



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108694371 A
(43)申请公布日 2018.10.23

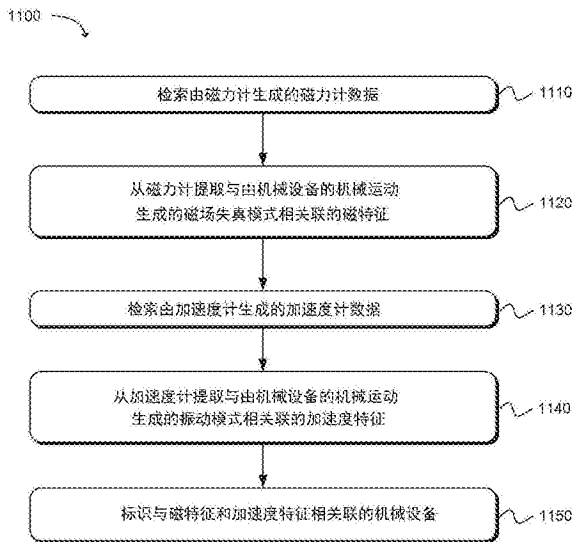
(21)申请号 201810184662.7
(22)申请日 2018.03.06
(30)优先权数据
15/481,414 2017.04.06 US
(71)申请人 英特尔公司
地址 美国加利福尼亚州
(72)发明人 K-Y·陈 R·C·沙哈 L·纳赫曼 J·黄
(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100
代理人 高见 黄嵩泉
(51)Int.Cl.
G06K 9/00(2006.01)
G06K 9/62(2006.01)
G01D 21/02(2006.01)

权利要求书3页 说明书15页 附图7页

(54)发明名称
使用磁力计和加速度计来检测机械设备

(57)摘要

描述了一种用于检测机械设备的技术。示例方法可包括检索由耦合至移动设备的磁力计生成的磁力计数据。可从该磁力计数据提取磁特征,其中该磁力计数据可与由机械设备的机械运动生成的磁场失真模式相关联。可检索由耦合至移动设备的加速度计生成的加速度计数据。可从该加速度计数据提取与由机械设备的机械运动生成的振动模式相关联的加速度特征。在这之后,可使用磁特征和加速度特征来标识机械设备。



1. 一种用于检测机械设备的装置,所述装置包括被配置为用于以下操作的一个或多个处理器和存储器:

检索由磁力计生成的磁力计数据;

从所述磁力计数据提取与由机械设备的机械运动生成的磁场失真模式相关联的磁特征;

检索由加速度计生成的加速度计数据;

从所述加速度计数据提取与由所述机械设备的所述机械运动生成的振动模式相关联的加速度特征;以及

标识与所述磁特征和所述加速度特质相关联的所述机械设备。

2. 如权利要求1所述的装置,其中所述磁力计充当检测由所述机械设备的所述机械运动引起的所述磁场失真的霍尔效应传感器。

3. 如权利要求1所述的装置,其中所述机械设备是用于运输的载具。

4. 如权利要求1所述的装置,进一步包括被配置为将所述磁力计数据从时间序列磁力计数据转换为频率磁力计数据的一个或多个处理器和存储器。

5. 如权利要求1所述的装置,进一步包括被配置为将所述加速度计数据从时间序列加速度计数据转换为频率加速度计数据的一个或多个处理器和存储器。

6. 如权利要求1所述的装置,进一步包括被配置为使用至少一个滤波器来从所述磁力计数据和所述加速度计数据移除噪声的一个或多个处理器和存储器。

7. 如权利要求1所述的装置,进一步包括被配置为将所述磁特征和所述加速度特征输入到分类器的一个或多个处理器和存储器,所述分类器被训练用于标识与所述磁特征和所述加速度特征相关联的分类。

8. 如权利要求7所述的装置,进一步包括被配置为输出由所述分类器标识的所述分类的一个或多个处理器和存储器。

9. 如权利要求1所述的装置,其中所述装置是移动设备。

10. 如权利要求9所述的装置,其中所述磁力计和所述加速度计被耦合至所述移动设备。

11. 一种实现确定运输方式的方法的计算机,包括:

检索由磁力计生成的磁力计数据;

从所述磁力计数据提取磁特征,其中所述磁特征与由载具的机械运动生成的磁场失真模式相关联;

检索由加速度计生成的加速度计数据;

从所述加速度计提取加速度特征,其中所述加速度特征与由所述载具的机械运动生成的振动模式相关联;

输出被使用分类器标识的载具分类,所述分类器被训练用于标识与所述磁特征和所述加速度特征相关联的所述载具分类。

12. 如权利要求11所述的方法,其中由所述载具的所述机械运输生成的振动模式与同行进在道路或轨道表面上相关的被施加于载具悬架系统的力相关联。

13. 如权利要求11所述的方法,进一步包括将带通滤波器应用于所述磁力计数据以移除与所述地磁场相关的数据并动态地改变分量。

14. 如权利要求13所述的方法,其中由所述带通滤波器移除的所述磁力计数据包括高频噪声。

15. 如权利要求11所述的方法,进一步包括将所述加速度计数据分成提供垂直加速度数据的垂直分量和提供水平加速度数据的水平分量。

16. 如权利要求11所述的方法,进一步包括使用快速傅立叶变换方法将所述磁力计数据和所述加速度计数据从时间序列数据转换为频率数据。

17. 如权利要求14所述的方法,进一步包括应用至少一个滤波器以从所述频率数据中移除与随机噪声相关的数据。

18. 如权利要求17所述的方法,其中所述至少一个滤波器包括中值滤波器,用于移除与由所述磁力计或所述加速度计诱发的脉冲噪声相关联的数据。

19. 如权利要求17所述的方法,其中所述至少一个滤波器包括高斯滤波器,用于平滑所述频率数据中的高频噪声。

20. 一种用于确定运输方式的系统,包括:

至少一个处理器;

磁力计;

加速度计;

包括指令的存储器设备,所述指令在被所述至少一个处理器执行时,使所述系统:

检索由磁力计生成的时间序列磁力计数据;

将所述时间序列磁力计数据转换为频率磁力计数据;

分析所述频率磁力计数据以标识与由所述载具的机械运动生成的磁场失真模式相关的磁特征;

检索由加速度计生成的时间序列加速度计数据;

将所述时间序列加速度计数据转换为频率加速度计数据;

分析所述频率加速度计数据以标识与由所述载具的机械运动生成的振动模式相关的加速度特征;

使用分类器标识与所述磁特征和所述加速度特征相关联的载具分类。

21. 如权利要求20所述的系统,其中所述磁特征包括:占优频率特征、量值特征、熵特征、总能量特征、子带能量特征以及倒谱系数特征。

22. 如权利要求20所述的系统,其中所述加速度特征包括:振动特征、占优频率特征、量值特征、熵特征、总能量特征、子带能量特征以及倒谱系数特征。

23. 如权利要求20所述的系统,其中所述分类器被配置为缓存一系列载具分类并部分地基于所述一系列载具分类来确定所述载具分类。

24. 如权利要求20所述的系统,其中所述分类器是双层分类器,包括:

被配置为区分静止状态的运动检测分类器,以及

被配置为部分地基于多数投票来区分载具类别的运输方式分类器,所述多数投票部分地基于与滑动窗口相关联的所缓存的载具分类。

25. 如权利要求20所述的系统,其中所述指令在被所述处理器执行时,进一步使用从所述磁力计数据提取的所述磁特征来标识位于所述载具中的移动设备的设备位置分类。

26. 如权利要求25所述的系统,其中所述设备位置分类标识所述移动设备所处的所述

载具内的座位。

使用磁力计和加速度计来检测机械设备

背景技术

[0001] 了解人类活动可能有益于构建包括嵌入到日常物体中并通过连续网络无缝地连接的传感器、致动器、显示器和计算元件的智能环境。用于人类活动的低成本、易于接近的感测形式可被用于监视和推断人类活动。例如，移动设备已经变得无处不在，并且可能已成为人们日常生活的一部分。构建于移动设备中的传感器为使用由移动设备提供的感测平台来检测人类活动提供了很好的机会。由移动设备检测到的人类活动可能有益于可被配置为分析人类活动的诸如个人保健应用、生活辅导应用或推荐系统之类的应用。

[0002] 与人类活动相关联的一种具体类型的情境是运输方式，即，人从一点到另一点行进所使用的形式。特别地，识别人力和机械化形式的运输对于情境感知应用可能是有益的。作为示例，个人助理应用可以使用与运输方式有关的信息来理解人们乘坐公共交通工具去上班。作为另一示例，生活指导应用可以使用与运输方式相关的信息来提出建议，诸如提前一站下车以增加身体活动。

附图说明

[0003] 本发明实施例的特征和优点从以下结合附图的详细描述中将显而易见，详细描述和附图通过示例一起说明了本发明的特征；以及，附图中：

[0004] 图1是例示出用于检测机械设备的系统的高层级示例的示意图。

[0005] 图2是例示出示例移动设备的组件的框图，可在该示例移动设备上执行本技术。

[0006] 图3是例示出用于使用由移动设备发送的传感器数据来检测机械设备的示例系统的框图。

[0007] 图4是例示出用于使用配置有磁力计和加速度计的移动设备来检测运输方式的示例方法的流程图。

[0008] 图5例示出示出了来自磁力器的推断载具类型的示例频率的线状图。

[0009] 图6例示出示出了由包括在移动设备中的磁力计在被置于载具中的不同位置时所检测到的磁场变化的线状图。

[0010] 图7例示出示出了针对多个载具的垂直加速度的示例功率谱的线状图。

[0011] 图8例示出示出了用于被转换成频域的加速度数据的垂直分量和水平分量的示例高斯分布的直方图。

[0012] 图9例示出示出了针对器具的示例磁场变化的示例线状图。

[0013] 图10例示出用于可在其中确定移动设备位置的不同载具配置场景的示例混淆矩阵。

[0014] 图11是例示出用于检测机械设备的示例方法的流程图。

[0015] 图12是例示出可被用于执行用于检测运输方式的方法的计算设备的示例的框图。

实施例描述

[0016] 在描述本发明实施例之前，应当理解，本公开不限于本文所公开的特定结构、过程步骤或材料，而是如相关领域普通技术人员将认识到的那样扩展到本文所公开的特定结构、

过程步骤或材料的等价物。还应当理解,此处采用的术语仅用于描述特定示例或实施例,而不意图是限制性的。不同附图中的相同附图标记表示相同的元件。流程图和过程中提供的数字是为说明步骤和操作时的清楚性而提供的,而不必要表示特定次序或顺序。

[0017] 而且,所述的特征、结构或特征可以以任何适当方式被组合在一个或多个实施例中。在以下描述中,提供了许多具体细节,诸如布局、距离、网络示例等的示例,以提供对各发明实施例的透彻理解。然而,相关领域的技术人员将认识到,这样的详细实施例不限制本文阐述的总体发明概念,而仅仅是其代表。

[0018] 如在本书面描述中所使用的,单数形式的“一个”(“a”、“an”)和“该”(“the”)包括对复数指示物的表达支持,除非上下文另有明确指示。因此,例如,对“一个网络”的引用包括多个此类网络。

[0019] 本说明书通篇引用“示例”意指结合该示例描述的特定特征、结构或特性被包括在本发明的至少一个发明实施例中。因此,在整个说明书的多个位置出现短语“示例”或“实施例”不一定指的是同一实施例。

[0020] 如此处使用的,为方便起见,多个条目、结构元件、组成元件和/或材料可以被呈现在公共列表中。然而,这些列表应被视为好像该列表的每个成员都被个别地标识为单独的且唯一的成员。因此,如无相反指明,这种列表的没有一个个别成员应当仅基于它们在公共组中的演示而被视为同一列表的任何其他成员的事实等价物。另外,在本文中,各发明实施例和示例可连同其各组件的替换方案一起被引用。可以理解,这种实施例、示例和替代不应被视为彼此的事实等价物,而是被视为本公开的单独的且自治的表示。

[0021] 而且,所述的特征、结构或特征可以以任何适当方式被组合在一个或多个实施例中。在以下描述中,提供了许多具体细节,诸如布局、距离、网络示例等的示例,以提供对发明实施例的透彻理解。然而,相关领域的技术人员将认识到,本发明可以无需这些具体细节的一个或多个而实现,或者用其他方法、组件、布局等来实现。在其他实例中,可能未详细地示出或描述公知的结构、材料或操作以避免使本公开的多个方面模糊。

[0022] 在本申请中,“包括(comprise)”、“包含(comprising)”、“含有”和“具有”等可以具有美国专利法中赋予它们的含义,并且可以意指“包括(includes、including)”等等,并且通常被解释为开放式术语。术语“由...组成(consisting of或consists of)”是封闭的术语,并且仅包括结合这些术语特别列出的组件、结构、步骤等,以及根据美国专利法的那些。“基本上由.....组成(Consisting essentially of或consists essentially of)”具有美国专利法通常赋予它们的含义。特别地,这样的术语通常是封闭术语,除了允许包含结合其使用而不会实质上影响物品的基本和新颖特性或功能的附加物品、材料、组件、步骤或元件之外。例如,如果出现在“基本上由...组成”的语言下,那么即使在这些术语之后的项目列表中没有被明确列举,存在于组合物中,但不影响组合物的特性和特质的微量元素依旧是允许的。当在该书面描述中使用开放式术语,如“包括(comprising)”或“包含(including)”时,应理解的是,还应该提供对“基本上由...组成”语言以及“由...组成”语言的直接支持,如同明确指出的那样,反之亦然。

[0023] 在说明书和权利要求书中的术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”等(如果有的话)用于在类似元件之间进行区分,且未必是用于描述特定次序或时间顺序。应理解,如此使用的任何术语在适当情况下是可互换的,例如使得本文中所描述实施例能以不同于本文所示

出或以其他方式描述的顺序操作。同样,如果本文中描述为包括一系列的步骤的方法,则本文中所呈现的这些步骤的顺序不一定为可执行这些步骤的唯一顺序,并且可能可省略某些所述步骤和/或可能可将本文中未描述的某些其他步骤添加到该方法中。

[0024] 如本文所使用的,诸如“增加”、“减少”、“更好”、“更差”、“更高”、“更低”、“增强”等之类的比较术语是指与周围或相邻区域中、单个设备或多个类似设备中、组和类中、多个组或类中的其他设备、组件或活动以及本领域已知技术可测量地不同的设备、组件或活动的性质。例如,具有“增加的”污染风险的数据区域可以指存储器设备的区域比相同存储器设备中的其他区域更可能具有写入错误。许多因素会导致这种增加的风险,包括位置、制造过程、施加到该区域的编程脉冲的数量等等。

[0025] 数值和数据可以以范围的格式在本文中表达或呈现。应当理解,这样的范围格式仅仅为了方便和简洁而使用,并且因此应该被灵活地解释为不仅包括作为范围的界限明确列举的数值,而且还包括所有个体数值或包含在该范围内的子范围,就如同每个数值和子范围被明确列举一样。作为说明,“大约1至大约5”的数值范围应该被解释为不仅包括明确列举的约1至约5的值,而且还包括指示范围内的个别值和子范围。因此,包括在该数值范围内的是诸如2,3和4之类的各个值以及诸如从1-3,从2-4和从3-5等等之类的子范围,以及个体的1,1.5,2,2.3,3,3.8,4,4.6,5和5.1。

[0026] 该相同的原理适用于仅将一个数值描述为最小值或最大值的范围此外,无论范围的宽度或所描述的特征如何,都应该应用这种解释。

示例实施例

[0027] 以下提供了技术实施例的初始概览,然后进一步详细描述了特定技术实施例。初始概览意在帮助读者更快地理解技术,而不意在标识关键技术特征或基本技术特征,也不意在限制所要求保护的主体范围。

[0028] 描述了使用由磁力计和加速度计提供的传感器数据来检测机械设备的技術。在一个示例中,磁力计可充当检测由机械设备的机械运动引起的磁场失真的霍尔效应(Hall-effect)传感器。例如,移动载具的机械运动可产生磁力计可检测到的可观测失真磁场。失真可以与载具的运动分量(诸如可表现为交替改变(AC)磁信号的载具的轮和传动装置(transmission)齿轮中的旋转)协调同步。可在由磁力计生成的磁力计数据中捕捉磁失真。

[0029] 加速度计可被用于捕捉与机械设备相关联的振动或其他运动。例如,可分析由加速度计生成的加速度计数据来标识由加速度计捕捉的机械设备振动。例如,不同类型的载具产生不同的振动模式,并且这些振动模式可被用于检测用作运输方式的载具。在一个示例中,移动载具可通过载具在静止状态与振动模式之间如何加速和减速的方式来影响由加速度计生成的加速度计数据,该振动模式与载具如何吸收来载具行驶的表面(例如,道路、轨道或空中)的振动相关。

[0030] 可以使用由磁力计和加速度计生成的磁力计数据和加速度计数据两者来检测机械设备。通过使用磁力计数据和加速度计数据二者,可能与一个传感器相关联的缺点可以通过另一传感器来克服。在一个示例中,可以从磁力计数据提取与由机械设备的机械运动产生的磁场失真模式相关联的磁特征,并且可从加速度计数据提取与由机械设备的机械运动产生的振动或移动模式相关联的加速度特征。然后将磁特征和加速度特征输入到分类器,该分类器可以被配置为评估磁特征和加速度特征并输出与磁特征和加速度特征相对

应的分类。在磁特征和加速度特征与载具相关联的情况下，由分类器输出的分类可以用于载具类型，由此推断具有捕捉磁力计和加速度计数据的磁力计和加速度计的移动设备的用户所使用的运输方式。

[0031] 为了进一步描述该技术，现参考附图提供示例。图1是例示出用于使用包括在位于检测环境102内的计算设备106中的磁力计108和加速度计110来检测机械设备104的系统100的高层级示例的示意图。机械设备104可包括具有机械组件的任何设备，这些机械组件在被激活时，引起可被磁力计108检测到的磁场失真。例如，机械组件可以包括但不限于引擎、马达、传动装置、交流发电机、差速器、齿轮、车轮、风扇以及其他类型的机械组件。

[0032] 在所例示的示例中，计算设备106可包括磁力计108、加速度计110和检测模块112。计算设备106可包括移动设备，诸如智能电话、可穿戴计算机（例如，智能手表、健身追踪器和智能眼镜）、平板计算机、膝上型或笔记本计算机等等。当位于检测环境102内时，由磁力计108和加速度计110生成的数据可被检测模块112分析以确定机械设备104的分类。例如，检测模块112可被配置为确定何种类型的载具（例如，自行车、摩托车、汽车、公共汽车、火车、飞机等）和/或何种类型的器具（例如，电吹风、风扇、电动剃须刀、蜂窝电话、洗涤器和烘干机等等）可位于检测环境102内。下文会联系图2来更详细地描述检测模块112。

[0033] 检测环境102可包括磁力计108可能能够在其中检测由机械设备104引起的磁场上的失真并且加速度计110可能能够在其中检测由机械设备104引起的振动或移动的区域或空间。在一个示例中，检测环境102可包括载具的机舱，诸如汽车、公共汽车、火车或飞机的机舱；或围绕诸如自行车、摩托车或踏板车之类的载具的紧接区域（immediate area）。在另一示例中，检测环境102可包括与器具的接近度，在该接近度内，由该器具引起的磁场失真和振动可被磁力计108或加速度计110检测到。

[0034] 在一个示例中，系统100可被配置为推断用户的运输方式。例如，计算设备106可在从一个位置运输到另一个位置期间伴随着载具上或载具中的用户。在载具移动期间，载具的机械组件（诸如载具的轮子、传动装置和差速器）的运动使地球磁场失真。载具类型的组件可引起可被用于标识该载具类型的磁场的失真。也就是说，磁场失真可对应于将其自身表现为用于推断用来运输用户的载具（例如，自行车或汽车）的信号的载具类型的载具结构（例如，自行车链或汽车传动装置系统）。

[0035] 在一个示例中，系统100可被配置为使用可基于载具中计算设备的位置而变化的基于载具位置的磁场来推断用户的载具中位置。基于载具位置的磁场的差异可足以区分载具中计算设备的位置。例如，基于在特定载具分类的基于载具位置的磁场的差异，可在汽车中的驾驶员座位位置与乘客座位位置之间作出区分，由此允许作出对汽车中用户位置的推断。

[0036] 图2例示出示例移动设备202的组件，可在该示例移动设备202上执行本技术。在一个示例中，移动设备202可包括用于检测机械设备的模块204/206/208/210。例如，移动设备202可包括检测模块204、预处理模块206、特征提取模块208、分类器模块210以及其他模块。同样，移动设备202可包括磁力计220、加速度计222以及其他传感器。

[0037] 检测模块204可被配置为使用由磁力计220生成的磁力计数据和由加速度计222生成的加速度计数据来检测邻近于移动设备202的机械设备。在一个示例中，检测模块204可被配置为使用用于访问磁力计220和加速度计222的传感器框架来从磁力计220检索磁力计

数据以及从加速度计222检索加速度计数据。说明性地,传感器框架可提供可被用于执行各种传感器相关任务的类和接口。在一个示例中,可从磁力计220检索时间序列磁力计数据并且可从加速度计222检索时间序列加速度计数据。

[0038] 检测模块204可被配置为将磁力计数据和加速度计数据提供给预处理模块206以用于对数据的预处理。预处理模块206可被配置为将滤波器应用于磁力计数据,这滤出磁力计数据中的不需要的噪声。在一个示例中,可将带通滤波器应用于磁力计数据。作为其中磁力计数据以100Hz采样的特定示例,带通滤波器可被配置为处于1Hz和47.5Hz的截止频率。这可导致移除与归因于载具移动(例如,载具转向)的移动设备202的定向改变有关的磁力计数据以及来自包括在载具中的电子组件的随机噪声(例如,高频带噪声)。在一个示例中,预处理模块206可被配置为将加速度计数据分成提供垂直加速度数据的垂直分量和提供水平加速度数据的水平分量,如之后会更详细地描述的那样。

[0039] 在一个示例中,预处理模块206可被配置为将时间序列磁力计数据转换为频率磁力计数据,并将时间序列加速度计数据转换为频率加速度计数据。例如,预处理模块206可使用快速傅立叶变换(FFT)方法来将时间序列数据转换为频率数据。在一秒钟窗口被用于时间序列数据的情形中,预处理模块206可在时间序列数据的每个一秒钟窗口上执行FFT。作为非限制性示例,预处理模块206可被配置为缓冲使用100Hz采样速率采样的一秒的时间序列数据,使得一秒窗口包含100个样本,然后将这100个样本转换为对应的功率谱。虽然一秒钟窗口可提供合理的结果,但是,如将理解的,可使用不同的窗口尺寸,而这可在分类延迟和分类精确度上提供折衷。

[0040] 在一个示例中,在将时间序列数据转换为频率数据之后,预处理模块206可被配置为从频率磁力计数据和频率加速度计数据中移除随机噪声。例如,预处理模块206可首先将中值滤波器应用于该频率数据,然后将高斯滤波器应用于该频率数据。中值滤波器可被用于移除可能从磁力计220和加速度计222诱发的稀疏脉冲噪声。高斯滤波器可被用于移除高频噪声。

[0041] 在已在磁力计数据和加速度计数据上执行预处理之后,预处理模块206可被配置为将经预处理的磁力计数据和加速度计数据提供给特征提取模块208,该特征提取模块208可被配置为从磁力计数据提取磁特征以及从加速度计数据提取加速度特征。在一个示例中,可从由预处理模块206输出的每个对应FFT窗口提取磁特征和加速度特征。可从每个FFT窗口中提取一个或多分特征。结合图4,提供了可从磁力计数据和加速度计数据提取的特征的示例。

[0042] 特征提取模块208可被配置为将从磁力计数据提取的磁特征和从加速度计数据提取的加速度特征提供给分类器模块210。分类器模块210可被配置为标识与磁特征和加速度特征相关联的机械设备分类。例如,可使用磁特征和加速度特征的训练数据集来训练机器学习模型(例如,分类器)以标识载具分类。作为非限制性示例,可构建双层分类器。第一层可包括使用支持向量机来将载具的静止状态与载具的非静止状态区分开的二元分类器。第二层可包括被配置为区分载具类型(例如,自行车、汽车、公共汽车、火车、飞机等)的投票分类器。在一个示例中,第二层可包括被配置为对载具类型进行分类的多个分类器,使得特征向量可被应用于每一个分类器,从而允许分类系统分别地学习分类器的参数。可被本技术使用的机器学习模型的非限制性示例包括:随机森林分类器、Adaboost分类器、kNN(k最近

邻)分类器、逻辑回归分类器、神经网络分类器以及其他分类器。

[0043] 在一个示例中,标识机械设备的分类可基于来自多个分类器的多数投票。基于投票的分类可基于以下想法:通过组合分类器,可平衡分类器的优势和劣势,从而降低偏差并降低由分类系统产生的分类结果中高方差的潜在可能。在另一示例中,基于投票的分类可基于包括在时间窗口(例如,前5-10秒)中的分类的多数投票。例如,可以将时间窗口期间生成的分类输入到分类器中,该分类器被配置为基于分类的多数投票来输出分类。在标识机械设备的分类之后,分类器模块210可以被配置为输出供应用214使用的分类。例如,利用由分类器模块210输出的载具分类的应用214可包括个人保健应用、生活辅导应用或推荐系统。

[0044] 包含在移动设备202内的各种过程和/或其他功能可在与一个或多个存储设备218通信的一个或多个处理器216上执行。联网可以提供有线或无线网络访问。图3是示例出用于使用由包括磁力计304和加速度计306的移动设备302发送的传感器数据来检测机械设备的示例系统300的框图。在所例示的示例中,移动设备302将由磁力计304生成的磁力计数据和由加速度计306生成的加速度计数据发送给服务器310。服务器310可包括被配置为标识机械设备分类的检测模块312和其他模块,如上文结合图2所描述的那样。

[0046] 响应于从移动设备302接收磁力计数据和加速度计数据,服务器310(即,检测模块312和其他模块)可标识与磁力计数据和加速度计数据相对应的机械设备分类。在一个示例中,机械设备分类可被返回到移动设备302,其中该机械设备分类可被主存在移动设备302上的应用利用。在另一示例中,该机械设备分类可被主存在服务器310上的服务和应用或者包括在计算设备环境中的其他服务利用。

[0047] 在一个示例中,服务器310可被包括在系统(例如,云计算系统)中,该系统包括被布置于例如一个或多个服务器排(bank)或计算机排中或其他布置中的多个计算设备。在一个示例中,计算设备可以使用管理程序、虚拟机监视器(VMM)和其他虚拟化软件来支持计算环境。可以根据不同技术使用API调用、过程调用或其他网络命令来执行移动设备302与服务器310以及包括在云计算系统中的各种服务器之间的通信,所述技术包括但不限于表述性状态转移(REST)技术或简单对象存取协议(SOAP)技术。REST是用于分布式超媒体系统的架构类型。RESTful API(也可以称为RESTful网络服务)是使用HTTP和REST技术实现的web服务API。SOAP是一种用于在基于Web的服务的情境中交换信息的协议。

[0048] 用于在移动设备302与服务器310之间传送通信的网络308可以包括任何有用的计算网络,包括内联网、因特网、局域网、广域网、无线数据网络或任何其他这种网络或其组合。用于这种系统的组件可至少部分取决于所选择的网络和/或环境的类型。可以通过有线或无线连接及其组合来实现网络上的通信。

[0049] 图2和图3例示出了可结合本技术讨论某些处理模块,并且这些处理模块可被实现为计算服务。在一个示例配置中,模块可以被认为是在服务器或其他计算机硬件上执行的一个或多个进程的服务。此类服务可以是可接收请求并将输出提供给其他服务或消费者设备的集中主存功能或服务应用。例如,可以将提供服务的模块视为主存在服务器、虚拟化服务环境、网格或群集计算系统中的请求式计算。可为每个模块提供API以使第二模块能够向第一模块发送请求并从第一模块接收输出。这种API还可以允许第三方与模块接口并且作出请求并接收来自模块的输出。尽管图2和图3例示出了可实现上述技术的系统的示

例,但许多其他类似或不同的环境也是可能的。以上所讨论和例示的示例环境仅仅是代表性的而不是限制性的。

[0050] 现在转到图4,流程图例示出了用于使用配置有磁力计和加速度计的移动设备402来检测运输方式的示例方法400。在一个示例中,磁力计可以是由于传感器的紧凑尺寸和低功耗而可在移动设备中使用的霍尔效应传感器。在空间中的任意位置p处的磁场强度H通过两个参数(1) r以及(2) θ 来定义,其中r是磁源与p之间的距离, θ 是磁源的北极与p之间的角度。场强H可被进一步分解为两个正交向量 H_r (p处的径向分量)和 H_θ (p处的切向分量)。这两个向量形成2D磁场空间中的基础,并且它们的数学表示可以用r和 θ 来表述(其中M是磁矩):

$$H_r = (M \cos\theta / 2\pi r^3)^2 \quad (1)$$

$$H_\theta = (M \sin\theta / 4\pi r^3)^2 \quad (2)$$

[0051] 发明实施例可以利用由磁力计检测到的磁场变化并从相应的功率谱提取特征。式1和2描述了在磁通量穿过空气时该磁通量的轨迹。具有较高磁导率的材料意味着磁通量可以更容易地流过该材料。说明性地,机动化载具典型地包括:生成用于驱动主轴和电气组件的功率的引擎和交流发电机;调节齿轮的传动装置系统;以及在不平坦表面上转向或移动时适应车轮旋转的差速器。混合式载具典型地包括:分别由汽油和电池驱动的两个分开的引擎。这两个引擎可以由计算机调节,并连接到公共传动装置系统。当载具正在移动时,载具中的机械组件同步旋转并且具有对应于汽车速度的转动速率。当磁通量流过这些移动的金属时,它们的轨迹与转动速率协调地失真,从而产生交替改变的(AC)磁场。可感知的失真场的强度受移动组件的尺寸以及磁力计远离它们的距离的影响。图5示出了各种载具类型中的磁场失真的示例。如所示,每个载具的功率谱可以是独特的,并且这种区别可能归因于载具不同的机械设计。例如,自行车可以包括大轮并且以相对低的速度行进,这可导致可能低于图5所示的其他载具的占优频率。对于通常以相似速度移动的载具,例如公共汽车和汽车,由载具机械组件产生的频率可能会由于载具的不同轮子尺寸而处于不同的频谱中(例如,与公共汽车的较大轮子相比,汽车的较小轮子可产生更高的频率)。

[0053] 式1和2示出了磁场以立方速率随距离衰减。归因于不同的感测距离的磁场的迅速衰减可影响由磁力计检测到的信号质量。图6示出了当具有磁力计的移动设备402被置于汽车中的三个不同位置时的场变化的示例。即,图6示出了当移动设备402被置于以下三个不同位置时的磁场变化:汽车的乘客座位、左后座位以及右后座位。图6示出了每个位置中的场强是不同的。特别地,乘客座位中的磁场比其他两个位置弱。在较大的载具(例如,公共汽车)中,这种强度差异可能变得更加戏剧性;在一些极端情形中(诸如坐在大型公共汽车的中间,其中移动设备402远离轮子和其他旋转组件),磁场可能变得不可观测。

[0054] 加速度计可被用于捕捉载具振动的加速度计数据,该加速度计数据可对其中磁场可能是微弱或不可观测的情形进行补偿。例如,当载具处于运动中时,由位于载具中的加速度计检测到的加速和减速模式可根据载具类型而变化。不同类型的载具可产生独特的振动模式(签名)并且该振动模式(签名)可被用于检测载具类型。例如,移动的载具以两种方式影响基于加速度的信号,这两种方式可以从频谱视角来进行分类,包括动态分量:载具如何在静止状态之间加速和减速;以及有功分量(active component):与车辆如何吸收来自道路或轨道表面的振动相关的振动模式。

[0055] 过去,已经使用加速度/减速度周期来捕捉载具在静止状态之间加速和减速的完

整周期,并且在这之后,从该加速度/减速度周期提取特征。这可以被称为装袋特征(bagging features)。装袋特征基于不同的载具类型导致几十秒甚至几分钟来提取加速度/减速度周期。为了避免这种延迟,本技术过滤掉动态分量而将有功分量用作标识载具的部分。由于不同的悬架设计,载具以不同的方式吸收振动,这可能表现为加速度谱中的独特模式。图7示出了对应于图5的垂直加速度的示例功率谱。图7中所示的载具具有用于基于其悬架吸收来自道路的振动和弹跳的不同的能力,这可表现为各具特色的模式。说明性地,图7示出由于自行车的悬架导致加速度计检测到来自道路的强反弹力,自行车具有大约20-30Hz的强振动。图7示出了踏板车和火车的类似模式。图7示出汽车和公共汽车具有能够吸收振动而不产生显著高频能量的相对好的悬架。

[0056] 返回图4,所例示的方法400组合基于磁力计的特征与基于加速度计的特征来检测被用作运输方式的载具类型。如在框404中,可从包括在移动设备402中的磁力计和加速度计检索时间序列磁力计数据和时间序列加速度计数据。在一个示例中,为了特征提取,磁力计数据和加速度计数据的采样率可以跨不同的设备类型和制造商而统一。

[0057] 可在从数据提取特征之前对从磁力计和加速度计检索的数据进行预处理。如所例示的,预处理可以包括三个步骤:应用带通滤波器,将时间序列数据转换为功率谱,以及移除噪声。对于磁力计数据,如在框406中,可以将带通滤波器(例如,5阶巴特沃思(5th-order Butterworth) IIR(无限脉冲响应)滤波器)应用于磁力计数据以确保从磁力计数据提取的特征来自相同的功率谱范围。作为非限制性示例,带通滤波器的截止频率可被设置为功率谱的2%和95%;给定采样率为100Hz(即,可用带宽为 $100/2=50$ Hz),截止频率为1Hz和47.5Hz。带通滤波器可以消除与地球磁场相关的动态分量。对于加速度计数据,可通过计算滑动窗口的平均值(例如,10秒)来从加速度计数据提取地球重力,并从该加速度数据中移除该平均值。此后,所估计的地球重力可被用于将加速度数据分解为垂直分量和水平分量。

[0058] 如在框408中,下一预处理步骤涉及将时间序列磁力计数据和时间序列加速度计数据转换为功率谱。在一个示例中,可沿时间序列数据在每个时间窗口(例如,一秒钟时间窗口)上执行快速傅立叶变换(FFT)方法。对于时间序列磁力计数据,可以分别针对x/y/z轴计算FFT向量,并且在此之后,对诸轴的功率谱求和。这样做时,所得到的频率磁力计数据可能是定向不可知的,从而允许从聚合磁场中提取特征,而不是从各个轴提取特征。对于时间序列加速度数据,垂直和水平分量可指示与载具对行进表面如何反应(例如,高频振动)有关的不同载具行为,并且因此可分别从该垂直和水平分量提取特征。

[0059] 如在框410中,最后的预处理步骤从频率磁力计数据和频率加速度计数据中移除随机噪声。例如,频率磁力计数据和频率加速度计数据可包含由传感器板和/或感测环境产生的随机噪声。在一个示例中,可以通过应用中值滤波器(例如,具有尺寸三),然后应用高斯滤波器(例如,具有西格玛(sigma)值1.2)来移除随机噪声。

[0060] 在对磁力计数据和加速度计数据进行预处理之后,可以从频率磁力计数据和频率加速度计数据中的频谱中提取磁特征和加速度特征。磁特征和加速度特征可以与载具类型相关。说明性地,图5示出了可推断载具类型的示例频率。例如,汽车可生成与由轮子旋转造成的场失真相关联的范围在5-30Hz的主频率;火车的磁场可低于10Hz并表现为白噪声;公共汽车可与汽车类似,但其整体噪音可能较大并且可具有可能比汽车低的占优频率;给定自行车的相对简单的机械组件,自行车可产生单调的磁数据;以及轻轨可产生具有一些白

噪声的占优频率。基于不同的悬架设计以及载具如何吸收表面振动,可以在频率磁力计数据和频率加速度计数据中观测到与加速度谱不同的模式。基于这些观测,可以从频率磁力计数据和频率加速度计数据中的每个FFT窗口提取特征。

[0061] 下表提供了可从频率磁力计数据和频率加速度计数据提取的示例特征。

传感器	磁力计 (74个特征)	加速度计 (124个特征)
特征	1 FFT窗口的最高量值 2 最高量值所处位置的频率 3 FFT窗口的谱熵 4 FFT窗口的总能量 5 - 14 * 子带能量 15 - 24 * 子带能量比率(相对于FFT窗口的总能量) 25 - 34 * 子带谱熵 35 - 54 倒谱系数 55 - 74 倒谱系数的一阶导数 * 每个FFT窗口被划分为10个子带(5Hz/面元(bin))	1 FFT窗口的总能量 2 1Hz分量的能量 3 - 12 * 子带能量 13 - 22 * 子带能量比率(相对于FFT窗口的总能量) 23 - 42 倒谱系数 43 - 62 倒谱系数的一阶导数 * 每个FFT窗口被划分为10个子带(5Hz/面元) ** 这62个特征是从垂直和水平加速度提取的,共贡献了来自加速度计数据的总共124个特征。

该示例特征表示出可从频率磁力计数据(74个特征)和频率加速度计数据(124个特征)提取198个特征。这些特征是从功率谱提取的(即,没有特征是从时间序列数据提取的)。对于频率加速度数据,可分别从频率加速度数据的垂直分量和水平分量提取相同的12个特征,总共产生24个特征。将理解,上表中所示的特征仅仅是说明性的;可结合本技术使用其他特征。

[0062] 在一个示例中,从频率磁力计数据和频率加速度计数据提取的特征可涉及占优频率和量值、熵、总能量和子带能量、倒谱系数以及振动。占优频率和量值(功率强度)可捕捉轮子尺寸和旋转速度。占优频率和量值可对标识如同汽车和公共汽车的载具作出贡献,汽车和公共汽车通常在频率磁力计数据的功率谱中生成强的占优频率。

[0063] 熵可以描述功率谱中的随机性。说明性地,踏板车和轻轨典型地具有嘈杂(noisy)磁谱,而火车的磁谱可能相对较不嘈杂。在加速度计功率谱中,由于表面的弹跳力,踏板车和自行车可能典型地是嘈杂的,而公共汽车的振动能量可能典型地集中在较低频率。

[0064] 总能量可以是FFT窗口的总和。可以将FFT窗口等分为10个子带(例如,5Hz/子带),并且可以提取来自每个子带的特征。子带能量和子带能量中的频谱比率可以捕捉功率谱中的细粒度特性。例如,关于火车,大多数能量可能集中在磁谱中的低于10Hz处,但是在轻轨、踏板车和汽车的情形中的能量通常跨FFT面元展开。

[0065] 倒谱系数可被用于捕捉FFT面元的形状。可通过首先取FFT面元的对数并在随后计算FFT窗口的DCT(离散余弦变换)系数来计算该系数。例如,可移除第一DCT系数(动态分量),并且可以检索第二~第二十个系数。这20个系数可以描述FFT面元的静态(形状)。另外,可以计算倒谱系数(相邻帧之间的差)的一阶导数,该一阶导数捕捉随时间的可能改变(即,FFT面元的动态性)。可以从频率磁力计数据和频率加速度计数据两者提取这些静态和动态倒谱系数。

[0066] 可以从频率加速度计数据的垂直和水平分量提取振动特征。作为非限制性示例,

可以从频率加速度数据的垂直分量和水平分量两者提取1Hz分量。1Hz分量能够区分静止载具和正在移动的载具。图8通过频率加速度数据的垂直分量和水平分量上的1Hz能量的直方图分别示出了针对静止情形和运动中情形的两个近高斯分布的示例。

[0067] 再次返回到图4,如在框414中,在提取磁特征和加速度特征之后,可以通过将磁特征和加速度特征输入到被配置为输出载具分类的分类器中来执行分类。在一个示例中,可以使用从历史数据集提取的磁特征和加速度特征来训练分类器。在分类器的训练阶段,可以将特征向量输入到分类器处理流水线中以构建分类器。

[0068] 作为非限制性示例,可构建和训练双层分类器。分类器的第一层可以包括运动检测分类器,该运动检测分类器使用随机森林模型来区分静止状态(即,当载具不处于运动中时)和非静止状态(即,当载具处于运动中时)。分类器的第二层可以包括使用对载具类型(例如,自行车、踏板车、汽车、公共汽车、火车(重轨)、轻轨等)进行分类的神经网络模型的运输方式分类器。为了避免过度拟合该模型,可以将随机森林模型(运动检测分类器)限制为最大深度,并且在每个树中,可以约束叶节点中的数个样本以避免捕捉太多的噪声;并且可以从内部节点分割这数个样本以进一步控制树深度。可以通过应用合成少数过采样技术来管理不同载具类型之间的不平衡数据,该合成少数过采样技术可首先计算数据集的分布并生成拟合分布的新样本。

[0069] 在一个示例配置中,可以通过缓存后续载具分类并且基于多数投票产生最终载具分类来生成载具分类。可执行本技术来减轻可能的随机噪声(例如,与磁力计和/或加速度计误差,或者载具启动/停止移动期间的转变时段相关联的噪声)。例如,可以基于来自载具分类的短历史的多数投票来生成分类。作为非限制性示例,可以缓存过去的五个、八个、十个等载具分类(例如,产生5、8、10等个第二窗口),并且可以基于这些窗口期间发生的对所缓存的载具分类的多数投票来生成最终载具分类。在分类器已被训练之后,该分类器可被部署(为载具分类系统的一部分)以供在移动设备402上使用,并且由该分类器产生的载具分类可被主存在移动设备402上的应用(例如,数字个人助理或生活辅导应用)使用。

[0070] 回到图6,在一个示例中,基于载具的磁场可以基于载具中的磁力计的位置而变化。磁场的差异可被用于区分磁力计在载具中的位置。图10示出了针对不同载具配置场景的示例混淆矩阵,例示出本文所描述的技术能够产生与移动设备的载具中位置相关的细粒度化信息。因此,除了生成针对载具类型的分类之外,结合图4所描述的方法还可被用于生成移动设备402可能位于的载具内位置的分类。例如,设备位置分类可以指定汽车内的座位,诸如驾驶员座位、乘客座位、或者左后座位或右后座位。载具类型分类和设备位置分类可以被提供给主存在移动设备402上的应用,该应用利用用于各种目的的分类。

[0071] 在一些实施例中,可以通过使用例如在智能电话、可穿戴智能手表或其他手持设备中的磁力计来确定关于静止电子设备的信息。许多电子设备在周围磁场中或者在此类设备可能连接到的电气系统中产生干扰。当电子器具以不同状态(例如,电吹风的不同热水平或搅拌器/食物混合器的不同速度)操作时,该器具需要不同的功率量来在对应的状态下操作。当在不同状态下运行时,一些器具还在器具内引起不同的机械运动(例如,洗衣机的改变的转动速率)。器具在不同的操作状态下如何调节自身的这些差异本身表现为可被感测并从磁力计提取的不同的频谱模式。

[0072] 在一个示例中,在高温设置下运行的电吹风比在相对较低的温度下运行时消耗更

多的功率,并且生成更强的磁场。这种磁“噪声”(例如,签名)可被用于检测家庭内或其他活动以及用户如何与用户的器具交互;例如,家中的两位居民能以不同的方式使用电吹风,并且通过检测和分析磁力计频谱,系统可以标识哪个居民正在使用该器具以及他们如何使用它。诸如搅拌器或手持式食物混合器之类的其他器具包括DC马达。当这些设备以不同的速度操作时,系统可以基于磁谱中的占优频率来推断速度水平。当一个人正在使用这些基于马达的器具(例如,使用食物搅拌器搅拌鸡蛋和面粉,或者在不同表面上使用真空吸尘器)时,磁场还会在该过程期间波动;例如,当混合器撞击碗或粘性面团时,刀片的转动速率减慢,这使对应的占优频率变小。这些细微差别可被用于检测人正在搅动或准备什么食物。磁力计(例如,霍尔效应传感器)可被用于标识这些细粒度化器具用途。图9示出了当电风扇(左)和电吹风(中)在不同状态下操作时的示例性磁场变化。为了获得图9中呈现的数据,该人士携带诸如电话或智能手表之类的设备,该设备包括磁力计并使用电话/手表来检测由器具发出的磁场干扰。磁力计数据可被首先记录并保存在设备上,然后被下载到计算机以供处理和分析。图9还示出当器具在不同状态下工作时,场强随状态的功耗而变化。对于诸如电动剃须刀之类的便携式器具(右),基本频率在两个模型(例如,31Hz处的设备A和60Hz处的设备B)之间可以不同,尽管这两个模型产生可比较的磁强度。给定模型特征,电动剃须刀可被区分。除了诸如家用器具之类的固定电气设备之外,磁力计还可被应用于其他场景,包括但不限于:1)通过将磁频谱与人的锻炼努力相关联来检测人的健身状态(诸如锻炼持续时间、机器类型、强度水平和消耗的能量);2)通过检查60Hz噪声(或在欧洲为50Hz)的强度来推断人与火车站的邻近度;或者3)通过分析磁谱中的异常(例如,不寻常的磁波动)来感测载具的潜在机械故障。

[0073] 图11是例示出用于检测机械设备的示例方法1100的流程图。如在框1110中,可检索由磁力计生成的磁力计数据。磁力计可以是包括在移动设备中的多个传感器中的一个。磁力计可被配置为检测由机械设备的机械运动引起的磁场失真的霍尔效应传感器。

[0074] 如在框1120中,可以从磁力计数据中提取磁特征。磁特征可以与由机械设备(诸如用于运输的载具或能够生成磁场失真的其他机械设备)的机械运动生成的磁场失真模式相关联。在一个示例中,在提取磁特征之前,可将磁力计数据从时间序列磁力计数据转换为频率磁力计数据,并且可使用一个或多个滤波器从磁力计数据移除噪声。

[0075] 如在框1130中,可检索由加速度计生成的加速度计数据。与磁力计一样,加速度计可以是包括在移动设备中的多个传感器中的一个。如在框1140中,可从加速度计数据中提取加速度特征。加速度特征可以与由机械设备的机械运动生成的振动模式相关联。在一个示例中,在提取加速度特征之前,可将加速度计数据从时间序列加速度计数据转换为频率加速度计数据,并且可使用一个或多个滤波器从加速度计数据移除噪声。

[0076] 如在框1150中,可标识与磁特征和加速度特征相关联的机械设备。在一个示例中,磁特征和加速度特征可被输入到分类器,该分类器被配置为分析磁特征和加速度特征并输出机械设备的分类。

[0077] 图12例示出了可以在其上执行本技术的模块的计算设备1210。例示出了可以在其上执行本技术的高层级示例的计算设备1210。计算设备1210可以包括与存储器设备1220通信的一个或多个处理器1212。计算设备1210可包括用于计算设备中的组件的本地通信接口1218。例如,本地通信接口1218可以是本地数据总线和/或可满足需求的任何相关的地址或

控制总线。

[0078] 存储器设备1220可包含可由处理器1212执行的模块1224和用于模块1224的数据。例如,存储器设备1220可包括传感器位置模块和相关联的模块。模块1224可以执行前面所描述的功能。数据存储1222也可位于存储器设备1220中,以用于存储与模块1224和其他应用以及可由处理器1212执行的操作系统相关的数据。

[0079] 其他应用也可被存储在存储器设备1220中,并且可能由处理器1212执行。可使用高级编程语言以软件形式来实现在本说明书中所讨论的组件或模块,使用所述方法的混合来编译、解释或执行该高级编程语言。

[0080] 计算设备1210还可以访问可由计算设备1210使用的I/O(输入/输出)设备1214。I/O设备的示例是可用于显示来自计算设备1210的输出的显示屏1230。其他已知I/O设备可根据需要与计算设备1210一起使用。联网设备1216和类似的通信设备可以被包括在计算设备中。联网设备1216可以是连接到因特网、LAN、WAN或其他计算网络的有线或无线联网设备。

[0081] 被示出为存储在存储器设备1220中的组件或模块可以由处理器1212执行。术语“可执行”可意指处于可以由处理器1212执行的形式程序文件。例如,可以用可被加载到存储器设备1220的随机存取部分中并由处理器1212执行的格式将更高级语言的程序编译成机器代码,或者源代码可被另一可执行程序加载并被解释为在存储器的随机存取部分中生成将由处理器执行的指令。可执行程序可被存储在存储器设备1220的任何部分或组件中。例如,存储器设备1220可以是随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、闪存、固态驱动器、存储卡、硬盘驱动器、光盘、软盘、磁带或任何其他存储器组件。

[0082] 处理器1212可以表示多个处理器,存储器1220可以表示与处理电路并行操作的多个存储器单元。这可以为系统中的过程和数据提供并行处理通道。本地接口1218可被用作网络以促进多个处理器中的任一个与多个存储器之间的通信。本地接口1218可以使用被设计用于协调通信的附加系统,例如负载平衡、批量数据传送和类似系统。

[0083] 尽管针对本技术呈现的流程图可意指执行的特定顺序,但执行顺序可与所示的不同。例如,可以相对于所示的顺序重新排列两个更多框的顺序。此外,连续示出的两个或更多框可被并行执行或者部分并行执行。在一些配置中,流程图中所示的一个或多个框可以被省略或跳过。出于提升的效用、计帐、性能、测量、故障排除或出于类似原因的目的,可将任何数量的计数器、状态变量、警告信号或消息添加到逻辑流程。

[0084] 本说明书中描述的许多功能单元中的一些已被标记为模块,以便更具体地强调它们的实现方式独立性。例如,模块可以被实现为硬件电路,硬件电路包括定制的VLSI电路或门阵列、诸如逻辑芯片、晶体管等现成的半导体、或者其他分立的组件。模块也可以在可编程硬件器件中实现,所述可编程硬件器件诸如场可编程门阵列、可编程阵列逻辑、可编程逻辑器件等等。

[0085] 模块也可以用供各类处理器执行的软件来实现。具有可执行代码的已标识模块可例如包括一个或多个计算机指令块,该计算机指令块可被组织为对象、过程或函数。然而,已标识模块的可执行文件不需要在实体上位于一起,但可以包括存储在不同位置的不同指令,这些不同指令在逻辑上连在一起时构成该模块并且实现该模块的所述目的。

[0086] 实际上,具有可执行代码的模块可以是单个指令、或许多指令,并且可以甚至在几个不同的代码段上、在不同的程序之间以及跨几个存储器器件而分布。类似地,操作数据在

此可以被标识或图示于模块内,并且可以以任何适当形式被体现并且被组织在任何适当类型的数据结构内。操作数据可以被收集为单个数据集,或者可以分布在包括不同存储设备上的不同位置。模块可以是被动的或主动的,包括可用于执行期望功能的代理。

[0087] 本文所描述的技术还可被存储在计算机可读存储介质上,该计算机可读存储介质包括用任何技术实现的易失性和非易失性,可移动和不可移动介质,用于存储诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据之类的信息。计算机可读存储介质包括但不限于非瞬态介质,诸如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和所述技术的任何其他计算机存储介质。

[0088] 本文所描述的设备还可以包含允许设备与其他设备通信的通信连接或网络装置和网络连接。通信连接是通信介质的示例。通信介质通常以诸如载波或其他传输机制等已调制数据信号来体现计算机可读指令、数据结构、程序模块和其他数据,并包括任何信息传送介质。“已调制数据信号”是指使得得以在信号中编码信息的方式来设置或改变其一个或多个特征的信号。作为示例而非限制,通信介质包括诸如有线网络或直接线连接之类的有线介质,以及诸如声学、射频、红外及其他无线介质之类的无线介质。这里使用的术语计算机可读介质包括通信介质。

[0089] 参考附图中示出的示例并且在此使用特定语言来描述这些示例。然而将理解,由此不意图对本技术的范围作出任何限制。本文所例示的特征的改变和进一步修改以及如本文所示的示例的附加应用将被认为在本描述的范围之内。

[0090] 此外,所描述的特征、结构、或特性可按照任何合适的方式在一个或多个示例中组合。在前面的描述中,提供了许多具体细节,诸如各种配置的示例以提供对所描述的技术的示例的透彻理解。然而,将会理解,本发明可省去一个或多个特定细节而实现,或通过其它方法、组件、设备等实现。在其他实例中,未详细地示出或描述公知的结构或操作以避免模糊本发明的多个方面。示例

[0091] 以下示例涉及具体发明实施例,并指出可以在实现这些实施例中使用或以其他方式组合在这些实施例中的的具体特征、元件或步骤。

[0092] 在所提供的一个实施例中,例示了一种用于检测机械设备的装置,该装置包括被配置为执行以下操作的一个或多个处理器和存储器:

检索由磁力计生成的磁力计数据;

从磁力计数据提取与由机械设备的机械运动生成的磁场失真模式相关联的磁特征;

检索由加速度计生成的加速度计数据;

从加速度计数据提取与由机械设备的机械运动生成的振动模式相关联的加速度特征;

以及

标识与磁特征和加速度特征相关联的机械设备。

[0093] 在用于检测机械设备的装置的一个示例中,所述磁力计充当检测由机械设备的机械运动引起的磁场失真的霍尔效应传感器。

[0094] 在用于检测机械设备的装置的一个示例中,所述机械设备是用于运输的载具。

[0095] 在用于检测机械设备的装置的一个示例中,一个或多个处理器和存储器被配置为将磁力计数据从时间序列磁力计数据转换为频率磁力计数据。

[0096] 在用于检测机械设备的装置的一个示例中,一个或多个处理器和存储器被配置为将加速度计数据从时间序列加速度计数据转换为频率加速度计数据。

[0097] 在用于检测机械设备的装置的一个示例中,一个或多个处理器和存储器被配置为使用至少一个滤波器来从磁力计数据和加速度计数据移除噪声。

[0098] 在用于检测机械设备的装置的一个示例中,一个或多个处理器和存储器被配置为将磁特征和加速度特征输入到分类器,该分类器被训练用于标识与磁特征和加速度特征相关联的分类。

[0099] 在用于检测机械设备的装置的一个示例中,一个或多个处理器和存储器被配置为输出由分类器标识的分类。

[0100] 在用于检测机械设备的装置的一个示例中,所述装置是移动设备。

[0101] 在用于检测机械设备的装置的一个示例中,磁力计和加速度计被耦合至移动设备。

[0102] 在所提供的示例中,例示了一种确定运输方式的方法,包括:

检索由磁力计生成的磁力计数据;

从磁力计数据提取磁特征,其中磁特征与由载具的机械运动生成的磁场失真模式相关联;

检索由加速度计生成的加速度计数据;

从加速度计提取加速度特征,其中加速度特征与由所述载具的机械运动生成的振动模式相关联;

输出被使用分类器标识的载具分类,所述分类器被训练用于标识与磁特征和加速度特征相关联的载具分类。

[0103] 在确定运输方式的方法的一个示例中,由所述载具的机械运输生成的振动模式与同行进在道路或轨道表面上相关的被施加于载具悬架系统的力相关联。

[0104] 在确定运输方式的方法的一个示例中,所述方法进一步包括将带通滤波器应用于所述磁力计数据以移除与地磁场相关的数据并动态地改变分量。

[0105] 在确定运输方式的方法的一个示例中,由带通滤波器移除的磁力计数据包括高频噪声。

[0106] 在确定运输方式的方法的一个示例中,所述方法进一步包括将加速度计数据分成提供垂直加速度数据的垂直分量和提供水平加速度数据的水平分量。

[0107] 在确定运输方式的方法的一个示例中,所述方法进一步包括用快速傅立叶变换方法将磁力计数据和加速度计数据从时间序列数据转换为频率数据。

[0108] 在确定运输方式的方法的一个示例中,所述方法进一步包括应用至少一个滤波器以从所述频率数据移除与随机噪声相关的数据。

[0109] 在确定运输方式的方法的一个示例中,所述至少一个滤波器包括中值滤波器,用于移除与由磁力计或加速度计诱发的脉冲噪声相关联的数据。

[0110] 在确定运输方式的方法的一个示例中,所述至少一个滤波器包括高斯滤波器,用于平滑所述频率数据中的高频噪声。

[0111] 在所提供的示例中,例示了用于确定运输方式的系统,包括:

至少一个处理器;

磁力计；
加速度计；
包括指令的存储器设备，该指令在被至少一个处理器执行时，使系统：
检索由磁力计生成的时间序列磁力计数据；
将时间序列磁力计数据转换为频率磁力计数据；
分析频率磁力计数据以标识与由载具的机械运动生成的磁场失真相关的磁特征；
检索由加速度计生成的时间序列加速度计数据；
将时间序列加速度计数据转换为频率加速度计数据；
分析频率加速度计数据以标识与由载具的机械运动生成的振动模式相关的磁特征；
使用分类器标识与磁特征和加速度特征相关联的载具分类。

[0112] 在用于确定运输方式的系统的一个示例中，磁特征包括：占优频率特征、量值特征、熵特征、总能量特征、子带能量特征以及倒谱系数特征。

[0113] 在用于确定运输方式的系统的一个示例中，加速度特征包括：振动特征、占优频率特征、量值特征、熵特征、总能量特征、子带能量特征以及倒谱系数特征。

[0114] 在用于确定运输方式的系统的一个示例中，所述分类器被配置为缓存一系列载具分类并部分地基于这一系列载具分类来确定所述载具分类。

[0115] 在用于确定运输方式的系统的一个示例中，所述分类器是双层分类器：被配置为区分静止状态的运动检测分类器；以及被配置为部分地基于多数投票来区分载具类别的运输方式分类器，该多数投票部分地基于与滑动窗口相关联的所缓存的载具分类。

[0116] 在用于确定运输方式的系统的一个示例中，所述指令在被所述处理器执行时，进一步使用从磁力计数据提取的磁特征来标识位于载具中的移动设备的设备位置分类。

[0117] 在用于确定运输方式的系统的一个示例中，所述设备位置分类标识了移动设备所处的载具内的座位。

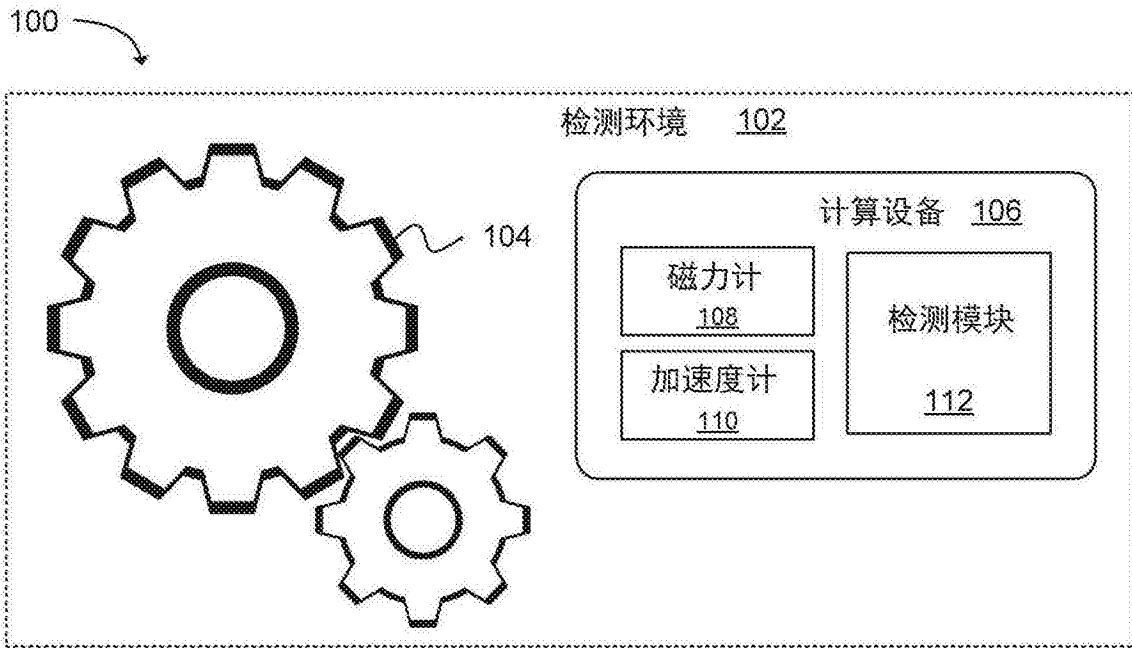


图1

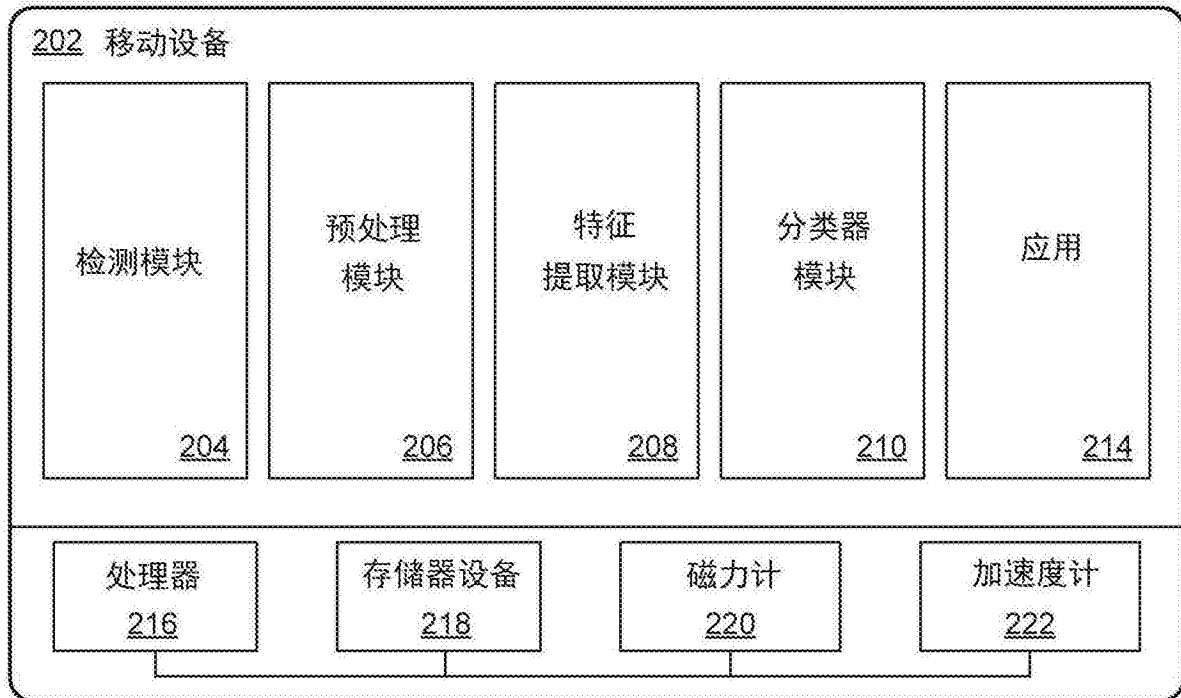


图2

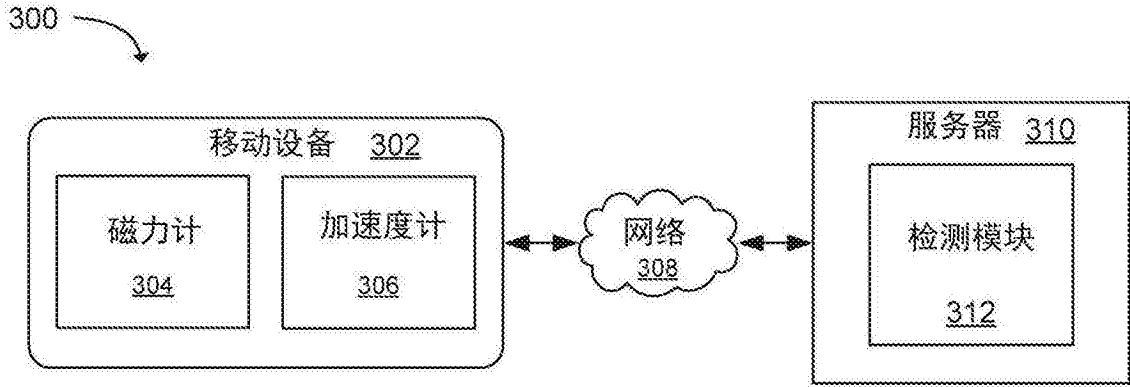


图3

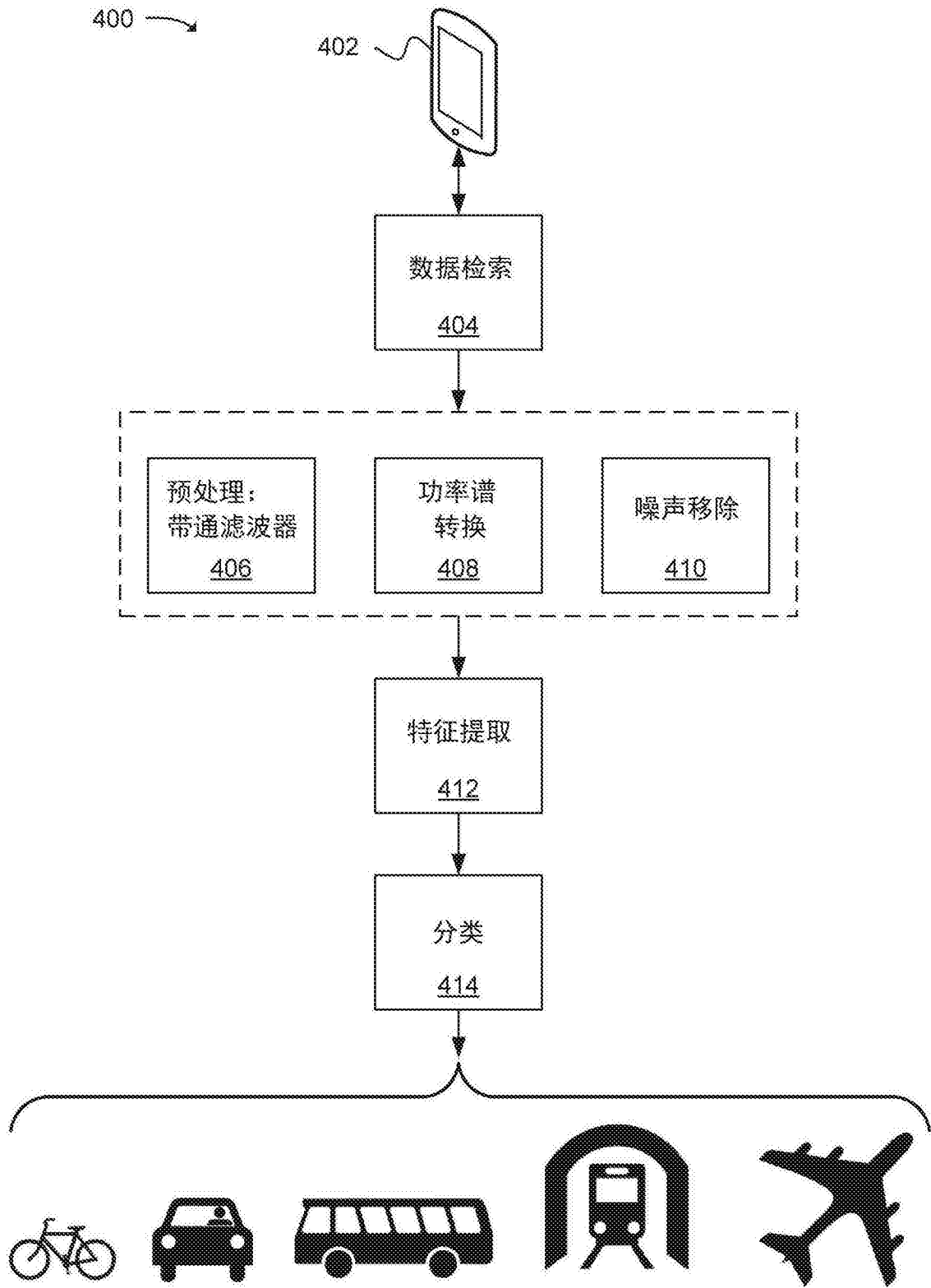


图4

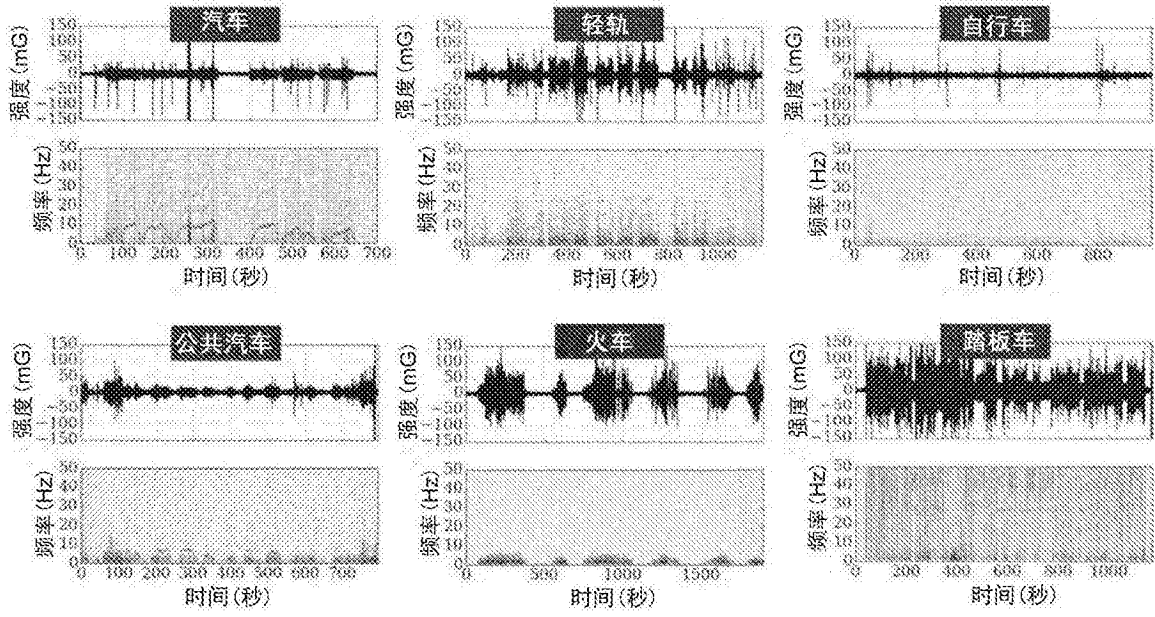


图5

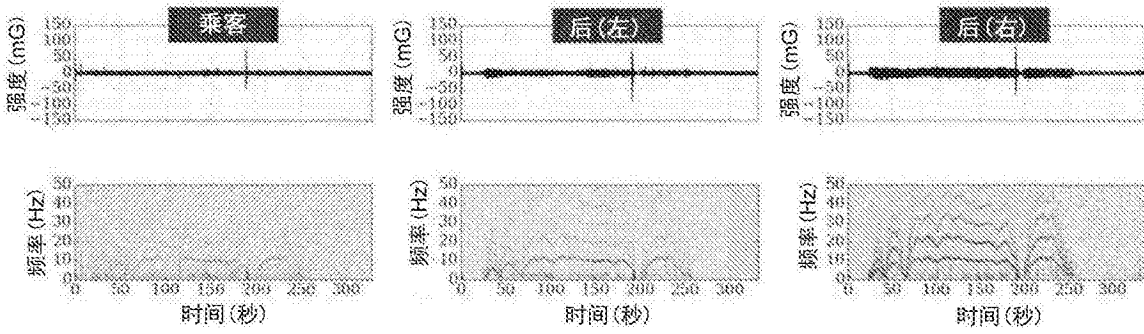


图6

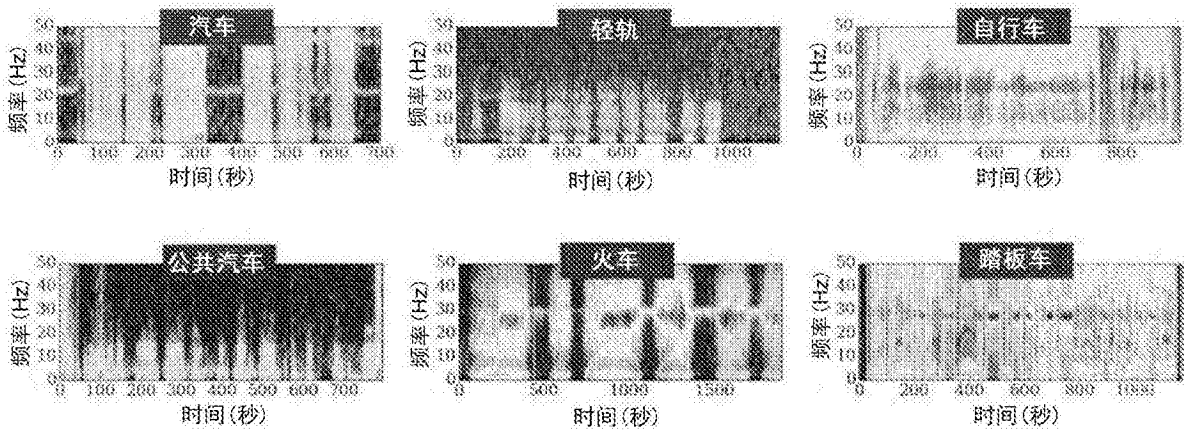


图7

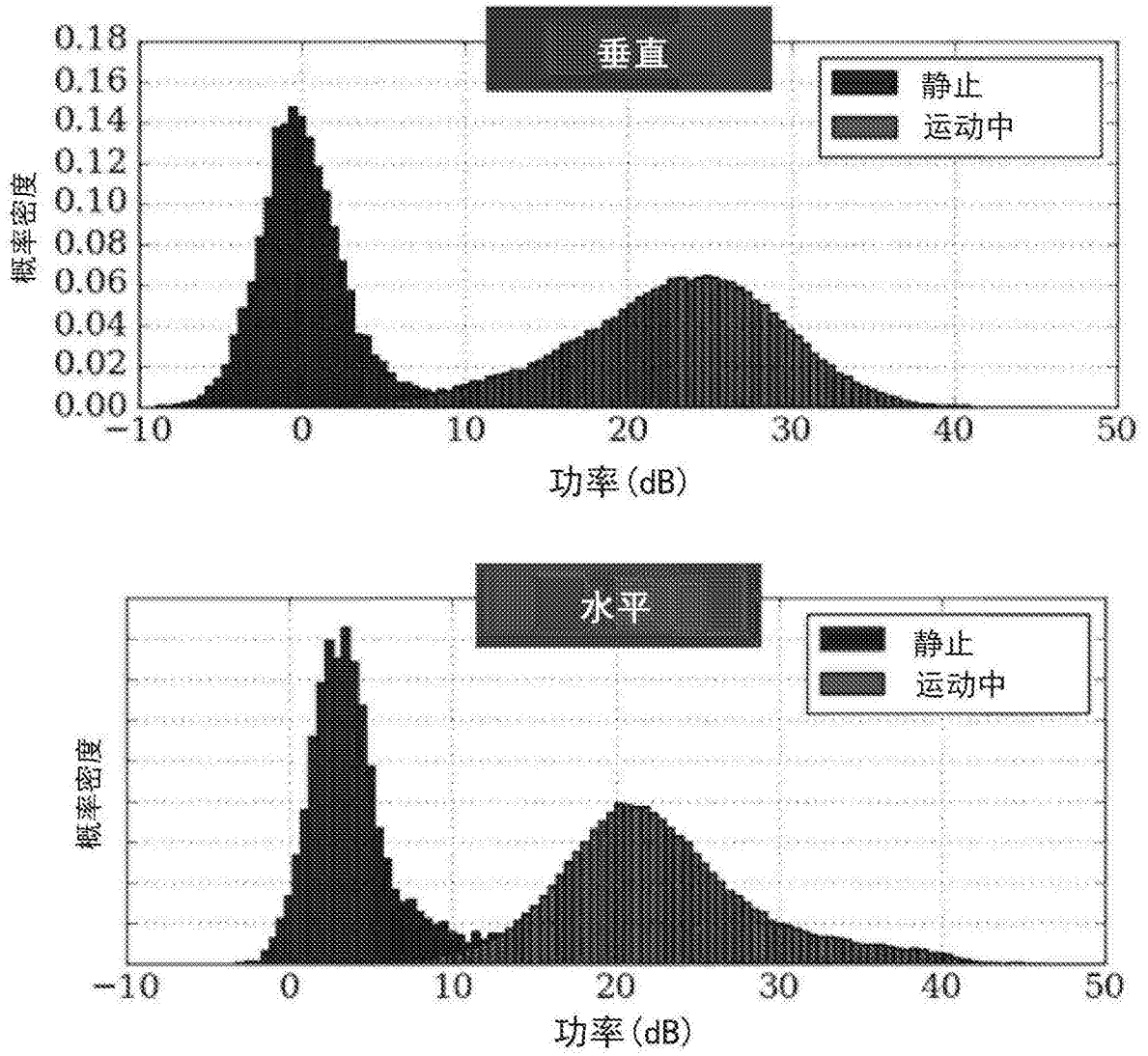


图8

设备A 设备B

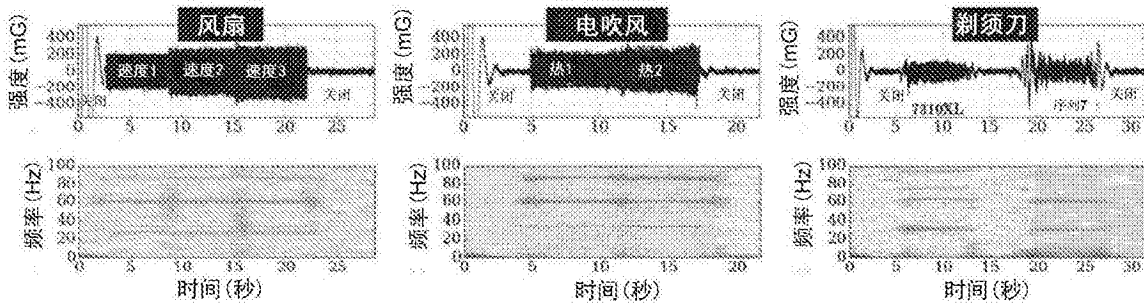


图9

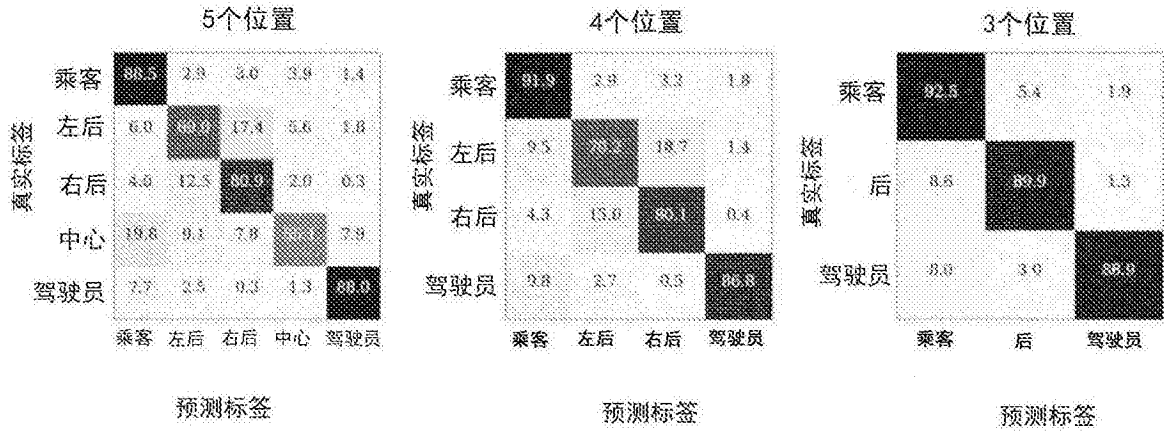


图10

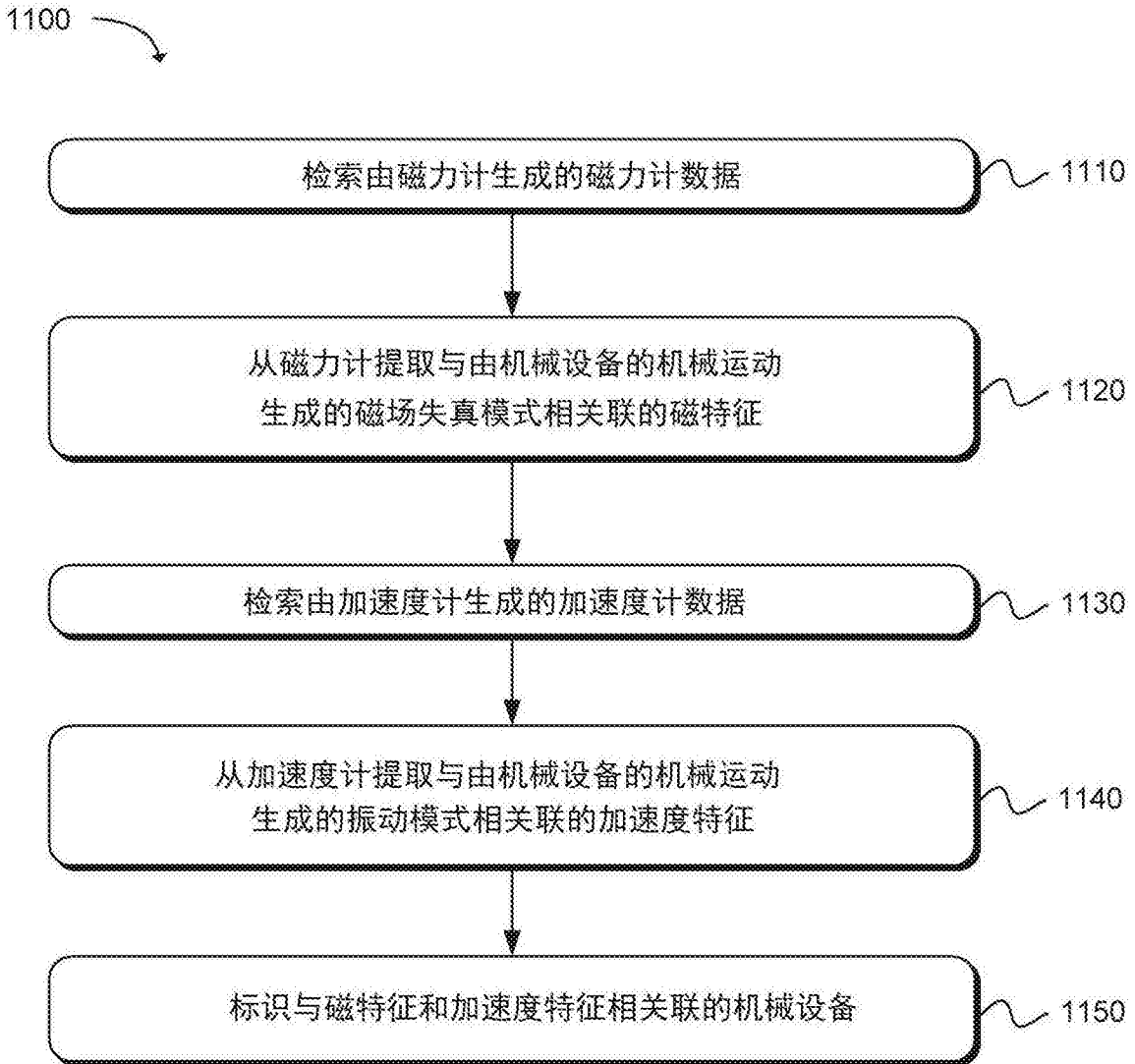


图11

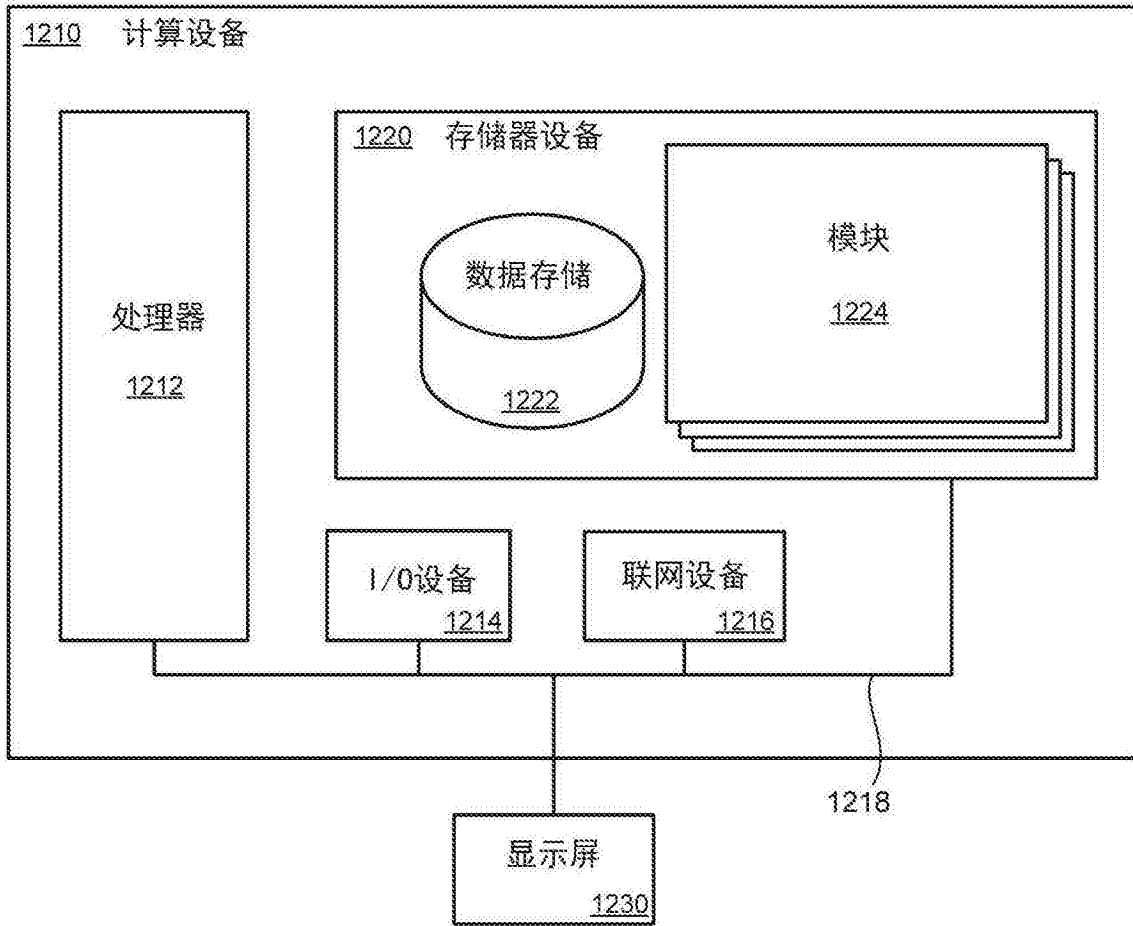


图12