



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109788913 A

(43)申请公布日 2019.05.21

(21)申请号 201780051608.9

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247

(22)申请日 2017.08.21

代理人 魏子翔 杨晓光

(30)优先权数据

20165631 2016.08.25 FI

(51)Int.Cl.

A61B 5/01(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.02.22

A61B 5/00(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/FI2017/050582 2017.08.21

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/037156 EN 2018.03.01

(71)申请人 夜间训练有限公司

地址 芬兰奥卢

(72)发明人 J·莱特基 T·帕罗宁

L·库拉-帕沃拉 A-K·佩索宁

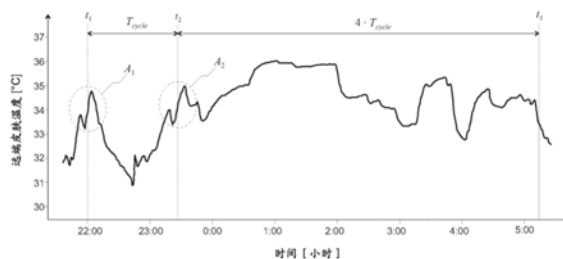
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

用于确定人的睡眠的时间窗口的方法和系统

(57)摘要

本公开描述了一种用于确定人的睡眠的最优时间窗口的方法和实施该方法的系统。该方法包括接收人的远端皮肤温度的样本,并检测远端皮肤温度的样本中的温度变化模式。温度变化模式指示昼夜节律内的参考点。基于所指示的参考点确定用于睡眠的最优时间窗口。温度变化模式是远端皮肤温度的下降随后是远端皮肤温度的增加的形式,其中下降和增加在十分钟或更短的时间窗口内发生。



1. 一种用于确定人的睡眠的最优时间窗口的方法,其中,所述方法包括:
接收所述人的远端皮肤温度的样本,
检测远端皮肤温度的所述样本中的温度变化模式,其中,所述温度变化模式指示用于睡眠的所述最优时间窗口的参考点,以及
基于所指示的参考点确定用于睡眠的所述最优时间窗口,
其中,
所述温度变化模式是所述远端皮肤温度的下降随后是所述远端皮肤温度的增加的形式,其中,所述下降和所述增加在十分钟或更短的时间窗口内发生。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述下降的大小约为 0.5°C ,并且所述增加的大小约为 1.5°C 。
3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述方法进一步包括
基于所确定的用于睡眠的最优时间窗口,估计用于唤醒的最优时刻和/或用于上床睡眠的最优时刻。
4. 根据权利要求3所述的方法,其中,所述方法进一步包括
基于所估计的最优时刻引起发出警报。
5. 一种检测单元,用于确定人的睡眠的最优时间窗口,其中,所述检测单元包括被配置为执行根据权利要求1至4中任一项所述的方法的步骤的部件。
6. 一种用于确定人的睡眠的最优时间窗口的系统,其中,所述系统包括:
测量单元,其包括远端皮肤温度传感器和无线发射器,以及
根据权利要求5所述的检测单元,其被配置为从所述测量单元接收远端皮肤温度的样本。
7. 一种计算机程序产品,其具有指令,所述指令当由计算设备或系统执行时,使所述计算设备或系统执行根据权利要求1至4中任一项所述的方法。

用于确定人的睡眠的时间窗口的方法和系统

技术领域

[0001] 本公开涉及监视人的睡眠,并且更特别地涉及确定人的昼夜节律内的超日周期。

背景技术

[0002] 人类的睡眠遵循昼夜节律,即对于年龄18至74岁的女性的睡眠-清醒周期平均为 24.09 ± 0.2 小时(24小时5分钟 \pm 12分钟),并且对于年龄18至74岁的男性为 24.19 ± 0.2 小时(24小时11分钟 \pm 12分钟)。昼夜节律通常与昼夜周期(即明暗周期)同步。在昼夜节律内的睡眠期间,自然睡眠周期以恒定的间隔自我重复,反映了1至2小时的超日基本休息-活动周期。自然睡眠周期包括多个阶段,该阶段包括轻度睡眠、深度(慢波)睡眠和以预定顺序重复的REM(快速眼动)睡眠。

[0003] 成年人可能被认为平均需要最少4个完整的睡眠周期,这些周期由控制核心温度节律和睡眠-清醒周期的人类昼夜系统引导。较少的睡眠可能导致对幸福和健康的各种负面影响。为了确保人的足够睡眠量,可能希望尝试监视睡眠并估计人的自然睡眠周期的进展。

[0004] 例如,对自然睡眠周期的进展的估计可以基于人的夜间运动。可以通过使用麦克风来检测由运动引起的噪声或通过使用加速度计来估计运动。然而,测量数据的大小和内容可能高度取决于传感器的定位。此外,测量很容易受到干扰(例如,由睡在受监视人附近的另一个人)。对人的核心温度的测量可以提供关于昼夜节律进展的相当准确的信息。然而,在人的睡眠期间核心温度的测量可能是不切实际和不舒服的。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种方法和用于实施该方法的系统,以便减轻上述缺点。本发明的目的通过一种方法和系统来实现,该方法和系统二者的特征在于独立权利要求中所述的内容。在从属权利要求中公开了本发明的优选实施例。

[0006] 通过监视远端皮肤温度,可以准确地检测用于人的睡眠的最优时间窗口。褪黑激素(和与睡眠有关的其它激素)的产生与昼夜节律之间存在直接联系。一旦在夜间褪黑激素产生开始后人的血流中的褪黑激素水平达到一定水平,就可以在人的远端皮肤温度中观察到快速明显的模式。远端皮肤温度首先下降,并且然后再次迅速上升。所述模式大约在十分钟内发生,通常在五分钟内发生。

[0007] 温度变化模式在昼夜节律内提供固定的参考点。它指示进入睡眠的最优时间。一旦一个人入睡,自然睡眠周期从睡眠开始以恒定间隔重复。基于睡眠的起始点和恒定间隔,可以准确地确定自然睡眠周期的进展。利用该信息,可以优化进入睡眠和/或唤醒的时刻。

[0008] 由于指示睡眠的最优起始点的温度变化模式快速并且独特,因此远端皮肤温度的测量不必非常准确。这些远端皮肤温度的快速变化易于识别,因为它们在短时间内比由诸如步行和跑步的活动引起的所谓的正常皮肤温度变化或环境温度上的变化更快更大。因此可以在接触皮肤或不接触皮肤的情况下测量皮肤温度。这实现用于确定睡眠的最优时间

窗口的准确、稳健且舒适的方法。

附图说明

[0009] 在下面,将参考附图借助于优选实施例更详细地描述本发明,在附图中

[0010] 图1示出了昼夜节律内的超日周期期间的远端皮肤温度的示例性图。

具体实施方式

[0011] 本公开描述了一种用于确定人的睡眠的最优时间窗口的方法。该方法包括接收人的远端皮肤温度的样本并且检测远端皮肤温度的样本中的温度变化模式。样本可以源自布置成测量远端皮肤温度的温度传感器。在该上下文中,远端皮肤温度是指身体四肢的皮肤温度,诸如人的肢体和头部。例如,在本公开的上下文中,可以从手指、手腕、踝、前额或耳垂测量远端皮肤温度。

[0012] 褪黑激素的产生与昼夜节律之间存在直接联系。同时,褪黑激素的产生具有与远端皮肤温度的相关性。在夜间褪黑激素产生已经开始后,可以观察到远端皮肤温度的快速明显的模式。然后,远端皮肤温度下降约 0.5°C ,之后远端皮肤温度上升约 1.5°C 。该温度变化模式是快速的:它通常在约10分钟内(通常在约5分钟内)发生。

[0013] 图1示出人的远端皮肤温度的示例性曲线。在图1中,快速皮肤温度变化指示睡眠打开(也称为“睡眠训练”)的最优时间窗口。进入睡眠的最优时间是在夜间褪黑激素产生开始后的特征温度变化模式起的20-30分钟内。当人入睡时,睡眠周期开始运行,人的远端皮肤温度开始稳定上升,并且温度变化模式停止发生。如果该人没有进入睡眠,温度模式会在一段时间后自我重复。图1示出两种温度变化模式:在21:55的第一模式 A_1 ,在23:23的第二模式 A_2 。换句话说,在图1中的第一模式 A_1 之后,该人不会入睡。然而,在第二模式 A_2 之后,该人入睡,并且他/她的远端皮肤温度在约60分钟内上升约 2°C 。

[0014] 睡眠训练频率(即温度变化模式的出现频率)决定每个睡眠周期的长度。唤醒的最优时间窗口是在四到五个完整的睡眠周期之后。在图1中,睡眠周期的长度 T_{cycle} (即第一模式 A_1 和第二图案 A_2 之间的时间)是88分钟。周期的长度乘以4(图1中的 $4 \times T_{\text{cycle}}$)并从睡眠开始处的第二模式 A_2 开始(在远端皮肤温度开始稳定上升时入睡)导致图1中早晨在05:15的最优唤醒时刻。类似的,基于五个睡眠周期的最优唤醒时刻将在早晨6:43。

[0015] 因此,为了跟踪人的睡眠的最优时间窗口,可以监视远端皮肤温度以发生上述温度变化模式。例如,在根据本公开的方法中,可以检测采用皮肤温度传感器监视的远端皮肤温度中的温度变化模式。温度变化模式指示昼夜节律内的参考点。该方法可以被配置为检测温度变化模式,该温度变化模式是远端皮肤温度的下降随后是远端皮肤温度的增加的形式,其中下降和增加发生在十分钟或更短(例如五分钟)的时间窗口内。增加的大小高于下降的大小。例如,下降的大小可以是大约 0.5°C ,而增加的大小可以是大约 1.5°C 。

[0016] 可以通过使用各种不同的算法来检测采样的远端温度中的温度变化模式的存在。例如,可以周期性地采样远端皮肤温度并且可以存储样本。基于样本,根据本公开的方法可以确定在后续样本的预定窗口中是否发生上述下降和随后增加。可替代地,可以通过监视远端皮肤温度的变化率(即斜率)来检测模式。各种已知的模式识别算法也可用于检测所监视的远端皮肤温度的样本中的温度变化。

[0017] 可以以各种方式利用基于温度变化模式确定的睡眠的最优时间窗口。例如,可以基于所确定的用于睡眠的最优时间窗口来估计用于上床睡眠的最优时刻。可以认为入睡的能力与褪黑激素的产生开始有关。当在人的远端温度中观察到特征温度变化模式时,他或她大约20至30分钟才能入睡。通常,对于成年人来说,自然睡眠周期的间隔(即长度)约为90分钟,但它可以在个体之间变化。例如,取决于人的年龄,睡眠周期的长度可以在40分钟至130分钟之间变化。然而,在一天或几天的时间范围内,自然睡眠周期自我重复的间隔可以被认为保持相当恒定。通过确定根据本公开的温度变化模式的出现之间的间隔,可以计算人的自然睡眠周期的长度的准确估计。结果,可以基于检测到的温度变化模式的出现和出现之间的间隔来预测用于上床睡觉的最优时刻。基于用于唤醒或上床睡眠的最优时刻已经确定,当存在最优时刻时可以发出警报。一旦人已入睡,温度变化模式就会停止发生。如果该人在半夜醒来,温度变化模式将再次重新开始。当监视人的睡眠时,这可以用作睡眠的进一步指示。当她或她入睡时,远端皮肤温度在即将到来的120分钟内开始不断增加约2°C。

[0018] 根据本公开的方法还可以包括基于确定的用于睡眠的最优时间窗口来估计用于人唤醒的最优时刻。成年人可能被认为需要4至6个完整的睡眠周期。如果唤醒(例如以警报的形式)被安排在自然睡眠周期内的轻度睡眠阶段发生,则该人唤醒时感觉清新和精力充沛。例如,可以基于特征温度变化模式和自然睡眠周期的长度来计算唤醒的一个最优时刻或多个最优时刻。可以通过将自然睡眠周期(例如,90分钟)的多个(例如,4、5或6)确定长度添加到晚上特征温度变化模式的最后观察到的发生时间来计算最优唤醒时刻。一旦达到最优时刻,可以发出警报以便唤醒该人。

[0019] 由于温度如此之快且独特,因此可以使用具有成本效益的低端测量设备。例如,可以采用基于MEMS的温度传感器或红外传感器来检测温度变化模式。例如,温度传感器可以是可穿戴设备的一部分。为了能够检测变化模式,必须以足够的频率对远端温度进行采样。例如,远端温度可以每分钟至少采样一次,例如,每30秒一次。

[0020] 在一些实施例中,根据本公开的方法可以进一步包括监视被监视人的运动和/或心率,以便提高昼夜节律的确定的准确性。该附加信息可用于在昼夜节律期间提供关于估计的昼夜节律和自然睡眠周期的阶段的进一步确认。通过收集若干天的数据并通过使用该数据来计算估计值,可以进一步提高昼夜节律估计的准确性。

[0021] 本公开进一步公开了一种用于确定人的睡眠的最优时间窗口的检测单元和系统。

[0022] 检测单元可以包括被配置为接收远端皮肤温度的样本的部件,并且执行根据本公开的上述方法的步骤。检测单元可以是独立装置,或者它可以是较大系统的一部分。

[0023] 例如,检测单元可以是独立装置,该独立装置包括用于测量人的远端皮肤温度的传感器,以及用于实施根据本公开的用于确定睡眠的最优时间窗口的方法的部件。该装置可以包括控制单元,该控制单元包括计算设备(诸如处理器、FPGA或ASIC)和可以用作实施该方法的部件的存储器。控制单元可以被配置为从传感器接收测量的远端皮肤温度的样本,并且检测样本中根据本公开的温度变化模式。温度变化模式指示昼夜节律内的参考点。然后可以基于所指示的参考点来确定用于人的睡眠的最优时间窗口。

[0024] 独立检测单元可以被配置为基于所确定的用于睡眠的最优时间窗口来估计用于唤醒的最优时刻和/或用于上床睡眠的最优时刻。检测单元可以实施定时器或时钟功能,并且一旦达到最优时刻,检测单元可以例如以听觉或视觉提示的形式引起发出警报。独立检

测单元可以是可穿戴的形式,诸如活动手镯或心率监视器,其包括用于监视人的远端皮肤温度的温度传感器。除了根据本公开的方法之外,可穿戴设备还可以被配置为还实施其它功能。

[0025] 在一些实施例中,检测单元还可以是用于确定人的睡眠的最优时间窗口的较大系统的一部分。例如,用于确定睡眠的最优时间窗口的系统可以包括单独的测量单元和检测单元,该单独的测量单元包括远端皮肤温度传感器,该检测单元被配置为从测量单元接收远端皮肤温度的样本。

[0026] 测量单元可以与检测单元分离,并且可以包括无线通信单元,远端皮肤温度数据通过该无线通信单元被发送到检测单元。例如,无线连接单元可以经由蓝牙、ZigBee、近场通信(NFC)或红外协议来发送远端皮肤温度的样本。测量单元可以是服装或可穿戴设备的形式,诸如例如活动跟踪器、智能手表、耳塞、环、电子贴纸(即粘合传感器)。如果可穿戴设备已经配备有皮肤温度传感器,则可以在不对可穿戴设备进行硬件改变的情况下实施根据本公开的方法和系统。在汽车或航空电子应用中,测量单元可以集成到控制装置(例如,汽车的驱动轮)。

[0027] 例如,检测单元可以是通用计算设备或系统。根据本公开的方法可以以具有指令的计算机程序产品的形式实施,该指令在由计算设备或系统执行时使计算设备或系统执行根据本公开的方法。例如,检测单元可以是手持通信设备,诸如智能手机或平板计算机,或甚至是信息娱乐设备或任何类型的医疗设备,计算机程序产品被下载到该手持通信设备中。手持通信设备可以被配置为无线地接收源自测量单元的远端皮肤温度的样本,检测远端皮肤温度的样本中的温度变化模式,以便指示昼夜节律中的参考点,并基于所指示的参考点,确定用于人的睡眠的最优时间窗口。手持通信设备可以进一步被配置为基于所确定的用于睡眠的最优时间窗口来估计用于唤醒的最优时刻和/或用于上床睡眠的最优时刻,并且基于所估计的最优时刻来发出警报。

[0028] 可替代地,可以利用云计算来实施检测单元。例如,云计算系统可以被配置为接收人的远端皮肤温度的样本,检测远端皮肤温度的样本中的温度变化模式,以便指示昼夜节律内的参考点,并基于所指示的参考点,确定用于人的睡眠的最优时间窗口。云计算系统可以进一步被配置为基于所确定的用于睡眠的最优时间窗口来估计用于唤醒的最优时刻和/或用于上床睡眠的最优时刻,并且基于所估计的最优时刻引起发出警报。例如,云计算系统可以向手持通信设备发送应该发出警报的指示。然后,手持通信设备基于该指示发出警报。

[0029] 根据本公开的方法的功能还可以在云计算系统和单独的决策单元之间划分。例如,如上所述,可以检测温度变化模式,并且将关于检测到的温度变化模式的定时信息发送到决策单元,该决策单元基于定时信息确定用于睡眠的最优时间窗口。例如,决策单元可以是手持通信设备。决策单元可以进一步被配置为基于所确定的用于睡眠的最优时间窗口来估计用于唤醒的最优时刻和/或用于上床睡眠的最优时刻,并且基于所估计的最优时刻发出警报。

[0030] 根据本公开的方法(以及实施该方法的检测单元和系统)可以用于各种应用中。例如,该方法可以用于在车辆(例如汽车)中实施驾驶员的睡眠警报。例如,可以将来自驾驶员的手的远端温度的测量集成到驾驶盘(driving wheel)。可替代地,远端温度的测量可以实施为红外传感器。温度数据可以被发送到集成到车辆(例如,车载计算机)或手持设备(诸如

智能电话)的计算设备。

[0031] 根据本公开的方法还可以用于最小化时差。对于人类,可以每天大约调节一小时的昼夜节律。采用根据本公开的方法,可以以系统的方式进行该调节。

[0032] 对于本领域技术人员显而易见的是,本发明构思可以以各种方式实施。本发明及其实施例不限于上述示例,而是可以在权利要求的范围内变化。

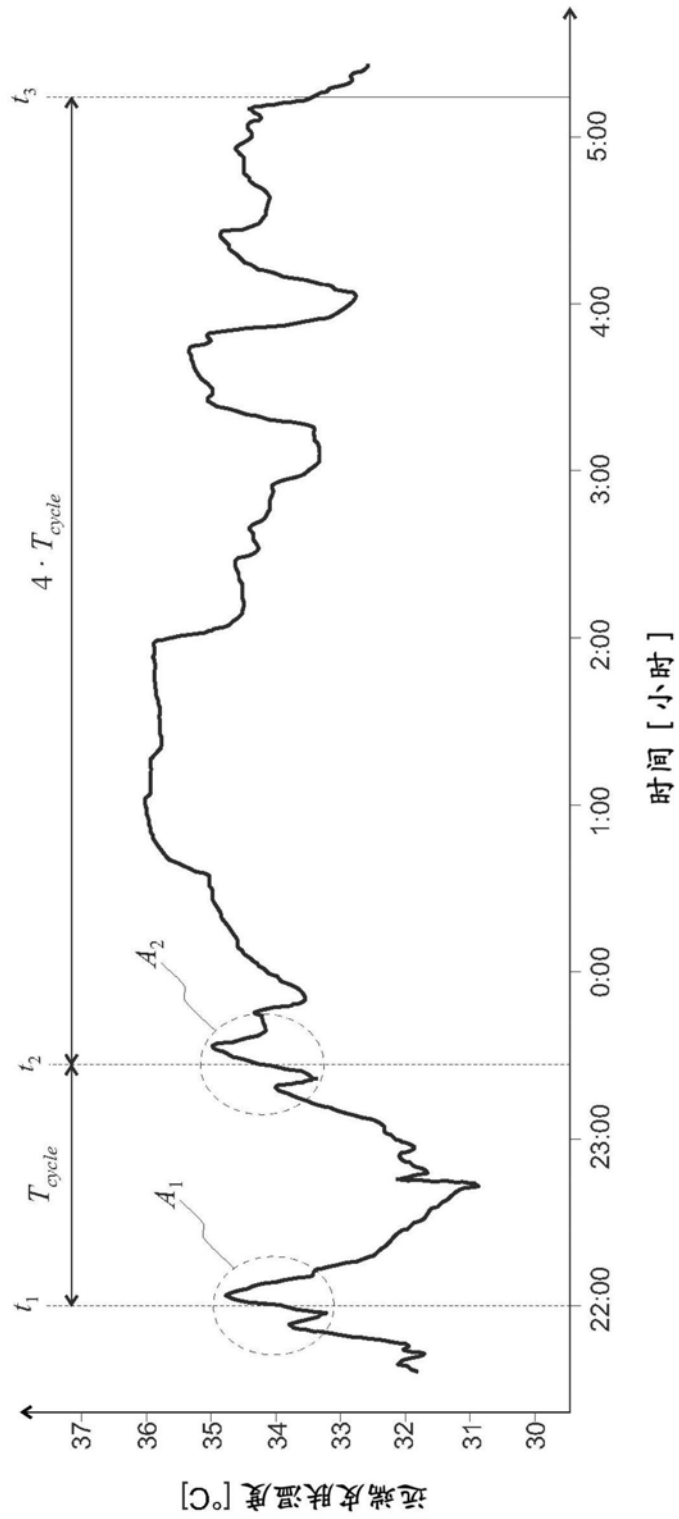


图1

专利名称(译)	用于确定人的睡眠的时间窗口的方法和系统		
公开(公告)号	CN109788913A	公开(公告)日	2019-05-21
申请号	CN201780051608.9	申请日	2017-08-21
发明人	J·莱特基 T·帕罗宁 L·库拉-帕沃拉 A·K·佩索宁		
IPC分类号	A61B5/01 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0008 A61B5/01 A61B5/4806 A61B5/4809 A61B5/4812 A61B5/4857		
代理人(译)	魏子翔 杨晓光		
优先权	2016005631 2016-08-25 FI		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本公开描述了一种用于确定人的睡眠的最优时间窗口的方法和实施该方法的系统。该方法包括接收人的远端皮肤温度的样本，并检测远端皮肤温度的样本中的温度变化模式。温度变化模式指示昼夜节律内的参考点。基于所指示的参考点确定用于睡眠的最优时间窗口。温度变化模式是远端皮肤温度的下降随后是远端皮肤温度的增加的形式，其中下降和增加在十分钟或更短的时间窗口内发生。

