

Probing a New Way of Decreasing Energy Consumption by Information Networks in Library

Yanlan Zeng

Library of Hunan University, Changsha Hunan
Email: zengyanlan815@163.com

Received: Mar. 29th, 2015; accepted: Apr. 18th, 2015; published: Apr. 23rd, 2015

Copyright © 2015 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

A new trend in the area of information network technology appears. Aiming at providing green reading for readers and decreasing energy consumption, the feasibility of applying visible light communication to accessing the information networks in libraries is analyzed. Also, the effects of energy conservation of applying VLC to library network are evaluated. Numerical examples show that in comparison with present wireless local network, the visible light communication access network can save 4% energy consumption on the whole.

Keywords

Library, Information Network, Access Network, Visible Light Communication

图书信息网络的节能新途径探索

曾艳兰

湖南大学图书馆, 湖南 长沙
Email: zengyanlan815@163.com

收稿日期: 2015年3月29日; 录用日期: 2015年4月18日; 发布日期: 2015年4月23日

摘要

结合信息网络技术发展的趋势,从提倡绿色阅读、节约能源的角度,分析了将可见光通信技术应用于图书馆信息网络建设的可行性;并结合实际条件对采用可见光通信网络接入技术所带来的节能效果进行评估。结果表明,与无线局域网相比,采用可见光通信网络接入技术可获得约4%的总体节能效果。

关键词

图书馆, 信息网络, 接入网, 可见光通信

1. 引言

大学校园里的校园网是师生们与外界进行信息联系的主要途径。图书馆是学校的重要职能部门,图书信息管理系统可看作校园网所提供的信息服务的一部份。尽管读者群所使用终端设备具有多样性,但可移动性是它们的共同特征。目前,可移动设备接入校园网络的途径主要有学校提供的无线局域网以及学校与中国移动等网络运营商合作提供的3G/4G网络。后者由于费用相对较高,相当一部份学生读者不能选用。而在图书馆内,读者使用自带的通信终端进行馆藏信息检索、电子期刊阅读等活动日益频繁,为适应这种需求,大多数高校的图书馆布设了无线局域网的接入点。

无线局域网所依据的技术标准主要有IEEE802.11b、IEEE802.11g、IEEE802.11n等。较高版的标准采用了正交频分复用(OFDM)技术,以有效对抗室内条件下的多径效应、进一步提高单位频宽所能承担的信息传输速率[1]。

图书馆内所布设的无线局域网接入点,具有用户数量多、用户平均带宽需求较大等特点,因而属于“热点”区域,需要在每个楼层布设足够数量的无线局域网接入点。这种接入点需要成天不停运转,需要消耗一定的电能。尽管无线接入点所消耗的电能与空调、照明等相比相对较低,但在环境日益恶化、全球都在强调节能的今天,我们仍然需要考虑,这部分能耗是否可以节省下来?

高校图书馆一般都建在较高的大楼内,即使在白天,也需要一定的灯光照明。近年来,照明灯领域出现了一个新成员——LED(发光二极管)灯,尽管LED灯还不是很普及,但其单个灯珠的价格已接近节能灯,而其能量效率及使用寿命明显比节能灯高,因而LED取代节能灯已成必然趋势。基于几乎呼之欲出的LED灯的普及,近年在信息技术领域出现了一股研究可见光通信(visible light communication,缩写为VLC)的热潮[2]。该技术将数字信号的调制与LED的发光驱动电路相结合,使得LED灯既用于照明,又用于发送数据信息。

图书馆是适于采用可见光通信作为接入网络的重要场合之一。主要的原因有:1)图书馆内有持续照明的需要,将部分照明灯兼作网络接入设备,有节能效果;2)VLC具有传输速率高、无电磁辐射、信息安全性高等优势,容易被读者接受;3)可见光通信模块比无线网卡等小巧,更易于集成到小型终端设备上,便于随身携带。

总之,将可见光通信技术用于图书馆信息网络接入,是个值得探索的课题。

2. 基于可见光通信的网络接入技术

最早研究可见光通信的有Grantham Pang等人[3],在他们发表于IEEE Transactions on consumer electronics的论文中,报道了一个将可见光通信(VLC)用于音频信号的无线传输系统。在随后约十年时间

内,可见光通信的研究并未引起广泛关注,原因之一可能是此期间无线通信技术发展迅猛而且人们尚未注意到无线电通信技术的局限性。然而,近年来随着人们对宽带无线网络技术的重新审视,发现可见光通信在室内通信领域有诸多无线电通信不可比拟的优势,如:没有针对频谱用途的法规限制、传播途径的可见性导致的安全性更高等。可见光通信已成为全球范围内信息技术领域新研究热点。比如,英国爱丁堡大学 Haas 教授团队 2011 年展示的一个将正交频分复用(OFDM)技术用于可见光通信的演示系统,入选“100 个惊天裂地的主意之一”、“2011 年度 50 个最佳发明”,其成果相继被国际著名媒体如 BBC、NPR、New York Times 等报道。在国内,代表性的事件有:2013 年最后一个季度,有新闻报道复旦大学实现了一个通过照明灯上网的演示系统;2014 年初,中国科学院半导体研究所的学者 Honglei Li 等人发表的论文中,报道了一个可见光通信系统,该系统含两个被动均衡和一个主动均衡电路,结合滤波,实现了带宽为 151 MHz、采用非归零码结合通-断键控调制时最高传输速率可达 340 Mbps、误比特率低于 2×10^{-3} [4]。2014 年里,国家自然科学基金、国家 863 计划、973 计划都立项支持了可见光通信研究的科研课题;地方政府如北京市、广东省也立项支持了一些有关可见光通信产品研发的项目。2014 年,国际电子电气工程师协会 IEEE 的期刊发表的关于可见光通信研究的论文有 800 余篇。

可见光通信技术的实现从原理上可以概括为:在信息发送方,用 LED 灯光作为载波,把要传输的数字信号用于调制光的强度(亮度),由于数字信号快速变化,人眼的视觉暂留效应使得调制过程所导致的光强变化不会被人察觉;而在信息接收方,核心器件是一个光电二极管,它将接收到的已调光信号转换为电流,该电流携带了发送方的数字信号,接收方对此信号进行处理,可还原出数字信息。在一条双向通信链路中,双方都需要发送和接收,与无线电设备不同的是,可见光通信系统需要相互分离的发送和接收器件,而小型无线电装置通常是发送和接收共用同一付天线。由于可见光的频率远远高于无线电波的频率,同等的信息速率下,可见光通信模块的外形尺寸可以做得明显比无线通信模块小。

要将可见光通信技术用于网络接入设备,还需要解决点对多点通信问题即多址问题。从网络通信协议体系的角度,可见光通信技术属于物理层的技术,要实现组网,还要解决数据链路层、网络层的相关问题。在局域网中,网络层的功能相对较简单,而数据链路层的重点是解决多址问题即多个用户共享同一个信道的问题,该部分功能通常由媒介访问控制(media access control, MAC)子层实现。目前,有关可见光通信网的 MAC 协议的研究仍有待加强,IEEE 提出了一个相应标准 IEEE802.15.7 [5],其作用类似于无线局域网标准 IEEE 802.11。

研制支持 IEEE 802.15.7 协议的接入点是将可见光通信用于接入网所要解决的关键技术问题。

3. LiFi 接入网在图书馆网络建设中的可行性

3.1. 网络接入点设备的研制

众所周知的无线局域网也称作 WiFi,为沿用这一称谓,有人把基于可见光通信的局域网叫做 LiFi。“L”取自英文“light”的首字母。

要实现 LiFi 的普及应用,必须要研制较廉价的接入点。目前 WiFi 的接入点设备售价大体在 100 元至 3000 元范围,廉价的是家用小型接入点,而用于人群密集或热点区域的接入点设备因为数据流量大、竞争的用户多而需要特别的软硬件设计,价格相对较高。LiFi 接入点功能基本相同,不过由于物理层链路的区别,接入点设备的硬件软件体系也有所不同。最主要的差别在于:LiFi 通信模块的发送与接收器件相互分离,如果数字基带处理部分有各自的处理器或处理器核,则发送与接收可以同时进行,可实现全双工;而基于无线电的 WiFi 接入点,因为收发共用同一付天线,即使有多个处理器或多内核的处理器,收、发也只能分时进行,只能实现半双工通信。

无论是 WiFi 还是 LiFi,接入点装置按其功能由两部分组成,一部分与有线局域网相连,这一部分的

硬件及软件体系已很成熟,有标准的芯片组可选购;另一部份则与无线通信模块或可见光通信模块相连,接收多个用户的信号或将信号广播给覆盖范围内的全部用户。这后一部分的研制需要结合用户群的大小及所承载的业务类型进行针对性设计,有较大的灵活性,产品的性能及成本因而有较大差异。

目前研制接入点装置大多基于嵌入式系统芯片,值得一提的是许多芯片供应商能提供价位在 100 美元左右的多核芯片,这些芯片每核的处理能力已超过 1 Gbps、输入输出速率也超过 1 Gbps,因此为高性能接入点设备的研制提供了有力支持。

此外,标准化的 TCP/IP 协议芯片组、高速 I/O 接口等,使硬件设计更为便捷,因而研制接入点设备最耗人力的部分就在 MAC 协议的实现上。由于基于可见光通信的 MAC 协议标准 IEEE 802.15.7 整体结构与 WiFi 的协议标准有许多相似之处,有很多现有产品的成果可以借鉴,因此只要按照软件工程的规范逐步细化落实,必定能实现所设计的 MAC 协议。

3.2. 将 WiFi 换为 LiFi 所带来的节能效益

采用基于可见光通信的接入点(access point, AP),因为 LED 照明灯既作为照明光源,也兼作无线网络接入点,就省去了原 WiFi 所需的接入点设备所需消耗的电能。下面通过具体算例进行定量评估。

一个约 300 平方米的阅览室,大约需要 40 W 照明灯(日光灯) 30 盏,照明所需电功率约为 1200 W。若采用 WiFi 向读者提供接入网络的服务,该阅览室满座人数约 300,按照人均需要 2 Mbps 信息速率计算,该阅览室在满座时需要 600 Mbps 的总传输速率。如果采用 3Com 公司的 AP 产品 H3C3750,根据网站公布的该产品技术参数,每个 AP 的信息发送/接收速率充其量不到 54 Mbps,因此该阅览室至少需要布设 12 个这样的 AP [6];由于满负荷时每个 AP 功耗约 10 W,因此该阅览室的 AP 总功耗为 120 W,约占照明灯功耗的十分之一。当然这是按阅览室满座时进行估算的。如果考虑每个阅览室总有部分空缺,而在阅览室学习的读者也不总在使用网络,那么网络的利用率达不到 100%,根据作者的观察统计,这个利用率实际在 40%左右,本单位的 AP 布设也基本上是这样考虑的,因此该阅览室实际只设了 5 个 AP,这样采用 WiFi 接入,AP 总功耗为 50 W,约为照明灯功耗的 4%。如果将照明灯中的部分换成 LED 并将其驱动电路与 AP 电路板集成在一起,实际上这些 LED 就兼有照明和网络接入点功能,因此就节省了原 WiFi 接入点的功耗。需要说明的是,尽管 LED 驱动电路及基于可见光通信的接入点的有关电路板也要消耗部分电能,但这部分功率要比 WiFi 接入点的天线辐射出的无线功率小很多,换句话说,LED 灯的驱动电路所消耗的电能与其发出的光能相比,是相当小的,这也是当今 LED 灯得以迅速占领市场的主要原因之一。

上面有关采用 VLC 作为接入网的节能效果的估算中没有考虑局域网 MAC 协议面临的碰撞问题,碰撞使得多个用户间竞争信道时要浪费时间,它会使 AP 实际的传送效率明显降低,实际效率的大体范围在 30%~80%之间,与具体的产品设计及制作水平、网络业务类型等有关。如果将碰撞导致的效率下降取为 50%,则上面估算的能耗需要翻倍,这个阅览室的全部 AP 实际功率损耗提升为 100 W。尽管换用 VLC 后一个阅览室节约的 100 W 功耗并不显眼,但积少成多。一个普通大学的图书馆至少需要 20 个以上这种可以随时连通图书信息管理网络的学习空间,采用基于可见光通信技术的网络接入技术,整个图书馆的网络接入设备每天可节约 40 度电,仅此一项,一年节约的电费足够两个寒门学子的学费。更为重要的是,减少能耗,可以减轻对有限的地球资源的过度消耗。

4. 结语

结合信息技术领域的新动向及当前的技术条件,分析了可见光通信的技术要点以及将其应用于图书信息网络接入的可行性。通过具体例子对在图书管理信息网络中采用该新技术所能期望的节能效果进行评估,表明该新技术适合在图书馆进行推广应用。

参考文献 (References)

- [1] IEEE standard for information technology-telecommunications and information exchange between systems local and metropolitan area networks—Specific requirements part 11: Wireless LAN medium access control and physical layer specifications. <http://standards.ieee.org/findstds/standard/802.11-2012.html>
- [2] Infanud, D. and Hoon, K. (2014) Energy efficient brightness control and data transmission for visible light communication. *IEEE Photonics Technology Letters*, **26**, 781-784.
- [3] Grantham, P., Ho, K.L., Kwan, T. and Yang, E. (1999) Visible light communication for audio systems. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, **45**, 1112-1118.
- [4] Li, H.L., Chen, X.B., Huang, B.J., Tang, D.Y. and Chen, H.D. (2014) High bandwidth visible light communications based on a post-equalization circuit. *IEEE Photonics Technology Letters*, **26**, 119-122.
- [5] IEEE standard for local and metropolitan networks—Part 15.7: Wireless optical communication using visible light. <http://standards.ieee.org/findstds/standard/802.15.7-2011.html>
- [6] http://www.h3c.com.cn/MiniSite/Other_Products/3Com_Wlan/3Com_AP3750/Home/Detail_Material_List/Specifications/