

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2012-212373
(P2012-212373A)

(43) 公開日 平成24年11月1日(2012.11.1)

(51) Int.Cl.
G 0 6 T 7/20 (2006.01)
A 6 3 B 69/36 (2006.01)

F I
G O 6 T 7/20 C
A 6 3 B 69/36 5 4 1 W

テーマコード (参考)
5 L O 9 6

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2011-78392 (P2011-78392)	(71) 出願人	000001443
(22) 出願日	平成23年3月31日 (2011. 3. 31)		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	100154748
			弁理士 菅沼 和弘
		(72) 発明者	中込 浩一
			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
		F ターム (参考)	5L096 CA04 FA03 FA24 FA67 GA08 HA02

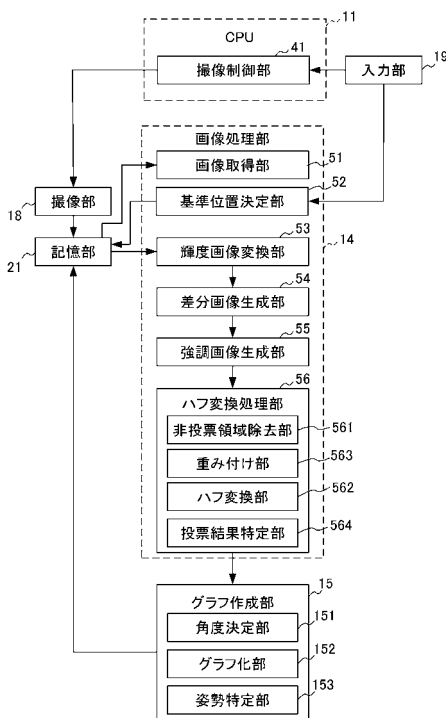
(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】、一連の動作を撮像した複数の画像から適切な状態となる画像を自動的に特定すること。

【解決手段】画像取得部 5 1 は、被写体の動きが連続的に撮像された複数の画像のデータを取得する。差分画像生成部 5 4 は、複数の画像のデータから、隣接した画像間の差分画像のデータを夫々生成する。強調画像生成部 5 5 は、差分画像のデータから、演算処理のための画像のデータを生成する。ハフ変換部 5 6 2 は、強調画像生成部 5 5 により生成された画像のデータを処理対象として演算処理（ハフ変換処理）を実行する。角度決定部 1 5 1 は、ハフ変換部 5 6 2 による演算結果に基づいて、被写体の動きの軌跡から変化点を特定する。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被写体の動きが連続的に撮像された複数の画像のデータを取得する取得手段と、
前記取得手段により取得された複数の画像のデータから、時間的に隣接した前記複数の画像のデータ間の差分画像のデータを夫々生成する第 1 生成手段と、
前記第 1 生成手段により生成された差分画像のデータから、被写体の動きを特定するための画像のデータを生成する第 2 生成手段と、
前記第 2 生成手段により生成された画像のデータに演算処理をする演算手段と、
前記演算手段による演算結果に基づいて、前記被写体の動きの変化点を特定する特定手段と、
を備えることを特徴とする画像処理装置。

10

【請求項 2】

前記演算手段による演算結果に基づいて、前記特定手段により特定された変化点を表すグラフのデータを作成する第 3 生成手段をさらに備え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】

前記取得手段により取得された前記複数の画像のデータについての基準位置の指定を検出する検出手段と、
前記検出手段により検出された前記基準位置に基づいて、前記演算手段による演算処理のために、前記 2 生成手段により生成された前記画像のデータの一部の領域のデータを、
他のデータに置換することによって、前記領域を演算処理の対象から除去する除去手段と、

20

をさらに備え、

前記演算手段は、前記除去手段により前記領域が除去された前記画像に演算処理を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 3 生成手段により生成された前記グラフのデータと比較をするための他のグラフのデータを設定する設定手段と、

前記設定手段により設定された他のグラフのデータを前記第 3 生成手段により生成されたグラフのデータに重畳させて表示出力するように制御する表示制御手段と、

30

をさらに備え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 5】

前記複数の画像のデータを輝度画像のデータに変換する変換手段をさらに備え、

前記第 1 生成手段は、前記輝度画像のデータから差分画像のデータを生成することを特徴とする請求項 1 乃至 4 記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記被写体の動きは、ゴルフの一連のスイング動作である、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

被写体の動きが連続的に撮像された複数の画像のデータを取得する取得ステップと、
前記取得ステップの処理により取得された複数の画像のデータから、時間的に隣接した前記複数の画像のデータ間の差分画像のデータを夫々生成する第 1 生成ステップと、

40

前記第 1 生成ステップの処理により生成された差分画像のデータから、被写体の動きを特定するための画像のデータを生成する第 2 生成ステップと、

前記第 2 生成ステップの処理により生成された画像のデータに演算処理をする演算ステップと、

前記演算ステップの処理による演算結果に基づいて、前記被写体の動きの変化点を特定する特定ステップと、

を含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 8】

50

コンピュータを、
被写体の動きが連続的に撮像された複数の画像のデータを取得する取得手段、
前記取得手段により取得された複数の画像のデータから、時間的に隣接した前記複数の画像のデータ間の差分画像のデータを夫々生成する第1生成手段、
前記第1生成手段により生成された差分画像のデータから、被写体の動きを特定するための画像のデータを生成する第2生成手段、
前記第2生成手段により生成された画像のデータに演算処理をする演算手段、
前記演算手段による演算結果に基づいて、前記被写体の動きの変化点を特定する特定手段、
として機能させることを特徴とするプログラム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の画像から被写体の動きを特定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に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、ゴルフクラブのスイングフォームの確認のために、ゴルフクラブのスイングに係る一連の動作を撮像する技術がある（特許文献1）。この特許文献1では、ゴルフクラブのスイングを行う者を被写体として、被写体の正面方向から、スイングの開始から終了に到るまでの動作を連続的に撮像し、その結果得られる複数の連続した画像から、各スイングの姿勢（例えば、トップ、インパクト、フォロー等）に対応する画像を特定する。具体的には、上記特許文献1は、上述のスイングの姿勢に対応する画像の特定を、設定したフレーム数に基づいて行い、各スイングに対応した姿勢の画像を決定する。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-263169号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

しかしながら、上記特許文献1では、設定したフレーム数に対応して各スイングの姿勢を特定するため、ユーザが当該所定のフレーム数に合わないスイング動作をした場合には、各スイングの姿勢の画像を特定するタイミングがずれてしまう虞があった。

【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、複数の画像から被写体の動きを特定する精度を向上させ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を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

40

上記目的を達成するため、本発明の一態様の画像処理装置は、被写体の動きが連続的に撮像された複数の画像のデータを取得する取得手段と、前記取得手段により取得された複数の画像のデータから、時間的に隣接した前記複数の画像のデータ間の差分画像のデータを夫々生成する第1生成手段と、前記第1生成手段により生成された差分画像のデータから、被写体の動きを特定するための画像のデータを生成する第2生成手段と、前記第2生成手段により生成された画像のデータに演算処理をする演算手段と、前記演算手段による演算結果に基づいて、前記被写体の動きの変化点を特定する特定手段と、を備えることを特徴とする。

【0007】

また、上記目的を達成するため、本発明の一態様の画像処理方法は、被写体の動きを連

50

続的に撮像した結果得られる複数の画像のデータを取得する取得ステップと、前記取得ステップの処理により連続的に撮像された前記複数の画像のデータから、隣接した画像間の差分画像のデータを夫々生成する第1生成ステップと、前記第1生成ステップの処理により生成された差分画像のデータから、演算処理のための画像のデータを生成する第2生成ステップと、前記第2生成ステップの処理により生成された画像のデータを処理対象として演算処理を実行する演算ステップと、前記演算ステップによる演算結果に基づいて、前記被写体の動きの軌跡から変化点を特定する特定ステップと、を含むことを特徴とする。

【0008】

また、上記目的を達成するため、本発明の一態様のプログラムは、コンピュータを、被写体の動きを連続的に撮像した結果得られる複数の画像のデータを取得する取得手段、前記取得手段により連続的に撮像された前記複数の画像のデータから、隣接した画像間の差分画像のデータを夫々生成する第1生成手段、前記第1生成手段により生成された差分画像のデータから、演算処理のための画像のデータを生成する第2生成手段、前記第2生成手段により生成された画像のデータを処理対象として演算処理を実行する演算手段、前記演算手段による演算結果に基づいて、前記被写体の動きの軌跡から変化点を特定する特定手段、として機能させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、複数の画像から被写体の動きを特定する精度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

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

【図2】図1の撮像装置の機能的構成のうち、グラフ表示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3】図1の撮像装置の機能的構成のうち、グラフ表示処理を実行するための機能的構成を示す機能ブロック図である。

【図4】本実施形態における撮像装置のグラフ表示処理の動作を示すフローチャートである。

【図5】ユーザが初期フレームからボール位置を指定する手法の一例を説明するための模式図である。

【図6】連写画像P_tのデータから強調画像C_tのデータを生成するまでの過程の一例を示す模式図である。

【図7】式(2)に従ってハフ変換されたことによって得られる正弦曲線を示すグラフの一例である。

【図8】撮像されたスイングの撮像画像におけるクラブの角度の変遷を示すグラフである。

【図9】図7のクラブの回転角度とフレームとの関係を示すグラフに特定したスイングの姿勢を示すグラフである。

【図10】強調画像C_tの画素書き換え処理の動作を示すフローチャートである。

【図11】非投票領域の決定を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施形態について、図面を用いて説明する。

【0012】

図1は、本発明の一実施形態に係る撮像装置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1は、例えばデジタルカメラとして構成される。

【0013】

撮像装置 1 は、CPU 1 1 (Central Processing Unit) 1 1 と、ROM (Read Only Memory) 1 2 と、RAM (Random Access Memory) 1 3 と、画像処理部 1 4 と、グラフ作成部 1 5 と、バス 1 6 と、入出力インターフェース 1 7 と、撮像部 1 8 と、入力部 1 9 と、出力部 2 0 と、記憶部 2 1 と、通信部 2 2 と、ドライブ 2 3 と、を備えている。

【0014】

CPU 1 1 は、ROM 1 2 に記録されているプログラム、又は、記憶部 2 1 から RAM 1 3 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。

【0015】

RAM 1 3 には、CPU 1 1 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。

【0016】

画像処理部 1 4 は、記憶部 2 1 等に記憶される各種画像データの画像の処理を行う。画像処理部 1 4 の詳細については、後述する。

【0017】

グラフ作成部 1 5 は、各種データからグラフの作成を行う。グラフ作成部 1 5 の詳細については、後述する。

ここで、グラフとは、数量の時間変化や大小関係、割合などを、視覚的に表現した図のことである。また、グラフを作成する又はグラフ化するとは、グラフを含む画像のデータ（以下、「グラフデータ」とも適宜いう）を作成する処理をいう。

【0018】

CPU 1 1、ROM 1 2、RAM 1 3、画像処理部 1 4 及びグラフ作成部 1 5 は、バス 1 6 を介して相互に接続されている。このバス 1 6 にはまた、入出力インターフェース 1 7 も接続されている。入出力インターフェース 1 7 には、撮像部 1 8、入力部 1 9、出力部 2 0、記憶部 2 1、通信部 2 2 及びドライブ 2 3 が接続されている。

【0019】

撮像部 1 8 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。

【0020】

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。

【0021】

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、デジタル信号が生成され、撮像部 1 8 の出力信号として出力される。

このような撮像部 1 8 の出力信号を、以下、「撮像画像のデータ」と呼ぶ。撮像画像のデータは、CPU 1 1 や画像処理部 1 4 等に適宜供給される。

【0022】

入力部 1 9 は、各種釐等で構成され、ユーザの指示操作に応じて各種情報を入力する。

出力部 2 0 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。

10

20

30

40

50

記憶部 21 は、ハードディスク或いは D R A M (D y n a m i c R a n d o m A c c e s s M e m o r y) 等で構成され、各種画像のデータを記憶する。

通信部 22 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。

【 0 0 2 3 】

ドライブ 23 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 23 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 21 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 21 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 21 と同様に記憶することができる。

10

【 0 0 2 4 】

次に、撮像装置 1 の機能的構成のうち、グラフ表示処理を実行するための機能的構成を説明する。

グラフ表示処理とは、被写体のゴルフの一連のスイング動作を撮像した結果得られる動画像の中から、複数の撮像画像を選択し、当該複数の撮像画像から、ゴルフのクラブ位置を抽出して、その抽出結果に基づいて、スイングにおけるクラブ位置の変化を表したグラフを作成して表示するまでの一連の処理をいう。

ここで、動画像には、いわゆる映像のみならず、連写により撮像された複数の撮像画像の組も含まれている。即ち、撮像により得られた動画像は、フレームやフィールドといった撮像画像 (以下、「単位画像」と呼ぶ) が連続して複数枚配置されることによって構成される。

20

なお、ここでは説明の簡略上、具体例として右利きの被写体を撮像し、その撮像画像からクラブ位置の変化を表したグラフを作成する例について説明するが、左利きの被写体の場合も全く同様にしてグラフを作成することが可能になる。

【 0 0 2 5 】

以下、まず、撮像装置 1 の機能的構成のうち、グラフの作成に係るグラフ表示処理を実行するための機能的構成を説明する。次に、撮像装置 1 の機能的構成のうち、グラフの表示に係るグラフ表示処理を実行するための機能的構成を説明する。

【 0 0 2 6 】

図 2 及び図 3 は、図 1 の撮像装置 1 の機能的構成のうち、グラフ表示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。

30

【 0 0 2 7 】

C P U 11 においては、グラフ表示処理の前処理が実行される際には、図 2 に示す撮像制御部 41 が機能する。

撮像制御部 41 は、ユーザからの入力部 19 への入力操作を受けて、撮像動作を制御する。本実施形態において、撮像制御部 41 は、撮像部 18 が所定の時間間隔で被写体を連続して繰り返し撮像するように制御する。この撮像制御部 41 の制御により、所定の時間間隔毎に撮像部 18 から順次出力される撮像画像のデータの各々が記憶部 21 に記憶される。即ち、撮像制御部 41 の制御が開始されてから終了されるまでの間に、撮像部 18 から出力された順に記憶部 21 に順次記憶された複数の撮像画像の各データが単位画像のデータとなり、これらの複数の単位画像のデータの集合体が 1 つの動画像のデータを構成する。なお、以下、説明の簡略上、単位画像 (撮像画像) はフレームであるものとする。

40

【 0 0 2 8 】

画像処理部 14 においては、グラフ表示処理又はその前処理が実行される際には、図 3 に示すように、画像取得部 51 と、基準位置決定部 52 と、輝度画像変換部 53 と、差分画像生成部 54 と、強調画像生成部 55 と、ハフ変換処理部 56 と、が機能する。

【 0 0 2 9 】

画像取得部 51 は、撮像部 18 によって撮像されて動画像のデータを構成する複数のフレーム (単位画像) のデータから、T 枚 (T は 2 以上の整数値) のフレームのデータを取得する。

50

本実施形態において、画像取得部 5 1 により取得されるフレームのデータは、スイングの一連の動作を示す動画像のうち、被写体が所定の 7 種類のスイング姿勢を取っている様子がそれぞれ写った 7 (= T) 枚のフレーム (撮像画像) のデータである。

ここで、所定の 7 種類のスイングの姿勢とは、本実施形態において、「アドレス」の姿勢、「テイクバック」の姿勢、「トップ」の姿勢、「ダウンスイング」の姿勢、「インパクト」の姿勢、「フォロー」の姿勢及び「フィニッシュ」の姿勢である。

【 0 0 3 0 】

基準位置決定部 5 2 は、ユーザが入力部 1 9 を操作して動画像内からボール位置を指示すると、当該ボール位置を基準位置として決定する。このようにして決定された基準位置は、後述するハフ変換において、クラブの抽出精度を高めるために行われる非投票領域の決定の際に用いられる。

10

なお、基準位置は、ここではユーザが入力部 1 9 を操作して手動で決定するようにしたが、特にこれに限られず、撮像装置 1 が、ユーザの操作を介在せずに自律的判断で、即ち自動的に決定してもよい。例えば、撮像装置 1 は、動画像のデータを解析することによって、ボールの形状や色等からボール位置を決定してもよく、例えば、円形分離度フィルタ等を用いて自動的にボール位置を決定することができる。

【 0 0 3 1 】

輝度画像変換部 5 3 は、画像取得部 5 1 により取得された複数のフレーム (カラー画像) のデータを、輝度値のみを画素値として有する画像のデータ (以下、「輝度画像のデータ」と呼ぶ) に変換する。

20

【 0 0 3 2 】

差分画像生成部 5 4 は、輝度画像変換部 3 5 による変換後の複数の輝度画像のデータのうち、所定の 2 枚の輝度画像のデータの差分をとることによって、差分画像のデータを生成する。

本実施形態において、差分画像生成部 5 4 は、撮像順の 2 枚、即ち、時系列で隣接する 2 枚の輝度画像同士の各データの差分をとり、差分画像のデータをそれぞれ生成する。ここで、データの差分をとるとは、各画素毎に、画素値 (輝度画像の画素値なので輝度値) の差分をとることを意味する。

具体的には、差分画像生成部 5 4 は、画像取得部 5 1 により取得された範囲内において、最初に撮像されたフレームに対応する輝度画像と、2 番目に撮像されたフレームに対応する輝度画像との各データの差分をとり、1 番目の差分画像のデータを生成する。

30

また、差分画像生成部 5 4 は、2 番目に撮像されたフレームに対応する輝度画像と、3 番目に撮像されたフレームに対応する輝度画像との各データの差分をとり、2 番目の差分画像のデータを生成する。

このようにして、差分画像生成部 5 4 は、画像取得部 5 1 により取得された範囲内において、全ての輝度画像を対象に、差分画像のデータを順次生成する。

【 0 0 3 3 】

強調画像生成部 5 5 は、差分画像生成部 5 4 により生成された複数の差分画像のデータのうち、処理対象の差分画像の画素値と、当該処理対象よりも撮像順が前の差分画像の画素値とを掛け合わせる (乗算する) ことで、掛け合わされた 2 つの差分画像のうち同一の部分強調された強調画像のデータを生成する。

40

即ち、上述した例を用いて説明すると、処理対象の差分画像のデータが、 $K + 1$ (K は 2 以上の整数値) 番目のフレームと、 K 番目のフレームとの各データの差分により得られたものとする。この場合、当該処理対象よりも撮像順が前の差分画像は、 K 番目のフレームと、 $K - 1$ 番目のフレームとの各データの差分により得られたものになる。従って、掛け合わされた 2 つの差分画像のうち同一の部分とは、 K 番目の輝度画像に対応する部分を意味することになる。よって、 K 番目の輝度画像に対応する部分が強調された強調画像のデータが得られることになる。

【 0 0 3 4 】

ハフ変換処理部 5 6 は、強調画像生成部 5 5 により生成された強調画像のデータに対し

50

て、ハフ変換（Hough変換）を施す。ここで、ハフ変換とは、画像内の直線（本実施例においては、クラブを通る直線）を検出（抽出）するために、直交座標系で特定される各画素をハフ空間上の正弦曲線に変換する、といった画像処理の手法をいう。

また、本実施例において、ハフ空間上の正弦曲線が、ある特徴点の座標を通ることを「ハフ投票」するという。

本実施例においては、重み付けが考慮された状態でのハフ空間上の複数の正弦曲線が最も通る特徴点の座標を求める（ハフ投票数が最も多かったハフ空間上の座標を求める）ことにより、直交座標系におけるクラブの直線を抽出することができる。

【0035】

具体的には、ハフ変換処理部56は、非投票領域除去部561と、ハフ変換部562と、重み付け部563と、投票結果特定部564と、を備える。

10

【0036】

非投票領域除去部561は、強調画像生成部55により生成された強調画像のデータのうち、後述するハフ変換後の投票に反映させない領域（以下、「非投票領域」と呼ぶ）のデータをハフ投票対象として除去する。以下、非投票領域が除去された強調画像を、「非投票領域除去画像」という。

【0037】

ここで、非投票領域とは、撮像順に基づいて順次予想されるクラブの位置から離間した領域であり、ハフ変換後の投票に仮に反映させてしまうと、クラブ以外の直線を抽出してしまう可能性があり、クラブの直線の抽出精度を低下させるおそれがある領域をいう。

20

【0038】

具体的には、非投票領域除去部561は、ハフ変換後の投票に反映させない領域を構成する画素群の各画素値を例えば「0」に書き換えることにより、非投票領域のデータをハフ投票対象として除去する。

【0039】

また、非投票領域は、撮像順が1つ前の強調画像において特定された直線（クラブの近似直線）の角度に基づいて決定される。

ここで、本実施例においては、直線の角度の原点として、画像の水平面に垂直となった角度を原点（0度）とし、時計回りに角度が上がる（角度の正方向は時計周りである）ものとする。

30

なお、画像取得部51により取得された範囲内において、最初のフレームを含む最初の強調画像は、アドレスの姿勢付近のフレームが強調された強調画像であることを考慮すると、クラブ（その近似直線）の角度（回転角度）は0から45度の間となることから、この角度以外の領域を、ハフ投票対象としてできる限り除去する。

また、本実施形態においては、非投票領域の区切りは、0度から45度まで、45度から135度まで、135度から210度まで、210度から270度まで及び270度から320度までの区切りで行われ、特定される投票領域以外の領域がハフ投票対象としてできる限り除去される。例えば、45度から135度までの間が投票領域と特定された場合には、それ以外の角度の領域ができる限り除去される。また、予測されるどの角度位置に関わらず、ボール位置よりもクラブが下に位置することはないために、基準位置決定部52で決定された基準位置以下の領域はハフ投票対象として除去される。

40

【0040】

ハフ変換部562は、非投票領域除去画像のデータに対してハフ変換を施すことによって、非投票領域除去画像内のクラブの近似直線を特定可能な状態にする。

具体的には、ハフ変換部562は、図6の強調画像Ctをハフ変換し、図7(a)のような正弦曲線を示すグラフが得られるようにする（詳細は、後述）。

【0041】

重み付け部563は、図7(b)のように、画像の撮像順に基づいて予測されるクラブの近似直線の位置（以下、「直線位置」という）に基づいて、当該直線位置の周辺の領域の投票結果が高くなるように重み付けを高くする。

50

【 0 0 4 2 】

投票結果特定部 5 6 4 は、ハフ変換部 5 6 2 のハフ変換により算出された曲線が重み付け部 5 6 3 により重み付けされたハフ変換上で最も多く交わる座標を特定する。

具体的には、投票結果特定部 5 6 4 は、図 7 (a) のように、重み付け部 5 6 3 によって決定された重み付けに準じて、正弦曲線の通る数 (以下、「ハフ投票の値」という) を評価して、ハフ投票の値が最大となる座標 (,) を特定する。

【 0 0 4 3 】

ハフ変換部 5 6 2 は、このような最多投票数となる座標を逆ハフ変換することによって、非投票領域除去画像における、クラブの近似直線を示す領域を特定する。

【 0 0 4 4 】

ここで、グラフ作成部 1 5 は、角度決定部 1 5 1 と、グラフ化部 1 5 2 と、姿勢特定部 1 5 3 と、を備える。

角度決定部 1 5 1 は、投票結果特定部 5 6 4 での特定結果に基づいて、画像内のクラブの近似直線がなす角度 (以下、「直線の角度」という) を決定する。

【 0 0 4 5 】

グラフ化部 1 5 2 は、画像の撮像順に角度決定部 1 5 1 により決定された各画像の直線の角度 (クラブの角度) が表示されるグラフを含む画像 (グラフ画像) のデータを作成する。

【 0 0 4 6 】

姿勢特定部 1 5 3 は、画像の撮像順 (時系列) と各画像の直線の角度との関係から被写体のスイングの姿勢を特定する。

具体的には、姿勢特定部 1 5 3 は、角度が 0 度付近となる最初の画像に含まれる被写体の姿勢をアドレスの姿勢として特定する。

また、姿勢特定部 1 5 3 は、最後の画像に含まれる被写体の姿勢をフィニッシュの姿勢として特定する。

また、姿勢特定部 1 5 3 は、回転が正の回転から逆の回転に切り替わる画像に含まれる被写体の姿勢をトップの姿勢をして特定する。

また、姿勢特定部 1 5 3 は、トップの姿勢として特定された画像に含まれる被写体の姿勢からアドレスの姿勢までの画像に含まれる被写体の姿勢をテイクバックの姿勢として特定する。

また、姿勢特定部 1 5 3 は、トップの姿勢以降のクラブの角度がアドレスと同じ 0 度付近となる画像に含まれる被写体の姿勢をインパクトの姿勢として特定する。

また、姿勢特定部 1 5 3 は、インパクトの姿勢以降の画像に含まれる被写体の姿勢からフィニッシュの姿勢の以前の画像に含まれる被写体の姿勢までをフォローの姿勢として特定する。

【 0 0 4 7 】

以上、撮像装置 1 の機能的構成のうち、グラフの作成に係るグラフ表示処理を実行するための機能的構成を説明した。次に、撮像装置 1 の機能的構成のうち、グラフの表示に係るグラフ表示処理を実行するための機能的構成を説明する。

【 0 0 4 8 】

このようにして、グラフ表示処理のうち、グラフの作成に係る処理が終了すると、グラフの表示に係る処理が実行される。この場合、図 3 に示すように、CPU 1 1 においては、グラフ対応画像抽出部 4 2 と、比較用グラフ抽出部 4 3 と、表示制御部 4 4 と、が機能する。

【 0 0 4 9 】

グラフ対応画像抽出部 4 2 は、出力部 2 0 にグラフが表示されている状態で、当該グラフのうち所定位置が、ユーザの入力部 1 9 による操作により指示された場合、当該指定位置に対応する時刻に撮像された撮像画像 (フレーム) のデータを記憶部 2 1 から抽出する。

比較用グラフ抽出部 4 3 は、記憶部 2 1 に予め記憶された比較用グラフのデータを抽出

10

20

30

40

50

する。比較用グラフのデータとは、グラフ化部 152 によって新たに作成されたグラフのデータと比較するものであり、新たに作成されたものと異なるグラフのデータであれば足り、その個数やその種類は特に限定されない。例えば、新たに作成されたグラフが示すゴルフの一連のスイング動作の動作者（被写体）と同一の者が、過去に別のゴルフの一連のスイング動作をした際に作成されたグラフのデータを、比較用のグラフのデータとして採用してもよい。或いはまた、プロゴルファー等の別の者が、ゴルフの一連のスイング動作をした際に作成されたグラフのデータを、比較用のグラフのデータとして採用してもよい。

新たに作成されたグラフを鑑賞する鑑賞者は、比較用グラフと対比することにより、ゴルフのスイングフォームの評価を容易に行うことができる。

10

【0050】

表示制御部 44 は、グラフ化部 152 によってデータとして作成されたグラフを含む画像を出力部 20 から表示出力させる制御を実行する。

この場合、表示制御部 44 は、当該グラフと共に（重畳して）又は当該グラフに代えて（消去して）、比較用グラフ抽出部 43 によって抽出された比較用グラフを出力部 20 から表示出力させてもよい。

同様に、表示制御部 44 は、当該グラフと共に（重畳して）又は当該グラフに代えて（消去して）、グラフ対応画像抽出部 42 によりデータとして抽出されたフレーム（撮像画像）を出力部 20 から表示出力させてもよい。

【0051】

20

次に、本実施形態における撮像装置 1 のグラフ表示処理の動作の流れについて図 4 を用いて説明する。図 4 は、本実施形態における撮像装置 1 のグラフ表示処理の動作を示すフローチャートである。

【0052】

グラフ表示処理の前処理によって、ゴルフのスイングを行う者を被写体として、スイングの一連の動作が撮像部 18 により予め撮像されており、その結果得られる動画像のデータは記憶部 21 に予め記憶された状態となっている。

このような前処理がなされた状態で、ユーザが入力部 19 を用いて所定操作をすると、図 4 のグラフ表示処理は開始され、次のような処理が実行される。

【0053】

30

ステップ S1 において、画像取得部 51 は、初期フレームの呼び出しを行う。詳細には、画像取得部 51 は、記憶部 21 に記憶され動画像のデータのうち、アドレスの姿勢の被写体が写った最初の撮像画像（フレーム）のデータを、初期フレームのデータとして取得する。

【0054】

ステップ S2 において、基準位置決定部 52 は、ボール位置 B（x，y）の指定検出を行う。

詳細には、本実施形態においては、ステップ S1 の処理で呼び出された初期フレームが出力部 20 の表示部に表示される。ユーザは、入力部 19 を操作して、表示された初期フレームの中から、ボールが配置されていると判断できる位置を指定する。基準位置決定部 52 は、このようにしてユーザにより指定された位置 B（x，y）を、ボール位置 B（x，y）として検出する。

40

図 5 は、ユーザが初期フレームからボール位置を指定する手法の一例を説明するための模式図である。

図 5 に示すように、ユーザは、入力部 19（例えば、マウス）を操作して、出力部 20 の表示部内のカーソルをボールの位置まで移動させ、クリック操作することで、ボール位置 B（x，y）を指定することができる。

このようにして、本ステップ S2 の処理により、後述する非投票領域の決定の際の基準位置が決定される。

【0055】

50

ステップ S 3 において、輝度画像変換部 5 3 は、連写画像 P t のデータを輝度画像のデータに変換する。ここで、連写画像 P t のデータとは、画像取得部 5 1 により取得される複数のフレームのデータのうち、t 番目のフレーム F t を注目フレーム（処理対象のフレーム）とすると、注目フレーム F t とその前後のフレーム F t - 1 , F t + 1 の各データの集合体をいう。

従って、フレーム F t - 1 , F t , F t + 1 が画像取得部 5 1 によって取得されて、輝度画像変換部 5 3 によって輝度画像のデータに変換される。

【 0 0 5 6 】

実際には、画像取得部 5 1 は、本実施形態においては、アドレスの状態からフィニッシュの状態までの間の各様子をそれぞれ示す複数のフレームのデータを取得する。従って、1 番目のフレーム F 1 は、アドレスの姿勢に対応する撮像画像であり、最後のフレームは、フィニッシュの姿勢に対応する撮像画像である。また、アドレスの姿勢に対応する 1 番目のフレーム F 1 や、フィニッシュの姿勢に対応する最後のフレームは、例えば、記憶部 2 1 に予めデータとして記憶されている各姿勢の基準となる画像との比較に基づいて、特定される。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 4 において、差分画像生成部 5 4 は、輝度画像に変換された連写画像 P t のデータから、フレーム間差分画像 D t - 1 , D t の各データを生成する。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 5 において、強調画像生成部 5 5 は、差分画像 D t - 1 , D t の各データから、強調画像 C t のデータを生成する。

【 0 0 5 9 】

図 6 は、連写画像 P t のデータから強調画像 C t のデータを生成するまでの過程の一例を示す模式図である。

図 6 に示すように、t 番目のフレーム F t が注目フレーム（強調画像を生成するための対象フレーム）となり、当該注目フレームとその前後に隣接するフレーム、即ち、フレーム F t - 1、フレーム F t、及びフレーム F t + 1 が画像取得部 5 1 により取得される。

ステップ S 3 の処理では、輝度画像変換部 5 3 により、各フレーム F t - 1 , F t , F t + 1 の各データがそれぞれ輝度画像のデータに変換される（同図中、輝度画像は図示せず）。

次に、ステップ S 4 の処理で、差分画像生成部 5 4 により、差分画像 D t - 1 , D t の各データが生成される。具体的には、フレーム F t - 1 と、注目フレーム F t との各データの差分から、差分画像 D t - 1 のデータが生成される。また、注目フレーム F t と、フレーム F t + 1 との各データの差分から、差分画像 D t のデータが生成される。

次に、ステップ S 5 の処理で、強調画像生成部 5 5 により、差分画像 D t - 1 , D t の各データがかけ合わされて、強調画像 C t のデータが生成される。

この強調画像 C t は、注目フレーム F t を基準として、基準とその前後のフレーム F t - 1 , F t + 1 との前後の差分画像 D t - 1 , D t がかけ合わされたものである。このため、強調画像 C t においては、前後の差分画像 D t - 1 , D t との合致する部分、特に注目フレーム F t におけるクラブを示す部分が強調される。

【 0 0 6 0 】

ステップ S 6 において、非投票領域除去部 5 6 1 は、強調画像 C t の画素書き換え処理を行うことで、非投票領域除去画像のデータを生成する。画素書き換え処理とは、強調画像 C t を構成する各画素のうち、撮像順が注目フレーム F t よりも前のフレームから予測されるクラブ位置に基づいて、非投票領域を求め、当該日投票領域を構成する各画素の画素値（データ）を、投票対象とならない値、例えば「0」に書き換える処理をいう。強調画像 C t の画素書き換え処理のさらなる詳細については、後述するが、本ステップ S 6 の処理により生成された非投票領域除去画像のデータを、後段の処理で用いることにより、クラブの近似直線の抽出精度が向上する。

【 0 0 6 1 】

ステップ S 7 において、ハフ変換部 5 6 2 は、非投票領域除去画像のデータに対してハフ変換を施す。

即ち、非投票領域除去画像のうち画素位置 (x , y) の画素は、次の式 (1) に従って、 ρ 軸と θ 軸とから構築されるハフ空間上の正弦曲線に変換される。ここで、 ρ は、原点からの距離を指す。

【数 1】

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta \cdots (1)$$

図 7 は、式 (1) に従ってハフ変換されたことによって得られる正弦曲線を示すグラフの一例である。 10

即ち、ステップ S 7 の処理で、非投票領域除去画像のデータに対してハフ変換が施されると、図 7 (a) に示すようなハフ投票が可能な曲線 (白線) が抽出される。

【0062】

ステップ S 8 において、重み付け部 5 6 3 は、前回に注目フレームであったフレーム F_{t-1} についてのハフ変換の結果 (θ_{t-1} , ρ_{t-1}) (以下、「前フレーム結果 (θ_{t-1} , ρ_{t-1}) 」という) による現在の注目フレーム F_t の予測値 (θ_t , ρ_t) を算出することによって、ハフ変換結果の重み付けを行う。

詳細には、重み付け部 5 6 3 は、図 7 (b) に示すように推測されるクラブ位置付近の領域でのハフ投票の値が高く評価されるように、次の式 (2) 及び式 (3) に従った演算を行うことで重み付けを行う。 20

【数 2】

$$\delta\theta = k(\theta_{t-2} - \theta_{t-3}) + (1-k)(\theta_{t-1} - \theta_{t-2}) \quad (0 \leq k \leq 1) \cdots (2)$$

【数 3】

$$\delta\rho = l(\rho_{t-2} - \rho_{t-3}) + (1-l)(\rho_{t-1} - \rho_{t-2}) \quad (0 \leq l \leq 1) \cdots (3)$$

即ち、重み付けは、図 7 (b) に示すように、前のフレームのクラブ角度から予測される注目フレーム F_t におけるクラブの近似直線の予測結果の座標位置が最も高くなり、その周囲にいくに従って徐々に低くなるように設定される。 30

なお、本実施例において、 k , l の値は、0.3 から 0.8 の間の値とする。

【0063】

ステップ S 9 において、投票結果特定部 5 6 4 は、最大値をとる座標 (θ_t , ρ_t) を取得する。そして、ハフ変換部 5 6 2 は、取得した最大値をとる座標 (θ_t , ρ_t) に基づいて逆ハフ変換を行い、注目フレーム F_t におけるクラブの近似直線を決定する。決定されたクラブの近似直線は、角度決定部 1 5 1 によりその角度 (クラブの角度) が特定される。このようにして、注目フレーム F_t における直線の角度の特定が行われる。

【0064】

ステップ S 10 において、CPU 11 は、全フレームの処理をしたか否かを判定する。即ち、全てのフレームが注目フレームに設定されて、各々のクラブの角度の特定処理 (ステップ S 5 乃至ステップ S 9 の処理) が行われたか否かが判定される。

【0065】

まだ注目フレームに設定されていないフレームが存在する場合、ステップ S 10 において NO であると判定されて、処理はステップ S 11 に進む。

ステップ S 11 において、CPU 11 は、注目フレームの番号 t を 1 だけインクリメントする ($t = t + 1$)。これにより次のフレームが注目フレームに設定され、処理はステップ S 3 に進み、それ以降の処理が実行されることによって、当該注目フレームのクラブの角度が特定される。 50

全てのフレームが注目フレームに設定されて、その都度、このようなステップ S 3 乃至 S 1 1 のループ処理が繰り返し実行されることによって、全てのフレームのクラブの角度が特定される。すると、ステップ S 1 0 において Y E S であると判定され、処理はステップ S 1 2 に進む。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 1 2 において、グラフ化部 1 5 2 は、クラブの角度の時系列軌跡をグラフ化する。詳細には、グラフ化部 1 5 2 は、算出された各フレームのクラブ角度を、撮像順の時系列に並べて表示可能なグラフの画像を生成する（図 7 を参照）。図 8 は、撮像されたスイングの撮像画像におけるクラブの角度の変遷を示すグラフである。本グラフにおいて、縦軸はクラブの角度（ ）を示し、横軸は撮像時間順のフレームを示す。

10

【 0 0 6 7 】

また、グラフ化に際して、姿勢特定部 1 5 3 は、図 9 に示すように、クラブの角度とフレームの撮像順とからスイングの姿勢を特定する。本実施形態においては、最初のフレームから逆回転となる角度のフレーム（角度の増加が収束するフレーム）までをバックスイングとし、バックスイングとなるフレームから角度が 0 度となるフレームまでをダウンスイングとする。この際、バックスイングの切り替わりのフレームをトップとし、角度が 0 度となるフレームをインパクトとする。またインパクト以降をフォロースイングとする。図 9 は、図 7 のクラブの角度とフレームとの関係を示すグラフに特定したスイングの姿勢を示すグラフである。

【 0 0 6 8 】

20

ステップ S 1 3 において、C P U 1 1 は、比較用グラフとの比較指示があるか否かを判断する。詳細には、C P U 1 1 は、ユーザによる入力部 1 9 への比較指示の入力操作がされたか否かを判断する。

ユーザによる入力部 1 9 への比較指示の入力操作がされた場合には、処理は Y E S であり、ステップ S 1 4 に進む。

ユーザによる入力部 1 9 への比較指示の入力操作がされない場合には、処理は N O であり、ステップ S 1 5 に進む。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 1 4 において、出力部 2 0 は、グラフに比較用グラフを重畳表示する。詳細には、比較指示の入力操作がされているため、比較用グラフ抽出部 4 3 により記憶部 2 1 から比較用グラフが取得され、その後、表示制御部 4 4 は、比較用グラフと本処理により作成されたグラフとを重ね合わせて表示するように出力部 2 0 の表示出力を制御する。その後処理は終了する。

30

【 0 0 7 0 】

ステップ S 1 5 において、出力部 2 0 は、グラフを表示する。詳細には、出力部 2 0 は、表示制御部 4 4 により、作成されたグラフを表示するように制御される。その後処理は終了する。

【 0 0 7 1 】

次に、ステップ S 6 の強調画像 C t の画素書き換え処理の動作の流れについて図 9 を用いて説明する。図 1 0 は、強調画像 C t の画素書き換え処理の動作を示すフローチャートである。

40

【 0 0 7 2 】

ステップ S 3 1 において、非投票領域除去部 5 6 1 は、前フレーム結果（ $t - 1$, $t - 1$ ）により画素値の書き換えを行う。以降のステップにおいては、非投票領域除去部 5 6 1 は、前フレーム結果（ $t - 1$, $t - 1$ ）に基づいて予想されるクラブの角度に応じて、非投票領域を決定し、該当する領域の画素値を 0 に設定する。

例えば、2 番目のフレームである場合（前フレームが最初のフレームの場合）には、最初のフレームは、アドレスの姿勢の画像であるため、クラブの角度は 0 である。このため、予想されるクラブの角度が 0 度から 4 5 度の間（ $0 \leq t - 1 < 4 5$ ）にあるため、ステップ S 3 2 に進む。

50

また、前のフレームのクラブの角度が 45 度に近い場合であり、フレーム間の角度変化の具合から判断して、クラブの角度が 45 度を越えると予想される場合には、クラブの角度が 45 度から 135 度の間 ($45 \leq \theta_t - \theta_{t-1} < 135$) にあるために、ステップ S33 に進む。

また、前のフレームのクラブの角度が 135 度に近い場合であり、フレーム間の角度変化の具合から判断して、クラブの角度が 135 度を越えると予想される場合には、回転角度が 135 度から 210 度の間 ($135 \leq \theta_t - \theta_{t-1} < 210$) にあるために、ステップ S34 に進む。

また、前のフレームの回転角度が 210 度に近い場合であり、フレーム間の角度変化の具合から判断して、クラブの角度が 210 度を越えると予想される場合には、回転角度が 210 度から 270 度の間 ($210 \leq \theta_t - \theta_{t-1} < 270$) にあるために、ステップ S35 に進む。

また、前のフレームのクラブの角度が 270 度に近い場合であり、フレーム間の角度変化の具合から判断して、クラブの角度が 270 度を越えると予想される場合には、クラブの角度が 270 度から 320 度の間 ($270 \leq \theta_t - \theta_{t-1} < 320$) にあるために、ステップ S36 に進む。

なお、ゴルフのスイングの特性上、アドレスからトップまでと、トップからフィニッシュまでとは、同一のクラブの角度の変化となる。

【0073】

ステップ S32 において、非投票領域除去部 561 は、 $B(x, y)$ 以下の領域の部分の画素値を 0 にする。

具体的には、非投票領域除去部 561 は、図 11(a) 及び (b) に示すようにクラブの角度が 0 度から 45 度の場合には、ボール位置 $B(x, y)$ 以下の領域の画素値を 0 に書き換える。

つまり、予想されたクラブの角度が 0 度から 45 度の間である場合には、ボール位置となる基準位置 $B(x, y)$ よりも右側の領域へのスイングは行われないうえに、基準位置より右側の (図において紙面に対して基準位置より右側) の領域の画素値を 0 にする。つまり、図中において、指示される A 領域が非投票領域となり除去の対象となる。

なお、図 11 は、非投票領域の決定を示す模式図であり、図 11(a) はクラブの角度が 0 度の場合における非投票領域の決定の一例を示す模式図であり、図 11(b) は回転角度が 45 度付近の場合における非投票領域の決定の一例を示す模式図である。

【0074】

ステップ S33 において、非投票領域除去部 561 は、図 11(c) 及び図 11(d) の B 領域の画素値を 0 に書き換える。

【0075】

非投票領域除去部 561 は、例えば、図 11(b) に示すようにクラブの角度が 45 度の場合には、ボール位置 $B(x, y)$ 以下の領域の画素値を 0 に書き換える。

この際、予想されたクラブの角度が 45 度から 135 度の間である場合には、ボール位置となる基準位置 (x, y) よりも手前方向へのスイングは行われないうえに、基準位置の左側の (図において紙面に対して基準位置より右側) の領域の画素値を 0 に書き換える。つまり、図中において、指示される B 領域が非投票領域となり除去の対象となる。

なお、図 11(c) は、クラブの角度が 45 度の場合の非投票領域の決定の一例を示す模式図であり、図 11(d) は、クラブの角度が 135 度付近の場合における非投票領域の決定の一例を示す模式図である。

【0076】

また、非投票領域除去部 561 は、例えば、図 11(d) に示すようにクラブの角度が 135 度付近の場合には、ボール位置 $B(x, y)$ 以下の領域の画素値を 0 に書き換える。

また、クラブの角度が 135 度付近の場合には、クラブ位置は、基準位置 $(B(x, y))$ から離れるために、クラブの離れた領域分を非投票領域として除去対象とする。クラ

ブの離れた領域分は、以下の式（４）により算出される。

【数４】

$$D_x = Bx - \frac{\theta}{2} \cdots (4)$$

なお、 D_x はクラブ端部位置の x 座標値を示し、 Bx は基準位置（ボール位置）の x 座標値を示し、 θ は予想されるクラブの角度を示す。

【００７７】

ステップＳ３４において、非投票領域除去部５６１は、被写体の下半身位置以下の画素値を０に書き換える。ここで、基準となる被写体の下半身以下の領域の判断の仕方としては、算出されたクラブの回転角度がほぼ９０度となったときのクラブの位置を基準として判断すれば良い。

10

非投票領域除去部５６１は、クラブの角度が１３５度から２１０度までの間の場合には、被写体の下半身を特定して、下半身以下の領域の画素値を０に書き換える。

【００７８】

ステップＳ３５において、非投票領域除去部５６１は、被写体の下半身位置以下の画素値を０に書き換える。

非投票領域除去部５６１は、クラブの角度が２１０度から２７０度までの間の場合には、被写体の下半身を特定して、下半身以下の領域の画素値を０に書き換える。

さらに、基準位置よりも左側の領域（図において左側の領域）へのスイングは行われな

20

いたために、ボールの位置よりも左側の領域の画素値を０に書き換える。

【００７９】

ステップＳ３６において、非投票領域除去部５６１は、ボールより左側の画素値を０にする。非投票領域除去部５６１は、クラブの角度が２７０度から３２０度までの間の場合には、ボール位置である基準位置から左側（図中、紙面に対して基準位置より左側）の領域の画素値を除去対象とする。この際、ボールの左側（図中、右側）の領域の画素値を０に書き換える。

【００８０】

上述したように予想されるクラブ位置に応じて、非投票領域が決定され、非投票領域の画素値が０に書き換えられる。

30

なお、撮像順に比して、クラブの角度の変化の度合いが低くなった場合、クラブの運動は、アドレスからトップへの運動とは逆回転の運動になる（クラブの運動がトップからインパクトへの運動に切り換わる）可能性が高いため、上述したクラブ位置の予想とは逆の予想がされることになる。つまり、クラブの運動がトップからインパクトへの運動に切り換わると予想される。

即ち、本実施例では、スイング動作におけるクラブの角度は、撮像順が進むと共に、０度から４５度、４５度から１３５度、１３５度から２１０度、２１０度から２７０度、そして２７０度から３２０度と変化するため、スイング動作がアドレスからトップへの動作であると予想され、その後は、スイング動作がトップにいくに従って、一般的に、クラブの角度の変化が減少していく。そして、クラブの角度は、上述の動作とは逆に、３２０度から２７０度、２７０度から２１０度、２１０度から１３５度、１３５度から４５度、そして、４５度から０度と変化するため、スイング動作は、トップからインパクト間の動作であると予想される。また、インパクト以降のスイングの動作も同様に予想される。

40

【００８１】

従って、撮像装置１においては、スイングの一連の動作を撮像した撮像画像から、各撮像画像でのクラブの角度を決定して、スイングの姿勢を特定するグラフを作成することができる。

【００８２】

以上のように構成される撮像装置１は、画像取得部５１と、差分画像生成部５４と、強調画像生成部５５と、ハフ変換部５６２と、角度決定部１５１と、を備える。

50

画像取得部 5 1 は、被写体の動きが連続的に撮像された複数の画像のデータを取得する。

差分画像生成部 5 4 は、画像取得部 5 1 により取得された複数の画像のデータから、時間的に隣接した前記複数の画像のデータ間の差分画像のデータを夫々生成する。

強調画像生成部 5 5 は、差分画像生成部 5 4 により生成された差分画像のデータから、被写体の動きを特定するための画像のデータを生成する。

ハフ変換部 5 6 2 は、強調画像生成部 5 5 により生成された画像のデータに演算処理（ハフ変換処理）をする。

角度決定部 1 5 1 は、ハフ変換部 5 6 2 による演算結果に基づいて、被写体の動きの変化点を特定する。

【0083】

従って、本発明の撮像装置 1 では、取得した一連の撮像画像からクラブの角度を特定することができる。また、特定されたクラブの角度に基づいて、被写体のスイング姿勢を特定することができる。さらに、被写体のスイング姿勢によって、スイングの評価等に用いることができる。

【0084】

また、撮像装置 1 は、ハフ変換部 5 6 2 によるハフ変換の投票結果に基づいて、角度決定部 1 5 1 により特定されたクラブの角度を表すグラフのデータを作成するグラフ化部 1 5 2 を更に備える。

【0085】

従って、撮像装置 1 では、連写画像におけるクラブの角度の変化を可視化したグラフを作成することができる。ユーザは、グラフにより、クラブの角度の変化を容易に認識することができる。

【0086】

また、撮像装置 1 は、基準位置決定部 5 2 と、非投票領域除去部 5 6 1 と、を更に備える。

基準位置決定部 5 2 は、画像取得部 5 1 により取得された複数の画像のデータについての基準位置の指定を検出する。

非投票領域除去部 5 6 1 は、基準位置決定部 5 2 により検出された基準位置に基づいて、ハフ変換部 5 6 2 により生成された画像のデータの一部の領域のデータを、他のデータに置換することによって、領域を演算処理の対象から除去する。

ハフ変換部 5 6 2 は、非投票領域除去部 5 6 1 により領域が除去された画像に演算処理（ハフ変換処理）をする。

【0087】

従って、撮像装置 1 では、ハフ変換における不要な直線が抽出されることなく、ゴルフクラブの抽出精度を高くすることができる。

【0088】

また、撮像装置 1 は、比較用グラフ抽出部 4 3 と、表示制御部 4 4 と、を更に備える。

比較用グラフ抽出部 4 3 は、グラフ化部 1 5 2 により生成されたグラフのデータと比較をするための他のグラフのデータを設定する。

表示制御部 4 4 は、比較用グラフ抽出部 4 3 により設定された他のグラフのデータを第 3 生成手段により生成されたグラフのデータに重畳させて表示出力するように制御する。

【0089】

従って、撮像装置 1 では、例えば、自分のスイング動作におけるクラブの角度の変化を示すグラフに比較用グラフとなるプロのクラブの角度の変化を示すグラフを重ねて表示することができる。これにより、ユーザは、他者との比較を容易に理解することができる。また、比較用グラフとしては、プロのクラブの角度の変化に限られず、過去に解析した自分のスイング動作をグラフに重ねて比較するようにしても良い。

【0090】

また、撮像装置 1 は、複数の画像のデータを輝度画像のデータに変換する輝度画像変換

10

20

30

40

50

部をさらに備える。

差分画像生成部 54 は、前記輝度画像のデータから差分画像のデータを生成する。

【0091】

被写体の動きは、本実施形態においては、ゴルフの一連のスイング動作である。なお、被写体の動きは、ゴルフのスイング運動に限られず、棒状体が姿勢の変化と共に移動するようなものであればよく、例えば、野球、剣道、弓道等の動きであってもよい。

【0092】

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。

【0093】

なお、前後のフレームを比較して、異常な角度になっているフレームは、グラフの対象としない。従って、図に示すように、異常な値を示した画像部分は空欄となる。

【0094】

また、上述の実施形態では、強調画像生成部 55 は、強調画像を差分画像の画素値と、1 つ前の差分画像の画素値とをかけ合わせる（乗算する）ことにより生成したがこれに限られない。強調画像生成部 55 は、強調した画像を生成できればよく、例えば、各々の画素値を足しても引いて（加算・減算して）も良い。また、強調画像の生成に際しては、強調対象の画像より 1 つ前の差分画像を使用した、これに限られず、当該強調対象の画像よりも 1 つ後ろの差分画像を用いても良いし、複数枚（3 枚以上）の画像を用いることによって強調画像を生成するようにしても良い。

【0095】

また、上述の実施形態では、重み付け部 563 は、投票結果において、推測されるクラブ位置付近の領域が高く評価されるように構成したがこれに限られない。すなわち、投票結果において、推測されるクラブ位置付近の領域が相対的に高く評価されれば良いため、例えば、推測されるクラブ位置付近の領域以外の領域が低く評価されるように構成してもよい。

【0096】

また、上述の実施形態では、右利きのスイングを行う者を被写体として撮像し、その撮像画像からクラブ位置の変化を表したグラフを作成する例について説明したが、左利きのスイングを行う者を被写体として撮像し、その撮像画像からクラブ位置の変化を表したグラフを作成することも可能である。この場合には、上述した実施形態とは、逆のアルゴリズムを用いて処理を行ったり、撮像画像を周知の鏡像処理を使用して反転させて処理を行ったりすること等により可能となる。

【0097】

また、上述の実施形態では、本発明が適用される撮像装置 1 は、デジタルカメラ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、グラフ表示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、ポータブルゲーム機等に適用可能である。

【0098】

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 2 及び図 3 の機能的構成は例示に過ぎず、特に限定されない。即ち、上述した一連の処理を全体として実行できる機能が撮像装置 1 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 2 及び図 3 の例に限定されない。

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

【0099】

10

20

30

40

50

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。

【0100】

このようなプログラムを含む記録媒体は、ユーザにプログラムを提供するために装置本体とは別に配布される図1のリムーバブルメディア31により構成されるだけでなく、装置本体に予め組み込まれた状態でユーザに提供される記録媒体等で構成される。リムーバブルメディア31は、例えば、磁気ディスク（フロッピディスクを含む）、光ディスク、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）等により構成される。光磁気ディスクは、MD（Mini-Disk）等により構成される。また、装置本体に予め組み込まれた状態でユーザに提供される記録媒体は、例えば、プログラムが記録されている図1のROM12や、図1の記憶部21に含まれるハードディスク等で構成される。

10

【0101】

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。

20

また、本明細書において、システム用語は、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。

【0102】

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とることが可能であり、さらに、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、省略や置換等種々の変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、本明細書等に記載された発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

30

【0103】

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]

被写体の動きが連続的に撮像された複数の画像のデータを取得する取得手段と、
前記取得手段により取得された複数の画像のデータから、時間的に隣接した前記複数の画像のデータ間の差分画像のデータを夫々生成する第1生成手段と、
前記第1生成手段により生成された差分画像のデータから、被写体の動きを特定するための画像のデータを生成する第2生成手段と、
前記第2生成手段により生成された画像のデータに演算処理をする演算手段と、
前記演算手段による演算結果に基づいて、前記被写体の動きの変化点を特定する特定手段と、
を備えることを特徴とする画像処理装置。

40

[付記2]

前記演算手段による演算結果に基づいて、前記特定手段により特定された変化点を表すグラフのデータを作成する第3生成手段をさらに備えることを特徴とする付記1に記載の画像処理装置。

[付記3]

前記取得手段により取得された前記複数の画像のデータについての基準位置の指定を検出する検出手段と、

前記検出手段により検出された前記基準位置に基づいて、前記演算手段による演算処理

50

のために、前記 2 生成手段により生成された前記画像のデータの一部の領域のデータを、他のデータに置換することによって、前記領域を演算処理の対象から除去する除去手段と、

をさらに備え、

前記演算手段は、前記除去手段により前記領域が除去された前記画像に演算処理をすることを特徴とする付記 1 又は 2 に記載の画像処理装置。

[付記 4]

前記第 3 生成手段により生成された前記グラフのデータと比較をするための他のグラフのデータを設定する設定手段と、

前記設定手段により設定された他のグラフのデータを前記第 3 生成手段により生成されたグラフのデータに重畳させて表示出力するように制御する表示制御手段と、

をさらに備えることを特徴とする付記 2 に記載の画像処理装置。

[付記 5]

前記複数の画像のデータを輝度画像のデータに変換する変換手段をさらに備え、

前記第 1 生成手段は、前記輝度画像のデータから差分画像のデータを生成することを特徴とする付記 1 乃至 4 記載の画像処理装置。

[付記 6]

前記被写体の動きは、ゴルフの一連のスイング動作である、

ことを特徴とする付記 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

[付記 7]

被写体の動きが連続的に撮像された複数の画像のデータを取得する取得ステップと、

前記取得ステップの処理により取得された複数の画像のデータから、時間的に隣接した前記複数の画像のデータ間の差分画像のデータを夫々生成する第 1 生成ステップと、

前記第 1 生成ステップの処理により生成された差分画像のデータから、被写体の動きを特定するための画像のデータを生成する第 2 生成ステップと、

前記第 2 生成ステップの処理により生成された画像のデータに演算処理をする演算ステップと、

前記演算ステップの処理による演算結果に基づいて、前記被写体の動きの変化点を特定する特定ステップと、

を含むことを特徴とする画像処理方法。

[付記 8]

コンピュータを、

被写体の動きが連続的に撮像された複数の画像のデータを取得する取得手段、

前記取得手段により取得された複数の画像のデータから、時間的に隣接した前記複数の画像のデータ間の差分画像のデータを夫々生成する第 1 生成手段、

前記第 1 生成手段により生成された差分画像のデータから、被写体の動きを特定するための画像のデータを生成する第 2 生成手段、

前記第 2 生成手段により生成された画像のデータに演算処理をする演算手段、

前記演算手段による演算結果に基づいて、前記被写体の動きの変化点を特定する特定手段、

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】

【 0 1 0 4 】

1・・・撮像装置，14・・・画像処理部，15・・・グラフ作成部，16・・・バス，17・・・入出力インターフェース，18・・・撮像部，19・・・入力部，20・・・出力部，21・・・記憶部，22・・・通信部，23・・・ドライブ，31・・・リムーバブルメディア，41・・・撮像制御部，42・・・グラフ対応画像抽出部，43・・・比較用グラフ取得部，44・・・表示制御部，51・・・画像取得部，52・・・基準位置決定部，53・・・輝度画像変換部，54・・・差分画像生成部，55・・・強調画像生成部，56・・・ハフ変換処理部，151・・・角度決定部，152・・・グラフ化部

10

20

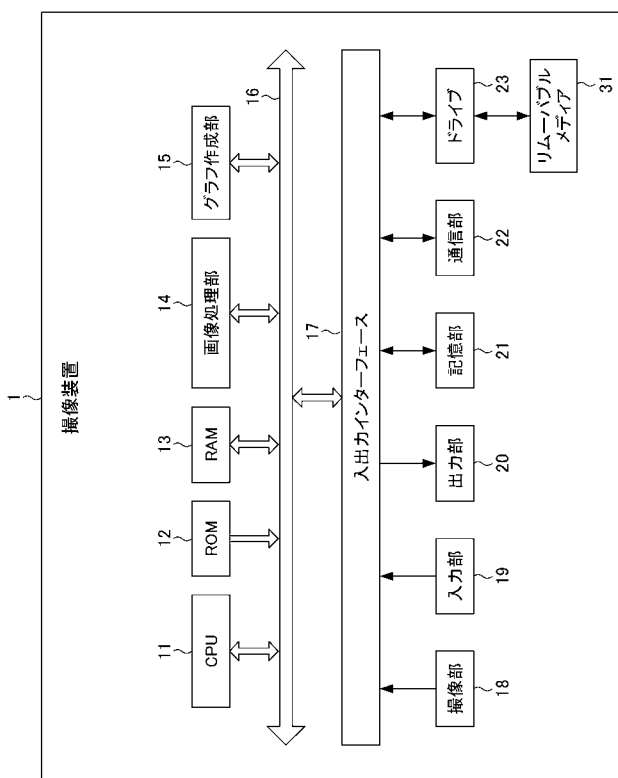
30

40

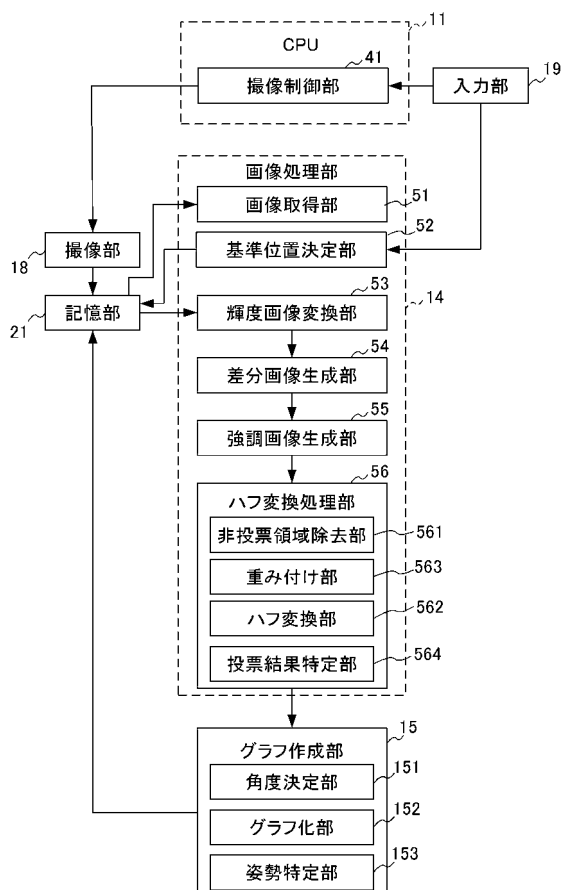
50

， 1 5 3 . . . 姿勢特定部， 5 6 1 . . . 非投票領域除去部， 5 6 2 . . . ハフ変換部，
5 6 3 . . . 重み付け部， 5 6 4 . . . 投票結果特定部

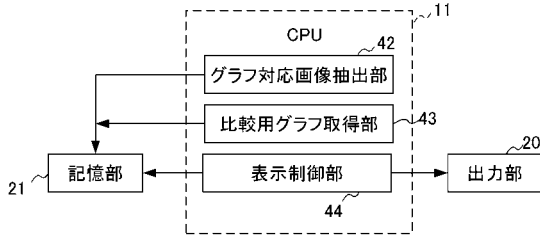
【 図 1 】



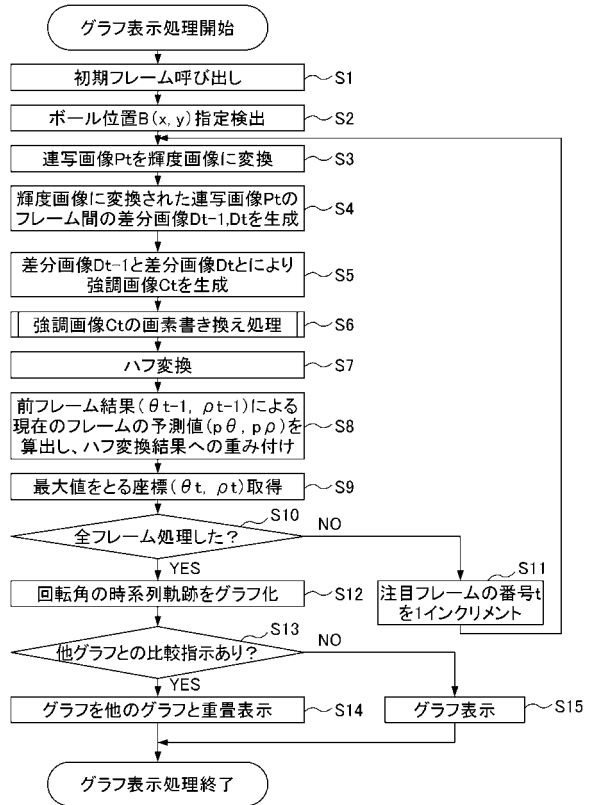
【圖 2】



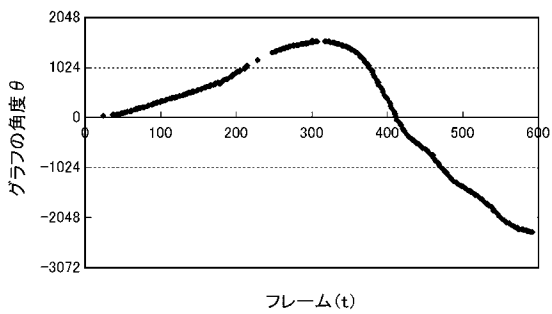
【図 3】



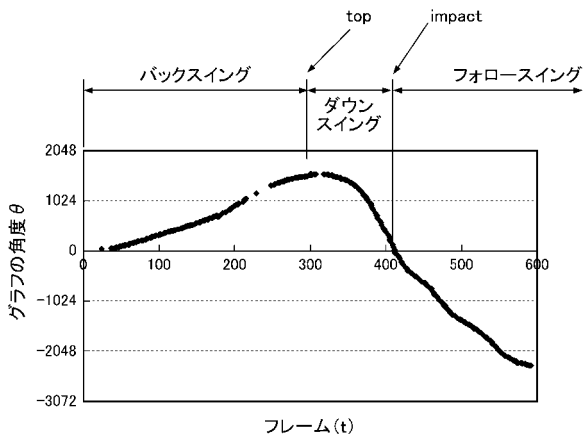
【図 4】



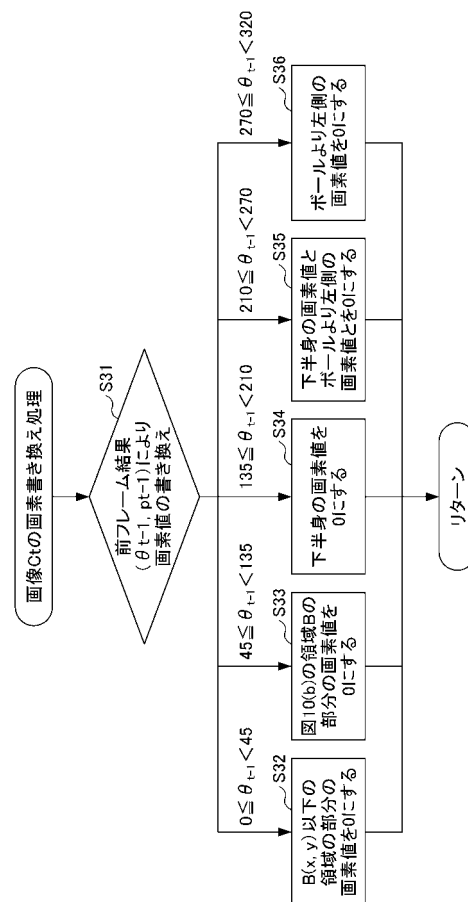
【図 8】



【図 9】



【図 10】

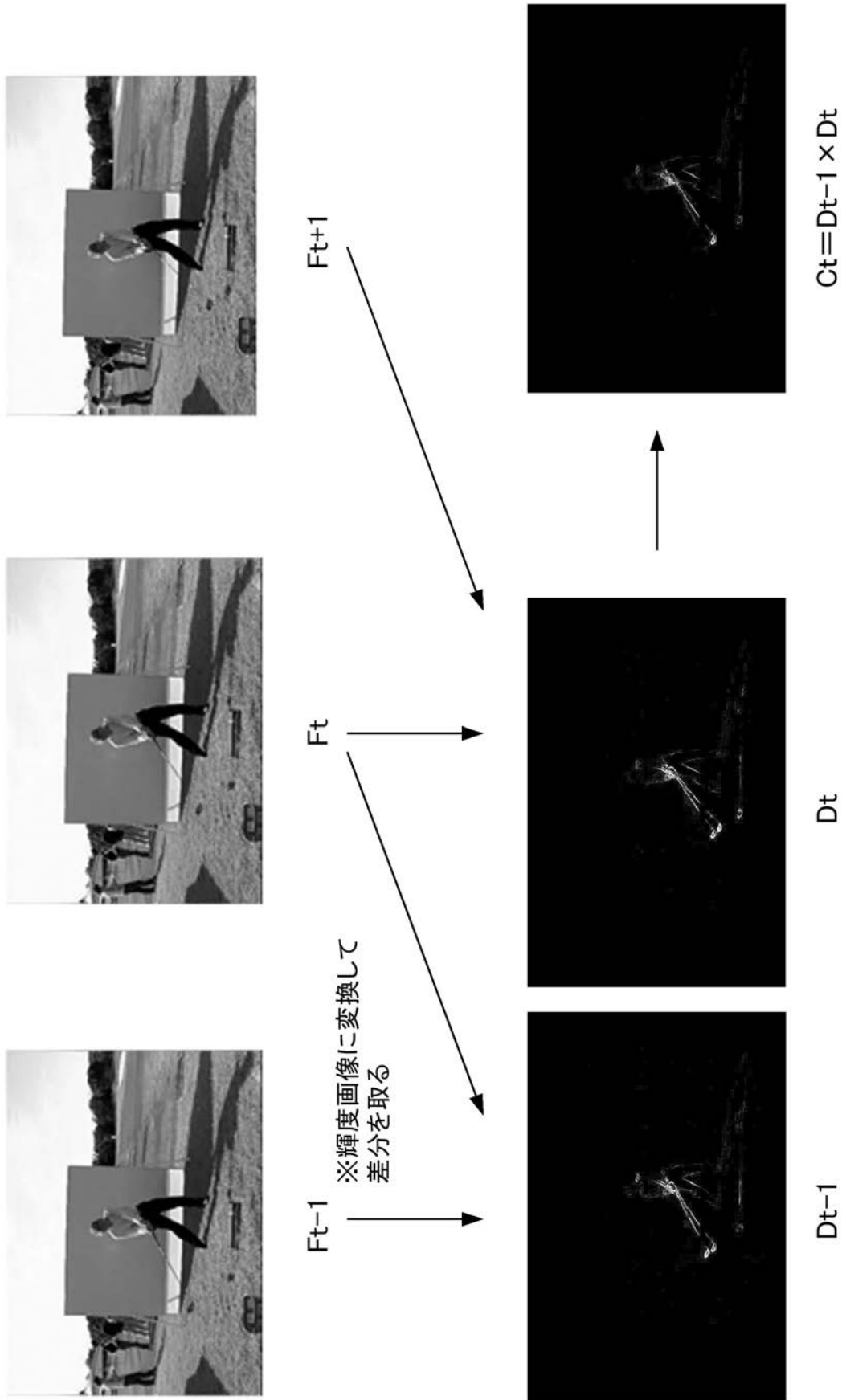


【図 5】

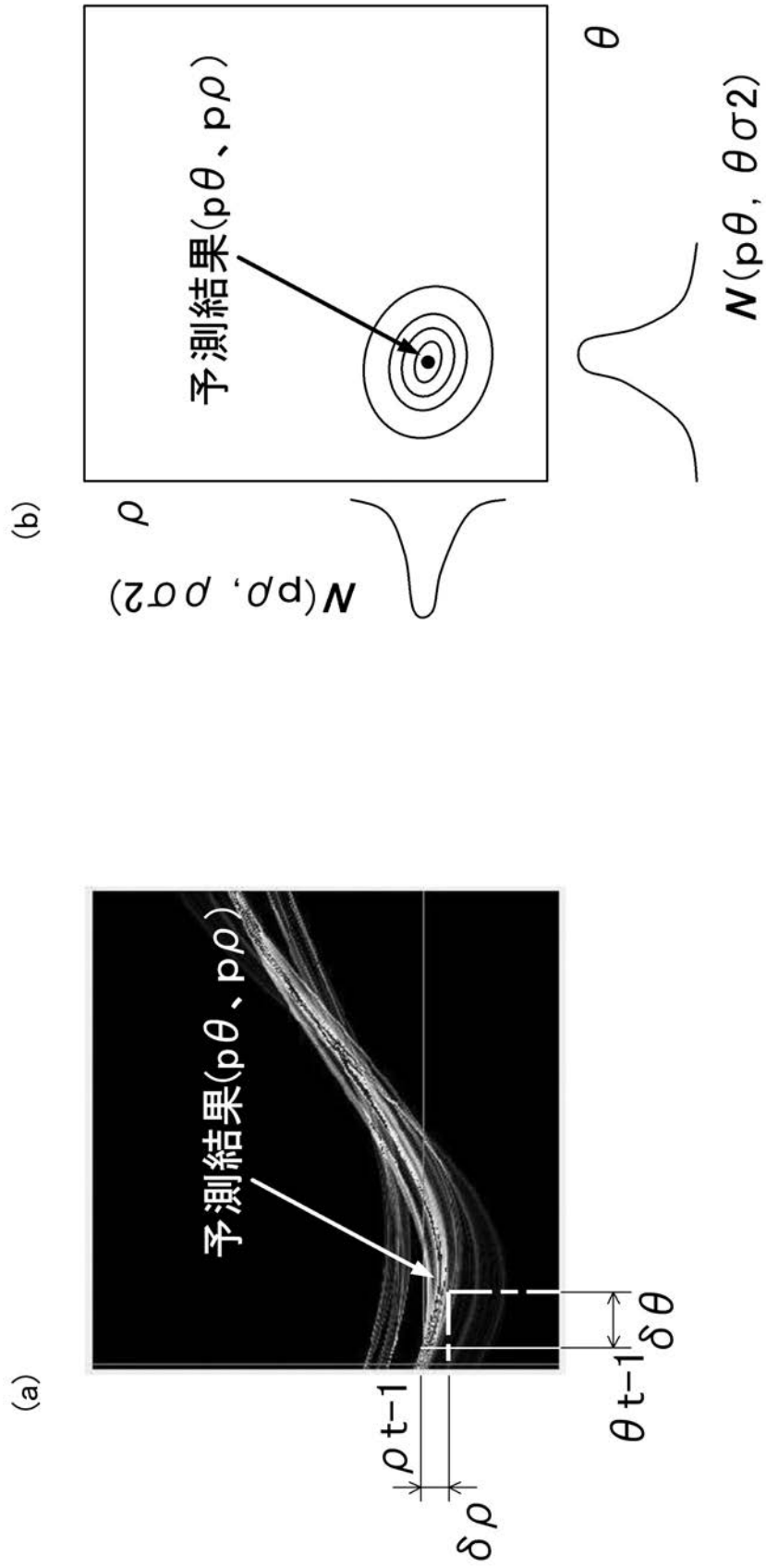


ボール位置をクリック $B(x,y)$

【 図 6 】



【 図 7 】



【図 11】

