

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103372299 A

(43) 申请公布日 2013. 10. 30

(21) 申请号 201310129427. 7

(22) 申请日 2013. 04. 15

(30) 优先权数据

13/446, 982 2012. 04. 13 US

(71) 申请人 阿迪达斯股份公司

地址 德国黑措根奥拉赫

(72) 发明人 奥瑞尔·寇扎

克里斯汀·迪波尼德托

(74) 专利代理机构 北京万慧达知识产权代理有

限公司 11111

代理人 段家荣 戈晓美

(51) Int. Cl.

A63B 71/06 (2006. 01)

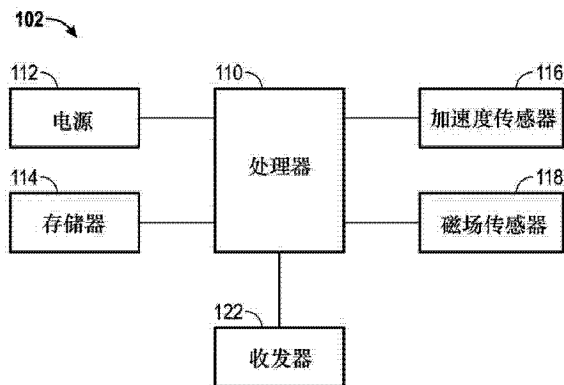
权利要求书2页 说明书49页 附图25页

(54) 发明名称

运动球类体育活动监测方法和系统

(57) 摘要

本发明公开了一种用于监测体育活动用球的方法,所述方法包括使用连接到所述球的传感器模块,检测所述球在第一时间的运动;确定所述球的运动是否对应于预定的激活运动;响应所述球的运动对应于预定的激活运动的确定结果,所述传感器模块进入激活状态;以及使用处于激活状态的所述传感器模块,检测所述球在第二时间的运动。



1. 一种用于确定体育活动用对象的轨迹的方法,所述方法包括:

第一感测步骤:使用连接至所述对象的传感器模块在第一时间感测第一磁场数据和第一加速度数据;

第一确定方位步骤:基于所述第一磁场数据和第一加速度数据,确定所述对象在所述第一时间的方位;

第二感测步骤:使用所述传感器模块在第二时间感测第二磁场数据和第二加速度数据;

第二确定步骤:基于所述第二磁场数据和第二加速度数据,确定所述对象在所述第二时间的方位和加速度方向;

确定轨迹步骤:基于所述对象在所述第一时间的方位以及所述对象在第二时间的方位和加速度方向,确定所述对象在所述第二时间的轨迹。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述对象是球。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述传感器模块包括加速度传感器和磁场传感器,

其中所述第一磁场数据和所述第二磁场数据是由所述磁场传感器感测的,以及其中所述第一加速度数据和所述第二加速度数据是由所述加速度传感器感测的。

4. 一种用于确定体育活动用对象的轨迹的方法,所述方法包括:

第一确定步骤:基于由连接至所述对象的传感器模块在第一时间感测到的第一磁场数据和第一加速度数据,在第一时间确定相对于磁场的重力方向;

第二确定步骤:基于由所述传感器模块在第二时间感测到第二加速度数据,在第二时间确定相对的加速度方向;

第三确定步骤:基于相对于所述磁场的重力方向的确定和在第二时间相对于所述传感器模块的加速度方向的确定,在第二时间相对于重力方向确定加速度方向;

第四确定步骤:基于在第二时间相对于所述重力方向的所述加速度方向的确定,确定在第二时间的轨迹。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中所述对象是球。

6. 根据权利要求4所述的方法,其中所述传感器模块包括加速度传感器和磁场传感器,

其中所述第一磁场数据和所述第二磁场数据由所述磁场传感器感测,以及其中所述第一加速度数据和所述第二加速度数据由所述加速度传感器感测。

7. 一种用于确定体育活动用对象的速度速度的方法,所述方法包括:

第一感测步骤:使用连接至所述对象的传感器模块感测加速度数据;

第一确定步骤:基于所述加速度数据,确定施加到所述对象的拖拽力;

第一比较步骤:将所述拖拽力与拖拽力分布图进行比较,所述拖拽力分布图将拖拽力表示为对象速度的函数;以及

第二确定步骤:基于所述比较结果确定所述对象的速度。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中所述对象是球。

9. 根据权利要求7所述的方法,其中所述传感器模块包括加速度传感器,以及其中所述加速度数据由所述加速度传感器感测。

10. 一种用于确定体育活动用对象行进的距离的方法,所述方法包括:

第一确定步骤:使用连接至所述对象的传感器模块确定所述对象是否处于自由飞行;

第二确定步骤:使用所述传感器模块确定所述对象在自由飞行中的状态;

第三确定步骤:基于所述对象在飞行中的状态,确定所述对象在飞行中的轨迹模型;

以及

第四确定步骤:基于所述轨迹模型,确定所述对象行进的距离。

## 运动球类体育活动监测方法和系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请涉及共同拥有的与本申请同日提交的题为“体育活动监测方法和系统”的美国专利申请 US13/446,982 以及共同拥有的与本申请同日提交的题为“可佩戴的体育活动监测系统和监测方法”的美国专利申请 US13/446,986, 其中每一申请通过引用其全部内容的方式并入本文。

### 技术领域

[0003] 总体来讲,本发明的实施例涉及用于监测体育活动中的对象的监测方法和系统。更具体地,本发明的实施例涉及用于监测由个体在体育活动中使用的运动球的运动的方法和系统。

### 背景技术

[0004] 体育活动对于保持健康的生活方式是重要的,并且是很多人的娱乐的源头。有些个体喜欢参加团体体育活动,例如足球或篮球,而其他个体更喜欢参加个体体育活动,例如跑步或滑雪。不管所述活动是团体活动还是个体活动,常见的是人们均参加诸如足球赛或者赛跑比赛的竞技性赛事,以及诸如进行足球训练或者间歇跑冲刺等更多的非正式的培训课程。

[0005] 技术已经促进了健身监测设备的发展,所述设备能够使用传感器记录有关个体在体育活动中的表现信息,并且在一些情况中提供关于个体表现的反馈。一些便携式健身监测设备使用连接至个体的身体的传感器,而其他便携式健身监测设备依靠连接到体育设备的传感器。这种传感器能够测量与个体的身体活动相关联的各种物理和 / 或生理参数。

[0006] 许多现有的健身监测设备不是便携的,因此不适合在许多真实世界的竞技或者培训赛事中提供监测。即使是便携式的,但由于往往过重,或者缺乏足够的电池和 / 或处理能力,以至于不能在严格的竞争或训练条件下长时间使用。此外,尽管一些现有的健身监测设备能够进行相对简单的表现测定,诸如个体在活动中的当前心率或总步数,但通常不能进行更先进的测定或者精度不准确。最后,通过现有设备提供给个体的表现反馈往往不能提供快速、准确、深刻的信息,使他们能够容易地与过去的表现进行比较,制定改善未来表现的战略,可视化表现,或选择新的培训方案或体育设备。

### 发明内容

[0007] 需要一种具有改进的性能的新的体育活动监测方法和系统,从而为参加体育活动的个体提供评估其活动的更好的工具。本发明的至少一些实施例满足上述需求,并且如以下说明所描述地,进一步提供了相关的优势。

[0008] 本发明的实施例涉及一种用于监测体育活动用球的方法,所述方法包括:使用连接到所述球的传感器模块,检测所述球在第一时间的运动;确定所述球的运动是否对应于预定的激活运动;响应所述球的运动对应于预定的激活运动的确定结果,所述传感器模块

进入激活状态；以及使用处于激活状态的所述传感器模块，检测所述球在第二时间的运动。

[0009] 本发明的实施例涉及一种用于监测体育活动用球的方法，所述方法包括：使用连接到所述球的传感器模块，检测所述球在第一时间的运动；确定所述球的运动是否对应于预定的激活运动；响应所述球的运动对应于预定的激活运动的确定结果，所述传感器模块进入激活状态；使用处于激活状态的所述传感器模块，检测所述球在第二时间的运动；记录运动数据；参照数据结构，确定所述运动数据与活动度量之间的关联；以及提供传达所述活动度量的输出。

[0010] 本发明的实施例涉及一种使用由传感器模块感测到的数据确定活动度量的方法，所述传感器模块物理地连接至由个体在进行体育活动时所使用的对象，所述方法包括：在第一时间确定重力矢量相对于所述传感器模块的方位；在所述第一时间确定磁场矢量相对于所述传感器模块的方位；在第二时间确定合成加速度矢量相对于所述传感器模块的方位；在所述第二时间确定传感器模块相对于磁场矢量的方位；基于重力矢量在所述第一时间相对于所述传感器的方位、所述磁场矢量在所述第一时间相对于所述传感器模块的方位、所述合成加速度矢量在所述第二时间相对于所述传感器模块的方位以及所述传感器模块在所述第二时间相对于所述磁场矢量的方位确定所述对象的发起角度。

[0011] 本发明的实施例涉及一种用于确定体育活动用对象的轨迹的方法，所述方法包括：使用连接至所述对象的传感器模块在第一时间感测第一磁场数据和第一加速度数据；基于所述第一磁场数据和第一加速度数据，确定所述对象在所述第一时间的方位；使用所述传感器模块在第二时间感测第二磁场数据和第二加速度数据；基于所述第二磁场数据和第二加速度数据，确定所述对象在所述第二时间的方位和加速度方向；

[0012] 基于所述对象在所述第一时间的方位以及所述对象在第二时间的方位和加速度方向，确定所述对象在所述第二时间的轨迹。

[0013] 本发明的实施例涉及一种用于确定体育活动用对象的轨迹的方法，所述方法包括：基于由连接至所述对象的传感器模块在第一时间感测到的第一磁场数据和第一加速度数据，在第一时间确定相对于磁场的重力方向；基于由所述传感器模块在第二时间感测到第二加速度数据，在第二时间确定相对的加速度方向；基于相对于所述磁场的重力方向的确定和在第二时间相对于所述传感器模块的加速度方向的确定，在第二时间相对于重力方向确定加速度方向；基于在第二时间所述加速度方向相对于所述重力方向的确定，确定在第二时间的轨迹。

[0014] 本发明的实施例涉及一种用于确定体育活动用球的旋转速率的方法，所述方法包括：使用连接到所述球上的传感器模块感测磁场数据；对所述感测到的磁场数据进行傅立叶变换；以及基于所述傅立叶变换的结果确定所述球的旋转速率。

[0015] 本发明的实施例涉及一种用于确定体育活动用球的旋转速率的方法，所述方法包括：使用连接到所述球的传感器模块感测加速度数据；识别所述感测的加速度数据的重复部分；确定所述重复部分的时间段；以及基于所述重复部分的时间段确定所述球的旋转速率。

[0016] 本发明的实施例涉及一种用于确定体育活动用对象的速度度的方法，所述方法包括：使用连接至所述对象的传感器模块感测加速度数据；基于所述加速度数据，确定施加到所述对象的拖拽力；将所述拖拽力与拖拽力分布图进行比较，所述拖拽力分布图将拖拽

力表示为对象速度的函数；以及基于所述比较结果确定所述对象的速度。

[0017] 本发明的实施例涉及一种用于确定体育活动中对象行进的距离的方法，该方法包括：使用连接至所述对象的传感器模块，确定所述对象是否处于自由飞行；使用所述传感器模块，确定所述对象处于自由飞行的时间；使用所述传感器模块，确定所述对象在自由飞行中的速度；以及基于所述对象处于自由飞行的时间和所述球在自由飞行中的速度，确定所述对象行进的距离。

[0018] 本发明的实施例涉及一种用于确定体育活动中对象的旋转方向的方法，所述方法包括使用连接到所述对象的传感器模块感测加速度数据；基于所述加速度数据，相对于所述传感器模块，确定旋转平面的方向是否正交于所述对象的旋转轴线；以及相对于重力矢量的方向，确定所述旋转平面的方向。

[0019] 本发明的实施例的附加特征将以下描述中阐释，并且部分地将从该描述中明显地看出，或者可通过实施本发明得知。前面的一般性的描述和下面的详细描述都是示例性的和解释性的，并且旨在提供所要求保护的本发明的进一步的解释。

## 附图说明

[0020] 结合于此的附图构成本说明书的一部分并且示出了本发明的实施例。该附图与说明书一起，用于更进一步阐述本发明的原理并使得相关领域的技术人员能够实现并使用本发明。

[0021] 图 1 示出了使用根据本发明的实施例的体育活动监测系统的个体。

[0022] 图 2 示出了使用根据本发明的实施例的体育活动监测系统的个体。

[0023] 图 3 是根据本发明的实施例的多种不同的体育设备的图解。

[0024] 图 4 是根据本发明的实施例的传感器模块的部件的框图。

[0025] 图 5 是根据本发明的实施例的传感器模块的部件的框图。

[0026] 图 6A 示出了根据本发明的实施例的配置成监测个体的身体的传感器模块。

[0027] 图 6B 示出了根据本发明的实施例的包括用于监测运动球的传感器模块的运动球。

[0028] 图 7 示出了根据本发明的实施例通信的体育活动监测系统的各种部件。

[0029] 图 8A 示出了根据本发明的实施例通信的体育活动监测系统的各种部件。

[0030] 图 8B 示出了根据本发明的实施例通信的两个传感器模块。

[0031] 图 9 示出了根据本发明的实施例的组监测系统。

[0032] 图 10 示出了根据本发明的实施例的示例的坐标系。

[0033] 图 11 示出了根据本发明的实施例的示例的坐标系。

[0034] 图 12 是根据本发明的实施例的用于确定活动度量的方法的流程图。

[0035] 图 13 是根据本发明的实施例的用于确定活动度量的方法的流程图。

[0036] 图 14 是根据本发明的实施例的用于激活传感器模块的方法的流程图。

[0037] 图 15 是根据本发明的实施例的用于识别匹配的体育动作的方法的流程图。

[0038] 图 16 是根据本发明的实施例的与远程计算机进行通信的方法的流程图。

[0039] 图 17 是根据本发明的实施例的用于将活动度量与位置相关联的方法的流程图。

[0040] 图 18 示出了根据本发明的实施例的球和充电基座。

- [0041] 图 19 示出了根据本发明的实施例的处于校准状态的球。
- [0042] 图 20 示出了根据本发明的实施例的在运动中的球。
- [0043] 图 21 是根据本发明的实施例的示出了确定球的活动度量的操作的流程图。
- [0044] 图 22 示出了根据本发明的实施例的在运动中的球。
- [0045] 图 23 是根据本发明的实施例的示出了确定球的活动度量的操作的流程图。
- [0046] 图 24 是根据本发明的实施例的示出了确定球的活动度量的操作的流程图。
- [0047] 图 25 是根据本发明的实施例的示出了确定球的活动度量的操作的流程图。
- [0048] 图 26 示出了根据本发明的实施例的在运动中的球。
- [0049] 图 27 示出了根据本发明的实施例的在运动中的球。
- [0050] 图 28 示出了根据本发明的实施例的在运动中的球。
- [0051] 图 29 是根据本发明的实施例的示出了确定球的活动度量的操作的流程图。
- [0052] 图 30 为示出了根据本发明的实施例的加速度大小和球的速度之间的函数关系的图形显示。
- [0053] 图 31 为示出了根据本发明的实施例的加速度大小和球的速度之间的函数关系的图形显示。
- [0054] 图 32 为示出了个体和球的特征的图形显示。

### 具体实施方式

[0055] 参照附图中示出的本发明的实施例,本发明将得到详细地描述。参照“一个实施例”、“实施例”、“示例性实施例”、“一些实施例”等所指的实施例可包括特定特征、结构或特性,但每一个实施例均并非必需包括该特定的特征、结构或特性。此外,上述描述并非必需指向同一实施例。另外,当结合实施例来描述特定特征、结构或特性时,无论是否明确说明,本领域的技术人员应能够理解也可结合其他实施例来改变上述特征、结构或特性。

[0056] 在此使用的术语“发明”或“本发明”是非限定术语,并且不用于指特定发明的任何单独的实施例,而是包括在本发明中描述的所有可能的实施例。

[0057] 本发明的各个方面或者其任何部分或功能可使用硬件、软件、固件、存储有指令的有形的计算机可读或计算机可用的存储介质或者它们的结合来实施,并且可在一个或多个计算机系统或其他处理系统中实施。

[0058] 本发明通常涉及体育活动监测方法和系统。更具体地,本发明涉及用于监测由个体在体育活动中所使用的运动设备的运动的方法和系统。参加体育活动的个体(或者另一感兴趣的人诸如教练、队友或观众)可能希望获得关于体育活动过程中的个体的身体的动作或者个体的体育设备的运动的信息。

[0059] 例如,如果个体正在参加涉及运动球的使用的活动,诸如英式足球(即足球)比赛中,例如,可能希望能够确定个体踢英式足球(即足球)的不同的发起角度,希望能够确定足球被个体踢出后足球的旋转速率,或者希望能够确定足球被个体踢出后,足球所行进的速度峰值。

[0060] 作为进一步的例子,如果个体正在参加涉及个体的胸部的各种运动的活动,诸如训练篮球技能,例如,当试图绕开防守者运球时可能希望能够识别个体向左转或者向右转的时机,或者当跳投、试图扣篮或者试图盖帽时可能希望能够确定个体所跳的高度和/或

个体弹跳时所用的力,或者当进行与篮球有关的反应时间操练时,可能希望能够确定个体的反应时间。

[0061] 在实施例中,可监测参加体育活动的多个个体(例如团体运动中的队友或对手)的身体运动和/或在体育活动中个体所使用的多个体育设备的运动。在一些实施例中,可提供实时监测和/或反馈,而在其他实施例中可提供活动后的反馈。

[0062] 通过使用包括一个或多个便携式传感器的体育活动监测系统,以下描述的本发明的实施例可有利地使个体(或其教练、队友或观众)获得在体育活动过程中关于个体身体动作的信息或者关于个体的体育设备的动作的信息。由传感器获得的数据可以多种方式被处理,以得到关于活动中感兴趣的对象的动作的有用的信息。在一些实施例中,传感器数据可被处理以监测个体的身体或者个体的体育设备的空间方位的变化(即相对于地球上的特定位置或者其他参照点的位置和/或方向的变化)。在其他实施例中,传感器数据可参照运动数据与存储在数据结构中的活动度量之间的预先确定的关联进行处理。

[0063] 在一个实施例中,例如,可使用关于个体的身体动作信息或者个体的体育设备的动作信息为个体提供关于如何能够改进其运动的指导,或者作为对有关个体的身体或体育设备的运动的裁判员、仲裁员或者其他体育竞赛的裁判员的裁判的准确性的检查。

[0064] 图1示出了使用根据本发明的实施例的体育活动监测系统10的个体100。该个体100可能希望获得关于个体100的身体动作的信息,或者在体育活动过程中使用根据本发明的体育活动监测系统10的个体100的体育设备的动作的信息。

[0065] 根据本发明实施例的体育活动监控系统10可适合由团体或个体体育活动和竞技性的和非正式的培训赛事中的个体100使用。例如,根据本发明实施例的体育活动监测系统10可适合由参加体育活动的个体100使用或者用于相关的培训赛事过程中,这些体育活动诸如棒球、篮球、保龄球、拳击、板球、自行车、橄榄球(即美式足球)、高尔夫球、曲棍球、长曲棍球、赛艇、橄榄球、跑步、滑板、滑雪、足球(即英式足球)、冲浪、游泳、乒乓球、网球或排球。

[0066] 根据本发明的实施例的体育活动监测系统10可包括传感器模块102。所述传感器模块102可包括一个或更多个传感器,并且可物理地连接至由个体100所进行的体育活动过程中的对象104。如以下进一步详细解释的,在一些实施例中,传感器模块102可被用作监测个体100的身体106或者个体的体育设备108的空间方位的变化,而在其他实施例中,传感器模块102可与存储在数据结构中的预定的关联数据结合使用,以确定身体106或设备108的运动数据与活动度量之间的关联。

[0067] 在一个实施例中,如图1所示,被监测对象104可为个体100的身体106,传感器模块102可物理地连接至个体100的身体106。在示出的实施例中,传感器模块102配置成物理地连接至个体100的身体106的一部分,例如胸部。在其他实施例中,传感器模块102可被配置成物理地连接至所述个体100的身体106的其他部分,诸如所述个体的头部、颈部、肩部、背部、臂部、腕部、手部、手指、腰部、臀部、腿部、脚踝、足部或脚趾。

[0068] 在一些实施例中,所述传感器模块102可被配置成通过一层或多层衣服、鞋类制品、或者存在于所述传感器模块102和所述个体100的身体106之间的体育防护设备而物理地连接至所述个体100的身体106的部分。不论是否存在介于中间的物件,所述传感器模块102可通过多种可拆卸的或不可拆卸的诸如带子、粘合剂、口袋、夹子的连接装置物理



地连接至个体 100 的身体 106 的部分,或者通过整合至衣物(例如衬衣、裤子、袜子、手套或帽子)、鞋类或者由所述个体 100 佩戴的体育防护设备而物理地连接至个体 100 的身体 106 的部分。

[0069] 在一个实施例中,所述传感器模块 102 可被配置成放置在衣服 102 的保持元件中,所述保持元件配置成保持所述传感器模块 102。在一些示例的实施例中,保持元件的尺寸和形状可制成对应于所述传感器模块 102 的尺寸和形状,以能够将传感器模块 102 镶嵌在其中并且将所述传感器模块 102 保持就位,从而减小衣服的穿用者的运动对于所述传感器模块 102 的影响。附加元件可用于帮助减小这种效应,诸如带子或者垫片元件。所述传感器模块 102 保持元件可例如通过与衣服的纺织层成一体、粘接、缝制、焊接、系住、夹持、扣住或者安装其上或者这些技术或其他技术的组合连接至衣服的纺织层。在一些示例的实施例中,传感器模块 102 保持元件与所述衣服的纺织层一体地形成。

[0070] 在一些实施例中,所述传感器模块 102 保持元件可定位成与所述传感器模块 102 的佩戴者的上背部相对应。当所述传感器模块 102 发送或接收数据时,所述传感器模块 102 保持元件与所述佩戴者的高位置诸如所述上背部相对应,可有助于将干扰最小化并且将所述传感器模块 102 在所述传感器模块 102 保持元件中的范围和信号强度最大化。此外,将所述传感器模块 102 保持元件定位成与上背部相对应,最大限度地减小了传感器模块 102 对体育运动的干扰。在一些示例性实施例中,传感器模块 102 保持元件被定位成不与佩戴者的上背部对应。

[0071] 在另一实施例中,如图 2 所示,所述对象 104 可为在体育活动过程中由所述个体 100 所使用的体育设备 108,并且所述传感器模块 102 可物理地连接至所述体育设备 108 中。在所出示的实施例中,所述传感器模块 102 物理地连接至体育设备 108 中,所述体育设备 108 为英式足球。在其他实施例中,所述传感器模块 102 可被配置成物理地连接至其他体育设备 108,例如任何类型的运动球、任何类型的运动“棒”(例如曲棍球棒、棒球棒、高尔夫球杆、乒乓球拍、或网球拍)、运动手套、自行车、船桨、鞋、靴子、滑雪橇、无边帽或无边帽、滑板、冲浪板或眼镜或护目镜。

[0072] 根据体育设备 108 和体育活动的性质,所述传感器模块 102 可通过多种连接装置物理地连接至体育设备 108。例如,所述传感器模块 102 可通过附接至所述球的外部、附接至空心球的内表面、由悬挂系统悬挂在空心球的内表面或者整合至多层球的外层或其他层来物理地连接至运动球。还有,所述传感器模块 102 可物理地连接至非空心运动球(例如棒球、保龄球或者高尔夫球),例如通过附接至所述球的外部、整合至多层球的层之间或者嵌入所述球的实心部分中。

[0073] 进一步的例子,所述传感器模块 102 通过围绕所述运动棒的部分缠绕、被夹持到所述运动棒的部分上、被附接至所述运动棒的外表面、被附接至所述空心或非空心运动棒的内表面、或者通过悬挂系统悬挂在中空运动棒的内表面中,或者整合至多层或复合的运动棒的壁或其他层中而可拆卸地或不可拆卸地物理地连接至运动“棒”。所述传感器模块 102 可通过各种连接装置例如带子、粘合剂或者通过整合至体育设备 108 中而物理地连接至所述体育设备 108 中。在一个实施例中,所述传感器模块 102 可拆卸或不可拆卸地物理地连接至体育设备 108 的部件(诸如运动棒)中,该部件被整合至绕体育设备 108 的部件(诸如运动棒或其手柄)外侧固定的套筒中。

[0074] 在其他实施例中,所述传感器模块 102 可被整合至现有的体育活动监测器材中,例如心率监测装置、计步器和基于加速计的监测装置或者其他便携式健身监测装置。

[0075] 图 3 示出了根据本发明的所述监测系统 10 的实施例被使用的多种不同的体育设备 108。如所示出的,根据本发明的所述监测系统 10 可与多种不同的体育设备 108 一起使用,例如篮球、足球、棒球棍、棒球、保龄球、曲棍球杆、冰球、滑板、冲浪板、自行车、滑雪板、滑雪杆、网球拍、网球、鞋类制品、拳击手套、高尔夫球杆或高尔夫球。

[0076] 图 4 是根据本发明的实施例的传感器模块 102 的部件的框图。在所示出的实施例中,所述传感器模块 102 包括可操作地彼此连接以执行所述传感器模块 102 的功能的处理器 110、电源 112、存储器 114、加速度传感器 116、磁场传感器 118 以及收发器 122。在其他实施例中,可省略一个或多个传感器模块 102 的部件,或者可添加一个或多个附加的部件。

[0077] 所述处理器 110 可适于执行存储在所述传感器模块 102 中的存储器 114 中的应用程序。所述处理器 110 还能够执行模拟或数字信号处理算法,如减少原始数据和过滤。例如,处理器 110 可被配置为接收来自传感器的原始数据,并在传感器模块 102 处理这些数据。处理器 110 可操作地连接到电源 112、存储器 114、加速度传感器 116、磁场传感器 118 和收发器 122。

[0078] 所述电源 112 可适于为所述传感器模块 102 提供电力。在一个实施例中,所述电源 112 可为电池。所述电源可被植入所述传感器模块 102 中或从所述传感器模块 102 可移除,并且可为可充电或不可充电的。在实施例中,所述电源 112 可通过连接至充电电源的电线,诸如连接至个人计算机的通用串行总线(“USB”)火线、以太网、雷电接口或者耳机线进行充电。在另一实施例中,所述电源 112 可通过感应电荷进行充电,其中当两个电源靠近地放置时,而不需要通过电线插入彼此,电磁场用于将能量从感应电荷转化至所述电源 112。在一些实施例中,扩充口可被使用以便于充电。在其他实施例中,所述传感器模块 102 可通过将一个电源 112 换成另一电源 112 重新供电。

[0079] 所述传感器 114 适于存储应用程序指令以及存储体育活动数据。在实施例中,所述存储器 114 可存储用于执行在此描述的体育活动监测系统 10 的功能方面的应用程序。在一个实施例中,所述存储器 114 可存储原始数据、已记录数据和 / 或经计算数据。在一些实施例中,如以下详细解释地,所述存储器 114 可用作数据存储缓存器。所述存储器 114 可包括只读存储器和随机存取存储器,并且还可包括存储卡或其他可移动的存储设备。

[0080] 在本发明的一些实施例中,所述存储器 114 可永久地存储原始数据、已记录数据和 / 或经计算数据,而在其他实施例中,所述存储器 114 可仅临时地存储所有或一些数据,诸如缓存器。在本发明的一个实施例中,所述存储器 114 和 / 或与其相关的缓存器可在预定大小的存储位置存储数据,从而仅一定量的数据可被保存以用于本发明的特定的应用。

[0081] 所述加速度传感器 116 可适于测量所述传感器模块 102 的加速度。因此,当所述传感器模块 102 被物理地连接至对象 104 (诸如个体 100 的身体 106 或体育设备 108),所述加速度传感器 116 能够测量所述对象 104 的加速度,包括基于地球重力场的加速度。在一个实施例中,所述加速度传感器 116 可包括三轴加速计,该三轴加速计能够测量三个正交方向上的加速度。在其他实施例中,可使用一个、两个、三个或更多的单独的加速计。

[0082] 所述磁场传感器 118 可适于测量所述传感器模块 102 附近的磁场的强度和方向。因此,当所述传感器模块 102 被物理地连接至对象 104 (诸如个体 100 的身体 106 或者体育

设备 108) 时,所述磁场传感器 118 能够测量在所述对象 104 附近的磁场的强度和方向,包括所述地球的磁场。在一个实施例中,所述磁场传感器 118 可为矢量磁力计。在其他的实施例中,所述磁场传感器 118 可为三轴磁力计,该三轴磁力计能够测量在三个维度上的总的局部磁场的合成的磁场矢量的幅度和方向。在其他实施例中,可使用一个、两个、三个或更多个单独的磁力计。

[0083] 在本发明的一个实施例中,所述加速度传感器 116 和磁场传感器 118 可包含在由瑞士日内瓦意法半导体公司制造的记载(bearing)有型号为 LSM303DLHC 的单独的加速计-磁力计模块中。在其他实施例中,所述传感器模块 102 可仅包括所述加速度传感器 116 和所述磁场传感器 118 中的一个,可根据需要省略另一个。

[0084] 如以下详细描述,在图 4 中绘示的收发器 122 使所述传感器模块 102 能够无线地与所述体育活动监测系统 10 的其他部件进行通信。在一个实施例中,所述传感器模块 102 和所述体育活动监测系统 10 的其他局部部件可通过个人区域网络或者局域网进行通信,例如,其使用一种或多种以下协议:ANT、由 Dynastream 创新公司提出的 ANT+、蓝牙、蓝牙低功耗技术、BlueRobin 或者适合的无线个人或局域网协议。也可使用其他已知的适于体育活动监测系统 10 的通信协议。

[0085] 在一个实施例中,所述收发器 122 是低功率收发器。在一些实施例中,所述收发器 122 可为双向通信收发器 122,而在其他实施例中,所述收发器 122 可为单向发送器或者单向接收器。所述传感器模块 102 和所述体育活动监测系统 10 的其他部件之间的无线通信在以下详细地描述。在其他实施例中,所述传感器模块 102 可与不依赖收发器 122 的体育活动监测系统 10 的其他部件进行有线通信。

[0086] 在本发明的一些实施例中,在个体 100 所实施的体育活动过程中,具有如图 4 中绘述的部件的传感器模块 102 可物理地连接至对象 104,以监测所述个体 100 的身体 106 或者所述个体的体育设备 108 的空间方位的变化,或者确定身体 106 或者设备 108 的运动数据和活动度量之间的关联。在这些实施例中,所述加速度传感器 116 和所述磁场传感器 118 可负责收集必要数据进行多种监测计算。

[0087] 然而,在一些其他实施例中,可能希望将附加的传感器包含在所述传感器模块 102 中,或者使附加的传感器与所述传感器模块 102 进行通信。在进一步的实施例中,所述传感器模块 102 可集成在现有的体育活动监测系统中,该体育活动监测系统可能具有附加的或者不同的传感器,诸如心率监测器、计步器、基于加速计的监测装置或其他便携式健身监测装置。

[0088] 除了所述加速度传感器 116 和磁场传感器 118,其他传感器可为所述传感器模块 102 的一部分或者与所述传感器模块 102 分离但与所述传感器模块 102 通信,所述其他传感器可包括能够测量多种运动员表现参数的传感器。术语“表现参数”可包括与所述个体 100 的体育活动相关联的物理参数和/或生理参数。所测量的物理参数可包括但不限于时间、距离、速度、步速、脚踏数、轮转数、一般转动(rotation generally)、步数、步长、腾空时间(airtime)、步频、高度、张力、冲击力、弹跳力、通常力(force generally)以及弹跳高度。所测得的生理学参数可包括但不限于心率、呼吸率、血氧水平、血乳酸水平、血流量、水化程度、燃烧的卡路里或体温。

[0089] 能够测量这些参数的实际的传感器可包括但不限于计步器、脉搏计、温度计、高度

计、压力传感器、应变计、自行车功率计,自行车曲柄或轮位置传感器、磁传感器、角动量传感器(例如陀螺仪),电阻传感器或力传感器。

[0090] 图 5 是根据本发明的又一实施例的传感器模块 102 的部件的框图,其可结合一些上述的附加的传感器以及其他附加的部件。在示出的实施例中,所述传感器模块 102 包括可操作地彼此连接以执行所述传感器模块 102 的功能的处理器 110、电源 112、存储器 114、加速度传感器 116、磁场传感器 118、用户界面 120、收发器 122、角动量传感器 124、心率传感器 126、温度传感器 128、位置接收器 130、数据端口 132 以及计时器 134。在其他实施例中,可省略一个或多个传感器模块 102 的部件或可增加一个或多个部件。

[0091] 图 5 的实施例中的处理器 110、电源 112、存储器 114、加速度传感器 116、磁场传感器 118 和收发器 122 可具有与图 4 中的上述相似部件相似的结构和功能。在一些实施例中,所述收发器 122 可为双向的通信收发器 122,而在其他实施例中,所述收发器 122 可为单向发送器或单向接收器。

[0092] 所述传感器模块 102 的用户界面 120 可被所述个体 100 用作与传感器模块 102 进行交互。在实施例中,所述用户界面 120 可包括一个或多个输入按钮、开关或键,包括图形用户界面的触摸屏表面的虚拟按钮、开关或键。每一按钮、开关或键的功能可基于所述传感器模块 102 的操作模式而确定。在一个实施例中,用户界面 120 可包括触摸垫、滚动板和 / 或触摸屏。在另一实施例中,用户界面 120 可包括电容开关。在进一步的实施例中,用户界面 120 可包括语音激活控件。

[0093] 然而,在一些实施例中,所述传感器模块 102 可不包括用户界面 120。在这些实施例中,所述传感器模块 102 能够与自包含用户界面的所述体育活动监测系统 10 的其他部件进行通信。

[0094] 所述角动量传感器 124,例如其可以为陀螺仪,可适于测量所述传感器模块 102 的角动量或方向。因此,当所述传感器模块 102 被物理地连接到对象 104 (例如个体 100 的身体 106 或体育设备 108)时,所述角动量传感器 124 能够测量所述对象 104 的角动量或方向。在一个实施例中,所述角动量传感器 124 可以是三轴陀螺仪,其能够测量关于三个正交轴的角位移。在其他实施例,可使用一个、两个、三个或多个单独的陀螺仪。在实施例中,所述角动量传感器 124 可用作校准由一个或多个加速度传感器 116 和磁场传感器 118 的测量值。

[0095] 所述心率传感器 125 可适于测量个体的心率。所述心率传感器 125 可放置成与个体 100 的皮肤相接触,如个体的胸部皮肤,并用带子固定。所述心率传感器 125 可能够读取个体 100 的心脏的电活动。

[0096] 例如,所述温度传感器 128 可以是温度计、热敏电阻或测量温度变化的热电偶。在一些实施例中,所述温度传感器 128 可主要用于校准所述体育活动监测系统 10 的其他传感器,诸如,加速度传感器 116 和磁场传感器 118。

[0097] 在一个实施例中,所述位置接收器 130 可以是电子卫星位置接收器,其能够利用从卫星定位系统发出的无线电沿瞄准线(line-of-sight)传送的时间信号确定其位置(即经度、纬度和海拔高度)。已知的卫星定位系统包括 GPS 系统、伽利略系统、北斗系统和格洛纳斯系统。在另一实施例中,位置接收器 130 可以是能够与本地或远程的基站或无线电传输收发器进行通信的天线,从而使得能够使用无线电信号的三角测量或其他类似的原理确

定所述传感器模块 102 的位置。在一些实施例中,位置接收器 130 的数据使得所述传感器模块 102 能够检测可用于测量和 / 或计算位置航点、时间、定位、行进的距离、速度、步速或高度的信息。

[0098] 所述数据端口 132 可有利于信息传送至所述传感器模块 102 以及从所述传感器模块 102 发出,并且所述数据端口 132 例如可以是 USB 端口。在一些示例性的实施例中,数据端口 132 可以附加地或可选地促进将电力传输到电源 112,从而为电源 112 充电。

[0099] 所述计时器 134 可以是能够跟踪绝对时间和 / 或确定经过的时间的时钟。在一些实施例中,所述计时器 134 也可用来为特定的数据记录标记时间戳 (timestamp),从而可确定特定数据被测量或记录的时间,并且多种数据的多种时间戳能够彼此相关。

[0100] 在本发明的一些实施例中,具有如在图 5 中所示的部件的传感器模块 102 可被物理地连接到由个体 100 进行的体育活动中的对象 104,以监测个体 100 的身体 106 或者个体的体育设备 108 的空间方位的变化,或者确定身体 106 或设备 108 的运动数据和活动度量之间的关联。在这些实施例中,加速度传感器 116、磁场传感器 118 和 / 或其他包含的传感器可负责收集必要的数据来进行各种监测计算。然而,在其他一些实施例中,可能希望将附加的传感器包含在所述传感器模块 102 中,或者可能希望所述附加的传感器与所述传感器模块 102 进行通信,或使所述传感器模块 102 具有较少的传感器。

[0101] 图 6A 是根据本发明的实施例的配置成用于监测所述个体 100 的身体 106 的传感器模块 102 的图解。所示出的传感器模块 102 可与图 1 中示出的传感器模块 102 相似,被配置成物理地连接至所述个体 100 的身体 106 的部分,诸如胸部。在本发明的一些实施例中,图 6A 中的传感器模块 102 可被物理地连接至体育活动过程中的所述个体 100 的身体 106,以监测所述个体 100 的身体 106 的空间方位的变化,或者确定身体 106 的运动数据与活动度量之间的关联。

[0102] 如图 6A 所示,在一个实施例中,所述传感器模块 102 可包括壳体 136。所述壳体 136 可包含并保护以上参照图 4 或图 5 描述的示例的传感器模块 102 的各种电子部件。虽然在图 6A 中,所述壳体 136 示出为圆形的盘形壳体,实际上,所述壳体上可具有任何能够容纳所述传感器模块 102 的必要部件并且物理地连接至所述个体 100 的身体 106 的期望部分的适当的尺寸和形状。在一个实施例中,所述壳体可由塑料制成,诸如 TPU 或其他合适的耐用材料制成。

[0103] 在一些实施例中,所述传感器模块 102 还可包括按钮和 / 或显示器。所述按钮可用作所述传感器模块 102 的用户界面。所述按钮能够将所述传感器模块 102 开启或关闭、通过各种显示选项进行切换 (toggling) 或用于多种其他功能。可选择地,可设置多个按钮或没有按钮。在一个实施例中,所述显示器可以是能够向个体 100 传输所述传感器模块 102 的状态或电池寿命的相对简单的 LED 显示器。在另一个实施例中,所述显示器可以是能够为所述个体 100 显示表现参数信息、反馈或其他信息的更高级的显示器,如七段液晶显示器。可替代地,如图 6A 所示,可以不设置按钮或显示器。

[0104] 在其他实施例中,所述传感器模块 102 可包括音频控件,诸如用于与所述个体 100 进行音频通信的扬声器和 / 或麦克风。这些部件可用作所述传感器模块 102 的用户界面。这些音频控件能够开启或者关闭所述传感器模块 102,通过各种显示选项进行切换或用于多种其他功能。在一个实施例中,所述音频控件能够向所述个体 100 传达所述传感器模块

102 的状态或电池寿命。在另一实施例中,所述音频控件能够向或者从所述个体 100 输出或者接收表现参数信息、反馈或其他信息。在一个实施例中,所述音频控件能够接受来自所述个体 100 的语音指令。在另一实施例中,所述传感器模块 102 能够通过另一设备诸如一对耳机向用户无线地转发(relaying)音频信息。可替代地,如图 6A 所示,可提供音频控件。

[0105] 图 6B 示出了根据本发明的实施例的包括用于监测所述运动球的传感器模块 102 的运动球。该示出的传感器模块 102 可与图 2 中示出的传感器模块 102 类似,被配置成物理地连接至体育设备 108,该体育设备 108 为英式足球。在本发明的一些实施例中,在体育活动过程中,可使用整合至所述英式足球中的图 6B 中的传感器模块 102 进行监测所述英式足球的空间方位的变化,或者确定所述球的运动数据和活动度量之间的关联,作为例如踢球的个体 100 的结果。

[0106] 如图 6B 所示,所述球可包括封闭球的中空空间的外层 142。所述外层 142 可与皮质或者塑料的外皮缝合、粘合和 / 或胶合在一起,并且用带子束紧以使得能够进入内部气囊,如果必要的话。在其他实施例中,所述球可以是包括单独的、实心层或者多个不同层的非空心的运动球(例如棒球、保龄球或高尔夫球)。在一些实施例中,传感器模块 102 可在出售给个体之前连接到或结合至所述球,而在其他实施例中,所述个体可在购买所述球后插入所述传感器模块 102。在一些实施例中,所述球可包括与以上描述的自安装(body-mounted)的传感器模块 102 相类似的按钮和显示器,如果存在的话。可替代地,如图 6B 所示,可不设置按钮或显示器。

[0107] 在本发明的一些实施例中,所述传感器模块 102 可通过有线或无线技术与所述体育活动监测系统 10 的其他部件进行通信。所述传感器模块 102 和所述体育活动监测系统 10 的其他部件之间需要进行通信可能有多种原因。例如,在所述传感器模块 102 记录并存储体育活动信息的方面来讲,将该信息传送到用于附加数据的处理、数据可视化、与他人共享、与过往记录的体育活动信息进行比较或者多种其他用途的另一电子设备可能是有用的。作为进一步的例子,在所述传感器模块 102 具有不足的处理能力、广域网路传输能力、传感器能力或其他能力的意义上来讲,所述体育活动监测系统 10 的其他部件可提供这些能力。基于这一点,以下将简略地描述可能的通信装置。

[0108] 所述传感器模块 102 和个人电脑 204 之间的有线通信,例如通过使用插入到所述个人电脑 204 的通信端口的通信线将所述传感器模块 102 放置入与所述个人电脑 204 相连的对单元来实现。在另一实施例中,例如,所述传感器模块 102 和所述个人电脑 204 之间的通信可通过连接所述传感器模块 102 和所述电脑 204 之间的电线来实现。所述传感器模块 102 的数据端口 132 和所述电脑 204 的通信端口可包括 USB 接口。连接所述传感器模块 102 和所述计算机 204 的电线可为具有合适的 USB 插头的 USB 线,包括但不限于常规的 USB-A 或 USB-B、迷你或微型插头或其他适合的线,例如火线、以太网或雷电接口线。如过往所解释的,在一些实施例中,这种电线可被用作有利于将电力传输到所述传感器模块 102 的电源 112,从而为所述电源 112 充电。可替代地,所述电源 112 可通过感应电荷充电或使用对接站进行充电。

[0109] 有线连接到个人计算机 204 可能是有用的,例如,从传感器模块 102 向个人计算机 204 上传体育活动信息,或者从个人计算机 204 向传感器模块 102 下载应用程序的软件更新或设置。

[0110] 传感器模块 102 和个人计算机 204 之间的无线通信例如可通过无线广域网(诸如因特网)、无线局域网或无线个人区域网络来实现。如本领域技术人员所熟知的,存在有许多已知的标准和专有协议适合执行无线区域网络(例如 TCP/IP、IEEE 802.16、蓝牙、蓝牙低功耗、ANT、由 Dynastream 创新公司提出的 ANT+ 或 BlueRobin)。因此,本发明的实施例并不限于使用任何特定的协议进行所述传感器模块 102 和本发明的体育活动监测系统 10 的不同元件之间的通信。

[0111] 在一个实施例中,所述传感器模块 102 可与诸如移动电话所使用的无线广域网通信系统进行通信。例如,无线广域网通信系统可包括多个地理上分布的通信塔和基站系统。所述通信塔可包括一个或多个支持远程双向无线电频率通信的无线设备的天线,如传感器模块 102。天线与传感器模块 102 之间的无线电频率通信可利用符合任何已知的或今后开发的无线电协议的无线电频率信号,例如 CDMA、GSM、EDGE、3G、4G、IEEE802.x (例如,IEEE802.16 (WiMAX 的))等。由所述基站系统和蜂窝通信塔向所述传感器模块 102 无线传送的信息可进一步发送到一个或多个附加的电路交换或分组交换的通信网络(例如包括因特网)或从一个或多个附加的电路交换或分组交换的通信网络(例如包括因特网)接收。

[0112] 如图 7 所示,通信也可能会经由网络 200 在所述传感器模块 102、个人计算机 204 和 / 或远程服务器 202 之间发生。在实施例中,所述网络 200 是因特网。因特网是采用 Internet 协议(TCP/IP)进行数据通信的全球范围内的服务器、路由器、交换机和传输线的集合。也可以采用网络 200 进行任何两个或更多的传感器模块 102、个人计算机 204、服务器 202 和对接单元之间的通信。在本发明的实施例中,信息经由网络 200 在所述传感器模块 102 和服务器 202 之间直接进行通信,从而绕过所述个人计算机 204。

[0113] 多种信息可在任何的传感器模块 102、个人计算机 204、网络 200、服务器 202 或其他电子部件之间进行通信,其他电子部件例如为另一传感器模块 102、移动电话、平板计算机或其他便携式电子设备。这类信息可以包括例如表现参数的数据、设备的设置(包括传感器模块 102 的设置)、软件和固件。

[0114] 本发明的各种元件之间的通信可发生在体育活动完成之后或实时地在体育活动期间发生。此外,例如,传感器模块 102 和个人计算机 204 之间的交互以及个人计算机 204 和服务器 202 之间的交互可发生在不同的时间。

[0115] 在本发明的一些实施例中,使用体育活动监测系统 10 的个体 100 可参与活动,所述传感器模块 102 物理地连接至个体的身体 106 或体育设备 108,但是在所述个体附近没有构成所述体育活动监测系统 10 的一部分的其他便携式电子装置。在这种实施例中,所述传感器模块 102 可使用其传感器监测所述体育活动。所述传感器模块 102 还可执行必要的计算以监测在所述个体 100 的身体 106 或者所述个体的体育设备 108 的空间方位的变化,或者执行必要的计算以确定身体 106 或器材 108 的运动数据与活动度量之间的关联。

[0116] 替代性地,在这种情况下,可依靠在活动过程中距所述个体 100 远程定位的所述体育活动监测系统 10 的其他部件执行必要的计算,以监测所述个体 100 的身体 106 或个体的体育设备 108 的空间方位的变化,或者执行必要的计算以确定身体 106 或器材 108 的运动数据和活动度量之间的关联。这种计算可发生在例如在活动期间或者之后,所述体育表现信息直接从所述传感器模块 102 无线地传送到个人计算机 204 或服务器 202 之后,或者活动过后所述体育表现信息直接从所述传感器模块 102 有线地传送到个人计算机 204 之

后。

[0117] 然而,在本发明的其他实施例中,如图 8A 所示,所述传感器模块 102 可以与在体育活动期间也由所述个体 100 携带的所述体育活动监测系统 10 的便携式电子设备 206 进行通信。在一些实施例中,所述便携式电子设备 206 可由所述个体 100 之外的另一人携带,或不由任何人携带。在一些实施例中,所述便携式电子设备 206 可以是手表、移动电话、平板计算机或其他便携式电子装置。

[0118] 所述便携式电子设备 206 可用于多种目的,包括例如提供额外的数据处理、提供额外的数据存储、提供数据的可视化、提供额外的传感器功能、将信息转发到网络 200 或提供音乐的回放。

[0119] 在本发明的一个实施例中,所述便携式电子设备 206 可以是专用的便携式电子设备 206。术语“专用的便携式电子设备”是指所述便携式电子设备 206 不能用于本发明的所述体育活动监测系统 10 以外的用途。例如移动电话、个人数字助理、或者数字音乐文件播放器(例如 MP3 播放器)可能不被认为是在此所使用的术语“专用的便携式电子监测装置”。以这种方式,所述专用的便携式电子监测装置 206 可在一些实施例中提供更简单的和 / 或更有效的设备。

[0120] 如图 8A 所示的便携式电子设备 206 不是专用的便携式电子监测装置,在图 8A 中所示的所述便携式电子设备 206 是移动电话。在替代实施例中,将所述传感器模块 102 本身由移动电话来呈现是可能的。由于移动电话通常地被个体携带,即使在体育活动过程中,因此将便携式电子设备 206 包含在所述体育活动监测系统 10 (诸如移动电话)中是令人满意的,并且它们能够在不给所述个体 100 增加额外成本的情况下,提供显著的额外的计算和通信能力。

[0121] 鉴于上面的讨论,很明显,根据本发明的特定的实施例的配置,在此引用的各种处理步骤或其他计算能够由在此公开的所述体育活动监测系统 10 的各种实施例来实现,并且不必限于由所述传感器模块 102 执行。例如,在多种实施例中,可以通过所述传感器模块 102、服务器计算机 202、个人计算机 204、便携式电子设备 206 和 / 或任何其他网络部件或一个以上的部件进行在此引用的任何处理步骤或其他计算。

[0122] 本发明的实施例可能涉及所谓的“云计算”的使用。云计算可包括将计算作为服务而非产品进行交付,从而可以通过网络(通常是互联网)为计算以及其他实用的设备提供共享资源、软件和信息。云计算可以通过网络委托具有用户数据、软件以及在公共应用程序界面上的计算的服务器(通常是集中的)。终端用户可通过 Web 浏览器或重量轻的台式机或移动应用程序访问基于云的应用程序,而商业软件和数据都存储在远程位置上的服务器上。云应用程序供应商通常努力提供与安装在本地或者终端计算机的软件程序相同或更好的服务和性能。

[0123] 图 8B 示出了与第二传感器模块 102 进行无线通信的第一传感器模块 102。在实施例中,这种通信是令人满意的,从而不同的个体 100 (包括相同的体育团体中的个体 100)能够在体育活动中比较他们的表现,或者在不必须通过远程计算机诸如个人计算机 204 或服务器 202 首先传送数据的情况下进行数据交换。

[0124] 图 9 是根据本发明的实施例的组监测系统的图解。在示例性的实施例中,例如如图 9 所示,组监测系统 250 包括至少一个便携式电子设备 206、至少一个基站 260 以及至少



一个组监测设备 270。便携式电子设备 206 可被连接到个体 100。便携式电子设备 206 可包括或与传感器模块 102 或者个体传感器进行通信,所述个体传感器与个体 100 或其体育设备 108 相关联,包括但不限于加速度传感器 116、磁场传感器 118、计步器、心率监测器、位置传感器、冲击力传感器、相机、陀螺仪、麦克风、温度传感器和风传感器。

[0125] 在示例性实施例中,所述便携式电子设备 206 和 / 或传感器模块 102 可包括传感器服装、心率监测器以及位置传感器。例如,所述位置传感器可包括用于与基于卫星的定位系统一起使用的位置传感器、用于与信标系统一起使用的位置传感器(例如,使用三角测量和 / 或由天线在有关场地或活动区域的已知位置接收到的信号的时间差确定位置)、或用于与任何其他合适的位置确定系统一起使用的位置传感器。在一些示例性的实施例中,组监测装置 270 可由教练使用。

[0126] 传感器模块 102 可被安装到体育活动赛事中由所述个体 100 准备参与的个体 100 上。安装到特定的个体 100 的传感器模块 102 可有线或无线地连接至便携式电子设备 206,该便携式电子设备 206 也安装在特定的个体 100 上。所述传感器模块 102 可感测在体育活动赛事中由个体 100 参加的活动过程中的有关个体 100 的特征,并将所述特征的数据指征传送给所述便携式电子设备 206。接着,体育活动赛事中,所述便携式电子设备 206 将所述数据传送到基站 260。在一些实施例中,所述传感器模块 102 和便携式电子设备 206 可被集成到单一设备中。在另外的实施例中,如图 9 中进一步示出的,传感器模块 102 能够与基站 260 直接进行通信,而不通过所述便携式电子设备 206 发送数据。

[0127] 在一些示例性实施例中,这种传输可实时地发生。本文所使用的“实时”可包括传输技术固有的延迟、旨在优化资源的延迟及其他的对于本领域技术人员来讲是明显的固有的或期望的延迟。在一些示例性的实施例中,该传输可比实际时间延迟或在所述活动完成之后发生。基站 260 可接收数据,并且可根据该数据确定度量(metrics),其中所述度量可以由传感器模块 102 所测量的特征的代表,或者可以通过使用算法或者其他数据操作技术而获得的进一步特征的代表。基站 260 接着可将将在体育活动赛事过程中的这些度量传输到组监测设备 270,该组监测设备 270 可接收这些度量或者显示这些度量的表示。

[0128] 组监测设备 270 可接收与多个个体 100 相关联的度量,并且可以显示接收到的与所述个体 100 相关联的度量。以这种方式,在体育活动赛事中观看组监测设备 270 的教练接收关于多个个体 100 的详细信息,并且当被确定为有必要或有利时能够处理这些信息,从而能够有效地监测和管理在体育活动赛事中的个体 100。

[0129] 在一些示例性的实施例中,传感器模块 102 或便携式电子设备 206 在这些数据的基础上计算度量,并将这些度量随数据一起或者代替数据传送到基站 260。在一些示例性的实施例中,基站 260 将这些数据随度量一起或者代替度量发送到组监测装置 270。在一些示例性的实施例中,组监测装置 270 基于该数据计算度量。

[0130] 基站 260 可以是自包含的便携式系统,包含所有执行在此所述的基站 260 的功能所需或所期望的所有硬件。在一些示例性实施例中,基站 260 配置成便携式的。在一些示例性的实施例中,基站 260 被构造成定位在活动站点。在一些示例性实施例中,基站 260 被配置成能够在活动站点之间移动,从而它能够被定位在不同的活动站点。在一些示例性实施例中,基站 260 本身包括传感器,例如 GPS 传感器(或其他定位传感器)、陀螺仪、磁强计、温度传感器、湿度传感器和 / 或风传感器。如下所述,这样的传感器可以提供有价值的数

所述数据可用在算法中以确定与个体 100 相关联的度量。

[0131] 在一些示例性的实施例中,基站 260 包括基准传感器(例如 GPS 基准传感器),其可物理地包含在基站 260 内,或独立于并远离基站 260 定位在与其相关的已知位置上。基准传感器可以有线地或无线地连接到基站 260。基准传感器可用于检测偏差信号,并使用它来计算接收到的位置信号(例如 GPS 数据)的校正信号。该校正信号可被发送到传感器模块 102 或便携式电子设备 206 (例如通过基站 260)。这种校正信号可以被用来校正传感器模块 102 或便携式电子设备 206 的位置确定,从而提高其准确性。因为传感器模块 102 或便携式电子设备 206 本身不负责确定校正信号,而是简单地接收和使用在基站 260 或基准传感器处确定的校正信号,因此确定这样的校正信号,然后把它发送到传感器模块 102 或便携式电子设备 206 实现了有效地利用处理能力。

[0132] 基站 260 可通过天线从传感器模块 102 或便携式电子设备 206 发送和接收数据,该天线配置成一个或多个 RF 通信、WLAN 通信、ISM 通信、蜂窝(例如 GSM 宽带 2.5G 或 3G、4G、LTE)通信、其他合适的通信或它们的组合。基站 260 和传感器模块 102 或便携式电子装置 206 之间的通信可以是双向的或单向的。接着,基站 260 根据接收到的数据确定度量。如上所述,基站 260 接收来自传感器模块 102 或便携式电子设备 206 的数据。基站 260 的数据接收模块可与每个激活的传感器模块 102 或便携式电子设备 206 进行通信。

[0133] 组监测设备 270 能够从基站 260 无线地接收度量、提醒以及其他信息(例如个体 100 的识别信息和属性或有关个体 100 或通常的体育活动的统计)。单独的组监测设备 270 可与基站 260 进行通信,或多个组监测设备 270 可同时与基站 260 进行通信。组监测设备 270 相对于基站 260 可为便携式的并且与基站 260 进行通信,例如通过 WLAN (无线局域网)、2.4GHz ISM (工业、科学和医疗)频段,蓝牙(蓝牙低功耗(BTLE))或蜂窝协议。

[0134] 在一些示例性的实施例中,组监测设备 270 包括模块选择元件,该模块选择元件使得能够选择一个或多个将被显示的操作模块。所述操作模块可使用操作模块图标来进行选择。在一些示例性的实施例中,计划模块图标的选择可触发计划模块显示,该计划模块包括设计用于计划体育活动赛事的特征。在一些示例性的实施例中,如下文所述,选择监测器模块图标可触发监测模块显示,该监测模块包括设计用于在体育活动赛事过程中实时地监测体育活动赛事的特征。在一些示例性的实施例中,选择分析模块图标可触发分析模块显示,如下文所示,该分析模块包括设计用于在体育活动赛事期间实时地或者体育活动竞赛之后分析体育活动赛事的特征。在一些示例性的实施例中,选择报告模块图标可触发报告模块显示,该报告模块包括设计用于形成与体育活动赛事相关的报告的特征(例如打印或显示选定信息的概要)。

[0135] 在一些示例性的实施例中,组监测装置 270 包括显示器和输入单元。在优选的实施例中,组监测装置 270 是平板电脑式的设备(如平板个人电脑或由苹果公司销售的 IPAD 品牌的平板电脑)。然而,组监测装置 270 可以是任何其他合适的设备,诸如,例如,膝上型电脑、智能电话、个人计算机、移动电话、电子阅读器、PDA (个人数字助理)、智能电话或其他能够接收和显示信息和接收输入的类似的装置。

[0136] 例如,合适的组监测系统 and 部件可包括通过引用方式全部并入本文的、共同拥有的美国专利申请号为 13/077,494、发明名称为“组表现监测系统和方法”中公开的系统 and 部件。

[0137] 以上提供了包含示例的传感器模块 102 的本发明的体育活动监测系统 10 的部件的示例性实施例的概述。以下将提供使用本发明的体育活动监测系统 10 的各种示例性的方法的说明,从而监测所述个体 100 的身体 106 或者所述个体的体育设备 108 的空间方位的改变,或者确定身体 106 或器材 108 的运动数据和活动度量之间的关联。

[0138] 参加体育活动的个体 100 (或另一感兴趣的人,如教练、队友或观众)可能希望获取有关个体 100 的身体 106 或个体的体育设备 108 在体育活动过程中的动作的信息。

[0139] 例如,如果个体 100 正在参加涉及运动球的使用的活动,如在足球比赛中,可能希望能够确定所述个体 100 踢足球(即英式足球)的多种发起角度,确定足球被个体 100 踢出后所述英式足球的旋转速率,或者是能够确定足球被所述个体 100 踢出后,所述英式足球行进的峰值速度。

[0140] 作为进一步的例子,如果个体 100 正在参加涉及个体 100 的胸部的各种运动的活动,诸如训练篮球技能,例如,当试图绕开防守者运球时可能希望能够识别个体向左转或者向右转的时机,或者当跳投、试图扣篮或者试图盖帽时可能希望能够确定个体 100 所跳的高度、个体 100 所跳的水平距离以及个体 100 弹跳时所用的力,或者当进行篮球有关的反应时间操练时,可能希望能够确定个体 100 的反应时间。

[0141] 通过使用包含上述的传感器模块 102 的所述体育活动监测系统 10,本发明的实施例可有利地使,所述个体 100 (或他们的教练、队友或观众)在所述体育活动过程中或者之后能够获取关于所述个体 100 的身体 106 的动作或者所述个体 100 的体育设备 108 的动作的信息。

[0142] 虽然本发明的多种实施例在足球(即英式足球)运动、篮球运动的背景下被描述,本发明不限于此,而是可应用于多种不同的运动或者体育活动中,所述体育活动包括例如棒球、保龄球、拳击、板球、自行车、橄榄球(即美式足球)、高尔夫球、曲棍球、长曲棍球、赛艇、橄榄球、跑步、滑板、滑雪、冲浪、游泳、乒乓球、网球、排球或者与此有关的培训赛事。此外,如果适当的话,在此描述的能够在足球比赛中被确定的活动度量也能够在篮球运动中确定,反之亦然。

[0143] 通过所述传感器模块 102 获得的数据可通过多种方式进行处理,以获得关于兴趣对象 104 在所述活动中的动作的有用信息。在一些实施例中,传感器模块 102 的数据可被处理,以监测所述个体 100 的身体 106 或个体 100 的体育设备 108 的空间方位的变化。在其他实施例中,传感器模块 102 的数据可参照运动数据和存储在数据结构中的活动度量的之间的预定关联进行处理。

[0144] 无论所述体育活动监测系统 10 和传感器模块 102 被用于监测个体 100 的身体 106 还是所述个体 100 的体育设备 108,在本发明的实施例中,当需要监测所述个体 100 的身体 106 或者个体 100 的体育设备 108 的空间方位的变化时,可使用共同的分析框架进行所述监测。这种分析框架在图 12 示出。

[0145] 参照图 12,在这样的实施例中,所述个体 100 可使用体育活动监测系统 10 中的传感器模块 102,根据如下的空间方位处理过程 400 确定所述对象 104 的空间方位的变化。

[0146] 首先,在步骤 402 中,所述传感器模块 102 可检测对象 104 的运动。在一个实施例中,对象 104 的运动基于由所述传感器模块 102 的加速度传感器 116 获取的加速度数据进行检测。在另一实施例中,对象 104 的运动基于由所述传感器模块 102 的所述磁场传感器

118 获取的磁场数据进行检测。在又一个实施例中,对象 104 的运动基于加速度数据和磁场数据进行检测。

[0147] 在一个实施例中,磁场传感器 118 可适于测量传感器模块 102 附近的磁场的强度和方向。在另一实施例中,磁场传感器 118 可适于测量传感器模块 102 附近的地球磁场的强度和方向。在一些实施例中,所述磁场传感器 118 可能够测量总的本地磁场和 / 或本地地球磁场的合成的磁矢量的大小和方向。

[0148] 如果被监测对象 104 是英式足球,所测得的运动可包括由于个体 100 的运球而英式足球在地面上的滚动。如果被监测对象 104 是打篮球的个体 100 的胸部,所测得的运动可包括当所述个体在球场上运球时所述个体的胸部向前移动。

[0149] 在一些实施例中,传感器模块 102 接着确定所述对象 104 的运动指示着发生跟踪运动。在一个实施例中,当达到预定的时间段的阈值数据值时,所述对象 104 的运动指示着确定发生跟踪运动的开始。例如,传感器模块 102 可确定对象 104 的运动已导致在预定的时间段出现了阈值加速度和 / 或磁场变化。

[0150] 在一些实施例中,确定发生跟踪运动指示着所跟踪的运动已经在这种确定之前开始。在这种情况下,如果最近已记录的数据需要进行检查或者更永久地记录以响应确定发生跟踪运动时,因为所述传感器模块 102 可暂时地将数据流记录在缓存器中,仍可能捕捉与运动相关的所有相关数据。在其他实施例中,确定发生跟踪运动指示着跟踪运动将会在不久的将来开始。在一些实施例中,传感器模块 102 适于永久或暂时地存储数据,并且可进一步适于在特定环境中预定的时间段内存储数据,例如当填充数据缓冲器时。

[0151] 如果被监测对象 104 是英式足球,由于所述个体 100 试图得分迅速踢球而导致的英式足球的运动可得出确定应当跟踪所述球响应踢球的动作,其可包括在该确定作出之前、之中和 / 或之后的球的动作。如果被监测对象 104 是打篮球的个体 100 的胸部,当进行进攻运动时所述个体 100 的胸部通过 180 度的转动可得出确定应当跟踪所述个体的胸部的转动,其可包括在确定作出之前、之中和 / 或之后所述个体的胸部的动作。

[0152] 接下来,在步骤 406 中,为了响应确定发生跟踪运动,可确定所述对象 104 的初始的空间方位。在一些实施例中,确定所述对象 104 的初始的空间方位可参照坐标轴系统进行。

[0153] 坐标轴系统是用于监测对象 104 的空间方位变化的有用的分析工具。图 10 示出了示例性的三维笛卡尔坐标轴系统 300,其具有三个轴 -X 轴、Y 轴和 Z 轴。两个矢量“G”和“B”被叠加在图 10 中示出的坐标轴系统 300 中。指向 Y 方向的 G- 矢量 302 代表重力矢量。B- 矢量 304 表示合成的磁场矢量。

[0154] 图 11 示出了另一示例性的三维笛卡尔坐标轴系统 350。该系统 350 限定诸如对象 104 的刚性体的六自由度。如图 11 所示,六自由度是指刚性体三维空间中的动作,即结合围绕三个互相垂直的轴(俯仰(pitch)、偏航(yaw)、滚转(roll))的转动向前 / 向后、向上 / 向下、向左 / 向右移动(三个垂直轴中的移动)的能力。

[0155] 回到步骤 406 的讨论中,在一个实施例中,确定对象 104 的初始的空间方位可参照诸如图 10 中示出的重力矢量 302 来进行。在另一个实施例中,确定对象 104 的初始的空间方位可参照诸如图 10 中所示的地球磁场矢量 304 来进行。在其他实施例中,确定对象 104 的初始的空间方位可参照图 11 中所示的所述对象在具有六自由度的三维空间中平移和转

动的方式的特征来进行。

[0156] 如果被监测对象 104 是英式足球,确定该英式足球相对于将被跟踪的特定运动(即由踢球所造成的球的运动)的初始的空间方位可根据特定的应用和算法限定为,例如在该英式足球被所述个体 100 的脚部迅速踢开之前、之中或之后的所述英式足球的空间方位。如果被监测对象 104 是打篮球的个体 100 的胸部,确定该个体 100 的胸部相对于将被跟踪的特定动作(即 180 度的转动)的初始的空间方位可根据特定的应用和算法限定为,例如在该个体 100 的胸部开始转动之前、之中或之后的所述个体 100 的胸部的空间方位。

[0157] 在步骤 408 中,确定所述对象 104 在第一时间点的初始方位之后,可确定所述对象 104 的空间方位的变化。在实施例,在步骤 408 中确定所述对象 104 的空间方位的改变可类似于步骤 406 中确定初始方位,除了将有关当所述对象移动时重力矢量 302 和 / 或磁场矢量 304 的方位变化的附加信息考虑进去之外。

[0158] 如果被监测对象 104 是英式足球,确定该英式足球相对于将被跟踪的特定运动(即由踢球所造成的球的运动)的初始的空间方位的变化可根据特定的应用和算法限定为,例如从该英式足球的初始方位被确定时到所述球仍在移动或已停止移动时的后一时间点的所述英式足球的空间方位的变化。如果被监测对象 104 是打篮球的个体 100 的胸部,确定该个体 100 的胸部相对于将被跟踪的特定运动(即 180 度的转动)的初始的空间方位可根据特定的应用和算法限定为,例如从该个体 100 的胸部的初始方位被确定时到所述个体 100 的胸部仍在移动或已停止移动时的后一时间点的所述个体 100 的胸部的空间方位的变化。

[0159] 在步骤 410 中,在步骤 408 中确定的所述对象 104 的空间方位的变化的基础上确定活动度量。活动度量的性质可基于所述个体 100 正在参加的体育活动以及被监测的特定对象 104 而改变。在一个实施例中,活动度量可涉及例如发起角度、旋转速率、球的轨迹、速度、跳跃高度、跳跃力、跳跃距离、跳跃轨迹、踢力、踢的距离、冲击力、具体类型的体育运动的特征或反应时间的测量。在其他实施例中,所述活动度量可为例如旋转速率、旋转平面、跳跃力、力的分布(作用在运动员的身体或地面或所述对象上的力),网球中的击打(stroke)信息、高尔夫球、棒球、曲棍球中的挥杆、腿踢的分布图、自行车踏板的角度位置、骑自行车的输出功率、疲劳(出现在如跑步、举重游泳、划船等反复运动中的震颤)、姿势、投掷或手臂摆动的技术和射击技术。

[0160] 如果被监测对象 104 是英式足球,由踢球所导致的球的空间方位的变化可用于确定例如所述球的发起角度、球的旋转速率、发起速度、估计的速度或类似的度量。如果被监测对象 104 是打篮球的个体 100 的胸部,所述个体 100 的胸部在 180 度转动过程中的空间方位的变化可用于确定例如所述个体已经从防守者那里护球并且接着旋转 180 度而绕开所述防守者的操作或者类似的度量。在其他实施例中,所述个体 100 的胸部的空间方位的变化可被用于确定跳跃的高度或力。

[0161] 最后,在步骤 412 中,向所述个体 100、教练、队友、观众或任何其他感兴趣的人提供传达所述活动度量的输出。在一个实施例中,输出可能是听觉输出、视觉和 / 或触觉输出。

[0162] 在本发明的一些实施例中,代替监测感兴趣的对象 104 的空间方位的变化的需求,而存在将所述对象 104 (诸如所述个体 100 的身体 106 或者所述个体 100 的体育设备

108)的运动与基于存储在数据结构中的预定关联的活动度量相关联的需求。可使用普通的分析框架来执行这种关联。这种分析框架在图 13 中所示。

[0163] 参照图 13,在这种实施例中,所述个体 100 可使用在体育活动监测系统 10 中的传感器模块 102,根据以下所述的运动关联处理过程 420 确定与对象 104 运动的这种关联。

[0164] 首先,在步骤 422 中,所述传感器模块 102 可检测所述对象 104 的运动。如上所述,此步骤可与所述空间方位处理过程 400 中的步骤 402 类似地执行。

[0165] 如果被监测对象 104 是英式足球,所测得的运动可包括由于个体 100 的运球而英式足球在地面上的滚动。如果被监测对象 104 是打篮球的个体 100 的胸部,所测得的运动可包括当所述个体在球场上运球时所述个体的胸部向前移动。

[0166] 在一些实施例中,传感器模块 102 可接着确定所述对象 104 的运动指示着发生跟踪运动。如上所述,这一步骤可与空间方位处理过程 400 中的步骤 404 类似地执行。

[0167] 如果被监测对象 104 是英式足球,由于所述个体 100 试图破门得分迅速踢球而导致的英式足球的运动可得出确定应当跟踪所述球响应踢球的动作,其可包括在该确定作出之前、之中和 / 或之后的球的动作。如果被监测对象 104 是打篮球的个体 100 的胸部,由于所述个体跳跃例如跳投、试图扣篮或者试图盖帽时的所述个体 100 的胸部突然向上远离地面的运动可得出确定应当跟踪所述个体胸部的向上运动,其可包括在确定作出之前、之中和 / 或之后所述个体 100 的胸部的动作。

[0168] 接下来,在步骤 426 中,所述传感器模块 102 可记录运动数据以响应确认跟踪运动。在一个实施例中,所述对象 104 的运动基于由所述传感器模块 102 的加速度传感器 116 获取的加速度数据进行记录。在另一实施例中,对象 104 的运动基于由所述传感器模块 102 的所述磁场传感器 118 获取的磁场数据进行记录。在又一个实施例中,对象 104 的运动基于加速度数据和磁场数据进行记录。

[0169] 如果被监测对象 104 是英式足球,可记录由于个体 100 的迅速踢球而导致的英式足球的运动。如果被检测对象 104 是打篮球的个体 100 的胸部,可记录所述个体 100 的胸部突然向上的运动。

[0170] 接着,在步骤 428 中,所述传感器模块 102 可确定所记录的运动数据与活动度量之间的关联。在一个实施例中,这种确定可基于存储在诸如查找表的数据结构中的相关信息。

[0171] 查找表是数据结构,通常是数组或关联数组,经常用于用简单的数组索引操作代替运行计算。因为从内存中检索值的速度往往快于经过相对多步骤的计算或输入 / 输出操作,其在处理时间方面的节省是显著的。查找表的数字可能被预先计算并存储在静态程序存储器或者或预取出作为程序的初始化阶段的一部分。

[0172] 所述关联的性质取决于用于创建这种关联的特定应用和算法。还有,活动度量的性质可基于所述个体 100 正在参加的体育活动以及被监测的特定对象 104 而改变。在一个实施例中,活动度量可涉及例如发起角度、旋转速率、球的轨迹、速度、跳跃高度、跳跃力、跳跃距离、跳跃轨迹、踢力、踢的距离、冲击力、具体类型的体育运动的特征或反应时间的测量。在其他实施例中,所述活动度量可为例如旋转速率、旋转平面、跳跃力、力的分布(作用在运动员的身体或地面或所述对象上的力),网球中的击打信息、高尔夫球、棒球、曲棍球中的挥杆、腿踢的分布图、自行车踏板的角度位置、骑自行车的输出功率、疲劳(出现在如跑步、举重、游泳、划船等反复运动中的震颤)、姿势、投掷或手臂摆动的技术和射击技术。

[0173] 如果被监测对象 104 是英式足球,所记录的运动数据和活动度量之间的关联可依赖于存储在数据结构中的相关数据,该相关数据来源于表现所述英式足球的加速度数据和英式足球发起速度度量之间的关系的函数。在一些实施例中,体现英式足球加速度数据和英式足球发起速度之间的关系的函数可基于具体模型英式足球的经验数据。

[0174] 如果被监测对象 104 是打篮球的个体 100 的胸部,所记录的运动数据和活动度量之间的关联可依赖于存储在数据结构中的相关数据结构,该相关数据结构来源于表现胸部加速度数据和例如弹跳高度或弹跳力度量之间的关系的函数。在一些实施例中,体现胸部加速度数据和弹跳高度之间的关系的函数可基于诸如所述个体的体重的数据。

[0175] 最后,在步骤 430 中,向个体 100、教练、队友、观众或任何其他感兴趣的人提供传送活动度量的输出。如上所述,该步骤可类似于空间方位处理过程 400 中的步骤 412 进行。

[0176] 参照图 12 和图 13 概括出的分析框架图详细说明了基本的空间方位处理过程 400 和基本的运动关联处理过程 420,其分别可被用于本发明的实施例中,以使用传感器模块 102 来监测个体 100 的身体 106 或个体 100 体育设备 108。然而,在本发明的一些实施例中,这些基本的分析框架可包括提供改进功能的额外步骤,从而为参加体育活动的个体 100 提供更好的工具去评估其活动。

[0177] 图 14 示出了激活状态处理过程 440,其可被用于补充以上概括的基本的空间方位处理过程 400 或者基本的动作关联处理过程 420。所述激活状态处理过程 440 可使传感器模块 102 在多个状态中运行,其中一个状态可被认为是激活状态。在一个实施例中,所述激活状态的特征在于所述传感器模块 102 在激活状态中比在激活状态之前消耗更多的电力。在另一实施例中,所述激活状态的特征在于,所述传感器模块 102 在激活状态中比在激活状态之前能够以较高的速率从所述加速度传感器 116 进行数据采样。在又一实施例中,所述激活状态的特征在于,所述传感器模块 102 在激活状态能够永久地保存数据,与之相反,在激活状态之前所述传感器模块 102 只能暂时记录数据。以这种方式,各种状态使所述传感器模块 102 能够以更低的电池电力、减小的处理能力或者更有效地进行运作。

[0178] 参考图 14,所述激活状态处理过程 440 以步骤 442 开始。在一个实施例中,所述激活状态处理过程 440 的步骤可出现在所述基本的空间方位处理过程 400 或者基本的运动关联处理过程 420 之前,从而使这些处理过程能够在具有更高效的传感器模块 102 功能的情况下进行。

[0179] 在步骤 442 中,所述传感器模块 102 可第一时间检测所述对象 104 的运动。如上所述,此步骤可以以类似于空间方位处理过程 400 的步骤 402 或者运动关联处理过程 420 中的步骤 422 被执行。

[0180] 如果被监测对象 104 是英式足球,所测得的运动可包括由于个体 100 的运球而英式足球在地面上的滚动。如果被监测对象 104 是打篮球的个体 100 的胸部,所测得的运动可包括当所述个体在球场上运球时所述个体的胸部向前移动。

[0181] 接下来,在步骤 444 中,传感器模块 102 可确定所述对象 104 的运动对应于预定的激活运动。在一些实施例中,预定的激活运动可包括一系列不连续的运动,诸如球被连续三次弹起,球被抛出预定的高度,球被一定程度的力踢,所述个体 100 连续三次向上跳或向下跳,或使所述传感器模块 102 的加速度超出和 / 或低于以绝对值计算的预定的阈值或者使所述传感器模块 102 在在预定的时间段内加速。在一个实施例中,所述对象 104 的运动

基于由传感器模块 102 的加速度传感器 116 所捕获的加速度数据进行检测。在另一实施例中,所述对象 104 的运动基于由传感器模块 102 的磁场传感器 118 所捕获的磁场数据进行检测。在又另一实施例中,所述对象 104 的移动基于加速度数据和磁场数据进行检测。

[0182] 确定所述对象的运动对应于预先确定的激活运动的步骤可包括将与所述预定的激活运动相关联的数据与检测到的与所述对象的运动相关联的加速度数据进行比较。可替代地,确定所述对象的运动对应于预先确定的激活运动的步骤可包括将与所述预定的激活运动相关联的计时数据与检测到的与所述对象的运动相关联的计时数据进行比较。

[0183] 如果被监测对象 104 是英式足球,预定的激活运动可以是,例如英式足球静止预定的时间段之后所述英式足球的运动,英式足球反弹三次,英式足球被扔到空中一段时间的特定高度或各种其他可能的激活运动。如果被监测对象 104 是打篮球的个体 100 的胸部,预定的激活运动可以是,例如,所述个体 100 静止一段预定的时间(例如坐在长凳上)之后的所述个体 100 的运动,所述个体 100 连续三次向上跳或向下跳,所述个体 100 连续地蹲坐三次或者多种其他可能的激活运动。

[0184] 在一些实施例中,当被监测对象 104 的所述传感器模块 102 感测到大约 1G 的合成加速度(即 1G 的阈值公差之内的合成加速度,例如 1G 的 5% 之内),所述被监测对象 104 可被看作是静止的。在一些实施例中,当被监测对象 104 偶尔被个体操作时,所述被监测对象 104 可被看作是静止的。例如,在篮球运动员带球跳投的一段时间内,球可以是静止的(例如,在球从所述个体的手中释放之前,所述球可被看作是静止的,其中由传感器模块 102 感测到的合成加速度为大约 1G)。还例如,篮球运动员执行投掷球的时间段内(例如,从向后的动作过渡到所述个体投掷动作的向前动作的时间段内,其中由传感器模块 102 感受到的合成加速度为大约 1G),球可以是静止的。

[0185] 接下来,在步骤 446 中,确定已经出现激活运动之后,所述传感器模块 102 可进入激活状态。如前所述,所述激活状态的特征在于,例如所述传感器模块 102 在激活状态中比激活状态之前消耗更多的电力或者以更高的速率进行数据采样。

[0186] 最后,在步骤 448 中,当所述传感器模块 102 进入激活状态,如在基本的空间方位处理过程 400 中的步骤 402 或者基本的运动关联处理过程 420 的步骤 422 中详细描述的,第一时间检测所述对象的运动。以这种方式,各种状态使所述传感器模块 102 能够以更低的电池电力、减小的处理电力或者更有效地进行运作。

[0187] 图 15 示出了参考动作处理过程 450,其可用于补充以上概述的所述基本的运动关联处理过程 420。所述参考动作处理过程 450 可使传感器模块 102 通过比较运动数据从多个参考动作中识别匹配的体育动作,其中多个参考动作在本质上是多种多样的。以这种方式,通过使能识别和跟踪在活动中执行的多种类型的动作可加强所述运动关联处理过程 420 中的运动员动作的识别能力。

[0188] 参照图 15,所述参考动作过程 450 从步骤 452 开始。在一个实施例中,所述参考动作处理过程 450 的步骤可被以上概述的基本的运动关联处理过程 420 的步骤 426、428 和 430 有效地代替,从而增强所述关联和识别的能力。

[0189] 在步骤 452 中,所述传感器模块 102 可记录运动数据(如以上概述,可能地响应在前述步骤中的识别跟踪运动)。在一个实施例中,对象 104 的运动基于由所述传感器模块 102 的加速度传感器 116 获取的加速度数据进行记录。在另一实施例中,对象 104 的运动基



于由所述传感器模块 102 的所述磁场传感器 118 获取的磁场数据进行记录。在又一实施例中,对象 104 的运动基于加速度数据和磁场数据进行记录。

[0190] 如果被监测对象 104 是英式足球,可记录由于个体 100 的迅速踢球而导致的英式足球的运动。如果被监测对象 104 是打篮球的个体 100 的胸部,可记录所述个体 100 的胸部突然向上的运动。

[0191] 接下来,在步骤 454 中,所述传感器模块 102 可通过将运动数据和与多个参考动作相关联的数据进行比较从多个参考动作中识别匹配的体育动作。在一个实施例中,如所述基本的运动关联处理过程 420 的步骤 428,所述识别至少部分地基于存储在数据结构诸如查找表中的关联信息做出。

[0192] 特别到步骤 428,识别匹配的体育动作可通过参考多个参考动作进行。换言之,在步骤 428 中,该系统并不限于寻找与单一动作(例如努力进球破门得分地踢足球)相匹配的动作。在一些实施例中,该系统并不限于寻找与单一种类的动作(例如进攻的足球动作)相匹配的动作。在其他实施例中,该系统并不限于寻找与单一动作(例如足球动作)相匹配的动作。可替代地,当所述活动是团体运动时,匹配的体育动作可为在团体运动中通常由个人执行的动作。

[0193] 在一个实施例中,一个或多个参考动作可包括一系列不连续的动作。在一些实施例中,与多个参考动作相关联的数据可包括加速度数据、磁场数据和 / 或计时数据。当然,识别匹配的体育动作的性质可依赖于创建这种匹配所用的特定的应用程序和算法。此外,匹配的体育动作的性质可在所述个体 100 正在参与的体育活动以及被监测的特定对象 104 的基础上进行改变。在一个涉及篮球的实施例中,所述匹配的体育动作可以为,例如传球动作、投篮动作、跳投动作、扣篮运动、护球动作、交叉运球动作、盖帽动作、抢球动作或抢篮板动作。

[0194] 最后,在步骤 456 中,向个体 100、教练、队友、观众或任何其他感兴趣的人提供传达匹配的体育动作的输出。如上所述,该步骤可类似于运动关联处理过程 420 中的步骤 430 进行。以这种方式,所述运动关联处理过程 420 中的所述体育动作的识别能力通过使得能够识别和跟踪活动过程中所执行的不同类型的动作而得到加强。

[0195] 图 16 示出了远程空间处理过程 460,其可用于补充以上概述的基本空间方位处理过程 400。该远程空间处理过程 460 可使传感器模块 102 以无线方式将空间方位数据发送到用于处理的远程计算机。与体育活动监测系统 10 的其他元件的无线通信通常参照图 7 的上述描述。以这种方式,通过将特定的处理过程和分析任务转移到具有更大的计算能力的位于远处的计算机(诸如服务器计算机),并且在一些实施例中,访问附加数据或其他资源,所述体育活动监测系统 10 的空间处理能力或运动关联能力得到增强。

[0196] 参照图 16,所述远程空间处理过程或关联处理过程 460 从步骤 462 开始。在一个实施例中,所述远程空间处理过程或关联处理过程 460 的步骤可被以上概述的基本的空间方位处理过程 400 的步骤 410 或者基本的运动关联处理过程 420 的步骤 426 有效地代替,从而可以远程地发现活动度量确定。

[0197] 在步骤 462 中,可确定所述对象 104 的空间方位的变化或可记录运动数据。在实施例中,步骤 462 中的确定所述对象 104 的空间方位的变化以及记载运动数据可类似于上述在基本的空间方位处理过程 400 的步骤 408 中确定所述对象 104 的空间方位的变化,或

者基本的运动关联处理过程 420 的步骤 426 中的记载运动数据。

[0198] 接着,在步骤 464 中,传感器模块 102 可将涉及空间方位变化或者运动的数据无线地发送到计算机,其中所述计算机距体育活动中的用户远程地定位。例如,远程计算机可以是服务器 202。在一个实施例中,有关空间方位变化或者运动的数据可在体育活动中发送到远程计算机。在另一个实施例中,有关空间方位变化或者运动的数据可在体育活动完成之后发送到远程计算机。

[0199] 接着,在步骤 466 中,传感器模块 102 可以无线地从远程计算机接收活动度量数据,其中,所述活动度量数据是基于被传送的涉及空间方位变化或者运动的数据。因此,如所概述的,例如在基本的空间方位处理过程 400 的步骤 410 中确定活动度量,如所概述的,例如在基本的运动关联处理过程 420 的步骤 428 中确定基于关联数据的活动度量,可能地参照查找表,可由远程计算机进行处理。在一个实施例中,活动度量数据可在体育活动中从远程计算机接收。在另一实施例中,活动度量数据可在完成体育活动之后从远程计算机接收。

[0200] 此外,在某些实施例中,因为远程计算机具有更大的处理能力和资源,远程计算机可以是能够为所述传感器模块 102 提供额外的信息。在一个实施例中,所述传感器模块 102 可从远程计算机接收除活动度量数据之外的培训推荐数据。在另一个实施例中,传感器模块 102 可从远程计算机接收除活动度量数据之外的激励内容数据。

[0201] 在实施例中,从远程计算机接收到的所述活动度量数据可包括将与用户当前体育活动相关联的数据和与用户之前的体育活动的相关联的数据之间的比较。在另一实施例中,从远程计算机接收的活动度量数据可包括将与用户当前体育活动相关联的数据和与不同个体的体育活动相关联的数据之间的比较。

[0202] 最后,在步骤 468 中,向个体 100、教练、队友、观众或任何其他感兴趣的人提供传达活动度量的输出。如上所述,该步骤可类似于空间方位处理过程 400 的步骤 412 或者运动关联处理过程 420 中的步骤 430 进行。以这种方式,通过将特定的处理和分析任务转移到具有更大的计算能力的位于远处的计算机(诸如服务器计算机),并且在一些实施例中,访问附加数据或其他资源,可提高所述体育活动监测系统 10 的空间处理能力或运动确定能力。

[0203] 图 17 示出了定位处理过程 480,其可用于补充上述的基本的空间方位处理过程 400 或基本的运动关联处理过程 420。所述定位处理过程 480 可使个体能够确定在体育活动中多种被监测的体育动作发生的精确的地理位置。以这种方式,定位处理过程 480 可为个体、教练、队友、观众或任何感兴趣的人提供与基于运动的活动度量信息本身有关的附加信息。

[0204] 参考图 17,定位处理过程 480 从步骤 482 开始。在一个实施例中,定位处理过程 480 的步骤可发生在基本的空间方位处理过程 400 或者基本的运动关联处理过程 420 的步骤之后,或者刚好在这些处理过程的输出步骤之前。

[0205] 在步骤 482 中,确定所述活动度量可基于如空间方位处理过程 400 中的步骤 410 中描述的所述对象 104 的空间方位的变化,或者基于运动关联处理过程 420 的步骤 428 中描述的关联。所述活动度量的性质可基于所述个体 100 正在参加的体育活动以及特别是被监测的特定对象 104 而变化。在一个实施例中,活动度量可涉及例如发起角度、旋转速率、

速度、跳跃高度、跳跃力、体育运动的具体类型的特征或者反应时间的测量。

[0206] 接着,在步骤 484 中,可确定所述对象 104 在体育活动中的位置。在一个实施例中,所述对象 104 在体育活动中的位置使用卫星定位系统的接收器,例如 GPS、伽利略、北斗或格洛纳斯接收器进行确定。在另一个实施例中,所述对象 104 在体育活动中的位置使用信标信号或无线电信号的三角测量法进行确定。

[0207] 在个体 100 的身体活动包括穿越特定的路径(例如跑步比赛或自行车比赛)的实施例中,传感器模块 102 可能够记录个体 100 沿所穿越的路线的地理路线点。

[0208] 最后,在步骤 486 中,将所确定的体育活动度量和与所述体育活动度量相关联的位置进行关联。因此,例如,传感器模块 102 可能够记录个体 100 每一次射门或投篮的位置。

[0209] 通过使用包括上述传感器模块 102 的体育活动监测系统 10,本发明的实施例可有利地使所述个体 100 (或他们的教练、队友或观众)能够在体育活动之中或者之后获得关于所述个体 100 的身体 106 的动作或者所述个体 100 的体育设备 108 的动作的这种或其他信息。

[0210] 虽然本发明的各种实施例结合了英式足球(即足球)和篮球进行了描述,但是本发明并不限于此,而是可适用于各种不同的运动或体育活动,包括例如棒球、保龄球、拳击、板球、自行车、足球(即美式足球)、高尔夫球、曲棍球、长曲棍球、赛艇、橄榄球,跑步、滑板、滑雪、冲浪、游泳、乒乓球、网球、排球或者其他与此有关的培训赛事。

[0211] 对于棒球,如上描述的传感器模块 102 的实施例可使个体 100、教练、队友或观众能够确定例如投手的抛球、击球手的挥杆或者球被抛出或者被击中之前球的运动的特征。例如,传感器模块 102 可被用来确定投球抛掷的类型(快球、曲球、曲线球、变线球等)、投掷速度、投掷轨迹或者总投球数。传感器模块 102 还可被用于确定挥杆的类型(例如常规挥杆、短打、与球接触的挥杆、错过球的挥杆等)、挥杆的速度、挥杆计数、击中类型(滚地球、直线球、飞球、本垒打等)、球被击中后的轨迹或球被击中的距离。在一些实施例中,传感器模块 102 可被安装在例如投手的躯干、臂部,手部或手指上,或击球手的躯干、臂部、手部或手指上,球上或球内,球杆上或球杆内。

[0212] 对于保龄球,如上描述的传感器模块 102 的实施例可使个体 100、教练、队友或观众能够确定例如投球手的发球或球的路径的特征。例如,传感器模块 102 可被用来确定施加到滚动上的自旋的类型、滚动的速度、总滚动计数、在撞击时刻施加到球栏上的力,或者滑道上光滑点的草皮(divots)的位置或者出现。传感器模块 102 也可被用来确定发球后球的路径。在一些实施例中,例如,传感器模块 102 可被安装在保龄球手的躯干、臂部、手部或手指或所述球中或球上。

[0213] 对于拳击,如上描述的传感器模块 102 的实施例可使个体 100、教练、队友或观众能够确定例如拳击手进攻或防卫移动的特征。例如,传感器模块 102 可被用来确定拳击手出拳的类型(短直拳、勾拳、上勾拳等)、拳击手使用左手还是右手、出拳速度、出拳是否连续和 / 或总出拳数。传感器模块 102 也可被用来确定是否拳击手向左、向右或向下追随(dogged),是否阻拳、是否被击倒或拳击手的发拳数。在一些实施例中,例如,传感器模块 102 可被安装在拳击手的躯干、臂部、手部或手指上,其拳击手套上或拳击手套中。

[0214] 对于自行车运动,如上描述的传感器模块 102 的实施例可使个体 100、教练、队友或观众能够确定例如骑车人或自行车的动作的特点。例如,传感器模块 102 可用于确定自

行车的速度、转动的性质、在路径中海拔高度变化的性质,或诸如空中飞行的跳跃特征、执行特技的类型,或者特技是否成功执行。在一些实施例中,传感器模块 102 可被安装在例如骑车人的躯干、臀部、手部、腿部、脚部或头部、其自行车上或自行车中的某个位置,例如车把、车架或踏板。

[0215] 对于橄榄球(即美式足球),如上描述的传感器模块 102 的实施例可使个体 100、教练、队友或观众能够确定例如进攻、防守或特别球队球员的运动或球本身的动作的特点。例如,传感器模块 102 可用于确定奔跑、传球、踢球或阻截队员的类型,或奔跑、传球、踢球或阻截队员的数量,或奔跑、传球、踢球或阻截队员的力度,或跑卫所使用的移动的类型(例如转身动作、推开、跳栏、俯冲、短跑等),或传球或踢球的距离、停滞时间或旋转特征。在一些实施例中,传感器模块 102 可被安装在例如球员的躯干、手臂或腿部,所述球上或球中。

[0216] 对于高尔夫球,如上描述的传感器模块 102 的实施例可使个体 100、教练、队友或观众能够确定例如高尔夫球手的挥杆或者球被击中之后的动作。例如,传感器模块 102 可被用来确定挥杆的类型(发球、平坦球道击球、近距离击球、击球入洞)、挥杆速度、挥杆质量或者挥杆总数,这可以被用作训练高尔夫球手怎样提高他们的挥杆或者打球的技能。传感器模块 102 还可被用于确定球的路径(直线球、曲球、钩球、高球、低球、左转球、右转球)或发球的距离。在一些实施例中,传感器模块 102 可被安装在例如高尔夫球手的躯干、臀部,手部、腿部、足部、头部、球上或球中、球杆(club)上或球杆中。

[0217] 对于冰球,如上描述的传感器模块 102 的实施例可使个体 100、教练、队友或观众能够确定例如球员发球或传球,或者冰球(puck)接触后的运动的特点。例如,传感器模块 102 可用于确定发球的类型(例如强打、反手击球)、发球速度、发球质量或发球数或传球计数。传感器模块 102 还可以被用于确定冰球朝球门的路径(直线的、向左、向右、低的、高的)。在一些实施例中,例如,传感器模块 102 可被安装在冰球运动员的躯干、臀部、手部、腿部、脚部或头部,或冰球上,或曲棍上或曲棍中。

[0218] 对于赛跑,如上描述的传感器模块 102 的实施例可使个体 100、教练、队友或观众能够确定例如跑步者的动作特征。例如,传感器模块 102 可用于确定速度、步速、穿越的距离、穿越的位置或区分不同的表面(例如草地、街道或小径)和倾斜(例如上坡、平原或下坡)。在一些实施例中,传感器模块 102 可被安装在例如跑步者的躯干、胳膊、手部、腿部、脚部或头部,或其鞋类制品上或鞋类制品内。

[0219] 对于滑雪,如上描述的传感器模块 102 的实施例可使个体 100、教练、队友或观众能够确定例如滑道统计或者关于在何时成功地执行了一定的特技的信息。例如,传感器模块 102 可用于确定滑雪者在跑道上成功地穿越了多少门、滑雪者的速度或他们转弯的角度。此外,传感器模块 102 可用于确定诸如跳跃、翻转、旋转的技术动作(maneuver),或组成所述技术动作的动作的程度(例如跳跃的高度、旋转的程度、悬空时间或执行特技的类型等等)。在一个实施例中,传感器模块 102 可被安装在滑雪橇的顶表面或者底表面、包含在滑雪橇中、或以可拆卸或不可拆卸的方式放置在滑雪橇的空隙中,或安装到滑雪者的靴子、身体或其他衣物中。在其他实施例中,传感器模块 102 可以类似地用于滑雪板或其他类似的涉及相似的冬季运动设备的冬季运动活动中。

[0220] 对于网球,如上描述的传感器模块 102 的实施例可使个体 100、教练、队友或观众能够确定例如球员挥拍的特点或球被击中后的动作特点。例如,传感器模块 102 可用于确

定挥拍的类型(正击、反击、发球、挥球、挑高球)、挥拍速度、挥拍质量或挥拍计数。传感器模块 102 也可以被用来确定球的动作(直线、上旋、倒旋、左旋、右旋)或发起的距离。在一些实施例中,例如,传感器模块 102 可被安装在球员的躯干、胳膊、手部、腿部、脚部或头部,或网球上或在球拍上。

[0221] 对于滑板,如上描述的传感器模块 102 的实施例可使个体 100、教练、队友或观众能够确定例如某些诸如翻腾、空翻、翻转(例如踢翻)、滑动、碾磨的特技何时被成功执行,或组成这种特技的动作的程度(例如跳跃的高度、旋转速度、滑动的时间长度等)。在一个实施例中,传感器模块 102 可被安装在滑板的下面、滑板轮轴(即滚轮)和滑板本身之间的空隙中。在其他实施例中,传感器模块 102 可连接到滑板的顶面或底面,包含在滑板中,或以可拆卸或不可拆卸的方式连接至轮轴(即滚轮)。

[0222] 对于冲浪,如上描述的传感器模块 102 的实施例可使个体 100、教练、队友或观众能够确定例如某些例如踏浪(riding wave)、执行转弯或逆转、回转(carving)、漂浮或漂流的技术动作何时被成功地执行。在一个实施例中,传感器模块 102 可被安装在冲浪板的顶部或底部表面,包含在冲浪板内,或以可拆卸或不可拆卸的方式放置冲浪板中的空隙中。

[0223] 在本发明的另一个实施例中,如上描述的传感器模块 102 的实施例可使个体 100、教练、队友或观众能够分析所述个体 100 的强度和柔韧性的锻炼运动或练习。例如,在一个实施例中,个体 100 或所述个体 100 在强度或柔性锻炼过程中所使用的体育设备 108 可携带传感器模块 102,该传感器模块 102 能够跟踪例如仰卧起坐、俯卧撑、弓箭步、跳跃运动、拉起运动、深蹲、引体向上和 / 或提踵。传感器模块 102 能够用于确定这些动作是否被正确地完成和 / 或每一动作被重复执行的次数。

[0224] 在本发明的一些实施例中,传感器模块 102 可以是能够补偿存在于各种类型的内置传感器或者与所述传感器模块 102 通信的传感器之中的固有的缺陷。大多数真实世界中的传感器有其局限性。例如,加速度计、磁强计、陀螺仪可能具有精度问题,特别是当用于测定所述对象 104 的运动速度或不同于其初始校准条件的其他条件中时。

[0225] 在某些系统中,如果传感器数据(诸如加速度传感器 116 或磁场传感器 118 的数据)暂时丢失或不可用,来自不可用的传感器的数据不能被用于随后的处理或计算中。在其他系统中,丢失的数据可由“直线”方法进行估计,例如,直线方法是假定数据保持不变或以恒定的速率变化。然而,在本发明传感器数据的一些实施例中,基于已知的、衍生的或这两类数据之间的估计的关联或者数据的推断法,诸如加速度传感器 116 或磁场传感器 118 的数据可被用于补偿和 / 或估计在其他的加速度传感器 116 或磁场传感器 118 中的变化。

[0226] 通过结合例如由加速度传感器 116 和磁场传感器 118 产生的数据,即使来自加速度传感器 116 或磁场传感器 118 的数据由于任何原因丢失,根据本发明的实施例的系统和方法能够更准确地确定绝对数据值或活动度量。使用没有丢失的数据,该系统可继续提供数据值或者活动度量以填充“漏洞”,直到重新获得丢失的数据或再次进行数据采样。

[0227] 在本发明的其他实施例中,角动量传感器 124 的数据(诸如陀螺仪数据)可结合一个或多个加速度传感器 116 或磁场传感器 118 的数据被用于数据校准或推断。

[0228] 在本发明的一些实施例中,加速度传感器 116 或磁场传感器 118 基础上的传感器模块 102 的校正因子数据的校准和 / 或生成可在多种不同的使用条件下进行,例如,校准数据或校正因子可生成用于不同的运动速度、与个体 100 的身体 106 一起使用、与体育设备

108 一起使用,用于不同的运动中,用于不同的风力条件下,用于不同的场地或区域条件下等等。此外,由于个体 100 继续使用该系统,这种校正因子和 / 或校准数据可以在幕后随时间的经过而收集。以这种方式,可建立校准数据或校正因子的“查找表”或其他“统计”或库,并存储在所述监测系统(可选地在所述系统的便携式的部分)中,从而可生成适当的校正因子并且用于个体 100 或体育设备 108 的速度和 / 或其他使用条件的全领域中。

[0229] 提供有所述系统的微处理器(可选地在所述系统的便携式部分,在个人计算机中等等)可编程为插入已知的校准或校正因子之间或者从已知的校准或校正因子推断,以获得用于任何速度或其他使用条件中的最适当的校准或校正因子。另外,以这种方式,不同的校准或校正因子可以被应用在单个体育表现的不同时间,例如基于在表现过程中给定的时间中确定的速度或其他使用条件下,以进一步帮助提高速度和距离监测的整体精度。通过在不同的表现条件下能够获得多种校正或校准因子,特别是随着时间的推移使用的增加,所述传感器模块 102 将趋于变得更加准确,因为增多的使用能够生成更多数量的校准和校正因子。

[0230] 在本发明的一个实施例中,所述传感器模块 102 可受局部磁场如地球磁场的扰动影响。例如,扰动可由具有铁磁结构的物体引起。在一些实施例中,局部磁场在接近地球表面的一定距离内比进一步远离地球的其他距离更易变。例如,局部磁场在大约离地球表面六英尺的范围内比离地球表面多于大约六英尺的范围更易变化或者受扰动。因此,在一些实施例中,如果由于在靠近地球表面的局部磁场(诸如地球磁场)具有相对高的变化性,当来自在距地球大约六英尺的范围内的所述对象 104 的磁场传感器 118 的数据被认为不可靠时,从距地球表面多于大约六英尺的对象 104 获得的磁场传感器 118 的数据可被用于推断或者估算在距地球表面大约六英尺范围内的对象 104 的磁场传感器 118 的适当的或者合适的的数据。

[0231] 在一些实施例中,当磁场传感器 118 受到扰动磁场的显著影响时,磁场传感器 118 可获得有关对象 104 第一时间的运动的数据。然后,当磁场传感器 118 不再受到扰动磁场的显著影响时,磁场传感器 118 获得有关对象 104 可第二时间的运动的数据。获取这些数据之后,所述传感器模块 102 可决定获得的关于对象 104 第一时间的运动的数据是否可接受,并且可基于获得的关于对象第二时间的运动的数据估计所述对象 104 在第一时间的运动的数据。

[0232] 在以上所述的本发明的各种实施例中,个体 100 (或另一个有兴趣的人如教练、队友或观众)可在体育活动过程中获得有关个体 100 的身体 106 的动作或个体 100 的体育设备 108 动作的信息。当活动度量或特定的体育运动被所述监测系统 10 识别,在所述活动度量或者特定的体育运动不是完全最理想或正确的意义上来讲,可进一步使用所述系统 10 进行培训或指导用户,以提高他们在未来的活动度量或者特定的体育运动。确定活动度量或者特定的体育运动特征是否最理想的 / 正确的,可由所述系统 10 基于预定值、算法或存储在数据库、查找表等的其他数据自动地进行确定,或者由现场培训师、教练、个体 100 本身或访问所述活动度量值或特定的运动员的运动数据的其他有兴趣的人进行确定。

[0233] 例如,在被监测对象 104 是英式足球的实施例中,其中由于踢球而引起的球的空间方位的变化用于确定例如球的发起角度、球的旋转速率、发球速度、估计速度或类似的度量,这些确定可被所述系统 10 用于帮助个体 100 提高他们在未来踢球中的发起角度、旋转

速度或发球速度。用于达到改善的方法例如可为所述个体提供交叉培训或操练,为所述个体提供足球的具体的训练或操练或规定一些其他的培训方案。

[0234] 进一步的例子,在被监测对象 104 是打篮球的个体 100 的胸部的实施例中,在跳投中所述个体 100 的胸部空间方位的变化用于确定弹跳高度或弹跳力,这些确定可被所述系统 10 用于帮助个体 100 提高他们的跳投和 / 或弹跳高度 / 力。用于达到改善的方法例如可为所述个体提供交叉培训或操练,为所述个体提供足球的具体的训练或操练或规定一些其他的培训方案。

[0235] 在本发明的一些实施例中,监测系统 10 可包括或与交互式的零售系统进行交互。所述交互式零售系统可例如通过在所述个体 100 的便携式电子设备 206 上的屏幕显示给个体 100。所述互动零售系统可提供用于选择和 / 或订制由所述系统的供应商提供的产品的平台。基于由所述监测系统 10 提供的活动度量或特定的体育运动,和 / 或基于如上所述的提供的任何培训或指导,所述交互式的零售系统可建议对所述个体 100 在提高其未来表现有帮助的特定的产品或生产线。在一些实施例中,关于由所述监测系统 10 存储的个体的个人数据也可被用于确定合适的产品或生产线。

[0236] 例如,努力改善其射门的足球运动员可能会收到一双新的足球防滑钉鞋的推荐,而努力改善其弹跳能力的篮球运动员可能会收到一双新的篮球鞋的推荐。这些推荐最终是基于从监测所述个体 100 的身体 106 获取的数据,和 / 或基于来自于监测所述个体 100 的体育设备 108 的数据。例如,不充分的表现资源可能是个体 100 的表现,或者可能是个体 100 的当前设备 108 已破损。在一些实施例中,在个体 100 接收任何训练或指导的时候,可能向其提供购买新产品的选择。

[0237] 在一个实施例中,所提供的活动度量或特定的体育运动数据和 / 或任何培训或指导可用于在线定制某些产品。例如,这些数据可被用来定制鞋类制品、压缩的衣物、头盔、或者能够脚穿的其他衣服或体育设备,或者能够帮助个体 100 改善他们在未来的表现的其他设备。在一些实施方案中,定制的产品可能具有可供所述个体 100 进行选择的个人风格、不同的材料、不同的配件。

[0238] 在一些实施例中,只有所述个体 100 到达表现或者提高的特定的里程时,如活动度量的一定水平或者特定的体育运动的掌握之后,某些产品或生产线对于个体 100 的销售才可能是“解锁”的。

[0239] 在一些实施例中,如上面提到的,监测系统 10 的传感器模块 102 可安装在对象 104 上,对象 104 可以是体育设备 108,例如球 500。在一些实施例中,多个传感器模块 102 可被安装在球 500 上(例如一个传感器模块的轴相对于另一传感器模块成一个或多个倾斜角)。球 500 可以是任意球,例如在体育活动中通常使用的球,例如足球、篮球、棒球、美式足球、橄榄球、网球、乒乓球、保龄球、高尔夫球、台球、槌球、弹球、绳球或沙滩球。包括安装到球 500 的传感器模块 102 的监测系统 10 被称为监测系统 20。传感器模块 102 可使用任何合适的技术安装到球 500 上。例如,传感器模块 102 可被粘附到球 500 的外部表面或内部表面,使用背带系统安装到球 500 内(例如,远离球 500 内壁的悬挂,例如在球 500 的中心),或者可被嵌入到球 500 的材料中。可用于将传感器模块 102 安装到球 500 的示例性的技术被 2009 年 11 月 18 日提交的、共有的美国专利 No. 7, 740, 551 公开,其整体通过引用的方式并入本文。

[0240] 在一些实施例中,传感器模块 102 可被激活(即进入激活状态),以响应感测球 500 的激活动作。在一些实施例中,激活动作可以是例如响应踢球 500 的动作(例如,感测到的加速度冲量高于阈值,或感测到的加速度下降到接近零)。在一些实施例中,激活动作可以是例如使球 500 行进至少阈值距离或高度(例如 2 米)的投掷发球(例如感测到的加速度对应于这种动作)。在一些实施例中,激活动作可以是例如一连串的动作(例如,响应随后球 500 行进至少阈值距离或高度的踢球 500 的动作)。如本文所述,激活后,传感器模块 102 开始存储(例如在存储器 114 中)和 / 或向远程装置传送感测到的数据。在一些实施例中,在激活状态中,传感器模块 102 可以连续地感测数据(例如,加速度数据(代表加速度的数据)是由传感器模块 102 的加速度传感器 116 确定的,磁场数据(代表磁场的数据)是由传感器模块 102 的磁场传感器 118 确定的)。在一些实施例中,数据是由传感器模块 102 周期地感测到的(例如每 50 毫秒、每 10 毫秒、每 1 毫秒)。

[0241] 在一些实施例中,传感器模块 102 可暂停(例如进入低功率的待机状态,检测到相对于激活状态的低频率的加速度),以响应在预定的时间段(例如 30 分钟)内传感器模块 102 没有感测到动作。在一些实施例中,传感器模块 102 可暂停以响应感测球 500 的未激活动作。在一些实施例中,未激活动作可以是例如以上描述作为激活动作的任何动作。在一些实施例中,未激活动作可与激活动作相同。在一些实施例中,未激活动作可与激活动作不同。

[0242] 在一些实施例中,由传感器模块 102 感测到的数据可以是时间相关的(例如,与代表感测数据的时间的时间数据相关联的存储)。感测数据的时间可由计时器 134 提供。在操作中,监测系统 20 的传感器模块 102 感测和处理如本文所述的信号,以输出球 500 的活动度量的表示。在一些实施例中,活动度量的表示可以被输出到例如显示装置(例如个人计算机 204、便携式电子装置 206 或传感器模块 102 的显示器 2)。

[0243] 传感器模块 102 可采用任何合适的技术包括本文所述的技术进行供电。例如,传感器模块 102 可通过充电基座 502 (例如参见图 18) 充电进行供电。例如,传感器模块 102 的电源 112 可以由感应充电供电,在这种情况下,感应线圈可安装在球 500 中并连接至传感器模块 102 的电源 112。在一些实施例中,当球 500 被放置在感应线圈足够靠近感应线圈充电设备时,感应线圈可接收感应式充电装置(例如充电基座 502)的供电。在一些实施例中,球 500 具有用来指示感应线圈的位置的外部标记(例如标记 504),以利于球 500 的最佳的定位(即感应线圈最靠近感应线圈充电设备的定位)。在一些实施例中,传感器模块 102 被连接到可视指示器,诸如给出通过感应线圈接收到的电荷强度的指示(例如 LED 发起光、由 LED 变色发起的光、LED 闪烁变化的速度)的外部可视发光二极管 LED,以方便球 500 的最佳定位。

[0244] 在一些实施例中,包括安装在球 500 上的传感器模块 102 的监视系统 20 可用于确定关于球 500 (和 / 或与球 500 进行互动的个体 100) 的各种活动度量,包括与球 500 的动作有关的特征。例如,监测系统 20 可被用于确定球 500 的轨迹、球 500 的发起角度、球 500 的旋转速率、球 500 的旋转平面的方向、球 500 的旋转轴的方向、球 500 的行进速度、球 500 的发起速度、作用在球 500 上的踢力或其他碰撞、球 500 的行进距离以及球 500 的最大加速度。监测系统 20 可使用任何适合的部件执行如本文所述的操作,以确定这种活动度量。例如,如所描述的,感测操作可由监测系统 20 的传感器模块 102 的传感器(例如,如果适用的



话,加速度传感器 116 或磁场传感器 118) 执行。又例如,涉及数据处理的操作(例如识别、确定、计算、存储)可由传感器模块 102 的处理器 110 执行,或由与监测系统 20 通信的任何其他装置(例如服务器 202、个人计算机 204 或便携式电子装置 206)的处理器执行。

[0245] 在一些实施例中,校准数据是当球 500 处于校准状态时由传感器模块 102 感测到的。在一些实施例中,当球 500 静止时(例如在一段时间内(例如 10 毫秒或更长的时间)相对于外部坐标系(即独立于传感器模块 102 的坐标系),例如坐标系 600(如图 19 中示出的)),球 500 处于校准状态。在一些实施例中,当球 500 的传感器模块 102 感测到大约 1G 的合成加速度时(即合成加速度在 1G 的阈值公差内,例如在 1G 的 5% 以内)时,球 500 可被视为是静止的。在一些实施例中,当球偶尔被个体操作时,所述球 500 可被看作是静止的。例如,在篮球运动员带球 500 跳投的一段时间内,球 500 可以是静止的(例如,在球 500 从所述个体的手中释放之前,所述球 500 可被看作是静止的,其中由传感器模块 102 感测到的合成加速度为大约 1G)。还例如,篮球运动员执行投掷球 500 的时间段内(例如,从向后的动作过渡到所述个体投掷动作的向前动作的时间段内,其中由传感器模块 102 感受到的合成加速度为大约 1G),球 500 可以是静止的。

[0246] 所述的球 500(包括传感器模块 102)在图 20 中的时刻 T00 处于校准状态。球 500 可在相对于体育活动的任一点(例如体育活动之前、之中或之后)处于校准状态。在一些实施例中,球 500 被确定为处于校准状态,并且可感测校准数据,每次球 500 在超过阈值的持续时间(例如 1 秒)内是静止的。在一些实施例中,球 500 被确定为处于校准状态,并且可感测校准数据,每次球 500 是静止的。

[0247] 在一些实施例中,在校准状态,传感器模块 102 的加速度传感器 116 感测加速度数据。在一些实施例中,传感器模块 102 的磁场传感器 118 感测磁场数据(例如与地球的磁场有关的数据)。在一些实施例中,校准数据包括加速度数据和磁场数据。在一些实施例中,校准数据包括加速度数据和磁场数据之一。

[0248] 在一些实施例中,在校准状态中,由传感器模块 102 的加速度传感器 116 感测到的加速度数据是重力加速度,其可被监测系统 20 用于确定重力加速度相对于传感器模块 102 的方向和重力加速度在传感器模块 102 处的大小(与重力矢量 302 一起)中的一者或两者。

[0249] 在一些实施例中,在校准状态中,传感器模块 102 的磁场传感器 118 感测磁场相对于传感器模块 102 的方向和磁场在传感器模块 102 处(与磁场矢量 304 一起)的大小中的一者或两者。

[0250] 在一些实施例中,传感器模块 102 感测一个或多个后续计算所依赖的校准数据。在一些实施例中,当传感器模块 102 处于校准状态时感测的校准数据被用于创建外部坐标系 600。在一些实施例中,外部坐标系 600 可参照重力矢量 302 的方向进行创建(例如创建“向下”的方向,因为众所周知重力能引起向下的加速度)。在一些实施例中,外部坐标系 600 可参照磁场矢量 304 的方向进行创建(例如创建恒定的参考方向,因为在体育活动的通常的活动区域,磁场通常被认为是恒定的)。在一些实施例中,外部坐标系 600 可参考重力矢量 302 的方向和磁场矢量 304 的方向进行创建。

[0251] 在球 500 的运动期间(例如球 500 被踢或被击后),球 500 可在六度自由的所有或任何方向上移动——三线性度:(1)向上/向下(例如沿外部坐标系 600 的 Y 轴),(2)向左/向右(例如沿外部坐标系 600 的 X 轴),和(3)向后/向前(例如沿外部坐标系 600 的 Z 轴)

以及三个旋转度：(1) 偏航(例如在外部坐标系 600 的  $\alpha$  角度方向)，(2) 滚动(例如在外部坐标系 600 的  $\beta$  角度方向)，和(3) 俯仰(例如在外部坐标系 600 的  $\gamma$  角度方向)。

[0252] 个体 100 或其他人可能希望知道球 500 的活动度量，例如得知个体 100 的动作作用于球 500 上的效果(例如个体 100 踢球或投掷球 500)。监测系统 20 可确定这种活动度量(例如球 500 的轨迹、球 500 的发起角度、球 500 的旋转速率、球 500 的旋转平面的方向、球 500 的旋转轴的方向、球 500 的行进速度、球 500 的发起速度、作用在球 500 上的踢力或其他碰撞、球 500 的行进距离以及球 500 的最大加速度)。传感器模块 102 可输出这种活动度量的数据表示(例如向个人计算机 204 或者便携式电子装置 206 的显示装置)。这样的数据可以原始形式(例如来自加速度传感器 116 和 / 或磁场传感器 118 的未处理信号)或以代表性的形式(例如加速度传感器 116 和 / 或磁场传感器 118 的信号处理结果的数据)从传感器 102 输出。在一些实施例中，监测系统 20 以可被个体 100 和 / 或其他人感知的方式输出一个或多个活动度量的表示。

[0253] 这种活动度量的数据表示可以适当的方式被处理和 / 或输出，例如，以本文中描述的方式处理和 / 或输出。

[0254] 正如本文中，在一些实施例中，监测系统 20 可确定和 / 或输出球 500 在一段时间或者某个特定的时间点的瞬时轨迹 606 的表示(瞬时轨迹是球 500 在运动中的运动方向的表示)。在一些实施例中，监测系统 20 可确定和 / 或输出球 500 的发起角度 604 的表示。在一些实施例中，发起角度 604 可被确定为对应于在充分靠近球 500 的初始动作(例如球 500 被踢或者击中后不久)的时间点的球 500 的瞬时轨迹 606。在一些实施例中，球 500 的初始动作基于感测到的超过阈值的冲量加速度进行确定。在一些实施例中，发起角度 604 可被确定为对应于球 500 的初始动作之后的 150 毫秒之内(例如 100 毫秒到 150 毫秒)的球 500 的瞬时轨迹 606。在一些实施例中，发起角度 604 可被确定为对应于在球 500 的初始动作之后能感测到加速度大小的最早的时间的球 500 的瞬时轨迹 606。在一些实施例中，这个时间可能紧跟着一段时间的由加速度传感器 116 输出的较不可靠的数据(这样的数据输出比加速度传感器 116 在其他时间输出的数据较为不可靠)。这种较不可靠的数据输出可能是由于例如感测到的加速度数据的干扰(例如栏杆(railing)) (例如由于撞击后加速度的突然变化)或加速度传感器信号的增益饱和(例如，在这段时间加速度传感器输出最大的加速度信号，因为加速度高于它所能感测的最大的加速度)，这可能是由于例如球 500 回应碰撞(例如踢、投掷、发起)的高的初始加速度。在一些实施例中，这样较不可靠的加速度数据的输出可能经历踢的碰撞之后(例如，踢的碰撞持续大约 10 毫秒并且在碰撞后大约 90 毫秒至 140 毫秒)的一段时间(例如 100 至 150 毫秒)。

[0255] 当球 500 在自由飞行中的行进方向的垂直分量充分靠近球 500 的初始动作，发起角度 604 可对应于瞬时轨迹 606。在一些实施例中，自由飞行基于加速度数据来确定。一进入自由飞行(例如球 500 被投掷或踢)，由加速度传感器 116 感测到的加速度数据示出了小于 1G (即小于重力加速度)的合成加速度。例如，合成加速度可能从 1G 下降(例如在静止或非自由飞行状态)到 0.5G (例如自由飞行中)。下降发生的时间可被确定为自由飞行的开始。合成加速度保持在 1G 之下时可确定为连续的自由飞行。在一些实施例中，重力加速度的大小可预先定义的，或可根据球 500 静止时(例如在校准状态下)感测到的加速度数据来确定。

[0256] 所确定的球 500 在自由飞行中的行进方向的竖直分量的角度越接近初始动作,其发起角度就越具有代表性。除了初始动作,球 500 在自由飞行中的行进方向的竖直分量的角度可能发生变化(例如减少)。在一些实施例中,这种变化可使用基于瞬时轨迹、速度(见下文)和时间(初始动作之后)的公式进行补偿,以增加确定发起角度的准确性。在一些实施例中,球 500 在增益饱和期间(即加速度传感器超出护栏(railed)时)的路径可基于在这段时间内所感测的磁场数据进行确定。在一些实施例中,在撞击时的发起角度可基于该路径进行确定。

[0257] 在一些实施例中,球 500 的瞬时轨迹 606 (和 / 或发起角度 604)可基于第一、较早时间的一个或多个加速度数据和磁场数据(例如由加速度传感器 116 和 / 或磁场传感器 118 感测到的)以及第二、较晚时间的一个或多个加速度数据和磁场数据(例如由加速度传感器 116 和磁场传感器 118 感测到的)进行确定。在一些实施例中,在第一时间球 500 是静止的(例如在校准状态下),在第二时间球 500 是运动的(例如,球 500 的运动在第一时间和第二时间之间开始)。

[0258] 在一些实施例中,例如,如图 19 所示,在第一时间确定外部坐标系(例如外部坐标系 600)(例如参见图 21 中的操作 510),其中球 500 在第一时间处于校准状态。在一些实施例中,相对于外部坐标系 600 确定关于传感器模块 102 固定的内部坐标系(例如内部坐标系 650)的方向(例如参见图 21 中的操作 512)。为了便于描述,本文所述的内部坐标系 650 与外部坐标系 600 在第一时间是对准的,但应理解的是,内部坐标系 650 不需要与外部坐标系 600 对齐(例如,内部坐标系 650 可通过外部坐标系 600 偏移角度而创建),并且内部坐标系 600 不需要以传统的坐标分量为特征,而是其特征可仅在于相对于外部坐标系(即外部坐标系 600)创建传感器模块 102 的相对方位的参考。内部坐标系 650 的分量在图中被指定为  $X'$  (例如向左 / 向右)、 $Y'$  (例如向上 / 向下)、 $Z'$  (例如向前 / 向后)、 $\alpha'$  (例如偏航)、 $\beta'$  (例如滚动)和  $\gamma'$  (例如俯仰),并且坐标分量的变化分别被指定为  $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ 、 $\Delta Z$ 、 $\Delta \alpha$ 、 $\Delta \beta$ 、 $\Delta \gamma$  (例如参见图 20)。

[0259] 例如,如图 19 所示,在一些实施例中,加速度传感器 116 被用于确定在第一时间重力矢量 302 相对于传感器模块 102 (即相对于内部坐标系 650)的方向(例如参见图 21 中的操作 524),以及在一些实施例中,磁场传感器 118 被用来确定在第一时间磁场矢量 304 相对于传感器模块 102 的方向(例如参见图 21 中的操作 526)。在一些实施例中,内部坐标系 650 相对于外部坐标系 600 的方向可基于重力矢量 302 和磁场矢量 304 中的一者或两者来确定(例如参见图 21 中的操作 512)。以这种方式,球 500 的初始方位可基于在外部坐标系 600 中的传感器模块 102 (包括内部坐标系 650)的初始方位进行确定。

[0260] 在一些实施例中,例如,参照图 20,感测和测量球 500 在第一时间和第二时间之间的旋转(例如三维旋转)(例如参见图 21 中的操作 514),其中,球 500 是在第二时间是运动的(例如运动开始后不久,例如,运动在 100 毫秒后被检测)。在一些实施例中,这样的旋转可通过监测系统 20 输出和 / 或被监测系统 20 用于进一步的操作。

[0261] 例如,在一些实施例中,球 500 在第一时间和第二时间之间的方位变化可基于磁场传感器 118 在第一时间到第二时间感测到的磁场数据进行确定。例如,球 500 在第一时间和第二时间之间的方位变化可参照外部坐标系 600 表示为在第一时间和第二时间之间  $X'$ 、 $Y'$  和  $Z'$  轴的角度差(描绘为  $\Delta \alpha$ 、 $\Delta \beta$  和  $\Delta \gamma$ )。

[0262] 还例如,在一些实施例中,球 500 在第一时间和第二时间之间的位置变化可基于在第一时间到第二时间之间由加速度传感器 116 感测到的加速度数据和 / 或由磁场传感器 118 感测出的磁场数据进行确定。在一些实施例中,这种位置变化例如可由监测系统 20 输出和 / 或被监测系统 20 用于进一步的操作。

[0263] 例如,球 500 在第一时间和第二时间之间的位置变化可参照外部坐标系 600 表示为,传感器模块 102 在第一时间和第二时间之间沿 X、Y 和 Z 轴的线性位置差(描述为  $\Delta X$ 、 $\Delta Y$  和  $\Delta Z$ )。

[0264] 在一些实施例中,传感器模块 102 的加速度传感器 116 在第二时间感测传感器模块 102 (及因此球 500) 相对于传感器 102 的加速度的方位(即加速度方向)和传感器模块 102 的加速度大小(与合成的加速度矢量 602 一起)中的一者或两者(例如参见图 21 中的操作 516)。在一些实施例中,由传感器模块 102 感测到的加速度基本上完全是由于作用于球 500 上的拖拽力(即由于拖拽力的减速)的影响。(在某些实施例中,加速度传感器 116 是惯性系统,并且因此不能感测在自由飞行时的重力加速度。)

[0265] 众所周知,移动体的运动方向与作用在该移动体上的拖拽力的方向相反。在一些实施例中,监测系统 20 将球 500 运动的相对(即相对于传感器模块 102)方向确定为与合成的加速度矢量 602 的方向相反(例如参见图 21 中的操作 518)。

[0266] 在一些实施例中,为了确定球 500 的运动的绝对(即相对于外部坐标系)方向(例如瞬时轨迹 606),监测系统 20 从球 500 的运动的相对方向中减去球 500 在第一时间和第二时间之间的旋转角度(例如参见图 21 中的操作 520)。

[0267] 在一些实施例中,为了确定球 500 的发起角度 604,监测系统 20 确定球 500 的运动的绝对方向的竖直分量的角度,其被确定为对应于球 500 的发起角度 604 (例如参见图 21 中的操作 522)。

[0268] 正如本文中,在一些实施例中,监测系统 20 能够确定和 / 或输出球 500 的旋转速率 610 的表示(例如参见图 22)。旋转速率是在该球 500 的旋转时所测得的角速度( $\omega$ ),并且可表示为例如球 500 在每单位时间的转数,或球 500 在每单位时间的角度变化。在一些实施例中,旋转速率 610 可基于磁场传感器 118 感测到的磁场数据进行确定。

[0269] 在一些实施例中,为了确定球 500 的旋转速率,旋转球 500 的传感器模块 102 通过磁场传感器 118 在一段时间内感测磁场数据(例如参见图 23 的操作 540)。在一些实施例中,监测系统 20 可将傅立叶变换应用到感测到的磁场数据(时域表示)。这得出了球 500 的旋转频率的表示(频域表示),即其旋转速率的表示(例如参见图 23 中的操作 542)。

[0270] 在一些实施例中,为了确定球 500 的旋转速率,旋转球 500 的传感器模块 102 可通过加速度传感器 116 在第一时间(例如参见图 27,  $t_1$ ) 和第二时间(例如参见图 27,  $t_2$ ) 感测加速度数据。在第一时间和第二时间之间,球 500 (包括传感器模块 102) 是旋转的。在第一时间和第二时间感测到的加速度数据是由作用在球 500 上的拖拽力创建的合成的加速度矢量。在一些实施例中,监测系统 20 规范在每个第一时间和第二时间的合成的加速度矢量(例如使合成的加速度矢量在 -1 和 1 之间)。这种规范化可提供合成的加速度矢量空间的真实方位。这种规范化对加速度传感器 116 的所有(例如所有三个)轴的数据执行(使得规范化值的平方总和始终为 1)。在一些实施例中,监测系统 20 通过对规范化值的大小的反规范化(例如计算余弦或反余弦值)确定每一轴在第二时间和第二时间的角度。在一些实施

例中,监测系统 20 确定每一角度在第一时间和第二时间之间的变化。在一些实施例中,监测系统 20 基于在第一时间和第二时间之间的角度变化和在第一时间和第二时间之间的经过的时间确定旋转速率。

[0271] 在一些实施例中,为了确定球 500 的旋转速率,旋转球 500 的传感器模块 102 能够通过加速度传感器 116 在一段时间内感测加速度数据(例如参见图 24 中的操作 544)。在一些实施例中,监测系统 20 可识别所感测到的加速度数据的重复部分(例如相对于传感器模块 102 的加速度的方向)(例如参见图 24 中的操作 546)。在一些实施例中,监测系统 20 可通过识别这种加速度数据相对于传感器模块 102 的连续相似的方向(例如表示加速度方向的数据输出的重复峰值)来识别感测到的加速度数据的重复部分(例如参见图 24 中的操作 554)。在一些实施例中,监测系统 20 可确定感测到的加速度数据的重复部分的时间段(例如在这种加速度数据的连续的相似方位之间的所经过的时间),其代表球 500 的单一转数的时间周期(例如参见图 24 中的操作 548)。在一些实施例中,监测系统 20 可计算球 500 的单一转数的时间周期的倒数(例如参见图 24 中的操作 550),并可将该值确定为球 500 的旋转速度(例如参见图 24 中的操作 552)。

[0272] 如上所述,监测系统 20 可以使用单独的磁场数据或单独的加速度数据确定球 500 的旋转速率。在一些实施例中,监测系统 20 可以使用加速度数据和磁场数据分别确定球 500 的旋转速率。在一些实施例中,在磁场数据不可靠的情况下(例如由于干扰或其他扰动),监测系统 20 可使用加速度数据确定球 500 的旋转,或反之亦然。

[0273] 正如本文中,在一些实施例中,监测系统 20 可确定和 / 或输出球 500 的旋转方向的表示,其可被表示为球 500 的旋转轴线 620 的角 622 (例如具有分量 622a、622b) 和 / 或球 500 的旋转平面 624 的角 626 (例如具有分量 626a、626b) (例如参见图 22)。旋转轴 620 是通过球 500 的球 500 绕其旋转的轴。旋转平面 624 是正交于旋转轴 620 的平面。角 622、626 可相对于外部坐标系 600 表示。在一些实施例中,角 622、626 可基于由加速度传感器 116 感测的加速度数据和由磁场传感器 118 感测到的磁场数据进行确定。

[0274] 在一些实施例中,监测系统 20 可通过在第一时间(例如  $t_1$ ) (例如参见图 25 中的操作 556) 和第二时间(例如  $t_2$ , 其中第二时间在第一时间之后的 20-30 毫秒) (例如参见图 25 中的操作 558) 感测合成的加速度矢量 602 相对于传感器模块 102 的方向来确定角度 622、626 中的一者或两者。例如参见图 26 和 27, 其中箭头 640 表示球 500 的旋转方向。在一些实施例中,监测系统 20 可确定合成加速度矢量 602 在第一时间(602a) 相对于球 500 的方向和合成加速度矢量 602 在第二时间(602b) 相对于球 500 的方向之间限定的平面的方向(相对于传感器模块 102) (例如参见图 25 中的操作 560)。在一些实施例中,监测系统 20 可将该平面限定为球 500 的旋转平面 624 (例如参见图 26) (例如参见图 25 中的操作 562)。在一些实施例中,监测系统 20 可确定旋转平面 624 和重力矢量 302 相对于传感器模块 102 的方向之间的角(确定,例如如本文所述的) (例如参见图 25 中的操作 564)。在一些实施例中,监测系统 20 可使用三角法计算基于旋转平面 624 和重力矢量 302 的方向之间的角计算角度 622、626 (例如参见图 25 中的操作 566)。

[0275] 正如本文中,在一些实施例中,监测系统 20 可确定和 / 或输出球 500 的行进速度的表示。速度是对球 500 的位置变化速率的测量,并可表示为球 500 的速度矢量 630 的大小(例如参见图 28)。球 500 的速度可基于在球 500 运动时由加速度传感器 116 感测的加

速度数据进行确定。球 500 的速度可在球 500 自由飞行中的任何时间确定。在一些实施例中,速度在动作开始后不久(例如在被踢后 50 毫秒)进行计算,以确定球 500 响应动作的开始接近最大的速度。

[0276] 在一些实施例中,球 500 被确定为在给定的时间内处于自由飞行状态(例如参见图 29 中的操作 530)。而在自由飞行中,传感器模块 102 的加速度传感器 116 可感测相对于传感器模块 102 的传感器模块 102 (以及球 500)加速度的大小(例如参见图 29 中的操作 532)。加速度的大小可表示为合成的加速度矢量 632 的大小(例如参见图 28)。在一些实施例中,由传感器模块 102 感测到的加速度基本上是完全是由于作用在球 500 上的拖拽力的影响(即由于拖拽力的减速)。

[0277] 众所周知,移动体的运动方向与施加到移动体的拖拽力的方向相反。因此,在一些实施例中,由传感器模块 102 的加速度传感器 116 感测到的加速度的大小为球 500 的运动方向上的加速度的大小。在一些实施例中,由传感器模块 102 的加速度传感器 116 感测到的加速度的大小被确定为在球 500 的运动方向上的加速度的大小(例如参见图 29 中的操作 534)。

[0278] 球 500 在运动中的速度可表示为球 500 的加速度大小的函数。此函数关系可受到球 500 的物理特征(例如质量、尺寸、表面积、表面纹理、材料、形状、平面形状、旋转惯量)的影响,并因此可随球的不同结构而发生变化。该函数关系也受到环境条件(如环境温度、局部压力)的影响,环境条件的指示可由监测系统 20 从适当的环境传感器(例如连接到球 500、整合到传感器模块 102、连接到远程装置)接收,或由用户(例如个体 100)通过监测系统 20 的界面(例如,个人计算机 204 或便携式电子装置 206 的输入,例如键盘、麦克风或触摸屏)输入。该函数关系也可受到球 500 的动态特征例如球 500 的旋转(例如旋转速率和/或旋转角度)的影响,其可赋予球 500 以马格纳斯效应,影响其速度(马格纳斯效应可使球 500 的轨迹变弯或弯曲)。

[0279] 对于给定的球 500 (和具有相同或足够相似的结构),该函数关系可通过计算(例如球体在自由飞行中的拖拽力与速度之间的关系是速度 = 常数  $\times$   $\log$ (拖拽力) + 常数)、试验或两者的结合创建,并且可表达和/或存储为监测系统 20 中的数据结构,例如作为算法(例如  $f$ (加速度) = 速度、图形曲线(例如曲线 634)或者查找表(例如表 636))。

[0280] 在一些实施例中,这种函数关系可由球 500 的用户(例如个体 100)创建(或补充)。例如,个别 100 可将球 500 设置在地面上距壁(或其它物体或结构)的一段距离。个体 100 可通过界面将该距离输入到监测系统 20。接着个体 100 将球 500 踢到墙上。传感器模块 102 可感测当球 500 被所述个体 100 的脚踢开时,球 500 自由飞行的初始时间。然后,传感器模块 102 可感测球 500 与壁相接触的时间(例如,通过合成加速度的急剧变化(例如下降至约零))。行进的距离除以行进时间可被用于确定所测量的踢的球 500 的速度表示。对于被测量的踢可感测合成加速度(即拖拽力)。个体 100 可以相同的或不同的距离多次执行这样的操作,以建立实验性的数据集,该数据集可用来推导球 500 在自由飞行中的拖拽力和速度之间的函数关系表示。这种函数关系的表示可以数据结构的形成存储于监测系统 20 中,并且随后被称作基于测量的加速度数据(如上所述)确定球 500 的速度。

[0281] 一旦球 500 的加速度的大小被传感器模块 102 的加速度传感器 116 感测到,监测系统 20 将球 500 的加速度大小与表示给定球 500 的加速度大小和速度之间的函数关系的

数据结构进行比较(例如参见图 29 中的操作 536),以确定球 500 的速度(即该速度对应于表示函数关系的数据结构中的感测到的加速度大小)(例如参见图 29 中的操作 538)。

[0282] 图 30 描绘了显示器 590(在一些实施例中,其可为在此描述的任一元件的显示器,诸如传感器模块 102、便携式电子装置 206、个人计算机 204、组监视装置 270),该显示器示出了代表给定球 500 的加速度大小和速度之间的函数关系的图形曲线 634 的示例性表示。图 31 描绘了显示器 590,该显示器示出了代表给定球 500 的加速度大小和速度之间的函数关系的表 636 的示例性表示。给定球 500 的加速度的大小,每一图形曲线 634 和表 636 可依赖于监测系统 20 确定球 500 的速度。例如,给定加速度大小为 A,图形曲线 634 和表 636 都示出了速度 B,以及给定加速度大小为 C,图形曲线 634 和表 636 都示出了速度 D。在一些实施例中,如果加速度大小的给定值在函数关系的表示(例如图形曲线 634 或表 636)中没有相对应的加速度大小,那么该速度可使用诸如舍入或插入的数学近似的公知技术进行确定。

[0283] 在一些实施例中,监测系统 20 可确定和 / 或输出球 500 的飞行时间的表示。在一些实施例中,飞行时间可基于加速度数据进行确定。例如,飞行时间可对应于由加速度传感器 116 感测到的加速度数据小于 1G 的合成加速度的期间。例如,传感器模块 102 可确定球 500 在什么时间进入自由飞行(例如监测系统 20 可确定飞行起始时间,其对应于合成加速度降至 1G 以下的时间;监测系统 20 可确定飞行终止时间,其对应于合成加速度回到 1G 的时间;监测系统 20 可计算出飞行起始时间和飞行终止时间之间的时间间隔,监测系统 20 可确定球 500 的飞行时间所经过的时间)。

[0284] 在一些实施例中,监测系统 20 可确定和 / 或输出球 500 行进距离的表示。在一些实施例中,监测系统 20 可基于加速度数据确定球 500 的飞行中球 500 所行进的距离。在一些实施例中,监测系统 20 可基于球 500 的飞行时间确定行进距离(可按如上所述的进行确定)以及飞行时间过程中的球 500 的行进速度(可按如上所述的进行确定)(例如监测系统 20 可确定球 500 在飞行过程中的平均速度)。例如,监测系统 20 可通过飞行过程中的平均速度乘以飞行时间确定球 500 在飞行过程中行进的距离。

[0285] 在一些实施例中,监测系统 20 能够确定例如球 500 的自由飞行中的轨迹模型(即飞行路径),并且可计算球 500 所行进的距离。在一些实施例中,监测系统 20 可以根据球 500 的条件(例如活动度量)(例如,在球 500 开始飞行的条件下,和 / 或在其后的时间点)确定轨迹模型。在一些实施例中,监测系统 20 可基于球 500 的速度、球 500 的发起角度、球 500 的旋转平面以及球 500 的旋转速率(例如每一因素可如本文所述进行确定)确定轨迹模型。监测系统 20 可基于轨迹模型计算球 500 行进的距离(例如,通过计算轨迹模型沿地面或者代表地面的平面的起点和终点之间的距离)。在一些实施例中,由于可在球 500 的飞行完成前基于条件确定轨迹模型,因此即使在球 500 的自由飞行被打断的情况下(例如被物体打击),监控系统 20 也能够确定飞行中的轨迹模型。在该例中,监测系统 20 能够确定球 500 所行进的大致的距离,其可对应于球的飞行未被打断时球 500 所行进的距离。

[0286] 在一些实施例中,监测系统 20 可确定和 / 或输出球 500 的最大加速度的表示。在一些实施例中,监测系统 20 可基于加速度数据确定球 500 的最大加速度。例如,监测系统 20 可使用由传感器模块 102 的加速度传感器 116 感测到的加速度数据确定球 500 在飞行中的最大加速度(球是否在飞行中可如上所述进行确定)。例如,监测系统 20 能够在可获取数

据的时间段(或者其子集)中始终比较球 500 在一定时间段内的加速度的大小,以识别最大的加速度的大小,其可被确定为球 500 在这段时间内的最大加速度。确定最大加速度的时间段可为任何时段,例如,自由飞行的单个时段,选定的时段或者体育比赛的时段。在一些实施例中,监测系统 20 可能会筛选出感测的 1G、大约 1G 或超出 1G 的加速度大小,就大小而言可能是由于重力作用(例如在球 500 不在自由飞行的情况下)。

[0287] 监测系统 20 能够以个体 100 或其他人(例如教练、训练员或观众)能感知的方式输出活动度量(例如包括球 500 的轨迹、球 500 的发起角度、球 500 的旋转速率、球 500 的旋转平面的方向、球 500 的旋转轴线的方向、球 500 的行进速度、球 500 的发起角度、作用在球 500 上的踢力或其他撞击力、球 500 的行进距离和球 500 的最大加速度)的表示。在监视系统 20 的任何部件内产生的或由其接收的数据可被发送、处理,以及以包括本文描述的任何合适的方式输出。

[0288] 例如,在一些实施例中,活动度量的表示可被输出到便携式电子装置(例如便携式电子装置 206)或个人计算机(例如个人计算机 204)的显示器。在一些实施方案中,监测系统 20 可确定和输出例如实时的活动度量的表示、过去的活动度量的表示、预测的活动度量的表示、活动度量的当前(或最近)值与活动度量的过去值的比较、一个活动度量与不同的活动度量的比较的表示、活动度量值与活动度量的目标值之间的比较的表示、球 500 或个体 100 的活动度量值与不同球或个体的相同(不同)的活动度量的比较的表示。

[0289] 在一些实施例中,活动度量的表示可作为另一个或其他变量的函数来呈现(例如显示在本文所述的任何装置的显示屏上)。例如,球 500 的行进距离表现为作为发起角度的函数。又例如,活动度量可表现为位置(例如球场上接近球员、球门的位置)的函数、作为事件(例如进球的射门得分、犯规)的函数、作为环境条件(例如环境温度、降雨量)的函数、或作为个体的生理条件(例如心率、体温)的函数。有关这种变量(例如位置信息、事件信息、环境条件信息和生理条件信息)的信息可由集成于此的适当的传感器提供给监测系统 20,或者由与该监测系统 20 通信的监测系统 20 外部的元件提供。

[0290] 在一些实施例中,监测系统 20 可确定并且以任何可感知的方式输出表示,这些方式例如为数字地(例如通过输出指示活动度量或比较的值),文本地(例如通过输出指示的活动度量或比较的词语或短语),图形地(例如通过输出指示活动度量或比较的图形或其他图像),或列表地(例如通过输出指示活动度量或比较的表格)。

[0291] 在一些实施例中,活动度量能够以类似游戏(game-like)的方式输出。点或其他正或负反馈可基于球 500 和 / 或个体 100 的活动度量值进行确定和输出。基于这种值或反馈的比较可影响比赛的进程。例如,可将这些值或反馈与同一个体 100 或球 500 的过去的值或反馈进行比较,并且这种改进可带来在比赛中的积极的进步(例如,更高“级别”被指定给个体 100 或球 500 的游戏账号)。还例如,可将这种值或反馈与不同个体 100 或球 500 (包括专业运动员或其他著名的个体或者据称是专业运动员或其他著名个体的数据)的值或反馈进行比较,并且比赛中的进步可基于这种比较进行确定。还例如,这种值或反馈可与目标值或反馈进行比较,从而基于该比较确定比赛中的进步。还例如,在一些实施例中,该活动度量能够通过上传或其他由比赛获取的方式管理虚拟运动员在虚拟比赛中的能力(例如个体踢球 500 的最大的球速可限定虚拟比赛中个体的虚拟化身的最大的虚拟的球速)。

[0292] 在一些实施例中,监测系统 20 可用作独立的监测系统。然而,在一些实施例中,监



测系统 20 (或其部件) 可被用于与其他监测系统相结合或者整合至其他监测系统, 例如包括在 2011 年 3 月 31 日提交的、共同拥有的美国专利申请 No. 13/077, 494 中公开的, 其公开内容通过参考的方式全部结合于此。

[0293] 例如, 在一些实施例中, 在此描述的任何活动度量(包括值和 / 或输出) 可被使用和 / 或连同活动度量或者其他数据从其他监测系统输出, 其他监测系统为例如感测参加体育活动的一个或多个对象或运动员(如上所述, 例如, 相对于组监测系统) 的特征(例如运动、性能和 / 或生理特征) 的监测装置及其相关联的部件。例如, 参加体育活动的个体可被监测装置单独监测, 从而个体表现的活动度量能够被观察者例如教练、训练员或观众监测和 / 或向其输出活动度量, 或者由个体自身在以后回顾。同时, 与体育活动中的个体进行交互的球 500 的活动度量可参照监测系统 20 如本文所述地被监测和 / 或输出。来自于监测球 500 的活动度量可与来自于监测个体的活动度量一起使用。例如, 来自于个体的活动度量可以与从球 500 获得的活动度量时间相关联的方式显示。又例如, 从所述个体获得的活动度量可表示为来自于球 500 的活动度量的函数(或者反之亦然)。又例如, 新的活动度量可基于分析从个体获得的活动度量和从球 500 获得的活动度量(例如个体反应踢球 500 的指令所花的时间) 进行确定。

[0294] 例如, 个体的速度可在体育活动的表现过程中被监视, 并且球 500 的速度也可在体育活动的表现过程中进行监测。将这些特征予以考虑的监测系统可显示(或输出) 个体的速度以及球 500 的速度(例如参见图 32)。对于一连串的踢, 球 500 的最大速度可被表示为个体的速度的函数。类似的比较、组合和 / 或表示可提供给来自球 500 和被监测个体的输出的任何其他特征的组合。

[0295] 在一些实施例中, 多个被监测个体可与一个或多个球 500 进行交互(例如在足球比赛中)。来自于多个个体的每个个体的活动度量和来自球 500 的活动度量可如上所述进行类似的比较、结合和 / 或表示。这种比较、组合和 / 或表示可基于单独考虑每个个体或者一起考虑成组个体的小团体(例如团队或团队中的中场球员) 作出。在比赛设定中, 这种比较、组合和 / 或表示可与比赛事件(诸如得分、球超出界外、罚点球或者跳球, 其可关于所描述的个体的同时发生的活动度量输出) 相关联。

[0296] 来自监测球 500 和监测与球 500 进行交互的个体的数据的这种比较、组合和 / 或表示能够为例如参与体育活动的个体、教练、观众、医生和比赛官员提供好处。这些人出于多种原因在体育活动赛事中互动或者一起工作。

[0297] 例如, 可能需要教练监测个体的表现, 并提出建议或以其他方式影响他们的表现, 从而最大限度地发挥个体的健身水平。替代地或补充地, 可能需要教练监测并影响个体, 以帮助最大限度地发挥个体在体育活动中的效果。此外, 可能希望教练监测并影响个体, 以帮助提高在体育活动中的成功的可能性(成功例如是在比赛中击败对手, 例如足球得分, 或实现 / 维持参加体育活动的一个或者多个个体所需的健身水平)。体育活动赛事可包括例如培训赛事(例如场地赛事、健身训练、跟踪训练) 或竞技性赛事(例如足球比赛或篮球比赛)。

[0298] 在一些实施例中, 教练可监测个体和球 500, 并向个体提供反馈, 以跟踪和保持或提高个体的健康、安全和 / 或表现。

[0299] 教练必须考虑这些目标和其他目标, 监测个体的活动(包括他们活动的结果, 例如通过监测球 500 进行确定的), 并作出决定以影响个体和团体中的个体的表现。在这种情况下

下,教练依赖于个体及其在参加体育活动赛事中的表现的信息。提供关于个体以及与个体进行交互的球的数据的监测系统(例如监测系统 20、组监测系统 250)能够为教练提供超越其能直接观看的、有关参加体育运动的个体的易于理解的信息,从而有利于教练快速、有效地做出决定,最大限度地提高在体育活动中获得成功的可能。

[0300] 例如,连接到球 500 的传感器模块 102 (以及连接到其他球、对象或个体的传感器模块 102)可监测球 500 (和其他球、对象或个体)的活动(例如活动度量),并将与被监测活动有关的数据发送到显示装置(例如参见图 9 中的组监测装置 270),该显示装置可显示活动的表示以供教练观看。在一些实施例中,这种数据可从传感器模块 102 发送到基站 260,以及从基站 260 发送到组监测装置 270。在一些实施例中,这种数据可从传感器模块 102 发送到基站 260,并从基站 260 发送到组监测装置 270。在一些实施例中,这种数据可直接从传感器模块 102 (和 / 或便携式电子装置 206,在这种情况下便携式电子装置 206 从传感器模块 102 接收数据)发送到组监测装置 270。在一些实施例中,这种数据可从传感器模块 102 (和 / 或便携式电子装置 206,在这种情况下,便携式电子装置 206 从传感器模块 102 接收数据)发送到其他传感器模块 102 (或其他便携式电子装置 206),并且随后输出用于显示在显示装置上(例如通过组监测装置 270 和 / 或便携式电子装置 206)。

[0301] 如上文中提到的,这种数据在其生成和输出(例如显示)之间的任何处理(例如,如本文所述)可由以任何形式接收这种数据的任何元件的处理器执行,例如如图 9 所示,所述元件例如包括传感器模块 102、便携式电子装置 206、基站 260 和组监测装置 270。

[0302] 为了便于描述,本发明的实施例参照球进行了描述。然而,如所述的,在此公开的内容适用于球类的运动对象(例如用于体育活动的对象),以及非球类的运动对象,例如滑板、冲浪板、曲棍球棒、冰球、心率监测器、箭、铁饼、标枪、保龄球瓶、弹药(munitions)、网球拍、高尔夫杆、飞镖和放风筝。然而,本文的公开内容也适用于不是运动对象的对象,诸如飞机(例如飞机模型)。

[0303] 参照附图描述的监测系统的具体实施例的前述说明将完全揭露本发明的总体性质,从而他人不需要过多的实验,即可利用本领域技术的知识就可轻易地改造和 / 或调整如具体实施例的多种应用,而不会偏离现有发明的总体概念。

[0304] 在一些实施例中,如本文所述,监测系统 20 可应用于独立的传感器,该传感器可被固定至任何工具,包括例如此处所描述的对象(例如售后升级)。

[0305] 尽管在此描述了本发明的多种实施例,他们仅由例子的方式示出,而不用于限定。很明显的是,基于在此所给出的启示和教导,这种调整和改变在所公开的实施例的含义和等同的范围之内。因此,对于本领域技术人员来讲很明显的是,对在此公开的实施例做出形式上和细节的多种改变,而不偏离本发明的精神和范围,。以上示出的实施例的元件不必须是相互排斥的,而是可根据本领域技术人员的理解按不同的需要互换。

[0306] 本发明的其他实施例在以下提供:

[0307] 1. 一种用于监测体育活动用球的方法,所述方法包括:

[0308] 使用连接到所述球的传感器模块,检测所述球在第一时间的运动;

[0309] 确定所述球的运动是否对应于预定的激活运动;

[0310] 响应所述球的运动对应于预定的激活运动的确定结果,所述传感器模块进入激活状态;以及

- [0311] 使用处于激活状态的所述传感器模块,检测所述球在第二时间的运动。
- [0312] 2. 根据第 1 项所述的方法,进一步包括:
- [0313] 确定所述球的初始空间方位;
- [0314] 确定所述球的空间方位的变化;
- [0315] 基于所述空间方位的变化确定活动度量;以及
- [0316] 提供传达所述活动度量的输出。
- [0317] 3. 一种用于监测体育活动中球的方法,所述方法包括:
- [0318] 使用连接到所述球的传感器模块,检测所述球在第一时间的运动;
- [0319] 确定所述球的运动是否对应于预定的激活运动;
- [0320] 响应所述球的运动对应于预定的激活运动的确定结果,所述传感器模块进入激活状态;
- [0321] 使用处于激活状态的所述传感器模块,检测所述球在第二时间的运动;
- [0322] 记录运动数据;
- [0323] 参照数据结构,确定所述运动数据与活动度量之间的关联;以及
- [0324] 提供传达所述活动度量的输出。
- [0325] 4. 一种使用由传感器模块感测到的数据确定活动度量的方法,所述传感器模块物理地连接至由个体在进行体育活动时所使用的对象,所述方法包括:
- [0326] 在第一时间确定重力矢量相对于所述传感器模块的方位;
- [0327] 在所述第一时间确定磁场矢量相对于所述传感器模块的方位;
- [0328] 在第二时间确定合成加速度矢量相对于所述传感器模块的方位;
- [0329] 在所述第二时间确定传感器模块相对于磁场矢量的方位;
- [0330] 基于重力矢量在所述第一时间相对于所述传感器的方位、所述磁场矢量在所述第一时间相对于所述传感器模块的方位、所述合成加速度矢量在所述第二时间相对于所述传感器模块的方位以及所述传感器模块在所述第二时间相对于所述磁场矢量的方位确定所述对象的发起角度。
- [0331] 5. 根据第 4 项所述的方法,其中,所述对象是球。
- [0332] 6. 一种用于确定体育活动中对象的轨迹的方法,所述方法包括:
- [0333] 使用连接至所述对象的传感器模块在第一时间感测第一磁场数据和第一加速度数据;
- [0334] 基于所述第一磁场数据和第一加速度数据,确定所述对象在所述第一时间的方位;
- [0335] 使用所述传感器模块在第二时间感测第二磁场数据和第二加速度数据;
- [0336] 基于所述第二磁场数据和第二加速度数据,确定所述对象在所述第二时间的方位和加速度方向;
- [0337] 基于所述对象在所述第一时间的方位以及所述对象在第二时间的方位和加速度方向,确定所述对象在所述第二时间的轨迹。
- [0338] 7. 根据第 6 项所述的方法,其中,所述对象是球。
- [0339] 8. 根据第 6 项所述的方法,其中,所述传感器模块包括加速度传感器和磁场传感器,

- [0340] 其中所述第一磁场数据和所述第二磁场数据是由所述磁场传感器感测的,以及
- [0341] 其中所述第一加速度数据和所述第二加速度数据是由所述加速度传感器感测的。
- [0342] 9. 根据第 6 项所述的方法,其中,确定所述对象在第一时间方位包括确定所述对象相对于外部参照物的方位;以及确定所述对象在第二时间的轨迹包括确定所述对象相对于外部参照物的轨迹。
- [0343] 10. 根据第 6 项所述的方法,其中,确定所述对象在第一时间方位包括确定所述对象相对于外部磁场效应和 / 或外部重力效应的方位,以及
- [0344] 确定所述对象在第二时间的轨迹包括确定所述对象相对于外部磁场效应和 / 或外部重力效应的轨迹。
- [0345] 11. 根据第 6 项所述的方法,其中,确定所述对象的轨迹包括:
- [0346] 确定所述对象的发起角度,
- [0347] 其中所述轨迹被确定为是所述对象的发起角度。
- [0348] 12. 根据第 11 项所述的方法,其中,所述第二时间是在所述对象的起始动作后的 150 毫秒之内。
- [0349] 13. 根据第 11 项所述的方法,其中,所述第二时间对应于在所述对象的初始动作后感测到加速度大小的最早的时间。
- [0350] 14. 根据第 11 项所述的方法,包括:
- [0351] 确定所述对象在所述第二时间是否处于自由飞行。
- [0352] 15. 根据第 14 项所述的方法,其中,确定所述对象是否处于自由飞行包括感测小于 1G 的合成加速度。
- [0353] 16. 根据第 6 项所述的方法,包括:
- [0354] 提供基于所述对象的轨迹的输出。
- [0355] 17. 根据第 16 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的轨迹的显示。
- [0356] 18. 根据第 16 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的轨迹结合个体的特征的显示。
- [0357] 19. 根据第 16 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的轨迹结合多个个体的特征的显示。
- [0358] 20. 根据第 16 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的轨迹结合所述对象的过往轨迹的显示。
- [0359] 21. 根据第 16 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的轨迹结合所述对象的目标轨迹的显示。
- [0360] 22. 根据第 16 项所述的方法,其中,提供所述输出包括向显示设备传送表示所述轨迹的数据。
- [0361] 23. 根据第 22 项所述的方法,其中,所述显示设备是便携式电话。
- [0362] 24. 一种用于确定体育活动用对象的轨迹的方法,所述方法包括:
- [0363] 基于由连接至所述对象的传感器模块在第一时间感测到的第一磁场数据和第一加速度数据,在第一时间确定相对于磁场的重力方向;
- [0364] 基于由所述传感器模块在第二时间感测到第二加速度数据,在第二时间确定相对的加速度方向;

[0365] 基于相对于所述磁场的重力方向的确定和在第二时间相对于所述传感器模块的加速度方向的确定,在第二时间相对于重力方向确定加速度方向;

[0366] 基于在第二时间相对于所述重力方向的所述加速度方向的确定,确定在第二时间的轨迹。

[0367] 25. 根据第 24 项所述的方法,其中所述对象是球。

[0368] 26. 根据第 24 项所述的方法,其中所述传感器模块包括加速度传感器和磁场传感器,

[0369] 其中所述第一磁场数据和所述第二磁场数据由所述磁场传感器感测,以及

[0370] 其中所述第一加速度数据和所述第二加速度数据由所述加速度传感器感测。

[0371] 27. 根据第 24 项所述的方法,其中在第二时间所述相对的加速度方向相对于所述磁场进行确定。

[0372] 28. 根据第 24 项所述的方法,其中在第二时间所述相对的加速度方向相对于所述传感器模块进行确定。

[0373] 29. 根据第 24 项所述的方法,包括:

[0374] 使用所述磁场传感器,感测从所述第一时间到第二时间的旋转动作数据,

[0375] 其中相对于所述重力方向确定所述加速度方向是基于从所述第一时间到所述第二时间的旋转动作数据。

[0376] 30. 根据第 29 项所述的方法,其中所述旋转动作数据包括所述传感器模块从所述第一时间到所述第二时间的旋转角度的表示,以及其中相对于重力方向确定所述加速度方向包括从所述相对的加速度方向的角度减去所述旋转角度,或者所述相对的加速度方向的角度加上所述旋转角度。

[0377] 31. 根据第 24 项所述的方法,其中确定所述对象的轨迹包括确定所述对象的发起角度,以及

[0378] 其中所述轨迹被确定为所述对象的发起角度。

[0379] 32. 根据第 31 项所述的方法,其中所述第二时间为在所述对象的初始动作后的 150 毫秒之内。

[0380] 33. 根据第 31 项所述的方法,其中所述第二时间对应于所述对象的初始动作后感测到加速度大小的最早的时间。

[0381] 34. 根据第 24 项所述的方法,包括:

[0382] 确定所述对象在所述第二时间是否处于自由飞行。

[0383] 35. 根据第 34 项所述的方法,其中确定所述对象是否处于自由飞行包括:感测小于 1G 的合成加速度。

[0384] 36. 根据第 24 项所述的方法,包括:

[0385] 提供基于所述对象的轨迹的输出。

[0386] 37. 根据第 36 项所述的方法,其中所述输出为所述对象的轨迹的显示。

[0387] 38. 根据第 36 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的轨迹结合个体的特征的显示。

[0388] 39. 根据第 36 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的轨迹结合多个个体的特征的显示。

[0389] 40. 根据第 36 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的轨迹结合所述对象的过往轨迹的显示。

[0390] 41. 根据第 36 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的轨迹结合所述对象的目标轨迹的显示。

[0391] 42. 根据第 36 项所述的方法,其中,提供所述输出包括向显示设备传送表示所述轨迹的数据。

[0392] 43. 根据第 42 项所述的方法,其中,所述显示设备是便携式电话。

[0393] 44. 根据第 31 项所述的方法,包括:提供基于所述对象的发起角度的输出。

[0394] 45. 根据第 44 项所述的方法,其中所述输出为所述对象的发起角度的显示。

[0395] 46. 根据第 44 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的发起角度结合个体的特征的显示。

[0396] 47. 根据第 44 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的发起角度结合多个个体的特征的显示。

[0397] 48. 根据第 44 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的发起角度结合所述对象的过往的发起角度的显示。

[0398] 49. 根据第 44 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的发起角度结合所述对象的目标发起角度的显示。

[0399] 50. 根据第 44 项所述的方法,其中,提供所述输出包括向显示设备传送表示所述发起角度的数据。

[0400] 51. 根据第 50 项所述的方法,其中,所述显示设备是便携式电话。

[0401] 52. 一种用于确定体育活动用球的旋转速率的方法,所述方法包括:

[0402] 使用连接到所述球上的传感器模块感测磁场数据;

[0403] 对所述感测到的磁场数据进行傅立叶变换;以及

[0404] 基于所述傅立叶变换的结果确定所述球的旋转速率。

[0405] 53. 根据第 52 项所述的方法,其中所述传感器模块包括磁场传感器,其中所述磁场数据由所述磁场传感器感测。

[0406] 54. 根据第 52 项所述的方法,包括:

[0407] 提供基于所述对象的旋转速率的输出。

[0408] 55. 根据第 54 项所述的方法,其中所述输出为所述对象的旋转速率的显示。

[0409] 56. 根据第 54 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的旋转速率结合个体的特征的显示。

[0410] 57. 根据第 54 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的旋转速率结合多个个体的特征的显示。

[0411] 58. 根据第 54 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的旋转速率结合所述对象的过往旋转速率的显示。

[0412] 59. 根据第 54 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的旋转速率结合所述对象的目标旋转速率的显示。

[0413] 60. 一种用于确定体育活动用球的旋转速率的方法,所述方法包括:

[0414] 使用连接到所述球的传感器模块感测加速度数据;

- [0415] 识别所感测的加速度数据的重复部分；
- [0416] 确定所述重复部分的时间段；以及
- [0417] 基于所述重复部分的时间段确定所述球的旋转速率。
- [0418] 61. 根据第 60 项所述的方法，其中所述传感器模块包括加速度传感器，其中所述加速度数据由所述加速度传感器进行感测。
- [0419] 62. 根据第 60 项所述的方法，其中识别所感测的加速度数据的重复部分包括识别表示感测到的加速度相对于所述传感器模块的方位的数据的重复部分。
- [0420] 63. 根据第 60 项所述的方法，其中识别所感测的加速度数据的重复部分包括识别由所述加速度数据表示的、所述加速度相对于所述传感器模块的连续的相似方位。
- [0421] 64. 根据第 60 项所述的方法，其中确定所述重复部分的时间段包括确定由所述加速度数据表示的、所述加速度相对于所述传感器模块的连续的相似方位之间所经过的时间。
- [0422] 65. 根据第 60 项所述的方法，其中确定所述球的旋转速率包括计算所述重复部分的时间段的倒数。
- [0423] 66. 根据第 60 项所述的方法，包括：提供基于所述对象的旋转速率的输出。
- [0424] 67. 根据第 66 项所述的方法，其中所述输出为所述对象的旋转速率的显示。
- [0425] 68. 根据第 66 项所述的方法，其中，所述输出是所述对象的旋转速率结合个体的特征的显示。
- [0426] 69. 根据第 66 项所述的方法，其中，所述输出是所述对象的旋转速率结合多个个体的特征的显示。
- [0427] 70. 根据第 66 项所述的方法，其中，所述输出是所述对象的旋转速率结合所述对象的过往旋转速率的显示。
- [0428] 71. 根据第 66 项所述的方法，其中，所述输出是所述对象的旋转速率结合所述对象的目标旋转速率的显示。
- [0429] 72. 一种用于确定体育活动用对象的速度度的方法，所述方法包括：
- [0430] 使用连接至所述对象的传感器模块感测加速度数据；
- [0431] 基于所述加速度数据，确定施加到所述对象的拖拽力；
- [0432] 将所述拖拽力与拖拽力分布图进行比较，所述拖拽力分布图将拖拽力表示为对象速度的函数；以及
- [0433] 基于所述比较结果确定所述对象的速度。
- [0434] 73. 根据第 72 项所述的方法，其中所述对象是球。
- [0435] 74. 根据第 72 项所述的方法，其中所述传感器模块包括加速度传感器，以及其中所述加速度数据由所述加速度传感器感测。
- [0436] 75. 根据第 72 项所述的方法，其中所述拖拽力分布图包括速度作为加速度函数的算法表示。
- [0437] 76. 根据第 72 项所述的方法，其中所述拖拽力分布图包括速度作为加速度函数的列表表示。
- [0438] 77. 根据第 72 项所述的方法，其中所述拖拽力分布图基于计算数据。
- [0439] 78. 根据第 72 项所述的方法，其中所述拖拽力分布图基于实验数据。

- [0440] 79. 根据第 72 项所述的方法,其中所述拖拽力分布图基于计算的和实验观察数据。
- [0441] 80. 根据第 72 项所述的方法,其中所述加速度数据包括由传感器模块感测的加速度大小的表示。
- [0442] 81. 根据第 72 项所述的方法,包括:
- [0443] 在感测加速度数据时确定所述对象是否处于自由飞行。
- [0444] 82. 根据第 81 项所述的方法,其中确定所述对象是否处于自由飞行包括:感测小于 1G 的合成加速度。
- [0445] 83. 根据第 72 项所述的方法,包括:
- [0446] 提供基于所述对象的速度输出。
- [0447] 84. 根据第 83 项所述的方法,其中所述输出为所述对象的速度显示。
- [0448] 85. 根据第 83 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的速度结合个体的特征的显示。
- [0449] 86. 根据第 83 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的速度结合多个个体的特征的显示。
- [0450] 87. 根据第 83 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的速度结合所述对象的过往速度的显示。
- [0451] 88. 根据第 83 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的速度结合所述对象的目标速度的显示。
- [0452] 89. 根据第 83 项所述的方法,其中,所述提供所述输出包括向显示设备传送表示所述速度的数据。
- [0453] 90. 根据第 89 项所述的方法,其中,所述显示设备是便携式电话。
- [0454] 91. 一种用于确定体育活动用对象行进的距离的方法,所述方法包括:
- [0455] 使用连接至所述对象的传感器模块确定所述对象是否处于自由飞行;
- [0456] 使用所述传感器模块确定所述对象在自由飞行中的状态;
- [0457] 基于所述对象在飞行中的状态,确定所述对象在飞行中的轨迹模型;以及
- [0458] 基于所述轨迹模型,确定所述对象行进的距离。
- [0459] 92. 根据第 91 项所述的方法,包括:
- [0460] 确定所述对象在自由飞行中的速度;
- [0461] 确定所述对象的发起角度;
- [0462] 确定所述对象的旋转平面;以及
- [0463] 确定所述对象的旋转速率,
- [0464] 其中所述对象在自由飞行中的状态包括所述对象的速度、发起角度、旋转平面和旋转速率。
- [0465] 93. 根据第 91 项所述的方法,其中所述对象为球。
- [0466] 94. 根据第 91 项所述的方法,其中确定所述对象是否处于自由飞行包括:使用所述传感模块感测小于 1G 的合成加速度。
- [0467] 95. 根据第 91 项所述的方法,其中确定所述对象的速度包括:
- [0468] 使用传感器模块感测加速度数据;



- [0469] 基于所述加速度数据,确定施加到所述对象上的拖拽力;
- [0470] 比较所述拖拽力与拖拽力分布图,所述拖拽力分布图将拖拽力表示为所述对象的速度函数;以及
- [0471] 基于所述比较结果确定所述对象的速度。
- [0472] 96. 根据第 91 项所述的方法,包括:
- [0473] 提供基于所述对象行进的距离的输出。
- [0474] 97. 根据第 96 项所述的方法,其中所述输出为所述对象行进的距离的显示。
- [0475] 98. 根据第 96 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象行进的结合距离结合个体的特征的显示。
- [0476] 99. 根据第 96 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象行进的结合距离结合多个个体的特征的显示。
- [0477] 100. 根据第 96 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象行进的结合距离结合所述对象过往行进的距离的显示。
- [0478] 101. 根据第 96 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象行进的结合距离结合所述对象的目标行进距离的显示。
- [0479] 102. 根据第 96 项所述的方法,其中,所述提供所述输出包括向显示设备传送表示所述对象行进的结合距离的数据。
- [0480] 103. 根据第 102 项所述的方法,其中,所述显示设备是便携式电话。
- [0481] 104. 一种用于确定体育活动用对象的旋转方向的方法,所述方法包括:
- [0482] 使用连接到所述对象的传感器模块感测加速度数据;
- [0483] 基于所述加速度数据,相对于所述传感器模块,确定旋转平面的方向是否正交于所述对象的旋转轴线;以及
- [0484] 相对于重力矢量的方向,确定所述旋转平面的方向。
- [0485] 105. 根据第 104 项所述的方法,其中所述对象为球。
- [0486] 106. 根据第 104 项所述的方法,其中确定所述旋转平面的方向包括:
- [0487] 在第一时间确定加速度相对于所述传感器模块的方向;
- [0488] 在第二时间确定加速度相对于所述传感器模块的方向;
- [0489] 确定旋转平面的方向为在第一时间的加速度方向和第二时间的加速度方向之间限定的平面的方向。
- [0490] 107. 根据第 104 项所述的方法,包括:
- [0491] 确定重力矢量相对于传感器模块的方向,
- [0492] 其中相对于重力矢量的方向确定旋转平面的方向包括:确定在旋转平面和所述重力矢量的方向之间的角度。
- [0493] 108. 根据第 104 项所述的方法,包括:
- [0494] 提供基于所述对象的旋转方向的输出。
- [0495] 109. 根据第 108 项所述的方法,其中所述输出为所述对象的旋转方向的显示。
- [0496] 110. 根据第 108 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的旋转方向结合个体的特征的显示。
- [0497] 111. 根据第 108 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的旋转方向结合多个

个体的特征的显示。

[0498] 112. 根据第 108 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的旋转方向结合所述对象的过往旋转方向的显示。

[0499] 113. 根据第 108 项所述的方法,其中,所述输出是所述对象的旋转方向结合所述对象的目标旋转方向的显示。

[0500] 114. 一种用于监测体育活动用球的方法,所述方法包括:

[0501] 使用连接至所述球的传感器模块,检测所述球的运动;

[0502] 记录运动数据;

[0503] 参照数据结构,确定所述运动数据与活动度量之间的关联;以及

[0504] 提供传达所述活动度量的输出。

[0505] 115. 根据第 114 项所述的方法,进一步包括:

[0506] 确定所述球的初始空间方位;

[0507] 确定所述球的空间方位的变化;以及

[0508] 基于所述空间方位变化确定所述活动度量。

[0509] 116. 根据第 114 项或第 115 项所述的方法,进一步包括:

[0510] 使用连接至所述球的传感器模块,检测所述球在第一时间的运动;

[0511] 确定所述球的运动是否对应于预定的激活运动;

[0512] 响应所述球的运动对应于所述预定的激活运动的确定结果,所述传感器模块进入激活状态;以及

[0513] 使用处于激活状态的传感器模块,检测所述球在第二时间的运动。

[0514] 117. 根据前述第 114-116 项中任一项所述的方法,进一步包括:

[0515] 在第一时间确定重力矢量相对于所述传感器模块的方向;

[0516] 在所述第一时间确定磁场矢量相对于所述传感器模块的方向;

[0517] 在第二时间确定合成加速度矢量相对于所述传感器模块的方向;

[0518] 在所述第二时间确定传感器模块相对于磁场矢量的方向;

[0519] 基于重力矢量在所述第一时间相对于所述传感器的方向、所述磁场矢量在所述第一时间相对于所述传感器模块的方向、所述合成加速度矢量在所述第二时间相对于所述传感器模块的方向以及所述传感器模块在所述第二时间相对于所述磁场矢量的方向确定所述球的发起角度。

[0520] 118. 根据前述第 114-117 项中任一项所述的方法,进一步包括:

[0521] 使用连接至所述球的传感器模块在第一时间感测第一磁场数据和第一加速度数据;

[0522] 基于所述第一磁场数据和第一加速度数据,确定所述对象在所述第一时间的方位;

[0523] 使用所述传感器模块在第二时间感测第二磁场数据和第二加速度数据;

[0524] 基于所述第二磁场数据和第二加速度数据,确定在所述第二时间所述对象的方位和加速度方向;

[0525] 基于所述球在所述第一时间的方位以及所述球在第二时间的方位和加速度方向,确定所述球在所述第二时间的轨迹。

- [0526] 119. 根据第 118 项所述的方法，
- [0527] 其中，确定所述球在第一时间的方位包括确定所述球相对于外部磁场效应和 / 或外部重力效应的方位，以及
- [0528] 其中确定所述球在第二时间的轨迹包括确定所述球相对于外部磁场效应和 / 或外部重力效应的轨迹。
- [0529] 120. 根据第 118 项或第 119 项所述的方法，其中确定所述球的轨迹包括：
- [0530] 确定所述球的发起角度，
- [0531] 其中所述轨迹被确定为所述球的发起角度。
- [0532] 121. 根据第 120 项所述的方法，其中所述第二时间对应于所述球的初始动作之后感测到加速度大小的最早的时间。
- [0533] 122. 根据前述第 114-121 项中任一项所述的方法，进一步包括：
- [0534] 基于由连接至所述球的传感器模块在第一时间感测到的第一磁场数据和第一加速度数据，在第一时间确定相对于磁场的重力方向；
- [0535] 基于由所述传感器模块在第二时间感测到第二加速度数据，在第二时间确定相对的加速度方向；
- [0536] 基于相对于所述磁场的重力方向的确定和在第二时间相对于所述传感器模块的加速度方向的确定，确定在第二时间相对于重力方向的加速度方向；
- [0537] 基于在第二时间相对于所述重力方向的所述加速度方向的确定，确定在第二时间的轨迹。
- [0538] 123. 根据前述第 114-122 项中任一项所述的方法，进一步包括：
- [0539] 使用连接至所述球的传感器模块感测磁场数据；
- [0540] 对所述感测的磁场数据执行傅立叶变换；以及
- [0541] 基于所述傅立叶变换的结果，确定所述球的旋转速率。
- [0542] 124. 根据前述第 114-123 项中任一项所述的方法，进一步包括：
- [0543] 使用连接到所述球的传感器模块感测加速度数据；
- [0544] 识别所述感测的加速度数据的重复部分；
- [0545] 确定所述重复部分的时间段；以及
- [0546] 基于所述重复部分的时间段确定所述球的旋转速率。
- [0547] 125. 根据第 124 项所述的方法，其中识别所述感测的加速度数据的重复部分包括识别由所述加速度数据表示的、所述加速度相对于所述传感器模块的连续的相似方位。
- [0548] 126. 根据前述第 114-125 项中任一项所述的方法，进一步包括：
- [0549] 使用连接至所述球的传感器模块感测加速度数据；
- [0550] 基于所述加速度数据，确定施加到所述球的拖拽力；
- [0551] 将所述拖拽力与拖拽力分布图进行比较，所述拖拽力分布图将拖拽力表示为球的速度函数；以及
- [0552] 基于所述比较结果确定所述球的速度。
- [0553] 127. 根据前述第 114-126 项中任一项所述的方法，进一步包括：
- [0554] 使用连接至所述球的传感器模块，确定所述球是否处于自由飞行；
- [0555] 使用所述传感器模块，确定所述球处于自由飞行的时间；

- [0556] 使用所述传感器模块,确定所述球在自由飞行中的速度;以及
- [0557] 基于所述球处于自由飞行的时间和所述球在自由飞行中的速度,确定所述球行进的距离。
- [0558] 128. 根据前述第 114-127 项中任一项所述的方法,进一步包括:
- [0559] 使用连接至所述球的传感器模块,感测加速度数据;
- [0560] 基于所述加速度数据,相对于所述传感器模块,确定旋转平面的方向是否正交于所述球的旋转轴线;以及
- [0561] 确定所述旋转平面相对于重力矢量方向的方向。
- [0562] 应当理解的是,在此使用的用语和术语仅用于描述,而不用于限制。本发明的宽度和范围不受任何上述示例性的实施例的限制,其仅根据随附的权利要求与其等同物而被限定。

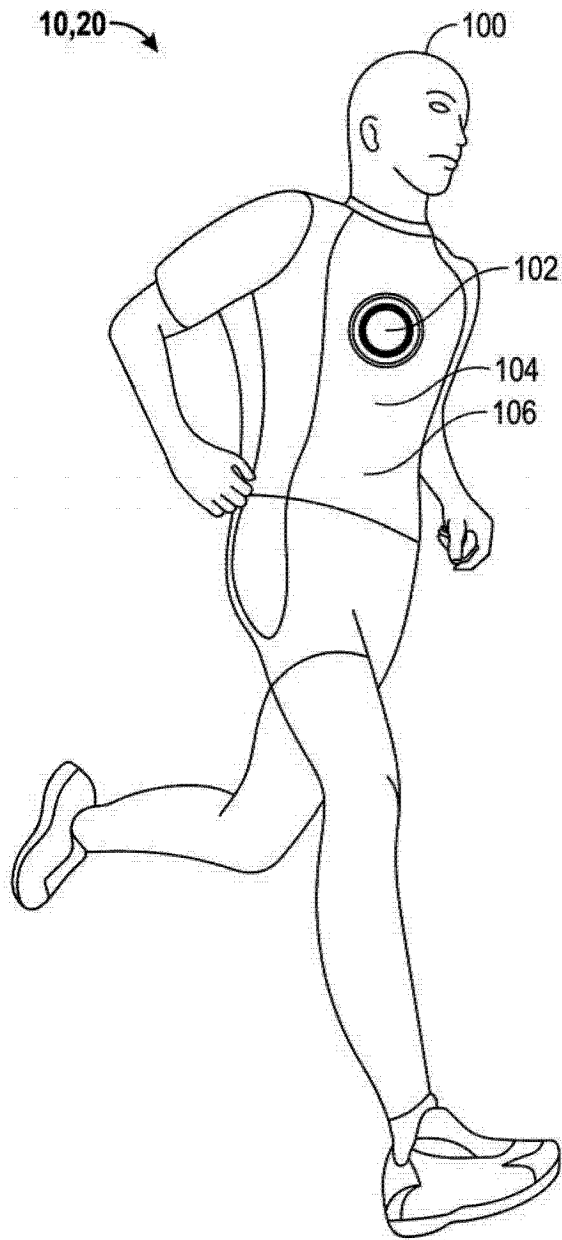


图 1

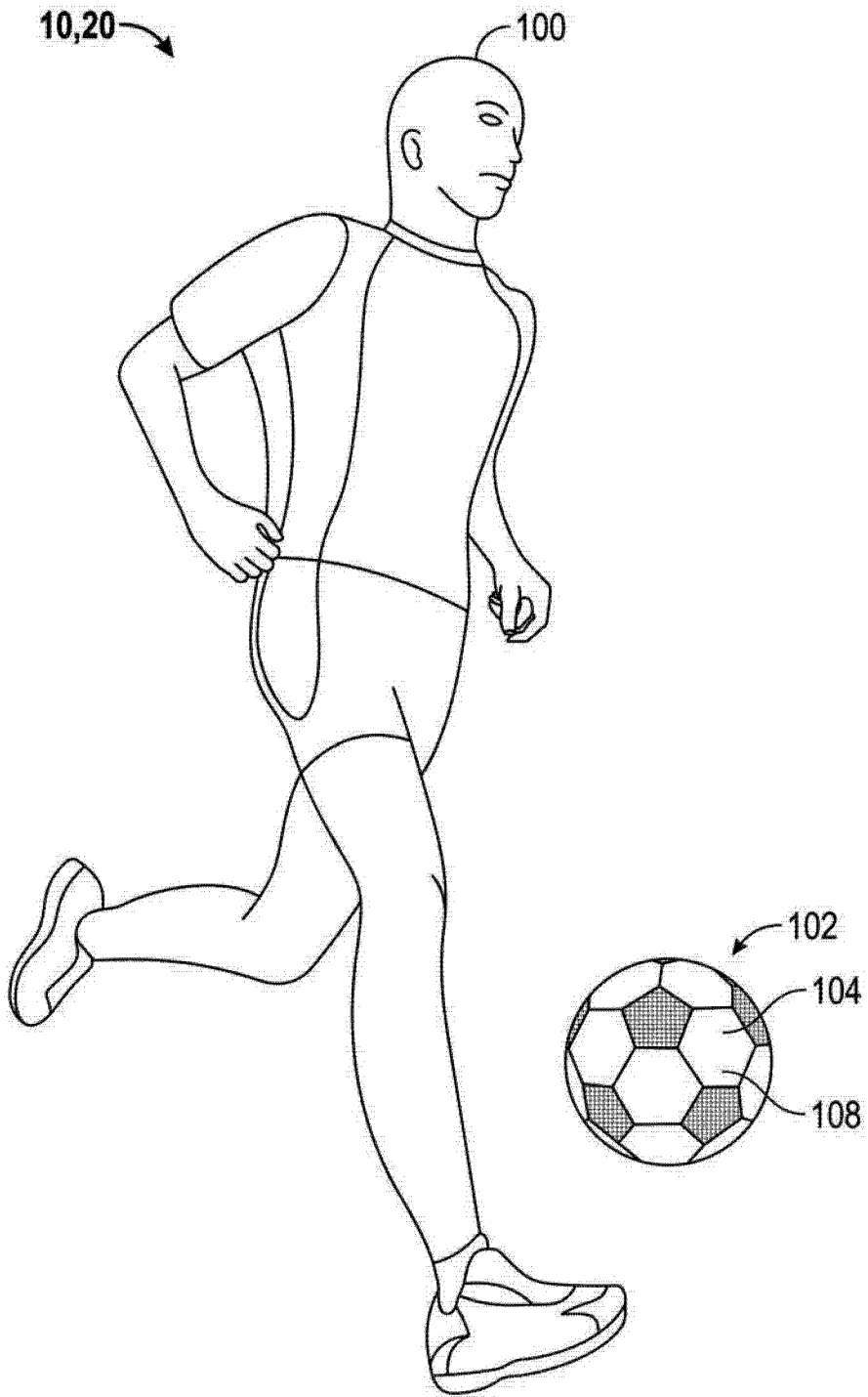


图 2

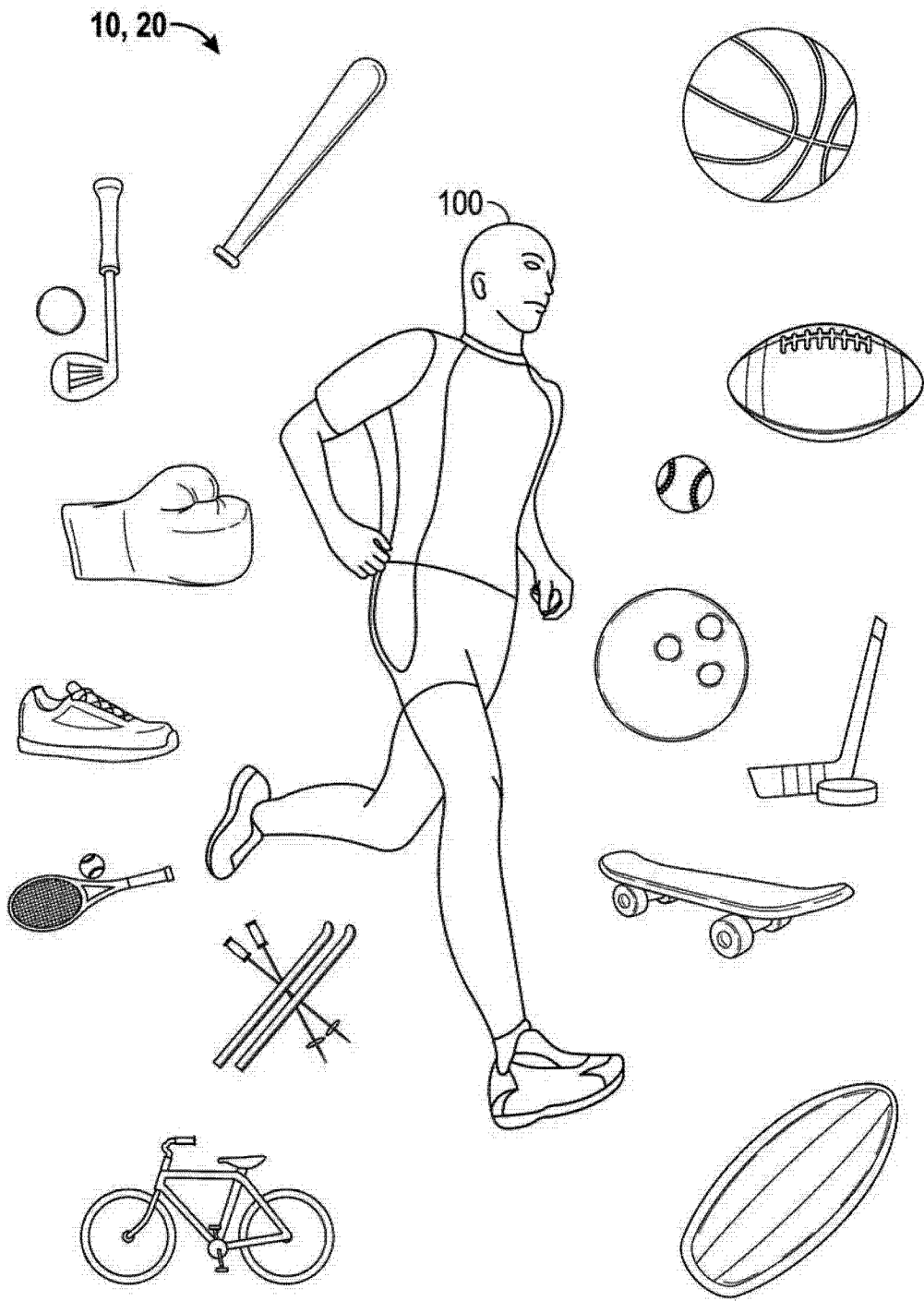


图 3

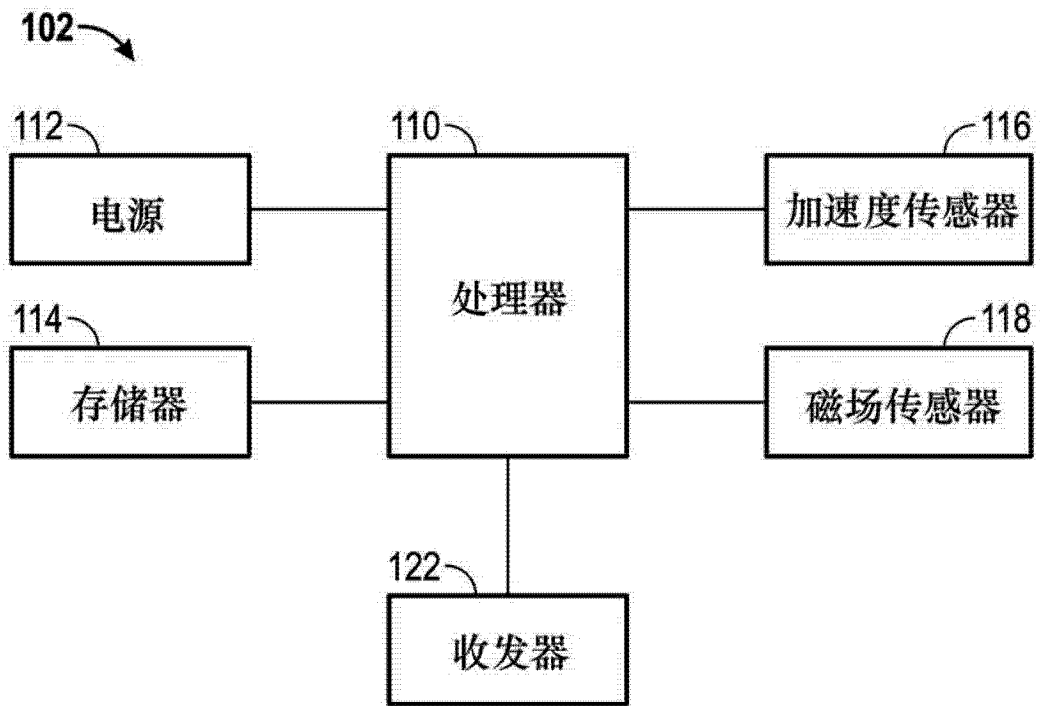


图 4



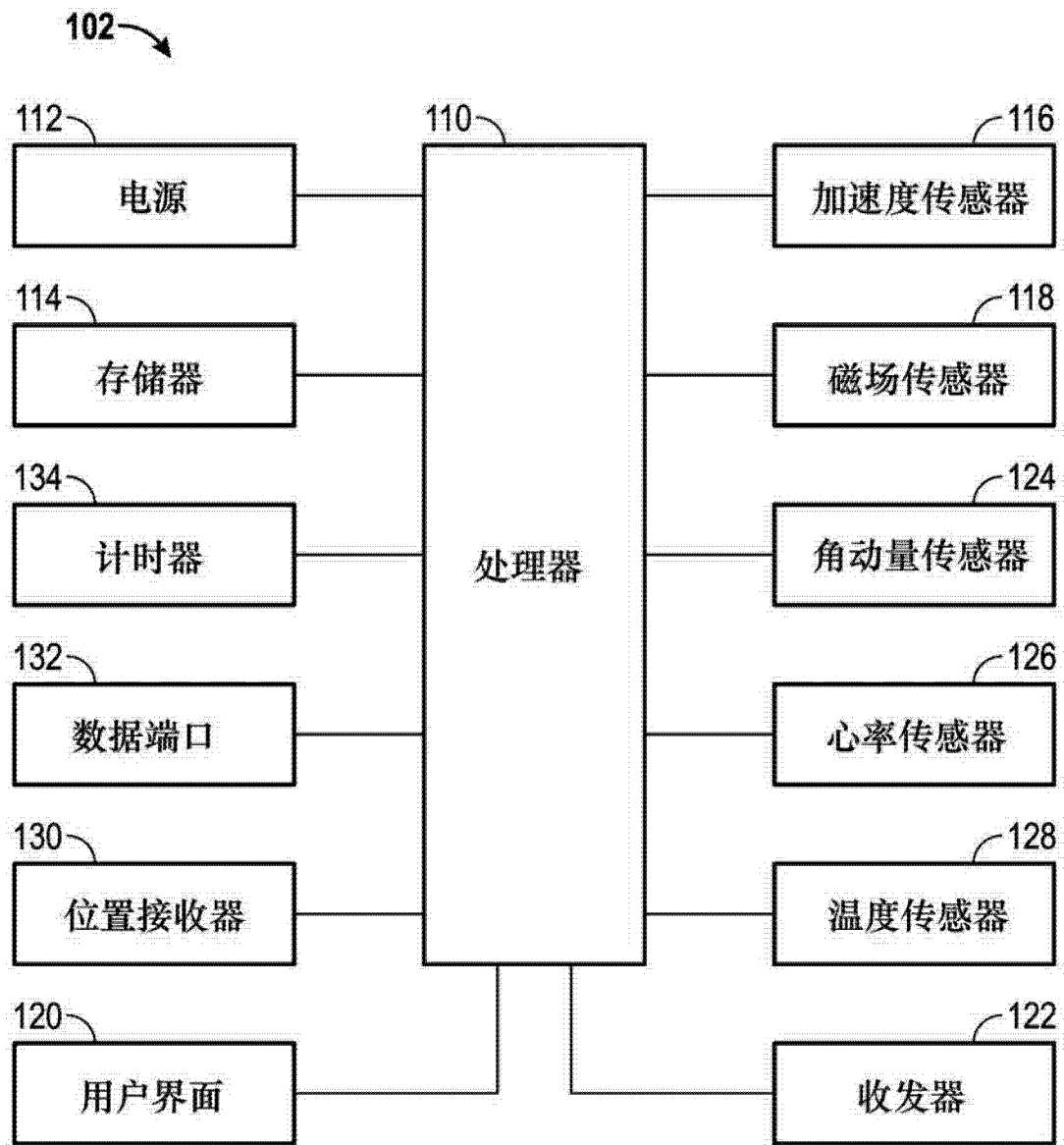


图 5

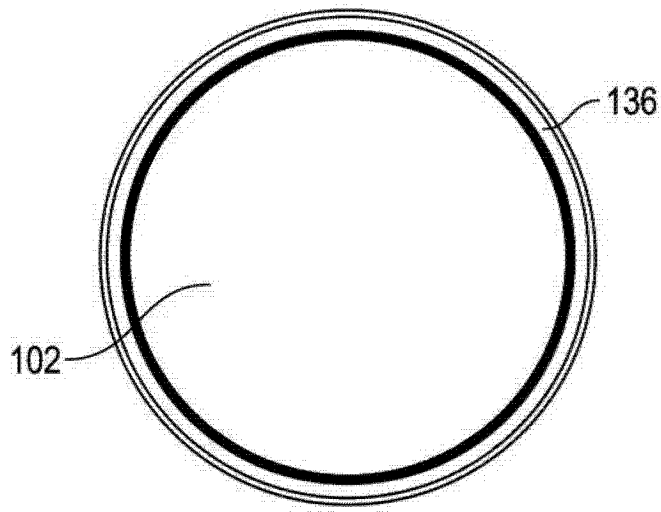


图 6A

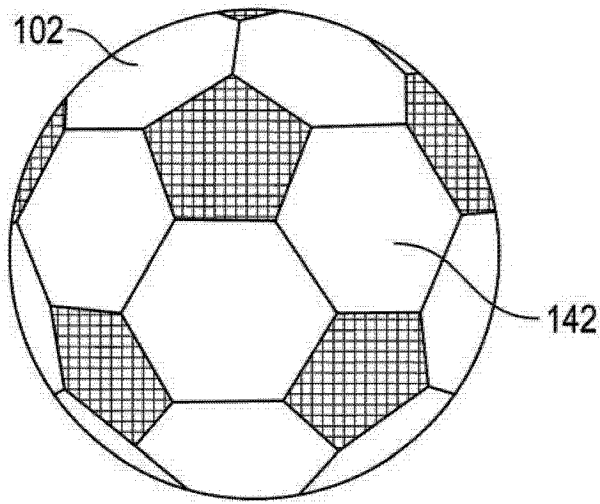


图 6B

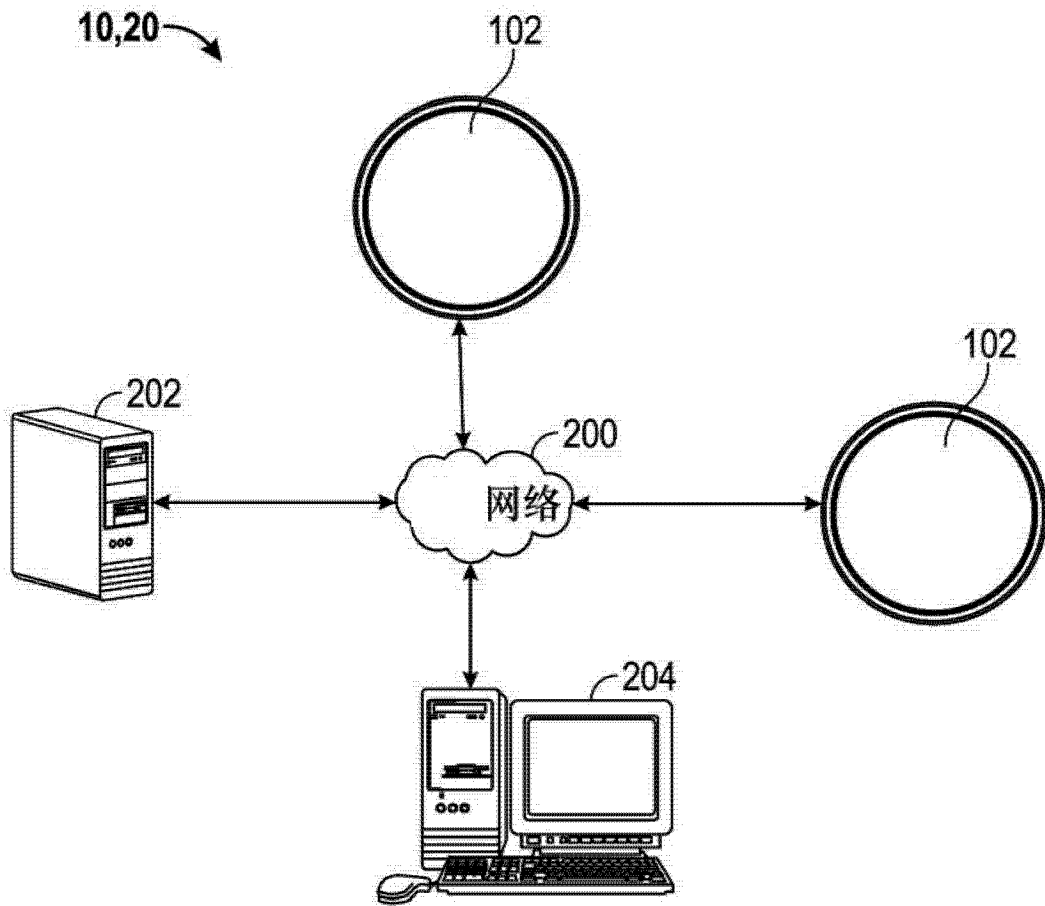


图 7

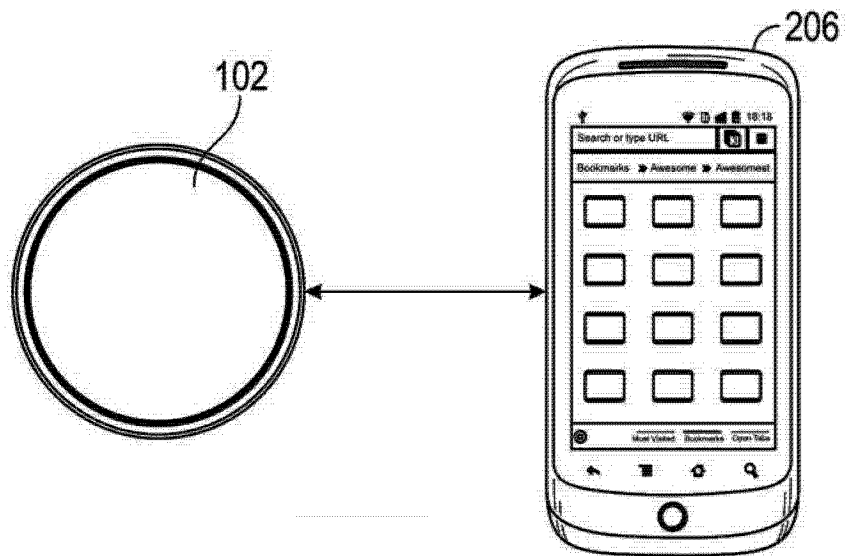


图 8A

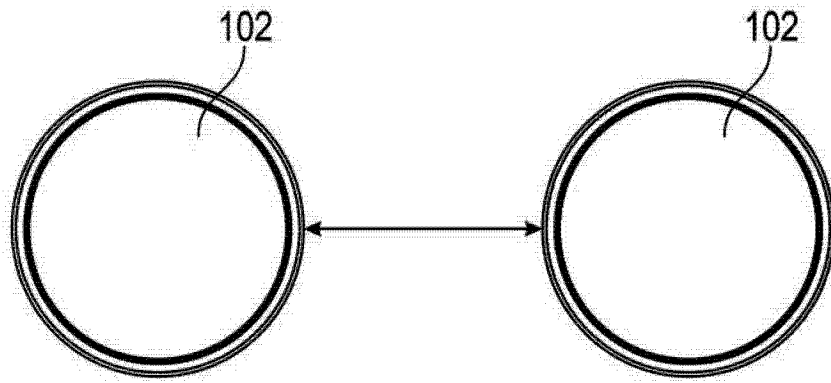


图 8B

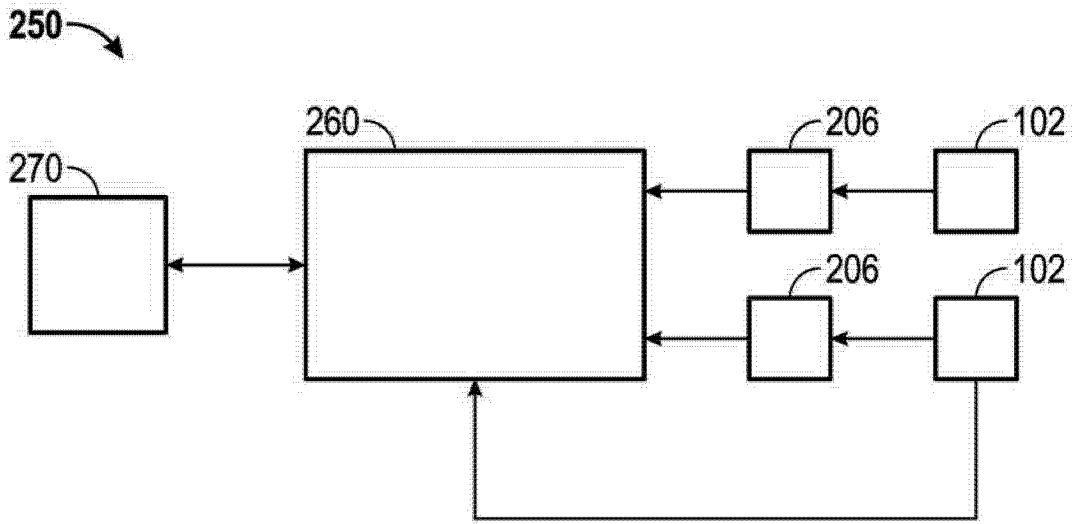


图 9

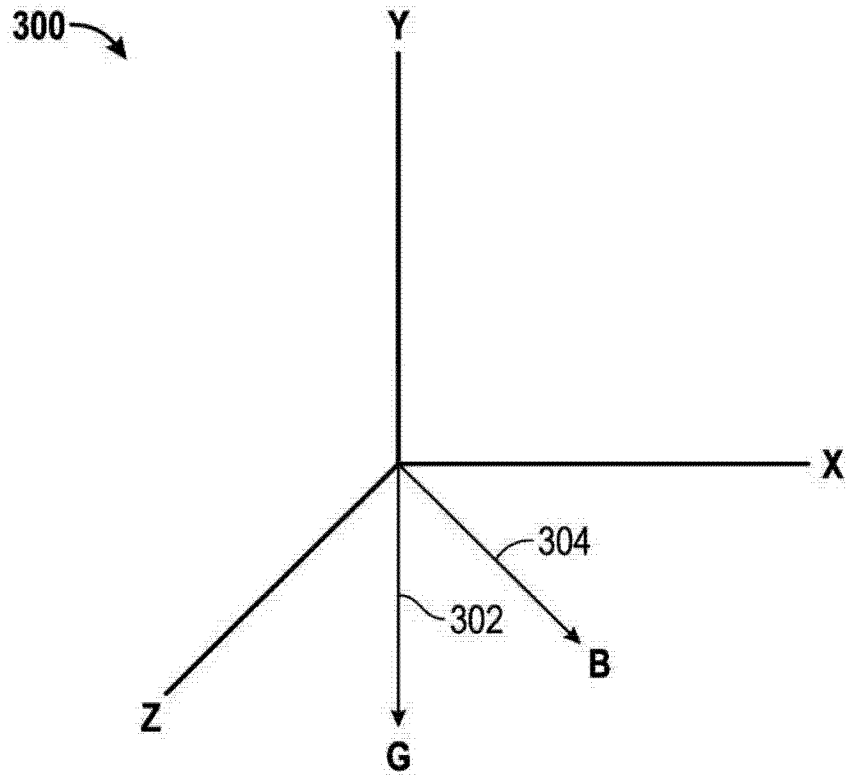


图 10

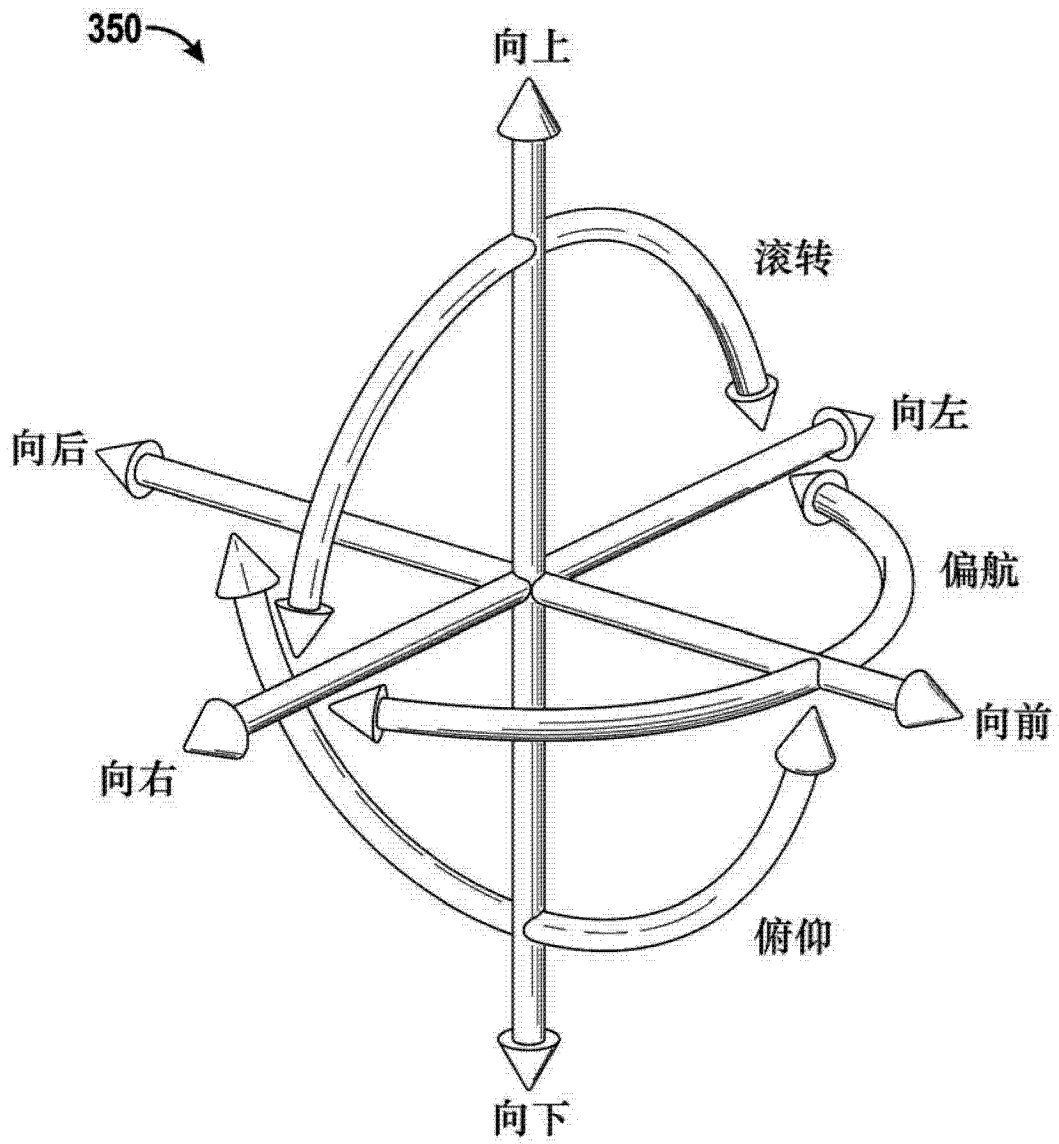


图 11

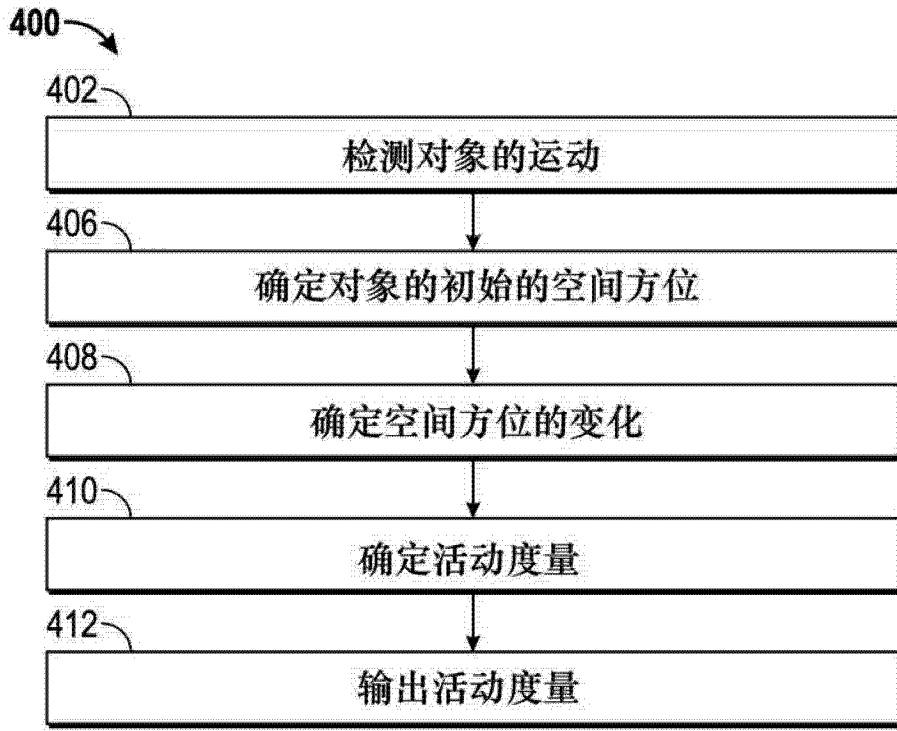


图 12

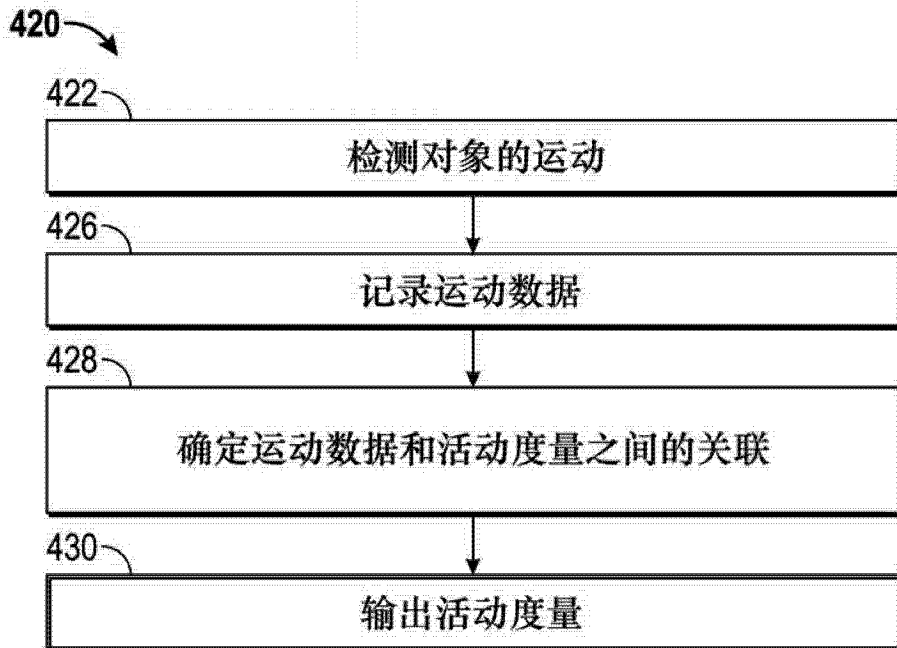


图 13

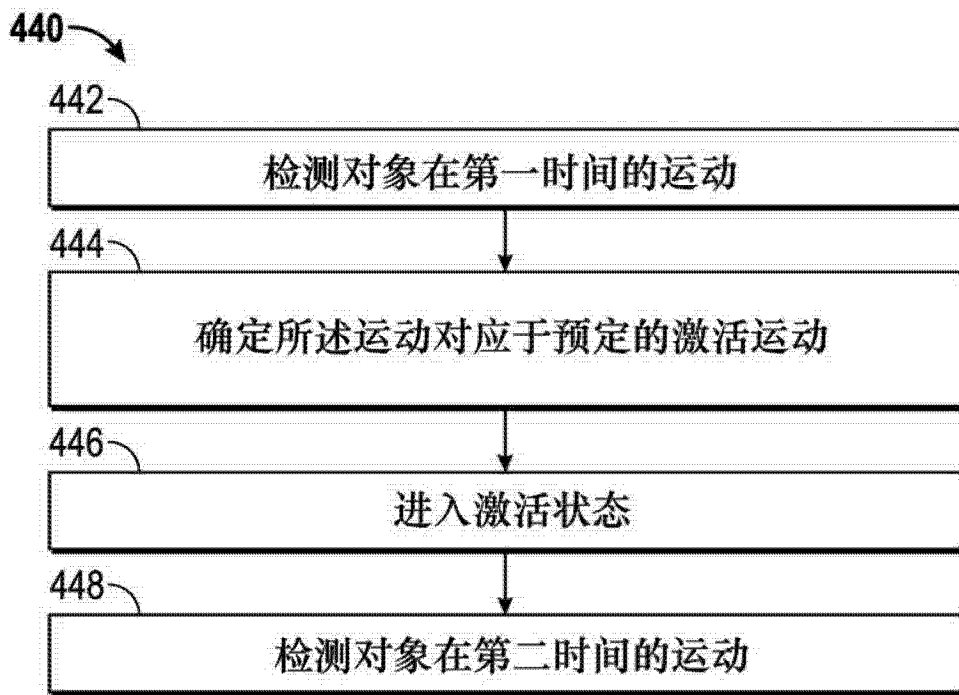


图 14

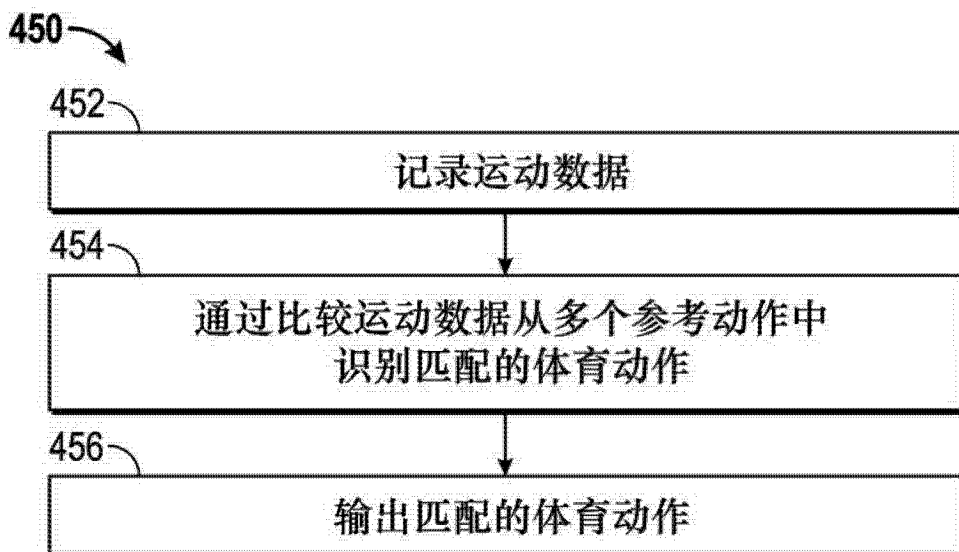


图 15



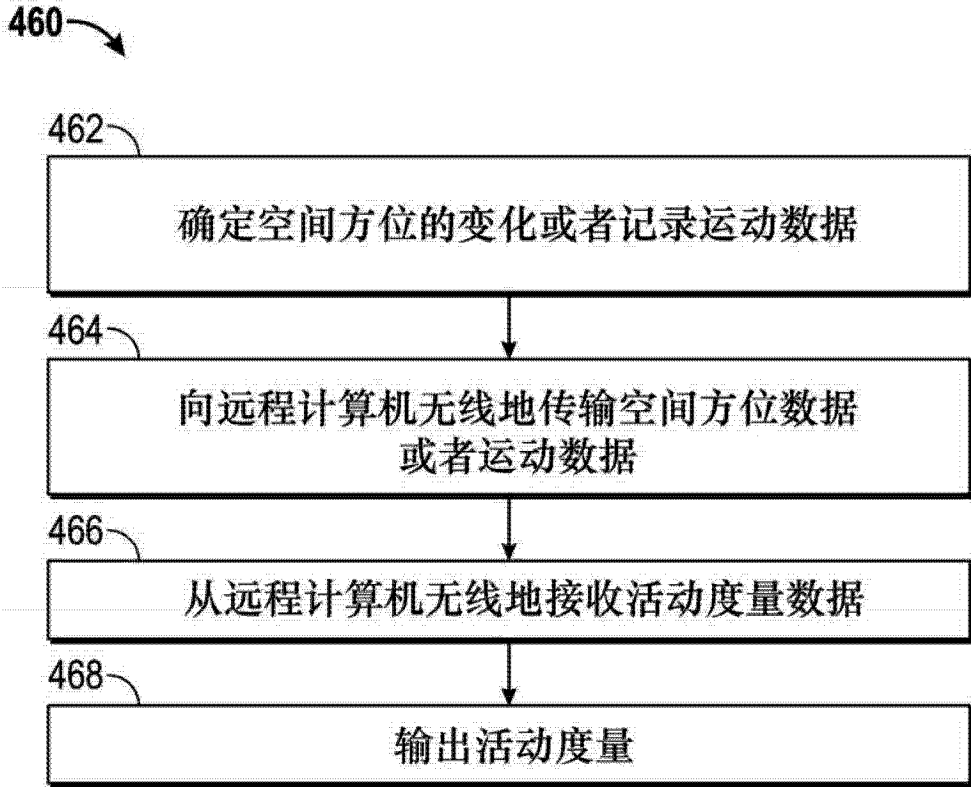


图 16

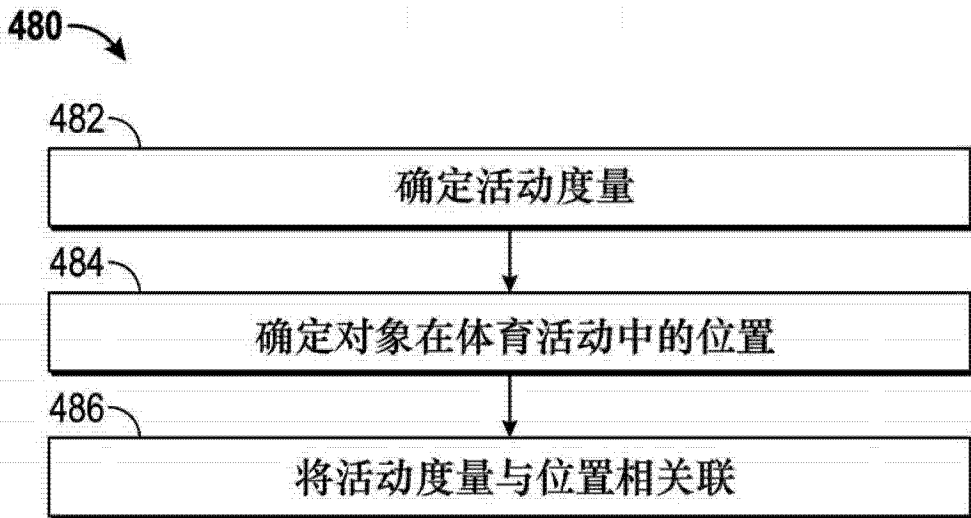


图 17

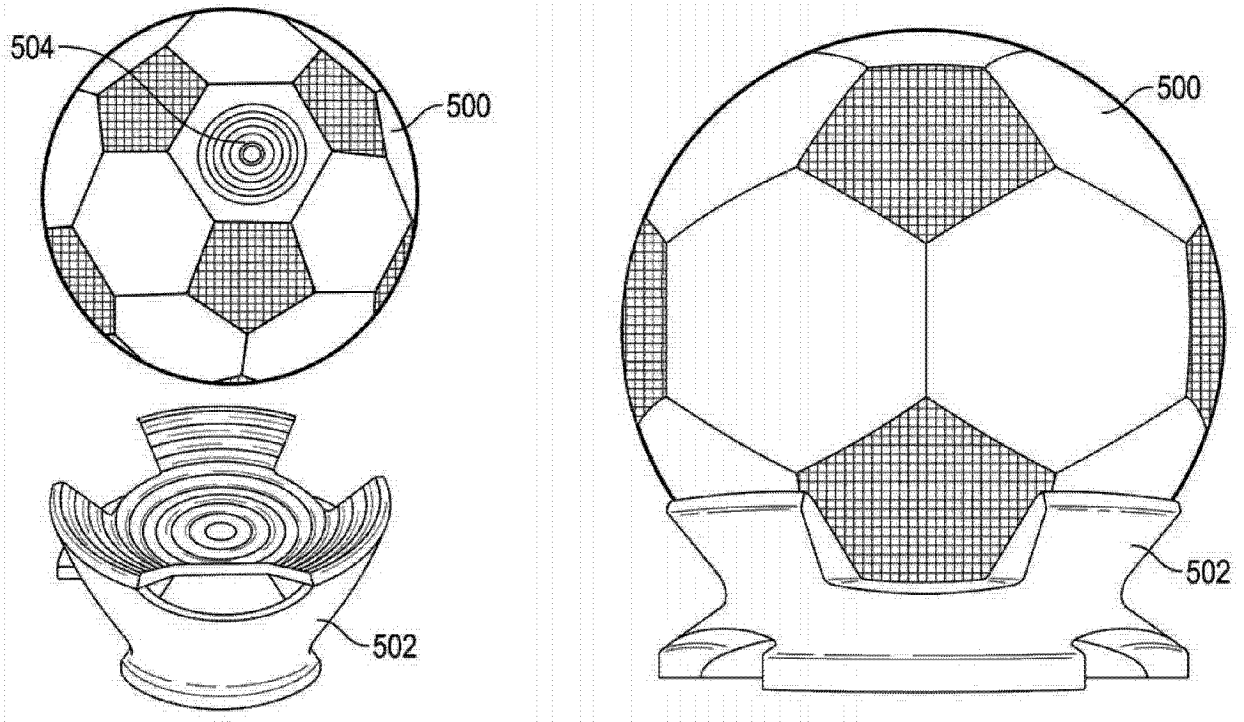


图 18

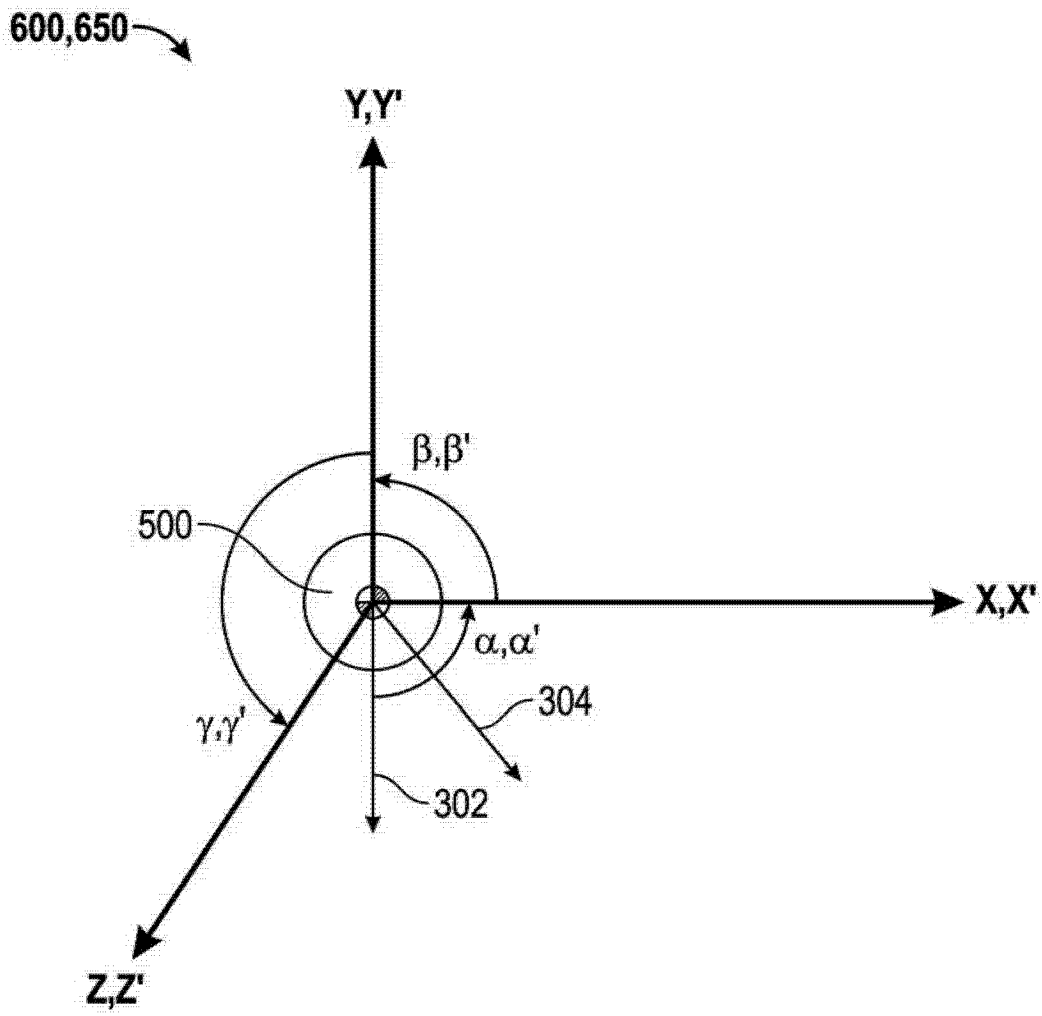


图 19

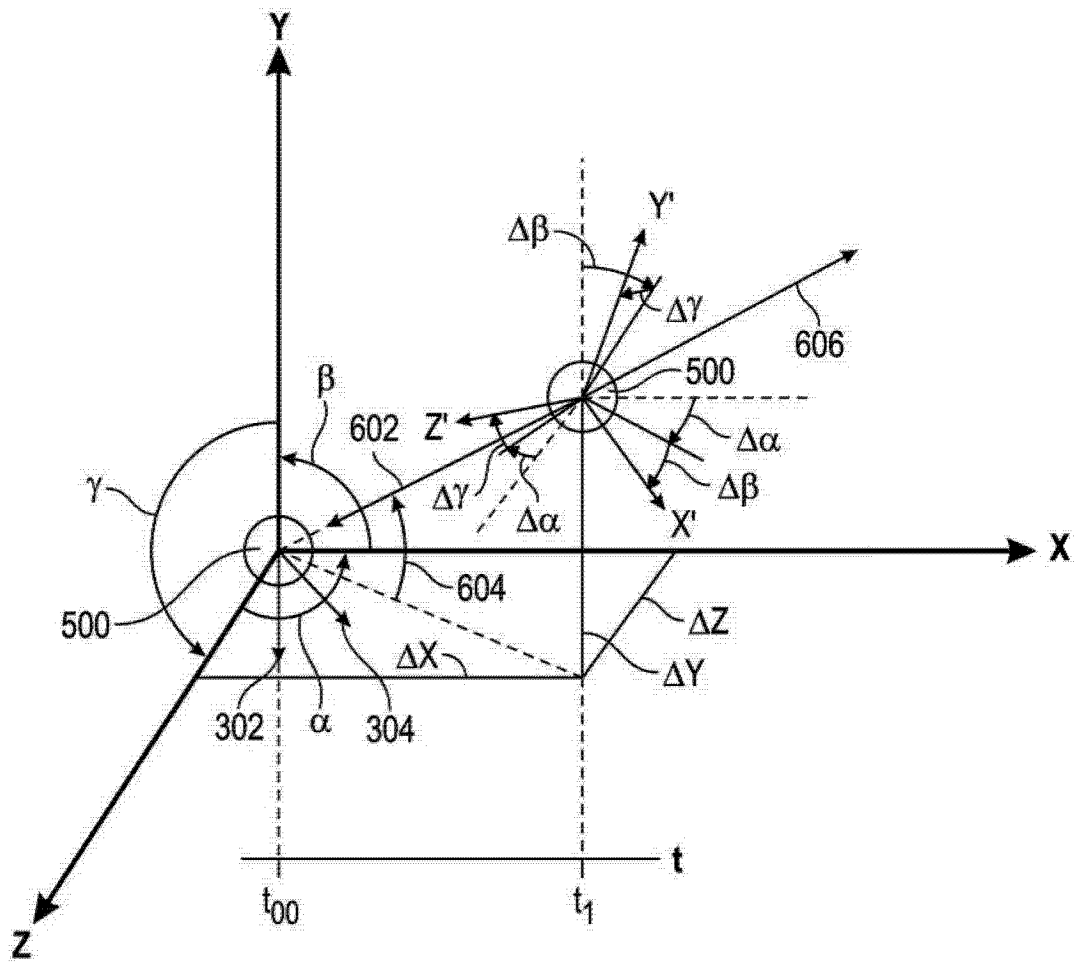


图 20

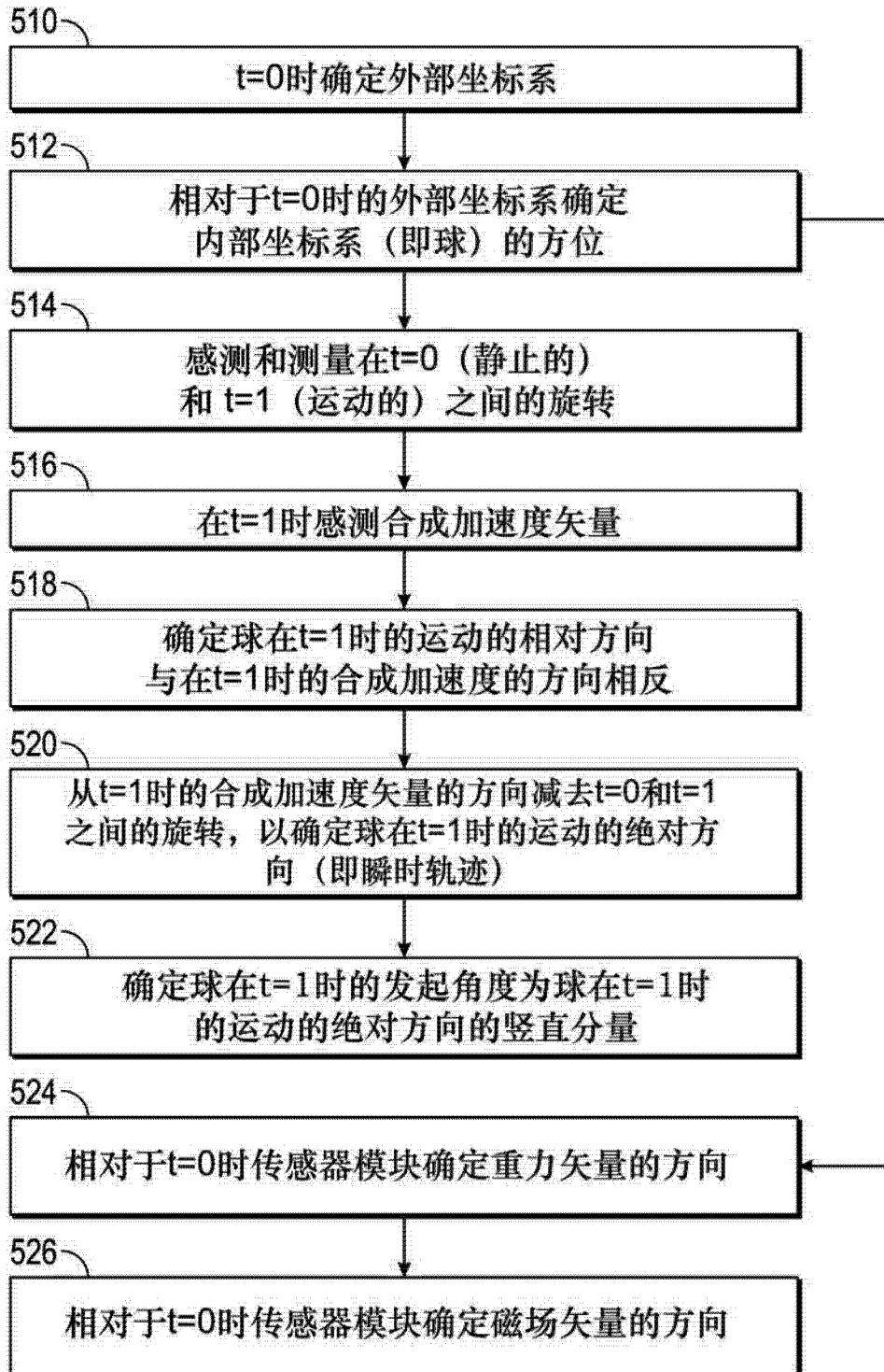


图 21

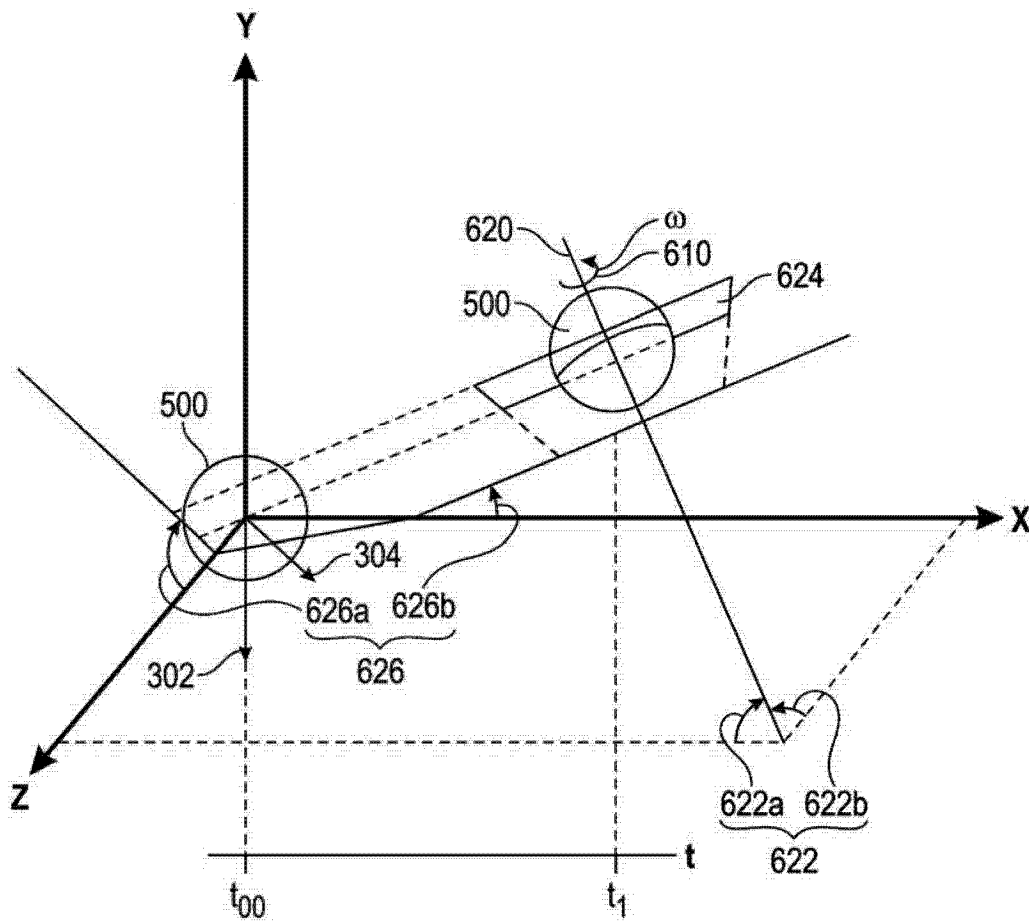


图 22

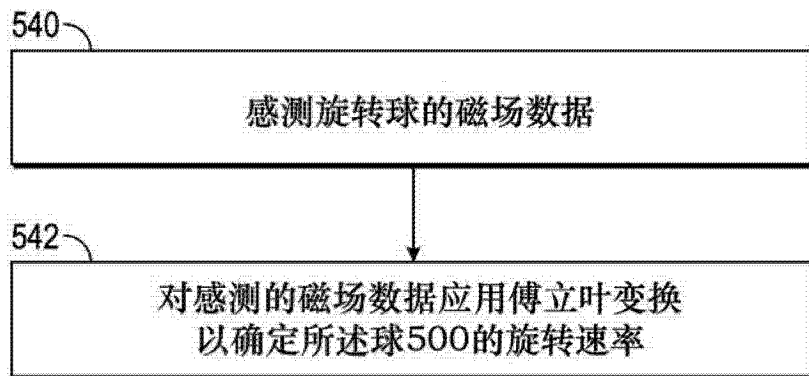


图 23

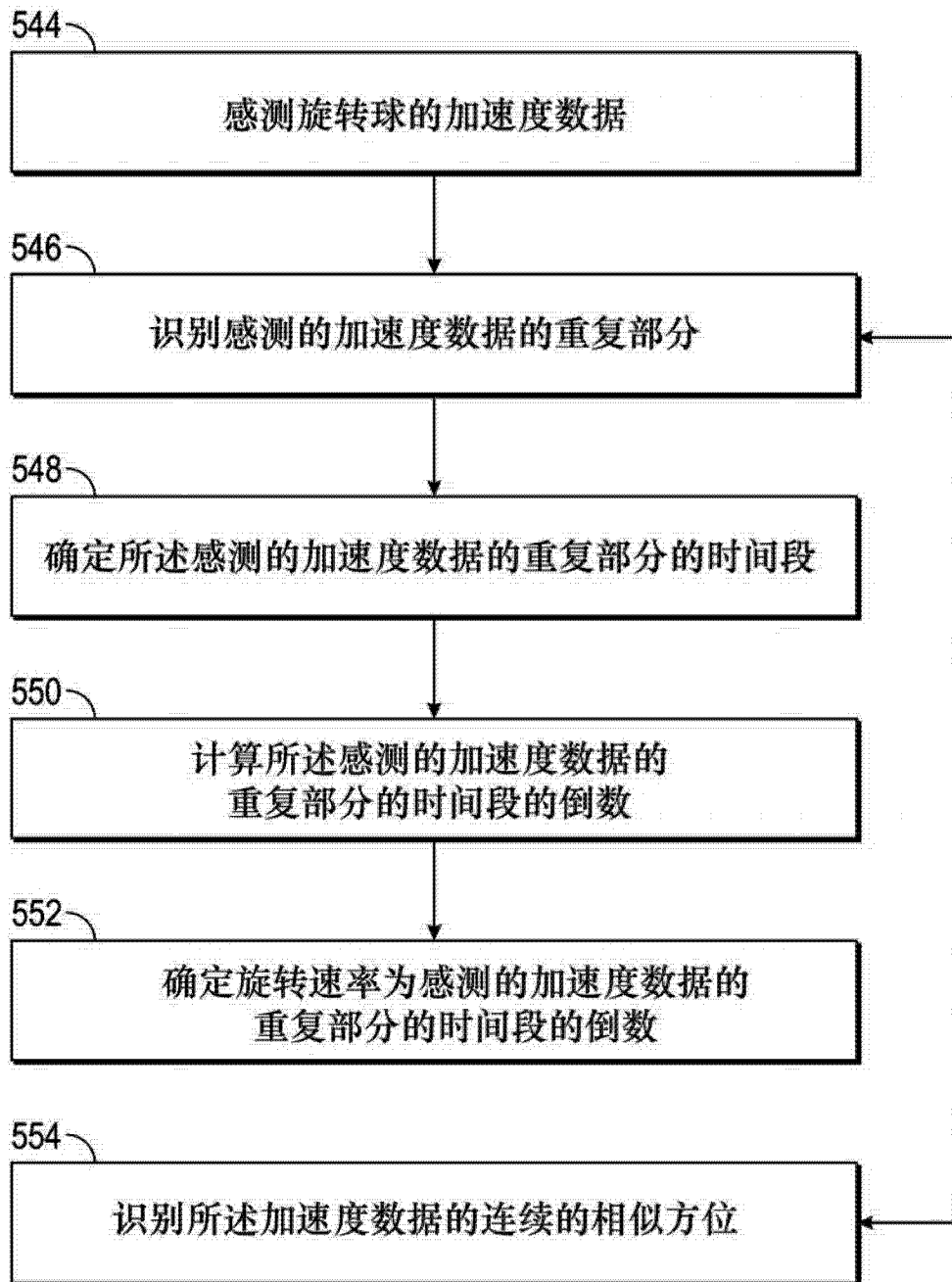


图 24

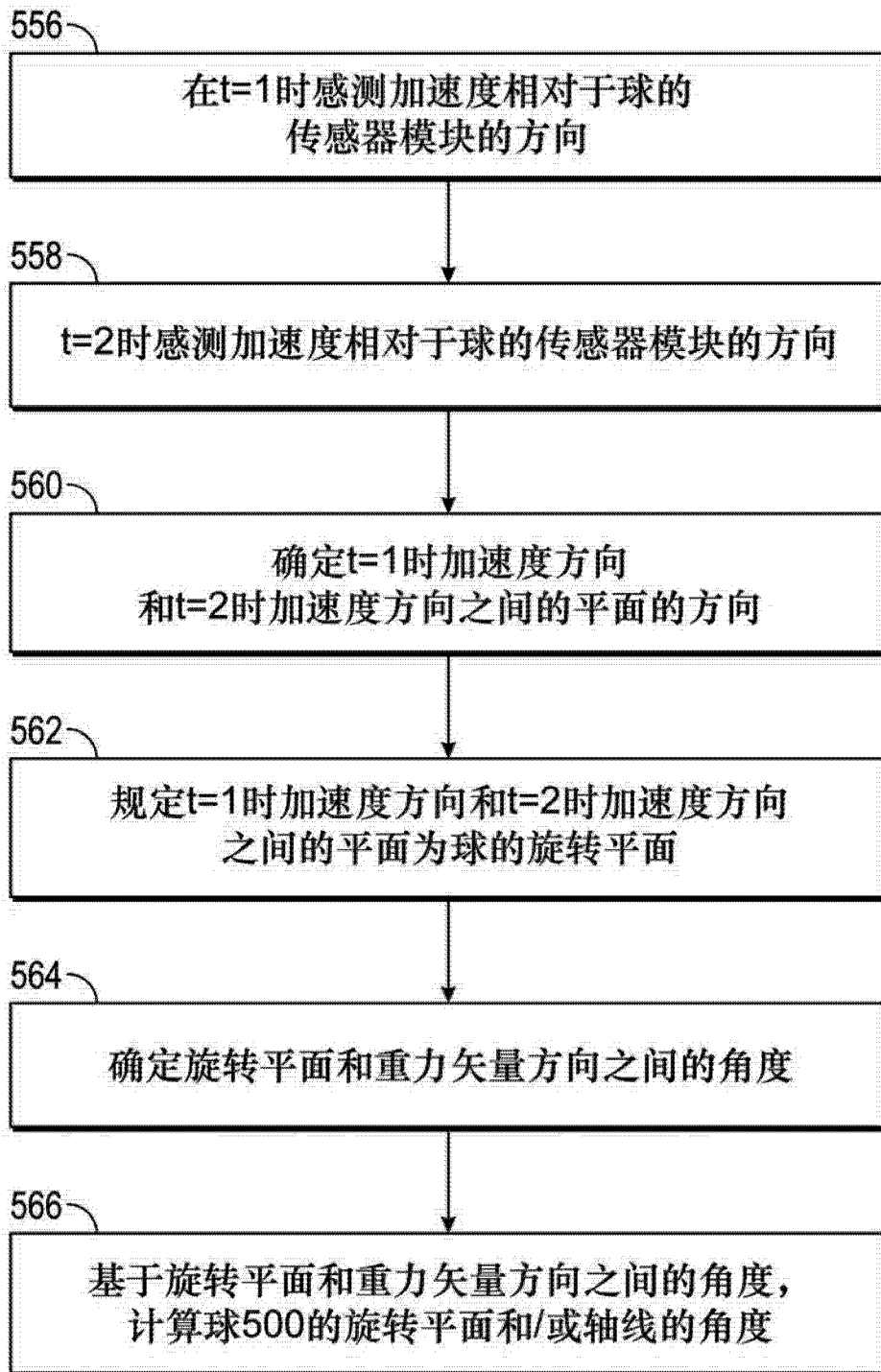


图 25



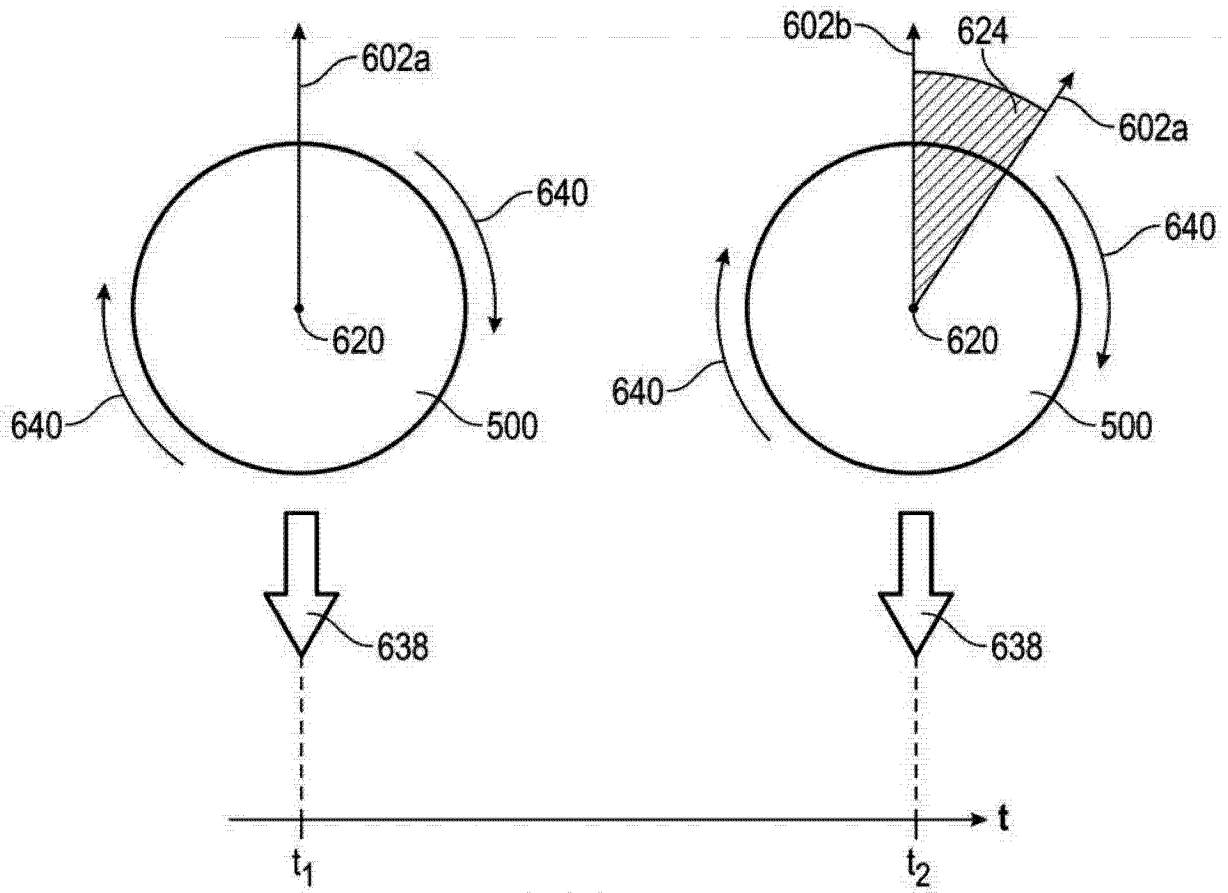


图 26

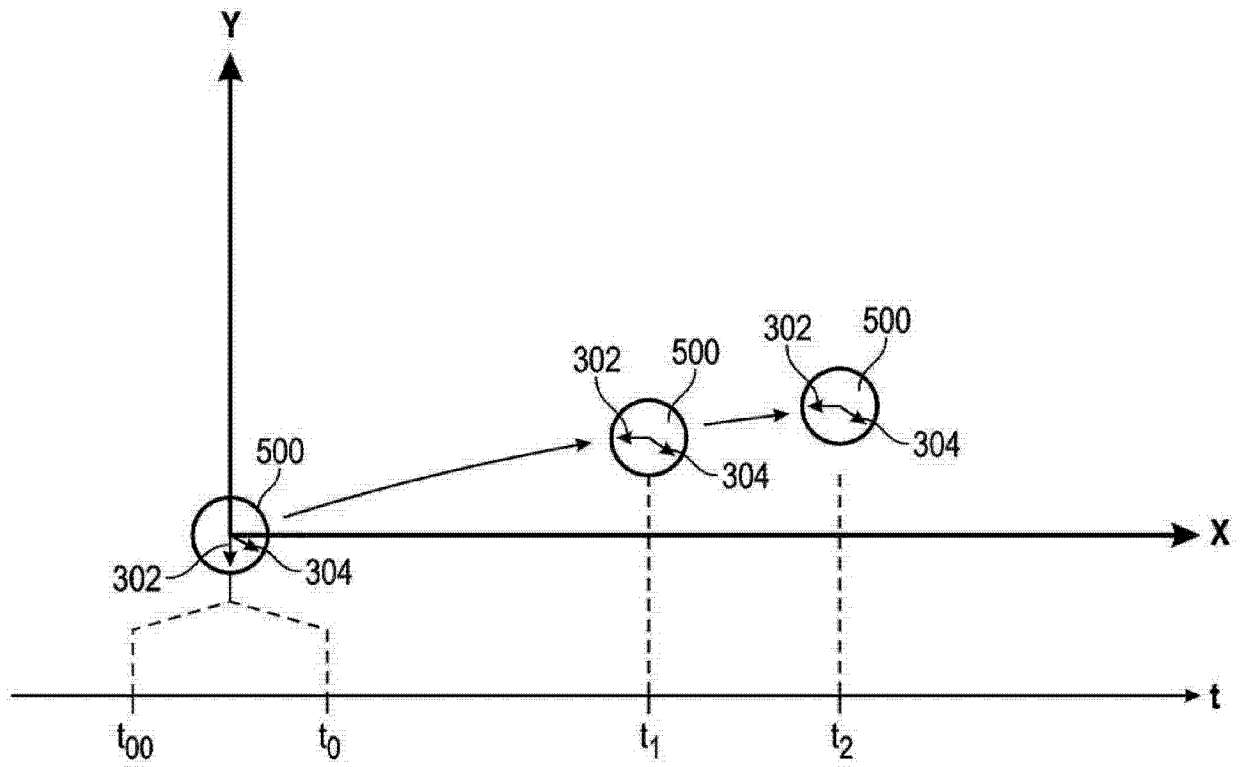


图 27

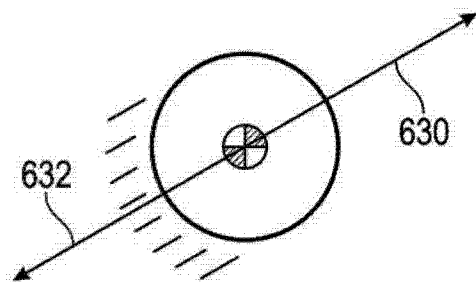


图 28

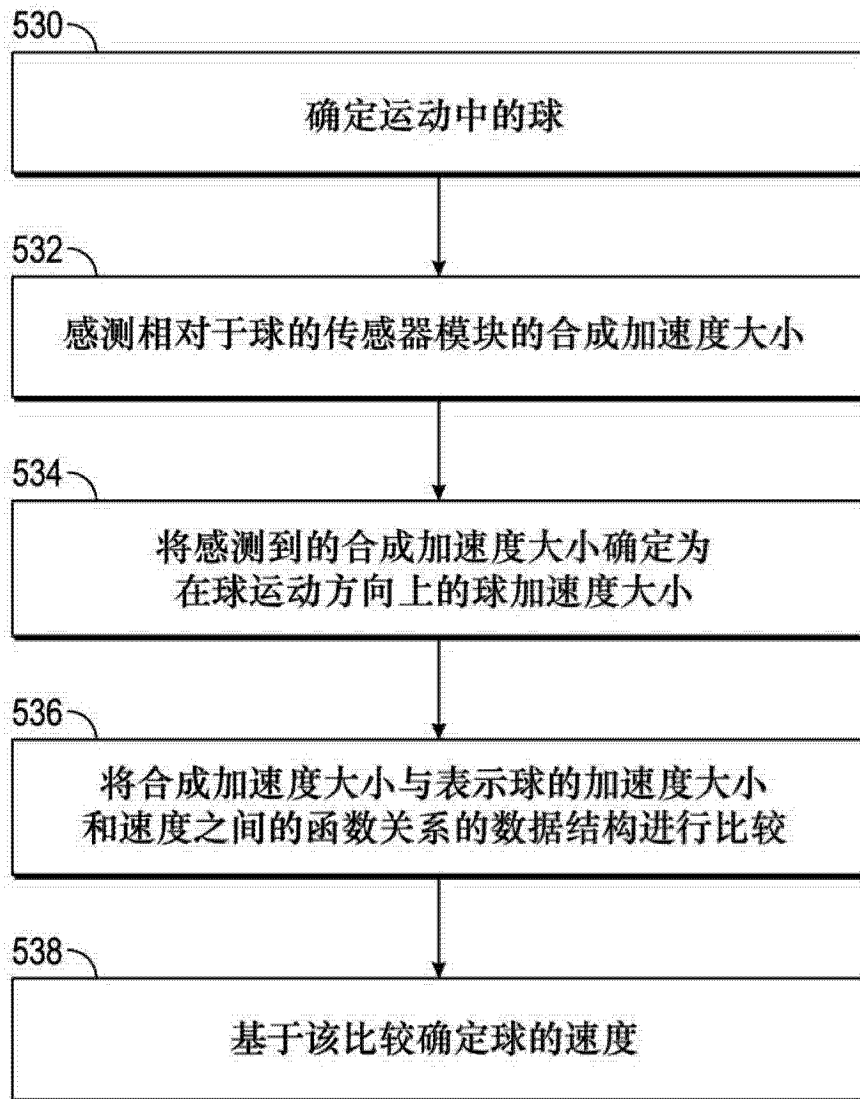


图 29

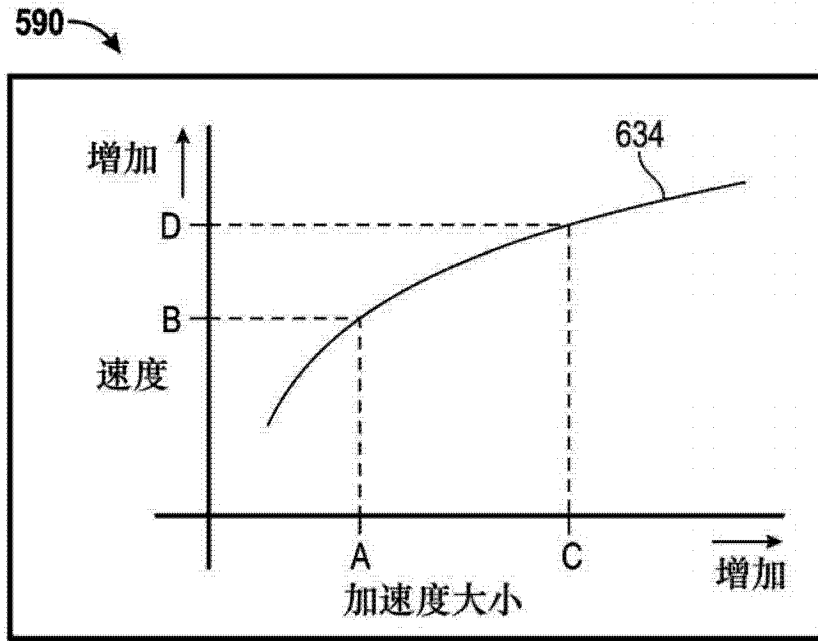


图 30

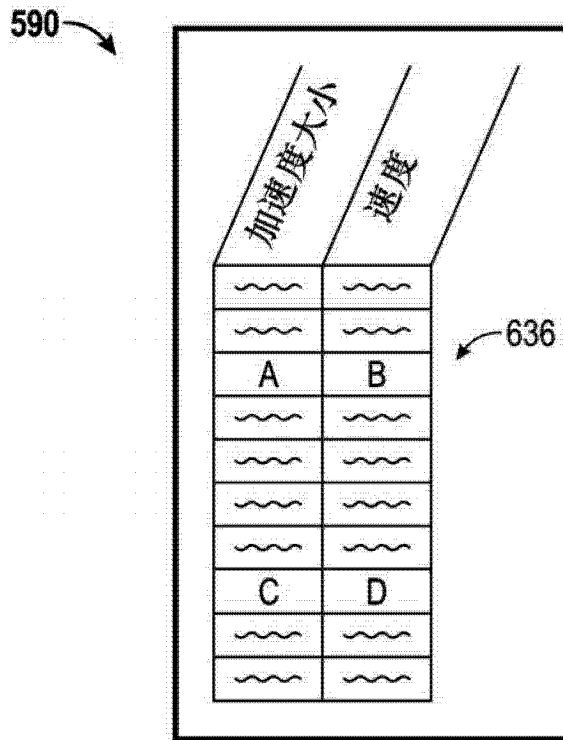


图 31

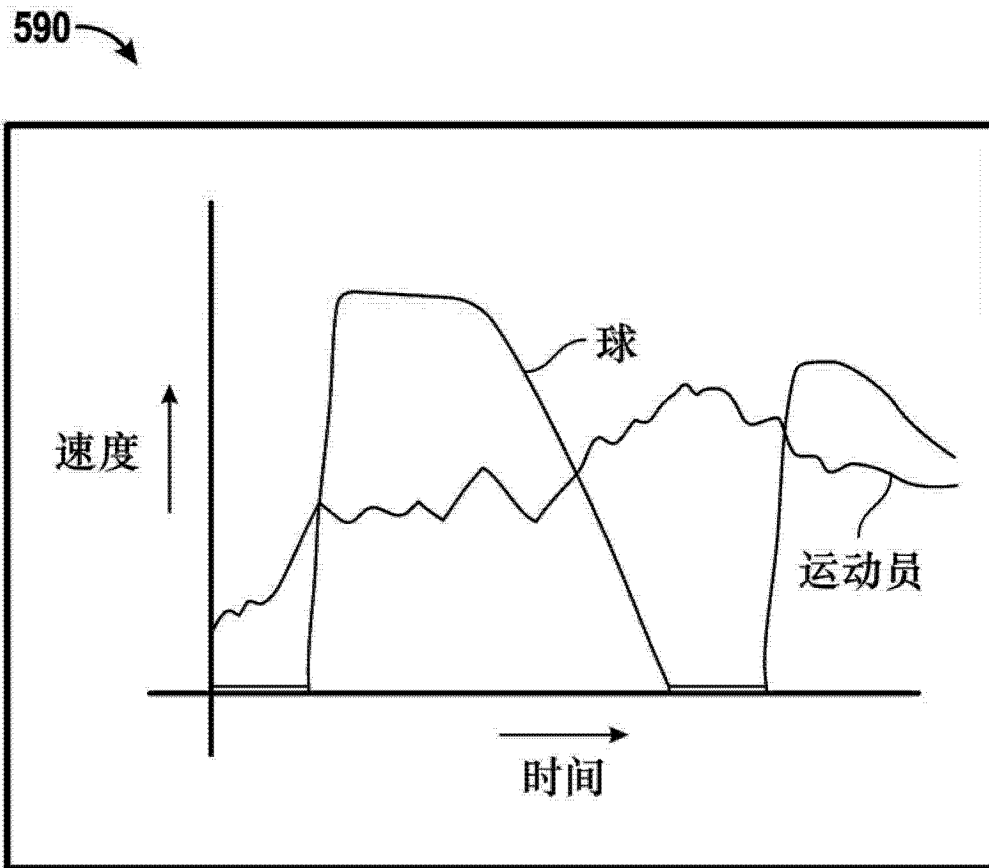


图 32