



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105813562 B

(45)授权公告日 2019.05.14

(21)申请号 201480067774.4

(72)发明人 A·海恩里奇 H·C·范武格特

(22)申请日 2014.12.04

V·珍妮

(65)同一申请的已公布的文献号

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

申请公布号 CN 105813562 A

代理人 郑立柱

(43)申请公布日 2016.07.27

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

A61B 5/11(2006.01)

13197190.5 2013.12.13 EP

A61B 5/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(56)对比文件

2016.06.12

CN 102113034 A, 2011.06.29, 全文.

(86)PCT国际申请的申请数据

WO 2012131589 A2, 2012.10.04, 全文.

PCT/EP2014/076476 2014.12.04

CN 103118589 A, 2013.05.22, 全文.

(87)PCT国际申请的公布数据

US 2013182107 A1, 2013.07.18, 全文.

W02015/086414 EN 2015.06.18

US 2007136102 A1, 2007.06.14, 全文.

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司

审查员 赵秋芬

地址 荷兰艾恩德霍芬市

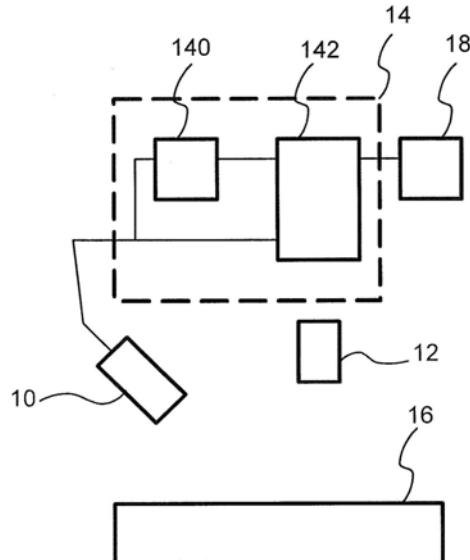
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54)发明名称

睡眠监测系统和方法

(57)摘要

睡眠监测系统使用运动矢量估算器来将运动矢量确定为相机图像中的位置的函数。具有耦合到运动矢量估算器的输入的信号处理系统通过将来自图像内的相应位置的运动矢量进行求和，来计算翻转运动的量度。姿势改变基于翻转运动的量度来检测。翻转运动的量度可以从与图像中的身体区域的长轴垂直的运动矢量的分量之和来计算，身体区域基于来自相机的图像集中的图像内容改变来确定。为了避免因弹腿或类似运动产生的错误翻转检测，检测到的翻转运动可以减小到零（如果其在身体区域的足够大的部分中未检测到）。



1. 一种用于监测床(16)上的人的监测系统,所述系统包括:
 - 相机(10),用于获得所述床上的人的图像;
 - 运动矢量估算器(140),具有耦合到所述相机(10)的输入,被构造为将运动矢量确定为所述图像中的位置的函数;
 - 信号处理系统(14),具有耦合到所述运动矢量估算器(140)的输入;其特征在于所述信号处理系统(14)被构造为
 - 确定与身体区域(210)关联的图像位置,并且从确定的所述图像位置来确定所述身体区域(210)的长轴(220)的方向;
 - 计算翻转运动的量度,所述计算包括对来自图像内的相应位置的所述运动矢量的与所述长轴(220)垂直的分量进行求和;
 - 基于翻转运动的所述量度来检测姿势改变。
2. 根据权利要求1所述的监测系统,其中所述信号处理系统(14)被构造为
 - 基于来自所述相机(10)的、在包括捕获所述图像的时间点或与所述时间点邻近的时间窗口期间捕获的图像集中的图像内容改变,来确定与所述身体区域(210)关联的所述图像位置。
3. 根据权利要求1所述的监测系统,其中所述信号处理系统(14)被构造为
 - 检测时间间隔,其中翻转运动的所述量度指示小于运动的预定量;
 - 向检测到的所述时间间隔中的连续时间间隔分配不同的姿势状态,每个姿势状态基于所述时间间隔周围的其他时间间隔中的翻转运动的所述量度的符号,和/或基于所述时间间隔在检测到的所述时间间隔发生的时间间隔序列中的位置。
4. 根据权利要求3所述的监测系统,其中所述姿势状态包括趴着姿势状态、仰卧姿势状态和侧卧姿势状态,并且其中所述信号处理系统(14)被构造为使用所述时间间隔之间的翻转动作的所述量度的累积大小和/或所述时间间隔之间的持续时间,以在使用所述趴着姿势状态与所述仰卧姿势状态之间的直接转变和从所述趴着姿势状态或所述仰卧姿势状态到所述侧卧姿势状态的转变之间进行选择。
5. 根据权利要求4所述的监测系统,其中所述信号处理系统(14)被构造为使用所述时间间隔之间的翻转运动的所述量度的符号,以在使用到左侧卧姿势状态和右侧卧姿势状态的转变之间进行选择。
6. 根据权利要求3所述的监测系统,其中所述信号处理系统(14)被构造为基于来自所述相机(10)的图像执行脸部检测和/或呼吸检测,并且基于脸部检测和/或呼吸检测的结果来设置分配的姿势状态的一部分。
7. 根据权利要求3所述的监测系统,其中所述信号处理系统(14)被构造为当预定姿势状态已经被分配时和/或当相同的姿势状态保持分配多于预定时间间隔时,生成告警信号。
8. 根据权利要求7所述的监测系统,其中所述信号处理系统(14)被构造为基于来自所述相机(10)的图像执行呼吸检测,并且在未检测到具有预定范围内的参数的呼吸和/或在已经分配预定姿势状态的情况下已经检测到所检测到的呼吸参数的改变的条件下,生成所述告警信号。
9. 根据权利要求1所述的监测系统,其中所述信号处理系统(14)被构造为检测所述身体区域(210)或其一部分中的所述图像位置的至少预定部分中的运动矢量是否超过阈值大

小,并且如果未超过,则减小翻转运动的所述量度。

10. 根据权利要求1所述的监测系统,其中所述信号处理系统(14)被构造为检测所述身体区域(210)中的所述图像位置的至少第一预定部分中的运动矢量是否超过阈值大小,以及沿着所述长轴(220)的所述身体区域(210)的第一端部中的所述图像位置的至少第二预定部分中的运动矢量是否超过所述阈值大小,并且如果不是两者都超过,则减小翻转运动的所述量度。

11. 根据权利要求1所述的监测系统,其中所述信号处理系统(14)被构造为通过累积作为时间函数的来自相应位置的运动矢量之和,并且对累积和进行低通滤波,来确定翻转运动的所述量度。

12. 根据权利要求2所述的监测系统,其中所述信号处理系统(14)被构造为在来自所述相机(10)的图像中根据所述长轴(220)的方向选择兴趣区域以用于脸部检测和或心搏检测。

13. 一种监测床(16)上的人的计算机实现的方法,所述方法包括:

- 获得所述床(16)上的所述人的图像;
 - 将运动矢量确定为所述图像中的位置的函数;
- 其特征在于所述方法还包括:
- 确定与身体区域(210)关联的图像位置;
 - 从所述图像位置来确定所述身体区域(210)的长轴(220)的方向;
 - 计算翻转运动的量度,所述计算包括对来自图像内的相应位置的所述运动矢量的与所述长轴(220)垂直的分量进行求和;
 - 基于翻转运动的所述量度来检测姿势改变。

14. 根据权利要求13所述的方法,包括:

- 基于来自相机(10)的、在包括捕获所述图像的时间点或与所述时间点邻近的时间窗口期间捕获的图像集中的图像内容改变,来确定与身体区域(210)关联的图像位置;
- 确定所述身体区域(210)的长轴(220)的方向;
- 从所述运动矢量的与所述长轴(220)垂直的分量之和,来确定翻转运动的所述量度。

15. 一种计算机可读介质,具有存储在其上的计算机程序,所述计算机程序用于可编程计算机的指令,当由所述可编程计算机执行时,所述计算机程序将使所述可编程计算机执行权利要求13或14的方法。

睡眠监测系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于监测睡觉的人(诸如婴儿)的监测系统。本发明涉及自动监测方法。

背景技术

[0002] US20070156060公开了基于实时视频的自动移动睡眠监测系统。处理器从视频图像推断出关于对象的睡眠状态的实时信息,从而区分睡眠状态。对于成年人,如深度睡眠、慢节律呼吸、异常移动、阻塞性呼吸暂停和中枢性呼吸暂停的睡眠状态可以用作可区分睡眠状态。US20070156060公开了监测系统还可以应用于婴儿监测器。对于未成年人,如睡眠、醒着、站立、仰卧、俯卧、移动、偶尔翻身、哭泣、扑打和呕吐的状态可以用作可区分状态。系统可以对于成年人或未成年人生成不同的睡眠报告。但是,通常描述检测操作,而未解决婴儿监测所特有的问题。

[0003] 已知使用图像数据关联来确定对象的状态。US20070156060使用图像内容改变之间的关联来确定睡眠状态。帧比较器将一秒获得的一对图像之间的像素值彼此比较。当在一对时间点处获得的图像中的对应位置处的图像梯度之间的差超过阈值时,检测到运动。这导致针对该对时间点检测到运动的图像位置的映射。处理器计算针对不同时间点对的映射之间的关联。关联用于检测是否存在暂时重复图案。检测结果用作睡眠状态的指示。

[0004] 即使这种技术可以提供一些信息,但仍然有提高睡眠状态的确定的稳健性和可靠性的问题。具体地对于婴儿,检测到的运动经常不与翻转关联:婴儿经常用他们的手臂和腿做出大的移动。而且,婴儿在睡眠期间的四处移动远多于成年人,成年人基本上保持与床的长度对准。

[0005] US20130215248公开了监测床上的患者的移动的护理系统,其包括控制单元和图像捕获单元,图像捕获单元设置在如下位置,从该位置可以捕获包括床的顶表面侧的图像。控制单元获得由图像捕获单元捕获的图像数据;指定所获得的图像数据中的患者的图像中的特征点;以及计算用于确定患者的预定移动的特征点的预定指数的值;设置预定条件以基于所获得的图像数据中的床的区域来确定预定移动;基于所计算的值和设置的预定条件来确定预定移动;以及在预定移动已经被确定为已经执行的条件下,输出指示患者已经执行预定移动的信息。

发明内容

[0006] 除了别的之外,目的是提供用于监测在床上睡觉时的人(诸如婴儿)的监测方法和系统,其中对睡眠状态的更可靠的规定是可能的。

[0007] 提供了根据权利要求1的监测系统。本文中,运动矢量用于获得翻转运动的量度。例如从MPEG视频编码本身已知运动矢量估算。通过使用针对图像中的不同块检测到的运动矢量之和,可以实现翻转运动的更可靠的量度。运动矢量之和还可以用于检测因呼吸产生的移动,从其可以确定与睡眠姿势关联的状态。预定状态的检测和/或在长于预定时间量持

续同一检测到的状态可以用于向用户生成告警信号。

[0008] 在实施方式中,沿垂直于图像中的身体区域的长轴的方向的运动矢量的分量之和用于计算翻转运动的量度。这便于与非翻转运动进行区分。在其他实施方式中,身体区域基于来自相机的图像集中的图像内容改变来确定,该图像集在时间窗口期间捕获,时间窗口包括捕获所述图像的时间点或与所述时间点邻近。已经发现,在特别是婴儿的情况下,身体区域的长轴可能明显偏离床的纵向方向。通过基于图像改变数据来适配长轴,可以使翻转运动的测量更可靠。检测到的身体区域可以用于在来自相机的图像中根据长轴方向选择兴趣区域,以用于呼吸检测、脸部检测或心搏检测。

[0009] 在实施方式中,信号处理系统被构造为检测静止时间间隔,其中翻转运动的量度指示小于预定运动量;向检测到的时间间隔中的连续时间间隔分配不同的姿势状态,每个姿势状态基于时间间隔周围的其他时间间隔中的翻转运动的量度的符号,和/或基于该时间间隔在检测到的时间间隔发生的时间间隔序列中的位置。

[0010] 由此,例如,不同的姿势状态可以被分配静止时间间隔,这根据翻转运动的周围时间间隔中的运动的符号是否指示静止时间间隔分别是翻转运动的累积量度的局部极大值和极小值。如果在前的静止时间间隔被分配给“仰卧状态”等,则“趴着”姿势状态可以被分配给静止时间间隔。含有局部极大值/极小值的单独静止时间间隔可以被检测为通过翻转运动的间隔与其他静止时间间隔分开的时间间隔,其中可选地至少在预定时间量期间发生多于阈值量的测量的翻转运动。

[0011] 在实施方式中,姿势状态包括趴着姿势状态、仰卧姿势状态和侧卧姿势状态。在该实施方式中,静止时间间隔之间的翻转运动的量度的累积大小和/或静止时间间隔之间的翻转运动的检测的持续时间可以用于在分配不同的姿势状态之间进行选择。在实施方式中,静止时间间隔之间的翻转运动的量度的符号用于在使用到左侧卧姿势状态和右侧卧姿势状态的转变之间进行选择。

[0012] 在实施方式中,信号处理系统被构造为基于来自相机的图像执行脸部检测和/或呼吸检测,并且基于脸部检测和/或呼吸检测的结果来设置所分配的姿势状态的一部分。这样,可以消除对应于在静止时间间隔的序列中仰卧姿势状态和趴着姿势状态的交换的歧义。在另选实施方式中,歧义可以通过使用指定静止时间间隔中的状态的用户输入来消除。

[0013] 在实施方式中,当已经分配了如“趴着”的预定姿势状态时,信号处理系统生成告警信号,例如其受到的条件是,该状态已经持续长于预定时间量。这可以用于警示未成年人猝死综合症的风险。可选地,当检测到改变具有测量的呼吸参数并且预定姿势状态持续时,信号处理系统被构造为生成告警信号。类似地,当针对第二预定时间间隔保持分配相同的姿势状态时,可以生成告警以警示扁头综合症的风险。第二时间间隔的持续时间可以比用于警示未成年人猝死的风险的时间间隔的持续时间长。在其他实施方式中,状态统计可以被收集并报告以用于在睡眠评估中使用。

[0014] 在实施方式中,翻转运动的量度的确定包括检测身体区域或其一部分中的图像位置的至少预定部分中的运动矢量是否超过阈值大小,并且如果未超过,则减小翻转运动的量度。身体区域的足够部分中的运动的缺乏指示运动可能因弹腿而不是翻转而产生。由此,可以禁用与翻转无关的运动检测。如果身体区域的足够部分未示出运动,则翻转运动的量度可以减小至例如零。在其他实施方式中,当未在相应区域中检测到足够的运动时,减小翻

转运动的量度。由此,可以包括未示出婴儿的腿部的区域中的测试。

[0015] 在实施方式中,通过累计作为时间函数的来自相应位置的运动矢量之和,可选地在其中在足够大的区域中未检测到运动的时间点内用零或另一个减小的值代替该和之后,并且对累积和进行低通滤波,来确定翻转运动的量度。已经发现这产生可靠的翻转检测结果。

[0016] 使用计算机程序产品(诸如有形介质,如磁或光盘或半导体存储器)上的计算机程序,可以实现方法。

附图说明

[0017] 这些和其他目的以及有利方面将从参照以下附图对示例性实施方式的描述而变得显而易见。

[0018] 图1示出了监测系统。

[0019] 图2示出了身体位置检测的流程图。

[0020] 图2a示出了包括身体区域和身体区域的长轴的图。

[0021] 图3示出了法向运动矢量的累积和的曲线图。

[0022] 图4示出了脸部检测的流程图。

[0023] 图5示出了脸部检测结果的曲线图。

[0024] 图6示出了状态模型。

具体实施方式

[0025] 图1示出了监测系统,监测系统包括相机10、可选光源12、可选发送器18和信号处理系统14,信号处理系统14包括运动矢量估算器140和评估模块142。在操作中,相机10和可选地光源12指向床16的睡眠表面,以捕获睡眠表面上的人的连续图像。评估模块142可以被构造为生成告警信号,和/或可选地使发送器18在其根据相机图像检测到睡眠表面上的人处于不期望的位置时(例如,在人趴着时)发送告警消息。当人是未成年人时,这可以用于介入降低未成年人猝死(SID)的风险。评估模块142可以被构造为计算身体位置的统计,诸如翻转频率和人处于相应位置的平均持续时间。

[0026] 在这种监测系统中,身体运动和/或身体位置的检测的可靠性是重要特征。系统的有效性随着未能检测不期望的位置的频率的提高而下降。频繁的误报警增加了将不跟踪告警的风险。

[0027] 图2示出了身体转动检测的流程图。对于在连续时间点获得的图像,重复执行流程图。在第一步骤21中,信号处理系统14从相机10接收图像。在第二步骤22中,运动矢量评估器140针对图像位置的相应块确定运动矢量。

[0028] 在第三步骤23中,评估模块142使用接收到的图像和/或运动矢量,以更新图像中的与图像中人的身体区域关联的位置的图,或至少这种位置的集的轮廓的图。在第四步骤24中,评估模块142使用图像中与身体区域关联的位置的图,以确定身体区域的长轴的方向(参见图2a)。

[0029] 在第五步骤25中,评估模块142计算沿垂直于身体区域的长轴的方向在图像中的相应块中检测到的法向运动矢量分量之和。从第五步骤25,对于在下一时间点捕获的下一

图像,处理从第一步骤21重复。这样,第五步骤25的连续执行中获得的和值作为时间的函数而获得。对于每个捕获的图像(例如,以50或60Hz帧速率),可以计算法向运动矢量分量之和,但对于子采样的图像集,这样做可能就足够了,例如使用每0.1秒一个图像或甚至更低频率的图像。这降低了所需要的处理量。法向运动矢量分量之和可以直接用作翻转运动的量度。

[0030] 可选地,评估模块142可以执行第六步骤,其中其将和加到法向运动矢量的累积和。这样,连续执行第六步骤26中获得的累积和值作为时间的函数而获得。

[0031] 图3示出了从婴儿的图像获得的作为时间的函数的法向运动的累积和值的平滑曲线图的示例。在其中斜率大的那些时间范围中,被观察的人翻转。在这些翻转时间范围之间,存在包括局部极小值和极大值的静止时间范围。在静止时间范围中,被观察的身体处于固定姿势,例如仰卧或趴着。例如,局部极大值可以全部对应于趴着姿势,并且局部极小值可以全部对应于仰卧姿势。

[0032] 平滑化可以由时间低通滤波来实现,诸如在预定数量的连续时间点(例如,五个时间点)上平均累积值。累积和值和它们的低通滤波版本或其时间导数可以用作翻转运动的量度,而不是使用法向运动之和直接作为翻转运动的量度。

[0033] 当针对成年人计算翻转运动的量度时,第四步骤24可以被代替为预设方向的使用。在这种情况下,长轴的方向的确定可以被代替为对应于床的主方向(从头端到脚端)的方向的使用。然而,已经发现为了监测小儿童的睡眠姿势,需要确定身体的长轴的方向,因为小儿童展示出相当大的与翻转无关的运动,并且它们可以采用相对于床的广泛变化的定向。

[0034] 在其他实施方式中,执行测试步骤,其中计算图像位置块的第一计数,在该图像位置块中已经检测到预定运动矢量阈值(例如,零)之上的运动矢量。而且,计算位于由位置的图指示的身体区域的上部中的图像位置块的第二计数。本文中使用沿着长轴位于在身体的长度至少一半(并且更优选地,不超过从长轴的头端的长度的40%)的长轴上的所选点,上部可以被选为图像点的区域,该图像点在长轴上的投影在长轴上的所选点之外。在实施方式中,仅计数其在长轴的法线上的运动矢量投影超过预定运动矢量阈值的那些位置。当第一和第二计数分别不超过预定第一和第二阈值时,法向运动矢量的和值的大小被零代替。另选地,和值可以减小为二分之一。优选地,在第五步骤25之前执行测试步骤,并且当第一和第二计数分别不超过预定第一和第二阈值时,跳过第五步骤25的计算。但是另选地,可以在任何情况下执行第五步骤25。由此,不是使用法向运动之和直接作为翻转运动的量度,其中和已经根据测试步骤减小或被零代替的时间函数可以用作翻转运动的量度。在计算和不计算和的情况下使用零以及减小为二分之一都将称为减小翻转运动的量度。

[0035] 测试步骤的优点是,当运动矢量不是因整个身体转动而仅是因局部运动产生时,可以禁用转动检测。具体地,婴儿倾向于产生如不对应于转动的弹腿的运动。通过使用测试步骤,可以降低因这种移动产生的误转动检测的风险。

[0036] 第二步骤22的运动矢量检测可以使用本身已知的方法执行。例如,从视频编码(例如,MPEG)或从图片速率转换算法,本身已知方法,其中“真实”运动是重要特性。例如,对于图像中的8x8像素块的阵列中的每个相应块,运动矢量估算器140可以在之前接收到的图像中的8x8像素源块之中搜索,以识别哪个源块具有与相应块的图像内容差异最小的图像内

容。相应块的运动矢量可以从相应块的位置与所识别的源块的位置之间的差来确定。

[0037] 图2a示出了图像内与身体区域关联的位置的图200内的身体区域210的示例。线220指示身体区域210的长轴。与图像中的人的身体区域关联的图像中的位置的图的第三步骤23的更新可以基于局部图像内容改变和或运动矢量大小的检测。当与相应位置关联的图像内容的改变在捕获图像之前的预定长度的时间间隔期间(例如,在一秒的至少一半和不超过一分钟期间)的任何时间超过阈值时,相应位置可以被标记。

[0038] 在实施方式中,可以使用运动历史图像,其中图像位置的集中的每个图像位置与针对图像位置检测到图像内容改变的最后时间点的时间值(或如果未检测到图像内容改变或没有检测发生在预定长度的在前时间间隔内,空值)关联。在该实施方式中,第三步骤23可以包括比较当前图像和之前图像中的图像位置的局部图像内容,并且当检测到多于预定改变量时将图像位置的时间值更新到当前时间。在这种情况下,当前时间点的身体区域可以当做含有时间值不大于过去的预定时间距离的图像位置的区域。

[0039] 作为与相应位置关联的图像内容,可以使用相应位置处的像素值,或在相对于相应位置的预定空间位置处的像素值块的内容。例如,相应位置的运动矢量可以用作图像内容的改变的检测。

[0040] 身体区域的长轴对应于沿如下方向穿过身体区域的线,该方向被选择使得沿着该方向的身体区域的尺寸大于所有可能的方向中的至少一半方向(并且更优选地,至少三分之二百分比方向)上的尺寸。优选地,对线进行定位,使得其将身体区域划分为相等尺寸的部分。优选地,使用沿一方向的长轴,其中身体区域沿着该方向的尺寸大于沿所有其他方向的尺寸,或至少不小于。当使用这种优选长轴时,横向于该优选长轴的横向运动分量可以使用,而不是法向运动,其中横向意味着不平行,优选地与优选长轴在九十加或减四十五度之间,并且更优选地,九十加或减三十度。

[0041] 可以使用确定长轴的各种方法中的任何一个。可以执行身体区域的长轴的方向的确定,例如,通过最小二乘法拟合线到根据图像图在身体区域中的图像位置,或到身体区域的边界上的图像位置。可以使用力矩的计算(平均线性x、y图像位置值和平均双线性值 $R_{xx} = (x - \langle x \rangle) * (x - \langle x \rangle)$ 、 $R_{xy} = (x - \langle x \rangle) * (y - \langle y \rangle)$ 、 $R_{yy} = (y - \langle y \rangle) * (y - \langle y \rangle)$)。在这种情况下,长轴可以被确定为矩阵((R_{xx}, R_{xy}) , (R_{xy}, R_{yy}))的特征矢量,并且选择具有最大特征值的特征矢量。另选地,可以确定沿着多个方向的尺寸,并且可以选择产生最大尺寸的方向。

[0042] 第五步骤25中的和的计算可以通过使用长轴的方向和每个块的运动矢量的x和y分量计算垂直于长轴的运动矢量的分量并且随后对块上的这些分量求和来执行。另选地,块的运动矢量的x和y分量可以被求和,并且与长轴垂直的运动矢量的分量可以从该和计算。

[0043] 在翻转运动的累积量度中(法向运动的平滑累积和值,可选地随着测试步骤不显露整个身体运动的时间点处和的减小),局部极大值和极小值可以概括地说与不同的身体姿势关联。在图3的示例中,人在每个局部极大值时是趴着,且在每个局部极小值时是仰卧。

[0044] 图3图示了法向运动的累积和值的平滑曲线图中的局部极大值和极小值。在实施方式中,评估模块142被构造为从翻转运动的量度检测静止时间间隔,并且将静止时间间隔与和身体姿势关联的状态关联。根据状态和/或其持续时间,例如当已经选择了具有“趴着”姿势的状态时,可以生成告警信号。

[0045] 例如,如果间隔中累积的翻转运动低于预定阈值,则可以检测静止时间间隔。评估模块142可以被构造为根据静止间隔前后的翻转运动的周围时间间隔中的运动方向将状态关联于每个静止间隔。当在前的翻转间隔具有沿第一方向的运动并且在后的翻转间隔具有沿与第一方向相反的第二方向的运动时,关联第一状态。反之亦然,如果在前和在后的翻转间隔分别具有沿第二和第一方向的运动,则静止间隔可以与第二状态关联。本文中,具有运动的方向可以从例如翻转时间间隔中的累积运动来确定。当静止时间间隔的周围时间间隔具有相同的运动方向时,翻转已经发生,并且该静止时间间隔的状态可以被选择为下一个或之前静止时间间隔的相反状态。

[0046] 然而,在一方面的根据局部极大值和极小值的状态与另一方面不同身体姿势之间的关系不是明确的:在有些时候,关系可以相反。在实施方式中,系统可以被构造为在给定时间使用指示真实姿势的用户输入,以将该姿势与针对该时间检测的局部极小值或极大值之一关联。系统可以被构造为在使婴儿躺在床上之后和/或当尚不能够建立姿势和局部极小值或极大值之间的关联时,要求该用户输入激活系统。在实施方式中,系统可以被构造为例如当放下婴儿时或当尚不能够建立姿势和局部极小值或极大值之间的关联时针对这一输入提示用户。

[0047] 另外,或在另一个实施方式中,计算机实现的视觉脸部检测和/或呼吸检测可以用于消除与极小值和极大值关联的状态与不同姿势之间的关系的歧义。

[0048] 原则上,计算机实现的视觉脸部检测可以用于独立地区分不同姿势。当相机朝下时,或沿朝向床16的睡眠表面的主要向下方向时,正面脸部的检测可以与“仰卧”姿势关联,并且脸部检测的不存在可以与“趴着”姿势关联。还可以使用侧面脸部的检测。但是已经发现,睡觉的人(尤其是婴儿)的正面脸部检测的不存在经常不是由于“趴着”姿势。而且,错误检测频繁出现。

[0049] 本身已知计算机实现的视觉脸部检测。参见例如P.Viola等人的Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features,CVPR 2001。该出版物使用学习算法,以从更大集选择大量特征,以形成高效分类器。而且,形成越来越更加复杂的分类器的级联,这允许快速丢弃图像的背景区域。例如,用于正面脸部检测的分类器可以依赖于特征组合的检测,包括对应于眼睛的一对相似的图像区域,和平行于穿过眼睛区域的线的、对应于嘴的其他图像区域(可选地具有对应于之间的鼻子的检测图像区域)。用于侧面脸部检测的分类器可以依赖于特征组合的检测,包括对应于下巴、鼻子和眼睛区域的连续图像区域,和眼睛,和对应于耳朵的图像区域。

[0050] 图4示出了基于脸部检测的身体转动检测的流程图。在第一步骤41中,评估模块142使用接收到的图像以选择兴趣区域。在实施方式中,通过沿着长轴选择检测的身体区域的端部处的区域,评估模块142为此目的使用图2的流程图的第三步骤23中获得的身体区域图。

[0051] 在第二步骤42中,评估模块142使用对应于长轴的方向的角度加上相对于该长轴的预定偏移角,生成兴趣区域中的图像内容的多个不同转动版本。在三度的步骤中例如可以使用加或减十五度的范围内的偏移角。

[0052] 在第三步骤43中,评估模块142向图像内容的转动版本应用正面脸部检测算法和可选地侧面脸部、正面脸部检测算法。

[0053] 在第四步骤44中,评估模块142根据脸部检测算法是否已经检测到任何转动版本中的脸部来设置脸部检测结果。可选地,评估模块142根据是否检测到正面脸部、侧面脸部或未检测到脸部来设置脸部检测结果。

[0054] 从第四步骤44,对于在下一时间点捕获的下一图像,处理从第一步骤41重复。由此,产生作为时间函数的脸部检测结果。

[0055] 图5示出了对于婴儿的仅用正面脸部检测获得的脸部检测函数的平滑版本的曲线图,以及没有正面脸部检测的结果。可以经由低通滤波执行平滑化。高平滑化值指示脸部在许多时间点被检测,并且越来越小的平滑化值指示脸部被较不频繁地检测。以供参考,示出了矩形函数,其指示被观察的婴儿是否是仰卧。如可以看到的,“仰卧”位置与脸部检测之间有某种相关,但不是一对一关系。

[0056] 然而,当与如使用图2描述的翻转运动的检测组合时,脸部检测可以用于消除翻转运动检测的结果的歧义,即确定翻转运动的累积量度的局部极大值是对应于“仰卧”姿势还是“趴着”姿势。

[0057] 图6示出了实施方式中用于确定姿势的状态机器模型。状态机器模型具有状态“仰卧”60和“趴着”62。评估模块142将这些状态中的一个分配给连续的时间点。分配的状态是之前时间点的分配状态的副本,除非翻转被检测到或脸部以阈值可靠性检测到。当检测到翻转时,评估模块142改变状态,并且当以阈值可靠性检测到脸部时,评估模块142将状态设置为“仰卧”。评估模块142可以使用分配的状态来计算统计,诸如已经分配了状态之一的时间点的总数的估算(指示对应姿势花费的时间总量),或其中翻转之间分配状态的时间间隔的平均持续时间。

[0058] 为此目的,通过检测与翻转运动的累积量度中的静止时间间隔不同的翻转时间间隔,评估模块142可以检测翻转。各种方法可以用于检测翻转间隔。例如如下时间间隔可以被视为静止时间间隔,其中翻转运动的累积量度从局部极大值或极小值附近的极大值或极小值不偏离多于预定量,可选地,限于具有至少预定最小持续时间的间隔。作为另一个示例,可以识别翻转间隔,包括翻转运动的量度(或翻转运动的累积量度的时间偏离)超过阈值的时间点,或其位于这发生的时间点之间,被分开小于预定时间距离。可选地,具有运动的时间间隔中的翻转运动的累积大小和/或该时间间隔的持续时间是否超过预定阈值或阈值的测试,可以用作用于将时间间隔识别为翻转间隔的条件。

[0059] 如果对于含有所选时间点的时间窗口中多于阈值数目的周围时间点,脸部检测结果指示检测到的脸部,则评估模块142可以检测脸部是否以阈值可靠性来检测。例如可以使用时间窗口的百分之九十的阈值,并且更通常地,将假阳性检测的概率降低在预定阈值之下的阈值,而不管假阴性的概率。

[0060] 图6的状态机器模型仅是一个示例。可以使用包括一个或更多个“侧卧”状态的更复杂的状态机器模型。

[0061] 当检测到翻转时,评估模块142可以确定翻转量(例如,翻转间隔期间的翻转运动的量度的累积)和/或其持续时间是否在与全翻转关联的预定范围内或与半翻转关联的范围内。例如,预定阈值可以用于区分全翻转和半翻转。在实施方式中,例如使用检测到的翻转事件中的最大检测到的翻转量和/或翻转持续时间的四分之三的阈值,该范围被适应性地设置。作为另一个示例,基于翻转运动的量和/或持续时间,使用聚类算法来识别具有关

联范围的翻转事件的聚类(包括全翻转和半翻转聚类)。

[0062] 根据确定翻转量是全翻转范围还是半翻转范围的结果,评估模块142可以通过全翻转(例如,从仰卧到趴着或反之亦然)或半翻转(例如,从仰卧到侧卧)在改变状态之间进行选择。而且,在实施方式中,评估模块142可以使用运动的方向(翻转运动的量度的符号),以沿一个方向或另一个方向(例如,从侧卧到趴着或到仰卧)在改变状态之间进行选择。

[0063] 另外,脸部的侧视图的检测可以用作侧卧姿势的指示,但这不是确定的,因为当身体趴着或仰卧时头部可以侧向翻转。可选地,当使用脸部检测时,使用脸部的侧视图的检测被使用,条件是该检测在从翻转运动的量度检测翻转间隔之后在预定时间间隔期间或在不多于预定时间间隔开始。

[0064] 虽然已经描述了状态机器以表达该类处理,但应当理解的是,评估模块142可以实现处理,而不使用显式状态机器。例如,评估模块142可以简单地设置标志,以指示具有相对于周围翻转间隔的翻转运动的累积量度的极小值或极大值的静止间隔是否与“仰卧”姿势关联,并且根据在翻转运动的累积度量的局部极小值或局部极大值期间是否发生该检测,当以阈值可靠性检测到脸部时更新标志。评估模块142可以简单地选择翻转运动的累积量度的局部极大值周围的静止时间间隔,将“仰卧”姿势分配给这种时间间隔(如果脸部以阈值可靠性检测到),并且否则复制分配给相邻的静止时间间隔的姿势的相反姿势。

[0065] 在其他实施方式中,信号处理系统14可以包括呼吸检测器和/或心搏检测器。呼吸检测器可以被构造为从示出身体的躯干部分上的表面的图像部分中的小周期性移动来检测呼吸。心搏检测器可以被构造为从示出身体的暴露部分的图像部分中的周期性强度和/或颜色变化来检测心搏,变化因脉冲血流而产生。用于执行视觉心搏检测的技术本身公开在US8542877、US8542878和US8553940中。

[0066] 心搏检测器可以被构造为使用检测到的脸部的位置,以选择兴趣区域,或至少使用根据第一步骤41选择的区域。心搏检测器可以对所选区域中的图像的图像强度值进行求和。由此,连续时间点的图像导致作为时间函数的图像强度之和。可以计算该函数的时间自相关或傅里叶变换,并且心搏频率可以从自相关或傅里叶变换振幅的峰值来检测。可选地,在从翻转运动的量度检测到的静止时间间隔之外,可以禁用心搏检测结果。

[0067] 呼吸检测器可以被构造为基于与人的身体区域关联的图像中的位置的图来选择身体躯干区域。呼吸检测器可以从所选区域中的运动矢量或运动矢量之和计算检测函数,作为时间的函数。在实施方式中,呼吸检测器可以从所选区域中的不同图像的图像内容之间的空间相关计算检测函数,作为时间的函数。另选地或另外,其中计算(连续)图像中的像素值之间的差的运动检测方法,可以用于提取呼吸波形。根据检测函数,呼吸检测器可以通过与用于心搏频率确定相似的方法来计算呼吸频率。

[0068] 光源12可以是例如包括LED的灯。例如,其可以是红外光源。在实施方式中,光源12可以被构造为与相机查看方向成角度地投射结构光,例如以沿相应分离的方向的块、或条、或射线阵列的图案的形式,或以彼此分离的光平面的阵列的形式。这可以用于增强视频序列中的呼吸运动的可检测性。结构照明还可以用于检测翻转运动。然而,其可能妨碍心搏检测。

[0069] 在其他实施方式中,光源12包括结构光源,并且监测系统包括控制电路,控制电路被构造为将结构光源以周期性模式交替地打开和关闭,优选地,与由相机10进行的图像捕

获同步,使得第一数量的相机图像用结构照明捕获,而不用结构照明捕获第二数量的相机图像。在该实施方式中,心搏检测器可以被构造为与由控制单元进行的开关同步操作,从而仅使用在没有结构光的情况下捕获的图像,以确定心搏频率。类似地,呼吸检测器可以被构造为与由控制单元进行的开关同步操作,从而仅使用在用结构光的情况下捕获的图像,以确定呼吸频率。

[0070] 在实施方式中,呼吸检测可以用于辅助姿势检测。原则上,计算机实现的视觉呼吸检测可以用于独立地区分不同的姿势,因为在姿势保持恒定的同时出现因呼吸产生的移动,并且运动模式根据姿势而不同。因呼吸产生的移动主要发生在腹部和胸部上。当相机与图像中的身体长轴向上-向下成竖直的角度指向时,在“仰卧”姿势中观察到的呼吸运动主要是向上和向下的。在侧卧姿势中,该运动主要向侧面。评估模块142可以测试观察到的呼吸运动的方向,以据此识别姿势。

[0071] 虽然因呼吸产生的运动比因翻转产生的运动小得多,但是通过选择性地使用来自被检测身体区域的预期与呼吸关联的部分(头部之下的身体区域的上部和侧部)的图像数据,和/或使用呼吸移动到带通滤波呼吸移动的周期性,呼吸检测器可以检测因呼吸产生的运动。

[0072] 为了检测姿势,可以使用检测到的呼吸运动的位置和/或其运动的方向。评估模块142可以被构造为评估在由身体区域的图指示的身体区域内的至少预定区域上是否检测到呼吸运动,并且如果检测到,则分配“趴着”姿势。评估模块142可以被构造为评估在沿着身体区域的边缘的线性区域中是否主要检测到呼吸运动,并且如果检测到,则分配“侧卧”姿势。

[0073] 另选地,或另外,评估模块142可以被构造为区分检测到的呼吸运动矢量方向是否更多地沿着身体区域的长轴指向或与其正交,以分别分配“趴着”或“侧卧”姿势。而且,评估模块142可以被构造为当呼吸运动振幅低于阈值时,和或当检测到身体翻转时禁用呼吸检测。区域和/或方向的预定范围以及呼吸运动振幅可以针对评估模块142进行限定,以用作分配各种姿势的参考。

[0074] 呼吸检测器可以被构造为如所描述的检测呼吸频率,使用检测到的呼吸频率来控制带通滤波器的中心频率,并且使用带通滤波器过滤检测到的运动矢量,以获得用于在姿势检测中使用的检测到的呼吸运动矢量。

[0075] 正如使用脸部检测的姿势检测,使用呼吸的姿势检测可能遭受不可靠。与使用脸部检测的姿势检测相同,使用呼吸的姿势检测可以用于消除从翻转运动的量度获得的结果的歧义。例如,当在至少预定持续时间期间始终检测到呼吸时,评估模块142可以与检测到的呼吸模式对应地更新状态,如对于脸部检测而不是脸部检测描述的。在实施方式中,脸部检测和呼吸检测的组合可以用于该目的。

[0076] 评估模块142可以被构造为检测头部在“侧卧位置”中面向左还是右。这可以从脸部检测和/或呼吸检测来直接确定,或者如果没有这种检测可用,则基于翻转运动。根据翻转运动的量度在从“仰卧”到“趴着”姿势的转变中指示左边运动还是右边运动,评估模块142可以分别将侧卧状态清楚地标记为面向左或面向右。类似地,根据翻转运动的量度在从“趴着”到“侧卧”姿势的转变中分别指示右边运动还是左边运动,评估模块142可以将侧卧姿势清楚地标记为面向左或面向右。

- [0077] 基于检测到的姿势,评估模块142可以被构造为计算
[0078] -未成年人晚上以每个身体位置躺着的时间量
[0079] -翻转移动的计数
[0080] -关于头部位置和每个位置的持续时间的信息,
[0081] -婴儿的头部在相同位置多长时间的时间测量
[0082] -检测头部是否大多时间单向翻转,
[0083] -检测头部是否大多时间向一侧倾斜
[0084] -呼吸数据、心率数据、活动对安静睡眠的相对量、睡眠计时数据;
[0085] -可以与婴儿的发展和健康风险(诸如未成年人猝死综合症或扁头综合症)的发展有关的、上述因子随时间的改变。
[0086] 评估模块142可以被构造为基于这些信息项中的一个或更多个生成测量结果图像。基于检测到的姿势,评估模块142可以被构造为当婴儿趴着时和/或当头部在相同位置上长于预定时间量时生成信号。
[0087] 评估模块142可以被构造为根据呼吸检测的结果生成信号。例如,仅当检测到的呼吸频率的多于预定改变已经在该状态期间发生时,或当未检测到具有预定范围内的参数的呼吸时,评估模块142可以被构造为附有条件地基于检测到的姿势生成信号。这可以使用,而不使用对于姿势检测的呼吸检测,但与用于姿势检测的组合具有的优点在于,可以使姿势检测更可靠,而没有更多添加的开销。
[0088] 对所公开的实施方式的其他变型在实践所要求保护的发明时可以从附图、公开和所附权利要求的学习被本领域技术人员理解和实现。在权利要求中,词语“包括”不排除其他元件或步骤,并且不定冠词“一”或“一个”不排除多个。单个处理器或其他单元可以满足权利要求中阐述的若干项的功能。仅凭某些措施在互相不同的从属权利要求中阐述的事实不指示这些措施的组合无法有利使用。计算机程序可以存储/分布在合适介质上,诸如与其他硬件一起提供或作为其他硬件的一部分提供的光学存储介质或固态介质,但还可以以其他形式分布,诸如经由因特网或其他有线或无线远程通信系统。权利要求中的任何附图标记不应当被解释为限制范围。

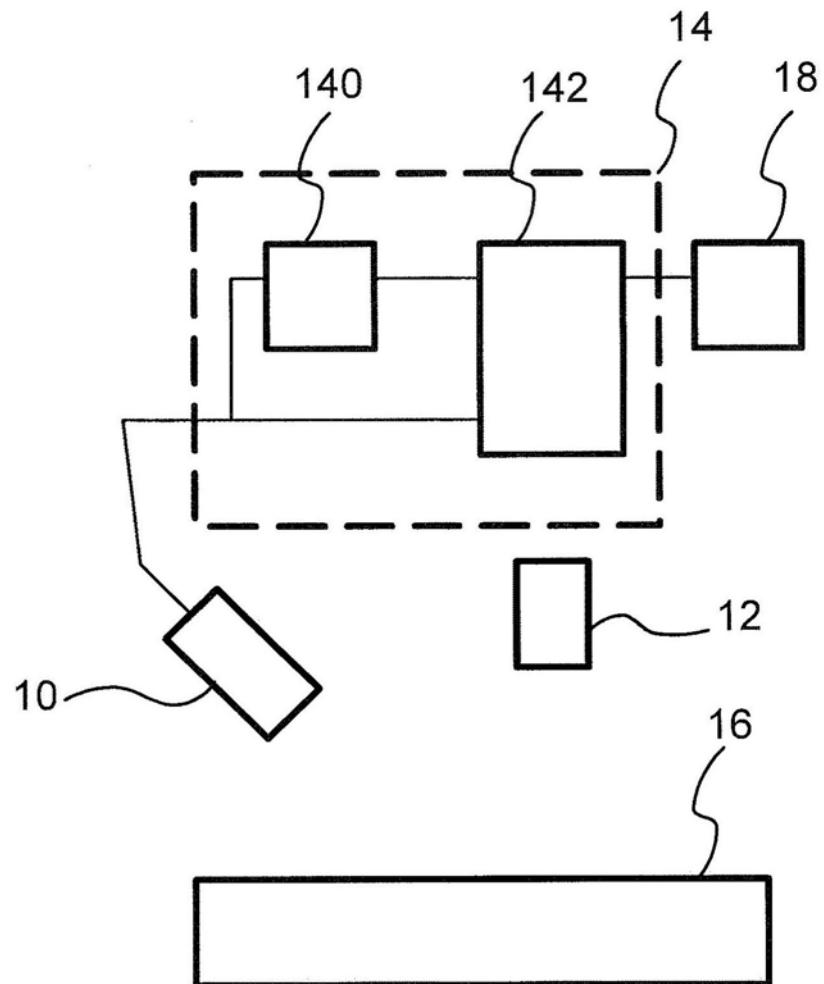


图1

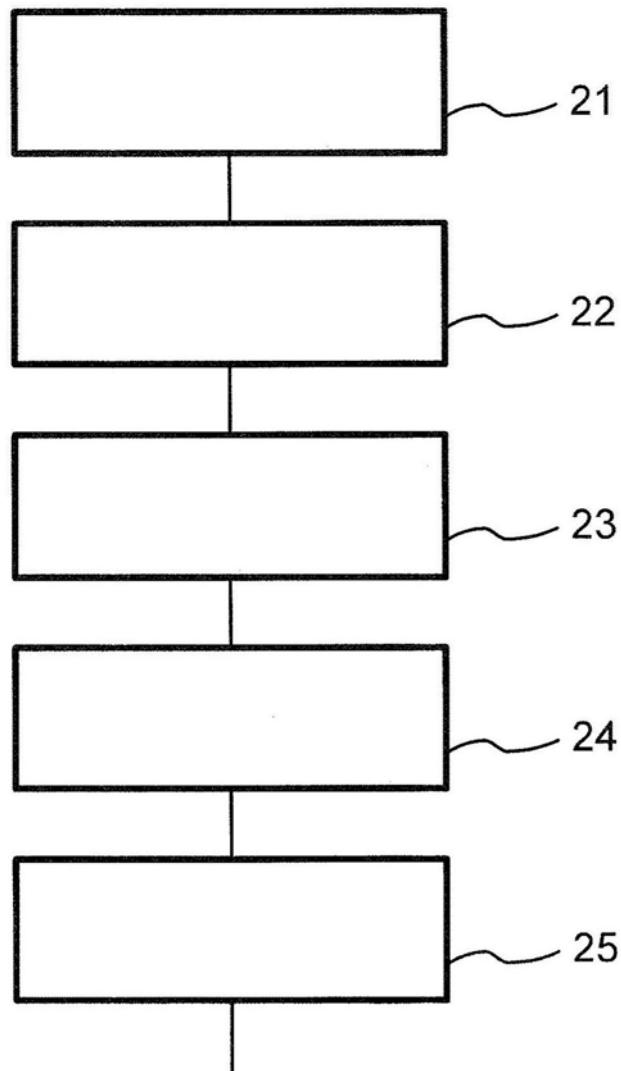


图2

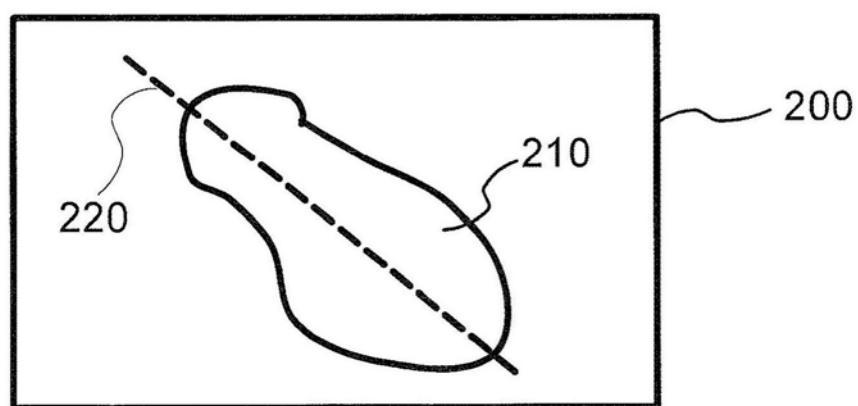


图2a

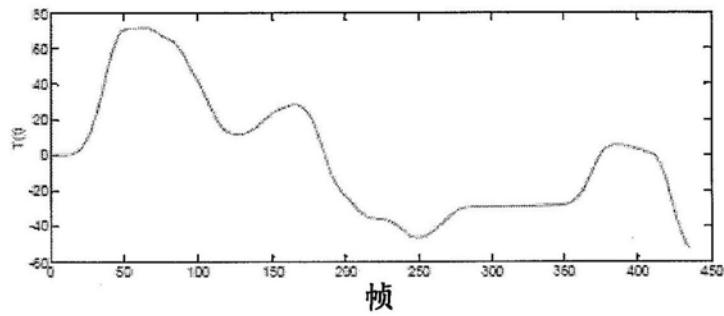


图3

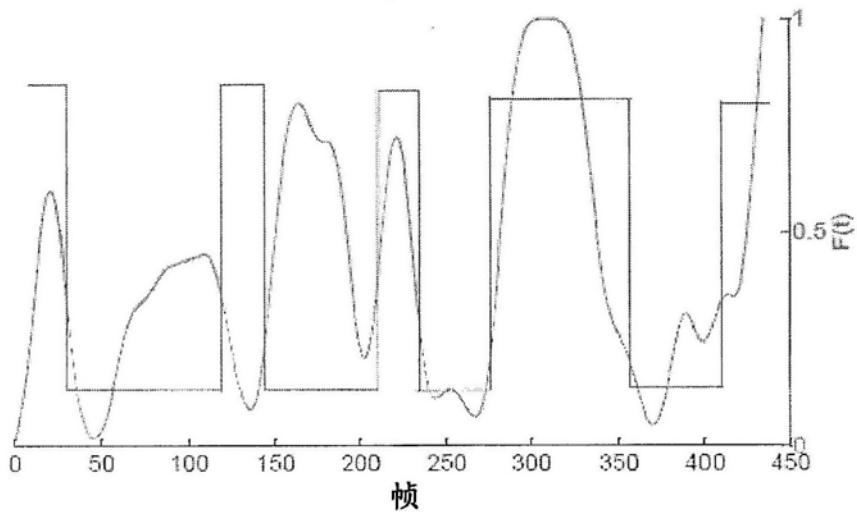


图5

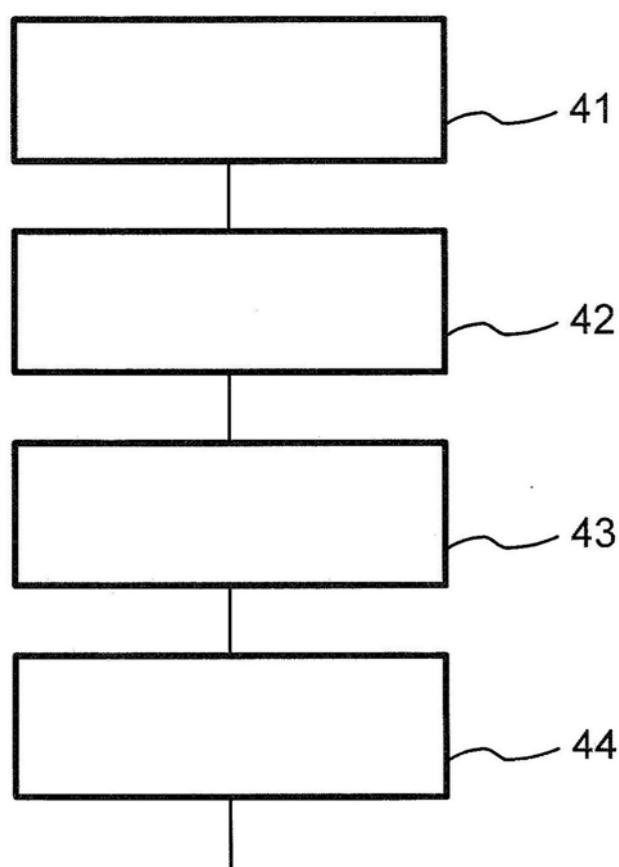


图4

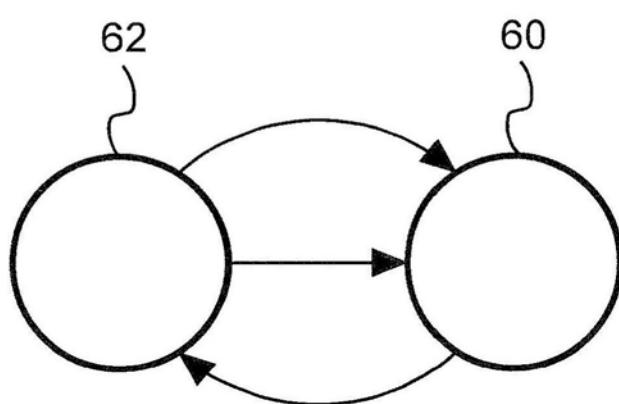


图6