

采用MicroBlaze的办公室照明节能系统设计

Energ-saving System Design for Office Lighting Based on MicroBlaze

李立早 南京信息职业技术学院(江苏 南京210046)

摘要: 本文采用MicroBlaze嵌入式处理器为控制器设计了一种办公室照明节能系统。该设计根据办公室自然采光情况对人工照明进行分组,采用光敏传感器进行测光,双反射式红外传感器检测室内人数,实现对办公室照明的智能控制。经实验验证,达到设计要求。

关键词: 照明; 节能; MicroBlaze; 智能控制

DOI: 10.3969/j.issn.1005-5517.2013.1.011

引言

据统计,在普通民用建筑用电消耗中,照明用电量占到总用电量的15%~25%^[1]。采取合理的措施,节约照明用电对减少总的用电消耗意义重大。就办公室照明节能而言,首先应从设计着手,如充分利用自然光,选择节能灯具,合理设计灯具布局等;另一方面,可以从日常使用出发,尽量避免电能浪费。办公室照明用电浪费主要有两个方面:1)自然光照充足情况下,仍然使用人工照明;2)办公室无人情况下,未及时关闭照明系统。采用智能照明控制系统是解决这两个问题的有效措施,并已有许多文献对此进行讨论。在各种方案中,通

常用光敏传感器对自然光进行测量,决定何时关断照明系统,但对光敏传感器布局和照明灯具分组的选择却不尽合理。对办公室人员数量的判断,通常采用热释电传感器实现。由于普通热释电传感器无法感知静止人体,因此通常采用主动或双元型热释电传感器^[2],但前者需要机械装置而后者需信号处理电路,可靠性和实用性受到限制。这些方案中,控制器通常采用单片机实现^[3],虽然单片机能胜任基本的要求,但受自身的限制不便于今后功能的扩展和容量的扩充。本文针对这些问题讨论了灯具分组的方法以及传感器设置的技巧,并在此基础上采用Xilinx公司的MicroBlaze嵌入式

处理器为核心设计了一套办公室照明节能系统。

灯具布局与传感器设置

要达到较好的照明节能效果,灯具的合理布局与传感器的科学设置对整个节能系统而言非常重要。图1为需要安装照明节能系统的办公室平面图。该办公室为教师办公室,朝南呈矩形,进深和面积较大。白天自然采光效果较好,靠窗的办公桌完全能满足照明要求;但在多云或阴雨天,靠门口的办公桌光线较暗,无法满足办公室照明要求。因此在布局时,按自然采光由亮到暗将灯具分为三组(I、II、III),并与采光窗平行排布。采用这种灯具布局方式,可以最大程度地利用自然采光,当所在组满足办公照明要求时,关闭该组的人工照明,当无法满足照度要求时,则打开该组的人工照明。

在办公室照明节能系统中,传感器的设置也需要进行科学合理的选择。为了获知每个区域中自然采光情况,每组都安置一个光敏传感器,如图1所示S1、S2、S3。考虑到不同时段,日光入射角度不同,因此将光敏传感器安置在办公室中轴线上最为合理。通过实验表明,光敏传感器应适度朝向窗口,这样获取的自然采光信

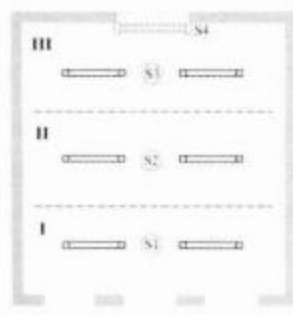


图1 办公室平面图

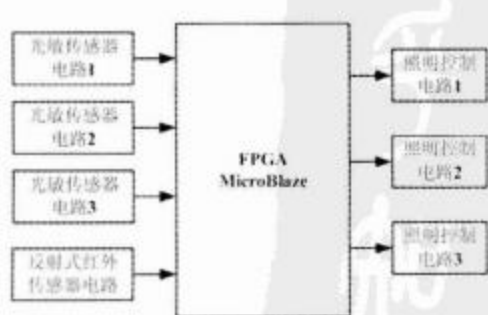


图2 系统硬件原理框图

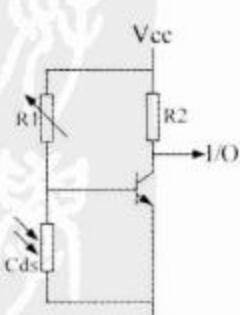


图3 光敏传感器电路图

责任编辑：万翀

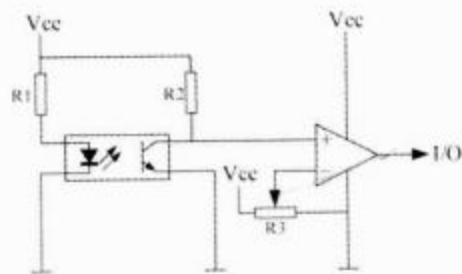


图4 反射式红外传感器电路图

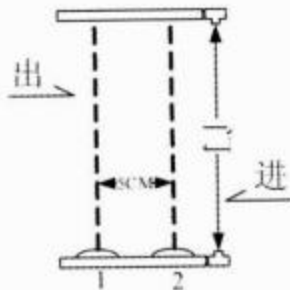


图5 反射式红外传感器安装示意图



图6 MicroBlaze硬件平台

各类嵌入式软核和硬核。其中，MicroBlaze是一种最为普遍采用的32位嵌入式软核处理器，可用于当前所有Xilinx架构的FPGA芯片[5]。

MicroBlaze处理器采用RISC架构和哈佛结构的32位指令和数据总线，带有32个通用寄存器，2

个特殊寄存器，1个ALU单元、1个移位单元和两级中断响应单元等模块，还具有3/5级流水线和桶形移位器，内存管理/内存保护单元、浮点单元、高速缓存等[6]。与普通处理器最大的区别在于，MicroBlaze可根据需要由用户自行裁剪外设，可选择系统提供的IP核也能使用用户自定义的IP核，通过PLB(Processor Local Bus)总线或AXI(Advanced eXtensible Interface)总线与MicroBlaze嵌入式处理器相连。这个特点增加了设计的灵活性，并能更合理地利用FPGA资源。

MicroBlaze的设计过程一般包括以下两个步骤：硬件平台开发和软件平台开发[7]。

硬件平台的开发

在MicroBlaze设计过程中，首先使用EDK(Embedded Development Kit)提供的XPS(Xilinx Platform Studio)工具，根据设计需要定制MicroBlaze硬件平台。在本设计中采用Digilent公司的Nexsys3板卡进行开发和调试，通过相应的BSB文件完成硬件平台的基本配置，采用AXI总线结构。另外添加了3个通用I/O模块(axi_gpio_0~2)，分别用于对光敏传感器、反射式红外传感器、继电器等进行数据采集和控制输出。为实现定时功能加入了定时器模块(axi_timer_0)，以及串口调试

信息与人体感受更为一致。为了避免荧光灯光线对光敏传感器造成误判，应对传感器外围适度遮挡。判断办公室内的人数，从而在无人情况下关闭照明系统，也是照明节能系统中非常重要的一环。由于该办公室仅有一个入口，只需对进出人员数量进行统计，便可获知办公室内人数。一组两个反射式红外传感器按一定距离平行安装在入口一侧，如图1中S4所示。人员进出时两个传感器触发顺序正好相反，便可判断人员的进出情况，通过计数器便能统计出办公室内人员的数量，当室内人数为零时便关闭人工照明。

外围硬件系统构成

本系统的硬件原理框图如图2所示，以Xilinx公司的Spartan-6 XC6SLX16芯片作为控制处理器，三个光敏传感器和反射式红外传感器电路作为测量信号输入，三个继电器控制电路作为输出。

传感器部分主要测量三个区域的照度和室内人员数量，并传输给FPGA进行处理。FPGA根据传感器信号和控制策略输出控制信号，控制三个继电器电路的开合，实现对照明系统的节能控制。下面主要介绍传感器电路的设计，继电器控制电路与

FPGA最小系统电路在不再赘述。

光敏传感器电路的构成如图3所示，这里选用的光敏电阻型号为5537。根据室内照明设计标准，办公室照明应达到300Lux^[4]，结合光敏传感器安装位置实测自然采光达到较理想照明要求时，光敏电阻阻值约为2kΩ。再由此来确定可调电阻R₁的阻值，保证满足照度要求时三极管集电极输出为高电平，不满足时输出低电平。

反射式红外传感器电路的构成如图4所示，这里选用的传感器型号为OPB100Z，作用距离可达91.4cm。根据实际测量结果调节变阻器R₃的阻值，当有人经过时输出低电平，无人时输出高电平。为了获知人员运动方向，需设置一组两个反射式红外传感器，间距选择为5cm，如图5所示。当有人进入房间则2号传感器先被触发，然后1号传感器触发；如果有人离开房间则触发顺序正好相反，5cm的安装间距给处理器留出了充裕的时间区分两个触发信号。

MicroBlaze嵌入式处理器设计

当前，FPGA被广泛应用于各个领域，很多厂商将各种处理器嵌入到FPGA芯片中。作为全球最主要的FPGA生产厂商，Xilinx公司也提供了

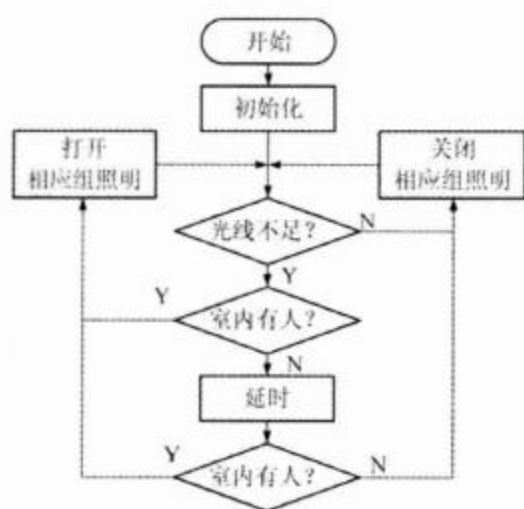


图7 程序流程图

模块(RS232_Uart_1), 其结构如图6所示。

软件平台的开发

在完成硬件平台的开发, 生成网表和比特流之后, 转入软件平台的开发。使用EDK提供的SDK(Software Development Kit)工具来完成软件的设计, 软件部分程序的编写可以采用C语言实现, 并可调用SDK提供的大量库函数, 简化编程。程序流程图如图7所示。

在完成程序初始化后, 首先判断

自然采光是否满足办公照明要求, 满足则不打开人工照明; 如果不满足则再判断办公室是否有人, 有人则打开人工照明, 无人则延时30秒, 如果依然无人则关闭人工照明, 如果延时期间有人进入则打开照明。增加延时的目的是为了在人员频繁进出时, 防止照明反复开关, 避免缩短灯管寿命以及额外的浪费。

系统调试

在MicroBlaze设计中调试通常可以采用ChipScope核进行逻辑分析。也可以在系统配置时加入串口模块RS232, 利用串口设备进行串口打印输出, 可以直观地将程序调试结果和中间运行结果反映给用户。在调试过程中, 通过模拟改变各传感器的状态, 观察继电器的开合情况和串口数据输出。经过多次实验表明, 该系统完全达到设计要求。

结束语

本文介绍了一种办公室照明节能控制系统。相比其他设计方案, 本设计根据办公室自然采光特点将人工照明进行分组控制, 采用光敏电阻测光, 反射式红外传感器测算办公室内人数。另外, 本设计采用了Xilinx公司提供的嵌入式软核处理器MicroBlaze作为控制器核心, 具有设计过程灵活, 易于功能扩展的特点。后继的工作中, 可以充分利用Spartan-6芯片丰富的管脚和资源, 将控制对象由一个办公室扩展为多个, 并增加更多附加功能。EW

参考文献:

- [1] 王宇翔. 阐述如何实现办公空间的照明节能设计[J]. 安徽建筑, 2012, (03)
- [2] 敖弟维. 基于红外传感器的智能教室照明控制[J]. 装备制造技术, 2012, (5)
- [3] 晏勇. 基于热释电传感器楼宇智能照明控制系统[J]. 电子产品世界, 2012, (3)
- [4] GB50034-2004. 建筑照明设计标准[S]. 2004
- [5] 赛灵思公司. 简单MicroBlaze微处理器的理念[J]. 今日电子, 2010, (5)
- [6] LogiCORE IP MicroBlaze Micro Controller System[Z]. Xilinx Inc., 2012
- [7] MicroBlaze Processor Reference Guide Embedded Development Kit EDK 12.1[Z]. Xilinx Inc., 2012

器相连的I/O口的电平状态来获得转子的位置信息。换相则是根据获得的位置信息对电机进行换相。同时, 设置ADC每隔一定时间读取给定的速度, 并转化成相应占空比的PWM波对电机进行调速。系统软件流程图如图6所示。

实验结果及分析

本控制系统的部分测试结果如图8所示。图7表示的是电机转动时6个MOS管的输入波形情况。如图8所示, 位于同一相的上下两臂的输入波形为互补波, 可以防止上下两臂同时导通, 对电机造成损坏。而另外一相

的下臂则为常开信号。这样可以通过改变上臂的PWM占空比来进行调

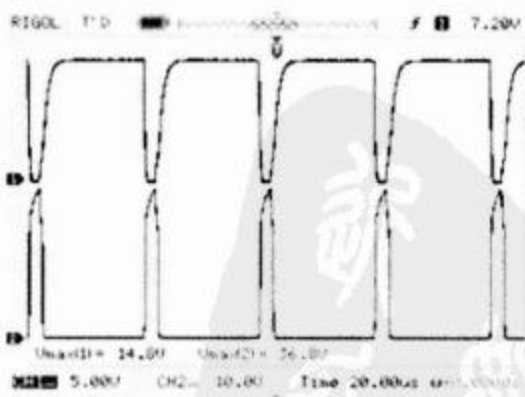


图7 MOS管的输入波形

速。实验证明, 本控制系统能很好地控制电机的换相与调速, 性能良好。

总结

使用STM8S903开发无刷电机控制系统, 代码精简, 控制系统可靠。经过长时间实际测量证明, 系统相关器件的选型设计是稳定的。目前STM8S与51单片机价格相差不多, 但是性能却比51单片机好很多。因此, 从芯片设计和系统设计上, 该无刷电机产品有一定的推广价值。EW

参考文献:

- [1] 周渡海等. ARM LPC2101的无刷直流电机控制方案[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2007, (10)
- [2] 张琛. 直流无刷电动机原理及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004
- [3] 彭刚. 基于ARM Cortex-M3的STM32系列嵌入式微控制器应用实践[M]. 北京: 电子工业出版社, 2011
- [4] 王晨阳, 张纪, 熊九龙. 基于DSP的无刷直流电机控制系统设计[J]. 微计算机信息, 2008, 24, (7): 6-7
- [4] 赵亮, 刘星桥, 韩彬, 等. 基于DSP的无刷直流电机模糊控制系统的设计[J]. 电力电子技术, 2009, 43, (5): 40-41
- [5] 姜柯. 基于ARM的无位置传感器无刷直流电机控制器设计[J]. 电器开关, 2010, (4): 29-30