

文章编号:1005-0523(2009)06-0044-04

# 基于 DSP 的自动寻迹智能小车的设计

章勇高<sup>1</sup>, 李银玲<sup>1</sup>, 聂水果<sup>2</sup>

(1. 华东交通大学 电气与电子工程学院, 江西 南昌 330013; 2. 国家知识产权局 专利审查协作中心, 北京 100190)

**摘要:**所设计的是一种以 DSP TMS320LF2407A 为主控芯片的智能小车, 详细介绍了小车的硬件及软件设计。小车的路径识别采用红外发射和接收技术, 运动控制采用专用电机驱动模块技术, 通过 DSP 芯片的 PWM 控制小车的速度和方向。

**关键词:**智能小车; DSP TMS320LF2407A; PWM 控制

**中图分类号:**TP23

**文献标识码:**A

随着电力电子技术的迅速发展, 人们对各种智能机器人领域的研究也越来越广泛。智能小车的主控芯片不再仅仅局限于凌阳、飞思卡尔等单片机芯片, 而开始使用性能更强大的 DSP 作为控制芯片。智能小车通过计算机编程可以对行驶速度、方向和启停等进行控制, 具有再编程的特性, 是一种能行走机器人, 也被称为轮式移动机器人<sup>[1,2]</sup>。稳定的动作、简单的自动操作方式及运动速度和方向的易控制等优点, 使其迅速发展起来。该机器人技术综合了环境感知、自动控制、驱动技术及传感等许多学科研究成果的自动化设备, 是典型的高新技术的综合体。

本文通过数字信号控制器对小车的转向角和车速进行精确地控制, 使小车能够在直线道和弯道上具有自动识别路线、自动矫正行驶路线的功能。

## 1 系统的硬件设计

系统硬件主要由 DSP 控制模块、检测识别模块、电机驱动模块、电源模块组成, 其结构框图如 1 所示。

### 1.1 控制模块

PWM 调速控制是运动控制领域最普遍和有效的方法。PWM 的控制主要有两种方式: 一种是由单片机实现 PWM 控制, 但其控制需要外围的 PWM 波形发生器电路和时间延迟电路, 而且单片机位数有限, 运算速度和精度不高。另外一种方式是 DSP 控制器。本文选用的 TMS320LF2407A 具有 16 位定点内核和 30MIPS 的执行速度, 是专为数字电机控制而设计的。此外还具有双 10 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。CAP 检测霍尔传感器的边沿来判断电动机的情況<sup>[3]</sup>。

TMS320LF2407A 作为主控芯片, 负责采集传感信号。PWM1, PWM2 作为伺服舵机的控制信号, PWM3, PWM4, PWM5, PWM6 作为 MC33886 芯片控制信号驱动

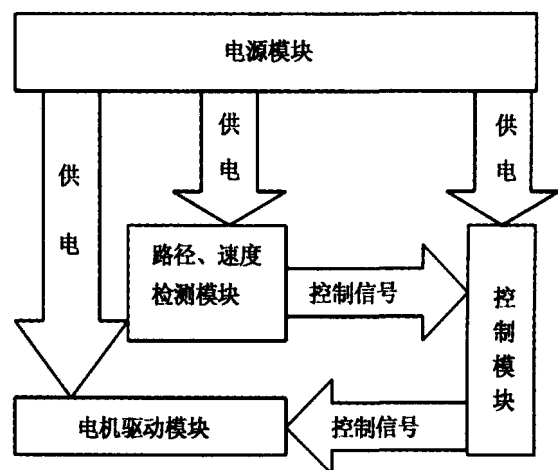


图 1 系统硬件结构框图

收稿日期:2009-04-18

基金项目:江西省教育厅青年基金项目(GJJ09506);华东交通大学科学技术研究项目(07DQ04)

作者简介:章勇高(1975-),男,江西临川人,博士,研究方向为电力电子装置。

直流电机,实现小车方向和速度的控制。通过软件设置寄存器可以实现对小车的速度控制。

### 1.2 电机驱动模块

智能小车采用后轮驱动方式,两轮都选用额定电压为 12 V 的直流驱动电机 55ZYT09.H1。电机驱动电路采用专用集成芯片 MC33886,电路的连接如图 2 所示。MC33886 的工作电压为 5 ~ 40 V,内部有两个半桥驱动,IN1 和 IN2 为驱动芯片 MC33886 的 PWM 信号的输入端口,OUT1 和 OUT2 分别接驱动电机两端,D1,D2 为使能端。

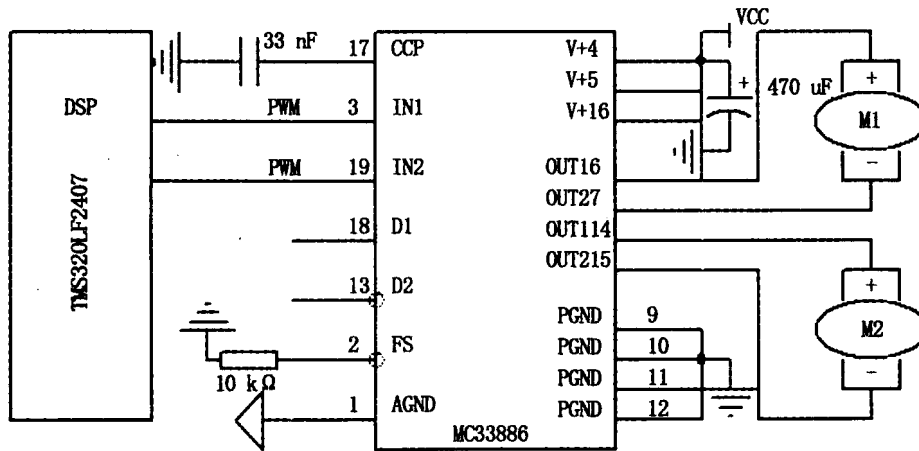


图 2 电机驱动硬件电路

### 1.3 检测模块

#### 1) 路径识别

路径识别主要是对路面信息的提前捕捉,将捕捉到的外界信号转化成电信号传送到控制核心,根据一定的算法来实现小车转向角的控制。对于路径识别主要有两大类:一类是用红外光电管传感器,另一类是用摄像头。摄像头虽然能对路面信息进行准确完备的反映,但它存在信息处理慢、实时性差等缺点。本设计选择高性能红外发射/接受管于一体的 SG-2BC 作为路径检测传感器<sup>[5]</sup>。该传感器的基本工作原理是<sup>[6]</sup>:根据跑道中心黑色线与跑道表面白色区域对红外线具有不同的反射强度输出不同的电压值,从而采集当前路况。路径检测电路如图 3 所示,给定 1 个基准电压,对不同的输出电压进行比较,输出相应高低电平,实现了通过红外检测信号的功能。

控制器根据采集的信息对舵机转向角进行控制,设计中选用工作电源为 6 V 的 SRM-102 型舵机。其控制电路框图如图 4 所示,舵机转角与 PWM 信号的占空比具有很好的线性关系,可使用查表法来实现对舵机的控制。

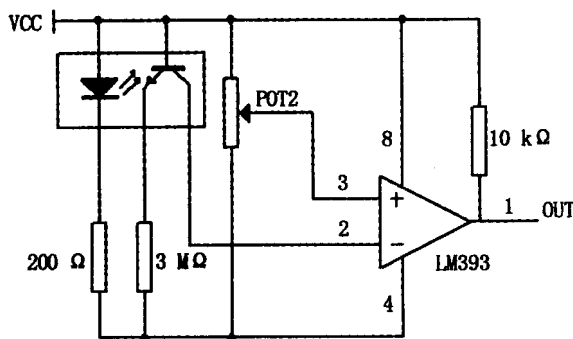


图 3 路径检测电路

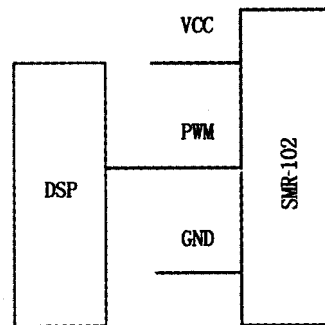


图 4 舵机控制电路模块

#### 2) 速度检测

要保证小车在直线道路上快速行驶,在弯道上既保证快速行驶又不至飞出跑道,就需要对小车进行实

时速度检测。常用的速度检测方法有两种:霍尔元件和旋转编码器。霍尔元件的检测精度不是很高但安装调试方便,价格也便宜。旋转编码器既能测量速度也可测量角度,但价格昂贵且安装调试不方便,一般适用于精度较高的场合。

综合考虑,本设计选用型号为 CS3020 的霍尔传感器<sup>[5]</sup>,在传感器输出引脚上连接 1 个 10 kΩ 的电阻,输出的信号直接由 DSP 的 CAP 管脚来捕获,从而得到与车轮速度相关的脉冲信号,实现速度检测。速度计算公式为

$$v = \frac{\pi \times r}{t_{\text{cnt}2} - t_{\text{cnt}1}} \quad (1)$$

式中: $t_{\text{cnt}1}$ 为捕获第 1 个高电平时的计数值; $t_{\text{cnt}2}$ 为捕获第 2 个高电平时 GP 定时器的计数值; $v$ 为小车的行驶速度。

#### 1.4 电源模块

由于小车的各个部分相对独立,需要单独提供电源,其中一路为 12 V 后轮电机驱动电源,一路为 6 V 的舵机电源,一路 5 V 为传感器供电,DSP 的 3.3 V 供电电源一路,其电源管理系统如图 5 所示。小车的总电源采用 1 个 12 V/2 000 mAh 的 Ni-Cd 可充电电池,经过稳压器 7805 获得 5 V 电压,TPS73HD318 将其转换为 +3.3 V。为减少电源回路中的干扰,控制板的模拟地和数字地分开。另外,为提高控制准确性,驱动和控制部分之间的电源需要隔离。

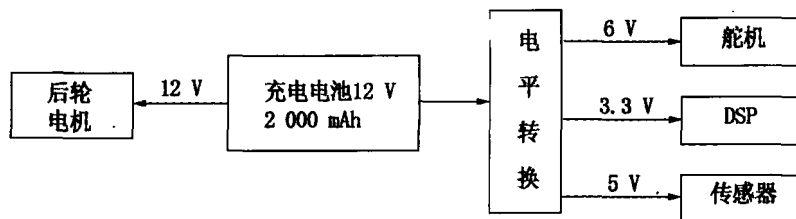


图 5 电源管理系统

## 2 系统软件设计

### 2.1 控制算法

控制器接收各种传感器信号后,按预定义的各种参数来调整小车的速度和方向,实现自主控制。智能小车是一种具有高度非线性、强耦合、不确定变化因素的综合体,文中采用了 PID 控制算法获得小车精确的轨迹,从而实现小车快速平稳控制,控制框图如图 6 所示。

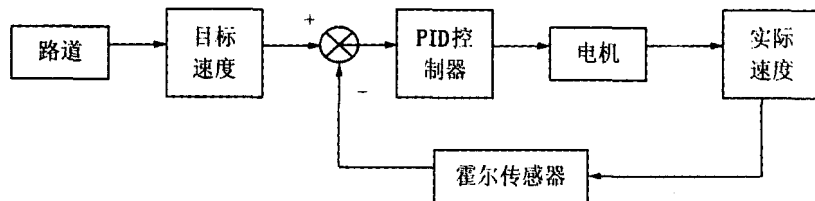


图 6 电机 PID 调速框图

### 2.2 软件编程设计

软件设计采用 CCS2000 开发平台,系统编程以 C 语言为主,汇编语言为辅的混合编程方法<sup>[7]</sup>,采用模块化的设计方法,以便于调试。系统软件主要由初始化模块、实时路径识别模块、电机驱动和舵机控制模块、中断模块等构成。

小车路径检测周期为 4 ms,速度调节周期为 10 ms,采用 DSP 中断实现。红外传感器输出的高低电平经 GPIO 口接入 DSP,通过读取 GPIO 的状态即可判断小车是否偏离跑道中心线。当小车左偏时,DSP 发送不同宽度的 PWM 信号,控制电机加快左轮速度,使小车回到跑道。右偏时与左偏的情况相反,正常情况

两轮等速前进。DSP 只要设置相应的周期寄存器、比较寄存器,就可输出所需要的 PWM。

控制系统依据对中心线的偏差和前轮舵机的转向角进行速度调节,如图 7 所示。当在弯道上行驶时,传感器检测到的偏差增大,此时要求调节舵机转向角,同时调节 PWM 的占空比来减速。当舵机转角调整到合适位置,偏差减少,PWM 占空比增加,速度提高。

### 3 实验结果

模拟赛道(其中 AB, CD 为直道, BC 为弯道)对系统进行实际测试,赛道如图 8 所示。测试结果表明:小车在寻迹过程虽然有些左右摇摆不定,由于速度控制合适,基本上可以沿着设定轨道行驶。此外,可以看出:小车寻迹路径在低速时比高速时更精确,在直道 AB, CD 运行速度比弯道 BC 快。在前轮 PWM 驱动转向电路运行中,存在这样一个现象:电机只给 1 个转向力,长期保持转向的时候,电机转动由于被强行制动处于一种相对静止状态,导致电路产生热量,为此,可以在硬件电路上涂上一层散热胶。

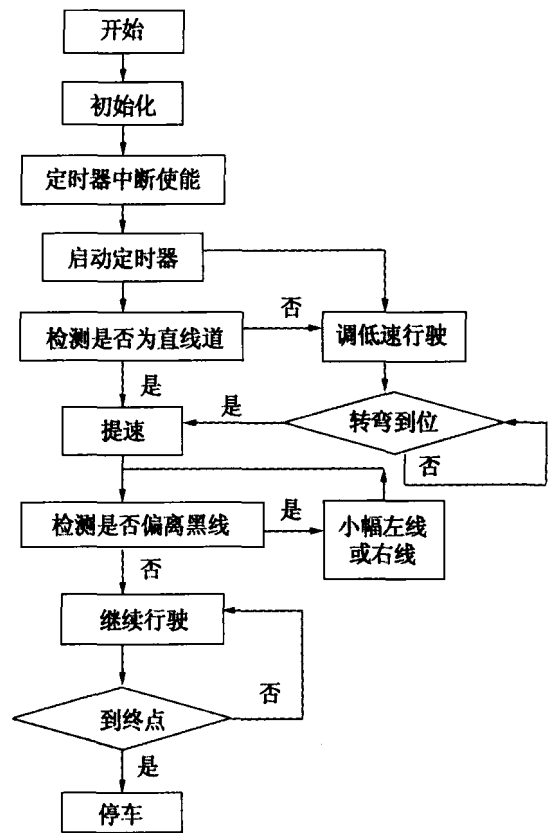


图 7 系统主程序框图

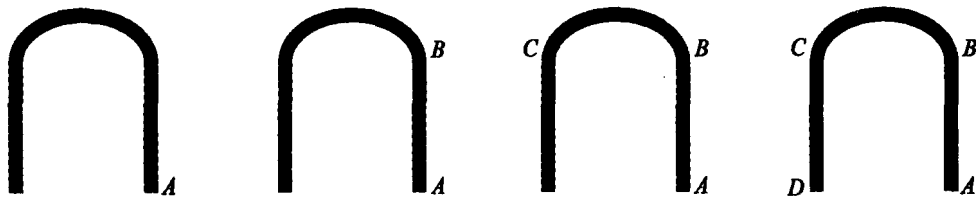


图 8 小车运行轨迹图

### 4 结论

针对小车行驶过程中的不同要求,本文采用了模块化设计方案。控制核心采用了功能强大的 DSP 芯片,设计简单,编程容易。智能车技术是 1 个集自动行驶、规划决策等功能于一体的综合性系统,是一项具有广泛应用前景的技术。随着电子技术的飞速发展,智能小车的应用领域还将进一步扩大,但是它与人们所设想的高度智能还存在着距离,可以在检测、控制精度、实时检测等诸多方面继续探索提高。

#### 参考文献:

- [1] 董涛,刘进英,蒋苏,等.基于单片机的智能小车的设计与制作[J].计算机测量与控制,2009,17(2):380-382.
- [2] 王经宇.基于 MC689512DG128 的智能小车设计[J].工业仪表与自动化装置,2009,(3):37-40.
- [3] 刘和平,邓力,江渝,等.DSP 原理与电机控制应用[M].北京:北京航空航天大学出版,2006.
- [4] 王晓明,王玲.电机的 DSP 控制——TI 控制 DSP 应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2004.
- [5] 冯则坤.传感器的原理及应用[M].武汉:华中科技大学出版社,2006.
- [6] 陆翔宇,李建军.智能探路车的设计[J].自动化与仪表,2004,(1):39-42.
- [7] 谭浩强.C 语言程序设计[M].2 版.北京:清华大学出版社,2003.

(下转第 64 页)

- dio Processing, 2005, 13(3): 441 - 450.
- [2] Marques J, Moreno P J. A study of musical instrument classification using gaussian mixture models and support vector machines[DB/OL]. <http://www.hpl.hp.com/techreports/Compaq-DEC/CRL-99-4.pdf>. 1999-06-10.
- [3] Charlie K. D. Adaptive music classification using neural network architectures[J]. The Artificial Neural Networks in Engineering Conference, 2000, 34(16): 917 - 921.
- [4] Benetos E, Kotti M, Kotropoulos C. Musical instrument classification using non-negative matrix factorization algorithms[J]. IEEE International Symposium, 2006, 15(3): 1 - 4.
- [5] Usama Fayyad. A tutorial on support vector machines for pattern recognition[J]. Data Mining and Knowledge Discovery, 1998, 12(7): 121 - 167.
- [6] Lee J, Chun J. Musical instruments recognition using hidden markov model[C]. Computing Literature, South Korea: Conference Record of the Thirty-Sixth Asilomar Conference, 2002. 196 - 199.
- [7] Suykens J A K, Vandewalle J. Least squares support vector machine classifiers[J]. Neural Processing Letters, 1999, 9(3): 293 - 300.
- [8] 白亮. 音频分类与分割技术研究[D]. 长沙: 国防科学技术大学, 2004.

## Classification of Music Instruments Based on LS - SVM

LIU Jian-hui, ZENG Li-hui, LIU Zun-xiong

(School of Information Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

**Abstract:** The algorithm of least squares support vector machines (LS - SVM) is proposed for classification of music instruments to recognize them. The corresponding music clips are chosen as experimental samples, and feature selection including spectrum features, short-time auto-correlation coefficients, MFCC, etc., is implemented, and then LS - SVM is used in the categorization. The simulating experiments of four traditional musical instruments are conducted to obtain classifying accuracy and running time. Meanwhile, logistic regression is also used in experiments as comparison. Accuracy rate of LS - SVM and logistic regression are respectively 96.5% and 92.5%. Running time of LS - SVM is less than that of Logist. The results demonstrate that LS - SVM possesses better performance, and can be generalized to cope with other practical classification problems.

**Key words:** LS - SVM; musical instruments; music feature

(责任编辑: 王建华)

(上接第 47 页)

## A Design of Intelligent Trajectory Car Based on DSP

ZHANG Yong-gao<sup>1</sup>, LI Yin-ling<sup>1</sup>, NIE Shui-guo<sup>2</sup>

(1. School of Electrical and Electronic Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China; 2. Patent Examination Cooperation Center of SIPO, Beijing 100190, China)

**Abstract:** The intelligent car adopting DSP TMS320LF2407A as its kernel is designed. The paper introduces the hardware and software design of the intelligent car in detail. The intelligent car uses infrared sensor to identify the path. The movement of the car is driven by the motor. The speed and direction of the car is controlled by PWM of the DSP.

**Key words:** intelligent car; DSP TMS320LF2407A; PWM control

(责任编辑: 刘棉玲)