

基于云计算+边缘计算的智能光控管理系统

叶霞 吴佳泽 谢尚俊 韩江涛 毛奕涵

杭州师范大学

DOI:10.12238/jpm.v3i8.5226

[摘要] 高品质的照明系统可以满足工业生产的多样化照明需求,降低能耗,提高生产的多样化照明需求,提高生产效率和效率。基于此,本论文结合当前的物联网技术和大数据技术,提出基于云计算+边缘计算的智能光控管理系统,该系统结合光敏传感器、人体感应传感器等,直接与边缘计算单元对接,采用PWM波控制LED光源亮度,实时调节光的照明程度,同时利用云计算强大的计算能力,实时调整边缘计算单元的工作状态,增加光控系统的实时性,实现智能照明系统中智能、灵活、可靠和节能特点。最后本论文以1000平米厂房为应用场景给出智能光控照明系统的实施案例,验证该系统具有广阔的应用前景。

[关键词] 智能光控管理系统; 云计算; 边缘计算; 大数据分析; 物联网技术; PWM波

中图分类号: P413 **文献标识码:** A

Intelligent light-operated Management System based on cloud computing and Edge computing

Xia Ye Jiaze Wu Shangjun Xie Jiangtao Han Yihan Mao

Hangzhou Normal University

[Abstract] High quality lighting system can meet the diversified lighting demand of industrial production, reduce energy consumption, improve the diversified lighting demand of production, improve production efficiency and enterprise efficiency. Based on the current Internet of Things technology and big data technology, an intelligent light-operated management system based on cloud computing and edge computing is proposed. This system combines photosensitive sensor and human body sensor, directly connects with edge computing unit, uses PWM wave to control the brightness of LED light source, and adjusts the illumination degree of light in real time. Meanwhile, the powerful computing ability of cloud computing is used to adjust the working state of the edge computing unit in real time, increase the real-time performance of the light-operated system, and realize the intelligence, flexibility and reliability of the intelligent lighting system and energy saving characteristics. Finally, this paper gives an implementation case of intelligent lighting system based on 1000 square meters workshop application scenario, and verifies that this system has broad application prospects.

[Key words] Intelligent light-operated Management System; cloud computing; Edge computing; Internet of Things technology; PWM wave

引言

“工业4.0”研究项目由德国联邦教研部与联邦经济技术部联手资助,在德国工程院、弗劳恩霍夫协会、西门子公司等德国学术界和产业界的建议和推动下形成,并已上升为国家战略。德国联邦政府投入达2亿欧元。自2013年4月在汉诺威工业博览会上正式推出以来,工业4.0迅速成为德国的另一个标签,并在全球范围内引发了新一轮的工业转型竞赛。

在此背景下,为了提高中国智能制造在全球化市场中的竞争力,中国政府也适时提出中国制造2025战略,是中国政府实施制造强国战略第一个十年的行动纲领。2016年4月6日国务院总

理李克强主持召开国务院常务会议,会议通过了《装备制造业标准化和质量提升规划》,要求对接《中国制造2025》。不论工业4.0,还是中国制造2025,都是基于信息化,数字化和互联互通。随着物联网(IOT)逐渐渗透到各个生产领域,其发展越来越受到重视。在现代化工厂除了如何利用数字化和信息化提高产能,同时如何降低工厂能耗也日益成为企业关心的重点。

据统计,照明能耗占到全球电量消耗的15%。然而,对于现代化的工厂来说,照明耗电量甚至高达30%。照明不仅影响人们的舒适度,也关系着用电支出。在能源价格不断攀升的今天,基于物联网的现代化照明技术可助力快速有效地节约电能,从而降

低成本。目前,很多工厂生产车间布局复杂,需要多种类型的照明,传统的照明方案中需要联系专业管理人员,完成对照明的编程及维护工作,生产效率低下。而拥有一套先进的照明管理方案同时具备高效可靠的控制系统,可助力企业实现潜在能源节约,这可帮助生产企业降低70%与照明相关的能源消耗。智能照明方案除了能够大量缩减企业能源消耗及成本以外,还能够促进经济效益、资源效率、用户舒适度以及灵活性。

基于上述原因,本论文提出基于物联网的现代化光控管理系统,可轻松管理复杂的照明系统,其推出的一系列智能照明解决方案,可在任何建筑面积及复杂布局中满足企业对各类照明的控制需求,不论是管理10个灯具3个区域,或者是上万个灯具360个区域,该方案都可轻松通过PC、笔记本和手机等终端远程控制和维护整个照明系统,当设备出现故障时可第一时间显示灯具型号、具体位置、受损程度及所需要的解决方案并给出详细的远程诊断信息,方便管理人员随时随地进行维护和修理,从而大大节省管理时间,也省去了专业人员的维修成本。

本文第2节论述当前照明市场现状及前景;第3节详细介绍光控管理系统的技术特点,即云计算和边缘计算;第4节介绍本智能光控系统的应用场景和实施方案,给出数据分析;最后总结全文工作。

1 照明市场现状及前景

现代生活,照明无处不在。从最初的普通白炽灯到如今方兴未艾的LED,从老成持重的传统照明到风头正劲的智能照明,照明产业不断焕发着新的活力和生机,并不断给予我们新的“定义”。图1给出传统的照明控制及节能方案。从图中可以看出,传统照明系统主要通过一些开关控制或者远程WIFI控制实现照明控制,节能措施比较简单,主要是从白炽灯、节能灯到LED灯的转变。节能形式单一、控制简单,存在很严重的能耗浪费的情况。



图1 传统照明控制及节能方案

所谓节能无小事,是为了让我们每个人理解日常节能的重要性,才能涓滴成流。而对一个大型工厂或企业来说,节能是一件直接关系工厂效益的大事,一点点能效的提升将带来重大的成本改进。图2给出照明能耗占比与节能潜力,从中可以看出,照明能耗占各生产企业能耗的份额很重,节约照明系统的能耗可大大节省企业的生产成本,提高用能效率。

基于此,本论文提出的智能光控管理系统目标旨在解决此问题。该系统可完全实现工厂的无人化管理,帮助企业实现关灯生产,只有在管理维护人员进入时才根据人员行进路线相继打开通道光源,极大地节省了用电量。

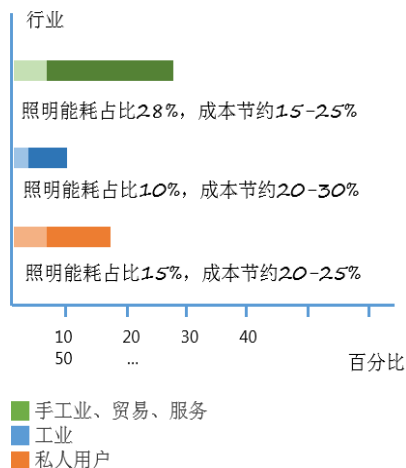


图2 照明能耗占比与节能潜力

2 智能光控管理系统

2.1 智能光控管理系统的技术特点

本论文的智能光控管理系统的硬件终端平台赋予边缘计算单元强大的计算能力,同时通过云端大数据分析,通过算法优化反馈最佳控制方案到边缘计算单元,实现照明设备的自主控制,形成一个闭环的照明控制系统。该智能系统还可以实现照明设备的寿命预测预警,根据边缘计算电源的传感器返回数据,通过数学模型预测预警,实现设备的预维护功能。最后,本系统还可以通过大数据分析,结合用户的实用习惯,反馈节能控制信息给边缘计算单元,从而完成进一步的节能优化和改进方案。图3给出智能光控系统的功能模块图。

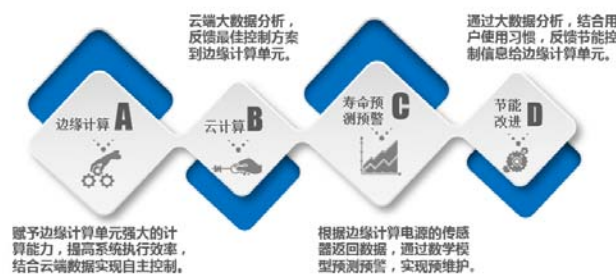


图3 智能光控管理系统的功能模块

2.2 智能光控管理系统核心技术——边缘计算

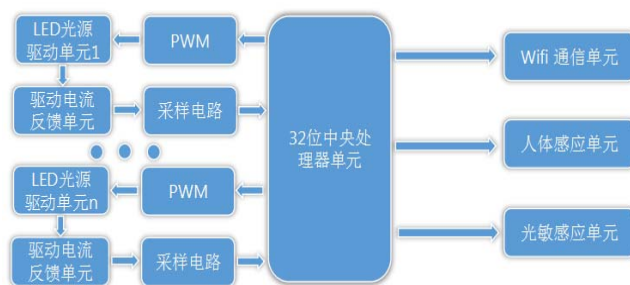


图4 基于边缘计算的照明控制硬件总框图

本智能照明系统的核心技术是照明数据远程可视化平台,通过采用ARM32位处理器结合光敏传感器、人体感应传感器,采

用边缘计算技术进行LED光源亮度实时调节, 确保在正确的时间提供恰当的照明强度。图4给出基于边缘计算的照明控制系统框图。从中可以, 本系统的硬件部分主要通过中央处理器单元结合人体感应器和光敏传感器实时采集环境信息, 采用PWM波实现LED光源的亮度控制, 同时通过电流反馈单元采集LED电流并通过A/D转换数据给单片机, 完成照明系统的亮度监控和闭环控制。

具体实施功能如下:

(1) 根据生产过程、维护间隔或员工工作计划调节照明。对无人化工厂则可做到人来灯亮, 人走灯熄。

(2) 有效地独立控制照明强度, 即可根据用户需求设置照明环境和照明条件。

(3) 通过亮度传感器、人体感应传感器以及预设的照明强度可保证充足的照明——如阳光充沛明亮则可节约电能。

2.3 智能光控管理系统核心技术——云计算

本智能光控管理系统采用云计算完成数据的分析和优化功能, 主要完成功能:

(1) 收集边缘计算单元数据, 进行集中管理, 为边缘计算单元提供参数输入。

(2) 运行数学模型, 预测光源寿命。

(3) 根据历史数据进行大数据分析, 反馈节能措施到边缘计算单元。图5给出基于云计算的光控管理平台。

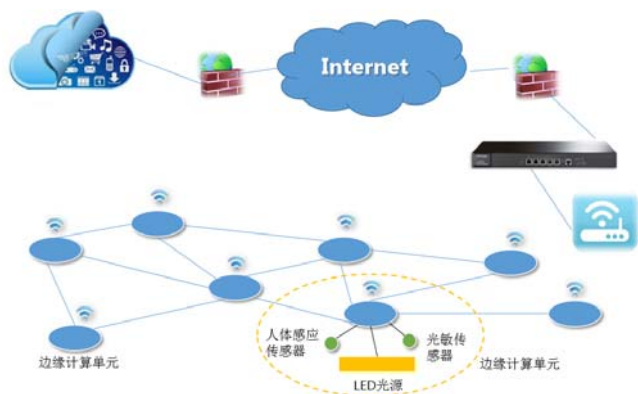


图5 基于云计算的光控管理平台

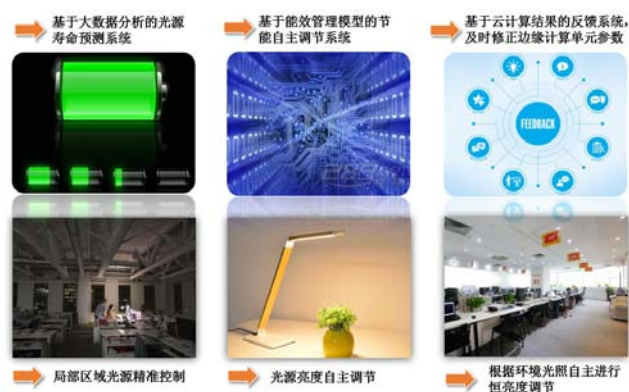


图6 光控平台功能描述

2.4 具体功能实现

本智能光控管理系统主要实现的功能如图6所示。

具体功能实现主要包括以下几点:

(1) 通过传感器收集的大量数据, 基于大数据分析对光源寿命进行预测, 建立一个可靠有效的寿命监测及预测系统。

(2) 通过中央处理器的PWM波实时调节光源的照明程度, 完成光源亮度的自主调节, 实现能效管理模型的节能自主调节系统。

(3) 通过云计算结果的反馈系统, 实时修正边缘计算单元参数, 形成一个闭环的智能光控管理系统。

(4) 通过区域块的划分实现局部区域光源的精准控制, 从而实现关灯生产, 只有在维护人员进入时根据人员行进路线相继打开通道光源。

(5) 通过各类人体感应传感器、亮度传感器采集当前环境的光照信息, 实时根据当前的环境光照自主进行亮度调节, 完成节能目的。

2.5 技术优势

本系统的技术核心是云计算和边缘技术, 存在的技术优点主要包括以下几点:

(1) 传统的传感器+云计算模式由于受到网络带宽和网络阻塞等的影响, 实时性大为降低。而本系统采用云计算+边缘计算的模式, 传感器直接与边缘计算单元对接。边缘计算单元向云服务器发送日常数据用于大数据分析, 例如: 电压, 电流, 光强度, 人体传感器数据等等。本系统利用云计算强大的计算能力, 实时调整边缘计算单元的工作状态, 具备良好的自适应。

(2) 传统的传感器+控制器模式由于受到控制单元计算能力的限制, 无法完成大数据分析, 其独立于网络运行已不适合现代企业的需要。而本系统由于边缘计算单元采用ARM控制器, 具备较强的计算能力, 针对一些实时性高的处理可以本地化进行, 从而大大降低网络延迟, 增加实时性。对于一些需要大量历史数据分析的工作则交给云计算进行。

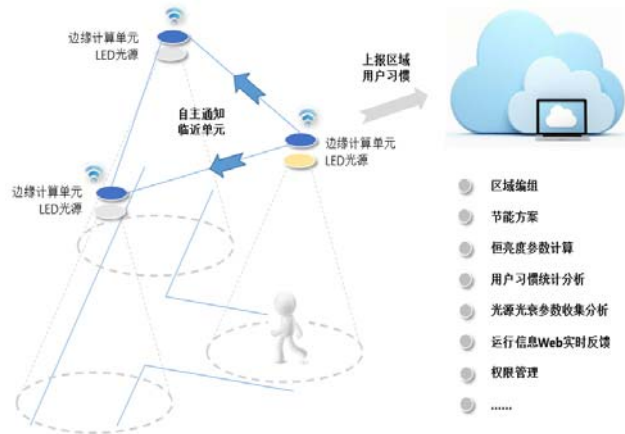


图7 应用场景实施案例

(3) 本智能光控控制系统采用控制器的PWM波实时调节光的亮度, 同时可以根据光衰程度对照明设备的寿命进行预测, 实现

预测预警和预维护功能。

3 应用场景及实施方案

3.1 智能光控系统的应用场景

本智能光控系统主要应用于生产车间、智能工厂、智能楼宇等。图7给出应用场景的实施方案,可以看出本系统可为用户提供区域编组、定制化节能方案、恒亮度参数计算、用户习惯统计分析、光源光衰参数收集分析、运行信息Web实时反馈和权限管理等。

3.2 实施方案举例

将本智能照明管理系统应用于某1000平米厂房光控照明系统,如图8所示。

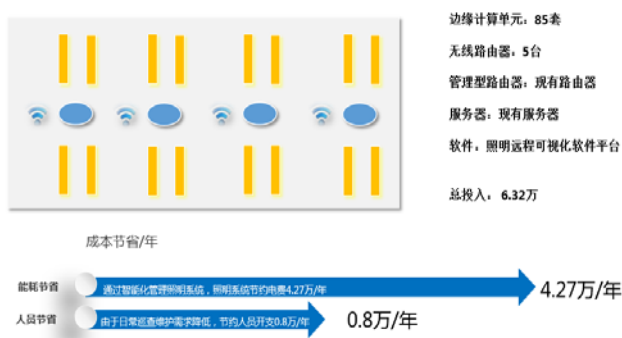


图8 光控系统实施方案举例

从中可以看出,本智能照明控制系统硬件成本及软件服务成本大约6.32万元,厂房采用智能系统以后每年可节省电能4.27万元,同时减少了维护人员,每年节省人力成本大约0.8万。通过公式计算如下得到厂家投资回报。

$$6.32 \text{万} \div (4.27 \text{万} + 0.8 \text{万}) \approx 1.26 \text{年}$$

从中可以看出,该案例中应用了本系统的智能光控管理系统,企业大约在两年时间内可收回成本。

4 总结

本论文的主要特点与创新点在于:

(1)本论文提出的智能光控管理系统采用边缘计算+云计算的核心技术,采用各类传感器直接与边缘计算单元对接,同时向

云服务器发送日常数据用于大数据分析,利用云计算强大的计算能力,实时调整边缘计算单元的工作状态。

(2)本系统建立的光控系统远程可视化平台,通过采用单片机处理器利用PWM波进行LED光源亮度实时调节,确保在正确的时间提供恰当的照明强度,同时实现光源能耗动态监测,LED光源的使用寿命预测等。

[基金课题]

浙江省教育厅一般项目(Y202044821),杭州师范大学钱江学院科研(2022QJL04);杭州师范大学师生共研项目,杭州师范大学钱江学院学生科研。

[参考文献]

[1]Whang A J W, Chang C M, Lin C M, et al. Innovative light-collecting module using prismatic array structures. Chinese Optics Letters, 2014, 12(1):48-51.

[2]So, Seong-Jin Kim. Maximum power point tracking with out current sensor for photovoltaic module integrated converter using Zigbee wireless network[J]. International Journal of Electrical Power and Energy Systems, 2014.

[3]Kevin Ashton. That 'Internet of Thing' Thing in the Real World Things Matter More Than Ideas[J]. RFID Journal, 2009, 22:P1-P6.

[4]蒋永生,彭俊杰,张武.云计算及云计算实施标准:综述和探索[J].上海大学学报(自然科学版),2013,19(1):5-13.

[5]张强,袁鸿景.物联网技术的研究现状和应用实践[J].通信设计与应用,2016(11):28.

[6]任俊亮.基于.NET的能源管理系统的研究[D].华南理工大学硕士学位论文,2015.

[7]薛震南.基于物联网的智能家居研究.南京:南京大学,2013.

作者简介:

叶霞(1981-),女,汉族,重庆璧山人,硕士,讲师,杭州师范大学,研究方向:无人机、自动驾驶与机器视觉。