



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101778653 B

(45) 授权公告日 2013.04.10

(21) 申请号 200880102285.2

(56) 对比文件

(22) 申请日 2008.07.31

US 4337049 A, 1982.06.29,

(30) 优先权数据

US 5372365 A, 1994.12.13,

07114021.4 2007.08.08 EP

US 6778866 B1, 2004.08.17,

(85) PCT申请进入国家阶段日

CN 1980714 A, 2007.06.13,

2010.02.08

审查员 吴志敏

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2008/053079 2008.07.31

(87) PCT申请的公布数据

W02009/019638 EN 2009.02.12

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 G·兰弗曼 E·G·J·M·邦格斯

N·拉姆伯特 V·M·G·范阿克特

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 李亚非 谭祐祥

(51) Int. Cl.

A63B 24/00 (2006.01)

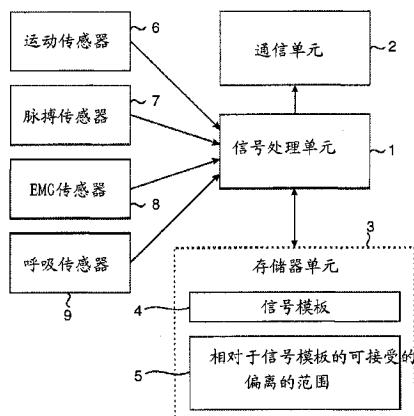
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

用于监控人的锻炼动作的处理和系统

(57) 摘要

本发明涉及一种用于监控人的锻炼动作的处理和系统。所述处理包括：监控来自人的第一传感器信号。在所述第一传感器信号模板不超过预定量的时候，监控来自该人的源自其它传感器的信号、将该信号与模板进行比较、并且估计比较结果。如果传感器信号偏离模板超过预定值，则将该情况告知该人。



1. 一种用于监控人的锻炼动作的处理,包括以下步骤:

a) 选择第一传感器信号;所述第一传感器信号被分配给人并且源自第一传感器,所述第一传感器是从包括运动传感器、生理活动传感器、肌肉活动传感器和 / 或呼吸传感器的组中选择的;

b) 监控所述第一传感器信号,并且将所述第一传感器信号与第一传感器信号模板进行比较;

c) 在所述第一传感器信号偏离所述第一传感器信号模板不超过预定值的时候,

首先,监控来自被分配给人并且从包括运动传感器、生理活动传感器、肌肉活动传感器和 / 或呼吸传感器的组选择的至少一个另外传感器的信号;

其次,将来自所述至少一个另外传感器的信号与表示人正执行的锻炼的传感器信号模板进行比较;以及

然后,估计将来自所述至少一个另外传感器的信号与表示人正执行的锻炼的传感器信号模板进行比较的结果;

d) 当所述第一传感器信号偏离所述第一传感器信号模板超过预定值时,告知进行锻炼的人;以及

e) 当来自所述至少一个另外传感器的信号偏离表示正执行的锻炼的传感器信号模板超过预定值时,告知进行锻炼的人。

2. 根据权利要求 1 的处理,在步骤 e) 之后,还包括以下步骤:

f) 将所述第一传感器信号和来自所述至少一个另外传感器的信号中的任一个与信号模板进行比较,并且识别是否已经满足指示锻炼结束的条件。

3. 根据权利要求 1 或 2 的处理,其中,如果来自人的生理数据超过预定限制,则确定锻炼尚未开始。

4. 根据权利要求 1 或 2 的处理,其中,步骤 c)、d) 和 / 或 e) 中的所述预定值在锻炼过程中在量值上变化。

5. 根据权利要求 1 或 2 的处理,其中,在人已经执行了预定数量的同类锻炼之后,步骤 c)、d) 和 / 或 e) 中预定值的量值改变。

6. 根据权利要求 1 或 2 的处理,其中,当已经识别出锻炼结束时,人进一步接收反馈。

7. 用于监控人的锻炼动作的系统,所述系统包括:

信号处理单元 (1);

多个传感器,与所述信号处理单元进行通信,所述多个传感器是从包括运动传感器(6)、生理活动传感器(7)、肌肉活动传感器(8)和 / 或呼吸传感器(9)的组选择的;

通信单元 (2),与所述信号处理单元 (1) 进行通信;以及

存储器单元 (3),与所述信号处理单元 (1) 进行通信,其中,所述存储器单元 (3) 包括信号模板 (4) 和相对于信号模板的可接受的偏离的范围 (5);

并且其中,所述信号处理单元 (1) 被配置为:

a) 选择第一传感器信号;所述第一传感器信号源自所述多个传感器 (6, 7, 8, 9) 中的第一个;

b) 监控所述第一传感器信号,并且将所述第一传感器信号与所述存储器单元 (3) 中存储的第一传感器信号模板进行比较;

- c) 在所述第一传感器信号偏离所述第一传感器信号模板不超过预定值的时候，首先，监控来自所述多个传感器(6,7,8,9)中的至少一个另外传感器的信号；其次，将来自所述至少一个另外传感器的信号与表示人正执行的锻炼的传感器信号模板进行比较；以及
- 然后，估计将来自所述至少一个另外传感器的信号与表示人正执行的锻炼的传感器信号模板进行比较的结果；
- d) 当所述第一传感器信号偏离所述第一传感器信号模板超过预定值时，使用所述通信单元(2)告知进行锻炼的人；以及
- e) 当来自所述至少一个另外传感器的信号偏离表示正执行的锻炼的传感器信号模板超过预定值时，使用所述通信单元(2)告知进行锻炼的人。
8. 根据权利要求7的系统，其中，所述多个传感器是肌电图传感器、压电呼吸传感器以及五个动作传感器，所述动作传感器中的每一个是磁力计、回转仪和加速计的组合。
9. 根据权利要求7或8的系统，其中，所述多个传感器经由人体的导电性而与所述信号处理单元(1)进行通信。
10. 根据权利要求7至9中任一个的系统的使用方式，用于监控人的锻炼动作。

用于监控人的锻炼动作的处理和系统

背景技术

[0001] 在家锻炼是一种获得或者重获灵活性并战胜诸如腰脊痛之类病症的良好方式。大量锻炼记载于书本和互联网上，描述了这些锻炼的确切执行方式。这些锻炼中的大多数需要通过确切方式来完成，否则这些运动并不对期望的肌肉群进行刺激或者训练。控制锻炼的执行方式通常是由训练者来完成的。然而，对于家庭训练而言，这并不可行。

[0002] US 6,210,310B1 公开了一种病患监控系统，具体用于整形外科。该系统被设计为供非医学专业人员来使用，并且向该人提供与他所执行的锻炼或活动有关的信息。为此，传感器阵列产生传感器信号，这些传感器信号存储于第一存储器中并且将其与第二存储器的内容（理想信号模式）进行比较。比较结果经由显示器或者作为生物反馈而对于用户来说是可用的。

[0003] 然而，这种系统未被配置为在锻炼的重要部分与不太重要的部分之间进行区分。由于某些方式同样可能影响身体其它部分中的人体机械和肌肉功能，因此为使锻炼成功，可能必须更多关注于这些方面。

[0004] 因此，无论这种努力如何，本领域都需要一种可以监控人锻炼的更详细的方式。因此，本发明的目的在于提供一种用于监控人的锻炼动作的处理和系统。

发明内容

[0005] 为了实现该目的和其它目的，本发明针对一种用于监控人的锻炼动作的处理，包括以下步骤：

[0006] a) 选择第一传感器信号；所述第一传感器信号被分配给人并且源自第一传感器，所述第一传感器是从包括运动传感器、生理活动传感器、肌肉活动传感器和 / 或呼吸传感器的组选择的；

[0007] b) 监控所述第一传感器信号，并且将所述第一传感器信号与第一传感器信号模板进行比较；

[0008] c) 在所述第一传感器信号偏离所述第一传感器信号模板不超过预定值的时候，

[0009] 首先，监控来自被分配给人并且从包括运动传感器、生理活动传感器、肌肉活动传感器和 / 或呼吸传感器的组选择的至少一个另外传感器的信号；

[0010] 其次，将来自所述至少一个另外传感器的信号与表示该人正执行的锻炼的传感器信号模板进行比较；以及

[0011] 然后，估计所述比较结果；

[0012] d) 当所述第一传感器信号偏离所述第一传感器信号信号模板超过预定值时，告知进行锻炼的人；以及

[0013] e) 当来自所述至少一个另外传感器的信号偏离表示进行锻炼的人正执行的锻炼的传感器信号模板超过预定值时，告知该人。

[0014] 利用根据本发明的用于监控锻炼动作的系统，人的注意力得以投向对于锻炼的整体益处特别重要的锻炼的那些方面。

具体实施方式

[0015] 在详细描述本发明之前,应理解,由于所描述的设备和方法可以变化,因此本发明不限于这些设备的特定组件部分和这些方法的处理步骤。还应理解,在此所使用的术语的目的仅是描述特定实施例,而并非意欲进行限制。必须注意,如在说明书和所附权利要求中所使用的那样,单数形式“一”、“一个”和“这个”包括单数和 / 或复数对象,除非上下文明确地另有所指。因此,例如,对于“一个传感器”的引用可以包括若干传感器,依此类推。

[0016] 关于根据本发明的处理,步骤 a) 首先包括:选择第一传感器信号。所述第一传感器信号可以看作引导信号。选择操作可以由用户手动完成,或者自动完成。选择操作是基于待执行的锻炼的类型的,并且应当表示对于整个锻炼的成功来说重要的一个或多个参数。例如,某些锻炼要求人的臀部保持稳定。于是所述第一传感器信号可以是来自指示臀部摇摆或转动的运动传感器的信号。在其它锻炼中,可能要求人有规律地呼吸,或者在锻炼的特定部分吸气而在其它部分呼气。于是所述第一传感器信号可以是指示人的呼吸运动的信号。另一示例将是等长锻炼,其中,某些肌肉需要在整个锻炼过程中收缩。于是所述第一传感器信号可以是来自这些肌肉的肌电图(EMG)信号。根据锻炼的类型,可以选择多于一个的信号,前提是其对于锻炼是重要的。

[0017] 人携带用于评估其运动以及与之结合地评估人的肢体在空间中的方位的传感器。其它传感器包括生理活动传感器,生理活动传感器可以给出关于人的整体状态的信息,例如人是否感到疲劳。肌肉活动传感器确定肌肉何时收缩。呼吸传感器确定人是在吸气、呼气还是屏息。

[0018] 步骤 b) 包括:监控所述第一传感器信号,并且将所述第一传感器信号与第一传感器信号模板进行比较。传感器信号模板描述的是,如果正确地执行了锻炼,则传感器的信号将如何。由于在特定时间执行锻炼,因此传感器模板也将描述传感器信号的时间变化性或不变性。模板可以表示一个传感器信号或一组传感器信号。在模板中的一组信号内,仍可以存取单独的信号以用于比较。将传感器信号与模板进行比较的目的是确定真实信号相对于理想信号的偏离量。

[0019] 在步骤 c) 中,执行程序性循环,循环条件是:所述第一传感器信号偏离所述第一传感器信号模板不超过预定值。所述预定值确定相对于理想信号偏离多少被看作是可接受的,从而使得锻炼将仍对人有益。

[0020] 程序性循环内的第一步骤是:监控来自至少一个另外传感器的信号,所述至少一个另外传感器被分配给人并且是从包括运动传感器、生理活动传感器、肌肉活动传感器和 / 或呼吸传感器的组选择的。这些传感器表示在锻炼期间人的其它动作,例如移动肢体、吸气或者呼气,或者收缩肌肉。结合所述第一传感器信号,这些传感器信号表示整个锻炼中人的动作。

[0021] 程序性循环内的第二步骤是:将来自所述至少一个另外传感器的信号与表示人正执行的锻炼的传感器信号模板进行比较。并且计算出偏离,以便对锻炼的正确执行进行评估。可以对第一传感器信号以及该循环内的各传感器的信号进行记录。

[0022] 程序性循环内的第三步骤是:对比较结果进行估计。估计操作的形式可以是:对执行特定运动的频率进行计数。其形式还可以是:确定传感器信号相对于模板的平均偏离

是多少。作为循环结构的结果，估计操作将仅发生在第一传感器信号偏离第一传感器信号模板不超过预定值之时。

[0023] 例如，在简单的锻炼中，要求沿着特定路线抬升手臂同时人在相反方向上不使得其胸部倾斜。第一传感器信号可以来自胸部上放置的传感器并且指示人的纵轴相对于地面的角度，人按正常方式竖直站立显示该角度是 90° 。传感器信号模板可以是这样的：该角度在锻炼过程中始终是 90° ，其中可接受的偏离的预定值是 5%。人然后沿着所要求的路径抬升他的手臂。在人使得他的胸部倾斜不大于可接受的 5% 的同时，手臂的抬升受其它传感器监控，并且将传感器信号与适当的模板进行比较。此外，仅在人胸部倾斜不大于可接受的 5% 的同时，将对符合模板的手臂抬升进行计数。

[0024] 步骤 d) 和 e) 用于警告人们：锻炼并未得以正确地执行。可以通过振动、光或音频信号的形式（例如以话音的形式）来将所述警告告知给人。有可能的是，步骤 e) 的告知操作仅是在步骤 c) 的循环内进行的，也就是说，只有第一传感器信号偏离第一传感器信号模板不超过预定值，才会发生步骤 e) 的告知操作。

[0025] 根据本发明的处理的实施例，在步骤 e) 之后还包括以下步骤：

[0026] f) 将所述信号与信号模板进行比较，并且识别是否已经满足指示锻炼结束的条件。

[0027] 为此，将所述传感器信号与适当的模板进行比较。锻炼结束的指示的示例是：人站起来，或者人躺下。还可以确定，当已经同时出现多个阈值的越界时，锻炼结束。通常，由于这样允许正确执行锻炼的重复集合，因此这是有利的。

[0028] 在根据本发明的处理的另一实施例中，如果来自人的生理数据超过预定限制，则确定锻炼尚未开始。生理数据是从生理活动传感器提供的，并且可以是关于脉搏速率的数据、人正流汗的事实、人的心脏无规律地跳动的事实、人的血压过高，或者并不推荐进行另一锻炼的其它指示符。例如，预定限制可以是：人在脉搏速率超过每分钟 120 下、130 下或 140 下跳动的情况下将不进行锻炼。通常，可以进一步告知人们：已经超过了这种预定限制。有利的是，设置这样的限制，从而当在不适当的时刻进行锻炼时或者当人已经疲劳时，防止该人伤及自身。

[0029] 在根据本发明的处理的另一实施例中，步骤 c)、d) 和 / 或 e) 中的预定值在锻炼过程期间在量值上变化。这种情况尤其与第一传感器信号有关。例如，可以确定的是，在锻炼的开始阶段，传感器信号相对于理想值 10% 的偏离是可容忍的，而在锻炼的中途，仅 5% 的偏离将仍确保锻炼对人完全有益。量值的变化可以通过相同的方式而应用于模板的所有信号，或者每一信号可以具有其单独的变化。改变可接受的相对于理想值的偏离量值的好处在于，人可以关注于锻炼的重要部分，而不因在锻炼的不太有意义的部分期间的阈值越界警告而分心。

[0030] 在根据本发明的处理的另一实施例中，在人已经执行了预定数量的相同类型的锻炼之后，步骤 c)、d) 和 / 或 e) 中的预定值的量值改变。这尤其与第一传感器信号有关。通常，据此，人可以接收另一形式的训练反馈。该操作的基础在于，对于锻炼的特定阶段或所有阶段，记录信号相对于理想值的平均偏离。在浏览之后，临床医师于是可以改变预定值，以反映训练成功或缺少训练。例如，如果在用于解决腰脊疼痛的锻炼的最近 10 次执行期间臀部的转动相对于理想值平均已经偏离 10%，并且当前偏离阈值处于 15%，则临床医师可

以将可接受的偏移的范围手动降低为 10% 或甚至更小。这种调整不仅可以手动进行而且也可以自动进行,以连续使得可接受的偏移的范围变窄,并且因此影响该人更精确地执行锻炼。

[0031] 在根据本发明的处理的另一实施例中,当已经识别出锻炼结束时,人进一步接收反馈。可以通过振动、光或音频信号(例如以语音的形式)的形式来将该反馈告知用户。当已经达到锻炼结束时,人可以受益于对他给出的反馈。于是该人可以放松,或者重演过去的锻炼。

[0032] 本发明进一步针对一种用于监控人的锻炼动作的系统,包括信号处理单元、与所述信号处理单元进行通信的多个传感器,所述传感器是从包括运动传感器、生理活动传感器、肌肉活动传感器和/或呼吸传感器的组选择的;还包括与所述信号处理单元进行通信的通信单元、与所述信号处理单元进行通信的存储器单元,其中,所述存储器单元包括信号模板和相对于信号模板的可接受的偏移的范围。通过该系统,可以实施根据本发明的用于监控人的锻炼的处理。

[0033] 传感器用于向系统提供监控锻炼所需的数据。运动传感器的示例是磁力计、回转仪、加速计或组合了这些组件中的一些或全部的集成动作传感器。生理活动传感器的示例是心电图传感器、脉搏传感器、血氧传感器、血压传感器、体温传感器和测量皮肤的导电性的传感器。这些传感器提供关于人的整个状态的信息,例如人是疲倦、流汗还是处于过度努力的状态。肌肉活动传感器可以是肌电图传感器,其中,检测并且测量肌肉的收缩情况。呼吸传感器可以是人的胸部周围佩戴的压电设备。它们可以感测人的胸腔的扩展和收缩。示例将是压电纺织带。经由有线手段或无线手段,传感器将它们的信号发送到信号处理单元,无线手段包括红外线、蓝牙和 IEEE 802.11 协议。

[0034] 信号处理单元可以对信号执行基本操作,例如噪声过滤和信号平滑。也可以进行高级的操作,方式是:以虚拟角色的形式计算人姿态和运动的表现状况。装配信号处理单元以同时监控或者处理多个传感器信号。例如,其可以同时处理一个、两个、三个、四个或五个动作传感器、脉搏传感器、肌电图传感器和呼吸传感器的信号。通过对存储器单元进行存取,信号处理单元可以将信号与模板进行比较、计算出相对于模板的偏移、并且对比较结果进行估计。估计操作可以是:对所执行的运动量进行计数,或者计算信号相对于模板的平均偏移。

[0035] 当需要向执行锻炼的人通知某些事情时,由信号处理单元对通信单元进行寻址。通信单元于是承担通知人的任务。例如,可以向人通知:并未正确地完成锻炼。该操作的形式可以是振动、光或音频信号。音频信号可以是简单的声音(比如蜂鸣),并且可以改变它们的音量或频率。通过示例的方式,信号的频率可以随着人的运动相对于理想锻炼模板偏离越多而频率升高。音频信号也可以是语音消息,其向人给出关于如何正确地锻炼的详细提示。

[0036] 通信单元的另一功能是充当用户接口,从而可以对信号处理单元和存储器单元进行编程、服务或者升级。例如,理疗师可以对存储器单元进行存取,以在定期就诊期间或者是经由互联网以远程方式来观测人的锻炼过程。人也可以手动选择待监控的第一传感器信号。

[0037] 存储器单元还与信号处理单元进行通信。首先,存储器单元包括信号模板。这些模

板描述的是,如果正确地执行了锻炼,则传感器的信号将如何。由于在特定时间执行锻炼,因此传感器模板也将描述传感器信号的时间变化性或不变性。模板可以表示一个传感器信号或一组传感器信号。在模板的一组信号内,仍可以存取单独信号,以用于比较。为了生成模板,可以在受监视的锻炼期间对它们进行计算或者记录。此外,信号模板还可以反映人处于开始锻炼的起始位置的情况以及人已经完成了锻炼的情况。

[0038] 此外,存储器单元还包括关于在锻炼过程期间将允许信号相对于表示理想锻炼的信号有多少偏离,以使得锻炼仍然能够称为成功的。这对于(但不限于)被选择为根据本发明的处理的第一信号的信号是尤其重要的。这是可接受的偏离的范围。该范围可以针对各个信号而存储为单独的数字,例如,允许相对于信号的5%、10%或15%的偏离。对于各种传感器的信号,偏离可以是相同的或不同的。该范围也可以与传感器信号模板组合,从而使得模板中的传感器信号不表示各别的信号,而表示信号走廊(corridor)。

[0039] 在根据本发明的一个实施例中,所述多个传感器是肌电图传感器、压电呼吸传感器以及五个动作传感器,所述动作传感器的每一个均是磁力计、回转仪和加速计的组合。肌电图(EMG)传感器可以佩戴于腹肌上。压电呼吸传感器可以佩戴于进行锻炼的人的胸部周围,以监控胸腔的扩展和收缩。动作传感器可以佩戴于每一小臂和小腿上,并且对于第五传感器,佩戴于臀部上。这种系统良好地适合于监控用于解决腰脊疼痛的锻炼,其中,在防止臀部扭转的同时,稳定的呼吸节奏和腹肌的收缩是重要的。

[0040] 在根据本发明的系统的另一实施例中,传感器经由人体的导电性与信号处理单元进行通信。换句话说,取代有线连接,传感器通过执行锻炼的人的身体来发送它们的信号。有可能的是,所有传感器或仅所选的传感器使用这种通信手段。这些传感器于是可以看作身体区域网络的一部分。这种类型的通信的优点在于,与无线传输相比,传感器在发送它们的信号时使用更少的电力,并且消除了对于人身上的导线的需要。

[0041] 本发明的另一方面在于使用用于监控人的锻炼动作的根据本发明的系统。本发明的系统尤其可以用在解决腰脊疼痛的锻炼中。

附图说明

[0042] 图1示出根据本发明的系统。

[0043] 图2示出人臀部上传感器的角度数据。

[0044] 图3示出执行锻炼的过程中的若干传感器信号。

[0045] 现参照图1,示出根据本发明的用于监控人的锻炼动作的系统。该系统包括信号处理单元1,其与通信单元2进行通信。信号处理单元1还与存储器单元3进行通信。存储器单元3包括信号模板4并且还包括关于相对于信号模板的偏离的哪个范围被认为是适当的信息5。运动传感器6、脉搏传感器7、肌电图传感器8和呼吸传感器9将它们的信号发送到信号处理单元1。

[0046] 由于图2和图3与执行锻炼的人有关,因此将预先简要描述具体的锻炼。锻炼对于人典型地在治疗或者预防腰脊疼痛中执行。这要求人在保持臀部姿态并且控制呼吸的同时移动腿。第一步骤是:以双手和双膝跪下,其中双膝在臀部之下,双手在双肩之下。然后,在吸气的同时,相对的双手和双脚沿着地板滑动。手和脚皆稍微抬升。腹肌将保持收缩。最后,在呼气的同时,手和脚返回开始位置。这种锻炼要求运动、腹肌收缩与呼吸之间的协调

性。

[0047] 图 2 示出在人正执行上述锻炼的同时人臀部上组合的运动传感器的角度数据。y 轴以角度度数为单位。x 轴示出表示以秒为单位给出的实验的过程的时间刻度。示图中示出三条线。顶部的线（实线）表示传感器的侧向运动，并且因此表示人臀部的侧向运动。其下的线（均匀的虚线和间隔线）表示传感器相对于人的纵轴的扭转。传感器自身被放置于人的骶骨处。返回示图，下部的线表示传感器的前向运动和后向运动。直至进入锻炼的大约 59 秒的时间，三条线示出基本上平坦的轮廓，指示没有明显的传感器运动，并且最后指示臀部的稳定位置。人的躯干是稳定的，并且锻炼是正确地执行的。在锻炼的后一半中，在大约 59 秒之后，臀部随着腿抬高而向外抬高。这种情况是通过描述传感器的扭转的曲线图的振荡来表示的。在该位置中，人的躯干不稳定，并且锻炼是无效的。

[0048] 图 3 示出在整个锻炼的过程期间人身体上的各传感器的组合的信号。这可以被看作用于这种锻炼的信号模板，聚合了单独的信号。顶部的线表示当人胸部的扩展和收缩受监控时的呼吸运动。之下的实线表示手臂的运动，更具体地说，手臂的抬高或降低。其下的虚线表示在图 2 中已经遇到的臀部的倾斜。最下面的线表示人的腹肌的收缩的级别的。在臀部倾斜和腹肌收缩的线周围是指示在不呈现无效锻炼的情况下的所允许的信号的范围的框。在根据本发明的处理的术语中，已经将臀部的倾斜选择为第一传感器信号。

[0049] 锻炼开始于时间 t_1 。然后手臂抬高，腹肌收缩，人吸气。在人正吸气以及呼气的同时，抬高的手臂保持在稳定的高度，同时向前移动手臂。同样，臀部的倾斜保持稳定，意味着在向外伸出两条腿的同时，人不转动臀部。臀部的倾斜不离开其周围的边界框。在开始锻炼之后，人的腹肌的收缩稳定地下降。在一个点处，线离开了边界框。现在，锻炼将不再是有效的。然而，随着离开可接受的偏离的范围，修正的反馈得以传达给人，指示他努力不够。锻炼终止于时间 t_2 。当人完成吸气和呼气的第二循环并且降低手臂时，识别出锻炼的结束。在该示例中，臀部的转动以及腹肌的收缩被选择为第一传感器信号或引导传感器信号。因此，在腹肌的收缩离开其可接受的范围的时刻，停止估计锻炼，并且可以确定这种表现将不被视为成功。

[0050] 为了提供全面的公开而不使得说明书过度冗长，申请人通过引用将以上所提及的每一专利合并不于此。

[0051] 上述详细实施例中元件和特征的特定组合仅仅是示例性的；也可以清楚地预期这些教导与其中的其它教导以及通过引用而合并的专利 / 申请的互换和替换。本领域技术人员将认识到，在不脱离所要求保护的本发明精神和范围的情况下，本领域技术人员可以想到在此所描述的内容的变形、修改和其它实现方式。相应地，前面的描述仅作为示例，而其意图不是进行限制。本发明的范围是通过所附权利要求及其等同物而定义的。此外，说明书和权利要求中所使用的附图标标记没有限制所要求保护的本发明的范围。

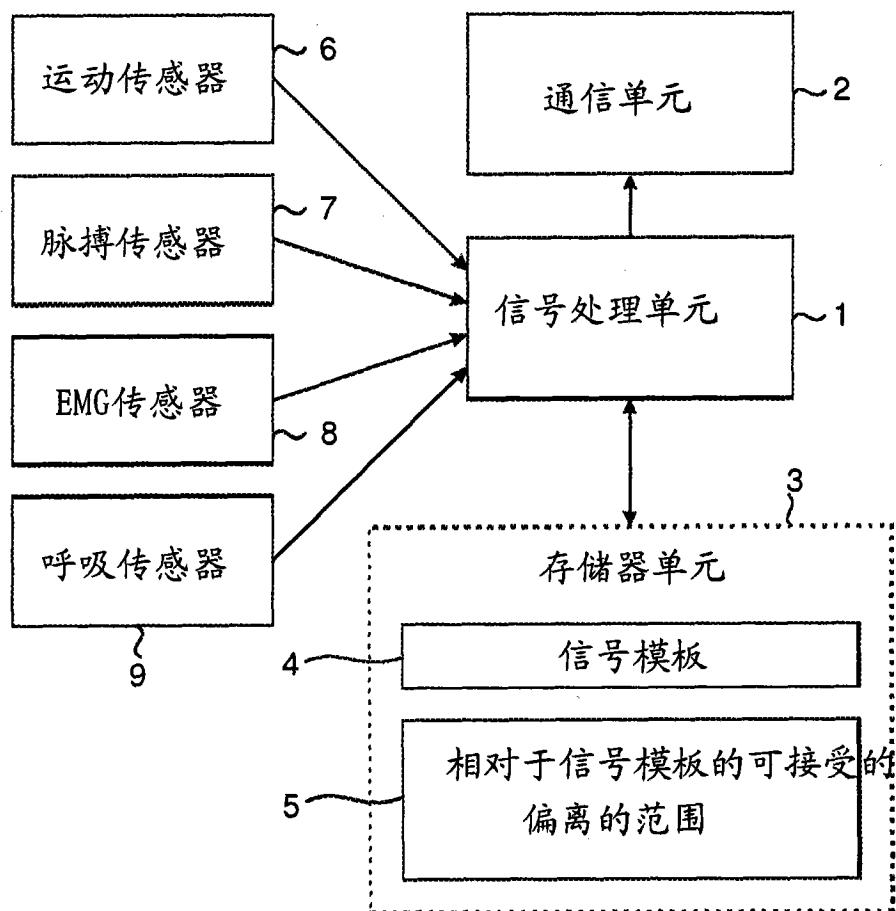


图 1

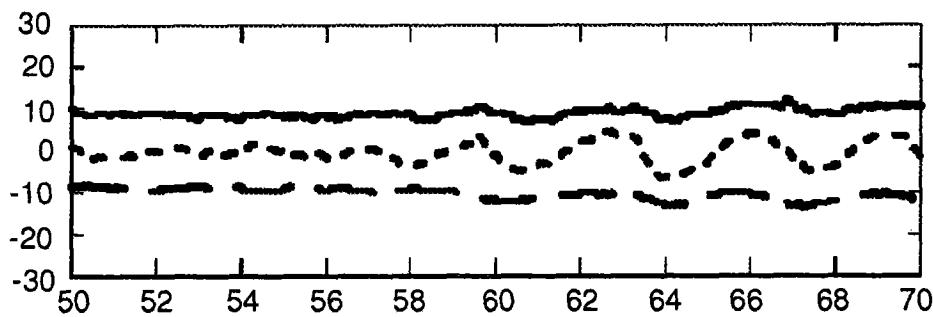


图 2

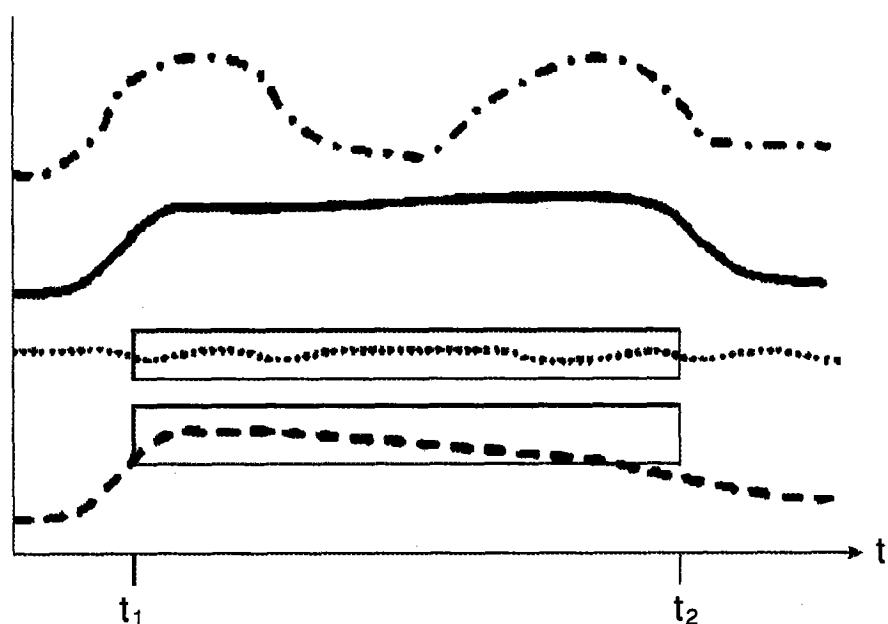


图 3