

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年3月19日(19.03.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/054429 A1

(51) 国際特許分類:
G01C 3/06 (2006.01) G06T 7/593 (2017.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/033762

(22) 国際出願日: 2019年8月28日(28.08.2019)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2018-168862 2018年9月10日(10.09.2018) JP

(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).

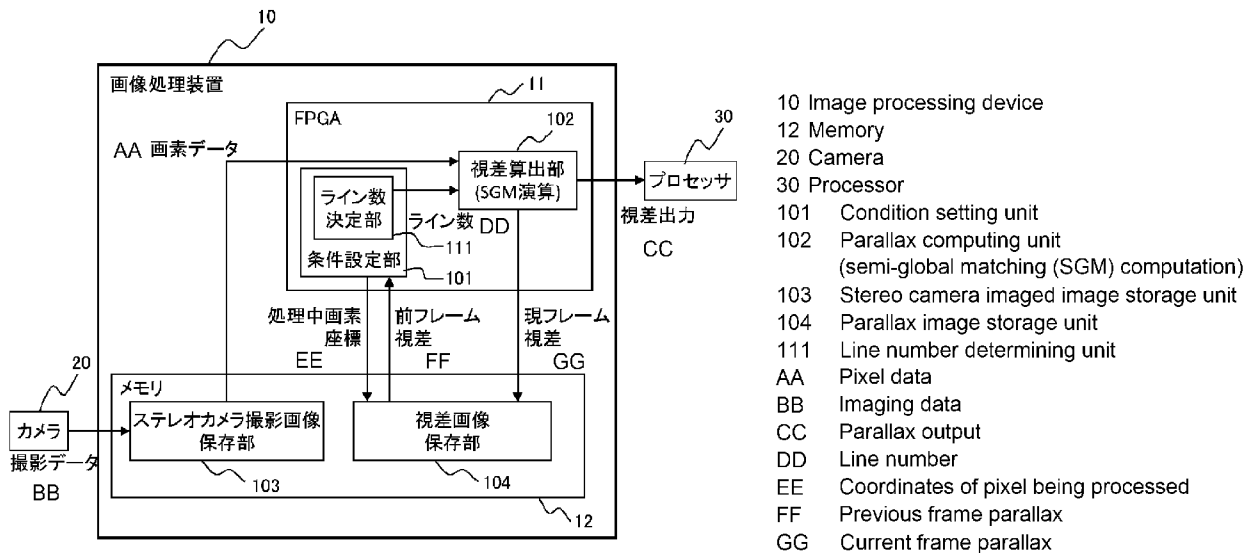
(72) 発明者: 内田 裕介 (UCHIDA, Yusuke); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 稲田 圭介(INATA, Keisuke); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 野中 進一(NONAKA, Shinichi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人サンネクスト国際特許事務所(SUNNEXT INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1400002 東京都品川区東品川二丁目 3 番 1 2 号 シーフォートスクエア センタービルディング 1 6 階 Tokyo (JP).

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 画像処理装置

図2



(57) Abstract: This image processing device is used to compute parallax on the basis of a stereo camera image captured by means of a stereo camera, and is provided with: a condition setting unit for setting conditions for determining a calculation target pixel in the stereo camera image; and a parallax computing unit which, on the basis of the conditions set by the condition setting unit, determines the calculation target pixel within the stereo camera image, and uses information relating to the calculation target pixel to compute the parallax.

(57) 要約: 画像処理装置は、ステレオカメラにより撮影されたステレオカメラ画像に基づいて視差を算出するものであって、前記ステレオカメラ画像における計算対象画素を決定するための条件を設定する条件設定部と、前記条件設定部により設定された条件に基づいて、前記ステレオカメラ画像の中で前記計算対象画素を決定し、前記計算対象画素の情報を用いて前記視差を算出する視差算出部と、を備える。

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：画像処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、画像処理装置に関する。

背景技術

[0002] 一対のカメラを有するステレオカメラで撮影されたステレオ画像に基づき、カメラ視野内に存在する物体までの距離を三角測量の原理で計測する位置測定装置が知られている。三角測量の原理とはすなわち、左右のカメラによって撮影された同一の物体の像の位置のずれ（視差）を用いて、カメラからその物体までの距離を算出するものである。視差の導出は、物体の一方の画像上における像が、他方の画像上のどこに存在するかを特定することによって実現する。

[0003] 視差の導出としては様々な手法が提案されている。古典的手法では、一方の画像中の複数画素からなる領域に対して、他方の画像中で最も非類似度の低い領域を探索するブロックマッチングが知られている。さらにマッチングの過程で画像中の局所的な情報のみならず画像全体の情報を含めることにより、ミスマッチングを減らして精度を高める手法として、例えばSGM(Semi-Global Matching)と呼ばれる手法なども提案されている。こうした手法では、高い精度が見込める一方で、古典的手法に比べて計算量が増大するという課題がある。

[0004] ステレオカメラを用いた視差の計算における計算量の抑制に関して、例えば特許文献1に記載の技術が知られている。特許文献1には、障害物までの距離をステレオ画像による視差算出で計測する障害物計測方法であって、低解像度画像により求めた距離情報に基づいて、高解像度画像における前記視差算出のための相関演算の対象となる画素のサンプリング間隔を近距離において大きく遠距離において小さく設定することを特徴とする障害物計測方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特開2008-298533号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1の方法では、適切なサンプリング間隔を設定することで必要な領域のみ高精度な距離情報を取得でき、また、不必要な演算を抑制でき、必要な領域のみ高精度な距離情報を取得できるとともに、演算時間の短縮、装置の回路規模の削減を実現できるとしている。しかしながら、低解像度画像と高解像度画像から視差をそれぞれ算出する必要があるため、全体の計算量をあまり低減することができず、計算量の抑制に関してさらなる改善の余地がある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明による画像処理装置は、ステレオカメラにより撮影されたステレオカメラ画像に基づいて視差を算出するものであって、前記ステレオカメラ画像における計算対象画素を決定するための条件を設定する条件設定部と、前記条件設定部により設定された条件に基づいて、前記ステレオカメラ画像の中で前記計算対象画素を決定し、前記計算対象画素の情報をを用いて前記視差を算出する視差算出部と、を備える。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、視差の計算に要する計算量を抑制することができる。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]本発明の一実施形態に係る画像処理装置の基本構成を示すブロック図
[図2]本発明の第1の実施形態に係る画像処理装置の構成を示すブロック図
[図3]本発明の第1の実施形態に係る画像処理装置における視差計算のアルゴリズムを示すフローチャート
[図4]本発明の第2の実施形態に係る画像処理装置の構成を示すブロック図

[図5]本発明の第2の実施形態に係る画像処理装置における視差計算のアルゴリズムを示すフローチャート

[図6]本発明の第3の実施形態に係る画像処理装置の構成を示すブロック図

[図7]本発明の第3の実施形態に係る画像処理装置におけるスキャンライン数決定の例を示す図

[図8]本発明の第4の実施形態に係る画像処理装置の構成を示すブロック図

[図9]本発明の第5の実施形態に係る画像処理装置の構成を示すブロック図

[図10]本発明の第5の実施形態に係る画像処理装置において平滑化計算に用いられる画素の間引きの説明図

[図11]本発明の第5の実施形態に係る画像処理装置において平滑化計算に用いられる画素の配置の説明図

[図12]本発明の第6の実施形態に係る画像処理装置の構成を示すブロック図

発明を実施するための形態

[0010] (基本構成)

始めに、本発明の実施形態の基本構成について説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る画像処理装置の基本構成を示すブロック図である。図1に示す画像処理装置10は、カメラ20およびプロセッサ30と接続されており、条件設定部101および視差算出部102を備える。画像処理装置10は、例えば車両に搭載されることで、車両周囲に存在する他車両や障害物等の物体を検知および認識するのに利用される。

[0011] カメラ20は、左右に所定間隔を空けて設置されたステレオカメラであり、左右一対のステレオカメラ画像を撮影してその撮影データを画像処理装置10に出力する。画像処理装置10は、カメラ20から入力された撮影データに基づいて、視差算出部102によりステレオカメラ画像における視差を算出する。このとき視差算出部102は、条件設定部101により設定される条件に基づいて、ステレオカメラ画像の中で計算対象画素を決定し、その計算対象画素の情報を用いて、例えばSGMと呼ばれる演算手法により視差を算出する。なお、SGM以外の演算手法を用いて視差の算出を行ってもよ

い。

[0012] 視差算出部 102 による視差の算出結果は、画像処理装置 10 からプロセッサ 30 へ出力される。プロセッサ 30 は、画像処理装置 10 から入力された視差の情報を用いて、物体検知や物体認識などの処理を実行する。

[0013] 続いて、上記の基本構成を用いた本発明の各実施形態について説明する。

[0014] (第 1 の実施形態)

図 2 は、本発明の第 1 の実施形態に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。図 2 に示すように、本実施形態に係る画像処理装置 10 は、FPGA 11 およびメモリ 12 を備える。FPGA 11 は、多数の論理回路を組み合わせて構成された演算処理装置であり、その機能として、図 1 で説明した条件設定部 101 および視差算出部 102 を有している。なお、FPGA 11 以外のもの、例えば ASIC 等の他の論理回路や、CPU で実行されるソフトウェア等を利用して、画像処理装置 10 において条件設定部 101 および視差算出部 102 を実装してもよい。メモリ 12 は、RAM や HDD、フラッシュメモリ等の読み書き可能な記録媒体を用いて構成された記憶装置であり、その機能として、ステレオカメラ撮影画像保存部 103 および視差画像保存部 104 を有する。

[0015] カメラ 20 から画像処理装置 10 に入力されたステレオカメラ画像を表す撮影データは、フレーム単位でメモリ 12 内のステレオカメラ撮影画像保存部 103 に格納される。FPGA 11 内の視差算出部 102 は、ステレオカメラ撮影画像保存部 103 から各フレームのステレオカメラ画像の画素データを読み出し、これを用いて視差の演算を行うことで、画素単位で視差を表した視差画像をフレームごとに生成する。視差算出部 102 が生成した視差画像は、プロセッサ 30 へ出力されるとともに、メモリ 102 内の視差画像保存部 104 に格納される。

[0016] 視差算出部 102 は、ステレオカメラ画像を用いた視差の演算において、平滑化計算および非類似度の計算を実施する。平滑化計算とは、ステレオカメラ画像内の各画素の画素値を、その周囲にある複数の画素の画素値と合わ

せて平滑化（平均化）することで、画素間の画素値の変動を滑らかにする演算処理のことである。非類似度の計算とは、ステレオカメラ画像の一方に映っている物体と他方の画像に映っている物体とが同一物ではないことの確からしさ、すなわちどの程度かけ離れているかを表す非類似度を求める演算処理のことである。

[0017] 本実施形態では、条件設定部101はライン数決定部111を有している。ライン数決定部111は、前フレームのステレオカメラ画像から視差算出部102が生成して視差画像保存部104に格納された視差画像を読み出し、その視差画像に基づいて、視差算出部102が実施する平滑化処理において用いられるスキャンラインの数を決定する。すなわち、本実施形態のライン数決定部111は、過去に視差算出部102により算出された視差に基づいて、現フレームのステレオカメラ画像をスキャンするスキャンラインの数を決定する。そして、決定したスキャンラインの数を視差算出部102に通知する。本実施形態における条件設定部101は、このようにしてライン数決定部111により決定されたスキャンラインの数を通知することで、視差算出部102に対する条件設定を行う。

[0018] ライン数決定部111からスキャンライン数の通知が行われると、視差算出部102は、ステレオカメラ撮影画像保存部103から読み出した現フレームのステレオカメラ画像に対して、画素ごとに通知された数のスキャンラインを設定する。そして、設定した各スキャンライン上にあるステレオカメラ画像の画素を計算対象画素として、平滑化計算を実施する。その後、平滑化計算後のステレオカメラ画像に対して非類似度の計算を画素ごとに実施し、その計算結果に基づいて、各画素の視差を演算する。こうして得られた画素単位の視差の算出結果を、視差算出部102は視差画像としてプロセッサ30へ出力するとともに、視差画像保存部104に格納する。

[0019] 図3は、本発明の第1の実施形態に係る画像処理装置における視差計算のアルゴリズムを示すフローチャートである。図3のフローチャートに示す視差計算は、カメラ20によって新たに撮影されたステレオカメラ画像が現フ

レームのステレオカメラ画像としてステレオカメラ撮影画像保存部103に格納されると、FPGA11において実施される。

- [0020] ステップS10において、視差算出部102は、ステレオカメラ撮影画像保存部103から現フレームのステレオカメラ画像を読み出し、画面端にある画素から順に選択する。
- [0021] ステップS20において、ライン数決定部111は、前フレームで視差算出部102が算出した視差画像のうち、ステップS10で選択された画素の視差を視差画像保存部104から読み出して参照する。
- [0022] ステップS30において、ライン数決定部111は、ステップS20で参照した視差が所定の閾値 d_{th} よりも大きいかな否かを判定する。視差が閾値 d_{th} よりも大きい場合はステップS40に進み、閾値 d_{th} 以下の場合はステップS50に進む。
- [0023] ステップS40において、ライン数決定部111は、ステップS10で選択された画素は近距離の像に対応すると判断し、当該画素に対するスキャンラインの数を少なく設定する。本実施形態では、例えばスキャンラインの数を4本に決定する。
- [0024] ステップS50において、ライン数決定部111は、ステップS10で選択された画素は遠距離の像に対応すると判断し、当該画素に対するスキャンラインの数を多く設定する。本実施形態では、例えばスキャンラインの数を8本に決定する。
- [0025] ステップS40またはS50でライン数決定部111によりスキャンラインの数が決定されたら、ステップS60において視差算出部102は、ステップS10で選択した画素に対して、決定されたスキャンライン数に基づく視差の演算を行う。ここでは、決定されたスキャンライン数による平滑化計算を当該画素に対して行うとともに、非類似度の最適化を行い、視差を算出する。これにより、現フレームのステレオカメラ画像における視差が画素単位で算出される。
- [0026] ステップS70において、視差算出部102は、全画素に対する演算が終

了したか否かを判定する。まだ演算を実施していない画素がある場合はステップS 1 0に戻って次の画素を選択した後、上記の処理を繰り返す。全画素に対する演算を終了した場合は、得られた現フレームの視差画像を視差画像保存部1 0 4に格納した後、図3のフローチャートに示す視差計算を終了する。

[0027] なお、上記ステップS 4 0、S 5 0では、設定するスキャンライン数の数を4本、8本としてそれぞれ例示したが、これらは一例であり、本発明を限定するものではない。また、ステップS 3 0の判定に用いられる閾値d t hに複数の値を設定し、前フレームで求められた視差とそれぞれ比較することで、3種類以上のスキャンライン数を設定できるようにしてもよい。いずれの場合でも、前フレームで求められた視差の値が小さいほど、像までの距離が遠いと判断してスキャンラインの数を増大させるようにすることが好ましい。

[0028] (第2の実施形態)

次に本発明の第2の実施形態について説明する。本実施形態では、ライン数決定部1 1 1においてスキャンラインの数を決定する際に、プロセッサ3 0で行われた物体検知の結果に基づく領域ごとの距離レンジを利用する例を説明する。

[0029] 図4は、本発明の第2の実施形態に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。図4に示すように、本実施形態に係る画像処理装置1 0は、図2で説明した第1の実施形態と比べて、メモリ1 2に視差画像保存部1 0 4が設けられていない点と、プロセッサ3 0から出力された領域情報がライン数決定部1 1 1へ入力される点が異なっている。この領域情報は、プロセッサ3 0で行われた物体検知の結果に基づいて物体毎に設定される情報であり、当該物体がステレオカメラ画像内のどの領域に対応するかを表す情報と、当該物体までの距離が近距離と遠距離のどちらの距離レンジに分類されるかを表す情報とを含んでいる。

[0030] 本実施形態において、ライン数決定部1 1 1は、前フレームのステレオカ

メラ画像から計算された視差に応じてプロセッサ30から出力される領域情報を入力し、その領域情報における領域ごとの距離レンジの情報に基づいて、視差算出部102が実施する平滑化処理において用いられるスキャンラインの数を決定する。すなわち、本実施形態のライン数決定部111は、過去に視差算出部102により算出された視差に基づき判定された距離レンジの情報を取得し、取得した距離レンジの情報に基づいて、スキャンラインの数を決定する。これ以外の点では、第1の実施形態と同様である。

[0031] 図5は、本発明の第2の実施形態に係る画像処理装置における視差計算のアルゴリズムを示すフローチャートである。図5のフローチャートに示す視差計算は、カメラ20によって新たに撮影されたステレオカメラ画像が現フレームのステレオカメラ画像としてステレオカメラ撮影画像保存部103に格納されると、FPGA11において実施される。

[0032] ステップS10Aにおいて、ライン数決定部111は、前フレームのステレオカメラ画像に対する視差に基づいてプロセッサ30が判定した領域ごとの距離レンジの判定結果を、プロセッサ30から読み込む。ここでは、プロセッサ30から出力される前述の領域情報を取得することで、前フレームのステレオカメラ画像から検知された各物体に対応する各領域の距離レンジが近距離と遠距離のどちらに該当するかを示す情報を読み込む。

[0033] ステップS20Aにおいて、視差算出部102は、ステレオカメラ撮影画像保存部103から現フレームのステレオカメラ画像を読み出し、画面端にある画素から順に選択する。

[0034] ステップS30Aにおいて、ライン数決定部111は、ステップS10Aで読み込んだ前フレームでの距離レンジの判定結果のうち、ステップS20Aで選択した画素に対応する領域の距離レンジの判定結果に基づいて、当該画素に対して前フレームで検知された物体が近距離領域内にあったか否かを判定する。距離レンジの判定結果が近距離である場合は、当該物体が前フレームで近距離領域内にあったと判断してステップS40に進み、距離レンジの判定結果が遠距離である場合は、当該物体が前フレームで近距離領域内に

はなかったと判断してステップS 5 0に進む。

[0035] ステップS 4 0において、ライン数決定部1 1 1は、ステップS 2 0 Aで選択された画素は近距離の像に対応すると判断し、当該画素に対するスキャンラインの数を少なく設定する。本実施形態では、第1の実施形態と同様に、例えばスキャンラインの数を4本に決定する。

[0036] ステップS 5 0において、ライン数決定部1 1 1は、ステップS 2 0 Aで選択された画素は遠距離の像に対応すると判断し、当該画素に対するスキャンラインの数を多く設定する。本実施形態では、第1の実施形態と同様に、例えばスキャンラインの数を8本に決定する。

[0037] ステップS 4 0またはS 5 0でライン数決定部1 1 1によりスキャンラインの数が決定されたら、視差算出部1 0 2はステップS 6 0以降において、第1の実施形態で説明した図3のフローチャートと同様の処理をそれぞれ実施する。すなわち、ステップS 6 0では、ステップS 2 0 Aで選択した画素に対して、決定されたスキャンライン数に基づく視差の演算を行い、ステップS 7 0では、全画素に対する演算が終了したか否かを判定する。まだ演算を実施していない画素がある場合はステップS 2 0 Aに戻って次の画素を選択した後、上記の処理を繰り返す。全画素に対する演算を終了した場合は、図5のフローチャートに示す視差計算を終了する。

[0038] なお、本実施形態でも第1の実施形態と同様に、ステップS 4 0、S 5 0でそれぞれ設定するスキャンラインの数は4本、8本に限定されない。また、プロセッサ3 0から出力される領域情報が表す各領域の距離レンジの分類数を3つ以上とすることで、3種類以上のスキャンライン数を設定できるようにしてもよい。いずれの場合でも、遠距離に存在する物体ほど、当該物体に対応する画素に対して設定するスキャンラインの数を増大させるようにすることが好ましい。

[0039] さらに、上記の説明ではスキャンライン数の決定に用いる情報として直前1フレームのステレオカメラ画像から求められた領域情報を用いる例を示したが、これは本発明を限定するものではない。例えば、前フレームと前々フ

レームのそれぞれの領域情報を元に、現フレームの領域情報を予測して用いることも可能である。また、画像処理装置 10 が搭載されている車両の走行情報、例えばステアリングの情報を元に、現フレームで予測される領域情報を補正することも可能である。

[0040] 前述の第 1 の実施形態では、画素単位または画素周辺の画素群単位の視差情報に基づいてスキャンライン数を判断しているのに対して、本実施形態では、物体検知により求められた領域単位の距離レンジの情報をを用いてスキャンライン数を判断している。そのため、第 1 の実施形態と比べて、より大域的な情報を元にスキャンライン数を判断できる効果がある。

[0041] (第 3 の実施形態)

次に本発明の第 3 の実施形態について説明する。本実施形態では、ライン数決定部 111 においてスキャンラインの数を決定する際に、プロセッサ 30 で行われた物体検知の結果を利用する例を説明する。

[0042] 図 6 は、本発明の第 3 の実施形態に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。図 6 に示すように、本実施形態に係る画像処理装置 10 は、図 4 で説明した第 2 の実施形態と比べて、プロセッサ 30 から出力された物体検知結果の情報がライン数決定部 111 へ入力される点が異なっている。この情報は、プロセッサ 30 で行われた物体検知の結果を表す情報であり、ステレオカメラ画像内のどの領域に対して物体が検知されたかを表す情報を含んでいる。

[0043] 本実施形態において、ライン数決定部 111 は、前フレームのステレオカメラ画像から計算された視差に応じてプロセッサ 30 から出力される物体検知結果の情報を入力し、その情報に基づいて、視差算出部 102 が実施する平滑化処理において用いられるスキャンラインの数を決定する。例えば、既に検知済みの物体の像と判定した画素に対しては少ないライン数を採用し、物体検知済みでない像と判定した画素に対しては多いライン数を採用する。すなわち、本実施形態のライン数決定部 111 は、過去に視差算出部 102 により算出された視差に基づき検知された物体の情報を取得し、取得した物

体の情報に基づいて、スキャンラインの数を決定する。これ以外の点では、第１、第２の実施形態と同様である。

[0044] 図７は、本発明の第３の実施形態に係る画像処理装置におけるスキャンライン数決定の例を示す図である。図７に示すように、前フレームで物体検知済みの車両の像９０１の領域内画素に対する視差計算では、遠距離であってもライン数９１１を少なく設定する。一方、前フレームの時点では物体検知されていない車両の像９０２に対しては、ライン数９１２を多く設定することで、より精度の高い視差計算を行うようにする。また、物体検知済みの路面９０３に対しては、より少ないライン数９１３を設定する。

[0045] 本実施形態では、前フレームでの物体検知の結果を用いてスキャンライン数を設定することで、過去に距離情報を得たことの無い像に対しては、より精度の高い視差計算を実施することができる。

[0046] (第４の実施形態)

次に本発明の第４の実施形態について説明する。本実施形態では、ライン数決定部１１１においてスキャンラインの数を決定する際に、他のセンサで測定した距離情報を利用する例を説明する。

[0047] 図８は、本発明の第４の実施形態に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。図８に示すように、本実施形態に係る画像処理装置１０は、図４、６図でそれぞれ説明した第２、第３の実施形態と比べて、距離情報を取得可能なセンサの一例であるＬＩＤＡＲ（Light Detection And Ranging）４０から出力された距離情報がライン数決定部１１１へ入力される点が異なっている。なお、図８のＬＩＤＡＲ４０は距離情報を取得可能な他のセンサの一例であり、本発明ではこれに限定されない。他にも、例えば赤外線デプスセンサ、超音波センサ、ミリ波レーダー、他のカメラ映像などから出力される距離情報を利用してもよい。

[0048] 本実施形態において、ライン数決定部１１１は、カメラ２０が撮影するステレオカメラ画像の範囲に対してＬＩＤＡＲ４０から出力される距離情報を入力し、この距離情報に基づいて、第１の実施形態と同様に、視差算出部１

02が実施する平滑化処理において用いられるスキャンラインの数を決定する。すなわち、距離情報が表す各画素の距離を所定の閾値と比較して、距離が閾値よりも大きい画素に対してはスキャンラインの数を少なく設定し、距離が閾値以下の画素に対してはスキャンラインの数を多く設定する。これ以外の点では、第1～第3の実施形態と同様である。

[0049] (第5の実施形態)

次に本発明の第5の実施形態について説明する。本実施形態では、第1～第4の実施形態で説明したライン数決定部111の代わりに、平滑化計算において間引く画素の割合を表す疎密度を決定する疎密度決定部112を有する画像処理装置の例を説明する。

[0050] 図9は、本発明の第5の実施形態に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。図9に示すように、本実施形態に係る画像処理装置10は、図2で説明した第1の実施形態と比べて、FPGA11の条件設定部101がライン数決定部111の代わりに疎密度決定部112を有する点が異なっている。疎密度決定部112は、前フレームのステレオカメラ画像から視差算出部102が生成して視差画像保存部104に格納された視差画像を読み出し、その視差画像に基づいて、視差算出部102が実施する平滑化処理における疎密度を決定する。すなわち、本実施形態の疎密度決定部112は、過去に視差算出部102により算出された視差に基づいて、疎密度を決定する。そして、決定した疎密度を視差算出部102に通知する。本実施形態における条件設定部101は、このようにして疎密度決定部112により決定された疎密度を通知することで、視差算出部102に対する条件設定を行う。

[0051] 疎密度決定部112から疎密度の通知が行われると、視差算出部102は、ステレオカメラ撮影画像保存部103から読み出した現フレームのステレオカメラ画像に対して、通知された疎密度に応じた割合で画素の間引きを行う。そして、間引かれなかった残りのステレオカメラ画像の画素を計算対象画素として、平滑化計算を実施する。その後は第1の実施形態と同様に、平滑化計算後のステレオカメラ画像に対して非類似度の計算を画素ごとに実施

し、その計算結果に基づいて、画素ごとの視差を演算する。こうして得られた画素単位の視差の算出結果を、視差算出部 102 は視差画像としてプロセッサ 30 へ出力するとともに、視差画像保存部 104 に格納する。

[0052] 図 10 は、本発明の第 5 の実施形態に係る画像処理装置において平滑化計算に用いられる画素の間引きの説明図である。図 10 (a) は、遠距離の像に対応する画素の平滑化計算で用いられる画素の例を示す図である。前フレームの視差画像で表された視差が小さく、そのため遠距離の像に対応すると判断された画素については、図 10 (a) に示すように、各スキャンライン上の画素を間引かずに、画像上の狭い範囲で密な平滑化演算が実施されるようにする。一方、図 10 (b) は、近距離の像に対応する画素の平滑化計算で用いられる画素の例を示す図である。前フレームの視差画像で表された視差が大きく、そのため近距離の像に対応すると判断された画素については、図 10 (b) に示すように、各スキャンライン上の画素を間引いて、画像上の広い範囲で少ない画素を用いて平滑化演算が実施されるようにする。このように、本実施形態の疎密度決定部 112 では、前フレームで求められた視差の値が大きいほど、像までの距離が近いと判断してステレオカメラ画像から間引く画素の割合が増大するように、疎密度を決定することが好ましい。

[0053] なお、図 10 では平滑化演算に用いる画素がスキャンライン上に並んでいる例を説明したが、ライン上に並ぶものに限る必要はない。図 11 は、本発明の第 5 の実施形態に係る画像処理装置において平滑化計算に用いられる画素の配置の説明図である。図 11 (a) は、8 本のスキャンライン上に並んで配置された各画素を平滑化計算に採用する例を示している。一方、図 11 (b) は、スキャンライン上には並んでおらず、所定の配置パターンに従って配置された各画素を平滑化計算に採用する例を示している。図 11 (a)、図 11 (b) いずれの配置例においても、疎密度決定部 112 により決定された疎密度に基づいて前述のような画素の間引きを行い、平滑化演算を実施することができる。このときどの画素を間引くかについては、予め決定しておくことができる。ただし、図 11 に示した画素の配置は一例であり、平

滑化計算に用いる画素の配置はこれに限定されない。

[0054] また、本実施形態では疎密度決定部 112 において、第 1 の実施形態で説明したライン数決定部 111 におけるスキャンライン数の決定と同様に、過去に視差算出部 102 により算出された視差に基づいて疎密度を決定する例を説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、第 2 の実施形態におけるスキャンライン数の決定と同様に、過去に視差算出部 102 により算出された視差に基づき判定された距離レンジの情報をプロセッサ 30 から取得し、取得した距離レンジの情報に基づいて疎密度を決定してもよい。また、第 3 の実施形態におけるスキャンライン数の決定と同様に、過去に視差算出部 102 により算出された視差に基づき検知された物体の情報をプロセッサ 30 から取得し、取得した物体の情報に基づいて疎密度を決定してもよい。あるいは、第 4 の実施形態におけるスキャンライン数の決定と同様に、他のセンサで測定されたステレオカメラ画像の範囲に対応する距離情報を取得し、取得した距離情報に基づいて疎密度を決定してもよい。これ以外にも、任意の方法で疎密度を決定することができる。

[0055] (第 6 の実施形態)

次に本発明の第 6 の実施形態について説明する。本実施形態では、第 1 ～ 第 4 の実施形態で説明したライン数決定部 111 と、第 5 の実施形態で説明した疎密度決定部 112 とを条件設定部 101 が有する画像処理装置の例を説明する。

[0056] 図 12 は、本発明の第 6 の実施形態に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。図 12 に示すように、本実施形態に係る画像処理装置 10 は、図 2 で説明した第 1 の実施形態と比べて、FPGA 11 の条件設定部 101 がライン数決定部 111 に加えて疎密度決定部 112 をさらに有する点が異なっている。この疎密度決定部 112 は、第 5 の実施形態で説明したのと同様である。なお、図 12 ではメモリ 12 が視差画像保存部 104 を有している例を示しているが、ライン数決定部 111 や疎密度決定部 112 が第 2 ～ 第 4 の各実施形態と同様の手法でスキャンライン数や疎密度の決定を行う

場合には、視差画像保存部 104 をメモリ 12 に設けずに省略してもよい。
また、第 4 の実施形態で説明したように、他のセンサで測定した距離情報を利用してスキャンライン数や疎密度の決定を行う場合には、当該センサからの距離情報をライン数決定部 111 や疎密度決定部 112 へ入力すればよい。

[0057] 以上説明した本発明の実施形態によれば、以下の作用効果が得られる。

[0058] (1) 画像処理装置 10 は、カメラ 20 により撮影されたステレオカメラ画像に基づいて視差を算出する。画像処理装置 10 は、ステレオカメラ画像における計算対象画素を決定するための条件を設定する条件設定部 101 と、条件設定部 101 により設定された条件に基づいて、ステレオカメラ画像の中で計算対象画素を決定し、計算対象画素の情報を用いて視差を算出する視差算出部 102 とを備える。このようにしたので、視差の計算に要する計算量を抑制することができる。

[0059] (2) 第 1 ～第 4、第 6 の各実施形態において、条件設定部 101 は、ステレオカメラ画像をスキャンするスキャンラインの数を決定するライン数決定部 111 を有する。視差算出部 102 は、ライン数決定部 111 により決定された数のスキャンラインをステレオカメラ画像に対して設定し、スキャンライン上にあるステレオカメラ画像の画素を、計算対象画素に決定する。このようにしたので、条件に応じた計算対象画素を適切に決定することができる。

[0060] (3) 第 1 の実施形態において、ライン数決定部 111 は、過去に視差算出部 102 により算出された視差に基づいて、スキャンラインの数を決定する。このときライン数決定部 111 は、視差の値が小さいほどスキャンラインの数を増大させるようにする。このようにしたので、過去の視差情報から画素ごとの距離に応じた最適なスキャンラインの数を決定することができる。

[0061] (4) 第 2 の実施形態において、ライン数決定部 111 は、過去に視差算出部 102 により算出された視差に基づき判定された距離レンジの情報を取得し、取得した距離レンジの情報に基づいて、スキャンラインの数を決定する。

。このようにしたので、過去の視差情報から物体ごとの距離に応じた最適なスキャンラインの数を決定することができる。

[0062] (5) 第3の実施形態において、ライン数決定部111は、過去に視差算出部102により算出された視差に基づき検知された物体の情報を取得し、取得した物体の情報に基づいて、スキャンラインの数を決定する。このようにしたので、過去の視差情報から物体ごとに最適なスキャンラインの数を決定することができる。

[0063] (6) 第4の実施形態において、ライン数決定部111は、ステレオカメラ画像の範囲に対する距離情報を取得し、取得した距離情報に基づいて、スキャンラインの数を決定する。このようにしたので、過去のステレオカメラ画像から視差を算出できなかった場合でも、画素ごとの距離に応じた最適なスキャンラインの数を決定することができる。

[0064] (7) 第5、第6の各実施形態において、条件設定部101は、ステレオカメラ画像から間引く画素の割合を表す疎密度を決定する疎密度決定部112を有する。視差算出部102は、疎密度決定部112により決定された疎密度に基づいてステレオカメラ画像から間引いた残りの画素を、計算対象画素に決定する。このようにしたので、条件に応じた計算対象画素を適切に決定することができる。

[0065] (8) 第5、第6の各実施形態において、疎密度決定部112は、過去に視差算出部102により算出された視差に基づいて、疎密度を決定することができる。このとき疎密度決定部112は、視差の値が大きいほどステレオカメラ画像から間引く画素の割合が増大するように疎密度を決定する。このようにしたので、過去の視差情報から画素ごとの距離に応じた最適な疎密度を決定することができる。

[0066] (9) 第5、第6の各実施形態において、疎密度決定部112は、過去に視差算出部102により算出された視差に基づき判定された距離レンジの情報を取得し、取得した距離レンジの情報に基づいて、疎密度を決定することもできる。また、過去に視差算出部102により算出された視差に基づき検知

された物体の情報を取得し、取得した物体の情報に基づいて、疎密度を決定することもできる。さらに、ステレオカメラ画像の範囲に対する距離情報を取得し、取得した距離情報に基づいて、疎密度を決定することもできる。このようにすれば、状況に応じて最適な疎密度を決定することができる。

[0067] 以上、本発明の実施形態について述べたが、本発明は前述の実施形態に限定されるものでなく、特許請求の範囲に記載された範囲を逸脱しない範囲で種々の変更を行うことができる。例えば、上記の各実施形態では車両に搭載されて使用される画像処理装置 10 について説明したが、他のシステムで用いられる画像処理装置においても本発明を適用可能である。

[0068] 以上説明した実施形態や変形例はあくまで一例であり、発明の特徴が損なわれない限り、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。また、上記では種々の実施形態や変形例を説明したが、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。

[0069] 次の優先権基礎出願の開示内容は引用文としてここに組み込まれる。

日本国特許出願 2018-168862（2018年9月10日出願）

符号の説明

[0070] 10…画像処理装置、11…FPGA、12…メモリ、20…カメラ、30…プロセッサ、40…LIDAR、101…条件設定部、102…視差算出部（SGM演算）、103…ステレオカメラ撮影画像保存部、104…視差画像保存部、111…ライン数決定部、112…疎密度決定部

請求の範囲

- [請求項1] ステレオカメラにより撮影されたステレオカメラ画像に基づいて視差を算出する画像処理装置であって、
- 前記ステレオカメラ画像における計算対象画素を決定するための条件を設定する条件設定部と、
- 前記条件設定部により設定された条件に基づいて、前記ステレオカメラ画像の中で前記計算対象画素を決定し、前記計算対象画素の情報を用いて前記視差を算出する視差算出部と、を備える画像処理装置。
- [請求項2] 請求項 1 に記載の画像処理装置において、
- 前記条件設定部は、前記ステレオカメラ画像をスキャンするスキャンラインの数を決定するライン数決定部を有し、
- 前記視差算出部は、前記ライン数決定部により決定された数の前記スキャンラインを前記ステレオカメラ画像に対して設定し、前記スキャンライン上にある前記ステレオカメラ画像の画素を、前記計算対象画素に決定する画像処理装置。
- [請求項3] 請求項 2 に記載の画像処理装置において、
- 前記ライン数決定部は、過去に前記視差算出部により算出された前記視差に基づいて、前記スキャンラインの数を決定する画像処理装置。
- [請求項4] 請求項 3 に記載の画像処理装置において、
- 前記ライン数決定部は、前記視差の値が小さいほど前記スキャンラインの数を増大させる画像処理装置。
- [請求項5] 請求項 2 に記載の画像処理装置において、
- 前記ライン数決定部は、過去に前記視差算出部により算出された前記視差に基づき判定された距離レンジの情報を取得し、取得した前記距離レンジの情報に基づいて、前記スキャンラインの数を決定する画像処理装置。
- [請求項6] 請求項 2 に記載の画像処理装置において、

前記ライン数決定部は、過去に前記視差算出部により算出された前記視差に基づき検知された物体の情報を取得し、取得した前記物体の情報に基づいて、前記スキャンラインの数を決定する画像処理装置。

[請求項7] 請求項2に記載の画像処理装置において、

前記ライン数決定部は、前記ステレオカメラ画像の範囲に対する距離情報を取得し、取得した前記距離情報に基づいて、前記スキャンラインの数を決定する画像処理装置。

[請求項8] 請求項1から請求項7のいずれか一項に記載の画像処理装置において、

前記条件設定部は、前記ステレオカメラ画像から間引く画素の割合を表す疎密度を決定する疎密度決定部を有し、

前記視差算出部は、前記疎密度決定部により決定された前記疎密度に基づいて前記ステレオカメラ画像から間引いた残りの画素を、前記計算対象画素に決定する画像処理装置。

[請求項9] 請求項8に記載の画像処理装置において、

前記疎密度決定部は、過去に前記視差算出部により算出された前記視差に基づいて、前記疎密度を決定する画像処理装置。

[請求項10] 請求項9に記載の画像処理装置において、

前記疎密度決定部は、前記視差の値が大きいほど前記ステレオカメラ画像から間引く画素の割合が増大するように前記疎密度を決定する画像処理装置。

[請求項11] 請求項8に記載の画像処理装置において、

前記疎密度決定部は、過去に前記視差算出部により算出された前記視差に基づき判定された距離レンジの情報を取得し、取得した前記距離レンジの情報に基づいて、前記疎密度を決定する画像処理装置。

[請求項12] 請求項8に記載の画像処理装置において、

前記疎密度決定部は、過去に前記視差算出部により算出された前記視差に基づき検知された物体の情報を取得し、取得した前記物体の情

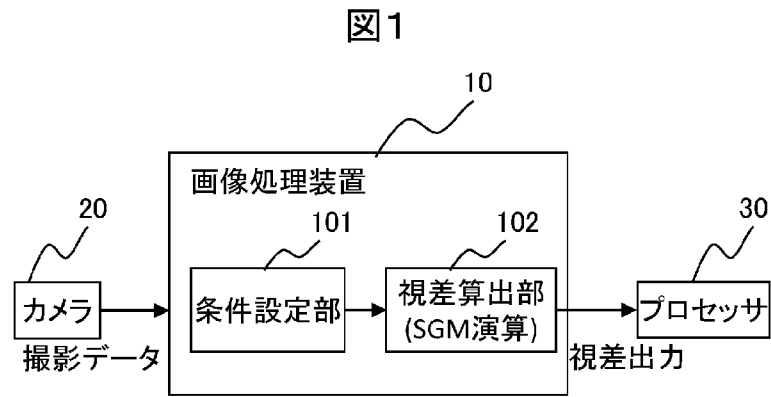
報に基づいて、前記疎密度を決定する画像処理装置。

[請求項13]

請求項8に記載の画像処理装置において、

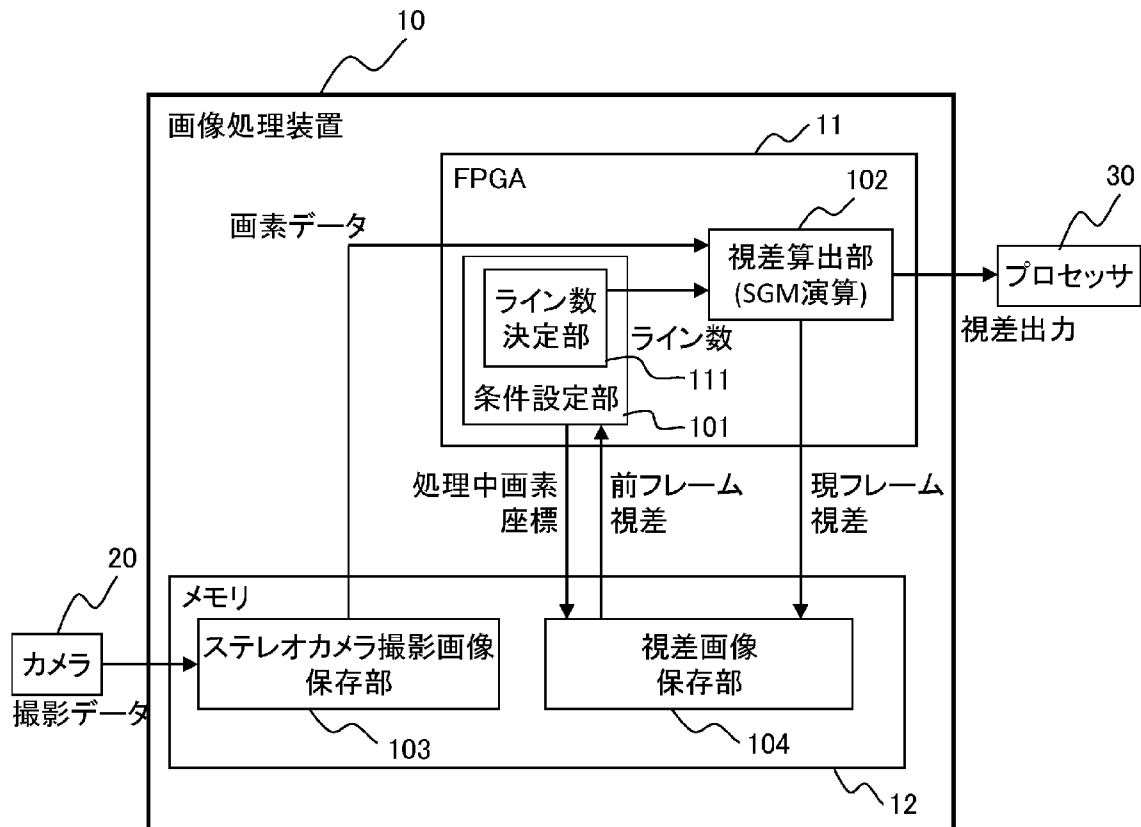
前記疎密度決定部は、前記ステレオカメラ画像の範囲に対する距離情報を取得し、取得した前記距離情報に基づいて、前記疎密度を決定する画像処理装置。

[図1]



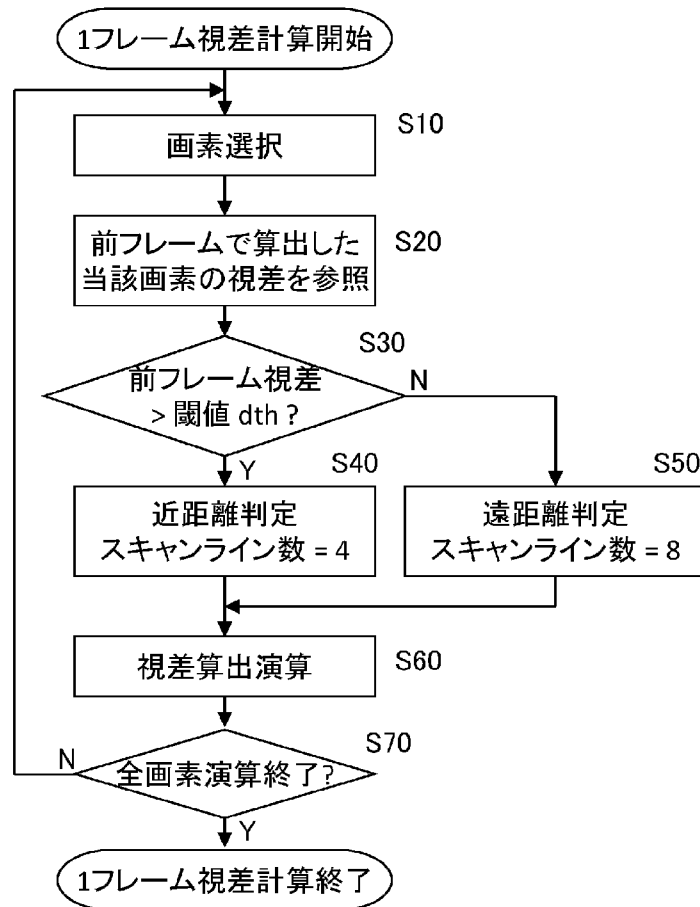
[図2]

図2

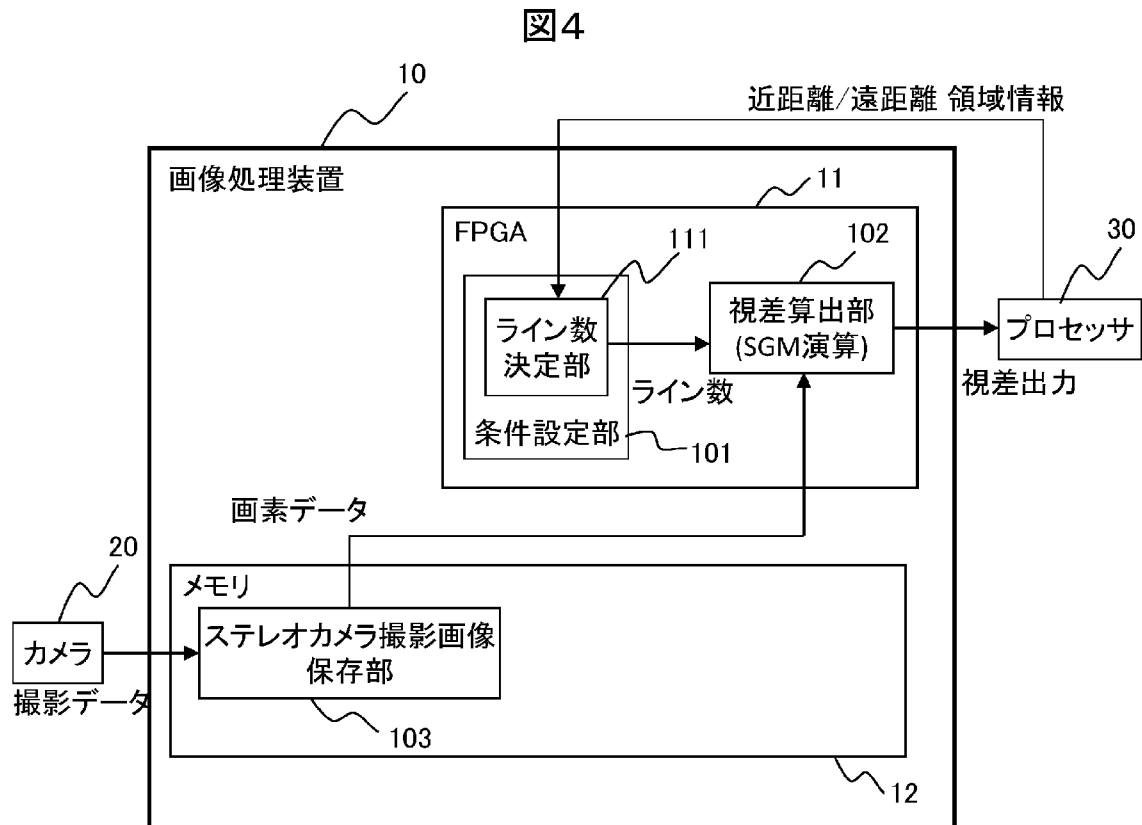


[図3]

図3

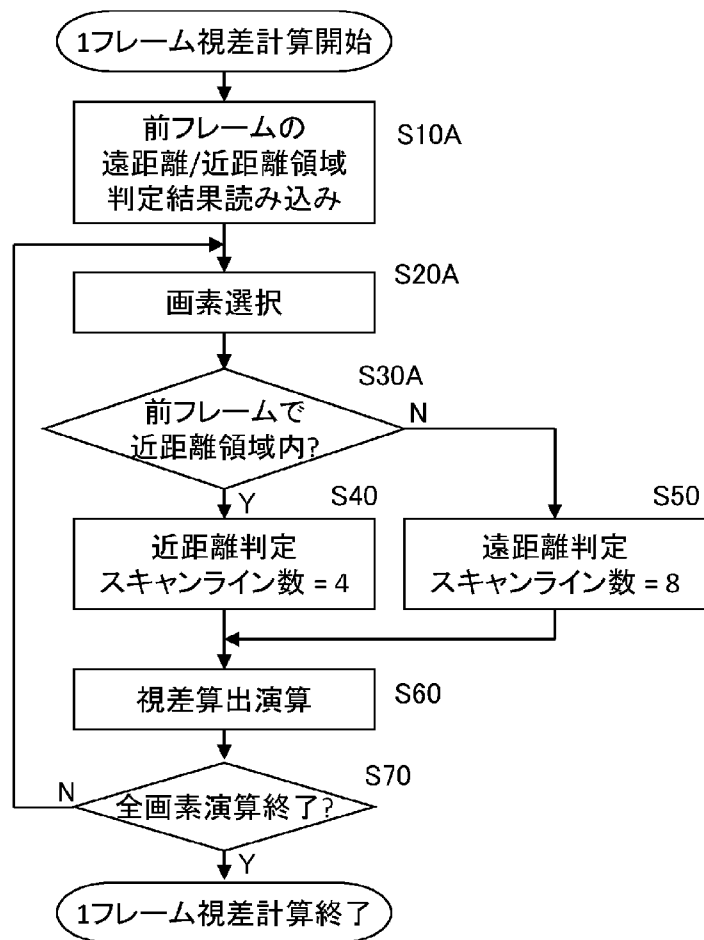


[図4]

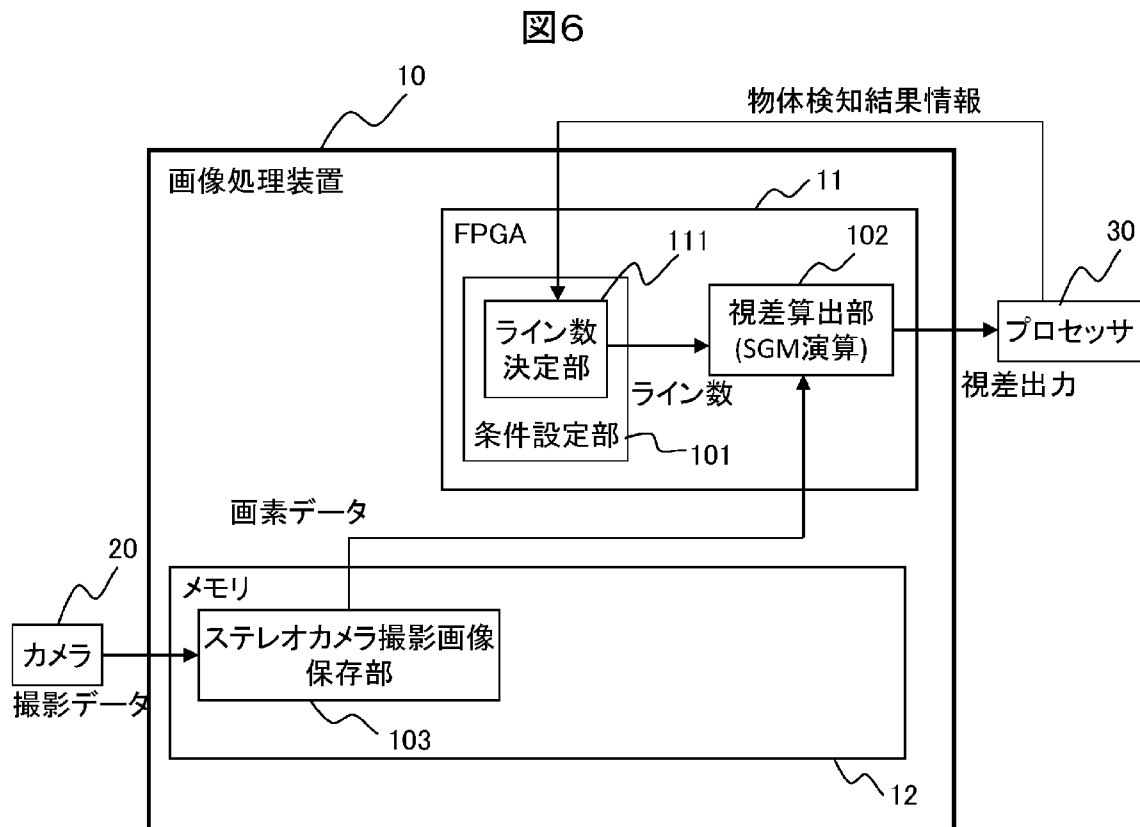


[図5]

図5

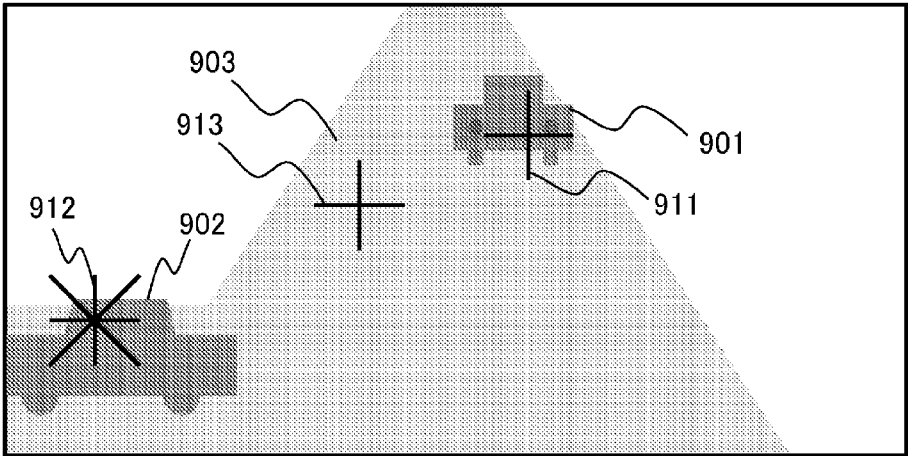


[図6]

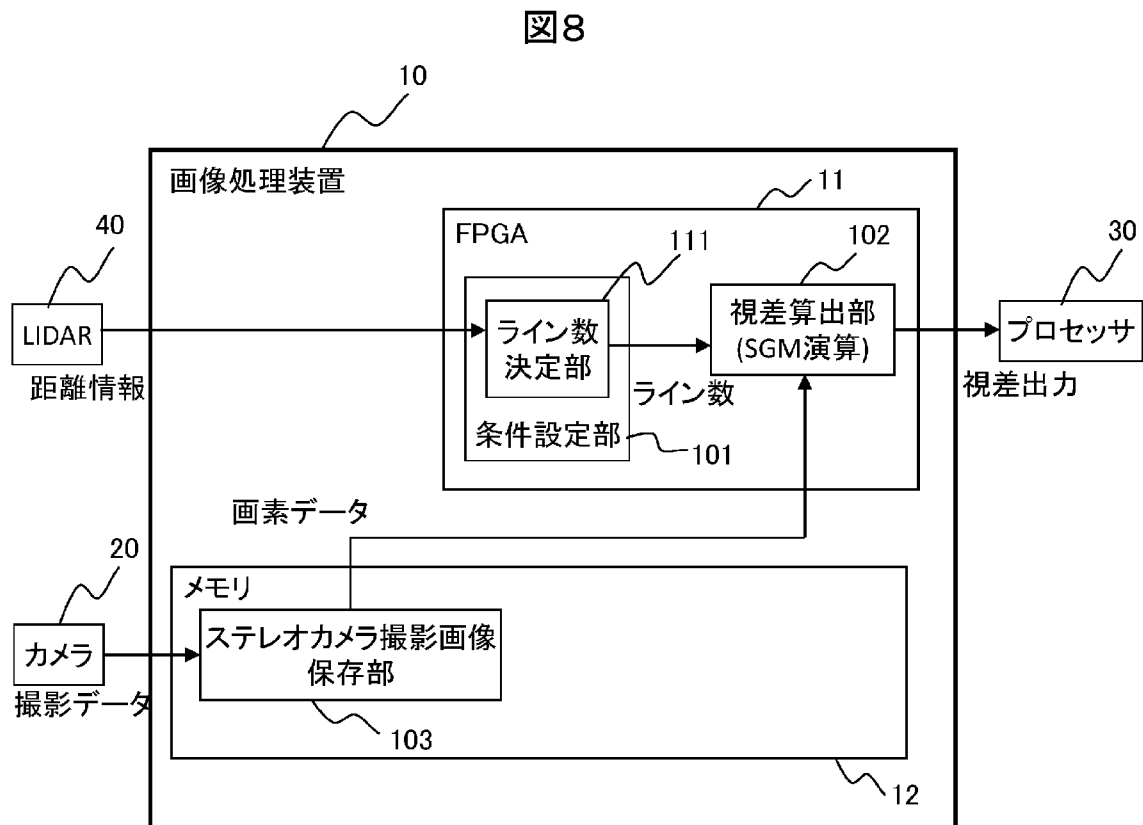


[図7]

図 7

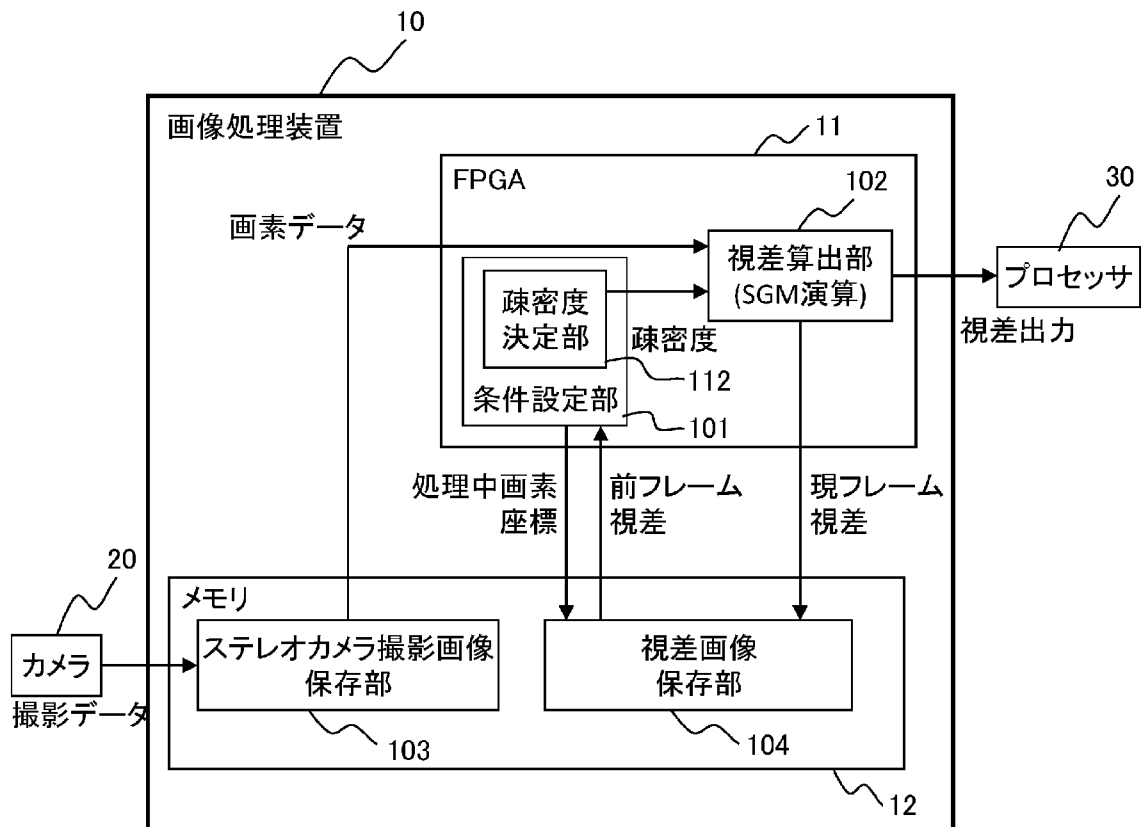


[図8]



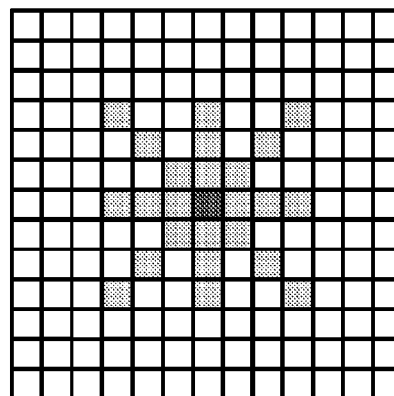
[図9]

図9



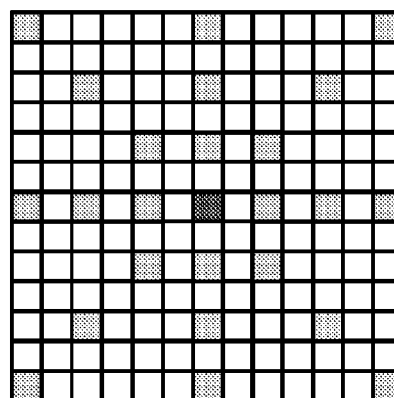
[図10]

図10



■ : 類似度計算対象画素
■ : 平滑化計算に用いる画素

(a) 遠距離: 狭範囲を密に演算

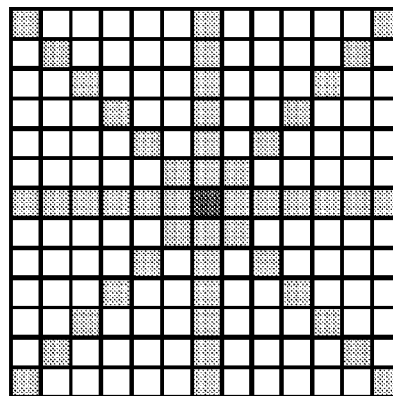


■ : 類似度計算対象画素
■ : 平滑化計算に用いる画素

(b) 近距離: 広範囲を疎に演算

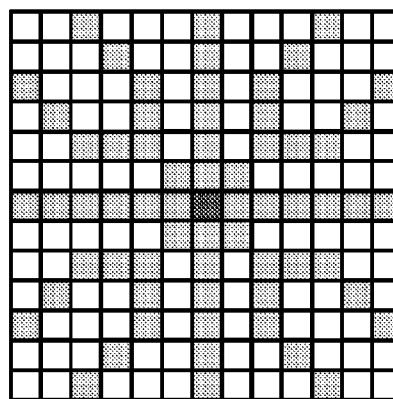
[図11]

図11



■ : 類似度計算対象画素
■ : 平滑化計算に用いる画素

(a) ライン上での平滑化計算の例

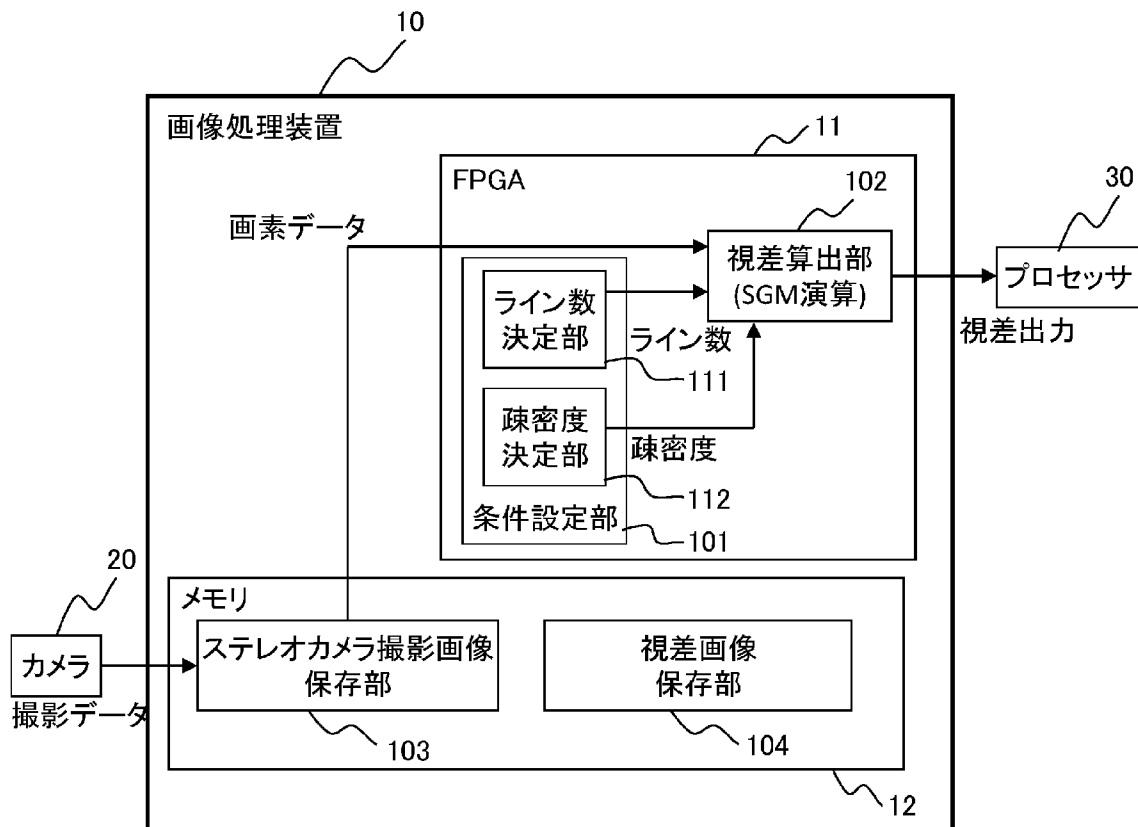


■ : 類似度計算対象画素
■ : 平滑化計算に用いる画素

(b) ライン状でない平滑化計算の例

[図12]

図12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/033762

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01C3/06(2006.01) i, G06T7/593(2017.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G01C3/00-3/32, G06T7/593

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2004-279031 A (TOYOTA CENTRAL R&D LABS., INC.) 07 October 2004, entire text (Family: none)	1-2, 7-8, 13 3-6, 9-12
Y	JP 2001-266128 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 28 September 2001, paragraphs [0001] [0053] (Family: none)	3-5, 9-11
Y	JP 2008-241273 A (IHI CORPORATION) 09 October 2008, paragraph [0028] (Family: none)	6, 12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07.10.2019

Date of mailing of the international search report
21.10.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01C3/06(2006.01)i, G06T7/593(2017.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01C3/00-3/32, G06T7/593

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2004-279031 A（株式会社豊田中央研究所）2004. 10. 07, 全文（ファミリーなし）	1-2, 7-8, 13 3-6, 9-12
Y	JP 2001-266128 A（日本電信電話株式会社）2001. 09. 28, 段落[0001] [0053]（ファミリーなし）	3-5, 9-11
Y	JP 2008-241273 A（株式会社IHI）2008. 10. 09, 段落[0028]（ファミリーなし）	6, 12

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07. 10. 2019

国際調査報告の発送日

21. 10. 2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

仲野 一秀

2 S

5267

電話番号 03-3581-1101 内線 3216