

基于 PIC18F 6720 的模糊决策照明管理系统

吕永乐,秦红磊,谈展中

(北京航空航天大学 电子信息工程学院,北京 100083)

摘要: 针对城市路灯控制随机性大、精度低和凌晨利用率极低的现状,将模糊决策理论用于照明控制,提出一种基于 PIC18F 6720 单片机的照明管理系统。介绍了系统的硬件构成、模糊化原理、决策算法及软件设计方案。将环境照度传感器测得的照度值和计算得到的照度变化率作为决策变量,依据人工操作经验并综合考虑亮光和遮蔽等干扰因素来定义模糊集和制定控制规则,实现路灯的“3 级亮度调整”自动控制。所采用的“定时通断”控制又成功解决了“夜间空耗”问题。借助全球移动通信系统 GSM(Global System for Mobile communication)网络或电话线,系统还能够和远程监控中心通信。实验表明,该系统能够有效地节约电力资源。

关键词: PIC18F 6720 单片机; 模糊决策; 照明管理

中图分类号: TN 43; TP 273

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2006)07-0052-03

长期以来,城市路灯控制随机性大、精度低,经常导致傍晚提前送电或清晨延迟断电,甚至出现“长明灯”现象。路灯在凌晨时间(1:00~5:00)利用率极低,造成严重的电力资源浪费。

针对该问题,本文提出了一种基于单片机的模糊决策照明管理系统,选用美国 Microchip 公司生产的高性能工业级单片机 PIC18F 6720 作为处理核心,综合采用“3 级亮度调整”模糊决策和“定时通断”2 种方式控制路灯。“3 级亮度调整”的模糊决策方法使得系统在环境照度逐渐改变时能自动调整路灯亮度级别;“定时通断”控制可在夜间人流高峰期增加点亮路灯盏数,而在过往行人稀疏的时间段里(如凌晨)适当减少点亮路灯盏数,有效节约了能源。

1 系统硬件组成

如图 1 所示,系统由现场控制部分和远程中心部分组成。系统现场控制部分按其功能可以分为

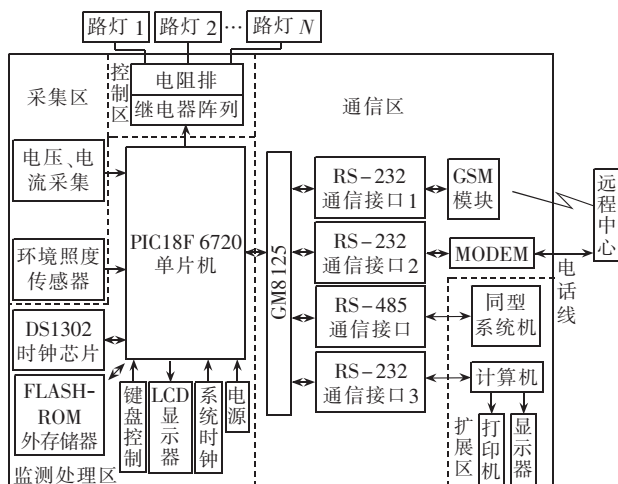


图 1 系统硬件组成

Fig.1 System hardware composition

采集区、控制区、监测处理区、通信区及扩展区。

在采集区,电压、电流模拟量经 PIC18F 6720 中集成的 AD 模块采样、数字化处理后,用于照明线路参数计算;环境照度传感器也通过数字 I/O 将测量结果送入数据处理单元。在控制区,单片机的输出控制位作用于继电器阵列,实现对路灯通断及亮度控制^[1]。

监测处理区主要完成数据处理、控制参数设置、通信方式选择、监视测量及出错告警等系统功能。键盘触发时,键盘控制芯片 8279 产生的中断信号将被 PIC18F 6720 响应,因而,借助键盘系统能够完成复位、LCD 的翻页和页面菜单项选择、数据输入和修改、Flash 存储芯片 AT29C 020 数据存取和清除等操作。时钟芯片 DS1302 产生的数据字节(年、月、日、星期、时、分、秒)以串行方式传递给单片机作为时间基准,用于系统连续运行时间度量、告警时刻和 GSM 短消息收发时刻标定以及“定时通断”控制。

通信区在单片机与扩展区或远程中心建立通信时完成接口标准或通信方式的转换。GM 8125 将 PIC18F 6720 的 1 个通用同步异步收发端口(USART)扩展为 5 个子串口;其中 3 个经 MAX 232 芯片完成 TTL 到 RS-232 转换后,分别通向 GSM 手机模块、外置 Modem 和扩展区计算机;另有 1 个经 MAX 485 芯片完成 TTL 到 RS-485 转换后,和扩展区的同型系统机相连接。利用 GSM 模块的短消息服务(SMS)功能^[2-4],系统能够和远程中心的操作员通信;借助于 Modem 和电话线,系统现场部分也可与远程中心的主控计算机交换数据,实现远程监控管理。

在扩展区的计算机上,现场控制站点的操作员能够应用数据库管理软件对系统数据进行读取和设置,并通过打印机导出数据报表。

2 模糊决策在照明控制中应用

将环境照度传感器测得的照度值(单位 lx)和定期(0.5 s)采样计算得到的照度变化率(单位 lx/s)

作为决策变量(分别对应于论域 X 和论域 Y),综合考虑亮光和遮蔽等干扰因素定义模糊集和制定控制规则^[5-7]。

通常,当环境照度不足 5 lx 时,启用人工照明。根据实验数据和人体视觉感知,在论域 $X=\{x \mid 0 \leq x \leq 10\}$ 上定义模糊集“dark”、“dim”、“faint”和“bright”。如图 2 所示,相应的隶属函数分别为

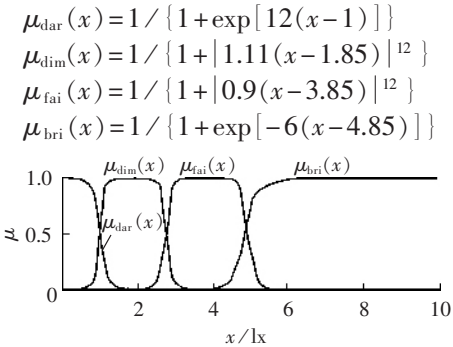


图 2 照度-隶属度函数

Fig.2 Membership function of lightness variation rate

对于早晨和傍晚,照度变化率一般小于 0.3 lx/s;而干扰(亮光、遮蔽干扰)影响下,照度变化率则远大于此值。为了有效消除干扰影响,在论域 $Y=\{y \mid -5 \leq y \leq 5\}$ 上定义用于衡量环境照度变化快慢的模糊集“负大(NB)”和“负小(NS)”(对应于遮蔽干扰,如外物遮挡照度传感器感光头)、“零(Z)”(对应于照度恒定)、“正小(PS)”(对应亮光干扰,如闪电、车灯影响)和“正大(PB)”。其隶属函数 $\mu_{NB}(y)$ 、 $\mu_{NS}(y)$ 、 $\mu_Z(y)$ 、 $\mu_{PS}(y)$ 和 $\mu_{PB}(y)$ ^[8] 如图 3 所示。

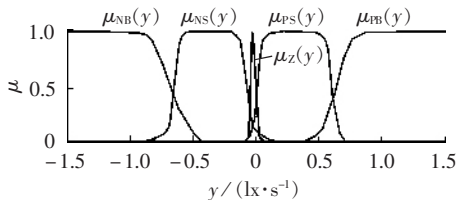


图 3 照度变化率-隶属度函数

Fig.3 Membership function of lightness variation rate

按照人工操作经验,制定如下控制规则。

- R1 if L=dark, and LCR=PS, then OP=S₃₂
- R2 if L=dim, and LCR=NS, then OP=S₂₃
- R3 if L=dim, and LCR=PS, then OP=S₂₁
- R4 if L=faint, and LCR=NS, then OP=S₁₂
- R5 if L=faint, and LCR=PS, then OP=S₁₀
- R6 if L=bright, and LCR=NS, then OP=S₀₁
- R7 if L=bright, and LCR=PS, then OP=N
- R8 if L=dark, and LCR=NS, then OP=N
- R9 if LCR=NB or PB, then OP=N
- R10 if LCR=Z, then OP=N

上述规则中 L 指照度,LCR 指照度变化率,OP 指控制操作,N 指空操作,S_m 指由亮度级 m 切换至亮度级 n;下标表示路灯亮度级别,即 0 熄灭(dark),1 低亮度(dim),2 中亮度(faint),3 高亮度(bright)。

在论域 $Z=XY=\{(x,y) \mid 0 \leq x \leq 10, -5 \leq y \leq 5\}$ 上,

定义模糊集 C_{23} 、 C_{12} 、 C_{01} 、 C_{32} 、 C_{21} 、 C_{10} (其含义如表 1 所示),及“亮光干扰(C_f)”、“遮蔽干扰(C_s)”和“照度恒定(C_c)”。

表 1 论域 Z 中模糊集
Tab.1 Fuzzy sets in domain Z

Y 域	X 域			
	dark	dim	faint	bright
NS	/	C_{23}	C_{12}	C_{01}
PS	C_{32}	C_{21}	C_{10}	/

上述规则的控制输出正是以准确区分这些模糊集为前提的,由上述控制规则可得:

$$\mu_{C23}(x,y)=\mu_{dim}(x)\mu_{NS}(y), \mu_{C12}(x,y)=\mu_{fai}(x)\mu_{NS}(y)$$
$$\mu_{C01}(x,y)=\mu_{bri}(x)\mu_{NS}(y), \mu_{C32}(x,y)=\mu_{dar}(x)\mu_{PS}(y)$$
$$\mu_{C21}(x,y)=\mu_{dim}(x)\mu_{PS}(y), \mu_{C10}(x,y)=\mu_{fai}(x)\mu_{PS}(y)$$
$$\mu_{Cf}(x,y)=M(x)\mu_{PB}(y), \mu_{Cs}(x,y)=M(x)\mu_{NB}(y)$$
$$\mu_{Cc}(x,y)=\max(\mu_1,\mu_2,\mu_3)$$
$$M(x)=\max[\mu_{dar}(x),\mu_{dim}(x),\mu_{fai}(x),\mu_{bri}(x)]$$
$$\mu_1=\mu_1(x,y)=M(x)\mu_Z(y), \mu_2=\mu_2(x,y)=\mu_{dar}(x)\mu_{NS}(y)$$
$$\mu_3=\mu_3(x,y)=\mu_{bri}(x)\mu_{PS}(y)$$

对于每一个样点(照度、照度变化率),由以上式子计算出各隶属函数值;利用最大隶属原则^[9],从 C_{23} 、 C_{12} 、 C_{01} 、 C_{32} 、 C_{21} 、 C_{10} 、 C_f 、 C_s 、 C_c 中选择模糊集。最后,按控制规则编写程序,对路灯进行亮度调节。

3 系统软件设计

系统采用 PIC18XXXX 汇编语言^[10]在 MPLAB IDE(v 6.52)集成开发环境下进行软件设计和开发。主程序流程如图 4 所示。

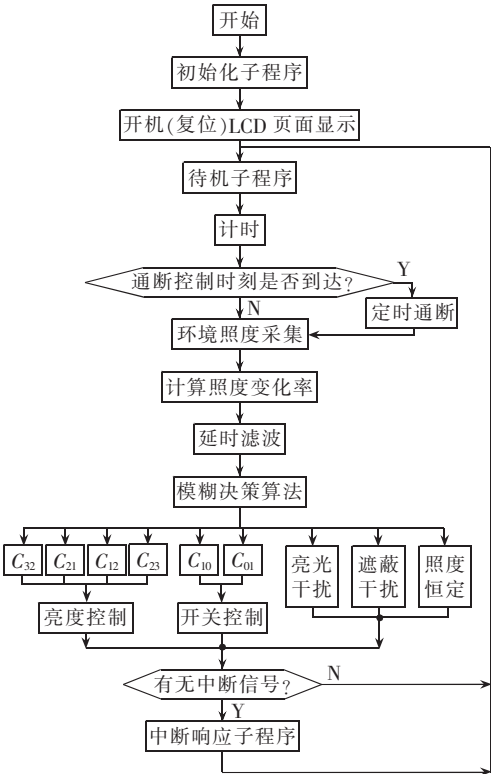


图 4 系统主程序流程

Fig.4 Flowchart of main program

开机或复位后,系统进入待机状态;时钟芯片 DS1302 提供的当前时间与外扩 FlashROM 存放的定时参数进行比较,条件满足时执行“定时通断”控制(如 $1:00 \leq t \leq 5:00$ 时,强行关断部分路灯)。然后,系统读取环境照度值,计算出照度变化率后,调用模糊决策函数。根据决策结果,调用“亮度控制”或“开关控制”函数,对路灯进行“3 级亮度调整”。上述过程周期(1s)进行直到 PIC18F 6720 收到外部中断信号。

中断产生时,中断响应子程序首先判断外部中断的类型:

a. USART 串口中断,调用有关处理子程序接收、保存通信数据;

b. 键盘中断,调用测量、告警、参数设置、通信、时间管理等系统菜单项操作函数。

4 结论

本文介绍的用于城市路灯控制的照明管理系统具有以下特点:

a. 采用集成有 AD 转换模块和 USART 模块的 PIC18F 6720 单片机作为控制核心,提高了整体性能和集成度;

b. 模糊决策理论用于亮度控制,具有“智能性”;

c. 引入“定时通断”控制,有效解决了“夜间空耗”问题;

d. 借助 GSM 和 Modem 模块,能远距离通信。

实验表明,该系统可以克服人工控制所具有的随机性大、耗费人力等缺点,能够实现路灯的自动化、集中化和远程化监控管理,做到合理利用电力资源,方便城市生活,因此应用前景广阔。

参考文献:

- [1] 陈春,乔巍,叶芄生. 基于单片机的智能低压断路器[J]. 电力自动化设备,2003,23(2):49-51.
CHEN Chun,QIAO Wei,YE Peng-sheng. Intelligent low voltage tripper based on micro-controller[J]. Electric Power Automation Equipment,2003,23(2):49-51.
- [2] 张春强,修小云. 配电监测系统的短消息模块应用[J]. 华东电

力,2004,32(4):32-34.

- ZHANG Chun-qiang,XIU Xiao-yun. Application of SMS modular in distribution monitoring system[J]. East China Electric Power,2004,32(4):32-34.
- [3] 郭丙君,俞金寿. 基于 GSM 的远程监控系统[J]. 自动化仪表,2004,25(8):65-66,70.
- GUO Bing-jun,YU Jin-shou. GSM based remote supervisory system[J]. Process Automation Instrumentation,2004,25(8):65-66,70.
- [4] 沈祥,祝项英,金乃正. 无人值班变电站远方监控系统的设计和应用[J]. 电力系统自动化,2004,28(2):89-90.
- SHEN Xiang,ZHU Xiang-ying,JIN Nai-zheng. Design and application of no-watch monitoring system for transformer substations[J]. Automation of Electric Power Systems,2004,28(2):89-90.
- [5] ZADEH L A,阮达,黄崇福. 模糊集与模糊信息粒理论[M]. 北京:北京师范大学出版社,2000.
- [6] SYAU Yu-ru,LEE E S. Fuzzy convexity with application to fuzzy decision making[C]//Proceedings of the 42nd IEEE Conference on Decision and Control. Maui,Hawaii,USA:[s.n.],2003:5221-5226.
- [7] 谢宋和,甘勇,邓璐娟. 单片机模糊系统设计与应用实例[M]. 北京:电子工业出版社,1999.
- [8] 张承慧,李洪斌. 模糊决策在城市照明控制中的应用[J]. 电力系统自动化,2001,25(24):49-52.
- ZHANG Cheng-hui,LI Hong-bin. Application of fuzzy decision in lighting control of cities[J]. Automation of Electric Power Systems,2001,25(24):49-52.
- [9] 周穗华,张小兵,皮汉文. 模糊控制中的参数模糊化新方法研究[J]. 武汉大学学报:理学版,2003,49(3):305-308.
- ZHOU Sui-hua,ZHANG Xiao-bing,PI Han-wen. A new fuzzification method in fuzzy control system[J]. J Wuhan Univ:Na Sc Ed,2003,49(3):305-308.
- [10] 刘和平,刘林,余红欣,等. PIC18FXXX 单片机程序设计及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2005.

(责任编辑:康鲁豫)

作者简介:

吕永乐(1981-),男,河南洛阳人,博士研究生,研究方向为通信与电子应用技术、城市电网自动化控制技术(E-mail: Lv_yongle@ee.buaa.edu.cn);

秦红磊(1975-),男,山东临清人,副教授,博士后,研究方向为通信、自动测试专家系统及卫星导航;

谈展中(1938-),男,上海人,博士研究生导师,研究方向为卫星导航、战术综合电子技术及自动测试专家系统。

A fuzzy illumination supervision system based on PIC18F 6720 microcontroller

LÜ Yong-le,QIN Hong-lei,TAN Zhan-zhong

(Beijing University of Aeronautics and Astronautics,Beijing 100083,China)

Abstract: Considering the high randomness and low precision of street lamp control in cities and the low usage efficiency in wee hours,a design of illumination supervision system based on PIC18F 6720 microcontroller is proposed,which applies fuzzy decision making theory. The hardware structure, fuzzy algorithm principles,decision-making algorithm and software design are presented. The measured environmental lightness and calculated lightness variation rate are taken as input variables,and the fuzzy sets and control rules are defined according to operational experiences with consideration of interfering factors,with which the automatic control of “three-level brightness adjustment” is implemented. The “timing on-off” control is used for reducing “night wasting”. The system can communicate with remote monitoring center via GSM (Global System for Mobile communication) or telephone networks. Experiments prove that it saves electric power.

Key words: PIC18F 6720 microcontroller; fuzzy decision making; illumination supervision