(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6878874号
(P6878874)
(45)発行日　令和3年6月2日(2021.6.2)　(24)登録日　令和3年5月7日(2021.5.7)

(51)Int.Cl.　　F I
A63B 69/36 (2006.01)　　A63B 69/36 541P
A63B 69/00 (2006.01)　　A63B 69/36 541W
　　A63B 69/00 A

請求項の数 11　(全 23 頁)

(21)出願番号　特願2016-247840(P2016-247840)
(22)出願日　平成28年12月21日(2016.12.21)
(65)公開番号　特開2018-99416(P2018-99416A)
(43)公開日　平成30年6月28日(2018.6.28)
審査請求日　令和1年12月19日(2019.12.19)

(73)特許権者　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　山本　量平
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

審査官　宮本　昭彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】運動解析装置、運動解析方法及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
被験者の所定のスイング動作を記録した動画を取得する動画取得手段と、
前記被験者に付けられたセンサユニットから出力されたセンサ情報を解析することにより、前記被験者の所定のスイング動作時の体幹部での姿勢変化を取得する変化取得手段と、
前記センサユニットから出力されたセンサ情報に基づき、前記所定のスイング動作の開始を検出する開始検出手段と、
前記開始検出手段によって前記所定のスイング動作の開始を検出すると、前記動画取得手段による前記所定のスイング動作の動画の記録を開始するよう制御する記録制御手段と、
前記記録制御手段によって記録された前記被験者の所定のスイング動作の動画に含まれる所定のタイミングの姿勢の動画と、前記変化取得手段によって取得された姿勢変化における前記所定のタイミングの姿勢との違いを判定することにより、前記所定のスイング動作を評価する評価手段と、
を備えることを特徴とする運動解析装置。
【請求項２】
前記所定のスイング動作の終了を検出する終了検出手段を更に備え、
前記記録制御手段は、前記終了検出手段によって前記所定のスイング動作の終了を検出すると、前記動画の記録を終了するよう制御することを特徴とする請求項１に記載の運動

解析装置。
【請求項３】
前記終了検出手段は、前記変化取得手段によって取得された所定のスイング動作の姿勢の変化から前記所定のスイング動作の終了を検出することを特徴とする請求項２に記載の運動解析装置。
【請求項４】
前記記録制御手段によって記録された動画の取得時間と、前記変化取得手段によって取得された前記姿勢変化の取得時間とが一致するように調整する調整手段と、
前記調整手段によって調整された結果と、予め用意された理想とする時間経過を伴った前記所定のスイング動作と、を比較する比較手段と、を更に備え、
前記評価手段は、更に前記比較手段による比較結果を用いて、前記所定のスイング動作を評価することを特徴とする請求項１乃至３の何れか１項に記載の運動解析装置。
【請求項５】
前記記録制御手段における、前記所定のスイング動作の記録の開始又は終了の少なくとも何れかの時点の時刻情報を取得する第１の時刻情報取得手段と、
前記変化取得手段における、前記被験者の体幹部での姿勢変化から、前記所定のスイング動作の開始又は終了の少なくとも何れかの時点の時刻情報を取得する第２の時刻情報取得手段と、
前記第１の時刻情報取得手段が取得する時間情報が前記記録の開始の時点の時刻情報である場合は前記第２の時刻情報取得手段が取得する前記所定のスイング動作の開始時点の時刻情報との差分値を、前記第１の時刻情報取得手段が取得する時刻情報が前記記録の終了の時点の時刻情報である場合は前記第２の時刻情報取得手段が取得する前記所定のスイング動作の終了時点の時刻情報との差分値を、取得する差分値取得手段と、
を更に備え、
前記調整手段は、前記差分値取得手段によって取得された差分値を用いて前記記録制御手段によって記録された動画の取得時間と、前記変化取得手段によって取得された前記姿勢変化の取得時間とが一致するように調整することを特徴とする請求項４記載の運動解析装置。
【請求項６】
前記記録制御手段によって記録された所定のスイング動作の動画から、前記所定のスイング動作における複数の時点の姿勢の動画を特定するとともに、前記複数の時点の姿勢を検知した時刻情報を前記第１の時刻情報取得手段から取得する第１の検知時刻情報取得手段と、
前記変化取得手段によって取得された前記姿勢変化から、前記所定のスイング動作における複数の時点の姿勢を特定するとともに、前記複数の時点の姿勢を検知した時刻情報を前記第２の時刻情報取得手段から取得する第２の検知時刻情報取得手段と、
を更に備え、
前記評価手段は、前記特定された前記所定のスイング動作における複数の時点の姿勢の動画と、前記第１の検知時刻情報取得手段により特定された時刻情報と、前記第２の検知時刻情報取得手段により特定された時刻情報と、に基づいて、前記所定のスイング動作を評価することを特徴とする請求項５に記載の運動解析装置。
【請求項７】
前記評価手段による前記所定のスイング動作の評価結果として、前記所定のスイングの状況を出力する出力手段を、
更に備えることを特徴とする請求項１乃至６の何れか１項に記載の運動解析装置。
【請求項８】
前記センサユニットは、前記被験者の体幹付近に装着されることを特徴とする請求項１乃至７の何れか１項に記載の運動解析装置。
【請求項９】
前記センサユニットと前記運動解析装置とを無線接続する通信手段を、

更に備えることを特徴とする請求項１乃至８の何れかに記載の運動解析装置。
【請求項１０】
被験者の所定のスイング動作の動画を記録した動画を取得する動画取得ステップと、
前記被験者に付けられたセンサユニットから出力されたセンサ情報を解析することにより、前記被験者の所定のスイング動作時の体幹部での姿勢変化を取得する変化取得ステップと、
前記センサユニットから出力されたセンサ情報に基づき、前記所定のスイング動作の開始を検出する開始検出ステップと、
前記開始検出ステップにて前記所定のスイング動作の開始を検出すると、前記動画取得ステップによる前記所定のスイング動作の動画の記録を開始するよう制御する記録制御ステップと、
前記記録制御ステップにて記録された前記被験者の所定のスイング動作の動画に含まれる所定のタイミングの姿勢の動画と前記変化取得ステップにて取得された姿勢変化における前記所定のタイミングの姿勢との違いを判定することにより、前記所定のスイング動作を評価する評価ステップと、
を含むことを特徴とする運動解析方法。
【請求項１１】
コンピュータを、
被験者の所定のスイング動作の動画を記録した動画を取得する動画取得手段、
前記被験者に付けられたセンサユニットから出力されたセンサ情報を解析することにより、前記被験者の所定のスイング動作時の体幹部での姿勢変化を取得する変化取得手段、
前記センサユニットから出力されたセンサ情報に基づき、前記所定のスイング動作の開始を検出する開始検出手段、
前記開始検出手段によって前記所定のスイング動作の開始を検出すると、前記動画取得手段による前記所定のスイング動作の動画の記録を開始するよう制御する記録制御手段、
前記記録制御手段によって記録された前記被験者の所定のスイング動作の動画に含まれる所定のタイミングの姿勢の動画と前記変化取得手段によって取得された姿勢変化における前記所定のタイミングの姿勢との違いを判定することにより、前記所定のスイング動作を評価する評価手段、
として機能させることを特徴とするプログラム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、運動解析装置、運動解析方法及びプログラムに関する。
【背景技術】
【０００２】
従来より、ゴルフスイングを映像によって解析する手法がさまざま開発されている。例えば、特許文献１では、対象者のクラブヘッドや手首等に取り付けたセンサによって得られた計測データから、スイング動作を評価する技術が提案されている。また、計測と同時に撮影された映像を用いて、対応するタイミングの重心移動についても表示する技術も提案されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００９－０５７２１号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
ゴルフのスイング動作においては、体幹で起こされた運動がどのように端末に伝わっていくかが重要な要素であるが、上述する特許文献１に記載の技術では、手首やクラブヘッ

ドといった、被験者の体幹の動きを正確にセンシングするのが困難な位置にセンサを装着するために、適切なスイングの評価を行えないという問題があった。

【０００５】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、より正確にスイング評価を行うことを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

上記目的を達成するため、本発明の一態様の運動解析装置は、

被験者の所定のスイング動作を記録した動画を取得する動画取得手段と、

前記被験者に付けられたセンサユニットから出力されたセンサ情報を解析することにより、前記被験者の所定のスイング動作時の体幹部での姿勢変化を取得する変化取得手段と、

前記センサユニットから出力されたセンサ情報に基づき、前記所定のスイング動作の開始を検出する開始検出手段と、

前記開始検出手段によって前記所定のスイング動作の開始を検出すると、前記動画取得手段による前記所定のスイング動作の動画の記録を開始するよう制御する記録制御手段と、

前記記録制御手段によって記録された前記被験者の所定のスイング動作の動画に含まれる所定のタイミングの姿勢の動画と、前記変化取得手段によって取得された姿勢変化における前記所定のタイミングの姿勢との違いを判定することにより、前記所定のスイング動作を評価する評価手段と、

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、より正確にスイング評価を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】本発明の一実施形態に係る運動解析システムＳのシステム構成を示すシステム構成図である。

【図２】本発明の一実施形態に係るセンサユニット１のハードウェアの構成を示すブロック図である。

【図３】本発明の一実施形態に係る撮像装置２及び携帯端末３のハードウェアの構成を示すブロック図である。

【図４】図２のセンサユニット１の機能的構成のうち、練習時取得データ送信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５】図２の撮像装置２の機能的構成のうち、データ解析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６】運動解析システムＳにおける運動解析に係る処理のやり取りを示すタイミングチャートである。

【図７】図４の機能的構成を有する図２のセンサユニット１が実行する練習時取得データ送信処理の流れを説明するフローチャートである。

【図８】図５の機能的構成を有する図３の携帯端末３が実行するデータ解析処理の流れを説明するフローチャートである。

【図９】データ解析処理のうち、センサ情報解析処理の流れを説明するフローチャートである。

【図１０】データ解析処理のうち、映像解析処理の流れを説明するフローチャートである。

【図１１】データ解析処理のうち、解析結果表示処理の流れを説明する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】
図１は、本発明の一実施形態に係る運動解析システムＳのシステム構成を示すシステム構成図である。
【００１１】
運動解析システムＳは、図１（ａ）に示すように、センサユニット１と、撮像装置２と、携帯端末３と、を含む。
センサユニット１は、被験者Ｈの姿勢をセンシングするセンシング機能と、他の装置（撮像装置２及び携帯端末３）との間で通信を行う通信機能と、を有する。
撮像装置２は、被験者を撮影する撮影機能と、他の装置（センサユニット１及び携帯端末３）との間で通信を行う通信機能と、を有する。
携帯端末３は、他の装置（センサユニット１及び撮像装置２）との間で通信を行う通信機能と、センサユニット１でセンシングされたセンサ情報と、撮像装置２で撮影された動画と、を解析する解析機能と、解析結果を出力する出力機能と、を有する。
【００１２】
センサユニット１は、図１（ｂ）に示すように、被験者Ｈの背中側の体幹の腰付近にベルト等を介して固定され、一連の運動（本実施形態においては、ゴルフのスイング）において、被験者Ｈの姿勢変化や体幹の動き等をセンシングする。
【００１３】
運動解析システムＳにおいては、図１（ａ）に示すように、撮像装置２を、ゴルフのスイングを行う被験者Ｈのスイング動作全体を撮影可能な対面の位置に設置するように構成する。
【００１４】
図２は、本発明の一実施形態に係るセンサユニット１のハードウェアの構成を示すブロック図である。
【００１５】
センサユニットは、図２に示すように、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。
【００１６】
ＣＰＵ１１は、ＲＯＭ１２に記録されているプログラム、又は、記憶部１９からＲＡＭ１３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。また、ＣＰＵ１１は、内部に備えるＲＴＣ（Ｒｅａｌ Ｔｉｍｅ Ｃｌｏｃｋ）回路１１１によってもたらされる計時機能から現在の時刻情報を読み出し可能に構成される。
【００１７】
ＲＡＭ１３には、ＣＰＵ１１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。
【００１８】
ＣＰＵ１１、ＲＯＭ１２及びＲＡＭ１３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、センサ部１６、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。
【００１９】
センサ部１６は、センサ部１６－１は、ジャイロセンサ、３軸角速度センサ等の各種センサにより構成され、少なくとも、ユーザの動作に応じて当該センサユニット１に生じた角速度及び加速度を検出して、センサ情報として出力する。
【００２０】

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、ハードディスク或いはＤＲＡＭ（Ｄｙｎａｍｉｃ　Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）等で構成され、各種画像のデータを記憶する。
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。

【００２１】

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、或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に記憶されている画像のデータ等の各種データも、記憶部１９と同様に記憶することができる。

【００２２】

図３は、本発明の一実施形態に係る撮像装置２及び携帯端末３のハードウェアの構成を示すブロック図である。
撮像装置２は、例えば、デジタルカメラとして構成される。

【００２３】

撮像装置２は、図３に示すように、（センサ部１６を除く）ＣＰＵ１１乃至ドライブ２１に加えて、さらに、撮像部２２を備える。なお、撮像装置２のＣＰＵ１１乃至ドライブ２１は、センサユニット１のＣＰＵ１１乃至ドライブ２１とハードウェア構成が同一であるため説明を省略する。

【００２４】

撮像部２２は、図示はしないが、光学レンズ部と、イメージセンサと、を備えている。

【００２５】

光学レンズ部は、被写体を撮影するために、光を集光するレンズ、例えばフォーカスレンズやズームレンズ等で構成される。
フォーカスレンズは、イメージセンサの受光面に被写体像を結像させるレンズである。ズームレンズは、焦点距離を一定の範囲で自在に変化させるレンズである。
光学レンズ部にはまた、必要に応じて、焦点、露出、ホワイトバランス等の設定パラメータを調整する周辺回路が設けられる。

【００２６】

イメージセンサは、光電変換素子や、ＡＦＥ（Ａｎａｌｏｇ　Ｆｒｏｎｔ　Ｅｎｄ）等から構成される。
光電変換素子は、例えばＣＭＯＳ（Ｃｏｍｐｌｅｍｅｎｔａｒｙ　Ｍｅｔａｌ　Ｏｘｉｄｅ　Ｓｅｍｉｃｏｎｄｕｃｔｏｒ）型の光電変換素子等から構成される。光電変換素子には、光学レンズ部から被写体像が入射される。そこで、光電変換素子は、被写体像を光電変換（撮像）して画像信号を一定時間蓄積し、蓄積した画像信号をアナログ信号としてＡＦＥに順次供給する。
ＡＦＥは、このアナログの画像信号に対して、Ａ／Ｄ（Ａｎａｌｏｇ／Ｄｉｇｉｔａｌ）変換処理等の各種信号処理を実行する。各種信号処理によって、ディジタル信号が生成され、撮像部２２の出力信号として出力される。
このような撮像部２２の出力信号である画像のデータは、ＣＰＵ１１や図示しない画像処理部等に適宜供給される。

【００２７】

また、携帯端末３は、例えば、スマートフォンやタブレット端末等、通信部、表示部、及びタッチパネル等の操作入力部を備えるデバイスである。
携帯端末３のＣＰＵ１１乃至撮像部２２は、撮像装置２のＣＰＵ１１乃至撮像部２２とハードウェア構成が同一であるため、説明を省略する。

【００２８】

なお、以下において、ハードウェア構成のうち、センサユニット１、撮像装置２又は携

帯端末３の別を説明するときには、センサユニット１の場合には符号の後に「－１」を付し、撮像装置２の場合には符号の後に「－２」を付し、携帯端末３の場合には符号の後に「－３」を付す。即ち、センサユニット１の場合には、ＣＰＵ１１－１乃至ドライブ２１－１となり、撮像装置２の場合には、ＣＰＵ１１－２乃至撮像部２２－２となり、携帯端末３の場合には、ＣＰＵ１１－３乃至撮像部２２－３となる。

【００２９】

このように構成される運動解析システムＳでは、スイング動作時のセンサ情報と、録画された動画において、スイング動作における所定のタイミングにおける、センサ情報から解析される姿勢と、動画から解析される姿勢の違いを判定して、スイング動作の評価を行う。

例えば、所定のタイミングにおいて、センサ情報から腰を回転させる動きがあり、対応する動画の被験者の姿勢から、そのスイング動作が適切か否かの評価を行う。

【００３０】

図４は、図２のセンサユニット１の機能的構成のうち、練習時取得データ送信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。

練習時取得データ送信処理とは、センサユニット１において、練習時にセンサ情報を取得し、センサユニット１のＲＴＣ回路１１１－１の値と撮像装置２から取得したＲＴＣ回路１１１－２の値との差分を計測して、この差分値を携帯端末３に送信する一連の処理をいう。

【００３１】

練習時取得データ送信処理を実行する場合には、図４に示すように、ＣＰＵ１１－１において、通信制御部５１と、ＲＴＣ差分値計測部５２と、センサ情報解析部５３と、が機能する。

【００３２】

また、記憶部１９－１の一領域には、ＲＴＣ差分値記憶部７１が設定される。

ＲＴＣ差分値記憶部７１には、後述する練習の開始・終了時のＲＴＣ差分値のデータが記憶される。

【００３３】

通信制御部５１は、撮像装置２及び携帯端末３との間で通信を行うように通信部２０－１を制御する。

【００３４】

具体的には、通信制御部５１は、練習開始・終了の指示を携帯端末３から通信部２０－１を介して受信したか否かを判定する。また、通信制御部５１は、撮像装置２に対して、録画開始・終了コマンドを送信し、携帯端末３に対して、スイング動作と判定された区間のセンサ情報をスイング動作データとして送信し、携帯端末３に対して、ＲＴＣ差分値記憶部７１に記憶される開始・終了時のＲＴＣ差分値を送信するように通信部２０－１を制御する。

【００３５】

ＲＴＣ差分値計測部５２は、取得したセンサユニット１のＲＴＣ回路１１１－１の値と、受信した撮像装置２のＲＴＣ回路１１１－２の値を比較して、スイングの練習開始時と終了時とのＲＴＣ差分値を計測する。

【００３６】

具体的には、ＲＴＣ差分値計測部５２は、練習の開始時と終了時とのＲＴＣ差分値を計測する。また、ＲＴＣ差分値計測部５２は、計測した開始と終了時とのＲＴＣ差分値をＲＴＣ差分値記憶部７１に記憶させる。

【００３７】

センサ情報解析部５３は、センサ部１６－１から取得したセンサ情報を解析する。詳細には、センサ情報解析部５３は、センサ部１６－１から逐次取得されるセンサ情報を解析して、スイングの開始時点（アドレス状態）や、スイング動作であることを解析により特定する。

【００３８】
具体的には、センサ情報解析部５３は、Ｘ軸の角度が２０度以上であり、かつ、加速度の分散値がα以下である場合には、被験者の動作がアドレス状態であると判定する。また、センサ情報解析部５３は、Ｚ軸の角速度が２００度／秒以上である場合には、被験者がスイング動作をしている状態であると判定する。
【００３９】
図５は、図３の携帯端末３の機能的構成のうち、データ解析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。
データ解析処理とは、センサ情報と、動画における所定の動作時の時刻の差分を解析して解析情報としてスイング動作の評価結果を表示する一連の処理をいう。
【００４０】
データ解析処理を実行する場合には、図５に示すように、ＣＰＵ１１－３において、センサ情報解析処理部９１と、映像解析処理部９２と、解析情報表示処理部９３と、が機能する。
【００４１】
また、記憶部１９－３の一領域には、解析結果記憶部１２１が設定される。
解析結果記憶部１２１には、各種の解析結果のデータが記憶される。
【００４２】
センサ情報解析処理部９１は、センサ情報解析処理を実行する。センサ情報解析処理では、センサ情報から、１スイングにおけるテイクバック、腰の切り返しタイミング、ハーフスイング、及び、スイング動作の終了時点を判定する。
【００４３】
具体的には、センサ情報解析処理部９１は、角速度の変化に基づいて、テイクバック、腰の切り返し、ハーフスイング、及び、スイング動作の終了を判定する。テイクバックは、アドレス状態以降においてＺ軸の角速度がマイナスとなったことをもって判定する。腰の切り返しは、テイクバック後にＺ軸の角速度がプラスに転じたことをもって判定する。ハーフスイングは、Ｚ軸の角速度が減少に転じたことをもって判定する。また、スイング動作の終了は、Ｚ軸の角速度が１０度／秒を下回ったことをもって判定する。
【００４４】
映像解析処理部９２は、映像解析処理を実行する。映像解析処理では、撮影された動画における各種のスイング動作の時刻等が判定される。
【００４５】
具体的には、映像解析処理部９２は、テイクバックの検出時刻前後の所定数のフレーム画像を解析対象とする。また、映像解析処理部９２は、画像の下部中央付近で左に移動している被写体をクラブヘッドと認識して、移動開始時刻をテイクバックの開始時刻とする。また、映像解析処理部９２は、発見したクラブヘッドの右側における丸い物体の位置を、ボール位置として特定する。また、映像解析処理部９２は、クラブヘッドを追従し、クラブヘッドの移動方向が反転した場合には、クラブヘッドの移動方向が反転した時点をクラブヘッドの切り返しの時刻として判定する。また、映像解析処理部９２は、検出したハーフスイング以降の画像でボールの移動が右方向である場合には、右方向にボールが移動した時点を、インパクトの時刻として判定する。
【００４６】
解析情報表示処理部９３は、解析結果表示処理を実行する。解析結果表示処理では、センサ情報及び映像の解析結果として、所定のスイング動作時の姿勢やクラブの状況、各種の腰の角度等を表示する。
【００４７】
具体的には、解析情報表示処理部９３は、各種スイング動作に対応するタイミングでのスイング動作データ及びスイング動作動画データにおける姿勢等からスイング動作の状態を評価して表示する。詳細には、解析情報表示処理部９３は、スイング動作データから検出したテイクバック時刻（ＴＢＳ）と、スイング動作動画データから検出したテイクバッ

ク時刻（ＴＢＭ）の時間的な差分値がβ以上である場合には、「手が先行しています。」という表示を出力し、スイング動作データから検出した腰の回転の切り返し時刻（ＴＲＳ）と、スイング動作動画データから検出したクラブヘッドの回転の切り返し時刻（ＴＲＭ）の差分が０以上である場合には、「クラブが先行しています。」という表示を出力するように出力部１８－３を制御する。また、解析情報表示処理部９３は、腰の回転の切り返し時の腰の角度を算出し、算出した腰の回転の切り返し時の腰の角度をスイング動作におけるトップ時の腰角度としてその数値を表示出力するように出力部１８－３を制御する。また、解析情報表示処理部９３は、インパクト時の腰の角度を算出し、これをインパクト時の腰角度として数値を表示出力するように出力部１８－３を制御する。

【００４８】

図６は、運動解析システムＳにおける運動解析に係る処理のやり取りを示すタイミングチャートである。

【００４９】

運動解析システムＳでは、図７に示すように、練習開始に伴い、まず、携帯端末３からセンサユニット１及び撮像装置２に対して、開始コマンドを送信する。

【００５０】

開始コマンドを受けた撮像装置２では、自機のＲＴＣを取得し、センサユニット１に送信する。

同じく開始コマンドを受けたセンサユニット１では、ＲＴＣ回路１１１－１の値を取得し、撮像装置２から取得したＲＴＣ回路１１１－２の値との差分値（開始時のＲＴＣ差分値）のデータを計測する。また、センサユニット１では、開始コマンドを受けたことを契機にセンシングを開始する。

【００５１】

次に、センサユニット１では、センシングの結果、スイング動作の開始を検出した場合には、録画開始コマンドを撮像装置２に送信する。録画開始コマンドを受信した撮像装置２では録画を開始する。

【００５２】

また、センサユニット１では、スイング動作の終了を検出した場合には、録画終了コマンドを撮像装置２に送信する。録画終了コマンドを受信した撮像装置２では、録画を終了する。

【００５３】

その後、センサユニット１では、スイング動作と判定した期間のセンサ情報をスイング動作データとして携帯端末３に送信する。また、撮像装置２では、録画した動画データをスイング動作動画データとして携帯端末３に送信する。尚、これらの録画に関する処理は、練習中、スイングが行われる毎に繰り返し実行される。

【００５４】

練習が終了した場合には、携帯端末３からセンサユニット１及び撮像装置２に対して、終了コマンドを送信する。

【００５５】

終了コマンドを受けた撮像装置２では、ＲＴＣ回路１１１－２から値を取得し、センサユニット１に送信する。

同じく終了コマンドを受けたセンサユニット１では、ＲＴＣ１１１－１の値を取得し、撮像装置２から取得したＲＴＣ回路１１１－２の値との差分値（終了時のＲＴＣ差分値）のデータを計測する。そして、センサユニット１は、開始時と終了時のＲＴＣ差分値のデータを携帯端末３に送信する。

【００５６】

その後、携帯端末３では、取得したスイング動作データ、スイング動作動画データ、及び、開始時と終了時のＲＴＣ差分値のデータに基づいて、解析が行われる。この解析は、ＲＴＣの差分値によって、スイング動作データとスイング動作動画データとの時間を一致させ、スイング動作データから解析した被験者の動きと、スイング動作動画データから検

出された被験者の動きとに基づいたものなる。携帯端末３では、これらの解析の結果を、画面に表示する。

【００５７】

図７は、図４の機能的構成を有する図２のセンサユニット１が実行する練習時取得データ送信処理の流れを説明するフローチャートである。

練習時取得データ送信処理は、ユーザによる入力部１７－１への練習時取得データ送信処理開始の操作により開始される。

【００５８】

ステップＳ１１において、通信制御部５１は、練習開始の指示を携帯端末３から通信部２０－１を介して受信したか否かを判定する。

練習開始の指示を受信していない場合には、ステップＳ１１においてＮＯと判定されて、処理は待機状態となる。

練習開始の指示を受信した場合には、ステップＳ１１においてＹＥＳと判定されて、処理はステップＳ１２に進む。

【００５９】

ステップＳ１２において、ＲＴＣ差分値計測部５２は、センサユニット１のＲＴＣ回路１１１－１の値、及び、撮像装置２のＲＴＣ回路１１１－２の値を取得し、互いのＲＴＣの値の差分値を計測する。

【００６０】

ステップＳ１３において、ＲＴＣ差分値計測部５２は、計測した開始時のＲＴＣ差分値のデータをＲＴＣ差分値記憶部７１に記憶させる。

【００６１】

ステップＳ１４において、センサ情報解析部５３は、Ｘ軸の角度が２０度以上であり、かつ、加速度の分散値がα以下であるか否かを判定する。

Ｘ軸の角度が２０度以上であり、かつ、加速度の分散値がα以下でない場合には、ステップＳ１４においてＮＯと判定されて、待機状態となる。

Ｘ軸の角度が２０度以上であり、かつ、加速度の分散値がα以下の場合には、ステップＳ１４においてＹＥＳと判定されて、処理はステップＳ１５に進む。

【００６２】

ステップＳ１５において、センサ情報解析部５３は、アドレス状態であると判定する。

【００６３】

ステップＳ１６において、通信制御部５１は、撮像装置２に対して、録画開始コマンドを送信するように通信部２０－１を制御する。その結果、撮像装置２では、録画が開始される。

【００６４】

ステップＳ１７において、センサ情報解析部５３は、Ｚ軸の角速度が２００度／秒以上であるか否かを判定する。

Ｚ軸の角速度が２００度／秒以上でない場合には、ステップＳ１７においてＮＯと判定されて、待機状態となる。

Ｚ軸の角速度が２００度／秒以上の場合には、ステップＳ１４においてＹＥＳと判定されて、処理はステップＳ１８に進む。

【００６５】

ステップＳ１８において、センサ情報解析部５３は、解析対象（被験者）がスイング動作をしている状態であると判定する。

【００６６】

ステップＳ１９において、通信制御部５１は、撮像装置２に対して、録画終了コマンドを送信するように通信部２０－１を制御する。その結果、撮像装置２では、録画が終了される。

【００６７】

ステップＳ２０において、通信制御部５１は、携帯端末３に対して、スイング動作をし

ていると判定された期間のセンサ情報をスイング動作データとして送信するように通信部２０－１を制御する。通信制御部５１は、スイング動作をしている状態であると判定される毎にその際のスイング動作データを携帯端末３に送信するように通信部２０－１を制御する。

【００６８】

ステップＳ２１において、通信制御部５１は、練習終了の指示を携帯端末３から通信部２０－１を介して受信したか否かを判定する。

練習終了の指示を受信していない場合には、ステップＳ２１においてＮＯと判定されて、処理はステップＳ１４に戻る。

練習終了の指示を受信した場合には、ステップＳ２１においてＹＥＳと判定されて、処理はステップＳ２２に進む。

【００６９】

ステップＳ２２において、ＲＴＣ差分値計測部５２は、センサユニット１のＲＴＣ回路１１１－１の値及び撮像装置２のＲＴＣ回路１１１－２の値を取得し、互いのＲＴＣの差分値を計測する。

【００７０】

ステップＳ２３において、ＲＴＣ差分値計測部５２は、計測した終了時のＲＴＣ差分値のデータをＲＴＣ差分値記憶部７１に記憶させる。

【００７１】

ステップＳ２４において、通信制御部５１は、携帯端末３に対して、ＲＴＣ差分値記憶部７１に記憶される開始時と終了時のＲＴＣ差分値のデータを送信するように通信部２０－１を制御する。その後、処理はステップＳ１１に戻る。

【００７２】

図８は、図５の機能的構成を有する図３の携帯端末３が実行するデータ解析処理の流れを説明するフローチャートである。

データ解析処理は、ユーザによる入力部１７－３へのデータ解析処理開始の操作により開始される。また、データ解析処理にあたり、携帯端末３では、センサユニット１からスイング動作データ及び開始時と終了時のＲＴＣ差分値データ、撮像装置２からスイング動作動画データを受信し、スイング動作データとスイング動作動画データにおける時刻を開始時と終了時のＲＴＣ差分値のデータによって一致させる。

【００７３】

ステップＳ４１において、センサ情報解析処理部９１は、センサ情報解析処理を実行する。センサ情報解析処理の実行の結果、センサ情報において、各種のスイング動作が判定される。

【００７４】

ステップＳ４２において、映像解析処理部９２は、映像解析処理を実行する。映像解析処理の実行の結果、各種のスイング動作の時刻等が判定される。

【００７５】

ステップＳ４３において、解析情報表示処理部９３は、解析結果表示処理を実行する。解析結果表示処理の実行の結果、センサ情報及び映像の解析結果として、所定のスイング動作時の姿勢やクラブの状況、各種の腰の角度等を表示する。その後、データ解析処理は終了する。

【００７６】

図９は、データ解析処理のうち、センサ情報解析処理の流れを説明するフローチャートである。本処理の開始時点において、携帯端末３は、センサユニット１から通信部２０－３を介して、スイング動作データと、ＲＴＣ差分値のデータが受信された状態となっている。

【００７７】

ステップＳ６１において、センサ情報解析処理部９１は、スイング動作データを時系列的に順次解析し、Ｚ軸の角速度がマイナスか否かを判定する。

Ｚ軸の角速度がマイナスでない場合には、ステップＳ６１においてＮＯと判定されて、処理は待機状態となり、スイング動作データにおける次の時点のデータを参照する。
Ｚ軸の角速度がマイナスの場合には、ステップＳ６１においてＹＥＳと判定されて、処理はステップＳ６２に進む。
【００７８】
ステップＳ６２において、センサ情報解析処理部９１は、マイナスとなった時点の時刻をテイクバックのタイミングと判定する。
【００７９】
ステップＳ６３において、センサ情報解析処理部９１は、Ｚ軸の角速度がマイナスからプラスに転じたか否かを判定する。
Ｚ軸の角速度がプラスに転じていない場合には、ステップＳ６３においてＮＯと判定されて、処理は待機状態となり、スイング動作データにおける次の時点のデータを参照する。
Ｚ軸の角速度がプラスに転じた場合には、ステップＳ６３においてＹＥＳと判定されて、処理はステップＳ６４に進む。
【００８０】
ステップＳ６４において、センサ情報解析処理部９１は、Ｚ軸の角速度がマイナスからプラスに転じた時点の時刻を腰の回転の切り返しタイミングと判定する。
【００８１】
ステップＳ６５において、センサ情報解析処理部９１は、Ｚ軸の角速度がプラスに転じた以降に減少に転じたか否かを判定する。
Ｚ軸の角速度が減少に転じていない場合には、ステップＳ６５においてＮＯと判定されて、処理は待機状態となり、スイング動作データにおける次の時点のデータを参照する。
Ｚ軸の角速度が減少に転じた場合には、ステップＳ６５においてＹＥＳと判定されて、処理はステップＳ６６に進む。
【００８２】
ステップＳ６６において、センサ情報解析処理部９１は、Ｚ軸の角速度がプラスに転じた以降に減少に転じた時点の時刻をハーフスイングのタイミングと判定する。
【００８３】
ステップＳ６７において、センサ情報解析処理部９１は、Ｚ軸の角速度が１０度／秒を下回ったか否かを判定する。
Ｚ軸の角速度が１０度／秒を下回っていない場合には、ステップＳ６７においてＮＯと判定されて、処理は待機状態となり、スイング動作データにおける次の時点のデータを参照する。
Ｚ軸の角速度が１０度／秒を下回った場合には、ステップＳ６７においてＹＥＳと判定されて、処理はステップＳ６８に進む。
【００８４】
ステップＳ６８において、センサ情報解析処理部９１は、Ｚ軸の角速度が１０度／秒を下回った時点の時刻をスイングの終了と判定する。その後、センサ情報解析処理は終了する。
【００８５】
図１０は、データ解析処理のうち、映像解析処理の流れを説明するフローチャートである。本処理の開始時点において、携帯端末３は、センサユニット１から通信部２０－３を介して、スイング動作動画データが受信された状態となっている。
【００８６】
ステップＳ８１において、映像解析処理部９２は、対応するスイング動作データから判定されたテイクバックのタイミングに一致する時刻の前後の所定数のフレーム画像を解析対象とする。
【００８７】
ステップＳ８２において、映像解析処理部９２は、画像の下部中央付近で左方向に移動

する被写体を探索する。
【００８８】
ステップＳ８３において、映像解析処理部９２は、画像の下部中央付近で左方向に移動する被写体を発見したか否かを判定する。
画像の下部中央付近で左に移動する被写体を発見していない場合には、ステップＳ８３においてＮＯと判定されて処理は、ステップＳ８２に戻る。
画像の下部中央付近で左に移動する被写体を発見した場合には、ステップＳ８３においてＹＥＳと判定されて処理は、ステップＳ８４に進む。
【００８９】
ステップＳ８４において、映像解析処理部９２は、移動している被写体をクラブヘッドと認識し、移動を開始した時刻をテイクバックの開始時刻と判定する。
【００９０】
ステップＳ８５において、映像解析処理部９２は、クラブヘッドの右側で丸い物体を探索する。
【００９１】
ステップＳ８６において、映像解析処理部９２は、クラブヘッドの右側で丸い物体を発見したか否かを判定する。
クラブヘッドの右側で丸い物体を発見していない場合には、ステップＳ８６においてＮＯと判定されて処理は、ステップＳ８５に戻る。
クラブヘッドの右側で丸い物体を発見した場合には、ステップＳ８６においてＹＥＳと判定されて処理は、ステップＳ８７に進む。
【００９２】
ステップＳ８７において、映像解析処理部９２は、発見したクラブヘッドの右側における丸い物体の位置を、ボール位置と判定する。
【００９３】
ステップＳ８８において、映像解析処理部９２は、クラブヘッドを追従する。
【００９４】
ステップＳ８９において、映像解析処理部９２は、クラブヘッドの移動方向が反転したか否かを判定する。
クラブヘッドの移動方向が反転していない場合には、ステップＳ８９においてＮＯと判定されて処理は、ステップＳ８８に戻る。
クラブヘッドの移動方向が反転した場合には、ステップＳ８９においてＹＥＳと判定されて処理は、ステップＳ９０に進む。
【００９５】
ステップＳ９０において、映像解析処理部９２は、クラブヘッドの移動方向が反転した時点をクラブヘッドの切り返しの時点の時刻と判定する。
【００９６】
ステップＳ９１において、映像解析処理部９２は、ハーフスイング以降の画像でボールの移動を検出する。
【００９７】
ステップＳ９２において、映像解析処理部９２は、ボールの移動が右方向であるか否かを判定する。
ボールの移動が右方向でない場合には、ステップＳ９２においてＮＯと判定されて処理は、ステップＳ９１に戻る。
ボールの移動が右方向の場合には、ステップＳ９２においてＹＥＳと判定されて処理は、ステップＳ９３に進む。
【００９８】
ステップＳ９３において、映像解析処理部９２は、右方向にボールが移動した時点を、インパクトの時刻と判定する。その後、映像解析処理は終了する。
【００９９】

図１１は、データ解析処理のうち、解析結果表示処理の流れを説明するフローチャートである。

ステップＳ１１１において、解析情報表示処理部９３は、センサ情報から判定したテイクバック時刻（ＴＢＳ）と、動画から判定したテイクバック時刻（ＴＢＭ）と、を比較する。

【０１００】

ステップＳ１１２において、解析情報表示処理部９３は、スイング動作データから判定したテイクバック時刻（ＴＢＳ）と、スイング動作動画データから検出したテイクバック時刻（ＴＢＭ）の差分がβ以上であるか否かを判定する。なお、βは、理想的なスイングにおけるスイング動作データとスイング動作動画データとを解析した結果に割り出される閾値である。スイング動作データから判定したテイクバック時刻（ＴＢＳ）と、スイング動作動画データから判定したテイクバック時刻（ＴＢＭ）の差分がβ以上でない場合には、ステップＳ１１２においてＮＯと判定されて、処理はステップＳ１１４に進む。

スイング動作データから判定したテイクバック時刻（ＴＢＳ）と、スイング動作動画データから判定したテイクバック時刻（ＴＢＭ）の差分がβ以上の場合には、ステップＳ１１２においてＹＥＳと判定されて、処理はステップＳ１１３に進む。

【０１０１】

ステップＳ１１３において、解析情報表示処理部９３は、クラブよりも手が先に動いている旨のスイングの状況として「手が先行しています。」という表示を出力するように出力部１８－３を制御する。

【０１０２】

ステップＳ１１４において、解析情報表示処理部９３は、スイング動作データとスイング動作動画データそれぞれについて、腰の回転の切り返し時の腰の角度を算出する。

【０１０３】

ステップＳ１１５において、解析情報表示処理部９３は、算出した腰の回転の切り返し時の腰の角度を、トップ時の腰の角度として数値を出力するように出力部１８－３を制御する。

【０１０４】

ステップＳ１１６において、解析情報表示処理部９３は、スイング動作データから判定した腰切り返し時刻（ＴＲＳ）と、動画から判定したクラブヘッドの切り返し時刻（ＴＲＭ）の差分を算出する。

【０１０５】

ステップＳ１１７において、解析情報表示処理部９３は、スイング動作データから判定した腰の回転時の切り返し時刻（ＴＲＳ）と、スイング動作動画データから判定したクラブヘッドの回転の切り返し時刻（ＴＲＭ）の差分値が０以上であるか否かを判定する。

スイング動作データから判定した腰の回転時の切り返し時刻（ＴＲＳ）と、スイング動作動画データから判定したクラブヘッドの回転時の切り返し時刻（ＴＲＭ）の差分が０以上でない場合には、ステップＳ１１７においてＮＯと判定されて、処理はステップＳ１１９に進む。

スイング動作データから判定した腰の回転時の切り返し時刻（ＴＲＳ）と、スイング動作動画データから判定したクラブヘッドの回転時の切り返し時刻（ＴＲＭ）の差分が０以上の場合には、ステップＳ１１７においてＹＥＳと判定されて、処理はステップＳ１１８に進む。

【０１０６】

ステップＳ１１８において、解析情報表示処理部９３は、回転時における腰の切り返しと同じく回転時のクラブヘッドの切り返しが同時タイミングであることがよいとされる状態下において、クラブヘッドの移動が早い旨のスイングの状況として「クラブが先行しています。」という表示を出力するように出力部１８－３を制御する。

【０１０７】

ステップＳ１１９において、解析情報表示処理部９３は、スイング動作データとスイン

グ動作動画データそれぞれについて、インパクト時の腰の回転の角度を算出する。
【０１０８】
ステップＳ１２０において、解析情報表示処理部９３は、算出したインパクト時の腰の角度を、インパクト時の腰角度として数値を出力するように出力部１８－３を制御する。なお、各種算出等した解析結果のデータは、解析結果記憶部１２１に記憶される。
その後、解析結果表示処理は、終了する。
【０１０９】
以上のように構成される携帯端末３は、センサ情報解析処理部９１と、映像解析処理部９２と、解析情報表示処理部９３と、を備える。
映像解析処理部９２は、被験者に付けられ、被験者の所定の運動を記録した動画を取得するように通信部２０－３を制御する。
センサ情報解析処理部９１は、被験者の所定の運動時の姿勢の変化を取得するように通信部２０－３を制御する。
解析情報表示処理部９３は、センサ情報解析処理部９１によって取得された動画と、映像解析処理部９２によって取得された姿勢の変化と、を用いて、所定の運動の状態について評価する。
これにより、携帯端末３においては、ユーザに不便を強いることなく、より正確にスイング評価を行うことができる。
【０１１０】
解析情報表示処理部９３は、映像解析処理部９２によって取得された動画と、センサ情報解析処理部９１によって取得された姿勢の変化との取得時間が一致するように調整する。
また、解析情報表示処理部９３は、調整された結果と、予め用意された理想とする時間経過を伴った所定の運動と、を比較する。
また、解析情報表示処理部９３は、比較結果を用いて、所定の運動の状態について評価する。
これにより、携帯端末３においては、より正確にスイング評価を行うことができる。
【０１１１】
また、センサユニット１は、ＲＴＣ差分値計測部５２を備える。
ＲＴＣ差分値計測部５２は、撮像装置２から所定の運動の記録の開始又は終了の少なくとも何れかの時点の時刻情報を取得する。
ＲＴＣ差分値計測部５２は、センサ部１６－１から所定の運動時の姿勢の変化の開始又は終了の少なくとも何れかの時点の時刻情報を取得する。
ＲＴＣ差分値計測部５２は、記録の開始の時点の時刻情報と取得した場合は取得した変化の開始時点の時刻情報との、記録の終了の時点の時刻情報と取得した場合は取得した変化の終了時点の時刻情報との差分値を取得する。
ＲＴＣ差分値計測部５２は、差分値取得手段によって取得された差分値を用いて双方の取得時間が一致するよう調整する。
これにより、携帯端末３においては、より正確にスイング評価を行うことができる。
【０１１２】
映像解析処理部９２は、取得された所定の運動を記録した動画から、当該所定の運動における複数の時点の姿勢を特定するとともに、それらの姿勢を検知した時刻情報をセンサユニット１から取得する。
センサ情報解析処理部９１は、取得された所定の運動の姿勢から、所定の運動における複数の時点の姿勢を特定するとともに、それらの姿勢を検知した時刻情報を取得する。
解析情報表示処理部９３は、特定された所定の運動における複数の時点の姿勢と、特定された時刻情報と、に基づいて、所定の運動の状態について評価する。
これにより、携帯端末３においては、より正確にスイング評価を行うことができる。
【０１１３】
また、携帯端末３は、解析情報表示処理部９３による所定の運動の状態についての評価

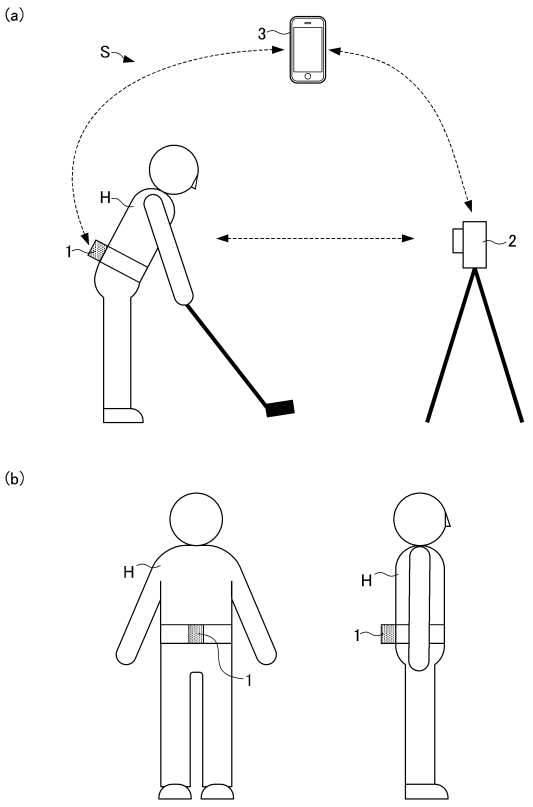
を出力する出力部１８－３を、さらに備える。
これにより、携帯端末３においては、例えば、表示等でスイング評価の結果を利用することができる。
【０１１４】
解析情報表示処理部９３は、該携帯端末３とは別体に構成され、被験者の体幹付近に装着されるセンサユニット１から、姿勢の変化を取得するように通信部２０－３を制御する。
これにより、携帯端末３においては、被験者の体幹部での姿勢変化を取得することができる。
【０１１５】
また、携帯端末３は、センサユニット１と、当該携帯端末３とを無線接続する通信部２０－３を、さらに備える。
これにより、携帯端末３においては、センサユニット１との間で無線接続を行うことができ、ユーザに不便を強いることなく、より正確にスイング評価を行うことができる。
【０１１６】
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。
【０１１７】
上述の実施形態では、ＲＴＣの差分をセンサユニット１で計測するように構成したが、携帯端末３で行うように構成してもよい。センサユニット１はセンシングだけを行って、センシング結果及び開始・終了時のＲＴＣを携帯端末３に送信するように構成してもよい。
【０１１８】
また、上述の実施形態では、テイクバック時刻（ＴＢＳ）と、映像から検出したテイクバック時刻（ＴＢＭ）の差分がα以上である場合には、「手が先行しています。」という適切ではない旨の表示を出力するように構成したが、適切だった場合に、その旨を表示するように構成してもよい。また、不適切であった場合に、適切となるようなアナウンスを行うようにしてもよい。
また、表示出力にかかわらず、音声出力等の各種出力を行うように構成してもよい。
【０１１９】
また、上述の実施形態では、センシングした姿勢の情報と、映像から割り出せる姿勢の情報とを比較して、所定のスイング動作でのセンシングした姿勢と、映像から割り出せる姿勢又は、所定の姿勢でのセンシング結果と映像でのズレから、事前に設定した所定の状態との対比からスイングの評価を行うように構成した。事前に設定した所定の状態は、理想的なスイングの解析結果であり、種々のスイング方法等があるため、ユーザ自身が所望する状態を事前に設定するように構成してもよいし、スイング方法別にユーザが選択するように構成してもよい。また、比較対象についても種々選択可能に構成してもよい。
【０１２０】
また、上述の実施形態では、データ解析を携帯端末３で行うように構成したが、外部サーバ等で行うように構成してもよい。この場合、携帯端末３では解析結果の表示のみ行う。
【０１２１】
また、上述の実施形態では、本発明が適用される撮像装置２及び携帯端末３は、デジタルカメラ及びスマートフォンを例として説明したが、特にこれに限定されない。
例えば、本発明は、練習時取得データ送信処理及びデータ解析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、携帯電話機、スマートウォッチ、ポータブルゲーム機等に適用可能である。
【０１２２】
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４及び図５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携帯端末３に備えられていれば足り、この機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４及び図５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。
本実施形態における機能的構成は、演算処理を実行するプロセッサによって実現され、本実施形態に用いることが可能なプロセッサには、シングルプロセッサ、マルチプロセッサ及びマルチコアプロセッサ等の各種処理装置単体によって構成されるものの他、これら各種処理装置と、ＡＳＩＣ（Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎ Ｓｐｅｃｉｆｉｃ Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ Ｃｉｒｃｕｉｔ）やＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ‐Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｇａｔｅ Ａｒｒａｙ）等の処理回路とが組み合わせられたものを含む。
【０１２３】
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。
【０１２４】
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２及び図３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、又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２及び図３のＲＯＭ１２や、図２及び図３の記憶部１９に含まれるハードディスク等で構成される。
【０１２５】
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、並列的或いは個別に実行される処理をも含むものである。
また、本明細書において、システムの用語は、複数の装置や複数の手段などより構成される全体的な装置を意味するものとする。
【０１２６】
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。
【０１２７】
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］
被験者の所定の運動を記録した動画を取得する動画取得手段と、
前記被験者に付けられ、前記被験者の所定の運動時の姿勢の変化を取得する変化取得手

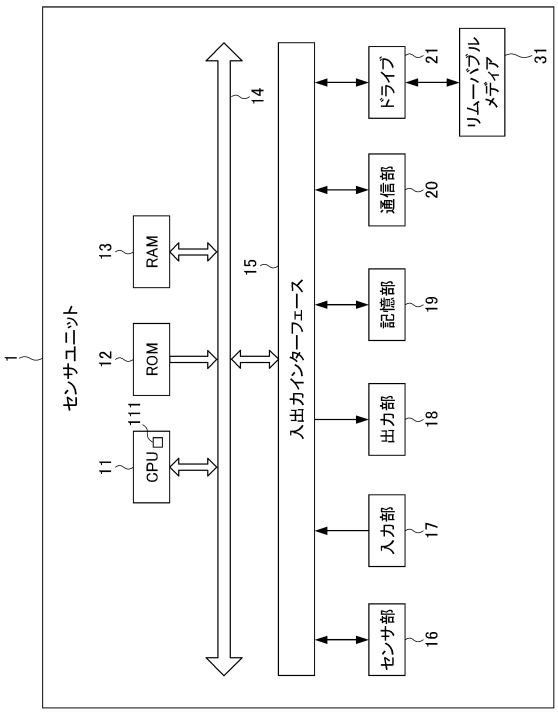
段と、
前記動画取得手段によって取得された前記動画と、前記変化取得手段によって取得された前記姿勢の変化と、を用いて、前記所定の運動の状態について評価する評価手段と、
を備えることを特徴とする運動解析装置。
［付記２］
前記動画取得手段によって取得された前記動画と、前記変化取得手段によって取得された前記姿勢の変化との取得時間が一致するように調整する調整手段と、
前記調整手段によって調整された結果と、予め用意された理想とする時間経過を伴った前記所定の運動と、を比較する比較手段と、を更に備え、
前記評価手段は、前記比較手段による比較結果を用いて、前記所定の運動の状態について評価する、
ことを特徴とする付記１に記載の運動解析装置。
［付記３］
前記動画取得手段における、前記所定の運動の記録の開始又は終了の少なくとも何れかの時点の時刻情報を取得する第１の時刻情報取得手段と、
前記変化取得手段における、前記所定の運動時の姿勢の変化の開始又は終了の少なくとも何れかの時点の時刻情報を取得する第２の時刻情報取得手段と、
前記第１の時刻情報取得手段が記録の開始の時点の時刻情報と取得した場合は前記第２の時刻情報取得手段が取得した変化の開始時点の時刻情報との、前記第１の時刻情報取得手段が記録の終了の時点の時刻情報と取得した場合は前記第２の時刻情報取得手段が取得した変化の終了時点の時刻情報との差分値を取得する差分値取得手段と、
を更に備え、
前記調整手段は、前記差分値取得手段によって取得された差分値を用いて双方の取得時間が一致するよう調整することを特徴とする付記２記載の運動解析装置。
［付記４］
前記動画取得手段によって取得された所定の運動を記録した動画から、当該所定の運動における複数の時点の姿勢を特定するとともに、それらの姿勢を検知した時刻情報を前記第１の時刻情報取得手段から取得する第１の検知時刻情報取得手段と、
前記変化取得手段によって取得された前記所定の運動の姿勢から、前記所定の運動における複数の時点の姿勢を特定するとともに、それらの姿勢を検知した時刻情報を前記第２の時刻情報取得手段から取得する第２の検知時刻情報取得手段と、
を更に備え、
前記評価手段は、前記特定された前記所定の運動における複数の時点の姿勢と、前記第１の検知時刻情報取得手段により特定された時刻情報と、前記第２の検知時刻情報取得手段により特定された時刻情報と、に基づいて、前記所定の運動の状態について評価することを特徴とする付記３に記載の運動解析装置。
［付記５］
前記評価手段による前記所定の運動の状態についての評価を出力する出力手段を、さらに備える、
ことを特徴とする付記１乃至４の何れか１つに記載の運動解析装置。
［付記６］
前記変化取得手段は、当該運動解析装置とは別体に構成され、前記被験者の体幹付近に装着されるセンサから、前記姿勢の変化を取得する、
ことを特徴とする付記１乃至５の何れか１つに記載の運動解析装置。
［付記７］
前記センサと、当該運動解析装置とを無線接続する通信手段を、さらに備える、
ことを特徴とする付記６に記載の運動解析装置。
［付記８］
被験者の所定の運動を記録した動画を取得する動画取得ステップと、
前記被験者に付けられ、前記被験者の所定の運動時の姿勢の変化を取得する変化取得ス

テップと、
前記動画取得ステップによって取得された前記動画と、前記変化取得ステップによって取得された前記姿勢の変化と、を用いて、前記所定の運動の状態について評価する評価ステップと、
を含むことを特徴とする運動解析方法。
［付記９］
コンピュータを、
被験者の所定の運動を記録した動画を取得する動画取得手段、
前記被験者に付けられ、前記被験者の所定の運動時の姿勢の変化を取得する変化取得手段、
前記動画取得手段によって取得された前記動画と、前記変化取得手段によって取得された前記姿勢の変化と、を用いて、前記所定の運動の状態について評価する評価手段、
として機能させることを特徴とするプログラム。
【符号の説明】
【０１２８】
１・・・センサユニット，２・・・撮像装置・・・，３・・・携帯端末，１１・・・ＣＰＵ，１２・・・ＲＯＭ，１３・・・ＲＡＭ，１４・・・バス，１５・・・入出力インターフェース，１６・・・センサ部，１７・・・入力部，１８・・・出力部，１９・・・記憶部，２０・・・通信部，２１・・・ドライブ，２２・・・撮像部，３１・・・リムーバブルメディア，５１・・・通信制御部，５２・・・ＲＴＣ差分値計測部，５３・・・センサ情報解析部，７１・・・ＲＴＣ差分値記憶部，９１・・・センサ情報解析処理部，９２・・・映像解析処理部，９３・・・解析結果表示処理部，１１１・・・ＲＴＣ回路，１２１・・・解析結果記憶部，Ｓ・・・運動解析システム

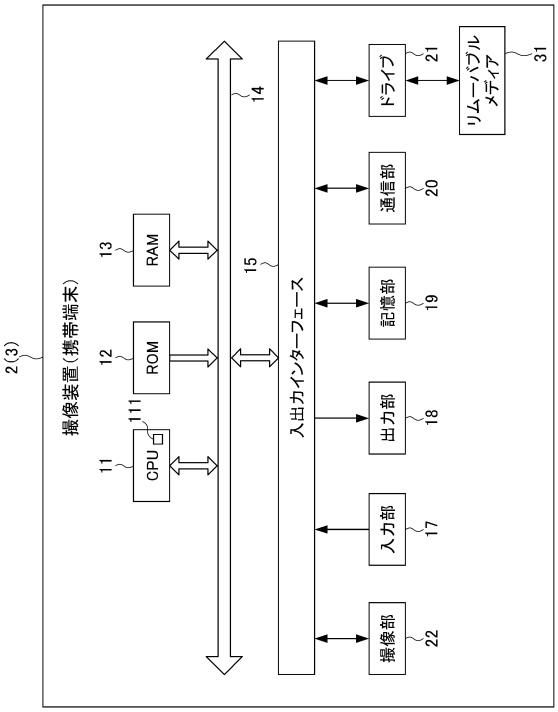
【図１】



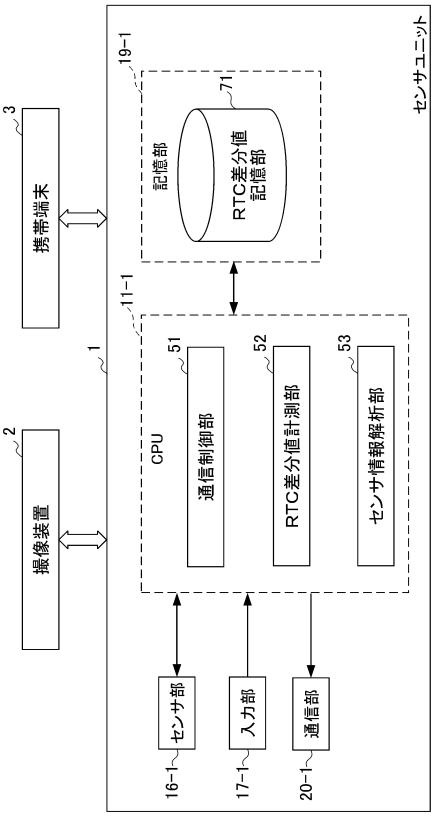
【図２】



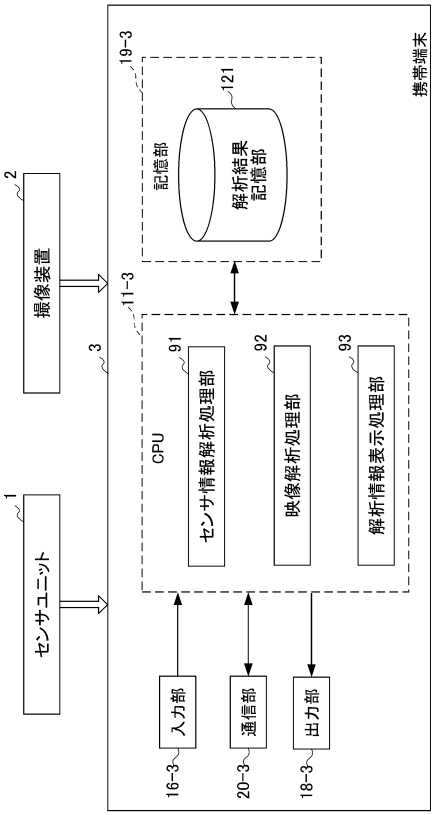
【図３】


撮像装置（携帯端末）
2(3)
CPU
111
11
ROM
12
RAM
13
14
15
入出力インターフェース
ドライブ
21
リムーバブルメディア
31
通信部
20
記憶部
19
出力部
18
入力部
17
撮像部
22

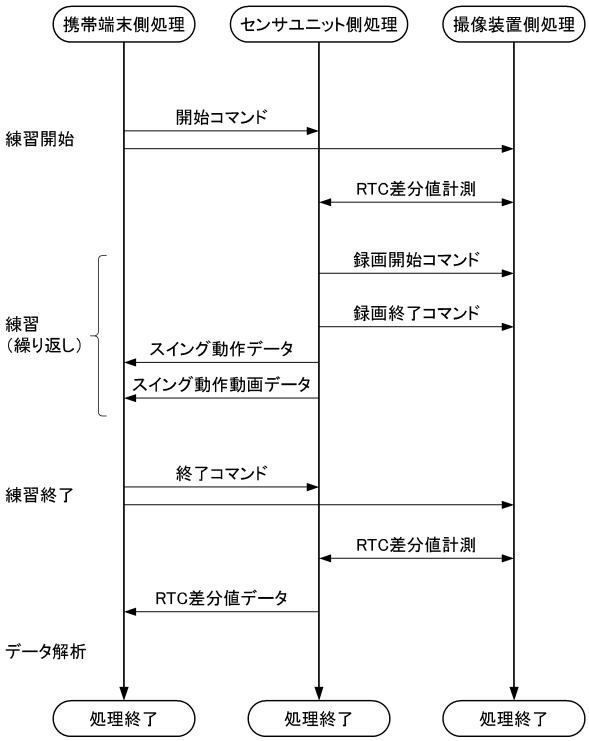
【図４】


センサユニット
19-1
記憶部
71
RTC差分値記憶部
11-1
CPU
51
通信制御部
52
RTC差分値計測部
53
センサ情報解析部
携帯端末
3
撮像装置
2
1
センサ部
16-1
入力部
17-1
通信部
20-1

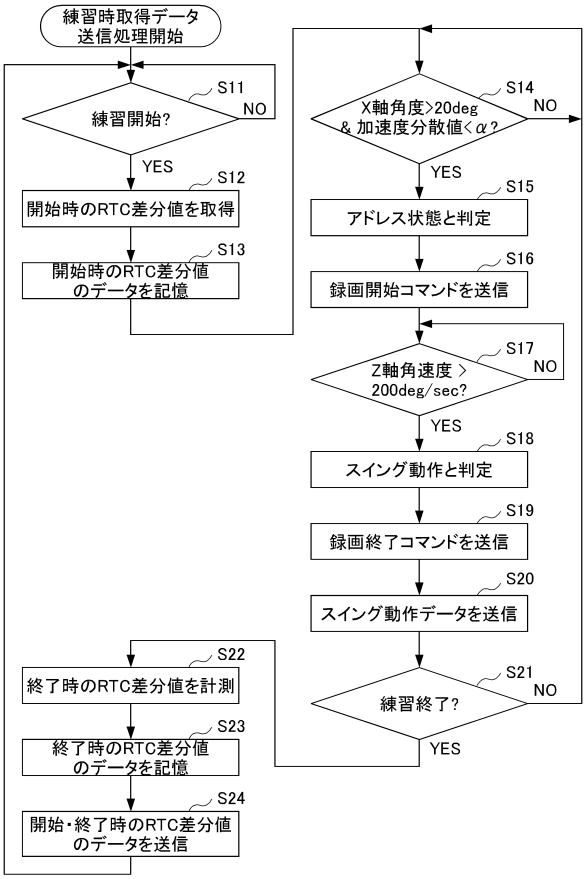
【図５】


携帯端末
19-3
記憶部
121
解析結果記憶部
11-3
CPU
91
センサ情報解析処理部
92
映像解析処理部
93
解析情報表示処理部
撮像装置
2
3
センサユニット
1
入力部
16-3
通信部
20-3
出力部
18-3

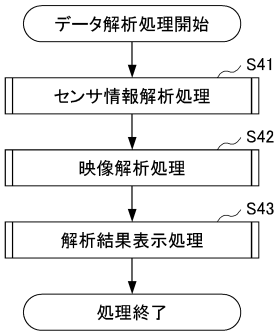
【図６】


携帯端末側処理
センサユニット側処理
撮像装置側処理
練習開始
開始コマンド
RTC差分値計測
録画開始コマンド
録画終了コマンド
練習
（繰り返し）
スイング動作データ
スイング動作動画データ
練習終了
終了コマンド
RTC差分値計測
RTC差分値データ
データ解析
処理終了
処理終了
処理終了

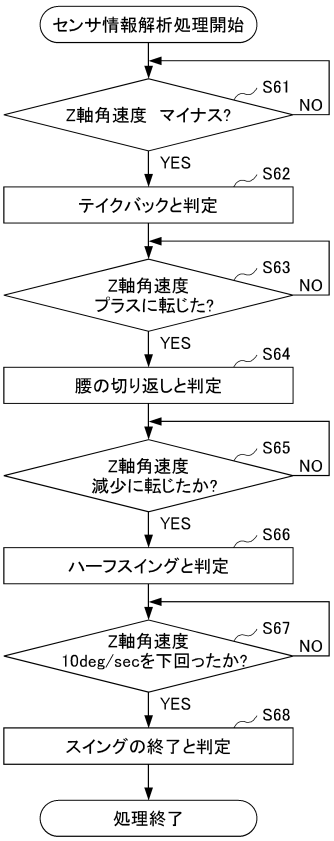
【図７】


練習時取得データ
送信処理開始
S11
練習開始?
NO
YES
S12
開始時のRTC差分値を取得
S13
開始時のRTC差分値
のデータを記憶
S14
X軸角度>20deg
& 加速度分散値<α?
NO
YES
S15
アドレス状態と判定
S16
録画開始コマンドを送信
S17
Z軸角速度 >
200deg/sec?
NO
YES
S18
スイング動作と判定
S19
録画終了コマンドを送信
S20
スイング動作データを送信
S21
練習終了?
NO
YES
S22
終了時のRTC差分値を計測
S23
終了時のRTC差分値
のデータを記憶
S24
開始・終了時のRTC差分値
のデータを送信

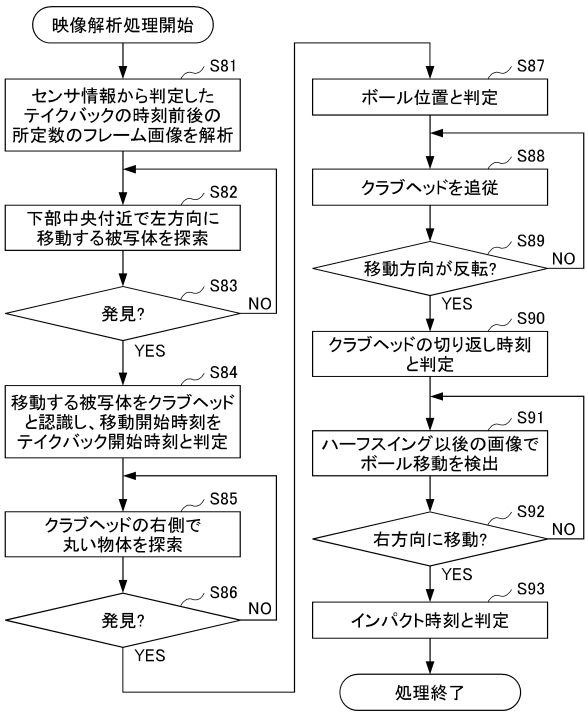
【図８】


データ解析処理開始
S41
センサ情報解析処理
S42
映像解析処理
S43
解析結果表示処理
処理終了

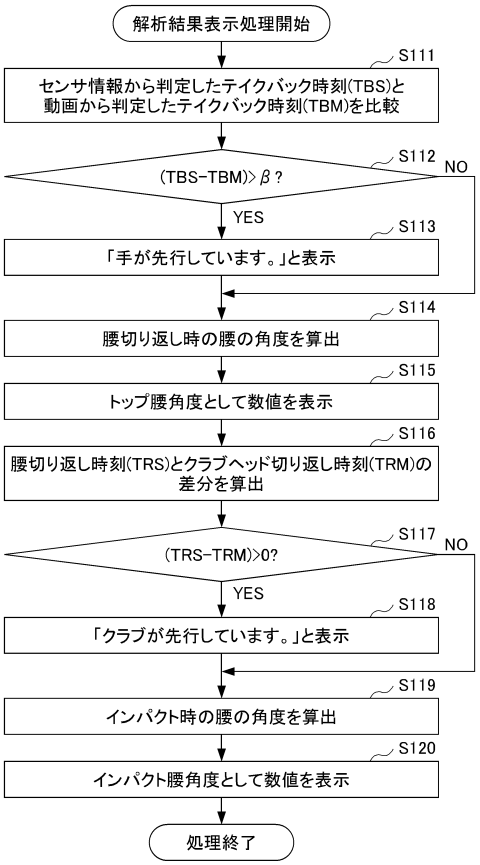
【図９】


センサ情報解析処理開始
S61
Z軸角速度 マイナス?
NO
YES
S62
テイクバックと判定
S63
Z軸角速度
プラスに転じた?
NO
YES
S64
腰の切り返しと判定
S65
Z軸角速度
減少に転じたか?
NO
YES
S66
ハーフスイングと判定
S67
Z軸角速度
10deg/secを下回ったか?
NO
YES
S68
スイングの終了と判定
処理終了

【図１０】


映像解析処理開始
S81
センサ情報から判定した
テイクバックの時刻前後の
所定数のフレーム画像を解析
S82
下部中央付近で左方向に
移動する被写体を探索
S83
発見?
NO
YES
S84
移動する被写体をクラブヘッド
と認識し、移動開始時刻を
テイクバック開始時刻と判定
S85
クラブヘッドの右側で
丸い物体を探索
S86
発見?
NO
YES
S87
ボール位置と判定
S88
クラブヘッドを追従
S89
移動方向が反転?
NO
YES
S90
クラブヘッドの切り返し時刻
と判定
S91
ハーフスイング以後の画像で
ボール移動を検出
S92
右方向に移動?
NO
YES
S93
インパクト時刻と判定
処理終了

【図１１】


解析結果表示処理開始
S111
センサ情報から判定したテイクバック時刻(TBS)と
動画から判定したテイクバック時刻(TBM)を比較
S112
(TBS−TBM)＞β？
NO
YES
S113
「手が先行しています。」と表示
S114
腰切り返し時の腰の角度を算出
S115
トップ腰角度として数値を表示
S116
腰切り返し時刻(TRS)とクラブヘッド切り返し時刻(TRM)の
差分を算出
S117
(TRS−TRM)＞0?
NO
YES
S118
「クラブが先行しています。」と表示
S119
インパクト時の腰の角度を算出
S120
インパクト腰角度として数値を表示
処理終了

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２０１５－１２６８１２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１６－０３６６８１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１５－１３９５６２（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１１０８５０（ＪＰ，Ａ）
特開２０１６－１５８７０２（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１０／０２３４７６９（ＵＳ，Ａ１）
米国特許出願公開第２００５／０２２３７９９（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ａ６３Ｂ ６９／００ － ６９／４０