



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111417870 A

(43)申请公布日 2020.07.14

(21)申请号 201880054587.0

(22)申请日 2018.08.24

(30)优先权数据

2017903440 2017.08.25 AU

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.02.21

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/AU2018/050901 2018.08.24

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2019/036766 EN 2019.02.28

(71)申请人 博莱佳私人有限公司

地址 澳大利亚新南威尔士州

(72)发明人 西比·普利卡赛里尔

费德里科·科尔拉特·邦迪

(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

代理人 张少波 杨明钊

(51)Int.Cl.

G01S 17/88(2006.01)

G01S 17/931(2020.01)

G01S 7/481(2006.01)

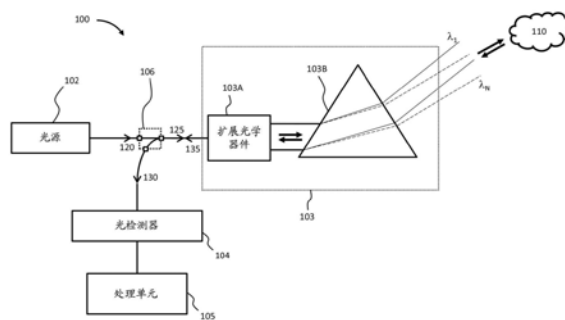
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

环境的空间分布的估计

(57)摘要

本文公开了一种用于根据基于光检测和测距(LiDAR)的技术来促进对环境的空间分布的估计的系统和方法。通过将光能重新用于通信需求,本公开促进通过光学手段进行空间分布估计,同时促进自由空间光学通信。



1. 一种用于促进对环境的空间分布的估计的系统,所述系统包括:
光源,所述光源被配置成提供出射光;
光束定向器,所述光束定向器被配置成将所述出射光沿一个或更多个方向定向至所述环境中,被定向的光被赋予了将由在所述一个或更多个方向中的至少一个方向上能够到达的第一通信接收机接收的出射通信信息;以及
光检测器,所述光检测器被配置成检测入射光,所述入射光对应于由所述环境反射的所述出射光的至少一部分,其中,与所检测到的光相关联的至少一个特性包括距离信息,以用于对与所述一个或更多个出射方向相关联的所述环境的空间分布的估计;
其中,所述出射光是在一个或更多个选定的波长信道上被提供的,并且所述一个或更多个方向对应于相应的一个或更多个选定的波长信道。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述出射光包括编码所述出射光的基于最大长度的序列(MLS)。
3. 根据权利要求2所述的系统,其中,所述光源包括用于以带内频率在所述MLS上对所述通信信息编码的编码器。
4. 根据权利要求2所述的系统,其中,所述光源包括用于以带外频率在所述MLS上对所述通信信息编码的编码器。
5. 根据前述权利要求中任一项所述的系统,其中,所述出射光包括Barker码。
6. 根据前述权利要求中任一项所述的系统,其中,所述光束定向器包括耦合到扩展光学器件的色散元件自由空间。
7. 根据前述权利要求中任一项所述的系统,还包括处理器,以基于所估计的空间分布来确定所述一个或更多个方向中的所述至少一个方向。
8. 根据权利要求6所述的系统,其中,所述处理器被配置成基于所估计的空间分布中可识别物体分布来确定一个或更多个选定的方向,以促进定向通信。
9. 根据权利要求1-6中任一项所述的系统,其中,所述一个或更多个方向中的所述至少一个方向包括所述一个或更多个方向中的所有方向,以促进广播通信。
10. 根据前述权利要求中任一项所述的系统,其中,所述第一通信接收机耦合到通信发射机,并且所述光检测器包括第二通信接收机,以从所述通信发射机接收被赋予入射通信信息的光。
11. 根据前述权利要求中任一项所述的系统,其中,所述系统位于公路交通工具中,并且其中,所述第一通信接收机和/或所述通信发射机位于公路侧单元中。
12. 根据前述权利要求中任一项所述的系统,其中,所述系统位于第一公路交通工具中,并且其中,所述第一通信接收机和/或所述通信发射机位于第二公路交通工具中。
13. 根据前述权利要求中任一项所述的系统,其中,所述系统位于铁路交通工具中,并且其中,所述第一通信接收机和/或所述通信发射机位于轨道侧单元中。
14. 根据前述权利要求中任一项所述的系统,其中,所述系统位于第一铁路交通工具中,并且其中,所述第一通信接收机和/或所述通信发射机位于第二铁路交通工具中。
15. 一种用于促进对环境的空间分布的估计的方法,所述方法包括以下步骤:
以一个或更多个选定波长信道将出射光提供给光束定向器,所述光束定向器基于波长定向所接收的光;

由所述光束定向器将所述出射光沿一个或更多个方向定向至所述环境中,被定向的光被赋予了将由在所述一个或更多个方向中的至少一个方向上能够到达的第一通信接收机接收的出射通信信息;以及

检测入射光,所述入射光对应于由所述环境反射的所述出射光的至少一部分,其中,与所检测到的光相关联的至少一个特性包括距离信息,以用于对与所述一个或更多个出射方向相关联的所述环境的空间分布的估计。

16. 根据权利要求15所述的方法,还包括以下步骤:

确定用于被赋予了另外的出射通信信息的光被定向至所述第一通信接收机的一个或更多个选定的方向;以及

沿所述一个或更多个选定的方向将另外的出射光定向至所述环境中,所述另外的定向光被赋予了将由所述第一通信接收机接收的所述另外的出射通信信息。

17. 根据权利要求15或权利要求16所述的方法,其中,所述光束定向器包括耦合到扩展光学器件的色散元件自由空间。

18. 根据权利要求15至17中任一项所述的方法,其中,提供出射光、定向所述出射光和检测入射光的过程是由第一单元执行的,所述方法还包括:

也在位于所述第一单元的所述环境中的第二单元上执行提供出射光、定向所述出射光和检测入射光的所述过程;

基于由所述第二单元进行的所述检测,从所述第二单元向所述第一单元传送信息;以及

利用所传送的信息来有效地扩展所述第一单元的空间剖析范围。

环境的空间分布的估计

[0001] 领域

[0002] 本发明总体上涉及一种用于促进对环境的空间分布的估计的系统和方法。更具体地,本发明涉及促进通过光学手段进行对环境的空间分布的估计,同时促进自由空间光学通信。

[0003] 背景

[0004] 空间剖析(spatial profiling)是指如从期望的视场观察到的环境的映射。视场中的每个点或像素都与距离相关联,以形成环境的表示。空间分布可用于识别环境中的物体和/或障碍物,从而促进任务的自动化。

[0005] 一种空间剖析技术涉及以特定方向将光发送到环境中并检测从该方向反射回来的任何光,例如,被环境中的反射表面反射回来的任何光。反射光携带用于确定到反射表面的距离的相关信息。特定方向和距离的组合形成了环境表示中的一个点或像素。针对多个不同的方向,可以重复上述步骤,以形成所述表示的其他点或像素,从而促进对期望的视场内环境空间分布的估计。

[0006] 说明书中对任何现有技术的提及不是、且不应该被认为是承认或以任何形式暗示该现有技术在任何管辖范围内形成公知常识的一部分,或者该现有技术可以合理地预期为被本领域技术人员所理解、认为是相关的和/或与其他现有技术片段相结合。

[0007] 概述

[0008] 根据本公开的第一方面,提供了一种用于促进对环境的空间分布的估计的系统,该系统包括:

[0009] 光源,其被配置成提供出射光;

[0010] 光束定向器,其被配置成沿一个或更多个方向将出射光定向到环境中,被定向的光被赋予将由在所述一个或更多个方向中的至少一个方向上能够到达的第一通信接收机接收的出射通信信息;以及

[0011] 光检测器,其被配置成检测入射光,所述入射光对应于由环境反射的所述出射光的至少一部分,其中,与所检测到的光相关联的至少一个特性包括距离信息,以用于对与所述一个或更多个出射方向相关联的环境的空间分布的估计。

[0012] 在一些实施例中,所述出射光是在一个或更多个选定的波长信道上被提供的,并且一个或更多个方向对应于相应的一个或更多个选定的波长信道。

[0013] 在一些实施例中,出射光包括编码出射光的基于最大长度的序列(MLS)。光源可以包括用于以带内频率在MLS上对通信信息编码的编码器。替代地,光源可以包括用于以带外频率在MLS上对通信信息编码的编码器。

[0014] 在一些实施例中,出射光包括Barker码。

[0015] 在一些实施例中,所述出射光是在一个或更多个选定的波长信道上被提供的,并且该一个或更多个方向对应于相应的一个或更多个选定的波长信道。

[0016] 在一些实施例中,系统还包括处理器,以基于所估计的空间分布来确定一个或更多个方向中的至少一个方向。处理器可以被配置成基于所估计的空间分布中可识别的物体

分布(object profile)来确定一个或更多个选定的方向,以促进定向通信。

[0017] 在一些实施例中,光束定向器包括耦合到扩展光学器件的色散元件自由空间。

[0018] 在一些实施例中,一个或更多个方向中的至少一个方向包括该一个或更多个方向中的所有方向,以促进广播通信。

[0019] 在一些实施例中,第一通信接收机耦合到通信发射机,并且光检测器包括第二通信接收机,以从通信发射机接收被赋予了入射通信信息的光。

[0020] 在一些实施例中,系统位于公路交通工具中,并且其中,第一通信接收机和/或通信发射机位于公路侧单元中。

[0021] 在一些实施例中,系统位于第一公路交通工具中,并且其中,第一通信接收机和/或通信发射机位于第二公路交通工具中。

[0022] 在一些实施例中,系统位于铁路交通工具中,并且其中,第一通信接收机和/或通信发射机位于轨道侧单元中。

[0023] 在一些实施例中,系统位于第一铁路交通工具中,并且其中,第一通信接收机和/或通信发射机位于第二铁路交通工具中。

[0024] 根据本公开的第二方面,提供了一种用于促进对环境的空间分布的估计的方法,该方法包括以下步骤:

[0025] 提供出射光;

[0026] 沿一个或更多个方向将所述出射光定向到环境中,被定向的光被赋予将由在所述一个或更多个方向中的至少一个方向上能够到达的第一通信接收机接收的出射通信信息;以及

[0027] 检测入射光,所述入射光对应于由环境反射的所述出射光的至少一部分,其中与检测到的光相关联的至少一个特性包括距离信息,以用于对与所述一个或更多个出射方向相关联的环境的空间分布的估计。

[0028] 在一些实施例中,所述出射光是在一个或更多个选定的波长信道上被提供的,并且一个或更多个方向对应于相应的一个或更多个选定的波长信道。

[0029] 在一些实施例中,该方法还包括:确定用于使被赋予了另外的出射通信信息的光被定向到第一通信接收机的一个或更多个选定的方向;以及沿一个或更多个选定的方向将另外的出射光定向至环境中,该另外的被定向的光被赋予了将由第一通信接收机接收的另外的出射通信信息。

[0030] 在一些实施例中,存在至少两个单元,每个单元执行前述段落中所描述方法的实施例,其中,该方法还包括基于该单元的检测从一个单元向另一个单元传送信息,并利用所传送的信息来有效地扩展另一个单元的空间分布范围。

[0031] 根据本公开的第三方面,提供了一种通信接收机,所述通信接收机用于接收从系统定向的光,以用于促进对通信接收机所处的环境的空间分布的估计,被定向的光被赋予了通信信息。

[0032] 在一些实施例中,通信接收机还包括可被系统识别的可识别物体分布。

[0033] 在一些实施例中,通信接收机具有大于阈值视场的视场。

[0034] 在一些实施例中,通信接收机具有可调节的视场。

[0035] 根据本公开的第四方面,提供了一种包括多个发射机和多个接收机的通信网络,

其中,所述多个发射机均包括被配置成提供出射光的光源和被配置成沿一个或更多个方向将所述出射光定向至环境中的光束定向器,被定向的光被赋予了出射通信信息,并且其中,所述多个接收机用于从至少一个所述发射机接收所述被定向的,其中,所述网络包括位于不同物理位置的至少两个固定单元以及至少一个移动单元,该至少两个固定单元包括第一所述发射机和与第一发射机通信的第一所述接收机,该至少一个移动单元包括第二所述接收机和第二所述发射机,所述至少一个移动单元在所述通信网络内提供自组织通信节点。

[0036] 在一些实施例中,至少两个固定单元和至少一个移动单元中的至少一者被配置成收集关于该单元的环境的空间剖析信息,并将该空间剖析信息传送给另一个单元。

[0037] 每个单元可以具有用于促进对本文所公开的环境的空间分布的估计的系统的任何实施例的特性。

[0038] 本公开的另外的方面和前述段落中所描述方面的另外的实施例将从以下通过示例并参照附图的方式给出的描述中变得明显。

[0039] 附图简述

[0040] 图1示出了用于促进对环境的空间分布的估计的系统的布置。

[0041] 图2示出了在包括通信接收机和通信发射机的环境中的图1的系统。

[0042] 图3示出了用于促进对环境的空间分布的估计的方法概要。

[0043] 图4示出了本公开的用例场景。

[0044] 详细描述

[0045] 本文公开了一种用于根据基于光检测和测距(LiDAR)的技术来促进对环境的空间分布的估计。“光”在下文中包括具有光学频率的电磁辐射,包括远红外辐射、红外辐射、可见辐射和紫外辐射。一般来说,LiDAR涉及将光发射到环境中且随后检测被环境返回的反射光。通过确定光往返于视场内的反射表面所需的时间以及因此确定反射表面的距离,可以形成对环境的空间分布的估计。在一种布置中,本公开促进基于在一维上(如沿着垂直方向)定向光的空间分布估计。在另一种布置中,通过还在另一个维度上(如沿着水平方向)定向一维定向光,本公开促进基于在二维上定向光的空间分布估计。

[0046] 本公开的公开者认识到,在要进行空间剖析的环境的一部分包括光学接收机的情形中,发射的光可以附加地用于携带用于通信目的的信息。如图4所示,在运输环境中,在发射的光400A、400B和400C源自移动单元(例如,公路交通工具402或铁路交通工具(未示出))的情形中,光学接收机可以位于另一移动单元(例如,另一公路交通工具404或铁路交通工具(未示出))或固定单元(例如,公路侧单元,如交通灯406、建筑物408、或铁路信令单元(未示出))上。与另一个移动单元的通信可以在自组织(ad-hoc)和点对点(point-to-point)的基础上提高运输安全性(例如,以避免相互碰撞)。这种通信需要低延迟的通信,以响应移动单元的相对运动的可能的快速改变。另一方面,与固定单元的通信可能是为了提供基于定位的信息(例如,以警告周围单元前方的危险或检索交通数据),或者是为了允许下载或上传信息到更宽泛的网络(例如,互联网)。

[0047] 多个单元(例如,402、404、406和408)可以被连接以形成、扩展或重新路由通信网络。例如,固定单元可以被部署在建筑物(如408)的屋顶上以形成通信节点,而移动单元(如402和404)可以充当自组织通信节点以增加通信网络的带宽或容量。与非自由空间光学通信(即光纤通信)相比,自由空间光学通信具有更低的延迟,因为自由空间(或空气)中的光

速比在光纤中快。作为另一个示例,一个单元(例如,404)的空间剖析范围可以通过经由所公开的自由空间通信技术从另一个单元(例如,404)接收(例如,由光400A携带的)另外的空间剖析信息来扩展,反之亦然。因此,两个单元可以共享空间剖析信息并扩展他们各自的范围。

[0048] 在一般形式中,如图1所示,所公开的系统100包括被配置成提供出射光(outgoing light)的光源102、被配置成沿着一个或更多个方向将出射光120定向至环境110中的光束定向器103、以及被配置成检测入射光(incoming light) 130的光检测器104,该入射光对应于被环境110反射的出射光120的至少一部分。与被检测到的光相关联的至少一个特性包括距离信息,以用于对与一个或更多个出射方向相关联的环境110的空间分布的估计。光束定向器103可以包括光纤(fibre-optically)耦合到光源102和光检测器104的扩展光学器件103A。光束定向器103可以附加地包括色散元件103B,该色散元件103B在自由空间(free-space)耦合到扩展光学器件103A。所公开的系统100可以包括循环元件106,以使得出射路径125和入射路径135的至少一部分被共享。

[0049] 本领域技术人员将会理解,所依赖的适当特性取决于出射光的形式。当出射光是脉冲形式时,适当的特性可以包括脉冲峰值或脉冲中心的往返时间。当出射光是调制波形的形式时,适当的特性可以包括入射光的相移或相位延迟。当出射光是编码的脉冲或调制的形式时,适当的特性可以包括入射光与代码的互相关(cross-correlation)。

[0050] 被定向的光被赋予出射通信信息。例如,通信信息可以由诸如强度调制器或相位调制器的调制器赋予到光上。如图2所示,来自所公开的系统100的出射通信信息将由在一个或更多个方向中的至少一个方向上可到达的通信接收机202接收。在运输环境中,当出射通信信息源自移动单元(例如,公路交通工具或铁路交通工具)时,通信接收机可以位于另一个移动单元(例如,另一个公路交通工具或铁路交通工具)或固定单元(例如公路侧单元或铁路信令单元)上。与另一个移动单元的通信可能是为了提高运输安全性(例如,以避免相互碰撞),而与固定单元的通信可能是为了提供基于定位的信息(例如,以警告周围单元前方的危险或检索交通数据)。在一些布置中,所公开的系统100包括处理器105,以用于处理信息,如距离信息和/或通信信息。技术人员将会理解,对“处理器(processor)”的引用旨在包括由不止单个处理器单元或通过分布式处理进行的信息处理。

[0051] 在一些布置中,通信接收机202可操作地耦合到通信发射机204,以用于响应于对通信接收机202接收的出射通信信息的接收而发射响应通信信息。通信接收机202和通信发射机204一起可以是作为单个单元的通信收发机(transceiver)。替代地,通信接收机202和通信发射机204是独立的。

[0052] 在一种布置中,出射光包括对出射光编码的基于最大长度的序列(MLS)。例如,MLS包括一系列Barker码。处理器可以被配置成基于MLS认证(authenticate)携带距离信息的被编码的入射光。例如,处理器可以将入射光与出射光中所使用的MLS的本地副本进行互相关,以确定入射光是否被认证。如果相关性高(例如,产生处于或高于阈值信号电平的相关信号),则入射光被认证。否则,或者如果相关性低(例如,产生低于阈值信号电平的相关信号),则入射光可能是由欺骗引起的,并且不被认证。在一种布置中,MLS的带宽在大约10MHz和大约1GHz之间。在另一种布置中,MLS的带宽在大约50MHz和大约200MHz之间。在另一种配置中,MLS的带宽大约是100MHz。在一种布置中,光源102包括用于以一个或更多个带内频率

在MLS上对通信信息编码的编码器(例如,强度调制器和/或相位调制器)。在这种布置中,MLS本身表示要传送给通信接收机202的编码信息。因此,编码信息的带宽类似于MLS的带宽(例如,在大约10MHz和大约1GHz之间)。在一个示例中,MLS可以由二进制序列(即,两个电平)来表示,如低强度电平和高强度电平。在另一个示例中,MLS可以由两个以上的电平来表示。在二进制示例中,MLS可以是“MLS9”序列,通过9位信息播种以生成用于编码传输(transmission)的511位的长序列($2^9-1=511$)。接收机202可以被配置成解码MLS9序列以恢复对9位信息的估计。在这种布置中,所发射的信息被加密。这种布置抗噪声,但需要开销和更多的信号处理。为了改善通信带宽的使用,一旦系统100确定了可以到达通信接收机202的方向(例如,在环境的第一次扫描中),系统100可以被配置成省略环境的后续扫描,并且可以被配置成将携带通信信息的光定向至通信接收机202,直到所有信息都被发射。

[0053] 在替代布置中,光源102包括用于以一个或多个带外频率在MLS上对通信信息编码的编码器(例如,强度调制器和/或相位调制器)。在这种布置中,要传送到通信接收机202的信息被编码到MLS上。编码信息的带宽因此高于MLS的带宽(例如,超过大约1GHz或几GHz)。例如,编码器可以将通信编码为MLS的幅度或强度的小的幅度或强度波动(例如1%)。波动的带宽可以独立于MLS带宽。因此,这种替代布置的位速率可以等于或高于大约1Gb/s。为了对通信信息进行解码,通信接收机202可以包括高通滤波器,以抑制MLS的基础频率(例如,低于1GHz),从而强调携带通信信息的带外频率。仍然是替代地,光源102包括用于以带内频率和带外频率在MLS上对通信信息编码的编码器(例如强度调制器和/或相位调制器)。技术人员将理解,可以使用其他类型的序列(如伪随机二进制序列)来代替MLS。此外,编码器可以以非二进制和/或非数字方式对通信进行编码,如使用正弦调制。

[0054] 在一种布置中,如图1所示,出射光是在一个或多个选定的波长信道 $\lambda_1 \cdots \lambda_N$ 上被提供的,并且一个或多个方向对应于相应的一个或多个选定的波长信道 $\lambda_1 \cdots \lambda_N$ 。取决于波长的方向性有助于抑制通信信息从非预期的方向发射和/或接收。在这种布置中,系统100提供了固有的方向滤波器。例如,具有系统100并且在具有对应的通信接收机202的一组交通灯处停下来的交通工具与对应的通信接收机202在特定的方向并因此在特定的波长信道上通信。在该示例中,交通工具和该组交通灯中的一者或两者可以锁定特定的波长信道以用于通信目的,从而潜在地降低噪声或恶意攻击,或者降低通信信息被拦截的机会。

[0055] 在一种布置中,通信信息可以在出射光被定向的所有方向上广播。替代地,通信信息可以被赋予给仅在一个方向(即,单播)或一些方向(即,多播)上被定向的光。在这种替代布置中,通信信息可以基于估计的空间分布中的可识别物体分布被赋予在一个或多个选定的方向上,以促进对定向光进行定向。物体分布可以包括物体的形状、轮廓、和/或反射光强度。例如,在连续扫描以进行空间分布估计的情形中,对环境110的第一次扫描使得处理器105能够基于对其形状、轮廓、和/或反射强度的识别来确定任何通信接收机的存在。基于由第一次扫描所确定的任何存在的通信接收机的方向,在有或没有所公开的系统100的任何速度信息(幅度和方向)的情况下,处理器105可以确定第二次扫描和后续扫描中可能被该存在的通信接收机接收的出射光的方向。这种选择性降低了不必要的功率使用,并且替代地或附加地,降低了通信信息被拦截的机会。

[0056] 在一种布置中,光检测器104包括通信接收机(未示出),以从通信发射机204接收被赋予了入射通信信息的光。这种布置允许所公开的系统100(例如,位于诸如公路交通工

具或铁路交通工具的移动单元上)与环境110中对应的系统(例如,位于另一移动单元或诸如公路侧单元或铁路信令单元的固定单元上)之间的双向通信。技术人员将理解,本文对系统100的描述同样适用于对应的系统。例如,像系统100一样,对应的系统被配置成促进对环境的空间分布的估计。这种估计允许对应的系统响应于从系统100接收到通信信息,确定携带响应通信信息的光可以被定向以到达系统100的方向。

[0057] 在另一方面,提供了一种用于促进对环境的空间分布的估计的方法300。方法300包括提供出射光的步骤302,沿着一个或更多个方向将出射光定向至环境中的步骤304,被赋予了出射通信信息的定向光将由在一个或更多个方向中的至少一个方向上可到达的第一通信接收机接收,以及检测入射光的步骤306,入射光对应于被环境反射的出射光的至少一部分,其中与检测到的光相关联的至少一个特性包括距离信息,以用于对与一个或更多个出射方向相关联的环境的空间分布的估计。

[0058] 方法300还可以包括以下步骤:确定用于使被赋予了另外的出射通信信息的光被定向至第一通信接收机的一个或更多个选定的方向;以及沿一个或更多个选定的方向将另外的出射光定向至环境中,该另外的定向光被赋予了将由第一通信接收机接收的另外的出射通信信息。

[0059] 在本公开的另一方面,提供了一种通信接收机202,其用于接收从系统100被定向的光,以促进对该通信接收机所处环境的空间分布的估计,所述被定向的光被赋予了通信信息。通信接收机202可以包括可被系统100识别的可识别物体分布。这种识别可以有助于将被定向的光从系统100定向至通信接收机202。物体分布可以包括物体的形状、轮廓、和/或反射光强度。物体的反射光强度可以包括整个目标(object)上反射光强度的变化。例如,反射光强度的变化可以通过物体包括具有对比(contrasting)反射率(如以条形码或QR码的形式)的区域206来实现。在该示例中,系统100在估计环境110的空间分布时被配置成识别由具有对比反射率的区域206实现的、可识别的反射光强度。

[0060] 在一种布置中,通信接收机202可以具有大于阈值FOV的视场(FOV)。虽然宽FOV与低效率有关,但宽FOV促进以广角或立体角(solid angle)收集携带通信信息的发射光。阈值FOV可能取决于以下一个或更多个因素:

[0061] 1. 阈值FOV可以取决于系统100的FOV。例如,通信接收机202的FOV大于系统100的FOV。在另一个示例中,通信接收机202的FOV比系统100的FOV大一个设置倍数(例如2、3、4、5、6、7、8、9或10倍),或者大近似一个设置倍数。

[0062] 2. 阈值FOV可以取决于所需的光收集角度。例如,一组交通灯可以与停在该组交通灯处的交通工具成特定方向的角度,且从而成特定的立体角。为了从例如在该组交通灯处停止的前10个交通工具捕获通信信息,基于允许从至少远达10个平均交通工具长度远(忽略交通工具到交通工具的间隔)的地方收集携带通信信息的发射光来确定阈值FOV。

[0063] 3. 阈值FOV可以取决于通信接收机202所需的最小接收光功率。例如,如果所需的最小接收光功率是 $P_{\text{Rx}}^{\text{min}} = -20\text{dBm}$,并且如果离开系统100的发射光功率是 $P_{\text{Tx}} = +30\text{dBm}$,则FOV可以增加至承受高达50dB的损耗($P_{\text{Tx}} - P_{\text{Rx}}^{\text{min}}$),其中阈值FOV对应于造成50dB损耗($P_{\text{Tx}} - P_{\text{Rx}}^{\text{min}}$)的FOV。

[0064] 在一种布置中,通信接收机202包括光学漫射器,以促进发射光的收集。光学漫射器用于加宽通信接收机202的FOV。

[0065] 在一种布置中,通信接收机202的FOV是可调的。例如,通信接收机202可以包括伸缩透镜系统来调节其FOV。调节可以是原来的FOV放大到放大的FOV。在另一个示例中,通信接收机202可以交换透镜以调节其FOV。FOV可以基于阈值FOV进行调节,阈值FOV可以随时间变化。

[0066] 现在描述了本公开的布置,对于本领域技术人员来说,显然至少一个所描述的布置具有以下优点:

[0067] • 用于距离或测距需求的光能可以同时用于通信需求。

[0068] • 取决于波长的方向性提供了方向滤波器,潜在地降低了噪声或恶意攻击,或者降低了通信信息被拦截的机会。

[0069] 应当理解,在本说明书中公开和定义的本发明延伸到从文本或附图中提及或明显的两个或更多个单独特征的所有可替代的组合。所有这些不同的组合构成了本发明的各种可替代方面。

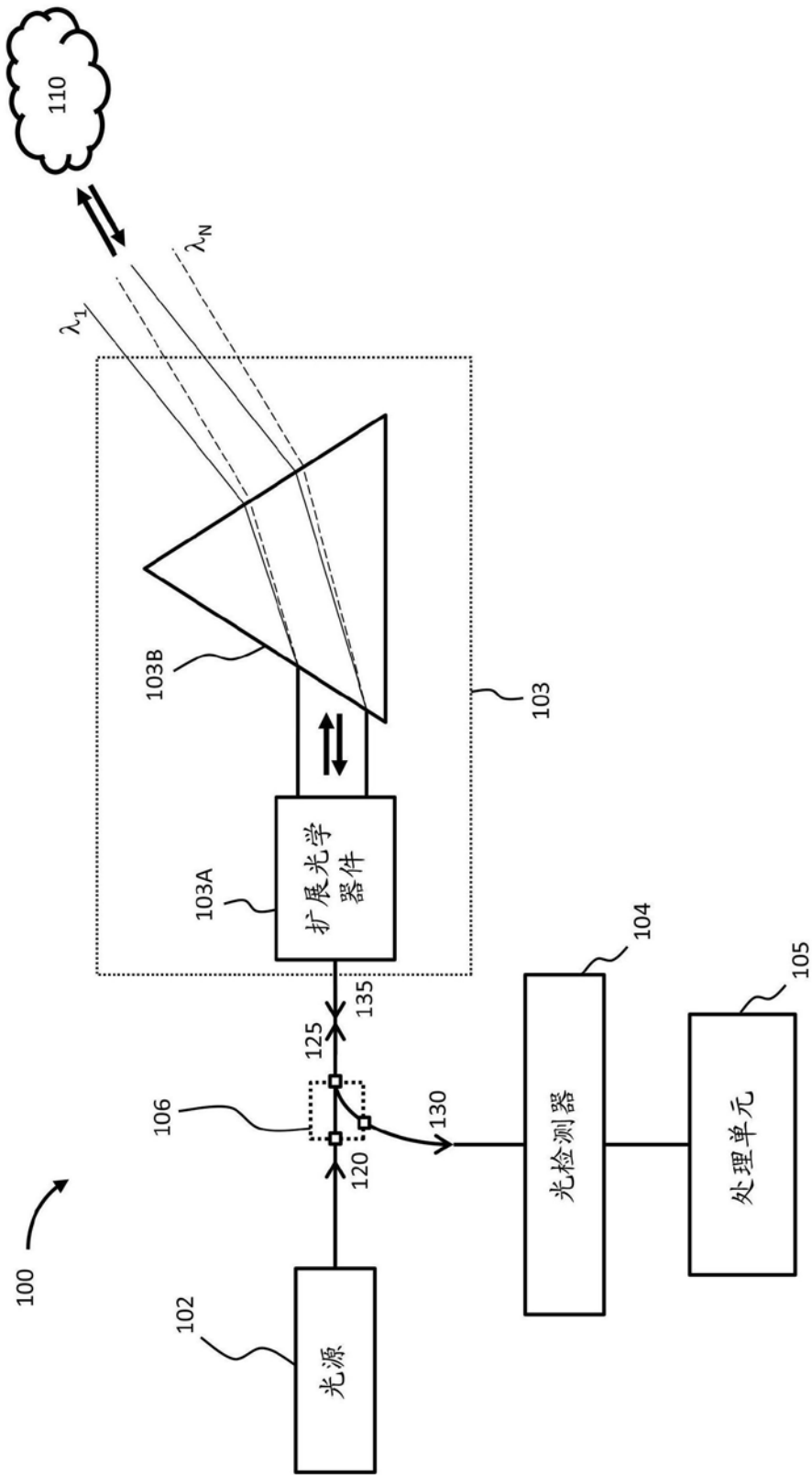


图1

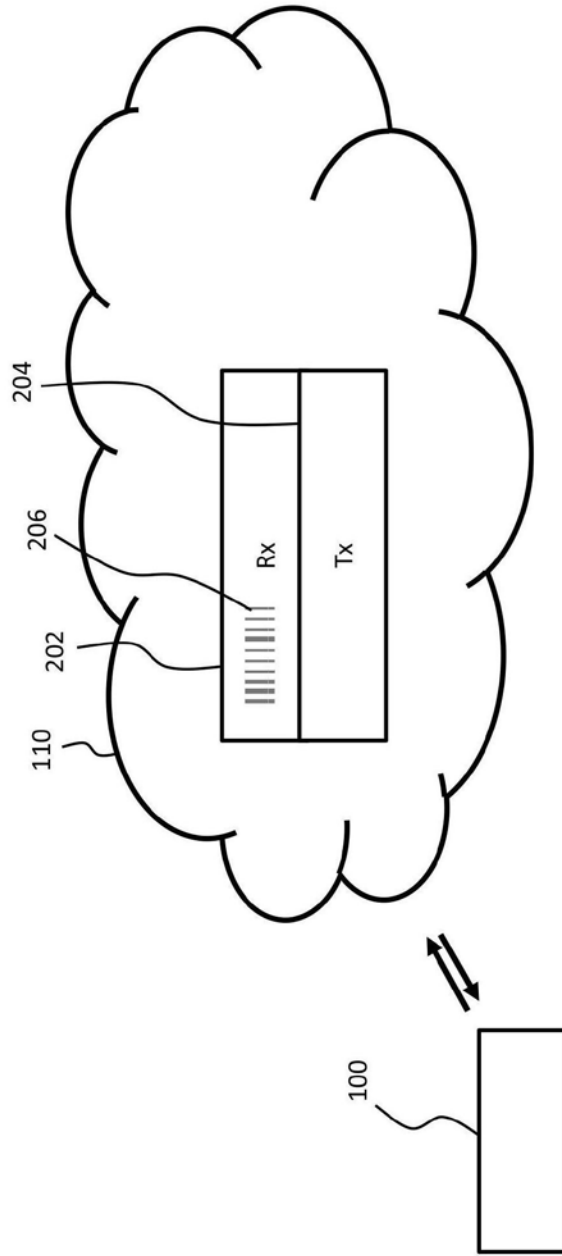


图2

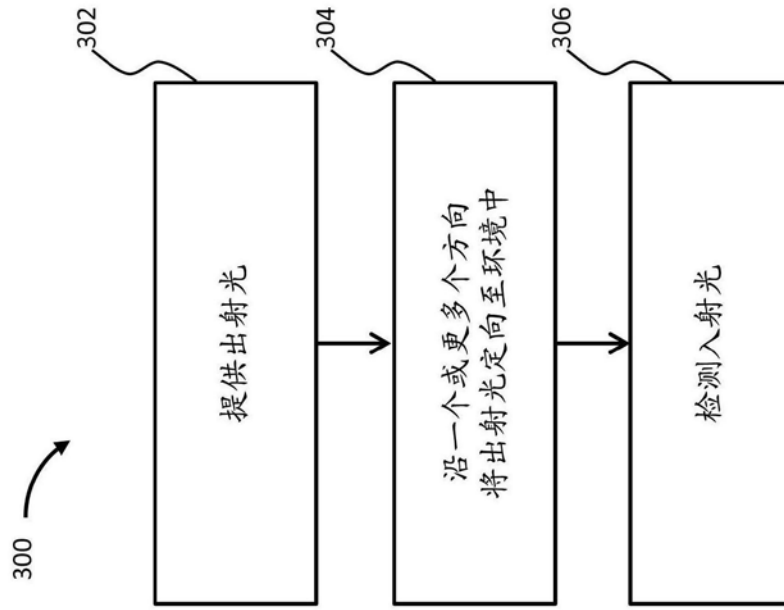


图3

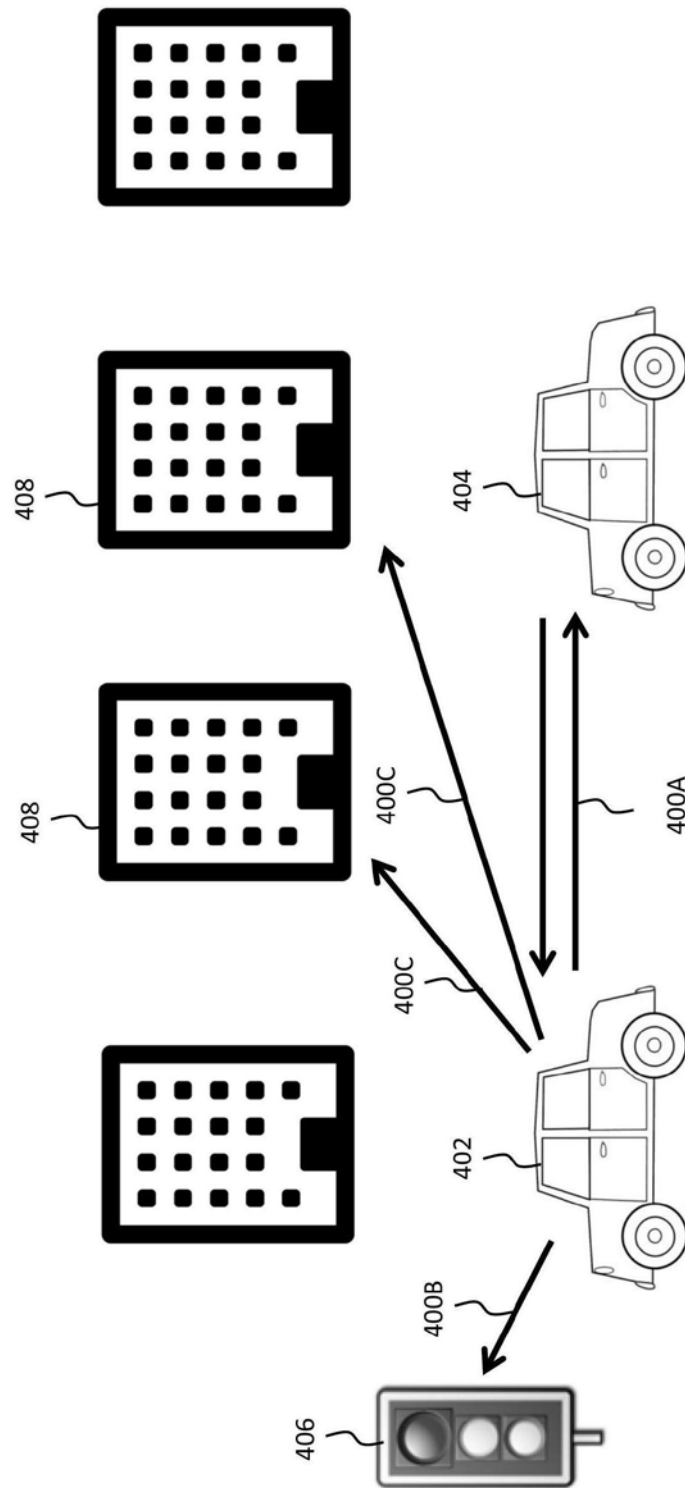


图4