

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5870969号
(P5870969)

(45) 発行日 平成28年3月1日 (2016.3.1)

(24) 登録日 平成28年1月22日 (2016.1.22)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 3 B 69/36 (2006.01)
 A 6 3 B 69/36 5 4 1 P
 A 6 3 B 69/36 5 4 1 W

請求項の数 26 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2013-130652 (P2013-130652)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成25年6月21日 (2013.6.21)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2015-2910 (P2015-2910A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成27年1月8日 (2015.1.8)	(74) 代理人	100090479
審査請求日	平成27年4月15日 (2015.4.15)		弁理士 井上 一
早期審査対象出願		(74) 代理人	100104710
			弁理士 竹腰 昇
		(74) 代理人	100124682
			弁理士 黒田 泰
		(72) 発明者	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
		審査官	大澤 元成
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 運動解析装置および運動解析プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

慣性センサーの出力を使って、運動具の静止状態における前記運動具のシャフト部の延長方向に延びる第1直線と、打球方向を表す第2直線とを含む第1平面を特定する演算手段を備えることを特徴とする運動解析装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の運動解析装置において、

前記慣性センサーの出力は、加速度センサーの出力を含み、

前記演算手段は、前記静止状態における前記加速度センサーからの出力を用いて前記運動具の前記シャフト部の重力方向に対する傾きを算出し、前記傾きと前記シャフト部の長さ情報とを用いて前記第1直線を求めることを特徴とする運動解析装置。

【請求項 3】

請求項1または2に記載の運動解析装置において、

前記第2直線は、前記運動具の打球面に対し交差する方向に延びることを特徴とする運動解析装置。

【請求項 4】

請求項1または2に記載の運動解析装置において、

前記第2直線は、前記運動具の打球面に対し直交する方向に延びることを特徴とする運動解析装置。

【請求項 5】

10

20

請求項 1 ないし 4 のいずれか一項に記載の運動解析装置において、

前記慣性センサーは前記運動具の前記シャフト部に装着されることを特徴とする運動解析装置。

【請求項 6】

慣性センサーの出力を使って、運動具の静止状態における前記運動具のシャフト部の延長方向に延びる第 1 直線と、打球方向を表す第 2 直線とを含む第 1 平面を特定することを特徴とする演算処理回路。

【請求項 7】

慣性センサーの出力を使って、運動具の静止状態における前記運動具のシャフト部の延長方向に延びる第 1 直線と、打球方向を表す第 2 直線とを含む第 1 平面を特定する演算処理回路と、

10

前記慣性センサーの出力を使って運動解析を行うためのプログラムが保存された記憶装置と、

前記第 1 平面と前記運動解析の結果とを表示するための画像データを生成する画像処理回路と、

を備えることを特徴とするコンピューター装置。

【請求項 8】

慣性センサーの出力を使って、被験者の静止姿勢における前記被験者の首または肩と打球位置とを結ぶ第 1 直線と、打球方向を表す第 2 直線と、を含む第 1 平面を特定する演算手段を備えることを特徴とする運動解析装置。

20

【請求項 9】

請求項 8 に記載の運動解析装置において、

前記慣性センサーの出力は、加速度センサーの出力を含み、

前記演算手段は、前記静止姿勢における前記加速度センサーからの出力を用いて重力方向に対する前記被験者の腕の延びる方向の傾きを算出し、前記傾きと前記被験者の腕の長さ情報とを用いて前記被験者の首または肩の位置を推定し、それに基づき前記第 1 直線を求めることを特徴とする運動解析装置。

【請求項 10】

請求項 8 または 9 に記載の運動解析装置において、

前記第 2 直線は、前記運動具の打球面に対し交差する方向に延びることを特徴とする運動解析装置。

30

【請求項 11】

請求項 8 または 9 に記載の運動解析装置において、

前記第 2 直線は、前記運動具の打球面に対し直交する方向に延びることを特徴とする運動解析装置。

【請求項 12】

慣性センサーの出力を使って、被験者の静止姿勢における前記被験者の首または肩と打球位置とを結ぶ第 1 直線と、打球方向を表す第 2 直線と、を含む第 1 平面を特定することを特徴とする演算処理回路。

【請求項 13】

40

慣性センサーの出力を使って、被験者の静止姿勢における前記被験者の首または肩と打球位置とを結ぶ第 1 直線と、打球方向を表す第 2 直線と、を含む第 1 平面を特定する演算処理回路と、

前記慣性センサーの出力を使って運動解析を行うためのプログラムが保存された記憶装置と、

前記第 1 平面と前記運動解析の結果とを表示するための画像データを生成する画像処理回路と、

を備えることを特徴とするコンピューター装置。

【請求項 14】

慣性センサーの出力を使って、運動具の静止状態における前記運動具のシャフト部の延

50

長方向に延びる第 1 直線と、打球方向を表す第 2 直線と、を含む第 1 平面を特定する第 1 演算手段と、

前記慣性センサーの出力を使って、被験者の静止姿勢における前記被験者の首または肩と打球位置とを結ぶ第 3 直線と、打球方向を表す前記第 2 直線と、を含む第 2 平面を特定する第 2 演算手段と、を備えた運動解析装置。

【請求項 15】

請求項 14 に記載の運動解析装置において、

前記慣性センサーの出力は、加速度センサーの出力を含み、

前記第 1 演算手段は、前記静止状態における前記加速度センサーからの出力を用いて前記運動具の前記シャフト部の重力方向に対する傾きを算出し、前記傾きと前記シャフト部の長さ情報とを用いて前記第 1 直線を求めることを特徴とする運動解析装置。

10

【請求項 16】

請求項 14 に記載の運動解析装置において、

前記慣性センサーの出力は、加速度センサーの出力を含み、

前記第 2 演算手段は、前記静止姿勢における前記加速度センサーの出力を用いて重力方向に対する前記被験者の腕の傾きを算出し、前記傾きと前記被験者の腕の長さ情報とを用いて前記被験者の首または肩の位置を推定し、それに基づき前記第 3 直線を求めることを特徴とする運動解析装置。

【請求項 17】

請求項 14 ないし 16 のいずれか一項に記載の運動解析装置において、

20

前記第 2 直線は、前記運動具の打球面に対し交差する方向に延びることを特徴とする運動解析装置。

【請求項 18】

慣性センサーの出力を使って、運動具の静止状態における前記運動具のシャフト部の延長方向に延びる第 1 直線と、打球方向を表す第 2 直線と、を含む第 1 平面を特定する第 1 演算手段と、

前記慣性センサーの出力を使って、被験者の静止姿勢における前記被験者の首または肩と打球位置とを結ぶ第 3 直線と、打球方向を表す前記第 2 直線と、を含む第 2 平面を特定する第 2 演算手段と、を備えた演算処理回路。

【請求項 19】

30

慣性センサーの出力を使って、運動具の静止状態における前記運動具のシャフト部の延長方向に延びる第 1 直線と、打球方向を表す第 2 直線と、を含む第 1 平面を特定する第 1 演算手段と、前記慣性センサーの出力を使って、被験者の静止姿勢における前記被験者の首または肩と打球位置とを結ぶ第 3 直線と、打球方向を表す前記第 2 直線と、を含む第 2 平面を特定する第 2 演算手段と、を備えた演算処理回路と、

前記慣性センサーの出力を使って運動解析を行うためのプログラムが保存された記憶装置と、

前記第 1 平面と前記運動解析の結果とを表示するための画像データを生成する画像処理回路と、

を備えることを特徴とするコンピューター装置。

40

【請求項 20】

請求項 1 ないし 7 のいずれか一項に記載の運動解析装置において、

前記演算手段は、前記第 2 直線を回転軸として前記第 1 平面を回転させて第 2 平面を特定することを特徴とする運動解析装置。

【請求項 21】

請求項 1 ないし 7 のいずれか一項に記載の運動解析装置において、

前記演算手段は、更に第 2 平面を特定し、前記第 1 平面と前記第 2 平面とは前記第 2 直線で交わり所定角度を成すことを特徴とする運動解析装置。

【請求項 22】

請求項 14 ないし 21 のいずれか一項に記載の運動解析装置において、前記第 1 平面お

50

よび前記第 2 平面の少なくとも一方の画像データを生成することを特徴とする運動解析装置。

【請求項 2 3】

請求項 1 4 ないし 2 1 のいずれか一項に記載の運動解析装置において、前記運動具のスイング軌跡を算出し、前記第 1 平面および前記第 2 平面の少なくとも一方と前記スイング軌跡とを表示させることを特徴とする運動解析装置。

【請求項 2 4】

慣性センサーの出力信号を用いて、運動具の静止状態における前記運動具のシャフト部の延長方向に延びる第 1 直線と、打球方向として設定される第 2 直線と、を含む第 1 平面を特定する手順をコンピューターに実行させることを特徴とする運動解析プログラム。

10

【請求項 2 5】

請求項 2 4 に記載の運動解析プログラムにおいて、

前記第 2 直線を回転軸として前記第 1 平面を回転させて第 2 平面を特定する手順を含むことを特徴とする運動解析プログラム。

【請求項 2 6】

慣性センサーの出力信号を用いて、被験者の静止姿勢における前記被験者の首または肩と打球位置とを結ぶ第 1 直線と、打球方向として設定される第 2 直線と、を含む第 1 平面を特定する手順と、
をコンピューターに実行させることを特徴とする運動解析プログラム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は運動解析装置および運動解析プログラム等に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば運動の一具体例であるゴルフではスイングプレーンといった概念は一般に知られる。スイングプレーンはスイング時のゴルフクラブの軌跡に相当する。例えば特許文献 1 や特許文献 2 では被験者の後方から被験者のゴルフスイングをカメラ等で撮影し、撮影した画像からスイングプレーンを特定する。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2 0 0 9 - 2 0 8 9 7 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 8 - 2 3 0 3 6 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 のスイングプレーンの求め方は、画像データからスイング中の特定点を少なくとも 2 点求め、その 2 点からスイングプレーンを解析する手法である。この手法において、まず、スイング終了後に画像データを編集し、特定点を求める作業を行う必要がある。実際のスイングプレーンとの間の誤差が大きく、かつ、スイングプレーンを表示するまで時間がかかる問題がある。特許文献 2 についても画像データを編集する作業が必要なので特許文献 1 と同様の問題がある。

40

【0005】

また、ゴルフスイングの指導にあたってシャフトプレーンおよびホーガンプレーン等の指標が知られる。シャフトプレーンとは、ゴルフのアドレス時（静止状態）においてゴルフクラブのシャフトの長軸方向とターゲットライン（打球方向）とで構成される面であり、ホーガンプレーンとは、ゴルフのアドレス時において、ゴルファーの首元（首の付け根）からボールを結ぶ仮想線とターゲットライン（打球方向）とで構成される面である。このシャフトプレーンとホーガンプレーンにより挟まれる領域は V ゾーンと呼ばれ、ゴルフア

50

ーのアドレス時にVゾーンを定め、インパクト時にゴルフクラブがVゾーンに入っているか否かによって打球の良し悪しが評価される。これらシャフトプレーンおよびホーガンプレーンが画像上に指標として表示されれば、ゴルファーはスイングフォームの改良点を把握しやすい。しかしながら、特許文献1および2の方法においては、ホーガンプレーンを求めるには、アドレス時のゴルファーの姿を後方から撮影し、撮影した画像に基づき、人の手で定規等で線を引いて求めるしかなかった。したがって、ゴルフスイング解析においてゴルファーにシャフトプレーンおよびホーガンプレーンを簡易にかつ精度よく提示する手段がこれまでなかった。

【0006】

本発明の少なくとも1つの態様によれば、スイングという運動の解析にあたって明確な指標を提示することができる運動解析装置および運動解析プログラムを提供する。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

(1) 本発明の一態様は、慣性センサーの出力を使って、静止姿勢における運動具のシャフト部が延びる方向を表す第1線分と、打球方向を表す第2線分と、により構成される第1仮想平面を特定する演算手段を備える運動解析装置に関する。

【0008】

運動具の静止姿勢の確立にあたって被験者はインパクトの瞬間の姿勢を再現する。その結果、「スイング」という一連の動作の中からインパクトの瞬間の姿勢は抽出される。慣性センサーは運動具の姿勢に応じて検出信号を出力する。検出信号に応じて第1仮想平面は特定される。第1仮想平面は、スイングで振られる運動具の仮想軌道を描き出すことができる。スイング時の運動具の軌跡は仮想軌道に対比して観察される。こうした運動具の軌跡に基づき被験者の動作は解析される。こうして「スイング」という運動に関して明確な指標は提供される。本発明の一態様においては、ゴルフスイングの場合、第1仮想平面をシャフトプレーンと見立てて、例えばアドレス時のシャフトプレーンの傾きにより、被験者とボールとの間隔の違いや被験者の姿勢の違いを被験者は把握でき、打球の良し悪しの原因を追究することができる。

20

【0009】

(2) 前記第1慣性センサーの出力は加速度センサーの出力を含むことができ、前記第1線分は、前記静止姿勢における前記加速度センサーからの出力を用いて前記運動具の前記シャフト部の重力方向に対する傾きを算出し、前記傾きと前記シャフト部の長さ情報とを用いて決定されることができる。

30

【0010】

本発明の一態様においては、慣性センサーとして加速度センサーが用いられる。静止姿勢における加速度センサーからの出力により、例えばゴルフクラブのシャフトが重力方向に対しどのくらい傾いているのかを求めることができ、傾き情報とシャフトの長さ情報を用いてシャフトプレーンを容易に特定することができる。

【0011】

(3) 前記第2線分は、前記運動具の打球面に対し交差する方向であることができる。本発明の一態様においては、打球方向をターゲットラインとして、例えばゴルフの場合は第1仮想平面としてのシャフトプレーンを算出する。これにより、被験者は、イメージした仮想軌道に基づき、「スイング」という一連の動作を実施することができる。こうしてスイングの動作には良好な改良が加えられることができる。

40

【0012】

(4) 前記第1慣性センサーは前記運動具の前記シャフト部に装着されることができる。本発明の一態様においては、慣性センサーは運動具のシャフト部(ゴルフクラブの場合はグリップを含むシャフト部分)に装着されるのが好ましい。これにより、精度良く第1仮想平面やスイング軌跡を求めることができる。

【0013】

(5) 本発明の他の態様は、被験者の腕に装着された慣性センサーの出力を使って、静

50

止姿勢における前記被験者の腕の延びる方向を表す第1線分と、打球方向を表す第2線分と、により構成される第2仮想平面を特定する演算手段を備える運動解析装置に関する。

【0014】

本発明の一態様においては、第2仮想平面をホーガンブレーンと見立てて、例えば、アドレス時のホーガンブレーンの傾きにより、被験者とボールとの間隔の違いや被験者の姿勢の違いを被験者は把握でき、打球の良し悪しの原因を追究することができる。

【0015】

(6)前記慣性センサーの出力は加速度センサーの出力を含むことができ、前記第1線分は、前記静止姿勢における前記加速度センサーの出力を用いて重力方向に対する前記被験者の腕の延びる方向の傾きを算出し、前記傾きと前記被験者の腕の長さ情報を用いて決定されることができる。

10

【0016】

本発明の一態様においては、慣性センサーとして加速度センサーが用いられる。静止姿勢における加速度センサーからの出力により、例えば被験者の腕の延びる方向が重力方向に対しどのくらい傾いているのかを求めることができ、傾き情報と腕の長さ情報を用いてホーガンブレーンを容易に特定することができる。

【0017】

(7)前記第2線分は、前記運動具の打球面に対し交差する方向であることができる。本発明の一態様においては、打球方向をターゲットラインとして、例えばゴルフの場合は第2仮想平面としてのホーガンブレーンを算出する。これにより、被験者は、イメージした仮想軌道に基づき、「スイング」という一連の動作を実施することができる。こうしてスイングの動作には良好な改良が加えられることができる。

20

【0018】

(8)本発明のさらに他の態様は、運動具に取り付けられた第1慣性センサーの出力を使って、静止姿勢における運動具のシャフト部の軸線を表す第1線分と、打球方向を表す第2線分と、により構成される第1仮想平面を特定する第1演算手段と、被験者の腕に装着された第2慣性センサーの出力を使って、静止姿勢における前記被験者の腕の延びる方向を示す第3線分と、打球方向を表す前記第2線分と、により構成される第2仮想平面を特定する第2演算手段とを備えた運動解析装置に関する。

【0019】

本発明の一態様においては、例えば、ゴルフスイングの場合、第1仮想平面をシャフトブレーン、第2仮想平面をホーガンブレーンと見立てて、例えば、アドレス時のホーガンブレーンの傾きにより、被験者とボールとの間隔の違いや被験者の姿勢の違いを被験者は把握でき、打球の良し悪しの原因を追究することができる。

30

【0020】

(9)前記第1慣性センサーの出力は第1加速度センサーの出力を含むことができ、前記第1線分は、前記静止姿勢における前記第1加速度センサーからの出力を用いて前記運動具の前記シャフト部の重力方向に対する傾きを算出し、前記傾きと前記シャフト部の長さ情報を用いて決定されることができる。

【0021】

本発明の一態様においては、慣性センサーとして加速度センサーが用いられる。静止姿勢における加速度センサーからの出力により、例えばゴルフクラブのシャフトが重力方向に対しどのくらい傾いているのかを求めることができ、傾き情報とシャフトの長さ情報を用いてシャフトブレーンを容易に特定することができる。

40

【0022】

(10)前記第2慣性センサーの出力は、第2加速度センサーの出力を含み、前記第3線分は、前記静止姿勢における前記第2加速度センサーの出力を用いて重力方向に対する前記被験者の腕の延びる方向の傾きを算出し、前記傾きと前記被験者の腕の長さ情報を用いて決定されることができる。

【0023】

50

本発明の一態様においては、慣性センサーとして加速度センサーが用いられる。静止姿勢における加速度センサーからの出力により、例えば被験者の腕の延びる方向が重力方向に対しどのくらい傾いているのかを求めることができ、傾き情報と腕の長さ情報を用いてホーガンプレーンを容易に特定することができる。

【0024】

(11) 前記第2線分は、前記運動具の打球面に対し交差する方向であることができる。本発明の一態様においては、打球方向をターゲットラインとして、例えばゴルフの場合は第1仮想平面としてのシャフトプレーンや第2仮想平面としてのホーガンプレーンを算出する。これにより、被験者は、イメージした仮想軌道に基づき、「スイング」という一連の動作を実施することができる。こうしてスイングの動作には良好な改良が加えられる

10

【0025】

(12) 前記演算部は、前記第2線分を回転軸として前記第1仮想平面を回転させて第2仮想平面を特定することができる。本発明の一態様においては、例えば、ゴルフの場合、ゴルフクラブのシャフトにのみ慣性センサーを装着しておけば、第1仮想平面としてのシャフトプレーンと第2仮想平面としてのホーガンプレーンの両方を特定することができる。

【0026】

(13) 運動解析装置は、前記第1仮想平面と前記第2仮想平面を視覚化する画像データを生成する画像データ生成部を備えることができる。被験者には視覚的に三次元空間で仮想平面が提示される。仮想平面の提示に応じて被験者は運動具の仮想軌道を明確にイメージすることができる。被験者は、イメージした仮想軌道に基づき、「スイング」という一連の動作を実施することができる。こうしてスイングの動作には良好な改良が加えられる

20

【0027】

(14) 運動解析装置は、前記慣性センサーの出力を用いて前記運動具のスイング軌道を算出し、前記第1仮想平面および前記第2仮想平面と重ねて前記軌道を表示させることができる。被験者には第1仮想平面と第2仮想平面とで挟まれる領域(Vゾーン)とスイング時の運動具の軌道とを三次元空間で同時に提示することができる。被験者は視覚的に仮想平面に対して自分のスイングを対比することができる。例えばフォームの変更と観察とが繰り返されることで、試行錯誤を通じてゴルフスイングのフォームには良好な改良が加えられる

30

【0028】

(15) 本発明のさらに他の態様は、慣性センサーの出力信号を受信する手順と、受信した前記出力信号を用いて、静止姿勢における運動具のシャフト部が延びる方向を示す第1線分と、打球方向として設定される第2線分と、により構成される第1仮想平面を特定する手順とをコンピューターに実行させる運動解析プログラムに関する。

【0029】

運動具の静止姿勢の確立にあたって被験者はインパクトの瞬間の姿勢を再現する。その結果、「スイング」という一連の動作の中からインパクトの瞬間の姿勢は抽出される。慣性センサーは運動具の姿勢に応じて検出信号を出力する。検出信号に応じて仮想平面は特定される。仮想平面は、スイングで振られる運動具の仮想軌道を描き出すことができる。スイング時の運動具の軌道は仮想軌道に対比して観察される。こうした運動具の軌道に基づき被験者の動作は解析される。こうして「スイング」という運動に関して明確な指標は提供される。

40

【0030】

(16) 運動解析プログラムは、前記第2線分を回転軸として前記第1仮想平面を回転させて第2仮想平面を特定する手順を含むことができる。慣性センサーは被験者のアドレス時の静止姿勢に応じて検出信号を出力する。検出信号に応じてホーガンプレーンは特定される。スイング時のゴルフクラブの軌道はホーガンプレーンに対比して観察される、こ

50

うしたゴルフクラブの軌跡に基づき被験者の動作は解析される。こうして「ゴルフスイング」という運動に関して明確な指標は提供される。

【0031】

(17) 本発明のさらに他の態様は、慣性センサーの出力信号を受信する手順と、受信した前記出力信号を用いて、静止姿勢における前記被験者の腕の延びる方向を示す第3線分と、打球方向として設定される第4線分と、により構成される第2仮想平面を特定する手順とをコンピューターに実行させる運動解析プログラムに関する。

【0032】

慣性センサーは被験者のアドレス時の静止姿勢に応じて検出信号を出力する。検出信号に応じてホーガンブレーションは特定される。スイング時のゴルフクラブの軌跡はホーガンブレーションに対比して観察される、こうしたゴルフクラブの軌跡に基づき被験者の動作は解析される。こうして「ゴルフスイング」という運動に関して明確な指標は提供される。

【図面の簡単な説明】

【0033】

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

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

【図3】スイングモデルに用いられるクラブヘッドの位置に関する概念図である。

【図4】第1実施形態に係る演算処理回路の構成を概略的に示すブロック図である。

【図5】シャフトプレーン画像データ生成部およびホーガンブレーション画像データ生成部の構成を概略的に示すブロック図である。

【図6】シャフトの長軸を表す線分の算出方法を概略的に示す概念図である。

【図7】シャフトプレーンおよびホーガンブレーションの概念図である。

【図8】シャフトプレーンの生成方法に関する概念図である。

【図9】ホーガンブレーションの生成方法に関する概念図である。

【図10】解析結果に係る画像の一具体例を概略的に示す概念図である。

【図11】第2実施形態に係るゴルフスイング解析装置の演算処理回路の構成を概略的に示すブロック図である。

【図12】シャフトプレーン画像データ生成部およびホーガンブレーション画像データ生成部の構成を概略的に示すブロック図である。

【図13】シャフトプレーンの生成方法に関する概念図である。

【図14】ホーガンブレーションの生成方法に関する概念図である。

【発明を実施するための形態】

【0034】

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

【0035】

(1) 第1実施形態に係るゴルフスイング解析装置の構成

図1は本発明の第1実施形態に係るゴルフスイング解析装置(運動解析装置)11の構成を概略的に示す。ゴルフスイング解析装置11は例えば第1慣性センサー12および第2慣性センサー13を備える。第1および第2慣性センサー12、13には加速度センサーおよびジャイロセンサーが組み込まれる。加速度センサーは直交三軸方向に発生する加速度を個々に検出することができる。ジャイロセンサーは直交三軸の各軸回りに個別に角速度を検出することができる。第1および第2慣性センサー12、13は検出信号を出力する。検出信号で個々の軸ごとに加速度および角速度は特定される。加速度センサーおよびジャイロセンサーは加速度および角速度の情報を検出する。第1慣性センサー12はゴルファーの上肢(例えば右打ちなら左腕)15に取り付けられる。ここでは、第1慣性センサー12はゴルファーの前腕に取り付けられた例を示しているが、第1慣性センサー1

10

20

30

40

50

2はゴルファーの上腕、両肩等の上半身に取り付けられてもよい。第2慣性センサー13はゴルフクラブ(運動具)14に取り付けられる。ゴルフクラブ14はシャフト14aおよびグリップ14bを備える。グリップ14bが手で握られる。グリップ14bはシャフト14aの長軸に同軸に形成される。シャフト14aの先端にはクラブヘッド14cが結合される。望ましくは、第2慣性センサー13はゴルフクラブ14のシャフト部としてのシャフト14aまたはグリップ14bに取り付けられる。第1および第2慣性センサー12、13は上肢15およびゴルフクラブ14にそれぞれ相対移動不能に固定されればよい。ここでは、第2慣性センサー13の取り付けにあたって第2慣性センサー13の検出軸のうちの1軸はシャフト14aの長軸方向(シャフトが延びる方向)に合わせ込まれる。

【0036】

ゴルフスイング解析装置11は演算処理回路(演算部)16を備える。演算処理回路16には第1および第2慣性センサー12、13が接続される。接続にあたって演算処理回路16には所定のインターフェイス回路17が接続される。このインターフェイス回路17は有線で慣性センサー12、13に接続されてもよく無線で慣性センサー12、13に接続されてもよい。演算処理回路16には慣性センサー12、13から検出信号が入力される。

【0037】

演算処理回路16には記憶装置18が接続される。記憶装置18には例えばゴルフスイング解析ソフトウェアプログラム19および関連するデータが格納される。演算処理回路16はゴルフスイング解析ソフトウェアプログラム19を実行しゴルフスイング解析方法を実現する。記憶装置18にはDRAM(ダイナミックランダムアクセスメモリー)や大容量記憶装置ユニット、不揮発性メモリー等が含まれる。例えばDRAMには、ゴルフスイング解析方法の実施にあたって一時的にゴルフスイング解析ソフトウェアプログラム19が保持される。ハードディスク駆動装置(HDD)といった大容量記憶装置ユニットにはゴルフスイング解析ソフトウェアプログラムおよびデータが保存される。不揮発性メモリーにはBIOS(基本入出力システム)といった比較的の小容量のプログラムやデータが格納される。

【0038】

演算処理回路16には画像処理回路21が接続される。演算処理回路16は画像処理回路21に所定の画像データを送る。画像処理回路21には表示装置22が接続される。接続にあたって画像処理回路21には所定のインターフェイス回路(図示されず)が接続される。画像処理回路21は、入力される画像データに応じて表示装置22に画像信号を送る。表示装置22の画面には画像信号で特定される画像が表示される。表示装置22には液晶ディスプレイその他のフラットパネルディスプレイが利用される。ここでは、演算処理回路16、記憶装置18および画像処理回路21は例えばコンピューター装置として提供される。

【0039】

演算処理回路16には入力装置23が接続される。入力装置23は少なくともアルファベットキーおよびテンキーを備える。入力装置23から文字情報や数値情報が演算処理回路16に入力される。入力装置23は例えばキーボードで構成されればよい。コンピューター装置およびキーボードの組み合わせは例えばスマートフォンや携帯電話、タブレットPC(パーソナルコンピューター)に置き換えられてもよい。

【0040】

(2)運動解析モデル

演算処理回路16は仮想空間を規定する。仮想空間は三次元空間で形成される。三次元空間は実空間を特定する。図2に示されるように、三次元空間は絶対基準座標系(全体座標系) x_y_z を有する。三次元空間には絶対基準座標系 x_y_z に従って三次元運動解析モデル26が構築される。三次元運動解析モデル26の棒27は支点28(座標 x)に点拘束される。棒27は支点28回りで三次元的に振子として動作する。支点28の位置は移動することができる。ここでは、絶対基準座標系 x_y_z に従って、棒27の重心2

10

20

30

40

50

9の位置は座標 x_g で特定され、クラブヘッド14cの位置は座標 x_h で特定される。

【0041】

三次元運動解析モデル26はスイング時のゴルフクラブ14をモデル化したものに相当する。振子の棒27はゴルフクラブ14のシャフト14aを投影する。棒27の支点28はグリップ14bを投影する。第2慣性センサー13は棒27に固定される。絶対基準座標系 x_yz に従って第2慣性センサー13の位置は座標 x_s で特定される。第2慣性センサー13は加速度信号および角速度信号を出力する。加速度信号では、重力加速度 g の影響が差し引かれた加速度

【数1】

$$(\ddot{x}_s - g)$$

10

が特定され、角速度信号では角速度 ω_1 、 ω_2 が特定される。

【0042】

演算処理回路16は同様に第2慣性センサー13に局所座標系 s を固定する。局所座標系 s の原点は第2慣性センサー13の検出軸の原点に設定される。局所座標系 s の y 軸はシャフト14aの軸に一致する。局所座標系 s の x 軸はフェースの向きで特定される打球方向に一致する。したがって、この局所座標系 s に従って支点の位置 l_{sj} は $(0, l_{sjy}, 0)$ で特定される。同様に、この局所座標系 s 上では重心29の位置 l_{sg} は $(0, l_{sgy}, 0)$ で特定され、クラブヘッド14cの位置 l_{sh} は $(0, l_{shy}, 0)$ で特定される。

20

【0043】

図3に示されるように、クラブヘッド14cではホゼル41にシャフト14aが挿入される。ホゼル41とシャフト14aとの境界にはフェール42が配置される。ホゼル41およびフェール42の長軸はシャフト14aの長軸43に同軸に配置される。クラブヘッド14cの位置は例えばシャフト14aの長軸方向(軸線)43の延長線とクラブヘッド14cのソール44との交点45で特定されればよい。あるいは、クラブヘッド14cの位置は、クラブヘッド14cのソール44が地面Gに平らに接触した際にシャフト14aの長軸43の延長線と地面Gとの交点46で特定されてもよい。その他、後述されるような画像化に支障がない限り、クラブヘッド14cの位置はクラブヘッド14cのトゥ47やヒール48、ソール44の他の部位、クラウン49、それらの周辺で設定されてもよい。ただし、クラブヘッド14cの位置はシャフト14aの軸方向43(あるいはその延長線上)に設定されることが望ましい。

30

【0044】

(3) 第1実施形態に係る演算処理回路の構成

図4は第1実施形態に係る演算処理回路16の構成を概略的に示す。演算処理回路16は位置算出部51を備える。位置算出部51には第1慣性センサー12および第2慣性センサー13から加速度信号および角速度信号が入力される。位置算出部51は、少なくとも加速度信号に基づき、仮想三次元空間の絶対基準座標系に従って、クラブヘッド14cの座標、グリップエンドの座標および被験者の肩の座標を算出する。算出方法は後述する。算出にあたって位置算出部51は記憶装置18からクラブヘッドデータ、グリップエンドデータ等のシャフトの長さ情報に関するデータおよび肩データといった様々な数値データを取得する。クラブヘッドデータは例えば第2慣性センサー13の出力に従ってクラブヘッド14cの位置を特定する。グリップエンドデータは例えば第2慣性センサー13の出力に従ってグリップエンドの位置を特定する。その他、クラブヘッド14cの位置やグリップエンドの位置の特定にあたってゴルフクラブ14の長さが特定されて当該ゴルフクラブ14上で第2慣性センサー13の位置が特定されてもよい。肩データは例えば第1慣性センサー12の出力に従って被験者の肩の位置を特定する。あるいは、肩の位置は第1慣性センサー12から被験者の肩までの距離を示す長さデータに基づき特定されてもよい。その他、肩の位置の特定にあたって被験者の身長や左腕の長さが特定されて当該腕上で第1慣性センサー12の位置が特定されてもよい。

40

50

【 0 0 4 5 】

演算処理回路 1 6 はシャフトプレーン画像データ生成部 5 2 およびホーガンプレーン画像データ生成部 5 3 を備える。シャフトプレーンとは、ゴルフのアドレス時（静止状態）においてゴルフクラブ 1 4 のシャフト 1 4 a の長軸方向とターゲットライン（打球方向）とで構成される面であり、ホーガンプレーンとは、ゴルフのアドレス時において、ゴルフアーの首元（首の付け根）からボールを結ぶ仮想線とターゲットライン（打球方向）とで構成される面である。なお、ホーガンプレーンは被験者を側面から見た場合に首元の位置と肩の位置がほぼ同一直線上に並ぶことから、ゴルフアーの肩からボールを結ぶ仮想線とも言える。シャフトプレーン画像データ生成部 5 2 およびホーガンプレーン画像データ生成部 5 3 は位置算出部 5 1 に接続される。シャフトプレーン画像データ生成部 5 2 は、グリッ
10
ップエンドの座標に基づき、三次元で第 1 仮想平面すなわちシャフトプレーンを視覚化する三次元画像データを生成する。この三次元画像データの生成にあたってシャフトプレーン画像データ生成部 5 2 はターゲットラインデータを参照する。ターゲットラインデータは、絶対基準座標系で打球方向を特定する線分であるターゲットラインを示す。なお、ターゲットラインは、アドレス時（静止時）のクラブヘッド 1 4 c のフェース面に交差する方向であるとも言える。ホーガンプレーン画像データ生成部 5 3 は、被験者の肩の座標に基づき、三次元で第 2 仮想平面すなわちホーガンプレーンを視覚化する三次元画像データを生成する。この三次元画像データの生成にあたってホーガンプレーン画像データ生成部 5 3 は同様にターゲットラインデータを参照する。

【 0 0 4 6 】

演算処理回路 1 6 はスイング動作算出部 5 4 を備える。スイング動作算出部 5 4 には第 1 慣性センサー 1 2 および第 2 慣性センサー 1 3 から加速度信号および角速度信号が入力される。スイング動作算出部 5 4 は加速度および角速度に基づきスイング時のゴルフクラブ 1 4 の移動軌跡を算出する。

【 0 0 4 7 】

演算処理回路 1 6 はスイング画像データ生成部 5 5 を備える。スイング画像データ生成部 5 5 はスイング動作算出部 5 4 に接続される。スイング画像データ生成部 5 5 は、時間軸に沿ってゴルフクラブ 1 4 の移動軌跡を視覚化する三次元画像データを生成する。

【 0 0 4 8 】

演算処理回路 1 6 は描画部 5 6 を備える。描画部 5 6 はシャフトプレーン画像データ生成部 5 2、ホーガンプレーン画像データ生成部 5 3 およびスイング画像データ生成部 5 5 に接続される。描画部 5 6 は、シャフトプレーン画像データ生成部 5 2 の三次元画像データ、ホーガンプレーン画像データ生成部 5 3 の三次元画像データおよびスイング画像データ生成部 5 5 の三次元画像データに基づき、シャフトプレーンおよびホーガンプレーンに重ねて三次元でゴルフクラブ 1 4 の移動軌跡を視覚化する三次元画像データを生成する。

【 0 0 4 9 】

図 5 に示されるように、シャフトプレーン画像データ生成部 5 2 は共通座標算出部 5 7、シャフトプレーン基準座標算出部 5 8、シャフトプレーン頂点座標算出部 5 9 およびシャフトプレーンポリゴンデータ生成部 6 1 を備える。共通座標算出部 5 7 はターゲットラインデータに基づきシャフトプレーンの 2 つの頂点の座標を算出する。詳細は後述される
40
。シャフトプレーン基準座標算出部 5 8 はグリッエンドの座標に基づきシャフト 1 4 a の長軸 4 3 の延長線上でシャフトプレーンの基準位置を算出する。シャフトプレーン基準座標算出部 5 8 にシャフトプレーン頂点座標算出部 5 9 が接続される。シャフトプレーン頂点座標算出部 5 9 は、算出されたシャフトプレーンの基準位置に基づきシャフトプレーンの 2 つの頂点の座標を算出する。シャフトプレーン頂点座標算出部 5 9 および共通座標算出部 5 7 にシャフトプレーンポリゴンデータ生成部 6 1 が接続される。シャフトプレーンポリゴンデータ生成部 6 1 は、算出された総計 4 点の頂点の座標に基づきシャフトプレーンのポリゴンデータを生成する。このポリゴンデータは、三次元でシャフトプレーンを視覚化する三次元画像データに相当する。

【 0 0 5 0 】

10

20

30

40

50

同様に、ホーガンブレード画像データ生成部 53 は共通座標算出部 57、ホーガンブレード基準座標算出部 62、ホーガンブレード頂点座標算出部 63 およびホーガンブレードポリゴンデータ生成部 64 を備える。共通座標算出部 57 はターゲットラインデータに基づきホーガンブレードの 2 つの頂点の座標を算出する。ここでは、ターゲットライン上でシャフトブレードの 2 つの頂点とホーガンブレードの 2 つの頂点は相互に重なることから、ホーガンブレード画像データ生成部 53 はシャフトブレード画像データ生成部 52 と共通座標算出部 57 を共有する。ホーガンブレード基準座標算出部 62 は肩の座標に基づき左腕の長軸の延長線上でホーガンブレードの基準位置を算出する。ホーガンブレード基準座標算出部 62 にホーガンブレード頂点座標算出部 63 が接続される。ホーガンブレード頂点座標算出部 63 は、算出されたホーガンブレードの基準位置に基づきホーガンブレードの 2 つの頂点の座標を算出する。ホーガンブレード頂点座標算出部 63 および共通座標算出部 57 にホーガンブレードポリゴンデータ生成部 64 が接続される。ホーガンブレードポリゴンデータ生成部 64 は、算出された総計 4 点の頂点の座標に基づきホーガンブレードのポリゴンデータを生成する。このポリゴンデータは、三次元でホーガンブレードを視覚化する三次元画像データに相当する。

【0051】

ここで、図 6 は、シャフトブレード（第 1 仮想平面）を構成するシャフト 14a の長軸 43 が延びる方向を表す線分（第 1 線分）81 の求め方の一例を示す。当該線分 81 は、静止姿勢時のゴルフクラブ 14 のシャフト 14a に装着された第 2 慣性センサー 13 の加速度センサーの出力から求められる。第 2 慣性センサー 13 の加速度センサーは複数の検出軸を有し、検出軸の一つはシャフト 14a の長軸方向と一致するようにシャフト 14a に固定される。第 2 慣性センサー 13 には下向き重力 82 と反対の上向きの力 83 が働く。第 2 慣性センサー 13 の加速度センサーは、重力 82 によって作用する上向きの力 83 を、シャフト 14a の長軸方向に沿った第 1 の力成分 84 と、シャフト 14a の長軸方向と直交する第 2 の力成分 85 とに分解して計測する。分解された力成分 84、85 から三角関数により重力方向に対するシャフト 14a の長軸方向の傾き角度 ϕ が求まる。ここで、力成分 84 は、シャフト長軸方向（y 軸方向）の加速度ベクトル（ $= |y|$ ）に相当し、力成分 85 は、当該加速度ベクトルに直交する方向（例えば z 軸方向）の加速度ベクトル（ $= |z|$ ）に相当する。

【数 2】

$$\phi = \tan^{-1} \frac{|z|}{|y|}$$

次に、予め入力されたシャフト 14a の長さ情報と、先に求めたシャフト 14a の長軸方向の傾き角度 ϕ により線分 81 が定まる。これにより仮想三次元空間におけるクラブヘッド 14c の位置座標が特定される。なお、シャフト 14a の長さ情報は、第 2 慣性センサー 13 の位置からクラブヘッド 14c の端部までの距離を用いてもよい。当該線分 81 と後述されるターゲットライン（打球方向）を含む平面をシャフトブレードとして特定する。

【0052】

ホーガンブレード（第 2 仮想平面）を求めるには、図示しないが、被験者の腕に装着された第 1 慣性センサー 12 の加速度センサーを用いて、上述のシャフトブレードの線分 81 と同様に重力方向に対する静止姿勢における被験者の腕の傾きを求め、予め入力された被験者の腕の長さ情報と腕の傾き角度によりホーガンブレードを構成する線分を算出する。

【0053】

次に、図 7～図 9 を参照しつつ、シャフトブレード画像データ生成部 52 およびホーガンブレード画像データ生成部 53 を詳述する。共通座標算出部 57 は頂点の座標の算出にあたってクラブヘッド 14c の座標およびスケールデータを参照する。図 7 から明らかな

ように、スケールデータは、ターゲットライン 66 上でシャフトプレーン 67 の大きさを示す数値 TL を特定する。数値 TL は、スイング動作がシャフトプレーン 67 に投影された際にスイング動作全体がシャフトプレーン 67 に収まる大きさに設定される。共通座標算出部 57 は頂点の座標の算出にあたってターゲットライン 66 にクラブヘッド 14c の座標を照らし合わせターゲットライン 66 に対してクラブヘッド 14c を位置合わせすることができる。

【0054】

シャフトプレーン基準座標算出部 58 は基準位置の算出にあたって第 1 スケールファクターデータを参照する。図 8 に示されるように、第 1 スケールファクターデータはシャフト 14a の長軸 43 の拡大率 S を特定する。拡大率 S に応じてグリップエンド (0, Gy, Gz) を超えてシャフト 14a の長軸 43 の延長線が特定される。延長線の端でシャフトプレーン 67 の基準位置 68 (0, Sy, Sz) が特定される。長軸 43 の拡大率 S は、スイング動作がシャフトプレーン 67 に投影された際にスイング動作の全体がシャフトプレーン 67 に収まる数値に設定される。

【0055】

シャフトプレーン頂点座標算出部 59 は頂点の座標の算出にあたってスケールデータを参照する。図 7 から明らかなように、シャフトプレーン 67 の基準位置 68 を通過する長さ TL の線分が特定される。この線分の両端で頂点の座標 S1、S2 は得られる。

【0056】

ホーガンプレーン基準座標算出部 62 は基準位置の算出にあたって第 2 スケールファクターデータを参照する。図 9 に示されるように、第 2 スケールファクターデータは、肩とクラブヘッド 14c とを結ぶ線分の拡大率 H を特定する。拡大率 H に応じて肩を超えて線分の延長線が特定される。線分の拡大率 H は、スイング動作がホーガンプレーン 69 に投影された際にスイング動作の全体がホーガンプレーン 69 に収まる数値に設定される。図 9 では、拡大率 H の特定にあたって、シャフト 14a の長軸 43 を含む yz 平面に肩が投影される。投影された位置に基づきホーガンプレーン 69 の基準位置 71 (0, Hy, Hz) は特定される。したがって、基準位置 71 (0, Hy, Hz) は yz 平面内で特定される。

【0057】

ホーガンプレーン頂点座標算出部 63 は頂点の座標の算出にあたってスケールデータを参照する。図 7 から明らかなように、ホーガンプレーン 69 の基準位置 71 を通過する長さ TL の線分が特定される。この線分の両端で頂点 H1、H2 の座標は得られる。

【0058】

(4) ゴルフスイング解析装置の動作

ゴルフスイング解析装置 11 の動作を簡単に説明する。まず、ゴルファーのゴルフスイングは計測される。計測に先立って必要な情報が入力装置 23 から演算処理回路 16 に入力される。入力された情報は例えば特定の識別子の下で管理される。識別子は特定のゴルファーを識別すればよい。

【0059】

計測に先立って第 1 および第 2 慣性センサー 12、13 がゴルフクラブ 14 およびゴルファーの上肢 15 に取り付けられる。上肢 15 には右打ちなら左腕が選ばればよい。左腕であれば、ゴルフスイングの開始からインパクトまで肘の曲がりが少ないからである。第 1 および第 2 慣性センサー 12、13 はゴルフクラブ 14 および上肢 15 に相対変位不能に固定される。

【0060】

ゴルフスイングの実行に先立って第 1 および第 2 慣性センサー 12、13 の計測は開始される。計測の開始時に第 1 および第 2 慣性センサー 12、13 は所定の位置および姿勢に設定される。計測中、第 1 および第 2 慣性センサー 12、13 の間では同期が確保される。第 1 および第 2 慣性センサー 12、13 は特定のサンプリング間隔で継続的に加速度および角速度を計測する。サンプリング間隔は計測の解像度を規定する。第 1 および第 2

10

20

30

40

50

慣性センサー 12、13 の検出信号はリアルタイムで演算処理回路 16 に送り込まれてもよく一時的に慣性センサー 12、13 に内蔵の記憶装置に格納されてもよい。後者の場合には、ゴルフスイングの終了後に検出信号は有線または無線で演算処理回路 16 に送られればよい。

【0061】

ゴルフスイングの計測にあたって被験者は最初にアドレスの姿勢をとる。このアドレス時に被験者はインパクトの瞬間の姿勢を再現する。その結果、「ゴルフスイング」という一連の動作の中からインパクトの瞬間の姿勢は抽出される。このとき、ゴルフクラブ 14 は静止姿勢で保持される。被験者の上肢 15 の姿勢は固定される。第 1 および第 2 慣性センサー 12、13 からアドレス時の検出信号が出力される。ここでは、ゴルフクラブ 14 および上肢 15 の静止姿勢が所定の時間間隔にわたって維持されると、アドレス時の計測の完了が被験者に通知されてもよい。こうした通知には例えば聴覚的な信号が用いられることができる。続いて被験者はスイング動作を実施する。ゴルフスイングは、テイクバックから始まり、バックスイングから振り下ろし、インパクトを経て、フォロー、そしてフィニッシュに至る。スイング動作中、第 1 および第 2 慣性センサー 12、13 から検出信号が出力される。

【0062】

検出信号の受信に応じて演算処理回路 16 はゴルフスイングの解析を実行する。解析はテイクバックの開始からフォローの終了までの間で実施されてもよくテイクバックの開始からインパクトまでの間で実施されてもよい。演算処理回路 16 のシャフトプレーン画像データ生成部 52 はアドレス時の加速度センサーからの検出信号に基づきシャフトプレーンを算出する。演算処理回路 16 のホーガンプレーン画像データ生成部 53 はアドレス時の加速度センサーからの検出信号に基づきホーガンプレーンを算出する。演算処理回路 16 のスイング画像データ生成部 55 はスイング動作時の検出信号に基づきゴルフクラブ 14 や上肢 15 の移動軌跡を算出する。図 10 に示されるように、シャフトプレーンおよびホーガンプレーンの算出並びにゴルフクラブ 14 や上肢 15 の軌跡の算出に応じて演算処理回路 16 の描画部 56 はシャフトプレーン 67 およびホーガンプレーン 69 に重ねて三次元でゴルフクラブ 14 および上肢 15 の軌跡 75 を視覚化する三次元画像データを生成する。三次元画像データは画像処理回路 21 に供給される。その結果、表示装置 22 の画面上には所望の画像が表示される。これにより被験者は、アドレス時のシャフトプレーン 67 とホーガンプレーン 69 とにより挟まれる領域（Vゾーン）にインパクト時のゴルフクラブが収まっているかどうかにより、打球の良し悪しを指標とすることができる。

【0063】

ここでは、アドレス時の検出信号に基づきターゲットライン 66 は算出される。算出にあたって予め第 2 慣性センサー 13 の複数の検出軸のうちの一つはフェースの向きで特定される打球方向（図 7 中の x 軸）に合わせ込まれるのが好ましい。したがって、アドレス時にクラブヘッド 14c の座標が特定されると、第 2 慣性センサー 13 の x 軸方向の平行移動に基づきターゲットライン 66 は特定される。ただし、ターゲットライン 66 の特定はその他の方法で実現されてもよい。また別の手段では、ゴルフクラブの長軸方向の加速度ベクトルと重力加速度方向の加速度ベクトルの外積によりターゲットライン 66 を特定してもよい。

【0064】

第 1 および第 2 慣性センサー 12、13 はアドレス時のゴルフクラブ 14 および上肢 15 の姿勢に応じて加速度センサーから検出信号を出力する。加速度センサーからの検出信号に応じてシャフトプレーン 67 およびホーガンプレーン 69 は上述の方法において特定される。シャフトプレーン 67 は、ゴルフスイングで振られるゴルフクラブ 14 の仮想軌道を描き出すことができる。スイング時のゴルフクラブ 14 の軌跡は仮想軌道に対比して観察される。同様に、スイング時のゴルフクラブ 14 の軌跡はホーガンプレーン 69 に対比して観察される。こうしたゴルフクラブ 14 の軌跡に基づき被験者のスイング動作は解析される。こうして「ゴルフスイング」という運動に関して明確な指標は提供される。な

お、ジャイロセンサーはゴルフクラブのスイング軌道を算出する上で必要となるが、必要に応じて静止姿勢時におけるシャフトプレーン 6 7 およびホーガンプレーン 6 9 の算出に補助的に用いてもよい。

【 0 0 6 5 】

前述のように、被験者には視覚的に三次元空間でシャフトプレーン 6 7 およびホーガンプレーン 6 9 が提示される。シャフトプレーン 6 7 およびホーガンプレーン 6 9 の提示に応じて被験者はゴルフクラブ 1 4 の仮想軌道を明確にイメージすることができる。被験者は、イメージした仮想軌道に基づき、「ゴルフスイング」という一連の動作を実施することができる。こうしてゴルフスイングの動作には良好な改良が加えられることができる。

【 0 0 6 6 】

加えて、被験者にはシャフトプレーン 6 7 およびホーガンプレーン 6 9 とスイング時のゴルフクラブ 1 4 の軌跡とが三次元空間で同時に提示される。被験者は視覚的にシャフトプレーン 6 7 およびホーガンプレーン 6 9 に対して自分のスイングを対比することができる。例えばフォームの変更と観察とが繰り返されることで、試行錯誤を通じてゴルフスイングのフォームには良好な改良が加えられることができる。

【 0 0 6 7 】

(5) 第 2 実施形態に係るゴルフスイング解析の構成

図 1 1 は第 2 実施形態に係るゴルフスイング解析装置 1 1 a の構成を概略的に示す。このゴルフスイング解析装置 1 1 a では第 1 実施形態に係るゴルフスイング解析装置 1 1 に比較して第 1 慣性センサー 1 2 が省略される。すなわち、ゴルフスイングの解析にあたって単一の慣性センサーすなわち第 2 慣性センサー 1 3 が用いられる。演算処理回路 1 6 a は第 1 実施形態に係る演算処理回路 1 6 から置き換わる。位置算出部 5 1 a は、仮想三次元空間の絶対基準座標に従って、クラブヘッド 1 4 c の座標およびグリップエンドの座標を算出すればよい。スイング動作算出部 5 4 a は絶対基準座標に従って被験者の腕またはクラブヘッドの変位を算出すればよい。

【 0 0 6 8 】

図 1 2 に示されるように、シャフトプレーン画像データ生成部 5 2 は前述と同様に構成される。その一方で、ホーガンプレーン画像データ生成部 5 3 a のホーガンプレーン基準座標算出部 7 6 はシャフトプレーン基準座標算出部 5 8 に接続される。ホーガンプレーン基準座標算出部 7 6 はシャフトプレーン 6 7 の基準位置に基づきホーガンプレーンの基準位置を算出する。算出にあたってホーガンプレーン基準座標算出部 7 6 は角度データを参照する。角度データは予め記憶装置 1 8 に格納されていればよい。算出された基準位置に基づき、前述と同様に、ホーガンプレーン頂点座標算出部 6 3 はホーガンプレーン 6 9 の 2 つの頂点を算出する。

【 0 0 6 9 】

図 1 3 に示されるように、ホーガンプレーンの基準位置 (0 , H_y , H_z) の算出にあたってホーガンプレーン基準座標算出部 7 6 にはシャフトプレーン 6 7 の長さ S_L と角度 S とが送られる。長さ S_L および角度 S はシャフトプレーン 6 7 の基準位置 6 8 の座標 (0 , S_y , S_z) に基づき算出される。これらはシャフトプレーン基準座標算出部 5 8 で算出されてもよくホーガンプレーン基準座標算出部 7 6 で算出されてもよい。

【 0 0 7 0 】

図 1 4 に示されるように、ホーガンプレーン基準座標算出部 7 6 はターゲットライン 6 6 回りでシャフトプレーン 6 7 の基準位置 6 8 を回転させる。この回転の角度 d は角度データで特定される。回転に応じてホーガンプレーン 6 9 の基準位置 (0 , H_y , H_z) は得られる。こうしてゴルフスイング解析装置 1 1 a によれば、単一の慣性センサー (第 2 慣性センサー 1 3) でゴルフスイングの解析は実現される。

【 0 0 7 1 】

なお、以上の実施形態では演算処理回路 1 6 、 1 6 a の個々の機能ブロックはゴルフスイング解析ソフトウェアプログラム 1 9 の実行に応じて実現される。ただし、個々の機能ブロックはソフトウェア処理に頼らずにハードウェアで実現されてもよい。その他、ゴル

10

20

30

40

50

フスイング解析装置 11、11a は手で握られて振られる運動具（例えばテニスラケットや卓球ラケット）のスイング解析に応用されてもよい。これらの場合にはスイング解析にあたってシャフトプレーンに相当する仮想平面が用いられればよい。

【0072】

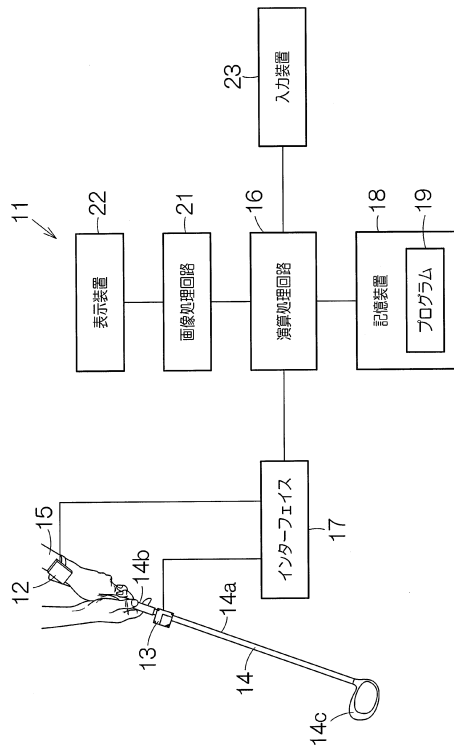
上記のように本実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるであろう。したがって、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれる。例えば、明細書または図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語とともに記載された用語は、明細書または図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えられることができる。また、第1および第2慣性センサー12、13やゴルフクラブ14、グリ
10 ュップ14b、クラブヘッド14c、演算処理回路16、16a等の構成および動作も本実施形態で説明したものに限定されず、種々の変形が可能である。例えば、本願発明では打球面とシャフト部を備えたゴルフクラブのような運動具を例に説明したが、シャフト部は必ずしも直線状でなくてもよく、長軸方向に湾曲したり曲がっているような運動具にも適用可能である。また、本願発明においてゴルフスイングを例に説明したが、ボールを運動具で打つスポーツであるテニスや野球等においても本発明の概念を適用し、被験者に対しスイングの良し悪しの指標を提供することができる。

【符号の説明】

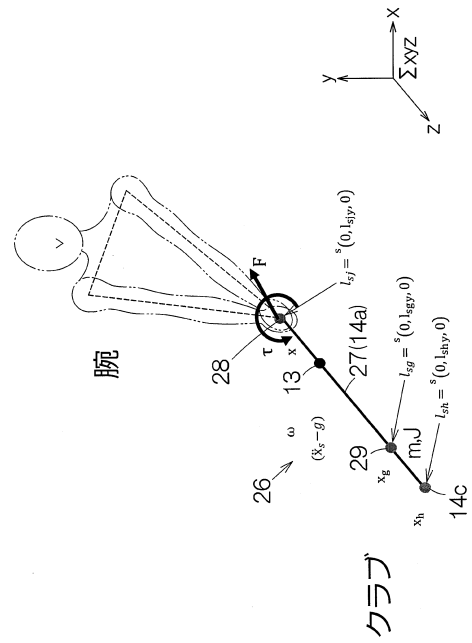
【0073】

11 運動解析装置（ゴルフスイング解析装置）、11a 運動解析装置（ゴルフス
20 イング解析装置）、12 第1慣性センサー、13 第2慣性センサー、14 運動具（ゴルフクラブ）、14a シャフト部（シャフト）、16 コンピューター（演算処理回路）、16a コンピューター（演算処理回路）、19 運動解析プログラム（ゴルフスイング解析ソフトウェアプログラム）、43 軸線（長軸）、52 第1演算手段（シャフトプレーン画像データ生成部）、53 第2演算手段（ホーガンプレーン画像データ生成部）、56 画像データ生成部（描画部）、66 第2線分（ターゲットライン）、67 第1仮想平面（シャフトプレーン）、69 第2仮想平面（ホーガンプレーン）、81 第1線分。

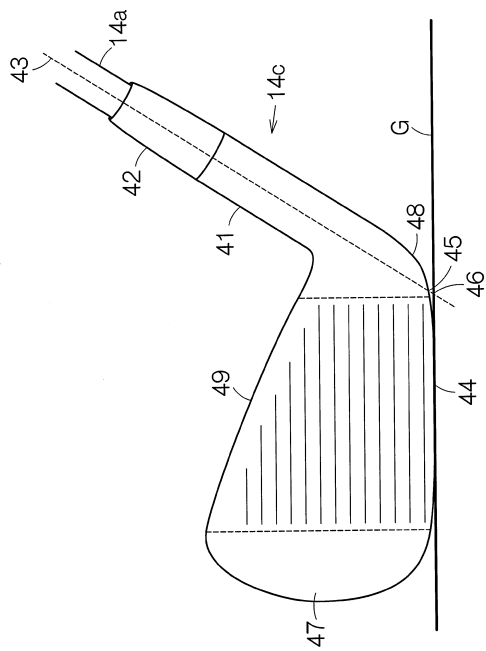
【図 1】



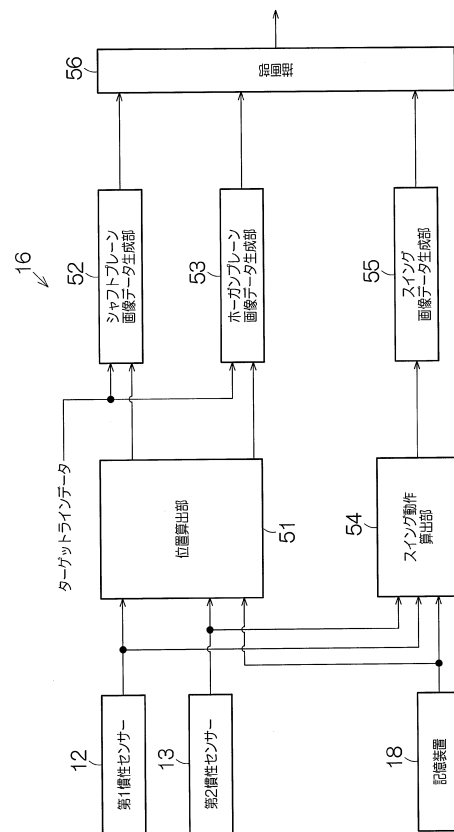
【図 2】



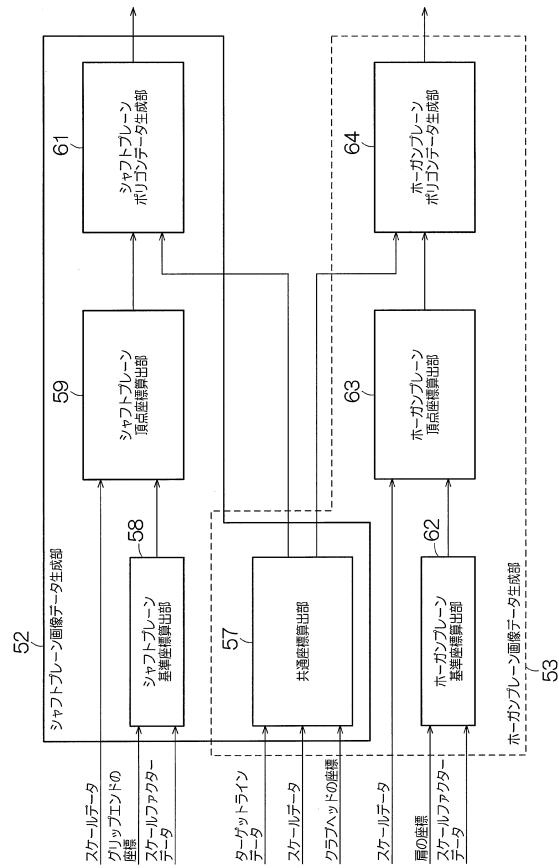
【図 3】



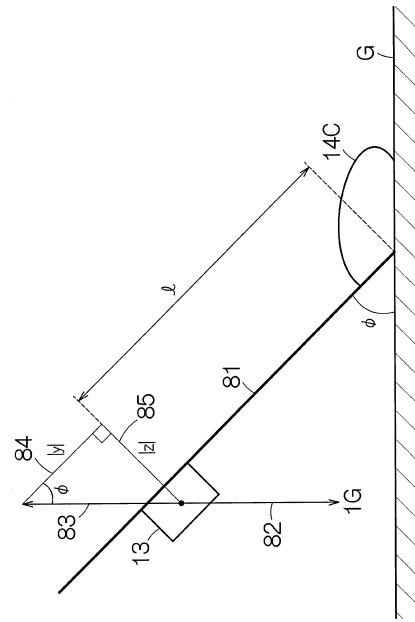
【図 4】



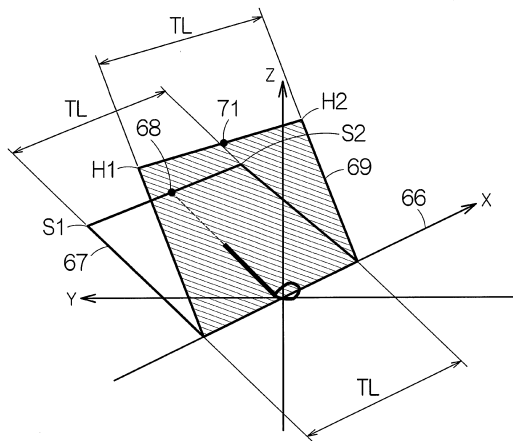
【図 5】



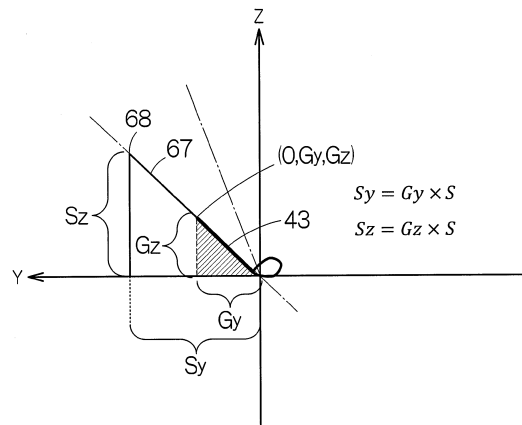
【図 6】



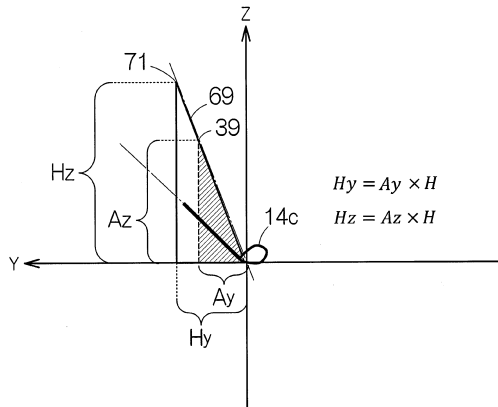
【図 7】



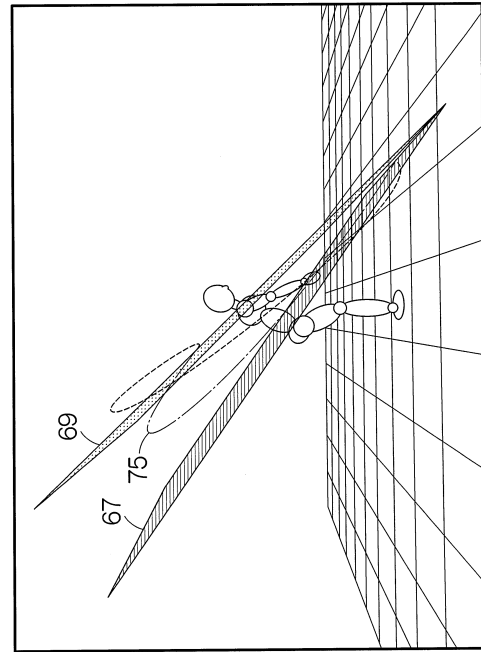
【図 8】



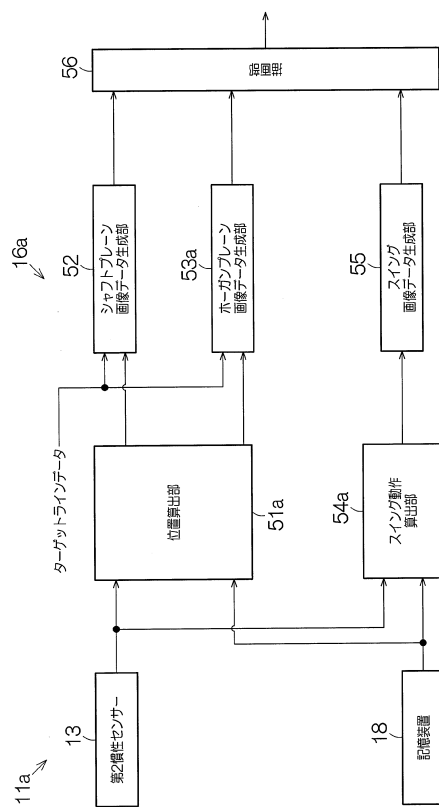
【図 9】



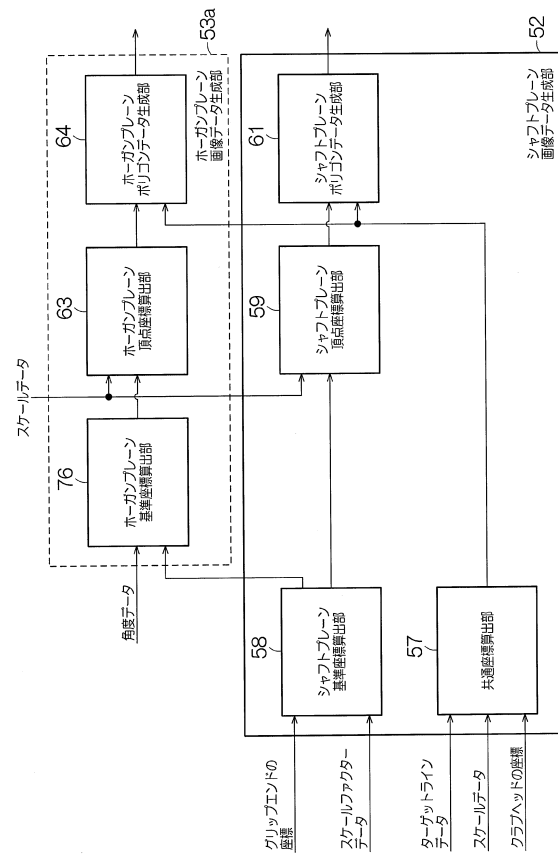
【図 10】



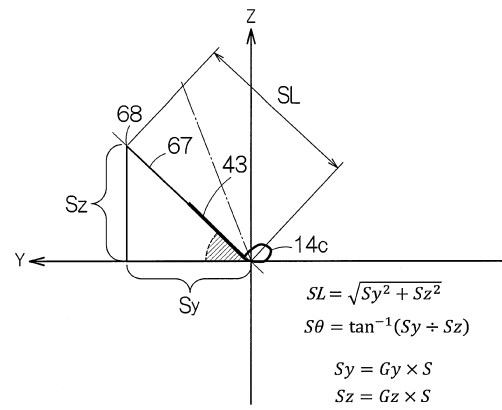
【図 11】



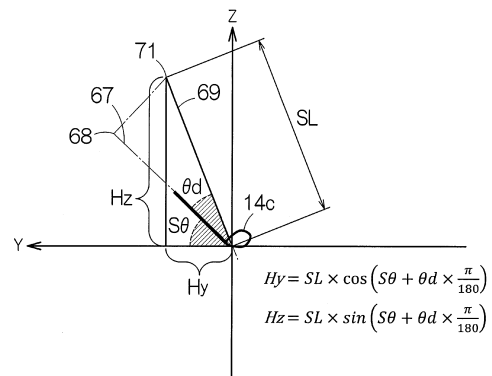
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2013/0005496(US,A1)
米国特許出願公開第2006/0084516(US,A1)
特開2010-082430(JP,A)
特開2013-009917(JP,A)
特開2011-103925(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A63B 69/36
A63B 71/06