

基于 AVR 单片机的新型巡线机器人系统设计与实现

Design and Realization of New Lined-tracking Robot System Based on AVR MCU

李 静 郝卫东 (桂林电子科技大学 机电工程学院 广西桂林 541004)

摘要: 提出了一种基于 AVR 单片机 Atmega8L 为核心处理器的巡线机器人控制系统设计方案,详细介绍了颜色传感器 MCS3AO 在巡线机器人中的应用。本文给出了系统的硬件组成以及软件算法。最后通过实验论证:由此方法设计出的巡线机器人硬件电路简单,算法实现容易,机器人系统稳定,可靠性高,扩展性强。

关键词: Atmega8L 单片机 颜色传感器 巡线

1 引言

目前,在众多机器人比赛项目中基本都涉及到机器人巡线技术,此项技术是机器人技术研究中的一项目基本要求,同时也为其他机器人技术开发提供了基础平台。巡线技术研究一般在硬件上主要考虑核心处理器和巡线传感器的选择,软件主要是关于算法优化。随着单片机技术的发展,市场上出现了集成度更高,处理速度更快的处理器,例如 AVR 单片机和 ARM 处理芯片等。AVR 单片机目前使用比较流行,ARM 处理芯片正处于开发阶段。本文充分利用 AVR 单片机 Atmega8L 的特点,即省电性、稳定性、抗干扰性及灵活性等选取其作为本系统的核心处理器。

主要应用 AVR 单片机 Atmega8L 和颜色传感器设计的巡线机器人控制系统工作过程大致如下:由颜色传感器获得的地面信号送给 Atmega8L 单片机处理并保存数据,然后根据预先编好的程序规划机器人的动作行为方式。

2 控制系统的硬件电路设计

巡线机器人系统可以划分为三大模块:单片机主控模块、电机驱动模块和颜色传感器识别模块。各个模块之间的关系如图 1 所示。

2.1 主控硬件电路设计

主控电路的设计是以 Atmega8L 单片机为核心,外接机器人电机驱动模块、电源电路和颜色传感器信号接收等硬件电路。Atmega8L 单片机是美国 ATMEL 公司



图 1 系统硬件结构框图

生产的 8 位单片机,它带有 3 个 PWM 通道,可实现任意 16 位以内相位和频率可调的 PWM 脉宽调制输出和 6 通道 A/D 转换。另外,它还具有丰富的资源,指令周期短,工作速度快,功耗低,内存大,体积小巧的特点^[1]。在本系统中,Atmega8L 工作在 8MHz 的频率下,采用 +5V 的直流电源供电。根据 Atmega8L 各个引脚功能,B 口和 C 口功能分配如下:B 口输出 PWM 和连接晶振电路;C0 ~ C5 口为 A/D 转换接口,处理颜色传感器获得的模拟信号。

电机驱动采用电机驱动芯片 L298,输入电压 12V,采用单极性 PWM 调速方式。PWM 脉冲输出由 ATMEGA8L 单片机定时器/计数器 1(T/C1)产生。Atmega8L 单片机的定时器/计数器 1 工作方式设置为 8 位快速 PWM 模式,PWM 脉冲频率为 31.25KHz。两路 PWM 由 Atmega8L 的 B1 口(OCR1A)和 B2 口(OCR1B)输出,通过光耦把脉冲送入 L298 的 IN2 和 IN3 端。IN1 和 IN4 分别由 Atmega8L 单片机的 B0 口和 B3 口送入高电平或低电平,控制电机正反转。通过改写 OCR1A 和 OCR1B 数值,就可改变 PWM 的占空比,从而实现电机调速。图 2 为以单片机为核心主控硬件电路原理图。

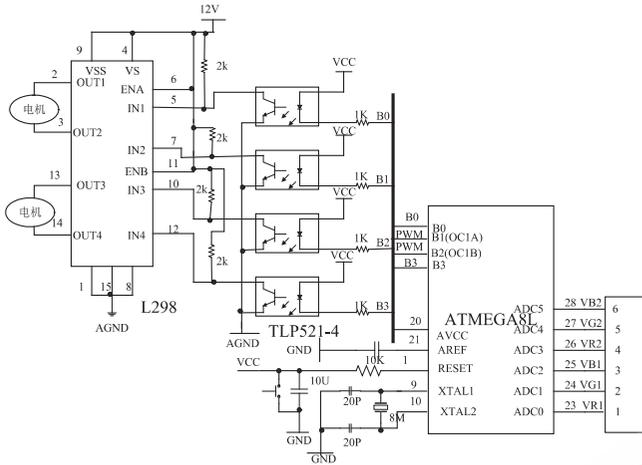


图 2 系统硬件电路原理图

2.2 颜色传感器识别模块

颜色传感器一般分为三种不同类型:光到光电流转换,光到模拟电压转换以及光到数字转换^[5]。此模块采用的是四川火狐电子公司生产的 MCS3AO 型号的颜色传感器,属于光到光电流转换型。它是一种最小的三原色传感器,把三个 Si-PIN 光电管以及在片滤波器集成在一起,每个光电管都各自有三种颜色之一的滤波器。它们将来自物体的反射光分解为 3 种颜色。色信号经过放大电路处理,根据不同组合逻辑处理后得到实际颜色输出。它具备小尺寸设计,高质量滤波器和三种颜色同步记录的特点。三个不同区域的颜色识别响应,类似于人眼。每个光电管对相应光谱滤波器的颜色光最敏感,主要是红色,绿色,蓝色。它能识别的波长范围为 450nm-750nm,反向电压最大可达 30V,暗电流 50pA/5V 反向电压,电容典型在 50pF/5V 反向电压。

颜色传感器输出的电流为 PA 级,须经过多级放大电路才能转变成单片机可处理的大电压信号。第一、二级放大采用 AD822BR 型号的精密贴片形式的运放,为电流电压放大和同相放大;第三级采用普通的 LM324 运放,为反相比例放大。因为从第一级到第二级输出都为负电压,必须把它们转换成正电压才可以由单片机 A/D 处理。为了提高识别精度,所用到的电阻也都是精密电阻。AD822BR 运放需要 ±5V 电源,这可把 12V 锂电池通过 7805,7905 稳压芯片获得。

在自然光条件下,通过颜色传感器距地面不同高度对红、绿、蓝三种颜色进行数据采集,并对每种颜色多次测量取平均值。现只记录颜色传感器距地面 5 mm

和 8 mm 时的实验数据,采集数据见下表:

表 1 距地面 5 mm 时对不同颜色采集数据

颜色	R	B	G
红色	3.80V	2.29V	2.40V
蓝色	3.97V	4.66V	2.94V
绿色	3.18V	2.99V	3.45V

表 2 距地面 8 mm 时对不同颜色采集数据

颜色	R	B	G
红色	0.45V	0.32V	0.21V
蓝色	0.16V	0.29V	0.05V
绿色	0.23V	0.15V	0.33V

通过上述实验数据可以得出颜色传感器安装高度应距地面大约 5 mm 左右。

从颜色传感器放大电路输出的模拟电压需通过 A/D 转换器变成数字量,单片机才能处理、识别、比较、然后发出命令。Atmega8L 单片机自身已集成了一个 10 位逐次比较的 ADC 转换器。它与一个 8 通道的模拟多路复用器连接,能够对 C 口作为 ADC 输入引脚的 8 路单端电压输入进行采样。单端电压输入以 0V 为参考。模拟通道输入的选择通过对 ADMUX 寄存器中的 MUX 位设定。A/D 转换在中断服务子程序中实现。

3 系统软件设计与实现

3.1 巡线软件的实现

颜色传感器输出的模拟电压送到 ATMEAL 内部自带的 10 位 A/D 转换接口 I/O 上,系统程序依次取得对应的数字量。该数字量与参考颜色相比较,判断对应单元下方是否为正确引导线,进而得到引导线与反射反馈单元之间相对位置的状态指示标志,根据这个标志给出控制信号,调整左右电机的速度等级,让机器人底盘发生偏转,最终使得机器人的运动方向不断纠正而保持在引导线上,巡线流程图见图 3 所示。

整个巡线子程序嵌入到系统 1ms 定时中断服务程序中,包括反馈模块 A/D 采集转换子程序,状态标志组合子程序、驱动调整子程序。

3.2 A/D 转换结束中断服务程序

A/D 转换结束中断服务程序完成颜色传感器识别

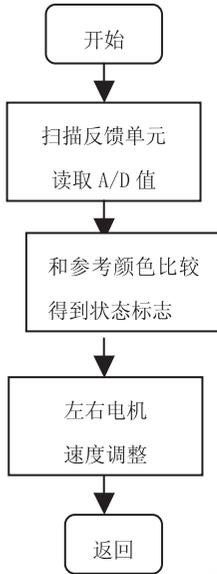


图 3 巡线流程图

到的颜色模拟电压信号 AD 转换。通过设置 ADCSRA 寄存器中的 ADC 使能位 ADEN 来使能 ADC 功能。ADC 将 10 位的转换结果放在 ADC 数据寄存器中 (ADCH 和 ADCL)。将逻辑“1”写入 ADSC 位 (ADC 转换开始) 将启动一次 AD 转换。在转换过程中, 该位保持为“1”, 直到 AD 转换结束后由硬件自动清零。通过置位 ADCSRA 寄存器的 ADFR 位, ADC 能被设置为连续转换模式。在连续转换模式下, ADC 将连续对输入进行采样和更新 ADC 数据寄存器。ADC 模块中包含一个预分频器, 它对输入的系统时钟进行分频, 以获得合适的 ADC 时钟。当 ADCSRA 寄存器中的 ADSC 位置位, 启动一次单次转换时, ADC 转换时将在随后的 ADC 时钟的上升沿开始。在连续转换模式下, 一次转换完毕后马上开始一次新的转换, 此时, ADSC 位一直保持为“1”。A/D 转换结束中断服务程序如下:

```

void ADC_deal(void)
{
    D_value[A_channel] = ADCH;
    if( ++A_channel > 2)
    {
        A_channel = 0;
        sampling_CF = 1;
    }
    Analog_channel_choose(A_channel);
    if(! sampling_CF)
  
```

```

{
    ADCSR1 = 1 << ADSC;
}
if( ( D_value[0] == R_val) &&( D_value[1] == G_val) &&( D_value[2] == B_val) )
{
    finde = 1;
}
}
  
```

3 试验结果

试验在室内环境中进行。试验场地为 15m × 15m, 白色地面上纵横交错贴有红色线条, 黄色线条, 黑色线条。机器人在红色线条上行走到达红色帐篷, 若在黄色线条上行走则到达黄色帐篷, 黑色类似。机器人速度在 0.3m/s 左右。通过反复调试

最后, 在机器人执行任务时没有出现差错, 能快速到达目的地, 且运行稳定。这些都表明无论是机器人的机械结构设计还是硬件电路设计及软件算法都是合理的。

4 结论

理论分析与实践效果均表明, 上述方法可以较好地实现机器人在复杂地图上自主行走。在硬件上保证了反馈信号的简洁可靠; 在软件上采用一定算法, 极大地提高了机器人对颜色的识别率。这两方面的措施都使得上层软件能够很轻松地控制行走机构, 让机器人按照预期的路径运动。另外, 在此基础上还可以对导航机器人增加许多扩展功能。

参考文献

- 1 马潮, 詹卫前, 耿德根. ATmega8 原理及应用手册. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- 2 张军. AVR 单片机应用系统开发典型实例. 北京: 中国电力出版社, 2005.
- 3 宗光华. 机器人的创意设计与实践. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2004.
- 4 宗光华, 张慧慧. 机器人设计与控制. 北京: 科学出版社, 2004.
- 5 何希才, 薛永毅. 传感器及其应用实例. 北京: 机械工业出版社, 2004.