

基于 DSP 的智能遥控小车设计

倪福银

(江苏技术师范学院 电气信息工程学院, 江苏 常州 213001)

摘要:目前,智能小车的应用已经深入到国计民生的各个领域,而步进电机作为自动控制系统中的重要执行部件,其控制技术对于智能小车系统的整体性能有着决定性的作用。文中研究的是以 DSP TMS320F2806 为主控芯片的智能小车。通过 DSP 的外设与无线遥控接收模块实现小车实时控制,利用超声波传感器实现小车自动避障,利用光学传感器实现小车寻迹功能。此外通过设计人机交换模块,更易操作。经制作调试后,该小车实现遥控与自动避障多种运行方式,功能丰富,稳定性好,可用于智能性控制实践工程中。

关键词:智能小车;DSP;传感器;SPWM

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)03-0207-03

Design of Intelligent Remote Control Car Based on DSP

NI Fu-yin

(School of Electrical and Info. Eng., Jiangsu Teachers University of Techn., Changzhou 213001, China)

Abstract: With the rapid development of electronics technology, a variety of intelligent car fields are more widely studied by people. It designed the intelligent car which took DSP TMS320F2806 as a core chip. It realized car's real-time control by DSP peripherals connecting to wireless remote control receiver module, and achieved the car's automatic obstacle avoidance by using ultrasonic sensors, also realized the car's tracing function by using optical sensors. In addition, it became easier to operate through designing human-machine exchange module. Via debugging, the system function is rich, has good stability and can be used for intelligent control practical engineering.

Key words: intelligent car; DSP; sensor; SPWM

0 引言

近年来,智能小车技术的出现和发展,使得传统的工业生产和科学研究发生根本性的变化,成为目前研究的热点^[1]。步进电机作为智能小车的重要执行部件,它是一种将电脉冲信号转换成相应的角位移(或线位移)的机电元件,已在许多工业控制系统中得到了应用^[2]。

在步进电机应用的发展历史中,电机控制器历经分立电子元件、集成电路(包括小、中、大、超大规模集成电路),直至微控制器的出现,使运动控制技术发生了质的飞跃——由硬件电路发展到软件控制,成为软、硬件结合一体的复杂系统。运动控制系统也随之进入了全数字化控制的新阶段,高速高性能的微处理器的高速发展,使得全数字控制能满足实时控制的要求,所以全数字化控制成为发展的趋势和当前研究的重

点^[3-6]。

文中主要研究了一种以 TMS320F2806 DSP^[7-9]为主控芯片的智能小车,重点解决无线遥控模块与 DSP 的控制,以及通过多种传感器与 DSP 结合实现小车的智能性控制两大方面问题,对于智能小车的实践工程具有重要的借鉴作用。

1 控制系统总体设计

该系统运用 TI 公司的 TMS320F2806 为主芯片,通过其芯片的 EVA/EVB 模块来控制小车的驱动,利用无线遥控接收电路和 DSP 的 A/D 模块,以实现无线通讯实时控制小车。此外,设计按键和液晶模组进行人机交换设定小车的速度和显示小车行驶的距离,实现小车的自动行驶的功能,运用红外线寻迹传感器感测地面的黑白线,使小车沿轨迹行驶和自动停止,以及利用超声波传感器检测小车前方,使小车能够自动避障。

根据设计要求,该系统的总体方案如图 1 所示,按功能划分主要由 DSP 控制模块、检测识别模块、电机

收稿日期:2011-03-07;修回日期:2011-06-15

基金项目:江苏省大学生实践创新基金(SC10003)

作者简介:倪福银(1978-),男,江苏南通人,讲师,硕士,主要研究方向为 DSP 技术与应用、电机控制技术及其应用。

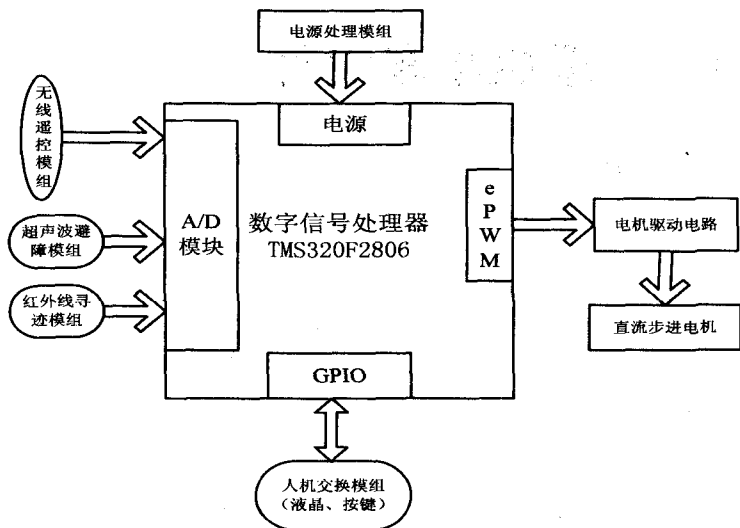


图 1 整体控制模块图

驱动模块、电源模块等组成^[10]。

2 系统硬件电路设计

2.1 DSP 最小系统电路

在设计中选用的是 TMS320F2806 具有 32 位定点内核和 150MHz 的主频,是专为数字电机控制而设计的。此外还具有双 12 位模数转换器、基于 PWM 控制的管理器。它可以通过特定寄存器来设定 PWM 的工作方式、频率和占空比以及死区时间,输出占空比可调的带死区的 PWM 信号,因而不需要单片机那样的外围电路。

在 DSP 最小系统中,时钟电路由 20M 晶振产生连续脉冲信号,经由 DSP 芯片中的锁相环倍频作为系统时钟。监控和复位电路用来当 DSP 工作不正常时发出复位信号。

2.2 步进电机控制驱动电路

小汽车主体结构是后轮推动,前轮控制方向,分别用性能良好的直流步进电机经由驱动电路驱动。驱动

电路如图 2 所示,采用双极性 H 桥电路结构,由 4 个三极管组成,利用 H 桥驱动电路和 PWM 控制实现对步进电机正反 2 个方向的调速。该电路最大 15V/2A。电路中 A、B、C、D 接步进电机,8 个有 PWM 标号的端口经过缓冲器 SN74HC240DW 接到 DSP 的 6 个 EPWM 引脚上。步进电机停止时,自动将脉宽减少为原来的 1/4。为了使同列的两个三极管不同时导通,在 A、B、C、D 端分别连两个同向二极管即可。

由 TMS320F2806 EVA/EVB 产生的 PWM1, PWM2, PWM3, PWM4 作为控制信号驱动步进电机,实现小车方向和速度的控制。

2.3 电源模块

由于 TMS320F2806 DSP 的工作电压是 3.3V,而步进电机的工作电压是 12V,则由外部蓄电池提供 12V 电压,一部分给步进电机供电;另一部分通过 REG1117 芯片转换成 3.3V 和 1.8V 提供给 DSP,其电路图如图 3 所示。为减少电源通路中的干扰,控制板的模拟地和数字地分开布线。

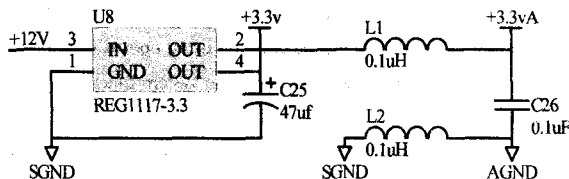


图 3 电源转换电路

2.4 传感器和遥控模块接入电路

在小车自动行驶中,其检测模块主要通过传感器来实现。整个小车共采用了 5 个传感器,两个超声波传感器位于车头前方两侧,用以检测障碍物及其位置;两个光学传感器 TCRT5000T 置于小车底座下方朝下,检测地面导引线,以让小车按轨迹行驶;一个光学传感

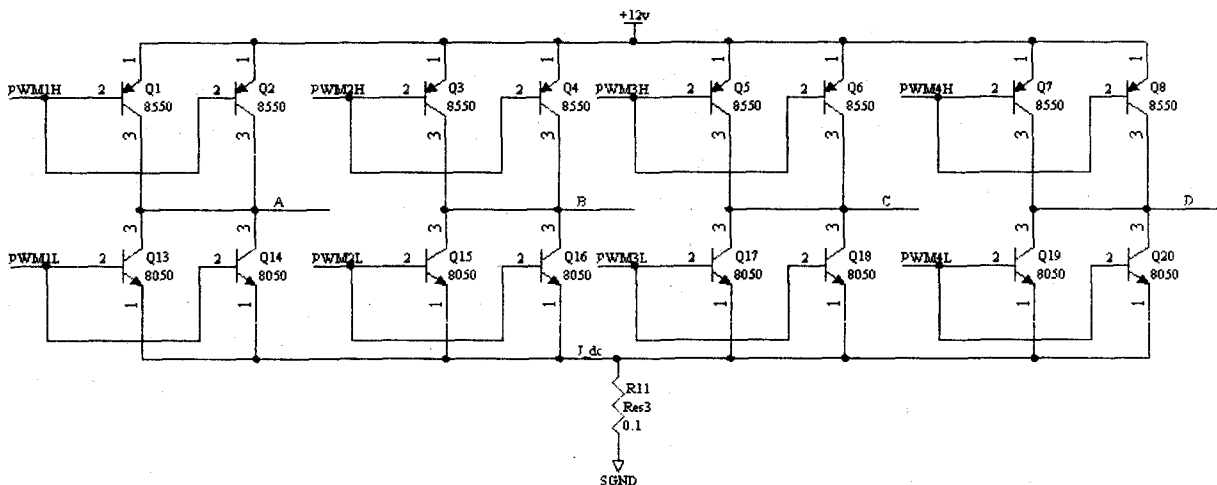


图 2 电机驱动控制电路

器 TCRT5000T 位于车头中央朝下,检测停止线,控制小车的自动停止。

传感器模块由 DSP 的 A/D 模块接入,如图 4 所示,超声波传感器输出经由 LM324 四路运算放大器,RC 滤波器,最后接入主控芯片,其他传感器以及遥控模块与此接入方法类似。

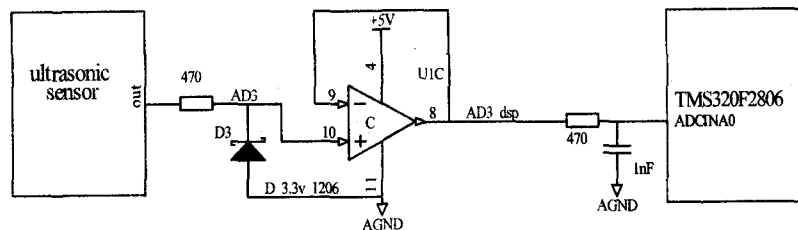


图4 超声波传感器接入电路

2.5 人机交换模块

为使小车更显人性化,设计了按钮来对小车(如速度等相关参数)进行设定,然后由液晶屏显示小车所走的路程。LCD 电路设计如图 5 所示,由逻辑电平转换芯片 74LVC4245 连接显示屏与 DSP 的 GPIO 口。

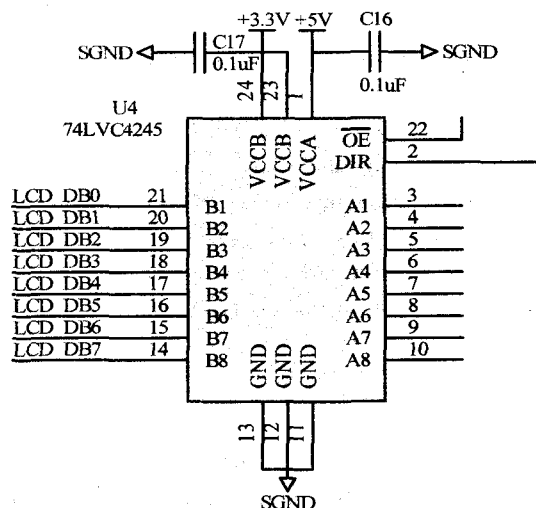


图5 74LVC4245

3 控制系统的软件设计

3.1 软件系统流程

软件部分的程序用 C 语言编制程序来实现设计的控制算法,并在 CCS V3.3 环境下完成硬件在线仿真调试。

本设计中小车的智能化是由小车自主行驶、自动避障体现的。其过程为起初小车沿直线行驶,行驶过程中通过超声波传感器模块检测障碍物,如果有障碍物的话,小车将左走一段时间,然后再检测前方是否有障碍物,直到前方没有障碍物时再沿直线行驶,其流程如图 6 所示。

3.2 SPWM 程序设计

在设计中采用软件法实现 SPWM^[11,12]。其中 mo-

tor.step_pwm 变量是输入的脉宽,范围是 0x0000 ~ 0xffff,设置定时器周期 PWM_PERIOD = 5000,通过 tmp = ((unsigned long) motor.step_pwm * PWM_PERIOD) >> 16 设置输出脉冲,最后再通过宏定义 PWM1_SET(tmp); 将这个值赋给寄存器。

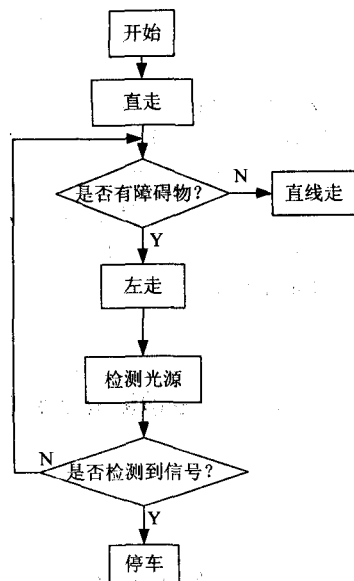


图6 主程序流程图

为得到预期的 SPWM 波形,需对寄存器进行初始化,其中对 EPWM1 进行初始化的程序如下:

```
void InitEPwm(void)
{
    // Set timer period 5000 TBCLKs
    EPwm1Regs.TBPRD = PWM_PERIOD;

    EPwm1Regs.TBPHS.half.TBPHS = 0x0000; // Phase is 0

    EPwm1Regs.TBCTR = 0x0000; // Clear counter
    EPwm1Regs.CMPA.half.CMPA = 50; // Set compare A value

    EPwm1Regs.CMPB = PWM_PERIOD - EPwm1Regs.CMPA.half.CMPA;

    // Set Compare B value Setup counter mode
    EPwm1Regs.TBCTL.bit.CTRMODE = TB_COUNT_UP; // Count up

    EPwm1Regs.TBCTL.bit.PHSEN = TB_DISABLE; // Disable phase loading

    EPwm1Regs.TBCTL.bit.HSPCLKDIV = TB_DIV1; // Clock ratio to SYSCLKOUT

    EPwm1Regs.TBCTL.bit.CLKDIV = TB_DIV1;
    EPwm1Regs.CMPCTL.bit.SHDWAMODE = CC_SHADOW;
    EPwm1Regs.CMPCTL.bit.SHDWBMODE = CC_SHADOW;
    EPwm1Regs.CMPCTL.bit.LOADAMODE = CC_CTR_ZERO;
    EPwm1Regs.CMPCTL.bit.LOADBMODE = CC_CTR_ZERO;
    EPwm1Regs.AQCTLA.bit.CAU = AQ_CLEAR;

    // Set PWM1A on event A, up count
    EPwm1Regs.AQCTLA.bit.ZRO = AQ_SET; // Clear PWM1A on event A, down count
}
```

(下转第 213 页)

算法的字串匹配时间都在上升,但 BF 算法上升的趋势更为明显。所以,文中提出的改进算法比 BF 算法更具优势,性能也更加优越,同时,也充分说明了该算法的有效性和实用性。

表 1 标志性长度字串匹配速度

字串长度(kB)	BF(ms)	改进算法(ms)	字串长度(kB)	BF(ms)	改进算法(ms)
10	1.667	1.565	60	11.044	9.613
20	3.512	2.981	70	13.491	10.940
30	5.236	4.510	80	15.742	13.016
40	6.996	6.291	90	17.477	14.837
50	8.830	8.124	100	19.576	16.295

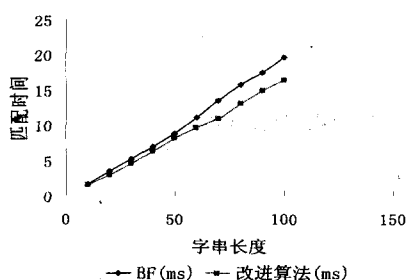


图 3 改进算法字串匹配效率比较

4 结束语

通过实验验证,改进过的模式匹配快速算法可以提高本系统中目标模式与源 DTD 模式的匹配效率,进而为平台中资源的整合与模式的统一提供支持。在今后的研究工作中可以进一步设计计算目标模式与源

DTD 模式之间的相似度的模型^[12],探讨二者相似度与改进的模式匹配快速算法匹配效率之间的关系。

参考文献:

- [1] 张维蔚,李 超.一种多策略 GML 应用模式匹配方法[J].北京航空航天大学学报,2008(5):520-523.
- [2] 王晓东.计算机算法设计与分析[M].北京:电子工业出版社,2004.
- [3] 陶世群,富丽贞.一种高效非归并的 XML 小枝模式匹配算法[J].软件学报,2009(4):795-802.
- [4] Deitel H M, Deitel P J. XML 编程技术大全[M].美国:美国培生出版集团,2006.
- [5] White C. XSLT 从入门到精通[M].北京:电子工业出版社,2002.
- [6] McLaughlin B. Java & XML[M]. 2nd ed. [s. l.]: O'Reilly & Associates, 2005.
- [7] 刘玉龙,刘 啸.一种模式匹配快速算法[J].计算机科学,2008,35(1):219-220.
- [8] 陶善旗,李 俊,郭伟群,等.入侵检测系统中模式匹配算法的研究与改进[J].计算机技术与发展,2010,20(2):167-174.
- [9] 林倩瑜,冯少荣,张东.基于神经网络和模式匹配的股票预测研究[J].计算机技术与发展,2010,20(5):17-25.
- [10] 程玉青,梅登华.入侵检测系统中 BM 模式匹配算法的改进[J].计算机技术与发展,2009,19(3):172-174.
- [11] 蒋 科,郑有才.一种高效的 XMLQuery 基本模式匹配算法[J].计算机技术与发展,2007,17(7):87-90.
- [12] 甘学士,孙力娟.改进的模式匹配算法及在入侵检测中的应用[J].计算机技术与发展,2006,16(7):150-152.

(上接第 209 页)

4 结束语

在小车制作完成后,进行了软硬件的调试,表明该小车不但能够通过无线通讯来控制小车的行驶,还能够让小车自主行驶,实现了智能化,性能稳定,可改装成智能机器人用于工业生产等实践工程中,当然部分设计仍需修改,如对 SPWM 可用硬件来实现,从而更适合于实时控制。

参考文献:

- [1] 陆凯峰.基于 DSP 的多功能智能机器小车的研究[D].无锡:江南大学,2008.
- [2] 谢宝昌,任永德.电机的 DSP 控制技术及其应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2005.
- [3] 王亚嫔.基于 DSP 的二相混合式步进电机多细分驱动器的研究[D].杭州:浙江工业大学,2008.
- [4] 王晓明,王 玲.电动机的 DSP 控制—TI 公司 DSP 应用

- [M].北京:北京航空航天大学出版社,2004.
- [5] 关保国,钟伟弘.步进电机的驱动及微控制[J].自动化与仪表,2000,15(5):55-56.
- [6] 张丹红,游珍珍.DSP 的多领域应用研究[J].计算机技术与发展,2006,16(3):206-207.
- [7] 张卫宁.TMS320C28X 系列 DSP 的 CPU 与外设[M].北京:清华大学出版社,2005.
- [8] TMS320x28xx,28xxx DSP Peripherals Reference Guide[M]. [s. l.]: [s. n.], 2009.
- [9] TMS320F2809, F2808, F2806, F2802, F2801, C2802, C2801, and F2801x DSPs Data Manual[M]. [s. l.]: [s. n.], 2009.
- [10] 卜雪民,钱 峰.基于 DSP 的智能车辆系统移动小车的设计[J].电子测量技术,2007,30(10):80-83.
- [11] 吴 莹,陈延明,沈祺钢.基于 DSP 的 SPWM 波设计与实现[J].微计算机信息,2008,24(32):187-189.
- [12] Lin Tieluo, Zhang Jianxun. DSP-based microstep controller of stepper motor[C]//Fifth World Congress on Intelligent Control and Automation. [s. l.]: [s. n.], 2004:4441-4445.