



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110099601 A

(43)申请公布日 2019.08.06

(21)申请号 201780077295.4

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

(22)申请日 2017.10.02

代理人 胡琪

(30)优先权数据

62/408,677 2016.10.14 US

62/456,105 2017.02.07 US

62/480,496 2017.04.02 US

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/01(2006.01)

A61B 5/08(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.06.13

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2017/056067 2017.10.02

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/069790 EN 2018.04.19

(71)申请人 费森瑟有限公司

地址 以色列基里亚特提冯

(72)发明人 A.茨维利 G.蒂伯格 A.M.弗兰克

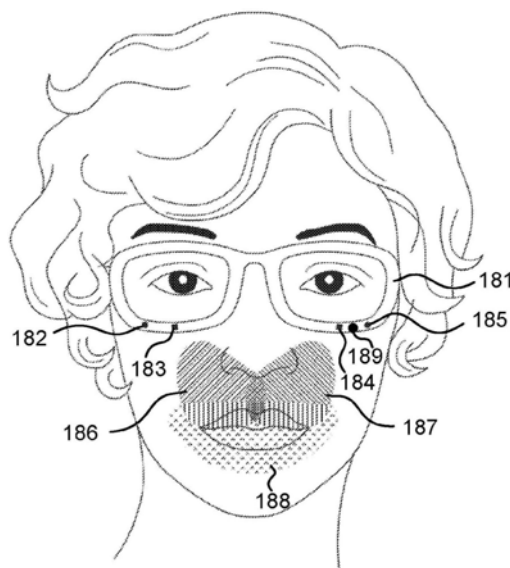
权利要求书3页 说明书57页 附图29页

(54)发明名称

检测呼吸参数并提供生物反馈的系统和方法

(57)摘要

本文描述了收集与呼吸和/或大脑活动有关的热测量的可穿戴系统的各种实施例。该系统可以可选地包含穿戴在用户的头部上的框架以及至少一个非接触式热感相机,该至少一个非接触式热感相机物理地耦接到框架并且位于靠近用户面部。在一个实施例中,每个热感相机进行以下区域中的至少一个的热测量:用户的上唇的右侧的一部分、用户的上唇的左侧的一部分、以及用户的嘴的一部分。计算机使用该热测量来计算与呼吸有关的参数,诸如呼吸速率、通过嘴/鼻孔完成呼吸的程度以及呼气与吸气持续时间之间的比率。在另一个实施例中,热感相机进行前额的测量,其指示用户的大脑活动。



1. 一种被配置为计算呼吸参数的系统,包括:

面向内的头戴式热感相机 (CAM), 其被配置为进行用户的鼻孔下方的区域的热测量 (TH_{ROI}); 其中 TH_{ROI} 指示呼气流; 以及

计算机, 其被配置为:

基于 TH_{ROI} 来生成特征值; 以及

利用模型基于所述特征值来计算呼吸参数; 其中基于在不同天期间进行的所述用户的先前的 TH_{ROI} 来训练所述模型。

2. 一种用于计算呼吸参数的方法, 包括:

使用面向内的头戴式热感相机 (CAM) 进行用户的鼻孔下方的区域的热测量 (TH_{ROI}); 其中 TH_{ROI} 指示呼气流;

基于 TH_{ROI} 来生成特征值; 以及

利用模型基于所述特征值来计算呼吸参数; 其中基于在不同天期间进行的所述用户的先前的 TH_{ROI} 来训练所述模型。

3. 一种被配置为识别主导鼻孔的系统, 包括:

至少一个面向内的头戴式热感相机 (CAM), 其被配置为进行右鼻孔和左鼻孔下方的第一区域和第二区域的热测量 (分别为 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2}); 其中所述至少一个 CAM 不遮挡用户的嘴和鼻孔中的任何一个; 以及

计算机, 其被配置为基于 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 来识别主导鼻孔。

4. 一种被配置为提供呼吸生物反馈会话的系统, 包括:

至少一个面向内的头戴式热感相机 (CAM), 其被配置为进行用户的鼻孔下方的区域的热测量 (TH_{ROI}); 其中 TH_{ROI} 指示呼气流; 以及

用户界面, 其被配置为提供基于 TH_{ROI} 而计算的反馈, 作为所述用户的呼吸生物反馈会话的一部分。

5. 一种用于进行呼吸生物反馈会话的方法, 包括:

使用至少一个面向内的头戴式热感相机 (CAM) 进行用户的鼻孔下方的区域的热测量 (TH_{ROI}); 其中 TH_{ROI} 指示呼气流;

当所述用户处于期望的状态时进行目标 TH_{ROI} (TARGET);

进行所述用户的当前 TH_{ROI} (CURRENT); 以及

为所述用户提供指示 TARGET 与 CURRENT 之间的相似度的实时反馈。

6. 一种被配置为选择用户的状态的系统, 包括:

至少一个面向内的头戴式热感相机 (CAM), 其被配置为进行鼻孔下方的至少三个区域的热测量 (TH_s); 其中 TH_s 指示呼气流的形状 (SHAPE); 以及

计算机, 其被配置为:

基于 TH_s 来生成特征值, 由此所述特征值指示所述 SHAPE; 以及

利用模型基于所述特征值从所述用户的潜在状态中选择所述用户的状态。

7. 一种被配置为基于呼气流的形状 (SHAPE) 来呈现用户的状态的系统, 包括:

至少一个面向内的头戴式热感相机 (CAM), 其被配置为进行所述用户的鼻孔下方的至少三个区域的热测量 (TH_s); 其中 TH_s 指示所述 SHAPE; 以及

用户界面 (UI), 其被配置为基于 TH_s 来呈现所述用户的状态; 其中对于相同的呼吸速率,

当TH_s指示对应于不同的潜在状态的不同的SHAPE时,所述UI为所述用户呈现不同的状态。

8.一种用于选择用户的状态的方法,包括:

使用至少一个面向内的头戴式热感相机(CAM)进行鼻孔下方的至少三个区域的热测量(TH_s);其中TH_s指示呼气流形状(SHAPE);

基于TH_s来生成特征值;由此所述特征值指示所述SHAPE;以及

利用模型基于所述特征值从所述用户的潜在状态中选择所述用户的状态。

9.一种被配置为区分正常状态与异常状态的系统,包括:

至少一个面向内的头戴式热感相机(CAM),其被配置为进行用户的至少前额的右侧上的第一区域和第二区域的热测量(分别为TH_{R1}和TH_{R2});

所述至少一个CAM进一步被配置为进行前额的左侧上的至少第三区域和第四区域的热测量(分别为TH_{L1}和TH_{L2});

其中所述第一区域和所述第三区域的中间分别在所述第二区域和所述第四区域的中间上方至少1cm;并且其中每个CAM位于所述第一区域和所述第三区域下方,并且不遮挡所述第一区域和所述第三区域中的任何一个;以及

计算机,其被配置为基于TH_{R1}、TH_{R2}、TH_{L1}和TH_{L2}来确定所述用户是处于正常状态还是处于异常状态。

10.一种被配置为警告异常状态的系统,包括:

至少一个面向内的头戴式热感相机(CAM),其被配置为进行用户的至少前额的右侧上的第一区域和第二区域的热测量(分别为TH_{R1}和TH_{R2});

所述至少一个CAM进一步被配置为进行前额的左侧上的至少第三区域和第四区域的热测量(分别为TH_{L1}和TH_{L2});

其中所述第一区域和所述第三区域的中间分别在所述第二区域和所述第四区域的中间上方至少1cm;并且其中每个CAM位于所述第一区域和所述第三区域下方,并且不遮挡所述第一区域和所述第三区域中的任何一个;以及

用户界面,其被配置为提供关于所述用户的异常状态的警报;其中基于TH_{R1}、TH_{R2}、TH_{L1}和TH_{L2}来确定所述异常状态。

11.一种用于警告异常状态的方法,包括:

进行用户的至少前额的右侧上的第一区域和第二区域的热测量(TH_{R1}、TH_{R2}),并且进行所述用户的前额的左侧上的至少第三区域和第四区域的热测量(TH_{L1}、TH_{L2});其中所述第一区域和所述第三区域的中间分别在所述第二区域和所述第四区域的中间上方至少1cm;

基于TH_{R1}、TH_{R2}、TH_{L1}和TH_{L2}来生成特征值;

利用模型基于所述特征值来检测所述用户的状态;其中基于以下来训练所述模型:(i)在所述用户处于正常状态时进行的先前的特征值、以及(ii)在所述用户处于所述异常状态时进行的其它先前的特征值;以及

响应于检测到所述异常状态,警告所述异常状态。

12.一种被配置为提供神经反馈会话的系统,包括:

面向内的头戴式热感相机(CAM),其被配置为进行用户的前额上的区域的热测量(TH_F);其中CAM位于所述区域的中间下方;以及

用户界面,其被配置为基于TH_F来为所述用户提供神经反馈会话。

13. 一种用于进行神经反馈会话的方法,包括:

使用面向内的头戴式热感相机进行用户的前额上的区域的热测量 (TH_F),所述面向内的头戴式热感相机位于所述区域的中间下方且位于距离所述用户的头部小于10cm;并且

进行指示以下混杂因素中的至少一个的测量 (m_{conf}):触摸前额、指向前额的热辐射以及前额上的直接气流;由此混杂因素引起 TH_F 的变化,所述 TH_F 的变化不是由于大脑活动;以及基于 TH_F 和 m_{conf} 来为所述用户进行神经反馈会话。

检测呼吸参数并提供生物反馈的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2016年10月14日提交的美国临时专利申请第62/408,677号以及2017年2月7日提交的美国临时专利申请第62/456,105号以及2017年4月2日提交的美国临时专利申请第62/480,496号的优先权。

技术领域

[0003] 本申请涉及用于测量面部温度的头戴式系统。

[0004] 致谢

[0005] Gil Thieberger要感谢他敬爱的老师Lama Dvora-hla,感谢她非凡的教诲和智慧、爱心、慈善和道德的表现,以及感谢她在引导他和其它人走向自由和最终幸福的道路上所付出的无尽努力、支持和技巧。Gil还要感谢他挚爱的父母把他抚养成人。

背景技术

[0006] 许多生理响应的表现涉及人面部(或其附近)的各个区域处的温度变化。例如,呼吸可以引起面部的区域(例如,上唇)和/或其前方的温度的变化(由于呼气流)。在另一个示例中,各种精神状态可以在前额上引起独特的热图案。因此,监测和分析这种温度对于许多与健康有关和与生活记录有关的应用是有用的。然而,当人们进行日常活动时,随着时间推移收集这种数据可能非常困难。通常,这种数据的收集涉及利用体积大、昂贵且需要连续指向人面部的热感相机(thermal camera)。此外,由于人们在日常活动中的移动,收集所需的测量经常涉及执行各种复杂的图像分析进程,诸如涉及图像配准和面部跟踪的进程。因此,需要能够在人面部的各个区域处收集热测量。优选地,要在人执行各种日常活动时在很长一段时间内收集该测量。

发明内容

[0007] 本公开的一些方面涉及可穿戴系统的各种实施例,该可穿戴系统被配置为收集与呼吸和/或大脑活动有关的热测量。可选地,系统包含被配置为穿戴在用户的头部上的框架、以及一个或多个非接触式热感相机(例如,基于热电堆或微测辐射热计的传感器)。每个热感相机小而轻,位于靠近用户面部,并且可以物理地耦接到框架。在一个实施例中,每个热感相机不遮挡用户的嘴和鼻孔中的任何一个,并且被配置为进行以下中的一个或多个的热测量:用户的上唇的右侧的一部分、用户的上唇的左侧的一部分、和/或用户的嘴的一部分。热测量被转发到计算机,该计算机计算与呼吸有关的参数,诸如呼吸速率、通过嘴完成呼吸的程度、通过鼻孔完成呼吸的程度、以及呼气与吸气持续时间之间的比率。在另一个实施例中,热感相机进行前额的测量,其指示用户的大脑活动。可选地,前额的热测量用于检测用户的状态,诸如用户是否呈现出愤怒、注意力缺陷多动障碍(ADHD)和/或头痛的症状。在一些实施例中,上述系统的热测量可以用于提供生物反馈会话,诸如神经反馈和/或呼吸生物反馈。

附图说明

- [0008] 在本文中的实施例仅通过示例的方式参考以下附图进行描述：
- [0009] 图1a和图1b图示了耦接到眼镜框架的各种面向内的头戴式相机；
- [0010] 图2图示了耦接到增强现实设备的面向内的头戴式相机；
- [0011] 图3图示了耦接到虚拟现实设备的头戴式相机；
- [0012] 图4图示了耦接到增强现实设备的头戴式相机的侧视图；
- [0013] 图5图示了耦接到太阳镜框架的头戴式相机的侧视图；
- [0014] 图6至图9图示了被配置为测量与本文描述的一些实施例相关的各种ROI的HMS；
- [0015] 图10至图13图示了包含具有多像素传感器 (FPA传感器) 的面向内的头戴式相机的系统的各种实施例；
- [0016] 图14a、图14b和图14c图示了右夹式设备和左夹式设备两者的实施例，右夹式设备和左夹式设备两者被配置为与眼镜框架附接/分离；
- [0017] 图15a和图15b图示了夹式设备的一个实施例，该夹式设备包含指向面部下部和前额的面向内的头戴式相机；
- [0018] 图16a和图16b图示了右夹式设备和左夹式设备的实施例，右夹式设备和左夹式设备被配置为附接在眼镜框架后面；
- [0019] 图17a和图17b图示了单个单元夹式 (single-unit clip-on) 设备的实施例，该单个单元夹式设备被配置为附接在眼镜框架后面；
- [0020] 图18图示了右夹式设备和左夹式设备的实施例，右夹式设备和左夹式设备被配置为与眼镜框架附接/分离，并且具有突出臂以保持面向内的头戴式相机；
- [0021] 图19图示了发出关于可能中风的警报的情形；
- [0022] 图20图示了收集与呼吸有关的热测量的系统的实施例，其中四个面向内的头戴式热感相机 (CAM) 耦接到橄榄球头盔；
- [0023] 图21图示了当检测到呼吸和吸气的持续时间的比率太低时向用户发出警报的情况；
- [0024] 图22图示了收集与呼吸有关的热测量的系统的实施例，其中四个CAM耦接到眼镜框架的底部；
- [0025] 图23a至图24c图示了本文所述的实施例如何帮助训练老年用户在劳动期间呼气；
- [0026] 图25a和图25b图示了在智能手机上运行的健身应用，该健身应用指导用户在弯腰时呼气并且在挺直时吸气；
- [0027] 图26图示了在智能手机上运行的健身应用，该健身应用指导用户保持三角形姿势8个呼吸周期；
- [0028] 图27图示向用户通知嘴呼吸并建议通过鼻子呼吸；
- [0029] 图28图示了示例性UI，该示例性UI示出了关于在一天期间主导鼻孔呼吸和嘴呼吸的统计；
- [0030] 图29图示了用户经由增强现实 (AR) 看见的虚拟机器人，该虚拟机器人促使用户增加用户的呼气与吸气的持续时间之间的比率；
- [0031] 图30图示了哮喘患者，该哮喘患者接收到他的呼吸速率增加到经常会在哮喘发作之前的程度的警报的警报；

- [0032] 图31a是左主导鼻孔的示意图；
- [0033] 图31b是右主导鼻孔的示意图；
- [0034] 图31c是平衡呼吸的示意图；
- [0035] 图32是识别主导鼻孔的系统的实施例的示意图；
- [0036] 图33图示了用于计算呼吸参数的系统的实施例；
- [0037] 图34图示了被配置为提供神经反馈和/或呼吸生物反馈的系统的实施例；
- [0038] 图35、图36和图37图示了具有头戴式热感相机的眼镜的实施例，其能够基于前额的热图案来区分用户的不同状态；
- [0039] 图38图示了夹式设备的一个实施例，该夹式设备被配置为多次与眼镜框架附接和分离。
- [0040] 图39图示了用户在日常活动期间具有神经反馈会话的情形；以及
- [0041] 图40a和图40b是计算机的可能实施例的示意图。

具体实施方式

[0042] “热感相机”在本文中指代非接触式设备，其测量波长长于2500纳米(nm)的电磁辐射且不接触其感兴趣区域(ROI)。热感相机可以包含一个感测元件(像素)或多个感测元件，所述感测元件在本文中也称为“感测像素”、“像素”和/或焦平面阵列(FPA)。热感相机可以基于非制冷热传感器，诸如热电堆传感器、微测辐射热计传感器(其中微测辐射热计指代任何类型的测辐射热计传感器及其等同物)、热电传感器或铁电传感器。

[0043] 形式为“ROI的热测量”(通常表示为 TH_{ROI} 或其某种变体)的句子指代以下中的至少一个：(i) ROI的温度测量(T_{ROI})，诸如当使用热电堆或微测辐射热计传感器时，以及(ii) ROI的温度变化测量(ΔT_{ROI})，诸如当使用热电传感器时或当从由热电堆传感器或微测辐射热计传感器在不同时间进行的温度测量导出温度变化时。

[0044] 在一些实施例中，诸如热感相机的设备可以被定位成使得它遮挡用户面部上的ROI，而在其它实施例中，该设备可以被定位成使得它不遮挡ROI。形式为“系统/相机不遮挡ROI”的句子指示，ROI可以被位于用户前面且看着ROI的第三人观察到，诸如图7、图11和图19中的全部ROI所示。形式为“系统/相机遮挡ROI”的句子指示，一些ROI不可以被第三人直接观察到，诸如图1a中被镜头遮挡的ROI 19和37，以及图9中分别被相机91和96遮挡的ROI 97和102。

[0045] 尽管许多公开的实施例可以成功地使用遮挡的热感相机，但是在某些情形下，诸如当每天和/或在正常的日常环境中使用HMS时，使用不遮挡其在面部上的ROI的热感相机可以为用户、HMS和/或热感相机提供一个或多个优点，该一个或多个优点可以涉及以下中的一个或多个：美学、更好的面部通风、减轻的重量、穿戴简单以及减少被玷污的可能性。

[0046] “可见光相机”指代被设计为检测可见光谱中的至少一些的非接触式设备，诸如具有光学透镜和CMOS或CCD传感器的相机。

[0047] 术语“面向内的头戴式相机”指代被配置为要穿戴在用户的头部上且当用户的头部进行角移动和横向移动(诸如角速度高于 0.1rad/sec ，高于 0.5rad/sec ，和/或高于 1rad/sec 的移动)时也保持指向其ROI的相机，该ROI在用户面部上。头戴式相机(可以是面向内的和/或面向外的)可以被物理地耦接到穿戴在用户的头部上的框架，可以使用夹式机构(被

配置为与眼镜附接和分离)而被附接到眼镜,可以使用当头部移动时使相机相对于用户的头部保持在固定位置的任何其它已知的设备而被安装到用户的头部。形式为“相机物理地耦接到框架”的句子意味着相机随着框架移动,诸如当相机被固定到(或集成到)框架时,或者当相机被固定到(或集成到)物理地耦接到框架的元件时。缩写“CAM”表示“面向内的头戴式热感相机”,缩写“CAM_{out}”表示“面向外的头戴式热感相机”,缩写“VCAM”表示“面向内的头戴式可见光相机”,并且缩写“VCAM_{out}”表示“面向外的头戴式可见光相机”。

[0048] 形式为“被配置为要穿戴在用户的头部上的框架”或“穿戴在用户的头部上的框架”的句子指代将多于其重量的50%负载到用户的头部的机械结构。例如,眼镜框架可以包含两个镜腿,该两个镜腿连接到由横梁连接的两个边缘;Oculus Rift™的框架包含放置在用户面部上的橡胶和头带;而Google Glass™和Snap公司的Spectacles中的框架与眼镜框架相似。附加地或可替代地,框架可以连接到头盔(例如,运动头盔、摩托车头盔、自行车头盔和/或战斗头盔)和/或脑电波测量头戴装置,可以固定于头盔(例如,运动头盔、摩托车头盔、自行车头盔和/或战斗头盔)和/或脑电波测量头戴装置之内,和/或与头盔(例如,运动头盔、摩托车头盔、自行车头盔和/或战斗头盔)和/或脑电波测量头戴装置集成。

[0049] 当热感相机是面向内的并是头戴式的时,可以使用本文描述的一些实施例来简化甚至消除本领域中已知的用于获取热测量的系统(其包含非头戴式热感相机)所面对的挑战。这些挑战中的一些可能涉及处理由用户的移动、图像配准、ROI对准、基于热点或标记的跟踪以及IR域中的运动补偿引起的复杂性。

[0050] 在各种实施例中,相机位于靠近用户面部,诸如距面部最多2cm、5cm、10cm、15cm或20cm(在本文中“cm”表示厘米)。在诸如“位于距离面部/头部小于15cm的相机”之类的句子中距面部/头部的距离指代相机与面部/头部之间的最短可能距离。在各种实施例中使用的头戴式相机可以是轻质的,使得每个相机重量低于10g、5g、1g和/或0.5g(在本文中“g”表示克)。

[0051] 下图示出了配备头戴式相机的HMS的各种示例。图1a图示了耦接到眼镜框架15的各种面向内的头戴式相机。相机10和12分别测量前额上的区域11和13。相机18和36分别测量眶周范围19和37上的区域。HMS进一步包含可选的计算机16,其可以包含处理器、存储器、电池和/或通信模块。图1b图示了相似的HMS,其中面向内的头戴式相机48和49分别测量区域41和41。相机22和24分别测量区域23和25。相机28测量区域29。并且相机26和43分别测量区域38和39。

[0052] 图2图示了耦接到增强现实设备(诸如Microsoft HoloLens™)的面向内的头戴式相机。图3图示了耦接到虚拟现实设备(诸如Facebook's Oculus Rift™)的头戴式相机。图4是图示耦接到增强现实设备(诸如Google Glass™)的头戴式相机的侧视图。图5是图示耦接到太阳镜框架的头戴式相机的另一个侧视图。

[0053] 图6至图9图示了被配置为测量与本文描述的一些实施例相关的各种ROI的HMS。图6图示了框架35,其安装面向内的头戴式相机30和31,面向内的头戴式相机30和31分别测量前额上的区域32和33。图7图示了框架75,其安装面向内的头戴式相机70和71以及面向内的头戴式相机76和77,面向内的头戴式相机70和71分别测量前额上的区域72和73,面向内的头戴式相机76和77分别测量上唇上的区域78和79。图8图示了框架84,其安装面向内的头戴式相机80和81,面向内的头戴式相机80和81分别测量鼻子侧面上的区域82和83。并且图9图

示了框架90,其包含(i)面向内的头戴式相机91和92,面向内的头戴式相机91和92安装到突出臂并分别测量前额上的区域97和98,(ii)面向内的头戴式相机95和96,面向内的头戴式相机95和96也安装到突出臂,分别测量面部下部上的区域101和102,以及(iii)头戴式相机93和94,头戴式相机93和94分别测量眶周范围99和100上的区域。

[0054] 图10至图13图示了具有多像素传感器(FPA传感器)的各种面向内的头戴式相机,其被配置为测量与本文描述的一些实施例相关的各种ROI。图10图示了头戴式相机120和122,头戴式相机120和122分别测量前额上的区域121和123,并且安装头戴式相机124,头戴式相机124测量鼻子上的区域125。图11图示了除了已经在图10中描述的头戴式相机之外的头戴式相机126和128,头戴式相机126和128分别测量上唇上的区域127和129。图12图示了头戴式相机130和132,头戴式相机130和132分别测量上唇和鼻子侧面上的较大区域131和133。并且图13图示了除了已经在图12中描述的头戴式相机之外的头戴式相机134和137,头戴式相机134和137分别测量在右面颊和嘴的右侧上的区域135和在左面颊和嘴的左侧上的区域138。

[0055] 在一些实施例中,可以使用夹式设备将头戴式相机物理地耦接到框架,该夹式设备被配置为与一副眼镜附接/分离,以便多次将设备固定到眼镜/从眼镜释放设备。夹式设备保持着至少面向内的相机、处理器、电池和无线通信模块。大多数夹式设备可以位于框架前面(如图14b、图15b和图18所示),或者替代地,大部分夹式设备可以位于框架后面(如图16b和图17b所示)。

[0056] 图14a、图14b和图14c分别图示了右夹式设备141和左夹式设备142,右夹式设备141和左夹式设备142被配置为与眼镜框架140附接/分离。夹式设备142包含指向面部下部上的区域(例如上唇、嘴、鼻子和/或面颊)的面向内的头戴式相机143、指向前额的面向内的头戴式相机144、以及其它电子器件145(诸如处理器、电池和/或无线通信模块)。夹式设备141和142可以包含附图中图示为黑色圆圈的附加相机。

[0057] 图15a和图15b图示了夹式设备147,夹式设备147包含指向面部下部上的区域(诸如鼻子)的面向内的头戴式相机148、以及指向前额的面向内的头戴式相机149。其它电子器件(诸如处理器、电池和/或无线通信模块)位于盒子150内,盒子150还保持相机148和149。

[0058] 图16a和图16b图示了右夹式设备160和左夹式设备161,右夹式设备160和左夹式设备161分别被配置为附接在眼镜框架165后面。夹式设备160包含指向面部下部上的区域(诸如上唇、嘴、鼻子和/或面颊)的面向内的头戴式相机162、指向前额的面向内的头戴式相机163、以及其它电子器件164(诸如处理器、电池和/或无线通信模块)。夹式设备160和161可以包含附图中图示为黑色圆圈的附加相机。

[0059] 图17a和图17b图示了单个单元夹式设备170,其被配置为附接在眼镜框架176后面。单个单元夹式设备170包含指向面部下部上的区域(诸如上唇、嘴、鼻子和/或面颊)的面向内的头戴式相机171和172、指向前额的面向内的头戴式相机173和174、被配置为施加力以将夹式设备170保持到框架176的弹簧175、以及其它电子器件177(诸如处理器、电池和/或无线通信模块)。夹式设备170可以包含附图中图示为黑色圆圈的附加相机。

[0060] 图18图示了右夹式设备153和左夹式设备154,右夹式设备153和左夹式设备154分别被配置为与眼镜框架附接/分离,并且具有突出臂以保持面向内的头戴式相机。头戴式相机155测量面部下部上的区域,头戴式相机156测量前额上的区域,并且左夹式设备154进一

步包含其它电子器件157 (诸如处理器、电池和/或无线通信模块)。夹式设备153和154可以包含附图中图示为黑色圆圈的附加相机。

[0061] 应注意,一些附图中的ROI的椭圆形和其它形状仅用于说明目的,并且ROI的实际形状通常不如图所示。可以使用各种方法计算ROI的准确形状,诸如使用面部的3D模型和热感相机物理地耦接到的头戴式系统(HMS)的模型的计算机化模拟,或者通过放置LED代替传感器(同时维持相同的视场)并观察面部上的照明图案。此外,相机的图示和讨论表示一个或多个相机,其中每个相机可以具有相同的FOV和/或不同的FOV。除非有相反的指示,否则相机可以包含一个或多个感测元件(像素),即使多个感测元件没有明确地出现在附图中;当相机包含多个感测元件时,所示的ROI通常指代由相机捕获的总ROI,其由分别由不同感测元件捕获的多个区域构成。附图中相机的位置仅用于说明,并且相机可以放置在HMS上的其它位置。

[0062] 形式为“范围上的ROI”的句子,诸如前额上的ROI或鼻子上的ROI,指代该范围的至少一部分。取决于上下文,尤其是当使用仅具有一个像素或少量像素的CAM时,ROI可以涵盖另一区域(除了该区域之外)。例如,形式为“鼻子上的ROI”的句子可以指代以下中的任一种:ROI的100%是在鼻子上,或者ROI的一部分是在鼻子上并且ROI的一部分是在上唇上。

[0063] 本文描述的各种实施例涉及基于用户测量来检测生理响应。生理响应的一些示例包含压力、过敏反应、哮喘发作、中风、脱水、中毒或头痛(包含偏头痛)。生理响应的其它示例包含恐惧、惊吓、性唤起、焦虑、欢乐、痛苦或内疚的表现。生理响应的其它实例包含生理信号,诸如用户的心率或呼吸参数的值。可选地,检测生理响应可以涉及以下中的一个或多个:确定用户是否具有/具有过生理响应,识别与生理响应相关联的即将来临的发作,和/或计算生理响应的程度。

[0064] 在一些实施例中,通过处理落入表征生理响应的某一时间窗口内的热测量,来完成生理响应的检测。例如,取决于生理响应,窗口可以是五秒长、三十秒长、两分钟长、五分钟长、十五分钟长或一小时长。检测生理响应可以涉及分析在多个上述窗口期间进行的热测量,诸如在不同天期间进行的测量。在一些实施例中,计算机可以接收在用户在一天期间穿戴具有耦接的热感相机的HMS时所进行的热测量的流,并且周期性地评估落入某一大小的滑动窗口内的测量。

[0065] 在一些实施例中,基于在长时段内进行的测量来生成模型。形式为“在不同天期间进行的测量”或“在多于一周内进行的测量”的句子不限于分别跨越不同天或在一周内的连续测量。例如,“在多于一周内进行的测量”可以由配备有热感相机的眼镜进行,热感相机被穿戴多于一周,每天8小时。在该示例中,用户不需要在睡觉时穿戴眼镜以便在多于一周内进行测量。相似地,形式为“在多于5天内,每天至少2小时进行的测量”的句子指代包括在5个不同天内进行的至少10次测量的集合,其中每天至少进行两次测量,进行测量的时间相隔至少两小时。

[0066] 在一些实施例中,利用长时段进行的测量(例如,在“不同天”进行的测量)可以具有有助于经训练的模型的普遍适用性的优点。在长时段内进行的测量可能包含在不同环境中进行的测量和/或在被测量的用户处于各种生理和/或精神状态时(例如,在用餐之前/之后和/或在被测量的用户处于困倦/精力充沛/快乐/沮丧等时)进行的测量。对这种数据进行模型训练可以改善在现实世界使用中经常遇到的各种环境(与受控的类实验室环境相

反)中使用该模型的系统的性能。另外,在长时段内进行测量可以具有使得能够收集一些机器学习方法(例如,“深度学习”)所需的大量训练数据的优点。

[0067] 检测生理响应可以涉及由计算机执行各种类型的计算。可选地,检测生理响应可以涉及执行以下操作中的一个或多个:将热测量与阈值进行比较(当达到可以指示生理响应发生的阈值时),将热测量与参考时间序列进行比较,和/或通过执行涉及使用机器学习方法训练的模型的计算。可选地,一个或多个操作被执行针对的热测量是在某一长度的时间窗口期间进行的,该长度可以可选地取决于被检测的生理响应的类型。在一个示例中,窗口可以短于以下持续时间中的一个或多个:五秒、十五秒、一分钟、五分钟、三十分钟、一小时、四小时、一天或一周。在另一个示例中,窗口可以长于前述持续时间中的一个或多个。因此,当在长时段内进行测量(诸如在多于一周的时段内进行测量)时,可以基于落入某一时间附近的某一窗口内的测量的子集,来完成在某一时间的生理响应的检测;在某一时间的检测并不必要涉及利用在整个长时段内收集的全部值。

[0068] 在一些实施例中,检测用户的生理响应可以涉及利用基线(baseline)热测量值,大部分基线热测量值是当用户没有正在经历生理响应时所进行过的。可选地,检测生理响应可以依赖于对一个或多个ROI处的典型温度(基线)的变化的观察,其中不同的用户可能在ROI处具有不同的典型温度(即,不同的基线)。可选地,检测生理响应可以依赖于对基线水平的变化的观察,该基线水平是基于在在前的分钟和/或小时期间进行的先前的测量来确定的。

[0069] 在一些实施方案中,检测生理响应涉及确定生理响应的程度,其可以以指示生理响应程度的各种方式表达,诸如:(i)指示用户是否经历过和/或正在经历生理响应的二进制值,(ii)指示生理响应的幅度的数值,(iii)指示生理响应的严重性/程度的分类值,(iv)ROI的热测量(表示为 TH_{ROI} 或其某种变体)的预期变化,和/或(v) TH_{ROI} 的变化率。可选地,当生理响应对应于生理信号(例如,心率、呼吸速率和额叶大脑活动的程度)时,生理响应的程度可以被解释为生理信号的值。

[0070] 在本文中,“机器学习”方法指代使用一种或多种方法从示例中学习。可选地,方法可以被认为是监督的、半监督的和/或无监督的方法。机器学习方法的示例包含:决策树学习、关联规则学习、回归模型、最近邻分类器、人工神经网络、深度学习、归纳逻辑编程、支持向量机、聚类、贝叶斯网络、强化学习、代表学习、相似度和度量学习、稀疏字典学习、遗传算法、基于规则的机器学习和/或学习分类器系统。

[0071] 在本文中,“基于机器学习的模型”是使用机器学习方法训练的模型。为了简洁起见,有时候,“基于机器学习的模型”可以简称为“模型”。将模型称为“基于机器学习的”旨在指示该模型是使用机器学习方法训练的(否则,“模型”还可以指代由除机器学习之外的方法生成的模型)。

[0072] 在涉及利用基于机器学习的模型的一些实施例中,计算机被配置为通过基于热测量(以及可能的其它值)和/或基于从其导出的值(例如,测量的统计数据)生成特征值,来检测生理响应。然后,计算机利用基于机器学习的模型,基于特征值来计算指示用户是否和/或在何种程度上正经历(和/或将要经历)生理响应的值。可选地,计算所述值被认为是“检测生理响应”。可选地,由计算机计算的值指示用户具有/具有过生理响应的概率。

[0073] 在本文中,特征值可以被认为输入到计算机,该计算机利用模型来执行值的计算,

例如指示上述生理响应程度的值。应注意,术语“特征”和“特征值”可以当其使用的上下文清楚时互换使用。但是,“特征”通常指代某一类型的值,并且表示属性,而“特征值”是在某一实例(样本)情况下的该属性的值。例如,特征可以是某一ROI处的温度,而对应于该特征的特征值在一个实例中可以是36.9℃且在另一个实例中可以是37.3℃。

[0074] 在一些实施例中,基于包含样本的数据,来训练用于检测生理响应的基于机器学习的模型。每个样本包含特征值和标签。特征值可以包含各种类型的值。基于在某一时间段期间进行的用户的测量(例如,在某一时间段期间进行的热测量),来生成样本的至少一些特征值。可选地,一些特征值可以基于本文描述的各种其它信息源。标签指示对应于某一时间段的用户的生理响应。可选地,标签可以指示生理响应是否在某一时段期间发生和/或在某一时段期间生理响应的程度。附加地或可替代地,标签可以指示生理响应持续多长时间。可以使用各种方法来生成样本的标签,诸如用户的自我报告,分析训练数据的专家的注释,分析训练数据和/或分析与训练数据有关的附加数据的计算机的自动注释,和/或利用提供对生成标签有用的数据的附加传感器。应注意,在本文中当陈述基于某些测量来训练模型时(例如,“基于在不同天进行的 TH_{ROI} 来训练的模型”),这意味着在样本上训练该模型,该样本包括基于该某些测量生成的特征值以及对应于该某些测量的标签。可选地,对应于测量的标签指示在测量进行时的生理响应。

[0075] 可以基于热测量来生成各种类型的特征值。在一个示例中,一些特征值指示某些ROI处的温度。在另一个示例中,其它特征值可以表示某些ROI处的温度变化。温度变化可以相对于某一时间和/或相对于不同的ROI。为了更好地检测需要花费一些时间来表现的生理响应,在一些实施例中,一些特征值可以描述某一ROI处在不同时间点的温度(或温度变化)。可选地,这些特征值可以包含热测量的各种函数和/或统计,诸如在某些时间窗口期间的最小/最大测量值和/或平均值。

[0076] 应注意,当陈述基于包括多个源的数据来生成特征值时,这意味着对于每个源,存在至少一个基于该源(以及可能的其它数据)生成的特征值。例如,陈述从第一和第二ROI的热测量(分别为 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2})生成特征值,意味着特征值可以包含基于 TH_{ROI1} 生成的第一特征值和基于 TH_{ROI2} 生成的第二特征值。可选地,当样本包含基于用户的测量生成的特征值时,认为该样本是基于用户的测量(例如,包括 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 的测量)生成的。

[0077] 除了基于热测量生成的特征值之外,在一些实施例中,可以基于可能影响在各种面部ROI处测量的温度的附加数据源来生成被计算机利用(例如,用以检测生理响应或训练模式)的至少一些特征值。附加源的一些示例包含:(i)环境测量,诸如温度、湿度水平、噪音水平、海拔、空气质量、风速、降水和红外辐射;(ii)上下文信息,诸如一天中的时间(例如,考虑昼夜节律的影响)、一个月中的一天(例如,考虑月球节律的影响)、一年中的一天(例如,考虑季节的影响)和/或月经周期的阶段;(iii)关于被测量的用户的信息,诸如性别、年龄、体重、身高和/或体格。替代地或附加地,可以基于由不是热感相机的传感器获得的用户的生理信号来生成至少一些特征值,诸如可见光相机、光电容积脉搏波(PPG)传感器、心电图(ECG)传感器、脑电图(EEG)传感器、皮肤电响应(GSR)传感器或热敏电阻。

[0078] 在一些实施例中,可以基于在日常现实世界情形中收集的数据来训练用于检测生理响应的基于机器学习的模型。如此,可以在一天的不同时间、在用户执行各种活动时以及在各种环境条件下收集数据。利用这种多种多样的训练数据可以使得经训练的模型能够更

好地适应不同条件可能对热测量值的各种影响,并且因此能够在现实世界日常情形中实现对生理响应的更好检测。

[0079] 因为现实世界日常条件不总是相同的,所以有时生理响应的检测可能受到本文所称的“混杂因素”的阻碍。混杂因素可能是面部的某些区域变暖和/或变凉的缘由,其与正在被检测的生理响应是无关的,并且正因为如此可能降低生理响应检测的准确度。混杂因素的一些示例包含:(i) 环境现象,诸如直射阳光、空调和/或风等;(ii) 用户面部上的东西,其并不是通常都在那的和/或不表征大部分用户面部(例如化妆品、软膏、汗水、头发、面部毛发、皮肤瑕疵、痤疮、炎症、穿孔、人体彩绘和食物残渣);(iii) 可能影响用户的心率、血液循环和/或血液分布的身体活动(例如,步行、跑步、跳跃和/或弯腰);(iv) 食用了身体对其具有生理响应的物质,该生理响应可能涉及各种面部ROI处的温度变化,该物质诸如各种药物、酒精、咖啡因、烟草和/或某些类型的食物;和/或(v) 扰乱性的面部动作(例如,皱眉、说话、进食、饮水、打喷嚏和咳嗽)。

[0080] 在热测量中可能并不总是容易识别混杂因素的发生。因此,在一些实施例中,系统可以并入被设计为适应混杂因素的措施。在一些实施例中,这些措施可以涉及生成基于附加传感器(除热感相机之外)的特征值。在一些实施例中,这些措施可以涉及避免检测生理响应,这应该被解释为避免提供用户具有生理响应的指示。例如,如果识别到某一混杂因素(诸如对面部的一侧加热的强的定向太阳光)的发生,则系统可以避免检测用户有中风。在该示例中,即使面部两侧的对称ROI之间的温度差异达到了在其它情况下将保证警告用户的阈值,也可以不警告用户。

[0081] 在一些实施例中,用于训练用于检测生理响应的模型的训练数据可以包含对应于各种条件的多种多样的样本集合,其中一些条件涉及混杂因素的发生(当不存在生理响应时和/或当存在生理响应时)。具有发生了混杂因素的样本(例如,用户处于直射阳光下或触摸面部),可以导致在现实世界情况下不易于错误地检测生理响应(其可以被认为是假阳性的发生)的模型。

[0082] 在训练模型之后,可以提供模型以供检测生理响应的系统使用。提供模型可以涉及执行不同的操作,诸如经由计算机网络和/或共享计算机储存介质将模型转发到系统,将模型储存在系统可以从中检索模型的位置(诸如数据库和/或基于云的储存),和/或向系统通知关于模型的存在和/或关于模型的更新。

[0083] 用于检测生理响应的模型可以包含不同类型的参数。以下是可以由计算机相应地执行以便检测生理响应的计算模型和类型的各种可能性的一些示例:(a) 模型包括决策树的参数。可选地,计算机模拟沿决策树中的路径的遍历,基于特征值确定要采取的分支。可以在叶节点处获得指示生理响应的值,和/或基于涉及沿路径的节点和/或边缘上的值的计算来获得指示生理响应的值;(b) 模型包括回归模型的参数(例如,线性回归模型或逻辑回归模型中的回归系数)。可选地,计算机将特征值(可以认为是回归量)乘以回归模型的参数,以便获得指示生理响应的值;和/或(c) 模型包括神经网络的参数。例如,参数可以包含限定至少以下内容的值:(i) 不同神经元层之间的互连图案,(ii) 互连的权重,以及(iii) 将每个神经元的加权输入转换为其输出激活的激活函数。可选地,计算机提供特征值作为神经网络的输入,计算各种激活函数的值并在各层之间传播值,并且从网络获得输出,该输出是指示生理响应的值。

[0084] 在一些实施例中,可以利用用户界面(UI)来向用户和/或某个其它实体(诸如护理人员)通知生理响应和/或响应于生理响应的程度达到阈值的指示而呈现警报。UI可以包含用于显示通知和/或警报的屏幕、用于播放音频通知的扬声器、触觉UI和/或振动UI。在一些实施例中,关于用户的生理响应的“警告”指代通知以下中的一个或多个:用户通常不具有的生理响应(例如,中风、中毒和/或脱水)的发生,即将来临的生理响应(例如,过敏反应、癫痫发作和/或偏头痛),以及生理响应的程度达到阈值(例如,压力和/或愤怒达到预定水平)。图19图示了发出关于可能中风的警报的情形。该图图示了用户穿戴具有至少两个CAM(562和563)的框架,该至少两个CAM用于测量右面颊和左面颊上的ROI(分别为ROI 560和561)。测量指示:面部的左侧比面部的右侧更冷。基于这些测量以及可能的附加数据,系统检测到中风并发出警报。

[0085] 当CAM的ROI在用户的上唇、用户的嘴、来自用户的鼻子的呼气流所流动的空间和/或来自用户的嘴的呼气流所流动的空间上时,CAM可以进行与呼吸有关的热测量。在一些实施例中,可以基于在某一时间段期间进行的与呼吸有关的热测量,来计算以下呼吸参数中的一个或多个:

[0086] “呼吸速率”表示用户在某一时段期间每分钟呼吸的次数。呼吸速率也可以表述(formulated)为连续吸气之间的平均时间和/或连续呼气之间的平均时间。

[0087] “呼吸量(Respiration volume)”表示在某一持续时间(通常为每分钟)内呼吸的空气体积,在某一呼吸期间呼吸的空气体积,潮气体积(tidal volume),和/或两次或更多次呼吸之间的比率。例如,呼吸量可以指示第一次呼吸比第二次呼吸更深,或者在第一分钟期间的呼吸比在第二分钟期间的呼吸更浅。

[0088] “嘴呼吸与鼻呼吸”指示用户在某一时段期间是主要通过嘴呼吸(一种表征为“嘴呼吸”的状态)还是主要通过鼻子呼吸(一种表征为“鼻子呼吸”或“鼻呼吸”的状态)。可选地,该参数可以表示鼻呼吸与嘴呼吸之间的比率,诸如在期间呼吸更多是嘴呼吸的该某一时段的比率,和/或通过鼻子相比于嘴呼出的相对的空气体积。在一个示例中,主要通过嘴呼吸指代通过嘴吸入多于50%的空气(并且通过鼻子吸入少于50%的空气)。

[0089] “呼气持续时间/吸气持续时间”表示在某一时间段期间的呼气持续时间,在某一时间段期间的吸气持续时间,和/或上述两个持续时间的比率。可选地,该呼吸参数可以表示以下中的一个或多个:(i) 呼气 and/或 吸气的平均持续时间,(ii) 在某一时段内呼气 and/或 吸气的最大和/或最小持续时间,以及(iii) 呼气 and/或 吸气的持续时间达到某一阈值的时间的比例。

[0090] “呼气后呼吸暂停”表示用户完成呼气与再次开始吸气之间经过的时间。“吸气后呼吸暂停”表示用户完成吸气与用户在此之后开始呼气之间经过的时间。可以利用各种统计来表述呼气后/吸气后呼吸暂停,诸如在某一时间段期间的平均呼气后/吸气后呼吸暂停,在某一时间段期间呼气后/吸气后呼吸暂停的最大或最小持续时间,和/或呼气后/吸气后呼吸暂停持续时间达到某一阈值的时间的比例。

[0091] “主导鼻孔”是大部分空气是通过其呼出的鼻孔(当通过鼻子呼气时)。通常,主导鼻孔在一天期间改变,并且当通过每个鼻孔呼出的空气量相似时,呼气被认为是平衡的。可选地,当通过右鼻孔和左鼻孔呼出的空气体积之间的差异低于预定阈值(诸如20%或10%)时,可以认为呼吸是平衡的。附加地或可替代地,可以认为在从右到左或从左到右的鼻孔主

导的切换的中间周围的某一持续时间期间的呼吸是平衡的。例如,在主导鼻孔之间切换的中间,平衡呼吸的某一持续时间可以是约4分钟。

[0092] “呼气流的温度”可以基于从一个或两个鼻孔流出的流的热测量和/或基于由来自鼻子的呼气流在上唇上生成的热图案来测量。在一个示例中,并非必要测量呼气流的精确温度,只要系统能够基于在不同时间进行的一系列热测量之间的差异来区分呼气流的不同温度即可。可选地,被比较的一系列热测量是从头戴式热感相机的相同的(一个或多个)像素接收的温度测量。

[0093] “呼气流的形状”(也称为“SHAPE”)表示来自至少一个鼻孔的呼气流的三维(3D)形状。SHAPE在一天期间改变,并且可以反映用户的精神、生理和/或精力充沛状态。通常,呼气流的温度不同于环境中的空气温度;这使得捕获呼气流所流过的体积的一部分的热感相机能够:进行指示SHAPE的测量,和/或区分不同的呼气流的形状(SHAPE)。此外,呼气流的温度通常不同于上唇的温度,并且因此具有不同形状的呼气流可以在上唇上生成不同的热图案。测量上唇上的这些不同的热图案可以使得计算机能够区分不同的SHAPE。在一个实施例中,由CAM的、在不同时间间隔上测量呼气流和/或上唇的相邻的热像素所测量的值之间的差异可以对应于不同的SHAPE。在一个示例中,并非必要测量精确的SHAPE,只要可以基于相邻的热像素的值之间的差异来区分不同的SHAPE即可。在另一个实施例中,在不同时间间隔上由相同热像素测量的平均值之间的差异可以对应于不同的SHAPE。在又一个实施例中,如由CAM测量的,在从用户的鼻子突出的3D形状的某些边界内的、比环境空气更暖的空气被认为属于呼气流。

[0094] 在一个实施例中,SHAPE可以由一个或多个CAM拍摄的一个或多个热图像来表示。在该实施例中,形状可以对应于一个或多个图像中的某一图案和/或描述多个图像中的变化图案的时间序列。在另一个实施例中,SHAPE可以由以下参数中的至少一个表示:呼气流从鼻孔吹出的角度,呼气流的宽度,呼气流的长度以及指示3D SHAPE的其它参数。可选地,SHAPE可以由几何体的形状来限定,该几何体的形状将其限制为从用户的鼻子突出,诸如圆锥体或圆柱体。例如,SHAPE可以由诸如圆锥体高度、圆锥体基部的半径和/或圆锥体的高度轴与鼻孔之间的角度之类的参数来表示。

[0095] “呼气流的平稳度(smoothness)”表示来自鼻子和/或嘴的呼气流的平稳度的水平。在一个实施例中,呼气流的平稳度是可以基于观察与呼吸有关的热测量的曲线图的平稳度来确定的值。可选地,系统并不必要测量精确的呼气流的平稳度,只要其能够区分在不同时间进行的与呼吸有关的热测量的平稳度水平即可。可选地,可以由相同的像素和/或不同的像素来测量在不同时间进行的被比较的热测量。根据经验,呼气流越平稳,压力越小且身体条件越好。例如,健康年轻人的呼气流经常比老年人的呼气流更平稳,老年人甚至可能在正在呼气时经历短的暂停。

[0096] 存在众所周知的用于计算曲线图的平稳度的数学方法,诸如傅立叶变换分析、多项式拟合、可微性类(differentiability class)、多元可微性类、参数连续性和/或几何连续性。在一个示例中,基于一系列 TH_{ROI} 的傅立叶变换,来计算指示呼气流的 TH_{ROI} 的平稳度。在傅里叶变换的情况下,高频部分的功率越小,呼气越平稳,反之亦然。可选地,一个或多个预定阈值区分频域中的高频与低频部分。在另一个示例中,使用一系列 TH_{ROI} 的多项式拟合(具有有限幂),来计算指示呼气流的 TH_{ROI} 的平稳度。可选地,用于拟合的多项式的幂与该时

间序列中的呼气数目成比例(例如,线性)。在多项式拟合的情况下,平稳度可以是一系列 TH_{ROI} 系列与多项式之间的拟合优度的度量。例如,平方误差越小,曲线图被认为越平稳。在又一个实施例中,可以使用基于机器学习的模型来计算指示呼气流 TH_{ROI} 的平稳度,该基于机器学习的模型是使用包括平稳程度是已知的 TH_{ROI} 的参考时间序列的训练数据而训练的。

[0097] 在替代实施例中,麦克风用于测量呼气声音。呼气流 TH_{ROI} 的平稳度可以是与由麦克风所进行的音频测量时间序列的平稳度(例如,基于在音频的时间序列的傅里叶变换中获得的高频部分的功率来确定的)成比例的值。

[0098] 可以采用各种方法以便基于与呼吸有关的热测量来计算上述呼吸参数中的一个或多个的值。可选地,计算呼吸参数中的一个或多个的值可以基于附加输入,诸如关于用户的统计(例如,年龄、性别、体重、身高等)、关于用户的活动水平的指示(例如,来自计步器的输入)和/或用户的生理信号(例如,心率和呼吸速率)。粗略地说,一些方法可以被认为是分析方法,而其它方法可能涉及利用基于机器学习的模型。

[0099] 在一些实施例中,可以基于与呼吸有关的热测量,通过观察热测量的差异,来计算上述呼吸参数中的一个或多个。在一个实施例中,具有交替温度变化的某些像素可以被识别为对应于呼气流。在该实施例中,呼吸速率可以是所计算的在某些像素处交替温度变化的频率。在另一个实施例中,在不同ROI处温度变化(诸如对应于呼吸活动的交替温度变化)的幅度的相对差异可以用于表征不同类型的呼吸。例如,如果鼻孔附近的ROI处的温度变化达到第一阈值,而与嘴有关的ROI处的温度变化没有达到第二阈值,则呼吸可以被认为是鼻呼吸;而如果相反的情况发生,则呼吸可以被认为是嘴呼吸。在另一个示例中,如果左鼻孔附近和/或上唇左侧上的ROI处的温度变化高于右鼻孔附近和/或上唇右侧上的ROI处的温度变化,则左鼻孔可以被认为是在进行测量时的主导鼻孔。在又一个示例中,呼吸参数的值可以作为与呼吸有关的热测量中的一个或多个输入值的函数来计算。

[0100] 在其它实施例中,可以通过基于与呼吸有关的热测量来生成特征值并利用模型基于该特征值来计算上述参数中的某一呼吸参数的值,从而计算呼吸参数中的一个或多个。用于某一呼吸参数的该模型是基于样本来训练的。每个样本包括基于在某一时间段期间进行的与呼吸有关的热测量的特征值,以及指示在某一时间段期间某一呼吸参数的值的标签。例如,为样本生成的特征值可以包含由一个或多个相机测量的像素值、像素值的统计和/或不同时间的像素值的差异的函数。附加地或可替代地,一些特征值可以包含各种低级别图像分析特征,诸如使用Gabor滤波器,局部二进制模式(local binary pattern)及其衍生物导出的特征;使用诸如SIFT、SURF和/或ORB的算法,图像关键点,HOG描述符导出的特征;以及使用PCA或LDA导出的特征。可以通过各种方式获得样本的标签。用于生成标签的方法的一些示例包含手动报告(例如,用户记录他/她的呼吸的类型)、热图像的手动分析(例如,专家确定呼气流 TH_{ROI} 的形状)和/或利用传感器(例如,测量呼吸速率和呼吸量的胸带)。

[0101] 基于样本训练某一呼吸参数的模型可以涉及利用一个或多个基于机器学习的训练算法,诸如用于决策树、回归模型或神经网络的训练算法。一旦模型被训练,它可以用于基于特征值来计算某一呼吸参数的值,该特征值基于在某一时段期间进行的与呼吸有关的热测量来生成,该特征值的标签(即,某一呼吸参数的值)可能是未知的。

[0102] 各种呼吸参数通常可以是情绪状态和身体条件两者的重要指标。由于人的移动和

活动,在日常环境中监测人的呼吸参数可能是困难的。此外,当长时段使用时(例如,每天数个小时),用于测量一些呼吸参数的一些当前方法可能是不实用的(例如,肺活量计)和/或不舒服(例如,涉及胸带的系统)。因此,需要能够以对于长期监测是实用的舒适的方式来监测用户的呼吸参数。

[0103] 收集用户面部的各个区域的热测量可以具有许多与健康有关的(和其它)应用。特别地,鼻孔下方区域的热测量可以使得能够监测用户的呼吸。然而,用户和/或用户的头部的移动可能使得许多已知方法难以获取该数据。本文描述的一些实施例利用头戴式热感相机的各种组合以便收集热测量,该头戴式热感相机可以物理地耦接到HMS。

[0104] 在一个实施例中,被配置为计算呼吸参数的系统包含面向内的头戴式热感相机(CAM)和计算机。CAM穿戴在用户的头部上并对鼻孔下方的区域进行热测量(TH_{ROI}),其中 TH_{ROI} 指示呼气流。指示呼气流的“鼻孔下方的区域”指代上唇、嘴上的一个或多个区域和/或来自鼻子和/或嘴的呼气流所流过的(一个或多个)空气体积。呼气流的典型暖空气的流动可以改变一个或多个区域的温度,因此那些一个或多个区域的热测量可以提供关于呼气流的性质的信息。计算机(i)基于 TH_{ROI} 来生成特征值,以及(ii)利用模型基于该特征值来计算呼吸参数。呼吸参数可以指示用户的呼吸速率,并且该模型是基于在不同天期间进行的用户的先前的 TH_{ROI} 来训练的。图33图示了用于计算呼吸参数的系统的一个实施例。该系统包含计算机445和CAM,CAM耦接到由用户420穿戴的眼镜框架并提供 TH_{ROI} 443。

[0105] 计算机445基于 TH_{ROI} 443以及可能的其它数据源来生成特征值。然后,计算机利用模型442基于该特征值来计算呼吸参数的值447。值447可以指示以下中的至少一个:呼吸速率、呼吸量、用户主要通过嘴还是通过鼻子呼吸、呼气(吸气)持续时间、呼气后(吸气后)呼吸暂停、主导鼻孔、呼气流的形状、呼气流的平稳度和/或呼气流的温度。可选地,由计算机445计算的呼吸参数可以指示呼吸量。可选地,值447被储存(例如,用于生活记录目的)和/或被转发给代表用户操作的软件代理(例如,以便软件代理作出关于用户的决策)。

[0106] 由计算机445生成的特征值可以包含本公开中描述的用于检测生理响应的任何特征值。可选地,热测量可以经历各种形式的滤波和/或标准化。例如,基于 TH_{ROI} 生成的特征值可以包含:时间序列数据,其包括由CAM测量的值、CAM的某些像素的平均值和/或由某些像素在某些时间测量的值。另外,特征值可以包含基于由一个或多个附加传感器进行的对用户的附加的测量(例如,心率、心率变异性、脑波活动、皮肤电反应、肌肉活动和/或移动程度的测量)生成的值。附加地或可替代地,至少一些特征值可以包含用户所处环境的测量和/或可能干扰检测的混杂因素的测量。

[0107] 用户界面(UI) 448可以用于呈现呼吸参数的值447和/或呈现警报(例如,向用户420和/或护理人员)。在一个示例中,UI 448可以用于响应于值447达到阈值(例如,当呼吸速率超过某一值时和/或在用户420花费某一时间嘴呼吸代替鼻呼吸之后)的指示而警告。在另一个示例中,UI 448可以用于响应于检测到与呼吸有关的发作的概率达到阈值而警告。

[0108] 在一个实施例中,值447可以指示呼气流的平稳度。可选地,可以将值447呈现给用户420以增加用户对他/她呼气流的平稳度的意识。可选地,响应于检测到平稳度低于预定阈值,计算机445可以为用户420发出警报(例如,经由UI 448),以便增加用户对用户的呼吸的意识。

[0109] 模型442是在数据上训练的,该数据包含用户420和可能的其它用户的先前的 TH_{ROI} 。可选地,先前的测量是在不同天和/或在超过一周的时段内进行的。训练模型442典型地涉及基于先前的 TH_{ROI} 以及对应的指示呼吸参数的值的标签来生成样本。标签可以来自不同的源。在一个实施例中,可以使用不是热感相机的传感器来生成一个或多个标签,该传感器可以或不物理地耦接到由用户穿戴的框架。传感器的测量可以由人类专家和/或软件程序分析以便生成标签。在一个示例中,传感器是智能衬衫和/或胸带的一部分,其测量各种呼吸(和其它)参数,诸如Hexoskin™智能衬衫。在另一个实施例中,一个或多个标签可以来自外部源,诸如观察用户的实体,其可以是人类观察者或软件程序。在又一个实施例中,一个或多个标签可以由用户提供,例如通过指示他/她是通过嘴还是通过鼻子呼吸和/或哪个鼻孔是主导的。

[0110] 用于训练模型442的样本通常包含对应于呼吸参数的不同值的样本。在一些实施例中,用于训练模型442的样本包含基于在一天的不同时间在、在处于不同位置时和/或在进行不同的活动时进行的 TH_{ROI} 而生成的样本。在一个示例中,基于早晨进行的 TH_{ROI} 和晚上进行的 TH_{ROI} 来生成样本。在另一个示例中,基于在室内时进行的用户的 TH_{ROI} 以及在室外时进行的用户的 TH_{ROI} 来生成样本。在又一个示例中,基于在用户坐下时进行的 TH_{ROI} 以及在用户步行、跑步和/或参与身体锻炼(例如,跳舞、骑自行车等)时进行的 TH_{ROI} 来生成样本。

[0111] 附加地或可替代地,可以基于在各种环境条件持续时进行的 TH_{ROI} 来生成用于训练模型442的样本。例如,样本包含基于在环境具有第一和第二温度时进行的 TH_{ROI} 而生成的第一和第二样本,其中第一温度比第二温度高至少10℃。在另一个示例中,样本包含基于在存在不同程度的直射阳光和/或不同程度的吹风时进行的测量而生成的样本。

[0112] 可以利用各种计算方法来基于上述样本训练模型442。在一个示例中,训练模型442可以涉及基于样本来选择阈值。可选地,如果某一特征值达到阈值,则检测到某一呼吸条件(例如,不平稳的呼吸)。可选地,模型442包含描述阈值的值。在另一个示例中,可以利用基于机器学习的训练算法来基于样本训练模型442。可选地,模型442包含以下类型的模型中的至少一个的参数:回归模型、神经网络、最近邻模型、支持向量机、用于回归的支持向量机、朴素贝叶斯模型、贝叶斯网络和决策树。

[0113] 在一些实施例中,深度学习算法可以被用于训练模型442。在一个示例中,模型442可以包含描述神经网络的多个隐藏层的参数。在一个实施例中,当 TH_{ROI} 包含多个像素的测量时,模型442可以包含卷积神经网络(CNN)。在一个示例中,CNN可以用于识别热图像中的某些图案,诸如可以指示呼吸参数的、呼气流的区域中的温度图案,其涉及诸如来自鼻子和/或嘴的呼气流的位置、方向、大小和/或形状的方面。在另一个示例中,可以基于多个(可能是连续的)热测量,来完成计算呼吸参数(诸如呼吸速率)的值。可选地,基于热测量来计算呼吸参数的值可以涉及保持基于先前的测量的状态信息。可选地,模型442可以包含描述支持这种能力的架构的参数。在一个示例中,模型442可以包含循环神经网络(RNN)的参数,循环神经网络是经由网络节点中的循环来捕获样本序列的动态的联结主义模型。这使得RNN能够保持可以表示来自任意长的上下文窗口的信息的状态。在一个示例中,可以使用长短期存储器(LSTM)架构来实现RNN。在另一个示例中,可以使用双向循环神经网络架构(BRNN)来实现RNN。

[0114] 计算机445可以基于基于 TH_{ROI} 443而生成的特征值,来检测与呼吸有关的发作(诸

如哮喘发作、癫痫发作、焦虑发作、惊恐发作和发脾气)。计算机445可以进一步接收附加输入(诸如食用了物质的指示、用户的情况和/或前额的热测量),并且基于该附加输入检测与呼吸有关的发作。例如,计算机445可以基于附加输入,来生成用于计算值447的一个或多个特征值。

[0115] 在第一实施例中,计算机445利用食用了物质的指示来检测与呼吸有关的发作。可选的,基于以下来训练模型442:在食用物质后用户经历与呼吸有关的发作时进行的 TH_{ROI} 的第一集合,以及在食用物质后用户没有经历与呼吸有关的发作时进行的 TH_{ROI} 的第二集合。“在食用后”指代的持续时间取决于该物质,并且可以持续数分钟至数小时。可选地,物质的食用涉及食用某一药品和/或食用某一食品,并且该指示指示食用的时间和/或量。

[0116] 在第二实施例中,计算机445利用用户的情况的指示来检测与呼吸有关的发作。可选地,基于以下来训练模型442:在用户处于该情况并经历与呼吸有关的发作时进行的 TH_{ROI} 的第一集合,以及在用户处于该情况并没有经历与呼吸有关的发作时进行的 TH_{ROI} 的第二集合。可选地,该情况涉及(i)与某一人交互,(ii)用户正在进行的活动的类型,其从与不同压力水平相关联的至少两种不同类型的活动中选择,和/或(iii)用户即将(例如,在30分钟内)进行的活动的类型,其从与不同压力水平相关联的至少两种不同类型的活动中选择。

[0117] 在第三实施例中,系统包含另一个CAM,其进行用户的前额上的区域的热测量(TH_F),并且计算机445基于 TH_{ROI} 和 TH_F 来检测与呼吸有关的发作。例如, TH_{ROI} 和 TH_F 可以用于生成一个或多个特征值,该一个或多个特征值用于计算指示用户正在经历或即将经历与呼吸有关的发作的概率的值。可选的,基于以下来训练模型442:在用户经历与呼吸有关的发作时进行的 TH_{ROI} 和 TH_F 的第一集合,以及在用户没有经历与呼吸有关的发作时进行的 TH_{ROI} 和 TH_F 的第二集合。

[0118] 系统可以可选地包含传感器435,其进行指示用户420的移动的测量 m_{move} 450;系统进一步基于 m_{move} 450来检测生理响应。传感器435可以包含以下传感器中的一个或多个:陀螺仪和/或加速度计、面向外的可见光相机(其馈送图像处理算法以从一系列图像中检测移动)、微型雷达(诸如在30GHz与3000GHz之间的范围内操作的低功率雷达)、微型有源电光学距离测量设备(诸如微型激光雷达)和/或三角测量无线设备(诸如GPS接收器)。可选地,传感器435物理地耦接到框架或属于由用户携带的设备(例如,智能手机或智能手表)。

[0119] 在第一实施例中,如果呼吸参数的值447达到第一阈值而 m_{move} 450没有达到第二阈值,则计算机445可以检测与呼吸有关的发作。在一个示例中,达到第一阈值指示高呼吸速率,该高呼吸速率可以被认为对于用户来说是太高的。此外,在该示例中,达到第二阈值可以意味着用户正在进行艰苦的身体活动。因此,如果用户呼吸太快且这不是因为身体活动,则计算机445将其检测为发生了与呼吸有关的发作(例如,哮喘发作或惊恐发作)。

[0120] 在第二实施例中,除了 TH_{ROI} 443之外,计算机445还可以基于 m_{move} 450来生成特征值,并且利用扩展模型基于这些特征值来计算指示用户正在经历或即将经历与呼吸有关的发作的概率的值。在一个示例中,与扩展模型(可以是模型442或另一个模型)一起使用的特征值包含以下中的一个或多个:(i)包含在 TH_{ROI} 443中的值,(ii)用户420的呼吸参数的值,其是基于 TH_{ROI} 443来生成的,(iii)基于用户420的附加测量(例如,心率、心率变异性、脑波活动、皮肤电反应、肌肉活动和移动程度的测量)而生成的值,(iv)在进行 TH_{ROI} 443时用户420所处的环境的测量,(v)可能被认为是混杂因素(例如,触摸面部、指向面部的热辐射、

或指向面部的气流)的各种发生的指示,和/或(vi)指示用户的移动的值(基于 m_{move} 450)。

[0121] 扩展模型是在样本上训练的,该样本是从在先的 m_{move} 和 TH_{ROI} 以及对应的指示与呼吸有关的发作的时间的标签而生成的。标签可以来自各种源,诸如用户的测量(例如,检测呼吸窘迫),人和/或软件的观察,和/或可以由用户自我报告的指示。用于训练扩展模型的样本可以基于在不同天进行的测量来生成,并且包括当用户处于不同情况时所进行的测量。

[0122] 通常,呼出的空气使鼻孔下方的皮肤变暖,并且在吸气期间鼻孔下方的皮肤变凉。这使得系统能够基于测量鼻孔下方的皮肤温度的增加来识别呼气,并且基于测量鼻孔下方的皮肤温度的降低来识别吸气。

[0123] 治疗专家和运动教练高度推荐将身体劳动(physical effort)与呼吸同步。例如,一些老年人和/或不健康的人可能发现难以站立和/或进行其它身体劳动,因为他们中的许多人在劳动时没有呼气,和/或没有使身体劳动与他们的呼吸同步。这些人可以受益于以下系统:该系统提醒他们在进行劳动时呼气,和/或帮助他们将身体劳动与呼吸同步。作为另一个示例,在许多种类的身体活动中,高度推荐在进行身体劳动时呼气,和/或在某些移动期间呼气(诸如在以站立前屈式弯腰时呼气)。

[0124] 在一个实施例中,计算机445基于 m_{move} 450和 TH_{ROI} 443来确定用户在进行高于预定阈值的身体劳动时是否呼气了。可选地,计算机接收用户正在或即将进行身体劳动的第一指示,命令用户界面(UI)建议用户在进行身体劳动时呼气,并且响应于确定用户在进行身体劳动时设法做到了呼气而命令UI播放积极反馈。此外,计算机可以响应于确定用户在进行身体劳动时没有呼气,进一步命令UI播放为什么用户下次在进行身体劳动时应该尝试呼气的解释。

[0125] 图23a至图24c图示了上述的系统如何帮助训练老年用户在劳动期间呼气。在图23a中,系统识别到用户在从椅子上的坐位起来时吸气而不是呼气;系统警告用户关于此发现并建议下次在起来时用户应该呼气。在图23b中,系统识别到用户在正确的时间呼气并且称赞用户这样做。身体劳动的示例包含站立、坐下、用手操纵需要施加显著力量的物品、排便、穿衣、俯身和/或举起物品。

[0126] 在图24a中,系统识别到用户在弯腰到洗碗机时吸气而不是呼气,并且呈现拇指向下信号(例如,在用户的智能手机上)。在图24b中,系统识别到用户在弯腰到洗碗机时呼气,并且呈现拇指向上信号。在图24c中图示了智能手机应用,该智能手机应用用于对在一天期间识别的拇指向上和拇指向下信号计数。应用可以显示各种统计,诸如过去一周期间的、从开始使用应用进行训练的、根据用户与某些人在一起时所在的位置的、和/或根据锻炼类型组织的(诸如用于瑜伽的第一计数器、用于家务的第二计数器,以及用于工作时间期间呼吸的第三计数器)的拇指向上/拇指向下。

[0127] 在一个实施例中,计算机445:(i)从健身应用(也称为个人训练应用)接收用户在进行移动时应该呼气的指示,(ii)基于 m_{move} 来确定用户何时进行该移动,以及(iii)基于 TH_{ROI} 来确定用户在进行该移动时是否呼气。可选地,计算机命令UI(i)响应于确定用户在进行身体劳动时设法做到了呼气而播放积极反馈,和/或(ii)响应于确定用户在进行身体劳动时没有呼气而播放警报和/或为什么用户下次在进行身体劳动时应该尝试呼气的解释。图25a图示了在智能手机196上运行的健身应用,该健身应用指导用户在弯腰时呼气。耦接

到眼镜框架181的CAM测量用户呼吸并由健身应用利用,该健身应用帮助用户正确地呼气。图25b图示了指导用户在挺直时吸气。

[0128] 在另一个实施例中,计算机445: (i) 从健身应用接收用户在期间应该执行身体锻炼的某一数目的呼吸周期(cycle),诸如,保持静态瑜伽姿势达到某一数目的呼吸周期,或以某一速度骑动感单车达到某一数目的呼吸周期, (ii) 基于 m_{move} 来确定用户何时执行身体锻炼,以及 (iii) 基于 TH_{ROI} 来对用户在执行身体锻炼时所具有的呼吸周期的数目进行计数。可选地,响应于检测到用户执行了某一数目的呼吸周期的身体锻炼,计算机命令UI播放切换到另一个身体锻炼的指令。附加地或可替代地,响应于检测到用户执行了低于某一数目的呼吸周期的若干呼吸周期的身体锻炼,计算机命令UI播放一反馈,该反馈参考所计数的呼吸周期的数目。图26图示了在智能手机197上运行的健身应用,该健身应用指导用户保持三角形姿势8个呼吸周期。耦接到眼镜框架181的CAM测量呼吸并由健身应用利用,该健身应用计算呼吸周期并根据所测量的呼吸周期来对保持在三角形姿势的时间计时。

[0129] 呼气和吸气的持续时间(在本文中分别表示为 t_{exhale} 和 t_{inhale})可以具有各种生理作用。例如,对于一些用户,以延长的吸气(相对于呼气)进行的呼吸可能增加遭受哮喘发作的可能性。特别地,保持呼气持续时间长于吸气持续时间(即 $t_{exhale}/t_{inhale} > 1$,并且优选地 $t_{exhale}/t_{inhale} \geq 2$)可以提供许多益处,诸如具有镇静作用和缓解哮喘症状。在一个实施例中,计算机进一步被配置为基于 TH_{ROI} 来计算呼气持续时间与吸气持续时间之间的比率(t_{exhale}/t_{inhale})。

[0130] 许多人大部分时间都没有意识到他们的呼吸。这些人可以受益于以下系统:该系统能够计算 t_{exhale}/t_{inhale} 并当增加该比率是有益的时为他们提供反馈。在一个实施例中,当 t_{exhale}/t_{inhale} 低于阈值时,计算机经由UI建议用户增加 t_{exhale}/t_{inhale} 。可选地,计算机偶尔更新 t_{exhale}/t_{inhale} 的计算,并且建议逐渐增加 t_{exhale}/t_{inhale} 至少直到达到1.5的比率。可选地,计算机响应于识别 $t_{exhale}/t_{inhale} \geq 2$ 而停止建议用户增加 t_{exhale}/t_{inhale} 。在另一个实施例中,计算机被配置为: (i) 接收用户的压力水平达到第一阈值的第一指示, (ii) 基于 TH_{ROI} 来识别呼气持续时间与吸气持续时间之间的比率(t_{exhale}/t_{inhale}) 低于第二阈值,第二阈值低于1.5,以及 (iii) 命令UI建议用户延长呼气,直到 t_{exhale}/t_{inhale} 达到第三阈值,第三阈值是至少1.5。

[0131] 图21图示了当检测到比率 t_{exhale}/t_{inhale} 太低时向用户发出警报的情况。在图29中图示了可以向用户发出这种警报的另一种情况,图29图示了用户经由增强现实(AR)看见的虚拟机器人。机器人促使用户增加用户呼气与吸气的持续时间之间的比率,以便减轻累积的压力。监测呼吸参数,并且特别地,监测比率 t_{exhale}/t_{inhale} 可以帮助用户解决各种与呼吸有关症状,如以下示例中所述。

[0132] 哮喘发作与人的呼吸有关。识别呼吸参数的某些变化(诸如高于预定阈值的呼吸速率)可以帮助计算机基于热测量来检测哮喘发作。可选地,计算机利用模型,基于热测量来检测哮喘发作,该模型是在用户曾哮喘发作时对用户进行的先前的测量上而训练的。图30图示了哮喘患者,该哮喘患者(例如,经由增强现实显示器)接收到他的呼吸速率增加到经常会是在哮喘发作之前的程度的警报。除了呼吸速率之外,计算机可以基于附加因素(诸如如下所述的声音和/或移动分析)来确定哮喘发作即将来临。

[0133] 在第一实施例中,计算机可以接收使用麦克风获得的用户的录音。这种录音可以

包含可以指示哮喘发作即将来临的声音;这些声音可以包含:哮喘呼吸声音、哮喘喘息和/或咳嗽。可选地,计算机分析录音以识别上述声音中的一个或多个的发生。可选地,对用户的录音加以考虑可以影响计算机如何发出关于即将来临的哮喘发作的警报。例如,第一警报是响应于识别用户的呼吸速率增加超过预定阈值但未识别至少一个身体声音而被提供给用户的,第二警报是响应于识别用户的呼吸速率增加超过预定阈值以及至少一个身体声音两者而被提供给用户的,第一警报可能不如第二警报强烈。可选地,在上面的示例中,可以根本不向用户发出第一警报。

[0134] 在第二实施例中,计算机可以接收测量,该测量从由用户穿戴且被配置为测量用户移动的移动传感器获得。可以被测量且可能与哮喘发作有关的一些移动包含:痉挛、颤抖、和/或指示哮喘喘息、咳嗽和/或胸闷中的一种或多种的矢状平面移动。可选地,计算机分析移动传感器的测量以识别一种或多种上述移动的发生。可选地,对所测量的移动加以考虑可以影响计算机如何发出关于即将来临的哮喘发作的警报。例如,第一警报是响应于在识别用户的呼吸速率增加超过预定阈值但未测量到与哮喘发作有关的移动而被提供给用户的,第二警报是响应于识别用户的呼吸速率增加超过预定阈值同时测量到与哮喘发作有关的移动而被提供给用户的,第一警报可能不如第二警报强烈。

[0135] 在一些实施例中,如果第一警报不太可能引起用户的注意,则可以认为第一警报不如第二警报强烈。例如,第一警报可以不涉及声音效果或涉及低音量效果,而第二警报可以涉及声音效果(其可以比第一警报更大声)。在另一示例中,第一警报可以涉及比第二警报更弱的视觉提示(或根本没有视觉提示)。视觉提示的示例包含设备上的闪光灯或在显示器上带到前景的图像。在又一个示例中,不向用户提供第一警报,并且因此不引起用户的注意(而向用户提供第二警报)。

[0136] 在一个实施例中,响应于确定哮喘发作即将来临,UI建议用户采取预防措施,诸如增加 $t_{\text{exhale}}/t_{\text{inhale}}$,执行各种呼吸锻炼(例如,涉及屏住呼吸的锻炼)和/或服用药物(例如,使用吸入器给药),以便减少或预防即将来临的哮喘发作的严重性。可选地,检测即将来临的哮喘发作的迹象包含识别呼吸速率增加高于预定阈值。

[0137] 压力也与人的呼吸有关。在一个实施例中,计算机接收用户的压力水平达到阈值的第一指示并接收第二指示,该第二指示为(i)呼气持续时间与吸气持续时间之间的比率低于1.5($t_{\text{exhale}}/t_{\text{inhale}} < 1.5$),和/或(ii)用户的呼吸速率达到预定阈值。然后,计算机可以命令UI建议用户将 $t_{\text{exhale}}/t_{\text{inhale}}$ 增加到至少1.5。可选地,计算机从可穿戴设备接收第一指示,基于 TH_{ROI} (其指示呼气流)来计算 $t_{\text{exhale}}/t_{\text{inhale}}$,并命令UI向用户提供听觉和/或视觉反馈,该听觉和/或视觉反馈指示 $t_{\text{exhale}}/t_{\text{inhale}}$ 响应于该增加比率的建议的变化。可选地,计算机可以命令UI向用户更新压力水平响应于增加 $t_{\text{exhale}}/t_{\text{inhale}}$ 的变化,并且可以提供积极强化,以帮助用户维持所需的比率至少直到实现压力水平的某种改善。

[0138] 图22图示了被配置为收集与呼吸有关的热测量的系统的一个实施例,其中四个面向内的头戴式热感相机(CAM)耦接到眼镜框架181的底部。CAM182和185用于对上唇的右侧和左侧上的区域(分别为186和187)进行热测量,并且CAM 183和184用于对用户的嘴188和/或从用户的嘴突出的体积上的区域进行热测量。至少一些ROI可以重叠,其在重叠区域中被示为垂直线。可选地,一个或多个CAM包含微测辐射热计焦平面阵列(FPA)传感器或热电堆FPA传感器。

[0139] 在一个实施例中,计算机基于由CAM 182、183、184和185进行的测量来检测用户是主要通过嘴还是通过鼻子呼吸。可选地,系统通过在用户通过嘴呼吸时向他/她通知,和或通过向用户通知嘴呼吸与鼻子呼吸之间的比率达到预定阈值,来帮助用户优选通过鼻子呼吸代替通过嘴呼吸。在一个实施例中,计算机基于由CAM 182和185进行的测量来检测用户是主要通过右鼻孔还是通过左鼻孔呼吸。

[0140] 系统可以进一步包含VCAM 189以拍摄鼻子和/或嘴上的区域的图像(IM),其被用于计算呼吸参数(例如,检测用户是主要通过嘴还是通过鼻子呼吸,检测吸气持续时间,和/或检测吸气后暂停持续时间)。在一个实施例中,可以基于IM来生成一个或多个特征值。特征值可以使用各种图像处理技术来生成,并且表示各种低级别图像属性。这种特征的一些示例可以包含使用Gabor滤波器、局部二进制模式及其衍生物生成的特征,使用诸如SIFT、SURF和/或ORB的算法生成的特征,以及使用PCA或LDA生成的特征。除了基于热测量生成的特征值之外,还可以将该一个或多个特征值用在呼吸参数的计算中。

[0141] 在一个实施例中,面向内的头戴式可见光相机189拍摄用户的嘴上的区域的图像,并且IM指示嘴是张开的还是闭合的。计算机利用模型,基于IM和TH_{ROI}(诸如由CAM 182-185中的至少一个进行的热测量)来检测用户是主要通过嘴呼吸还是主要通过鼻子呼吸。可选地,基于以下来训练模型:在IM指示嘴是张开的时进行的TH_{ROI}的第一集合,以及在IM指示嘴是闭合的时进行的TH_{ROI}的第二集合。可选地,系统可以通过在用户通过嘴呼吸时向他/她通知,和或通过向用户通知嘴呼吸与鼻子呼吸之间的比率达到预定阈值,来帮助用户优选通过鼻子呼吸代替通过嘴呼吸。图27图示了在进行诸如动感单车的身体锻炼时,向用户通知她主要通过嘴呼吸并应该切换到通过鼻子呼吸。图28图示了示例性UI,该示例性UI示出了关于在一天期间主导鼻孔呼吸和嘴呼吸的统计。

[0142] 在一个实施例中,面向内的头戴式可见光相机189拍摄鼻子上的区域的图像,并且计算机基于IM的图像处理以检测指示吸气的(尤其是在鼻孔的边缘)鼻子的移动,来识别吸气(和/或区分吸气与吸气之后的呼吸暂停)。

[0143] 图20图示了被配置为收集与呼吸有关的热测量的系统的另一个实施例,其中四个CAM耦接到橄榄球头盔。CAM 190和191用于对上唇的右侧和左侧上的区域(表现为在用户面部上的阴影区域)进行热测量,并且CAM 192和193用于对用户的嘴和/或从用户的嘴突出的体积上的区域进行热测量。图示的CAM位于口和鼻孔的呼气流的外部,以便当使用诸如热电堆的热传感器时也维持良好的测量准确度。

[0144] 在一些实施例中,系统进一步包含至少一个耳内式耳塞,该耳内式耳塞包括麦克风以测量耳道内的声音。计算机可以基于对来自耳塞的录音的音频信号分析来识别吸气。可选地,当主导鼻孔是靠近插入耳塞的耳朵的鼻孔时,由耳塞测量的吸气声音与当另一个鼻孔是主导鼻孔时由耳塞测量的吸气声音相比是更强的。可选地,计算机基于热测量和由耳塞测量的声音,来检测用户是主要通过嘴呼吸还是主要通过鼻子呼吸。并且然后,系统可以通过在用户主要通过嘴呼吸时警告用户,来帮助用户优选鼻呼吸而不是嘴呼吸。

[0145] 当人主要通过鼻子呼吸时(即鼻呼吸),其中一个鼻孔可能比另一个鼻孔是更主导的,大部分呼出的空气流过它。右鼻孔和左鼻孔可以每天多次切换角色作为主导鼻孔,并且有时通过两个鼻孔的呼吸基本上是相同。研究表明,大脑活动以及具体地哪个半球相对更有效,是与主导鼻孔相关的。当左鼻孔是主导的时,右半球(“右脑”)在执行与其相关联的某

些活动时通常更有效,并且当右鼻孔是主导的时,左半球(“左脑”)在执行与其相关联的某些活动时更有效。

[0146] 因为大脑的每一侧在不同类型的活动中起着不同的作用,因此瑜伽从业者长期以来一直相信,并且在某种程度上在研究中证实,最好在某个鼻孔是主导的时进行某些活动。例如,当右鼻孔是主导的时,会更好的完成锻炼、进食、消化和照顾身体(例如,排便)。当左鼻孔是主导的时,会更好的完成各种形式的精神活动(诸如计划、记忆、写作、思考等)。

[0147] 根据主导鼻孔来调度活动提供了益处;然而,跟踪哪个鼻孔是主导的对大部分人来说不是一件容易的事。因此,需要一种自动跟踪主导鼻孔并利用该信息的方法,以便组织活动以与其最喜欢的鼻孔是主导鼻孔的时段相一致。

[0148] 在一些实施方案中,在给定时间的主导鼻孔是大部分空气通过其呼出的鼻孔(在嘴闭合的情况下)。可选地,主导鼻孔是至少70%的空气通过其呼出的鼻孔。在图31a至图31c中图示了不同类型的鼻孔主导。图31a是左主导鼻孔的示意图(注意来自左鼻孔的显著更大的呼气流)。图31b是右主导鼻孔的示意图。并且图31c是平衡鼻呼吸的示意图。

[0149] 图32是被配置为识别主导鼻孔的系统的一个实施例的示意图。该系统包含至少一个CAM 750,计算机752和可选的UI 754。CAM 750可以相似于图22中的CAM。CAM 750进行用户的右鼻孔和左鼻孔下方的第一和第二ROI的热测量(分别为 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2})。可选地,每个CAM不遮挡用户的嘴和鼻孔中的任何一个。可选地,每个CAM位于距离用户面部小于15cm并位于用户的上唇上方。可选地,每个CAM重量低于10g或低于2g,并且使用微测辐射热计传感器或热电堆传感器。可选地,每个CAM包含多个感测元件,该多个感测元件被配置为进行 TH_{ROI1} 和/或 TH_{ROI2} 。在一个示例中,每个CAM包含至少6个感测元件,并且 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 中的每个基于至少3个感测元件的测量。可选地,系统包含CAM物理地耦接到的框架。

[0150] 在一个实施例中,至少一个CAM包含至少第一和第二热感相机(分别为CAM1和CAM2),其分别进行 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} ,位于距离用户面部小于15cm。CAM1物理地耦接到框架的右半部分并捕获来自右鼻孔的呼气流比它捕获来自左鼻孔的呼气流更好,并且CAM2物理地耦接到框架的左半部分并捕获来自左鼻孔的呼气流比它捕获来自右鼻孔的呼气流更好。

[0151] 计算机基于在某一持续时间期间进行的 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} (以及可能的其它数据,诸如 TH_{ROI3})来识别主导鼻孔。可选地,某一持续时间比以下持续时间中的至少一个长:一次呼气的持续时间、一个或多个呼吸周期的持续时间、半分钟、一分钟和五分钟。

[0152] 在一个实施例中,计算机利用模型来识别主导鼻孔。可选地,该模型是基于先前的 TH_{ROI1} 、 TH_{ROI2} 以及指示在进行先前 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 时哪个鼻孔是主导的指示而被训练的。在一个示例中,计算机基于 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} (以及可选地 TH_{ROI3})来生成特征值,并且利用该模型基于该特征值来计算指示哪个鼻孔是主导的值。

[0153] 在一个实施例中,计算机识别用户的呼吸是否可以被认为是平衡呼吸。可选地,当通过右鼻孔和左鼻孔的流基本上相等时,呼吸被认为是平衡呼吸,诸如当通过左鼻孔呼出的空气的程度是通过鼻子呼出的空气总量的40%至60%时。在主导鼻孔之间切换期间,正常健康人的平衡呼吸通常持续1-4分钟。可选地,计算机在用户的呼吸平衡时通知用户。可选地,计算机经由UI建议用户在平衡呼吸期间进行冥想。

[0154] 不同鼻孔保持主导的总时间可以指示各种医学条件。在一个实施例中,当日常左鼻孔主导的总时间与右鼻孔主导的总时间相比存在显著不平衡时,并且尤其是如果该条件

继续两天或更多天(并且与用户的平均统计显著不同),它可能指示正到来的健康问题。例如,当左鼻孔主导的总时间大于右鼻孔主导的总时间时,正到来的问题可能相比于身体有关而言是更加精神有关的;并且当右鼻孔主导的总时间大于左鼻孔主导的总时间时,正到来的问题可能相比于精神有关而言是更加身体有关的。在另一个实施例中,更大程度的左鼻孔主导与消化问题、内部气体(inner gas)、腹泻和男性阳痿有关;并且更大程度的右鼻孔主导可能与高血压、胃酸反流和溃疡有关。

[0155] 在一个实施例中,计算机监测某一时段内的鼻孔主导,并且当发生以下中的至少一个时发出警报:(i)在某一时段期间右鼻孔与左鼻孔主导的总时间之间的比率达到阈值(例如,阈值可以低于0.3或高于0.7),(ii)从右鼻孔主导切换到左鼻孔主导的平均时间达到阈值(例如,长于3小时的阈值),以及(iii)从左鼻孔主导切换到右鼻孔主导的平均时间达到阈值。

[0156] 以下是各种应用的一些示例,其中计算机可以利用基于TH_{ROI1}和TH_{ROI2}而识别的关于主导鼻孔的信息,以便以各种方式帮助用户。

[0157] 对于一些人,某一主导鼻孔可能与较高频率的某些健康问题相关联,诸如哮喘发作或头痛。让人意识到哪个鼻孔与健康问题更相关联可以帮助用户通过切换主导鼻孔来减轻健康问题。切换主导鼻孔的方法的两个示例:(I)塞住当前主导鼻孔并通过另一个鼻孔呼吸;(ii)躺在当前主导鼻孔的一侧(即,躺在左侧以从左主导鼻孔切换到右主导鼻孔,反之亦然)。在一个实施例中,计算机检测到用户正在哮喘发作,通知用户当前的主导鼻孔(其与较高频率的哮喘发作相关联),并且建议切换主导鼻孔(以减轻哮喘发作)。在另一个实施例中,计算机检测到用户头痛,通知用户当前主导鼻孔(其与较高频率的头痛相关联),并且建议切换主导鼻孔。

[0158] 在一个实施例中,呼气流的长度被认为是距鼻子的距离,在该距离处仍可以检测到呼气流。对于每个人,阈值可能在一天期间并响应于不同的情况而变化。当呼气流的长度低于阈值时,它可以指示该人是平静的;并且当呼气流的长度长于阈值时,它可以指示兴奋。通常,呼气流的长度越短,呼吸过程中投入的能量越少且人经历的压力越小。一个例外可能是艰苦的身体活动(由于呼吸的空气体积较大,可能会增加呼气流的长度)。在一个实施例中,TH_{ROI1}和TH_{ROI2}指示呼气流的长度,并且计算机基于该呼气流的长度来计算用户的兴奋水平。可选地,长度越长,兴奋/压力越高,反之亦然。在一个示例中,至少一个CAM使用多个感测元件来对位于鼻孔下方的不同长度处的区域进行热测量。在该示例中,检测呼气流的感测元件的数目越大,呼气流的长度越长。可选地,由感测元件测量的温度变化的幅度也被用于估计呼气流的长度、形状和/或均匀性。

[0159] 古代瑜伽文本教导学习延长吸气与呼气之间和/或呼气与吸气之间的时间间隙的持续时间,延长寿命。在一个实施例中,计算机通过执行以下中的至少一个来帮助用户延长吸气与呼气之间的时间间隙的持续时间:(i)计算在预定持续时间内吸气与呼气之间的平均时间间隙,并且经由用户界面(UI)向用户提供该计算,(ii)计算在第一预定持续时间内吸气与呼气之间的平均时间间隙,并且当该平均时间间隙短于第一预定阈值时,经由UI提醒用户练习延长持续时间,以及(iii)计算在第二预定持续时间内吸气与呼气之间的平均时间间隙,并且当该平均时间间隙达到第二预定阈值时,经由UI鼓励用户。应注意,呼气后停止呼吸被认为更有益但也更危险,因此系统可以使用户能够选择不同的所需持续时间以

用于在吸气后停止呼吸和在呼气后停止呼吸。

[0160] 通常,主导鼻孔全天切换侧,其中每次切换之间的持续时间取决于个体和其它因素而变化。典型的鼻切换周期的中断可以指示生理不平衡、情绪不平衡和/或疾病。例如,在某些情况下,主导鼻孔较慢的切换可能是一些疾病的前兆。在一个实施例中,计算机基于在多于一周内对用户进行的先前的测量来学习主导鼻孔之间切换的典型顺序,并且在检测到主导鼻孔之间的变化的顺序中的不规则性时发出警报。在一个示例中,不规则性涉及在比对于用户而言是典型的某一时段短的时间段内切换主导鼻孔,诸如短于40分钟。在另一个示例中,不规则性涉及在比对于用户而言是典型的某一时段长的时段内缺乏主导鼻孔的切换,诸如长于三小时。在又一个示例中,主导鼻孔的周期可以被描述为时间序列(例如,对于每分钟表明指示主导鼻孔的值)。在该示例中,计算机可以具有当用户健康时获取的用户的先前的时间序列的记录,并且计算机可以将该时间序列与先前时间序列中的一个或多个进行比较,以便确定是否找到显著相似的匹配。缺乏这样相似的匹配可以指示不规则性。

[0161] 如上所述,来自鼻孔的呼气流的形状(SHAPE)随时间的推移而变化。在一些实施例中,使用至少一个CAM则可以获得指示至少一些不同典型SHAPE的测量。系统测量不同SHAPE的能力的非限制性原因是呼气流的温度高于环境的典型温度和上唇的典型温度。结果,呼气流的微粒以比环境和上唇更高的功率发射,这使得CAM能够随时间的推移测量形状。

[0162] 如上所述,不同的SHAPE可以通过不同的3D形状参数(例如,呼气流从鼻孔吹出的角度、呼气流的宽度、呼气流的长度以及指示3D SHAPE的其它参数)来表征。此外,不同的SHAPE可以与用户的不同状态相关联,诸如用户可能处于的不同的生理和/或精神条件。在一些实施例中,计算机基于 TH_{R0I1} 和 TH_{R0I2} 来计算SHAPE。可选地,计算形状涉及计算表征呼气流形状的一个或多个参数(例如,与3D SHAPE有关的参数)的值。可选地,计算SHAPE涉及为SHAPE生成参考图案。例如,参考图案可以是基于在多次呼吸内进行的 TH_{R0I1} 和 TH_{R0I2} 的一致性图像(consensus image)和/或热图(heat map)。

[0163] 在其它实施例中,计算机基于 TH_{R0I1} 和 TH_{R0I2} 来识别SHAPE。可选地,所识别的SHAPE属于包含至少第一SHAPE和第二SHAPE的集合,计算机区分该第一SHAPE与第二SHAPE。可选地,第一SHAPE和第二SHAPE指示以下中的至少一个:根据吠陀经(Vedas)的五大元素中的两个、用户的两种不同的情绪状态、用户的两种不同的心情、用户的两种不同的精力充沛水平,以及用户的健康状态相比用户的不健康状态。在一个示例中,第一SHAPE指示有力的警报精力充沛水平,而第二SHAPE指示疲劳的精力充沛水平,并且计算机使用该信息来改善与用户的计算机化交互。

[0164] SHAPE可能与当时的主导鼻孔有关。在一个实施例中,当右鼻孔是主导的时,第一SHAPE更频繁地发生,而当左鼻孔是主导的时,第二SHAPE更频繁地发生。在另一个实施方案中,当右鼻孔是主导的时,第一SHAPE和第二SHAPE都更频繁地发生。

[0165] 在一个示例中,区分第一SHAPE与第二SHAPE意味着存在某些第一 TH_{R0I1} 和 TH_{R0I2} ,计算机将该第一 TH_{R0I1} 和 TH_{R0I2} 识别为对应于第一SHAPE而不是对应于第二SHAPE,并且存在某些第二 TH_{R0I1} 和 TH_{R0I2} ,计算机将该第二 TH_{R0I1} 和 TH_{R0I2} 识别为对应于第二SHAPE而不是对应于第一SHAPE。在另一个示例中,区分第一SHAPE与第二SHAPE意味着存在某些第三 TH_{R0I1} 和 TH_{R0I2} ,计算机将该第三 TH_{R0I1} 和 TH_{R0I2} 识别为与第二SHAPE的亲密度相比与第一SHAPE具有更高的亲密度,并且存在某些第四 TH_{R0I1} 和 TH_{R0I2} ,计算机将该第四 TH_{R0I1} 和 TH_{R0I2} 识别为与第一

SHAPE的亲密度相比与第二SHAPE具有更高的亲密度。

[0166] 在一些实施例中,SHAPE是由计算机基于 TH_{ROI1} 、 TH_{ROI2} 以及可选地其它数据源来识别的。因为SHAPE典型地不会在连贯呼吸之间改变,所以可以基于多次呼气的多次测量来完成呼气的形状的检测。使用这种多次测量可以提高形状识别的准确度。在一个示例中,基于在每个持续时间长于一分钟的第一和第二非重叠的相应持续时间的多次呼气期间进行的 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 的第一集合和第二集合,来识别第一SHAPE和第二SHAPE。

[0167] 计算机可以利用不同的方法来识别SHAPE。在一个实施例中,计算机可以将 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 与一个或多个参考图案进行比较,以确定 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 是否与一个或多个参考图案中的参考图案相似。例如,如果与参考图案的相似度达到阈值,则可以将使用 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 测量的呼气流识别为具有与该参考图案的形状对应的形状。确定 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 是否相似于参考图案可以使用各种图像相似度函数来完成,诸如确定参考图案中的每个像素与其在 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 中的对应像素之间的距离。可以完成这一点的一种方法是:将 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 转换为像素温度向量,并将其与参考图案的向量进行比较(使用某种形式的向量相似度度量,如点积或L2范数)。

[0168] 可以以不同方式生成一个或多个参考图案。在一个实施例中,基于在不同天对用户进行的先前的 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 来生成一个或多个参考图案。可选地,在对用户进行先前的 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 时SHAPE是已知的。在一个示例中,SHAPE与当时用户的状态相关联(例如,放松相比于焦虑)。在另一示例中,可以使用外部热感相机(其不是头戴式的)来确定SHAPE。在又一个示例中,SHAPE由手动注释确定。在一个实施例中,基于一个或多个其它用户的先前的 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 来生成一个或多个参考图案。

[0169] 在一些实施例中,可以通过聚类来发现SHAPE。可选地,计算机可以将用户的先前的 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 的集合聚类成簇(cluster)。其中在相同的簇中的 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 的集合彼此相似,并且假设它们测量的呼气流具有相同的形状。因此,每个簇可以与它对应的某一SHAPE相关联。在一个示例中,簇包含至少第一簇和第二簇,其对应于上述第一SHAPE和第二SHAPE。

[0170] 计算机可以利用基于机器学习的模型来识别SHAPE。在一个实施例中,计算机基于 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 来生成特征值,并且利用模型将 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 分类为对应于SHAPE的类。可选地,该类对应于上述第一形状或第二形状。可选地,该模型是基于在不同天期间对用户进行的先前的 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 来训练的。

[0171] 在一个实施例中,计算机接收用户的呼吸速率的指示,并且将该信息与此时的SHAPE一起使用,以便建议用户执行各种活动和/或警告用户。可选地,基于 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 来计算用户的呼吸速率的指示。在一个示例中,SHAPE与用户的状态相关,并且与不同呼吸速率组合的不同状态可以具有不同的含义,该不同的含义引起计算机建议不同的活动。不同的活动可以从不同的与工作/学习有关活动变化到对于不同的治疗的不同的身体活动。在一个示例中,计算机响应于在检测到呼吸速率达到阈值同时识别第一SHAPE时,经由UI建议用户执行第一活动。然而,计算机响应于在检测到呼吸速率达到阈值同时识别第二SHAPE,建议用户执行与第一活动不同的第二活动。在另一个示例中,计算机响应于在检测到呼吸速率达到阈值同时识别第一SHAPE,经由UI警告用户,并且计算机响应于在检测到呼吸速率达到阈值同时识别第二SHAPE,不警告用户。在该示例中,SHAPE可以与用户的状态相关,并

且不同的状态可以与不同的正常呼吸速率相关联。当当前呼吸速率与正常呼吸速率(与当前SHAPE相关联)之间的差异达到阈值时,用户可能处于保证警告的异常状态。

[0172] 在另一个实施例中,计算机配置软件代理,该软件代理基于所识别的SHAPE来为用户对活动进行优先级排序,使得响应于识别第一SHAPE而使第一活动优先于第二活动,并且响应于识别第二SHAPE而使第二活动优先于第一活动。应注意,当所测量的呼吸速率和呼吸量相同时,系统也可以为不同的SHAPE对不同的活动进行优先级排序。

[0173] 在又一个实施例中,计算机基于用户的先前的测量来学习在不同SHAPE之间的典型变化流,并且在检测到与在SHAPE之间的变化流有关的不规则性时发出警报。例如,不规则性可能涉及新的SHAPE,SHAPE之间更频繁的变化,某些SHAPE比通常更多或更少的时间等。

[0174] 在又一个实施例中,计算机接收关于用户食用的食物类型的数据,将数据储存在存储器中,并找到SHAPE与食物类型之间的相关性。这些相关性可以被用于向用户提出建议。例如,计算机可以响应于识别第一SHAPE而建议用户吃第一类型的食物,并且响应于识别第二SHAPE而建议用户吃第二类型的食物。根据阿育吠陀 (Ayurveda) 医学,优选根据三大督夏 (doṣha) 和五大元素来吃。在SHAPE指示主导元素(五个大元素之中)时,计算机可以引导用户哪种类型的食物适合所识别的主导元素,和/或可以通过识别用户吃(或即将吃)的食物类型来帮助用户避免不适当类型的食物,并且当所识别的食物不适合当前的主导元素(基于SHAPE来识别)时警告用户。

[0175] 众所周知,人们呼吸的方式会影响他们的情绪和/或生理状态。例如,呼吸越慢、越轻且越深可以帮助镇静和放松,可以降低紧张和焦虑,并且可以改善专注度和记忆力。浅且快速的呼吸可以导致焦虑、肌肉紧张、惊恐发作、头痛和疲劳。教导控制呼吸的各个方面的瑜伽技术在治疗不期望的条件和达到新的期望的精神和身体条件两方面提供了许多优点。然而,人们通常很难意识到他们的呼吸,并且获得这种意识经常需要多年的练习。

[0176] 生物反馈是一种通过提供给用户的反馈来教导各种生理过程的自我调节的技术。生物反馈涉及用户的测量并向用户提供指示所测量的生理活动的反馈。反馈使得用户能够改善对活动的意识和控制。用于监测呼吸的当前方法典型地需要不舒适的设置(例如,胸带),这使得它在现实世界环境中日常使用是不实用的,并且当人需要它时经常不能按需获得。此外,当前的呼吸监测技术仅监测某些呼吸参数(例如,呼吸速率和呼吸量),并且不监测可能影响情绪和/或生理状态的许多其它参数。因此,需要一种舒适的可穿戴呼吸生物反馈设备。

[0177] 图34图示了被配置为提供神经反馈(基于热感相机720的测量)和/或呼吸生物反馈(基于热感相机723、725、727和729中的至少一个的测量)的系统的实施例。热感相机720对前额上的区域721进行热测量,热感相机723和725分别对上唇的右侧和左侧的区域进行热测量,并且热感相机727和729对用户的嘴和/或从用户的嘴突出的体积上的区域进行热测量。热感相机物理地耦接到框架731,框架731可以是增强现实系统的一部分,其中呼吸生物反馈和/或神经反馈的视觉反馈经由UI 732呈现给用户。系统可以基于由附加传感器进行的测量来控制呼吸生物反馈和/或神经反馈会话(session),该附加传感器诸如(i) 传感器722以及(ii) 热感相机724和726,传感器722可以是测量指向面部的红外辐射的强度的面向外的热感相机,热感相机724和726分别测量右眶周区范围和左眶周范围上的区域。

[0178] 在一个实施例中,一种被配置为为用户提供呼吸生物反馈会话的系统包含至少一个面向内的头戴式热感相机(CAM)和用户界面(UI)。至少一个CAM进行鼻孔下方区域的热测量(TH_{ROI}),并且 TH_{ROI} 指示呼气流。UI提供基于 TH_{ROI} 而计算的反馈,作为对用户的呼吸生物反馈会话的一部分。可选地,呼吸生物反馈系统可以包含附加元件,诸如框架、计算机、附加传感器和/或热感相机,如下所述。

[0179] 至少一个CAM可以具有各种配置。在第一示例中,至少一个CAM中的每个位于距离用户面部小于15cm且位于用户的上唇上方,并且不遮挡用户的嘴和鼻孔中的任何一个。可选地, TH_{ROI} 包含用户的至少右鼻孔和左鼻孔下方的第一区域和第二区域的热测量。可选地,至少一个CAM由单个CAM组成。

[0180] 在第二示例中,系统进一步包含穿戴在用户的头部上的框架。 TH_{ROI} 包含用户的右鼻孔和左鼻孔下方的第一区域和第二区域的热测量(分别为 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2})。至少一个CAM包含分别用于进行 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 的第一和第二热感相机,第一和第二热感相机位于距离用户面部小于15cm并位于鼻孔的上方。第一热感相机物理地耦接到框架的右半部分并捕获来自右鼻孔的呼气流比它捕获来自左鼻孔的呼气流更好,并且第二热感相机物理地耦接到框架的左半部分并捕获来自左鼻孔的呼气流比它捕获来自右鼻孔的呼气流更好。

[0181] 在第三示例中, TH_{ROI} 包含在用户面部上的第一、第二和第三区域的热测量,其分别指示来自右鼻孔、左鼻孔和嘴的呼气流。第一区域和第二区域分别在右鼻孔和左鼻孔下方,并且第三区域包含嘴和/或从嘴突出的体积。

[0182] UI在呼吸生物反馈会话期间为用户提供反馈。UI还可以从用户接收指令(例如,口头命令和/或菜单选择)以控制会话参数,诸如会话持续时间、目标和要播放的游戏类型。在不同实施例中,UI可以包含不同类型的硬件。可选地,UI包含向用户呈现视频和/或3D图像的显示器和/或播放音频的扬声器。可选地,UI是用户携带的设备的一部分。可选地,UI是至少一个CAM耦接到的HMS的一部分。可以在一些实施例中使用的显示器的一些示例包含手持设备的屏幕(例如,智能手机或智能手表的屏幕)、头戴式设备的屏幕(例如,增强现实系统或虚拟现实系统的屏幕)以及视网膜显示器。在一个实施例中,UI可以向用户提供触觉反馈(例如,振动)。

[0183] 在一些实施例中,经由UI呈现给用户的至少一些反馈旨在向用户指示用户的呼吸(如基于 TH_{ROI} 来确定的)是否(以及可选地在何种程度上)正在朝向目标模式进展。反馈可以进一步被设计为引导用户以他/她的共振频率呼吸,所述共振频率使呼吸窦性心律失常的幅度最大化且在4.5至7.0次呼吸/分钟的范围。

[0184] 反馈可以以不同的方式指示用户朝向目标的进展,该不同的方式可以涉及视觉指示、音频指示和/或触觉指示。在一个实施例中,向用户提供指示用户进展的程度的视觉提示。例如,对象可以基于用户与目标的有多靠近来改变状态和/或位置,诸如当用户向目标前进时朝向前移动并且如果用户倒退则朝向后移动的汽车的图像。在一个示例中,反馈可以包含鱼的视听视频,当呼气变得更平稳时鱼向左游并且当呼气变得更不平稳时鱼停止游或甚至向右游的。在另一个实施例中,向用户提供指示用户进展的程度的音频提示。例如,播放给用户的音乐可以基于用户是朝向目标前进还是从目标倒退来改变其音量、曲调、音调和/或节奏,和/或当用户处于不同的进展速率时可以播放不同的音乐片段。在又一个实施例中,向用户提供指示用户进展的程度的触觉提示。例如,用户穿戴和/或携带的设备可

以基于用户距离会话目标有多远来以不同的频率和/或以不同的强度振动。

[0185] 呼吸生物反馈需要对改变足够快速的信号来闭合反馈回路。呼气流的平稳度、形状和/或BRV具有以2Hz以上的频率改变的分量,其可以足够快以充当对其闭合呼吸生物反馈回路的参数。可以计算反馈并将反馈以高于1Hz、2Hz、5Hz、10Hz、20Hz和/或40Hz(均高于用户的呼吸速率)的频率呈现给用户。

[0186] 计算机基于TH_{ROI}来计算用户呼吸的特性,并基于该特性来生成反馈。一些呼吸特性可能难以控制,并且经常人们甚至没有意识到它们。然而,呼吸生物反馈可以帮助用户实现对他/她的呼吸的意识和/或获得对他/她的呼吸的控制,并且因此改善用户的状态。

[0187] 计算机在控制呼吸生物反馈会话时可以考虑的呼吸的一个特性是呼气流的平稳度。可选地,呼气流的平稳度指代值的集合的数学属性,所述值包含在一段时间内进行的TH_{ROI}的值(例如,在包含呼吸的一部分或甚至包含一次或多次呼吸的窗口中的值)。平稳度可以被认为是值的集合的曲线图的属性,并且可以表示当与对应于呼吸的平均趋势线相比时这些值中存在多少的变化。如上所述,可以以各种方式计算平稳度,诸如使用傅里叶变换和/或测量到低阶多项式的拟合。

[0188] 在一个实施例中,反馈指示呼气流的当前平稳度与呼气流的目标平稳度之间的相似度。基于TH_{ROI}来实时计算当前平稳度,并且基于用户的先前的TH_{ROI}来计算目标平稳度,用户的先前的TH_{ROI}是在用户处于被认为比在开始呼吸生物反馈会话时用户的状态更好的状态时进行的。可选地,可以将相似度表述为当前平稳度与目标平稳度之间的距离。

[0189] 在一个实施例中,反馈指示以下中的至少一个:平稳度是高于还是低于预定阈值,以及自指示平稳度的先前反馈以来平稳度是增加了还是减少了。可选地,在 $\geq 4\text{Hz}$ 的频率下计算平稳度,并且从检测到平稳度的变化到更新提供给用户的反馈的延迟 ≤ 0.5 秒。作为另一种选择,反馈可以指示平稳度是高于还是低于预定阈值,并且用户界面可以以 $\geq 2\text{Hz}$ 的速率来更新提供给用户的反馈。

[0190] 计算机在控制呼吸生物反馈会话时可以考虑呼吸的另一个特性是呼气流的形状(SHAPE)。可选地,SHAPE由一个或多个参数描述,该一个或多个参数表示限制从一个或两个鼻孔流出的呼气流的3D形状。可选地,反馈指示SHAPE是否匹配预定形状,和/或自指示SHAPE的先前反馈以来SHAPE是变得与某一形状更相似了还是更不相似了。在一个实施例中,反馈指示呼气流的当前形状(SHAPE)与目标SHAPE之间的相似度,其中基于TH_{ROI}来实时计算当前SHAPE,并且基于以下中的至少一个来计算目标SHAPE:(i) 在用户处于被认为比在开始呼吸生物反馈会话时用户的状态更好的状态时对用户进行的先前的TH_{ROI},以及(ii) 在其它用户处于被认为比在开始呼吸生物反馈会话时用户的状态更好的状态时进行的其它用户的TH_{ROI}。

[0191] 计算机在控制呼吸生物反馈会话时可以考虑呼吸的另一个特性是呼吸速率变异性(BRV),其指示连贯呼吸之间的变化。可选地,反馈可以指示当前呼吸速率变异性(BRV)与目标BRV之间的相似度,其中基于TH_{ROI}来实时计算当前BRV,并且基于用户的先前的TH_{ROI}来计算目标BRV,用户的先前的TH_{ROI}是在用户处于被认为比在开始呼吸生物反馈会话时用户的状态更好的状态时进行的。附加地或可替代地,反馈可以指示BRV是高于还是低于预定阈值,和/或自指示BRV的先前反馈以来BRV的预定分量是增加了还是减少了。

[0192] 相似于如何计算心率变异性(HRV),本领域中已知的各种计算方法可以用于基于

TH_{ROI}来计算BRV。在一个实施例中,计算BRV涉及识别连贯呼吸中的匹配事件(诸如开始呼气、呼气峰值和/或吸气峰值),以及分析这些匹配事件之间的变异性。在另一实施例中,用户的呼吸被表示为时间序列数据,使用快速傅里叶变换(FFT)从该时间序列数据中提取时间序列信号内的积分功率谱的低频和低频分量。计算这些分量内的积分功率谱的低频和高频的比率,并且使用对该比率随时间推移的动态性的分析来估计BRV。在又一个实施例中,可以使用基于机器学习的模型来确定BRV。该模型可以是在样本上训练的,每个样本包含基于在某一时段期间进行的TH_{ROI}生成的特征值以及指示在某一时段期间的BRV的标签。

[0193] 在一些实施例中,计算机计算指示在当前TH_{ROI}图案与用户的先前的TH_{ROI}图案之间的相似度的值,用户的先前的TH_{ROI}图案是在用户处于目标状态时进行的,并且基于该相似度生成反馈。TH_{ROI}图案的示例包含以下中的至少一个:空间图案(例如,从FPA传感器接收的热图像中的图案)、时域中的图案(例如,在热测量的时间序列中检测到的图案)和频域中的图案(例如,在热测量的傅里叶变换中检测到的图案)。

[0194] 生物反馈会话在不同实施例中可以具有不同的目标状态。通常,会话的目的是在生物反馈会话期间(“目前状态”)使用户的状态变得与目标状态更相似。在一个实施例中,在用户处于目标状态时,以下中的一个或多个是真的:与目前状态相比用户更健康,与目前状态相比用户更放松,用户的压力水平低于阈值,以及与目前状态相比用户更专注。此外,计算机可以基于以下内容,来接收用户处于目标状态的时段的指示:由用户做出的报告(先前的TH_{ROI}图案包括在该时段期间进行的TH_{ROI}),使用除CAM之外的传感器对用户的测量,由用户书写的文本的语义分析和/或用户的语音的分析。

[0195] 在另一个实施例中,计算机计算指示在当前TH_{ROI}与用户的先前的TH_{ROI}之间的相似度的值,用户的先前的TH_{ROI}是在用户处于目标状态时进行的,并且基于该相似度生成反馈。可以通过比较(i)基于TH_{ROI}来计算的用户呼吸的特性的当前值与(ii)基于先前的TH_{ROI}来计算的用户呼吸的特性的目标值,来计算相似度。在本文中,反馈可以指示自先前的(有关的)反馈以来,用户呼吸的特性的当前值是变得与用户呼吸的特性的目标值更相似了还是更不相似了。

[0196] 在又一个实施例中,计算机将当前集合与目标集合进行比较,当前集合包括基于TH_{ROI}生成的特征值,目标集合包括基于用户的先前的TH_{ROI}生成的特征值,其中特征值指示(一个或多个)呼吸参数的值。

[0197] 在一些实施例中,被配置为提供呼吸生物反馈会话的系统接收用户何时处于目标状态的指示。被给予了这种指示,系统可以收集在这些时间期间进行的TH_{ROI},并且在生物反馈会话中利用它们来引导用户朝向期望的目标(这些收集的TH_{ROI}可以被认为是上述的先前的TH_{ROI})。存在用于指示用户何时处于某一目标状态的各种源。在一个示例中,用户可以报告他/她何时处于这种状态(例如,通过“应用”或对软件代理做出的评论)。在另一个示例中,使用除CAM之外的一个或多个传感器对用户的测量可以提供用户处于对应于某一目标状态的某一生理和/或情绪状态的指示。在又一个示例中,可以从对用户的通信分析中导出用户处于某一目标状态的时间段的指示,诸如使用对由用户书写的文本的语义分析和/或对用户的语音的分析。

[0198] 在一些实施例中,计算机可以利用基于机器学习的模型来确定会话是否成功(或预期是成功的)和/或确定用户在给定时间在呼吸生物反馈会话中的进展(例如,用户在那

时正显示出的改善率和/或用户与会话目标有多靠近)。可选地,计算机基于 TH_{ROI} 来生成特征值(例如, TH_{ROI} 的值和/或在会话期间的不同时段上进行的 TH_{ROI} 的统计),并且利用该模型来计算指示进展和/或会话成功的值。可选地,该模型是在样本上训练的,所述样本包括基于先前进行的 TH_{ROI} 的特征值以及指示会话成功和/或在进行那些 TH_{ROI} 时的进展的标签。可选地,可以基于先前对用户进行的 TH_{ROI} 来生成样本。附加地或可替代地,可以基于先前对其它用户进行的 TH_{ROI} 来生成样本。可选地,样本包含基于在不同天和/或在所测量的用户处于不同情况时进行的 TH_{ROI} 而生成的样本。

[0199] 长期以来一直认为,在各种亚洲哲学中,人的呼吸方式会影响人的情绪和/或生理状态,并且相反地,以某一方式的呼吸可以改变人的状态。人们通常很难意识到他们呼吸的各种特性,并且获得这种意识经常需要多年的练习。因此,需要能够以简单的方式监测人的呼吸特性,这不需要人的特殊专业知识。

[0200] 在一个实施例中,一种被配置为选择用户的状态的系统包含至少一个CAM和计算机。至少一个CAM中的每个穿戴在用户的头部上并进行用户的鼻孔下方的至少三个区域的热测量(TH_s);其中 TH_s 指示呼气流的形状(SHAPE)。计算机(i)基于 TH_s 来生成特征值,其中特征值指示SHAPE,以及(ii)利用模型,基于特征值来从用户的潜在状态中选择用户的状态。可选地,该模型被用于基于特征值来计算值。在一个示例中,所计算的值指示用户处于哪个状态,并且计算机可以计算用户处于每种潜在状态的概率,并且选择概率最高的状态。在另一个示例中,所计算的值是分类器(例如,基于神经网络的分类器)的输出,其指示用户处于的状态。

[0201] 为了使 TH_s 指示SHAPE,至少一个CAM需要捕获至少三个可以从其推断出形状的区域。在第一示例中,至少一个CAM的感测元件包含:(I)至少三个垂直感测元件,其指向鼻孔下方的、预期呼气流在该处流动的不同垂直位置,和/或(ii)至少三个水平感测元件,其指向鼻孔下方的、预期呼气流在该处流动的不同水平位置。可选地,检测呼气流的垂直感测元件的数目越大,呼气流的长度越长,并且检测呼气流的水平感测元件的数目越大,呼气流越宽。此外,由感测元件测量的温度变化的幅度也可以用于估计呼气流的形状和/或均匀性。应注意,当至少一个CAM中的CAM位于上唇上方并指向下时,垂直感测元件(来自上述第二示例)也提供关于呼气流宽度的数据,并且水平感测元件也提供关于呼气流长度的数据。

[0202] 在第二示例中,可以从其推断出形状的至少三个区域位于以下位置之上:(i)鼻孔下方至少两个垂直位置,其中心之间的距离超过5mm,以及(ii)鼻孔下方的至少两个水平位置,其中心之间的距离超过5毫米。可选地,至少三个区域表示:(i)限制呼气流的3D形状的参数,并且 TH_s 是所述参数的值,(ii)指示呼气流的不同长度的位置(诸如8cm、16cm、24cm和32cm),和/或(iii)指示呼气流的一些不同SHAPE的方向的不同角度特性的位置(诸如指示不同SHAPE的方向之间至少为 5° 、 10° 或 25° 的差异的位置)。

[0203] 对应于不同SHAPE的潜在状态可以包含各种生理和/或情绪状态,并且通常必须对于每个用户进行学习和分类,因为它们取决于用户的生理和情绪构成。此外,潜在状态可以包含对应于健康或不健康的一般状态。在一些实施例中,至少一些潜在状态可以对应于处于一种状态,在该状态下某一生理响应可能在不久的将来(例如,在接下来的30分钟内)发生。因此,识别用户处于这种状态可以用于警告用户预期将会具有的某一生理响应,以便用户和/或某个其它方采取行动来解决它。

[0204] 由计算机生成的以便计算SHAPE的特征值可以包含本公开中描述的用于检测生理响应的各种特征值中的一些。具体地,一个或多个特征值是基于TH_s来生成的,并且可以包含由至少一个CAM的一个或多个感测元件收集的原始值和/或经处理值。附加地或可替代地,这些特征值可以包含从对TH_s的分析导出的特征值,以便确定用户呼吸的各种特性。特征值包含指示SHAPE的至少一个特征值。例如,至少一个特征值可以描述TH_s的热图案的属性。可选地,特征值包含指示呼吸速率、呼吸速率变异性和/或呼气流的平稳度的附加特征值。

[0205] 在一些实施例中,被用于基于TH_s(以及可选地其它数据源)来选择用户状态的模型可以是基于机器学习的模型。可选地,该模型是基于样本来训练的,所述样本包括基于当被测量的用户处于已知状态时进行的先前的TH_s生成的特征值。可选地,先前的TH_s包含一个或多个其它用户(其不是基于TH_s来选择其状态的用户)的热测量;在这种情况下,可以认为该模型是通用模型。可选地,先前的TH_s包含基于TH_s来选择其状态的用户的热测量;在这种情况下,可以认为该模型对于该用户是个性化的。可选地,先前的TH_s包含在不同天期间进行的热测量。可选地,对于潜在状态中的每种状态,所述样本包含基于在被测量的用户处于该状态时进行的TH_s而生成一个或多个样本。可选地,基于以下来训练该模型:在用户处于潜在状态中的第一潜在状态时进行的先前的TH_s,以及在用户处于潜在状态中的第二潜在状态时进行的其它先前的TH_s。可选地,基于以下来训练该模型:在各用户处于潜在状态中的第一潜在状态时从各用户进行的先前的TH_s,以及在各用户处于潜在状态中的第二潜在状态时进行的其它先前的TH_s。可选地,对于相同的呼吸速率、呼吸量和主导鼻孔,计算机被配置为当TH_s指示对应于不同潜在状态的不同SHAPE时选择不同的状态。

[0206] 对于潜在状态中的每种状态,所述样本包含具有对应于该状态的标签的一个或多个样本。可以基于可能来自各种源的指示来生成样本的标签。在一个实施例中,其TH_s被用于生成样本的用户可以提供关于他/她的状态的指示,诸如当头痛或愤怒发作时经由应用来输入值。附加地或可替代地,该用户的观察者(可以是另一个人或软件代理)可以提供关于该用户状态的指示。例如,父母可以确定,儿童的某些行为模式对应于显示某一状态的症状行为。在另一个实施例中,可以基于用户的生理信号的测量,诸如心率、心率变异性、皮肤电反应和/或大脑活动(例如,使用EEG)的测量,来确定其TH_s被用于生成样本的用户的状态的指示。

[0207] 在一些实施例中,用户呼吸的特性可以指示用户的未来状态(例如,用户可能正在转向的状态)。因此,用户呼吸的特性的某些变化可以用于预测未来状态。在这些情况下,可以基于对应于未来时间的指示,来为包含基于在某一时段期间进行的TH_s而生成特征值的一些样本分配标签(例如,对应于用户在某一时段的15或30分钟之后的状态的标签)。可以使用在这种数据上训练的模型,来预测用户在未来时间的状态和/或计算指示用户将在未来的某一时间量处于某一状态的概率的值。

[0208] 给定样本的集合,所述样本包含基于TH_s(以及可选地其它数据源)生成的特征值以及指示状态的标签,可以使用各种基于机器学习的训练算法来训练模型。可选地,取决于用于生成模型的训练算法的类型,模型可以包含各种类型的参数。例如,模型可以包含以下中的一个或多个的参数:回归模型、支持向量机、神经网络、图形模型、决策树、随机森林以及其它类型的机器学习分类和/或预测方法的其它模型。

[0209] 在一些实施例中,深度学习算法可以用于训练模型。在一个示例中,模型可以包含描述神经网络的多个隐藏层的参数。在一个实施例中,当THs包含多个像素的测量时,诸如当至少一个CAM包含FPA时,该模型可以包含卷积神经网络(CNN)。在一个示例中,CNN可以用于识别热图像中的某些图案,诸如呼气流的区域中的可以指示呼吸参数的温度图案,其涉及诸如来自鼻子和/或嘴的呼气流的位置、方向、大小和/或形状的方面。在另一个示例中,可以基于多个(可能是连续的)热测量,来完成基于用户呼吸的一个特性(例如,各种呼吸参数)对用户的状态进行确定。可选地,估计用户的状态可以涉及保留关于基于先前的测量的一个或多个特性的状态信息。可选地,该模型可以包含描述支持这种能力的架构的参数。在一个示例中,该模型可以包含循环神经网络(RNN)的参数,循环神经网络是经由网络节点中的循环来捕获样本序列的动态性的联结主义模型。这使得RNN能够保持可以表示来自任意长的上下文窗口的信息的状态。在一个示例中,可以使用长短期存储器(LSTM)架构来实现RNN。在另一个示例中,可以使用双向循环神经网络架构(BRNN)来实现RNN。

[0210] 为了生成适合于在现实世界日常情况中识别用户状态的模型,在一些实施例中,用于训练模型的样本基于在用户处于不同的情况、位置和/或进行不同的活动时进行的热测量(以及可选地其它数据源)。例如,可以基于以下样本来训练该模型:基于在用户在室内时进行的先前的热测量的一些样本、以及基于在用户在户外时进行的其它的先前的热测量的其它样本。在另一个示例中,可以基于以下样本来训练该模型:基于在用户坐着时进行的一些先前的热测量的一些样本、以及基于在用户步行时进行的其它的先前的热测量的其它样本。

[0211] 在一个实施例中,计算机基于THs来检测SHAPE。可选地,检测到的SHAPE对应于用户的某一状态,并且计算机使状态的选择基于检测到的SHAPE。可选地,计算机基于检测到的SHAPE,生成用于选择状态的一个或多个特征值。例如,一个或多个特征值可以指示SHAPE的各种参数(例如,SHAPE对应的3D几何体的参数)。

[0212] 为了检测SHAPE,计算机可以利用基于用户的先前的THs而被训练的模型。可选地,在不同天期间进行用户的先前的THs。在一个实施例中,模型包含基于先前的THs而生成的一個或多个参考图案。可选地,每个参考图案对应于某一SHAPE并基于先前的THs的子集,其中对于先前的THs的该子集识别出了该某一SHAPE。例如,识别某一SHAPE可以通过使用呼气流的热图像的分析来完成,该呼气流的热图像是使用非头戴式的外部热感相机获得的和/或由人类专家获得的。在该实施例中,可以通过将THs与一个或多个参考热图案进行比较并确定THs的热图案与一个或多个参考热图案中的至少一个之间是否存在足够高的相似度,来完成检测SHAPE。

[0213] 在另一个实施例中,模型可以是基于机器学习的模型,该模型是在样本上训练的,其中每个样本包括基于先前的THs的子集而生成的特征值(例如,该子集包含在某一时段期间进行的先前的THs)以及表示对应于先前的THs的该子集的SHAPE的标签。在一个示例中,特征值包含至少一个CAM的各种感测元件的温度值。在另一个示例中,特征值可以包含通过将各种图像处理技术应用于先前的THs的子集而获得的低级别图像属性。在该实施例中,可以通过基于THs来生成特征值并利用该模型基于该特征值来计算指示对应于THs的SHAPE的值,来完成检测SHAPE。

[0214] SHAPE是至少在某一程度上可以独立于其它呼吸参数的属性。因此,在不同时间进

行的THs可能检测到不同的SHAPE,即使在那些时间呼吸的一些其它方面是相同的(基于某些呼吸参数的值来确定)。在一个示例中,对于用户的相同呼吸速率,计算机基于第一THs来检测第一SHAPE,并且基于第二THs来检测第二SHAPE。在该示例中,第一和第二THs具有不同的热图案,例如,如使用第一和第二THs的向量表示之间的相似度函数(其给出低于阈值的相似度)所确定的。在另一个示例中,对于相同的呼吸速率、呼吸量和主导鼻孔,计算机基于第一THs来检测第一SHAPE,并且基于第二THs来检测第二SHAPE(其中第一THs和第二THs具有不同热图案)。

[0215] 在一个实施例中,系统包含穿戴在用户的头部上的框架。至少一个CAM中的每个位于距离用户面部小于15cm,并且不遮挡用户的嘴和鼻孔中的任何一个。至少一个CAM包含至少第一和第二面向内的头戴式热感相机(分别为CAM1和CAM2),其分别进行TH_{ROI1}和TH_{ROI2}。CAM1物理地耦接到框架的右半部分并捕获来自右鼻孔的呼气流比它捕获来自左鼻孔的呼气流更好,并且CAM2物理地耦接到框架的左半部分并捕获来自左鼻孔的呼气流比它捕获来自右鼻孔的呼气流更好。在另一个实施例中,鼻孔下方的至少三个区域包含在用户的上唇右侧上的第一区域、在用户的上唇左侧上的第二区域、以及在用户的嘴上的第三区域,其中第三区域的热测量指示来自用户的嘴的呼气流。在又一个实施例中,鼻孔下方的至少三个区域包含第一区域,该第一区域包括来自右鼻孔的呼气流在该处流动的、右鼻孔下方的一部分空气体积;第二区域,该第二区域包括来自左鼻孔的呼气流在该处流动的、左鼻孔下方的一部分空气体积;以及第三区域,该第三区域包括来自用户的嘴的呼气流在该处流动的、从嘴突出的一部分体积。

[0216] 在一个实施例中,一种系统被配置为基于SHAPE来呈现用户的状态,其包含CAM和UI。至少一个CAM进行用户的鼻孔下方的至少三个区域的热测量(THs),其中THs指示SHAPE。UI基于THs来呈现用户的状态。可选地,对于相同的呼吸速率,当THs指示对应于不同潜在状态的不同SHAPE时,UI为用户呈现不同的状态。可选地,至少一个CAM中的每个不遮挡用户的嘴和鼻孔中的任何一个。可选地,系统进一步包含计算机,该计算机基于THs来生成特征值,并且利用模型基于该特征值来从潜在状态中选择状态。

[0217] 人的生理和情绪状态可以经常与某一皮质(cortical)活动相关联。可能被认为异常状态的各种现象——诸如愤怒或显示出注意力缺陷障碍(ADD)或注意力缺陷多动障碍(ADHD)的症状行为——经常与某一非典型皮质活动相关联。这种非典型的皮质活动可以在前额上生成某些热图案。因此,需要一种在现实世界日常情况下进行前额的热测量的方式。优选地,为了舒适且在美学上更可接受,应该在不涉及与前额直接物理接触或遮挡前额的情况下进行这些测量。

[0218] 一些类型的正常和异常皮质活动在前额上生成不同的热图案,其可以用于与健康有关的应用和其它应用。然而,用户和/或用户的头部的移动可能使得许多已知方法难以获取该数据。本文描述的一些实施例利用一个或多个头戴式热感相机,当用户的头部进行角移动时该热感相机也保持指向前额。头戴式热感相机能够进行足够的测量,以便使得计算机能够区分指示正常状态的前额的第一热图案与指示异常状态的前额的第二热图案。

[0219] 图35、图36和图37图示了具有头戴式热感相机的眼镜700的一个实施例,该具有头戴式热感相机的眼镜700能够基于前额的热图案来区分用户的不同状态。所示系统包含分别安装到眼镜框架的右上部分和左上部分的第一和第二CAM(701、702),以进行前额的热测

量。该系统进一步包含安装到横梁上的传感器703,其可以用于进行指示本文所述的各种混杂因素中的一个或多个的发生的测量(m_{conf})。CAM将热测量转发给计算机,该计算机可以基于前额的热测量来区分用户的正常状态与异常状态(其在图35中图示为正常与偏头痛与愤怒,并且在图36中图示为不愤怒与愤怒)。计算机可以进一步区分条件的程度,其在图37中图示为严重的OCD与在治疗之后不严重的OCD。

[0220] 在一个实施例中,一种系统被配置为区分正常与异常状态,其包含至少一个CAM和计算机。至少一个CAM穿戴在用户的头部上,并且进行用户的至少前额的右侧上第一区域和第二区域的热测量(分别为 TH_{R1} 和 TH_{R2})。至少一个CAM进一步进行前额的左侧上的至少第三区域和第四区域的热测量(分别为 TH_{L1} 和 TH_{L2})。第一区域和第三区域的中间分别在第二区域和第四区域的中间上方至少1cm。至少一个CAM中的每个位于第一区域和第三区域下方,并且不遮挡第一区域和第三区域的任何部分。可选地,CAM也不遮挡第二区域和第四区域。计算机基于 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 和 TH_{L2} 来确定用户是处于正常状态还是处于异常状态。优选地,该实施例假设用户的头发不遮挡前额上的第一、第二、第三和第四区域。可选地,至少一个CAM包含含有传感器和透镜的CAM,并且根据沙姆定律(Scheimpflug principle),传感器平面相对于透镜平面倾斜多于 2° ,以便当至少一个CAM由用户穿戴时由CAM捕获更清晰(sharp)的图像。在本文中,透镜平面指代垂直于透镜的光轴的平面,其可以包含一个或多个透镜。

[0221] 在一个实施例中,至少一个CAM包含至少第一和第二面向头内的头戴式热感相机(分别为CAM1和CAM2),其分别位于垂直对称轴的右边和左边,该垂直对称轴划分用户面部(即,沿着用户的前额和鼻子的中心向下的轴)。CAM1被配置为进行 TH_{R1} 和 TH_{R2} ,并且CAM2被配置为进行 TH_{L1} 和 TH_{L2} 。可选地,CAM1和CAM2位于彼此相距至少1cm。在一个示例中,CAM1和CAM2是在图36中图示的701和702。能够检测前额上的图案可以涉及CAM1和CAM2中的每个利用多个感测元件(像素)。可选地,CAM1和CAM2中的每个重量低于10g,位于距离用户面部小于10cm,并且包含具有至少6个感测元件的微测辐射热计传感器或热电堆传感器。可选地,CAM1包含至少两个多像素热感相机,一个用于进行第一区域的测量,并且另一个用于进行第二区域的测量;CAM2也包含至少两个多像素热感相机,一个用于进行第三区域的测量,并且另一个用于进行第四区域的测量。

[0222] 计算机基于 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 和 TH_{L2} 来确定用户是处于正常状态还是处于异常状态。在一个实施例中,通过将 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 和 TH_{L2} 与前额的参考热图案进行比较来确定用户的状态,该前额的参考热图案包含至少一个对应于正常状态的参考热图案以及至少一个对应于异常状态的参考热图案。可选地,从用户的先前的 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 和 TH_{L2} 来确定参考热图案,用户的先前的 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 和 TH_{L2} 是在用户处于对应于参考热图案的某一状态(例如,正常状态或异常状态)时所进行的。确定 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 和 TH_{L2} 是否相似于参考热图案可以使用各种图像相似度函数来完成,诸如确定参考热图案中的每个像素与其在 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 或 TH_{L2} 中的对应像素之间的距离。可以完成这一点的一种方法是将 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 或 TH_{L2} 转换为像素温度向量,并将其与参考热图案的向量进行比较(使用某种形式的向量相似度度量,如点积或L2范数)。可选地,如果相似度达到阈值,则认为用户处于参考热图案所对应的状态。

[0223] 在另一实施例中,计算机通过利用模型,基于从 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 和 TH_{L2} 生成的特征值,来计算指示用户处于某一状态的程度的值,从而确定用户是处于某一状态(例如,正常

或异常)。可选地,该模型是基于样本来训练的,每个样本包括基于在用户处于某一状态时进行的用户的先前的 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 和 TH_{L2} 而生成的特征值。在一些实施例中,确定用户是否处于某一状态涉及确定在至少某一时间段(例如,至少十秒、至少一分钟或至少十分钟)期间进行的 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 和 TH_{L2} 相似于对应于该某一状态的参考热图案。

[0224] 处于正常/异常状态可以对应于不同的行为和/或生理响应。在一个实施例中,异常状态涉及用户显示出以下中的一种或多种的症状:愤怒发作、注意力缺陷障碍(ADD)和注意力缺陷多动障碍(ADHD)。在该实施例中,处于正常状态指代用户的通常行为,其不涉及显示出所述症状。在另一个实施例中,当用户处于异常状态时,用户将以高于预定阈值的概率在预定持续时间(例如,短于一小时)内显示出以下中的一种或多种的症状:愤怒、ADD和ADHD。在该实施例中,当用户处于正常状态时,用户将以低于预定阈值的概率在预定持续时间内显示出症状。在又一个实施例中,当用户处于异常状态时用户遭受头痛,并且当用户处于正常状态时用户不遭受头痛。在又一个实施例中,与指代用户具有通常专注水平的时间的正常状态相比,异常状态指代的是用户具有更高专注水平的时间。虽然前额的热图案通常是用户特有的,但它们通常是重复的,并且因此系统可以能够学习用户的对应于各种状态的一些热图案。

[0225] 触摸前额可以改变前额的热图案,即使用户的状态实际上没有改变。可选地,系统进一步包含传感器,该传感器被配置为提供指示用户是否接触前额的指示。虽然预期触摸会影响来自触摸区域的热读数,但是计算机可以根据在接收该指示之前不久(例如,1-20秒)所识别的状态继续操作预定的持续时间,即使它在接收该指示之后不久就识别到不同的状态。在一个示例中,传感器是可见光相机,并且计算机使用图像处理来确定用户是否触摸前额和/或触摸了多长时间。

[0226] 计算机可以响应于识别 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 和 TH_{L2} 中的不规则性而警告用户,该不规则性不是由于干扰(诸如触摸前额)造成的。例如,不规则性可能涉及先前没有观察到的前额的热图案。可选地,可以询问用户以便确定是否存在不规则性的医学原因(诸如中风或脱水),在这种情况下,可以例如通过召唤医务人员到用户的位置来提供医疗帮助。可选地,当识别用户处于与反社交行为(例如,愤怒发作)相关联的异常状态时,计算机警告用户。

[0227] 可以利用附加的热感相机来进行可以用于检测用户状态的热测量。例如,系统可以包含至少一个附加的CAM,用于进行用户的鼻子上和鼻孔下方的区域的热测量(分别为 TH_{R0I3} 和 TH_{R0I4})。可选地,附加的CAM重量低于10g,物理地耦接到穿戴在用户的头部上的框架,并且位于距离面部小于15cm。可选地,计算机还基于 TH_{R0I3} 和 TH_{R0I4} 来确定用户的状态。可选地,计算机(i)基于 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 、 TH_{L2} 、 TH_{R0I3} 和 TH_{R0I4} 来生成特征值,以及(ii)利用模型基于特征值来确定用户的状态。可选地,基于以下来训练模型:在用户处于正常状态时进行的先前的 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 、 TH_{L2} 、 TH_{R0I3} 和 TH_{R0I4} 的第一集合、以及在用户处于异常状态时进行的先前的 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 、 TH_{L2} 、 TH_{R0I3} 和 TH_{R0I4} 的第二集合。

[0228] 在另一个示例中,系统可以包含另一个CAM,用于进行用户的眶周区域上的区域的热测量(TH_{R0I3})。可选地,计算机还基于 TH_{R0I3} 来确定用户的状态。可选地,计算机进一步被配置为:(i)基于 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 、 TH_{L2} 和 TH_{R0I3} 来生成特征值,以及(ii)利用模型基于特征值来确定用户的状态。可选地,基于以下来训练模型:在用户处于正常状态时进行的先前的 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 、 TH_{L2} 和 TH_{R0I3} 的第一集合、以及在用户处于异常状态时进行的先前的 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、

TH_{L1}、TH_{L2}和TH_{R0I3}的第二集合。

[0229] 可以使用基于机器学习的模型,来完成基于TH_{R1}、TH_{R2}、TH_{L1}和TH_{L2}(以及可选地其它数据源)确定用户的状态。可选地,该模型是基于样本来训练的,所述样本包括基于在用户处于已知状态时(例如,对于不同的时间用户是处于正常状态还是异常状态是已知的)进行的先前的TH_{R1}、TH_{R2}、TH_{L1}和TH_{L2}而生成的特征值。可选地,用户可以提供关于他/她的状态的指示,诸如当头痛或愤怒发作时经由应用来输入值。附加地或可替代地,该用户的观察者(可以是另一个人或软件代理)可以提供关于用户的状态的指示。例如,父母可以确定儿童的某些行为模式对应于显示出ADHD的症状行为。在另一个示例中,可以基于用户的生理信号的测量,诸如心率、心率变异性、呼吸速率、皮肤电反应和/或大脑活动(例如,使用EEG)的测量,来确定用户的状态的指示。

[0230] 在一些实施例中,样本中的一个或多个特征值可以基于其它数据源(不同于TH_{R1}、TH_{R2}、TH_{L1}和TH_{L2})。这些可以包含附加的热感相机、对用户的附加的生理测量和/或用户在进行测量时所处环境的测量。在一个示例中,样本中使用的至少一些特征值包含附加的生理测量,其指示用户的以下信号中的一个或多个:心率、心率变异性、脑波活动、皮肤电反应、肌肉活动和移动程度。在另一个示例中,样本中使用的至少一些特征值包含环境测量,其指示用户所处环境的以下值中的一个或多个:温度、湿度水平、噪声水平、空气质量、风速和红外辐射水平。

[0231] 给定样本的集合,所述样本的集合包括基于TH_{R1}、TH_{R2}、TH_{L1}和TH_{L2}(以及可选地其它数据源)生成的特征值以及基于指示生成的标签,可以使用各种基于机器学习的训练算法来训练模型。可选地,模型由分类器利用,该分类器基于特征值来对用户的状态(例如,正常/异常)进行分类,该特征值是基于TH_{R1}、TH_{R2}、TH_{L1}和TH_{L2}(以及可选地其它源)而生成的。可选地,取决于用于生成模型的训练算法的类型,模型可以包含各种类型的参数。例如,模型可以包含以下中的一个或多个的参数:回归模型、支持向量机、神经网络、图形模型、决策树、随机森林以及其它类型的机器学习分类和/或预测方法的其它模型。

[0232] 在一些实施例中,利用深度学习算法来训练模型。可选地,该模型包含描述神经网络的多个隐藏层的参数。可选地,该模型包含卷积神经网络(CNN),其对识别热图像中的某些图案是有用的,诸如前额上的温度图案。可选地,该模型可以用于识别用户的状态的进展(例如,在前额上逐渐形成某一热图案)。在这种情况下,模型可以包含描述支持保留状态信息的能力的架构的参数。在一个示例中,模型可以包含循环神经网络(RNN)的参数,循环神经网络是经由网络的节点中的循环来捕获样本序列的动态性的联结主义模型。这使得RNN能够保持可以表示来自任意长的上下文窗口的信息的状态。在一个示例中,可以使用长短期存储器(LSTM)架构来实现RNN。在另一个示例中,可以使用双向循环神经网络架构(BRNN)来实现RNN。

[0233] 为了生成适合于在现实世界日常情况中识别用户状态的模型,在一些实施例中,用于训练模型的样本基于在用户处于不同的情况、位置和/或进行不同的活动时进行的热测量(以及可选地其它数据源)。在第一示例中,可以基于以下来训练模型:在用户在室内并处于正常状态时进行的先前的热测量的第一集合、在用户在室内并处于异常状态时进行的先前的热测量的第二集合、在用户在户外并处于正常状态时进行的先前的热测量的第三集合、以及在用户在户外并处于异常状态时进行的先前的热测量的第四集合。在第二示例中,

可以基于以下来训练模型：在用户坐着并处于正常状态时进行的先前的热测量的第一集合、在用户坐着并处于异常状态时进行的先前的热测量的第二集合、在用户站立和/或四处移动并处于正常状态时进行的先前的热测量的第三集合、以及在用户站立和/或四处移动并处于异常状态时进行的先前的热测量的第四集合。通常，与在坐着时的移动相比，在站立和/或四处移动时并且特别是在步行或跑步时的移动更大；因此，与仅在坐着时采集的样本上训练的模型相比，预期在坐着以及站立和/或四处移动期间采集的样本上训练的模型执行得更好。

[0234] 当涉及适合于用户的状态地为用户调度任务和/或为用户提供推荐时，具有确定用户状态的能力可能是有利的。在一个实施例中，响应于确定用户处于正常状态，计算机使第一活动优先于第二活动，并且响应于确定用户处于异常状态，计算机使第二活动优先于第一活动。可选地，完成第一和第二活动中的每个需要用户注意至少一分钟，并且第二活动比第一活动更适合于异常状态。可选地，并且第一活动比第二活动更适合于正常状态。可选地，由日历管理程序、项目管理程序和/或“待办事项”列表程序来执行对第一和第二活动的优先级排序。可选地，使某一活动优先于另一个意味着以下中的一个或多个：在建议其它活动之前建议某一活动，比建议其它活动更频繁地建议某一活动（在具体状态的上下文中），为某一活动比为其它活动分配更多的时间，并且为某一活动比为其它活动给予更突出的提醒（例如，听觉指示相比日历程序中的提及，该提及仅在日历程序打开时可见）。

[0235] 这种依赖于状态的优先级排序可以在各种情形中实现。在一个示例中，正常状态指代正常专注水平，异常状态指代低于正常专注水平，并且与第二活动相比第一活动需要来自用户的高注意力水平。例如，第一和第二活动可能涉及学校自学程序的不同主题；当识别用户处于正常专注状态时，数学课程被优先级排序高于体育课程；当识别用户处于较低专注状态时，数学课程被优先级排序低于体育课程。在另一个示例中，正常状态指代正常愤怒水平，异常状态指代高于正常愤怒水平，并且与第二活动相比第一活动涉及用户与其它人的更多交互。在又一个示例中，正常状态指代正常恐惧水平，异常状态指代惊恐发作，并且与第一活动相比预期第二活动对用户具有更放松的效果。

[0236] 在一个实施例中，一种被配置为警告异常状态的系统包含至少一个CAM和用户界面(UI)。至少一个CAM进行用户的至少前额的右侧上的第一区域和第二区域的热测量（分别为 TH_{R1} 和 TH_{R2} ），并且进行前额的左侧上的至少第三区域和第四区域的热测量（分别为 TH_{L1} 和 TH_{L2} ）。第一区域和第三区域的中间分别在第二区域和第四区域的中间上方至少1cm。至少一个CAM中的每个位于第一区域和第三区域下方，并且不遮挡第一区域和第三区域的任何部分。UI提供关于用户的异常状态的警报，其中基于 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 和 TH_{L2} 来确定异常状态。可选地，系统包含可以用于将 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 和 TH_{L2} 发送到计算机的发送器，该计算机基于 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 和 TH_{L2} 来确定用户是处于正常状态还是异常状态。计算机可以包含可穿戴计算机、属于由用户携带的智能手机或智能手表的计算机和/或基于云的服务器。可选地，响应于确定用户处于异常状态，计算机命令UI提供警报。例如，计算机可以向智能手机应用和/或具有对UI的控制权的软件代理发送信号以提供警报。在另一个示例中，计算机可以向UI发送指令以提供警报。可选地，警报被提供为文本、图像、声音和/或触觉反馈。

[0237] 神经反馈是一种通过提供给用户的反馈来教导各种大脑功能的自我调节的技术。神经反馈涉及测量用户并向用户提供指示所测量的大脑活动的反馈。反馈使得用户能够改

善对大脑活动的意识和控制。虽然神经反馈已被研究并有时用于治疗许多与大脑有关的条件(例如,ADHD、疼痛、成瘾、抑郁、头痛等),但是它一般是涉及进行脑电图(EEG)或脑血流图(pirHEG和nirHEG)的繁琐的过程。因此,神经反馈经常是在专门的诊所提供的,由经训练的人员在受控环境中施用的,和/或需要体积大、使用不舒服且昂贵的专门装置的治疗。因此,大部分当前可用的神经反馈治疗涉及典型地禁止其在现实世界环境中(例如,在家中或在工作中)日常使用的设置,并且当人需要时经常不能按需获得。需要一种在人们需要的任何时候提供神经反馈会话的方法。

[0238] 收集用户面部的各个区域的热测量可以具有许多与健康有关的(和其它)应用。特别地,前额的热测量可以指示大脑活动,并且因此可以用于检测各种与大脑有关的条件和用于与大脑有关的治疗,诸如神经反馈。然而,用户和/或用户的头部的移动可能使得许多已知方法难以获取该数据。此外,诸如触摸前额、指向前额的热辐射和/或在前额处的吹气的各种因素可以更改前额温度测量。这些与用户的大脑活动无关的因素可能被认为是混杂因素,混杂因素可能妨碍基于热测量的与大脑功能有关的条件的检测的准确度,并且可能降低治疗(诸如神经反馈)的有效性。

[0239] 神经反馈会话可以帮助治疗各种与大脑功能有关的条件和/或病症。为了使其有效性最大化,在人遭受和/或表现出与大脑功能有关的条件和/或病症的症状时进行神经反馈治疗可能是有利的。以下是可以用于此目的的可穿戴系统的实施例的描述。下面描述的神经反馈系统的一些实施例涉及在美学上可接受的并可以在日常情况下按需利用的可穿戴的轻质设备。

[0240] 可以使用本文所述的神经反馈系统的一些实施例治疗的病症的一些示例包含与以下有关的病症:(i)额叶功能障碍,诸如ADHD、头痛、愤怒、焦虑和抑郁,(ii)阵发性病症,诸如头痛、癫痫、暴怒反应和惊恐发作,(iii)慢性疼痛,以及(iv)压力。应注意,术语“神经反馈”还涵盖生物反馈和其它相似的基于反馈的治疗。

[0241] 图34(已在上面讨论)图示了被配置为提供神经反馈(基于CAM 720的测量)和/或呼吸生物反馈(基于热感相机723、725、727和729中的至少一些的测量)的系统的一个实施例。图37所示的使用两个面向内的头戴式热感相机(701和702)来测量前额的系统可以与UI(未示出)一起用于神经反馈。神经反馈HMS的其它实施例可以涉及多于两个面向内的头戴式热感相机来测量前额。神经反馈HMS的一些实施例可以包含一个或多个传感器,诸如传感器722,其用于进行如下所述的 m_{conf} 。

[0242] 图39图示了用户在日常活动期间(诸如在上学期期间)具有神经反馈会话的情形。例如,可以启动会话,因为用户感觉他正在失去注意力和/或系统可能已经确定用户表现出ADHD的症状和/或处于不期望的状态。用户穿戴包含用户界面710的增强现实设备(AR),用户界面710包含显示器以呈现增强图像。AR包含一个或多个面向内的头戴式热感相机,其可以相似于图34中所示的系统。神经反馈会话涉及通过引起汽车711向前行驶的增强现实视频,来尝试控制大脑活动。例如,当前额712的某些区域的温度增加时,汽车711向前行驶,而当前额712的某些区域的温度降低时,汽车711向后行驶。

[0243] 在一个实施例中,一种神经反馈系统包含至少一个面向内的头戴式热感相机(CAM)和用户界面(UI)。可选地,神经反馈系统可以包含附加的元件,诸如框架、计算机和/或附加的传感器和/或热感相机,如下所述。

[0244] CAM穿戴在用户的头部上并进行用户的前额上的区域的热测量(TH_F)。CAM被定位为使得当用户直立时,CAM位于用户的前额上的区域的中间下方。可选地,CAM不遮挡前额的中心,并且如此,与具有遮挡前额中心的元件的系统相比其可能在美学上更令人愉悦。可选地,CAM位于靠近前额的位置,距离用户面部低于15cm、10cm或5cm。可选地,CAM可以使用单个像素传感器(例如,分立热电堆传感器)或多像素传感器(例如,微测辐射热计FPA)。

[0245] 在一个实施例中,由CAM测量的 TH_F 包含在脑电图领域中已知的“额极中线(Fpz)点”区域,其典型地位于从鼻根到枕骨隆突的距离的5%与15%之间的点(例如,大约在该距离的10%左右)。可选地,在该实施例中, TH_F 可以指示额极中线点处的温度变化。附加地或可替代地,由CAM测量的前额上的区域可以包含前额的中心,并且 TH_F 可以可选地指示前额中心的温度变化。

[0246] 在另一个实施例中,CAM可以分别测量在用户的前额上的至少四个区域,涵盖在前额的右上侧、前额的右下侧、前额的左上侧和前额的左下侧上的区域。可选地,在该实施例中, TH_F 可以指示用户的前额的热图案。可选地,在该实施例中,“CAM”指代多个面向内的热感相机,其包含至少第一和第二面向内的头戴式热感相机(分别为CAM1和CAM2)。CAM1进行前额的右上侧和前额的右下侧的测量,CAM2进行前额的左上侧和前额的左下侧的测量。可选地, TH_F 可以包含用户的前额上的至少六个区域的测量。可选地,至少四个区域和至少六个区域各自包含涵盖额极中线点的至少一个区域。

[0247] 由于CAM接近面部,在一些实施例中,CAM的光轴与前额之间可能存在锐角。为了改善前额的热图像的清晰度,在一些实施例中,CAM可以包含传感器和透镜,其被配置为根据沙姆定律使得传感器平面相对于透镜平面倾斜多于 2° ,这可以使得当CAM靠近面部时能够捕捉更清晰的前额图像。

[0248] UI在神经反馈会话期间向用户提供反馈,其基于 TH_F 和可选地 m_{conf} (其指示混杂因素)来确定。可选地,为用户提供会话涉及从用户接收指令(例如,口头命令和/或菜单选择),这可能影响用户接收的反馈的类型(例如,会话中将播放什么类型的会话或“游戏”,会话应持续多长时间等)。

[0249] 在一些实施例中,经由UI呈现给用户的至少一些反馈旨在向用户指示用户的大脑活动(如基于 TH_{ROI} 来确定)是否正在朝向目标进展,并且可选地指示用户的大脑活动正在朝向目标进展的程度。可选地,目标可以对应于使 TH_F 具有某一值的大脑活动的状态。可选地,目标可以对应于用户的典型 TH_F 图案。可选地,用户的典型 TH_F 图案是前额上不同点上的温度图案,其基于先前的 TH_F 来确定,先前的 TH_F 是当用户处于典型的正常状态并不表现出愤怒、ADHD、头痛等症状时所测量的。在一个示例中,如果前额(或前额上的某一区域)的温度变得靠近目标温度,则可以认为用户在神经反馈会话中取得进展。在另一个示例中,如果前额的某些区域的温度变异性降低,则可以认为用户在神经反馈会话中取得进展。在又一个示例中,如果前额温度的不对称性降低,则可以认为用户在神经反馈会话中取得进展。并且在又一个示例中,如果在会话期间测量的 TH_F 图案变得与于某一目标热图案更相似时,则可以认为用户在神经反馈会话中取得进展。可选地,当在会话期间测量的 TH_F 图案变得与典型的 TH_F 图案更不相似时,用户可以接收指示降低的积极进展(或消极进展)的反馈。

[0250] 在一个实施例中,作为反馈的一部分而播放的视频是根据适合于被动红外脑血流图(pIR HEG)会话的协议来播放的,该会话是测量并显示关于额叶的热输出的信息的用于

大脑的生物反馈的形式。在一种配置中，pIR HEG涉及通过观看提供反馈的电影来增加前额温度。当所测量的前额温度上升时电影播放，并且当温度下降时电影停止。当用户学习如何提高前额温度时，系统可以增加阈值，并且指示用户平静地专注于使电影继续播放。

[0251] 计算机基于 TH_F 和可选的 m_{conf} 来控制神经反馈会话。在一个实施例中，计算机将 TH_F 与目标温度进行比较。可选地，可以将CAM的不同像素与不同的目标温度进行比较，或者目标温度可以指代前额的平均温度。在另一个实施例中，计算机可以基于 TH_F 来计算前额温度的变化(ΔT_F)，并且利用 ΔT_F 来控制神经反馈会话。在又一个实施例中，计算机可以将 TH_F 与前额的目标热图案进行比较，并且基于 TH_F 与目标热图案之间的相似度和/或 TH_F 与目标热图案之间的相似度的程度的变化，来评估用户在神经反馈会话中的进展。

[0252] 在一个实施例中， TH_F 包含前额上的至少四个非共线区域(例如，所有四个区域不位于相同的直线上)的测量，并且计算机通过经由用户界面向用户提供反馈来控制神经反馈会话。计算机计算指示在当前 TH_F 图案与用户的先前的 TH_F 图案之间的相似度的值，用户的先前的 TH_F 图案是在用户处于目标状态时进行的，并且基于该相似度来生成作为神经反馈会话的一部分而提供给用户的反馈。 TH_F 图案可以指代前额上的至少四个非共线区域的空间图案(例如，从FPA传感器接收的热图像中的图案)，和/或指代前额上的至少四个非共线区域的时域中的图案(例如，在热测量的时间序列中检测到的图案)。

[0253] 神经反馈会话在不同实施例中可以具有不同的目标状态。通常，会话的目的是在神经反馈会话期间(“目前状态”)使用户的状态变得与目标状态更相似。在一个实施例中，在用户处于目标状态时，以下中的一个或多个是真的：与目前状态相比用户更健康，与目前状态相比用户更放松，用户的压力水平低于阈值，用户的疼痛水平低于阈值，用户不头痛，用户不遭受抑郁，以及与目前状态相比用户更专注。此外，计算机可以基于以下内容，来接收用户处于目标状态的时段的指示：由用户做出的报告(先前的 TH_F 图案包括在该时段期间进行的 TH_F)，使用除CAM之外的传感器对用户的测量，对由用户书写的文本的语义分析和/或对用户的语音的分析。

[0254] 在一些实施例中，计算机可以利用基于机器学习的模型来确定会话是否成功(或预期是成功的)和/或确定用户在给定时间在神经反馈会话中的进展。可选地，计算机基于 TH_F 来生成特征值，并且利用该模型计算指示进展和/或会话成功的值。可选地，该模型是在样本上训练的，所述样本包括基于先前进行的 TH_F 的特征值以及指示会话成功和/或在进行那些 TH_F 时的进展的标签。可选地，可以基于用户和/或其它用户的先前进行的 TH_F 来生成样本。可选地，样本包含基于在不同天和/或在用户处于不同情况时对用户进行的 TH_F 生成的样本。

[0255] 在给定时间，在前额的不同区域所测量的温度可能不同。在本文中，可以将作为不同区域处的温度的函数并指示它们的变异性的值称为测量的“温度变异性”。在一个示例中，该温度的函数是温度的统计方差。具有高的温度变异性可以表明用户遭受各种条件，例如愤怒、头痛、抑郁和/或焦虑。可选地，神经反馈会话的目标可以是降低 TH_F 的温度变异性。可选地，神经反馈会话的进展可以基于 TH_F 的温度变异性的值、 TH_F 的温度变异性降低的程度、和/或 TH_F 的温度变异性降低的速率来评估。

[0256] 经由前额上的不对称热图案，可以表现出各种与大脑功能有关的条件。可选地，在这种情况下，神经反馈会话的目标可以是减少热图案的不对称性。在一个实施例中，CAM(例

如,701)位于划分用户面部的垂直对称轴的右侧,并且该区域位于前额的右侧。神经反馈系统可以包含位于垂直对称轴左侧的第二面向内的头戴式热感相机(例如702),其进行前额的左侧上的第二区域的热测量(TH_{F2})。可选地,当 TH_F 和 TH_{F2} 之间的温度不对称性降低时,计算机向用户提供变得更积极的反馈。

[0257] 关于可以使用神经反馈会话治疗的各种生理响应和/或条件,前额上的不同区域可以与不同的重要性相关联。在一个实施例中,相比于与不太重要的区域相关联的权重,更重要的区域与更高的权重相关联。可选地,计算机可以利用这些权重来计算各种值,诸如前额的平均温度,具有权重的前额平均温度可以被认为是“加权平均温度”。相似地,在考虑与各个区域相关联的权重时所计算的 TH_F 的温度变异性可以是“加权温度变异性”,并且在考虑与各个区域相关联的权重时所计算的 TH_F 和 TH_{F2} 之间的温度不对称性可以是“加权温度不对称性”。在一些实施例中,基于上述“加权”值中的一个或多个来向用户提供反馈可以增加神经反馈会话的功效。

[0258] 温度变异性可以是神经反馈会话成功或失败的指标。引起温度变异性降低到低于某一第一阈值的会话可以被认为是可以终止的成功会话,而引起温度变异性增加到高于某一第二阈值的会话可以被认为是应该终止以防止症状恶化的失败会话。在一个实施例中,当 TH_F 指示温度变异性降低到低于某一第一阈值时,计算机终止神经反馈会话。附加地或可替代地,当 TH_F 指示温度变异性增加到高于某一第二阈值时,计算机可以终止神经反馈会话。

[0259] 以相似的方式,温度不对称性可以是某些病症的神经反馈会话成功或失败的指标。在一个实施例中,当 TH_F 指示温度不对称性降低到低于某一第一阈值时,计算机终止神经反馈会话。附加地或可替代地,当 TH_F 指示温度不对称性增加到高于某一第二阈值时,计算机可以终止神经反馈会话。

[0260] 在现实世界日常情况下进行神经反馈会话可能涉及这种条件:该条件较不无菌且不像当在诊所或实验室进行这种会话时典型地遇到的条件那样受控制。特别地,作为会话的一部分,前额的热测量可能受到与用户正在进行的大脑活动的类型无关的各种因素的影响;这些因素经常在受控环境中是不存在的和/或不太极端的,和/或可以被从业者注意和考虑到(例如,从业者可以告诉用户不要触摸前额)。这些因素在本文中可称为混杂因素。混杂因素的一些示例包含触摸前额(例如,使用人的手指)、指向前额的热辐射(例如,直射阳光)以及前额上的直接气流(例如,来自空调)。这些因素中的每个都可以引起 TH_F 的变化,该 TH_F 的变化不是由于大脑活动。为了考虑这些混杂因素中的一种或多种,在一些实施例中,神经反馈包含可穿戴传感器,其进行指示以下混杂因素中的至少一个的测量(表示为 m_{conf}):触摸前额、指向前额的热辐射以及前额上的直接气流。可选地,可穿戴传感器耦接到穿戴在用户的头部上的框架。以下是可穿戴传感器在神经反馈系统的一些实施例中可能涉及的传感器类型的一些示例。

[0261] 在一个实施例中,可穿戴传感器是面向外的头戴式热感相机(CAM_{out}),其进行环境的热测量(TH_{ENV})。可选地, CAM 与 CAM_{out} 的光轴之间的角度是以下角度中的至少一个或多个: 45° 、 90° 、 130° 、 170° 和 180° 。在另一个实施例中,可穿戴传感器提供指示用户触摸前额的时间的测量。可选地,可穿戴传感器包含可见光相机、微型雷达(诸如在30GHz到3000GHz之间的范围内操作的低功率雷达)、有源电光距离测量设备(诸如微型激光雷达)

和/或超声传感器。在又一个实施例中,传感器可以是风速计,其物理地耦接到穿戴在用户的头部上的框架,位于距离面部小于15cm,并且提供指示指向面部的空气的速度的值。

[0262] 计算机可以以各种方式利用 m_{conf} 来应对混杂因素在神经反馈会话期间的发生。在一个实施例中,混杂因素的发生可以提示计算机警告用户关于该发生。在一个示例中,计算机可以基于 m_{conf} 来识别混杂因素的程度达到阈值,并且命令用户界面警告用户由于混杂因素造成的神经反馈会话不那么准确。在另一个示例中,在识别混杂因素的程度达到阈值时,计算机可以避免在至少某一持续时间内更新作为神经反馈会话的一部分提供给用户的反馈。该某一持续时间可以是固定时段(例如,自达到阈值起0.2秒),和/或可以持续直到 m_{conf} 指示混杂因素的程度低于阈值。

[0263] 在一个实施例中,计算机可以基于 m_{conf} 的值根据某一函数和/或变换来调整 TH_F 的值。例如,可以相对于指向面部的热辐射的强度和/或指向面部的风速对 TH_F 进行归一化。在另一个实施例中,其中计算机利用基于机器学习的模型来计算指示会话的进展和/或成功的值,计算机可以利用 m_{conf} 来生成至少一些特征值,该至少一些特征值用于计算指示进展和/或成功的值。可选地,基于样本来训练模型,该样本包含在混杂因素影响 TH_F 时进行的、至少一些基于 TH_F 和 m_{conf} 的样本。

[0264] 在一些实施例中,可以由计算机利用的另一种方法是去学习区分由于大脑活动造成的 TH_F 变化与由于各种混杂因素造成的 TH_F 变化(其可能具有不同的特性)。在一个实施例中,计算机可以基于 TH_F 和 m_{conf} 的集合来生成特征值,并且利用第二基于机器学习的模型基于特征值来检测 TH_F 变化是响应于大脑活动而发生还是响应于混杂因素而发生。可选地,该第二模型可以是在样本上以及在其它样本上训练的,该样本基于在混杂因素影响 TH_F 时进行的测量来生成,该其它样本基于在混杂因素不影响 TH_F 时进行的测量。

[0265] 应注意,因为在现实世界情形中混杂因素可能影响 TH_F ,因此利用上述各种措施中的一个或多个可以帮助计算机提供更好的神经反馈会话。因此,在一些实施例中,通常,基于 TH_F 和 m_{conf} 的神经反馈会话比基于 TH_F 而不基于 m_{conf} 的神经反馈会话提供更好的结果。

[0266] 除了 m_{conf} 可以指示的混杂因素之外,在一些实施例中,计算机可以以相似的方式考虑其它混杂因素。在一个实施例中,神经反馈系统可以包含附加的可穿戴和/或头戴式传感器,用于检测在框架仍然穿戴时框架相对于头部的移动、用户位置的变化和/或用户体温的变化。在另一个实施例中,神经反馈系统可以包含湿度传感器和/或环境温度传感器,其可以耦接到用户。

[0267] 各种物质的食用也可以被认为是混杂因素。在一个实施例中,计算机可以接收用户是否在神经反馈会话之前服用药物(例如,药物的类型和剂量)、用户是否吸烟、饮酒等的指示。这些因素中的每个都可能以某些方式影响 TH_F , TH_F 可能不一定是因为用户的大脑活动。以相似于计算机如何处理上述描述中的混杂因素的方式,计算机可以警告会话无效(例如,在饮酒或服用药品之后)和/或执行各种归一化和/或计算以解决这些混杂因素(例如,通过生成指示食用了物质的特征值)。

[0268] 可以解决一些混杂因素的另一种方式涉及在正在进行神经反馈会话时从环境中为前额区域提供与环境更好的隔离。为此,一个实施例涉及利用设计为多次与框架附接和分离的夹式结构(例如,它可以在神经反馈会话开始之前附接,并在会话终止之后分离)。可选地,夹子(clip-on)包含罩(cover),该罩(当附接到框架时)遮挡由CAM测量的前额区域,

该CAM驱动神经反馈。夹子结构可以保护该区域以防止环境辐射、风和触摸该区域。图38图显示了夹子716,该夹子被配置为多次与框架700附接和分离。夹子716包含被配置为(当夹子附接到框架时)遮挡用户的前额上的区域的罩以及将夹子保持到框架的机构。

[0269] 夹子716的这种选择性使用可以使得CAM 718能够提供不同类型的测量。例如,在附接夹子时进行的 TH_F 比当没有附接夹子时进行的测量可能噪声更小。在一些实施例中,由于环境混杂因素,在没有夹子的情况下获得的测量对于有效的神经反馈会话而言可能噪声太大。因此,在一个实施例中,CAM可以用于在夹子没有覆盖前额上的区域时,检测到用户需要神经反馈会话(例如,基于指示用户处于异常状态的前额的热图案)。可选地,提示用户附接夹子并开始神经反馈会话。在附接夹子之后,CAM进行被有效地用于神经反馈会话的 TH_F (并且可以比当没有附接夹子时进行的 TH_F 具有更好的质量)。

[0270] 在一些实施例中,神经反馈系统可以包括一个或多个附加的CAM,以测量指示呼吸、压力和其它相关参数的生理信号。可选地,除了与 TH_F 有关的目标之外,神经反馈会话的目标还可以包含使这些生理信号达到某一值。

[0271] 在一个示例中,神经反馈系统可以包含第二面向内的头戴式热感相机(CAM2),其进行鼻孔下方的区域的热测量(TH_N),该热测量(TH_N)指示用户的呼吸。可选地,计算机还可以基于 TH_N 来控制神经反馈会话。可选地,将 TH_N 用于计算一个或多个呼吸参数的值,诸如呼吸速率、呼气持续时间和/或呼气流的平稳度。可选地,神经反馈会话的目标状态涉及使一个或多个呼吸参数的某些值落入某些范围内。在一个示例中,CAM2可以是在图34中图示的热感相机727或热感相机729。可选地,计算机基于 TH_N 来计算用户的呼吸速率,并且引导用户以他/她的共振频率呼吸,这使呼吸窦性心律失常的幅度最大化且在4.5到7.0次呼吸/分钟的范围内。

[0272] 在另一个示例中,神经反馈系统可以包含第二和第三面向内的头戴式热感相机(分别为CAM2和CAM3),其进行眶周范围和鼻子上的区域的热测量(分别为 TH_{ROI2} 和 TH_{ROI3})。可选地,计算机还可以基于 TH_{ROI2} 和 TH_{ROI3} 来控制神经反馈会话。例如,计算机可以基于 TH_{ROI2} 和/或 TH_{ROI3} 来计算用户的压力水平,并且神经反馈会话的目标状态可以对应于用户应该具有的某一压力水平。可选地, TH_{ROI2} 和 TH_{ROI3} 可以用于计算用户的压力水平。例如,CAM2可以是在图34中图示的热感相机724或726,并且CAM3可以是在图34中图示的热感相机733。

[0273] 本文描述的各种实施例涉及HMS,该HMS可以使用线缆和/或无线地与用户携带的设备和/或非可穿戴设备连接。HMS可以包含电池、计算机、传感器和收发器。

[0274] 图40a和图40b是计算机(400,410)的可能的实施例的示意图,计算机(400,410)能够实现本文所讨论的包含“计算机”的一个或多个实施例。计算机(400,410)可以以各种方式实现,诸如但不限于服务器、客户端、个人计算机、网络设备、手持设备(例如,智能手机)、HMS(诸如,智能眼镜、增强现实系统和/或虚拟现实系统)、嵌入可穿戴设备中的计算设备(例如,嵌入衣服中的智能手表或计算机)、植入人体的计算设备、和/或能够执行计算机指令的集合的任何其它计算机形式。在本文中,增强现实系统还指代混合现实系统。此外,对计算机或处理器的引用包含一个或多个计算机和/或处理器(可以在不同位置)的任何集合,其个别地或联合地执行计算机指令的一个或多个集合。例如,第一计算机可以嵌入HMS中,该HMS与嵌入用户的智能手机中的第二计算机通信,该用户的智能手机通过因特网与云计算机通信。

[0275] 计算机400包含以下部件中的一个或多个:处理器401、存储器402、计算机可读介质403、用户界面404、通信接口405和总线406。计算机410包含以下部件中的一个或多个:处理器411、存储器412和通信接口413。

[0276] 转发到处理器/计算机的热测量可以包含与由热感相机所测量的值基本上相同的“原始”值,和/或包含将某种形式的预处理和/或分析应用于原始值得到的经处理值。可以用于处理原始值的方法的示例包含模拟信号处理、数字信号处理以及各种形式的归一化、噪声消除和/或特征提取。

[0277] 在本文中描述的至少一些方法是“计算机实现的方法”,其通过在处理器(401, 411)上执行指令而在诸如计算机(400, 410)的计算机上实现。可选地,指令可以储存在计算机可读介质上,该计算机可读介质可以可选地是非暂时性计算机可读介质。响应于由包含处理器和存储器的系统进行的执行,指令引起系统执行方法步骤。

[0278] 在本文中,具有聚焦光学器件的VCAM或CAM的光轴方向由聚焦光学器件确定,而没有聚焦光学器件(诸如单个像素热电堆)的CAM的光轴方向由其传感器的最大响应度的角度确定。当利用光学器件使用CAM进行测量时,则术语CAM包含光学器件(例如,一个或多个透镜)。在一些实施例中,CAM的光学器件可以包含由适合于所需波长的材料制成的一个或多个透镜,诸如以下材料中的一种或多种:氟化钙、砷化镓、锗、溴化钾、蓝宝石、硅、氯化钠和硫化锌。在其它实施例中,CAM光学器件可以包含一个或多个衍射光学元件、和/或一个或多个衍射光学元件和一个或多个折射光学元件的组合。

[0279] 当CAM包含光学限制器(limiter)/场限制器/FOV限制器(诸如,具有窗口的标准T0-39封装内的热电堆传感器,或者具有抛光金属场限制器的热电堆传感器)时,则术语CAM还可以指代光学限制器。取决于上下文,术语CAM还可以指代与CAM和/或保持CAM的外壳相邻的读出电路。

[0280] 在本文中,在基于热测量来计算值、基于热测量来生成特征值、或热测量的比较的上下文中对热测量的引用涉及热测量的值(其为温度值或温度变化值)。因此,形式为“基于 TH_{ROI} 来计算”的句子可以被解释为“基于 TH_{ROI} 的值来计算”,并且形式为“比较 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} ”的句子可以被解释为“比较 TH_{ROI1} 的值和 TH_{ROI2} 的值”。

[0281] 取决于实施例,ROI的热测量(通常表示为 TH_{ROI} 或使用相似的记法)可以具有各种形式,诸如时间序列、根据变化的采样频率进行的测量和/或以不规则的间隔进行的测量。在一些实施例中,热测量可以包含温度测量(T)和/或温度测量的变化(ΔT)的各种统计,诸如最小值、最大值和/或平均值。热测量可以是原始值和/或经处理值。当热感相机具有多个感测元件(像素)时,热测量可以包含对应于每个像素的值,和/或包含表示对像素值的处理过的值。可以对热测量进行归一化,诸如相对于基线(基于较早的热测量)、一天中的时间、一个月中的一天、用户正在进行的活动的类型和/或各种环境参数(例如,环境的温度、湿度、辐射水平等)进行归一化。

[0282] 如本文所使用的,对“一个实施例”(及其变体)的引用意味着所指代的特征可以包含在本发明的至少一个实施例中。此外,对“一个实施例”、“一些实施例”、“另一个实施例”、“又一个实施例”等的分开引用可以指代相同的实施例,可以图示实施例的不同方面,和/或可以指代不同的实施例。

[0283] 可以使用动词“指示”、形容词“指示性”和/或使用其变体来描述一些实施例。在本

文中,形式为“X指示Y”的句子表示X包含与Y相关的信息,直到X等于Y的情况。例如,形式为“热测量指示生理响应”的句子意味着热测量包含可以从其推断出生理响应的信息。陈述“X指示Y”或“指示Y的X”可以解释为“X指示Y”。此外,形式为“提供/接收指示X是否发生的指示”的句子在本文中可以指代任何指示方法,包括但不限于:当X发生时发送/接收信号并且当X不发生时不发送/接收信号,当X发生时不发送/接收信号并且当X不发生时发送/接收信号,和/或当X发生时发送/接收第一信号并且当X不发生时发送/接收第二信号。

[0284] 在本文中,某物的“大部分”被限定为高于某物的51% (包含某物的100%)。某物的“部分”和某物的“区域”两者在本文中指代该物的一部分与该物的100%之间的值。例如,形式为“区域的部分”的句子可以涵盖该区域的0.1%与100%之间。作为另一个示例,形式为“用户的前额上的区域”的句子可以涵盖由单个像素捕获的前额的最小区域(诸如前额的0.1%或5%)与前额的100%之间。词语“区域”指代开放式要求语言,并且所述捕获面部上的具体区域的相机可以仅捕获具体区域的一小部分、整个具体区域和/或具体区域的一部分连同(一个或多个)附加的区域。

[0285] 形式为“角度大于20°”的句子指代绝对值(在该示例中可以是+20°或-20°),除非明确指出,诸如,在具有“CAM的光轴在法兰克福水平面上方/下方20°”的形式的短语中,其中清楚地指示CAM指向为向上/向下。法兰克福水平面由从右/左外耳门的最上方到右/左眶缘的最低点的两条线创建。

[0286] 术语“包括”、“包含”、“具有”或其任何其它变体指示不排除附加限制的开放式要求语言。“一”或“一个”用于描述一个或多个,并且单数也包含复数,除非它显而易见的是另外的意思;例如,形式为“CAM被配置为进行区域的热测量(TH_{ROI})”的句子指代进行一个或多个区域的热测量的一个或多个CAM,包含进行多个区域的热测量的一个CAM;作为另一个示例,“计算机”指代一个或多个计算机,诸如与云计算一起操作的可穿戴计算机的组合。

[0287] 短语“基于”旨在意味着“至少部分地基于”。此外,声明“基于X”来计算值,并且接着在某一实施例中声明“还基于Y”来计算该值,意味着在该某一实施例中基于X和Y来计算该值。

[0288] 术语“第一”、“第二”等仅仅被解释为序数指定,并且本身不应受到限制。预定值是固定值和/或在执行将某一值与该预定值进行比较的计算之前的任何时间确定的值。当在开始执行计算以确定是否达到阈值之前,被用于确定是否达到了利用该值的阈值的逻辑是已知的时,该值也被认为是预定值。

[0289] 本发明的实施例可以包含本文描述的实施例的特征的任何各种组合和/或集成。尽管一些实施例可以描绘串行操作,但是实施例可以并行地和/或以与所描绘的那些不同的顺序执行某些操作。此外,在文本和/或附图中使用重复的附图标记和/或字母是为了简化和清楚的目的,并且本身并不表示所讨论的各种实施例和/或配置之间的关系。实施例的应用不限于方法的步骤顺序,或者在说明书、附图或示例中设定的设备的实现方式的细节。此外,图中所示的各个块本质上可以是功能性的,并且因此可以不必对应于分立的硬件元件。

[0290] 为了清楚起见而在分开的实施例的上下文中描述的实施例的某些特征也可以在单个实施例中以各种组合提供。相反,为了简洁起见而在单个实施例的上下文中描述的实施例的各种特征也可以分开地提供或以任何合适的子组合提供。结合具体示例描述的实

例是作为示例而非限制来呈现的。此外,很明显,许多替代、修改和变化对于本领域技术人员来说是显而易见的。应当理解,在不脱离实施例的范围的情况下,可以利用其它实施例并且可以进行结构改变。因此,本公开旨在包含落入所附权利要求及其等同物的精神和范围内的所有这种替代、修改和变化。

[0291] 以下段落公开了申请人预期在分案专利申请中提交的权利要求文本。在描述独立权利要求的每个实施例之后,存在以“可选地”开始的多个从属权利要求。在分案专利申请中,可以根据任何顺序和多种从属关系来布置可选的从属权利要求。应明确注意,以下可选的从属权利要求的顺序不是限制性的,并且可以要求保护其任何顺序。

[0292] 在一个实施例中,一种被配置为计算呼吸参数的系统,包括:

[0293] 面向内的头戴式热感相机(CAM),其被配置为进行用户的鼻孔下方的区域的热测量(TH_{ROI});其中 TH_{ROI} 指示呼气流;以及

[0294] 计算机,其被配置为:

[0295] 基于 TH_{ROI} 来生成特征值;并且

[0296] 利用模型基于所述特征值来计算呼吸参数;其中基于在不同天期间进行的所述用户的先前的 TH_{ROI} 来训练所述模型。

[0297] 可选地,所述呼吸参数指示所述用户的呼吸速率;CAM位于所述用户的上唇上方并距离所述用户的面部小于15cm,并且不遮挡所述用户的嘴和鼻孔中的任何一个; TH_{ROI} 包括所述用户的至少右鼻孔和左鼻孔下方的第一区域和第二区域的热测量(分别为 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2}),其分别指示来自右鼻孔和左鼻孔的呼气流;并且 TH_{ROI} 进一步包括所述用户的嘴上的区域和从嘴突出的体积中的至少一个的热测量(TH_{ROI3}),其指示来自嘴的呼气流。

[0298] 可选地,所述计算机进一步被配置为基于 TH_{ROI} 、 TH_{ROI2} 和 TH_{ROI3} 来检测所述用户是主要通过嘴呼吸还是主要通过鼻子呼吸。

[0299] 可选地,所述计算机进一步被配置为基于 TH_{ROI} 和 TH_{ROI2} 来检测所述用户是主要通过右鼻孔呼吸还是主要通过左鼻孔呼吸。

[0300] 可选地,该系统进一步包括至少一个面向内的头戴式可见光相机,其被配置为拍摄嘴上的区域的图像(IM_M),其中 IM_M 指示嘴是张开的还是闭合的;并且所述计算机进一步被配置为利用所述模型基于 TH_{ROI} 和 IM_M 来检测所述用户是主要通过嘴呼吸还是主要通过鼻子呼吸;其中基于以下来训练所述模型:在 IM_M 指示嘴是张开的时进行的 TH_{ROI} 的第一集合、以及在 IM_M 指示嘴是闭合的时进行的 TH_{ROI} 的第二集合。

[0301] 可选地,计算机进一步被配置为基于 TH_{ROI} 来计算所述呼气流的平稳度。

[0302] 可选地,响应于检测到所述平稳度低于预定阈值,所述计算机进一步被配置为警告所述用户以便增加所述用户对所述用户的呼吸的意识。

[0303] 可选地,所述计算机进一步被配置为通过基于以下来训练所述模型从而利用物质的食用的指示来检测与呼吸有关的发作:在食用所述物质后所述用户经历与呼吸有关的发作时进行的 TH_{ROI} 的第一集合、以及在食用所述物质后所述用户没有经历与呼吸有关的发作时进行的 TH_{ROI} 的第二集合;并且其中所述物质的食用涉及服用某一药品和/或食用某一食品。

[0304] 可选地,所述计算机进一步被配置为通过基于以下来训练所述模型从而利用所述用户的情况的指示来检测与呼吸有关的发作:在所述用户处于所述情况并且经历与呼吸有

关的发作时进行的 TH_{ROI} 的第一集合、以及在所述用户处于所述情况并且没有经历与呼吸有关的发作时进行的 TH_{ROI} 的第二集合；并且其中所述情况涉及以下中的一个或多个：(i) 与某个人交互，(ii) 所述用户正在进行的活动的类型，其从与不同压力水平相关联的至少两种不同的活动类型中选择，以及 (iii) 所述用户在30分钟内即将进行的活动的类型，其从与不同压力水平相关联的至少两种不同的活动类型中选择。

[0305] 可选地，该系统进一步包括被配置为进行指示所述用户的移动的测量(m_{move})的传感器，并且所述计算机进一步被配置为基于 m_{move} 和 TH_{ROI} 来检测与呼吸有关的发作。

[0306] 可选地，所述与呼吸有关的发作涉及所述用户经历以下中的至少一种：哮喘发作、癫痫发作、焦虑发作、惊恐发作和发脾气；并且进一步包括用户界面，所述用户界面被配置为响应于检测到所述与呼吸有关的发作的概率达到阈值而警告所述用户。

[0307] 可选地，进一步包括被配置为进行指示所述用户的移动的测量(m_{move})的传感器，并且所述计算机进一步被配置为基于 m_{move} 和 TH_{ROI} 来确定所述用户在进行高于预定阈值的身体劳动时是否呼气。

[0308] 可选地，所述计算机进一步被配置为：接收所述用户正在或即将进行所述身体劳动的第一指示，命令用户界面(UI)建议所述用户在进行所述身体劳动时呼气，并且响应于确定所述用户在进行所述身体劳动时设法做到了呼气而命令所述UI播放积极反馈。

[0309] 可选地，进一步包括被配置为进行指示所述用户的移动的测量(m_{move})的传感器，并且所述计算机进一步被配置为：(i) 从健身应用接收所述用户在进行移动时应该呼气的指示，(ii) 基于 m_{move} 来确定所述用户何时进行移动，以及 (iii) 基于 TH_{ROI} 来确定所述用户在进行所述移动时是否呼气。

[0310] 可选地，该系统进一步包括被配置为进行指示所述用户的移动的测量(m_{move})的传感器，并且所述计算机进一步被配置为：(i) 从健身应用接收所述用户在期间应该进行身体锻炼的某一数目的呼吸周期，(ii) 基于 m_{move} 来确定所述用户何时执行所述身体锻炼，以及 (iii) 基于 TH_{ROI} 来对所述用户在执行所述身体锻炼时所具有的呼吸周期的数目进行计数。

[0311] 可选地，基于在所述用户哮喘发作时进行的所述用户的先前的 TH_{ROI} 来进一步训练所述模型；并且所述计算机进一步被配置为基于 TH_{ROI} 来计算所述用户的呼吸速率，并且响应于根据所述模型识别到与哮喘发作相关联的呼吸速率的增加，命令用户界面警告所述用户关于即将来临的哮喘发作。

[0312] 可选地，该系统进一步包括被配置为对所述用户录音的麦克风；其中所述计算机进一步被配置为分析录音以便识别以下身体声音中的至少一种：哮喘呼吸声音、哮喘喘息和咳嗽；其中第一警报是响应于识别到呼吸速率的增加而未识别到至少一种所述身体声音而被提供给所述用户的，第二警报是响应于识别到呼吸速率的增加和至少一种所述身体声音两者而被提供给所述用户的，第一警报不如第二警报强烈。

[0313] 可选地，该系统进一步包括由所述用户穿戴并被配置为测量所述用户的移动的移动传感器；其中所述计算机进一步被配置为分析所述移动传感器的测量，以便识别指示以下中的至少一种的移动：痉挛、颤抖、以及指示哮喘喘息、咳嗽和胸闷中的一种或多种的矢状平面移动；其中第一警报是响应于识别到呼吸速率的增加而未识别到至少一种所述移动而被提供给所述用户的，第二警报是响应于识别到呼吸速率的增加和至少一种所述移动两者而被提供给所述用户的，第一警报不如第二警报强烈。

[0314] 可选地,所述计算机进一步被配置为基于 TH_{ROI} 来计算呼气持续时间与吸气持续时间之间的比率(t_{exhale}/t_{inhale}),并且在 t_{exhale}/t_{inhale} 低于预定阈值时经由用户界面指导所述用户延长呼气。

[0315] 可选地,所述计算机进一步被配置为:(i)接收所述用户的压力水平达到第一阈值的指示,(ii)基于 TH_{ROI} 来识别呼气持续时间与吸气持续时间之间的所述比率(t_{exhale}/t_{inhale})低于第二阈值,所述第二阈值低于1.5,以及(iii)命令用户界面建议所述用户延长呼气,直到 t_{exhale}/t_{inhale} 达到第三阈值,所述第三阈值是至少1.5。

[0316] 可选地,该系统进一步包括被配置为进行前额上的区域的热测量(TH_F)的另一个面向内的头戴式热感相机;其中所述计算机进一步被配置为利用 TH_{ROI} 和 TH_F 来检测与呼吸有关的发作;其中基于以下来训练所述模型:在所述用户经历与呼吸有关的发作时进行的 TH_{ROI} 和 TH_F 的第一集合、以及在所述用户没有经历与用户有关的发作时进行的 TH_{ROI} 和 TH_F 的第二集合。

[0317] 在一个实施例中,一种用于计算呼吸参数的方法,包括:

[0318] 使用面向内的头戴式热感相机(CAM)进行用户的鼻孔下方的区域的热测量(TH_{ROI});其中 TH_{ROI} 指示呼气流;

[0319] 基于 TH_{ROI} 来生成特征值;并且

[0320] 利用模型基于所述特征值来计算呼吸参数;其中基于在不同天期间进行的所述用户的先前的 TH_{ROI} 来训练所述模型。

[0321] 可选地, TH_{ROI} 包括右鼻孔和左鼻孔下方的区域的热测量和嘴上的区域的热测量,并且进一步包括基于 TH_{ROI} 来检测所述用户是主要通过嘴呼吸还是主要通过鼻子呼吸。

[0322] 可选地,该方法进一步包括使用传感器进行指示所述用户的移动的测量(m_{move}),并且基于 m_{move} 和 TH_{ROI} 来确定所述用户在进行高于预定阈值的身体劳动时是否呼气。

[0323] 可选地,该方法进一步包括:基于在所述用户哮喘发作时进行的所述用户的先前的 TH_{ROI} 来训练所述模型,基于 TH_{ROI} 来计算所述用户的呼吸速率,并且响应于根据所述模型识别到与哮喘发作相关联的呼吸速率的增加,警告所述用户关于即将来临的哮喘发作。

[0324] 在一个实施例中,一种被配置为识别主导鼻孔的系统,包括:

[0325] 至少一个面向内的头戴式热感相机(CAM),其被配置为进行右鼻孔和左鼻孔下方的第一区域和第二区域的热测量(分别为 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2});其中所述至少一个CAM不遮挡所述用户的嘴和鼻孔中的任何一个;以及

[0326] 计算机,其被配置为基于 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 来识别所述主导鼻孔。

[0327] 可选地,所述至少一个CAM中的每个CAM物理地耦接到框架,所述框架被配置为穿戴在所述用户的头部上,重量低于10g,位于距离所述用户的面部小于15cm并位于所述用户的上唇上方,并且包括多个感测元件。

[0328] 可选地,该系统进一步包括被配置为穿戴在所述用户的头部上的框架;其中所述至少一个CAM包括至少第一和第二面向内的头戴式热感相机(分别为CAM1和CAM2),其被配置为分别进行 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 并位于距离所述用户的面部小于15cm;CAM1物理地耦接到所述框架的右半部分并捕获来自右鼻孔的呼气流比它捕获来自左鼻孔的呼气流更好,并且CAM2物理地耦接到所述框架的左半部分并捕获来自左鼻孔的呼气流比它捕获来自右鼻孔的呼气流更好。

[0329] 可选地,所述计算机进一步被配置为基于在多于一周内进行的所述用户的先前的测量来学习所述主导鼻孔之间切换的典型顺序,并且在检测到所述主导鼻孔之间的变化的顺序中的不规则性时发出警报。

[0330] 可选地,所述计算机进一步被配置为当通过右鼻孔和左鼻孔的呼吸相等时识别平衡呼吸,并且相应地通知所述用户。

[0331] 可选地,所述计算机进一步被配置为监测某一时段内的鼻孔主导,并且当发生以下中的至少一个时发出警报:(i)在所述某一时段期间右鼻孔主导与左鼻孔主导的总时间之间的比率达到阈值,(ii)从右鼻孔主导切换到左鼻孔主导的平均时间达到阈值,以及(iii)从左鼻孔主导切换到右鼻孔主导的平均时间达到阈值。

[0332] 可选地,所述计算机进一步被配置为检测到所述用户正在经历哮喘发作,并且命令用户界面向所述用户更新当前主导鼻孔并建议所述用户切换当前主导鼻孔。

[0333] 可选地,所述计算机进一步被配置为检测到所述用户头痛,并且命令用户界面向所述用户更新当前主导鼻孔并建议所述用户切换当前主导鼻孔。

[0334] 可选地,TH_{ROI1}和TH_{ROI2}指示呼气流的长度,并且所述计算机进一步被配置为基于呼气流的长度来计算所述用户的兴奋水平;由此所述长度越长,所述用户越兴奋。

[0335] 可选地,所述计算机进一步被配置为通过执行以下中的至少一个来帮助所述用户延长吸气与呼气之间的时间间隙的持续时间:(i)基于TH_{ROI1}和TH_{ROI2}来计算在预定持续时间内吸气与呼气之间的平均时间间隙,并且经由用户界面(UI)向所述用户提供所述计算,(ii)基于TH_{ROI1}和TH_{ROI2}来计算在第一预定持续时间内吸气与呼气之间的平均时间间隙,并且当所述平均时间间隙短于第一预定阈值时经由所述UI提醒所述用户练习延长所述持续时间,以及(iii)基于TH_{ROI1}和TH_{ROI2}来计算在第二预定持续时间内吸气与呼气之间的平均时间间隙,并且当所述平均时间间隙达到第二预定阈值时经由所述UI鼓励所述用户。

[0336] 可选地,所述计算机进一步被配置为基于TH_{ROI1}和TH_{ROI2}来识别呼气流的形状(SHAPE),并且区分呼气流的至少第一和第二形状(SHAPE)。

[0337] 可选地,基于在长于一分钟的第一持续时间内在多次呼气期间进行的TH_{ROI1}和TH_{ROI2}的第一集合来识别所述第一SHAPE,基于在长于一分钟的第二持续时间内在多次呼气期间进行的TH_{ROI1}和TH_{ROI2}的第二集合来识别所述第二SHAPE,并且所述第一持续时间在所述第二持续时间之前。

[0338] 可选地,所述计算机进一步被配置为基于在多于一周内进行的所述用户的先前的测量来学习不同SHAPE之间的典型变化的顺序,并且在检测到所述不同SHAPE之间的变化的顺序中的不规则性时发出警报。

[0339] 可选地,所述计算机进一步被配置为响应于识别所述第一SHAPE而建议用户吃第一类型的食物,并且响应于识别所述第二SHAPE而建议所述用户吃第二类型的食物。

[0340] 可选地,所述计算机进一步被配置为接收关于所述用户食用的食物类型的数据,将所述数据储存在存储器中,并且找到所述SHAPE与所述食物类型之间的相关性。

[0341] 可选地,所述计算机进一步被配置为基于所述所识别的SHAPE来为所述用户对活动进行优先级排序,使得响应于识别所述第一SHAPE而使第一活动优先于第二活动,并且响应于识别所述第二SHAPE而使所述第二活动优先于所述第一活动。

[0342] 可选地,所述计算机进一步被配置为接收所述用户的呼吸速率的指示,并且:(i)

响应于检测到所述呼吸速率达到阈值同时识别所述第一SHAPE,经由用户界面建议所述用户执行第一活动,以及(ii)响应于检测到所述呼吸速率达到所述阈值同时识别所述第二SHAPE,建议所述用户执行与所述第一活动不同的第二活动。

[0343] 可选地,所述计算机进一步被配置为接收所述用户的呼吸速率的指示,并且:(i)响应于检测到所述呼吸速率达到阈值同时识别所述第一SHAPE,经由用户界面警告所述用户,并且(ii)响应于检测到所述呼吸速率达到所述阈值同时识别所述第二SHAPE,不警告所述用户。

[0344] 可选地,所述计算机被配置为通过将 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 与一个或多个参考图案进行比较来识别所述SHAPE,所述一个或多个参考图案基于在不同天进行的所述用户的先前的 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 来生成。

[0345] 可选地,识别所述SHAPE包括:基于 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 来生成特征值,并且利用模型基于所述特征值来将 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 分类为对应于所述第一形状或所述第二形状的类;并且其中基于在不同天期间进行的所述用户的先前的 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 来训练所述模型。

[0346] 可选地,所述第一和所述第二SHAPE指示以下中的至少一个:根据吠陀经的五大元素中的两个、所述用户的两种不同的情绪状态、所述用户的两种不同的心情、所述用户的两个不同的精力充沛水平、以及所述用户的健康状态相比所述用户的疾病状态。

[0347] 在一个实施例中,一种被配置为提供呼吸生物反馈会话的系统,包括:

[0348] 至少一个面向内的头戴式热感相机(CAM),其被配置为进行用户的鼻孔下方的区域的热测量(TH_{ROI});其中 TH_{ROI} 指示呼气流;以及

[0349] 用户界面,其被配置为提供基于 TH_{ROI} 而计算的反馈,作为所述用户的呼吸生物反馈会话的一部分。

[0350] 可选地,每个CAM位于距离所述用户的面部小于15cm并在所述用户的上唇上方,并且不遮挡所述用户的嘴和鼻孔中的任何一个;并且其中 TH_{ROI} 包括所述用户的至少右鼻孔和左鼻孔下方的第一区域和第二区域的热测量。

[0351] 可选地,该系统进一步包括被配置为穿戴在所述用户的头部上的框架;其中 TH_{ROI} 包括所述用户的右鼻孔和左鼻孔下方的第一区域和第二区域的热测量(分别为 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2}),并且所述至少一个CAM包括第一和第二热感相机(分别为CAM1和CAM2),其被配置为分别进行 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} 并位于距离所述用户的面部小于15cm;CAM1物理地耦接到所述框架的右半部分并捕获来自右鼻孔的呼气流比它捕获来自左鼻孔的呼气流更好,并且CAM2物理地耦接到所述框架的左半部分并捕获来自左鼻孔的呼气流比它捕获来自右鼻孔的呼气流更好。

[0352] 可选地, TH_{ROI} 包括第一、第二和第三区域的热测量,其分别指示来自右鼻孔、左鼻孔和嘴的呼气流;所述第一和所述第二区域分别位于右鼻孔和左鼻孔下方;并且所述第三区域包括下列中的至少一个:嘴上的区域和从嘴突出的体积。

[0353] 可选地,该系统进一步包括被配置为计算所述反馈的计算机;其中所述反馈指示呼气流的当前平稳度与呼气流的目标平稳度之间的相似度;其中基于 TH_{ROI} 来实时计算所述当前平稳度,并且基于所述用户的先前的 TH_{ROI} 来计算所述目标平稳度,所述用户的先前的 TH_{ROI} 是在所述用户处于被认为比在开始所述呼吸生物反馈会话时所述用户的状态更好的状态时进行的。

[0354] 可选地,该系统进一步包括被配置为基于 TH_{ROI} 来实时计算呼吸流的平稳度的计算机,并且所述反馈指示以下中的至少一个:所述平稳度是高于还是低于预定阈值,以及自指示平稳度的先前的反馈以来所述平稳度是增加了还是减少了。

[0355] 可选地,在 $\geq 4\text{Hz}$ 的频率下计算所述平稳度,并且从检测到所述平稳度的变化到更新提供给所述用户的反馈的延迟 ≤ 0.5 秒。

[0356] 可选地,所述反馈指示所述平稳度是高于还是低于所述预定阈值,并且所述用户界面被配置为以 $\geq 2\text{Hz}$ 的速率更新提供给所述用户的反馈。

[0357] 可选地,该系统进一步包括被配置为计算所述反馈的计算机;其中所述反馈指示呼吸流的当前形状(SHAPE)与目标SHAPE之间的相似度;其中基于 TH_{ROI} 来实时计算所述当前SHAPE,并且基于以下中的至少一个来计算所述目标SHAPE:(i)在所述用户处于被认为比在开始所述呼吸生物反馈会话时所述用户的状态更好的状态时进行的所述用户的先前的 TH_{ROI} ,以及(ii)在其它用户处于被认为比在开始所述呼吸生物反馈会话时所述用户的状态更好的状态时进行的其它用户的 TH_{ROI} 。

[0358] 可选地,该系统进一步包括被配置为计算所述反馈的计算机;其中所述反馈指示当前呼吸速率变异性(BRV)与目标BRV之间的相似度;其中BRV指示连贯呼吸之间的变化,基于 TH_{ROI} 来实时计算所述当前BRV,并且基于所述用户的先前的 TH_{ROI} 来计算所述目标BRV,所述用户的先前的 TH_{ROI} 是在所述用户处于被认为比在开始所述呼吸生物反馈会话时所述用户的状态更好的状态时进行的。

[0359] 可选地,该系统进一步包括被配置为计算所述反馈的计算机;其中呼吸速率变异性(BRV)指示连贯呼吸之间的变化,并且是基于 TH_{ROI} 来实时计算的;并且其中所述反馈指示以下中的至少一个:所述BRV是高于还是低于预定阈值,和自指示BRV的先前的反馈以来所述BRV的预定分量是增加了还是减少了。

[0360] 可选地,该系统进一步包括计算机,其被配置为:计算指示所述用户的当前 TH_{ROI} 图案与先前 TH_{ROI} 图案之间的相似度的值,并且基于所述相似度来生成所述反馈,所述用户的先前 TH_{ROI} 图案是在所述用户处于目标状态时进行的;其中 TH_{ROI} 图案指代以下中的至少一个:空间图案、时域中的图案以及频域中的图案。

[0361] 可选地,在所述用户处于所述目标状态时,以下中的一个或多个是真的:与在进行当前 TH_{ROI} 时所述用户的状态(目前状态)相比所述用户更健康,与所述目前状态相比所述用户更放松,所述用户的压力水平低于阈值,以及与所述目前状态相比所述用户更专注。

[0362] 可选地,所述计算机进一步被配置为基于以下中的至少一个来接收所述用户处于所述目标状态的时段的指示:由所述用户做出的报告、使用除CAM之外的传感器对所述用户的测量、对由所述用户书写的文本的语义分析、和对所述用户的语音的分析;并且其中所述先前 TH_{ROI} 图案基于在所述时段期间进行的 TH_{ROI} 。

[0363] 可选地,该系统进一步包括计算机,其被配置为:计算指示所述用户的当前 TH_{ROI} 与先前 TH_{ROI} 之间的相似度的值,并且基于所述相似度来生成所述反馈,所述用户的先前 TH_{ROI} 是在所述用户处于目标状态时进行的;其中可以通过比较(i)基于 TH_{ROI} 计算的、所述用户的呼吸的特性的当前值与(ii)基于所述先前 TH_{ROI} 计算的、所述用户的呼吸的特性的目标值,来计算所述相似度。

[0364] 可选地,该系统进一步包括被配置为计算所述反馈的计算机,其中所述反馈进一

步被设计为引导所述用户以他/她的共振频率呼吸,所述共振频率使呼吸窦性心律失常的幅度最大化且在4.5至7.0次呼吸/分钟的范围內。

[0365] 在一个实施例中,一种用于进行呼吸生物反馈会话的方法,包括:

[0366] 使用面向内的头戴式热感相机(CAM)进行用户的鼻孔下方的区域的热测量(TH_{ROI});其中 TH_{ROI} 指示呼气流;

[0367] 当所述用户处于期望状态时进行目标 TH_{ROI} (TARGET);

[0368] 进行所述用户的当前 TH_{ROI} (CURRENT);并且

[0369] 为所述用户提供指示TARGET与CURRENT之间的相似度的实时反馈。

[0370] 可选地,该方法进一步包括基于TARGET来计算呼气流的目标平稳度,并且基于CURRENT来计算呼气流的当前平稳度;其中所述反馈指示所述目标平稳度与所述当前平稳度之间的相似度。

[0371] 可选地,该方法进一步包括基于TARGET来计算呼气流的目标形状(SHAPE),并且基于CURRENT来计算当前SHAPE;其中所述反馈指示所述当前SHAPE与所述目标SHAPE之间的相似度。

[0372] 可选地,该方法进一步包括基于TARGET来计算目标呼吸速率变异性(BRV),并且基于CURRENT来计算当前BRV;其中BRV指示连贯呼吸之间的变化,并且所述反馈指示所述当前BRV与所述目标BRV之间的相似度。

[0373] 在一个实施例中,一种被配置为选择用户的状态的系统,包括:

[0374] 至少一个面向内的头戴式热感相机(CAM),其被配置为进行鼻孔下方的至少三个区域的热测量(TH_s);其中 TH_s 指示呼气流的形状(SHAPE);以及

[0375] 计算机,其被配置为:

[0376] 基于 TH_s 来生成特征值,由此所述特征值指示所述SHAPE;并且

[0377] 利用模型基于所述特征值从所述用户的潜在状态中选择所述用户的状态。

[0378] 可选地,对于相同的呼吸速率,所述计算机被配置为当 TH_s 指示对应于不同的潜在状态的呼气流的不同的形状(SHAPE)时选择不同的状态。

[0379] 可选地,所述不同的潜在状态包括不同的情绪状态。

[0380] 可选地,所述不同的潜在状态包括以下中的至少一个:(i)不同的生理响应,以及(ii)健康和不健康的状态。

[0381] 可选地,基于以下来训练所述模型:在所述用户处于所述潜在状态中的第一潜在状态时进行的先前的 TH_s 、以及在所述用户处于所述潜在状态中的第二潜在状态时进行的其它先前的 TH_s 。

[0382] 可选地,基于以下来训练所述模型:在各用户处于所述潜在状态中的第一潜在状态时从各用户进行的先前的 TH_s 、以及在各用户处于所述潜在状态中的第二潜在状态时进行的其它先前的 TH_s 。

[0383] 可选地,对于相同的呼吸速率、呼吸量和主导鼻孔,所述计算机被配置为当 TH_s 指示对应于不同的潜在状态的不同的SHAPE时选择不同的状态。

[0384] 可选地,所述至少一个CAM包括(i)至少三个垂直感测元件,其指向鼻孔下方的、预期呼气流在该处流动的不同垂直位置,和(ii)至少三个水平感测元件,其指向鼻孔下方的、预期呼气流在该处流动的不同水平位置;其中检测呼气流的垂直感测元件的数目越大,呼

气流的长度越长,并且检测呼气流水平感测元件的数目越大,呼气流越宽。

[0385] 可选地,所述至少三个区域位于(i)鼻孔下方至少两个垂直位置,其中心之间的距离超过5mm,以及(ii)鼻孔下方的至少两个水平位置,其中心之间的距离超过5mm。

[0386] 可选地,所述至少三个区域表示以下中的至少一个:(i)限制呼气流的3D形状的参数,并且 TH_s 是所述参数的值,(ii)对应于呼气流的不同长度的位置,以及(iii)对应于表征一些不同SHAPE的方向的不同角度的位置。

[0387] 可选地,对于一系列持续时间,所述计算机进一步被配置为基于所述特征值从潜在SHAPE中选择呼气流的相应形状;并且其中所述潜在状态表示对应于该系列持续时间的不同系列的形状。

[0388] 可选地,所述至少一个CAM不遮挡所述用户的嘴和鼻孔中的任何一个,并且位于距离所述用户的面部小于15cm并位于所述用户的上唇上方。

[0389] 可选地,该系统进一步包括被配置为穿戴在所述用户的头部上的框架;其中所述至少一个CAM中的每个CAM位于距离所述用户的面部小于15cm并不遮挡所述用户的嘴和鼻孔中的任何一个;并且其中所述至少一个CAM包括至少第一和第二面向内的头戴式热感相机(分别为CAM1和CAM2),其被配置为分别进行 TH_{ROI1} 和 TH_{ROI2} ,并且;CAM1物理地耦接到所述框架的右半部分并捕获来自右鼻孔的呼气流比它捕获来自左鼻孔的呼气流更好,并且CAM2物理地耦接到所述框架的左半部分并捕获来自左鼻孔的呼气流比它捕获来自右鼻孔的呼气流更好。

[0390] 可选地,鼻孔下方的所述至少三个区域包含:在所述用户的上唇右侧上的第一区域、在所述用户的上唇左侧上的第二区域、以及在所述用户的嘴上的第三区域;并且其中所述第三区域的热测量指示来自所述用户的嘴的呼气流。

[0391] 可选地,鼻孔下方的所述至少三个区域包含:第一区域,所述第一区域包括来自右鼻孔的呼气流在该处流动的、右鼻孔下方的一部分空气体积;第二区域,所述第二区域包括来自左鼻孔的呼气流在该处流动的、左鼻孔下方的一部分空气体积;以及第三区域,所述第三区域包括来自所述用户的嘴的呼气流在该处流动的、从嘴突出的一部分体积。

[0392] 在一个实施例中,一种被配置为基于呼气流的形状(SHAPE)来呈现用户的状态的系统,包括:

[0393] 至少一个面向内的头戴式热感相机(CAM),其被配置为进行所述用户的鼻孔下方的至少三个区域的热测量(TH_s);其中 TH_s 指示所述SHAPE;以及

[0394] 用户界面(UI),其被配置为基于 TH_s 来呈现所述用户的状态;其中对于相同的呼吸速率,当 TH_s 指示对应于不同的潜在状态的不同的SHAPE时,所述UI为所述用户呈现不同的状态。

[0395] 可选地,所述至少一个CAM中的每个不遮挡所述用户的嘴和鼻孔中的任何一个。

[0396] 可选地,该系统进一步包括计算机,其被配置为基于 TH_s 来生成特征值,并且利用模型基于所述特征值来从潜在状态中选择所述状态。

[0397] 在一个实施例中,一种用于选择用户的状态的方法,包括:

[0398] 使用至少一个面向内的头戴式热感相机(CAM)进行鼻孔下方的至少三个区域的热测量(TH_s);其中 TH_s 指示呼气流的形状(SHAPE);

[0399] 基于 TH_s 来生成特征值;由此所述特征值指示所述SHAPE;并且

[0400] 利用模型基于所述特征值从所述用户的潜在状态中选择所述用户的状态。

[0401] 可选地,该方法进一步包括对于相同的呼吸速率,当TH_s指示对应于不同的潜在状态的不同的SHAPE时选择不同的状态。

[0402] 可选地,该方法进一步包括基于以下来训练所述模型:在所述用户处于所述潜在状态中的第一潜在状态时进行的先前的TH_s、以及在所述用户处于所述潜在状态中的第二潜在状态时进行的其它先前的TH_s。

[0403] 在一个实施例中,一种被配置为检测呼气流的所述形状的系统,包括:

[0404] 至少一个面向内的头戴式热感相机(CAM),其被配置为进行用户的鼻孔下方的至少三个区域的热测量(TH_s);其中TH_s指示呼气流的形状(SHAPE);以及

[0405] 计算机,其被配置为基于TH_s和模型来检测所述SHAPE;其中基于所述用户的先前的TH_s来训练所述模型。

[0406] 可选地,对于相同的呼吸速率,所述计算机被配置为基于第一TH_s来检测第一SHAPE,并且基于第二TH_s来检测第二SHAPE;其中所述第一和第二TH_s具有不同的热图案。

[0407] 可选地,对于相同的呼吸速率、呼吸量和主导鼻孔,所述计算机被配置为基于第一TH_s来检测第一SHAPE,并且基于第二TH_s来检测第二SHAPE;其中所述第一和第二TH_s具有不同的热图案。

[0408] 在一个实施例中,一种被配置为区分正常状态与异常状态的系统,包括:

[0409] 至少一个面向内的头戴式热感相机(CAM),其被配置为进行用户的至少前额的右侧上的第一区域和第二区域的热测量(分别为TH_{R1}和TH_{R2});

[0410] 所述至少一个CAM进一步被配置为进行前额的左侧上的至少第三区域和第四区域的热测量(分别为TH_{L1}和TH_{L2});

[0411] 其中所述第一区域和所述第三区域的中间分别在所述第二区域和所述第四区域的中间上方至少1cm;并且其中每个CAM位于所述第一区域和所述第三区域下方,并且不遮挡所述第一区域和所述第三区域中的任何一个;以及

[0412] 计算机,其被配置为基于TH_{R1}、TH_{R2}、TH_{L1}和TH_{L2}来确定所述用户是处于正常状态还是处于异常状态。

[0413] 可选地,所述至少一个CAM包括至少第一和第二面向头内的头戴式热感相机(分别为CAM1和CAM2),其分别位于划分所述用户面部的垂直对称轴的右边和左边;CAM1被配置为进行TH_{R1}和TH_{R2},并且CAM2被配置为进行TH_{L1}和TH_{L2}。

[0414] 可选地,CAM1和CAM2分别不遮挡所述第二和第四区域,每个重量低于10g,位于距离所述用户的面部小于10cm,并且每个包括具有至少6个感测元件的微测辐射热计或热电堆传感器。

[0415] 可选地,CAM1包括至少两个多像素热感相机,一个用于进行所述第一区域的测量,并且另一个用于进行所述第二区域的测量;并且其中CAM2也包括至少两个多像素热感相机,一个用于进行所述第三区域的测量,并且另一个用于进行所述第四区域的测量。

[0416] 可选地,所述至少一个CAM包括多像素传感器和透镜;其中根据沙姆定律,传感器平面相对于透镜平面倾斜多于2°,以便当所述至少一个CAM由所述用户穿戴时捕获更清晰的图像。

[0417] 可选地,所述计算机被配置为利用模型来确定所述用户是处于所述正常状态还是

处于所述异常状态,并且基于以下来训练所述模型:在所述用户在室内并处于所述正常状态时进行的先前的热测量的第一集合、在所述用户在室内并处于所述异常状态时进行的先前的热测量的第二集合、在所述用户在户外并处于所述正常状态时进行的先前的热测量的第三集合、以及在所述用户在户外并处于所述异常状态时进行的先前的热测量的第四集合。

[0418] 可选地,所述计算机被配置为利用模型来确定所述用户是处于所述正常状态还是处于所述异常状态,并且基于以下来训练所述模型:在所述用户坐着并处于所述正常状态时进行的先前的热测量的第一集合、在所述用户坐着并处于所述异常状态时进行的先前的热测量的第二集合、在所述用户处于所述正常状态并处于站立和四处移动中的至少一个时进行的先前的热测量的第三集合、以及在所述用户处于所述异常状态并处于站立和四处移动中的至少一个时进行的先前的热测量的第四集合。

[0419] 可选地,所述异常状态涉及所述用户显示出以下一种或多种的症状:愤怒发作、注意力缺陷障碍(ADD)和注意力缺陷多动障碍(ADHD);并且其中所述正常状态指代所述用户的通常行为,其不涉及显示出所述症状。

[0420] 可选地,当所述用户处于所述异常状态时,所述用户将以高于预定阈值的概率在短于一小时的预定持续时间内显示出以下中的一种或多种的症状:愤怒、注意力缺陷障碍(ADD)和注意力缺陷多动障碍(ADHD);并且其中当所述用户处于所述正常状态时,所述用户将以低于所述预定阈值的概率在所述预定持续时间内显示出所述症状。

[0421] 可选地,当所述用户处于所述异常状态时所述用户遭受头痛,并且当所述用户处于所述正常状态时所述用户不遭受头痛。

[0422] 可选地,与指代所述用户具有通常专注水平的时间的所述正常状态相比,所述异常状态指代所述用户具有更高专注水平的时间。

[0423] 可选地,该系统进一步包括至少一个附加的面向内的头戴式热感相机,其被配置为进行鼻子上和鼻孔下方的区域的热测量(分别为 TH_{R0I3} 和 TH_{R0I4});其中 TH_{R0I4} 指示所述用户的呼吸,并且所述计算机被配置为还基于 TH_{R0I3} 和 TH_{R0I4} 来确定所述用户的状态。

[0424] 可选地,该系统进一步包括至少一个附加的面向内的头戴式热感相机,其被配置为进行鼻子上和鼻孔下方的区域的热测量(分别为 TH_{R0I3} 和 TH_{R0I4});其中所述计算机进一步被配置为:(i) 基于 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 、 TH_{L2} 、 TH_{R0I3} 和 TH_{R0I4} 来生成特征值,以及(ii) 利用模型基于所述特征值来确定所述用户的状态;其中基于以下来训练所述模型:在所述用户处于所述正常状态时进行的先前的 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 、 TH_{L2} 、 TH_{R0I3} 和 TH_{R0I4} 的第一集合、以及在所述用户处于所述异常状态时进行的先前的 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 、 TH_{L2} 、 TH_{R0I3} 和 TH_{R0I4} 的第二集合。

[0425] 可选地,该系统进一步包括附加的面向内的头戴式热感相机,其被配置为进行所述眶周区域上的区域的热测量(TH_{R0I3});其中所述计算机被配置为还基于 TH_{R0I3} 来确定所述用户的状态。

[0426] 可选地,该系统进一步包括附加的面向内的头戴式热感相机,其被配置为进行眶周范围上的区域的热测量(TH_{R0I3});其中所述计算机进一步被配置为:(i) 基于 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 、 TH_{L2} 和 TH_{R0I3} 来生成特征值,以及(ii) 利用模型基于所述特征值来确定所述用户的状态;其中基于以下来训练所述模型:在所述用户处于所述正常状态时进行的先前的 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 、 TH_{L2} 和 TH_{R0I3} 的第一集合、以及在所述用户处于所述异常状态时进行的先前的

TH_{R1}、TH_{R2}、TH_{L1}、TH_{L2}和TH_{R0I3}的第二集合。

[0427] 可选地,响应于确定所述用户处于所述正常状态,所述计算机进一步被配置为使第一活动优先于第二活动,并且响应于确定所述用户处于所述异常状态,所述计算机进一步被配置为使所述第二活动优先于所述第一活动;其中完成所述第一和第二活动中的每个需要所述用户至少一分钟的注意力,并且所述第二活动比所述第一活动更适合于所述异常状态。

[0428] 可选地,由以下程序中的至少一个来执行对所述第一和第二活动的优先级排序:日历管理程序、项目管理程序和待办事项列表程序。

[0429] 可选地,所述正常状态指代正常专注水平,所述异常状态指代低于正常专注水平,并且与所述第二活动相比所述第一活动需要来自所述用户的更高的注意力水平。

[0430] 可选地,所述正常状态指代正常愤怒水平,所述异常状态指代高于正常愤怒水平,并且与所述第二活动相比所述第一活动涉及所述用户与其它人的更多交互。

[0431] 可选地,所述正常状态指代正常恐惧水平,所述异常状态指代惊恐发作,并且与所述第一活动相比期望所述第二活动对所述用户具有更放松的效果。

[0432] 可选地,该系统进一步包括传感器,其被配置为提供指示所述用户是否触摸前额的指示,由此预期所述触摸会影响来自被触摸区域的热读数;其中所述计算机被配置为根据在接收到所述指示之前不久所识别的状态而继续操作预定的持续时间,即使它在接收到所述指示之后不久就识别到不同的状态。

[0433] 在一个实施例中,一种被配置为警告异常状态的系统,包括:

[0434] 至少一个面向内的头戴式热感相机(CAM),其被配置为进行用户的至少前额的右侧上的第一区域和第二区域的热测量(分别为TH_{R1}和TH_{R2});

[0435] 所述至少一个CAM进一步被配置为进行前额的左侧上的至少第三区域和第四区域的热测量(分别为TH_{L1}和TH_{L2});

[0436] 可选地,所述第一区域和所述第三区域的中间分别在所述第二区域和所述第四区域的中间上方至少1cm;并且其中每个CAM位于所述第一区域和所述第三区域下方,并且不遮挡所述第一区域和所述第三区域中的任何一个;以及

[0437] 用户界面,其被配置为提供关于所述用户的异常状态的警报;其中基于TH_{R1}、TH_{R2}、TH_{L1}和TH_{L2}来确定所述异常状态。

[0438] 可选地,所述至少一个CAM包括至少第一和第二面向头内的头戴式热感相机(分别为CAM1和CAM2),其分别位于划分所述用户的面部的垂直对称轴的右边和左边并位于距离所述用户的面部小于10cm;CAM1被配置为进行TH_{R1}和TH_{R2},并且CAM2被配置为进行TH_{L1}和TH_{L2}。

[0439] 可选地,该系统进一步包括计算机,其被配置为利用模型来确定所述用户是处于所述正常状态还是处于所述异常状态,并且基于以下来训练所述模型:在所述用户坐着并处于所述正常状态时进行的先前的热测量的第一集合、在所述用户坐着并处于所述异常状态时进行的先前的热测量的第二集合、在所述用户处于所述正常状态并处于站立和四处移动中的至少一个时进行的先前的热测量的第三集合、以及在所述用户处于所述异常状态并处于站立和四处移动中的至少一个时进行的先前的热测量的第四集合。

[0440] 可选地,所述异常状态涉及所述用户显示出以下一种或多种的症状:愤怒发作、注

注意力缺陷障碍 (ADD) 和注意力缺陷多动障碍 (ADHD); 并且其中所述正常状态指代所述用户的通常行为, 其不涉及显示出所述症状。

[0441] 在一个实施例中, 一种用于警告异常状态的方法, 包括:

[0442] 进行用户的至少前额的右侧上的第一区域和第二区域的热测量 (TH_{R1} 、 TH_{R2}), 并且进行所述用户的前额的左侧上的至少第三区域和第四区域的热测量 (TH_{L1} 、 TH_{L2}); 其中所述第一区域和所述第三区域的中间分别在所述第二区域和所述第四区域的中间上方至少 1cm;

[0443] 基于 TH_{R1} 、 TH_{R2} 、 TH_{L1} 和 TH_{L2} 来生成特征值;

[0444] 利用模型基于所述特征值来检测所述用户的状态; 其中基于以下来训练所述模型: (i) 在所述用户处于正常状态时进行的先前的特征值, 以及 (ii) 在所述用户处于所述异常状态时进行的其它先前的特征值; 并且

[0445] 响应于检测到所述异常状态, 警告所述异常状态。

[0446] 在一个实施例中, 一种被配置为提供神经反馈会话的系统, 包括:

[0447] 面向内的头戴式热感相机 (CAM), 其被配置为进行用户的前额上的区域的热测量 (TH_F); 其中 CAM 位于所述区域的中间下方; 以及

[0448] 用户界面, 其被配置为基于 TH_F 来为所述用户提供神经反馈会话。

[0449] 可选地, CAM 包括多像素传感器和透镜, 并且根据沙姆定律, 传感器平面相对于透镜平面倾斜多于 2° , 以便当 CAM 由所述用户穿戴时捕获更清晰的图像。

[0450] 可选地, TH_F 包括前额上的至少四个非共线区域的测量, 并且该系统进一步包括计算机, 所述计算机被配置为通过经由所述用户界面向所述用户提供反馈来控制所述神经反馈会话; 其中所述计算机进一步被配置为: 计算指示所述用户的当前 TH_F 图案与先前 TH_F 图案之间的相似度的值, 并且基于所述相似度来生成所述反馈, 所述用户的先前 TH_F 图案是在所述用户处于目标状态时进行的。

[0451] 可选地, 在所述用户处于所述目标状态时, 以下中的一个或多个是真的: 与在进行 TH_F 时所述用户的状态 (所述目前状态) 相比所述用户更健康, 与所述目前状态相比所述用户更放松, 所述用户的压力水平低于阈值, 所述用户的疼痛水平低于阈值, 所述用户不头痛, 所述用户不遭受抑郁, 以及与所述目前状态相比所述用户更专注。

[0452] 可选地, 所述计算机进一步被配置为基于以下中的至少一个来接收所述用户处于所述目标状态的时段的指示: 由所述用户做出的报告、使用除 CAM 之外的传感器对所述用户的测量、对由所述用户书写的文本的语义分析、和对所述用户的语音的分析; 并且其中所述先前 TH_F 图案基于在所述时段期间进行的 TH_F 。

[0453] 可选地, 所述系统不遮挡所述用户的前额上的区域的中间, CAM 位于距离所述用户的面部小于 15cm, 并且该系统进一步包括可穿戴传感器和计算机; 所述可穿戴传感器被配置为进行指示以下混杂因素中的至少一个的测量 (m_{conf}): 触摸前额、指向前额的热辐射以及前额上的直接气流; 由此混杂因素引起 TH_F 的变化, 所述 TH_F 的变化不是由于大脑活动; 并且所述计算机被配置为基于 T_F 和 m_{conf} 来控制所述神经反馈会话。

[0454] 可选地, 通常, 基于 TH_F 和 m_{conf} 控制的神经反馈会话比基于 TH_F 而不基于 m_{conf} 控制的神经反馈会话提供更好的结果。

[0455] 可选地, 所述计算机进一步被配置为基于 TH_F 和 m_{conf} 的集合来生成特征值, 并且利

用基于机器学习的模型基于所述特征值来检测 TH_F 变化是响应于大脑活动而发生还是响应于混杂因素而发生。

[0456] 可选地,所述计算机进一步被配置为识别所述混杂因素中的至少一个达到阈值,并且命令所述用户界面警告所述用户由于所述混杂因素中的至少一个达到阈值而造成的所述神经反馈会话不那么准确。

[0457] 可选地,所述计算机进一步被配置为识别所述混杂因素中的至少一个达到阈值,并且避免在以下至少一个时段内更新作为所述神经反馈会话的一部分而提供给所述用户的反馈:自达到所述阈值起0.2秒、以及直到所述混杂因素中的至少一个变得低于所述阈值。

[0458] 可选地,该系统进一步包括被配置为穿戴在所述用户的头部上的框架;其中CAM物理地耦接到所述框架;并且进一步包括附加的传感器,所述附加的传感器被配置为检测以下附加的混杂因素中的至少一个:在所述框架仍然被穿戴时所述框架相对于头部的移动、所述用户位置的变化、所述用户体温的变化、环境温度的变化以及环境湿度的变化;其中所述计算机进一步被配置为还基于所述附加混杂因素中的至少一个来控制所述神经反馈会话。

[0459] 可选地, TH_F 包括所述用户的前额上的至少六个区域的测量,并且所述计算机进一步被配置为:利用 TH_F 来计算前额上的区域上的加权温度变异性,并且在所述加权温度变异性降低时,向所述用户提供指示增加的积极进展的反馈。

[0460] 可选地,所述至少六个区域中的至少一个涵盖额极中线点,所述额极中线点位于从鼻根到枕骨隆突的距离的10%左右;并且所述神经反馈会话旨在治疗以下中的至少一种:愤怒、头痛、抑郁和焦虑。

[0461] 可选地,所述计算机进一步被配置为当所述温度变异性降低到低于第一阈值时或者当所述温度变异性增加到高于第二阈值时终止所述神经反馈会话。

[0462] 可选地, TH_F 包括所述用户的前额上的至少六个区域的测量,并且所述计算机进一步被配置为:利用先前的 TH_F 来学习所述用户的典型的 TH_F 图案,当在所述会话期间测量的 TH_F 图案变得与典型的 TH_F 图案相似时,提供指示增加的积极进展的反馈,并且当在所述会话期间测量的所述 TH_F 图案变得与典型的 TH_F 图案更不相似时,提供指示减少的积极进展的反馈。

[0463] 可选地,该系统进一步包括:第二面向内的头戴式热感相机,其被配置为进行鼻孔下方的区域的热测量(TH_N),所述热测量(TH_N)指示所述用户的呼吸;以及计算机,其被配置为基于 TH_F 和 TH_N 来控制所述神经反馈会话。

[0464] 可选地,该系统进一步包括:第二面向内的头戴式热感相机,其被配置为进行鼻孔下方的区域的热测量(TH_N),所述热测量(TH_N)指示所述用户的呼吸;以及计算机,其被配置为基于 TH_N 来计算所述用户的呼吸速率,并且引导所述用户以所述用户的共振频率呼吸,所述共振频率使呼吸窦性心律失常的幅度最大化且在4.5到7.0次呼吸/分钟的范围内。

[0465] 可选地,该系统进一步包括:第二和第三面向内的头戴式热感相机,其被配置为进行眶周范围和鼻子上的区域的热测量(分别为 TH_{ROI2} 和 TH_{ROI3});以及计算机,其被配置为基于 TH_F 、 TH_{ROI2} 和 TH_{ROI3} 来控制所述神经反馈会话。

[0466] 可选地,CAM位于划分所述用户的面部的垂直对称轴的右侧,并且所述区域位于前

额的右侧;并且该系统进一步包括:位于所述垂直对称轴左侧的第二面向内的头戴式热感相机,并且其被配置为进行前额的左侧上的第二区域的热测量(TH_{F2});以及计算机,其被配置为在 TH_F 和 TH_{F2} 之间的温度不对称性降低时,向所述用户提供指示增加的积极进展的反馈。

[0467] 可选地,所述计算机进一步被配置为当所述温度不对称性降低到低于第一阈值时或者当所述温度不对称性增加到高于第二阈值时终止所述神经反馈会话。

[0468] 可选地,CAM物理地耦接到被配置为穿戴在所述用户的头部上的框架;并且该系统进一步包括夹子,其被配置为多次与所述框架附接和分离;其中所述夹子包括罩,其被配置为当所述夹子附接到所述框架时遮挡所述用户的前额上的区域。

[0469] 可选地,CAM用于(i)在所述夹子没有覆盖前额上的区域时,检测指示神经反馈会话的必要性的前额的热图案,以及(ii)在所述夹子覆盖前额上的区域时,进行所述神经反馈会话所需的 TH_F 。

[0470] 在一个实施例中,一种用于进行神经反馈会话的方法,包括:

[0471] 使用面向内的头戴式热感相机进行用户的前额上的区域的热测量(TH_F),所述面向内的头戴式热感相机位于所述区域的中间下方且位于距离所述用户的头部小于10cm;并且

[0472] 进行指示以下混杂因素中的至少一个的测量(m_{conf}):触摸前额、指向前额的热辐射以及前额上的直接气流;由此混杂因素引起 TH_F 的变化,所述 TH_F 的变化不是由于大脑活动;并且

[0473] 基于 TH_F 和 m_{conf} 来为所述用户进行神经反馈会话。

[0474] 可选地,该方法进一步包括基于 TH_F 和 m_{conf} 来生成特征值,并且利用模型基于所述特征值来控制所述神经反馈会话;其中基于以下来训练所述模型(i)所述用户的先前的 TH_F 和 m_{conf} ,以及(ii)其它用户的先前的 TH_F 和 m_{conf} 。

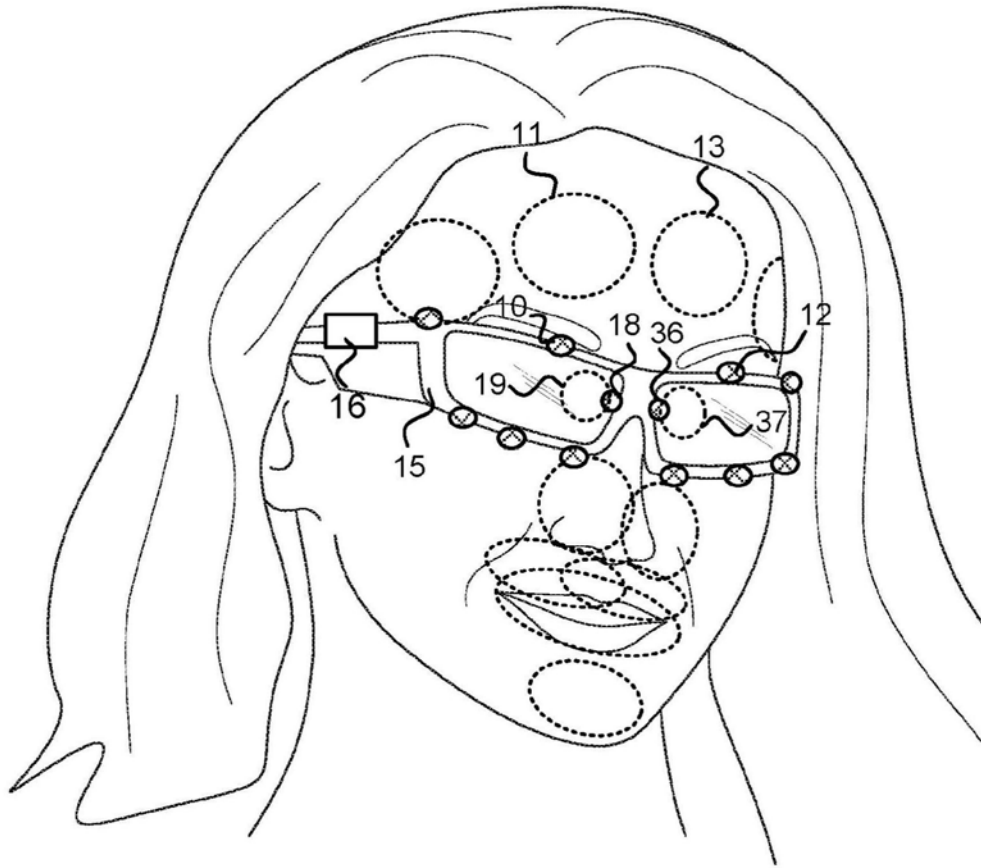


图1a

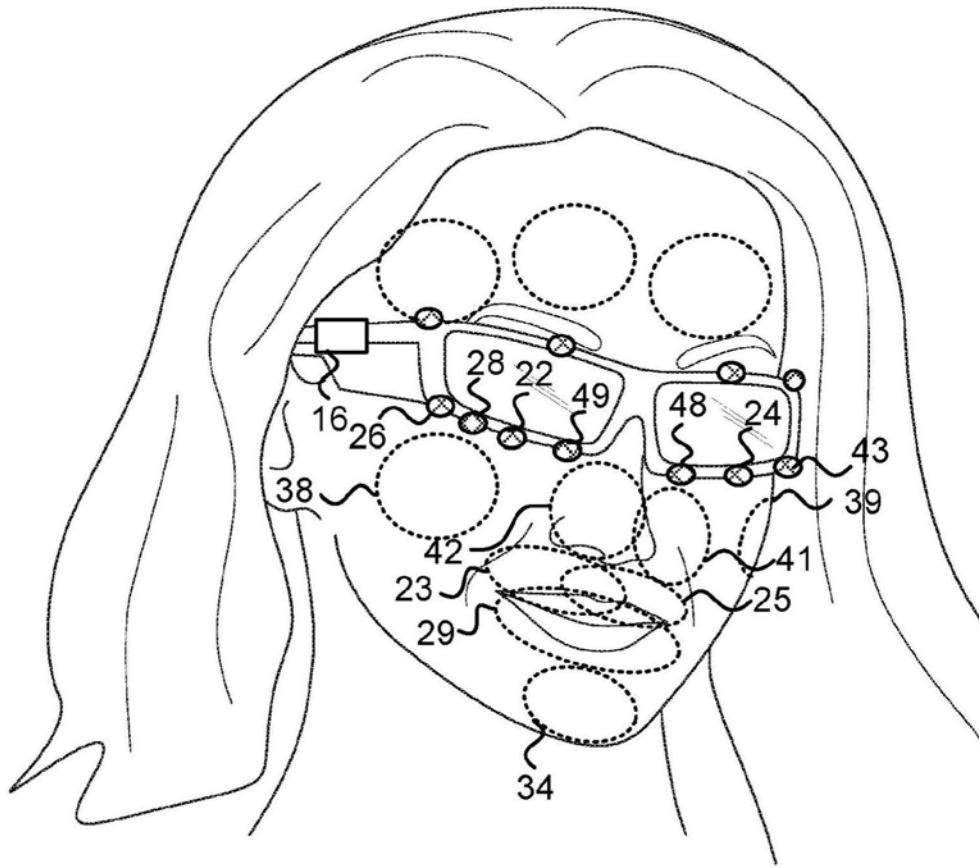


图1b

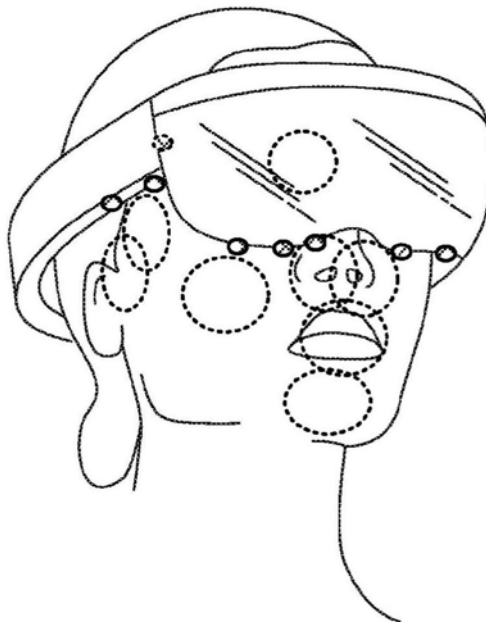


图2

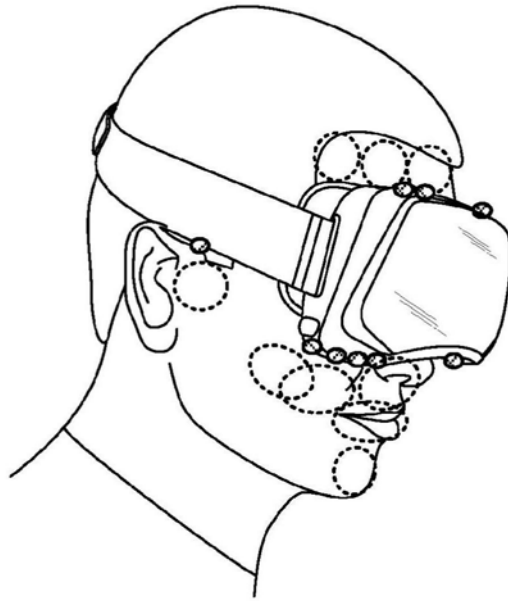


图3

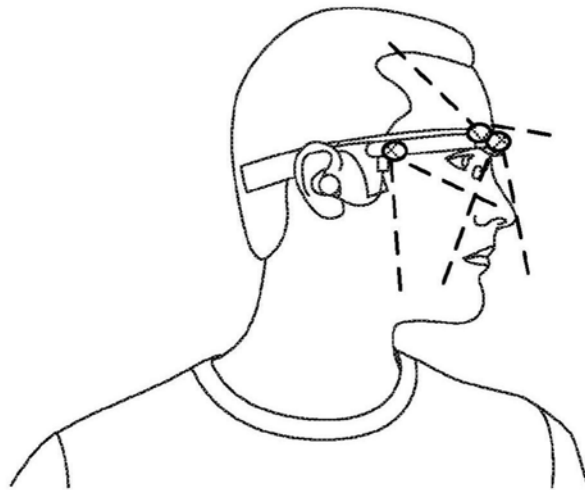


图4



图5

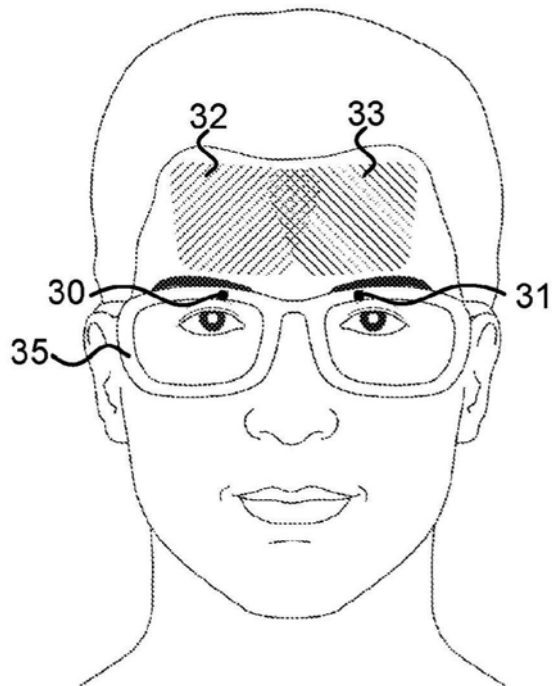


图6

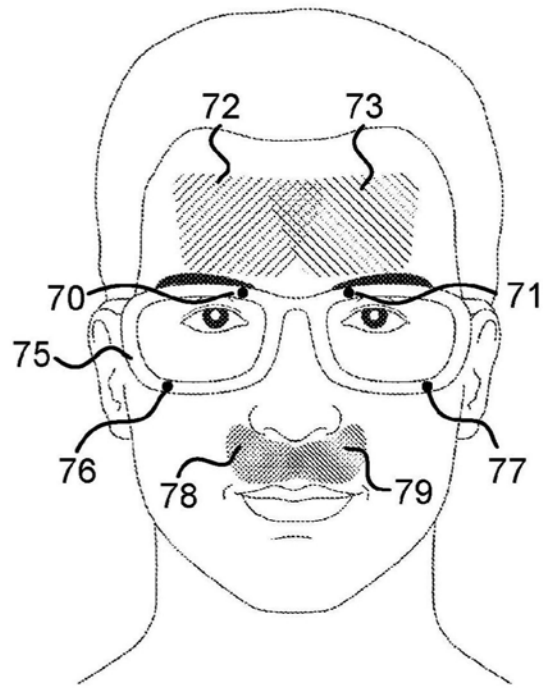


图7

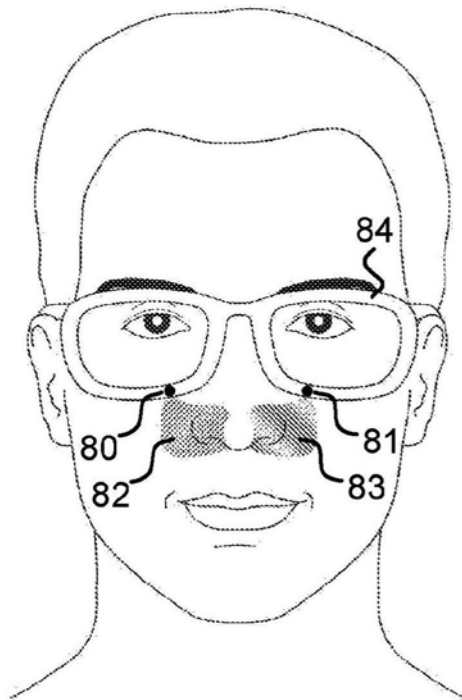


图8

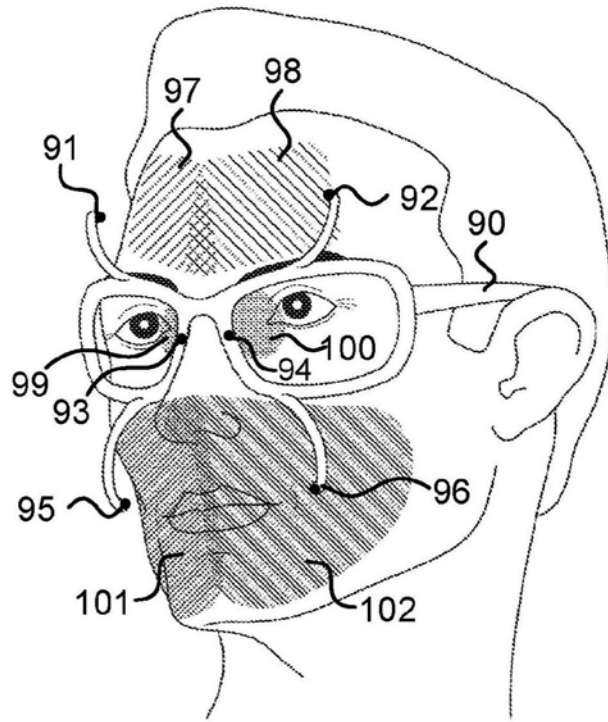


图9

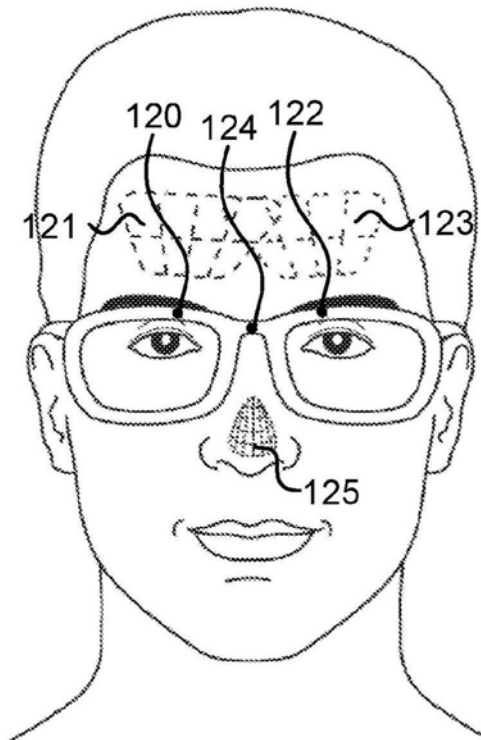


图10

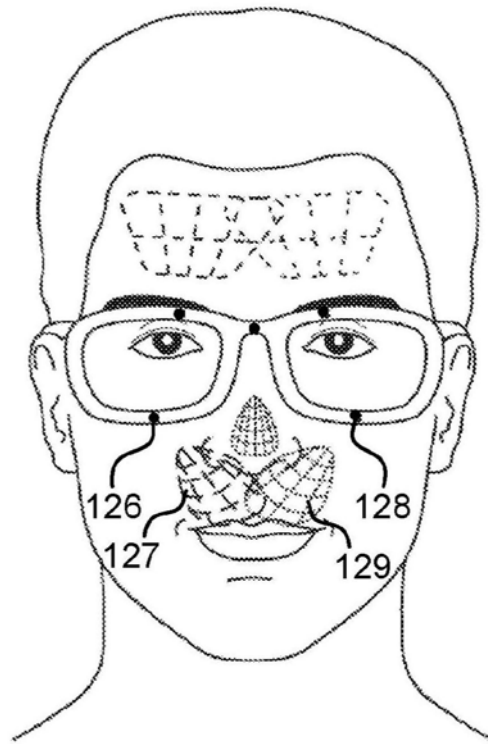


图11

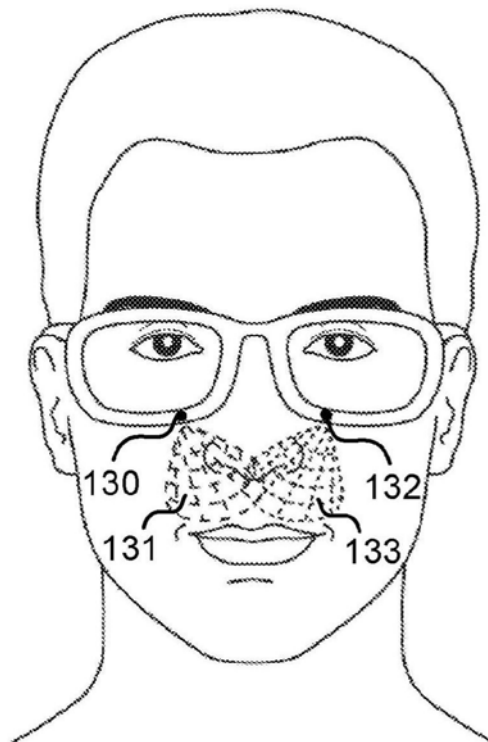


图12

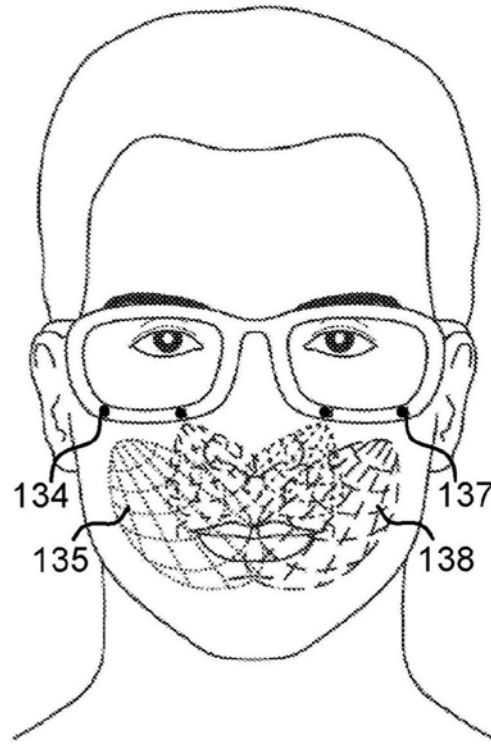


图13

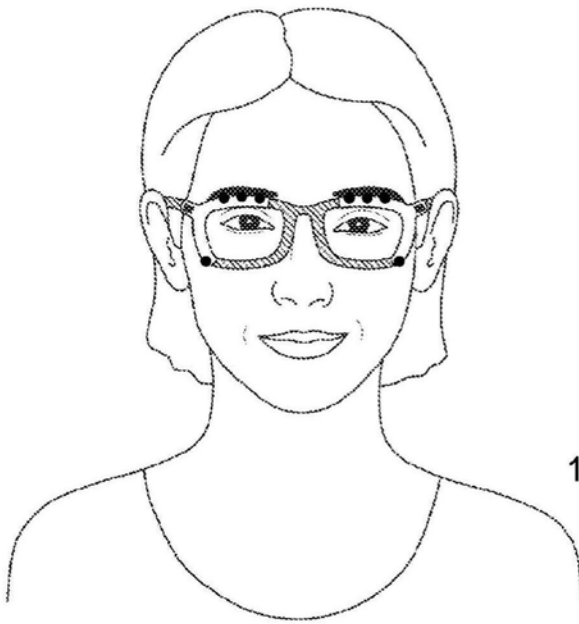


图 14c

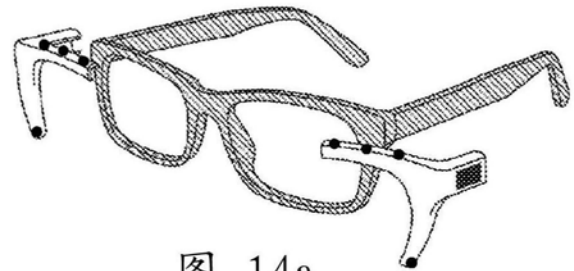


图 14a

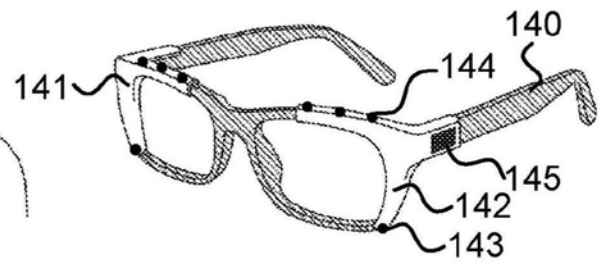


图 14b

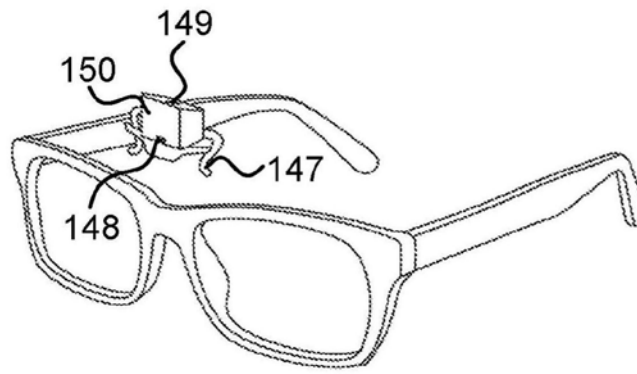


图15a

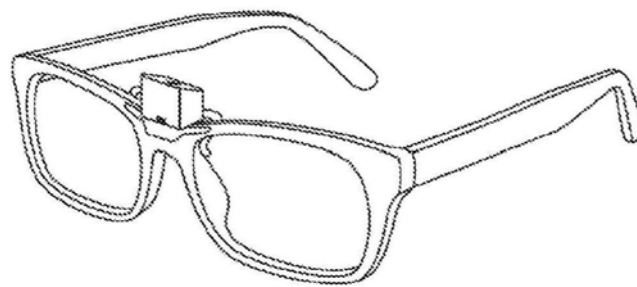


图15b

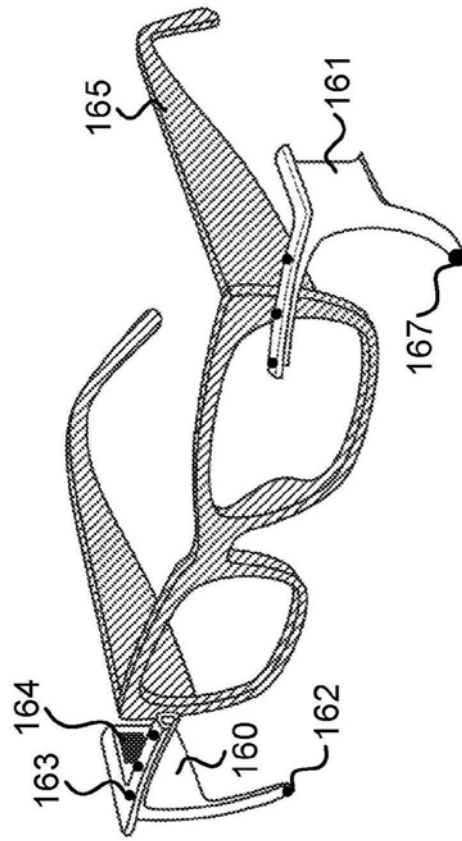


图16a

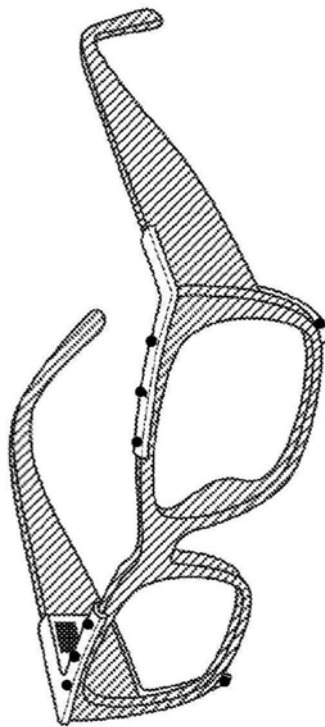


图16b

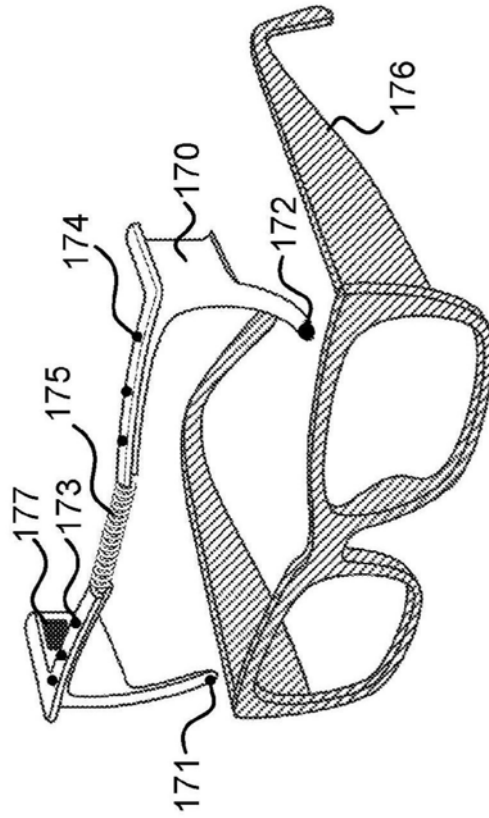


图17a

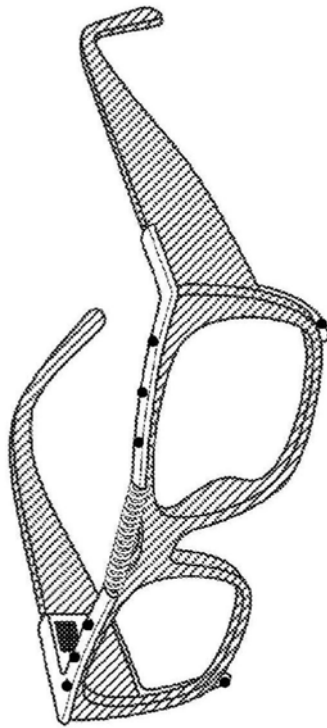


图17b

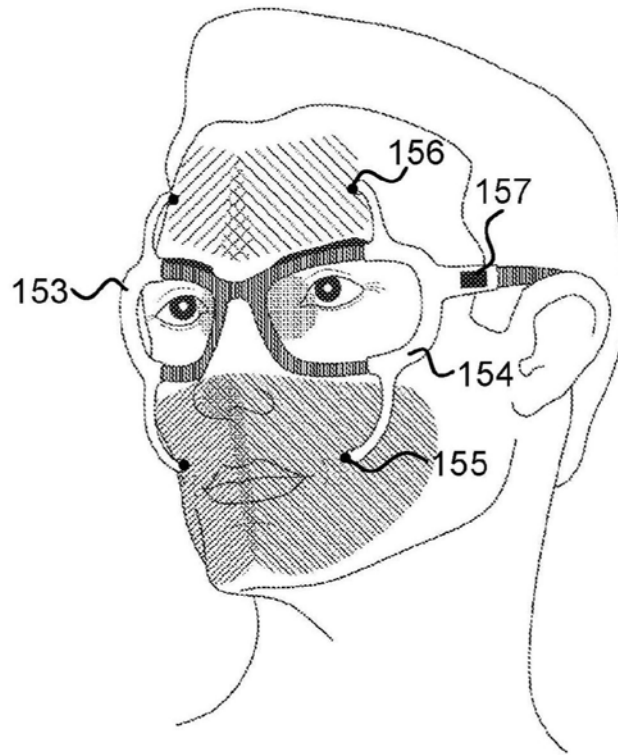


图18

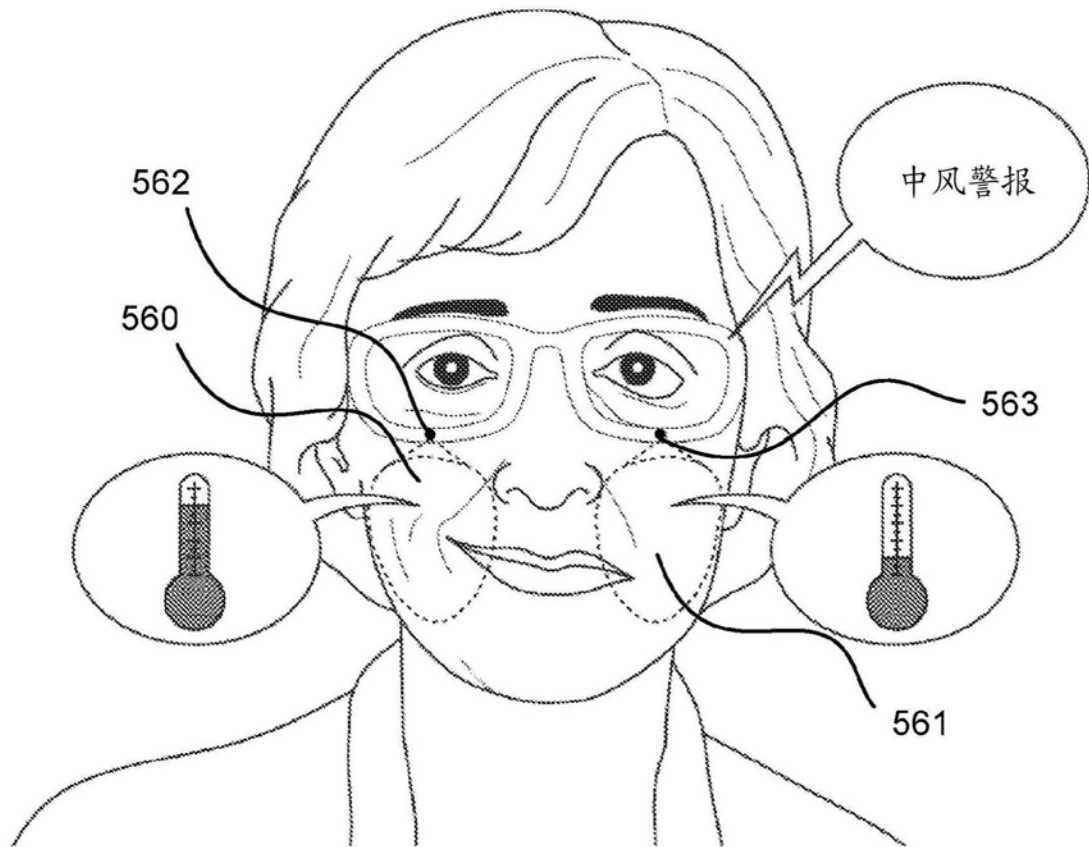


图19

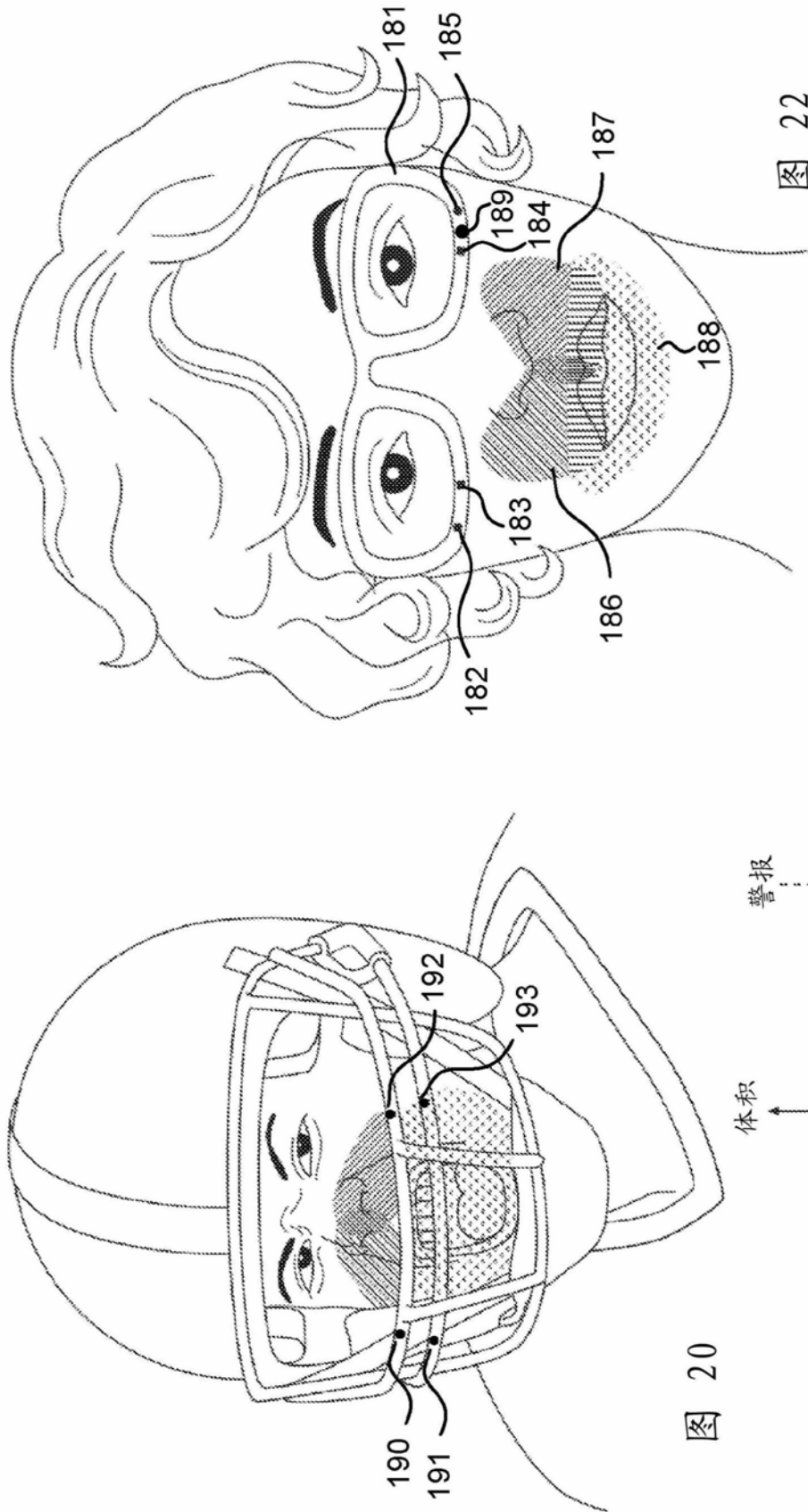


图 20

图 22

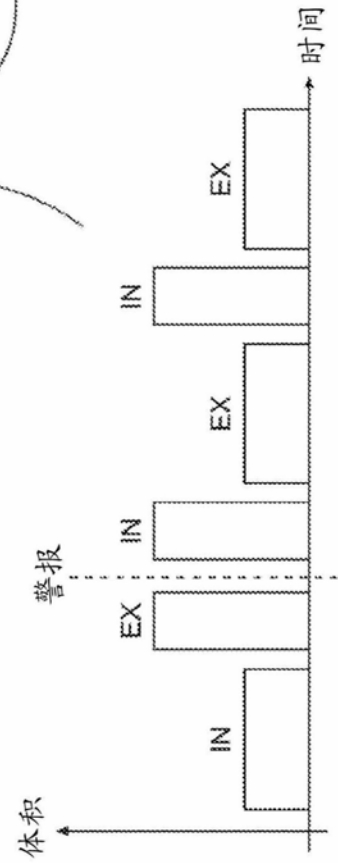


图 21



图23a

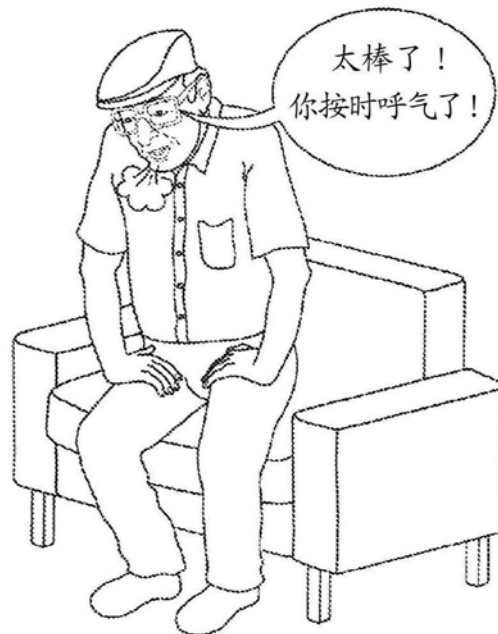


图23b

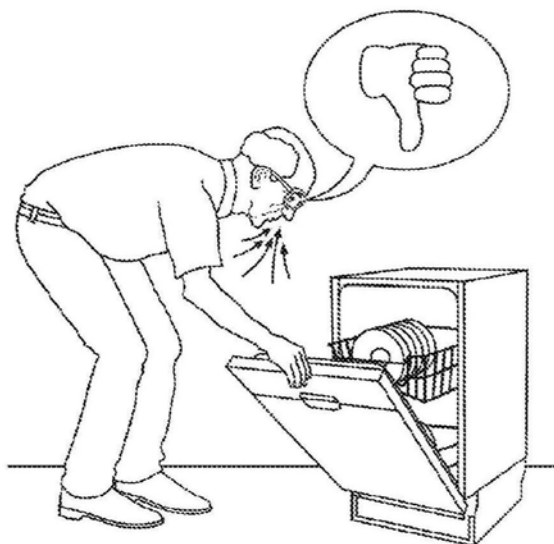


图24a

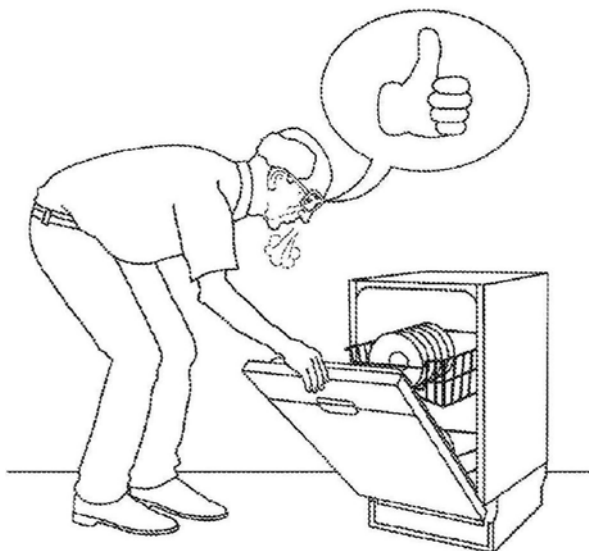


图24b

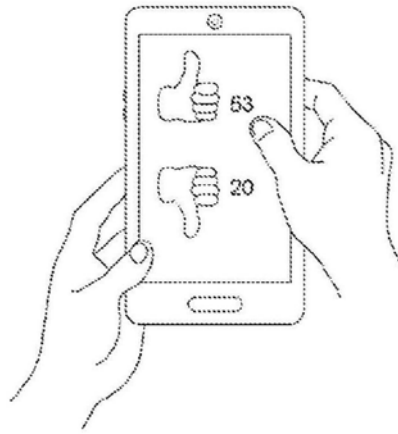


图24c

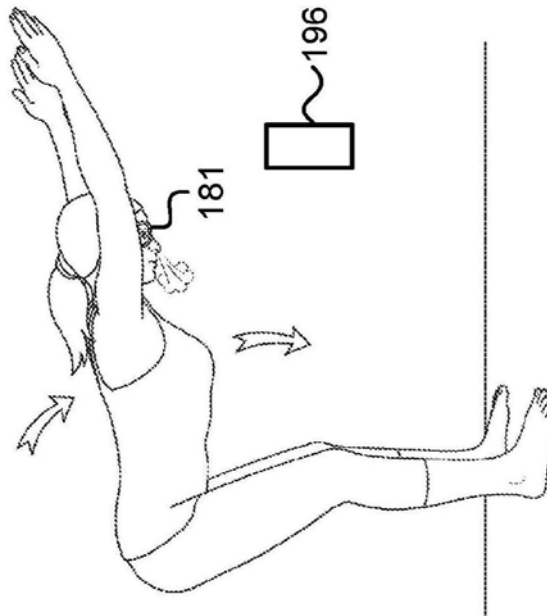


图25a

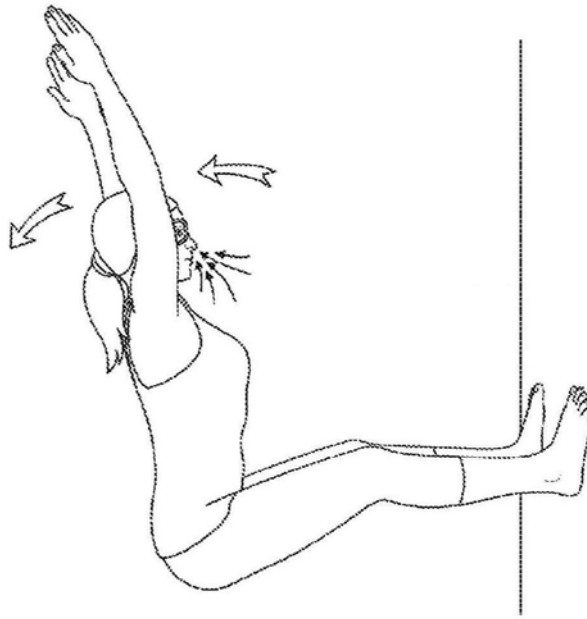


图25b

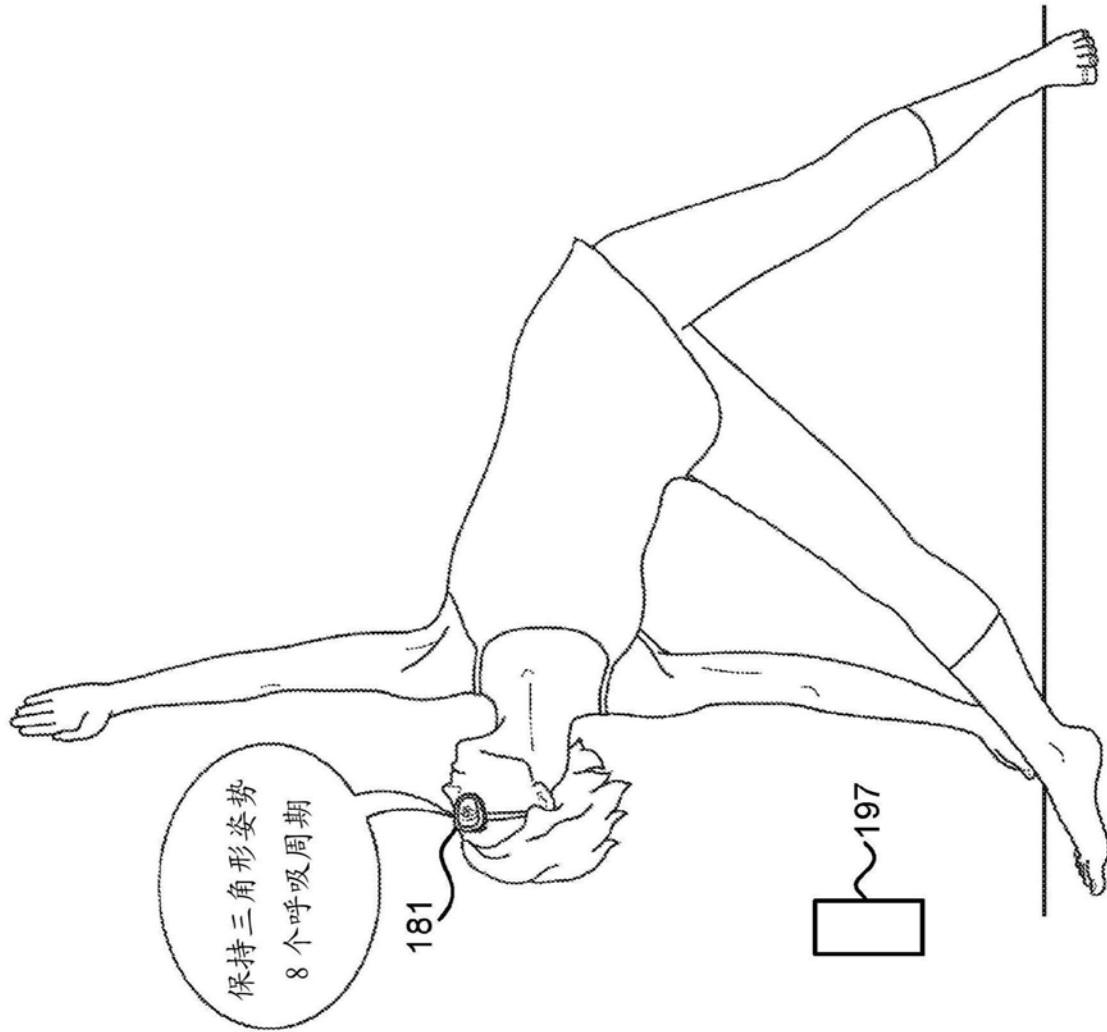


图26



图27

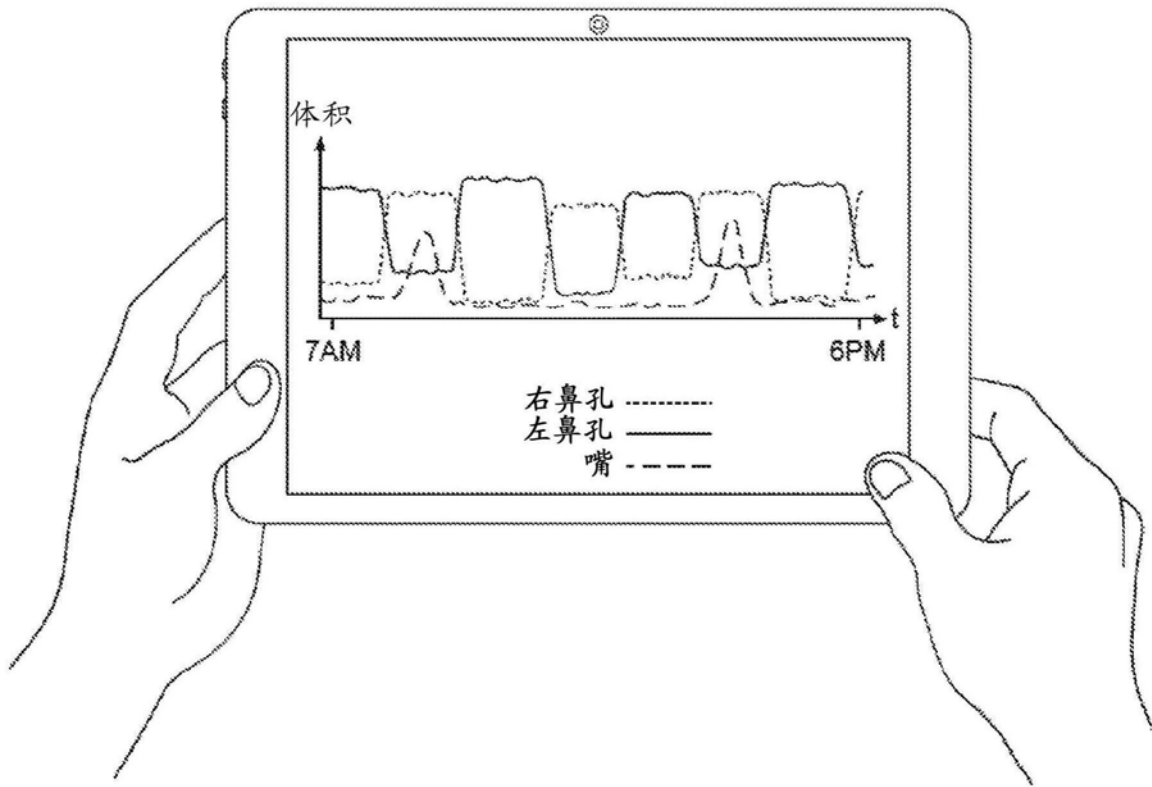


图28

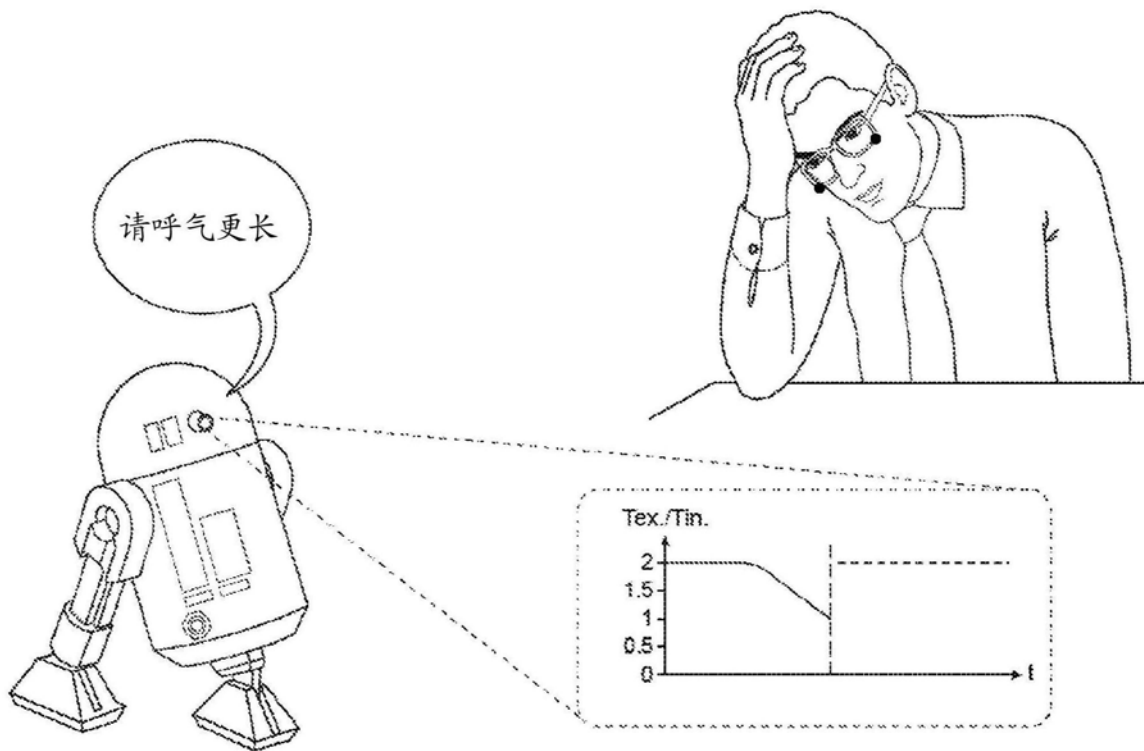


图29

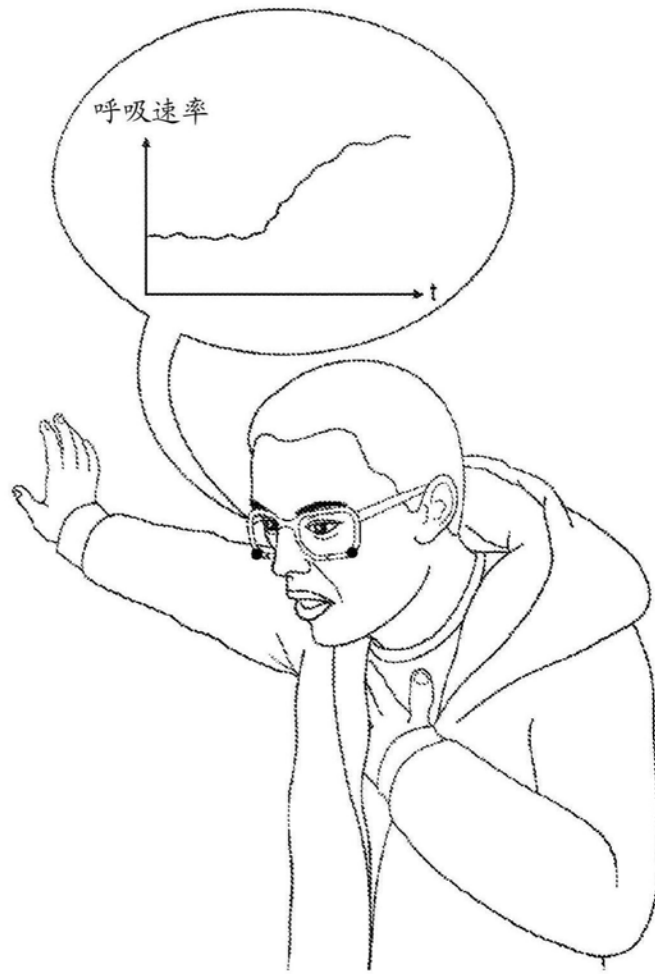


图30



图31a



图31b



图31c



图32

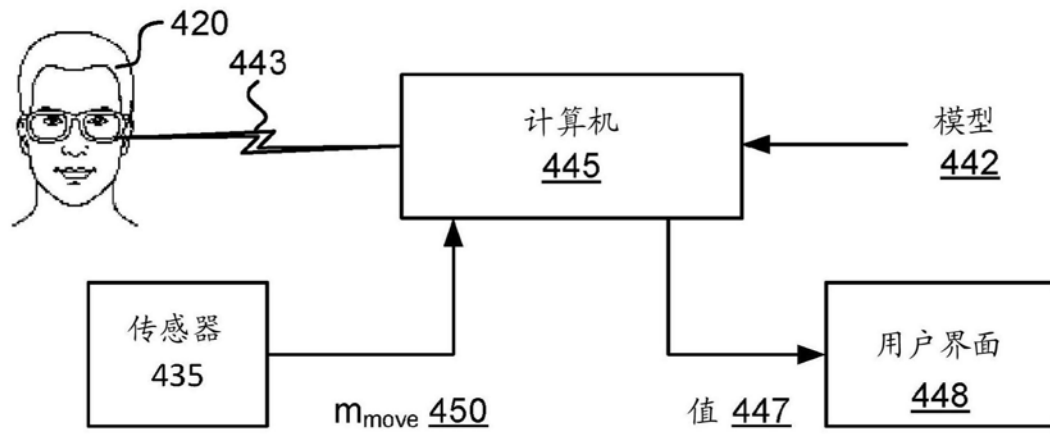


图33

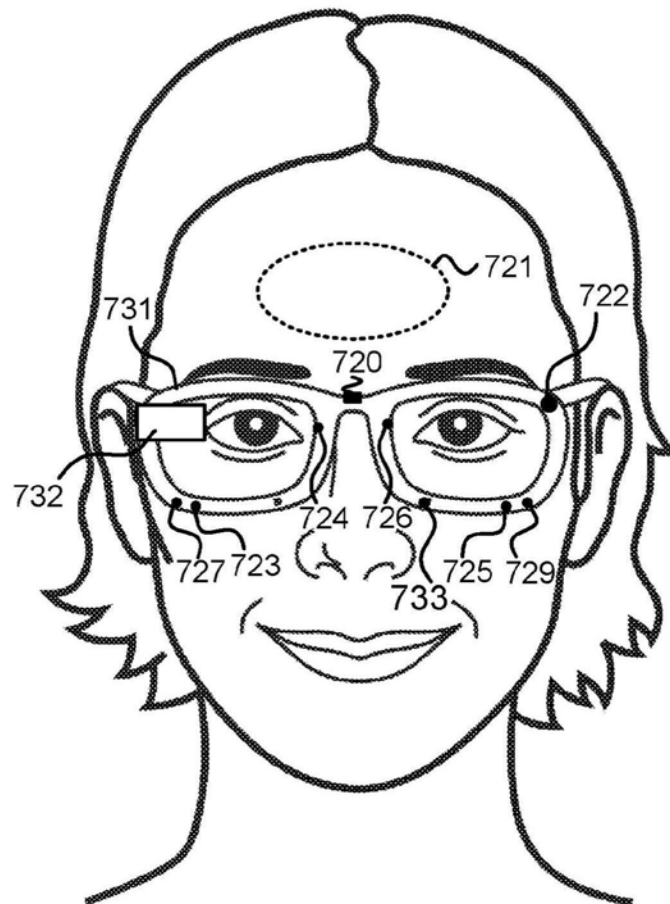


图34

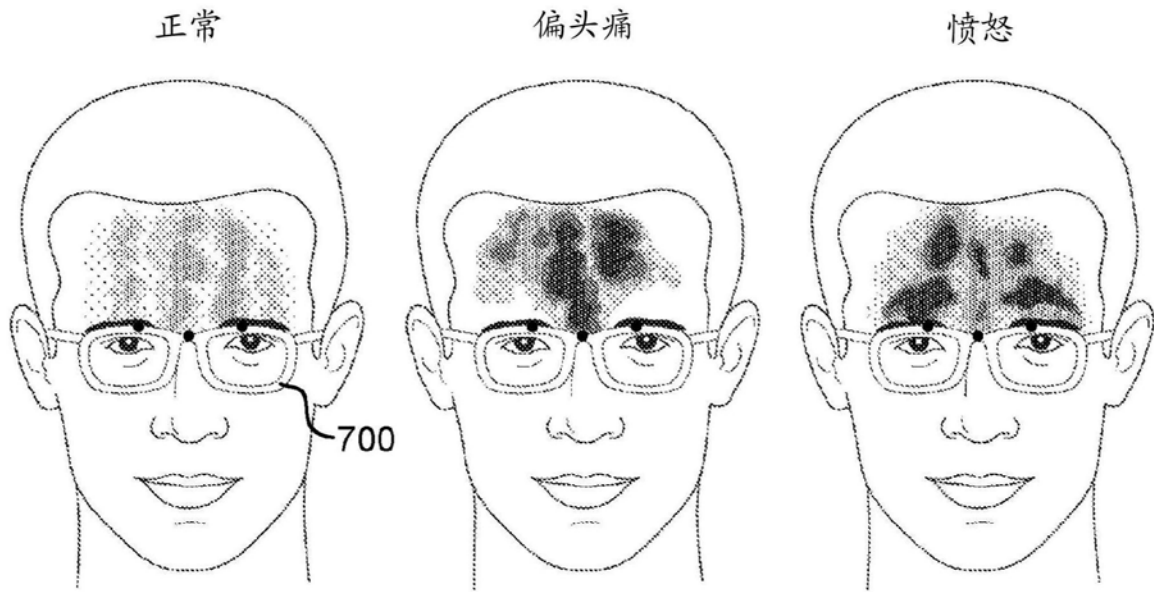


图35

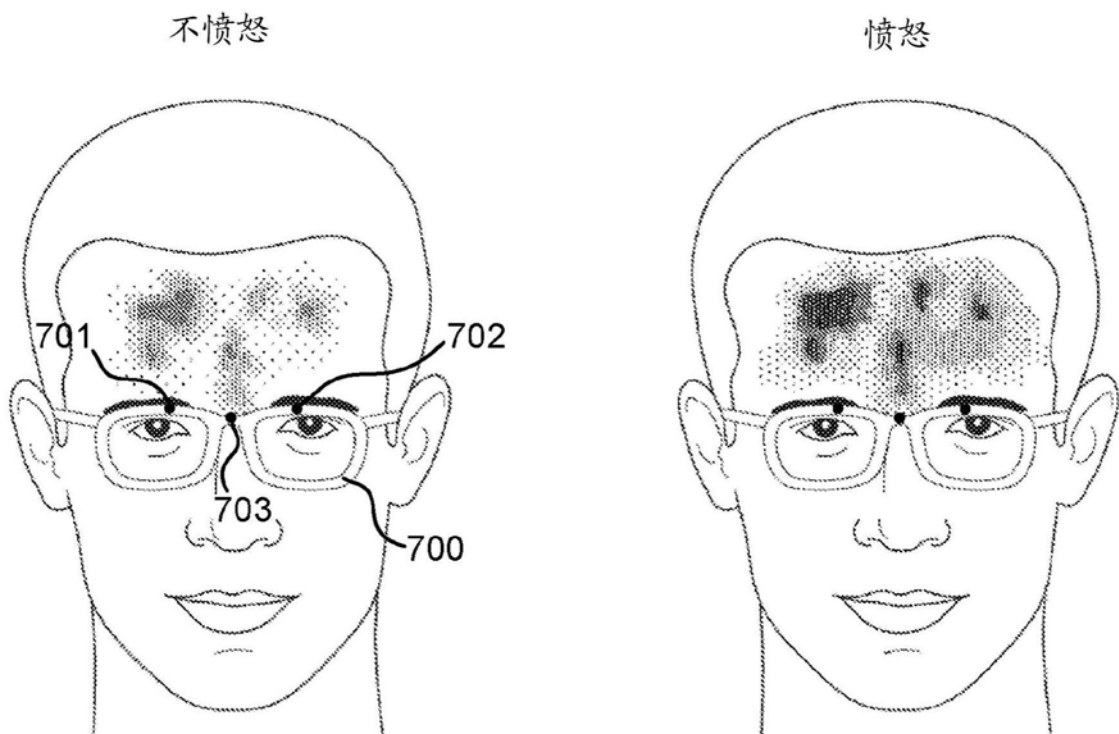


图36

严重的 OCD

在治疗之后

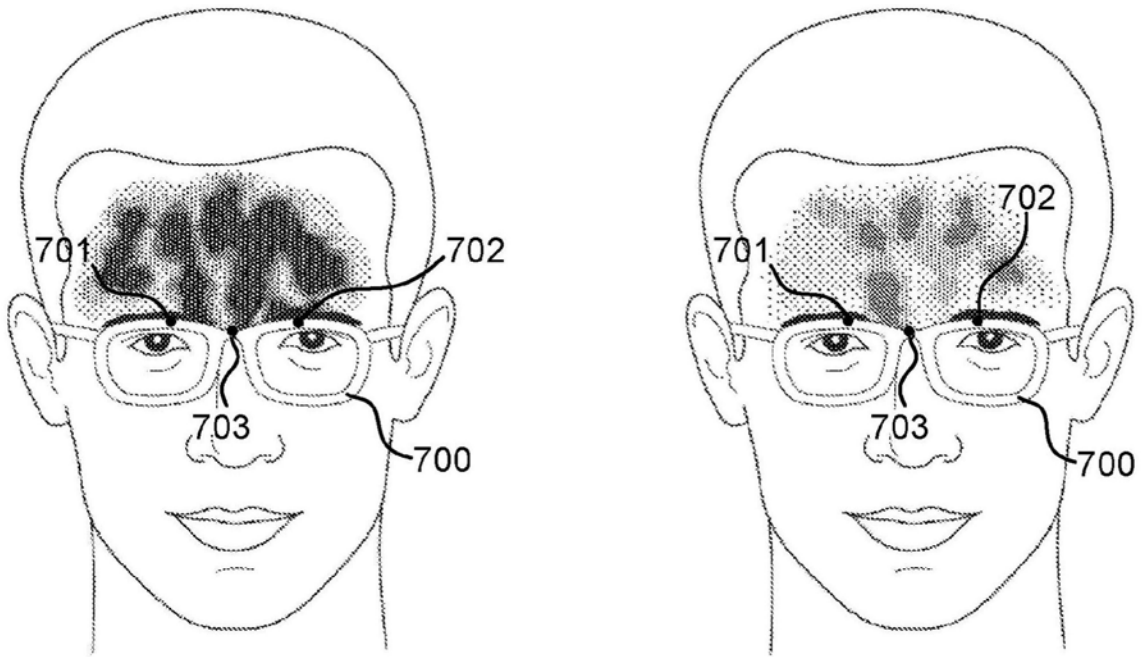


图37

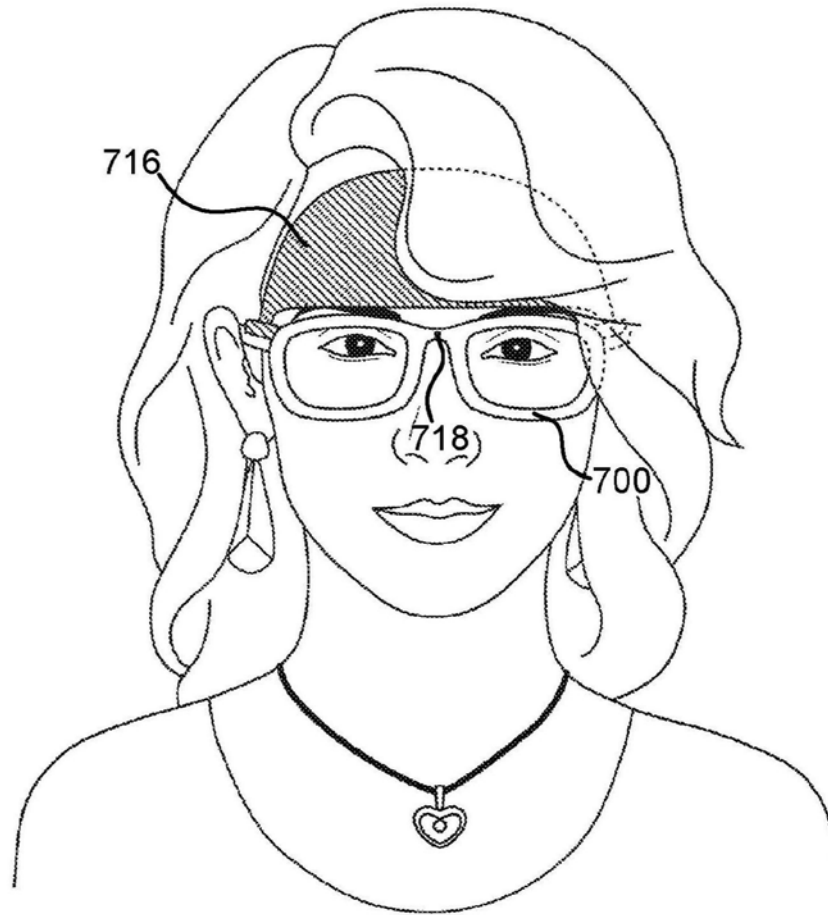


图38

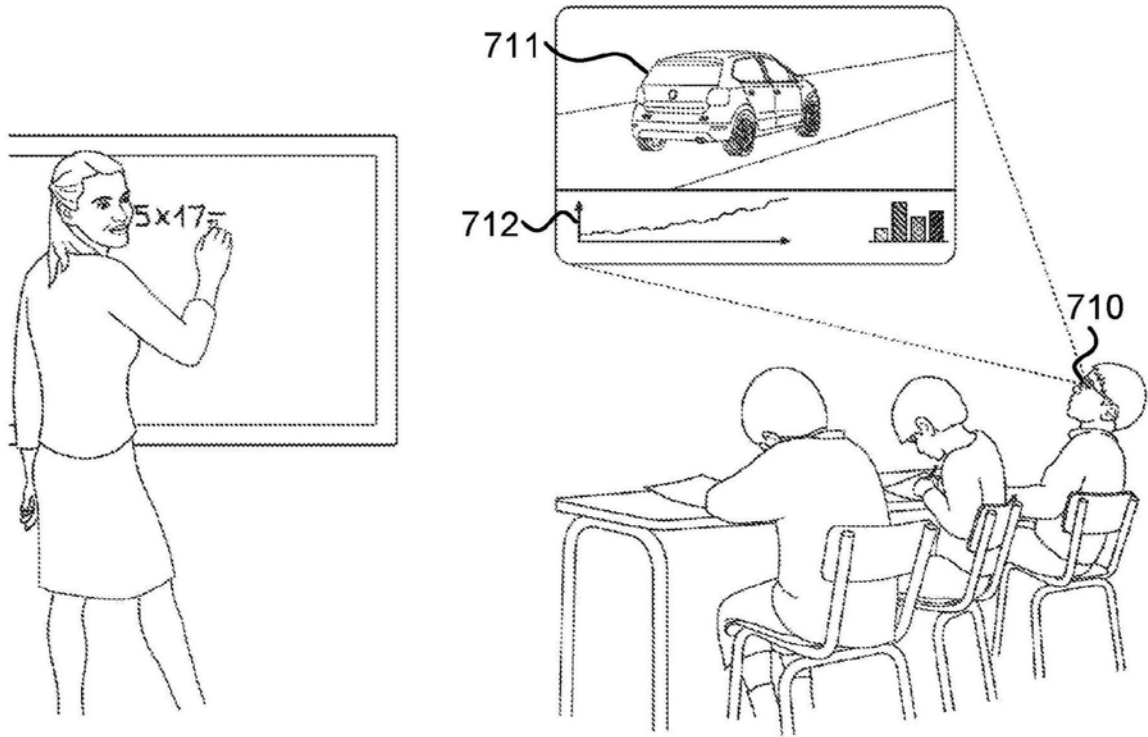


图39

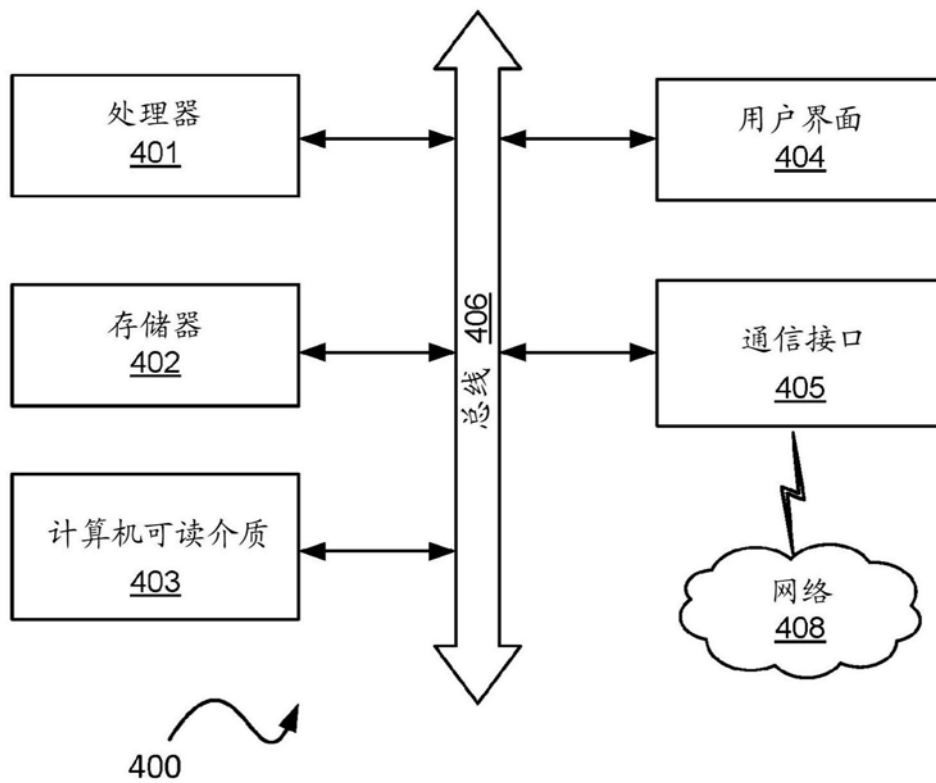


图40a

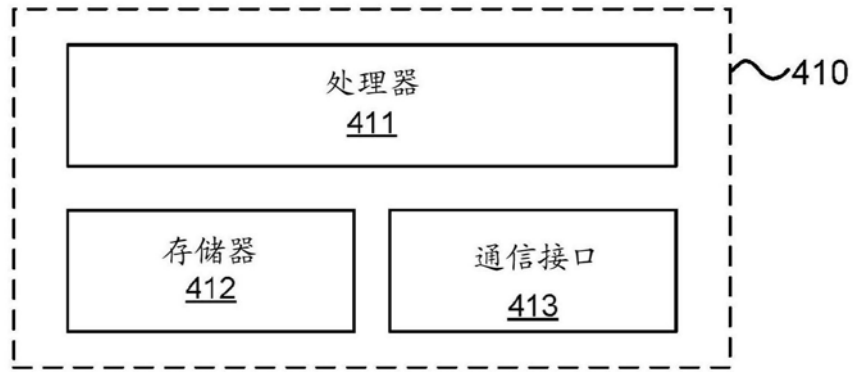


图40b

专利名称(译)	检测呼吸参数并提供生物反馈的系统和方法		
公开(公告)号	CN110099601A	公开(公告)日	2019-08-06
申请号	CN201780077295.4	申请日	2017-10-02
[标]发明人	A M 弗兰克		
发明人	A.茨维利 G.蒂伯格 A.M.弗兰克		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/01 A61B5/08		
CPC分类号	A61B5/015 A61B5/024 A61B5/0816 A61B5/163 A61B5/165 A61B5/411 A61B5/6803 A61B5/746 A61B5/08 A61B5/16 A61B8/0816		
代理人(译)	胡琪		
优先权	62/408677 2016-10-14 US 62/456105 2017-02-07 US 62/480496 2017-04-02 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本文描述了收集与呼吸和/或大脑活动有关的热测量的可穿戴系统的各种实施例。该系统可以可选地包含穿戴在用户的头部上的框架以及至少一个非接触式热感相机，该至少一个非接触式热感相机物理地耦接到框架并且位于靠近用户面部。在一个实施例中，每个热感相机进行以下区域中的至少一个的热测量：用户的上唇的右侧的一部分、用户的上唇的左侧的一部分、以及用户的嘴的一部分。计算机使用该热测量来计算与呼吸有关的参数，诸如呼吸速率、通过嘴/鼻孔完成呼吸的程度以及呼气与吸气持续时间之间的比率。在另一个实施例中，热感相机进行前额的测量，其指示用户的大脑活动。

