

基于模糊控制的电磁智能车设计

沈 勇

(菏泽学院机电系)

摘 要: 智能车控制是涵盖自动控制、模式识别、传感技术、计算机、机械与汽车等多个学科的复杂系统。为了实现对它很好的控制, 文章提出了基于模糊控制的电磁引导的智能车控制方案。实际结果表明智能车运行性能优良。

关键词: 智能车控制; 模糊控制; 电磁传感器

Electromagnetic Smart Car Design Based on Fuzzy Control

Shen Yong

(Department of Mechanical and Electronic, Heze University)

Abstract: The control of smart car is a sophisticated system covered by multiple subjects such as automatic control, pattern recognition, sensor technology, computer, machinery, automotive, and others. In order to achieve very good control of smart car, this paper puts forward a smart car control scheme based on fuzzy control and electromagnetic guiding. The practical result shows the smart car system has good running performance.

Key words: smart car control; fuzzy control; electromagnetic sensor

0 引言

智能车涵盖自动控制、模式识别、传感技术、电子、电气、计算机、机械与汽车等多个学科专业, 十分复杂。传统的控制理论对于复杂或难以精确描述的系统, 则显得无能为力了。模糊控制是利用模糊数学, 可以有效地利用专家知识, 适用于许多复杂系统。因此提出了基于模糊控制的电磁智能车设计。

1 系统总体方案及车模各项参数

1.1 系统总体方案

智能车系统由车前桥的电磁传感器单元、舵机单元、转向机构, 负责路径检测以及转向工作。后桥的光电编码器、电机、制动装置以及Freescale的MC9S12XS128主控单元构成, 负责电机速度控制, 主控单元负责赛道数据处理以及控制策略的实施。此外增加无线单元对智能车的实时数据进行监控, 以对模糊控制规则进行优化。智能车系统结构关系如图1所示:

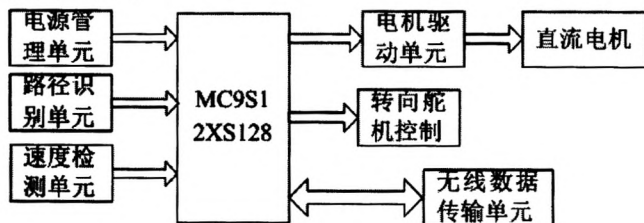


图1 智能车系统结构图

1.2 系统的硬件参数

智能车外形参数: 车长39cm, 车宽17cm, 车高13cm, 车重约1.0kg。

2 硬件电路设计

2.1 主控单元的设计

主控单元采用Freescale MC9S12XS128, 主频40MHz, FlashRom128kB, 具备SPI、SCI、IIC等常用接口。

2.2 光电编码器的选取与安装

旋转编码器, 线数越高, 测速精度就越高, 但是体积就越大, 最终选用了200线的编码器E6A2-CS3E。将编码器安装在后轮传动齿轮上既可以保证其运转的稳定性, 又降低了整车的重心, 其具体安装如图3所示。



图3 光电编码器的安装图

2.3 电机驱动单元

电机驱动单元由H桥电路组成, H桥具有工作电压范围大, 导通电阻小, 导通电流大的优点, 其结构如图4所示。

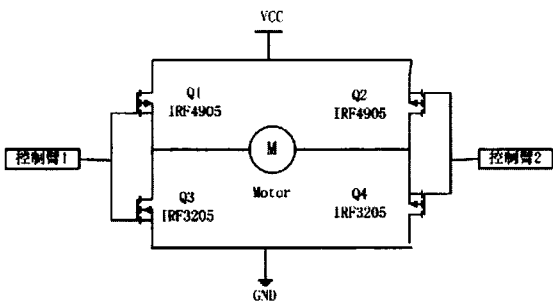


图4 电机H桥驱动单元

2.4 电磁传感器电路

电磁智能车的路径引导线为通有20kHz、100mA电流的漆包线（线径0.1~0.3mm）。如何将引导线产生的电磁波能量转换为电压信号供AD 采样成了智能车传感器中最为关键的部分，道路检测原理如图5所示。

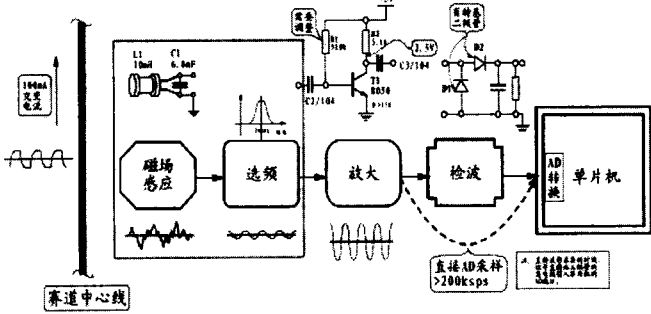


图5 道路检测原理图

智能车采用双排八电感的传感器排布方案，每排四个电感，分前后两排。

3 控制算法的设计

3.1 舵机控制算法

舵机作为车的方向控制结构，其控制算法直接影响到车的整体质量，如果舵机的控制算法不好，会导致舵机转角不平滑，过弯时多次转弯，使车速在弯道时大大地减小，因此，使舵机平滑及时地过渡是舵机控制算法的主要目的。

舵机的控制采用经典的PID控制，各环节的具体参数要经过反复的调整，以达到对各种赛道类型的适应性的平衡。

3.2 电机速度模糊控制算法

3.2.1 模糊控制

模糊控制是以专家的经验为基础实施的一种智能控制，不需要精确的数学模型。模糊控制器的设计主要考虑以下几项主要内容：1)确定模糊控制器的输入变量和输出变量(即控制量)。2)设计模糊控制器的控制规则。3)确立模糊化和解模糊的方法。4)选择模糊控制器的输入变量及输出变量的论域，并确定模糊控制器的参数(如量化因子、比例因子等)。

5)编制模糊控制算法的应用程序。

3.2.2 模糊控制器的设计

速度控制器的输入量为角度量和速度量，输出的为控制电机速度的PWM波占空比。

将智能车转角的大小分为9种情况。而对智能车的速度，根据跑道的情况，在转弯的最小速度值到直道上的最大速度值之间分为8种情况。它们的模糊化采用三角形隶属度函数，输出的隶属度函数采用单点值，如图6所示。

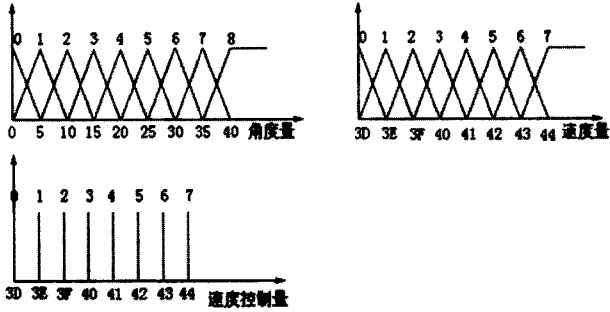


图6 速度控制隶属度函数图

根据车体的运动学规律，为了使车行驶的平均速度最大且不偏离车道，总结出模糊控制规律如下：

- (1)如果智能车在直道上，智能车以高速行驶，并且导线在智能车的正中，则以智能车的最高速度行驶。
- (2)如果智能车要进入弯道，则要减速，如果已经进入弯道，则要加速，以使得驶出弯道进入直道时加速更加迅速。
- (3)如果智能车以高速驶入弯道，则要刹车，以免冲出跑道。

基于上述经验，得出的模糊控制规则如表1所示。

表1 模糊控制规则表

| 速度控制量 | 角度量 | | | | | | | | |
|-------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 速度量 | 0 | 7 | 7 | 7 | 6 | 5 | 5 | 4 | 3 |
| | 1 | 7 | 7 | 6 | 5 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| | 2 | 7 | 6 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | 3 | 7 | 6 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | 4 | 7 | 6 | 6 | 4 | 4 | 2 | 2 | 0 |
| | 5 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| | 6 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| | 7 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |

3.3 系统控制总体流程图

智能车的控制软件采用单元化的程序结构，流程图如图7所示。

图7 系统总控流程图（参见下页）

4 调试

在调试阶段，利用Labview开发了智能车实时

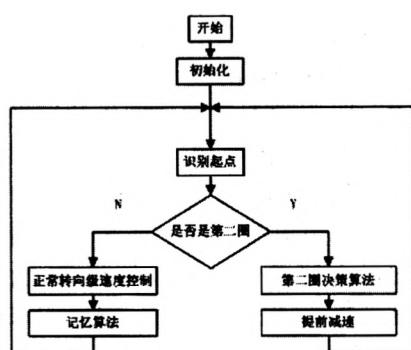


图7 系统总控流程图

监控系统，该系统主要完成将智能车行驶过程中的各种状态信息（如电磁传感器数值、车速、舵机转角、电池电量等）实时的以无线串行通信方式发送至上位机处理，方便及时调整各个参数。

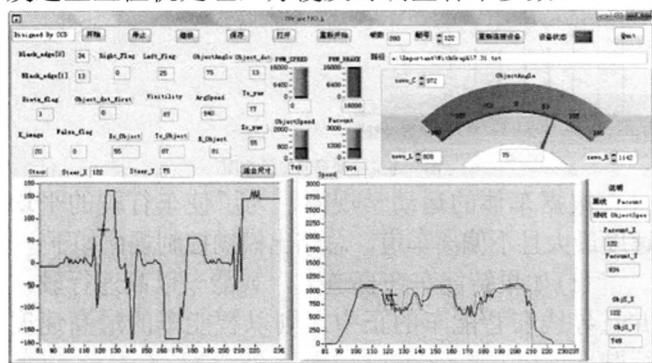


图8 无线接收及显示程序界面

5 总结

通过模糊算法的运用，实现了智能车的动态平衡，使智能车能够很好地完成赛道。

参考文献：

- [1] 李士勇. 模糊控制、神经控制和智能控制论[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1998.
- [2] 王永富, 柴天佑. 自适应模糊控制理论的研究综述[J]. 控制工程, 2006, 13(3): 193-198.
- [3] 李仕伯, 马旭, 卓晴. 基于磁场检测的寻线小车传感器布局研究[J]. 高等教育研究, 2003(1): 18-19.
- [4] 孙同景, 陈桂友. Freescale 9S12十六位单片机原理及嵌入式开发技术[M]. 1版. 北京: 机械工业出版社, 2008: 97-99.

作者简介：

沈勇，菏泽学院，硕士研究生
电话：15898683161
电子信箱：15898683161@163.com
联系地址：山东省菏泽市牡丹区大学路1号菏泽学院机电工程304室 沈勇（收）（274000）

（上接62页）

并完成了番茄采摘机器人MATLAB和ADAMS的联合仿真，用仿真结果去不断调节控制参数，实现了机械臂的运动规划和性能指标的优化。后续主要工作有：1）通过联合仿真完成特定路径的运动轨迹规划；2）通过联合仿真完成执行时间最小的运动轨迹规划；

参考文献：

- [1] Edan Y, Gaines E. Systems engineering of agricultural robot design [J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 1994, 24(8): 1259-1265.
- [2] Van Henten E J, Schenk E J, Van Willigenburg L G, et al. Collision-free inverse kinematics of the redundant seven-link manipulator used in a cucumber picking robot[J]. Biosystems Engineering, 2010, 106 (2): 112~124
- [3] 张洁, 李艳文. 果蔬采摘机器人的研究现状、问题及对策[J]. 机械设计, 2010, 27(6): 1-4.
- [4] 周舟, 王俊. 番茄采摘机器人机械臂结构设计与参数优化[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(22): 11520-11522.

作者简介：

周舟(1989—)，女，安徽合肥人，硕士研究生，控制理论与控制工程
王俊(1963—)，男，安徽合肥人，教授，博士，设施农业环境调控，
电子信箱：wangj@hfu.edu.cn

基金项目：

安徽高校省级自然科学研究重点项目
(KJ2010A292)