



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117203403 A

(43) 申请公布日 2023. 12. 08

(21) 申请号 202280030949.9

(22) 申请日 2022.05.13

(30) 优先权数据

63/188,107 2021.05.13 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.10.26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2022/029230 2022.05.13

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2022/241238 EN 2022.11.17

(71) 申请人 德瑞多克斯公司

地址 美国得克萨斯州

(72) 发明人 F·鲁尔 M·E·奥赫尔贝克

D·R·乔希 C·S·霍尔特

(74) 专利代理机构 上海一平知识产权代理有限公司 31266

专利代理师 吴珊 徐迅

(51) Int.Cl.

E21B 21/06 (2006.01)

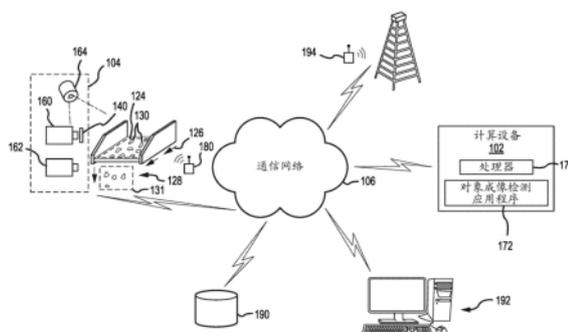
权利要求书3页 说明书27页 附图15页

(54) 发明名称

对象成像和检测系统及方法

(57) 摘要

一种方法,该方法包括选择机械泥浆分离机 (“MMSM”) 的图像数据以检测对象流中的对象以及该MMSM处的其他操作条件。可由深度神经网络处理该图像数据以识别该对象流中的对象、该MMSM的操作参数以及环境条件。可基于该分析的结果来选择附加图像数据以用于附加处理。



1. 一种计算机实现的方法,包括:
 - 从至少一个成像设备接收图像数据,所述至少一个成像设备对至少一个机械泥浆分离器 (“MMSM”) 进行成像;
 - 从所述图像数据中选择至少一个感兴趣区域 (“ROI”);
 - 使用深度神经网络 (“DNN”) 分析所述至少一个ROI以识别所述ROI中的至少一个图像方面,其中所述图像方面是对象流中的对象、信号噪声或另一个物理对象中的至少一者;
 - 基于来自所述分析操作的结果,从所述图像数据中选择至少一个附加ROI;以及
 - 使用所述DNN来分析所述至少一个附加ROI。
2. 根据权利要求1所述的计算机实现的方法,其中所述至少一个ROI中的所述至少一个图像方面是对象流中的对象,并且所述至少一个附加ROI包括所述对象流中的所述对象在所述至少一个MMSM中的第一MMSM的下落区处的附加图像数据。
3. 根据权利要求2所述的计算机实现的方法,其中所述选择操作包括:
 - 将所述至少一个ROI与第一时间帧相关联;
 - 识别所述第一MMSM的所述下落区;
 - 确定所述至少一个成像设备的视场内的第二时间帧和位置,在所述第二时间帧和位置处,所述对象将可能存在于MMSM的下落区处;
 - 选择对应于所述第二时间帧和位置的附加图像数据以形成一个附加ROI。
4. 根据权利要求3所述的计算机实现的方法,其中识别所述第一MMSM的下落区包括使用DNN。
5. 根据权利要求3所述的计算机实现的方法,其中选择附加图像数据还包括:
 - 确定所述附加ROI的大小以捕获整个对象。
6. 根据权利要求5所述的计算机实现的方法,其中所述附加ROI的所述大小是 224×224 像素。
7. 根据权利要求3所述的方法,其中所述第二时间帧在时间上早于所述第一时间帧出现。
8. 一种计算机实现的方法,包括:
 - 从捕获MMSM的图像的成像设备接收包括图像数据的视场;
 - 从所述图像数据中选择第一ROI,其中选择所述ROI包括:
 - 识别所述图像数据内的MMSM的凸缘,所述凸缘是对象流中的对象开始自由下落的位置;
 - 将所述ROI的顶部边缘设置在所述凸缘处;
 - 识别捕获所述图像数据的成像设备的每秒帧数;
 - 基于所述成像设备的所述每秒帧数和所述凸缘来计算所述第一ROI的竖直长度;
 - 将所述图像数据与对应于所述成像设备捕获所述图像的时间的时间戳相关联。
9. 根据权利要求8所述的方法,还包括:预处理所述第一ROI以形成经预处理的第一ROI。
10. 根据权利要求9所述的方法,其中所述预处理包括选自以下项组成的组中的至少一项:旋转所述图像数据以使得所述MMSM的凸缘基本上水平定位、将所述ROI裁剪为指定像素大小、亮度均衡和对所述图像进行白平衡。

11. 根据权利要求8所述的方法,还包括:使用DNN来分析所述经预处理的第一ROI以识别对象流中的多个对象;

使用DNN来识别对象流中的第一对象;以及
将所述对象与第一时间戳相关联。

12. 根据权利要求8所述的方法,其中识别所述对象包括估计所述对象的大小、形状或颜色中的至少一者。

13. 根据权利要求8所述的方法,还包括:

使用DNN来分析所述ROI以识别对象流中的多个对象;
对所述多个对象中的每个对象进行分类以形成多个经分类对象;
将所述经分类对象中的每个经分类对象聚集成一个或多个分组;
确定所述一个或多个分组中的每个分组内的经分类对象的数量;
将所述一个或多个分组中的每个分组内的对象的数量与阈值进行比较;
基于所述比较,确定存在异常;以及
基于确定存在异常,向附加成像设备发送开始捕获附加图像数据的信号。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中所述阈值至少部分地由信号数据确定。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中所述信号数据包括选自由以下项组成的组中的至少一项:马达电流、温度读数、测光表和风速计。

16. 根据权利要求13所述的方法,还包括:

基于确定存在异常,向所述成像设备发送改变选自由以下项组成的组中的至少一个图像设备设置的信号:快门速度、每秒帧速率、光圈设置和分辨率设置。

17. 根据权利要求13所述的方法,其中所述经分类对象包括钻屑并且基于所述钻屑的分类来更新钻屑运输模型。

18. 根据权利要求13所述的方法,其中所述分类操作发生在与接收包括图像数据操作的视场不同的位置处。

19. 一种计算机可读存储设备,所述计算机可读存储设备存储指令,所述指令在被执行时执行以下方法:

从捕获MMSM的图像的成像设备接收包括图像数据的视场;

从所述图像数据中选择第一ROI,其中选择所述ROI包括:

识别所述图像数据内的MMSM的凸缘,所述凸缘是对象流中的对象开始自由下落的位置;

将所述ROI的顶部边缘设置在所述凸缘处;

识别提供所述图像数据的成像设备的每秒帧数;

基于所述成像设备的所述每秒帧数和所述凸缘来计算所述ROI的竖直长度;

将所述图像数据与对应于所述成像设备捕获所述图像的时间的时间戳相关联。

20. 根据权利要求19所述的存储设备,其中所述方法还包括:

使用DNN来分析所述ROI以识别对象流中的多个对象;

对所述多个对象中的每个对象进行分类以形成多个经分类对象;

将所述经分类对象中的每个经分类对象聚集成一个或多个分组;

确定所述一个或多个分组中的每个分组内的经分类对象的数量;

将所述一个或多个分组中的每个分组内的对象的数量与阈值进行比较；
基于所述比较，确定存在异常；以及
基于确定存在异常，向附加成像设备发送开始捕获附加图像数据的信号。

对象成像和检测系统及方法

[0001] 要求优先权

[0002] 本申请要求2021年5月13日提交的名称为“Object Imaging and Detection System and Method”的美国临时申请63/188107号的优先权和权益,该美国临时申请的全部内容据此以引用方式并入。

背景技术

[0003] 提高泵送、固井和钻探操作的效率可降低油气和地热勘探的钻井成本。确定这些过程的效率的一种方式是从井筒流到地表的井筒对象的特性特征。

[0004] 在钻探期间从井筒返回的对象可提供关于地下环境的大量信息。例如,通过观察井筒对象,操作员可了解井筒的行为和特性以及钻探和钻机装备的状况(例如,这些行为和特性以及状况指示井筒不稳定性、井筒清洁不良和/或工具故障)。当前的钻探和泵送操作需要钻机人员检查这些对象。在当前技术下,泥浆工程师、钻探队或泥浆测井人员必须在一台或多台机械泥浆分离器(MMSM)处监测和检测这些物体。井筒的手动观察是间歇性的、昂贵的和易出错的。因此,与井下钻孔操作相关的状况或事件经常无法被检测到。

[0005] 已有先前尝试使用成像或感测系统来监测和支持现场和远程操作。一些技术试图对井下活动进行测量或成像、在振动筛处称量钻屑或执行对来自对象流的小样本的显微镜或视觉分析。由于许多缺陷,包括数据和图像捕获和处理的范围,先前尝试尚未成功。井筒的位置可以是远程的。井筒的远程性通常限制捕获、处理和发送与自动化监测活动相关的数据的能力。例如,MMSM处存在的某些操作/环境条件妨碍对象的正确成像。蒸汽、雨、变化的照明条件(例如,多云区域、晴天地点)、雨雾经常干扰获得感兴趣对象的可用图像。另外,由于一些MMSM处网络上的不良数据传输速率,通常需要计算分析相对靠近MMSM。另外,当前的监测位置通常具有恶劣且变化的环境条件,这导致数据捕获不良。例如,当前的图像捕获解决方案集中于对分离筛的表面进行成像。这些分离筛受到振动和流体饱和影响,这导致图像失真。此外,这些表面筛处的对象流通常具有重叠的碎屑,这使得所得的图像数据相对不太有用。

[0006] 因此,仍然期望设计可在MMSM位置中使用并且能够在恶劣的环境/操作条件下识别井筒特性的自动化对象流监测系统和方法。此外,即使在远程、动态和恶劣条件下,仍然期望基于所捕获的图像来对井筒对象的体积、大小、形状和稠度进行表征。

[0007] 考虑到这些问题以及其他问题,构想了本公开的各个方面。此外,虽然已经讨论了相对特定的问题,但是应当理解,所呈现的实施方案不应当限于解决在引言中所确定的特定问题。

发明内容

[0008] 本发明内容被提供用来以简化形式介绍下文在具体实施方式中进一步描述的概念的选集。本发明内容并不旨在标识要求保护的的主题的关键因素或基本特征,也不旨在用于限制要求保护的的主题的范围。

[0009] 本技术的各方面涉及用于在油气井筒操作的各种机械泥浆分离机(MMSM)处识别对象流中的对象的对象成像和检测系统及方法。图像的分析包括检测关于井筒对象的对象形状、大小、类型、体积和其他参数的各种特征。来自钻机的信息,诸如由电子钻探记录器(“EDR”)和相关软件平台捕获的信息,也可与图像数据结合用以监测钻机健康状况。

[0010] 在各方面中,系统使用包括成像设备(例如,数字相机)、传感器和其他设备的视觉系统。系统还可使用视觉系统来检测和确定对象的存在或不存在。来自对象成像和检测系统的信息以及其他信息可用于提供关于井筒钻机装备的实时或近实时信息。在本技术的各方面中,检测和成像系统使用人工智能诸如深度神经网络和/或机器学习来分析井筒和钻机装备的图像数据(例如,来自数字照片的图像数据)。在一些示例中,所分析的图像数据可用于标记异常对象、对象流、钻机传感器和装备和/或钻机环境。

[0011] 本技术的各方面包括计算机实现的方法。该方法包括:从对至少一个机械泥浆分离机(“MMSM”)进行成像的至少一个成像设备接收图像数据;从该图像数据中选择至少一个感兴趣区域(“ROI”);使用深度神经网络(“DNN”)来分析该至少一个ROI以识别该ROI中的至少一个图像方面,其中该图像方面是对象流中的对象、信号噪声或另一个物理对象中的至少一者;基于来自该分析操作的结果,从该图像数据选择至少一个附加ROI;使用该DNN来分析该至少一个附加ROI。

[0012] 在该方法的示例中,该至少一个ROI中的该至少一个图像方面是对象流中的对象,并且该至少一个附加ROI包括该对象流中的该对象在该至少一个MMSM中的第一MMSM的下落区处的附加图像数据。在本技术的示例中,该选择操作包括:将该至少一个ROI与识别该第一MMSM的下落区的第一时间帧相关联;确定该至少一个成像设备的视场内的第二时间帧和位置,在该第二时间帧和位置处,该对象将可能存在于MMSM的下落区处;选择对应于该第二时间帧和位置的附加图像数据以形成一个附加ROI。在本技术的示例中,识别该第一MMSM的下落区包括使用DNN。在本技术的示例中,选择附加图像数据还包括确定附加ROI的大小以捕获整个对象。在本技术的示例中,该附加ROI的大小是 224×224 像素。在本技术的示例中,该第二时间帧在时间上早于该第一时间帧出现。

[0013] 本技术的各方面包括一种计算机实现的方法,该方法包括:从捕获MMSM的图像的成像设备接收包括图像数据的视场;从该图像数据中选择第一ROI,其中选择该ROI包括:识别该图像数据内的MMSM的凸缘,该凸缘是对象流中的对象开始自由下落的位置;将该ROI的顶部边缘设置在该凸缘处;识别捕获图像数据的成像设备的每秒帧数;基于该成像设备的每秒帧数和该凸缘来计算该第一ROI的竖直长度;将该图像数据与对应于该成像设备捕获该图像的时间的时间戳相关联。

[0014] 在本技术的各方面中,该方法还包括:预处理该第一ROI以形成经预处理的第一ROI。在本技术的各方面中,该预处理包括选自以下项组成的组中的至少一项:旋转该图像数据以使得该MMSM的凸缘基本上水平定位、将该ROI裁剪为指定像素大小、亮度均衡和对该图像进行白平衡。在本技术的各方面中,还包括:使用DNN来分析该经预处理的第一ROI以识别对象流中的多个对象;使用DNN来识别对象流中的第一对象;以及将该对象与第一时间帧相关联。在本技术的各方面中,识别该对象包括估计该对象的大小、形状或颜色中的至少一者。在示例中,该方法还包括:使用DNN来分析该ROI以识别对象流中的多个对象;对该多个对象中的每个对象进行分类以形成多个经分类对象;将这些经分类对象中的每个经分类

对象聚集成一个或多个分组;确定该一个或多个分组中的每个分组内的经分类对象的数量;将该一个或多个分组中的每个分组内的对象的数量与阈值进行比较;基于该比较,确定存在异常;以及基于确定存在异常,向附加成像设备发送开始捕获附加图像数据的信号。在示例中,该阈值至少部分地由信号数据确定。在示例中,该信号数据包括选自由以下项组成的组中的至少一项:马达电流、温度读数、测光表和风速计。在示例中,该方法还包括:基于确定存在异常,向该成像设备发送信号以改变选自由以下项组成的组中的至少一个图像设备设置:快门速度、每秒帧速率、光圈设置和分辨率设置。在示例中,这些经分类对象包括钻屑并且基于这些钻屑的分类来更新钻屑运输模型。在示例中,该分类操作发生在与接收包括图像数据的视场的操作不同的位置处。

[0015] 本技术的各方面包括一种计算机可读存储设备,该计算机可读存储设备存储指令,这些指令在被执行时执行以下方法:从捕获MMSM的图像的成像设备接收包括图像数据的视场;从该图像数据中选择第一ROI,其中选择该ROI包括:识别该图像数据内的MMSM的凸缘,该凸缘是对象流中的对象开始自由下落的位置;将该ROI的顶部边缘设置在该凸缘处;识别提供图像数据的成像设备的每秒帧数;基于该成像设备的每秒帧数和该凸缘来计算该ROI的竖直长度;将该图像数据与对应于该成像设备捕获该图像的时间的时间戳相关联。

[0016] 在各方面中,这些存储设备包括附加地执行以下方法的指令:使用DNN来分析ROI以识别对象流中的多个对象;对该多个对象中的每个对象进行分类以形成多个经分类对象;将这些经分类对象中的每个经分类对象聚集成一个或多个分组;确定该一个或多个分组中的每个分组内的经分类对象的数量;将该一个或多个分组中的每个分组内的对象的数量与阈值进行比较;基于该比较,确定存在异常;以及基于确定存在异常,向附加成像设备发送开始捕获附加图像数据的信号。通过结合以下附图对优选实施方案和方面的以下详细描述,本公开的这些和其他方面、特征和益处将变得明显,但在不脱离本公开的新颖概念的精神和范围的情况下,可实现其变化和修改。

附图说明

[0017] 附图示出了本技术的实施方案和/或方面。这些附图连同书面说明一起用于解释本公开的原理。只要可能,在整个附图中使用相同附图标号来指代实施方案的相同或相似元素,并且在附图中:

[0018] 图1是本公开的对象成像和检测系统可在其中操作的示例性环境。

[0019] 图2是与根据本公开的示例的对象成像和检测系统相关联的井筒的示例性图。

[0020] 图3A和图3B示出了感兴趣区域的示例。

[0021] 图4是根据本公开的示例的具有对象成像和检测应用程序的计算设备的框图。

[0022] 图5是执行对象成像和检测的方法。

[0023] 图6示出了用于设置ROI的方法。

[0024] 图7是MMSM的通道的示例性图示。

[0025] 图8示出了在计算设备上显示的GUI的示例。

[0026] 图9A和图9B示出了其中可用于实现本公开的方面的计算设备的示例性架构的一个方面。

[0027] 图10是示出计算设备的附加物理部件(例如,硬件)的框图。

[0028] 图11是示出可用来实践本公开的某些方面的计算设备1100的附加物理部件(例如,硬件)的框图。

[0029] 图12示出了使用视觉系统测量穿过振动筛的振动筛负载的体积和/或质量的方法。

[0030] 图13是其中可使用本技术的各方面的示例性井环境。

[0031] 图14是用于更新钻屑运输模型的方法1400。

具体实施方式

[0032] 本技术的各方面涉及用于捕获、分析、表征和/或识别井筒操作的对象流中的对象的计算机自动化成像系统和方法。在示例中,使用深度神经网络(“DNN”)来识别对象。可分析附加图像方面,诸如图像中的其他物理对象(例如,人)。

[0033] 例如,成像设备诸如相机可用于捕获一个或多个MMSM的返回流的图像。成像设备可捕获对象流的碎屑、钻屑、液体和/或其他材料的图像。DNN可用于分析图像。这种分析可包括检测和表征图像中的对象(诸如泥浆钻屑)。钻屑可被自动识别和确定。对象流的特性,诸如对象大小分布、对象形状分布、对象颜色、对象体积偏差和/或其他参数,可随时间被跟踪并且与钻机中的钻头的位置信息相关联。

[0034] 附加地/另选地,所识别的对象可用于识别井筒的操作属性。例如,系统可基于所识别的井筒钻屑和其他信息来识别井生产区、井危险区、流体性质、井筒液压、装备状况等。

[0035] 本技术的各方面还涉及基于检测到的对象来动态改变图像设备设置、图像类型、图像编号和图像大小/形状。例如,在对象检测和分类指示异常的情况下,系统可自动开始捕获和/或处理更多成像信息以确认和/或扩展与这些异常相关的信息。这些方面的一个优点在于,当未检测到异常时,允许相对节省处理速度和带宽。

[0036] 该信息可被压缩、转换或以其他方式修改,以便于传送到捕获图像所在位置之外的位置。例如,可压缩/转换图像数据,使得可比发送所有成像数据相对更快地将数据从近海钻探操作传输到陆上分析和监测站。可向钻探队呈现实时信息。该信息可包括对象特性和/或操作指标中的被标记异常。该信息可与其他基于钻机的数据结合以传达与钻机装备和/或井筒相关联的一个或多个状况。

[0037] 通过应用自动化的基于计算机的视频判读,可通过预先存在的或实时视频数据来实现对许多不同现象的连续、稳健且准确评估,而不需要连续的手动监测。与现有技术相比,本文所述的技术可用以跨广泛范围的基于视频的感测任务改善性能。例如,本技术的各方面可用于提高安全性、降低成本和提高效率。

[0038] 本文所述的技术可用于在一个或多个MMSM处捕获图像。所捕获图像可包含MMSM的对象流中的对象、其他对象(诸如图像周边上的看护MMSM的人、MMSM本身以及MMSM的装备诸如筛板)。所捕获图像还可包含由于对图像捕获的干扰诸如过度曝光、信号噪声等而造成的图像失真。可使用本文所述的技术来分析由图像捕获的信息或图像方面。

[0039] 例如,图像可包括来自钻机的井筒的对象流中的对象。在钻机的典型功能中,流体被泵送到井筒中并沿井筒向上返回。当流体从井筒返回时,流体可携带有固体材料和半固体材料。对象的这种流在本文中称为对象流。这些对象可能主要是由钻头钻出的钻屑,并且通常使用多种机械泥浆分离机从流体中分离出,这些机械泥浆分离机包括初级页岩振动

筛、干式振动筛、水力旋流器或离心机等等。除流体或钻屑之外,其他对象可包括井筒塌陷碎屑、金属、橡胶、水泥、碎石或示踪剂。

[0040] 来自井筒的对象流通常进入MMSM中,该MMSM将碎屑从可用流体/固体中分离出来,以用于在钻探操作中再次引入。该分离过程可发生一次或多次,并通过各种设备诸如振动筛、干燥器、离心机和处理坑来实现。通常当这种分离过程发生时,对象流被分成至少一个相对较干的流和至少一个相对较湿的流。多个机械泥浆分离机(MMSM)可串联或并联使用,以将液体从井筒固体中分离出以便于液体再利用。通常,遇到返回对象流的第一MMSM是可具有一个或多个筛分台的初级页岩振动筛。页岩振动筛是最常见的MMSM。

[0041] 振动筛可包括一个或多个筛分层,诸如顶部筛分层、一个或多个中间筛分层和/或底部筛分层。马达也可附接到振动筛以在振动筛上施加震动运动,从而在振动筛内的对象流转移到另一个MMSM或废料坑时帮助分离该对象流。MMSM可以是干燥振动筛、离心机和水力旋流器等设备。如下文进一步描述,成像系统可与振动台一起使用,但也可用于对其他类型的MMSM的对象流中的对象进行成像。

[0042] 本技术的各方面可用于改进当前实践的手动观察技术。例如,基于捕获的图像对对象流中的对象的自动化检测和/或对井筒/钻探/装备状况的分类可用以减少井筒故障(诸如塌陷碎屑)和/或装备故障(例如,金属)。例如,本文所述的系统和方法可用于输出可能的井和装备故障。继而,此类输出可由井操作员用来改善钻探操作期间的效率、安全性和环境影响。

[0043] 现在转到附图,图2提供了其中可采用本技术的一个或多个方面的钻探操作的示例。图2示出了可位于井206的表面204处的钻机202。石油、天然气和地热井的钻探通常使用连接到钻柱208的一连串钻杆或套管来进行,该钻柱通过旋转台210下降到井筒或井眼212中。此处,钻探平台286配备有支撑升降机的井架288。

[0044] 如图所示,钻机202为钻柱208提供支撑。钻柱208可操作以穿透旋转台210,以穿过地下地层214钻出井眼212。钻柱208可包括方钻杆216、钻杆218和可能位于钻杆218的下部部分处的井底组件220。

[0045] 井底组件(BHA)220可包括钻铤222、井下工具224和附接到套管用于固井的钻头或浮动装备226。钻头或浮动装备226可操作以通过穿透地表204和地下地层214来产生井眼212。井下工具224可包括多种不同类型的工具中的任何一种,包括MWD工具、LWD工具、套管工具和固井工具等。

[0046] 在钻探操作期间,钻柱或套管柱208(可能包括方钻杆216、钻杆或套管218以及井底组件220)可由旋转台210旋转。除此之外或另选地,井底组件220还可由位于井下的马达(例如,泥浆马达)旋转。钻铤222可用于增加钻头或浮动装备226的重量。

[0047] 钻铤222还可操作以加固井底组件220,从而允许井底组件220将增加的重量转移到钻头,并继而帮助钻头穿透地表204和地下地层214。

[0048] 在钻探和泵送操作期间,泵232可将流体(本领域普通技术人员有时称为“钻探泥浆”、“水泥”、“丸剂(pill)”、“隔离液”、“扫井剂”、“段塞”)从处理坑234泵送通过软管236进入钻杆或套管218中并向下到达钻头浮动装备226。在操作中,流体可从钻头或浮动装备226流出,并且通过钻杆或套管218与井筒井眼212的侧面之间的环形区域240返回到地表204。然后,流体可返回到处理坑234,这种流体在处理坑处进行处理(例如,过滤)。在一些实施方

案中,流体可用于在钻探操作期间冷却钻头226,以及为钻头226提供润滑。另外,流体可用于对井筒进行固井并封离地下地层214。另外,流体可用于去除其他流体类型(例如,水泥、隔离液等),包括井筒对象诸如通过操作钻头226和装备故障产生的地下地层214对象。许多实施方案操作以获取和处理的正是这些对象的图像。钻机、装备和钻头以及其他设备可配备有各种传感器以监测钻机的操作性能。这种信息可被发送到计算机系统,诸如电子钻探记录器(EDR)。

[0049] 图1是本公开的对象成像和检测系统可在其中操作的示例性环境100。本领域技术人员将理解,虽然环境100示出了在一个MMSM处采用的视觉系统104,但视觉系统104可在附加MMSM处采用。实际上,视觉系统104可在多个钻机地点处用以解决与MMSM处的图像捕获相关联的问题。对于一些应用,具有大视场的单个高清晰度成像相机捕获所有图像数据作为视频,并且从图像数据中选择一个或多个ROI。在此类应用中,每个所捕获帧可与时间戳相关联。在示例中,成像设备位于MMSM上方并且对来自MMSM的输出流进行成像。附加地/另选地,成像设备捕获多个MMSM。

[0050] 环境100包括图像视觉系统104,该图像视觉系统捕获具有两个感兴趣区域(“ROI”)即第一ROI 124和第二ROI 131的图像。ROI是成像设备的视场内的被选择用于图像分析(诸如通过如本文进一步描述的使用DNN进行对象检测)的区域。视场内可存在一个或多个诸如两个、三个、四个、五个等ROI。在本技术的各方面中,ROI是所捕获图像的一部分(例如,该部分可在视场内具有特定大小)。此外,ROI的部分可在一段时间内是一致的。在此类情况下,在ROI内捕获的图像数据可与对应于捕获图像数据的时间的时间戳相关联。

[0051] 在一些示例中,图像视觉系统104具有一个或多个成像设备。应当理解,可使用单个成像设备来捕获可从中选择一个或多个ROI的大视场。如图所示,图像视觉系统104具有第一成像设备160和第二成像设备162。成像设备诸如第一成像设备160和第二成像设备162可以是适合于捕获对象流中的对象(包括流过MMSM的对象)的图像的任何设备。此类成像设备包括电荷耦合器件(CCD)相机、互补金属氧化物半导体相机、高分辨率相机、可见光相机、微光或红外相机和/或激光雷达成像设备。在一些应用中,视觉系统104可使用与激光雷达、立体相机、超声传感器或电磁波传感器相关的一个或多个成像设备和/或现在已知或以后开发的能够捕获3D图像的其他成像设备来捕获对象流中的对象的3D轮廓。

[0052] 还示出了附加光源164。在各方面中,一个或多个附加光源164照明对象流诸如对象流126中的对象(或视场中的其他对象)。光源可以是用于照明井筒对象的紫外灯、白炽灯、白色灯、钨灯、红外灯或发光二极管(LED)。光源可能产生各种类型的光,包括近、中或远波红外光、可见光谱、紫外线等。

[0053] 视觉系统104被示出为与计算设备102进行网络通信。在本技术的各方面中,视觉系统104可传输来自成像设备的包括ROI的实时信息。在本技术的一些方面中,将整个视场发送到计算设备102和/或存储设备190。在其他方面中,仅将ROI发送到计算设备102和/或存储设备190。图像信息可包括井筒对象图像信息。计算设备102可被配置为处理图像信息。这种处理包括自动识别/分类图像中的井筒对象、其他对象,如本文进一步描述的。

[0054] 应当理解,在不脱离创新技术的范围的情况下,各种辅助设备可与图像视觉系统104一起采用。例如,各种透镜、过滤器、外壳、擦拭器、罩、照明、电源、清洁系统、支架和安装设备可构成图像系统104。此外,也可采用相机稳定器、相机雾稳定器等中的一者或多者。图

像系统104可被设计成在室外、恶劣、全天候、危险区域中和/或每天24小时操作。外壳及其部件可以是水密的、防爆的和/或本质安全的。

[0055] 视觉系统104还包括修改设备140。在示例中,修改设备可用以修改/减少/聚焦从对象流中的对象捕获的光(例如,红外/可见光/紫外光等)。例如,修改设备140可以是用于拦截由井筒对象诸如井筒对象130反射或发射的光,并且减少由视觉系统104的成像设备接收的光的量/类型的偏振器、滤光器和/或分束器中的一者或多者。

[0056] 例如,可基于使用的钻探液的类型来选择修改设备140。偏振器可用于使光能在P或S方向上对齐(使得处理后的能量是p偏振的或s偏振的),或者给出P和S偏振能量的混合。分束器可用于将所接收能量的光谱减小到某个选定波长范围。滤波器可用于在图像捕获之前进一步将范围缩小到选定光谱。

[0057] 附加地/另选地,一个或多个修改设备140可插置在对象130和/或对象流126与视觉系统104之间以减少由视觉系统104捕获的波长的数量。在示例中,波长的减少允许可能与其他对象紧密接近的流体和对象变得相对透明,使得对象流中的对象被视觉系统104的图像设备更显著地捕获。

[0058] 能量修改设备可以是可调节的,以获得相对强的图像对比度,以用于检测具有动态组成的流体溶液内的对象130。与能量修改设备结合使用的材料的选择可取决于环境的危害,包括存在的化学溶液。这些材料可包括玻璃、聚合物和金属等。

[0059] 在本技术的各方面中,由视觉系统104捕获的图像包括一个或多个ROI。如图所示,环境100包括第一感兴趣区域124和第二感兴趣区域131。感兴趣区域可被选择为MMSM的特定区域,诸如振动台的下落区或整个MMSM。对象成像和检测系统172可选择和分析一个或多个ROI以识别图像方面,包括识别对象流中的对象和识别ROI中的其他对象。这种识别可使用DNN进行。感兴趣区域可由对象成像和检测应用程序172自动选择,如本文进一步提供的。此外,尽管图1示出了在成像设备捕获图像的同时识别ROI,但应当理解,可在捕获图像之后确定ROI。这种确定可应用于存储在数据库诸如数据库190中的历史数据。

[0060] 环境100可具有一个或多个环境传感器180作为视觉系统104的一部分,以帮助图像渲染。传感器可用于检测图像捕获区域的环境。例如,第一成像设备160可捕获MMSM的由于MMSM的操作而正在经历振动的部分。振动速率可由一个或多个环境传感器180捕获并且在捕获时自动与由成像设备捕获的图像相关联。环境传感器180可捕获其他环境因素,诸如MMSM操作速度、负载、光等。由环境传感器180捕获的数据可用于改变/更改所选ROI。

[0061] 作为特定非限制性示例,可使用附加环境传感器180以通过测量不同物理参数并在并行过程中分析与从光学分析发出的数据结合来检测附加操作条件和装备状态。实时系列数据可从振动筛周围的附加传感器收集,并且与从光学测量得到的数据相关,以验证和增强过程和装备的所得度量 and 状态。

[0062] 附加物理参数的示例是使用压电传感器或加速度计的振动测量结果。对于一些应用,振动筛或周围框架的振动受到所处理的负载的性质和大小的影响。岩石的质量和流体粘度对在振动筛筛网上行进的固体和流体的与振动的马达传递的能量相关的行为有直接影响。移动频率和振幅、振动筛的角度以及对过程的影响可产生可与使用成像设备捕获的数据相关的极特定振动特征。负载传感器和应变计也可用作传感器,这些传感器也将更好地暴露振动筛筛网上的负载分布。

[0063] 物理参数的另一个示例是由振动筛操作的组合以及被处理的流体和固体的组合所产生的声学参数。声学传感器可以是嵌入在成像设备中的麦克风、压电或压力传感器,或者附加传感器。全部在振动筛筛网上行进的固体和流体的性质以及振动筛的操作条件可被采样以产生可与特定状态和条件相关的特定声学特征。此外,可捕获特殊状态和条件,如压力清洗机或磨损的筛网的使用情况,以生成可与从图像捕获产生的数据相关的特定声学特征。

[0064] 物理参数的另一个示例是振动筛的电动马达的电流。以高于1KHz的采样率测量的电流可显示连接到马达轴的物理设备的影响。当负载或负载的行为变化时,这在某些应用中可能导致电动马达的轴和转子的加速或减速。在某些应用中,这些变化将对通过电动马达的电流具有直接影响。使用马达电流特征分析(MCSA),连续的电流特征可产生,并与由图像捕获产生的数据相关联。

[0065] 在各方面中,主元件可提供通过模数转换器(ADC)并以高于1KHz的速率进行采样的模拟信号。数据可加时间戳,并且变成时间序列。然后可通过FFT和小波将数据转换到频域,以在保持信息内容的同时减少数据量和密度。随时间推移的频域签名随后可被存储并与由光学检查产生的数据相关以改善生成的度量维度、准确性和稳健性。

[0066] 环境100还包括钻机设备194。钻机设备捕获并传输与井下BHA工具或钻机装备相关的信息,包括钻探操作期间钻头的深度和位置信息、伽马射线读数、井筒体积和泵流速。另外,可使用视觉系统104和计算设备102确定各种井筒属性,诸如井筒深度和体积。例如,可在井筒处注入示踪剂。这些BHA或注入的人造示踪剂可被捕获在图像中。在示踪剂已从井筒行进到配备有视觉系统104的MMSM位点之后,可将包括示踪剂的图像部分选择为ROI。该信息可经由网络106发送到计算设备102以供对象成像和检测应用程序172处理。来自钻机设备194和环境传感器的信息可由EDR捕获。

[0067] 通信网络106用于允许在环境100中提供的各种元件之间进行通信。网络106可以是互联网、内联网或另一种有线或无线通信网络。例如,通信网络106可包括移动通信(GSM)网络、码分多址(CDMA)网络、第三代合作伙伴计划(GPP)网络、互联网协议(IP)网络、无线应用协议(WAP)网络、Wi-Fi网络、卫星通信网络或IEEE 802.11标准网络,以及它们的各种通信。也可使用其他常规和/或以后开发的有线和无线网络。

[0068] 如图所示,环境100还包括具有处理器170以及对象成像和检测应用程序172的计算设备102。计算设备102可运行对象成像和检测应用程序172。对象成像和检测应用程序172可通过网络诸如网络106发送和接收信息。该信息可包括来自图像视觉系统104的数据和信息(包括ROI和图像数据)、来自环境传感器180和井状态设备194的数据和信息以及环境100的其他信息(统称为系统100数据)。

[0069] 系统100数据和其他信息可由对象成像和检测应用程序172用以执行多种功能。例如,对象成像和检测应用程序172可使用系统100数据来选择或改变形成由图1所示的成像设备捕获的图像的一部分的ROI。另外,对象成像和检测应用程序172可应用各种数字渲染技术以基于环境传感器数据连同其他系统100数据来预处理图像数据,以准备用于识别井筒对象的图像。另外,对象成像和检测应用程序172可识别井筒对象,诸如井筒对象130。可使用DNN执行井筒对象和其他对象的识别。对象成像和检测应用程序172可分析系统100数据以基于安全和/或生产区域来对井的区域进行分类。对象成像和检测应用程序172还可分

析系统100数据以确定钻机和/或井筒的当前和历史操作状态。另外,对象成像和检测应用程序可更改和/或压缩系统100数据中的任何数据以通过低带宽网络传输此类数据。

[0070] 环境100还包括一个或多个服务器192。在本技术的各方面中,对象成像和检测应用程序172可经由服务器192与远程用户交互。这种交互可包括向远程用户发送关于井筒状态、对象流中的经分类对象、提醒、安全警报、操作参数等的信息,如本文进一步描述。服务器可促进与计算设备102、视觉系统104、第一成像设备160、第二成像设备162以及环境100的其他传感器和仪器的交互。此类交互可经由客户端和/或web浏览器进行。

[0071] 如图所示,存储设备190与一个或多个计算设备102、服务器192和视觉系统104电子通信。存储设备190可用于将所获取的图像和计算数据以及其他数据存储在存储器和/或数据库中。例如,存储设备190可存储由成像设备捕获的图像以及相关数据,诸如捕获时间。此外,传感器数据和其他信息可与关系数据库或其他数据库中的图像相关联。对象成像和检测应用程序172可出于多种目的检索此类所存储数据。例如,如本文进一步描述,对象成像和检测应用程序可在过去捕获的图像上设置新ROI。对象成像和检测应用程序172可使用存储在存储设备190上的图像数据来检索历史图像和/或历史图像数据的一部分,包括与新设置的ROI相关联的历史图像数据。

[0072] 应当理解,计算设备102可远离MMSM并且被动地获取数据而不与MMSM交互。在应用中,可通过添加和/或修改MMSM装备操作区域,诸如照明、照明控制和天气屏蔽,来增强数据输出的总体质量、准确度和精度。

[0073] 此外,对MMSM的修改可提供对图像捕获的进一步增强。示例包括安装成像设备的已知且一致的背景视场。可使用在MMSM装备上引入具有已知尺寸和/或位置的标记,对于某些应用,这有助于ROI定位或生成、校准、大小确定以及诸如扭曲或歪斜的图像处理操作。可修改MMSM的输出以更好地分离和/或澄清对象流,例如,以在视觉系统104的视野中直接更远处输出较大颗粒。MMSM装备可接收附加感测装备,例如振动、电流和/或声学仪器。来自该装备和仪器的数据可经由网络发送到计算设备102。

[0074] 图3A和图3B示出了视场300的ROI在第一时间(T1)与第二时间(T2)之间的示例性变化。在示例中,视场300由单个相机捕获。视场300可以是成像设备的整个视场,该成像设备可与参考图1描述的成像设备相同或相似。图3A示出了图像捕获设备306上的时间T1处视场300中的第一感兴趣区域302以及时间T2处视场300中的第二感兴趣区域304。

[0075] 在本技术的各方面中,对象成像和检测应用程序诸如本文所述的对象成像和检测应用程序172从第一时间T1和第二稍后时间T2动态确定一个或多个视场内的新感兴趣区域。在其他示例中,T2出现在T1之前。例如,在下游检测到感兴趣对象的情况下,对象成像和检测应用程序可访问包括上游、时间上更早的ROI的历史图像数据。这样的访问可通过对象成像和检测应用程序访问联网数据库诸如数据库190来发生。

[0076] 在本技术的各方面中,ROI 302/304的大小和/或形状由一个或多个计算设备基于对象流中的对象的方向和速度来确定。例如,示出包括落在MMSM的下落区308中的对象306的ROI 304的ROI 304可被设定大小和形状使得图像捕获至少一个对象下落的全部过程。在其中对象以高速和/或加速度行进的一些方面中,ROI可在垂直方向上比在对象静止的情况下更高以捕获对象流中的整个对象。例如,在成像设备的分辨率/快门速度使得对象看起来比在对象静止的情况下看起来更长(由于成像失真,例如,图像拖尾)的情况下,这可能发

生。

[0077] 还应当理解,可相对于第一ROI 302和第二ROI 304的设置/分析实时捕获视场。还应当理解,图像捕获可相对于对象成像和检测应用程序诸如对象成像和检测应用程序172正在设置/分析感兴趣区域的时间发生在过去。在本技术的各方面中,对象成像和检测应用程序172识别异常诸如感兴趣对象,并且对象成像和检测应用程序172可在T2处设置新ROI。对象成像和检测应用程序172可通过识别可能更容易识别对象流中的对象的区域来设置新ROI。例如,新ROI可在更干燥和/或更缓慢的对象流的区域中。还应当理解,新ROI的选择可如由对象成像和检测应用程序所确定从一个ROI改变为许多ROI,和从许多ROI改变为更少ROI,如本文进一步描述。

[0078] 另外,可改变成像设备的设置以帮助图像捕获和/或改变ROI。例如,可调整快门速度、曝光、分辨率和增益以考虑速度、照明水平或其他条件。在速度和/或照明较高的情况下,可增加快门速度以允许使用相对较小的视场。对于某些应用,期望较小ROI,因为除其他因素之外,假设所有其他参数相等,与较大ROI相比,较小ROI往往需要更少处理时间和处理功率,并且需要更少网络带宽来传输。

[0079] 图4示出了根据示例性实施方案的具有处理器401的计算设备402的框图。在本技术的各方面中,计算设备可与参考图1描述的计算设备102相同或相似。如图所示,计算设备402包括其上存储有对象成像和检测应用程序406的计算机可读介质(CRM) 404。对象成像和检测应用程序406可与上文参考图1描述的对象成像和检测应用程序172相同或相似。

[0080] 在示例中,对象成像和检测应用程序406包括执行与以下相关的各种功能的各种引擎:接收与MMSM相关的图像数据、环境数据和井筒设备数据;处理此类图像数据;识别在图像数据内捕获的对象;基于所接收的数据自动调整一个或多个ROI;基于所接收的数据识别并存储井筒和钻机的操作和生产参数等。

[0081] 成像设备调谐引擎408使用各种因素来设置一个或多个成像设备的参数。此类成像设备可具有与上述相同或相似的性质。成像设备调谐引擎408可经由网络发送和接收信号。这些信号可以是致使调谐引擎改变与一个或多个成像设备相关联的快门速度、光圈、分辨率和/或增益中的一者的控制信号。另外,成像设备调谐引擎408包括确定是否打开/关闭和/或开始捕获图像。

[0082] 在本技术的各方面中,图像调谐引擎408在设置一个或多个成像设备的参数时使用来自钻探操作的环境因素。例如,图像调谐引擎408可从一个或多个传感器诸如环境传感器180、光源164、钻机传感器194接收关于环境因素的信息,和/或其他信息。该信息可经由网络诸如网络106来传输。另外,图像调谐引擎408可接收感兴趣事件/对象正在其他设备处发生的信息,该信息可触发控制系统打开该设备和/或开始捕获/存储图像数据。

[0083] 举具体的非限制性示例,由一个或多个传感器捕获的与马达(例如,指示马达速度)、流速检测器相关的振幅和频率信号或者指示可影响图像捕获的操作环境的其他操作指标可用于自动调整一个或多个成像设备的各种设置。另外,信号可变换成图像数据并由DNN分析,该分析可输出到图像调谐引擎408以改变成像设备的参数。

[0084] 系统400包括ROI选择引擎410。ROI选择引擎410处理确定一个或多个ROI的大小、形状和位置。然后,所选的一个或多个ROI被发送到检测和分类引擎以供如本文所述进行进一步处理。ROI选择引擎410可使用实时捕获的图像数据来选择ROI。附加地/另选地,可使用

归档/历史图像数据来选择附加ROI。

[0085] ROI的大小、形状和数量由多种因素决定。例如,图像设备设置可影响ROI的大小。在一些示例中,成像设备可设置为低快门速度和/或低分辨率,使得需要更大ROI。环境因素、对象流中的对象的速度或存在以及其他数据可用于确定ROI的大小。

[0086] 另外,视场内的ROI的数量和/或跨多个视场的ROI的数量可使用从检测和分类引擎412接收的信息来确定。此外,ROI选择引擎410可基于多个因素来确定改变/附加ROI,这些因素包括当前选择的ROI的清晰度、当前ROI中潜在感兴趣对象的增加/减少、当前ROI中检测到的对象的类型、当前ROI中检测到的对象的速度/加速度等。

[0087] 例如,在检测到感兴趣对象和/或事件的情况下,ROI选择引擎可确定选择附加ROI用于分析。ROI选择引擎可接收指示当前感兴趣区域处于较湿润区(例如,振动台的筛网)中且在较湿润区中捕获的对象是感兴趣的信息。ROI选择引擎可从不同视场(例如,不同成像设备)或相同视场选择附加ROI并且识别不同对象流区段中的对象。例如,该区段可以是相对较干燥区段,在示例中,该相对较干燥区段允许通过检测和分类引擎更容易分类。如果传感器确定ROI处于异常或反常状况(例如,对象流中的对象太湿和/或结块而不能分析),则可选择新ROI,其中选择新ROI来跟踪初始ROI之外的对象。例如,可在某个时间和沿着对象流的对应于感兴趣对象的可能位置的位置处选择其他ROI 110。该可能位置可通过对象在对象流中移动的估计行进(例如,基于速度、加速度、流体流动力学等)来确定。位置可基于优选下游位置(例如,另一个MMSM)和感兴趣对象的可能时间/位置来选择。

[0088] ROI选择引擎410可选择ROI以识别关于分离的问题。例如,在对象流与机械分离设备接触的情况下,可选择ROI来分析对象流/对象与分离设备之间的接触程度。另一个示例是MMSM的筛板已经磨损并且对象流受到影响的情况。这可能是令人感兴趣的,并且可能受到各种因素的影响,包括速度、台角度、流量、分离器的设计、对象流中颗粒的大小、液体含量以及由分离器设备赋予对象流的能量等。

[0089] 检测和分类引擎412接收图像数据以用于分析图像数据。在各方面中,检测和分类引擎预处理图像数据412以准备由DNN进行分类。图像数据可以是相机的整个视场和/或仅视场的一个或多个感兴趣区域。在本技术的附加/另选方面中,各种环境信号(例如,振动、马达电流和声学信号)可穿过小波滤波器并且被成像以供分类。在本技术的各方面中,检测和分类引擎使用DNN来分析ROI以确定ROI兴趣中的一个或多个图像方面。图像方面可包括对象流的对象、其他对象和/或已经穿过小波滤波器以通过DNN生成图像分类的信号。

[0090] 在本技术的各方面中,DNN基于执行类似卷积的功能以提取图像的特征的一系列可见层和隐藏层。在示例中,特征是由神经网络识别的图像的性质和视觉特性。在示例中,DNN的结构包括许多隐藏层,这些隐藏层由连接到来自前一层和下一层的所有节点的多个节点构建而成。当训练模型时,通过调整用于将所有节点从一层连接到另一层的增益(权重)来调谐神经网络,直到损失处于最小水平。通过将神经网络的结果与参考(如图像的标签)进行比较来确定损失。在各方面中,标签表示整个图像(分类)或特定区域的位置和性质(对象检测)。

[0091] DNN模型可用于再训练(mobilenetv2、YOLO等),这意味着DNN以其知道如何高效地提取和组织在图像中发现的特征的方式来构造。在示例中,这些模型允许对最后层的定制,其中训练过程调谐所提取特征之间的连接权重以及所提取特征与所训练条件和对象相关

的方式。训练算法可使用附加到已经被人类捕获或验证的训练图像的元数据。

[0092] 在本技术的各方面中,使用具有带标记对象的数据集来训练DNN。对于包括使用小波滤波器变换的信号的图像的图像,标记可包括操作参数,诸如故障迹象、振动迹象等。在本技术的各方面中,训练过程包括基于空间增强、颜色空间增强和图像模糊的数据增强机制。此外,可基于可能在筛分振动筛上找到的对象的定制数据集来训练神经网络进行对象检测和跟踪。在示例中,DNN可以是SSD、DSSD、DetectNet_V2、FasterRCNN、YOLO V3、YOLO V4、RetinaNet中的一者或多者。以下训练模型可基于安装来使用:ResNet 10/18/34/50/101、VGG16/19、GoogLeNet、MobileNetV1/V2、SqueezeNet、DarkNet、SCPDarkNet、EfficientNet。

[0093] 来自检测和分类引擎412的输出可以是所识别的对象、对象的类型、对象的数量、事件(例如,筛网更换、清洗循环、过度振动)、相对位置(例如,在振动台位置的各种通道内)和/或ROI的大小的列表。在各方面中,使用数字滤波器对所检测的每个对象的子图像进行第二次处理以确定准确轮廓并校正所测量的面积数据。可使用斑点检测方法检测感兴趣区中的区域并将这些区域与来自深度神经网络的总面积进行比较。这可用于确认检查性能和命中百分比。视场中的静态已知对象或事件可被训练并且成为所得库存的一部分以监测系统100的健康状况。

[0094] 在示例中,对对象流中对象的分类涉及井筒对象。应当理解,可训练DNN以各种方式对图像中的对象进行分类。示例包括将对象分类为钻屑、塌陷碎屑、流体、示踪剂、碎石、碎屑、金属、塑料、橡胶等。

[0095] 在本技术的各方面中,检测和分类引擎412还可执行未知对象检测。DNN可返回具有低概率的对象。另外,可使用边缘检测滤波器、斑点检测方法和使用神经网络来检测对象形状的形状检测的组合来检测未知对象。未知对象检测还可包括与总面积和对象形状库存的检测到的对象的列表进行比较。未知对象图像可被保存以供进一步训练。可生成性能指标以提醒检测到未知对象。

[0096] 计算和警报生成引擎414聚集来自检测和分类引擎412的信息以及来自成像系统诸如系统100的其他信息,并且计算和/或确定与设定值和数据范围的偏差。在示例中,基于这些偏差,计算和警报生成引擎414输出听觉和/或显示指标。

[0097] 可从各种传感器、设备和计算设备收集数据,诸如系统100数据,以增强来自检测和分类引擎412的信息。作为非限制性示例,如由检测和分类引擎412分类的特定对象的编号可被聚集并与时间戳相关联。在一些实例中,对象信息还可与环境因素诸如钻机的位置信息相关联。

[0098] 在本技术的一些方面中,计算和警报生成引擎414使用所收集的数据、来自计算和警报生成引擎414的信息和/或预先确定的设定值来确定与设定值的偏差。例如,对象的检测速率、检测频率的变化、变化加速度或其他度量可使用聚集的信息来分析。该聚集可与预设值进行比较。预设值可基于包括系统100数据的多种因素而变化/或改变。当计算和警报生成引擎414偏离一个或多个预设值时,则警报生成引擎可向显示器、听觉设备、触觉设备或其他设备发送输出以向系统的用户警示已经检测到潜在错误。

[0099] 计算和警报引擎414还可使用所捕获的图像来执行其他计算。例如,当使用示踪剂时,可确定深度和井筒体积(直径),如参考图12至图14进一步描述。

[0100] 下表1提供了可由计算和警报生成引擎414识别的操作指标示例。

[0101] 表I

[0102]

井筒对象	描述	操作指标
钻屑	由钻头 (BHA) 通过切削动作产生的岩石	钻屑特性, 包括大小、形状、颜色和体积
钻屑-大小	BHA 产生的, 受钻头、液压和环空时间影响 正常操作的基线。存在、不存在或偏差指示研磨、BHA 钝化、井筒液压不足、装备故障。	由低泵送速率引起的钻屑大小减小增加了在井孔中花费的时间并且因此经受由 BHA 进行的更多研磨。 由液压马力不足引起的钻屑大小减小导致钻屑被钻头重新钻取。 钻屑大小指示其在井中保留多长时间。较大钻屑研磨较少并且指示高效去除。较小钻屑由于其在井筒内部行进时间较长而粉碎程度更大。

[0103]

		大小的突然增加可以是塌陷碎屑的指标。
钻屑-形状	BHA 产生的, 受钻头、液压和环空时间影响	正常操作的基线。存在、不存在或偏差指示研磨、BHA 钝化、井筒液压不足、装备故障。 形状的变化可以是塌陷碎屑或研磨、BHA 钝化、井筒液压不足、装备故障的指标。
钻屑-颜色	BHA 产生的, 受地层类型影响	正常操作的基线。深度和地质地层位置、偏差指示地层岩性变化。
钻屑-体积	BHA 产生的, 受地层和操作影响	正常操作的基线。存在、不存在或偏差指示机械钻速的变化、井筒几何形状和井筒液压不足。 体积的突然增加可以是塌陷碎屑的指标。
塌陷碎屑	当井筒被 BHA 穿透时地层应力不稳定产生的岩石。塌陷碎屑不是如钻屑那样由 BHA 产生的。	塌陷碎屑具有独特特性, 包括大小、形状、颜色和体积。
塌陷碎屑-大小	地层产生的, 受地应力和流体流变学、液压和环空时间影响	正常操作的基线。存在、不存在或偏差指示超标井孔、井涌和井筒不稳定性。一定程度的塌陷碎屑是可接受的而不影响井孔清洁效率。
塌陷碎屑-形状	地层产生的, 受地应力和流体流变学、液压和环空时间影响	以上+识别地层故障类型和校正动作
塌陷碎屑-颜色	地层产生的, 受岩性影响	以上+地层类型
塌陷碎屑-体积	地层产生的, 受地应力和流体流变学影响	可接受量的基线、偏差指示井涌、地层应力的变化、不稳定性的严重程度影响井孔清洁并且潜在地导致杆卡住。
流体	非岩石上 ROI 中的液体程度	振动筛 (MMSM) 溢流、流动转向器控制、筛网大小、振动力、离心力、沉降时间
RFO	对象上保留的流体	MMSM 性能、废料坑内的干燥度 (浆料密度)
所有对象	对象流或分配 人类、工具、振动筛部件	MMSM 性能, 包括其角度、速度、磨损、力、筛网故障、压力清洗、筛网更换、流动问题、过载、质量结块、不良流体流变性
示踪剂	添加的独特人造标识符 (形状、颜色、大小)	用于计算滞后深度、井孔体积、泵效率、扫井效率、液压并校准计算机视觉系统
碎石	独特地层 (岩石) 产生的标识符 (形状、	与应力无关标识问题/过渡区 (井漏、井涌) 的非页岩地层不整合(坍塌碎屑)

	大小、体积)	
[0104] 金属	BHA 产生的, 或装备故障	BHA 部件, 包括钻头、马达、MWD、LWD、浮动装备
塑料	BHA 产生的, 或装备故障	BHA 部件, 包括马达、MWD 和 LWD。浮动装备
橡胶	BHA 产生的或装备故障	BHA 部件马达、MWD、LWD。浮动装备

[0105] 用户界面引擎416可使用来自检测和分类引擎412、计算和警报生成引擎414的信息以及其他信息诸如在环境100中捕获的数据、图像和其他信息(包括系统数据100)来生成GUI。在一些方面中,生成的GUI具有足以通过低带宽网络传输的相对较低的数据要求。

[0106] 用户界面引擎416可提供数据可视化以用于在显示设备上显示用户界面。作为示例,用户界面引擎416生成接受输入并提供由计算设备诸如本文所述的计算设备的用户查看的输出的本地和/或基于web的图形用户界面(GUI)。用户界面引擎416可使用对象成像和检测信息来提供实时、自动且动态刷新的GUI。

[0107] 在本技术的各方面中,用户界面引擎416提供对象流中的对象的代表性图像。该代表性图像可具有比初始捕获的图像小的数据足迹。例如,ROI可用白色背景来表示。被分类为钻屑的对象可由简单的黑白图形表示(例如,黑色正方形)来表示。其他信息诸如流体可从图形表示中排除。这可允许跨网络传输相对较小的图像数据。在一些应用诸如远程近海钻探中,这可帮助促进近海钻机与另一团队之间的通信。

[0108] 根据一个示例,用户可使用预置和基于云的web显示来访问仪表板和报告。实时显示包括示出视场、实时分布指标和警报历史的采样图像。异常报告示出对象的对应图像和测量参数。参考图7A和图7B描述的图形用户界面可使用用户界面引擎416来产生。

[0109] 另外示出了训练引擎418。训练引擎418选择图像以利用DNN进行训练。选择可在图像识别未知对象时进行。训练引擎还接收带标记数据并将带标记数据提供给DNN。例如,训练引擎418可通过图形用户界面向用户提供图像数据以对感兴趣区域中的对象进行分类。在一个示例中,可向用户呈现由成像设备捕获的图像。图像可被划分成各个区段。然后可提示用户选择具有钻屑、大钻屑、碎屑、金属对象等的所有区段。在选择时,图像将被加标记并提供给DNN以供训练。应当理解,可设想训练图像数据的其他方法。

[0110] 图5是根据本公开的示例的通过对象成像和检测系统执行对MMSM中的对象的对象成像和对象检测的方法500。尽管示例性方法500描绘了特定的操作序列,但在不脱离本公开的范围的情况下可更改该序列。例如,所描绘的操作中的一些操作可并行地或以不实质上影响方法500的功能的不同序列来执行。在其他示例中,实现方法500的示例性设备或系统的不同部件可基本上同时或以特定顺序执行功能。

[0111] 方法500开始于捕获图像操作502。在操作502中,使用图像捕获设备(诸如本文中讨论的成像设备和参考图1所讨论的成像系统104)来捕获图像。图像还可以是通过使用小波滤波器转换传感器信息而形成的图像。这种信号信息可包括与成像系统诸如成像系统104相关联的电流和加速度计。

[0112] 然后,方法500进行到将图像与操作参数相关联操作504。在操作504中,图像可与各种操作参数相关联。例如,图像捕获的时间、图像捕获时钻头的位置信息或其他钻机信息(诸如例如由钻机设备194提供的钻机信息)、各种环境数据(诸如由环境传感器180捕获的

数据)和/或其他系统数据100可与图像相关联。这种关联可存储在数据库中,诸如联网存储设备190中。

[0113] 然后,方法500进行到确定ROI操作506。在操作506中,确定一个或多个ROI。ROI可以是由视觉系统诸如视觉系统104捕获的图像的视场的一部分或全部。一个或多个成像设备可定位成使得感兴趣区域包括对象流、MMSM的一部分或全部等,并且ROI可包括第一对象流和第二对象流。第一对象流可被选择为ROI,因为第一对象流比特定阈值更湿,而第二对象流比特定阈值更干。作为示例,至少一个感兴趣区域的一部分可处于自由落体状态。作为另一个示例,至少一个感兴趣区域的一部分可捕获飞行对象(例如,在振动筛筛网上方弹起的对象)。作为示例,第一感兴趣区域可基于在第一感兴趣区域中分析的信息动态触发和/或限定第二感兴趣区域。例如,可基于与图像相关联的信息或其他信息来确定ROI。另外,可将ROI选择为确定MMSM的状态。因此,ROI可以是振动筛的筛板或振动筛的其他部分。关于图6更全面地详细描述确定ROI。

[0114] 确定ROI的特定非限制性示例如下。视场可包括具有凸缘的筛板振动筛,在该凸缘处,从振动筛的对象流下落的对象进入自由下落。可使用本文所述的预处理技术在图像数据中自动检测和/或手动识别该凸缘。附加地/另选地,可使用DNN。例如,可通过识别振动筛筛网的宽度、顶部边缘和底部边缘来选择感兴趣区域。可自动确定从顶部边缘到底部边缘的距离以确保捕获自由下落中的至少一个对象(例如,ROI不太小以至于捕获不到任何单个对象)。

[0115] 在本技术的各方面中,使用具有每秒帧率(FPS)的摄像机来捕获图像。可确定底部边缘距顶部边缘的距离,使得每个连续帧包括所有新对象,但是没有(或很少)对象被遗漏。这可通过识别对象下落通过ROI所花费的时间/距离并且设置ROI的竖直长度使得FPS匹配对象下落通过下落区所花费的时间来实现。在各方面中,行进距离由运动学公式 $d = v_i * t + 1/2 * a * t^2$ 确定,其中对象在凸缘处的初始垂直速度等于0m/s且加速度为重力加速度 $g = 9.8m/s^2$ 。

[0116] 作为特定示例,在成像设备的FPS为30的情况下,可选择ROI的竖直长度,使得进入下落区(即,开始下落)的对象花费1/30秒穿过ROI。对于某些应用,这允许更容易地计算对象流中的对象的体积,因为可避免重复计数。

[0117] 方法500可选地进行到预处理图像操作507。在操作507中,对图像数据进行预处理。在本技术的各方面中,在将与一个或多个ROI相关联的图像数据发送到DNN进行对象检测和分类之前对该图像数据进行归一化。例如,可使用边缘检测、斑点检测或经训练DNN(或其他技术)来识别振动筛的边缘。然后可旋转图像,使得馈送到DNN的图像数据具有更一致的取向(例如,其中振动台的边缘平行于水平入口)。另外,图像可进行白平衡、亮度均衡和/或裁切以向分类DNN提供更均匀图像数据(例如,具有标准像素大小诸如 256×256 、 224×224 等的图像数据、在白平衡、亮度均衡等方面没有大变化的图像数据)。可执行光校正。在本技术的各方面中,可通过将ROI分割成片段(例如,按MMSM的通道进行分割,MMSM的通道可使用DNN、边缘检测或其他技术来检测)来执行光校正。可将柱状图应用于每个片段。可调整其他参数诸如色彩、位深度、纵横比等以更好地表示DNN已针对其进行训练的值。可这样做以将相对更归一化(例如,以特定方式旋转、光校正)的图像数据发送到DNN,诸如参考操作508所述的DNN。预处理的一个优点在于,DNN不需要跨多个MMSM、钻机地点、天气条件、照

明条件等针对每个成像设备进行大量重新训练。

[0118] 方法500进行到识别对象操作508。在操作508中,将图像分析应用于(如可选地在操作507中预处理的)一个或多个ROI以对图像中的一个或多个对象和/或小波图像的一个或多个特性进行检测和分类。例如,在操作508中,使用图像信息识别至少一个井筒对象。检测可使用DNN进行。另外,操作508还可包括使用图像信息检测至少一个井筒对象的不存在。另外,可识别至少一个检测的井筒对象的特性。这包括各种物理性质,诸如形状、体积、质量、材料类型、体积、用户定义的类型或可使用DNN训练的另一种特征。此外,可训练DNN识别MMSM磨损,诸如对筛网的损坏、筛网上的堆积、不均匀台调平、振动筛的溢流等。此外,可训练DNN识别对象流之外的对象,诸如压力清洗机的存在(指示压力清洗)、筛网更换和/或筛网移除。如本文所指出,分类可基于机器学习并通过调谐由视觉系统捕获的图像进行。

[0119] 方法500进行到计算系统状态操作510。在操作510中,使用在操作508中识别的所检测和分类的对象(和/或其他信息)来计算一个或多个系统状态。例如,将对象/信号的数量、变化速率和变化加速度聚集并与正常值和/或设定值进行比较。正常值和/或设定值可基于在操作504中与图像相关联的数据自动更新。另外,MMSM磨损的存在或不存在、诸如压力清洗等事件的增加的频率可被聚集。在比较之后,可确定一个井筒状态,包括平均钻屑体积、钻机性能、井故障的可能性、井的生产、井区安全水平、钻头状态、MMSM状态、筛网状态。

[0120] 然后,方法500进行到输出操作512。在输出操作512中,可将对象的数量、对象的类型和/或系统状态输出到GUI,诸如本文所述的GUI。

[0121] 图6示出了用于设置ROI的方法。尽管示例性方法600描绘了特定的操作序列,但在不脱离本公开的范围的情况下可更改该序列。例如,所描绘的操作中的一些操作可并行地或以不实质上影响方法600的功能的不同序列来执行。在其他示例中,实现方法600的示例性设备或系统的不同部件可基本上同时或以特定顺序执行功能。方法600开始于接收ROI事件操作602。在操作602中,接收ROI事件。ROI事件是由对象成像和检测应用程序诸如对象成像和检测应用程序406接收的数据,该数据致使程序设置、改变、移除和/或添加附加ROI以用于分析。下表II提供了示例性ROI事件和关于ROI的对应潜在动作:

[0122] 表II

事件	动作
系统初始化	ROI 设置在预先确定区域诸如 MMSM 的下落区
检测到潜在感兴趣对象 检测到潜在故障	附加 ROI 设置在下游以分析更多/更高分辨率图像设备。增加 ROI。
与正常无偏差	改变 ROI 数量、降低分辨率和/或减小 ROI 的大小。
[0123] 改变钻探参数	相应地调整 ROI 的大小、形状和数量
人类活动	ROI 设置为增至图像维护活动
照明水平	转换 ROI 区域
音频、电流或其他传感器输入	扩展感兴趣区域
成像条件未达最佳	调整照明、滤波器、擦拭器、波长等以改善图像质量

[0124] 然后,方法600进行到检索ROI图像数据606。ROI可应用于实时或近实时图像数据。

另外,ROI可应用于历史数据。在操作606中,检索ROI的图像数据并将其发送到检测和分类引擎诸如检测和分类引擎412以用于图像检测和分类。

[0125] 图7是具有筛网718的MMSM 702的通道的示例性图示。示出了第一通道704、第二通道706、第三通道708、第四通道710、第五通道712、第六通道714和第七通道716。通道是对象流中的一个或多个对象的行进路径。这些行进路径可受MMSM筛网类型、筛网状况及操作状态(例如,脏、干净、破损等)影响。通道的数量可由本文所述的系统的用户预设。另选地,DNN可使用训练数据来自动识别通道。对象流中的对象可按通道聚集并使用本文所述的GUI来显示。

[0126] 图8示出了在计算设备800(如所示出的,平板计算机)上显示的GUI的示例,该GUI可使用本文所述的系统和方法来生成,包括使用如上所述的用户界面引擎418来生成。

[0127] 图形元素802是包括井孔稳定性标度盘804、形状百分比区806和井孔柱状图808的图形元素。它们各自涉及井孔稳定性的状态。图形输出可基于所确定的井孔稳定性(井孔稳定性可使用计算和警报生成引擎414来计算)而改变。非限制性示例包括确定跟踪的塌陷碎屑具有(例如,与设定值相比)高于正常的每时间单位的平均数量、(例如,与设定值相比)高于正常的速率的变化率等。作为特定示例,每时间大量的塌陷碎屑或塌陷碎屑数量的大量增加可指示井孔状态不良并且情况危急。如果DNN未检测到塌陷碎屑或低塌陷碎屑量,则系统可确定井筒稳定性良好。基于该确定,可生成图形输出,包括井孔稳定性标度盘804,该井孔稳定性标度盘示出具有三个区段和一个指针的标度盘图。在各方面中,以表示三个级别(红色=危急、黄色=小心、绿色=良好)的交通灯颜色方案来呈现状况的图形输出。

[0128] 形状百分比区806是反映塌陷碎屑形状的表。塌陷碎屑的形状可使用如本文所述的检测和分类引擎412来识别。在示例中,检测到的塌陷碎屑通过它们的形状(例如,有角的、块状的、碎片的)来识别。检测可使用经训练DNN进行。用户界面引擎416可输出足以使每个形状的相对百分比在GUI中描绘出的信息,诸如形状百分比区806。对于某些应用,形状是井筒稳定性的关键地质力学指标,并且描述了潜在地层应力类型故障。因此,塌陷碎屑的形状也可影响井孔稳定性和井孔稳定性标度盘804。井孔柱状图808示出了在钻井时随时间推移的塌陷碎屑大小检测事件。

[0129] 图形元素810是井孔清洁度状态,该图形元素包括井孔清洁度标度盘812、事件指标814和筛网负载趋势柱状图816。本文所述的系统和方法可确定和识别各种事件。例如,从图像数据收集的信息可与由其他数据库/系统(例如,从钻机EDR系统)提供的钻机状态数据比较,以识别操作参数诸如流体泵送流速、钩负载(HKLD)、当量循环密度(ECD)、扭矩、钻头转速(RPM)、机械钻速(ROP)、泥浆流变性、井孔直径和钻探角度的变化。它们各自可指示井孔的清洁度。例如,可将钻探时泵送流速的理论ROP与使用图像数据或经验或钻屑运输模型确定的实际当前ROP进行比较。如果实际ROP速率过高(即,产生比可有效移除的钻探钻屑多的钻探钻屑),则事件日志814可根据事件的严重性而指示黄色或红色。在本技术的各方面中,事件区段使用贝叶斯模型基于钻机的EDR参数如HKLD、ECD和扭矩来预测对井孔清洁度的担忧程度。该信息可用于生成孔清洁度标度盘812。在各方面中,以表示三个级别(红色=危急、黄色=小心、绿色=良好)的交通灯颜色方案来呈现状况的图形输出。

[0130] 如图所示,筛网负荷趋势柱状图816表示使用本文所述的系统和方法在MMSM处检测到的钻屑、塌陷碎屑或其他用户选择的对象分类的体积或质量。可经由用户交互(例如,

触摸筛网负载时间图表的区域)来切换筛网负载时间以示出其他数据。

[0131] 井图标818是表示井的当前深度和角度的示例性图标,具有按区井孔清洁状态的指示。每个区具有用于有效井孔清洁的独特参数和方法,并且对一个区中的操作钻探参数的改变可影响另一个区的清洁能力。钻探元件819基于BHA在循环或钻探时所处的位置来指示可能发生偏差的位置。

[0132] 另外示出了振动筛平衡图820。振动筛平衡图820是离开MMSM的材料的体积的视觉表示。x轴表示振动筛上的通道。y轴是在该通道中观察到的钻屑的数量。当钻屑离开MMSM时,操作员可使用振动筛平衡图820来监测钻屑体积分布,这可向钻探工告知MMSM的水平和竖直对准并且相应地进行调整。在本技术的各方面中,检测和分类引擎412确定随时间推移流过页岩振动筛的每个通道的钻屑数量和/或钻屑体积。

[0133] 视频图像822也是由计算设备800显示的GUI的一部分。视频可以是实时数据馈送,或者视频可以是视场、感兴趣区域的历史图像数据(例如,视频或静止图像),或者是由视觉系统诸如上述视觉系统104捕获的其他视频数据。用户可使用各种输入设备来与计算设备800交互以将视频配置为跨计算设备的整个显示屏显示视频图像。在本技术的各方面中,这将最小化其他区段。

[0134] 如图所示,屏幕捕获按钮824使得用户能够手动捕获并保存具有事件标志、时间戳和评论字段的图像。用户可与屏幕捕获按钮824交互以在用户看到感兴趣内容诸如金属对象或堵塞筛网时引起屏幕捕获。在示例中,可使用屏幕截图来跟踪事件,如跟随泵送的扫井剂或示踪剂以确定其返回到MMSM所需的时间或体积。

[0135] 另外示出了视频按钮826。在示例中,视频按钮826是当(例如,经由触摸或鼠标点击)交互时向用户呈现新屏幕的用户交互按钮。在示例中,新屏幕提供关于成像设备设置的信息,诸如光圈速度、分辨率设置和环境。可包括用于评论和标记的输入字段。另外示出了事件标志按钮830。在各方面中,当按下事件标志按钮830时,用户可获得更详细信息。

[0136] 曲线图828示出了示例性GUI表示,其指示作为机械钻速和井孔直径的函数的在选定时间段内移除的钻屑的状态。x轴是钻屑的数量,并且y轴是钻探的直线英尺数。线832示出了每英尺钻探井孔的预期钻屑值。线834是使用本文所述的成像检测系统捕获和计算的测量值。

[0137] 图9A是其中可实现包括上述对象成像和检测引擎的本创新技术的各方面的分布式计算系统900的示例性图。根据示例,任何计算设备诸如调制解调器902A、膝上型计算机902B、平板计算机902C、个人计算机902D、智能电话902E和服务器902F可包含用于控制与图像捕获和检测相关联的各种装备的引擎、部件、引擎等。另外,根据本文所讨论的各方面,计算设备中的任一计算设备可包含用于实现本发明的各方面的必要硬件。以举例的方式,当计算设备通过网络920从外部数据提供商请求或接收数据时,可在网络服务器和/或服务器处执行这些功能中的任何和/或全部功能。

[0138] 转到图9B,呈现了用于执行本文所讨论的技术的系统的架构的一个实施方案。与一个或多个计算设备相关联地交互、请求和/或编辑的内容和/或数据可被存储在不同的通信信道中或以其他存储装置类型存储。例如,可使用目录服务、web门户、邮箱服务、即时消息传送存储或编译联网服务来存储数据以用于图像检测和分类。分布式计算系统900可用于运行各种引擎以执行图像捕获和检测,诸如参考图4所讨论的那些引擎。计算设备918A、

918B和/或918C可向云/网络915提供请求,该请求随后由与外部数据提供商917通信的网络服务器920处理。以举例的方式,客户端计算设备可被实现为本文所述的系统中的任一个系统并且体现在个人计算设备918A、平板计算设备918B和/或移动计算设备918C(例如,智能电话)中。本文所述的系统的这些方面中的任一个方面可从外部数据提供商917获得内容。

[0139] 在各种示例中,用于构成本发明的计算设备之间的通信的网络的类型包括但不限于互联网、内联网、广域网(WAN)、局域网(LAN)、虚拟专用网络(VPN)、GPS设备、SONAR设备、蜂窝网络、以及附加的基于卫星的数据提供商,诸如向卫星电话、寻呼机和集成收发机等提供语音和数据覆盖的铱星星座。根据本公开的各方面,网络可包括企业网络和客户端计算设备可通过其访问企业网络的网络。根据附加方面,客户端网络是通过外部可用入口点(诸如网关、远程访问协议或者公共或私有互联网地址)来访问企业网络的单独网络。

[0140] 另外,逻辑操作可被实现为软件、固件、模拟/数字电路和/或它们的任何组合中的算法,而不脱离本公开的范围。软件、固件或类似的计算机指令序列可被编码并存储在计算机可读存储介质上。软件、固件或类似的计算机指令序列也可被编码在载波信号内以在计算设备之间传输。

[0141] 操作环境1000通常包括至少某种形式的计算机可读介质。计算机可读介质可以是可由诸如图10中描绘的处理设备1080和图11中示出的处理器1102之类的处理器或包括操作环境1000的其他设备访问的任何可用介质。以举例而非限制的方式,计算机可读介质可包括计算机存储介质和通信介质。计算机存储介质包括以用于存储诸如计算机可读指令、数据结构、程序引擎或其他数据之类的信息的任何方法或技术实现的易失性和非易失性以及可移动和不可移动介质。计算机存储介质包括RAM、ROM、EEPROM、闪存或其他存储器技术、CD-ROM、数字多功能盘(DVD)或其他光存储、盒式磁带、磁带、磁盘存储或其他磁存储设备、或可用于存储所需信息的任何其他非暂态介质。计算机存储介质不包括通信介质。

[0142] 通信介质体现计算机可读指令、数据结构、程序引擎或调制数据信号诸如载波或其他传输机制等中的其他数据,并且包括任何信息传递介质。术语“调制数据信号”意指以对信号中的信息进行编码的方式来设置或改变其一个或多个特性的信号。以举例而非限制的方式,通信介质包括有线介质诸如有线网络或直接线连接,以及无线介质诸如声学、RF、红外和其他无线介质。上述各类介质的任何组合也应包括在计算机可读介质的范围内。

[0143] 操作环境1000可以是使用到一个或多个远程计算机的逻辑连接在联网环境中操作的单个计算机。远程计算机可以是个人计算机、GPS设备、诸如静态监测设备或移动监测设备之类的监测设备、pod、移动部署设备、服务器、路由器、网络PC、对等设备或其他常见网络节点,并且通常包括上述元件中的许多或全部以及未如此提及的其他元件。逻辑连接可包括可用通信介质所支持的任何方法。此类联网环境在企业范围的计算机网络、内联网和互联网中是常见的。

[0144] 图11示出了计算系统1100的一个方面,该计算系统可用于实现本公开的各方面,包括本文参考各个附图及其相应描述所描述的多个计算设备中的任何计算设备。图11所示的计算设备1110可用于执行本文所述的操作系统1096、应用程序1098和程序引擎1003(包括参考图4描述的引擎)。

[0145] 在一些实施方案中,计算设备1010包括至少一个处理设备980,诸如中央处理单元(CPU)。多种处理设备可从多个制造商例如Intel、Advanced Micro Devices和/或ARM微处

理器获得。在该示例中,计算设备1010还包括系统存储器1082以及将包括系统存储器1082的各种系统部件联接到至少一个处理设备1080的系统总线1084。系统总线1084是任何数量类型的总线结构中的一种类型的总线结构,包括存储器总线或存储器控制器;外围总线;以及使用多种总线体系架构中的任一种总线体系架构的局部总线。

[0146] 适合于计算设备1010的设备的示例包括服务器计算机、pod、移动监测设备、移动部署设备、静态监测设备、台式计算机、膝上型计算机、平板计算机、移动计算设备(诸如智能电话、iPod®或iPad®移动数字设备或其他移动设备)或被配置为处理数字指令的其他设备。

[0147] 尽管本文所述的示例性环境采用硬盘驱动器或固态驱动器作为辅助存储设备,但是在根据本公开的其他方面中使用其他类型的计算机可读存储介质。这些其他类型的计算机可读存储介质的示例包括磁带盒、闪存卡、数字视频盘、伯努利盒、压缩盘只读存储器、数字通用光盘只读存储器、随机存取存储器或只读存储器。附加方面可包括非暂态介质。另外,此类计算机可读存储介质可包括本地存储或基于云的存储。

[0148] 多个程序引擎可被存储在辅助存储设备1092或存储器1082中,包括操作系统1096、一个或多个应用程序1098、其他程序引擎1000(诸如本文所述的软件引擎)以及程序数据1002。计算设备1010可利用任何合适的操作系统,诸如Linux、Microsoft Windows™、Google Chrome™、Apple OS以及适合于计算设备的任何其他操作系统。

[0149] 根据示例,用户通过一个或多个输入设备1004向计算设备1010提供输入。输入设备1004的示例包括键盘1006、鼠标1008、麦克风1009和触摸传感器1012(诸如触摸板或触敏显示器)。附加示例可包括除了由键盘1006、鼠标1008、麦克风1009和触摸传感器1012指定的那些输入设备之外的输入设备。输入设备通常通过联接到系统总线1084的输入/输出(I/O)接口1014连接到处理设备1080。这些输入设备1004可通过任何数量的I/O接口1014(诸如并行端口、串行端口、游戏端口或通用串行总线)连接。输入设备1004与接口1014之间的无线通信也是可能的,并且在一些可能方面中,包括红外、BLUETOOTH®无线技术、蜂窝及其他射频通信系统。

[0150] 在示例性方面中,显示设备1016诸如监测器、液晶显示设备、投影仪或触敏显示设备也经由接口诸如视频适配器1018连接到计算系统1000。除显示设备1016之外,计算设备710还可包括各种其他外围设备,诸如扬声器或打印机。

[0151] 当在局域联网环境或广域联网环境(诸如互联网)中使用,计算设备1010通常通过网络接口诸如以太网接口连接到网络诸如图9A和图9B所示的网络920。其他可能的实施方案使用其他通信设备。例如,计算设备1010的某些方面可包括用于跨网络进行通信的调制解调器。计算设备1010通常包括至少某种形式的计算机可读介质。计算机可读介质包括可由计算设备1010访问的任何可用介质。以举例而非限制的方式,计算机可读介质包括计算机可读存储介质和计算机可读通信介质。

[0152] 图10所示的计算设备1010也是可编程电子器件的示例,这些可编程电子器件可包括一个或多个此类计算设备,并且当包括多个计算设备时,此类计算设备可与合适的数据通信网络联接在一起以便共同执行本文中所公开的各种功能、方法或操作。

[0153] 图11是示出可用来实践本公开的某些方面的计算设备1100的附加物理部件(例如,硬件)的框图。计算设备1100可单独执行这些功能或与分布式计算网络诸如关于图9A和

图9B所描述的那些分布式计算网络结合执行这些功能,该分布式计算网络可与个人计算设备918A、平板计算设备918B和/或移动计算设备918C操作性地联系,这些计算设备可通信并处理本文所述的程序引擎中的一个或多个程序引擎。

[0154] 在基本配置中,计算设备1100可包括至少一个处理器1102和系统存储器1110。根据计算设备的配置和类型,系统存储器1110可包括但不限于易失性存储器(例如,随机存取存储器)、非易失性存储器(例如,只读存储器)、闪存或此类存储器的任何组合。系统存储器1110可包括操作系统1112和一个或多个程序引擎1114。操作系统1112例如可适合于控制计算设备1100的操作。此外,本发明的各方面可结合图形库、其他操作系统或任何其他应用程序来实践且不限于任何特定应用程序或系统。

[0155] 计算设备1100可具有附加特征或功能。例如,计算设备1100还可包括附加数据存储设备(可移动和/或不可移动),诸如例如磁盘、光盘或磁带。此类附加存储装置在图11中由存储装置1104示出。本领域技术人员应很好理解,存储也可经由图9A和图9B所述的分布式计算网络进行。例如,计算设备1100可经由图9A中的网络920通信,并且数据可被存储在网络服务器906内并且如果确定此类存储的数据是执行本文所述的一个或多个功能所必需则可经由网络920传输回计算设备1100。例如,计算设备1100可经由图6B中的网络920通信,并且数据可被存储在网络服务器906内并且如果确定此类存储的数据是执行本文所述的一个或多个功能所必需的话,数据可经由网络920被传输回计算设备900。

[0156] 如上所述,多个程序引擎和数据文件可被存储在系统存储器1110中。当执行至少一个处理器1102时,程序引擎1114(例如,参考图4描述的引擎)可执行包括但不限于本文所述的各方面的过程。

[0157] 图12示出了使用视觉系统测量穿过振动筛的振动筛负载的体积和/或质量的方法。关于具有MMSM 1302和与对象成像和检测引擎(未示出)电子通信的视觉系统1306的井环境1300来讨论图12。应当理解,视觉系统1306可具有与参考图1所讨论的视觉系统诸如视觉系统104相同或相似的特性,并且对象成像检测引擎具有与参考图1和图4所讨论的相同或相似的特性。

[0158] 方法1200开始于获得校准操作1202。为了获得校准操作1202,获得钻屑和/或对象流的已知体积/质量。已知体积/质量可以多种方式获得。钻屑体积计(CVM)可用于识别从振动台出来的钻屑、流体和其他对象的体积/质量。附加地/另选地,可将振动台的对象流收集到具有已知体积的容器中。可将容器称重,并且可将流的组成部分分离以确定对象流1308中的钻屑、塌陷碎屑、液体和其他对象的体积和质量。对于具有各种液固含量、液体密度、对象数量等的对象流,操作1202可重复多次。操作1202的结果是对象流中的钻屑、塌陷碎屑、钻探流体和/或其他对象的质量/体积。

[0159] 也可通过钻探具有已知体积的井并且通过系统跟踪该体积来进行校准。例如,如图13所示的井孔1310可通过去除一定体积和质量的岩石而形成。钻探流体1304置换钻探钻屑和其他碎屑,从而致使对象在对象流1308中沿井孔向上流动,以便由一个或多个MMSM 1302处理。以这种方式,可知道和/或估计所去除的钻屑和岩石的体积/质量。在本技术的各方面中,流体1304包括视觉系统1306易于识别的示踪剂或金属和橡胶浮动装备。

[0160] 方法1200还包括捕获图像数据1204操作。在操作1204中,在操作1202期间使用成像设备1306捕获MMSM 1302的图像/视频。在通过钻探具有已知体积的井进行校准的情况

下,所捕获图像可通过识别示踪液体使得来自井筒的所有对象流被捕获而与对象流1308相关联。

[0161] 方法1200进行到训练DNN 1206。可使用在操作1202中捕获并且与在操作1204中捕获的图像数据相关联的校准数据来训练DNN。这产生经训练DNN,使得可通过DNN分析在各个ROI处的对象流的图像,并且可使用图像数据来估计钻屑体积、钻屑质量、液体体积、液体质量和/或其他对象。

[0162] 一旦校准,图像数据就可用于识别钻探的潜在问题。例如,由于振动、井筒不稳定性和过大流速,在钻探的同时钻孔会扩大到大于钻头直径的大小。这些扩大区可称为冲蚀,并给井孔清洁带来严重问题。相反,如果地层膨胀产生对BHA的限制,则井孔可缩小。一旦校准,图像数据就可用于识别对象流,该对象流指示比预期钻孔大小的通常情况大或小。

[0163] 图14是更新钻屑运输模型的方法1400。方法1400可选地开始于将示踪剂泵入井中的操作1402。在本技术的一些方面中,示踪剂可易于由视觉系统104和对象成像和检测引擎406识别。

[0164] 然后,方法1400进行到捕获所跟踪对象流操作1404。在操作1404中,使用视觉系统诸如本文所述的视觉系统来捕获具有示踪剂的对象流。

[0165] 然后,方法1400进行到分析图像数据操作1406。在操作1406中,分析可包括钻屑大小、形状和球形度的图像数据以确定钻屑、液体、塌陷碎屑等的体积。

[0166] 然后,方法1400进行到发送更新操作1408,其中将更新发送到钻屑运输模型。在本技术的各方面中,将所测量对象流的体积/质量发送到钻屑运输模型。

[0167] 应当理解,上述用于自动分析井筒对象的设备、系统和方法可用于识别与井筒相关的各种问题。例如,上述系统和方法可用于识别与对象的特征相关联的标准的偏差,这继而可用于在钻探和泵送操作期间提供井筒和钻机装备指示器信息。如上所指出,井筒对象可包括钻屑、塌陷碎屑、流体、保留流体、碎石、金属、塑料、橡胶井漏材料等。在示例中,这种机制提高了在两种类型的操作期间实时确定有效性的准确性。例如,使用相对高的数据密度监测对象大小分布、对象形状分布、对象颜色和对象体积偏差的实时偏差可导致对机械钻速、流体性质、井筒液压、装备状况、方向、套管、井筒体积、滞后深度、井孔调节和钻探参数的偏差的灵敏度增加。

[0168] 更具体地,在一些示例中,在主动钻探操作期间监测井筒对象的大小、大小分布、形状、颜色和体积的偏差可导致对当前井筒状况、钻探有效性和井孔清洁效率的更好理解。这些参数的偏差和操作条件之间的关系可以多种方式表示,包括:

[0169] 通过检测塌陷碎屑、体积的增加以及钻屑与塌陷碎屑之间的大小、体积和形状分布的偏差来确定重量不足的流体和过压的地层的存在。在一些应用中,塌陷碎屑不是钻头切削作用的结果,而是当地层被穿透时由于应力场的变化、地层经受故障的产物。塌陷碎屑可以通常描述为有角的、碎片的、块状的和板状的各种大小和形状产生。

[0170] 通过检测大小、体积和形状分布方面的塌陷碎屑或示踪剂偏差来确定冲蚀和超标井筒区段的存在。

[0171] 关于从振动台出来的钻屑的钻屑体积或其他特性的绝对和/或相对变化的信息在某些条件下可与循环系统参数和/或其他钻探参数(诸如机械钻速)结合,并且被传递给钻探工程师或其他人员。例如,与变化的机械钻速不相关的钻屑体积的突然改变(减少或增

加)可指示井孔清洁问题、流入量和/或其他条件改变。另外,钻屑的空间特性的突然变化可指示塌陷或其他现象。大小分布的变化也可指示形态的变化。在钻探期间钻屑的平均体积的增加可指示增加的机械钻速;如果体积增加,并且机械钻速不增加,则可能已发生冲蚀。异常大小的离群值可指示钻探问题(例如,增加的金属钻屑体积可指示破损的钻头)。

[0172] 数据的趋势(例如,根据选定的一个或多个时间间隔的阈值变化量,形状、大小和体积的一致变化)可指示操作中的进展或问题。因此,数据的变化可作为趋势被监测,并且该趋势可被输出到GUI以用于观察和动作。因此,活动可包括通过计算设备输出数据的趋势。

[0173] 井下钻屑的形状、大小分布或体积的变化可与许多操作条件相关。因此,与井眼钻探或井眼泵送操作相关联的条件可包括机械钻速、地层孔压力、钻头重量、钻杆扭矩或钻探角度中的一者或多者。

[0174] 井下钻屑的形状、大小分布或体积的变化也可与操作效率诸如钻头切削效率或扫井效率相关。因此,如果需要,可经由GUI输出效率的运行指示。因此,活动可包括基于数据将井眼钻探操作或井眼泵送操作的效率指示为扫井操作。

[0175] 本文所述的系统和方法还可自动确定:

[0176] • 通过检测碎岩和碎石的偏差,确定向盐、焦油或喀斯特地层的过渡区域的存在;

[0177] • 通过检测井筒对象的光反射和颜色,确定流体的存在或不存在以及流体在井筒对象上的保留;

[0178] • 通过检测液体与井筒对象的比率,确定钻机流体处理效能。该信息还可用于:优化、改进或调节页岩振动筛角度(节约泥浆和/或提高效率);向操作者警告钻屑体积的预期和/或非预期变化,在一些情况下,这些变化可指示井孔清洁、井涌、损失和/或其他问题;以及显示离开振动筛的钻屑的体积和特性是否小于、大于或近似等于机械钻速(“ROP”)。

[0179] • 通过检测LCM大小、形状和体积,确定低压地层中井漏材料的效率。确定井底组件(BHA)工具井孔清洁能力的效率。

[0180] • 通过检测具有独特大小、形状和颜色特性的注射的示踪剂,确定滞后深度和井筒体积。

[0181] • 通过检测非地层井筒对象包括金属、塑料和橡胶对象,确定钻探和泵送钻机装备状况。

[0182] • 通过分析钻屑大小、形状和体积,确定钻头效率。

[0183] • 通过组合由对象成像和检测系统生成的数据,确定井孔干净或稳定的概率。

[0184] • 通过在扫井操作期间监测井筒对象的体积,确定扫井效率(例如,井筒对象钻屑的体积随着扫井效果的增加而增加,然后随着井筒对象钻屑从井孔中移出而减少)。

[0185] • 通过监测钻屑大小、大小分布、颜色和形状,确定地质地层组成中的偏差。

[0186] • 当检测到BHA和钻机泵金属、塑料和橡胶部件时,可检测到计划的还是非计划的装备故障。

[0187] • 基于在页岩振动筛中弹跳的对象流的高度,确定流体流变信息。

[0188] 本文所述的系统和方法还可用于识别各种井筒状况,包括:

[0189] • 检测到的塌陷碎屑的基线大小、体积和形状的偏差可指示流体流变需要调整。

[0190] • 对象的大小、形状和球形度的偏差(由于研磨、钻头钝化等)可用于更新钻屑运

输模型以避免不充分的对象运输性能。

[0191] • ROI中对象的不存在/存在可检测与正常操作的偏差(例如,检测到的对象的缺乏可指示MMSM在其应当操作时不操作,ROI中流体的存在可指示MMSM没有有效地操作,并且金属、塑料或橡胶的不存在可指示操作正常)。

[0192] • 钻探期间增加的钻屑量,其可指示增加的机械钻速。在一个具体示例中,如果体积增加并且机械钻速不增加,则可能已经发生冲蚀。

[0193] • 基于检测和分析塌陷碎屑的形状、大小和体积来设置钻探或泵送扼流器的压强设置值以减少塌陷碎屑流入。

[0194] 在一些实施方案中,对对象随时间推移的大小、形状、颜色和体积的测量结果进行分组,以分离和量化各种测量结果的发生。分组测量结果可用于确定平均值,该平均值用于建立基线。在一些实施方案中,相对于基线的变化可被警告给操作员的控制台、智能电话,或结合当前钻探测量结果(如钻机的EDR)显示,并且用于改变操作的执行(例如,改变泵速、钻头上的重量、循环时间或改变流体的流变)。

[0195] 其中可实现本技术的各方面的一个示例如下。该系统可使用不同数量的相机,这些相机可以是所有不同的型号和品牌。此外,视频馈送可用于不同目的,如分类算法、对象检测、质量控制、实时可视化和归档。在非限制性示例中,数字视频记录器(DVR)或网络视频记录器(NVR)连接到所有相机并且管理用于所有其他图像消费者的视频馈送,一对多连接。这种系统可基于可商购获得的产品。

[0196] 如果相机支持相机发起的视频流,则DVR和/或NVR(或现在已知或以后开发的其他类似设备)也可处于监听模式,其中相机发起连接并将视频内容像实时流那样流传送到DVR和/或NVR(或现在已知或以后开发的其他类似设备)。这允许相机在需要时广播信息,例如,当相机内运行的本地算法没有检测到异常状况时,以较低的每秒帧和较高的压缩来广播视频流。

[0197] 当检测到分类对象中的偏差时,可使用应用编程接口(API)向DVR和/或NVR(或现在已知或以后开发的其他类似设备)发送命令,并指示该命令调整对应的相机流参数以以更高的帧速率和更少的压缩来检索流视频。这将在未检测到偏差时降低DVR和/或NVR(或现在已知或以后开发的其他类似设备)处的数据传输带宽和数据存储水平,同时在检测到偏差时维持高数据质量。

[0198] 在示例中,DVR和/或NVR(或现在已知或以后开发的其他类似设备)通过请求和订阅视频馈送或通过收听相机发起的广播来接收由相机捕获的所有图像。基于物理存储如机械或固态硬盘驱动器,将视频馈送和图像存储到循环缓冲器中。

[0199] 在一个示例中,当检测到分类对象中的偏差时,可使用API向DVR和/或NVR(或现在已知或以后开发的其他类似设备)发送命令以将视频片段标记为事件,以防止在循环缓冲器中重写。视频片段在事件之前和之后以可配置延迟来标记以提供上下文信息。所保存的视频片段然后被存储到不同的存储设备(其可以是本地的或远程的),来自所测量和计算的度量的元数据被附加以向终端用户提供上下文信息。如果需要带宽管理,则仅传送所保存片段以供进一步检查或处理。

[0200] 图形用户界面(GUI)可包括用于系统中可用的所选相机的实时视频馈送。在一个示例中,视频馈送来自DVR和/或NVR(或现在已知或以后开发的其他类似设备),该DVR和/或

NVR优化到相机的连接的数量并且适配分辨率和视频格式以匹配用于构建GUI的技术。GUI还可通过使用API从DVR和/或NVR(或现在已知或以后开发的其他类似设备)检索并控制视频回放。可按时间或按先前标记的视频片段来检索视频。

[0201] 在示例中,图像的分辨率和感兴趣区域的大小可影响执行对象检测所需的处理能力。为了限制所需的处理能力,分类算法可检测分类对象中的偏差,并且当适用时将全分辨率图像传递到对象检测算法,该对象检测算法将检测分类对象的出现并且检测其他参数,如大小、位置、形状、类型、纹理和颜色。

[0202] 以下包括本技术的示性例方面。

[0203] 方面1:一种方法,包括:识别来自井筒并通过至少一个机械泥浆分离机(MMSM)分离的对象流;通过视觉系统获得基于与至少一个感兴趣区域相关联的对象流的信息;通过计算设备使用该信息来检测至少一个井筒对象;通过该计算设备使用该信息来对至少一个检测到的井筒对象的特性进行分类;以及通过该计算设备生成与该至少一个检测到的井筒对象的特性相关联的警报和事件通知中的一者。

[0204] 方面2:根据方面1所述的方法,还包括:使用该信息来检测该至少一个井筒对象的不存在。

[0205] 方面3:根据方面1和2所述的方法,其中该对象流包括第一对象流和第二对象流,根据权利要求1所述的方法还包括:监测比特定阈值更干的第一对象流和比特定阈值更湿的第二对象流。

[0206] 方面4:根据方面1至3中任一项所述的方法,其中该视觉系统包括相机、加速度计、麦克风和天气设备中的至少一者。

[0207] 方面5:根据方面1至4中任一项所述的方法,其中相机包括高清晰度相机、光谱成像设备、光学成像设备、红外成像设备、激光雷达成像设备和紫外成像设备中的一者。

[0208] 方面6:根据方面1至5中任一项所述的方法,其中该计算设备

[0209] 包括一个或多个中央处理单元(CPU)、一个或多个现场可编程门阵列(FPGA)、一个或多个专用集成电路(ASIC)、一个或多个图形处理单元(GPU)以及一个或多个张量处理单元(TPU)中的至少一者。

[0210] 方面7:根据方面1至6中任一项所述的方法,还包括:

[0211] 通过计算设备实时地向与井筒相关联的钻机系统传输警报和事件通知中的一者。

[0212] 方面8:根据方面1至7中任一项所述的方法,其中该至少一个感兴趣区域是处于自由下落状态。

[0213] 方面9:根据方面1至8中任一项所述的方法,其中该至少一个感兴趣区域的一部分是处于飞行状态。

[0214] 方面10:根据方面1至9中任一项所述的方法,还包括:聚集来自视觉系统的信息和从钻机数据记录器获得的信息以确定井筒状况和操作状况。

[0215] 方面11:根据方面1至10中任一项所述的方法,还包括:通过视觉系统从井筒中的至少一个感兴趣区域获得图像数据、声学数据、振动数据和环境数据中的至少一者;识别信息中的环境噪声和动态噪声中的一者;去除信息中的环境噪声和动态噪声。

[0216] 方面12:一种系统,包括:至少一个机械泥浆分离机(MMSM),该至少一个MMSM用于识别和分离来自井筒的对象流;视觉系统,该视觉系统用于获得基于与至少一个感兴趣区

域相关联的对象流的信息;以及至少一个计算设备,该至少一个计算设备用于:使用该信息检测至少一个井筒对象;使用该信息对至少一个检测到的井筒对象的特性进行分类;以及生成与至少一个检测到的井筒对象的特性相关联的警报和事件通知中的一者。

[0217] 本申请中提供的一个或多个实施方案的描述和说明并不旨在以任何方式限制或约束要求保护的发明的范围。本申请中提供的实施方案、示例和细节被认为足以传达所有权并且使得其他人能够制造和使用要求保护的创新技术的最佳模式。要求保护的发明不应被解释为限于本申请中提供的任何实施方案、示例或细节。不管是组合地还是单独地示出和描述,各种特征(结构的和方法的)都旨在被选择性地包括或省略以产生具有特定特征集合的实施方案。已经提供了本申请的描述和说明,本领域技术一员可设想落入在本申请中体现的总体发明构思的更宽方面的精神内的不脱离要求保护的发明的更宽范围的变化、修改和替代实施方案。

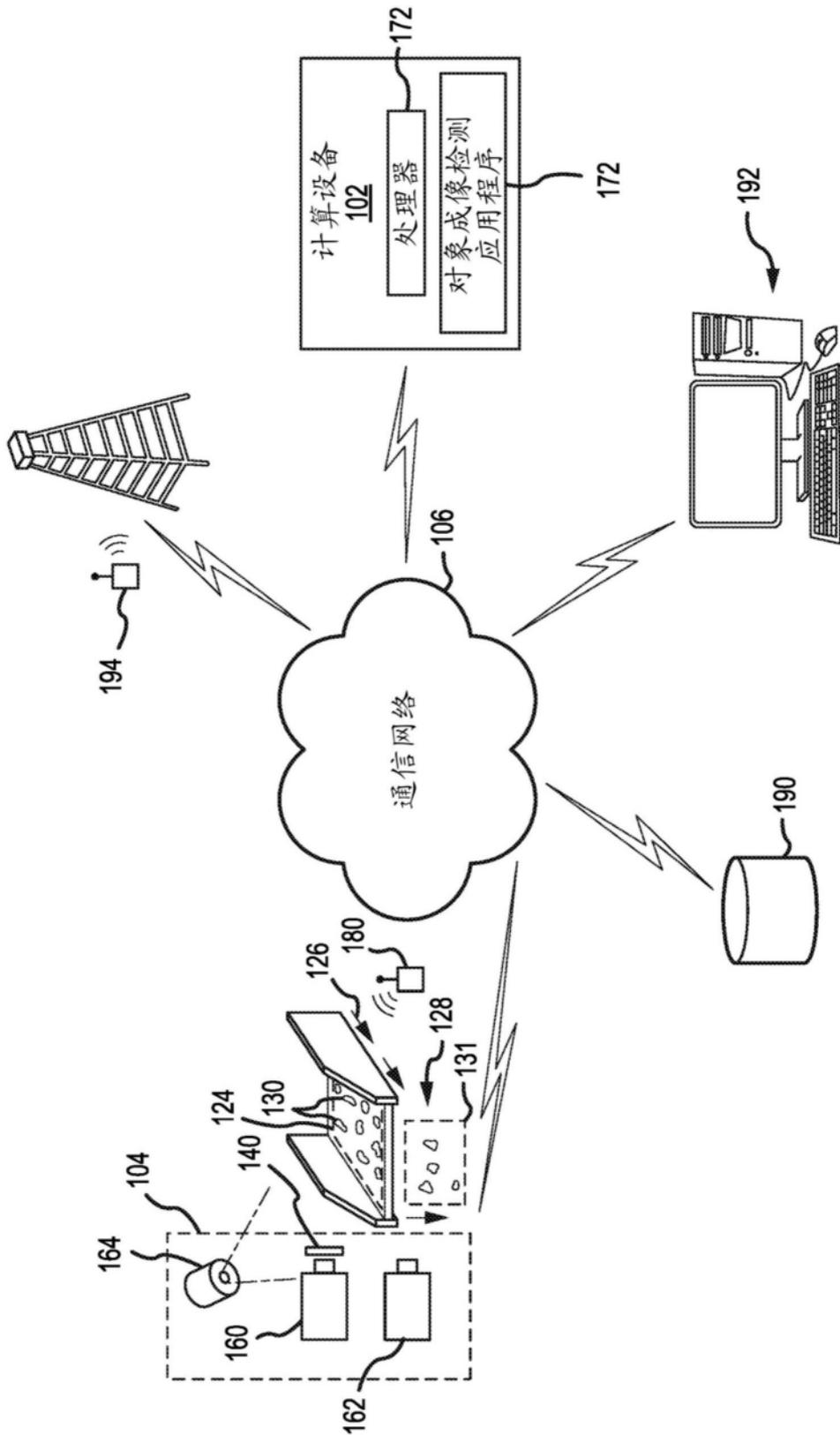


图1

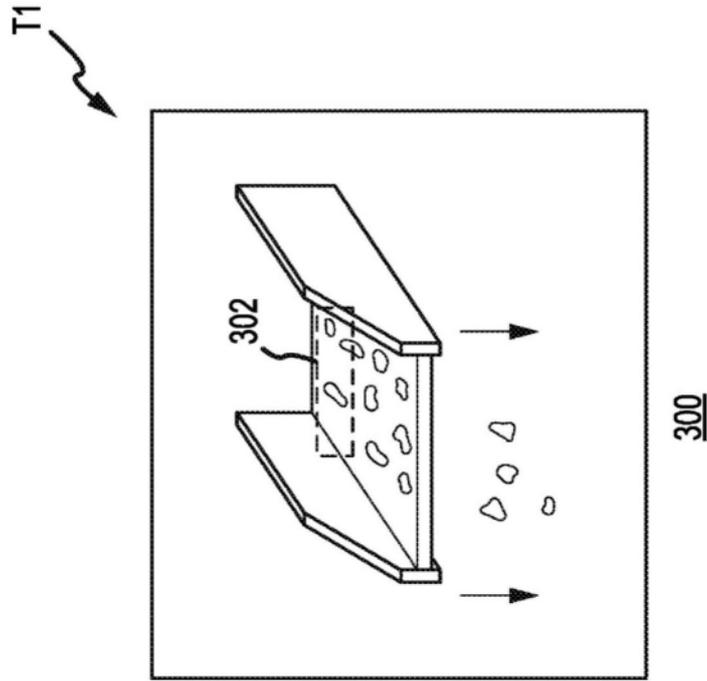


图3A

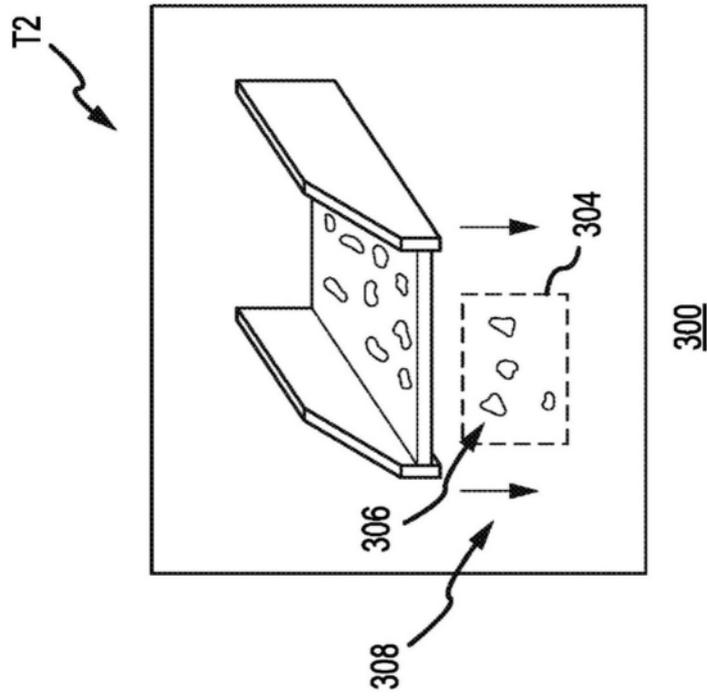


图3B

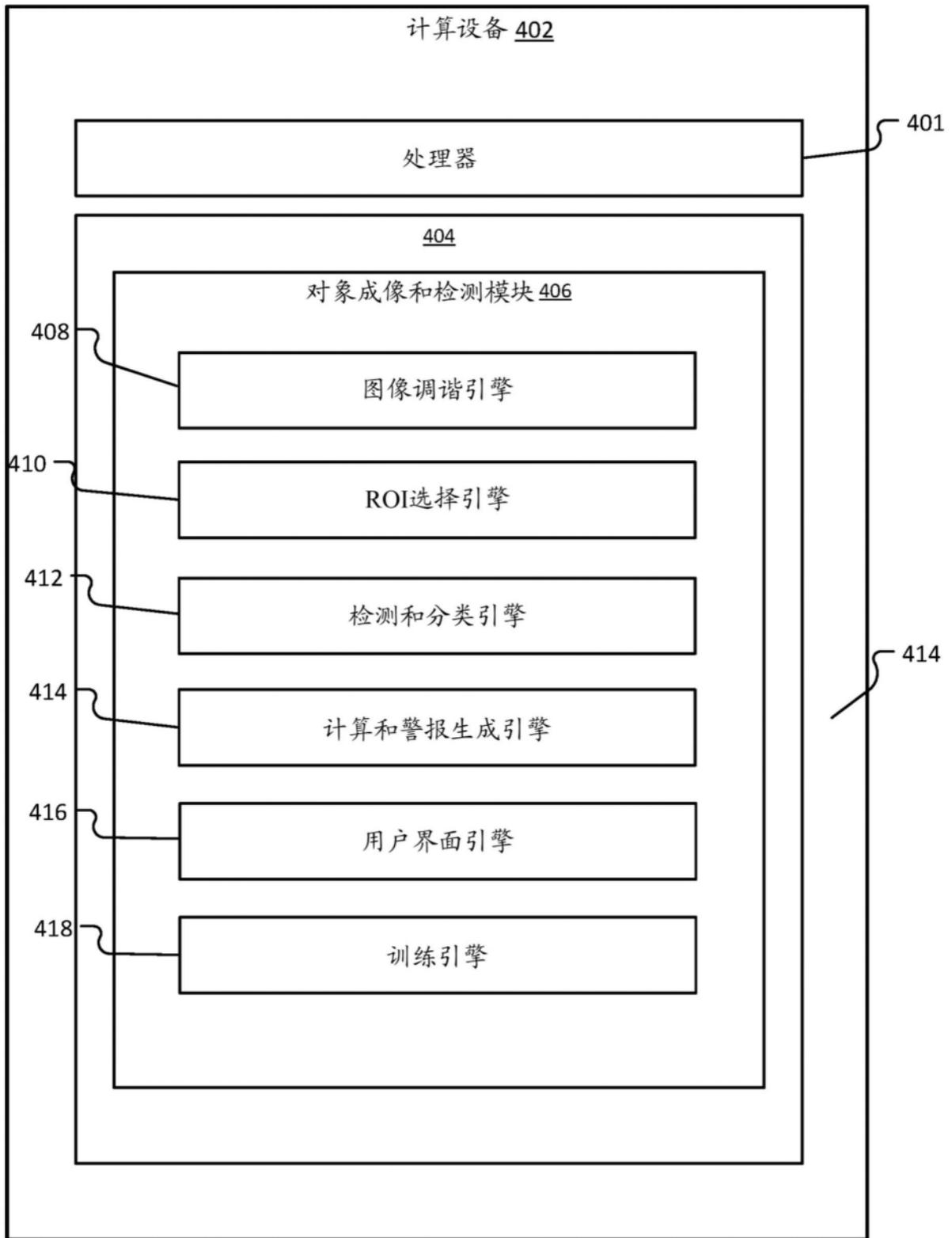


图4

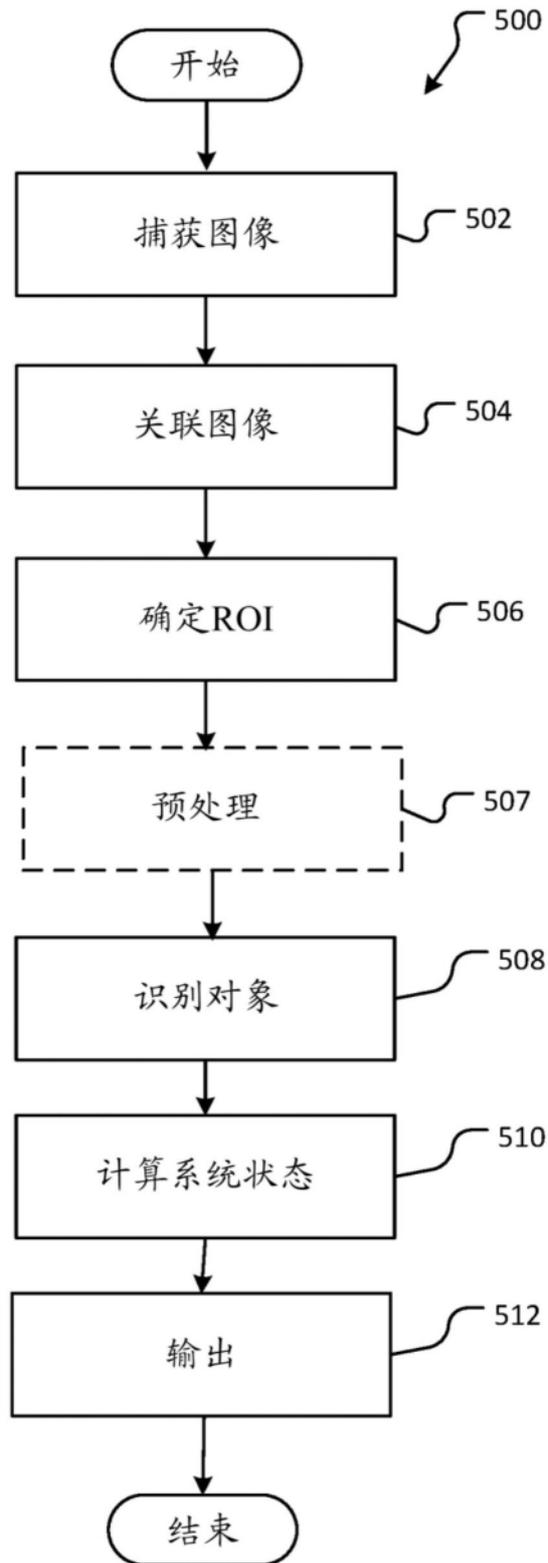


图5

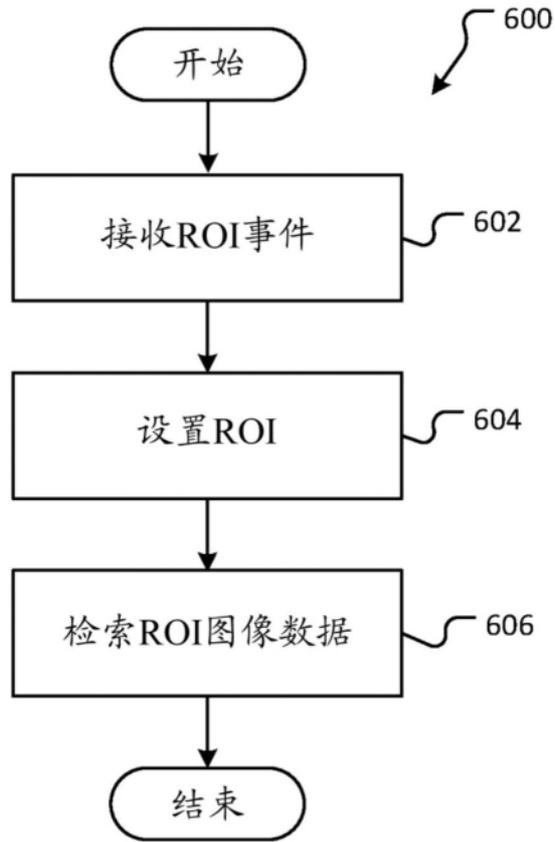


图6

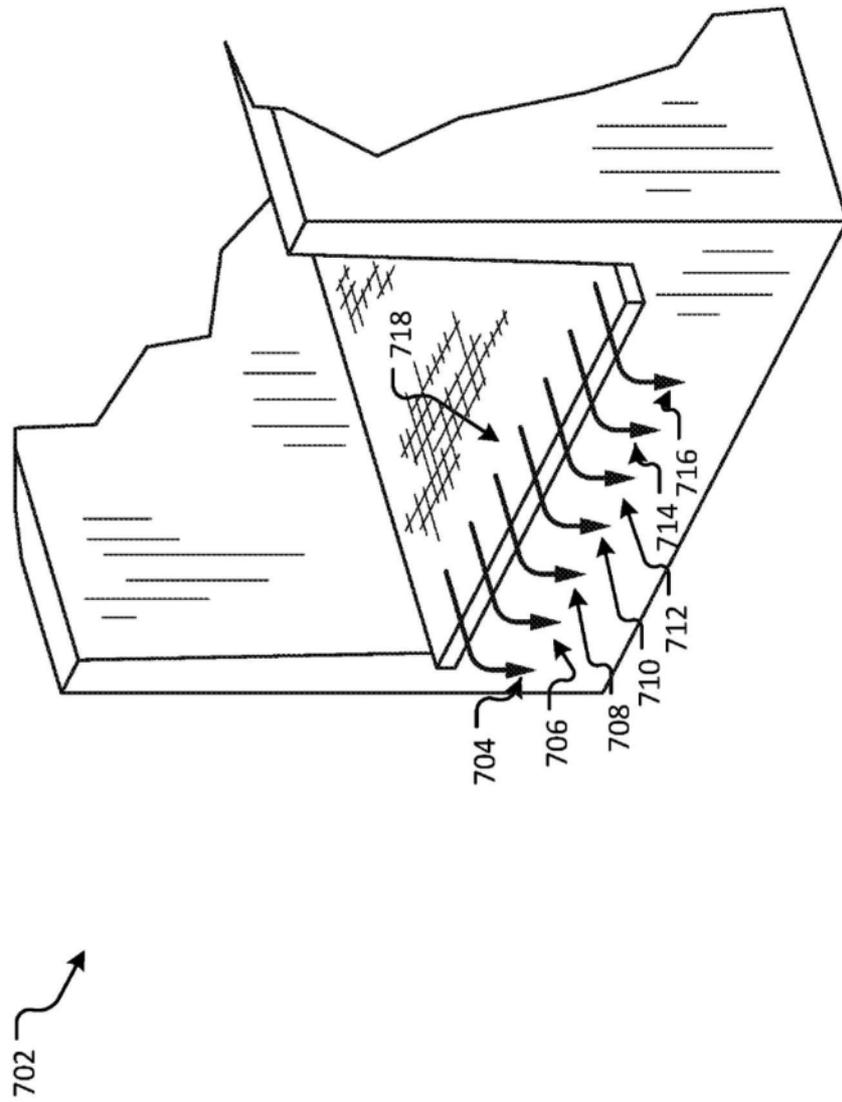


图7

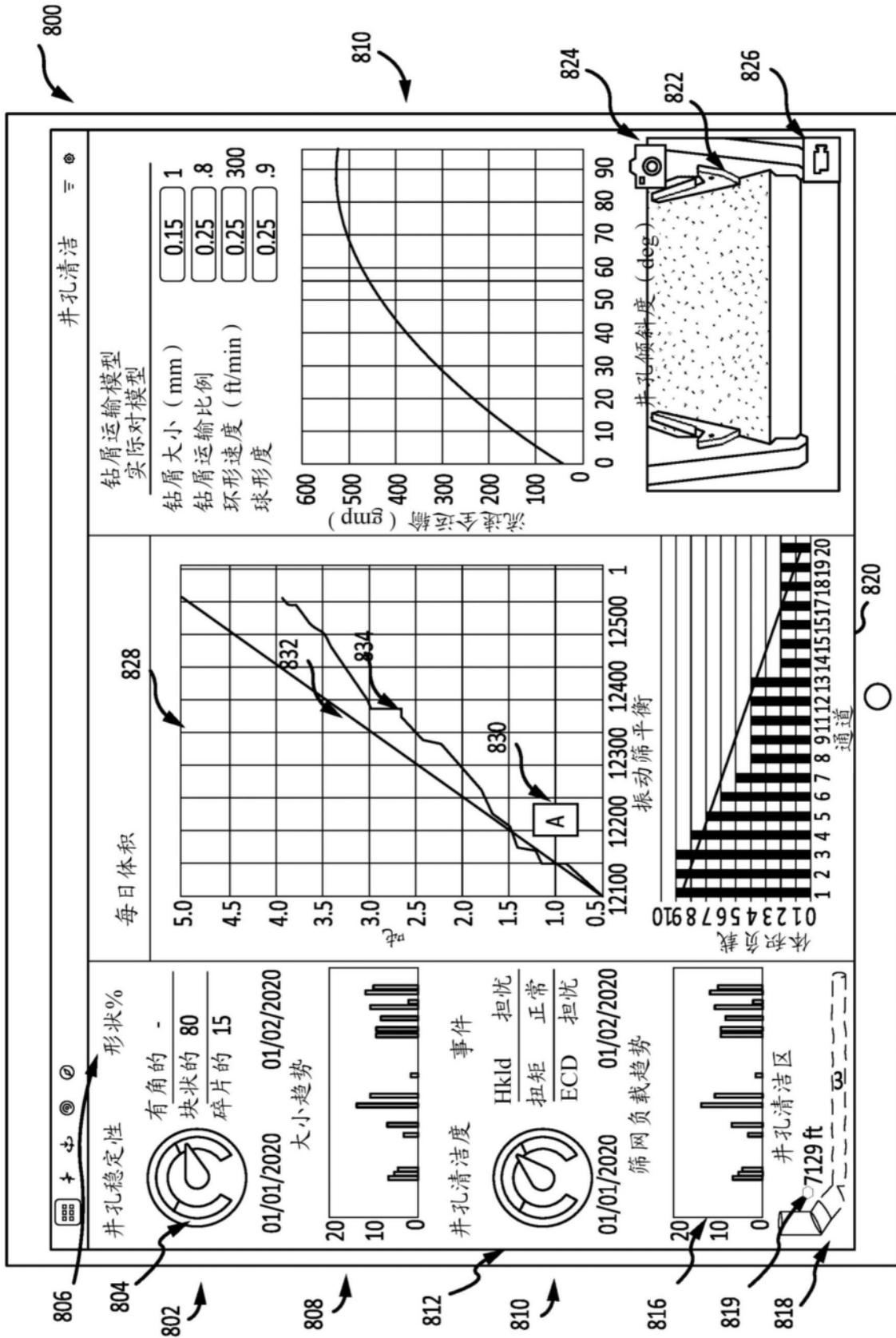


图8

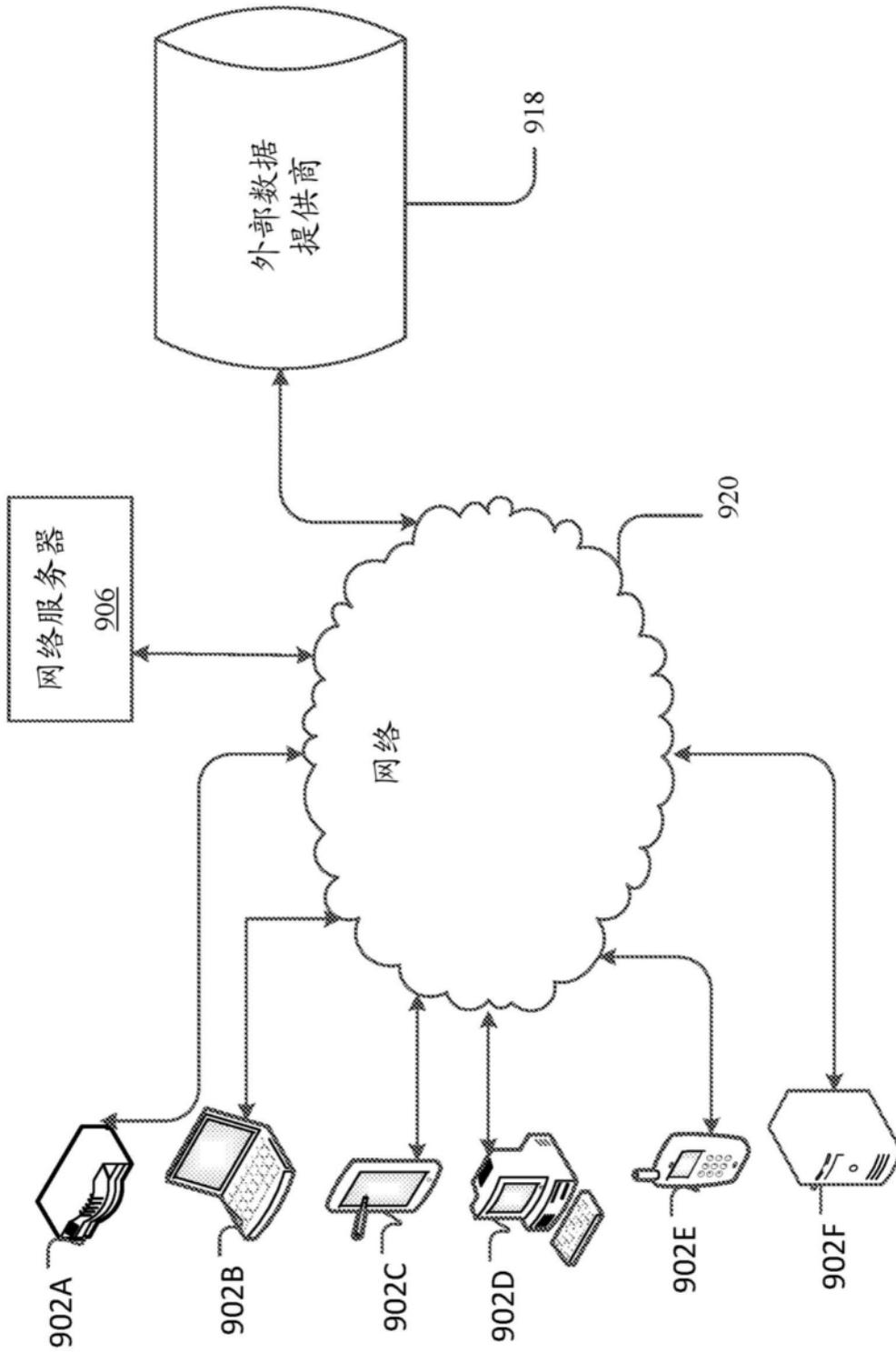


图9A

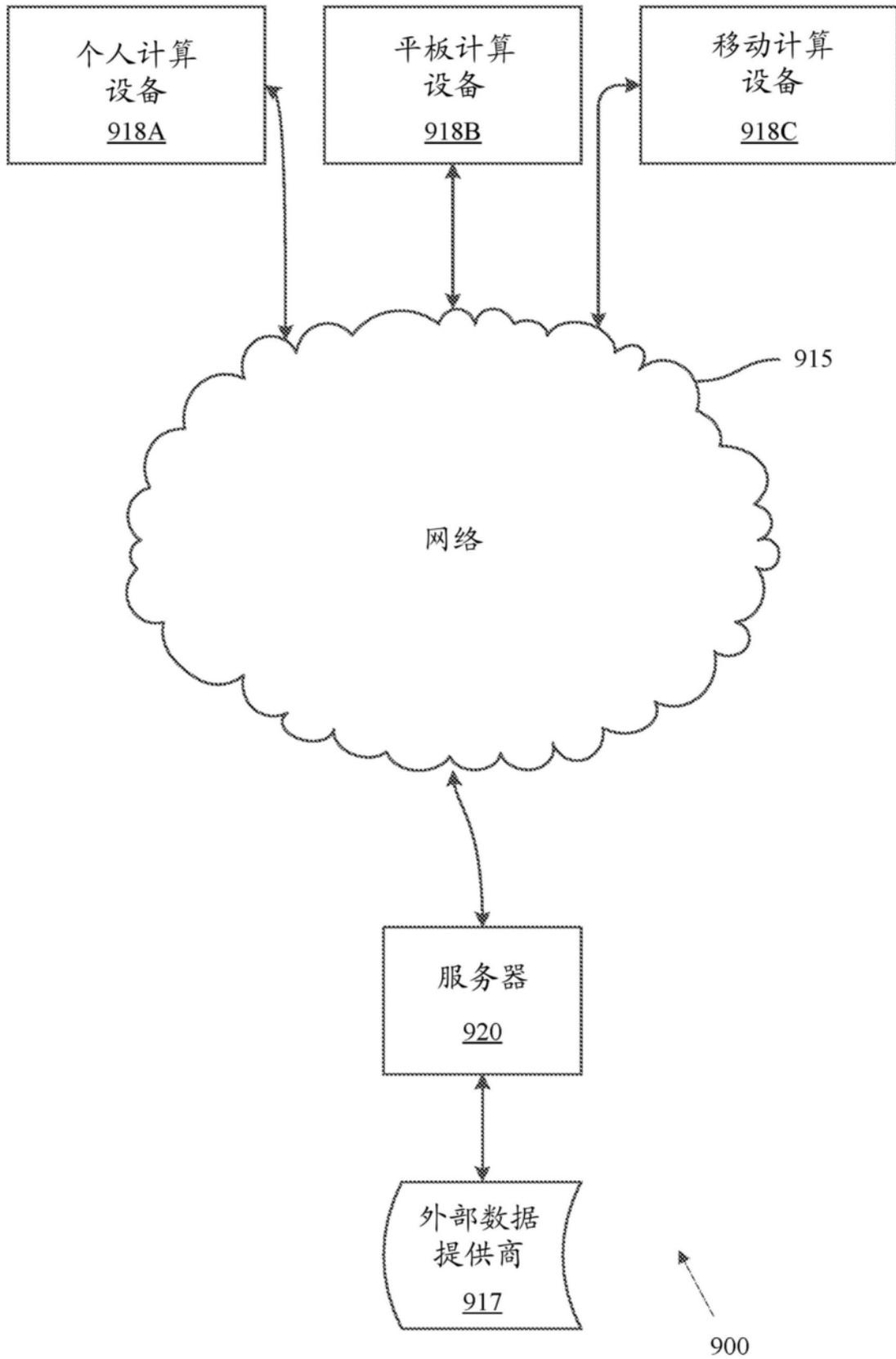


图9B

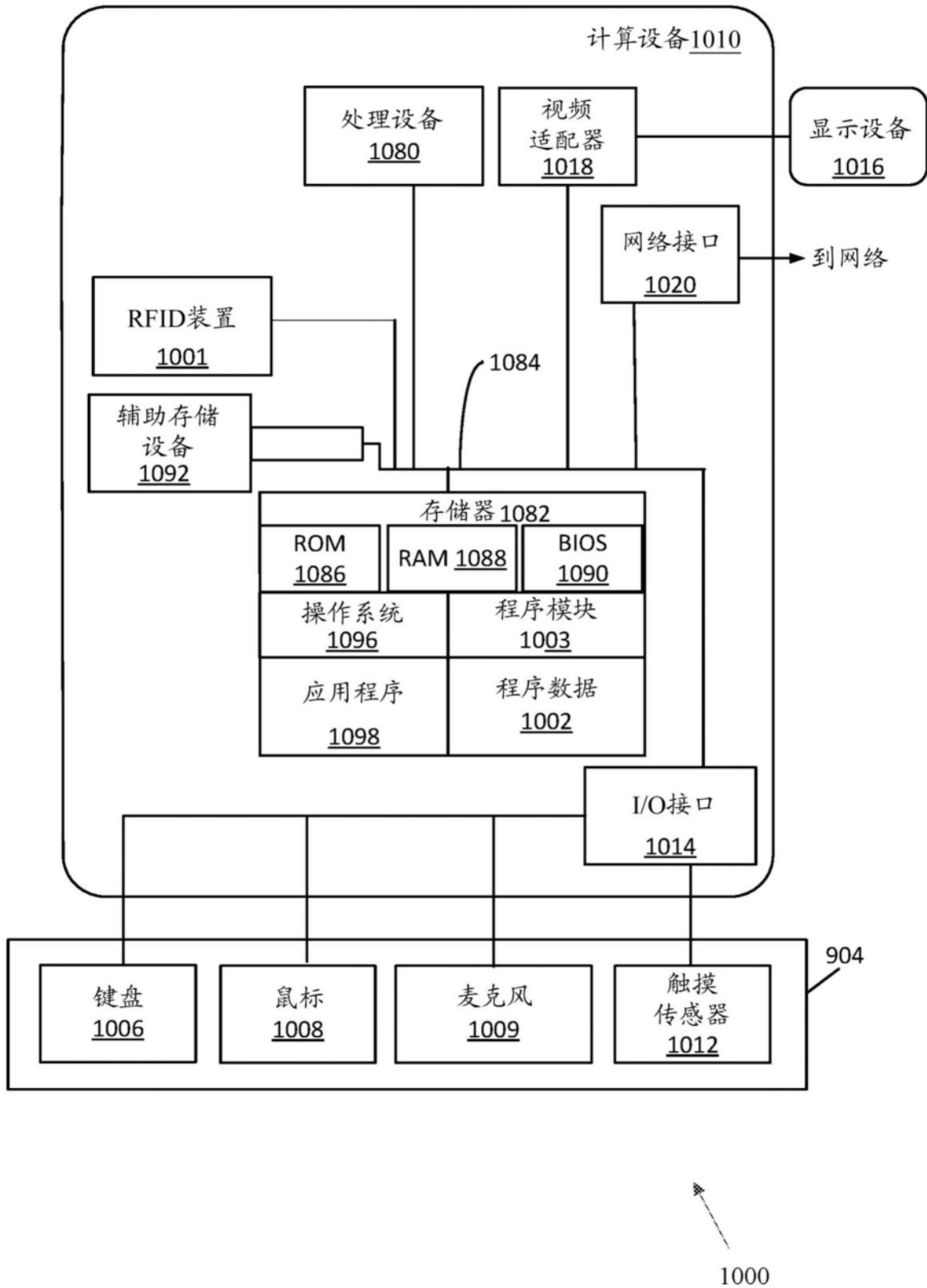


图10

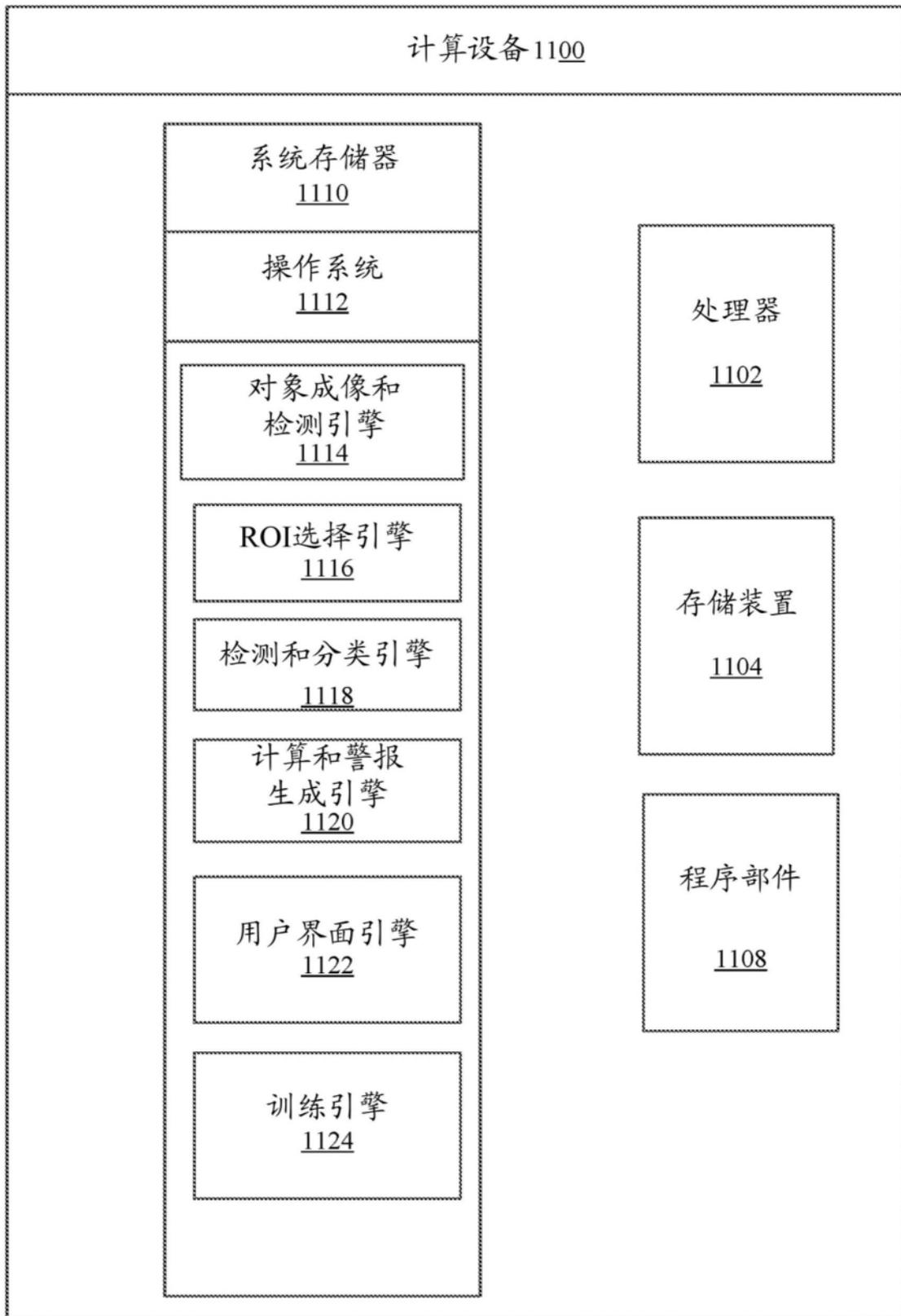


图11

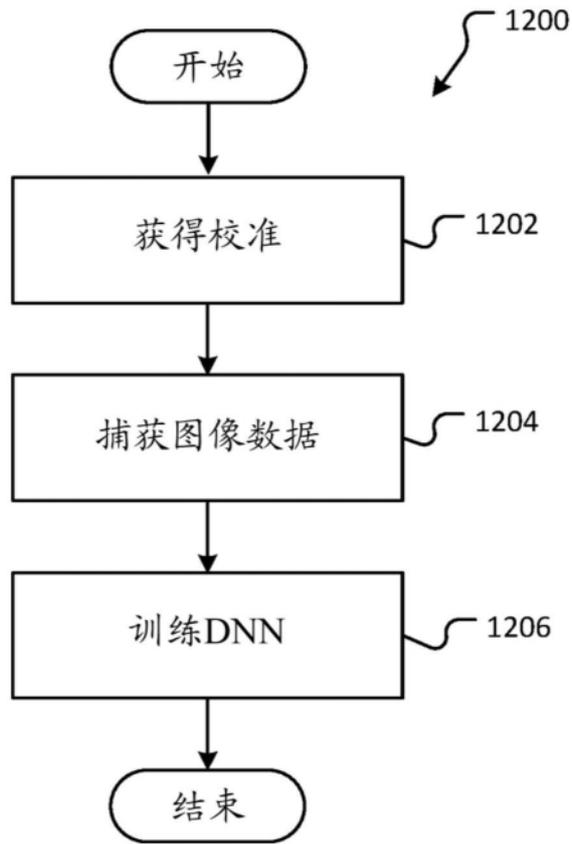


图12

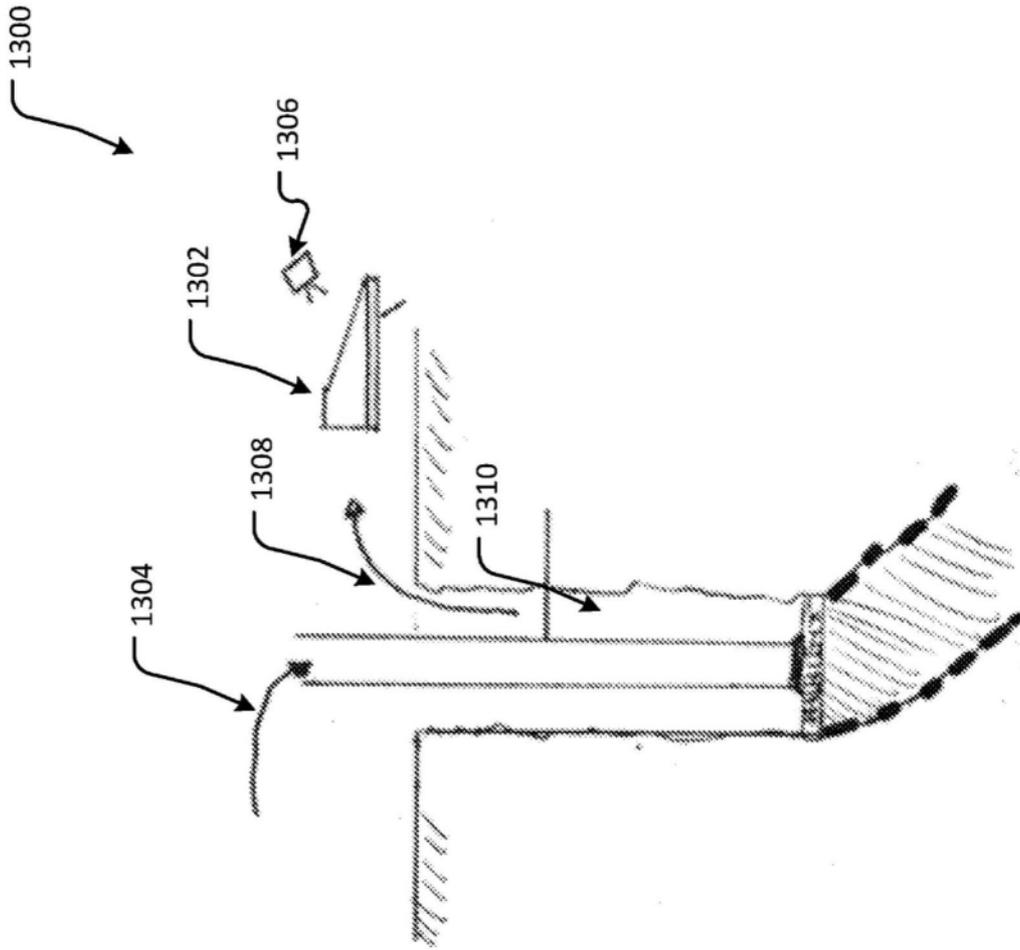


图13

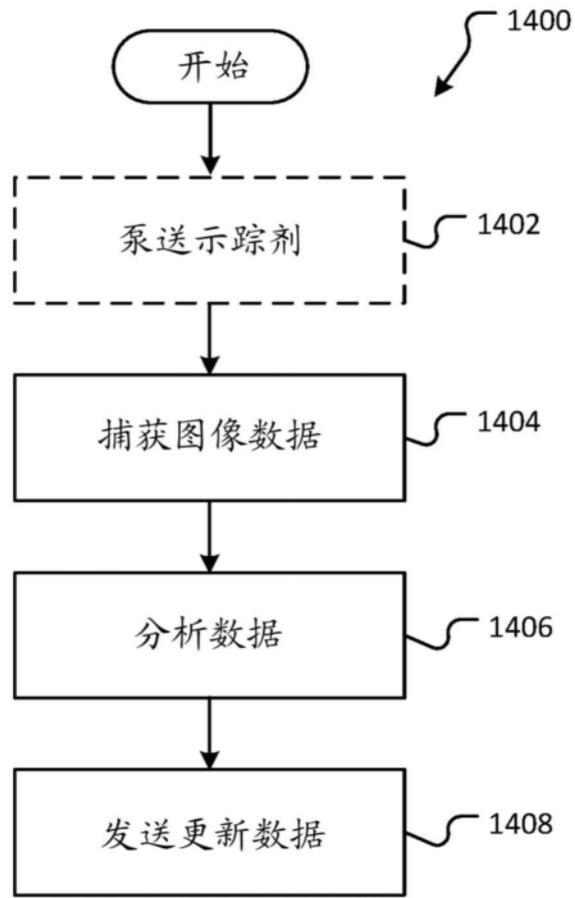


图14