

# 智能小车速度控制策略的选择

徐 洁

(武汉大学 动力与机械学院自动化系 湖北 武汉 430072)

**[摘 要]**以全国大学生智能汽车竞赛用小车为应用平台,对其电机控制进行深入研究,在讨论增量式PID控制和bang-bang+PID控制的基础上,提出模糊给定-增量式PID控制策略,并就其优越性进行说明,这种算法在第四届“飞思卡尔”杯全国大学生智能汽车竞赛中得到应用和证实。

**[关键词]**智能小车 电机控制 二维模糊 嵌入式系统

**中图分类号:** TP3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-7597 (2009) 1210044-01

## 一、智能小车嵌入式系统简介

本文的研究对象为全国大学生智能汽车竞赛用小车,该嵌入式系统主要由freescale提供的mc9s12xs系列MCU作为CPU来控制小车的转向和电机速度,以达到使小车能够快速稳定的在不同的赛道上运行的目的。本文主要讨论摄像头组智能小车控制中的电机控制问题,即速度控制问题。

## 二、控制策略的选择及其比较

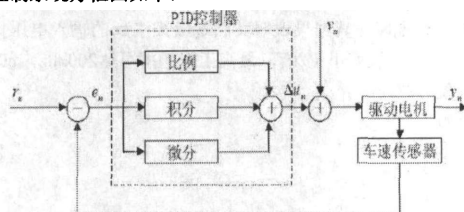
### (一) 增量式PID算法

容易发现位置式PID控制无法对电机这样一个对象进行很好的控制,增量式PID控制的规律为:

$$\Delta u_n = K_p(e_n - e_{n-1}) + K_i e_n + K_d(e_n - 2e_{n-1} + e_{n-2}) \quad (1)$$

式中:  $\Delta u_n$ —第n次输出增量;  $e_n$ —第n次偏差;  $e_{n-1}$ —第n-1次偏差;  $e_{n-2}$ —第n-2次偏差。

其控制系统方框图如下:



图一 增量式PID控制速度框图

### (二) bang-bang+PID控制算法

为了加快(一)中所述的控制算法的响应,我们对其加入bang-bang成分,使得在当前车速大于(小于)给定值的某一个比例时电机满转(停转),即当:

$$\frac{|r_n - v_n|}{r_n} > M \quad (2)$$

其中:  $r_n$  为当前速度给定值,  $v_n$  为当前速度反馈值,  $M$  我们一般取0.3-0.5。成立时,不再用PID控制规律,而是直接采用bang-bang的方式控制电机。这样一来小车的加减速会比(一)所述的控制方案迅速一些,但是,这种补偿作用是比较微弱的,其控制效果仍然不是很好。

### (三) 模糊给定-增量PID控制算法

为了使得小车在各种不同曲率和前瞻的赛道上能够达到理想的最高速,我们必须考虑在各种赛道类型的情况下如何给出一个合理的速度给定值,经过实验和理论研究,我们选用二维模糊推理的方法来给出给定值,这种方法相对于其他方法具有相当大的优越性。其基本模糊推理的基本结构如图二。

#### 1. 输入量的选择

对于图二中所示的输入1和输入2的选择,对本系统的控制效果有很大的影响,如果选择得当,会得到十分不错的控制效果。在图二中已经标明它们是在图像和舵角信息处理的基础上得出的,可以选用的量有:图像的有效长度、图像的变化率、舵机转向角、舵机转角的变化率等等。以下就

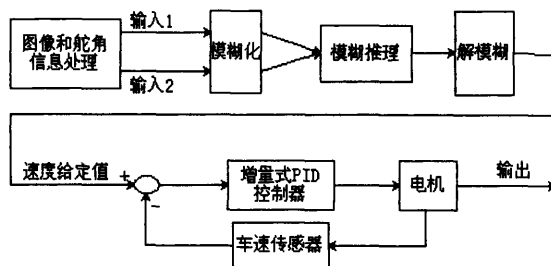
它们选择时应该考虑的因素分别说明如下:

- (1) 应该选择一项能够代表赛道类型的输入量;
- (2) 应该选择一项能够代表舵机当前转角的输入量;
- (3) 应该综合考虑综合各种信息对车速的影响。

综上所述,我们选择了图像的有效长度和舵机转向角作为两个输入量。

#### 2. 模糊给定的实现

由于本文中所用的平台的CPU的运算速度(主频40M)和内存(8K)的限制,输入量采用简单的梯形隶属度进行模糊化,模糊推理用max-min法,解模糊运用重心法。



图二 模糊给定-增量式PID控制算法框图

#### (四) 以上各种算法的比较

增量式PID控制在一定程度上能够满足对电机的控制要求,以上各种控制方法在控制效果上是依次提高的,每一种算法都是在对前一种算法的优缺点总结的基础上提出来的,都是前一种算法的改进。就前两种算法来说,其本质的不合理处在于对于不同形式的赛道类型,其速度给定不够智能,导致控制效果不佳,其实这并不是控制部分的问题,而是策略的问题,(三)中所述的控制策略最大的优点在于将速度的给定和环境结合起来了,具有智能化的特点,具有前两种策略所无法比拟的优越性。在实际的控制中使得小车在各种赛道类型上都能分配到一个较优的速度,进而使得小车整体的速度有了大幅的提升。

## 三、结论

本文最终提出了一种用于智能小车的嵌入式系统速度控制方案,实践证明,这种算法具有很强的实用性,使智能小车的速度控制具有更智能的特点,控制效果优于其他经典的控制策略。

## 参考文献:

- [1] 陶永华, 新型PID控制及其应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [2] 戴伦学、谭源庆、钟小帆, 第三届“飞思卡尔”杯全国大学生智能汽车邀请赛中南民族大学火箭队技术报告[R]. 2008.
- [3] 陈水利、李敬功、王向公, 模糊集理论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2005.