

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.11.017

基于模糊逻辑的防汽车追尾控制器

郭海如, 万兴, 程轩, 叶伟
(孝感学院 计算机学院, 湖北 孝感 432000)

摘要: 针对传统防汽车追尾控制方法的缺点, 提出一种让本车“缓慢”降速的设计思路。采用模糊逻辑理论对汽车追尾控制器进行设计, 根据输入输出模糊词集, 定义其隶属度函数, 采用面积重心法, 得到智能化防汽车追尾控制器的曲面图。该方法不但能够有效防止汽车追尾, 又能有效确保汽车及车上人员的安全。

关键词: 汽车追尾; 模糊控制; “缓慢”降速

中图分类号: TP273⁺.5 **文献标识码:** A

Controller of Automobile Anti-Collision Based on Fuzzy Logic

Guo Hairu, Wan Xing, Cheng Xuan, Ye Wei
(School of Computer, Xiaogan University, Xiaogan 432000, China)

Abstract: In order to overcome the disadvantages of traditional method for automobile anti-collision, the design idea was proposed to slow down the own automobile little by little. The fuzzy logic theory was adopted to design the controller for automobile anti-collision. The membership functions were defined according to the input and output fuzzy set. By means of gravity center of area, the surface chart of intelligent controller for automobile anti-collision was achieved. This method can effectively prevent the car crash, motor vehicles and personnel on board can also be protected.

Keywords: car crash; fuzzy control; slow down little by little

0 引言

针对防汽车追尾的智能化制动系统, 前几年研究的焦点主要都集中在防碰撞的硬件选择上和控制上^[1-3], 近几年对系统的基础数学模型理论研究有一定的进展^[4-6], 但这些研究都集中在计算本车与前车的安全距离, 即在不同的车速下, 精确计算出本车与前车的距离达到多少米就开始提醒减速或紧急刹车制动。这些研究基本上没有给出具体的刹车力度, 没有给出不同情况下如何对车速进行实时控制, 尤其在高速公路上若前车突然停车, 本车也跟着紧急刹车, 即使车子没有追尾, 车内人员也很容易受伤。另外, 车子即使距离较近, 但两车保持距离基本不变, 也没必要紧急制动。

故采用模糊逻辑理论对汽车追尾控制器进行设计, 首先, 简化控制模型, 只考虑两车保持的距离和两车的距离变化(当前检测距离—前一次检测的距离)。当两车保持的距离较近时, 则限制本车的速度, 两车距离达到极限 1 m, 则无条件停车。在宏观上, 两车保持车距在 5 m 范围内开始进行实时控制^[5], 两车保持的距离越小, 要求本车速度越小, 两车距离变化的值越大, 本车速度越小。遇到前车紧急刹车, 则两车距离变化的值在微观上有一个由小到大的过程, 在这个过程中使用单片机对本车的

速度进行实时控制, 让本车“缓慢”降速, 既能避免追尾又能保证司机的安全。

1 防汽车追尾控制模型

控制模型主要根据车距以及车距的变化(当前检测车距—前一次检测车距)来控制刹车力度, 从而进一步控制车速, 其简化模型如图 1。汽车的主要被控参量为车速控制, 而影响这一输出参量的主要因子是与前车距离的大小和距离的性质, 后者可用距离的变化率来描述。与前车的距离及其变化率可以作为控制系统的输入参量, 而刹车力度可作为控制量, 即系统的输出。实际上, 刹车过程中的这类输入和输出之间很难用精确的数学模型进行描述。系统运行过程中具有较大的不确定性, 控制过程在很大程度上依赖操作者的经验, 这样一来, 利用常规的方法进行控制难以凑效。笔者采用模糊方法进行控制决策, 智能型防汽车追尾控制器的控制部分框图如图 2。

根据图 1 的简化刹车控制模型图, 考虑到适当的控制性能需要和简化程序, 定义输入量“与前车的距离”的模糊词集为{很近、较近、近、一般}; 定义“距离变化”的模糊词集为{大、中、小、很小}; 定义“制动力度”的模糊词集为{较小、适中、较大、

收稿日期: 2010-06-10; 修回日期: 2010-08-09

基金项目: 智能型防汽车追尾及碰撞系统的研究(04AA101C81), 湖北省科技攻关项目, 孝感学院项目

作者简介: 郭海如(1978-), 男, 湖北人, 硕士, 讲师, 从事智能控制、计算机监控研究。

很大}。根据汽车刹车制动要求,当汽车与前车距离越近,本车车速要求越小,刹车力度应越大。两车距离变化越大,即两车速度差越大,刹车力度也应该越大。确定汽车刹车控制力度规则表如表 1。从表 1 可看出,当两车距离越近距离变化越大时,刹车力度越大,从而控制车速越小。

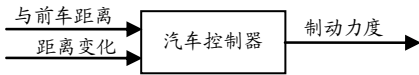


图 1 汽车刹车力度控制的简化模型图

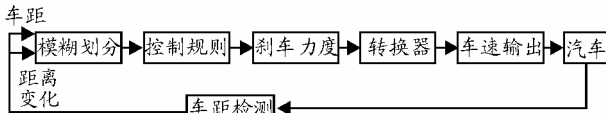


图 2 刹车力度控制器的控制部分框图

表 1 汽车刹车力度规则表

刹车力度控制		与前车距离				
		很近	较近	近	一般	
距离	大	很大	很大	很大	很大	很大
	中	很大	很大	很大	较大	较大
变化	小	很大	很大	较大	适中	适中
	很小	很大	较大	适中	较小	较小

2 基于模糊逻辑的防汽车追尾控制器设计

采用模糊逻辑理论^[7]对汽车追尾控制器进行设计,根据输入输出模糊词集,定义其隶属度函数(在 Matlab 环境下编程^[8])。

“与前车的距离”的模糊词集为{很近、较近、近、一般}。根据本文规定,当两车距离很近达到极限距离 1 m 时,无条件停车,具体实现时可以让单片机直接给出“停车”指令。所以与前车距离范围定义在 1~5 m,“与前车的距离”的隶属度函数分别为:

- 很近: $U_{a1} = \text{trapmf}(x, [0 \ 1 \ 2 \ 3]);$
- 较近: $U_{b2} = \text{trimf}(x, [2 \ 3 \ 4]);$
- 近: $U_{b3} = \text{trimf}(x, [3 \ 4 \ 5]);$
- 一般: $U_{b4} = \text{trimf}(x, [4 \ 5 \ 6]);$

“距离变化”的模糊词集为{大、中、小、很小},“距离变化”(或者两车速度之差)极限为 33.3 m/s,笔者在这里定义其范围为 0~35。其隶属度函数分别为:

- 很小: $U_{b1} = \text{trimf}(x, [0 \ 0 \ 10]);$
- 小: $U_{b2} = \text{trimf}(x, [0 \ 10 \ 20]);$
- 中: $U_{b3} = \text{trimf}(x, [10 \ 20 \ 35]);$
- 大: $U_{b4} = \text{trapmf}(x, [20 \ 30 \ 35 \ 45]);$

“制动力度”的模糊词集为{较小、适中、较大、很大},制动力度范围设为 0~100,“停车”直接由单片机给出指令,故在此处不考虑“停车”的隶属度函数。“制动力度”的隶属度函数分别为:

- 较小: $U_{c1} = \text{trimf}(x, [-30 \ 0 \ 30]);$
 - 适中: $U_{c2} = \text{trimf}(x, [0 \ 30 \ 60]);$
 - 较大: $U_{c3} = \text{trimf}(x, [30 \ 60 \ 90]);$
 - 很大: $U_{c4} = \text{trapmf}(x, [60 \ 90 \ 100 \ 130]);$
- 输入输出隶属度函数图如图 3。

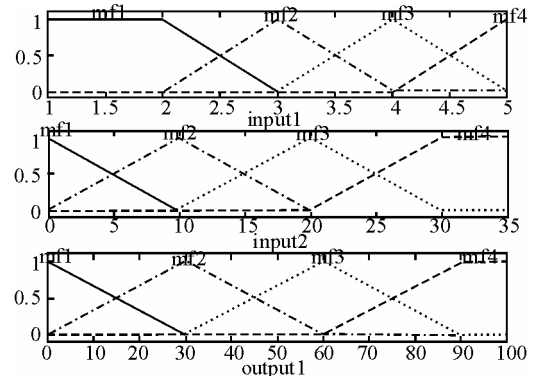


图 3 输入输出隶属度函数图

根据表 1,在 matlab 环境下建立模糊控制规则如下^[8]:

1. If (input1 is mf1) and (input2 is mf1) then (output1 is mf4) (1)
2. If (input1 is mf1) and (input2 is mf2) then (output1 is mf4) (1)
3. If (input1 is mf1) and (input2 is mf3) then (output1 is mf4) (1)
4. If (input1 is mf1) and (input2 is mf4) then (output1 is mf4) (1)
5. If (input1 is mf2) and (input2 is mf1) then (output1 is mf3) (1)
6. If (input1 is mf2) and (input2 is mf2) then (output1 is mf4) (1)
7. If (input1 is mf2) and (input2 is mf3) then (output1 is mf4) (1)
8. If (input1 is mf2) and (input2 is mf4) then (output1 is mf4) (1)
9. If (input1 is mf3) and (input2 is mf1) then (output1 is mf2) (1)
10. If (input1 is mf3) and (input2 is mf2) then (output1 is mf3) (1)
11. If (input1 is mf3) and (input2 is mf3) then (output1 is mf4) (1)
12. If (input1 is mf3) and (input2 is mf4) then (output1 is mf4) (1)
13. If (input1 is mf4) and (input2 is mf1) then (output1 is mf1) (1)
14. If (input1 is mf4) and (input2 is mf2) then (output1 is mf2) (1)
15. If (input1 is mf4) and (input2 is mf3) then (output1 is mf3) (1)

16. If (input1 is mf4) and (input2 is mf4) then (output1 is mf4) (1)

最后, 清晰化方法采用面积重心法, 得到智能化防汽车追尾控制器的曲面图, 如图 4。从图 4 中 input1 轴可以看出, 本车与前车在 5 m 范围内就开始制动, 随着与前车距离越来越近, 其制动力度越来越大, 直至停车。进而对本车车速进行限制, 并且距离越近, 本车速度越小。当前车突然停车时, 对于单片机来讲, 其距离差(相对速度)有一个由小变大的过程, 根据图 4 中 input2 轴可以看出, 随着距离差的增大, 控制力度也在增大, 此时两车距离也越来越近, 本车速度将会在单片机实时控制下逐步减小, 直至停车, 这样可以避免突然急刹车, 避免车内人员的人身伤害。

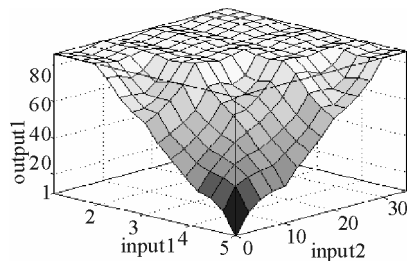


图 4 防汽车追尾控制器输出曲面图

具体在单片机中实现该程序时, 可以生成 100 行(本车在 4 cm 范围内调速) 100 列模糊控制表, 然后在单片机中直接编程进行查表控制。经过小车实地模拟测试, 该方法能取得很好的效果。

(上接第 47 页)

改进的 D-S 算法降低了干扰证据的影响, 具有抗干扰能力强和决策风险低的特点, 提高了证据组合结果的可信性。从结果中还可以看出, 随着对 A 命题支持的证据数目的增加, 目标 A 的 BPA 值稳定提高, 很好地反映了实际情况下的信息融合过程。

4 结束语

该改进方法能有效处理含有严重冲突证据的组合, 不仅解决了 D-S 证据理论组合结果中可能存在与直觉相悖的情况, 同时还保留了经典 D-S 证据理论的交换律和结合律。相对于以往几种改进方法而言, 该改进方法的识别速度更快, 能更有效地降低合成结果中的不确定性, 得到更合理的结果。

参考文献:

- [1] DEMPSTER A P. Upper and lower probabilities induced by a multi-valued mapping[J]. The Annals of Mathematical Statistics, 1967, 38(4): 325-339.
- [2] SHAFER G A. Mathematical theory of evidence[M].

3 结束语

相比传统方法, 该方法更符合实际的刹车情况。当遇到紧急情况时, 该方法能够尽量让汽车“缓慢”停车, 能够尽量保护车内人员的安全。该方法的难点在于隶属度函数的选择。从图 4 中可以看出, 该曲面图整体上满足控制要求, 但局部曲面并不光滑。下一步, 将在生成的模糊控制表中对少数数据进行修改, 使其满足控制规律。

参考文献:

- [1] 李晓霞, 李百川, 侯德藻. 汽车追尾碰撞预警系统开发研究[J]. 中国公路学报, 2001, 14(3): 93-95.
- [2] 徐杰, 杜文, 孙宏. 跟随车安全距离分析[J]. 交通运输工程学报, 2002, 2(2): 101-104.
- [3] 李晓霞, 李百川, 侯德藻. 车辆追尾碰撞避免技术[J]. 西安公路交通大学学报: 自然科学版, 2001, 21(2): 94-97.
- [4] 连晋毅, 华小洋. 汽车防追尾碰撞数学模型研究[J]. 中国公路学报, 2005, 18(3): 123-126.
- [5] 孔金生, 郭非, 王希萍. 基于安全距离模型的汽车防追尾避撞方法[J]. 微计算机信息, 2008, 24: 251-252.
- [6] 刘刚, 侯德藻, 李克强, 等. 汽车主动避撞系统安全报警算法[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2004, 44(5): 697-700.
- [7] 蔡自兴. 智能控制原理与应用[M]. 清华大学出版社, 2007, 11: 103-123.
- [8] Fecit. the theory of neural network and matlab7 application [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2005, 12.
- [9] 梅丽凤. 单片机原理及接口技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [10] Princeton N J: Princeton University Press, 1976: 19-63.
- [3] Zadeh L A. Review of Shafer's a mathematical theory of evidence[J]. Artificial Intelligent Magazine, 1984, 5(3): 81-83.
- [4] Lefevre E, Colot O, V annoerenberghe P. Belief functions combination and conflict anagement[J]. Information Fusion, 2002, 3(3): 149-162.
- [5] YAGER R R. On the Dempster-Shafer framework and new combination rules[J]. Information Sciences, 1987, 41(2): 93-137.
- [6] 孙全, 叶秀清, 顾伟康. 一种新的基于证据理论的合成公式[J]. 电子学报, 2000, 28(8): 117-119.
- [7] MURPHY CK. Combining belief functions when evidence conflicts[J]. Decision Support Systems, 2000, 3(4): 1-9.
- [8] 许丽佳. D-S 理论在信息融合中的改进[J]. 系统工程与电子技术, 2004, 26(6): 717-720.
- [9] GUAN Xin, YI Xiao, HE You. An improved Dempster-Shafer algorithm for resolving the onflicting evidences[J]. Int J Info Tech, 2005, 11(12): 68-75.
- [10] 何兵, 胡红丽. 一种修正的 D-S 证据融合策略[J]. 航空学报, 2003, 24(6): 559-562.
- [11] 何兵, 毛士艺, 张有为, 等. 基于证据分类的 D-S 证据合成及判决方法[J]. 电子与信息学报, 2002, 24(7): 894-899.