

(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2017-23638

(P2017-23638A)

(43) 公開日 平成29年2月2日(2017.2.2)

(51) Int.Cl.

A63B 69/36 (2006.01)
A63B 71/06 (2006.01)

F 1

A 6 3 B 69/36 5 4 1 S
A 6 3 B 71/06 U

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 35 頁)

(21) 出願番号
(22) 出願日特願2015-148640 (P2015-148640)
平成27年7月28日 (2015.7.28)(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 大渕 美千栄
(72) 発明者 伊藤 剛
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 小平 健也
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

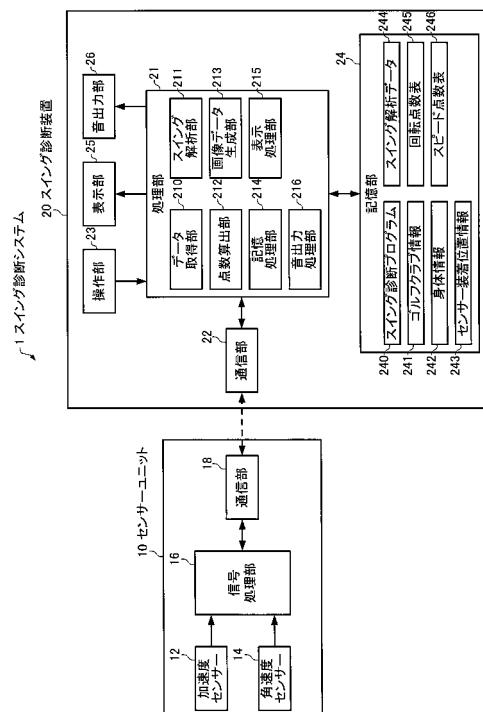
(54) 【発明の名称】スイング診断装置、スイング診断システム、スイング診断方法、スイング診断プログラム及び記録媒体

(57) 【要約】

【課題】インパクト迄のスイングの特徴を明示することが可能なスイング診断装置、スイング診断システム、スイング診断方法、スイング診断プログラム及び記録媒体を提供すること。

【解決手段】運動具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までの所定のタイミングにおける前記運動具の前記回転軸回りの回転角と、前記インパクトにおける前記運動具の打撃部の傾きとの関係に基づいて、レベルを算出するレベル算出部を含む、スイング診断装置。

【選択図】図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

運動具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までの所定のタイミングにおける前記運動具の前記回転軸回りの回転角と、

前記インパクトにおける前記運動具の打撃部の傾きと、
の関係に基づいて、レベルを算出するレベル算出部を含む、スイング診断装置。

【請求項 2】

請求項 1において、

前記回転角は、前記バックスイングの開始時から前記所定のタイミングまでに前記運動具が前記回転軸回りに回転した角度である、スイング診断装置。

10

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、

前記所定のタイミングは、前記バックスイングからダウنسイングに移行するときである、スイング診断装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項において、

前記打撃部の傾きは、

平面視で、

前記打撃部の打撃面の外縁と、

前記打球の目標方向と直交する仮想直線と、
のなす角である、スイング診断装置。

20

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項において、

前記レベル算出部は、

前記関係に基づいて予測される打球が曲がりやすいほど低い点数を算出する、スイング診断装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項において、

前記レベル算出部は、

前記インパクトにおける前記打撃部の速度に基づいて、レベルを算出する、スイング診断装置。

30

【請求項 7】

請求項 6 において、

前記レベル算出部は、

前記速度が小さいほど低いレベルを算出する、スイング診断装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一項において、

前記レベル算出部が算出したレベルを表示する表示部を含む、スイング診断装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか一項において、

前記レベルは点数である、スイング診断装置。

40

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載のスイング診断装置と、

慣性センサーと、を含み、

前記レベル算出部は、

前記慣性センサーの出力に基づいてレベルを算出する、スイング診断システム。

【請求項 11】

運動具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までの所定のタイミングにおける前記運動具の前記回転軸回りの回転角と、前記インパクトにおける前記運動具の打撃部の傾きとの関係に基づいて、レベルを算出する手順を含む、スイング

50

診断方法。

【請求項 1 2】

運動具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までの所定のタイミングにおける前記運動具の前記回転軸回りの回転角と、前記インパクトにおける前記運動具の打撃部の傾きとの関係に基づいて、レベルを算出する手順をコンピューターに実行させる、スイング診断プログラム。

【請求項 1 3】

運動具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までの所定のタイミングにおける前記運動具の前記回転軸回りの回転角と、前記インパクトにおける前記運動具の打撃部の傾きとの関係に基づいて、レベルを算出する手順をコンピューターに実行させるスイング診断プログラムを記録した、記録媒体。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、スイング診断装置、スイング診断システム、スイング診断方法、スイング診断プログラム及び記録媒体に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

特許文献 1 では、ゴルフボールをヒットしようと振り下ろされたクラブヘッドの通過を検知するセンサー手段と、インパクトの映像を撮影するインパクトカメラと、インパクト後の打球を撮影するために、打球の飛行線（飛行軌道）に沿って、所定距離隔たる位置にセットされた第 1 ボール測定カメラ及び第 2 ボール測定カメラと、ゴルフクラブの性能測定装置と、ゴルフボールの運動状態を表示するモニタを備えた測定システムが記載されている。この測定システムは、映像に基づいて、打ち出されたゴルフボールの運動状態を解析し、ゴルフボールの運動状態をレーダーチャート化して表示する。従って、この測定システムによれば、ゴルフボールの運動状態に基づき、容易にゴルフクラブの性能を評価することが可能である。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

【特許文献 1】特開 2004-135908 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

しかしながら、特許文献 1 の測定システムでは、打ち出されたゴルフボールの運動状態、すなわち、インパクト後のデータをレーダーチャートとして表示しているため、このレーダーチャートを見てもインパクト迄のスイングの特徴を知ることは難しい。

【0 0 0 5】

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、インパクト迄のスイングの特徴を明示することが可能なスイング診断装置、スイング診断システム、スイング診断方法、スイング診断プログラム及び記録媒体を提供することができる。

40

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 6】

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 0 7】

[適用例 1]

本適用例に係るスイング診断装置は、運動具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までの所定のタイミングにおける前記運動具の前記回転軸回り

50

の回転角と、前記インパクトにおける前記運動具の打撃部の傾きとの関係に基づいて、レベルを算出するレベル算出部を含む。

【0008】

前記所定のタイミングは、例えば、前記バックスイングからダウンスイングに移行するときであってもよいし、前記バックスイング中に前記運動具の長手方向が水平方向に沿う方向となるときであってもよいし、ダウンスイング中に前記運動具の長手方向が水平方向に沿う方向となるときであってもよい。

【0009】

前記運動具は、スイングに用いられる器具であり、例えば、ゴルフクラブ、テニスラケット、野球のバット、ホッケーのスティック等の器具であってもよい。

10

【0010】

前記レベル算出部は、スイングに関するデータに基づいて前記レベルを算出してもよい。前記スイングに関するデータは、例えば、スイングに関する加速度や角速度の計測データであってもよいし、計測データを解析して得られる、スイングの特徴を示す指標の値等を含む解析情報でもよい。あるいは、前記スイングに関するデータは、スイングの特徴を示す指標の値の一部又は全部を疑似的な値とするデータであってもよい。また、前記スイングに関するデータは、スイングに関する加速度や角速度を計測する慣性センサーの出力信号に基づくデータであってもよい。

【0011】

本適用例に係るスイング診断装置によれば、スイング中の所望のタイミングでの運動具の長手方向の回りの回転角とインパクトにおける運動具の打撃部の傾きとの関係に基づいてレベルを算出することにより、インパクト迄のスイングの特徴をレベル化して明示することができる。

20

【0012】

[適用例2]

上記適用例に係るスイング診断装置において、前記回転角は、前記バックスイングの開始時から前記所定のタイミングまでに前記運動具が前記回転軸回りに回転した角度であってもよい。

【0013】

本適用例に係るスイング診断装置によれば、バックスイングの開始時を基準とする、スイング中の所望のタイミングでの運動具の長手方向の回りの相対回転角に基づくスイングの特徴をレベル化して明示することができる。

30

【0014】

[適用例3]

上記適用例に係るスイング診断装置において、前記所定のタイミングは、前記バックスイングからダウンスイングに移行するときであってもよい。

【0015】

本適用例に係るスイング診断装置によれば、ダウンスイングの開始時における運動具の長手方向の回りの回転角とインパクトにおける運動具の打撃部の傾きとの関係に基づくスイングの特徴をレベル化して明示することができる。

40

【0016】

[適用例4]

上記適用例に係るスイング診断装置において、前記打撃部の傾きは、平面視で、前記打撃部の打撃面の外縁と、前記打球の目標方向と直交する仮想直線と、のなす角であってもよい。

【0017】

前記打撃部の傾きは、前記打撃部の打撃面と基準面（例えば、水平面）との交線と、前記基準面における打球の目標方向と直交する仮想直線と、のなす角であってもよい。

【0018】

本適用例に係るスイング診断装置によれば、スイング中の所望のタイミングでの運動具

50

の長手方向の回りの回転角と打球の目標方向に対するインパクトにおける運動具の打撃面の傾きとの関係に基づくスイングの特徴をレベル化して明示することができる。

【0019】

[適用例5]

上記適用例に係るスイング診断装置において、前記レベル算出部は、前記関係に基づいて予測される打球が曲がりやすいほど低いレベルを算出してもよい。

【0020】

「曲がりやすい」とは、打球後の軌道が曲がりやすいことでもよいし、打球の方向が目標方向から逸れやすいことでもよい。また、前記レベル算出部は、打球がまっすぐ飛びやすいほど高いレベルを算出してもよい。「まっすぐ飛びやすい」とは、打球後の軌道が曲がりにくいことでもよいし、打球の方向が目標方向から逸れにくくことでもよい。

10

【0021】

本適用例に係るスイング診断装置によれば、インパクト迄のスイングの特徴を、打球の曲がりやすさの程度に応じてレベル化して明示することができる。

【0022】

[適用例6]

上記適用例に係るスイング診断装置において、前記レベル算出部は、前記インパクトにおける前記打撃部の速度に基づいて、レベルを算出してもよい。

20

【0023】

前記レベル算出部は、前記関係に基づいて算出したレベルとは別に、インパクトにおける前記打撃部の速度に基づいて、レベルを算出してもよい。あるいは、前記レベル算出部は、前記関係と、インパクトにおける前記打撃部の速度とに基づいて、1つのレベル（総合点）を算出してもよい。

【0024】

本適用例に係るスイング診断装置によれば、インパクトにおける運動具の打撃部の速度に基づくスイングの特徴をレベル化して明示することができる。

30

【0025】

[適用例7]

上記適用例に係るスイング診断装置において、前記レベル算出部は、前記速度が小さいほど低いレベルを算出してもよい。

30

【0026】

また、前記レベル算出部は、前記速度が大きいほど高いレベルを算出してもよい。

【0027】

本適用例に係るスイング診断装置によれば、スイングの特徴を、インパクトにおける打撃部の速度の程度に応じてレベル化して明示することができる。

40

【0028】

[適用例8]

上記適用例に係るスイング診断装置において、前記レベル算出部が算出したレベルを表示する表示部を含んでもよい。

【0029】

本適用例に係るスイング診断装置によれば、インパクト迄のスイングの特徴をレベル化した情報を視覚的にわかりやすく提示することができる。

【0030】

[適用例9]

上記適用例に係るスイング診断装置において、前記レベルは点数であってもよい。

【0031】

本適用例に係るスイング診断装置によれば、インパクト迄のスイングの特徴を数値化して明示することができる。

【0032】

[適用例10]

50

本適用例に係るスイング診断システムは、上記適用例に係るいずれかのスイング診断装置と、慣性センサーと、を含み、前記レベル算出部は、前記慣性センサーの出力に基づいてレベルを算出する。

【0033】

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。

【0034】

本適用例に係るスイング診断システムによれば、スイング診断装置は、慣性センサーの出力に基づいて、スイング中の所望のタイミングでの運動具の長手方向の回りの回転角とインパクトにおける運動具の打撃部の傾きとの関係に基づいてレベルを算出することにより、インパクト迄のスイングの特徴をレベル化して明示することができる。

【0035】

【適用例11】

本適用例に係るスイング診断方法は、運動具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までの所定のタイミングにおける前記運動具の前記回転軸回りの回転角と、前記インパクトにおける前記運動具の打撃部の傾きとの関係に基づいて、レベルを算出する手順を含む。

【0036】

【適用例12】

本適用例に係るスイング診断プログラムは、運動具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までの所定のタイミングにおける前記運動具の前記回転軸回りの回転角と、前記インパクトにおける前記運動具の打撃部の傾きとの関係に基づいて、レベルを算出する手順をコンピューターに実行させる。

【0037】

【適用例13】

本適用例に係る記録媒体は、運動具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までの所定のタイミングにおける前記運動具の前記回転軸回りの回転角と、前記インパクトにおける前記運動具の打撃部の傾きとの関係に基づいて、レベルを算出する手順をコンピューターに実行させるスイング診断プログラムを記録している。

【0038】

これらの適用例に係るスイング診断方法、スイング診断プログラム又は記録媒体によれば、スイング中の所望のタイミングでの運動具の長手方向の回りの回転角とインパクトにおける運動具の打撃部の傾きとの関係に基づいてレベルを算出することにより、インパクト迄のスイングの特徴をレベル化して明示することができる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】第1実施形態のスイング診断システムの概要を示す図。

【図2】センサユニットの装着位置及び向きの一例を示す図。

【図3】ユーザーが打球するまでに行う動作の手順を示す図。

【図4】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。

【図5】スイング動作についての説明図。

【図6】スイング診断画面の一例を示す図。

【図7】第1実施形態のスイング診断システムの構成例を示す図。

【図8】ユーザーの静止時におけるゴルフクラブとセンサユニットをX軸の負側から見た平面図。

【図9】3軸角速度の時間変化の一例を示すグラフ。

【図10】3軸角速度の合成値の時間変化を示すグラフ。

10

20

30

40

50

【図11】合成値の微分の時間変化を示すグラフ。

【図12】フェース角を説明するための図。

【図13】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。

【図14】図14（a）は回転点数表の一例を示す図、図14（b）はインパクトゾーンの傾向を規定した表の一例を示す図。

【図15】スピード点数表の一例を示す図。

【図16】第1実施形態のスイング診断処理（スイング診断方法）の手順の一例を示すフローチャート図。

【図17】所定の項目の点数及び総合点を算出する処理の手順の一例を示すフローチャート図。 10

【図18】第2実施形態のスイング診断システムの構成例を示す図。

【図19】第2実施形態のセンサユニット及びスイング解析装置の構成例を示す図。

【図20】第2実施形態のスイング診断装置の構成例を示す図。

【図21】第2実施形態のスイング診断処理と関連するスイング解析装置の処理の手順の一例を示すフローチャート図。

【図22】第2実施形態のスイング診断処理（スイング診断方法）の手順の一例を示すフローチャート図。

【発明を実施するための形態】

【0040】

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。 20

【0041】

以下では、ゴルフスイングの診断を行うスイング診断システムを例に挙げて説明する。

【0042】

1. スイング診断システム

1-1. 第1実施形態

1-1-1. スイング診断システムの構成

図1は、第1実施形態のスイング診断システムの概要について説明するための図である。第1実施形態のスイング診断システム1は、スイング診断装置20を含んで構成されている。 30

【0043】

センサユニット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、ゴルフクラブ3に装着される。

【0044】

本実施形態では、図2に示すように、センサユニット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、センサユニット10は、打球時の衝撃が伝わりにくく、スイング時に遠心力がかかりにくいグリップに近い位置に取り付けられる。シャフトは、ゴルフクラブ3のヘッドを除いた柄の部分であり、グリップも含まれる。ただし、センサユニット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ーに取り付けられてもよい。 40

【0045】

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3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3に示すように、ユーザー2は、まず、スイング診断装置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 50

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、スイング診断装置 20 を介して計測開始操作（センサユニット 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、スイング診断装置 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、スイング診断装置 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）。

10

【0046】

図 4 は、スイング診断装置 20 の表示部 25（図 7 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 3 のステップ S1 において、図 4 に示す入力画面上で身長、性別、年齢、国などの身体情報を入力し、クラブ長（シャフトの長さ）、番手などのゴルフクラブ情報を入力する。なお、身体情報に含まれる情報は、これに限られず、例えば、身体情報は、身長に代えて又は身長とともに腕の長さ及び脚の長さの少なくとも一方の情報を含んでもよい。同様に、ゴルフクラブ情報に含まれる情報は、これに限られず、例えば、ゴルフクラブ情報は、クラブ長と番手のいず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。

20

【0047】

ユーザー 2 が図 3 のステップ S2 の計測開始操作を行うと、スイング診断装置 20 はセンサユニット 10 に計測開始コマンドを送信し、センサユニット 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。センサユニット 10 は、所定周期（例えば 1 m s）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、スイング診断装置 20 に送信する。センサユニット 10 とスイング診断装置 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。

【0048】

スイング診断装置 20 は、図 3 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、センサユニット 10 の計測データ（慣性センサーの出力の一例）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 3 のステップ S6）を解析する。

30

【0049】

図 5 に示すように、ユーザー 2 が図 3 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、スイング診断装置 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する。

40

【0050】

スイング診断装置 20 は、センサユニット 10 の計測データに基づいて生成したスイング解析データを用いて、ユーザー 2 のスイングの特徴を示す所定の項目のレベルを算出する。具体的には、スイング診断装置 20 は、「回転」と「スピード」の 2 つの項目について、例えば 5 点満点でそれぞれレベルを算出する。この 2 つの項目の意味や算出方法については後述する。また、スイング診断装置 20 は、この 2 つの項目の各レベルからスイングの総合点も算出してもよい。なお、「レベル」は、例えば、「1, 2, 3, ...」、「A, B, C, ...」、「-, x, -, ...」などで表現されてもよいし、点数で表現されてもよい。

【0051】

50

そして、スイング診断装置 20 は、算出した所定の項目のレベル及び総合点の情報を用いて、表示部 25 に、例えば、図 6 に示すようなスイング診断画面を表示させる。図 6 に示すスイング診断画面は、左側にスイング解析データの情報を含んでいる。このスイング解析データの情報は、スイング診断装置 20 がスイングの診断（2つの項目のレベル及び総合点の算出）に用いたデータの情報である。このスイング解析データの情報には、性別、ゴルフクラブの種類（ドライバーとアイアンのいずれであるか）及びスイングの各指標に関して、スイング解析データに基づいて得られる値が含まれている。この各指標（フェース角、トップ時のシャフト軸回転角、ヘッドスピード）の意味や算出方法については後述する。また、図 6 に示すスイング診断画面は、右側に2つの項目のレベルとしての点数と総合点の情報を含んでいる。

10

【0052】

ユーザー 2 は、図 6 に示すスイング診断画面により、左側のスイング解析データに対する診断結果として、所定の項目のレベルと総合点を把握することができる。特に、ユーザー 2 は、図 6 に示すスイング診断画面より、自分のスイングについて長所や弱点を把握することができる。以下では、所定の項目の「レベル」を「点数」で表現する例を挙げて説明するが、「1, 2, 3, ...」、「A, B, C, ...」、「-, ×, -, -」などで表現する例に容易に置き換え可能であることはいうまでもない。

【0053】

なお、例えば、スイング診断装置 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）で実現されてもよい。

20

【0054】

1 - 1 - 2 . センサユニット及びスイング解析装置の構成

図 7 は、第 1 実施形態のスイング診断システム 1 の構成例（センサユニット 10 及びスイング診断装置 20 の構成例）を示す図である。図 7 に示すように、本実施形態では、センサユニット 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。

【0055】

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。

30

【0056】

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。

【0057】

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。

40

【0058】

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ーを用いて、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。

【0059】

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

50

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

【 0 0 6 0 】

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

【 0 0 6 1 】

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

10

【 0 0 6 2 】

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

【 0 0 6 3 】

通信部 2 2 は、センサユニット 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ユニット 1 0 に送信する処理等を行う。

20

【 0 0 6 4 】

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 6 5 】

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 0 6 6 】

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、スイング診断処理を実行するためのスイング診断プログラム 2 4 0 が記憶されている。スイング診断プログラム 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からスイング診断プログラム 2 4 0 を受信して記憶部 2 4 に記憶させてもよい。

【 0 0 6 7 】

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 1 、身体情報 2 4 2 及びセンサー装着位置情報 2 4 3 及びスイング解析データ 2 4 4 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 4 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 1 としてもよい。あるいは、ユーザー 2 が、図 3 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 1 としてもよい。

40

【 0 0 6 8 】

また、例えば、ユーザー 2 が、操作部 2 3 を操作して、図 4 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 2 としてもよい。また、例えば、図 3 のス

50

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 3 としてもよい。あるいは、センサユニット 1 0 を決められた所定位置（例えば、グリップエンドから 20 cm 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 3 としてあらかじめ記憶されていてもよい。

【 0 0 6 9 】

スイング解析データ 2 4 4 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。

10

【 0 0 7 0 】

また、記憶部 2 4 には、回転点数表 2 4 5 及びスピード点数表 2 4 6 が記憶されている。これらの点数表の詳細については後述する。

【 0 0 7 1 】

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。

20

【 0 0 7 2 】

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、その他の画像として表示するものである。表示部 2 5 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 2 3 と表示部 2 5 の機能を実現するようにしてもよい。

【 0 0 7 3 】

音出力部 2 6 は、処理部 2 1 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 2 6 は、例えば、スピーカーやブザーなどであってもよい。

【 0 0 7 4 】

処理部 2 1 は、各種プログラムに従い、通信部 2 2 を介してセンサユニット 1 0 に制御コマンドを送信する処理や、通信部 2 2 を介してセンサユニット 1 0 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 2 1 は、各種プログラムに従い、記憶部 2 4 からスイング解析データ 2 4 4 を読み出して、所定の項目の点数や総合点を算出し、スイング診断画面（図 6）を表示する処理等を行う。また、処理部 2 1 は、その他の各種の制御処理を行う。

30

【 0 0 7 5 】

特に、本実施形態では、処理部 2 1 は、スイング診断プログラム 2 4 0 を実行することにより、データ取得部 2 1 0 、スイング解析部 2 1 1 、点数算出部 2 1 2 、画像データ生成部 2 1 3 、記憶処理部 2 1 4 、表示処理部 2 1 5 及び音出力処理部 2 1 6 として機能し、ユーザー 2 のスイング動作を診断する処理（スイング診断処理）を行う。本実施形態では、スイング診断処理は、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）とスイング動作に関する点数を算出する処理（点数算出処理）とを含む。

40

【 0 0 7 6 】

データ取得部 2 1 0 は、通信部 2 2 がセンサユニット 1 0 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 2 1 4 に送る処理を行う。

【 0 0 7 7 】

記憶処理部 2 1 4 は、記憶部 2 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 2 1 4 は、データ取得部 2 1 0 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 2 4 に記憶させる処理や、スイング解析部 2 1 1 が算出した各種の情報やスイング解析データ 2 4 4 等を記憶部 2 4 に記憶させる処理を行う。

50

また、例えば、記憶処理部 214 は、記憶部 24 に記憶されているスイング解析データ 244、回転点数表 245 及びスピード点数表 246 を読み出して点数算出部 212 に送る処理を行う。

【0078】

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 244 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。

10

【0079】

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「フェース角」を算出してもよい。

【0080】

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

20

【0081】

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。

【0082】

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

30

【0083】

点数算出部 212（レベル算出部）は、スイングに関するデータに基づいて、ユーザー 2 のスイングの特徴を示す所定の項目の点数（レベル）を算出する処理を行う。本実施形態では、スイングに関するデータは、スイング解析データ 244 である。

【0084】

また、点数算出部 212 は、所定の項目の点数に基づき、総合点を算出する処理を行う。そして、点数算出部 212 は、算出した所定の項目の点数及び総合点の情報を画像データ生成部 213 に送る処理を行う。

40

【0085】

画像データ生成部 213 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 213 は、点数算出部 212 から受け取った所定の項目の点数及び総合点の情報に基づき、図 6 に示したスイング診断画面に対応する画像データを生成する。

【0086】

表示処理部 215 は、表示部 25 に対して各種の画像（画像データ生成部 213 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 215 は、画像データ生成部 213 が生成した画像データに基づき、表示部 25 に、図 6 に示したスイング診断画面等を表示させる。また、例えば、画像データ生成部 213 は、図 3 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

50

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 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、センサユニット 10 に表示部を設けておいて、表示処理部 215 は、通信部 22 を介してセンサユニット 10 に画像データを送信し、センサユニット 10 の表示部に各種の画像や文字等を表示させてもよい。

【0087】

音出力処理部 216 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 216 は、図 3 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 216 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、センサユニット 10 に音出力部を設けておいて、音出力処理部 216 は、通信部 22 を介してセンサユニット 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。

【0088】

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

【0089】

1 - 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 5 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、フェース角、トップ時のシャフト軸回転角 θ_t 及びヘッドスピード等）の値を算出し、スイング解析データ 244 を生成する。

【0090】

[センサユニット 10 の位置及び姿勢の算出]

ユーザー 2 が図 3 のステップ S4 の動作を行うと、まず、スイング解析部 211 は、加速度センサー 12 が計測した加速度データ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 211 は、当該所定時間内の計測データ（加速度データ及び角速度データ）を用いて、計測データに含まれるオフセット量を計算する。次に、スイング解析部 211 は、計測データからオフセット量を減算してバイアス補正し、バイアス補正された計測データを用いて、ユーザー 2 のスイング動作中（図 3 のステップ S6 の動作中）のセンサユニット 10 の位置及び姿勢を計算する。

【0091】

具体的には、まず、スイング解析部 211 は、加速度センサー 12 が計測した加速度データ、ゴルフクラブ情報 241 及びセンサー装着位置情報 243 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）のセンサユニット 10 の位置（初期位置）を計算する。

【0092】

10

20

30

40

50

図8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とセンサユニット10をX軸の負側から見た平面図である。ゴルフクラブ3のヘッドの位置61が原点O（0, 0, 0）であり、グリップエンドの位置62の座標は（0, G_y, G_z）である。ユーザー2は図3のステップS4の動作を行うので、グリップエンドの位置62やセンサユニット10の初期位置は、そのX座標が0であり、YZ平面上に存在する。図8に示すように、ユーザー2の静止時にセンサユニット10には重力加速度1Gがかかるので、センサユニット10が計測するy軸加速度y（0）とゴルフクラブ3のシャフトの傾斜角（シャフトの長手方向と水平面（XY平面）とのなす角）との関係は式（1）で表される。

【0093】

10

【数1】

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

【0094】

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

【0095】

次に、スイング解析部211は、ゴルフクラブ情報241に含まれるシャフトの長さL₁からセンサー装着位置情報243に含まれるセンサユニット10とグリップエンドとの距離L_{SG}を減算して、センサユニット10とヘッドとの距離L_{SH}を求める。さらに、スイング解析部211は、シャフトの傾斜角 α により特定される方向（センサユニット10のy軸の負の方向）にヘッドの位置61（原点O）から距離L_{SH}の位置をセンサユニット10の初期位置とする。

20

【0096】

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

【0097】

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

30

【0098】

そして、スイング解析部211は、その後の角速度センサー14が計測した角速度データを用いた回転演算を行ってセンサユニット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）、クオータニオン（四元数）などで表現することができる。

40

【0099】

なお、センサユニット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。

【0100】

[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

50

トのタイミング（時刻）を検出してよい。

【0101】

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。

【0102】

【数2】

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

10

【0103】

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。

【0104】

【数3】

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

20

【0105】

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 t 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。

【0106】

【数4】

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

30

【0107】

図9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9において、横軸は時間（msec）、縦軸は角速度（dps）である。

【0108】

図10は、図9の3軸角速度データ $x(t)$ 、 $y(t)$ 、 $z(t)$ から3軸角速度の合成値 $n_0(t)$ を式(2)に従って計算した後に式(3)に従って0～100に正規化した合成値 $n(t)$ をグラフ表示した図である。図10において、横軸は時間（msec）、縦軸は角速度の合成値である。

40

【0109】

図11は、図10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11において、横軸は時間（msec）、縦軸は3軸角速度の合成値の微分値である。なお、図9及び図10では横軸を0～5秒で表示しているが、図11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。

【0110】

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11参照）。通常のゴルフスイングでは、インパクトの瞬間にス

50

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。

【0111】

次に、スイング解析部211は、インパクトの時刻 $t_{i m p a c t}$ よりも前で合成値 $n(t)$ が 0 に近づく極小点の時刻をトップの時刻 $t_{t o p}$ （トップのタイミング）として検出する（図10参照）。通常の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いるタイミング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。

10

【0112】

次に、スイング解析部211は、トップの時刻 $t_{t o p}$ の前後で合成値 $n(t)$ が所定の閾値以下の区間をトップ区間とし、トップ区間の開始時刻より前で合成値 $n(t)$ が所定の閾値以下となる最後の時刻をスイング開始（バックスイング開始）の時刻 $t_{s t a r t}$ として検出する（図10参照）。通常の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 $t_{t o p}$ よりも前で、合成値 $n(t)$ が 0 に近づく極小点の時刻をスイング開始の時刻 $t_{s t a r t}$ として検出してもよい。

20

【0113】

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。

【0114】

[フェース角の算出]

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る。

30

【0115】

図12は、フェース角を説明するための図である。図12には、XYZ座標系でZ軸の正側（ユーザー2の上側）から視た平面視（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12において、74はゴルフクラブ3のヘッドのフェース面（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る。この時、フェース角 θ は、平面視（XY平面上）で、フェース面74の外縁（地面側の外縁）と、ターゲットライン70と直交する仮想直線（平面71とXY平面との交線）と、のなす角であり、換言すれば、フェース面74の外縁（地面側の外縁）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。

40

【0116】

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 $t_{i m p a c t}$ におけるセンサユニット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） θ を計算する。

【0117】

[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 $\theta_{t o p}$ は、基準となるタイミングからトップのタイミン

50

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_{o_p} 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_{o_p} の正方向とする。

【0118】

図13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13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13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_{o_p} が示されている。

10

【0119】

本実施形態では、図2に示したように、センサユニット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_{o_p} を計算する。

20

【0120】

[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。

【0121】

1-1-4. 点数算出処理

本実施形態では、スイング診断装置20の処理部21(特に、点数算出部212)は、スイングの特徴を示す所定の項目の点数及び総合点を算出する点数算出処理を行う。

30

【0122】

点数算出部212による点数の算出対象である所定の項目は、バックスイングの開始時からインパクト(打球時)までの所定のタイミングにおけるゴルフクラブ3(運動具の一例)の長軸回りの回転角と、インパクトにおけるゴルフクラブ3のヘッド(打撃部の一例)の傾きとの関係を示す項目を含む。

【0123】

当該回転角は、バックスイングの開始時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。また、当該所定のタイミングは、バックスイングからダウنسイングに移行するとき(トップのとき)であってもよい。また、ヘッドの傾きは、ヘッドが有するフェース面(打撃面の一例)と基準面(例えば、XY平面)との交線と、当該基準面における打球の目標方向(ターゲットライン)と直交する直線とのなす角、すなわちフェース角であってもよい。

40

【0124】

以降では、所定の項目は、トップのタイミングにおけるゴルフクラブ3の長軸回りの回転角に基づく指標である「トップ時のシャフト軸回転角 t_{o_p} 」とインパクトにおけるヘッドの傾きに基づく指標である「フェース角」との関係を示す項目(以下では、この項目名を「回転」とする)を含むものとする。

【0125】

また、所定の項目は、インパクト(打球時)におけるゴルフクラブ3の速度に関する項

50

目を含んでもよい。以降では、所定の項目は、インパクトにおけるゴルフクラブ3の速度に基づく指標である「ヘッドスピード」と、「性別」と、「ゴルフクラブ3の種類」との関係を示す項目（以下では、この項目名を「スピード」とする）を含むものとする。

【0126】

処理部211の点数算出部212による各項目の点数の算出方法及び総合点の算出方法について詳細に説明する。

【0127】

[「回転」項目の点数の算出]

点数算出部212は、トップ時のシャフト軸回転角 t_{ϕ_p} とフェース角 ϕ がそれぞれ複数の範囲のうちのどの範囲に属するかによって、「回転」項目の点数を算出する。具体的には、まず、点数算出部212は、スイングに関するデータ（選択されたスイング解析データ244）に含まれるトップ時のシャフト軸回転角 t_{ϕ_p} とフェース角 ϕ がそれぞれどの範囲に属するかを判定する。次に、点数算出部212は、回転点数表245を参照し、判定結果に対応する点数を算出する。

10

【0128】

本実施形態では、図14(a)に示すように、回転点数表245は、トップ時のシャフト軸回転角 t_{ϕ_p} が属する範囲とフェース角 ϕ が属する範囲との組み合わせ毎の点数を規定する。図14(a)の例では、トップ時のシャフト軸回転角 t_{ϕ_p} が属する範囲は、「1未満」、「1以上2未満」、「2以上3未満」、「3以上4未満」、「4以上」の5つの範囲に分類されている。また、フェース角 ϕ が属する範囲は、「1未満」、「1以上2未満」、「2以上3未満」、「3以上4未満」、「4以上5未満」、「5以上6未満」、「6以上」の7つの範囲に分類されている。そして、例えば、トップ時のシャフト軸回転角 t_{ϕ_p} が「1未満」に属し、かつ、フェース角 ϕ が「1未満」に属する場合の点数はpr1である。図14(a)に示されている点数pr1～pr35は、それぞれ、例えば1～5点のいずれかである。

20

【0129】

点数算出部212は、トップ時のシャフト軸回転角 t_{ϕ_p} とフェース角 ϕ との関係に基づいて予測される打球が曲がりやすいほど低い点数を算出してもよい。「曲がりやすい」とは、打球後の軌道が曲がりやすい（スライスやフックとなりやすい）ことでもよいし、打球の方向が目標方向（ターゲットライン）から逸れやすいことでもよい。あるいは、点数算出部212は、打球がまっすぐ飛びやすいほど高い点数を算出してもよい。「まっすぐ飛びやすい」とは、打球後の軌道が曲がりにくい（ストレートとなりやすい）ことでもよいし、打球の方向が目標方向（ターゲットライン）から逸れにくいことでもよい。

30

【0130】

例えば、トップ時のシャフト軸回転角 t_{ϕ_p} が極端に大きい状態は、ゴルフクラブ3のフェース面が極度に開いた状態であるため、インパクトのときにフェース面がスクウェアまで戻りきらずに打球が曲がりやすいと予想される。また、フェース角 ϕ が極端に大きい状態はインパクトのときのフェース面が極度に開いた状態（オープン）であり、フェース角 ϕ が極端に小さい状態（絶対値が大きい負の状態）はインパクトのときのフェース面が極度に閉じた状態（クローズ）であり、いずれの状態でも打球が曲がりやすいと予想される。すなわち、例えば、シャフト軸回転角 t_{ϕ_p} が「4以上」に属し、かつ、フェース角 ϕ が「1未満」あるいは「6以上」に属する場合は、打球が曲がりやすいと予想されるため、点数算出部212は、相対的に低い点数を算出する。従って、図14(a)の例では、pr29やpr35は、例えば、1～5点中の最低点である1点であってよい。

40

【0131】

また、例えば、トップ時のシャフト軸回転角 t_{ϕ_p} が小さければ、インパクトのときにフェース面がスクウェアまで戻りきり、打球がまっすぐ飛びやすいと予想される。また、フェース角 ϕ が0°に近い状態はインパクトのときのフェース面がスクウェアに近いため、打球がまっすぐ飛びやすいと予想される。すなわち、例えば、シャフト軸回転角 t_{ϕ_p}

50

\circ_p が「1未満」に属し、かつ、フェース角 \circ が「3以上4未満」に属する場合は、まっすぐ飛びやすいと予想されるため、点数算出部 212 は、相対的に高い点数（例えば、5点満点）を算出する。従って、図 14 (a) の例では、 $p \circ 4$ は、例えば、1~5 点中の最高点である 5 点であってもよい。

【0132】

なお、スイング診断装置 20 は、「回転」項目の点数の表示だけでなく、これと関連するユーザー 2 のスイングの傾向に関する情報を提示してもよい。例えば、スイング診断装置 20 は、図 14 (b) に示すような、トップ時のシャフト軸回転角 $t \circ_p$ が属する範囲とフェース角 \circ が属する範囲との組み合わせ毎のインパクトゾーンの傾向を規定した表を参照し、ユーザー 2 のスイングにより得られたトップ時のシャフト軸回転角 $t \circ_p$ とフェース角 \circ との組み合わせに応じて、インパクトゾーンの傾向を特定する。このようすれば、スイング診断装置 20 は、フェースと連動しているシャフト軸回転の値から、インパクトゾーンの傾向を提示することができる。

10

【0133】

[「スピード」項目の点数の算出]

点数算出部 212 は、ヘッドスピードが複数の範囲のうちのどの範囲に属するかによって、「スピード」項目の点数を算出する。ただし、ヘッドスピードには男女差があり、一般に男性の方が、ヘッドスピードが大きい傾向にある。また、ヘッドスピードには、ドライバーかアイアンかによる差もあり、一般にドライバーの方が、ヘッドスピードが大きい傾向にある。そのため、性別やゴルフクラブの種類に応じて、ヘッドスピードを分類する複数の範囲の設定を選択するのが良い。具体的には、まず、点数算出部 212 は、スイングに関するデータ（選択されたスイング解析データ 244 等）に含まれる、ユーザー 2 の性別の情報とゴルフクラブ 3 の種類の情報に基づき、ユーザー 2 が男性と女性のいずれであるか、及び、使用されたゴルフクラブ 3 がドライバーとアイアンのいずれであったかを判定する。次に、点数算出部 212 は、判定結果に基づいて、ヘッドスピードを分類する複数の範囲の設定を選択する。次に、点数算出部 212 は、スイング解析データ 244 に含まれるヘッドスピードが複数の範囲のうちのどの範囲に属するかを判定する。次に、点数算出部 212 は、スピード点数表 246 を参照し、判定結果に対応する点数を算出する。点数算出部 212 は、ヘッドスピードが小さいほど低い点数を算出してもよい。

20

【0134】

本実施形態では、図 15 に示すように、スピード点数表 246 は、「男性」か「女性」か、及び「ドライバー」か「アイアン」かに応じて設定される複数の範囲と、複数の範囲の設定の各々に対して、ヘッドスピードが属する範囲の点数を規定する。図 15 の例では、「男性」かつ「ドライバー」の場合は、ヘッドスピードが属する範囲は、「 $v_h 1$ 未満」、「 $v_h 1$ 以上 $v_h 2$ 未満」、「 $v_h 2$ 以上 $v_h 3$ 未満」、「 $v_h 3$ 以上 $v_h 4$ 未満」、「 $v_h 4$ 以上」の 5 つの範囲に分類されている。また、「男性」かつ「アイアン」の場合は、ヘッドスピードが属する範囲は、「 $v_h 5$ 未満」、「 $v_h 5$ 以上 $v_h 6$ 未満」、「 $v_h 6$ 以上 $v_h 7$ 未満」、「 $v_h 7$ 以上 $v_h 8$ 未満」、「 $v_h 8$ 以上」の 5 つの範囲に分類されている。また、「女性」かつ「ドライバー」の場合は、ヘッドスピードが属する範囲は、「 $v_h 11$ 未満」、「 $v_h 11$ 以上 $v_h 12$ 未満」、「 $v_h 12$ 以上 $v_h 13$ 未満」、「 $v_h 13$ 以上 $v_h 14$ 未満」、「 $v_h 14$ 以上」の 5 つの範囲に分類されている。また、「女性」かつ「アイアン」の場合は、ヘッドスピードが属する範囲は、「 $v_h 15$ 未満」、「 $v_h 15$ 以上 $v_h 16$ 未満」、「 $v_h 16$ 以上 $v_h 17$ 未満」、「 $v_h 17$ 以上 $v_h 18$ 未満」、「 $v_h 18$ 以上」の 5 つの範囲に分類されている。そして、例えば、「男性」かつ「ドライバー」の場合に、ヘッドスピードが「 $v_h 1$ 未満」に属する場合の点数は 1~5 点中の最低点である 1 点であり、ヘッドスピードが「 $v_h 4$ 以上」に属する場合の点数は 1~5 点中の最高点である 5 点である。また、例えば、「女性」かつ「アイアン」の場合に、ヘッドスピードが「 $v_h 15$ 未満」に属する場合の点数は 1~5 点中の最低点である 1 点であり、ヘッドスピードが「 $v_h 18$ 以上」に属する場合の点数は 1~5 点中の最高点である 5 点である。

30

40

50

【0135】

[総合点の算出]

点数算出部212は、「回転」項目の点数及び「スピード」項目の点数に基づいて、総合点を算出する。

【0136】

例えば、各項目の点数が5点満点である場合、総合点の満点を100点とするならば、点数算出部212は、各項目の点数をそれぞれ10倍して50点満点とした上で加算して総合点を算出してもよい。図6に示したスイング診断画面では、各項目の5点満点の点数が表示されており、各項目の点数を10倍して加算した70点が総合点になっている。

10

【0137】

また、例えば、点数算出部212は、スイングの診断（評価）に特に重要な項目の重みづけを大きくして各項目の点数を加算して総合点を算出してもよい。

【0138】

1-1-5.スイング診断処理の手順

図16は、処理部21によるスイング診断処理（スイング診断方法）の手順の一例を示すフローチャート図である。処理部21（コンピューターの一例）は、記憶部24に記憶されているスイング診断プログラム240を実行することにより、例えば、図16のフローチャートの手順でスイング診断処理を実行する。以下、図16のフローチャートについて説明する。

20

【0139】

まず、処理部21は、ユーザー2による計測開始操作（図3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）、センサユニット10に計測開始コマンドを送信し、センサユニット10から計測データの取得を開始する（S12）。

【0140】

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、アドレス姿勢をとて静止する（図3のステップS4）。

【0141】

次に、処理部21は、センサユニット10から取得した計測データを用いてユーザー2の静止状態を検出すると（S16のY）、ユーザー2にスイング開始の許可を通知する（S18）。処理部21は、例えば、所定の音を出力し、あるいは、センサユニット10にLEDを設けておいて当該LEDを点灯させる等して、ユーザー2にスイング開始の許可を通知し、ユーザー2は、この通知を確認した後にスイング動作（図3のステップS6の動作）を開始する。

30

【0142】

次に、処理部21は、ユーザー2のスイング動作の終了後に、あるいは、スイング動作の終了前から、工程S20以降の処理を行う。

【0143】

まず、処理部21は、センサユニット10から取得した計測データ（ユーザー2の静止時（アドレス時）における計測データ）を用いて、センサユニット10の初期位置と初期姿勢を計算する（S20）。

40

【0144】

次に、処理部21は、センサユニット10から取得した計測データを用いて、スイング開始、トップ及びインパクトのタイミングを検出する（S22）。

【0145】

また、処理部21は、工程S22の処理と並行して、あるいは前後して、ユーザー2のスイング動作中のセンサユニット10の位置と姿勢を計算する（S24）。

【0146】

次に、処理部21は、工程S26～S30において、センサユニット10から取得した計測データ、工程S22で検出したスイング開始、トップ、インパクトの各タイミング

50

及び工程 S 2 4 で計算したセンサユニット 1 0 の位置、姿勢の少なくとも一部を用いて、上述したスイングに関する各種の指標の値を計算する。

【0 1 4 7】

処理部 2 1 は、工程 S 2 6 では、フェース角 θ_f を計算する。

【0 1 4 8】

また、処理部 2 1 は、工程 S 2 8 では、トップ時のシャフト軸回転角 θ_s を計算する。

【0 1 4 9】

また、処理部 2 1 は、工程 S 3 0 では、ヘッドスピードを計算する。

【0 1 5 0】

次に、処理部 2 1 は、工程 S 2 6 ~ S 3 0 において算出した各種の指標を用いて、スイング解析データ 2 4 4 を生成する (S 3 2)。

【0 1 5 1】

次に、処理部 2 1 は、工程 S 3 2 で生成したスイング解析データに基づいて、所定の項目の点数及び総合点を算出する (S 3 4)。

【0 1 5 2】

そして、処理部 2 1 は、工程 S 3 4 で算出した所定の項目の点数及び総合点の情報を用いて、表示部 2 5 にスイング診断画面 (図 6) を表示させ (S 3 6) 、スイング診断処理を終了する。

【0 1 5 3】

なお、図 1 6 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 5 4】

図 1 7 は、処理部 2 1 (点数算出部 2 1 2) による、所定の項目の点数及び総合点を算出する処理 (図 1 6 の工程 S 3 4) の手順の一例を示すフローチャート図である。以下、図 1 7 のフローチャートについて説明する。

【0 1 5 5】

まず、処理部 2 1 は、記憶部 2 4 に記憶されている回転点数表 2 4 5 を参照し、トップ時のシャフト軸回転角 θ_s 及びフェース角 θ_f に対応する点数 (「回転」項目の点数) を算出する (S 3 4 1)。

【0 1 5 6】

次に、処理部 2 1 は、スイング解析データ 2 4 4 に基づいて、性別 (男性か女性か) 及びゴルフクラブの種類 (ドライバーかアイアンか) を判定する (S 3 4 2)。

【0 1 5 7】

次に、処理部 2 1 は、記憶部 2 4 に記憶されているスピード点数表 2 4 6 を参照し、性別、ゴルフクラブの種類及びヘッドスピードに対応する点数 (「スピード」項目の点数) を算出する (S 3 4 3)。

【0 1 5 8】

最後に、処理部 2 1 は、工程 S 3 4 1 で算出した「回転」項目の点数及び工程 S 3 4 3 で算出した「スピード」項目の点数に基づき、総合点を算出する (S 3 4 4)。

【0 1 5 9】

1 - 1 - 6 . 作用効果

以上に説明したように、第 1 実施形態のスイング診断システム 1 によれば、スイング診断装置 2 0 は、センサユニット 1 0 による計測データを用いて生成したスイング解析データ 2 4 4 に基づき、スイング中の所望のタイミングでのゴルフクラブ 3 の長軸回りの回転角とインパクトにおけるゴルフクラブ 3 のヘッドの傾きとの関係に基づいて点数を算出して表示部 2 5 に表示することにより、インパクト迄のスイングの特徴を数値化 (レベル化) して視覚的に明示することができる。

【0 1 6 0】

特に、第 1 実施形態のスイング診断システム 1 によれば、スイング診断装置 2 0 は、「

10

20

30

40

50

回転」項目の点数により、トップ時のシャフト軸回転角 ω_t とフェース角 ϕ との関係に基づくスイングの特徴を数値化して明示することができる。例えば、スイング診断装置 20 は、「回転」項目について、打球が曲がりやすいほど低い点数を算出することにより、インパクト迄のスイングの特徴を、打球の曲がりやすさの程度に応じて数値化して明示することができる。

【0161】

また、第1実施形態のスイング診断システム1によれば、スイング診断装置20は、「スピード」項目の点数により、インパクトにおけるゴルフクラブ3のヘッドの速度に基づくスイングの特徴を数値化して明示することができる。例えば、スイング診断装置20は、「スピード」項目について、ヘッドの速度が小さいほど低い点数を算出することにより、スイングの特徴を、インパクトにおけるヘッドの速度の程度に応じて数値化して明示することができる。

10

【0162】

従って、ユーザー2は、スイング解析データ244に基づく診断結果として得られる「回転」項目の点数と「スピード」項目の点数とから、スイングのレベル、長所、弱点、課題などを知ることができる。

【0163】

また、第1実施形態のスイング診断システム1によれば、センサユニット10を用いて、スイング解析処理とスイング診断処理を行うので、カメラなどの大掛かりな装置を使用する必要がなく、ユーザー2がスイングを行う場所の制約が少ない。

20

【0164】

1-2. 第2実施形態

第2実施形態において、第1実施形態と同様の構成には同じを付し、第1実施形態と重複する内容については説明を省略又は簡略し、第1実施形態と異なる内容を中心に説明する。

【0165】

1-2-1. スイング診断システムの構成

図18は、第2実施形態のスイング診断システムの構成例を示す図である。図18に示すように、第2実施形態のスイング診断システム1Aは、センサユニット10、スイング解析装置30及びスイング診断装置20Aを含んで構成されている。

30

【0166】

ユーザー2が図3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30はセンサユニット10に計測開始コマンドを送信し、センサユニット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。センサユニット10とスイング解析装置30との間の通信は、無線通信でもよいし、有線通信でもよい。

【0167】

スイング解析装置30は、図3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、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3のステップS6)を解析する。

【0168】

そして、スイング解析装置30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18参照)を介して、スイング診断装置20Aに送信する。

40

【0169】

スイング診断装置20Aは、スイング解析装置30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3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30により生成されたスイング解析データがスイング診断装置20Aに保存され、スイング解析データリストが構築される。

【0170】

50

なお、例えば、スイング解析装置30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、スイング診断装置20Aは、スイング解析装置30からの要求を処理するサーバーで実現されてもよい。

【0171】

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30とスイング診断装置20A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。

【0172】

本実施形態では、ユーザー2は、スイング解析装置30の操作部23（図19参照）を介してスイング診断アプリケーションを起動させると、スイング解析装置30はスイング診断装置20Aと通信し、スイング解析装置30の表示部25に、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、スイング診断装置20A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のスイング解析データの一覧が含まれている。ユーザーは、スイング解析装置30の操作を介して、スイング解析データの一覧からいずれかのスイング解析データを選択する。これにより、スイング解析装置30は、スイング診断装置20Aにスイング解析データの選択情報を送信する。

【0173】

スイング診断装置20Aは、この選択情報を受信し、選択されたスイング解析データを用いて、所定の項目の点数を算出する。具体的には、スイング診断装置20Aは、第1実施形態と同様、「回転」と「スピード」の2つの項目について、例えば5点満点でそれぞれ点数を算出する。また、スイング診断装置20Aは、この2つの項目の各点数からスイングの総合点も算出してもよい。そして、スイング診断装置20Aは、算出した所定の項目の点数及び総合点の情報をスイング解析装置30に送信する。

【0174】

スイング解析装置30は、所定の項目の点数及び総合点の情報を受信し、表示部25に、図6に示したスイング診断画面を表示させる。ユーザー2は、図6のスイング診断画面により、左側のスイング解析データに対する診断結果として、複数の項目の点数と総合点を把握することができる。特に、ユーザー2は、図6に示すスイング診断画面より、自分のスイングについて長所や弱点を把握することができる。

【0175】

1-2-2. センサユニット及びスイング解析装置の構成

図19は、センサユニット10及びスイング解析装置30の構成例を示す図である。図10に示すように、センサユニット10の構成及び機能は、第1実施形態と同じであるため、その説明を省略する。

【0176】

スイング解析装置30は、処理部31、通信部22、操作部23、記憶部34、表示部25、音出力部26及び通信部37を含んで構成されている。ただし、スイング解析装置30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。通信部22、操作部23、表示部25及び音出力部26の構成及び機能は、第1実施形態と同様であるため、その説明を省略する。

【0177】

記憶部34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34は、処理部31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。

【0178】

本実施形態では、記憶部34には、処理部31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340が記憶されている。スイング解析プログラム340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

10

20

30

40

50

体)に記憶されてもよいし、処理部31がネットワークを介して不図示のサーバーあるいはスイング診断装置20Aからスイング解析プログラム340を受信して記憶部34に記憶させてもよい。

【0179】

また、記憶部34には、ゴルフクラブ情報241、身体情報242及びセンサー装着位置情報243及びスイング解析データ244が記憶される。

【0180】

また、記憶部34は、処理部31の作業領域として用いられ、操作部23が取得したデータ、処理部31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34は、処理部31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。

10

【0181】

通信部37は、ネットワーク40を介してスイング診断装置20Aの通信部27(図20参照)との間でデータ通信を行うものである。例えば、通信部37は、スイング解析処理の終了後、処理部31からスイング解析データ244を受け取って、スイング診断装置20Aの通信部27に送信する処理を行う。また、例えば、通信部37は、スイング解析データの選択画面の表示に必要な情報をスイング診断装置20Aの通信部27から受信して処理部31に送る処理や、選択画面における選択情報を処理部31から受け取ってスイング診断装置20Aの通信部27に送信する処理を行う。また、例えば、通信部37は、図6のスイング診断画面の表示に必要な情報(選択されたスイング解析データに基づく診断結果の情報(所定の項目の点数や総合点))をスイング診断装置20の通信部27から受信して処理部31に送る処理を行う。

20

【0182】

処理部31は、各種プログラムに従い、通信部22を介してセンサユニット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31は、各種プログラムに従い、記憶部34からスイング解析データ244を読み出して、通信部37を介してスイング診断装置20Aに送信する処理を行う。また、処理部31は、各種プログラムに従い、通信部37を介して、スイング診断装置20Aにスイング解析データの選択情報を送信し、スイング診断装置20Aから受信した情報に基づいて図6のスイング診断画面を表示する処理等を行う。また、処理部31は、その他の各種の制御処理を行う。

30

【0183】

特に、本実施形態では、処理部31は、スイング解析プログラム340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213、記憶処理部214、表示処理部215及び音出力処理部216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。データ取得部210、スイング解析部211、画像データ生成部213、記憶処理部214、表示処理部215及び音出力処理部216の構成及び機能は、第1実施形態と同様であるため、その説明を省略する。また、スイング解析処理も第1実施形態と同様であるため、その説明を省略する。

【0184】

40

1-2-3.スイング診断装置の構成

図20は、スイング診断装置20Aの構成例を示す図である。図20に示すように、本実施形態では、スイング診断装置20Aは、処理部21A、通信部27及び記憶部24Aを含んで構成されている。ただし、スイング診断装置20A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。

【0185】

記憶部24A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24Aは、処理部21A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。

50

【 0 1 8 6 】

本実施形態では、記憶部 24A には、処理部 21A によって読み出され、スイング診断処理を実行するためのスイング診断プログラム 240A が記憶されている。スイング診断プログラム 240A 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 21A がネットワークを介して不図示のサーバーからスイング診断プログラム 240A を受信して記憶部 24A に記憶させてもよい。

【 0 1 8 7 】

また、本実施形態では、記憶部 24A には、スイング解析装置 30 が生成した複数のスイング解析データ 244 を含むスイング解析データリスト 247 が記憶（保存）されている。すなわち、スイング解析装置 30 の処理部 31 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 244 は、順次、スイング解析データリスト 247 に追加される。

10

【 0 1 8 8 】

さらに、本実施形態では、記憶部 24A には、回転点数表 245 及びスピード点数表 246 が記憶されている。

【 0 1 8 9 】

また、記憶部 24A は、処理部 21A の作業領域として用いられ、処理部 21A 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 24A は、処理部 21A 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。

20

【 0 1 9 0 】

通信部 27 は、ネットワーク 40 を介してスイング解析装置 30 の通信部 37（図 19 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、スイング解析装置 30 の通信部 37 からスイング解析データ 244 を受け取って、処理部 21A に送る処理を行う。また、例えば、通信部 27 は、スイング解析データの選択画面の表示に必要な情報をスイング解析装置 30 の通信部 37 に送信する処理や、スイング解析データの選択画面における選択情報をスイング解析装置 30 の通信部 37 から受信して処理部 21A に送る処理を行う。また、例えば、通信部 27 は、処理部 21A から、選択情報によって選択されたスイング解析データ 244 に基づく診断結果の情報（所定の項目の点数や総合点）を受け取り、スイング解析装置 30 の通信部 37 に送信する処理を行う。また、例えば、通信部 27 は、図 6 のスイング診断画面の表示に必要な情報を処理部 21A から受け取って、スイング解析装置 30 の通信部 37 に送信する処理を行う。

30

【 0 1 9 1 】

処理部 21A は、各種プログラムに従い、通信部 27 を介してスイング解析装置 30 からスイング解析データ 244 を受信して、記憶部 24A に記憶させる（スイング解析データリスト 247 に追加する）処理を行う。また、処理部 21A は、各種プログラムに従い、通信部 27 を介して、スイング解析装置 30 から選択情報を受信し、図 6 のスイング診断画面の表示に必要な情報をスイング解析装置 30 に送信する処理等を行う。また、処理部 21A は、その他の各種の制御処理を行う。

40

【 0 1 9 2 】

特に、本実施形態では、処理部 21A は、スイング診断プログラム 240A を実行することにより、データ取得部 217、点数算出部 212 及び記憶処理部 218 として機能し、スイング解析データリスト 247 から選択されたスイング解析データ 244 に対する診断処理（スイング診断処理）を行う。

【 0 1 9 3 】

データ取得部 217 は、通信部 27 がスイング解析装置 30 から受信したスイング解析データ 244 を受け取って記憶処理部 218 に送る処理を行う。また、データ取得部 217 は、通信部 27 がスイング解析装置 30 から受信した各種の情報を受け取って点数算出部 212 に送る処理を行う。

50

【0194】

記憶処理部218は、記憶部24A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218は、データ取得部217からスイング解析データ244を受け取り、記憶部24Aに記憶させる(スイング解析データリスト247に追加する)処理や、記憶部24Aに記憶されているスイング解析データリスト247からスイング解析データ244を読み出す処理等を行う。また、例えば、記憶処理部218は、記憶部24Aに記憶されている回転点数表245やスピード点数表246を読み出す処理を行う。

【0195】

点数算出部212は、スイングに関するデータに基づいて、所定の項目の点数を算出する処理を行う。本実施形態では、スイングに関するデータは、選択情報に基づいて選択されたスイング解析データ244である。点数算出部212の機能や点数算出部212が行う点数算出処理は、第1実施形態と同様であるため、その説明を省略する。

10

【0196】

1 - 2 - 4 . スイング診断処理(スイング診断方法)の手順

図21は、スイング診断処理と関連するスイング解析装置30の処理部31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22は、スイング診断装置20Aの処理部21Aによるスイング診断処理(スイング診断方法)の手順の一例を示すフローチャート図である。スイング診断装置20Aの処理部21A(コンピューターの一例)は、記憶部24Aに記憶されているスイング診断プログラム240Aを実行することにより、例えば、図22のフローチャートの手順でスイング診断処理を実行する。以下、図21及び図22のフローチャートについて説明する。

20

【0197】

まず、スイング解析装置30の処理部31は、スイング診断装置20A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21のS100)。

【0198】

次に、スイング診断装置20Aの処理部21A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244の一覧情報を送信する(図22のS200)。

30

【0199】

次に、スイング解析装置30の処理部31は、スイング解析データ244の一覧情報を受信し、表示部25にスイング解析データの選択画面を表示させる(図21のS110)。

【0200】

そして、スイング解析装置30の処理部31は、スイング解析データの選択画面においてスイング解析データ244が選択されるまで待機し(図21のS120のN)、選択されると(図21のS120のY)、スイング診断装置20Aにスイング解析データの選択情報を送信する(図21のS130)。

【0201】

次に、スイング診断装置20Aの処理部21Aは、スイング解析データの選択情報を受信し(図22のS210)、選択情報に基づき選択されたスイング解析データ244に基づいて、所定の項目の点数及び総合点を算出する(図22のS220)。この工程S220の詳細な手順は、図17の手順と同様である。

40

【0202】

次に、スイング診断装置20Aの処理部21Aは、スイング解析装置30に所定の項目の点数及び総合点の情報を送信(出力)し(図22のS230)、スイング診断処理を終了する。

【0203】

そして、スイング解析装置30の処理部31は、所定の項目の点数及び総合点の情報を受信し、表示部25にスイング診断画面(図6)を表示させ(図21のS140)、処理

50

を終了する。

【0204】

なお、図21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22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。

【0205】

1-2-5. 作用効果

以上に説明したように、第2実施形態のスイング診断システム1Aでは、スイング解析装置30は、センサーユニット10による計測データを用いてスイング解析データ244を生成する。また、スイング診断装置20Aは、選択されたスイング解析データ244に基づき、スイング中の所望のタイミングでのゴルフクラブ3の長軸回りの回転角とインパクトにおけるゴルフクラブ3のヘッドの傾きとの関係に基づいて点数を算出する。そして、スイング解析装置30は、スイング診断装置20Aが算出した点数を表示部25に表示することにより、インパクト迄のスイングの特徴を数値化して視覚的に明示することができる。

10

【0206】

また、第2実施形態のスイング診断システム1Aによれば、第1実施形態のスイング診断システム1と同様、「回転」項目の点数により、トップ時のシャフト軸回転角 $t_o p$ とフェース角との関係に基づくスイングの特徴を数値化して明示することができる。

20

【0207】

また、第2実施形態のスイング診断システム1Aによれば、第1実施形態のスイング診断システム1と同様、「スピード」項目の点数により、インパクトにおけるゴルフクラブ3のヘッドの速度に基づくスイングの特徴を数値化して明示することができる。

【0208】

従って、ユーザー2は、スイング解析データ244に基づく診断結果として得られる「回転」項目の点数と「スピード」項目の点数とから、スイングのレベル、長所、弱点、課題などを知ることができる。

【0209】

また、第2実施形態のスイング診断システム1Aによれば、スイング診断装置20Aがスイング診断処理（点数算出処理）を行うので、スイング解析装置30の負荷を軽減することができる。

30

【0210】

その他、第2実施形態のスイング診断システム1Aによれば、第1実施形態のスイング診断システム1と同様の効果を奏することができる。

【0211】

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。

【0212】

2-1. スイング診断システム

上記の第2実施形態において、スイング診断装置20Aがスイング解析装置30の処理（スイング解析処理）の一部を行ってもよいし、スイング解析装置30がスイング診断装置20Aの処理（スイング診断処理）の一部を行ってもよい。

40

【0213】

また、上記の第2実施形態において、スイング診断システム1Aは、複数のセンサーユニット10と複数のスイング解析装置30とを含んで構成されてもよい。

【0214】

2-2. スイング解析処理

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

50

位に装着され、スイング解析部 211 が、当該複数のセンサユニット 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。

【0215】

また、上記の実施形態では、スイング解析部 211 は、センサ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。

【0216】

2-3. スイング診断処理 10

上記の各実施形態において、スイング解析データ 244 に含まれる指標の値の一部又は全部を変更可能にし、点数算出部 212 は、指標の値の一部又は全部が変更されたデータに基づいて、所定の項目の点数及び総合点を算出してもよい。また、点数算出部 212 は、スイングの特徴を示す指標の値の全部を疑似的な値とするデータ(例えば、すべての指標が手入力されたデータ)に基づいて、所定の項目の点数及び総合点を算出してもよい。

【0217】

また、上記の実施形態では、点数算出部 212 は、「回転」と「スピード」の 2 つの項目の点数を算出しているが、「スピード」項目の点数を算出しなくてもよいし、これ以外の項目の点数を算出してもよい。また、上記の各実施形態では、点数算出部 212 は、総合点を算出しているが、総合点を算出しなくてもよい。 20

【0218】

また、上記の各実施形態において、点数算出部 212 は、トップ時のシャフト軸回転角 t_{top} に代えて、トップ以外の所望のタイミング(例えば、ハーフウェイバックやハーフウェイダウンのタイミング)でのゴルフクラブ 3 のシャフト軸回りの回転角を用いて点数を計算してもよい。例えば、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 を計算し、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してもよい。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してもよい。 30

【0219】

また、上記の各実施形態では、点数算出部 212 は、点数表を用いて所定の項目の点数を算出しているが、点数表に代えて数式を用いてもよい。

【0220】

また、上記の各実施形態において、点数算出部 212 がスイング解析部 211 としても機能し、スイングに関するデータであるセンサユニット 10 の計測データ(慣性センサーの出力信号)に基づいて、スイング解析処理も含めたスイング診断処理(スイング解析処理及び点数算出処理)を行ってもよい。 40

【0221】

2-4. その他

上記の各実施形態では、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、センサユニット 10 に内蔵されずに、ゴルフクラブ 3 又はユーザ 2 に直接装着されてもよい。また、上記の各実施形態では、センサユニット 10 とスイング診断装置 20 あるいはスイング解析装置 30 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 2 に装着可能にしてもよい。また、センサユニット 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、スイング診断装置 20 50

あるいはスイング解析装置30の一部の構成要素を備えていてもよい。

【0222】

また、上記の各実施形態では、ゴルフスイングを診断するスイング診断システム（スイング診断装置）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診断するスイング診断システム（スイング診断装置）に適用することができる。

【0223】

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。

【0224】

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】

【0225】

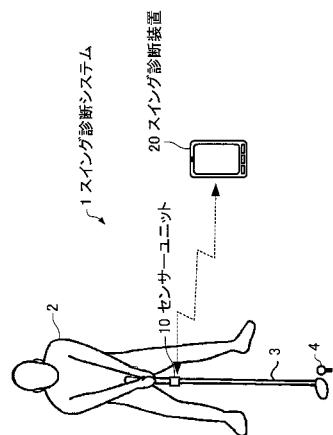
1, 1A...スイング診断システム、2...ユーザー、3...ゴルフクラブ、4...ゴルフボール、10...センサユニット、12...加速度センサー、14...角速度センサー、16...信号処理部、18...通信部、20, 20A...スイング診断装置、21...処理部、22...通信部、23...操作部、24, 24A...記憶部、25...表示部、26...音出力部、27...通信部、30...スイング解析装置、31...処理部、34...記憶部、37...通信部、40...ネットワーク、70...ターゲットライン（打球の目標方向）、71...ターゲットラインに直交する平面、73...フ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、210...データ取得部、211...スイング解析部、212...点数算出部、213...画像データ生成部、214...記憶処理部、215...表示処理部、216...音出力処理部、217...データ取得部、218...記憶処理部、240, 240A...スイング診断プログラム、241...ゴルフクラブ情報、242...身体情報、243...センサー装着位置情報、244...スイング解析データ、245...回転点数表、246...スピード点数表、247...スイング解析データリスト、340...スイング解析プログラム

10

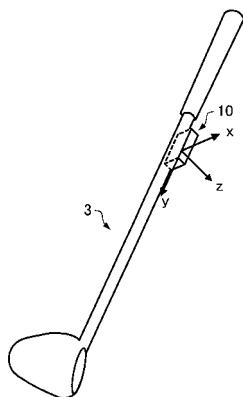
20

30

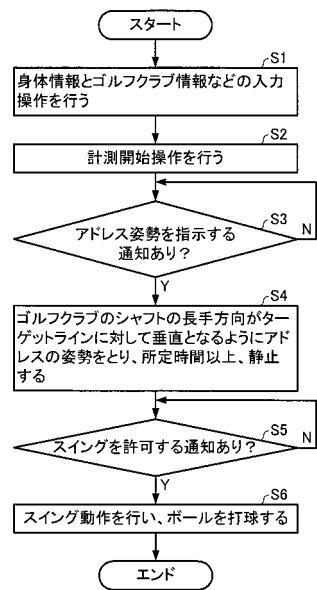
【図1】



【図2】



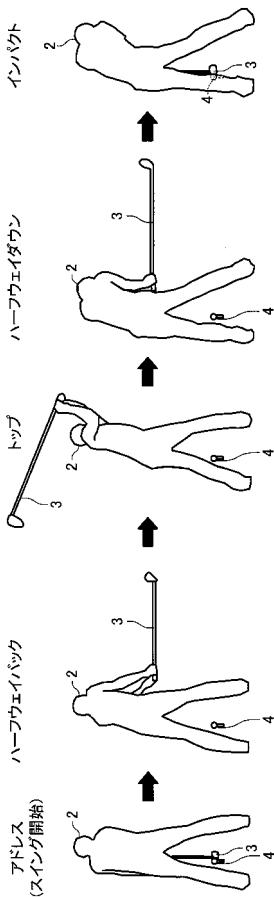
【図3】



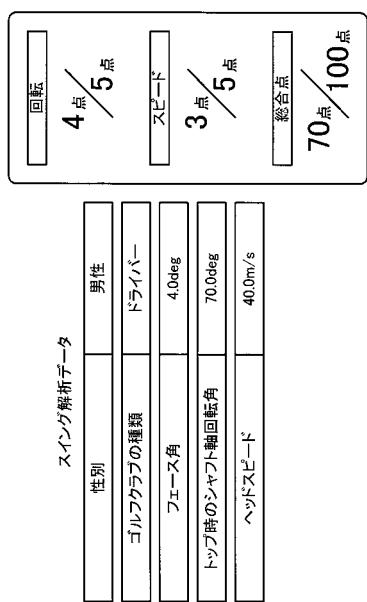
【図4】

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

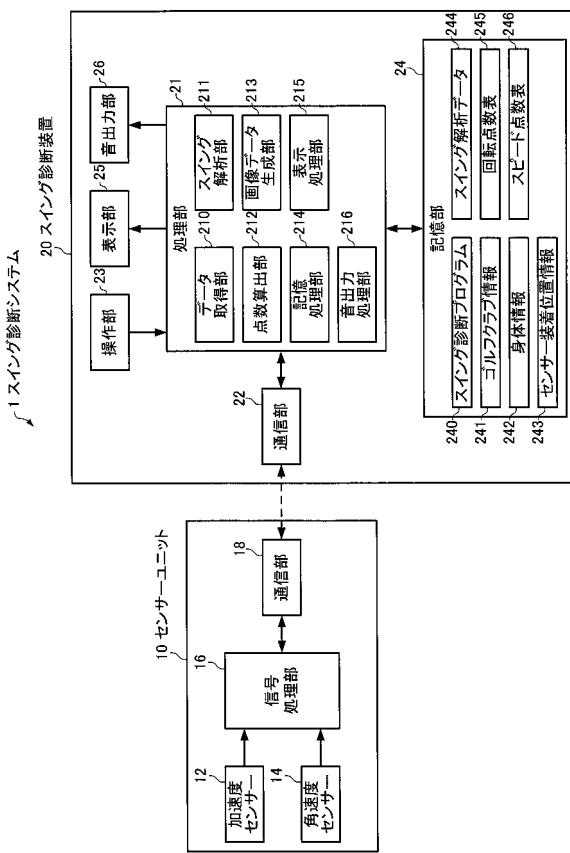
【図5】



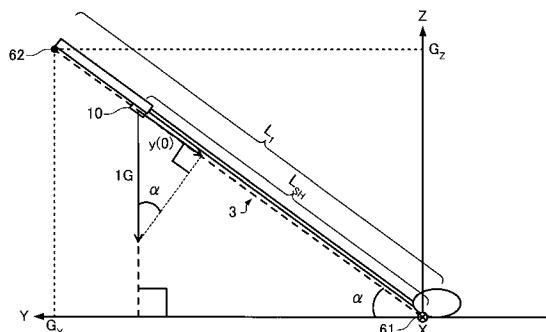
【図 6】



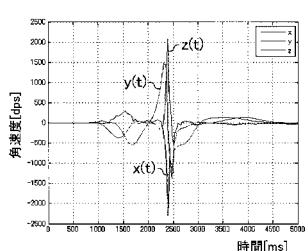
【図 7】



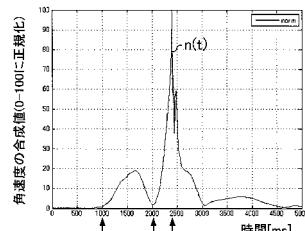
【図 8】



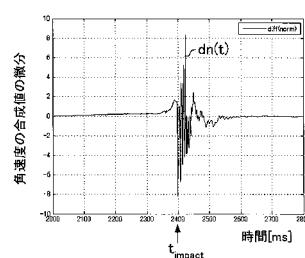
【図 9】



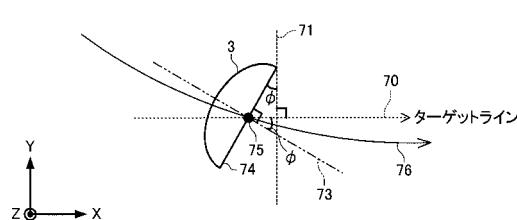
【図 10】



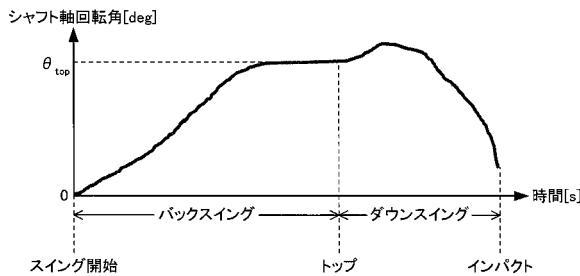
【図 11】



【図 12】



【図 1 3】



【図 1 4】

(a) $f = 245$

回転の点数表	フェース角 ϕ [deg]			
	クローズ	クローゼ	スクエア	オープン
ϕ 1未満	pr1	pr2	pr3	pr4
ϕ 1~ ϕ 2	pr8	pr9	pr10	pr5
ϕ 2~ ϕ 3	pr15	pr16	pr17	pr12
ϕ 3~ ϕ 4	pr22	pr23	pr24	pr18
ϕ 4~ ϕ 5	pr29	pr30	pr31	pr25
ϕ 5~ ϕ 6				pr26
以上				pr34

(b)

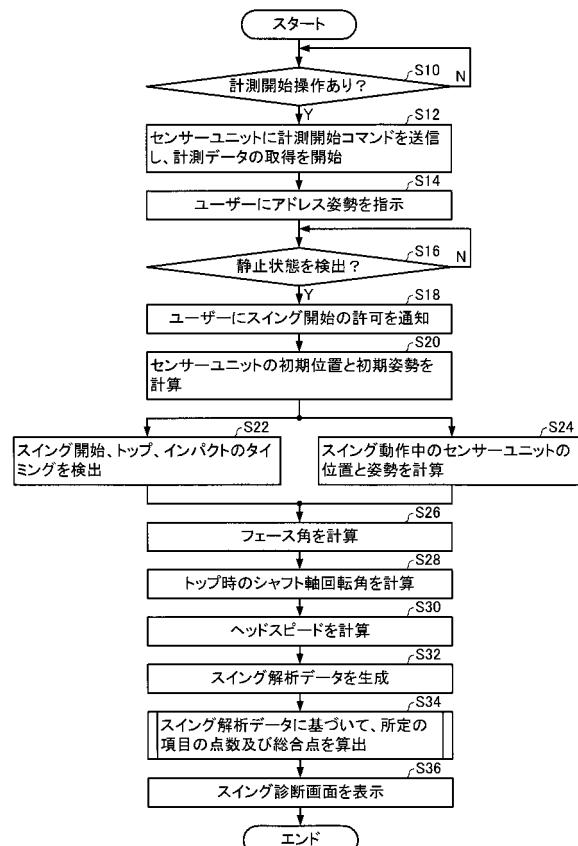
インパクトゾーンの傾向	フェース角 ϕ [deg]		
	クローズ	スクエア	オープン
トップ時の シャフト軸回り 回転角 θ_{top} [deg]	0 ~60 60~	かぶり手打ち 中クローズ フリットgood	アップライトスエー プレーンスエー フリットスエー

【図 1 5】

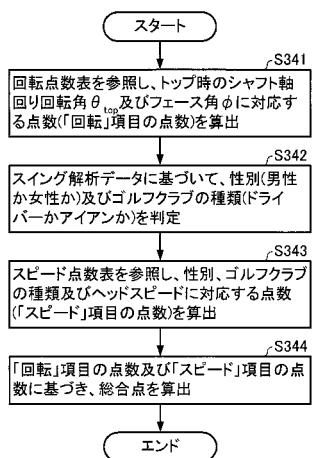
$f = 246$

スピードの点数表		1点	2点	3点	4点	5点
男性	ドライバー	vh1未満	vh1~vh2	vh2~vh3	vh3~vh4	vh4以上
	アイアン	vh5未満	vh5~vh6	vh6~vh7	vh7~vh8	vh8以上
女性	ドライバー	vh11未満	vh11~vh12	vh12~vh13	vh13~vh14	vh14以上
	アイアン	vh15未満	vh15~vh16	vh16~vh17	vh17~vh18	vh18以上

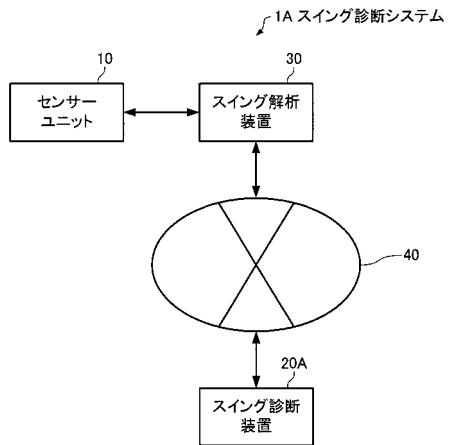
【図 1 6】



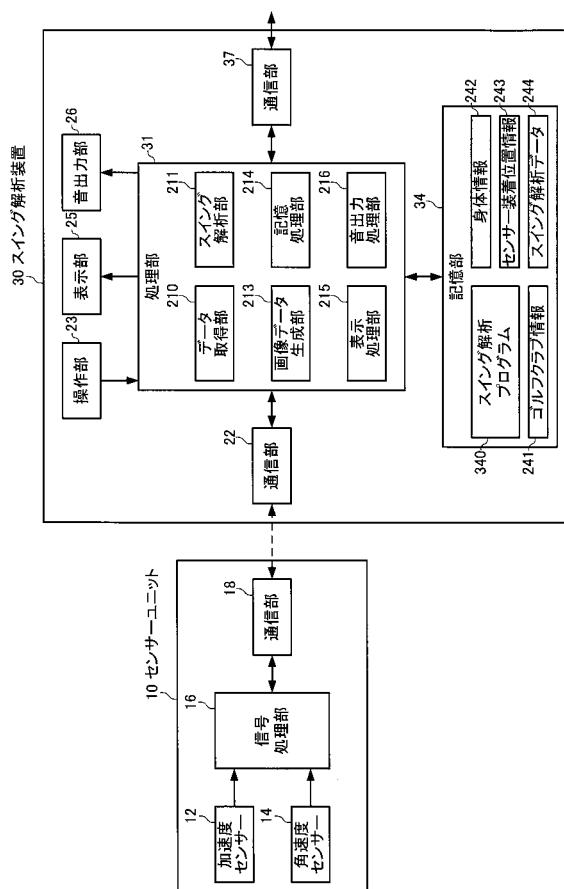
【図17】



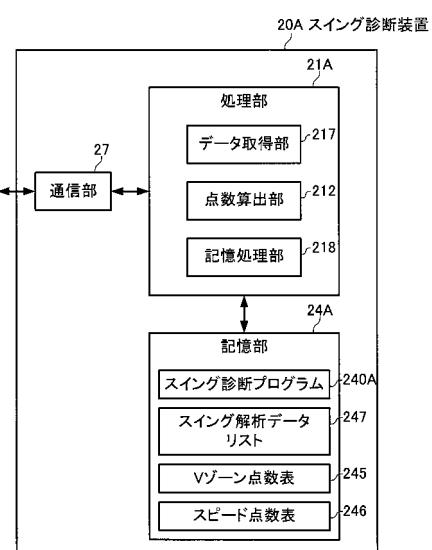
【図18】



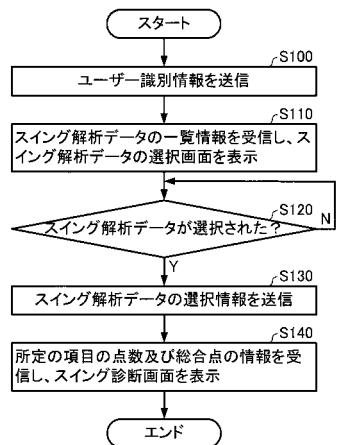
【図19】



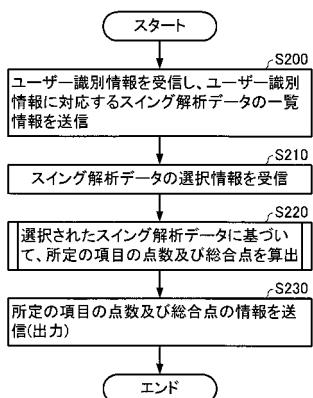
【図20】



【図 2 1】



【図 2 2】



フロントページの続き

(72)発明者 萩原 典尚
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 伊藤 一浩
東京都港区赤坂1丁目12番32号 アーク森ビル12階 株式会社A L B A内