

交通灯的一种新型智能控制系统

郑思铭 向凤红 别玉 邓玉芬
(昆明理工大学信息工程与自动化学院)

摘要: 文章设计了一种新型交通灯智能控制系统,突破了传统固定配时模式,可依据实时交通流量灵活运行,而且全面考虑了同时通行的各种车道组合,大大提高了车辆通行效率,具有实际应用前景。具体描述了系统控制方案、硬件选择及单片机程序设计。

关键词: 交通灯; 智能控制; 感式接近传感器; 单片机

1 引言

在城市交通中,交通灯信号是管理交通网络的最重要元素^[1]。近年来城市交通车流量大幅增长,给交通带来巨大压力。提高十字路口的通行效率,对缓解交通阻塞具有十分重要的现实意义。目前城市十字路口的红绿灯,一般根据路口车辆的多少预设固定的红绿灯转换周期。但固定配会导致有些方向车辆早已通行完,而另外方向车辆排长队等待绿灯,致使交通效率大大降低。

对此不断有学者用不同方法、从不同角度进行研究^{[1]-[6]}。国内外主要以微观和宏观的方法建立模型,其中宏观模型更适于实时模拟、短期交通预测及速度控制等。近年来 Rui Jiang 等人提出了速度梯度连续性(SG)模型^[1]; Brockfeld 等利用 CA 模型优化了交通灯控制^[2]。然而前者侧重从理论上探讨,后者则将问题简化为对单行道的控制,均没对实际问题提出解决办法。还有一些学者从宏观角度研究改善交通控制的方法。杨显富^[3]和彭志刚^[4]等人提出通过对车辆数的检测来确定各车道的放行时间,却仅考虑到直行车道,没有全面解决这一问题。董云龙和王念春^[5]同时考虑了直行和左转车道,但允许同时通行的两个车道组合较单一,交通效率改善不明显。

针对以上情况,本文设计了一种新型交通灯智能控制系统。该系统依据车多通行时间长及同时通行两车道不冲突的原则,采用压电传感器测量车辆数,在软硬件方面对现行交通灯控制进行改进,从而动态调节各方向的通行时间,大大提高了交通灯配时的灵活

性和实时性。

2 红绿灯智能控制方案

根据通行车辆的数量变化实时地改变每个红绿灯的转换周期,可提高交通执行效率。以图 1 所示十字路口为例,其中 A₁、B₁、C₁、D₁ 分别表示东南西北向的直行车道,A₂、B₂、C₂、D₂ 则表示相应的左转车道。考虑交通规则和车辆安全性,在同一时段内,仅允许其中不冲突的两车道通行。由于本系统车道通行时间是根据待通行车辆数实时分配的,因此控制车道组合会随之而改变。

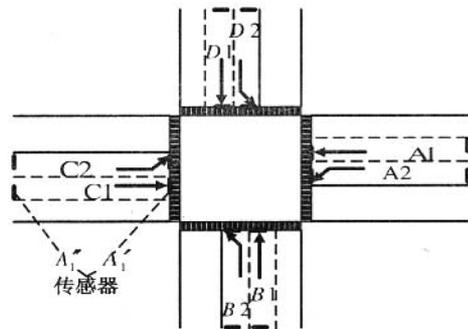


图 1 十字路口车辆检测示意图

设每辆车通过路口平均时间为 \bar{t} , 由传感器实时检测待通行车辆数 $n(A_1), n(A_2) \dots n(D_2)$, 则任一车道绿灯亮通行时间由待通行的车辆数决定(如: A₁ 车道路灯亮通行时间 $t_{A_1} = n(A_1) \cdot \bar{t}$)。与传统控制方案仅允许两相对直行道或相对左转道通行固定时间不同,该方案采取灵活绿灯配时思路,

且车道组合灵活，原则上不相冲突的两车道均可考虑同时通行，但通行顺序依然为直行道转同向左车道，继而转垂直方向的直行道。十字路口八车道始终保持两车道通行，从而提高交通效率。

假设某时刻起 A_1 、 C_1 两直行道开始通行，检测并计算 A_1 、 C_1 各自需要通行的时间 t_{A_1} 、 t_{C_1} ，由此确定车辆数较少车道的绿灯时间；若 $t_{A_1} > t_{C_1}$ ，则 C_1 道通行 t_{C_1} 后停止， A_1 保持通行，同时 A_2 道开始通行。读取 $n(A_1)$ 、 $n(A_2)$ ，比较该时刻 t_{A_1} 、 t_{A_2} ， A_1 道通行 t_{A_1} 、 t_{A_2} 中较小的时间后停止，同时让 C_2 道通行，此时转变为 A_2 、 C_2 并行；若 $t_{A_1} < t_{C_1}$ ，同上分析，最终也转换为 A_2 、 C_2 并行，同样完成了直行道向左转道的过渡。从 A_2 、 C_2 同时通行时起，比较该时刻的 t_{A_2} 与 t_{C_2} ，通行分析同 A_1 、 C_1 并行时的情况。当 A_2 停止时启动 D_1 通行， C_2 停止时启动 B_1 通行。每实现一次通行转换时都需比较将并行车道的计划绿灯配时，中间会出现该时刻中间会出现 A_2 与 B_1 并行、 C_2 与 D_1 并行的情况。

依照上述方案进行通道转换，能保证十字路口总有两车道通行，最大限度地利用了道路资源。当然所用待通行时间都必须大于一个最小值，即行人、非机动车通行时间。且每次转换需 3 秒黄灯过渡时间，以保障交通的安全性。

3 车辆数量检测

以上控制方案中最关键的参数即为每车道允许通行的配时，它与待通行的车辆数成正比。因此检测每段时间路面待通行的车辆数是非常必要的。该智能控制系统采用电感式接近传感器、嵌入式可编程单片机实现对车辆数量的检测。

3.1 电感式接近传感器的工作原理^{[7][8]}

电感式接近传感器由高频振荡电路、检波电路、放大电路、整形电路及输出电路组成。检测用敏感元件为检测线圈，它是振荡电路的一个组成部分，在检测线圈的工作面上存在一个交变磁场，当金属物体（车辆）接近检测线圈时，金属物体就会产生涡流而吸收振荡能量，使振荡减弱以至停振。振荡与停振这

两种状态经检测电路转换成开关信号输出。

3.2 车辆数量检测的实现

接近传感器埋在车道里，当车辆通过接近传感器，传感器输出脉冲开关信号，该信号可直接送往单片机，通过程序（count_A1++和 count_A1--）进行计数；每辆车通过该车道的第一个接近式传感器（如图 1 中的 A_1'' ），单片机里程序 count 作加一运算；通过第二个传感器（如 A_1' ），count 作减运算，某时刻 count 的值即为该车道待通行的车辆数。

4 控制系统设计

4.1 硬件设计

本系统硬件方面是采用 C8051F020 单片机^[9]，速度可达 25MIPS（时钟频率为 25MHz）、22 个矢量中断源、4352 字节内部数据 RAM、64K 字节 FLASH 存储器、512 字节的扇区大小、外部 64K 字节数据存储接口。

4.2 软件设计^[10]

主程序流程图如图 2 所示。

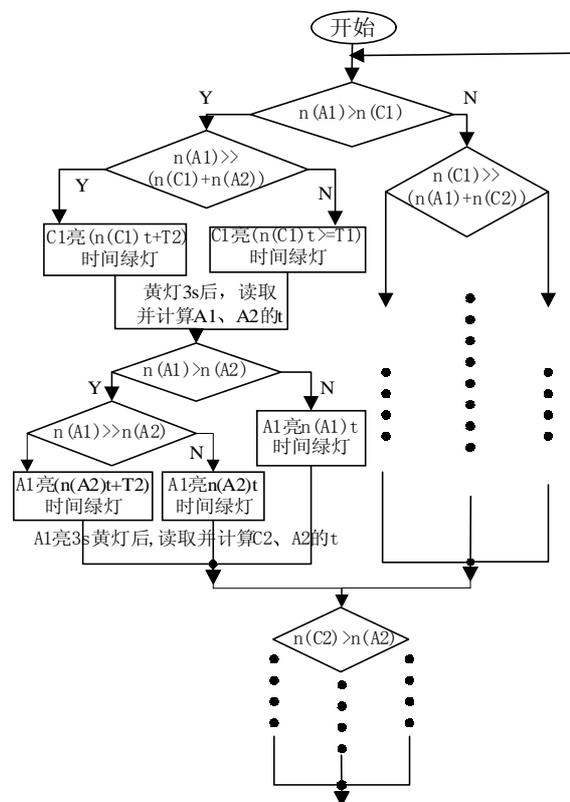


图 2 软件主流程图

5 实验与结论

这里考察了昆明市区某十字路口的实际情况,在传统固定配时下,直行、左转道在一个周期分别有 45s 和 60s 的绿灯时间。八车道的实际平均车流量和采用新的控制方案模拟的车流量分别如表 1 所示(A1~D2 与前文表示意义相同)。将所有双车道实际车流量(A1、C2)等效为单车道的车流量,其中直行道中 C1 车流量最大,左转道中 C2 车流量最大,它们在绿灯期间都是满时通行。可计算出直行道、左转道平均通过一辆车分别需 2.25s 和 3.158s。按照上文所述的新控制方案,假设在某时刻起 A1、C1 同时通行,在一个模糊周期内(据计算约为 144s),总交通流量为 147 辆。而固定配时的一个周期为 210s,通行的机动车为 135 辆。若以每分钟内通行的总车辆数来衡量整体交通效率,固定配时每分钟通行 38 辆,而按新控制方案模拟每分钟可通行 61 辆,相比提高了 60.53%;若以每辆车通过十字路口所需的平均时间衡量个体交通效率,传统模式每辆需时 1.56s,新方法理论拟仅需时 0.98s,耗时缩短了 37.18%。可见,虽然模拟数据忽略了真实交通中干扰因素,但新的控制方案在理论上对交通效率的明显提高不容忽视。

表 1 实际车流量和新控制方案模拟车流量的比较

	车 道								总车 流量
	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	
实际平均流量(辆/周期)	26	6	8	8	20	38	16	13	135
新方案模拟均车流量	42	6	8	8	20	34	16	13	147

6 结语

系统实验研究表明,这种新的交通灯智能控制系统突破了传统的红绿灯固定配时模式,根据实时交通状况灵活地切换红绿灯,以提高车辆通行效率。该控制系统只需在原系统基础上增添传感器、集成单片机等硬件,软件也容易实施,具有一定的实际开发意义。

参考文献

- [1] Rui Jiang, Qingsong Wu. The traffic flow controlled by the traffic lights in the speed gradient continuum model[J]. Physica A,2005,355:551~564
- [2] Takashi Nagatani. Bunching and transition of vehicles controlled by a sequence of traffic lights[J]. Physica A,2005,350: 563~576
- [3] 杨显富. 基于 EDA 技术的交通灯自适应控制系统[J]. 成都大学学报(自然科学版), 2003, 22(3): 19~24
- [4] 彭志刚. 利用单片机改进交通灯控制系统[J]. 湖南工业职业技术学院学报, 2003, 2(2): 25~27
- [5] 董云龙,王念春. 基于 ROTS 的智能交通灯设计方法[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2003(7): 53~56
- [6] 查振亚,叶向阳. 智能交通灯控制系统[J]. 华中理工大学学报, 1997, 25(2): 63~65
- [7] 林春方,胡伟全,徐风云. 传感器原理及应用 [M]. 安徽:安徽大学出版社, 2004: 55~71
- [8] 黄继昌,徐巧鱼,张海贵,等. 传感器工作原理及应用实例[M]. 北京:人民邮电出版社,1998: 20~53
- [9] 林伸茂. 8051 单片机彻底研究[M]. 北京:人民邮电出版社, 2004: 55~80
- [10] 朱善君,孙新君,吉吟东. 单片机接口技术与应用[M]. 北京:清华大学出版社, 2005: 47~61

A New Type of Intelligent Control of Traffic Lights

Zheng Siming Xiang Fenghong Bie Yu Deng Yufen
(Kunming University of Science and Technology)

Abstract: A new type of intelligent control system of traffic lights is designed in this paper, and the method can increase the efficiency of traffic system. The design has practical value, in which time could be distributed flexibly on base of traffic flow rather than fixed time distribution. The control programs as well as the realizable ways in software and hardware are described in details.

Key words: Traffic lights; Intelligent Control System; Sensor; Singlechip

作者简介:

郑思铭, 男, 1982 年生, 在读硕士研究生, 研究方向: 模糊控制理论与应用的研究。