

# 基于 S3C2410 的移动机器人运动控制系统

苏绍兴,程向娇

(温州职业技术学院 电气电子系,浙江 温州 325035)

**摘要:**移动机器人是人工智能领域与机器人领域的基础研究课题之一,其中机器人运动控制子系统是最终执行机构,是整个系统的优劣的直观体现。针对目前采用的 8 位或者 16 位单片机存在着硬件资源有限、运算和处理速度慢等问题,提出了一种基于 S3C2410 的嵌入式的移动机器人运动控制系统,该控制系统主要由 S3C2410 处理器、运动控制芯片 LM629 及电机驱动 L298N 芯片构成,研究表明该系统具有动态性能好、启动速度快、运行稳定性强等特点。

**关键词:**S3C2410;机器人;比例-积分-微分

**中图分类号:**TH13;TP391

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-4551(2010)06-0055-04

## Mobile robot motion control system based on S3C2410

SU Shao-xing<sup>1</sup>, CHEN Xiang-jiao<sup>2</sup>

(Department of Electrical & Electronic Engineering, Wenzhou Vocational & Technical College, Wenzhou 325035, China)

**Abstract:** Mobile robot is the basic research topics in the field of artificial intelligence and robotics, robot motion control subsystem is the ultimate implementing agency. Aiming at the current 8-bit or 16-bit microcontroller, there is limited hardware resources, computing and processing speed slow and so on. A S3C2410-based embedded mobile robot motion control system has been proposed, which mainly consists of S3C2410 processor, motion control L298N chip and motor driver LM629 chip composition. The results indicate that the system has good dynamic performance and strong features of the operation stability.

**Key words:** S3C2410; robot; proportional-integral-derivative(PID)

## 0 引言

移动机器人是人工智能领域与机器人领域的基础研究课题之一,是一个极富挑战性的高技术密集型项目<sup>[1]</sup>。一般比赛平台主要包括以下几个子系统<sup>[2]</sup>:视觉子系统,决策子系统,通信子系统,运动控制子系统。其中机器人运动控制子系统是最终执行机构,是整个系统的优劣与否的直观体现。特别是在当机器人遇到周围障碍物的情况下怎么样才能快速、自主地调节行驶速度和行驶方向,一直是人们研究的重点,本研究所设计的基于 S3C2410 运动控制系统是移动机器人的一个重要组成部分,运动控制系统主要由 S3C2410 处理器和运动控制芯片 LM629 及电机驱动 L298N 芯片构成,主要功能是驱动小车的车轮,调节小车的行驶

速度,通过改变车轮的转速差调节行驶方向,实现方便,支持可编程,和以往基于单片机的控制系统相比,本系统电机的转速、转向改变迅速,无停顿,可以更好地为移动机器人服务。

本研究具体探讨该控制系统的硬、软件实现方案。

## 1 系统设计及硬件实现

鉴于目前采用 8 位或者 16 位单片机,存在硬件资源有限、运算和处理速度慢等问题。本研究通过采用 32 位 ARM 微处理器,较好地解决了这对矛盾。ARM 硬件资源丰富,处理能力远远超过 8 位/16 位的单片机接近 PC 机,可以支持大屏幕的液晶显示,提供功能强大的图形用户界面,另外基于 ARM 的控制器可以内嵌实时操作系统(RTOS),克服了传统基于单片机

的控制系统的功能不足和基于 PC 的控制系统非实时性的特点<sup>[3]</sup>。为此,运动控制系统中采用了 S3C2410 作为控制器的核心,整个系统的结构如下:主处理器通过 I/O 端口与 LM629 相连,将运动控制命令发送给 LM629,通过编程对机器人的梯形速度分布和数字补偿控制进行设定,并利用 L298 产生功率放大的信号提供给电动机。光电编码器提供一个反馈回路使整个小车构成一个伺服机构。在工作过程中,LM629 从机器人的目标位移中减去实际位移,从而得到实际位移与目标位移的误差值,通过调整电机控制器,使机器人达到目标位置。

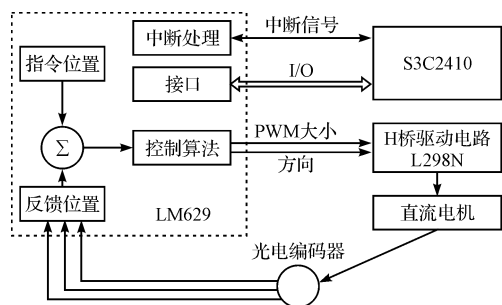


图 1 运动控制系统结构

### 1.1 伺服控制模块

在伺服系统中,微处理器完成电机闭环控制系统的位置、速度等调节器的所有功能,它将编码器发送来的反馈值与指令值进行比较,再按一定的算法计算电机下一步的位置速度,很好地解决了运动过程中的位置偏差问题。目前电机控制中较为普遍且实用性较好的算法仍是 PID 算法<sup>[4]</sup>。PID 控制系统原理图如图 2 所示。

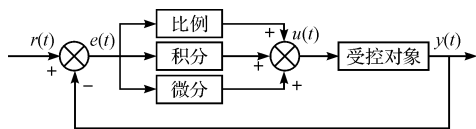


图 2 PID 控制原理

现在本研究使用专用的集成运动控制芯片 LM629 来构成伺服系统,这种集成芯片能够完成大部分工作。LM629 是美国国家半导体公司的产品,专用于全数字式伺服系统的运动控制,直接输出 PWM 信号。因此,采用 1 片 S3C2410 芯片、1 片 LM629、1 片 L298 和 1 台带增量式光电编码的直流电机构成一个伺服系统,能驱动 150 W 的直流电机。关于该芯片的信息资料参见文献<sup>[3]</sup>。

### 1.2 电机驱动

为了控制直流电动机,需用半导体功率器件进行驱动。大多数直流电动机驱动是采用开关型驱动方

式,其中又以定频脉宽调制(PWM)为常见。其优越性在于驱动电子设备的简便性和计算机接口的简易性。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,具有调速范围广、线性度好、响应速度快等特点,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<sup>[5]</sup>。

本系统中用于采样的 L298N 是一种可用于直流电机驱动的集成芯片。L298N 是 SGS 公司的产品,内部包含 2 个 H 桥的高电压大电流桥式驱动器,接收标准 TTL 逻辑电平信号,可驱动 46 V、2 A 以下的电机,工作温度范围从 -25 ℃ ~ 130 ℃<sup>[6]</sup>。L298N 的控制电路如图 3 所示。

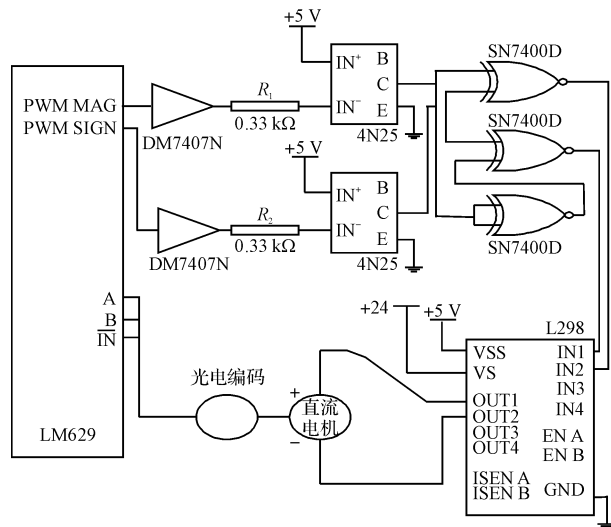


图 3 L298 控制电路

ENA 是控制使能端,控制 OUT1 和 OUT2 之间电机的停转,IN1、IN2 脚接入控制电平,控制 OUT1 和 OUT2 之间电机的转向。IN1 为高电平,IN2 为低电平,电机正转,IN1 为低电平,IN2 为高电平时,电机反转。当 IN1 和 IN2 电平相同时,电机停转。

### 1.3 光电编码

电机测速最常用的方式是光电编码,本系统也采用增量式光电编码方式对直流电机速度位置的反馈。当光电信号发射后,通过驱动轮上的条文反射过来,在光电接收端产生一个脉冲,通过计算单位时间的脉冲个数,就可以知道电机的转速<sup>[7]</sup>。

## 2 运动控制软件实现

移动机器人软件编程主要包括视觉子系统、决策子系统、通信子系统、运动控制子系统等几部分<sup>[8]</sup>,这里着重介绍运动控制模块编程。

### 2.1 运动控制软件设计

S3C2410 是整个运动控制器的核心,它主要负责接收决策主机的指令并执行指令。在接收完并确认指令后,根据指令要求置位相应的标志位,告知 S3C2410 进行相应动作,将完整的指令分段执行,提高效率。若机器人需前行时,S3C2410 首先进行速度分解,计算出各个电机的转速,这时如果其他动作不需要执行,则相应代码也不执行,以提高程序执行的效率。指令接收后经过校验,如准确无误则将指令保存起来,并置位通信接收完毕标志位 cmd\_id,由此通知主程序新的命令到来,开始按照不同的指令执行相应的操作。大体流程如图 4 所示。

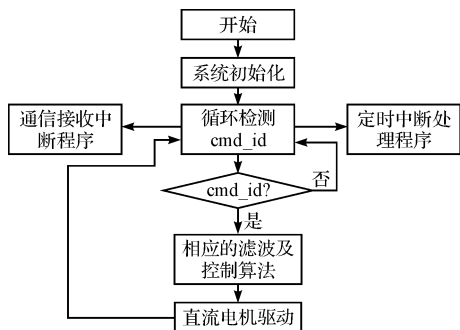


图 4 软件主程序框图

### 2.2 控制算法实现

虽然采用闭环控制算法可以提高准确度,但同时产生的问题是规则数和计算量大大增加,从而使得调试更加困难,控制器的实时性也难以满足实际要求。解决这一问题的常用办法是在论域内用不同的控制方法分段实现控制:偏差较大时采用纯比例控制方式;偏差小于某一值时,切换到模糊控制器控制;当输入变量误差模糊值为零时进入 PID 控制方式。

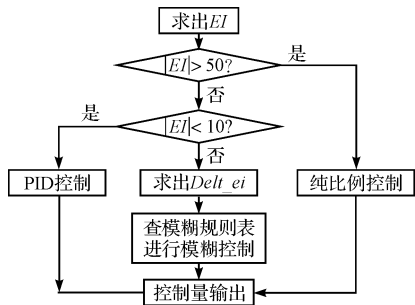


图 5 算法实现流程

```
void Delt_Ctrl(void) //算法实现流程
```

```
{
    .....
    if (abs(MR. ei) > 50)
    {
        P_Ctrl; //转向纯比例控制
```

```
}
else if(abs(MR. ei) < 10)
{
    PID_Ctrl; //转向 PID 控制
}
else //模糊控制
{
    MR. delt_ei = MR. ei - MR. delt_ei;
    if(delt_ei > 5) delt_ei = 5;
    if(delt_ei < -5) delt_ei = -5;
    MR. delt_ui = Get_DeltValue(MR. ei, MR. delt_ei);
    MR. ui + = MR. delt_ui;
}
}
```

### 2.3 LM629 读写实现

通过读取 LM629 的状态字节可以让微控制器掌握 LM629 的状态信息,根据 LM629 的状态采取适当的处理方式。每次当微控制器要写入信息或者发出指令到运动控制器之前,必须先要检测相应的运动控制器的“busy bit”,如果“busy bit”是高电位,则表明 LM629 处于忙碌状态不能接受任何信息或指令。微控制器必须等待,直到“busy bit”由高电位变为低电位时为止。在微控制器向 LM629 发出数据之前,通过编程将一些指令写入 LM629,写入的指令用于提前通知 LM629 微控制器所发送的数据作何用途。微控制器所发出的数据有时可能是轨道参数,如速度值、方向信息等。有时这些数据可能是滤波器参数等,用于 PID 控制。这些指令实际上是一些特殊的数据字节。

### 2.4 LM629 复位模块

复位也是 LM629 操作中一个比较重要的环节。LM629 上电之后必须进行复位方可进行其他正常操作。复位包括硬件复位和中断复位。硬件复位是将 RST 端拉成低电平并至少保持 8 个时钟周期。复位后,查看 LM629 的状态字,如果不等于 84H 或 C4H,说明硬件复位失败,必须重新复位。中断复位时,先使 MSKI 指令屏蔽所有中断,然后执行 RSTI 中断复位指令。若中断复位成功,状态字将从 84H 或 C4H 变为 80H 或 C0H。

## 3 结束语

本研究设计的基于 S3C2410 移动机器人运动控制系统具有高性能、高精度、结构简洁等优点。通过应用 LM629 速度模式,使机器人具有动态性能好、启动速度快、运行稳定性强等特点。实验证明基于 S3C2410 及 LM629 的运动控制模块实现方便,支持可编程,电机转速、转向的改变迅速,无停顿,可以很好地

### 4.3 仿真结果讨论

从表中可知,基于等值参数的解网络方程次数较原始的迭代解网络方程次数能减少大约 70%,而同时考虑了等值参数和功角预测的解网络方程次数还能在此基础上再减少约 35%,总的解网络方程次数为原始迭代解网络方程次数的 20%,这证明参数等值和功角预测都能有效的减少暂态计算时间。而从图中可知,在解网络方程次数大幅减少的前提下,仍然能够保证功角计算结果具有足够的精度。

需要注意的是发电机参数等值过程中可能存在多值解,而粒子群算法本身也具有容易陷入局部最优的问题,每次优化迭代完成后可能收敛到不同的解,可以采用多次启动,比较得到最优的发电机等值参数。对同一神经网络结构,,即使在训练样本集较充分的情况下,由于 BP 算法存在多个局部极小点,也需要通过多次改变网络初始连接权值求得相应的极小点,通过比较这些极小点的网络误差大小,确定全局极小点以得到该网络结构的最佳网络连接权值和阈值。

## 5 结束语

本研究提出的发电机参数等值方法可以避免迭代解网络方程从而实现暂态稳定快速计算,能够大量减少暂态稳定分析时间,基于神经网络的功角预测也能显著地加快收敛速度,从而缩减时域仿真时间,两者结合起来可以大量地减少解网络方程次数和暂态计算时间。为了能实现工程应用,还需做更进一步的研究,即:①应用非迭代方法解网络方程时采用更精确的负荷模型;②实现发电机等值参数在不同规模系统中的应

用;③验证大系统下算法减少解网络方程次数的效果。

### 参考文献(References):

- [1] DOMMEL H W, SATO N. Fast transient stability solutions [J]. *IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems*, 1972(3):1643 - 1650.
- [2] FANG Da-zhong, CHUNG T S, DAVID A K. Fast transient stability estimation using a novel dynamic equivalent reduction technique [J]. *IEEE Trans. on Power Systems*, 1994,9(2):995 - 1001.
- [3] 胡 杰,余贻鑫. 电力系统动态等值参数聚合的实用方法 [J]. *电网技术*, 2006,30(12):26 - 30.
- [4] 郭志忠,柳 焯. 快速高阶 Taylor 级数法暂态稳定计算 [J]. *中国电机工程学报*, 1991,11(3):7 - 15.
- [5] 王成山,张家安. 改进的暂态稳定分布式并行仿真算法 [J]. *电力系统自动化*, 2003,27(19):30 - 33.
- [6] 岳程燕,周孝信,李若梅. 电力系统电磁暂态实时仿真中并行算法的研究 [J]. *中国电机工程学报*, 2004,24(12):1 - 7.
- [7] DANDENO P L, KUNDUR P. A non-Iterative transient stability program including the effect of variable load-voltage characteristics [J]. *IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems*, 1973(4):1478 - 1484.
- [8] KENNEDY J, EBERHART C. Particle Swarm Optimization [C]//*Proceedings of IEEE Conference on Neural Networks*, 1995:1942 - 1948.
- [9] EBERHART C, SHI Y. Particle Swarm Optimization; Developments, Applications, Resources [C]//*Proceedings of the IEEE Congress on Evolutionary Computation*, 2001:81 - 86.
- [10] 袁曾任. 人工神经网络及其应用 [M]. 北京:清华大学出版社, 1999. [编辑:张 翔]

(上接第 57 页)

为移动机器人服务。本研究的创新点包括:①采用 ARM9 作为核心控制器,为系统提供了丰富的系统资源,并为以后的功能扩展提供了空间。②利用 LM629 内部集成的数字式运动控制集成器,可以有效地简化系统硬件与软件设计,使系统显得更紧凑、更简洁。

### 参考文献(References):

- [1] 贺志军. 基于 LM629 的电机伺服控制系统设计 [J], *机械设计与制造*, 2009(2):40 - 42
- [2] 王 为. 基于 LM629 对足球机器人运动控制的设计 [J]. *武汉工程大学学报*, 2008(1):104 - 107.
- [3] National Semiconductor Corporation. LM628/629 UserGuide

[EB/OL]. [日期不详]. <http://www.national.com/pf/LM/LM629.html>.

- [4] 王 华. JJR\_1 型教学机器人控制系统的研究 [D]. 兰州:兰州理工大学机电工程学院, 2008.
- [5] 黄旭东. 小型组足球机器人的设计与实现 [D]. 无锡:江南大学通信与控制学院, 2008.
- [6] 赵庆松,苏 敏. 基于 ARM 的直流电机调速系统的设计与实现 [J]. *微计算机信息*, 2007(2):173 - 175.
- [7] 李惠平. 智能象棋机器人嵌入式运动控制系统的研究 [D]. 北京:北方工业大学机电工程学院, 2008.
- [8] 顾 磊,张赤斌. 移动机器人嵌入式控制系统研究 [J]. *机械工程师*, 2006(11):37 - 39. [编辑:李 辉]