

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710024290.3

[51] Int. Cl.

A43B 5/06 (2006.01)

G01L 5/00 (2006.01)

[43] 公开日 2008年2月6日

[11] 公开号 CN 101116561A

[22] 申请日 2007.7.25

[21] 申请号 200710024290.3

[71] 申请人 中国科学院合肥物质科学研究院
地址 230031 安徽省合肥市西郊董铺智能所
1130 号信箱

[72] 发明人 孙怡宁 杨先军 周旭 杨新刚
撤涛

[74] 专利代理机构 安徽省合肥新安专利代理有限责
任公司
代理人 赵晓薇

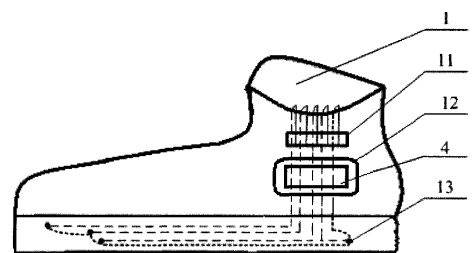
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 4 页

[54] 发明名称

基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋

[57] 摘要

本发明涉及基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋，其中电子器件为带有压力传感器的鞋垫和与其电连接的接口，鞋垫的前端、前掌两侧和后端处分别置有一只以上的压力传感器，压力传感器与接口电连接，用于将来自脚底的不同部位处的压力转换成电信号；信息采集传输部件包含左信息采集部件、右信息采集部件和信息中转部件，用于收集来自左、右跑鞋中电子器件的压力电信号，并对其进行中转发送；手持终端部件用于对来自信息采集传输部件的信号进行处理，以获得柔性阵列压力传感器的数字跑鞋于使用中的动态的步伐特征，该方法分无线实时监测实时分析或有线实时监测离线分析两种情况；本发明能深入了解运动员的步姿状态，为教练员制定训练计划提供可靠依据。



1、一种基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋，包括左、右跑鞋和置于其内的电子器件，以及附于运动员人体上的信息采集传输部件与电源，其特征在于：

(a) 所说左、右跑鞋为跑鞋(1)，所说电子器件为跑鞋(1)中置有的鞋垫(13)和与其电连接的接口(11)，所说鞋垫(13)的前端、前掌两侧和后端处分别置有一只以上的压力传感器(14)，所说压力传感器(14)与所说接口(11)电连接，用于将来自运动员脚底的不同部位处的压力转换成电信号；

(b) 所说信息采集传输部件包含左信息采集部件(4)、右信息采集部件(3)和信息中转部件(6)，用于收集来自运动员跑鞋(1)中电子器件的压力电信号，并对其进行中转发送；

所说左信息采集部件(4)与右信息采集部件(3)的构成相同，均由相互电连接的A/D转换器、单片机、无线发射器和电源构成，其中，A/D转换器的型号为DS0703，其输入端与接口(11)、输出端与单片机的输入端电连接，单片机的输出端与无线发射器电连接，无线发射器与信息中转部件(6)无线电连接，以形成第一无线链路(5)，用于将运动员跑鞋(1)不同部位的压力电信号转换成数字信息，并将其存储和/或转发至信息中转部件(6)；

所说信息中转部件(6)由无线接收发射器和与其电连接的电源组成，其中，无线接收发射器的无线接收器与左信息采集部件(4)、右信息采集部件(3)的无线发射器无线电连接，以形成第一无线链路(5)，无线接收发射器的无线发射器与手持终端部件(8)的无线接收器无线电连接，以形成第二无线链路(9)，用于实时地中转来自左信息采集部件(4)和右信息采集部件(3)的信息；

(c) 所说基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋还包括手持终端部件(8)，所说手持终端部件(8)由相互电连接的无线接收器、带有显示器(7)的单片机MCU和按键组成，用于处理并实时显示来自信息中转部件(6)的信息，以获得运动员所穿跑鞋(1)于使用中动态的步伐特征，手持终端部件(8)

与上位计算机经第二线缆（10）电连接，用于分析、处理批量的数字信息。

2、根据权利要求1所述的基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋，其特征是：所述的压力传感器（14）为4~10只，其型号为YLFS0701。

3、根据权利要求1所述的基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋，其特征是：所述的接口（11）为排针式插头或插座。

4、根据权利要求4所述的基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋，其特征是：所述的左信息采集部件（4）与右信息采集部件（3）均配接有USB接口，用于经第一线缆（2）直接与手持终端部件（8）电连接。

5、根据权利要求1所述的基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋，其特征是：所述的左信息采集部件（4）与右信息采集部件（3）均经自粘带（12）与跑鞋（1）的外侧面固定连接，所述的信息中转部件（6）经自粘带（12）固定连接在运动员手臂上。

6、根据权利要求1所述的基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋，其特征是：所述的左信息采集部件（4）与右信息采集部件（3）的构成相同，或由相互电连接的前置放大器、无线发射器和电源构成，其中，前置放大器的输入端与接口（11）、输出端与无线发射器电连接，无线发射器与信息中转部件（6）无线电连接，以形成第一无线链路（5），用于将运动员跑鞋（1）不同部位的压力电信号转发至信息中转部件（6）。

7、根据权利要求1所述的基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋，其特征是：所述的手持终端部件（8）或由相互电连接的无线接收器、A/D转换器、带有显示器（7）的单片机MCU和按键组成，其中，A/D转换器的型号为DS0703，用于处理并实时显示来自信息中转部件（6）的信息。

8、一种使用基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋的检测方法，其特征在于：该方法分无线实时监测实时分析或有线实时监测离线分析两种情况；

无线实时监测实时分析是：开启手持终端部件（8）后进行初始化设置，

完成准备工作开始运动后，实时监测分析单个或多个运动员在单位距离的运动情况并通过手持终端部件（8）实时分析显示，得到运动员的运动参数；

有线实时监测离线分析是：连接手持终端部件（8）与计算机后进行初始化设置，完成准备工作开始运动后，记录单个或多个运动员在单位距离的运动情况，训练结束后将数据读取到计算机中进行详细的数据分析；

手持终端部件（8）与计算机能够单独工作，即在训练时使用手持终端部件（8）能够进行无线实时监测实时分析，训练结束后使用计算机能够进行有线实时监测离线分析。

基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋

所属领域 本发明涉及体育训练自动化领域，特别涉及基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋。

背景技术 在田径项目中，我国在女子中长跑和竞走、男子 110 米高栏等小项上具有一定的基础，在多次奥运会和世界田径竞标赛上取得优异成绩。但田径是欧美国家的传统项目，即便是在我国的强势小项目上，我们也谈不上有多少优势，最多只能说具有世界先进水平，更别提众多的其它田径项目了。

目前田径科学化训练手段比较单一，除了常规的生理生化指标的监控、专项能力锻炼与提高外，主要靠高速影像解析系统来获得训练过程的运动学信息，以此评价分析运动技术，这种分析工作量巨大，需要离线实施，无法做到实时便捷，而且受场景变化和标定系统的约束，只能采用单点离散的办法，获取局部过程信息。

对于田径运动员运动过程中的步姿步态信息的实时获取，尚未见到特别有效的方法，而运动员的步姿步态信息对评价运动员的技术水平及改进具有重要的意义，因此迫切需要开发田径项目中步姿步态信息获取技术。基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋，能实时检测、获取运动员进行田径项目训练时的步姿步态信息，获得运动员在运动过程中的步数、时间、腾空状况等信息。

系统的核心技术是使用柔性阵列力/触觉传感器的数字跑鞋，来检测运动员的着地状况，获得运动员运动过程中的步姿信息。对压力分布的检测较早的可见于足底压力分布测量技术。据文献记载，早在 1882 年 Beely 就完成了足底压力分布测量研究。测量技术从最简单的直接复印技术一直发展到比较先进的鞋内垫测量技术。美国 Tekscan 公司研制出一种经济、快速、精确、高效、直观的压力分布测量系统，就是 Tekscan 压力分布测量系统的传感器结构。Tekscan 压力分布测量系统的独特之处在于其专利技术——柔性薄膜网格传感器。

标准的 Tekscan 压力传感器由两片很薄的聚酯薄膜组成，其中一片薄膜的内表面铺设若干行的带状导体，另一片薄膜的内表面铺设若干列的带状导体。导体本身的宽度以及行间距可以根据不同的测量需要而设计。导体外表涂有特殊的压敏半导体材料涂层。当两片薄膜合为一体时，大量的横向导体和纵向导体的交叉点就形成了压力感应点阵列。当外力作用到感应点上时，半导体的阻值会随外力的变化而成比例变化，由此来反映感应点的压力值。即压力为零时，阻值最大，压力越大，阻值越小，从而可以反映出两接触面间的压力分布情况。

由于压力分布测量在工业、人体科学、行为科学等领域的应用价值越来越为人类所认识和重视，引起了发达国家的重点关注，除上述的 Tekscan 外，还有美国 SPI、比利时 Rrscan 等知名品牌在全世界占据了绝大部分市场份额，这些国外品牌价格十分昂贵，以鞋内垫检测系统为例，多数国外产品售价都达到数万美元，国内业界很难承担。

阿迪达斯国际经营管理有限公司于 2006 年 3 月 21 日向中国专利局递交了发明专利“鞋和罩壳”，其申请号是：200610065256.6、公开号为 CN1839724A。该发明涉及一种供负重训练或健身应用的运动鞋，该运动鞋的鞋底部件具有凹部用于可拆卸的方式容纳电子装置，容纳电子计步器、加速计或速度传感器的罩壳，其中罩壳具有与鞋底中凹部形状相对应的形状。该发明不仅能以可拆卸的方式把传感器组装在鞋底内和鞋底做成一体，而且也能把全部电子装置，如计步器、加速计或速度传感器、MP3 播放器或其它任何适用的电子装置组装在鞋底内和鞋底做成一体。利用电缆或无线传输装置，能够把附加的用户接口与上述电子装置连接起来，这样即使在操作时，也能输入及读取测得的数据。

根据国家专利局检索中心专利查新，未见到有针对于田径训练使用，可获取步姿信息的训练鞋，所见到的皆为单纯的提供负重训练或健身应用。目前国内体育竞技比赛中的训练迫切需要的是：通过测量运动员在运动过程中的步姿步态，获得运动员的步频、动作时序等技术参数，从而进行分析。

发明内容 本发明的目的在于：针对目前国内外体育竞技训练的缺陷，提出一种新型的基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋及检测方法。根据获得

的步姿步态信息，提高运动员的训练水平。

本发明的技术方案是：一种基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋，包括左、右跑鞋和置于其内的电子器件，以及附于运动员人体上的信息采集传输部件与电源，特别是：

(a) 左、右跑鞋为跑鞋，电子器件为跑鞋中置有的鞋垫和与其电连接的接口，鞋垫的前端、前掌两侧和后端处分别置有一只以上的压力传感器，压力传感器与接口电连接，用于将来自运动员脚底的不同部位处的压力转换成电信号；

(b) 信息采集传输部件包含左信息采集部件、右信息采集部件和信息中转部件，用于收集来自运动员跑鞋中电子器件的压力电信号，并对其进行中转发送；

左信息采集部件与右信息采集部件的构成相同，均由相互电连接的 A/D 转换器、单片机、无线发射器和电源构成，其中，A/D 转换器的型号为 DS0703，其输入端与接口、输出端与单片机的输入端电连接，单片机的输出端与无线发射器电连接，无线发射器与信息中转部件无线电连接，以形成第一无线链路，用于将运动员跑鞋不同部位的压力电信号转换成数字信息，并将其存储和/或转发至信息中转部件；

信息中转部件由无线接收发射器和与其电连接的电源组成，其中，无线接收发射器的无线接收器与左信息采集部件、右信息采集部件的无线发射器无线电连接，以形成第一无线链路，无线接收发射器的无线发射器与手持终端部件的无线接收器无线电连接，以形成第二无线链路，用于实时地中转来自左信息采集部件和右信息采集部件的信息；

(c) 基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋还包括手持终端部件，由相互电连接的无线接收器、带有显示器的单片机 MCU 和按键组成，用于处理并实时显示来自信息中转部件的信息，以获得运动员所穿跑鞋于使用中动态的步伐特征，手持终端部件与上位计算机经第二线缆电连接，用于分析、处理批量的数字信息。

作为对现有技术的进一步改进，压力传感器为 4~10 只，其型号为 YLFS0701；接口为排针式插头或插座；左信息采集部件与右信息采集部件均

配有 USB 接口，用于经第一线缆直接与手持终端部件电连接；左信息采集部件与右信息采集部件均经自粘带与左、右跑鞋的外侧面固定连接，信息中转部件经自粘带固定连接在运动员手臂上。

左信息采集部件与右信息采集部件的构成相同，或由相互电连接的前置放大器、无线发射器和电源构成，其中，前置放大器的输入端与接口、输出端与无线发射器电连接，无线发射器与信息中转部件无线电连接，以形成第一无线链路，用于将运动员左、右跑鞋不同部位的压力电信号转发至信息中转部件。

手持终端部件或由相互电连接的无线接收器、A/D 转换器、带有显示器的单片机 MCU 和按键组成，其中，A/D 转换器的型号为 DS0703，用于处理并实时显示来自信息中转部件的信息。

一种使用基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋的检测方法，特别是：该方法分无线实时监测实时分析或有线实时监测离线分析两种情况；

无线实时监测实时分析是：开启手持终端部件后进行初始化设置，完成准备工作开始运动后，实时监测分析单个或多个运动员在单位距离的运动情况并通过手持终端部件实时分析显示，得到运动员的运动参数；

有线实时监测离线分析是：连接手持终端部件与计算机后进行初始化设置，完成准备工作开始运动后，记录单个或多个运动员在单位距离的运动情况，训练结束后将数据读取到计算机中进行详细的数据分析；

手持终端部件与计算机能够单独工作，即在训练时使用手持终端部件能够进行无线实时监测实时分析，训练结束后使用计算机能够进行有线实时监测离线分析。

本发明的有益效果是：

其一、本发明的基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋，包括左、右跑鞋和置于其内的电子器件，以及附于人体上的信息采集传输部件与电源，其中：

电子器件为跑鞋中置有的压力传感器的鞋垫和与其电连接的接口，鞋垫的前端、前掌两侧和后端处置有一只以上的压力传感器，压力传感器与接口电连接，用于将来自脚底的不同部位处的压力转换成电信号；

信息采集传输部件包含左信息采集部件、右信息采集部件和信息中转部

件，用于收集来自左、右跑鞋中电子器件的压力电信号，并对其进行中转发送；

基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋还包括手持终端部件，用于对来自信息采集传输部件的信号进行处理，以获得运动员所穿跑鞋于使用中动态的步伐特征。

聚酯薄片的传感器鞋垫能够通过压力传感器感受到的压力变化判别运动员运动过程的运动情况，因此本发明能实时检测、获取运动员进行田径项目训练时的步姿步态信息，获得运动员在运动过程中的步数、时间、腾空状况等信息。

其二、用于基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋的方法分无线实时监测实时分析或有线实时监测离线分析两种情况；

无线实时监测实时分析是：开启手持终端部件后进行初始化设置，完成准备工作开始运动后，实时监测分析单个或多个运动员在单位距离的运动情况并通过手持终端部件实时分析显示，得到运动员的运动参数；

有线实时监测离线分析是：连接手持终端部件与计算机后进行初始化设置，完成准备工作开始运动后，记录单个或多个运动员在单位距离的运动情况，训练结束后将数据读取到计算机中进行详细的数据分析；

本发明的手持终端部件与计算机能够单独工作，即在训练时使用手持终端部件能够进行无线实时监测实时分析，训练结束后使用计算机能够进行有线实时监测离线分析；

手持终端部件具有多个频点，能够同时支持多个运动员进行训练，能够同时采集分析多个运动员的运动信息，进行对比分析，能够比较多个运动员的训练效果，做到同步测试。

附图说明

图1是基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋结构图。

图2是基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋鞋垫结构图。

图3是基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋的工作示意图。

图4是手持终端部件的功能方框图。

图5是用于基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋方法的流程图。

具体实施方式 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的说明。

图1是基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋结构图；图2是基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋鞋垫结构图。在图1和图2中，1是跑鞋；11是接口；12是自粘带；4是左信息采集部件；13是鞋垫；14是压力传感器。

左信息采集部件4与右信息采集部件3均经自粘带12与跑鞋1的外侧面固定连接；接口11为排针式插头或插座，用于左信息采集部件4与右信息采集部件3将运动员左右脚的不同部位的压力电信号转发至信息中转部件6。

鞋垫13的前端、前掌两侧和后端处分别置有一只以上的压力传感器14，压力传感器14与接口11电连接，用于将来自脚底的不同部位处的压力转换成电信号。

图3是基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋的工作示意图。在图3中，1是跑鞋；2是第一线缆；3是右信息采集部件；4是左信息采集部件；5是第一无线链路；6是信息中转部件；7是显示器；8是手持终端部件；9是第二无线链路；10是第二线缆。

基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋，包括左、右跑鞋和置于其内的电子器件，以及附于运动员人体上的信息采集传输部件与电源，其中：

左、右跑鞋为跑鞋1，信息采集传输部件包含左信息采集部件4、右信息采集部件3和信息中转部件6，用于收集来自跑鞋1中电子器件的压力电信号，并对其进行中转发送；

左信息采集部件4与右信息采集部件3的构成相同，均由相互电连接的A/D转换器、单片机、无线发射器和电源构成，其中，A/D转换器的型号为DS0703，其输入端与接口、输出端与单片机的输入端电连接，单片机的输出端与无线发射器电连接，无线发射器与信息中转部件6无线电连接，以形成第一无线链路5，用于将左右脚不同部位的压力电信号转换成数字信息，并将其存储和/或转发至信息中转部件6；

左信息采集部件4与右信息采集部件3的构成相同，或由相互电连接的前置放大器、无线发射器和电源构成，其中，前置放大器的输入端与接口、输出端与无线发射器电连接，无线发射器与信息中转部件6无线电连接，以

形成第一无线链路 5，用于将左右脚的不同部位的压力电信号转发至信息中转部件 6；

基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋还包括手持终端部件 8，用于对来自信息采集传输部件的信号进行处理，以获得运动员所穿跑鞋 1 于使用中的动态的步伐特征；

鞋垫 13 上的压力传感器为 4~10 只，其型号为 YLFS0701；

左信息采集部件 4 与右信息采集部件 3 均配接有 USB 接口，用于经第一线缆 2 直接与手持终端部件 8 电连接；

左信息采集部件 4 与右信息采集部件 3 均经自粘带 12 与跑鞋 1 的外侧面固定连接，信息中转部件 6 经自粘带 12 固定连接在运动员人体手臂上；

信息中转部件 6 由无线接收发射器和与其电连接的电源组成，其中，无线接收发射器的无线接收器与左信息采集部件 4、右信息采集部件 3 的无线发射器无线电连接，以形成第一无线链路 5，无线接收发射器的无线发射器与手持终端部件 8 的无线接收器无线电连接，以形成第二无线链路 9，用于实时地中转来自左信息采集部件 4 和右信息采集部件 3 的信息；

手持终端部件 8 与上位计算机经第二线缆 10 电连接，用于分析、处理批量的数字信息。

图 4 是手持终端部件的功能方框图。手持终端部件 8 包括无线通讯中的无线接收器、A/D 转换器、按键控制、实时显示、中心控制的单片机 MCU。无线通讯中的 A/D 转换器的型号为 DS0703，用于实时接收信息中转部件 6 传输的数据，显示器 7 实时显示经中心控制的单片机 MCU 处理后得到的运动参数信息，按键用于设备的初始化及一些必要的参数设定，如运动员的个数、运动距离等。

手持终端部件 8 能够实时观察单个运动员的训练状况，或实时观察多名运动员的训练状况；手持终端部件 8 与计算机能够单独工作，即在训练时使用手持终端部件 8 能够进行实时在线分析，训练结束后使用计算机能够进行离线分析。

图 5 是用于基于柔性阵列压力传感器的数字跑鞋方法的流程图。其中，图 a 是无线实时监测实时分析工作流程图：

首先开启手持终端部件 8(步骤 100),进行运动员个数等初始化设置(步骤 110),接着开启信息中转部件 6 并将其与左信息采集部件 4、右信息采集部件 3 有线连接完好(步骤 120),然后使用手持终端部件 8 通过第二无线链路 9 发送命令给信息中转部件 6,信息中转部件 6 通过有线连接转发给左信息采集部件 4、右信息采集部件 3,左信息采集部件 4、右信息采集部件 3 开始采集(步骤 130),将左信息采集部件 4、右信息采集部件 3 固定到跑鞋 1 上(步骤 140),运动员开始起跑(步骤 150),在运动员运动过程中进行实时监测分析(步骤 160),当测试完成后(步骤 170),关闭左信息采集部件 4、右信息采集部件 3(步骤 180),关闭信息中转部件 6(步骤 190),然后将数据传输到计算机(步骤 200)并进行数据分析(步骤 210)。

图 b 是有线实时监测离线分析工作流程图:

首先连接手持终端部件 8 与计算机(步骤 300)并进行运动员个数等初始化设置(步骤 310),然后连接手持终端部件 8 与左信息采集部件 4、右信息采集部件 3 并使其开始采集(步骤 320),当所有运动员的左信息采集部件 4、右信息采集部件 3 都开始工作后(步骤 330),运动员起跑(步骤 340),在运动员的运动过程中进行中途计时(步骤 350),训练结束后(步骤 360),停止左信息采集部件 4、右信息采集部件 3(步骤 370),当所有运动员的左信息采集部件 4、右信息采集部件 3 都停止工作后(步骤 380),进行有线读取数据(步骤 390),所有运动员数据读取完毕后(步骤 400),进行数据分析(步骤 410)。

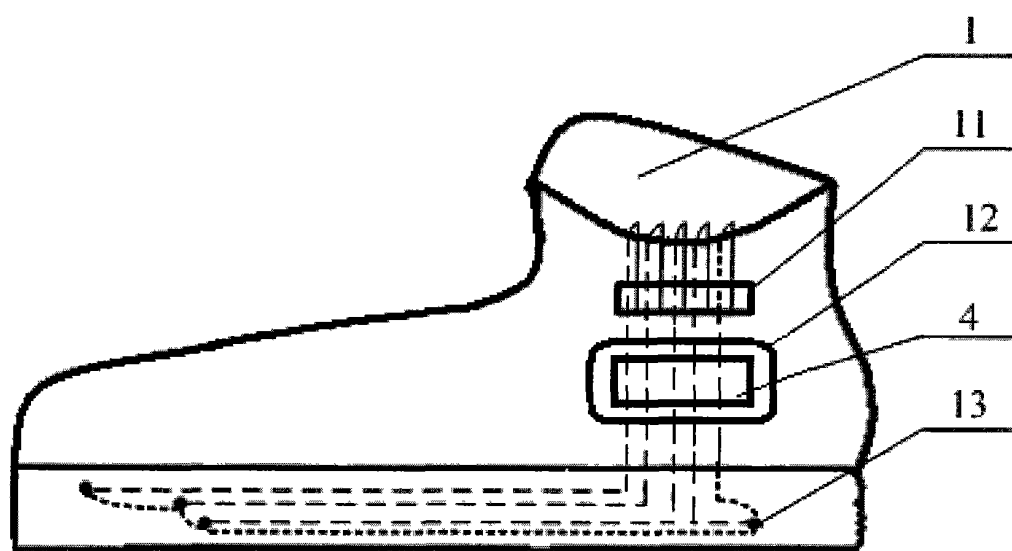


图 1

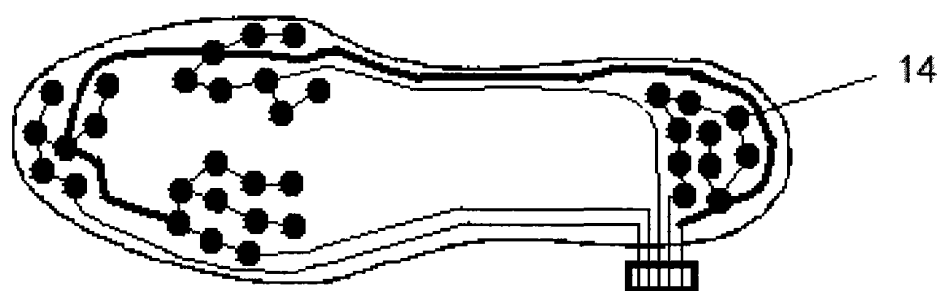


图 2

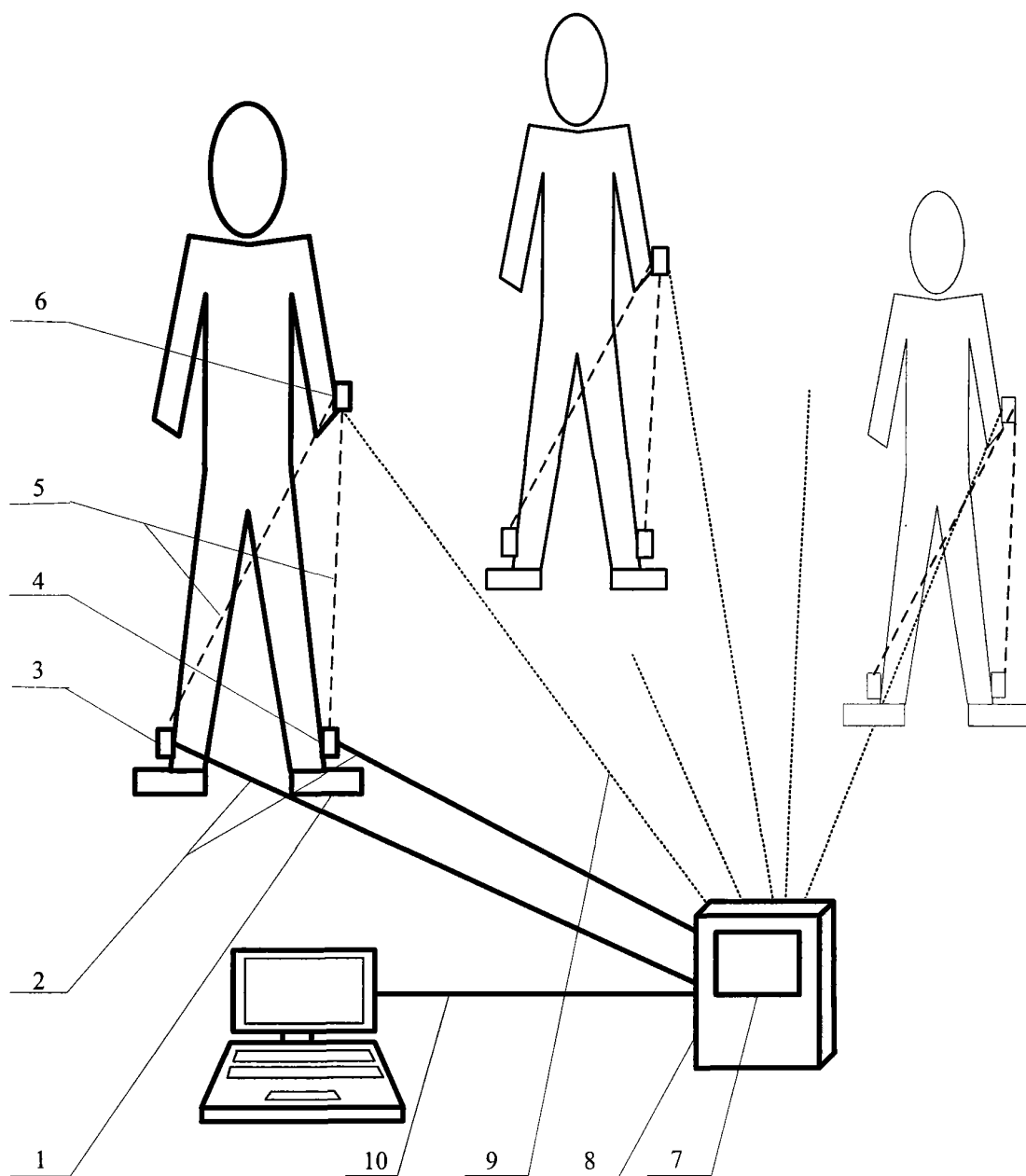


图 3

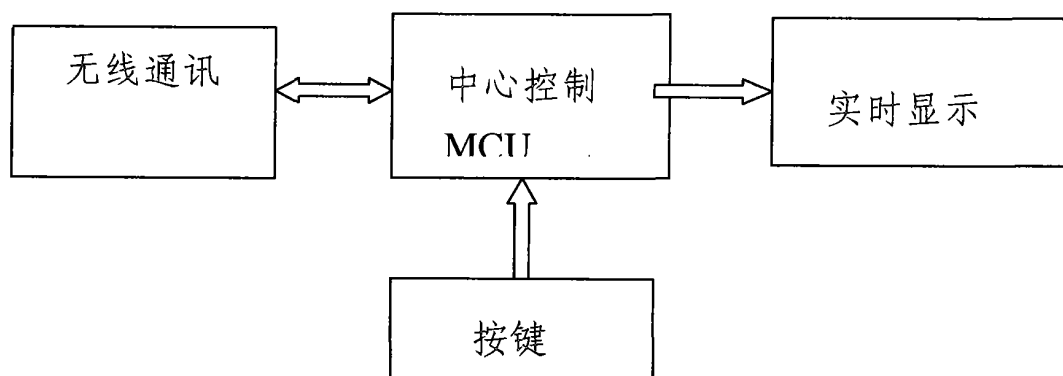


图 4

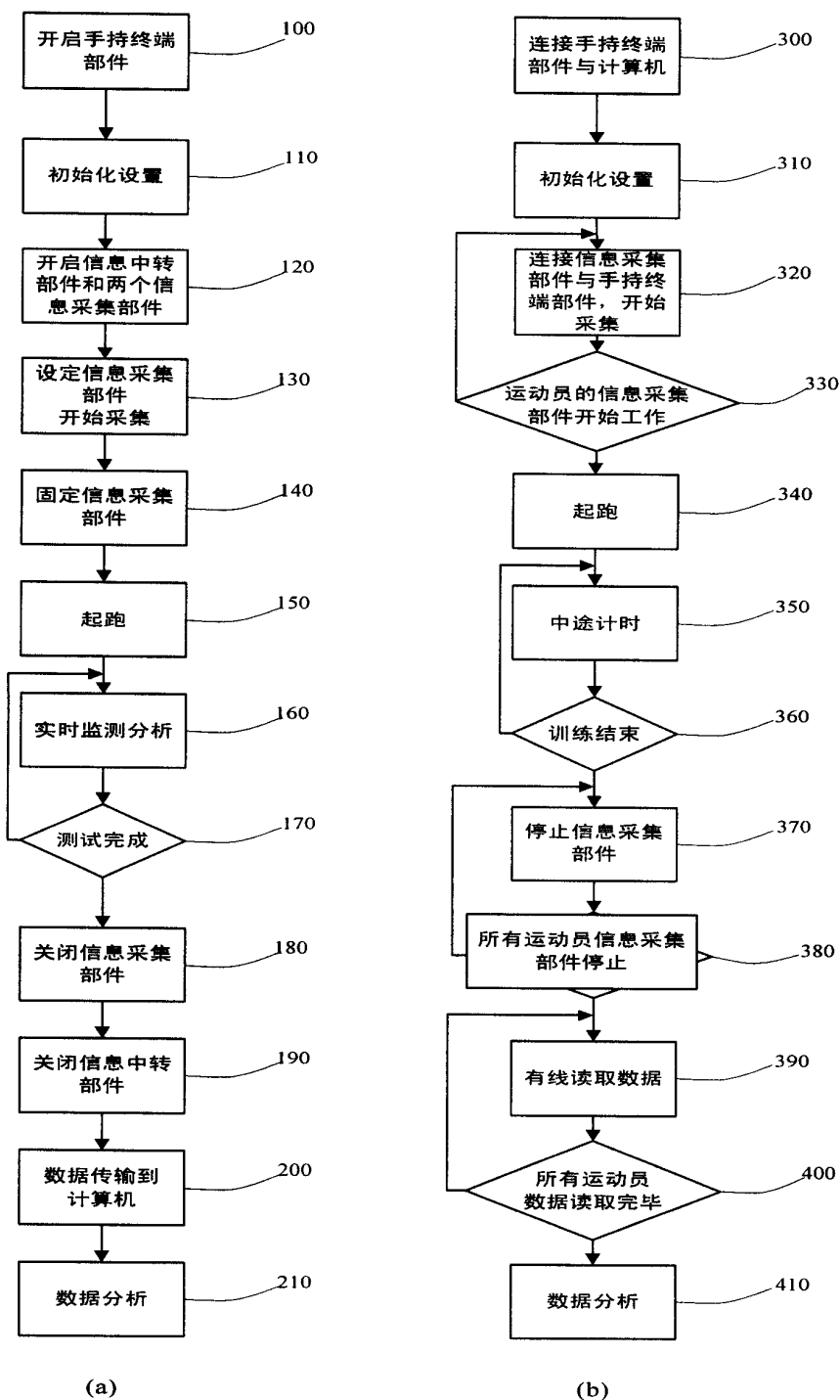


图 5