

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-97556  
(P2015-97556A)

(43) 公開日 平成27年5月28日(2015.5.28)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)  
**A 6 1 B 5/22 (2006.01)** A 6 1 B 5/22 K  
**A 6 3 B 69/36 (2006.01)** A 6 3 B 69/36 5 4 1 P

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-237614 (P2013-237614)	(71) 出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22) 出願日	平成25年11月18日(2013.11.18)	(74) 代理人	100090479 弁理士 井上 一
		(74) 代理人	100104710 弁理士 竹腰 昇
		(74) 代理人	100124682 弁理士 黒田 泰
		(72) 発明者	石川 裕哉 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

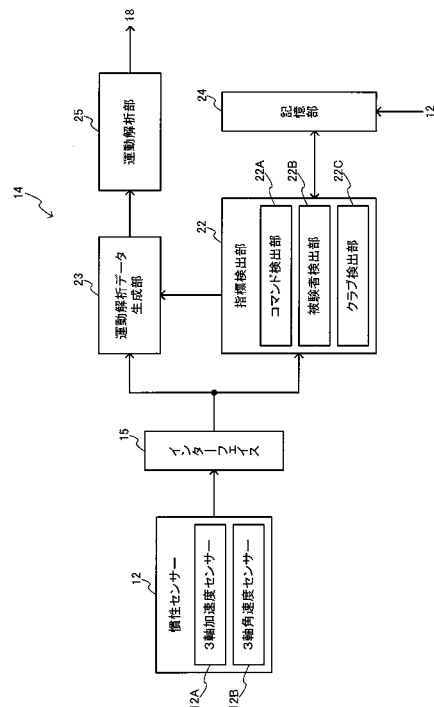
(54) 【発明の名称】 運動解析方法、運動解析装置及び運動解析プログラム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】大掛かりなシステムを要せずに、かつ、被験者の操作入力を要せずに、運動解析のための付帯情報を設定することができる運動解析装置、運動解析方法及び運動解析プログラムを提供する。

【解決手段】運動解析装置は、慣性センサー12の出力を用いて、被験者および運動具の少なくとも一方の動きを、運動解析のための付帯情報の指標として特定する。運動解析装置は、慣性センサー12の出力から指標を検出する指標検出部22と、指標に対応する付帯情報データと慣性センサー12からの運動解析用データとを対応付けた解析データを生成する解析データ生成部23と、を有することができる。

【選択図】図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

慣性センサーの出力を用いて、被験者および前記被験者が操作する運動具の少なくとも一方の動きを、運動解析の付帯情報の指標として特定することを特徴とする運動解析方法。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の運動解析方法において、  
前記慣性センサーの出力から前記指標を検出する指標検出工程と、  
前記指標に対応する付帯情報データ、および前記慣性センサーからの出力データに基づく運動解析用データに対応付けた解析データを生成する解析データ生成工程と、を備えることを特徴とする運動解析方法。

10

## 【請求項 3】

請求項 2 に記載の運動解析方法において、  
解析データ生成工程は、前記指標と対応付けて記憶された前記付帯情報データを、前記指標に基づいて読み出す工程を含むことを特徴とする運動解析方法。

## 【請求項 4】

請求項 2 または 3 に記載の運動解析方法において、  
前記付帯情報は、前記被験者の種類、前記運動具の種類、及び打球の種類 of 少なくとも一つ含むことを特徴とする運動解析方法。

## 【請求項 5】

請求項 2 乃至 4 のいずれか一項に記載の運動解析方法において、  
前記指標検出工程は、前記運動具のシャフトが延びる長軸回りに発生する角速度の変化により前記指標を検出することを特徴とする運動解析方法。

20

## 【請求項 6】

請求項 2 乃至 5 のいずれか一項に記載の運動解析方法において、  
前記指標検出工程は、前記運動具に発生する加速度の変化により前記指標を検出することを特徴とする運動解析方法。

## 【請求項 7】

請求項 5 または 6 に記載の運動解析方法において、  
前記指標検出工程は、前記運動具のひねり回数、順方向または逆方向への前記運動具の正逆のひねり、前記運動具に付与される衝撃の回数、および前記運動具に印加される衝撃レベルの相違の少なくとも一つまたはそれらの組み合わせの動きを、前記指標として検出することを特徴とする運動解析方法。

30

## 【請求項 8】

請求項 2 乃至 7 のいずれか一項に記載の運動解析方法において、  
前記慣性センサーの出力を用いて、被験者および前記被験者が操作する運動具の少なくとも一方の動きを、前記付帯情報の選択を開始する開始トリガー信号の指標として特定することを特徴とする運動解析方法。

## 【請求項 9】

請求項 8 に記載の運動解析方法において、  
前記指標検出工程は、前記開始トリガー信号の指標を検出した後の所定期間に前記付帯情報の指標を検出することを特徴とする運動解析方法。

40

## 【請求項 10】

請求項 9 に記載の運動解析方法において、  
前記指標検出工程は、前記所定期間に前記付帯情報の指標を検出しない場合は、エラー信号を発信することを特徴とする運動解析方法。

## 【請求項 11】

慣性センサーの出力を用いて、被験者および前記被験者が操作する運動具の少なくとも一方の動きを、運動解析の付帯情報の指標として特定することを特徴とする運動解析装置。

50

## 【請求項 1 2】

慣性センサーの出力を用いて、被験者および前記被験者が操作する運動具の少なくとも一方の動きを、運動解析の付帯情報の指標として特定する手順をコンピューターに実施させることを特徴とする運動解析プログラム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、運動解析方法、運動解析装置及び運動解析プログラム等に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

慣性センサーの出力を用いて、ゴルフなどの運動のスイング解析を行うことが提案されている（特許文献1）。ゴルフスイングの解析には、使用しているゴルフクラブの情報が必要となる。ゴルフクラブの情報は、入力装置を介して操作入力する以外では、ゴルフクラブに取付けられた無線ICタグからの無線送信情報により設定される（特許文献2）。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開2008-073210号公報

【特許文献1】特開2005-102902号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

無線ICタグを用いる場合、無線通信の読み取り装置を高密度に設置する必要があるが、システムが大掛かりになる。また、入力装置からゴルフクラブの情報を操作入力する場合は、ゴルフクラブ情報の操作入力を怠ると、計測結果に誤りが生じる。あるいは、ゴルフクラブの交換毎に入力装置への入力操作が不可欠となり、連続して計測することが困難となる。

## 【0005】

本発明の幾つかの態様は、大掛かりなシステムを要せずに、かつ、被験者の操作入力を要せずに、運動解析のための付帯情報を設定することができる運動解析装置、運動解析方法及び運動解析プログラムを提供することができる。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

(1) 本発明の一態様は、慣性センサーの出力を用いて、被験者および前記被験者が操作する運動具の少なくとも一方の動きを、運動解析の付帯情報の指標として特定する運動解析方法に関する。

## 【0007】

慣性センサーは被験者または運動具の一連の動作中に検出信号を出力する。本発明の運動解析方法では、慣性センサーの出力は、被験者および被験者が操作する運動具の少なくとも一方の運動解析データとして用いられるが、解析される運動とは異なる被験者および運動具の少なくとも一方の動きを特定することにも兼用される。解析される運動とは異なる動きは、運動解析のための付帯情報の指標となる。その付帯情報を用いて、運動解析を行うことができる。よって、無線ICタグからの無線送信の読み取り装置等の大掛かりなシステムを要せずに、かつ、被験者の操作入力を要せずに、運動解析のための付帯情報を設定することができる。

## 【0008】

(2) 本発明の一態様では、前記慣性センサーの出力から前記指標を検出する指標検出工程と、前記指標に対応する付帯情報データ、および前記慣性センサーからの出力データに基づく運動解析用データに対応付けた解析データを生成する解析データ生成工程と、を備えることができる。

10

20

30

40

50

## 【0009】

指標検出工程は、解析される運動とは異なる被験者および運動具の少なくとも一方の動きを、運動解析の付帯情報の指標として検出する。解析データ生成工程は、検出された指標と対応する付帯情報データと、慣性センサーからの運動解析用データとを対応付けた解析データを生成する。この解析データを用いれば、運動解析に被験者及び/または運動具の付帯情報を反映させることができる。

## 【0010】

(3) 本発明の一態様では、解析データ生成工程は、前記指標と対応付けて記憶された前記付帯情報データを、前記指標に基づいて読み出す工程を含むことができる。

## 【0011】

記憶内容を追加または書き換えすることで、被験者毎に指標をカスタマイズすることができ、被験者が保有する運動具の種類に応じて、被験者の好みに合った動きを指標として登録することができる。

## 【0012】

(4) 本発明の一態様では、前記付帯情報は、前記被験者の種類、前記運動具の種類、及び打球の種類の一つ含むことができる。

## 【0013】

こうすると、被験者の種類として、例えば男女の区別、プロ/アマチュアの区別、右利き/左利きの区別などを付帯情報として特定することができる。あるいは、運動具の種類として、例えばゴルフクラブのウッド/アイアンの種別や番手を付帯情報として特定することができる。あるいは、打球の種類として、ゴルフスイングであればストレート、スライス、フック、フェード、ドロウ、プッシュ、プル等の種類、野球であればセンター返し、流し打ち、引張り等の種類を付帯情報として特定することができる。

## 【0014】

(5) 本発明の一態様では、前記指標検出工程は、前記運動具のシャフトが延びる長軸回りに発生する角速度の変化により前記指標を検出することができる。

## 【0015】

このように、運動解析用の慣性センサーが角速度センサーを含む場合には、運動具のシャフト軸回りに角速度の変化を発生させる運動具又は被験者の動きを、付帯情報の指標として用いることができる。

## 【0016】

(6) 本発明の一態様では、前記指標検出工程は、前記運動具に発生する加速度の変化により前記指標を検出することができる。

## 【0017】

このように、運動解析用の慣性センサーが加速度センサーを含む場合には、運動具または被験者に加速度の変化を発生させる運動具又は被験者の動きを、付帯情報の指標として用いることができる。

## 【0018】

(7) 本発明の一態様では、前記指標検出工程は、前記運動具のひねり回数、順方向または逆方向への前記運動具の正逆のひねり、前記運動具に付与される衝撃の回数、および前記運動具に印加される衝撃レベルの相違の少なくとも一つまたはそれらの組み合わせの動きを、前記指標として検出することができる。

## 【0019】

加速度センサーまたは角速度センサーにて検出可能な一定の期間内でのこうした動きは、本来の運動動作にはないものである。したがって、こうした動きは被験者の意図的動作として捉えられることができ、本来の運動動作と明確に区別することができる。

## 【0020】

(8) 本発明の一態様では、前記慣性センサーの出力を用いて、被験者および前記被験者が操作する運動具の少なくとも一方の動きを、前記付帯情報の選択を開始する開始トリガー信号の指標として特定することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 1 】

こうして被験者は、自分自身の動きを通じて、運動解析の付帯情報の指標の検出開始を運動解析装置に指示することができる。

## 【 0 0 2 2 】

( 9 ) 本発明の一態様では、前記指標検出工程は、前記開始トリガー信号の指標を検出した後の所定期間に前記付帯情報の指標を検出することができる。

## 【 0 0 2 3 】

指標検出工程では、開始トリガー信号の指標を検出した後の所定期間を、指標の受けモードすることができる。

## 【 0 0 2 4 】

( 1 0 ) 本発明の一態様では、前記指標検出工程は、前記所定期間に前記付帯情報の指標を検出しない場合は、エラー信号を発信することができる。

## 【 0 0 2 5 】

こうして、所定期間に付帯情報の指標を検出しない場合は、指標の受けモードを終了することができる。また、エラー信号に基づいて被験者に告知することができ、運動解析の付帯情報の指標の検出の再開を促すことができる。

## 【 0 0 2 6 】

( 1 1 ) 本発明の他の態様は、慣性センサーの出力を用いて、被験者および前記被験者が操作する運動具の少なくとも一方の動きを、運動解析の付帯情報の指標として特定する運動解析装置に関する。

## 【 0 0 2 7 】

本発明の他の態様によれば、本発明の一態様と同様にして、無線 I C タグからの無線送信の読み取り装置等の大掛かりなシステムを要せずに、かつ、被験者の操作入力を要せずに、運動解析のための付帯情報を設定することができる。

## 【 0 0 2 8 】

( 1 2 ) 本発明のさらに他の態様は、慣性センサーの出力を用いて、被験者および前記被験者が操作する運動具の少なくとも一方の動きを、運動解析の付帯情報の指標として特定する手順をコンピューターに実施させる運動解析プログラムに関する。

## 【 0 0 2 9 】

この運動解析プログラムは、本発明の他の態様に係る運動解析装置の動作をコンピューターに実行させることができる。このプログラムは、運動解析装置に当初から記憶されていても良いし、記憶媒体に格納されて運動解析にインストールされても良いし、ネットワークを通じてサーバーから運動解析装置の通信端末にダウンロードされても良い。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 3 0 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係るゴルフスイング解析装置の構成を概略的に示す概念図である。

【 図 2 】 図 1 に示す慣性センサーと演算処理回路の詳細を示すブロック図である。

【 図 3 】 被験者識別モードのフローチャートである。

【 図 4 】 クラブ選択モードのフローチャートである。

【 図 5 】 図 5 ( A ) ( B ) ( C ) は、クラブ選択モードで用いられるコマンド / データと対応するゴルフクラブの動きの一例を示す説明図である。

【 図 6 】 解析される運動とは異なる運動具の動きの一例を示す図である。

【 図 7 】 図 6 に示す動きを検出する慣性センサーの出力を示す図である。

【 図 8 】 解析される運動とは異なる運動具の動きの他の例を示す図である。

【 図 9 】 図 8 に示す動きを検出する慣性センサーの出力を示す図である。

【 図 1 0 】 解析される運動とは異なる運動具の動きのさらに他の例を示す図である。

【 図 1 1 】 図 1 0 に示す動きを検出する慣性センサーの出力を示す図である。

【 図 1 2 】 運動解析モデルとゴルファーおよびゴルフクラブとの関係を概略的に示す概念図である。

10

20

30

40

50

## 【発明を実施するための形態】

## 【0031】

以下、添付図面を参照しつつ本発明の一実施形態を説明する。なお、以下に説明する本実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではなく、本実施形態で説明される構成の全てが本発明の解決手段として必須であるとは限らない。

## 【0032】

## (1) 第1実施形態に係るゴルフスイング解析装置の構成

図1は本発明の第1実施形態に係るゴルフスイング解析装置(運動解析装置)11の構成を概略的に示す。ゴルフスイング解析装置11には、ゴルフクラブ(運動具)13に取り付けられた慣性センサー12からの出力が、インターフェイス回路15を介して入力される。ゴルフクラブ13はシャフト13aおよびグリップ13bを備える。グリップ13bが被験者の手で握られる。グリップ13bはシャフト13aが延びる長軸と同じ軸に形成される。シャフト13aの先端にはクラブヘッド13cが結合される。望ましくは、慣性センサー12はゴルフクラブ13のシャフト13aまたはグリップ13bに取り付けられる。慣性センサー12はゴルフクラブ13相対移動不能に固定されればよい。こうして慣性センサー12はゴルフクラブ13に装着されてもよく、その他、慣性センサー12は被験者の手や腕、肩に取り付けられてもよい。

10

## 【0033】

慣性センサー12には三軸検出が可能な加速度センサーおよび三軸検出が可能なジャイロセンサーが組み込まれる。慣性センサーは検出信号を出力する。検出信号で個々の軸ごとに加速度および角速度は特定される。加速度センサーおよびジャイロセンサーは比較的精度よく加速度および角速度の情報を検出する。ここでは、慣性センサー12の取り付けにあたって慣性センサーの検出軸の1つはシャフト13aが延びる長軸方向に合わせ込まれる。すなわち、慣性センサーのy軸はシャフト13aの長軸と平行に延びる。

20

## 【0034】

ゴルフスイング解析装置11は演算処理回路14を備える。演算処理回路14には慣性センサー12がインターフェイス回路15を介して接続される。インターフェイス回路15は有線で慣性センサー12に接続されてもよく無線で慣性センサー12に接続されてもよい。演算処理回路14には慣性センサー12から検出信号が供給される。

30

## 【0035】

演算処理回路14には記憶装置16が接続される。記憶装置16には例えばゴルフスイング解析ソフトウェアプログラム(運動解析プログラム)17および関連するデータが格納できる。演算処理回路14はゴルフスイング解析ソフトウェアプログラム17を実行しゴルフスイング解析方法を実現する。記憶装置16にはDRAM(ダイナミックランダムアクセスメモリー)や大容量記憶装置ユニット、不揮発性メモリー等が含まれることができる。例えばDRAMには、ゴルフスイング解析方法の実施にあたって一時的にゴルフスイング解析ソフトウェアプログラム17が保持される。ハードディスク駆動装置(HDD)といった大容量記憶装置ユニットにはゴルフスイング解析ソフトウェアプログラム17およびデータが保存される。不揮発性メモリーにはBIOS(基本入出力システム)といった比較的の大容量のプログラムやデータが格納される。

40

## 【0036】

演算処理回路14には画像処理回路18が接続される。演算処理回路14は画像処理回路18に所定の画像データを送る。画像処理回路18には表示装置19が接続される。画像処理回路18は、入力される画像データに応じて表示装置19に画像信号を送る。表示装置19の画面には画像信号で特定される画像が表示される。表示装置19には液晶ディスプレイその他のフラットパネルディスプレイが利用される。

## 【0037】

演算処理回路14には通知部20及び入力装置21が接続される。通知部20は、演算処理回路14での処理結果に応じて被験者に通知することができる。なお、本実施形態では、演算処理回路14に対する各種コマンドやデータ入力として、ゴルフクラブ13に取

50

付けられた慣性センサー 12 の出力を利用している。この点については後述する。入力装置 21 は少なくともアルファベットキーおよびテンキーを備える。入力装置 21 から文字情報や数値情報が演算処理回路 14 に入力される。入力装置 21 は例えばキーボードで構成されればよい。コンピューター装置およびキーボードの組み合わせは例えばスマートフォンや携帯電話端末、タブレット PC (パーソナルコンピューター) 等に置き換えられてもよい。

【0038】

(2) 慣性センサーの出力を用いたコマンド及びデータ入力手順

演算処理回路 14 を図 2 に示す。図 2 に示すように、インターフェイス回路 15 を介して慣性センサー 12 に接続された演算処理回路 14 は、指標検出部 22 と、運動解析データ生成部 23 と、記憶部 24 と、運動解析部 25 とを有する。

10

【0039】

指標検出部 22 は、慣性センサー 12 の出力と記憶部 24 内の記憶情報とを用いて、被験者およびゴルフクラブ 13 の少なくとも一方の動きを、運動解析のための付帯情報の指標として検出する。ここで、慣性センサー 12 は被験者またはゴルフクラブ 13 のスイング動作中に検出信号を出力するが、そのスイング動作の前または後に、解析されるスイング動作とは異なる動作を行うことができる。指標検出部 22 は、解析されるスイング運動とは異なる動きを示す慣性センサー 12 の出力を指標として検出する。指標となる慣性センサー 12 の出力パターンを記憶部 24 に記憶させ、指標検出部 22 は記憶部 24 の記憶情報を参照して指標を検出しても良い。指標検出部 22 は、その指標と対応付けて記憶部 24 に記憶された付帯情報データを、指標に基づいて読み出すことができる。

20

【0040】

運動解析データ生成部 23 は、検出された指標に対応する付帯情報が指標検出部 22 から出力されない限り、運動解析データを生成しないようにすることができる。運動解析データ生成部 23 は、例えば、指標検出部 22 からの付帯情報データと慣性センサー 12 からの運動解析用データとを対応付けた解析データを生成することができる。運動解析部 25 は、その解析データに基づいて運動解析する。

【0041】

本実施形態では、指標検出部 22 は、コマンド用指標を検出するコマンド検出部 22A と、被験者識別用の指標を検出する被験者検出部 22B と、ゴルフクラブ識別用の指標を検出するクラブ検出部 22C とを含むことができる。

30

【0042】

図 3 は、コマンド検出部 22A 及び被験者検出部 22B を用いた被験者識別用の指標検出のフローチャートである。まず、スイング解析装置 11 及び慣性センサー 12 に電源が投入されて (ST1)、スイング解析装置 11 及び慣性センサー 12 間の通信が確立されたか否かが判定される (ST2)。

【0043】

次に、被験者識別選択解除コマンドを意味する特定の動きが、慣性センサー 12 の出力に基づきコマンド検出部 22A で検出されたか否かが判断される (ST3)。ステップ ST3 の判断が YES であれば、次に、被験者識別コマンドを意味する特定の動きが、慣性センサー 12 の出力に基づきコマンド検出部 22A で検出されたか否かが判断される (ST4)。ステップ ST4 の判断が YES であれば、被験者識別モードとなる。ステップ 3 の判断が NO であれば、ステップ 7 に移行する。

40

【0044】

被験者識別選択モードでは、慣性センサー 12 の出力は被験者検出部 22B に入力され、各種の被験者識別パターン (男/女、プロ/アマ、右利き/左利き、年齢層等) のいずれか一部と一致したかが判断される (ST5)。被験者識別パターンが一致したら (ST5 が YES)、通知部 20 を介して、例えばクラブ選択入力が可能であることが通知される (ST6)。

【0045】

50

もし、ステップ S T 4 の判断が Y E S となって被験者識別モードに移行した後、所定期間例えば 1 分経過してもステップ S T 5 の判断が N O のままであれば、被験者識別モードはタイムアウトと判断される ( S T 8 が Y E S )。この場合、指標検出部 2 2 はエラー信号を生成し、通知部 2 0 を介して入力エラーが被験者に通知される ( S T 9 )。

【 0 0 4 6 】

図 4 は、コマンド検出部 2 2 A 及び被験者検出部 2 2 B を用いたクラブ選択用の指標検出のフローチャートである。まず、スイング解析装置 1 1 及び慣性センサー 1 2 に電源が投入されて ( S T 1 1 )、スイング解析装置 1 1 及び慣性センサー 1 2 間の通信が確立されたか否かが判定される ( S T 1 2 )。

【 0 0 4 7 】

ステップ 1 2 での判断が Y E S であると、次に、クラブ選択解除コマンドを意味する特定の動きが、慣性センサー 1 2 の出力に基づいてコマンド検出部 2 2 A で検出されたか否かが判断される ( S T 1 3 )。ステップ S T 1 3 の判断が Y E S であれば、次に、クラブ選択コマンドを意味する特定の動きが、慣性センサー 1 2 の出力に基づきコマンド検出部 2 2 A で検出されたか否かが判断される ( S T 1 4 )。ステップ S T 1 4 の判断が Y E S であれば、クラブ選択モードとなる。ステップ 1 3 の判断が N O であれば、ステップ 1 7 に移行する。

【 0 0 4 8 】

クラブ選択モードでは、慣性センサー 1 2 の出力はクラブ検出部 2 2 C に入力され、各種クラブ選択パターンのいずれかと一致したかが判断される ( S T 1 5 )。いずれかのクラブ選択パターンと一致したら ( S T 1 5 が Y S S )、通知部 2 0 を介して、スイング解析が可能であることが通知される ( S T 1 6 )。クラブ選択モードに移行後に所定期間例えば 1 分経過してもクラブ選択が成されない場合には、タイムエラーとなって入力エラーが通知される ( S T 1 8 , S T 1 9 )。

【 0 0 4 9 】

( 3 ) ゴルフクラブ ( 被験者 ) の動きと指標

図 5 ( A ) ( B ) ( C ) は、図 4 のフローチャートで判断されるゴルフクラブを識別するためのコマンド / データと、それに対応するゴルフクラブ ( 被験者 ) の動きとの関係を示している。図 5 ( A ) ( B ) ( C ) に示す関係は、図 2 に示す記憶部に設定しておくことができる。

【 0 0 5 0 】

図 4 のステップ S T 1 3 のクラブ選択解除トリガー ( コマンド ) は、図 5 ( A ) に示すように、ゴルフクラブ 1 3 のシャフト 1 3 a を、シャフト 1 3 の軸回りに左に 1 回にひねる動作である。図 4 のステップ S T 1 4 のクラブ選択トリガー ( コマンド ) は、図 5 ( A ) に示すように、ゴルフクラブ 1 3 のシャフト 1 3 a を、シャフト 1 3 の軸回りに右に 1 回にひねる動作である。図 6 に示すように、シャフト 1 3 a の中心軸回りで 1 方向にゴルフクラブ 1 3 を回転させると、図 7 に示すように慣性センサー 1 2 の出力では y 軸回りの角速度に大きな変化すなわちピークが現れる。こうしたピークの波形や大きさは指標として記憶部 2 4 に予め格納される。それにより、図 2 のコマンド検出部 2 2 A は、クラブ選択解除トリガー及びクラブ選択トリガーを検出できる。

【 0 0 5 1 】

図 4 のステップ S T 1 5 のクラブ選択パターンは、図 5 ( B ) の動作と図 5 ( C ) の動作との組み合わせである。図 4 のステップ 1 5 では、まず、図 5 ( B ) のクラブ選択コマンドがコマンド検出部 2 2 A で検出される。

【 0 0 5 2 】

まず、使用されるゴルフクラブ 1 3 がパター及びアイアンのいずれかであれば、図 5 ( B ) に示すように、ゴルフクラブ 1 3 のシャフト 1 3 a を、シャフト 1 3 a の軸回りに右に 1 回にひねった後に続けて左に 1 回ひねる動作 ( 順方向の正逆動作 ) を検出する。使用されるゴルフクラブ 1 3 がウッドであれば、図 5 ( B ) に示すように、ゴルフクラブ 1 3 のシャフト 1 3 a を、シャフト 1 3 a の軸回りに左に 1 回にひねった後に続けて右に 1 回

10

20

30

40

50

ひねる動作（逆方向の正逆動作）を検出する。図8に示すように、シャフト13aの中心軸回りで正逆方向にゴルフクラブ13を回転させると、図9に示すように慣性センサー12の出力ではy軸回りの角速度に大きな正逆の変化すなわち2つのピークが現れる。こうしたピークの波形や大きさは指標として記憶部24に予め格納される。それにより、図2のコマンド検出部22Aは、パター/アイアンかウッドのいずれかを示すクラブ選択コマンドを検出できる。

#### 【0053】

使用されるゴルフクラブ13がウッドの場合であって、番手が1番であればゴルフクラブ13のヘッド13cに小衝撃を1回与える。ウッドの番手が1番から4番であれば、小衝撃の回数（反復動作の回数）で図5（C）のように番手が検出される。ウッドの番手が5番から9番であれば、1回～5回の大衝撃の回数（反復動作の回数）で図5（C）のように番手が検出される。使用されるゴルフクラブ13がパター/アイアンの場合であって、アイアン、ピッチングウェッジ（P）、サンドウェッジ（SW）、4番アイアンのいずれかであれば、小衝撃の回数（反復動作の回数）で図5（C）のように種別や番手が検出される。使用されるゴルフクラブ13がパター/アイアンの場合であって、5番アイアから9番アイアンのいずれかであれば、大衝撃の回数（反復動作の回数）で図5（C）のように種別や番手が検出される。図10に示すように例えばターゲットラインの方向すなわち打球の方向に沿ってクラブヘッド13cに振り衝撃を加えると、図11に示すように慣性センサー12の出力ではx軸方向の加速度に大きな変化すなわちピークが現れる。大衝撃と小衝撃は、図11に示すように2つのしきい値を用いることで区別される。それにより、図2のクラブ検出部22Cは、クラブの番手を検出できる。

#### 【0054】

図5（A）（B）（C）に示すゴルフクラブ（被験者）の動きは一例であり、入力装置21を介して被験者が任意に登録または変更して、被験者毎に指標をカスタマイズすることができる。また、図3のステップST3，ST4で用いられる被験者識別トリガー（コマンド）及び被験者識別解除トリガー（コマンド）は、図5（A）の動作と異なる動作、例えば「右に2回ひねる」及び「左に2回ひねる」等を採用すれば、コマンド検出部22Aは被験者識別モードとクラブ選択モードとを区別して判断できる。図3のステップST5で採用される被験者識別パターンは、男/女、プロ/アマ、右利き/左利き、年齢層（20代～80代）を、図5（C）に示すような大小の衝撃動作とその回数とにより設定することができる。

#### 【0055】

解析に有用な付帯情報の他の例として、被験者が意図するスイングの種類として打球の種類を挙げることができる。ゴルフスイングであればストレート、スライス、フック、フェード、ドロウ、プッシュ、プル等の種類、野球であればセンター返し、流し打ち、引張り等の種類を付帯情報として特定することができる。これらの打球の種類情報は、図6、図8または図10のようにして運動解析とは異なる動きにより入力され、スイング解析情報の付帯情報として出力すれば、意図したスイング通りにスイングできたか否かの評価指標として利用することができる。

#### 【0056】

##### （4）運動解析モデル

演算処理回路14の運動解析データ生成部23（図2）は、図4のステップST17にてスイングデータの収集モードとなると、慣性センサー12の出力がインターフェイス回路15を介して入力される。運動解析データ生成部23は、予め指標検出部22にて検出された指標に対応する被験者識別データ、ゴルフクラブ選択データ、目的スイングデータを付帯情報と、慣性センサー12からの出力とを対応付けて、運動解析部25に出力する。

#### 【0057】

運動解析部25は仮想空間を規定する。仮想空間は三次元空間で形成される。三次元空間は実空間を特定する。図12に示すように、三次元空間は絶対基準座標系（ワールド座

10

20

30

40

50

標系)  $X Y Z$ を有する。三次元空間には絶対基準座標系  $X Y Z$ に従って三次元運動解析モデル 26 が構築される。三次元運動解析モデル 26 の棒 27 は支点 28 に点拘束される。棒 27 は支点 28 回りで三次元的に振子として動作する。支点 28 の位置は移動することができる。ここでは、絶対基準座標系  $X Y Z$ に従って、例えばクラブヘッド 13c の位置が特定される。慣性センサー 12 からクラブヘッド 13c の位置は、ゴルフクラブ 13 の種別毎に異なる。よって、付帯情報としてゴルフクラブ 13 の種別を有していれば、慣性センサー 12 からクラブヘッド 13c までの距離を、例えば図 1 の記憶装置 16 から読み出して、ゴルフクラブ 13 の種別ごとに特定することができる。あるいは、ゴルフクラブ 13 の寸法情報を、記憶部 24 (図 2) に記憶しておき、指標検出部 22 が付帯情報として運動解析データ生成部 23 に送出するようにしても良い。

10

【0058】

三次元運動解析モデル 26 はスイング時のゴルフクラブ 13 をモデル化したものに相当する。振子の棒 27 はゴルフクラブ 13 のシャフト 13a を投影する。棒 27 の支点 28 はグリップ 13b を投影する。慣性センサー 12 は棒 27 に固定される。絶対基準座標系  $X Y Z$ に従って慣性センサー 12 の位置が特定される。慣性センサー 12 は加速度信号および角速度信号を出力する。加速度信号では、重力加速度  $g$  を含む加速度信号を出力する。

【0059】

運動解析部 25 は同様に慣性センサー 12 に図 1 に示す局所座標系 (センサー座標系)  $s$  を固定する。局所座標系  $s$  の原点は慣性センサー 12 の検出軸の原点に設定される。局所座標系  $s$  の  $y$  軸は図 1 に示すようにシャフト 13a の軸に一致する。局所座標系  $s$  の  $x$  軸は図 1 に示すようにフェイスの向きで特定される打球方向に一致する。したがって、この局所座標系  $s$  に従って、図 2 に示すようにクラブヘッド 13c の位置  $lsh$  は  $(0, lshy, 0)$  で特定される。

20

【0060】

運動解析部 25 は、次式 (1) に従って、例えば慣性センサー 12 の出力である加速度  $s$  及び角速度  $s$  と長さ情報とからクラブヘッド 13c の加速度  $sh$  を求める。次に、運動解析部 25 は、初期状態 (静止状態) の速度  $Vsh(0) = 0$  から加速度  $sh$  を積分して速度  $Vsh(t)$  を式 (2) に従って求める。運動解析部 25 は、さらに、初期状態 (静止状態) の位置  $Psh(0) = 0$  から速度  $Vsh$  を積分して位置  $Psh(t)$  を式 (3) に従って求める。

30

【数 1】

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

... (1)

【数 2】

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

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

40

... (2)

【数 3】

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

... (3)

【0061】

運動解析部 25 は、クラブヘッド 13c の位置  $lsh$  を、上記の通り慣性センサー 12

50

の固有の局所座標系  $s$  に従って特定した後、局所座標系  $s$  の座標に変換する。つまり、クラブヘッド 13c の位置  $Psh(t)$  は、図 1 に示す局所座標系  $s$  の座標  $(x, y, z)$  で示される。

【0062】

図 1 に示す画像処理回路 18 には、運動解析部 25 を含む演算処理回路 14 からクラブヘッド 13c の位置  $Psh(t)$  のデータが付帯情報と共に送られる。画像処理回路 18 は、クラブヘッド 13c の位置  $Psh(t)$  を時刻毎にプロットする画像データを生成し、その画像データに基づいて表示装置 19 を駆動することにより、クラブヘッド 13c のスイング軌跡を表示することができる。このとき、付帯情報として、被験者の情報、ゴルフクラブの情報または目的スイング情報を表示することで、付帯情報を考慮してクラブヘッド 13c のスイング軌跡を評価することができる。

10

【0063】

なお、以上の実施形態では演算処理回路 14 の個々の機能ブロックはゴルフスイング解析ソフトウェアプログラム 17 の実行に応じて実現される。ただし、個々の機能ブロックはソフトウェア処理に頼らずにハードウェアで実現されてもよい。その他、ゴルフスイング解析装置 11 は手で握られて振られる運動具（例えばテニスラケットや卓球ラケット、野球のバット）のスイング解析に応用されてもよい。

【0064】

上記のように本実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるであろう。したがって、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれる。例えば、明細書または図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語とともに記載された用語は、明細書または図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えられることができる。また、慣性センサー 12 やゴルフクラブ 13、演算処理回路 14、通知部 20 等の構成および動作も本実施形態で説明したものに限定されず、種々の変形が可能である。

20

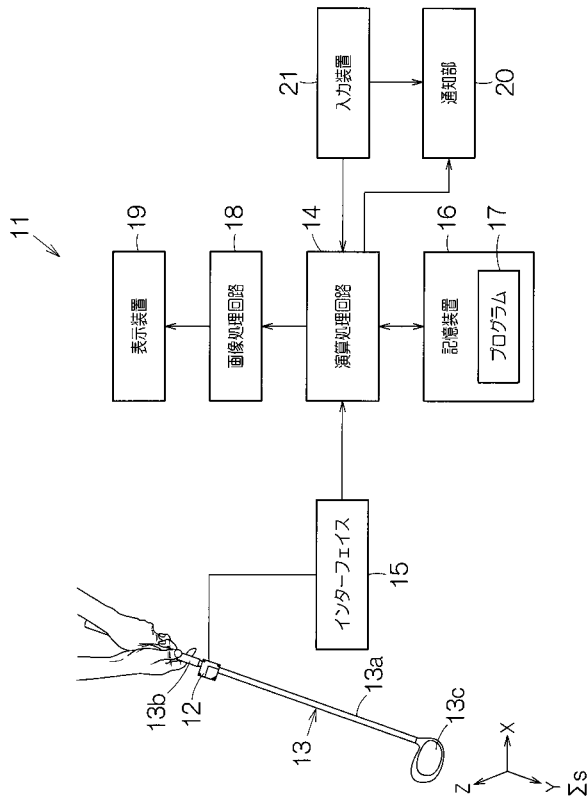
【符号の説明】

【0065】

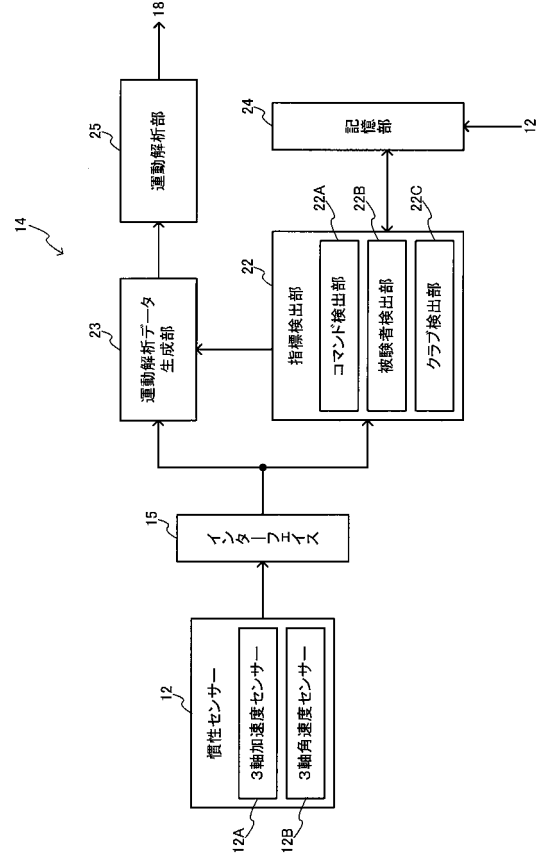
11 運動解析装置（ゴルフスイング解析装置）、12 慣性センサー、13 運動具（ゴルフクラブ）、13a シャフト、13c クラブヘッド、14 コンピューター（演算処理回路）、16 記憶装置、17 運動解析プログラム（ゴルフスイング解析ソフトウェアプログラム）、20 通知部、21 入力装置、22 指標検出部、22A コマンド検出部、22B 被験者検出部、22C クラブ検出部、23 運動解析データ生成部、24 記憶部、25 運動解析部

30

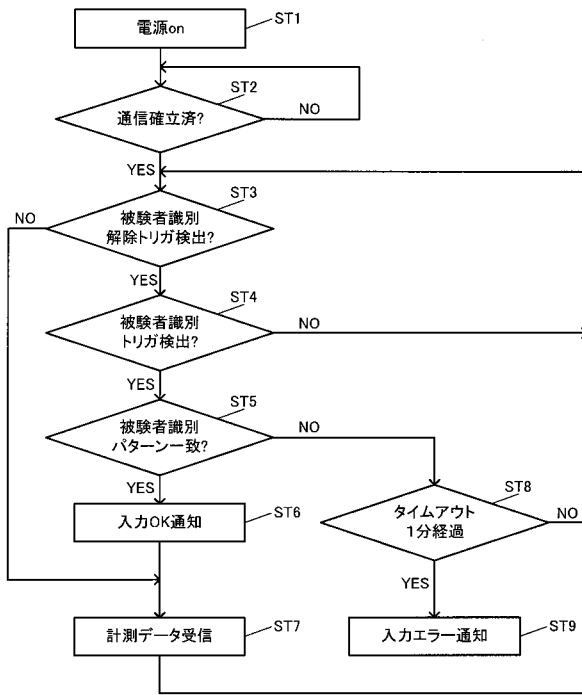
【 図 1 】



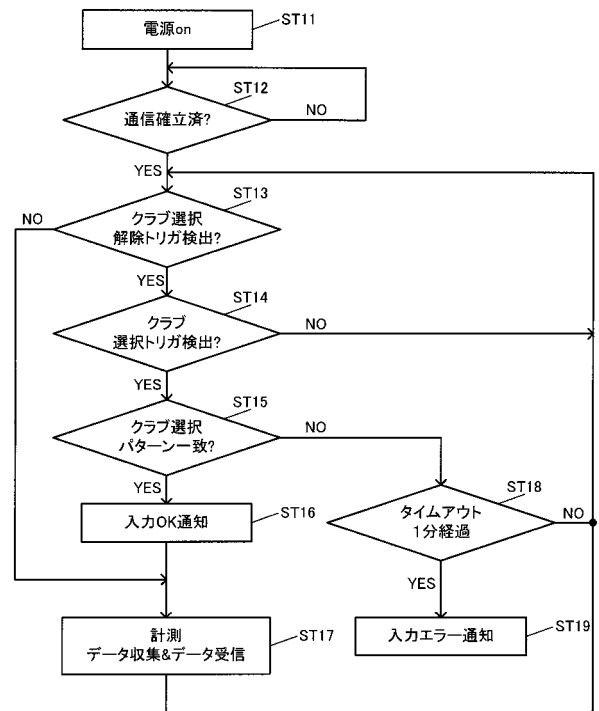
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

(A)

コマンド	動作
クラブ選択コマンド	右に一回ひねる
クラブ選択解除コマンド	左に一回ひねる

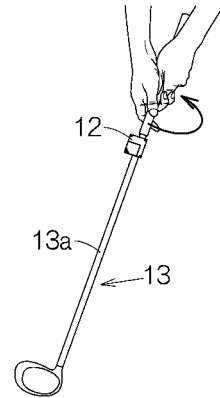
(B)

クラブ選択コマンド	動作
パターン/アイアン	右→左に各一回ひねる
ウッド	左→右に各一回ひねる

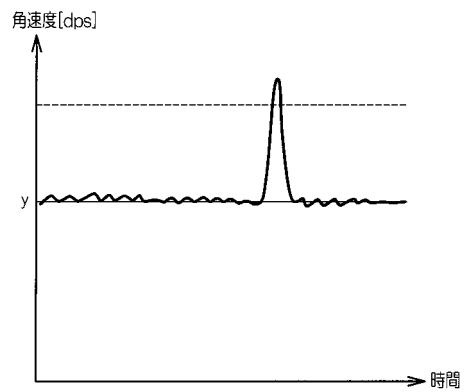
(C)

番手選択データ		動作
ウッド	パターン/アイアン	
1番	パター	小衝撃1回
2番	SW	小衝撃2回
3番	P	小衝撃3回
4番	4番	小衝撃4回
5番	5番	大衝撃1回
⋮	⋮	⋮
9番	9番	大衝撃5回

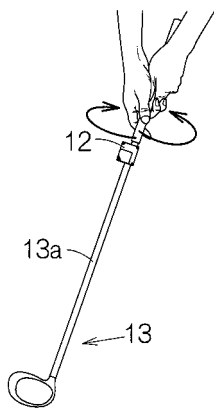
【 図 6 】



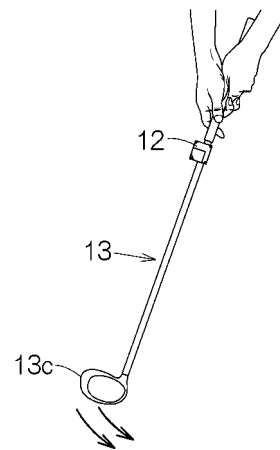
【 図 7 】



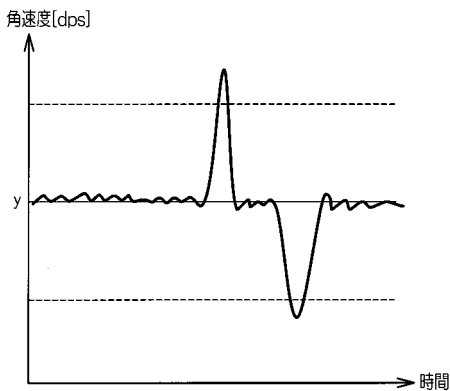
【 図 8 】



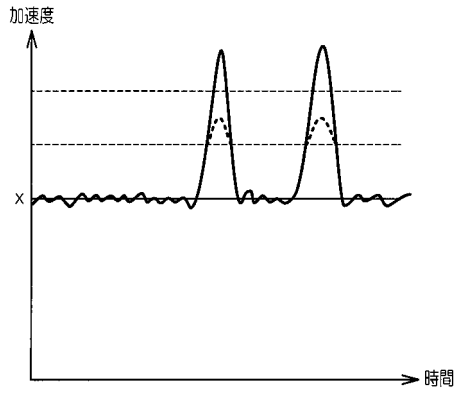
【 図 10 】



【 図 9 】



【図 1 1】



【図 1 2】

