

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5874475号
(P5874475)

(45) 発行日 平成28年3月2日 (2016.3.2)

(24) 登録日 平成28年1月29日 (2016.1.29)

(51) Int. Cl.	F I
A 6 3 B 69/00 (2006.01)	A 6 3 B 69/00 A
H O 4 N 5/232 (2006.01)	H O 4 N 5/232 Z
H O 4 N 5/225 (2006.01)	H O 4 N 5/225 C
H O 4 N 7/18 (2006.01)	H O 4 N 7/18 R
A 6 3 B 69/36 (2006.01)	A 6 3 B 69/36 5 4 1 W
請求項の数 19 (全 39 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2012-64290 (P2012-64290)	(73) 特許権者	000001443
(22) 出願日	平成24年3月21日 (2012.3.21)		カシオ計算機株式会社
(65) 公開番号	特開2013-192804 (P2013-192804A)		東京都渋谷区本町1丁目6番2号
(43) 公開日	平成25年9月30日 (2013.9.30)	(74) 代理人	110001254
審査請求日	平成27年3月3日 (2015.3.3)		特許業務法人光陽国際特許事務所
早期審査対象出願		(72) 発明者	川上 裕紀
			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	東 治企
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の撮影環境下において異なる撮影角度で撮影された動画像を複数取得する動画像取得手段と、

前記動画像取得手段により取得された複数の動画像夫々の撮影角度と、前記第1の撮影環境下とは異なる第2の撮影環境下で撮影された動画像の撮影角度とを比較する比較手段と、

前記比較手段による比較結果に基づいて、前記第2の撮影環境下で撮影された動画像の撮影角度に最も近似する撮影角度で撮影された動画像を前記第1の撮影環境下で撮影された複数の動画像から選択する選択手段と、

前記選択手段により選択された前記第1の撮影環境下で撮影された動画像における移動物体の軌跡を、前記第2の撮影環境下に適合するように補正する軌跡補正手段と、

前記軌跡補正手段によって補正された軌跡を外部に出力させる出力手段と、

を備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記軌跡補正手段は、前記第1の撮影環境下で撮影された動画像における第1の特徴点と、前記第1の撮影環境とは異なる前記第2の撮影環境下で撮影された動画像における第2の特徴点との相違に基づいて、前記第1の撮影環境下で撮影された動画像中の前記移動物体の軌跡を補正することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】

10

20

前記動画像取得手段により取得される第1の撮影環境下で撮影された複数の動画像の撮影角度と、前記第2の撮影環境下で撮影された動画像の撮影角度とから撮影角度の差分を算出する撮影角度差分算出手段、

を更に備え、

前記選択手段は、前記撮影角度の差分から、前記第2の撮影環境下で撮影された動画像に最も近似する動画像を前記第1の撮影環境下で撮影された複数の動画像から選択する

ことを特徴とする請求項1又は2に記載の画像処理装置。

【請求項4】

前記第1の撮影環境下、及び前記第2の撮影環境下は、撮影手段により被写体の一連の動作の動画像を撮影する方向、及び／又は位置であることを特徴とする請求項1から3の何れか1項に記載の画像処理装置。

10

【請求項5】

前記軌跡補正手段は、前記第1の撮影環境下で撮影された動画像から移動物体の軌跡を取得する第1の軌跡取得手段と、

を更に備え、

前記撮影角度差分算出手段によって算出された撮影角度の差分に基づいて、前記第1の軌跡取得手段によって取得された軌跡を補正する補正手段と、

を有し、

前記出力手段は、前記補正手段によって補正された軌跡を外部に出力することを特徴とする請求項3に記載の画像処理装置。

20

【請求項6】

前記軌跡補正手段は、

撮影手段によって第1の撮影環境下で撮影して得られた動画像における第1の特徴点で交差する2以上の直線を設定する第1設定手段と、

撮影手段によって前記第1の撮影環境とは異なる第2の撮影環境下で撮影された動画像における第2の特徴点で交差する2以上の直線を設定する第2設定手段と、

前記第1設定手段によって設定された2以上の直線のなす角度から前記第1の撮影環境下での撮影手段の撮影角度を算出し、前記第2設定手段によって設定された2以上の直線のなす角度から前記第2の撮影環境下での撮影手段の撮影角度を算出する撮影角度算出手段と、

30

を備えることを特徴とする請求項5に記載の画像処理装置。

【請求項7】

前記軌跡補正手段は、

前記移動物体の画像を指定する画像指定手段と、

前記撮影手段によって第1の撮影環境下で撮影された動画像から前記画像指定手段によって指定された画像に対応する画像を抽出する画像抽出手段と、

を有し、

前記第1の軌跡取得手段は、前記画像抽出手段によって抽出された画像に基づいて前記軌跡を取得することを特徴とする請求項6に記載の画像処理装置。

【請求項8】

40

前記軌跡補正手段は、前記撮影手段によって第1の撮影環境下で撮影された動画像における第3の特徴点としての直線を設定する第3設定手段と、

前記撮影手段によって第2の撮影環境下で撮影された動画像における第4の特徴点としての直線を設定する第4設定手段と、

前記第3設定手段によって設定された直線と、前記第4設定手段によって設定された直線との長さの比率を算出する比率算出手段と、

を有し、

前記補正手段は、前記比率算出手段によって算出された比率に基づいて、前記第1の軌跡取得手段によって取得された軌跡の位置をさらに補正することを特徴とする請求項6から7の何れか1項に記載の画像処理装置。

50

【請求項 9】

前記軌跡補正手段は、前記第 3 設定手段によって設定された直線と、前記第 4 設定手段によって設定された直線との位置の差分を算出する位置差分算出手段を有し、

前記補正手段は、前記位置差分算出手段によって算出された位置の差分に基づいて、前記第 1 の軌跡取得手段によって取得された軌跡の位置をさらに補正することを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記第 1 設定手段は、前記撮影手段によって第 1 の撮影環境下で複数の撮影角度でそれぞれ撮影された動画像における移動物体に対応して 2 以上の直線をそれぞれ設定し、

前記第 1 の軌跡取得手段は、前記軌跡を撮影毎に取得し、

前記撮影角度算出手段は、複数の撮影角度を算出し、

前記選択手段は前記撮影角度算出手段によって算出された複数の撮影角度から、前記撮影角度算出手段によって算出された撮影角度に最も近似する撮影角度の動画像を選択し、

前記撮影角度差分算出手段は、前記選択手段により選択された動画像の撮影角度と、前記撮影角度算出手段によって算出された第 2 の撮影環境下で撮影された動画像の撮影角度との差分を算出し、

前記補正手段は、前記撮影角度差分算出手段によって算出された撮影角度の差分に基づいて、前記第 1 の軌跡取得手段によって取得された複数の軌跡を前記撮影角度差分算出手段によって選択された撮影角度に対応する位置に補正することを特徴とする請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 11】

前記第 1 の軌跡取得手段は、前記移動物体としての直線を設定し、該直線の軌跡を前記軌跡として取得することを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 12】

前記軌跡補正手段は、撮影手段によって第 2 の撮影環境下で撮影された動画像から前記移動物体とは異なる移動物体の軌跡を取得する第 2 軌跡取得手段を有し、

前記出力手段は、前記軌跡補正手段によって補正された前記軌跡とともに、前記第 2 軌跡取得手段によって取得された軌跡を外部に出力することを特徴とする請求項 1 から 11 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 13】

前記軌跡補正手段は、補正された前記軌跡と、前記第 2 軌跡取得手段によって取得された第 2 軌跡との差分を判定する軌跡差分判定手段を備え、

前記出力手段は、前記軌跡差分判定手段による判定結果を外部に出力することを特徴とする請求項 12 に記載の画像処理装置。

【請求項 14】

前記出力手段は、撮影手段によって第 1 の撮影環境下で撮影された動画像のうちの所定のタイミングにおける静止画像に対応する、補正された前記軌跡を外部に出力することを特徴とする請求項 1 から 13 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 15】

前記出力手段は、前記補正された軌跡を表示手段に表示させることを特徴とする請求項 1 から 14 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 16】

画像処理装置を用いた画像処理方法であって、

第 1 の撮影環境下において異なる撮影角度で撮影された動画像を複数取得する動画像取得ステップと、

前記動画像取得ステップにより取得された複数の動画像夫々の撮影角度と、前記第 1 の撮影環境下とは異なる第 2 の撮影環境下で撮影された動画像の撮影角度とを比較する比較ステップと、

前記比較ステップによる比較結果に基づいて、前記第 2 の撮影環境下で撮影された動画像の撮影角度に最も近似する撮影角度で撮影された動画像を前記第 1 の撮影環境下で撮影

10

20

30

40

50

された複数の動画像から選択する選択ステップと、

前記選択ステップにより選択された前記第1の撮影環境下で撮影された動画像における移動物体の軌跡を、前記第2の撮影環境下に適合するように補正する軌跡補正ステップと、

前記軌跡補正ステップによって補正された軌跡を外部に出力させる出力ステップと、を含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項17】

コンピュータを、

第1の撮影環境下において異なる撮影角度で撮影された動画像を複数取得する動画像取得手段、

前記動画像取得手段により取得された複数の動画像夫々の撮影角度と、前記第1の撮影環境下とは異なる第2の撮影環境下で撮影された動画像の撮影角度とを比較する比較手段、

前記比較手段による比較結果に基づいて、前記第2の撮影環境下で撮影された動画像の撮影角度に最も近似する撮影角度で撮影された動画像を前記第1の撮影環境下で撮影された複数の動画像から選択する選択手段、

前記選択手段により選択された前記第1の撮影環境下で撮影された動画像における移動物体の軌跡を、前記第2の撮影環境下に適合するように補正する軌跡補正手段、

前記軌跡補正手段によって補正された軌跡を外部に出力させる出力手段、

として機能させるプログラム。

【請求項18】

第1の撮影環境下において異なる撮影角度で撮影された複数の動画像、及び第1の撮影環境とは異なる第2撮影環境下で撮影された第2の動画像を取得する動画像取得手段と、前記動画像取得手段により取得された前記複数の動画像の夫々から移動物体の軌跡を取得する軌跡取得手段と、

前記動画像取得手段により取得された前記複数の動画像の夫々の撮影角度を算出する第1の撮影角度算出手段と、

前記動画像取得手段により取得された前記第2の動画像の撮影角度を算出する第2の撮影角度算出手段と、

前記第1の撮影角度算出手段によって算出された複数の撮影角度から前記第2の撮影角度算出手段によって算出された撮影角度に最も近似するものを選択する選択手段と、

前記選択手段により選択された前記撮影角度と前記第2の撮影角度算出手段により算出された撮影角度との差分を算出する撮影角度差分算出手段と、

前記撮影角度差分算出手段により算出される前記撮影角度の差分に基づいて、前記軌跡取得手段により取得された複数の軌跡から前記選択手段により選択された撮影角度に対応する軌跡の位置を補正する軌跡補正手段と、

を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項19】

前記動画像取得手段によって取得された前記複数の動画像における移動体の夫々に対応して2以上の直線をそれぞれ設定する第1設定手段と、

前記第2の動画像における移動体に対応して2以上の直線を設定する第2設定手段と、をさらに備え、

前記第1の撮影角度算出手段は、前記第1設定手段により設定された2以上の直線のなす角度から前記第1の撮影環境下で撮影された前記複数の動画像の夫々の撮影角度を算出し、

前記第2の撮影角度算出手段は、前記第2設定手段により設定された2以上の直線のなす角度から前記第2の撮影環境下で撮影された前記第2の動画像の撮影角度を算出する、

ことを特徴とする請求項18に記載の画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、画像処理方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、テニス、ゴルフあるいは野球等におけるスイングをカメラ撮影し、撮影したスイングの画像を見ながらフォームをチェックすることが行われている（例えば、特許文献1）。

【0003】

また、このようなフォームのチェックを行うにあたり、ゴルフクラブ等の動体の軌跡を表示するようにしてチェックを容易にするようにしたものもある（例えば、特許文献2）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2003-117045号公報

【特許文献2】特開平11-98450号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、フォームのチェックは、自分のスイングをカメラ撮影してこれをチェックするだけでなく、例えば、プロ選手やインストラクター等の理想のフォームによるスイングを撮影しておき、これと比較表示してチェックを行う場合がある。

20

【0006】

しかしながら、このような場合、理想のフォームによるスイングを撮影するカメラの角度等の撮影条件が自分のスイングを撮影したときと一致するとは限らないため、このような状況においては、上記各特許文献に記載の技術を用いたとしても、理想のフォームを正確に把握することができず、フォームのチェックが困難であるという問題があった。

【0007】

本発明の課題は、撮影条件が異なっても理想のフォームを正確に把握することができる画像処理装置、画像処理方法及びプログラムを提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

以上の課題を解決するため、本発明の画像処理装置は、

第1の撮影環境下において異なる撮影角度で撮影された動画像を複数取得する動画像取得手段と、

前記動画像取得手段により取得された複数の動画像夫々の撮影角度と、前記第1の撮影環境下とは異なる第2の撮影環境下で撮影された動画像の撮影角度とを比較する比較手段と、

前記比較手段による比較結果に基づいて、前記第2の撮影環境下で撮影された動画像の撮影角度に最も近似する撮影角度で撮影された動画像を前記第1の撮影環境下で撮影された複数の動画像から選択する選択手段を備え、

40

前記選択手段により選択された前記第1の撮影環境下で撮影された動画像における移動物体の軌跡を、前記第2の撮影環境下に適合するように補正する軌跡補正手段と、

前記軌跡補正手段によって補正された軌跡を外部に出力させる出力手段と、
を備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、撮影条件が異なっても理想のフォームを正確に把握することができる。

【図面の簡単な説明】

50

【0010】

【図1】画像処理システムの全体構成を示す図である。

【図2】画像処理装置の内部構成を示す図である。

【図3】制御部の機能的構成を示す図である。

【図4】動体の軌跡を表示又は解析する手順について説明するフローチャートである。

【図5】データ登録処理について説明するフローチャートである。

【図6】フォームチェック開始フレームの指定画面について説明する図である。

【図7】ラインの指定を行う画面について説明する図である。

【図8】スイング動作者の位置の指定を行う画面について説明する図である。

【図9】テニスラケットの位置の指定を行う画面について説明する図である。

10

【図10】テニスラケットの位置の指定を行う画面について説明する図である。

【図11】バックスイング開始フレームの指定画面について説明する図である。

【図12】フォロースイング開始フレームの指定画面について説明する図である。

【図13】フォロースイング終了フレームの指定画面について説明する図である。

【図14】規定したラインの傾きについて説明する図である。

【図15】撮影角度の算出について説明する図である。

【図16】撮影角度の算出について説明する図である。

【図17】テニスラケットの軌跡について説明する図である。

【図18】チェック対象の動画像について説明する図である。

【図19】ファイル選択画面について説明する図である。

20

【図20】軌跡の補正について説明する図である。

【図21】軌跡の補正について説明する図である。

【図22】動画像の再生タイミングについて説明する図である。

【図23】チェック対象者のフォームの診断画面について説明する図である。

【図24】フォームチェック開始フレームの指定画面について説明する図である。

【図25】ラインの指定を行う画面について説明する図である。

【図26】スイング動作者の位置の指定を行う画面について説明する図である。

【図27】ゴルフクラブの位置の指定を行う画面について説明する図である。

【図28】ゴルフクラブの位置の指定を行う画面について説明する図である。

【図29】バックスイング開始フレームの指定画面について説明する図である。

30

【図30】フォロースイング開始フレームの指定画面について説明する図である。

【図31】フォロースイング終了フレームの指定画面について説明する図である。

【図32】規定したラインの傾きについて説明する図である。

【図33】撮影角度の算出について説明する図である。

【図34】撮影角度の算出について説明する図である。

【図35】撮影角度の算出について説明する図である。

【図36】撮影角度の算出について説明する図である。

【図37】軌跡の補正について説明する図である。

【図38】軌跡の補正について説明する図である。

【図39】チェック対象者のフォームの診断画面について説明する図である。

40

【図40】ゴルフクラブとスイング動作者の肩の位置の指定を行う画面について説明する図である。

【図41】ゴルフクラブとスイング動作者の肩の位置の指定を行う画面について説明する図である。

【図42】軌跡の設定について説明する図である。

【図43】ゴルフクラブの軌跡について説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

図1に、本発明の一実施形態における画像処理システム100の全体構成を示す。

画像処理システム100は動体の軌跡を表示又は解析するためのシステムであり、本実

50

施の形態では、一例として、テニスコートにおけるテニススイングの軌跡を表示又は解析する場合について説明する。なお、本実施の形態によれば、ゴルフスイング、野球でのバットのスイング、その他の動体の軌跡の表示又は解析が可能である。

【0012】

画像処理システム100は、撮影手段としてのカメラ1～3、HUB4、画像処理装置10、プリンタ5、メディア書込部6等を備えて構成される。これらはLAN (Local Area Network) ケーブル7により接続されている。

【0013】

カメラ1～3は、1秒間に30枚程度の静止画像を撮影して動画像を出力する高機能のデジタルカメラである。秒間撮像フレーム数(フレームレート)はfps (frame per second) で表される。すなわち、カメラ1～3のフレームレートは30 [fps] である。本実施の形態では、上述したように、フレームレートが30 [fps] であるカメラを適用したが、フレームレートはこれに限らず、例えば、フレームレートが300～1200 [fps] であるハイスピードカメラを適用してもよい。

【0014】

カメラ1は、テニスコートのバックラインに対して第1の撮影角度でスイング動作者を撮影するカメラであり、当該位置で撮影した動画像の画像データを画像処理装置10に出力する。カメラ2は、テニスコートのバックラインに対して第2の撮影角度でスイング動作者を撮影するカメラであり、当該位置で撮影した動画像の画像データを画像処理装置10に出力する。カメラ3は、テニスコートのバックラインに対して第3の撮影角度でスイング動作者を撮影するカメラであり、当該位置で撮影した動画像の画像データを画像処理装置10に出力する。

【0015】

画像処理装置10は、カメラ1～3により撮影された動画像の画像データを入力して、入力した画像データによる動画像の表示又は解析等を行う。

【0016】

図2に、画像処理装置10の内部構成を示す。

画像処理装置10は、制御部11、入力部12、表示部13、記憶部14、接続部15等を備えて構成される。また、各部はバス16により接続される。本実施の形態において、画像処理装置10は、例えば、パーソナルコンピュータ等の情報処理装置により構成される。なお、画像処理装置の機能をカメラ1～3が備える構成であってもよい。

【0017】

軌跡補正手段として機能する制御部11は、図示しないCPUやRAM等を備えて構成され、記憶部14との協働により画像処理装置10の各部を集中制御する。すなわち、制御部11は、記憶部14に記憶された各種プログラムを実行することにより、図3に示すように、第1設定部11a、第2設定部11b、第1軌跡取得部11c、第2軌跡取得部11d、第1撮影角度算出部11e、第2撮影角度算出部11f、撮影角度差分算出部11g、補正部11h、第3設定部11i、第4設定部11j、比率算出部11k、位置差分算出部11m、軌跡差分判定部11n、画像指定部11p、移動対象画像抽出部11r及び表示制御部11sとして機能する。

【0018】

第1設定部11aは、カメラ1～3によって第1の撮影環境下で撮影して得られた動画像における第1の特徴点として交差する2以上の直線を設定する。具体的には後述するが、第1設定部11aは、ある撮影環境下で理想のフォームによるスイングを撮影して得られた動画像に基づいてユーザにより2以上の直線を設定する。この2以上の直線は、例えば、テニスコートにあっては、バックラインとサイドラインに沿ってそれぞれ設定された直線である。

【0019】

第2設定部11bは、カメラ1～3によって第1の撮影環境とは異なる第2の撮影環境下で撮影して得られた動画像における第2の特徴点として交差する2以上の直線を設定す

10

20

30

40

50

る。具体的には後述するが、第2設定部11bは、理想のフォームを撮影したときとは異なる撮影環境下でチェック対象のスイングを撮影して得られた動画像に基づいてユーザにより2以上の直線を設定する。この2以上の直線は、例えば、テニスコートにあっては、バックラインとサイドラインに沿ってそれぞれ設定された直線である。

【0020】

第1軌跡取得部11cは、カメラ1～3によって第1の撮影環境下で撮影して得られた動画像から第1の移動対象の軌跡を第1軌跡として取得する。具体的には後述するが、第1軌跡取得部11cは、撮影した理想のフォームによるスイングの動画像からテニスラケットやゴルフクラブのヘッド等の移動対象の軌跡を取得する。

【0021】

第2軌跡取得部11dは、カメラ1～3によって第2の撮影環境下で撮影して得られた動画像から第2の移動対象の軌跡を第2軌跡として取得する。具体的には後述するが、第2軌跡取得部11dは、撮影したチェック対象のスイングの動画像からテニスラケットやゴルフクラブのヘッド等の移動対象の軌跡を取得する。

【0022】

第1撮影角度算出部11eは、第1設定部11aによって設定された2以上の直線のそれぞれのなす角度から第1の撮影環境下で撮影されたときのカメラ1～3の撮影角度を算出する。具体的には後述するが、第1撮影角度算出部11eは、理想のフォームによるスイングを撮影して得られた動画像から設定された2以上の直線のそれぞれのなす角度から、ある位置に対するカメラ1～3の撮影角度を算出する。

【0023】

第2撮影角度算出部11fは、第2設定部11bによって設定された2以上の直線のそれぞれのなす角度から第2の撮影環境下で撮影されたときのカメラ1～3の撮影角度を算出する。具体的には後述するが、第2撮影角度算出部11fは、チェック対象のスイングを撮影して得られた動画像から設定された2以上の直線のそれぞれのなす角度から、ある位置に対するカメラ1～3の撮影角度を算出する。

【0024】

撮影角度差分算出部11gは、第1撮影角度算出部11eによって算出された撮影角度と、第2撮影角度算出部11fによって算出された撮影角度との差分を算出する。

【0025】

補正部11hは、撮影角度差分算出部11gによって算出された撮影角度の差分に基づいて、第1軌跡取得部11cによって取得された第1軌跡の位置を補正する。具体的には後述するが、補正部11hは、第1の撮影環境下で撮影されたときのカメラ1～3の撮影角度と第2の撮影環境下で撮影されたときのカメラ1～3の撮影角度との差分から、撮影した理想のフォームによるスイングの動画像から取得されたテニスラケットやゴルフクラブのヘッド等の移動対象の軌跡の位置を補正する。

【0026】

第3設定部11iは、カメラ1～3によって第1の撮影環境下で撮影して得られた動画像における第3の特徴点としての直線を設定する。具体的には後述するが、第3設定部11iは、理想のフォームによるスイングを撮影して得られた動画像に基づいて、ユーザにより第1の特徴点としての直線とは異なる直線を設定する。この直線は、例えば、理想のフォームによるスイングを行うスイング動作者の体の中心線に沿って設定された直線である。

【0027】

第4設定部11jは、カメラ1～3によって第2の撮影環境下で撮影して得られた動画像における第4の特徴点としての直線を設定する。具体的には後述するが、第4設定部11jは、チェック対象のスイングを撮影して得られた動画像に基づいて、ユーザにより第2の特徴点としての直線とは異なる直線を設定する。この直線は、例えば、チェック対象のスイングを行うスイング動作者の体の中心線に沿って設定された直線である。

【0028】

比率算出部 11k は、第 3 設定部 11i によって設定された直線と、第 4 設定部 11j によって設定された直線との長さの比率を算出する。

【0029】

位置差分算出部 11m は、第 3 設定部 11i によって設定された直線と、第 4 設定部 11j によって設定された直線との位置の差分を算出する。すなわち、位置差分算出部 11m は、第 3 の特徴点としての直線の位置と、第 4 の特徴点としての直線の位置とのずれ量を求める。

【0030】

軌跡差分判定部 11n は、補正部 11h によって補正された第 1 軌跡と、第 2 軌跡取得部 11d によって取得された第 2 軌跡との差分を判定する。具体的には後述するが、軌跡差分判定部 11n は、撮影したチェック対象のスイングの動画像からテニスラケットやゴルフクラブのヘッド等の移動対象の軌跡が、位置が補正された撮影した理想のフォームによるスイングの動画像から取得されたテニスラケットやゴルフクラブのヘッド等の移動対象の軌跡からどのくらいずれているかを判定する。

10

【0031】

画像指定部 11p は、第 1 の移動対象の画像を指定する。具体的には後述するが、画像指定部 11p は、移動対象を特定するために、ユーザによって当該移動対象部分の画像を指定する。

【0032】

移動対象画像抽出部 11r は、カメラ 1～3 によって第 1 の撮影環境下で撮影して得られた動画像から画像指定部 11p によって指定された画像に対応する画像を抽出する。具体的には後述するが、移動対象画像抽出部 11r は、ユーザによって指定された画像をテンプレートとするテンプレートマッチングを行う。これにより、理想のフォームによるスイングを撮影して得られた動画像を構成する各静止画像からテンプレートに相当する画像を抽出する。

20

【0033】

表示制御部 11s は、表示部 13 の表示制御を行う。

【0034】

入力部 12 は、カーソルキーや各種機能キーを備えたキーボード及びマウス等を備えて構成され、操作信号を制御部 11 に出力する。

30

【0035】

表示部 13 は、LCD (Liquid Crystal Display) や有機 EL (Electro-Luminescence) ディスプレイ等により構成され、制御部 11 からの表示信号に従って画面表示を行う。

【0036】

記憶部 14 は、HDD (Hard Disk Drive) 等により構成され、各種プログラム及び各種データを記憶する。

【0037】

接続部 15 は、USB (Universal Serial Bus) 等のバスインターフェイスにより構成され、カメラ 1～3 から出力された動画像の画像データを入力し、一方でプリンタ 5 やメディア書込部 6 に動画像又は静止画像の画像データを出力する。

40

【0038】

図 1 に戻り、HUB 4 は、カメラ 1～3 と画像処理装置 10 との間に介在する集線装置であってこれらを接続する。

プリンタ 5 は、画像処理装置 10 からの印刷指示に従い、印刷媒体 (例えば紙等) に対して印刷処理を行う。プリンタ 5 は、例えば、ページプリンタ等の印刷装置により構成される。

メディア書込部 6 は、画像処理装置 10 の書込指示に従い、デジタルの動画像の画像データを DVD 等のメディア (可搬型記録媒体) に書き込む機器である。なお、メディア書込部 6 は、画像処理装置 10 に内蔵されるものとしてもよい。

【0039】

50

次に、上述のようにして構成された画像処理システム100を用いて、動体の軌跡を表示又は解析する手順について、図4を参照しながら説明する。

なお、以下の説明において、カメラ1～3によりテニススイング時のスイング動作者が同時期に撮影され、撮影された各方向の動画像の画像データが画像処理装置10により記憶されるものとする。

【0040】

最初に、ある撮影環境（第1の撮影環境）下において、例えばインストラクターやプロ選手のスイング等、見本とするフォーム（理想のフォーム）によるスイングの撮影をカメラ1～3によって行う。なお、撮影に使用するカメラの数は3つに限らず、1つであっても、2以上であってもよい。撮影された動画像の画像データ（理想のフォームの動画像データ）は、画像処理装置10の制御部11の制御により、例えば、記憶部14に記憶される（ステップS101）。 10

【0041】

次に、理想のフォームによるスイングの撮影時とは異なる撮影位置（第2の撮影環境下）にて、フォームのチェックを行いたいスイングの撮影をカメラ1～3によって行う。ここで、撮影するカメラはカメラ1～3の何れかであってもよい。撮影された動画像の画像データ（チェック対象の動画像データ）は、画像処理装置10の制御部11の制御により、例えば、記憶部14に記憶される（ステップS102）。

【0042】

次に、制御部11は、記憶部14から理想のフォームの動画像データを読み出し、移動対象であるテニスラケットの軌跡を取得するための各種データの登録を行う（ステップS103）。ここで、図5を参照して、テニスラケットの軌跡を取得するためのデータ登録処理の手順について説明する。なお、以下の説明においては、理想のフォームの動画像データを用いて各種データの登録を行う内容について説明するが、チェック対象の動画像データを用いた各種データの登録も同様の手順にて行われる。 20

【0043】

最初に、制御部11は、読み出した理想のフォームの動画像データから、フォーム開始フレームの指定を行う（ステップS201）。すなわち、制御部11は、フォームの診断を開始するフレームの指定を行う。より具体的には、例えば、図6に示すように、制御部11は、表示部13の表示画面上に表示された選択ボタンB1、B2が入力されることにより、画面に表示された理想のフォームの動画像を構成する静止画像を時系列的に切り換えて表示する。なお、図6には、テニスラケットR1を把持したスイング動作者Q1がテニスコート上でスイングしている様子が表示されている。テニスコートは、コーナーC1で交差するバックラインBL1とサイドラインSL1とに囲まれている。また、表示画面上に表示された選択ボタンB1、B2は、例えば、入力部12としてのマウスの操作により入力することができる。そして、制御部11は、表示画面上にフォーム開始フレームとして適切な静止画像が表示されたときにセットボタンB3が入力されることにより、フォーム開始フレームを指定する。 30

【0044】

次に、制御部11は、第1設定部11aを機能させて、指定されたフォーム開始フレームの静止画像を利用したバックライン及びサイドラインの指定を行う（ステップS202）。具体的には、例えば、図7に示すように、制御部11は、表示部13の表示画面上に表示されたポイントP₁～P₃の位置が変位操作されることにより、バックラインBL1及びサイドラインSL1をラインL₁、L₂によって規定する。なお、表示画面上に表示されたポイントP₁～P₃は、例えば、入力部12としてのマウスによるドラッグ操作によって変位させることができる。ポイントP₁～P₃の位置は、例えば、制御部11の備えるRAMに保存される。 40

【0045】

次に、制御部11は、第3設定部11iを機能させて、スイング動作者Q1の位置の指定を行う（ステップS203）。具体的には、例えば、図8に示すように、制御部11は 50

、表示部13の表示画面上に表示されたポインタP₄、P₅の位置が変位操作されることにより、スイング動作者Q1の位置をラインL₃によって規定する。ラインL₃の規定は、例えば、スイング動作者Q1の首と腰の部分それぞれポインタP₄、P₅で規定することにより行うことができる。なお、表示画面上に表示されたポインタP₄、P₅は、例えば、入力部12としてのマウスによるドラッグ操作によって変位させることができる。ポインタP₄、P₅の位置は、例えば、制御部11の備えるRAMに保存される。

【0046】

次に、制御部11は、画像指定部11pを機能させて、テニスラケットR1の位置の指定を行う（ステップS204）。具体的には、例えば、図9、図10に示すように、制御部11は、表示部13の表示画面上に表示されたポインタT₁、T₂の位置が変位操作されると、当該ポインタT₁、T₂の位置により方形状の枠FTを規定する。テニスラケットR1の指定は、例えば、図10に示すように、テニスラケットR1の左上部分と右下部分とをそれぞれポインタT₁、T₂で規定することにより行うことができる。なお、表示画面上に表示されたポインタT₁、T₂は、例えば、入力部12としてのマウスによるドラッグ操作によって変位させることができる。ポインタT₁、T₂の位置は、例えば、制御部11の備えるRAMに保存される。

10

【0047】

次に、制御部11は、理想のフォームの動画像データから、バックスイング開始フレームの指定を行う（ステップS205）。すなわち、制御部11は、バックスイングの動作の開始に相当するフレームの指定を行う。より具体的には、例えば、図11に示すように、制御部11は、表示部13の表示画面上に表示された選択ボタンB1、B2が入力されることにより、画面に表示された理想のフォームの動画像を構成する静止画像を時系列的に切り換えて表示する。そして、制御部11は、表示画面上にバックスイング開始フレームとして適切な静止画像が表示されたときにセットボタンB3が入力されることにより、バックスイング開始フレームを指定する。

20

【0048】

次に、制御部11は、理想のフォームの動画像データから、フォロースイング開始フレームの指定を行う（ステップS206）。すなわち、制御部11は、フォロースイングの動作の開始に相当するフレームの指定を行う。より具体的には、例えば、図12に示すように、制御部11は、表示部13の表示画面上に表示された選択ボタンB1、B2が入力されることにより、画面に表示された理想のフォームの動画像を構成する静止画像を時系列的に切り換えて表示する。そして、制御部11は、表示画面上にフォロースイング開始フレームとして適切な静止画像が表示されたときにセットボタンB3が入力されることにより、フォロースイング開始フレームを指定する。

30

【0049】

次に、制御部11は、理想のフォームの動画像データから、フォロースイング終了フレームの指定を行う（ステップS207）。すなわち、制御部11は、フォロースイングの動作の終了に相当するフレームの指定を行う。より具体的には、例えば、図13に示すように、制御部11は、表示部13の表示画面上に表示された選択ボタンB1、B2が入力されることにより、画面に表示された理想のフォームの動画像を構成する静止画像を時系列的に切り換えて表示する。そして、制御部11は、表示画面上にフォロースイング終了フレームとして適切な静止画像が表示されたときにセットボタンB3が入力されることにより、フォロースイング終了フレームを指定する。

40

【0050】

以上のようにして理想のフォームのデータ登録が完了すると、制御部11は、図4に示すように、第1撮影角度算出部11eを機能させて、理想のフォームによるスイングが撮影されたときのテニスコートのバックラインに対する撮影角度（理想のフォームの撮影角度）を算出する（ステップS104）。

【0051】

具体的には、制御部11は、図14に示すように、ラインL₁、L₂によって規定され

50

たバックライン及びサイドラインの水平線H Lに対する傾き、すなわち、角度 α 、 β を求める。ここで、理想のフォームによるスイングが撮影されたときのテニスコートの状況を平面視で表すと、図15(A)に示すようになる。なお、立体視で表した状態を、図15(B)に示す。このとき、カメラ1～3のうちの一のカメラC Mと、バックラインB LとサイドラインS Lとの交点であるコーナーとを結ぶ軸線をy軸とし、このコーナーに接するとともにy軸と直交する軸線をx軸とすると、x軸とバックラインB Lとでなす角度は α_0 となり、x軸とサイドラインS Lとでなす角度は β_0 となる。このとき、バックラインB Lとy軸とがなす角度が撮影角度 θ となる。テニスコートを平面視でみた場合、バックラインB LとサイドラインS Lとのなす角度は 90° であり、下記式(1)の関係が成り立つ。なお、aは変換係数を示す。

$$(a \times \sin \alpha_0)^2 + (a \times \sin \beta_0)^2 = 1 \cdots (1)$$

【0052】

さらに、これをx y z軸上で表すと、図16に示すようになる。平面視においては、視点はz軸上とされているため、これを実際のカメラC Mの視点にするために、x軸を回転軸として、全体を角度 δ 回転させる。すると、x y z軸上にある任意の点Xは、x軸で回転してX'となる。すなわち、点Xの座標を(x, y, z)とし、点X'の座標を(x', y', z')とすると、点X'の座標は下記式(2)のようにして求めることができる。

【数1】

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \delta & \sin \delta \\ 0 & \sin \delta & \cos \delta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \cdots (2)$$

【0053】

上記式(2)によれば、変換係数aは $1/\cos \delta$ となることがわかる。

そして、バックラインB LとサイドラインS Lの交点であるコーナーの位置のz軸上の高さを0とすると、下記式(3)及び下記式(4)の関係が成り立つ。

$$\sin \alpha = \cos \delta \times \sin \alpha_0 \cdots (3)$$

$$\sin \beta = \cos \delta \times \sin \beta_0 \cdots (4)$$

【0054】

すなわち、上記式(3)及び上記式(4)から下記式(5)を表すことができる。

$$(1/\cos \delta \times \sin \alpha)^2 + (1/\cos \delta \times \sin \beta)^2 = 1 \cdots (5)$$

したがって、下記式(6)及び下記式(7)の関係が成り立つ。

$$\cos \theta = 1/\cos \delta \times \sin \beta \cdots (6)$$

$$\sin \theta = 1/\cos \delta \times \sin \alpha \cdots (7)$$

これにより、撮影角度 θ を求めることができる。なお、上述した説明は、カメラ1～3のうちの一のカメラC Mについての撮影角度 θ を求めるものであるが、他のカメラについても同様の手順で撮影角度 θ を求めることができる。

【0055】

以上のようにして、理想のフォームの撮影角度を算出すると、制御部11は、第1軌跡取得部11cを機能させて、撮影した理想のフォームによるスイングの動画像から移動対象であるテニスラケットの軌跡を取得する(ステップS105)。具体的には、制御部11は、移動対象画像抽出部11rを機能させて、理想のフォームによるスイングの動画像のうち、フォロースイング開始フレームからフォロースイング終了フレームまでの間の動画像を構成する静止画像のそれぞれについて、テニスラケットの部分の画像を抽出する。すなわち、制御部11は、まず、画像指定部11pを機能させて上述のようにして指定されたテニスラケットの画像をテンプレートとする。次に、制御部11は、理想のフォームの動画像のうち、フォロースイング開始フレームからフォロースイング終了フレームまでの間の動画像を構成する静止画像のそれぞれについて、テンプレートとした画像とマッチ

10

20

30

40

50

ングする画像の部分抽出する。制御部11は、この抽出された画像をテニスラケットの部分の画像とし、この抽出された画像の中心を軌跡としてプロットする。その結果、例えば、図17に示されるようなフレーム毎の軌跡 $H_1 \sim H_n$ を取得することができる。テンプレートマッチングの手法は、公知のものが採用できるが、例えば、最初にテンプレートを設定したフレームの次のフレームの静止画像から、テンプレートとした画像の座標の近傍の一定範囲を探索範囲とし、例えば、RGB等の画像のパラメータの差分が最も小さい領域を特定する。その次以降のフレームの静止画像についても同様の手順を繰り返すことにより、各フレームについてテンプレートとマッチングする画像の部分特定する。

【0056】

制御部11は、上述した処理を、カメラ1～3のそれぞれで撮影して得られた動画像についてそれぞれ実施する。

10

【0057】

次に、カメラ1～3のそれぞれで撮影されて得られた理想のフォームの動画像データを、上述のようにして生成された、テニスラケットの軌跡を取得するための各種データ、撮影角度、フレーム毎の軌跡データ等とともに、理想のフォームデータファイルとして、例えば、記憶部14に保存する（ステップS106）。なお、理想のフォームデータファイルは、ファイル名が指定される。また、理想のフォームデータファイルは、理想のフォームの動画像データを作成する毎に生成される。

【0058】

次に、制御部11は、第2設定部11b及び第4設定部11j等を機能させて、記憶部14からチェック対象の動画像データを読み出し、移動対象であるテニスラケットの軌跡を取得するための各種データの登録を行う（ステップS107）。テニスラケットの軌跡を取得するためのデータの登録の処理手順は、上述した理想のフォームによるスイングの動画像についてのテニスラケットの軌跡を取得するためのデータの登録の処理手順と同様である。すなわち、制御部11は、図18に示すようなチェック対象のスイングの動画像を表示部13の表示画面上に表示させた後に、フォーム開始フレームの指定、バックラインBL2及びサイドラインSL2の規定、スイング動作者Q2の位置の指定、テニスラケットR2の位置の指定、バックスイング開始フレームの指定、フォロースイング開始フレームの指定及びフォロースイング終了フレームの指定を行う。

20

【0059】

続いて、制御部11は、第2撮影角度算出部11fを機能させて、チェック対象者のスイングが撮影されたときのテニスコートのバックラインに対する撮影角度（チェック対象者の撮影角度）を算出する（ステップS108）。チェック対象者の撮影角度の算出は、上述した理想のフォームの撮影角度の算出と同様の手順により行うことができる。

30

【0060】

次に、制御部11は、第2軌跡取得部11dを機能させて、撮影したチェック対象者のスイングの動画像から移動対象であるテニスラケットの軌跡を取得する（ステップS109）。チェック対象者のスイングの動画像におけるテニスラケットの軌跡の取得方法は、上述した理想のフォームによるスイングの動画像におけるテニスラケットの軌跡の取得方法と同様の手順により行うことができる。

40

【0061】

次に、制御部11は、カメラ1～3の1つ又は2以上で撮影されて得られたチェック対象の動画像データを、上述のようにして生成された、テニスラケットの軌跡を取得するための各種データ、撮影角度、フレーム毎の軌跡データ等とともに、チェック対象のフォームデータファイルとして、例えば、記憶部14に保存する（ステップS110）。なお、チェック対象のフォームデータファイルは、ファイル名が指定される。

【0062】

その後、制御部11は、チェック対象のフォームデータファイルを記憶部14から読み出した後（ステップS111）、理想のフォームデータファイルを記憶部14から読み出す（ステップS112）。制御部11は、理想のフォームデータファイルを読み出すとき

50

は、例えば、表示部 1 3 の表示画面上に、図 1 9 に示すようなファイル選択画面を表示する。ユーザは、例えば、入力部 1 2 であるマウスやキーボードを操作して、ファイル選択画面におけるリストから何れかを選択することにより、任意の理想のフォームデータファイルを選択することができる。

【0063】

次に、制御部 1 1 は、補正部 1 1 h、比率算出部 1 1 k 及び位置差分算出部 1 1 m を機能させて、ステップ S 1 1 2 において読み出したファイルに含まれる理想のフォームによるスイングの動画像についてのテニスラケットの軌跡データの位置の補正を行う（ステップ S 1 1 3）。

ここで、本実施の形態では、カメラ 1 ～ 3 により、3 つの撮影角度によって理想のフォームによるスイングを撮影し、それぞれの動画像を取得している。そのため、テニスラケットの軌跡データの位置の補正を行う対象である動画像を選択する。テニスラケットの軌跡データの位置の補正を行う対象である動画像の選択は、理想のフォームによるスイングを撮影した動画像の撮影角度のそれぞれを、チェック対象のスイングを撮影して得られた動画像の撮影角度と比較し、撮影角度の差分の最も小さいものの動画像を特定することにより行う。

【0064】

具体的には、先ず、図 2 0 (A) に示すように、理想のフォームによるスイングが撮影されたときのテニスコートの状況を平面視で表したとき、スイング動作者の体の中心からテニスラケットの中心 R C までの距離を距離 r で表し、テニスボールが飛来する方向（例えば、クロスの方）である打球の方向に対する、スイング動作者の体の中心とテニスラケットの中心 R C を結ぶ線の角度を角度 ε で表すことができる。このとき、バックライン B L に対する打球の方向のなす角度は、例えば、 60° である。また、このとき、バックライン B L に対して撮影角度 θ をなす軸線と直交する線に対するスイング動作者の体の中心とテニスラケットの中心 R C を結ぶ線の角度は角度 γ で表すことができる。そして、チェック対象のスイングの動画像に対する理想のフォームによるスイングの動画像の変換係数を A とすると、理想のフォームによるスイングの動画像における、バックライン B L に対して撮影角度 θ をなすカメラ C M を通る軸線とテニスラケットの中心 R C との距離 X （図 2 0 (A)、図 2 0 (B) 参照）は、下記式 (8) によって表すことができる。

$$X = A \times r \times \cos \gamma \cdots (8)$$

なお、変換係数 A は、例えば、図 2 1 に示すように、理想のフォームによるスイングの動画像において規定したライン L_3 の長さに対する、チェック対象のスイングの動画像において規定したライン L_4 の長さの割合によって求めることができる。

【0065】

ここで、角度 γ は、下記式 (9) によって表すことができる。

$$\begin{aligned} \gamma &= \arcsin(90^\circ - (\varepsilon - 60^\circ + \theta)) \\ &= \arcsin(150^\circ - \varepsilon - \theta) \cdots (9) \end{aligned}$$

【0066】

そして、理想のフォームによるスイングの動画像における撮影角度とチェック対象のスイングの動画像における撮影角度とのずれ量を $\Delta \theta$ とすると、チェック対象のスイングの動画像における撮影角度とした場合の距離 X' を、下記式 (10) により表すことができる。すなわち、距離 X を距離 X' に変換することができる。なお、撮影角度のずれ量 $\Delta \theta$ は、制御部 1 1 が、撮影角度差分算出部 1 1 g を機能させて求められる。

$$\begin{aligned} X' &= A \times r \times \cos(\gamma + \Delta \theta) \\ &= A \times r \times \cos \gamma \times \cos \Delta \theta - A \times r \times \sin \gamma \times \sin \Delta \theta \\ &= X \times \cos \Delta \theta - A \times r \times \sin \gamma \times \sin \Delta \theta \cdots (10) \end{aligned}$$

【0067】

例えば、理想のフォームによるスイングの動画像における撮影角度とチェック対象のスイングの動画像における撮影角度とのずれ量 $\Delta \theta$ が 10° である場合には、 X' は下記式 (11) により求められる。

$$X' = 0.98 \times X - A \times r \times \sin \gamma \times 0.17 \dots (11)$$

【0068】

ここで、理想のフォームにおける上述の角度 ε を求める。角度 ε は、例えば、理想のフォームによるスイングの動画像において、予め、バックスイング開始の状態となる時間、フォロースイング開始の状態となる時間及びフォロースイング終了の状態となる時間をそれぞれ設定し、そこから、時間の経過により予測することができる。例えば、バックスイングの開始のときの角度 ε を 0° とした場合、バックスイングの終了のとき、すなわち、フォロースイングの開始のときの角度 ε は 180° となり、フォロースイングの終了のときの角度 ε は 0° となる。これらの時間は、例えば、上述したようにして指定したバックスイング開始フレーム、フォロースイング開始フレーム及びフォロースイング終了フレームにより特定することができる。

10

【0069】

そして、角度 ε が求められると、上記式(9)により角度 γ を求めることができ、これにより、上記式(10)における「 $A \times r \times \sin \gamma$ 」の解が得られる結果、距離 X' を求めることができる。

このようにして理想のフォームのフレーム毎の軌跡 $H_1 \sim H_n$ を距離 X から距離 X' とすることにより変換することができる。

【0070】

そして、制御部11は、上述したようにして変換された理想のフォームの軌跡の位置を、チェック対象のスイングの動画像におけるスイング動作者Q2の位置に対応するようにシフトする。これにより、チェック対象のスイングの動画像におけるチェック対象者のテニスラケットの軌跡との比較表示を行うことができるようになる。具体的には、制御部11は、上述のようにして変換された理想のフォームのフレーム毎の軌跡 $H_1 \sim H_n$ のそれぞれの座標 $(X_1, Y_1) \sim (X_n, Y_n)$ を、それぞれシフトして $(X'_1, Y'_1) \sim (X'_n, Y'_n)$ に補正する。各軌跡 $H_1 \sim H_n$ の補正後の座標は、図21に示すように、第3設定部11iが機能して上述したようにして規定されたポイント P_4, P_5 の座標 $P_4(x_0, y_0), P_5(x_1, y_1)$ と、第4設定部11jが機能して上述したようにして規定されたポイント P_6, P_7 の座標 $P_6(x_2, y_2), P_7(x_3, y_3)$ とに基づき、下記式(12)及び下記式(13)により求めることができる。なお、下記式(12)及び下記式(13)においては、理想のフォームのフレーム毎の軌跡 H_n の座標 (X_n, Y_n) から座標 (X'_n, Y'_n) への変換式を示すが、他の軌跡の座標についても同様にして求めることができる。

20

30

$$X'_n = (y_0 - y_1) / (y_2 - y_3) \times X_n + (x_2 - x_0) \dots (12)$$

$$Y'_n = (y_0 - y_1) / (y_2 - y_3) \times Y_n + (y_2 - y_0) \dots (13)$$

【0071】

以上のようにして理想のフォームによるスイングの動画像についてのテニスラケットの軌跡の位置の補正を行った後、制御部11は、図4に示すように、補正した理想のフォームのテニスラケットの軌跡と、チェック対象者のテニスラケットの軌跡とを表示部13に表示するための表示データを生成する(ステップS114)。なお、フレーム毎の軌跡を点で表示してもよいし、点を結んだ線で表示するようにしてもよい。このとき、テニスラケットのスイングのタイミングは、理想のフォームによるスイングの動画像とチェック対象のスイングの動画像とで異なる場合があるため、例えば、図22(A)に示すように、各動画像の再生タイミングを、上述したようにして指定したバックスイング開始フレームで合わせるのが好ましい。すると、図22(A)に示すように、理想のフォームによるスイングとチェック対象者のスイングとでスイングの速度が異なる場合には、これをユーザに認識できるように表示することができるようになる。この場合において、理想のフォームによるスイングとチェック対象者のスイングとでスイングの速度を合わせたいときには、例えば、図22(B)に示すように、理想のフォームによるスイングの動画像において、フレーム数が増加するように静止画像を追加する。静止画像の追加は、例えば、理想のフォームによるスイングの動画像の一部のフレームの静止画像と同一の静止画像を挿入す

40

50

ることで実現することができる。また、チェック対象のスイングの動画像の一部のフレームの静止画像を間引くようにしてもよい。このようにすると、理想のフォームのテニスラケットの軌跡とチェック対象者のテニスラケットの軌跡との相異をより明確に理解させることができるようになる。そして、制御部11は、軌跡差分判定部11nを機能させて、これらの軌跡の差分を判定することによりチェック対象者のテニスラケットの軌跡の診断を行う（ステップS115）。具体的には、例えば、制御部11は、フォロースイング開始時における軌跡の差分や、フォロースイング終了時における軌跡の差分等が所定の大きさであるか否かを判定する。そして、制御部11は、診断結果に対応するメッセージを表示するための表示データを生成する（ステップS116）。制御部11は、表示部13の表示画面上に、チェック対象のスイングの動画像を表示するとともに、ステップS114及びステップS116において生成された表示データに基づく表示を行う（ステップS117）。その結果、例えば、図23に示すような画面が表示部13の表示画面上に表示される。図23では、フォロースイング終了時における、補正した理想のフォームのテニスラケットの軌跡と、チェック対象者のテニスラケットの軌跡との差分が所定の大きさを超えているため、補正した理想のフォームのテニスラケットの軌跡SW1及びチェック対象者のテニスラケットの軌跡SW2とともに、例えば、「フォロースルーを高くしましょう」といった表示が行われている。なお、各軌跡は、表示されたフレームの動画像に応じて順次表示するようにしてもよい。例えば、30フレーム目の動画像が表示部13の表示画面に表示されるタイミングでは、1～30フレーム目までの軌跡を表示するようにし、31フレーム以降の軌跡は表示しない。また、本実施の形態では、チェック対象のスイングの動画像を表示する場合において、打球をヒットする瞬間や、スイング開始のタイミング等の代表的なタイミングにおける静止画像を表示することができる。このとき、当該表示された静止画像に対応する、補正された理想のフォームのテニスラケットの軌跡を表示する。

【0072】

次に、本実施の形態の他の例として、上述した画像処理システム100を用いて、ゴルフ練習場におけるゴルフスイングの軌跡を表示又は解析する場合について説明する。なお、以下の説明において示される各ステップは、図4及び図5における各処理に対応しているため、これらの図面を参照するものとする。

【0073】

まず、ある撮影環境（第1の撮影環境）下において、上述したようにして、理想のフォームによるスイングの撮影をカメラ1～3によって行う。撮影された理想のフォームの動画像データは、画像処理装置10の制御部11の制御により、例えば、記憶部14に記憶される（ステップS101）。

また、理想のフォームによるスイングの撮影時とは異なる撮影位置（第2の撮影環境下）にて、上述したようにして、フォームのチェックを行いたいスイングの撮影をカメラ1～3によって行う。撮影されたチェック対象の動画像データは、画像処理装置10の制御部11の制御により、例えば、記憶部14に記憶される（ステップS102）。

【0074】

次に、制御部11は、記憶部14から理想のフォームの動画像データを読み出し、移動対象であるゴルフクラブの軌跡を取得するための各種データの登録を行う（ステップS103）。

【0075】

ここで、ゴルフクラブの軌跡を取得するためのデータ登録処理の手順について説明すると、まず、制御部11は、読み出した理想のフォームの動画像データから、フォーム開始フレームの指定を行う（ステップS201）。より具体的には、例えば、図24に示すように、制御部11は、表示部13の表示画面上に表示された選択ボタンB1、B2が入力されることにより、画面に表示された理想のフォームによるスイングの動画像を構成する静止画像を時系列的に切り換えて表示する。なお、図24には、ゴルフクラブW1を把持したスイング動作者Q3がマットM1上でスイングしている様子が表示されている。マッ

トM1は、左端部ML1と先端部MT1と右端部MR1とに囲まれている。そして、制御部11は、表示画面上にフォーム開始フレームとして適切な静止画像が表示されたときにセットボタンB3が入力されることにより、フォーム開始フレームを指定する。

【0076】

次に、制御部11は、第1設定部11aを機能させて、指定されたフォーム開始フレームの静止画像を利用したマットM1の左端部ML1、先端部MT1及び右端部MR1の指定を行う（ステップS202）。具体的には、例えば、図25に示すように、制御部11は、表示部13の表示画面上に表示されたポインタP₁₁～P₁₄の位置が変位操作されることにより、マットの左端部ML1、先端部MT1及び右端部MR1をそれぞれラインL₁₁～L₁₃によって規定する。なお、本実施の形態では、マットの左端部ML1、先端部MT1及び右端部MR1の3点を規定し、撮影角度の算出の精度を向上するようにしたが、これらのうちの2点を規定して撮影角度の算出を行うようにしてもよい。ポインタP₁₁～P₁₄の位置は、例えば、制御部11の備えるRAMに保存される。

10

【0077】

次に、制御部11は、第3設定部11iを機能させて、スイング動作者Q3の位置の指定を行う（ステップS203）。具体的には、例えば、図26に示すように、制御部11は、表示部13の表示画面上に表示されたポインタP₁₅、P₁₆の位置が変位操作されることにより、スイング動作者Q3の位置をラインL₁₄によって規定する。ポインタP₁₅、P₁₆の位置は、例えば、制御部11の備えるRAMに保存される。

20

【0078】

次に、制御部11は、画像指定部11pを機能させて、ゴルフクラブW1の位置の指定を行う（ステップS204）。具体的には、例えば、図27、図28に示すように、制御部11は、表示部13の表示画面上に表示されたポインタT₁₁、T₁₂の位置が変位操作されると、当該ポインタT₁₁、T₁₂の位置により方形状の枠FGを規定する。ゴルフクラブW1の規定は、例えば、図28に示すように、ゴルフクラブW1のヘッドの左上部分と右下部分とをそれぞれポインタT₁₁、T₁₂で規定することにより行うことができる。ポインタT₁₁、T₁₂の位置は、例えば、制御部11の備えるRAMに保存される。

【0079】

次に、制御部11は、理想のフォームの動画像データから、バックスイング開始フレームの指定を行う（ステップS205）。より具体的には、例えば、図29に示すように、制御部11は、表示部13の表示画面上に表示された選択ボタンB1、B2が入力されることにより、画面に表示された理想のフォームによるスイングの動画像を構成する静止画像を時系列的に切り換えて表示する。そして、制御部11は、表示画面上にバックスイング開始フレームとして適切な静止画像が表示されたときにセットボタンB3が入力されることにより、バックスイング開始フレームを指定する。

30

【0080】

次に、制御部11は、理想のフォームの動画像データから、フォロースイング開始フレームの指定を行う（ステップS206）。より具体的には、例えば、図30に示すように、制御部11は、表示部13の表示画面上に表示された選択ボタンB1、B2が入力されることにより、画面に表示された理想のフォームによるスイングの動画像を構成する静止画像を時系列的に切り換えて表示する。そして、制御部11は、表示画面上にフォロースイング開始フレームとして適切な静止画像が表示されたときにセットボタンB3が入力されることにより、フォロースイング開始フレームを指定する。

40

【0081】

次に、制御部11は、理想のフォームの動画像データから、フォロースイング終了フレームの指定を行う（ステップS207）。より具体的には、例えば、図31に示すように、制御部11は、表示部13の表示画面上に表示された選択ボタンB1、B2が入力されることにより、画面に表示された理想のフォームによるスイングの動画像を構成する静止画像を時系列的に切り換えて表示する。そして、制御部11は、表示画面上にフォロース

50

イング終了フレームとして適切な静止画像が表示されたときにセットボタン B 3 が入力されることにより、フォロースイング終了フレームを指定する。

【0082】

以上のようにして理想のフォームのデータ登録が完了すると、制御部 11 は、第 1 撮影角度算出部 11 e を機能させて、理想のフォームの撮影角度を算出する（ステップ S 104）。

【0083】

具体的には、制御部 11 は、図 32 に示すように、ライン $L_{11} \sim L_{13}$ によって規定されたマット M1 の左端部 ML1、先端部 MT1 及び右端部 MR1 の水平線 HL に対する傾き、すなわち、角度 α , ζ , β を求める。ここで、理想のフォームによるスイングが撮影されたときのマットの状況を平面視で表すと、図 33 に示すようになる。このとき、カメラ 1～3 のうちのカメラ CM と、マットの先端部 MT と右端部 MR との交点であるコーナーとを結ぶ軸線を y 軸とし、y 軸と直交する軸線を x 軸とすると、x 軸とマットの右端部 MR とでなす角度は β_0 となり、x 軸とマットの先端部 MT とでなす角度は ζ_0 となる。

【0084】

ここで、まず、マットの先端部 MT と右端部 MR との交点について注目し、マットの右端部 MR に対するカメラ CM とこの交点とを結ぶ軸線のなす角度 θ_1 について求める。マットを平面視でみた場合、マットの先端部 MT と右端部 MR とのなす角度は 90° であり、また、図 33 によれば、角度 θ_1 は角度 ζ_0 と一致することがわかり、下記式 (14)

$$(a_1 \times \sin \beta_0)^2 + (a_1 \times \sin \zeta_0)^2 = 1 \cdots (14)$$

【0085】

上述したようにして、これを x y z 軸上で表した場合、平面視においては、視点は z 軸上とされているため、これを実際のカメラ CM の視点にするために、x 軸を回転軸として全体を角度 δ_1 回転させる。すると、上述によれば、変換係数 a_1 は、 $1 / \cos \delta_1$ となることわかる。

そして、マットの先端部 MT と右端部 MR の交点であるコーナーの位置の z 軸上の高さを 0 とすると、下記式 (15) 及び下記式 (16) の関係が成り立つ。

$$\sin \beta = \cos \delta_1 \times \sin \beta_0 \cdots (15)$$

$$\sin \zeta = \cos \delta_1 \times \sin \zeta_0 \cdots (16)$$

【0086】

すなわち、上記式 (15) 及び上記式 (16) から下記式 (17) を表すことができる。

$$(1 / \cos \delta_1 \times \sin \beta)^2 + (1 / \cos \delta_1 \times \sin \zeta)^2 = 1 \cdots (17)$$

したがって、下記式 (18) 及び下記式 (19) の関係が成り立つ。

$$\cos \theta_1 = 1 / \cos \delta_1 \times \sin \beta \cdots (18)$$

$$\sin \theta_1 = 1 / \cos \delta_1 \times \sin \zeta \cdots (19)$$

これにより、角度 θ_1 を求めることができる。

【0087】

次に、図 34 を参照して、マット先端部 MT と左端部 ML との交点について注目し、マット左端部 ML に対するカメラ CM とこの交点とを結ぶ軸線のなす角度 θ_2 について求める。マットを平面視でみた場合、マットの先端部 MT と左端部 ML とのなす角度は 90° であり、下記式 (20) の関係が成り立つ。なお、 a_2 は変換係数を示す。

$$(a_2 \times \sin \alpha_1)^2 + (a_2 \times \sin \zeta_1)^2 = 1 \cdots (20)$$

【0088】

上述したようにして、これを x y z 軸上で表した場合、平面視においては、視点は z 軸上とされているため、これを実際のカメラ CM の視点にするために、x 軸を回転軸として全体を角度 δ_2 回転させる。すると、上述によれば、変換係数 a_2 は、 $1 / \cos \delta_2$ となることわかる。

そして、マットの先端部MTと左端部MLの交点であるコーナーの位置のz軸上の高さを0とすると、下記式(21)及び下記式(22)の関係が成り立つ。

$$\sin \alpha = \cos \delta_2 \times \sin \alpha_1 \cdots (21)$$

$$\sin \zeta = \cos \delta_2 \times \sin \zeta_1 \cdots (22)$$

【0089】

すなわち、上記式(21)及び上記式(22)から下記式(23)を表すことができる。

$$(1 / \cos \delta_2 \times \sin \alpha)^2 + (1 / \cos \delta_2 \times \sin \zeta)^2 = 1 \cdots (23)$$

したがって、下記式(24)及び下記式(25)の関係が成り立つ。

$$\cos \theta_2 = 1 / \cos \delta_2 \times \sin \alpha \cdots (24)$$

$$\sin \theta_2 = 1 / \cos \delta_2 \times \sin \zeta \cdots (25)$$

これにより、角度 θ_2 を求めることができる。

【0090】

次に、角度 θ_1 及び角度 θ_2 から撮影角度 θ を求める。

図35に示すように、マットを平面視でみた場合、撮影角度 θ は、下記式(26)によって表すことができる。

$$\theta = h_2' / (h_1' + h_2') \times \theta_1 + h_1' / (h_1' + h_2') \times \theta_2 \cdots (26)$$

【0091】

上記式(26)に示される関係は、表示画面上においてもほぼ同じになるので、図36に示すように、ライン L_{11} とライン L_{12} との交点とゴルフクラブのヘッドの中心WCとの水平方向の距離 h_1 と、ライン L_{12} とライン L_{13} との交点とゴルフクラブのヘッドの中心WCとの水平方向の距離 h_2 を求めると、下記式(27)によって撮影角度 θ を算出することができる。なお、ゴルフクラブのヘッドの中心WCは、上述のようにしてポイント T_{11} 、 T_{12} の位置により規定された枠FGの中心である。

$$\theta = h_2 / (h_1 + h_2) \times \theta_1 + h_1 / (h_1 + h_2) \times \theta_2 \cdots (27)$$

これにより、撮影角度 θ を求めることができる。なお、上述した説明は、カメラ1～3のうちの1のカメラCMについての撮影角度 θ を求めるものであるが、他のカメラについても同様の手順で撮影角度 θ を求めることができる。

【0092】

以上のようにして、理想のフォームの撮影角度を算出すると、制御部11は、第1軌跡取得部11cを機能させて、撮影した理想のフォームによるスイングの動画像から移動対象であるゴルフクラブの軌跡を取得する(ステップS105)。具体的には、制御部11は、移動対象画像抽出部11rを機能させて、理想のフォームによるスイングの動画像のうち、フォロースイング開始フレームからフォロースイング終了フレームまでの間の動画像を構成する静止画像のそれぞれについて、ゴルフクラブの部分の画像を抽出する。すなわち、制御部11は、先ず、画像指定部11pを機能させて上述のようにして指定されたゴルフクラブのヘッドの画像をテンプレートとする。次に、制御部11は、理想のフォームによるスイングの動画像のうち、フォロースイング開始フレームからフォロースイング終了フレームまでの間の動画像を構成する静止画像のそれぞれについて、テンプレートとした画像とマッチングする画像の部分抽出する。制御部11は、この抽出された画像をゴルフクラブのヘッドの部分の画像とし、この抽出された画像の中心を軌跡としてプロットする。その結果、上述と同様にフレーム毎の軌跡を取得することができる。

【0093】

制御部11は、上述した処理を、カメラ1～3のそれぞれで撮影して得られた動画像についてそれぞれ実施する。

【0094】

次に、カメラ1～3のそれぞれで撮影されて得られた理想のフォームの動画像データを、上述のようにして生成された、ゴルフクラブの軌跡を取得するための各種データ、撮影角度、フレーム毎の軌跡データ等とともに、理想のフォームデータファイルとして、例え

10

20

30

40

50

ば、記憶部14に保存する（ステップS106）。なお、理想のフォームデータファイルは、ファイル名が指定される。また、理想のフォームデータファイルは、理想のフォームの動画像データを作成する毎に生成される。

【0095】

次に、制御部11は、第2設定部11b及び第4設定部11j等を機能させて、記憶部14からチェック対象の動画像データを読み出し、移動対象であるゴルフクラブの軌跡を取得するための各種データの登録を行う（ステップS107）。ゴルフクラブの軌跡を取得するためのデータの登録の処理手順は、上述した理想のフォームによるスイングの動画像についてのゴルフクラブの軌跡を取得するためのデータの登録の処理手順と同様である。

10

【0096】

続いて、制御部11は、第2撮影角度算出部11fを機能させて、チェック対象者のスイングが撮影されたときの撮影角度（チェック対象者の撮影角度）を算出する（ステップS108）。チェック対象者の撮影角度の算出は、上述した理想のフォームの撮影角度の算出と同様の手順により行うことができる。

【0097】

次に、制御部11は、第2軌跡取得部11dを機能させて、撮影したチェック対象者のスイングの動画像から移動対象であるゴルフクラブの軌跡を取得する（ステップS109）。チェック対象者のスイングの動画像におけるゴルフクラブの軌跡の取得方法は、上述した理想のフォームによるスイングの動画像におけるゴルフクラブの軌跡の取得方法と同様の手順により行うことができる。

20

【0098】

次に、制御部11は、カメラ1～3の1つ又は2以上で撮影されて得られたチェック対象の動画像データを、上述のようにして生成された、ゴルフクラブの軌跡を取得するための各種データ、撮影角度、フレーム毎の軌跡データ等とともに、チェック対象のフォームデータファイルとして、例えば、記憶部14に保存する（ステップS110）。なお、チェック対象のフォームデータファイルは、ファイル名が指定される。

【0099】

その後、制御部11は、チェック対象のフォームデータファイルを記憶部14から読み出した後（ステップS111）、理想のフォームデータファイルを記憶部14から読み出す（ステップS112）。理想のフォームデータファイルの読み出しの要領は上述したとおりである。

30

【0100】

次に、制御部11は、補正部11h、比率算出部11k及び位置差分算出部11mを機能させて、ステップS112において読み出したファイルに含まれる理想のフォームによるスイングの動画像についてのゴルフクラブの軌跡データの位置の補正を行う（ステップS113）。なお、ゴルフクラブの軌跡データの位置の補正を行う対象である動画像の選択の要領は上述したとおりである。

【0101】

具体的には、先ず、図37に示すように、理想のフォームによるスイングが撮影されたときのゴルフ練習場のマットの状況を平面視で表したとき、スイング動作者の体の中心からゴルフクラブのヘッドの中心WCまでの距離を距離 r で表し、打球の方向とは垂直の方向に対するスイング動作者の体の中心とゴルフクラブのヘッドの中心WCを結ぶ線の角度を角度 ε で表すことができる。また、このとき、マットの右端部MRに対して撮影角度 θ をなす軸線と直交する線に対するスイング動作者の体の中心とゴルフクラブのヘッドの中心WCを結ぶ線の角度は角度 γ で表すことができる。そして、チェック対象者のスイングの動画像における、マットの右端部MRに対して撮影角度 θ のなすカメラCMを通る軸線とゴルフクラブのヘッドの中心WCとの距離 X （図37、図38参照）は、上記式（8）によって同様に表すことができる。

40

なお、変換係数 A は、上述したように、理想のフォームによるスイングの動画像におい

50

て規定したラインの長さに対する、チェック対象者のスイングの動画像において規定したラインの長さの割合によって求めることができる。

【0102】

ここで、角度 γ は、下記式(28)によって表すことができる。

$$\gamma = \varepsilon - \theta \cdots (28)$$

【0103】

そして、理想のフォームによるスイングの動画像における撮影角度とチェック対象者のスイングの動画像における撮影角度とのずれ量を $\Delta\theta$ とすると、チェック対象者のスイングの動画像における撮影角度とした場合の距離 X' については、上記式(10)により同様に表すことができる。なお、撮影角度のずれ量 $\Delta\theta$ は、制御部11が、撮影角度差分算出部11gを機能させて求められる。

10

【0104】

ここでも上述の要領で、理想のフォームにおける上述の角度 ε を求める。例えば、バックスイングの開始のときの角度 ε を 0° とした場合、フォロースイングの開始のときの角度 ε は 180° となる。また、インパクトのときの角度 ε は 0° となり、フォロースイングの終了のときの角度 ε は 180° となる。

【0105】

そして、角度 ε が求められると、上記式(28)により角度 γ を求めることができ、これにより、上記式(10)における「 $A \times r \times \sin \gamma$ 」の解が得られる結果、距離 X' を求めることができる。

20

このようにして理想のフォームのフレーム毎の軌跡を距離 X から X' とすることにより変換することができる。

【0106】

そして、制御部11は、上述したようにして変換された理想のフォームの軌跡の位置を、チェック対象者のスイングの動画像におけるスイング動作者の位置に対応するようにシフトする。これにより、チェック対象者のスイングの動画像におけるチェック対象者のゴルフクラブの軌跡との比較表示を行うことができるようになる。理想のフォームの軌跡の位置のシフトの要領は上述と同様にして実施することができる。

【0107】

以上のようにして理想のフォームによるスイングの動画像についてのゴルフクラブの軌跡の位置の補正を行った後、制御部11は、図4に示すように、補正した理想のフォームのゴルフクラブの軌跡と、チェック対象者のゴルフクラブの軌跡とを表示部13に表示するための表示データを生成する(ステップS114)。なお、フレーム毎の軌跡を点で表示してもよいし、点を結んだ線で表示するようにしてもよい。そして、制御部11は、必要に応じて、軌跡差分判定部11nを機能させて、チェック対象者のゴルフクラブの軌跡の診断を行い(ステップS115)、診断結果に対応するメッセージを表示するための表示データを生成する(ステップS116)。制御部11は、表示部13の表示画面上に、チェック対象の動画像を表示するとともに、ステップS114及びステップS116において生成された表示データに基づく表示を行う(ステップS117)。その結果、例えば、図39に示すような画面が表示部13の表示画面上に表示される。図39では、補正した理想のフォームのゴルフクラブの軌跡SW3及びチェック対象者のゴルフクラブの軌跡SW4の表示が行われている。

30

40

【0108】

また、上述した実施の形態では、ゴルフクラブのヘッドの画像の中心を軌跡としてプロットするようにしたが、スイング動作者の体の中心からゴルフクラブのヘッドまでのラインを設定し、この設定されたラインの軌跡をプロットすることもできる。

【0109】

具体的には、例えば、上述したようにしてゴルフクラブW1の位置の指定を行う場合に、図40及び図41に示すように、ゴルフクラブW1の位置の指定とともに、ゴルフクラブW1のスイングの起点となるスイング動作者の肩の位置を指定する。より具体的には、

50

例えば、制御部 11 は、表示部 13 の表示画面上に表示されたポインタ $T_{21} \sim T_{24}$ の位置が変位操作されると、当該ポインタ T_{21} 、 T_{22} の位置により方形状の枠 FGa を規定するとともに、ポインタ T_{23} 、 T_{24} の位置により方形状の枠 FSa を規定する。そして、図 41 に示すように、枠 FGa によりゴルフクラブ $W1$ のヘッドが囲まれ、枠 FSa によりスイング動作者の肩が囲まれると、図 42 に示すように、枠 FGa と枠 FSa の中心が結ばれた直線が規定される。そして、上述した要領で、制御部 11 が移動対象画像抽出部 11r を機能させて、フォロースイング開始フレームからフォロースイング終了フレームまでの間の動画像を構成する静止画像のそれぞれについて、枠 FGa 及び枠 FSa でそれぞれ規定した画像をテンプレートとして、当該テンプレートとした画像とマッチングする画像の部分抽出する。そして、この抽出された画像の各中心を直線で結んで、これを軌跡とする。例えば、図 43 に示すように、フレーム毎にテンプレートにマッチングした画像の各中心を直線で結ぶと、ライン状の軌跡 $J_1 \sim J_n$ を取得することができる。そして、このようにして得られたライン状の軌跡 $J_1 \sim J_n$ を、上述したようにして位置の補正を行い、その結果を表示部 13 の表示画面上に表示する。その結果、ゴルフクラブの軌跡の表示に多様性を持たすことができるようになる。

10

【0110】

以上説明したように、本実施の形態では、制御部 11 は、第 1 の撮影環境下で撮影して得られた動画像における第 1 の特徴点と、第 1 の撮影環境とは異なる第 2 の撮影環境下で撮影して得られた動画像における第 2 の特徴点との相違に基づいて、第 1 の撮影環境下で撮影して得られた動画像か得られた第 1 の移動対象である第 1 軌跡を補正する。表示制御部 11s は、制御部 11 によって補正された軌跡を表示させる。その結果、第 1 の撮影環境と第 2 の撮影環境とで撮影角度等の撮影環境が異なっても、第 1 軌跡の位置を第 2 の撮影環境における撮影角度に合わせて補正して表示することができるので、第 2 の撮影環境での第 1 軌跡の位置を正確に把握することができる。そのため、例えば、第 1 軌跡の位置を正確に把握するために、第 2 の撮影環境において再度動画像を撮影する必要がなくなる。

20

【0111】

また、本実施の形態では、第 1 設定部 11a は、カメラ 1～3 によって第 1 の撮影環境下で撮影して得られた動画像における第 1 の特徴点として交差する 2 以上の直線を設定する。第 1 軌跡取得部 11c は、カメラ 1～3 によって第 1 の撮影環境下で撮影して得られた動画像から第 1 の移動対象の軌跡（第 1 軌跡）を取得する。第 2 設定部 11b は、カメラ 1～3 によって第 1 の撮影環境とは異なる第 2 の撮影環境下で撮影して得られた動画像における第 2 の特徴点として交差する 2 以上の直線を設定する。第 1 撮影角度算出部 11e は、第 1 設定部 11a によって設定された 2 以上の直線のそれぞれのなす角度から第 1 の撮影環境下で撮影されたときのカメラ 1～3 の撮影角度を算出する。第 2 撮影角度算出部 11f は、第 2 設定部 11b によって設定された 2 以上の直線のそれぞれのなす角度から第 2 の撮影環境下で撮影されたときのカメラ 1～3 の撮影角度を算出する。撮影角度差分算出部 11g は、第 1 撮影角度算出部 11e によって算出された撮影角度と、第 2 撮影角度算出部 11f によって算出された撮影角度との差分を算出する。補正部 11h は、撮影角度差分算出部 11g によって算出された撮影角度の差分に基づいて、第 1 軌跡取得部 11c によって取得された第 1 軌跡の位置を補正する。表示制御部 11s は、補正部 11h によって補正された第 1 軌跡を表示させる。その結果、第 1 の撮影環境と第 2 の撮影環境とで撮影角度が異なっても、第 1 軌跡の位置を第 2 の撮影環境における撮影角度に合わせて補正して表示することができるので、第 2 の撮影環境での第 1 軌跡の位置を正確に把握することができる。

30

40

【0112】

また、本実施の形態では、画像指定部 11p は、第 1 の移動対象の画像を指定する。移動対象画像抽出部 11r は、カメラ 1～3 によって第 1 の撮影環境下で撮影して得られた動画像から画像指定部 11p によって指定された画像に対応する画像を抽出する。第 1 軌跡取得部 11c は、移動対象画像抽出部 11r によって抽出された画像に基づいて第 1 軌

50

跡を取得する。その結果、容易に第1軌跡の抽出を行うことができるようになる。

【0113】

また、本実施の形態では、第3設定部11iは、カメラ1～3によって第1の撮影環境下で撮影して得られた動画像における第3の特徴点としての直線を設定する。第4設定部11jは、カメラ1～3によって第2の撮影環境下で撮影して得られた動画像における第4の特徴点としての直線を設定する。比率算出部11kは、第3設定部11iによって設定された直線と、第4設定部11jによって設定された直線の長さの比率を算出する。補正部11hは、比率算出部11kによって算出された比率に基づいて、第1軌跡取得部11cによって取得された第1軌跡の位置をさらに補正する。その結果、第1の軌跡の位置を、例えば、第2の撮影環境下で撮影して得られた動画像のスケールに合わせて表示することができるので、第2の撮影環境での第1軌跡の位置をより正確に把握することができる。

10

【0114】

また、本実施の形態では、位置差分算出部11mは、第3設定部11iによって設定された直線と、第4設定部11jによって設定された直線との位置の差分を算出する。補正部11hは、位置差分算出部11mによって算出された位置の差分に基づいて、第1軌跡取得部11cによって取得された第1軌跡の位置をさらに補正する。その結果、第1の軌跡の位置を、例えば、第2の撮影環境下で撮影して得られた動画像の所定の位置に合わせて表示することができるので、第2の撮影環境での第1軌跡の位置をより正確に把握することができる。

20

【0115】

また、本実施の形態では、第1設定部11aは、カメラ1～3によって第1の撮影環境下で複数の撮影角度でそれぞれ撮影して得られた動画像に対応して2以上の直線をそれぞれ設定する。第1軌跡取得部11cは、第1軌跡を撮影毎に取得する。第1撮影角度算出部11eは、複数の撮影角度をそれぞれ算出する。撮影角度差分算出部11gは、第1撮影角度算出部11eによって算出された複数の撮影角度から第2撮影角度算出部11fによって算出された撮影角度に最も近似するものを選択するとともに、選択された撮影角度と第2撮影角度算出部11fによって算出された撮影角度との差分を算出する。補正部11hは、撮影角度差分算出部11gによって算出された撮影角度の差分に基づいて、第1軌跡取得部11cによって取得された複数の第1軌跡から撮影角度差分算出部11gによ

30

【0116】

また、本実施の形態では、第1軌跡取得部11cは、第1の移動対象としての直線を設定し、直線の軌跡を第1軌跡として取得する。その結果、より多様な軌跡表示を行うことができるので、例えば、より多様なフォームの解析を行うことができるようになる。

【0117】

また、本実施の形態では、第2軌跡取得部11dは、カメラ1～3によって第2の撮影環境下で撮影して得られた動画像から第2の移動対象の軌跡を第2軌跡として取得する。表示制御部11sは、制御部11によって補正された第1軌跡とともに、第2軌跡取得部11dによって取得された第2軌跡を表示させる。その結果、第1軌跡と第2軌跡とを比較表示することができる。

40

【0118】

また、本実施の形態では、軌跡差分判定部11nは、補正された第1軌跡と、第2軌跡取得部11dによって取得された第2軌跡との差分を判定する。表示制御部11sは、軌跡差分判定部11nによる判定結果に応じた表示を行わせる。その結果、例えば、軌跡によって特定されるフォームについての適切なアドバイスを示すことができる等、利便性が向上する。

【0119】

また、本実施の形態では、表示制御部11sは、カメラ1～3によって第1の撮影環境

50

下で撮影して得られた動画像のうちの所定のタイミングにおける静止画像に対応する、補正された第1軌跡を表示させる。その結果、例えば、打球がヒットする瞬間等のあるタイミングにおける軌跡の解析が容易となる。

【0120】

なお、本実施の形態では、テニスコートのラインや、ゴルフ練習場のマットを第1の特徴点及び第2の特徴点として規定し、これにより撮影角度を求めるようにしたが、第1の特徴点及び第2の特徴点については撮影する対象に応じて適宜設定することができる。例えば、野球のバットのスイングを撮影する場合には、バッターボックスを特徴点として規定することができる。また、特徴点は、テニスコートのラインや、ゴルフ練習場のマット等に限らず、他のものであってもよく、例えば、樹木や建造物であってもよい。このとき

10

【0121】

また、本実施の形態では、第3の特徴点及び第4の特徴点として、スイング動作者の体の長さを規定するようにしたが、第3の特徴点及び第4の特徴点においても撮影する対象に応じて適宜設定することができる。例えば、第3の特徴点及び第4の特徴点として、スイング動作者の足の長さ、頭の先からつま先までの長さ、あるいは、スイングする腕及び移動対象であるテニスラケットやゴルフクラブの先までの長さであってもよい。

【0122】

また、本実施の形態では、第3の特徴点及び第4の特徴点としてのスイング動作者の体の長さをポイントにより規定するようにしたが、例えば、上述したテンプレートマッチングの手法により被写体追跡を行って規定するようにしてもよい。具体的には、例えば、スイング動作者の肩周辺の画像と、腰周辺の画像とをテンプレートとして設定し、フォロースイング開始フレームからフォロースイング終了フレームまでの動画像を構成する静止画像のそれぞれについて、テンプレートとした画像とマッチングする画像の部分抽出する。そして、抽出した肩周辺の画像の中心と、腰周辺の画像の中心とを結ぶ線をスイング動作者の体の長さとして規定する。これにより、スイング動作者が移動した場合でも正確に位置を把握することができるようになる。

20

【0123】

また、本実施の形態では、第2の撮影環境下で撮影して得られたチェック対象の動画像データを保存し、保存した動画像データを読み出して、移動対象の軌跡を取得するための各種データの登録を行うようにしたが、第2の撮影環境下で撮影して得られたリアルタイムでの動画像を利用して、各種データの登録を行うようにしてもよい。

30

【0124】

また、本実施の形態では、理想のフォームの動画像データやチェック対象の動画像データを利用して、ユーザの入力により移動対象の軌跡を取得するための各種データの登録を行うようにしたが、画像認識を行って、自動的に各種データの登録を行うことができるものであってもよい。

【0125】

また、本実施の形態では、チェック対象者のスイングの動画像に、理想のフォームの移動対象の軌跡と、チェック対象の移動対象の軌跡とを表示部13に比較表示するようにしたが、チェック対象者のスイングの動画像に、理想のフォームの移動対象の軌跡のみ表示するようにしてもよい。

40

【0126】

また、本実施の形態では、第1の撮影環境で理想のフォームによるスイングを撮影し、第2の撮影環境でチェック対象者のスイングを撮影するようにしたが、第1の撮影環境でチェック対象者のスイングを撮影し、第2の撮影環境で理想のフォームによるスイングを撮影してもよい。

【0127】

また、本実施の形態では、テンプレート画像にマッチングする画像を抽出することによってフレーム毎の軌跡を取得するようにしたが、入力部12の操作等によってフレーム毎

50

に軌跡を手動で規定するようにしてもよい。

【0128】

また、本実施の形態では、カメラ1～3にて第1の撮影環境で理想のフォームによるスイングを撮影し、この撮影した理想のフォームによるスイングの動画像を利用して軌跡を取得するようにしたが、理想のフォームによるスイングの動画像の画像データが、カメラ1～3にて撮影して得たものではなく、メディアや通信手段により取得されたものであってもよい。

【0129】

また、本実施の形態では、理想のフォームによるスイングの動画像の画像データを複数種類取得し、ユーザにより選択して軌跡の表示を行うようにしたが、取得する理想のフォームによるスイングの動画像の画像データを1種類のみとしてもよい。

10

【0130】

また、本実施の形態では、比率算出部11k及び位置差分算出部11mによる軌跡の位置補正を行うようにしたが、これら各機能部による位置補正を実施しないものであってもよい。

【0131】

本発明の実施の形態及び変形例を説明したが、本発明の範囲は、上述の実施の形態及び変形例に限定するものではなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲とその均等の範囲を含む。

以下に、この出願の願書に最初に添付した特許請求の範囲に記載した発明を付記する。付記に記載した請求項の項番は、この出願の願書に最初に添付した特許請求の範囲の通りである。

20

〔付記〕

<請求項1>

第1の撮影環境下で撮影して得られた動画像における第1の特徴点と、前記第1の撮影環境とは異なる第2の撮影環境下で撮影して得られた動画像における第2の特徴点との相違に基づいて、前記第1の撮影環境下で撮影して得られた動画像から得られた移動対象である軌跡を補正する軌跡補正手段と、

前記軌跡補正手段によって補正された軌跡を表示させる表示制御手段と、
を備えたことを特徴とする画像処理装置。

30

<請求項2>

前記軌跡補正手段は、

撮影手段によって第1の撮影環境下で撮影して得られた動画像における第1の特徴点として交差する2以上の直線を設定する第1設定手段と、

前記撮影手段によって第1の撮影環境下で撮影して得られた動画像から移動対象の軌跡を取得する軌跡取得手段と、

撮影手段によって前記第1の撮影環境とは異なる第2の撮影環境下で撮影して得られた動画像における第2の特徴点として交差する2以上の直線を設定する第2設定手段と、

前記第1設定手段によって設定された2以上の直線のそれぞれのなす角度から前記第1の撮影環境下で撮影されたときの撮影手段の撮影角度を算出する第1撮影角度算出手段と

40

、
前記第2設定手段によって設定された2以上の直線のそれぞれのなす角度から前記第2の撮影環境下で撮影されたときの撮影手段の撮影角度を算出する第2撮影角度算出手段と

、
前記第1撮影角度算出手段によって算出された撮影角度と、前記第2撮影角度算出手段によって算出された撮影角度との差分を算出する撮影角度差分算出手段と、

前記撮影角度差分算出手段によって算出された撮影角度の差分に基づいて、前記軌跡取得手段によって取得された軌跡の位置を補正する補正手段と、

を備え、

前記表示制御手段は、前記補正手段によって補正された軌跡を表示させることを特徴と

50

する請求項 1 に記載の画像処理装置。

<請求項 3>

前記軌跡補正手段は、

前記移動対象の画像を指定する画像指定手段と、

前記撮影手段によって第 1 の撮影環境下で撮影して得られた動画像から前記画像指定手段によって指定された画像に対応する画像を抽出する移動対象画像抽出手段と、

を備え、

前記軌跡取得手段は、前記移動対象画像抽出手段によって抽出された画像に基づいて前記軌跡を取得することを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

<請求項 4>

前記軌跡補正手段は、

前記撮影手段によって第 1 の撮影環境下で撮影して得られた動画像における第 3 の特徴点としての直線を設定する第 3 設定手段と、

前記撮影手段によって第 2 の撮影環境下で撮影して得られた動画像における第 4 の特徴点としての直線を設定する第 4 設定手段と、

前記第 3 設定手段によって設定された直線と、前記第 4 設定手段によって設定された直線との長さの比率を算出する比率算出手段と、

を備え、

前記補正手段は、前記比率算出手段によって算出された比率に基づいて、前記軌跡取得手段によって取得された軌跡の位置をさらに補正することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の画像処理装置。

<請求項 5>

前記軌跡補正手段は、前記第 3 設定手段によって設定された直線と、前記第 4 設定手段によって設定された直線との位置の差分を算出する位置差分算出手段を備え、

前記補正手段は、前記位置差分算出手段によって算出された位置の差分に基づいて、前記軌跡取得手段によって取得された軌跡の位置をさらに補正することを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

<請求項 6>

前記第 1 設定手段は、前記撮影手段によって第 1 の撮影環境下で複数の撮影角度でそれぞれ撮影して得られた動画像に対応して 2 以上の直線をそれぞれ設定し、

前記軌跡取得手段は、前記軌跡を撮影毎に取得し、

前記第 1 撮影角度算出手段は、複数の撮影角度をそれぞれ算出し、

前記撮影角度差分算出手段は、前記第 1 撮影角度算出手段によって算出された複数の撮影角度から前記第 2 撮影角度算出手段によって算出された撮影角度に最も近似するものを選択するとともに、該選択された撮影角度と前記第 2 撮影角度算出手段によって算出された撮影角度との差分を算出し、

前記補正手段は、前記撮影角度差分算出手段によって算出された撮影角度の差分に基づいて、前記軌跡取得手段によって取得された複数の軌跡から前記撮影角度差分算出手段によって選択された撮影角度に対応するものの位置を補正することを特徴とする請求項 2 ～ 5 の何れか一項に記載の画像処理装置。

<請求項 7>

前記軌跡取得手段は、前記移動対象としての直線を設定し、該直線の軌跡を前記軌跡として取得することを特徴とする請求項 2 ～ 6 の何れか一項に記載の画像処理装置。

<請求項 8>

前記軌跡補正手段は、前記撮影手段によって第 2 の撮影環境下で撮影して得られた動画像から第 2 の移動対象の軌跡を第 2 軌跡として取得する第 2 軌跡取得手段を備え、

前記表示制御手段は、前記軌跡補正手段によって補正された前記軌跡とともに、前記第 2 軌跡取得手段によって取得された第 2 軌跡を表示させることを特徴とする請求項 1 ～ 7 の何れか一項に記載の画像処理装置。

<請求項 9>

前記軌跡補正手段は、補正された前記軌跡と、前記第 2 軌跡取得手段によって取得された第 2 軌跡との差分を判定する軌跡差分判定手段を備え、

前記表示制御手段は、前記軌跡差分判定手段による判定結果に応じた表示を行わせることを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理装置。

<請求項 10>

前記表示制御手段は、前記撮影手段によって第 1 の撮影環境下で撮影して得られた動画像のうちの所定のタイミングにおける静止画像に対応する、補正された前記軌跡を表示させることを特徴とする請求項 1～9 の何れか一項に記載の画像処理装置。

<請求項 11>

画像処理装置を用いた画像処理方法であって、

10

第 1 の撮影環境下で撮影して得られた動画像における第 1 の特徴点と、前記第 1 の撮影環境とは異なる第 2 の撮影環境下で撮影して得られた動画像における第 2 の特徴点との相違に基づいて、前記第 1 の撮影環境下で撮影して得られた動画像から得られた移動対象である軌跡を補正する軌跡補正ステップと、

前記軌跡補正ステップにおいて補正された軌跡を表示する表示ステップと、
を含むことを特徴とする画像処理方法。

<請求項 12>

コンピュータを、

第 1 の撮影環境下で撮影して得られた動画像における第 1 の特徴点と、前記第 1 の撮影環境とは異なる第 2 の撮影環境下で撮影して得られた動画像における第 2 の特徴点との相違に基づいて、前記第 1 の撮影環境下で撮影して得られた動画像から得られた移動対象である軌跡を補正する軌跡補正手段、

20

前記軌跡補正手段によって補正された軌跡を表示させる表示制御手段、
として機能させるプログラム。

【符号の説明】

【0132】

100 画像処理システム

1, 2, 3 カメラ（撮影手段）

10 画像処理装置

11 制御部（軌跡補正手段）

30

11a 第 1 設定部

11b 第 2 設定部

11c 第 1 軌跡取得部

11d 第 2 軌跡取得部

11e 第 1 撮影角度算出部

11f 第 2 撮影角度算出部

11g 撮影角度差分算出部

11h 補正部

11i 第 3 設定部

11j 第 4 設定部

40

11k 比率算出部

11m 位置差分算出部

11n 軌跡差分判定部

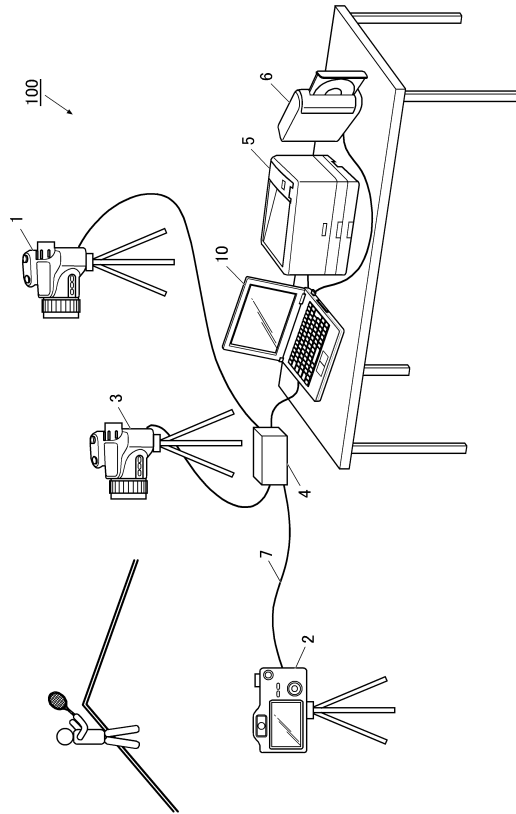
11p 画像指定部

11r 移動対象画像抽出部

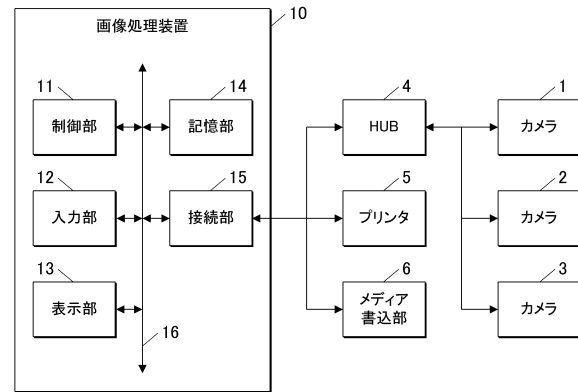
11s 表示制御部

13 表示部（表示手段）

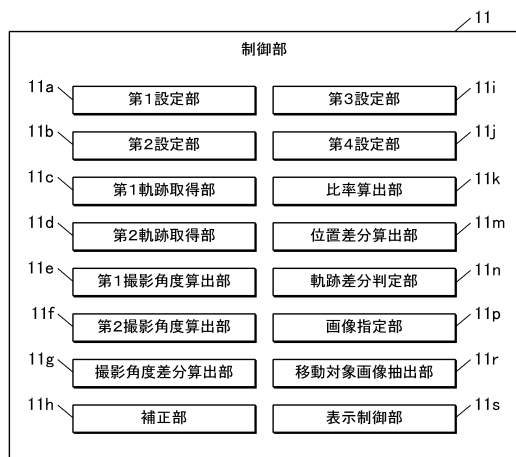
【図 1】



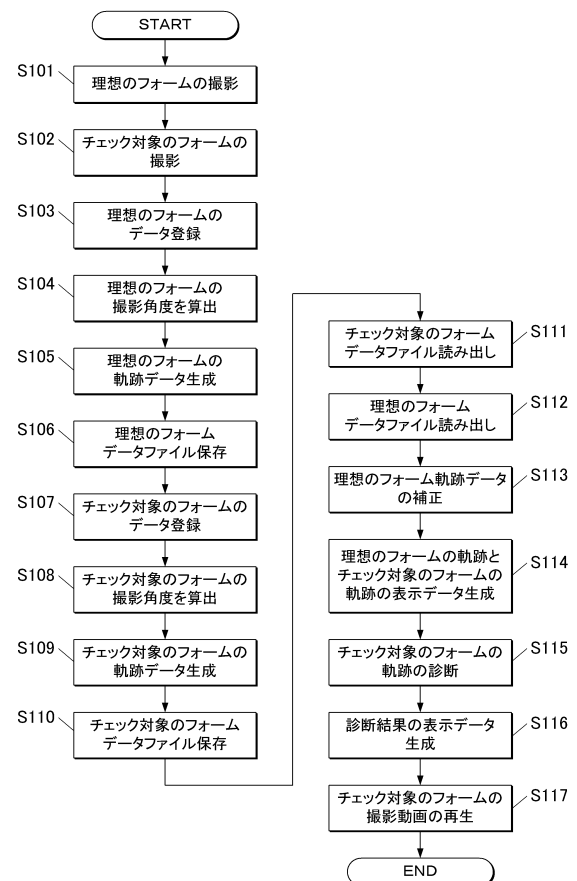
【図 2】



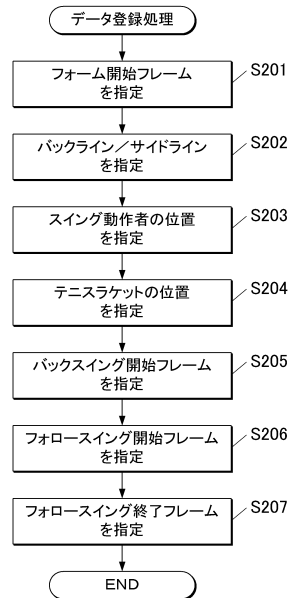
【図 3】



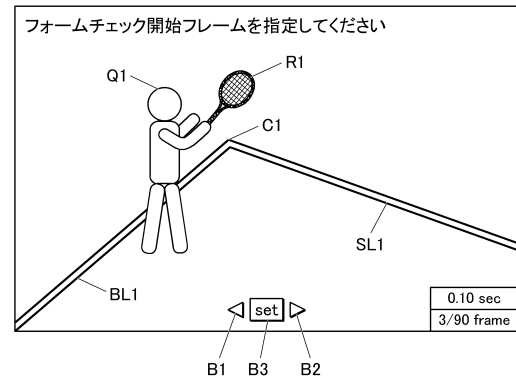
【図 4】



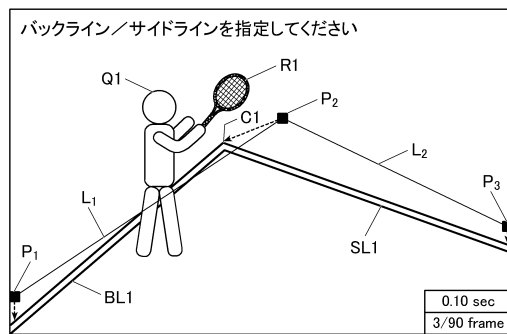
【図 5】



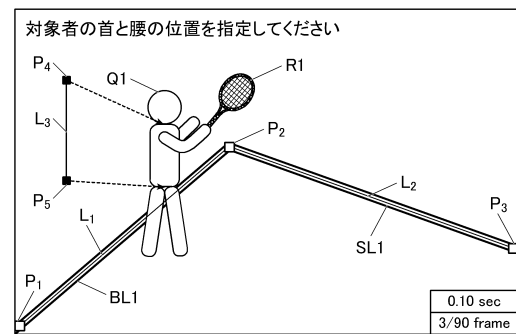
【図 6】



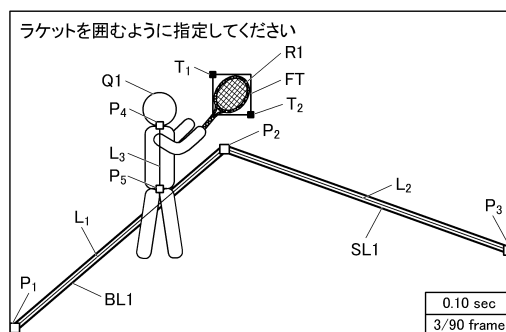
【図 7】



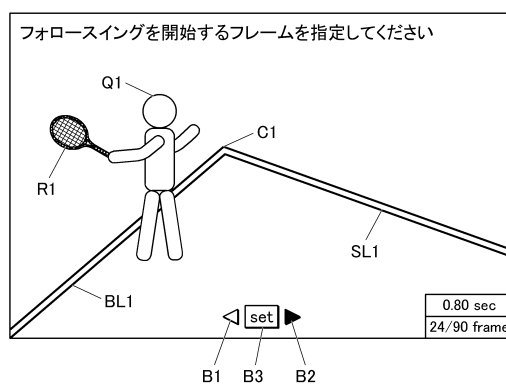
【図 8】



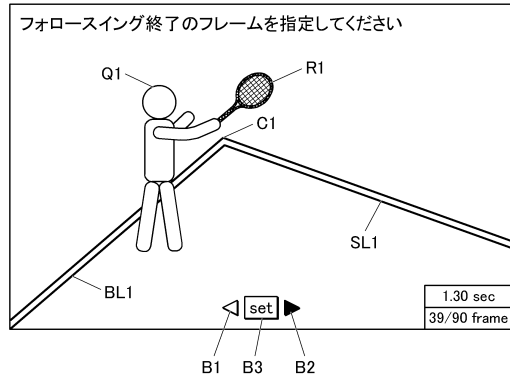
【図 10】



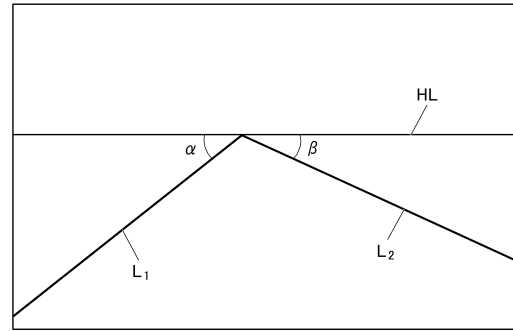
【図 1 2】



【図 13】

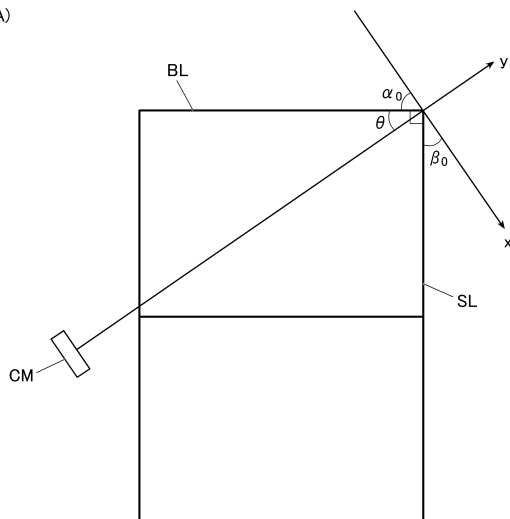


【図 14】

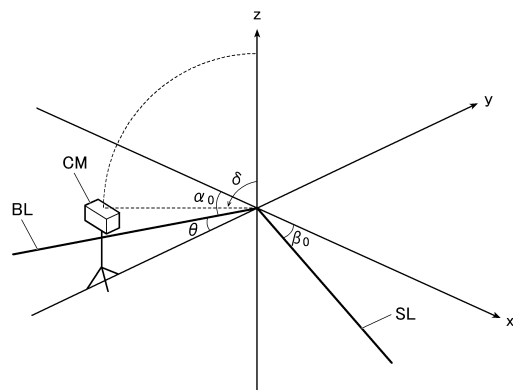


【図 15】

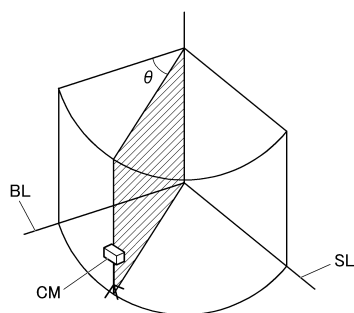
(A)



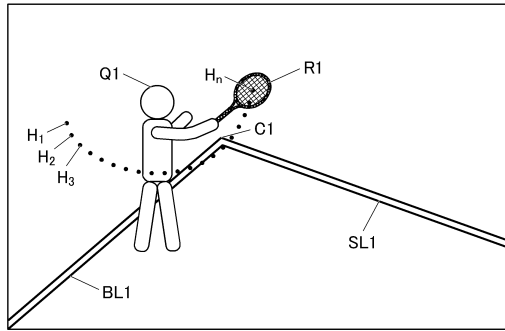
【図 16】



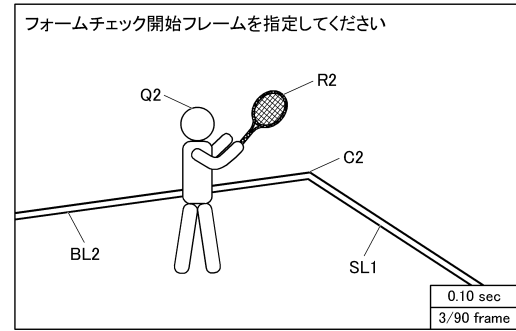
(B)



【図 17】



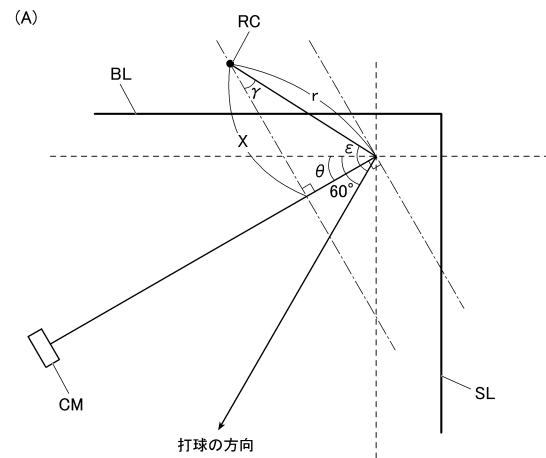
【図 18】



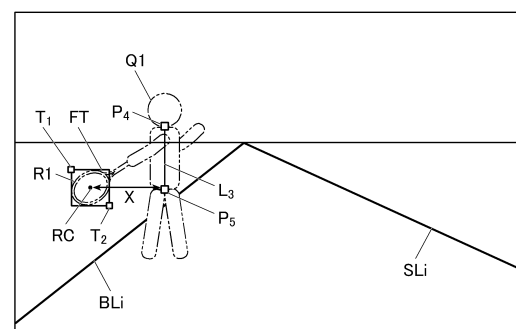
【図 19】



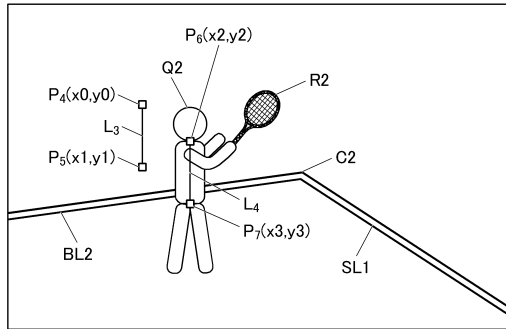
【図 20】



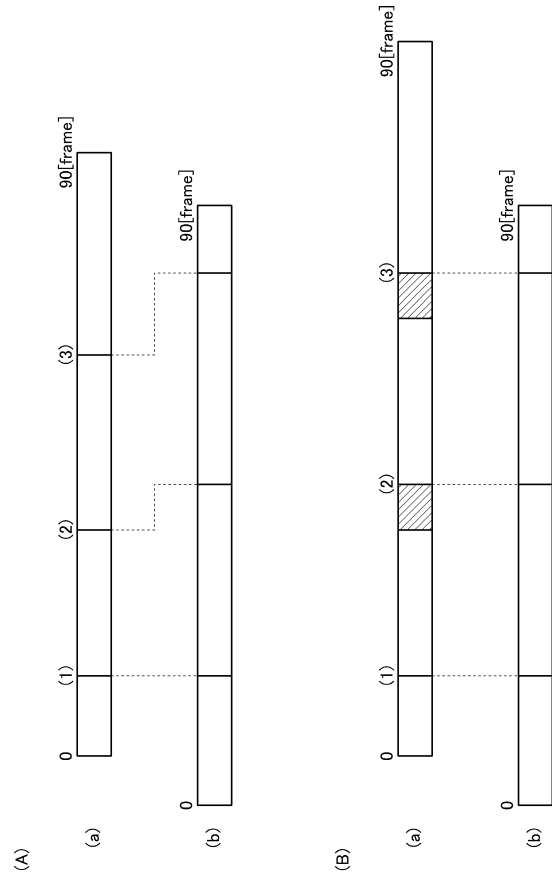
(B)



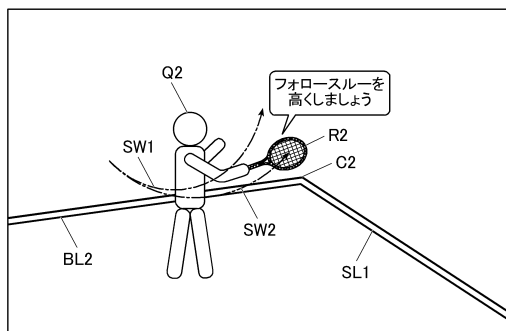
【図 2 1】



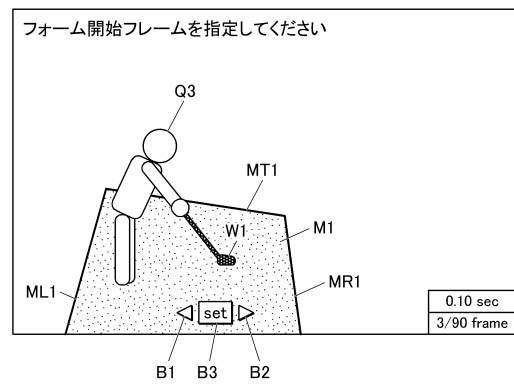
【図 2 2】



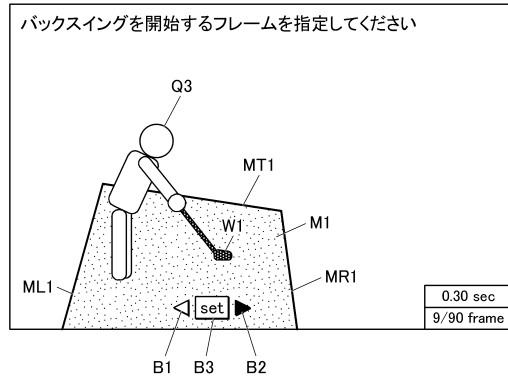
【図 2 3】



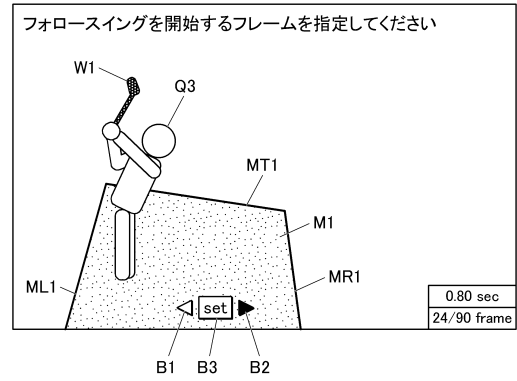
【図 2 4】



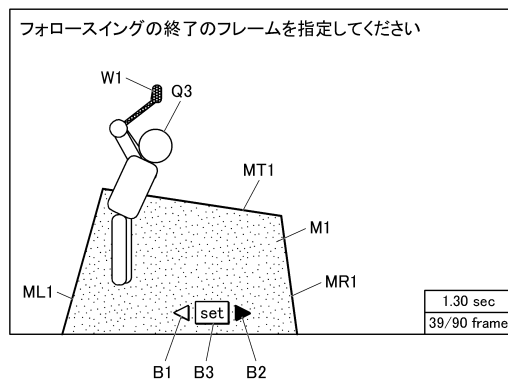
【図 29】



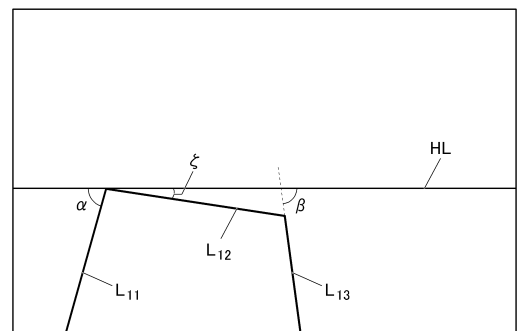
【図 30】



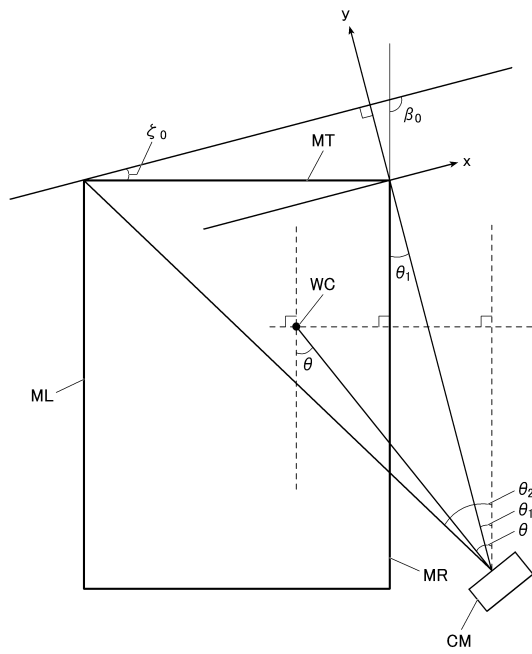
【図 31】



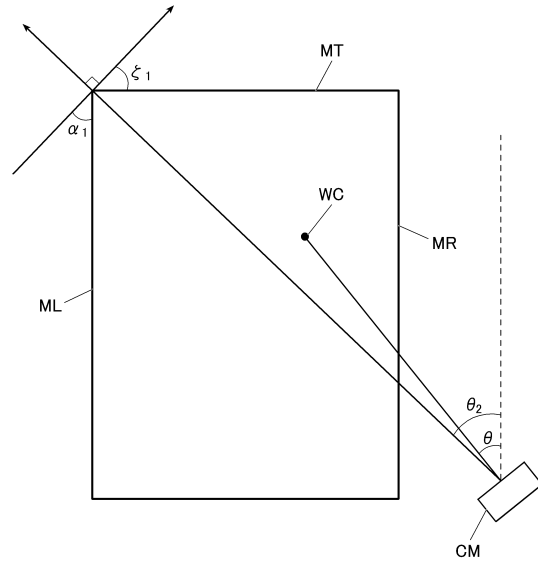
【図 32】



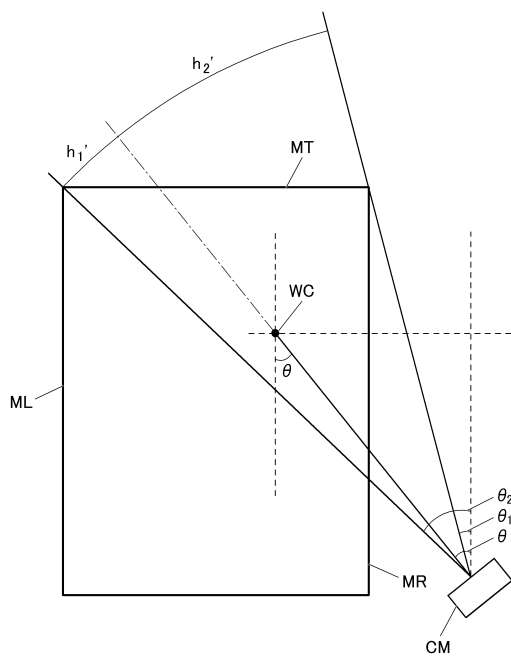
【図 3 3】



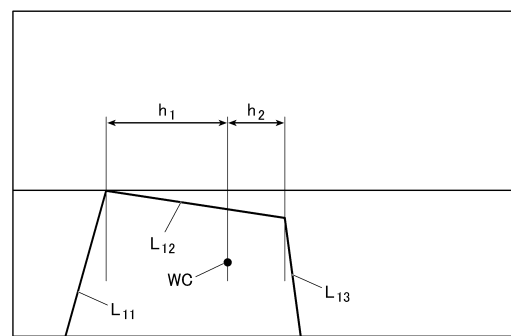
【図 3 4】



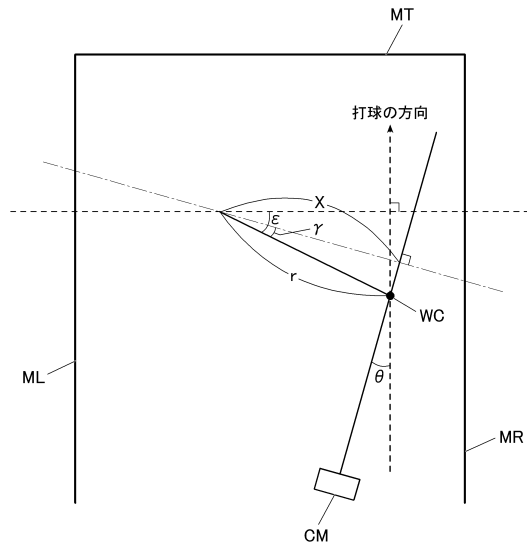
【図 3 5】



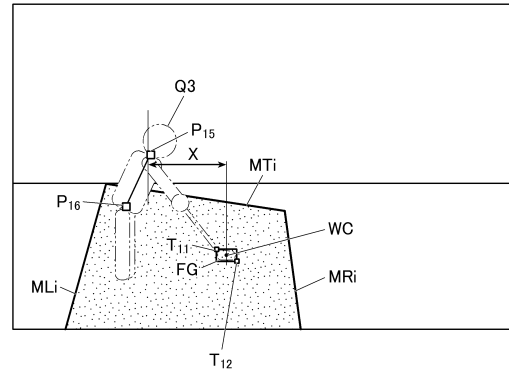
【図 3 6】



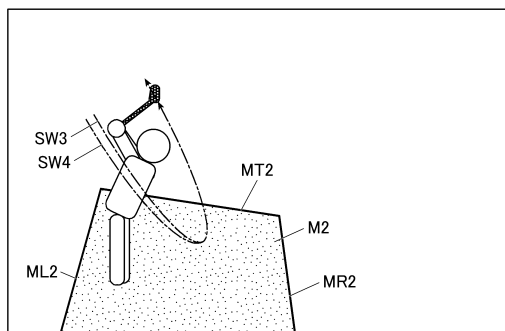
【図 37】



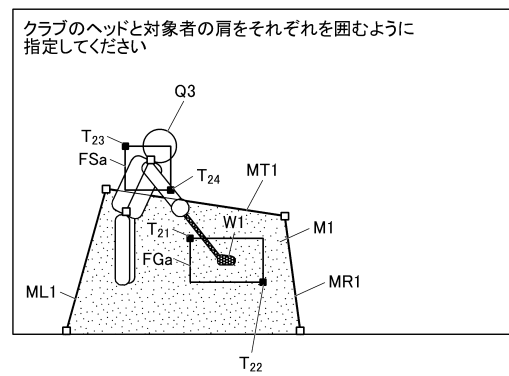
【図 38】



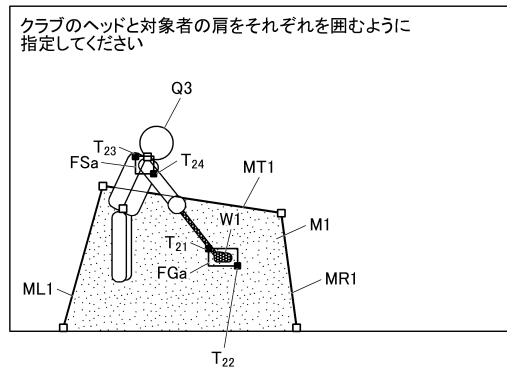
【図 39】



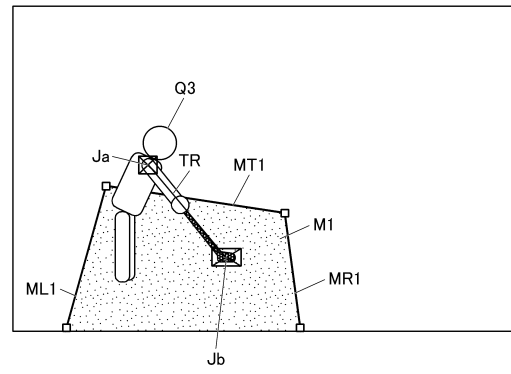
【図 40】



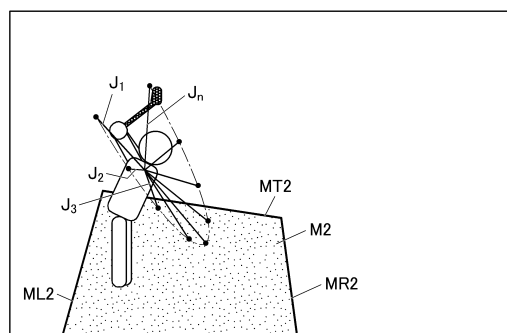
【図 4 1】



【図 4 2】



【図 4 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
A 6 3 B 69/38 (2006.01) A 6 3 B 69/38 Z

(56)参考文献 特開2006-181014 (JP, A)
特開2009-226094 (JP, A)
特開2000-184369 (JP, A)
特開2005-270484 (JP, A)
特開2004-351097 (JP, A)
特開2004-313479 (JP, A)
特開2002-126147 (JP, A)
特開平07-124281 (JP, A)
特開2005-237494 (JP, A)
特開平11-308527 (JP, A)
特開2001-084375 (JP, A)
特開平10-149445 (JP, A)
特開2011-244214 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A 6 3 B 69/00
A 6 3 B 69/36
A 6 3 B 69/38
G 0 6 T 1/00
G 0 6 T 7/20