



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105230002 B

(45)授权公告日 2019.07.19

(21)申请号 201480029936.5

(72)发明人 S.J.J.尼斯森 F.J.德布鲁恩

(22)申请日 2014.05.23

T.格里蒂

(65)同一申请的已公布的文献号

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

申请公布号 CN 105230002 A

代理人 李舒 景军平

(43)申请公布日 2016.01.06

(51)Int.Cl.

H04N 5/235(2006.01)

(30)优先权数据

13169086.9 2013.05.24 EP

(56)对比文件

WO 2012127439 A1,2012.09.27,

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

JP 2011078074 A,2011.04.14,

2015.11.24

CN 102104735 A,2011.06.22,

(86)PCT国际申请的申请数据

US 2013107063 A1,2013.05.02,

PCT/EP2014/060685 2014.05.23

审查员 马瑞泽

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/187968 EN 2014.11.27

权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(73)专利权人 飞利浦灯具控股公司

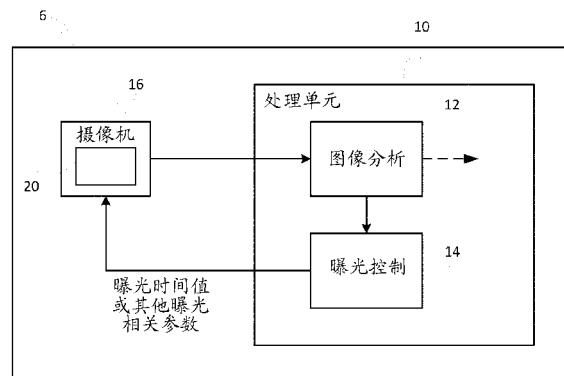
地址 荷兰埃因霍温

(54)发明名称

用于检测编码光的设备和相关的计算机可读存储介质

(57)摘要

一种设备,包括:输入,用于接收表示由摄像机捕获的光的图像数据;以及图像分析模块,用于检测以调制频率被调制到该光中的编码光分量。摄像机具有曝光时间,并且所述光是在一系列曝光上被捕获的,每次曝光持续达曝光时间的一个实例。由图像分析模块执行的检测由于所述曝光时间的影响而在所述检测中经历频率盲点。为了解决该问题,设备还包括:输出,用于控制摄像机的影响曝光时间的一个或多个参数;以及控制器,被配置成控制所述一个或多个参数以避免调制频率与频率盲点相对应。



1. 一种用于检测编码光的设备(6),包括:

输入,其适于接收表示由摄像机(16)捕获的光的图像数据,所述摄像机具有曝光时间,并且所述光是在一系列曝光上被捕获的,每次曝光持续达曝光时间的一个实例;

图像分析模块(12),其适于检测以调制频率被调制到光中的编码光分量,由于所述曝光时间的影响而在所述检测中存在频率盲点;

输出,其适于控制摄像机的改变曝光时间长度的一个或多个参数;以及

控制器(14),其被配置成控制所述一个或多个参数以避免调制频率与频率盲点相对应。

2. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述控制器(14)被配置成通过以下方式执行所述控制,即:改变所述一个或多个参数以试用至少两个不同的曝光时间长度,并操作图像分析模块(12)以在所述不同的曝光时间长度中的每个曝光时间长度下试行所述检测。

3. 根据权利要求2所述的设备,其中,所述控制器(14)被配置成基于所述试行来确定导致检测到编码光分量的、所述一个或多个参数的一个或多个值,并将确定的一个或多个值设置成被使用于对编码光分量的另外的检测。

4. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述光是在一系列帧上被捕获的,并且在每一帧中通过将帧内的一系列空间部分(22)曝光来捕获所述光,所述系列空间部分的每个空间部分被曝光于所述光达曝光时间的一个实例。

5. 根据权利要求4所述的设备,其中,所述摄像机(16)是卷帘快门摄像机,每个所述空间部分(22)是帧的排。

6. 根据权利要求2所述的设备,其中,所述光是在一系列帧上被捕获的,并且在每一帧中通过将帧内的一系列空间部分(22)曝光来捕获所述光,所述系列空间部分的每个空间部分被曝光于所述光达曝光时间的一个实例。

7. 根据权利要求6所述的设备,其中,所述摄像机(16)是卷帘快门摄像机,每个所述空间部分(22)是帧的排。

8. 根据权利要求3所述的设备,其中,所述光是在一系列帧上被捕获的,并且在每一帧中通过将帧内的一系列空间部分(22)曝光来捕获所述光,所述系列空间部分的每个空间部分被曝光于所述光达曝光时间的一个实例。

9. 根据权利要求8所述的设备,其中,所述摄像机(16)是卷帘快门摄像机,每个所述空间部分(22)是帧的排。

10. 根据权利要求6所述的设备,其中,所述控制器(14)被配置成在所述系列帧的不同帧中试用不同的曝光时间长度。

11. 根据权利要求7所述的设备,其中,所述控制器(14)被配置成在所述系列帧的不同帧中试用不同的曝光时间长度。

12. 根据权利要求1-11中任一项所述的设备,其中,所述一个或多个参数包括明确指定曝光时间长度的曝光时间设置。

13. 根据权利要求1-11中任一项所述的设备,其中,所述一个或多个参数包括指定感光灵敏度的曝光指数。

14. 根据权利要求1-11中任一项所述的设备,其中,所述一个或多个参数包括指定曝光不足或曝光过度的曝光值设置。

15. 根据权利要求10或11所述的设备,其中,所述帧具有帧区域,并且所述一个或多个参数包括指定帧区域内的兴趣区的兴趣区设置,其依赖于所述兴趣区的亮或暗而影响曝光时间。

16. 根据权利要求1-11中任一项所述的设备,其中,由于所述曝光时间的影响而在所述检测中存在多个频率盲点,并且所述控制器(14)被配置成控制所述一个或多个参数以避免调制频率与多个盲点中的任何一个相对应。

17. 根据权利要求16所述的设备,其中,盲点是 $1/T_{exp}$ 的整数倍,其中 $T_{exp}$ 是曝光时间。

18. 根据权利要求16所述的设备,其中,所述检测在频域中具有正弦波形的传递函数,所述盲点是由于正弦波形的传递函数中的零点引起的。

19. 根据权利要求1至11中任一项所述的设备,其中,所述图像分析模块(12)检测以不同的相应调制频率被调制到光中的多个编码光分量,并且所述控制器(14)被配置成控制所述一个或多个参数以避免所述多个编码光分量中的任何调制频率与一个或多个盲点相对应。

20. 根据权利要求17所述的设备,其中,所述检测在频域中具有正弦波形的传递函数,所述盲点是由于正弦波形的传递函数中的零点引起的。

21. 一种计算机可读存储介质,在其上存储有代码并且代码被配置成使得当在处理器上执行时完成以下用于检测编码光的操作:

接收表示由摄像机(16)捕获的光的图像数据,所述摄像机具有曝光时间,并且所述光是在一系列曝光上被捕获的,其中每次曝光持续达曝光时间的一个实例;

执行检测过程来检测以调制频率被调制到光中的编码光分量,由于所述曝光时间的影响而在所述检测过程中存在频率盲点;以及

控制摄像机的改变曝光时间长度的一个或多个参数以避免调制频率与频率盲点相对应。

## 用于检测编码光的设备和相关的计算机可读存储介质

### 技术领域

[0001] 本公开内容涉及使用摄像机对编码光分量(coded light component)的检测。

### 背景技术

[0002] 编码光是指一些技术,借由这些技术将信号嵌入由发光设备发射的可见光中。因此光包括以下两者:用于照亮诸如房间这样的目标环境的可见照明贡献(典型地是光的主要用途),以及用于向环境中提供信息的嵌入的信号。为此,以一定的一个或多个调制频率来调制光。

[0003] 在一些最简单的情况下,信号可以包括单一波形或甚至单一音调,其被调制到来自给定发光设备的光中。由多个发光设备各自发射的光可以用不同的相应调制频率来调制,所述调制频率在那些发光设备之中是唯一的,并且所述调制频率然后可以充当发光设备或它的光的标识符。例如,这可以用在试运行阶段以识别来自每个发光设备的贡献,或者在操作期间可以被用来识别发光设备以便控制它。在另一示例中,通过将标识符映射到发光设备的已知位置或与位置相关联的信息,所述识别可以被用于导航或其他基于位置的功能性。

[0004] 在其他情况下,可以将包括更复杂数据的信号嵌入光中。例如,使用频率键控,给定的发光设备可操作来在两个(或更多个)不同的调制频率上发射,并且通过在不同的调制频率之间切换来传输数据比特(或更一般地是码元)。如果存在多个这样的在相同环境中发射的发光设备,则每个发光设备可以被布置成使用不同的相应多个频率来执行其相应的键控。

[0005] WO2012/127439公开了一种技术,借由该技术可以使用如常常集成到像移动电话或平板电脑这样的移动设备中的常规“卷帘快门(rolling shutter)”型摄像机来检测编码光。在卷帘快门摄像机中,摄像机的图像捕获元件被分成多排(line)(典型地是水平的排,即,行(row)),所述多排被逐排顺序地曝光。也就是说,为了捕获给定的帧,将第一排曝光于目标环境中的光,然后在稍稍随后的时刻将序列中的下一排曝光,以此类推。典型地,序列按序“滚动”跨越帧,例如按行从上到下,从而得名“卷帘快门”。在被用来捕获编码光时,这意味着帧内的不同排在不同时刻捕获光,并且因此如果排速率相对于调制频率而言足够高,则在调制波形的不同阶段捕获光。因此光中的调制可以被检测到。

### 发明内容

[0006] 如果摄像机被用作针对编码光的检测器,则该摄像机的曝光时间在摄像机传递函数的频谱中导致盲点。实际上,摄像机可能无法接收可由一个或多个编码光源发送出的所有可能的调制频率。

[0007] 根据本文公开的一个方面,提供了一种设备,包括:输入,其适于接收表示由摄像机捕获的光的图像数据;以及图像分析模块,其适于检测以调制频率被调制到光中的编码光分量。摄像机具有关联的曝光时间,并且光是在一系列曝光上被捕获的,每次曝光持续达

曝光时间的一个实例。由图像分析模块执行的检测由于所述曝光时间的影响而经历频率盲点。为了解决该问题,为设备提供:输出,其适于控制摄像机的改变曝光时间长度的一个或多个参数;以及控制器,其被配置成控制所述一个或多个参数以避免调制频率与频率盲点相对应。

[0008] 例如,在卷帘快门摄像机或类似物中,光是在一系列帧上被捕获的,并且在每一帧中通过将帧内的一系列空间部分(典型地是排)曝光来捕获光。所述系列中的空间部分的每个空间部分被曝光于所述光达曝光时间的一个实例,并且就是该曝光时间导致了频域中的盲点。

[0009] 通过使用不同的曝光时间来捕获图像,可以解决频率盲点的问题。例如,可以在不同的帧中使用不同的曝光时间来捕获两个或更多个不同的帧。当对不同的图像应用编码光检测时,将会在这些图像中的至少一个图像内找到编码光分量,即使是在编码光分量的调制频率落入了由被用来捕获这些图像中的一个或多个其他图像的曝光时间所导致的不可检测的盲点的情况下。

[0010] 可以使用直接影响曝光时间的显式时间设置或经由间接影响曝光时间的另一参数——例如曝光指数或“ISO”设置、曝光值设置(与曝光时间设置不同)或兴趣区设置——来控制曝光时间。

[0011] 在实施例中,一旦找到产生在其中检测到编码光分量的图像的设置(或多个设置)的值,可以记住该值以用于将来的检测。可替换地,控制器可以继续在每当执行检测时尝试多个值(例如,以计及在不同的环境或境况中可能存在不同的调制频率的事实)。

[0012] 在实施例中,检测过程可能具有多个盲点,和/或可能在环境中存在多个调制频率。因此控制器可以被配置成控制曝光时间以避免某调制频率落入任何盲点(即,它没有落入任一盲点中)和/或避免多个调制频率中的任何调制频率落入盲点中(即,没有一个调制频率落入任何盲点中)。

[0013] 根据本文公开的另一方面,可以提供一种计算机程序产品,其体现在计算机可读介质上并且被配置成使得在被执行时完成本文公开的检测设备的任何操作。

## 附图说明

[0014] 为了更好地理解本文公开的实施例并示出这些实施例可以如何付诸实施,对附图进行参考,其中:

[0015] 图1示意性地图示了包括照明系统和摄像机的空间,

[0016] 图2是具有用于接收编码光的摄像机的设备的示意性框图,

[0017] 图3示意性地图示了卷帘快门摄像机的图像捕获元件,

[0018] 图4示意性地图示了通过卷帘快门对调制光的捕获,

[0019] 图5是卷帘快门捕获过程的示例性定时图,

[0020] 图6示出了时域中的示例性传递函数,

[0021] 图7示出了频域中的示例性传递函数,以及

[0022] 图8示出了频域中的传递函数的另外的示例。

## 具体实施方式

[0023] 图1示出了在其中可以部署本文公开的实施例的示例性环境2。例如，环境可以包括：办公室、家、学校、医院、博物馆或其他室内空间的一个或多个房间和/或走廊；或室外空间，比如公园、街道、运动场或诸如此类；或另一类型的空间，比如露台或车辆的内部。环境2安装有照明系统，所述照明系统包括以一个或多个发光设备形式的一个或多个照明设备4。出于说明性目的示出了两个发光设备4i和4 ii，但是将认识到可能存在其他数目的发光设备。发光设备可以在中央控制下被实现，或者被实现为分立的独立单元。在环境2中还存在用户终端6，其优选地是诸如智能电话或平板电脑这样的移动设备。

[0024] 每个发光设备4包括用于发射光的照明元件，比如LED、LED阵列或荧光灯管。光发射元件也可以称作灯或光源。可以以调制频率用编码光分量来调制由一个或多个发光设备中的每个发光设备的照明元件发射的光。例如，调制可以采取正弦、矩形波或其他波形的形式。在正弦的情况下，调制包括频域中的单音。在像矩形波这样的另一波形的情况下，调制包括频域中的基波和一系列谐波。典型地，调制频率是指调制的单一或基波频率，即，波形在其上重复的时段的频率。

[0025] 在实施例中，可以在相同环境2中存在多个发光设备4i、4 ii，每个发光设备被配置成将以相应的调制频率调制的不同的相应编码光分量嵌入从相应的照明元件发射的光中。可替换地或附加地，给定的发光设备4可以被配置成将两个或更多个编码光分量嵌入由相同发光设备的照明元件发射的光中，每个编码光分量处在不同的相应调制频率处，例如以使该发光设备能够使用频率键控来嵌入数据。还可能的是，相同环境2中的两个或更多个发光设备4各自发射用两个或更多个相应的编码光分量调制的光，编码光分量全都在不同的相应调制频率处。即，所以第一发光设备4i可以在多个相应的调制频率下发射第一多个编码光分量，并且第二发光设备4 ii可以在第二不同的多个相应调制频率下发射第二不同的多个编码光分量。

[0026] 图2给出了移动设备6的框图。移动设备6包括摄像机，所述摄像机具有二维图像捕获元件20和耦合到图像捕获元件的图像分析模块12。图像分析模块12可操作来处理表示由图像捕获元件捕获的图像的信号，并检测从其捕获图像的光中的编码光分量。根据本文公开的实施例，移动设备6还包括以曝光控制模块形式的控制器14，控制器14的功能将被简短论述。图像分析模块12和/或控制器14可以用代码的形式实现，所述代码被存储在一个或多个计算机可读存储介质上，并且被布置成在包括一个或多个处理单元的处理器10上执行。可替换地，不排除某些或全部图像分析模块12和/或控制器14被实现在专用硬件电路或诸如FPGA这样的可重配置的电路中。一般地，组件12、14和16可以集成到相同单元中，或可以不集成到相同单元中。

[0027] 一个或多个发光设备4被配置成向环境2中发射光，并从而照亮那个环境的至少一部分。移动设备6的用户能够将设备的摄像机16指向环境2中的场景8，光从所述场景8反射。例如，场景可以包括诸如墙壁和/或其他对象这样的表面。由发光设备4中的一个或多个发射的光从场景反射到摄像机的二维图像捕获元件上，所述二维图像捕获元件从而捕获场景8的二维图像。可替换地或附加地，还有可能检测直接来自光源的编码光（没有经由表面的反射）。因此，移动设备可以可替换地被直接指向发光设备4中的一个或多个。

[0028] 图3表示摄像机16的图像捕获元件20。图像捕获元件20包括用于捕获代表在每个

像素上入射的光的信号的像素阵列,例如典型地是方形或矩形像素的方形或矩形阵列。在卷帘快门摄像机中,像素被布置成多排,例如,水平行22。为了捕获帧,将每一排顺序地曝光,每次曝光达摄像机的曝光时间 $T_{exp}$ 的一个接连的实例(instance)。在这种情况下,曝光时间是单独一排的曝光的持续时间。还注意到,本公开内容中的序列的意思是时间序列,即,所以每一排(或更一般地是每一部分)的曝光在略微不同的时间开始。例如,首先,顶部的行 $22_1$ 开始被曝光达持续时间 $T_{exp}$ ,然后在稍稍之后的时间,下面的第二行 $22_2$ 开始被曝光达 $T_{exp}$ ,然后再次地在稍稍之后的时间,下面的第三行 $22_3$ 开始被曝光达 $T_{exp}$ ,以此类推,直到底部的行被曝光。然后重复该过程以曝光一系列帧。

[0029] 图5示出了在连续的视频捕获期间典型的卷帘快门定时图的示例。

[0030] 在WO2012/127439中,例如,已描述了可以如何使用这种类型的传统视频摄像机来检测编码光。信号检测利用卷帘快门图像捕获,这促使时间光调制转变成在接连的图像行上的空间强度变化。

[0031] 这在图4中被示意性地示出。在每个接连的排22被曝光时,它是在略微不同的时间被曝光的,并且因此(如果排速率与调制频率相比足够高的话)是在调制的略微不同的阶段被曝光的。因此每一排22被曝光到调制光的相应瞬时水平。这导致了随着在给定帧上的调制而波动或循环的条状图案。基于该原理,图像分析模块12能够检测被调制到由摄像机16接收的光中的编码光分量。

[0032] 然而,获取过程在获取的信号上产生低通滤波效应。图6和图7图示了曝光时间为 $T_{exp}$ 的卷帘快门摄像机的获取过程的低通滤波特性。

[0033] 图6是将曝光时间表示为时域中的矩形块函数或矩形滤波器的草图。曝光过程可以被表达为调制光信号在时域中与该矩形函数的卷积。在时域中与矩形滤波器的卷积等同于在频域中与正弦函数的相乘。因此,如图7中给定的草图所图示的,在频域中,这导致接收信号谱与正弦函数相乘。与接收信号谱相乘的函数可以称作传递函数,即,它描述了在检测谱中检测过程所实际“看到”的接收信号谱的部分。

[0034] 因此,摄像机的曝光时间在时域中是块函数,而在频域中是低通滤波器(正弦)。这造成的结果是,检测谱或传递函数在 $1/T_{exp}$ 和 $1/T_{exp}$ 的整数倍处进入零点。因此,由图像分析模块12执行的检测过程将在频域中在 $1/T_{exp}$ 、 $2/T_{exp}$ 、 $3/T_{exp}$ 等等处的零点或零点附近经历盲点。如果调制频率落入盲点之一中,则编码光分量将不可检测到。注意到,在实施例中,不需要将盲点看做是仅出现在检测谱或传递函数中的这些零点或节点的精确频率处,而是更一般地盲点可以指检测谱中在这些零点或节点周围的任何频率范围,其中传递函数如此低以至于期望的编码光分量无法被检测或无法被可靠地检测。

[0035] 将期望避免光源调制频率与摄像机的曝光时间的有问题配对,所述有问题配对可导致调制是摄像机不可检测的。

[0036] 强力解决方案是预先规划编码光分量的频率和摄像机的曝光时间以便不冲突。然而,为了确保这可靠地工作,要求移动设备6和照明设备4的各种不同制造商之间的大量协调。另一可能的解决方案是让移动设备6在诸如RF信道这样的合适后向信道上将其曝光时间或合适频率的指示反馈给发光设备4。然而这会增加不期望程度的额外基础设施并且再次地要求制造商之间的协调。又一可能的解决方案是让发光设备4逐步地改变其调制频率或并行地在多个谐波频率上传输,使得移动设备6总是可以在频率之一上检测到编码光分

量。这会避免在移动设备6和照明设备4之间通信的需要。然而不能确保在移动设备6可能遇到的所有可能环境中照明都必然配备有这样的功能性。

[0037] 代替依靠这样的可能性,本公开内容提供了基于以下事实的解决方案:一些摄像机设备提供曝光控制。使用该解决方案,可以使用不同的曝光时间来捕获图像,并且对结果进行组合来确保在存在曝光相关的抑制效应的情况下检测。可替换地,倘若有限的曝光控制可得到,则提供了一些实施例,其通过控制间接改变曝光时间的另一参数(例如,ISO设置、曝光值(EV)设置或兴趣区)来确保频率检测。

[0038] 图8示出了具有1/30秒曝光时间的示例性传递函数(如图8中的实曲线所图示的)和具有1/40秒曝光时间的示例性传递函数(如图8中较浅的曲线所图示的)以及具有一个300Hz调制频率的灯。如果灯频率被设置在300Hz,并且摄像机的曝光在1/30s(或1/60、1/100)上,则摄像机不能捕获它,因为在传递函数中有零点。然而当曝光被设置为1/40s时,那么摄像机再次对300Hz敏感。相同的原理适用于FSK(在多个频率之间的切换)。

[0039] 再次参考图2,移动设备6包括耦合到摄像机6的曝光控制模块14。曝光控制模块14被配置成控制摄像机6的直接或间接影响曝光时间 $T_{exp}$ 的至少一个参数。

[0040] 曝光控制模块14被配置成经由(例如智能电话的)摄像机16捕获至少两帧图像数据,每一帧具有不同的参数值并且因此具有不同的曝光时间值 $T_{exp}$ 。因此,如果编码在光中的数据在一帧图像数据中是不可检测的,则在下一帧图像数据中它应当是可检测的。

[0041] 有利地,该提案使得能省略去往编码光发光设备(即,发射机)的后向信道,因为不需要摄像机(即,接收机)向发光设备指定它不应使用哪些调制频率。此外,在发射机没有实现用于避免调制频率与曝光时间的不利组合的机制的情况下(例如,使用双重同时的或时变的频率从发光设备4发射的可替换解决方案会浪费一半的带宽),可以使用更高的传输数据速率。

[0042] 曝光控制模块14被配置成以不同的相应曝光时间捕获两个(或更多个)不同的帧,并对所述不同的帧单独地施加图像分析模块12的检测过程。每个曝光时间在频域中对应于相应的传递函数,并且不同的曝光时间相隔足够远以至于盲点实质上不重叠(一个曝光时间的传递函数的零点或节点周围的不可检测频率范围不与另一个曝光时间的传递函数的零点或节点周围的不可检测范围重叠)。此外,曝光时间被布置成使得它们的盲点的频率位置是适宜地非谐波的(non-harmonic),至少使得 $1/T_{exp}$ 的一个值不是 $1/T_{exp}$ 的另一个值的整数倍。这样,当图像分析模块12被应用于以不同的相应曝光时间捕获的不同帧时,至少一个会始终提供肯定的(positive)检测(假定存在要被检测的编码光分量)。

[0043] 在实施例中,这可以通过配置曝光模块14来尝试被预先确定为具有这些性质的两个(或更多个)特定曝光时间来实现。可替换地,曝光控制模块14可以被配置成扫描通过多个或某个范围的不同曝光时间以便用每个曝光时间来尝试检测。

[0044] 因此,注意到,不必已知频率盲点的实际位置。只要曝光时间在至少两个不同的捕获图像之间变化,就可以确保在这些图像中的至少一个图像中调制将是可检测的。

[0045] 在实施例中,曝光控制模块14和图像分析模块12可以捕获帧,并且当在接收光中探测或查询编码光信号或样本时基于这些不同曝光时间的每个曝光时间来尝试检测,以及图像分析模块12然后可以从捕获的帧中选择产生肯定检测的一个或多个帧,或者甚至可以对所捕获的帧求平均或累积所捕获的帧以产生可以从中检测到编码光的聚合帧。可替换

地,曝光控制模块14可以被配置成在图像分析模块12报告肯定检测之前仅切换、循环或扫描通过参数的不同值。

[0046] 一旦找到导致肯定检测的参数的值,这便可以被存储以供将来使用。可替换地,可以在每个在接收光中探测或查询编码光信号或样本的场合下尝试参数的不同值。

[0047] 可以例如响应于用户输入或者自动地——例如像周期性地每隔一段时间——触发在接收光中查询编码光信号的操作。

[0048] 在实施例中,用于影响曝光时间的参数可以包括显式曝光时间设置,控制器14可以直接控制所述显式曝光时间设置。

[0049] 可替换地,如果曝光时间不能被直接设置(或者甚至作为控制曝光时间的附加方式),则可以使用以下方法之一来间接地以不同的曝光时间获得图像。这些方法牵涉到控制另一参数,所述另一参数本身不是曝光时间设置,但是它间接影响曝光时间。

[0050] 在一个这样的示例中,曝光控制模块14可以被配置成通过应用摄像机16的曝光指数(EI)设置(典型地称作ISO设置)的不同值来实现不同的曝光时间。这个参数指定了摄像机感光灵敏度等级。

[0051] 在另一示例中,可以改变“曝光值”(EV)设置(注意,这不是“曝光指数”或“曝光时间值”)。EV控制打算强制执行曝光不足或曝光过度。曝光是传感器接收到的光的量并且它依赖于摄像机的孔径和曝光时间两者。调节一般是进行摄像机的默认或预定曝光的分数光圈(fractional stop)递减或递增(例如,±1/3, ±1/2、±1、±2或±3光圈)。这典型地是相对于当前的(自动选择的)曝光时间而言的。

[0052] 在又一实施例中,由曝光控制模块14控制的参数包括指定了帧内的“兴趣区”(ROI)的一个或多个设置,摄像机基于所述一个或多个设置来调节其曝光参数。“兴趣区”是帧的区域内所选择的子区域。在这种情况下,曝光控制模块14在帧区域内选择至少两个区,比如说被捕获的场景的亮区和暗区。通过捕获带有在暗区中的ROI的帧和带有被置于亮区中的ROI的帧,摄像机于是会响应于ROI位置的变化而自动改变曝光参数(包括曝光时间)。这可能例如在没有曝光参数可以被直接设置并且移动嵌入式摄像机16只能接收曝光ROI的位置的情况下是有用的。这种情形在当前的移动设备中非常常见。

[0053] 将认识到,以上实施例仅作为示例描述。例如,本发明可应用于广泛的应用,比如,用诸如智能电话和平板计算机这样的基于摄像机的设备对编码光的检测、基于摄像机的编码光检测(例如,用于消费者和专业领域的灯光安装)、个性化光控制、基于光的对象标记和基于光的室内导航。

[0054] 此外,本发明的适用性不限于避免由于卷帘快门技术而导致的盲点,或任何具体滤波效应或检测谱中的盲点。例如,如果帧速率足够高,那么可使用全局快门(global shutter),在这种情况下曝光时间可能仍对检测过程的频率响应有影响。将意识到,在给出了本文的公开内容的情况下,对不同曝光时间的使用可以降低调制由于频率盲点而未被检测的风险,其中频率盲点是由于与被用来检测调制光的任何检测设备的曝光时间有关的任何副作用(side effect)或限制而造成的。

[0055] 如提到的,在调制采取像矩形波这样的非正弦波形的情况下,典型地,调制频率是指基波频率。在以上示例中,在盲点出现在 $1/T_{exp}$ 的整数倍处的情况下,则对于像由基波和作为基波整数倍的谐波构成的矩形波这样的波形,确保基波调制频率避免盲点也意味着谐

波避免盲点。尽管如此,一般不排除将编码光分量认作是以基波和/或任何期望的谐波的频率来调制的,并且避免调制频率与盲点相对应可以意味着避免(影响检测分量的能力的)基波和/或任何期望的谐波落入盲点中。

[0056] 依据在不同的帧中试用(try out)不同的曝光时间的方面描述了以上内容,但是在其他实现中不排除控制器14可以在比如说相同帧的不同半部或更一般地在一些部分中使用不同的曝光时间。可替换地,每个不同的曝光时间可以被用在一组帧上,并且检测被应用于不同组中的每个组。

[0057] 通过研究附图、公开内容和随附的权利要求,本领域技术人员在实践所要求保护的本发明时可以理解并实现所公开的实施例的其他变形。在权利要求中,词语“包括”不排除其他元件或步骤,并且不定冠词“一”或“一个”(“a”或“an”)不排除多个。单个处理器或其他单元可以履行在权利要求中叙述的若干项的功能。在互不相同的从属权利要求中叙述了某些措施的单纯事实不表示不能使用这些措施的组合来获益。计算机程序可以在合适的介质(比如与其他硬件一起或作为其他硬件的一部分被供应的光学存储介质或固态介质)上存储/分发,但是计算机程序也可以以其他形式分发,比如经由互联网或其他有线或无线电信系统。权利要求中的任何参考标记不应被解释为限制所述范围。

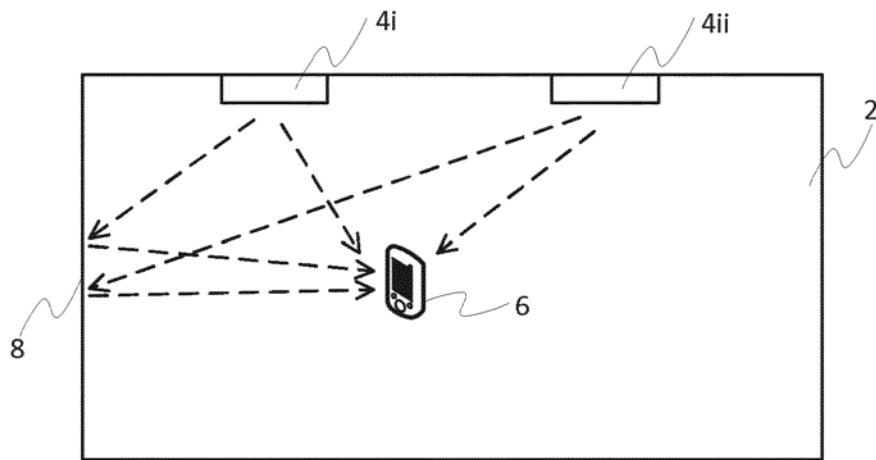


图 1

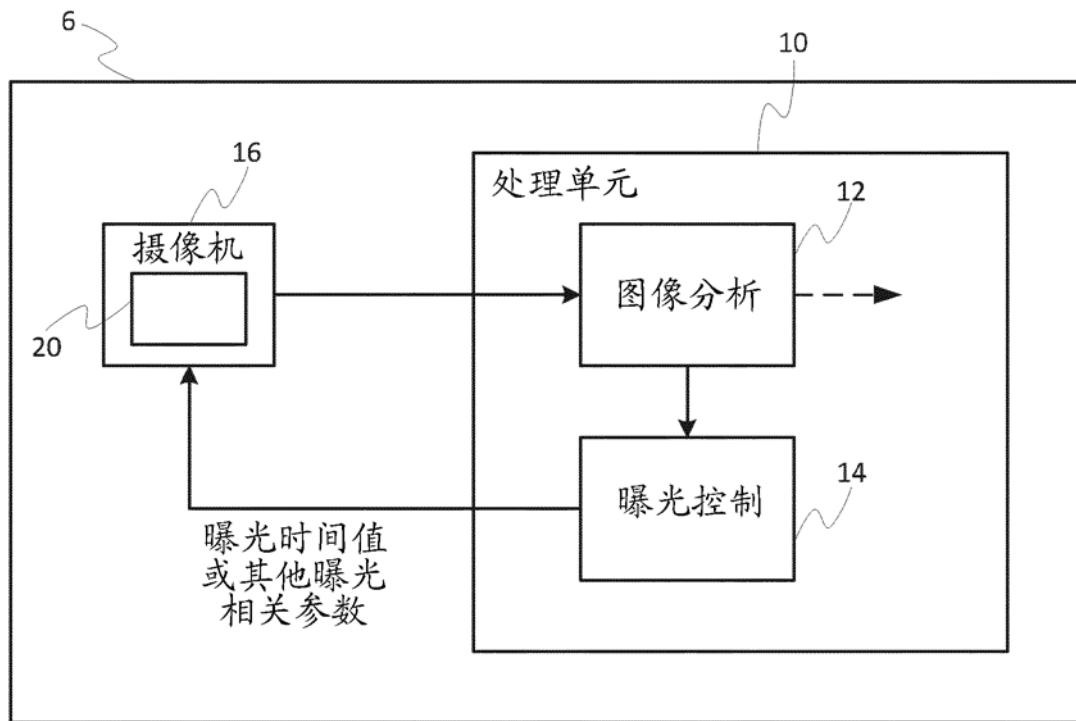


图 2

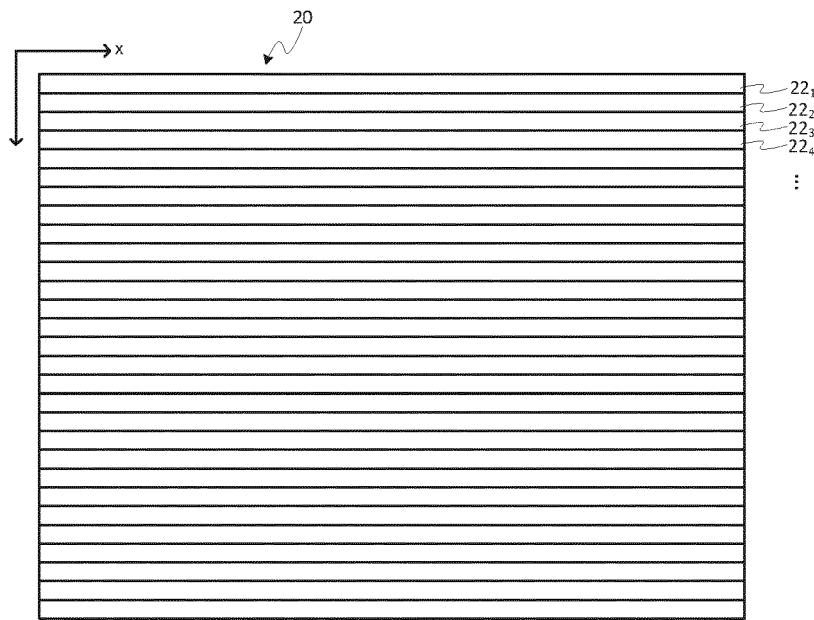


图 3

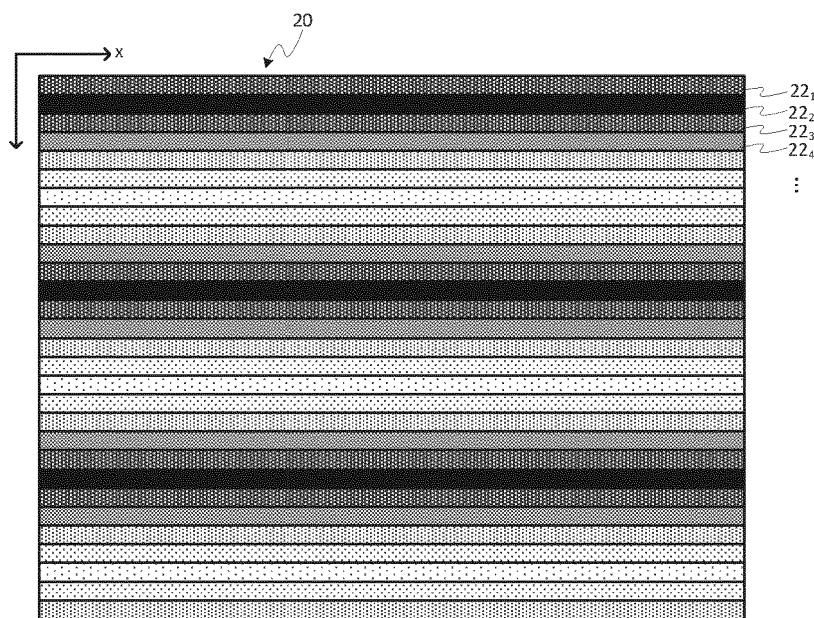


图 4

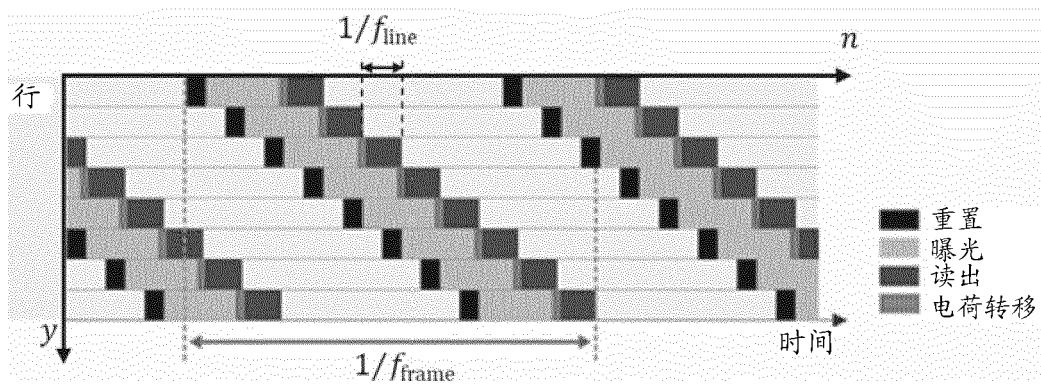


图 5

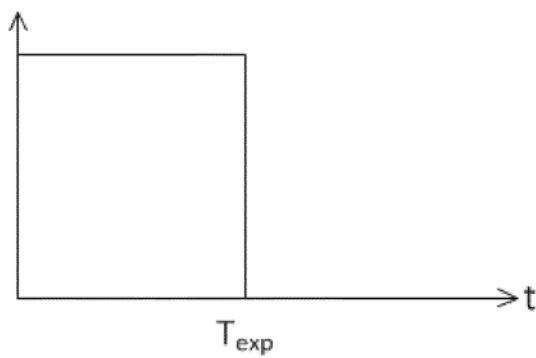


图 6

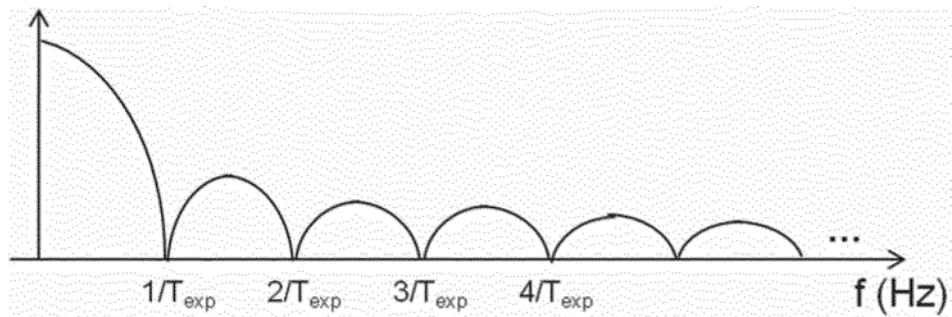


图 7

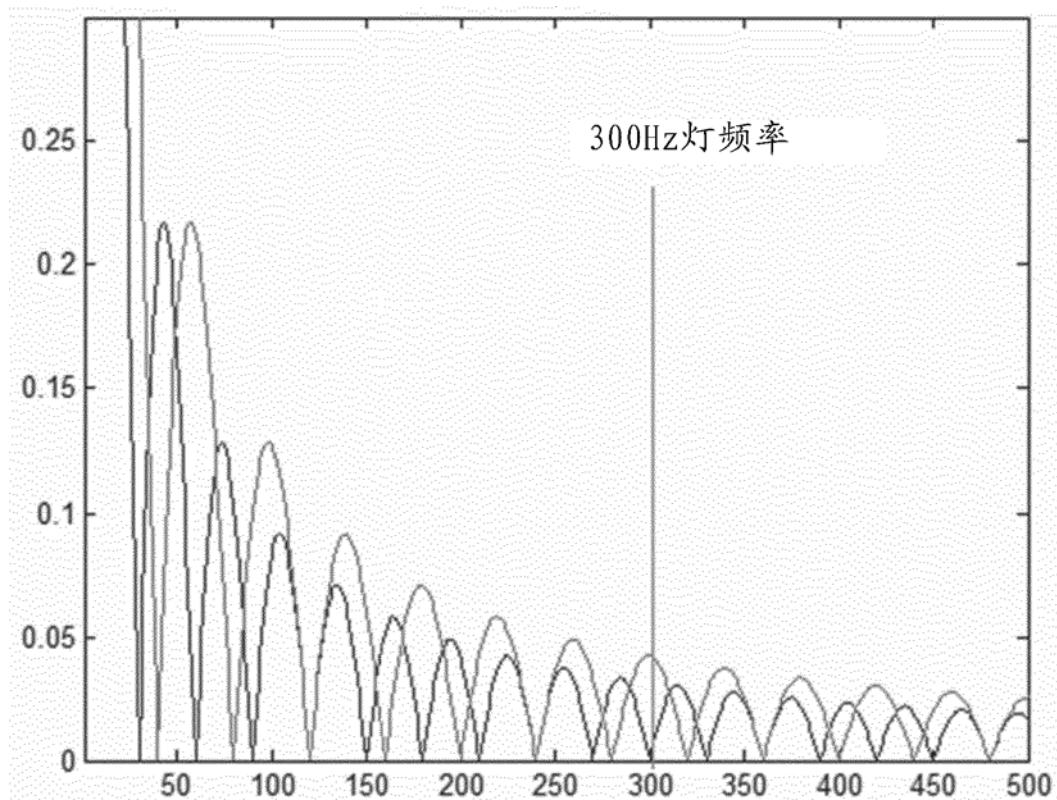


图 8