



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105748037 B

(45)授权公告日 2019.03.19

(21)申请号 201610070690.7

A61B 5/11(2006.01)

(22)申请日 2016.02.01

A61B 5/0488(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105748037 A

A61B 5/01(2006.01)

(43)申请公布日 2016.07.13

(56)对比文件

(30)优先权数据

14/613,337 2015.02.03 US

US 7850574 B2,2010.12.14,说明书第2栏第23行-第4栏第43行,附图1、4.

US 7850574 B2,2010.12.14,说明书第2栏第23行-第4栏第43行,附图1、4.

(73)专利权人 香港理工大学  
地址 中国香港九龙红磡

US 2010/0271302 A1,2010.10.28,摘要,说明书第16段,附图1.

CN 102413871 A,2012.04.11,摘要,说明书第6-18、51-53、61段.

(72)发明人 叶晓云 于晓川 曾东雄 张美珍  
易洁伦 吴新培 谢志勇 郭显骏

CN 1795823 A,2006.07.05,全文.

US 2004/0024312 A1,2004.02.05,全文.

(74)专利代理机构 深圳市瑞方达知识产权事务  
所(普通合伙) 44314

审查员 熊狮

代理人 张约宗 张秋红

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

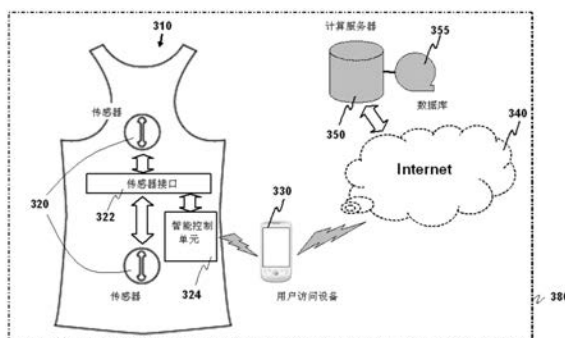
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

具有用于患脊柱侧凸的患者的生物反馈系统的体感背心

(57)摘要

一种衣物,呈背心形式,用于监测患脊柱侧凸的患者和患者相关信号,从而使得所述患者能够获得个性化生物反馈。所述衣物包括多个传感器、传感器接口和智能控制单元(SCU),当患者穿戴所述衣物时允许所述传感器非侵入式地测量所述患者相关信号,并同时维持所述患者的舒适性。所述SCU经由所述传感器接口与所述传感器通信,且聚集所述患者相关信号。所述衣物外部的计算服务器经由诸如智能电话的用户访问装置从所述SCU中接收所述聚集的患者相关信号,并处理所述聚集的患者相关信号以产生所述个性化生物反馈,所述个性化生物反馈然后被转发到所述用户访问装置以呈现给所述患者。机器学习算法用于在产生所述生物反馈时处理所述患者相关信号。



CN 105748037 B

1. 一种衣物,其用于监测患脊柱侧凸的患者和患者相关信号,从而使得所述患者能够获得基于所述患者相关信号的个性化生物反馈,所述衣物包括多个传感器、传感器接口和智能控制单元SCU,其中:

所述多个传感器、所述传感器接口和所述SCU被集成在所述衣物中,当所述患者穿戴所述衣物时允许所述传感器非侵入式地测量所述患者相关信号,并同时维持所述患者的舒适性;

所述SCU被配置成经由所述传感器接口与所述传感器通信,且被配置成聚集由所述传感器测量的所述患者相关信号;

所述SCU被配置成经由外部用户访问装置与所述衣物外部的计算服务器通信,其中所述计算服务器被配置成处理从所述SCU中发送的所述聚集的患者相关信号以产生所述个性化生物反馈,且被配置成将所述个性化反馈转发到所述外部用户访问装置以呈现给所述患者;且

所述衣物被配置成给所述传感器、所述传感器接口和所述SCU但不给所述外部用户访问装置或所述计算服务器供电使得所述个性化生物反馈可由所述患者获得,且在产生所述个性化生物反馈时无需所述衣物消耗电功率来处理所述患者相关信号,其中所述传感器包括提供关于所述患者的姿势和运动的实时数据的传感器和肌肉活动信号的传感器。

2. 根据权利要求1所述的衣物,其中所述衣物被制造成背心式上衣。

3. 根据权利要求1所述的衣物,其中所述传感器包括一个或多个物理传感器和一个或多个虚拟传感器,各个虚拟传感器包括多个组件传感器使得一次测量中由所述组件传感器测量的多个数据被处理以形成所述各个虚拟传感器的单个患者相关数据。

4. 根据权利要求3所述的衣物,其中所述一个或多个物理传感器是选自3轴加速度计、3轴陀螺仪、磁力计、表面肌电图传感器、温度传感器和湿度传感器中的一者或多者。

5. 根据权利要求3所述的衣物,其中所述一个或多个虚拟传感器包含顺应性检测器。

6. 根据权利要求1所述的衣物,其中所述传感器接口被配置成支持用于与所述SCU和所述传感器通信的一种或多种通信协议,所述一种或多种协议是选自i<sup>2</sup>c、串行通信和WBAN。

7. 一种生物反馈系统,其用于监测患脊柱侧凸的患者的患者相关信号且用于将基于所述患者相关信号的个性化生物反馈提供给所述患者,所述生物反馈系统包括:

根据前述权利要求中任一项的所述衣物;

外部用户访问装置,其被配置成与所述SCU通信以至少接收所述聚集的患者相关信号;和

计算服务器,其被配置成与所述外部用户访问装置通信,以处理从所述外部用户访问装置中接收的所述聚集的患者相关信号以产生所述个性化生物反馈并将所述个性化生物反馈转发到所述外部用户访问装置以呈现给所述患者。

8. 根据权利要求7所述的生物反馈系统,其中所述SCU和所述外部用户访问装置被配置成通过蓝牙4.0 LE而彼此通信。

9. 根据权利要求7所述的生物反馈系统,其中所述外部用户访问装置是移动计算装置。

10. 根据权利要求9所述的生物反馈系统,其中所述移动计算装置是智能电话或平板计算机。

11. 根据权利要求7所述的生物反馈系统,其中所述外部用户访问装置被配置成使用软

件框架。

12. 根据权利要求11所述的生物反馈系统,其中所述软件框架具有接口以接合云端基础实施并处置来自所述SCU中的通信。

13. 根据权利要求11所述的生物反馈系统,其中所述软件框架提供所需程序库和接口用于一个或多个移动平台。

14. 根据权利要求13所述的生物反馈系统,其中所述一个或多个移动平台包含iOS或Android。

15. 根据权利要求11所述的生物反馈系统,其中所述软件框架提供开放式API。

16. 根据权利要求7所述的生物反馈系统,其中所述计算服务器是基于云端的服务器。

17. 根据权利要求7所述的生物反馈系统,其中所述计算服务器还被配置成将所述聚集的患者相关信号的副本存储在数据库中。

18. 根据权利要求17所述的生物反馈系统,其中所述数据库是基于云端的数据库。

19. 根据权利要求7所述的生物反馈系统,其中所述计算服务器被配置成在处理所述聚集的患者相关信号时执行一种或多种机器学习算法。

20. 根据权利要求19所述的生物反馈系统,其中所述一种或多种机器学习算法包含被配置成执行选自以下项的功能的非监督式学习算法:

识别所述患者的行为;

从所述聚集的患者相关信号中发现一个或多个模式以基于所述模式将结果自动地分类以便促进诊断程序;和

提供指示不同肌肉状态的信息。

21. 根据权利要求19所述的生物反馈系统,其中所述一种或多种机器学习算法包含被配置成执行选自以下项的功能的监督式学习算法:

训练所述计算服务器以提供个性化姿势控制;和

训练所述计算服务器以从由所述传感器测量的所述患者相关信号中提供自动分析和诊断。

22. 根据权利要求19所述的生物反馈系统,其中所述系统适应于治疗青少年特发性脊柱侧凸。

## 具有用于患脊柱侧凸的患者的生物反馈系统的体感背心

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种衣物,其用于监测患脊柱侧凸的患者和患者相关信号,从而使所述患者能够获得基于所述患者相关信号且从计算服务器中产生的个性化生物反馈。

### 背景技术

[0002] 青少年特发性脊柱侧凸(AIS)是脊柱和躯干的多因素性、三维变形,其可出现且有时候发展于表面健康儿童的任何快速成长周期期间。对于非手术和非医疗介入,常规的矫正介入利用矫正器施加被动力于人体以支持躯干对准并控制脊柱的变形。然而,这些外部支持的使用受到诸如不良外观、笨重、物理约束和肌肉萎缩的因素限制,这可造成低接受性和顺应性。背肌强化锻炼尝试强化背肌以利用主动肌肉力将躯干维持在直立位置中。然而,使患者依从所制定的干预性练习是一项挑战,尤其并非自我激励的患者可能无法继续所制定的练习计划。

[0003] 治疗特发性脊柱侧凸中,只有一些现有方法是集中于采用传感器技术。在W02013110835A1中,提出可编程皮下或肌肉下装置以收集/记录肌电图信号并刺激深处的脊柱旁肌中受病理影响的所述部分。肌肉刺激受到控制逻辑控制,所述控制逻辑包括用于基于获自传感器的结果调整刺激的反馈环算法。存在关于此设计的许多缺陷。首先,其具有侵入性。肌肉下模块需要适当的方法来被植入到人体中。此需求主要影响系统的舒适性和顺应性且甚至导致负作用,诸如感染。其次,其依赖于原生反馈环。反馈环是局部使用预定义控制逻辑来实施。一旦装置被设置,此给修改反馈算法带来了困难。更重要的是,其天生不能支持基于诸如患者的进展的历史信息或基于诸如医生/专科医生的意见的外部信息对反馈逻辑的适应。第三,在体区上采用有线连接。与无线设置相比,有线设计不够灵活且让患者感觉到不太舒适。第四,只考虑肌电图。其缺乏如患者的运动、姿势等的其它重要因素的考虑。

[0004] 在US5082002A中,提出一种病人使用生物反馈的自发反应调节的系统和方法。所述设计提供测量可受病人控制的可变条件(诸如姿势)的手段。所述设备设置标准,所述标准如果没有被满足,那么可导致负强化(诸如让人讨厌的音调),或如果所述标准被满足,那么将奖励病人。所述标准是根据病人达到或没有达到标准的历史而自动上调或下调。即使此设计考虑了适应方面,其使用的适应方法仍然是极为原始的-其是通过上调或下调标准来实现。然而,在应用中,难以设置标准,因为应考虑多个指标(产生多个标准),更不用说每一标准在患者之间会不断变化了。因此,仅仅使用基于标准的检测在此案例中是不足够的。此设计的另一缺陷是其提出基于张力的传感器来检测患者的姿势。与利用加速度计和陀螺仪的现代运动传感器相比,基于张力的传感器缺乏精度、灵活性且易于出现错误(由于严格的放置需求)。

[0005] 关于姿势控制(是AIS治疗的主要考虑),最先进的姿势矫正技术通常由三个抽象组件组成:(1)反馈环;(2)姿势传感器;和(3)反馈构件。根据每一相应组件对姿势控制的现有运行机构如下总结。

[0006] 例如, W02013110835A1、US20130108995A1、US8157752B2、US7850574B2、US20090054814A1、W02006062423A1、US6673027B2和US6579248B1中的大部分设计采用具有预定义(通常硬编码)控制逻辑的反馈环,我们将所述反馈环命名为原生反馈环。控制逻辑或开关电路通常是基于一个或几个预设标准而建立。当达到给定的标准时触发反馈构件(诸如音频警报)。整个控制流通常在如US5158089A、US5082002A、US4914423A、US4750480A、US4730625A、US4007733A和US5168264A中的硬件中(使用开关电路)实施,或在如US20130108995A1、W02013110835A1和US8157752B2中的微控制器上的软件控制逻辑中硬编码。如之前提及,一旦装置被设置,原生反馈机制给修改反馈算法带来了困难。更重要的是,其天生不能支持可适应反馈逻辑。

[0007] 关于姿势传感器,倾角(又称为钟摆)(US5168264A、US5158089A、US20090054814A1)、张力(US4007733A、US4914423A、US5082002A、US5728027A、US6384729B1、US6579248B1、W02006062423A1、US20080319364A1和US8083693B1)、可流动物质(US7980141B2)、铰链(US6673027B2)、身体与传感器之间的距离(US8157752B2)被用作更早期设计中的姿势检测的感知手段。虽然此类方法的效力主要取决于感知装置的应用区域和定位,但是读数的精确度不能总是被维持在可接受的置信度上。因此,为了能够采用这些方法,应用更复杂设计,从而造成最终设计中的不良外观、笨重和一种或多种物理约束,其全部又将影响装置的效力和顺应性。如在US20110063114A和US20130108995A1中,存在包含使用加速度计(或结合陀螺仪)的现代运动检测途径的一些设计。使用这些类型的传感器可获得更可靠的数据输入且实现更灵活设计。然而,提供完全利用这些传感器读数的有效检测机制仍然是一个挑战性的问题。尤其在姿势矫正的领域中,不可能脱离由传感器提供的测量来定义绝对正确的姿势。在此情况中,具有大部分现有运行机构提出的基于阈值的检测算法的原生反馈算法将不够用。

[0008] 现有技术中采用极为有限的反馈手段。具体来说,只利用呈警报(又称,通知)的形式声音和振动。然而,随着诸如智能电话和平板计算机的移动装置变得越来越普遍,有利地可通过所述装置提供更多容易使用的反馈手段。更具体地说,反馈不应只被限于警报的形式,而应被集成到利用诸如iOS上的HealthKit或Android上的Google Fit的框架以及接合已建立的社交媒体平台(例如,脸书和推特)和健康护理平台(例如,Mayoclinic: www.mayoclinic.org)的现有移动平台中。

[0009] 现有技术中需要相对于用于治疗AIS的现有装置经过改良的装置。

## 发明内容

[0010] 本发明提供了一种衣物,其用于监测患脊柱侧凸的患者的患者相关信号且从而使所述患者能够获得基于所述患者相关信号的个性化生物反馈。所述衣物包括全部集成在所述衣物中的多个传感器、传感器接口和智能控制单元(SCU),当所述患者穿戴所述衣物时允许所述传感器非侵入式地测量所述患者相关信号。所述SCU被配置成经由所述传感器接口与所述传感器通信,且被配置成聚集由所述传感器测量的所述患者相关信号。另外,所述SCU被配置成经由用户访问装置与所述衣物外部的计算服务器通信。所述计算服务器被配置成处理从所述SCU中发送的所述聚集的患者相关信号以产生所述个性化生物反馈,且被配置成将所述个性化反馈转发到所述用户访问装置以呈现给所述患者。特定地说,所述衣

物被配置成给所述传感器、所述传感器接口和所述SCU但不给所述用户访问装置或所述计算服务器供电。结果是所述个性化生物反馈可由所述患者获得，且在产生所述个性化生物反馈时无需所述衣物消耗电功率来处理所述患者相关信号。

[0011] 优选地，所述衣物被制造成背心式上衣。

[0012] 本发明还提供了一种系统，其用于监测患脊柱侧凸的患者的患者相关信号且用于将基于所述患者相关信号的个性化生物反馈提供给所述患者。所述系统包括如所公开的所述衣物、所述用户访问装置和所述计算服务器。

[0013] 下面将结合实施例对本发明作进一步说明。

## 附图说明

[0014] 图1是本发明的系统的操作方案的概念图；

[0015] 图2是图1所示系统的架构；

[0016] 图3是根据本发明的示例性实施方案的用于监测患脊柱侧凸的患者的患者相关信号且用于将基于患者相关信号的个性化生物反馈提供给患者的衣物和系统的示意图；

[0017] 图4是衣物的四个设计实例，所述设计中的每个均为背心式上衣。

## 具体实施方式

[0018] 以下定义在本文中的说明书和随附权利要求书中使用。除非另有规定，否则“云端”是以云计算或同义地、网络上的分布式计算的意义解释并解译。“服务器”或“计算服务器”是以计算的意义来解译。所述一个或多个存储装置可为例如硬盘或固态硬盘。服务器通常装有用于执行程序指令的一个或多个处理器和用于存储数据的一个或多个存储装置。服务器可为独立式计算服务器或云端中的分布式服务器。

[0019] 关于如上文提及的用于治疗AIS的现有方法和系统的所有问题，本发明通过以开发呈背心的优选形式、装有用于患早期脊柱侧凸的青少年的生物反馈系统的创新体感衣物为目的来解决这些问题。所述系统提供特定区域处的肌肉再训练（所述特定区域包括上斜方肌、胸腰椎区域）以强化肌肉强度并将个人训练为在就坐和站立期间采用所需姿势，这极为有用以防止和/或控制脊柱变形的曲线进展。

[0020] 特定地说，本发明提供紧凑、非侵入式可穿戴计算平台以通过患者的日常活动和锻炼对患者提供实时数据监督、通知和激励程序。经由长期且连续的使用，所述平台可传递用于只可在研究所/实验室环境中使用的分析和介入技术。还认为基于传感器的生物反馈装置可激励患者扮演积极角色，因此更有效地改良移动和日常姿势的患者控制和协调。从装置中获取的数据还可以即时方式提供给医生或专科医生。

[0021] 如上文提及，具有大部分现有运行机构采用的基于阈值的检测的原生反馈算法并不足够。本发明通过将诸如机器学习算法的更先进数据处理方法涉及到反馈环中以提供自适应性、个性化反馈来缓解此缺点。机器智能用于组合并处理关于患者的行为方式、专家知识（医生的诊断意见、指导等）和由患者以及他的医生创建的预定义配置文件的信息。结果，更精确、动态的且个性化反馈可被提供给患者。除了患者的日常活动中的诊断监督和姿势矫正之外，如本发明中公开的平台还可用于逐渐促进对患脊柱侧凸的患者的定制肌肉训练课以恢复肌肉活动中的平衡和脊柱两侧的转移的降低。

[0022] 简而言之,本发明涉及一种基于传感器的穿戴式生物反馈系统,其中记录了关于患者的姿势、运动的实时数据以及诸如体温、肌肉活动的其它重要信号,将所述实时数据以及其它重要信号存储在本地和基于云端的数据库两者中并通过机器学习算法分析,所述机器学习算法组合并处理关于患者的行为方式、专家知识(例如,医生的指导)和(由患者和他的医生创建的)预定义配置文件的信息以将动态的、个性化反馈手段提供给用户。

[0023] 以实例来说,本发明是根据以下章节A中公开的基于传感器的穿戴式生物反馈系统的示例性设计而说明。在阐述此系统的设计及其优点之后,在章节B中详述本发明。

#### [0024] A. 基于传感器的穿戴式生物反馈系统的示例性设计

[0025] 图1是描绘系统的操作方案的概念图。关于患者110的姿势、运动等的实时数据以及患者110的其它重要信号(诸如肌肉活动)是由传感器120记录,被存储在数据库142(本地和/或基于云端)中且通过由新颖的机器智能基础设施140提供的机器学习算法分析。利用云计算基础设施的计算力,机器智能基础设施140组合并处理关于患者110的历史信息144(例如,患者110的行为方式)、专家知识145(例如,医生的指导)和由患者110以及他的医生创建的预定义配置文件146的信息以产生经处理的数据148,且因此发送经处理的数据148作为被深度集成到现有移动平台、社交网络服务平台和健康护理服务平台的动态的、个性化反馈130(智能反馈)。

[0026] 图2描绘所述系统的架构。所述系统包括驻留在穿戴式空间202中的组件(即,嵌入在衣物中的装置)和驻留在计算空间204中的组件(即,用于用户访问和计算的装置和设施)。如下提供每一组件的描述。

##### [0027] A.1. 传感器(物理传感器222和虚拟传感器224)

[0028] 所述系统中使用的传感器可为物理或虚拟的。设计中使用的物理传感器222含有(但不限于):3轴加速度计、3轴陀螺仪、磁力计(指南针)、表面肌电图(sEMG)传感器、温度传感器和湿度(水分)传感器。虚拟传感器224是通过传感器融合算法组合两个或两个以上组件传感器的抽象实体。例如,顺应检测器是一个或多个运动传感器和温度传感器的组合,且用于检测个体装置的用户顺应性。

##### [0029] A.2. 智能控制单元210

[0030] 智能控制单元(SCU)210用于聚集由传感器222、224测量的传感器数据。在初始程序(主要是数据封装和格式转换)之后,SCU 210将结果发送到用户访问装置240以在不久之后被引入到计算空间204中用于处理已测量的传感器数据。SCU 210的主要任务是给用户访问装置240提供均匀且装置独立的数据访问接口。还可采用缓存技术来保证用户访问装置240与SCU 210之间的顺利数据传输。所述设计的优点是,大部分控制逻辑被转移到计算空间204。因此,SCU 210的架构可极为简洁(过于简单):其主要包括微控制器组件(具有可再充电电池)和通信模块。此过于简化的设计允许更好的能量效率以及设计的紧凑性。此优点是至关重要的,因为穿戴式空间202中的所有装置必须被嵌入在衣物中,使得这些装置必须较小且优选地其可使每次电池充电的操作足够长以供正常日常使用。SCU 210是可编程的;在SCU 210中执行的代码需要保证不同模型之间的兼容性。另外,可通过用户访问装置240提供升级特征以在任何访问协议作出重大变化时保证前向兼容性。

[0031] 在所述设计中,SCU 210与其它组件之间的通信是通过通信模块实现,所述通信模块包括: $i^2c$ 和用于有线连接的串行(COM)通信;和用于无线通信的WBAN和蓝牙4.0LE。

### [0032] A.3. 传感器接口220

[0033] 为了处置各种类型的传感器(物理传感器222和虚拟传感器224),组件-传感器接口220-被设计成将传感器222、224桥接到SCU 210。传感器接口220支持两个主要功能。

[0034] 1.其提供常见的通信协议支持(包括有线通信和无线通信)以将多种传感器222、224连接到SCU 210。更具体地说,在传感器接口220中,有线通信包括: $i^2c$ 和串行通信。无线通信主要使用WBAN (IEEE802.15)。

[0035] 2.其提供由各种类型的传感器222、224支持的数据格式的变换和封装。即,其来自不同传感器中的任意的数据输出转化为SCU 210可理解的统一格式。

### [0036] A.4. 绿色无线通信协议230

[0037] 所述设计的一个主要优点是采用最先进(绿色)的无线低能协议230,即,蓝牙4.0LE和无线体域网(WBAN)。具体地说,蓝牙主要用于用户访问装置240与SCU 210之间的连接,而WBAN主要用于传感器222、224中的每一者与SCU 210之间的连接。绿色无线协议230的使用可大幅增强设计的灵活性,且因此增强用户(即,患者)的舒适性,并同时保持能量消耗边际。

### [0038] A.5. 用户访问装置240

[0039] 由SCU 210收集的传感器数据被转发到用户访问装置240用于进一步处理和分析。通常,用户访问装置240可为智能电话(iPhone、Android Phone等)或平板电脑(iPad、Android平板电脑等)。还可通过网络接口(只用于访问所存储的用户数据)部分支持PC/MAC。软件框架用于移动平台(具体地说,用于IOS和Android)以提供所需程序库和接口用于对应的平台。此框架是诸如自适性UI 242的较高级功能的基础。其还给底层的云端基础设施提供接口,并处置来自SCU 210中的通信。可利用此框架构建各种应用程序。还支持深度OS集成,其利用由包括CloudKit (IOS)、HealthKit (IOS)、Google Fit (Android)等的移动平台中的每一者提供的前沿工具和基础设施支持。

### [0040] A.6. 云端基础设施250

[0041] 云端基础设施250用于数据存储和大量计算任务。随着主要移动平台(即,IOS和Android)已经限制了云端基础设施支持,利用这些平台中的内置特征来存储平台不变量数据,诸如用户配置文件。此布置提供配置文件同步和应用程序数据迁移能力。由于上文提及的基础设施支持的限制和平台独立性的考虑,在独立云端基础设施上实施数据分析程序(诸如机器学习算法)和其它计算密集型任务。现有的基于云端的机器学习公共设施可用于此目的,诸如Google预测API和Microsoft Azure机器学习。

### [0042] A.7. 机器智能255

[0043] 机器学习算法被实施在云计算基础设施250上以提供机器智能255。基于从传感器222、224中获取的关于患者的数据以及从医生/专家262获取的指导/知识构建一系列数据表示、评估和优化功能模块,以提供以知识驱动的信息程序和反馈控制逻辑。通过使用机器智能255,其可冲破由于使用常规的原生反馈和基于阈值的检测算法而产生的障碍,因此给患者提供更精确、动态的且个性化反馈手段。

[0044] 云计算途径实现计算程序中的并行化,从而大幅加速机器学习算法需要的数据分析和处理。这对于设计来说是至关重要的,因为其允许几乎实时作出复杂的方式识别和智能判决。



[0045] 通过机器学习,可将多个功能传递给用户。如下给出一些实例。

[0046] 1. 经由非监督式学习,可发现存在于从传感器222、224中获取的数据中的某些方式。此信息可用于识别用户的行为(例如,用户目前正在进行的活动,诸如站立、就坐、行走等)或通过基于所发现的模式自动地将结果(即,传感器数据)分类且因此给出建议(例如,根据sEMG数据识别不同境况下的各种肌肉活动且提供指示不同肌肉状态(诸如肌肉松弛、肌肉失衡等)的信息)促进医生或内科医生的诊断程序。

[0047] 2. 监督式学习可用于训练系统。此种算法的功能是多元化的。一个应用是训练系统以提供个性化姿势控制。例如,考虑用户(假设他是学生)每天去学校。当他坐在教室中上课时,他可只将警报设置为振动且采用级别高于进行诸如行走的其它活动时的级别的灵敏度设置。在此实例中,在尝试几次学习之后,系统将“牢记”特定场合的设置-坐在教室中。同样地,在诸如行走、坐车或锻炼的其它场合期间,将基于用户先前对每一场合的设置的学习应用不同设置。此是通过使用监督式机器学习算法、利用各种文本信息(诸如传感器数据、GPS、时间等)作为用于识别“场合”的输入且利用用户的设置作为进行训练程序的输出来实现。

[0048] 3. 通过监督式机器学习传递的另一重要功能是基于传感器读数提供自动分析和诊断。可在对应的专家意见(诊断、指导等)之下使用传感器读数来训练系统。所述系统可学习并牢记由专家262(医生、专科医生)先前针对每一类型的传感器读数作出的诊断和指导。当发生相同状况(如由传感器读数识别)时,所述系统将尝试基于其学习的知识来提供诊断和指导。此自动诊断功能可用于(通过提供针对不同传感器读数的诊断结果)给患者提供更有意义的结果。其还可给医生/内科医生提供从机器学习程序中获取的基于其它专家对类似状况的先前诊断的诊断参考。

[0049] A.8. 自适性UI 242

[0050] 自适性UI 242提供概念层,其隐藏应用程序逻辑中的平台相依性,能实现用户接口设计与应用程序设计的解耦。运用此概念,可基于用户的规则且还基于用户正使用的用户访问装置240的类型给用户不同提供不同类型的接口。例如,当用户正使用IOS装置作为用户访问装置240时,结果(反馈)将经由IOS通知系统提供,且还被提供到与移动装置深度集成的内置HeathKit。当用户切换到Android装置时,反馈将适用于利用所述OS上的可用基础设施(例如,Google Fit)的Android OS。当医生或专科医生经由网络接口访问他的或她的患者数据时,自适性UI 242将被切换到为医生或专科医生定做的不同视图,例如示出症状的统计、先前指导、进展等。

[0051] A.9. 开放式API 244

[0052] 为了进一步增强所提出系统的可扩展性,还开发出开放式API 244以给第三方开发商264提供来自所述系统的大部分基本特征。可扩展性是由用于现有服务基础设施的三种手段(即,扩展、第三方应用程序和封装器)传递。扩展可被构建成进一步丰富系统的功能;一旦被添加,其便变为基础设施的部分。另外,可使用所提供的API构建成熟的第三方应用程序。封装器是将系统桥接到现有的服务基础设施(诸如社交网络服务(脸书、推特)以及专业健康护理平台(myoclinic.org))的方式。

[0053] 开放性和可扩展性对于构建系统周围的健康生态系统来说是至关重要的。经由此生态系统,患者、医生和开发商可联系在一起,从而形成大型社区。

[0054] 通过连接到现有社交网络服务和健康护理平台,还利用社会联系以在全球范围实现有效力且有效的社交-远距医疗途径。例如,患者可寻找具有类似状况的人且交换关于诊断和治疗的信息,同时医生也可以相同方式彼此合作,从而给出患者诊断、指导和建议。

[0055] A.10. 优于现有系统的系统优点

[0056] 如上文公开的系统具有优于现有系统的几个优点。

[0057] ●常规支架是笨重且不舒适的。所述系统是以衣物的形式实现,从而使患者感到舒适。

[0058] ●许多现有诊断途径是在医院/实验室环境中进行。医生或专科医生不能从患者获取长期的实时诊断监督数据。另一方面,如上文公开的系统实现患者的远程监测。传感器数据可由医生或专科医生使用来执行诊断。

[0059] ●在常规途径中,数据分析和介入技术只可在医院/实验室环境中提供。无论患者何时需要诊断结果,其均不能被迅速地传递给患者。另一方面,如上文公开的系统使得能够通过将结果发送到用户访问装置240而将结果迅速地传递给患者。

[0060] ●现有的姿势控制装置使用简单反馈(通常是音频/振动警报),而非将更多有意义的信息作为反馈提供给用户。上文公开的系统提供详细的个性化反馈。

[0061] ●现有的生物反馈装置使用基于阈值的检测,缺乏提供动态的、个性化的和自适性反馈的能力。

[0062] ●在常规的生物反馈系统设计中,计算逻辑主要在微控制器单元(MCU)上实现。其由于所涉及的计算是复杂的而消耗大量功率,使得此常规设计的电池支持时间相当短。不同于常规的生物反馈系统设计,如上文公开的系统在计算空间204中但不在穿戴式空间202中产生个性化反馈,允许衣物中的电功率仅仅用于传感器222、224、传感器接口220和SCU 210,且从而延长由衣物提供的电池支持时间。

[0063] B. 本发明

[0064] 归纳上文公开的基于传感器的穿戴式生物反馈系统的示例性设计如下产生详述的本发明。

[0065] 图3描绘根据本发明的示例性实施方案的衣物和生物反馈构件。衣物310(其用于监测患脊柱侧凸的患者的患者相关信号且从而使得患者能够获得基于患者相关信号的个性化生物反馈)包括多个传感器320、传感器接口322和SCU 324。患者相关信号是由被安装在衣物310中的传感器320测量的信号,且有助于指示患者的不用状态(诸如他的或她的身体的不同部分处的位置),使得可提取有用的信息用于提供个性化生物反馈作为对抗患者患的脊柱侧凸的医疗介入。

[0066] 特定地说,传感器320、传感器接口322和SCU 324被集成在衣物310中。当患者穿戴衣物时,其允许传感器非侵入式地测量患者相关信号,并同时维持患者的舒适性。SCU 324经由传感器接口322与传感器320通信且被配置成聚集由传感器测量的患者相关信号。

[0067] 此外,SCU 324被配置成可经由用户访问装置330与衣物310外部的计算服务器350通信。计算服务器350的功能如下。计算服务器350被配置成处理从SCU 324中发送的聚集的患者相关信号以产生个性化反馈,且被配置成将个性化反馈转发到用户访问装置330以呈现给患者。对于衣物310,其被配置成给传感器320、传感器接口322、SCU 324但不给用户访问装置330或计算服务器350供电。重要优点是,个性化生物反馈可由患者获得且在产生个

性化生物反馈时无需衣物310消耗电功率来处理患者相关信号。由衣物310给传感器320、传感器接口322和SCU 324供电可通过例如将一个或多个电池安装在衣物310中而实现。

[0068] 由于患者患有脊柱侧凸,传感器320大部分位于患者的脊椎周围,所以优选地衣物310被制造为背心,即,无袖衬衫。图4示出装有传感器的此背心(410、420、430、440)的四个实例。由于四套背心410、420、430、440是类似的,背心410在这里用作实例来进行说明。背心410具有前侧410a和背侧410b。两个传感器412、414被安装在背心410中。被安装在背侧410b的颈部上的第一传感器412用于在他的或她的颈部处测量患者位置或坐标。第二传感器414位于背侧410b的腰部上且用于在腰部周围测量患者的脊椎的位置或坐标。

[0069] 优选地,传感器320包括一个或多个物理传感器和一个或多个虚拟传感器。如上文提及,个体虚拟传感器包括多个组件传感器使得在一次测量中由组件传感器测量的多个数据被处理成形成所述个体虚拟传感器的单个患者相关数据。物理传感器的实例包括3轴加速度计、3轴陀螺仪、磁力计、表面肌电图传感器、温度传感器和湿度传感器。虚拟传感器的实例是顺应检测器。

[0070] 此外,优选的是,传感器接口322被配置成支持用于与SCU 324和传感器320通信的一种或多种通信协议,其中所述一种或多种协议选自i<sup>2</sup>c、串行通信和WBAN。

[0071] 系统380(其用于监测患脊柱侧凸的患者的患者相关信号且用于将基于患者相关信号的个性化生物反馈提供给患者)可通过包括衣物310、用户访问装置330和计算服务器350而实现。

[0072] 优选地,在系统380中,计算服务器350被配置成在处理聚集的患者相关信号时执行一种或多种机器学习算法。所述一种或多种机器学习算法可包括非监督式学习算法和/或监督式学习算法。非监督式学习算法可用于:识别患者的行为;从聚集的患者相关信号中发现一种或多种行为以基于所述行为将结果自动地分类以促进诊断程序;或提供指示不同的肌肉状态的信息。由监督式学习算法执行的功能可为:训练计算服务器350以提供个性化姿势控制;或训练计算服务器350以从由传感器320测量的患者相关信号中提供自动分析和诊断。

[0073] 由于如上文提及的许多优点,计算服务器350优选地是基于云端的服务器。计算服务器350可经由例如互联网340连接到用户访问装置330。

[0074] 计算服务器350还可被配置成将聚集的患者相关信号的副本存储在数据库355中。数据库355可为基于云端的数据库。

[0075] 用户访问装置330可为移动计算装置,诸如智能电话或平板计算机。通常,用户访问装置330与患者相伴,而计算服务器350远距患者。

[0076] 在一个选项中,SCU 324和用户访问装置330被配置成通过蓝牙4.0LE而彼此通信。用户访问装置330可被配置成使用软件框架。在一个选项中,软件框架具有接口以接合云端基础设施,并处置来自SCU中的通信。另外,软件框架可提供所需程序库和接口用于诸如iOS或Android的一个或多个移动平台。软件框架还可提供API。

[0077] 可选地,所述系统还适应于治疗AIS。

[0078] 在不脱离本发明的精神或基本特性的前提下,本发明可以其它特定形式体现。本实施方案因此在所有方面被视为说明性且非限制性的。本发明的范围是由随附权利要求书而非前述描述指示,且属于权利要求书的等效意义和范围内的所有变化因此旨在包括于其

中。

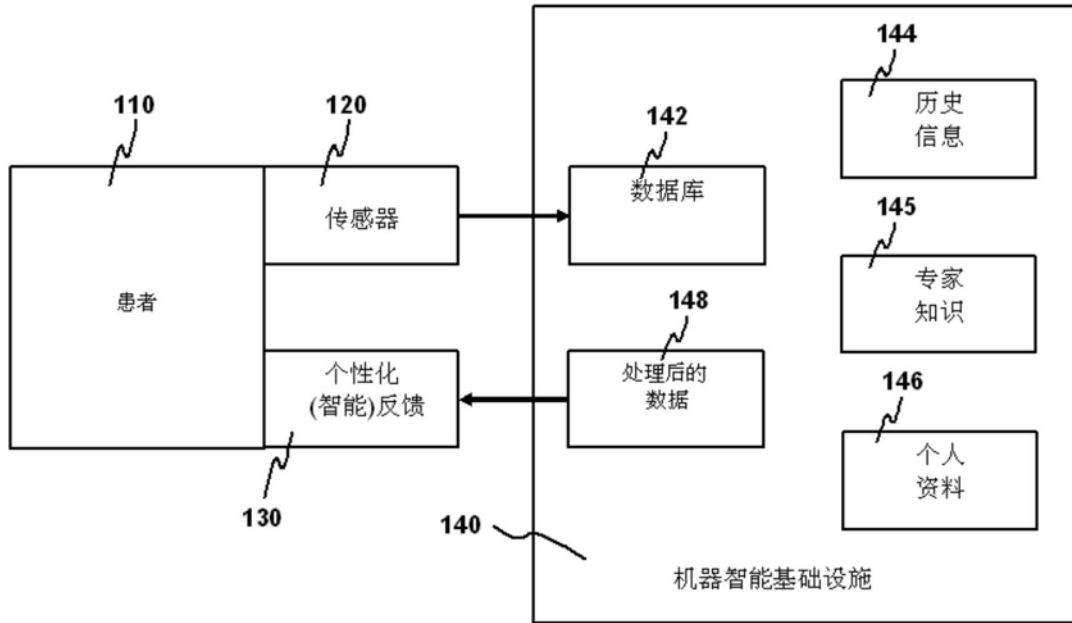


图1

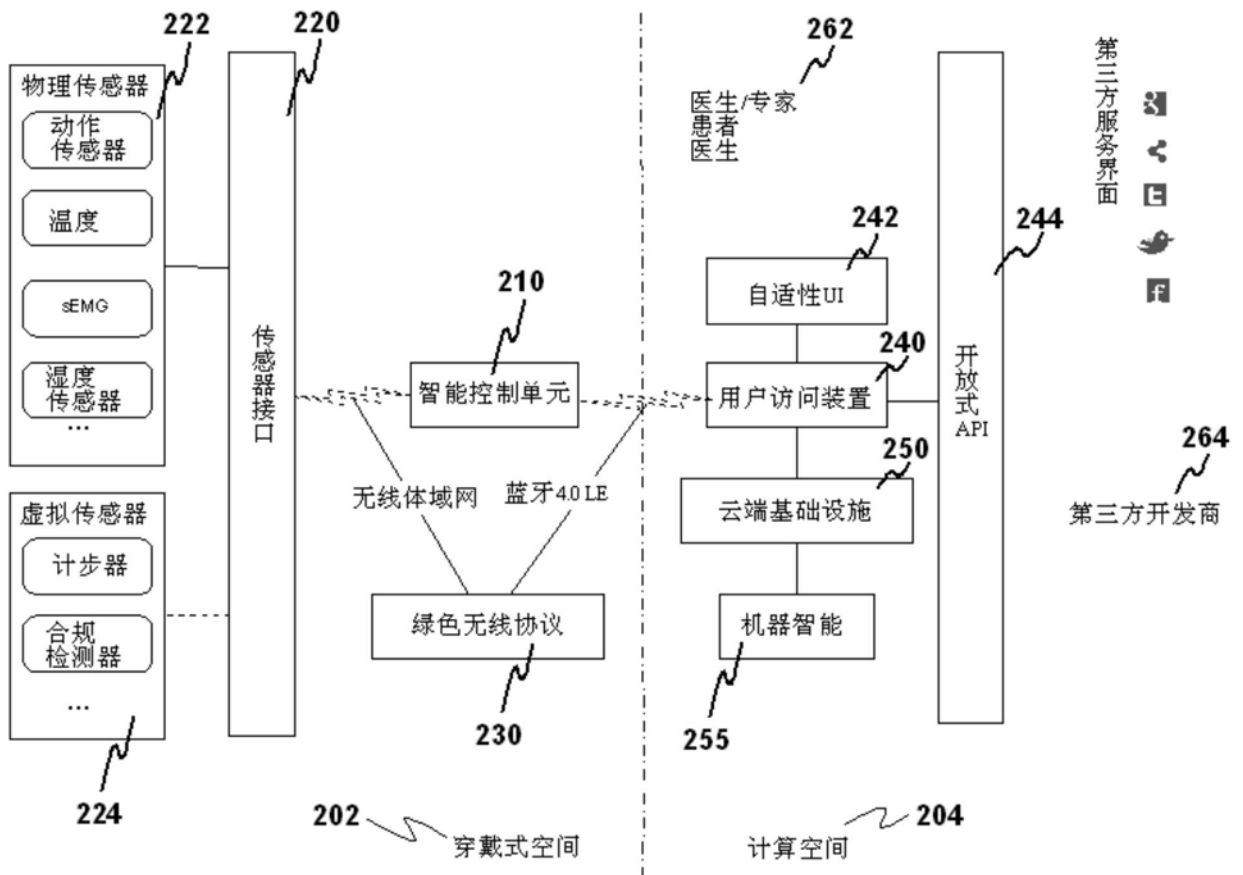


图2

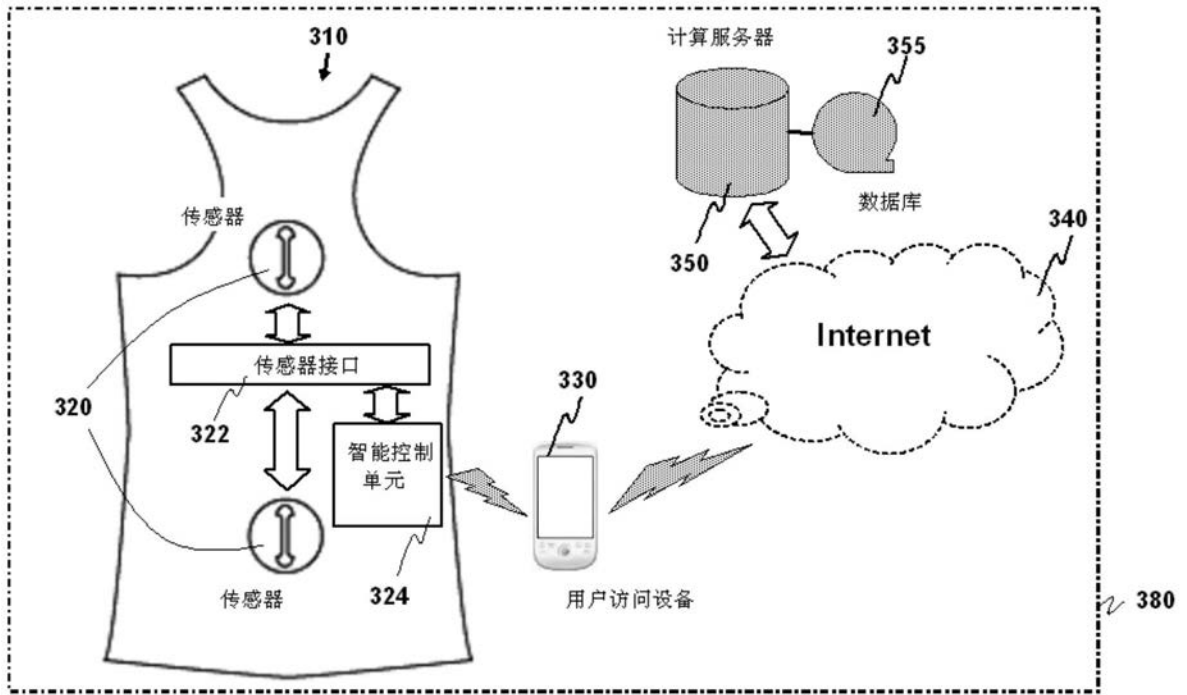


图3

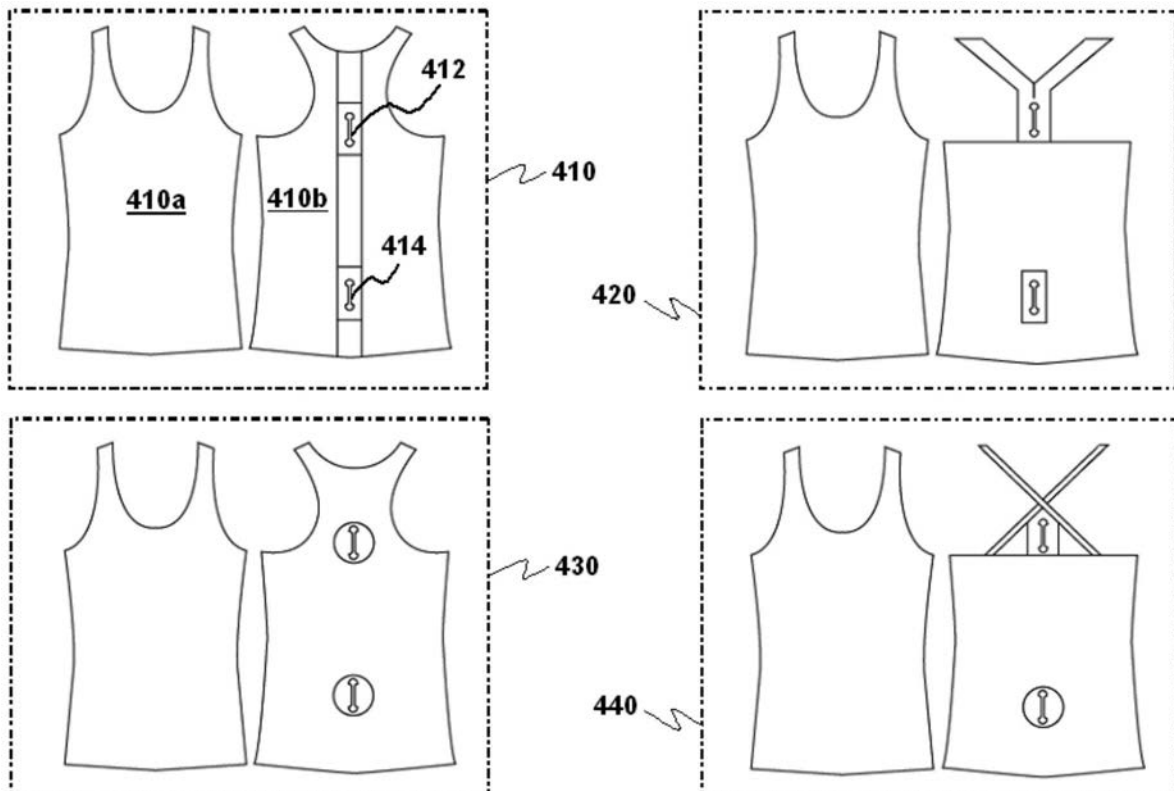


图4