



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104548555 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 29

(21) 申请号 201410559507. 0

(22) 申请日 2014. 10. 20

(30) 优先权数据

2013-217642 2013. 10. 18 JP

(71) 申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 涩谷和宏 野村和生 小平健也

佐藤雅文

(74) 专利代理机构 北京金信知识产权代理有限公司

公司 11225

代理人 黄威 苏萌萌

(51) Int. Cl.

A63B 69/36(2006. 01)

A63B 60/46(2015. 01)

A63B 53/00(2015. 01)

A63B 71/06(2006. 01)

A63B 102/32(2015. 01)

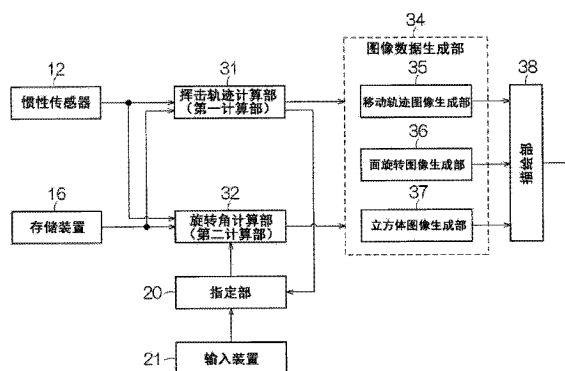
权利要求书1页 说明书10页 附图9页

(54) 发明名称

运动分析方法、运动分析装置

(57) 摘要

本发明提供一种运动分析方法、运动分析装置。其中,指定部对所实施挥击动作的运动器具的检验点进行指定。第一计算部使用惯性传感器的输出对挥击中的运动器具的移动轨迹进行计算。第二计算部使用运动器具的移动轨迹上的至检验点为止的惯性传感器的输出,来对检验点处的运动器具的关注部位的姿态进行计算。显示部对检验点处的运动器具的关注部位的姿态进行显示。



1. 一种运动分析方法,其特征在于,
取得运动器具的挥击的移动轨迹的信息以及所述运动器具的关注部位的姿态的信息,
对所述运动器具的移动轨迹上的所指定的检验点处的所述运动器具的关注部位的姿态状态进行输出。
2. 如权利要求 1 所述的运动分析方法,其特征在于,
使用所述挥击中的所述运动器具的位置信息以及时间信息的至少一方而指定所述检验点。
3. 如权利要求 1 所述的运动分析方法,其特征在于,
取得在所述挥击中以绕所述运动器具的杆身部的长轴的方式进行变化的旋转角的信息,
将所述旋转角的信息与所述移动轨迹上的所述运动器具的关注部位关联起来。
4. 如权利要求 1 所述的运动分析方法,其特征在于,
所述运动器具的关注部位为击打面。
5. 如权利要求 1 所述的运动分析方法,其特征在于,
以与所述运动器具的移动轨迹相关联的方式对表示所述关注部位的目标图像进行显示。
6. 如权利要求 5 所述的运动分析方法,其特征在于,
对随着所述运动器具的关注部位的姿态状态的变化而改变朝向的标记进行显示。
7. 如权利要求 1 所述的运动分析方法,其特征在于,
对被测者的朝向所述运动器具的关注部位的视线方向上的所述关注部位的姿态状态进行显示。
8. 如权利要求 1 所述的运动分析方法,其特征在于,
根据安装在所述运动器具以及被测者中的至少一方上的惯性传感器的输出而计算所述移动轨迹。
9. 如权利要求 3 所述的运动分析方法,其特征在于,
根据安装在所述运动器具的杆身部的惯性传感器的输出而计算所述旋转角。
10. 一种运动分析装置,其特征在于,具备:
对挥击中的运动器具的检验点进行指定的单元;
使用惯性传感器的输出而对所述运动器具的移动轨迹进行计算的单元;
对所述运动器具的移动轨迹上的、所述检验点处的所述运动器具的关注部位的姿态状态进行计算的单元;
对所述检验点处的所述运动器具的关注部位的姿态进行输出的单元。

运动分析方法、运动分析装置

技术领域

[0001] 本发明涉及运动分析方法、运动分析装置等。

背景技术

[0002] 运动分析装置被用于对挥击动作等的运动的分析。在运动器具或者对该运动器具进行操作的被测者身上安装有惯性传感器。根据惯性传感器的输出而使挥击动作被视觉性地再现。作为这样的运动分析装置的一个具体示例,可列举出例如专利文献 1 中所公开的那样的高尔夫球挥击分析装置。

[0003] 在高尔夫运动中,击球的方向会较大地受到击打的瞬间的杆头的击球面的朝向的影响。已知当在即将击打之前翻转手腕而欲对准于球杆头的击球面时,因对准动作较迟缓且翻转手腕的动作而扰乱在击球时的击球面从而对挥击造成不良影响。高尔夫运动中的手腕的动作通过使用照相机等的光学式动作捕获设备来进行观察较为困难,且无法捕获到微妙的手腕的翻转动作的程度。在进行精密地捕捉的情况下,需要准备数台高精度的照相机而形为大规模的计测装置。此外,使用了照相机等的光学式捕获设备只能在室内进行计测,而在一般的室外的练习场无法使用。

[0004] 业余的高尔夫球手为了提高分数而自己布置挥击的检验点。从瞄球到顶点的后摆挥,从顶点到击打的下挥击,从击打到收杆的送球被连续实施。由此,在挥击途中对检验点进行确认较为困难。

[0005] 并且,根据惯性传感器的输出而视觉性地对挥击动作进行再现时,从该一系列的挥击动作之中而看清特别关注的某个处于检验点上的挥击动作也较为困难。该课题不仅限于高尔夫球,对其他的运动例如棒球或网球等也通用。

[0006] 专利文献 1:日本特开 2008-73210 号公报

发明内容

[0007] 本发明的几个方式的目的在于提供一种能够易于对处于检验点的高尔夫球杆或者手腕的状态进行视觉性地提示的运动分析方法、运动分析装置以及运动分析程序。

[0008] (1) 本发明的一个方式涉及一种运动分析方法,其特征在于,取得并计算出运动器具的挥击中的移动轨迹、以及所述运动器具的关注部位的姿态的信息,从而对所述运动器具的移动轨迹上的所指定的检验点处的所述运动器具的关注部位的姿态状态进行输出并进行显示。

[0009] 根据本发明的一个方式,使实施挥击动作的运动器具的检验点被指定。例如,使用从惯性传感器在运动器具的挥击中所输出的数据来计算出运动器具的移动轨迹与关注部位的姿态。由此可知,在所求的运动器具的移动轨迹上检验点所在的位置。且使运动器具的移动轨迹上的所指定的检验点处的运动器具的关注部位的姿态被显示。通过将其应用于挥击评价,从而能够对被测者的运动进步进行辅助。

[0010] (2) 在本发明的一个方式中,所述检验点能够利用所述挥击中的所述运动器具的

位置信息以及时间信息的至少一方来进行指定。

[0011] 虽然检验点被指定在运动器具的移动轨迹上,但是该指定能够通过运动器具的位置信息(例如与被测者的眼睛为相同高度等)或者时间信息(例如从后挥击或者下挥摆开始所经过的时间等)来进行指定。在惯性传感器中按照每个单位时间实施抽样从而检测出加速度或者角速度等,并且这些检测数据按照每个单位时间(例如每个抽样时刻或者每个抽样计数号码)而实施管理。例如在抽样计数号码 $t = 1 \sim m$ 的区间内对每个单位时间的变化量(加速度)进行二重积分,从而求出计数号码 $t = m$ 处的运动器具的位置。将运动器具的移动轨迹上的位置或者时间与检验点进行比较,从而对与检验点相一致或者最接近的移动轨迹上的点实施确定,并且对与该点相对应的抽样计数号码 $t = m$ 实施确定。

[0012] (3) 在本发明的一个方式中,能够取得在所述挥击中以绕所述运动器具的杆身部的长轴的方式而进行变化的旋转角的信息,并将所述旋转角的信息与所述移动轨迹上的所述运动器具的关注部位关联起来。

[0013] 检验点处的绕运动器具的杆身部的轴所产生的旋转角以在从初始旋转角的位置至检验点的之间对通过惯性传感器所得到的角速度进行积分的方式而求出的。绕运动器具的杆身部的轴所产生的旋转角与手腕的动作而进行连动,若为击打器具,则表示击打面的朝向(若为高尔夫球杆,则表示击球面的朝向,若为网球拍,则表示球拍线面的方向)的重要因素。以这样的方式,检验点处的手腕的动作,能够作为检验点处的绕运动器具的杆身部的轴所产生的旋转角来进行识别。通过将其应用于挥击评价,从而能够对被测者的运动进步进行辅助。

[0014] (4) 在本发明的一个方式中,能够将所述运动器具的关注部位设置为击打面。例如虽然在高尔夫球杆等击打器具的情况下,对球杆头的击球面等击打面的朝向在挥击中如何变化较为关注,但因挥击过快而无法进行视觉辨认。通过表示检验点处的击打面的姿态,从而可进行有效的挥击检验。

[0015] (5) 在本发明的一个方式中,能够以与所述运动器具的移动轨迹相关联的方式对表示所述关注部位的目标图像进行显示。

[0016] 由于当以这样的方式实施时,作为表示挥击移动轨迹上的检验点处的运动器具的关注部位的姿态的物体,而显示有表示为对运动器具进行模拟的目标,因此能够在对检验点进行视觉性地评价。

[0017] (6) 在本发明的一个方式中,能够显示随着所述运动器具的关注部位的姿态状态的变化而改变朝向的标记。

[0018] 通过标记的显示,能够向被测者易于理解地显示作为运动器具的关注部位的姿态,例如手腕的翻转的状态或者击打面的角度的变化。

[0019] (7) 在本发明的一个方式中,能够显示被测者的朝向所述运动器具的关注部位的视线方向上的所述关注部位的姿态状态。通过将是从被测者的视点朝向检验点的方向设为视线方向,从而能够显示从被测者的眼睛所观察到的关注部位的姿态。

[0020] (8) 在本发明的一个方式中,能够根据安装在所述运动器具以及被测者的至少一方的惯性传感器的输出来计算所述移动轨迹。

[0021] (9) 在本发明的一个方式中,能够根据安装在所述运动器具上的惯性传感器的输出来计算所述旋转角。

[0022] (10) 本发明的另一种方式涉及一种运动分析装置,所述运动分析装置具备:指定部,其对被实施挥击动作中的运动器具的检验点进行指定;第一计算部,其使用惯性传感器的输出来对所述运动器具的移动轨迹进行计算;第二计算部,其对所述运动器具的移动轨迹上的、所述检验点处的所述运动器具的关注部位的姿态状态进行计算;显示部,其对所述检验点处的所述运动器具的关注部位的姿态进行输出显示。

[0023] (11) 本发明的另外的其他方式涉及一种运动分析程序,所述运动分析程序为使计算机执行如下程序:利用惯性传感器的输出来取得对处于挥击中的运动器具的移动轨迹、以及对所述运动器具的关注部位的姿态进行计算的信息的程序;在所述运动器具的移动轨迹中对检验点进行指定的程序;对在所指定的所述检验点处的所述运动器具的关注部位的姿态状态进行输出显示的程序。

[0024] 本发明其他的方式所涉及的运动分析程序能够使计算机执行本发明的一个方式所涉及的运动分析装置的动作。该程序可最初便被存储在运动分析装置中,也可存储于存储媒体且被安装在运动分析装置中,还可以通过网络而从服务器而被下载到运动分析装置的通信终端中。

附图说明

[0025] 图 1 为概要地表示本发明的一个实施方式所涉及的高尔夫挥击分析装置的结构的概念图。

[0026] 图 2 为概要地表示运动分析模型与高尔夫球手以及高尔夫球杆的关系的概念图。

[0027] 图 3 为概要地表示一个实施方式所涉及的运算处理电路的结构的概念图。

[0028] 图 4 为表示检验点的一个示例的图。

[0029] 图 5 为用于对按照每个单位时间而被管理的惯性传感器的输出进行说明的图。

[0030] 图 6 为表示实施了通常的视图坐标转换的正面图像的图。

[0031] 图 7 为表示实施了通常的视图坐标转换的侧面图像的图。

[0032] 图 8 为表示对高尔夫球杆的移动轨迹与检验点处的高尔夫球杆的姿态进行视觉性地表现的图像的显示例的图。

[0033] 图 9 为表示与图 8 相比视图坐标不同的其他的显示例的图。

[0034] 图 10 为表示与图 8 以及图 9 相比视图坐标不同的另外的其他显示例的图。

具体实施方式

[0035] 以下,参照附图对本发明的一个实施方式进行说明。此外,以下进行说明的本实施方式并不对权利要求书中所记载的本发明的内容进行不适当的限定,在本实施方式中所说明的全部结构并不一定都是作为本发明的解决手段所必须的。

[0036] (1) 高尔夫球杆分析装置的结构

[0037] 图 1 为概要地表示本发明的一个实施方式所涉及的高尔夫球挥击分析装置(运动分析装置)11 的结构。高尔夫球挥击分析装置 11 例如具有惯性传感器 12。在惯性传感器 12 中例如组装有加速度传感器以及陀螺传感器。加速度传感器能够对相互正交的三个轴方向中的每一个方向上的加速度进行检测。陀螺传感器能够对绕相互正交的三个轴中的各个轴的角速度单独地进行检测。惯性传感器 12 输出检测信号。通过检测信号而针对每一个

轴来确定加速度以及角速度。加速度传感器以及陀螺传感器以较高的精度对加速度以及角速度的信息进行检测

[0038] 惯性传感器 12 被安装于高尔夫球杆（运动器具）13 上。高尔夫球杆 13 具有杆身 13a 以及握柄 13b。握柄 13b 由手握持。握柄 13b 以与杆身 13a 的轴同轴的方式被形成。在杆身 13a 的顶端上结合有球杆头 13c。优选为，惯性传感器 12 被安装于高尔夫球杆 13 的杆身 13a 或者握柄 13b 上。杆身 13a 是指包括握柄 13b 而至球杆头 13c 的棒状部分。惯性传感器 12 只需以无法相对于高尔夫球杆 13 进行相对移动的方式而被固定于高尔夫球杆 13 上即可。在此，在安装惯性传感器 12 时，惯性传感器 12 的检测轴的其中一个对准于杆身 13a 的轴。惯性传感器 12 的检测轴的另一个对准于球杆头 13c 的面（击打面）的朝向。

[0039] 高尔夫球挥击分析装置 11 具有运算处理电路 14。在运算处理电路 14 上连接有惯性传感器 12。在进行连接时，在运算处理电路 14 上连接有预定的接口电路 15。该接口电路 15 既可以以有线的方式连接于惯性传感器 12，也可以以无线的方式连接于惯性传感器 12。检测信号从惯性传感器 12 被供给至运算处理电路 14。

[0040] 在运算处理电路 14 上连接有存储装置 16。在存储装置 16 中，例如存储有高尔夫球挥击分析软件程序（运动分析程序）17 以及相关的数据。运算处理电路 14 执行高尔夫球挥击分析软件程序 17 以实现高尔夫球挥击分析方法。在存储装置 16 中，包括 DRAM(Dynamic Random Access Memory: 动态随机存取存储器)、大容量存储装置单元、非易失性存储器等。例如，在实施高尔夫球挥击分析方法时，高尔夫球挥击分析软件程序 17 被临时保存在 DRAM 中。在硬盘驱动装置（HDD）之类的大容量存储装置单元中保存有高尔夫球挥击分析软件程序 17 以及数据。在非易失性存储器中存储有 BIOS（基本输入输出系统）之类的较小容量的程序、数据。

[0041] 在运算处理电路 14 上连接有图像处理电路 18。运算处理电路 14 向图像处理电路 18 输送预定的图像数据。在图像处理电路 18 上连接有显示装置（显示部）19。在图像处理电路 18 上设置有视图坐标转换部 18A。视图坐标转换部 18A 的详细内容如后文所述，其对被显示在显示装置 19 上的图像的视点和视线方向进行变换。在进行连接时，在图像处理电路 18 上连接有预定的接口电路（未图示）。图像处理电路 18 根据所输入的图像数据而向显示装置 19 输送图像信号。在显示装置 19 的画面中，显示有根据图像信号而被确定的图像。显示装置 19 利用了液晶显示器等平板显示器。

[0042] 运算处理电路 14 上连接有指定部 20。指定部 20 将所实施挥击动作的高尔夫球杆 13 的检验点指定于运算处理电路 14 上。运算处理电路 14 对高尔夫球杆 13 的关注部位的移动轨迹进行计算，并根据在该移动轨迹上的、至检验点的惯性传感器 12 的输出，来对处于检验点的绕杆身 13a 而产生的旋转角进行计算。在此，运算处理电路 14、存储装置 16、图像处理电路 18 以及指定部 20 例如作为计算机设备而被提供。

[0043] 在运算处理电路 14 以及指定部 20 上连接有输入装置 21。输入装置 21 至少具有字母键以及数字键。文字信息或数值信息从输入装置 21 被输入至运算处理电路 14。输入装置 21 例如只需由键盘构成即可。计算机装置以及键盘的组合例如可以替换为智能手机、移动电话终端、平板电脑（个人计算机）等。

[0044] 在此也可采用如下方式，即，通过指定部 20 而被指定的检验点根据通过输入装置 21 而被输入的外部输入数据（例如被测者的身高数据）来进行设定。此外也可采用如下方

式,即,可将视图坐标转换部 18A 与指定部 20 相连接。当以这样的方式实施时,能够根据被测者的身高数据来对视点进行设定,并能够将从视点朝向检验点的方向设定为视线方向。

[0045] (2) 运动分析模型

[0046] 运算处理电路 14 规定了虚拟空间。虚拟空间由三维空间形成。三维空间确定实际空间。如图 2 所示,三维空间具有绝对基准坐标系(世界坐标系) Σ_{xyz} 。在三维空间中,根据绝对基准坐标系 Σ_{xyz} 而构建了三维运动分析模型 26。三维运动分析模型 26 的棒 27 被支点 28(坐标 x) 点约束。棒 27 作为振子而围绕支点 28 进行三维动作。支点 28 的位置能够进行移动。在此,根据绝对基准坐标系 Σ_{xyz} ,通过坐标 xh 来确定杆头 13c 的顶端的位置。

[0047] 三维运动分析模型 26 相当于将挥击时的高尔夫球杆 13 模型化了的模型。作为振子的棒 27 对高尔夫球杆 13 的杆身 13a 进行投影。棒 27 的支点 28 对握柄 13b 进行投影。惯性传感器 12 被固定于杆身 13a 上。惯性传感器 12 输出加速度信号以及角速度信号。在加速度信号中,输出包括重力加速度 g 的加速度信号。

[0048] 运算处理电路 14 同样在惯性传感器 12 上固定有局部坐标系(传感器坐标系) Σ_s 。局部坐标系 Σ_s 的原点被设定为惯性传感器 12 的检测轴的原点。如图 1 所示局部坐标系 Σ_s 的 y 轴与杆身 13a 的长轴一致。如图 1 所示局部坐标系 Σ_s 的 x 轴与通过击球面的朝向而被确定的击球方向一致。因此,如图 2 所示根据该局部坐标系 Σ_s ,通过 $(0, 1_{sj}, 0)$ 而确定支点的位置 1_{sj} 。同样,通过 $(0, 1_{sh}, 0)$ 而确定球杆头 13c 的位置 1_{sh} 。

[0049] (3) 计算挥击轨迹

[0050] 图 3 概要地图示了一个实施方式所涉及的运算处理电路 14 的结构。运算处理电路 14 具备作为第一计算部的挥击轨迹计算部 31 以及作为第二计算部的旋转角计算部 32。挥击轨迹计算部 31 与惯性传感器 12 相连接。向挥击轨迹计算部 31 供给有从惯性传感器 12 发出的输出信号。此处,在惯性传感器 12 的输出中包括沿着正交的三个轴而分别被检测出的加速度以及绕正交的三个轴而分别被检测出的角速度。挥击轨迹计算部 31 根据惯性传感器 12 的输出对高尔夫球杆 13 的位置以及姿态进行检测。挥击轨迹计算部 31 例如对运动中的握柄 13b 以及球杆头 13c 的位置进行检测。在进行检测时,挥击轨迹计算部 31 例如根据下式(1)而对握柄 13b 的加速度进行计算。在计算这样的加速度时,挥击轨迹计算部 31 根据惯性传感器 12 的固有的局部坐标系 Σ_s 而对握柄 13b 的位置 1_{sj} 进行确定。在进行确定时,挥击轨迹计算部 31 从存储装置 16 取得位置信息。在存储装置 16 预先存储有握柄 13b 的位置 1_{sj} 。握柄 13b 的位置 1_{sj} 例如只需经由输入装置 21 而被指定即可。在式(1)中, a_{sj} 为握柄的加速度, a_s 为惯性传感器 12 所计测的加速度, ω_s 为惯性传感器 12 所计测的角速度。

[0051] [数学式 1]

$$a_{sj} = a_s + \dot{\omega}_s \times l_{sj} + \omega_s \times (\omega_s \times l_{sj}) + g$$

[0052]

... (1)

[0053] 挥击轨迹计算部 31 根据所计算出的加速度来对握柄 13b 的移动速度进行计算。此处,根据下式(2)而通过规定的抽样间隔 dt 对加速度实施积分处理。N 表示样本数(以下,同样)。

[0054] [数学式 2]

$$V_{sj}(0)=0$$

$$V_{sj}(t)=\sum_{n=1}^t \alpha_{sj}(n) \cdot dt \quad (t=1, \dots, N)$$

... (2)

[0056] 而且,挥击轨迹计算部 31 根据所计算出的速度来对握柄 13b 的位置进行计算。此处,根据下式 (3) 而通过规定的抽样间隔 dt 对速度实施积分处理。

[0057] [数学式 3]

$$P_{sj}(t)=\sum_{n=1}^t V_{sj}(n) \cdot dt \quad (t=1, \dots, N)$$

... (3)

[0059] 挥击轨迹计算部 31 预先在虚拟三维空间内对局部坐标系 Σ_s 的位置 (或者,握柄 13b 的位置) 进行确定。当将局部坐标系 Σ_s 的位移或者握柄 13b 的位移被转换为虚拟三维空间内的坐标系时,可确定高尔夫球杆 13 的位置。

[0060] 同样地,挥击轨迹计算部 31 根据下式 (4) ~ (6) 而对球杆头 13c 的位置进行检测。在进行位置的检测时,挥击轨迹计算部 31 根据惯性传感器 12 的固有的局部坐标系 Σ_s 而对球杆头 13c 的位置 l_{sh} 进行确定。在进行确定时,挥击轨迹计算部 31 从存储装置 16 取得位置信息。在存储装置 16 中预先存储有球杆头 13c 的位置 l_{sh} 。球杆头 13c 的位置 l_{sh} 例如只需经由输入装置 21 而被指定即可。

[0061] [数学式 4]

$$\alpha_{sh} = \alpha_s + \dot{\omega}_s \times l_{sh} + \omega_s \times (\omega_s \times l_{sh}) + g$$

... (4)

[0064] [数学式 5]

$$V_{sh}(0)=0$$

$$V_{sh}(t)=\sum_{n=1}^t \alpha_{sh}(n) \cdot dt \quad (t=1, \dots, N)$$

... (5)

[0066] [数学式 6]

$$P_{sh}(t)=\sum_{n=1}^t V_{sh}(n) \cdot dt \quad (t=1, \dots, N)$$

... (6)

[0068] 挥击轨迹计算部 31 如上所述,根据惯性传感器 12 的固有的局部坐标系 Σ_s 来对球杆头 13c 的位置 l_{sh} 进行确定之后,将所述球杆头 13c 的位置 l_{sh} 转换为虚拟三维空间内的坐标系。即,球杆头 13c 的位置 $P_{sh}(t)$ 由图 1 所示的虚拟三维空间内的坐标 (x, y, z) 来表示。

[0069] (4) 绕球杆的轴的旋转角的计算

[0070] 旋转角计算部 32 与惯性传感器 12 以及指定部 20 相连接。在旋转角计算部 32 供给有来自惯性传感器 12 的输出。旋转角计算部 32 根据惯性传感器 12 的输出对绕从角度位置“0°”的初始位置至检验点的轴的握柄 13b 的旋转角 $\theta_m (m = 1, \dots, N)$ 进行检测。在进行检测时,旋转角计算部 32 如下式 (7) 所示,对每个单位时间的旋转角的变化量(角速度 ω_n) 进行积分。

[0071] [数学式 7]

[0072] $\theta_0 = 0$

$$\theta_m = \sum_{n=1}^m \omega_n \cdot dt \quad (1 \leq m < N)$$

[0073]

... (7)

[0074] 式 (7) 的积分区间为从初始位置 $n = 1$ 至检验点 $n = m$, 在该区间从惯性传感器(此处为陀螺传感器)12 所输出的角速度 ω_n 被积分。从而对握柄 13b 的检验点处的旋转角 θ_m 进行计算。

[0075] 在进行检验点处的旋转角 θ_m 的检测时,旋转角计算部 32 根据惯性传感器 12 的输出,通过绕握柄 13b 的轴(与杆身 13a 同轴)而对握柄 13b 的初始位置进行检测。在进行检测时,旋转角计算部 32 通过惯性传感器 12 而绕与杆身 13a 平行的一个检测轴的(此处为绕 y 轴)来取得瞄球时的角速度。旋转角计算部 32 所取得的角速度设为初始值。由于在瞄球时绕 y 轴而无法产生角速度,因此当角速度静止为“0(零)”时而设定为角度位置“0°(零度)” (= 初始位置)。

[0076] 角速度 ω_n 从惯性传感器(陀螺传感器)12 被顺次输入到旋转角计算部 32 中。因此,检验点被指定到旋转角计算部 32,只要能够取得积分区间的下限,旋转角计算部 32 就能够对检验点处的握柄 13b 的旋转角 θ_m 进行计算。

[0077] (5) 检验点的指定

[0078] 虽然检验点能够通过高尔夫球杆 13 的移动轨迹上的位置信息或者时间信息来进行指定,但在下文中对使用位置信息而进行指定的情况进行说明。

[0079] 图 4 为表示检验点的一个示例的图。在高尔夫练习场,有时在从顶点向击打的下挥摆途中,使高尔夫球杆 13 停止并将该时的球杆头 13c 的击球面的朝向作为检验点来进行确认。在该示例中,球杆头 13c 例如被停止在高尔夫球手的眼睛的高度上。该检验点为达到球杆头 13c 的高度 H1。该检验点(高度)H1 可通过高尔夫挥击分析装置 11 取得高尔夫球手的身高 H2 来进行指定。在本实施方式中,通过输入装置 21 而使被测者的身高数据 H2 被输入。指定部 20 例如通过使用系数 $\alpha (\alpha < 1)$ 来进行 $H1 = H2 \times \alpha$ 的运算,从而能够指定检验点(高度)H1。系数 α 例如可作为稍微弯曲的被测者的眼睛的高度的系数而设定为 $\alpha = 0.8$ 。

[0080] 图 5 为表示通过惯性传感器 12 而检测出的数据的示例。如图 5 所示,从惯性传感器 12 所发送出的三个轴的加速度以及角速度数据对首位附加抽样计数号码 $t (t = 1 \sim N)$ 。另外也可采用如下方式,即,这些数据被存储到存储装置 16 或者运算处理电路 14 内的存储部中。该抽样计数号码 t 与挥击轨迹计算部 31 对球杆头 13c 的位置 $P_{sh}(t)$ 进行计算

的式 (7) 中的符号 t 相同。即,挥击轨迹计算部 31 根据式 (7) 而计算的球杆头 13c 的位置 $P_{sh}(t)$ 按照每个抽样计数号码 t 而实施计算。

[0081] 向指定部 20 输入有从挥击轨迹计算部 31 按照每个抽样计数号码 t 而被计算出的球杆头 13c 的位置 $P_{sh}(t)$ 。指定部 20 可求出球杆头 13c 的位置 $P_{sh}(t)$ 的高度 (Z 坐标) 与检验点 (高度) $H1$ 是否一致,或者最接近的值的抽样计数号码 $t = m$ 。

[0082] 以这样的方式,指定部 20 将与检验点 (高度) $H1$ 对应的抽样计数号码 $t = m$ 指定在旋转角计算部 32 上。旋转角计算部 32 根据式 (7) 并基于在球杆头 13c 的移动轨迹上的、至检验点 $H1$ 的惯性传感器 12 的输出 ($t = 1 \sim m$),来对检验点 $H1$ 处绕杆身 13a 的轴所产生的旋转角 θ_m 进行计算。

[0083] (6) 显示

[0084] 运算处理电路 14 具备图像数据生成部 34。图像数据生成部 34 与挥击轨迹计算部 31 以及旋转角计算部 32 相连接。在图像数据生成部 34 上供给来自挥击轨迹计算部 31 以及旋转角计算部 32 的输出信号。图像数据生成部 34 具备移动轨迹图像生成部 35、面旋转图像生成部 36 以及立方体图像生成部 37。移动轨迹图像生成部 35 根据高尔夫球杆 13 的位置以及姿态来生成对高尔夫球杆 13 的移动轨迹进行视觉性显示的图像 (后文叙述的图 8 ~ 图 10 所示的 $R1$ 、 $R2$)。面旋转图像生成部 36 被规定在高尔夫球杆 13 上且生成对以绕杆身 13a 的轴的方式而旋转的击球面进行显示的目标图像 (如图 8 ~ 图 10 所示的图像 41)。立方体图像生成部 37 生成具有与握柄 13b 的轴平行的棱线的立方体的图像 (如图 8 ~ 图 9 所示的标记 42)。在立方体上规定了以与握柄 13b 的轴平行的方式而伸展并具有几何学形状的轮廓 (此处为正方形的轮廓) 的一个平面。击球面的目标图像 41 以及立方体 42 的平面 43 根据球杆头 13c 处于检验点时的握柄 13b 的旋转角 θ_m 以绕握柄 13b 的轴的方式来改变朝向。处于检验点时的图像相互关联而作为一个图像数据从图像数据生成部 34 输出。另外,标记除了平面或立方体之外,还可为除了曲面或立方体之外的球体等立体形状。

[0085] 运算处理电路 14 具备描绘部 38。描绘部 38 与图像数据生成部 34 相连接。在描绘部 38 上供给有来自图像数据生成部 34 的图像数据。描绘部 38 根据移动轨迹图像生成部 35 的输出信号,来描绘对高尔夫球杆 13 的移动轨迹进行视觉性地显示的图像,并显示于显装置 19 上。描绘部 38 将击球面的图像 (目标) 41 以及立方体的图像 (标记) 42 按照每一个位置而重叠于高尔夫球杆 13 的移动轨迹的图像上。其结果为,在虚拟三维空间内,检验点处的击球面的旋转角以及立方体的旋转角与高尔夫球杆 13 的移动轨迹相关联,同时生成视觉性地进行显示的图像。

[0086] (7) 高尔夫挥击分析装置的动作

[0087] 对高尔夫球挥击分析装置 11 的动作进行简单说明。首先,对高尔夫球手的高尔夫球挥击进行计测。在进行计测之前,先将必要的信息从输入装置 21 输入到运算处理电路 14 中。在此,根据三维运动分析模型 26,来推动如下信息的输入,即,根据局部坐标系 Σ_s 的支点 28 的位置 1_{sj} 以及惯性传感器 12 的初始姿态的旋转矩阵 $R0$ 的输入。此外,高尔夫球手的身高数据从输入装置 21 输入到指定部 20 中。所输入的信息例如在特定的标识符下被管理。标识符只需对特定的高尔夫球手进行识别即可。

[0088] 在进行计测之前,先将惯性传感器 12 安装于高尔夫球杆 13 的杆身 13a 上。惯性传感器 12 以无法相对于高尔夫球杆 13 进行相对位移的方式被固定于高尔夫球杆 13 上。在

此,惯性传感器 12 的检测轴之一被对准于杆身 13a 的轴。惯性传感器 12 的检测轴之一被对准于通过击球面的朝向而被确定的击球方向。

[0089] 在执行高尔夫球挥击前,先开始对惯性传感器 12 的计测。在开始进行动作时,惯性传感器 12 被设定为预定的位置以及姿态。这些位置以及姿态相当于通过初始姿态的旋转矩阵 R0 而被确定的位置及姿态。惯性传感器 12 以特定的采样间隔而持续地对加速度以及角速度进行计测。采样间隔决定计测的分辨率。惯性传感器 12 的检测信号被实时地送入运算处理电路 14。运算处理电路 14 接收对惯性传感器 12 的输出进行确定的信号。

[0090] 高尔夫挥击始于瞄球、后挥击、后挥击途中、从顶点到下挥摆、经击打、送球、然后至收杆。当高尔夫球杆 13 被挥起时,高尔夫球杆 13 的姿态根据时间轴而发生变化。惯性传感器 12 根据高尔夫球杆 13 的姿态而输出检测信号。此时,挥击轨迹计算部 31 根据惯性传感器 12 的输出而对高尔夫球杆 13 的、尤其是球杆头 13c 的位置进行检测。从挥击轨迹计算部 31 而输入有球杆头 13c 的位置的指定部 20 对该位置与检验点进行比较。指定部 20 求出在摆轨迹计算部 31 计算出与检验点对应的位置时的抽样计数号码 $t = m$,并指定在旋转角计算部 32 上。旋转角计算部 32 基于球杆头 13c 的移动轨迹上的、至检验点 H1 的惯性传感器 12 的输出,并根据式 (7) 在处于检验点时的通过绕握柄 13b 的轴而对握柄 13b 的角度位置进行计算。图像数据生成部 34 与高尔夫球杆 13 的移动轨迹相关联并生成对处于检验点时的击球面的图像以及立方体的图像进行确定的三维图像数据(例如多边形数据)。描绘部 38 根据三维图像数据,以与高尔夫球杆 13 的移动轨迹 T 相关联的方式来描绘出击球面 41 的图像以及立方体 42 的图像。

[0091] 描绘数据被输送到图像处理电路 18 中,并依据描绘数据而使图像被放映在显示装置 19 的画面上。图像处理电路 18 包括视图坐标转换部 18A。视图坐标转换部 18A 具有以将从视点朝向视线方向而观察到的图像显示于显示装置 19 上的方式而进行公知的视图坐标转换的功能。例如,在图 6 为图示了在图 1 所示的绝对基准坐标系 (x, y, z) 上以将视点设定于 z 轴上并将从视点起的视线方向设为 z 方向的方式而实施通常的视图坐标转换的正面图像。同样地,在图 7 为图示了以将视点设定于 x 轴上并将从视点起的视线方向设为 x 方向的方式而实施通常的视图坐标变换的侧面图像。另外,在图 6 以及图 7 中,后挥击的移动轨迹为 R1,下挥击的移动轨迹为 R2。

[0092] 本实施方式也可以使用图 6 或者图 7 所示的正面图像或者侧面图像。图 8 为例如在与图 6 相同的正面图像上显示处于检验点处的球杆头 13c 的击球面的姿态的图。除此之外,例如,能够将图 7 中的、将高尔夫球手的眼睛的周围设为视点 1,并从视点 1 起朝向检验点的视线方向 1 的视图坐标变换列举在图 9 中。该视线方向与图 4 所示的从视点 P 起的视线方向 S 相同。即,图 9 为表示在检验点处不使高尔夫球杆 13 停止而进行挥击的情况下,与图 4 同样的方式将从高尔夫球手的眼睛所观察到的检验点处的球杆头 13c 的击球面的姿态,通过运动分析装置 11 而进行显示的图。根据图 9 的显示例,在能够将以图 4 的方式而习惯的练习时(高尔夫球杆停止时)的检验点与不使高尔夫球杆停止而进行挥击时的检验点相比较的方面较为优秀。

[0093] 作为另外的其他示例,能够将图 7 中的、将高尔夫球手的后斜上方设定为视点 2,并从视点 2 起朝向高尔夫球手的视线方向 2 的视图坐标转换列举在图 10 中。

[0094] 在图 8 ~ 图 10 中也图示有后挥击的移动轨迹 R1 与下挥击的移动轨迹 R2。除此之

外,在图 8~图 10 中显示有对以绕杆身 13a 的轴的方式而旋转的球杆头 13c 的击球面进行显示的目标对象 41。除此之外,在图 8 以及图 9 中显示有作为标记的立方体 42。由于运动器具 13 的杆身 13a 为棒状,因此即使将绕杆身 13a 的轴的旋转设置为目标对象 41 而进行显示,也难以掌握被测者所进行的旋转的程度。因此,通过与运动器具 13 的移动轨迹一起而使表示绕运动器具 13 的杆身 13a 的轴旋转而产生的旋转角的变化标记 42(图 8 以及图 9)进行显示,从而向被测者易于理解地显示手腕翻转的状态或者击球面的角度的变化。

[0095] 在图像中立方体 42 的平面 43 按照握柄 13b 以及杆身 13a 的旋转而改变朝向。握柄 13b 的旋转,即手腕的旋转通过平面 43 的旋转来表现。

[0096] 以这样的方式,被测者能够根据图像而明确地掌握检验点处的手腕的旋转。从而被测者能够按照该掌握而对挥击的姿势加以改良。

[0097] 特别是,立方体 42 反映出握柄 13b 的正交的三个轴。其结果为,被测者能够对检验点处的手腕的动作进行观念明确地识别。

[0098] 在进行挥击动作的提示时,在图像中对检验点处的击球面 41 实施确定。以这样的方式而表现出高尔夫球杆 13 的检验点处的手腕的旋转。被测者能够对高尔夫球杆 13 的移动进行视觉性地确认。通过这样的确认被测者能够对挥击的姿势加以改良。另外,在显示装置 19,也可以将第一图像与第二图像并列或者重叠而进行显示。这样,就能够对同一高尔夫球手的不同的挥击进行比较。或者,能够将本人的挥击与熟练者的挥击进行比较。

[0099] 另外,在以上的实施方式中,运算处理电路 14 的各个功能块按照高尔夫挥击分析软件程序 17 的执行而被实现。然而,各个功能块也可以不依赖软件处理而通过硬件来实现。另外,也可以将高尔夫挥击分析装置 11 应用于用手握持而进行挥击的运动器具(例如网球拍或乒乓球拍、棒球的球棒)的挥击分析。此外,虽然将图 3 的挥击轨迹计算部 31 与旋转角计算部 32 分开而进行了叙述,也可以合并为一个计算部。

[0100] 另外,虽然如上文所述对本发明的实施方式进行了详细说明,但本领域技术人员能够很容易地理解到可以实施实质上不脱离本发明的新事项以及效果的多种改变。因此,这种改变例全都被包含在本发明的保护范围内。例如,在说明书或附图中,至少一次与更广义或同义的不同用语一起记载的用语,在说明书或附图的任意位置处均能够被替换为该不同用语。此外,惯性传感器 12 或者高尔夫球杆 13、运算处理电路 14、指定部 20、三维运动分析模型 26、挥击轨迹计算部 31、旋转角计算部 32 等的结构以及动作也不限于本实施方式所进行的说明,可能为各种改变。此外,本发明也能够应用于对使用高尔夫球以外的网球或者棒球等的挥击动作的运动。

[0101] 符号说明:

[0102] 11 运动分析装置(高尔夫挥击分析装置);12 惯性传感器;13 运动器具(高尔夫球杆);13a 杆身部(球杆);13c 球杆头;14 计算机(运算处理电路);17 运动分析程序(高尔夫挥击分析软件程序);19 表示部;20 指定部;31 第一检测部(挥击轨迹计算部);32 第二检测部(旋转角计算部);34 图像数据生成部;41 击球面图像;42 标记(立方体);43 平面;H1 检验点;H2 身高;R1、R2 移动轨迹。

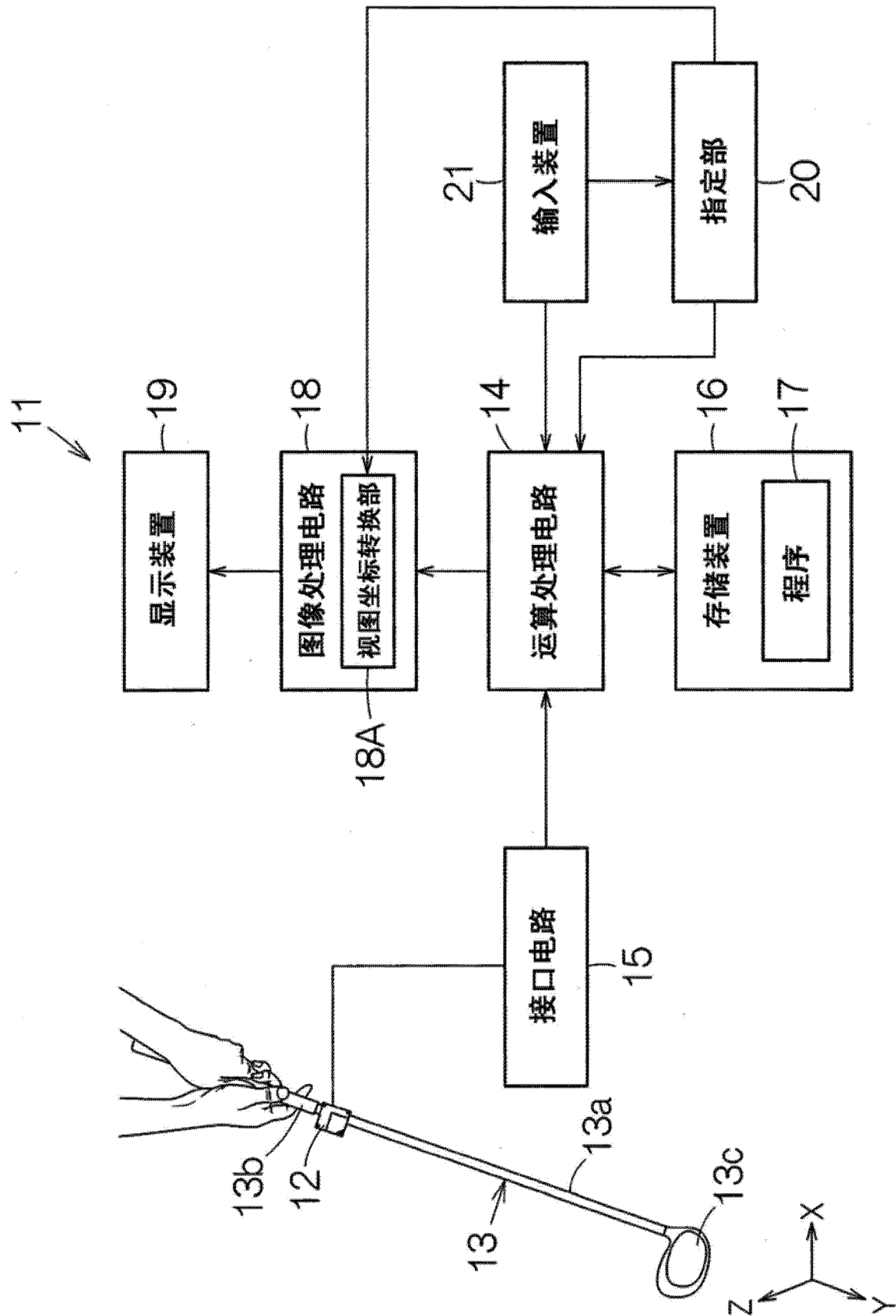


图 1

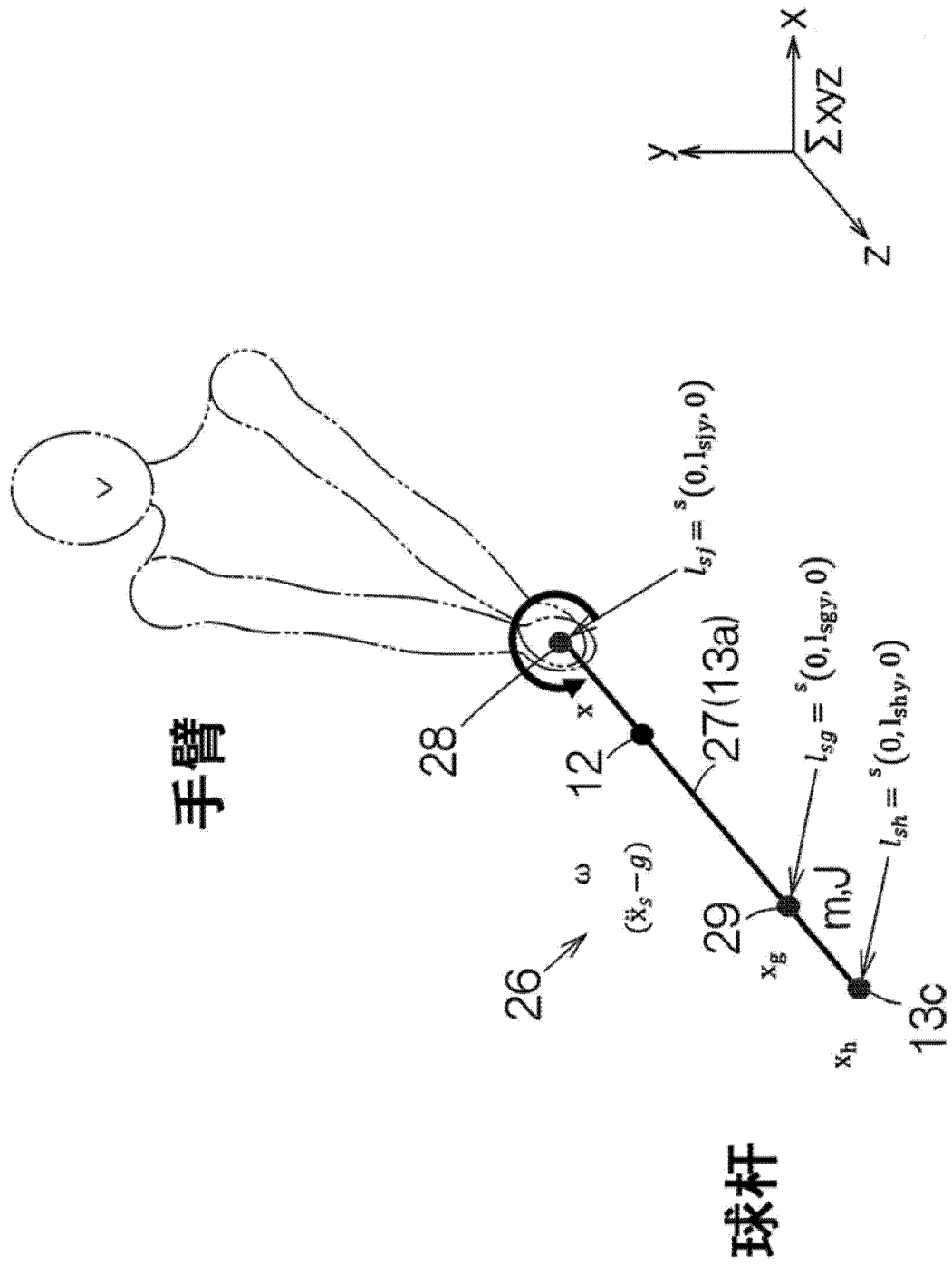


图 2

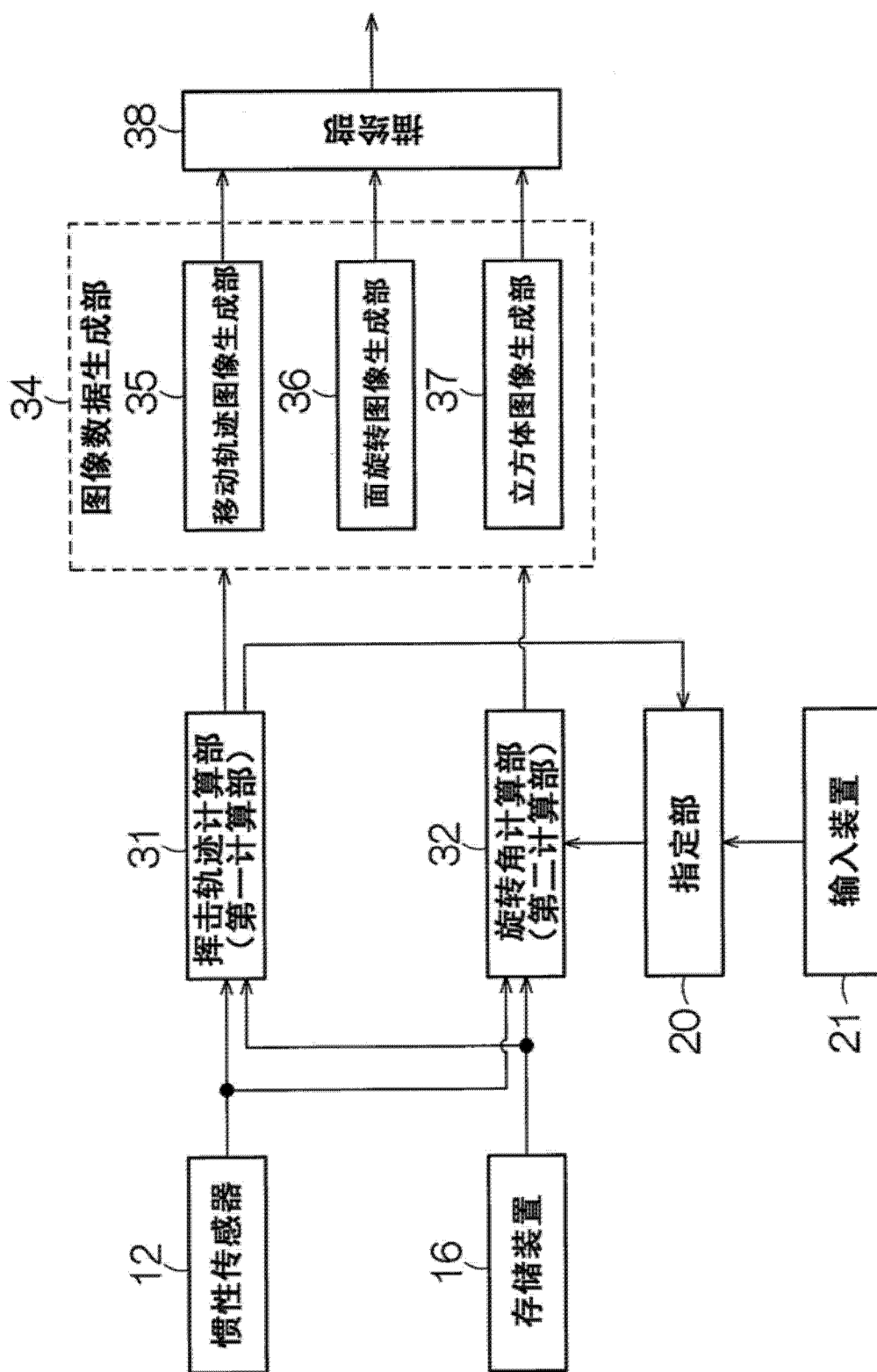


图 3

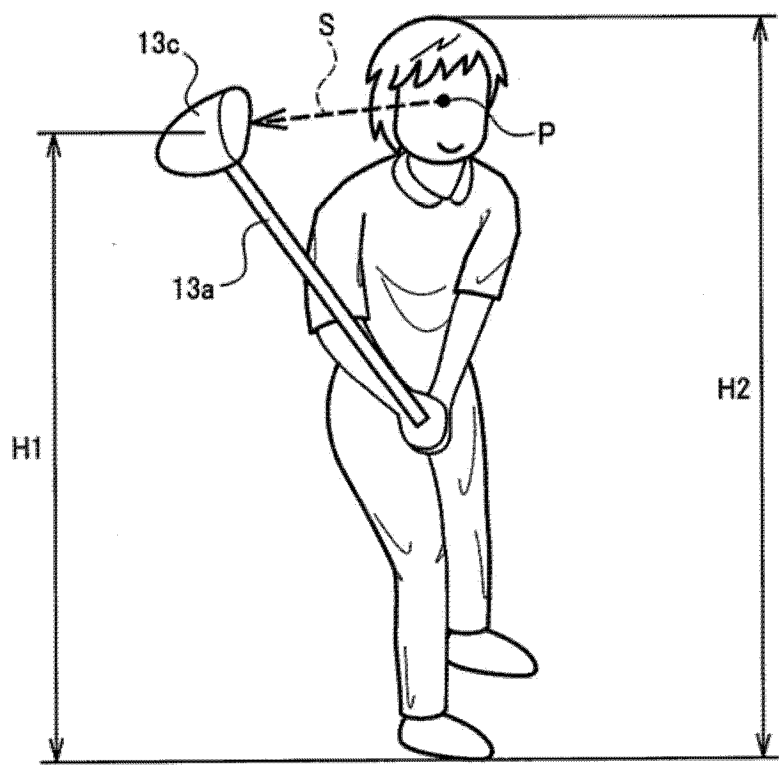


图 4

抽样计数 号码 t	加速度			角速度		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	a_{x1}	a_{y1}	a_{z1}	ω_{x1}	ω_{y1}	ω_{z1}
2						
3						
⋮						
m	a_{xm}	a_{ym}	a_{zm}	ω_{xm}	ω_{ym}	ω_{zm}
⋮						
N	a_{xN}	a_{yN}	a_{zN}	ω_{xN}	ω_{yN}	ω_{zN}

图 5

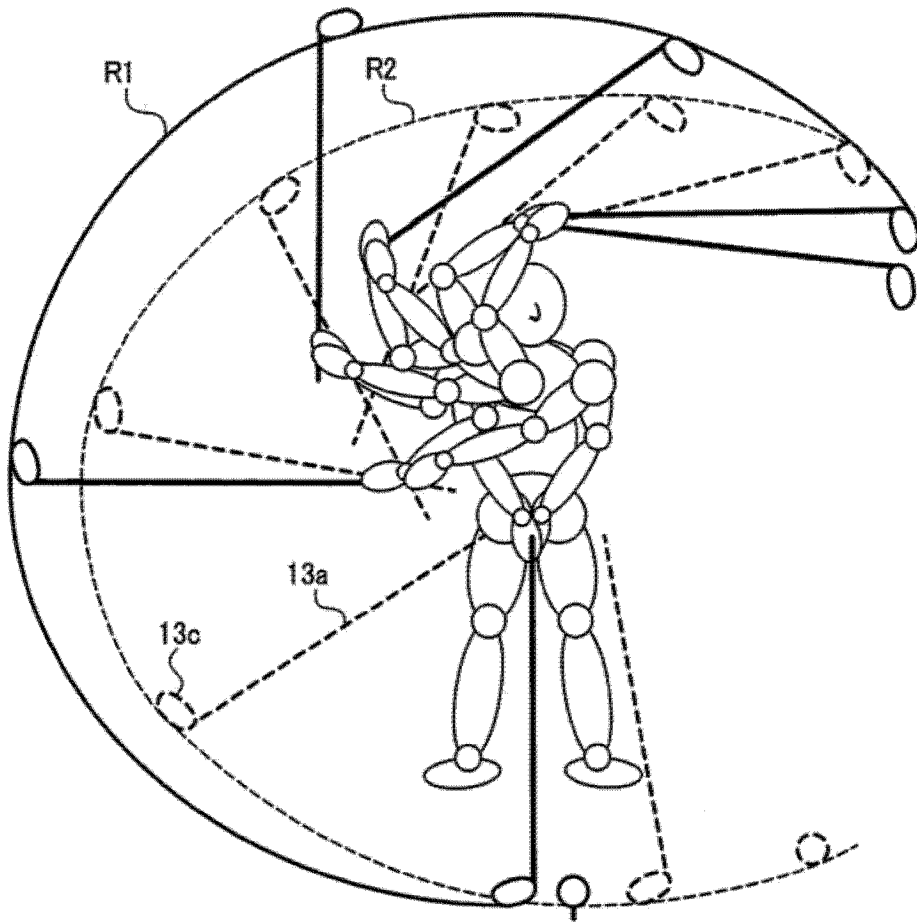


图 6

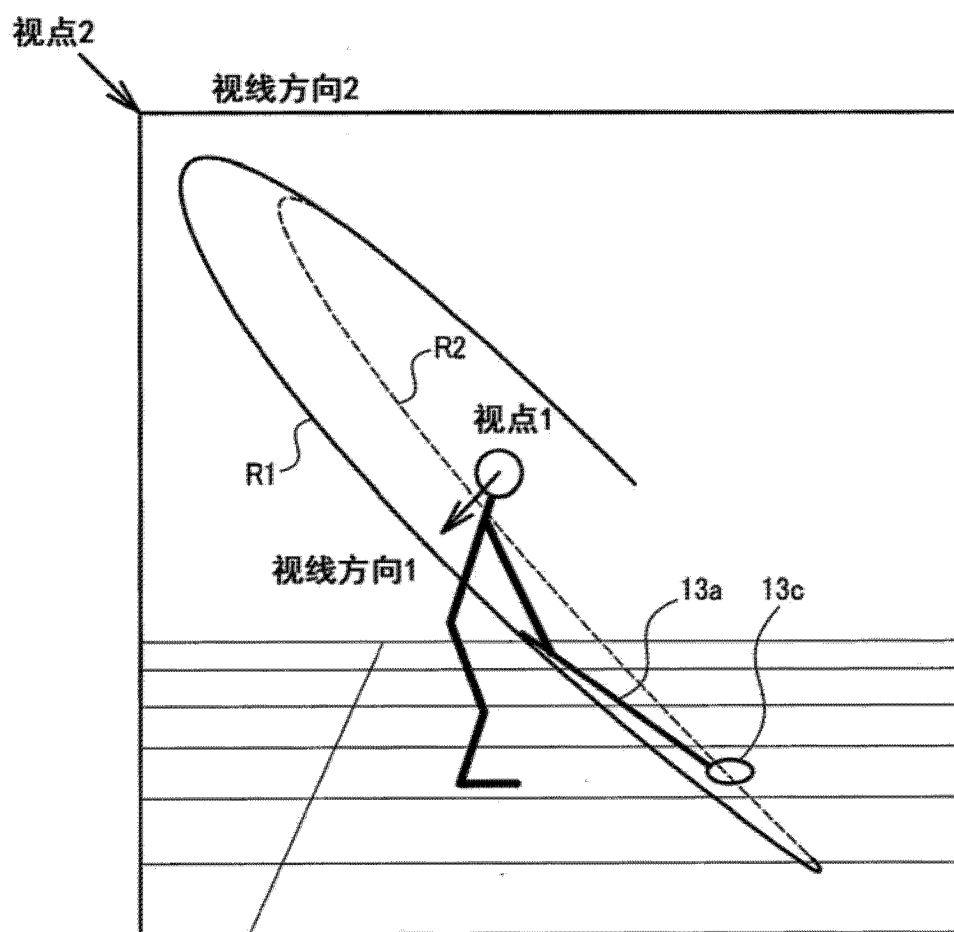


图 7

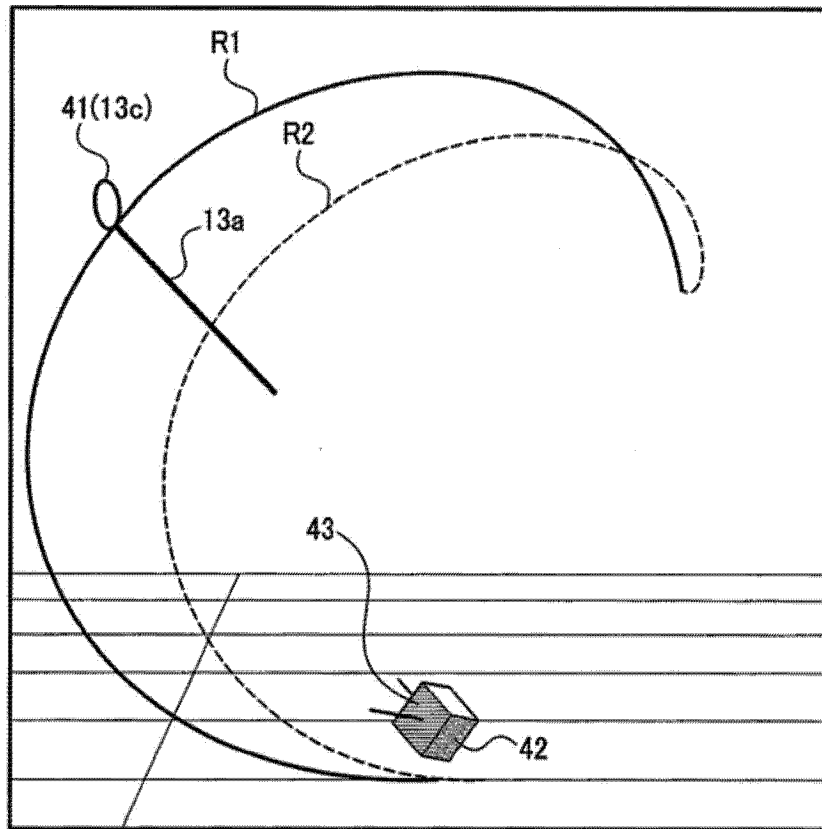


图 8

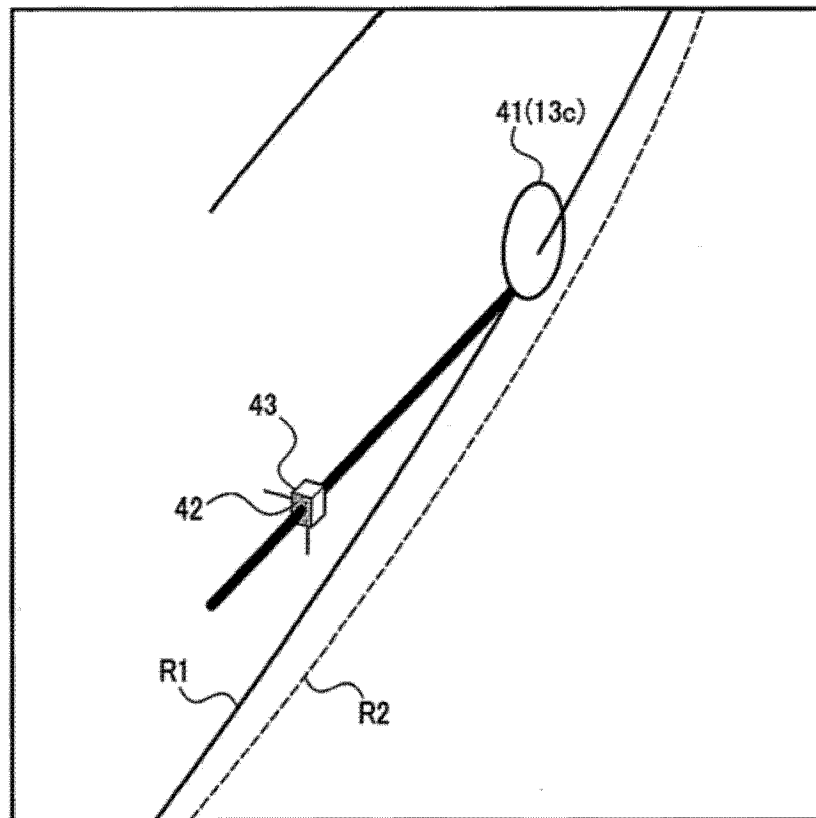


图 9

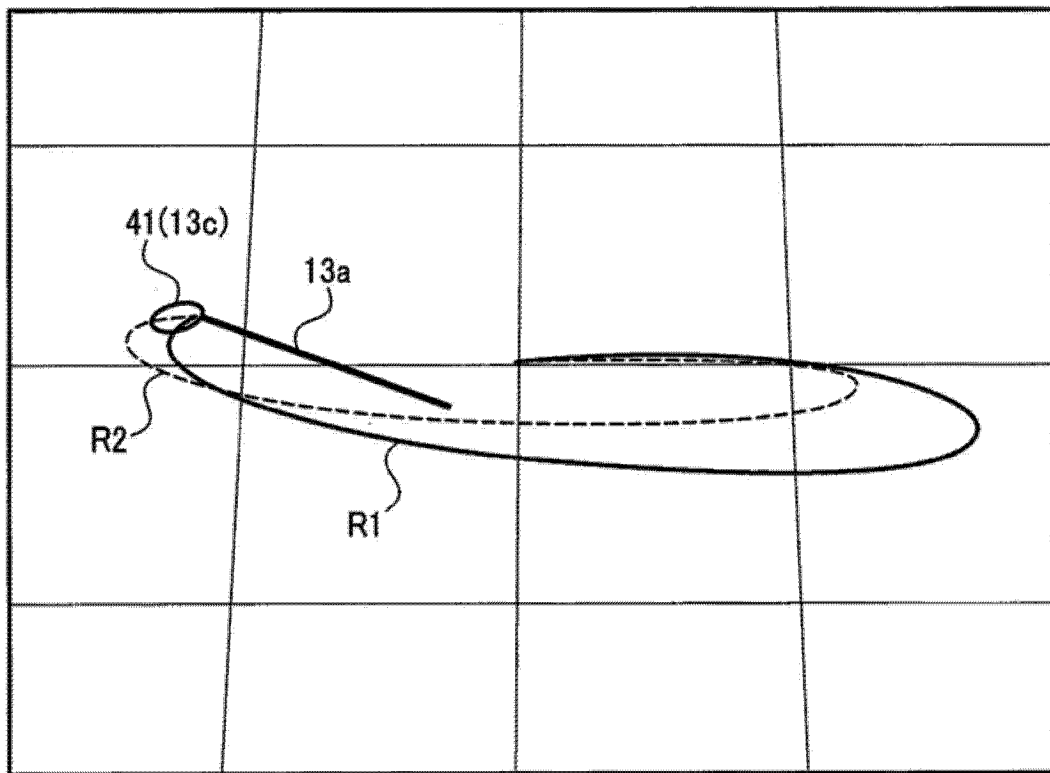


图 10