

# 基于 S3C44B0X 与线阵 CCD 自主巡线机器人系统

刘溯奇, 郝卫东, 杨谋刚, 林添成

(桂林电子科技大学机器人中心, 桂林 541004)

**摘要:** 设计了一种应用于自主巡线机器人的新型巡线技术。该机器人系统主要由目标图像采集模块、图像处理模块以及驱动电机模块等组成, 阐述了线阵 CCD 采集目标图像的工作原理和驱动脉冲的产生原理, ARM 芯片 S3C44B0X 的软硬件设计和系统其他模块的具体操作。经实践证明, 该系统实时性强、稳定性好、控制精度高。

**关键词:** S3C44B0X; 线阵 CCD; 图像处理; 巡线

## Wheeled Robot System of Detecting Line Based on S3C44B0X and Linear CCD

LIU Su-qi, HAO Wei-dong, YANG Mou-gang, LIN Tian-cheng

(Center of Robot, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004)

**【Abstract】** The traditional detecting line like photoelectricity detect-line is often affected by the environment light and the situation around. This paper provides a new way to detect the line applied in the self-determination detect-line robot. The system includes target-image collecting module, image processing module, drive motor module and so on. The collecting principle of target image of the linear CCD, the principle of the generation for the driver pulse, the hardware and software design of the S3C44B0X and the operation of other parts are explained. Experiments show that the system has good real-time capability, stabilization and high control accuracy.

**【Key words】** S3C44B0X; linear CCD; image processing; detecting line

随着计算机技术的发展, 嵌入式系统已成为计算机领域的重要组成部分, 并得到了广泛的研究和应用。由于 ARM 体系的处理器采用了 RISC 技术, 具有寻址方式简单、寄存器多、指令长度固定等特点, 因此处理速度快, 执行效率高<sup>[1]</sup>, 适合大量数据的处理, 而丰富的处理器系统资源也为机器人的应用带来了方便, 特别是基于视觉的机器人。

电荷耦合器件(charge coupled device, CCD)是一种半导体光学成像器件, 其具有体积小、分辨率高、精度高、稳定性好、抗震动、抗电磁干扰等优点, 已在工件尺寸测量、工件表面质量检测、物体热膨胀系数检测及图像传真、摄像机、智能传感器等方面得到了应用, 也广泛应用于机器人视觉的图像采集<sup>[2]</sup>。

由于上述 2 项技术比较先进和成熟, 且其他常用的巡线方法, 如光电检测巡线, 易受环境光和场地等影响, 适应性不强, 因此本文设计了基于 ARM 技术和线阵 CCD 技术的控制机器人自主巡线的系统, 其工作过程如下: CCD 传感器的光敏单元受反射光的激发将光信号转化为电信号并在驱动脉冲的作用下输出; 经滤波后送入 S3C44B0X 处理器进行 A/D 转换, 并保存数据; 然后驱动核心算法程序对数据进行处理, 比较和判断处理的结果, 以控制机器人的巡线状态并规划出一条路径。

### 1 车体机械设计

机械结构是机器人的支撑框架和执行机构, 它的设计合理与否将影响到机器人巡线的效率和行走的动态性能, 因此, 必须合理安排各个结构<sup>[3]</sup>。精心设计的机器人的总体布局如图 1 所示。

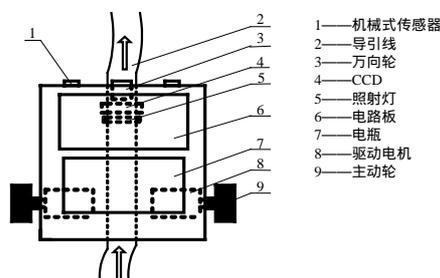


图 1 车体结构总体布局

### 2 控制系统的硬件电路设计

巡线机器人的控制系统主要具备导引线的图像采集、机器人当前位置的获取、路径规划和运行控制等功能。对系统进行功能模块化划分, 可分为 5 大模块: 线阵 CCD 图像采集模块, 全局定位模块, 程序下载模块, 电机驱动模块和电源管理模块。各模块间的关系如图 2 所示。

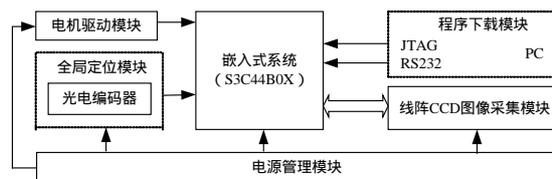


图 2 系统硬件结构

**作者简介:** 刘溯奇(1977 - ), 男, 硕士研究生, 主研方向: 机器人技术, 嵌入式系统应用, 图像识别; 郝卫东, 高级工程师; 杨谋刚、林添成, 硕士研究生

**收稿日期:** 2006-12-03 **E-mail:** liusuqi99@sohu.com

## 2.1 线阵 CCD 图像采集模块

系统采用东芝公司的TCD1206SUP线阵CCD芯片。该芯片为22脚DIP封装,像敏单元数目为2160,像敏单元大小为 $14\mu\text{m}\times 14\mu\text{m}\times 14\mu\text{m}$ (相邻像元中心距离为 $14\mu\text{m}$ ),光敏区域采用高灵敏度PN结作为光敏单元,内置采样保持电路和输出预放大电路,其外观尺寸大小为 $41.6\text{mm}\times 10\text{mm}$ ,光敏单元的总长度为 $30.2\text{mm}$ <sup>[4]</sup>。CCD驱动模块的驱动频率为125kHz,其驱动脉冲波形如图3所示。在系统上电加载后,CCD将一直处于工作状态,不断地输出扫描视频信号。要想按顺序准确地获得1次扫描从第1~第2160个点的信号,必须在转移脉冲SH的高电平期间,驱动脉冲 $\phi 1$ 必须为高电平,SH下降沿必须落在 $\phi 1$ 的高电平上,才能保证光敏区的信号电荷并行地向模拟移位寄存器的 $\phi 1$ 电极转移。完成信号电荷的并行转移后,SH变为低电平,光敏区与模拟移位寄存器被隔离。光敏区进行光积累的同时,模拟移位寄存器在驱动脉冲 $\phi 1$ 和 $\phi 2$ 的作用下,将转移到模拟移位寄存器的 $\phi 1$ 电极里的信号电荷向左转移,在输出端得到被光强调制的序列脉冲输出<sup>[5]</sup>,经低通滤波后,送S3C44B0X自带的A/D转换器进行转换。CCD与S3C44B0X的接口如图4所示。

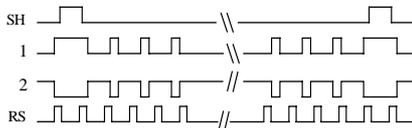


图3 CCD驱动脉冲波形

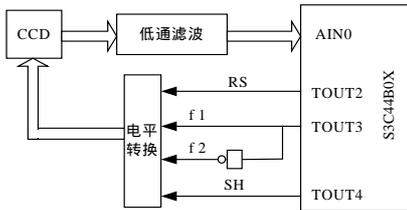


图4 CCD与S3C44B0X的接口

## 2.2 全局定位模块

机器人当前位置的确定很重要,能为机器人巡线并最终到达目的地提供必要信息。目前定位传感器有全球定位系统(GPS)、旋转电位计、光电编码器、磁罗盘、电子罗盘、加速度计等。由于本系统是巡线系统,只要知道走了多少路程,处于什么位置,然后规划出一条路径,因此系统选择光电编码器来感知所走过的路程。光电编码器经光电转换,将轴的角度转换成电脉冲信号,再通过放大电路输出到S3C44B0X的计数器T1,把采集的脉冲进行存储。由于脉冲信号与轮子转过的圈数成正比,因此可以计算出机器人的实际路程。

## 2.3 程序下载模块和电机驱动模块

程序下载模块主要完成启动程序和应用程序的下载,本系统提供2种下载方式:并口下载和串口下载。并口下载通过并口线与JTAG调试接口连接,完成PC与S3C44B0X的通信,串口下载通过RS232串口线连接电路板上COM口与PC进行通信。

图5为电机驱动模块的原理图。实际运行中,被控电机要能够调速及正、反转,因此,需要用H桥型电路来驱动。本系统选用的电机驱动专用芯片是L293B,该直流电机驱动芯片允许电压范围为 $4.5\text{V}\sim 36\text{V}$ ,内有四重推挽(双重H桥集

成功放电路)驱动电路,2个通道可以向各自的电机提供1A的驱动电流,如果芯片过热,芯片还能自动关断,保障系统不受损坏。当A向、B向为高电平时,电机A、B电流分别由3脚流向6脚和11脚流向14脚,电机正转;反之,当A向、B向为低电平时,电机电流分别由6脚流向3脚和14脚流向11脚,电机反转,此时,可以用PWM控制芯片上电机使能脚的通断时间比对电机进行调速<sup>[6]</sup>。三星公司的S3C44B0X微处理器支持PWM输出,可以很方便地对驱动电机进行调速。

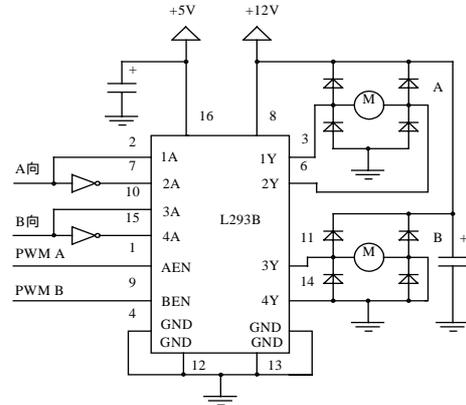


图5 电机驱动模块原理

## 3 软件设计

软件主要分为2部分:(1)系统控制程序,主要是各部分的硬件电路接口程序及人机接口程序;(2)S3C44B0X的数字图像处理核心算法程序。

(1)系统控制程序的实现基于移植到S3C44B0X的实时多任务操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ <sup>[7]</sup>,它是基于优先级、抢占式实时内核,具有源代码公开、可移植性好、可剪裁、多任务等特点,可以管理64个任务,应用程序可达56个任务。它主要具备任务管理、时间管理、信号量管理、内存管理等功能<sup>[8]</sup>。

该机器人主要完成巡线纠偏与巡线状态实时显示、CCD图像采集、数字图像处理、运行控制功能,因此,该系统共创建了4个任务:(1)巡线纠偏与巡线状态实时显示;(2)CCD图像采集;(3)数字图像处理;(4)电机驱动控制。任务的优先级依次降低,任务之间通过邮箱传递信息。移动机器人在完成系统初始化后,驱动电机执行任务(4)按照导引线路径向目标点前进,同时S3C44B0X微处理器驱动CCD传感器工作,实时采集数据,经微处理器实时处理之后,判断机器人是否较大地偏离了导引线,当偏离值 $i$ 大于或等于允许偏离误差值 $\delta$ 时(避免小车行走时,过于频繁的纠偏,造成振荡),任务(1)进入就绪态。由于任务(1)的优先级高,因此抢占CPU的使用权,完成纠偏的处理与巡线状态显示。通过信号量的传递,任务(2)进入就绪态,完成图像的多次采集,为图像处理提供数据。随之任务(3)处理数据并判断是否把结果传递给任务(1)进行纠偏与状态显示;否则,任务(4)进入运行状态,驱动电机直线行驶。

(2)S3C44B0X的数字图像处理核心算法的实现。CCD多次采集完成图像数据后(本系统设置为5次)开始进行数字图像处理。把多次采集的数据进行均值计算,以消除随机误差和脉冲噪声的影响,系统要区别反射面的颜色,就必须要有个区分电平(即阈值),进行二极化处理<sup>[9]</sup>。二极化处

(下转第272页)