

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6747176号
(P6747176)

(45) 発行日 令和2年8月26日(2020.8.26)

(24) 登録日 令和2年8月11日(2020.8.11)

(51) Int. Cl.	F 1				
HO4N 5/232 (2006.01)	HO4N	5/232	290		
HO4N 7/18 (2006.01)	HO4N	7/18		J	
GO3B 35/08 (2006.01)	GO3B	35/08			
GO1C 3/06 (2006.01)	GO1C	3/06	110V		
GO1C 3/00 (2006.01)	GO1C	3/00	120		
請求項の数 8 (全 15 頁) 最終頁に続く					

(21) 出願番号 特願2016-164812 (P2016-164812)
 (22) 出願日 平成28年8月25日 (2016.8.25)
 (65) 公開番号 特開2018-33035 (P2018-33035A)
 (43) 公開日 平成30年3月1日 (2018.3.1)
 審査請求日 令和1年6月21日 (2019.6.21)

(73) 特許権者 000006747
 株式会社リコー
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (72) 発明者 野村 康紘
 神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目2番地
 3 リコーインダストリアルソリューションズ株式会社内
 審査官 高野 美帆子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、撮影装置、プログラム、機器制御システム及び機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮影部において撮影された撮影画像に生ずる座標のずれを、記憶部において記憶された補正パラメータにより補正する補正部と、

前記撮影画像に基づいて前記補正パラメータを生成し、前記記憶部に記憶されている前記補正パラメータを更新する更新部と、

前記補正パラメータが更新された場合、前記撮影画像に含まれる特定物の参照状態を未参照状態に更新する参照処理部と、

を備え、

前記参照処理部は、前記特定物の前記参照状態を前記未参照状態に更新した場合、前記撮影画像を更新された前記補正パラメータにより補正された補正画像を用いて前記特定物に対する参照処理を行い、前記特定物の前記参照状態を維持した場合、前回の前記参照処理の結果を用いて前記特定物に対する前記参照処理を行う、

画像処理装置。

【請求項2】

前記参照処理部は、前記特定物が所定距離以上離れている場合、前記特定物の前記参照状態を前記未参照状態に更新する請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】

前記参照処理部は、前記特定物を認識する認識部および前記特定物を追跡する追跡部であって、

前記参照状態は、前記認識部により前記特定物を認識している状態、または前記追跡部により前記特定物を追跡している状態であり、

前記未参照状態は、前記参照状態を初期化した状態である、請求項 1 または 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の画像処理装置と、
前記特定物を含む画像を撮影する前記撮影部と、
前記補正パラメータを記憶する前記記憶部と、を備える、
ことを特徴とする撮影装置。

【請求項 5】

前記撮影部を少なくとも 2 つ備え、
前記撮影部のそれぞれが撮影した前記特定物を含む前記撮影画像を前記補正パラメータにより補正した補正画像に基づいて、前記特定物における視差を算出する視差算出部と、
を備える請求項 4 に記載の撮影装置。

【請求項 6】

コンピュータに、請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の画像処理装置の各機能を実現させるプログラム。

【請求項 7】

請求項 4 または 5 に記載の撮影装置と、
当該撮影装置を用いて取得した情報に基づいて機器の動作を制御する制御部と、
を備えることを特徴とする機器制御システム。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の機器制御システムを備えることを特徴とする機器。

【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、プログラム、機器制御システム及び機器に関する。

【背景技術】

【0002】

撮影装置の経時的な位置ずれに起因する撮影画像における座標のずれを補正する技術が知られている。このような技術は、例えば、撮像装置であるステレオカメラにより撮影された撮影画像における座標のずれを補正する場合などに用いられる。

【0003】

ステレオカメラでは、2 台の撮影ユニットで同時に同じ被写体を撮影することで、各撮影画像内の被写体像の差分から、被写体に含まれる障害物等の特定物までの距離を算出することができる。このようなステレオカメラは、例えば、車両に搭載され、車両制御システムに利用される。車両制御システムでは、一定のフレーム間隔で撮影と測距を繰り返し、撮影画像内の被写体に含まれる特定物までの距離に関する情報を含む視差画像を動画として生成する。車両制御システムは、当該視差画像を利用して路線逸脱や障害物などを検知し、回避制御等に利用している。

【0004】

このようなステレオカメラによって、正確に距離を計測するには、各撮影ユニットが備えるカメラの歪曲特性や、撮影素子などの構成部材の相対位置が既知でなければならない。しかしながら、現実には、経時変化や温度特性等に起因する撮影装置の微小な変形は避けられない。そのため、ステレオカメラでは、周期的な測距動作と並行して、撮影画像における座標のずれを補正する自動キャリブレーションが行われている。自動キャリブレーションでは、撮影画像やその他のセンサ等の情報を利用して、2 台の撮影ユニット間の相対位置や方向等のカメラ特性のずれを計測し、撮影画像の座標のずれを補正している。

【0005】

10

20

30

40

50

ここで、例えば、撮影画像の座標のずれを補正する際に、補正量が大きい場合でも、補正された撮影画像を利用する制御システムにおいて、障害物等の特定物の誤認識を発生させない撮影装置が知られている（特許文献1参照）。この特許文献1の撮影装置では、撮影画像の座標のずれを補正する補正式の係数を定期的に更新する際に、補正式の各項について、更新前の係数と更新後の係数の差分を算出し、更新前の係数に差分を複数に分割した値を順次加算することによって係数を複数回に分けて更新するものである。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上述した特許文献1の撮影装置では、撮影画像の座標のずれを補正する際に、撮影画像を利用する制御システムにおいて障害物等の特定物を認識中であった場合に当該特定物を誤認識してしまうという問題があった。

10

【0007】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、補正された撮影画像を利用して特定物を認識する際に、誤認識を抑制する画像処理装置、撮影装置、プログラム、機器制御システム及び機器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】

【0008】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、撮影部において撮影された撮影画像に生ずる座標のずれを、記憶部において記憶された補正パラメータにより補正する補正部と、前記撮影画像に基づいて前記補正パラメータを生成し、前記記憶部に記憶されている前記補正パラメータを更新する更新部と、前記補正パラメータが更新された場合、前記撮影画像に含まれる特定物の参照状態を未参照状態に更新する参照処理部と、を備え、前記参照処理部は、前記特定物の前記参照状態を前記未参照状態に更新した場合、前記撮影画像を更新された前記補正パラメータにより補正された補正画像を用いて前記特定物に対する参照処理を行い、前記特定物の前記参照状態を維持した場合、前回の前記参照処理の結果を用いて前記特定物に対する前記参照処理を行う。

20

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、補正された撮影画像を利用して特定物を認識する際に、誤認識を抑制するという効果を奏する。

30

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、実施形態にかかるステレオカメラの斜視図である。

【図2】図2は、実施形態にかかる車両の一例を示す正面図である。

【図3】図3は、実施形態にかかる車両制御システムの一例を示す全体構成図である。

【図4】図4は、実施形態にかかるステレオカメラのハードウェア構成図である。

【図5】図5は、実施形態にかかるステレオカメラを用いた距離の計測原理の説明図である。

【図6】図6は、実施形態にかかるステレオカメラの機能ブロック図である。

40

【図7】図7は、実施形態にかかるステレオカメラで実行される撮影画像の座標のずれの補正例を模式的に示す図である。

【図8】図8は、実施形態にかかるステレオカメラによる参照処理の流れの一例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】

【0011】

以下に添付図面を参照して、画像処理装置、撮影装置、プログラム、機器制御システム及び機器の実施の形態を詳細に説明する。まず、撮影装置の一例であるステレオカメラと、ステレオカメラを備える車両（機器の一例）について説明する。図1は、本実施形態にかかるステレオカメラの斜視図である。図2は、実施形態にかかるステレオカメラを搭載

50

した車両の一例を示す正面図である。

【0012】

図1に示すようにステレオカメラ10は、筐体110から1対の撮影レンズ12a、12bが外部に露出している。ステレオカメラ10は、図2に示すように車両500のフロントガラス511の内側(車室510側)の上部に取り付けられる。具体的には、車両500のインナーリアビューミラー520の設置位置付近に取り付けられる。

【0013】

なお、ステレオカメラ10の取付位置は、上記の位置に限るものではなく、車両500の進行方向の前方の状況を認識するための情報を取得できる位置であればよい。本実施形態において、車両500の幅方向(紙面左右方向)を車幅方向、紙面を貫く方向を車両の進行方向とする。

10

【0014】

ステレオカメラ10は、測定対象との距離が変化する機器に設置される。ステレオカメラ10を設置する機器は、本実施形態のような車両500に限定されるものではない。例えば、船舶や鉄道等の移動体などに設置することもできる。また、FA(Factory Automation)に用いることもでき、この場合に建物などの固定物にステレオカメラ10を設置すればよい。ステレオカメラ10は、後述するように被写体を撮影した画像データから、被写体に含まれる障害物等の特定物(測定対象)までの距離を求める(距離情報を取得する)。ステレオカメラ10の測定対象は、他の移動体や人物や動物などである。

【0015】

20

次に、機器制御システムの実施形態である車両制御システムについて説明する。図3は、実施形態にかかる車両制御システムの一部を示す全体構成図である。図3示すように、ステレオカメラ10は、車両500の進行方向を撮影できるように設置される。そのため、撮影レンズ12a、12bは所定の方向に向けられている。車両制御システム300は、ステレオカメラ10と連動して、車両500の進行方向に存在する特定物(測定対象)を撮影する。なお、車両制御システム300が機器制御システムの一部である。

【0016】

車両制御システム300は、ステレオカメラ10と、制御装置301と、ステアリングホイール302と、ブレーキペダル303と、を備えている。

【0017】

30

次に、ステレオカメラのハードウェア構成について説明する。図4は、実施形態にかかるステレオカメラのハードウェア構成図である。図4に示すように、ステレオカメラ10は、2つの単体カメラである、第1カメラ1と第2カメラ2とを有している。第1カメラ1とは、例えば、撮影レンズ12aに対応する撮影素子を備える単体カメラである。また、第2カメラ2とは、例えば、撮影レンズ12bに対応する撮影素子を備える単体カメラである。

【0018】

さらに、ステレオカメラ10は、制御部3、主記憶部4、補助記憶部5、および通信I/F部6、を有している。第1カメラ1と第2カメラ2、制御部3、主記憶部4、補助記憶部5、通信I/F部6は、バス7を介して互いに接続されている。

40

【0019】

ここで、ステレオカメラ10と車両制御システム300との関係について説明する。図3に示す車両制御システム300の制御装置301は、ステレオカメラ10から受信した視差画像115(図6参照)に基づいて算出される情報により、車両500の各種の制御を実行する。なお、視差画像115の詳細については後述する。

【0020】

制御装置301において実行される制御は、例えば、ステレオカメラ10から受信した視差画像115に基づき算出される特定物までの距離に応じて、ステアリングホイール302を含むステアリング系統(制御対象)を動作させる制御である。このステアリング制御によって、車両500の進行方向に存在する障害物等の特定物を回避するように車両5

50

00を動作させることができる。

【0021】

また、ステレオカメラ10から受信した視差画像115に基づき算出される特定物までの距離に応じて、ブレーキペダル303を含むブレーキ系統(制御対象)を動作させる制御である。このブレーキ制御により、車両500を自動的に減速または停止させることができる。

【0022】

以上例示したように、車両制御システム300は、車両500のステアリング制御やブレーキ制御をステレオカメラ10から受信した視差画像115に基づいて実行させることができる。これによって、車両500の運転時の安全性を向上させることができる。

10

【0023】

なお、上記の説明では、ステレオカメラ10の撮影対象を車両500の前方にしたが、これに限定されるものではない。すなわち、車両500にステレオカメラ10を設置するときに、車両500の後方または側方を撮影するように設置してもよい。この場合、ステレオカメラ10は、車両500の後方の後続車、または側方を並進する他の車両等の距離を検出することができる。そして、制御装置301は、車両500の車線変更時または車線合流時等における危険を検知して、上記の制御を実行することができる。

【0024】

また、制御装置301は、車両500の駐車時等におけるバック動作において、ステレオカメラ10によって検出された車両500の後方の障害物などの特定物の視差画像115に基づいて、衝突の危険があると判断した場合に、上記の制御を実行することができる。

20

【0025】

図4に戻り、制御部3は、補助記憶部5から主記憶部4に読み出されたプログラムを実行するCPU(Central Processing Unit)である。主記憶部4は、不揮発性記憶部であるROM(Read Only Memory)や揮発性記憶部であるRAM(Random Access Memory)等を備える記憶部である。補助記憶部5は、メモリカード等である。通信I/F部6は、ネットワークを介して、他の装置と通信するためのインタフェースである。

【0026】

ステレオカメラ10において実行されるプログラムは、主記憶部4に含まれるROMに予め組み込まれているものとする。プログラムの詳細な説明は後述する。

30

【0027】

なお、プログラムは、上記のように予め主記憶部4に組み込まれる「組み込みタイプ」以外のものでもよい。例えば、プログラムをステレオカメラ10に対して後にインストールできる形式にして、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録されてコンピュータ・プログラム・プロダクトとして提供してもよい。コンピュータで読み取り可能な記録媒体とは、例えば、CD-ROM、メモリカード、CD-R、DVD(Digital Versatile Disk)等である。

【0028】

また、プログラムをインターネット等のネットワークに接続されたコンピュータ上に格納し、ステレオカメラ10にプログラムをネットワーク経由でダウンロードさせて、これをインストールする方式で提供するように構成してもよい。

40

【0029】

ステレオカメラ10の場合、制御部3がROMからプログラムを読み出して実行することで、後述する各機能を実行することができる。

【0030】

なお、各機能の一部、又は全部を、ソフトウェアにより実現せずに、IC(Integrated Circuit)等のハードウェアにより実現してもよい。また、本実施形態のステレオカメラ10では、2つの単体カメラを備えるものを例にしている。しかしながら、撮影部の数は2つに限られず、1以上の撮影部であればよい。例えば、1つの撮影部を備える単眼カ

50

メラにおいても同様の構成とすることができる。

【0031】

次に、ステレオカメラ10を用いた距離の計測原理について説明する。図5は、実施形態にかかるステレオカメラを用いた距離の計測原理の説明図である。図5では、ステレオカメラ10が有する第1カメラ1および第2カメラ2の配置と、第1カメラ1および第2カメラ2によって撮影される被写体に含まれる特定物Aとの関係を示している。図5において、第1カメラ1と第2カメラ2の並び方向をX軸方向、X軸方向に直交し特定物Aのある方向すなわち第1カメラ1と第2カメラ2の光軸方向をZ軸方向、X軸方向とZ軸方向に直交する方向をY軸方向として表している。

【0032】

第1カメラ1の焦点距離を f 、光学中心を O_0 、第1カメラ1が備える撮影素子において特定物Aの像が結像する撮影面を S_0 とする。同様に、第2カメラ2の焦点距離を f 、光学中心を O_1 、第2カメラ2が備える撮影素子において特定物Aの像が結像する撮影面を S_1 とする。撮影面 S_0 と撮影面 S_1 は、それぞれ、Z軸方向を向いていて、第1カメラ1と第2カメラ2の光軸方向に直交している。また、第1カメラ1と第2カメラ2は、X軸方向に基線長 B だけ離れた位置に配置されている。

【0033】

第1カメラ1の光学中心 O_0 からZ軸方向に距離 d だけ離れた位置にある特定物Aの像は、直線 $A - O_0$ と撮影面 S_0 の交点である位置 P_0 に結ばれる。一方、同じ特定物Aの像が第2カメラ2の撮影面 S_1 では、位置 P_1 に結ばれる。

【0034】

ここで、第2カメラ2の光学中心 O_1 を通る直線であって直線 $A - O_0$ と平行な直線と撮影面 S_1 との交点を位置 P_0' とする。また、位置 P_0' と位置 P_1 の差を視差 p とする。視差 p は、同じ特定物Aを第1カメラ1と第2カメラ2で撮影したときの各画像における特定物Aの結像位置のずれ量に相当する。以下において、この結像位置のずれ量を視差 p と表記する。

【0035】

図5に示すように、上記の条件において規定される三角形 $A - O_0 - O_1$ と、三角形 $O_1 - P_0' - P_1$ は相似形である。したがって、特定物Aまでの距離 d は $B \times f / p$ という式によって得ることができる。以上のとおり、ステレオカメラ10を用いて特定物Aまでの距離 d を算出するには、第1カメラ1と第2カメラ2の乖離距離である基線長 B と、各カメラの焦点距離 f と、特定物Aの結像位置のずれ量である視差 p を明らかにすればよい。

【0036】

次に、本実施形態に係るステレオカメラ10が備える画像処理装置11について図を用いて説明する。図6は、実施形態にかかるステレオカメラの機能ブロック図である。図6に示すように、ステレオカメラ10は、第1撮影部101と、第2撮影部102と、画像処理装置11と、記憶部103と、を有している。画像処理装置11は、すでに説明をしたステレオカメラ10のハードウェア資源(図4参照)を用いて実行するプログラムにより実現される。

【0037】

ステレオカメラ10が有する画像処理装置11は、更新部104と、補正部106と、視差算出部107と、認識部108および追跡部109を有する参照処理部105と、を有している。画像処理装置11の各機能ブロックは、すでに説明をしたステレオカメラ10のハードウェア資源(図4参照)を用いて実行されるプログラムにより実現される。なお、視差算出部107や、認識部108、追跡部109は、画像処理装置11とは分離して、ステレオカメラ10とは異なる別のハードウェア上で実行されてもよい。

【0038】

認識部108は、第1撮影部101および第2撮影部102において取得された撮影画像に含まれる特定物を認識する認識処理を実行する。認識処理としては、テンプレートマ

10

20

30

40

50

ッチングやHog特徴量の利用等による公知の処理方法を利用できる。

【0039】

追跡部109は、第1撮影部101および第2撮影部102において取得された撮影画像中の前フレームにおいて認識された特定物を現フレームにおいて追跡する追跡処理を実行する。追跡処理としては、オプティカルフローを用いる等の公知の処理方法を利用できる。

【0040】

第1撮影部101は、第1カメラ1の撮影動作の制御と、第1カメラ1の撮影素子から出力される信号に基づいて第1撮影画像を生成する処理を実行する。第2撮影部102は、第2カメラ2の撮影動作の制御と、第2カメラ2の撮影素子から出力される信号に基づいて第2撮影画像を生成する処理を実行する。第1撮影部101と第2撮影部102によって、第1カメラ1と第2カメラ2は互いの撮影タイミングを同期して撮影することができる。従って、第1撮影画像と第2撮影画像は、同じ方向を同時に撮影して得られた画像である。

【0041】

第1撮影画像と第2撮影画像は、記憶部103によって主記憶部4に含まれるRAMに撮影画像111として記憶される。以下の説明において、第1撮影画像と第2撮影画像を区別しないときは、単に、撮影画像111と表記する。また、第1撮影部101および第2撮影部102は、撮影部に相当する。

【0042】

記憶部103は、第1撮影部101、第2撮影部102、更新部104、補正部106、視差算出部107、からの各種情報を主記憶部4に含まれるRAMまたはROMへ記憶・保存する処理を実行する。また、記憶部103は、RAMまたはROMに記憶・保存されている各種情報を読み出す処理を実行する。記憶部103によってRAMまたはROMに記憶される各種情報は、図6に示すように、撮影画像111、補正パラメータ112、補正画像114、および視差画像115などである。

【0043】

更新部104は、RAMまたはROMに記憶されている撮影画像111を読み出し、この撮影画像111に基づいて、補正パラメータ112を生成する処理を実行する。また、更新部104は、生成された補正パラメータ112をRAMまたはROMに記憶する。

【0044】

補正パラメータ112は、第1カメラ1および第2カメラ2の経時的な位置ずれに起因する第1撮影画像と第2撮影画像の座標のずれを補正するためのパラメータである。更新部104は、定期的に補正パラメータ112を生成し、生成した補正パラメータ112をRAMまたはROMに記憶する。補正パラメータ112が生成されたとき、すでにRAMに補正パラメータ112が記憶されている場合には、更新部104は、新たに生成した補正パラメータ112を用いて古い補正パラメータ112を定期的に上書きする。この上書き処理を「補正パラメータ112の更新処理」という。

【0045】

なお、補正パラメータ112の更新処理を実行する前に、一旦、新たに生成された補正パラメータ112をROMに書き込んで記憶するように処理すれば、更新処理の前段でステレオカメラ10の電源がオフになったとしても、最新の補正パラメータ112を保護することができる。この場合、ステレオカメラ10の電源がオンになったとき、ROMに補正パラメータ112が記憶されていれば、この最新の補正パラメータ112を用いてRAMを初期化すればよい。

【0046】

なお、補正パラメータ112の更新処理は、種々の方法のうち、適宜選択して用いればよい。例えば、補正パラメータ112を、変換前の座標と変換後の座標の組から、最小二乗法等によって近似することにより更新してもよい。

【0047】

補正部 106 は、記憶部 103 によって RAM に記憶された補正パラメータ 112 を読み出し、これを用いて撮影画像 111 に対する補正処理を実行する。この補正処理によって撮影画像 111 から補正画像 114 が生成される。生成された補正画像 114 は、記憶部 103 によって RAM に記憶される。

【0048】

ここで、補正部 106 において実行される補正処理について説明する。RAM に記憶されている撮影画像 111 は、すでに述べたとおり、第 1 撮影画像と第 2 撮影画像である。補正パラメータ 112 は、第 1 カメラ 1 および第 2 カメラ 2 の経時的な位置ずれに起因する第 1 撮影画像と第 2 撮影画像の座標のずれを補正する補正式に用いられる補正係数である。例えば、補正パラメータ 112 を用いる補正式は以下の式 (1) のようになる。

10

【0049】

式 (1)

$$\begin{aligned}x' &= a_0 + a_1 x + a_2 y + a_3 x^2 + a_4 xy + a_5 y^2 \\y' &= b_0 + b_1 x + b_2 y + b_3 x^2 + b_4 xy + b_5 y^2\end{aligned}$$

【0050】

上記の補正式において、 x と y は変換元の座標であって、 x' と y' は変換後の座標である。補正パラメータ 112 は、式 (1) の補正式の係数である $a_0 \sim a_5$ 及び $b_0 \sim b_5$ である。すなわち、記憶部 103 によって RAM には、この $a_0 \sim a_5$ 及び $b_0 \sim b_5$ が記憶されている。

【0051】

20

なお、上記の補正式において、補正後の画像である補正画像 114 の座標を x と y とし、補正前の画像である撮影画像 111 の座標を x' と y' として補正処理を実行してもよい。すなわち、上記の補正式を用いた補正処理では、座標変換後の座標を基準にしてもよいし、座標変換前の座標を基準にしてもよい。

【0052】

また、補正パラメータ 112 は、上記の多項式の係数だけでなく、ルックアップテーブルのようなものでもよい。例えば、画素あるいは画素群ごとに補正值 (x 方向の画素ずれ量と y 方向の画素ずれ量) を記憶しておき、それらを補正パラメータ 112 としてもよい。なお、多項式を用いる方が、記憶する補正パラメータ 112 の量を削減できるので好ましい。

30

【0053】

以上のとおり、記憶部 103 によって主記憶部 4 の RAM に記憶される補正画像 114 は、補正部 106 によって、上記の式 (1) と補正パラメータ 112 を用いた補正処理を撮影画像 111 に対して行って得られた画像である。

【0054】

ここで、補正部 106 において実行される撮影画像 111 の座標のずれの補正について説明する。図 7 は、実施形態にかかるステレオカメラで実行される撮影画像の座標のずれの補正例を模式的に示す図である。補正部 106 において実行される座標のずれの補正は、座標変換処理である。補正部 106 は、すでに説明をした補正式と補正パラメータ 112 を用いて、補正後画像である補正画像 114 の座標と補正前画像である撮影画像 111 の座標を変換する処理を実行する。

40

【0055】

なお、補正画像 114 の画素値を決定するために、補正式により対応する撮影画像 111 の画素値を参照する。このとき、変換後の座標の値が整数にならないことがある。そこで、補正部 106 は、図 7 において点線で示すように、座標の値が整数にならない座標の画素値を撮影画像 111 上の周囲の画素値から補間する画素値補間処理を実行する。

【0056】

補正部 106 は、例えば、双 1 次補間すなわちバイリニア補間により画素値補間処理を行う。補正部 106 は、全画素について、上記の補正式による座標変換と画素値補間処理とを実行し、撮影画像 111 の幾何補正を行って補正画像 114 を生成する。

50

【0057】

図6に戻り、視差算出部107は、補正された撮影画像111である補正画像114を用いて、すでに説明をした測距原理に基づいて視差 p を算出する処理を実行する。また、視差算出部107は、視差 p を用いて、撮影画像111の座標の視差情報を含む視差画像115を生成する。生成された視差画像115は、記憶部103によってRAMに記憶される。

【0058】

視差算出部107における視差算出方法は、周知の平行等位ステレオカメラにおける視差算出方法と同である。例えば、第1撮影画像を基準画像にした場合、第1撮影画像から抽出される特徴点周辺の画像領域と、比較対象の画像となる第2撮影画像上の対象候補となる画像領域を、1画素単位でずらしながら、両画像領域の相関の指標となる値を算出する。相関の指標となる値は、例えば、両画像領域内の画素の輝度値の総和を比較した値である。また、相関の指標となる値としてSAD (Sum of Absolute Difference) やNCC (Normalized Cross Correlation) が利用できる。算出された値の最大値付近を、放物線などを用いて補完することにより、画素単位以下の精度で視差 p を算出する。

10

【0059】

なお、1画素以下の視差 p は信頼性が低くなるため、視差算出部107は1画素以下の視差 p は1画素に切り上げる。すなわち、ステレオカメラ10における最小の視差画素は1画素になる。

【0060】

ステレオカメラ10において、上記のプログラムが有する各部の処理は、周期的に実行される。これによって、撮影画像111の撮影、補正パラメータ112の算出と更新、補正画像114の生成と記憶、視差画像115の生成と記憶は、周期的に繰り返し実行される。すなわち、ステレオカメラ10において、視差画像115は繰り返し生成されて、主記憶部4に含まれるRAMに記憶される。

20

【0061】

このように、ステレオカメラ10は、撮影画像111の撮影処理から補正パラメータ112の更新処理を実行して、その後、視差画像115を生成する処理までを周期的に実行する。

【0062】

ここで、車両制御システム300が障害物等の特定物の認識や追跡を行っている最中に、ステレオカメラ10側で、補正パラメータ112の更新処理が行われた場合に生じる車両制御システム300における特定物の誤認識について説明する。更新された補正パラメータ112に基づいて視差画像115が生成されると、同じ撮影画像111に基づく視差画像115であっても、車両制御システム300における障害物等の特定物の認識結果が異なる可能性がある。

30

【0063】

例えば、車両500からの実際の距離が100mの障害物等をステレオカメラ10が撮影した場合に生成される視差画像115において、障害物等の視差 p が1画素になると仮定する。また、ステレオカメラ10における、上記の障害物等を含む撮影画像111に対する視差の誤差が-0.5画素であると仮定する。このステレオカメラ10を用いて、あるフレームで得られた撮影画像111に基づき視差画像115を生成すると、上記の障害物等に関する視差 p は1画素になるべきところ、誤差の影響によって0.5画素になる。この結果に基づく車両制御システム300の認識処理では、0.5画素に対応する距離を認識することになるので、当該障害物等との距離は200mとして認識する。

40

【0064】

車両制御システム300が障害物等の認識や追跡をする処理を実行中に、ステレオカメラ10側では、次のフレームにおいて、補正パラメータ112が更新されることがある。そうすると、上記のような視差の誤差が正しく補正された補正画像114に基づいて視差画像115が生成されることになる。この場合、誤差-0.5画素の影響を受けないから

50

、このフレームにおける障害物等に関する視差 p は 1 画素になる。つまり、車両制御システム 300 は、前のフレームでは 200 m にあると認識した障害物等が、このフレームでは 100 m にあると認識する結果になる。これらの結果から車両制御システム 300 が次のフレームにおける障害物等の距離を予測すると、その距離は 0 m になる。そうすると、車両制御システム 300 は、障害物等への衝突を予想して、この障害物等を回避するような緊急制動などを実行する可能性がある。

【0065】

通常の車両制御システム 300 では、上記のような制御を開始するまでに複数回の衝突判定を行う等のマージンを設けている。すなわち、数フレームにわたって衝突する可能性があるとして判定された場合に、車両 500 に対するステアリング制御やブレーキ制御を実行するようにし、車両制御の安定性を確保する構成を備える。そのため、上記のような状況において必ずしも不要な制御が発生するとは限らない。しかし、ステレオカメラ 10 単体の信頼性は高い方が望ましい。

10

【0066】

通常は、ステレオカメラ 10 における補正処理が有効に働いていれば、座標のずれが生じていても即補正される。そのため、上に説明したような視差の誤差の影響は生じないことが多い。しかし、ステレオカメラ 10 の起動後や、最初の自動キャリブレーション更新時、短時間でカメラ特性が大きく変化する場合などでは、ある程度大きな座標のずれが一度に計測される可能性がある。補正部 106 がこの座標のずれを補正すると、計測結果の距離が大きく変化してしまう可能性がある。

20

【0067】

なお、短時間でステレオカメラ 10 の特性が大きく変化する場合として、例えば、日影から日向へ車両 500 を移動させた場合や、車内冷暖房を稼働させた場合に起きる温度変化等があげられる。本実施形態においては、経時変化や上記の温度変化等に対応するため、車両 500 の走行時において自動キャリブレーションを行う。自動キャリブレーションの方法は、公知の方法を取り得る。

【0068】

本実施形態では、上述のような車両制御システム 300 における障害物等の特定物の誤認識を抑制するため、参照処理部 105 (認識部 108 および追跡部 109) は、以下のような処理を行う。

30

【0069】

認識部 108 および追跡部 109 を有する参照処理部 105 は、補正部 106 により補正パラメータ 112 が更新された場合、撮影画像 111 に含まれる障害物等の特定物の参照状態を未参照状態に更新する。ここで、参照状態とは、認識部 108 により特定物を認識している状態、または、特定物を認識して追跡部 109 により特定物を追跡している状態をいう。また、未参照状態とは、認識部 108 により特定物を認識している状態、および追跡部 109 により特定物を追跡している状態を初期化 (リセット) した状態をいう。

【0070】

ここで、例えば、認識部 108 により特定物が認識された場合は、撮影画像 111 中において当該特定物に相当する画素群に対して認識フラグ R が立てられる。ここで「認識フラグ R が立つ」とは、認識フラグ R に値「1」を設定することをいう。したがって、認識フラグ R の値が「1」になっている画素群が、認識部 108 により認識され、追跡部 109 による追跡処理の対象とされる。本実施形態においては、認識フラグ R が立てられた画素が存在する場合、すなわち認識フラグ R の値が「1」の場合、認識部 108 により認識され、追跡部 109 が追跡状態である参照状態となる。また、認識フラグ R の値を「1」から「0」にすることで、上述した初期化を行うことになる。

40

【0071】

認識部 108 および追跡部 109 は、補正パラメータ 112 が更新されたことにより、特定物の参照状態を未参照状態に更新した場合 (認識フラグ R の値を「1」から「0」にした場合)、更新された補正パラメータ 112 により撮影画像 111 を補正した補正画像

50

114を用いて、特定物に対する参照処理である認識処理あるいは追跡処理を行う。

【0072】

一方、認識部108および追跡部109は、補正パラメータ112が更新されていないことにより、特定物の参照状態を維持した場合（認識フラグRの値を「1」のままにした場合）、前回の参照処理の結果（認識結果あるいは追跡結果）を用いて特定物に対する参照処理である認識処理あるいは追跡処理を行う。

【0073】

認識部108および追跡部109は、特定物が予め定めた所定距離以上離れている場合に、特定物の参照状態を未参照状態に更新する構成としてもよい。これにより、車両制御において重要な近距離の特定物を続けて参照し続けることができる。一方で、遠距離にある特定物を未参照状態にして、当該特定物を初期状態から改めて認識し直すことで、特定物の誤認識を防止し、車両制御システム300の安全性を高めることができる。

【0074】

次に、本実施形態に係るステレオカメラ10において実行される参照処理の流れについて説明する。図8は、実施形態にかかるステレオカメラによる参照処理の流れを示すフローチャートである。

【0075】

図8に示すように、まず、第1撮影部101および第2撮影部102は、被写体を撮影した撮影画像111（第1撮影画像および第2撮影画像）を取得する（ステップS10）。そして、更新部104は、撮影画像111に基づいて、第1撮影部101または第2撮影部102、あるいは両方の撮影部の経時的な位置ずれに起因する撮影画像111における座標ずれを補正する補正式の係数（補正パラメータ112）を生成する（ステップS11）。

【0076】

次に、更新部104は、生成した補正パラメータ112を記憶部103に記憶して、補正パラメータ112を更新する（ステップS12）。そして、補正部106は、補正パラメータ112を用いて、撮影画像111を補正して補正画像114を生成し、記憶する（ステップS13）。視差算出部107は、補正画像114を用いて視差を算出して、視差画像115を生成する（ステップS14）。

【0077】

そして、認識部108および追跡部109は、更新部104により補正パラメータ112が更新されているか否かを判断する（ステップS15）。補正パラメータ112が更新されている場合（ステップS15：Yes）、認識部108または追跡部109は、認識状態あるいは追跡状態である参照状態を初期化（リセット）する（ステップS16）。すなわち、例えば、認識フラグRの値を、「1」から「0」にする。そして、視差算出部107は、補正画像114により視差画像115を生成し、生成された視差画像115を用いて認識部108が認識処理を行い、追跡部109が追跡処理を行う（ステップS17）。

【0078】

一方、補正パラメータ112が更新されていない場合（ステップS15：No）、認識部108または追跡部109は、認識状態あるいは追跡状態である参照状態を維持する。すなわち、例えば、認識フラグRの値を「1」のままにする。そして、前回の認識処理の結果を用いて、追跡部109が追跡処理を行う（ステップS17）。

【0079】

なお、補正パラメータ112が更新された場合、認識中あるいは追跡中の全ての特定物等を全て初期化（リセット）しなくてもよい。例えば、車両500から所定距離以上離れた遠距離にある特定物のみ追跡状態を初期化し、近距離にある特定物は補正パラメータ112が更新されても追跡状態を初期化することなく処理を行ってもよい。これは、近距離の特定物は、遠距離の特定物と比較して撮影画像中で比較的大きく写るため、補正パラメータ112の更新処理により補正画像114が変化してもある程度追従可能であるが、遠

10

20

30

40

50

距離の特定物は、撮影画像中で小さく写るため、特定物を誤認識してしまう可能性が高いためである。

【0080】

このように、本実施形態のステレオカメラ10では、被写体を撮影した撮影画像に基づいて生成された補正パラメータにより撮像画像を補正して補正画像を生成し、当該補正画像を用いて視差を算出して視差画像を生成する。そして、ステレオカメラ10は、補正パラメータが更新されている場合は、参照状態（認識状態あるいは追跡状態）を初期化し、更新されていない場合は、参照状態を維持する。これにより、補正された撮影画像を利用して特定物を認識する際に、誤認識を抑制することができる。

【符号の説明】

10

【0081】

- 1 第1カメラ
- 2 第2カメラ
- 3 制御部
- 4 主記憶部
- 5 補助記憶部
- 6 通信I/F部
- 7 バス
- 10 ステレオカメラ
- 11 画像処理装置
- 12 a、12 b 撮影レンズ
- 101 第1撮影部
- 102 第2撮影部
- 103 記憶部
- 104 更新部
- 105 参照処理部
- 106 補正部
- 107 視差算出部
- 108 認識部
- 109 追跡部
- 110 筐体
- 111 撮影画像
- 112 補正パラメータ
- 114 補正画像
- 115 視差画像
- 300 車両制御システム
- 301 制御装置
- 302 ステアリングホイール
- 303 ブレーキペダル
- 500 車両
- 510 車室
- 511 フロントガラス
- 520 インナーリアビューミラー

20

30

40

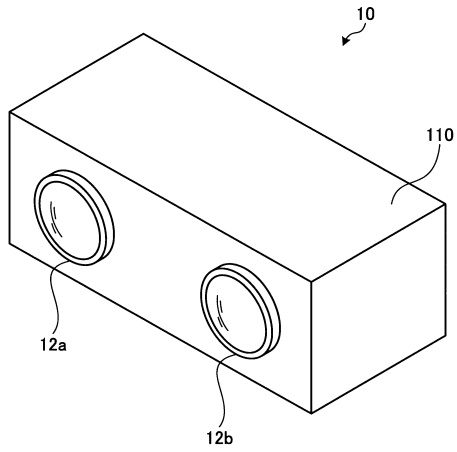
【先行技術文献】

【特許文献】

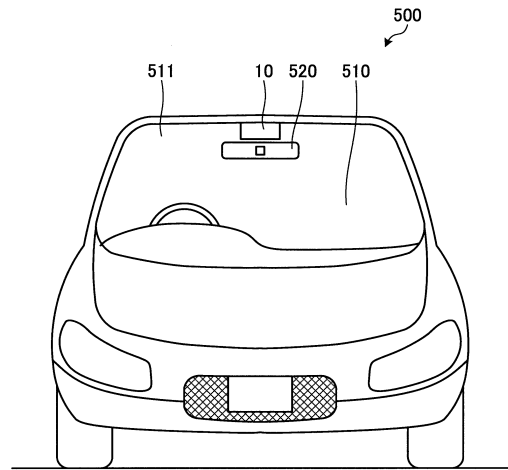
【0082】

【特許文献1】特開2014-138331号公報

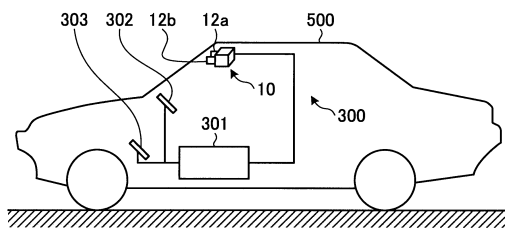
【図1】



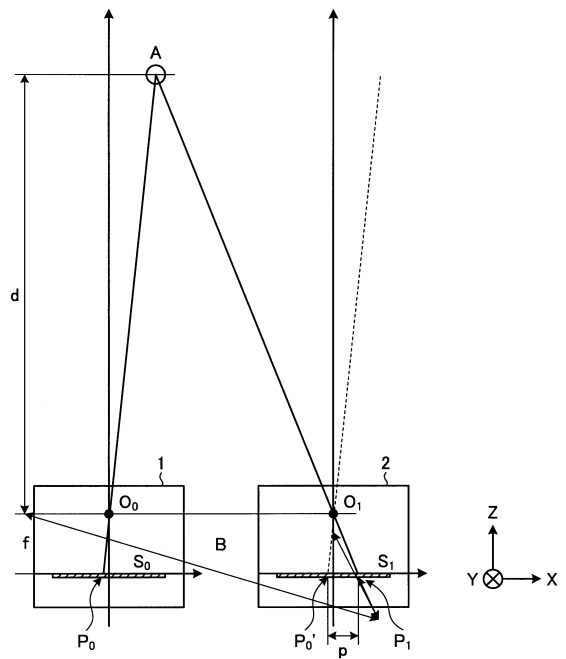
【図2】



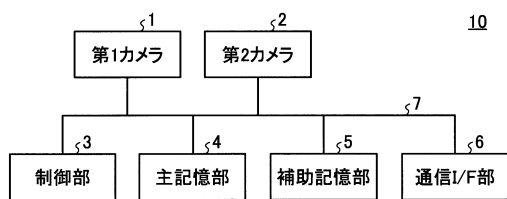
【図3】



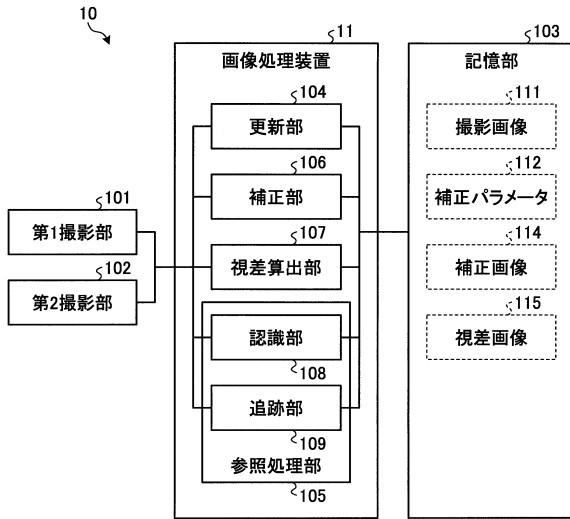
【図5】



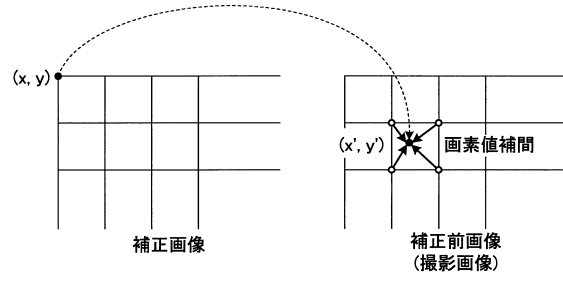
【図4】



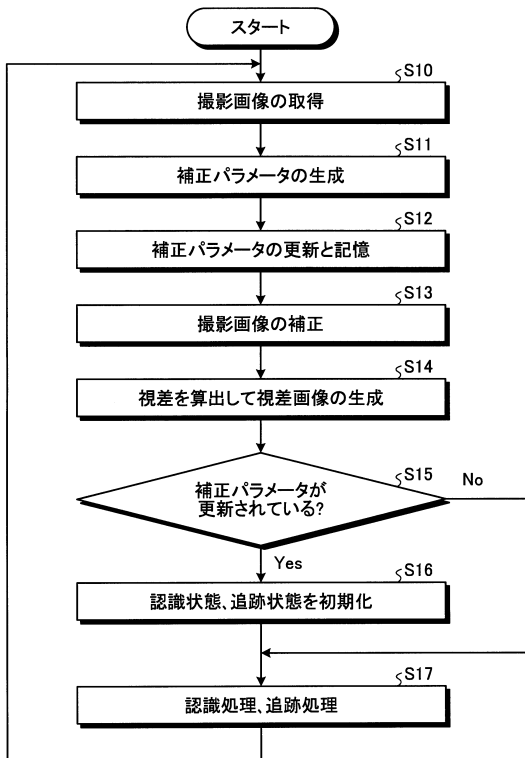
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 3 B 15/00 (2006.01) G 0 3 B 15/00 V

(56)参考文献 特開2016-001447(JP,A)
特開2012-058188(JP,A)
特開2009-157123(JP,A)
特開2014-138331(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 4 N 5 / 2 2 2 - 5 / 2 5 7
G 0 1 C 3 / 0 0
G 0 1 C 3 / 0 6
G 0 3 B 3 5 / 0 8
H 0 4 N 7 / 1 8
G 0 3 B 1 5 / 0 0