

# 基于多传感器的 智能车系统设计

**摘要:** 主要介绍电磁、光电、CMOS 摄像头和测速传感器在智能车控制系统中的应用。以 MC9S12XS128 单片机作为系统的控制核心, 设计了能够自主循迹的智能车, 着重叙述信号检测模块。信号检测包括路径和反馈速度检测, 分别使用了电磁、光电、CMOS 摄像头和编码器传感器, 并运用 PID 算法计算 PWM 对电机和舵机的控制。实际测试表明, 智能车系统的传感器检测性能较强。

**关键词:** 电磁; 光电; CMOS; MC9S12XS128; 编码器

中图分类号: TH89

文献标识码: A

文章编号: 1006-883X (2012) 08-0024-04

收稿日期: 2012-05-20

苏凤 徐强 杨国庆

## 一、引言

智能车是综合自动化、机械、传感器、电子和计算机等技术为一体的智能系统, 是典型的移动式机器人, 它的水平的提高与劳动效率有着密切关系, 可以改变人们生活, 进而改造世界, 所以智能车极受人们的关注。

本文主要介绍了三类路径检测传感器和速度检测的编码器, 核心技术是四种集成模块化的传感器在智能车系统设计中的应用, 简单叙述了系统的其他硬件和软件部分的设计。最终设计出以 MC9S12XS128 单片机控制的自动循迹的智能车。

## 二、智能车系统总体方案

智能车系统包括电源模块、转向舵机模块、电机驱动模块、速度检测模块、路径检测模块和控制核心单元<sup>[1-2]</sup>, 如图 1 所示。其中, 转向舵机模块由 PWM 波控制信号决定舵盘角度, 从而决定舵机转向角度; 电机驱动模块使用英飞凌 BTS7960 驱动芯片, 提供电机驱动的大电流; 速度检测模块使用光电编码器测出电机转速, 用此速度进行闭环控制; 路径检测模块用电磁传感器检测电磁场信号, 光电激光传感器和 CMOS 摄像头检测黑色引导线; 控制核心单元 MC9S12XS128 单片机编程处理检测到的各种信号; 电源模块是对 7.2V 的电池电压进行调节分配, 为硬件电路提供稳定电源, 保证各模块正常工作。本文重点介绍路径检测模块的电磁传感器、光电传感器和 CMOS 摄像头。

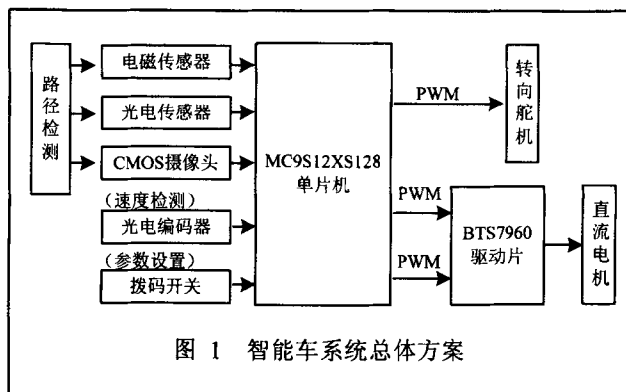


图 1 智能车系统总体方案

### 三、智能车系统硬件设计

本文阐述多种传感器在智能车系统中的应用，所以系统硬件只介绍路径检测模块和速度检测模块，它们分别使用了电磁、光电、CMOS 摄像头和编码器传感器。

## 1、电磁传感器

在路径中心通交变磁场, 考虑价格、灵敏度、简易性等综合因素, 使用电感传感器<sup>[3, 4]</sup>作为磁路检测较为适宜, 电感经过三极管放大和二极管检波制作的电磁传感器, 制作出的集成化电磁传感器如图 2 所示。

在智能车的左右等距离处安装同等参数的电感传感器,电感检测原理是:用MC9S12XS128单片机的AD[0~n]口读取电感在交变磁场中产生的感应电动势的幅值。电磁传感器在车体前方左右各设置一个,首先经过软件滤波,左边传感器电压减左边传感器电压得到小车偏移参量,而后经过PD控制算法(见式(1))得到舵机偏转角度。

$$\begin{aligned} \Delta u(k) &= u(k) - u(k-1) \\ &= K_p [e(k) - e(k-1)] + K_p [e(k) - e(k-1) + 2e(k-2)]^{(1)} \end{aligned}$$

其中,  $\Delta u(k)$ —转角控制量增量;

$K_p$ —PD 控制算法中的比例系数;

$K_D$ —PD 控制算法中的微分系数;

$e(k), e(k-1), e(k-1)$  一分别为连续测得小车偏移参量。

## 2、光电传感器

激光传感器可以寻黑白线。激光传感器检测距离较远<sup>[3-4]</sup>（有效检测距离 50cm~60cm），抗干扰性较强。激光传感器多对一的发射和接收电路如图 3 所示，74LS138 的 Y[0-5]引脚分别接 8550 三极管和激光发射管。

综合激光传感器原理, 使用 74LS138 分时发射, 反相器和三极管驱动。按照激光传感器中的发射管从左到右位置, 使用单片机的 PA[0-n]口读取数字信号, 发射管照到黑线, 接收管返回 1, 反之, 则返回 0。一次扫描结束后, 将本次结果存入数组 value[] 中, 并将相应的权值存入数组 flag[] 中, 设此时位置为  $w_z$ , 中间位置为  $z_j$ , 然后利用式 (2) 计算位置参量, 最后通过式 (1) 的 PD 控制算法计算得到舵机偏转角度:

$$w_z = \frac{\sum value[i] * flag[i]}{z_i} \quad (2)$$

其中,  $w_z$ —舵机偏转角度;

*value*[]—接收一个循环对应位置结果数组;

*flag*[ ]—对应位置的权值;

$z_i$ —中间位置参数。

### 3、CMOS 摄像头

CMOS 摄像头是利用感光二极管进行光电转换,将图像转换为数字数据。摄像头的工作原理是:按一定的分辨率,以隔行扫描的方式逐点扫描,当扫描到某点时,通过图像传感芯片将该点的图像的灰度值转换成与灰度一一对应的电压值,然后将此电压值通过视频信号端输出。在设计中,使用 LM1881 视频分离芯片来辅助采样视频,通过 LM1881 提取信号的行同步、场同步和消隐

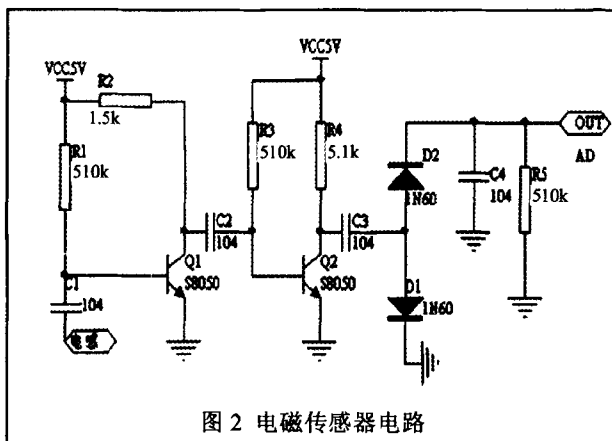


图 2 电磁传感器电路

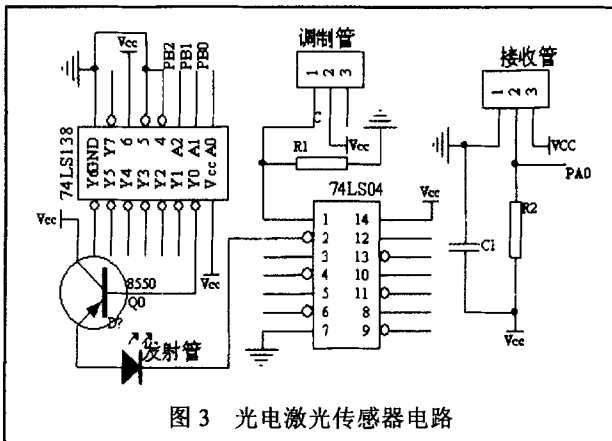


图3 光电激光传感器电路

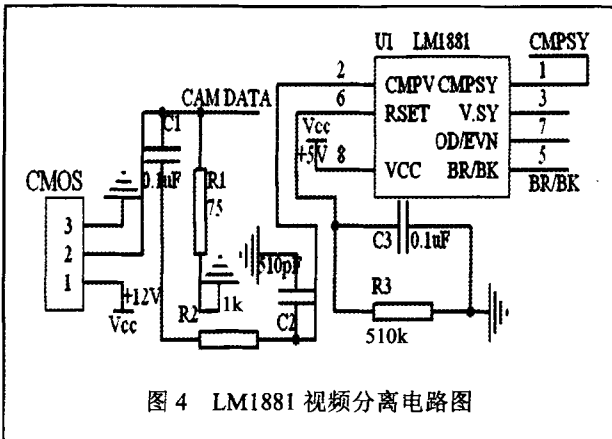


图 4 LM1881 视频分离电路图

脉冲。LM1881 视频分离电路如图 4 所示。

图 4 中模拟的 CMOS 摄像头视频信号还需要硬件二值化处理, 电路中采用高速比较器和 TL431 提供的可靠地参考电压, 并将它们转换成数字电压输给单片机的 I/O 口。信号采集后经黑线提取算法处理得出赛道信息, 黑线提取算法程序流程图如图 5 所示。

#### 4、编码器测速传感器

为保证智能车控制系统的稳定, 使用速度闭环控制, 光电编码器是一种通过光电转换将输出轴上的机械位移量转换成脉冲数的传感器。系统采用欧姆龙公司的 E6A2-CS3C 200P/R 型号编码器, 该编码器每转 200 个脉冲, 光电编码器的输出口串联 5.1kΩ 电阻接在定时器 PT7 口上。设置每个 10ms 中断读取一次脉冲数, 读取后寄存器 PACNT 清零。

通过测量给定时间里轮速脉冲信号的个数, 即可计算车速 (见式(3))。经过速度比得到实际速度值, 然后与给定速度比较, 用 PID 算法控制速度:

$$v = \frac{2\pi r N}{Zt} \quad (3)$$

式中,  $r$ —车轮半径;

$Z$ —编码器每转脉冲数;

$N$ —频率信号输出脉冲个数;

$T$ —中断时间。

#### 四、智能车系统软件设计

系统的软件设计是在 Freescale Code Warrior5.0<sup>[5]</sup> 下用 C 语言编写, 其智能车系统软件程序流程<sup>[6]</sup> (特别强调速度闭环控制算法) 如图 6 所示。

A/D 转换初始化程序:

ATD0CTL1=0x00; //8 位转换精度

ATD0CTL2=0x40; //禁止中断

ATD0CTL3=0xc0; //右对齐, 4 序列每次

ATD0CTL4=0x04; //采样周期

ATD0CTL5=0x30; //连续转换

中断捕捉初始化 (PIT 和 ECT):

PITMUX=0x00; // 微计数器 0

PITMTLD0=199;

PITLDO=2880; //计算中断周期

TCTL3=0xc0; // PT7 捕捉, 任意沿有效

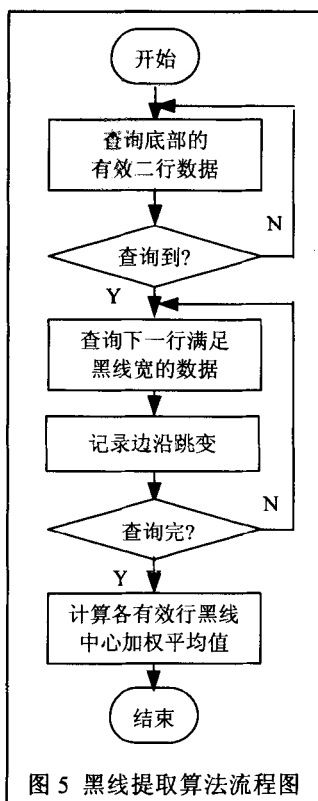


图 5 黑线提取算法流程图

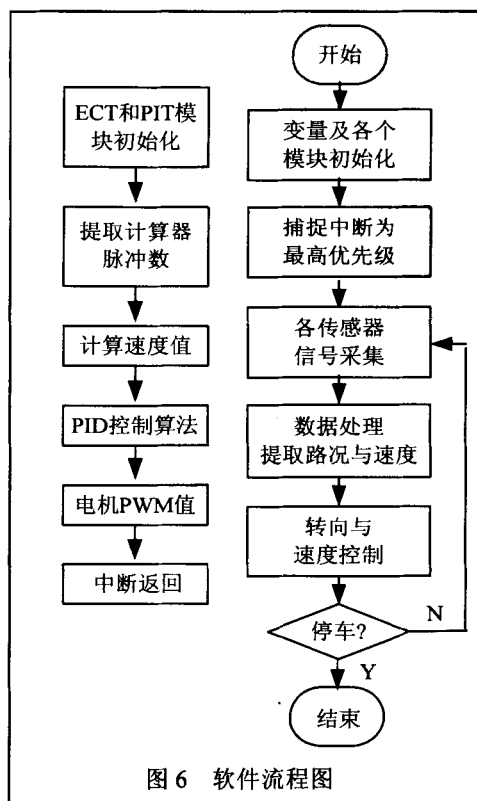


图 6 软件流程图

TIE =0x00; //各通道禁止中断

TIOS =0x00; //各通道为输入捕捉

PACTL=0X50; // PT7 上升沿触发

速度 PID 算法程序:

ek3=ek2;

ek1=speed\_expect-pulse\_count; //计算速度差

speed\_add=kp\*(ek1-ek2)+ki\*ek1+kd\*(ek1-2\*ek2+ek3); //PID 增量式

#### 五、结束语

本文介绍了几种传感器在智能车控制系统中的应用, 使用了 MC9S12XS128 单片机作为系统的控制核心, 通过电磁、光电或 CMOS 摄像头传感器检测路况信息采集和编码器测速, 实践测试表明设计的智能车自主循线功能较好。

#### 参考文献

- [1] 陈懂. 智能小车运动控制系统的研究与实现[D]. 南京: 东南大学仪器科学与工程系, 2005
- [2] 邵贝贝等. 学做智能车—挑战“飞思卡尔”杯[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2007.
- [3] 于彤. 传感器原理及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [4] 罗志增, 薛凌云. 等. 测试技术与传感器[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2008.

(下转 30 页)



Kalman Filtering[M]. USA: Iowa Sato University, 1983

[8] David M. Lin, James B.Y. Tsui. An Efficient Weak Signal Acquisition Algorithm for a Software GPS Receiver[J]. ION GPS 2001: 115~119

[9] IS-GPS-200E, Navistar GPS Space Segment / Navigation User Segment Interfaces[S]

[10] 赵军祥, 张其善, 李建辉. 高动态 GPS 信号模拟器关键技术分析及应用[J]. 卫星通信, 2009, 3(7): 77-81.

[11] 吴静, 常青, 吴今培等. 高动态 GPS 卫星信号模拟器卫星历数产生方法的研究[J]. 定位技术, 2004, 34(5), 42-60.

### Research on the structure and application status of GPS satellite simulators

GAO Yue-yun<sup>1</sup>, LI Yong-hong<sup>1</sup>, CHENG Xiao-hui<sup>2</sup>, FENG Qiao-ling<sup>3</sup>

(1.College of Information and Communication Engineering, North University of China, Taiyuan 030051,China; 2. Beijing Vocational College of Labor and Social Security, Beijing, 100029,China;3.Key Laboratory of Instrumentation Science & Dynamic Measurement, Ministry of Education, North University of China, Taiyuan 030051,China)

**Abstract:** As high-precision test equipments, powerful GPS

signal simulators are applied in many fields widely, such as aerospace, nuclear industry, communication and so on. A brief overview of the structures, developing status and application of GPS signal simulators and carries are given in this paper.

**Keywords:** GPS signal simulator; structure; status; application

### 作者简介

高曰云, 中北大学信息与通信工程学院, 硕士研究生, 主要研究方向: 测控技术、导航与制导

通信地址: 山西太原市尖草坪区学院路3号中北大学764信箱  
邮编: 030051

E-mail: liutingjushi@163.com

李永红, 中北大学信息与通信工程学院, 教授, 主要研究方向: 测控技术、惯性导航、末制导、调频通信、物联网  
程晓辉, 北京劳动保障职业学院, 讲师, 研究方向: 测控技术

冯巧玲, 中北大学仪器科学与动态测试教育部重点实验室, 在读研究生, 研究方向: 光电检测、测控技术。

读者服务卡编号 006□

(上接 26 页)

[5] 邵贝贝. 单片机嵌入式应用的在线开发方法[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.

[6] 付永领, 付剑等. 基于 CCD 传感器的智能车辆控制系统设计[J]. 仪表技术与传感器, 2010 (2): 82-85.

### Design of an intelligent vehicle system based on multi-sensor technologies

SU Feng, XU Qiang, YANG Guo-qing

(Yantai Nanshan University Shandong Yantai 265713, China)

**Abstract:** Several kinds of sensors in the control systems of intelligent vehicles are introduced mainly in this paper, including electromagnetic sensors, photoelectrical sensors, CMOS cameras and speed sensors. An intelligent vehicle which can follow the tracks independently is designed using MC9S12XS128 as system core. The focus is put on the signal detection modules, including the path and the feedback speed detection modules in which the electromagnetic sensors, photoelectrical sensors, CMOS cameras, speed sensors and so on

are adopted respectively and PID algorithm is used to realize the PWM control of the motors and the steering gears. Experimental results show that the detection performances are good in the intelligent vehicle system.

**Keywords:** electromagnetic; photoelectric; CMOS; MC9S12XS128; encoder

### 作者简介

苏凤, 烟台南山学院 计算机与电气自动化学院, 工学硕士, 讲师, 研究方向: 传感器与集成电路设计

通信地址: 烟台南山学院 计算机与电气自动化学院  
邮编: 265713 E-mail: sufeng1028@163.com

徐强, 烟台南山学院 计算机与电气自动化学院学生, 专业: 电气工程及其自动化

杨国庆, 烟台南山学院 计算机与电气自动化学院, 工学硕士, 助教, 研究方向: 无线通信、有源/无源定位技术

读者服务卡编号 005□