

模糊控制在智能交通灯监控系统中的应用

张海英,余臻,陈燕萍

(厦门大学自动化系,福建 厦门 361005)

摘要:为了解决拥挤的城市交通问题,针对交通灯监控系统中可变的交通状况,提出一种基于模糊算法的监控系统。应用模糊算法,通过模糊控制实现交通灯的控制,使道路通畅。对监控系统进行分析,合理选择模糊控制器的结构,根据动态的车流量,通过模糊算法分配当前车道的通行时间,并全面考虑同时通行的各种车道组合。该监控系统提高了车辆通行效率,使道路更为通畅。与传统的固定配时系统相比,它更适于当前纷繁复杂的交通状况。

关键词:交通灯;模糊控制;车流量

中图分类号:TP277;O159

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2008)03-0181-03

Application of Fuzzy Control in Intelligent Traffic Lights Monitoring System

ZHANG Hai-ying, YU Zhen, CHEN Yan-ping

(Automation Department, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: In order to solve the crowded transportation problem of cities, in view of the variable traffic condition in the traffic lights monitoring system, proposed to use the fuzzy algorithm and the fuzzy control to realize the control of the traffic lights. Making the analysis to the monitoring system, selected the fuzzy controller structure in reason. It assigned the pass time of each traffic lane through the fuzzy algorithm according to the dynamic volume of vehicle. In the paper it has considered all kinds of traffic lanes combination pass through in the same time. The monitoring system enhanced the efficiency of vehicles traffic, caused the path to be more unobstructed. Compared with the traditional fixed timing systems, it is more suitable to the complexity of current traffic conditions.

Key words: traffic lights; fuzzy control; volume of vehicle

0 引言

交通灯已经是城市道路不可缺少的公用设施,随着公路的发展,交通的繁忙,交通灯控制作为保障道路顺畅的措施之一也会更加重要。每个路口在不同时段的车辆、人员流通情况是不一样的,如果用统一不变的通行流程必将不能满足多变的交通状况。如何根据不同的交通情况有效地设定通行时间,解决交通拥挤的问题已成为一个议题。在文中采用了模糊控制算法来解决这个问题。

1 总体方案

交通灯监控系统是一个分布式、集散型、网络化的监控系统,包括监控中心和若干个智能监测终端,能对独立分布的交通灯进行集中监控和维护管理。每个路

口看成一个监控终端,都设有一个采集器和一个GPRS模块,而每个方向上都装有一个控制器。控制器用来直接控制交通灯的状态、时间显示屏以及获得各车道车辆信息;采集器用来获取下属的每个控制器的数据以及发送控制命令。采集器将采集到的数据通过GPRS网络发送到监控中心^[1],在监控中心对数据进行分析,进而实现对路况的监控。在此采用模糊控制算法对车辆数据进行分析,实现对红绿灯的控制。

2 模糊控制算法设计

模糊控制是将人们的长期经验作为控制策略,并将它转化成机器可识别的自然语言,进而实现自动控制^[2]。在文中,将人对交通指挥策略语言转化为机器语言所描述的控制算法,使得该算法能够模拟人的思维对各个车道的的时间分配问题进行很好地分析,从而实现红绿灯时间的可变控制。对一个十字路口来说一个周期分为四个相位,如图1所示(①:东至西,西至东,西至南,东至北;②:西至北,东至南;③:南至北,北

收稿日期:2007-06-17

作者简介:张海英(1983-),女,江西上饶人,硕士研究生,研究方向为电力监控;余臻,副教授,硕士生导师,主要从事工业控制方向的研究。

至南,南至东,北至西;④:北至东,南至西)。

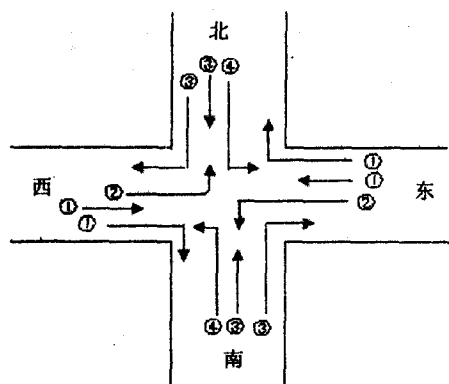


图 1 十字路口

2.1 输入和输出变量定义

模糊控制的语言变量是对于输入变量和输出变量而言的,它们是自然语言形式,而不是数值形式给出的变量^[3],选择当前相位等待车辆平均数和下一相位车辆等待平均数为输入变量,当前相位绿灯延时时间为输出语言变量,这样,就选择了一个双输入单输出的二维模糊控制器,如图 2 所示。

图中, X1:当前相位总车辆数 / 车道数(取整);

X2:下一相位总车辆数 / 车道数(取整);

Y:当前相位绿灯显示时间。

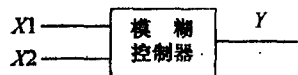


图 2 双输入单输出模型

2.2 变量设置

(1) 输入量: X1 和 X2。

等待的车辆平均数目的基本论域确定为 $[0, Q_{max}]$, Q_{max} 是能接受的最大等待车辆平均数目,根据实际情况和路况来定,这里选择 40。论域是语言变量的量化档数,将等待车辆平均数的论域确定为 $\{-5, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5\}$, 输入语言量的基本论域与离散域转换对照表如表 1 所示。

表 1 输入车辆平均数目的基本论域与离散域转换对照表

X1 或 X2	0 ~ 3	4 ~ 7	8 ~ 10	12 ~ 14	16 ~ 18	19 ~ 24
	-5	-4	-3	-2	-1	0
X1 或 X2	25 ~ 27	28 ~ 30	31 ~ 33	34 ~ 36	37 ~ 40	
	1	2	3	4	5	

(2) 输出量: Y, 当前相位绿灯延时时间。

将绿灯延时时间的基本论域确定为 $[G_{min}, G_{max}]$, G_{min} 是可以接受的最小绿灯延时时间, G_{max} 是可以接受的最大绿灯延时时间, 在这里设定 $G_{min} = 0s$, $G_{max} = 60s$ 。将绿灯延时时间的论域确定为 $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12\}$ 。因为输出量延时时间是连续的, 所以有比例因子 $K = 60/12 = 5$, 通过比例因子进行反

模糊化, 从而得到精确的延时时间:

$$\text{延时时间} = K \times \text{模糊集数据}$$

2.3 隶属函数

在文中 X 和 Y 的语言变量都选取 7 个语言值^[4], “很少”——“NB”, “较少”——“NM”, “少”——“NS”, “正常”——“ZE”, “多”——“PS”, “较多”——“PM”, “很多”——“PB”。

根据隶属函数, 可以建立相应语言变量的赋值表。隶属函数的确定一般是根据经验或统计进行确定, 也可以由专家、权威给出。表 2、表 3 给出输入和输出量各自语言变量的赋值表。

表 2 输入量 X 的语言变量赋值表

等级	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
隶属度											
语言值											
NB	1	0.8	0.4	0.1							
NM	0.2	0.7	1	0.7							
NS		0.2	0.7	1	0.5						
ZE				0.5	1	0.5					
PS						0.5	1	0.7	0.2		
PM							0.7	1	0.7	0.2	
PB								0.1	0.4	0.8	1

表 3 输出量 Y 的语言变量赋值表

等级	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
隶属度													
语言值													
NB	1	0.8	0.4	0.1									
NM	0.2	0.7	1	0.7	0.2								
NS		0.2	0.7	1	0.7	0.2							
ZE					0.5	1	0.5						
PS							0.2	0.7	1	0.7	0.2		
PM								0.2	0.7	1	0.7	0.2	
PB									0.1	0.4	0.8	1	

2.4 模糊推理

由于模糊规则条数越多, 推理速度就越慢, 所以只考虑各相位平均车辆数, 这并不会影响实际控制效果。因为采用二维模糊控制器, 所以使用如下控制规则^[5]:

IF A AND B THEN C

可知一共有 49 条控制规则。由此得到模糊控制规则表, 如表 4。每条控制规则都对应一种算法, 得到模糊关系 R_i , 所有的并起来得到总的模糊关系 $R^{[3]}$, 则:

$$C = (A \times B) \circ R$$

表 4 控制规则表

下一相位 (X2)	当前相位 (X1)						
	NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB
NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB	PB
NM	NM	NS	ZE	PS	PM	PB	PB
NS	NB	NM	ZE	ZE	PM	PM	PB
ZE	NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PM
PS	NB	NM	NS	ZE	PS	PS	PM
PM	NB	NB	NM	NS	ZE	PS	PS
PB	NB	NB	NM	NS	ZE	PS	PS

2.5 模糊决策

常用的判决方法有三种:最大隶属度法,中位数法,加权平均数法^[2]。在此选用加权平均数法。要选择适当的权系数,一般的时候取隶属度作为权系数。所以它的公式为:

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n K_i Y_i}{\sum_{i=1}^n K_i}$$

其中, K_i 为权系数,在这为隶属度, Y_i 为论域中的元素。由此就可以得到输出量,进一步经过反模糊化,得到精确的输出量。

2.6 总结

为了方便,通过以上各步骤,先离线建立查询表,将其存放在计算机中,即模糊化、模糊推理、清晰化等过程通过编程先实现,进而建立控制查询表^[6],在实时时直接通过查询表就可得到相应输出量。这样在实时控制过程中,模糊控制过程便转化为计算量不大的对查询表进行查询的过程,因此,以查找查询表形式实现的模糊控制具有良好的实时性,满足现场控制的要求。

为了使道路交通更为顺畅,应当采用黄闪,并且灯的循环周期不能过长,以免司机出现等待疲劳的情况。数据的采集一般在黄闪时进行,在黄闪结束前下放延时命令。

3 模拟实验

交叉路口车速应当减慢,绿灯期间车辆过道口的速度约为 10~15km/h,道口取为 15m。设当前情况如表 5 所示。

表 5 当前情况

相位	平均车辆数	平均车流量
①	24 辆	960 辆/小时
②	8 辆	480 辆/小时
③	8 辆	960 辆/小时
④	0 辆	480 辆/小时

采用固定配时:周期为 2 分钟,每个相位配时 30 秒,则绿灯期间每个车道最多能过 25 辆车。一个周期结束时,各相位平均车辆数如表 6 所示。

采用模糊控制:周期为 2 分钟,查表得:①相位绿灯时间为 42s;②相位绿灯时间为 18s;③相位绿灯时间为 42s;④相位绿灯时间为 18s。一周期结束后,各相位平均车辆数如表 6 所示。

由表 6 可知:采用固定配时车流量大的车道容易发生堵车现象,而车流量小的车道所分配的时间又没有得到充分的利用,降低了交叉路口的通行效率。采用模糊控制,动态配时,各相位在一个周期之后与原始状态相差较小,减小了车流量大的车道的车辆数,避免堵车倾向;对车流量较小的车道来说,充分利用所分配的时间,总的来说时间的利用率得到提高,从而加大了交叉路口的通行效率。

表 6 一周期后各相位情况相位

相位	固定配时	模糊控制
①	31 辆	21 辆
②	8 辆	9 辆
③	15 辆	4 辆
④	0 辆	1 辆

4 结束语

模糊控制在交通灯控制系统中的使用解决了如何根据交通状况调整交通灯的状态问题,从而实现交通的可变控制,保持道路的通行效率,它比固定配时更能有效地控制交通。在文中采用车道的平均车辆数,考虑综合情况,基本上能解决各车道的通行问题,但忽略了车道单独的状况,有可能会出现某车道的拥堵现象。

参考文献:

- [1] 文科,林小峰,宋春宁,等.基于 GPRS 技术的城市灯光智能监控终端[J].现代电子技术,2006(13):83-88.
- [2] 李安贵,张志宏,孟艳,等.模糊数学及其应用[M].北京:冶金工业出版社,2005.
- [3] 黄崇福,王家鼎.模糊信息分析与应用[M].北京:北京师范大学出版社,1992.
- [4] 李庆山,戴曙光,穆平安.模糊控制算法在传动轴寿命实验中的应用[J].仪器仪表学报,2006(6):833-835.
- [5] 冯冬青,谢宋和.模糊智能控制[M].北京:化学工业出版社,2000.

(上接第 180 页)

- [R]. 北京:中国人民银行,2006.
- [2] 张越今.主动式网络安全防御体系模型设计[J].网络安全技术与应用,2003(1):77-79
 - [3] 崔光耀.关注信息安全战略研究[J].信息安全与通信保密,2006(11):36-38.
 - [4] 蒋春芳.网络信息系统安全保障框架研究[J].网络安全

技术与应用,2003(5):69-72.

- [5] Ge Jian, Kazunori H. Research on evaluation of local cities considering regional characteristic, and personal residential preference[J]. Journal of Environmental Sciences, 2004, 16(1):138-144.