

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5915148号
(P5915148)

(45) 発行日 平成28年5月11日 (2016. 5. 11)

(24) 登録日 平成28年4月15日 (2016. 4. 15)

(51) Int. Cl.	F I
G O 1 P 7/00 (2006. 01)	G O 1 P 7/00
G O 1 B 21/00 (2006. 01)	G O 1 B 21/00 E
A 6 3 B 69/36 (2006. 01)	A 6 3 B 69/36 5 4 1 P

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2011-275958 (P2011-275958)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成23年12月16日 (2011. 12. 16)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2013-125024 (P2013-125024A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成25年6月24日 (2013. 6. 24)	(74) 代理人	100090479
審査請求日	平成26年12月11日 (2014. 12. 11)		弁理士 井上 一
		(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	佐伯 健治
			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	佐藤 政俊
			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】 運動解析方法及び運動解析装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

センサーが取り付けられた運動器具を保持具に保持して、前記センサーを第1の位置に設定する工程と、

前記運動器具を前記保持具より離脱し、前記センサーの出力を用いて前記運動器具を用いた運動の解析を行う工程と、を含み、

前記運動の解析を行う工程において、前記第1の位置に設定された時の前記センサーの第1出力データと、前記運動器具が前記保持具より離脱された後に既知の通過点を通過する第2の位置に前記センサーが設定された時の前記センサーの第2出力データと、を含む前記センサーの出力を取得し、前記第1出力データ及び前記第2出力データを用いて、前記センサーの誤差を補正することを特徴とする運動解析方法。

【請求項 2】

請求項1において、

前記運動の解析を行う工程は、前記運動器具が前記保持具より離脱される時の信号を取得して、前記運動器具の運動の計測を開始することを特徴とする運動解析方法。

【請求項 3】

請求項2において、

前記運動器具が前記保持具より離脱された後に前記保持具に装着される時の信号を取得して、前記運動器具の運動の計測を停止することを特徴とする運動解析方法。

【請求項 4】

10

20

運動器具に取り付けられ、物理量を検出するセンサーと、
前記運動器具を保持して、前記センサーを第１の位置に設定する保持具と、
前記センサーの出力を用いて前記運動器具を用いた運動の解析を行う運動解析部と、を
含み、

前記運動解析部は、前記第１の位置に設定された前記センサーの第１出力データと、前記運動器具が前記保持具より離脱された後に既知の通過点を通過する第２の位置に前記センサーが設定された時の前記センサーの第２出力データと、を含む前記センサーの出力を取得し、前記第１出力データ及び前記第２出力データを用いて、前記センサーの誤差を補正することを特徴とする運動解析装置。

【請求項５】

10

請求項４において、

前記保持具は、前記運動器具を保持した際に前記センサーに給電することを特徴とする運動解析装置。

【請求項６】

請求項５において、

前記保持具及び前記運動器具の少なくとも一方は、前記運動器具が前記保持具に保持されているか否かを検出するスイッチを含み、

前記運動解析部は、前記スイッチにより前記運動器具が前記保持具から離脱される時の信号を取得して、前記運動器具の運動の計測を開始することを特徴とする運動解析装置。

【請求項７】

20

請求項６において、

前記スイッチは、前記運動器具に設けられた第１接点と前記保持具に設けられた第２接点とを含むことを特徴とする運動解析装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、運動解析方法及び運動解析装置等に関する。

【背景技術】

【０００２】

様々な分野において物体の運動を解析する装置が必要とされている。例えば、テニスラケットやゴルフクラブのスイング軌道、野球のピッチングやバッティングのフォーム等を解析し、解析結果から改善点を明らかにすることで競技力の向上につなげることができる。

30

【０００３】

現在、実用的な運動解析装置としては、マークがつけられた被測定物を赤外線カメラ等で連続撮影し、撮影された連続画像を用いてマークの移動軌跡を算出することで、運動を解析するものが一般的である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

40

【特許文献１】特開２００４－２４４８８号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかしながら、このような運動解析装置では、画像を撮影するための赤外線カメラが必要であるため装置が大がかりなものになってしまい、取り扱いにくいという問題がある。例えば、テニスの練習中の画像を複数の角度から撮影したい場合、撮影したい角度に合わせて赤外線カメラの位置を移動させるかプレイヤーの向きを変える必要がある。

【０００６】

これに対して、近年、被測定物に小型の慣性センサーを取り付け、センサーの出力デー

50

タから被測定物の運動を解析する装置が提案されており、赤外線カメラが不要であるため取り扱いが容易であるという利点がある。例えば、加速度センサーが検出する加速度値 $a(t)$ に対して、それぞれ時間積分処理を行うことで、被測定物の速度 $V(t)$ 及び位置 $p(t)$ を算出することができる。

【0007】

ところが、一般に慣性センサーの出力値には観測しようとする値の他に誤差が含まれている。従って、加速度センサーの出力データから、それぞれ時間積分処理を行って被測定物の速度 $V(t)$ 及び位置 $p(t)$ を算出すると、誤差 $E(t)$ も時間積分されるため、時間 t の経過に伴って速度 $V(t)$ 及び位置 $p(t)$ の誤差が急速に増大する。

【0008】

本発明のいくつかの態様によれば、誤差の累積を解消した解析結果が得られる運動解析方法及び装置を提供することができる。

【0009】

本発明の他のいくつかの態様によれば、運動解析の計測開始時期を簡易に取得することができる運動解析装置を提供することができる。

【課題を解決するための手段】

【0010】

(1) 本発明の一態様は、

センサーが取り付けられた物体を、前記センサーを保持具に静止状態で保持して第1の位置に設定し、

前記第1の位置に設定された時の既知の前記センサーの第1出力データと、前記物体が前記保持具より離脱された後であって、少なくとも一つの既知の第2の位置に前記センサーが設定された時の前記センサーの第2出力データと、を含む前記センサーの出力を取得し、

前記第1出力データ及び前記第2出力データを用いて前記物体の運動を解析する運動解析方法に関する。

【0011】

本発明の一態様によれば、センサーにより物体の物理量(加速度、角速度など)が取得され、その物理量から物体の運動(速度、位置、回転角など)を演算により求めることができる。その際、保持具に保持された物体に取り付けられたセンサーが第1の位置にあるとき、物体は静止状態であることから、第1の位置での第1出力データ(特定位置データ、速度及び角速度は共に零)を用いて、第1の位置でのセンサー出力及びその演算結果を初期化することができる。第1の位置を離れた物体の運動中は、センサー出力に誤差が生じ、演算によって誤差は累積する。少なくとも一つの第2の位置での第2出力データを用いれば、その誤差を解消して物体の運動を解析することができる。

【0012】

(2) 本発明の一態様では、前記少なくとも一つの既知の第2の位置は、前記物体が前記保持具より離脱された後に前記保持具に戻された時の前記第1の位置に等しくすることができる。

【0013】

この場合、保持具に保持された物体が移動されて、再び保持具に戻るまでの物体の運動を、誤差を解消して解析することができる。しかも、保持具により第1, 第2の位置を等しくかつ正しく設定でき、保持具から離れた物体の通過点を特定することなく、誤差を解消することができる。

【0014】

(3) 本発明の一態様では、前記少なくとも一つの既知の第2の位置は、前記物体が既知の通過点を通過する時の前記センサーの位置とすることができる。

【0015】

物体によっては、運動中の通過点が特定されることがある。例えばゴルフクラブであれば、打撃されるゴルフボールをティーアップすると、ティーアップ位置がクラブヘッドの

10

20

30

40

50

追加点となる。ティーアップ位置を既知とすると、第2の位置として利用できる。好ましくは、保持具に保持された物体に取り付けられたセンサーの位置を第1の位置と第2の位置とに兼用し、少なくとも一つの通過点を他の第2の位置として、3点もしくは3点以上の位置での既知データを利用すると、誤差をより少なくすることができる。

【0016】

(4) 本発明の一態様では、前記物体が前記保持具より離脱される時の信号を取得して、前記物体の運動を解析することができる。

【0017】

それにより、取得されたセンサー出力が、物体が保持具に保持されて静止した状態の時のデータであるか、その後の計測対象のデータであるかを明確に区別することができる。また、物体が保持具に保持されている間のセンサー出力は、第1の位置を特定するに足る情報量であればよく、静止状態の間に取得されたサンプリングデータの全てを記憶する必要はない。よって、センサー出力を記憶する記憶部での記憶容量を少なくすることができる。また、物体が保持具から離れる信号からその時刻を取得することで、例えば加速度データを時間積分して速度、位置情報を得るためのデータ処理開始位置(時刻)を知ることができる。計測開始を例えば開始音などで告知すると、物体例えば運動器具を操作する者の運動の自由度が奪われ、開始時期の告知を待つことから緊張感を付与するなどの弊害がある。その点、本態様ではそのような弊害を解消できる利点もある。

【0018】

(5) 本発明の一態様では、前記物体が前記保持具より離脱された後に前記保持具に装着される時の信号を取得して、前記物体の運動を解析することができる。

【0019】

それにより、取得されたセンサー出力が、物体が保持具に再び保持されて静止した状態の時のデータであるか、それ以前の計測対象のデータであるかを明確に区別することができる。また、物体が保持具に再び保持されている間に取得されたセンサー出力は、物体が保持具に戻された時の終点を特定するに足る情報量であればよく、過度に長い間取得する必要はない。このことによっても、センサー出力を記憶する記憶部での記憶容量を少なくすることができる。

【0020】

(6) 本発明の他の態様は、
物体に取り付けられ、前記物体の物理量を検出するセンサーと、
前記物体を保持して、前記センサーを第1の位置に設定する保持具と、
前記第1の位置に設定された前記センサーの第1出力データと、前記物体が前記保持具より離脱された後であって、少なくとも一つの既知の第2の位置に前記センサーが設定された時の前記センサーの第2出力データと、を含む前記センサーの出力を取得して、前記物体の運動を解析する運動解析部と、
を有する運動解析装置に関する。

【0021】

本発明の他の態様では、本発明の一態様に係る運動解析方法を好適に実施することができる。

【0022】

(7) 本発明の他の態様では、前記保持具は、前記物体に取り付けられて前記センサーに給電する二次電池を充電する充電器とすることができる。こうすると、保持具を充電器として兼用でき、物体が充電器に装着されている間に二次電池を充電することができる。

【0023】

(8) 本発明の他の態様では、前記充電器及び前記物体の少なくとも一方は、前記物体が前記充電器に装着されているか非装着かを検出するスイッチを含み、前記運動解析部は、前記スイッチにより前記物体が前記充電器から離脱される時の信号を取得して、前記物体の運動を解析することができる。

【0024】

それにより、取得されたセンサー出力が、物体が保持具に保持されて静止した状態の時のデータであるか、その後の計測対象のデータであるかを明確に区別することができる。

【0025】

(9) 本発明の他の態様では、前記スイッチは、前記物体に設けられた第1接点と前記充電器に設けられた第2接点とを含み、前記運動解析部は、前記第1接点と前記第2接点より離脱される時の信号を取得して、前記物体の運動を解析することができる。スイッチは機械式スイッチでもよいが、接点スイッチとすることで構成を簡易にすることができる。

【0026】

(10) 本発明の他の態様では、前記第1接点及び前記第2接点は、充電用接点として兼用されても良い。こうすると、接点を追加することなく充電と接触/非接触検出の双方を実現できる。

【0027】

(11) 本発明のさらに他の態様は、
物体に取り付けられ、前記物体の物理量を検出するセンサーと、
前記物体を保持して、前記物体に取り付けられて前記センサーに給電する二次電池を充電する充電器と、
前記物体が前記充電器に保持されている時の前記センサーの出力と、前記物体が前記保持具より離脱された後の前記センサーの出力と、を取得して、前記物体の運動する運動解析部と、
を有し、

前記充電器及び前記物体の少なくとも一方は、前記物体が前記充電器に装着されているか非装着かを検出するスイッチを含み、

前記運動解析部は、前記スイッチにより前記物体が前記充電器から離脱される時の信号を取得して、前記物体の運動を解析する運動解析装置に関する。

【0028】

本発明の他の態様では、取得されたセンサー出力が、物体が保持具に保持されて静止した状態の時のデータであるか、その後の計測対象のデータであるかを明確に区別することができる。また、物体が充電器に保持されている間のセンサー出力は、静止位置を特定するに足る情報量であればよく、静止状態の間に取得されたサンプリングデータの全てを記憶する必要はない。よって、センサー出力を記憶する記憶部での記憶容量を少なくすることができる。また、物体が充電器から離れる信号からその時刻を取得することで、例えば加速度データを時間積分して速度、位置情報を得るためのデータ処理開始位置(時刻)を知ることができる。計測開始を例えば開始音などで告知すると、物体例えば運動器具を操作する者の運動の自由度が奪われ、開始時期の告知を待つことから緊張感を付与するなどの弊害がある。その点、本態様ではそのような弊害を解消できる利点もある。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】計測対象物体の運動軌跡の一例を示す図である。

【図2】図2(A)及び図2(B)は、本発明の一実施形態に係る運動解析方法及び装置に用いられる充電器(保持具)と物体(ゴルフクラブ)とを示す図である。

【図3】本発明の一実施形態に係る運動解析方法を示すフローチャートである。

【図4】静止状態の物体及び運動中の物体のセンサー出力のサンプリングを示す図である。

【図5】充電器(保持具)を起点及び終点とする物体(ゴルフクラブ)の運動軌跡と、センサー出力の演算結果とのずれを説明するための図である。

【図6】物体(ゴルフクラブ)の運動軌跡の終点とセンサー出力の演算結果とのずれを直交三軸座標で説明するための図である。

【図7】本発明の一実施形態に係る運動解析装置のブロック図である。

【図8】図7に示すセンサー部の詳細を示すブロック図である。

【図 9】図 2 (B) に示すスタンド型の充電器とそれに保持されるゴルフクラブを示す図である。

【図 10】図 9 に示す充電器とゴルフクラブの装着 / 非装着状態を検出する検出部を示す図である。

【図 11】図 2 (A) に示す接地型の充電器とそれに保持されるゴルフクラブを示す図である。

【図 12】図 11 に示す充電器とゴルフクラブの装着 / 非装着状態を検出する検出部を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 0 】

10

以下、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。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。また、各図においては、各構成要素を図面上で認識し得る程度の大きさとするため、各構成要素の寸法や比率を実際のものとは適宜に異ならせてある。

【 0 0 3 1 】

1. 運動解析方法

図 1 は、計測物体例えば運動器具であるゴルフクラブ 10 のクラブヘッド 11 のスイング軌跡 A を示している。スイング軌道 A は、スイング起動位置 P 1、トップ位置 P 2、インパクト位置 P 3 及びフォロースルードトップ位置 P 4 を含んでいる。

20

【 0 0 3 2 】

図 2 (A) (B) は、本実施形態に用いられるセンサーユニット 20 (20 A , 20 B) が装着されたゴルフクラブ 10 と、ゴルフクラブ 10 の保持具例えば充電器 30 (30 A , 30 B) を示している。充電器 30 (30 A , 30 B) は、センサーユニット 20 (20 A , 20 B) に内蔵されるセンサーに給電する二次電池を充電する。

【 0 0 3 3 】

図 2 (A) は、ヘッドセンサーユニット 20 A がクラブヘッド 11 に装着されたゴルフクラブ 10 A を模式的に示している。充電器 30 A は、接地型であり、クラブヘッド 11 を静止状態に保持して、後述する接点を介してヘッドセンサーユニット 20 A 内の二次電池を充電することができる。

30

【 0 0 3 4 】

図 2 (B) は、シャフトセンサーユニット 20 B がクラブシャフト 12 に装着されたゴルフクラブ 10 B を模式的に示している。充電器 30 B は、スタンド型であり、クラブシャフト 12 を静止状態に保持して、後述する接点を介してヘッドセンサーユニット 20 B 内の二次電池を充電することができる。

【 0 0 3 5 】

ここで、図 2 (A) (B) に示すセンサーユニット 20 は、例えば三軸検出が可能な加速度センサーを内蔵している。センサーユニット 20 は三軸検出が可能な角速度センサーを内蔵することもできる。このセンサーユニット 20 を用いてゴルフクラブ 10 の運動を解析する方法について、図 3 ~ 図 6 を参照して説明する。なお、以下の実施形態は図 2 (A) のようにセンサーが装着されたクラブヘッド 11 の軌道を解析する例である。図 2 (B) のようにセンサー位置 (シャフト) と求める軌道位置 (クラブヘッド) とが異なる場合でも、ゴルフクラブ 10 の角度が角速度センサーから取得され、センサー位置が加速度センサーから取得されれば、センサー位置から一定の距離にあるクラブヘッド 11 の位置などを追跡することができる。

40

【 0 0 3 6 】

図 3 のスタート時には、ゴルフクラブ 10 は図 2 (A) (B) に示す充電器 30 (30 A , 30 B) に装着され静止状態である。このとき、センサーユニット 20 (20 A , 20 B) は既知の始点 P 0 (第 1 の位置) にあり、速度及び角速度は共に零である。これらが、始点 P 0 (第 1 の位置) での既知のデータである。

50

【 0 0 3 7 】

図3のステップS1では、ゴルフクラブ10が充電器30に装着されている静止状態でのセンサー出力(第1出力データ)を取得する。つまり、図4のスタート時 t_0 から、静止状態にてセンサー出力データ(第1出力データ)をサンプリングして取得する。図3のステップS2では、ゴルフクラブ10が充電器30から離脱されたか否かが監視される。ゴルフクラブ10が充電器30から離脱されたことが取得されると(図3のステップS2での判断がYES)、ステップ3に移行してゴルフクラブ10が充電器30から離脱後のセンサー出力が取得されて、運動解析のための計測が開始される。つまり、図4の時刻 $t_0 \sim t_1$ までの第1期間T1にて静止状態でのセンサー出力データがサンプリングされ、時刻 t_1 以降ではゴルフクラブ10が充電器30から離脱された以降のセンサー出力データがサンプリングされる。

10

【 0 0 3 8 】

図3のステップS4では、ゴルフクラブ10が充電器30に戻されたか否かが監視される。図3のステップS4での判断がNOであればステップS3での計測が継続される。ゴルフクラブ10が充電器30に装着されたことが取得されると(ステップS4での判断がYES)、ゴルフクラブ10が充電器30に装着され後のセンサー出力(第2出力データ)が取得された後に、計測が終了される(ステップS5)。

【 0 0 3 9 】

つまり、図4の時刻 $t_1 \sim t_2$ までの第2期間T1にてゴルフクラブ10が充電器30から離脱された以降のセンサー出力データがサンプリングされ、時刻 $t_2 \sim t_3$ までの第3期間T3ではゴルフクラブ10が充電器30に戻された以降のセンサー出力データ(第2出力データ)がサンプリングされる。

20

【 0 0 4 0 】

図3のステップS4の後に、ステップS6での運動解析動作に移行することになる。ただし、ステップ6での運動解析動作は、センサー出力の取得と並行して実施してもよい。

【 0 0 4 1 】

ここで、図3のステップS2を実施することにより、図4に示す時刻 t_1 を自動取得することができる。それにより、取得されたセンサー出力が、物体が保持具に保持されて静止した状態の時のデータであるか、その後の計測対象のデータであるかを明確に区別することができる。

30

【 0 0 4 2 】

また、図4に示す第1期間T1($t_0 \sim t_1$)でのセンサー出力(第1出力データ)は、始点P0を特定するに足る情報量であればよく、第1期間T1中に取得されたサンプリングデータの全てを記憶する必要はない。始点P0を特定するために、一つのサンプリングデータか、あるいは平均値化するために複数のサンプリングデータが記憶されていればよい。よって、センサー出力を記憶する記憶部での記憶容量を少なくすることができる。また、時刻 t_1 を取得することで、例えば加速度データを時間積分して速度、位置情報を得るためのデータ処理開始位置(時刻)を知ることができる。計測開始を例えば開始音などで告知すると、運動器具を操作する者の運動の自由度が奪われ、開始時期の告知を待つことから緊張感を付与するなどの弊害がある。その点、本実施形態ではそのような弊害を解消できる利点もある。

40

【 0 0 4 3 】

同様に、図3のステップS4を実施することにより、図4に示す時刻 t_2 を自動取得することができる。それにより、取得されたセンサー出力(第2出力データ)が、物体が保持具に再び保持されて静止した状態の時のデータであるか、それ以前の計測対象のデータであるかを明確に区別することができる。また、図4に示す第3期間T3($t_2 \sim t_3$)でのセンサー出力(第1出力データ)は、ゴルフクラブ10が充電器30に戻された時の終点を特定するに足る情報量であればよく、第1期間T3を過度に長く設定する必要はない。このことによっても、センサー出力を記憶する記憶部での記憶容量を少なくすることができる。

50

【 0 0 4 4 】

図5は、充電器30(30A, 30B)を始点P0及び終点P5としたスイング軌跡A1の一例を模式的に示している。なお、図5に示す軌跡A1には、図1に示すスイング軌跡Aに追加して、始点P0からスイング起動位置P1に至る軌跡A2と、フォロースルートップ位置P4から例えば図1に示すスイング軌跡Aの一部を帰路として辿った後に分岐されて終点P5に至る軌跡A3が追加されている。なお、実際の計測では、始点P0及び終点P5以外の各位置や軌跡は様々である。

【 0 0 4 5 】

上述した通り、加速度センサーが検出する加速度値 $a(t)$ に対して、それぞれ時間積分処理を行うことで、被測定物であるゴルフクラブ10の例えばクラブヘッド11の速度 $V(t)$ 及び位置 $p(t)$ を算出することができる。

10

【 0 0 4 6 】

この際、センサーユニット20(20A, 20B)は既知の始点P0(第1の位置)にあり、速度及び角速度は共に零である。始点P0(第1の位置)についてこれらの既知のデータを用いて、始点P0(第1の位置)でのセンサー出力(第1出力データ)及びその演算結果が初期化される。

【 0 0 4 7 】

しかし、図5に示す軌跡A1を移動中の実際のセンサーユニット20中の加速度センサーの出力データ $X(t)$, $Y(t)$, $Z(t)$ には誤差 $E(t)$ が含まれている。よって、センサーユニット20中の加速度センサーの出力データ $X(t)$, $Y(t)$, $Z(t)$ に対して時間積分を二回実施して得られる位置 $p(t)$ は、始点P0での位置で初期化して一致させても、図5に示す実際の位置P1~P5に対して演算結果では位置P1'~P5'にずれてしまう。

20

【 0 0 4 8 】

一方、終点(第2の位置)P5でも位置は既知であり、終点P5での速度及び角速度は共に零(既知)である。そこで、終点(第2の位置)P5についてこれらの既知のデータを用いて、出力データ $X(t)$, $Y(t)$, $Z(t)$ に含まれる誤差 $E(t)$ の時間積分に起因した累積誤差を解消するための補正を行うことができる。

【 0 0 4 9 】

図6は、本来の終点P5(=P0)と、終点P5でのセンサーからの第2出力データである出力データ $X(t)$, $Y(t)$, $Z(t)$ に基づいて演算された終点P5'とで、直交三軸のX, Y, Z成分の誤差 X , Y , Z を示している。図6では、終点P5(=P0)は、 $X=0$, $Y=0$, $Z=0$ と初期化されている。ここで、図4に示すように、時刻 t_1 で始点P0をスタートしたゴルフクラブ10は時刻 t_2 に終点P5に到達している。従って、図5に示すゴルフクラブ10の軌跡A1において、単位時間 t 当たりのX, Y, Z方向の各誤差成分は $X/(t_2 - t_1)$, $Y/(t_2 - t_1)$, $Z/(t_2 - t_1)$ となる。

30

【 0 0 5 0 】

つまり、単位時間 t が経過するごとにX, Y, Z方向の各誤差成分 $X/(t_2 - t_1)$, $Y/(t_2 - t_1)$, $Z/(t_2 - t_1)$ が累積している。よって、例えば位置Pから位置P1'に $n \times t$ 後に到達したのであれば、位置P1'のX, Y, Z成分からX, Y, Z方向の各誤差 $X/(t_2 - t_1)$, $Y/(t_2 - t_1)$, $Z/(t_2 - t_1)$ をそれぞれ n 倍した累積誤差を減算すれば、正しい位置P1を求めることができる。同様にして、センサーからの出力データ $X(t)$, $Y(t)$, $Z(t)$ に基づいて演算された位置P2'~P5'を正しい位置P2~P5に補正することができる。ただし、既知の位置P0, P5での既知のデータを用いてセンサー出力の演算結果を補正する手法については、これに限定されるものではない。

40

【 0 0 5 1 】

ここで、上述した実施形態はゴルフクラブ10の位置を解析するものであったが、センサーからの出力データの時間積分を1回だけして得られる速度 $V(t)$ についても、第1

50

の位置 P 1 と第 2 の位置 P 5 にて速度が零となる既知のデータを用いて同様に補正することができる。角速度センサーの出力データについては、第 1 の位置 P 1 と第 2 の位置 P 5 にて各軸廻りの回転角度についての既知のデータを用いて同様に補正することができる。

【 0 0 5 2 】

なお、上述した実施形態では、第 1 の位置 P 0 と第 2 の位置 P 5 が等しいものであったが、それに限定されない。第 2 の位置は、物体が既知の通過点を通過する時のセンサーの位置であってもよく、例えば、図 3 及び図 5 に示すインパクト位置 P 3 は、ゴルフボールがティーアップされた位置として既知であるので、インパクト位置 P 3 を少なくとも一つの第 2 の位置として利用することができる。好ましくは、第 1 の位置 P 0 と 2 つの第 2 の位置 P 3 , P 5 での既知のデータを利用してゴルフクラブ 1 0 の運動を解析することができる。

10

【 0 0 5 3 】

2 . 運動解析装置

図 7 は、本実施形態の運動解析装置の構成を示す図である。実施形態の運動解析装置 4 0 は、1又は複数のセンサーユニット 2 0 とホスト端末 5 0 を含んで構成され、対象物体 1 0 の運動を解析する。センサーユニット 2 0 は、センサー部 1 0 0 と二次電池 1 3 0 とを含むことができる。センサー部 1 0 0 とホスト端末 5 0 は無線接続されていてもよいし、有線接続されていてもよい。

【 0 0 5 4 】

センサーユニット 2 0 は、図 2 (A) または図 2 (B) に示すように、運動解析の対象物体 1 0 に取り付けられ、所与の物理量を検出する処理を行う。本実施形態では、センサーは、図 8 に示すように、少なくとも一つ例えば複数のセンサー 1 0 2 x ~ 1 0 2 z 及び 1 0 4 x ~ 1 0 4 z 、データ処理部 1 1 0 、通信部 1 2 0 を含んで構成されている。

20

【 0 0 5 5 】

ここで、センサーは所与の物理量を検出し、検出した物理量（例えば、加速度、角速度、速度、角加速度など）の大きさに応じた信号（データ）を出力するセンサーである。本実施形態では、X 軸、Y 軸、Z 軸方向の加速度を検出する三軸加速度センサー 1 0 2 x ~ 1 0 2 z （慣性センサーの一例）と、X 軸、Y 軸、Z 軸方向の角速度を検出する三軸ジャイロセンサー（角速度センサー、慣性センサーの一例） 1 0 4 x ~ 1 0 4 z とからなる 6 軸モーションセンサーを備えている。

30

【 0 0 5 6 】

データ処理部 1 1 0 は、各センサー 1 0 2 x ~ 1 0 2 z 及び 1 0 4 x ~ 1 0 4 z の出力データの同期を取り、当該データを時刻情報などと組合せたパケットにして通信部 1 2 0 に出力する処理を行う。さらに、データ処理部 1 1 0 は、センサー 1 0 2 x ~ 1 0 2 z 及び 1 0 4 x ~ 1 0 4 z のバイアス補正や温度補正の処理を行うようにしてもよい。なお、バイアス補正や温度補正の機能をセンサー自体に組み込んでもよい。

【 0 0 5 7 】

通信部 1 2 0 は、データ処理部 1 1 0 から受け取ったパケットデータをホスト端末 5 0 に送信する処理を行う。

【 0 0 5 8 】

ホスト端末 5 0 は、処理部（CPU）2 0 0 、通信部 2 1 0 、操作部 2 2 0 、ROM 2 3 0 、RAM 2 4 0 、不揮発性メモリー 2 5 0 、表示部 2 6 0 を含んで構成されている。

40

【 0 0 5 9 】

通信部 2 1 0 は、センサー部 1 0 0 から送信されたデータを受信し、処理部 2 0 0 に送る処理を行う。

【 0 0 6 0 】

操作部 2 2 0 は、ユーザーからの操作データを取得し、処理部 2 0 0 に送る処理を行う。操作部 2 2 0 は、例えば、タッチパネル型ディスプレイ、ボタン、キー、マイクなどである。

【 0 0 6 1 】

50

ROM 230は、処理部200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。

【0062】

RAM 240は、処理部200の作業領域として用いられ、ROM 230から読み出されたプログラムやデータ、操作部220から入力されたデータ、処理部200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記憶部である。

【0063】

なお、本実施形態では特に、第1の位置P0や第2の位置P3、P5についての既知のデータを、ROM 230またはRAM 240に記憶しておくことができる。

【0064】

不揮発性メモリ250は、処理部200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録する記憶部である。

【0065】

表示部260は、処理部200の処理結果を文字やグラフ、その他の画像として表示するものである。表示部260は、例えば、CRT、LCD、タッチパネル型ディスプレイ、HMD（ヘッドマウントディスプレイ）などである。なお、1つのタッチパネル型ディスプレイで操作部220と表示部260の機能を実現するようにしてもよい。

【0066】

処理部200は、ROM 230に記憶されているプログラムに従って、センサー部100から通信部210を介して受信したデータに対する各種の計算処理や、各種の制御処理（表示部260に対する表示制御等）を行う。

【0067】

特に、本実施形態では、処理部200は、データ取得部202、演算部204、データ補正部206、運動解析情報生成部208として機能する。

【0068】

データ取得部202は、センサー102x～102z及び104x～104zの検出対象である物体10の物理量のm階時間積分値（mは自然数）の真値が既知である図4の第1、第3期間T1、T3と、運動解析の対象である第2期間T2とを含む期間において、センサー部100の出力データを取得する処理を行う。取得したデータは例えばRAM 240に記憶される。

【0069】

演算部204は、図4の第1期間T1に取得された位置P0についての既知のデータで初期化して、センサー部100の出力データをm階時間積分する演算を実施する。演算部204がセンサー部100の出力データを例えば2階時間積分すると、図5に示す位置P0、P1'～P5'が得られる。

【0070】

データ補正部206は、演算部204での演算結果を、図4の第3期間T3にて取得された位置P5についての既知のデータに基づいて補正する。これにより、図5に示す位置P1'～P5'は、正しい位置P1～P5に補正される。

【0071】

運動解析情報生成部208は、データ補正部206からの補正データに基づいて、対象物体10の運動を解析するための情報（以下、「運動解析情報」という）を生成する処理を行う。生成した運動解析情報は、文字、グラフ、図などで表示部260に表示させてもよいし、ホスト端末50の外部に出力してもよい。なお、上述した演算部204、データ補正部206及び運動解析情報生成部208は、運動解析部の一例である。

【0072】

3．充電器及び運動器具

次に、本実施形態の運動解析方法及び装置に好適に用いられる充電器30及び測定対象の運動器具10について説明する。

【0073】

10

20

30

40

50

図 9 は、図 2 (B) に示す充電器 3 0 及び測定対象の運動器具 (ゴルフクラブ) 1 0 B の基本的構成例を示している。保持具として機能する充電器 3 0 は、接地部 3 1 と、接地部 3 1 から上方に延びるシャフト保持部 3 2 と、例えば接地部 3 1 に設けられた充電回路 3 3 と、シャフト保持部 3 2 に設けられた 2 つの充電端子 3 4 , 3 5 を有している。ゴルフクラブ 1 0 B は、充電器 3 0 の充電端子 3 4 , 3 5 に接触する被充電端子 1 3 , 1 4 を、クラブシャフト 1 2 に有する。なお、ゴルフクラブ 1 0 B に設けられるセンサーユニット 2 0 は図 9 では図示が省略されている。

【 0 0 7 4 】

図 1 0 は、図 9 に示すゴルフクラブ 1 0 B 及び充電器 3 0 を用いて、図 3 のステップ S 3 及びステップ S 4 にて充電器 3 0 にゴルフクラブ 1 0 B が装着されたか否かの検出を行う構成例を示している。

10

【 0 0 7 5 】

ここで、ゴルフクラブ 1 0 B のセンサーユニット 2 0 には、被充電端子 1 3 , 1 4 に接続された二次電池 1 3 0 が設けられている。センサーユニット 2 0 には、図 7 に示す構成要素に加えて、充電電圧検出回路 1 6 と、充電制御回路 1 7 と、センサー制御回路 1 8 等を設けることができる。二次電池 1 3 0 の充電電圧は充電電圧検出回路 1 6 にて検出され、その検出結果に基づいて充電制御回路 1 7 が二次電池 1 3 0 への充電を制御する。センサー制御回路 1 8 は、二次電池 1 3 0 から電力が供給され、図 7 に示すセンサー 1 0 2 x ~ 1 0 2 z 及び 1 0 4 x ~ 1 0 4 z を制御する。一方、充電器 3 0 には、例えば + 側の充電端子 3 4 に接続された電池検出回路 3 6 を設けることができる。

20

【 0 0 7 6 】

充電器 3 0 及びゴルフクラブ 1 0 B は、ゴルフクラブ 1 0 B が充電器 3 0 に装着されているか非装着かを検出するスイッチ S W 1 を、例えばゴルフクラブ 1 0 B に設けられた被充電端子 1 3 (第 1 接点) と充電器 3 0 に設けられた充電端子 3 4 (第 2 接点) により構成することができる。

【 0 0 7 7 】

被充電端子 1 3 (第 1 接点) と充電端子 3 4 (第 2 接点) の接触 / 非接触は、例えば充電器 3 0 に設けられた電池検出回路 3 6 にて検出される。電池検出回路 3 6 は、被充電端子 1 3 (第 1 接点) と充電端子 3 4 (第 2 接点) の接触 / 非接触に伴って変動する電流、電圧、抵抗値等から、二次電池 1 3 0 が接続されているか否かを判別することができる。スイッチ S W 1 と電池検出回路 3 6 は、装着 / 非装着検出部の一例である。

30

【 0 0 7 8 】

つまり、電池検出回路 3 6 の出力は、ゴルフクラブ 1 0 B の装着 / 非装着情報となる。この情報が図 7 に示すホスト端末 5 0 にて取得されることで、図 3 のステップ S 3 及びステップ S 4 にて充電器 3 0 にゴルフクラブ 1 0 B が装着されたか否かの検出することができる。それにより、図 7 に示す運動解析部 2 0 4 , 2 0 6 , 2 0 8 は、第 1 接点 1 3 が第 2 接点 3 4 より離脱される時の信号や、その後第 1 接点 1 3 が第 2 接点 3 4 に接触される時の信号を取得して、ゴルフクラブ 1 0 B の運動を解析することができる。

【 0 0 7 9 】

これらの装着 / 非装着検出信号は、センサー出力と共にデータとしてホスト端末 5 0 に送信されてもよいし、センサー出力とは別に有線または無線でホスト端末 5 0 に送信されてもよい。

40

【 0 0 8 0 】

あるいは、図 1 0 に示す電池検出回路 3 6 をゴルフクラブ 1 0 B 側に設け、ゴルフクラブ 1 0 B 側から装着 / 非装着検出信号を無線でホスト端末 5 0 に送信してもよい。なお、図 1 0 に示す装着 / 非装着検出方式は、図 2 (A) に示すゴルフクラブ 1 0 A にも適用することができる。

【 0 0 8 1 】

図 1 1 及び図 1 2 は、例えば図 2 (A) に示すゴルフクラブ 1 0 A に適用できる図 1 0 とは異なる装着 / 非装着検出方式を示している。図 1 1 に示すように、充電器 3 0 がクラ

50

ブヘッド 11 を保持する位置に、プッシュボタン 63 が突出形成されている。プッシュボタン 63 は、クラブヘッド 11 が充電器 30 に装着されることで押下される。

【0082】

図 12 に示すように、充電器 30 には充電端子 34, 35 に加えて、プッシュボタン 63 を含むスイッチ SW2 が設けられている。スイッチ SW2 は、2つの固定接点 60, 61 と、プッシュボタン 63 により固定接点 60, 61 間をショートさせる可動接点 62 を含んでいる。

【0083】

ここで、スイッチ SW2 が閉状態（装着状態）と開状態（非装着状態）とで、スイッチ SW2 からの出力を変動させることができる。よって、スイッチ SW2 からの信号を装着 / 非装着検出信号として利用することができる。この場合も、装着 / 非装着検出信号は、センサー出力と共にデータとしてホスト端末 50 に送信されてもよいし、センサー出力とは別に有線または無線でホスト端末 50 に送信されてもよい。

【0084】

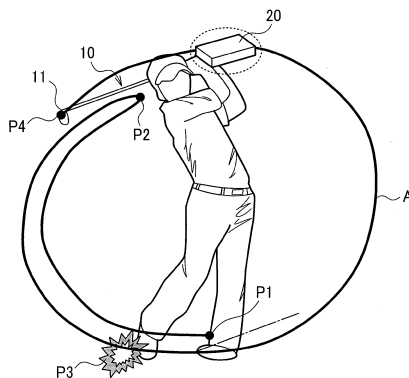
なお、上記のように本実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるであろう。従って、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれるものとする。例えば、本発明の測定対象物体は、好適にはゴルフクラブ、テニスラケット等の運動器具に適用することができるが、これに限定されない。

【符号の説明】

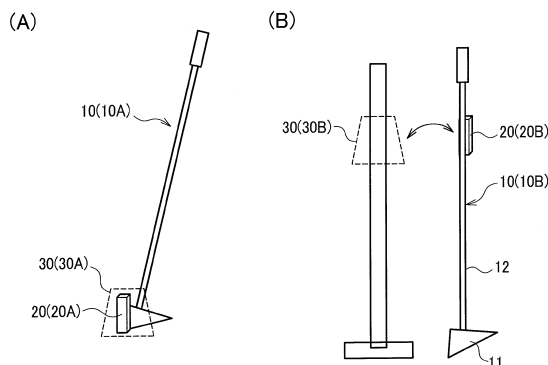
【0085】

10, 10A, 10B 測定対象物体、13 第1接点、20, 20A, 20B センサーユニット、30 保持具（充電器）、34 第2接点、40 運動解析装置、50 ホスト端末、100 センサー部、102x~102z, 104x~104z センサー、130 二次電池、204, 206, 208 運動解析部、SW1, SW2 スイッチ

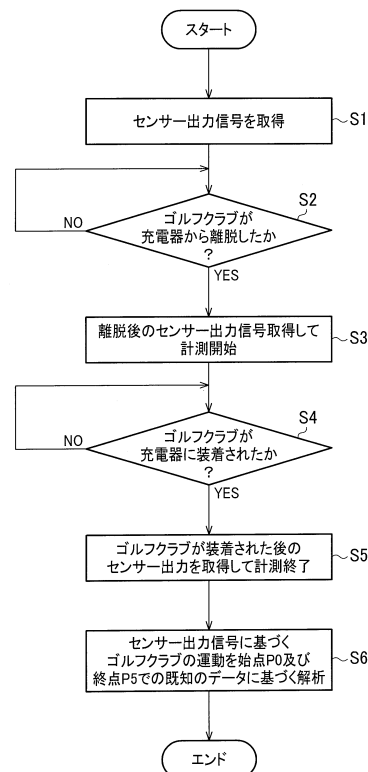
【図1】



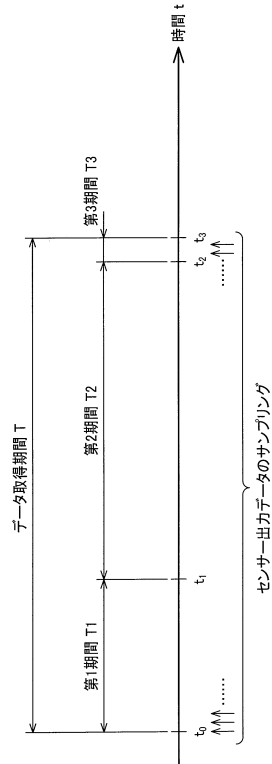
【図2】



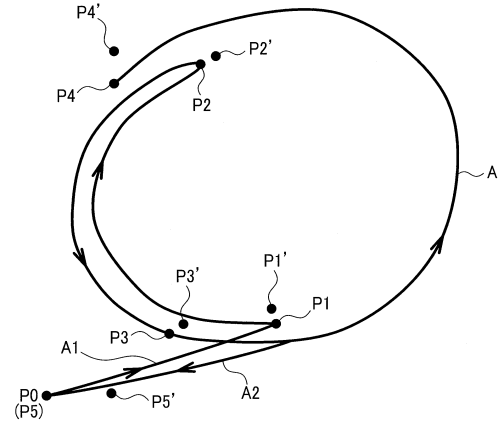
【図3】



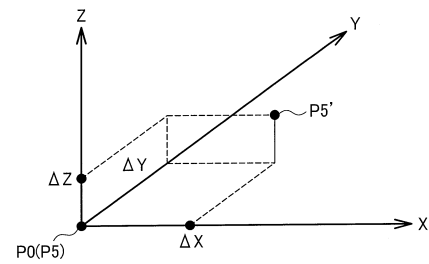
【図4】



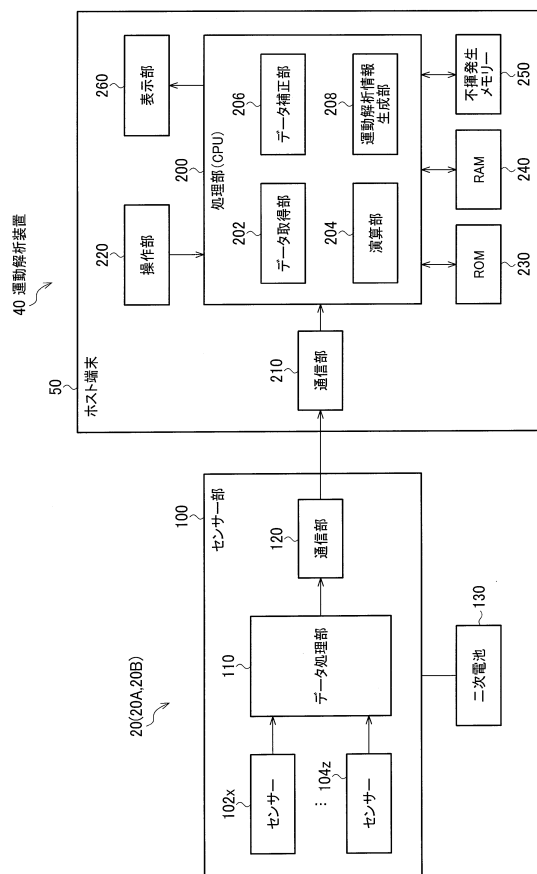
【図5】



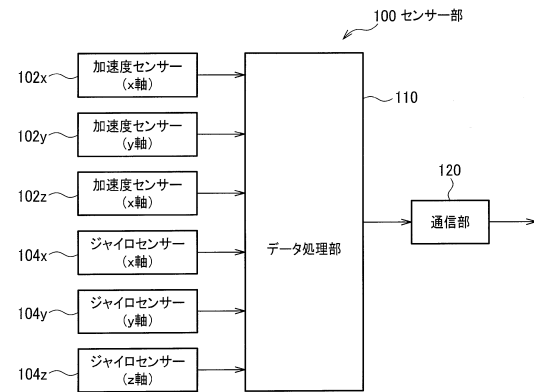
【図6】



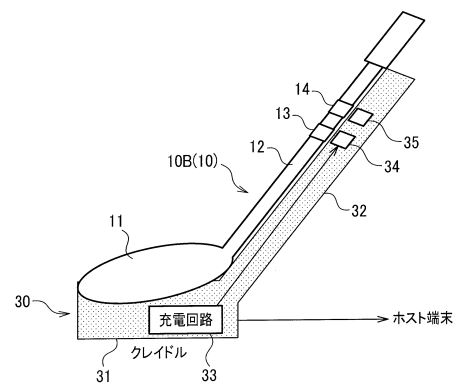
【図7】



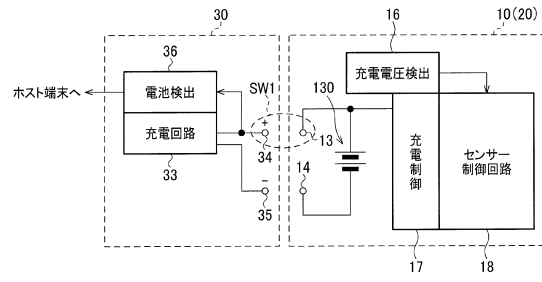
【図8】



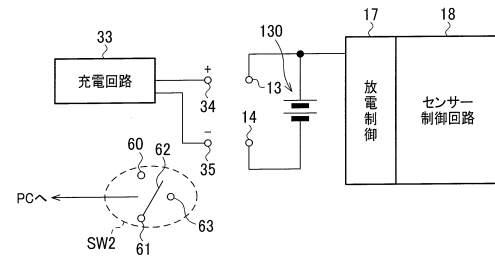
【図9】



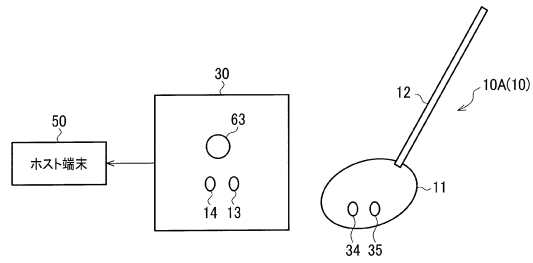
【図 10】



【図 12】



【図 11】



フロントページの続き

審査官 岡田 卓弥

(56)参考文献 特開2008-73210(JP,A)
特開平7-63561(JP,A)
国際公開第2011/036774(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01P 7/00
G01P15/00-21/02
G01C19/00-19/72
A63B69/36