

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-9427

(P2016-9427A)

(43) 公開日 平成28年1月18日(2016.1.18)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
G06T	1/00	(2006.01)	G06T	1/00	315	2F112
H04N	13/02	(2006.01)	H04N	13/02		5B057
G01C	3/06	(2006.01)	G01C	3/06	110V	5C061
G06T	1/20	(2006.01)	G06T	1/20	A	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2014-131215 (P2014-131215)
 (22) 出願日 平成26年6月26日 (2014.6.26)

(71) 出願人 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 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (72) 発明者 渡邊 義一
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内
 (72) 発明者 高橋 祐二
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、機器制御システム

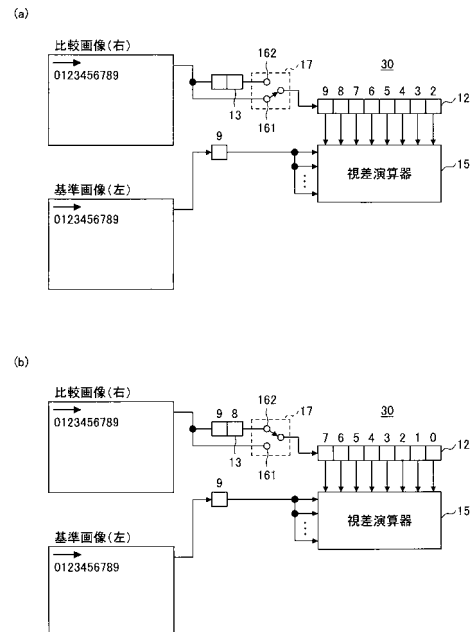
(57) 【要約】

【課題】回路規模を増大させることなく、探索範囲を変更可能な視差演算処理装置を提供すること。

【解決手段】第1の撮像手段10Rにより撮像された第1の画像と第2の撮像手段10Lにより撮像された第2の画像から視差情報を生成する画像処理装置100であって、前記第2の画像の画素又は画素ブロックを、探索幅の前記第1の画像の画素又は画素ブロックで探索して視差情報を検出する視差検出手段30と、前記探索幅の前記第1の画像の画素又は画素ブロックを、前記第2の画像の画素又は画素ブロックに対しシフトするシフト手段13、17と、を有することを特徴とする。

【選択図】 図2

本実施形態の視差演算処理部の概略的な構成図の一例



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 の撮像手段により撮像された第 1 の画像と第 2 の撮像手段により撮像された第 2 の画像から視差情報を生成する画像処理装置であって、

前記第 2 の画像の画素又は画素ブロックを、探索幅の前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックで探索して視差情報を検出する視差検出手段と、

前記探索幅の前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックを、前記第 2 の画像の画素又は画素ブロックに対しシフトするシフト手段と、

を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記シフト手段は、前記探索幅の前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックが、視差の検出対象となるまでの時間を遅延させることで、前記探索幅の前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックを前記第 2 の画像の画素又は画素ブロックに対しシフトする、

ことを特徴とする請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記視差検出手段は、

前記探索幅の前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックを記憶するシフトレジスタと、

前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックが前記シフトレジスタに出力される第 1 の経路と、

前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックが第 2 のシフトレジスタを經由して前記シフトレジスタに出力される第 2 の経路と、

前記第 1 の経路と前記第 2 の経路のいずれかを前記シフトレジスタに接続する切替手段と、を有し、

前記切替手段は、前記第 2 の経路を前記シフトレジスタに接続することで、前記探索幅の前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックを、前記第 2 の画像の画素又は画素ブロックに対しシフトする、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記視差検出手段は、

前記探索幅の前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックを記憶するシフトレジスタと、

前記探索幅の前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックを記憶する第 3 のシフトレジスタと、

前記シフトレジスタの手前に設けられ前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックを記憶する第 2 のシフトレジスタと、

前記シフトレジスタの各記憶素子又は前記第 3 のシフトレジスタの各記憶素子のどちらかを、視差演算器と接続する第 2 の切替手段と、を有し、

前記第 2 の切替手段は、前記シフトレジスタの各記憶素子を前記視差演算器に接続することで、前記探索幅の前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックを、前記第 2 の画像の画素又は画素ブロックに対しシフトする、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記探索幅の前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックを、前記第 2 の画像の画素又は画素ブロックに対しシフトする画像領域を設定する画像領域設定手段を有し、

前記シフト手段は、視差情報が求められる画素が前記画像領域に含まれる場合、前記探索幅の前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックを、前記第 2 の画像の画素又は画素ブロックに対しシフトする、ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 いずれか 1 項記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記視差検出手段が、前記画像領域で、閾値未満の距離の対象を検出した場合、

前記シフト手段は、次のサイクルで入力された前記第 1 の画像と前記第 2 の画像に対し、視差情報が求められる画素が前記画像領域でない領域に含まれる場合でも、前記探索幅の前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックを、前記第 2 の画像の画素又は画素ブロックに

10

20

30

40

50

対しシフトする、ことを特徴とする請求項 5 記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記第 1 の画像の画素及び前記第 2 の画像の画素が入力されるごとに、
前記視差検出手段は、前記探索幅の前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックと、前記第 2 の画像の画素又は画素ブロックとの相関値を並列に演算し、
前記探索幅の数の相関値のうち最も相関がよい前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックの位置に基づき視差情報を演算する、
ことを特徴とする請求項 1 ~ 6 いずれか 1 項記載の画像処理装置。

【請求項 8】

第 1 の撮像手段により撮像された第 1 の画像と第 2 の撮像手段により撮像された第 2 の画像から視差情報を生成する画像処理方法であって、
視差検出手段が、前記第 2 の画像の画素又は画素ブロックを、探索幅の前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックで探索して視差情報を検出するステップと、
シフト手段が、前記探索幅の前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックを、前記第 2 の画像の画素又は画素ブロックに対しシフトするステップと、
を有することを特徴とする画像処理方法。

10

【請求項 9】

撮像手段により撮像した画像を処理して機器の制御を行う機器制御システムであって、
第 1 の画像を撮像する第 1 の撮像手段及び第 2 の画像を撮像する第 2 の撮像手段と、
前記第 2 の画像の画素又は画素ブロックを、探索幅の前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックで探索して視差情報を検出する視差検出手段と、
前記探索幅の前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックを、前記第 2 の画像の画素又は画素ブロックに対しシフトするシフト手段と、
を有することを特徴とする機器制御システム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、第 1 の画像と第 2 の画像から視差情報を生成する画像処理装置等に関する。

【背景技術】

【0002】

ステレオカメラが撮影した画像データから視差情報を取得することで対象までの距離を計測することが可能である。距離を計測できることを利用して、車両の運転者の運転を支援する運転支援システムなどが知られている。

30

【0003】

運転支援システムは、例えば、車の前方に設置したステレオカメラによって車両前方を撮像し、2つの画像の視差（視点による物体の結像点の位置の差）を検出することで、歩行者、他車両、障害物等との距離を測定する。そして、それらに衝突する可能性がある場合は、運転者に報知したり、車両のブレーキを作動させて減速させたり停止させたりすることで運転を支援する。なお、視差は、2つのカメラから得られた2つの画像をそれぞれ小領域に分割して、ある探索範囲で小領域の類似性を求めるブロックマッチングで求められる場合が多い。

40

【0004】

このような運転支援システムでは、高い空間分解能や高精度化が求められており、処理負荷が増大する一方、衝突回避などのために演算時間の短縮も求められている。例えば、ステレオカメラの距離レンジを近距離側に拡大することが望まれる場合がある。

【0005】

しかし、視差は同一の物体を2地点から見たときの結像位置の差であるため、物体が近距離にある場合ほど大きくなる。すなわち、ステレオカメラを用いて近距離側の測定レンジを広くするには、ブロックマッチングの探索範囲を広く（視差の方向に長く）しなければならない。

50

【 0 0 0 6 】

従来から、ステレオカメラの距離レンジを拡大する技術が考案されている（例えば、特許文献 1、2 参照。）。特許文献 1 には、処理速度と距離精度の両立を図る目的で、縮小画像で対応箇所探索を行い、近距離側の大きな視差を探索できるようにしたステレオ画像処理装置が開示されている。

【 0 0 0 7 】

また、特許文献 2 には、画像の上側の視差を求める際に、下側の視差結果を参照し、近距離の物体が存在しない場合に探索範囲を狭める画像処理装置が開示されている。

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

10

【 0 0 0 8 】

しかしながら、特許文献 1 のステレオ画像処理装置では、縮小画像を生成する必要があるためステレオ画像処理装置の回路規模が大きくなるという問題点があった。

【 0 0 0 9 】

また、特許文献 2 の画像処理装置では、探索範囲を狭める具体的な仕組みについて記載がない。

【 0 0 1 0 】

本発明は上記課題に鑑み、回路規模を増大させることなく、測定可能な距離レンジを変更可能な視差演算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 】

20

【 0 0 1 1 】

本発明は、第 1 の撮像手段により撮像された第 1 の画像と第 2 の撮像手段により撮像された第 2 の画像から視差情報を生成する画像処理装置であって、前記第 2 の画像の画素又は画素ブロックを、探索幅の前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックで探索して視差情報を検出する視差検出手段と、前記探索幅の前記第 1 の画像の画素又は画素ブロックを、前記第 2 の画像の画素又は画素ブロックに対しシフトするシフト手段と、を有することを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 2 】

回路規模を増大させることなく、測定可能な距離レンジを変更可能な視差演算処理装置を提供することができる。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 3 】

【 図 1 】 回路規模の増大について説明する図の一例である。

【 図 2 】 本実施形態の視差演算処理部の概略的な構成図の一例である。

【 図 3 】 4 つのステレオカメラの搭載位置を模式的に示す図の一例である。

【 図 4 】 車載システムの構成図の一例である。

【 図 5 】 画像処理 ECU の構成図の一例である。

【 図 6 】 画像処理 IC の基本構成の一例を示す図である。

【 図 7 】 ステレオカメラによる測距原理について説明する図の一例である。

40

【 図 8 】 視差演算処理部の探索範囲のシフトを説明する図の一例である。

【 図 9 】 視差演算処理部の探索範囲のシフトを説明する別の図の一例である。

【 図 10 】 画像領域を縦に分割した際に図 8 の視差演算処理部により生じる不都合について説明する図の一例である。

【 図 11 】 探索範囲の設定の一例を説明する図の一例である。

【 図 12 】 画像処理 IC が視差を検出する手順を示すフローチャート図の一例である。

【 図 13 】 画像処理 IC が視差を検出する手順を示すフローチャート図の一例である。

【 図 14 】 図 8 の視差演算処理部においてシフト量が切り替えられる視差演算処理部の構成図の一例である。

【 図 15 】 図 9 の視差演算処理部においてシフト量が切り替えられる視差演算処理部の構

50

成図の一例である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明を実施するための形態について図面を参照しながら説明する。

【0015】

<回路規模の増大>

まず、図1を用いて、回路規模の増大について説明する。図1(a)は8画素を探索幅とした場合の視差演算処理部30の構成例を示す図の一例である。図1は、入力される画素に対して順次視差を求める構成例を示している。

【0016】

比較画像と基準画像の「0~7」の数字は入力される画素を示しており、基準画像、比較画像の各々の画素が左側から順番に視差演算処理部30に入力される。比較画像の画素「0~7」は画素0から順にシフトレジスタ12に遅延されながら格納されていく。したがって、基準画像の画素7が入力された時点で、それ以前に入力された比較画像の画素0~6がシフトレジスタ12に蓄えられている。

【0017】

基準画像と比較画像の画素の差分は、視差演算器15(視差演算器15の各演算素子を区別する場合、視差演算器C0~C7という)により算出される。視差演算器C0~C7は並列に視差を演算し、演算結果は最小値出力回路16に出力される。すなわち、視差演算器C0は基準画像の画素7と比較画像の画素0を比較し、視差演算器C1は基準画像の画素7と比較画像の画素1を比較し、...、視差演算器C7は基準画像の画素7と比較画像の画素7を比較する。

【0018】

これにより探索幅を8として、並列に、画素の差を演算したことになる。視差演算器C0~C7が算出する画素同士の差を相関値と呼ぶ場合がある。最小値出力回路16は得られた8個の差の最小値を決定する。決定された画素位置が視差値となる。例えばC2で演算された差が最小であれば、視差は"5"である。この視差が大きいほど対象までの距離が近い。

【0019】

このような構成では、入力された基準画像と比較画像に対し、リアルタイムに順次視差を求めることができるが、比較される画素毎に視差演算器C0~C7を設ける必要がある。このため、距離レンジを広げるには探索幅を拡大する必要があり、以下に示すように、視差演算器15の回路規模が増大してしまう。

【0020】

なお、図1は、順次処理を簡便に説明するために画素毎にマッチング(差分の演算)を行う例を示したが、複数画素で構成される画素ブロック毎にマッチングを行う場合もある。

【0021】

図1(b)は10画素を探索幅とした場合の視差演算処理部30の構成例を示す図の一例である。探索幅が10となることで、検出される最大の視差を7から9に拡大することができる。これにより、より近距離の対象までの距離を計測することができる。

【0022】

しかし、探索幅を拡大すると、遅延用のシフトレジスタ12及び視差演算器15をそれぞれ2つの画素分、増設する必要が生じてしまう。特に視差演算器15は、基準画像との比較を並列に行う必要があるため、回路規模の面積が増大する。

【0023】

そこで、本実施形態では、回路規模を増大することなく探索幅を拡大し、リアルタイムに順次視差を求めることができる視差演算処理部30について説明する。

【0024】

<本実施形態の視差演算処理部の概略>

10

20

30

40

50

図2は、本実施形態の視差演算処理部30の概略的な構成図の一例である。本実施形態の視差演算処理部30は、探索幅は変更することなく、走査する画像領域などの条件に応じて、比較画像の探索範囲をシフトすることが特徴の1つとなっている。

【0025】

なお、探索幅とは基準画像の1画素に対し比較される比較画像の画素数であり、固定値である。探索範囲は、基準画像の1画素に対し比較対象となる水平方向に連続した比較画像の画素である。シフトとは、視差演算の対象となる基準画像の画素から見て、より離れた位置の比較画像の画素(探索幅分)をシフトレジスタ12に読み出すこと(基準画像との比較対象にすること)である。

【0026】

図2(a)は、一例として、画像領域の上方を走査する場合であって、遠距離を計測する場合の視差演算処理部30を示している。この場合、セクタ17は、遠距離側端子161とシフトレジスタ12を接続する。これにより、基準画像の画素9が読み取られたタイミングでは、シフトレジスタ12に画素2~9が格納されている。よって、画素2~9が探索範囲である。基準画像の画素9から見て比較画像の画素2~9は、0~7番目の画素なので遠距離を計測できる。

【0027】

図2(b)は、例えば画像領域の下方を走査する場合であって、近距離を計測する場合の視差演算処理部30を示している。この場合、セクタ17は、近距離側端子162とシフトレジスタ12を接続する。これにより、基準画像の画素9が読み取られたタイミングでは、比較画像から順番に読み出された画素0~9のうち、画素0~7はシフトレジスタ12に格納され、画素8,9は第2シフトレジスタ13に格納される。したがって、画素8,9は比較対象とならず、画素0~7が基準画像の画素9との比較対象(探索範囲)となる。基準画像の画素9から見て画素0~7は、2~9番目の画素なので近距離を計測できる。すなわち、セクタ17が近距離側端子162と接続されることで、探索範囲をシフトすることができる。

【0028】

したがって、本実施形態の視差演算処理部30は、視差演算器15の回路規模を増大することなく、遠距離と近距離の両方を探索範囲として距離を計測することができる。また、リアルタイムに順次視差を求めることができ、基準画像の全体と視差画像の全体を記憶する必要がなく、画像メモリの容量を抑制できる。

【0029】

<構成例>

図3は、4つのステレオカメラ10の搭載位置を模式的に示す図の一例である。複数のステレオカメラ10を区別するため、ステレオカメラの符号を1~4とした。ステレオカメラ1は前方に、ステレオカメラ2は右側方に、ステレオカメラ3は左側方に、ステレオカメラ4は後部に、それぞれ配置されている。ステレオカメラ1は、室内ルームミラーや車両前部バンパに、車両前方のやや水平下向きに光軸を向けて配置される。ステレオカメラ2は、例えば、右ドアミラー、車両右側面のドアノブ設置部分の窪み、ドアウィンドウのフレーム、Aピラー、Bピラー又はCピラーなどに、車両右側方、車両右側方よりもやや後方又は車両右側方よりもやや前方に光軸を向けて配置される。ステレオカメラ3は、例えば、左ドアミラー、車両左側面のドアノブ設置部分の窪み、ドアウィンドウのフレーム、Aピラー、Bピラー又はCピラーなどに、車両左側方、車両左側方よりもやや後方又は車両左側方よりもやや前方に光軸を向けて配置される。ステレオカメラ4は、後部ナンバープレートの周辺や、後部バンパなどに配置されている。

【0030】

ステレオカメラ1は、主に、車両前方の歩行者との距離、先行車両との距離、その他の地物(標識、信号機、電柱、ガードレール等)や障害物との距離を測定するために用いられる。障害物との距離に応じて、車載システムは運転者に警告したり、制動をかけることができる。

10

20

30

40

50

【0031】

ステレオカメラ2, 3は、乗員がドアの開閉をする際に、周囲から近づいてくる人や物との距離を検出するために用いられる。駐車場などで、隣他車両との距離を測定し、また、駐車中に後側方から接近する自転車、バイク、及び、歩行者との距離を測定する。車載システムは、距離に応じて、運転者に警告したり、ドアの開放を禁止することができる。

【0032】

ステレオカメラ4は、後方の障害物との距離を検出したり、乗員が後部ドアを開放する際に障害物との距離を測定する。障害物が所定の距離内にある場合、ドアの開放を禁止することができる。また、バック走行中、ステレオカメラは障害物との距離に応じて、運転者に警告したり、制動をかけることができる。

10

【0033】

図4は、車載システム1000の構成図の一例である。車載システム1000は機器制御システムの一部である。一台の車両には多くのマイコンが搭載されており、1つ以上のマイコンが搭載された情報処理装置をECU (Electronic Control Unit) 又は電子制御ユニットと呼ぶことが多い。多様なECUが搭載されているが、例えばエンジンを制御するエンジンECU200、ブレーキを制御するブレーキECU300、ドアやシートを制御するボディECU400、ナビやAV機器を制御する情報系ECU500等が知られている。

【0034】

本実施形態では、ステレオカメラ10により距離情報を取得するECUを画像処理ECU600と呼ぶこととする。画像処理ECU600とステレオカメラ10はステレオカメラシステム700の要素となる。

20

【0035】

各ECUは、CAN (Controller Area Network) やFlexRay、MOST (Media Oriented Systems Transport)、LIN (Local Interconnect Network)、Ethernet (登録商標) などの規格の車載LAN99を介して他のECUと通信可能に接続されている。車載LAN上のデータは、車載LAN99に接続された全てのECUが参照可能である。これにより、各ECUが協調制御することが可能になる。

【0036】

例えば、画像処理ECU600が障害物との距離と相対速度からTTC (Time To Collision) を算出して車載LAN99に送信すると、TTCに応じてブレーキECU300が減速したり、ボディECUがシートベルトを巻き上げるなどの制御を行う。その他、車載システム1000は、先行車両に追従走行したり、車線からの逸脱を抑制したり、障害物を回避するように操舵する制御を行うことができる。

30

【0037】

図5は、画像処理ECU600の構成図の一例を示す。画像処理ECU600は、ステレオカメラ10 (図では1つのみだが複数個を搭載してもよい) と接続されている。ステレオカメラ10については図7にて説明する。

【0038】

画像処理ECU600には一台以上のマイコンが搭載されており、一般的なマイコンと同様にCPU606, RAM602, ROM605, CANC (CAN Controller) 604, I/O603等を有すると共に、画像処理のための画像処理IC100を有している。これらは、バスコントローラにより制御されるシステムバスや外部バスなどのバス601を介して接続されている。

40

【0039】

ステレオカメラ10はI/O603に接続され、撮像された画像データは、画像処理IC100が画像処理して視差を演算する。画像処理IC100は、所定の画像処理機能を実現する例えばFPGAやASIC等の電気回路である。FPGAで構成する場合、画像処理IC100にはFPGAを設定するためのプログラム610 (又はコンフィグレーション

50

ョンデータ)を記憶している。

【0040】

CAN C 6 0 4 は、CAN プロトコルに基づき他の ECU と通信を行う。CPU 6 0 6 は、ROM 6 0 5 に記憶されたプログラム 6 1 0 を、RAM 6 0 2 を作業メモリに実行して、CAN C 6 0 4 を介して、画像処理結果を他の ECU に送信するなどの各種の制御を行う。

【0041】

図 6 は、画像処理 IC 1 0 0 の基本構成の一例を示す図である。画像処理 IC 1 0 0 は視差情報を生成する画像処理装置の一例である。画像処理 IC 1 0 0 にはステレオカメラ 1 0 が接続されている。ステレオカメラ 1 0 は、二台の単眼カメラがほぼ同時にそれぞれ撮像する画像データを画像処理 IC 1 0 0 に入力する。ステレオカメラ 1 0 は、車両の正面に対し左側に配置された左カメラ 1 0 L と右側に配置された右カメラ 1 0 R を有している。左カメラ 1 0 L と右カメラ 1 0 R は光軸が互いに平行になるように、基線長 B の距離を置いて配置されている。基準画像を左カメラ 1 0 L が撮像した画像データ、比較画像を右カメラ 1 0 R が撮像した画像データとして説明する。左カメラ 1 0 L と右カメラ 1 0 R を逆の関係にしてもよい。

10

【0042】

左カメラ 1 0 L と右カメラ 1 0 R は、露光時間やゲインが可変の CCD カメラであり、両者は互いに同期が取られ、同一タイミングで画像を撮像している。なお、撮像素子は CCD に限らず、CMOS 等の撮像素子でもよい。

20

【0043】

画像処理 IC 1 0 0 は、ステレオ画像校正部 2 0、視差演算処理部 3 0、視差データ記憶部 4 0、及び、探索範囲設定部 5 0 を有している。従来と比べ、ステレオ画像校正部 2 0 の後段に基準画像と比較画像の全体を記憶する記憶部がないことが特徴の 1 つとなっている。

【0044】

ステレオ画像校正部 2 0 は、ステレオカメラ 1 0 から入力された基準画像と比較画像の画像データを校正する。左カメラ 1 0 L と右カメラ 1 0 R は、レンズ光学系と撮像素子の機械的なずれやレンズ光学系に生じる歪曲収差などにより、同じカメラであっても異なるカメラ特性を有している。また、取り付けられた左カメラ 1 0 L と右カメラ 1 0 R に取り付け位置のずれが生じる場合もある。ステレオ画像校正部 2 0 は、これらを校正する。具体的には、事前に格子模様などの画像を撮像し、基準画像と比較画像の画素値の対応を求めておくキャリブレーションを行っておく。詳細は、非特許文献 1 等に記載されているが、キャリブレーション手法は非特許文献 1 の内容に限定されない。キャリブレーション結果は例えば LUT (Look Up Table) に登録され、ステレオ画像校正部 2 0 は LUT を参照して、例えば比較画像の画素位置を置き換える。これにより、視差以外の差異が生じない基準画像と比較画像が得られる。

30

【0045】

視差演算処理部 3 0 は、基準画像と比較画像を画像処理して、基準画像と比較画像の視差 d を検出する。視差 d が視差情報である。具体的には、順次入力される基準画像と比較画像の画素に対して、両画像の小領域(ブロック)ごとの相関値を求めることで対応点を検出するブロックマッチングを行い、両画像間の対応点の画素のずれ(視差 d)を検出する。小領域でなく画素毎の相関値を求めてもよい。

40

【0046】

この視差 d に、後述する式(1)を適用することで距離情報を算出することが可能になる。視差演算処理部 3 0 の詳細は後述する。

【0047】

探索範囲設定部 5 0 は、視差演算処理部 3 0 に対し、基準画像の画像領域に対し、探索範囲をシフトするか否かを設定する。視差演算処理部 3 0 は、探索範囲をシフトすると設定された画像領域の視差を検出する際、探索範囲をシフトする。詳細は後述する。

50

【 0 0 4 8 】

視差データ記憶部 4 0 は、画素毎に視差データを記憶する。視差データ記憶部 4 0 は、画像処理 IC 1 0 0 の外部の例えば RAM 6 0 2 に設けられてもよい。また、画像処理 IC 1 0 0 及び RAM 6 0 2 以外の記憶手段に設けられてもよい。認識処理などのアプリケーションは視差データ記憶部 4 0 から視差データを読み出し、必要に応じて距離情報を算出するなど必要な処理を実行する。

【 0 0 4 9 】

図 7 は、ステレオカメラ 1 0 による測距原理について説明する図の一例である。ステレオカメラ 1 0 は、異なる視点位置から同じ対象物体を撮影した時に、撮影画像上での結像位置が物体の距離によって変化することを利用して物体の距離や位置を計測する。

10

【 0 0 5 0 】

ここで、単眼カメラ 1 0 a、1 0 b 間の距離を基線長 B、焦点距離 f、及び、視差 d から、物体までの距離 Z は以下の式で表すことができる。

【 0 0 5 1 】

$$Z = B \cdot f / d \quad \dots (1)$$

< 探索範囲の変更 >

次に、図 8 を用いて探索範囲のシフトについて説明する。図 8 は、視差演算処理部 3 0 の探索範囲のシフトを説明する図の一例である。

【 0 0 5 2 】

図 8 (a) は、視差演算処理部 3 0 が遠距離を計測する際にシフトレジスタ 1 2 に格納される画素を、図 8 (b) は視差演算処理部 3 0 が近距離を計測する際にシフトレジスタ 1 2 に格納される画素をそれぞれ示す。

20

【 0 0 5 3 】

本実施形態の視差演算処理部 3 0 は、従来のシフトレジスタ 1 2 の前段に、更に、比較画像を 2 画素シフトするための第 2 シフトレジスタ 1 3 と、比較画像の画素が第 2 シフトレジスタ 1 3 を経由するか否かを切り替えるためのセレクタ 1 7 を有している。

【 0 0 5 4 】

図 8 (a) では、セレクタ 1 7 は遠距離側端子 1 6 1 と接続されており、比較画像の画素は第 2 シフトレジスタ 1 3 を経由しないでシフトレジスタ 1 2 に格納される。よって、比較画像の画素 0 ~ 9 は順番にシフトレジスタ 1 2 に格納されていく。基準画像の画素も順番に画素 0 ~ 9 から 1 画素ずつ読み出される。このため、基準画像の画素 9 が読み出された時には、シフトレジスタ 1 2 には画素 2 ~ 9 が順番に格納されている。したがって、探索範囲は画素 2 ~ 9 であり、視差演算処理部 3 0 は無限遠を含んだ測距を行うことができる。

30

【 0 0 5 5 】

この後、基準画像から読み出される画素 1 0 以降についても、探索範囲は着目画素を含む 8 画素なので、無限遠を含んだ測距を行うことができる。

【 0 0 5 6 】

図 8 (b) では、セレクタ 1 7 は近距離側端子 1 6 2 を接続されており、比較画像の画素 0 ~ 9 は順番に、第 2 シフトレジスタ 1 3 を経由してシフトレジスタ 1 2 に格納されていく。このため、基準画像の画素 9 が読み出された時には、シフトレジスタ 1 2 には画素 0 ~ 7 が順番に格納されている。したがって、探索範囲は画素 0 ~ 7 であり、視差演算処理部 3 0 は、遠距離側の検出が制限されるが近距離の検出が可能となる。この後の、基準画像の画素 1 0 以降についても、探索範囲は着目画素から 2 画素離れた 8 画素分なので、近距離を測定することができる。

40

【 0 0 5 7 】

図 8 の視差演算処理部 3 0 では比較器は C 0 ~ C 7 の 8 個のみである。したがって、本実施形態では、従来のシフトレジスタ 1 2 の前段に回路 (シフトレジスタ) を追加し、セレクタ 1 7 で比較画像の画素の読み出し経路を切り替えればよい。すなわち、既存の視差演算器 1 5 を流用して、広い距離レンジの視差演算を行うことができる。

50

【 0 0 5 8 】

<< 左右の画像領域で探索範囲のシフトに適した視差演算処理部 >>

図 9 は、視差演算処理部 3 0 の探索範囲のシフトを説明する別の図の一例である。図 9 では、視差演算処理部 3 0 は、図 8 に対し 8 画素分の第 3 シフトレジスタ 1 9 を有している。また、第 2 シフトレジスタ 1 3 とシフトレジスタ 1 2 の間のセレクタは不要になり、シフトレジスタ 1 2 と第 3 シフトレジスタ 1 9 の画素を切り替える第 2 セレクタ 1 8 が設けられている。第 2 セレクタ 1 8 は、シフトレジスタ 1 2 と第 3 シフトレジスタ 1 9 の対応する記憶素子ごとに、シフトレジスタ 1 2 と第 3 シフトレジスタ 1 9 のいずれかを視差演算器 1 5 と接続する。

【 0 0 5 9 】

図 9 の視差演算処理部 3 0 によれば、比較画像の画素 0 ~ 9 は順番に、第 2 シフトレジスタ 1 3 を経由してシフトレジスタ 1 2 に格納される。このため、基準画像の画素 9 が読み出されたタイミングでは、シフトレジスタ 1 2 には画素 0 ~ 7 が格納される。

【 0 0 6 0 】

また、基準画像の画素 9 が読み出されたタイミングでは、第 3 シフトレジスタ 1 9 に、比較画像の画素 2 ~ 9 が順番に格納される。これにより、シフトレジスタ 1 2 に画素 0 ~ 7 が格納された状態で、第 3 シフトレジスタ 1 9 には画素 2 ~ 9 が格納される。

【 0 0 6 1 】

したがって、第 2 セレクタ 1 8 が基準画像の画素と比較される画素を、第 3 シフトレジスタ 1 9 からシフトレジスタ 1 2 に切り替えることで、探索範囲をシフトすることができる。すなわち、第 2 セレクタ 1 8 がシフトレジスタ 1 2 に切り替えられれば、探索範囲は画素 0 ~ 7 となり近距離を計測することができる。第 2 セレクタ 1 8 が第 3 シフトレジスタ 1 9 側に切り替えられれば、探索範囲は画素 2 ~ 9 となり、遠距離を計測することができる。

【 0 0 6 2 】

視差演算器 1 5 は既存のものと同じ構成のままでよいので、図 8 と同様に回路規模を増大することなく、探索範囲をシフトすることができる。

【 0 0 6 3 】

また、図 9 のような構成は画像領域を縦に分割して探索範囲を切り替える場合に好適である。これに対し、図 8 の構成のように、シフトレジスタ 1 2 に格納される画素を 0 ~ 7 又は 2 ~ 9 に切り替える場合、図 1 0 にて説明するように、画像領域を縦に分割した際の分割位置で正しい視差が得られない。

【 0 0 6 4 】

図 1 0 は、画像領域を縦に分割した際に図 8 の視差演算処理部 3 0 により生じる不都合について説明する図の一例である。図 1 0 では画像の左半分で遠距離を、右半分で近距離を計測するものとする。

【 0 0 6 5 】

図 1 0 (a) に示すように、左側の領域の右端の画素の視差を検出する場合、シフトレジスタ 1 2 には、上記のように比較画像の 2 ~ 9 番目の画素が格納されている。次に、図 1 0 (b) に示すように、視差の検出対象が右側の領域の左端の画素に移動するので、測距範囲は近距離になる。したがって、シフトレジスタ 1 2 に格納されるべき画素は 0 ~ 7 番目の画素となる。

【 0 0 6 6 】

しかし、セレクタ 1 7 が近距離側に切り替わってもシフトレジスタ 1 2 にはすでに画素 2 ~ 9 が格納されているので、画素 0 ~ 7 を格納することができない。このため、図 8 の視差演算処理部 3 0 では、画像領域を縦に分割した際の分割位置で正しい視差が得られない。

【 0 0 6 7 】

これに対し、図 9 の視差演算処理部 3 0 では、第 3 シフトレジスタ 1 9 よりも視差演算器 1 5 側に第 2 セレクタ 1 8 が配置されているため、画像領域を縦に分割した際の分割位

10

20

30

40

50

置で正しい視差を得ることができる。すなわち、視差の検出対象の画素が遠距離の左領域から近距離の右領域に移動した場合、第2セレクタ18がシフトレジスタ12側に切り替わることで、近距離を正しく計測できる。

【0068】

なお、図10の説明で画像の左半分で近距離を、右半分で遠距離を計測する場合も不都合が生じるが、この場合、シフトレジスタ12に記憶されている画素を2画素分進めることで、分割位置で正しい視差を得ることができる。

【0069】

<探索範囲の設定>

次に、探索範囲設定部50の探索範囲の設定動作について説明する。距離情報を利用したアプリケーションによっては、視差を求める画像領域に応じて遠距離側又は近距離側のみの情報が得られれば良い場合が多い。よって、画像領域などの条件に応じて探索範囲を切り替えることで、回路を増大させずに画像全体としての測距レンジを拡大できる。

【0070】

図11(a)は探索範囲の設定の一例を説明する図の一例である。ステレオカメラ10が搭載された場合、距離情報を取得すべき領域は、歩行者が進入しやすい左右の領域101, 102と、先行車両などの障害物が存在する前方の領域103である。よって、探索範囲設定部50は、例えば、画像データの左右から所定範囲の領域101, 102を近距離の計測領域、残りの中央部分の領域103を遠距離の計測領域に設定する。

【0071】

また、図11(b)に示すように、画像データを上下に分割して、近距離と遠距離の計測領域を設定してもよい。探索範囲設定部50は、画像データの下方領域112を近距離の計測領域に設定する。一方、上方領域113を遠距離の計測領域に設定する。例えば水平線111よりも下方には障害物が存在することが多いため、近距離の計測領域を設定することで正しい視差を得られやすい。水平線111よりも上方には無限遠の領域が存在することが多いため、遠距離の計測領域を設定することで正しい視差を得られやすい。

【0072】

なお、図11(b)のような設定は、例えば、監視カメラなど、上方から水平面を見下ろす様に取り付けられるカメラにおいても同様に有効である。例えば、画像の下側は近距離の計測領域とする。

【0073】

また、図11のように探索領域を固定するのではなく、探索範囲設定部50は、過去の画像データの距離の計測結果を利用して、近距離と遠距離の設定範囲を切り替えてもよい。例えば、図11(a)のような探索範囲の設定において、直前の画像データで左の領域101又は右の領域102に路面よりも近距離の対象が検知された場合、中央の領域103を近距離の計測領域に変更する。これにより、歩行者などが車両の前方に移動した場合も、近距離の歩行者の距離を計測することができる。

【0074】

なお、探索範囲設定部50は、近距離と遠距離の少なくとも一方の画像領域を視差演算処理部30に設定する。視差演算処理部30は、視差の計測対象の画素が近距離と遠距離のどちらに属するかを判断し、セレクタ17又は第2セレクタ18の接続先を切り替える。

【0075】

<動作手順>

図12は、画像処理ICが視差を検出する手順を示すフローチャート図の一例である。図12のフローチャート図では画像データの下方の画像領域で近距離の探索範囲が設定されている場合を例にしている。

S1:ステレオカメラ10は基準画像と比較画像を撮像し画像処理IC100に入力する。なお、探索範囲設定部50は画像の入力前に、近距離又は遠距離の少なくとも一方の探索範囲を設定している。

10

20

30

40

50

S2：視差演算処理部30は、視差の計測対象の画素が画像データの下方領域112に含まれるか否かを判定する。

S3：ステップS2の判定がNoの場合、視差演算処理部30は探索範囲を遠距離側に切り替える（又は遠距離側のままとする）。

S4：ステップS2の判定がYesの場合、視差演算処理部30は探索範囲を近距離側に切り替える（又は近距離側のままとする）。

S5：視差演算処理部30は視差を演算する。なお、視差演算処理部30は、整数単位の視差とサブピクセル単位の視差を求め、両者の合計を視差dとする。整数単位の視差は、探索範囲で相関が最も良くなる（相関値が最も小さい）演算結果を出力した視差演算器C0～C7により求められる。サブピクセル単位の視差は、最も小さい相関値とその前後のいくつかの相関値を取得して、等角直線フィッティング、パラボラフィッティング、高次多項式推定（4次）、又は、高次多項式推定（6次）などの演算方法で算出する。

【0076】

図13は、画像処理ICが視差を検出する手順を示すフローチャート図の一例である。図13のフローチャート図では画像データの右端と左橋の画像領域で近距離の探索範囲が設定されている場合を例にしている。

S1：ステレオカメラ10は基準画像と比較画像を撮像し画像処理ICに入力する。なお、探索範囲設定部50は画像の入力前に、近距離又は遠距離の少なくとも一方の探索範囲を設定している。

S2：視差演算処理部30は、視差の検出対象の画素が画像の右領域又は左領域に含まれるか否かを判定する。ステップS2の判定がYesの場合、処理はステップS5に進む。

S3：ステップS2の判定がNoの場合、視差演算処理部30は、前のサイクルの画像の右領域又は左領域に路面よりも近距離の対象が検出されたか否かを判定する。

S4：ステップS3の判定がNoの場合、中央領域には遠方の対象しか存在しないと判断して、視差演算処理部30は、探索範囲を遠距離側に切り替える（又は遠距離側のままとする）。

S5：ステップS2、3の判定がYesの場合、視差演算処理部30は、探索範囲を近距離側に切り替える（又は近距離側のままとする）。これにより、ステップS2のNo、S3のYesの場合に、直前のサイクルの画像により次のサイクルの画像において近距離と遠距離の探索範囲を切り替えることができる。

【0077】

以上説明したように、本実施形態の視差演算処理部30は、視差演算器15の回路規模を増大することなく、遠距離と近距離の両方を探索範囲として距離を計測することができる。また、リアルタイムに順次視差を求めることができ、基準画像の全体と視差画像の全体を記憶する必要がなく、画像メモリの容量を抑制できる。

【0078】

以上、本発明を実施するための最良の形態について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の変形及び置換を加えることができる。

【0079】

例えば、本実施形態では第2シフトレジスタ13を画素又は画素ブロックをシフトさせる記憶素子として採用したが、第2シフトレジスタ13は画素又は画素ブロックをサイクル時間ごとに移動させる記憶素子であればよい。

【0080】

また、例えば、図8で説明した第2シフトレジスタ13の容量を2画素としたのは説明の便宜上に過ぎず、第2シフトレジスタ13の容量は任意に設計できる。同様に、視差演算器15の探索幅も回路規模を考慮して16、32、64又は128のように設計できる。

【0081】

また、図14に示すように、第2シフトレジスタ13の数は2つ以上あってもよい。図

10

20

30

40

50

14では第2シフトレジスタ13とは別に第2シフトレジスタ13-1が設けられている。セクタ17がシフトレジスタ12と第2シフトレジスタ13-1を接続したとする。この場合、基準画像の画素11が読み出された時には、シフトレジスタ12に画素0~7が格納されている。視差の検出対象である画素11から見て画素0~7は、探索範囲が4~11番目の画素なので、第2シフトレジスタ13を経由する場合よりもさらに近距離を計測できる。このように、2つ以上の第2シフトレジスタ13、13-1を配置することで、距離レンジを多段に切り替えることができる。

【0082】

なお、図15に示すように、図9の視差演算処理部30の場合も、第3シフトレジスタ19、19-1を複数配置することで、距離レンジを多段に切り替えることができる。

10

【符号の説明】

【0083】

- 10 ステレオカメラ
- 20 ステレオ画像校正部
- 30 視差演算処理部
- 40 視差データ記憶部
- 50 探索範囲設定部
- 100 画像処理IC
- 700 ステレオカメラシステム
- 1000 車載システム

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0084】

【特許文献1】特開2008-039491号公報

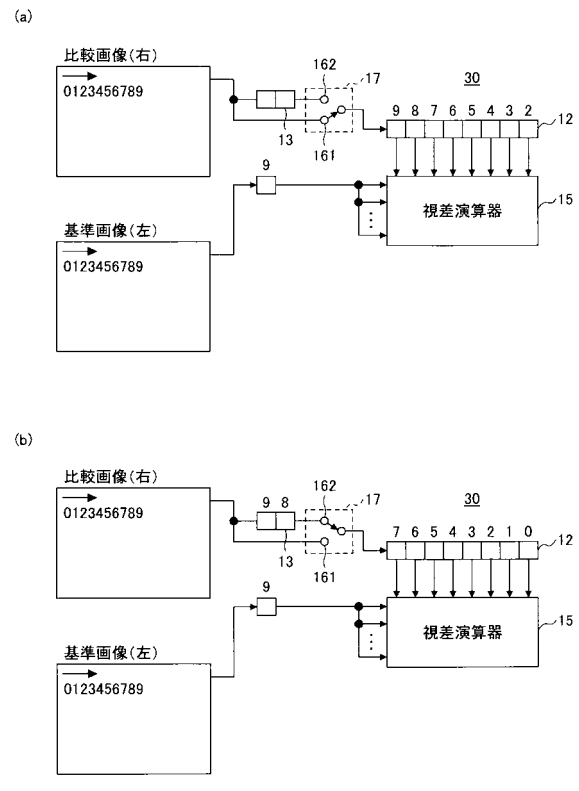
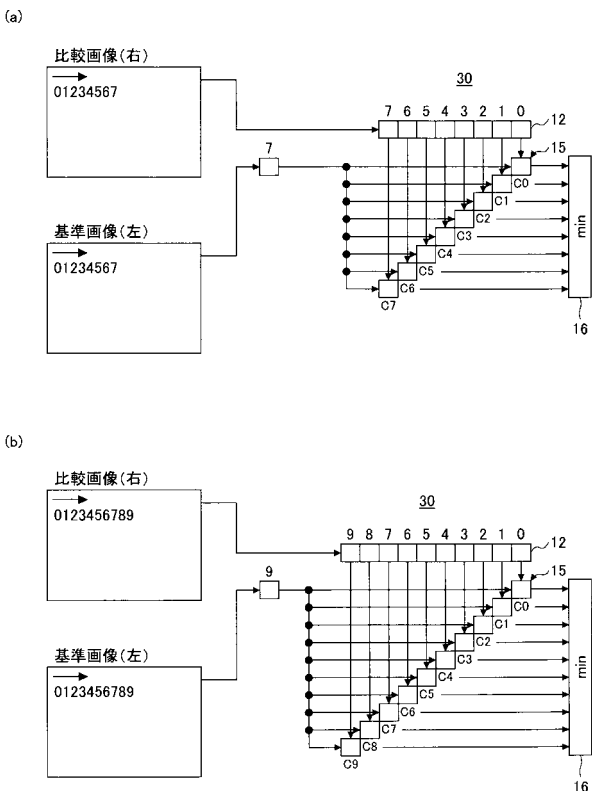
【特許文献2】特開2013-174494号公報

【図1】

【図2】

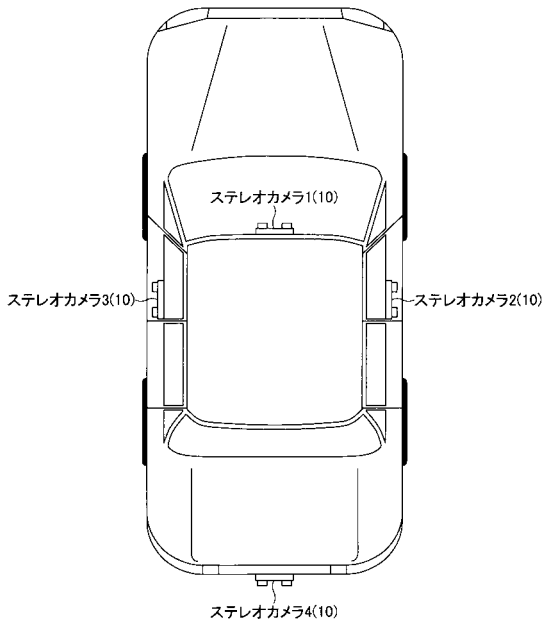
回路規模の増大について説明する図の一例

本実施形態の視差演算処理部の概略的な構成図の一例



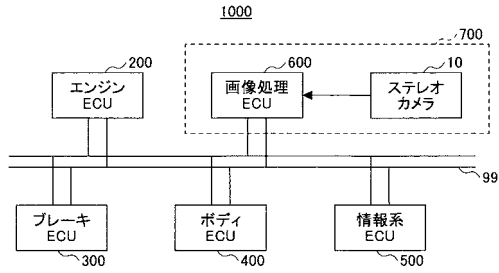
【 図 3 】

4つのステレオカメラの搭載位置を模式的に示す図の一例



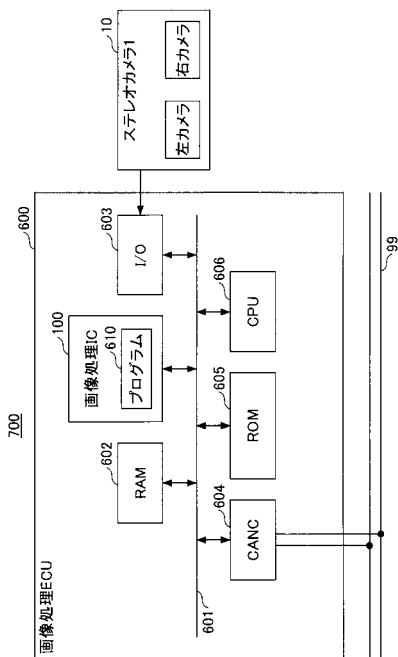
【 図 4 】

車載システムの構成図の一例



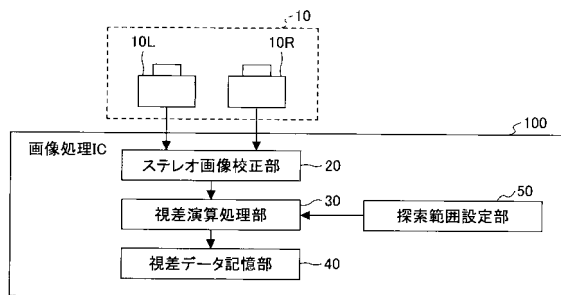
【 図 5 】

画像処理ECUの構成図の一例



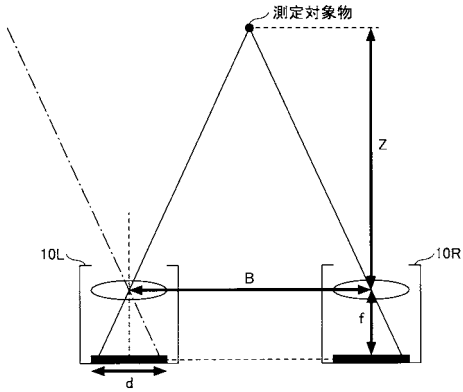
【 図 6 】

画像処理ICの基本構成の一例を示す図



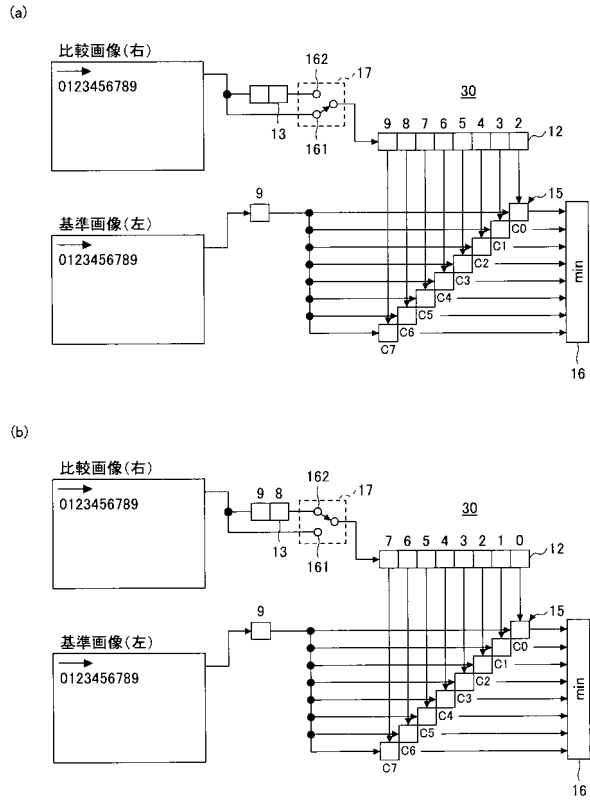
【 図 7 】

ステレオカメラによる測距原理について説明する図の一例



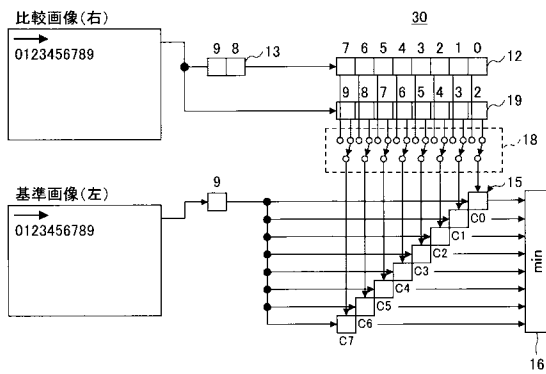
【 図 8 】

視差演算処理部の探索範囲のシフトを説明する図の一例



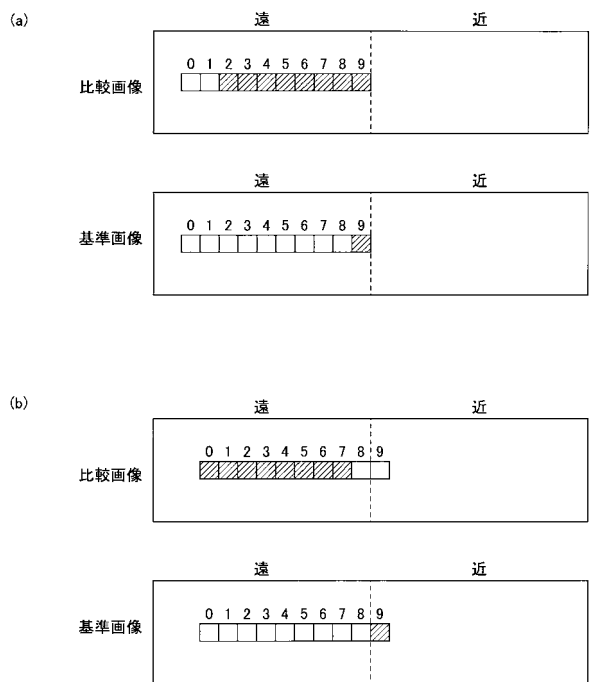
【 図 9 】

視差演算処理部の探索範囲のシフトを説明する別の図の一例



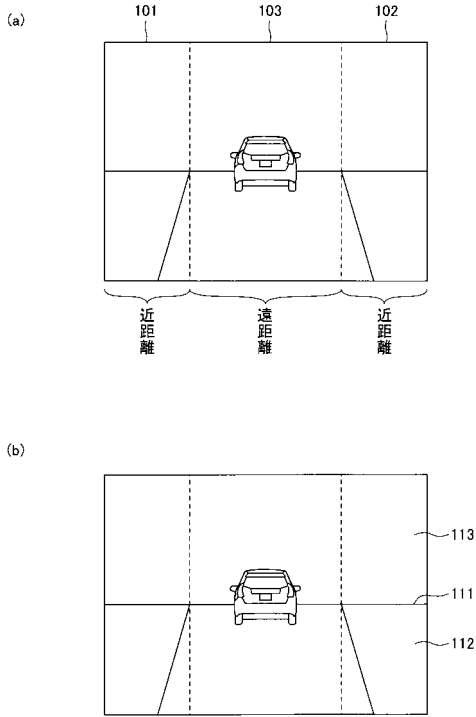
【 図 10 】

画像領域を縦に分割した際に 図8の視差演算処理部により生じる不都合について説明する図の一例



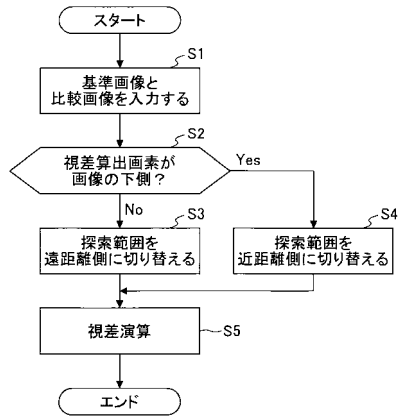
【 図 1 1 】

探索範囲の設定の一例を説明する図の一例



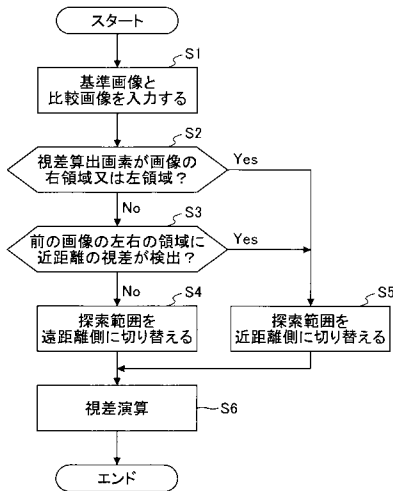
【 図 1 2 】

画像処理ICが視差を検出する手順を示すフローチャート図の一例



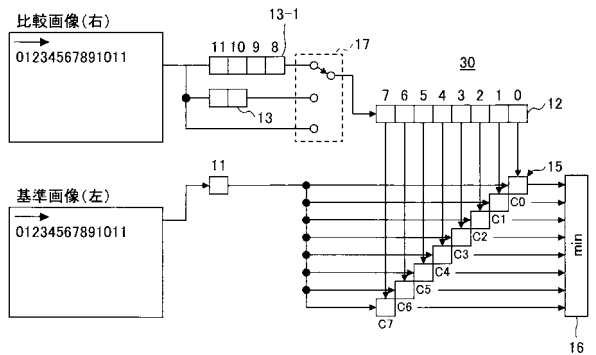
【 図 1 3 】

画像処理ICが視差を検出する手順を示すフローチャート図の一例



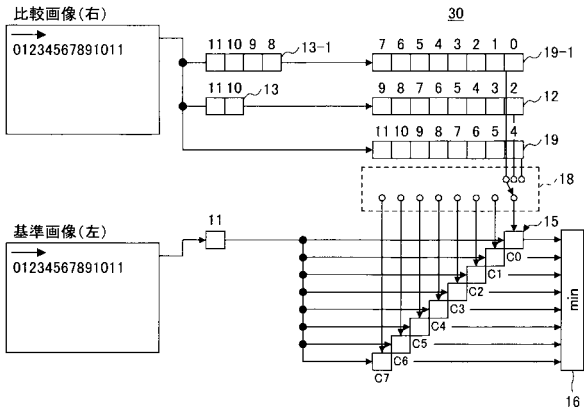
【 図 1 4 】

図8の視差演算処理部においてシフト量が切り替えられる視差演算処理部の構成図の一例



【 図 1 5 】

図9の視差演算処理部において
シフト量が切り替えられる視差演算処理部の構成図の一例



フロントページの続き

(72)発明者 黒水 玲子
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

(72)発明者 関口 洋義
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

(72)発明者 渡邊 栄太
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

F ターム(参考) 2F112 AC06 BA09 CA05 FA03
5B057 AA16 CA08 CA13 CA16 CD14 CH11 CH18 DA07 DB02 DB09
DC05 DC32
5C061 AB08