



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108348160 A

(43)申请公布日 2018.07.31

(21)申请号 201680062756.6

(22)申请日 2016.10.18

(30)优先权数据

15191841.4 2015.10.28 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.04.26

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2016/074948 2016.10.18

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/071988 EN 2017.05.04

(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 W·R·T·坦卡特 冯菁涵

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 孟杰雄 王英

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

G08B 21/04(2006.01)

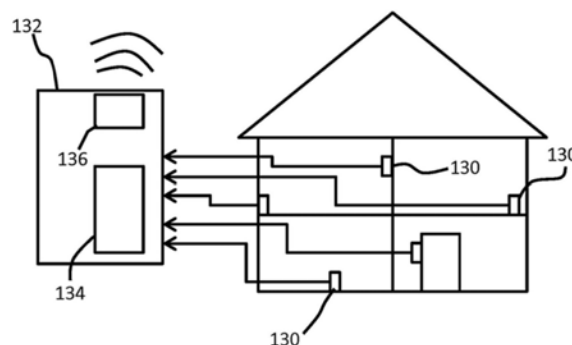
权利要求书2页 说明书24页 附图9页

(54)发明名称

监测人的日常生活活动

(57)摘要

一种ADL监测系统使用传感器的集合,每个传感器适于对活动做出响应并生成表示检测到的活动的水平或类型的传感器输出信号。形成活动密度图。将活动的水平或类型与图中表示的活动的水平或类型的范围进行比较,所述图表征与所述活动密度图的时间段相同的时间段内的活动的水平的参考展宽。然后使用概率分析来识别初始异常点。对于这些初始异常点,执行对活动置换的测试以找到所述活动密度图中的能够被重新排序以移除所述初始异常点的时隙。通过这种方式,能够识别个体时隙的水平的异常,并且置换方法使得所述系统对由对象执行活动的顺序发生变化具有鲁棒性。



1. 一种用于监测人在环境中的日常生活活动ADL的ADL监测系统,其中,所述ADL监测系统包括:

传感器的集合(130),每个传感器适于对活动做出响应并生成表示所述活动的传感器输出信号;

数据处理单元(134),其适于接收所述传感器输出信号并处理所述传感器输出信号以进行以下操作:

生成活动密度图,所述活动密度图识别特定时隙内的特定活动的水平或类型;

生成参考图,所述参考图指示所述特定时隙内的活动的水平或类型的值的参考值或参考范围;

将所述活动密度图的个体时隙中的特定活动的所述水平或所述类型与所述参考图的对应时隙中的活动的水平或类型的参考展宽进行比较;

确定所述活动密度图的每个时隙中出现的活动的所述水平或所述类型与所述参考图的所述对应时隙中的活动的水平或类型的所述参考展宽的对应性的大小,以识别初始异常点;

对于所述初始异常点,执行对活动置换的测试以找到所述活动密度图的能够被重新排序以尽可能多地移除所述初始异常点的时隙;并且

将剩余的异常点识别为第一异常指示。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述数据处理单元(134)适于通过以下操作来执行对活动置换的所述测试:

设置以初始异常为中心的时间窗口;

针对移除所述初始异常的、所述时间窗口内的时隙的重新排序进行测试;

确定所述时隙的重新排序是否创建新的异常。

3. 根据权利要求2所述的系统,其中,所述数据处理单元(134)适于通过以下操作来执行对活动置换的所述测试:递归地测试所述时间窗口内的时隙交换以找到针对所述时间窗口的最小剩余数量的异常点。

4. 根据任一前述权利要求所述的系统,其中,所述活动密度图和所述参考图对应于完整日子集合的时间段。

5. 根据任一前述权利要求所述的系统,其中,所述数据处理单元(134)适于通过基于所述参考图确定所述活动密度图的每个时隙中出现的所述活动的水平的概率值来确定对应性的大小,并且适于优化总概率。

6. 根据任一前述权利要求所述的系统,其中,所述数据处理单元(134)适于将所述参考图生成为针对每个时隙的活动概率分布的序列。

7. 根据权利要求6所述的系统,其中,所述数据处理单元(134)适于:

根据活动概率分布的所述序列来形成递归标绘图;并且

根据所述递归标绘图的主对角线将所述初始异常点识别为缺失点。

8. 根据任一前述权利要求所述的系统,其中,所述数据处理单元(134)适于:

识别在整个所述活动密度图中的对应于初始异常点的时隙,并基于所识别的时隙来提供第二异常指示;并且

获得针对所述活动密度图的平均活动密度,并将所述平均活动密度与针对所述参考图

的平均活动密度进行比较,并基于所述比较来提供第三异常指示。

9. 根据任一前述权利要求所述的系统,其中,所述传感器的集合(130)包括以下中的一个或多个:PIR传感器、打开/关闭传感器、功率传感器、垫压力传感器、基于雷达和超声的传感器、湿度传感器、CO₂传感器、温度传感器、麦克风、相机、可穿戴传感器、加速度计、陀螺仪、心率监测器、呼吸传感器、体温传感器、皮肤电导传感器、血压传感器、糖水平检测器。

10. 一种监测人在环境中的ADL的方法,包括:

接收来自传感器的集合(130)的传感器输出信号,每个传感器适于对活动做出响应并生成表示检测到的活动的传感器输出信号;

处理所述传感器输出信号以进行以下操作:

生成活动密度图,所述活动密度图识别特定时隙内的特定活动的水平或类型;

生成参考图,所述参考图指示所述特定时隙内的活动的水平或类型的值的参考值或参考范围;

将所述活动密度图的个体时隙中的特定活动的所述水平或所述类型与所述参考图的对应时隙中的活动的水平或类型的参考展宽进行比较;

确定所述活动密度图的每个时隙中出现的活动的所述水平或所述类型与所述参考图的所述对应时隙中的活动的水平或类型的所述参考展宽的对应性的大小,以识别初始异常点;

对于所述初始异常点,执行对活动置换的测试以找到所述活动密度图的能够被重新排序以尽可能多地移除所述初始异常点的时隙;并且

将剩余的异常点识别为第一异常指示。

11. 根据权利要求10所述的方法,包括通过以下操作来执行对活动置换的所述测试:

设置以初始异常为中心的时间窗口;

针对移除所述初始异常的、所述时间窗口内的时隙的重新排序进行测试;

确定所述时隙的重新排序是否创建新的异常。

12. 根据权利要求11所述的方法,包括通过以下操作来执行对活动置换的所述测试:递归地测试所述时间窗口内的时隙交换以找到针对所述时间窗口的最小剩余数量的异常点。

13. 根据权利要求10至12中的任一项所述的方法,包括通过基于所述参考图确定所述活动密度图的每个时隙中出现的所述活动的水平的概率值来确定对应性的大小,并且优化总概率。

14. 根据权利要求10至13中的任一项所述的方法,包括:

将所述参考图生成为针对每个时隙的活动概率分布的序列;

根据活动概率分布的所述序列来形成递归标绘图;并且

根据所述递归标绘图的主对角线将所述初始异常点识别为缺失点。

15. 一种包括代码模块的计算机程序,当所述计算机程序在计算机上运行时,所述代码模块适于实施根据权利要求10至14中的任一项所述的方法。

监测人的日常生活活动

技术领域

[0001] 本发明涉及监测人的日常生活活动 (ADL), 并且更具体地涉及检测能够用于触发警告或干预的行为。

背景技术

[0002] 对人的健康状况、身体能力、精神能力或受伤后康复、住院和处置的机能评估或监测是大多数医学分支的主要关注点, 包括老年病学, 康复和物理治疗, 神经病学和整形外科, 护理和老年护理。

[0003] 研究已经发现, 个体的机能能力实际上是环境特异性的, 因为当对象处于熟悉的环境中时, 由于困惑减少而使得机能增强。而且, 一次机能评估不允许评估一天或几天的时期内机能表现的变异性, 也不允许评估变化, 这种变化在确定机能丧失之后特定临床服务和处置 (例如康复) 是否充分方面是重要的。

[0004] 因此, 一致意见认为, 最好是评估或监测人在其家中或在熟悉的环境中的独立机能。

[0005] 独立机能的水平通常由进行日常生活活动 (ADL) 的质量来指示。ADL指的是人们在一天中进行的最经常的活动。因此, ADL的质量下降能够成为需要护理的指标。例如, 一个或多个ADL的常规机能的异常能够作为针对特殊关注的警告。

[0006] ADL监测例如对于患有一系列神经性退化问题 (如痴呆) 的患者而言是感兴趣的。问题总是与认知能力衰退、进行性混乱, 时空失调问题相关联, 并且因此与难以在没有帮助的情况下进行日常生活相关联。一些昼夜节律 (如睡眠/觉醒、休息/活动循环) 的紊乱也是行为症状的组成部分, 并且是护理人员受到负担和进入机构的主要决定因素。

[0007] 在越来越多的国家中, 使老年人能够待在家中或原地养老的政策日益受到关注并且成为研究的主题。反过来, 年龄相关的疾病的患病率在原地养老的老年人中有所增加, 这使得对家庭基础设施和医学护理人员的需求增加。

[0008] 已经开发出设备和系统来在个人在自己的家中或熟悉的环境中独立生活时对他们的ADL进行监测。例如, 一种用于检测人系统的日常生活活动的这种已知系统包括三个主要部件: (i) 传感器系统, 其收集关于所述人的活动和行为的信息; (ii) 智能 (或信息处理) 系统, 其解读传感器信号以用于确定ADL行为; 以及 (iii) 用户接口系统, 其使得护理人员能够检查经解读 (经处理) 的信息。所述智能系统通常利用本领域已知的计算技术, 如人工智能。所述系统可以由针对数据收集、传输和存储的常规技术来支持。

[0009] 然而, 在实践中, 在实际护理案例中遇到的主要困难是可能发生的各种变化。例如, 人们可能生活在不同的结构的房子里, 拥有不同的生活方式和习惯。护理人员也可能有不同的需求、地点和/或生活方式。而且, 不同的人可能有不同的护理需求, 并且因此可能对监测活动和行为的不同方面感兴趣。由于日常生活中可能发生的如此多种可能的环境、状况和背景, 因此很难以快速且易于解读的方式捕捉任何关于它们的显示信息。快速和易于解读对于由专业护理机构以及个人护理人员提供优质护理至关重要。

[0010] 提供关于对象的警报的已知方式是分析ADL数据以查找异常。有几种现有的方法可以检测当前的ADL模式是否偏离了通常的模式。然而,当前的模式可能会因为用户已经偏离了他的通常例程却仍然执行所有活动而出现偏离。进行这些活动中的每个的顺序和可能的持续时间可能会改变,但是这不需要警报。虽然存在允许扩大和缩小活动所用时间的方法,但是没有解决方案可用于允许模式中的置换。

[0011] 在现实情况下,用户可以改变活动的顺序,例如交换淋浴和早餐的顺序。这种交换不应被视为偏离。

[0012] 仍然需要能够以简单易懂且易于实施的方式来检测个人行为中的异常。

发明内容

[0013] 本发明旨在至少部分地满足上述需求。为此,本发明提供了根据独立权利要求所述的设备、系统和方法。从属权利要求提供了有利实施例。

[0014] 根据本发明的一个方面的范例提供了一种用于监测人在环境中的日常生活活动ADL的ADL监测系统,其中,所述ADL监测系统包括:

[0015] 传感器的集合,每个传感器适于对活动做出响应并生成表示所述活动的传感器输出信号;

[0016] 数据处理单元,其适于接收所述传感器输出信号并处理所述传感器输出信号以进行以下操作:

[0017] 生成活动密度图,所述活动密度图识别特定时隙内的特定活动的水平或类型;

[0018] 生成参考图,所述参考图指示所述特定时隙内的活动的水平或类型的值的参考值或参考范围;

[0019] 将所述活动密度图的个体时隙中的特定活动的所述水平或所述类型与所述参考图的对应时隙中的活动的水平或类型的参考展宽进行比较;

[0020] 确定所述活动密度图的每个时隙中出现的活动的所述水平或所述类型与所述参考图的对应时隙中的活动的水平或类型的所述参考展宽的对应性的大小,以识别初始异常点;

[0021] 对于所述初始异常点,执行对活动置换的测试以找到所述活动密度图的能够被重新排序以尽可能多地移除所述初始异常点的时隙;并且

[0022] 将剩余的异常点识别为第一异常指示。

[0023] 比较所述活动密度图和所述参考图的时间段例如包括完整日子集合。例如,完整的活动密度图可以包括活动的水平或类型的矩阵,其中,每行表示参考图的时间段(例如,一天,或特定的日子,或其他持续时间(例如,一周),或某些日子被排除在外的一周),并且每列表示该时间段内的时隙。

[0024] 参考图是基于先前时间段集合的组合来创建的,即,完整的活动密度图的多个行。例如,参考图可以被认为是参考日,其指示在当天内每个时隙处的不同活动的水平或类型的概率。

[0025] 值的参考值或参考范围可以是单个标量数值或二元值或值的展宽(标量、向量或多维)。

[0026] 时隙的重新排序可以包括互换时隙,例如简单地交换时隙对或更复杂地重新分配

时隙。

[0027] 如上定义的系统用于针对参考日来测试一天中的活动密度图(或任何其他时间段被选择为完整的活动密度图的一行的持续时间)。例如,可以选择最近的一天,用于针对参考日进行测试。参考日可以基于当天之前的几天,例如在时间上回到30天之前。然而,在制定参考日时,可能会排除一些离群的日子。从参考日开始使用的天数可能会有所不同。在第一比较中,可以针对彼此测试对应的时隙,针对参考日的时隙1对测试/当前日的时隙k进行测试,其中,k等于1。置换允许对测试进行置换:k与1不同(但可能在邻域内),这意味着参考日中等于1的时隙将与参考日中的另一时隙(例如k)进行测试。

[0028] 该系统能够检测个体时隙的水平的异常,并且置换方法使得系统对由对象执行活动的顺序发生变化具有鲁棒性。因此,本发明提供了一种能够检测日常活动模式中的异常并同时允许置换活动的顺序的解决方案。该系统例如基于形成当前活动模式(即,针对特定时间段(例如,一天)的活动密度图)与通过活动的水平或类型的参考展宽形成的参考模式(即,参考图)之间的可能匹配的矩阵。所述矩阵然后被用于确定上面定义的对对应性。矩阵中的每行例如表示当前时间段(例如,日,即,测量日)的时隙,并且每列表示参考时间段(例如,参考日)的时隙。通过执行置换过程,例如在矩阵的对角线上移动置换窗口,沿着对角线的不匹配的数量被最小化。如果最小化的非匹配数量超过阈值,那么可以生成异常警报。

[0029] 置换测试可能仅被局部地应用在初始异常点周围,使得置换测试寻找活动的局部重新排序,而不是寻找由活动密度图和参考图所表示的整个时间段的活动的重新排序。

[0030] 有不同的方法来实施置换过程。从本质上看,其寻求查看执行活动的类型或水平的顺序的(时间上的)局部变化是否能够使活动密度图更好地匹配参考图。请注意,不同的置换选择可能会得到不同的剩余异常点。因此,可能有多种方式来实现相同数量的剩余异常点。

[0031] 所述数据处理单元可以适于通过以下操作来执行对活动置换的所述测试:

[0032] 设置以初始异常为中心的时间窗口;

[0033] 针对移除所述初始异常的、所述时间窗口内的时隙的重新排序进行测试;

[0034] 确定所述时隙的重新排序是否创建新的异常。

[0035] 如果创建了新的异常,那么可以使用不同的候选交换。

[0036] 所述数据处理单元可以适于通过以下操作来执行对活动置换的所述测试:递归地测试所述时间窗口内的时隙交换以找到针对所述时间窗口的最小剩余数量的异常点。

[0037] 所述数据处理单元可以适于通过基于所述参考图确定所述活动密度图的每个时隙中出现的所述活动的水平的概率值来确定对应性的大小,并且适于优化总概率。

[0038] 因此,测试实际活动的水平或类型是否可能基于参考图所传达的信息,并且时隙被重新排序以优化总概率。

[0039] 所述数据处理单元可以适于将所述参考图生成为针对每个时隙的活动概率分布的序列。通过这种方式,可以确定活动密度图中出现的活动的水平是否可能或不太可能与参考图有关。

[0040] 所述数据处理单元可适于根据活动概率分布的所述序列来形成递归标绘图,并且根据所述递归标绘图的主对角线将所述初始异常点识别为缺失点。递归标绘图提供了一种应用概率阈值的方法。初始异常点表示活动的水平看起来与参考图不一致的时隙。

[0041] 所述数据处理单元可以适于识别在整个所述活动密度图中对应于初始异常点的时隙,并基于所识别的时隙来提供第二异常指示。

[0042] 如果在一个时隙内没有活动或活动过多,那么可能会出现这种情况。这能够被用作针对异常的另一个标示。

[0043] 所述数据处理单元可以获得针对所述活动密度图的平均活动密度,并将所述平均活动密度与针对所述参考图的平均活动密度进行比较,并基于所述比较来提供第三异常指示。如果一整天的活动普遍减少,那么可能会出现这种情况。这能够被用作针对异常的另一个标示。

[0044] 所述数据处理单元可以适用于基于对所述第一异常、所述第二异常和所述第三异常的向量分析来执行异常分析。

[0045] 可以在第一参考模式中使用数量为25至35个的活动密度分箱和/或在用于形成第一参考模式的完整日子集合中的天数可以在15至25之间和/或用于表示一天的时隙的数量可以在30至60之间。这些参数提供了数据可靠性和处理要求之间的折衷。第一参考模式和活动密度图例如与个体日子有关。

[0046] 举例来说,所述传感器的集合可以包括以下中的一个或多个:

[0047] PIR传感器;

[0048] 打开/关闭传感器;

[0049] 功率传感器;

[0050] (垫)压力传感器

[0051] 基于雷达和超声的传感器;

[0052] 湿度传感器;

[0053] CO₂传感器;

[0054] 温度传感器;

[0055] 麦克风;

[0056] 相机;

[0057] 可穿戴传感器(例如,加速度计、陀螺仪等,心率监测器、呼吸传感器、体温传感器、皮肤电导传感器、血压传感器、糖水平检测器等)。

[0058] 根据本发明的另一方面的范例提供了一种监测人在环境中的ADL的方法,包括:

[0059] 接收来自传感器的集合的传感器输出信号,每个传感器适于对活动做出响应并生成表示检测到的活动的传感器输出信号;

[0060] 处理所述传感器输出信号以进行以下操作:

[0061] 生成活动密度图,所述活动密度图识别特定时隙内的特定活动的水平或类型;

[0062] 生成参考图,所述参考图指示所述特定时隙内的活动的水平或类型的值的参考值或参考范围;

[0063] 将所述活动密度图的个体时隙中的特定活动的所述水平或所述类型与所述参考图的对应时隙中的活动的水平或类型的参考展宽进行比较;

[0064] 确定所述活动密度图的每个时隙中出现的活动的所述水平或所述类型与所述参考图的所述对应时隙中的活动的水平或类型的所述参考展宽的对应性的大小,以识别初始异常点;

- [0065] 对于所述初始异常点,执行对活动置换的测试以找到所述活动密度图的能够被重新排序以尽可能多地移除所述初始异常点的时隙;并且
- [0066] 将剩余的异常点识别为第一异常指示。
- [0067] 所述方法可以包括通过以下操作来执行对活动置换的所述测试:
- [0068] 设置以初始异常为中心的时间窗口;
- [0069] 针对移除所述初始异常的、所述时间窗口内的时隙的重新排序进行测试;
- [0070] 确定所述时隙的重新排序是否创建新的异常。
- [0071] 因此能够调查是否出现新的异常情况或者初始异常的数量是否已经被成功减少。
- [0072] 可以通过以下操作来执行对活动置换的所述测试:递归地测试所述时间窗口内的时隙交换以找到针对所述时间窗口的最小剩余数量的异常点。可以代替递归方案而使用回溯方案。也可以使用其他方案,因为它们在本领域中是已知的。
- [0073] 所述方法可以包括通过基于所述参考图确定所述活动密度图的每个时隙中出现的所述活动的水平的概率值来确定对应性的大小,并且优化总概率。
- [0074] 所述方法可以包括:
- [0075] 将所述参考图生成为针对每个时隙的活动概率分布的序列;
- [0076] 根据活动概率分布的所述序列来形成递归标绘图;并且
- [0077] 根据所述递归标绘图的主对角线将所述初始异常点识别缺失点。
- [0078] 可以识别在整个当前活动密度图期间对应于初始异常点的时隙,并基于所识别的时隙来提供第二异常指示。也可以获得针对所述当前活动密度图的平均活动密度,并将所述平均活动密度与第一参考模式的平均活动密度进行比较,并基于所述比较来提供第三异常指示。异常分析然后能够基于对所述第一异常指示、所述第二异常指示和所述第三异常指示的向量分析。
- [0079] 本发明可以通过计算机程序来实施。

附图说明

- [0080] 现在将参考示意性附图详细描述根据本发明的各方面的范例,在附图中:
- [0081] 图1以概要形式示出了检测ADL数据中的异常的方法;
- [0082] 图2图示了简单的二维数据集中的异常;
- [0083] 图3示出了递归标绘图的两个范例;
- [0084] 图4示出了活动密度图的图像;
- [0085] 图5示出了用于基于直方图的异常检测的参考日计算过程;
- [0086] 图6 (a) 至图6 (c) 示出了针对一个时隙 t 的归一化30分箱ADM概率分布直方图的生成过程;
- [0087] 图7 (a) 和图7 (b) 示出了递归标绘图的两个范例;
- [0088] 图8示出了图7 (b) 的递归标绘图,其中缺少了在识别的向上对角线中的递归点;
- [0089] 图9用于解释应用于一个缺失点的置换测试;
- [0090] 图10示出了基于简单计算的置换测试过程;
- [0091] 图11示出了特定行中没有递归点的活动密度标绘图,示出了不常见的活动密度;
- [0092] 图12示出了总体系统;并且

[0093] 图13示出了适合用于实施该方法的计算机。

具体实施方式

[0094] 一种ADL监测系统使用传感器的集合,每个传感器适于对活动做出响应并生成表示检测到的活动的水平或类型的传感器输出信号。形成了活动密度图。将活动的水平或类型与图中表示的活动的水平或类型的范围进行比较,所述图表征与活动密度图相同时间段内的活动的水平的参考展宽。然后使用概率分析来识别初始异常点。对于这些初始异常点,执行活动置换测试以找到活动密度图中的时隙,所述时隙能够被重新排序以移除初始异常点。通过这种方式,能够识别个体时隙的水平的异常,并且置换方法使得系统对由对象执行活动的顺序发生变化具有鲁棒性。

[0095] 图1示出了采用本发明的方法的整个算法过程的概要。细节将在下面进一步讨论。

[0096] 在步骤10中,生成活动密度图(ADM)。房屋内可能有多个传感器,算法设计者选择将针对异常模式进行监测的传感器的集合。活动密度图可以基于原始传感器数据或者基于经处理的传感器数据。这些传感器数据可以被准备为任何形式,并且因此更一般地包括值的数据集。例如,采取用户存在于其中的后续房间的时间顺序或检测到的移动时间作为输入信号。以日常模式的矩阵对所选择的传感器的信号(其被称为活动密度图)进行结构化,其中,每行指示一天,并且每列指示一天中的一个时隙。

[0097] 一个完整的活动密度图有多行,每行对应于特定的时间段,并且每个时间段被分成多个时隙。然而,下面还使用术语“活动密度图”来指示至少一个这种行。实际上,在下面描述的方法和系统中,将一行(即,单个时间段,例如一天)与参考图(其本身也是一行,以便逐元素地进行比较)进行比较。这一行被称为“活动密度图”。该术语应当被相应地理解。可以替代地比较多行,例如一周的参考图可以有七行。事实上,一行的概念仅仅是为了便于理解,并且活动密度图只是数据条目集合,但是它们是被排布的。

[0098] ADM中的值被称为“活动的水平”。将意识到,在该背景下,“活动”和“活动的水平”是通用术语,即,不一定反映身体活动,而是能够是任何形式的动作或事件。例如,一些活动具有离散值,而其他活动具有二元值。“活动”甚至可以简单地指代诸如温度水平的参数。活动的范例有阅读报纸,看电视,准备膳食,坐着,打盹,睡觉等。因此,特别地,活动的水平可能具有更高的抽象水平,例如正在进行的特定ADL(穿衣,吃早饭,个人护理,去洗手间等)。

[0099] 在步骤12中,根据完整的ADM或ADM的选定部分(例如,最后30行,其中可能排除了一些离群值)来生成参考日。这能够是标量系列,每个时隙具有一个值,例如通过对所有日子中该时隙处的值进行平均化。优选地,每个时隙使用向量值,表示可能值的(概率)分布。这种分布能够通过对在先前日子集合上的该时隙处的值建立直方图来确定。一起构建平均模式,即,分布的序列,其被称为参考日。更准确地说,通过对每个直方图进行归一化,参考日保留针对每个时隙的活动概率分布的序列。

[0100] 在步骤14中,将在测量日期间测量的信号与参考日进行比较。对于给定的测量日,获取活动模式并确定与参考日中的时隙相对应的概率。这是通过在所获得的归一化直方图内进行表查找来完成的。在针对当前日计算的活动值的直方图中列出的概率被视为当前日与参考日之间的对应性的量度。然后导出所谓的递归标绘图。在一个轴上(例如垂直地)列出测量日的时隙,并且在另一个轴上(例如水平地)列出参考日上的时隙,并且在对应的行

列条目处导出每个概率。这得到了一个值矩阵,被称为递归标绘图。

[0101] 为了解释起见,将概率值量化为二元值。当概率超过阈值时,将概率量化为1,否则将概率列为0。该阈值在下文中被称为递归阈值。对于正常的一天,递归标绘图的对角线应当列出全部是1。0指示对应时隙中的活动与参考值有显著偏离(匹配的概率小于阈值)。

[0102] 对这些点应用另外的算法,执行测试以确定该时间时的活动与另一时间时的活动的置换是否能够补偿找到的偏离。这可能是一个递归过程。如果已经找到了这样的置换,那么将时隙互换。如果没有找到置换,那么对角线上的0保持不变,并且时隙被认为是异常的。

[0103] 活动置换的测试涉及设置以初始异常为中心的时间窗口。然后在时间窗口内测试移除最初的异常的时隙交换。这等同于考虑活动或事件的局部不同的顺序是否会使检测到的行为更好地匹配参考日。然而,时隙交换可能会造成新的异常,在这种情况下,交换并未成功。因此可以通过递归地测试时间窗口内的时隙交换来找到针对该时间窗口的最小剩余数量的异常点来完成活动置换的测试。可以同样应用回溯例程。

[0104] 在步骤16中,识别不常见的密度值。第二个度量被定义为测量日的不常见密度值。在递归标绘图中,可能发生的是在递归标绘图中出现完全空的水平线(0线)。这种空的水平线指示密度值超出参考日的范围的单个时隙。不存在减少沿着对角线的异常数目的置换(对于该时隙)。

[0105] 在步骤18中,导出日密度方差。这是第三个度量。其包括测量日的平均活动密度,并且提供与参考日的平均活动密度相比偏离目标的程度的评估。

[0106] 在步骤20中,基于三个度量进行异常分析。这三个度量针对每个时隙提供特征向量。如在下文中将解释的,异常诊断基于特征向量分析。

[0107] 异常检测是指在数据中发现不符合预期行为的模式的问题。这是涉及多个研究领域和应用领域的重要问题,例如,针对信用卡、保险或健康护理欺诈检测、针对信息技术安全的入侵检测、安全关键系统的故障检测,以及对敌方活动的军事监视。

[0108] 异常是数据中的这样的模式:其与对应于正常行为的其余数据大不相同。异常也被称为离群值、新奇事件、噪声、偏离和例外。图2图示了简单的二维数据集中的异常。数据有两个正常区域: N_1 和 N_2 ,因为大多数观察结果都落入这两个区域中。距离这两个区域足够远的点(例如,点 o_1 和 o_2 ,以及在区域 o_3 中的点)是异常的。这些异常点可能由仪器误差、群体中的自然偏离、人为错误、欺诈行为、系统行为的变化或系统故障造成。

[0109] 检测到的异常的性质是异常检测中的重要方面。它们能够被分类为:点异常、背景异常和集体异常。

[0110] 点异常是研究中最常见的异常,也是简单的异常。如果个体数据被诊断为与其他数据实例不同,那么该个体数据就被称为点异常。对于背景异常,数据实例由背景属性和行为属性定义。前者指示针对该实例的邻域(背景),而后者捕捉其非背景特性。如果数据实例在特定背景中异常,但其行为属性可能正常,那么将称其为背景异常。背景异常在时间序列数据和空间数据中最为常见。在集体异常中可能有一些个体的数据实例本身并不是异常的,但是,如果相关数据实例的集合对于整个数据集是异常的,那么相关数据实例的集合被称为集体异常。

[0111] 异常检测总是与数据标记相关联,以指代数据正常或异常。通常,以两种方式报告异常:评分和标记。评分技术根据实例被认为是异常的程度为测试数据中的每个实例分

配一个异常评分。因此,这种技术的输出是异常的排序列表。分析者可能会选择分析前几位异常或使用截止阈值来选择异常。标记技术为每个测试实例提供二元值(正常或异常)。虽然它不能直接允许分析者做出如评分这样的选择,但是其能够通过每种技术中的参数选择而被间接控制。

[0112] 已经针对特定应用领域专门开发了各种各样的异常检测技术,而其中一些更为通用。它们通常分为基于分类的技术、基于最近邻的技术、基于聚类技术,以及统计技术。时间序列比较和统计技术被认为最适用于ADL数据。

[0113] 有几种方法可以比较两个时间序列。最简单的方法是在逐样本的基础上进行直接比较。定义序列距离,其通常是欧几里德距离。例如,如果 S_1 和 S_2 是具有相同长度 n 的两个时间序列,那么它们距离 d 如下:

$$[0114] \quad d(S_1, S_2) = \sqrt{\sum (S_1(i) - S_2(i))^2} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (\text{公式 1})$$

[0115] 距离表示序列 S_1 与 S_2 之间的不相似性。如果 S_1 表示正常序列(在本申请的背景中为参考日),那么 $d(S_1, S_2)$ 指示 S_2 的异常评分。通常情况下,时间系列将具有相似的形状,但是在局部持续时间上(略有)不同。在一个序列中,在一个点处的形状可能比在另一个点处的形状稍微拉伸一些,而在另一个点处的形状可能会被压缩。欧几里得距离将惩罚这种拉伸和压缩,引起不相似性评分升高。

[0116] 一种考虑这种局部拉伸效应的方法被称为动态时间规整(DTW),这在本领域中是众所周知的。DTW计算具有长度 I 的序列 S_1 与具有长度 J 的序列 S_2 之间的最优匹配并允许拉伸和收缩。

[0117] 首先,构造 $I \times J$ 矩阵,其中,(第 i ,第 j)对应于平方距离, $d(a_i, b_j) = (a_i - b_j)^2$ 。对使总累积距离最小的、通过矩阵的路径进行搜索:

$$[0118] \quad DTW(S_1, S_2) = \min \left\{ \sqrt{\sum_{k=1}^K w_k} \right\} \quad (\text{公式 2})$$

[0119] 在该公式中, w_k 代表矩阵元素 $(i, j)_k$,其也属于规整路径 W 的第 k 项的元素。能够使用动态编程通过评估以下公式来找到规整路径:

$$[0120] \quad \gamma(i, j) = d(q_i, c_j) + \min \{ \gamma(i-1, j-1), \gamma(i-1, j), \gamma(i, j-1) \} \quad (\text{公式 3})$$

[0121] 其中, $d(q_i, c_j)$ 是当前 $I \times J$ 矩阵中发现的距离,并且 $\gamma(i, j)$ 是 $d(q_i, c_j)$ 与来自三个邻近单元的最小累积距离的总和。

[0122] 如下面将要讨论的,在所描述的系统,参考日被计算为概率密度函数的序列。为了应用DTW,需要针对该数据类型的距离度量。一种方法是利用分布的平均值或一些其他中心值(中值、众数)来替换每个时隙,并获取如此构造的序列之间的(绝对)差异。另一种方法是使用针对测量日期间测量的活动的水平的概率值,其中,高概率必须被转换为低距离,例如通过取补(1-概率)。然而,序列比较法仍然不能解决置换问题。

[0123] 在统计技术中,异常是一种怀疑被隔开或完全不相关的观察结果,因为它不是由假设的随机模型生成的。普通数据实例出现在随机模型的高概率区域,而异常出现在随机模型的低概率区域。对于给定的数据集,使用统计模型来表示正常行为。对于测试数据评价,应用学习的统计模型。如果计算出的概率很低,那么将其确定为异常,否则将其认为是正常的。

[0124] 统计技术是本申请中描述的算法中的主要元素,并且现在将更详细地讨论该技术。

[0125] 有多种方法来创建统计模型。它们分为参数化技术和非参数化技术。参数化统计建模假设通常知晓潜在分布并且估计表征给定数据的分布的参数。参数化统计建模计算概率密度函数 $f(x, \theta)$, 其中, x 是观察值。测试实例(或观察值) x 的异常评分是概率密度函数 $f(x, \theta)$ 的倒数。相反,非参数化技术通常不会假设知晓潜在分布并且旨在根据给定数据来估计分布。

[0126] 参数统计建模的范例有:高斯模型、回归模型,以及基于参数化分布的模型的混合。

[0127] 在高斯模型中,假设数据分布遵循高斯分布,这是概率论中非常常见的连续概率分布。对于给定的数据集 $\{x^1, x^2 \dots x^n\}$, 每个 $x \in \mathbb{R}^n$, 估计平均值和方差。假设数据遵循高斯分布,因此估计的 μ (平均值)、 σ (标准偏差)被用来将数据分布表示如下:

$$[0128] \quad \varphi_{\mu, \sigma^2}(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (\text{公式 4})$$

[0129] 当有几个因素(如 $x_1, x_2, \dots, x_h$)需要考虑时,能够通过将每个因子的各自的(高斯)分布相乘来计算总体分布:

$$[0130] \quad \varphi_{\mu, \sigma^2}(x) = \prod_{j=1}^h \varphi_{\mu, \sigma^2}(x_j) \quad (\text{公式 5})$$

[0131] 相乘意味着这些因子(被假设为)是相互独立的。

[0132] 对于测试数据实例 x , ε 指示概率阈值,如果该值 $\varphi_{\mu, \sigma^2}(x) < \varepsilon$,那么其被认为是异常的数据实例,如果 $\varphi_{\mu, \sigma^2}(x) \geq \varepsilon$,那么其被认为是正常的数据实例。值 ε 的选择取决于特定的域,并且针对其有几种技术可用。

[0133] 已经对时间系列数据进行了广泛的回归建模研究。首先,将回归模型拟合到数据。然后,对于每个测试实例,将使用针对测试实例的残差来确定异常评分。已经提出统计测试以确定具有一定置信度的异常。

[0134] 在参数化分布建模的混合中,首先确定分布训练实例属于哪种模型,然后分别针对分布训练实例的参数分布对它们进行建模。不属于任何学习模型的测试实例表明为异常。

[0135] 在非参数化统计技术中,很少进行关于数据的假设,相反,通过给定的数据来确定概率分布。主要有两种方法,一种是基于直方图的方法,另一种是基于核函数的方法。

[0136] 基于直方图的异常检测是最简单的非参数化统计技术。直方图用于维护正常数据的简档。建立基于训练数据中的值的频率直方图。在第二步骤中,该技术核查测试实例是否落入直方图的分箱中的任何一个。如果是这样,那么测试实例是正常的,否则测试实例就是异常的。基于基本直方图的技术的变型是基于每个测试实例落入的分箱的频率来为每个测试实例分配异常评分。

[0137] 另一种非参数化统计建模是核函数异常检测。核函数估计是基本的数据平滑问题,其中,基于有限的数据样本进行关于群体的推断。

[0138] 假设 $\{x^1, x^2 \dots x^n\}$ 是从某个具有未知密度 f 的分布中抽取出来的独立且均等分布的样本。然后选择核函数以对样本进行拟合,然后核密度估计器是:

[0139]
$$f = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (\text{公式 6})$$

[0140] 其中, $K()$ 是内核, 其是非负函数, 其积分为一并且具有为零平均值; h 是被称为带宽的非负平滑参数。直观地说, h 应当在数据允许的情况下尽可能地小, 然而, 估计器的偏离与其方差之间总是存在折衷。

[0141] 还有基于分类的异常检测技术。分类用于从标记的数据实例(训练)集合中学习模型(分类器), 然后使用学习模型将测试实例分类到类别中的一个中。需要有一个先决条件: 能够区分正常类别与异常类别的分类器。异常能够是多个类别和一个类别。在多类别分类中, 能够将几个类别定义为正常。就测试实例而言, 通过学习分类器得知: 如果测试实例被禁止包含在任何类别中, 那么测试实例将被视为异常。在单类别分类中, 测试数据只能被分类为正常或异常。

[0142] 神经网络、贝叶斯网络、支持向量机(SVM)和基于规则的技术是基于分类的异常检测中的四种主要技术。在这些技术中, 神经网络和基于规则的方法能够应用于多类别设置和单类别设置中的异常检测; 贝叶斯网络已经被用于多类别设置中的异常检测; 支持向量机(SVM)已经被应用于单类别设置中的异常检测。

[0143] 也有基于聚类的异常检测技术。聚类用于将类似的数据实例分组到集群中。主要有三个类别: 第一, 如果正常的数据实例和异常属于不同的集群, 那么应用已知的基于聚类的算法对数据集进行聚类并将被排除的数据实例指示为异常。第二, 将测试数据聚类到不同的集群中。靠近集群质心的数据实例被认为是正常的, 而远离任何集群质心的数据实例都被认为是异常。该数据实例到最近的集群质心的距离是该数据实例的异常评分。第三, 正常数据实例被认为是出现在大型密集集群中的数据实例, 而出现在小型稀疏集群中的实例被标记为异常。

[0144] 也有基于最近邻居的异常检测技术。对于正常数据实例聚集在密集邻域中而异常离其最近邻居相当远的情况, 应用基于最近邻居的技术。有两种主要方法: 计算测试数据的与其第 k 位的最近邻居的距离作为评分, 并计算测试数据的相对密度(即, 给定距离内的邻居的数量)作为异常评分。

[0145] 如以上所提及的, 在系统的一个实施方式中使用递归标绘图。递归标绘图由 J.-P. ECKMAN 于 1987 年引入, 用于分析生理系统(J.P. Eckman、S. Oliffson Kamphorst 的“Recurrence Plots of Dynamical Systems”(Europhys.Lett., 4(91), 第 973-977 页, 1987 年)), 尤其是非线性和动态系统。被分析的数据 X 能够被表示为处于 d 维状态空间中。在那个状态空间中, 他们描述了一条轨道。递归标绘图被设计为通过它们的周期性性质来识别这样的轨道。对于 $i=1, \dots, N$, x 是 X 上的第 i 个点。递归标绘图是点的 $N \times N$ 矩阵, 其中, 每当 $x(j)$ 足够接近 $x(i)$ 时, 点被置于 (i, j) , 当存在周期性时, 线条会出现在标绘图中, 邻近沿着对角线的明显的线条。

[0146] 图 3 示出了递归标绘图的两个范例。

[0147] 有几种技术利用了上面解释的各种分析工具。然而, 它们都不能找到特定的异常时间戳或时隙, 并且它们对活动置换不敏感。由于人类活动从来没有固定的模式, 因此异常检测方法应当考虑当前活动序列中的潜在置换。而且, 我们应当确保找到的正常模式具有足够的代表性。

[0148] 因此,本发明的系统旨在找到精确的异常时隙,因此能够导出针对活动模式偏离的更明确的原因。人们可能会稍微改变他们的活动时间表,这不被认为是异常的。

[0149] 本发明的典型系统利用了被安装在房屋内的各种传感器,例如,打开/关闭传感器(用于门、窗户、橱柜门、冰箱、洗衣机等)、被动式红外(PIR)传感器,湿度/温度传感器。而且,用户携带的可穿戴传感器能够被包括在内来进行使用,或者被单独使用。一个范例是挂件式设备或腕戴式设备,例如在紧急情况下为用户提供即时支持,其持有诸如加速度计、陀螺仪、磁力计和气压传感器之类的传感器。而且,能够使用心率传感器、呼吸传感器、温度传感器、皮肤电导传感器、血压传感器、糖传感器以及其他生理传感器。

[0150] 这些传感器被安装在厨房、卧室、浴室以及一间房屋内的所有地方,以监测该房屋内的行为。例如,在房屋内的房间中的存在或房间中检测到的移动时间被视为输入信号。

[0151] 更详细地说,传感器范例是:

[0152] 厨房:冰箱上的打开/关闭传感器;刀具架/橱柜上的打开/关闭传感器;热水器/咖啡机上的功率传感器;PIR传感器,其被放置为使得其清晰看见烹饪场所;

[0153] 客厅:PIR传感器,其被放置为使得其能够检测对象(通常为我们)在客厅中的区;通常在使用的座椅/沙发上的压力垫;电视上的功率传感器;

[0154] 浴室/厕所:厕所里的压力垫;PIR传感器,其被放置为使得其能够检测浴室的尽可能多的范围;温度/湿度传感器,其被放置为不靠近潮湿区或通风区;

[0155] 卧室:床上的压力垫;PIR,其被放置为使得其至少覆盖床;

[0156] 前门:压力垫;进门/出门传感器

[0157] 以下分析基于根据如由被安装在房屋中几个区的PIR运动传感器检测到的移动时间而获得的活动日常生活数据。

[0158] 活动密度图(ADM)是查看活动密度的有效方法。在ADM中,传感器信号以日常模式的矩阵进行结构化。行指示日子,并且列指示一天中的时隙。特定坐标处的值表示该特定日子的特定时间处的密度值(即,累积传感器数据)。这能够针对所有日子来进行,即,行保持连续的日子,但是也可以针对选定的具有代表性的日子来进行。例如,如果星期五有清洁女工出现,那么星期五的信号能够被分开放置在单独的矩阵中。

[0159] 图4示出了活动密度图的图像,其中,收集了20天并将一天分成48个时隙(活动密度每半小时计算一次)。该特定范例示出了如由用户佩戴的加速度计所确定的活动的水平。活动的水平可以与上面概述的任何传感器信号有关,或者作为原始信号或者作为经处理的信号。例如,可以测量多个PIR传感器激发时间,这意味着活动密度然后反映出观察窗口中的移动的量。密度 N 然后能够被计算为在时间段期间所有运动传感器命中的数量 s 除以该时段的持续时间 t : $N = \frac{s}{t}$,其中,在该范例中, t =半小时。ADM(活动密度图)也可以保持活动的类型(睡觉、吃饭、洗澡、看电视等)。图4中的不同灰度级表示不同的密度水平。

[0160] 图5示出了用于基于直方图的异常检测的参考日计算过程。其原理是通过观察日子集合来维持正常数据的简档,并且平均模式取自这些先前日子。该模式被称为参考日。更准确地说,在参考日中,每个时隙的 b -分箱直方图被存储,其捕捉在该时隙处的活动的水平的概率密度分布。

[0161] 值 $D_{d,t}$ 被定义为当天 d 的时隙 t 处的活动密度,对于具有 N 天的ADM并且每天具有 T 个

时隙:

[0162] $D = \{D_{d,t} | d = (1, 2, 3, \dots, N) \& t = (1, 2, 3, \dots, T)\}$ 被定义为ADM密度集。

[0163] 在步骤50中,收集值D。

[0164] 基于D中的所有活动密度,在步骤52中创建b分箱等尺寸归一化直方图H(对于每个分箱,对来自数据集的落入每个箱中的值的数量进行计数,并计算百分比)。

[0165] 在ADM中,在步骤54中获得每个时隙的密度 $D_t = D(t \in (1, 2, 3, \dots, T_n))$,然后在步骤56中将每个时隙的密度 $D_t = D(t \in (1, 2, 3, \dots, T_n))$ 与直方图H的b个分箱进行比较(基于整个ADM密度的直方图)。对来自数据集的落入每个分箱的值的数量进行计数。

[0166] 通过归一化,在步骤58中获得时隙t的概率分布: $H_t = P(t) (t \in 1, 2, \dots, T)$ 。 H_t 指示在时隙t处的(参考)活动行为。

[0167] 该过程适用于所有T个时隙,并且在步骤60中将各自的 H_t 存储在参考日 $R = \{H_1, H_2, \dots, H_T\}$ 中。 R 是T联合概率分布直方图。

[0168] 图6示出了针对时隙t(该范例中的第一时隙)的归一化的30分箱ADM概率分布直方图的范例生成过程。不同的灰度水平意味着不同的密度。

[0169] 图6(a)示出了感测到的ADM。图6(b)示出了针对所有ADM密度的30分箱ADM概率分布直方图H。图6(c)示出了针对第一时隙密度的提取的感测到的ADM。通过对来自数据集的落入图6(b)的每个分箱中的值的数量进行计数,图6(c)的概率直方图被获得为 H_t 。

[0170] 为了允许对活动顺序进行置换,如上所解释地针对生理系统的递归标绘图的概念适用于活动密度图。该图本质上是值的矩阵。

[0171] 在这种情况下,不是将数据序列与自身进行比较,而是将测量的日子的密度数据M与参考日R进行比较。M是具有T个元素一维时间序列, $m(i) \in M$ 被定义为时隙i处的活动密度。 R 是具有T个元素的b维时间序列, H_t 是R中的第t个元素,其是b分箱概率直方图 $H_t = \{p_1, p_2, \dots, p_b\}$ 。在 $m(i)$ 与 H_t 比较时,与值 $m(i)$ 相对应的概率被存储在递归标绘图图中的元素(t,i)处。通过将概率值量化为二元结果,获得了简单版本的递归矩阵(标绘图):如果 $m(i)$ 的概率 H_t 高于阈值 γ , $p(H_t, (i)) \geq \gamma$,那么其被认为是递归标绘图图中的递归点 P_r ,即,值为1。否则它的值被量化为零(标绘图图中没有点)。

[0172] $P_r = \{(t, i) | (H_t, m(i)) \geq \gamma\}$ (公式7)

[0173] 在递归标绘图中,所有递归点 P_r 都被标记为1,其他被标记为0。这得到了0/1值的矩阵。

[0174] 图7(a)示出了递归标绘图,其中,x轴表示参考日时隙R,并且y轴表示测量日M,时隙。递归点被指定为像素点。对角线上的递归点被指定为较大的像素点。请注意,量化不是必需的。如果不应用量化,那么需要3D表示。

[0175] 对角线上的递归点意味着:针对该特定的时隙,观察到的实际活动密度具有超过阈值概率的参考日出现的概率。因此,取网格的一行,这些点指示其中能够设想到出现观察到的活动的水平的参考模式中的时隙。如果(基于例如图6(c)中的直方图)观察到的活动的水平不可能出现在参考模式的对应时隙处,那么这指示潜在的异常,因为实际的一天并不接近参考日。

[0176] 缺少较大的像素点指示潜在的异常。如图7(a)所示,若没有异常,则对角线上填满点。图7(b)示出了具有潜在异常的不完整的对角线。

[0177] 如果不应用量化,那么能够计算沿着对角线的值的总和作为范例度量以决定该日是否为异常。高的值指示正常,低的值指示异常。该计算类似于计算测试日与参考日之间的相关性。该测试对单个时隙处异常而其他所有都为正常的情况较不敏感。单个异常会被平均掉并且可能保持未被检测到。因此,更强的(第一)测试是测试沿着对角线的每一个时隙。这基本上可以恢复对缺失点进行量化和测试的效果。

[0178] 因此,递归标绘图描述了测量日与参考日之间的相关性。在对角线上,出现测量日的时隙与参考日的相同时隙之间的对应性,而离轴则出现测量时隙与在参考日期间的另一时隙的对应性。这种信息用于搜索置换。如在CHARLES L.WEBBER, JR.和JOSEPH P.ZBILUT的“Dynamical assessment of physiological systems and states using recurrence plot”(Journal of Applied Physiology 03/1994;76(2):965-73)中所描述的,相关性在递归标绘图中借助于以下条件而存在为定性特征:沿着对角线的孤立点,以及水平线和垂直线,以及白色空间带等。

[0179] 活动密度递归标绘图中最重要的定性特征是沿着向上对角线丢失的递归点 P_m 。在未量化的版本中,这些是沿着对角线具有低概率值的点。它们指示其中测量日偏离参考的时隙。另一方面,沿着向上对角线存在的递归点指示与正常参考行为相对应的时隙。因此,存在的点的数量是针对测量日的“正常度”的度量。

[0180] $P_m = \{ (t, i) \mid p(H_t, m(i)) \leq T \text{ and } t = i \}$ (公式8)

[0181] 图8示出了图7(b)的在向上对角线中具有缺失的递归点的递归标绘图。在所识别的矩形区中,在向上对角线上存在缺失的递归点。

[0182] 在算法的下一步骤中,关于沿着向上对角线的缺失点 P_m 是否确实是异常时隙或者是否能够用另一时隙对所述缺失点 P_m 进行置换来对所述缺失点 P_m 进行进一步评价。

[0183] 沿着向上对角线的缺失的递归点 P_m 表明与正常行为不相符。然而,虽然一些缺失点 P_m 是由真正不正常的活动引起的,但是其他缺失点实际上可能源于活动的置换。

[0184] 当这个置换在合理的时间段内发生时,这些缺失点不应当被计数为异常时隙。因此,使用针对置换的测试来过滤掉这些情况。

[0185] 测试两个序列是否彼此置换的简单方法是通过根据排序操作对序列进行归一化并逐元素比较得到的序列的相等性。在标量序列的情况下,排序能够是线性的。例如,数值能够从小到大排序或从大到小排序。

[0186] 在典型的情况下,活动密度图中的测量数据是标量的、单个活动的水平,但是参考图中的参考数据是表示概率分布(直方图)的向量。来自每个直方图所需的值取决于测量序列中的(所使用的)时隙的值。为了解决置换测试,使用了递归标绘图的基本概念。创建可能值的矩阵,并通过互换矩阵中的行(或列)来使沿着对角线的概率总和最大化。使概率总和最大化应当被理解为沿着对角线尽可能多地找到可接受的值。可接受意味着找到具有足够概率水平的对应时隙。如果这会增加可接受时隙的总数,那么概率总和可能会更小。根据该推理清楚的是,量化概率值简化了执行该最大化目标。

[0187] 能够设想到表示测量日和参考日的其他形式。也能够设想到其他最大化或测试标准。两者都可能引起其他形式的置换测试。

[0188] 置换测试可以使用递归过程或回溯过程,并且以下给出了这些过程中的每个过程的范例。

[0189] 置换测试每次被应用于一个缺失点 $p_m \in P_m$ 。选择以 p_m 为中心的窗口, 该窗口定义评价候选置换的时间跨度。窗口能够是一整天。然而, 优选地, 根据针对当天的那一部分的活动的类型来选择窗口。例如, 穿衣、早餐和个人护理发生在早上, 并且窗口可以在一天的早晨部分期间按顺序搜索置换。为了简化起见, 能够选择固定的窗口, 但是尺寸是受限的。

[0190] 测试例如以递归的方式运行。如图9所描绘的, 正方形窗口90以当前(缺失)时隙 p_m 为中心。窗户是正方形的, 具有奇数个元素, 因此窗口在两侧对称地延伸。一个典型的数字是11个时隙(上面5个并且下面5个)。在递归标绘图的边界处, 窗口被剪裁到该边界。另一种优选的选择是在其边界处循环重复递归标绘图, 使得窗口在边界处能够延伸到这些重复中。这能够通过让窗口包括递归标绘图的相反边界处的值来实施, 例如通过使用索引上的求模运算符。

[0191] 在选定的窗口90中, 行表示测量日的时隙, 并且列表示参考日的时隙。递归点指示测量日的时隙与参考日中的各自时隙之间的匹配。在置换测试中, 通过选择窗口的方式, 中心点将成为缺失点。沿着这个不匹配时隙的行 $t_m \in T_m$, 对其他时隙测试匹配。如果选择另一个递归点 $p_r = \{(t_r, t_m) | p(H_{t_r}, m(t_m)) \geq T\}$, 那么假设在测量日的 t_m 处执行的活动发生在参考日中的 t_r 处。基于该假设, t_m 与 t_r 能够交换。当然, 虽然交换可能会修复当前不匹配的时隙, 但是交换也可能导致(与其交换的)其他时隙变得不匹配。因此, 在该窗口中, 对于接下来的时隙进行连续的递归搜索, 并且需要测试所有的交换可能性。当发现完全匹配时, 能够停止进一步的测试, 并且当前 t_m 被标记为正常。

[0192] 搜索能够以递归的方式来实施。给定特定尺寸N的窗口, 选择这样的一行: 其在对角线上的点是缺失点, 并且对于该点存在候选交换。候选交换是将缺失点替换为匹配项的交换。针对所有候选交换对该行进行评价。对于每个候选, 交换两列, 并且在交换后将修复点的行和列从窗口中移除。由此产生的尺寸为N-1的窗口被提交给相同的例程, 因此是递归。该例程返回沿着对角线的可获得的最少数量的缺失点。对于每个候选, 这是通过(在子窗口上)递归调用例程而返回的数值。因此, 如果递归调用的例程中的一个返回零, 那么调用例程能够停止评价并返回零。请注意, 如果不存在选定的行(对角线上的缺失点并且没有候选交换), 即, 整个窗口为空, 那么例程返回窗口的尺寸。如以上所解释的, 如果对角线没有缺失点, 那么返回值0。

[0193] 将会更详细地解释这个过程的一些范例。如以上所提及的, 针对所有对角线不匹配的时隙 T_m 执行该测试。如果函数产生可获得的最小数值 N_0 , 那么在该算法中阈值将是零 $\text{Thr}_{N_0} = 0$, 这意味着完全匹配。如果 $N_0 = 0$, 那么计算停止, 这意味着 t_m 是正常的。如果值 $N_0 > 0$, 那么函数将返回到最后一层, 恢复上一个更大的矩阵, 并尝试其他递归标绘图, 直到尝试了所有可能的情况。最后, 如果尝试了所有可能的情况, 那么出现警报, 即, 所获得的最小数量 N_0 的不匹配项超过阈值 $\text{Thr}_{N_0} = 0$ 。

[0194] 为了解释起见, 针对活动的水平或活动的类型假设二元值。

[0195] 下面示出了一个初始 7×7 矩阵的第一范例。

[0196] 表1

[0197]

	A	B	C	D	E	F	G
--	---	---	---	---	---	---	---

1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	0	0	1	0	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1
4	1	0	0	0	0	1	0
5	1	1	1	1	1	1	1
6	1	0	0	1	1	0	1
7	1	1	0	0	1	1	1

[0198] 在该范例中,在6B和4D处的对角线上(从左下角到右上角)有两个零,给出了两个初始异常。

[0199] 该算法然后搜索使对角线上的零的数量最小的置换。

[0200] 从中心元素开始(行4,列D:4D),存在两个交换候选:4A和4F。

[0201] 下表示出了试图与4A进行的交换,使得列A与列D交换。

[0202] 表2

[0203]

	D	B	C	A	E	F	G
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	0	0	1	0	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	1	0	1	0
5	1	1	1	1	1	1	1
6	1	0	0	1	1	0	1
7	0	1	0	1	1	1	1

[0204] 在该交换之后,对角线上仍然有两个零。4D处的零已经被修复(现在被标记为4A),但7A处的零(现在被标记为7D)已经返回。

[0205] 对另一个候选4F进行尝试,交换原始表1的列D与列F:

[0206] 表3

[0207]

	A	B	C	F	E	D	G
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	0	0	1	0	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1
4	1	0	0	1	0	0	0
5	1	1	1	1	1	1	1
6	1	0	0	0	1	1	1
7	1	1	0	1	1	0	1

[0208] 现在在对角线上有一个零。先前在4D处的零已经被修复,并且没有其他零返回。

[0209] 因此,存在改进。

[0210] 再次调用相同的例程以查看基于已经交换了列D和列F的起点是否能获得进一步的改进。

[0211] 首先移除行4和列4(上面标记为4和F),因为不再需要考虑它们:

[0212] 表4

[0213]

	A	B	C	E	D	G
1	1	1	1	1	1	1
2	1	0	0	0	1	1
3	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
6	1	0	0	1	1	1
7	1	1	0	1	0	1

[0214] 然后这个矩阵作为针对上面的第一步骤的矩阵,但是矩阵的尺寸要小一号。因此,该矩阵被用作针对递归过程的第二循环的初始矩阵。

[0215] 如已经看到的,为了简单起见并且为了使列移动而被更容易地看到,不会改变行和列的名称以反映缩小到6×6矩阵。在算法中,将在实践中对列进行重新命名。

[0216] 在对角线上在6B处有一个零。

[0217] 该算法搜索使对角线上的零的数量最小化的置换。从元素6B开始(在该范例中为对角线上唯一的零)。行6有四个候选:6A、6E、6D、6G。例如,在递归过程中按字母顺序对选择进行排序,使得针对置换的第一次尝试使用6A。

[0218] 交换列A与列B:

[0219] 表5

[0220]

	B	A	C	E	D	G
1	1	1	1	1	1	1
2	0	1	0	0	1	1
3	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
6	0	1	0	1	1	1
7	1	1	0	1	0	1

[0221] 现在在对角线上没有零。先前在6B处的零已经被修复,并且没有其他零返回。

[0222] 在该范例中,已经实现了最低评分并且例程结束,向例程的调用者返回零。

[0223] 调用者然后接收来自递归调用子例程的零异常的通知。在该范例中,可以得出结论:对角线处的异常能够通过置换来修复。

[0224] 该算法然后进行到其他初始异常,直到所有初始异常都被测试,并且可以能够总评分。

[0225] 下面示出了初始7×7矩阵的第二范例:

[0226] 表6

[0227]

	A	B	C	D	E	F	G
1	1	0	1	1	1	1	1
2	1	0	0	0	0	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	0	0	1	1

[0228]

5	1	1	1	1	1	1	1
6	0	0	0	1	0	0	0
7	1	1	0	0	1	1	1

[0229] 在对角线上有两个初始异常。该算法搜索使对角线上的零的数量最小的置换。

[0230] 从中心元素4D开始。在行4有两个候选：4F和4G。

[0231] 尝试4F涉及交换列D与列F：

[0232] 表7

[0233]

	A	B	C	F	E	D	G
1	1	0	1	1	1	1	1
2	1	0	0	1	0	0	1
3	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	1	0	0	1
5	1	1	1	1	1	1	1
6	0	0	0	0	0	1	0
7	1	1	0	1	1	0	1

[0234] 对角线上仍然有两个零。

[0235] 原始位置4D处的零已经被修复(现在在4F处为1),然而,原始位置2F(现在的2D)处已经返回零。没有改进,因此尝试另一个候选。尝试4G涉及交换初始矩阵的列D与列G:

[0236] 表8

[0237]

	A	B	C	G	E	F	D
1	1	0	1	1	1	1	1
2	1	0	0	1	0	1	0
3	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	1	0	1	0
5	1	1	1	1	1	1	1
6	0	0	0	0	0	0	1
7	1	1	0	1	1	1	0

[0238] 现在在对角线上有一个零。原始位置4D(新表中的4G)处的零已经被修复,并且没

有其他零返回。有改进,因此递归地调用相同的例程以查明是否可以获得进一步的改进(对于该候选交换D与G)。

[0239] 在从先前的表中移除行4和列4(被标记为G)后创建子矩阵:

[0240] 表9

[0241]

	A	B	C	E	F	D
1	1	0	1	1	1	1
2	1	0	0	0	1	0
3	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
6	0	0	0	0	0	1
7	1	1	0	1	1	0

[0242] 这个矩阵被用作针对第一步骤的初始矩阵,但是矩阵的尺寸要小一号。

[0243] 在对角线上在6B处有一个零。该算法搜索使对角线上的零的数量最小的置换。从元素6B开始(在该范例中为对角线上唯一的零)在位置6D处有一个候选。因此,交换列B与列D:

[0244] 表10

[0245]

	A	B	C	E	F	D
1	1	1	1	1	1	0
2	1	0	0	0	1	0
3	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
6	0	1	0	0	0	0
7	1	0	0	1	1	1

[0246] 在对角线上仍然有一个零。先前位置6B(图中的6D)处的零已经被修复,但是在先前的1D(现在为1B)处返回零。

[0247] 没有其他候选。已经实现了最小评分并且例程结束,向其调用者返回1作为对角线上的最小数量的零。调用者因此从递归调用的子例程中接收到1个异常。

[0248] 在该范例中,可以得出结论:对角线处的异常能够通过置换来修复到仅剩余1。

[0249] 在(初始例程的)行4处有第三候选的情况下,将以类似的方式评价该候选。当得到的异常数量更少时,将返回该更少的数量。

[0250] 在这些范例中,存在嵌套水平的递归。当然,清楚的是可能发生进一步的递归。

[0251] 同样值得注意的是,在该范例中,在递归的每个水平,评价单个行,例如中心处的行或者最接近中心的行(在偶数行的情况下)。在第二范例中,例如,在表10中,能够对(如该表中标记的)1B处的异常进行置换测试。位置1A将成为候选,并在交换后将得到零异常。也可以允许这种类型的交换(即,这种类型的置换)。

[0252] 这将提供另一种设计来评价置换。请注意,能够使用不同的方式而不是使用递归来实施这种类型的测试。例如,搜索能够是回溯算法,其中,向每一列分配不同的行,所选择

的行不在(尚未选择的)行的集合中并且在当前列中具有1。

[0253] 例如,将参考5×5矩阵来解释回溯方法:

[0254] 表12

[0255]

	A	B	C	D	E
1	1	0	1	1	1
2	1	0	0	1	1
3	0	1	1	0	1
4	1	0	1	1	0
5	0	1	1	0	0

[0256] 第一步骤是:

[0257] 1、将行1分配给列A,使其成为最低行,使得1A处的单元最终位于对角线上的5A位置处

[0258] 2、将行3分配给列B

[0259] 3、将行4分配给列C

[0260] 4、将行2分配给列D

[0261] 5、不能分配行E(行5仍然存在,但是在列E中有一个零)。

[0262] 将1异常解存储在存储器中作为最小值。

[0263] 回溯到步骤4(并记住不能再将行2分配给列D)

[0264] 6、不能分配行D(行2和行5保留:2已经被尝试,5在列D中具有零)

[0265] 回溯到步骤3(并记住不能再将行4分配给列C)

[0266] 7、将行5分配给列C

[0267] 8、将行4分配给列D

[0268] 9、将行2分配给列E

[0269] 在这种情况下,能够分配所有列,使得存在完全映射具有零异常的参考的置换。

[0270] 所有这些方法都涉及执行对活动置换的测试以找到活动密度图的可以互换以尽可能多地移除初始异常点的时隙,并且涉及将剩余的异常点识别为第一异常指示。

[0271] 而且,这些方法都涉及设置以初始异常为中心的时间窗口,并且涉及对消除初始异常的、时间窗口内的时隙的交换进行测试。还确定时隙交换是否会创建新的异常,以查看候选交换是否值得继续。

[0272] 有许多不同的置换方法来实现测试的总体目标,以查看时隙变化是否使活动密度图符合参考图。

[0273] 在实际的软件实施方式中,增添了一些额外的步骤来加速计算。例如,通过测试空的垂直线和水平线,能够迅速得出结论:不可能匹配。

[0274] 图10示出了使用简单计算的置换测试过程。其应用于数据窗口,例如上表所示的数据窗口。

[0275] 在步骤110中,进行图中是否存在空(即,满零)水平线或垂直线的第一核查。

[0276] 空的水平线意味着活动密度图中时隙处的活动(活动的水平或类型)并不匹配参考图中的任何时隙,因此没有交换能够解决问题。

[0277] 空的垂直线意味着在由数据窗口覆盖的整个时间段内识别不出参考图中的时隙处的活动(活动的水平或类型)。同样,对于置换例程,没有必要尝试在对角线上填充零的候选时隙,因为对应的交换将在另一个对角线项处创建零。

[0278] 这适用于我们将条目量化为0和1的情况。在使用实际概率的方案中,零是低概率,并且交换可能仍然产生更有利的置换。这取决于评价标准。

[0279] 例如,标准可能不仅需要尽可能多的沿着对角线的点,而且还可能还需要概率的特定的最小总和,使得额外的缺失点可能在最后提供更好的总和——即,更可能的总体匹配。在这种类型的细化中,不应使用空行和空列来简化评价,至少不是以所描述的方式。

[0280] 如果有空行,那么在步骤111对其他缺失的对角线点进行测试。如果没有其他缺失的对角线点,那么该过程在步骤112中结束,并且空的时隙被识别为异常。因此,更快速地得出结论:最初的异常事实上是要报告的。

[0281] 如果还有其他缺失的对角线点,那么在步骤113中减小窗口尺寸,直到只有一个缺失的对角线点。例程然后返回到如上所述的更完整的过程,其从下面描述的步骤114处开始。

[0282] 如果在步骤110中没有识别出的缺失的线,那么如以上所提及地要遵循更完整的过程,在步骤114中(例如随机地)选择递归点以用于置换测试。

[0283] 在步骤115中,以如以上所解释的方式进行了成功的交换,并且取出行和列以生成更小的矩阵。

[0284] 如图所示地递归地执行步骤114和115,使得对于所有候选交换,在步骤116中返回最小数量的剩余异常。

[0285] 该方法涉及评价沿着原始递归标绘图的对角线的所有丢失点。

[0286] 当沿着递归标绘图的对角线移动窗口时,可以使用置换来修复(通常在窗口的中心的)缺失点。以上解读的置换实现了这个目的,但是由于窗口尺寸,忽略了对对角线的进一步评价。然而,能够将此并入。例如,例程还可以返回它在修复丢失点时使用了哪个置换,并且沿着对角线继续,考虑了该置换。

[0287] 然后,进一步的细化是:保持过去的列固定(以防它们进入下一个置换窗口);从上到下评价对角线;使用覆盖全天的窗口;选择窗口,使得窗口包含否则会有交叠的窗口的所有缺失点;等等。

[0288] 以上描述涉及一些特定范例并且基于二元表示。可以使用其他表示和标准。根据以上描述,该原理是清楚的,并且能够由本领域技术人员进行推广。上面使用二元值解释了该方法以便于解释。

[0289] 为了进一步改进异常诊断,能够考虑其他因素。由于活动异常的特性,只考虑单个时隙的对应性可能是不够的。例如,如果人们在一整天保持相当低的活动密度,那么很可能在其他时隙处出现低的活动,并且递归标绘图上的置换禁止检测这些异常,因为这些低密度可能出现在每一个时隙处,这会造成递归标绘图中没有丢失的对角线点。

[0290] 出于该原因,置换窗口被设置为最大尺寸。在该范例中,一天中的平均活动密度可能与正常日中的平均活动密度相比太低。因此,能够并入额外的测试来评价当天的平均活动密度。该额外的度量能够被包括在对递归标绘图的评价中,使得能够一起实现更准确的检测。

[0291] 对于极高或极低的活动密度(其在参考日的所有时隙中可能具有相当低的概率),这些活动密度能够被识别为不常见的活动密度。

[0292] $T_u = \{i \mid p(H_t, m(i)) < T \text{ and } t \in (1, 2, \dots, 48)\}$ (公式9)

[0293] 不常见的活动密度是一种过度情况,并且会在递归标绘图中表现为空行。例如,在图12中,第10行没有递归点,并且结果是,测量日的第10个时隙被标记为不常见的活动密度。对于此特征,能够使用二元输出,如果它是不常见的活动密度,那么输出为1;否则输出为0。

[0294] 能够作为补充而考虑的另一范例度量是日密度方差 V_d 。通常,我们认为人的活动量应当在合理的范围 $[\mu - \sigma, \mu + \sigma]$ 内变化。合理的范围是根据整个ADM生成的。首先,计算每天的平均活动密度。如果ADM有N天:

[0295] $d_n = \sum_{i=1}^{T_n} D_n(i) / T_n \quad (n \in N)$ (公式 10)

[0296] 其中, T_n 是时隙的数量, $n \in N$ 是天数, $D_n(i)$ 是第n天中的时隙i处的活动密度, d_n 是第n天的平均密度值。第一步之后,我们获得平均日密度集合 $D_m = \{d_1, d_2, \dots, d_N\}$ 。据此导出针对日密度的平均值 μ ,并且导出其标准偏差:

[0297] $\mu = \sum_{j=1}^N d_j / N$ (公式 11)

[0298] $\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (d_j - \mu)^2}$ (公式 12)

[0299] 最后,在对一天M进行测试时,其全天平均值为:

[0300] $\bar{M} = \sum_{i=1}^{T_n} m(i) / T_n \quad (n \in N)$ (公式 13)

[0301] 其中, $m(i)$ 是活动密度时隙i, T_n 是时隙的数量。将 $\bar{M}$ 与 $[\mu - \sigma, \mu + \sigma]$ 比较,并且D是它到合理范围的距离:

[0302] $V_d = (\bar{M} - \mu) / \sigma$ (公式 14)

[0303] 如果 $V_d \leq 2$,那么M从日密度方差的角度来看被认为是正常的;如果 $V_d > 2$,那么M被认为是异常日密度方差。

[0304] 上面的描述示出了存在三个特征的计算 $f = \{f_1, f_2, f_3\}$,其中,递归标绘图的方法最为全面,每个时隙有具有三个特征的特征向量,它们分别为:置换测试评分、不常见的活动密度以及日密度方差。所有三个特征值都以二元值0/1的形式输出。如果该特征被认为针对该时隙为异常,那么输出为1,否则输出为0。例如,如果时隙的特征是 $\{1, 1, 0\}$,那么这意味着该时隙在置换测试中是异常的,具有不常见的活动密度,但是该日的平均密度方差是正常的。

[0305] 在异常分析中,将这三个特征组合起来,以产生是否发出警报的总体决策。对于每个时隙,分配四个异常水平中的一个:正常、中等正常、中等异常、异常。这三个特征在该分类中同等地起作用。异常水平被计算为特征集上的总和:0、1、2和3。如果 $f = \{0, 0, 0\}$,所有特征都指示正常,那么异常水平为0,时隙被认为是正常的;如果在f中,特征中的一个指示异常,例如 $f = \{0, 1, 0\}$,那么异常水平为1并且时隙被认为是中等正常的;如果在f中,特征中的两个指示异常,那么异常水平为2并且时隙被认为是中等异常的;如果在f中,所有特征都指示异常,那么异常水平为3并且时隙被认为是异常的。

[0306] 这只是结合度量的一种方式。事实上,本发明的基本概念涉及第一度量。能够组合不同的方法来进一步改进异常检测。对于向量特征,决策可以基于多数投票、逻辑回归、贝叶斯分类器等。

[0307] 有几个参数可能会影响算法的结果,对下面的参数感兴趣:

[0308] (1) N_b ——构成参考日直方图的分箱数

[0309] (2) N_d ——在计算参考日中使用的天数

[0310] (3) N_t ——表示一天的时隙数

[0311] (4) S ——置换窗口的尺寸

[0312] (1) 在构建直方图时,分箱的尺寸非常重要。如果分箱很小,那么每个分箱被填充有一些训练数据,这意味着与遇到该分箱的估计概率的高变化性。因此,检测准确度将会是低的,或者在忽略该变化性时,可能会导致高的误报率。如果分箱很大,那么分辨率也会很低,这意味着检测准确度低,尤其是在边界处缺失异常,即,导致高的假阴性率。为了研究 N_b ,其他参数的值需要被固定。已经发现:25至35的范围是最优的直方图分箱数,其在剩余的评价中被使用。

[0313] (2) 参考中的天数 N_d 需要给出足够的收集时间来获得对参考日的活动分布的准确估计。只要数据能够被认为是稳定的,那么更长的收集时间将改进估计。另一方面,不必要的长的收集时间将增加计算成本。而且,在实际应用中,长的时间也意味着在系统准备好(稳定)使用之前会有更长的持续时间。这也适用于收敛时间。已经发现:在15至25的范围内的收集日的数量是最优的。

[0314] (3) 发现对ADM中的活动的最优区分的时隙数量在30至60之间。

[0315] (4) 对于窗口尺寸 S ,在置换测试中,选择具有奇数个元素的正方形窗口。所选择的窗口尺寸决定了置换可能发生的时间跨度。由于活动被存储在半个小时的时隙中,从而指示窗口尺寸为 S ,因此置换的跨度时间是 $\frac{S}{2} * 0.5$ 小时。发现5至15个时隙的窗口尺寸是有效的。

[0316] 该系统和方法适用于安装在家中的用于非干扰性监测老年人行为的ADL传感器。该系统由护理人员监测,并且该系统将异常检测结果发送给护理人员,护理人员将决定他们是否将提供帮助。

[0317] 该系统被实施为检测老年人的日常活动中的异常的算法。该算法的特定方面在于其考虑了活动中可能的置换。通过异常检测的分析提供了用于检测居民的特定异常时隙的自动化方法。这样的检测将在监测过程中帮助监护人员,通过向他们发出警报,使得他们能够发现究竟是什么问题。

[0318] 该方法不仅能够检测到相继的异常,而且还能够检测到相当单一的异常时隙。垂直轴表示10个异常日,并且水平轴表示每天48个时隙。小点示出检测到的异常,并且大圆指示哪些是真实的。

[0319] 与现有方法相比,提供了找出特定异常时隙同时忽略适当时间窗口中的活动置换的影响的可行方法。

[0320] 能够根据需要来选择置换窗口尺寸。所选择的ADM能够是固定的基线时段或滑动基线。

[0321] 从客观频率直方图中学习用户的行为模式,而不是基于查询或个人访谈的静态配置。而且,基于直方图的统计技术为正常模式构建提供了无监督且合理的解决方案。使用整个住房ADM的方法提供了居民的个性化模式,并且发现对实际建筑平面图的小的依赖性。

[0322] 以上分析结果仅涉及根据PIR数据创建的ADM。PIR运动传感器不能识别特定的人。因此,该系统对于执行活动的人员(例如,居民或访客)而言将含有一定程度的模糊性,并且识别公寓中的人的数量也是一项挑战。

[0323] 该系统能够被扩展到多传感器数据分析以用于获取更详细的活动分类。例如,宠物的问题将来能够通过宠物项圈上的特殊RFID标签来解决。

[0324] 由于测试集中的异常日子主要包括具有偏离的活动的日子,例如在夜间的日子,因此仅凭方差测试将有效检测那些异常日子是很直观的。

[0325] 可以用概率矩阵来代替上面使用的递归标绘图。测量日不仅能够与参考日进行比较,而且还能够与其自身进行比较。测量-测量递归标绘图也包含有用的信息。

[0326] 图12示出了该系统。该系统包括被定位在家的周围的上述类型的传感器的集合130。传感器信号被提供给中央单元132和输出设备136,中央单元132具有用于实施上述算法的控制器134。输出设备136例如包括无线发射器,用于使得护理人员能够例如通过互联网远程访问数据。中央单元也可以具有屏幕来实现在本地呈现数据。

[0327] 图13图示了用于实施上述控制器的计算机140的范例。

[0328] 计算机140包括但不限于:PC、工作站、膝上型计算机、PDA、掌上设备、服务器、存储设备等。通常,就硬件架构而言,计算机140可以包括经由本地接口(未示出)通信性地耦合的一个或多个处理器141、存储器142以及一个或多个I/O设备143。本地接口能够例如但不限于是如本领域中已知的一个或多个总线或其他有线或无线连接。本地接口可以具有额外的元件(例如,控制器、缓冲器(缓存)、驱动器、中继器以及接收器)以实现通信。另外,本地接口可以包括地址、控制和/或数据连接以实现上述部件之间的适当通信。

[0329] 处理器141是用于运行能够被存储在存储器142中的软件的硬件设备。处理器141实质上能够是任何定制的或商业可用的处理器、中央处理单元(CPU)、数字信号处理器(DSP)或与计算机140相关联的若干处理器中的辅助处理器,并且处理器141可以是基于半导体的微处理器(以微芯片的形式)或微处理器。

[0330] 存储器142能够包括以下中的任一个或其组合:易失性存储器元件(例如,随机存取存储器(RAM)、例如,动态随机存取存储器(DRAM)、静态随机存取存储器(SRAM)等)和非易失性存储器元件(例如,ROM、可擦除可编程只读存储器(EPROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、可编程只读存储器(PROM)、磁带、光盘只读存储器(CD-ROM)、磁盘、软盘、盒式磁带等)。此外,存储器142可以并入电子、磁性、光学和/或其他类型的存储媒介。请注意,存储器142能够具有分布式架构,其中,各种部件被定位为彼此远离,但是能够由处理器141访问。

[0331] 存储器142中的软件可以包括一个或多个单独的程序,这些程序中的每个程序都包括用于实施逻辑功能的可执行指令的有序列表。根据示范性实施例,存储器142中的软件包括合适的操作系统(O/S) 144、编译器145、源代码146以及一个或多个应用147。

[0332] 应用147包括众多功能部件,例如,计算单元、逻辑单元、功能单元、过程、操作、虚拟实体和/或模块。

[0333] 操作系统144控制计算机程序的运行并提供调度,输入输出控制,文件和数据管理,存储器管理以及通信控制和相关服务。

[0334] 应用147可以是源程序、可执行程序(目标代码)、脚本或包括要执行的指令集的任何其他实体。当为源程序时,通常经由编译器(例如,编译器145)、汇编器、解读器等来转译程序,编译器、汇编器、解读器等可以被包括或不被包括在存储器142内,以便与操作系统144适当地结合操作。此外,应用147能够被编写为面向对象的编程语言(其具有数据和方法的类)或过程编程语言(其具有例程、子例程和/或功能,例如但不限于C、C++、C#、Pascal、BASIC、API调用、HTML、XHTML、XML、ASP脚本、JavaScript、FORTRAN、COBOL、Perl、Java、ADA、.NET等)。

[0335] I/O设备143可以包括输入设备,例如但不限于,鼠标、键盘、扫描仪、麦克风、相机等。此外,I/O设备147还可以包括输出设备,例如但不限于,打印机、显示器等。最后,I/O设备143还可以包括与输入和输出两者通信的设备,例如但不限于,NIC或调制器/解调器(用于访问远程设备、其他文件、设备、系统或网络)、射频(RF)收发器或其他收发器、电话接口、网桥、路由器等。I/O设备143还包括用于通过各种网络(例如,互联网或内联网)进行通信的部件。

[0336] 当计算机140处于操作中时,处理器141被配置为运行被存储在存储器142内的软件,将数据传送到存储器142和从存储器142传送数据,并且通常根据软件来控制计算机140的操作。应用147和操作系统144全部或部分地由处理器141读取,可能被缓冲在处理器141内,并且然后被运行。

[0337] 当应用147被实施在软件中时,应当注意,应用147实质上能够被存储在任何计算机可读介质上以供任何计算机相关的系统或方法使用或与其结合使用。在本文的背景中,计算机可读介质可以是电子,磁性,光学或其他物理设备或器件,其能够包含或存储供计算机相关的系统或方法使用或结合计算机相关的系统或方法使用的计算机程序。

[0338] 本领域技术人员通过研究附图、公开内容以及权利要求,在实践请求保护的发明时能够理解并实现对所公开的实施例的其他变型。在权利要求中,“包括”一词不排除其他元件或步骤,并且词语“一”或“一个”不排除多个。尽管某些措施被记载在互不相同的从属权利要求中,但是这并不指示不能有利地使用这些措施的组合。权利要求中的任何附图标记都不应被解释为对范围的限制。

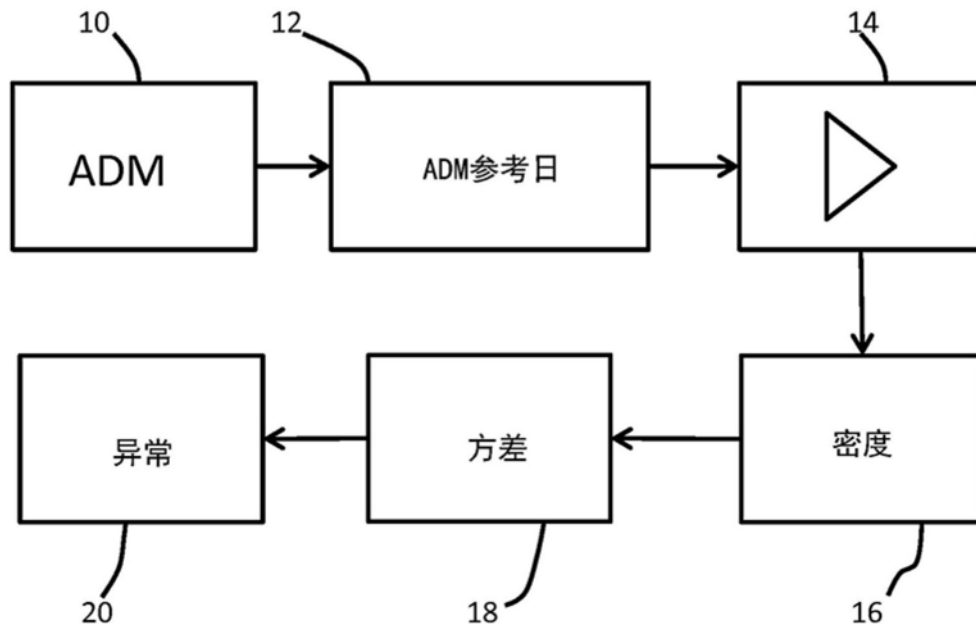


图1

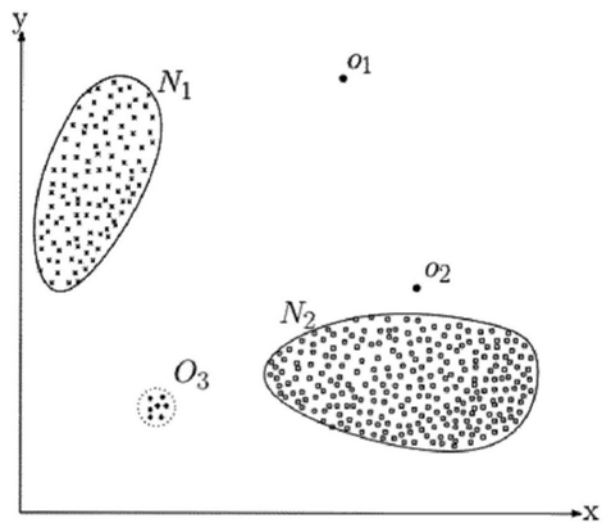


图2

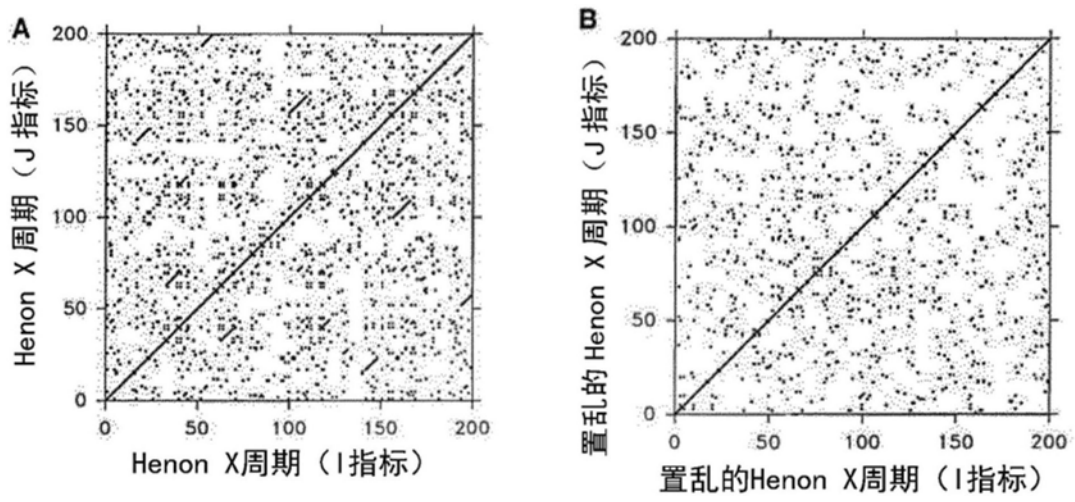


图3

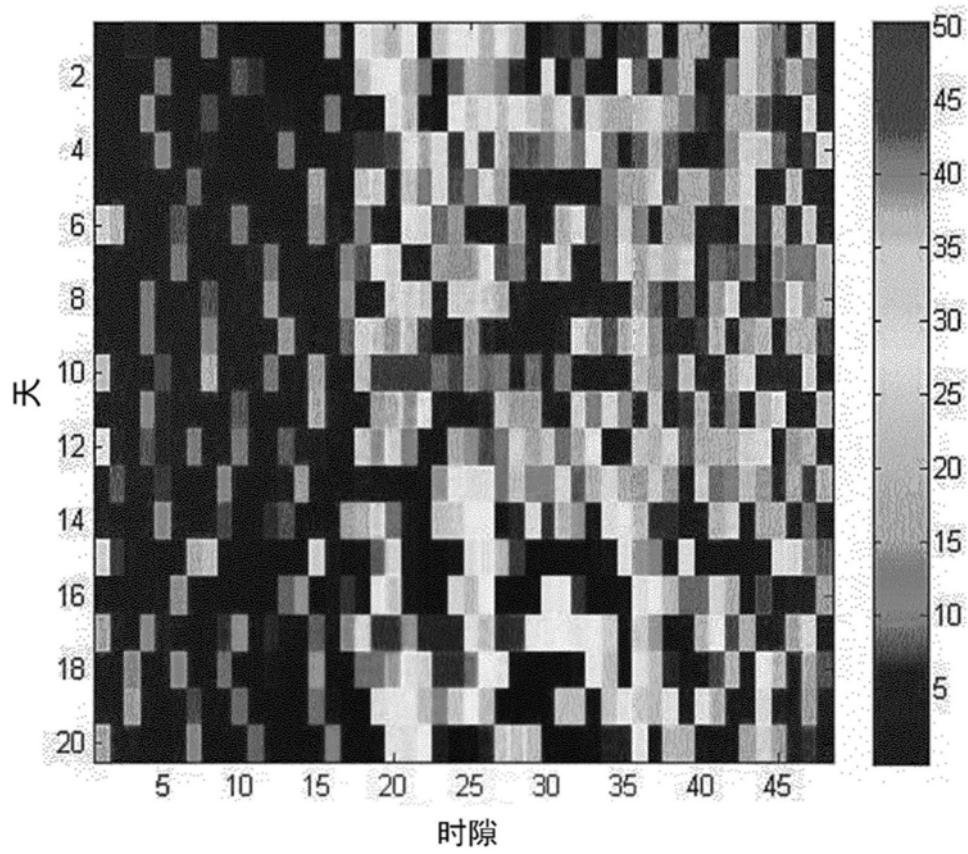


图4

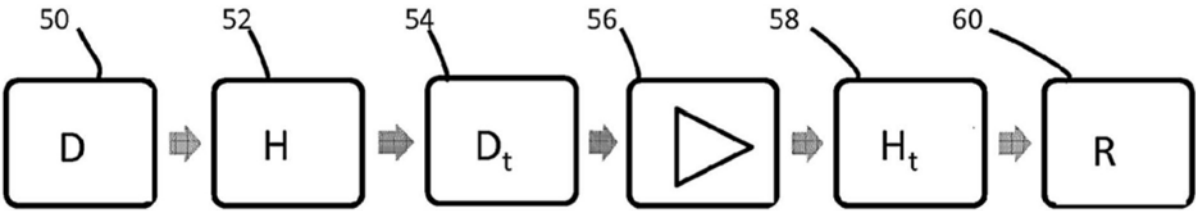


图5

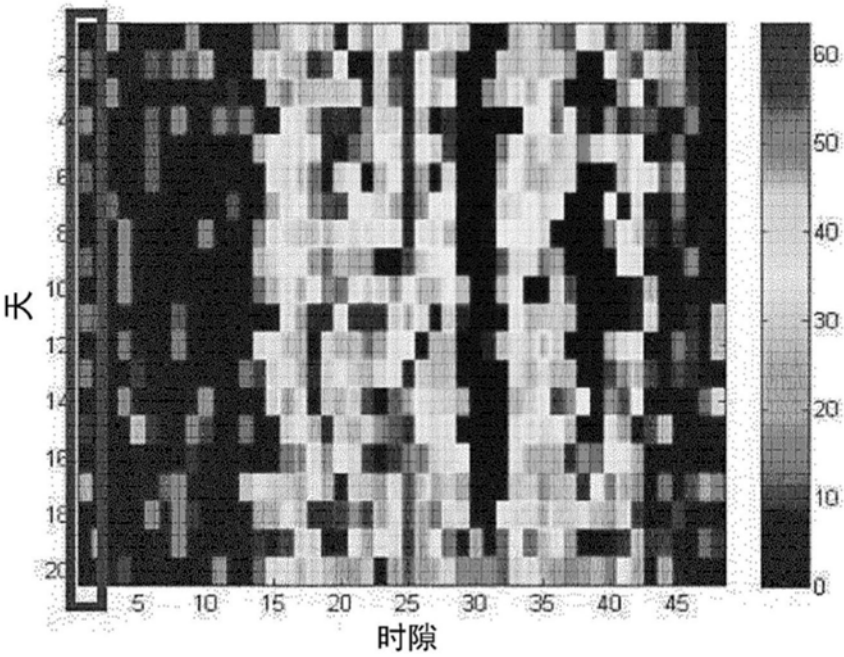


图6 (a)

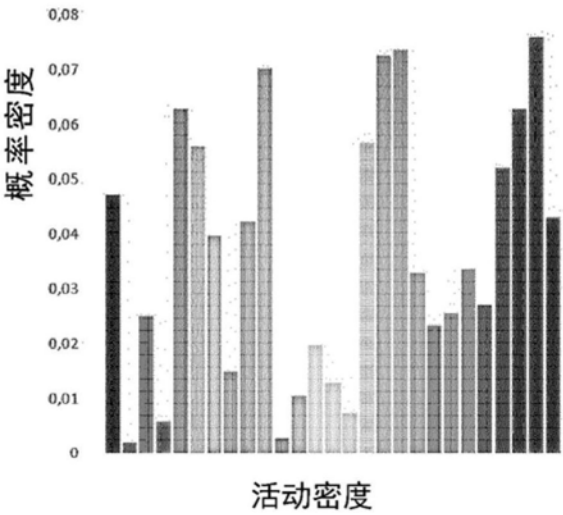


图6 (b)

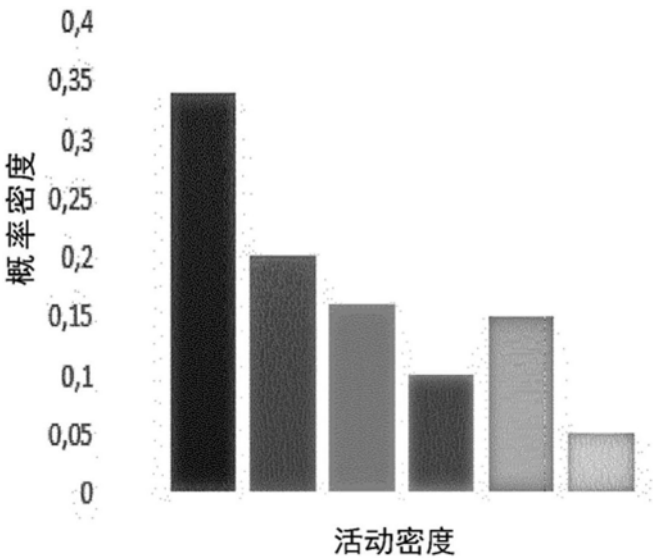


图6 (c)

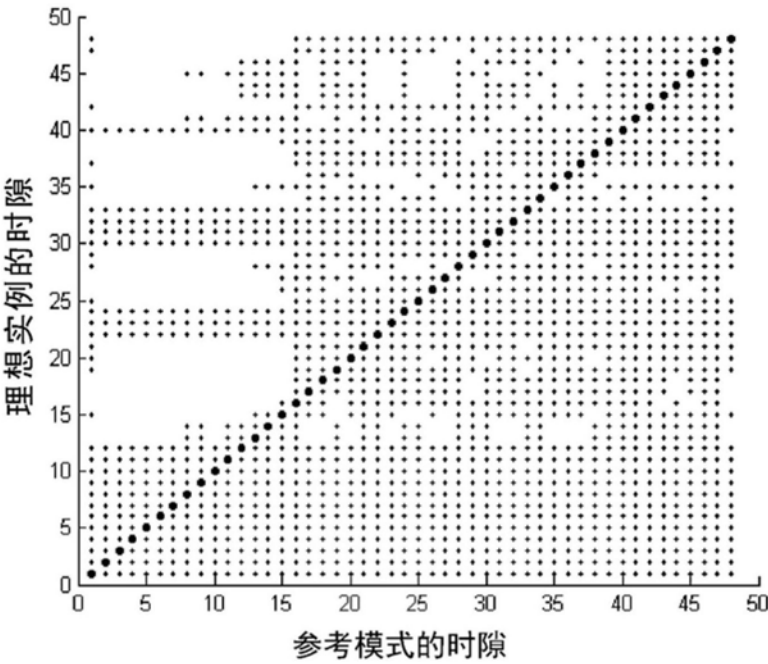


图7 (a)

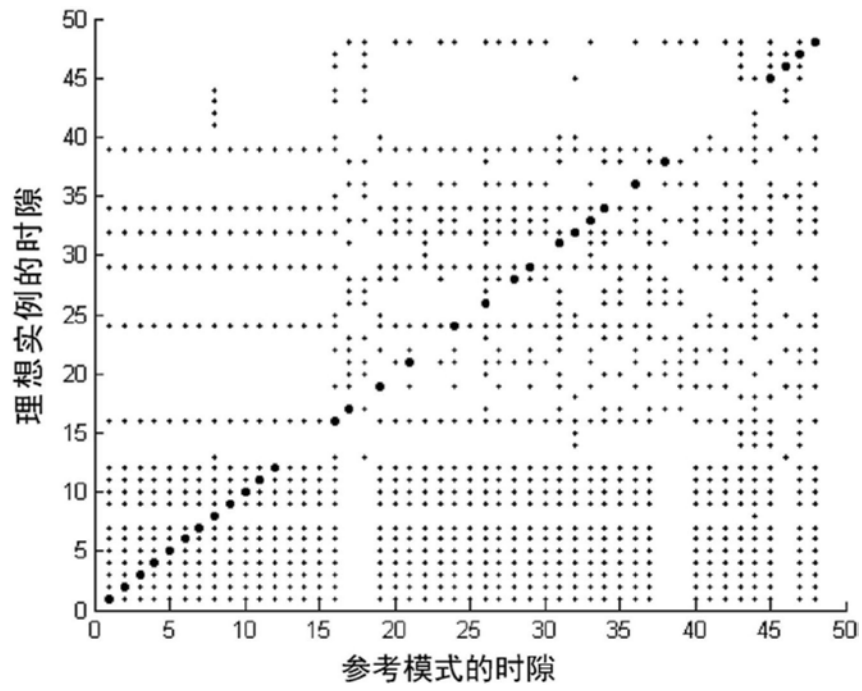


图7 (b)

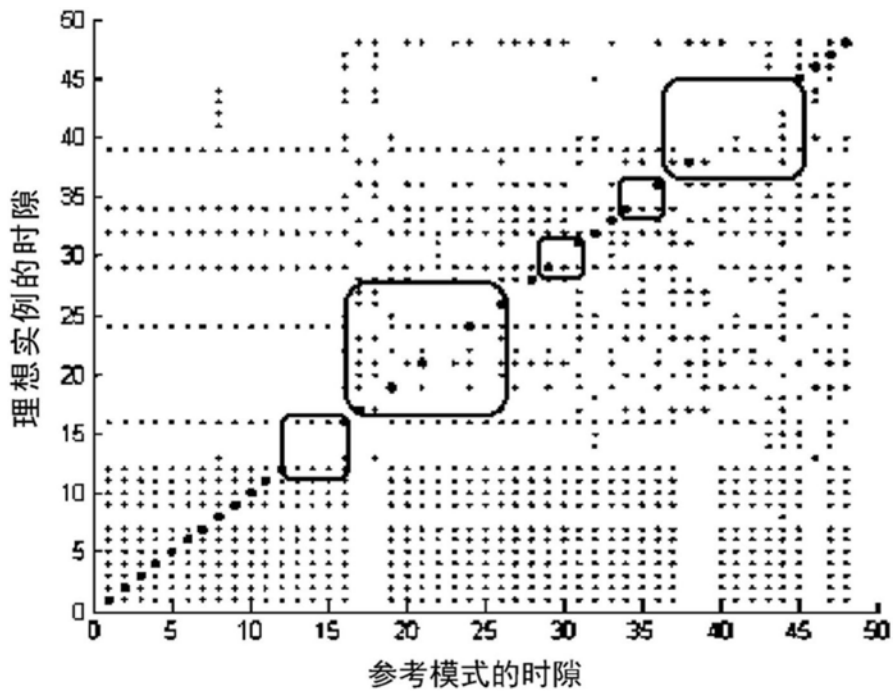


图8

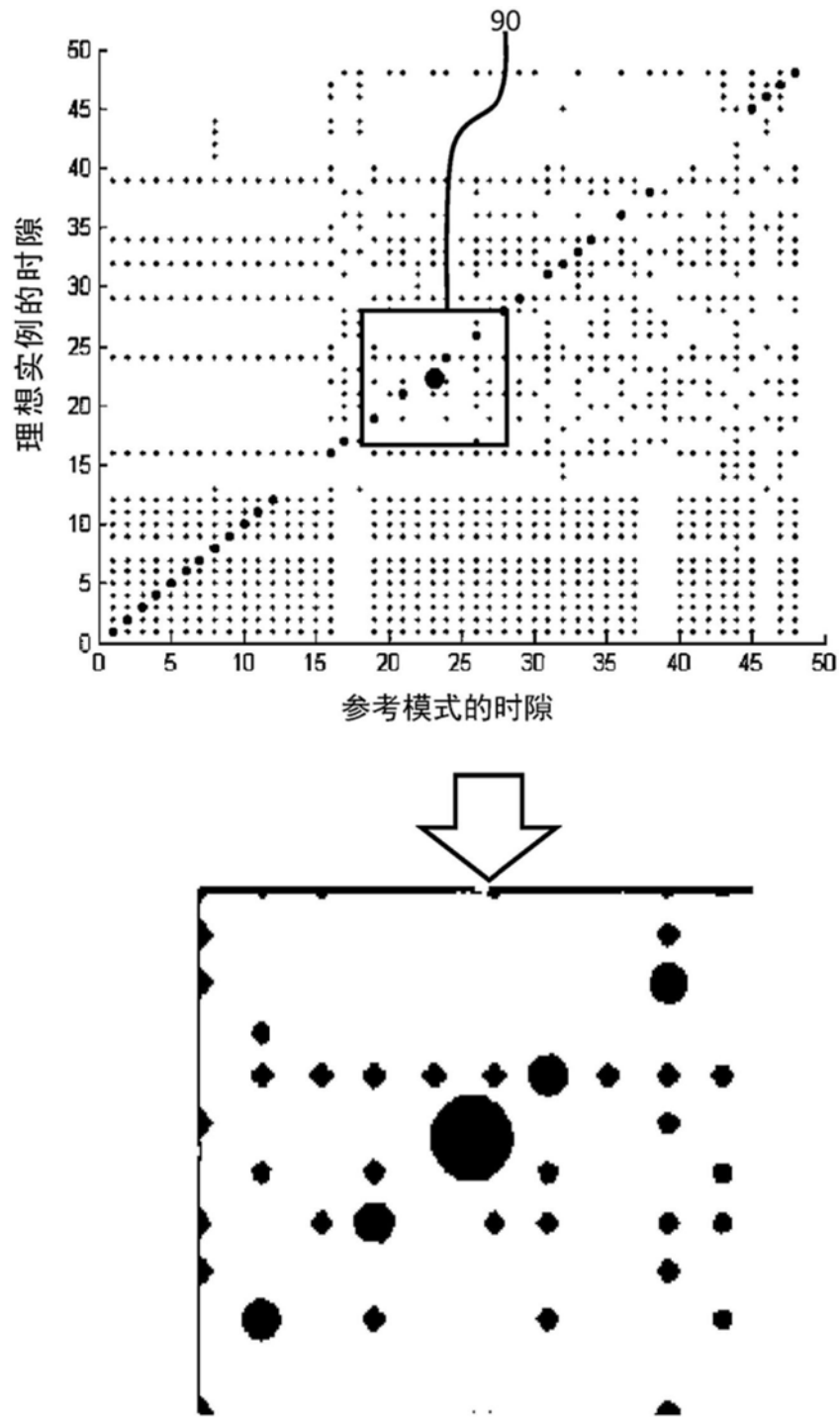


图9

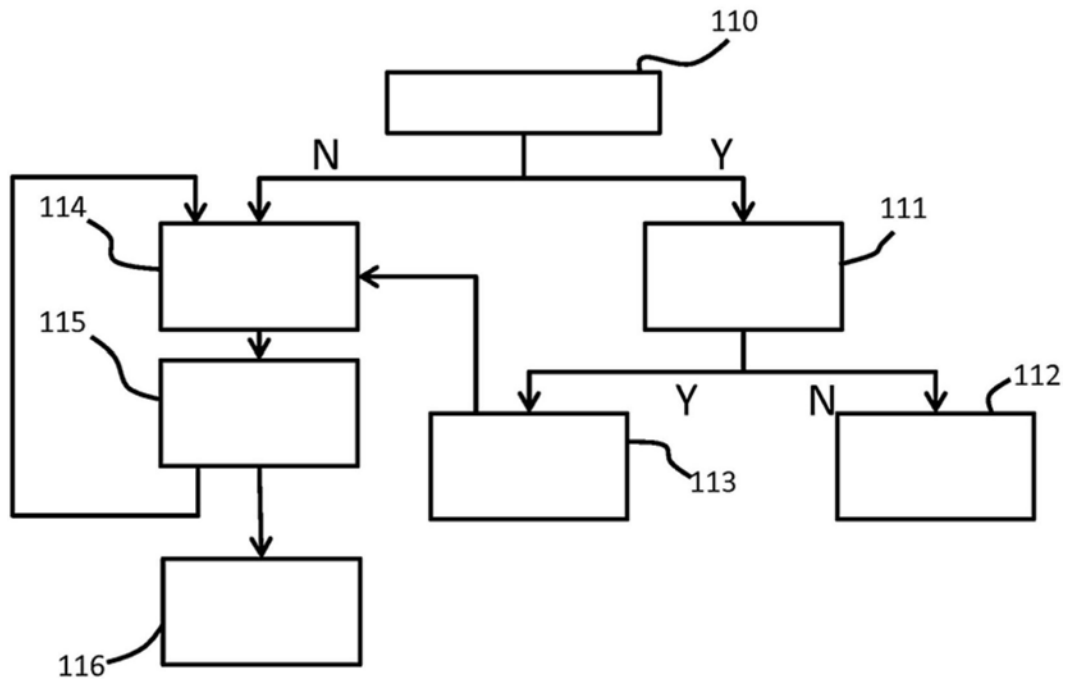


图10

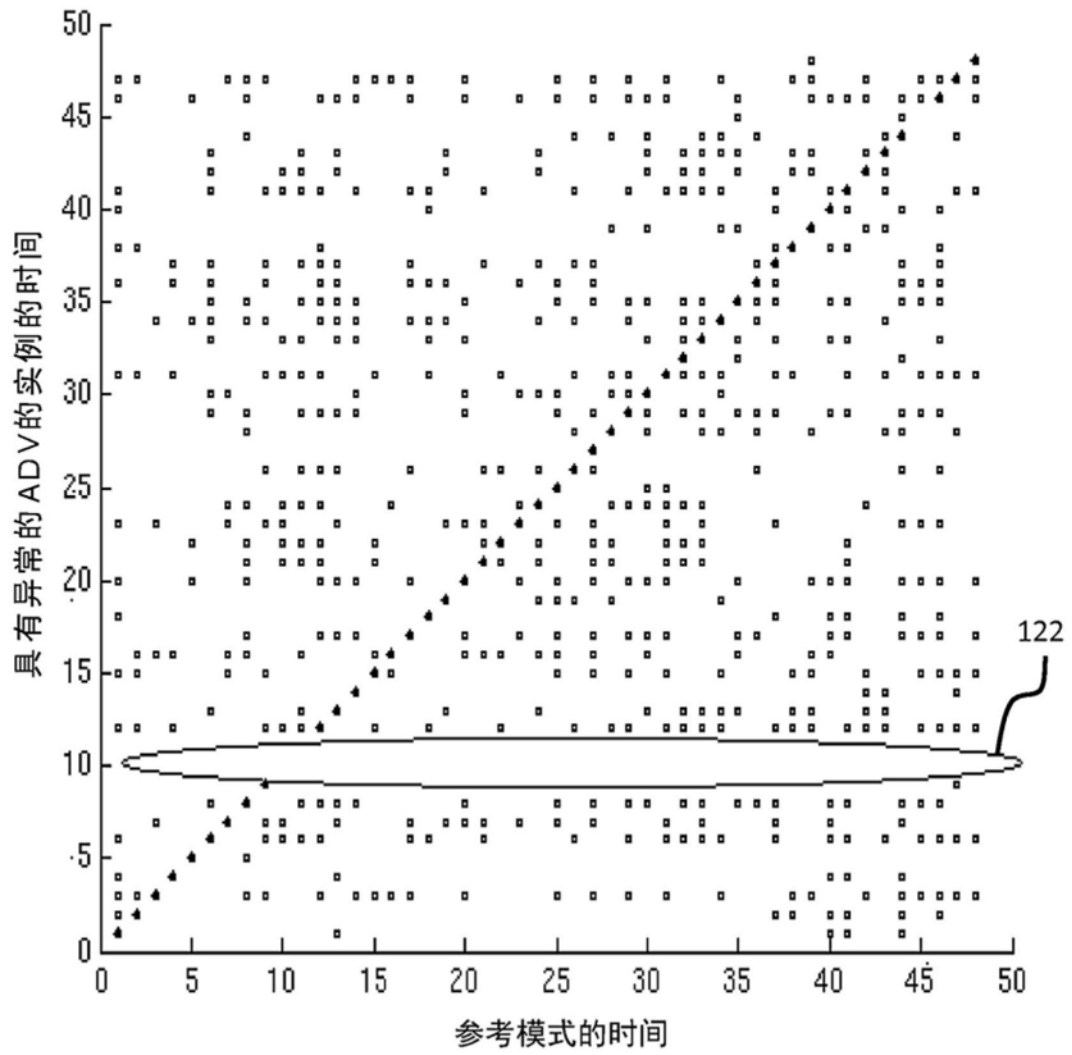


图11

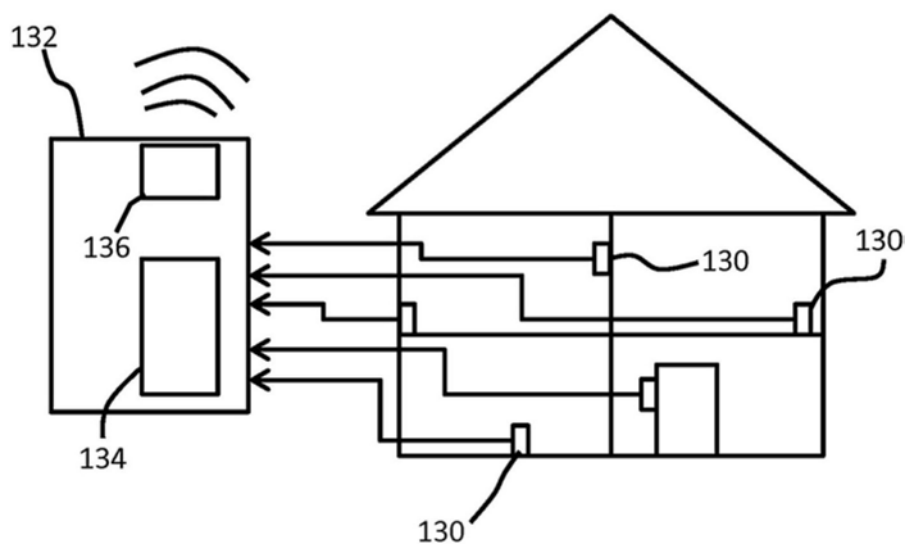


图12

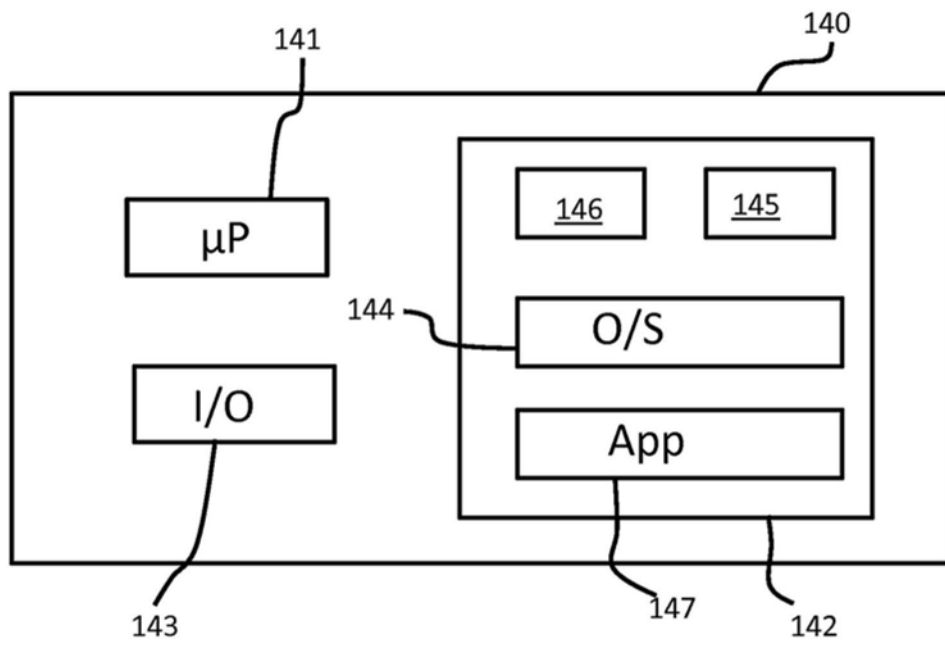


图13

专利名称(译)	监测人的日常生活活动		
公开(公告)号	CN108348160A	公开(公告)日	2018-07-31
申请号	CN201680062756.6	申请日	2016-10-18
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
[标]发明人	WRT坦卡特 冯菁涵		
发明人	W·R·T·坦卡特 冯菁涵		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/11 G08B21/04		
CPC分类号	A61B5/1113 A61B5/1118 A61B5/4088 A61B5/746 A61B2505/07 G08B21/0423 A61B5/0075 A61B5/0077 A61B5/02055 A61B5/021 A61B5/024 A61B5/0531 A61B5/0836 A61B5/14532 A61B5/6801 A61B5/6892 A61B5/7203 A61B8/08 A61B2562/0204 A61B2562/0219 A61B2562/0247 A61B2562/029		
代理人(译)	王英		
优先权	2015191841 2015-10-28 EP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种ADL监测系统使用传感器的集合，每个传感器适于对活动做出响应并生成表示检测到的活动的水平或类型的传感器输出信号。形成活动密度图。将活动的水平或类型与图中表示的活动的水平或类型的范围进行比较，所述图表征与所述活动密度图的时间段相同的时间段内的活动的水平的参考展宽。然后使用概率分析来识别初始异常点。对于这些初始异常点，执行对活动置换的测试以找到所述活动密度图中的能够被重新排序以移除所述初始异常点的时隙。通过这种方式，能够识别个体时隙的水平的异常，并且置换方法使得所述系统对由对象执行活动的顺序发生变化具有鲁棒性。

