

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6579816号
(P6579816)

(45) 発行日 令和1年9月25日(2019.9.25)

(24) 登録日 令和1年9月6日(2019.9.6)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4N	5/232	(2006.01)	HO4N	5/232	480
GO6T	7/20	(2017.01)	GO6T	7/20	
HO4N	101/00	(2006.01)	HO4N	5/232	290
			HO4N	101:00	

請求項の数 9 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2015-122953 (P2015-122953)	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成27年6月18日(2015.6.18)	(74) 代理人	100114775 弁理士 高岡 亮一
(65) 公開番号	特開2017-11397 (P2017-11397A)	(74) 代理人	100121511 弁理士 小田 直
(43) 公開日	平成29年1月12日(2017.1.12)	(72) 発明者	川村 勇太 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
審査請求日	平成30年6月12日(2018.6.12)	(72) 発明者	寺澤 見 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		審査官	大西 宏

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】

複数の画像間の動きベクトルを検出する画像処理装置であって、
前記画像と、前記画像に対応する奥行情報を入力する入力手段と、
前記入力手段により入力された画像と奥行情報を記憶する記憶手段と、
前記記憶手段に記憶された第1の画像の特徴点を抽出する抽出手段と、
前記抽出手段により抽出した特徴点を含む第1の領域と、前記入力手段により入力される第2の画像の内、前記第1の領域に対応する第2の領域の類似度を判定する類似度判定手段と、

前記類似度判定手段の判定結果から、前記第1の画像と前記第2の画像との間の前記特徴点の動きベクトルを検出する第1の検出手段と、

前記記憶手段に記憶された前記第1の画像に対応する第1の奥行情報と、前記第2の画像に対応する第2の奥行情報に基づいて、前記特徴点の信頼度を判定する信頼度判定手段と、

前記信頼度判定手段による信頼度の判定結果に基づいて、前記第1の画像と前記第2の画像との間の画像全体の動きベクトルを検出する第2の検出手段と

を備える

ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記信頼度判定手段は、前記第1の奥行情報と前記第2の奥行情報から、前記第1の画

10

20

像の特徴点と前記特徴点に対応する前記第 2 の画像の特徴点との奥行の差を算出し、前記奥行の差が開くにつれて、前記第 1 の画像の特徴点の信頼度を低く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】

前記信頼度判定手段は、前記第 1 の奥行情報と前記第 2 の奥行情報から、前記第 1 の領域で奥行が変化している場合、前記奥行の差を算出して、信頼度を判定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】

前記抽出手段は、予め決められた個数の特徴点を抽出することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

10

【請求項 5】

前記第 1 の検出手段により検出された動きベクトルを調整するベクトル調整手段をさらに備え、

前記ベクトル調整手段は、前記奥行情報から奥行の基準となる基準奥行を設定し、前記設定した基準奥行に基づいて前記動きベクトルを調整することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記ベクトル調整手段は、前記設定した基準奥行に合わせて前記動きベクトルの向きと大きさを調整することを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理装置。

20

【請求項 7】

前記信頼度判定手段は、前記第 1 の奥行情報と前記第 2 の奥行情報に基づいて、前記第 1 の画像と前記第 2 の画像の画像間の信頼度を判定し、

第 2 の検出手段は、前記特徴点の信頼度と前記画像間の信頼度に基づいて前記画像全体の動きベクトルを検出する

ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

複数の画像間の動きベクトルを検出する画像処理方法であって、

前記画像と、前記画像に対応する奥行情報を入力する入力工程と、

前記入力工程において入力された画像と奥行情報を記憶する記憶工程と、

前記記憶工程において記憶された第 1 の画像の特徴点を抽出する抽出工程と、

前記抽出工程において抽出した特徴点を含む第 1 の領域と、前記入力工程において入力される第 2 の画像の内、前記第 1 の領域に対応する第 2 の領域の類似度を判定する類似度判定工程と、

30

前記類似度判定工程における判定結果から、前記第 1 の画像と前記第 2 の画像との間の前記特徴点の動きベクトルを検出する第 1 の検出工程と、

前記記憶工程において記憶された前記第 1 の画像に対応する第 1 の奥行情報と、前記第 2 の画像に対応する第 2 の奥行情報に基づいて、前記特徴点の信頼度を判定する信頼度判定工程と、

前記信頼度判定工程における信頼度の判定結果に基づいて、前記第 1 の画像と前記第 2 の画像との間の画像全体の動きベクトルを検出する第 2 の検出工程と

40

を有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置の各手段としてコンピュータを機能させるためのプログラム。

【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。

50

【背景技術】

【0002】

デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ等の撮像装置を用いて撮影された映像に対して手ぶれ補正を施すためには、フレーム画像間の動き量を検出して複数枚の画像に対して位置合わせを行う必要がある。フレーム画像間の動き量を検出する方法としては、ジャイロセンサのような外部機器の情報を用いたり、撮影されたフレーム画像から動き量を推定する方法等がある。

【0003】

フレーム画像を用いた動き量推定の方法は従来から種々提案されているが、その代表的なものとしてテンプレートマッチングによる動きベクトル検出がある。テンプレートマッチングでは、まず、映像中のある2枚のフレーム画像の一方を基準画像、もう一方を参照画像とする。そして、基準画像上に配置した所定の大きさの矩形領域をテンプレートブロックとし、参照画像の各位置においてテンプレートブロック内の画素値の分布との相関を求める。このとき、参照画像中で最も相関が高くなる位置がテンプレートブロックの移動先であり、基準画像上でテンプレートブロックの位置を基準とした時の移動先への向きと移動量が動きベクトルとなる。

10

【0004】

被写体の遠近の違いによって撮影された映像に視差が発生する場合、特に、テンプレート内で視差が発生する場合には、動きベクトルが正しく算出できないことがある。そこで、特許文献1では、テンプレート内で視差が発生している場合には、テンプレートサイズを小さくすることでテンプレート内の視差を小さくしている。

20

【0005】

また、動きベクトルの検出率を向上させるため、特徴点を抽出し、抽出した特徴点にテンプレートブロックを配置し、フレーム画像でテンプレートマッチングを行う技術がある。この場合、抽出される特徴点は背景、被写体の動き大きさ向き、ノイズなどの要因で、フレーム画像間で、特徴点が大きく移動してしまい、そのためフレーム画像毎にベクトルの品質が変わってしまうということがある。そこで、特許文献2では、フレーム画像で特徴点追跡を行い、その成功回数に応じて特徴点の信頼度を判定し、信頼度の低い特徴点を削除することで信頼度の高い特徴点でベクトルを検出する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平10-021403号公報

【特許文献2】特開2006-336235号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1のようにテンプレート内の視差に応じてテンプレートサイズを小さくすると、テンプレート内の変化に敏感に反応してしまい、手振れやノイズなどの影響を大きく受け、動きベクトルの検出結果が不安定になってしまう。また、特許文献2の特徴点追跡は、計算コストが高く、かつ特徴点が敏感に移動し不安定化してしまう。

40

【0008】

本発明は、上記課題を鑑みて、テンプレートマッチングにおいて、奥行情報を使用して信頼度の高い特徴点を抽出することで、安定的に動きベクトルを算出することができる画像処理装置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】

【0009】

上記の課題を解決するために、本発明に係る画像処理装置は、複数の画像間の動きベクトルを検出する画像処理装置であって、前記画像と、前記画像に対応する奥行情報を入力する入力手段と、前記入力手段により入力された画像と奥行情報を記憶する記憶手段と、

50

前記記憶手段に記憶された第1の画像の特徴点を抽出する抽出手段と、前記抽出手段により抽出した特徴点を含む第1の領域と、前記入力手段により入力される第2の画像の内、前記第1の領域に対応する第2の領域の類似度を判定する類似度判定手段と、前記類似度判定手段の判定結果から、前記第1の画像と前記第2の画像との間の前記特徴点の動きベクトルを検出する第1の検出手段と、前記記憶手段に記憶された前記第1の画像に対応する第1の奥行情報と、前記第2の画像に対応する第2の奥行情報に基づいて、前記特徴点の信頼度を判定する信頼度判定手段と、前記信頼度判定手段による信頼度の判定結果に基づいて、前記第1の画像と前記第2の画像との間の画像全体の動きベクトルを検出する第2の検出手段とを備えることを特徴とする。

【発明の効果】

10

【0010】

本発明によれば、テンプレートマッチングにおいて、奥行情報を使用し特徴点の信頼度評価を行い、信頼度の高い特徴点を抽出することで、安定的に動きベクトルを算出することができる画像処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】画像処理装置全体の構成を示すブロック図である。

【図2】特徴点抽出部の構成を示すブロック図である。

【図3】テンプレートマッチング部の構成を示すブロック図である。

【図4】信頼度判定部の構成を示すブロック図である。

20

【図5】動きベクトル検出の処理を示すフローチャートである。

【図6】特徴点抽出の処理を示すフローチャートである。

【図7】テンプレートマッチングの処理を示すフローチャートである。

【図8】テンプレートマッチングの概要図である。

【図9】信頼度判定の処理を示すフローチャートである。

【図10】信頼度判定における信頼度の変化を示すグラフである。

【図11】第2の実施形態に係る画像処理装置全体の構成を示すブロック図である。

【図12】第2の実施形態に係る動きベクトル調整部の構成を示すブロック図である。

【図13】第2の実施形態に係る動きベクトル検出の処理を示すフローチャートである。

【図14】第2の実施形態に係る動きベクトル調整の処理を示すフローチャートである。

30

【図15】第2の実施形態に係る動きベクトル調整の概要図である。

【図16】第3の実施形態に係る画像処理装置全体の構成を示すブロック図である。

【図17】第3の実施形態に係る画像間信頼度判定部の構成を示すブロック図である。

【図18】第3の実施形態に係る動きベクトル検出の処理を示すフローチャートである。

【図19】第3の実施形態に係る画像間信頼度判定の処理を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明を実施するための最良の形態について図面などを参照して説明する。本発明は、デジタル一眼レフカメラやデジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ等の撮像装置に適用可能である。

40

【0013】

(第1実施形態)

まず、図1を参照して、本実施形態に係る画像処理装置の構成について説明する。画像処理装置100は、画像入力部101と、画像メモリ102と、特徴点抽出部103と、特徴点メモリ104と、テンプレートマッチング部105と、を備える。また、動きベクトル検出部106と、奥行情報入力部107と、奥行情報メモリ108と、特徴点信頼度判定部109と、画像全体動きベクトル検出部110を備える。なお、各構成要素を制御する不図示の制御部を備えてもよい。また、画像入力部101と、奥行情報入力部107は、各情報を入力する入力手段として機能し、画像メモリ102と、特徴点メモリ104と、奥行情報メモリ108は、各情報を記憶する記憶手段として機能する。

50

【 0 0 1 4 】

特徴点抽出部（抽出手段）103は、画像入力部101により入力された画像から、特徴点の抽出を行う。画像メモリ102は、画像入力部101により入力された1フレームまたは複数のフレームの画像を一時的に記憶保持する。なお、本実施形態では、画像メモリ102に記憶保持された画像を基準画像（第1の画像）とし、画像メモリ102に記憶保持される前の画像を参照画像（第2の画像）としている。しかしながら、これに限定することなく、例えば、画像メモリ102に記憶保持される前の画像を基準画像とし、画像メモリ102に記憶保持された画像を参照画像としてもよい。

【 0 0 1 5 】

特徴点メモリ104は、特徴点抽出部103により抽出された少なくとも1フレームの特徴点座標を一時的に記憶保持する。なお、本実施形態では、特徴点メモリ104に記憶保持された特徴点を基準画像特徴点とし、特徴点メモリ104に記憶保持される前の特徴点を参照画像特徴点としている。しかしながら、逆に、特徴点メモリ104に記憶保持される前の特徴点を基準画像特徴点とし、特徴点メモリ104に記憶保持された特徴点を参照画像特徴点としてもよい。

10

【 0 0 1 6 】

テンプレートマッチング部105は、特徴点メモリ104に記憶保持された基準画像特徴点にテンプレートブロックを配置し、画像入力部101により入力された参照画像と、画像メモリ102に記憶保持された基準画像を使用し相関値の算出を行う。動きベクトル検出部（第1の検出手段）106は、テンプレートマッチング部105から入力される相関値から動きベクトルを検出する。奥行情報入力部107は、画像処理装置100で入力される画像と対応している奥行情報を入力する。

20

【 0 0 1 7 】

奥行情報メモリ108は、奥行情報入力部107により入力された少なくとも1フレームの奥行情報を一時的に記憶保持する。なお、本実施形態では、奥行情報メモリ108に記憶保持された奥行情報を基準画像の奥行情報（第1の奥行情報）とし、奥行情報メモリ108に記憶保持される前の奥行情報を参照画像の奥行情報（第2の奥行情報）としている。しかしながら、逆に、奥行情報メモリ108に記憶保持される前の奥行情報を基準画像奥行情報とし、奥行情報メモリ108に記憶保持された奥行情報を参照画像奥行情報としてもよい。

30

【 0 0 1 8 】

特徴点信頼度判定部（信頼度判定手段）109は、テンプレートブロックと、動きベクトルと、参照画像の奥行情報と、基準画像の奥行情報からテンプレートマッチング部105で使用した特徴点の信頼度の判定を行う。画像全体動きベクトル検出部（第2の検出手段）110は、動きベクトル検出部106によって検出された動きベクトルと特徴点信頼度判定部109によって判定された特徴点の信頼度を用いて画像全体の動きベクトルを検出する。

【 0 0 1 9 】

次に、図2を参照して、特徴点抽出部103の構成について説明する。特徴点抽出部103は、特徴フィルタ部1031と、特徴評価部1032と、特徴点決定部1033を備える。特徴フィルタ部1031は、例えば、水平微分フィルタ、垂直微分フィルタ、平滑化フィルタ等から構成され、画像入力部101によって入力された画像に対し、フィルタ処理を実施する。特徴評価部1032は、特徴フィルタ部1031によりフィルタ処理された画像に対し、画素毎に2つのエッジの交点や曲率が極大である曲線状の点などのコーナー点を特徴評価式により特徴値として算出する。特徴点決定部1033は、特徴評価部1032によって画素毎に算出された特徴値から、特徴点を決定する。なお、本実施形態における方法に限定することなく、特徴点抽出ができるのであれば、別の手法を用いてもよい。

40

【 0 0 2 0 】

次に、図3を参照して、テンプレートマッチング部（類似度判定手段）105の構成に

50

ついて説明する。テンプレートマッチング部 105 は、相関値算出部 1051 と、相関値判定部 1052 を備える。相関値算出部 1051 は、特徴点メモリ 104 に記憶保持された基準画像特徴点上にテンプレートブロックの配置とテンプレートマッチング領域を設定する。そして、画像入力部 101 により入力された参照画像と、画像メモリ 102 に記憶保持された基準画像の 2 枚の画像を用いて、テンプレートマッチングによる相関値の算出を行う（画像の類似度の判定をする）。相関値判定部 1052 は、相関値算出部 1051 から入力される相関値の最大値を算出し、それらの位置情報を基にして後段の処理へ出力する極小値を選択する。

【0021】

次に、図 4 を参照して、特徴点信頼度判定部 109 の構成について説明する。特徴点信頼度判定部 109 は、テンプレート内奥行評価部 1091 と、動きベクトル奥行評価部 1092 と、信頼度判定部 1093 を備える。テンプレート内奥行評価部 1091 は、テンプレートマッチング部 105 によって設定されるテンプレートブロックの奥行情報を、奥行情報メモリ 108 に記憶保持されている基準画像の奥行情報から算出し、テンプレート内で奥行の変化の判定を行う。

10

【0022】

動きベクトル奥行評価部 1092 は、テンプレート内で奥行の変化がある場合、動きベクトル検出部 106 によって検出された動きベクトルの始点の奥行情報を、奥行情報メモリ 108 に記憶保持されている基準画像の奥行情報から算出する。そして、動きベクトルの終点の奥行情報を奥行情報入力部 107 によって入力される参照画像の奥行情報から算出し、動きベクトルの始点と終点の奥行差を算出する。信頼度判定部 1093 は、動きベクトル奥行評価部 1092 によって算出された動きベクトルの始点と終点の奥行差からテンプレートマッチング部 105 でテンプレートブロックの配置に使用した特徴点の信頼度の判定を行う。

20

【0023】

次に、図 5 に示すフローチャートを参照して、動きベクトル検出の処理について説明する。なお、本実施形態では、時間軸方向に連なるフレーム間で動きベクトル検出を行うものとし、基準フレームと参照フレームは、時間軸方向に関連しているフレームとするが、必ずしも隣接フレームでなくてもよい。

【0024】

まず、ステップ S501 において、撮影された画像が画像入力部 101 を介し画像処理装置 100 へ入力され、画像メモリ 102 に記憶保持される。なお、本実施形態では、画像メモリ 102 に記憶保持された画像を基準画像とし、画像メモリ 102 に記憶保持される前の画像を参照画像とする。

30

【0025】

次に、ステップ S502 において、奥行情報が、奥行情報入力部 107 を介し画像処理装置へ入力される。入力された奥行情報は奥行情報メモリ 108 に記憶保持される。なお、本実施形態では奥行情報メモリ 108 に記憶保持された奥行情報を基準画像の奥行情報とし、奥行情報メモリ 108 に記憶保持される前の奥行情報を参照画像の奥行情報とする。奥行情報入力方式は、例えば、赤外線を照射してから、読み取りにかかる時間を計測して奥行画像の撮影をする TOF (Time of flight) 方式や、多眼レンズで撮影した複数枚の画像の視差を求めて奥行情報の入力を行う方式でもよい。ステップ S501 によって入力される画像と対応付けられる奥行情報の入力が可能であれば、方式の如何は問わない。

40

【0026】

ステップ S503 において、特徴点抽出部 103 は、ステップ S501 で入力された画像から、特徴点を抽出する。そして、抽出された特徴点は、特徴点メモリ 104 に記憶保持される。なお、本実施形態では、特徴点メモリ 104 に記憶保持された特徴点を基準画像特徴点とし、特徴点メモリ 104 に記憶保持される前の特徴点を参照画像特徴点とする。

50

【 0 0 2 7 】

ここで、図 6 に示すフローチャートを参照して、特徴点抽出部 1 0 3 が行う特徴点抽出処理について説明する。本実施形態では、Harris Corner 検出器により特徴点の抽出を行う。まず、ステップ S 6 0 1 において、特徴フィルタ部 1 0 3 1 は、図 5 のステップ S 5 0 1 で入力された画像に対して、フィルタ処理を施す。なお、本実施形態では、入力された画像に対し 1 次微分フィルタを水平、垂直、斜めに施し、それぞれ 1 次微分フィルタを施した結果に対しガウシアンフィルタを施す。

【 0 0 2 8 】

次に、ステップ S 6 0 2 において、特徴評価部 1 0 3 2 は、ステップ S 6 0 1 でフィルタ処理された画像に対し、画素ごとに 2 つのエッジの交点や曲率が極大である曲線状の点など画素の周辺の微分値が多方向に大きい点を、特徴評価式で特徴値として算出する。なお、ステップ S 6 0 1 の水平微分フィルタと垂直微分フィルタを施した結果から、自己相関行列 H を作成する。自己相関行列 H の式を式 1 に示す。

【 数 1 】

$$H = G * \begin{pmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{pmatrix} \quad (\text{式 1})$$

式 1 において I_x は、水平微分フィルタを施した結果を示し、 I_y は、垂直微分フィルタを施した結果を示しており、ガウシアンフィルタ G を畳み込む。

【 0 0 2 9 】

次に、Harris 検出器の特徴評価式を式 2 に示す。

【 数 2 】

$$Harris = \det(H) - \alpha (\text{tr}(H))^2 \quad (\alpha = 0.04 \sim 0.15) \quad (\text{式 2})$$

式 2 において、 α は定数であり、実験的に 0 . 0 4 ~ 0 . 1 5 の値が良いとされている。 \det は、自己相関行列 H の行列式を示し、 tr は、自己相関行列 H の主対角成分の和を示す。

【 0 0 3 0 】

次に、ステップ S 6 0 3 において、特徴点決定部 1 0 3 3 は、ステップ S 6 0 2 で画素ごとに算出された特徴値に基づいて特徴点を決定する。本実施形態では、特徴値の高いものから順番に、予め決められた個数を特徴点として抽出する。そして、特徴点抽出の処理を終了する。このとき、特徴点の分布の偏りを防ぐためにグリッド分割処理などを行ってもよい。なお、本実施形態では、特徴点の抽出に Harris corner 検出器を使用した。これに限定するものではなく、Shi and Tomasi 方式などの他の特徴点抽出方式を用いてもよい。

【 0 0 3 1 】

図 5 に戻って、次に、ステップ S 5 0 4 において、テンプレートマッチング部 1 0 5 は、ステップ S 5 0 3 で抽出され、特徴点メモリ 1 0 4 に記憶保持された基準画像特徴点上にテンプレートブロックを配置する。そして、ステップ S 5 0 1 で入力され、画像メモリ 1 0 2 に記憶保持された基準画像と、ステップ S 5 0 1 で入力された参照画像で、テンプレートマッチングによる相関値の算出を行う。

【 0 0 3 2 】

ここで、図 7 に示すフローチャートを参照して、テンプレートマッチング部 1 0 5 が行うテンプレートマッチング処理について説明する。まず、ステップ S 7 0 1 において、相関値算出部 1 0 5 1 は、フレーム画像間の任意の領域に対する相関値を算出する。このときの相関値の算出方法を図 8 を参照して、説明する。図 8 (A) は、基準画像を示し、図 8 (B) は、参照画像を示す。

【 0 0 3 3 】

本実施形態では、ステップ S 5 0 2 において抽出され特徴点メモリ 1 0 4 に記憶保持された基準画像特徴点 8 0 1 上にテンプレートブロック 8 0 2 が配置される。そして、図 8

10

20

30

40

50

(A)に示す基準画像中にテンプレートブロック802が配置され、テンプレートブロック802と、図8(B)に示す参照画像の各領域(相関値算出領域804)との相関値を算出する。このとき、参照画像の全領域に対して相関値を算出するのでは演算量が膨大なものとなるため、実際には、図8(B)に示すように、参照画像上の相関値を算出する矩形領域をサーチ範囲803として設定する。サーチ範囲803の位置や大きさの設定については特に制限はなく、例えば、相関値算出領域804を含んだ領域であればよい。

【0034】

本実施形態では、相関値の算出方法の一例として差分絶対値和(Sum of Absolute Difference、以下SADと略す)で説明する。SADの計算式を式3に示す。

【数3】

$$S_SAD = \sum_i \sum_j |f(i, j) - g(i, j)| \quad (\text{式3})$$

式3において、 $f(i, j)$ は、テンプレートブロック802内の座標 (i, j) における輝度値を示し、 $g(i, j)$ は、サーチ範囲803において相関値算出の対象となる相関値算出領域804内の各輝度値を示す。そして、SADでは、両ブロック内の各輝度値 $f(i, j)$ および $g(i, j)$ について差の絶対値を計算し、その総和を求めることで相関値 S_SAD を得ることができる。従って、相関値 S_SAD の値が小さいほど両ブロック間の輝度値の差分が小さい、つまりテンプレートブロック802と相関値算出領域804のブロック内のテクスチャが類似していることを示す。

【0035】

なお、本実施形態では、相関値の一例としてSADを使用しているが、これに限定することなく、例えば、差分二乗和(SSD)や正規化相互相関(NCC)等の他の相関値を用いてもよい。次に、ステップS702において、相関値判定部1052は、ステップS701で算出した相関値から最小値の位置情報を検出する。そして、テンプレートマッチングの処理を終了する。

【0036】

図5に戻って、次に、ステップS505において、動きベクトル検出部106は、ステップS504のテンプレートマッチングの結果(類似度の判定結果)における相関値の最小値の位置から動きベクトルを検出する。具体的には、画像間の動きベクトル、すなわち相関値の最小値の位置から、基準画像上のテンプレートブロックが参照画像においてどの位置に移動したかの動きベクトルを検出する。なお、本実施形態では、動きベクトルの始点を、テンプレートブロックを配置するときを使用した基準画像特徴点の座標にし、動きベクトルの終点は、算出した画像間の動きを動きベクトルの始点座標に足すことで算出する。

【0037】

次に、ステップS506において、特徴点信頼度判定部109は、ステップS502~S505の処理の結果から動きベクトルの始点である動きベクトルの特徴点の信頼度の判定を行う。つまり、ステップS502で入力される参照画像の奥行情報、奥行情報メモリ108に保持された基準画像の奥行情報、ステップS504のテンプレートマッチングの結果、ステップS505で検出された動きベクトルを使用し、特徴点の信頼度の判定を行う。

【0038】

ここで、図9に示すフローチャートを参照して、特徴点信頼度判定部109が行う信頼度判定処理について説明する。まず、ステップS901において、テンプレート内奥行評価部1091は、ステップS502で入力された基準画像の奥行情報と、ステップS504で基準画像の特徴点上に配置されたテンプレートブロックからテンプレートブロック内の奥行情報を取得する。そして、テンプレート内での奥行情報が変化しているか否かを判定する。テンプレート内での奥行情報の変化が一定以上の場合(Yes)、ステップS902へ進み、一定未満の場合(No)、ステップS903へ進む。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 9 】

次に、ステップ S 9 0 2 において、ステップ S 5 0 2 で入力され、奥行情報メモリ 1 0 8 に記憶保持された基準画像の奥行情報と、ステップ S 5 0 5 で検出された動きベクトルの始点の座標から、動きベクトルの始点の奥行情報を算出する。そして、ステップ S 5 0 2 によって入力された参照画像の奥行情報と、ステップ S 5 0 5 で検出された動きベクトルの終点の座標から動きベクトルの終点の奥行情報を算出する。算出された動きベクトルの始点奥行情報と動きベクトルの終点奥行情報を比較し奥行の差を算出する。次に、ステップ S 9 0 3 において、ステップ S 9 0 2 で算出された動きベクトルの始点と終点の奥行の差からステップ S 5 0 4 でテンプレートブロックを配置する際に使用した特徴点の信頼度の判定を行う。

10

【 0 0 4 0 】

ここで、奥行の差と信頼度の関係を図 1 0 に示す。図 1 0 (A) は、奥行の差と信頼度を線形で変化させた場合の関係図を示す。図 1 0 (B) は、奥行の差が所定値までは信頼度を変えず、所定値を少しでも離れると、信頼度を急激に下げ、一定まで下がったら、信頼度を緩やかに変化させていく場合の関係図を示す。図 1 0 (C) は、一定の奥行の差までは信頼度を緩やかに下げ、特定の奥行の差になった場合、信頼度を急激に下げた場合の関係図を示す。なお、ステップ S 9 0 1 でテンプレート内で奥行変化が一定未満と判断された場合、信頼度を下げない。本実施形態では、信頼度の評価として、図 1 0 (A) ~ (C) のいずれかを適用したが、これに限定することなく、奥行の差が大きくなるにつれて信頼度が下がることを示す関係図であれば、他の関係図であってもよい。なお、本実施形態において、信頼度とは、各特徴点における動きベクトルの使用や影響の大小などを判断するための、画像間の動きベクトル検出に関する度合いを示すものである。

20

【 0 0 4 1 】

図 5 に戻って、次に、ステップ S 5 0 7 において、画像全体動きベクトル検出部 1 1 0 は、ステップ S 5 0 5 で特徴点毎に検出された動きベクトルと、ステップ S 5 0 6 で判定された特徴点の信頼度を使用して、画像全体の動きベクトルを検出する。このとき、ステップ S 5 0 6 で判定された信頼度に応じて、各特徴点の動きベクトルを使用するか否かや、重み付け（影響の大小）を判断して画像全体の動きベクトルを検出する。例えば、信頼度の低い特徴点である場合、その特徴点の動きベクトルを使用しない、または検出時の影響を小さくする。画像全体の動きベクトルを検出して、処理を終了する。

30

【 0 0 4 2 】

以上、本実施形態によれば、テンプレートマッチングにおいて、奥行情報を使用し特徴点の信頼度評価を行い、信頼度の高い特徴点を抽出することで、安定的に動きベクトルを算出することができる画像処理装置を提供することができる。すなわち、画像内の奥行変化が大きく、特徴点が移動することで動きベクトルがフレーム画像間で大きく変化する場合であっても、奥行情報から特徴点の信頼度の判定をし、動きベクトル検出処理に反映することで、動きベクトル検出を精度良く行うことができる。

【 0 0 4 3 】

(第 2 実施形態)

次に、図 1 1 を参照して、第 2 実施形態に係る画像処理装置 1 1 0 0 について説明する。図 1 1 において、図 1 で示した構成要素と同様の構成については、図 1 と同符号を付すことで、その詳細な説明を省略する。本実施形態に係る画像処理装置 1 1 0 0 は、図 1 に示す構成要素に加え、動きベクトル調整部（ベクトル調整手段） 1 1 0 1 を備える。動きベクトル調整部 1 1 0 1 は、奥行情報入力部 1 0 7 によって入力される参照画像奥行情報と、奥行情報メモリ 1 0 8 に記憶保持されている基準画像の奥行情報から、動きベクトル検出部 1 0 6 によって検出される動きベクトルを調整する。

40

【 0 0 4 4 】

次に、図 1 2 を参照して、動きベクトル調整部 1 1 0 1 の構成について説明する。動きベクトル調整部 1 1 0 1 は、基準奥行設定部 1 1 0 1 1 と、動きベクトル向き調整部 1 1 0 1 2 と、動きベクトルサイズ調整部 1 1 0 1 3 を備える。基準奥行設定部 1 1 0 1 1 は

50

、奥行情報入力部 107 で入力された参照画像の奥行情報または奥行情報メモリ 108 に記憶保持された基準画像の奥行情報を使用して基準奥行を設定する。

【0045】

動きベクトル向き調整部 11012 は、奥行情報入力部 107 で入力された参照画像の奥行情報と、奥行情報メモリ 108 に保持された基準画像の奥行情報を使用し、検出される動きベクトルの始点と終点の奥行の調整を行い、動きベクトルの向きの調整を行う。動きベクトルサイズ調整部 11013 は、動きベクトル向き調整部 11012 によって調整された動きベクトルを、基準奥行設定部 11011 によって設定された基準奥行に合わせて動きベクトルのサイズの調整を行う。

【0046】

次に、図 13 に示すフローチャートを参照して、本実施形態に係る動きベクトル検出の処理について説明する。図 13 において、図 5 に示した処理と同様の処理については、図 5 と同符号を付し、その詳細な説明を省略する。ステップ S506 の後、ステップ S1301 において、動きベクトル調整部 1101 は、参照画像の奥行情報と、奥行情報メモリ 108 に記憶保持された基準画像の奥行情報を使用し、ステップ S505 で算出された動きベクトルを調整する。

【0047】

次に、図 14 に示すフローチャートと、図 15 に示す動きベクトル調整の概要図を参照して、動きベクトル調整部 1101 が行う動きベクトル調整処理について説明する。図 15 (A) は、基準画像を示し、図 15 (B) は、参照画像を示し、図 15 (C)、(D)、(E) は、図 15 (B) に対して奥行方向を縦軸にして示す図である。

【0048】

各図において、基準奥行 1501、1502、1505、1508、1511 は基準奥行を示す線であり、画像に関わらず全て同一の奥行情報に設定される。動きベクトル 1503、1504、1506、1507 は、動きベクトル算出において算出した動きベクトルである。動きベクトル 1509、1510 は、動きベクトル向き調整において向きを調整した動きベクトルである。動きベクトル 1512、1513 は、動きベクトルサイズ調整においてサイズ調整を行った動きベクトルである。

【0049】

まず、ステップ S1401 において、基準奥行設定部 11011 は、ステップ S502 で入力される参照画像の奥行情報またはステップ S502 で入力され、奥行情報メモリ 108 に記憶保持された基準画像の奥行情報を使用して基準奥行を設定する。なお、1度、基準奥行が設定されれば、ステップ S1401 が複数回繰り返される場合でも再設定し直す必要はない。なお、基準奥行の設定方法については、例えば、基準画像または参照画像のフォーカス位置を基準奥行に設定してもよく、基準画像または参照画像の画像中央の奥行を基準奥行に設定してもよい。また、全体の奥行の分布を算出し、中間の奥行を基準奥行に設定してもよく、基準奥行が設定できればその方法は問わない。

【0050】

次に、ステップ S1402 において、動きベクトル向き調整部 11012 は、奥行情報メモリ 108 に記憶保持された基準画像の奥行情報と、ステップ S505 で検出された動きベクトルの始点の座標から、動きベクトルの始点の奥行情報を算出する。そして、ステップ S502 で入力された参照画像奥行情報と、ステップ S505 で検出された動きベクトルの終点の座標から動きベクトルの終点の奥行情報を算出する。算出された動きベクトルの始点奥行情報と動きベクトルの終点奥行情報から、ベクトルを奥行方向で回転させ、向き調整することによって始点と終点の奥行を同一にする。

【0051】

図 15 (B) において、動きベクトル 1503 および 1504 は、図 15 (A) に示す基準画像と、図 15 (B) に示す参照画像からステップ S505 で算出された動きベクトルである。また、図 15 (C) に示す動きベクトル 1506 および 1507 は、それぞれの動きベクトルを奥行方向を縦軸にしたものになっている。動きベクトル 1506 およ

10

20

30

40

50

び1507の始点終点で奥行の異なる動きベクトルを奥行方向で回転させることで、それぞれ図15(D)に示す動きベクトル1509および1510のように始点終点の奥行の同じベクトルになるよう向きを調整する。

【0052】

次に、ステップS1403において、動きベクトルサイズ調整部11013は、ステップS1401で設定された基準奥行と、ステップS1402で向きの調整された動きベクトルを使用して、動きベクトルのサイズの調整を行う。ステップS1402で向きの調整された図15(D)に示す動きベクトル1509および1510を、基準奥行に合わせてサイズを調整し、それぞれ図15(E)に示す動きベクトル1512および1513へ変換する。本実施形態では、動きベクトル1509および1510を基準奥行に射影し、それぞれ動きベクトル1512および1513へ変換する。

10

【0053】

次に、ステップS505で検出された動きベクトルをステップS1301で調整し、調整後の動きベクトルと、ステップS506で算出された各特徴点の信頼度を使用し、ステップS507によって画像全体の動きベクトルを算出する。そして、動きベクトル処理を終了する。実施形態1よりも精度の高い動きベクトル検出を行うことが可能となる。

【0054】

以上、本実施形態によれば、テンプレートマッチングにおいて、奥行情報を使用し特徴点の信頼度評価を行い、信頼度の高い特徴点を抽出することで、動きベクトルを算出することができる画像処理装置を提供することができる。また、本実施形態によれば、動きベクトルの調整を行うことにより、第1実施形態よりも、精度高く動きベクトルを検出することができる。

20

【0055】

(第3実施形態)

次に、図16を参照して、第3実施形態に係る画像処理装置1600について説明する。図16において、図1で示した構成要素と同様の構成については、図1と同符号を付すことで、その詳細な説明を省略する。本実施形態に係る画像処理装置1100は、図1に示す構成要素に加え、画像間信頼度判定部1601を備える。画像間信頼度判定部1601は、参照画像の奥行情報と、基準画像の奥行情報と、基準画像上のテンプレートブロックと、参照画像上のテンプレートブロックを使用して、画像間の奥行情報を比較し、奥行差に応じて画像間の信頼度を判定する。

30

【0056】

次に、図17を参照して、画像間信頼度判定部1601の構成について説明する。画像間信頼度判定部1601は、画像間奥行評価部16011と、信頼度判定部16012を備える。画像間奥行評価部16011は、参照画像の奥行情報と、基準画像の奥行情報と、基準画像上のテンプレートブロックと、参照画像上のテンプレートブロックを使用して画像間の奥行差を算出する。信頼度判定部16012は、画像間奥行評価部16011によって算出された画像間の奥行差に応じて画像間の信頼度を判定する。

【0057】

次に、図18に示すフローチャートを参照して、本実施形態に係る動きベクトル検出の処理について説明する。図18において、図5に示した処理と同様の処理については、図5と同符号を付し、その詳細な説明を省略する。ステップS505の後、ステップS1801において、画像間信頼度判定部1601は、ステップS502で入力される参照画像の奥行情報と、基準画像の奥行情報と、ステップS504のテンプレートマッチングの結果から、画像間の信頼度を判定する。

40

【0058】

ここで、図19に示すフローチャートを参照して、画像間信頼度判定について説明する。まず、ステップS1901において、画像間奥行評価部16011は、参照画像の奥行情報と、基準画像の奥行情報と、ステップS504の処理の結果から、基準画像上と参照画像上のテンプレートブロック内の奥行情報を比較し、奥行差を算出する。

50

【0059】

次に、ステップS1902において、信頼度判定部16012は、ステップS1901で算出された画像間の奥行差に応じて画像間の信頼度を判定する。奥行差と信頼度の関係については、図10を適用し、奥行差が大きくなるほど信頼度が低くする。そして、画像間信頼度判定を終了する。そして、図18に戻って、ステップS1801によって判定した、画像間の信頼度を後段の特徴点信頼度に反映しステップS506で特徴点の信頼度判定を行う。そして、動きベクトルの検出処理を終了する。

【0060】

以上、本実施形態によれば、テンプレートマッチングにおいて、奥行情報を使用し特徴点の信頼度評価を行い、信頼度の高い特徴点を抽出することで、動きベクトルを算出することができる画像処理装置を提供することができる。また、本実施形態によれば、各特徴点の信頼度を判定する前に、画像間の信頼度を判定し、各特徴点の信頼度に反映することで第1実施形態よりも、精度高く動きベクトルを検出することができる。

10

【0061】

(その他の実施例)

本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路(例えば、ASIC)によっても実現可能である。

【0062】

また、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は、これらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

20

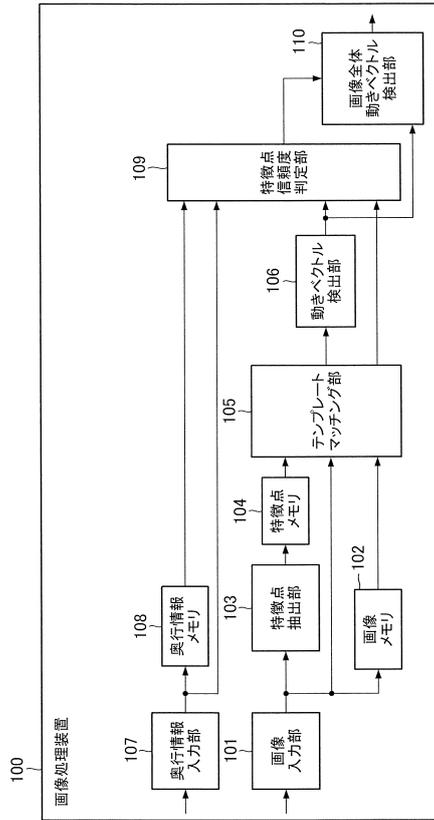
【符号の説明】

【0063】

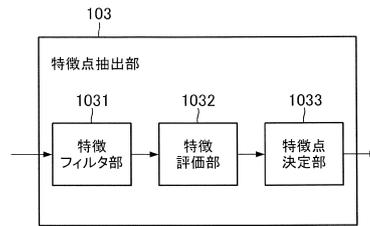
- 100 画像処理装置
- 101 画像入力部
- 102 画像メモリ
- 103 特徴点抽出部
- 105 テンプレートマッチング部
- 106 動きベクトル検出部
- 107 奥行情報入力部
- 109 特徴点信頼度判定部
- 110 画像全体動きベクトル検出部

30

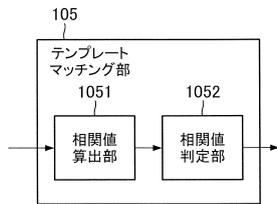
【図1】



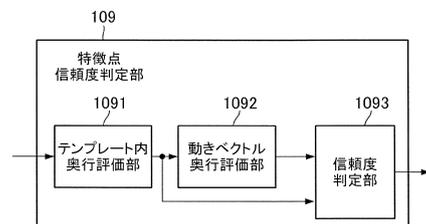
【図2】



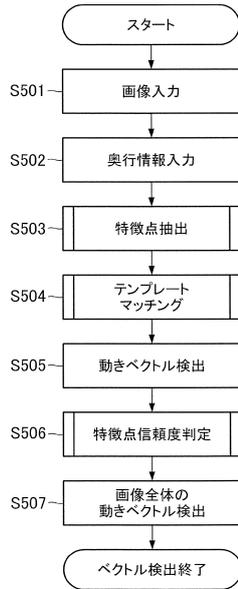
【図3】



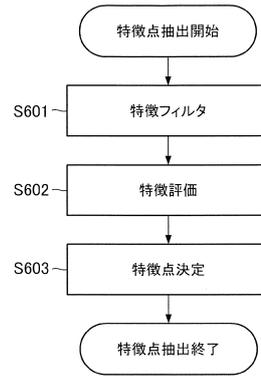
【図4】



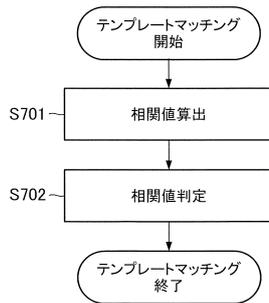
【図5】



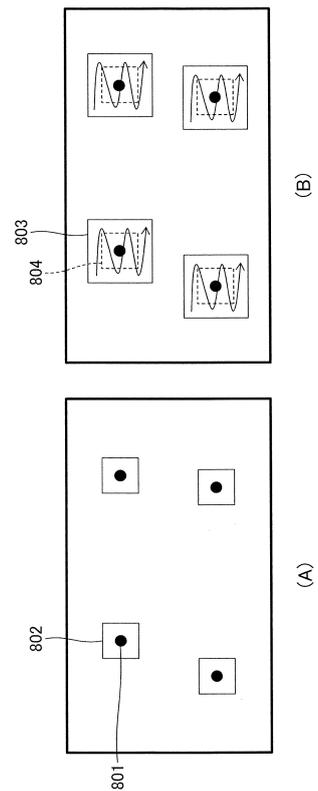
【図6】



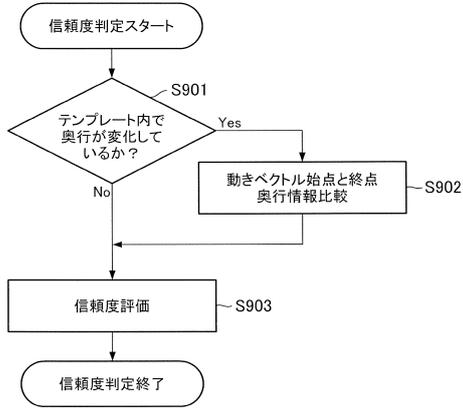
【図7】



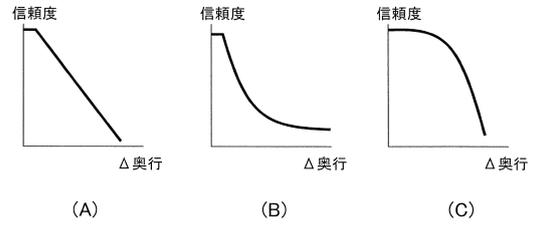
【図8】



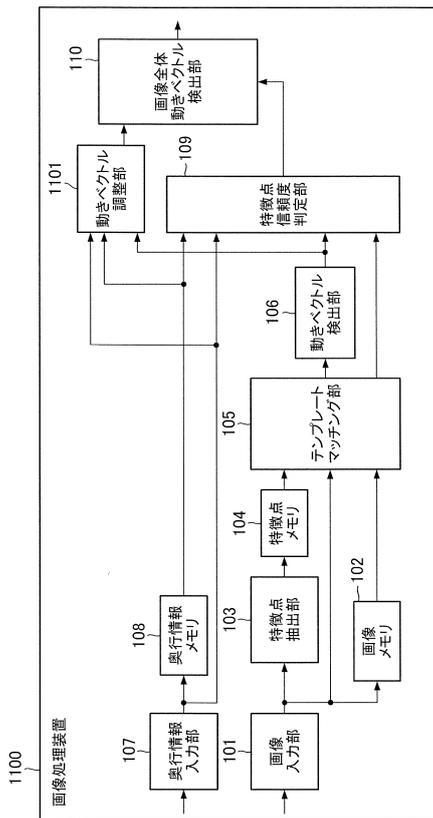
【図 9】



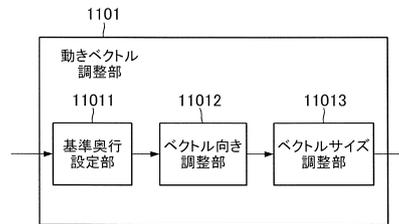
【図 10】



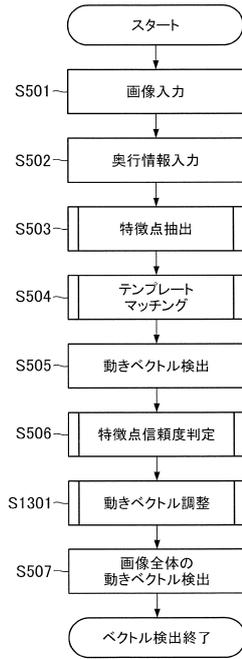
【図 11】



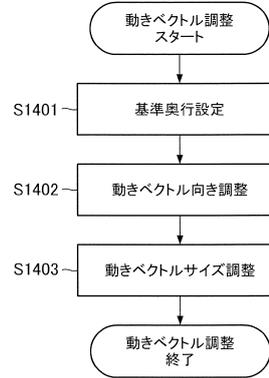
【図 12】



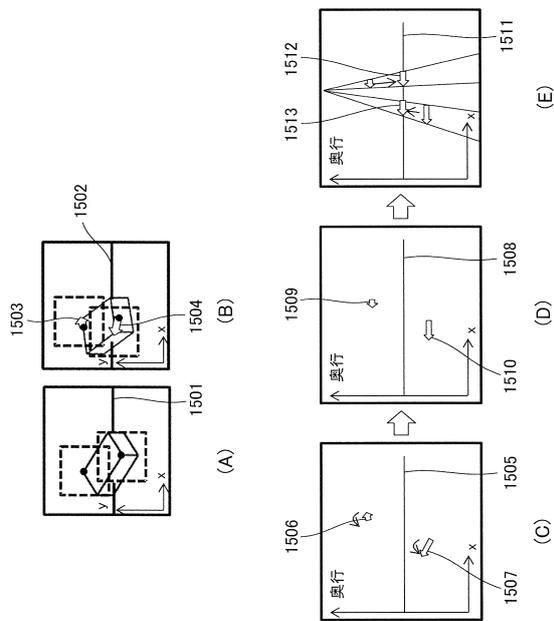
【図13】



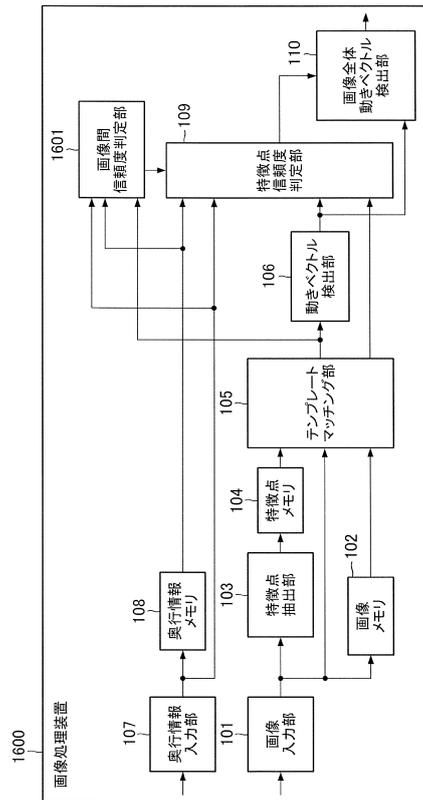
【図14】



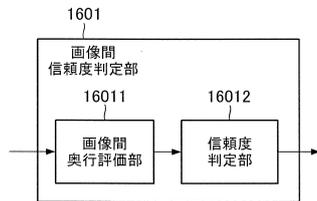
【図15】



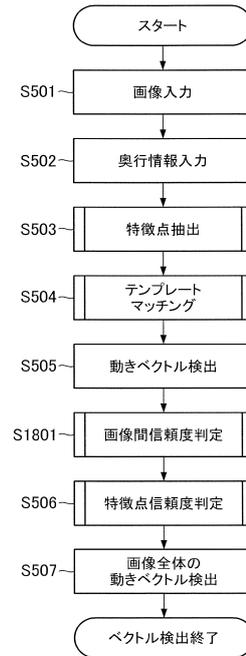
【図16】



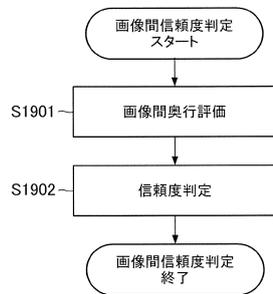
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-336235(JP,A)
特開2000-222585(JP,A)
特開平04-250779(JP,A)
国際公開第2012/147247(WO,A1)
特開平09-322153(JP,A)
特開2015-100066(JP,A)
特開2006-319578(JP,A)
特開2012-019337(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/222 - 5/257
G06T 7/00 - 7/90
G06T 1/00 - 1/40
G06T 3/00 - 5/50
G06T 9/00 - 9/40
H04N 13/00 - 17/06
H04N 7/18
H04N 101/00