



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112106084 A

(43) 申请公布日 2020. 12. 18

(21) 申请号 201980030486.4

(22) 申请日 2019.04.18

(30) 优先权数据

62/668,721 2018.05.08 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2020.11.05

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2019/053220 2019.04.18

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2019/215524 EN 2019.11.14

(71) 申请人 3M创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 尼古拉斯·A·阿森多夫

萨贝·塔吉瓦伊恩

罗纳德·D·杰斯密

贾斯廷·M·约翰逊

罗伯特·W·香农

罗伯特·D·洛伦茨

安德鲁·H·蒂尔斯特拉

埃里克·C·洛布纳

史蒂文·T·阿韦斯祖斯

格伦·E·卡斯纳

基兰·S·卡努库尔蒂

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

代理人 张娜 顾丽波

(51) Int.Cl.

G06Q 10/06 (2006.01)

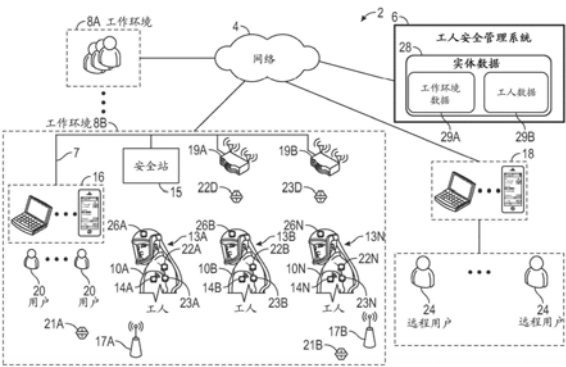
权利要求书4页 说明书24页 附图6页

(54) 发明名称

用于比较性安全事件评估的个人防护设备
和安全管理系统

(57) 摘要

在一个示例中，一种系统包括各自被配置为由工人穿戴的一个或多个个人防护设备(PPE)装置，该PPE装置各自包括一个或多个传感器，一个或多个传感器生成指示在一个或多个工作环境中操作的工人的活动的活动数据。系统还包括计算装置，计算装置被配置为：至少基于活动数据，来标识一个或多个实体的多个集群，其中实体中的每个实体与工人中的一个或多个工人相关联；并且输出目标实体关于安全事件的性能与包括目标实体的集群关于安全事件的性能之间的差异的指示。



1. 一种系统,所述系统包括:

一个或多个个人防护设备 (PPE) 装置,所述一个或多个PPE装置各自被配置为由工人穿戴,所述PPE装置各自包括一个或多个传感器,所述一个或多个传感器生成指示在一个或多个工作环境中操作的工人的活动的活动数据;

计算装置,所述计算装置被配置为:

至少基于所述活动数据,来标识一个或多个实体的多个集群,其中所述实体中的每个实体与所述工人中的一个或多个工人相关联;以及

输出目标实体关于安全事件的性能与包括所述目标实体的所述集群关于安全事件的性能之间的差异的指示。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述活动数据包括PPE使用数据和所述工人的生理数据中的一者或多者。

3. 根据权利要求1所述的系统,其中所述计算装置被进一步配置为:

接收针对所述实体中的每个实体的实体数据,所述实体数据指示对应于所述实体的所述工人的特性和工作环境的特性中的至少一者;以及

至少基于所述实体数据,来标识所述一个或多个实体的多个集群。

4. 根据权利要求3所述的系统,其中所述实体数据包括所述工人的人口统计数据 and 所述工作环境的安全事件统计值中的一者或多者。

5. 根据权利要求3所述的系统,其中所述计算装置被进一步配置为:

根据所述活动数据和所述实体数据生成用于所述实体的相应d维向量,其中所述d维向量中的每个d维向量具有针对d维度中的每个维度的对应值,所述对应值指示所述维度中针对对应实体的值;以及

使用聚类算法处理所述d维向量以标识所述一个或多个实体的多个集群。

6. 根据权利要求1所述的系统,其中所述活动数据包括所述工人在活动上所花费的时间、每次活动工人所花费的连续时间、工人的工作周期和活动型式中的一者或多者。

7. 根据权利要求1所述的系统,其中所述实体中的每个实体是所述一个或多个工人中的工人。

8. 根据权利要求1所述的系统,其中所述实体中的每个实体是所述一个或多个工作环境中的与所述实体相关联的所述一个或多个工人正在其中操作的工作环境。

9. 根据权利要求1所述的系统,

其中所述活动数据指示用于所述工人的一个或多个安全度量,

其中所述计算装置被配置为基于所述多个集群和所述一个或多个实体来计算用于所述目标实体的安全度量和用于包括所述目标实体的所述集群的安全度量,并且

其中为了输出所述差异的所述指示,所述计算装置被配置为输出用于所述目标实体的所述安全度量与用于包括所述目标实体的所述集群的所述安全度量之间的差异的指示。

10. 根据权利要求1所述的系统,

其中所述活动数据指示用于所述工人的一个或多个性能度量,

其中所述计算装置被配置为基于所述多个集群和所述一个或多个实体来计算用于所述目标实体的性能度量和用于包括所述目标实体的所述集群的性能度量,并且

其中为了输出所述差异的所述指示,所述计算装置被配置为输出用于所述目标实体的

所述性能度量与用于包括所述目标实体的所述集群的所述性能度量之间的差异的指示。

11. 根据权利要求1所述的系统，

其中所述活动数据指示用于所述工人的一个或多个性能度量，并且

其中所述计算装置被进一步配置为确定所述目标实体的性能度量是否满足所述性能度量的阈值，

其中所述计算装置被进一步配置为响应于确定所述性能度量不满足所述性能度量的所述阈值：

至少基于使用针对工人的历史活动数据训练的活动模型，来确定可能改进所述目标实体的所述性能度量的一个或多个活动；以及

输出所述一个或多个活动的指示。

12. 根据权利要求1所述的系统，

其中所述安全事件对应于由工人执行的活动的类型，

其中所述目标实体关于安全事件的所述性能对应于与所述目标实体相关联的一个或多个工人执行所述类型的活动的频率，并且

其中包括所述目标实体的所述集群关于安全事件的性能对应于与包括所述目标实体的所述集群的所述一个或多个实体相关联的一个或多个工人执行所述类型的活动的频率。

13. 根据权利要求1所述的系统，其中所述PPE装置中的至少一个PPE装置是包括所述计算装置的通信集线器。

14. 一种计算装置，所述计算装置包括：

至少一个处理器；以及存储器，所述存储器包括指令，所述指令在被执行时使所述至少一个处理器：

接收指示一个或多个实体关于安全事件的性能的实体数据；

根据所述实体数据生成用于所述实体的相应d维向量，其中所述d维向量中的每个d维向量具有针对d维度中的每个维度的对应值，所述对应值指示所述维度中针对对应实体的值；

使用聚类算法处理所述d维向量以标识所述一个或多个实体的多个集群，其中所述实体中的每个实体与一个或多个工人相关联；以及

输出目标实体关于安全事件的性能与包括所述目标实体的所述集群关于安全事件的性能之间的差异的指示。

15. 根据权利要求14所述的计算装置，

其中所述实体中的每个实体是所述一个或多个工作环境中的与所述实体相关联的所述一个或多个工人正在其中操作的工作环境，并且

其中所述实体数据指示所述工作环境的特性和所述工作环境的安全事件统计值。

16. 根据权利要求14所述的计算装置，

其中所述实体中的每个实体是所述一个或多个工人中的工人，并且

其中所述实体数据指示所述工人的特性和所述工人的安全事件统计值。

17. 根据权利要求14所述的计算装置，其中包括所述目标实体的所述集群关于安全事件的所述性能基于包括所述目标实体的所述集群的所述一个或多个实体的平均性能。

18. 一种计算装置，所述计算装置包括：

至少一个处理器;以及存储器,所述存储器包括指令,所述指令在被执行时使所述至少一个处理器:

至少基于由包括在各自被配置为由工人穿戴的一个或多个个人防护设备(PPE)装置中的一个或多个传感器生成的活动数据,来标识一个或多个实体的多个集群,所述活动数据指示在一个或多个工作环境中操作的工人的活动,其中所述实体中的每个实体与一个或多个工人相关联;以及

输出目标实体关于安全事件的性能与包括所述目标实体的所述集群关于安全事件的性能之间的差异的指示。

19. 根据权利要求18所述的计算装置,其中所述活动数据包括PPE使用数据和所述工人的生理数据中的一者或多者。

20. 根据权利要求18所述的计算装置,其中执行所述指令进一步使所述至少一个处理器:

接收针对所述实体中的每个实体的实体数据,所述实体数据指示对应于所述实体的所述工人的特性和工作环境的特性中的至少一者;以及

至少基于所述实体数据,来标识所述一个或多个实体的多个集群。

21. 根据权利要求20所述的计算装置,其中所述实体数据包括所述工人的人口统计数据 and 所述工作环境的安全事件统计值中的一者或多者。

22. 根据权利要求21所述的计算装置,其中执行所述指令进一步使所述至少一个处理器:

根据所述活动数据和所述实体数据生成用于所述实体的相应d维向量,其中所述d维向量中的每个d维向量具有针对d维度中的每个维度的对应值,所述对应值指示所述维度中针对对应实体的值;以及

使用聚类算法处理所述d维向量以标识所述一个或多个实体的多个集群。

23. 根据权利要求18所述的计算装置,其中所述活动数据包括所述工人在活动上所花费的时间、每次活动工人所花费的连续时间、工人的工作周期和活动型式中的一者或多者。

24. 根据权利要求18所述的计算装置,其中所述实体中的每个实体是所述一个或多个工人中的工人。

25. 根据权利要求18所述的计算装置,其中所述实体中的每个实体是所述一个或多个工作环境中的与所述实体相关联的所述一个或多个工人正在其中操作的工作环境。

26. 根据权利要求18所述的计算装置,

其中所述活动数据指示用于所述工人的一个或多个安全度量,

其中执行所述指令进一步使所述至少一个处理器基于所述多个集群和所述一个或多个实体来计算用于所述目标实体的安全度量和用于包括所述目标实体的所述集群的安全度量,并且

其中执行所述指令进一步使所述至少一个处理器通过如下来输出所述差异的所述指示:至少使所述至少一个处理器输出用于所述目标实体的所述安全度量与用于包括所述目标实体的所述集群的所述安全度量之间的差异的指示。

27. 根据权利要求18所述的计算装置,

其中所述活动数据指示用于所述工人的一个或多个性能度量,

其中执行所述指令进一步使所述至少一个处理器基于所述多个集群和所述一个或多个实体来计算用于所述目标实体的性能度量和用于包括所述目标实体的所述集群的性能度量,并且

其中执行所述指令进一步使所述至少一个处理器通过如下来输出所述差异的所述指示:至少使所述至少一个处理器输出用于所述目标实体的所述性能度量与用于包括所述目标实体的所述集群的所述性能度量之间的差异的指示。

28.根据权利要求18所述的计算装置,

其中所述活动数据指示用于所述工人的一个或多个性能度量,并且

其中执行所述指令进一步使所述至少一个处理器确定所述目标实体的性能度量是否满足所述性能度量的阈值,

其中执行所述指令进一步使所述至少一个处理器响应于确定所述性能度量不满足所述性能度量的所述阈值:

至少基于使用针对工人的历史活动数据训练的活动模型,来确定可能改进所述目标实体的所述性能度量的一个或多个活动;以及

输出所述一个或多个活动的指示。

29.根据权利要求18所述的计算装置,

其中所述安全事件对应于由工人执行的活动的类型,

其中所述目标实体关于安全事件的所述性能对应于与所述目标实体相关联的一个或多个工人执行所述类型的活动的频率,并且

其中包括所述目标实体的所述集群关于安全事件的性能对应于与包括所述目标实体的所述集群的所述一个或多个实体相关联的一个或多个工人执行所述类型的活动的频率。

30.根据权利要求18所述的计算装置,其中所述PPE装置中的至少一个PPE装置是包括所述计算装置的通信集线器。

用于比较性安全事件评估的个人防护设备和安全管理系统

技术领域

[0001] 本公开涉及工人安全和与改进工人安全有关的计算系统。

背景技术

[0002] 许多工作环境包括可能使在给定环境内工作的人暴露于安全事件(诸如坠落、呼吸污染的空气、与温度相关的伤害(例如,中暑、冻伤等)等)的危险。工人可利用个人防护设备(PPE)来帮助保护工人免受损害或伤害。操作工作环境的公司跟踪与安全事件有关的度量,这些安全事件对在工作环境内操作的工人的安全有影响。安全事件的示例包括意外死亡、伤害、未遂事故、计划或非计划的暴露于危险、浪费和意外成本。

发明内容

[0003] 一般来讲,本公开描述了用于标识实体的集群并且关于所经历的安全事件比较实体和实体集群的相对性能的技术。所比较的实体可表示例如不同的工作环境、工人群组或个体工人。

[0004] 工人可利用包括一个或多个生理传感器的个人防护设备(PPE),所述一个或多个生理传感器监测工作环境中工人的对应生理状况、移动或其他生理特性并且将指示所述生理特性的生理数据提供给工人安全管理系统。工人安全管理系统可接收描述各种实体沿一个或多个不同维度的特性的数据,这些特性可影响实体所经历的安全事件并且可用于将实体聚类在由所述维度限定的维度空间中。沿所述维度的各种特性可包括例如用于一个或多个工人的生理数据、由所述实体使用或在所述实体内使用的安全产品(诸如PPE)的类型、所述实体对这些安全产品的利用、地理位置、工人的数目和/或工人人口统计信息、工人安排、训练数据、所执行的作业量和类型以及所述实体经历的安全事件的发生类型和次数。所述特性可包括类别数据和/或连续数据。工人安全管理系统处理所接收的数据以标识由维度限定的空间中的实体的集群,其中此类标识的集群对应于关于特性彼此类似的一个或多个实体。

[0005] 工人安全管理系统可将实体和实体的集群相互比较以确定和输出关于安全事件的性能差异。例如,工人安全管理系统可确定,关于工人经历的伤害,目标实体有利地与包括目标实体的集群中的实体之间的平均值进行比较。工人安全管理系统可将所述比较的指示输出到用户或其他分析系统。用户或其他分析系统可使用所述指示来有助于标识与安全事件发生相关的实体的那些特性。

[0006] 本公开中描述的技术可提供一个或多个技术优点。例如,所述技术可通过实现实体之间的比较来改进工人安全管理,所述比较考虑了实体沿实体特性的许多维度的差异。这可减少安全事件评估的假阳性和假阴性两者,所述假阳性和假阴性否则可在使用全局比较(即,在目标实体和实体群体中的所有其他实体之间比较)的情形下发生。例如,包括目标实体的第一组实体可具有使工人安全管理系统将第一组实体聚类成第一集群的类似特性,并且第二组实体可具有使工人安全管理系统将第二组实体聚类成第二集群的类似特性。通

过评估目标实体相对于第一实体集群关于安全事件的性能,所述技术可实现类似实体的比较并且可提供更准确的评估,这可有利于改进工人安全。

[0007] 在一个示例中,一种系统包括各自被配置为由工人穿戴的一个或多个个人防护设备(PPE)装置,所述PPE装置各自包括一个或多个传感器,所述一个或多个传感器生成指示在一个或多个工作环境中操作的工人的活动的活动数据。所述系统还包括一种计算装置,所述计算装置被配置为:至少基于所述活动数据,来标识一个或多个实体的多个集群,其中所述实体中的每个实体与所述工人中的一个或多个工人相关联;并且输出目标实体关于安全事件的性能与包括所述目标实体的所述集群关于安全事件的性能之间的差异的指示。

[0008] 在另一个示例中,计算装置包括:至少一个处理器;以及存储器,所述存储器包括指令,所述指令在被执行时使所述至少一个处理器:接收指示一个或多个实体关于安全事件的性能的实体数据;根据所述实体数据生成用于所述实体的相应d维向量,其中所述d维向量中的每个d维向量具有针对d维度中的每个维度的对应值,所述对应值指示所述维度中针对对应实体的值;使用聚类算法处理所述d维向量以标识所述一个或多个实体的多个集群,其中所述实体中的每个实体与一个或多个工人相关联;并且输出目标实体关于安全事件的性能与包括所述目标实体的所述集群关于安全事件的性能之间的差异的指示。

[0009] 在另一个示例中,计算装置包括至少一个处理器;以及存储器,所述存储器包括指令,所述指令在被执行时使所述至少一个处理器:至少基于由包括在各自被配置为由工人穿戴的一个或多个个人防护设备(PPE)装置中的一个或多个传感器生成的活动数据,来标识一个或多个实体的多个集群,所述活动数据指示在一个或多个工作环境中操作的工人的活动,其中所述实体中的每个实体与一个或多个工人相关联;并且输出目标实体关于安全事件的性能与包括所述目标实体的所述集群关于安全事件的性能之间的差异的指示。

[0010] 附图和以下描述中示出了本公开的一个或多个示例的细节。根据说明书和附图以及权利要求书,本公开的其他特征、目标和优点将显而易见。

附图说明

[0011] 图1是示出了根据本公开的各种技术的包括工人安全管理系统的示例性系统的框图。

[0012] 图2是详细示出了图1所示的安全管理系统的操作视角的框图。

[0013] 图3示出了根据本公开的技术的工人安全管理系统的示例性用户界面。

[0014] 图4示出了根据本公开的技术的工人安全管理系统的示例性用户界面。

[0015] 图5示出了根据本公开的技术的工人安全管理系统的示例性用户界面。

[0016] 图6是示出了根据本公开所述技术的工人安全管理系统的示例性操作模式的流程图。

[0017] 图7是示出了根据本公开所述技术的工人安全管理系统的示例性操作模式的流程图。

[0018] 应当理解,在不脱离本发明范围的前提下,可利用实施方案和修改其结构。图未必按照比例绘制。图中使用的相似数字指代相似的部件。然而,应当理解,在给定图中使用数字指代部件不旨在限制另一个图中用相同数字标记的部件。

具体实施方式

[0019] 图1是示出了根据本公开所述技术的示例性系统2的框图,该示例性系统包括用于标识实体的集群并且关于所经历的安全事件比较实体和实体集群的相对性能的工人安全管理系统(SMS)6。所比较的实体可表示例如工作环境、设施、工人群组或个体工人。

[0020] 一般来讲,SMS 6可提供数据获取、监测、活动记录、报告、预测分析、安全条件标识和警示生成。例如,SMS 6包括根据本文所述的各种示例的基础分析和安全管理引擎和警示系统。一般来讲,SMS 6可有助于标识实体之间的差别并且从而通过标识实体(例如,工人、工作环境、包括一个或多个工作环境的设施等)集群并且确定目标实体相对于其他实体的安全性能之间的差异来有助于减轻对工人的风险。SMS 6可确定用于目标实体的安全事件的发生相对于用于包括目标实体的实体集群的安全事件的发生之间的差异,这些实体根据实体在对应多维空间中的分类和或连续实体特性的维度进行聚类。

[0021] 例如,SMS 6可确定在特定工作环境中目标工人相对于其他工人关于安全事件的性能之间的差异,确定目标工作环境相对于其他工作环境关于安全事件的性能之间的差异,确定目标工人群组相对于其他工人群组关于安全事件的性能之间的差异,和/或确定目标工作环境相对于其他工作环境关于安全事件的性能之间的差异。安全事件的示例可包括工人活动、与个人防护设备(PPE)制品的使用有关的条件或事件、危险环境条件、意外死亡、疾病或伤害、未遂事故、计划或非计划的暴露于危险、浪费和意外成本。例如,在听力、视力或头部防护设备的上下文中,安全条件可为此类防护设备处于待用配置。在危险设备的上下文中,安全条件可以是工人接近危险设备。工人疾病或伤害可包括与温度有关的疾病或伤害、与心脏有关的疾病或伤害、与呼吸有关的疾病或伤害或与眼睛或听力有关的疾病或伤害等等。安全事件的另外的示例包括坠落、呼吸污染的空气、暴露于辐射或化学品等。在一些情况下,安全事件可按类型分类,例如,“工人伤害”、“所有安全事件”、“暴露”等。

[0022] 在一些示例中,SMS 6从传感器(诸如运动传感器、生理传感器、设备传感器,仅举几个例子)接收传感器数据。通过分析工人、工作环境或两者相关联的安全事件和传感器数据,SMS 6在此类示例中可应用本文所述的聚类和分析技术,以便以考虑可与安全事件和性能相关的数据流中所包括的许多不同数据流和不同类型的数据的方式管理对工人的风险。

[0023] 如下文进一步所述,SMS 6可提供集成的、端到端系统以用于管理对一个或多个工作环境8内工人10的风险,该一个或多个工作环境可以是建筑工地、仓库、制造工地或任何物理环境。设施可包括一个或多个工作环境。工作环境可位于任何封闭设施之外并且可与此类设施相关联。本公开的技术可在系统2的各个部分内实现。

[0024] 如图1的示例中所示,系统2包括计算环境,其中多个工作环境8A、8B(统称环境8)内的计算装置经由一个或多个计算机网络4与SMS 6电子通信。工作环境8中的每个工作环境表示物理环境,在该物理环境中,一个或多个个体诸如工人10从事工作环境内的任务或活动。

[0025] 在该示例中,工作环境8A被大体示出为具有工人10,而工作环境8B以扩展形式示出以提供更详细的示例。如图1的示例所示,工作环境8B包括被配置为监测工作环境和工作环境8B内的工人10的各种传感器。例如,工作环境8B可包括生理传感器22、运动传感器23、环境感测站21等。

[0026] 运动传感器23A-23N(统称为运动传感器23)被配置为检测相应工人10A-10N的运动。运动传感器23可包括加速度计、陀螺仪、磁力仪或其他类型的运动传感器。在一些示例中,运动传感器23生成并且输出指示一个或多个维度上的加速度的数据。类似地,运动传感器23可生成并且输出指示工人10在一个或多个维度上的取向(例如,方向)的变化的数据。运动传感器23可输出指示由工人10中相应工人所走的台阶量、所爬的楼梯量或所执行的抬升量的数据。

[0027] 在一些示例中,一个或多个生理传感器22A-22D(统称为生理传感器22)被配置为检测一个或多个工人10的一个或多个生理特性。生理传感器22的示例包括心率传感器(例如,被配置为检测脉搏或确定工人10A的心率)、呼吸传感器(例如,被配置为检测呼吸率)、温度传感器(例如,被配置为检测工人10A的温度)、汗液传感器(例如,被配置为检测工人10A正在出汗的程度)、皮肤或皮下分析物传感器等等。生理传感器22生成并且输出指示从一个或多个工人10检测到的一个或多个生理特性的生理数据。例如,当生理传感器22A包括心率传感器时,心率传感器可输出指示工人10A的心率的输出数据。又如,当生理传感器22A包括温度传感器时,温度传感器可输出指示工人10A的温度(例如,核心体温或皮肤温度)的数据。在一些示例中,生理传感器22可被包括作为个人防护设备的一部分。例如,如图1所示,PPE 13A-13N各自包括一个或多个生理传感器22A-22N。在一些示例中,生理传感器22中的一个或多个生理传感器可与任何个人防护设备制品分开。例如,如图1所示,生理传感器22D物理地不同于任何个人防护设备制品。生理传感器22D可由工人10A穿戴(例如,所谓的智能手表或活动跟踪器),或者可以为与工人10A物理地分开的远程传感器(例如,监测一个或多个工人10的体温的红外相机)。

[0028] 如图1的示例中所示,工作环境8B还可包含在工作环境内提供准确位置数据的一个或多个启用无线的信标(诸如信标17A-17B)。例如,信标17A-17B可以是GPS启用的,使得相应信标内的控制器可能够精确地确定相应信标的位置。基于与信标17中的一个或多个信标的无线通信,工人10所穿戴的PPE 13、传感器22、23、26或通信集线器14被配置为确定工人在工作环境8B内的位置。以这种方式,报告给SMS 6的事件数据可标记有位置数据以有助于由SMS执行的分析、报告和解析。

[0029] 此外,工作环境8B还可包括一个或多个启用无线的感测站,诸如感测站21A、21B。每个感测站21包括被配置为输出指示所感测的环境条件的数据的一个或多个传感器和一个控制器。此外,感测站21可定位在工作环境8B的相应地理区域内,或者以其他方式与信标17进行交互以确定相应位置并且在向SMS 6报告环境数据时包括此类位置数据。因此,SMS 6可被配置为使所感测的环境条件与特定区域相关,并且因此可在处理从PPE 13、感测站21、生理传感器22或运动传感器23接收的事件数据时利用所捕获的环境数据。例如,SMS 6可利用环境数据来有助于生成PPE 13的警示或其他指令以及用于执行预测分析,诸如确定某些环境条件(例如,热、湿度、能见度)与异常工人行为或增加的安全事件之间的任何相关性。因此,SMS 6可利用当前环境条件来有助于预测和避免即将发生的安全事件。可由感测站21感测的示例性环境条件包括但不限于:温度、湿度、各种气体的存在、压力、能见度、风、周围环境光、周围环境噪音、辐射、空气质量等。换句话讲,感测站21可包括温度传感器、水分和/或湿度传感器、气体传感器、压力传感器、光传感器、音频传感器、辐射传感器等。在一些示例中,感测站21可包括被配置为在工人10在相应工作环境8中操作时监测工人10的移

动的相机。

[0030] 在图1的示例中,多个工人10A-10N被示为利用PPE 13A-13N。然而,在一些示例中,本公开的技术适用于不利用PPE的工人。尽管图1的示例中的PPE 13被示为呼吸器,本文所述的技术适用于其他类型的PPE,诸如用于听力保护、视力保护和头部保护的那些,以及防护服、创伤保护、用于辅助性/保护性呼吸的其他PPE等。在一些示例中,PPE 13包括计算机化装置,诸如集线器14、手表(例如,智能手表)、健身跟踪器、眼镜、耳机、移动电话、心率监测器、脉搏血氧计或可包括一个或多个生理传感器22的其他可穿戴装置。

[0031] 在一些示例中,PPE 13中的每个PPE可包括嵌入式传感器或监测装置以及处理电子器件,它们被配置为在用户(例如,工人)在利用(例如,穿戴)PPE时参与活动时实时地捕获数据(也称为数据)。PPE 13可包括用于感测或控制此类部件的操作的多个设备传感器26。作为示例,头罩可包括头罩护目镜位置传感器、头罩温度传感器、头罩运动传感器、头罩撞击检测传感器、头罩位置传感器、头罩电池水平传感器、头罩头部检测传感器、环境噪声传感器等。鼓风机可包括例如鼓风机状态传感器、鼓风机压力传感器、鼓风机运行时间传感器、鼓风机温度传感器、鼓风机电池传感器、鼓风机运动传感器、鼓风机冲击检测传感器、鼓风机位置传感器等。过滤器可包括例如过滤器存在传感器、过滤器类型传感器等。上述设备传感器中的每个设备传感器可生成使用数据,该使用数据可例如指示相应设备制品的操作状态(例如,在许多示例中,接通、断开、打开、关闭、操作、故障、剩余的预期运行时间量、使用中的总运行时间)。在一些示例中,由工人10穿戴的一个或多个PPE制品包括一个或多个生理传感器22、运动传感器23或两者。在一些示例中,由工人10穿戴的一个或多个PPE制品包括一个或多个感测站21。

[0032] 此外,PPE 13中的每一个可包括用于输出指示PPE 13的操作的数据和/或生成和输出与相应的工人10的通信的一个或多个输出装置。例如,PPE 13可包括一个或多个装置以生成听觉反馈(例如,一个或多个扬声器)、视觉反馈(例如,一个或多个显示器、发光二极管(LED)等)或触觉反馈(例如,振动或提供其他触觉反馈的装置)。

[0033] SMS 6可包括与一个或多个实体相关联的实体数据28。例如,实体可表示工作环境8中的特定工作环境、工人10中的特定工人、工作环境或工人群组。在图1的示例中,实体数据28包括指示工作环境的特性的工作环境数据29A和指示工人10的特性的工人数据29B。在一些示例中,工作环境数据29A和工人数据29B包括来自一个或多个传感器21、22、23和26的活动数据。例如,SMS 6可从各种传感器接收活动数据并且将活动数据存储在工作环境数据29A、工人数据29B或两者内。SMS 6可在本地存储实体数据28。在一些示例中,SMS 6可访问(例如,通过外部计算系统或数据存储库)单独地存储的实体数据28。

[0034] 工人数据29B可包括与工人10相关联的活动数据。在一些示例中,活动数据包括由运动传感器23、生理传感器22、设备传感器26或它们的组合生成的传感器数据。例如,SMS 6可从运动传感器23A接收指示工人10A所走的台阶、工人10A所爬的楼梯、工人10A所经历的坠落、工人10A所执行的抬升等的量(例如,数目)的运动数据。类似地,SMS 6可从生理传感器22接收指示工人10A的温度(例如,核心温度、皮肤温度或两者)、工人10A的心率、工人10A的呼吸速率等的生理数据。又如,SMS 6可接收指示利用设备(例如,PPE)制品的使用频率和/或持续时间的设备使用数据,诸如护目镜打开的次数、工人10A消耗的氧气量、消耗的电池量等等。在一些示例中,活动数据包括工人10在活动上所花费的时间、每次活动工人10所

花费的连续时间、工人10的工作周期和活动型式。SMS 6可接收由运动传感器23、生理传感器22和/或设备传感器26生成的活动数据,该活动数据可包括用于将数据直接传达到SMS 6或经由一个或多个通信装置(例如,集线器14)间接传达数据的通信能力,如下文进一步详细描述。

[0035] 在一些示例中,工人数据29B包括对应于与工作环境相关联的工人10的履历数据,诸如人口统计数据、工人类型数据(例如,指示工人的类型(诸如焊工、漆工)等)、工作经历数据(例如,指示相应工人10的多年经验)、或训练数据(例如,指示由相应工人10获得的训练或技能)、性能评论、伤害记录、安全违规记录等。

[0036] 在一些示例中,工作环境数据29A包括指示相应工作环境8的特性的数据。例如,工作环境数据29A可指示尺寸(例如,建筑物尺寸、批次尺寸等)、位置(例如,地址、GPS坐标)、工作环境的类型(例如,仓库、办公空间、建筑工地等)或在每个相应工作环境处执行的工作类型。在一些示例中,工作环境数据29A包括安全事件统计值。安全事件统计值可包括每个工作环境处的安全事件或事故量的指示,诸如经历的坠落次数、暴露(例如,过度的声音、辐射等)事故次数、事故的总数等等。在一些示例中,工作环境数据29A包括指示如下的数据:在工作环境8的每个相应工作环境处的工人量、在每个相应工作环境处的平均合同长度,合同量、在每个工作环境处执行的工作类型、保险数据(例如,保险理赔量、保险理赔的成本)、在每个工作环境处提供的训练以及其他类型的数据。在一些示例中,工作环境数据29A包括指示具有工作环境的设备的数据,诸如PPE的类型、PPE提供方或制造商、PPE年龄等。

[0037] 一般来讲,工作环境8中的每个工作环境包括计算设备(例如,局域网),运动传感器23、生理传感器22、感测站21、信标17和/或PPE 13(例如,包括设备传感器26)能够通过该计算设备与SMS 6通信。例如,工作环境8可被配置有无线技术,诸如802.11无线网络、802.15ZigBee网络等。在图1的示例中,工作环境8B包括本地网络7,该本地网络提供基于分组的输送介质,以用于经由网络4与SMS 6通信。工作环境8B可包括无线接入点19以提供对无线通信的支持。在一些示例中,工作环境8B可包括多个无线接入点19,这些无线接入点可在地理上分布在整个环境中,以在整个工作环境中提供对无线通信的支持。

[0038] 在一些示例中,每名工人10可配备有可穿戴通信集线器14A-14N中的对应一者,这些可穿戴通信集线器实现并促进SMS 6与运动传感器23、生理传感器22、感测站21、信标17和/或PPE 13之间的无线通信。例如,运动传感器23、生理传感器22、感测站21、信标17和/或PPE 13可经由无线通信(例如,蓝牙或其他短程协议)与相应的通信集线器14通信,并且通信集线器可经由无线接入点19处理的无线通信与SMS 6通信。尽管被示出为可穿戴装置,但是集线器14可被实现为部署在工作环境8B内的独立式装置。

[0039] 一般来讲,集线器14中的每个集线器可经由SMS 6编程,使得本地警示规则可在不需要连接到云的情况下安装并执行。因此,集线器14中的每个集线器对来自运动传感器23、生理传感器22、感测站21、信标17和/或PPE 13的活动数据提供中继,并且提供本地计算环境以用于在与SMS 6失去通信的情况下基于事件流进行本地化警示。

[0040] 在示例性具体实施中,环境诸如工作环境8B还可包括一个或多个安全站15,这些安全站遍布于整个环境中。安全站15可允许工人10中的一个检查PPE 13和/或其他安全设备,验证安全设备适合于工作环境8和/或交换数据中的特定一个。安全站15可使工人10能够从设备传感器26、运动传感器23、生理传感器22、感测站21和/或信标17发送和接收数据。

例如,安全站15可将警示规则、软件更新或固件更新传输到PPE 13或其他设备,诸如运动传感器23、生理传感器22、感测站21和/或信标17。安全站15还可接收高速缓存在PPE 13、集线器14、运动传感器23、生理传感器22、感测站21、信标17和/或其他安全设备上的数据。也就是说,虽然设备诸如运动传感器23、生理传感器22、感测站21、信标17、PPE 13和/或数据集线器14通常可经由网络4实时或接近实时地传输数据,但是在一些情况、场合或条件下,此类设备可与网络4不具有连接性。在此类情况下,运动传感器23、生理传感器22、感测站21、信标17、PPE 13和/或数据集线器14可在本地存储数据并且在重新获得与网络4的连接性时将数据传输到安全站15。然后,安全站15可从运动传感器23、生理传感器22、感测站21、信标17、PPE 13和/或数据集线器14获得数据。

[0041] 此外,工作环境8中的每个工作环境可包括为终端用户计算装置16提供操作环境的计算设施,用于经由网络4与SMS 6交互。例如,工作环境8中的每个工作环境通常包括负责监督环境内的安全合规性的一个或多个安全管理人员。一般来讲,每个用户20与计算装置16进行交互以进入SMS 6。工作环境8中的每个工作环境可包括系统。类似地,远程用户24可使用计算装置18来经由网络4与SMS 6进行交互。出于举例的目的,最终用户计算装置16可以是膝上型电脑、台式计算机、诸如平板电脑或所谓的智能电话的移动装置等。

[0042] 用户20、24与SMS 6交互以控制并且主动管理工人10利用的安全设备的许多方面,诸如进入和查看使用记录、分析和报告。例如,用户20、24可查看由SMS 6获取和存储的使用数据,其中使用数据可包括指定持续时间(例如,一天、一周等)内的开始和结束时间的数据、在特定事件(诸如PPE 13护目镜的升降、从工人10移除PPE 13)期间收集的数据、PPE 13的操作参数的改变、PPE 13的部件的状态变化(例如,低电池事件)、工人10的运动、检测到的对PPE 13或集线器14的影响、从用户获取的感测数据、环境数据等。此外,用户20、24可与SMS 6交互以执行访问跟踪并且为单件安全设备(例如,PPE 13)安排维护事件,以确保符合任何程序或规定。SMS 6可允许用户20、24关于维护程序创建并完成数字检查表并且将这些程序的任何结果从计算装置16、18同步到SMS 6。

[0043] 此外,SMS 6集成了事件处理平台,该事件处理平台被配置为处理来自数字启用装置诸如运动传感器23、生理传感器22、感测站21、信标17、PPE 13和/或数据集线器14的数千甚至数百万个并发事件流。SMS 6的基础分析引擎可将历史数据和模型应用于入站流以计算断言,诸如基于工人10的条件或行为型式标识的异常或预测的安全事件发生。

[0044] 另外,SMS 6可提供实时警示和报告,以向工人10和/或用户20、24通知任何预测的事件、异常、趋势等。SMS 6的分析引擎可在一些示例中应用分析来标识感测的工人数据、环境条件、地理区域和其他因素之间的关系或相关性,并且分析对安全事件的影响。SMS 6可基于跨工人10获取的数据来确定在某个地理区域内的哪些特定活动可能导致或预测导致异常高的安全事件发生。

[0045] 以这种方式,SMS 6可通过基础分析引擎和通信系统紧密集成了用于管理个人防护设备的综合工具,以提供数据获取、监测、活动存录、报告、行为分析和警示生成。此外,SMS 6可提供由系统2的各种元件并且在这些元件之间操作和利用的通信系统。用户20、24可进入SMS以查看有关由SMS6对从工人10获取的数据执行的任何分析的结果。在一些示例中,SMS 6可经由web服务器(例如,HTTP服务器)呈现基于web的界面,或者可为由用户20、24使用的计算装置16、18的装置(诸如,台式计算机、膝上型计算机、诸如智能电话和平板电脑

的移动装置等)部署客户端应用程序。

[0046] 在一些示例中,SMS 6可提供数据库查询引擎,用于直接查询SMS 6以查看所获取的安全数据、合规性数据和分析引擎的任何结果,例如,通过仪表板、警示通知、报告等。也就是说,用户20、24或在计算装置16、18上执行的软件可向SMS 6提交查询并且接收与查询相对应的数据以便以一个或多个报告或仪表板的形式呈现。此类仪表板可提供关于系统2的各种见解,诸如跨工人群体的基线(“正常”)操作,从事可能使工人暴露于风险的异常活动的任何异常工人的标识,工作环境8内任何地理区域的标识,对于该环境,已经或预测会发生显著异常(例如,高)安全事件,表现出相对于其他环境的安全事件的异常发生的环境8中任一个的标识等。

[0047] 如下文详细地说明,SMS 6可简化对于负责监测和确保实体或环境的安全合规性的个体的工作流程。也就是说,SMS 6可实现主动安全管理并且允许组织针对工作环境8内的某些区域、特定安全设备或个体工人10采取预防或纠正措施,定义并且可进一步允许实体实现由基础分析引擎进行数据驱动的工作流程程序。

[0048] 作为一个示例,SMS 6的基础分析引擎可被配置为针对整个组织计算和呈现给定工作环境8内或跨多个工作环境的工人群体的客户定义的量度。例如,SMS 6可被配置为获取数据并且跨工人群体(例如,跨工作环境8A、8B中的任一者或两者的工人10)提供聚合性能量度和预测的行为分析。此外,用户20、24可设定用于任何安全事故发生的基准,并且SMS 6可相对于针对个体或定义的工人群体的基准跟踪实际性能量度。

[0049] 作为另一个示例,如果存在条件的某些组合,SMS 6可进一步触发警示,例如以加速检查或维修安全设备诸如PPE 13中的一个。以这种方式,SMS 6可标识度量不符合基准的个体PPE 13或工人10,并且提示用户干预和/或执行程序以相对于基准改进度量,从而确保合规性并且主动管理工人10的安全性。

[0050] 根据本公开的技术,SMS 6可至少部分地通过确定给定目标实体的安全性能相对于包括该目标实体的实体集群的安全性能之间的差异以通知相对于更类似于作为整体的实体群体的目标实体的其他工人和/或工作环境具有更高风险的工人或设施和/或工人的安全管理人员来管理对在工作环境内操作的工人的风险。

[0051] SMS 6标识各自与一个或多个工人10相关联的实体集群。SMS 6可至少部分地基于指示在工作环境8中的一个或多个内操作的工人10的活动的活动数据来标识一个或多个实体的多个集群。SMS 6可基于一条或多条规则来标识多个实体集群。在一些情况下,规则可被预编程。又如,一条或多条规则可由一个或多个模型使用机器学习生成,或者可自身表示用于标识集群并且将目标实体映射到集群的机器学习模型。因此,本文对“包括”另一个实体(诸如用于分析的目标实体)的实体集群的描述可以是指将实体映射到实体集群的规则,无论实体是否被SMS 6用于标识实体集群。

[0052] 例如,一个或多个模型利用聚类算法(例如,k均值、k均值++、频谱聚类、分层聚类和DBSCAN)来确定或标识彼此类似的实体集群。SMS 6可将工人10分组或聚类成彼此类似的不同组工人,将工作环境8分组或聚类成彼此类似的不同组工作环境,或两者。在一个或多个模型使用聚类算法的情况下,SMS 6可将一个或多个模型应用于将工人10或工作环境8聚类成特定数目的集群。在这种情况下,集群的数目可被预定义或通过实验确定。在一些示例中,每个集群可包括不同数目的实体。

[0053] 在一些示例中, SMS 6可利用类似性算法(例如, k-NN或余弦类似性)来标识类似于目标实体的实体集群。例如, SMS 6可应用一个或多个模型来在给定特定目标实体的情况下确定最类似于目标实体的实体集群。在使用类似性算法的一些情况下, 集群可包括预先确定数目的类似实体(例如, 与目标实体最类似的前10个实体)。换句话讲, 在一些情况下, SMS 6可将目标工人或工作环境的指示输入到一个或多个模型, 并且可基于一个或多个模型输出分别被确定为最类似于目标工人或工作环境的工人或工作环境的指示。

[0054] 一个或多个模型可接收如下的指示作为输入: 与目标实体相关联的实体数据29、与目标实体相关联(例如, 来自运动传感器23、生理传感器22和/或设备传感器26)的活动数据或它们的组合, 并且可基于输入输出集群的指示。在一些示例中, SMS 6基于与目标工人10A相关联的活动数据和与其他工人10相关联的活动数据来确定或标识类似于目标工人(例如, 工人10A)的工人集群。例如, 与工人10A相关联的活动数据可指示工人10A每天平均行走10,000步并且平均爬100层楼梯。SMS 6可将一个或多个模型应用于与工人10A和其他工人10相关联的活动数据, 以标识所具有的活动数据最类似于工人10A的活动数据的工人10的子集。在一种情形下, SMS 6可基于与目标工作环境8B相关联的活动数据和与其他工作环境8相关联的活动数据来标识类似于目标工作环境(例如, 工作环境8B)的工作环境集群。例如, 与工作环境8B相关联的活动数据可指示在工作环境8B内工作的工人通常消耗18L的(例如, 来自SCBA罐)加压氧气。在此类情况下, SMS 6可将一个或多个模型应用于与工作环境8B相关联的活动数据以标识与工作环境8B最类似的工作环境8的子集。

[0055] 在一些情况下, SMS 6可将一个或多个模型应用于与目标实体相关联的实体数据以标识类似的实体。例如, 当实体数据包括与目标工人(例如, 工人10A)相关联的履历数据时, SMS 6可基于工人10的履历数据来标识与目标工人10A最类似的工人10的子集。又如, 当实体数据包括工作环境数据时, SMS 6可将一个或多个模型应用于与目标工作环境(例如, 工作环境8B)相关联的工作环境数据, 并且可基于工作环境8的工作环境数据来标识与目标工作环境8B最类似的工作环境8的子集。

[0056] 响应于标识实体集群, SMS 6可确定目标实体关于安全事件的性能与包括目标实体的集群的性能之间的差异。例如, SMS 6可确定目标实体关于安全事件的性能与包括目标实体的集群关于安全事件的性能之间的差异。换句话讲, SMS 6可确定目标实体相对于类似实体集群的安全性能之间的差异。在一些示例中, SMS 6可通过确定包括目标实体的实体集群中的每个实体的性能来确定目标实体的性能相对于集群的性能之间的差异。例如, SMS 6可确定实体集群中的每个实体的安全度量。换句话讲, SMS 6可确定工人10集群中的每个工人、工作环境8集群中的每个工作环境或两者的安全度量。在一些示例中, SMS 6基于存储在实体数据28中的安全数据来确定安全度量。例如, 工作环境数据29A和/或工人数据29B可包括指示分别与每个工作环境或工人相关联的安全事件量的数据。在一些示例中, 安全数据指示工人死亡的数目、工人事故的次数、工人事故的总成本、由于工人事故导致的错失(missed)时间等。在一些示例中, 安全数据存储在SMS 6外部并且可由SMS 6访问。SMS 6可基于安全数据来确定集群(包括目标实体的集群)中的每个实体关于安全事件的性能。也就是说, 在目标工作环境8B包括在50个类似工作环境集群中的示例中, SMS 6可确定50个工作环境中的每个工作环境的安全度量。

[0057] 响应于确定用于包括目标实体的实体集群中的每个实体的安全度量, SMS 6可输

出目标实体的性能与集群的性能之间的差异的指示。例如,如图3中进一步所示,SMS 6可输出指示实体集群302中的每个实体的性能,包括实体集群302的均值(例如,平均)性能和映射到实体集群302的目标实体320的性能的指示的图形用户界面300。

[0058] 在一些示例中,SMS 6可关于与工人10相关联的任务确定目标实体的性能相对于包括目标实体的实体集群的性能之间的差异。换言之,SMS 6可确定目标实体相对于类似于目标实体的实体集群的任务性能的差异。在一些示例中,SMS 6可接收指示工人10的一个或多个性能度量的活动数据。例如,活动数据可指示由工人10执行的任务。在一些示例中,活动数据包括指示接通/断开设备制品的时间的设备数据,使得SMS 6可基于设备数据通过检测接通或断开特定设备制品的时间来确定工人10A在特定时间处正在执行特定任务。在此类示例中,SMS 6可在工人10A执行对应于特定设备制品的任务时确定与工人10A相关联的性能度量,诸如工人生产率。

[0059] 在一些示例中,活动数据可包括由与工人10A相关联的一个或多个运动传感器生成的运动数据。例如,SMS 6可从由工人10A穿戴的运动跟踪器(例如,脚步计数器)接收运动数据,并且可基于运动数据确定工人10A执行任务的时间量。类似地,SMS 6可确定其他工人10的性能度量(例如,执行任务的时间量)。

[0060] 又如,SMS 6可相对于包括工作环境8B的工作环境8的集群确定与目标工作环境8B相关联的性能度量。例如,SMS 6可接收活动数据,该活动数据指示目标工作环境8B内的特定设备制品(例如,建筑工地处的起重机)仅操作一定量时间(例如,由于其他设备的阻碍)并且确定类似对应的设备制品(例如,相同类型的设备,诸如起重机)在包括工作环境8B(例如,其他建筑工地)的工作环境集群中的工作环境处操作的时间量。

[0061] 响应于确定目标实体的性能度量和相关实体集群中的其他实体的性能度量,SMS 6可输出目标实体的性能与包括目标实体的实体集群的性能之间的差异的指示。作为一个示例,SMS 6可输出指示目标实体的性能度量、集群的性能度量(例如,集群的平均值)、集群中每个实体的性能度量、集群的可视化或它们的组合的图形用户界面以用于由显示装置显示。SMS 6可输出关于目标实体相对于包括该实体的实体集群的差异、绝对差异、相对差异、差异的可视化或其他指示的排名。指示可由用户或分析系统使用来标识与关于工人活动(诸如安全事件)的性能相关的实体的特性。

[0062] 以这种方式,本公开的技术使工人安全管理系统能够使用对本文所述的比较技术的技术改进来改进工人安全管理,该比较技术使得能够在实体之间进行比较,该比较考虑实体沿实体特性的一个或多个维度的差异。通过根据考虑实体之间差异的实体特性来比较实体,工人安全管理系统可减少安全事件评估的假阳性和假阴性两者。以这种方式,本公开的技术描述可使工人安全管理系统能够提供对安全事件的更准确评估的技术特征,这可有利于改进工人安全。

[0063] 图2是根据本文所述技术的提供SMS 6的操作视角的框图,该SMS在作为基于云的平台托管时能够支持具有全体工人10的多个不同的工作环境8。在图2的示例中,SMS 6的部件根据实现本公开的技术的多个逻辑层进行布置。每个层可由包括硬件、软件或硬件和软件的组合的一个或多个模块实现。

[0064] 在图2中,安全设备62包括个人防护设备(PPE)13、信标17、感测站21、生理传感器22和运动传感器23。安全设备62、集线器14、安全站15以及计算装置60作为客户端63操作,

该客户端经由接口层64与SMS6通信。计算装置60通常执行客户端软件应用程序,诸如桌面应用程序、移动应用程序和web应用程序。计算装置60可表示图1的计算装置16、18中的任一个。计算装置60的示例可包括但不限于便携式或移动计算装置(例如,智能手机、可穿戴计算装置、平板电脑)、膝上型计算机、台式计算机、智能电视平台以及服务器,仅举几个例子。

[0065] 在计算装置60上执行的客户端应用程序可与SMS 6进行通信,以发送和接收由服务68检索、存储、生成和/或以其他方式处理的数据。例如,客户端应用程序可请求和编辑安全事件数据,该安全事件数据包括存储在SMS 6处和/或由该SMS 6管理的分析数据。在一些示例中,客户端应用程序可请求和显示聚集的安全事件数据,该安全事件数据汇总或以其他方式聚集安全事件的多个单个实例以及从安全设备62获得和/或由SMS 6生成的对应数据。客户端应用程序可与SMS 6交互,以查询关于过去和预测的安全事件、工人10的行为趋势的分析数据,仅举几个例子。在一些示例中,客户端应用程序可输出从SMS 6接收的显示数据,以使此类数据对客户端63的用户可视化。如下文的进一步说明和描述,SMS 6可提供数据至客户端应用程序,客户端应用程序输出该数据用于显示在用户界面中。

[0066] 在计算装置60上执行的客户端应用程序可被实现用于不同平台,但是包括类似或相同的功能。例如,客户端应用程序可以是被编译为在桌面操作系统上运行的桌面应用程序或被编译为在移动操作系统上运行的移动应用程序。作为另一个示例,客户端应用程序可为web应用程序,诸如显示从SMS 6接收到的web页面的web浏览器。在web应用程序的示例中,SMS 6可接收来自web应用程序(例如,web浏览器)的请求、处理请求并往回向web应用程序发送一个或多个响应。以这种方式,web页面的收集、客户端侧处理的web应用程序以及由SMS 6执行的服务器侧处理共同提供执行本公开的技术的功能。以这种方式,客户端应用程序根据本公开的技术使用SMS 6的各种服务,并且这些应用程序可在各种不同的计算环境(例如,仅举几个例子,PPE的嵌入式电路或处理器、桌面操作系统、移动操作系统或web浏览器)内操作。

[0067] 如图2所示,SMS 6包括接口层64,该接口层表示由SMS 6呈现和支持的应用程序编程接口(API)或协议接口集。接口层64初始地从客户端63中的任一个接收消息,以便在SMS 6处进一步处理。因此,接口层64可提供在客户端63上执行的客户端应用程序可用的一个或多个接口。在一些示例中,接口可以通过网络进入的应用程序编程接口(API)。接口层64可用一个或多个web服务器实现。一个或多个web服务器可接收进入请求,将来自请求的数据处理和/或转发到服务68,并且基于从服务68接收的数据来向初始地发送请求的客户端应用程序提供一个或多个响应。在一些示例中,实现接口层64的该一个或多个web服务器可包括运行环境以部署提供一个或多个接口的程序逻辑。如下文进一步所述,每个服务可提供能够经由接口层64访问的一组一个或多个接口。

[0068] 在一些示例中,接口层64可提供使用HTTP方法与服务交互和操纵SMS 6的资源的代表性状态传送(RESTful)接口。在此类示例中,服务68可生成JavaScript Object Notation(JSON)消息,接口层64将该JSON消息发送回提交初始请求的客户端60的客户端应用程序。在一些示例中,接口层64提供使用简单对象访问协议(SOAP)的web服务来处理来自客户端应用程序的请求。在其他示例中,接口层64可使用远程程序调用(RPC)来处理来自客户端63的请求。在从客户端应用程序接收到使用一个或多个服务68的请求时,接口层64向包括服务68的应用层66发送数据。

[0069] 如图2所示, SMS 6还包括应用层66, 该应用层表示用于实现SMS 6的大部分底层操作的服务的集合。应用层66接收从客户端应用程序接收的请求中所包括的数据, 并且根据由这些请求调动的服务68中的一者或多者来进一步处理该数据。应用层66可被实现为在一个或多个应用服务器(例如, 物理或虚拟机)上执行的一个或多个离散软件服务。也就是说, 应用服务器提供用于执行服务68的运行环境。在一些示例中, 如上所述的功能接口层64和应用层66的功能可在同一服务器处实现。

[0070] 应用层66可包括一个或多个独立的软件服务68, 例如经由逻辑服务总线70通信的过程作为一个示例。服务总线70通常表示诸如通过发布/订阅通信模型允许不同的服务将消息发送到其他服务的逻辑互连或接口集。例如, 服务68中的每个服务可基于针对相应服务设定的标准来订阅具体类型的消息。当服务发布服务总线70上特定类型的消息时, 订阅该类型消息的其他服务将接收消息。以这种方式, 服务68中的每个服务可彼此传达数据。又如, 服务68可使用套接字或其他通信机制以点对点的方式通信。在描述服务68中的每个服务的功能之前, 本文简单地描述层。

[0071] SMS 6的数据层72表示数据储存库, 该数据储存库使用一个或多个数据储存库74为SMS 6中的数据提供持久性。数据储存库通常可以是存储和/或管理数据的任何数据结构或软件。数据储存库的示例包括但不限于关系数据库、多维数据库、地图和散列表, 仅举几个例子。可使用关系数据库管理系统(RDBMS)软件来实现数据层72以管理数据储存库74中的数据。RDBMS软件可管理一个或多个数据储存库74, 使用结构化查询语言(SQL)可访问该一个或多个数据储存库。一个或多个数据库中的数据可使用RDBMS软件来存储、检索和修改。在一些示例中, 可使用对象数据库管理系统(ODBMS)、在线分析处理(OLAP)数据库或其他合适的数据库管理系统来实现数据层72。

[0072] 如图2所示, 服务68A-68J(“服务68”)中的每个服务以模块化形式在SMS 6内实现。虽然针对每个服务被示出为单独的模块, 但是在一些示例中, 两个或更多个服务的功能性可组合到单个模块或部件中。服务68中的每个服务可以软件、硬件或硬件和软件的组合来实现。此外, 服务68可被实现为独立的装置、单独的虚拟机或容器、进程、线程或通常用于在一个或多个物理处理器上执行的软件指令。在一些示例中, 服务68中的一个或多个可各自提供通过接口层64暴露的一个或多个接口。因此, 计算装置60的客户端应用程序可调用服务68中的一个或多个的一个或多个接口来执行本公开的技术。

[0073] 根据本公开的技术, 服务68可包括事件处理平台, 该事件处理平台包括事件端点前端68A、事件选择器68B、事件处理器68C和高优先级(HP)事件处理器68D、通知服务68E和聚类和分析服务(CAS)68F。

[0074] 事件端点前端68A作为前端接口操作, 用于与集线器14和安全设备62交换通信。换句话说, 事件端点前端68A作为部署在工作环境8内并且由工人10利用的安全设备的前线接口操作。在一些情况下, 事件端点前端68A可实现为衍生的多个任务或作业, 以接收包括由安全设备62感测和捕获的数据的事件流69的单个入站通信。例如当接收事件流69时, 事件端点前端68A可衍生使入站通信(称为一个事件)快速入队和关闭通信会话的任务, 从而提供高速处理和可缩放性。例如, 每个进入通信可携带表示感测的条件、运动、温度、动作或其他数据(通常称为事件)的最近捕获的数据。事件端点前端68A与安全设备62和/或集线器14之间交换的通信可以是实时的或伪实时的, 这取决于通信延迟和连续性。

[0075] 事件选择器68B对经由前端68A从安全设备62和/或集线器14接收的事件流69进行操作,并且基于规则或分类来确定与传入事件相关联的优先级。例如,安全规则可指示如下事故:给定环境的不正确设备、未正确使用PPE或缺乏与工人的生命体征相关联的传感器数据,它们将被视为高优先级事件。基于优先级,事件选择器68B将这些事件入队以便由事件处理器68C或高优先级 (HP) 事件处理器68D进行后续处理。另外的计算资源和对象可专用于HP事件处理器68D,以确保对关键事件的响应,这些关键事件诸如未正确使用PPE、缺乏生命体征等。响应于处理高优先级事件,HP事件处理器68D可立即调动通知服务68E以生成警示、指令、警告或其他类似消息,以便输出到安全设备62、集线器14或用户20、24使用的装置。未被分类为高优先级的事件由事件处理器68C消耗并处理。

[0076] 一般来讲,事件处理器68C或高优先级 (HP) 事件处理器68D对进入事件流进行操作以更新一个或多个数据储存库74。例如,在一些情况下,工作环境数据74A和/或工人数据74C可包括从感测站21、生理传感器22、运动传感器23和/或设备传感器26获得的整个活动数据流。在其他情况下,工作环境数据74A和/或工人数据74C可包括例如与特定时间段相关联的此类数据的子集。

[0077] 事件处理器68C、68D可创建、读取、更新和删除存储在数据储存库74中的事件数据。例如,工作环境数据74A和/或工人数据74C可作为包括数据的名称/值对的结构诸如以行/列格式指定的数据表存储在相应的数据库记录中。例如,名称(例如,列)可以是“工人ID”,并且值可以是员工标识号。事件记录可包括数据,诸如但不限于:工人标识、采集时间戳以及从安全设备62的一个或多个制品(例如,感测站21、生理传感器22、运动传感器23和/或设备传感器26)接收的数据。

[0078] 根据本公开的技术,CAS 68F可确定给定目标实体的性能相对于包括目标实体的实体集群的性能之间的差异。例如,CAS 68F可确定包括目标实体的实体集群,确定目标实体的性能和集群的性能,并且输出性能之间差异的指示。

[0079] 在一些示例中,CAS 68F基于相应的实体配置文件来确定实体的集群。CAS 68F基于工作环境数据74A、工人数据74C或两者来生成实体配置文件。换句话说,CAS 68F可生成与工人10中的每个相应工人相关联的工人配置文件或与工作环境8中的每个工作环境相关联的工作环境配置文件。例如,CAS 68F可通过将可与特定工人相关联的数据(例如,工作环境数据和/或工人数据,其可包括活动数据)预处理或转换成与每个相应工人相关联的d维矢量来生成与工人相关联的实体配置文件,其中d是正整数。在一些示例中,CAS 68F可使用技术诸如单热编码(例如,当工作环境数据和/或工人数据包括类别变量时)、自然语言处理技术(例如,当工作环境数据和/或工人数据包括文本数据时)、数据归一化(例如,使所有数据为零均值和单位方差)等等来转换工作环境数据和/或工人数据。以这种方式,CAS 68F生成实体配置文件作为表示每个相应实体的d维矢量,其中d维度中的每个d维度表示与给定实体相关联的变量,其中d维度由CAS 68F使用以确定各种实体性能的差异。d维度的变量可包括分类数据(例如,工作环境的类型、邮政编码、所有者)或连续数据(例如,工人的数目、工人年龄、最近工人活动、训练数据)。

[0080] CAS 68F可生成 $d \times n$ 维度矩阵,其中d表示每个实体的维度数目或数据变量,并且n表示实体的数目。换句话说,CAS 68F可组合n个实体的相应d维矢量以生成表示要分析的每个实体的活动数据和实体数据的矩阵M。

[0081] 在一些示例中,CAS 68F标识包括目标实体的实体集群。CAS 68F可被配置为至少部分地基于一条或多条规则基于目标实体来确定实体集群。尽管可使用其他技术,但是在一些示例中,使用机器学习来生成一条或多条规则。也就是说,CAS 68F可包括由机器学习的应用程序生成的可执行代码以确定与目标实体相关联的实体集群。可执行代码可采用软件指令或规则集的形式,并且通常被称为模型,该模型随后可应用于活动数据、实体数据或两者。可用于生成性能模型74B的示例性机器学习技术可包括各种学习方式诸如受监督的学习、无监督学习和半监督学习。算法的示例性类型包括聚类算法或类似性算法。算法的另外的类型包括贝叶斯算法、决策树算法、正则化算法、回归算法、基于实例的算法、人工神经网络算法、深度学习算法、降维算法等。具体算法的各种示例包括贝叶斯线性回归、提升决策树回归和神经网络回归、反向传播神经网络、Apriori算法、K均值聚类、k最近邻(kNN)、学习矢量量化(LVQ)、自组织映射(SOM)、局部加权学习(LWL)、岭回归、最小绝对收缩和选择算子(LASSO)、弹性网络、最小角度回归(LARS)、主成分分析(PCA)和主成分回归(PCR)。

[0082] 在一些示例中,CAS 68F可针对特定的工人、工人10的特定群体、工作环境8的特定群体或它们的组合生成单独的模型。CAS 68F可基于与工人10中的一个或多个、工作环境8中的一个或多个或它们的组合相关联的工作环境数据74A和/或工人数据74C来更新模型。例如,CAS 68F可基于存储在数据74A或74C中的历史活动数据(例如,由生理传感器22生成的生理数据)来更新一个或多个模型74B。

[0083] CAS 68F可至少部分地通过将一个或多个性能模型74B应用于工作环境数据74A和/或工人数据74C来标识包括目标实体的实体集群。例如,CAS 68F可通过将模型74B应用于与工人10相关联的工人数据74C来标识类似于图1的工人10A的工人10的集群。在此类示例中,工人集群包括目标工人10A和工人10的子集,该工人的子集包括由CAS 68F确定为类似于工人10A的工人。又如,CAS 68F可通过将模型74B应用于与工作环境8相关联的工作环境数据74A来标识类似于工作环境8B的工作环境8的集群。在此类示例中,工作环境的集群包括目标工作环境8B和工作环境8的子集,该工作环境的子集包括被确定为类似于工作环境8B的工作环境。

[0084] 在一些示例中,CAS 68F可基于应用一个或多个性能模型74B(例如,利用聚类算法)一次,周期性地考虑随时间推移向数据集添加另外的实体,或者在每个目标实体映射之前考虑随时间推移向数据集添加另外的实体来生成实体集群。CAS 68F可执行聚类算法以分析实体一次或多次,并且基于该分析将每个实体分配给特定集群。以这种方式,每当CAS 68F确定目标实体相对于其他类似实体的性能时,CAS 68F可能不需要重新运行聚类算法。在此类示例中,在接收到针对新实体(例如,新工人或新工作环境)的数据时,CAS 68F可确定将新实体分配到哪个集群而无需重新运行聚类算法。

[0085] 在CAS 68F使用类似性算法生成聚类的示例中,CAS 68F可确定与目标实体最类似的预先确定量的实体以生成包括目标实体的实体集群。在一些示例中,CAS 68F可响应于接收到针对新实体的数据而重新运行类似的算法,以确定将新实体分配给哪个集群。

[0086] 响应于标识到包括目标实体的实体集群,CAS 68F可确定目标实体的性能与实体集群中一个或多个实体的性能之间的差异。在一些示例中,CAS 68F可例如在周期性基础上(例如,每小时、每天、每周等)自动地确定性能之间的差异。又如,CAS 68F可响应于从计算装置60的用户接收到查询来确定性能之间的差异。

[0087] 在一些情况下,CAS 68F确定关于安全事件的性能之间的差异。例如,可响应于从计算装置60的用户接收指示目标实体的查询和用于比较的安全度量(例如,事故量、伤害量、保险理赔量等)来确定性能之间的差异。CAS 68F可例如基于存储在工作环境数据74A和/或工人数据74C中的安全数据来确定目标实体的安全度量的值。类似地,CAS 68F可确定包括目标实体的实体集群的安全度量的值、实体集群中每个相应实体的安全度量的值或两者。

[0088] 根据一些场景,CAS 68F可确定关于与工人10相关联的任务的性能之间的差异。CAS 68F可确定由目标工人10A执行的一个或多个任务。在一些示例中,CAS 68F基于由与目标工人10A相关联的一个或多个传感器(例如,运动传感器23或生理传感器22)生成的活动数据来确定由该工人10A执行的任务。作为一个示例,CAS 68F可使用机器学习来将传感器数据分类成工人10执行的各种任务。例如,CAS 68F可将一个或多个模型74B应用于与目标工人10A相关联的活动数据(例如,存储在工人数据74C中),以确定在特定时间处与工人10A相关联的运动数据指示工人10A在特定时间处正在举起重型设备。如本公开通篇使用的,“时间”是指一段时间,诸如一分钟、几分钟、一小时等,而不是一瞬间。

[0089] 根据一个示例,CAS 68F基于来自感测站21的数据来确定由一个或多个工人10A执行的一个或多个任务。例如,感测站21可包括相机和/或麦克风。在此类示例中,感测站21可检测由一个或多个设备制品产生的声音,并且CAS 68F可通过分析来自感测站21的音频数据来确定工人10正在执行哪些任务,以确定工人10A正在利用哪些设备,这可指示工人10正在执行哪些任务。又如,感测站21可使用相机来监测工人10在工作环境8B内的移动,并且可使用图像辨识技术和/或运动跟踪技术来确定工人10A正在执行哪些任务。例如,CAS 68F可利用与分类器(例如,随机森林、SVM等)配对的特征提取(例如,SIFT、SURF、Gabor滤波器、LBP、GIST等)的视觉方法来标识由工人10执行的任务。

[0090] 在一些示例中,CAS 68F基于设备(例如,PPE 13)使用、位置数据或两者来确定由工人10A执行的任务。例如,CAS 68F可接收与工人10A相关联的PPE 13A被接通的指示,使得CAS 68F并且可确定工人10A正在执行与PPE 13A相关联的特定任务。又如,CAS 68F可接收设备制品在特定时间下操作的指示,并且基于对应于工人10A的位置数据(例如,GPS坐标)来确定工人10A的位置对应于特定设备制品的位置。作为响应,CAS 68F可确定工人10A正在执行与特定设备制品相关联的任务。

[0091] CAS 68F可针对包括工人10A的工人10集群中的每个工人确定与特定任务相关联的性能度量。CAS 68F可至少部分地基于来自运动传感器23、生理传感器22、感测站21、PPE 13(例如,包括设备传感器26)、信标17或它们的组合的数据来确定性能度量。在一些示例中,性能度量指示在某些活动期间花费的总时间、在一个活动上花费的连续时间、工作周期、休息或一系列活动的型式等等。

[0092] 在一些示例中,性能度量指示工人10A用于执行任务的时间量。例如,CAS 68F可接收工人10A的位置的指示(例如,来自由工人10A穿戴的GPS启用的装置的GPS坐标)、由工人10A穿戴的PPE 13的指示,并且确定工人10A是否正在利用正确的PPE(例如,在给定位置的情况下)、每个工人在该位置处花费的时间量或两者。又如,在性能度量指示目标工人10A用来执行任务并且工人10A利用一个或多个PPE 13制品来执行任务的时间量的情况下,CAS 68F可从PPE 13A(例如,SCBA罐)接收指示PPE 13A被接通的时间量或所利用的PPE资源(例

如,电池寿命、氧气等)的量的数据。以这种方式,CAS 68F可确定目标工人10A正在工作的时间量。因此,例如,在给定时间段的情况下,CAS 68F可计算工人在每个任务上花费的时间百分比。

[0093] 在一些示例中,由CAS 68F接收的活动数据可指示当工人可能已经处于活动状态时,他或她不活动。例如,由CAS 68F接收的活动数据可指示在两个10分钟的活动时段之间具有1分钟的“不活动”时段,这可指示工人花费了1分钟休息,或者可指示活动数据中具有一分钟的空窗期,即使该工人在该21分钟时段内一直在工作。因此,在一些示例中,CAS 68F可对活动数据应用滤波或平滑方法以确定性能度量。

[0094] 在一些情况下,CAS 68F至少部分地基于来自多个源的数据来确定性能度量。例如,CAS 68F可基于来自运动传感器23A和PPE 13A的数据来确定工人10A正在工作的时间量。例如,CAS 68F可确定工人10A何时活动(例如,物理地移动)并且PPE 13何时接通以确定工人10A正在执行任务的时间量。以这种方式,在一些示例中,CAS 68F可更准确地确定性能度量,例如如果来自一个源的数据不指示工人性能,则这可减少误差(例如,在午餐休息期间无意地使PPE 13接通可不利地影响工人效率)。例如,CAS 68F可更准确地确定工人10A的工作周期。

[0095] 在一些示例中,安全事件对应于由工人执行的活动的类型,并且关于安全事件的性能对应于工人执行特定类型的活动的频率。例如,某些安全事件(诸如过度使用伤害)可对应于执行活动的频率。因此,在一些示例中,CAS 68F确定目标实体关于对应于频繁地执行活动的过度使用伤害的性能。类似地,CAS 68F可确定包括目标实体的集群关于对应于执行特定类型的活动的频率的安全事件的性能。

[0096] CAS 68F可确定用于一个或多个工作环境的性能度量。在一些示例中,可聚集个体工人10A的性能以确定所有工人10在工作环境下的性能。例如,CAS 68F可确定由工人在不同工作环境下用来执行给定任务(诸如安装设备制品或净化工作环境等等)的时间量。

[0097] 响应于确定目标实体的性能度量,通知服务68E可输出目标实体的性能与包括目标实体的实体集群的性能之间的差异的指示。例如,如图5进一步所示,通知服务68E输出指示目标实体(例如,工人10A或工作环境8B)的性能和包括目标实体的实体集群的性能的图形用户界面的指示(例如,用于由计算装置60中的一个显示)。在一些示例中,图形用户界面的指示包括实体集群中每个实体的性能的指示。在一些情况下,图形用户界面包括安全性能、任务性能或两者的指示。例如,图形用户界面可包括用于目标实体的安全度量与包括目标实体的安全度量之间的差异的图形指示、用于目标实体的性能度量与包括目标实体的性能度量之间的差异的图形指示或两者。

[0098] 在一些示例中,CAS 68F可确定用于目标实体的性能度量是否满足性能度量的阈值。例如,在性能度量指示任务效率的情况下,CAS 68F可确定工人10A的任务效率是否满足阈限任务效率。在一个示例中,性能度量的阈值可被预定义。在一些示例中,性能度量的阈值基于用于包括目标实体的实体集群的性能度量。例如,CAS 68F可确定目标实体的性能相对于包括目标实体的实体集群的性能之间的差异是否满足阈值差异(例如,一个标准偏差)。例如,CAS 68F可确定工作环境8B所经历的安全事件的数目与包括工作环境8B的工作环境集群所经历的安全事件的平均数目之间的差异是否大于安全事件的阈值数目。类似地,CAS 68F可确定目标工人10A的效率相对于包括目标工人10A的工人集群的效率之间的

差异是否大于阈值效率。

[0099] 响应于确定用于目标实体的性能度量满足性能度量的阈值,或者目标实体的性能相对于包括目标实体的实体集群的性能之间的差异满足阈值差异,CAS 68F可确定促成该差异的一个或多个因素。例如,CAS 68F可确定一个或多个活动以改进目标实体的性能度量。

[0100] CAS 68F可基于应用至少一个性能模型74B来确定可能改进用于目标实体的性能度量的一个或多个活动。在一些示例中,性能模型74B可包括使用工人10的历史活动数据训练的一个或多个模型。例如,CAS 68F可基于性能模型74B来确定使得在工作环境8B下的工人能够比在其他工作环境下的工人更快地执行任务的工人移动型式。CAS 68F可基于运动感测和/或位置来辨别正在执行的任务,然后将后续传感器数据记录为与所辨别的任务相关联。或者,系统可存储所有运动传感器数据作为每个工人的加有时间戳的信息,并且存储来自(穿戴在身体上的、基于工具、环境或云的)所有其他传感器的加有时间戳的数据以供稍后分析。在一些情况下,工人的性能可由传感器数据确定。在一些情况下,工人的性能可通过对其他记录诸如性能评论、伤害记录、安全违规记录等进行自动数据挖掘来确定。在一些情况下,基于云的环境传感器数据可源自信任的IoT传感器并且可存储到工作环境数据74A。

[0101] CAS 68F可在改进周期中仅具有单人的情况下将单一工人10的性能与该同一工人随时间推移的性能进行比较,从而鼓励与生产力最高的时段相关的运动和动作。CAS 68F可另选地或除此之外将单一工人10与同一工作环境8内的其他工人、跨工人10的公司和/或跨多个公司的其他工人进行比较。

[0102] 又如,CAS 68F可确定促成对应于工人执行特定类型活动的频率的安全事件的活动。例如,CAS 68F可确定促成由频繁地执行特定类型的活动(例如,举起物品)引起的过度使用伤害的移动。CAS可例如通过跟踪工人10A随时间推移的移动并且将一个或多个性能模型74B应用于移动来确定促成特定工人10A所经历的过度使用伤害的移动。CAS 68F可基于将性能模型74B应用于移动来标识可能减少对应于工人10A执行特定类型的活动的频率的安全事件(例如,过度使用伤害)的另选移动。

[0103] 在另一个示例中,CAS 68F可分析与工作环境8相关联的活动数据,以标识使工作环境8B经历超过平均安全事件数目的活动并且标识可减少安全事件数目的校正活动。又如,CAS 68F可确定使得工人10A能够相对于类似工人在特定任务处更具生产力的一个或多个活动。

[0104] 响应于确定可能增加目标实体性能的一个或多个活动,通知服务68E可输出一个或多个活动的指示。例如,通知服务68E可输出图形用户界面以供计算装置60中的一个显示,该图形用户界面指示用于目标实体的性能度量和可能改进用于目标实体的性能度量的一个或多个活动。

[0105] 在一些示例中,CAS 68F可基于性能差异来更新一个或多个模型74B。例如,响应于将新任务添加到模型74B,CAS 68F可更新模型74B以基于执行其他类似任务的时间来估计执行新任务的时间量。

[0106] 在一些示例中,不是将目标实体与类似实体的集群进行比较,CAS68F可将特定实体的当前性能与该实体的历史性能进行比较。例如,CAS68F可确定工人10A的性能与工人

10A随时间推移的性能之间的差异,并且可确定可使得工人10A能够改进性能的操作改变。例如,CAS 68F可标识工人10A最具生产力的时间段,确定促成具有较高生产率的那些时段的活动,并且输出那些活动的指示以指导工人10A。如上所述,工人的性能可基于传感器数据。

[0107] 图3示出了根据本公开的技术的用于工人安全管理系统的示例性图形用户界面。例如,图1和图2的SMS 6可输出目标实体(例如,工人或工作环境)的性能与包括目标实体的实体集群的性能之间的差异的指示。换句话讲,SMS 6可输出目标实体的性能相对于类似实体集群的性能的指示。

[0108] SMS 6可输出指示一个或多个实体集群的图形用户界面300以用于显示。在图3的示例中,图形用户界面300包括指示第一实体集群302的图形元素(例如,图标)和指示第二实体集群304的图形元素。在一些示例中,集群302包括目标实体320。SMS 6可输出集群302中每个实体的性能的图形指示。在图3的示例中,图形用户界面300包括指示集群302中每个实体的性能的图形元素,包括指示目标实体320的性能的图形元素。

[0109] 图形用户界面300显示具有表示关于安全事件的性能度量(例如,事故次数)的垂直轴和表示描述性设施变量(例如,工人数目、工作次数、工作时长等)的水平轴的图。该图包括不同实体分组和每个实体关于安全事件的性能的各种指示。

[0110] 图形用户界面300包括目标实体320的性能与集群302的性能之间的差异的指示。在一些示例中,图形用户界面300包括指示第一实体集群的性能的图形元素308(例如,线)和指示第二实体集群的性能的图形元素310。例如,图形指示308、310可分别指示第一集群302和第二集群304的平均值(例如,均值、中值或模式)性能。在一些示例中,表示目标实体302的性能的图形元素的位置相对于表示集群308的性能的图形元素308的位置指示目标实体320的性能与集群302的性能之间的差异。

[0111] 在图形用户界面300处显示的数据示出了本公开的技术优点。点(由标识为集群302的成员的三角形和标识为集群304的成员的圆圈表示)中的每个点表示实体(在这种情况下为不同设施)。群集302的大多数点位于所有点的度量均值(由图形元素306指示)下方,而集群304的大多数点位于所有点的度量均值上方。然而,集群302的许多点(诸如目标实体320)位于由图形元素308指示的集群302的度量均值上方,但低于由图形元素306指示的度量。此类点表示度量低于所有设施的平均值但大于其分组平均值的设施。与所有设施相比,例如目标设施320关于安全度量表现良好,但当与其集群302中的设施相比时,低于平均值(即,具有更高的度量)。这在上文假设图形用户界面300中指示的度量是负度量(例如,设施的事故次数)。

[0112] 在一些示例中,实体中的目标实体320关于安全事件的性能与包括目标实体320的集群302关于安全事件的性能之间的差异的指示可能不是如图形用户界面300中那样的图,但是该指示可作为替代被计算和输出为目标实体320的值与集群302的值(例如,作为集群302的成员的所有实体的均值)之间的差异、目标实体320和集群302的其他实体的排名、目标实体320的值比集群302的值更大/更小/更高/更低或其他最高级的比较词语的指示或其他指示。

[0113] 图4示出了根据本公开的技术的工人安全管理系统的示例性用户界面。图4参考如图1和图2所述的工人安全管理系统6来描述。

[0114] SMS 6可输出表示实体性能查询的图形用户界面400。在图4的示例中,图形用户界面400包括使得计算装置16、18的用户20、24能够标识目标实体的图形元素402、使得用户20、24能够标识时间段的图形元素404以及使得用户20、24能够选择一个或多个性能度量的图形元素406-412。

[0115] SMS 6可接收在图形元素402、404处输入数据并且选择一个或多个图形元素406-412的用户输入。在一些示例中,SMS 6可响应于接收到用户输入来确定包括目标实体的实体集群,如本公开中所述。响应于接收到用户输入,SMS 6可确定目标实体的性能、集群中其他实体的性能,并且确定集群的性能,并且输出性能的指示,如图5中进一步所示。

[0116] 图5示出了根据本公开的技术的工人安全管理系统6的示例性用户界面。图5参考如图1和图2所述的工人安全管理系统6来描述。

[0117] SMS 6可输出目标实体的性能与包括目标实体的集群的性能之间的差异的指示。换言之,SMS 6可输出目标实体的性能相对于类似于目标实体的实体集群的性能之间的差异的指示。

[0118] SMS 6可输出指示目标实体相对于类似实体集群关于一个或多个安全度量的性能之间的差异、目标实体相对于类似实体集群关于性能度量之间的差异或两者的图形用户界面以用于显示。例如,如图5所示,图形用户界面500包括图形元素510(例如,图表),该图形元素指示目标实体相对于类似实体集群关于性能度量(诸如总错失时间)之间的差异。图形元素510包括指示目标实体的性能(例如,错失时间的量)的图形元素512和指示包括目标实体的实体集群的性能的图形元素514。例如,图形元素514可指示集群的平均性能(例如,错失时间的平均量)。

[0119] 类似地,如图5的示例所示,图形用户界面500包括图形元素520(例如,图表),该图形元素指示目标实体相对于类似实体集群关于安全度量(诸如事故次数)的性能之间的差异。图形元素520包括指示目标实体的性能(例如,事故次数)的图形元素522和指示包括目标实体的实体集群的性能的图形元素524。例如,图形元素524可指示集群的平均性能(例如,平均事故次数)。

[0120] 图6是示出了根据本公开所述技术的工人安全管理系统的示例性操作模式的流程图。图6参考如图1和图2所述的工人安全管理系统6来描述。

[0121] SMS 6可接收由一个或多个传感器生成的活动数据,其中活动数据指示在一个或多个工作环境中操作的一个或多个工人的活动(602)。例如,SMS 6可近似实时地从一个或多个传感器接收活动数据,并且/或者可从一个或多个数据存储库诸如工作环境数据74A或工人数据74C接收活动数据。一个或多个传感器可包括在由一个或多个工人穿戴的个人防护设备(PPE)装置内。

[0122] SMS 6可至少部分地基于指示在工作环境8内操作的工人10的活动的活动数据来标识各自包括一个或多个实体的多个集群(604)。每个实体可与一个或多个工人相关联。例如,实体可以是指工人10中的一个工人或工作环境8的一个工作环境,其中每个工作环境与一个或多个工人10相关联。为了标识多个集群,SMS 6可根据实体数据生成用于实体的相应d维向量,其中d维向量中的每个d维向量具有针对d维度中的每个维度的对应值,该对应值指示维度中针对对应实体的值。SMS 6然后可使用聚类算法处理d维向量以标识一个或多个实体的多个集群,其中实体中的每个实体与一个或多个工人相关联。

[0123] SMS 6可基于一个或多个性能模型74B来标识多个集群。SMS 6可利用机器学习聚类算法或类似性算法来训练性能模型74B。在一些示例中，SMS6可基于工作环境数据74A、工人数据74C或两者来训练性能模型74B。此外，SMS 6可将性能模型74B应用于活动数据(例如，与工作环境数据74A、工人数据74C或两者一起存储的数据)以确定彼此类似的实体集群。

[0124] 在一些示例中，SMS 6输出目标实体的性能与包括目标实体的集群的性能之间的差异的指示(606)。在一些示例中，目标实体的性能和包括目标实体的集群的性能与关于安全事件的性能相关联。换句话说讲，在一些示例中，SMS 6输出目标实体的安全性能相对于集群的安全性能的差异的指示。例如，SMS 6可输出图形用户界面以用于显示，该图形用户界面指示目标实体关于安全的性能并且指示包括目标实体的实体集群的性能(例如，平均性能)，使得图形进一步指示目标实体的性能与类似实体集群的性能之间的差异。例如，图形用户界面可指示集群(例如，包括目标实体)中每个相应实体所经历的安全事件的数目以及集群中的实体所经历的安全事件的平均数目。

[0125] 图7是示出了根据本公开所述技术的工人安全管理系统6的示例性操作模式的流程图。图7参考如图1和图2所述的工人安全管理系统6来描述。

[0126] SMS 6可接收指示一个或多个实体关于安全事件的性能的实体数据(702)。例如，SMS 6可从一个或多个数据存储库诸如工作环境数据74A或工人数据74C接收实体数据。在一些示例中，实体数据包括工人数据74C(诸如由一个或多个传感器生成的活动数据)或与工人10相关联的履历数据。一个或多个传感器可包括在由一个或多个工人穿戴的个人防护设备(PPE)装置内。履历数据可包括人口统计数据、工人类型数据、训练数据、安全数据(例如，伤害次数、安全违规等)。工作环境数据74A可包括安全事件统计值、工作环境特性(例如，大小、位置、工作环境的类型、所执行工作的类型等)。在一些示例中，工作环境数据74A包括信息，该信息包括指示工作环境处的设备、工人的数目、保险数据等的的数据。

[0127] 工作环境数据74A和工人数据74C可分别表示图1的工作环境数据29A和工人数据29B的示例实例。工作环境数据74A和工人数据74C可包括非结构化数据、结构化数据和/或由非结构化数据生成的结构化数据。

[0128] SMS 6可至少部分地基于实体数据来标识各自包括一个或多个实体的多个集群(704)。每个实体可与一个或多个工人相关联。例如，实体可以是指工人10中的一个工人或工作环境8的一个工作环境，其中每个工作环境与一个或多个工人10相关联。为了标识多个集群，SMS 6可根据实体数据生成用于实体的相应d维向量，其中d维向量中的每个d维向量具有针对d维度中的每个维度的对应值，该对应值指示维度中针对对应实体的值。SMS 6然后可使用聚类算法处理d维向量以标识一个或多个实体的多个集群，其中实体中的每个实体与一个或多个工人相关联。

[0129] SMS 6可基于一个或多个性能模型74B来标识多个集群。SMS 6可利用机器学习聚类算法或类似性算法来训练性能模型74B。在一些示例中，SMS 6可基于实体数据诸如工作环境数据74A、工人数据74C或两者来训练性能模型74B。此外，SMS 6可将性能模型74B应用于实体数据(例如，与工作环境数据74A、工人数据74C或两者一起存储的数据)以确定彼此类似的实体集群。

[0130] 在一些示例中，SMS 6输出目标实体关于安全事件的性能与包括目标实体的集群

关于安全事件的性能之间的差异的指示(706)。换句话说讲,在一些示例中,SMS 6输出目标实体的安全性能相对于集群的安全性能的差异的指示。例如,SMS 6可输出图形用户界面以用于显示,该图形用户界面指示目标实体关于安全的性能并且指示包括目标实体的实体集群的性能(例如,平均性能),使得图形进一步指示目标实体的性能与类似实体集群的性能之间的差异。例如,图形用户界面可指示集群(例如,包括目标实体)中每个相应实体所经历的伤害的次数以及集群中的实体所经历的伤害的平均次数。

[0131] 以下编号实施例可示出本公开的一个或多个方面:

[0132] 实施例1.一种方法,所述方法包括:由计算系统至少基于由一个或多个传感器生成并且指示在一个或多个工作环境中操作的工人的活动的活动数据,来标识一个或多个实体的多个集群,其中所述实体中的每个实体与一个或多个工人相关联;以及由所述计算系统输出目标实体关于安全事件的性能与包括所述目标实体的所述集群关于安全事件的性能之间的差异的指示。

[0133] 实施例2.根据实施例1所述的方法,其中所述活动数据包括PPE使用数据和所述工人的生理数据中的一者或多者。

[0134] 实施例3.根据实施例1所述的方法,所述方法还包括:由所述计算系统接收针对所述实体中的每个实体的实体数据,所述实体数据指示对应于所述实体的所述工人的特性和工作环境的特性中的至少一者;以及由所述计算系统至少基于所述实体数据来,标识所述一个或多个实体的多个集群。

[0135] 实施例4.根据实施例3所述的方法,其中所述实体数据包括所述工人的人口统计数据 and 所述工作环境的安全事件统计值中的一者或多者。

[0136] 实施例5.根据实施例3所述的方法,所述方法还包括:

[0137] 由所述计算系统根据所述活动数据和所述实体数据生成用于所述实体的相应d维向量,其中所述d维向量中的每个d维向量具有针对d维度中的每个维度的对应值,所述对应值指示所述维度中针对对应实体的值;由所述计算系统使用聚类算法处理所述d维向量以标识所述一个或多个实体的多个集群。

[0138] 实施例6.根据实施例1所述的方法,其中所述活动数据包括所述工人在活动上所花费的时间、每次活动工人所花费的连续时间、工人的工作周期和活动型式中的一者或多者。

[0139] 实施例7.根据实施例1所述的方法,其中所述实体中的每个实体是所述一个或多个工人中的工人。

[0140] 实施例8.根据实施例1所述的方法,其中所述实体中的每个实体是所述一个或多个工作环境中的与所述实体相关联的所述一个或多个工人正在其中操作的工作环境。

[0141] 实施例9.根据实施例1所述的方法,其中所述活动数据指示用于所述工人的一个或多个安全度量,所述方法还包括:由所述计算系统基于所述多个集群和所述一个或多个实体来计算用于所述目标实体的安全度量和用于包括所述目标实体的所述集群的安全度量,并且其中输出所述差异的所述指示包括输出用于所述目标实体的所述安全度量与用于包括所述目标实体的所述集群的所述安全度量之间的差异的指示。

[0142] 实施例10.根据实施例1所述的方法,其中所述活动数据指示用于所述工人的一个或多个性能度量,所述方法还包括:

[0143] 由所述计算系统基于所述多个集群和所述一个或多个实体来计算用于所述目标实体的性能度量 and 用于包括所述目标实体的所述集群的性能度量,并且其中输出所述差异的所述指示包括输出用于所述目标实体的所述性能度量与用于包括所述目标实体的所述集群的所述性能度量之间的差异的指示。

[0144] 实施例11.根据实施例1所述的方法,其中所述活动数据指示用于所述工人的一个或多个性能度量,所述方法还包括:

[0145] 由所述计算系统确定所述目标实体的性能度量是否满足所述性能度量的阈值;以及响应于确定所述性能度量不满足所述性能度量的所述阈值:由所述计算系统至少基于使用针对工人的历史活动数据训练的活动模型,来确定可能改进所述目标实体的所述性能度量的一个或多个活动;并且由所述计算系统输出所述一个或多个活动的指示。

[0146] 实施例12.根据实施例1所述的方法,其中所述安全事件对应于由工人执行的活动的类型,其中所述目标实体关于安全事件的所述性能对应于与所述目标实体相关联的一个或多个工人执行所述类型的活动的频率,并且

[0147] 其中包括所述目标实体的所述集群关于安全事件的性能对应于与包括所述目标实体的所述集群的所述一个或多个实体相关联的一个或多个工人执行所述类型的活动的频率。

[0148] 实施例13.根据实施例1所述的方法,其中所述PPE装置中的至少一个PPE装置是包括所述计算装置的通信集线器。

[0149] 实施例14.一种方法,所述方法包括:由计算装置接收指示一个或多个实体关于安全事件的性能的实体数据;由所述计算装置至少基于所述实体数据,来标识所述一个或多个实体的多个集群,其中所述实体中的每个实体与一个或多个工人相关联;以及由所述计算装置输出目标实体关于安全事件的性能与包括所述目标实体的所述集群关于安全事件的性能之间的差异的指示。

[0150] 实施例15.根据实施例14所述的方法,其中所述实体中的每个实体是所述一个或多个工作环境中的与所述实体相关联的所述一个或多个工人正在其中操作的工作环境,并且其中所述实体数据指示所述工作环境的特性和所述工作环境的安全事件统计值。

[0151] 实施例16.根据实施例14所述的方法,其中所述实体中的每个实体是所述一个或多个工人中的工人,并且其中所述实体数据指示所述工人的特性和所述工人的安全事件统计值。

[0152] 实施例17.根据实施例14所述的方法,还包括:由所述计算装置根据所述实体数据生成用于所述实体的相应d维向量,其中所述d维向量中的每个d维向量具有针对d维度中的每个维度的对应值,所述对应值指示所述维度中针对对应实体的值;以及由所述计算装置使用聚类算法处理所述d维向量以标识所述一个或多个实体的多个集群。

[0153] 实施例18.根据实施例14所述的方法,其中包括所述目标实体的所述集群关于安全事件的所述性能基于包括所述目标实体的所述集群的所述一个或多个实体的平均性能。

[0154] 虽然已参考具体的示例性实施方案对本公开的方法和系统进行了描述,但本领域的普通技术人员将容易认识到,在不脱离本公开的实质和范围的情况下,可对本公开进行各种修改和变型。

[0155] 在优选实施方案的具体描述中参考了附图,这些附图示出了可实践本发明的具体

实施方案。例示的实施方案并非旨在详尽列举根据本发明的所有实施方案。应当理解,在不脱离本发明范围的情况下,可利用其他实施方案,并且可进行结构性或逻辑性的改变。因此,不能认为以下的详细描述具有限制意义,并且本发明的范围由所附权利要求书限定。

[0156] 除非另外指明,否则本说明书和权利要求书中所使用的表达特征尺寸、量和物理特性的所有数在所有情况下均应理解成由术语“约”修饰。因此,除非有相反的说明,否则在上述说明书和所附权利要求书中列出的数值参数均为近似值,这些近似值可根据本领域的技术人员利用本文所公开的教导内容来寻求获得的期望特性而变化。

[0157] 除非内容另外明确指明,否则如本说明书和所附权利要求书中所使用的,单数形式“一个/种”和“所述”涵盖了具有多个指代物的实施方案。除非内容另外明确指明,否则如本说明书和所附权利要求书中使用的,术语“或”一般以其包括“和/或”的意义采用。

[0158] 若在本文使用空间相关的术语,包括但不限于“近侧”、“远侧”、“下部”、“上部”、“下方”、“下面”、“上面”、和“在顶部上”,则用于方便描述一个或多个元件相对于另一个元件的空间关系。除了附图中描绘和本文所述的特定取向外,此类空间相关的术语涵盖装置在使用或操作时的不同取向。例如,如果图中所描绘的对象翻转或倒转,则先前描述为在其他元件下面或下方的部分就应当在这些其他元件上面或在其顶部上。

[0159] 如本文所用,例如当元件、部件或层被描述为与另一元件、部件或层形成“一致界面”,或在“其上”、“连接到其”、“与其耦接”、“堆叠在其上”或“与其接触”,则可为直接在其上、直接连接到其、直接与其耦接、直接堆叠在其上或直接与其接触,或者例如居间的元件、部件或层可在特定元件、部件或层上,或连接到其、耦接到其或与其接触。例如,当元件、部件或层例如被称为“直接在”另一元件“上”、“直接连接到”另一元件、“直接与”另一元件“耦接”或“直接与”另一元件“接触”时,不存在居间的元件、部件或层。可在多种计算机装置中实施本公开的技术,该计算机装置为诸如服务器、膝上型计算机、台式计算机、笔记本电脑、平板计算机、手持式计算机、智能电话等。任何部件、模块或单元均被描述来强调功能方面,并且不一定需要由不同的硬件单元来实现。本文所述的技术还可在硬件、软件、固件、或他们的任何组合中实施。作为模块、单元或部件描述的任何特征可一起实施在集成式逻辑装置中或者可作为分立但彼此协作的逻辑装置来独立实施。在一些情况下,可将各种特征实施为集成电路装置,诸如集成电路芯片或芯片组。另外,尽管本说明书通篇描述了多种不同的模块,其中许多模块执行唯一的功能,但可将所有模块的所有功能组合到单个模块中,或者进一步拆分到其他附加的模块中。本文所述的模块仅是示例性的,并且被如此描述的目的是为了更容易理解。

[0160] 如果在软件中实施,那么该技术可至少部分地通过包括下述指令的计算机可读介质来实现,该指令当在处理器中执行时执行上文所述方法中的一种或多种。计算机可读介质可包括有形计算机可读存储介质并且可形成计算机程序产品的一部分,计算机程序产品可包括包装材料。计算机可读存储介质可包括随机访问存储器(RAM)诸如同步动态随机访问存储器(SDRAM)、只读存储器(ROM)、非易失性随机访问存储器(NVRAM)、电可擦可编程的只读存储器(EEPROM)、闪存(FLASH)存储器、磁性或光学的数据存储介质等。计算机可读存储介质还可包括非易失性存储装置,诸如硬盘、磁带、光盘(CD)、数字多用光盘(DVD)、蓝光光盘、全息数据存储介质或其他非易失性存储装置。

[0161] 如本文所用的术语“处理器”可指适用于实施本文所述的技术的前述结构中的任

一者或任何其他结构。此外,在一些方面,本文所述的功能可提供在被配置成用于执行本公开的技术的专用软件模块或硬件模块内。即使在软件中实施,该技术也可使用用于执行软件的硬件例如处理器、以及用于存储软件的存储器。在任何此类情况下,本文所述的计算机可定义能够执行本文所述的特定功能的特定机器。另外,该技术可在也可被视为处理器的一个或多个电路或逻辑元件中全面实施。

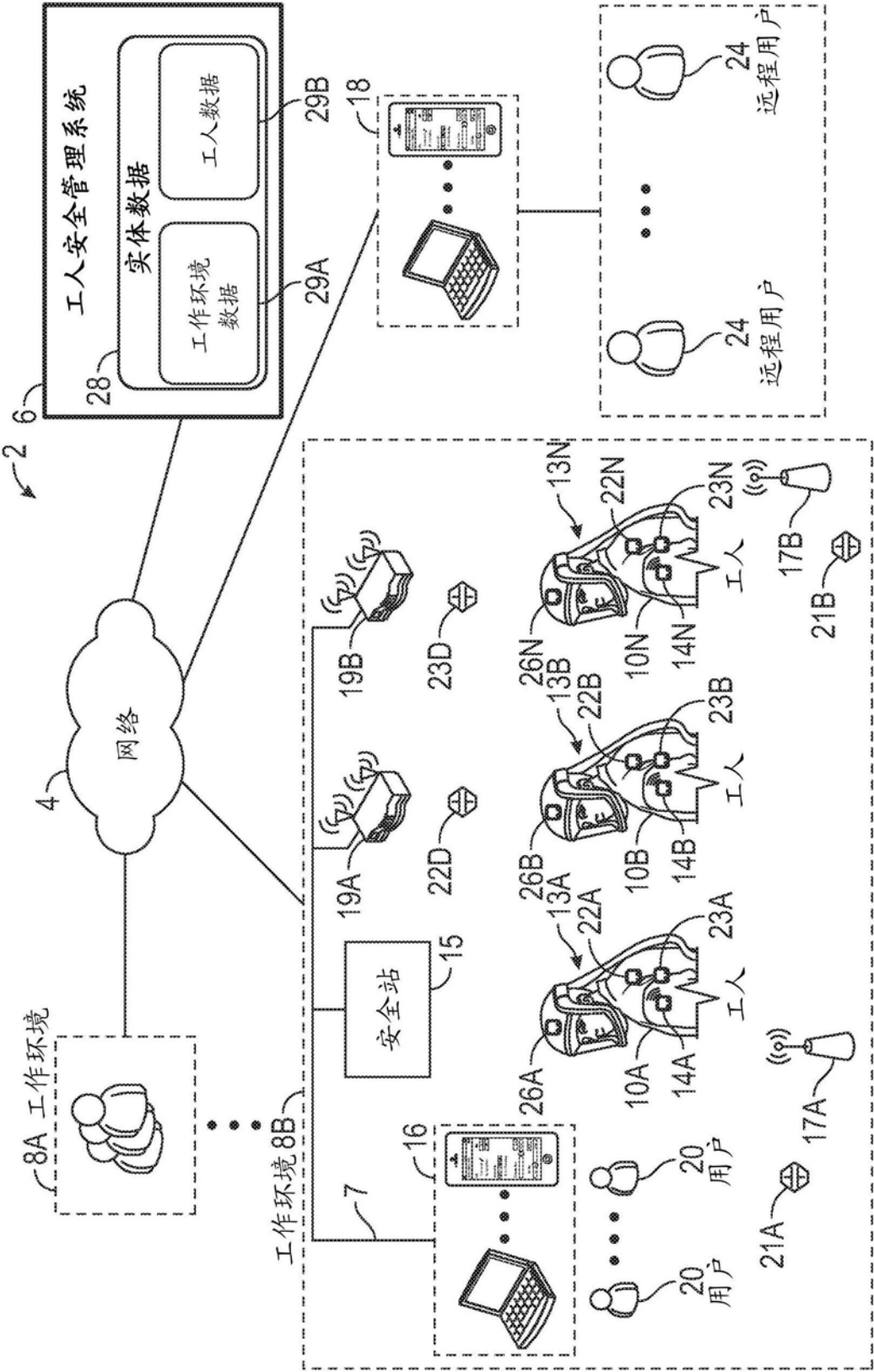


图1

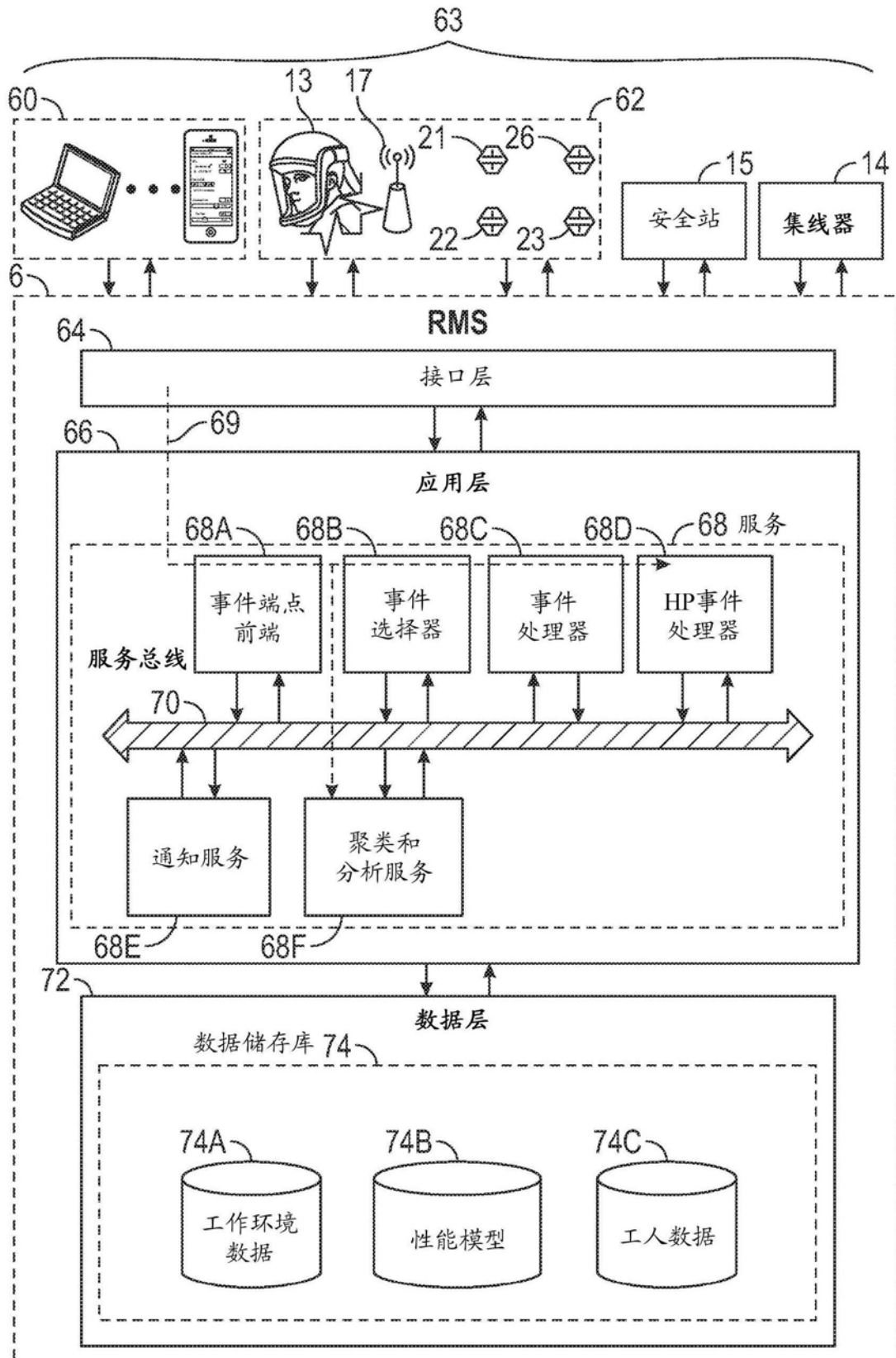


图2

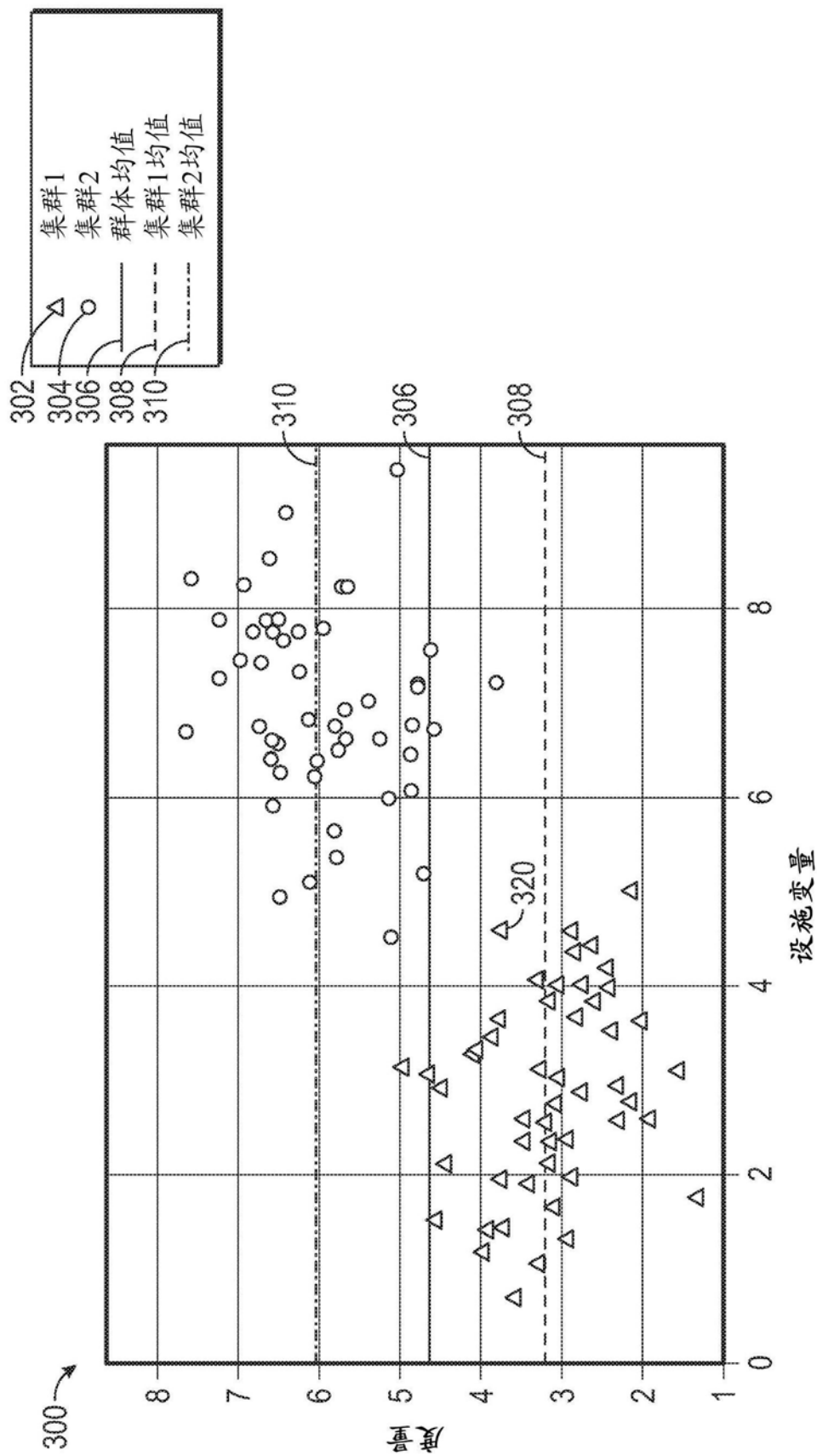


图3

400

Figure 4 is a user interface for selecting a target entity and input time period, and choosing criteria for analysis. The interface is enclosed in a rounded rectangle labeled 400. It contains three main sections:

- Target Entity (目标实体):** A text input field labeled 402 containing the text "设施XYZ".
- Input Time Period (输入时间段):** A text input field labeled 404 containing the text "01/2017 - 08/2017".
- Selection Criteria (选择基准):** A list of four criteria, each preceded by a radio button and a label:
 - 406: 事故次数 (Number of accidents)
 - 408: 事故的总成本 (Total cost of accidents)
 - 410: 死亡数目 (Number of deaths)
 - 412: 总错失时间 (Total lost time)

图4

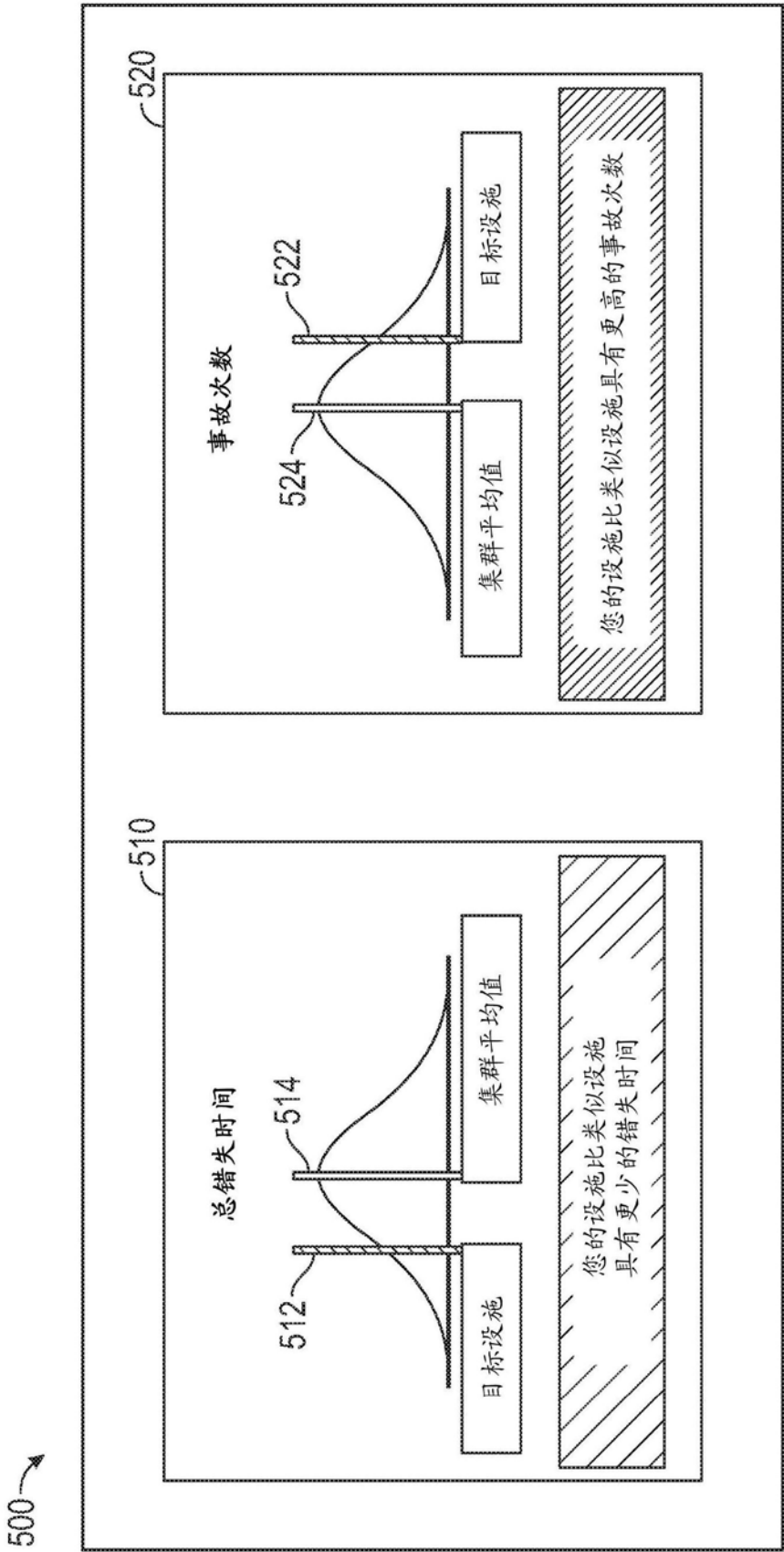


图5

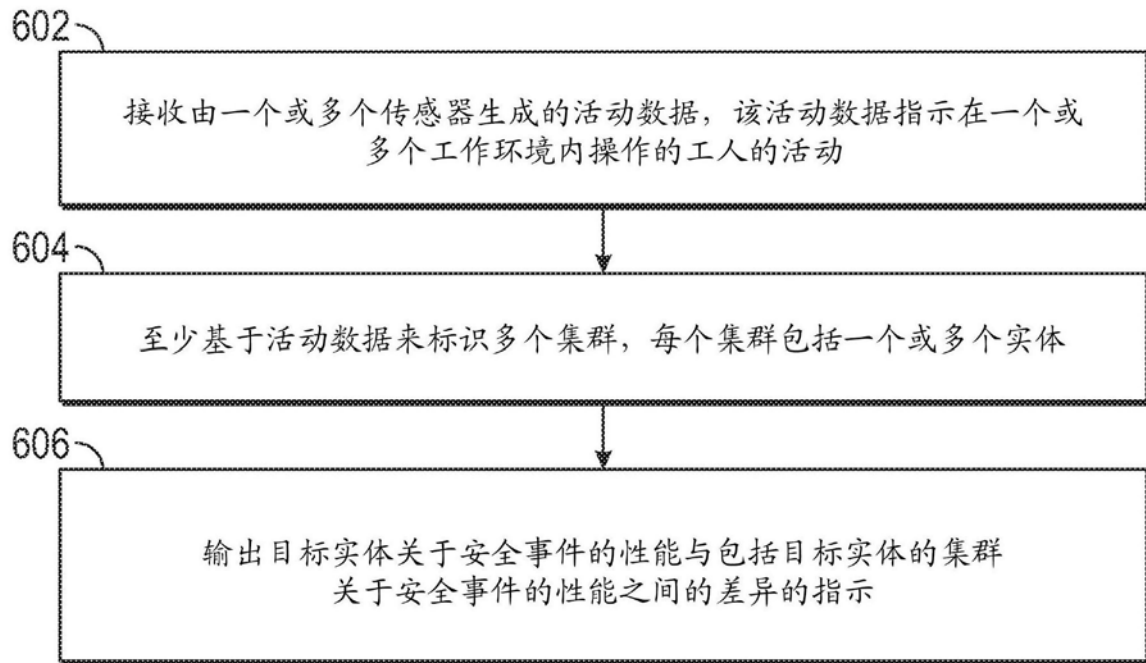


图6

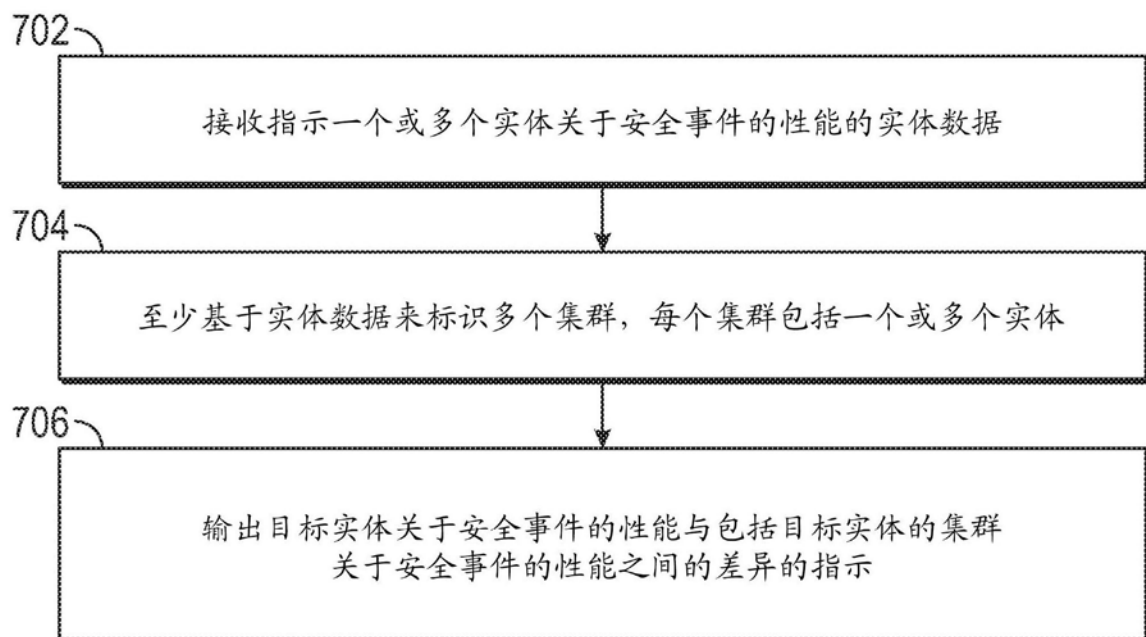


图7