



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111684535 A

(43)申请公布日 2020.09.18

(21)申请号 201980011386.7

(22)申请日 2019.01.28

(30)优先权数据

62/625,932 2018.02.02 US

62/750,375 2018.10.25 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.07.31

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2019/051934 2019.01.28

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/149640 EN 2019.08.08

(71)申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 A·A·A·萨马达尼 S·珀尔沃内

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 刘兆君

(51)Int.Cl.

G16H 40/67(2018.01)

A61B 5/00(2006.01)

H04W 4/02(2018.01)

H04W 24/02(2009.01)

权利要求书4页 说明书21页 附图12页

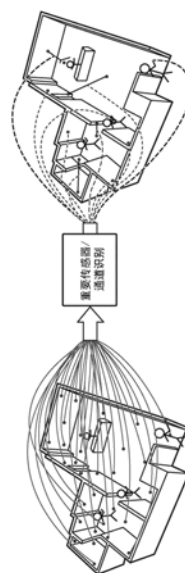
(54)发明名称

最优传感器放置的系统和方法

(57)摘要

一种控制器(380)包括存储指令的存储器(330)和运行所述指令的处理器(320)。所述指令令所述控制器(380)运行包括从第一传感器和第二传感器接收(S656A/S656B)传感器数据的过程。所述传感器数据包括表示第一活动和第二活动的时间系列观测结果。所述控制器(380)针对涉及通过由来自每个传感器的传感器数据指示的状态的进程的每个活动生成(S656A、S656B、S656C、S656D)模型。所述控制器(380)从每个传感器接收(S659A、S659B)额外的传感器数据,所述额外的传感器数据包括表示所述第一活动和所述第二活动的时间系列观测结果。所述控制器(380)确定(S660)所述模型生成了所述额外的传感器数据的部分的可能性,并且计算(S662)每个特定于传感器的确定的可能性之间的成对距离以获得计算出的距离。针对每个传感器的所述计算出的距离进行分组(S664),并且通过使用所述经分组的计算出的距离运行回归模型来确定

(S666)每个传感器与每个活动的相关性。



1. 一种用于确定用于监测空间(图2A)的传感器的布置的控制器(380),包括:

存储器(330),其存储指令;以及

处理器(320),其运行所述指令,

其中,所述指令当由所述处理器(320)运行时令所述控制器(380)运行包括以下各项的过程:

从至少两个传感器中的第一传感器接收(S656A)第一传感器数据,所述第一传感器数据包括至少表示第一活动和第二活动的至少一个时间系列观测结果;

从所述至少两个传感器中的第二传感器接收(S656B)第二传感器数据,所述第二传感器数据包括表示所述第一活动和所述第二活动的至少一个时间系列观测结果;

由所述处理器(320)生成(S658A)用于所述第一活动的第一模型,所述第一活动涉及通过由所述第一传感器数据的至少部分指示的多个状态的第一进程;

由所述处理器(320)生成(S658B)用于所述第二活动的第二模型,所述第二活动涉及通过由所述第一传感器数据的至少部分指示的多个状态的第二进程;

由所述处理器(320)生成(S658C)用于所述第一活动的第三模型,所述第一活动涉及通过由所述第二传感器数据的至少部分指示的多个状态的第三进程;

由所述处理器(320)生成(S658D)用于所述第二活动的第四模型,所述第二活动涉及通过由所述第二传感器数据的至少部分指示的多个状态的第四进程;

从所述第一传感器接收(S659A)第三传感器数据,所述第三传感器数据包括至少表示所述第一活动和所述第二活动的至少一个时间系列观测结果;

从所述第二传感器接收(S659B)第四传感器数据,所述第四传感器数据包括至少表示所述第一活动和所述第二活动的至少一个时间系列观测结果;

使用所述处理器(320)来确定(S660)所述第一模型生成了所述第三传感器数据的至少部分的可能性、所述第二模型生成了所述第三传感器数据的至少部分的可能性、所述第三模型生成了所述第四传感器数据的至少部分的可能性,以及所述第四模型生成了所述第四传感器数据的至少部分的可能性;

使用所述处理器(320)来计算(S662)每个特定于传感器的确定的可能性之间的成对距离以获得计算出的距离;

使用所述处理器(320)对针对涉及所述第一传感器的可能性的计算出的距离进行分组(S664),并且使用所述处理器(320)对针对涉及所述第二传感器的可能性的计算出的距离进行分组,以获得经分组的计算出的距离,以及

使用所述处理器(320),通过使用所述经分组的计算出的距离运行回归模型来确定针对捕获所述第一活动和所述第二活动的所述第一传感器的第一相关性和所述第二传感器的第二相关性,

其中,所述第一传感器和所述第二传感器中的一个被包括在用于基于使用所述处理器(320)确定的所述第一相关性和所述第二相关性来监测所述空间(图2A)的传感器的布置中,并且所述第一传感器和所述第二传感器中的另一个不被包括在用于基于使用所述处理器(320)确定的所述第一相关性和所述第二相关性来监测所述空间(图2A)的传感器的所述布置中。

2. 根据权利要求1所述的控制器(380),其中,由所述控制器(380)运行的过程还包括:

执行以下各项中的一项：基于所述第一相关性来激活所述第一传感器或者基于所述第一相关性来移除所述第一传感器。

3. 根据权利要求1所述的控制器(380)，其中，由所述控制器(380)运行的过程还包括：

执行以下各项中的一项：基于所述第二相关性来激活所述第二传感器或者基于所述第二相关性来移除所述第二传感器。

4. 根据权利要求1所述的控制器(380)，其中，由所述控制器(380)运行的过程还包括：

从所述至少两个传感器中的第三传感器接收第五传感器数据，所述第五传感器数据包括表示所述第一活动和所述第二活动的至少一个时间系列观测结果；

由所述处理器(320)生成用于所述第一活动的第五模型，所述第一活动涉及通过由所述第五传感器数据的至少部分指示的多个状态的第五进程；

由所述处理器(320)生成用于所述第二活动的第六模型，所述第二活动涉及通过由所述第五传感器数据的至少部分指示的多个状态的第六进程；

从所述第三传感器接收第六传感器数据，所述第六传感器数据包括至少表示所述第一活动和所述第二活动的至少一个时间系列观测结果；并且

使用所述处理器(320)来确定所述第五模型生成了所述第六传感器数据的至少部分的可能性以及所述第六模型生成了所述第六传感器数据的至少部分的可能性。

5. 根据权利要求1所述的控制器(380)，其中，所述第一传感器包括第一组传感器，并且其中，所述第二传感器包括第二组传感器。

6. 根据权利要求1所述的控制器(380)，其中，所述第一传感器数据包括表示第一活动的第一时间系列观测结果和表示第二活动的第二时间系列观测结果。

7. 根据权利要求1所述的控制器(380)，其中，所述第一模型包括概率图形模型。

8. 根据权利要求1所述的控制器(380)，其中，所述特定于传感器的确定的可能性表示与所述第一传感器相关联的确定的可能性以及与所述第二传感器相关联的确定的可能性。

9. 根据权利要求1所述的控制器(380)，其中，所述回归模型是具有组LASSO惩罚的多项式逻辑回归模型。

10. 根据权利要求9所述的控制器(380)，其中，所述多项式逻辑回归模型是具有组LASSO惩罚的二项式逻辑回归模型。

11. 根据权利要求1所述的控制器(380)，其中，所述回归模型确定所述经分组的计算出的距离的权重，使得所述权重最佳地表示所述第一活动和所述第二活动。

12. 根据权利要求1所述的控制器(380)，其中，由所述控制器(380)运行的过程还包括：

根据所述至少两个传感器来识别(S418、S518)对感测所述第一活动和所述第二活动最重要的最小传感器集合。

13. 根据权利要求12所述的控制器(380)，

其中，所述最小传感器集合被选择为所述至少两个传感器的子集。

14. 根据权利要求1所述的控制器(380)，其中，所述第一模型、所述第二模型、所述第三模型以及所述第四模型各自包括单独的隐马尔可夫模型。

15. 根据权利要求1所述的控制器(380)，其中，所述布置由正被监测的所述空间(图2A)的特性来限定。

16. 一种用于确定用于监测空间(图2A)的传感器的布置的方法，包括：

从至少两个传感器中的第一传感器接收 (S656A) 第一传感器数据, 所述第一传感器数据包括至少表示第一活动和第二活动的至少一个时间系列观测结果;

从所述至少两个传感器中的第二传感器接收 (S656B) 第二传感器数据, 所述第二传感器数据包括表示所述第一活动和所述第二活动的至少一个时间系列观测结果;

由处理器 (320) 生成 (S658A) 用于所述第一活动的第一模型, 所述第一活动涉及通过由所述第一传感器数据的至少部分指示的多个状态的第一进程;

由所述处理器 (320) 生成 (S658B) 用于所述第二活动的第二模型, 所述第二活动涉及通过由所述第一传感器数据的至少部分指示的多个状态的第二进程;

由所述处理器 (320) 生成 (S658C) 用于所述第一活动的第三模型, 所述第一活动涉及通过由所述第二传感器数据的至少部分指示的多个状态的第三进程;

由所述处理器 (320) 生成 (S658D) 用于所述第二活动的第四模型, 所述第二活动涉及通过由所述第二传感器数据的至少部分指示的多个状态的第四进程;

从所述第一传感器接收 (S659A) 第三传感器数据, 所述第三传感器数据包括至少表示所述第一活动和所述第二活动的至少一个时间系列观测结果;

从所述第二传感器接收 (S659B) 第四传感器数据, 所述第四传感器数据包括至少表示所述第一活动和所述第二活动的至少一个时间系列观测结果;

使用所述处理器 (320) 来确定 (S660) 所述第一模型生成了所述第三传感器数据的至少部分的可能性、所述第二模型生成了所述第三传感器数据的至少部分的可能性、所述第三模型生成了所述第四传感器数据的至少部分的可能性, 以及所述第四模型生成了所述第四传感器数据的至少部分的可能性;

使用所述处理器 (320) 来计算 (S662) 每个特定于传感器的确定的可能性之间的成对距离以获得计算出的距离;

使用所述处理器 (320) 对针对涉及所述第一传感器的可能性的计算出的距离进行分组 (S664), 并且使用所述处理器 (320) 对针对涉及所述第二传感器的可能性的计算出的距离进行分组, 以获得经分组的计算出的距离, 并且

使用所述处理器 (320), 通过使用所述经分组的计算出的距离运行回归模型来确定针对捕获所述第一活动和所述第二活动的所述第一传感器的第一相关性和所述第二传感器的第二相关性,

其中, 所述第一传感器和所述第二传感器中的一个被包括在用于基于使用所述处理器 (320) 确定的所述第一相关性和所述第二相关性来监测所述空间 (图2A) 的传感器的布置中, 并且所述第一传感器和所述第二传感器中的另一个不被包括在用于基于使用所述处理器 (320) 确定的所述第一相关性和所述第二相关性来监测所述空间 (图2A) 的传感器的所述布置中。

17. 根据权利要求16所述的方法, 还包括:

布置 (S520) 传感器的最小化组以基于所述至少两个传感器来监测所述空间 (图2A), 其中, 所述最小化组不包括所述至少两个传感器中的至少一个。

18. 一种用于确定用于监测空间 (图2A) 的传感器的布置的系统 (300), 包括:

通信接口 (350), 其用于在通信网络上通信;

用户接口 (340); 以及

控制器 (380), 其包括存储指令的存储器 (330) 和运行所述指令的处理器 (320),

其中, 所述指令当由所述处理器 (320) 运行时令所述系统运行包括以下各项的过程:

从至少两个传感器中的第一传感器接收 (S656A) 第一传感器数据, 所述第一传感器数据包括至少表示第一活动和第二活动的至少一个时间系列观测结果;

从所述至少两个传感器中的第二传感器接收 (S656B) 第二传感器数据, 所述第二传感器数据包括表示所述第一活动和所述第二活动的至少一个时间系列观测结果;

由所述处理器 (320) 生成 (S658A) 用于所述第一活动的第一模型, 所述第一活动涉及通过由所述第一传感器数据的至少部分指示的多个状态的第一进程;

由所述处理器 (320) 生成 (S658B) 用于所述第二活动的第二模型, 所述第二活动涉及通过由所述第一传感器数据的至少部分指示的多个状态的第二进程;

由所述处理器 (320) 生成 (S658C) 用于所述第一活动的第三模型, 所述第一活动涉及通过由所述第二传感器数据的至少部分指示的多个状态的第三进程;

由所述处理器 (320) 生成 (S658D) 用于所述第二活动的第四模型, 所述第二活动涉及通过由所述第二传感器数据的至少部分指示的多个状态的第四进程;

从所述第一传感器接收 (S659A) 第三传感器数据, 所述第三传感器数据包括至少表示所述第一活动和所述第二活动的至少一个时间系列观测结果;

从所述第二传感器接收 (S659B) 第四传感器数据, 所述第四传感器数据包括至少表示所述第一活动和所述第二活动的至少一个时间系列观测结果;

使用所述处理器 (320) 来确定 (S660) 所述第一模型生成了所述第三传感器数据的至少部分的可能性、所述第二模型生成了所述第三传感器数据的至少部分的可能性、所述第三模型生成了所述第四传感器数据的至少部分的可能性, 以及所述第四模型生成了所述第四传感器数据的至少部分的可能性;

使用所述处理器 (320) 来计算 (S662) 每个特定于传感器的确定的可能性之间的成对距离以获得计算出的距离;

使用所述处理器 (320) 对针对涉及所述第一传感器的可能性的计算出的距离进行分组 (S664), 并且使用所述处理器 (320) 对针对涉及所述第二传感器的可能性的计算出的距离进行分组, 以获得经分组的计算出的距离, 以及

使用所述处理器 (320), 通过使用所述经分组的计算出的距离运行回归模型来确定针对捕获所述第一活动和所述第二活动的所述第一传感器的第一相关性和所述第二传感器的第二相关性,

其中, 所述第一传感器和所述第二传感器中的一个被包括在用于基于使用所述处理器 (320) 确定的所述第一相关性和所述第二相关性来监测所述空间 (图2A) 的传感器的布置中, 并且所述第一传感器和所述第二传感器中的另一个不被包括在用于基于使用所述处理器 (320) 确定的所述第一相关性和所述第二相关性来监测所述空间 (图2A) 的传感器的所述布置中。

19. 根据权利要求18所述的系统,

其中, 所述空间 (图2A) 包括封闭的居住空间 (图2A)。

最优传感器放置的系统和方法

背景技术

[0001] 对于环境感测和/或生理感测,感测技术可能需要对传感器进行布置。传感器在布置中的数量和放置可能会根据环境而变化。例如,对包括但不限于风险人中的各个人的日常生活活动(ADL)的环境感测是新兴的技术领域。ADL包括在家附近移动以准备饭菜,吃饭以及上厕所。举例来说,风险人可以包括具有认知障碍和/或身体残疾的人。

[0002] 在环境感测场景中,通常以临时方式选择布置中的传感器的数量、位置和类型。这会导致效率低下,例如不必要的成本和不相关的数据流。这种临时放置还提出了许多与例如捕获的数据和/或与捕获的数据相关联的处理或确定有关的技术挑战。例如,临时放置可能会导致对感兴趣活动/事件最重要的数据流被掩盖,从而妨碍对ADL的预测和判别分析和/或增加计算和维护的费用。

[0003] 人口统计学正在促进环境感测技术得到广泛使用。例如,从2004年到2014年,美国65岁或65岁以上的人口增长了28%,达到了约4620万人,并且预计到2040年,美国65岁或65岁以上的人口将增长到8230万。预计到美国85岁或85岁以上的人口将从2014年的约620万增长到2040年的约1460万,从而增长了三倍。在美国,年龄在65岁及65岁以上的医学护理受益者中有93%处于居家养老状态,因此他们由于老龄化而待在住宅或社区中。在加拿大,年龄在65岁及65岁以上的人中有92%处于居家养老状态。根据美国退休人员协会(AARP)的调查,年龄在65岁及65岁以上的老年人中有90%偏向于居家养老。人口向老年人口的转变意味着人群中的年轻护理部分正在缩小。这种情况和老年人口的激增使得有必要发展实现独立健康的居家养老的技术。

[0004] 确定要被部署在诸如用户的住宅之类的环境设置中的传感器的布置通常是具有挑战性的任务,特别是由于以下方面的差异:a)用户的住宅的楼层图,b)用户的体格和生活方式,以及c)设置传感器的技术人员的经验水平。另外,随着感测技术的进步,传感器输出通常是多模态和多变量的时间系列观测结果,其中的一些是不必要的并且会导致上面指出的效率低下的不相关或冗余的数据流。这种不相关和/或冗余的模态和变量会混淆判别分析并掩盖观测到的数据流与对应的活动之间的真实映射。例如,在环境健康监测设置中,通常并不清楚什么类型、数量和位置的传感器将实现对ADL的无缝观测。

[0005] 常规方法并没有考虑顺序观测的传感器数据之间的时间依赖性,并且可能需要顺序观测的固定长度表示。例如,通常以预定义的离散单值元特征集合(例如,信号的最大值、最小值或方差)来表示时间系列信号。然而,在自然环境中收集的传感器数据的流常常反映时间依赖性且并不固有地限于固定长度表示。也就是说,在自然环境中,活动可能会在时间、阶段、动作序列顺序以及行为方面发生变化,并且可能引起与相同活动相关联的传感器数据发生变化,从而使识别活动变得困难。

[0006] 选择适当的元特征集合对于随后的探索和预测分析至关重要。然而,这些元特征通常是以临时方式选择的,并没有考虑动作序列随时间进程的重要性。此外,需要对时间系列观测结果进行时空对齐,以便获得跨不同观测结果的同质元特征集合。更重要的是,这些元特征并没有捕捉到对感兴趣事件重要的动态特性和时间进程。

[0007] 因此,需要一种方法来识别对传感器数据的时间进程的明确编码重要的时间系列变量,并且使得能够处理可变长度的时间系列观测结果。在环境感测中,这样的方法将有助于将传感器的数量减少到仅重要传感器的数量,这反过来又得到了更加高效、准确和廉价的解决方案。因此,需要用于确定感测技术的最优放置数量的系统和方法。

发明内容

[0008] 根据本公开内容的一个方面,一种用于确定传感器的布置的控制器包括存储指令的存储器和运行所述指令的处理器。所述指令当由所述处理器运行时令所述控制器运行包括以下各项的过程:从至少两个传感器中的第一传感器接收第一传感器数据,所述第一传感器数据包括至少表示第一活动和第二活动的至少一个时间系列观测结果;以及从所述至少两个传感器中的第二传感器接收第二传感器数据,所述第二传感器数据包括表示所述第一活动和所述第二活动的至少一个时间系列观测结果。所述过程还包括:由所述处理器生成用于所述第一活动的第一模型,所述第一活动涉及通过由所述第一传感器数据的至少部分指示的多个状态的第一进程;由所述处理器生成用于所述第二活动的第二模型,所述第二活动涉及通过由所述第一传感器数据的至少部分指示的多个状态的第二进程;由所述处理器生成用于所述第一活动的第三模型,所述第一活动涉及通过由所述第二传感器数据的至少部分指示的多个状态的第三进程;以及由所述处理器生成用于所述第二活动的第四模型,所述第二活动涉及通过由所述第二传感器数据的至少部分指示的多个状态的第四进程。所述过程还包括:从所述第一传感器接收第三传感器数据,所述第三传感器数据包括至少表示所述第一活动和所述第二活动的至少一个时间系列观测结果;以及从所述第二传感器接收第四传感器数据,所述第四传感器数据包括至少表示所述第一活动和所述第二活动的至少一个时间系列观测结果。此外,所述过程还包括:使用所述处理器来确定所述第一模型生成了所述第三传感器数据的至少部分的可能性、所述第二模型生成了所述第三传感器数据的至少部分的可能性、所述第三模型生成了所述第四传感器数据的至少部分的可能性,以及所述第四模型生成了所述第四传感器数据的至少部分的可能性。所述过程还计算每个特定于传感器的确定的可能性之间的成对距离以获得计算出的距离;对针对涉及所述第一传感器的可能性的计算出的距离进行分组,并且对针对涉及所述第二传感器的可能性的计算出的距离进行分组,以获得经分组的计算出的距离。最后,所述过程包括通过使用所述经分组的计算出的距离运行回归模型来确定针对捕获所述第一活动和所述第二活动的所述第一传感器的第一相关性和所述第二传感器的第二相关性。

[0009] 根据本公开内容的另一方面,一种用于确定传感器的布置的方法包括:从至少两个传感器中的第一传感器接收第一传感器数据,所述第一传感器数据包括至少表示第一活动和第二活动的至少一个时间系列观测结果;并且从所述至少两个传感器中的第二传感器接收第二传感器数据,所述第二传感器数据包括表示所述第一活动和所述第二活动的至少一个时间系列观测结果。所述方法还包括:生成用于所述第一活动的第一模型,所述第一活动涉及通过由所述第一传感器数据的至少部分指示的多个状态的第一进程;生成用于所述第二活动的第二模型,所述第二活动涉及通过由所述第一传感器数据的至少部分指示的多个状态的第二进程;生成用于所述第一活动的第三模型,所述第一活动涉及通过由所述第二传感器数据的至少部分指示的多个状态的第三进程;并且生成用于所述第二活动的第四

模型,所述第二活动涉及通过由所述第二传感器数据的至少部分指示的多个状态的第四进程。所述方法还包括:从所述第一传感器接收第三传感器数据,所述第三传感器数据包括至少表示所述第一活动和所述第二活动的至少一个时间系列观测结果;并且从所述第二传感器接收第四传感器数据,所述第四传感器数据包括至少表示所述第一活动和所述第二活动的至少一个时间系列观测结果。此外,所述方法还包括:确定所述第一模型生成了所述第三传感器数据的至少部分的可能性、所述第二模型生成了所述第三传感器数据的至少部分的可能性、所述第三模型生成了所述第四传感器数据的至少部分的可能性,以及所述第四模型生成了所述第四传感器数据的至少部分的可能性。所述方法还包括:计算每个特定于传感器的确定的可能性之间的成对距离以获得计算出的距离;对针对涉及所述第一传感器的可能性的计算出的距离进行分组,并且对针对涉及所述第二传感器的可能性的计算出的距离进行分组,以获得经分组的计算出的距离。最后,所述方法包括:通过使用所述经分组的计算出的距离运行回归模型来确定针对捕获所述第一活动和所述第二活动的所述第一传感器的第一相关性和所述第二传感器的第二相关性。

[0010] 根据本公开内容的又一方面,一种用于确定传感器的布置的系统包括:通信接口,其用于在通信网络上通信;用户接口;以及控制器,其包括存储指令的存储器和运行所述指令的处理器。所述指令当由所述处理器运行时令所述系统运行包括以下各项的过程:从至少两个传感器中的第一传感器接收第一传感器数据,所述第一传感器数据包括至少表示第一活动和第二活动的至少一个时间系列观测结果;以及从所述至少两个传感器中的第二传感器接收第二传感器数据,所述第二传感器数据包括表示所述第一活动和所述第二活动的至少一个时间系列观测结果。所述过程还包括:由所述处理器生成用于所述第一活动的第一模型,所述第一活动涉及通过由所述第一传感器数据的至少部分指示的多个状态的第一进程;由所述处理器生成用于所述第二活动的第二模型,所述第二活动涉及通过由所述第一传感器数据的至少部分指示的多个状态的第二进程;由所述处理器生成用于所述第一活动的第三模型,所述第一活动涉及通过由所述第二传感器数据的至少部分指示的多个状态的第三进程;以及由所述处理器生成用于所述第二活动的第四模型,所述第二活动涉及通过由所述第二传感器数据的至少部分指示的多个状态的第四进程。所述过程还包括:从所述第一传感器接收第三传感器数据,所述第三传感器数据包括至少表示所述第一活动和所述第二活动的至少一个时间系列观测结果;以及从所述第二传感器接收第四传感器数据,所述第四传感器数据包括至少表示所述第一活动和所述第二活动的至少一个时间系列观测结果。此外,所述过程还包括:使用所述处理器来确定所述第一模型生成了所述第三传感器数据的至少部分的可能性、所述第二模型生成了所述第三传感器数据的至少部分的可能性、所述第三模型生成了所述第四传感器数据的至少部分的可能性,以及所述第四模型生成了所述第四传感器数据的至少部分的可能性。所述过程还计算每个特定于传感器的确定的可能性之间的成对距离以获得计算出的距离;对针对涉及所述第一传感器的可能性的计算出的距离进行分组,并且对针对涉及所述第二传感器的可能性的计算出的距离进行分组,以获得经分组的计算出的距离。最后,所述过程包括:通过使用所述经分组的计算出的距离运行回归模型来确定针对捕获所述第一活动和所述第二活动的所述第一传感器的第一相关性和所述第二传感器的第二相关性。

附图说明

[0011] 当结合附图阅读时,根据以下详细描述将最佳地理解示例实施例。需要强调的是,各种特征不一定是按比例绘制的。实际上,为了清楚地讨论,可以将尺寸进行任意的增大或减小。在适用和实用的地方,相同的附图标记指示相同的元件。

[0012] 图1图示了根据代表性实施例的通用计算机系统,在该通用计算机系统中能够实施确定传感器的布置的方法。

[0013] 图2A是根据代表性实施例的用于确定传感器的布置的建筑物布局的示意图。

[0014] 图2B是根据代表性实施例的用于确定传感器的布置的模型的示意图。

[0015] 图2C是根据代表性实施例的用于确定传感器的布置的生理布局的示意图。

[0016] 图3A是根据代表性实施例的用于确定传感器的布置的控制器示意图。

[0017] 图3B是根据代表性实施例的用于确定传感器的布置的系统的示意图。

[0018] 图4图示了根据代表性实施例的用于确定传感器的布置的过程。

[0019] 图5图示了根据代表性实施例的用于确定传感器的布置的另一过程。

[0020] 图6图示了根据代表性实施例的用于确定传感器的布置的另一过程。

[0021] 图7是根据代表性实施例的用于确定传感器的布置的另一系统的示意图。

具体实施方式

[0022] 在以下详细描述中,出于解释而非限制的目的,阐述了公开具体细节的代表性实施例,以便提供对根据本教导的实施例的透彻理解。可以省略对已知的系统、设备、材料、操作方法和制造方法的描述,以便避免掩盖对代表性实施例的描述。尽管如此,在本领域普通技术人员的能力范围内的系统、设备、材料和方法都在本教导的范围内,并且可以根据代表性实施例而得到使用。应当理解,本文使用的术语仅出于描述特定实施例的目的,而并非旨在进行限制。所定义的术语是在本教导的技术领域中通常理解和接受的定义术语的技术和科学含义之外的含义。

[0023] 应当理解,虽然在本文中可以使用术语第一、第二、第三等来描述各种元件或部件,但是这些元件或部件不应受到这些术语的限制。这些术语仅用于区分一个元件或部件与另一元件或部件。因此,在不脱离本发明构思的教导的情况下,下面讨论的第一元件或部件也可以被称为第二元件或部件。

[0024] 本文使用的术语仅出于描述特定实施例的目的,而并非旨在进行限制。如在说明书和权利要求书中使用的单数形式的术语“一”、“一个”和“该”旨在包括单数形式和复数形式两者,除非上下文另有明确指示。另外,当在本说明书中使用术语“包括”和/或“包含”和/或类似术语时,这些术语指定存在记载的特征、元件和/或部件,但是并不排除存在或添加一个或多个其他特征、元件、部件和/或它们的组。本文使用的术语“和/或”包括相关联的列出项目中的一个或多个的任意组合和所有组合。

[0025] 除非另有说明,否则当说元件或部件“连接到”,“耦合到”或“邻近”另一元件或部件时,应当理解,该元件或部件能够直接连接到或耦合到另一元件或部件,或者可以存在中间元件或部件。也就是说,这些术语和类似术语涵盖可以采用一个或多个中间元件或部件来连接两个元件或部件的情况。然而,当说元件或部件“直接连接到”另一元件或部件时,这仅涵盖两个元件或部件彼此连接而没有任何中间或中介元件或部件的情况。

[0026] 鉴于前述内容,本公开内容因此旨在通过其各个方面、实施例和/或特定特征或子部件中的一个或多个来带来如下面具体指出的优点中的一个或多个。为了解释而非限制的目的,阐述了公开具体细节的示例实施例,以便提供对根据本教导的实施例的透彻理解。然而,与本文公开的具体细节相背离的与本公开内容一致的其他实施例仍在权利要求的范围内。此外,可以省略对众所周知的装置和方法的描述,以免掩盖对示例实施例的描述。这样的方法和装置在本公开内容的范围内。

[0027] 本公开内容的各种实施例提供了用于确定传感器布置的最优配置的系统、方法和装置。有利地,在示例性实施例中,一种用于确定最优传感器配置的系统可以包括:确定最优环境传感器配置;确定最优生理传感器配置;并且/或者确定环境和/或生理感测技术的组合的最优配置。虽然分开描述了确定环境感测技术配置的方法与确定生理感测技术配置的方法,但是可以结合使用这两种方法。

[0028] 关于环境感测技术,本文描述的系统和方法可以自动识别最小的环境传感器集合及其最优使用,以监测并最佳地跟踪日常生活活动(ADL)。本文描述的系统和方法可以结合多个数据点以确定最优传感器配置,例如,在训练时段期间获得的原始传感器数据、与感测环境相关联的楼层平面图或布局数据、用户的体重、身高和/或体形信息、用户的医学状况、安装技术人员的技能水平和/或其他可能相关的数据。

[0029] 图1图示了根据代表性实施例的通用计算机系统,在该通用计算机系统上能够实施确定传感器的布置的方法。

[0030] 图1是通用计算机系统的说明性实施例,在该通用计算机系统上能够实施最优传感器放置的方法。计算机系统100可以包括指令集,该指令集能够被运行以令计算机系统100执行本文公开的方法或基于计算机的功能中的任何一个或多个。计算机系统100可以作为独立设备运行,或者可以例如使用网络101而连接到其他计算机系统或外围设备。

[0031] 在联网部署中,计算机系统100可以以服务器的身份运行,或者在服务器-客户端用户网络环境中作为客户端用户计算机而运行,或者在对等(或分布式)网络环境中作为对等计算机系统而运行。计算机系统100还能够被实施为各种设备或与之集成在一起,这些设备例如为固定计算机、移动计算机、个人计算机(PC)、膝上型计算机、平板计算机、无线智能电话、个人数字助理(PDA)或能够运行指令集(顺序指令或其他指令)的任何其他机器,这些指令指定该机器要进行的动作。计算机系统100能够被结合为设备或者被结合在设备中,该设备继而又处于包括额外设备的集成系统中。在实施例中,计算机系统100能够使用提供语音、视频或数据通信的电子设备来实施。另外,虽然以单数形式示出了计算机系统100,但是术语“系统”也应被认为包括独立地或联合地运行一个或多个指令集以执行一种或多种计算机功能的系统或子系统的任何集合。

[0032] 如图1所示,计算机系统100包括处理器110。用于计算机系统100的处理器是有形的且非瞬态的。本文使用的术语“非瞬态”不应被解读为永恒的状态的特性,而应被解读为将持续一段时间的状态的特性。术语“非瞬态”特别否认短暂的特性,例如,在任何时间任何地点仅短暂存在的载波或信号或其他形式的特性。处理器是制造品和/或机器部件。用于计算机系统100的处理器被配置为运行软件指令以执行如本文的各个实施例中所述的功能。用于计算机系统100的处理器可以是通用处理器,或者可以是专用集成电路(ASIC)的部分。用于计算机系统100的处理器还可以是微处理器、微型计算机、处理器芯片、控制器、微

控制器、数字信号处理器 (DSP)、状态机或可编程逻辑设备。用于计算机系统100的处理器还可以是逻辑电路,包括可编程门阵列 (PGA) (例如,现场可编程门阵列 (FPGA)) 或包括离散门和/或晶体管逻辑单元的另一种类型的电路。用于计算机系统100的处理器可以是中央处理单元 (CPU)、图形处理单元 (GPU) 或这两者。另外,本文描述的任何处理器可以包括多个处理器、并行处理器或这两者。多个处理器可以被包括在单个设备或多个设备中或者被耦合到单个设备或多个设备。

[0033] 此外,计算机系统100可以包括主存储器120和/或静态存储器130,其中,存储器可以经由总线108彼此通信。本文描述的存储器是能够存储数据和可执行指令的有形存储介质,并且在指令被存储在存储器中时该存储器是非瞬态的。本文使用的术语“非瞬态”不应被解读为永恒的状态的特性,而应被解读为将持续一段时间的状态的特性。术语“非瞬态”特别否认短暂的特性,例如,在任何时间任何地点仅短暂存在的载波或信号或其他形式的特性。本文描述的存储器是制造品和/或机器部件。本文描述的存储器是计算机可读介质,计算机能够从该计算机可读介质中读取数据和可执行指令。本文描述的存储器可以是随机存取存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、闪速存储器、电可编程只读存储器 (EPROM)、电可擦除可编程只读存储器 (EEPROM)、寄存器、硬盘、可移动磁盘、磁带、压缩盘只读存储器 (CD-ROM)、数字多功能盘 (DVD)、软盘、蓝光盘或本领域已知的任何其他形式的存储介质。存储器可以是易失性的或非易失性的,安全的和/或加密的,不安全的和/或未加密的。

[0034] 如图所示,计算机系统100还可以包括视频显示单元150,例如,液晶显示器 (LCD)、有机发光二极管 (OLED)、平板显示器、固态显示器或阴极射线管 (CRT)。另外,计算机系统100可以包括输入设备160 (例如,键盘/虚拟键盘或触敏输入屏或具有语音识别功能的语音输入部) 和光标控制设备170 (例如,鼠标或触敏输入屏或垫)。计算机系统100还能够包括磁盘驱动器单元180、信号生成设备190 (例如,扬声器或遥控器) 以及网络接口设备140。

[0035] 在实施例中,如图1中所描绘的,磁盘驱动器单元180可以包括计算机可读介质182,能够将一个或多个指令集184 (例如,软件) 嵌入在计算机可读介质182中。能够从计算机可读介质182中读取指令集184。另外,指令184在由处理器运行时能够用于执行本文描述的方法和过程中的一个或多个。在实施例中,在计算机系统100的运行期间,指令184可以完全或至少部分地驻留在主存储器120、静态存储器130中和/或处理器110中。

[0036] 在替代实施例中,能够构建专用硬件实施方式 (例如,专用集成电路 (ASIC)、可编程逻辑阵列和其他硬件部件) 来实施本文描述的方法中的一种或多种方法。本文描述的一个或多个实施例可以使用两个或更多个特定的互连硬件模块或设备来实施功能,这两个或更多个特定的互连硬件模块具有能够在模块之间并通过模块进行通信的相关的控制信号和数据信号。因此,本公开内容涵盖软件、固件和硬件实施方式。本申请中的任何内容都不应被解读为仅由软件而不是由硬件 (例如,有形的非瞬态处理器和/或存储器) 来实施或可实施的。

[0037] 根据本公开内容的各种实施例,可以使用运行软件程序的硬件计算机系统来实施本文描述的方法。另外,在示例性非限制性实施例中,实施方式能够包括分布式处理、部件/对象分布式处理以及并行处理。能够将虚拟计算机系统处理构建为实施本文描述的方法或功能中的一个或多个,并且本文描述的处理器可以用于支持虚拟处理环境。

[0038] 本公开内容预想到计算机可读介质182,计算机可读介质182包括指令184或者响

应于传播的信号而接收并运行指令184,使得连接到网络101的设备能够通过网络101进行语音、视频或数据通信。另外,可以经由网络接口设备140在网络101上发送或接收指令184。

[0039] 图2A是根据代表性实施例的用于确定传感器的布置的建筑物布局的示意图。

[0040] 图2A图示了示例实施例的示意图。在图2A中,算法框架增强了用于住宅监测的多传感器多模态安装。该算法接收由传感器捕获的特定于活动的原始数据流并且构建数据流的高级抽象结果。然后,使用结果得到的传感器数据的抽象结果来确定对准确捕获ADL和IADL重要的个体传感器。此外,所提出的算法识别成对的传感器,该成对的传感器的相关性或活动顺序对捕获ADL和IADL非常重要。例如,为了监测从卧室到浴室的步行行为,走廊传感器和浴室门传感器的相关性和活动顺序对准确检测上厕所的行为非常重要。走廊传感器和浴室门传感器可以被放置在专门用于检测特定活动(例如,走廊中的移动或浴室门的打开或关闭)的位置。可以是特定于活动的流的对象的其他活动示例包括人跌倒或人行走。

[0041] 本文公开的特征可以在多传感器/多模态(环境压力传感器和运动传感器、视觉传感器)住宅监测系统的安装阶段中使用,以模拟不同的用户场景并确定最小传感器集合及其位置,从而最优地监测用户的活动。此外,能够将特定于用户的因素(例如,体格)和楼层平面图的详细信息结合到建模中,以识别更具用户感知性的传感器集合。正因如此,本文公开的特征使得能够为每个用户单独定制住宅监测解决方案,并且继而有助于促进得到准确且用户感知的住宅监测解决方案。下一章节将详细描述所提出的重要传感器/通道识别。例如,如在图2A的左侧图示中所示,可以将初始传感器放置在布局周围的各个位置。

[0042] 可以获得原始传感器数据并将其用于确定最小传感器数量和所需的传感器放置,以识别特定的感兴趣事件或活动。在图2A的右侧,该示意图图示了识别出的用于检测感兴趣活动的重要传感器和通道对(经由虚线图示出,其中,虚线的粗细对应于传感器的相对权重或重要性)。举例来说,如图2A所示,为了监测从卧室到浴室的步行行为,走廊传感器和浴室门传感器的相关性和活动顺序会对准确检测洗手间行为很重要。环境传感器可以包括被放置在某个位置周围的传感器,但是也可以使用可穿戴传感器来监测日常生活的活动。能够使用的环境传感器的示例包括但不限于:

[0043] • 运动传感器,例如,红外传感器或SONAR传感器

[0044] • 温度传感器

[0045] • 湿度传感器

[0046] • 光传感器

[0047] • 电传感器

[0048] • 压力传感器

[0049] • 相机传感器,例如,安全相机

[0050] 运动传感器可以是例如二元红外传感器,其检测在红外光的路径中存在还是不存在遮挡。例如,红外运动传感器可以检测在红外运动传感器前面的物体。运动传感器可以例如检测门打开或门关闭的运动。湿度传感器可以用于例如检测失禁或有人泡浴缸或淋浴。电传感器可以例如检测器具的使用情况,例如,电视机打开了多长时间,灯打开了多长时间和/或电气设备的其他特性。压力传感器可以例如在被放置在床垫中或床垫下时检测人睡觉的姿势并且可以用于提醒护理人员调整姿势。

[0051] 在图2A中描述的各种传感器可以包括多模态传感器,例如,环境压力传感器、运动

传感器、视觉传感器等。例如,在本文中提到的第一传感器可以是指第一组传感器,并且在本文中提到的第二传感器可以是指第二组传感器。第一组传感器和第二组传感器中的每个传感器可以感测相同类型(模式)的特性。另外,第一组传感器和第二组传感器内的不同传感器可以感测不同类型(模式)的特性。

[0052] 在图2A的实施例中,传感器的布置可以包括传感器的数量和位置。可以通过诸如传感器附近的其他(非传感器)元素(例如,门、窗和抽屉)之类的特性来识别位置。可以通过特定类型的房间或建筑物中其他空间(例如,厨房、浴室、大厅、地下室等)来识别位置。除了在本文描述的确定最优传感器配置中使用的原始数据流之外,也可以使用以测量形式或二元形式的其他变量(例如,位置)。测量形式包括但不限于例如身高测量、体重测量、BMI测量、地板与天花板之间的距离、房间面积、房间的长度/宽度测量、湿度测量、温度测量等。二元形式可以包括例如宠物的存在(Y/N)、高度在阈值以上/以下(Y/N)、季节存在(例如,当前季节是否是夏季)(Y/N)等。

[0053] 在图2A的实施例中,能够为生活布置识别最优传感器/通道集合放置以感测针对用户的ADL。左侧的虚线指示原始传感器数据流,该原始传感器数据流将被馈入本文描述的控制器以经受用于识别最优传感器布置的算法。在图2A的右侧,用虚线示出识别出的重要传感器和通道对。右侧虚线的粗细指示对应的传感器对于检测感兴趣活动的重要性。右侧的传感器之间的实线指示识别出的用于识别感兴趣活动的重要成对相关性的。

[0054] 针对图2A的实施例的示例背景是被放置在住宅周围的传感器。针对图2A的实施例的另一示例背景是被放置在疗养院周围的传感器。

[0055] 图2B是根据代表性实施例的用于确定传感器的布置的模型的示意图。

[0056] 图2B图示了用于重要传感器和/或通道识别的示例模型,该模型获得了多变量时间系列观测结果(传感器数据流)的混合式生成-判别抽象结果。如本文描述的一个或多个模型可以指概率图形模型。例如,如图2B所示,经由被放置的传感器接收的原始数据可以被编码为随机模型或动态贝叶斯网络(例如,单独的隐马尔可夫模型(HMM))中的特定于活动的时间系列观测结果。

[0057] 通过这种方式,传感器数据流的时间信息可以被嵌入为动态随机过程。接下来,可以将传感器数据流投射在结果得到的特定于活动的模型(例如,HMM)的后验空间中,由此对模型(例如,HMM)稍加修改以用于系统的时间系列表示。可以累积并分析由每个传感器感测的活动的每个状态的进度,以确定任何一个状态接下来得到相同状态或另一状态的概率。然后,可以计算特定于活动的概率分布之间的距离。这些结果得到的概率距离可以被汇总以获得传感器数据的共享概率表示。可以使用组LASSO回归,根据结果得到的共享概率空间的维度的相关性对结果得到的共享概率空间的维度进行自动加权,以区分不同的事件和活动。组LASSO回归可以应用具有组LASSO惩罚的多项式逻辑回归模型或具有组LASSO惩罚的二项式逻辑回归模型。可以在原始建模之后从传感器接收额外的传感器数据,然后将该额外的传感器数据应用于确定任何特定模型生成额外的传感器数据的可能性。所确定的可能性与第一传感器和第二传感器相关联。并且,基于所确定的权重,最小传感器集合可以被识别为对跟踪和检测感兴趣事件和活动最重要的传感器集合。最小传感器集合可以是来自初始传感器(例如,初始传感器的子集)的最小传感器组。

[0058] 在图2B中图示的方法可以将组LASSO惩罚应用于后验概率(或基于后验之间的对

称Kullback-Leibler散度构建的亲密度矩阵),该后验概率由多变量时间系列观测结果的正演算法和隐马尔可夫模型来估计。通过这种方式,将具有组LASSO惩罚的多项式逻辑回归模型应用在生成网络的后验上,其中,每个组对应于传感器的后验。因此,该系统可以提供系统框架以优化捕获目标事件、活动和/或现象所需的传感器数量及其放置。并且,该方法克服了常规特征选择技术的局限性,在常规特征选择技术中,观测结果必须是固定长度的,这对于原始传感器数据是有问题的,因为在自然环境中,数据通常不是固定长度的。

[0059] 关于针对ADL的环境传感器放置,会存在大量的多模态多变量时间系列观测结果,但并非所有这些观测结果都与区分感兴趣活动有关,区分感兴趣活动仅与用于感测ADL活动的传感器有关。不相关的时间系列数据的存在带来了一些挑战,例如,掩盖对感兴趣活动最重要的数据流,阻碍预测和判别分析,以及增加计算、存储和维护的费用。然而,本文描述的系统和方法识别出对判别感兴趣活动很重要的时间系列模态和通道。

[0060] 如以上针对图2B所描述的,能够规范化传感器数据的随机生成-判别编码。特定于事件的数据流可以被编码在单独的生成动态贝叶斯网络(例如,隐马尔可夫模型)中。可以在生成网络的后验上执行具有组LASSO惩罚的多项式逻辑回归,其中,每个组对应于传感器的后验。能够将特定于在居住空间中居住的用户的详细信息(例如,用户的需求和体格)结合到回归中以识别更加特定于用户的传感器部署。该方法考虑了特定于事件的传感器数据流的时间系列和可变长度的性质,并且能够应用于多模态感测设置中的任何数量的从属传感器或独立传感器。识别如图2B所示的对检测ADL最重要的最小传感器集合有助于促进高效、低成本、准确的ADL跟踪和监测技术。结果得到的最小传感器集合可以用于优化用于跟踪环境感测设置中的日常生活活动(例如用于住宅监测)的传感器部署。

[0061] 图2B中的用于重要传感器/通道识别方法的流程的另一种解释是:颜色编码的组可以对应于特定于传感器的变量。在特定于传感器的变量中,与感兴趣事件相关的那些变量能够被识别并被返回为反映应当使用的最小传感器集合。将 m 个初始传感器指示为 S_1 至 S_m 。 $\lambda_{m,k}$ 指示对通过第 m 个传感器捕获的第 k 个活动进行编码的HMM模型。在图2B中, $P(O_m/\lambda_{m,k})$ 是由 $\lambda_{m,k}$ 生成的来自第 m 个传感器(O_m)的流数据的后验,其中,后验在这里是条件似然或概率的同义词。 G_n 是与第 n 个传感器相对应的HMM参数集。

[0062] 最终,图2B中的流程的输出能够用于识别传感器与由传感器监测的活动的关联性。当传感器感测到反映由传感器感测的活动的状态进程时,该流程有助于识别每个传感器与每个活动的关联性。因此,当初始的传感器组包括监测第一活动和第二活动的第一传感器和第二传感器时,图2B中的流程能够是确定哪些传感器被包括在用于监测空间的结果得到的布置中以及哪些传感器不被包括在用于监测空间的结果得到的布置中。因此,在包括第一传感器和第二传感器的初始集合中,第一传感器和第二传感器中的一个可以基于与活动的关联性而被包括在布置中,而第一传感器和第二传感器中的另一个可以基于与活动的关联性而不被包括在传感器布置中。

[0063] 图2C是根据代表性实施例的用于确定传感器的布置的生理布局的示意图。

[0064] 举例来说,图2C图示了获得用于在手势识别中使用的生理传感器的最优传感器配置。在该示例中,可以根据在手臂和前臂处捕获的相关联的肌电图(EMG)活动来检测手势。在该示例中,并且通常在生理传感器配置中,重要的是识别出需要多少个传感器来检测特定事件和/或活动,以及传感器应当位于何处而有助于判别不同的事件(例如,手势)。本文

描述的方法可以考虑随机变化、人与人之间的变化、计时变化以及阶段变化。

[0065] 在给定多模态/多变量时间系列观测结果的情况下,本文描述的系统和方法可以识别对判别不同类别的观测结果最重要的最小时间系列变量/模态集合。例如,如图2C所示,为了将俯视图中图示的传感器的数量减少到由仰视图中的实心块限定的传感器的数量,可以使用以下流程。

[0066] 首先,可以将多变量时间系列观测结果编码到混合式随机生成-判别模型中。然后,可以生成共享概率表示,其中,以随机模型之间的成对距离表示观测结果。然后可以使用在共享概率空间中利用组LASSO惩罚的多项逻辑回归对结果得到的随机模型的参数进行加权,其中,每个组对应于特定于传感器的距离(针对每个活动,一个传感器与传感器中的其余传感器之间的后验距离)。最后,该系统可以基于加权参数来确定重要传感器通道并基于减少的传感器集合对观测结果进行分类。

[0067] 确定用于生理感测技术的最优传感器配置的系统和方法可以用于确定针对特定的身高、体重和/或体形的用户的一般传感器配置,或者该系统和方法可以用于基于特定的用户特征(身高、体重、BMI、生理特性、用户诊断等)来确定针对特定用户的最优传感器放置。

[0068] 本文描述的系统和方法不仅可以确定传感器的数量和位置,而且还可以确定传感器类型(ECG、PPG、加速度计、陀螺仪等)。

[0069] 类似于环境感测技术的最优放置,本文描述的用于生理感测技术配置的方法可以包括以上关于图2B所描述的方法。通过使用图2B的用于生理感测技术的方法,可以施加特定于环境感测技术的各种约束。例如,可以指定约束以确保始终被选择在一起的传感器集合中的成员(例如,拇长屈肌和指浅屈肌都参与了在握拳手势中的拇指屈曲和手指弯曲)。正因如此,所提出的方法将被约束为基于交互通道对分类任务的集体重要性来(取消)选择在一起的交互通道。

[0070] 关于传感器组合的先验信息可以包括住宅布置的详细信息,例如,用户是否与宠物生活在一起。特定于个体住宅的此类信息能够用于布置初始传感器集合。例如,如果用户与宠物生活在一起,则检测用户在走廊中的运动会需要同时激活高度为1英尺和5英尺的运动传感器,因为1英尺处的传感器的激活仅会由宠物触发。如果关于传感器组合的先验信息是可获得的,则在图2B中图示的方法能够结合先验信息以基于传感器对检测ADL的集体重要性来(取消)选择传感器组合(例如,传感器三连体)。此外,该方法能够结合关于用户的体格(例如,身高)的信息以识别更具用户感知性的传感器集合及其部署。

[0071] 如果在最终配置之前可以获得关于传感器组合和/或环境的信息,则这些数据点可以被包括在计算过程中。举例来说,如果用户与宠物生活在一起,则为了检测用户在走廊中的运动,会需要两个运动传感器,一个传感器在较低高度(例如离地面一英尺)处,而另一个传感器在较高高度(例如离地面5英尺)处,由此会需要同时激活这两个传感器。

[0072] 在不可获得初始原始传感器数据的情况下,可用使用图像布局、用户数据和/或其他已知数据对传感器放置进行建模,由此可以使用图像布局、用户数据和/或其他已知数据来模拟原始传感器数据。

[0073] 图3A是根据代表性实施例的用于确定传感器的布置的控制器示意图。

[0074] 在图3A中,控制器380包括存储指令的存储器330和运行指令的处理器320。控制器

380可以被提供在包括移动计算机或平板计算机在内的各种设备、系统和布置中。处理器320可以运行指令以实施本文描述的方法的部分或全部。另外,控制器380可以被分布在若干设备之间,例如当方法必须以需要多个存储器/处理器组合集合的分布式方式实施时就是如此。

[0075] 图3B是根据代表性实施例的用于确定传感器的布置的系统的示意图。

[0076] 运行本文描述的方法和/或模型的系统可以包括例如如图3B所示的硬件部件的系统300。例如,系统300可以是诸如主机设备之类的设备。如图所示,系统300可以包括经由一条或多条系统总线310互连的处理器320、存储器330、用户接口340、通信接口350以及存储设备360。应当理解,在一些方面中,图3B构成了一种抽象结果,并且系统300的部件的实际组织形式可能比所图示的情况更为复杂。

[0077] 处理器320可以是能够运行被存储在存储器330或存储设备360中的指令或者以其他方式处理数据的任何硬件设备。正因如此,处理器可以包括微处理器、现场可编程门阵列(FPGA)、专用集成电路(ASIC)或其他类似设备。

[0078] 存储器330可以包括各种存储器,例如,L1、L2或L3高速缓冲存储器或系统存储器。正因如此,存储器330可以包括静态随机存取存储器(SRAM)、动态RAM(DRAM)、闪速存储器、只读存储器(ROM)或其他类似的存储设备。显而易见的是,在处理器包括以硬件实施本文描述的一种或多种功能的一个或多个ASIC(或其他处理设备)的实施例中,可以省略在其他实施例中被描述为与这种功能相对应的软件。

[0079] 用户接口340可以包括用于实现与诸如管理员、临床医生、技术人员、用户和/或医生之类的用户通信的一个或多个设备。例如,用户接口340可以包括显示器、鼠标和键盘以用于接收用户命令。在一些实施例中,用户接口340可以包括可以经由通信接口350被呈现给远程终端的命令行接口或图形用户接口。

[0080] 通信接口350可以包括用于实现与其他硬件设备通信的一个或多个设备。例如,通信接口350可以包括被配置为根据以太网协议进行通信的网络接口卡(NIC)。另外,通信接口350可以实施用于根据TCP/IP协议进行通信的TCP/IP栈。针对通信接口350的各种替代或额外的硬件或配置将是显而易见的。

[0081] 存储设备360可以包括一个或多个机器可读存储介质,例如,只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、磁盘存储介质、光学存储介质、闪速存储器设备或类似的存储介质。在各种实施例中,存储设备360可以存储由处理器320运行的指令或者处理器320可以对其进行操作的数据。例如,存储设备360可以存储与环境感测技术、生理感测技术(例如,原始传感器数据)相关联的数据、与本文描述方法的任何阶段相关联的数据(包括例如来自时间序列编码、概率分布距离计算、共享概率表示以及组LASSO优化的数据)。在系统300实施如本文描述的流程的情况下,存储设备360可以包括操作系统361、时间系列编码引擎362、概率分布距离引擎363、共享概率表示引擎364和组LASSO 365。时间系列编码引擎362可以存储用于对特定于活动的时间系列观测结果进行编码的可执行指令。概率分布距离引擎363可以存储用于将传感器数据流投射在结果得到的特定于活动/事件的模型的后验空间中并计算特定于活动的概率分布之间的距离的可执行指令。共享概率表示引擎364可以存储用于汇总结果得到的概率距离以获得传感器数据的共享概率表示的可执行指令。组LASSO 365可以存储用于根据结果得到的共享概率空间的维度的相关性对结果得到的共享概率空间

的维度进行加权以区分不同的事件和活动并将最小传感器集合识别为对跟踪和检测感兴趣事件或活动最重要的传感器的可执行指令。存储设备360可以存储运行本文描述的功能所需的额外的软件部件,该额外的软件部件也可以控制系统300的操作。

[0082] 显而易见的是,被描述为被存储在存储设备360中的各种信息可以被额外地或替代地存储在存储器330中。在这方面中,存储器330也可以被认为构成“存储设备”,并且存储设备360可以被认为是“存储器”。各种其他布置将是显而易见的。另外,存储器330和存储设备360都可以被认为是“非瞬态机器可读介质”。本文使用的术语“非瞬态”将被理解为不包括瞬态信号,而是包括所有形式的存储设备(包括易失性存储器和非易失性存储器)。

[0083] 虽然系统300被示为包括每个描述的部件中的一个,但是在各种实施例中可以复制各种部件。例如,处理器320可以包括多个微处理器,这多个微处理器被配置为独立运行本文描述的方法或者被配置为执行本文描述的方法的步骤或子例程,使得多个处理器协作以实施本文描述的功能。另外,在系统300被实施在云计算系统中的情况下,各种硬件部件可以属于单独的物理系统。例如,处理器320可以包括第一服务器中的第一处理器和第二服务器中的第二处理器。

[0084] 图4图示了根据代表性实施例的用于确定传感器的布置的过程。

[0085] 图4图示了可以由本文描述的各种系统运行的方法400。方法400可以在框S402处开始。在框S404处,可以放置初始传感器(例如,图2A和/或图2C中的传感器放置)。在S404处放置的传感器可以被认为是第一传感器集合。方法400可能不需要初始传感器放置,但是可能需要初始数据输入,例如,楼层平面图和/或房间配置数据(例如,天花板高度、物体之间的距离、墙壁之间的距离、门框的高度、固定照明设施的位置等)和/或用户数据和/或特性(例如,身高、体重、BMI、用户体格数据、用户生命体征数据、用户皮肤特性、用户饮食和/或营养信息等)。

[0086] 在框S405处,第一传感器集合感测针对活动状态的原始传感器数据。这些活动通常是由传感器感测的人类活动。活动的示例是移动,呼吸,上台阶,交谈,跌倒,打开或关闭门,打开或关闭窗户,爬上或爬下楼梯,打开或关闭冰箱或橱柜等。感测的示例包括可视化、听觉、嗅觉(例如,检测化学物质)以及感觉(例如,检测压力变化),并且活动将是基于任何传感器的类型和放置以及感测到的东西来理解的。活动状态反映了传感器的状态的差异,例如,从安静到嘈杂,从暗到亮,从关到开或其他活动状态的二元变化。因此,状态是状态随时间的进程,例如,在时间1时处于状态1,在时间2时处于状态1,在时间3时处于状态1,在时间4时处于状态2,以此类推。另外,状态不限于二元可能性,因为传感器可以配置为检测两个以上的状态,例如,十个或一百个水平或者对声音或光的连续(而不是离散)的观测结果。

[0087] 在框S406处,系统可以接收由传感器捕获的特定于活动的原始数据流并且/或者对特定于活动的原始数据流进行建模。特定于活动的原始数据流是基于由传感器随时间感测的活动状态的进程。例如,传感器可以随时间感测数十种、数百种、数千种或数百万种活动状态,并且在请求时连续、分批或按需发送作为原始数据的检测到的状态。

[0088] 在框S407A处,使用针对来自第一传感器集合中的每个传感器的每个特定于活动的流的原始数据的单独的模型来识别状态进程的时间系列观测结果。也就是说,在框S404处放置的传感器中的每个传感器可以获取原始数据,并且单独的模型可以应用于由每个传感器感测的每个活动。因此,当第一传感器感测针对第一活动的状态进程和针对第二活动

的状态进程时,单独的模型可以应用于由第一传感器感测的第一活动和第二活动中的每个。当第二传感器感测针对相同的第一活动的状态进程和针对相同的第二活动的状态进程时,额外的单独的模型可以应用于由第二传感器感测的第一活动和第二活动中的每个。这些模型可以是具有相同或不同输入设置的相同模型,使得针对(来自)不同传感器的每个特定于活动的流的时间系列状态进程是相当的,因为它们是由相同类型的模型建模的,即使不同的输入设置用于不同的特定于活动的流的情况下也是如此。

[0089] 在框S407B处,可以分析状态进程的时间系列观测结果以确定针对每个特定于活动的时间系列从任何一个状态到任何其他状态的进程的相对量/体积/数量。也就是说,在给定的任何一个时间系列的观测结果中从一个状态到另一个状态的多个进程的情况下,该分析可以是查看每个状态保持相同或者转变为每个其他可能状态的次数。能够最初将对从一个状态到任何其他状态的进程的数量的确定执行为计数并然后执行为比较,该比较将显示出最有可能从一个状态进行哪些转变以及任何一个状态转变为任何下一状态(即,相同状态或任何不同状态)的可能性。如所指出的,可以针对由每个传感器感测的每个活动的状态的每个时间系列观测结果执行S407B处的分析。

[0090] 在框S408处,系统可以在单独的模型中对特定于活动的时间系列观测结果进行编码,以便在单独的特定于活动的模型中生成经编码的特定于活动的时间系列观测结果。例如,可以将特定于活动的时间系列观测结果编码在单独的隐式马尔可夫模型(HMM)中,从而将传感器数据流的时间信息直接嵌入为动态随机过程。隐马尔可夫模型是贝叶斯网络,其具有离散的隐藏状态和可表示离散观测结果和连续观测结果两者的输出单元。连续的HMM可以将顺序观测结果编码为随机过程,其动态过程由在N个隐藏状态值之间变化的隐藏状态变量来描述。隐藏状态值之间的转变可以通过由 $N \times N$ 状态转变矩阵表示的转变概率来管理。HMM的可观测层可以包括输出单元,每个输出单元与隐藏状态值相关联。HMM可以对M个通道的多变量观测结果进行建模。可以使用高斯分布的混合物对每个隐藏状态下的输出分布进行建模。高斯输出的混合物会非常适合用于具有多个类别内观测模式的情况。

[0091] 可以使用从左到右的HMM配置来考虑缺乏循环移动和常常从起点到终点前进的其他数据点的问题。在给定的N个多变量时间系列观测结果(x_1 到 x_N)(每个观测结果都属于K类中的一类)的情况下,针对每一个通道 $m \in 1, M$ 训练特定于类别的HMM; λ_{mk} :HMM模型在第m通道上针对第k类进行训练。

[0092] 在框S409处,确定针对每个活动的每个状态接下来前进到针对相同活动的每个状态的概率。通过这种方式,一个状态与下一状态之间的转变被确定为针对每个可能的下一状态从一个状态前进到下一状态的概率。针对由每个传感器感测的每个活动,确定在S409处确定的概率。

[0093] 在框S410处,系统可以将传感器数据流投射在结果得到的特定于活动的模型的后验空间中。例如,针对由第m个传感器感测的每一个观测结果 O ,观测结果是由特定于类别的模型生成的概率($\lambda_{mk}, k=1, \dots, K$)是使用前向算法来计算的(后验概率: $P(O/\lambda_{mk})$)。投射是K维投射,其中,每个维度对应于与类别相关联的概率分布,因此,在给定的K个维度的投射的情况下,能够对由每个传感器感测的每个活动的概率分布进行比较。

[0094] 在框S412处,系统可以计算特定于活动的概率分布之间的距离。例如,基于散度的结果得到的后验之间的成对对称Kullback-Leibler(KL)距离可以用作观测结果的共享概

率表示。

[0095] 在框S414处,系统可以汇总结果得到的概率距离以获得传感器数据的共享概率表示。

[0096] 在框S416处,系统可以根据结果得到的共享概率空间的维度的相关性对结果得到的共享概率空间的维度进行加权以区分不同的事件和/或活动。例如,对特定于通道的距离进行分组,然后可以在结果得到的共享概率空间中执行组LASSO回归。组LASSO例如可以假设有G组特征,每组特征包括K_g个成员。组LASSO优化可以被公式化为:

$$[0097] \quad \min_{\beta_1, \dots, \beta_G} \left\| y - \sum_{g=1}^G \beta_g^\top X_g \right\|^2, \text{ s.t.: } \sum_{g=1}^G \sqrt{\beta_g^\top \beta_g} \leq s, \quad (1)$$

[0098] 其中,X_g是在组g中的特征集合上的自变量的表示,β_g携带针对组g中的个体成员的对数系数,y是响应变量,并且s是定义稀疏约束的上限的常数。通过引入拉格朗日乘数γ,能够将结果得到的组LASSO最小化重写为:

$$[0099] \quad \min_{\beta_1, \dots, \beta_G} \left\| y - \sum_{g=1}^G \beta_g^\top X_g \right\|^2 + \gamma \sum_{g=1}^G \|\beta_g\|. \quad (2)$$

[0100] 在框S418处,系统可以识别对跟踪和检测感兴趣事件和/或活动最重要的最小传感器集合。例如,选择的多组距离可以对应于对判别时间系列观测结果最重要的通道。

[0101] 在框S422处,该方法可以结束。

[0102] 还应当注意,本文描述的系统和方法可以被有形地体现在多个物理介质中的一个中,例如但不限于压缩盘(CD)、数字多功能盘(DVD)、软盘、硬盘驱动器、只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)以及能够存储软件的其他物理介质或其组合。此外,附图单独图示了各种部件(例如,服务器、计算机、处理器等)。被描述为在各种部件处执行的功能可以在其他部件处执行,并且可以组合或分离各种部件。也可以进行其他修改。

[0103] 图5图示了根据代表性实施例的用于确定传感器的布置的另一过程。

[0104] 在图5的实施例中,在S504处放置初始传感器。

[0105] 在S506处,可以接收由初始传感器捕获的特定于活动的原始传感器数据流。

[0106] 在S508处,可以使用单独的模型,基于原始传感器数据来生成不同活动的经编码的时间系列观测结果。

[0107] 在S510处,可以将经编码的时间系列观测结果投射在单独的模型的后验空间中以获得由不同传感器感测的不同活动的概率分布。

[0108] 在S512处,可以确定第一活动和第二活动的概率分布之间的概率距离。

[0109] 在S514处,可以汇总概率距离以基于原始传感器数据来获得表示时间系列观测结果的共享概率空间。

[0110] 在S516,可以根据结果得到的共享概率空间的维度的相关性对结果得到的共享概率空间的维度进行加权以区分不同的事件和活动。

[0111] 在S518处,可以识别对跟踪和检测感兴趣事件/活动最重要的最小结果得到的传感器组。在S518处识别的最小结果得到的组可以是初始传感器的子集。在S520处,可以布置结果得到的传感器。在S520处的布置可以由技术人员进行,例如通过移除初始传感器中的一个或多个,移动初始传感器中的一个或多个和/或将新的传感器添加到初始传感器来进行。在S520处的布置通常将得到比初始传感器更少的传感器。另外,可以简单地通过远程地

去激活已经就位的初始传感器中的一个或多个来执行在S520处的布置。结果,减少了布置所需的传感器,并且将正被监测的传感器流减少到对跟踪用户的感兴趣活动很重要的那些传感器流。因此,基于图5的过程以及本文描述的其他实施例,在位置(例如,住宅中的位置)以及数量方面对最小结果得到的组进行了优化。

[0112] 图6图示了根据代表性实施例的用于确定传感器的布置的另一过程。

[0113] 在图6中,该过程通过从第一传感器接收第一传感器数据而开始于S656A,第一传感器数据包括表示第一活动和第二活动的时间系列观测结果。在S656B处,可以从第二传感器接收第二传感器数据。第二传感器数据包括表示第一活动和第二活动的时间系列观测结果。S656A和S656B处的操作可以与图5中的S506处的操作相似或相同。

[0114] 在S658A处,生成用于第一活动的第一模型。如同本文描述的大多数活动或全部活动的情况一样,第一活动涉及通过由传感器(在这种情况下是第一传感器)感测的状态的进程。在S658B处,生成用于第二活动的第二模型。第二活动还可以涉及通过由传感器(在这种情况下也是第一传感器)感测的状态的进程。在S658C处,可以生成用于第一活动的第三模型。第一活动现在涉及通过由第二传感器感测的状态的进程。在S658D处,可以生成用于第二活动的第四模型。第二活动现在还涉及通过由第二传感器感测的状态的进程。

[0115] 在S659A处,从第一传感器接收第三传感器数据。第三传感器数据包括再次表示第一活动和第二活动的时间系列观测结果。在S659B处,从第二传感器接收第四传感器数据。第四传感器数据还包括再次表示第一活动和第二活动的时间系列观测结果。

[0116] 在S660处,确定第一模型生成了第三传感器数据的可能性。还可以确定第二模型生成了第三传感器数据的可能性。可以确定第三模型生成了第四传感器数据的可能性。还可以确定第四模型生成了第四传感器数据的可能性。这里,在第一模型、第二模型、第三模型和第四模型生成之后,这些模型可以用于最终确定它们在捕获第一活动和第二活动中的有效性(例如,相关性)。

[0117] 在S662处,可以计算每个特定于传感器的可能性之间的成对距离以获得计算出的距离。

[0118] 在S664处,可以对针对涉及第一传感器的可能性的计算出的距离进行分组,并且可以对针对涉及第二传感器的可能性的计算出的距离进行分组。作为在S664处进行分组的结果,可以获得经分组的计算出的距离。

[0119] 在S666处,该过程可以确定针对捕获第一活动和第二活动的第一传感器的第一相关性和第二传感器的第二相关性。可以通过使用经分组的计算出的距离运行回归模型来确定第一相关性和第二相关性,以便确定每个传感器在捕获感兴趣活动中的有效性。

[0120] 在图6中,该过程能够用于识别用于监测空间的传感器的布置。该布置能够由该空间的特性来识别和限定,该特性反过来可以被输入到图6中的建模中而作为先验设置,并且该特性也能够由从传感器输出的原始数据的数据流反映出来。该空间可以是封闭的,例如,用户的居住空间,例如,具有主要用于不同目的的不同房间的住宅或公寓。

[0121] 举例来说,如果发生以下情况,则传感器可以与活动无关:传感器与活动之间的距离太远,传感器与活动之间存在物理遮挡,传感器指向远离活动的方向,或者传感器根本没有感测到能够被感测的活动的特性(例如,噪声传感器可能没有感测到安静的移动)。

[0122] 图6的过程可以与图4的过程和图5的过程一致或者包括图4的过程和图5的过程的

特征。例如,可以执行如在S418和S518中从传感器的初始集合中识别出传感器的最小子集,以与在S666中确定传感器的相关性相一致或从中得到该传感器的最小子集。另外,作为如在S666中确定传感器的相关性的结果,可以执行如在S520中布置结果得到的传感器组(即,最小化子集)。

[0123] 另外,在S666处确定的传感器的相关性反映了传感器在观测感兴趣活动中的效用。因此,不同模型生成较新的传感器数据的可能性在确定生成较新的传感器数据的传感器的相关性方面很有用。结果,在图6的过程之后传感器是否被包括在所确定的布置中与在模型生成后对应于该传感器的模型实际生成较新的传感器数据的可能性有关。

[0124] 图7是根据代表性实施例的用于确定传感器的布置的另一系统的示意图。

[0125] 图7描绘了在确定针对环境和/或生理感测技术的最优传感器配置中使用的系统700。图7中的系统700包括可以使得后端系统(例如,系统300)能够向与用户设备(例如,可以与后端系统通信的移动设备和/或客户端设备)相关联的用户提供网络服务。如图7所示,系统700可以包括用户设备702、网络704、前端受控域706、后端受控域712以及后端718。前端受控域706可以包括一个或多个负载均衡器708和一个或多个网络服务器710。后端受控域712可以包括一个或多个负载均衡器714和一个或多个应用服务器716。

[0126] 用户设备702可以是启用网络的计算机(例如,客户端设备)。如本文所指,启用网络的计算机可以包括但不限于:例如,任何计算机设备或通信设备(包括例如服务器、网络应用设备、个人计算机(PC)、工作站、移动设备、电话、手持式PC、个人数字助理(PDA)、瘦客户端、胖客户端、互联网浏览器或其他设备)。系统700的一个或多个启用网络的计算机可以运行一个或多个软件应用程序以启用例如网络通信。

[0127] 用户设备702也可以是移动设备。例如,移动设备可以包括Apple®的iPhone、iPod、iPad或任何其他运行Apple的iOS操作系统的移动设备,任何运行Google的Android®操作系统的设备(包括例如Google的可穿戴设备、Google Glass),任何运行Microsoft的Windows® Mobile操作系统的设备和/或任何其他智能手机或类似的可穿戴移动设备。

[0128] 网络704可以是以下各项中的一项或多项:无线网络、有线网络或无线网络与有线网络的任意组合。例如,网络704可以包括以下各项中的一项或多项:光纤网络、无源光学网络、线缆网络、互联网网络、卫星网络、无线LAN、全球移动通信系统(GSM)、个人通信服务(PCS)、个人区域网、(PAN)、D-AMPS、Wi-Fi、固定无线数据、IEEE 802.11b、802.15.1、802.11n和802.11g或任何其他用于发送和接收数据信号的有线或无线网络。

[0129] 另外,网络704可以包括但不限于电话线、光纤、IEEE以太网902.3、广域网(WAN)、局域网(LAN)或全球网络(例如,互联网)。而且,网络704可以支持互联网网络、无线通信网络、蜂窝网络等或其任意组合。网络704还可以包括一个网络或者上面提到的任意数量的示例类型的网络,其作为独立网络运行或者彼此协作运行。网络704可以利用它们通信地耦合到的一个或多个网络元件的一个或多个协议。网络704可以转换到网络设备的一个或多个协议或者从其他协议转换到网络设备的一个或多个协议。虽然网络704被描绘为单个网络,但是将意识到,根据一个或多个实施例,网络704可以包括多个互连的网络,例如,互联网、服务提供商的网络、有线电视网络、公司网络以及家庭网络。

[0130] 前端受控域706可以被实施为对后端718提供安全性。(一个或多个)负载均衡器708可以跨多个计算资源(例如,计算机、计算机集群、网络链接、中央处理单元或磁盘驱动器)分配工作负载。在各种实施例中,(一个或多个)负载均衡器708可以跨例如(一个或多个)网络服务器710分布工作负载。负载均衡旨在优化资源使用,最大化吞吐量,最小化响应时间并避免资源中的任何一种资源的过载。使用具有负载均衡的多个部件而不是使用单个部件可以通过冗余提高可靠性。负载均衡通常由专用软件或硬件(例如,多层交换机或域名系统(DNS)服务器进程)来提供。

[0131] (一个或多个)负载均衡器708可以包括监测端口的软件,例如,外部客户端(例如,用户设备702)连接到该端口以访问后端系统的各种服务。(一个或多个)负载均衡器708可以将请求转发到(一个或多个)应用程序服务器716和/或后端718服务器中的一个,然后(一个或多个)应用程序服务器716和/或后端718服务器可以回复(一个或多个)负载均衡器708。这可以允许(一个或多个)负载均衡器708回复用户设备702,而用户设备702从未知道功能的内部分离情况。例如,这还可以防止用户设备直接与后端服务器联系,这样可以例如通过隐藏内部网络的结构并防止对后端718或在其他端口上运行的不相关服务的攻击而具有安全益处。

[0132] (一个或多个)负载均衡器708可以使用各种调度算法来确定向哪个后端服务器发送请求。简单的算法可以包括例如随机选择或轮询。(一个或多个)负载均衡器708还可以考虑额外的因素,例如,服务器报告的负载、最近的响应时间、(由某种监测调查确定的)上/下状态、活动连接数、地理位置、功能或最近分配了多少流量。

[0133] (一个或多个)负载均衡器708可以以硬件和/或软件来实施。(一个或多个)负载均衡器708可以实施许多特征,包括但不限于:非对称负载;优先激活;SSL卸载和加速;分布式拒绝服务(DDoS)攻击保护;HTTP/HTTPS压缩;TCP卸载;TCP缓冲;服务器直接返回;健康检查;HTTP/HTTPS缓存;内容过滤;HTTP/HTTPS安全性;优先队列;速率整形;内容感知切换;客户认证;程序化流量操纵;防火墙;入侵防御系统。

[0134] (一个或多个)网络服务器710可以包括传递能够由例如客户端设备(例如,用户设备702)通过网络(例如,网络704)(例如,互联网)访问的网络内容的硬件(例如,一个或多个计算机)和/或软件(例如,一个或多个应用程序)。在各种示例中,网络服务器可以将与例如传感器配置优化等有关的网页传递给客户端(例如,用户设备702)。(一个或多个)网络服务器710可以使用例如超文本传输协议(HTTP/HTTPS或sHTTP)与用户设备702通信。被传递给客户端设备的网页可以包括例如HTML文档,HTML文档除了文本内容之外还可以包括图像、样式表和脚本。

[0135] 用户代理(例如,网络浏览器、网络爬虫或本机移动应用程序)可以通过使用HTTP/HTTPS发出对特定资源的请求来发起通信,并且(一个或多个)网络服务器710可以利用资源或错误消息(如果无法执行此操作)来做出响应。资源可以是例如被存储在后端718上的文件。(一个或多个)网络服务器710还可以启用或促进从用户设备702接收内容,因此用户设备702能够例如提交网络表格(包括文件的上传)。

[0136] (一个或多个)网络服务器还可以使用例如动态服务器网页(ASP)、PHP或其他脚本语言来支持服务器端脚本编写。因此,能够在单独的文件中对(一个或多个)网络服务器710的行为进行脚本编写,而实际的服务器软件保持不变。

[0137] (一个或多个) 负载均衡器714可以类似于如上所述的(一个或多个) 负载均衡器708,并且可以跨(一个或多个) 应用程序服务器716和(一个或多个) 后端718服务器分配工作负载。

[0138] (一个或多个) 应用程序服务器716可以包括专用于有效运行用于支持其应用的应用程序的流程(例如,程序、例程、脚本)的硬件和/或软件。(一个或多个) 应用程序服务器716可以包括一个或多个应用程序服务器框架,包括例如Java应用程序服务器(例如,Java平台、企业版(JavaEE)、来自 **Microsoft®**的.NET框架、PHP应用程序服务器等)。各种应用程序服务器框架可以包含全面的服务层模型。而且,(一个或多个) 应用程序服务器716可以充当能由例如实施实体的系统700通过平台自身定义的API而访问的部件集合。对于网络应用程序,这些部件可以在与(一个或多个) 网络服务器710相同的运行环境中执行,并且(一个或多个) 应用程序服务器716可以支持动态页面的构建。(一个或多个) 应用程序服务器716也可以实施服务,例如,集群、故障转移和负载均衡。在各种实施例中,在(一个或多个) 应用程序服务器716是Java应用程序服务器的情况下,(一个或多个) 应用程序服务器716的行为可以类似于用于运行应用的扩展虚拟机,其在一侧透明地处理与后端718相关联的数据库的连接,而在另一侧处理与网络客户端(例如,用户设备702)的连接。

[0139] 后端718可以包括启用例如维护类似于系统700的分布式系统的实体的后端服务的硬件和/或软件。例如,后端718可以包括能够执行本文公开的方法(例如,方法400)的系统。后端718可以与各种数据库相关联。后端718也可以与启用由系统700提供的各种服务的一个或多个服务器相关联。

[0140] 如上所述,可以针对环境感测技术、生理感测技术和/或其任意组合来确定最优传感器放置。传感器放置和布置的优化能够用于增强任何多传感器多模态的分布式跟踪技术,包括与日常活动的环境监测以及生理学(例如,体域网和患者监测)有关的技术。

[0141] 例如,在环境健康监测设置中,常常并不清楚应当部署哪种类型的传感器,部署多少传感器以及在房间中的何处部署传感器来实现无缝观测用户的ADL和IADL。因此,期望识别对感兴趣活动和事件重要的模态和传感器(例如,用于跟踪卧室中的睡眠的运动传感器的数量和放置)。即使利用预定义的传感器数量,传感器的正确部署对于环境传感系统的最优监测性能也至关重要。

[0142] 如上所述,能够通过使用经分组的计算出的概率距离运行回归模型来识别传感器(例如,第一传感器和第二传感器)与活动(例如,第一活动和第二活动)的相关性。即使如针对在自然环境中收集的传感器数据所预计的那样观测结果的表示是可变长度的,也能够识别相关性。在本文描述的优化中能够考虑数据基元(由传感器感测的状态)、计时、相位以及反映实际行为的其他特性的顺序差异。本文描述的最优传感器部署还通过帮助将所需的传感器数量减少到仅对检测感兴趣活动最重要的那些传感器来促进干扰性较小的环境感测技术。因此,本文描述的系统方法能够帮助促进高效、廉价且准确的健康支持和住宅监测解决方案。

[0143] 最优传感器放置也适用于使用多个传感器的许多其他类型的环境,并且传感器的优化会提供益处。例如,在诸如电网或水分配系统的公用系统中,可以将不同类型的传感器放置在许多不同位置以监测公用系统的特性。能够通过使用本文描述的处理来识别哪些传感器和哪些位置对正在监测的活动是重要的并因此寻找信息,从而使传感器的数量最小

化。

[0144] 在另一示例中,复杂的工业系统可以包括被放置在不同位置的不同类型的传感器以监测工业系统的不同特性。可以通过以下操作来优化正在使用的传感器的数量和类型:首先将过量的传感器放置在不同位置,然后执行本文描述的处理来识别对检测正在监测和/或期望进行监测的活动很重要的最小传感器集合。例如,可以通过根据本文描述的处理选择的一个或多个传感器的最小化集合来识别正在监测的工业系统的部件的机械运动。

[0145] 此外,在处理中能够考虑特定类型的传感器的成本,因为传感器对监测不同活动的重要性可以基于传感器的成本而变化。因此,在本文描述的组LASSO优化之后的后处理能够用于基于识别的传感器相对于确定不是最优的其他传感器的相对成本来调整回归分析的结果。

[0146] 如上所述,本公开内容不限于在本申请中描述的特定实施例,该特定实施例仅旨在说明各个方面。显而易见的是,能够在不脱离本公开内容的精神和范围的情况下进行许多修改和变化。根据前面的代表性说明,除了本文列举的方法和装置之外,在本公开内容的范围内的功能上等效的方法和装置可以是显而易见的。这样的修改和变化旨在落入代表性权利要求的范围内。本公开内容仅由代表性权利要求的术语以及这样的代表性权利要求所享有的等同物的全部范围来限定。还应当理解,本文使用的术语仅出于描述特定实施例的目的,而并不旨在进行限制。

[0147] 关于本文中对基本上任何复数和/或单数术语的使用,本领域技术人员能够在对背景和/或应用适当的情况下将复数转变为单数和/或将单数转变为复数。为了清楚起见,可以在本文中明确地阐述各种单数/复数置换。

[0148] 本领域技术人员应当理解,一般而言,在本文中(特别是在权利要求书中)使用的术语(例如,权利要求的主体)通常旨在作为“开放式”术语(例如,术语“包括”应当被解读为“包括但不限于”,术语“具有”应当被解读为“至少具有”,术语“包含”应当被解读为“包含但不限于”等)。本领域技术人员还应当理解,如果意图引入一定数量的权利要求,则可以在权利要求中明确地记载这种意图,并且在没有这样的记载的情况下就不存在这样的意图。例如,为了帮助理解,权利要求可以包含对介绍性短语“至少一个”和“一个或多个”的使用以引入权利要求的记载。然而,使用这样的短语不应被解释为暗示由词语“一”或“一个”引入的权利要求记载将任何包含这样引入的权利要求记载的特定权利要求限制到仅包含一个这样的记载的实施例,即使当相同权利要求包括介绍性短语“一个或多个”或“至少一个”以及诸如“一”或“一个”之类的不定冠词时也是如此(例如,“一”和/或“一个”应当被解读为“至少一个”或“一个或多个”);对用于引入权利要求记载的定冠词的使用也是如此。另外,即使明确记载了具体数量的引入的权利要求记载,这样的记载也应被解读为至少意味着所记载的数量(例如,对“两个记载”的纯记载而没有其他修饰语意味着至少两个记载或两个或更多个记载)。此外,在使用类似于“A、B和C中的至少一个等”的约定的情况下,这样的构造意指本领域技术人员理解该约定的意义(例如,“具有A、B和C中的至少一个的系统”将包括但不限于单独具有A的系统、单独具有B的系统、单独具有C的系统、具有A和B的系统、具有A和C的系统、具有B和C的系统 and/或具有A、B和C的系统等)。在使用类似于“A、B或C中的至少一个等”的约定的情况下,这样的构造意指本领域技术人员理解该约定的意义(例如,“具有A、B或C中的至少一个的系统”将包括但不限于单独具有A的系统、单独具有B的系统、单独具

有C的系统、具有A和B的系统、具有A和C的系统、具有B和C的系统 and/或具有A、B和C的系统等)。本领域技术人员还应当理解,实际上无论是在说明书、权利要求书还是附图中,呈现两个或更多个替代术语的任何分隔性词语和/或短语都应但被理解为预想到包括这些术语中的一个,这些术语中的任一个或这些术语两者的可能性。例如,短语“A或B”可以被理解为包括“A”或“B”或“A和B”的可能性。

[0149] 仅出于说明的目的呈现了前面的描述及其相关联的实施例。它不是穷举性的,且并不将本文公开的构思限于所公开的精确形式。根据以上描述,本领域技术人员可以意识到,可以根据以上教导进行修改和变化,或者可以从实践所公开的实施例中获取修改和变化。例如,所描述的步骤不必以所讨论的相同顺序或以相同的分离度来执行。同样,可以根据需要省略、重复或组合各个步骤以实现相同或相似的目标。因此,本公开内容不限于上述实施例,而是根据权利要求的等同物的全部范围来限定。

[0150] 在前面的说明书中,已经参考附图描述了各种优选实施例。然而,显而易见的是,在不脱离如权利要求书所阐述的本文公开的发明构思的宽泛范围的情况下,可以对实施例进行各种修改和变化,并且可以实施额外的实施例。因此,说明书和附图被认为是说明性的而非限制性的。

[0151] 虽然已经参考若干示例性实施例描述了最优传感器放置的系统和方法,但是应当理解,已经使用的词语是描述和说明的词语,而不是限制的词语。在不脱离在本发明的各方面中的最优传感器放置的系统和方法的范围和精神的情况下,可以在如目前记载和修改的权利要求的范围内进行改变。虽然已经参考特定的手段、材料和实施例描述了最优传感器放置的系统和方法,但是并不旨在将最优传感器放置的系统和方法限于所公开的特定情况;相反,最优传感器放置的系统和方法扩展到所有功能上等效的结构、方法和用途,例如在权利要求的范围内所有功能上等效的结构、方法和用途。

[0152] 本文描述的实施例的说明旨在提供对各种实施例的结构的一般理解。这些说明并不旨在用作对本文描述的本公开内容的所有元件和特性的完整描述。在阅读本公开内容之后,许多其他实施例对于本领域技术人员而言可以是显而易见的。可以利用其他实施例并且从本公开内容中导出其他实施例,使得可以在不脱离本公开内容的范围的情况下做出结构和逻辑上的替换和改变。另外,这些说明仅是代表性的,并且可能没有按比例绘制。图中的某些比例可能被放大,而其他比例可能被最小化。因此,本公开内容和附图应被认为是说明性而非限制性的。

[0153] 在本文中,仅出于方便的目的,可以用术语“发明”来单独和/或共同指代本公开内容中的一个或多个实施例,而无意将本申请的范围限制为任何特定的发明或发明构思。此外,虽然本文已经说明和描述了特定实施例,但是应当理解,针对所示的特定实施例,被设计为实现相同或相似目的的任何后续布置可以被代替。本公开内容旨在覆盖各种实施例的任何和所有后续的调整或变化。在阅读说明书之后,以上实施例的组合以及在本文中未具体描述的其他实施例对于本领域技术人员来说将是显而易见的。

[0154] 本公开内容的摘要被提供为符合37C.F.R. §1.72 (b),并且在提交时应被理解为不会将其用于解读或限制权利要求的范围或含义。另外,在前面的具体实施方式中,为了精简本公开内容的目的,可以将各种特征分组在一起或者在单个实施例中描述各种特征。本公开内容不应被解读为反映以下意图:所要求保护的实施例需要比每个权利要求中明确记载

的特征更多的特征。相反,如权利要求所反映的,发明主题可以指向少于所公开的实施例中的任一个的所有特征。因此,权利要求被并入具体实施方式中,每个权利要求书独立定义单独要求保护的主体。

[0155] 所公开的实施例的前述描述被提供为使得本领域的任何技术人员都能够实践本公开内容中描述的构思。正因如此,以上公开的主题应被认为是说明性的,而不是限制性的,并且权利要求旨在覆盖落入本公开内容的真实精神和范围内的所有这样的修改、增强和其他实施例。因此,在法律允许的最大范围内,本公开内容的范围将由权利要求及其等同物的最广泛的允许解读内容来确定,并且不应由前述具体实施方式来限制。

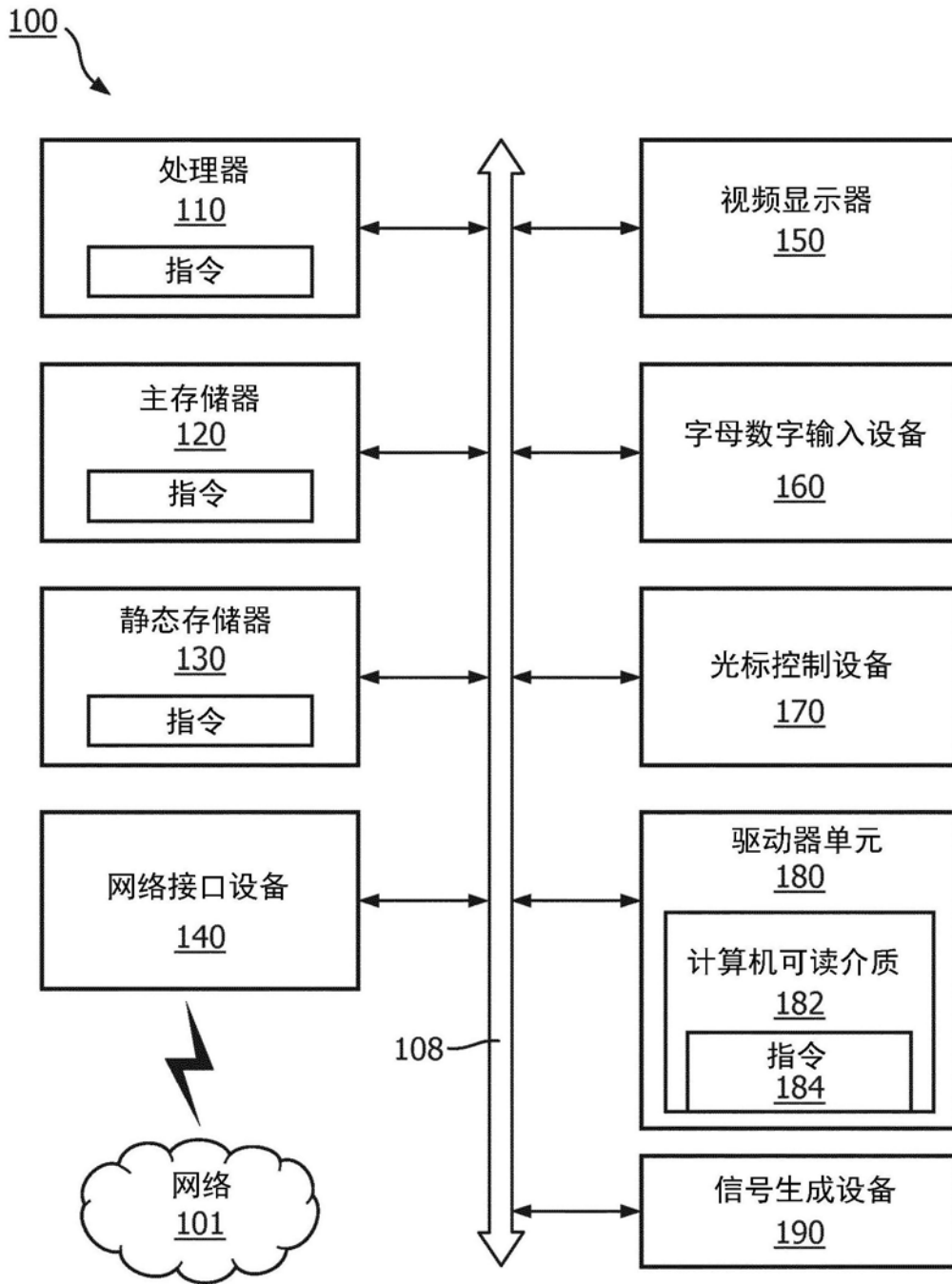


图1

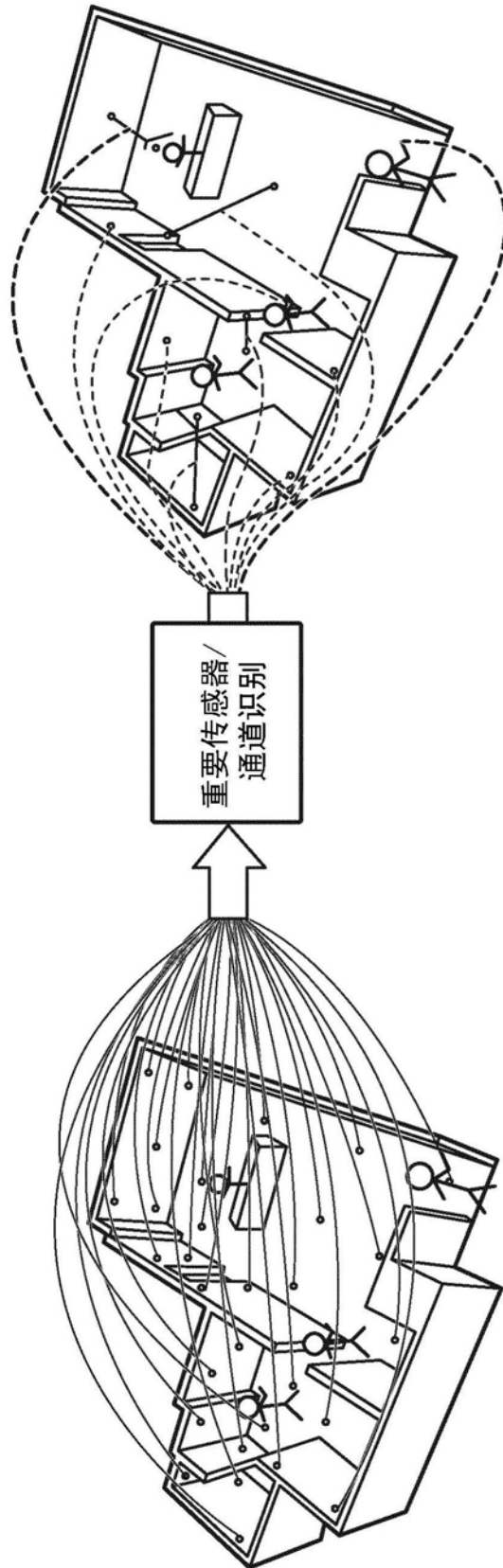


图2A

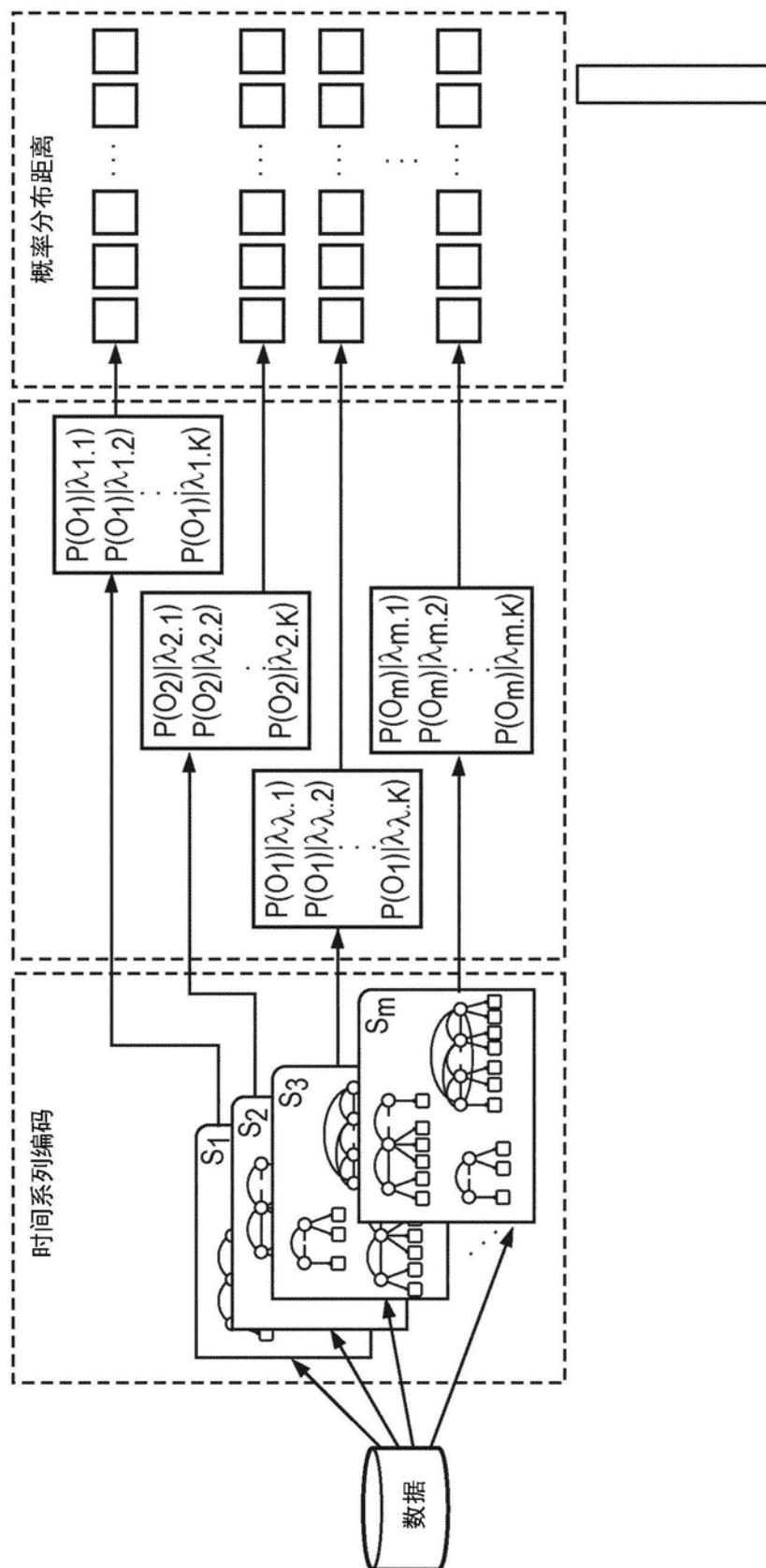


图2B

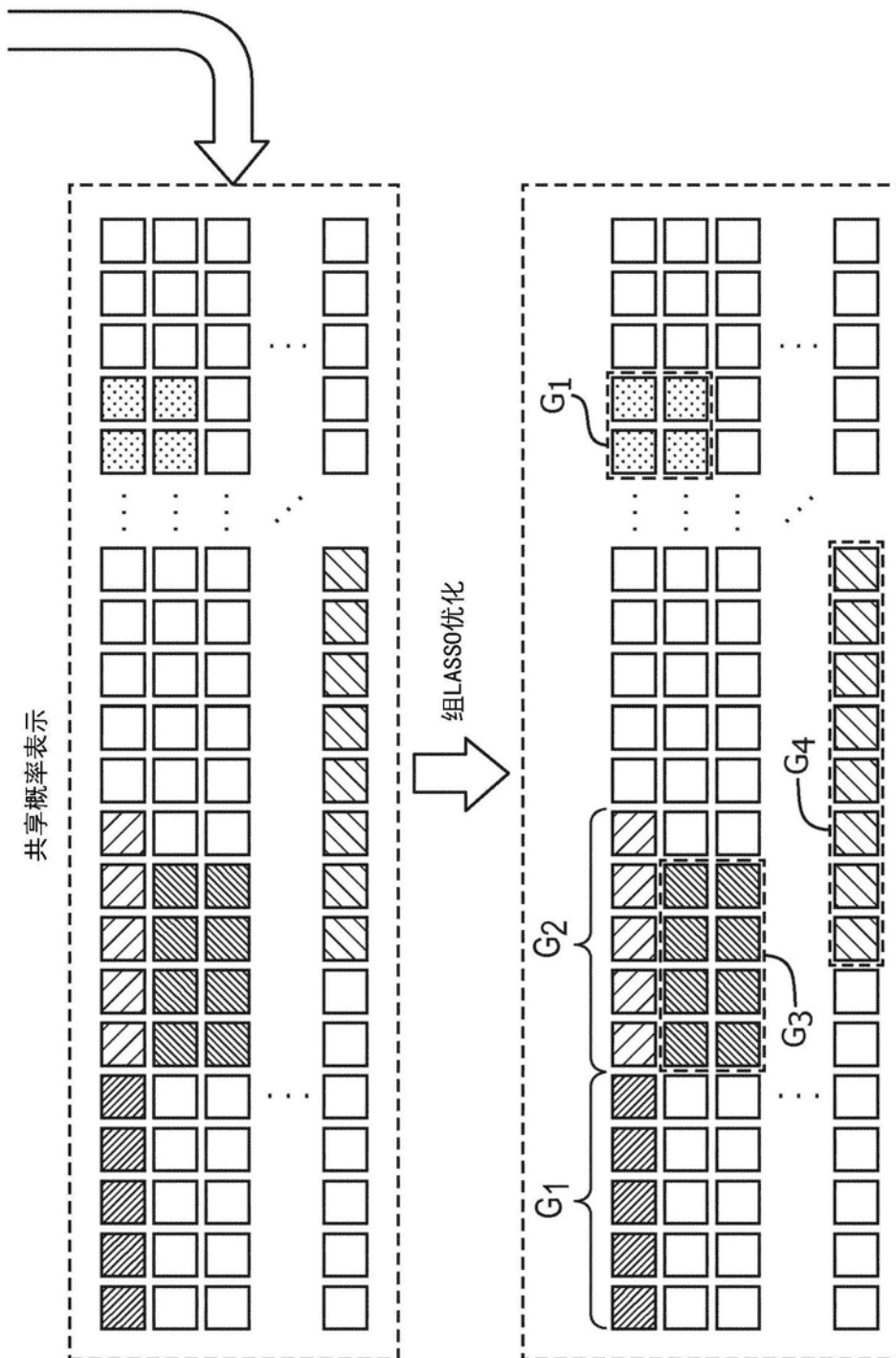


图2B继续

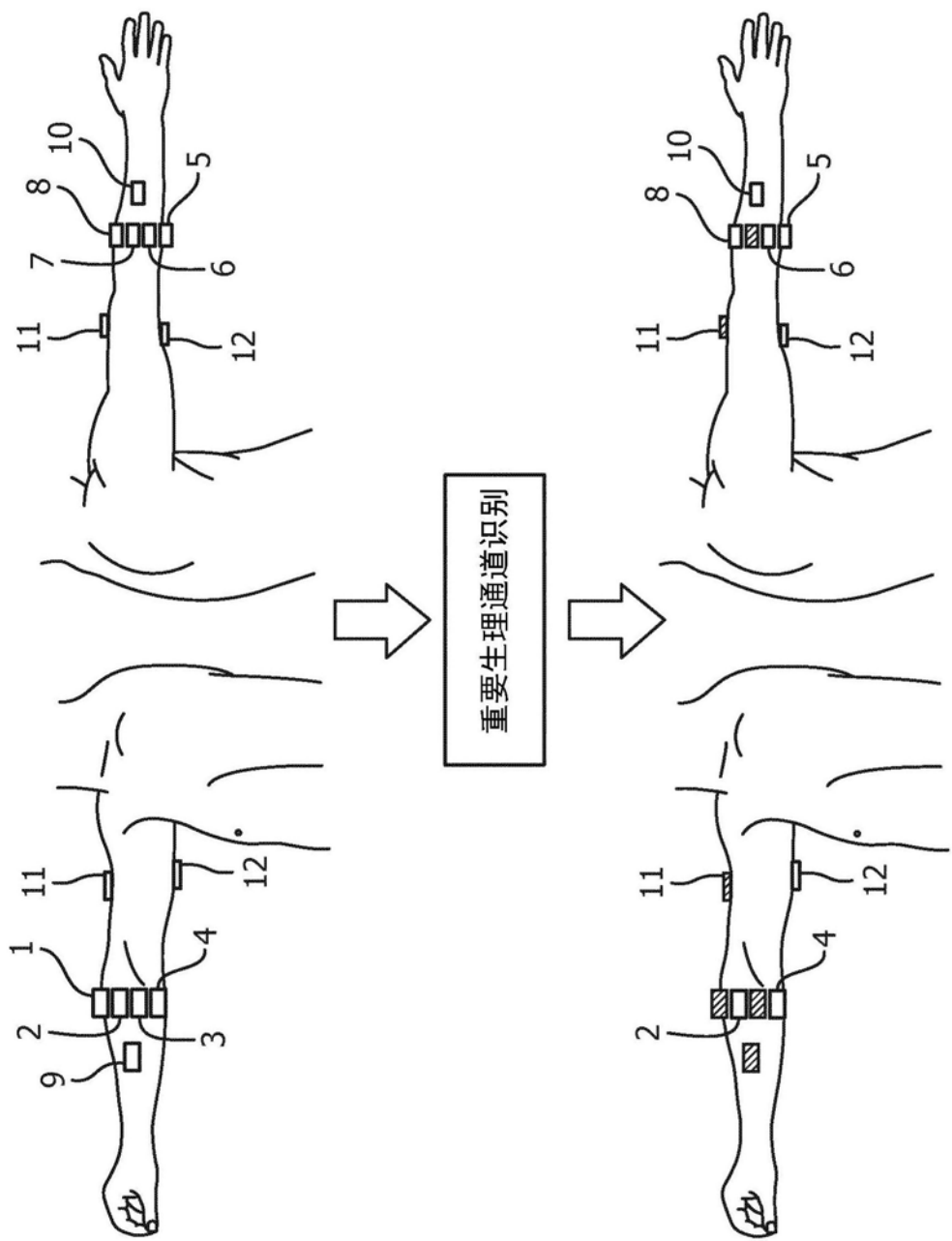


图2C

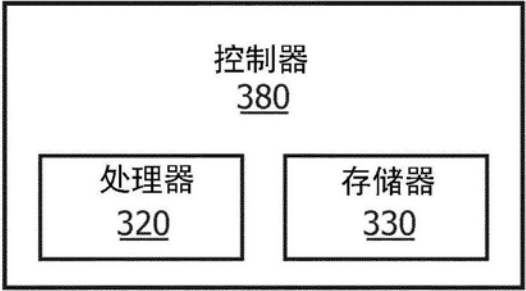


图3A

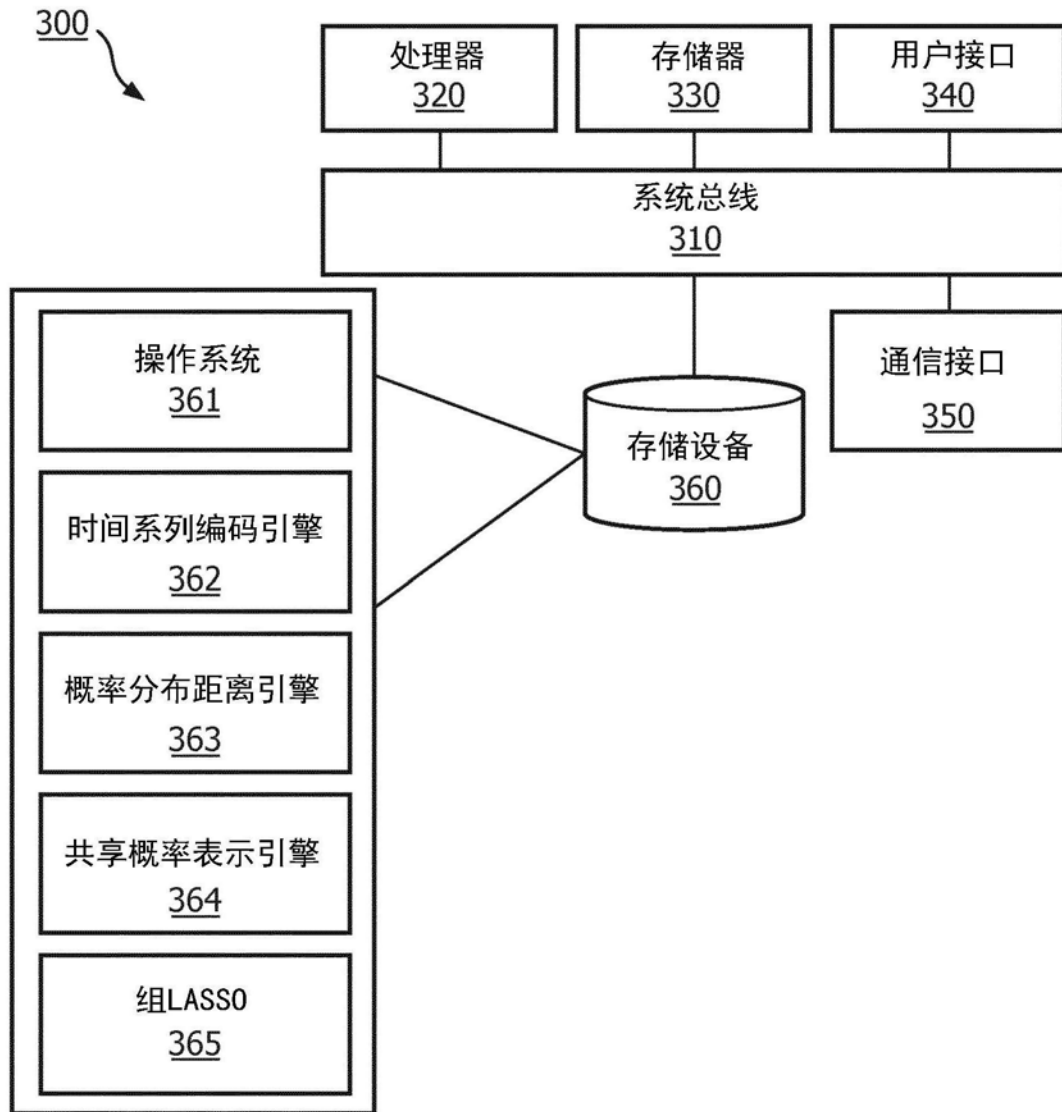


图3B

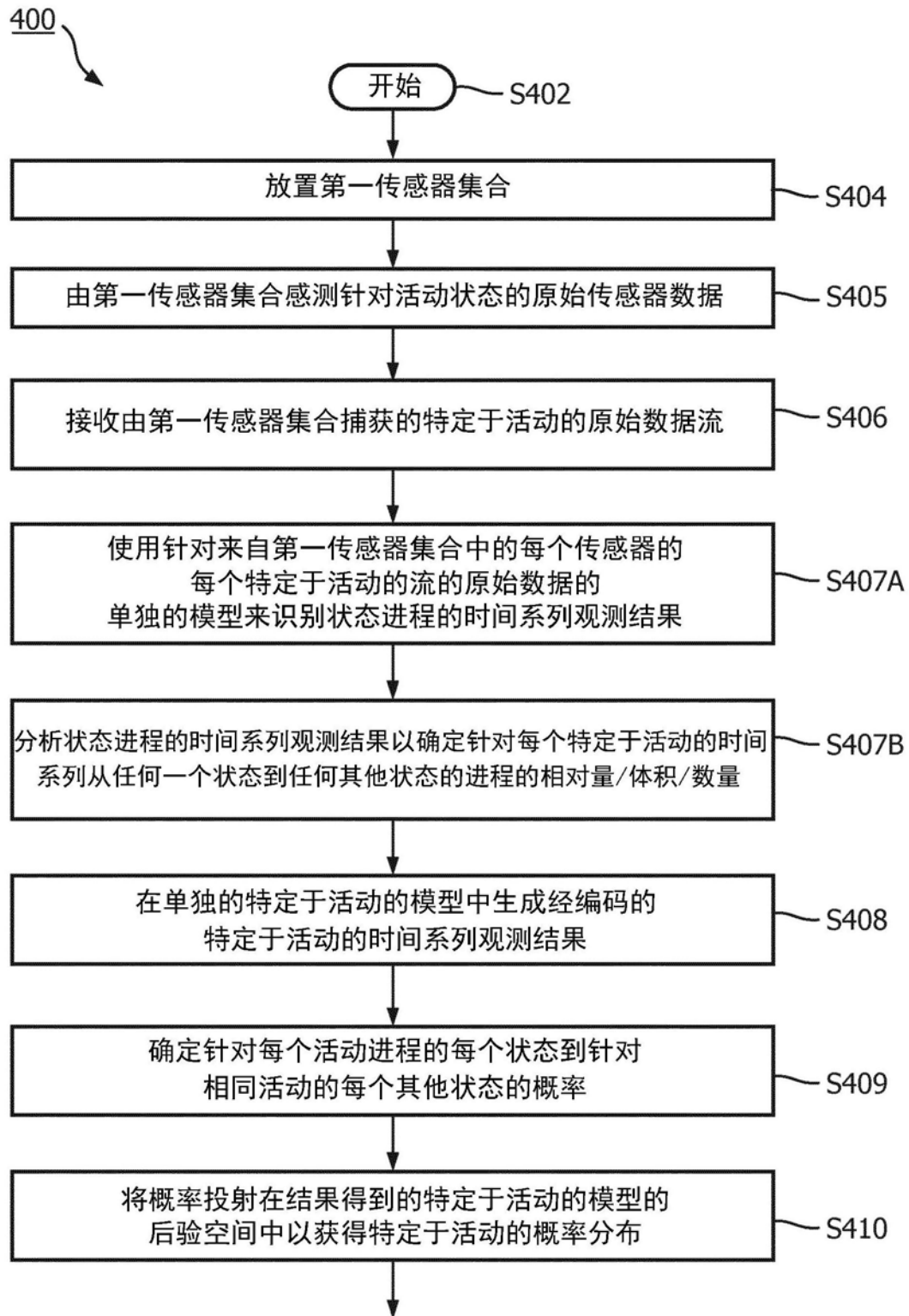


图4

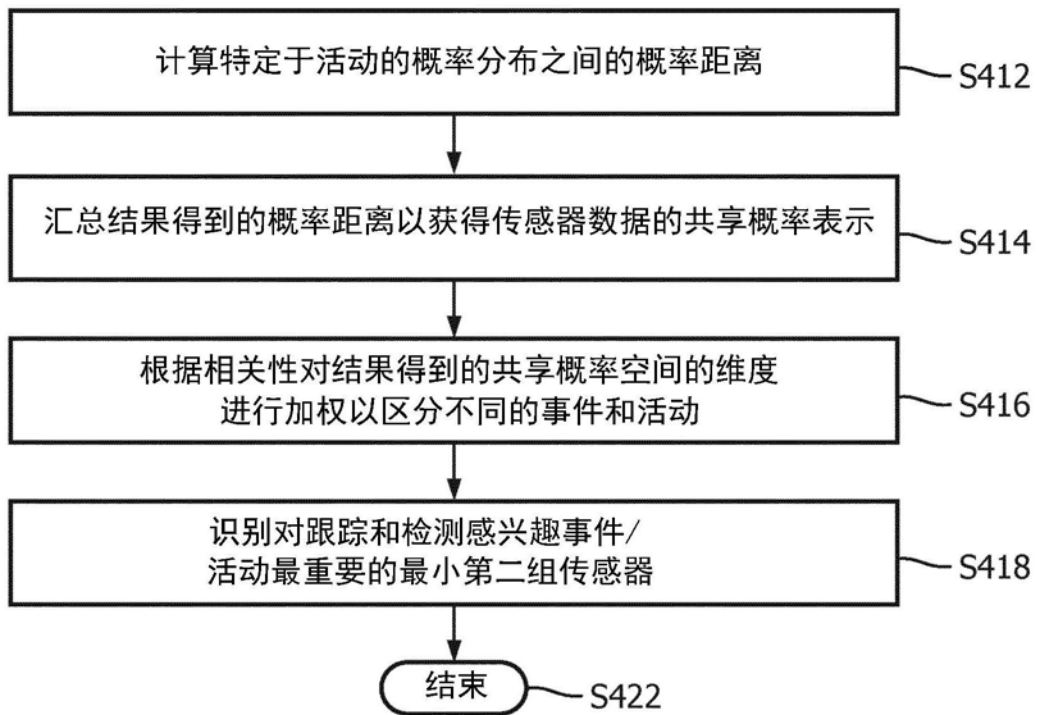


图4继续

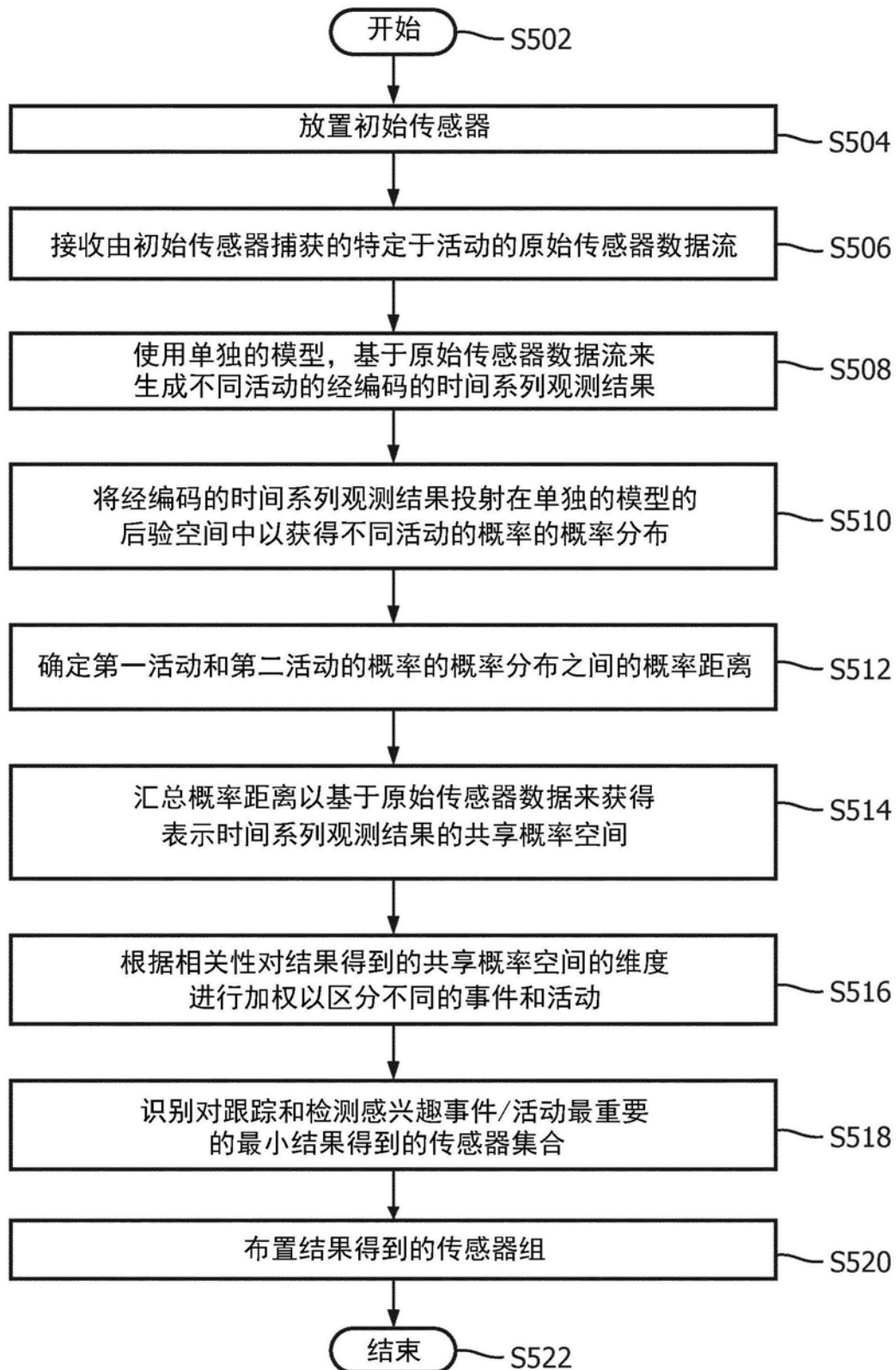


图5

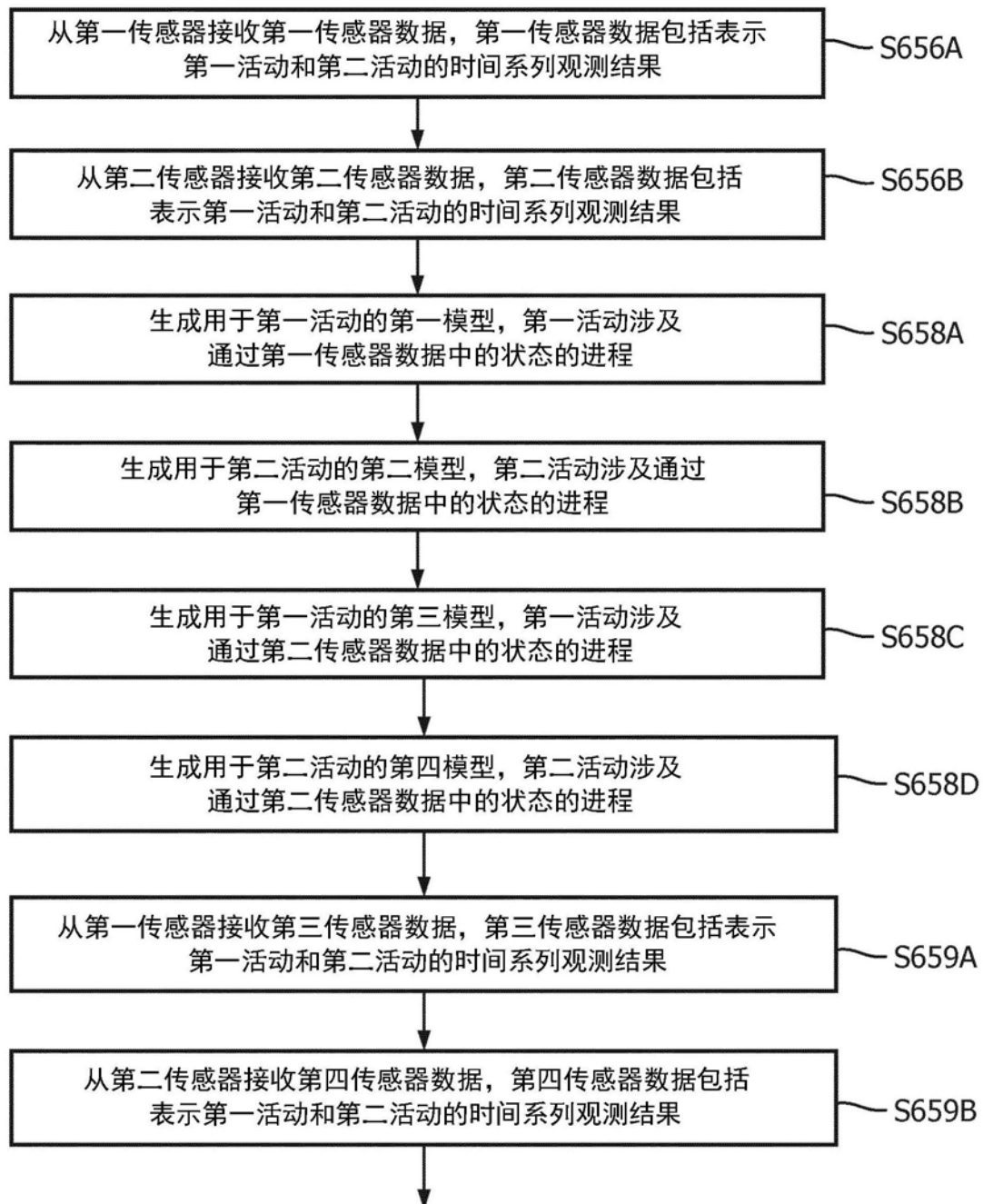


图6

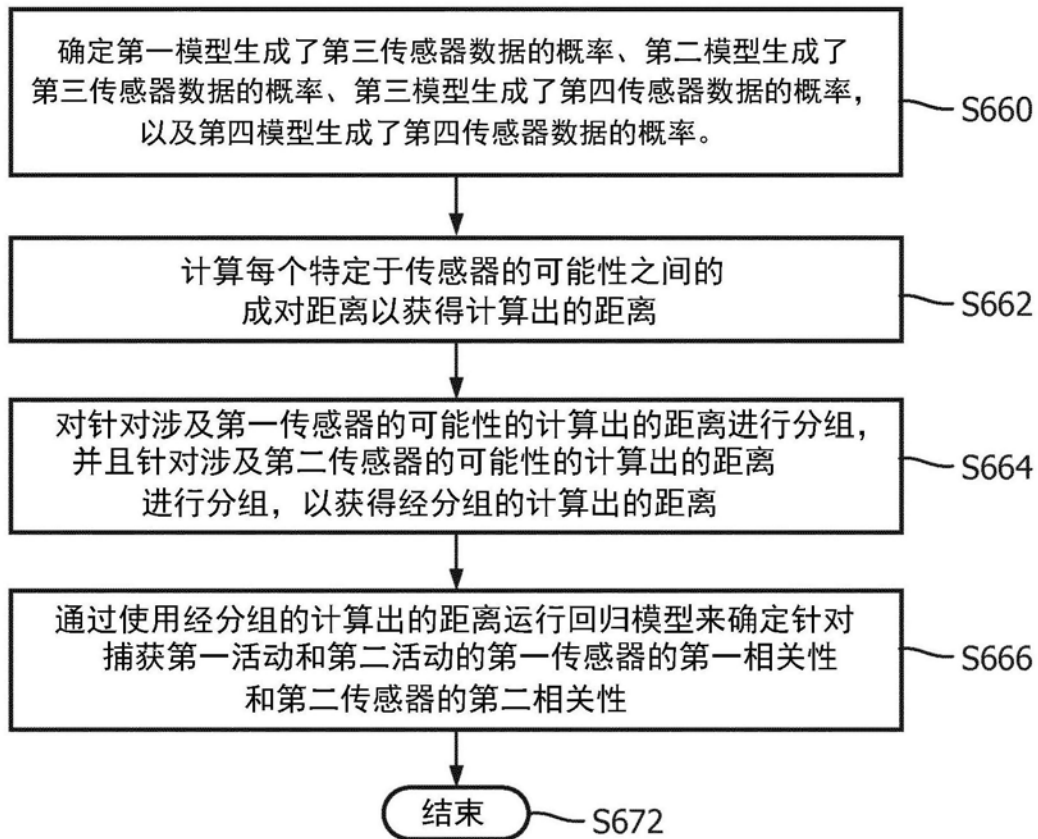


图6继续

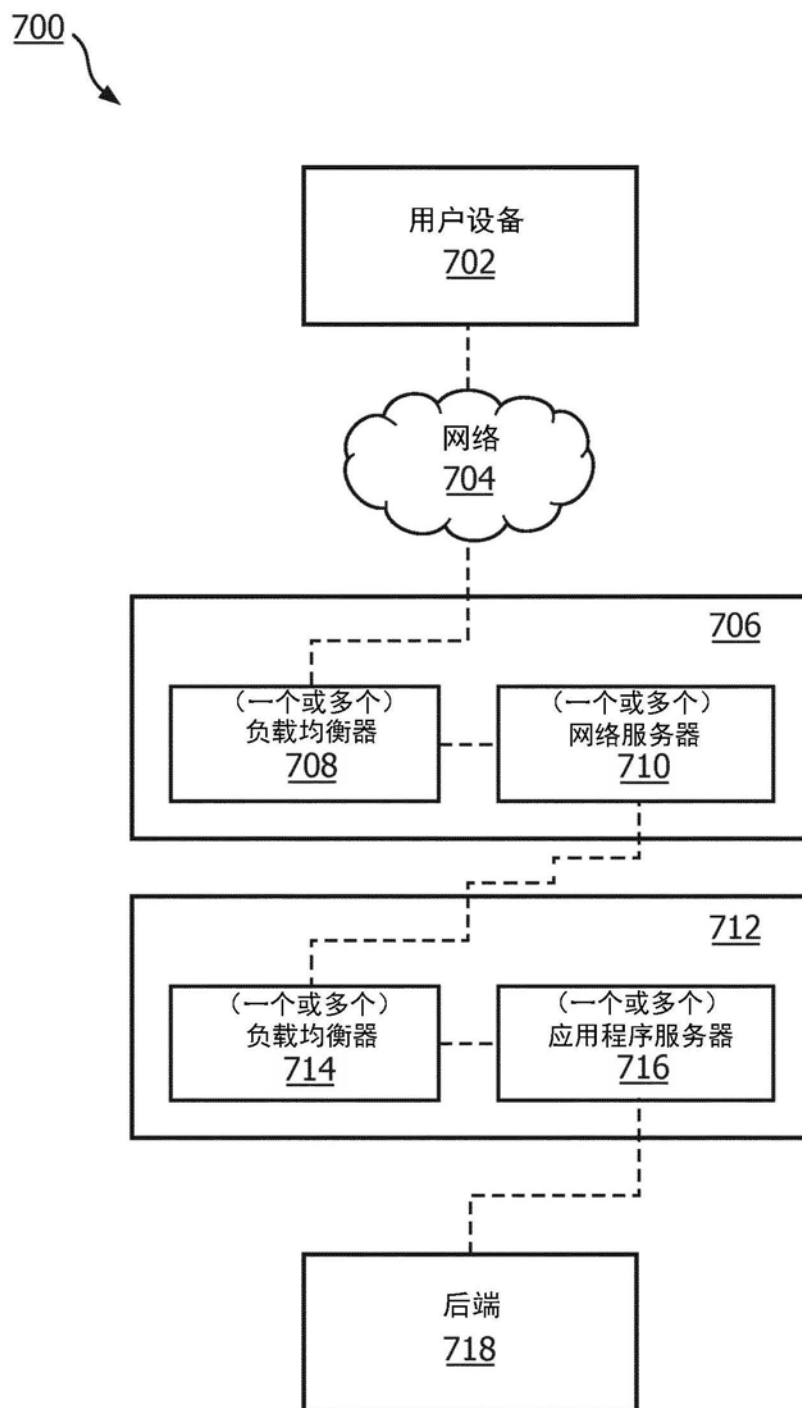


图7