

基于 Lonworks 技术的智能路灯控制系统

喻小香,黄佩伟

(上海交通大学 电子工程系,上海 200240)

摘 要 Lonworks 是近几年来迅速发展的现场总线技术,已经广泛应用于楼宇自动控制、工业现场监测等领域。文中将该技术用于路灯控制,提出了一种基于 Lonworks 控制网络的智能路灯解决方案,实现对路灯的远程实时监控。该系统易于组网,方便节点扩充。底层利用广泛分布的电力线作为信息传输媒介,具有很大的经济性。给出了相应的系统组成架构,重点介绍了其核心即控制节点的软硬件设计。

关键词 Lonworks; 神经元芯片; PLT-22; 电力线; iLon100

中图分类号 TP18

文献标识码 A

文章编号 1673-629X(2007)02-0099-04

Intelligent Road Lamp Control System Based on Lonworks

YU Xiao-xiang, HUANG Pei-wei

(Electronic Engineering Department, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China)

Abstract Lonworks is a quickly spreading local operating network technology. It has been widely applied in auto building control, industry field detection, etc. Applying this technology into road lamp control, introduce an intelligent road lamp control system to realize remote control on road lamps. This system is easy for networking and convenient for node spreading. This system takes the widely existing power line as transmission media, thus shows high economical efficiency. Give the corresponding system structure and stress the software and hardware design of the node.

Key words Lonworks; neuron chip; PLT-22; power line; iLon100

0 引言

随着城市规模的不断扩大,公共照明的需求也越来越大,传统的路灯控制手段逐渐不能适应管理需求。现代网络技术和数字技术的飞速发展,使路灯控制管理集中化成为可能。

文献[1]中指出,Lonworks 网络是对等网络,任一节点的故障不会影响其它节点的正常运行,有力地提高了网络的抗干扰能力。其开放式结构,使节点之间逻辑连接、节点扩充、重新配置及修理都很容易,能大大降低维护成本。

文献[2]中提出的基于 Lonworks 的灯光控制系统中各网络智能节点之间是通过专门的电缆来连接的,这种电缆的安装和维护比较昂贵。电源线遍布于所有路灯设备之间。利用现有的电力线传输数据信息,实现远程数据采集和通信,使通信信道与供电信道共用,方便了施工,降低了成本。Lonworks 的专用电力线收

发芯片提供了优秀而廉价的方法来连接各节点。

文中提出了一种基于 Lonworks 电力线传输技术的路灯控制系统,该系统以神经元芯片 3150 为核心构建智能节点,以 iLon100 作为 Lon 网络与 IP 网络的衔接,与监控管理中心一起,实现了整个控制系统的网络化、集中化和实时化。

1 路灯控制系统架构

图 1 是路灯控制系统框架图,系统由三部分构成。底层为现场控制层,由许多个路灯控制节点组成,每个路灯控制节点包含一个电力线载波通信模块,其组成框图如图 2 所示。底层各节点之间以及节点与通信控制层之间通过电力线相连。

中间为通信控制层。由于 Lonworks 网络的通信距离有限,且完全基于电力线的 Lon 网络通信速度难以满足监控中心主机的要求,所以本设计中采用将 Lon 网络融入 IP 网络的方法。通信控制层实现这种通信转换和控制,主要由 iLon100 组成^[3]。通信控制层对每盏路灯进行控制,同时通过 TCP/IP 与管理中心通信。

收稿日期 2006-05-17

作者简介:喻小香(1980-),女,江西高安人,硕士研究生,研究方向为信息处理、交换和传输;黄佩伟,教授,研究方向为信息处理、交换和传输。

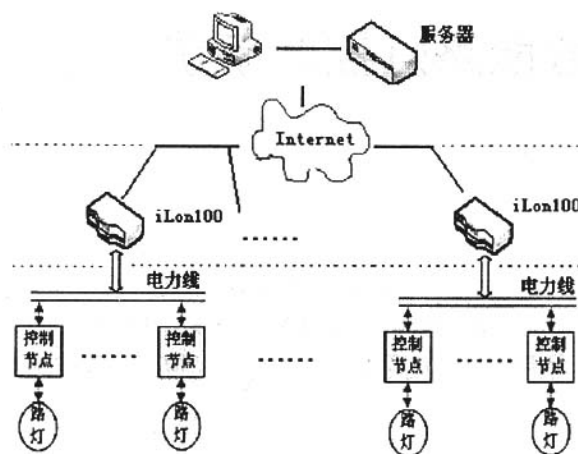


图 1 路灯控制系统框图

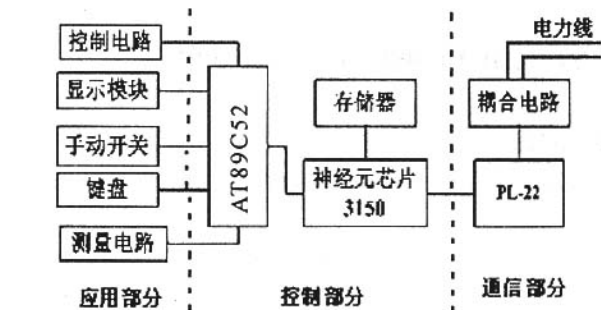


图 2 控制节点框图

系统管理层由监控主机、Web 服务器和监控组态软件构成。监控组态软件是面向监控与数据采集的软件平台工具。一般的组态软件包括‘实时数据库系统、图形界面系统、第三方插件、控制功能组件等。

当监控主机向底层发出请求时,Web 服务器检索数据库,并将信息发送到客户端浏览器;当监控主机向底层路灯节点发出指令时,通过浏览器界面将相应的数据项写入数据库,iLon100 应用程序读取数据项,并将该数据作为网络变量在底层传播。

2 控制节点设计

Lonworks 控制网络的核心是网络上的各控制节点。作为路灯控制器,该节点应实现以下功能:其一,通过网络平台接收管理中心发出的各种控制指令、向管理中心传送路灯的状态参数等信息;其二,控制节点直接与现场控制设备相连,对各种参数和状态经过运算处理后产生相应的输出对现场设备进行控制操作;其三,除了网络监控外,也需要实现进行本地监测,所以控制节点还应配备键盘、显示器等进行本地人机交互,使之具有良好的互动性。

2.1 硬件设计

2.1.1 控制部分

节点控制部分的核心是神经元芯 MC143150,它内置 3 个 CPU,分别为介质访问控制处理器、网络处

理器和应用处理器。同时,3150 内部固化了 Lon-talk 通信协议,Lontalk 协议遵循 OSI 全部七层模型,3 个 CPU 分别处理不同的协议层。它可以完成网络通信和一定的控制功能,但是由于 I/O 口有限,且响应速度慢,对于信息采集量大、实时性要求高、处理环境复杂的场合,单个 Neuron 芯片无法胜任。所以本设计中采用 Neuron 芯片与单片机 AT89S52 相结合的方式。

MC143150 作为从处理器,主要负责节点之间的通信和数据转发;89S52 作为主处理器,负责信号采集、数据处理和对象操作。在此结构中,Neuron 芯片工作在从 B 模式。在主处理器 89S52 的地址空间,Neuron 芯片可以看作两个寄存器,一个为读写数据寄存器(偶地址),另一个为状态寄存器(奇地址)。主处理器正是通过对这两个寄存器的访问实现主处理器与 Neuron 芯片之间的数据传输^[4]。神经元芯片与主处理器的接口电路如图 3 所示。

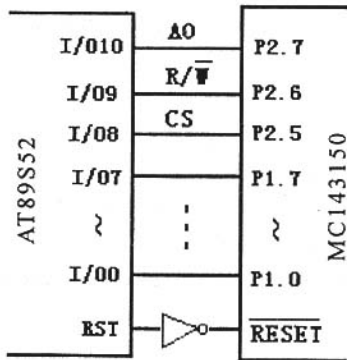


图 3 MC143150 与 AT89S52 的接口

神经元芯片 MC143150 的 IO0~IO7 作为双向数据传输口,其中 IO0 除作为数据低位外,还兼作握手 HS 位,用于主机与 Neuron 芯片的握手应答;IO8 则作为片选信号位;IO9 作为读写信号线;IO10 作为寄存器寻址输入位。单片机 AT89S52 的 P1 口用于连接 3150 的 IO0~IO7,进行数据交换,AT89S52 的 P2.5 与 IO8 相连,作为主处理器对从处理器的片选。单片机的 RST 引脚与神经元芯片的 ~reset 引脚相连,使任何一方的复位能导致另一方的复位,保证主处理器与从处理器之间的并行通信的同步。

CS 信号由 AT89S52 驱动,有效表示正在进行数据传输。R/~W 信号也由 AT89C5 驱动,在 CS 有效时控制数据的读/写。当 CS 有效,R/~W 为低时,无论 AO 为高还是低,IO0~IO7 为双向数据传输口;HS 信号由 3150 驱动,它告知主处理器是否从处理器处于忙碌状态,当 CS 有效,R/~W 为高,且 AO 为高时,从处理器通过 IO0 传送握手信号到主处理器。

根据 MC143150 芯片存储器空间分配及用途,扩展 32k Byte 的 E²PROM 用于存放 Lonworks 的 MAC

及 Network CPU 运行时所需的系统固件(地址为 0x0000H~0x3FFFH)和应用程序(地址为 0x4000H~0xFFFFH);另外,因为路灯控制节点需要具备记录路灯状态的功能,所以需要扩展外部 24kb RAM(地址为 0x8000H~0xDFFFH)。

2.1.2 通信部分

通信部分是控制节点与 Lon 网络的接口,由 Lonworks 专用电力线收发器 PLT-22 与耦合电路组成。PLT-22 采用双载波频率自动调整技术,在主频率被噪音阻塞时,自动调整到副载频继续通信;内嵌数字信号处理器,使 PLT-22 在较差的信道环境下能够准确地进行信号接收和处理。

文献[5]中分析了电力线载波通信中信号的干扰和衰减特性,给出了抗干扰和衰减的设计方案,本设计中可以参考。

PLT-22 与 3150 的接口电路如图 4 所示。CP0, CP1, CP2, CP4 与 3150 的对应引脚相连,实现双方数据通信;分频输出端 CKOUT 为 Neuron 芯片提供分频时钟,分频数由 CKSEL1 及 CKSEL0 的组合决定。TXLVL 用于控制输出载波幅度,TXLVL 为高时,TXOUT 输出载波幅度为 7V,TXLVL 悬空时,TXOUT 输出载波幅度为 3V;SW 开关就是用于设置这三个引脚的电平。Reset 脚与 Neuron 芯片的 reset 脚相连,保证双方的同步通信;RXIN, TXOUT 分别是耦合信号输入和输出管脚。RXCOMP 用于连接接收补偿器件;PKD 及 BIU 为外接 LED 作为状态指示。

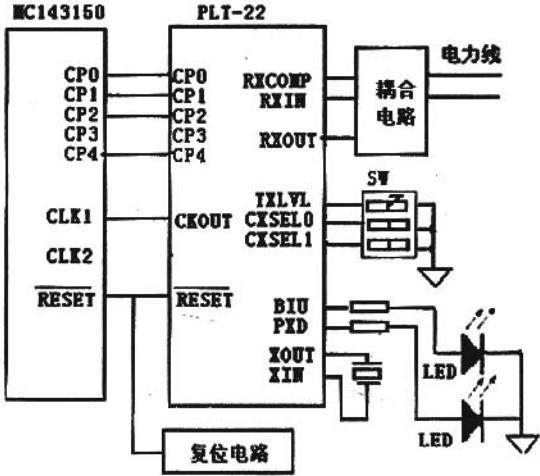


图 4 PLT-22 与 C143150 的接口电路

PLT-22 接收来自 Neuron 芯片的网络信息,由内部 DSP 处理后、经过内部 D/A 转换和发送放大后通过 TXOUT 引脚输出,再由耦合电路送到电力线上;由电力线上接收下来的高频信息经耦合电路后通过 RXIN 进入 PLT-22,经 A/D 转换及 DSP 处理后送到 Neuron 芯片。

2.1.3 应用部分

控制电路和继电器向负载回路提供一个无源开关,管理灯光的切断和接通。主处理器的 P2.0~P2.2 与串行显示器 MC14499 相连,用于显示路灯工作状态、路灯出错提示信息及主处理器工作状态。键盘与单片机的 P0 口相连,实现对路灯的本地调节设置。光控模块完成对环境光线的检测,检测数据一路送到单片机的 P3.1 脚,由主处理器处理后上传;另一路送往 P3.2 脚(INT0),当检测到光线亮度低于设计中规定的阈值时,在 INT0 脚产生一个下降沿引起单片机中断,启动控制电路。检测器用于检测负载回路的电流,当达到或超过某个设计阈值时,视为负载回路通,否则视为断,检测电路输出接入单片机的 P3.0 脚。调光电路完成对路灯亮度的调节,单片机 P3.4 口输出控制信号,控制调光电路在一个周期内的导通时段,也即控制电路的导通角度来实现路灯亮度调节。

2.2 软件设计

节点程序开发,包括主处理器软件设计及 Neuron 通信程序设计。Neuron 芯片与主处理器之间采用并行通信方式,它们之间的通信采用握手/令牌的方式实现,拥有令牌的一方获得数据总线的控制权。

2.2.1 Neuron 通信程序设计

Neuron 芯片外与网络上其它节点通信;内与主处理器通信。3150 芯片内含通信协议固件,其握手/令牌传递协议可由 Neuron C 编程语言内部的几个函数和事件来完成。通过定义 3150 的并行口,使其工作在从 B 方式。在 Lonworks 系统中,数据通信发生在表示层,称为网络变量。当一个节点中的输出网络变量发生变化时,与之相连的其它节点的输入网络变量也同时更新它们的值。这样,节点与节点之间的通信就隐性地完成而不需要用户干预。开发者不必考虑通信中信息缓存、节点寻址、请求、应答、重试处理等一些低层次的工作。

需要注意的是,Neuron 芯片握有令牌的时间不能过长,超过看门狗设定的时间会导致通信意外失败。

2.2.2 主处理器程序设计

主处理器接受 Neuron 芯片转发过来的控制中心命令,根据设计要求定时采集路灯数据,接收路灯报警中断信息并上传,配置 Neuron 芯片的工作模式,模拟 Neuron 芯片的令牌传递算法。在通讯中,为了保证双方传输速度的一致,防止数据溢出,需要对流量进行控制。在此利用握手信号来实现。并行 I/O 方式以字节为单位进行,在每个字节传输完毕,主处理器监视 HS 信号,以确定从处理器是否准备好传送下个字节,只有确认收受后才进行下一个字节的传送。

Neuron 芯片由固件自动执行令牌协议,以防止总线冲突。在任何给定的时间,只有一方获得令牌。若主处理器获得令牌,则传送数据或者令牌到从处理器;若 Neuron 芯片拥有令牌,则将准备好的数据传送给主处理器或者交出令牌。主处理器的程序流程图如图 5 所示。

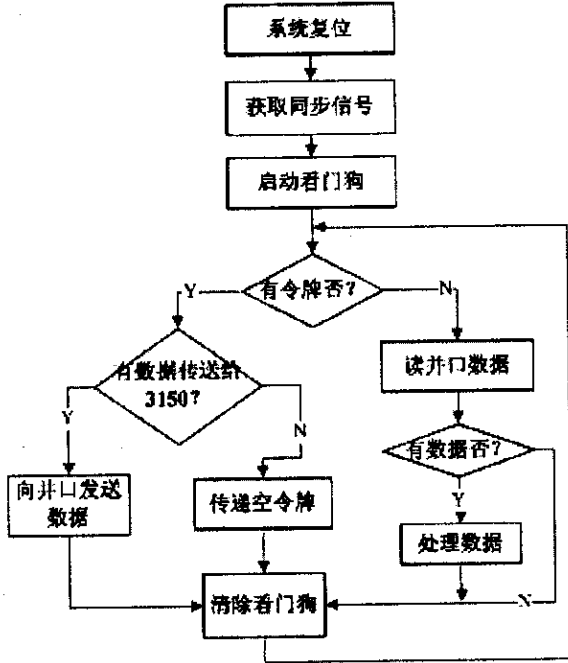


图 5 AT89S52 程序流程图

3 结束语

将 Lonworks 技术引入路灯控制系统,其完全的开放性及互操作性避免了控制级网络的不必要的更新。用户可以从一个本地网络、VPN 网络或者 Internet 访问 Lonworks 的智能路灯系统中的任何一个对象,并且可以通过鉴别机制仅允许授权的用户访问网络,使大范围的路灯的集中控制成为可能,可以节约人力资源,提高管理效率。同时,与现场环境相适应的调光控制,可以有力地减少光污染,节约电力资源,延长灯具使用寿命。

文中提出的系统结构也可以应用于远程抄表、智能家居设备控制、交通控制等领域。

参考文献:

- [1] 杨育红. LON 网络控制技术及应用[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,1999.
- [2] 王际业,林锦国,张光明,等. 基于 Lonworks 技术的远程灯光集中控制系统[J]. 现代电子技术,2004(3):1-2.
- [3] Echelon 公司技术手册. i. LON100 用户指南[M]. [s.l.]: [s.n.],2004.
- [4] Motorola 公司技术手册. Motorola Lonworks Technology Device Data[M]. [s.l.]: [s.n.],1995.
- [5] 李根旺,赵富海. 信号在电力线上传输应用中特性的研究[J]. 现代电子技术,2005(9):30-32.

(上接第 95 页)

决的方法是类似的。Petri 网提供了一种以图形和数学为基础的形式化建模的方法,采用抽象和求精的机制,很好地描述了企业铁路的作业系统,为下一步研究企业铁路智能调度的算法提供了有用的数学模型。

参考文献:

- [1] Jensen K. Colored Petri Nets: Basic Concepts, Analysis Methods and Practical Use[M]. Second edition. Berlin: Springer, 1996: 85-89.
- [2] 林 闯. 随机 Petri 网和系统性能评价[M]. 北京:清华大学出版社,2000:1-13.
- [3] 刘皓玮. 行车指挥系统的 Petri 网建模与列车运行调整的

遗传优化的研究[D]. 北京:铁道部科学研究院,2000.

- [4] Jansen L, Meyer zu Horste M, Schnieder E. Technical Issues in Modeling the European Train Control System Using Colored Petri Nets and the Design/CPN Tools[C]//Proceedings of the Workshop on Practical Use of Colored Petri Nets and Design/CPN. Aarhus [s.n.],1998.
- [5] Merlin P, Faber D J. Recoverability of communication protocol[J]. IEEE Transactions on Communication, 1976, 24: 1036-1043.
- [6] van der Aalst W M P. Interval Timed Petri Nets and their analysis[D]. Computing Science Notes 91/09. Eindhoven: Eindhoven University of Technology,1991.

(上接第 98 页)

- [1] 自然科学版,1998,21(9):88-91.
- [2] Patton R. 软件测试[M]. 周予滨,姚 静译. 北京:机械工业出版社,2002.
- [3] 刘 超,金茂忠. 软件测试过程的基本模型 POCERM[J]. 北京航空航天大学学报,1997,23(1):56-60.
- [4] 刘 群,洪 帆. 软件测试的应用研究与分析[J]. 华中理工大学学报,2000(11):34-36.

- [5] 张南平,陈小倩. 软件测试技术[J]. 微机发展,2005,15(7):69-72.
- [6] Teterson J L. Petri 网理论与系统模拟[M]. 吴哲辉译. 徐州:中国矿业大学出版社,1989.
- [7] 袁崇义. Petri 网原理[M]. 北京:电子工业出版社,1998.
- [8] 崔焕庆. 基于 Petri 网的 MPI 并行程序建模与正确性验证[D]. 泰安:山东科技大学,2004.