

C8051F 单片机在自动机器人上的应用

胡发焕¹, 邱小童², 朱花¹

(1. 江西理工大学 机电工程学院, 江西 赣州 341000;

2. 江西理工大学 应用科学学院, 江西 赣州 341000)

摘要: 以 2007 年 CCTV 大学生机器人大赛自动机器人为对象, 系统阐述了自动机器人的控制电路。

关键词: CCTV 大学生机器人赛; PID 控制器; C8051F

中图分类号: TP 273 **文献标识码:** A

Application of C8051F single chip on autorobot

HU Fa Huan¹, QIU Xiao Tong², ZHU Hua¹

(1. College of Machine and Electric Engineer, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000, China;

2. College of Applied Science, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000, China)

Abstract: The paper introduces the control circuit of autorobot which be designed for the 2007 CCTV China University robot contest.

Key words: CCTV China university robot contest; PID controller; C8051F

在每年中央电视台举办的 CCTV 大学生机器人大赛中, 自动机器人是一个典型的机电光一体化作品, 它可以培养和训练大学生计算机、控制论、机构学、机械设计和制造、传感技术、人工智能等众多学科的知识, 是大学生开展综合知识训练的良好平台。同时机器人制作比赛作为一种创新教育的战略性手段已经逐渐被教育界的人们所认可, 因此越来越受到各高校的重视和积极参与。在每年的机器人大赛中, 机器人是由手动机器人和自动机器人两部分组成, 自动机器人在比赛中担当主要角色, 对比赛的胜负起决定性的作用。

2007 年 CCTV 大学生机器人大赛是在一个 14 m × 14 m 的场地上进行, 以参赛双方谁先建造完指南针为获胜, 如两方都没完成则以各自的得分来决定胜负。本文设计的自动机器人以 C8051F310 单片机为 MCU。

1 机器人车体机械机构设计

2007 年 CCTV 大学生机器人大赛中, 比赛内容是双方机器人把各自的积木放到战车上。整个自动机器人的活动区域内没有设置障碍, 不需要爬坡等越障设置, 相对而言较为简单。本文设计并参加比赛的自动机器人在车体机械机构上采用双轮驱动设计, 通过控制 2 个

驱动轮的速度和转向来实现不同的运动轨迹, 驱动轮在底盘的后面, 底盘前面有 2 个万向轮, 用以支撑整个车体的平衡。在底盘的上面安置积木的夹抓机构和提升机构。

2 机器人的控制电路设计

2.1 MCU 的选择

2007 年 CCTV 大学生机器人大赛较以往的题目更灵活, 自动机器人的运动轨迹更复杂, 因而对自动机器人的设计和控制难度也较高。在综合考虑各种因素后, 选用 Cygnal 公司最近推出的 C8051F 系列高速单片机。这种单片机结构简单, 性能与 DSP 相近, 而且其指令集与 51 系列单片机兼容, 开发工作简单。用于自动机器人控制的 C8051F 单片机具有如下的特点^[1]:

(1) 使用 Cygnal 公司的专利 CIP-51 微控制器内核, 采用流水线指令结构; 70% 的指令执行时间为 1 个或 2 个系统时钟周期; 速度可达 25 MI/s (时钟频率为 25 MHz 时)。这样就可以应用复杂的控制算法提高控制精度。

(2) 内部有 4 个通用 16 位计数器 / 定时器和专用的看门狗定时器 (WDT), 不再需要附加外部计数器件和外部看门狗电路。本文的设计就是将定时器 0 和定时器 1 用

作小车轮左右轮反馈脉冲计数。

(3) 引入了数字交叉开关, 允许将内部数字系统资源分配给端口 I/O 引脚。通过设置优先权给交叉控制寄存器, 将片内的计数器/定时器、串行总线、硬件中断、ADC 转换启动输入、比较器输出以及微控制器内部的其他数字信号配置为出现在端口 I/O 引脚。

(4) 内部有 1 个可编程计数器阵列(PCA), 由 1 个专用的 16 位计数器/定时器和 5 个 16 位捕捉/比较模块组成。通过设置特殊功能寄存器 PCAOCPM 将捕捉/比较模块 0 和模块 1(CEX0 和 CEX1)设置成脉冲宽度调制器(PWM), 用于驱动电动机。

(5) 内部有 12 位逐次逼近型 ADC, 可以在不增外围电路的前提下方便地检测模拟信号。

(6) 具有片内 JTAG 和调试电路, 通过 JTAG 接口并使用安装在最终应用系统中的器件上就可以进行全速、非侵入式地在系统调试, 而且支持断点、单步、观察点、堆栈监视器, 支持观察修改存储器和寄存器。

自动机器人的控制 MCU 选用 C8051F 系列单片机是非常合适的, 由于可以硬件生成 PWM, 占用 CPU 资源很少; 高性能的指令系统以及和 C 语言之间进行交叉汇编, 为设计各种控制算法提供了广阔的空间。其控制电路框图如图 1 所示。

在自动机器人运动控制中采用两轮驱动, 通过对 2 个驱动轮电机转速和转向的精确控制来控制机器人的运动轨迹。对左右轮驱动电机 M1、M2 的转速采用 PWM 脉宽调制进行驱动, 单片机输出的 PWM 信号和转向控制信号送给电机控制专用芯片 L298, L298 芯片能够直接驱动两个电机运转。在 M1、M2 电机上装有能够检测其转速的两路光电编码器, 两路光电编码器的信号分别送给倍频器和鉴向器, 进行转速和转向的检测, 转速和转向信号输送给 C8051F310 单片机, 在其内部进行 PID 运算, 将运算后的结果控制 PCA 阵列, 从而控制 PWM 的占空比。下面对其电路进行具体分析。

2.2 MCU 电路

采用 C8051F310 作为控制电路的 MCU^[2], 用 P0 口实现对驱动电机的控制。P0.0、P0.1 用于输出控制 M1、M2 转速的 PWM 信号, P0.2、P0.3 用于控制 M1、M2 的转向; P0.4、P0.5 用于 M1、M2 的转速反馈, 即用于计算反馈驱动电机的转速; P0.6、P0.7 用于检测 M1、M2 的转向, 即用于取得驱动电机的转向反馈。通过 P0 口实现了对两个驱动电机的闭环控制。通过嵌入在 C8051F310 的 PID 算法, 即可实现对 M1、M2 转速和转向的精确控制, 在比赛场地运行时可根据场地上的白色引导线来调整机器人的轨迹线。

2.3 电机的选择

由于在比赛时电源必须自带, 驱动电机采用直流电机, 本文采用的是 FAULHABER 公司生产的 2342L024CR 直流电机。通过改变 PWM 的占空比来改变它的转速, 通过改变电源的极性来改变电机的转向。为了能够准确测出电机的转速和转向, 在每个电机上装有两路光电编码器, 光电编码器输出与电机转速成正比的方波信号, 两路信号在频率上相等, 在相位上相差 90°, 如图 2 所示的 CHa 和 CHb 信号。

2.4 电机驱动电路

为了控制直流电动机, 需用半导体功率器件进行驱动。大多数直流电动机的驱动是采用开关型驱动方式。由于 PWM 调制方式使晶体管工作在开关状态, 这种调速方式不仅功率损耗低、效率高, 而且具有调速范围广、响应速度快等特点。当输入信号为零时, 伺服电机处于微振状态, 克服了静摩擦力的影响, 有利于改善伺服系统低速运行时的平稳性。

本文采用 L298 为电机驱动芯片, 它采用双 H 桥式为主驱动电路, 如图 3 所示。该电路不仅能够调速而且还能正反转, 可以驱动同步进电机或同时驱动 2 个直流电机。通过它的 2 个引脚 PWM 和 DIR 实现对电机的控制。通过改变 PWM 引脚的占空比, 可以实现对电机的

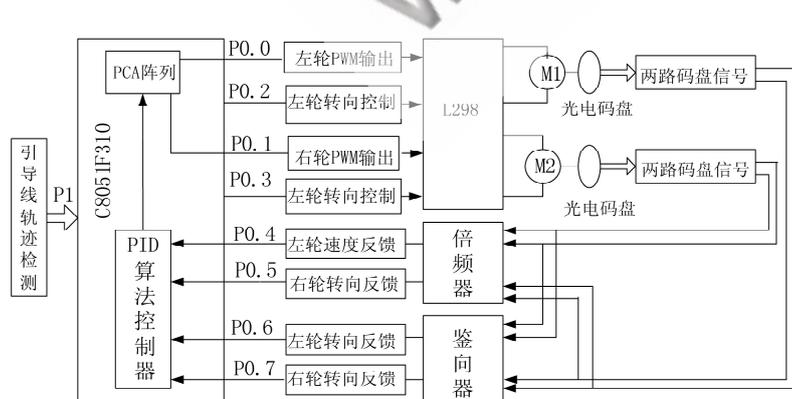


图 1 控制电路框图

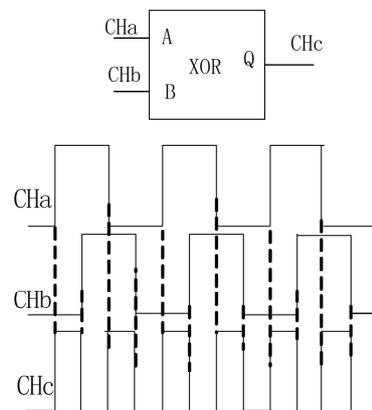


图 2 信号波形图

转速控制；通过改变 DIR 引脚的高低电平，可以实现电机的正反转控制。

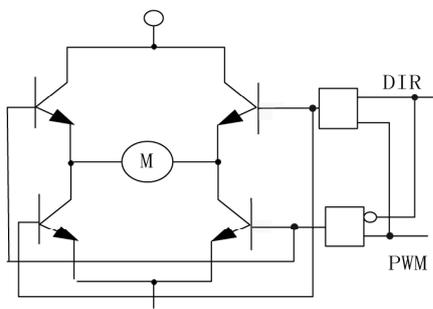


图3 主驱动电路图

2.5 倍频电路

从电机的编码器上输出两路矩形脉冲信号，它们的频率相等，与电机的转速成正比，相位上相差 90° （如图2的Cha、Chb）。在PID算法中，为了提高脉冲取样的频率，提高算法的控制精度，要求能够提高编码器的矩形脉冲分辨率。因此本文对光电编码器的两路脉冲信号进行倍频。倍频芯片采用74LS86，它同时能够进行4个“异或”运算： $Q=A \times B$ 。驱动电机的两路矩形方波信号Cha、Chb输入给74LS86的A、B端，通过74LS86“异或”运算后所得到的频率为原来的两倍（如图2的CHc）。

2.6 鉴向电路

在控制电机的PID算法中，MCU要知道电机的正反转，即需要鉴向电路。本文所用鉴向器的芯片是74LS74。74LS74是2路正边沿D触发器，它可以同时检测2路电机的转向，其工作过程为：74LS74的触发端CK引脚和输入端D引脚分别与电机光电编码器输送过来的2路方波信号Cha、Chb相连。因为74LS74的输出信号是： $Q = CK \uparrow \cdot D$ ，若CK引脚与Chb相连，D引脚与Cha相连，属于上升沿触发器。当电机正转时，其2路脉冲信号如图4(a)所示，Chb信号上升沿所对应的Cha信号为高电平，这时74LS74芯片的输出端Q为1；当电机反转时，其2路脉冲信号如图4(b)所示，Chb信号上升沿所对应的Cha信号为低电平，这时74LS74芯片的输出端Q为0。因此通过鉴向电路可以判断电机的转向。

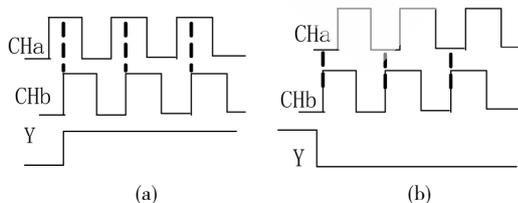


图4 鉴向电路脉冲信号

经过74LS86芯片倍频和74LS74芯片鉴向后的信号输送给MCU(C8051F310)，MCU经过PID运算后的结果输送给MCU内部的PCA阵列，从而输出符合要求的PWM

脉冲信号以及电机的转向信号给直流电机，精确控制电机的转速和转向。

2.7 引导线的检测

在比赛场地上有3 cm宽的白色引导线，自动机器人可以沿着引导线确定自己的运动轨迹，因此，自动机器人可以利用白色的引导线来校正自己的运动轨迹。为了能够准确地检测到场地的白色引导线，采用光纤传感器来检测。光纤传感器上主要有如图5所示的发射光装置和接收光装置。

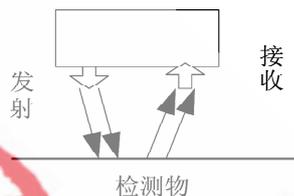


图5 光纤传感器

发射光装置发射出的光遇到前方的检测物后，反射回来给接收装置。如果检测物的距离和灰度不同，则反射回来的光的强度也不同。当调节好距离之后，设定不同的阈值就可以检测不同的灰度。光纤传感器检测比赛场地上的白色引导线，利用场地灰度不同，即白色引导线比周围背景的背景反射率更高的特点，使机器人行走时引导线处于机器人两驱动轮的中间。具体设计是：机器人左右各有4个光纤传感器，分别为1~4号传感器，如图6所示。考虑到引导线的宽度为3 cm，左1号传感器和右1号传感器之间的距离设为4 cm，留1 cm的余地，左右传感器内部之间的距离为2.5 cm。机器人行走时：如果左右光纤传感器都没有检测到引导线，说明引导线在机器人两驱动轮的中间，两轮的速度正确；当左边的光纤传感器检测到引导线，说明左驱动轮的速度偏大，机器人在往右边偏移，这时应该减小左驱动轮速度或增大右驱动轮速度进行校正。左边的光纤传感器有4个，当1号光纤传感器检测到，说明偏移量较小其校正量也应较小；如果是2号光纤传感器检测到，说明偏移量更大，校正量也应更大。以此类推，4号光纤传感器偏移量最大，校正量也最大。若是右边的光纤传感器检测到白色引导线，其原理同左边的光纤传感器。这样MCU就可以通过光纤传感器传送来的信号实时调整左右驱动轮的速度，使机器人按要求的路线运行。

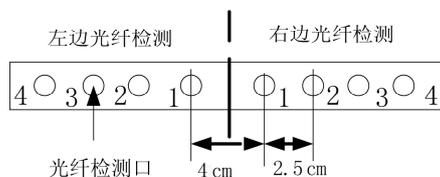


图6 机器人光纤传感器

(下转第33页)

```
AT91_SYS ->A IC_IECR=((unsigned in t)1
<<AT91C_ID_IRQI);
```

```
// 中断处理程序结束后再次使能该中断
}
```

以上研究了 Linux 操作系统设备管理方法和 Linux 设备中断机制,通过分析 Linux 设备驱动程序中断机制实现的方法及字符设备驱动程序的开发过程,编写了 EPA 设备的驱动程序。

本文基于 ARM 嵌入式开发技术研制了 EPA 设备的核心控制部分,完成了从硬件平台的设计、调试到 Linux 操作系统的 BootLoader 与内核的移植,文件系统和设备驱动程序分析以及针对 EPA 设备驱动程序的编写。

参考文献

- [1] 马学文,朱名日,程小辉.基于 μ Linux和53C4510B的网络通信设计.单片机与嵌入式系统应用,2004,4(6):30.
- [2] 王亚军,刘金刚.Linux运用于嵌入式系统的技术分析.计算机应用研究,2005,20(5):102-105.

- [3] SCHACH S R ,JIN B ,WRIGHT D R. Maintainability of the Linux kernel. Software Engineering, 2002, 149(1): 18-23.

- [4] 魏平,夏良正,王岩.Linux体系结构及嵌入式Linux的移植方法.东南大学学报,2004,34(1):126-131.

- [5] 毛德操,胡希明.Linux内核源代码情景分析.杭州:浙江大学出版社,2003.

- [6] 胡宁,张德运,王福豹.基于Linux的流媒体文件系统.计算机工程,2005,31(14):196-198.

- [7] 史芳丽,周亚莉.Linux系统中虚拟文件系统内核机制研究.陕西师范大学学报(自然科学版),2005,33(1):29.

- [8] 刘斐,王文君,杨建民.U-Boot在ARM系统中的启动及应用.陕西师范大学学报(自然科学版),2005,33(6):213-215.

- [9] 兰晓红.嵌入式Linux中断设备驱动程序设计.计算机应用研究,2003,23(5):96-98.

- [10] ALESSANDRO R, JONATHAN C. Linux device driver (2nd edition). USA: O'Reilly, 2001.

(收稿日期:2008-12-11)

(上接第26页)

以上是以C8051F单片机作为主MCU在自动机器人控制电路中的应用,它通过PID算法和光电检测器构成双闭环的控制电路,实现了对驱动电机的精确控制,能够很好地满足比赛的控制要求。通过比赛实践证明了该电路具有体积小、功耗低、控制精度高、成本低的优点,非常适合大学生参赛使用,同时也是一个很好的训练和培养学生实践创新能力的试验项目。

参考文献

- [1] 张迎新,雷文,姚静波.C8051F系列SOC单片机原理及应用.北京:国防工业出版社,2005:3-4.

- [2] 新华龙电子有限公司.C8051F310/1/2/3/4/5/8/16 KB ISP Flash微控制器数据手册.Rev 1.5.潘琢金译.2004.

(收稿日期:2008-11-20)



Lighthouse (兆光科技)

高清晰 LED 屏幕为武汉天河机场带来极致视觉体验

2009年1月20日,中国武汉--全球领先的LED显示解决方案供应商Lighthouse(兆光科技)宣布,该公司为武汉天河机场提供的2台6mm高分辨率LED显示屏已安装完毕。此项目的成功进一步巩固了Lighthouse(兆光科技)在中国LED大屏幕显示市场的领先地位。

武汉天河机场选用的是Lighthouse(兆光科技)P6-S显示面板。该产品像素间距仅为6mm,拥有出色的显示亮度,即使在强光照射下也能实现超高的可视性和清晰的图像显示。该显示屏的亮度高达2000尼特,对比度为1000:1。M4颜色均匀性控制功能可以确保图像清晰、色彩逼真。此外,P6-S的新型超薄设计使安装更加简易。

“Lighthouse(兆光科技)已在中国乃至全世界许多地区完成许多LED显示屏项目,我们对此感到无比自豪”。Lighthouse(兆光科技)销售运营部门总监林泽志表示:“我们期待继续获得像武汉天河机场这样的项目,进而推动中国数码标牌市场的快速增长。在公共交通、商场、广告牌、办公室外墙等应用领域,Lighthouse(兆光科技)的产品与方案均可以发挥重要作用”。

目前,Lighthouse(兆光科技)在中国的交通、体育、创意活动、商场、办公楼宇等众多行业发挥着越来越重要的作用。Lighthouse(兆光科技)将秉承不断创新,追求卓越的精神,继续保持其在业内的领先地位。

(万卓环球供稿)