

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6083526号
(P6083526)

(45) 発行日 平成29年2月22日 (2017.2.22)

(24) 登録日 平成29年2月3日 (2017.2.3)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 N 5/232 (2006.01)

H O 4 N 5/232 Z

G O 6 T 5/50 (2006.01)

G O 6 T 5/50

G O 3 B 5/00 (2006.01)

G O 3 B 5/00 K

請求項の数 5 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2013-146809 (P2013-146809)
 (22) 出願日 平成25年7月12日 (2013.7.12)
 (65) 公開番号 特開2015-19327 (P2015-19327A)
 (43) 公開日 平成27年1月29日 (2015.1.29)
 審査請求日 平成28年4月5日 (2016.4.5)

(73) 特許権者 000005223
 富士通株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号
 (74) 代理人 100105360
 弁理士 川上 光治
 (72) 発明者 澤田 展秀
 大阪府大阪市中央区城見二丁目2番53号
 富士通関西中部ネットテック株式会社内
 (72) 発明者 加藤 由広
 大阪府大阪市中央区城見二丁目2番53号
 富士通関西中部ネットテック株式会社内
 審査官 高野 美帆子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報処理装置、プログラム、および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

連続的に捕捉された一連の画像と、前記一連の画像の各画像に対応するジャイロ・センサ部の検出値とを記憶部に保存する保存部と、

前記一連の画像の中から或る画像を第1の画像として選択し、前記検出値に基づいて前記一連の画像の中からブレが最小の画像を第2の画像として選択する選択部と、

前記検出値に基づいて前記第1の画像における移動量を求め、前記第1の画像における前記移動量だけ離れた2つの位置の間の第1の領域の複数の画素値が、許容誤差の範囲で直線的な勾配を有する場合に、前記第1の領域の複数の画素値を、前記第1の領域に対応する前記第2の画像における第2の領域の複数の画素値を用いて補正する補正部と、
 を含む情報処理装置。

10

【請求項 2】

前記補正部は、さらに、前記検出値に基づいて前記第1の画像から前記第2の画像までの別の移動量を求め、前記第2の画像における前記第1の領域の位置から前記別の移動量だけ移動させた位置にある領域を前記第2の領域として決定するものであることを特徴とする、請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項 3】

前記補正部は、前記第1の画像に対応する前記検出値と前記第1の画像の直前または直後の画像に対応する前記検出値とに基づいて、前記第1の画像における2次元の移動量かまたは移動方向および移動距離を、前記移動量として求めるものであることを特徴とする

20

、請求項 1 または 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

連続的に捕捉された一連の画像と、前記一連の画像の各画像に対応するジャイロ・センサ部の検出値とを記憶部に保存し、

前記一連の画像の中から或る画像を第 1 の画像として選択し、前記検出値に基づいて前記一連の画像の中からブレが最小の画像を第 2 の画像として選択し、

前記検出値に基づいて前記第 1 の画像における移動量を求め、前記第 1 の画像における前記移動量だけ離れた 2 つの位置の間の第 1 の領域の複数の画素値が、許容誤差の範囲で直線的な勾配を有する場合に、前記第 1 の領域の複数の画素値を、前記第 1 の領域に対応する前記第 2 の画像における第 2 の領域の複数の画素値を用いて補正する

10

処理を情報処理装置に実行させるためのプログラム。

【請求項 5】

情報処理装置が、

連続的に捕捉された一連の画像と、前記一連の画像の各画像に対応するジャイロ・センサ部の検出値とを記憶部に保存し、

前記一連の画像の中から或る画像を第 1 の画像として選択し、前記検出値に基づいて前記一連の画像の中からブレが最小の画像を第 2 の画像として選択し、

前記検出値に基づいて前記第 1 の画像における移動量を求め、前記第 1 の画像における前記移動量だけ離れた 2 つの位置の間の第 1 の領域の複数の画素値が、許容誤差の範囲で直線的な勾配を有する場合に、前記第 1 の領域の複数の画素値を、前記第 1 の領域に対応する前記第 2 の画像における第 2 の領域の複数の画素値を用いて補正する

20

処理を実行する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮影された画像を補正するための処理に関する。

【背景技術】

【0002】

例えばスマートフォンまたはタブレット型の情報処理端末のような情報処理装置には、例えばデジタル・カメラ・モジュールを備えているものがある。また、通常のデジタル・カメラには、通常の手振れ補正機能を含むものがある。

30

【0003】

既知の撮影装置において、システム制御部は、適正シャッタ秒時が所定のシャッタ秒時よりも長いときに、動きベクトル算出部の算出結果を受けて、被写体が静止した被写体であるかまたは動きのある被写体であるかを判定する。システム制御部は、被写体が静止した被写体であると判定したときは、タイミング発生部に指示して、撮像部に、連続する複数枚の画像を生成させ、画像重ね合せ部に、動きベクトル算出部で算出された動きベクトルに基づいて重ね合わせ画像を生成させて、手ぶれを補正させる。また、システム制御部は、被写体が動きのある被写体であると判定したときは、タイミング発生部に指示して、被写体ぶれの発生しないシャッタ秒時で単独の撮影を行わせる。それによって、静止画撮影において手ぶれも被写体ぶれも好適に補正することができる撮影装置が提供される。

40

【0004】

既知の撮像装置において、撮像素子は画素毎に露光され、1 フレームの撮影画像の画像信号を生成する。撮像素子では、連続的に 2 フレーム以上の撮影画像の画像信号を生成する。角速度タイミング発生装置は、各撮影画像を生成するための各露光期間において、タイミング信号を 1 回発生する。タイミング信号は、各撮影画像において同一のタイミングで発生する。角速度・動きベクトル変換装置は、第 1 及び第 2 角速度センサで検出された角速度を各タイミング信号が発生した間において時間積分し、各撮影画像間に生じるぶれを検出する。画像シフト装置は、各撮影画像間に生じるぶれによって生じた最初の撮影画像との相対的な位置ズレを補正するために、各撮影画像をシフトする。画像多重化装置は

50

、シフトした各撮影画像を多重化し、多重化画像を得る。それによって、撮像素子が画素毎又はライン毎に露光される場合においても、的確に手ぶれが検出される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2008-278444号公報

【特許文献2】特開2007-110372号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

10

例えばスマートフォンまたはタブレット型の情報処理装置のデジタル・カメラ・モジュールは、小型であり、通常のデジタル・カメラにおけるような手振れ補正を行うのに十分な画質が得られないことがある。

【0007】

発明者たちは、情報処理装置において、所望のタイミングの画像が手振れの影響を受けていた場合に、手振れの影響のより少ない別の画像を用いて所望のタイミングの画像を部分的に補正または補償すれば、より高い画質の所望のタイミングの画像が得られる、と認識した。

【0008】

1つの観点では、本発明の目的は、手振れの影響が補正された画像が得られるようにすることである。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の特徴によれば、連続的に捕捉された一連の画像と、その一連の画像の各画像に対応するジャイロ・センサ部の検出値とを記憶部に保存する保存部と、その一連の画像の中から或る画像を第1の画像として選択し、その検出値に基づいてその一連の画像の中からブレが最小の画像を第2の画像として選択する選択部と、その検出値に基づいてその第1の画像における移動量を求め、その第1の画像における前記移動量だけ離れた2つの位置の間の第1の領域の複数の画素値が、許容誤差の範囲で直線的な勾配を有する場合に、その第1の領域の複数の画素値を、その第1の領域に対応するその第2の画像における第2の領域の複数の画素値を用いて補正する補正部と、を含む情報処理装置が提供される。

30

【発明の効果】

【0010】

実施形態の一観点によれば、手振れの影響が補正された画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1Aは、実施形態による、撮像機能を含む情報処理装置の概略的な構成(configuration)の例を示している。図1Bは、情報処理装置におけるカメラ部の配置の例を示している。

【図2】図2は、情報処理装置のプロセッサの概略的な構成(configuration)の例を示している。

40

【図3】図3A~3Cは、ジャイロ・センサ部によって検出される、3次元軸に対する情報処理装置またはそのジャイロ・センサ部のヨー、ロールおよびピッチの回転角度の3次元的位置関係の例を示している。

【図4】図4Aは、手振れを伴う1つのフレーム画像における、露光開始時点での、X-Y平面上の或る方向(横軸)の複数の画素の画素値のレベルの例を示している。図4Bは、そのフレーム画像における、露光終了時点での図4Aと同じ複数の画素の画素値のレベルの例を示している。図4Cは、そのフレーム画像における、露光開始時点から露光終了時点までの間の時間期間における、図4Aと同じ複数の画素の画素値のレベルの例を示している。図4Dは、図4Cにおける概して直線的に上昇する正の勾配を有する画素

50

値を含む画像領域を、別のフレーム画像における対応する画像領域の高いレベルの画素値で置換した場合の画素値のレベルの例を示している。図4Eは、図4Cにおける概して直線的に上昇する正の勾配を有する画素値を含む画像領域を、別のフレーム画像における対応する画像領域の低いレベルの画素値で置換した場合の画素値のレベルの例を示している。

【図5】図5Aは、手振れを伴う1つのフレーム画像における、露光開始時点での、X-Y平面上の或る方向（横軸）の複数の画素の画素値のレベルの例を示している。図5Bは、そのフレーム画像における、露光終了時点での図5Aと同じ複数の画素の画素値のレベルの例を示している。図5Cは、そのフレーム画像における、露光開始時点から露光終了時点までの間の時間期間における、図5Aと同じ複数の画素の画素値のレベルの例を示している。図5Dは、図5Cにおける概して直線的に下降する負の勾配を有する画素値を含む画像領域を、別のフレーム画像における対応する画像領域の低いレベルの画素値で置換した場合の画素値のレベルの例を示している。図5Eは、図5Cにおける概して直線的に下降する負の勾配を有する画素値を含む画像領域を、別のフレーム画像における対応する画像領域の高いレベルの画素値で置換した場合の画素値のレベルの例を示している。

10

【図6】図6は、ユーザがシャッター・ボタンを押す前後の時間期間における時系列の一連の複数のフレーム画像の時間的な関係の例を示している。

【図7】図7Aは、フレーム画像における手振れによるぼやけを示す画像領域の画素の部分の例を示している。図7Bは、フレーム画像の画像領域の画素にそれぞれ対応する別のフレーム画像の画像領域の画素の位置の例を示している。図7Cは、フレーム画像の画像領域の画素を、別のフレーム画像の画像領域の画素の画素値で補正または補償して得られた補正後のフレーム画像の例を示している。

20

【図8A】図8A～8Cは、情報処理装置によって実行される、所望のタイミングのフレーム画像を、最小の角速度に対応するフレーム画像を用いて補正または補償するための処理のフローチャートの例を示している。

【図8B】(図8Aで説明)

【図8C】(図8Aで説明)

【図9】図9A～9Dは、所望のタイミングのフレーム画像中の手振れによるぼやけた画像部分が、最も小さい角速度に対応するフレーム画像における対応する画像部分でどのように補正されるかを説明するためのフレーム画像の例を示している。

30

【発明を実施するための形態】

【0012】

発明の目的および利点は、請求の範囲に具体的に記載された構成要素および組み合わせによって実現され達成される。

前述の一般的な説明および以下の詳細な説明は、典型例および説明のためのものであって、本発明を限定するためのものではない、と理解される。

【0013】

通常のデジタル・カメラには、シャッター・ボタンの1回の操作で比較的高い画質の一連のフレーム画像を連続的に生成するのに十分な大きさの光学系およびイメージ・センサを含むものがある。この場合、各フレーム画像は、それぞれの露光時間が短くても、光学系およびイメージ・センサが充分大きいので、比較的高画質が高い。そのようなデジタル・カメラの手振れ補正では、そのような複数のフレーム画像について、相互間での画像の動きまたは位置移動の方向および距離が決定され、その方向および距離に応じて複数のフレーム画像が位置合わせされて合成されて、補正された1つのフレーム画像が生成される。その方向および距離は、例えば、各フレーム画像間の分割領域の画素値の相関性に基づいて動きベクトルとして検出されてもよい。

40

【0014】

一方、携帯電話機、スマートフォンまたはタブレット型の情報端末のような情報処理装置は、小型のカメラ・モジュールを含んでいることがある。そのような情報処理装置では

50

、十分な画質が得られるように各フレーム画像の露光時間が比較的長くされ、その結果として、例えばシャッター・ボタンを押した瞬間の所望のタイミングで撮影されたフレーム画像に、手振れによる画像のぼやけが生じることがある。そのような小型のカメラ・モジュールでは、例えばレンズを含む光学系およびイメージ・センサの寸法が小さく、各フレーム画像の間隔および露光時間を短くすると、複数のフレーム画像を位置合わせして合成する形態の手振れ補正を行うには不十分な画質のフレーム画像しか得られないことがある。そのような情報処理装置では、例えばシャッター・ボタンを押した瞬間の手振れの影響を回避するために、シャッター・ボタンを押したタイミングから僅かに時間遅延したタイミングで撮影されたフレーム画像を捕捉して保存することもできるであろう。しかし、所望のタイミングから時間遅延して撮影されたフレーム画像は、所望のタイミングでのフレーム画像と幾分か異なり、望ましい画像でないことがある。

10

【 0 0 1 5 】

発明者たちは、所望のタイミングのフレーム画像に手振れの影響があった場合、そのフレーム画像を手振れの影響の少ない別のタイミングのフレーム画像を用いて補正または補償すれば、手振れの影響の少ない所望のタイミングのフレーム画像を生成することができる、と認識した。

【 0 0 1 6 】

従って、実施形態の目的は、手振れの影響がより少なくなる形態で補正された所望のタイミングのフレーム画像を得ることができるようにすることである。

【 0 0 1 7 】

20

図 1 A は、実施形態による、撮像機能を含む情報処理装置 3 0 の概略的な構成 (configuration) の例を示している。

【 0 0 1 8 】

情報処理装置 3 0 は、例えば、携帯電話機、スマートフォン、タブレット型のパーソナル・コンピュータ、ノートブック型のパーソナル・コンピュータのようなモバイル型の情報処理装置または情報処理端末であってもよい。情報処理装置 3 0 は、内部バス 3 5 に結合された、プロセッサ 3 2 2、記憶部 3 2 4、外部記憶部 3 3 4、カメラ部またはカメラ・モジュール 3 3 8、およびジャイロ・センサ部または手振れ検出部 3 4 0 を含んでいる。カメラ部またはカメラ・モジュール 3 3 8 は、例えば、撮像用の C C D / C M O S センサと、レンズ等の光学系とを含んでいてもよい。情報処理装置 3 0 は、さらに、入力部 3 4 2、表示部 3 4 4 および音響部 3 4 6 を含んでいる。情報処理装置 3 0 は、さらに、移動体通信部 3 2 6、無線 L A N 通信部 3 2 8、ネットワーク・インタフェース (N W I / F) 3 3 0、および U S B 通信部 3 3 2 を含んでいてもよい。

30

【 0 0 1 9 】

プロセッサ 3 2 2 は、コンピュータ用の C P U (Central Processing Unit) であってもよい。記憶部 3 2 4 には、例えば、主記憶装置および半導体メモリ等が含まれる。U S B 通信部 3 3 2 は、外付けドライブ 3 3 6 に接続可能である。ドライブ 3 3 6 は、プログラムが記録された例えば光ディスクまたは磁気ディスクのような記録媒体 3 6 4 を読み取るためのものであってもよい。入力部 3 4 2 は、例えばキーボード、マウスまたはタッチパッドのようなポインティング・デバイス、およびタッチパネルを含んでいてもよい。外部記憶部 3 3 4 には、例えば、ハードディスク・ドライブ (H D D) および / またはフラッシュメモリ・ドライブ (S S D : Solid State Drive) 等が含まれる。

40

【 0 0 2 0 】

プロセッサ 3 2 2 は、画像処理機能を含む例えば集積回路として実装された専用のプロセッサであってもよい。また、プロセッサ 3 2 2 は、記憶部 3 2 4 に格納された画像処理機能を有するアプリケーション・プログラムに従って動作するものであってもよい。アプリケーション・プログラムは、記録媒体 3 6 4 に格納されていて、ドライブ 3 3 6 によって記録媒体 3 6 4 から読み出されて情報処理装置 3 0 にインストールされてもよい。

【 0 0 2 1 】

ジャイロ・センサ部または手振れ検出部 3 4 0 は、例えば、角速度を検出し、さらに角

50

速度の積分によって角度を検出する振動型のジャイロ・センサであってもよい。

【0022】

図1Bは、情報処理装置30におけるカメラ部338の配置の例を示している。

【0023】

図1Bに示されているように、情報処理装置30において、カメラ部338は、例えばその筐体の外側の主要面の上部における任意の横方向の位置または左もしくは右の側部における任意の高さの位置に配置されていてもよい。

【0024】

図2は、情報処理装置30のプロセッサ322の概略的な構成(configuration)の例を示している。

10

【0025】

プロセッサ322は、例えば、制御部3220、アプリケーション部3222、データ保存部3224、画像選択部3226、画像補正部3228、およびその他の処理部3238を含んでいてもよい。画像補正部3228は、位置ずれ計算部3229、画素位置合せ部3230、および画素補正部3232を含んでいてもよい。制御部3220は、アプリケーション部3222、データ保存部3224、画像選択部3226、画像補正部3228および処理部3238に制御信号を供給して、これらの要素の動作を制御してもよい。

【0026】

データ保存部3224は、カメラ部338で連続的に撮影または捕捉された時系列の一連のフレーム画像を捕捉して、その一連のフレーム画像を記憶部324中のバッファ・メモリ部に一時的に保存する。それと並行して、データ保存部3224は、一連のフレーム画像の撮影または捕捉のタイミングで、ジャイロ・センサ部340で検出された検出値を捕捉して、その検出値を各フレーム画像に対応づけて記憶部324中のバッファ・メモリ部に一時的に保存する。その検出値は、例えば、角度および/または角速度であってもよい。

20

【0027】

画像選択部3226は、記憶部324中のバッファ・メモリ部に保存された一連のフレーム画像の中から、例えばユーザのシャッター・ボタン操作のような撮影操作のタイミングに最も近い所望のタイミングのフレーム画像を選択する。但し、所望のタイミングのフレーム画像は、これに限定されることなく、撮影操作のタイミングより前または後の任意のタイミングのフレーム画像であってもよい。シャッター・ボタンとして、入力部342の複数のキーまたはボタンの中の任意のキーまたはボタンが用いられてもよい。また、画像選択部3226は、記憶部324中のバッファ・メモリ部に保存された一連のフレーム画像の中から、最も小さい手振れを表すジャイロ・センサ部340の検出値に対応する補正用のフレーム画像を選択する。

30

【0028】

画像補正部3228の位置ずれ計算部3229は、所望のタイミングのフレーム画像に対応するその検出値に基づいて、そのフレーム画像における、露光時間期間T中の手振れによる2次元移動量(S_x , S_y)または画像の移動方向(S)および移動距離(SL)を求める。位置ずれ計算部3229は、さらに、所望のタイミングのフレーム画像において、或る画素からその2次元移動量だけ離れた位置にある別の画素までの画像領域を求める。そのような画像領域は、手振れの影響を受けている可能性がある画素または画素値を含んでいる。

40

【0029】

位置ずれ計算部3229は、さらに、その画像領域の画素の画素値または諧調が、許容誤差の範囲で概して直線的な勾配Gを有するかどうかを判定する。そのような画像領域の画素の画素値または諧調が、許容誤差の範囲で直線的な概して勾配Gを有する場合、その画像領域は、手振れの影響を受けている傾向がある。

【0030】

50

位置ずれ計算部 3229 は、さらに、所望のタイミングのフレーム画像とその補正用のフレーム画像との間の画像の移動量または位置ずれ量を求める。その移動量または位置ずれ量は、所望のタイミングのフレーム画像とその補正用のフレーム画像の間における、ジャイロ・センサ部 340 の検出値に基づいて求められた 2 次元の移動量 (S_x , S_y) または移動方向 (S) および移動距離 (SL) であってもよい。代替形態として、その移動量または位置ずれ量は、所望のタイミングのフレーム画像と補正用のフレーム画像の間での分割領域の画素値マッチングによる動きベクトルによって表されても、またはその動きベクトルとの組み合わせで決定されてもよい。但し、ジャイロ・センサ部 340 の検出値に基づいて 2 次元の移動量または移動方向および移動距離を求めるための処理負荷は、フレーム画像間の分割領域の画素値に基づいて動きベクトルを求める処理負荷よりも概して小さいであろう。

10

【0031】

画像補正部 3228 の画素位置合せ部 3230 は、所望のタイミングのフレーム画像の上述の画像領域に対応する、補正用のフレーム画像における画像領域の画素位置を求める。補正用のフレーム画像におけるその画像領域は、補正用のフレーム画像において、所望のタイミングのフレーム画像における画像領域の画素位置を移動量 (S_x , S_y) または移動方向 (S) および移動距離 (SL) だけ移動させた画素位置にあるものとしてもよい。

【0032】

画像補正部 3228 の画素補正部 3232 は、所望のタイミングのフレーム画像における画像領域の画素を、補正用のフレーム画像における対応する画像領域の画素の画素値で補正または補償する。そのために、画素補正部 3232 は、所望のタイミングのフレーム画像における画像領域の画素値 P_a を、補正用のフレーム画像における対応する画像領域の画素値 P_b で置き換えてもよい。そのような置換を行うことによって、低い処理負荷でまたは短い時間で、補正されたフレーム画像を生成することができる。

20

【0033】

代替形態として、画素補正部 3232 は、所望のタイミングのフレーム画像における画像領域の画素値 P_a と、補正用のフレーム画像における対応する画像領域の画素値 P_b とを或る重み付けで加算して合成し、所望のタイミングのフレーム画像における画像領域の画素値 P_a をその合成された画素値 P_c で置換してもよい。その重み付けは、所望のタイミングのフレーム画像の画素値 (P_a) と補正用のフレーム画像の画素値 (P_b) の重み付けが、例えば $1:4$ であってもよい ($P_c = (1P_a + 4P_b) / 5$)。そのような重み付け加算を行うことによって、所望のタイミングのフレーム画像と補正用のフレーム画像の画像合成の不自然さを緩和することができる。

30

【0034】

図 3A ~ 3C は、ジャイロ・センサ部 340 によって検出される、3 次元軸 (X , Y , Z) に対する情報処理装置 30 またはそのジャイロ・センサ部 340 のヨー、ロールおよびピッチの回転角度 (γ , r , p) の 3 次元的な位置関係の例を示している。ここで、カメラ部 338 によって撮像される長形状の画像の水平方向 X および垂直方向 Y は、情報処理装置 30 の水平方向 X および垂直方向 Y に対応するものとする。

40

【0035】

ジャイロ・センサ部 340 は、画像の撮影または捕捉のタイミングにおいて、回転角速度 ($\dot{\gamma}$, \dot{r} , \dot{p}) と、ヨー、ロールおよびピッチの回転角度 (γ , r , p) とを検出値として検出して、その検出値をデータ保存部 3224 に供給する。

【0036】

図 3A ~ 3C において、情報処理装置 30 は、例えば、それぞれ垂直軸 Y および水平軸 X の方向に、情報処理装置 30 の主要面の高さ H および幅 W を有し、水平軸 X および垂直軸 Y と直交する水平軸 Z の方向に、情報処理装置 30 の厚さまたは奥行き T を有する。ここで、情報処理装置 30 は、図 3A ~ 3C の配置で、3 軸 Y , Z および X をそれぞれ回転軸とするヨー、ロールおよびピッチの回転の基準角度 (γ , r , p) = (0° , 0° , 0°) となる。

50

° , 0°) を有するものとしてもよい。但し、情報処理装置 30 の 3 軸 Y、Z、X の方向および回転の基準角度は、これに限定されることなく、図 3 A ~ 3 C とは異なる方向および角度であってもよい。情報処理装置 30 のカメラ部 338 のイメージ・センサの受光面は、図 3 A ~ 3 C の情報処理装置 30 の主要面と同様のヨー、ロールおよびピッチの 3 次元的位置関係を有するものとして近似することができる。

【0037】

従って、ジャイロ・センサ部 340 で検出された回転角度 (y , r , p) およびその角速度 y 、 r 、 p に基づいて、カメラ部 338 によって撮影された各フレーム画像における手振れによる画像のズレ量またはズレを表すベクトル (V_x , V_y) を求めることができる。そのズレ量またはベクトルは、回転の角度 (y , r , p) および角速度 (y , r , p) に基づいて、様々な方法で求めることができ、そのいずれを用いても、または複数の方法を組み合わせて用いてもよい。その組合せ方として、例えば、複数の方法で求められたズレ量の平均値または加重平均を用いてもよい。

【0038】

カメラ部 338 の撮像用のイメージ・センサにおいて露光時間期間 T に捕捉された 1 つのフレーム画像 P__T A の各画素の値は、露光開始時点 t_{as} からその後の露光終了時点 t_{ae} までの露光時間期間 T におけるそれぞれの画素位置での受光量分の電荷の累積値に対応する。複数のフレーム画像が連続的に生成される場合、露光終了時点 t_{ae} は、フレーム画像 P__T A に続く次のフレーム画像 P__T A + 1 の露光開始時点 t_{bs} と実質的に同じと仮定してもよい。また、フレーム画像 P__T A の露光開始時点 t_{as} のタイミングにおいて、ジャイロ・センサ部 340 によって、回転角度 (y_a , r_a , p_a) および角速度 (y_a , r_a , p_a) が検出されたとする。この場合、バッファ・メモリに保存されるジャイロ・センサ部 340 の検出値は、各フレーム画像について 1 組とすることができる。同様に、次のフレーム画像 P__T A + 1 の露光開始時点 t_{bs} において、ジャイロ・センサ部 340 によって、回転角度 (y_b , r_b , p_b) および角速度 (y_b , r_b , p_b) が検出されたとする。代替形態として、角速度 (y_a , r_a , p_a) は、回転角度 (y_a , r_a , p_a) と次の回転角度 (y_b , r_b , p_b) の間の単位時間当りの角度差として求められてもよい (($y_b - y_a$) / T , ($r_b - r_a$) / T , ($p_b - p_a$) / T)。ここで、フレーム画像は、水平方向に 2 L 個の画素を有し、水平方向の画素数の 2 分の 1 が L 個であるとする。

【0039】

この場合、フレーム画像 P__T A における露光開始時点 t_{as} から露光終了時点 $t_{ae} = t_{bs}$ までの期間における、手振れによる X 軸および Y 軸方向のズレ量または移動量 (S_x , S_y) は、例えば、角度 (y_a , r_a , p_a) と (y_b , r_b , p_b) に基づいて次の式で表される。

$$x \text{ 方向のズレ量 : } S_x = L \times \cos (\quad y) + L \times \cos (\quad r)$$

$$y \text{ 方向のズレ量 : } S_y = L \times \cos (\quad p) + L \times \cos (\quad r)$$

ここで、 $y = y_b - y_a$ 、 $r = r_b - r_a$ 、 $p = p_b - p_a$ である。

【0040】

一方、手振れによるズレの速度 v は角速度 (y_a , r_a , p_a) と回転半径 (L) の距離の積 ($\times L$) で表される。従って、変位またはズレ量は、速度 v の積分値で表されてもよい。ここで、前のフレーム画像の露光開始時点から露光開始時点 t_{as} までの区間で、速度 v_a ($y_a \cdot L$, $r_a \cdot L$, $p_a \cdot L$) を積分して、露光開始時点 t_{as} での積分値 (X_a , Y_a) が得られるもの仮定する。また、露光開始時点 t_{as} から露光終了時点 $t_{ae} = t_{bs}$ までの区間で、速度 v_b ($y_b \cdot L$, $r_b \cdot L$, $p_b \cdot L$) を積分してこれを積分値 (X_a , Y_a) に加算して、露光終了時点 $t_{ae} = t_{bs}$ での積分値 (X_b , Y_b) とが得られるものと仮定する。この場合、フレーム画像 P__T A の露光開始時点 t_{as} から露光終了時点 $t_{ae} = t_{bs}$ までの手振れによるズレ量または移動量 (S_x , S_y) は、例えば、次の式で表されてもよい。

x方向のズレ量： $S_x = X_b - X_a$

y方向のズレ量： $S_y = Y_b - Y_a$

【0041】

フレーム画像 $P_T A$ におけるXおよびY方向のズレ量 (S_x, S_y) は、これらの方法に限定されることなく、その他の方法で求められてもよい。このようにして、いずれかの方法で、フレーム画像 $P_T A$ におけるXおよびY方向の手振れによるズレ量が求められる。そのズレ量は、例えばベクトル $V A (V_x, V_y)$ で表されてもよい。

【0042】

上述したように、複数の画像が連続的に生成される場合、露光終了時点 t_{ae} は、フレーム画像 $P_T A$ に続く次のフレーム画像 $P_T A + 1$ の露光開始時点 t_{bs} と一致するものと仮定してもよい。従って、代替形態として、フレーム画像 $P_T A$ の露光終了時点 t_{ae} のタイミングにおいて、ジャイロ・センサ部 340 によって、回転角度 (γ_a, ρ_a, ϕ_a) および角速度 ($\dot{\gamma}_a, \dot{\rho}_a, \dot{\phi}_a$) が得られるものとしてもよい。

【0043】

一方、露光時間期間 T の露光終了時点 t_{ae} と次の露光開始時点 t_{bs} の間の時間差が無視できない場合もある。この場合、露光時間期間 T での修正したズレ量 (S'_x, S'_y) が、上述のズレ量 (S_x, S_y) に、露光開始時点 t_{as} と t_{bs} の間の時間 T_s に対する露光時間期間 T の比を乗じることによって求められてもよい。この場合、修正したズレ量 (S'_x, S'_y) は、例えば、上述のズレ量 (S_x, S_y) を用いて、次の式で求められる。

$$(S'_x, S'_y) = (S_x \cdot T / T_s, S_y \cdot T / T_s)$$

【0044】

図4Aは、手振れを伴う1つのフレーム画像 $P_T A$ における、露光開始時点 t_{as} での、X-Y平面上の或る方向（横軸）の複数の画素の画素値 PL_H のレベルの例を示している。図4Bは、そのフレーム画像 $P_T A$ における、露光終了時点 $t_{ae} = t_{bs}$ での図4Aと同じ複数の画素の画素値 PL_H のレベルの例を示している。図4Cは、そのフレーム画像 $P_T A$ における、露光開始時点 t_{as} から露光終了時点 $t_{ae} = t_{bs}$ までの間の時間期間における、図4Aと同じ複数の画素の画素値 PL_H のレベルの例を示している。

【0045】

図4Aおよび4Bの画素値のレベルは、露光開始時点 t_{as} と終了時点 $t_{ae} = t_{bs}$ におけるそれぞれの瞬間的なレベルを表している。一方、図4Cの画素値のレベルは、例えば、露光時間期間 T における映像を表す受光量分の電荷の累積値または積分値のレベルを表している。但し、図4A～4Cの縦軸は、複数の画素の画素値のレベルの相対的な高低関係を説明するために示されているに過ぎず、具体的な値を示すものではない。ここで、画素値 PL_H は、例えば、輝度階調または白黒（モノクローム）濃度階調に対応するものであっても、または例えば緑（G）のような任意の色の階調に対応するものであってもよい。その階調数は、例えば、512または256であってもよい。

【0046】

図4Aにおいて、露光開始時点 t_{as} では、横軸の正方向に画像の画素値のレベルが位置aにおいて急峻な立上りを示している。図4Bにおいて、その後の露光終了時点 $t_{ae} = t_{bs}$ では、画像の位置が横軸の正方向にずれて、画像の画素値のレベルが位置bにおいて急峻な立上りを示している。この立上り位置の移動は、手振れによってフレーム画像 $P_T A$ において位置aから位置bまでの移動方向と移動距離だけ画像が移動したことを表す。一方、図4Cにおいて、破線で示されたフレーム画像 $P_T A$ の位置aから位置bまでの範囲の画素の画素値は、実線で示されているように、横軸の正方向の位置aと位置bの間で概して直線的に上昇する正の勾配または傾斜を有する。フレーム画像 $P_T A$ において、そのような画素値の勾配を有する部分は、特に手振れによって生じた画像のぼやけとして観察者に強く知覚される傾向がある。

【 0 0 4 7 】

フレーム画像 $P_T A$ における位置 a から位置 b までの画像領域における画像のぼやけは、その画像領域の画素の画素値を、別のフレーム画像 $P_T B$ におけるそれに対応する画像領域の画素の画素値で補正しまたは置換することによって、補正または補償することができる。

【 0 0 4 8 】

フレーム画像 $P_T A$ における位置 a から位置 b までの画像領域と、それに対応するフレーム画像 $P_T B$ における画像領域との位置関係は、ジャイロ・センサ部 340 で検出されたフレーム画像 $P_T A$ からフレーム画像 $P_T B$ までの検出値の累積的な変化量に基づいて求めることができる。そのために、その検出値に基づいて、フレーム画像 $P_T A$ からフレーム画像 $P_T B$ までの間の画像の 2 次元移動量または移動方向および移動距離が求められ、その 2 次元移動量に基づいて、フレーム画像 $P_T A$ におけるその画像領域と、フレーム画像 $P_T B$ における対応の画像領域との間の画素の位置関係が求められる。その検出値は、例えば、フレーム画像 $P_T A$ と $P_T B$ の角度 A と B 、およびフレーム画像 $P_T A$ からフレーム画像 $P_T B$ までの複数の角速度 A 、... B であってもよい。

10

【 0 0 4 9 】

代替形態として、フレーム画像 $P_T A$ の画像領域と $P_T B$ の対応の画像領域との間の画素位置の対応関係は、分割領域のマッチングによる動きベクトルによって求められてもよい。あるいは、その対応関係は、さらに、角度 A と B および角速度 A 、... B を組み合わせて用いて求められてもよい。

20

【 0 0 5 0 】

図 4 D は、図 4 C における概して直線的に上昇する正の勾配を有する画素値を含む画像領域を、別のフレーム画像 $P_T B$ における対応する画像領域の高いレベルの画素値で置換した場合の画素値 P_L_H のレベルの例を示している。

【 0 0 5 1 】

図 4 D のフレーム画像 $P_T C$ では、横軸の正方向に画像の画素値のレベルが位置 a において急峻な立上りを示すように補正されている。

【 0 0 5 2 】

図 4 E は、図 4 C における概して直線的に上昇する正の勾配を有する画素値を含む画像領域を、別のフレーム画像 $P_T B$ における対応する画像領域の低いレベルの画素値で置換した場合の画素値 P_L_H のレベルの例を示している。

30

【 0 0 5 3 】

図 4 E のフレーム画像 $P_T C$ では、横軸の正方向に画像の画素値のレベルが位置 b において急峻な立上りを示すように補正されている。

【 0 0 5 4 】

図 5 A は、手振れを伴う 1 つのフレーム画像 $P_T A$ における、露光開始時点 t_{as} での、 $X-Y$ 平面上の或る方向（横軸）の複数の画素の画素値 P_L_H のレベルの例を示している。図 5 B は、そのフレーム画像 $P_T A$ における、露光終了時点 $t_{ae} = t_{bs}$ での図 5 A と同じ複数の画素の画素値 P_L_H のレベルの例を示している。図 5 C は、そのフレーム画像 $P_T A$ における、露光開始時点 t_{as} から露光終了時点 $t_{ae} = t_{bs}$ までの間の時間期間における、図 5 A と同じ複数の画素の画素値 P_L_H のレベルの例を示している。

40

【 0 0 5 5 】

図 5 A および 5 B の画素値のレベルは、露光開始時点 t_{as} と終了時点 $t_{ae} = t_{bs}$ におけるそれぞれの瞬間的なレベルを表している。一方、図 5 C の画素値のレベルは、例えば、露光時間期間 T における映像を表す受光量分の電荷の累積値または積分値のレベルを表している。但し、図 5 A ~ 5 C の縦軸は、複数の画素の画素値のレベルの相対的な高低関係を説明するために示されているに過ぎず、具体的な値を示すものではない。

【 0 0 5 6 】

50

図5Aにおいて、露光開始時点 t_{as} では、横軸の正方向に画像の画素値のレベルが位置aにおいて急峻な立下りを示している。図5Bにおいて、その後の露光終了時点 $t_{ae} = t_{bs}$ では、画像の位置が横軸の正方向にずれて、画像の画素値のレベルが位置bにおいて急峻な立下りを示している。この立下り位置の移動は、手振れによってフレーム画像 P_TA において位置aから位置bまでの移動方向と移動距離だけ画像が移動したことを表す。一方、図5Cにおいて、破線で示されたフレーム画像 P_TA の位置aから位置bまでの範囲の画素の画素値は、実線で示されているように、横軸の正方向の位置aと位置bの間で概して直線的に下降する負の勾配または傾斜を有する。フレーム画像 P_TA において、そのような画素値の勾配を有する部分は、特に手振れによって生じた画像のぼやけとして観察者に強く知覚される傾向がある。

10

【0057】

フレーム画像 P_TA における位置aから位置bまでの画像領域における画像のぼやけは、その画像領域の画素の画素値を、別のフレーム画像 P_TB におけるそれに対応する画像領域の画素の画素値で補正または置換することによって、補正または補償することができる。その補正は、図5Dおよび5Eについて説明したのと同様の形態で行われてもよい。

【0058】

図5Dは、図5Cにおける概して直線的に下降する負の勾配を有する画素値を含む画像領域を、別のフレーム画像 P_TB における対応する画像領域の低いレベルの画素値で置換した場合の画素値 PL_H のレベルの例を示している。

20

【0059】

図5Dのフレーム画像 P_TC では、横軸の正方向に画像の画素値のレベルが位置aにおいて急峻な立下りを示すように補正されている。

【0060】

図5Eは、図5Cにおける概して直線的に下降する負の勾配を有する画素値を含む画像領域を、別のフレーム画像 P_TB における対応する画像領域の高いレベルの画素値で置換した場合の画素値 PL_H のレベルの例を示している。

【0061】

図5Eのフレーム画像 P_TC では、横軸の正方向に画像の画素値のレベルが位置bにおいて急峻な立下りを示すように補正されている。

30

【0062】

図6は、ユーザがシャッター・ボタンを押す前後の時間期間における時系列の一連の複数のフレーム画像 $P_ - 4 \sim P_ + 5$ の時間的な関係の例を示している。

【0063】

図6において、フレーム画像 P_0 はシャッター・ボタンを押した瞬間のタイミングのフレーム画像を表している。また、フレーム画像 $P_ - 4 \sim P_ - 1$ は、シャッター・ボタンを押す前のそれぞれのタイミングのフレーム画像を表している。フレーム画像 $P_ + 1 \sim P_ + 5$ は、シャッター・ボタンを押した後のそれぞれのタイミングのフレーム画像を表している。フレーム画像 P_0 は、ユーザの所望のタイミングで撮影されたものであるが、手振れによる画像のぼやけを含むフレーム画像 P_TA であるとする。所望のタイミングは、例えば、シャッター・ボタンを押下した瞬間のフレーム画像またはその直前または直後のフレーム画像の生成タイミングであってもよい。また、所望のタイミングは、例えば、シャッター・ボタンを押下した瞬間またはその直前または直後のフレーム画像とは異なるフレーム画像の生成タイミングであってもよい。

40

【0064】

一方、フレーム画像 $P_ + 3$ は、別のタイミングで撮影されたもので、最小の角速度の検出値に対応づけられたフレーム画像 P_TB であるとする。ここで、最小の角速度に対応づけられたフレーム画像は、手振れによる画像のぼやけが無いまたは最小である。この場合、フレーム画像 P_TA のぼやけた画像領域の画素値が、フレーム画像 P_TB におけるぼやけが無いまたは最小の対応する画素領域の画素値を用いて、補正または補償す

50

るものとする。フレーム画像 P_TB はフレーム画像 P_TA の後のタイミングのフレーム画像でなくてもよく、例えば、その前のタイミングのフレーム画像 P_3 の画像が最小の角速度の検出値に対応づけられている場合、フレーム画像 P_3 がフレーム画像 P_TB として用いられてもよい。

【0065】

図7Aは、フレーム画像 P_TA における手振れによるぼやけを示す画像領域の画素の例を示している。この画像領域では、ジャイロ・センサ部340の検出値に基づいて求められた手振れによる移動方向および移動距離を示す矢印の始点の画素 $PL(Xa, Ya)$ からその矢印の終点の画素 $PL(Xas, Yas)$ までの範囲の一連の画素の階調が概して直線的に上昇しているものとする。

10

【0066】

図7Bは、フレーム画像 P_TA の画像領域の画素 $PL(Xa, Ya) \sim PL(Xas, Yas)$ に対応する別のフレーム画像 P_TB の画像領域の画素 $PL(Xb, Yb) \sim PL(Xbs, Ybs)$ の位置の例を示している。この場合、フレーム画像 P_TB は、一連のフレーム画像の中で、ジャイロ・センサ部340によって検出された角速度 B が最小のものであるとする。

【0067】

図7Cは、フレーム画像 P_TA の画像領域の画素 $PL(Xa, Ya) \sim PL(Xas, Yas)$ を、別のフレーム画像 P_TB の画像領域の画素 $PL(Xb, Yb) \sim PL(Xbs, Ybs)$ の画素値で補正または補償して得られた補正後のフレーム画像 P_CA の例を示している。図7Cの画像 P_CA において、図7Aのフレーム画像 P_TA における画素 $PL(Xa, Ya) \sim PL(Xas, Yas)$ の画素値が、フレーム画像 P_TB における画素 $PL(Xb, Yb) \sim PL(Xbs, Ybs)$ の画素値で置き換えられている。代替形態として、フレーム画像 P_TA における画素 $PL(Xa, Ya) \sim PL(Xas, Yas)$ の画素値は、画素の $PL(Xa, Ya) \sim PL(Xas, Yas)$ の各画素値と、画素 $PL(Xb, Yb) \sim PL(Xbs, Ybs)$ の対応する各画素値とを或る重みで加算して得た画素値で、置き換えられてもよい。

20

【0068】

このようにして、所望のタイミングのフレーム画像 P_TA における手振れによるぼやけた画像領域の画素が、最小の角速度に対応するフレーム画像 P_TB でのより鮮明な対応する画像領域の画素値で補正または補償することができる。

30

【0069】

図8A～8Cは、情報処理装置30によって実行される、所望のタイミングのフレーム画像 P_TA を、最小の角速度に対応するフレーム画像 P_TB を用いて補正または補償するための処理のフローチャートの例を示している。

【0070】

図8Aを参照すると、ステップ502において、ユーザによる情報処理装置30の撮像用のアプリケーションの起動にตอบสนองして、プロセッサ322（またはそのアプリケーション部3222）は、そのカメラ部またはカメラ・モジュール338を起動する。

【0071】

ステップ504において、プロセッサ322（またはそのデータ保存部3224）は、或る間隔または露光時間期間 T の間隔で連続的に撮像された複数のフレーム画像（例えば、 $P_4 \sim P_{+5}$ ）を捕捉して記憶部324中のバッファ・メモリに順次保存する。それと並行して、プロセッサ322（データ保存部3224）は、各フレーム画像の撮影または捕捉タイミングで、ジャイロ・センサ部340によって検出された角度（ y, r, p ）および角速度（ y, r, p ）を捕捉して、各フレーム画像に対応付けてそのバッファ・メモリに順次に保存する。

40

【0072】

角度（ y, r, p ）および角速度（ y, r, p ）は、各フレーム画像における露光時間期間 T の開始時点での検出値であっても、その開始時点と終了時点の間の概

50

ね中央のタイミングでの検出値であっても、またはその露光時間期間 T における複数の時点での検出値の平均値であってもよい。そのバッファ・メモリには、撮影されたフレーム画像が順次追加的に格納され、バッファ・メモリに保存されたフレーム画像の数が閾値を超えると、閾値を超えた分の数のフレーム画像が古い順に削除または消去されてもよい。保存されるフレーム画像の数の閾値は、例えば 8 ~ 16 の範囲内の或る値であってもよい。

【0073】

ステップ 504 は、シャッタ・ボタンが押される前の期間においても連続的に実行され、さらに、シャッタ・ボタンが押された後で撮影された或る数のフレーム画像が保存されるまで継続的に実行される。その或る数は、例えば 4 ~ 8 の範囲内の或る値であってもよい。

10

【0074】

ステップ 506 において、プロセッサ 322 (データ保存部 3224) は、ユーザによって情報処理装置 30 のシャッタ・ボタンが押されたかどうかを判定する。ステップ 506 におけるシャッタ・ボタンが押されたかどうか判定は、シャッタ・ボタンが押された後で、或る数のフレーム画像が撮影されて保存された後で行われてもよい。シャッタ・ボタンが押されたと判定された場合は、手順はステップ 508 に進む。シャッタ・ボタンが押されなかったと判定された場合は、手順はステップ 504 に戻って、シャッタ・ボタンが押されるまでステップ 504 が繰り返される。

20

【0075】

シャッタ・ボタンが押された後のステップ 508 において、プロセッサ 322 (データ保存部 3224) は、そのバッファ・メモリに格納された、シャッタ・ボタン押下の前後の一連のフレーム画像 (例えば、 $P_{-4} \sim P_{+5}$) および対応する角度および角速度の検出値を削除せずに保持する。その際、プロセッサ 322 (アプリケーション部 3222 またはデータ保存部 3224) は、カメラ部 338 によるその後の撮影動作を停止させてもよい。

【0076】

ステップ 510 において、プロセッサ 322 (その画像選択部 3226) は、予め設定された所望のタイミングのフレーム画像 P_{TA} 、およびその角度 A および角速度 A の検出値を、そのバッファ・メモリから取得しまたは選択する。ここで、角度 A は、例えば、3つの成分値 (y_a, r_a, p_a) を含んでおり、角速度 A は、例えば、3つの成分値 (y_a, r_a, p_a) を含んでいる。

30

【0077】

ステップ 512 において、プロセッサ 322 (画像選択部 3226) は、バッファ・メモリに格納された複数のフレーム画像 (例、 $P_{-4} \sim P_{+5}$) に対応する各角速度 (y, r, p) を互いに比較し、最小の角速度 (y_b, r_b, p_b) のフレーム画像 P_{TB} を決定しまたは選択する。その比較のために、各フレーム画像の角速度として、3つの角速度成分の2乗の和 ($y^2 + r^2 + p^2$) またはその平方根 ($y^2 + r^2 + p^2$)^{1/2} が用いられてもよい。代替形態として、その比較のために、各フレーム画像の角速度として、3つの角速度の和 ($y + r + p$) が用いられてもよい。代替形態として、その比較のために、各フレーム画像における、上述の x 方向のズレ量 S_x 、y 方向のズレ量 S_y の2乗の和 ($S_x^2 + S_y^2$) またはその平方根 ($S_x^2 + S_y^2$)^{1/2} が用いられて、その最小のズレ量のフレーム画像が決定されまたは選択されてもよい。最小の角速度またはズレ量を有するフレーム画像は、手振れの影響が最小であり手振れによるぼやけが最も少なく、画質がより高いと期待される。従って、最小の角速度またはズレ量を有するフレーム画像は、フレーム画像 P_{TA} における手振れによるぼやけた画像領域を補正または補償するのに用いることができる。

40

【0078】

ステップ 514 において、プロセッサ 322 (画像選択部 3226) は、そのバッファ・メモリから、フレーム画像 P_{TB} 、およびその角度 B および角速度 B を取得する

50

。

【0079】

ステップ516において、プロセッサ322（画像選択部3226）は、所望のタイミングのフレーム画像P__TAの角速度Aと、最小の角速度に対応するフレーム画像P__TBの角速度Bとを比較して、角速度Aが角速度Bに等しいか（ $A = B$ ）どうかを判定する。角速度Aと角速度Bが等しいと判定された場合は、手順は図8Cのステップ540に進む。この場合、フレーム画像P__TAは、複数のフレーム画像の中で手振れの影響が最も小さく、手振れ補正しなくてよいことを表している。角速度Aと角速度Bが等しくない、即ち角速度Aが角速度Bより大きいと判定された場合は、手順は図8Bのステップ518に進む。

10

【0080】

図8Bを参照すると、ステップ518において、プロセッサ322（またはその位置ずれ計算部3229）は、フレーム画像P__TAの角度Aおよび/または角速度Aに基づいて、フレーム画像P__TAにおけるズレ分の移動量（ S_x, S_y ）を算出する。その計算のために、フレーム画像P__TAの角度Aおよび/または角速度Aと、その直後または次のフレーム画像P__TA+1の角度（A+1）および/または角速度（A+1）とが用いられてもよい。代替形態として、フレーム画像P__TAの角度Aおよび/または角速度Aと、その直前のフレーム画像P__TA-1の角度（A-1）および/または角速度（A-1）とが用いられてもよい。この場合、バッファ・メモリに保存されるジャイロ・センサ部340の検出値は、各フレーム画像について1組の検出値だけでよい。少なくてもよい。代替形態として、角度Aは、例えば、フレーム画像P__TAの露光開始時点 t_{as} と露光終了時点 t_{ae} における2組の角度および角速度（ A_s, A_s ）、（ A_e, A_e ）を含んでいて、その2組の角速度が移動量（ S_x, S_y ）の計算に用いられてもよい。移動量（ S_x, S_y ）は、フレーム画像P__TAにおける水平X方向および垂直Y方向の画素数で表されてもよい。

20

【0081】

ステップ520において、プロセッサ322（位置ずれ計算部3229）は、フレーム画像P__TA中の1つの画素を画素PL1として取り出す。ステップ520が繰り返し実行されることによって、フレーム画像P__TA中の複数の画素が順次取り出される。その際、後で説明するステップ536において先にフレーム画像P__TBの画素で置換されたフレーム画像P__TAの画素は、取り出されなくてもよい。

30

【0082】

ステップ522において、プロセッサ322（位置ずれ計算部3229）は、フレーム画像P__TAにおいて、画素PL1の位置に移動量（ S_x, S_y ）を加算した位置にある画素PL2を取り出す。

【0083】

ステップ524において、プロセッサ322（位置ずれ計算部3229）は、画素PL1から画素PL2までの直線上にある、フレーム画像P__TAの画素PL1から画素PL2までの画素の経路を、算出または決定する。その経路は、例えば、図7Aの場合、矢印の始点の画素PL（ X_a, Y_a ）の位置から、矢印の方向に、X方向に2画素移動し、次いで、Y方向に1画素移動し、X方向に2画素移動し、Y方向に1画素移動し、X方向に1画素移動して、画素PL（ X_{as}, Y_{as} ）に到達するものである。

40

【0084】

ステップ526において、プロセッサ322（位置ずれ計算部3229）は、画素PL1から画素PL2までの経路上の画素値の階調変化の勾配Gを算出する。そのために、画素PL1の画素値から画素PL2の画素値が減算されて階調の差が生成され、その差を移動方向の移動距離（ S_L ）で除算して、画素値の階調の勾配または傾斜Gが求められてもよい（ $G = (\text{画素PL1の画素値} - \text{画素PL2の画素値}) / S_L$ ）。代替形態として、画素PL2の画素値から画素PL1の画素値が減算されて階調の差が生成され、その差を移動距離で除算して、画素値の階調の勾配Gが求められてもよい（ $G = (\text{画素値2} - \text{画素値$

50

1) / S_L)。ここで、移動量として、例えば画素数を単位とする距離 $(S_x + S_y)^{1/2}$ が用いられてもよい。

【0085】

ステップ528において、プロセッサ322(位置ずれ計算部3229)は、経路上の隣接の2つの画素jおよび(j+1)を取り出して、その2つの画素の間の画素値の階調の勾配gを求める。画素位置jの初期値は、例えば画素PL1の位置であってもよい。そのために、画素jの画素値から画素(j+1)の画素値が減算されて階調の差が生成され、その差を移動方向の移動距離(S_L)で除算して、画素値の階調の勾配または傾斜gが求められてもよい($g = (\text{画素jの画素値} - \text{画素(j+1)の画素値}) / S_L$)。代替形態として、画素j+1の画素値から画素jの画素値が減算されて階調の差が生成され、その差を移動量で除算して、画素値の階調の勾配gが求められてもよい($g = (\text{画素(j+1)の画素値} - \text{画素jの画素値}) / S_L$)。ここで、画素jと画素(j+1)間での移動方向の移動量(S_L)は、画素PL1と画素PL2を結ぶ直線上での画素jと画素(j+1)間の移動量の成分であり、画素PL1の中心から画素PL2の中心を結ぶ直線に投影された画素jと(j+1)の各中心位置の間の距離であってもよい。ステップ528が繰り返し実行されることによって、経路上の各1対の隣接の画素が順次取り出される。

【0086】

ステップ530において、プロセッサ322(位置ずれ計算部3229)は、その隣接画素の画素値の階調の勾配gが、経路の画素PL1から画素PL2までの画像領域の画素値の階調の勾配Gに概ね相当するか($g \approx G$)、またはその勾配Gの許容誤差範囲内にあるか($g = G \pm G$)どうかを判定する。ここで、許容誤差Gは、例えば、勾配値Gの10%であってもよい。画素j、(j+1)の画素値の階調の勾配gが勾配Gに概ね相当すると判定された場合は、手順はステップ532に進む。隣接の画素値の階調の勾配gが勾配Gに相当しない($g > G + G$ 、 $g < G - G$)と判定された場合は、この時点での画素PL1から画素PL2までの経路の画像領域の画素は補正の対象でないので、手順はステップ520に戻る。この場合、ステップ520において、次の画素が画素PL1として取り出される。

【0087】

ステップ532において、プロセッサ322(位置ずれ計算部3229)は、比較する隣接画素jおよび(j+1)の位置をそれぞれ+1だけ増分する($j = j + 1$ 、 $j + 1 = j + 1 + 1$)。

【0088】

図8Cを参照すると、ステップ534において、プロセッサ322(位置ずれ計算部3229)は、1対の隣接の画素中の画素jの位置が、移動量(S_x , S_y)に達したかまたは終点の画素PL2に達したかどうかを判定する。画素jの位置が移動量に達したと判定された場合は、手順はステップ536に進む。これは、画素PL1から画素PL2まで経路上の全ての隣接の画素間の階調の勾配gが勾配Gに概ね相当すると判定されたことを表す。画素jの位置が移動量に達していないと判定された場合は、手順はステップ528に戻る。それによって、画素PL1から画素PL2まで経路上の全ての隣接の画素について、ステップ528~530が繰り返し実行される。

【0089】

ステップ536において、プロセッサ322(その画素位置合せ部3230)は、フレーム画像P__TAにおける経路上の画素PL1から画素PL2の画像領域の画素に対応する、フレーム画像P__TB中の画像領域の画素を決定する。そのために、プロセッサ322(位置ずれ計算部3229)は、フレーム画像P__TAの画像領域とフレーム画像P__TBにおける対応する画像領域の間の2次元的な移動量(S_x , S_y)を求めてもよい。その移動量(S_x , S_y)は、例えば、それぞれの角度AとBおよび/またはフレーム画像P__TAとP__TBの間の角速度A、...Bに基づいて算出されてもよい。代替形態として、その移動量(S_x , S_y)は、例えば、角度AとBおよび/またはフレーム画像P__TAとP__TBの間の角速度A、...Bと、2つのフレーム画像

10

20

30

40

50

P__T A、P__T Bの間での分割領域のマッチングにより求められる動きベクトルとの組合せで求められてもよい。プロセッサ322(画素位置合せ部3230)は、フレーム画像P__T Bにおいて、フレーム画像P__T Aでの画像領域の画素位置を、その移動量(S_x , S_y)または移動方向(S)および移動距離(SL)だけ移動させた位置の画素を、対応する画像領域の画素として決定する。

【0090】

ステップ538において、プロセッサ322(その画素補正部3232)は、フレーム画像P__T Aにおける経路上の画素P L 1から画素P L 2までの画像領域の画素の画素値を、フレーム画像P__T B中の対応する画像領域の画素の画素値で補正する。そのために、前述のように、フレーム画像P__T Aにおける画像領域の画素の画素値が、フレーム画像P__T B中の対応する画像領域の画素の画素値で置き換えられてもよい。代替形態として、フレーム画像P__T Aにおける画像領域の画素の各画素値は、前述のように、フレーム画像P__T Aにおける画像領域の各画素の画素値と、フレーム画像P__T Bにおける対応する画像領域の各画素の画素値とを或る重みで加算して得られた画素値で、置き換えられてもよい。

10

【0091】

ステップ540において、プロセッサ322(画素補正部3232)は、フレーム画像P__T Aの全ての画素について、取り出しおよび/または置換の処理が完了したかどうかを判定する。フレーム画像P__T Aについて全ての画素の処理が完了したと判定された場合は、手順はステップ542に進む。フレーム画像P__T Aについて未だ全ての画素の処理は完了していないと判定された場合は、手順はステップ520に戻る。

20

【0092】

ステップ542において、プロセッサ322(画素位置合せ部3230)は、補正済みのフレーム画像P__C Aを、例えば外部記憶部334に保存する。このようにして、所望のタイミングのフレーム画像P__T Aにおける手振れによるぼやけが補正されたフレーム画像P__C Aが得られる。

【0093】

図9A~9Dは、所望のタイミングのフレーム画像P__T A中の手振れによるぼやけた画像部分が、最も小さい角速度Bに対応するフレーム画像P__T Bにおける対応する画像部分でどのように補正されるかを説明するためのフレーム画像の例を示している。

30

【0094】

図9Aのフレーム画像P__T Aにおいて、矢印の始点における画素位置から矢印の終点(頭部)までの線上の画像領域に手振れによるぼやけが生じているものとする。この場合、図9Bのフレーム画像P__T Aにおいて、図9Aの矢印の線上にある白抜きの複数の四角形で表される画素を含む画像領域が、置換される画像領域として決定される。これに対して、図9Cのフレーム画像P__T Bにおいて、複数の四角形で示される画素を含む画像領域が、図9Aの画素領域に対応するものとして決定される。

【0095】

次いで、図9Bのフレーム画像P__T Aの白抜きの四角形の画素の画像領域が、図9Cのフレーム画像P__T Bの複数の四角形で表される画素の画像領域でそれぞれ置換されて、図9Dに示されているような補正済みのフレーム画像P__C Aが得られる。

40

【0096】

このようにして、例えば図9Dのフレーム画像P__C Aのような補正済みのフレーム画像は、置換された画素の画像領域について手振れによるぼやけが補償されて、ぼやけがなくなりまたは少ないものとなり、その画像がより鮮明なものとなる。

【0097】

また、上述の画像補正を用いることによって、情報処理装置30において、カメラ部338に小型のカメラ・モジュールが用いられても、各フレーム画像の撮影の露光時間を比較的長くすることができ、それによって手振れの影響を補正するのに十分な画質のフレーム画像が得られる。また、上述のようにして補正された画像が生成されることによって、

50

ユーザは、撮影の失敗が減り、何度も撮影しなおさなくてよくなり、また、望ましいタイミングで撮影された画像を無駄にせずに済む。

【 0 0 9 8 】

以上説明した実施形態は典型例として挙げたに過ぎず、その各実施形態の構成要素を組み合わせることで、その変形およびバリエーションは当業者にとって明らかであり、当業者であれば本発明の原理および請求の範囲に記載した発明の範囲を逸脱することなく上述の実施形態の種々の変形を行えることは明らかである。

【 0 0 9 9 】

以上の実施例を含む実施形態に関して、さらに以下の付記を開示する。

(付記 1) 連続的に捕捉された一連の画像と、前記一連の画像の各画像に対応するジャイロ・センサ部の検出値とを記憶部に保存する保存部と、

10

前記一連の画像の中から或る画像を第 1 の画像として選択し、前記検出値に基づいて前記一連の画像の中からブレが最小の画像を第 2 の画像として選択する選択部と、

前記検出値に基づいて前記第 1 の画像における移動量を求め、前記第 1 の画像における前記移動量だけ離れた 2 つの位置の間の第 1 の領域の複数の画素値が、許容誤差の範囲で直線的な勾配を有する場合に、前記第 1 の領域の複数の画素値を、前記第 1 の領域に対応する前記第 2 の画像における第 2 の領域の複数の画素値を用いて補正する補正部と、を含む情報処理装置。

(付記 2) 前記補正部は、さらに、前記検出値に基づいて前記第 1 の画像から前記第 2 の画像までの別の移動量を求め、前記第 2 の画像における前記第 1 の領域の位置から前記別の移動量だけ移動させた位置にある領域を前記第 2 の領域として決定するものであることを特徴とする、付記 1 に記載の情報処理装置。

20

(付記 3) 前記補正部は、前記第 1 の画像に対応する前記検出値と前記第 1 の画像の直前または直後の画像に対応する前記検出値とに基づいて、前記第 1 の画像における 2 次元の移動量がまたは移動方向および移動距離を、前記移動量として求めるものであることを特徴とする、付記 1 または 2 に記載の情報処理装置。

(付記 4) 前記第 1 の画像は、撮影操作に関連するタイミングの画像であることを特徴とする、付記 1 乃至 3 のいずれかに記載の情報処理装置。

(付記 5) 前記第 1 の領域の複数の画素値の補正は、前記第 1 の領域の複数の画素値を前記第 2 の領域の複数の画素値で置換するか、または、前記第 1 の領域の複数の画素値を、前記第 1 の領域の複数の画素値と前記第 2 の領域の複数の画素値を合成して得られた複数の画素値で置換することによって、行われるものであることを特徴とする、付記 1 乃至 4 のいずれかに記載の情報処理装置。

30

(付記 6) 連続的に捕捉された一連の画像と、前記一連の画像の各画像に対応するジャイロ・センサ部の検出値とを記憶部に保存し、

前記一連の画像の中から或る画像を第 1 の画像として選択し、前記検出値に基づいて前記一連の画像の中からブレが最小の画像を第 2 の画像として選択し、

前記検出値に基づいて前記第 1 の画像における移動量を求め、前記第 1 の画像における前記移動量だけ離れた 2 つの位置の間の第 1 の領域の複数の画素値が、許容誤差の範囲で直線的な勾配を有する場合に、前記第 1 の領域の複数の画素値を、前記第 1 の領域に対応する前記第 2 の画像における第 2 の領域の複数の画素値を用いて補正する

40

処理を情報処理装置に実行させるためのプログラム。

(付記 7) 情報処理装置が、

連続的に捕捉された一連の画像と、前記一連の画像の各画像に対応するジャイロ・センサ部の検出値とを記憶部に保存し、

前記一連の画像の中から或る画像を第 1 の画像として選択し、前記検出値に基づいて前記一連の画像の中からブレが最小の画像を第 2 の画像として選択し、

前記検出値に基づいて前記第 1 の画像における移動量を求め、前記第 1 の画像における前記移動量だけ離れた 2 つの位置の間の第 1 の領域の複数の画素値が、許容誤差の範囲で直線的な勾配を有する場合に、前記第 1 の領域の複数の画素値を、前記第 1 の領域に対応す

50

る前記第２の画像における第２の領域の複数の画素値を用いて補正する処理を実行する方法。

【符号の説明】

【 0 1 0 0 】

30 情報処理装置
 322 プロセッサ
 324 記憶部
 338 カメラ部
 334 外部記憶部
 340 ジャイロ・センサ部
 342 入力部
 244 表示部
 346 音響部
 3222 アプリケーション部
 3224 データ保存部
 3226 画像選択部
 3228 画像補正部
 3229 位置ずれ計算部
 3230 画素位置合せ部
 3232 画素補正部

10

20

【図１】

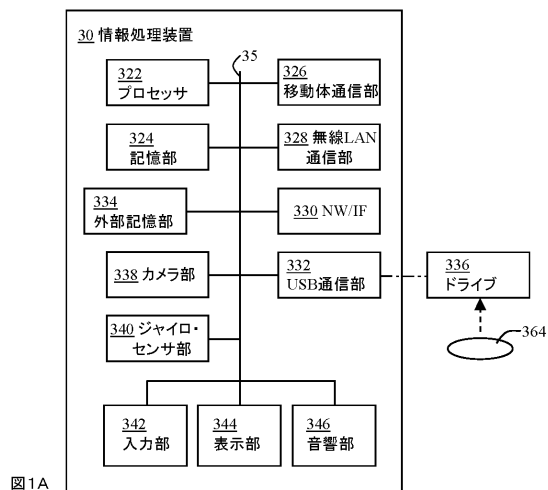


図1A

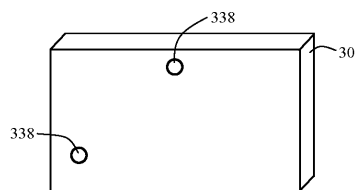
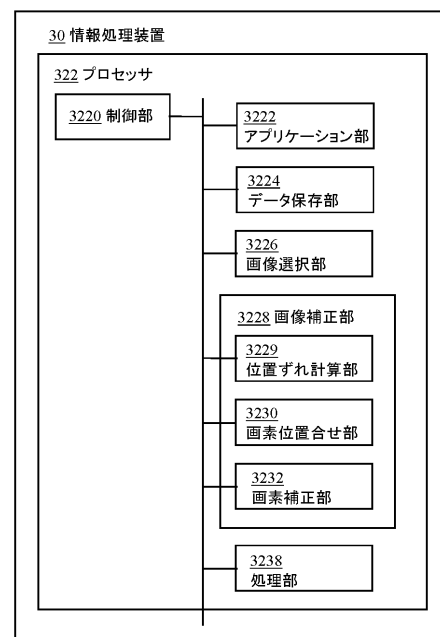
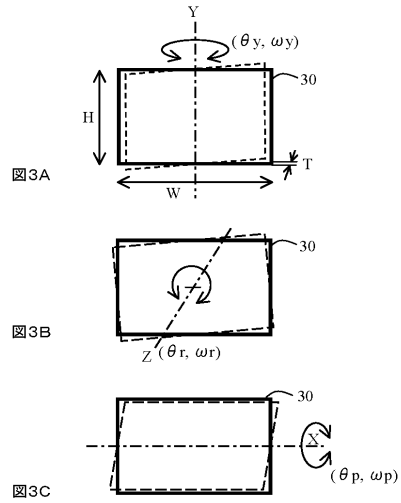


図1B

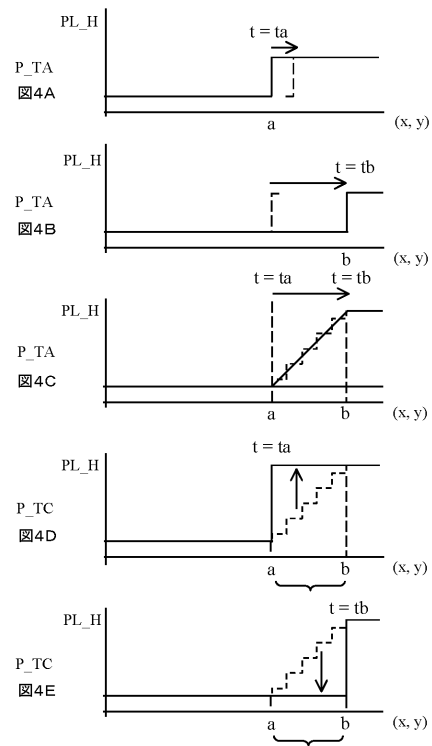
【図２】



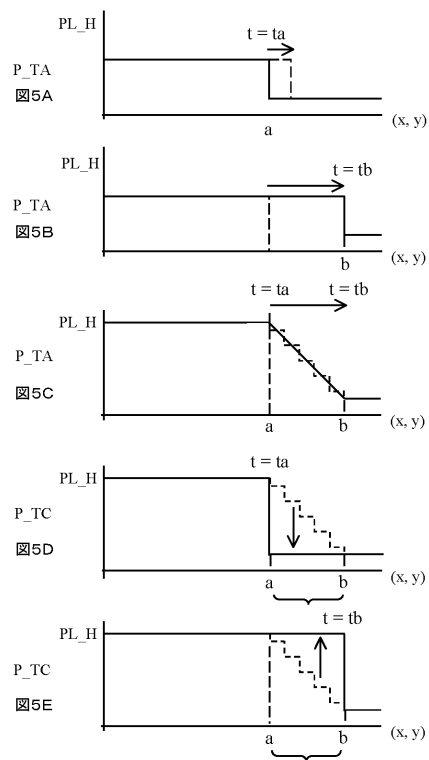
【図3】



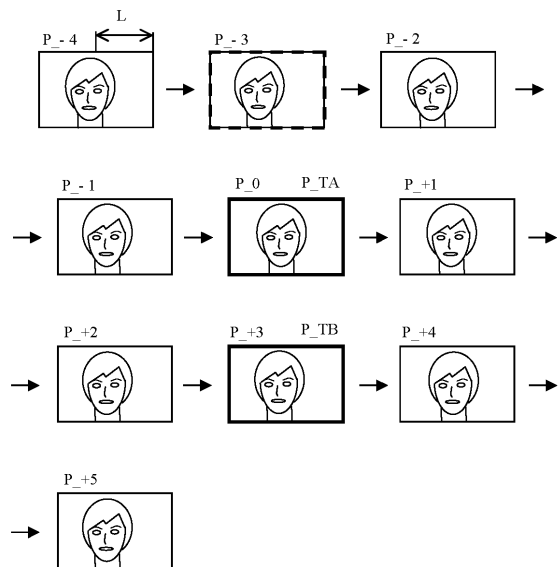
【図4】



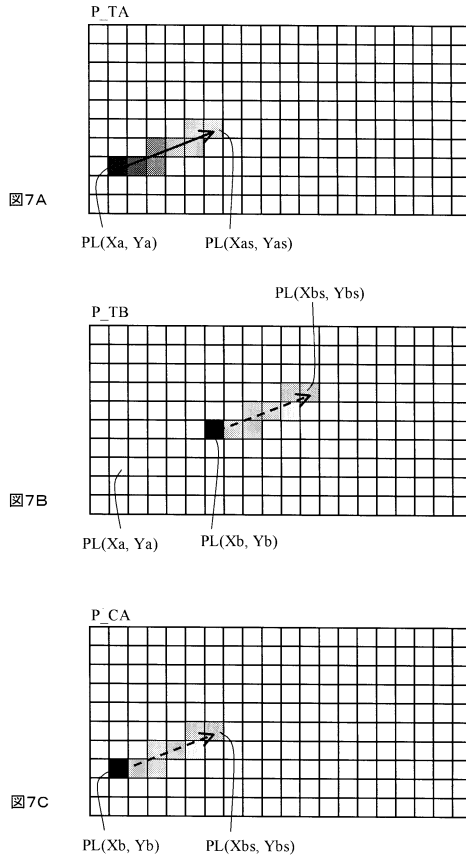
【図5】



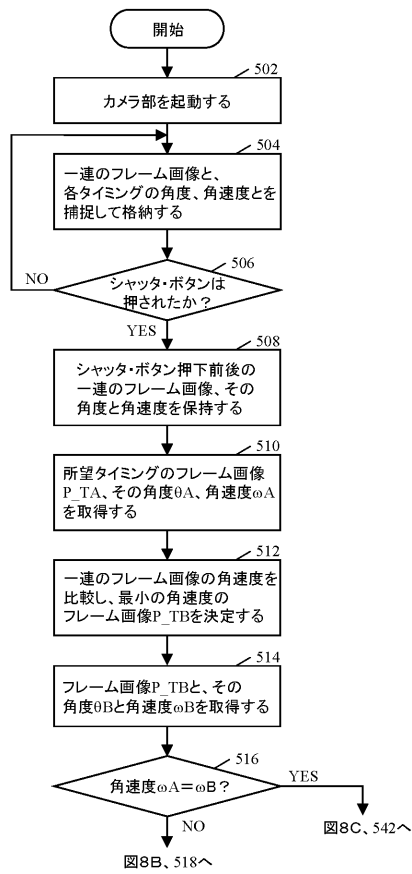
【図6】



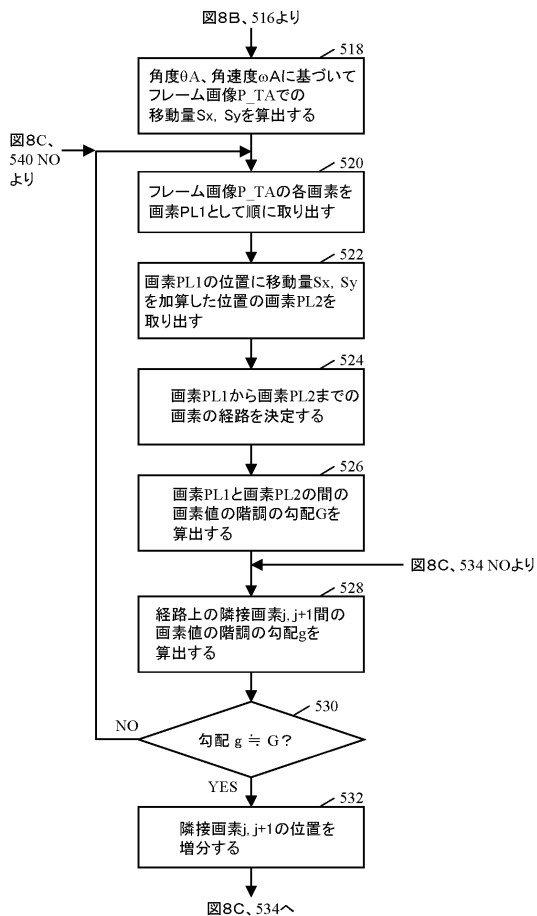
【図 7】



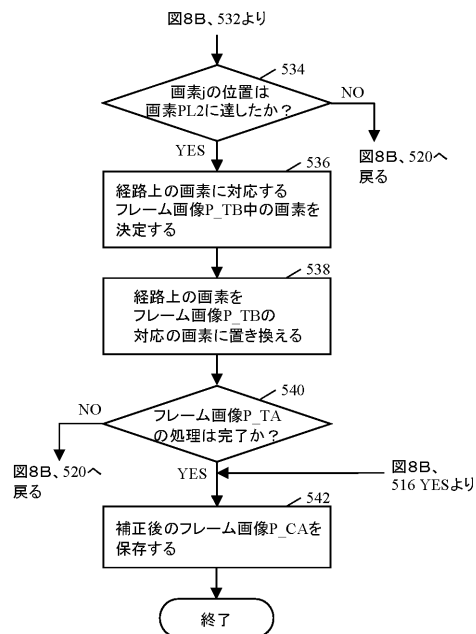
【図 8 A】



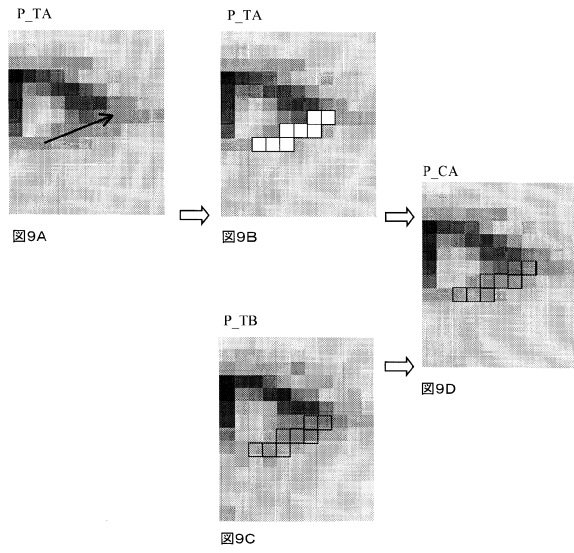
【図 8 B】



【図 8 C】



【図 9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-247444(JP,A)
特開2012-165479(JP,A)
特開2006-262221(JP,A)
特開2006-184679(JP,A)
特開平08-307761(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N	5/222 - 5/257
G03B	5/00 - 5/08
G06T	1/00 - 1/40
G06T	3/00 - 5/50
G06T	9/00 - 9/40