

基于 AVR 单片机的多外围设备控制系统的^①设计

Design of Multi Peripheral Equipment Control System Based on AVR

王卫红 徐扬法 顾东袁 (浙江工业大学 软件学院 浙江杭州 310023)

摘要: 介绍了基于 AVR 单片机的多外围设备控制系统的设计。分析了其中的多个步进电机的驱动电路以及一些其它外围电路的设计。对软件设计中的一些关键难点进行了说明。所设计的系统具有较高的智能度和稳定性。

关键词: AVR 单片机 步进电机 PWM 传感器 智能座便器

1 引言

高可靠性、功能强、高速度、低功耗和低价位,一直是衡量单片机性能的重要指标,也是单片机占领市场、赖以生存的必要条件。早期单片机工艺及设计水平不高、功耗高、抗干扰性能差、指令周期长、执行速度慢。自从 AVR 单片机推出以后,彻底改变了这种状态。它采用精简指令集,硬件结构采取 8 位机与 16 位机的折中策略,采用局部寄存器堆和单体高速输入/输出的方案。这样,既提高了指令执行速度,克服了瓶颈现象,增强了功能;又减少了对外设管理的开销,相对简化了硬件结构,降低了成本[1]。AVR 单片机的先进性和特点有很多,如脉宽调制(PWM)输出,看门狗定时器,休眠模式(低功耗)的应用,片内 A/D 转换器的使用,异、同步串口通信,软件 DAA 等。所以对于现在一般的嵌入式控制应用,AVR 单片机是一个很好的选择。本文充分利用 AVR 单片机的优势,开发一个有众多外围设备的控制系统——智能座便器控制系统。文中重点介绍了各个外围设备的硬件驱动电路,单片机对各种外围设备的精确控制以及它们之间的配合运行。

2 系统的设计与开发

2.1 控制芯片介绍

控制芯片采用 ATMEL 公司的 ATmega64 单片机,

它是基于增强的 AVR RISC 结构的低功耗 8 位 CMOS 微控制器。由于其先进的指令集以及单时钟周期指令执行时间,ATmega64 的数据吞吐率高达 1MIPS/MHz,从而可以缓减系统在功耗和处理速度之间的矛盾。ATmega64 具有 64K 字节的系统内可编程 Flash,2K 字节 EEPROM,4K 字节 SRAM,53 个通用 I/O 口线,32 个通用工作寄存器,实时计数器(RTC),四个具有比较模式与 PWM 的灵活的定时器/计数器(T/C),两个 USART,8 路 10 位具有可选差分输入级可编程增益的 ADC。它是以 Atmel 高密度非易失性存储器技术生产的。片内 ISP Flash 允许程序存储器通过 ISP 串行接口,或者通用编程器进行编程,也可以通过运行于 AVR 内核之中的引导程序进行编程,这使得程序的开发非常的方便。参数可保存在内置 EEPROM 中,定时器/计数器的相位频率可调 PWM 功能尤其适用于步进电机的控制,USART 可用于红外信号的接收。

2.2 系统结构和功能

设计该系统所需要的外围设备包括:步进电机、红外测距传感器、霍尔传感器、温度传感器、水位传感器、IC 传感器等等。各种步进电机需要通过三极管跟 MCU 相连加以驱动。红外测距传感器得到的是模拟信号,所以 MCU 要得到红外测距传感器的信号,要用

① 基金项目:浙江省科技厅重点项目(2004C23034)

A/D 加以转换。霍尔传感器、温度传感器、水位传感器、IC 传感器得到的都是数字信号,所以可以直接跟 MCU 的输入引脚相连。此外还有一些简单的外设,需要相应的一些驱动。主机系统的硬件工作框图如图 1 所示。

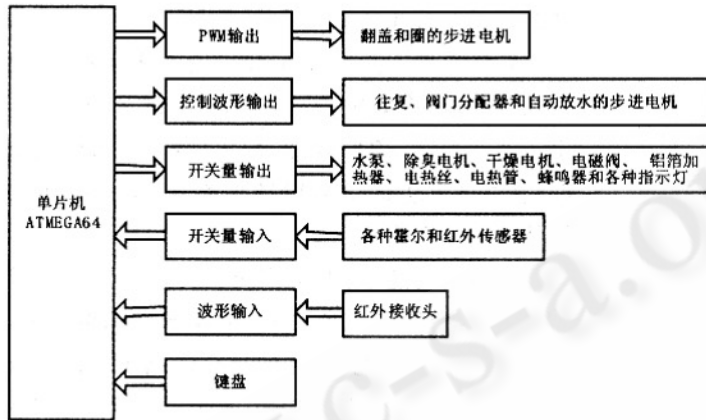


图 1 智能座便器控制系统框图

智能座便器主机控制系统的功能主要有:喷头清洗功能、除臭功能、干燥功能、臀部清洗功能、女用清洗功能、STOP 功能、冲水功能、翻圈和盖功能、坐温调节功能、水温调节功能、风温调节功能、红外接收功能等等。

2.3 系统的硬件设计

(1) PWM 输出

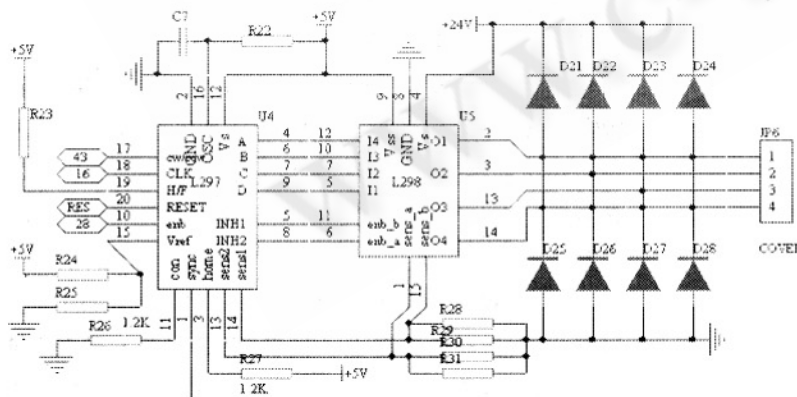


图 2 L297 和 L298 组成的步进电机驱动电路

图 2 所示电路由 L297 和 L298 组成。L297 是步进

电动机控制器。L298 是双 H 桥式驱动器。这种组合方式的优点是,需要的元件很少,从而使得装配成本低 [2],可靠性高和占空间少,并且大大的简化了单片机的负担,程序只需要控制 PWM 波的输出就行了。

单片机的控制原理如下: ATmega64 内部的 16 位定时器/计数器产生 PWM 波,提供给 L297 的 CLK 信号, L297 产生的步进电机控制信号经由 L298 来驱动翻盖和翻圈的步进电机运行。电机的转速可以通过调节 PWM 波的频率来控制。PWM 波的频率是由 16 位定时器/计数器的比较溢出寄存器控制的。

(2) 控制波形输出电路

往复、阀门分配器和自动放水的步进电机都需要控制角度。往复步进电机需要调节清洗的位置,阀门分配器需要通过控制控制旋转的角度来控制出水的速度,自动放水步进电机需要控制放水的大小。所以这三个步进电机的相电流采用 ATmega64 的四个引脚的输出电平来控制,改变四个引脚的输出电平就能控制电机的转向,控制电平脉冲的个数就能控制电机转动的角度,控制电平脉冲的速度就能控制电机的转速 [3] [4]。每一个引脚输出的电平经由三极管放大,接到步进电机的一相电路上。每一相上再反接一个二极管到电源组成回流保护电路。电路图如图 3 所示。

(3) 开关量输出电路

铝箔加热器、电热丝和电热管需要 220V 的电压,所以采用可控硅 BTA12 驱动,并在电路中间加了光电隔离 MOC3061。电路图如图 4 所示。

水泵由场效应管驱动。蜂鸣器、电磁阀和两个直流风机由三极管驱动,如图 5 所示。各种指示灯经由锁存器和缓冲器连接到 ATmega64 的引脚。

(4) 开关量输入电路

所有传感器除了红外测距传感器之外,输出的都是数字信号,直接连接到 ATmega64 的引脚上。红外测距传感器输出的是模拟信号,所以需要在传感器和 ATmega64 之间加一个 AD 转换

电路。

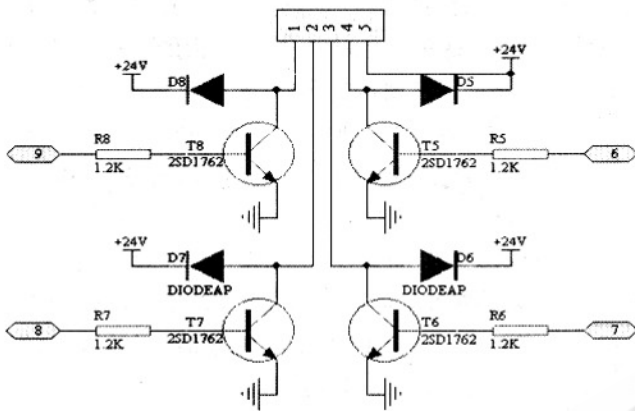


图 3 步进电机控制波形输出电路

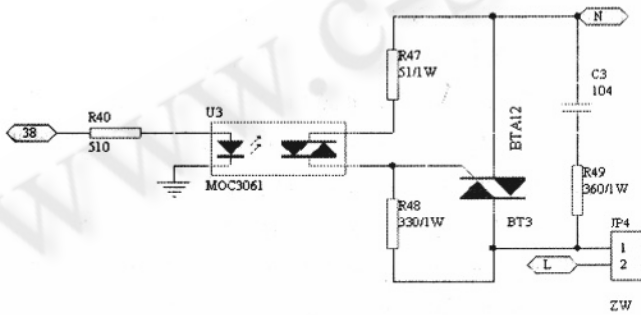


图 4 高压器件驱动电路

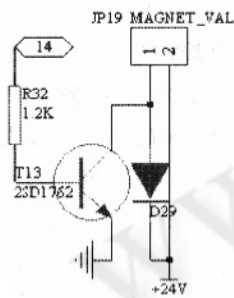


图 5 电磁阀等的驱动电路

(5) 红外接收电路

红外接收采用一体化接收头,所以不需要解码、信号放大等电路,只需要设计一个 RC 滤波电路对红外信号进行滤波处理。

(6) 键盘输入电路

本系统的功能很多,大部分的功能都通过遥控器来控制,在主机上只有几个按键来控制一些基本的功能,如:冲水、清洗、干燥、STOP 等等。键盘输入电路采用普通单排的键盘电路设计。

2.4 系统的软件设计

考虑到系统可移植性及便于维护和扩充,系统软件采用 C 语言编写。

智能座便器主机控制系统的主要功能有:喷头清洗功能、除臭功能、干燥功能、臀部清洗功能、女用清洗功能、STOP 功能、冲水功能、翻圈和盖功能、坐温调节功能、水温调节功能、风温调节功能、红外接收功能等等。

在这些功能中,涉及到对各种步进电机的控制,对红外测距传感器、霍尔传感器状态的读取。实现自动翻圈盖功能,首先利用红外测距传感器检测到人的靠近,然后控制步进电机实现自动翻盖,在翻盖过程中要读取霍尔传感器的状态以控制翻盖的角度以及停止的位置。实现自动冲水功能,有两种情况,一种是人来了,首先红外测距传感器检测到人超过一段时间,座上的霍尔传感器没有检测到人坐下,然后控制步进电机冲水;另一种是人离开了,首先霍尔传感器检测到人坐下一段时间以后又检测到人离开,然后控制步进电机实现冲水。还有一个比较重要的是清洗及往复的功能,包括臀部清洗及往复和女用清洗及往复。实现清洗及往复功能是通过控制步进电机和分配器来实现的。

翻盖和翻圈步进电机的控制过程如下:当满足翻盖条件时,给 L297 一个使能信号,一个转向信号,然后再把定时器设置为 PWM 输出模式,送出 PWM 波到 L297 的 CLK 引脚,这样就能驱动步进电机转动。步进电机停止的条件是程序检测到上止点或下止点的霍尔传感器传来的到位信号。当向上翻时检测上止点,向下翻时检测下止点。

往复、阀门分配器和自动放水的步进电机的控制过程如下:系统首先建立一张表,里面保存的是一个 4 位的数据,共 8 个,因为所用的步进电机是四相八拍的。步进电机走一步,就是把表里的 8 个数据分别连续地送到单片机的 4 个引脚。送数据的顺序就决定了电机转动的方向。送两个数据之间的延时就决定了电机转动的速度。这三个电机上面都没有采用霍尔传感

器来检测到位,所以采用过冗法先将电机转到零位,再转到相应的角度,这样就能保证电机转到正确的角度。

软件设计的还有一个难点是怎样确保这么多外围设备之间的协调运行。本文的做法是系统维护一系列变量,用来表示各个外围设备的状态。再在一个定时器的 5ms 中断程序中检测各个外围设备的状态,然后根据检测到的状态去调用相应的函数,执行相应的动作[5]。这里采用中断,而不选择在主程序中用循环的方式来检测各个状态,是因为很多的外围设备都是在并行运行的,而且有些动作,比如阀门分配器步进电机的转动是始终占用 CPU 的,如果不采用中断的方式,就无法及时的检测到其它外围设备的状态的变化,从而无法做出及时的响应。而采用中断的方式就可以在定时器溢出时中断 cpu 来强制检测。这样就可以做到及时的响应了。比如系统在转动阀门分配器来调节出水速度的时候,本来坐在座便器圈上的人离开了,这时,着座传感器所送出的状态应该改变了。但阀门分配器的电机的转动是采用循环的方式执行的,始终占用着 CPU,直到电机转到位。如果不用中断,是无法立即检测到着座传感器的这个状态的变化了的。而用了中断以后,程序每隔 5ms 就会强制进中断处理程序,检测所有的变量的改变。这样就能及时检测到着座传感器状态的改变了。

2.5 系统测试及存在的问题

系统的测试分为独立测试和联合测试。独立测试是为了确认该电路及相关的程序是否工作正常,而联合测试则是确保这些外围电路及相关程序之间的配合运行能顺利进行。

独立测试时遇到的一个较隐蔽的问题出现在翻盖和翻圈步进电机的驱动电路中,就是前文提到的 L297 和 L298 组成的步进电机驱动电路。在用该电路驱动步进电机转动时,会有一定几率出现单片机复位的情况。出现该问题是由于该驱动电路功率较大,运行时

压降较高,从而拉低了单片机的电源电压。当电源电压低于单片机的复位电压时,单片机就会复位。解决方法是在电源和地之间并了一个 1000 μ F 的电容,在电源电压被拉低时,电容里的电量会瞬间释放出来,以维持电源电压的稳定。

联合测试时,难度主要出现在软件设计方面。程序对各个电路的单独的控制还是相对简单的,难点在于把这个功能分块较多的系统整合起来,使它按照系统的需求有序的运行。程序的逻辑清楚、条理清晰最重要。

经过硬件和软件系统的合理设计和调试,最终开发出来的系统是能够按照预设的功能顺利的运行起来的。

3 结束语

本文介绍了采用 ATmega64 作为主控芯片的多外围设备控制系统的设计。所设计的座便器控制系统性能稳定,具有较高的智能度。系统的设计思想以及相关的硬件设计应用前景广阔。

参考文献

- 1 张克彦, AVR 单片机实用程序设计, 北京:北京航空航天大学出版社,2004.
- 2 尤波、王鹏飞, 基于 L297/298 芯片混合式步进电机驱动器的研制, 哈尔滨理工大学学报,2003,8(4):40-43.
- 3 孙祥国, 基于 ARM 单片机的步进电机控制系统设计, 机电工程技术,2007,36(6):71-73.
- 4 王鸿钰, 步进电机控制技术入门, 上海:同济大学出版社,1990.
- 5 王田苗, 嵌入式系统设计与实例开发, 北京:清华大学出版社,2003.