

# 智能建筑环境检测小车中嵌入式 直流电机调速系统<sup>\*</sup>

韩中华, 马 斌, 刘继飞, 阚凤龙  
(沈阳建筑大学 信息与控制工程学院, 辽宁 沈阳 110168)

摘 要: 对智能建筑环境检测小车系统进行了总体设计。实现了 PWM 驱动程序在直流电机调速控制中的应用。运行结果证明, 依托系统软硬件的强劲性能所进行的设计, 可以满足智能建筑环境检测小车中直流电机调速系统快速性、实时性的要求。

关键词: 智能建筑; 环境检测; ARM; 直流电机; 调速系统; 脉冲宽度调制  
中图分类号: TP273. TM501. 2 文献标识码: B 文章编号: 1001-5531(2008)02-0001-04



韩 中 华 (1977—), 男, 讲师, 硕士研究生, 研究方向为智能控制、数据挖掘、模式识别。

## Embedded DC-Motor Speed Regulation System in Intelligent Building Environment Detection Vehicle System

HAN Zhonghua MA Bin LIU Jifei KAN Fenglong  
(Faculty of Information & Control Engineering, Shenyang Architectural University  
Shenyang 110168, China)

Abstract: The vehicle system for intelligent building environment detection was designed as a whole. The application of PWM driver program in DC-motor speed regulation system was implemented. Operating results showed that the design based on the strong performance of system's hardware and software could meet the demands of real-time and high speed for the DC-motor speed regulation system of intelligent building environment detection vehicle.

Key words: intelligent building; environment detection; ARM; DC-motor; speed regulation system; pulse width modulation (PWM)

### 0 引 言

随着我国综合国力的加强和现代科技的进步, 建筑的智能化正深入人们的工作和生活中。在充分享受现代文明与技术所带来的安全、便捷、舒适的生活的同时, 还可使人性化的服务和实用化设计在建筑中得到完美的和谐与统一。目前, 用于智能建筑环境中的关于火灾、灯光和人体入侵等意外情况检测的智能小车引起了智能建筑领域专家的兴趣。由于小车对智能建筑中的各种安防、消防和环境等信息进行检测的同时, 还需要对其自身在复杂建筑环境下的运动进行控制, 因此需要一个强大的软硬件平台来满足系统智能化的

要求。

本文研究了基于 Windows CE 的嵌入式操作系统, 以及以 SunSung 公司生产的 ARM920T 内核的微处理器 S3C2410A 为核心的智能小车建筑环境检测系统, 着重对智能小车运动控制模块中直流电机 PWM 调速控制部分的软硬件设计进行了介绍。

### 1 智能小车控制系统总体设计及工作原理

系统结构框图如图 1 所示, 系统分为核心板控制器模块、小车运动控制模块、环境检测模块和通信报警模块。小车运动控制模块包括车体定位

马 斌 (1955—), 男, 教授, 研究方向为建筑智能化、智能化仪器仪表、控制系统通信、工程智能控制理论。

刘继飞 (1977—), 男, 讲师, 硕士研究生, 研究方向为图像处理、模式识别。

阚凤龙 (1982—), 男, 讲师, 硕士研究生, 研究方向为智能控制。

<sup>\*</sup>基金项目: 科技部国际合作重点项目 (2003 DF020009)

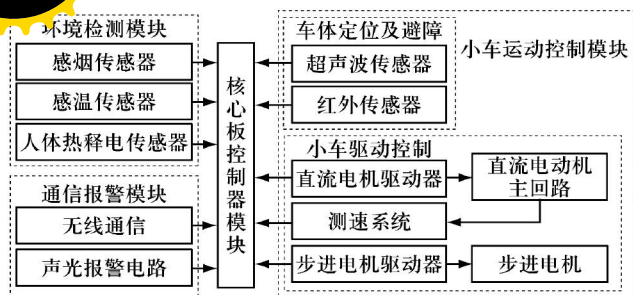


图 1 智能小车控制系统结构框图

及避障和小车驱动控制。

小车控制系统的软件平台采用 Windows CE 嵌入式操作系统。Windows CE 是一个 32 位多线程、多任务的嵌入式操作系统，是微软公司专门为信息设备、移动应用、嵌入式应用等设计的嵌入式模块型操作系统。Windows CE 为快速建立下一代智能移动和小内存占用的设备提供了一个良好的实时操作系统<sup>[1]</sup>。用户可选择、组合和配置 Windows CE 的模块和组件来创建针对具体需求的操作系统，以适应工业控制设备组件化、集成化的趋势，满足各种精确控制的需求。

小车控制系统的硬件平台中，车载控制器采用广州致远有限公司的基于 Samsung 公司 S2410A 的 DeviceARM2410 核心板，处理器采用 ARM920T 内核的 S2410A 工作频率达到 203 MHz，具有两片共 64 MB 的 SDRAM 和一片 2 MB NOR Flash 用于运行程序，64 MB 的 NAND Flash 作为数据存储器。核心板通过 SODMM200 接口与应用系统连接<sup>[2]</sup>，主要作用是控制信号的处理和收发。

智能小车实际上是一个自主移动机器人，因此在工作时能在给定运动轨迹条件下自主前进和转向<sup>[3]</sup>。对于障碍物的检测，利用红外和超声波测距的原理，通过发射红外和超声波脉冲，并接收相应的返回脉冲，判断是否存在障碍物和进行自身定位，通过核心板控制器实现对红外、超声发射接收的选通控制，并在处理返回脉冲信号的基础上加以判断，选定相应的控制策略，进而控制直流电动机完成起动、停止、加速、减速、正反转切换等一系列动作，带动驱动轮。通过驱动步进电动机，带动从动轮，从而实现转向和避障功能。当小车直流电动机开始转动后，测速系统对直流电动机的转速进行检测，收到数据后发送给核心板进

行转速调整。车体上还装有感烟传感器、感温传感器以及人体热释电红外传感器等，用以检测小车所经环境是否有火灾发生及周围是否有人，能够及时进行相应报警；通过无线通信远程遥控小车，使其按指定路线前进，并且将小车当前所在位置、行进速度和其他检测信息发送给控制中心。

## 2 直流调速系统

在复杂的建筑环境中，小车应该具有良好的控制特性，控制功能完善，控制效率高并且动态性能好。在各种直流电机调速方法中，PWM 调速具有频带宽、频率高、电流脉动小、电源的功率因数高和校正瞬态负载扰动能力强等优点<sup>[4]</sup>，因此，在小车的运动控制系统中采用 PWM 对直流电机进行调速。

S2410A 是 16/32 bit 的 RISC 处理器。它为手持设备和一般类型应用提供了低价格、低功耗、高性能小型微控制器的解决方案。S2410A 提供了 5 个定时器 Time0 ~ Time4。这 5 个定时器可用于输出 PWM 信号，系统中 PWM 定时器驱动程序控制 Time0 和 Time1 的 PWM 输出信号。

### 2.1 S2410A 的 PWM 工作原理

图 2 所示为 S2410A 定时器 Time0 和 Time1 的结构框图。其中 PCCLK 为 S2410A 的外设时钟。S2410A 的 Time0 对应的 PWM 输出端口为 TOUT0 (即 GPB0)，Time1 对应的输出端口为 TOUT1 (即 GPB1)。图 2 中，通过 8 bit Prescale 的设置来确定 Time0 和 Time1 共用的预分频值；通过 Clock Divide 的设置来确定 Time0 或 Time1 的分频值；通过 TCMPL 和 TCNTBx (x=0 或 1) 的设置来确定 PWM 输出信号的频率和分频值。在该系统中，TOUT0 连接到直流电机控制电路，实现对直流电机的转动速度的控制<sup>[5]</sup>。

### 2.2 直流电机控制电路

该系统中直流电机控制电路的原理图如图 3 所示。直流电动机的四象限运行，分别对应正转、正转制动、反转、反转制动。全桥式驱动电路的 6 只晶体管都工作在斩波状态，VT1、VT2、VT3 为一组，VT4、VT5、VT6 为一组，两组的状态互补，一组导通，则另一组必须关断。当 GPB0 输出为高电平，VT1、VT2、VT3 导通时，VT4、VT5、VT6 关断，电动机两端加正向电压，可以实现电动机的正转



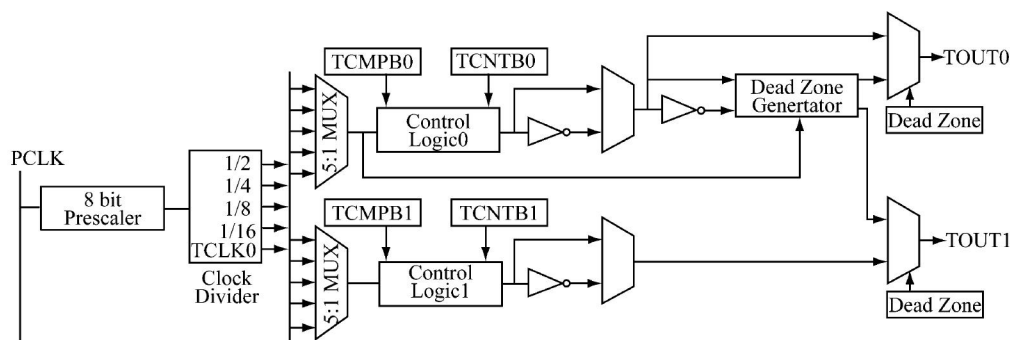
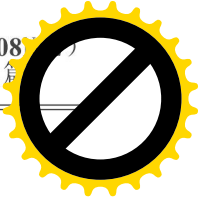
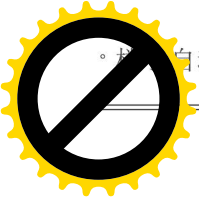


图 2 S2410A的 Timer0和 Timer1 结构图

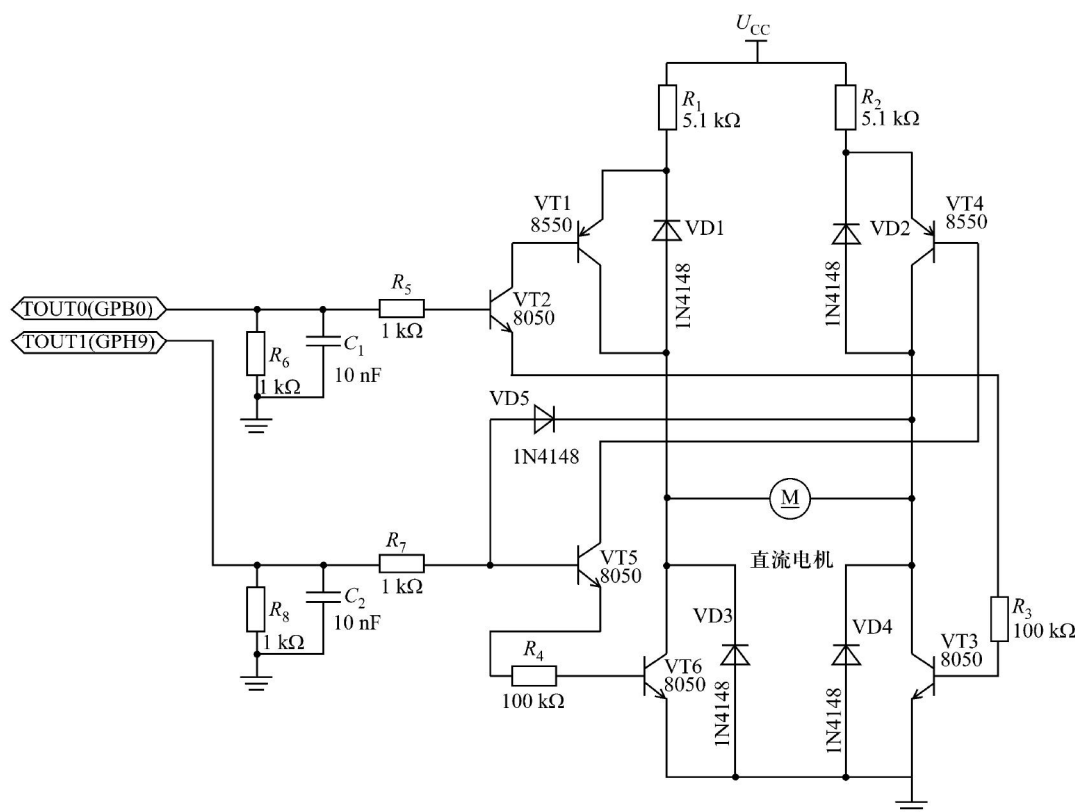


图 3 直流电机驱动电路

或反转制动;当 GPB0 输出为低电平, VT4、VT5、VT6 导通时, VT1、VT2、VT3 关断,电动机两端为反向电压,电动机反转或正转制动。R2 和 R3 通过分压起到限流保护的作用, R6 和 C1、R8 和 C2 构成消抖去干扰电路。

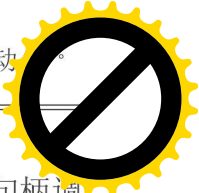
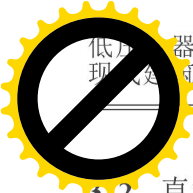
### 3 直流电机调速系统软件工作原理

#### 3.1 软件工作环境配置

Windows CE net5.0 开发环境主要包含运行于不同 CPU 架构的 Windows CE net5.0 操作系统软件包和开发工具 Platform Builder5.0 用于生成、编译可运行于嵌入式设备的 Windows CE net5.0 操作系统镜像。将镜像文件下载到嵌入式系

统中就可以运行 Windows CE net5.0。部署 Windows CE net 的嵌入式设备可以通过 USB 线、RS-232、以太网网络等通信协议来实现与 PC 机的数据通信,通过在 PC 机上安装同步软件 Active Syn 能够实现该功能。该软件可以下载程序到 Windows CE net,也可在线调试程序<sup>[6]</sup>。

开发运行于 Windows CE net 上的应用程序需要安装 Embedded Visual C++ 4.0。Embedded Visual C++ 4.0 是 Windows CE net5.0 应用程序的集成开发环境,具有设计、编译、远程调试应用程序的功能。当 PC 机与嵌入式系统上软件开发环境部署完后,就可以开发针对智能小车各部分功能的应用软件。



### 3.2 直流电机驱动程序的工作过程

系统利用基于 Windows CE 的 S2410A 微控制器的 PWM 定时器驱动程序<sup>[7]</sup>, 通过改变 PWM 信号的输出占空比达到改变直流电机转速的目的。该驱动控制电机的转动实现步骤如图 4 所示。

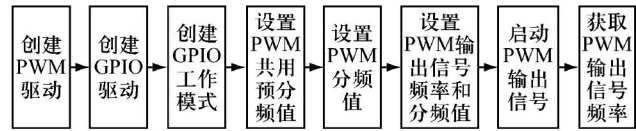


图 4 转速控制驱动程序工作过程

### 3.3 转速控制驱动程序的设计实现

(1) 在程序开始部分加入 PWM 和 GPIO 驱动命令的头文件。由于该驱动为流接口驱动, 因此使用 CreateFile() 函数以文件的方式打开 (创建) PWM 和 GPIO 驱动, 通过获得驱动文件的句

柄, 即指向对象首地址, 然后就可以使用该句柄调用 DeviceIOControl 函数来实现接下来步骤的功能。

(2) 成功打开 PWM 定时器驱动后, 需要打开 GPIO 驱动。GPIO 是 S2410A 中已分配地址的 I/O 端口, 使用 CreateFile() 函数打开 GPIO 驱动的程序。

(3) 设置 GPIO 的工作模式为输出模式, 可以使定时器产生的 PWM 信号从输入输出端口发出。通过使用 DeviceIOControl 函数来实现 GPIO 端口的工作模式设置功能。

(4) 设置 I/O 端口工作模式后, 设置 PWM 定时器工作过程具体参数。首先设置 Time0 和 Time1 共用该分频值。实现该功能时, DeviceIOControl() 函数各参数取值如表 1 所示。除 hDevice 参数外, 未列出的参数取值为 NULL 或 0。

表 1 设置 Time0 和 Time1 的预分频值

命令码	输入缓冲区 (数据类型为 Byte)	缓冲区大小
DCtrl_PWM_SET_PRESCALER	第一字节为定时器编号, 取值为 0 或 1 第二字节为分频值, 取值为 0~255	2

(5) Time0 和 Time1 的分频值各自独立, 实现该功能时, DeviceIOControl() 函数各参数取值

如表 2 所示。除 hDevice 参数外, 未列出的参数取值为 NULL 或 0。

表 2 设置 Time0 和 Time1 的分频值

命令码	输入缓冲区 (数据类型为 Byte)	缓冲区大小
DCtrl_PWM_SET_DIVIDER	第一字节为定时器编号, 取值为 0 或 1 第二字节为分频值, 取值为 2 4 6 8	2

(6) 设置了预分频值及分频值后, 还必须设置 TCMPB 和 TCNTB (即设置 PWM 的频率值及占空比), 才能正确输出所需要的 PWM 信号。占空比的设置和启动 PWM 输出信号是一步完成

的, 实现该功能时, DeviceIOControl() 函数各参数取值如表 3 所示。除 hDevice 参数外, 未列出的参数取值为 NULL 或 0。

(7) PWM 信号输出频率与定时器的预分频

表 3 启动 PWM 输出

命令码	输入缓冲区 (数据类型为 DWORD)	缓冲区大小
DCtrl_PWM_START	第一字节定时器编号, 取值为 0 或 1 第二字为频率值, 取值为 0~65 535 第三字为占空比值, 取值为 0~65 535	3

(楼转第 29 页)

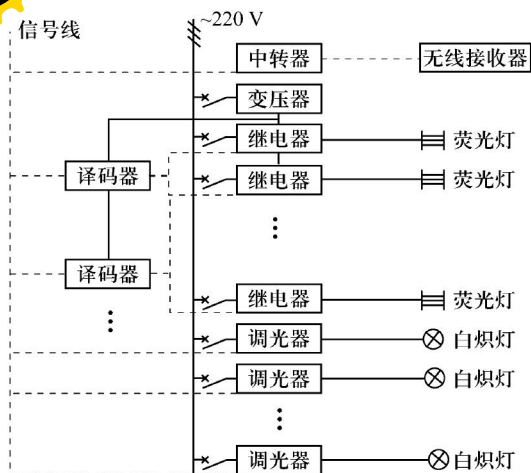
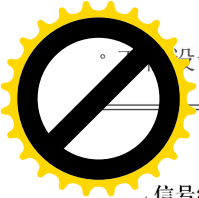


图 5 多功能厅照明控制系统

与搭配,才能突出优势,做好节能工作。设计中选用高效光源、节能灯具,采用智能照明控制系统,可实现照明的节能控制,提高电能利用率。

### 【参考文献】

- [1] GB 50034—2004 建筑照明设计标准 [S].
- [2] GJ/T 16—1992 民用建筑电气设计规范 [S].
- [3] GB 50189—2005 公共建筑节能设计标准 [S].
- [4] GB/T 50378—2006 绿色建筑评价标准 [S].
- [5] 中国建筑标准设计研究院.全国民用建筑工程设计技术措施节能专篇——电气 [M].北京:中国计划出版社,2007.
- [6] 2006 DX008-1 电气照明节能设计图集 [S].

收稿日期:2007-12-14

## 4 结 语

综上,只有针对具体工程作出合理设计、选择

(上接第 4 页)

值、分频值、频率值有关,实现该功能时,DeviceIOControl函数各参数值如表 4 所示。除 hDevice参数外,未列出的参数取值为 NULL。

表 4 获取当前 PWM信号的输出频率

参数	取值或含义
命令码	IOCTL_PWM_GET_FREQUENCY
输入缓冲区	数据类型为 DWORD,长度为 1,取值为 0 或 1,对应 Time0 或 Time1
输入缓冲区大小	lpInBuffer 的大小,取值为 1
输入缓冲区	数据类型为 DWORD,长度为 1,用于返回 PWM 输出频率值
输入缓冲区大小	lpOutBuffer 的大小,取值为 1
实际输出数据个数	实际读取到的数据长度

## 4 结 语

本文设计的智能小车直流电机调速系统通过检测到电动机的实际转速,形成闭环控制,对其转速进行调节。如果要在系统中进一步增强自动调速的功能,可以引入神经网络等算法对直流电机转速进行调节和精确的校正,这些算法可以方便地用 Embedded Visual C++ 4.0 实现,生成的应用程序可以稳定地运行在 Windows CE net 上。智

能小车功能完善,灵活性强,智能化程度高,具有可移动性、轻便性、易操作性和适应性等特点,适用于现代智能化建筑楼宇室内环境。

### 【参考文献】

- [1] 倪笑斐,李培玉,王江峰.基于 Windows CE 的手持式旋转机械故障诊断系统 [J].机床与液压,2007,35(1):226-228.
- [2] 田泽,曹庆年,刘天时,等.嵌入式处理器 S3C440 Windows CE 的 RTC 模块驱动设计与实现 [J].计算机应用与软件,2007,24(3):31-33.
- [3] HOFNER C, SCHMIDT G. Path Planning and Guidance Technology for an Autonomous Mobile Cleaning Robot [J]. Robotics and Autonomous Systems, 1995 (2): 199-212.
- [4] WU Hongxing, CHENG Shukan, CUI Shumei. A Controller of Brushless DC Motor for Electric Vehicle [J]. IEEE Transactions on Magnetics, 2005, 1(1): 10-20.
- [5] 丁亚军,谭剑,马颖. Windows CE net 及其在嵌入式数字语音系统中的应用 [J]. 计算机系统应用,2007(5):108-111.
- [6] 何宗健. Windows CE 嵌入式系统 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2006.

收稿日期:2007-07-19