

The Application of PLC in Fuzzy Intelligent Transportation Control System

Binfeng YANG¹, Xiaokan WANG², Quanwei SU²

¹Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, China

²Henan Mechanical and Electrical Vocational School, Zhengzhou, China

E-mail: ybf@hist.edu.cn, wxkbbg@163.com

Abstract: In the present there is vehicles growing rapidly and traffic congestion at most city, so we designed the application of PLC in fuzzy intelligent transportation control system. Used electromagnetic induction to detect vehicles in this system, the high speed counter carries on with PLC counted the vehicles, and utilized the intelligent control principle. So PLC will be able to automatically adjust the length of time for traffic lights based on the flow according to fuzzy control, the system enhances the efficiency of traffic control, alleviates traffic congestion, and achieves optimal control. After experimenting the method at some cross-traffic intersection of the city, all the results show that the method can largely solve the traffic problems of city vehicles which are a new type of intelligent design method, with the value of popularization and application.

Keywords: fuzzy intelligent control; vehicle flow; PLC; the time of green traffic light

PLC 在模糊智能交通控制系统中的应用

杨宾峰¹, 王晓侃², 苏全卫²

¹河南科技学院, 郑州, 中国, 453003

²河南机电学校, 郑州, 中国, 450002

E-mail: ybf@hist.edu.cn, wxkbbg@163.com

摘要: 针对目前城市车辆剧增和交通拥挤的现象, 设计一种基于 PLC 控制的模糊交通控制系统。该系统选用电感式传感器来探测车辆的通过, 用 PLC 内高速计数器对车辆数量进行计数, 运用一定的模糊智能控制原则, PLC 就能依据车流量的情况自动调节红绿灯的时间长度作模糊智能控制的方法, 从而提高交通控制效率、缓解交通拥挤, 达到最优控制。经过在某城市十字交叉路口实验表明, 该方法可以很大程度上解决城市车辆交通问题, 是一种新型的智能化设计方法, 具有推广应用价值。

关键词: 模糊智能控制; 车流量; PLC; 绿灯时长

1 引言

随着经济的发展, 交通问题成为我国社会发展的一个大问题, 交通是否便捷是衡量一个城市生活水平与投资环境的重要指标。目前, 我国许多大城市都在考虑建设地铁或轻轨以缓解交通压力。但是, 建设地铁或轻轨都需要大量的资金与时间, 这对大多数中小城市都不现实。所以, 改善与提高现有的交通系统的效率已成为当务之急, 而提高交通控制系统的效率更是重中之重^[1-3]。

基金项目: 国家科技部中小企业创新基金 (09C26214101775)

传统的十字路口交通控制灯, 通常的做法是: 事先经过车辆流量的调查, 运用统计的方法将两个方向红绿灯的延时预先设置好。然而, 实际上车辆流量的变化往往是不确定的, 有的路口在不同的时段甚至可能产生很大的差异。即使是经过长期运行、较适用的方案, 仍然会发生这样的现象: 绿灯方向几乎没有什么车辆, 而红灯方向却排着长队等候通过。这种流量变化的偶然性是无法建立准确模型的, 统计的方法已不能适应迅猛发展的交通现状, 更为现实的需要是能有一种能够根据流量变化情况自适应控制的交通灯。而模糊智能控制恰恰具有这方

面的优势,本文所论及的系统就是应用 PLC 对十字路口交通控制实现模糊智能控制。

2 模糊智能控制原理

交通系统是一个具有随机性、模糊性和不确定性的复杂系统。为此,可采用模糊智能控制的方法进行交通灯的控制^[4-6]:首先,采用电感式传感器探测车辆的流量以得到车辆脉冲,然后把这一脉冲输入到 PLC;考虑到车辆脉冲的频率,采用 PLC 内高速计数器脉冲的上升沿对车辆进行计数,并按一定的模糊智能控制原则自动调节红绿灯的时间长度。电感式车辆探测传感器及交通灯布置示意图见图 1。本系统采用电感式传感器是专门用于车辆检测的磁感应探测器,可直接得到标准输出的脉冲信号。该电感式传感器的高频电流频率为 60kHz,尺寸为 2×3m,电感约为 100uH,这种传感器脉冲可检测的电感变化率在 0.3%输出以上。主要用于车道的车辆检测,其脉冲输出信号可直接输入 PLC。该系统属单机控制系统,即一台 PLC 控制一个十字路口交通灯,主要由车辆探测器、PLC、交通灯等三部分组成。同时,考虑到 PLC 的投资与系统的适应性等问题,本系统采用小型 PLC 为主控制器,如西门子小型 PLC 系列的 S7-200,其性价比较好。图 1 中,车辆探测器 1 的信号输入 PLC 内高速计数器,用于探测车辆通过信号,其距十字路口的安装距离可依据本系统最大计数车辆确定,一般可取 100—200m。高速计数器计数频率可达 10kHz,可满足探测车辆要求。由于 PLC 内高速计数器只有四个可同时工作,考虑到车辆出口速度一般较慢,车辆探测器 2 的车辆通过信号可由 PLC 内部计数器计数,一般每个方向可设三个,分别为左转、前行、右转。另外,采用继电器

输出的 PLC 可直接驱动交通灯。由上可见,本系统结构简单,可靠性高,且成本不高,特别适合于交通繁忙,无立交的十字路口。当然,本系统也可采用通信联网,适合于多条道路上多个十字路口的模糊智能控制。

3 PLC 的模糊智能控制原则

PLC 的模糊智能控制原则是本控制系统的核心^[5-7],是系统如何依据车辆脉冲的计数结果自动输出以调节红绿灯的时间长度的控制逻辑。由于十字路口的交通灯,南北方向的车辆都是同时停止,同时流通的,东西方向也是这样,所以只要取南、北方向车辆的最大值和东、西方向的最大值进行比较,而不是对南、北方向车辆总和与东、西方向的车辆总和进行比较。另外,由于十字路口的交通灯控制是实时的,考虑到小型 PLC 的长处是控制而非复杂的逻辑运算,为了简化逻辑运算,提高 PLC 的控制输出速度,本系统采用“分档”的绿灯时长模糊智能控制原则,即:把东西方向或南北方向的车辆按数量规模进行分档,相应给定的东西方向与南北方向的绿灯时长也按一定的规律分档。这样就可以实现按车流量规模给定绿灯时长,达到最大限度的有车放行,减少十字路口的车辆滞流,缓解交通拥挤、实现最优控制,从而提高了交通控制系统的效率。同时采用如下规则:若按小、中、大三档考虑,假定现在要控制东西方向的绿灯时长,则若东西方向的车流规模小,而南北方向的车流规模同样小,则采取中长度的时间,否则取小长度的时间;若东西方向的车流规模为中,则不管南北方向的车流规模如何都取中长度的时间;若东西方向的车流规模为大,而南北方向的车流规模同样为大,则采取中长度的时间(这是为了加快交通的流动频率,提高系统效率),否则采取大长度的时间。东西方向与南北方向绿灯时长的逻辑运算见表 1-4。

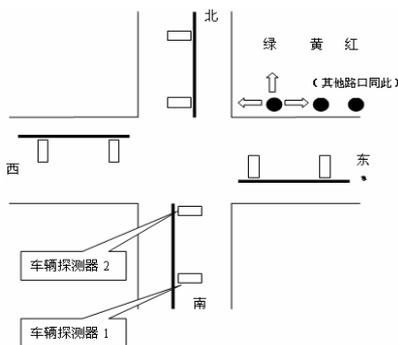


Figure 1. Sensor and Traffic Lights of Crossroads Layout Diagram
图 1. 十字路口传感器及交通灯布置示意图

Table 1. Fuzzy Rules of Traffic Flow in East and West Lane
表 1. 东西车道车流规模模糊规则

东车道车流规模			
西车道车流规模	小 (M00)	中 (M01)	大 (M02)
小 (M03)	小 (M12)	中 (M13)	大 (M14)
中 (M04)	中 (M13)	中 (M13)	大 (M14)
大 (M05)	大 (M14)	大 (M14)	大 (M14)

表 1 中：M00、M01、M02、分别表示东车道车流规模；M03、M04、M05 分别表示西车道车流规模；M12、M13、M14 分别表示东西车道车流规模。其中：
 小 (M12) : $M00 * M03$
 中 (M13) : $M00 * M04 + M01 * M03 + M01 * M04$
 大 (M14) : $M02 + M05$
 (下各表都是如此计算)

表 2 中：M06、M07、M08 分别表示南车道车流规模；M09、M10、M11 分别表示北车道车流规模；M15、M16、M17 分别表示南北车道车流规模。

Table 2. Fuzzy Rules of Traffic Flow in South and North Lane
 表2. 南北车道车流规模模糊规则

南车道车流规模			
北车道车流规模	小 (M06)	中 (M07)	大 (M08)
小 (M09)	小 (M15)	中 (M16)	大 (M17)
中 (M10)	中 (M16)	中 (M16)	大 (M17)
大 (M11)	大 (M17)	大 (M17)	大 (M17)

Table 3. Fuzzy Rules of the green traffic light time in East and West Lane
 表3. 东西方向绿灯时间长度模糊规则

东西车道车流规模			
南北车道车流规模	小 (M12)	中 (M13)	大 (M14)
小 (M15)	中 (M19)	中 (M19)	大 (M20)
中 (M16)	小 (M18)	中 (M19)	大 (M20)
大 (M17)	小 (M18)	中 (M19)	中 (M19)

表 3 中：M12、M13、M14 分别表示东西车道车流规模；M15、M16、M17 分别表示南北车道车流规模；M18、M19、M20 分别表示东西方向绿灯时间长度。

Table 4. Fuzzy Rules of the green traffic light time in South and North Lane
 表4. 南北方向绿灯时间长度模糊规则

东西车道车流规模			
南北车道车流规模	小 (M12)	中 (M13)	大 (M14)
小 (M15)	中 (M22)	中 (M22)	大 (M23)
中 (M16)	小 (M21)	中 (M22)	大 (M23)
大 (M17)	小 (M21)	中 (M22)	中 (M22)

表 4 中：M12、M13、M14 分别表示东西车道车流规模；M15、M16、M17 分别表示南北车道车流规模；M21、M22、M23 分别表示东西方向绿灯时间长度。其中模糊方法的输入和输出隶属度函数如图 2 和图 3 所示。

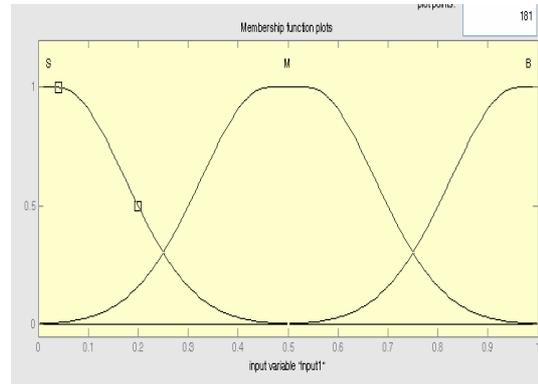


Figure 2. Input Membership Function
 图 2. 输入隶属度函数

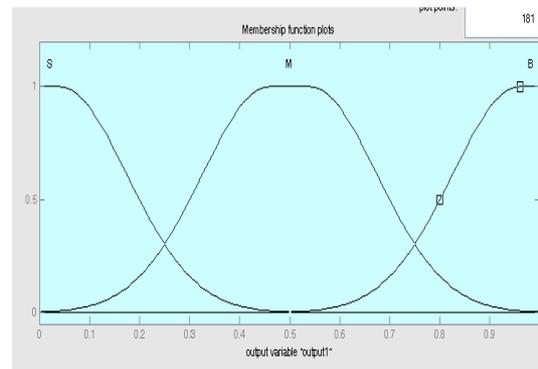


Figure 3. Output Membership Function
 图 3. 输出隶属度函数

以上车辆的计数和车流量的比较及绿灯时间长度控制全部由 PLC 完成。在一个红绿灯周期中，每当东西或南北绿灯亮之前，PLC 都以高速计数器、内部计数器中采集的数据，即某一路中高速计数器的计数值减去内部计数器中的计数值，作为该道路的车辆滞流量（其他通道同理），然后判定该道路的车流规模，进而判定东西、南北的车流规模，最后根据以上阐述的模糊智能控制原则，调整绿灯时长。绿灯时长输出后，内部计数器立即清零并继续计数，高速计数器在原有的车辆滞流量基础上继续计数，为下一个红绿灯周期做准备。当然，以上的车流规模与绿灯时间长度都可以方便地依据道路与季节变化情况而改变。

PLC 程序设计是本系统的重要内容，设计中我们可以采用顺序功能图与梯形图相结合的方法设计程序。限于篇幅，PLC 程序功能图略。该 PLC 程序在调

试中验证了本文上述的 PLC 的模糊智能控制原则的正确性。

4 结论

本文设计的基于 PLC 的模糊智能交通控制系统,它能够依据道路与季节变化情况自动调节红绿灯的时间长度,减少十字路口的车辆滞流,缓解交通拥挤、实现交通控制系统的最优控制。并且用 PLC 作为控制器的核心,系统编程简单灵活,操作方便,还可以方便地对传统的定时交通控制系统进行改造升级,并可通过组网与 110 或 GPS 系统进行通信。经过了试运行并与传统的定时控制比较,结果表明:该系统可靠性高,适应性强,在交通量变化较大的情况下其控制效果优于传统控制。

References (参考文献)

- [1] Feng Dongqing, Xie, Song. Fuzzy Intelligent Control [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1995.
- [2] GAO Qin. Examples of Programmable logic controller application technology and design [M]. Beijing: People's Posts & Telecom Press, 2004.
- [3] XI Xiaohui. Intelligent Fuzzy Traffic System. Microelectronics and computer science [J], 2004 (9): 102-106.
Wang Zhikai. With PLC control, two kinds of fuzzy programming.
- [4] Method. Industrial control computers [J], 2001 (2):62-63.
- [5] Wang Xiao-kan Sun Zhong-liang Wanglei Feng Dong-qing. Design and Research Based on Fuzzy PID-parameters Self-tuning Controller with MATLAB [C]. 2008 International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE 2008), Phuket Thailand: IEEE CPS, 996-999.
- [6] Xiao-kan Wang, Lei Wang, Zhong-liang Sun, Dong-qing Feng. Short-Term Load Forecasting Based on RBF Adaptive Neural Fuzzy Inference. 14th National Youth Communication Conference of China.
- [7] Xiao-kan Wang, Zhong-liang Sun, Lei Wang, Shou-ping Huang. Simulation and Optimization of Parameters on DC Motor Double Closed-Loop Control System Based on Simulink. 2009 International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC09) Hangzhou: IEEE CPS, 153-156.