

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6443502号
(P6443502)

(45) 発行日 平成30年12月26日 (2018.12.26)

(24) 登録日 平成30年12月7日 (2018.12.7)

(51) Int.Cl.		F I			
GO1C	3/00	(2006.01)	GO1C	3/00	120
GO1C	3/06	(2006.01)	GO1C	3/06	110V
GO6T	7/80	(2017.01)	GO6T	7/80	

請求項の数 8 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2017-124035 (P2017-124035)	(73) 特許権者	000006747
(22) 出願日	平成29年6月26日 (2017.6.26)		株式会社リコー
(62) 分割の表示	特願2013-3413 (P2013-3413) の分割	(74) 代理人	100085660 弁理士 鈴木 均
原出願日	平成25年1月11日 (2013.1.11)	(72) 発明者	青木 伸 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式 会社 リコー内
(65) 公開番号	特開2017-173343 (P2017-173343A)	(72) 発明者	酒匂 史子 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式 会社 リコー内
(43) 公開日	平成29年9月28日 (2017.9.28)		
審査請求日	平成29年7月26日 (2017.7.26)		
(31) 優先権主張番号	特願2012-63705 (P2012-63705)		
(32) 優先日	平成24年3月21日 (2012.3.21)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		
		審査官	園田 正久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、撮影装置、制御システム、移動体、及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

移動体に搭載された第1撮影手段により撮影された第1画像において複数の特徴点を抽出する抽出手段と、

前記第1画像および当該第1画像と同時に当該第1画像と異なる視点から前記移動体に搭載された第2撮影手段により撮影された第2画像を用いて、抽出された前記複数の特徴点に各々対応する複数の視差データを計算する視差計算手段と、

第1の時刻において撮影された第1画像および第2画像についての複数の視差データの各々と、前記第1の時刻とは異なる第2の時刻において撮影された第1画像および第2画像についての複数の視差データの各々とを対応づけて、複数の視差データ対を特定する特定手段と、

前記複数の視差データ対に各々対応する前記特徴点の画像位置に応じて、画像位置に応じた視差補正量を算出する補正量算出手段と、

前記画像位置に応じた視差補正量で、前記画像位置に応じて補正を行う視差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2】

前記補正量算出手段は、画面内に複数の領域を設定し、該複数の領域ごとに前記視差補正量を算出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】

撮影された複数の画像間の対応点を探索し、対応点間の座標の差分を計算する対応点位置差算出手段を備え、

前記視差補正手段は、前記対応点位置差算出手段により算出された対応点位置差を、前記視差補正量に基づいて補正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】

撮影された複数の画像の少なくとも一つを前記視差補正量に基づいて補正する画像補正手段を備え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 5】

前記第 1 画像を撮影する第 1 撮影手段と、
前記第 2 画像を撮影する第 2 撮影手段と、
請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置と、を備えることを特徴とする撮影装置。

10

【請求項 6】

請求項 5 に記載の撮影装置と、
前記画像処理装置により計算された視差データに基づいて制御を行う制御部と、を備えることを特徴とする制御システム。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の制御システムを備え、
前記制御部により制御されることを特徴とする移動体。

20

【請求項 8】

コンピュータを、
移動体に搭載された第 1 撮影手段により所定の時刻に撮影された第 1 画像において複数の特徴点を抽出する抽出手段と、

前記第 1 画像および当該第 1 画像と同時刻において前記移動体に搭載された第 2 撮影手段により撮影された第 2 画像を用いて、抽出された前記複数の特徴点に各々対応する複数の視差データを計算する視差計算手段と、

第 1 の時刻において撮影された前記第 1 画像および前記第 2 画像についての複数の視差データの各々と、前記第 1 の時刻とは異なる第 2 の時刻において撮影された前記第 1 画像および前記第 2 画像についての複数の視差データの各々とを対応づけて、複数の視差データ対を特定する特定手段と、

30

前記複数の視差データ対に各々対応する前記特徴点の画像位置に応じて、画像位置に応じた視差補正量を算出する補正量算出手段と、

前記画像位置に応じた視差補正量で、前記画像位置に応じて補正を行う視差補正手段と、
を備える画像処理装置として機能させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、撮影装置、制御システム、移動体、及びプログラムに関する

40

【背景技術】

【0002】

近年、車載用の距離計測装置が実用化されている。このような距離計測装置では、自動車に搭載されたステレオカメラにより車両前方を撮影し、撮影した画像から障害物を認識し、障害物までの距離を計測する。距離計測装置を自動車などの移動体に適用した場合には、距離計測装置からの計測結果に基づいて衝突防止のために運転者に警告を行ったり、或いは車間距離制御のためにブレーキ、ステアリングなどの制御装置の操作を行うといったことが可能になる。

【0003】

50

ここで、ステレオカメラを利用した距離計測の原理について説明する。

図10は、ステレオカメラを利用した距離計測の原理説明図である。

ステレオカメラは、例えば2台のカメラを平行に配置して構成される。図10には、焦点距離 f 、光学中心 O_0 、撮像面 S_0 の第1のカメラ100aが紙面上方を光軸方向として配置され、かつ、同じ焦点距離 f を持つ第2のカメラ100bが、第1のカメラ100aの右側に距離 B だけ離れて平行に配置されている。

第1のカメラ100aの光学中心 O_0 から光軸方向に距離 d だけ離れた位置にある被写体 A の像は、直線 $A-O_0$ と撮像面 S_0 の交点である P_0 に像を結ぶ。

【0004】

一方、第2のカメラ100bでは、同じ被写体 A が、撮像面 S_1 上の位置 P_1 に像を結ぶ。

10

ここで、第2のカメラ100bの光学中心 O_1 を通り、直線 $A-O_0$ と平行な直線と、撮像面 S_1 との交点を P_0' とし、 P_0' と P_1 の距離を p とする。 P_0' は、第1のカメラ100a上の像 P_0 と同じ位置であり、距離 p は、同じ被写体の像の二台のカメラで撮影した画像上での位置のずれ量を表し、これを視差と呼ぶ。

三角形 $A-O_0-O_1$ と、三角形 $O_1-P_0'-P_1$ は相似なので、

$$d = B \times f / p \quad \dots (1)$$

となり、基線長 B と焦点距離 f が既知ならば、視差 p から距離 d を求めることができる。

【0005】

以上が、ステレオカメラによる距離計測の原理である。

20

この原理が成立するためには、第1のカメラ100aと第2のカメラ100bは図10に示すように正確に配置されていなければならない。

しかしながら、2台のカメラを組み付ける際の公差を無くして厳密に平行配置することは非常に困難であるため、信号処理により補正する技術が各種提案されている。

【0006】

例えば特許文献1には、ステレオカメラを組み立てた後、既知の位置にセットしたテストチャートを撮影することで、二台のカメラ間の相対的な配置関係を正確に計測し、その情報を利用して、撮影された画像データを変形することによって、擬似的に平行配置を実現する技術が開示されている。このとき、特許文献1では、画像データの変形として、アフィン変換を採用している。

30

また特許文献2には、結像レンズ系の歪曲収差など、アフィン変換だけでは対応しきれない、非線形なずれを補正するため、テーブルを利用する技術が開示されている。テーブルの内容は、既知の位置にセットしたテストチャートを撮影したデータを元に決定する。

特許文献3には、振動や温度変化などにより、実際の利用中に生じる初期状態からのずれに対応するための技術が開示されている。実際の利用中は、製造時のように既知のテストチャートを撮影することが困難なため、路面の白線の平行性だけを利用してずれ量を計測するようにしている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

40

ところで、上記したような距離計測装置が高い精度を維持するには、正確なキャリブレーションが必要になる。このため、従来より様々なキャリブレーション技術が提案されている。

従来のキャリブレーション技術は、キャリブレーションを実行するタイミングと、画像変形の自由度の2種類に大別することができる。

さらにキャリブレーションを実行するタイミングは、製造時と利用時に分けることができる。例えば製造時におけるキャリブレーションでは、レンズの光学的な歪みや組み立て時のずれなどをカメラ製造時に計測して補正する。一方、利用時におけるキャリブレーションでは、温度変化や振動などによる経時変化の影響によるずれを利用中に計測して補正する。

50

また画像変形の自由度は、アフィン変換、非線形テーブル変換、平行移動（一定のオフセット）などがある。

【0008】

しかしながら、利用時に行うキャリブレーションでは、例えばテストチャートなどの既知の被写体を撮影できないため、一定のオフセット以外の画像変換を行うことができなかつた。このため、横方向の画像ずれ量を正確に計測することが困難であった。

これはステレオカメラを構成する2台のカメラが例えば組み立て時の公差等が無く理想的な平行状態で設置されている場合は、一方のカメラで撮影された左画像と他方のカメラで撮影された右画像の対応点は、必ず水平方向の視差を有するため、対応点間の位置差の垂直成分が存在すれば、その対応点間の位置差から縦方向の画像ずれが生じていることを容易に推定することができる。これに対して、横方向の視差については、その真値が被写体までの距離によるため、横方向のずれ量は検知が難しく容易に推定することができなかつた。

10

【0009】

また、特許文献3には、白線の平行性や、静止被写体の多さを利用して、視差オフセット、つまり左右画像の画面全体の横方向の平行移動量を推定するようにしているが、2台のカメラが平行配置されているステレオカメラの横方向の画像ずれは、平行移動とは限らないため、横方向の画像ずれを実際利用中に既知のテストチャートなどを用いることなく計測して補正を行うことはできなかつた。

【0010】

20

ここで、ステレオカメラにおいて発生する横ずれの種類について説明する。

ステレオカメラにおいて発生する横ずれには、例えば、縦軸まわりの回転による横ずれと、歪曲特性の変化による横ずれがある。

縦軸まわりの回転による横ずれは、カメラの視線方向を上下左右に微小に変化させると、撮影画像の反対方向（下上右左）に移動する。しかし、このときの画像の移動は厳密には平行移動ではない。例えば、図11(a)に示すようにカメラ100が左方向に傾いた場合に、カメラに正対した長方形がどのように変形するかを図11(b)に示す。

図11(b)では特に強調して示してあるが、図11(a)に示すようにカメラ100が左方向に傾いた場合はカメラ100の撮影画像は長方形110から台形120に変形する。この場合、画面全体で画像は右方向にずれるが、画面左側は縮小され、より中央に近づくため、画面中心付近のB点に比べ、左端のA点は大きく右に動き、逆に画面右側は拡大され、より中央から離れるために、右端のC点もやはり大きく右に動く。その結果、画像の右方向へのずれ量は、図12に示すように、画面全体で均一ではない。

30

従来は、ずれの角度が微小であれば、図11(b)に示した台形120は長方形110に非常に近いため、近似的に平行移動とみなしていたが、より正確な視差検出のためには、単純な平行移動ではなく、画素位置に応じたずれ量が存在するものとして補正しなければならない。

【0011】

次に、歪曲特性の変化による横ずれについて説明する。結像レンズ系は、一般に歪曲収差特性を有している。初期状態では特許文献2のようにテーブルを利用して、非線形なひずみを補正することもできるが、経時的に歪曲特性が変化する場合もある。その場合、例えば画面中心付近は変化が少ないが、周辺では拡大または縮小が生じるなど、平行移動以外の画像ずれが生じる。また、レンズの傾きや偏心など、光軸対称ではないずれがレンズ系に発生すれば、非等方的な歪曲が生じてさらに複雑なずれとなり得る。

40

このように従来の距離計測装置におけるキャリブレーション技術では、距離計測装置が実際に稼働している状態において、画像ずれ量を正確に計測して補正することはできないという問題点があった。

本発明は、上記したような点を鑑みてなされたものであり、一様でない画像ずれ量を考慮して、画素位置に応じた視差補正量を算出することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 1 2 】

上記目的を達成するため、請求項 1 記載の発明は、移動体に搭載された第 1 撮影手段により撮影された第 1 画像において複数の特徴点を抽出する抽出手段と、前記第 1 画像および当該第 1 画像と同時に当該第 1 画像と異なる視点から前記移動体に搭載された第 2 撮影手段により撮影された第 2 画像を用いて、抽出された前記複数の特徴点に各々対応する複数の視差データを計算する視差計算手段と、第 1 の時刻において撮影された第 1 画像および第 2 画像についての複数の視差データの各々と、前記第 1 の時刻とは異なる第 2 の時刻において撮影された第 1 画像および第 2 画像についての複数の視差データの各々とを対応づけて、複数の視差データ対を特定する特定手段と、前記複数の視差データ対に各々対応する前記特徴点の画像位置に応じて、画像位置に応じた視差補正量を算出する補正量算出手段と、前記画像位置に応じた視差補正量で、前記画像位置に応じて補正を行う視差補正手段と、を備えることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、画素位置に応じた視差補正量を算出することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る距離計測装置のハードウェア全体の構成を示したブロック図である。

20

【図 2】図 1 に示す視差計算部 20 で実行されるソフトウェアモジュール全体のブロック図である。

【図 3】視差画像生成処理部の第 1 の処理動作を示したフローチャートである。

【図 4】画面の領域分割の一例を示した図である。

【図 5】第 1 実施形態による視差補正量の計算例を示す図である。

【図 6】視差画像生成処理部の第 2 の処理動作を示したフローチャートである。

【図 7】基準画像の変形処理の一例を示した図である。

【図 8】参照画像の変形処理の一例を示した図である。

【図 9】本実施形態の距離計測装置を適用可能な車両を示す模式図。

【図 10】ステレオカメラによる距離計測の原理説明図である。

30

【図 11】カメラの回転による画像の歪み例の一例を示した図である。

【図 12】カメラの回転による画像の横ずれ量を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

以下、本発明の実施形態に係る距離計測装置について説明する。

< 第 1 実施形態 >

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る距離計測装置のハードウェア全体の構成を示したブロック図である。

図 1 に示す本実施形態の距離計測装置 1 は、左カメラ 11 a と右カメラ 11 b とを平行に配したステレオカメラ（画像撮像手段）11 と視差計算部（視差算出手段）20 とにより構成される。

40

左カメラ 11 a、右カメラ 11 b は、異なる視点からそれぞれ画像を撮影する。

視差計算部 20 は、左カメラ 11 a、右カメラ 11 b により撮影された画像が入力され、視差画像データを出力する。

視差計算部 20 は、バス接続された CPU（Central Processing Unit）、DRAM（Dynamic Random Access Memory）メモリ、不揮発性フラッシュメモリなどを備えた一般的な電子計算機により構成される。視差計算機能は、フラッシュメモリに記録され、CPU、DRAM などを利用して実行されるソフトウェアプログラムの形態で実装される。

なお、本実施形態では、ステレオカメラ 11 が二台のカメラ 11 a、11 b を備えている場合を例に挙げて説明したが、これはあくまでも一例であり、三台以上のカメラを用い

50

て構成しても良いことは言うまでもない。

【 0 0 1 6 】

図 2 は、図 1 に示す視差計算部 2 0 で実行されるソフトウェアモジュール全体のブロック図である。

カメラ制御部 2 1 は、左カメラ 1 1 a と右カメラ 1 1 b とを制御し、画像データの入力を行う。また、2 台のカメラ同期、カメラ初期化、露光制御などを実行する。ここでは説明しないが、必要に応じ、光学系による歪曲、画像回転など、一般的にステレオ距離計測に有効とされる視差オフセット以外の画像補正処理を、入力直後に施すことが望ましい。また、カメラ制御部 2 1 は、左右 2 台のカメラで同時に撮影した 2 枚の画像を次々に出力する。

10

ここでは、右カメラ 1 1 b で撮影した撮影画像を基準画像、左カメラ 1 1 a で撮影した撮影画像を参照画像と呼ぶ。

視差画像生成処理部 2 2 は、カメラ制御部 2 1 から入力される基準画像と参照画像の 2 枚の画像データから、画素ごとに視差を算出して補正前視差画像を生成する。なお、視差画像生成処理部 2 2 の詳細については後述する。

【 0 0 1 7 】

視差補正量算出処理部（推定手段）2 3 は、例えば領域ごとの視差補正量を算出する領域視差補正量算出処理部 2 3 a としての機能を有する。そして、カメラ制御部 2 1 から入力される基準画像、および視差画像生成処理部 2 2 から入力される補正前視差画像を利用して、X 座標ごとの視差補正量を算出する。つまり、X 座標 = i の視差補正量を $o f f (i)$ として、画面幅の画素数分の $[i , o f f (i)]$ のテーブル情報を生成する。算出した視差補正量は、視差補正処理部 2 4 に送られ、視差画像補正処理に利用される。なお、領域視差補正量算出処理部 2 3 a の詳細については後述する。

20

視差補正処理部（補正手段）2 4 は、視差画像の各画素の視差値から、視差補正量算出処理部 2 3 から入力した補正量のうち、画素位置に対応する補正量を減算することにより、視差画像データを補正する。つまり、入力される視差画像中の、画素位置 (i , j) の視差値を $d (i , j)$ 、X 座標 = i の視差補正量を $o f f (i)$ とすると、 $O (i , j) = d (i , j) - o f f (i)$ を補正視差値として出力する。

【 0 0 1 8 】

次に、図 3 に示すフローチャートを参照して、視差画像生成処理部 2 2 の処理動作を説明する。

30

ステップ S 1 では、ステレオ画像を入力する。すなわち、平行配置された 2 台のカメラで同時に撮影された画像を入力する。続くステップ S 2 は、特徴点を抽出する。

ステップ S 3 では、対応点の探索を行う。すなわち、まず基準となる右カメラ 1 1 b において撮影された基準画像から濃淡変化の激しい特徴点を複数抽出する。次に反対の左カメラ 1 1 a において撮影された参照画像から、基準画像上の各特徴点近傍領域（ブロック）と同じ被写体の写った対応点の位置を探索する。対応点探索には、S A D（Sum of Absolute Difference）や P O C（位相限定相関）など周知の技術を利用することができる。

ステップ S 4 では、視差を算出する。すなわち、対応点探索処理で算出した左右画像上の対応点位置の差分を取り、視差を算出する。

40

ステップ S 5 では、視差画像を出力する。すなわち、算出された視差量を画素値とする視差画像データ（視差情報）を出力する。

以上の処理を定期的に繰り返し実行することで、常にカメラ前方の視差画像を出力し続ける。

【 0 0 1 9 】

次に、領域視差補正量算出処理部 2 3 a について説明する。

領域視差補正量算出処理部 2 3 a は、領域ごとの視差オフセット算出処理として、2 回のステレオ撮影間での同じ被写体（特徴点）の視差データ対の集合に基づき、視差オフセットを算出する。但し、1 枚目の基準画像上での特徴点の位置が、図 4 の 3 つの領域（第 1 領域 E 1、第 2 領域 E 2、第 3 領域 E 3）のいずれに属するかによって、視差データ対

50

を3つの集合に分類する。つまり、図4のように、第1領域E1と第2領域E2の境界のX座標値を X_{th1} 、第2領域E2、第3領域E3の境界を X_{th2} 、特徴点の座標値を (X, Y) とすると、

$X < X_{th1}$ となる特徴点は集合1に、

$X > X_{th2}$ となる特徴点は集合3に、

それ以外は集合2と判定する。

それぞれの集合に対して独立に統計処理を実行して、領域ごとに3つの視差オフセット量を推定する。

ここで、いずれかの領域に属する特徴点数が、予め決められた閾値よりも少なければ、その領域の視差オフセット推定は行わず、前フレームまでの推定結果をそのまま採用する

10

【0020】

次に、X座標ごとの視差補正量算出処理について説明する。

第1領域E1、第2領域E2、第3領域E3の中心のX座標をそれぞれ X_1 、 X_2 、 X_3 と呼ぶ。

上記の第1領域E1～第3領域E3ごとの視差オフセット算出ステップの結果を、X座標 $= X_1$ 、 X_2 、 X_3 の3点での補正量とみなし、これらの線形補間によって、すべてのX座標での補正量を算出する。つまり、 $X < X_2$ の範囲の補正量を、 X_1 と X_2 での視差オフセットの線形補間で求め、また $X_2 < X$ の範囲の補正量を X_2 と X_3 での視差オフセットの線形補間で求める。このように求めた1画素ごとと画像幅分の(X座標、補正量)の

20

【0021】

図5は、第1実施形態による視差補正量の計算例を示す図である。

横軸がX座標、縦軸が視差補正量を表す。図中、白丸が3領域ごとの視差オフセット(=視差補正量)を、実線Aが、線形補間によって得られる全X座標での補正量を表す。

また図5では、図12に示した理想的な補正量を破線Bで、従来のような一定の視差オフセットを利用する場合を一点鎖線Cで示してある。図5から本実施形態による補正量(実線A)のほうが、従来の一一定値(一点鎖線C)より理想量(破線B)に近い場合が多くなることわかる。

第1実施形態では、領域分割として図4に示す横方向3分割を採用したが、これはあくまでも一例であり、カメラの経時変化の特性に応じて設定すればよい。例えば、分割数の増減や縦横2次元分割も可能であり、領域間に隙間やオーバーラップなどを設けることも可能ある。

30

また、第1実施形態では、視差補正量算出処理部23の一例として、複数の領域ごとに視差補正量の算出を行う領域視差補正量算出処理部23aを例に挙げて説明したが、これはあくまでも一例であり、視差補正量算出処理部23は他の構成でもよい。

【0022】

また第1実施形態では、画素位置に応じた補正量としてX座標1画素ごとの補正量テーブルを採用したが、多項式や折れ線、スプラインなど、X座標-補正量空間での線を表示する他の形式のデータを利用することもできる。

40

また第1実施形態は、視差補正量算出処理を2フレームごとに実行するようにしているが、信頼性評価をして信頼性の低いフレームの情報を棄却したり、フレーム蓄積を行い、より精度や安定性を向上させることもできる。

このように、第1実施形態の距離計測装置1では、2台のカメラ11a、11bを使用して、二つの地点(時刻)から撮影した2枚の視差画像間での、同じ被写体(特徴点)に関する二つの視差データの対を多数収集する。そして、領域視差補正量算出処理部23aにおいて、その視差データ対の集合を統計処理することで視差オフセットを計測する。

特徴点は元々画面上の特定の位置を占めているので、第1実施形態では視差データ対を、特徴点の位置に応じて分類することにより、画像領域ごとの視差オフセットを検出するようにしている。

50

【 0 0 2 3 】

例えば、図 4 に示すように、画面全体を左から第 1 領域 E 1、第 2 領域 E 2、第 3 領域 E 3 に三分割し、撮影画像上で特徴点が 3 つのどの領域に属していたかに応じて、視差データ対を 3 つの集合に分類する。それぞれの集合に対して、統計処理を施すことにより、領域視差補正量算出処理部 2 3 a において、それぞれの画像領域での視差オフセット量を推定することができる。

正確には、この方法で推定できるのは、図 1 1、図 1 2 に示したような撮影画像のずれ量そのものではなく、2 枚の撮影画像間の視差の変化量である。視差は被写体距離に応じて変わるため、これは 2 枚の画像の同位置のずれ量の差分とも一致はしない。しかし、ずれ量の変化が図 1 2 のように画素位置に対してゆるやかに変化し、また、対象とする視差がその変化率に対して小さい場合（例えば、画面幅の 1 / 2 0 以下の視差を扱う場合）、視差オフセットは 2 枚の画像のずれ量の差分とみなすことができる。

さらに、微小な画像ずれは視差が小さいほど大きな影響を及ぼす。例えば、0 . 5 画素のずれは、1 0 0 画素の視差に対しては 0 . 5 % の誤差にしかあたらないが、1 画素の視差に対しては 5 0 % の誤差となる。

【 0 0 2 4 】

そこで、第 1 実施形態では、この画素位置に応じた視差オフセット量を 2 枚の画像ずれ量の差とみなし、これを利用して補正手段である視差補正処理部 2 4 において視差データ（視差情報）を補正するようにした。

これにより、一様でない横方向の画像ずれを、利用中に例えばテストチャートなどの既知の被写体を用いることなく補正することができるので、より正確な視差画像を生成することができる。

【 0 0 2 5 】

また第 1 実施形態では、視差生成処理部（対応点位置差算出手段）2 2 において、複数の画像間の対応点を探索し、対応点間の座標の差分である視差データを算出する。そして、視差補正処理部（視差補正手段）2 4 において、視差データを視差補正量算出処理部（推定手段）2 3 からの補正量に基づいて補正するようにしているので、単純な演算によって、画素位置に応じた画素横ずれを補正することができるという利点がある。

因みに、従来の特許文献 1 のような路面の白線に基づく方法では、路面の白線が写る画像領域全体での平均的な視差オフセット量しか計測しかできない。そして自動車の前方に向け設置されたカメラに路面の白線が写る位置は、いつも画面下半分あたりで変化しないため、領域ごとのオフセット計測を行うことができない。これに対して、本実施形態では、特徴点ベースの統計処理による視差オフセット計測方法を利用することで、領域ごとのオフセット計測が実現できるものである。

【 0 0 2 6 】

< 第 2 実施形態 >

次に本発明の第 2 実施形態について説明する。

第 1 実施形態では視差データを補正したが、第 2 実施形態では視差画像生成に利用する参照画像を補正する。この場合は、歪曲や組み立て誤差などを補正するための画像補正処理が存在するならば、その段階に補正処理を組み込むことにより、視差画像の補正という後処理が不要になる。

なお、第 2 実施形態の全体構成及びハードウェア構成は、図 1 に示した第 1 実施形態と同様であるため、説明は省略する。以下、ソフトウェア処理内容の第 1 実施形態との差異部分を重点的に説明する。

【 0 0 2 7 】

図 6 は、視差計算部 2 0 で実行されるソフトウェアモジュール全体のブロック図である。なお、図 2 と同一ブロックには、同一符号を付して説明は省略する。

図 6 に示すカメラ制御部 2 1 は、第 1 実施形態と同様に 2 台のカメラを制御し、基準画像、参照画像を出力する。

基準画像補正処理部 3 1 は、カメラ製造時に計測したずれや歪曲特性に応じて画像を変

10

20

30

40

50

形補正する。

【0028】

図7は、基準画像補正処理部31の内部ブロック構成を示した図である。

一般に画像の変形処理とは、出力画像のすべての画素位置について、対応する入力画像上の画素位置を算出する画素位置生成テーブル(座標生成処理部)41と、算出された画素位置に対応する入力画像上の画素値を算出する画素補間部42とから構成される。なお、画素値は必ずしも整数値とは限らない。

第2実施形態では、全画素分のXY座標を予めテーブルとして記録しておき、それを参照することで入力画像上の画素位置を生成する。テーブルは、カメラ製造時に既知の位置に設置したテストチャートを撮影し、特徴点間を補間して生成し、カメラ内部に記録しておく。なお、第2実施形態ではテーブルを利用するが、多項式演算などによる座標変換など、テーブル以外の方法で画素位置を生成することもできる。

画像補正量算出処理部32は、上記視差補正量算出処理部23と同様であり、図4に示したように画像領域を分割して、それぞれの領域ごとに視差オフセットを求め、それらを補間して全画素分の補正量を出力する。但し、第2実施形態では画像補正量算出処理部32が出力する補正量を画像補正に利用する。

参照画像補正処理部(画像補正手段)33は、基準画像補正処理部31と同様に画像を変形して補正する。但し、基準画像はカメラ製造時に計測したずれ特性に基づいて補正したが、参照画像の補正では、予め計測、記録された特性に加え、画像補正量算出処理部32で算出された利用時に発生したずれも補正する。

【0029】

図8に参照画像補正処理部33の内部ブロック図を示す。

参照画像補正処理部33は、画素位置生成テーブル41、画素補間部42、画素位置補正処理部43とを備えている。なお、図7と同一ブロックには同一符号を付して説明は省略する。

画素位置生成テーブル41のテーブル内容は、上記同様、カメラ製造時に計測して記録しておく。

画素位置補正処理部43は、画像補正量算出処理部32から入力するX座標ごとの画像補正量を使い、テーブルに記録された画素位置データを補正する。

具体的には、テーブルから読み出した座標(X、Y)のX座標に対して、X座標に対応する補正量 $off(i)$ を加算して出力する。これにより、視差が大きすぎる場合、すなわち、基準画像と比べ右側にくる場合は、参照画像を左側に移動するように変形されるので、後で算出される視差を小さくすることができる。なお、X座標が整数でない場合は、例えば四捨五入で整数化すれば良い。

【0030】

視差画像生成処理部22は、補正された基準画像、参照画像を入力し、第1実施形態と同様の処理により、視差画像を生成する。入力される参照画像は、すでに画像補正量算出処理によって算出された、視差オフセット分だけ横方向にずらしてあるため、視差オフセット分のノイズが低減される。

なお、第2実施形態では、参照画像の補正だけに画像補正量算出処理部32の結果を反映したが、逆に基準画像側の補正に反映したり、補正量を基準画像と参照画像に分配することもできる。つまり、参照画像補正処理部33だけでなく、基準画像補正処理部31、或いは参照画像補正処理部33と基準画像補正処理部31の両方を画像補正手段として機能させるようにしてもよい。

【0031】

このように、第2実施形態では、画素位置に応じた視差オフセット量を2枚の画像ずれ量の差とみなし、これを利用して参照画像を補正するようにしている。

これにより、一様でない横方向の画像ずれを、稼動中に例えばテストチャートなどの既知の被写体を用いることなく補正することができるようになる。

また第2実施形態では、参照画像補正処理部33において、画像補正量算出処理部32

10

20

30

40

50

から補正量に基づいて参照画像を補正する。そして、視差画像生成処理部 2 2 において補正した参照画像と基準画像間の対応点を探索し、対応点間の座標の差分である視差データを算出するようにしている。単純な演算によって、画素位置に応じた画素横ずれを補正することができるという利点がある。

【 0 0 3 2 】

< その他の実施形態 >

図 1 0 は、本実施形態の距離計測装置 1 が適用される画像処理システムと、その画像処理システムが搭載された車両の模式図である。

図 1 0 に示す画像処理システムは、車両前方の画像を取得するための撮像ユニット 5 1 と、取得した画像に基づいて車両 5 0 の前方に存在する他の車両までの距離を算出する等の処理を行う画像解析ユニット 5 2 を有している。撮像ユニット 5 1 は、車両 5 0 が走行する前方の画像を撮像できるように、座席のルームミラー位置等に設置されている。撮像ユニット 5 1 で撮像された車両前方の画像は、画像信号化されて画像解析ユニット 5 2 に入力される。画像解析ユニット 5 2 は、撮像ユニット 5 1 から出力された画像信号を解析する。

10

撮像ユニット 5 1 として、上記実施形態のステレオカメラ 1 1 を適用できる。

また、画像解析ユニット 5 2 の一部の機能として、上記実施形態の視差計算部 2 0 を適用することが出来る。

車両走行制御ユニット 5 3 は、画像解析ユニット 5 2 で計算された距離に基づいてハンドルやブレーキの制御も行うことが出来る。

20

【 符号の説明 】

【 0 0 3 3 】

1 1 ...ステレオカメラ、1 1 a ...左カメラ、1 1 b ...右カメラ、2 0 ...視差計算部、2 1 ...カメラ制御部、2 2 ...視差画像生成処理部、2 3 ...視差補正量算出処理部、2 4 ...視差補正処理部、3 1 ...基準画像補正処理部、3 2 ...画像補正量算出処理部、3 3 ...参照画像補正処理部、4 1 ...画素位置生成テーブル、4 2 ...画素補間部、4 3 ...画素位置補正処理部

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 3 4 】

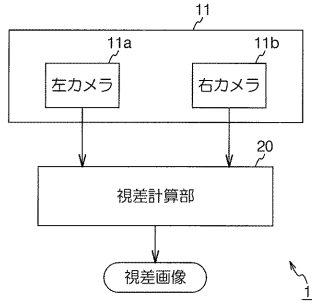
【 特許文献 1 】 特許第 3 7 9 2 8 3 2 号

【 特許文献 2 】 特許第 3 2 6 1 1 1 5 号

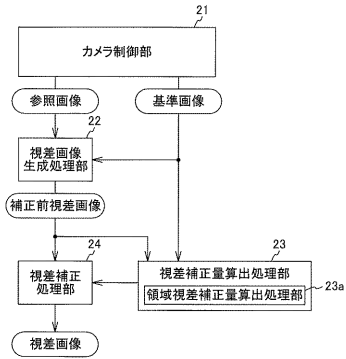
【 特許文献 3 】 特許第 4 5 7 3 9 7 7 号

30

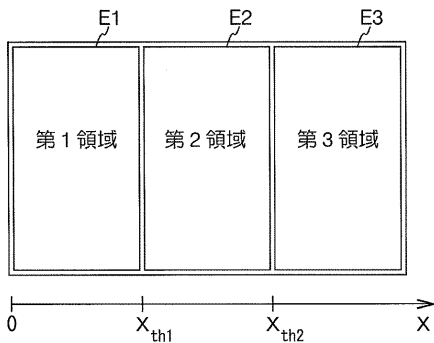
【図1】



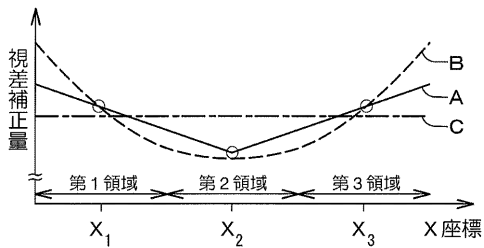
【図2】



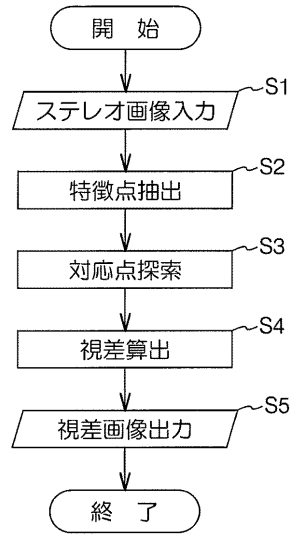
【図4】



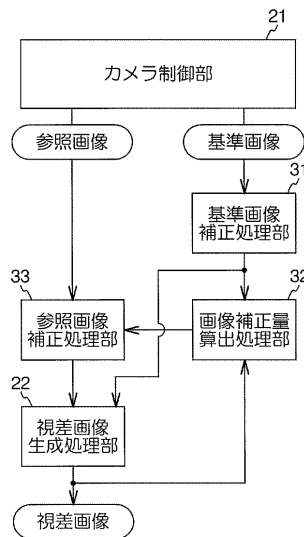
【図5】



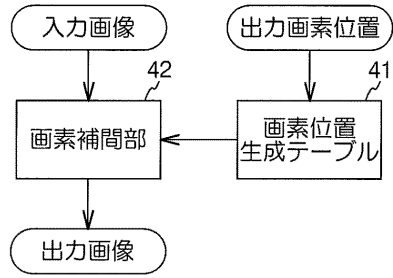
【図3】



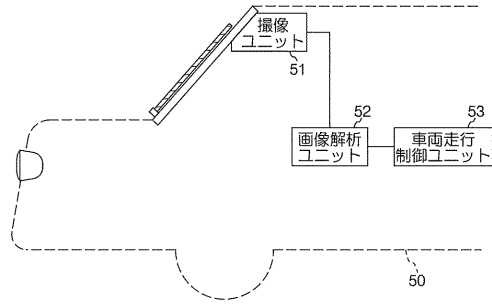
【図6】



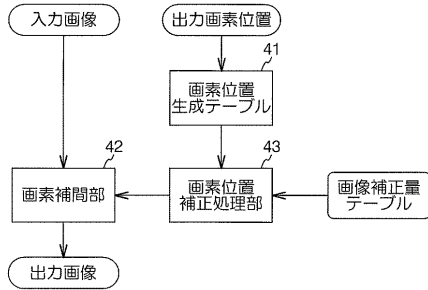
【図7】



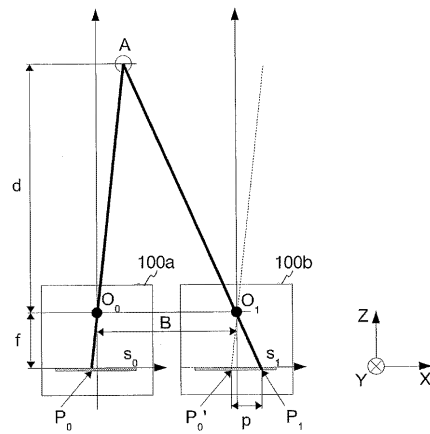
【図9】



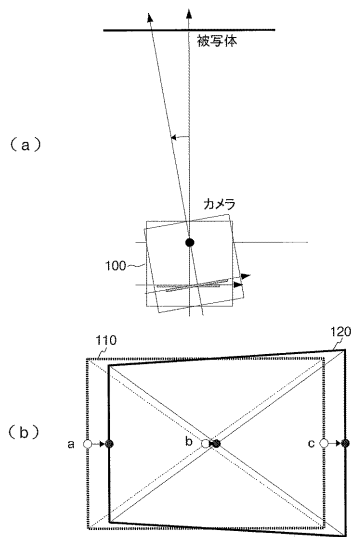
【図8】



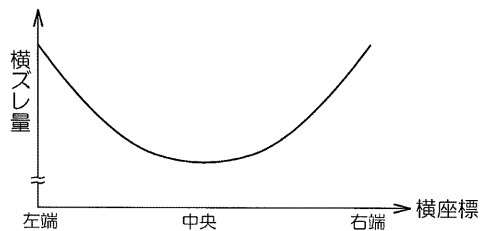
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-341458(JP,A)
特開2010-044009(JP,A)
特開2009-008539(JP,A)
米国特許出願公開第2009/0046924(US,A1)
特開2009-075124(JP,A)
特開2001-033211(JP,A)
特許第3261115(JP,B2)
特開平10-103949(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C	3/00
G01C	3/06
G01B	11/00
G06T	7/80
G06T	1/00