

(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2017-124074

(P2017-124074A)

(43) 公開日 平成29年7月20日(2017.7.20)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 3 B 69/36 (2006.01)	A 6 3 B 69/36	5 4 1 P
A 6 3 B 71/06 (2006.01)	A 6 3 B 71/06	F

審査請求 未請求 請求項の数 23 O L (全 50 頁)

(21) 出願番号 特願2016-5807 (P2016-5807)
 (22) 出願日 平成28年1月15日 (2016.1.15)

(71) 出願人 000002369
 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
 (72) 発明者 澁谷 和宏
 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

最終頁に続く

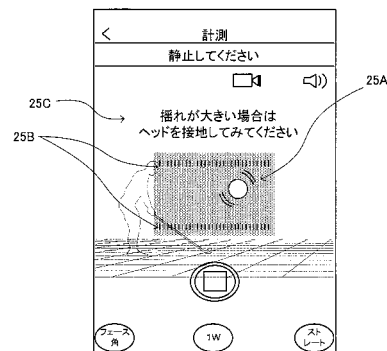
(54) 【発明の名称】 電子機器、システム、判定方法、判定プログラム、及び記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 運動具の状態判定機能をユーザーが快適に利用するための補助となり得る電子機器、システム、判定方法、判定プログラム、記録媒体を提供すること。

【解決手段】 慣性センサーの出力を用いて、予め設定された判定基準に基づいて運動具の静止状態を判定する判定部と、前記判定に至るまでの間、前記運動具の状態変化を示す情報をユーザーに通知する通知部と、を含む電子機器。

【選択図】 図 2 5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

慣性センサーの出力を用いて、
予め設定された判定基準に基づいて運動具の静止状態を判定する判定部と、
前記判定に至るまでの間、前記運動具の状態変化を示す情報をユーザーに通知する通知部と、
を含む、電子機器。

【請求項 2】

請求項 1 において、
前記通知部は、
前記運動具が所定期間に亘って所定状態に維持された場合に前記運動具のスイングの開始の許可を前記ユーザーに通知する、
電子機器。

10

【請求項 3】

請求項 2 において、
前記通知部は、
前記運動具の姿勢変化を示す情報を前記ユーザーに通知する、
電子機器。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 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、
前記通知部は、
前記ゴルフクラブの地平面に対して交差する方向の姿勢変化を前記情報として前記ユーザーに通知する、
電子機器。

20

【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、
前記通知部は、
前記ゴルフクラブの地平面に対して水平方向の姿勢変化を前記情報として前記ユーザーに通知する、
電子機器。

30

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 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、
前記判定基準は、
前記ゴルフクラブのライ角に基づき設定される、
電子機器。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 の何れか一項において、
前記通知部は、
前記情報と共に前記判定基準を前記ユーザーに通知する、
電子機器。

40

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 の何れか一項において、
前記通知部は、
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、及び振動の変化パターンのうち少なくとも 1 つにより前記通知を行う、
電子機器。

【請求項 9】

50

請求項 1 乃至 8 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 10】

請求項 1 乃至 9 の何れか一項に記載の電子機器と、
前記慣性センサーと、
を含む、システム。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 9 の何れか一項に記載の電子機器と、
前記情報を表示する頭部装着型表示装置と、
を含む、システム。

10

【請求項 12】

請求項 1 乃至 9 の何れか一項に記載の電子機器と、
前記情報を表示する腕部装着型表示装置と、
を含む、システム。

【請求項 13】

慣性センサーの出力を用いて、

予め設定された判定基準に基づいて運動具の静止状態を判定するステップと、

前記判定に至るまでの間、前記運動具の状態変化を示す情報をユーザーに通知するステ
ップと、

20

を含む判定方法。

【請求項 14】

請求項 13 において、

前記通知するステップは、

前記運動具が所定期間に亘って所定状態に維持された場合に前記運動具のスイングの開
始の許可を前記ユーザーに通知する、
判定方法。

【請求項 15】

請求項 14 において、

前記通知するステップは、

前記運動具の姿勢変化を示す情報を前記ユーザーに通知する、
判定方法。

30

【請求項 16】

請求項 13 乃至 15 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、

前記通知するステップは、

前記ゴルフクラブの地平面に対して交差する方向の姿勢変化を前記情報として前記ユー
ザーに通知する、

判定方法。

40

【請求項 17】

請求項 13 乃至 16 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、

前記通知するステップは、

前記ゴルフクラブの地平面に対して水平方向の姿勢変化を前記情報として前記ユー
ザーに通知する、

判定方法。

【請求項 18】

請求項 13 乃至 17 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、

50

前記判定基準は、
前記ゴルフクラブに固有のライ角に基づき設定される、
判定方法。

【請求項 19】

請求項 13 乃至 18 の何れか一項において、
前記通知するステップは、
前記情報と共に前記判定基準を前記ユーザーに通知する、
判定方法。

【請求項 20】

請求項 13 乃至 19 の何れか一項において、
前記通知するステップは、
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、及び振動の変化パターンのうち少なくとも 1 つにより前記通知を行う、
判定方法。 10

【請求項 21】

請求項 13 乃至 20 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、
判定方法。

【請求項 22】

慣性センサーの出力を用いて、
予め設定された判定基準に基づいて運動具の状態を判定するステップと、
前記判定に至るまでの間、前記運動具の状態変化を示す情報をユーザーに通知するステップと、
をコンピューターに実行させる判定プログラム。 20

【請求項 23】

慣性センサーの出力を用いて、
予め設定された判定基準に基づいて運動具の状態を判定するステップと、
前記判定に至るまでの間、前記運動具の状態変化を示す情報をユーザーに通知するステップと、
をコンピューターに実行させる判定プログラムを記録した記録媒体。 30

【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、判定方法、判定プログラム、及び記録媒体に関する。

【背景技術】

【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。 40

【0003】

ところが、ユーザーがアドレス姿勢をとって静止したつもりであっても、スイングを開始するよう端末装置から指示されない場合がある。その原因としては、以下の原因(1)又は原因(2)が考えられる。

【0004】

原因(1)は、端末装置又はモーションセンサーが故障している場合である。

【0005】

原因(2)は、ユーザーは正しい姿勢で静止しているつもりであっても端末装置によって静止と判定されるための条件を運動具が満たしていない場合である。 50

【 0 0 0 6 】

このうち、原因(1)の場合は、端末装置又はモーションセンサーの修理を行う必要があるが、原因(2)の場合は、修理の必要はなく、ユーザーがアドレス姿勢を調整すればよいだけである。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 4 - 1 0 0 3 4 1 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

10

【 0 0 0 8 】

しかしながら、本当の原因が原因(1)及び原因(2)のうち何れであるのかをユーザー自身が判別することは難しい。このため、原因が原因(2)であるにもかかわらず端末装置又はモーションセンサーの製造者へユーザーが修理依頼をしたり、原因が原因(1)であるにもかかわらずアドレス姿勢の改善をユーザーが何度も試みて時間が浪費されたり、といった問題が生じる場合があった。

【 0 0 0 9 】

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、運動具の状態判定機能をユーザーが快適に利用するための補助となり得る電子機器、システム、判定方法、判定プログラム、記録媒体を提供する。

20

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

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。

【 0 0 1 1 】

[適用例 1]

本適用例に係る電子機器は、慣性センサーの出力を用いて、予め設定された判定基準に基づいて運動具の静止状態を判定する判定部と、前記判定に至るまでの間、前記運動具の状態変化を示す情報をユーザーに通知する通知部とを含む。

【 0 0 1 2 】

30

本適用例に係る電子機器によれば、判定に至るまでの間、運動具の状態変化がユーザーに通知されるので、予め設定された判定基準が満たされないときの運動具の状態変化と、判定基準が満たされるとききの運動具の状態変化とを、ユーザーに比較させることができる。

【 0 0 1 3 】

[適用例 2]

本適用例において、前記通知部は、前記運動具が所定期間に亘って所定状態に維持された場合に前記運動具のスイングの開始の許可を前記ユーザーに通知してもよい。

【 0 0 1 4 】

40

したがって、本適用例に係る電子機器のユーザーは、運動開始前に所定のポーズ(例えば、ゴルフのアドレス姿勢などの構えの姿勢)をとることで、電子機器から運動開始の許可を得ることができる。

【 0 0 1 5 】

[適用例 3]

本適用例において、前記通知部は、前記運動具の姿勢変化を示す情報を前記ユーザーに通知してもよい。

【 0 0 1 6 】

したがって、本適用例に係る電子機器によれば、判定に至るまでの間、運動具の姿勢変化がユーザーに通知されるので、予め設定された判定基準が満たされないときの運動具の姿勢変化と、判定基準が満たされるとききの運動具の姿勢変化とを、ユーザーに比較させる

50

ことができる。

【 0 0 1 7 】

[適用例 4]

本適用例において、前記運動具は、ゴルフクラブであり、前記通知部は、前記ゴルフクラブの地平面に対して交差する方向の姿勢変化を前記情報として前記ユーザーに通知してもよい。

【 0 0 1 8 】

この通知により、ユーザーは、ゴルフクラブを構えた手元の上下方向（ヘッドに視線を向けたユーザーの縦方向）のふらつきの程度を把握することができる。

【 0 0 1 9 】

[適用例 5]

本適用例において、前記運動具は、ゴルフクラブであり、前記通知部は、前記ゴルフクラブの地平面に対して水平方向の姿勢変化を前記情報として前記ユーザーに通知してもよい。

【 0 0 2 0 】

この通知により、ユーザーは、ゴルフクラブを構えた手元の左右方向（ヘッドに視線を向けたユーザーの横方向）のふらつきの程度を把握することができる。

【 0 0 2 1 】

[適用例 6]

本適用例において、前記運動具は、ゴルフクラブであり、前記判定基準は、前記ゴルフクラブのライ角に基づき設定されてもよい。

【 0 0 2 2 】

したがって、電子機器は、この判定基準を用いることにより、ゴルフクラブのライ角に適した構えをユーザーにさせることができる。

【 0 0 2 3 】

[適用例 7]

本適用例において、前記通知部は、前記情報と共に前記判定基準を前記ユーザーに通知する。

【 0 0 2 4 】

したがって、ユーザーは、運動具の状態変化と判定基準との関係を、判定中に確認することができる。

【 0 0 2 5 】

[適用例 8]

本適用例において、前記通知部は、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、及び振動の変化パターンのうち少なくとも1つにより前記通知を行う。

【 0 0 2 6 】

したがって、ユーザーは、運動具の状態変化を視覚、触覚、聴覚の少なくとも1つにより認識することができる。

【 0 0 2 7 】

[適用例 9]

本適用例において、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。

【 0 0 2 8 】

したがって、電子機器は、運動具の状態（例えば、加速度、速度、位置、姿勢変化、姿勢の少なくとも1つ）を判定することができる。

【 0 0 2 9 】

[適用例 10]

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。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

[適用例 1 1]

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、前記情報を表示する頭部装着型表示装置とを含む。

【 0 0 3 1 】

[適用例 1 2]

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、前記情報を表示する腕部装着型表示装置とを含む。

【 0 0 3 2 】

[適用例 1 3]

本適用例に係る判定方法は、慣性センサーの出力を用いて、予め設定された判定基準に基づいて運動具の静止状態を判定するステップと、前記判定に至るまでの間、前記運動具の状態変化を示す情報をユーザーに通知するステップとを含む。

10

【 0 0 3 3 】

[適用例 1 4]

本適用例に係る判定方法において、前記通知するステップは、前記運動具が所定期間に亘って所定状態に維持された場合に前記運動具のスイングの開始の許可を前記ユーザーに通知する。

【 0 0 3 4 】

[適用例 1 5]

本適用例に係る判定方法において、前記通知するステップは、前記運動具の姿勢変化を示す情報を前記ユーザーに通知する。

20

【 0 0 3 5 】

[適用例 1 6]

本適用例に係る判定方法において、前記運動具はゴルフクラブであり、前記通知するステップは、前記ゴルフクラブの地平面に対して交差する方向の姿勢変化を前記情報として前記ユーザーに通知する。

【 0 0 3 6 】

[適用例 1 7]

本適用例に係る判定方法において、前記運動具は、ゴルフクラブであり、前記通知するステップは、前記ゴルフクラブの地平面に対して水平方向の姿勢変化を前記情報として前記ユーザーに通知する。

30

【 0 0 3 7 】

[適用例 1 8]

本適用例に係る判定方法において、前記運動具は、ゴルフクラブであり、前記判定基準は、前記ゴルフクラブに固有のライ角に基づき設定される。

【 0 0 3 8 】

[適用例 1 9]

本適用例に係る判定方法において、前記通知するステップは、前記情報と共に前記判定基準を前記ユーザーに通知する。

40

【 0 0 3 9 】

[適用例 2 0]

本適用例に係る判定方法において、前記通知するステップは、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、及び振動の変化パターンのうち少なくとも1つにより前記通知を行う。

【 0 0 4 0 】

[適用例 2 1]

本適用例に係る判定方法において、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る。

【 0 0 4 1 】

50

[適用例 2 2]

本適用例に係る判定プログラムは、慣性センサーの出力を用いて、予め設定された判定基準に基づいて運動具の静止状態を判定するステップと、前記判定に至るまでの間、前記運動具の状態変化を示す情報をユーザーに通知するステップとをコンピューターに実行させる。

【 0 0 4 2 】

[適用例 2 3]

本適用例に係る記録媒体は、慣性センサーの出力を用いて、予め設定された判定基準に基づいて運動具の静止状態を判定するステップと、前記判定に至るまでの間、前記運動具の状態変化を示す情報をユーザーに通知するステップと、をコンピューターに実行させる。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 3 】

【 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。

20

【 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。

30

【 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。

40

【 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 】インジケータ画面の一列を示す図。

【 図 2 6 】インジケータ画面の別の例を示す図。

【 図 2 7 】インジケータ画面の別の例を示す図。

【 図 2 8 】インジケータ画面の別の例を示す図。

【 図 2 9 】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 1 のフローのうち静止判定に関するステップ（S 1 6）を複数のステップ（S 1 6 1 乃至 S 1 6 6）に細分化したもの）。

【 図 3 0 】リスト型の表示部の一列を示す図である。

50

【図31】ヘッドマウントディスプレイの一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0044】

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。

【0045】

以下では、運動具がゴルフクラブである場合に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。

【0046】

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。

【0047】

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。

【0048】

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難く、スイング時に遠心力がかかり難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。

【0049】

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）。

【0050】

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

10

20

30

40

50

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。

【0051】

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。

10

【0052】

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。

【0053】

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。

20

【0054】

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。

【0055】

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。

30

【0056】

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。

【0057】

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。

40

【0058】

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

50

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）。

【0059】

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 10 及びスイング解析装置 20 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 10 は、加速度センサー 12、角速度センサー 14、信号処理部 16 及び通信部 18 を含んで構成されている。ただし、センサーユニット 10 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。

【0060】

加速度センサー 12 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。

【0061】

角速度センサー 14 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。

【0062】

信号処理部 16 は、加速度センサー 12 と角速度センサー 14 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 18 に出力する。

【0063】

加速度センサー 12 及び角速度センサー 14 は、それぞれ 3 軸が、センサーユニット 10 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 10 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 16 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。

【0064】

さらに、信号処理部 16 は、加速度センサー 12 及び角速度センサー 14 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 12 及び角速度センサー 14 に温度補正の機能が組み込まれていてもよい。

【0065】

なお、加速度センサー 12 と角速度センサー 14 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 16 が、加速度センサー 12 の出力信号と角速度センサー 14 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。

【0066】

通信部 18 は、信号処理部 16 から受け取ったパケットデータをスイング解析装置 20 に送信する処理や、スイング解析装置 20 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 16 に送る処理等を行う。信号処理部 16 は、制御コマンドに応じた各種処理を行う。

【0067】

図 9 に示すように、本実施形態では、スイング解析装置 20（電子機器の一例）は、処理部 21（判定部の一例）、通信部 22、操作部 23、記憶部 24、表示部 25（通知部の一例）、音出力部（通知部の一例）26 及び通信部 27 を含んで構成されている。ただし、スイング解析装置 20 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。

【0068】

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 6 9 】

操作部 2 3 は、ユーザー 2 の操作に応じたデータを取得し、処理部 2 1 に送る処理を行う。操作部 2 3 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。

【 0 0 7 0 】

記憶部 2 4 は、例えば、R O M (Read Only Memory) やフラッシュ R O M、R A M (Random Access Memory) 等の各種 I C 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 2 4 は、処理部 2 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 (判定プログラムの一例) 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 0 7 1 】

本実施形態では、記憶部 2 4 には、処理部 2 1 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 2 4 0 が記憶されている。スイング解析プログラム 2 4 0 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 2 1 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 3 0 からスイング解析プログラム 2 4 0 を受信して記憶部 2 4 に記憶させてもよい。

【 0 0 7 2 】

また、本実施形態では、記憶部 2 4 には、ゴルフクラブ情報 2 4 2、身体情報 2 4 4 及びセンサー装着位置情報 2 4 6 及びスイング解析データ 2 4 8 が記憶される。例えば、ユーザー 2 が、操作部 2 3 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 2 4 2 としてもよい。あるいは、ユーザー 2 が、図 4 のステップ S 1 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 2 4 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 2 4 2 としてもよい。

【 0 0 7 3 】

また、例えば、ユーザー 2 が、操作部 2 3 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 2 4 4 としてもよい。また、例えば、図 4 のステップ S 1 において、ユーザー 2 が操作部 2 3 を操作してセンサーユニット 1 0 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 2 4 6 としてもよい。あるいは、センサーユニット 1 0 を決められた所定位置 (例えば、グリップエンドから 2 0 c m 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 2 4 6 としてあらかじめ記憶されていてもよい。

【 0 0 7 4 】

スイング解析データ 2 4 8 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 2 1 (スイング解析部 2 1 1) 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。

【 0 0 7 5 】

また、記憶部 2 4 は、処理部 2 1 の作業領域として用いられ、操作部 2 3 が取得したデータ、処理部 2 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 2 4 は、処理部 2 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 0 7 6 】

表示部 2 5 は、処理部 2 1 の処理結果を文字、グラフ、表、アニメーション、その他の

10

20

30

40

50

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 の機能を実現するようにしてもよい。

【0077】

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。

【0078】

通信部 27 は、ネットワーク 40 を介してサーバ装置 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

【0079】

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、サーバ装置 30 に各種の情報を送信し、サーバ装置 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

【0080】

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。

30

【0081】

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。

【0082】

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。

40

【0083】

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 のスイング運動を解析し、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。

【0084】

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

50

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「ホーガンプレーンHP」とを算出してもよい。

【0085】

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「ーフウェイバック時のヘッドの位置」を算出してもよい。

10

【0086】

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「ーフウェイダウン時のヘッドの位置」を算出してもよい。

【0087】

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。

20

【0088】

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。

【0089】

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。

30

【0090】

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_{tp} 」を算出してもよい。

40

【0091】

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のグリップの減速量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。

【0092】

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。

【0093】

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

50

いし、その他の指標の値を算出してもよい。

【0094】

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。

【0095】

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（運動開始の許可の一例）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

【0096】

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

【0097】

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。

30

【0098】

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。

40

【0099】

[センサーユニット10の位置及び姿勢の算出]

50

ユーザー 2 が図 4 のステップ S 4 の動作を行うと、まず、スイング解析部 2 1 1 は、加速度センサー 1 2 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 2 1 1 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 2 1 1 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 S 6 の動作中）のセンサーユニット 1 0 の位置及び姿勢を計算する。

【0100】

具体的には、まず、スイング解析部 2 1 1 は、加速度センサー 1 2 が計測した加速度データ、ゴルフクラブ情報 2 4 2 及びセンサー装着位置情報 2 4 6 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 1 0 の位置（初期位置）を計算する。

10

【0101】

図 1 0 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 1 0 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 6 1 が原点 $O(0, 0, 0)$ であり、グリップエンドの位置 6 2 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 S 4 の動作を行うので、グリップエンドの位置 6 2 やセンサーユニット 1 0 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 1 0 に示すように、ユーザー 2 の静止時にセンサーユニット 1 0 には重力加速度 $1G$ がかかるので、センサーユニット 1 0 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

【0102】

【数 1】

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

従って、スイング解析部 2 1 1 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。

30

【0103】

次に、スイング解析部 2 1 1 は、ゴルフクラブ情報 2 4 2 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 2 4 6 に含まれるセンサーユニット 1 0 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 1 0 とヘッドとの距離 L_{SH} を求める。さらに、スイング解析部 2 1 1 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 1 0 の y 軸の負の方向）にヘッドの位置 6 1（原点 O）から距離 L_{SH} の位置をセンサーユニット 1 0 の初期位置とする。

【0104】

そして、スイング解析部 2 1 1 は、その後の加速度データを積分してセンサーユニット 1 0 の初期位置からの位置の座標を時系列に計算する。

40

【0105】

また、スイング解析部 2 1 1 は、加速度センサー 1 2 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 1 0 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 S 4 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 1 0 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 1 0 の y 軸は YZ 平面上にあるため、スイング解析部 2 1 1 は、ゴルフクラブ 3 のシャフトの傾斜角 により、センサーユニット 1 0 の初期姿勢を特定することができる。

【0106】

そして、スイング解析部 2 1 1 は、その後の角速度センサー 1 4 が計測した角速度デー

50

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。

【0107】

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。

【0108】

[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。

【0109】

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。

【0110】

【数2】

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

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。

【0111】

【数3】

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

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。

【0112】

【数4】

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

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。

【0113】

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

10

20

30

40

50

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 (ms)、縦軸は角速度の合成値である。

【0114】

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) に従って計算し、グラフ表示した図である。図 13 において、横軸は時間 (ms)、縦軸は 3 軸角速度の合成値の微分値である。なお、図 11 及び図 12 では横軸を 0 ~ 5 秒で表示しているが、図 13 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。

【0115】

次に、スイング解析部 211 は、合成値の微分 $dn(t)$ 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_{impact} (インパクトのタイミング) として検出する (図 13 参照)。通常、ゴルフスイングでは、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 211 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。

【0116】

次に、スイング解析部 211 は、インパクトの時刻 t_{impact} 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_{top} (トップのタイミング) として検出する (図 12 参照)。通常、ゴルフスイングでは、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 211 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。

【0117】

次に、スイング解析部 211 は、トップの時刻 t_{top} 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_{start} として検出する (図 12 参照)。通常、ゴルフスイングでは、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 211 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 211 は、トップの時刻 t_{top} 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_{start} として検出してもよい。

【0118】

なお、スイング解析部 211 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。

【0119】

[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。

【0120】

図 14 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 14 には、XY

10

20

30

40

50

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。

【0121】

図14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51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52と、を含み、U1, U2, S1, S2を4つの頂点とする仮想平面をシャフトプレーンSP（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。

10

【0122】

具体的には、まず、スイング解析部211は、傾斜角とゴルフクラブ情報242に含まれるシャフトの長さL₁とを用いて、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L₁と傾斜角を用いて、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。

20

【0123】

【数5】

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

【0124】

【数6】

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

30

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の中点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。

【0125】

【数7】

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

【0126】

【数8】

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

40

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の中点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L₁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L₂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 × L₁

50

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。

【0127】

【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。

10

【0128】

【数10】

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

【0129】

【数11】

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

20

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。

【0130】

次に、スイング解析部 211 は、中点 $S3$ 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 $U1$ の座標 $(-UL/2, 0, 0)$ 、頂点 $U2$ の座標 $(UL/2, 0, 0)$ 、頂点 $S1$ の座標 $(-UL/2, S_y, S_z)$ 、 $S2$ 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。

30

【0131】

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 $U1$ 、 $U2$ 、 $S1$ 、 $S2$ の座標を算出することができる。

【0132】

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、 $U1$ 、 $U2$ 、 $H1$ 、 $H2$ 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 $U1$ 、 $U2$ 、 $H1$ 、 $H2$ の各座標を算出する。

40

【0133】

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。

50

【 0 1 3 4 】

図 1 6 は、図 1 4 のホーガンプレーン H P を Y Z 平面で切った断面図を X 軸の負側から見た図である。図 1 6 では、ユーザー 2 の両肩を結ぶ線分の中点を所定位置 6 3 としており、所定位置 6 3 は Y Z 平面上に存在する。従って、所定位置 6 3 の X 座標 A_x は 0 である。そして、図 1 6 に示すように、スイング解析部 2 1 1 は、ゴルフクラブ 3 のグリップエンドの位置 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。

10

【 0 1 3 5 】

【 数 1 2 】

$$A_z = G_z + L_2 \cdots (12)$$

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 H P 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 3 6 】

【 数 1 3 】

$$H_y = A_y \cdot H \cdots (13)$$

【 0 1 3 7 】

【 数 1 4 】

$$H_z = A_z \cdot H \cdots (14)$$

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 H P 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 H P 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 H P は、シャフトプレーン S P 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 H P 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 S P 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 3 8 】

【 数 1 5 】

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

40

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 9 】

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 H P の X 軸方向の幅 (第 1 線分 5 1 の長さ) U L を用いて、ホーガンプレーン H P の頂点 H 1 の座標 (- U L / 2 , H_y , H_z) 、 H 2 の座標 (U L / 2 , H_y , H_z) を計算する。な

50

お、ホーガンプレーンHPの2つの頂点U1, U2はシャフトプレーンSPと共通するため、スイング解析部211は、ホーガンプレーンHPの頂点U1, U2の座標をあらためて計算する必要はない。

【0140】

このようにして、スイング解析部211は、ホーガンプレーンHPの4つの頂点U1, U2, H1, H2の座標を算出することができる。

【0141】

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から明らかなように、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。

【0142】

[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。

【0143】

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。

【0144】

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。

【0145】

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。

【0146】

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_{HWD} 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。

10

20

30

40

50

【0147】

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

【0148】

[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。

10

【0149】

[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。

【0150】

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

【0151】

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。

30

【0152】

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。

40

【0153】

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。

【0154】

[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

50

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。

【0155】

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。

【0156】

[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。

10

【0157】

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。

【0158】

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。

20

【0159】

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。

【0160】

[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。

30

【0161】

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。

40

【0162】

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。

【0163】

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

50

レス時刻における傾斜角 ($t_{address}$) を求めることもできる。

【0164】

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。

【0165】

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 $= (t_{impact}) - (t_{address})$ を算出してもよい。

10

【0166】

[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 t_{op} 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 t_{op} 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 t_{op} の正方向とする。

20

【0167】

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 t_{op} が示されている。

【0168】

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 t_{op} 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 H_{WB} を計算する。

30

【0169】

[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、グリップの減速度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

【0170】

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

50

、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。

【0171】

【数16】

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

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。

【0172】

【数17】

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

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。

【0173】

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。

【0174】

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。

【0175】

[「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。

【0176】

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

10

20

30

40

50

C 、 D 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。

【0177】

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SPとホーガンプレーンHPとのなす第1角度 に対して、ホーガンプレーンHPと境界面 S_{AB} 及び境界面 S_{BC} とのなす角をそれぞれ $\theta/4$ に設定し、シャフトプレーンSPと境界面 S_{CD} 及び境界面 S_{DE} とのなす角をそれぞれ $\theta/4$ に設定すれば、領域B、領域C、領域Dの角度がともに $\theta/2$ に設定される。

10

【0178】

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_{AB} と反対側の境界面はXZ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_{DE} と反対側の境界面はXY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。

20

【0179】

具体的には、まず、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 の各座標及びホーガンプレーンHP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_{AB} 、境界面 S_{BC} 、境界面 S_{CD} 及び境界面 S_{DE} を設定する。

【0180】

次に、スイング解析部211は、ハーフウェイバック時刻 t_{HWB} のヘッド位置の座標、ハーフウェイダウン時刻 t_{HWD} のヘッド位置の座標、グリップ減速開始時刻 t_{vmax} のヘッドの位置の座標、トップ時刻 t_{top} 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。

30

【0181】

[スイング解析処理の手順]

図21は、処理部21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21は、記憶部24に記憶されているスイング解析プログラム240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。

【0182】

まず、処理部21は、ユーザー2による計測開始操作(図4のステップS2の操作)が行われるまで待機し(S10のN)、計測開始操作が行われると(S10のY)、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から計測データの取得を開始する(S12)。

40

【0183】

次に、処理部21は、ユーザー2にアドレス姿勢をとるように指示する(S14)。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S4)。

【0184】

次に、処理部21は、センサーユニット10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(S16)し、静止した場合(S16Y)に、ユーザー2へスイング開始の許可を通知し(S18)、そうでない場合は、終了判定処理(S24)へ移行する。なお、処理部21は、例えば、所定の音を出し、あるいは、センサーユニット10にLEDを設けておいて当該LEDを点灯させる

50

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スイング動作（図 4 のステップ S 6 の動作）を開始する。

【 0 1 8 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。

【 0 1 8 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。

10

【 0 1 8 7 】

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。

20

【 0 1 8 8 】

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 9 】

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 9 0 】

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。

30

【 0 1 9 1 】

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。

40

【 0 1 9 2 】

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 9 3 】

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

50

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 9 4 】

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。

10

【 0 1 9 5 】

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 9 6 】

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。

【 0 1 9 7 】

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。

20

【 0 1 9 8 】

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。

【 0 1 9 9 】

[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。

30

【 0 2 0 0 】

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）。

【 0 2 0 1 】

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）。

40

【 0 2 0 2 】

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 2 4 8 の選択画面（図 7）を表示させる（図 2 3 の S 1 1 0）。

【 0 2 0 3 】

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 2 4 8 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 2 4 8 の選択情報を送信する（図 2 3 の S 1 3 0）。

50

【0204】

次に、サーバー装置30の処理部31は、スイング解析データの選択情報を受信する（図24のS210）。

【0205】

次に、サーバー装置30の処理部31は、選択されたスイング解析データを送信する（図24のS240）。

【0206】

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。

10

【0207】

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。

【0208】

1-6. スイング解析装置の静止判定について

1-6-1. 静止判定の概要

図21に示したとおり、本実施形態のスイング解析装置20は、計測開始操作後（S10Y）、ゴルフクラブ3が静止した（静止状態である）と判定した場合（S16Y）にゴルフクラブ3によるスイング開始の許可をユーザー2に通知し（S18）、静止したと判定しない場合（S16N）にスイング開始の許可をユーザー2に通知しない。具体的には、本実施形態のスイング解析装置20は、ゴルフクラブ3の姿勢が不安定である場合、又は、ゴルフクラブ3の姿勢が標準的なアドレスの姿勢から著しく外れている場合は、スイング開始の許可をユーザー2に通知しない。

20

【0209】

しかし、ユーザー2がアドレス姿勢をとって静止した場合であっても、スイング開始の許可が通知されない場合がある。その原因は、以下の原因（1）又は原因（2）と考えられる。

【0210】

（1）スイング解析装置20にインストールされているスイング解析アプリケーション又はセンサーユニット10が故障している。

30

【0211】

（2）ユーザー2は正しい姿勢で静止しているつもりであってもスイング解析装置20によって静止と判定されるための条件をゴルフクラブ3が満たしていない。

【0212】

このうち、原因（1）の場合は、センサーユニット10の修理又はスイング解析アプリケーションの修理（再インストールなど）を行う必要があるが、原因（2）の場合は、修理の必要はなく、ユーザー2がアドレス姿勢を調整すればよいだけである。

【0213】

しかし、本当の原因が（1）、（2）の何れであるのかをユーザー2自身が判別することは難しい。このため、原因が（2）であるにもかかわらずセンサーユニット10の製造者又はスイング解析アプリケーションの提供者（例えばサーバー装置30の運営者）へユーザー2が修理依頼をしたり、原因が（1）であるにもかかわらずアドレス姿勢の改善をユーザー2が何度も試みて時間が浪費されたり、といった問題が生じていた。

40

【0214】

そこで、本実施形態のスイング解析装置20は、図21のステップS16における処理の実行中、すなわち、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するための処理（以下、この処理を「静止判定」という。）の実行中に、ゴルフクラブ3の状態をリアルタイムでユーザー2へ通知する。

50

【0215】

したがって、ユーザー2は、静止判定中（図21のS16）に通知の内容を確認しながらゴルフクラブ3の状態を様々に変化させることで、ゴルフクラブ3の状態が如何なる状態となった場合にスイング開始が許可されるかを体験することができる。この体験をしたユーザー2は、スイング開始が許可されるために自分がとるべきアドレス姿勢をほぼ正確に把握することができる。

【0216】

また、ユーザー2は、静止判定中（図21のS16）にゴルフクラブ3の状態を様々に変化させても通知の内容が何ら変化しない場合には、センサーユニット10又はスイング解析アプリケーションが故障していると即座に判断することができる。

10

【0217】

1-6-2. 静止判定の基本的な処理

先ず、静止判定（図21のS16）の処理の基本を説明する。

【0218】

基本的に、本実施形態のスイング解析装置20のスイング解析部211は、以下の静止条件（A）と以下の姿勢条件（B）との双方が満たされた状態（所定状態の一例）が所定期間（例えば2秒の期間。判定基準の一例）に亘って継続した場合に、ゴルフクラブ3が（正しい姿勢で）静止したと判定するものと仮定する。なお、ここでは、静止条件（A）及び姿勢条件（B）の双方が満たされた場合に静止と判定する場合を仮定するが、一方のみが満たされた場合に静止と判定することも可能である。

20

【0219】

（A）3軸角速度データが示すシャフトの姿勢の単位時間当たりの変化量が閾値未満（判定基準の一例）であること。この静止条件（A）が満たされているか否かを判定するために、スイング解析部211は、所定周期（例えば1ms）で計測される角速度データ（又は加速度データ）に基づき例えば1ms当たりの姿勢変化量を計算し、当該姿勢変化量が所定の閾値未満であるか否かを判定する。そして、スイング解析部211は、この判定を例えば所定周期（例えば1ms）で繰り返す。

【0220】

（B）3軸加速度データが示すシャフトのライ角方向の傾斜角（以下、ハンドアップ方向のシャフト角度と称す。）が標準範囲内（判定基準の一例）に収まっていること。この姿勢条件（B）が満たされているか否かを判定するために、例えば、スイング解析部211は、所定周期（例えば1ms）で計測される加速度データ（y軸加速度成分 a_y 、z軸加速度成分 a_z ）に基づきハンドアップ方向（地平面に対して交差する方向の一例）のシャフト角度を計算し、当該ハンドアップ方向のシャフト角度が標準範囲に収まっているか否かを判定する。そして、スイング解析部211は、この判定を例えば所定周期（例えば1ms）で繰り返す。

30

【0221】

なお、ハンドアップ方向のシャフト角度は、図10において符号で示した角度のことであって、YZ平面においてシャフト（y軸）がY軸に対して成す角度のことである。

【0222】

なお、ハンドアップ方向のシャフト角度は、図10に示したとおり、シャフトの延びる方向（y軸）と地面（水平面）とがyz平面上で成す角度のことである。ハンドアップ方向のシャフト角度は、3軸加速度データに含まれるz軸加速度成分 a_z 及びy軸加速度成分 a_y によって表される。例えば、スイング解析部211は、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 ）が大きいときほどハンドアップ方向のシャフト角度が大きいとみなす。

40

【0223】

また、ハンドアップ方向のシャフト角度の標準範囲は、ゴルフクラブ3に固有のライ角 L_{ie} を中心としたハンドアップ方向のシャフト角度の範囲であって、 $(L_{ie} -) < < (L_{ie} +)$ の式で表される。この標準範囲の幅（2）は、例

50

えば、同種のゴルフクラブ3を用いた様々なユーザー2のアドレス時のハンドアップ方向のシャフト角度のばらつきと同等程度に設定される。

【0224】

また、ゴルフクラブ3に固有のライ角 L_{ie} は、ゴルフクラブ3のヘッドのソール面が地面（水平面）に沿うような姿勢で接地したときにおけるハンドアップ方向のシャフト角度に相当する。

【0225】

また、ゴルフクラブ3に固有のライ角 L_{ie} の情報は、ユーザー2がスイング解析装置20へ予め入力したゴルフクラブ情報242に含まれているものとする。よって、スイング解析部211は、ゴルフクラブ情報242に基づきゴルフクラブ3に固有のライ角 L_{ie} を認識することができる。

10

【0226】

1-6-3. 静止判定中の通知

次に、静止判定中（図21のS16）の通知について説明する。

【0227】

ここでは、静止判定中（静止状態であるとの判定に至るまでの期間）の通知が画像による通知（インジケータ画面）である場合を説明するが、画像による通知、光による通知、音による通知、振動による通知、光の輝度変化パターンによる通知、光の色変化パターンによる通知、音の変化パターンによる通知、振動の変化パターンによる通知を利用することが可能であり、これらの通知のうち少なくとも2つを組み合わせた通知を利用することも可能である。

20

【0228】

また、画像又は光による通知は、例えば、処理部21（特に表示処理部214）、表示部25によって行われ、音による通知は、例えば、処理部21（特に音出力処理部215）、音出力部26によって行われる。また、振動による通知は、例えば、処理部21（特に不図示の振動出力処理部）、不図示の振動機構によって行われる。但し、以下では、通知の動作の主体が処理部21であるとして説明する。

【0229】

先ず、処理部21は、上記静止判定中に計算したハンドアップ方向のシャフト角度を逐次に表示部25のインジケータ画面（後述）へ反映させる。これによって、ユーザー2から見ると、ハンドアップ方向のシャフト角度がほぼリアルタイムでインジケータ画面（後述）へ表示されることになる。これによって、ハンドアップ方向のシャフト角度の変化（状態変化）が表示される。

30

【0230】

また、処理部21は、上記静止判定中に所定周期（例えば1ms）で計測される加速度データのx軸加速度成分 a_x を、インジケータ画面（後述する図25乃至図28）へ反映させる。x軸加速度成分 a_x は、シャフトのロフト角方向（地平面に対して水平方向の一例）の傾斜角（以下、ハンドファースト方向のシャフト角度と称す。）の程度を表す。

【0231】

なお、ハンドファースト方向のシャフト角度は、XZ平面においてシャフト（y軸）がZ軸に対して成す角度のことである。

40

【0232】

因みに、ゴルフクラブ3に対するセンサーユニット10の装着姿勢が図3に示すとおりと仮定したならば、x軸加速度成分 a_x が大きいときほどハンドファースト方向のシャフト角度が大きいとみなすことができる。

【0233】

よって、ユーザー2から見ると、ハンドファースト方向のシャフト角度の程度がほぼリアルタイムでインジケータ画面へ表示されることになる。これによって、ハンドファースト方向のシャフト角度の変化（状態変化）が表示される。

50

【0234】

また、処理部21は、上記静止判定中に、ハンドアップ方向のシャフト角度の標準範囲(L_{ie-}) < < (L_{ie+})をインジケータ画面へ表示する。よって、ユーザー2は、実際のハンドアップ方向のシャフト角度と共に、ハンドアップ方向のシャフト角度のおおよその目標を把握することができる。

【0235】

図25は、インジケータ画面の一例である。

【0236】

図25に示すとおり、インジケータ画面には、ユーザー2に対して静止を促すための文字イメージ25C「揺れが大きい場合はヘッドを接地してみてください」が配置される。なお、インジケータ画面には、ユーザー2に対してアドレス姿勢を指示するための文字イメージ「静止してください」が配置されていてもよい。

10

【0237】

そして、インジケータ画面には、ポインタ25A(運動具の状態変化を示す情報の一例)が配置される。インジケータ画面におけるポインタ25Aの位置は、水平面に対するゴルフクラブ3の現在の姿勢を表している。

【0238】

まず、インジケータ画面におけるポインタ25Aの上下方向の位置は、ハンドアップ方向のシャフト角度(地表面に対して交差する方向の姿勢変化の一例)を表しており、ハンドアップ方向のシャフト角度が大きいときほど上方にポインタ25Aが位置し、ライ角方向の傾斜角が小さいときほど下方にポインタ25Aが位置する。

20

【0239】

また、インジケータ画面におけるポインタ25Aの左右方向の位置は、ハンドファースト方向のシャフト角度(地表面に大して水平方向の姿勢変化の一例)を表しており、ハンドファースト方向のシャフト角度が大きいときほど左方にポインタ25Aが位置し、ハンドファースト方向のシャフト角度が小さいときほど右方にポインタ25Aが位置する。

【0240】

また、図25に示すインジケータ画面では、ハンドアップ方向のシャフト角度の標準範囲が1対のライン状マーク25Bで表されている。1対のライン状マーク25Bのうち、インジケータ画面の上側に位置するライン状マーク25Bは、標準範囲の上限を表しており、インジケータ画面の下側に位置するライン状マーク25Bは、標準範囲の下限を表している。

30

【0241】

また、インジケータ画面におけるポインタ25Aの位置の時間変化は、ゴルフクラブ3の姿勢の時間変化を表す。具体的には、ポインタ25Aの上下方向の位置の時間変化は、ハンドアップ方向のシャフト角度の時間変化を示し、ポインタ25Aの左右方向の位置の時間変化は、ハンドファースト方向のシャフト角度の時間変化を示す。

【0242】

したがって、ユーザー2は、1対のライン状マーク25Bで挟まれた矩形領域内にポインタ25Aが収まり、かつ、ポインタ25Aの位置が安定するようにアドレス姿勢をとり、しかも、その状態を2秒間に亘って維持することで、ゴルフクラブ3が正しい姿勢で静止したことをスイング解析装置20に認識させることができる。

40

【0243】

なお、ユーザー2は、ポインタ25Aの左右方向の位置により、自分のアドレス姿勢のハンドファースト量を知ることにもできる。例えば、ポインタ25Aの位置が左側であるほどハンドファースト量が大きいと認識することができる。

【0244】

図26は、インジケータ画面の別の例である。ここでは、図25に示すインジケータ画面との相違点を主に説明する。

50

【0245】

図26に示すインジケータ画面では、ハンドアップ方向のシャフト角度の標準範囲が1対の矢尻マーク25B'で表されている。

【0246】

1対の矢尻マーク25B'の各々の向きは、互いの先端が対向するような向きに設定されている。これら1対の矢尻マーク25B'のうち、インジケータ画面の上側に位置する矢尻マーク25B'は、標準範囲の上限を表しており、インジケータ画面の下側に位置する矢尻マーク25B'は、標準範囲の下限を表している。

【0247】

したがって、ユーザー2は、1対の矢尻マーク25B'で挟まれた範囲内にポインター25Aが収まり、かつ、ポインター25Aの位置が安定するようにアドレス姿勢をとり、しかも、その状態を2秒間に亘って維持することで、ゴルフクラブ3が正しい姿勢で静止したことをスイング解析装置20に認識させることができる。

【0248】

図27は、インジケータ画面の更に別の例である。ここでは、図26に示すインジケータ画面との相違点を主に説明する。

【0249】

図27に示すインジケータ画面では、ハンドアップ方向のシャフト角度の標準範囲が1対の部分輪帯状マーク25B"で表されている。

【0250】

1対の部分輪帯状マーク25B"の各々の向きは、互いの凹部が対向するような向きに設定されている。これら1対の部分輪帯状マーク25B"のうち、インジケータ画面の上側に位置する部分輪帯状マーク25B"は、標準範囲の上限を表しており、インジケータ画面の下側に位置する部分輪帯状マーク25B"は、標準範囲の下限を表している。

【0251】

また、1対の部分輪帯状マーク25B"の左右方向の幅は、ハンドファースト方向のシャフト角度の標準範囲(後述)に相当するサイズに設定される。

【0252】

また、図27に示すインジケータ画面では、ハンドアップ方向のシャフト角度の標準範囲を示す1対の矢尻マーク25B'が補助的に表されている。1対の矢尻マーク25B'は、図26に示した矢尻マーク25B'と同様である。

【0253】

したがって、ユーザー2は、1対の部分輪帯状マーク25B"で挟まれた楕円形又は円形領域内にポインター25Aが収まり、かつ、ポインター25Aの位置が安定するようにアドレス姿勢をとり、しかも、その状態を2秒間に亘って維持することで、ゴルフクラブ3が正しい姿勢で静止したことをスイング解析装置20に認識させることができる。

【0254】

なお、ユーザー2は、1対の部分輪帯状マーク25B"で挟まれた楕円形又は円形領域内の中心にポインター25Aが収まるようにアドレス姿勢をとることで、ハンドアップ方向のシャフト角度をライ角 L_{ie} に一致させ、かつ、ハンドファースト方向のシャフト角度をゼロとする(ハンドファースト量をゼロとする)ことができる。

【0255】

図28は、インジケータ画面の更に別の例である。ここでは、図27に示すインジケータ画面との相違点を主に説明する。

【0256】

図28に示すインジケータ画面では、図27に示したものと同様の1対の部分輪帯状マーク25B"と、図27に示したものと同様の1対の矢尻マーク25B'と、図27に示されていない別の1対の矢尻マーク25Dとが配置されている。

【0257】

別の1対の矢尻マーク25Dは、ハンドファースト方向のシャフト角度の標準範囲(

10

20

30

40

50

後述)を表しており、1対の矢尻マーク25Dのうち、インジケータ画面の左側に位置する矢尻マーク25Dは、標準範囲(後述)の上限を表しており、インジケータ画面の右側に位置する矢尻マーク25Dは、標準範囲(後述)の下限を表している。

【0258】

また、図28の例では、ハンドアップ方向のシャフト角度の標準範囲の中心及びハンドファースト方向のシャフト角度の標準範囲(後述)の中心を示すクロスマークが表されている。

【0259】

したがって、ユーザー2は、クロスマークの中心にポインター25Aが収まるようにアドレス姿勢をとることで、ハンドアップ方向のシャフト角度をライ角 $L_i e$ に一致させ、かつ、ハンドファースト方向のシャフト角度をゼロとする(ハンドファースト量をゼロとする)ことができる。

10

【0260】

1-6-4. 静止判定後の解析処理(キャリブレーション)

ここで、静止判定後の解析処理(図21のS22)を詳しく説明する。

【0261】

処理部21は、静止判定(図21のS16)の後にインパクトを検出すると(図21のS20Y)、インパクト前後にセンサーユニット10が生成した計測データから、スイング中の計測データを抽出する。

【0262】

例えば、処理部21は、インパクト前後にセンサーユニット10が生成した計測データからスイング開始、トップ、インパクトなどの各タイミングを検出し、例えば、スイング開始からインパクトまでの期間に生成された計測データを、スイング中の計測データとして抽出する。

20

【0263】

また、処理部21は、インパクト前後にセンサーユニット10が生成した計測データから、スイング開始前にゴルフクラブ3が正しい姿勢で静止していた2秒間の計測データを参照し、スイング中の計測データに対するバイアス補正及びグローバル座標の設定(ターゲット方向の設定)を行う。

【0264】

そして、処理部21は、スイング中の計測データに基づき、スイングに関する各種の指標及び軌跡を含むスイング解析データを生成する。各種の指標は、上述した方法でそれぞれ算出される。また、指標及び軌跡はグローバル座標を用いて表現される。

30

【0265】

1-6-5. 静止判定の処理

ここで、静止判定のステップ(図21のS16)を詳しく説明する。

【0266】

図29は、処理部21によるスイング解析処理(判定方法の一例)の手順の一例を示すフローチャート図である。図29は、図21のフローのうち静止判定のステップS16(判定するステップの一例)を複数のステップS161乃至S166に細分化したものである。

40

【0267】

以下、図29の各ステップについて説明する。なお、図29において、図21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。

【0268】

ステップS10: 処理部21は、ユーザー2による計測開始操作が行われたか否かを判定し(S10)、計測開始操作が行われると(S10のY)、開始処理(S12)へ移行し、そうでない場合は初期画面の表示を継続する(S10N)。

【0269】

ステップS12: 処理部21は、センサーユニット10に計測開始コマンドを送信し、

50

センサーユニット 10 からの計測データの取得を開始する (S 1 2) 。

【 0 2 7 0 】

ステップ S 1 4 : 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) 。

【 0 2 7 1 】

ステップ S 1 6 1 : 処理部 2 1 は、単位時間当たりの姿勢変化量、ハンドアップ方向のシャフト角度、ハンドファースト方向のシャフト角度を計算する (S 1 6 1) 。

【 0 2 7 2 】

ステップ S 1 6 2 : 処理部 2 1 は、ハンドアップ方向のシャフト角度の標準範囲を計算し、当該範囲をポインターと共にインジケータ画面へ表示する (S 1 6 2) 。なお、ハンドファースト方向のシャフト角度の標準範囲をインジケータ画面へ表示する場合、処理部 2 1 は、本ステップにて標準範囲を計算して表示する。

10

【 0 2 7 3 】

ステップ S 1 6 3 : 処理部 2 1 は、インジケータ画面におけるポインターの位置へハンドアップ方向のシャフト角度、ハンドファースト方向のシャフト角度を反映させる (S 1 6 3) 。なお、ステップ S 1 6 3 は、通知するステップの一例である。

【 0 2 7 4 】

ステップ S 1 6 4 : 処理部 2 1 は、計算した姿勢変化量が閾値未満であるか否かを判定し (S 1 6 4) 、閾値未満であると判定した場合 (S 1 6 4 Y) は、姿勢判定 (S 1 6 5) へ移行し、そうでない場合 (S 1 6 4 N) は、姿勢判定をスキップして計測終了判定 (S 2 4) へ移行する。

20

【 0 2 7 5 】

ステップ S 1 6 5 : 処理部 2 1 は、計算したハンドアップ方向のシャフト角度が標準範囲に収まっているか否かを判定し (S 1 6 5) 、収まっていると判定した場合 (S 1 6 5 Y) は、時間判定 (S 1 6 6) へ移行し、そうでない場合 (S 1 6 5 N) は、時間判定をスキップして計測終了判定 (S 2 4) へ移行する。

【 0 2 7 6 】

ステップ S 1 6 6 : 処理部 2 1 は、姿勢変化量が閾値未満となり、かつハンドアップ方向のシャフト角度が標準範囲に収まっている時間が所定時間 (例えば 2 秒) に達したか否かを判定し (S 1 6 6) 、達した場合 (S 1 6 6 Y) は、スイング許可処理 (S 1 8) へ移行し、そうでない場合 (S 1 6 6 N) は、計測終了判定 (S 2 4) へ移行する。

30

【 0 2 7 7 】

ステップ S 1 8 : 処理部 2 1 は、ユーザー 2 にスイング開始の許可を通知する (S 1 8) 。なお、ステップ S 1 8 は、通知するステップの一例である。

【 0 2 7 8 】

ステップ S 2 0 : 処理部 2 1 は、センサーユニット 10 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。

【 0 2 7 9 】

ステップ S 2 2 : 処理部 2 1 は、センサーユニット 10 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 30 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、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を用いる。また、処理部 2 1 は、サーバー装置 30 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。

40

50

【0280】

ステップS24：処理部21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(S24)、行われた場合(S24Y)にはフローを終了し、そうでない場合(S24N)には、アドレス指示処理(S14)へ移行する。

【0281】

なお、図29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。

【0282】

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(電子機器の一例)は、判定中(判定に至るまでの間)におけるゴルフクラブ3(運動具の一例)の姿勢変化(状態変化の一例)をユーザー2に通知するので、予め設定された判定基準(ここでは、姿勢変化量の閾値、角度の標準範囲、2秒の期間)本実施形態では、静止条件及び姿勢条件を所定期間に亘って維持することが満たされないときのゴルフクラブ3の姿勢変化と、判定基準が満たされるときにゴルフクラブ3の姿勢変化とを、ユーザー2に比較させることができる。したがって、ユーザー2は、判定中に通知の内容を確認しながらゴルフクラブ3の状態を様々に変化させることで、ゴルフクラブ3の姿勢変化が如何なるときにスイング開始の許可(所定の判定結果の一例)が得られるかを体験することができる。その結果、ユーザー2は、スイング開始の許可を得るためのアドレス姿勢(ゴルフクラブ3の扱い方の一例)を正確に把握することができる。すなわち、運動具の状態判定機能を快適に利用することができる。

10

20

【0283】

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。

【0284】

2-1. 姿勢条件について

本実施形態では、ゴルフクラブ3が正しい姿勢で静止したと判定するための条件を、静止条件(A)及び姿勢条件(B)の2つとしたが(図129のS164、S165)、以下の姿勢条件(C)を加えてもよい。

30

【0285】

(C)3軸加速度データが示すハンドファースト方向のシャフト角度が標準範囲内に収まっていること。この姿勢条件(C)が満たされているか否かを判定するために、例えば、処理部21は、所定期間(例えば1ms)で計測される加速度データ(x軸加速度成分 a_x)に基づきハンドファースト方向のシャフト角度を計算し、当該ハンドファースト方向のシャフト角度が標準範囲内に収まっているか否かを逐次に判定する。これによって、ハンドファースト方向のシャフト角度が標準範囲内に収まっているか否かを判定する。そして、処理部21は、この判定を例えば所定期間(例えば1ms)で繰り返す。

【0286】

なお、ハンドファースト方向のシャフト角度は、シャフト延びる方向(y軸)と地面(水平面)とがxz平面上で成す角度のことである。ハンドファースト方向のシャフト角度は、3軸加速度データに含まれるx軸加速度成分 a_x によって表される。例えば、処理部21は、x軸加速度成分 a_x がゼロであるときにハンドファースト方向のシャフト角度をゼロみなし、x軸加速度成分 a_x が大きいときほどハンドファースト方向のシャフト角度を大きいとみなす。

40

【0287】

また、ハンドファースト方向のシャフト角度の標準範囲は、例えば、ゼロを中心とした範囲に設定される。また、標準範囲の幅は、同種のゴルフクラブ3を用いた様々なユーザー2のアドレス時のハンドファースト方向のシャフト角度のばらつきに相当する幅に設定される。

50

【0288】

なお、その場合は、インジケータ画面として図27又は図28のインジケータ画面を採用するとよい。

【0289】

2-2. インジケータ画面の調整

上記の実施形態における処理部21は、静止判定中のゴルフクラブ3の姿勢をユーザー2に通知するために、インジケータ画像を用いたが、インジケータ画面を見やすくするために、インジケータ画面（少なくとも標準範囲を示すイメージによって囲まれたエリア）の表示サイズをユーザー2が調節できるようにしてもよいし、インジケータ画面（少なくとも標準範囲を示すイメージによって囲まれたエリア）の縦横比をユーザー2が調節できるようにしてもよい。

10

【0290】

また、上記の実施形態における処理部21は、スイング解析装置20を壁などに立てかけた場合や、スイング解析装置20の画像を壁などに投影する場合などに、ユーザー2がインジケータ画面を見やすくするために、インジケータ画面の上端の幅と下端の幅との比（台形歪み）をユーザー2が調整できるようにしてもよい。

【0291】

2-3. インジケータ画面の変形

上記の実施形態における処理部21は、インジケータ画面におけるポインタ25Aの色、輝度、階調、テクスチャ、塗りつぶしパターン等の少なくとも1つを、ゴルフクラブ3の姿勢変化の周波数及び振幅の少なくとも一方に応じて変化させてもよい。なお、姿勢変化の周波数又は姿勢変化の振幅は、角速度データ又は加速度データに基づき求めることができる。

20

【0292】

また、上記の実施形態における処理部21は、ゴルフクラブ3の姿勢の目安を示すための目盛りをインジケータ画面に表示してもよい。因みに、図25、図27、図28に示すインジケータ画面では、標準範囲を示すライン状マーク25B又は部分輪帯状マーク25B”に目盛りが付与されている。

【0293】

また、上記の実施形態における処理部21は、静止判定中におけるポインタの移動軌跡をインジケータ画面に逐次に描画してもよい。軌跡が描画されれば、ユーザー2は、自分の姿勢がどの範囲でふらついているのかを認識することができる。

30

【0294】

また、上記の実施形態における処理部21は、静止判定中におけるゴルフクラブ3の姿勢等を表すイメージとして、ポインタ25Aの代わりに他のイメージ（例えば、指針イメージなど）を用いてもよい。例えば、上記の実施形態における処理部21は、インジケータ画面として、水準器のイメージ、アナログ式姿勢指器のイメージなど、各種の実在のインジケータのイメージを用いることもできる。

【0295】

上記の実施形態における処理部21は、図27、図28に示すインジケータ画面において、標準範囲を示すために部分輪帯状マーク25B”を表示したが、標準範囲を示すために輪帯状マークを用いてもよい。

40

【0296】

2-4. 通知オフ

上記の実施形態におけるスイング解析装置20は、静止判定中のゴルフクラブ3の姿勢をユーザー2に通知する機能（インジケータ画面）を、ユーザー2がオフできるようにしてもよい。

【0297】

また、上記の実施形態におけるスイング解析装置20は、当該通知する機能（インジケータ画面）を、練習モードの1つとして搭載してもよい。

50

【0298】

また、上記の実施形態における処理部21は、当該通知する機能（インジケータ画面）をオフした場合には、当該通知する機能（インジケータ画面）の代わりに他の機能、例えば、ビデオ撮影機能がオンされてもよい。ビデオ撮影機能は、アドレス姿勢時又はスイングにおけるユーザー2の様子をビデオ撮影し、かつ撮影したビデオ画像をリアルタイムで表示部25へ表示する機能のことである。なお、ビデオ撮影は、スイング解析装置20に搭載された不図示の撮影部（カメラ）によって行われる。

【0299】

2-5. 他の通知態様

上記の実施形態における処理部21は、静止判定中のゴルフクラブ3の姿勢等をユーザー2に通知する態様として、各種の態様を用いることができる。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。

10

【0300】

例えば、上記の実施形態における処理部21は、傾斜角度が標準範囲に収まっているときと標準範囲から外れているときとの間で、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組み合わせに差異を設けてもよい。

【0301】

また、例えば、上記の実施形態における処理部21は、単位時間当たりの姿勢変化量が閾値未満であるときと閾値以上であるときとの間で、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組み合わせに差異を設けてもよい。

20

【0302】

また、例えば、上記の実施形態における処理部21は、傾斜角度が標準範囲から外れているときには警告音（心地悪いと感じられる音）を発生し、傾斜角度が標準範囲に収まったときには警告解除音（心地良いと感じられる音）を発生してもよい。

【0303】

また、例えば、上記の実施形態における処理部21は、単位時間当たりの姿勢変化量が閾値以上であるときには警告音（心地悪いと感じられる音）を発生し、単位時間当たりの姿勢変化量が閾値未満であるときには警告解除音（心地良いと感じられる音）を発生してもよい。

30

【0304】

また、例えば、上記の実施形態における処理部21は、傾斜角度が標準範囲から外れているときには画面全体を警告色（黄色）で点滅させ、傾斜角度が標準範囲に収まったときには画面全体を警告解除色（青色）で連続点灯させてもよい。

【0305】

また、例えば、上記の実施形態における処理部21は、単位時間当たりの姿勢変化量が閾値以上であるときには画面全体を警告色（黄色）で点滅させ、単位時間当たりの姿勢変化量が閾値未満であるときには画面全体を警告解除色（青色）で連続点灯させてもよい。

40

【0306】

また、上記の実施形態における処理部21は、傾斜角度が標準範囲の中心に接近しているときと離脱しているときとの間で、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組み合わせに差異を設けてもよい。

【0307】

また、上記の実施形態における処理部21は、単位時間当たりの姿勢変化量が縮小しているときと増大しているときとの間で、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組み合わせに差異を設けてもよい。

50

【0308】

2 - 6 . 角速度データによる静止判定

また、上記の実施形態における処理部21は、インジケータ画面に反映させるべきゴルフクラブ3の姿勢を、加速度データに基づき算出したが、角速度データ及び加速度データの双方に基づき算出してもよい。

【0309】

また、上記の実施形態における処理部21は、角速度データ及び加速度データの双方に基づきゴルフクラブ3の静止判定を行ったが、角速度データ及び加速度データの一方に基づき静止判定を行ってもよい。因みに、角速度データに基づく静止判定を行う装置の例は、例えば以下のとおりである。

10

【0310】

ゴルフクラブの角速度を検出する角速度センサーの検出結果の時間軸上において、所定の時間長の期間において検出された前記角速度が、所定の閾値の範囲内に収まるか否かを判定する閾値判定部と、前記期間において検出された前記角速度が前記閾値の範囲内に収まると判定されたときに、前記期間において検出された前記角速度の平均値となる第1の平均値に基づいて前記角速度に含まれるバイアス値を設定するバイアス値設定部と、前記バイアス値が除去された補正データに基づいて、前記ゴルフクラブの運動を解析する解析情報算出部とを有する装置。

【0311】

なお、前記閾値判定部は、前記角速度が、前記検出結果のすべての期間における前記角速度の平均値となる第2の平均値を基準にして前記閾値の範囲内に収まるか否かを判定してもよい。

20

【0312】

また、前記角速度が前記閾値の範囲内に収まると判定された前記期間が複数ある場合に、前記バイアス値設定部は、前記第2の平均値と前記角速度との乖離が最も少ない前記期間における前記第1の平均値に基づいて前記バイアス値を設定してもよい。

【0313】

また、前記閾値判定部は、前記期間において検出された前記角速度の分散値が前記閾値の範囲内に収まるか否かを判定してもよい。

【0314】

また、前記分散値が前記閾値の範囲内に収まると判定された前記期間が複数ある場合に、前記バイアス値設定部は、前記角速度の最大分散値が最も小さい前記期間における前記第1の平均値に基づいて前記バイアス値を設定してもよい。

30

【0315】

また、前記時間長及び前記閾値の少なくとも1つは、前記ゴルフクラブの運動の種類に応じて規定されてもよい。

【0316】

また、前記時間長及び前記閾値の少なくとも1つは、前記角速度センサーが取り付けられる位置に応じて規定されてもよい。

【0317】

また、前記時間長及び前記閾値の少なくとも1つは、前記角速度センサーの検出結果の周波数成分に基づいて設定されてもよい。

40

【0318】

2 - 7 . 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状態としては、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。

【0319】

50

2 - 8 . 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。

10

【0320】

2 - 9 . 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。

【0321】

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。

20

【0322】

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。

30

【0323】

2 - 10 . 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30に示すようなリスト型の表示部（腕部装着型表示装置の一例）、或いは、図31に示すような頭部装着型の表示部（HMDという。頭部装着型表示装置の一例）を使用することもできる。

【0324】

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。

40

【0325】

図31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。

【0326】

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

50

えられる。

【0327】

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。

【0328】

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。

【0329】

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504を透過させてユーザー2の左眼に導く。

【0330】

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。

【0331】

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。

【0332】

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。

【0333】

2-11. 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。

【0334】

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。

【0335】

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。

【0336】

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。

【0337】

10

20

30

40

50

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。

【0338】

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】

【0339】

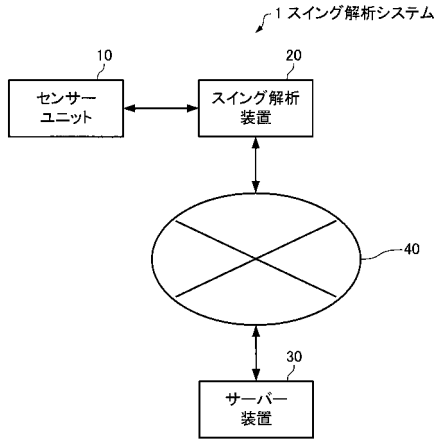
1 ... スイング解析システム、2 ... ユーザー、3 ... ゴルフクラブ、4 ... ゴルフボール、10 ... センサーユニット、12 ... 加速度センサー、14 ... 角速度センサー、16 ... 信号処理部、18 ... 通信部、20 ... スイング解析装置、21 ... 処理部、22 ... 通信部、23 ... 操作部、24 ... 記憶部、25 ... 表示部、26 ... 音出力部、27 ... 通信部、30 ... サーバー装置、31 ... 処理部、32 ... 通信部、34 ... 記憶部、40 ... ネットワーク、51 ... 第1線分、52 ... 第2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、SAB ... 領域Aと領域Bとの境界面、SBC ... 領域Bと領域Cとの境界面、SCD ... 領域Cと領域Dとの境界面、SDE ... 領域Dと領域Eとの境界面、SP ... シャフトプレーン、HP ... ホーガンプレーン、H1, H2 ... ホーガンプレーンの頂点、H3 ... H1とH2の中点、S1, S2 ... シャフトプレーンの頂点、S3 ... S1とS2の中点、U1, U2 ... シャフトプレーンとホーガンプレーンの共通の頂点

10

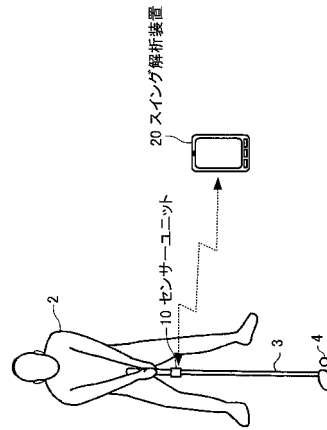
20

30

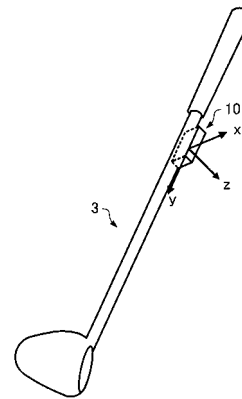
【 図 1 】



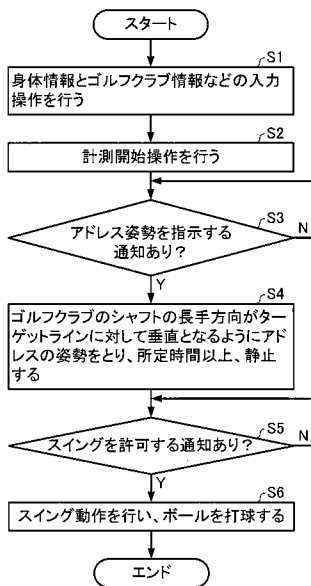
【 図 2 】



【 図 3 】



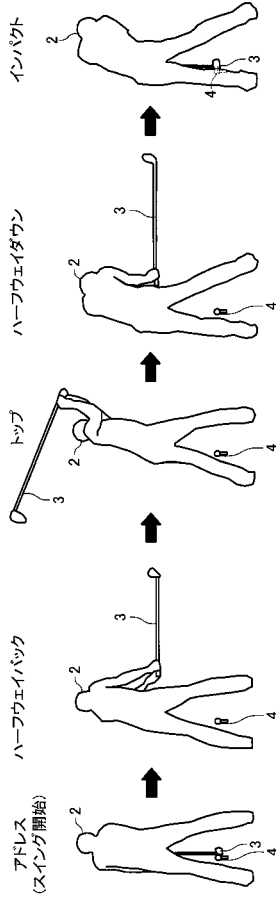
【 図 4 】



【 図 5 】

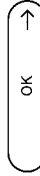
身体情報	
身長[cm]	170
性別	<input checked="" type="radio"/> 男 <input type="radio"/> 女
年齢	36
国	日本
ゴルフクラブ情報	
クラブ長[cm]	115
番手	1W

【図6】

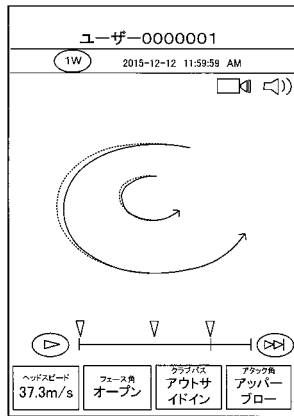


【図7】

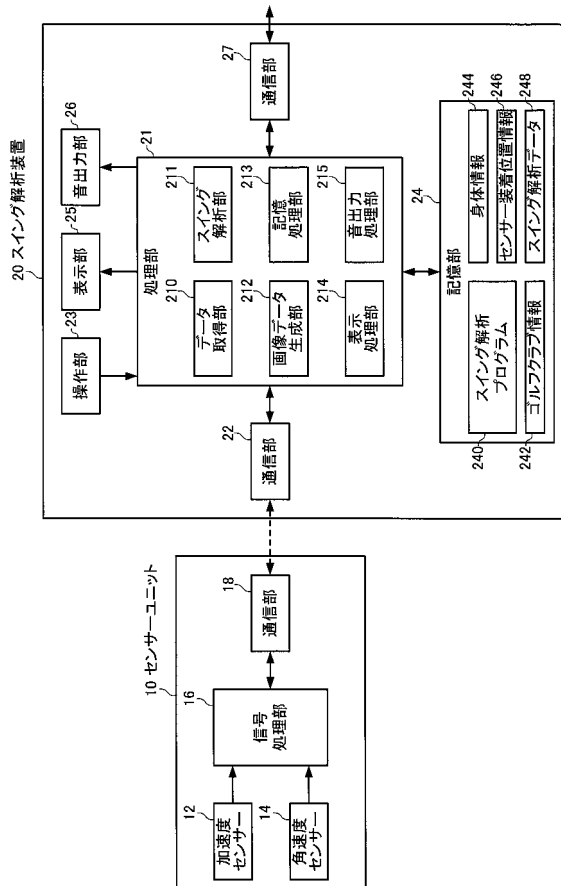
日時	ゴルフクラブ	ヘッドスピード	フェース角	クラブパス回転(入射角)	シャフト軸回転(TOP)	クラブ・グリップ減速率	グリップ減速時間率
<input checked="" type="checkbox"/> 2015/07/01 00:01:00 PM	1W	400 m/s	4.0 deg	-1.0 deg	70.0 deg	30.0 %	14.0 %
<input type="checkbox"/> 2015/07/01 00:59:00 PM	1W	390 m/s	3.9 deg	-0.9 deg	69.0 deg	29.0 %	13.0 %
<input type="checkbox"/> 2015/07/01 00:56:00 PM	1W	410 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 %



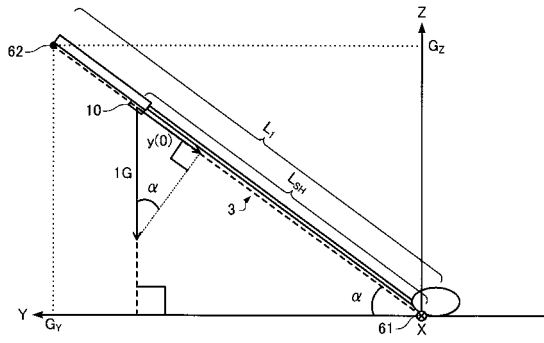
【図8】



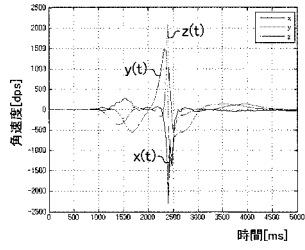
【図9】



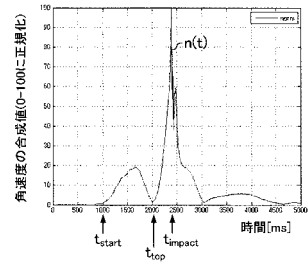
【図 10】



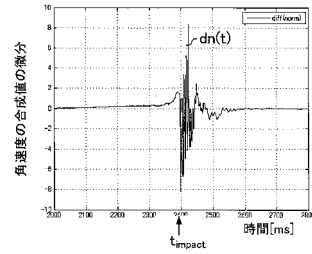
【図 11】



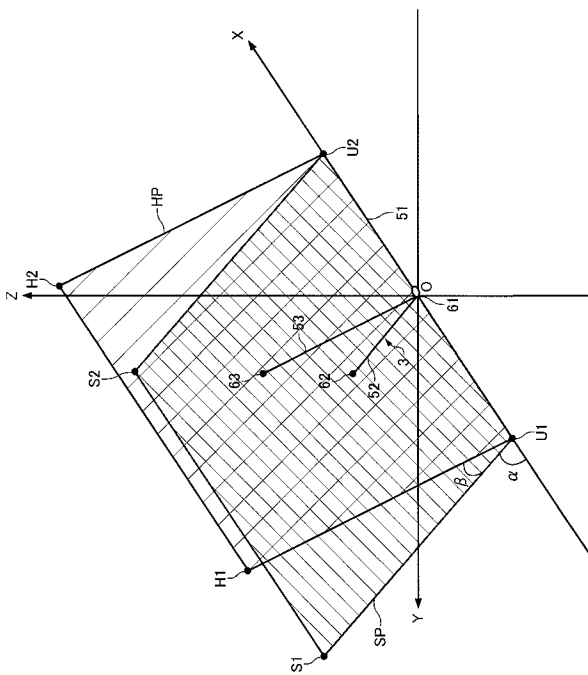
【図 12】



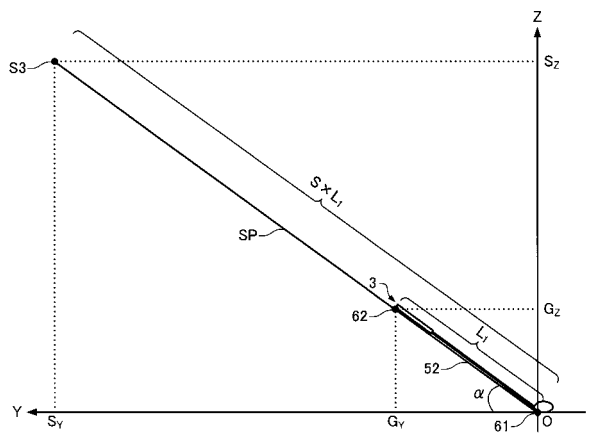
【図 13】



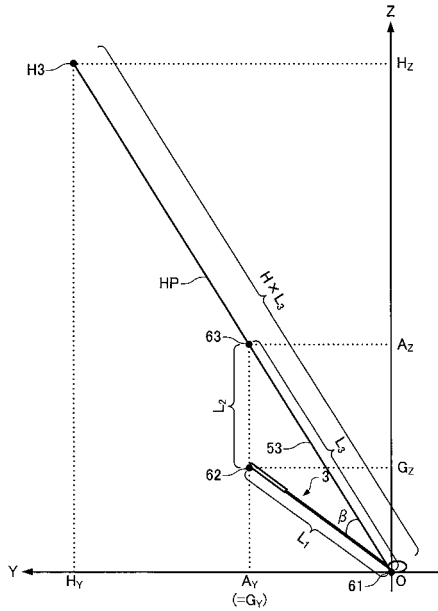
【図 14】



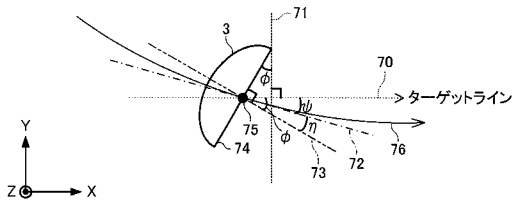
【図 15】



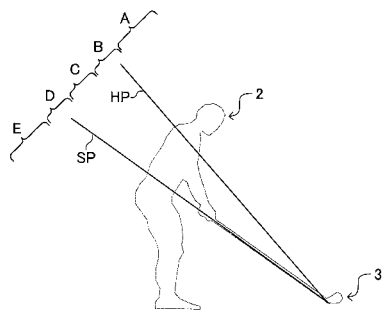
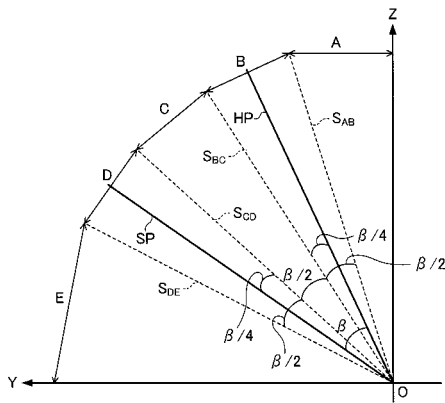
【図16】



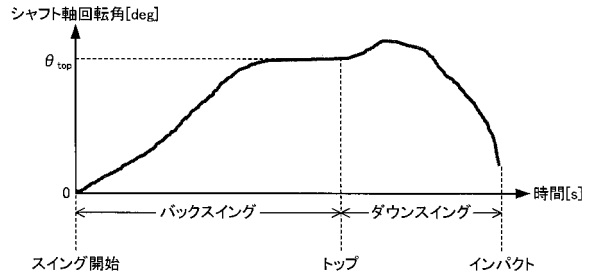
【図17】



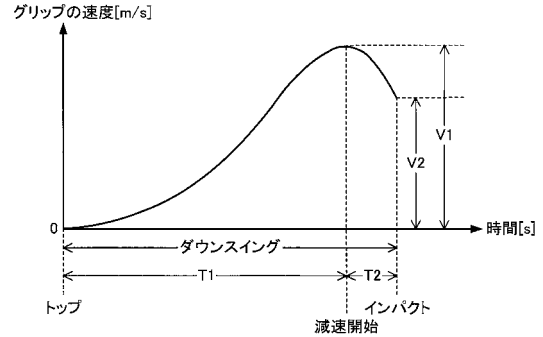
【図20】



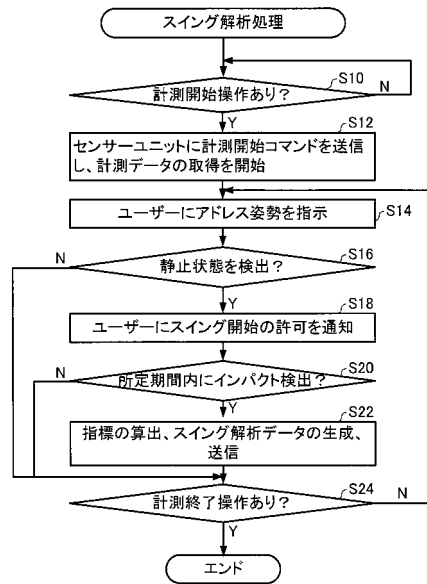
【図18】



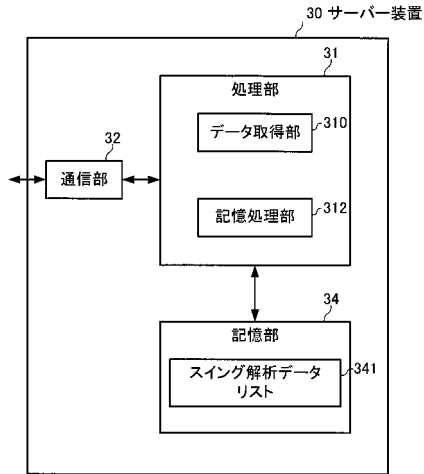
【図19】



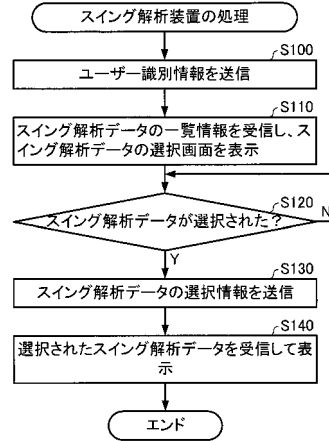
【図21】



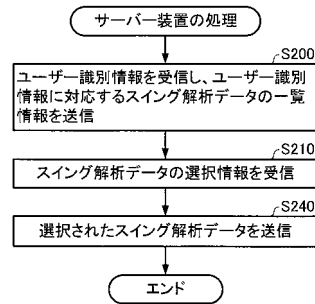
【図 2 2】



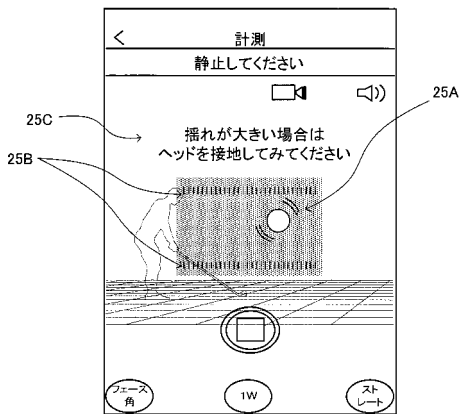
【図 2 3】



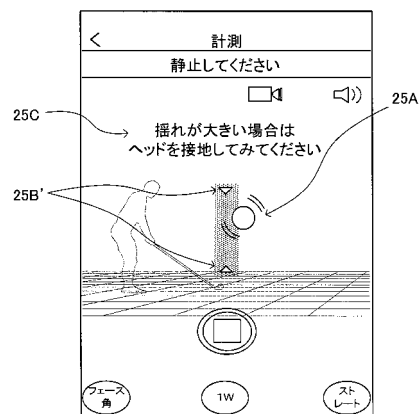
【図 2 4】



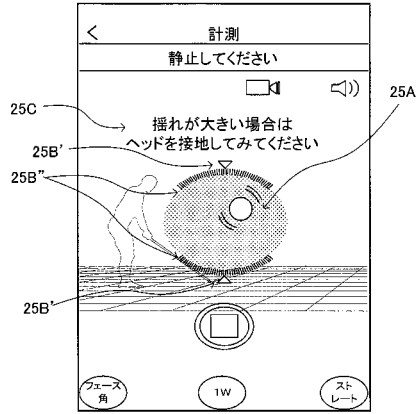
【図 2 5】



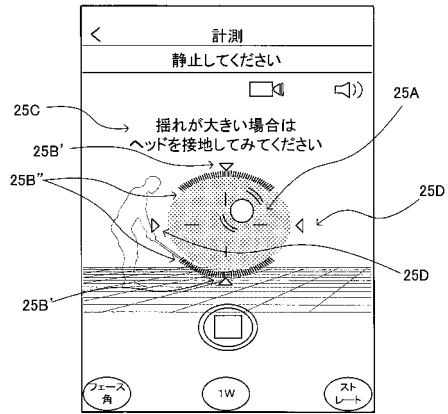
【図 2 6】



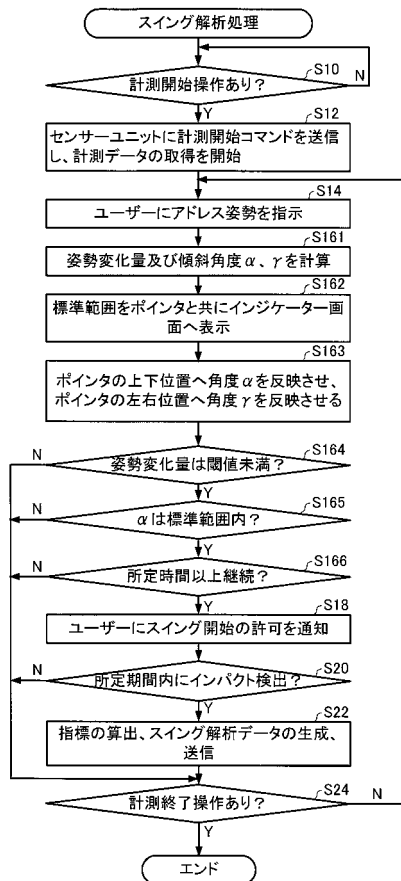
【図 27】



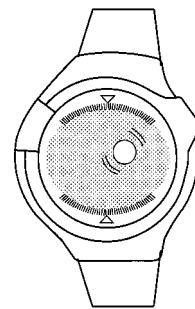
【図 28】



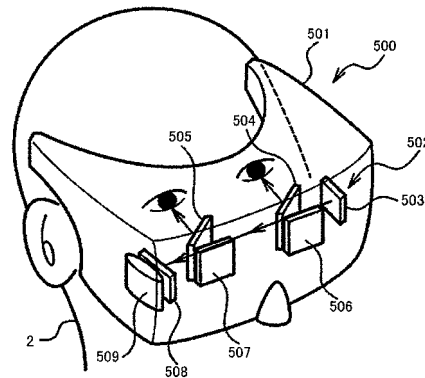
【図 29】



【図 30】



【図 31】



フロントページの続き

- (72)発明者 今井 信行
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
- (72)発明者 加納 俊彦
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