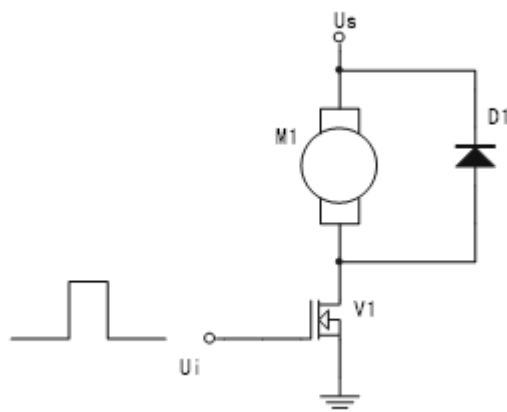


图 2.1.4 基本 PWM 驱动（四）

（3）直流电机 PWM 调速控制。利用脉宽调制 PWM 改变直流电机电枢上电压的“占空比”来改变平均电压的大小，从而控制电动机的转速，改变小车左右轮电机的速度，从而实现小车的左右转功能。

（4）电机驱动原理电路。电路连接电路见图 2.1.4（一）。89C52 最小系统板的四个控制 IO 端口分别接 L298 的 IN1、IN2、IN3、IN4，L298 的 OUT1, OUT2 分别接左电机两端，OUT3, OUT4 右电机两端。由控制端口编码表（见软件设计部分）可知，只要通过软件编程设定四个控制端口 IN1、IN2、IN3、IN4 以及 ENA，ENB 的不同编码，就可得到电动车的前进，后退等不同的运行状态。

2.2 软件程序设计

2.2.1 主程序的设计

在本设计中软件主要的功能是负责电机前进、后退、左转、右转的速度调节；对传感器信号的采集和控制，实现机器人灵活避障；以及对中断服务的初始化编程等工作。在编写软件时，采取模块化设计的原则，把功能相对独立的程序做成子程序供其它程序调用。主程序主要用来对单片机及其外围模块进行初始化。主程序主要有：函数初始化子程序、电机控制模块子程序、蔽障中断模块子程序、控制输出模块子程序等。见下图所示。

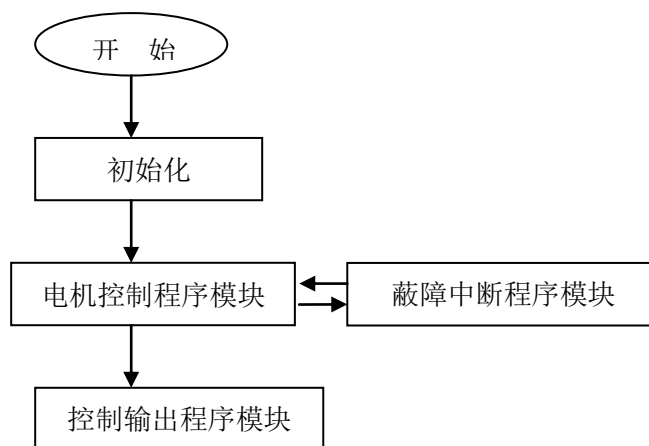


图 2.2.1 小车主流程图

2.2.2 电机控制模块的软件设计

电机控制小车前进，见下表

表 2.2.2 (一)

ENA	ENB	IN1	IN2	IN3	IN4
占空比 1	占空比 1	H	L	H	L

电机控制小车后退，见下表

表 2.2.2 (二)

ENA	ENB	IN1	IN2	IN3	IN4
占空比 2	占空比 2	L	H	L	H

电机控制小车转弯，见下表

表 2.2.2 (三)

ENA	ENB	IN1	IN2	IN3	IN4
占空比 1	占空比 2	H	L	H	L

通过 IN1、IN2、IN3、IN4 的输入信号分别实现两个直流电动机的正转与反转功能。通过对 ENA、ENB 信号占空比的调整来对车速进行调节。左右电机的占空比不同时可实现转弯功能。

2.2.3 避障模块的软件设计

在机器人前进中进行避障有三种算法：靠左手边走，靠右手边走，左右相结合的前进。因为本设计所要实现的是机器人在多种环境下都能避障，而且，本设计的传感器分布在左前方，因此在本设计中选择靠右手走算法。这样机器人基本能

够适应大多数环境。

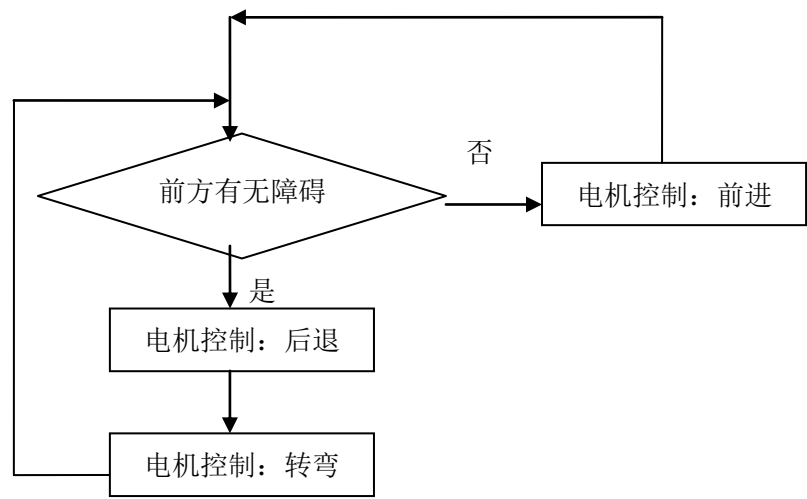


图 2.2.3 蔽障环节流程图

首先机器人前进,并判断是否有障碍。当机器人遇到障碍物时,中断口获得的是一个脉冲电位变化,然后单片机的控制模块进行蔽障中断处理。特别需要指出的是,机器人要转弯并不是一件容易的事,考虑到小车的响应时间问题,在实现时采用的是先使电机后退,再启动电机进行转弯。

2.3 测试数据及结论

2.3.1 测试数据

在电动机驱动信号方面,我们采用了占空比可调的周期矩形信号控制。脉冲频率对电动机转速有影响,脉冲频率高连续性好,但带负载能力差,脉冲频率低则反之。经实验发现,脉冲频率在 40Hz 以上,电动机转动平稳,但加负载后,速度下降明显,低速时甚至会停转;脉冲频率在 10Hz 以下,电动机转动有明显跳动现象。实验证明,脉冲频率在 15Hz-30Hz 时效果最佳。而具体采用的频率可根据个别电动机性能在此范围内调节。

2.3.2 测试结论

小车总体的运行情况比较良好,能够进行简单的避障,但是性能方面还有待

进一步进行提高，可进行第二次开发。

3 设计方案的特点及功能

针对现实中现代科学技术的不断普及应用,小车等智能设备的不断更新也是很有必要的。本设计以 AT89C52 单片机作为智能机器人的检测和控制核心,采用红外光电传感器实现机器人避障。在硬件设计的基础上,通过软件编程,实现了对智能小车行进、绕障、停止的控制和传感器的有效检测。本设计制作的简易避障机器人工作性能稳定,工艺简单,易于控制,且实验现场运行效果良好。

随着人类认知领域的不断扩展和研究层次的不断深入,人类的作业环境也开始向着更为复杂的空间发展,例如核辐射场所、深海、太空、有毒环境或高温高压等。这些环境的作业条件远远超出了人类所能够承受的极限。因此人们就开始寻找可以代替人来完成作业的物体,最终人们发明了机器人这种拟人化的机器。小车可以做成一种智能型的机器,它将能够代替人类的部分工作,从处理个别问题的速度和可靠性来看,它在一定程度上已经超过了人。避障在小车的工作中起着非常重要的作用,特别是在矿井救援等任务中,要顺利完成救援任务,小车首先必须躲开障碍物。因此小车避障的研究是对小车能完成更多功能的一个基本铺垫,其研究意义非常重要。

4 智能小车的应用及发展趋势

如今知识工程、计算机科学、机电一体化和工业一体化等许多领域都在讨论智能系统，人们要求系统变得越来越智能化。显然传统的控制观念是无法满足人们的需求，而智能控制能与这些传统的控制有机的结合起来取长补短，提高整体的优势更好的满足人们的需求。随着人工智能技术、计算机技术、自动控制技术的迅速发展，智能控制必将迎来它的发展新时代。机器人领域近几年有如下几个发展趋势：

（1）性价比逐步提高，性能不断提高（高速度、高精度、高可靠性、便于操作和维修），而单价不断下降。

（2）工业机器人控制系统向基于 PC 机的开放型控制器方向发展，便于标准化、网络化。同时，器件集成度提高。从而，大大提高了系统的可靠性、易操作性和可维护性。

（3）传感器的作用日益重要，除传统的位置、速度、加速度等传感器外，视觉、声觉、力觉、触觉等多种传感器的融合技术已用来进行环境建模及决策控制。

（4）虚拟现实技术在机器人中的作用已从仿真、预演发展到用于过程控制，如使遥控机器人操作者产生置身于远端作业环境中的感觉来操作机器人。

（5）当代遥控机器人系统的发展特点不是追求全自治系统，而是致力于操作者与机器人的人机交互控制，即遥控加局部自主系统构成完整的操作系统，使智能机器人走出实验室走入实用化阶段。

结 语

本课题中通过红外线传感器及接口电路来检测小车行进中的障碍物,通过单片机控制,在双直流电机控制下,电机实现小车的前进、后退、转向等操作。当遇到障碍物时,及时将小车转向来自动规避,使小车继续前进,从而实现完整的小车自动蔽障功能。在实验测试中,基本达到预期要求。

通过本课题的学习,对电机控制的原理及应用有了更深的了解,红外传感器的应用也有一定的研究。我通过此次毕业设计学习到在综合处理问题的学习方法,提高了多学科知识相联系,亲自动手实践,解决具体难题的能力,对以后的开发或设计相关项目积累了一些经验,受益颇多。

参考文献

- [1] 郑志聪. 浅析机器人红外避障技术. 中国集体经济. 2008 年 10 期.
- [2] 赵广宇, 方千山. 基于凌阳 16 位单片机的智能车设计. 电子设计应用. 2009 年 09 期.
- [3] 郭亮, 覃立伟, 李燃勇, 周琰. 基于单片机的新型智能小车研制. 硅谷. 2010 年 02 期.
- [4] 宁慧慧, 余红英. 基于红外光电传感器的智能车两轮差速转向模糊控制. 工业控制计算机. 2010 年 01 期.
- [5] 杨金岩, 郑应强, 张振仁. 8051 单片机数据传输接口扩展技术与应用实例. 人民邮电出版社. 2005.
- [6] 徐爱钧, 彭秀华. Keil Cx51 V7.0 单片机高级语言编程与 μ Vision2 应用实践. 电子工业出版社. 2004.
- [7] 贾玉凤, 王定旭. 基于 51 单片机的避障小车设计. 电子制作. 2009 年 12 期.
- [8] 宗爱青. 基于 MC68 单片机的避障车的设计与实现. 电子与封装. 2009 年 09 期.
- [9] 郭巧惠. 基于 AT89C51 单片机智能电动小车设计. 福建电脑. 2009 年 10 期.
- [10] 董涛, 刘进英, 蒋苏. 基于单片机的智能小车的设计与制作. 计算机测量与控制. 2009 年 02 期.
- [11] 辛江慧, 李舜酩, 沈垲. 一种新的智能避障转向控制方法. 传感器与微系统. 2009 年 03 期.
- [12] 王建国, 孟祥甫, 江绎. 基于相对速度的选择性避障方法的研究, 计算机工程与应用, 2009 年 03 期
- [13] 齐英鑫. 基于 80C51 单片机的智能电动小车. 科技信息. 2008 年 31 期.
- [14] 王利红. 基于红外传感智能巡线机器人研究与设计. 微计算机信息. 2008 年 29 期.
- [15] 韩红玲, 崔志恒. 红外导航室内移动机器人的系统设计. 微计算机信息. 2008 年 26 期.
- [16] 赵婕, 姚峰林. 基于 SPCE061A 智能机器人的设计. 太原科技. 2008 年 07 期.
- [17] 郑志聪. 浅析机器人红外避障技术. 中国集体经济. 2008 年 10 期.

-
-
- [18] 吴荣芳, 刘冀伟. 基于凌阳 SPCE061A 单片机的智能小车的设计. 计算机技术与发展. 2007 年 09 期.
- [19] 侯丽春, 孙志强, 陆荣. 红外传感器在机器人避障系统中的应用. 科技咨询导报. 2007 年 02 期.
- [20] 阎勤劳, 邢作常, 冯涛, 薛少平. 温室移动机器人避障功能研究. 农业机械学报. 2006 年 05 期.
- [21] 尤富强, 陈兴林, 强文义. 一种机器人避障控制策略. 自动化技术与应用. 2002 年 05 期.
- [22] C51 Compiler user's Guide. Keil Elektronik GmbH. And Keil Software, Inc. 2001
- [23] Macro Assembler and Utilities. Keil Elektronik GmbH. and Keil Software, Inc. 2001.
- [24] 80C51-Based 8-Bit Microcontrollers . Philips Semiconductors. 1994.

致 谢

毕业设计完成了，在这个过程中我学到了很多。首先我要感谢我的论文指导老师，我的论文是在他的指导下完成的，老师严谨细致、一丝不苟的作风一直是我工作、学习中的榜样，他循循善诱的教导和不拘一格的思路给予我无穷的启迪。我还要感谢我院中帮助过我的各位老师，就是在他们的指导下，我对问题的看法有了不一样理解和提高。衷心祝愿各位老师工作顺利，身体健康！

再次我要感谢一直陪同我走完大学四年求学之路的兄弟们，谢谢他们平时对我无微不至的照顾和关心。我很高兴能生活在一个互助友爱和充满活力的集体中，从他们的身上我学到了很多，同时他们给我的大学生活留下了许多美好的回忆。

真诚感谢给予我热情帮助和关注的所有人！