

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-126813

(P2015-126813A)

(43) 公開日 平成27年7月9日(2015.7.9)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
A 6 3 B 69/38 (2006.01) A 6 3 B 69/38 Z
 A 6 3 B 69/38 B

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2013-273315 (P2013-273315)
 (22) 出願日 平成25年12月27日 (2013.12.27)

(71) 出願人 000001443
 カシオ計算機株式会社
 東京都渋谷区本町1丁目6番2号
 (74) 代理人 100106002
 弁理士 正林 真之
 (74) 代理人 100120891
 弁理士 林 一好
 (74) 代理人 100126000
 弁理士 岩池 満
 (72) 発明者 阿部 和明
 東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ
 計算機株式会社 羽村技術センター内

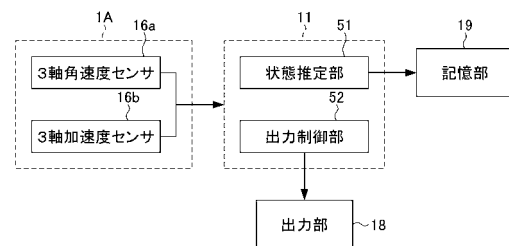
(54) 【発明の名称】 状態推定装置、状態推定方法及びプログラム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】計測対象者の位置に依存せずに動作の状態を適切に推定することが可能な状態推定装置を提供する。

【解決手段】状態推定装置は、3軸角速度センサ16aと、状態推定部51とを備える。3軸角速度センサ16aは、テニスボールとテニスラケットとが接触したときのテニスラケットにおける回転軸(グリップ軸)周りの角速度を取得する。状態推定部51は、当該取得された角速度に基づいて、テニスラケットにおけるテニスボールの接触位置を推定する。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 の物体と第 2 の物体とが接触したときの前記第 2 の物体における回転軸周りの角速度を取得する角速度取得手段と、

当該取得された角速度に基づいて、前記第 2 の物体における前記第 1 の物体の接触位置を推定する状態推定手段と、

を備えることを特徴とする状態推定装置。

【請求項 2】

前記状態推定手段は、前記第 2 の物体における回転軸周りの角速度の向きに基づいて、前記第 2 の物体における前記第 1 の物体の接触位置が、前記回転軸に対していずれの側にあるかを判定することを特徴とする請求項 1 に記載の状態推定装置。

10

【請求項 3】

前記角速度取得手段を備える第 1 のユニットと、

前記第 1 のユニットと別体として構成され、前記状態推定手段を備える第 2 のユニットと、

を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の状態推定装置。

【請求項 4】

前記接触位置の推定結果を出力する出力手段を更に備え、

前記出力手段は、前記接触位置の推定結果を出力させるための指示操作に応じて、前記接触位置の推定結果を出力することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の状態推定装置。

20

【請求項 5】

前記接触位置の推定結果を出力する出力手段を更に備え、

前記出力手段は、前記状態推定手段による前記接触位置の推定結果を逐次出力することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の状態推定装置。

【請求項 6】

前記第 2 の物体における加速度を検出する加速度検出手段を更に備え、

前記状態推定手段は、接触直前の前記第 2 の物体の加速度と、前記第 1 の物体と前記第 2 の物体とが接触した直後の前記第 2 の物体における回転軸周りの角速度の大きさに基づいて、前記接触位置を推定することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の状態推定装置。

30

【請求項 7】

第 1 の物体と第 2 の物体とが接触したときの前記第 2 の物体における回転軸周りの角速度に基づいて、前記第 2 の物体における前記第 1 の物体の接触位置を推定する状態推定ステップを含むことを特徴とする状態推定方法。

【請求項 8】

コンピュータに、

第 1 の物体と第 2 の物体とが接触したときの前記第 2 の物体における回転軸周りの角速度に基づいて、前記第 2 の物体における前記第 1 の物体の接触位置を推定する状態推定機能を実現させることを特徴とするプログラム。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ユーザの動作の状態を推定する状態推定装置、状態推定方法及びプログラムに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、ゴルフクラブのフェイス面とボールとの打球音に基づいて、当該クラブのフェイス面とボールとの打点位置を推定する技術が知られている。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】W O 2 0 0 6 / 0 9 0 6 3 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記特許文献1に記載された技術では、計測対象者の位置を打球音が適切に抽出できる位置に固定しなければならないため、計測対象者が動いた場合には対応できないという問題があった。

【0005】

本発明は、かかる問題に鑑みてなされたものであり、計測対象者の位置に依存せずに動作の状態を適切に推定することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、本発明の一態様の状態推定装置は、

第1の物体と第2の物体とが接触したときの前記第2の物体における回転軸周りの角速度を取得する角速度取得手段と、

当該取得された角速度に基づいて、前記第2の物体における前記第1の物体の接触位置を推定する状態推定手段と、

を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、計測対象者の位置に依存せずに動作の状態を適切に推定できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の一実施形態に係る状態推定装置のハードウェアの構成を示すブロック図である。

【図2】テニスラケットに設置されたセンサユニットの構成を示す模式図である。

【図3】状態推定装置の機能的構成のうち、状態推定処理を実行するための機能的構成を示す機能ブロック図である。

【図4】打球時における面ぶれの方向を示す模式図である。

【図5】打球時における面ぶれの状態と3軸角速度センサの検出値との関係を示す図であり、図5(a)はスイートスポットよりも上側にテニスボールが当たった状態、図5(b)はスイートスポットよりも下側にテニスボールが当たった状態を示す図である。

【図6】打球位置のグリップ軸からのずれの大きさを示す模式図である。

【図7】フォアハンドストロークにおける打球位置の検出結果を示す模式図である。

【図8】バックハンドストロークにおける打球位置の検出結果を示す模式図である。

【図9】サーブにおける打球位置の検出結果を示す模式図である。

【図10】スイングの状態の推定結果をヒストグラムで表した表示形態例を示す図である。

【図11】図3の機能的構成を有する図1の状態推定装置が実行する状態推定処理の流れの一例を説明するフローチャートである。

【図12】第2実施形態に係る状態推定装置が実行する状態推定処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施形態について、図面を用いて説明する。

【0010】

[第1実施形態]

[全体のハードウェア構成]

10

20

30

40

50

図 1 は、本発明の一実施形態に係る状態推定装置 1 のハードウェアの構成を示すブロック図である。

状態推定装置 1 は、3 軸角速度センサ及び 3 軸加速度センサを備えるセンサユニット 1 A と、センサユニット 1 A によって検出された角速度及び加速度に基づき状態推定処理（後述）を実行する処理ユニット 1 B とを含んで構成される。

【0011】

状態推定装置 1 は、CPU (Central Processing Unit) 11 と、ROM (Read Only Memory) 12 と、RAM (Random Access Memory) 13 と、バス 14 と、入出力インターフェース 15 と、センサ部 16 と、入力部 17 と、出力部 18 と、記憶部 19 と、通信部 20 と、ドライブ 21 と、を備えている。これらのうち、CPU 11、ROM 12、RAM 13、バス 14、入出力インターフェース 15、入力部 17、出力部 18、記憶部 19、通信部 20 及びドライブ 21 は PC (Personal Computer) 等からなる処理ユニット 1 B に備えられ、センサ部 16 はセンサユニット 1 A に備えられている。センサユニット 1 A と処理ユニット 1 B とは、有線あるいは無線による通信インターフェース（不図示）によって通信可能に構成されている。

10

【0012】

CPU 11 は、ROM 12 に記録されているプログラム、または、記憶部 19 から RAM 13 にロードされたプログラムに従って各種の処理を実行する。

【0013】

RAM 13 には、CPU 11 が各種の処理を実行する上において必要なデータ等も適宜記憶される。

20

【0014】

CPU 11、ROM 12 及び RAM 13 は、バス 14 を介して相互に接続されている。このバス 14 にはまた、入出力インターフェース 15 も接続されている。入出力インターフェース 15 には、入力部 17、出力部 18、記憶部 19、通信部 20 及びドライブ 21 が接続されている。なお、センサユニット 1 A の 3 軸角速度センサ 16 a 及び 3 軸加速度センサ 16 b も、不図示の通信インターフェースを介して、入出力インターフェース 15 に接続される。

【0015】

センサ部 16 は、3 軸角速度センサ 16 a と、3 軸加速度センサ 16 b とを備えている。センサ部 16 は、センサユニット 1 A 側に備えられ、テニスラケット 2 に設置される。

30

【0016】

3 軸角速度センサ 16 a は、テニスラケット 2 のスイングにおける X Y Z 軸方向それぞれの角速度を検出する。そして、3 軸角速度センサ 16 a は、検出した角速度を示す信号を処理ユニット 1 B に出力する。

3 軸加速度センサ 16 b は、テニスラケット 2 のスイングにおける X Y Z 軸方向それぞれの加速度を検出する。そして、3 軸加速度センサ 16 b は、検出した加速度を示す信号を処理ユニット 1 B に出力する。

【0017】

入力部 17 は、各種釦等で構成され、ユーザの指示操作に応じて各種情報を入力する。

出力部 18 は、ディスプレイやスピーカ等で構成され、画像や音声を出力する。

記憶部 19 は、ハードディスクあるいは DRAM (Dynamic Random Access Memory) 等で構成され、状態推定処理に関するデータ等、各種データを記憶する。

通信部 20 は、インターネットを含むネットワークを介して他の装置（図示せず）との間で行う通信を制御する。

40

【0018】

ドライブ 21 には、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、あるいは半導体メモリ等よりなる、リムーバブルメディア 31 が適宜装着される。ドライブ 21 によってリム

50

ーバブルメディア 31 から読み出されたプログラムは、必要に応じて記憶部 19 にインストールされる。また、リムーバブルメディア 31 は、記憶部 19 に記憶されている各種データも、記憶部 19 と同様に記憶することができる。

【0019】

[センサユニットの構成]

図 2 は、テニスラケット 2 に設置されたセンサユニット 1 A の構成を示す模式図である。

図 2 において、図 2 (a) は、センサユニット 1 A を設置したテニスラケット 2 の全体図、図 2 (b) は、テニスラケット 2 に設置されたセンサユニット 1 A の拡大図である。なお、図 2 (b) においては、テニスラケット 2 をグリップエンド正面から見た状態を示しており、センサユニット 1 A に設定される X Y Z 軸を併せて示している。

10

【0020】

図 2 に示すように、センサユニット 1 A は、テニスラケット 2 のグリップ内（より詳細には、中空状のグリップにおける内部の空間）に設置されている。センサユニット 1 A をグリップ内に設置することで、プレーヤー（ユーザ）によるテニスラケット 2 のスイングが妨げられることを抑制できる。なお、センサユニット 1 A は、プレーヤーのスイングを妨げない位置であれば、テニスラケット 2 のグリップエンドに装着したり、スロート（シャフトの二股部分）内に設置したりすることも可能である。

【0021】

このように設置されたセンサユニット 1 A は、3 軸角速度センサ 16 a 及び 3 軸加速度センサ 16 b によって、テニスラケット 2 がスイングされた場合に、フェイスの幅方向（X 軸方向）、グリップエンドからラケットヘッドに向かう方向（Y 軸方向）及びフェイスと垂直な方向（Z 軸方向）の角速度及び加速度をそれぞれ検出する。

20

例えば、テニスラケット 2 のフェイスを地面に対して垂直に維持したまま、右利きのプレーヤーがフォアハンドのスイングを行うと、3 軸角速度センサ 16 a の検出結果は、X 軸周りの角速度（ $-G_x$ ）成分が主成分となる。

【0022】

そして、センサユニット 1 A は、検出した角速度及び加速度を示す信号を状態推定装置 1 の処理ユニット 1 B に送信する。処理ユニット 1 B において、プレーヤーのスイングに関する各種パラメータが算出され、スイングの状態が推定される。本実施形態において、状態推定装置 1 は、スイングの状態として、フェイスにおける打球位置のグリップ軸に対するずれを推定するものとする。

30

【0023】

[機能的構成]

図 3 は、このような状態推定装置 1 の機能的構成のうち、状態推定処理を実行するための機能的構成を示す機能ブロック図である。

状態推定処理とは、テニスラケット 2 のスイングにおける角速度及び加速度に基づき、プレーヤーのスイングに関する各種パラメータを算出し、プレーヤーのスイングの状態を推定する一連の処理をいう。

【0024】

40

状態推定処理が実行される場合、CPU 11 においては、状態推定部 51 と、出力制御部 52 と、が機能する。

なお、状態推定部 51 の機能の少なくとも一部を、センサユニット 1 A 側に移譲させてもよい。

状態推定部 51 は、3 軸角速度センサ 16 a によって検出されたテニスラケット 2 の X Y Z 軸方向の角速度を取得する。また、状態推定部 51 は、3 軸加速度センサ 16 b によって検出されたテニスラケット 2 の X Y Z 軸方向の加速度を取得する。そして、状態推定部 51 は、取得した角速度及び加速度に基づき、プレーヤーによるテニスラケット 2 のスイングの状態を推定する。

【0025】

50

図4は、打球時における面ぶれ（Y軸周りの回転）の方向を示す模式図である。

なお、図4においては、右利きのプレーヤーがフォアハンドストロークを行う場合を打球方向の後ろから見た状態を示している。

図4に示すように、右利きのプレーヤーがフォアハンドストロークを行う場合、スイートスポット（フェイス中央部）よりも上側にテニスボールが当たると（図4（a）参照）、打球の衝撃によって、インパクト直後の角速度 G_y の値は右回転の値（正の値）となる。反対に、スイートスポットよりも下側にテニスボールが当たると（図4（b）参照）、打球の衝撃によって、インパクト直後の角速度 G_y の値は左回転の値（負の値）となる。

【0026】

図5は、打球時における面ぶれの状態と3軸角速度センサ16aの検出値（ G_x 、 G_y ）との関係を示す図であり、図5（a）はスイートスポットよりも上側にテニスボールが当たった状態、図5（b）はスイートスポットよりも下側にテニスボールが当たった状態を示す図である。なお、図5（a）及び図5（b）における右側のグラフは、打球時における角速度 G_x 、 G_y の時間変化を示しており、実線が G_x 、破線が G_y をそれぞれ示している。

図5（a）に示すように、スイートスポットよりも上側にテニスボールが当たった場合、インパクト直後において、角速度 G_y は正の値でピークを示す。反対に、図5（b）に示すように、スイートスポットよりも下側にテニスボールが当たった場合、インパクト直後において、角速度 G_y は負の値でピークを示す。

このように、インパクト直後の角速度 G_y の符号から、テニスラケット2のスイートスポットよりも上側にテニスボールが当たったか、下側にテニスボールが当たったかを判定することができる。

【0027】

また、図6は、打球位置のグリップ軸からのずれの大きさを示す模式図である。

テニスラケットにテニスボールが当たる強度（インパクトの強度）が同一である場合、この原理により、打球位置のグリップ軸からのずれが大きいほどラケットの面ぶれ量（即ち、インパクト直後の角速度 G_y のピーク値）が大きくなる。

ただし、実際の打球時には、インパクトの強度は種々異なり、テニスラケット2のスイング速度が遅い場合、面ぶれ量は小さく、テニスラケット2のスイング速度が速い場合、面ぶれ量は大きくなる。

そこで、テニスラケット2のスイング速度に対応するインパクト直前の角速度 G_x でインパクト直後の角速度 G_y を除算して正規化することで、スイング速度の差による面ぶれ量の検出結果への影響を抑制することができる。

【0028】

即ち、インパクト時における上下方向（フェイスの幅方向）の打球位置 y は、（1）式で推定することができる。

$$y = \pm a \times (G_y / G_x) + b \quad (1)$$

（1）式において、 G_y はインパクト直後の角速度の y 成分のピーク値、 G_x はインパクト直前の角速度の x 成分の値である。

【0029】

ただし、 a 、 b は3軸角速度センサ16aの取り付け状態及びスイングの種類等に応じて決定される定数であり、実測による統計的なデータを基に定めることができる。例えば、 a の値の目安としては約2.0～3.0、 b の値の目安としては約0～2.0とすることができる。また、符号はフォアハンドストロークの場合にプラス、バックハンドストロークの場合にマイナスとなる。

【0030】

図7は、フォアハンドストロークにおける打球位置 y の検出結果を示す模式図である。

図7においては、3人の被験者（E1～E3）について、フォアハンドストロークのフラット、スピン等、複数の球種を打球した場合の実測値を示している。

図7に示すように、（1）式に基づいて推定した打球位置 y の値は、高速カメラによっ

10

20

30

40

50

て撮影して計測した打球位置と高い相関性を有するものとなっている。

したがって、フォアハンドストロークでのテニスボールの打球時において検出された角速度 G_x , G_y の値を (1) 式に代入して打球位置を算出することで、インパクト時における上下方向 (フェイスの幅方向) の打球位置を推定することができる。

【 0 0 3 1 】

図 8 は、バックハンドストロークにおける打球位置 y の検出結果を示す模式図である。

図 8 においては、図 7 の場合と同様に、3 人の被験者 (E 1 ~ E 3) について、バックハンドストロークのフラット、スピン等、複数の球種を打球した場合の実測値を示している。

また、図 9 は、サービスにおける打球位置 y の検出結果を示す模式図である。

図 9 においては、図 7 , 8 の場合と同様に、3 人の被験者 (E 1 ~ E 3) について、サービスのフラット、スライス等、複数の球種を打球した場合の実測値を示している。

図 8 , 9 においても、図 7 と同様に、(1) 式に基づいて推定した打球位置 y の値は、高速カメラによって撮影して計測した打球位置と高い相関性を有するものとなっている。

【 0 0 3 2 】

したがって、バックハンドストローク及びサービスでのテニスボールの打球時において検出された角速度 G_x , G_y の値を (1) 式に代入して打球位置を算出することで、インパクト時における上下方向 (フェイスの幅方向) の打球位置を推定することができる。なお、フォアハンドストロークにおける打球の上下方向は、サービスにおける打球の左右方向におおよそ対応している。

ここで、フォアハンドストローク、バックハンドストローク及びサービス等のスイングの種類は、テニスラケット 2 を構えたときの 3 軸加速度センサ 1 6 b における検出値から重力方向を求め、さらに、3 軸角速度センサ 1 6 a の検出値の波形から判定することができる。

【 0 0 3 3 】

状態推定部 5 1 は、(1) 式に基づいて推定した打球位置 y をスイングの状態の推定結果とし、予め設定された表示形態の推定結果を示すデータ (以下、「結果表示データ」と呼ぶ。) を生成する。また、状態推定部 5 1 は、算出した打球位置 y を示すデータや生成した結果表示データを記憶部 1 9 に記憶させる。

【 0 0 3 4 】

図 1 0 は、スイングの状態の推定結果をヒストグラムで表した表示形態例を示す図である。

図 1 0 においては、プレーヤーのスイング (例えば、フォアハンドストロークのスイング) について、打球位置の上下方向の区分毎に、度数 (ショット数) が示されている。

図 1 0 のような表示形態とする場合、状態推定部 5 1 が複数回のスイングについて、打球位置のばらつきを示すデータ (ヒストグラム) を生成し、プレーヤーのスイングの評価 (スイングの安定性等) を示す情報を提示することができる。

【 0 0 3 5 】

なお、プレーヤーのスイングとして、フォアハンドストローク、バックハンドストローク及びサービスそれぞれについてスイングの状態を推定し、フォアハンドストローク、バックハンドストローク及びサービスのスイングそれぞれについて、図 1 0 に示すヒストグラムを生成することとしてもよい。

【 0 0 3 6 】

図 3 に戻り、出力制御部 5 2 は、状態推定部 5 1 によって生成された結果表示データを記憶部 1 9 から読み出し、結果表示データに基づいて、出力部 1 8 に推定結果を表示させるための制御を実行する。

【 0 0 3 7 】

[動作]

次に、動作を説明する。

図 1 1 は、図 3 の機能的構成を有する図 1 の状態推定装置 1 が実行する状態推定処理の

10

20

30

40

50

流れの一例を説明するフローチャートである。

状態推定処理は、処理ユニット1Bの入力部17を介して状態推定処理の起動が指示入力されることに対応して開始される。

【0038】

状態推定処理が開始されると、ステップS1において、状態推定部51は、センサユニット1Aの3軸角速度センサ16a及び3軸加速度センサ16bから、通信によって、テニスラケット2のスイングにおける角速度及び加速度の検出結果を取得する。

ステップS2において、状態推定部51は、テニスラケット2のスイングにおける角速度 G_y にピークがあるか否かの判定を行う。具体的には、状態推定部51は、テニスラケット2のスイングにおける角速度 G_y に、予め設定された閾値よりも大きい値を示すピークがあるか否かの判定を行う。

テニスラケット2のスイングにおける角速度 G_y にピークがない場合、ステップS2においてNOと判定されて、処理はステップS1に移行する。

これに対し、テニスラケット2のスイングにおける角速度 G_y にピークがある場合、ステップS2においてYESと判定されて、処理はステップS3に移行する。

【0039】

ステップS3において、状態推定部51は、(1)式に従って、スイングの状態の推定結果として打球位置 y を算出する。

ステップS4において、状態推定部51は、算出した打球位置 y に基づいて、予め設定された表示形態の結果表示データを生成する。なお、算出された打球位置 y を示すデータや生成された結果表示データは、記憶部19に記憶される。

【0040】

ステップS5において、出力制御部52は、スイング状態の推定結果を表示させるための指示入力があるか否かの判定を行う。

スイング状態の推定結果を表示させるための指示入力がない場合、ステップS5においてNOと判定されて、状態推定処理が繰り返される。

これに対し、スイング状態の推定結果を表示させるための指示入力がある場合、ステップS5においてYESと判定されて、処理はステップS6に移行する。

【0041】

ステップS6において、出力制御部52は、記憶部19から読み出した結果表示データに基づいて、出力部18にスイングの状態の推定結果として打球位置 y を表示させる。

例えば、出力制御部52は、図10に示すヒストグラムによって、スイングの状態の推定結果を出力部18に表示させる。

ステップS6の処理の後、状態推定処理が繰り返される。

なお、ステップS5に示すように、本実施形態において、スイング状態の推定結果の表示は、ユーザによって表示を指示する操作が行われた場合に、出力制御部52によって実行されるものとする。ただし、状態推定部51によって結果表示データが生成される毎に、出力制御部52が逐次、スイング状態の推定結果を表示することとしてもよい。

【0042】

このような処理により、センサユニット1Aによって検出したテニスラケット2の角速度及び加速度が処理ユニット1Bに送信される。そして、処理ユニット1Bが、受信したテニスラケット2の角速度及び加速度に基づいて、プレーヤーのスイングの状態として、インパクト時の打球位置(図6参照)を推定する。そして、処理ユニット1Bの出力部18に推定結果を表示することによって、推定された打球位置をプレーヤーに報知する。

これにより、ユーザに対して、プレーヤーのスイングの状態を報知することができる。

したがって、計測対象者の位置に依存せずに動作の状態を適切に推定できる。

また、プレーヤーのスイングを高速カメラによって撮影することなく、テニスラケット2における打球位置を推定することが可能となる。

また、練習や試合で使用されるものと同様のテニスラケットの形態を維持しながら、テニスラケット2における打球位置の推定を行うことが可能となる。

10

20

30

40

50

さらに、打球位置をプレーヤーにフィードバックすることで、プレーヤーの効率的な技術の上達を支援することができる。

【0043】

[第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態について説明する。

第1実施形態においては、状態推定装置1を構成するセンサユニット1Aと処理ユニット1Bとを別体とし、センサユニット1Aのみをテニスラケット2に設置するものとした。

これに対し、本実施形態における状態推定装置1は、センサユニット1Aと処理ユニット1Bとが一体として構成され、処理ユニット1Bを含む状態推定装置1がテニスラケット2に設置されるものである。即ち、本実施形態における状態推定装置1は、テニスラケット2のグリップ内等に設置可能な小型の情報処理装置として構成される。

10

【0044】

したがって、本実施形態における状態推定装置1は、図1に示すハードウェア構成及び図3に示す機能的構成を有する一体の装置として構成される。

なお、本実施形態における出力部18は、赤色、緑色、黄色等のLED(Light Emitting Diode)を備えており、これらのLEDを用いて、スイングの状態(打球位置)を報知する。

【0045】

[動作]

20

次に、動作を説明する。

図12は、第2実施形態に係る状態推定装置1が実行する状態推定処理の流れの一例を示すフローチャートである。

状態推定処理は、処理ユニット1Bの入力部17を介して状態推定処理の起動が指示入力されることに対応して開始される。

図12に示す状態推定処理において、ステップS1~ステップS3までの処理は、図11に示す場合と同様である。

【0046】

ステップS41において、状態推定部51は、打球位置のグリップ軸からのずれの大きさを判定する。

30

ステップS41において、打球位置のグリップ軸からのずれの大きさが設定された範囲以内である場合(例えば、スイートスポットの範囲内で打球した場合)、処理はステップS51に移行する。

また、ステップS41において、打球位置のグリップ軸からのずれの大きさが設定された範囲よりも上側に大きくずれている場合(例えば、スイートスポットよりも上側で打球した場合)、処理はステップS52に移行する。

さらに、ステップS41において、打球位置のグリップ軸からのずれの大きさが設定された範囲よりも下側に大きくずれている場合(例えば、スイートスポットよりも下側で打球した場合)、処理はステップS53に移行する。

【0047】

40

ステップS51において、状態推定部51は、打球位置のグリップ軸からのずれの大きさが設定された範囲以内であることを示す情報(以下、「適正位置情報」と呼ぶ。)を出力制御部52に出力する。

ステップS52において、状態推定部51は、打球位置のグリップ軸からのずれの大きさが設定された範囲よりも上側に大きくずれていることを示す情報(以下、「上側ずれ情報」と呼ぶ。)を出力制御部52に出力する。

ステップS53において、状態推定部51は、打球位置のグリップ軸からのずれの大きさが設定された範囲よりも下側に大きくずれていることを示す情報(以下、「下側ずれ情報」と呼ぶ。)を出力制御部52に出力する。

【0048】

50

ステップ S 6 1 において、出力制御部 5 2 は、適正位置情報が入力されることに
て、出力部 1 8 における緑色の L E D を点灯させる。

ステップ S 6 2 において、出力制御部 5 2 は、上側ずれ情報が入力されることに
て、出力部 1 8 における赤色の L E D を点灯させる。

ステップ S 6 3 において、出力制御部 5 2 は、下側ずれ情報が入力されることに
て、出力部 1 8 における黄色の L E D を点灯させる。

ステップ S 6 1 ~ ステップ S 6 3 の処理の後、状態推定処理が繰り返される。

【 0 0 4 9 】

なお、本実施形態において、ステップ S 5 1 ~ ステップ S 5 3 の処理は、ステップ S 4
1 における判定の後、状態推定部 5 1 によって逐次実行されるものとする。ただし、ステ
ップ S 4 1 における判定結果を記憶部 1 9 に記憶しておき、ユーザによって推定結果の報
知を指示する操作が行われた場合に、状態推定部 5 1 がスイング状態の推定結果の報知を
実行することとしてもよい。

10

【 0 0 5 0 】

このような処理により、センサユニット 1 A によって検出したテニスラケット 2 の角速
度及び加速度に基づいて、処理ユニット 1 B が、プレーヤーのスイングの状態として、イン
パクト時の打球位置 (図 6 参照) を推定する。そして、処理ユニット 1 B の出力部 1 8
における L E D を点灯させることによって、推定された打球位置をプレーヤーに報知する
。

これにより、ユーザに対して、プレーヤーのスイングの状態を逐次報知することができ
る。

20

したがって、計測対象者の位置に依存せずに動作の状態を適切に推定できる。

【 0 0 5 1 】

[応用例 1]

上記実施形態において、センサユニット 1 A によって検出された角速度及び加速度に基
づいて推定された推定結果を記憶部 1 9 に記憶するものとして説明した。

これに対し、センサユニット 1 A によって検出された角速度及び加速度のデータを記憶
部 1 9 に記憶しておき、推定結果の報知が指示された場合に、指示された報知形態 (所定
の表示形態による報知あるいは L E D による報知等) で、スイングの状態の推定結果を報
知することとしてもよい。

30

この場合、推定結果の報知が指示された場合に、状態推定部 5 1 が記憶部 1 9 から角速
度及び加速度のデータを読み出し、状態推定処理を実行することによって、指示された報
知形態に対応する推定結果のデータを生成する。そして、出力制御部 5 2 が、状態推定部
5 1 によって生成された推定結果のデータに基づいて、スイングの状態の推定結果を報知
する。

これにより、プレーヤーのスイングについて、任意のタイミングで、目的とする報知形
態の推定結果を柔軟に提示することが可能となる。

【 0 0 5 2 】

以上のように構成される状態推定装置 1 は、3 軸角速度センサ 1 6 a と、状態推定部 5
1 とを備える。

40

3 軸角速度センサ 1 6 a は、テニスボールとテニスラケット 2 とが接触したときのテニ
スラケット 2 における回転軸 (グリップ軸) 周りの角速度を取得する。

状態推定部 5 1 は、当該取得された角速度に基づいて、テニスラケット 2 におけるテニ
スボールの接触位置を推定する。

これにより、3 軸角速度センサ 1 6 a によって取得されたテニスラケット 2 の角速度に
基づいて、テニスラケット 2 におけるテニスボールの接触位置が推定される。

したがって、計測対象者の位置に依存せずに動作の状態を適切に推定できる。

【 0 0 5 3 】

また、状態推定部 5 1 は、テニスラケット 2 における回転軸周りの角速度の向きに基
づいて、テニスラケット 2 におけるテニスボールの接触位置が、回転軸に対していずれの側

50

にあるかを判定する。

これにより、テニスラケット 2 におけるテニスボールの接触位置をより高精度に推定することが可能となる。

【0054】

また、状態推定装置 1 は、センサユニット 1 A と、処理ユニット 1 B とを有する。

センサユニット 1 A は、3 軸角速度センサ 1 6 a を備える。

処理ユニット 1 B は、センサユニット 1 A と別体として構成され、状態推定部 5 1 を備える。

これにより、テニスラケット 2 に設置する部材をより少なくすることができるため、状態推定装置 1 の設置により、スイングの状態に及ぼす影響を抑制することができる。

10

【0055】

また、状態推定装置 1 は、出力部 1 8 を更に備える。

出力部 1 8 は、接触位置の推定結果を出力する。また、出力部 1 8 は、接触位置の推定結果を出力させるための指示操作に応じて、接触位置の推定結果を出力する。

これにより、所望のタイミングで接触位置の推定結果を確認することが可能となる。

【0056】

また、状態推定装置 1 は、出力部 1 8 を更に備える。

出力部 1 8 は、状態推定部 5 1 による接触位置の推定結果を逐次出力する。

これにより、テニスラケット 2 でテニスボールを打つ毎に、逐次、接触位置の推定結果を確認することが可能となる。

20

【0057】

また、状態推定装置 1 は、3 軸加速度センサ 1 6 b を更に備える。

状態推定部 5 1 は、接触直前のテニスラケット 2 の加速度と、テニスボールとテニスラケットとが接触した直後のテニスラケット 2 における回転軸周りの角速度の大きさに基づいて、接触位置を推定する。

これにより、スイングの速度が種々異なる場合であっても、より正確な接触位置の推定を行うことが可能となる。

【0058】

なお、本発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

30

【0059】

上述の実施形態では、出力部 1 8 における結果表示データの表示、あるいは、出力部 1 8 における LED の点灯により、スイングの状態の推定結果を出力するものとしたが、これに限られない。例えば、音声やアラーム音等の音によってスイングの状態の推定結果を出力することとしてもよい。

また、上述の実施形態では、テニスラケットに本発明を適用するものとしたが、これに限られない。例えば、バドミントンのラケット、スカッシュのラケット、卓球のラケット等、移動する物体を打つスポーツの道具一般に本発明を適用することができる。

【0060】

また、上述の実施形態では、本発明が適用される状態推定装置 1 の処理ユニット 1 B は、PC を例として説明したが、特にこれに限定されない。

40

例えば、本発明は、情報処理機能を有する電子機器一般に適用することができる。具体的には、例えば、本発明は、ノート型のパーソナルコンピュータ、プリンタ、テレビジョン受像機、ビデオカメラ、携帯型ナビゲーション装置、スマートフォン、携帯電話機、リスト型の端末装置、ポータブルゲーム機等に適用可能である。

【0061】

上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行させることもできるし、ソフトウェアにより実行させることもできる。

換言すると、図 3 の機能的構成は例示に過ぎず、特に限定されない。即ち、上述した一連の処理を全体として実行できる機能が状態推定装置 1 に備えられていれば足り、この機

50

能を実現するためにどのような機能ブロックを用いるのかは特に図3の例に限定されない。

また、1つの機能ブロックは、ハードウェア単体で構成してもよいし、ソフトウェア単体で構成してもよいし、それらの組み合わせで構成してもよい。

【0062】

一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、コンピュータ等にネットワークや記録媒体からインストールされる。

コンピュータは、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータであってもよい。また、コンピュータは、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能なコンピュータ、例えば汎用のパーソナルコンピュータであってもよい。

10

【0063】

このようなプログラムを含む記録媒体は、ユーザにプログラムを提供するために装置本体とは別に配布される図1のリムーバブルメディア31により構成されるだけでなく、装置本体に予め組み込まれた状態でユーザに提供される記録媒体等で構成される。リムーバブルメディア31は、例えば、磁気ディスク（フロッピディスクを含む）、光ディスク、または光磁気ディスク等により構成される。光ディスクは、例えば、CD-ROM（Compact Disk-Read Only Memory）、DVD（Digital Versatile Disk）、Blu-ray（登録商標）Disc（ブルーレイディスク）等により構成される。光磁気ディスクは、MD（Mini-Disk）等により構成される。また、装置本体に予め組み込まれた状態でユーザに提供される記録媒体は、例えば、プログラムが記録されている図1のROM12や、図1の記憶部19に含まれるハードディスク等で構成される。

20

【0064】

なお、本明細書において、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステップは、その順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

【0065】

以上、本発明のいくつかの実施形態について説明したが、これらの実施形態は、例示に過ぎず、本発明の技術的範囲を限定するものではない。本発明はその他の様々な実施形態を取ることが可能であり、さらに、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、省略や置換等種々の変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、本明細書等に記載された発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

30

【0066】

以下に、本願の出願当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

[付記1]

第1の物体と第2の物体とが接触したときの前記第2の物体における回転軸周りの角速度を取得する角速度取得手段と、

当該取得された角速度に基づいて、前記第2の物体における前記第1の物体の接触位置を推定する状態推定手段と、

40

を備えることを特徴とする状態推定装置。

[付記2]

前記状態推定手段は、前記第2の物体における回転軸周りの角速度の向きに基づいて、前記第2の物体における前記第1の物体の接触位置が、前記回転軸に対していずれの側にあるかを判定することを特徴とする付記1に記載の状態推定装置。

[付記3]

前記角速度取得手段を備える第1のユニットと、

前記第1のユニットと別体として構成され、前記状態推定手段を備える第2のユニットと、

50

を有することを特徴とする付記 1 または 2 に記載の状態推定装置。

[付記 4]

前記接触位置の推定結果を出力する出力手段を更に備え、

前記出力手段は、前記接触位置の推定結果を出力させるための指示操作に応じて、前記接触位置の推定結果を出力することを特徴とする付記 1 から 3 のいずれか 1 つに記載の状態推定装置。

[付記 5]

前記接触位置の推定結果を出力する出力手段を更に備え、

前記出力手段は、前記状態推定手段による前記接触位置の推定結果を逐次出力することを特徴とする付記 1 から 3 のいずれか 1 つに記載の状態推定装置。

10

[付記 6]

前記第 2 の物体における加速度を検出する加速度検出手段を更に備え、

前記状態推定手段は、接触直前の前記第 2 の物体の加速度と、前記第 1 の物体と前記第 2 の物体とが接触した直後の前記第 2 の物体における回転軸周りの角速度の大きさに基づいて、前記接触位置を推定することを特徴とする付記 1 から 5 のいずれか 1 つに記載の状態推定装置。

[付記 7]

第 1 の物体と第 2 の物体とが接触したときの前記第 2 の物体における回転軸周りの角速度に基づいて、前記第 2 の物体における前記第 1 の物体の接触位置を推定する状態推定ステップを含むことを特徴とする状態推定方法。

20

[付記 8]

コンピュータに、

第 1 の物体と第 2 の物体とが接触したときの前記第 2 の物体における回転軸周りの角速度に基づいて、前記第 2 の物体における前記第 1 の物体の接触位置を推定する状態推定機能を実現させることを特徴とするプログラム。

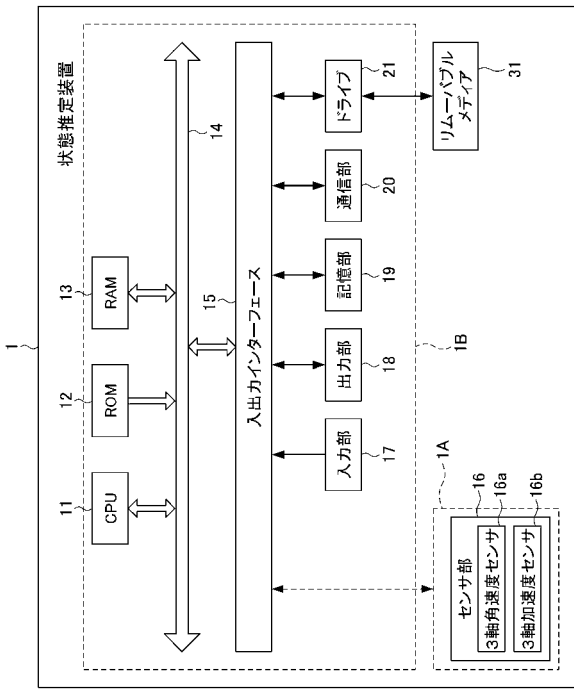
【符号の説明】

【 0 0 6 7 】

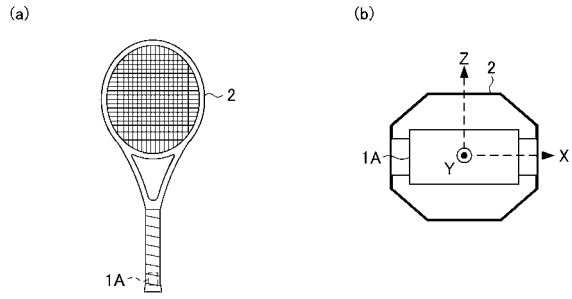
1・・・状態推定装置，1 A・・・センサユニット，1 B・・・処理ユニット，2・・・テニスラケット，1 1・・・CPU，1 2・・・ROM，1 3・・・RAM，1 4・・・バス，1 5・・・入出力インターフェース，1 6・・・センサ部，1 6 a・・・3 軸角速度センサ，1 6 b・・・3 軸加速度センサ，1 7・・・入力部，1 8・・・出力部，1 9・・・記憶部，2 0・・・通信部，2 1・・・ドライブ，3 1・・・リムーバブルメディア，5 1・・・状態推定部，5 2・・・出力制御部

30

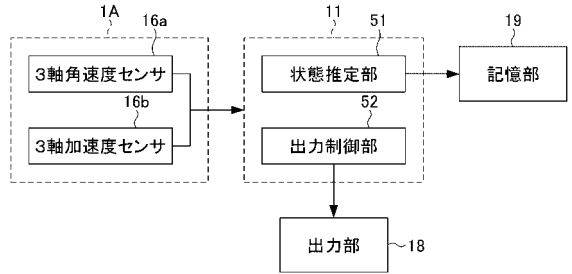
【 図 1 】



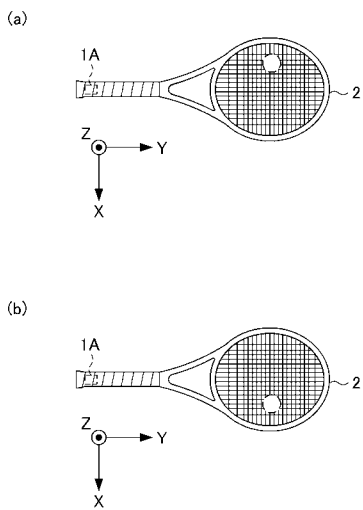
【 図 2 】



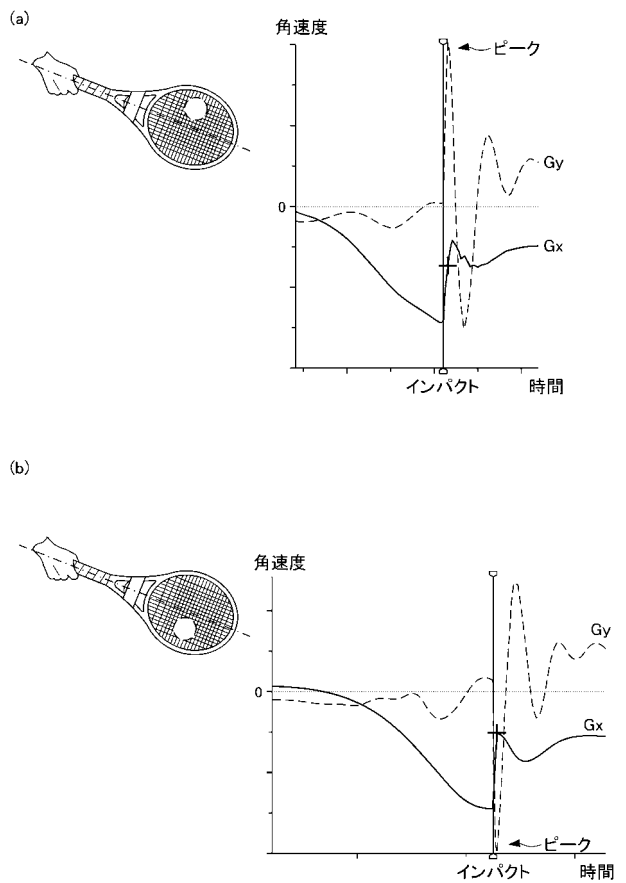
【 図 3 】



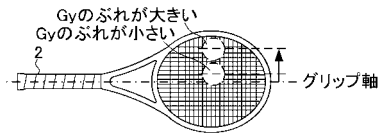
【 図 4 】



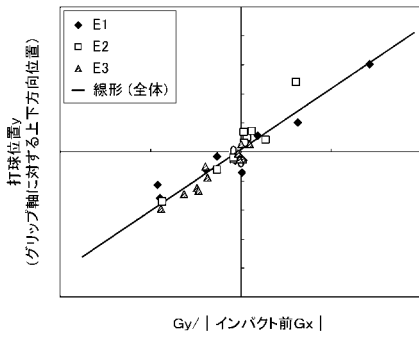
【 図 5 】



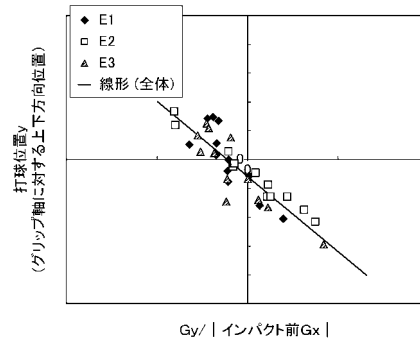
【 図 6 】



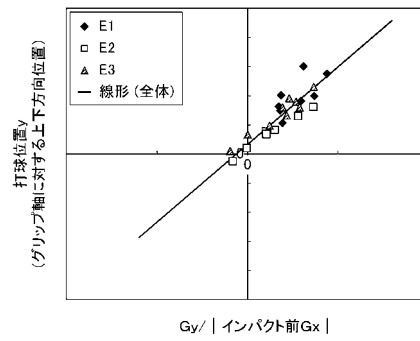
【 図 7 】



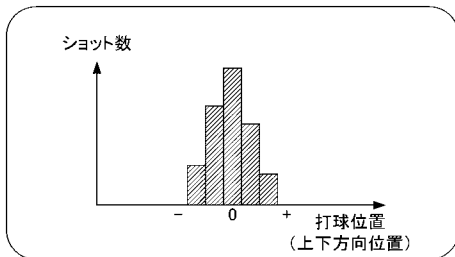
【 図 8 】



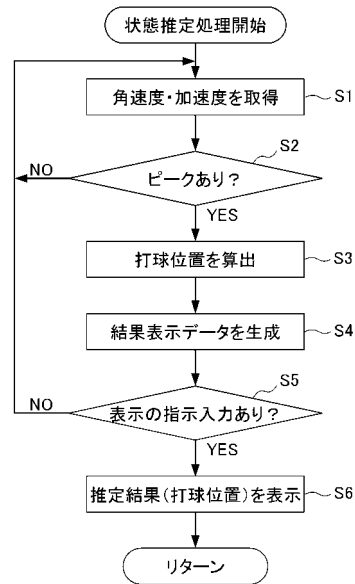
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 1 2 】

