(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112840745 B
(45)授权公告日 2024.06.04

(21)申请号 201980069004.6
(22)申请日 2019.10.07
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112840745 A
(43)申请公布日 2021.05.25
(30)优先权数据
18201236.9 2018.10.18 EP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2021.04.19
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2019/077080 2019.10.07
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/078755 EN 2020.04.23
(73)专利权人 昕诺飞控股有限公司
地址 荷兰埃因霍温
(72)发明人 D·V·阿利亚克赛尤
B·M·范德斯勒伊斯
D·V·R·恩格伦 M·T·厄伦
(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
专利代理师 李静岚 陈岚
(51)Int.Cl.
H05B 47/11(2020.01)
H04B 10/116(2013.01)
(56)对比文件
CN 101147342 A,2008.03.19
CN 102164436 A,2011.08.24
CN 103814626 A,2014.05.21
CN 104753595 A,2015.07.01
CN 104954068 A,2015.09.30
CN 105245275 A,2016.01.13
CN 106301561 A,2017.01.04
CN 106603159 A,2017.04.26
CN 108092713 A,2018.05.29
CN 203708541 U,2014.07.09
JP 2011199846 A,2011.10.06
JP 2015015723 A,2015.01.22 (续)
审查员 徐诺

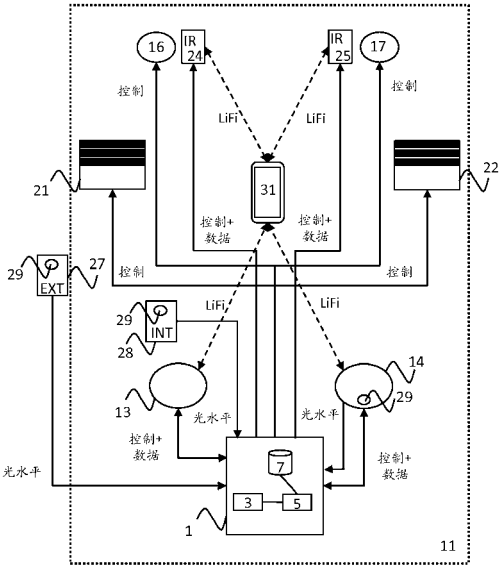
权利要求书3页 说明书12页 附图7页

(54)发明名称

基于数据信号质量确定光设置和/或日光阻挡器设置

(57)摘要

一种系统(1),被配置为:获得目标光水平,基于目标光水平确定一个或多个灯(13、14、24、25)的第一组光设置和/或一个或多个日光阻挡器(21、22)的第一组日光阻挡器设置,基于(多个)第一组设置控制这些设备,并且从用户设备(31)接收信息,该信息指示由用户设备从一个或多个灯接收的光调制数据信号的质量,该信号的质量由用户设备确定。该系统被进一步配置为基于第一组光设置和确定的信号质量确定第二组光设置,和/或基于第一组日光阻挡器设置和确定的信号质量确定第二组日光阻挡器设置,并且基于(多个)第二组设置控制这些设备。



CN 112840745 B

[转续页]

[接上页]

(56)对比文件

US 2002071161 A1,2002.06.13

US 2015276399 A1,2015.10.01

US 2016360594 A1,2016.12.08

徐斌;陈丽;胡义华;梁明大;陈永昊.基于Matlab GUI的照度测量仿真平台.光电子技术.2017,(第04期),全文.

赵黎;彭恺;焦晓露.室内VLC系统光源布局设计.红外与激光工程.2017,(第11期),全文.

1.一种用于基于从一个或多个灯(13、14、24、25)的组中的一个或多个灯接收的数据信号的质量确定光设置和/或日光阻挡器设置的系统(1),包括至少一个处理器(5),所述至少一个处理器被配置为:

-获得目标光水平,

-基于所述目标光水平,确定所述一个或多个灯(13、14、24、25)的组的第一组光设置和/或一个或多个日光阻挡器(21、22)的组的第一组日光阻挡器设置,

-基于所述第一组光设置控制所述灯(13、14、24、25)的组和/或基于所述第一组日光阻挡器设置控制所述日光阻挡器(21、22)的组,

-从用户设备(31)接收信息,所述信息指示由所述用户设备(31)从所述灯(13、14、24、25)的组中的所述一个或多个灯接收到的数据信号的质量,所述数据信号通过调制光信号来传输,并且所述信号质量由所述用户设备(31)确定,

-基于所述第一组光设置和所述确定的信号质量确定所述灯(13、14、24、25)的组的第二组光设置,和/或基于所述第一组日光阻挡器设置和所述确定的信号质量确定所述日光阻挡器(21、22)的组的第二组日光阻挡器设置,并且

-基于所述第二组光设置控制所述灯(13、14、24、25)的组和/或基于所述第二组日光阻挡器设置控制所述日光阻挡器(21、22)的组。

2.根据权利要求1所述的系统(1),其中,所述确定的信号质量包括信噪比和/或数据速率。

3.根据权利要求1或2所述的系统(1),其中,所述至少一个处理器(5)被配置为:

-从所述用户设备(31)接收另外的信息,所述另外的信息指示由所述用户设备(31)从所述灯(13、14、24、25)的组中的一个或多个灯接收的另外的数据信号的另外的信号质量,所述另外的数据信号通过调制光信号来传输,

-基于所述第二组光设置和所述另外的信号质量确定所述灯(13、14、24、25)的组的第三组光设置,和/或基于所述第二组日光阻挡器设置和所述另外的信号质量确定所述日光阻挡器(21、22)的组的第三组日光阻挡器设置,并且

-基于所述第三组光设置控制所述灯(13、14、24、25)的组和/或基于所述第三组日光阻挡器设置控制所述日光阻挡器(21、22)的组。

4.根据权利要求1或2所述的系统(1),其中,所述灯(13、14、24、25)的组包括至少一个不可见灯(24、25)。

5.根据权利要求4所述的系统(1),其中,所述至少一个不可见灯(24、25)被配置为发射红外光。

6.根据权利要求1或2所述的系统(1),其中,所述灯(13、14、24、25)的组仅包括传输数据信号的灯。

7.根据权利要求6所述的系统(1),其中,所述至少一个处理器(5)被配置为:

-获得目标可见光水平,

-基于所述目标光水平和所述目标可见光水平确定所述一个或多个灯(13、14、24、25)的组的所述第一组光设置以及一个或多个灯的另外的组的第一组另外的光设置,所述灯的另外的组仅包括不传输数据信号的灯,

-基于所述第一组另外的光设置控制所述灯的另外的组,

-基于所述第一组另外的光设置和所述确定的信号质量确定所述灯的另外的组的第二组另外的光设置,并且

-基于所述第二组另外的光设置控制所述灯的另外的组。

8.根据权利要求1或2所述的系统(1),其中,所述灯的组包括至少一个传输数据信号的灯和至少一个不传输数据信号的灯。

9.根据权利要求1或2所述的系统(1),其中,所述至少一个处理器被配置为控制所述日光阻挡器(21、22)的组,所述至少一个处理器(5)被配置为在确定减少由所述日光阻挡器(21、22)的组阻挡的光量将导致所述数据信号的所述信号质量低于目标水平时,防止用户减少由所述日光阻挡器(21、22)的组阻挡的光量。

10.根据权利要求1或2所述的系统(1),其中,所述至少一个处理器被配置为:

-获得测量的光水平,并且

-进一步基于所述测量的光水平确定所述灯(13、14、24、25)的组的所述第一组光设置、所述灯的另外的组的所述第一组光设置和/或所述日光阻挡器(21、22)的组的所述第一组日光阻挡器设置。

11.根据权利要求10所述的系统(1),其中,所述至少一个处理器被配置为:

-在确定所述测量的光水平不落入可接受值的范围时,基于所述第一组光设置控制所述灯(13、14、24、25)的组,和/或基于所述第一组日光阻挡器设置控制所述日光阻挡器(21、22)的组。

12.根据权利要求1或2所述的系统(1),其中,所述至少一个处理器被配置为:

-在确定所述确定的信号质量不落入可接受值的范围时,基于所述第二组光设置控制所述灯(13、14、24、25)的组,和/或基于所述第二组日光阻挡器设置控制所述日光阻挡器(21、22)的组。

13.根据权利要求1或2所述的系统(1),其中,所述至少一个处理器被配置为:

-确定接收所述数据信号的一个或多个用户设备(31)的一个或多个用户设备位置和/或不接收所述数据信号的一个或多个用户设备的一个或多个用户设备位置,

-确定所述灯(13、14、24、25)的组的一个或多个灯和/或所述日光阻挡器的组的一个或多个日光阻挡器的一个或多个光传输位置,并且

-进一步基于所述确定的一个或多个用户设备位置和所述确定的一个或多个光传输位置,确定所述灯(13、14、24、25)的组的所述第一组光设置、所述灯的另外的组的所述第一组光设置和/或所述日光阻挡器(21、22)的组的所述第一组日光阻挡器设置。

14.一种基于从一个或多个灯(13、14、24、25)的组中的一个或多个灯接收的数据信号的质量确定光设置和/或日光阻挡器设置的方法,包括:

-获得(101)目标光水平;

-基于所述目标光水平,确定(103)所述一个或多个灯的组的第一组光设置和/或一个或多个日光阻挡器的组的第一组日光阻挡器设置;

-基于所述第一组光设置控制(105)所述灯的组和/或基于所述第一组日光阻挡器设置控制所述日光阻挡器的组;

-从用户设备接收(107)信息,所述信息指示由所述用户设备从所述灯的组中的所述一个或多个灯接收到的数据信号的质量,所述数据信号通过调制光信号来传输,并且所述信

号质量由所述用户设备确定;

-基于所述第一组光设置和所述确定的信号质量确定(109)所述灯的组的第二组光设置,和/或基于所述第一组日光阻挡器设置和所述确定的信号质量确定所述日光阻挡器的组的第二组日光阻挡器设置;并且

-基于所述第二组光设置控制(111)所述灯的组,和/或基于所述第二组日光阻挡器设置控制所述日光阻挡器的组。

15.一种计算机可读介质,在其上存储有用于计算设备的计算机程序产品,所述计算机程序产品包括计算机程序代码,当所述计算机程序产品在所述计算设备的处理单元上运行时执行权利要求14所述的方法。

基于数据信号质量确定光设置和/或日光阻挡器设置

技术领域

[0001] 本发明涉及用于确定光设置和/或日光阻挡器设置的系统。

[0002] 本发明进一步涉及确定光设置和/或日光阻挡器设置的方法。

[0003] 本发明还涉及使计算机系统能够执行这种方法的计算机程序产品。

背景技术

[0004] 智能光控制已被认为是减少能源消耗和温室气体排放的最经济可行的措施之一。组合了百叶窗和灯的自动控制的全面照明管理(TLM)系统,由于其有可能将照明能源成本降低30-60%(取决于商业建筑的气候)而获得关注。TLM系统的主要方面是其平衡日光和人工照明,追求两个目标:最大化日光(能源考虑)以及维持优选的光水平。

[0005] 全面照明管理控件提供了一种自动控制百叶窗和灯的方法。自动百叶窗和灯控制的一种方法经由基于传感器的连续闭环控制来实现。这以反馈回路的方式完成,在该回路中,内部光传感器测量内部光水平,然后将其与内部设定点进行比较。与内部设定点的偏差导致百叶窗和灯的调节,以便最小化该差异。

[0006] US 2014/0225512 A1公开了这种TLM系统。US 2014/0225512中公开的TLM系统通过使用双模式光传感器来测量各个光分量,即总光、电光和外部光,并使用此信息来最佳地控制照明条件以满足用户要求并降低能耗。在一个实施例中,电灯使用可见光通信(VLC),并且双模式传感器被配置为使用它来区分电光与外部光。

[0007] 除了TLM系统的激增,期望LiFi(即,使用光进行数据传输)的快速增长,作为一种新的连接形式,LiFi正成为传统Wi-Fi连接的有吸引力的替代方案。在LiFi中,通过调制可见或不可见光源的光输出信号来传输数据。LiFi通常与也用于一般照明的光源相组合。LiFi的局限性之一是光源需要比特定阈值更亮。否则,LiFi将无法运行。然而,LiFi的最佳光设置可能与控制百叶窗和灯的TLM系统冲突。

发明内容

[0008] 本发明的第一目的是提供一种系统,该系统能够控制灯和/或日光阻挡器以在考虑LiFi要求的同时维持优选的光水平。

[0009] 本发明的第二目的是提供一种方法,该方法能够控制灯和/或日光阻挡器以在考虑LiFi要求的同时维持优选的光水平。

[0010] 在本发明的第一方面,用于确定光设置和/或日光阻挡器设置的系统包括至少一个处理器,该至少一个处理器被配置为:获得目标光水平,基于所述目标光水平确定一个或多个灯的组的第一组光设置和/或一个或多个日光阻挡器的组的第一组日光阻挡器设置,基于所述第一组光设置控制所述灯的组和/或基于所述第一组日光阻挡器设置控制所述日光阻挡器的组,从用户设备接收信息,该信息指示由所述用户设备从所述灯的组中的一个或多个灯接收到的数据信号的质量,所述数据信号通过调制光信号来传输,并且所述信号质量由所述用户设备确定。

[0011] 所述至少一个处理器被进一步配置为:基于所述第一组光设置和所述测量的信号质量确定所述灯的组的第二组光设置,和/或基于所述第一组日光阻挡器设置和所述测量的信号质量确定所述日光阻挡器的组的第二组日光阻挡器设置,并且基于所述第二组光设置控制所述灯的组,和/或基于所述第二组日光阻挡器设置控制所述日光阻挡器的组。例如,所述测量的信号质量可以包括信噪比和/或数据速率(例如相对于最大/参考数据速率)。

[0012] 通过让用户设备测量数据信号的质量并将其作为反馈提供给控制一个或多个灯和/或一个或多个日光阻挡器的系统,该系统可以使用此信息来维持优选的光水平并满足LiFi要求。例如,即使日光可能足以达到优选的光水平,人造灯和日光阻挡器两者都可以被激活以达到相同的优选光水平,同时还允许LiFi正常使用。

[0013] 所述至少一个处理器可以被配置为:从所述用户设备接收另外的信息,该另外的信息指示所述用户设备从所述灯的组中的一个或多个灯接收的另外的数据信号的另外的信号质量,所述另外的数据信号通过调制光信号来传输,基于所述第一第二光设置和所述另外的信号质量确定所述灯的组的第三组光设置,和/或基于所述第二组日光阻挡器设置和所述另外的信号质量确定所述日光阻挡器的组的第三组日光阻挡器设置,并且基于所述第三组光设置控制所述灯的组和/或基于所述第三组日光阻挡器设置控制所述日光阻挡器的组。

[0014] 通过反复让用户设备确定(例如测量)数据信号的质量,并将其作为反馈提供给系统,并通过反复让系统基于此信息确定光和/或日光阻挡器设置,即使在用户设备移动或新的用户设备进入建筑物时,也可以确保满足LiFi要求。

[0015] 所述灯的组可以包括一个或多个不可见灯,例如被配置为发射红外(IR)光的一个或多个不可见灯。基于IR的LiFi对于更高的带宽或由于其他优势可能更优选。

[0016] 所述灯的组可以仅包括传输数据信号的灯。在这种情况下,目标光水平通常是灯传输数据信号的最小或初始光水平。在不传输数据信号的可见灯也需要被控制的情况下,所述至少一个处理器可以被配置为获得目标可见光水平,基于所述目标光水平和所述目标可见光水平确定所述一个或多个灯的组的所述第一组光设置,以及一个或多个灯的另外的组的第一组另外的光设置,所述另外的灯的组仅包括不传输数据信号的灯,基于所述第一组另外的光设置控制所述另外的灯的组,基于所述第一组另外的光设置和所述确定的信号质量,确定所述另外的灯的组的第二组另外的光设置,并且基于所述第二组另外的光设置控制所述另外的灯的组。

[0017] 通过既使用传输数据信号的灯的目标光水平(例如最小或初始光水平),又使用可见光的目标光水平(例如所需的可见光水平),而不是仅使用可见光的目标光水平,可以更快地实现数据信号的期望质量。

[0018] 可替代地,所述灯的组可以(已经)包括至少一个传输数据信号的灯和至少一个不传输数据信号的灯。在这种情况下,目标光水平通常是可见光的最小和/或最大光水平。

[0019] 所述至少一个处理器可以被配置为:在确定减少由所述日光阻挡器的组阻挡的光量将导致所述数据信号的信号质量低于目标水平时,防止用户减少由所述日光阻挡器的组阻挡的光量。由于日光可能干扰人造光,其可能导致数据信号的信号质量下降,因此防止用户减少被日光阻挡器的组阻挡的光量有助于维持足够的数据信号质量。

[0020] 所述至少一个处理器可以被配置为:获得测量的光水平,并且进一步基于所述测量的光水平确定所述灯的组的所述第一组光设置、所述另外的灯的组的所述第一组光设置和/或所述日光阻挡器的组的所述第一组日光阻挡器设置。如果已经限定了可见光的目标光水平并且允许更精确地实现该优选的光水平,则这是有益的。可以在例如目标表面(例如桌子)处或在桌子高度处测量光水平。

[0021] 所述至少一个处理器可以被配置为:在确定所述测量的光水平不落入可接受值的范围时,基于所述第一组光设置控制所述灯的组和/或基于所述第一组日光阻挡器设置控制所述日光阻挡器的组。这防止了不必要地频繁更改设置,而用户可能注意到这些更改。仅在认为必要时更改设置。

[0022] 所述至少一个处理器可以被配置为:在确定所述确定的信号质量不落入可接受值的范围时,基于所述第二组光设置控制所述灯的组和/或基于所述第二组日光阻挡器设置控制所述日光阻挡器的组。这防止了频繁更改设置,而用户可能注意到这些更改。仅在认为必要时更改设置。

[0023] 所述至少一个处理器可以被配置为:确定接收所述数据信号的一个或多个用户设备的一个或多个用户设备位置和/或用于接收所述数据信号的一个或多个用户设备的一个或多个用户设备位置,以及/或者确定不接收所述数据信号的一个或多个用户设备的一个或多个用户设备位置和/或用于不接收所述数据信号的一个或多个用户设备的一个或多个用户设备位置,确定所述灯的组和/或所述另外的灯的组的一个或多个灯的一个或多个光传输位置,以及/或者所述日光阻挡器的组的一个或多个日光阻挡器的光传输位置,并且进一步基于所述确定的一个或多个用户设备位置和所述确定的一个或多个光传输位置,确定所述灯的组的所述第一组光设置、所述另外的灯的组的所述第一组光设置和/或所述日光阻挡器的组的所述第一组日光阻挡器设置。这允许在不使用LiFi的位置调暗或关闭LiFi光源,和/或允许在目标光水平低的位置总体调暗光源,和/或允许在没有用户(即用户设备)存在的位置或不需要LiFi的位置不启用日光阻挡器。

[0024] 在本发明的第二方面,一种确定光设置和/或日光阻挡器设置的方法包括:获得目标光水平,基于所述目标光水平确定一个或多个灯的组的第一组光设置和/或一个或多个日光阻挡器的组的第一组日光阻挡器设置,基于所述第一组光设置控制所述灯的组,和/或基于所述第一组日光阻挡器设置控制所述日光阻挡器的组,从用户设备接收信息,该信息指示由所述用户设备从所述灯的组中的一个或多个灯接收到的数据信号的质量,所述数据信号通过调制光信号来传输,并且所述信号质量由所述用户设备确定(例如测量),基于所述第一组光设置和所述确定的信号质量确定所述灯的组的第二组光设置,和/或基于所述第一组日光阻挡器设置和所述确定的信号质量确定所述日光阻挡器的组的第二组日光阻挡器设置,并且基于所述第二组光设置控制所述灯的组和/或基于所述第二组日光阻挡器设置控制所述日光阻挡器的组。所述方法可以由在可编程设备上运行的软件来执行。该软件可以作为计算机程序产品提供。

[0025] 此外,提供了用于执行本文描述的方法的计算机程序,以及存储该计算机程序的非暂时性计算机可读存储介质。例如,计算机程序可以由现有设备下载或上载到现有设备,或者在制造这些系统时存储。

[0026] 一种非暂时性计算机可读存储介质,存储至少一个软件代码部分,该软件代码部

分在被计算机执行或处理时,被配置为执行可执行的操作,包括:获得目标光水平,基于所述目标光水平确定一个或多个灯的组的第一组光设置和/或一个或多个日光阻挡器的组的第一组日光阻挡器设置,基于所述第一组光设置控制所述灯的组,和/或基于所述第一组日光阻挡器设置控制所述日光阻挡器的组,从用户设备接收信息,该信息指示由所述用户设备从所述灯的组中的一个或多个灯接收到的数据信号的质量,所述数据信号通过调制光信号来传输,并且所述信号质量由所述用户设备确定,基于所述第一组光设置和所述确定的信号质量确定所述灯的组的第二组光设置,和/或基于所述第一组日光阻挡器设置和所述确定的信号质量确定所述日光阻挡器的组的第二组日光阻挡器设置,并且基于所述第二组光设置控制所述灯的组和/或基于所述第二组日光阻挡器设置控制所述日光阻挡器的组。

[0027] 如本领域技术人员将理解的,本发明的各方面可以体现为设备、方法或计算机程序产品。因此,本发明的各方面可以采取以下形式:完全硬件实施例、完全软件实施例(包括固件、驻留软件、微代码等)或组合了软件和硬件方面的实施例(总体上全都可以在本文中称为“电路”、“模块”或“系统”)。本公开中描述的功能可以被实现为由计算机的处理器/微处理器执行的算法。此外,本发明的各方面可以采取体现在一个或多个计算机可读介质中的计算机程序产品的形式,该计算机可读介质具有例如在其上体现(例如,存储)的计算机可读程序代码。

[0028] 可以利用一个或多个计算机可读介质的任何组合。该计算机可读介质可以是计算机可读信号介质或计算机可读存储介质。计算机可读存储介质可以是例如但不限于电子、磁性、光学、电磁、红外或半导体系统、装置或设备,或前述的任何合适的组合。计算机可读存储介质的更具体示例可以包括但不限于以下各项:具有一根或多根电线的电连接、便携式计算机磁盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦可编程只读存储器(EPROM或闪存)、光纤、便携式光盘只读存储器(CD-ROM)、光学存储设备、磁存储设备、或前述的任何合适的组合。在本发明的上下文中,计算机可读存储介质可以是可以包含或存储供指令执行系统、装置或设备使用或与指令执行系统、装置或设备结合使用的程序的任何有形介质。

[0029] 计算机可读信号介质可以包括例如在基带中或作为载波的一部分的传播的数据信号,该传播的数据信号具有体现在其中的计算机可读程序代码。这样的传播信号可以采取多种形式中的任何一种,包括但不限于电磁、光学或其任何合适的组合。计算机可读信号介质可以是任何计算机可读介质,所述任何计算机可读介质不是计算机可读存储介质并且可以通信、传播或传输供指令执行系统、装置或设备使用或与指令执行系统、装置或设备结合使用的程序。

[0030] 可以使用任何适当的介质来传输体现在计算机可读介质上的程序代码,所述介质包括但不限于无线、有线、光纤、电缆、RF等,或者前述的任何合适的组合。可以以一种或多种编程语言的任何组合来编写用于执行本发明各方面的操作的计算机程序代码,所述编程语言包括诸如Java(TM)、Smalltalk、C ++等面向对象的编程语言以及诸如“C”编程语言或类似编程语言的常规的过程编程语言。程序代码可以完全在用户计算机上执行、部分在用户计算机上执行、作为独立软件包执行、部分在用户计算机上并且部分在远程计算机上执行、或者完全在远程计算机或服务器上执行。在后一种场景下,远程计算机可以通过任何类型的网络(包括局域网(LAN)或广域网(WAN))连接到用户计算机,或者可以与外部计算机进

行连接(例如,通过使用互联网服务提供商的互联网)。

[0031] 下面参考根据本发明实施例的方法、装置(系统)和计算机程序产品的流程图图示和/或框图描述本发明的各方面。将理解,流程图图示和/或框图的每个框以及流程图图示和/或框图中的框的组合可以由计算机程序指令来实现。可以将这些计算机程序指令提供给通用计算机、专用计算机或产生机器的其他可编程数据处理装置的处理器、特别是微处理器或中央处理单元(CPU),使得经由计算机、其他可编程数据处理装置或其他设备的处理器执行的指令创建用于实现在流程图和/或框图的一个或多个框中指定的功能/动作的装置。

[0032] 这些计算机程序指令还可以存储在计算机可读介质中,该计算机可读介质可以指导计算机、其他可编程数据处理装置或其他设备以特定方式运行,使得存储在计算机可读介质中的指令产生包括实现流程图和/或框图的一个或多个框中指定的功能/动作的指令的制品。

[0033] 也可以将计算机程序指令加载到计算机,其他可编程数据处理装置或其他设备上,以使一系列操作步骤在计算机、其他可编程装置或其他设备上执行以产生计算机实现的过程,使得在计算机或其他可编程装置上执行的指令提供了用于实现流程图和/或框图的一个或多个框中指定的功能/动作的过程。

[0034] 附图中的流程图和框图图示了根据本发明的各种实施例的设备、方法和计算机程序产品的可能实施方式的体系结构、功能和操作。就这一点而言,流程图或框图中的每个框可以代表代码的模块、段或部分,其包括用于实现(多个)指定的逻辑功能的一个或多个可执行指令。还应注意,在一些替代实施方式中,框中指出的功能可以不按图中指出的顺序发生。例如,取决于所涉及的功能,实际上可以基本上同时执行连续示出的两个框,或者有时可以以相反的顺序执行这些框。还应注意,框图和/或流程图图示的每个框以及框图和/或流程图图示中的框的组合可以由执行指定功能或动作的基于专用硬件的系统来实现,或由专用硬件和计算机指令的组合来实现。

附图说明

[0035] 参考附图,通过示例的方式,本发明的这些和其他方面是清楚的,并且将被进一步阐明,在附图中:

[0036] 图1是系统的实施例的框图;

[0037] 图2是方法的第一实施例的流程图;

[0038] 图3是方法的第二实施例的流程图;

[0039] 图4是方法的第三实施例的流程图;

[0040] 图5是方法的第四实施例的流程图;

[0041] 图6示出了用于配置系统的用户界面的示例;

[0042] 图7示出了用于手动控制百叶窗的用户界面的示例;以及

[0043] 图8是用于执行本发明的方法的示例性数据处理系统的框图。

[0044] 附图中的对应元件由相同的附图标记表示。

具体实施方式

[0045] 图1示出了系统的实施例:控制器1。系统1位于建筑物11(例如办公楼或房屋)中。系统1控制两个可见的LiFi灯13和14,两个可见的非LiFi灯16和17,两个(不可见的)IR LiFi灯24和25以及两个日光阻挡器21和22。日光阻挡器21和22可以包括百叶窗或任何其他类型的日光阻挡机制,例如电动窗帘或可开关的玻璃。系统1从光传感器设备27和28以及从可见LiFi灯14接收测量的光水平,光传感器设备27和28以及可见LiFi灯14各自包括光传感器29。光传感器设备28位于建筑物11内部,例如贴附至天花板,并且光传感器设备27位于建筑物11的外部。

[0046] 在图1中所示的示例中,一个用户设备,用户设备31,位于建筑物11中。用户设备31经由可用的LiFi连接访问因特网。用户设备31例如使用可见光和/或红外(IR)光从LiFi灯13、14、24和25接收数据,并且将数据传输到LiFi灯13、14、24和25。

[0047] 控制器1包括收发器3、处理器5和存储器7。处理器5被配置为获得目标光水平,基于目标光水平确定灯13、14、16、17、24和/或25的第一组光设置和/或日光阻挡器21和/或22的第一组日光阻挡器设置,并且基于第一组光设置控制灯13、14、16、17、24和/或25和/或基于第一组日光阻挡器设置控制日光阻挡器21和/或22。

[0048] 处理器5被进一步配置为从用户设备31接收信息,该信息指示由用户设备31从灯13、14、24和/或25中的一个或多个接收到的数据信号的质量。这个灯或这些灯通过调制光信号来传输数据信号。信号质量由用户设备31确定。在图1的实施例中,信号质量由用户设备31测量。例如,测量的信号质量可以包括信噪比和/或数据速率(例如,相对于最大/参考数据速率)。另外,LiFi信号的质量可以被测量并且通过固定设备(例如通过灯13、14、16、17、24和/或25,和/或通过光传感器设备27和/或28)反馈回到控制器1。

[0049] 处理器5还被配置为基于第一组光设置和测量的信号质量确定灯13、14、16、17、24和/或25的第二组光设置,和/或基于第一组日光阻挡器设置和测量的信号质量确定日光阻挡器21和/或22的第二组日光阻挡器设置,并且基于第二组光设置控制灯13、14、16、17、24和/或25,和/或基于第二组日光阻挡器设置控制日光阻挡器21和/或22。

[0050] 在图1的实施例中,控制器1实现以下行为:

[0051] ·如果未使用LiFi,则控制器1表现为传统的TLM系统,即最大化日光(能源考虑)并维持可见光的目标光水平。

[0052] ·如果使用LiFi,则人造灯使用最小的亮度以实现所需的信号质量。在一些情境下,即使通过日光实现了可见光的目标光水平,但这也防止了控制器1调暗人造灯。取决于系统设置,控制器1仍然可以通过操纵日光阻挡器(例如部分关闭百叶窗)来实现目标光水平而不会超过目标光水平。

[0053] ·如果阳光干扰LiFi信号,则控制器1可能以与它处理眩光相同的方式处理这种水平的阳光——使用百叶窗减少外部光的量。阳光的干扰可能导致信号质量下降。如果检测到高水平的日光,例如,如果位于建筑物11外部的光传感器设备29检测到高光水平,则控制器1可以认为阳光的干扰可能是信号质量下降的原因。控制器1可以在采取诸如调整日光阻挡器之类的措施时检查LiFi信号是否改善。

[0054] ·当有足够的自然光可用时,控制器1可以决定不阻挡日光,例如使百叶窗保持打开,调暗(广泛照明的)LiFi天花板灯,并为(静态)LiFi用户调亮(局部)LiFi台灯。在这种情

况下,仍将根据可见光的目标光水平来保持全局照明,而在几个局部点处,出于LiFi通信目的,照明会更高。

[0055] 控制器1可以连接到加热、通风和空调(HVAC)系统。由于空调比光的传输要消耗更多的能量,因此在非常炎热的日子/晴天期间,控制器1关闭日光阻挡器21和22来阻挡来自太阳的热量,以减少空调的使用并打开灯13、14、16、17、24和/或25中的一个或多个以确保光量仍然是足够的,这可能是有益的。

[0056] 在图1中所示的控制器1的实施例中,控制器1包括一个处理器5。在替代实施例中,控制器1包括多个处理器。控制器1的处理器5可以是通用处理器,例如基于ARM的处理器或专用处理器。控制器1的处理器5可以运行例如基于Unix的操作系统。存储器7可以包括一个或多个存储器单元。例如,存储器7可以包括一个或多个硬盘和/或固态存储器。例如,存储器7可以用于存储目标光水平。

[0057] 收发器3可以使用一种或多种通信技术(例如以太网)以与建筑物中的其他设备(例如与灯、日光阻挡器和光传感器设备)进行通信。在替代实施例中,使用多个收发器而不是单个收发器。在图1中所示的实施例中,接收器和发射器已经被组合到收发器3中。在替代实施例中,使用了一个或多个分离的接收器组件和一个或多个分离的发射器组件。控制器1可以包括通常用于控制器的其他组件,诸如电源连接器。可以使用在一个或多个处理器上运行的计算机程序来实现本发明。

[0058] 图2中示出了本发明的方法的第一实施例。在该实施例中,该方法不控制图1的灯16、17、24和25。步骤101包括获得目标光水平。在该实施例中,目标光水平是可见光的目标光水平。步骤103包括基于目标光水平来确定灯13和14的第一组光设置以及日光阻挡器21和22的第一组日光阻挡器设置。步骤105包括基于第一组光设置控制灯13和14,并且基于第一组日光阻挡器设置控制日光阻挡器21和22。

[0059] 步骤107包括从用户设备31接收信息,该信息指示由用户设备从灯组中的一个或多个灯接收到的数据信号的质量。通过调制光信号来传输数据信号。信号质量由用户设备31确定。步骤108包括确定所确定的信号质量是否落在可接受值的范围内。如果不是,则执行步骤109。如果是,则在一定时间后重复步骤107。

[0060] 步骤109包括:基于第一组光设置和确定的信号质量,确定灯13和14的第二组光设置;以及基于第一组光阻挡器设置和确定的信号质量,确定日光阻挡器21和22的第二组日光阻挡器设置。例如,如果确定的信号质量低于期望的信号质量,则可以增加灯13和14的光水平(即亮度)。通过将两个灯的光水平增加相同的量,可以实现照明均匀性。可替代地,仅增加灯13和14之一的光水平或将灯13和14的光水平增加不同的量。步骤111包括基于第二组光设置控制灯13和14,并且基于第二组日光阻挡器设置控制日光阻挡器21和22。

[0061] 在步骤111之后,在一定时间之后重复步骤107。在步骤107的第二次迭代中,接收到另外的信息,该另外的信息指示由用户设备31从灯组中的一个或多个灯接收的另外的数据信号的另外的信号质量。通过调制光信号来传输另外的数据信号。如果用户在此期间已经移动了,则另外的信号质量通常与先前的信号质量不同。在步骤109的第二次迭代中,基于第二设置和另外的信号质量来确定第三设置。在步骤111的第二次迭代中,使用第三设置控制灯13和14以及日光阻挡器21和22。

[0062] 在图2的实施例中,只有当在步骤107中接收的确定的信号质量不落在可接受值的

范围内时,才执行步骤109和111。在替代实施例中,总是执行步骤109和111,并且省略步骤108。在图3-5的实施例中,总是执行步骤109和111。在图3-5的实施例的变体中,这些实施例通过步骤108以及步骤109和111的条件执行来扩展。

[0063] 图3中示出了本发明方法的第二实施例。在该实施例中,该方法不控制图1的灯24和25。步骤121和122代替图2的步骤101。步骤121包括获得灯传输数据的目标光水平。步骤122包括获得目标可见光水平。步骤123代替图2的步骤103。步骤123包括基于灯传输数据的目标光水平和目标可见光水平确定灯13和14的第一组光设置、日光阻挡器21和22的第一组日光阻挡器设置以及灯16和17的第一组另外的光设置。

[0064] 例如,首先可以确定灯13和14的光设置,使得实现目标光水平,并且接下来,可以确定灯16和17以及日光阻挡器21和22的设置,使得实现目标可见光水平。灯13和14仅包括传输数据信号的灯。灯16和17仅包括不传输数据信号的灯。

[0065] 在步骤105中,基于第一组光设置控制灯13和14,并且基于第一组日光阻挡器设置控制日光阻挡器21和22。在步骤125中,基于第一组另外的光设置控制灯16和17。步骤107包括从用户设备31接收指示数据信号质量的信息,如关于图2所描述的。

[0066] 在步骤109中,基于第一组光设置和确定的信号质量确定灯13和14的第二组光设置,并且基于第一组日光阻挡器设置和确定的信号质量确定日光阻挡器21和22的第二组日光阻挡器设置。在步骤129中,基于第一组另外的光设置和确定的信号质量确定灯16和17的第二组另外的光设置。

[0067] 在步骤111中,基于第二组光设置控制灯13和14,并且基于第二组日光阻挡器设置控制日光阻挡器21和22。在步骤131中,基于第二组另外的光设置控制灯16和17。

[0068] 图4中示出了本发明的方法的第三实施例。在该实施例中,该方法不控制图1的灯24和25。步骤101包括获得目标光水平。在该实施例中,目标光水平是可见光的目标光水平。步骤151包括例如从光传感器设备28或LiFi灯14获得测量的光水平。步骤153包括检查所测量的光水平是否落在可接受值的范围内,例如390-410 lux,580-620 lux或600+ lux。如果不是,则执行步骤103和105。如果是,则跳过步骤103和105。

[0069] 在图4的实施例中,步骤103包括子步骤155。步骤155包括基于目标光水平和测量的光水平确定灯13、14、16和17的第一组光设置以及日光阻挡器21和22的第一组日光阻挡器设置。步骤105包括基于第一组光设置控制灯13、14、16和17,并且基于第一组日光阻挡器设置控制日光阻挡器21和22。灯13和14传输数据信号,并且灯16和17不传输数据信号。

[0070] 在步骤105之后,执行步骤107、109和111。已经相对于图2描述了这些步骤,但是现在也针对灯16和17执行这些步骤。在步骤111之后,在一定时间之后执行步骤151或步骤107。在图4的实施例中,执行步骤151,而不是每第十次迭代立即进行步骤107。在替代实施例中,或多或少地频繁执行步骤151,或者总是在步骤111之后执行步骤151。

[0071] 基于测量的光水平分别控制灯并基于所确定的信号质量控制灯的好处在于,一次仅优化一个参数,这通常应当更快地导致最佳设置。在替代实施例中,同时基于所测量的光水平和所确定的信号质量来确定设置。在图2的实施例中,只有当所测量的光水平未落在可接受值的范围内时,才执行步骤103和105。在替代实施例中,总是执行步骤103和105,并且省略步骤153。

[0072] 在TLM系统中,目标可见光水平通常称为设定点。设定点通常基于办公室桌上所需

的光水平(例如400 lux)。TLM系统试图优化(最小化)人造灯的使用和自然照明的使用。在传统的TLM系统中,在许多情境下,尤其是在白天期间且没有眩光的情况下,人造照明将几乎完全关闭,因为会通过自然照明达到所需的光水平。在这种情境下,LiFi将不工作。

[0073] 在图4的实施例中,将测量的光水平与设定点进行比较,并且调节一个或多个灯的光水平以最小化差异。如果检测到没有LiFi使用,则无需进一步的行动。如果使用LiFi,并且信号质量不足以实现稳定的LiFi连接,则需要增加一个或多个LiFi灯的光水平。这种增加可能导致超出目标可见光水平。第一种选择是接受可见光水平高于目标光水平。第二种选择是补偿LiFi灯的光水平增加。这种增加可以通过让日光阻挡器阻挡更多的日光和/或通过降低非LiFi灯的光水平来补偿。

[0074] 当存在自然光时,由于自然光的干扰,LiFi灯的光水平(即亮度)通常需要高于不存在自然光情况下的光水平,即使测量的总光水平可能是相同的。在明亮的自然光干扰LiFi的情境下,TLM系统可以以两种方式解决此问题:(1)通过增加人造光源的亮度(将不总是达到期望的结果,并且不是很节能),或(2)调整百叶窗以减少桌子表面的日光量。关闭百叶窗或增加亮度的选择可能取决于能耗的考虑和/或用户的喜好。如前所述,关闭百叶窗可能导致空调系统的能耗降低,这可以补偿由于人造光源亮度增加而导致的能耗增加。

[0075] 在图2至图4的实施例中,仅存在可见光。但是,也可以使用一个或多个不可见灯来传输数据信号。例如,这些不可见灯可以发射红外(IR)光。基于IR的LiFi对于更高的带宽或由于其他优势可能是更优选的。当IR可用于数据传输时,有可能避免必须阻挡日光。表1示出了在室外存在300 lux日光时可能实现400 lux目标可见光水平同时提供LiFi的选项:

[0076]

目标可见光	可见光LiFi	可见光非LiFi	室外日光	阻挡的日光	IR LiFi	结果
400	100	0	300	0	否	400, 无LiFi(太弱)
400	200	0	300	-100	否	400, LiFi
400	0	100	300	0	是	400, LiFi

[0077] 表1。

[0078] 使用表1第一行中所示的设置,不可能提供LiFi,因为在这种场景下LiFi要求至少200 lux,并且传输数据信号的一个或多个灯使用仅100 lux的光水平。表1的第二行通过让传输数据信号的一个或多个灯使用200 lux的光水平解决了这个问题。由于这些200 lux与300 lux的日光组合将超过400 lux,因此阻挡了100 lux的日光。可替代地,可以使用一个或多个IR灯来传输数据信号。在这种情况下,不传输数据信号的灯可以使用100 lux的光水平,并且不需要日光阻挡,如表1第三行中所示。

[0079] 由于日光可能干扰IR光,因此可能无法在所有情境下(例如当阳光强烈时)都禁止使用日光阻挡器。表2示出了在室外存在1000 lux日光时可能实现600 lux目标光水平同时提供LiFi的选项:

[0080]

目标可见光	可见光LiFi	可见光非LiFi	室外日光	阻挡的日光	IR LiFi	结果
600	0	0	1000	-400	是	600, 无LiFi(干扰)
600	200	0	1000	-600	否	600, LiFi
600	0	300	1000	-700	是	600, LiFi

[0081] 表2。

[0082] 使用表2第一行中所示的设置,不可能提供LiFi,因为阻挡400 lux的日光是不够的,而且强烈的阳光仍然干扰基于IR的通信。表2的第三行示出,通过阻挡700 lux的日光并让不传输数据信号的灯使用300 lux的光水平,可以实现目标可见光水平而没有干扰。替代的选项涉及让一个或多个传输数据信号的灯使用200 lux的光水平,而不是使用IR LiFi灯。这在表2的第二行中示出。在这种情况下,需要阻挡600 lux的日光。

[0083] 即使不使用IR LiFi灯(其用于下行链路通信),IR也可以用于让用户设备执行上行链路通信,例如利用包括IR接收器的可见灯。对于上行链路,IR是最优选的通信方式。当使用基于可见光通信(VLC)的下行链路和基于IR的上行链路时,TLM系统可能仍需要使用日光阻挡器以减少来自日光的干扰。

[0084] 图5中示出了本发明的方法的第四实施例。在这个更高级的实施例中,考虑了非LiFi用户和LiFi用户(及其LiFi设备)的位置和活动。以此方式,可以在那些位置处优化照明条件和LiFi信号条件二者。可选地,基于用户检测到的当前(数字)活动或当前视觉注意力来动态地适应那些条件。

[0085] 步骤101包括获得目标光水平。在该实施例中,目标光水平是可见光的目标光水平。接下来,执行步骤171。步骤171包括确定接收数据信号的一个或多个用户设备的一个或多个用户设备的位置和/或用于接收数据信号的一个或多个用户设备的一个或多个用户设备的位置,以及/或者确定未接收数据信号的一个或多个用户设备的一个或多个用户设备的位置和/或用于未接收数据信号的一个或多个用户设备的一个或多个用户设备的位置。接收数据信号的用户设备(例如用户设备31)的位置可以用于确定哪些位置需要接收LiFi以及哪些位置需要被照亮。

[0086] 未接收数据信号的用户设备的位置可以用于确定哪些位置需要被照亮。如果不能(全部)确定用户设备的位置,则可以使用用户设备的典型位置,例如会议室中可能需要LiFi连接并且办公室中可能需要照明。

[0087] 接下来,步骤173包括确定灯13、14、16、17、24和25以及日光阻挡器21和22的一个或多个位置,这些位置被称为光传输位置以将它们与用户设备位置区分开。在图5的实施例中,图1的步骤103包括子步骤175。步骤175包括基于目标光水平、所确定的一个或多个用户设备位置以及所确定的一个或多个光传输位置确定灯13、14、16、17、24和25的第一组光设置以及日光阻挡器21和22的第一组日光阻挡器设置。

[0088] 因此,可以选择能够照亮当前和/或期望的用户设备位置的可见灯,并且可以选择接收数据信号的用户设备的当前和/或期望位置附近的具有LiFi能力的灯。步骤105包括基于第一组光设置控制灯13、14、16、17、24和25,以及基于第一组日光阻挡器设置控制日光阻挡器21和22。

[0089] 在步骤105之后,执行步骤107、109和111。已经关于图2描述了这些步骤,但是现在也针对灯16、17、24和25执行这些步骤。在步骤111之后,在一定时间之后执行步骤173或步骤107。在图5的实施例中,执行步骤173,而不是每第十次迭代立即进行步骤107。在替代实施例中,或多或少地频繁执行步骤173,或者总是在步骤111之后执行步骤173。

[0090] 图6示出了用于配置该系统的用户界面51的示例。用户界面51是建筑物的管理者或房屋所有者在其移动设备41上使用的应用程序的一部分。用户界面显示在显示器49上。

在此示例中,用户可以配置系统的两个方面:带有滑块57的目标可见光水平56和带有滑块54的LiFi质量对能耗设置53。

[0091] 如果用户指定LiFi质量比能耗更重要,则即使存在足够的日光以达到目标光水平,也可能与日光阻挡器组合地将更多地使用人造光。如果用户指定LiFi质量具有优先权,则指定的目标可见光水平可以被认为是为了良好的LiFi质量而必须超过的最低可见光水平。例如,可以按每个建筑物、每个房间或每个房间组配置设置。

[0092] 图7示出了用于手动控制日光阻挡器、特别是百叶窗的用户界面61的示例。当确定减少被日光阻挡器阻挡的光量将导致数据信号的信号质量下降到目标水平以下时,该用户界面61可以被用于防止用户减少被日光阻挡器阻挡的光量。

[0093] 通常,通过使用滑块64选择百叶窗设置63,用户将能够完全打开百叶窗或完全关闭百叶窗或部分关闭百叶窗。在用户界面61中,区域65中的百叶窗设置已被标记并且是不可选择的。因此,用户不可能完全打开百叶窗,因为这可能(潜在地)影响LiFi信号的质量。

[0094] 在替代的用户界面中,区域65也将被标记,但是用户仍将能够从区域65中选择百叶窗设置,即区域65仅被标记作为警告。相同的用户界面可以用于手动控制其他类型的日光阻挡器或控制光设置,例如灯的昏暗水平。

[0095] 图8描绘了图示可以执行如参考图2-图5描述的方法的示例性数据处理系统的框图。

[0096] 如图8中所示,数据处理系统300可以包括通过系统总线306耦合到存储元件304的至少一个处理器302。照此,数据处理系统可以将程序代码存储在存储元件304内。进一步,处理器302可以执行经由系统总线306从存储元件304访问的程序代码。一方面,数据处理系统可以被实现为适合于存储和/或执行程序代码的计算机。然而,应当理解,数据处理系统300可以以包括能够执行本说明书中所描述的功能的处理器和存储器的任何系统的形式来实现。

[0097] 存储元件304可以包括一个或多个物理存储设备,诸如例如本地存储器308和一个或多个大容量存储设备310。本地存储器可以指通常在实际执行程序代码时使用的随机存取存储器或(多个)其他非持久性存储设备。大容量存储设备可以被实现为硬盘驱动器或其他持久性数据存储设备。处理系统300还可以包括提供至少一些程序代码的临时存储的一个或多个高速缓冲存储器(未示出),以便减少在执行期间必须从大容量存储设备310检索程序代码的次数。处理系统300也可能能够使用另一个处理系统的存储元件,例如,如果处理系统300是云计算平台的一部分。

[0098] 描绘为输入设备312和输出设备314的输入/输出(I/O)设备可以可选地耦合至数据处理系统。输入设备的示例可以包括但不限于键盘、诸如鼠标的定点设备、麦克风(例如,用于语音和/或语言识别)等。输出设备的示例可以包括但不限于监视器或显示器、扬声器等。输入和/或输出设备可以直接耦合或通过中间I / O控制器耦合到数据处理系统。

[0099] 在实施例中,输入和输出设备可以被实现为组合的输入/输出设备(在图8中以围绕输入设备312和输出设备314的虚线示出)。这种组合设备的示例是触敏显示器,有时也称为“触摸屏显示器”或简称为“触摸屏”。在这样的实施例中,可以通过物理对象(诸如例如,触摸屏显示器上或附近的手写笔或用户的手指)的运动来提供对设备的输入。

[0100] 网络适配器316也可以耦合到数据处理系统,以使其能够通过中间专用或公共网

络耦合到其他系统、计算机系统、远程网络设备和/或远程存储设备。网络适配器可以包括：数据接收器，用于接收由所述系统、设备和/或网络传输到数据处理系统300的数据；以及数据传输器，用于将数据从数据处理系统300传输到所述系统、设备和/或网络。调制解调器、电缆调制解调器和以太网卡是可以与数据处理系统300一起使用的不同类型的网络适配器的示例。

[0101] 如图8中所示，存储元件304可以存储应用程序318。在各种实施例中，应用程序318可以存储在本地存储器308、一个或多个大容量存储设备310中，或者与本地存储器和大容量存储设备分开。应当理解，数据处理系统300可以进一步执行可以促进应用程序318的执行的操作系统(图8中未示出)。以可执行程序代码的形式实现的应用程序318可以被数据处理系统300(例如，处理器302)执行。响应于执行应用程序，数据处理系统300可以被配置为执行本文所述的一个或多个操作或方法步骤。

[0102] 本发明的各种实施例可以被实现为与计算机系统一起使用的程序产品，其中，程序产品的(多个)程序定义实施例的功能(包括本文描述的方法)。在一个实施例中，(多个)程序可以被包含在多种非暂时性计算机可读存储介质上，其中，如本文所使用的，表述“非暂时性计算机可读存储介质”包括所有计算机可读介质，并且唯一的例外是暂时的传播信号。在另一个实施例中，(多个)程序可以被包含在各种暂时性计算机可读存储介质上。说明性的计算机可读存储介质包括但不限于：(i)不可写存储介质(例如，计算机内的只读存储设备，诸如CD-ROM驱动器可读取的CD-ROM磁盘、ROM芯片、或任何类型的固态非易失性半导体存储器)，在该不可写存储介质上永久存储信息；(ii)可写存储介质(例如，闪存、软盘驱动器或硬盘驱动器内的软盘、或任何类型的固态随机存取半导体存储器)，在该可写存储介质上存储可变信息。计算机程序可以在本文描述的处理器302上运行。

[0103] 本文所使用的术语仅出于描述特定实施例的目的，并且不旨在限制本发明。如本文所使用，单数形式“一”、“一个”和“所述”也旨在包括复数形式，除非上下文另外明确指示。将进一步理解的是，当在本说明书中使用术语“包括”和/或“包含”时，其指定了所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或组件的存在，但不排除一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、组件和/或其组的存在或添加。

[0104] 所附权利要求书中的所有装置或步骤加上功能元件的对应结构、材料、动作和等同物旨在包括用于与具体要求保护的其他要求保护的元件组合来执行功能的任何结构、材料或动作。本发明的实施例的描述已经出于说明的目的给出，但是不旨在是穷举的或限于所公开形式的实施方式。在不脱离本发明的范围和精神的情况下，许多修改和变型对于本领域普通技术人员将是显而易见的。选择和描述了实施例，以便最好地解释本发明的原理和一些实际应用，并使本领域的其他普通技术人员能够理解本发明的各种实施例，这些实施例具有适于预期的特定用途的各种修改。

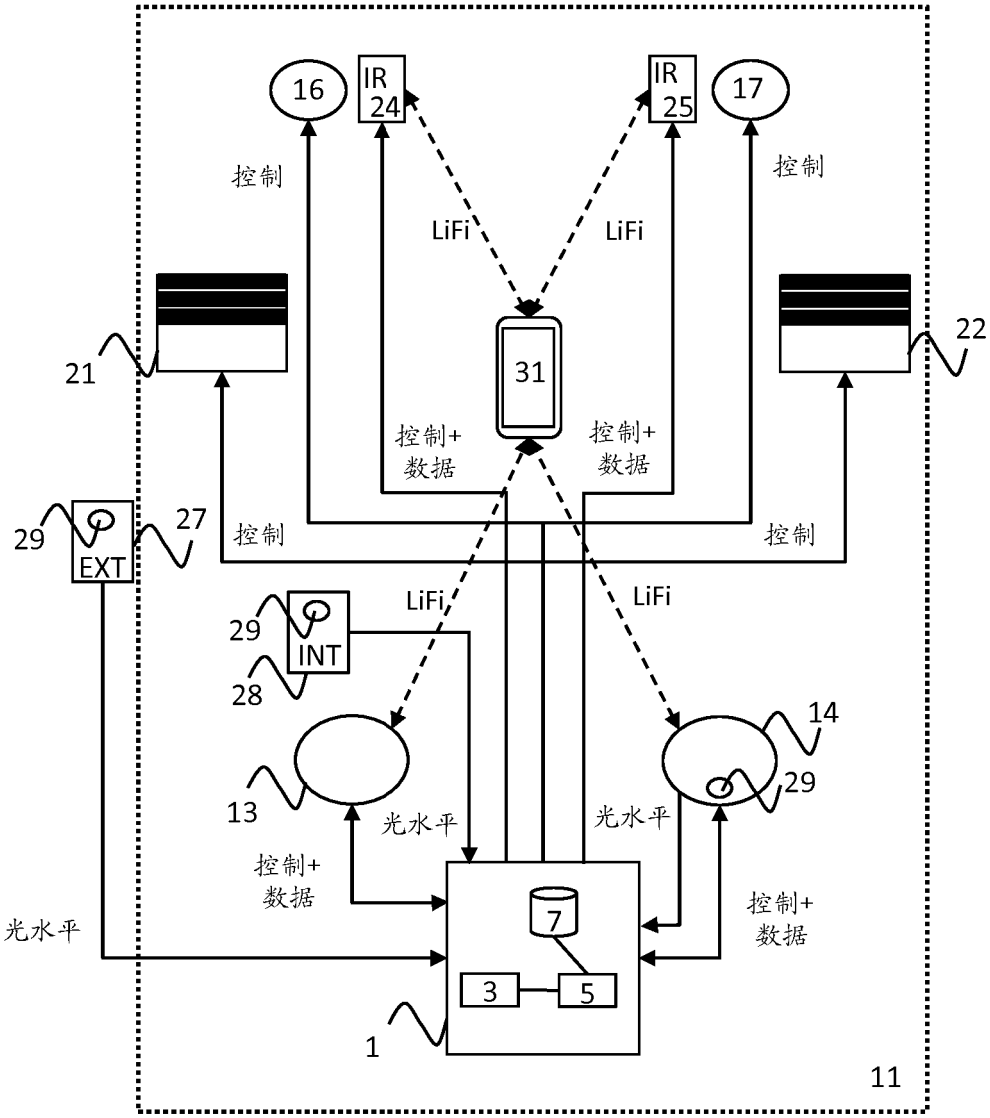

16
IR 24
IR 25
17
控制
控制
LiFi
LiFi
21
22
31
控制+ 数据
控制+ 数据
29
EXT
27
控制
控制
LiFi
LiFi
29
INT
28
14
29
13
光水平
光水平
控制+ 数据
控制+ 数据
光水平
7
3
5
1
11

图 1

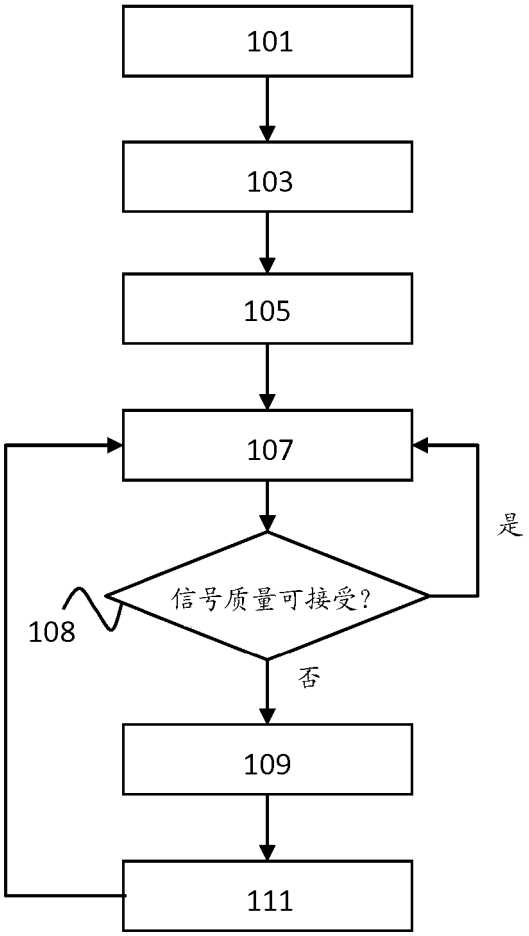


图 2

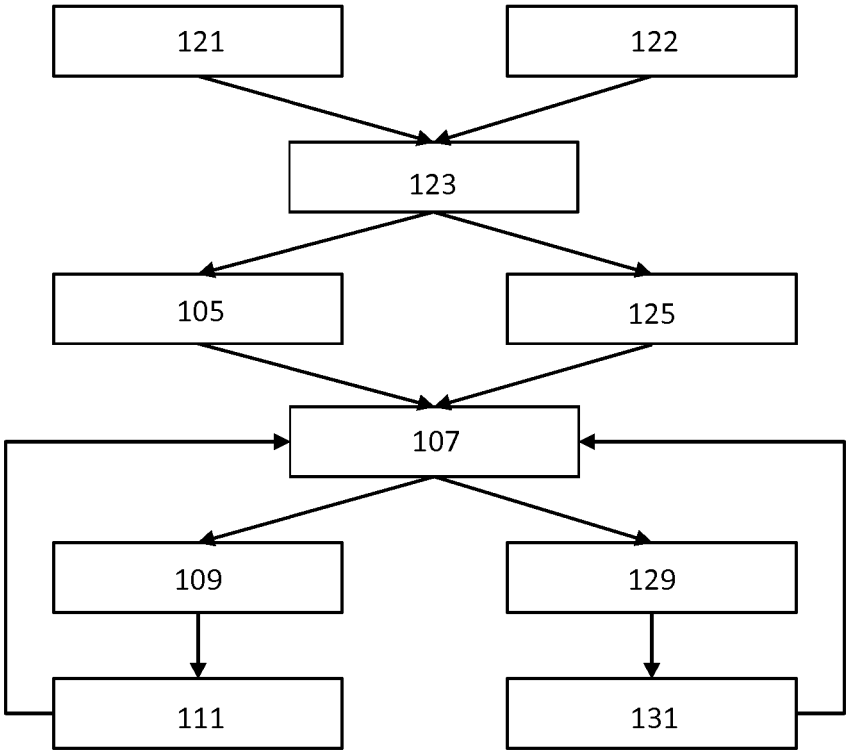


图 3

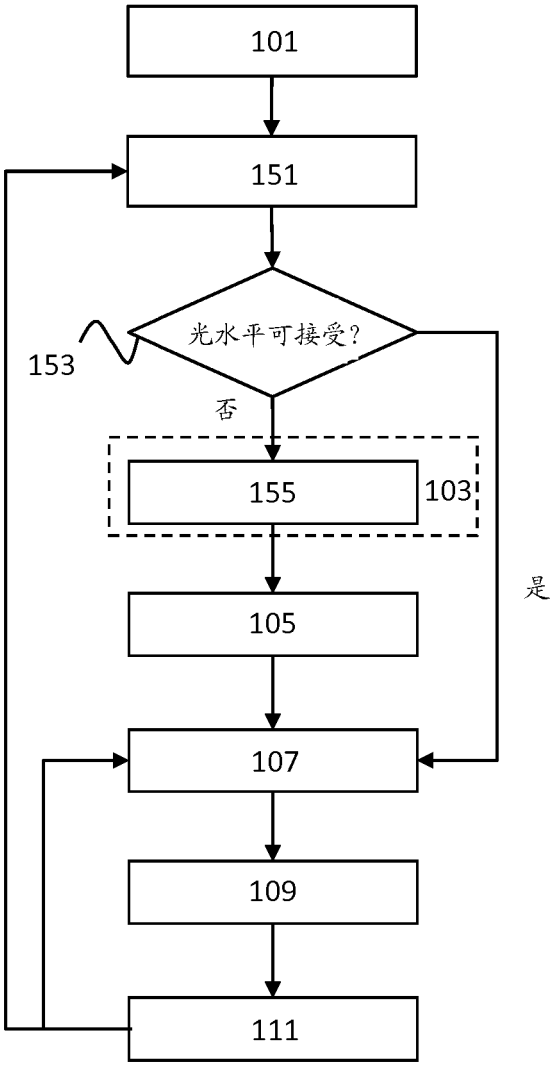


图 4

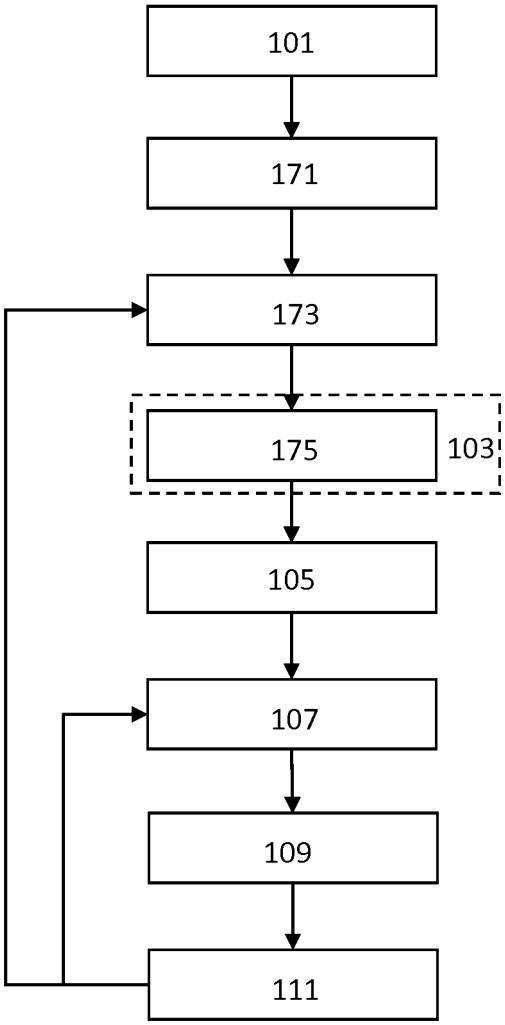


图 5

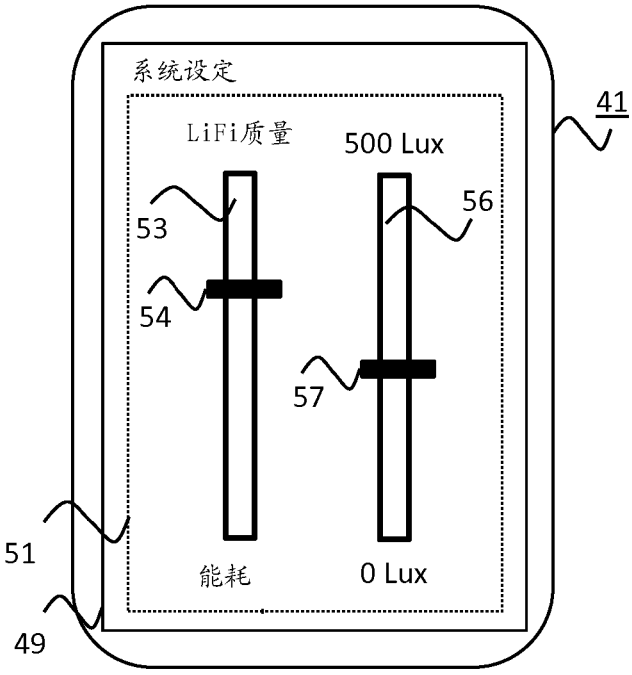

系统设定
41
LiFi质量
500 Lux
53
56
54
57
51
能耗
0 Lux
49

图 6

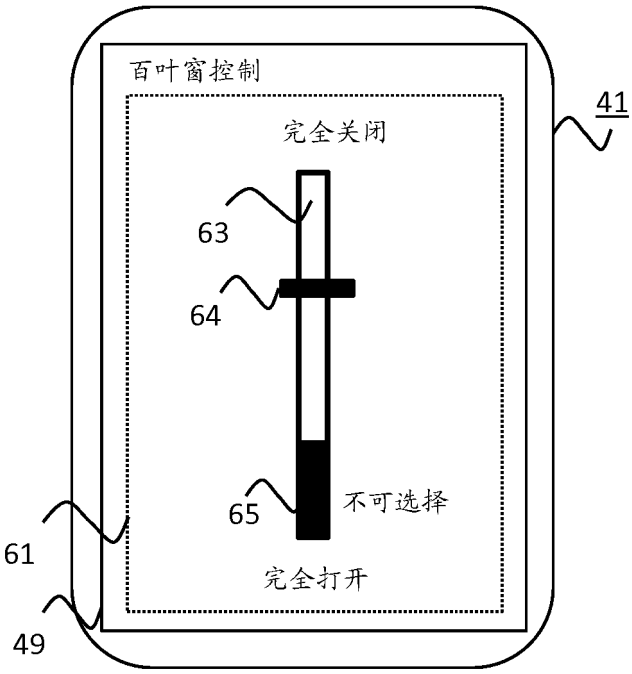

百叶窗控制
41
完全关闭
63
64
65
不可选择
61
完全打开
49

图 7

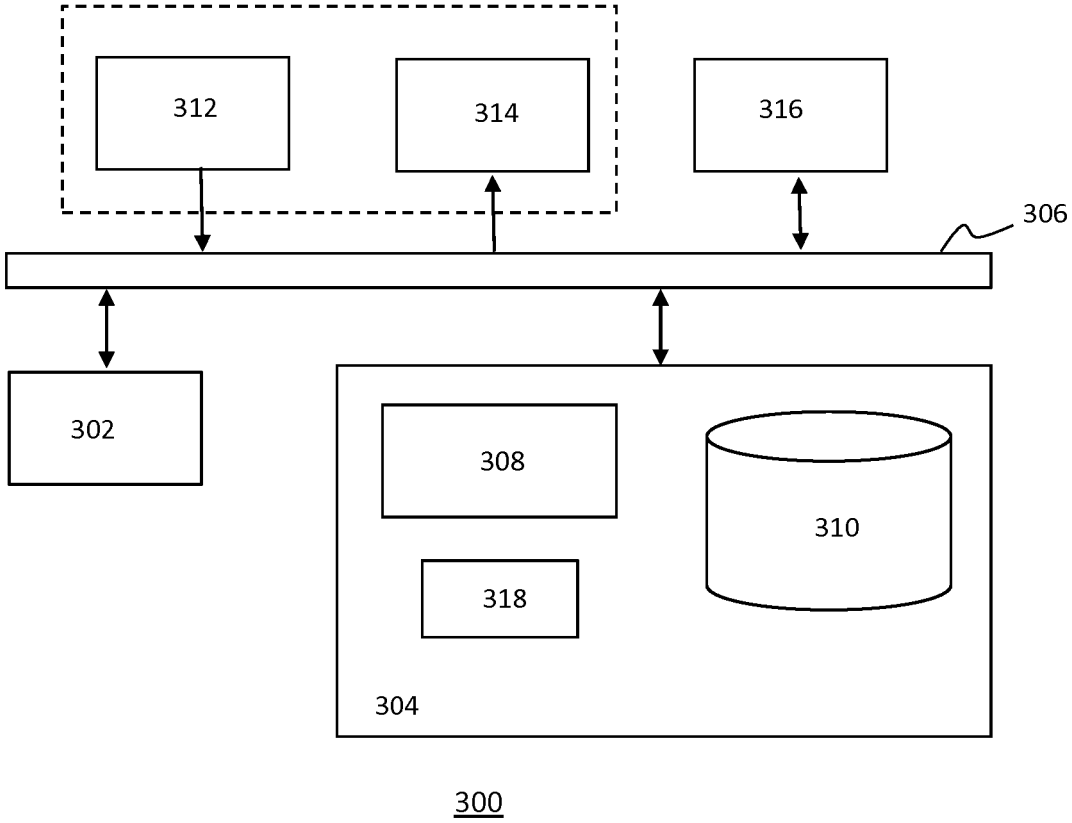


图 8