



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109328359 A

(43)申请公布日 2019.02.12

(21)申请号 201780038500.6

(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

(22)申请日 2017.06.26

有限公司 11262

(30)优先权数据

代理人 孙静 杨明钊

62/357,124 2016.06.30 US

(51)Int.Cl.

G06K 9/78(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

G06K 9/80(2006.01)

2018.12.20

G06K 9/82(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

G06Q 10/08(2006.01)

PCT/US2017/039304 2017.06.26

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/005369 EN 2018.01.04

(71)申请人 波萨诺瓦机器人知识产权有限公司

权利要求书2页 说明书8页 附图6页

地址 美国宾夕法尼亚州

(72)发明人 斯蒂芬·威廉姆斯

胡安·帕布鲁·冈萨雷斯

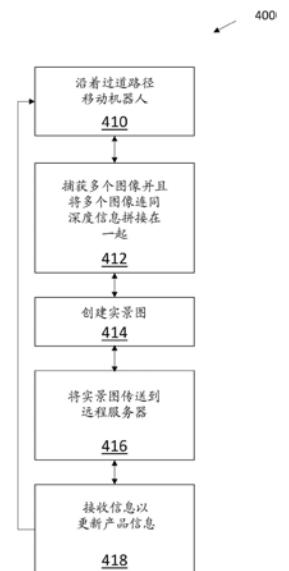
萨众恩·斯卡夫

(54)发明名称

用于库存跟踪的多摄像机系统

(57)摘要

一种用于库存监控的摄像机系统包括支撑多个摄像机的可移动基座。多个摄像机指向库存，以便沿着零售店或仓库的过道拍摄一系列照片。连接到多个摄像机的处理模块用于将照片连同深度信息和产品标识信息拼接在一起，构建位于过道货架上的产品的实时或接近实时的库存映射。该信息可以被传送到远程位置，以简化和加快产品订购，并有助于维持适当的产品库存水平。



1. 一种用于库存监控的摄像机系统,包括:
可移动基座;
由所述可移动基座支撑的多个摄像机,所述多个摄像机可指向库存;
处理模块,其连接到所述多个摄像机并且能够构建库存相关信息;
数据储存模块,其连接到所述处理模块并且能够存储库存相关信息;以及
通信模块,其连接到所述处理模块以将库存相关信息传送到远程位置。
 2. 根据权利要求1所述的摄像机系统,其中,库存相关信息还包括实景图。
 3. 根据权利要求1所述的摄像机系统,其中,所述可移动基座还包括自主机器人。
 4. 根据权利要求1所述的摄像机系统,其中,所述多个摄像机线性安装在摄像机支架上。
 5. 根据权利要求1所述的摄像机系统,其中,所述多个摄像机中的至少一个固定地安装在摄像机支架上。
 6. 根据权利要求1所述的摄像机系统,其中,所述多个摄像机中的至少一个是变焦摄像机。
 7. 根据权利要求1所述的摄像机系统,其中,所述多个摄像机中的至少一个被向下引导,并且所述多个摄像机中的至少一个被向上引导。
 8. 根据权利要求1所述的摄像机系统,还包括可指向库存的多个灯。
 9. 根据权利要求1所述的摄像机系统,其中,所述多个摄像机包括宽视场摄像机、固定摄像机和可移动摄像机中的至少一个摄像机,所述至少一个摄像机具有足以读取货架附连库存信息的分辨率。
 10. 根据权利要求1所述的摄像机系统,其中,所述多个摄像机包括红外摄像机。
11. 一种库存监控方法,包括以下步骤:
允许自主机器人沿着容纳库存的沿着过道排列的货架移动,其中所述自主机器人充当对于多个摄像机的可移动基座;
将所述多个摄像机指向所述沿着过道排列的货架上的库存和货架标签;
在用所述摄像机拍摄的图像中限定围绕潜在库存相关信息的边界框;
将所述图像中所选择的边界框与所选择的货架标签相关联;
使用通信模块将库存相关信息传送到远程位置;以及
从远程位置接收库存相关信息。
12. 一种库存监控方法,包括以下步骤:
允许自主机器人沿着容纳库存的沿着过道排列的货架移动,其中所述自主机器人充当对于多个摄像机的可移动基座;
在前向方向上移动的同时保持与容纳库存的所述沿着过道排列的货架实质上恒定的距离;
将所述多个摄像机指向所述沿着过道排列的货架上的库存;
使用包含在所述自主机器人中的处理模块,从沿着容纳库存的所述沿着过道排列的货架放置的库存的多个摄像机图像中确定库存相关信息;以及
如果对于所述沿着过道排列的货架的一部分的库存相关信息不完整,则暂停、反转或标记以进一步进行多摄像机检查。

13. 根据权利要求12所述的摄像机系统,其中,所述多个摄像机线性安装在摄像机支架上。

14. 根据权利要求12所述的摄像机系统,其中,所述多个摄像机中的至少一个固定地安装在摄像机支架上。

15. 一种库存监控方法,包括以下步骤:

允许自主机器人沿着容纳库存的沿着过道排列的货架移动,其中所述自主机器人充当对于多个摄像机的可移动基座;

将所述多个摄像机指向所述沿着过道排列的货架上的库存;

使用包含在所述自主机器人中的处理模块,从沿着所述沿着过道排列的货架放置的库存的摄像机图像中确定库存相关信息;

检测和读取货架标签;

使用至少一个测距系统检测从所述多个摄像机中的至少一个到所述沿着过道排列的货架的距离;

在用所述多个摄像机中的至少一个拍摄的图像中限定围绕潜在库存的边界框;以及

将所述图像中的所选择边界框与所选择货架标签相关联,以构建产品分类器或产品库中的至少一个。

16. 根据权利要求15所述的库存监控方法,其中,所述库存相关信息还包括实景图。

17. 根据权利要求15所述的库存监控方法,还包括下列步骤:

使用所述测距系统捕获深度图。

18. 根据权利要求15所述的库存监控方法,还包括下列步骤:

使用所述测距系统捕获包括货架和位于货架上的产品的深度图。

19. 根据权利要求15所述的库存监控方法,还包括建立产品库的步骤。

20. 根据权利要求15所述的库存监控方法,还包括以下步骤:使用手动输入建立产品库,以识别在用至少一个摄像机拍摄的所述图像中的多个边界框中指定的潜在库存。

21. 根据权利要求15所述的库存监控方法,其中,所述边界框能够围绕潜在库存之间的间隙。

22. 根据权利要求15所述的库存监控方法,还包括在不使用初始货架图的情况下建立所述产品库的步骤。

用于库存跟踪的多摄像机系统

技术领域

[0001] 本公开总体上涉及一种能够准确地监控零售或仓库产品库存的多摄像机传感器套件。在某些实施例中，多摄像机传感器套件可以包括机载处理，以提供接近实时的产品跟踪并减少数据传输需求。

[0002] 背景

[0003] 零售店或仓库可以有常常被出售、移除、添加或重新定位的成千个不同的产品。即使使用频繁补货计划，被假定为有库存的产品也可能实际上无库存，降低了销售和消费者满意度。销售点数据可用于粗略估计产品可获得性，但无助于识别错放、被盗或损坏的产品，所有这些都可能降低产品可获得性。然而，手动监控产品库存和跟踪产品位置是昂贵和耗时的。

[0004] 用于跟踪产品库存的一个解决方案依赖于机器视觉技术。机器视觉可以用来帮助货架空间监控。例如，大量的固定位置摄像机可以在整个商店中用于监控过道，其中货架空间中的大空隙被标记。可选地，可以使用较少数量的可移动摄像机来扫描商店过道。即使有这样的系统，通常也需要人工干预来确定产品标识号、产品数，并搜索错放的产品库存。

[0005] 概述

[0006] 一种用于产品或其他库存监控的低成本、准确且可扩展的摄像机系统可以包括可移动基座。由可移动基座支撑的多个摄像机可指向货架或用于容纳产品或库存的其他系统。处理模块连接到多个摄像机，并且能够从摄像机得到的图像构建产品或库存位置的可更新图。因为它可以被实时或接近实时地更新，所以这个图被称为“实景图 (realogram)”以区别于传统的“货架图”，该“实景图”采用显示特定零售产品和标牌应该如何放置在货架或展示台上以及放置在哪里的3D模型、卡通片、图表或列表的形式。实景图可以用连接到处理模块的数据储存模块在本地存储。通信模块可以被连接到处理模块，以将实景图数据传输到远程位置 (包括商店服务器或其他支持的摄像机系统)，并且另外接收包括货架图的库存信息以帮助实景图构建。除了实景图映射之外，该系统还可用于检测无库存产品、估计耗尽的产品、估计在堆叠的堆中包括的产品的数量、估计产品高度、长度和宽度、构建产品的3D模型、确定产品的位置和定向、确定一个或更多个产品是否处于需要纠正行动 (诸如面向或分区操作) 的无序货架展示中、估计产品 (例如农产品) 的新鲜度、估计产品的质量 (包括包装完整性)、定位产品 (包括在起始位置、二级位置、顶端库存、底端库存处和在后房中)、检测错放的产品事件 (也被称为插塞)、识别错放的产品、估计或计算产品饰面 (facing) 的数量、比较产品饰面的数量与货架图、估计标签位置、检测标签类型、读取标签内容 (包括产品名称、条形码、UPC代码和标价)、检测遗漏的标签、比较标签位置与货架图、比较产品位置与货架图、测量货架高度、货架深度、货架宽度和截面宽度、识别标牌、检测宣传材料 (包括展示台、标牌和影片) 并测量它们的上架和下架时间、检测并识别季节性和促销产品和展示台 (诸如产品岛) 和影片、捕获单独产品和产品组以及固定物 (诸如整个过道、货架段、在过道上的特定产品和产品展示台和岛) 的图像、捕获环境的360度和球面视图以在允许虚拟穿行的虚拟游览应用中被可视化、捕获将在增强现实或虚拟现实中观看的环境的3D图像、捕获

包括环境光水平的环境条件、捕获关于环境的信息(包括测量与残疾和安全标准的空间依从性以及确定灯泡是否关闭)、向远程监视器提供空间的实时视频馈送、提供特定位置的按需图像和视频(包括现场或事先安排的布景)并构建产品图像的库。

[0007] 在一个实施例中,可移动基座可以是手动推动的或可引导的手推车。可选地,可移动基座可以是遥控机器人,或者在优选实施例中是能够引导自己穿过商店或仓库的自主机器人。根据商店或仓库的大小,可以使用多个自主机器人。可以定期检查过道以创建实景图,其中具有高产品移动(high product movement)的过道被更经常地检查。

[0008] 为了简化图像处理并提供准确的结果,在检查过程期间,多个摄像机通常被定位在离货架的设定距离处。货架可以用环境照明来点亮,或者在一些实施例中,通过位于摄像机附近的LED阵列或其他可定向光源来照亮。多个摄像机可以在垂直、水平或其他合适的定向上线性地安装在摄像机支架上。在一些实施例中,为了降低成本,多个摄像机固定地安装在摄像机支架上。这样的摄像机可以被布置成相对于摄像机支架和货架指向上、向下、向前、向后或齐平。这有利地允许通过将摄像机指向反射光路之外来减少来自具有高反射表面的产品和搁板装置的眩光。另外,具有重叠视场的多个摄像机可以产生至少一幅几乎没有眩光或没有眩光的图像。

[0009] 在其它实施例中,摄像机可包括一个或更多个可移动摄像机、变焦摄像机、可聚焦摄像机、宽视场摄像机、红外摄像机或其它专用摄像机,以帮助产品识别或图像构建,降低功耗和运动模糊,并放宽将摄像机定位在距货架设定距离的要求。例如,宽视场摄像机可用于创建模板,来自具有窄视场的较高分辨率摄像机的数据被映射到该模板中。作为另一个示例,位于摄像机支架上的倾斜可控的高分辨率摄像机可用于检测货架标签及其内容(包括价格和产品名称),并解码其条形码。

[0010] 在另一实施例中,库存监控方法包括以下步骤:允许自主机器人沿着排列有能够容纳库存或产品的货架的过道移动,其中自主机器人充当对于多个摄像机的可移动基座。多个摄像机被指向沿着过道排列的货架上的库存,其中至少部分地从这些摄像机得到的数据被用于使用包含在自主机器人中的处理模块来构建库存的实景图。由处理模块创建的实景图数据可以使用通信模块传送到远程位置,并且经由通信模块接收的库存信息可以用于帮助实景图构建。

[0011] 在又一个实施例中,库存监控方法包括以下步骤:允许自主机器人沿着容纳库存的沿着过道排列的货架移动,其中自主机器人充当多个摄像机的可移动基座。自主机器人可以在前向或后向方向上移动的同时保持与容纳库存的沿着过道排列的货架实质上恒定的距离。使用指向沿着过道排列的货架上的库存的多个摄像机,可以构建沿着容纳库存的沿着过道排列的货架放置的库存的实景图的至少一部分。通常,实景图是用在本地设置的数据储存器和包含在自主机器人中的处理模块来创建和更新的。为了确保对沿着过道排列的货架的完全或接近完全的摄像机覆盖,如果对沿着过道排列的货架的一部分的实景图创建是不完整的,则自主机器人可以暂停、倒转或标记以进行进一步的多摄像机检查。

[0012] 在另一些实施例中,与从移动基座拍摄照片相关联的常见问题可以通过多个摄像机中的一个或更多个的定向来减少,以这样的方式利用卷帘快门效应和自主机器人的行进方向。实际上,以利用卷帘快门的“光栅化”延迟的方式对准摄像机可以减少当机器人在其路径上行进时可能出现的伪像(伸长/缩短)。

[0013] 附图简述

[0014] 图1是安装在可移动基座上以跟踪在过道货架或其他合适的目标中的产品变化的摄像机系统的图示；

[0015] 图2是示出两个自主机器人检查过道中的相对货架的卡通片；

[0016] 图3是连接到库存摄像机的各种系统和电子模块的图示；

[0017] 图4是在操作的一个实施例中的步骤的图示；

[0018] 图5A和5B分别是能够充当对于摄像机系统的移动基座的自主机器人的在侧视图和横截面中的示例；以及

[0019] 图6是俯视在移动基座上的各种可能的摄像机支撑地点的顶视图。

[0020] 详细描述

[0021] 图1是安装在可移动基座110(带有驱动轮114)上以跟踪在过道货架或其他目标102中的产品变化的库存监控摄像机系统100的图示。可移动基座110是具有能够在整个建筑物中独立地导航和移动的导航和对象感测套件130的自主机器人。自主机器人具有通过垂直延伸的摄像机支架140附接到可移动基座110的多个摄像机140。灯150被定位成将光定向到目标102。对象感测套件包括前向(133)、侧部(134和135)、顶部(132)和/或后部(未示出)图像和深度传感器，以帮助对象检测、定位和导航。附加传感器诸如激光测距单元136和138(以及相应的激光扫描光束137和139)也形成了传感器套件的一部分，其对于准确的距离确定是有用的。在某些实施例中，图像传感器可以是深度传感器，其从立体图像推断深度，投射允许对图像中的对象距离的粗略确定的红外网状覆盖，或者根据从目标反射的光的飞行时间推断深度。在其他实施例中，可以使用简单的摄像机和各种图像处理算法来识别对象位置和定位。对于选定的应用，超声波传感器、雷达系统、磁力计等可用于辅助导航。在还有其他实施例中，能够检测电磁、光或其他位置信标的传感器可能对自主机器人的精确定位是有用的。

[0022] 如在图1中看到的，示出了可用于构建可更新实景图的各种代表性摄像机类型。如前面所提到的，实景图表可以使用摄像机得到的图像来生产产品或库存位置的可更新图。可替换地，摄像机得到的图像可以提供其他有用的库存相关信息，诸如缺货、低库存、标签位置和内容、货架高度和深度、区域边界或其他操作或营销/销售相关数据，这些数据可以被提取、利用，并可能作为服务提供给客户。一般，一个或更多个货架单元(例如目标102)将由不同的一组摄像机类型成像，这些摄像机类型包括覆盖小于整个目标货架单元的限定视场的向下(142和144)或向上(143和148)固定焦距摄像机；宽视场摄像机145，其提供比固定焦距摄像机更大的摄影覆盖范围；以及窄视场、可缩放长焦镜头146，其捕获条形码、产品标识号和货架标签。可选地，可以使用高分辨率、倾斜可控的摄像机来识别货架标签。这些摄像机140得到的图像可以与图像中被识别的产品和所确定的位置拼接在一起。

[0023] 为了简化图像处理并提供准确的结果，在检查过程期间，多个摄像机通常被定位在离货架一段设定距离处。货架可以用位于摄像机上或附近的LED或其他可定向的灯150照亮。多个摄像机可以在垂直、水平或其他合适的方向上线性地安装在摄像机支架上。在一些实施例中，为了降低成本，多个摄像机固定地安装在摄像机支架上。这样的摄像机可以被布置成相对于摄像机支架和货架指向上、向下或齐平。这有利地允许减少来自具有高反射表面的产品的眩光，因为指向稍微不同的方向的多个摄像机可以产生有很少眩光或没有眩光

的至少一个图像。

[0024] 电子控制单元120包含管理机器人响应的自主机器人感测和导航控制模块124。机器人位置定位可以利用外部标记和基准,或者仅仅依赖于由机器人安装的传感器提供的定位信息。用于位置确定的传感器包括先前提到的成像、光学、超声声纳、雷达、激光雷达、飞行时间、结构光或使用包括但不限于三角测量、视觉流、视觉测距法和车轮测距法的技术来测量在机器人与环境之间的距离或由移动基座行进的递增距离的其他工具。

[0025] 电子控制单元120还使用摄像机控制和数据处理模块122来提供图像处理。自主机器人感测和导航控制模块124管理机器人响应,且通信模块126管理数据输入和输出。摄像机控制和数据处理模块122可以包括连接到处理模块125的单独的数据存储模块123(例如固态硬盘驱动器)。通信模块126被连接到处理模块125,以将实景图数据传输到远程位置(包括商店服务器或其他支持的摄像机系统),并且另外接收库存信息以帮助实景图构建。在某些实施例中,在自主机器人内主要存储实景图数据并处理图像。有利地,这降低了数据传输要求,并且即使本地或云服务器是不可用时也允许操作。

[0026] 图2是示出类似于关于图1所讨论的两个自主机器人230和232检查在过道中的相对的货架202的卡通200。如所示,每个机器人沿着过道的长度遵循路径205,多个摄像机捕获货架202的图像。

[0027] 在一些实施例中,机器人230和232支持至少一个测距传感器来以小于5cm的准确度并以在大约5cm和1mm之间的典型准确度范围测量在多个摄像机与货架和货架上的产品之间的距离。如将认识到的,LIDAR或具有亚毫米准确度的其他仪器也可以用在所选择的应用中。使用绝对位置传感器、到货架的相对距离测量、到已知地标的三角测量、传统的同时定位和测绘(SLAM)方法或者依赖于位于蓝图或先前构建的图中的已知位置处的信标,机器人230和232可以沿着大致平行于货架202的路径移动。当机器人移动时,垂直定位的摄像机被同步以同时捕获货架202的图像。在某些实施例中,货架和产品的深度图是通过使用图像深度传感器和/或激光测距仪器在货架单元的长度上测量从货架摄像机到货架和产品的距离来创建的。使用可用信息,连续图像可以拼接在一起,以创建跨越整个货架单元的全景图像。连续图像可以首先在所有摄像机当中垂直地拼接,且然后在机器人230和232沿着过道移动时与每组新的连续垂直图像水平和递增地拼接。

[0028] 图3是由具有机器人导航和感测310的自主机器人支持的各种系统和电子模块300的图示。借助于机器人导航和感测模块310,库存摄像机340移动到期望的位置。灯350指向产品库存,且库存摄像机控制和图像重建312拍摄一系列库存照片(和可选的深度测量),这些照片可以拼接在一起以帮助形成或更新实景图。全景图像数据由库存数据和本地更新模块314处理,该模块可以经由通信系统316发送或接收相关信息。数据可以传递到商店本地的服务器,或者通过合适的互联网或联网设备传输到远程公司服务器或云可访问的数据站点。

[0029] 库存摄像机340可以包括一个或更多个可移动摄像机、变焦摄像机、可聚焦摄像机、宽视场摄像机、红外摄像机或其他专用摄像机,以帮助产品识别或图像构建。例如,宽视场摄像机可用于创建图像组织模板,来自具有窄视场的较高分辨率摄像机的数据被映射到该模板中。作为另一个例子,位于大致在货架边缘的高度处的摄像机支架上的倾斜可控的高分辨率摄像机可用于读取货架上附着的条形码,识别号码或标签。在某些实施例中,传统

的RGB CMOS或CCD传感器可以单独地或与光谱滤波器组合地使用,光谱滤波器可以包括窄带、宽带或偏振滤波器。实施例还可以包括能够检测红外、紫外或其他波长以允许高光谱图像处理的传感器。这可以允许例如监控和跟踪对人不可见的标记、标签或导向物,或者使用不可见光谱中的闪光,其不引起健康风险的不适同时减少能量消耗和运动模糊。

[0030] 灯可以连同传感器一起或者与传感器分开地安装,并且可以包括单色或近单色光源,诸如激光器、发光二极管(LED)或有机发光二极管(OLED)。宽带光源可以由变化波长的多个LED(包括红外或紫外LED)、卤素灯或其他合适传统光源提供。可以包括窄带、宽带或偏振滤波器和遮光板、透镜、反射镜、反射表面、漫射器、聚光器或其他光学器件的各种光谱滤波器可以提供用于区域照明的宽光束或用于提高的局部照明强度的紧密聚焦光束。

[0031] 根据一些实施例,摄像机340和灯350都可以被可移动地安装。例如,铰接的、轨道、电磁活塞或其它合适的致动机构用于旋转、升高、下压、振荡或横向或垂直地重新定位摄像机或灯。

[0032] 在另外其他实施例中,一个或更多个摄像机可以利用自主机器人的卷帘快门效果和行进方向的方式来安装。以利用卷帘快门的“光栅化”延迟的方式对准摄像机可以减少当机器人在其路径上行进时可能出现的伪像(伸长/缩短)。

[0033] 库存数据314可以包括但不限于能够存储关于多个产品的数据的库存数据库,每个产品与产品类型、产品尺寸、产品3D模型、产品图像和当前产品货架库存计数和饰面数量相关联。可以存储在不同时间捕获和创建的实景图,并使用数据分析来提高对产品可获得性的估计。在某些实施例中,实景图创建的频率可被增加或减少,并且确定对机器人导航的改变。

[0034] 通信系统316可以包括到有线或无线连接子系统的连接,用于与诸如服务器、台式计算机、膝上型计算机、平板电脑或智能电话的设备交互。可以在各种外部数据源——包括无线网络、个人局域网、蜂窝网络、互联网或云介导数据源——之间接收、生成或传输数据和控制信号。此外,本地数据源(例如硬盘驱动器、固态驱动器、闪存或任何其他合适的存储器,包括动态存储器,例如SRAM或DRAM)可以允许用户指定的偏好或协议的本地数据存储。在一个特定实施例中,可以提供多个通信系统。例如,可以使用直接Wi-Fi连接(802.11b/g/n)以及单独的4G蜂窝连接。

[0035] 远程服务器318可以包括但不限于服务器、台式计算机、膝上型计算机、平板电脑或智能电话。还可在云计算环境中实现远程服务器实施例。云计算可被定义为用于实现对可配置计算资源(例如网络、服务器、存储、应用和服务)的共享池的普遍存在的、方便的按需网络访问的模型,可配置计算资源可经由虚拟化迅速地被供应并以最小管理努力或服务提供商交互而被释放,并然后被相应地缩放。云模块可由各种特征(例如按需自助式服务、广阔的网络访问、资源池、快速弹性、可计量的服务等)、服务模型(例如软件即服务(“SaaS”)、平台即服务(“PaaS”)、基础设施即服务(“IaaS”))和部署模型(例如私有云、社区云、公共云、混合云等)组成。

[0036] 图4是在操作的一个实施例中的实景图更新步骤的图示。如在流程图400中看到的,机器人移动到所识别的位置,并沿着过道路径以预定距离继续前进(步骤410)。如果路径被人或对象阻挡,机器人可以等待直到路径畅通无阻为止,开始移动并减速,或者在它接近障碍物时等待,在重新获取路径之前沿着路径移动直到需要绕对象转向为止,或者简单

地选择替代过道。

[0037] 在步骤412中,多个图像被捕获并拼接在一起。这些拼接图像连同由测距系统(包括但不限于LIDAR或飞行时间系统)、红外深度传感器、超声波、从立体图像推断深度的系统、或投影红外网状覆盖以允许粗略确定图像中的对象距离的系统、或能够以大约十厘米或更小的尺度(包括但不限于厘米尺度、亚厘米尺度或毫米尺度)区分深度的其他合适系统一起,被用于创建实景图(步骤414)。实景图使用货架标签、条形码和产品识别数据库来识别产品、定位产品位置、估计产品计数、计算产品饰面的数量,甚至识别或定位缺失的产品。该信息被传送到远程服务器(步骤416),以供例如商店经理、库房员工或客户助理代表使用。另外,在实景图或从其他机器人、从更新的产品数据库或从其他商店接收的其他信息可用于更新或帮助创建后续的实景图(步骤418)。

[0038] 通常,拼接的或原始的图像被分割,并且分割的图像被用来帮助定义产品边界框,该边界框推定地识别产品饰面。这个信息对开发产品库常常是必要的。分割的图像可以包括多个产品边界框,其通常范围从几十到数百个显示轮廓的或不同的图像区域。边界框可以围绕产品饰面、产品组或在产品之间的间隙。

[0039] 在一个实施例中,具有合适的标识符的边界框可以被配准到货架的简单或全景拼接图像,并且为包含在边界框中的图像的部分提取图像描述符。用于生成图像描述符的方法包括但不限于:图像模板、梯度直方图、颜色直方图、标度不变特征变换、二进制鲁棒独立基本特征、最大稳定极值区域、二进制鲁棒不变可缩放关键点、快速视网膜关键点、Kaze特征及其变形。

[0040] 提取产品描述符的可选方案是使用边界框作为所标记的类别,并在边界框中包含的图像上训练分类器。分类器可以包括基于深度结构学习、分层学习、深度机器学习或与卷积、前馈、递归或其它合适的神经网络相关联的其它合适的深度学习算法的分类器。基于深度学习的分类器可以基于所标注的训练数据来自动学习图像描述符。例如,基于深度学习的图像描述符可以是分层的,对应于深度卷积神经网络中的多个层。卷积层网络的最后一层输出产品在指定图像类别之一中的置信值。图像描述符生成器部分和分类部分被集成在卷积神经网络中,并且这两部分使用训练集来一起被训练。

[0041] 可选地或者另外,使用基于深度学习的图像描述符和传统图像描述符的实施例可以在混合系统中组合。

[0042] 在另外其他的实施例中,图像描述符可以被分类并用标识符来标记。分类算法可以包括但不限于支持向量机。这个过程对与同一标识符相关联的边界框的每个图像重复,而不管该图像是否被在不同时间在同一商店中捕获或在不同商店中被捕获。迟早,这允许自动构建产品库(即“产品的库”),而不需要初始货架图或特定产品数据库的存储。

[0043] 在一个实施例中,在产品边界框内的产品可以手动地被识别、使用人群源或付费评论者图像识别系统来识别、在有或没有初始货架图或实景图的帮助下被识别、或者使用本文讨论的各种图像分类器来自动被识别。在产品之间的间隙对识别货架间距、产品分离或遗漏/缺少的库存是有用的。

[0044] 可以使用自主机器人单独地或与外部图像分类器系统结合来执行自动识别。在某些实施例中,产品边界框可以被限定为在货架上由同一产品的一个或更多个副本(饰面)占据的水平空间,连同跨越在当前货架和它上面的货架之间的距离的垂直空间。在当前货架

是顶部货架时，垂直空间是通常对应于到固定物的顶部的距离的数字。垂直空间可以可选地是如由深度传感器感测的产品的顶部。

[0045] 在一些实施例中，自动帮助创建产品边界框和产品标识的图像分割可以依赖于图像模板的使用。通常，将每个图像模板与由安装在自主机器人上的摄像机系统捕获的图像进行比较。如果匹配是肯定的，则图像的匹配部分被用作对于那个产品的图像分割。在其他实施例中，机器学习系统可以支持图像分割，包括但不限于深度学习方法。

[0046] 如将会认识到的，还可以通过广泛的自动、半自动或手动提供的分类器来支持实景图开发的其他方面。分类算法例如卷积神经网络或其他深度学习方法、模板匹配或HAAR级联可以用来帮助检测每个货架标签。分析每个货架标签以获得一个或更多个产品标识符。分析可以包括但不限于光学字符识别、条形码扫描、QR码扫描、AR码扫描或全息码扫描。产品标识符可以是UPC代码、产品名称或字母、数字或其他符号的编码集合。如果多于一个标识符是可用的，则可以选择优选的标识符，例如UPC代码。在某些实施例中，可以使用嵌在产品包装或货架标签上的红外或紫外可检测的产品标识符以及任何其他合适的标签、标记或可检测的识别标识，例如在产品包装上的可见UPC代码或序列号。

[0047] 如果产品库被创建或变得可用，那么可以在该库中搜索与实景图相关的信息。例如，具有大量相似特征的产品对象可用于帮助开发产品边界框。对于每个潜在的产品对象匹配，可以将库中的特征位置的几何一致性与货架图像中的特征进行比较。一些方法还包括为了提高的搜索性能和/或降低的储存需求而为库内的描述符的集合编索引。编索引方法包括但不限于：散列技术、树表示和词袋编码。可选地，来自产品库中的货架图、实景图、其他产品信息或产品位置信息可用于将必须搜索的产品的数量减少到仅包含在所成像的货架内的那些产品。在还有其它变形中，可以通过对位于每个所识别的产品附近的价格标签或产品标签进行分割和解码并将它与产品对象标识符进行比较来验证所识别的产品。图5A和5B分别是能够充当根据本公开的摄像机系统的移动基座的自主机器人500的示例的侧视图和横截面。机器人导航和感测单元包括顶部安装的传感器模块510，其具有多个前向、侧面、后部和顶部安装的摄像机。灯520的垂直排列的阵列位于垂直布置的一排摄像机530旁边，且都由包括控制电子器件、电源和对接互连的驱动基座540支撑。驱动轮560提供移动性，且脚轮550提高稳定性。

[0048] 图6是俯视在具有定位在移动基座610上的各种可能的摄像机支撑地点的摄像机平台600的顶视图。移动基座610具有顶部安装的摄像机和传感器套件620（可选地，通过360度观看），以帮助相对于零售店或仓库过道中的货架定位和导航移动基座610，并捕获环境的360度或球形图像。固定安装的摄像机630和640可以被定位成相对于移动基座运动成垂直角度（640）或稍微向前成角度（630）。在某些实施例中，可控制的万向支架或倾斜支架（650）可用于将摄像机指向期望的方向。在其他实施例中，从移动基座610水平延伸的吊杆670可用于支撑多个线性延伸的摄像机，这些摄像机被引导来同时从过道的每一侧捕获图像。在另一个实施例中，高分辨率摄像机可以指向通道的一侧以读取条形码和识别标签，而低分辨率摄像机指向通道的另一侧。在该实施例中，低分辨率摄像机仅检测标签并将其与先前识别的标签匹配。当机器人沿着过道往回导航时，机器人支持的高分辨率和低分辨率摄像机可以扫描相对的两侧。在其他实施例中，可以使用安装在移动基座610或摄像机平台600上的不同位置处的摄像机或360度摄像机的二维阵列。

[0049] 受益于在前述描述和相关附图中呈现的教导的本领域中的技术人员将会想到本发明的许多修改和其它实施例。因此,应当理解,本发明不限于所公开的特定实施例,并且修改和实施例被规定为被包括在所附权利要求的范围内。还应当理解,本发明的其他实施例可以在缺乏本文没有特别公开的元件/步骤的情况下被实践。

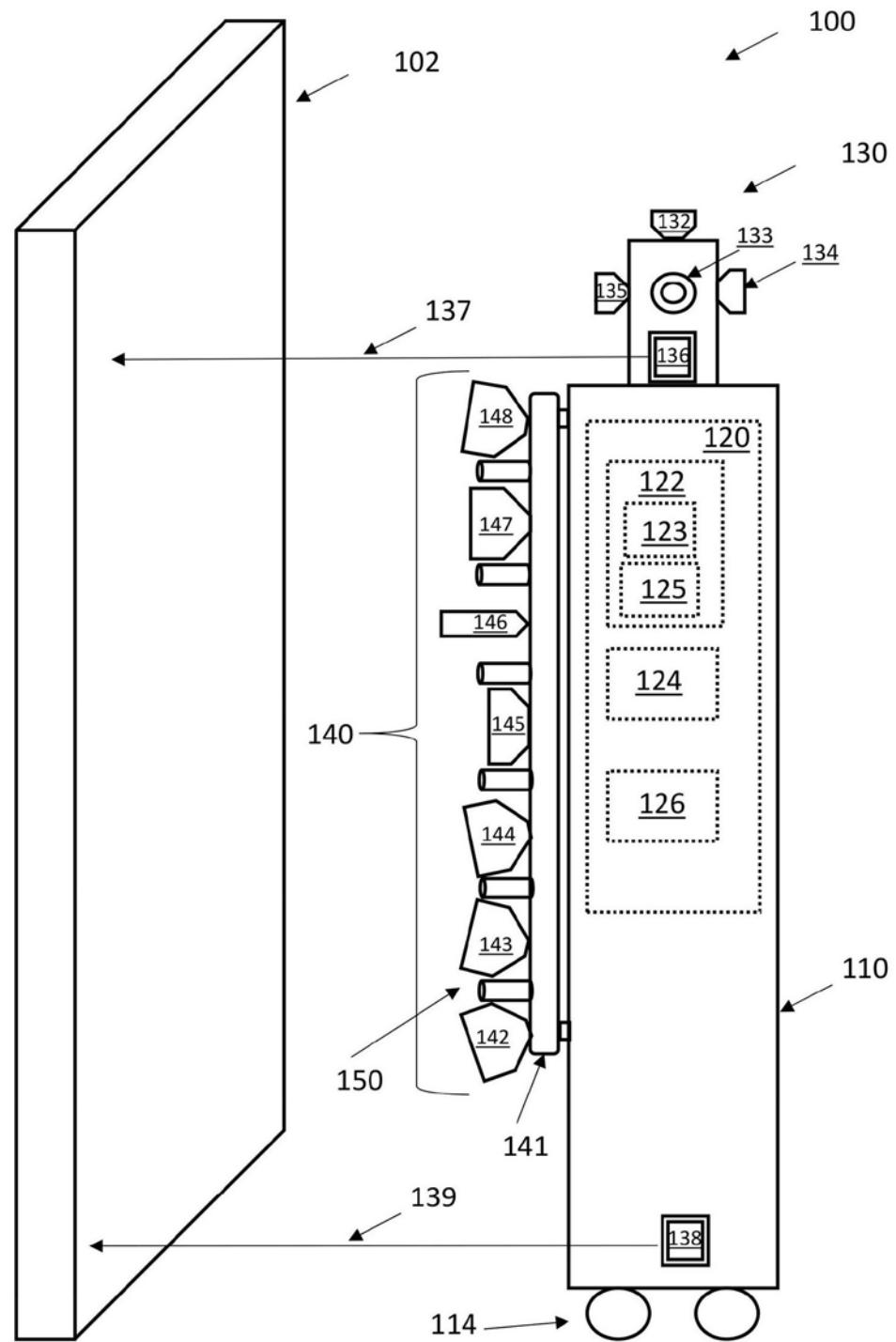


图1

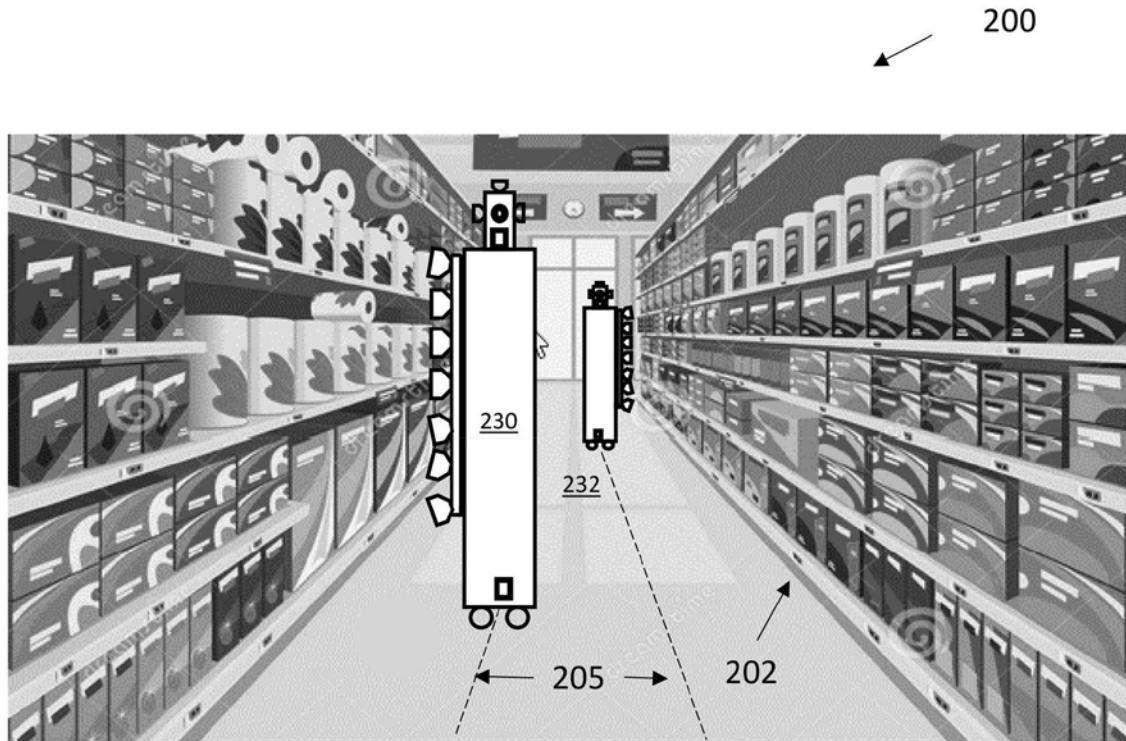


图2

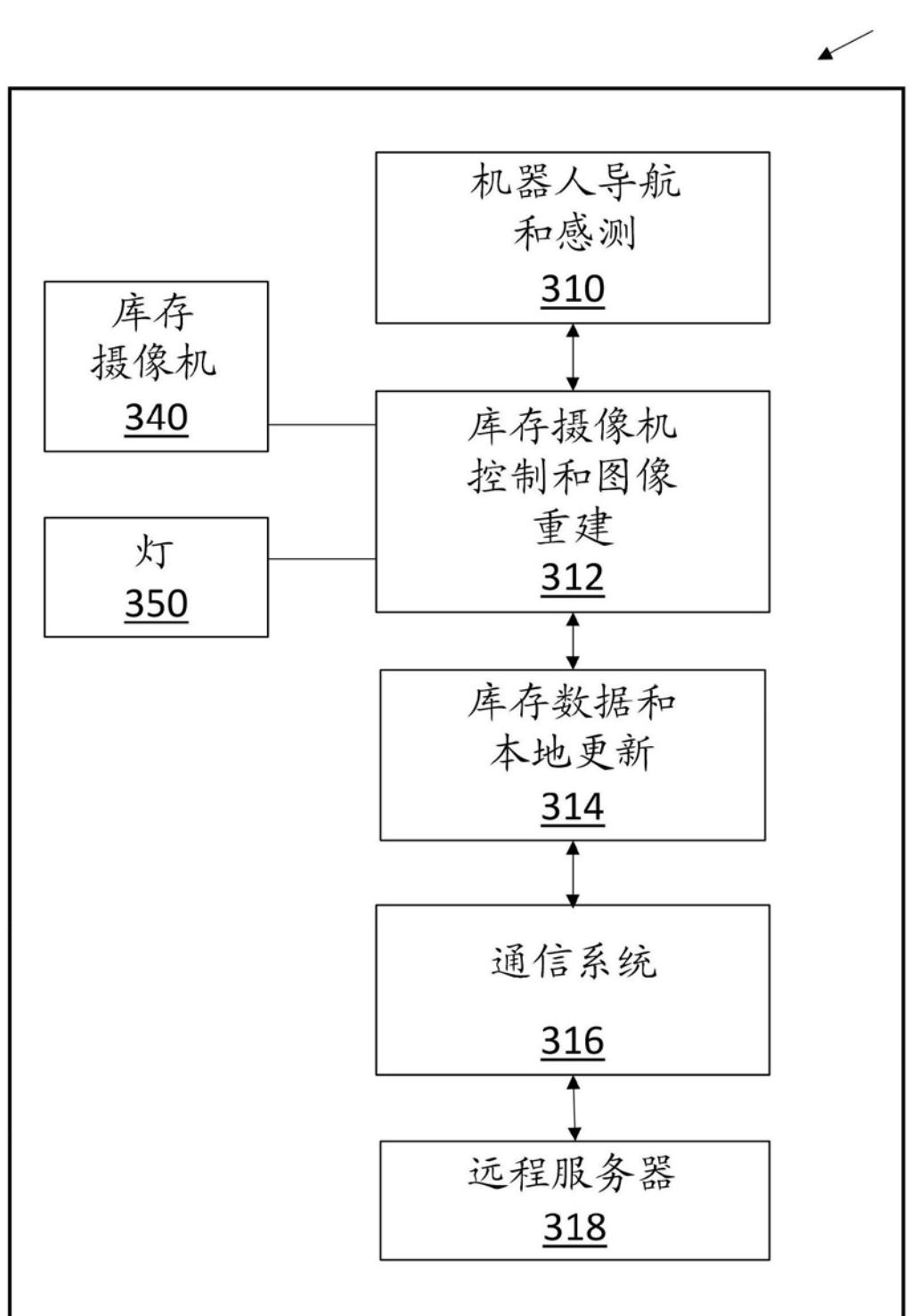


图3

400



图4

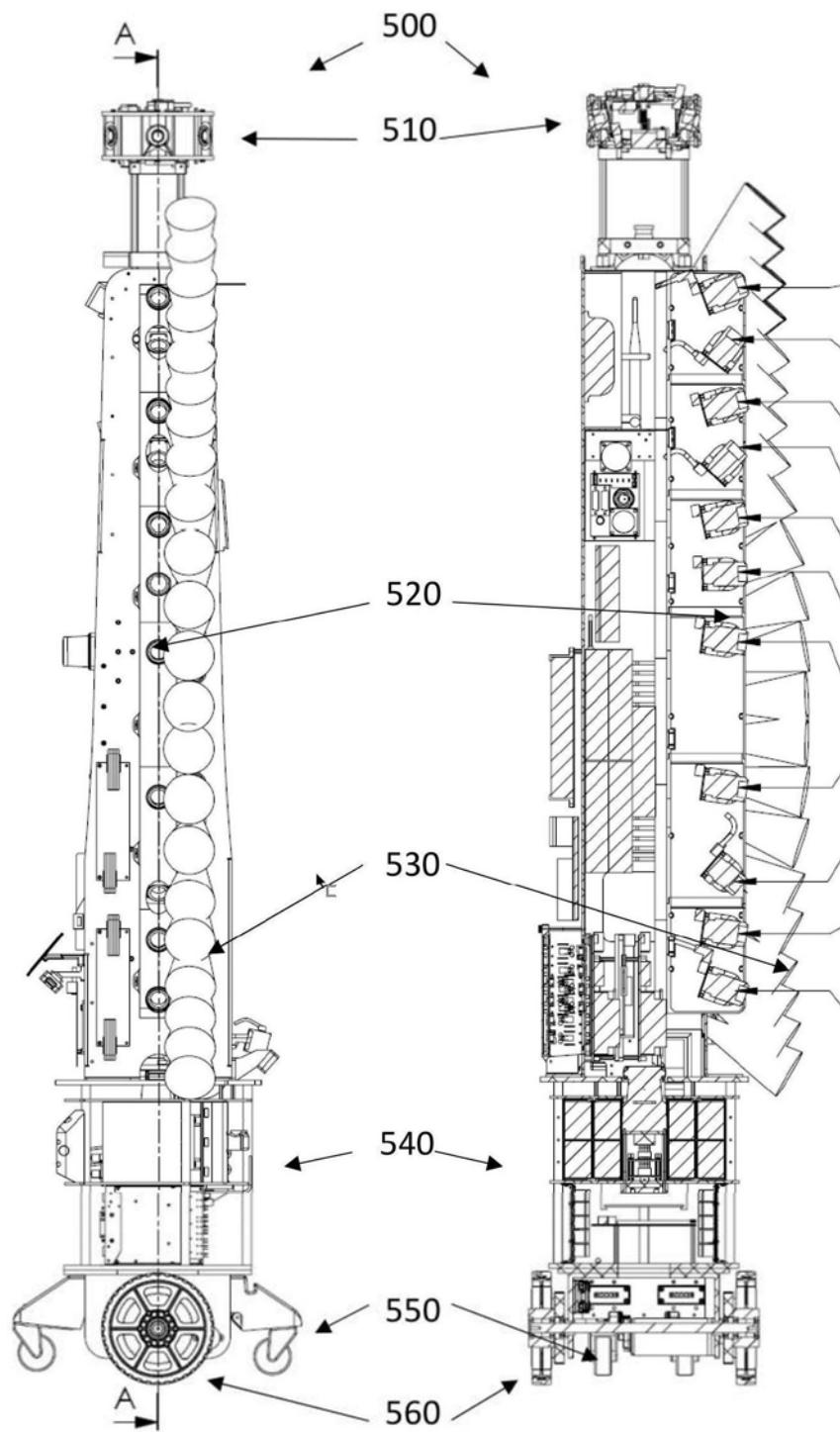


图 5A

图 5B

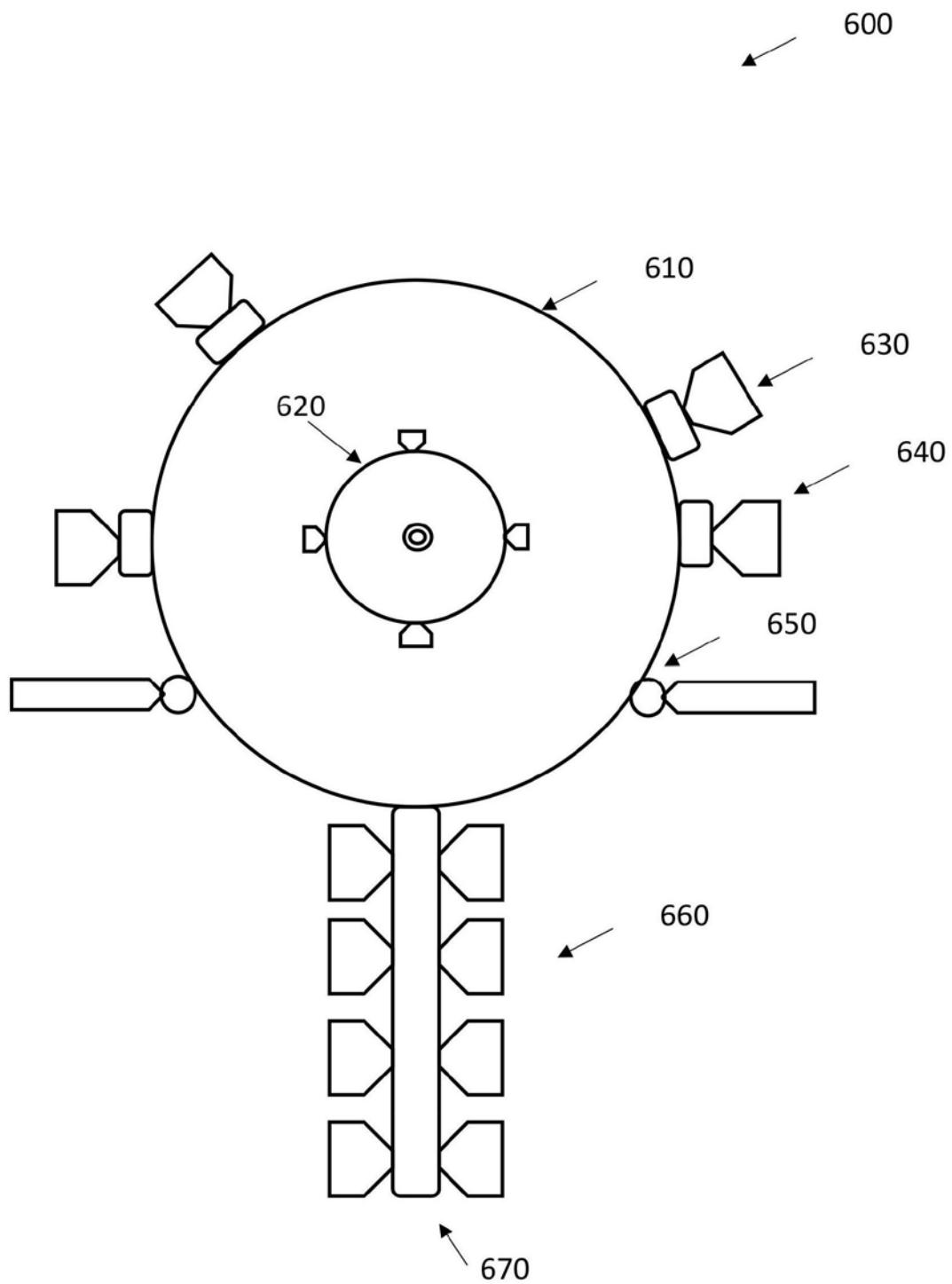


图6