



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111905333 B

(45) 授权公告日 2023. 08. 01

(21) 申请号 202010087648.2

佩德罗·佩雷兹·索里亚诺

(22) 申请日 2020.02.11

(74) 专利代理机构 北京瀚仁知识产权代理事务
所(普通合伙) 11482

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111905333 A

专利代理师 宋宝库

(43) 申请公布日 2020.11.10

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据
19382344.0 2019.05.07 EP

A63B 22/02 (2006.01)

A63B 24/00 (2006.01)

G06F 30/20 (2020.01)

G06F 119/14 (2020.01)

(73) 专利权人 体音国际体育有限公司
地址 西班牙,穆尔西亚

(56) 对比文件

(72) 发明人 阿尔贝托·安卡尔纳西恩·马丁内兹
拉斐尔·贝伦古尔·维达尔
安东尼奥·加西亚·加拉尔特
弗朗西斯科·阿尔贝托·罗德里奎兹·马约尔
何塞·华金·佩尔尼亚斯·雷维尔特

CN 109069900 A, 2018.12.21
CN 105126302 A, 2015.12.09
CN 205055307 U, 2016.03.02
CN 105169619 A, 2015.12.23
CN 202315111 U, 2012.07.11
CN 106310588 A, 2017.01.11

审查员 艾立明

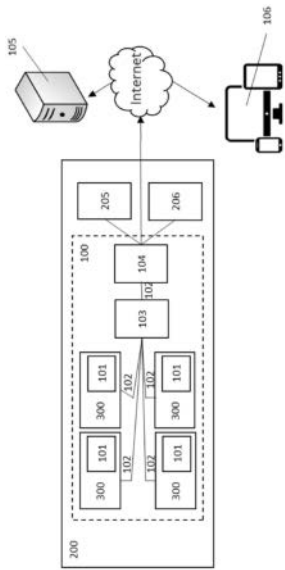
权利要求书3页 说明书9页 附图9页

(54) 发明名称

运动训练用测力跑步机

(57) 摘要

本发明公开一种运动训练用测力跑步机(200),其包括屏幕(206)、控制系统(205)和系统(100),所述系统被配置为用于运动员在所述测力跑步机(200)上跑步时收集、处理、分析和视觉呈现运动员的生物力学响应;其中,所述测力跑步机(200)包括:(a)多个MEMS传感器(101),所述多个MEMS传感器借由支撑件(300)附接到测力跑步机(200)并连接到数据捕获单元(103);(b)数据处理单元(104),所述数据处理单元被配置为生成与用户在所述测力跑步机(200)上进行的体育锻炼相关的多个参数,并以图形形式合成并显示从所述跑步机(200)生成的用于用户的生物反馈的参数。



1. 一种运动训练用测力跑步机(200),所述运动训练用测力跑步机包括屏幕(206)、控制系统(205)和系统(100),所述系统被配置为用于运动员在所述测力跑步机(200)上跑步时收集、处理、分析和视觉呈现运动员的生物力学响应;

其中,所述系统(100)至少包括,

(a) 多个传感器(101),所述多个传感器借由支撑件(300)附接到测力跑步机(200)并连接到数据捕获单元(103);

(b) 数据处理单元(104),所述数据处理单元又包括处理器和一个或多个存储器,所述一个或多个存储器存储一个或多个程序,所述一个或多个程序包括的指令会在由所述处理器执行这些指令时使得所述数据处理单元(104)执行如下操作:

(b.1) 从所述测力跑步机(200)的所述数据捕获单元(103)和所述控制系统(205)接收数据;

(b.2) 生成与用户在所述测力跑步机(200)上进行的体育锻炼有关的多个参数;其中,所述与用户在所述测力跑步机(200)上进行的锻炼相关的参数是针对左腿和右腿,双腿的平均值和双腿之间的不对称水平计算的;以及

(b.3) 借助于所述测力跑步机(200)的所述屏幕(206)以循环形式合成并显示以图形形式在(b.2)中生成的所述参数;

其中,所述数据捕获单元(103)又包括:

带各种端口的微控制器,所述带各种端口的微控制器用于发送和接收数据,

一个或多个存储器,以及

包括多个指令的一个或多个程序,

其特征在于:

所述传感器是MEMS传感器;以及

当所述多个指令由所述微控制器执行时,使得所述数据捕获单元(103)执行如下操作:

在所述测力跑步机(200)初始化时和每次运行(204)开始时初始化并校准设置在其各自的支撑件(300)中的MEMS加速度传感器(101);

过滤和暂时同步(208)由每个MEMS加速度传感器(101)发送的加速度计信号,以最小化噪声和干扰并将它们作为整体发送(209)并分组到所述数据处理单元(104)中;以及

监视(213)来自所述MEMS加速度传感器(101)的所述数据,以在其中任何一个出现问题或读数失败的情况下请求它们重新启动;

其中,所述系统(100)还包括:

基于来自左(AcL)和右(AcR)MEMS加速度传感器(101)的加速度计信号(AcL和AcR),在所述数据处理单元(104)中计算所述感兴趣的参数,使得检测到每个信号中的步伐的峰值,对应于每个传感器(902)的步伐有区别,且消除了对应于相反信号(903)的步伐,使得一个加速度计信号(AcL')仅考虑左脚的步伐,一个加速度计信号(AcR)将仅考虑右脚的步伐;

计算每个步伐(904)的最大左(p_L)和右(p_R)加速度计峰值的值;其中,基于所述左(AcL')和右(AcR')加速度计信号、最大左(p_L)和右(p_R)峰值,获得(905)所述左(d_m_L)和右(d_m_R)腿步伐的所述平均持续时间以及双腿之间的不对称性(d_m_A);并且其中,此外,计算所述左(s_m_L)和右(s_m_R)腿每分钟步频(906)和不对称(s_m_A);并且其中,此外,计算在每个左(s_a_L)和右(s_a_R)步伐的(g)中测量的平均加速度的平均值,以及其不

对称性(s_{a_A})；

其中,为了计算(909)左(s_{1_L})和右(s_{1_R})步伐的平均距离及其不对称性(s_{1_A})，需要带的速度(t_s)，所述带的速度(t_s)由所述测力跑步机(200)的所述控制系统(205)提供(908)；

其中,处理每个信号中的每个步伐,以便保证多个样本中的所有步伐的长度相等(910)并产生相同的光谱分辨率;并且其中,借由傅里叶变换将在左(w_{AcL'})和右(w_{AcR'})窗口中处理的信号移动(911)到频域,从而获得左(F_{AcL'})和右(F_{AcR'})频域中的信号。

2.根据权利要求1所述的测力跑步机(200),还包括带指令的一个或多个程序,当所述指令由处理器执行时,使得所述数据处理单元(104)将(b.2)中生成的所述参数发送到外部服务器(105)或外部设备(106)。

3.根据权利要求1或2所述的测力跑步机(200),其中,所述数据处理单元(104)在所述测力跑步机(200)的所述控制系统(205)中被仿真。

4.根据前述权利要求中任一项所述的测力跑步机(200),其中,所述MEMS加速度传感器(101)设置在其各自的支撑件(300)中,并通过电缆连接(102)将未处理的数据传输到所述数据捕获单元(103)。

5.根据前述权利要求中任一项所述的测力跑步机(200),其中,所述MEMS加速度传感器(101)的所述支撑件(300)包括连接在一起的两个部分(301,302),其中,第一部分(301)被配置为所述传感器(101)的物理支撑件,所述第二部分(302)是拧进由所述第一部分(301)和所述传感器(101)形成的整体中的矩形零件。

6.根据权利要求1至5中任一项所述的测力跑步机(200),包括两个位于平整表面(211)的前部且介于所述平整表面(211)的边缘和中心之间的MEMS加速度传感器(101),所述平整表面设置在所述测力跑步机(200)的所述滚动带(212)的向外路径和返回路径之间。

7.根据权利要求1至5中任一项所述的测力跑步机(200),包括四个两两分布在平整表面(211)的前部和后部的MEMS加速度传感器(101),所述平整表面设置在所述测力跑步机(200)的所述滚动带(212)的向外路径和返回路径之间,并且其中,每对MEMS加速度传感器(101)等距离地位于所述平整表面(211)的中心和侧面(左侧或右侧)之间。

8.一种用于当运动员在权利要求1至7中任一项所述的测力跑步机(200)上跑步时收集、处理、分析和视觉呈现所述运动员的生物力学响应的方法,包括以下阶段:

在所述测力跑步机(200)初始化时和每次运行(204)开始时初始化并校准设置在其各自的支撑件(300)中的MEMS加速度传感器(101)；

过滤(208)由每个MEMS加速度传感器(101)发送的信号(207),以最小化噪声和干扰；

暂时同步(208)来自所述MEMS加速度传感器(101)的加速度计信号,以将它们作为整体发送(209)并分组到所述处理单元(104)中；

并且其中,所述处理单元(104)从所述测力跑步机(200)的所述数据捕获单元(103)和所述控制系统(205)接收所述数据(210),整合所述数据(211),分析所述数据(212)且发送(213)基于来自所述MEMS加速度传感器(101)的所述加速度计信号和所述测力跑步机(200)的所述控制参数而生成的所有感兴趣的参数。

9.根据权利要求8所述的方法,还包括以下阶段:监视(213)来自所述MEMS加速度传感器(103)的所述数据,以在其中任何一个出现问题或读数失败的情况下请求它们重新启动。

10. 根据权利要求8或9所述的方法, 其中, 所述处理单元(104)至少确定: 以米为单位的步距; 所述步伐的持续时间(以秒为单位); 以步伐每分钟或spm为单位的频率; 以g表示的冲击加速度; 冲击非对称率(%); 距离非对称率(%); 和/或与针对每个变量呈现更高或更低的水平的腿有关的指标。

11. 根据权利要求8至10中任一项所述的方法, 包括以下阶段: 在所述测力跑步机(200)的所述屏幕(206)上向跑步者(913)显示关于所述不对称性和其他跑步参数的实时信息, 以达到产生积极生物反馈的目的。

12. 根据权利要求8至10中任一项所述的方法, 其中, 所述数据通过通信网络发送到服务器(105), 以便后续使用大数据分析进行研究, 或借由便携式设备或计算机等外部设备(106)向所述测力跑步机(200)进行查阅。

运动训练用测力跑步机

技术领域

[0001] 本发明的技术领域属于计算机化运动器材领域,确切地说,属于允许在体育运动期间进行仪表化、记录和监测生物力学响应的器材。

[0002] 本发明涉及根据权利要求1所述的测力训练跑步机。更确切地说,本发明的目的是一种集成系统,该集成系统用于收集、处理、分析和视觉呈现在跑步机上跑步时产生的生物力学效果,其借由使用安装在测力跑步机本身上的传感器连同用于装配MEMS(一种微机电系统-加速度计)的系统,使得为跑步者提供有关其性能的生物力学信息,以防止运动损伤。

背景技术

[0003] 跑步是全世界普遍实践的体育活动之一,也是最常见的运动方式之一。根据教育、文化和体育部的数据[MECD,2015],跑步是西班牙第四大实践活动,男性占14.4%,女性占11.9%。

[0004] 与跑步的众多好处对比鲜明的是,值得注意的是,这项活动的受伤率很高,因为每年经常外出跑步的人中会有40%到50%的人受伤。另一方面,重要的是要强调,在跑步期间,随着脚与地面或跑步机的每次接触,会发生一对称为冲击力的碰撞力。

[0005] 冲击力定义为在相对较短的时间段内参照两构件的运动之间碰撞所产生的力,其强度为体重的1.5倍至5倍。这种冲击力将由整个骨骼肌肉系统从头到脚传输、传播和吸收。此外,这些冲击与运动期间遭受应力性损伤的风险有关,因为从它在人体中产生的冲击来看,这些损伤被认为是最重要的机械应力类型之一。

[0006] 因此,在典型的30分钟跑步期间,可能回产生约500次冲击,或者随着每周累计32公里距离,跑步者可能会受到超过一百万次冲击。因此,由于存在过高的加速度冲击、每条腿的加速度冲击大小之间的不对称分布或减小加速度冲击所需的降低容量而导致承受应力性或过度劳力损伤的可能性。

[0007] 传统上,加速度计是用于记录跑步时的冲击的应用最广的技术。借由放置低质量惯性传感器,可以记录体节的加速或减速响应,从而测量体育锻炼/体育运动期间质量经历的速度变化,将每个负载记录为《g》或重力($1g=9.8m/s^2$)。

[0008] 在跑步期间记录的加速度冲击基本上由两个分量组成,一个是无源分量,另一个是有源分量。无源分量与冲击的严重程度和运动损伤的表象有关。有源分量代表运动员可以施加到地面以提高其效率或性能的力/加速度的大小。此外,从内部角度,每次脚与地面接触时产生的加速度冲击由高频或低频分量组成。

[0009] 如上所述,通过在跑步时使用加速度计,可以记录加速度冲击。跑步者的脚与地面接触的时间约为总时间的10%至12%之间,高频加速度分量被传送到身体,其呈现高负荷比。由于其大小(介于体重的1到5倍之间)和其较短的持续时间(介于脚接触地面25到50ms之间)而导致的这种减速度/力,高频加速度分量被认为是无源分量,运动员无法调节或自愿减小所述大小,肌韧带结构就会负责减少或吸收所述大小的结构,以防止其扩散到上部器官-例如头部-从而防止对控制器官造成破坏。

[0010] 换言之,在如此缩短的时间段内生成高频加速度分量,使得它不能借由肌肉活化的变化得以控制,由此无法在第一无源阶段通过肌肉控制体节旋转。

[0011] 一旦传输了与地面的第一毫秒的力/加速度,就会产生低频分量(也称为自愿分量)。低频分量大约在跑步者的脚与地面接触的时间的60%到75%之间发生,持续时间约为200ms。由于主动力/加速时间相对延长,它们被认为是低频分量,受跑步期间质心运动的影响,而这又受到跑步者的自愿动作的影响。这些低频分量通常俗称运动员为了或多或少快速跳跃或跑步而在地面上施加的力。

[0012] 迄今为止,所有使用加速度计分析跑步过程中加速度冲击的研究都会将传感器直接定位在运动员身上,生物反馈系统被用作执行运动的器材的外部元件。有各种发明和产品改进了测力跑步机的特征,包括位于所述跑步机的不同点和元件上的传感器。在大多数情况下,目的在于确定跑步者的位置,以便根据跑步者的速度调节跑步机的速度,或者甚至在跑步者跌倒时停止跑步机。

[0013] 在描述现有技术领域的文献中,我们有文献US2010093492A1,该文献使用接近传感器来检测跑步机附近是否存在可能干扰其操作的任何物体。另一方面,文献US7410449B2、US5368532、US7544153、US6572512B2和W02017/011464A1使用光学或红外波长传感器来检测跑步者的位置并允许跑步机的速度得以调节或者在跑步者停止跑步时停止它。

[0014] 文献W02019/030687描述了使用红外传感器来检测下段的长度变化,从而确定跑步周期期间的接触时相。相比之下,文献US5368532和US7101319描述了其中光学传感器由压力传感器代替以给予测力跑步机某些功能的解决方案。确切地说,跑步机的速度控制和自动停止是利用来自所述传感器的数据所获得的主要功能。

[0015] 文献W02017/011464A1和W02014/179707A1描述了用于监视运动表现的解决方案,通常通过对运动员自动激活的不同移动质量机器进行仪表化,从而允许记录举重期间施加的力,或者允许监测训练计划,以随后根据他们在外围应用中的运动能力/表现来呈现变量。类似地,文献W02017/011464A1提出了一种用于确定跑步者脚的位置的力平台系统。

[0016] 现有技术中并没有文献能说明传感器可用于确定提议中指出的参数,但传感器刻用于自动调节跑步机的速度,意在发生事故时停止它,以评估运动表现和类似应用。类似地,并没有文献能说明集成到跑步机中的计算机化运动系统可允许呈现加速度冲击的生物力学响应以及其他时空参数,而无需手动将器材放置在跑步者身上,其中,与信息的获取和处理有关的所有过程都是自动处理的,无需识别跑步者。

[0017] 通过在运动员身上(主要在胫骨和头部区域)定位加速度传感器,通过科学方式广泛研究跑步期间的加速度冲击。同样,已经证明,为跑步者提供关于其加速度冲击水平的实时信息,他们已经能够减少最大加速度值,以及双腿之间加速度分布的任何可能的不对称性,从而使跑步技术更有效或更经济。这种反馈过程称为生物反馈,可通过听觉或视觉方式提供。生物反馈的实施是减少冲击、不对称性和改善跑步效率的有效措施。

[0018] 生物反馈允许跑步者改善生物力学响应并防止可能的运动损伤。然而,利用当前技术,该方法的实施涉及(a)将具有加速度传感器的器材手动地放置在跑步者身上,以及(b)开发允许所述加速度计通过电缆或无线方式的外部应用,从而导致生物反馈变得一种有趣,却难以使用的技术资源。正是由于这个原因,只有专门研究运动生物力学的中心机构

才能应用所述程序,使得一般的跑步者群体难以使用具备这些特征的系统。

[0019] 现有技术中尚无这种跑步机,它能集成加速度传感器,为跑步者提供生物反馈,不使用必须附接到跑步者四肢的加速度传感器,而这会极大地使其实际使用复杂化,从而将这些传感器限制在具有有限数量的受试者的实验或科学研究中。确切地说,现有技术的传感器用胶带附接到四肢,通过电缆将信号传输到数据收集单元。该单元随后借由某种无线协议将数据发送到计算设备,该计算设备允许分析所述数据。该分析通常是离线进行的,这阻止了提供上述生物反馈的实时研究。此外,将传感器附接到跑步者身上跑步而进行体育锻炼是非常不方便的:胶带的压力,将传感器连接到数据收集单元的吊索,便携式数据单元在跑步期间的附件和重量。这使得普通用户在其日常跑步活动中使用这些设备是不方便的。

[0020] 类似地,由于计算机化运动系统固有的技术和程序限制,实时获取、处理、分析和呈现数据的过程会产生困难。因此,由于在专业人员需要帮助加速度计的附接以及获取、处理、分析和呈现跑步期间加速度冲击的生物力学响应的过程中存在的限制,无论是从专业还是休闲角度,都无法向任何类型的跑步者提供所述信息的访问权限。

发明内容

[0021] 本发明的一个目的在于提供一种运动训练用测力跑步机,其允许在实时跑步期间获取、处理、分析和呈现生物力学响应,其克服了现有技术中所述的限制。该目的通过权利要求1所述的本发明得以实现。其他独立权利要求描述了本发明的其他方面。构成本发明的不同方面的优选或特定实施例在从属权利要求中有所描述。

[0022] 本发明的另一目的在于监视由于脚和地面之间的接触而产生的与高频分量有关并与运动损伤相关的生物力学响应。该监视为运动员提供关于其机械响应所需的信息,从而省去了与运动表现相关的有源分量。

[0023] 本发明的另一目的在于使用先前监视的信息来提取时空性质的其他变量-跑步频率、步长、腿或其他部位之间的不对称性-这能让跑步者快速且简单地了解其生物力学响应,从而允许其调整技术执行,从而调整其响应,以防止与不对称性或过度加速度冲击相关的损伤。

[0024] 本发明借由在测力跑步机上跑步期间使用加速度传感器来实时地促进加速度冲击的处理、分析和显示/视觉呈现。此外,使用计算机化系统来分析加速度冲击,换言之,并行生物反馈的应用,允许跑步者的无意识适应,从而产生冲击及其加速度减少等益处,以及改善跑步效率等行为。此外,借由这些加速度计信号,可以计算允许评估其他跑步缺陷的其他参数。类似地,将来可以使用大数据分析和自动学习(机器学习)来自动研究加速度数据。

[0025] 更确切地说,在本发明中,IT系统集成到跑步机中,且不使用需要附接到跑步者四肢上的传感器。此外,集成到跑步机中的IT系统允许向用户提供关于在跑步时接收的机械应力的可靠且即时的数据,而无需在运动员上安装其他仪器。所有这些都是通过实时跑步时的生物力学响应的采集、处理、分析和呈现来实现的。为此,本发明包括用于获取和处理来自传感器的信号的单元、用于投影/观察的系统、用于控制测力跑步机的变量(速度和倾斜度)的界面以及两到四个加速度传感器,而不排除其他记录在跑步过程中对地面冲击的被动响应的传感器(例如,测力传感器)。

[0026] 用于获取和处理的单元将具有编程系统,该系统将允许捕获和处理来自接收到的信号的数据,该信号是由跑步者在跑步机上跑步时引起的冲击产生的。该单元将收集来自传感器(加速度信号)和测力跑步机(跑步机的速度、由跑步者输入系统的倾斜度和生物物理学特性)的信息,该信息先前由跑步者输入界面。该界面将用于操纵测力跑步机的速度和倾斜度,以及用于输入跑步者的生物物理学特性,不包括所述非强制性或非排他性的信息。

[0027] 投影/观察系统将用于表示从装配到测力跑步机上的传感器收集到的信息和基于这些信号计算得出的变量,从而通过与跑步机相关联的屏幕上的图形界面向用户提供视觉反馈。

[0028] 传感器(在本文中的一个实际实施例中将有两个,在本文中的另一实际实施例中将有四个)将被牢固地安装到测力跑步机的下方,该测力跑步机与运动员跑步所在的板相连。这些传感器将通过电缆直接与采集和处理单元相连,从而使它们可以由同一单元供电,而无需由用户定期从外部充电的电池。

[0029] 本发明描述了克服当前加速度计系统的限制的方法,该方法为用户提供生物反馈,其中,加速度计传感器位于测力跑步机本身中,且其中,信号在同一设备内处理。这意味着如下若干显着好处:(a)无需将传感器放置在跑步者身上,从而极大地简化了信号的测量,并能立即获得与跑步相关的反馈;(b)无需体验放置并使用传感器,因为测力跑步机将提供测量、处理和为跑步者提供关于其跑步参数的反馈所需的一切;(c)由于用户无需佩戴任何传感器或可穿戴捕获设备,因此增加了用户的便利;(d)测量精度可以是统一的,因为这些传感器可以在制造过程中进行校准,从而在设备的所有使用过程中提供统一测量;(e)处理设备可以包括在测力跑步机本身中,无需任何其他外部计算设备;(f)生物反馈系统可以集成到测力跑步机本身中,从而只需利用触摸屏,这在这种类型的设备中很常见;(g)无需为传感器或系统的电源充电,因为传感器将连接到处理单元,且将由跑步机自身的电流供电;(h)它允许对跑步者在跑步机上跑步时获得的加速度冲击进行实时分析;(i)处理单元将通过分析记录的信号检测时空变量和加速度冲击的不对称性;(j)系统将不需要事先识别跑步者的正确操作,因为系统将安全地集成到跑步机中;(k)系统将实施大数据的在线处理,以通过自动学习(机器学习)检测模式和校正。

[0030] 由其权利要求限定的本发明向用户提供关于其在跑步或行走时所接收的机械应力的可靠且即时的数据。数据会自动处理,无需在运动员身上使用其他仪器,并提供直接集成到跑步机屏幕中的呈图形形式的信息。在所提供的基本信息中,本发明处理每条腿的最大冲击,以及每条腿的冲击之间的差异。

[0031] 因此,借由图形和消息或音频警报的视觉和听觉表示,每个用户将知道在其跑步或行走时接收到的机械压力或者每条腿之间接收到的冲击是否均等。如果不是这种情况且所接收的冲击过大和/或左腿和右腿之间的冲击差异超过某个阈值,则系统将通知用户以便其可以尝试减少这些参数。因此,这导致在活动间接收到的冲击或应力被广泛实践且有益于健康,因为跑步并没有那么严重,而是具有更好的双向横向荷载分配,从而使用户更安全且更有效地跑步。

[0032] 在整个说明书和权利要求书中,《包括》一词及其变体并不旨在排除其他技术特征、组件或步骤。对于本领域技术人员而言,本发明的其他目的、益处和特征将部分地从本发明推导出,部分地从使用本发明推导出。以下示例和附图是以举例说明的方式提供的,并

不意味着限制本发明。此外,本发明涵盖了本文所述的特定和优选实施例的所有可能组合。

附图说明

[0033] 以下简明扼要地描述了一系列附图,这些附图有助于更好地理解本发明,且明确地涉及所述发明的一个实施例,其被示出为其非限制性示例。

[0034] 图1示出了作为本发明目的的用于收集、处理、分析和视觉呈现集成到运动训练用测力跑步机中的集成系统的简化方框图。

[0035] 图2示出了作为本发明目的的运动训练用测力跑步机的透视图。图3示出了图2的跑步机的侧视图,其中,其中一个侧盖已被移除以便能更好地观察跑步机的内部元件。图4示出了图2和图3的跑步机的俯视图,其中,盖、保护装置和皮带已被移除,从而能在具有四个传感器的实施例中观察传感器在皮带上的布置。图5示出的图像与图4相同,但仅具有两个传感器。

[0036] 图6示出了作为本发明目的的MEMS传感器的第一支撑部分的视图,其构成了系统的一部分。图7示出了作为本发明目的的MEMS传感器的第二支撑部分的视图,其构成了系统的一部分。

[0037] 图8示出了作为本发明目的的用于收集、处理、分析和视觉呈现安装到运动训练用测力跑步机中的集成系统的简化方框图。

[0038] 图9示出了作为本发明目的的说明由处理单元执行的计算算法的框图,该处理单元集成到运动训练用测力跑步机中。

[0039] 图10和图11分别示出了来自每个传感器(用于双传感器选项)的加速度计信号,其指示所述加速度计信号的主要步骤和到频域的变换以获得主要谐波及其左右步伐之间的不对称性。

具体实施方式

[0040] 如在附图中可以看到的,本发明的目的是一种运动训练用测力跑步机(200),其集成了系统(100),该系统被配置为用于在跑步机(200)上跑步时收集、处理、分析和视觉呈现运动员的生物力学响应。系统(100)执行用于在测力跑步机(200)上跑步时收集、处理、分析和视觉呈现运动员的生物力学响应的方法或程序(700)。

[0041] 本发明的测力跑步机(200)的一个好处在于MEMS加速度传感器(101)借由支撑件(300)附接到测力跑步机本身(200),无需将外部传感器仪器放置在运动员身上,并允许通过设置在测力跑步机本身上的屏幕(206)对运动进行评估和/或实践,并将有关所采取活动的生物力学响应的信息提供给任何类型的人-而不一定是负责其解释的专业人员。此外,借助于电缆(102)将MEMS加速度传感器(101)与数据捕获单元(103)及数据处理单元(104)相连,使得能够将电力提供给整个系统(100),从而无需使用替代电池等其他电源。

[0042] 作为本发明目的的测力跑步机(200)包括标准滚动带,其中安装了一组MEMS加速度传感器(101),每个传感器(101)集成在单个支撑件或紧固件(300)中。下面将参考图6和图7更详细地描述支撑件(300)

[0043] 测力跑步机(200)包括平整表面(211),其通常是高密度木板,滚动带(212)会在其上滑动。该平整表面(211)借由减震器(213)连接到测力跑步机(200)的结构,并在使用测力

跑步机(200)期间接收跑步者的冲击。滚动带(212)是一种环形带,其通过平整表面(211)上方和下方且连接到前部中的马达以及在后部中具有张紧系统的轴。在平整表面(211)和带(212)(其沿与上部相反的方向移动)的下侧之间存在一种空间,MEMS加速度传感器MEMS(101)就装配在其中。MEMS加速度传感器(101)借由上述支撑件(300)共同连接到平整表面(211)。MEMS加速度传感器(101)和其各自的电缆(102)位于包括在平整表面(211)的上部和下部之间的空间与滚动带(212)的返回中,如图2至图5中最佳所示。

[0044] 支撑件(300)的设计允许在跑步机(200)的平整表面(211)冲击期间产生的能量被MEMS加速度传感器(101)捕获,这些被记录为传感器(101)中的正加速度,且与跑步者四肢中的反加速度成反比。

[0045] 尽管平整表面(211)是高密度板,会导致跑步者在跑步机(200)上的冲击能量在很大程度上传递到其整个表面上,但是平整表面(211)上承受的垂直加速度在靠近跑步者着地区的区域将会更大。因此,在平整表面(211)中包括各种MEMS加速度传感器(101)允许所述平整表面(211)的每个区域中所受的加速度得以确定,因此分别确定每条腿所受的加速度(右-左)。

[0046] 本发明提出了两种用于MEMS加速度传感器(101)的实际实施例。在第一实际实施例(图4)中,包括四个MEMS加速度传感器(101),在平整表面(211)的前部和后部两两分布。每对MEMS加速度传感器(101)等距地位于平整表面(211)的中心和侧面(左侧或右侧)之间。具有四个传感器的该实际实施例允许针对每条腿(右腿或左腿)的着地和起跳记录加速度计信号,从而允许在先前信号的处理中分析这些参数。

[0047] 另一方面,通过使用两个MEMS加速度传感器(101)可以使用更简单的配置(图5),这两个MEMS加速度传感器装配在平整表面(211)的下侧,也位于其边缘和中心之间。该配置仅分别允许针对每条腿的着地记录加速度计信号。虽然信号的数量较少,但它降低了系统的复杂性和成本,且对于某些参数的获得同样有效。

[0048] 如上所述,每个MEMS加速度传感器(101)位于由连接在一起(图6和图7)的两个部分(301,302)组成的单个支撑件(300)中。第一部分(301)由支撑件本身组成,其中,MEMS加速度传感器(101)容纳(图6中未示出)在桥接件(301a)中,该桥接件形成为使得平整表面通过,该平整表面的加速度能够测得。因此,该部分允许插入MEMS加速度传感器(101),从而允许输出测量和加速电缆(102)。第一部分(301)还防止MEMS加速度传感器(101)在物体(与其连接的测力跑步机(200))移动的面中移动。类似地,由于其刚性,其运动与表面结合,该表面的加速度记录在三个笛卡尔轴上。

[0049] 为防止在紧固过程(301b)中桥接件(301a)弯曲且防止MEMS加速度传感器(101)因移动和冲击表面而能够移动,甚至导致MEMS加速度传感器(101)与支撑件(300)分离,如图7所示,向该支撑件添加矩形调整零件(302),并将其引入支撑件(300)的右部,从而当支撑件拧进(302a)表面时被紧固。因此,MEMS加速度传感器(101)紧固在第一部分(301)的左部和矩形调整零件(302)之间。

[0050] 图8示出了系统(100)的一般操作,该系统被配置为用于在测力跑步机(200)上跑步时收集、处理、分析和视觉呈现运动员的生物力学响应。因此,被配置为用于在测力跑步机(200)上跑步时收集、处理、分析和视觉呈现运动员的生物力学响应的系统(100)至少包括一个存储器、数据处理单元(104)、屏幕(206)、数据捕获单元(103)和多个MEMS传感器

(101) 以及一个或多个程序或程序, 该多个MEMS传感器借由支撑件(300)附接到测力跑步机(200), 该一个或多个程序或程序包括多个指令, 当它们由处理单元(104)执行时, 使系统执行图8所述方法。

[0051] 系统(100)的好处之一在于它不需要引入运动员(201)的个人数据, 但是不排除, 如果运动员包括所述参数(例如, 诸如质量、身高、性别等变量), 则处理单元(104)能够随后发送这些参数。无需引入参数, 任何用户都可以启动(202)测力跑步机(200)、配置期望的速度和倾斜度(203)。

[0052] 设置在其各自的支撑件(300)中的MEMS加速度传感器(101)借由电缆连接(102)将未处理的数据传输到数据捕获单元(103), 该数据捕获单元又包括具有用于发送和接收数据的各种端口的微控制器、一个或多个存储器以及一个或多个程序或程序, 该一个或多个程序或程序包括多个指令, 当它们由微控制器执行时, 使得数据捕获单元(103)执行以下过程: (a) 它在测力跑步机初始化(200)时和每次跑步开始时(204), 初始化和校准设置在其各自的支撑件(300)中的MEMS加速度传感器(101); (b) 它过滤(208)由每个MEMS加速度传感器(101)发送的信号(207), 以最小化噪声和干扰; (c) 它暂时同步(208)来自MEMS加速度传感器(101)的加速度计信号, 以将它们作为整体发送(209)并分组到所述数据处理单元(104)中; 以及(d) 监视(213)来自MEMS加速度传感器(101)的数据, 以在其中任何一个出现问题或读数失败的情况下请求它们重新启动。

[0053] 来自数据捕获单元中先前滤波的加速度计信号的数据流被联合且同步地(209)发送到处理单元(104)中。处理单元(104)接收信息(210)且得以配置, 因为它可以是独立的处理器或者可以由测力跑步机(200)的控制系统过程(205)仿真。

[0054] 在其独立的情况下, 测力跑步机(200)的控制系统(205)应为处理单元(104)提供(211)某些参数, 例如跑步机(200)的速度或倾斜度, 这是正确计算(212)在向跑步者或生物反馈的信息反馈中显示的值所需的。

[0055] 处理单元(104)从测力跑步机(200)的数据捕获单元(103)和控制系统(205)接收数据(210), 整合数据(211), 分析数据(212)且发送(213)基于来自MEMS加速度传感器(101)的加速度计信号和测力跑步机(200)的控制参数而生成的所有感兴趣的参数。其中, 并且以非限制性方式, 处理单元(104)至少确定: 以米为单位的步距; 步伐的持续时间(以秒为单位); 以步伐每分钟或spm为单位的频率; 以g表示的冲击加速度; 冲击非对称率(%); 距离非对称率(%); 和/或与针对每个变量呈现更高或更低的水平的腿有关的指标。

[0056] 图9示出了由仿真处理单元(104)的测力跑步机(200)的控制系统(205)执行的不同参数的计算过程。所有这些都基于由MEMS加速度传感器(101)捕获的加速度计信号, 该MEMS加速度传感器被数据捕获单元(103)过滤(208)并发送(209, 901)到数据处理单元(104)。该图特定于具有图5中所示出的两个MEMS加速度传感器(101)的系统, 但是可扩展到配备有图4中所示出的四个MEMS加速度传感器(101)的系统。

[0057] 基于来自左(AcL)和右(AcR)MEMS加速度传感器的AcL和AcR加速度计信号, 计算感兴趣的参数。首先, 检测每个信号(902)中的步伐的峰值。假定每个加速度计信号捕获左步伐和右步伐, 最初, 确定对应于每个传感器(902)的步伐, 然后消除对应于相反信号(903)的步伐。因此, AcL信号仅考虑左脚的步伐, 而AcR' 信号仅考虑右脚的步伐。

[0058] 下面, 计算每个步伐的最大左(p_L)和右(p_R)加速度峰值。图10示出了两个加速

度计信号 (p_L 和 p_R)，每一信号示出了对应于所述传感器的步伐，这将于其余的计算阶段 (905-907) 和 (909-912)。

[0059] 基于 AcL' 、 AcR' 、 p_L 和 p_R 信号，获得左 (d_m_L) 和右 (d_m_R) 腿的步伐的平均持续时间 (905) 以及双腿之间的不对称性 (d_m_A)。按同样的方式，计算 (906) 左 (s_m_L) 和右 (s_m_R) 腿的每分钟步伐频率和不对称性 (s_m_A)。随后，计算 (907) (g) 中测得的每个 s_{a_L} 和 s_{a_R} 步伐的平均加速度的平均值，及其不对称性 $s-a-A$ ，

[0060] 要计算 (909) s_{l_L} 和 s_{l_R} 步伐的平均距离及其不对称性 (s_{l_A})，需要带的速度 (t_s)，该带的速度 (t_s) 由测力跑步机 (200) 的控制系统 (205) 提供 (908)。

[0061] 在频域中计算其余感兴趣的参数。首先，处理每个信号中的每个步伐 (在窗口中) 以保证多个样本中的所有步伐的长度相等且导致相同的光谱分辨率。借由傅里叶变换将在窗口 $w_{AcL'}$ 和 $w_{AcR'}$ 中处理的信号移动 (911) 到频域，获得 $F_{AcL'}$ 和 $F_{AcR'}$ 。图11示出了频域中的这两个信号。基于这些 $F_{AcL'}$ 和 $F_{AcR'}$ 信号，确定跑步的最重要的谐波和双腿之间的不对称性 (912)。

[0062] 最后，在测力跑步机 (200) 的屏幕 (206) 上向跑步者 (913) 显示关于不对称性和其他跑步参数的实时信息，以达到产生积极生物反馈的目的。以相同的方式，数据通过通信网络发送到服务器 (105)，以便后续使用大数据分析进行研究，或借由便携式设备或计算机等外部设备 (106) 向测力跑步机 (200) 进行查阅。

[0063] 总之，针对右腿和左腿计算所述不同参数，确定双腿之间的不对称性的平均值和值。使用测力跑步机 (206) 的屏幕合成并以图形形式显示参数，从而为跑步者提供上述生物反馈。同样地，根据用户提供的测力跑步机 (年龄，质量，身高或任何其他) 和所选择的跑步/行走速度的信息，将基于可用的科学证据计算健康冲击/加速度范围。因此，如果用户超过所述水平，则系统本身将显示其加速度图以及指标，该指标指示其应尝试降低冲击/加速度水平 (生物反馈)。

[0064] 加速度计信号和在每个训练课程中计算的参数都通过互联网与用户的数据一起发送到服务器 (105)。这能让用户随后将其数据下载到任何跑步机上，从而分析其跑步技术随时间的进展。同样地，这些数据可以在计算机或便携式设备 (106) 上下载和视觉呈现，使得用户可以始终访问其参数的研究，从而增加其跑步的改进。类似地，由于存在来自服务器上可用的多个用户的储存库，因此可以执行大数据研究，从而允许在跑步者的学习过程中获得新参数或估计 (通过使用机器学习技巧)。该信息可以显示在跑步机屏幕本身上或用户的电子设备上。

[0065] 作为高动态范围 (HDR) 传感器的功能

[0066] 测量用于该应用的加速度计信号所面临的问题之一是根据用户正在行走 (较窄的加速度计信号带宽) 或跑步 (较宽的加速度计信号带宽) 所得的信号带宽的最大范围。这会在最大情况下 (用户跑步) 强制调整传感器的动态裕量，从而在用户在带上行走时导致传感器的低分辨率。

[0067] 第二个功能包括复制传感器，以增加在带上测量的加速度计信号的动态裕量。在这种情况下，同时处理两组传感器读数。调整一组以使用高值峰值加速度，调整另一组以获得较低加速度水平。所有传感器都将精确校准。

[0068] 始终使用具有较低最大值 (更精确) 的传感器进行测量，如果运动员的活动在一段

时间内导致测量饱和(通过超过传感器的最大阈值),则将继续进行来自较高阈值传感器的读数,从而允许测量加速度计信号中的高动态范围(HDR)。

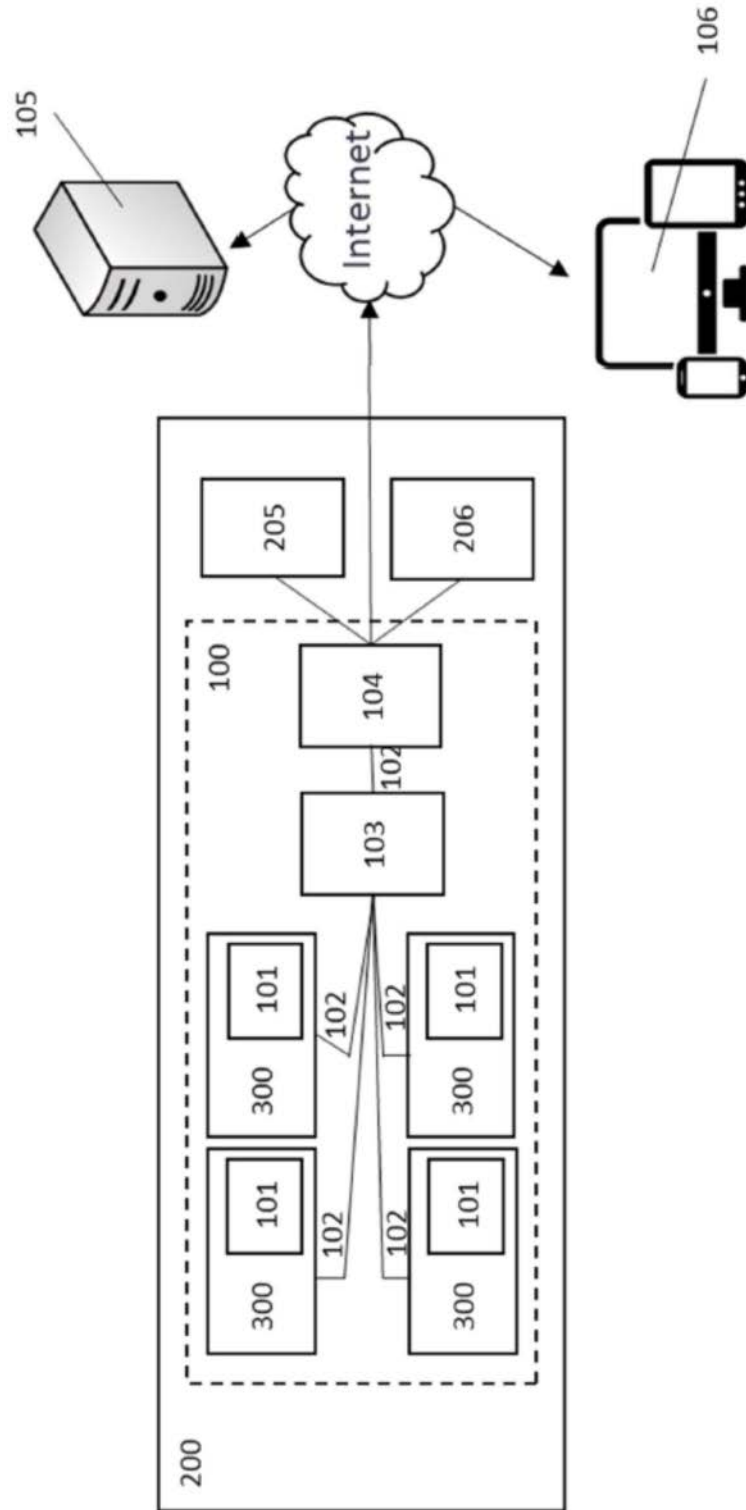


图1

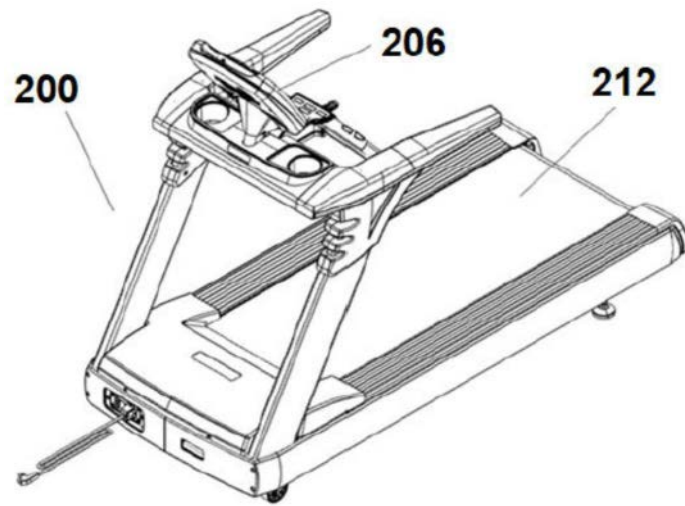


图2

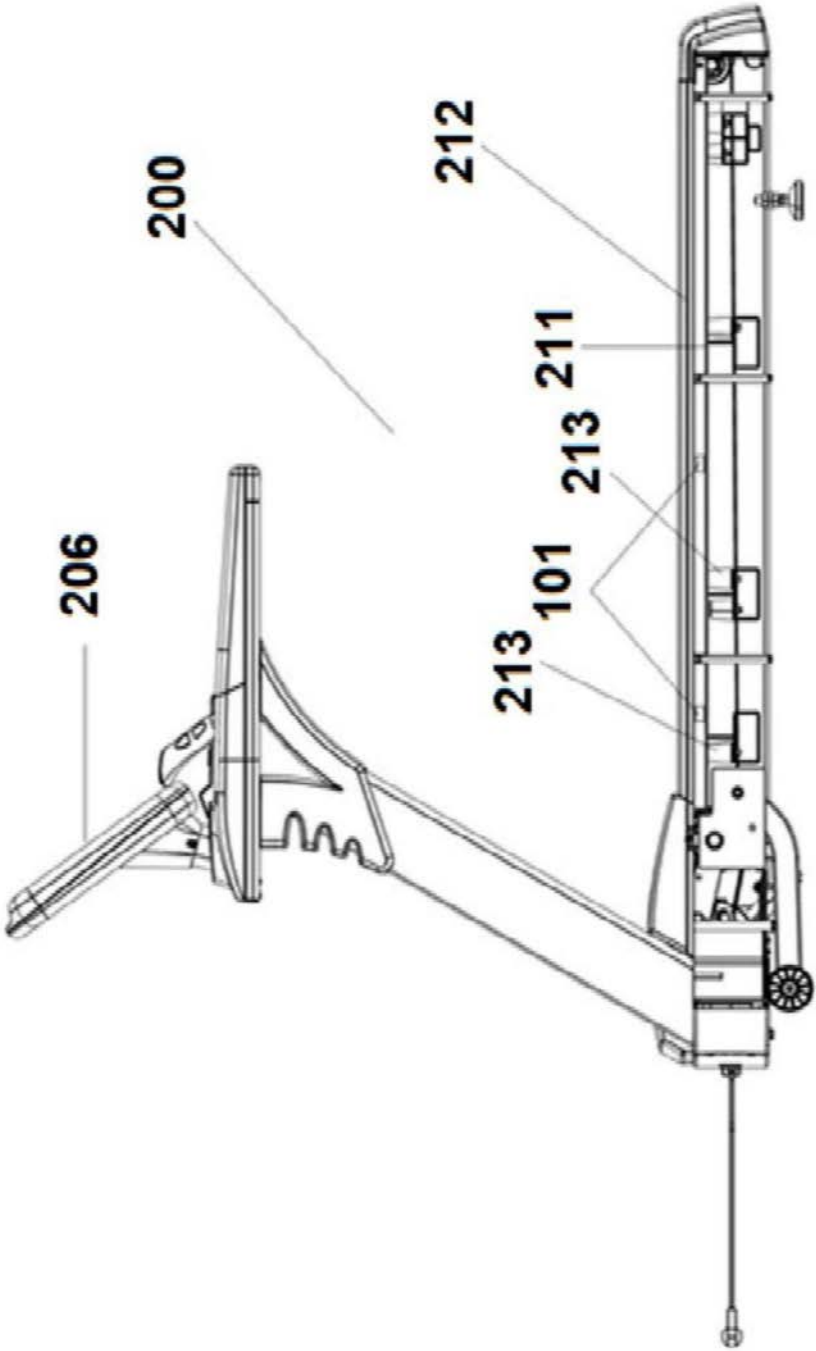


图3

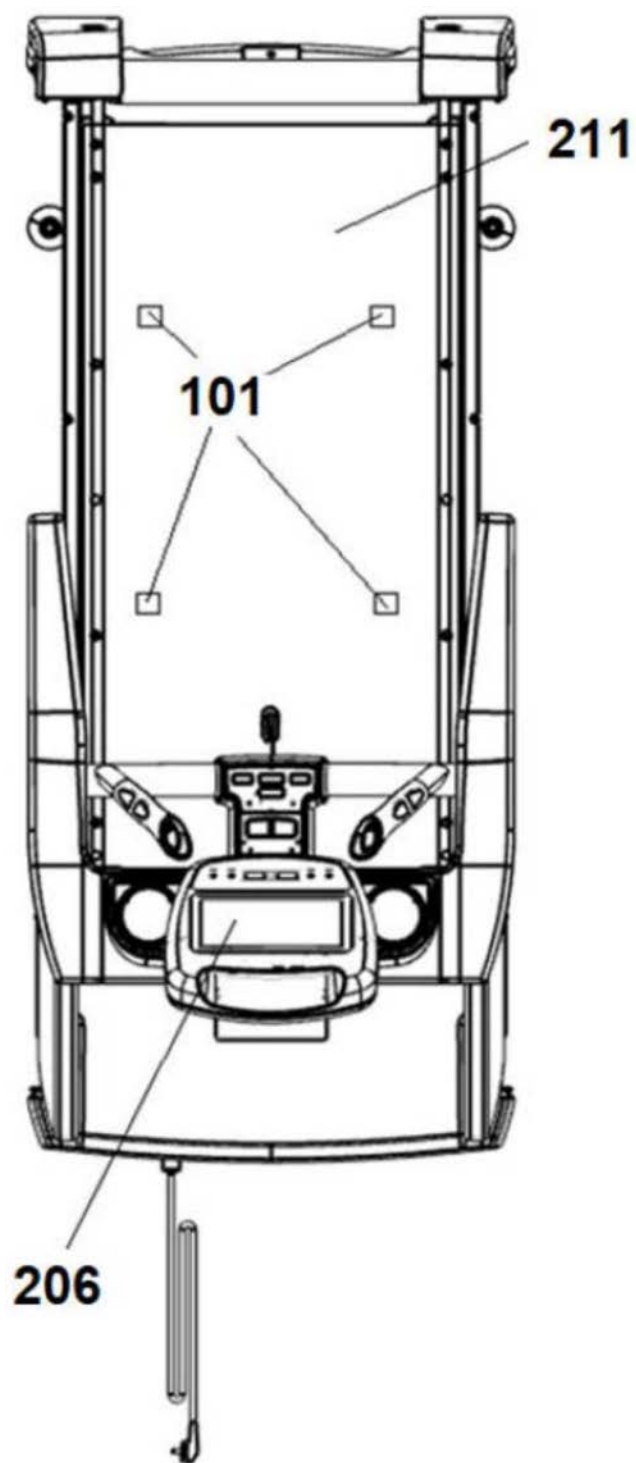


图4

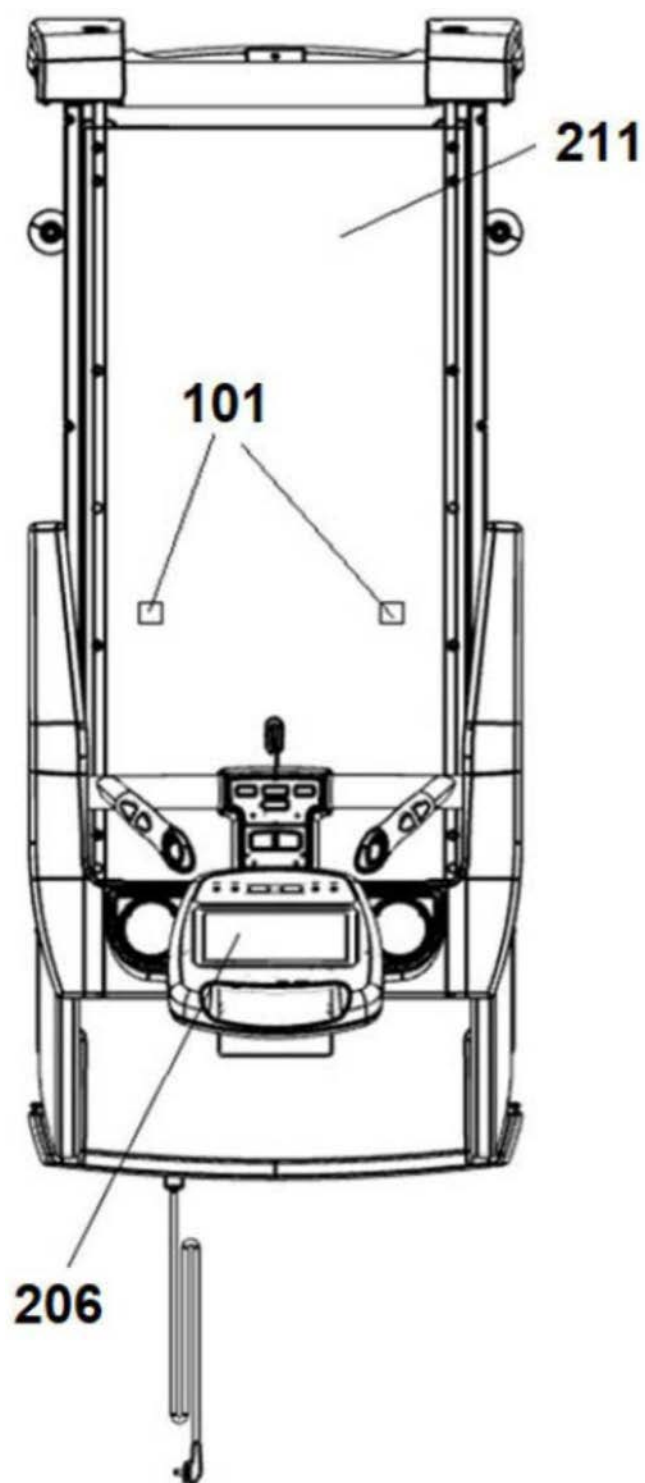


图5

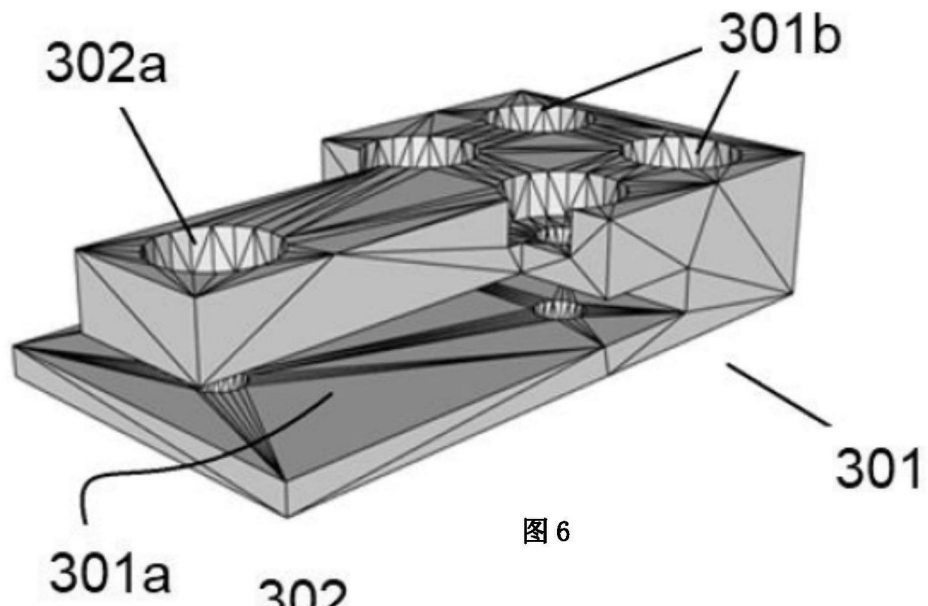


图 6

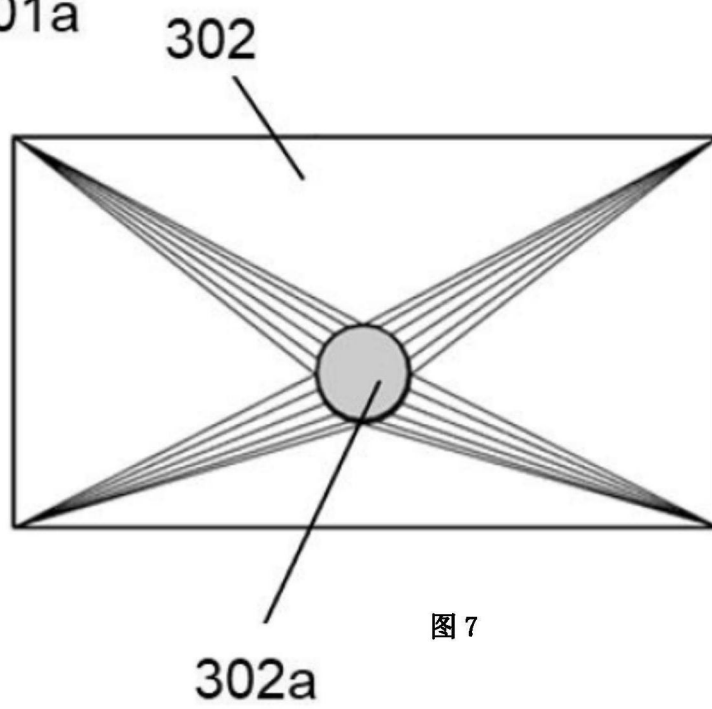


图 7

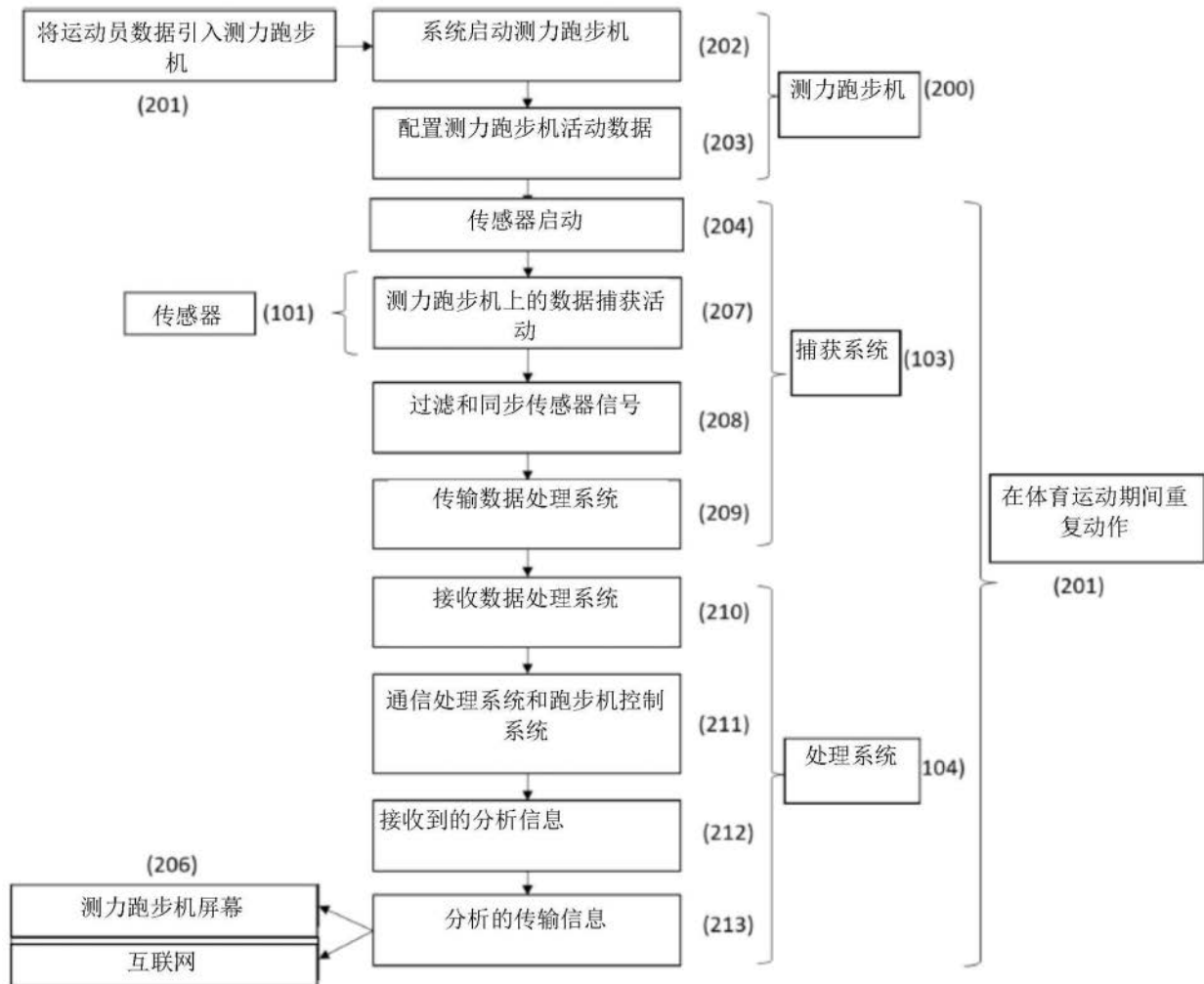


图8

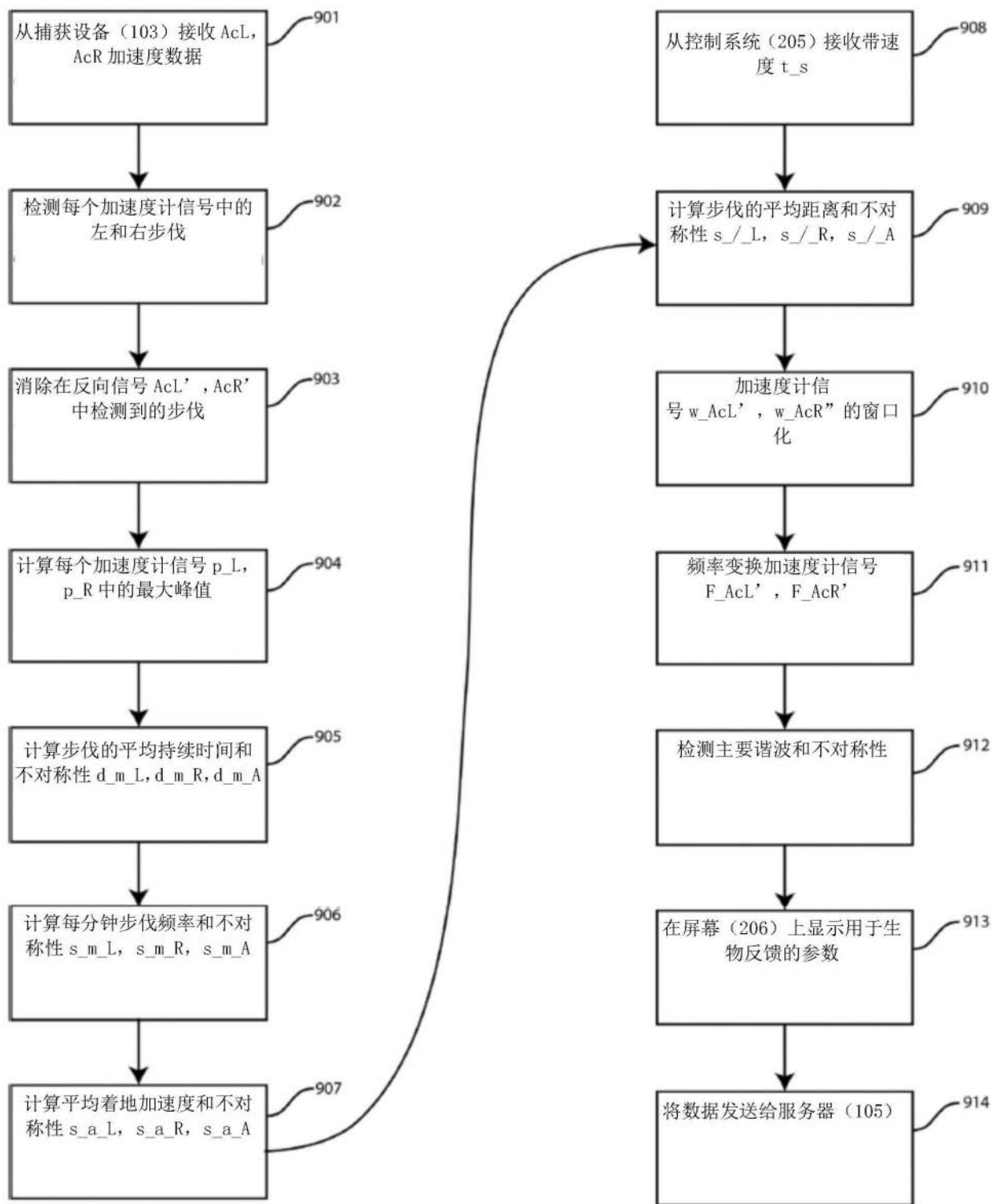


图9

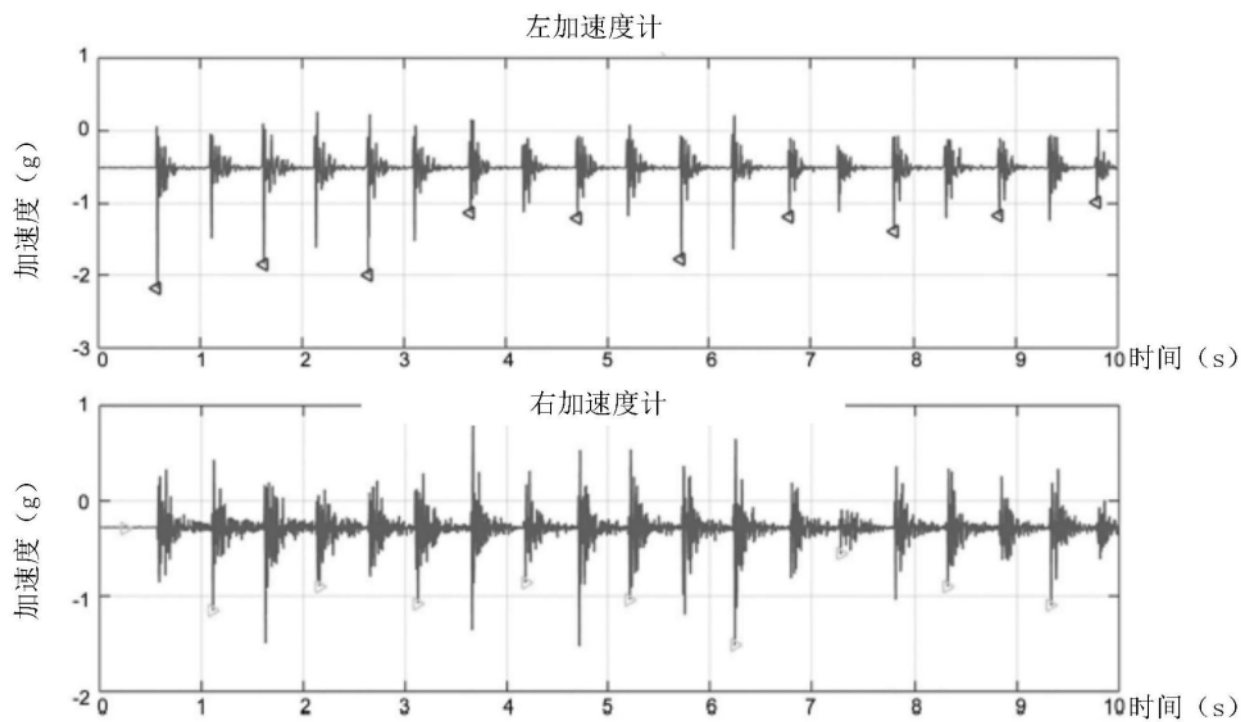


图10

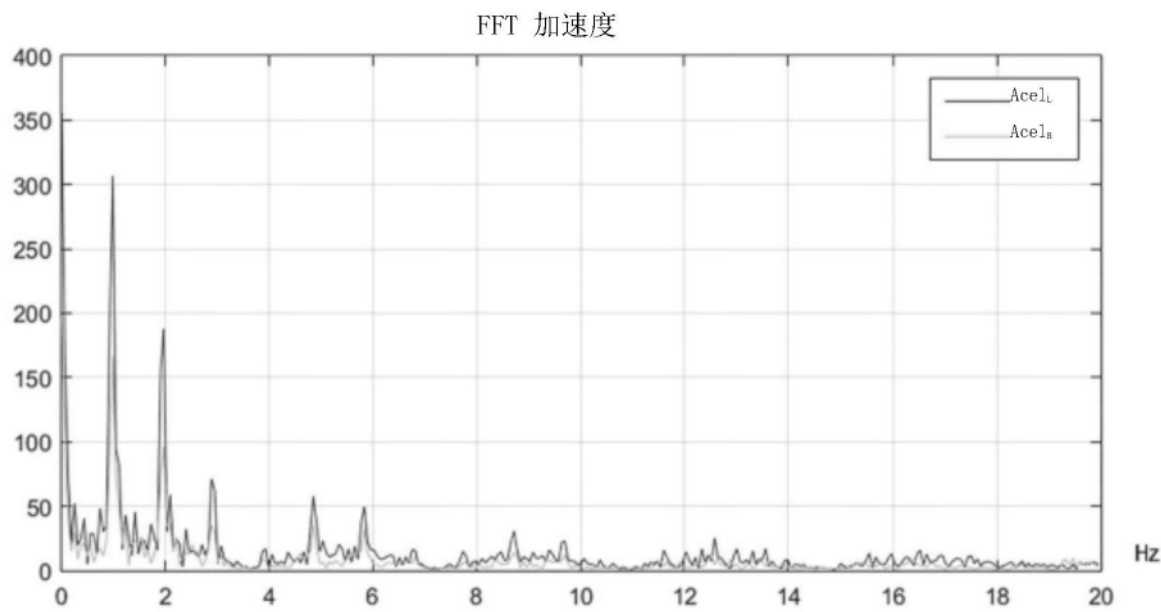


图11