

DOI:10.19651/j.cnki.emt.1701324

# 基于虚拟仪器的智能交通信号灯系统\*

武世豪 符宗略 独秀 张红浩

(北京石油化工学院 北京 102617)

**摘要:** 随着城镇化的快速发展,交通运输在人们的生活中发挥着非常重要的作用。交通信号灯能够加强道路交通管理,减少交通事故的发生,改善交通状况,是交通运输的必要组成部分。为了更科学高效地管理交通秩序,以LabVIEW为软件开发平台,以数据采集卡为硬件基础,完成智能信号灯系统的设计。系统通过数据采集卡的I/O接口进行通信,实现数据的交换,并按照算法进行数据处理。系统可实现交通信号灯的正常运行,实时监测交通状况,并根据交通状况控制信号灯的亮灭时间等功能,为实现交通信号灯系统的智能化提供了一条新的途径。

**关键词:** 虚拟仪器;信号灯;LabVIEW;交通

**中图分类号:** TN89    **文献标识码:** A    **国家标准学科分类代码:** 510.1050

## Intelligent traffic light system based on virtual instrument

Wu Shihao Fu Zonglue Du Xiu Zhang Hongjie

(Beijing Institute of Petrochemical Technology, Beijing 102617, China)

**Abstract:** With the rapid development of urbanization, transportation plays a very important role in people's life. Traffic lights can enhance road traffic management, reduce traffic accidents and improve traffic conditions. They are an essential part of transportation. In order to manage the traffic order more scientifically and efficiently, labview is the software development platform and the data acquisition card is the hardware foundation to complete the design of the intelligent signal system. System through the data acquisition card I/O interface for communication, data exchange, and in accordance with the algorithm for data processing. The system can achieve the normal operation of the traffic lights, real-time monitoring of traffic conditions, and according to traffic conditions control signal light on-off time and other functions, in order to achieve the intelligent traffic signal system provides a new way.

**Keywords:** virtual instrument; signal light; LabVIEW; traffic

## 0 引言

交通信号灯作为城市经济的命脉,不仅在加强道路交通的管理,改善交通状况等方面<sup>[1]</sup>起着举足轻重的作用,对于城市经济的稳定和发展也具有非凡的意义。近年来,随着我国经济和城镇化快速发展,机动车数量和交通需求与日剧增,但是国内很多城市由于交通管制之后,规划水平低,调度指挥跟不上,造成了交通堵塞等现象。总体来说,国内外交通管制系统发展略显缓慢,跟不上经济和城市的发展。主要目的是使交通信号灯有效地为交通服务,并且更加精确地掌握时间。目前,有许多厂家都是借助PLC、单片机、标准逻辑器件等来设计实现交通信号灯的,但这些方案的设计制作成本都偏高<sup>[2]</sup>。另一方面随着信息时代的到来科学计算机技术迅猛发展,虚拟仪器技术在数据采集、自

动测试和仪器控制领域逐渐崭露头角。运用LabVIEW虚拟仪器模拟信号灯从而实现其各种功能,除了模拟交通信号灯之外,还可以把交通系统作为一个不确定系统来控制时间。软硬件结合使信号灯的成本降低通过自由控制信号灯的亮灭已达到最短车辆等待的时间,既改善了交通状况,又节省资源减少对环境污染。

## 1 总体设计

本系统主要包括硬件设备和软件部分。软件部分是系统的核心,主要负责控制并调整信号灯的亮起顺序和时间,该模块是结合现实中城市的交通状况在虚拟仪器平台上设计而成。而硬件部分则是根据信号的传输和仿真电路设计而成。系统中主要使用面包板和发光二极管在硬件上模拟并显示现实中的交通信号灯。简而言之,硬件上通过PCI-

收稿日期:2018-07-23

\* 基金项目:2017北京市大学生研究训练[URT]计划项目“基于虚拟仪器的石油管道泄漏检测与定位系统设计”(2017J00194)资助

6221 数据采集卡来实现软硬件之间的无缝数据传输,用导线连接采集卡将其获得的数据传入面包板操纵二极管是否发光。系统采用虚拟仪器和硬件电路相结合的方法完成交通信号灯的设计,利用虚拟仪器在系统内实现软硬件资源共享,无缝集成,灵活性强等特点<sup>[3]</sup>,自动控制 4 个方向上的交通信号灯变换,指挥车辆安全行驶在道路上。

## 2 功能实现及软硬件介绍

该信号灯系统能够指挥车辆在十字路口行驶并在一定程度上改善交通状况。其中东、西、南、北 4 个方向共 4 组灯——直行红灯、直行黄灯和直行绿灯;左转红灯,左转黄灯和左转绿灯<sup>[4]</sup>。交通信号灯的亮灭规律为:

1) 初始状态:全灭;

2) 运行后:每个方向上的直行和左转的红黄绿灯根据交通规则相互配合,按绿—黄—红的顺序循环<sup>[5]</sup>。黄灯时间为 3 s,红灯和绿灯时间可根据交通状况进行人工调整。能够将产生的控制信号在电路中输出,驱动二极管进行显示。

系统主要借助 LabVIEW 平台和相应的外接硬件设备。LabVIEW 是美国国家仪器公司开发的图形化编程软件,使用简单、便捷,并提供了丰富的数据采集。不仅编程灵活、简单、可靠性强,而且成本低<sup>[6]</sup>。

PCI-6221 数据采集卡,面包板,发光二极管是硬件设备的基础。PCI-6221 采集卡主要负责数据的传递和转换,该采集卡提供了模拟 I/O<sup>[7]</sup>、关联数字 I/O、2 个 32 位计数器/定时器和数字触发。该设备为实验室自动化、研究、设计验证/测试到制造测试等各种应用提供了低成本的可靠 DAQ 功能。SCC 或 SCXI 信号调理模块可用于为设备添加传感器和高电压测量功能。随附的 NI-DAQmx 驱动程序和配置实用程序简化了配置和测量。

## 3 系统平台展示

图 1 所示为交通信号灯的人机交互界面。按照地图习惯的上北下南左西右东的方式布置交通信号灯,从实际意义上来说每个方向有两盏灯(根据道路交通法规对右转的车辆不加控制),一盏指挥直行车辆的行驶,另一盏控制左转车辆,并且每一盏灯都根据设定在红黄绿 3 种颜色之间进行切换。左转灯的实现使该系统的设计更加具备现实意义。

通过右下角放置的布尔开关控制整个信号灯系统的运行与否,在信号灯旁边还设置了时间显示框便于监测系统的运行状况,同时也作为计时输出,显示该灯亮起的倒计时<sup>[8]</sup>。右下角也设有时间设定输入端口,用户可以通过这块区域来设定、更改时间,能根据交通路况来改变时间,从而为以后的自动监控车流来控制交通信号灯做基础<sup>[9]</sup>。

## 4 设计思想

假定南北(或东西)方向上红、黄、绿 3 种的亮起时间分

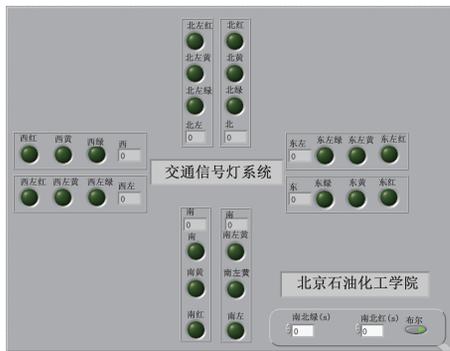


图 1 交通信号灯系统人机交互界面

别为  $m, 3$  和  $n$  s。其中黄灯亮起主要起到提示和缓冲作用,并不能起到改善交通状况的作用,现实生活中一般为 3~5 s(这里假定为 3 s)<sup>[10]</sup>。通过调整南北方向绿灯亮起时间和红灯亮起时间来控制南北方向和东西方向上的车辆通行时间,从而有效改善城市交通状况。本系统通过 Elapsed Time 和 Time Target 来控制时间<sup>[11]</sup>。同时在人机互动界面进行输出计时,用户也可以根据交通信号通过该界面来修改设定时间。流程如图 2 所示。

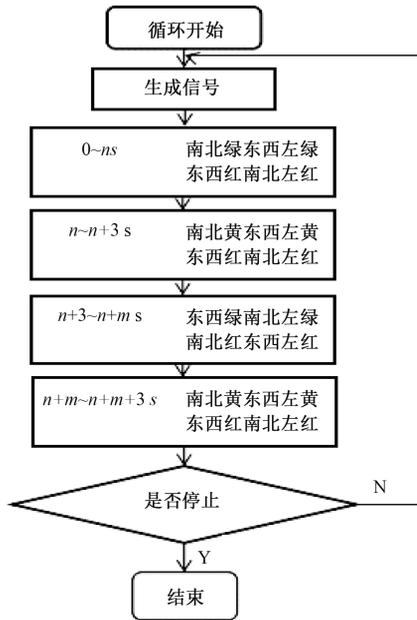


图 2 交通信号灯系统流程

## 5 实现方法

在 LabVIEW 虚拟仪器平台上设计交通信号灯软件程序,通过 PCI-6221 数据采集卡与硬件部分进行信号传输和控制<sup>[12]</sup>。程序设计方案上主体采用条件结构、平铺式顺序结构和 while 循环 3 大结构和选择功能来控制系统运作<sup>[13]</sup>,下面是对于这 3 个结构的原理和运用方式说明:

1) 条件结构

将布尔开关与条件结构的分支选择器连接,通过布尔开关的打开与关闭来控制条件结构的真假,从而控制交通信号灯系统是否运行。

2) 平铺式顺序结构

平铺式顺序结构结构可以在其结构中添加多个帧,并不需要其他条件,而是按照帧的先后顺序对每个帧内的内容运算处理。

本系统在条件结构框内添加 2 个平铺式顺序结构分别控制南北方向和东西方向的红绿灯,每个平铺式顺序结构分别设置 3 个帧,在每个帧内分别设计红,黄,绿 3 种信号灯的控制运行模块。

3) while 循环结构

利用 while 循环的循环特性,通过循环控制条件来决定 while 循环框内的信号灯部分执行与结束。

4) 选择结构

将传递过来的数据与设定的函数值进行多目运算,输出返回连接的数值。

在前面板添加 24 个指示灯,将这 24 个灯分为 8 组,对它们进行命名,将标签分别改为“东红”,“南绿”,“北左黄”等,作为东西南北 4 个方向上的信号灯。将这些信号灯初始化为熄灭,之后与时间设定模块相连接,通过时间模块来对信号灯进行自动化控制。时间设定与控制模块以南北方向绿灯部分如图 3 所示,根据图 3 中的逻辑结构,再将每个帧内添加相应的信号灯,在按照顺序通过数据的传递和处理,控制改变信号灯的状态,从而实现信号灯依次亮灭,交替点亮的效果。

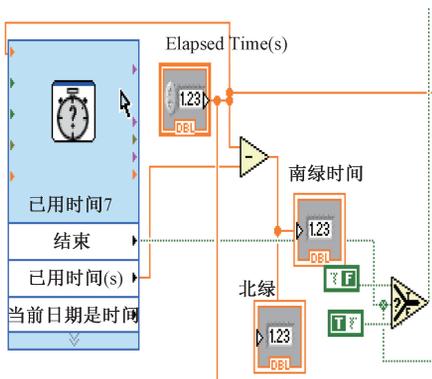


图 3 时间设定与控制模块

这里以南北方向的交通信号灯控制程序设计模块为例展示如图 4 所示。

硬件部分:主要由 PCI-6221 采集卡,1 个面包板,24 个二极管(用来模拟交通信号灯)和若干导线组成。

虚拟仪器 LabVIEW 常用的数据采集卡主要有 USB、PCI、PXI 等类型,本文所介绍的系统中使用的是 PCI-6221 采集卡。PCI-6221 采集卡是基于 PCI 总线的高级数据采

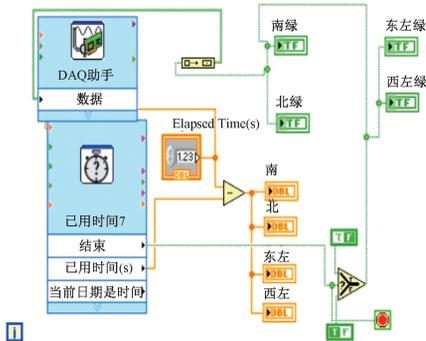


图 4 南北方向逻辑控制模块

集卡。本文中根据程序设计需要选取 port0/line0~port0/line5 共 6 个通道进行数字信号输出<sup>[14]</sup>。信号经过相应的通道到达面包板,使面包板上相应的二极管亮起,从而实现了交通信号灯系统的硬件仿真设计。本系统在道路交通控制灵活多变方面还有不足之处,还有很大的开发空间。其中过程控制模块还有待于通过实际工程应用来进一步改进完善。

6 系统调试结果

通过 LabVIEW 中的算法来控制、调节系统中每个信号灯的亮灭时间,然后通过 PCI-6221 采集卡来输出对应的高低电平来点亮或者熄灭信号灯。以 60 s 为一个周期展示系统运行规律如表 1 所示。

表 1 实验结果

时间	南北方向上	东西方向上	南北方向左转	东西方向左转
0~27 s	绿灯亮	红灯亮	红灯亮	绿灯亮
27~30 s	黄灯亮	红灯亮	红灯亮	黄灯亮
30~57 s	红灯亮	绿灯亮	绿灯亮	红灯亮
57~60 s	红灯亮	黄灯亮	黄灯亮	红灯亮

对设计的系统进行多次调试,最终达到了预期目标,不仅实现了各个方向上交通信号灯的交替点亮,管理交通运输,而且能够根据交通状况对信号灯的时间进行调整,科学化、人性化管理交通秩序。在单个路口上已经完全可以投入实际应用中,能够进行多车道交通控制,根据车流量、实际交通状况,对通行时间做出灵活、实时的调整<sup>[15]</sup>。相对于传统的信号灯,在改善交通状况方面已经有了很大的提升。限于篇幅限制本文只展示了南北绿灯时交通信号灯监控界面的仿真状态和实际搭建电路中信号灯的点亮状态。如图 5 和 6 所示。

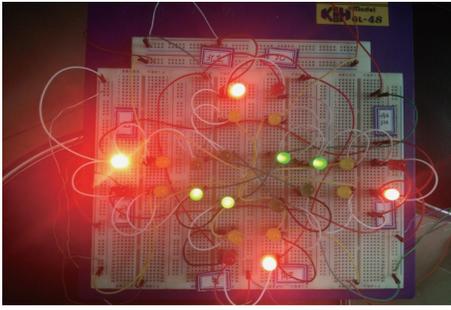


图 5 交通信号灯人机交互界面运行

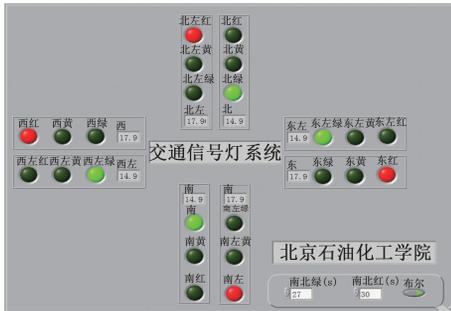


图 6 仿真信号灯点亮展示

## 7 结 论

本文提出的系统以城市十字路口交通信号灯为研究对象,在 LabVIEW 平台基础上开发设计。在较为合理的控制交通信号灯变换的同时,还可以人为根据车流量、车道饱和度和等客观因素对各个方向上的信号灯进行调节控制,以达到最佳的交通状况控制效果。经过多次反复实验,已达到预期的要求,系统能够根据实际状况对交通控制做出合理的调整。此外系统软件充分结合了虚拟仪器的优点,故该系统制作成本低,人机交互操作性强,开发潜力大,升级优化方便,具有一定的推广使用价值。目前已有有人提出交叉路口自适应智能控制的构想,未来或许可以将该系统通过互联网大数据技术将车流量、车流速度和北斗卫星定位系统等有机结合起来,形成一套闭环负反馈自适应控制的智能交通信号灯系统。

## 参考文献

- [1] 孙毅然.我国现行道路交通信号灯设置中的问题及对策[J].河北联合大学学报(自然科学版),2014,36(2):114-119.

- [2] 卢佩,刘效勇,卢熙.智能交通信号灯控制系统设计与 LabVIEW 仿真实现[J].电子技术,2008(1):76-78.
- [3] 张毅刚.虚拟仪器技术介绍[J].国外电子测量技术,2006(6):1-6.
- [4] 国务院法制办公室.中华人民共和国道路交通安全法应用[M].北京:中国法制出版社,2011.
- [5] 韩硕.智能交通信号灯控制器设计[J].山东工业技术,2017(18):154.
- [6] 李红刚,张素萍.基于单片机和 LabVIEW 的多路数据采集系统设计[J].国外电子测量技术,2014,33(4):62-67.
- [7] 张黎,蔡亮.基于 LabVIEW 的虚拟信号发生器的设计与实现[J].国外电子测量技术,2014,33(1):82-85.
- [8] 吴义满.基于虚拟仪器技术 labview 的交通灯设计[J].数字技术与应用,2013(2):149-150.
- [9] 赵小军,胡耀增,林晨.基于车流量的交通信号灯实时控制的研究[J].计算机与现代化,2012(10):72-75.
- [10] 叶扩会,杨光梅,尹国成.道路交叉口处信号灯的黄灯时间和优化配时问题[J].硅谷,2013,6(5):31-32.
- [11] 王雪晴,杜豪杰.基于 LabVIEW 的交通灯仿真设计[J].吉林化工学院学报,2016,33(1):19-22.
- [12] 刘童,武天浩.基于独立交叉路口的自适应交通控制系统仿真研究[J].电子设计工程,2012,20(18):44-47.
- [13] 张兰勇.LabVIEW 程序设计基础与提高[M].北京:机械工业出版社,2013.
- [14] 林爽,杨风.基于 LabVIEW 的多通道数据采集系统的研究[J].山西电子技术,2009(3):18-20.
- [15] 杨东红,王筱珍.十字路口交通灯 PLC 自适应控制系统[J].数字技术与应用,2010(8):26-28.

## 作者简介

**武世豪**,1996 年出生,本科生,主要研究方向为电气工程及其自动化。

E-mail:150659@bipt.edu.cn

**符宗略**,1997 年出生,本科生,主要研究方向为电气工程及其自动化。

E-mail:935007017@qq.com

**独秀**,1996 年出生,本科生,主要研究方向为电气工程及其自动化。

E-mail:18210599465@163.com

**张红洁**(通信作者),1978 年出生,博士,主要研究方向为电工理论与新技术、光纤应力、温度探测、超导磁体技术、电磁-结构有限元分析、虚拟仪器技术等。

E-mail:zhanghongjie@bipt.edu.cn