

(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2017-124073
(P2017-124073A)

(43) 公開日 平成29年7月20日(2017.7.20)

(51) Int.Cl.
A63B 69/36 (2006.01)

F I
A63B 69/36 541P

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 45 頁)

(21) 出願番号 特願2016-5806 (P2016-5806)
(22) 出願日 平成28年1月15日 (2016.1.15)

(71) 出願人 00002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(74) 代理人 100090387
弁理士 布施 行夫
(74) 代理人 100090398
弁理士 大淵 美千栄
(72) 発明者 佐藤 雅文
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

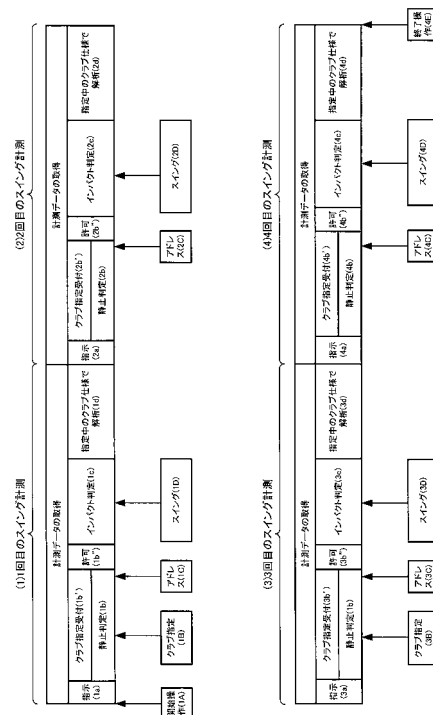
(54) 【発明の名称】 電子機器、システム、解析方法、解析プログラム、及び記録媒体

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 運動具の持ち替えをユーザーが快適に行うための補助となり得る電子機器、システム、解析方法、解析プログラム、記録媒体を提供する。

【解決手段】 本適用例に係る電子機器は、慣性センサーによる運動具の運動の計測を開始する開始処理部と、前記計測を終了する終了処理部と、前記開始から前記終了までの期間中に、前記運動具による所定の運動を検出する検出処理部と、前記開始から前記終了までの期間中に、ユーザーからの前記運動具の変更指示を受け付ける受付処理部とを含む。

【選択図】 図 2 5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

慣性センサーによる運動具の運動の計測を開始する開始処理部と、
前記計測を終了する終了処理部と、
前記開始から前記終了までの期間中に、前記運動具による所定の運動を検出する検出処理部と、
前記開始から前記終了までの期間中に、ユーザーからの前記運動具の変更指示を受け付ける受付処理部と、
を含む、電子機器。

【請求項 2】

請求項 1 において、
前記変更後に行われた前記所定の運動の解析に関わるパラメーターを、前記変更指示に応じて変更する変更処理部を含む、
電子機器。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、
前記開始処理部は、
前記計測の開始を前記ユーザーからの指示に応じて行う、
電子機器。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 において、
前記終了処理部は、
前記計測の終了を前記ユーザーからの指示に応じて行う、
電子機器。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 の何れか一項において、
前記運動具は、
ゴルフクラブであり、
前記変更指示には、
前記ゴルフクラブの番手の変更指示が含まれる、
電子機器。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 の何れか一項において、
前記所定の運動は、
スイングである、
電子機器。

【請求項 7】

請求項 6 において、
前記検出処理部は、
前記運動具の静止状態の判定結果と、
前記運動具による打撃の判定結果と、
に基づき前記スイングを検出する、
電子機器。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 の何れか一項において、
前記慣性センサーには、
加速度センサー及び角速度センサーの少なくとも一方が含まれる、
電子機器。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載の電子機器と、

10

20

30

40

50

前記慣性センサーと、
を含む、システム。

【請求項 10】

慣性センサーによる運動具の運動の計測を開始するステップと、
前記計測を終了するステップと、
前記開始から前記終了までの期間中に、前記運動具による所定の運動を検出するステップと、
前記開始から前記終了までの期間中に、ユーザーからの前記運動具の変更指示を受け付けるステップと、
を含む解析方法。 10

【請求項 11】

請求項 10 において、
前記変更後に行われた前記所定の運動の解析に関わるパラメーターを、前記変更指示に応じて変更するステップを含む、
解析方法。

【請求項 12】

請求項 10 又は 11 において、
前記開始するステップは、
前記計測の開始を前記ユーザーからの指示に応じて行う、
解析方法。 20

【請求項 13】

請求項 10 又は 11 において、
前記終了するステップは、
前記計測の終了を前記ユーザーからの指示に応じて行う、
解析方法。

【請求項 14】

請求項 10 乃至 13 の何れか一項において、
前記運動具は、
ゴルフクラブであり、
前記変更指示には、
前記ゴルフクラブの番手の変更指示が含まれる、
解析方法。 30

【請求項 15】

請求項 10 乃至 14 の何れか一項において、
前記所定の運動は、
スイングである、
解析方法。

【請求項 16】

請求項 15 において、
前記検出するステップは、
前記運動具の静止状態の判定結果と、
前記運動具による打撃の判定結果と、
に基づき前記スイングを検出する、
解析方法。 40

【請求項 17】

請求項 10 乃至 16 の何れか一項において、
前記慣性センサーには、
加速度センサー及び角速度センサーの少なくとも一方が含まれる、
解析方法。

【請求項 18】

50

慣性センサーによる運動具の運動の計測を開始するステップと、
前記計測を終了するステップと、
前記開始から前記終了までの期間中に、前記運動具による所定の運動を検出するステップと、
前記開始から前記終了までの期間中に、ユーザーからの前記運動具の変更指示を受け付けるステップと、
をコンピューターに実行させる解析プログラム。

【請求項 19】

慣性センサーによる運動具の運動の計測を開始するステップと、
前記計測を終了するステップと、
前記開始から前記終了までの期間中に、前記運動具による所定の運動を検出するステップと、
前記開始から前記終了までの期間中に、ユーザーからの前記運動具の変更指示を受け付けるステップと、
をコンピューターに実行させる解析プログラムを記録した記録媒体。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子機器、システム、解析方法、解析プログラム、及び記録媒体に関する。

【背景技術】

20

【0002】

特許文献 1 には、モーションセンサーを用いて静止状態での姿勢を検出した後、表示部またはスピーカーからユーザーに対してスイングを開始するよう指示する端末装置が開示されている。端末装置の指示に基づいて、ユーザーがスイングを行うと、端末装置は、ボールの打撃によりインパクトを検出してスイング解析を行う。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2014 - 100341 号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、スイングに使用されるゴルフクラブをユーザーが持ち替えた場合は、計測を開始する前にクラブ情報を端末装置へ入力しなければならず、仮に、クラブ情報の入力をし忘れたまま計測を開始してしまった場合は、計測を中止し、クラブ情報の入力後に改めて計測を開始しなければならないという煩雑性があり手間がかかるという問題があった。

【0005】

本発明は、以上のような問題点に鑑みてなされたものであり、本発明のいくつかの態様によれば、運動具の持ち替えをユーザーが快適に行うための補助となり得る電子機器、システム、解析方法、解析プログラム、記録媒体を提供する。

40

【0006】

なお、本明細書では、「運動具の持ち替え」を、ユーザーがスイング解析を行う対象となる運動具を別の運動具へ変更すること（後述する「ゴルフクラブ 3 の持ち替え」も含む）を指す。持ち替え後、ユーザーは、新たな運動具で運動を行う。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は前述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の態様または適用例として実現することが可能である。

【0008】

50

[適用例 1]

本適用例に係る電子機器は、慣性センサーによる運動具の運動の計測を開始する開始処理部と、前記計測を終了する終了処理部と、前記開始から前記終了までの期間中に、前記運動具による所定の運動を検出する検出処理部と、前記開始から前記終了までの期間中に、ユーザーからの前記運動具の変更指示を受け付ける受付処理部とを含む。

【 0 0 0 9 】

本適用例に係る電子機器は、計測の開始から終了までの期間中に運動具の変更指示を受け付けるため、ユーザーは、例えば、運動に使用する運動具（すなわち慣性センサーの検出対象となる運動具）を当該期間中に持ち替えた場合であっても、運動具の変更指示を電子機器へ入力する前に、計測の中止指示を電子機器へ入力する必要がないので、計測を一旦中止してクラブ情報の入力後に改めて計測を開始しなければならないという煩雑性を改善することができる。

【 0 0 1 0 】

[適用例 2]

本適用例に係る電子機器は、前記変更後に行われた前記所定の運動の解析に関わるパラメーターを、前記変更指示に応じて変更する変更処理部を更に含んでもよい。

【 0 0 1 1 】

したがって、電子機器は、運動具の持ち替え前における解析と、運動具の持ち替え後における解析とを、それぞれ適切に行うことが可能である。

【 0 0 1 2 】

[適用例 3]

本適用例に係る電子機器において、前記開始処理部は、前記計測の開始を前記ユーザーからの指示に応じて行ってもよい。

【 0 0 1 3 】

したがって、ユーザーは、計測の開始のタイミングと終了のタイミングとをそれぞれ自由に設定することができる。

【 0 0 1 4 】

[適用例 4]

本適用例に係る電子機器において、前記終了処理部は、前記計測の終了を前記ユーザーからの指示に応じて行ってもよい。

【 0 0 1 5 】

[適用例 5]

本適用例に係る電子機器において、前記運動具は、ゴルフクラブであり、前記変更指示には、前記ゴルフクラブの番手の変更指示が含まれてもよい。

【 0 0 1 6 】

したがって、ユーザーは、運動具の変更指示として番手の変更指示を電子機器へ入力することができる。

【 0 0 1 7 】

[適用例 6]

本適用例に係る電子機器において、前記所定の運動は、スイングであってもよい。

【 0 0 1 8 】

したがって、ユーザーは、運動具の持ち替え後にスイングを開始するまでの操作の手間を省くことができる。

【 0 0 1 9 】

[適用例 7]

本適用例に係る電子機器において、前記検出処理部は、前記運動具の静止状態の判定結果と前記運動具による打撃の判定結果とに基づき前記スイングを検出してよい。

【 0 0 2 0 】

なお、ここでいう「打撃」には、運動具がボールに当たることや、運動具がボールに代わる物体に当たることを含むものとする。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

したがって、電子機器は、スイングの検出を確実に行うことができる。

【 0 0 2 2 】

[適用例 8]

本適用例に係る電子機器において、前記慣性センサーには、加速度センサー及び角速度センサーの少なくとも一方が含まれてもよい。

【 0 0 2 3 】

したがって、電子機器は、例えば、運動具の加速度、速度、位置、姿勢変化、姿勢の少なくとも1つを用いて所定の運動を検出することができる。

【 0 0 2 4 】

[適用例 9]

本適用例に係るシステムは、本適用例に係る何れかの電子機器と、前記慣性センサーとを含む。

【 0 0 2 5 】

[適用例 1 0]

本適用例に係る解析方法は、慣性センサーによる運動具の運動の計測を開始するステップと、前記計測を終了するステップと、前記開始から前記終了までの期間中に、前記運動具による所定の運動を検出するステップと、前記開始から前記終了までの期間中に、ユーザーからの前記運動具の変更指示を受け付けるステップと、を含む。

【 0 0 2 6 】

[適用例 1 1]

本適用例に係る解析方法は、前記変更後に行われた前記所定の運動の解析に関わるパラメーターを、前記変更指示に応じて変更するステップを含んでもよい。

【 0 0 2 7 】

[適用例 1 2]

本適用例に係る解析方法において、前記開始するステップは、前記計測の開始を前記ユーザーからの指示に応じて行ってもよい

[適用例 1 3]

本適用例に係る解析方法において、前記終了するステップは、前記計測の終了を前記ユーザーからの指示に応じて行ってもよい。

【 0 0 2 8 】

[適用例 1 4]

本適用例に係る解析方法において、前記運動具は、ゴルフクラブであり、前記変更指示には、前記ゴルフクラブの番手の変更指示が含まれてもよい。

【 0 0 2 9 】

[適用例 1 5]

本適用例に係る解析方法において、前記所定の運動は、スイングであってもよい。

【 0 0 3 0 】

[適用例 1 6]

本適用例に係る解析方法において、前記検出するステップは、前記運動具の静止状態の判定結果と、前記運動具による打撃の判定結果と、に基づき前記スイングを検出してよい。

【 0 0 3 1 】

[適用例 1 7]

本適用例に係る解析方法において、前記慣性センサーには、加速度センサー及び角速度センサーの少なくとも一方が含まれてもよい。

【 0 0 3 2 】

[適用例 1 8]

本適用例に係る解析プログラムは、慣性センサーによる運動具の運動の計測を開始するステップと、前記計測を終了するステップと、前記開始から前記終了までの期間中に、前

10

20

30

40

50

記運動具による所定の運動を検出するステップと、前記開始から前記終了までの期間中に、ユーザーからの前記運動具の変更指示を受け付けるステップと、をコンピューターに実行させる。

【 0 0 3 3 】

[適用例 1 9]

本適用例に係る記録媒体は、慣性センサーによる運動具の運動の計測を開始するステップと、前記計測を終了するステップと、前記開始から前記終了までの期間中に、前記運動具による所定の運動を検出するステップと、前記開始から前記終了までの期間中に、ユーザーからの前記運動具の変更指示を受け付けるステップと、をコンピューターに実行させる解析プログラムを記録する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 4 】

【 図 1 】 本実施形態のスイング解析システムの構成例を示す図。

【 図 2 】 センサーユニットの装着例を示す図。

【 図 3 】 センサーユニットの装着位置及び向きの一列を示す図。

【 図 4 】 ユーザーが打球するまでに行う動作の手順を示す図。

【 図 5 】 身体情報及びゴルフクラブ情報の入力画面の一列を示す図。

【 図 6 】 スイング動作についての説明図。

【 図 7 】 スイング解析データの選択画面の一列を示す図。

【 図 8 】 表示画面の一列を示す図。

【 図 9 】 センサーユニット及びスイング解析装置の構成例を示す図。

【 図 1 0 】 ユーザーの静止時におけるゴルフクラブとセンサーユニットを X 軸の負側から見た平面図。

【 図 1 1 】 3 軸角速度の時間変化の一列を示すグラフ。

【 図 1 2 】 3 軸角速度の合成値の時間変化を示すグラフ。

【 図 1 3 】 合成値の微分の時間変化を示すグラフ。

【 図 1 4 】 シャフトプレーン及びホーガンプレーンを示す図。

【 図 1 5 】 シャフトプレーンを Y Z 平面で切った断面図を X 軸の負側から見た図。

【 図 1 6 】 ホーガンプレーンを Y Z 平面で切った断面図を X 軸の負側から見た図。

【 図 1 7 】 フェース角とクラブパス（入射角）を説明するための図。

【 図 1 8 】 スイング開始（バックスイング開始）からインパクトまでのシャフト軸回転角の時間変化の一列を示す図。

【 図 1 9 】 ダウンスイングにおけるグリップの速度の時間変化の一列を示す図。

【 図 2 0 】 シャフトプレーン及びホーガンプレーンと複数の領域 A , B , C , D , E との関係の一列を示す図。

【 図 2 1 】 スイング解析処理（スイング解析方法）の手順の一列を示すフローチャート図。

【 図 2 2 】 サーバー装置の構成例を示す図。

【 図 2 3 】 サーバー装置と関連するスイング解析装置の処理の手順の一列を示すフローチャート図。

【 図 2 4 】 サーバー装置の処理の手順の一列を示すフローチャート図。

【 図 2 5 】 連続計測期間中のスイング解析装置 2 0 及びユーザー 2 の動作のタイミングチャート（タイミングの概略図）。

【 図 2 6 】 初期画面の一列。

【 図 2 7 】 クラブ指定画面の一列。

【 図 2 8 】 アドレス指示画面の一列。

【 図 2 9 】 スイング許可画面の一列。

【 図 3 0 】 処理部 2 1 によるスイング解析処理の手順の一列を示すフローチャート図。

【 図 3 1 】 リスト型の表示部の一列を示す図である。

【 図 3 2 】 ヘッドマウントディスプレイの一列を示す図である。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】**【0035】**

以下、本発明の好適な実施形態について図面を用いて詳細に説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、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い。また以下で説明される構成の全てが本発明の必須構成要件であるとは限らない。

【0036】

以下では、ゴルフスイングの解析を行うスイング解析システムを例に挙げて説明する。

【0037】**1. スイング解析システム****1-1. スイング解析システムの構成**

図1は、本実施形態のスイング解析システムの構成例を示す図である。図1に示すように、本実施形態のスイング解析システム1は、センサーユニット10、スイング解析装置20及びサーバー装置30を含んで構成されている。

【0038】

センサーユニット10（慣性センサーの一例）は、3軸の各軸方向に生じる加速度と3軸の各軸回りに生じる角速度を計測可能であり、図2に示すように、ゴルフクラブ3に装着される。

【0039】

本実施形態では、図3に示すように、センサーユニット10は、3つの検出軸（x軸，y軸，z軸）のうちの1軸、例えばy軸をゴルフクラブ3のシャフトの長手方向（ゴルフクラブ3の長手方向）に合わせるようにして、シャフトの一部に取り付けられる。望ましくは、センサーユニット10は、打球時の衝撃が伝わりにくく、スイング時に遠心力がかかりにくいグリップに近い位置に取り付けられる。シャフトは、ゴルフクラブ3のヘッドを除いた柄の部分であり、グリップも含まれる。ただし、センサーユニット10は、ユーザー2の部位（例えば、手やグローブなど）に取り付けられてもよいし、腕時計などのアクセサリに取り付けられてもよい。

【0040】

ユーザー2は、あらかじめ決められた手順に従って、ゴルフボール4を打球するスイング動作を行う。図4は、本実施形態においてユーザー2が打球するまでに行う動作の手順を示す図である。図4に示すように、ユーザー2は、まず、スイング解析装置20を介してユーザー2の身体情報とユーザー2が使用するゴルフクラブ3に関する情報（ゴルフクラブ情報）などの入力操作を行う（S1）。身体情報は、ユーザー2の身長、腕の長さ及び脚の長さの少なくとも1つの情報を含み、さらに性別の情報やその他の情報を含んでもよい。ゴルフクラブ情報は、ゴルフクラブ3の長さ（クラブ長）の情報及びゴルフクラブ3の種類（番手）の少なくとも一方の情報を含む。次に、ユーザー2は、スイング解析装置20を介して計測開始操作（センサーユニット10に計測を開始させるための操作）を行う（S2）。次に、ユーザー2は、スイング解析装置20からアドレス姿勢（スイング開始前の基本姿勢）をとるように指示する通知（例えば音声による通知）を受けた後（S3のY）、ゴルフクラブ3のシャフトの長手方向がターゲットライン（打球の目標方向）に対して垂直となるようにアドレスの姿勢をとり、静止する（S4）。次に、ユーザー2は、スイング解析装置20からスイングを許可する通知（例えば音声による通知）を受けた後（S5のY）、スイング動作を行い、ゴルフボール4を打球する（S6）。

【0041】

図5は、スイング解析装置20の表示部25（図9参照）に表示される身体情報及びゴルフクラブ情報の入力画面の一例を示す図である。ユーザー2は、図4のステップS1において、図5に示す入力画面上で身長、性別、年齢、国などの身体情報を入力し、クラブ長（シャフトの長さ）、番手などのゴルフクラブ情報を入力する。なお、身体情報に含まれる情報は、これに限られず、例えば、身体情報は、身長に代えて又は身長とともに腕の長さ及び脚の長さの少なくとも一方の情報を含んでもよい。同様に、ゴルフクラブ情報に含まれる情報は、これに限られず、例えば、ゴルフクラブ情報は、クラブ長と番手のいず

10

20

30

40

50

れか一方の情報を含まなくてもよいし、他の情報を含んでもよい。

【0042】

ユーザー2が図4のステップS2の計測開始操作を行うと、スイング解析装置20はセンサーユニット10に計測開始コマンドを送信し、センサーユニット10は計測開始コマンドを受信して3軸加速度と3軸角速度の計測を開始する。センサーユニット10は、所定周期（例えば1ms）で3軸加速度と3軸角速度を計測し、計測したデータを順次、スイング解析装置20に送信する。センサーユニット10とスイング解析装置20との間の通信は、無線通信でもよいし、有線通信でもよい。

【0043】

スイング解析装置20は、図4のステップS5に示したスイング開始の許可をユーザー2に通知し、その後、センサーユニット10の計測データに基づいて、ユーザー2がゴルフクラブ3を用いて打球したスイング動作（図4のステップS6）を解析する。

【0044】

図6に示すように、ユーザー2が図4のステップS6で行うスイング動作は、スイング（バックスイング）を開始した後、バックスイング中にゴルフクラブ3のシャフトが水平になるハーフウェイバック、バックスイングからダウンスイングに切り替わるトップ、ダウンスイング中にゴルフクラブ3のシャフトが水平になるハーフウェイダウンの各状態を経て、ゴルフボール4を打球するインパクト（打球）に至る動作を含んでいる。そして、スイング解析装置20は、スイングが行われた時刻（日時）、ユーザー2の識別情報や性別、ゴルフクラブ3の種類、スイング動作の解析結果の情報を含むスイング解析データを生成し、ネットワーク40（図1参照）を介して、サーバー装置30に送信する。

【0045】

サーバー装置30は、スイング解析装置20が送信したスイング解析データを、ネットワーク40を介して受信して保存する。従って、ユーザー2が図4の手順に従ってスイング動作を行う度に、スイング解析装置20により生成されたスイング解析データがサーバー装置30に保存され、スイング解析データリストが構築される。

【0046】

なお、例えば、スイング解析装置20は、スマートフォンやパーソナルコンピューター等の情報端末（クライアント端末）で実現され、サーバー装置30は、スイング解析装置20からの要求を処理するサーバーで実現されてもよい。

【0047】

また、ネットワーク40は、インターネット等のワイドエリアネットワーク（WAN：World Area Network）でもよいし、ローカルエリアネットワーク（LAN：Local Area Network）でもよい。あるいは、スイング解析装置20とサーバー装置30とは、例えば、近距離無線通信や有線通信により、ネットワーク40を介さずに通信してもよい。

【0048】

本実施形態では、ユーザー2は、スイング解析装置20の操作部23（図9参照）を介してスイング解析アプリケーションを起動させると、スイング解析装置20はサーバー装置30と通信し、スイング解析装置20の表示部25に、例えば、図7に示すようなスイング解析データの選択画面が表示される。この選択画面には、サーバー装置30に保存されているスイング解析データリストに含まれるユーザー2の各スイング解析データについて、時刻（日時）、使用されたゴルフクラブの種類及びスイングの解析結果としての一部の指標の値が含まれている。

【0049】

図7に示す選択画面の左端には、各スイング解析データに対応づけられたチェックボックスがあり、ユーザー2は、スイング解析装置20の操作部23を介して、いずれか1つのチェックボックスをチェックした後、この選択画面の下部にあるOKボタンを押下する。これにより、スイング解析装置20はサーバー装置30と通信し、スイング解析装置20の表示部25に、図7の選択画面でチェックされたチェックボックスに対応づけられたスイング解析データを表示する（例えば図8を参照）。

【 0 0 5 0 】

1 - 2 . センサーユニット及びスイング解析装置の構成

図 9 は、センサーユニット 1 0 及びスイング解析装置 2 0 の構成例を示す図である。図 9 に示すように、本実施形態では、センサーユニット 1 0 は、加速度センサー 1 2、角速度センサー 1 4、信号処理部 1 6 及び通信部 1 8 を含んで構成されている。ただし、センサーユニット 1 0 は、適宜、これらの構成要素の一部が削除又は変更され、あるいは、他の構成要素が付加された構成であってもよい。

【 0 0 5 1 】

加速度センサー 1 2 は、互いに交差する（理想的には直交する）3 軸方向の各々に生じる加速度を計測し、計測した 3 軸加速度の大きさ及び向きに応じたデジタル信号（加速度データ）を出力する。

10

【 0 0 5 2 】

角速度センサー 1 4 は、互いに交差する（理想的には直交する）3 軸の各々の軸回りに生じる角速度を計測し、計測した 3 軸角速度の大きさ及び向きに応じたデジタル信号（角速度データ）を出力する。

【 0 0 5 3 】

信号処理部 1 6 は、加速度センサー 1 2 と角速度センサー 1 4 から、それぞれ加速度データと角速度データを受け取って時刻情報を付して不図示の記憶部に記憶し、記憶した計測データ（加速度データと角速度データ）に時刻情報を付して通信用のフォーマットに合わせたパケットデータを生成し、通信部 1 8 に出力する。

20

【 0 0 5 4 】

加速度センサー 1 2 及び角速度センサー 1 4 は、それぞれ 3 軸が、センサーユニット 1 0 に対して定義される直交座標系（センサー座標系）の 3 軸（x 軸、y 軸、z 軸）と一致するようにセンサーユニット 1 0 に取り付けられるのが理想的だが、実際には取り付け角の誤差が生じる。そこで、信号処理部 1 6 は、取り付け角誤差に応じてあらかじめ算出された補正パラメータを用いて、加速度データ及び角速度データを x y z 座標系のデータに変換する処理を行う。

【 0 0 5 5 】

さらに、信号処理部 1 6 は、加速度センサー 1 2 及び角速度センサー 1 4 の温度補正処理を行ってもよい。あるいは、加速度センサー 1 2 及び角速度センサー 1 4 に温度補正の機能が組み込まれていてもよい。

30

【 0 0 5 6 】

なお、加速度センサー 1 2 と角速度センサー 1 4 は、アナログ信号を出力するものであってもよく、この場合は、信号処理部 1 6 が、加速度センサー 1 2 の出力信号と角速度センサー 1 4 の出力信号をそれぞれ A / D 変換して計測データ（加速度データと角速度データ）を生成し、これらを用いて通信用のパケットデータを生成すればよい。

【 0 0 5 7 】

通信部 1 8 は、信号処理部 1 6 から受け取ったパケットデータをスイング解析装置 2 0 に送信する処理や、スイング解析装置 2 0 から計測開始コマンド等の各種の制御コマンドを受信して信号処理部 1 6 に送る処理等を行う。信号処理部 1 6 は、制御コマンドに応じた各種処理を行う。

40

【 0 0 5 8 】

図 9 に示すように、本実施形態では、スイング解析装置 2 0 は、処理部 2 1、通信部 2 2、操作部 2 3、記憶部 2 4、表示部 2 5、音出力部 2 6 及び通信部 2 7 を含んで構成されている。ただし、スイング解析装置 2 0 は、適宜、これらの構成要素の一部が削除又は変更され、あるいは、他の構成要素が付加された構成であってもよい。

【 0 0 5 9 】

通信部 2 2 は、センサーユニット 1 0 から送信されたパケットデータを受信し、処理部 2 1 に送る処理や、処理部 2 1 からの制御コマンドをセンサーユニット 1 0 に送信する処理等を行う。

50

【0060】

操作部23は、ユーザー2の操作に応じたデータを取得し、処理部21に送る処理を行う。操作部23は、例えば、タッチパネル型ディスプレイ、ボタン、キー、マイクなどであってもよい。

【0061】

記憶部24は、例えば、ROM(Read Only Memory)やフラッシュROM、RAM(Random Access Memory)等の各種ICメモリーやハードディスクやメモリーカードなどの記録媒体等により構成される。記憶部24は、処理部21が各種の計算処理や制御処理を行うためのプログラムや、アプリケーション機能を実現するための各種プログラムやデータ等を記憶している。

10

【0062】

本実施形態では、記憶部24には、処理部21によって読み出され、スイング解析処理を実行するためのスイング解析プログラム240が記憶されている。スイング解析プログラム240は、あらかじめ不揮発性の記録媒体(コンピューターに読み取り可能な記録媒体)に記憶されていてもよいし、処理部21がネットワークを介して不図示のサーバーあるいはサーバー装置30からスイング解析プログラム240を受信して記憶部24に記憶させてもよい。

【0063】

また、本実施形態では、記憶部24には、ゴルフクラブ情報242、身体情報244及びセンサー装着位置情報246及びスイング解析データ248が記憶される。例えば、ユーザー2が、操作部23を操作して、図5の入力画面から、使用するゴルフクラブ3の仕様情報(例えば、シャフトの長さ、重心の位置、ライ角、フェース角、ロフト角等の情報などの少なくとも一部の情報)を入力し、入力された仕様情報をゴルフクラブ情報242としてもよい。あるいは、ユーザー2が、図4のステップS1において、ゴルフクラブ3の型番を入力(あるいは、型番リストから選択)し、記憶部24にあらかじめ記憶されている型番毎の仕様情報のうち、入力された型番の仕様情報をゴルフクラブ情報242としてもよい。

20

【0064】

また、例えば、ユーザー2が、操作部23を操作して、図5の入力画面から、身体情報を入力し、入力された身体情報を身体情報244としてもよい。また、例えば、図4のステップS1において、ユーザー2が操作部23を操作してセンサーユニット10の装着位置とゴルフクラブ3のグリップエンドとの間の距離を入力し、入力された距離の情報をセンサー装着位置情報246としてもよい。あるいは、センサーユニット10を決められた所定位置(例えば、グリップエンドから20cmの距離など)に装着するものとして、当該所定位置の情報がセンサー装着位置情報246としてあらかじめ記憶されていてもよい。

30

【0065】

スイング解析データ248は、スイングが行われた時刻(日時)、ユーザー2の識別情報や性別、ゴルフクラブ3の種類とともに、処理部21(スイング解析部211)によるスイング動作の解析結果の情報を含むデータである。

40

【0066】

また、記憶部24は、処理部21の作業領域として用いられ、操作部23が取得したデータ、処理部21が各種プログラムに従って実行した演算結果等を一時的に記憶する。さらに、記憶部24は、処理部21の処理により生成されたデータのうち、長期的な保存が必要なデータを記憶してもよい。

【0067】

表示部25は、処理部21の処理結果を文字、グラフ、表、アニメーション、その他の画像として表示するものである。表示部25は、例えば、CRT、LCD、タッチパネル型ディスプレイ、ヘッドマウントディスプレイ(HMD:Head Mounted Display)などであってもよい。なお、1つのタッチパネル型ディスプレイで操作部23と表示部25の機

50

能を実現するようにしてもよい。

【0068】

音出力部26は、処理部21の処理結果を音声やブザー音等の音として出力するものである。音出力部26は、例えば、スピーカーやブザーなどであってもよい。

【0069】

通信部27は、ネットワーク40を介してサーバー装置30の通信部32（図22参照）との間でデータ通信を行うものである。例えば、通信部27は、スイング解析処理の終了後、処理部21からスイング解析データ248を受け取って、サーバー装置30の通信部32に送信する処理を行う。また、例えば、通信部27は、図7の選択画面の表示に必要な情報をサーバー装置30の通信部32から受信して処理部21に送る処理や、図7の選択画面における選択情報を処理部21から受け取ってサーバー装置30の通信部32に送信する処理を行う。また、例えば、通信部27は、図8の表示画面の表示に必要な情報をサーバー装置30の通信部32から受信して処理部21に送る処理を行う。

10

【0070】

処理部21は、各種プログラムに従い、通信部22を介してセンサーユニット10に制御コマンドを送信する処理や、通信部22を介してセンサーユニット10から受信したデータに対する各種の計算処理を行う。また、処理部21は、各種プログラムに従い、記憶部24からスイング解析データ248を読み出して、通信部27を介してサーバー装置30に送信する処理を行う。また、処理部21は、各種プログラムに従い、通信部27を介して、サーバー装置30に各種の情報を送信し、サーバー装置30から受信した情報に基づいて各種の画面（図7、図8の各画面等）を表示する処理等を行う。また、処理部21は、その他の各種の制御処理を行う。

20

【0071】

特に、本実施形態では、処理部21は、スイング解析プログラム240を実行することにより、データ取得部210、スイング解析部211、画像データ生成部212、記憶処理部213、表示処理部214及び音出力処理部215として機能し、ユーザー2のスイング動作を解析する処理（スイング解析処理）を行う。

【0072】

データ取得部210は、通信部22がセンサーユニット10から受信したパケットデータを受け取り、受け取ったパケットデータから時刻情報及び計測データを取得し、記憶処理部213に送る処理を行う。また、データ取得部310は、通信部27がサーバー装置30から受信した各種の画面（図7、図8の各画面等）の表示に必要な情報を受け取って、画像データ生成部212に送る処理を行う。

30

【0073】

記憶処理部213は、記憶部24に対する各種プログラムや各種データのリード/ライト処理を行う。例えば、記憶処理部213は、データ取得部210から受け取った時刻情報と計測データを対応づけて記憶部24に記憶させる処理や、スイング解析部211が算出した各種の情報やスイング解析データ248等を記憶部24に記憶させる処理を行う。

【0074】

スイング解析部211は、センサーユニット10が出力する計測データ（記憶部24に記憶されている計測データ）や操作部23からのデータなどを用いて、ユーザー2のスイング動作を解析し、スイングが行われた時刻（日時）、ユーザー2の識別情報や性別、ゴルフクラブ3の種類、スイング動作の解析結果の情報を含むスイング解析データ248を生成する処理を行う。特に、本実施形態では、スイング解析部211は、スイング動作の解析結果の情報の少なくとも一部として、スイングの各指標の値を算出する。

40

【0075】

スイング解析部211は、スイングの指標として、少なくとも1つの仮想面を算出してもよい。例えば、少なくとも1つの仮想面は、後述する、シャフトプレーンSP（第1仮想面）と、シャフトプレーンSPと第1角度をなすホーガンプレーンHP（第2仮想面）とを含み、スイング解析部211は、この指標として、「シャフトプレーンSP」と「ホ

50

「ガンブレーションHP」とを算出してもよい。

【0076】

また、スイング解析部211は、スイングの指標として、バックスイング中の第1のタイミングでのゴルフクラブ3のヘッドの位置を算出してもよい。例えば、第1のタイミングは、バックスイング中にゴルフクラブ3の長手方向が水平方向に沿う方向となるハーフウェイバックのときであり、スイング解析部211は、この指標として、後述する「ハーフウェイバック時のヘッドの位置」を算出してもよい。

【0077】

また、スイング解析部211は、スイングの指標として、ダウンスイング中の第2のタイミングでのゴルフクラブ3のヘッドの位置を算出してもよい。例えば、第2のタイミングは、ダウンスイング中にゴルフクラブ3の長手方向が水平方向に沿う方向となるハーフウェイダウンのときであり、スイング解析部211は、この指標として、後述する「ハーフウェイダウン時のヘッドの位置」を算出してもよい。

10

【0078】

また、スイング解析部211は、スイングの指標として、インパクト（打球時）におけるゴルフクラブ3のヘッドの入射角に基づく指標を算出してもよい。例えば、スイング解析部211は、この指標として、後述する「クラブパス（入射角）」、「アタック角」を算出してもよい。

【0079】

また、スイング解析部211は、スイングの指標として、インパクト（打球時）におけるゴルフクラブ3のヘッドの傾きに基づく指標を算出してもよい。例えば、スイング解析部211は、この指標として、後述する「（絶対）フェース角」、「相対フェース角」を算出してもよい。

20

【0080】

また、スイング解析部211は、スイングの指標として、インパクト（打球時）におけるゴルフクラブ3の速度に基づく指標を算出してもよい。例えば、スイング解析部211は、この指標として、後述する「ヘッドスピード」を算出してもよい。

【0081】

また、スイング解析部211は、スイングの指標として、シャフトの長手方向を回転軸として、バックスイングの開始時からインパクト（打球時）までの間の所定のタイミングにおけるゴルフクラブ3の前記シャフトの前記回転軸回り（以下、長軸回りと称す）の回転角に基づく指標を算出してもよい。ゴルフクラブ3の長軸回りの回転角は、基準となるタイミングから当該所定のタイミングまでにゴルフクラブ3が長軸回りに回転した角度であってもよい。基準となるタイミングは、バックスイングの開始時であってもよいし、アドレス時であってもよい。また、所定のタイミングは、バックスイングからダウンスイングに移行するとき（トップのとき）であってもよい。例えば、スイング解析部211は、この指標として、後述する「トップ時のシャフト軸回転角 θ_{top} 」を算出してもよい。

30

【0082】

また、スイング解析部211は、スイングの指標として、ダウンスイングにおけるゴルフクラブ3のグリップの減速度に基づく指標を算出してもよい。例えば、スイング解析部211は、この指標として、後述する「グリップ減速率 R_v 」を算出してもよい。

40

【0083】

また、スイング解析部211は、スイングの指標として、ダウンスイングにおけるゴルフクラブ3のグリップの減速期間に基づく指標を算出してもよい。例えば、スイング解析部211は、この指標として、後述する「グリップ減速時間率 R_T 」を算出してもよい。

【0084】

ただし、スイング解析部211は、適宜、これらの指標の一部の値を算出しなくてもよいし、その他の指標の値を算出してもよい。

【0085】

画像データ生成部212は、表示部25に表示される画像に対応する画像データを生成

50

する処理を行う。例えば、画像データ生成部 212 は、データ取得部 210 が受け取った各種の情報に基づき、図 7 に示した選択画面、図 8 に示した表示画面に対応する画像データを生成する。

【0086】

表示処理部 214 は、表示部 25 に対して各種の画像（画像データ生成部 212 が生成した画像データに対応する画像の他、文字や記号等も含む）を表示させる処理を行う。例えば、表示処理部 214 は、画像データ生成部 212 が生成した画像データに基づき、表示部 25 に、図 7 に示した選択画面、図 8 に示した表示画面等を表示させる。また、例えば、画像データ生成部 212 は、図 4 のステップ S5 において、ユーザー 2 にスイングの開始の許可を通知するための画像や文字等を表示部 25 に表示させてもよい。また、例えば、表示処理部 214 は、ユーザー 2 のスイング運動が終了した後、自動的に、あるいは、ユーザー 2 の入力操作に応じて、スイング解析部 211 による解析結果を示す文字や記号等のテキスト情報を表示部 25 に表示させてもよい。あるいは、センサーユニット 10 に表示部を設けておいて、表示処理部 214 は、通信部 22 を介してセンサーユニット 10 に画像データを送信し、センサーユニット 10 の表示部に各種の画像や文字等を表示させてもよい。

10

【0087】

音出力処理部 215 は、音出力部 26 に対して各種の音（音声やブザー音等も含む）を出力させる処理を行う。例えば、音出力処理部 215 は、図 4 のステップ S5 において、ユーザー 2 にスイングの開始の許可を通知するための音を音出力部 26 から出力させてもよい。また、例えば、音出力処理部 215 は、ユーザー 2 のスイング運動が終了した後、自動的に、あるいは、ユーザー 2 の入力操作に応じて、スイング解析部 211 による解析結果を示す音や音声を音出力部 26 から出力させてもよい。あるいは、センサーユニット 10 に音出力部を設けておいて、音出力処理部 215 は、通信部 22 を介してセンサーユニット 10 に各種の音データや音声データを送信し、センサーユニット 10 の音出力部に各種の音や音声を出力させてもよい。

20

【0088】

なお、スイング解析装置 20 あるいはセンサーユニット 10 に振動機構を設けておいて、当該振動機構により各種の情報を振動情報に変換してユーザー 2 に通知してもよい。

【0089】

1-3. スイング解析処理

本実施形態では、アドレス時（静止時）のゴルフクラブ 3 のヘッドの位置を原点とし、打球の目標方向を示すターゲットラインを X 軸、X 軸に垂直な水平面上の軸を Y 軸、鉛直上方向（重力加速度の方向と逆方向）を Z 軸とする XYZ 座標系（グローバル座標系）を定義する。そして、スイング解析部 211 は、各指標値を算出するために、センサーユニット 10 の計測データ（加速度データ及び角速度データ）を用いて、XYZ 座標系（グローバル座標系）における、アドレス時からのセンサーユニット 10 の位置及び姿勢を時系列に算出する。また、スイング解析部 211 は、センサーユニット 10 の計測データ（加速度データ又は角速度データ）を用いて、図 6 に示した、スイング開始、トップ及びインパクトの各タイミングを検出する。そして、スイング解析部 211 は、センサーユニット 10 の位置及び姿勢の時系列データと、スイング開始、トップ及びインパクトの各タイミングとを用いて、スイングの各指標（例えば、シャフトプレーン、ホーガンプレーン、ハーフウェイバック時のヘッド位置、ハーフウェイダウン時のヘッド位置、フェース角、クラブパス（入射角）、トップ時のシャフト軸回転角、ヘッドスピード、グリップ減速率及びグリップ減速時間率等）の値を算出し、スイング解析データ 248 を生成する。

30

40

【0090】

[センサーユニット 10 の位置及び姿勢の算出]

ユーザー 2 が図 4 のステップ S4 の動作を行うと、まず、スイング解析部 211 は、加速度センサー 12 が計測した加速度データ等の変化量が所定時間継続して閾値を超えない場合に、ユーザー 2 がアドレス姿勢で静止していると判定する。次に、スイング解析部

50

211は、当該所定時間内の計測データ（加速度データ及び角速度データ）を用いて、計測データに含まれるオフセット量を計算する。次に、スイング解析部211は、計測データからオフセット量を減算してバイアス補正し、バイアス補正された計測データを用いて、ユーザー2のスイング動作中（図4のステップS6の動作中）のセンサーユニット10の位置及び姿勢を計算する。

【0091】

具体的には、まず、スイング解析部211は、加速度センサー12が計測した加速度データ、ゴルフクラブ情報242及びセンサー装着位置情報246を用いて、XYZ座標系（グローバル座標系）におけるユーザー2の静止時（アドレス時）のセンサーユニット10の位置（初期位置）を計算する。

10

【0092】

図10は、ユーザー2の静止時（アドレス時）におけるゴルフクラブ3とセンサーユニット10をX軸の負側から見た平面図である。ゴルフクラブ3のヘッドの位置61が原点 $O(0, 0, 0)$ であり、グリップエンドの位置62の座標は $(0, G_y, G_z)$ である。ユーザー2は図4のステップS4の動作を行うので、グリップエンドの位置62やセンサーユニット10の初期位置は、そのX座標が0であり、YZ平面上に存在する。図10に示すように、ユーザー2の静止時にセンサーユニット10には重力加速度1Gがかかるので、センサーユニット10が計測するy軸加速度 $y(0)$ とゴルフクラブ3のシャフトの傾斜角（シャフトの長手方向と水平面（XY平面）とのなす角）との関係は式(1)で表される。

20

【0093】

【数1】

$$y(0) = 1G \cdot \sin \alpha \cdots (1)$$

従って、スイング解析部211は、アドレス時（静止時）の任意の時刻間内の任意の加速度データを用いて、式(1)より、傾斜角を算出することができる。

【0094】

次に、スイング解析部211は、ゴルフクラブ情報242に含まれるシャフトの長さ L_1 からセンサー装着位置情報246に含まれるセンサーユニット10とグリップエンドとの距離 L_{SG} を減算して、センサーユニット10とヘッドとの距離 L_{SH} を求める。さらに、スイング解析部211は、シャフトの傾斜角により特定される方向（センサーユニット10のy軸の負の方向）にヘッドの位置61（原点O）から距離 L_{SH} の位置をセンサーユニット10の初期位置とする。

30

【0095】

そして、スイング解析部211は、その後の加速度データを積分してセンサーユニット10の初期位置からの位置の座標を時系列に計算する。

【0096】

また、スイング解析部211は、加速度センサー12が計測した加速度データを用いて、XYZ座標系（グローバル座標系）におけるユーザー2の静止時（アドレス時）のセンサーユニット10の姿勢（初期姿勢）を計算する。ユーザー2は図4のステップS4の動作を行うので、ユーザー2のアドレス時（静止時）には、センサーユニット10のx軸はXYZ座標系のX軸と方向が一致し、かつ、センサーユニット10のy軸はYZ平面上にあるため、スイング解析部211は、ゴルフクラブ3のシャフトの傾斜角より、センサーユニット10の初期姿勢を特定することができる。

40

【0097】

そして、スイング解析部211は、その後の角速度センサー14が計測した角速度データを用いた回転演算を行ってセンサーユニット10の初期姿勢からの姿勢の変化を時系列に計算する。センサーユニット10の姿勢は、例えば、X軸、Y軸、Z軸回りの回転角（ロール角、ピッチ角、ヨー角）、クォータニオン（四元数）などで表現することができる。

50

【 0 0 9 8 】

なお、センサーユニット 10 の信号処理部 16 が、計測データのオフセット量を計算し、計測データのバイアス補正を行うようにしてもよいし、加速度センサー 12 及び角速度センサー 14 にバイアス補正の機能が組み込まれていてもよい。これらの場合は、スイング解析部 211 による計測データのバイアス補正が不要となる。

【 0 0 9 9 】

[スイング開始、トップ及びインパクトのタイミングの検出]

スイング解析部 211 は、まず、計測データを用いて、ユーザー 2 が打球したタイミング（インパクトのタイミング）を検出する。例えば、スイング解析部 211 は、計測データ（加速度データ又は角速度データ）の合成値を計算し、当該合成値に基づいてインパクトのタイミング（時刻）を検出してもよい。

10

【 0 1 0 0 】

具体的には、まず、スイング解析部 211 は、角速度データ（時刻 t 毎のバイアス補正された角速度データ）を用いて、各時刻 t での角速度の合成値 $n_0(t)$ の値を計算する。例えば、時刻 t での角速度データを $x(t)$ 、 $y(t)$ 、 $z(t)$ とすると、スイング解析部 211 は、次の式 (2) により、角速度の合成値 $n_0(t)$ を計算する。

【 0 1 0 1 】

【 数 2 】

$$n_0(t) = \sqrt{x(t)^2 + y(t)^2 + z(t)^2} \dots (2)$$

20

次に、スイング解析部 211 は、各時刻 t での角速度の合成値 $n_0(t)$ を所定範囲に正規化（スケール変換）した合成値 $n(t)$ に変換する。例えば、計測データの取得期間における角速度の合成値の最大値を $\max(n_0)$ とすると、スイング解析部 211 は、次の式 (3) により、角速度の合成値 $n_0(t)$ を 0 ~ 100 の範囲に正規化した合成値 $n(t)$ に変換する。

【 0 1 0 2 】

【 数 3 】

$$n(t) = \frac{100 \times n_0(t)}{\max(n_0)} \dots (3)$$

30

次に、スイング解析部 211 は、各時刻 t での正規化後の合成値 $n(t)$ の微分 $dn(t)$ を計算する。例えば、3 軸角速度データの計測周期を Δt とすると、スイング解析部 211 は、次の式 (4) により、時刻 t での角速度の合成値の微分（差分） $dn(t)$ を計算する。

【 0 1 0 3 】

【 数 4 】

$$dn(t) = n(t) - n(t - \Delta t) \dots (4)$$

40

図 11 は、ユーザー 2 がスイングを行ってゴルフボール 4 を打ったときの 3 軸角速度データ $x(t)$ 、 $y(t)$ 、 $z(t)$ の一例を示す。図 11 において、横軸は時間 (msec)、縦軸は角速度 (dps) である。

【 0 1 0 4 】

図 12 は、図 11 の 3 軸角速度データ $x(t)$ 、 $y(t)$ 、 $z(t)$ から 3 軸角速度の合成値 $n_0(t)$ を式 (2) に従って計算した後に式 (3) に従って 0 ~ 100 に正規化した合成値 $n(t)$ をグラフ表示した図である。図 12 において、横軸は時間 (msec)、縦軸は角速度の合成値である。

【 0 1 0 5 】

図 13 は、図 12 の 3 軸角速度の合成値 $n(t)$ からその微分 $dn(t)$ を式 (4) に

50

従って計算し、グラフ表示した図である。図 1 3 において、横軸は時間 (m s e c)、縦軸は 3 軸角速度の合成値の微分値である。なお、図 1 1 及び図 1 2 では横軸を 0 ~ 5 秒で表示しているが、図 1 3 では、インパクトの前後の微分値の変化がわかるように、横軸を 2 秒 ~ 2 . 8 秒で表示している。

【 0 1 0 6 】

次に、スイング解析部 2 1 1 は、合成値の微分 $d n (t)$ の値が最大となる時刻と最小となる時刻のうち、先の時刻をインパクトの時刻 $t_{i m p a c t}$ (インパクトのタイミング) として検出する (図 1 3 参照)。通常の高尔夫スイングでは、インパクトの瞬間にスイング速度が最大になると考えられる。そして、スイング速度に応じて角速度の合成値の値も変化すると考えられるので、スイング解析部 2 1 1 は、一連のスイング動作の中で角速度の合成値の微分値が最大又は最小となるタイミング (すなわち、角速度の合成値の微分値が正の最大値又は負の最小値になるタイミング) をインパクトのタイミングとして捉えることができる。なお、インパクトによりゴルフクラブ 3 が振動するため、角速度の合成値の微分値が最大となるタイミングと最小となるタイミングが対になって生じると考えられるが、そのうちの先のタイミングがインパクトの瞬間と考えられる。

10

【 0 1 0 7 】

次に、スイング解析部 2 1 1 は、インパクトの時刻 $t_{i m p a c t}$ よりも前で合成値 $n (t)$ が 0 に近づく極小点の時刻をトップの時刻 $t_{t o p}$ (トップのタイミング) として検出する (図 1 2 参照)。通常の高尔夫スイングでは、スイング開始後、トップで一旦動作が止まり、その後、徐々にスイング速度が大きくなってインパクトに至ると考えられる。従って、スイング解析部 2 1 1 は、インパクトのタイミングより前で角速度の合成値が 0 に近づき極小となるタイミングをトップのタイミングとして捉えることができる。

20

【 0 1 0 8 】

次に、スイング解析部 2 1 1 は、トップの時刻 $t_{t o p}$ の前後で合成値 $n (t)$ が所定の閾値以下の区間をトップ区間とし、トップ区間の開始時刻より前で合成値 $n (t)$ が所定の閾値以下となる最後の時刻をスイング開始 (バックスイング開始) の時刻 $t_{s t a r t}$ として検出する (図 1 2 参照)。通常の高尔夫スイングでは、静止した状態からスイング動作を開始し、トップまでにスイング動作が止まることは考えにくい。従って、スイング解析部 2 1 1 は、トップ区間より前で角速度の合成値が所定の閾値以下となる最後のタイミングをスイング動作の開始のタイミングとして捉えることができる。なお、スイング解析部 2 1 1 は、トップの時刻 $t_{t o p}$ よりも前で、合成値 $n (t)$ が 0 に近づく極小点の時刻をスイング開始の時刻 $t_{s t a r t}$ として検出してもよい。

30

【 0 1 0 9 】

なお、スイング解析部 2 1 1 は、3 軸加速度データを用いても、同様に、スイング開始、トップ、インパクトの各タイミングを検出することができる。

【 0 1 1 0 】

[シャフトプレーン及びホーガンプレーンの算出]

シャフトプレーンは、ユーザー 2 のスイング開始前のアドレス時 (静止状態) において、ターゲットライン (打球の目標方向) とゴルフクラブ 3 のシャフトの長手方向とで特定される第 1 仮想面である。また、ホーガンプレーンは、ユーザー 2 のアドレス時において、ユーザー 2 の肩付近 (肩や首の付け根など) とゴルフクラブのヘッド (あるいは、ゴルフボール 4) を結ぶ仮想線とターゲットライン (打球の目標方向) とで特定される第 2 仮想面である。

40

【 0 1 1 1 】

図 1 4 は、シャフトプレーン及びホーガンプレーンを示す図である。図 1 4 には、X Y Z 座標系 (グローバル座標系) の X 軸、Y 軸、Z 軸も表記されている。

【 0 1 1 2 】

図 1 4 に示すように、本実施形態では、打球の目標方向に沿った第 1 軸としての第 1 線分 5 1 と、ゴルフクラブ 3 のシャフトの長手方向に沿った第 2 軸としての第 2 線分 5 2 と、を含み、U 1 , U 2 , S 1 , S 2 を 4 つの頂点とする仮想平面をシャフトプレーン S

50

P (第1仮想面)とする。本実施形態では、アドレス時のゴルフクラブ3のヘッドの位置61をXYZ座標系の原点O(0, 0, 0)とし、第2線分52は、ゴルフクラブ3のヘッドの位置61(原点O)とグリップエンドの位置62とを結ぶ線分である。また、第1線分51は、X軸上のU1, U2を両端として原点Oを中点とする長さULの線分である。ユーザー2がアドレス時に図4のステップS4の動作を行うことでゴルフクラブ3のシャフトがターゲットライン(X軸)に対して垂直となるので、第1線分51は、ゴルフクラブ3のシャフトの長手方向と直交する線分、すなわち第2線分52と直交する線分である。スイング解析部211は、シャフトプレーンSPとして、XYZ座標系における4つの頂点U1, U2, S1, S2の各座標を算出する。

【0113】

10

具体的には、まず、スイング解析部211は、傾斜角 α とゴルフクラブ情報242に含まれるシャフトの長さ L_1 を用いて、ゴルフクラブ3のグリップエンドの位置62の座標(0, G_Y , G_Z)を計算する。図10に示すように、スイング解析部211は、シャフトの長さ L_1 と傾斜角 α を用いて、式(5)及び式(6)により、 G_Y , G_Z をそれぞれ計算することができる。

【0114】

【数5】

$$G_Y = L_1 \cdot \cos \alpha \cdots (5)$$

20

【0115】

【数6】

$$G_Z = L_1 \cdot \sin \alpha \cdots (6)$$

次に、スイング解析部211は、ゴルフクラブ3のグリップエンドの位置62の座標(0, G_Y , G_Z)にスケールファクターSを乗算し、シャフトプレーンSPの頂点S1と頂点S2の midpoint S3の座標(0, S_Y , S_Z)を計算する。すなわち、スイング解析部211は、式(7)及び式(8)により、 S_Y 及び S_Z をそれぞれ計算する。

【0116】

30

【数7】

$$S_Y = G_Y \cdot S \cdots (7)$$

【0117】

【数8】

$$S_Z = G_Z \cdot S \cdots (8)$$

図15は、図14のシャフトプレーンSPをYZ平面で切った断面図をX軸の負側から見た図である。図15に示すように、頂点S1と頂点S2の midpoint S3と原点Oとを結ぶ線分の長さ(シャフトプレーンSPのX軸と直交する方向の幅)は、第2線分52の長さ L_1 のS倍となる。このスケールファクターSは、ユーザー2のスイング動作中のゴルフクラブ3の軌跡がシャフトプレーンSPに収まるような値に設定される。例えば、ユーザー2の腕の長さを L_2 とすると、シャフトプレーンSPのX軸と直交する方向の幅 $S \times L_1$ が、シャフトの長さ L_1 と腕の長さ L_2 の和の2倍となるように、スケールファクターSを式(9)のように設定してもよい。

40

【0118】

【数 9】

$$S = \frac{2 \cdot (L_1 + L_2)}{L_1} \dots (9)$$

また、ユーザー 2 の腕の長さ L_2 は、ユーザー 2 の身長 L_0 と相関があり、統計情報に基づき、例えば、ユーザー 2 が男性の場合は式 (10) のような相関式で表され、ユーザー 2 が女性の場合は式 (11) のような相関式で表される。

【0119】

【数 10】

$$L_2 = 0.41 \times L_0 - 45.5 [mm] \dots (10)$$

10

【0120】

【数 11】

$$L_2 = 0.46 \times L_0 - 126.9 [mm] \dots (11)$$

従って、スイング解析部 211 は、身体情報 244 に含まれるユーザー 2 の身長 L_0 と性別とを用いて、式 (10) 又は式 (11) により、ユーザーの腕の長さ L_2 を算出することができる。

20

【0121】

次に、スイング解析部 211 は、中点 S_3 の座標 $(0, S_y, S_z)$ 及びシャフトプレーン SP の X 軸方向の幅 (第 1 線分 51 の長さ) UL を用いて、シャフトプレーン SP の頂点 U_1 の座標 $(-UL/2, 0, 0)$ 、頂点 U_2 の座標 $(UL/2, 0, 0)$ 、頂点 S_1 の座標 $(-UL/2, S_y, S_z)$ 、 S_2 の座標 $(UL/2, S_y, S_z)$ を計算する。 X 軸方向の幅 UL は、ユーザー 2 のスイング動作中のゴルフクラブ 3 の軌跡がシャフトプレーン SP に収まるような値に設定される。例えば、 X 軸方向の幅 UL を、 X 軸と直交する方向の幅 $S \times L_1$ と同じ、すなわち、シャフトの長さ L_1 と腕の長さ L_2 の和の 2 倍に設定してもよい。

【0122】

このようにして、スイング解析部 211 は、シャフトプレーン SP の 4 つの頂点 U_1 、 U_2 、 S_1 、 S_2 の座標を算出することができる。

30

【0123】

また、図 14 に示すように、本実施形態では、第 1 軸としての第 1 線分 51 と、第 3 軸としての第 3 線分 53 と、を含み、 U_1 、 U_2 、 H_1 、 H_2 を 4 つの頂点とする仮想平面をホーガンプレーン HP (第 2 仮想面) とする。第 3 線分 53 は、ユーザー 2 の両肩を結ぶ線分付近にある所定位置 63 とゴルフクラブ 3 のヘッドの位置 62 とを結ぶ線分である。ただし、第 3 線分 53 は、所定位置 63 とゴルフボール 4 の位置とを結ぶ線分であってもよい。スイング解析部 211 は、ホーガンプレーン HP として、 XYZ 座標系における 4 つの頂点 U_1 、 U_2 、 H_1 、 H_2 の各座標を算出する。

40

【0124】

具体的には、まず、スイング解析部 211 は、アドレス時 (静止時) のにおけるゴルフクラブ 3 のグリップエンドの位置 62 の座標 $(0, G_y, G_z)$ と、身体情報 244 に基づくユーザー 2 の腕の長さ L_2 とを用いて、所定位置 63 を推定し、その座標 (A_x, A_y, A_z) を計算する。

【0125】

図 16 は、図 14 のホーガンプレーン HP を YZ 平面で切った断面図を X 軸の負側から見た図である。図 16 では、ユーザー 2 の両肩を結ぶ線分の midpoint を所定位置 63 としており、所定位置 63 は YZ 平面上に存在する。従って、所定位置 63 の X 座標 A_x は 0 である。そして、図 16 に示すように、スイング解析部 211 は、ゴルフクラブ 3 のグリップ

50

プエンドの位置 6 2 を Z 軸の正方向にユーザー 2 の腕の長さ L_2 だけ移動させた位置が所定位置 6 3 であると推定する。従って、スイング解析部 2 1 1 は、所定位置 6 3 の Y 座標 A_Y をグリップエンドの位置 6 2 の Y 座標 G_Y と同じ値とする。また、スイング解析部 2 1 1 は、所定位置 6 3 の Z 座標 A_Z を、式 (1 2) のように、グリップエンドの位置 6 2 の Z 座標 G_Z とユーザー 2 の腕の長さ L_2 の和として計算する。

【 0 1 2 6 】

【 数 1 2 】

$$A_Z = G_Z + L_2 \cdots (12)$$

10

次に、スイング解析部 2 1 1 は、所定位置 6 3 の Y 座標 A_Y 及び Z 座標 A_Z にそれぞれスケールファクター H を乗算し、ホーガンプレーン HP の頂点 H_1 と頂点 H_2 の中点 H_3 の座標 $(0, H_Y, H_Z)$ を計算する。すなわち、スイング解析部 2 1 1 は、式 (1 3) 及び式 (1 4) により、 H_Y 及び H_Z をそれぞれ計算する。

【 0 1 2 7 】

【 数 1 3 】

$$H_Y = A_Y \cdot H \cdots (13)$$

【 0 1 2 8 】

【 数 1 4 】

20

$$H_Z = A_Z \cdot H \cdots (14)$$

図 1 6 に示すように、頂点 H_1 と頂点 H_2 の中点 H_3 と原点 O とを結ぶ線分の長さ (ホーガンプレーン HP の X 軸と直交する方向の幅) は、第 3 線分 5 3 の長さ L_3 の H 倍となる。このスケールファクター H は、ユーザー 2 のスイング動作中のゴルフクラブ 3 の軌跡がホーガンプレーン HP に収まるような値に設定される。例えば、ホーガンプレーン HP は、シャフトプレーン SP と同じ形及び大きさとしてもよい。この場合、ホーガンプレーン HP の X 軸と直交する方向の幅 $H \times L_3$ が、シャフトプレーン SP の X 軸と直交する方向の幅 $S \times L_1$ と一致し、ゴルフクラブ 3 のシャフトの長さ L_1 とユーザー 2 の腕の長さ L_2 の和の 2 倍となる。従って、スイング解析部 2 1 1 は、スケールファクター H を式 (1 5) により、計算することができる。

30

【 0 1 2 9 】

【 数 1 5 】

$$H = \frac{2 \cdot (L_1 + L_2)}{L_3} \cdots (15)$$

また、スイング解析部 2 1 1 は、所定位置 6 3 の Y 座標 A_Y 及び Z 座標 A_Z を用いて、式 (1 3) により、第 3 線分 5 3 の長さ L_3 を計算することができる。

【 0 1 3 0 】

40

次に、処理部 2 1 は、中点 H_3 の座標 $(0, H_Y, H_Z)$ 及びホーガンプレーン HP の X 軸方向の幅 (第 1 線分 5 1 の長さ) UL を用いて、ホーガンプレーン HP の頂点 H_1 の座標 $(-UL/2, H_Y, H_Z)$ 、 H_2 の座標 $(UL/2, H_Y, H_Z)$ を計算する。なお、ホーガンプレーン HP の 2 つの頂点 U_1, U_2 はシャフトプレーン SP と共通するため、スイング解析部 2 1 1 は、ホーガンプレーン HP の頂点 U_1, U_2 の座標をあらためて計算する必要はない。

【 0 1 3 1 】

このようにして、スイング解析部 2 1 1 は、ホーガンプレーン HP の 4 つの頂点 U_1, U_2, H_1, H_2 の座標を算出することができる。

【 0 1 3 2 】

50

シャフトプレーンSP（第1仮想面）とホーガンプレーンHP（第2仮想面）により挟まれる領域は「Vゾーン」と呼ばれ、バックスイング中やダウンスイング中のゴルフクラブ3のヘッドの位置とVゾーンとの関係により、打球の軌道（球筋）をある程度推測することができる。例えば、バックスイングあるいはダウンスイング中の所定のタイミングでゴルフクラブ3のヘッドがVゾーンよりも低い空間に存在する場合はフック系の打球となりやすい。また、バックスイングあるいはダウンスイング中の所定のタイミングでゴルフクラブ3のヘッドがVゾーンよりも高い空間に存在する場合はスライス系の打球となりやすい。本実施形態では、図16から明らかのように、シャフトプレーンSPとホーガンプレーンHPとのなす第1角度は、ゴルフクラブ3のシャフトの長さ L_1 とユーザー2の腕の長さ L_2 に応じて決定される。すなわち、第1角度は、固定値ではなく、ゴルフクラブ3の種類やユーザー2の身体に応じて決まるので、ユーザー2のスイングを診断する指標としてより適切なシャフトプレーンSP及びホーガンプレーンHP（Vゾーン）が算出される。

10

【0133】

[ハーフウェイバック時及びハーフウェイダウン時のヘッド位置の算出]

ハーフウェイバック時のヘッド位置は、ハーフウェイバックの瞬間、直前又は直後のヘッドの位置であり、ハーフウェイダウン時のヘッド位置は、ハーフウェイバックの瞬間、直前又は直後のヘッドの位置である。

【0134】

まず、スイング解析部211は、スイング開始の時刻 t_{start} からインパクトの時刻 t_{impact} までの各時刻 t におけるセンサーユニット10の位置及び姿勢を用いて、各時刻 t におけるヘッドの位置及びグリップエンドの位置を計算する。

20

【0135】

具体的には、スイング解析部211は、各時刻 t において、センサーユニット10の位置から、センサーユニット10の姿勢により特定される y 軸の正の方向に距離 L_{SH} だけ離れた位置をヘッドの位置とし、ヘッドの位置の座標を計算する。前述の通り、距離 L_{SH} は、センサーユニット10とヘッドとの距離である。また、スイング解析部211は、各時刻 t において、センサーユニット10の位置から、センサーユニット10の姿勢により特定される y 軸の負の方向に距離 L_{SG} だけ離れた位置をグリップエンドの位置とし、グリップエンドの位置の座標を計算する。前述の通り、距離 L_{SG} は、センサーユニット10とグリップエンドとの距離である。

30

【0136】

次に、スイング解析部211は、ヘッドの位置の座標とグリップエンドの位置の座標とを用いて、ハーフウェイバックのタイミングとハーフウェイダウンのタイミングを検出する。

【0137】

具体的には、スイング解析部211は、スイング開始の時刻 t_{start} からインパクトの時刻 t_{impact} までの各時刻 t におけるヘッドの位置の Z 座標とグリップエンドの位置の Z 座標との差分 Z を計算する。そして、スイング解析部211は、スイング開始の時刻 t_{start} からトップの時刻 t_{top} までの間で Z の符号が反転する時刻 t_{HWB} をハーフウェイバックのタイミングとして検出する。また、スイング解析部211は、トップの時刻 t_{top} からインパクトの時刻 t_{impact} までの間で Z の符号が反転する時刻 t_{HWD} をハーフウェイダウンのタイミングとして検出する。

40

【0138】

そして、スイング解析部211は、時刻 t_{HWB} におけるヘッドの位置をハーフウェイバック時のヘッドの位置とし、時刻 t_{HWD} におけるヘッドの位置をハーフウェイダウン時のヘッドの位置とする。

【0139】

[ヘッドスピードの算出]

ヘッドスピードは、インパクトのとき（インパクトの瞬間、インパクトの直前又はイ

50

ンパクトの直後)のヘッドの速度の大きさである。例えば、スイング解析部211は、インパクトの時刻 t_{impact} におけるヘッドの位置の座標とその1つ前の時刻におけるヘッドの位置の座標との差分により、インパクトの時刻 t_{impact} におけるヘッドの速度を計算する。そして、スイング解析部211は、ヘッドスピードとして当該ヘッドの速度の大きさを計算する。

【0140】

[フェース角及びクラブパス(入射角)の算出]

フェース角は、インパクトにおけるゴルフクラブ3のヘッドの傾きに基づく指標であり、クラブパス(入射角)は、インパクトにおけるゴルフクラブ3のヘッドの軌道に基づく指標である。

10

【0141】

図17は、フェース角とクラブパス(入射角)を説明するための図である。図17には、XYZ座標系でZ軸の正側から見たXY平面上でのゴルフクラブ3(ヘッドのみ図示)が示されている。図17において、74はゴルフクラブ3のフェース面(打撃面)であり、75は打球点である。70は打球の目標方向を示すターゲットラインであり、71はターゲットライン70に直交する平面である。また、76はゴルフクラブ3のヘッドの軌跡を表す曲線であり、72は曲線76に対する打球点75での接線である。この時、フェース角は平面71とフェース面74とのなす角であり、換言すれば、フェース面74と直交する直線73とターゲットライン70とのなす角である。また、クラブパス(入射角)は接線72(XY平面上におけるヘッドが打球点75を通過する方向)とターゲットライン70とのなす角である。

20

【0142】

例えば、スイング解析部211は、ヘッドのフェース面とx軸方向とのなす角度が常に一定である(例えば、直交する)ものとして、インパクトの時刻 t_{impact} におけるセンサーユニット10の姿勢から、フェース面に直交する直線の向きを計算する。そして、スイング解析部211は、当該直線の向きのZ軸成分を0としたものを直線73の向きとし、直線73とターゲットライン70とのなす角(フェース角)を計算する。

【0143】

また、例えば、スイング解析部211は、インパクトの時刻 t_{impact} におけるヘッドの速度のZ軸成分を0とした速度(すなわち、XY平面上におけるヘッドの速度)の向きを接線72の向きとし、接線72とターゲットライン70とのなす角(クラブパス(入射角))を計算する。

30

【0144】

なお、フェース角は、ヘッドの打球点75への入射方向と関係なく向きが固定されているターゲットライン70を基準とするフェース面74の傾きを表すため、絶対フェース角とも呼ばれる。これに対して、直線73と接線72とのなす角は、ヘッドの打球点75への入射方向を基準とするフェース面74の傾きを表すため、相対フェース角と呼ばれる。相対フェース角は、(絶対)フェース角からクラブパス(入射角)を減算した角度である。

【0145】

[アタック角の算出]

アタック角は、クラブパス(入射角)と同様、インパクト時刻 t_{impact} におけるゴルフクラブ3のヘッドの軌道に基づく指標である。但し、アタック角は、軌道の角度をクラブパス(入射角)とは異なる平面において計算したものである。

40

【0146】

スイング解析部211は、インパクト時刻 t_{impact} におけるヘッドの速度ベクトルとZ軸とがXZ平面でなす角を、アタック角として計算する。例えば、インパクト時刻 t_{impact} におけるヘッドの移動方向がいわゆるアップブローの方向であるときに、アタック角は正の値となり、いわゆるダウンブローであるときにアタック角は負の値となり、いわゆるレベルブローの方向であるときにアタック角はゼロとなる。

50

【0147】

[スイングリズムの算出]

スイングリズムは、スイングの各区間の所要時間の比率を示す指標である。

【0148】

スイング解析部211は、例えば、スイング全体の期間を、スイング開始時刻 t_{start} 、ハーフウェイバック時刻 t_{HWB} 、トップ時刻 t_{top} 、ハーフウェイダウン時刻 t_{HWD} 、グリップ減速開始時刻 t_{vmax} 、インパクト時刻 t_{impact} で区切ることにより、スイング全体の期間を複数の区間に分割し、各区間の所要時間を計算する。

【0149】

そして、スイング解析部211は、互いに異なる2つの区間の所要時間の比率を、スイングリズムとして計算する。互いに異なる2つの区間は、互いに重複しない2つの区間であってもよいし、一方が他方を包含する関係を有する2つの区間であってもよい。また、互いに異なる2つの区間は、ユーザー2によって予め指定された2つの区間であってもよい。

10

【0150】

例えば、スイング解析部211は、バックスイングの所要時間（スイング開始時刻 t_{start} からトップ時刻 t_{top} までの区間の所要時間）を、ダウンスイングの所要時間（トップ時刻 t_{top} からインパクト時刻 t_{impact} までの区間の所要時間）で除してできる比率を、スイングリズムとして計算する。

【0151】

[ハンドアップ角の算出]

ハンドアップ角は、スイング開始時刻 t_{start} とインパクト時刻 t_{impact} との間におけるシャフトの姿勢ずれを示す指標の1つであって、スイング開始時刻 t_{start} におけるシャフトのライ角方向の傾斜角（ t_{start} ）と、インパクト時刻 t_{impact} におけるシャフトのライ角方向の傾斜角（ t_{impact} ）とのずれを示す指標である。なお、スイング開始時刻 t_{start} におけるシャフトのライ角方向の傾斜角（ t_{start} ）の代わりに、アドレス時刻 $t_{address}$ におけるシャフトのライ角方向の傾斜角（ $t_{address}$ ）を用いることもできる。また、ライ角方向の傾斜角とは、図10において符号で示した角度のことであって、YZ平面においてy軸とY軸とが成す角度である。

20

30

【0152】

スイング解析部211は、例えば、スイング開始時刻 t_{start} におけるゴルフクラブ3の姿勢（グローバル座標で表された姿勢）に基づき、スイング開始時における傾斜角（ t_{start} ）を算出する。

【0153】

また、スイング解析部211は、例えば、インパクト時刻 t_{impact} におけるゴルフクラブ3の姿勢（グローバル座標で表された姿勢）に基づき、インパクト時刻 t_{impact} における傾斜角（ t_{impact} ）を算出する。

【0154】

また、スイング解析部211は、例えば、アドレス時刻 $t_{address}$ におけるz軸加速度成分 a_z とy軸加速度成分 a_y との比（ a_y / a_z ）に基づき、アドレス時刻 $t_{address}$ における傾斜角（ $t_{address}$ ）を算出する。なお、スイング解析部211は、y軸加速度成分 a_y を式（1）における「 $y(0)$ 」へ当てはめることでアドレス時刻における傾斜角（ $t_{address}$ ）を求めることもできる。

40

【0155】

また、スイング解析部211は、例えば、インパクト時刻 t_{impact} における傾斜角（ t_{impact} ）からスイング開始時刻 t_{start} における傾斜角（ t_{start} ）を減算することにより、ハンドアップ角 $= (t_{impact}) - (t_{start})$ を算出する。

【0156】

50

また、スイング解析部 211 は、例えば、インパクト時刻 t_{impact} における傾斜角 (t_{impact}) からアドレス時刻 $t_{address}$ における傾斜角 ($t_{address}$) を減算することにより、ハンドアップ角 $\theta_{hand\ up} = (t_{impact}) - (t_{address})$ を算出してもよい。

【0157】

[トップ時のシャフト軸回転角の算出]

トップ時のシャフト軸回転角 θ_{top} は、基準となるタイミングからトップのタイミングまでにゴルフクラブ 3 がシャフト軸回りに回転した角度 (相対回転角) である。基準となるタイミングは、例えば、バックスイング開始時又はアドレス時である。本実施形態では、ユーザー 2 が右打ちの場合は、ゴルフクラブ 3 のヘッド側に先端を向けた右ねじの締め方向 (グリップエンド側からヘッド側を視たときに時計回りの方向) をシャフト軸回転角 θ_{top} の正方向とする。逆に、ユーザー 2 が左打ちの場合は、ゴルフクラブ 3 のヘッド側に先端を向けた左ねじの締め方向 (グリップエンド側からヘッド側を視たときに反時計回りの方向) をシャフト軸回転角 θ_{top} の正方向とする。

10

【0158】

図 18 は、スイング開始 (バックスイング開始) からインパクトまでのシャフト軸回転角の時間変化の一例を示す図である。図 18 において、横軸は時間 (s)、縦軸はシャフト軸回転角 (deg) である。図 18 には、スイング開始時 (バックスイング開始時) を基準のタイミング (シャフト軸回転角が 0°) としたトップ時のシャフト軸回転角 θ_{top} が示されている。

20

【0159】

本実施形態では、図 3 に示したように、センサーユニット 10 の y 軸がゴルフクラブ 3 のシャフトの長手方向 (ゴルフクラブ 3 の長手方向) にほぼ一致している。従って、例えば、スイング解析部 211 は、スイング開始の時刻 t_{start} (バックスイング開始時) 又はアドレス時からトップの時刻 t_{top} (トップ時) まで、角速度データに含まれる y 軸角速度を時間積分することで、シャフト軸回転角 θ_{top} を計算する。同様に、スイング解析部 211 は、スイング開始の時刻 t_{start} (バックスイング開始時) 又はアドレス時からハーフウェイバック時刻 t_{HWB} まで、角速度データに含まれる y 軸角速度を時間積分することで、ハーフウェイバック時刻 t_{HWB} におけるシャフト軸回転角 θ_{HWB} を計算する。

30

【0160】

[グリップ減速率及びグリップ減速時間率の算出]

グリップ減速率は、グリップの減速量に基づく指標であり、ダウンスイング中にグリップが減速し始めるときのグリップの速度と、インパクトのときのグリップの速度との比である。また、グリップ減速時間率は、グリップの減速期間に基づく指標であり、ダウンスイング中にグリップが減速し始めてからインパクトまでの時間と、ダウンスイングの時間との比である。グリップの速度は、ユーザー 2 が把持している部分の速度であることが望ましいが、グリップの任意の部分 (例えば、グリップエンド) の速度であってもよいし、グリップ付近の部分の速度であってもよい。

40

【0161】

図 19 は、ダウンスイングにおけるグリップの速度の時間変化の一例を示す図である。図 19 において、横軸は時間 (s)、縦軸はグリップの速度 (m / s) である。図 19 において、グリップが減速を開始するときのグリップの速度 (グリップの最大速度) を V_1 、インパクトのときのグリップの速度を V_2 とすると、グリップ減速率 R_V (単位 : %) は、次の式 (16) で表される。

【0162】

【数 16】

$$R_V = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \times 100(\%) \cdots (16)$$

50

また、図19において、トップからグリップが減速を開始するまでの時間を T_1 、グリップが減速を開始してからインパクトまでの時間を T_2 とすると、グリップ減速時間率 R_T （単位：%）は、次の式(17)で表される。

【0163】

【数17】

$$R_T = \frac{T_2}{T_1 + T_2} \times 100(\%) \dots (17)$$

例えば、ユーザー2がゴルフクラブ3を把持する部分の近くにセンサーユニット10が取り付けられるものとして、センサーユニット10の速度をグリップの速度とみなしてもよい。従って、まず、スイング解析部211は、トップの時刻 t_{top} からインパクトの時刻 t_{impact} まで（ダウンスイング中）の各時刻 t におけるセンサーユニット10の位置の座標とその1つ前の時刻におけるセンサーユニット10の位置の座標との差分により、各時刻 t におけるセンサーユニット10の速度を計算する。

10

【0164】

次に、スイング解析部211は、各時刻 t におけるセンサーユニット10の速度の大きさを計算し、その最大値を V_1 、インパクトの時刻 t_{impact} における速度の大きさを V_2 とする。また、スイング解析部211は、センサーユニット10の速度の大きさが最大値 V_1 となる時刻 t_{vmax} を特定する。さらに、スイング解析部211は、 $T_1 = t_{vmax} - t_{top}$ 、 $T_2 = t_{impact} - t_{vmax}$ を計算する。そして、スイング解析部211は、式(16)、式(17)により、それぞれグリップ減速率 R_V 、グリップ減速時間率 R_T を計算する。

20

【0165】

なお、スイング解析部211は、グリップエンドの速度をグリップの速度とみなし、ダウンスイング中）の各時刻 t におけるグリップエンドの位置の座標に基づき、グリップエンドの速度を計算し、上記と同様の計算により、グリップ減速率 R_V 及びグリップ減速時間率 R_T を求めてもよい。

【0166】

〔「Vゾーン」項目の指標の算出〕

スイング解析部211は、ハーフウェイバック時刻 t_{HWB} にヘッド位置の属していた領域と、ハーフウェイダウン時刻 t_{HWD} にヘッド位置の属していた領域と、グリップ減速開始時刻 t_{vmax} にヘッド位置の属していた領域と、トップ時刻 t_{top} にヘッド位置の属していた領域とを、指標として算出する。複数の領域の境界は、ユーザー2のアドレス姿勢によって決まる仮想面であるシャフトプレーンSP及びホーガンプレーンHP（Vゾーン）に基づいて決定される。

30

【0167】

図20は、シャフトプレーンSP及びホーガンプレーンHP（Vゾーン）と複数の領域との関係の一例を示す図である（なお、図20の下部には、シャフトプレーンSP及びホーガンプレーンHPとユーザー2の姿勢との概略の一例を示した。）。図20は、X軸の負側から見た（YZ平面に投影した）場合の、シャフトプレーンSP、ホーガンプレーンHP及び5つの領域A～Eの関係を示している。領域Bは、ホーガンプレーンHPを含む所定の空間であり、領域Dは、シャフトプレーンSPを含む所定の空間である。領域Cは、領域Bと領域Dとに挟まれている空間（領域Bとの境界面 S_{BC} と領域Dとの境界面 S_{CD} との間の空間）である。領域Aは、領域Cと反対側の境界面 S_{AB} で領域Bと接する空間である。領域Eは、領域Cと反対側の境界面 S_{DE} で領域Dと接する空間である。

40

【0168】

境界面 S_{AB} 、境界面 S_{BC} 、境界面 S_{CD} 及び境界面 S_{DE} の設定方法は、種々考えられる。一例を挙げると、YZ平面上において、ホーガンプレーンHPが境界面 S_{AB} と境界面 S_{BC} のちょうど真ん中になり、かつ、シャフトプレーンSPが境界面 S_{CD} と境界面 S_{DE} のちょうど真ん中になり、かつ、領域B、領域C、領域Dの原点O（X軸）周

50

りの角度が等しくなるように設定することができる。すなわち、シャフトプレーン S P とホーガンプレーン H P とのなす第 1 角度 θ_1 に対して、ホーガンプレーン H P と境界面 S A B 及び境界面 S B C とのなす角をそれぞれ $\theta_1 / 4$ に設定し、シャフトプレーン S P と境界面 S C D 及び境界面 S D E とのなす角をそれぞれ $\theta_1 / 4$ に設定すれば、領域 B、領域 C、領域 D の角度がともに $\theta_1 / 2$ に設定される。

【 0 1 6 9 】

なお、ハーフウェイバック時やハーフウェイダウン時のヘッド位置の Y 座標が負となるようなスイングは想定できないので、図 20 では、領域 A の境界面 S A B と反対側の境界面は X Z 平面に設定されている。同様に、ハーフウェイバック時やハーフウェイダウン時のヘッド位置の Z 座標が負となるようなスイングは想定できないので、領域 E の境界面 S D E と反対側の境界面は X Y 平面に設定されている。もちろん、領域 A や領域 E の原点 O (X 軸) 周りの角度も領域 B、領域 C、領域 D と等しくなるように、領域 A や領域 E の境界面を設定してもよい。

10

【 0 1 7 0 】

具体的には、まず、スイング解析部 2 1 1 は、シャフトプレーン S P の 4 つの頂点 U 1 , U 2 , S 1 , S 2 の各座標及びホーガンプレーン H P の 4 つの頂点 U 1 , U 2 , H 1 , H 2 の各座標に基づき、領域 A ~ E の各境界面 S A B 、境界面 S B C 、境界面 S C D 及び境界面 S D E を設定する。

【 0 1 7 1 】

次に、スイング解析部 2 1 1 は、ハーフウェイバック時刻 $t_{H W B}$ のヘッド位置の座標、ハーフウェイダウン時刻 $t_{H W D}$ のヘッド位置の座標、グリップ減速開始時刻 $t_{v m a x}$ のヘッドの位置の座標、トップ時刻 $t_{t o p}$ のヘッドの位置の座標がそれぞれ領域 A ~ E のいずれに属するかを判定する。

20

【 0 1 7 2 】

[スイング解析処理の手順]

図 21 は、処理部 2 1 によるスイング解析処理の手順の一例を示すフローチャート図である。処理部 2 1 は、記憶部 2 4 に記憶されているスイング解析プログラム 2 4 0 を実行することにより、例えば、図 21 のフローチャートの手順でスイング解析処理を実行する。以下、図 21 のフローチャートについて説明する。

【 0 1 7 3 】

まず、処理部 2 1 は、ユーザー 2 による計測開始操作 (図 4 のステップ S 2 の操作) が行われるまで待機し (S 1 0 の N)、計測開始操作が行われると (S 1 0 の Y)、センサーユニット 1 0 に計測開始コマンドを送信し、センサーユニット 1 0 から計測データの取得を開始する (S 1 2)。

30

【 0 1 7 4 】

次に、処理部 2 1 は、ユーザー 2 にアドレス姿勢をとるように指示する (S 1 4)。ユーザー 2 は、この指示に従い、アドレス姿勢をとって静止する (図 4 のステップ S 4)。

【 0 1 7 5 】

次に、処理部 2 1 は、センサーユニット 1 0 から取得した計測データを用いてゴルフクラブ 3 が正しい姿勢で所定期間に亘って静止したか否かを判定 (S 1 6) し、静止した場合 (S 1 6 Y) に、ユーザー 2 へスイング開始の許可を通知し (S 1 8)、そうでない場合は、終了判定処理 (S 2 4) へ移行する。なお、処理部 2 1 は、例えば、所定の音を出し、あるいは、センサーユニット 1 0 に L E D を設けておいて当該 L E D を点灯させる等して、ユーザー 2 にスイング開始の許可を通知し、ユーザー 2 は、この通知を確認した後にスイング動作 (図 4 のステップ S 6 の動作) を開始する。

40

【 0 1 7 6 】

次に、処理部 2 1 は、センサーユニット 1 0 から取得した計測データに基づきスイングの許可 (S 1 8) から所定期間内にインパクトを検出したか否かを判定し (S 2 0)、検出した場合 (S 2 0 Y) には、スイング解析データの生成処理 (S 2 2) へ移行し、そうでない場合 (S 2 0 N) には、終了判定処理 (S 2 4) へ移行する。

50

【 0 1 7 7 】

次に、処理部 2 1 は、センサーユニット 1 0 から取得した計測データからインパクト前後におけるスイング中の計測データを抽出し、当該スイング中の計測データに基づき各種の指標及び軌跡を算出すると、当該指標及び軌跡を含むスイング解析データを生成してサーバー装置 3 0 へ送信する (S 2 2)。なお、処理部 2 1 は、スイング中の計測データに関するバイアスの補正及びグローバル座標の設定に、ゴルフクラブ 3 が正しい姿勢で静止していた期間中の計測データを用いる。また、処理部 2 1 は、サーバー装置 3 0 へ送信するスイング解析データに対してスイング中の計測データ自体 (いわゆる生データ) を含めてもよい。

【 0 1 7 8 】

次に、処理部 2 1 は、ユーザー 2 による計測終了操作が行われたか否かを判定し (S 2 4)、行われた場合 (S 2 4 Y) にはフローを終了し、そうでない場合 (S 2 4 N) には、アドレス指示処理 (S 1 4) へ移行する。

【 0 1 7 9 】

なお、図 2 1 のフローチャートにおいて、可能な範囲で各工程の順番を適宜変えてもよいし、一部の工程を削除あるいは変更してもよいし、他の工程を追加してもよい。

【 0 1 8 0 】

1 - 4 . サーバー装置の構成

図 2 2 は、サーバー装置 3 0 の構成例を示す図である。図 2 2 に示すように、本実施形態では、サーバー装置 3 0 は、処理部 3 1、通信部 3 2 及び記憶部 3 4 を含んで構成されている。ただし、サーバー装置 3 0 は、適宜、これらの構成要素の一部が削除又は変更され、あるいは、他の構成要素が付加された構成であってもよい。

【 0 1 8 1 】

記憶部 3 4 は、例えば、ROM やフラッシュ ROM、RAM 等の各種 IC メモリーやハードディスクやメモリーカードなどの記録媒体等により構成される。記憶部 3 4 は、処理部 3 1 が各種の計算処理や制御処理を行うためのプログラムや、アプリケーション機能を実現するための各種プログラムやデータ等を記憶している。

【 0 1 8 2 】

本実施形態では、記憶部 3 4 には、スイング解析装置 2 0 が生成した複数のスイング解析データ 2 4 8 を含むスイング解析データリスト 3 4 1 が記憶 (保存) されている。すなわち、スイング解析装置 2 0 の処理部 2 1 がユーザー 2 のスイング動作を解析する毎に生成したスイング解析データ 2 4 8 は、順次、スイング解析データリスト 3 4 1 に追加される。

【 0 1 8 3 】

また、記憶部 3 4 は、処理部 3 1 の作業領域として用いられ、処理部 3 1 が各種プログラムに従って実行した演算結果等を一時的に記憶する。さらに、記憶部 3 4 は、処理部 3 1 の処理により生成されたデータのうち、長期的な保存が必要なデータを記憶してもよい。

【 0 1 8 4 】

通信部 3 2 は、ネットワーク 4 0 を介してスイング解析装置 2 0 の通信部 2 7 (図 9 参照) との間でデータ通信を行うものである。例えば、通信部 3 2 は、スイング解析装置 2 0 の通信部 2 7 からスイング解析データ 2 4 8 を受け取って、処理部 3 1 に送る処理を行う。また、例えば、通信部 3 2 は、図 7 の選択画面の表示に必要な情報をスイング解析装置 2 0 の通信部 2 7 に送信する処理や、図 7 の選択画面における選択情報をスイング解析装置 2 0 の通信部 2 7 から受信して処理部 3 1 に送る処理を行う。また、例えば、通信部 3 2 は、図 8 の表示画面の表示に必要な情報を処理部 3 1 から受け取ってスイング解析装置 2 0 の通信部 2 7 に送信する処理を行う。

【 0 1 8 5 】

処理部 3 1 は、各種プログラムに従い、通信部 3 2 を介してスイング解析装置 2 0 からスイング解析データ 2 4 8 を受信して、記憶部 3 4 に記憶させる (スイング解析データリ

10

20

30

40

50

スト 3 4 1 に追加する) 処理を行う。また、処理部 3 1 は、各種プログラムに従い、通信部 3 2 を介して、スイング解析装置 2 0 から各種の情報を受信し、各種の画面 (図 7、図 8 の各画面等) の表示に必要な情報をスイング解析装置 2 0 に送信する処理等を行う。また、処理部 3 1 は、その他の各種の制御処理を行う。

【 0 1 8 6 】

特に、本実施形態では、処理部 3 1 は、所定のプログラムを実行することにより、データ取得部 3 1 0、記憶処理部 3 1 2 として機能する。

【 0 1 8 7 】

データ取得部 3 1 0 は、通信部 3 2 がスイング解析装置 2 0 から受信したスイング解析データ 2 4 8 を受け取って記憶処理部 3 1 2 に送る処理を行う。

10

【 0 1 8 8 】

記憶処理部 3 1 2 は、記憶部 3 4 に対する各種プログラムや各種データのリード/ライト処理を行う。例えば、記憶処理部 3 1 2 は、データ取得部 3 1 0 からスイング解析データ 2 4 8 を受け取り、記憶部 3 4 に記憶させる (スイング解析データリスト 3 4 1 に追加する) 処理や、記憶部 3 4 に記憶されているスイング解析データリスト 3 4 1 からスイング解析データ 2 4 8 を読み出す処理等を行う。

【 0 1 8 9 】

1 - 5 . サーバ装置の処理

サーバ装置 3 0 の処理部 3 1 は、スイング解析装置 2 0 との間でデータの送受信を行い、ユーザーのスイング解析データをユーザーごとに管理する。

20

【 0 1 9 0 】

[サーバ装置の処理の手順]

図 2 3 は、サーバ装置の処理と関連するスイング解析装置 2 0 の処理部 2 1 による処理の手順の一例を示すフローチャート図である。また、図 2 4 は、サーバ装置の処理の手順の一例を示すフローチャート図である。サーバ装置 3 0 の処理部 3 1 (コンピューターの一例) は、記憶部 3 4 に記憶されているプログラムを実行することにより、例えば、図 2 4 のフローチャートの手順で処理を実行する。以下、図 2 3 及び図 2 4 のフローチャートについて説明する。

【 0 1 9 1 】

まず、スイング解析装置 2 0 の処理部 2 1 は、サーバ装置 3 0 に、ユーザー 2 に割り当てられたユーザー識別情報を送信する (図 2 3 の S 1 0 0) 。

30

【 0 1 9 2 】

次に、サーバ装置 3 0 の処理部 3 1 は、ユーザー識別情報を受信し、ユーザー識別情報に対応するスイング解析データ 2 4 8 の一覧情報を送信する (図 2 4 の S 2 0 0) 。

【 0 1 9 3 】

次に、スイング解析装置 2 0 の処理部 2 1 は、スイング解析データ 2 4 8 の一覧情報を受信し、表示部 2 5 にスイング解析データの選択画面 (図 7) を表示させる (図 2 3 の S 1 1 0) 。

【 0 1 9 4 】

そして、スイング解析装置 2 0 の処理部 2 1 は、スイング解析データの選択画面においてスイング解析データ 2 4 8 が選択されるまで待機し (図 2 3 の S 1 2 0 の N)、選択されると (図 2 3 の S 1 2 0 の Y)、サーバ装置 3 0 にスイング解析データの選択情報を送信する (図 2 3 の S 1 3 0) 。

40

【 0 1 9 5 】

次に、サーバ装置 3 0 の処理部 3 1 は、スイング解析データの選択情報を受信する (図 2 4 の S 2 1 0) 。

【 0 1 9 6 】

次に、サーバ装置 3 0 の処理部 3 1 は、選択されたスイング解析データを送信する (図 2 4 の S 2 4 0) 。

【 0 1 9 7 】

50

次に、スイング解析装置 20 の処理部 21 は、選択されたスイング解析データを受信し、スイング解析データに基づく画像（各種の指標を示す画像、スイングの軌跡を示す画像など）を表示部 25 に表示させ（図 23 の S140）、処理を終了する。

【0198】

なお、図 23 のフローチャートにおいて、可能な範囲で各工程の順番を適宜変えてもよいし、一部の工程を削除あるいは変更してもよいし、他の工程を追加してもよい。同様に、図 24 のフローチャートにおいて、可能な範囲で各工程の順番を適宜変えてもよいし、一部の工程を削除あるいは変更してもよいし、他の工程を追加してもよい。

【0199】

1-6. スイング解析装置の連続計測期間について

10

1-6-1. 連続計測の概要

本実施形態では、ユーザー 2 が計測開始操作（ユーザーからの指示の一例）を行ってから計測終了操作（ユーザーからの指示の一例）を行うまでの期間中にスイング（所定の運動の一例）を繰り返し行い、スイングごとにスイング解析装置 20（電子機器の一例）が解析を行うことを想定する。以下、計測開始操作が行われてから計測終了操作が行われるまでの期間を「連続計測期間」と称す。また、ここでは図 30 のステップ S22 における処理を適宜に「解析」又は「スイング解析データの生成」と称す。

【0200】

また、本実施形態では、連続計測期間中に、スイングに使用されるゴルフクラブ 3（運動具の一例）をユーザー 2 が持ち替えることを想定する。ここでは、「ゴルフクラブ 3 の持ち替え」の一例として、ユーザー 2 がセンサーユニット 10（慣性センサーの一例）の装着先をゴルフクラブ 3 から他種のゴルフクラブ（ここでは番手の異なるゴルフクラブとする。）へと変更すること、すなわち、センサーユニット 10 を付け替えることを想定する。以下、新たに装着先となった新たなゴルフクラブ 3 を単に「新たなゴルフクラブ 3」と称す。持ち替え後、ユーザー 2 は、新たなゴルフクラブ 3 でスイングを行う。

20

【0201】

但し、ユーザー 2 がゴルフクラブ 3 の持ち替えを行うと、スイング解析のパラメーター（ゴルフクラブ 3 の仕様に関するパラメーター）を変更する必要があるため、ユーザー 2 は新たなゴルフクラブ 3 の種類をスイング解析装置 20 へ改めて指定する必要がある。

【0202】

30

ここで、通常、ユーザー 2 は、連続計測期間の開始前に表示される初期画面からゴルフクラブ 3 の種類を指定することができる。

【0203】

しかし、この連続計測期間中に初期画面を利用する場合、煩雑な操作が必要となる。すなわち、連続計測期間中にゴルフクラブ 3 の持ち替えを行った場合、ユーザー 2 は、一旦、計測終了操作を行って連続計測期間から離脱し、初期画面を呼び出す必要がある。つまり、ユーザー 2 は、ゴルフクラブ 3 の持ち替えを行う度に、新たなゴルフクラブ 3 の種類を指定するという動作の他に、計測終了操作及び初期画面の呼び出しという少なくとも 2 つの動作を行う必要があった。

【0204】

40

1-6-2. ゴルフクラブの持ち替え

そこで、本実施形態では、連続計測期間中にユーザー 2 がゴルフクラブ 3 の種類の指定を簡単に行い、ゴルフクラブ 3 の持ち替えが少しでもスムーズに行われるようにスイング解析装置 20 が動作する。

【0205】

図 25 は、連続計測期間中のスイング解析装置 20 及びユーザー 2 の動作のタイミングチャート（タイミングの概略図）である。図 25 では、スイング解析装置 20 の各動作及びユーザー 2 の各動作をブロックで表し、それらのブロックを時系列順に並べている。

【0206】

また、図 25 では、連続計測期間中にスイングが合計で 4 回行われる場合を示しており

50

、図25(1)で示すのが1回目のスイングに関する動作であり、図25(2)で示すのが2回目のスイングに関する動作であり、図25(3)で示すのが3回目のスイングに関する動作であり、図25(4)で示すのが4回目のスイングに関する動作である。また、図25(1)、(2)、(3)、(4)の各々において上段に示すブロックがスイング解析装置20の動作(処理部21の動作)を示しており、図25(1)、(2)、(3)、(4)において下段に示すブロックがユーザー2の動作を示している。なお、図5の横軸は経過時間を示しているが、個々のブロックの横方向の長さはいくまでも目安であり、実際の動作時間の長さを現しているとは限らない。

【0207】

そして、図25では、連続計測期間の開始後かつ1回目のスイングの開始前のタイミングでゴルフクラブ3の持ち替えが行われ、2回目のスイングの終了後かつ3回目のスイングの開始前のタイミングでゴルフクラブ3の持ち替えが行われた場合を示している。以下、各回のスイングの動作を順に説明する。

10

【0208】

1回目のスイングに関する動作は、以下のとおりである。

【0209】

図25(1)に示すとおり、処理部21(開始処理部、終了処理部、受付処理部、検出処理部、変更処理部の一例)は、ユーザー2による計測開始操作(1A)を検出すると、ユーザー2に対してアドレス姿勢を指示し(1a)、静止判定処理を行い(1b)、かつ、ゴルフクラブ3の種類(運動具の変更指示、番手変更指示の一例)を受け付ける(1b')。

20

【0210】

一方、ユーザー2は、計測開始操作(1A)後に、ゴルフクラブ3の持ち替えを行うと、新たなゴルフクラブ3の種類をスイング解析装置20へ指定してから(1B)、アドレス姿勢をとる(1C)。

【0211】

そして、処理部21は、ユーザー2がアドレス姿勢をとると(1C)、ゴルフクラブ3が正しい姿勢で静止したと判定し、スイング開始の許可(1b'')をユーザー2へ通知してから、インパクトの判定処理を実行する(1c)。許可(1b'')を通知されたユーザー2は、新たなゴルフクラブ3でスイングを行う(1D)。

30

【0212】

その後、処理部21は、インパクトを検出すると、インパクト前後におけるスイング(1回目のスイング)の計測データに対して、指定中のゴルフクラブ3の種類(仕様)に適したパラメーターで解析を行う(1d)。

【0213】

2回目のスイングに関する動作は、以下のとおりである。

【0214】

図25(2)に示すとおり、処理部21は、ユーザー2に対してアドレス姿勢を指示し(2a)、静止判定処理を行い(2b)、かつ、ゴルフクラブ3の種類(仕様)の指定を受け付ける(2b')。

40

【0215】

一方、ユーザー2は、ゴルフクラブ3の持ち替えを行わずにアドレス姿勢をとる(2C)。

【0216】

そして、処理部21は、ユーザー2がアドレス姿勢をとると、ゴルフクラブ3が正しい姿勢で静止したと判定し(静止状態の判定結果の一例)、スイング開始の許可(2b'')をユーザー2へ通知してから、インパクトの判定処理を実行する(2c)。許可(2b'')を通知されたユーザー2は、ゴルフクラブ3でスイングを行う(2D)。

【0217】

その後、処理部21は、インパクトを検出すると(打撃の判定結果の一例)、インパク

50

ト前後におけるスイング（２回目のスイング）の計測データに対して、指定中のゴルフクラブ３の種類（仕様）に適したパラメーターで解析を行う（２ｄ）。

【０２１８】

３回目のスイングに関する動作は、以下のとおりである。

【０２１９】

図２５（３）に示すとおり、処理部２１は、ユーザー２に対してアドレス姿勢を指示し（３ａ）、静止判定処理を行い（３ｂ）、かつ、ゴルフクラブ３の種類（仕様）の指定を受け付ける（３ｂ'）。

【０２２０】

一方、ユーザー２は、ゴルフクラブ３の持ち替えを行うと、新たなゴルフクラブ３の種類をスイング解析装置２０へ指定してから（３Ｂ）、アドレス姿勢をとる（３Ｃ）。

10

【０２２１】

そして、処理部２１は、ユーザー２がアドレス姿勢をとると（３Ｃ）、ゴルフクラブ３が正しい姿勢で静止したと判定し、スイング開始の許可（３ｂ''）をユーザー２へ通知してから、インパクトの検出処理を実行する（３ｃ）。許可（３ｂ''）を通知されたユーザー２は、新たなゴルフクラブ３でスイングを行う（３Ｄ）。

【０２２２】

その後、処理部２１は、インパクトを検出すると、インパクト前後におけるスイング（３回目のスイング）の計測データに対して、指定中のゴルフクラブ３の種類（仕様）に適したパラメーターで解析を行う（３ｄ）。つまり、ゴルフクラブ３の変更後に行われるスイングの解析に関わるパラメーターは、ユーザー２からの変更指示（種類の指定）に応じて変更される。

20

【０２２３】

４回目のスイングに関する動作は、以下のとおりである。

【０２２４】

図２５（４）に示すとおり、処理部２１は、ユーザー２に対してアドレス姿勢を指示すると（４ａ）、静止判定処理を行い（４ｂ）、かつ、ゴルフクラブ３の種類（仕様）の指定を受け付ける（４ｂ'）。

【０２２５】

一方、ユーザー２は、ゴルフクラブ３の持ち替えをせずに、アドレス姿勢をとる（４Ｃ）。

30

【０２２６】

そして、処理部２１は、ユーザー２がアドレス姿勢をとると（４Ｃ）、ゴルフクラブ３が静止したと判定し、スイング開始の許可（４ｂ''）をユーザー２へ通知してから、インパクトの検出処理を実行する（４ｃ）。許可（４ｂ''）を通知されたユーザー２は、ゴルフクラブ３でスイングを行う（４Ｄ）。

【０２２７】

その後、処理部２１は、インパクトを検出すると、インパクト前後におけるスイング（４回目のスイング）の計測データに対して、指定中のゴルフクラブ３の種類（仕様）に適したパラメーターで解析を行い（４ｄ）、ユーザー２による計測終了操作（４Ｅ）に応じて連続計測期間を終了する。

40

【０２２８】

すなわち、本実施形態の処理部２１は、連続計測期間中であっても、少なくともアドレス姿勢をユーザー２へ指示してからスイングを許可するまでの期間中には、ゴルフクラブ３の種類（仕様）の指定を受け付ける（１ｂ'）、（２ｂ'）、（３ｂ'）、（４ｂ'）。

【０２２９】

したがって、ユーザー２は、連続計測期間中にゴルフクラブ３の持ち替えを行った場合であっても、連続計測期間から離脱せずに（初期画面を呼び出さずに）、新たなゴルフクラブ３の種類をスイング解析装置２０へ指定した後、そのまま次のスイング動作（次のスイングのアドレス姿勢）へ移行することができる。

50

【 0 2 3 0 】

1 - 6 - 3 . 初期画面

以下、スイング解析装置 2 0 の表示部 2 5 に表示される初期画面について説明する。

なお、画面の表示は、スイング解析装置 2 0 の処理部 2 1 (主に表示処理部 2 1 4) 及び表示部 2 5 によって行われる。但し、以下では、表示の主体が処理部 2 1 であるとして説明する。

【 0 2 3 1 】

図 2 6 は、初期画面の一例である。

【 0 2 3 2 】

初期画面は、例えば、連続計測期間が開始される前のトップ画面として表示部 2 5 へ表示される。図 2 6 に示すとおり、初期画面には、計測開始ボタン 2 5 a とクラブ変更ボタン 2 5 b とが配置される。計測開始ボタン 2 5 a は、ユーザー 2 が計測開始操作を行うためのボタンであり、クラブ変更ボタン 2 5 b は、クラブ指定画面 (後述) を呼び出すためのボタンである。

10

【 0 2 3 3 】

クラブ変更ボタン 2 5 b には、例えば、指定中のゴルフクラブの種類を示すマークが付与されている。図 2 6 の例では、クラブ変更ボタン 2 5 b に 1 番ウッドを示す記号「1 W」が付与されている。また、クラブ変更ボタン 2 5 b には、ゴルフクラブのヘッドを表すイメージが付与されていてもよい (図 2 6 では不図示)。

【 0 2 3 4 】

ユーザー 2 は、センサーユニット 1 0 の装着先となったゴルフクラブ 3 の種類を指定したい場合には、初期画面のクラブ変更ボタン 2 5 b をタップすればよく、連続計測期間を開始したい場合には、初期画面の計測開始ボタン 2 5 a をタップすればよい。

20

【 0 2 3 5 】

処理部 2 1 は、初期画面の表示中にクラブ変更ボタン 2 5 b がタップされると、初期画面をクラブ指定画面 (後述) へと切り替え、初期画面の表示中に計測開始ボタン 2 5 a がタップされると、初期画面をアドレス指示画面 (後述) へと切り替える。

【 0 2 3 6 】

なお、初期画面には、前述した選択画面を呼び出すためのボタン (ライブラリボタン) などが配置されていてもよい。

30

【 0 2 3 7 】

1 - 6 - 4 . クラブ指定画面

以下、スイング解析装置 2 0 の表示部 2 5 に表示されるクラブ指定画面について説明する。

【 0 2 3 8 】

なお、画面の表示は、スイング解析装置 2 0 の処理部 2 1 (主に表示処理部 2 1 4) 及び表示部 2 5 によって行われる。但し、以下では、表示の主体が処理部 2 1 であるとして説明する。

【 0 2 3 9 】

図 2 7 は、クラブ指定画面の一例である。

40

【 0 2 4 0 】

クラブ指定画面は、例えば、初期画面 (図 2 6) 又はアドレス指示画面 (後述) の表示中にクラブ変更ボタン 2 5 b がタップされた場合に表示部 2 5 へ表示される。図 2 7 に示すとおり、クラブ指定画面には、ゴルフクラブの種類の一覧が表示され、クラブ指定画面を閉じるためのボタン (閉じるボタン 2 5 H) も配置されている。このクラブ指定画面では、現時点で指定中のゴルフクラブの種類が強調表示されている。図 2 7 に示す例では、「1 番ウッド」という種類が指定中である様子 (「1 W」という記号の表示) を示している。

【 0 2 4 1 】

ユーザー 2 は、ゴルフクラブ 3 の持ち替えを行い、新たなゴルフクラブ 3 の種類を指定

50

する場合には、クラブ指定画面に表示された当該種類（例えば3番ウッドを示す記号「3W」）を指先でタップしてから閉じるボタン25Hをタップすればよい。

【0242】

処理部21は、閉じるボタン25Hがタップされる直前にタップされた種類（例えば3番ウッド）を、ユーザー2の指定した種類と認識し、現在以後に実行されるスイング解析のパラメーターを、当該種類（例えば3番ウッド）に適したパラメーターに設定する。そして、処理部21は、クラブ指定画面を初期画面へと切り替える。

【0243】

なお、ここで設定されるパラメーターは、ゴルフクラブ3の仕様によって変化するパラメーターであって、例えば、ゴルフクラブ3の品番、番手、クラブ長、ライ角、ロフト角、利き手（右打ち又は左打ち）のうち少なくとも1つによって変化するようなパラメーターである。このパラメーターは、例えば、ゴルフクラブ3においてセンサーユニット10の装着位置から離れた部位の運動に寄与する。また、このパラメーターは、Vゾーンの傾斜角度などにも寄与する。

10

【0244】

1-6-5. アドレス指示画面

以下、スイング解析装置20の表示部25に表示されるアドレス指示画面について説明する。

【0245】

なお、画面の表示は、スイング解析装置20の処理部21（主に表示処理部214）及び表示部25によって行われる。但し、以下では、表示の主体が処理部21であるとして説明する。

20

【0246】

図28は、アドレス指示画面の一例である。

【0247】

アドレス指示画面は、例えば、連続計測期間の開始後にユーザー2がアドレス姿勢をとるまで（具体的にはゴルフクラブ3が正しい姿勢で所定期間に亘って静止するまで）の期間中、又は、先の解析後にユーザー2がアドレス姿勢をとるまでの期間中に、表示部25へ表示される。図28に示すとおり、アドレス指示画面には、ユーザー2にアドレス姿勢を指示する文字等のイメージが配置されている。図28に示す例では、「静止してください」という文字イメージが表示された様子を示している。

30

【0248】

また、アドレス指示画面には、計測終了ボタン25a'とクラブ変更ボタン25bとが配置される。計測終了ボタン25a'は、ユーザー2が計測終了操作を行うためのボタンであり、クラブ変更ボタン25bは、クラブ指定画面を呼び出すためのボタンである。

【0249】

クラブ変更ボタン25bには、例えば、指定中のゴルフクラブの種類を示すマークが付与されている。図28の例では、クラブ変更ボタン25bに3番ウッドを示す記号「3W」が付与されている。また、クラブ変更ボタン25bには、ゴルフクラブのヘッドを表すイメージが付与されていてもよい（図28では不図示）。

40

【0250】

ユーザー2は、スイングを開始したい場合には、表示部25に触れることなくアドレス姿勢をとって静止すればよく、ゴルフクラブ3の種類を指定したい場合には、クラブ変更ボタン25bをタップすればよく、連続計測期間を終了したい場合には、計測終了ボタン25a'をタップすればよい。

【0251】

このとき、処理部21は、センサーユニット10が出力する計測データに基づきゴルフクラブ3が正しい姿勢で所定期間（例えば2秒間）に亘って静止したか否かを判定し（静止判定処理）、静止したと判定した場合には、スイング許可の通知を行うべく、アドレス指示画面をスイング許可画面（後述）へ切り替える。

50

【 0 2 5 2 】

また、処理部 2 1 は、アドレス指示画面の表示中にクラブ変更ボタン 2 5 b がタップされるとアドレス指示画面をクラブ指定画面へと切り替え、アドレス指示画面の表示中に計測終了ボタン 2 5 a ' がタップされるとアドレス指示画面を初期画面へと切り替えて連続計測期間を終了する。

【 0 2 5 3 】

1 - 6 - 6 . スイング許可画面

以下、スイング解析装置 2 0 の表示部 2 5 に表示されるスイング許可画面について説明する。

【 0 2 5 4 】

なお、画面の表示は、スイング解析装置 2 0 の処理部 2 1 (主に表示処理部 2 1 4) 及び表示部 2 5 によって行われる。但し、以下では、表示の主体が処理部 2 1 であるとして説明する。

【 0 2 5 5 】

図 2 9 は、スイング許可画面の一例である。

【 0 2 5 6 】

スイング許可画面は、例えば、ユーザー 2 がアドレス姿勢をとり、ゴルフクラブ 3 が正しい姿勢で所定期間 (例えば 2 秒間) に亘って静止した場合に表示部 2 5 へ表示される。図 2 9 に示すとおり、スイング許可画面には、ユーザー 2 にスイングを指示する文字等のイメージが配置されている。図 2 9 に示す例では、「スイングしてください」という文字イメージが表示された様子を示している。

【 0 2 5 7 】

また、スイング許可画面には、計測終了ボタン 2 5 a ' が配置される。計測終了ボタン 2 5 a ' は、ユーザー 2 が計測終了操作を行うためのボタンである。

【 0 2 5 8 】

ユーザー 2 は、スイングを開始したい場合にはスイングを開始すればよく、連続計測期間を終了したい場合には計測終了ボタン 2 5 a ' をタップすればよい。

【 0 2 5 9 】

処理部 2 1 は、センサーユニット 1 0 が生成する計測データに基づきインパクト検出の処理を実行し、所定期間内にインパクトを検出した場合には、インパクト前後の期間に生成された計測データについての解析を行ってから、スイング許可画面をアドレス指示画面へと切り替える。

【 0 2 6 0 】

また、処理部 2 1 は、スイング許可画面の表示後の所定期間内にインパクトを検出しなかった場合には、スイング許可画面をアドレス指示画面へと切り替える。

【 0 2 6 1 】

また、処理部 2 1 は、スイング許可画面の表示中に計測終了ボタン 2 5 a ' がタップされると、スイング許可画面を初期画面へと切り替えて連続計測期間を終了する。

【 0 2 6 2 】

1 - 6 - 7 . スイング解析処理のフロー

以下、ゴルフクラブ 3 の種類をユーザー 2 に指定させるための処理のフローを詳しく説明する。

【 0 2 6 3 】

図 3 0 は、処理部 2 1 によるスイング解析処理 (解析方法の一例) の手順の一例を示すフローチャート図である。図 3 0 は、ゴルフクラブ 3 の種類の指定を受け付けるステップ (S 1 5 1 , S 1 5 2) を図 2 1 のフローに追加したものである。

【 0 2 6 4 】

以下、図 3 0 の各ステップについて詳しく説明する。なお、図 3 0 において、図 2 1 におけるステップと同じステップには同一の符号を付した。

【 0 2 6 5 】

10

20

30

40

50

ステップ S 1 0 : 処理部 2 1 は、表示部 2 5 へ初期画面を表示し、ユーザー 2 による計測開始操作（すなわち計測開始ボタンのタップ）が行われたか否かを判定し（S 1 0）、計測開始操作が行われると（S 1 0 の Y）、開始処理（S 1 2）へ移行し、そうでない場合は初期画面の表示を継続する（S 1 0 N）。

【0266】

ステップ S 1 2（開始するステップの一例）：処理部 2 1 は、センサーユニット 1 0 に計測開始コマンドを送信し、センサーユニット 1 0 からの計測データの取得を開始する（S 1 2）。

【0267】

ステップ S 1 4 : 処理部 2 1 は、表示部 2 5 へアドレス指示画面を表示することにより、ユーザー 2 にアドレス姿勢をとるように指示する（S 1 4）。 10

【0268】

ステップ S 1 5 1（受け付けるステップの一例）：処理部 2 1 は、クラブ変更ボタンがタップされたか否かを判定し（S 1 5 1）、タップされた場合にはクラブ指定画面を表示してクラブ指定処理（S 1 5 2）へ移行し、そうでない場合には静止判定処理（S 1 6）へ移行する。

【0269】

ステップ S 1 5 2 : 処理部 2 1 は、クラブ指定画面において前述したとおりゴルフクラブ 3 の種類をユーザー 2 に指定させ、クラブ指定画面の閉じるボタンがタップされると、表示部 2 5 へアドレス指示画面を再表示することにより、アドレス姿勢をユーザー 2 に指示する（S 1 5 2）。 20

【0270】

ステップ S 1 6 : 処理部 2 1 は、センサーユニット 1 0 から取得した計測データを用いてゴルフクラブ 3 が正しい姿勢で所定期間に亘って静止したか否かを判定（S 1 6）し、静止した場合（S 1 6 Y）にはスイング許可処理（S 1 8）へ移行し、そうでない場合には終了判定処理（S 2 2 4）へ移行する。

【0271】

ステップ S 1 8 : 処理部 2 1 は、表示部 2 5 へスイング許可画面を表示することにより、ユーザー 2 にスイング開始の許可を通知する（S 1 8）。 30

【0272】

ステップ S 2 0（検出するステップの一例）：処理部 2 1 は、センサーユニット 1 0 から取得した計測データに基づきスイングの許可（S 1 8）から所定期間内にインパクトを検出したか否かを判定し（S 2 0）、検出した場合（S 2 0 Y）には、スイング解析データの生成処理（S 2 2）へ移行し、そうでない場合（S 2 0 N）には、終了判定処理（S 2 4）へ移行する。

【0273】

ステップ S 2 2 : 処理部 2 1 は、センサーユニット 1 0 から取得した計測データからインパクト前後におけるスイング中の計測データを抽出し（所定の運動を検出することの一例）、当該スイング中の計測データに基づき各種の指標及び軌跡を算出すると、当該指標及び軌跡を含むスイング解析データを生成してサーバー装置 3 0 へ送信する（S 2 2）。 40
なお、処理部 2 1 は、スイング中の計測データに関するバイアスの補正及びグローバル座標の設定に、ゴルフクラブ 3 が正しい姿勢で静止していた期間中の計測データを用いる。また、処理部 2 1 は、指標及び軌跡を算出する際に、現時点で指定中のゴルフクラブ 3 の種類（仕様）に適したパラメーターを用いる。また、処理部 2 1 は、サーバー装置 3 0 へ送信するスイング解析データに対してスイング中の計測データ自体（いわゆる生データ）や指定中のゴルフクラブ 3 の種類情報などを含めてもよい。

【0274】

ステップ S 2 4（終了するステップの一例）：処理部 2 1 は、ユーザー 2 による計測終了操作が行われたか否かを判定し（S 2 4）、行われた場合（S 2 4 Y）にはフローを終了し、そうでない場合（S 2 4 N）には、アドレス指示処理（S 1 4）へ移行する。 50

【0275】

なお、図30のフローチャートにおいて、可能な範囲で各工程の順番を適宜変えてもよいし、一部の工程を削除あるいは変更してもよいし、他の工程を追加してもよい。

【0276】

1-7. 作用効果

以上に説明したように、本実施形態のスイング解析装置20は、センサーユニット10の出力を用いて、ゴルフクラブ3の計測を開始するステップ(S12)と、計測を終了するステップ(S24Y)と、開始から終了までの期間中に、ゴルフクラブ3によるスイングを検出するステップ(S20)と、開始から終了までの期間中に、ユーザー2からのゴルフクラブ3の種類を指定を受け付けるステップ(S151)とを含む。

10

【0277】

したがって、本実施形態に係るスイング解析装置20は、計測の開始から終了までの期間中(ここでは連続計測期間中)にゴルフクラブ3の種類を指定を受け付けるので、ユーザー2は、例えば、ゴルフクラブ3を当該期間中に持ち替えた場合であっても、ゴルフクラブ3の種類を指定をスイング解析装置20へ行う前に、計測終了操作をする必要がない。これによって、持ち替え前後におけるユーザーによるスイング解析装置20の操作回数を、少なくとも1回は削減することができる。本実施形態に係るスイング解析装置20によれば、計測終了操作及び初期画面の呼び出しという少なくとも2つの動作を省略することができる。ここで、ゴルフクラブ3を用いてスイングを行うユーザー2は、スイングをするために双方の手指が塞がっている可能性が高く、またゴルフクラブ3の持ち替え後にスイングを早期に開始又は再開したいという気持ちが強いため、スイング解析装置20の操作回数がたとえ1回削減されるだけでも、その分だけスイングに集中でき、快適に感じられるはずである。

20

【0278】

2. 変形例

本発明は本実施形態に限定されず、本発明の要旨の範囲内で種々の変形実施が可能である。

【0279】

2-1. 他の通知態様

上記の実施形態における処理部21は、ユーザー2に対する1又は複数の通知を主に画面により行ったが、他の態様により行ってもよい。通知する態様としては、例えば、画像、光、音、振動、画像の変化パターン、光の変化パターン、音の変化パターン、振動の変化パターンのうち少なくとも1つを用いることができる。

30

【0280】

2-2. 他の入力態様

上記の実施形態における処理部21は、ユーザー2からの1又は複数の情報入力を主に手指の接触(タッチパネルへのタップ操作、ボタン操作)によって行ったが、1又は複数の情報入力の態様としては、各種の態様を用いることができる。情報入力の態様としては、例えば、手指の接触による入力、音声による入力、ジェスチャーによる入力のうち少なくとも1つを用いることができる。

40

【0281】

2-3. Vゾーンの変形

上記の実施形態では、ヘッドの属する領域A, B, C, D, Eを定義するために、Vゾーン(シャフトプレーンとホーガンプレーンとで挟まれた領域)という概念を導入した。このVゾーンは、ゴルフクラブ3の長手方向に沿った第1仮想面とユーザー2の肩付近を通る第2仮想面とで挟まれた領域である。第1仮想面は、例えば、打球の目標方向に沿った第1軸及びスイングの開始前におけるゴルフクラブ3の長手方向に沿った第2軸で特定される、いわゆるシャフトプレーンである。第2仮想面は、例えば、第1軸を含み第1仮想面に対して所定の角度を成す、いわゆるホーガンプレーンである。但し、第2仮想面は、第1仮想面に対して並行な仮想面(第1仮想面に平行な仮想面、第1仮想面に沿った仮

50

想面の双方を含む)であってもよい。因みに、平行な仮想面は「ショルダープレーン」と呼ばれることもある。なお、上記の実施形態では、第1仮想面とユーザー2の身体情報との双方に基づき第2仮想面を算出したが、第1仮想面と所定の関係を有する面を第2仮想面としてもよい。

【0282】

2-4. スイング解析処理の変形

複数のセンサーユニット10が、ゴルフクラブ3やユーザー2の腕あるいは肩などの部位に装着され、スイング解析部211が、当該複数のセンサーユニット10の各々の計測データを用いて、スイング解析処理を行ってもよい。

【0283】

また、上記の実施形態では、スイング解析部211は、ユーザー2の身体情報を用いて第3軸である第3線分53及びホーガンプレーンHPを算出しているが、第2軸である第2線分52及びシャフトプレーンSPを、それぞれX軸周りに所定の第1角度(例えば30°)だけ回転させたものを第3線分53及びホーガンプレーンHPとしてもよい。

【0284】

また、上記の実施形態では、スイング解析部211は、センサーユニットが計測した3軸角速度の合成値として式(2)に示すような二乗和の平方根を用いてインパクトを検出しているが、3軸角速度の合成値として、これ以外にも、例えば、3軸角速度の二乗和、3軸角速度の和あるいはその平均値、3軸角速度の積等を用いてもよい。また、3軸角速度の合成値に代えて、3軸加速度の二乗和あるいはその平方根、3軸加速度の和あるいはその平均値、3軸加速度の積等の3軸加速度の合成値を用いてもよい。

【0285】

2-5. HMD等の変形例

また、上述した実施形態では、1又は複数の画像の表示先として、例えば図31に示すようなリスト型の表示部(ウォッチ型の表示部)、或いは、図32に示すような頭部装着型の表示部(HMD:ヘッドマウントディスプレイ)を使用することもできる。

【0286】

ヘッドマウントディスプレイは、ユーザー2の頭部に装着され、かつ、ユーザー2の一方の眼又は双方の眼に対して画像を表示するディスプレイである。ヘッドマウントディスプレイを頭部に装着したユーザー2は、ゴルフクラブ3のヘッド、ボール、又はターゲットの方向から視線を逸らさずに各種の画像を確認することができる。

【0287】

図32に示すように、HMD500は、ユーザー2の頭部に装着される眼鏡本体501を有する。眼鏡本体501には、表示部502が設けられている。表示部502は、画像表示部503から射出した光束を、外界からユーザー2の眼に向かう光束に統合することで、ユーザー2から見た外界の実像に画像表示部503の虚像を重畳させる。

【0288】

表示部502には、例えば、LCD(液晶ディスプレイ)等の画像表示部503と、第1ビームスプリッター504と、第2ビームスプリッター505と、第1凹状反射ミラー506と、第2凹状反射ミラー507と、シャッター508と、凸状レンズ509とが備えられる。

【0289】

第1ビームスプリッター504は、ユーザー2の左眼の正面に配置され、画像表示部503から射出した光を、部分透過及び部分反射させる。

【0290】

第2ビームスプリッター505は、ユーザー2の右眼の正面に配置され、第1ビームスプリッター504からの部分透過光を、部分透過及び部分反射させる。

【0291】

第1凹状反射ミラー506は、第1ビームスプリッター504の正面に配置され、第1ビームスプリッター504の部分反射光を部分反射させて、第1ビームスプリッター50

10

20

30

40

50

4を透過させてユーザー2の左眼に導く。

【0292】

第2凹状反射ミラー507は、第2ビームスプリッター505の正面に配置され、第2ビームスプリッター505の部分反射光を部分反射させて、第2ビームスプリッター505を透過させてユーザー2の右眼に導く。

【0293】

凸状レンズ509は、シャッター508が開放された時に第2ビームスプリッター505の部分透過光をHMD500の外部に導く。

【0294】

以上のHMD500によると、ユーザー2は、スイング解析装置20を手で持たずに必要な情報を確認することができる。

10

【0295】

2-6.その他

上記の実施形態において、センサーユニット10の機能の一部又は全部は、スイング解析装置20又はサーバー装置30の側に搭載されてもよい。また、スイング解析装置20の機能の一部又は全部は、センサーユニット10又はサーバー装置30の側に搭載されてもよい。また、サーバー装置30の機能の一部又は全部は、スイング解析装置20又はセンサーユニット10の側に搭載されてもよい。

【0296】

上記の実施形態では、加速度センサー12と角速度センサー14が、センサーユニット10に内蔵されて一体化されているが、加速度センサー12と角速度センサー14は一体化されていなくてもよい。あるいは、加速度センサー12と角速度センサー14が、センサーユニット10に内蔵されずに、ゴルフクラブ3又はユーザー2に直接装着されてもよい。また、上記の実施形態では、センサーユニット10とスイング解析装置20とが別体であるが、これらを一体化してゴルフクラブ3又はユーザー2に装着可能にしてもよい。また、センサーユニット10が、慣性センサー（例えば、加速度センサー12あるいは角速度センサー14）とともに、スイング解析装置20の一部の構成要素を備えていてもよい。

20

【0297】

なお、前記慣性センサーは、加速度や角速度等の慣性量を計測可能なセンサーであればよく、例えば、加速度や角速度を計測可能な慣性計測ユニット（IMU：Inertial Measurement Unit）でもよい。また、前記慣性センサーは、例えば、運動具又はユーザーの部位に取り付けられ、前記運動具やユーザーに対して脱着可能であってもよいし、前記運動具に内蔵されるなど、前記運動具に固定されていて取り外すことができないものでもよい。

30

【0298】

また、上記の実施形態では、ゴルフスイングを解析するスイング解析システム（サーバー装置）を例に挙げたが、本発明は、テニスや野球などの様々な運動におけるスイングを解析するスイング解析システム（サーバー装置）に適用することができる。

【0299】

上述した実施形態および変形例は一例であって、これらに限定されるわけではない。例えば、各実施形態および各変形例を適宜組み合わせることも可能である。

40

【0300】

本発明は、実施の形態で説明した構成と実質的に同一の構成（例えば、機能、方法及び結果が同一の構成、あるいは目的及び効果が同一の構成）を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。

【符号の説明】

50

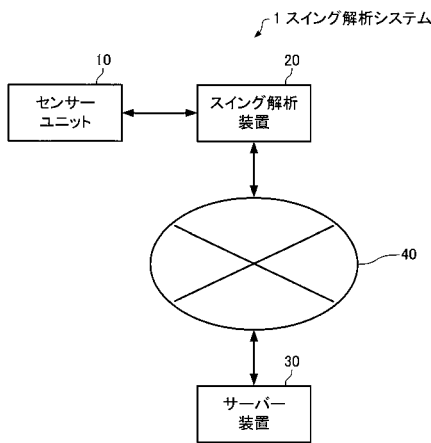
【 0 3 0 1 】

1 ... スイング解析システム、 2 ... ユーザー、 3 ... ゴルフクラブ、 4 ... ゴルフボール、 10 ... センサーユニット、 12 ... 加速度センサー、 14 ... 角速度センサー、 16 ... 信号処理部、 18 ... 通信部、 20 ... スイング解析装置、 21 ... 処理部、 22 ... 通信部、 23 ... 操作部、 24 ... 記憶部、 25 ... 表示部、 26 ... 音出力部、 27 ... 通信部、 30 ... サーバー装置、 31 ... 処理部、 32 ... 通信部、 34 ... 記憶部、 40 ... ネットワーク、 51 ... 第1線分、 52 ... 第2線分、 53 ... 第3線分、 61 ... ゴルフクラブのヘッドの位置、 62 ... ゴルフクラブのグリップエンドの位置、 63 ... ユーザーの両肩を結ぶ線分上の所定位置、 70 ... ターゲットライン（打球の目標方向）、 71 ... ターゲットラインに直交する平面、 72 ... 打球点での接線、 73 ... フェース面と直交する直線、 74 ... フェース面、 75 ... 打球点、 76 ... ゴルフクラブのヘッドの軌跡を表す曲線、 101 ... 処理部、 110 ... 記憶部、 210 ... データ取得部、 211 ... スイング解析部、 212 ... 画像データ生成部、 213 ... 記憶処理部、 214 ... 表示処理部、 215 ... 音出力処理部、 240 ... スイング解析プログラム、 242 ... ゴルフクラブ情報、 244 ... 身体情報、 246 ... センサー装着位置情報、 248 ... スイング解析データ、 310 ... データ取得部、 312 ... 記憶処理部、 341 ... スイング解析データリスト、 S A B ... 領域 A と領域 B との境界面、 S B C ... 領域 B と領域 C との境界面、 S C D ... 領域 C と領域 D との境界面、 S D E ... 領域 D と領域 E との境界面、 S P ... シャフトプレーン、 H P ... ホーガンプレーン、 H 1 , H 2 ... ホーガンプレーンの頂点、 H 3 ... H 1 と H 2 の中点、 S 1 , S 2 ... シャフトプレーンの頂点、 S 3 ... S 1 と S 2 の中点、 U 1 , U 2 ... シャフトプレーンとホーガンプレーンの共通の頂点

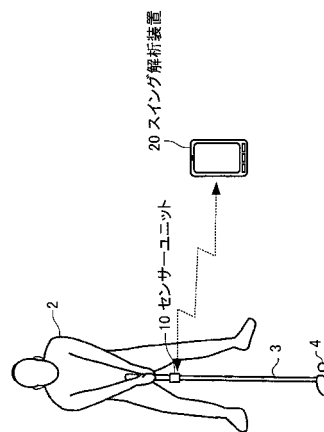
10

20

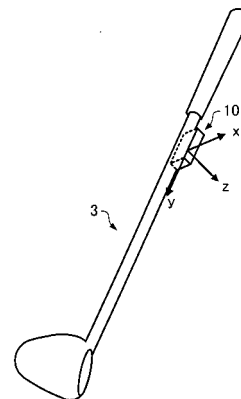
【 図 1 】



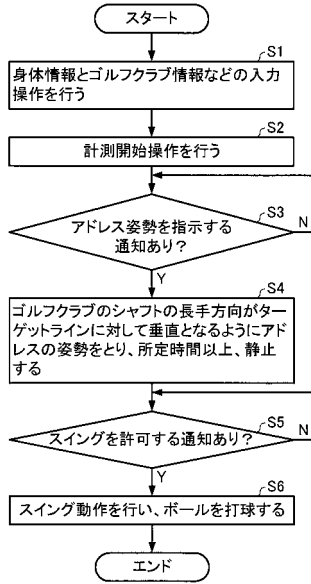
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

身体情報

身長[cm]

性別 男 女

年齢

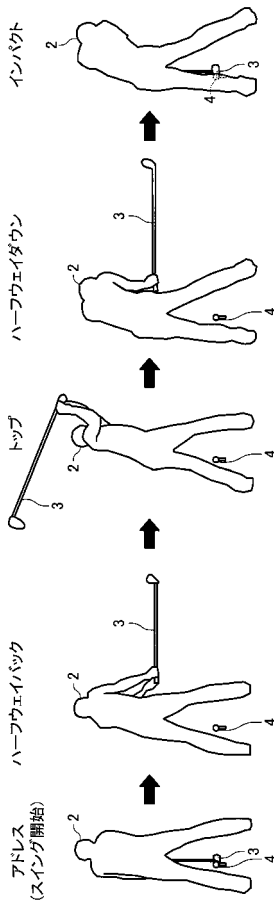
国

ゴルフクラブ情報

クラブ長[cm]

番手

【 図 6 】

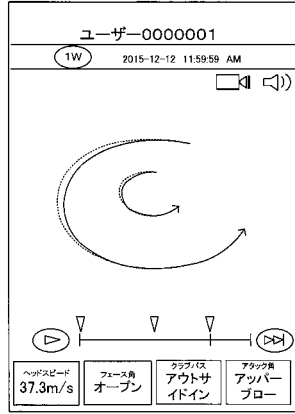


【 図 7 】

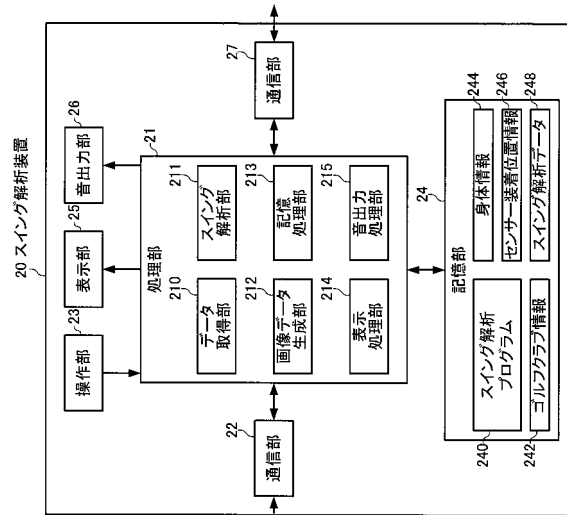
日時	ゴルフクラブ	ヘッドスピード	フェース角	クラブパス (入射角)	シャフト軸回転(TOP)	グリッパ減速率	グリッパ減速時間率
<input checked="" type="checkbox"/> 2015/07/01 00:01:00 PM	1W	40.0 m/s	4.0 deg	-1.0 deg	70.0 deg	30.0 %	14.0 %
<input type="checkbox"/> 2015/07/01 00:59:00 PM	1W	39.0 m/s	3.9 deg	-0.8 deg	69.0 deg	29.0 %	13.0 %
<input type="checkbox"/> 2015/07/01 00:58:00 PM	1W	41.0 m/s	4.1 deg	-1.1 deg	71.0 deg	31.0 %	15.0 %
<input type="checkbox"/> 2015/07/01 00:57:00 PM	7I	38.0 m/s	3.8 deg	-0.8 deg	68.0 deg	28.0 %	12.0 %
<input type="checkbox"/> 2015/07/01 00:56:00 PM	7I	37.0 m/s	3.7 deg	-0.7 deg	67.0 deg	27.0 %	11.0 %

OK →

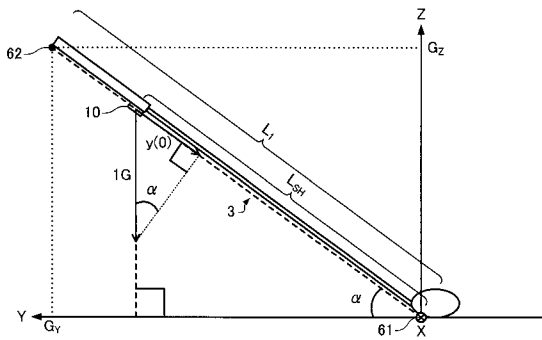
【 図 8 】



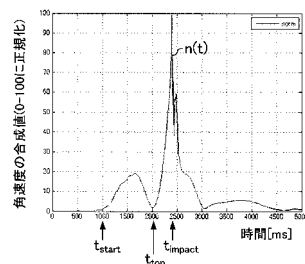
【 図 9 】



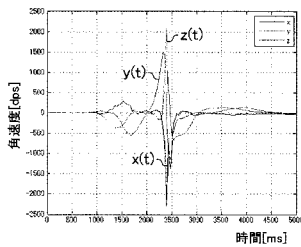
【 図 10 】



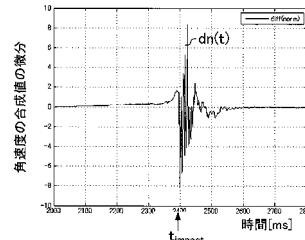
【 図 12 】



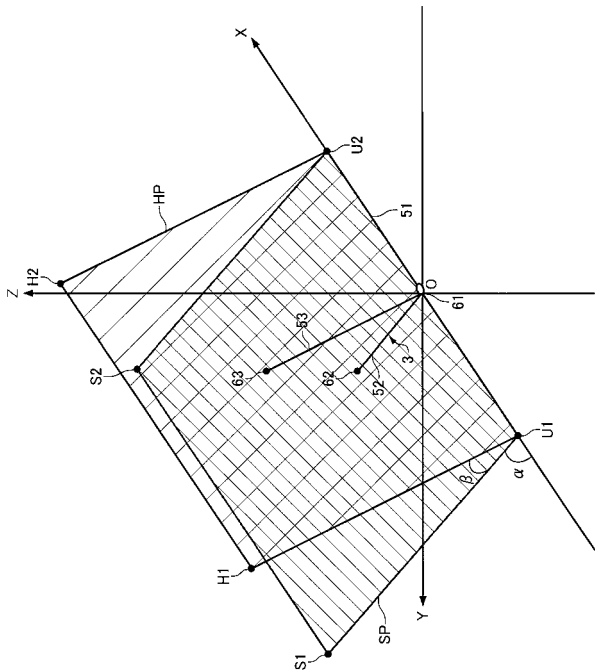
【 図 11 】



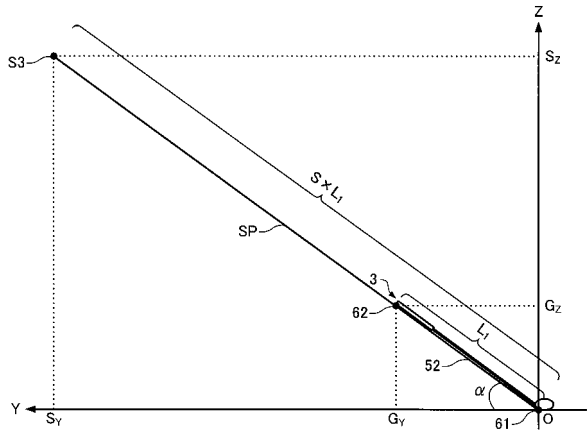
【 図 13 】



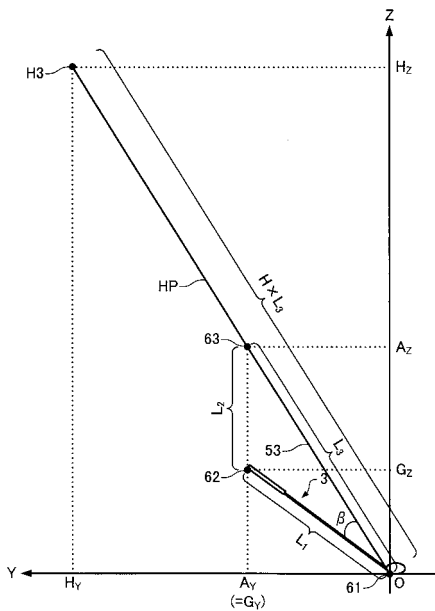
【 図 1 4 】



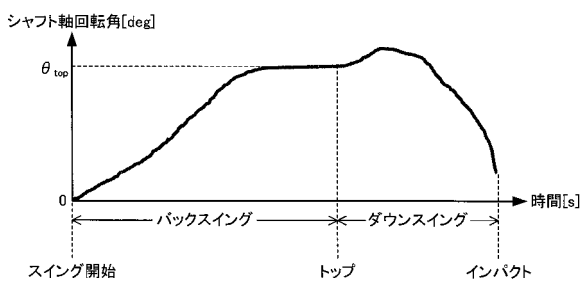
【 図 1 5 】



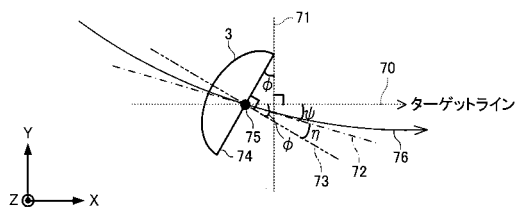
【 図 1 6 】



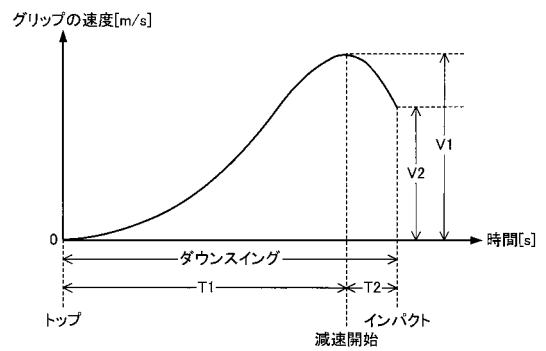
【 図 1 8 】



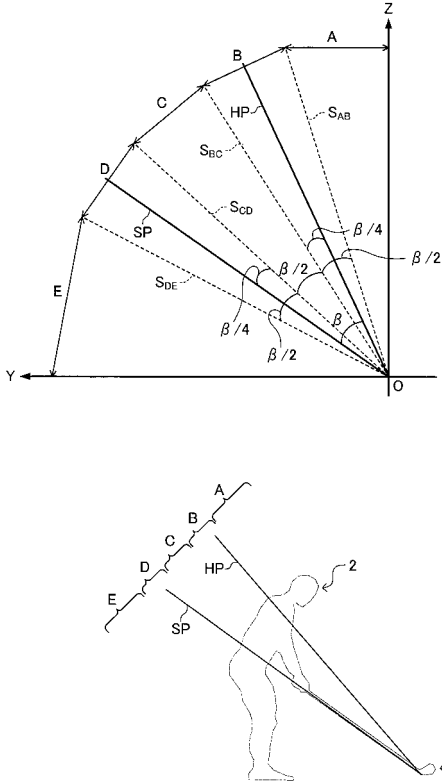
【 図 1 7 】



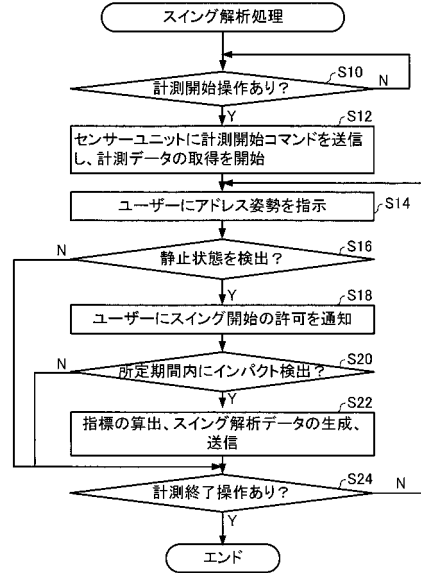
【 図 1 9 】



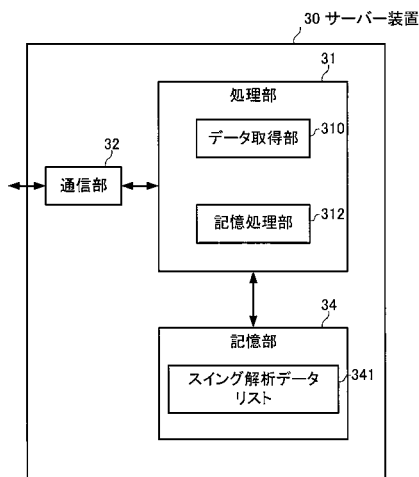
【図20】



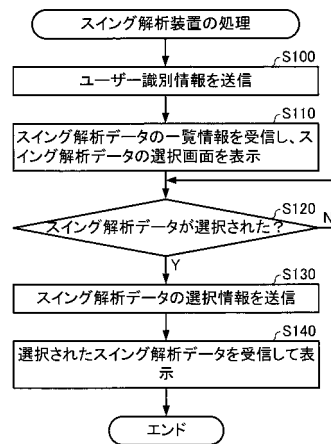
【図21】



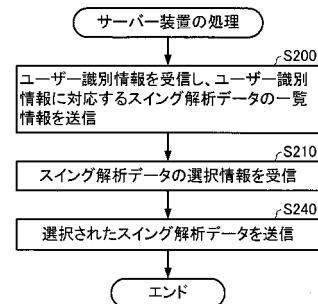
【図22】



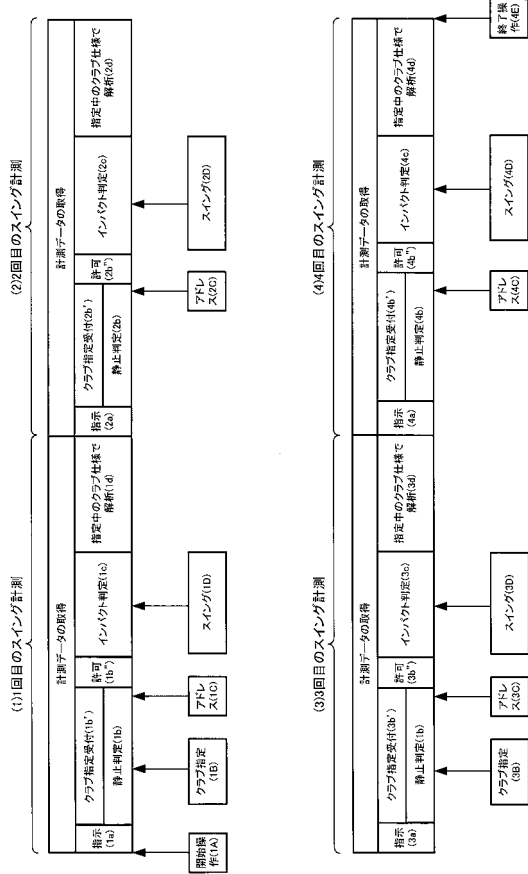
【図23】



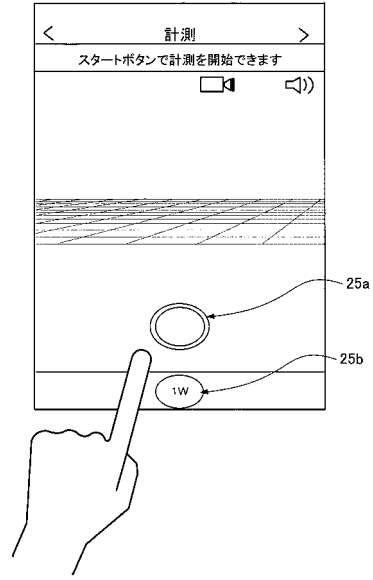
【図24】



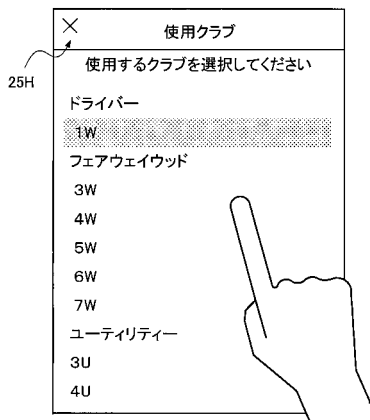
【図 25】



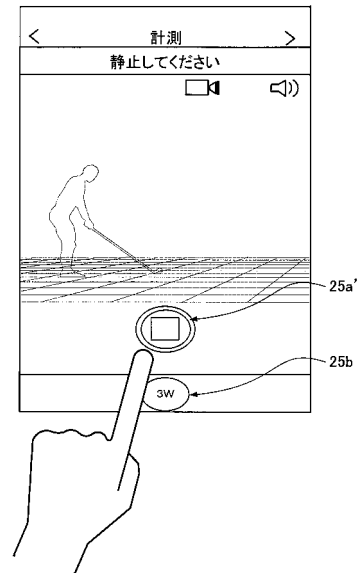
【図 26】



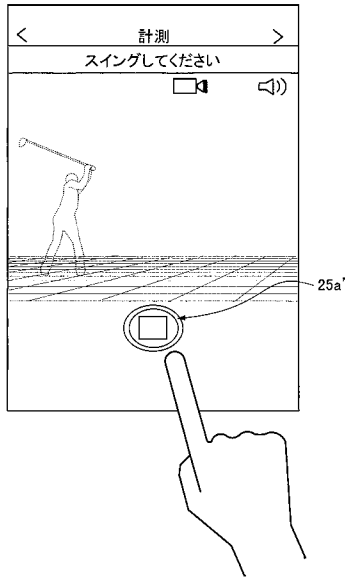
【図 27】



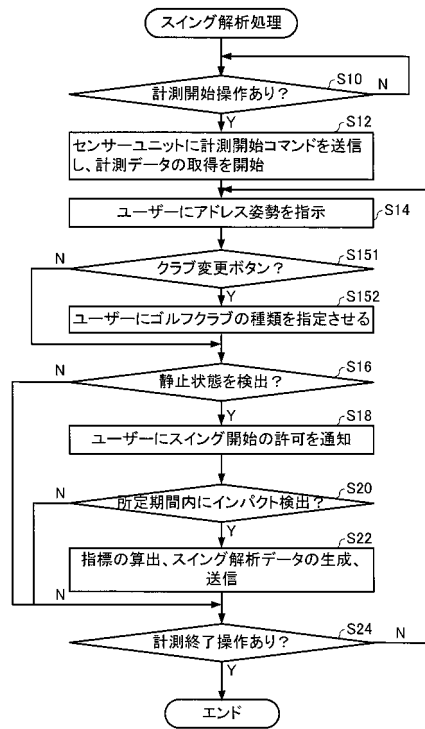
【図 28】



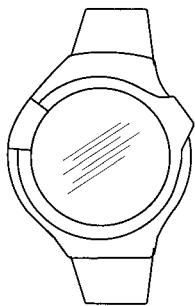
【図 29】



【図 30】



【図 31】



【図 32】

