Remote Sensing Science
Volume 6, 2018, PP. 18-23

Design of Intelligent Traffic Light

Wang Ding

Faculty of Mechanical Engineering, Huaiyin Institute of Technology, Huaian Jiangsu 223003

Abstract

The text is going to present us a new type of intelligent traffic signal system，which will take the fuzzy control as the core, used to detect traffic flow in real time to change the extension time of the signal. The system takes PLC as the core of the total entire control system, simple and flexible system programming with high reliability. According to our theoretical expectations and certain experimental data available, the controller designed by this system can make an estimate of the real-time traffic flow at the intersection and get the time of the signal lamp, reduce the vehicle congestion time and provide a new solution to solve the current congestion problem.

Keywords: PLC; Fuzzy Control

智能交通信号灯的设计

王 鼎

淮阴工学院机械与材料工程学院，江苏 淮安 223003

摘　要：本文将提出一种新的智能交通信号灯系统，该系统会以模糊控制为核心，用来实时的检测车流量以更改信号灯的延长时间。该系统以 PLC 为整个控制器的核心,系统编程简单、灵活,具有较高的可靠性。就目前我们的理论预期和一定的实验数据来看，本系统设计的控制器能智能、快速的对路口的实时车流量做出估计并得出信号灯所延长的时间，减少车辆拥堵时间，为解决现在的交通拥堵问题提供新方法。

关键词：PLC；模糊控制

引言

21 世纪以来，伴随着我国全方面的发展，城市乃至乡镇的汽车数量都大幅度增加，因此交通问题的解决变得迫在眉睫。

目前比较常见的十字路口信号灯是：提前统计车辆流量，然后用统计的方式将哥哥路口的信号灯的延迟时间大致分配好，然后再设置信号灯的具体的倒计时间。但是，事实上各个路口的车流量往往不是像统计的平均数据那样那么确定的，很多路口在不同的时段的车流量经常会有着相当巨大的差异。哪怕用的是几十天统计下来的较为准确数据或者是长时间使用后的比较适用的数据，却仍然会发生一些这样的现象：绿灯方向的车辆寥寥无几，红灯方向的道路上车辆的队伍排到几百米后，后方的车辆往往要等三四个红灯，因而导致交通的拥堵。然后半天过去了，这样的现象又交换了位置，原来的红灯方向在绿灯时没有车，而原来的绿灯方向又在红灯时排着很长的车队。像这样的阶段性车流量的变化的偶然性是压根没有办法建立准确模型的，依靠统计并不能完全解决瞬息万变的交通问题的现状，我们只能想办法创造出更加科学更加合理更加灵活的交通信号灯。现阶段，已经有了很多种对于十字路口的信号灯的升级方案，其中一种是利用 PLC 对十字路口的信号灯用自适应模糊控制的方案，目前来看，这种方案可以比较好的解决传统信号灯不能灵活改变的问题。

1　交通十字路口传感器的设置

一般十字路口有四个方向，在这四个方向(e、s、w、n)的近端 j(人行横道)和远程 y(距人行横道 50 米处)各放置用来计算该点通过的车辆数的一个红外线传感器，如图 1 所示。

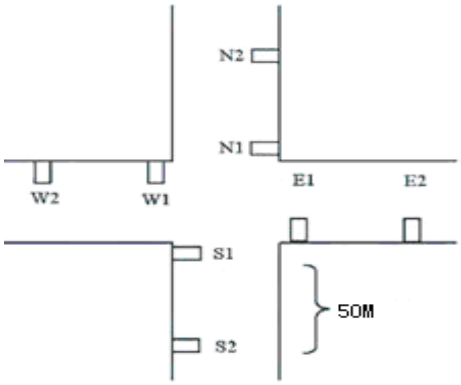


图 1 传感器的设置

令近端传感器记录在绿灯期间通过路口的车辆数 x，远程传感器记录进入路口的车辆数 y，则可以求出这个时间段中正在等候的车辆数为(y-x)辆。

2 模糊控制器的设计

2.1 系统分析

最重要的是要确定控制器的输入变量 x，y 和输出变量 t

无论有没有车，信号灯始终会有着 15 秒的基础时间。

绿灯期间车辆通过路口的速度较小，去掉特殊情况，通常这个速度值要低于 20 公里/小时，所以可以得出在 15 秒的固定时间内通过路口的的最大车辆数为 15 辆， 所以可得出 0≤x≤15。

在所假定的路口中，通过该路口的车辆的平均车身长约为 5 米，若当远程和近端传感器之间的距离为 100 米时，则在这 100 米内停留等待通行的车辆数最多可达到 20 辆，所以红灯方向停留的车辆数 y 的取值范围为 0≤y≤20。

本系统的输出就是路口各方向的信号灯的时间长短、人行横道的信息指示、绿灯相互间关系和路口方向的输出关系最终归结到对当前绿灯的延时 t。根据现场测试，输出变量 t 的变化范围为 15～60。

2.2 模糊化方法的选择与确定

使用该方法时，我们先要将绿灯时间划分为两部分：其中一部分是固定的 15 秒，这个 15 秒是事先在该路口采集所得出的一个较为常见车流量时所运用的信号灯时间 t1；另一部分则是根据实时变化的车流量而由系统得出模糊决策的延时 t2。

因为速度小于 20 公里/小时，则在 15s 内通过的车辆数最大是 l5。把信号灯红绿转换的那一秒为计时起点，记录接下来的 10s 内通过的车辆数，以此来作为变量 x 的论域，取（0-15），并将它分为五个模糊子集：很少、少、中等、多、很多。其从属函数设计如图 2 所示。

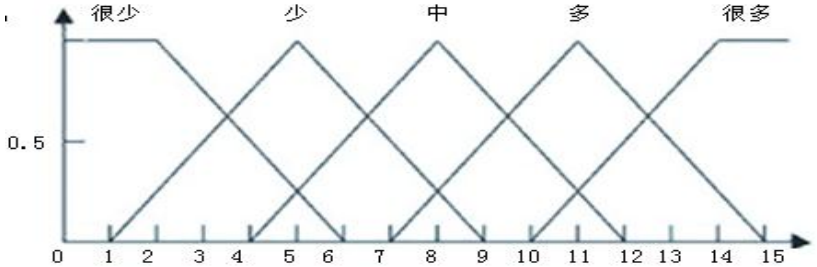


图 2 绿灯期间通过路口车辆数（x）从属函数设计

红灯期间排队等候车辆数（y）的模糊化，输出量模糊分类都采用三角形从属函数的设计。

2.3 模糊规则的设计

当十字路口的两个方向的 x 的值在相同量级时，比如，都是中等或者都是多的情况下，延时的 t2 就都取“短”（如表 1 所示），这样就可以保证两个路口车差不多的情况下，车可以较为合理的被疏散从而缓解交通压力。

表 1 模糊规则表

t / x / y	很少	少	中	多	很多
很多	很长	很长	长	适中	短
多	很长	长	适中	适中	短
中	适中	适中	适中	短	很短
少	短	短	短	短	很短
很少	短	短	短	短	很短

2.4 模糊推理算法与解模糊

我们目前得出结果仍然是模糊量，无法直接输出使用，还要经过模糊推理算法还原出精确量才能作为最后的输出。

本设计采用了简易模糊推理算法。对于每个输入的 x 和 y 值对应不同的模糊子集，具有不同的从属度。由此而启动的多条模糊规则策略求出各输出于模糊集的从属度，然后再采用重心法（加权平均法）解模糊，求出 t2 的精确值：

$$ti=\sum \mu iTi/\sum \mu i$$

式中：μi 为确定的 x、y 输入值所对应的不同模糊子集的从属度；ti 为输出各模糊子集所对应的重心值。

由以上公式及相关数据得模糊控制查询表（如表 2 所示）。

表 2 模糊控制查询表

队长	1-4	5-6	7-9	10	11-12	13-16	17-18	19-21
延时长（S）	5	7	9	11	13	15	17	20
总时间（S）	20	22	24	26	28	30	32	35

3 系统设计

3.1 系统硬件设计

3.1.1 PLC 选型

我们使用的模糊控制器将采用三菱的 FX2N 型 PLC，输入的数据将会通过编程后输出最后来实现交通调度程控。

路口每经过一辆车，自动检测装置就会给 PLC 发一个脉冲信号，PLC 内部记数，并经过比较得出亮灯时间。

路口是四个方向各有红、黄、绿信号灯一盏，共 12 盏信号灯;每一个方向都有两个七段数码显示管，共 8 个(其中东、西和南、北的信号灯可并联，CD4511 为 4 位 BCD 码输入)；则共有 14 个输出点。该控制器设

一个启动按钮；一个停止按钮；8 个自动检测器脉冲输入端；共有 10 个输入点。因此，我们要选 FX2N-32MR 的 PLC（表 5-1），它一共有 16 个输入点和输出点，通过继电器输出，比较符合我们的作为控制器核心的要求。

PLC 的 I/O 地址分配与具体接线原理图如图 4 所示，其中 X 为输入继电器，Y 为输出继电器。Y010-Y012 是东西方向信号灯的控制线路，Y013-Y015 则是南北方向信号灯的控制线路,Y000-Y007 则是控制 7 段显示器的控制线路。

3.1.2 I/O 点定义号分配

根据系统的功能要求，对 PLC 的 I/O 进行配置，具体分配将在下面的介绍中体现。

(1) I/O 输入部分

在此控制系统中，所需要的输入量基本上属于数字量，主要包括两个控制按钮数字输入量，红外线传感器的数字量(如表 3 所示)。

表 3 数字输入量地址分配

输入地址	输入设备	输入地址	输入设备
X000	开始开关	X005	西尾脉冲
X001	停止开关	X006	北头脉冲
X002	东头脉冲	X007	南头脉冲
X003	西头脉冲	X008	北尾脉冲
X004	东尾脉冲	X009	南尾脉冲

在这个控制系统中，主要输出控制的设备有 LED 显示器，红绿灯等，共有 14 个输出点，其具体分配如表 4 所示。

表 4 数字输出量地址分配

输出地址	输出设备	输出地址	输出设备
Y000	东西 LED1	Y004	南北 LED1
Y001	东西 LED2	Y005	南北 LED2
Y002	东西 LED3	Y006	南北 LED3
Y003	东西 LED4	Y007	南北 LED4
Y010	东西方向红灯	Y013	南北方向红灯
Y011	东西方向黄灯	Y014	南北方向黄灯
Y012	东西方向绿灯	Y015	南北方向绿灯

3.1.3 I/O 点接线图

根据 I/O 的分配情况，设红绿灯控制系统的硬件接线图，如图 3 所示：

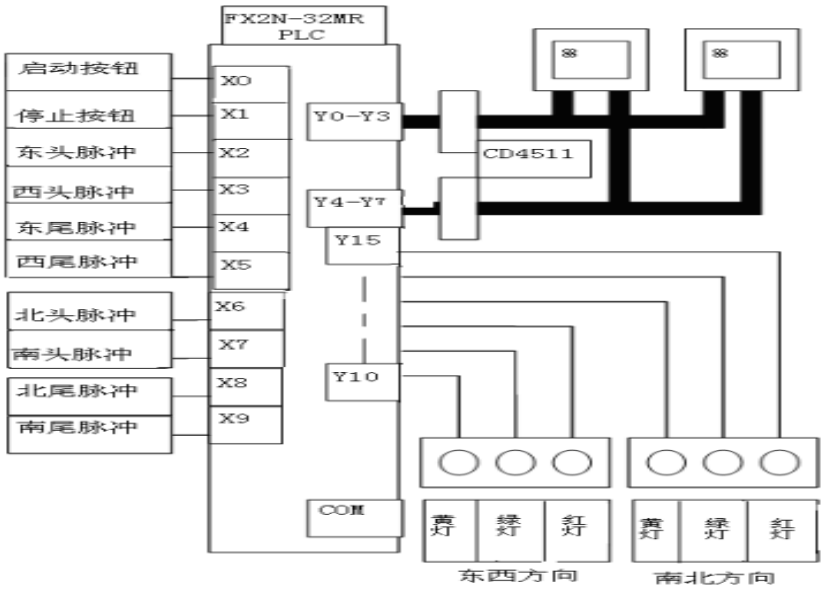


图 3 系统的硬件连接图

3.2 系统软件设计

3.2.1 系统动能要求

控制器的工作原理：控制器接通电源，按下启动按钮，开始工作。

首先东西方向亮绿灯，则南北亮红灯（延时由队伍长度决定）；

然后东西方向绿灯最后 3s 时闪烁后亮黄灯 3s；

接着东西方向亮红灯，南北方向亮绿灯（延时由队伍长度决定），南北方向绿灯最后 3s 时闪烁后亮黄灯 3s；

再接着又重复东西方向亮绿灯，南北方向亮红灯；

反复循环直到人为停止。

显示时间最短为 15s，最长为 60s 控制流程图见图 4 所示。

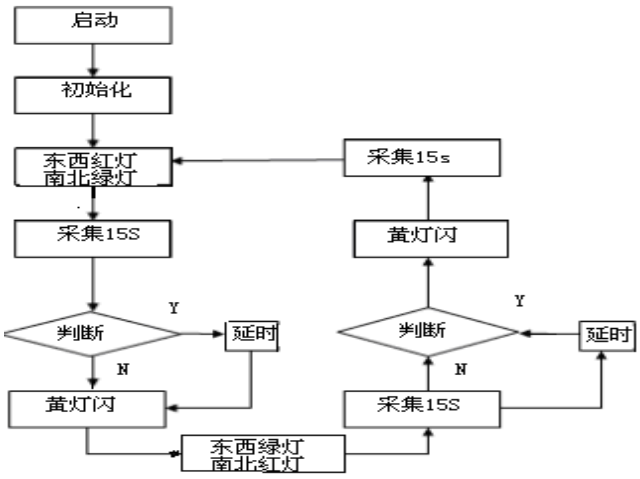


图 4 智能红绿灯控制流程图

通过 X2-X11 可大致测出每个车道上的车辆数和车道上的队伍长度，再进行比较就可以得出当前红绿两个信号灯方向上在检测区里的最大车辆数，再查表得出绿延时 t2。

这一套交通信号灯控制程序的组成主要由灯亮时序控制程序、队长数据采集处理程序、和时间显示程构成。

4 结论

经过大量的数据模拟和实践证明，应用可编程控制器 PLC 对十字路口交通信号灯进行模糊控制,这种新形式的控制效果要比传统的定周期方法的控制效果好很多，特别是在车流量比较大、车流量变化复杂的交叉路口。PLC 编程相对容易，实际操作较为简单，市场推广度也高，所以用它作为本系统控制器的核心比较合理。因此我们预期的市场价值和市场反馈也比较好，会比较好的解决目前的交通拥堵问题，对于以后缓解我国的交通问题也会起着至关重要的作用。

5 参考文献

[1] 廖常初．PLC 基础及应用[M]．北京：机械工业出版社,2003．

[2] 郭新年. 交通信号灯的 PLC 控制[J]. 攀枝花学院学报 , 2003,(02) .

[3] 冯冬青,谢宋和．模糊智能控制[M]．北京：化工工业出版社,1998 .

[4] 洪清辉,何燕阳. 基于 PLC 的交通灯智能控制[J]. 漳州师范学院学报(自然科学版), 2005,(03).