

(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12月30日(30.12.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/262095 A1

(51) 国際特許分類:
G08G 1/16 (2006.01) G06T 7/593 (2017.01)
(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/023518
(22) 国際出願日: 2020年6月16日(16.06.2020)
(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 2019-118718 2019年6月26日(26.06.2019) 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).

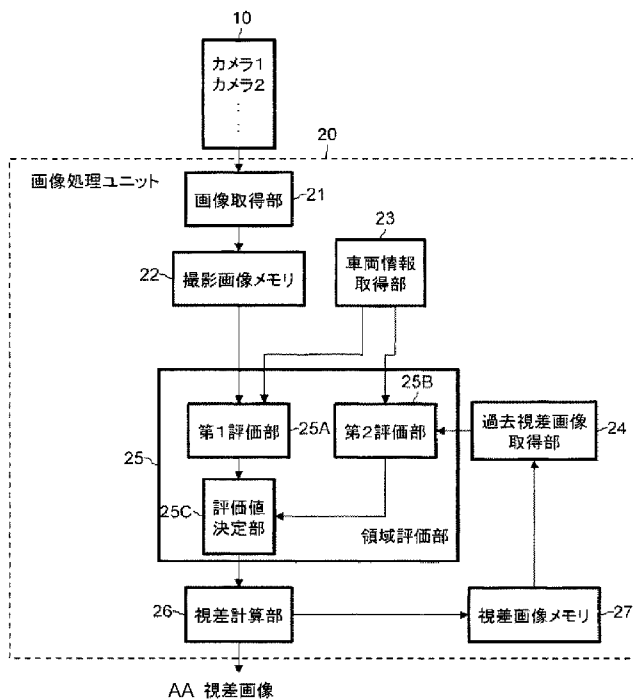
(72) 発明者: 宇田川 玲 (UTAGAWA Akira); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社 Ibaraki (JP). 稲田 圭介(INATA Keisuke); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 高田 雅士(TAKADA Masashi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 戸田 裕二(TODA Yuji); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(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,

(54) Title: STEREO IMAGE PROCESSING DEVICE AND STEREO IMAGE PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: ステレオ画像処理装置及びステレオ画像処理方法



- 10 Camera 1, camera 2
- 20 Image processing unit
- 21 Image acquisition unit
- 22 Photographic image memory
- 23 Vehicle information acquisition unit
- 24 Past parallax image acquisition unit
- 25 Region evaluation unit
- 25A First evaluation unit
- 25B Second evaluation unit
- 25C Evaluation value determination unit
- 26 Parallax calculation unit
- 27 Parallax image memory
- AA Parallax image

(57) Abstract: According to the present invention, when calculating parallax information with higher resolution for a part of a high-resolution photographic image than for other portions, the appropriateness of selection of a region is improved, whereby high-reliability parallax information is calculated. Provided is a stereo image processing device that calculates the distance between a host vehicle and an obstacle in the external field of the host vehicle, wherein the stereo image processing device comprises: a photographic image memory that stores photographic images of the external field of the host vehicle, the images being continuously photographed by a plurality of cameras; a region evaluation unit that determines

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, JP, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))

an evaluation value for each region in the photographic image on the basis of steering angle information and/or vehicle speed information for the host vehicle; and a parallax calculation unit that, for a plurality of latest images photographed by each of the plurality of cameras, calculates the parallax using a high number of pixels for regions for which the evaluation value determined by the region evaluation unit is relatively high, and calculates the parallax using a low number of pixels for regions for which the evaluation value determined by the region evaluation unit is relatively low.

(57) 要約: 高解像度の撮影画像の一部について他の部分に比べて高解像度で視差情報を計算するに当たって領域の選択の妥当性の向上により高信頼性の視差情報を計算する。自動車と前記自動車の外界の障害物との距離を計算するステレオ画像処理装置において、前記自動車の外界について複数のカメラで連続的に撮影される撮影画像を保存する撮影画像メモリと、前記自動車の操舵角情報及び車速情報の少なくとも一方を基に前記撮影画像上の領域毎の評価値を決定する領域評価部と、前記複数のカメラでそれぞれ撮影された複数の最新画像について、前記領域評価部で決定された評価値が相対的に高い領域について高画素で視差計算し、前記領域評価部で決定された評価値が相対的に低い領域について低画素で視差計算する視差計算部とを備える。

明 細 書

発明の名称：ステレオ画像処理装置及びステレオ画像処理方法 技術分野

[0001] 本発明は、複数のカメラの撮影画像から視差を計算するステレオ画像処理装置及びステレオ画像処理方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、予防安全技術の発展と自動車の自動運転の需要の高まりにより車外
の状況を高精度に識別する技術が強く求められている。ステレオカメラは、
撮影画像から得られる物体の形状や濃淡、視差情報から得られる物体の自動
車からの距離等、豊富な情報が得られる点で特に需要が高い。このステレオ
カメラの用途拡大と自動運転への応用のためには、これまでよりも解像度の
高いカメラを使用する必要がある。しかし、ステレオカメラは視差を計算す
るために必要な演算コストが非常に高く、単に高解像度のカメラを用いても
従来の画像処理をそのまま適用したのではA E B等の制御で要求される時間
内で演算が完遂できない。そのため高解像度な視差計算が必要な領域を撮影
画像から抽出し、領域を絞って高解像度な視差計算を実行する必要がある。
これに関し、特許文献1には、まず複数の低解像度画像を用いて計算した視
差から必要な領域を抽出し、次に複数の高解像度画像を用いて必要な領域に
ついて正確な視差を計算することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平7－103734号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、低解像度画像を用いて領域を抽出する方法では、領域の抽出段階
における視差計算の解像度が低いことから、真に高解像度な視差計算が必要
な領域が抽出できているのか信頼性の面で課題が存在する。低画素画像では

小さく映る物体は正確に距離を計算できない。

[0005] 本発明の目的は、高解像度の撮影画像の一部について他の部分に比べて高解像度で視差情報を計算するに当たって領域の選択の妥当性の向上により高信頼性の視差情報を計算できるステレオ画像処理装置及びステレオ画像処理方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するために、本発明は、自動車と前記自動車の外界の障害物との距離を計算するステレオ画像処理装置であって、前記自動車の外界について複数のカメラで連続的に撮影される撮影画像を保存する撮影画像メモリと、前記自動車の操舵角情報及び車速情報の少なくとも一方を基に前記撮影画像上の領域毎の評価値を決定する領域評価部と、前記複数のカメラでそれぞれ撮影された複数の最新画像について、前記領域評価部で決定された評価値が相対的に高い領域について高画素で視差計算し、前記領域評価部で決定された評価値が相対的に低い領域について低画素で視差計算する視差計算部とを備える。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、高解像度の撮影画像の一部について他の部分に比べて高解像度で視差情報を計算するに当たって領域の選択の妥当性の向上により高信頼性の視差情報を計算することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の一実施形態に係るステレオ画像処理装置のブロック図
[図2]撮影画像上の領域毎の評価値についての第1評価部による計算方法の説明図
[図3]第1評価部で用いるリファレンスデータの一例の模式図
[図4]第2評価部で計算した推定視差画像の一例を模式的に表した図
[図5]第2評価部で用いるリファレンスデータの一例の模式図
[図6]評価値決定部における視差計算密度に関する領域毎の評価値の決定手順を表すフローチャート

[図7]第2評価部で用いるリファレンスデータの他の例の模式図

発明を実施するための形態

[0009] 以下に図面を用いて本発明の実施の形態を説明する。

[0010] ーステレオ画像処理装置ー

図1は本発明の一実施形態に係るステレオ画像処理装置のブロック図である。同図に示したステレオ画像処理装置は、カメラユニット10と画像処理ユニット20とを組み合わせたユニットであり、例えば自動車の運転室内においてルームミラーの裏側（前方を向いた面）に取り付けられてる。このステレオ画像処理装置は、自車と外界（例えば自車の前方）の障害物との距離を計算し出力する。「自車」とは以下に説明するステレオ画像処理装置を搭載した自動車のことである。

[0011] ーカメラユニットー

カメラユニット10は複数のカメラを含んで構成されている。本実施形態では、左右に並べてステレオ画像処理装置に取り付けられた2つのカメラでカメラユニット10が構成されているとする。2つのカメラの撮影画像では、自車から近距離にある物体ほど撮影画像上の位置が左右方向にずれる。このずれ量が視差であり、この視差を計算することで2つのカメラの位置関係が既知であることから自車から対象物体までの距離を計測することができる。

[0012] なお、本実施形態では2つのカメラでカメラユニット10を構成した場合を例示したが、カメラユニット10に3つ以上のカメラが含まれる構成としても良い。また、カメラユニット10が自車の前方領域を撮影する構成を例示挙げて説明するが、左方領域、右方領域、或いは後方領域を撮影する構成であっても良い。本実施形態における2つのカメラの撮影画像の視差は左右方向にのみ発生し、上下方向には視差が発生しないようにしてある。

[0013] ー画像処理ユニットー

画像処理ユニット20は、インターフェースやCPU、RAM、ROM、メモリ、タイマーを含んで構成されたコンピュータである。この画像処理ユ

ニット20は、画像取得部21、撮影画像メモリ22、車両情報取得部23、過去視差画像取得部24、領域評価部25、視差計算部26、視差画像メモリ27等の要素を含んで構成されている。画像取得部21、撮影画像メモリ22、車両情報取得部23、過去視差画像取得部24、領域評価部25、視差計算部26、視差画像メモリ27は、機能を構成要素として模式的に表したものであり、インターフェースやCPU、メモリ等でそれぞれ適宜構成される。

[0014] ー画像取得部ー

画像取得部21は、例えばカメラユニット10の2台のカメラの撮像画像を入力するインターフェースである。各カメラが有線又は無線で画像取得部21に接続されており、この画像取得部21を介してカメラユニット10で撮影された撮影画像が随時画像処理ユニット20に入力される。

[0015] ー撮影画像メモリー

撮影画像メモリ22は、HDDやRAM等のメモリで構成され、自車の外界（前方領域）についてカメラユニット10の複数のカメラで連続的に撮影されて画像取得部21に入力される撮影画像を保存する。撮影画像メモリ22には、2つのカメラで同時撮影された一对の撮影画像が、これらカメラのフレームレートで逐次保存される。所定の記憶領域が一杯になったら、例えば古い撮影画像から順に新しい撮影画像に上書きされていく。

[0016] ー視差画像メモリー

視差画像メモリ27は、過去に視差計算部26で計算された複数の視差画像を保存する（視差計算部26で計算された視差画像が逐次保存されていく）。視差画像メモリ27は撮影画像メモリ22と同様にHDDやRAM等のメモリで構成され、撮影画像メモリ22と同一のメモリで兼ねても良いし、異なるメモリに分けても良い。所定の記憶領域が一杯になったら、例えば古い視差画像から順に新しい視差画像に上書きされていく。

[0017] ー車両情報取得部ー

車両情報取得部23は、例えば自車に搭載されたCAN（Controller Area

Network) から自車の車両情報を入力するインターフェースである。「車両情報」とは、車速や操舵角、水平に対する自車の傾斜角等、自車に搭載された各種センサで随時検出される操作情報や姿勢情報等のことである。CAN が有線又は無線で画像取得部 21 に接続されており、本実施形態では、車両情報取得部 23 を介して CAN から画像処理ユニット 20 に少なくとも車速情報と操舵角情報が車両情報として入力される。車両情報取得部 23 は、入力された車両情報を RAM 等のメモリに逐次記録すると共に、所定のタイミングで領域評価部 25 の第 1 評価部 25 A (後述) 及び第 2 評価部 25 B (後述) に出力する。

[0018] ー過去視差画像取得部ー

過去視差画像取得部 24 は、視差計算部 26 で過去に計算された視差画像を視差画像メモリ 27 から入力するインターフェースである。この過去視差画像取得部 24 は、最新の一定期間分の視差画像を視差画像メモリ 27 から読み込んで領域評価部 25 の第 2 評価部 25 B (後述) に出力する。「最新の一定期間」とは、現在時刻から所定時間だけ遡った指定時刻を始期、現在時刻を終期とする期間であり、所定時間は設定値である。

[0019] ー領域評価部ー

領域評価部 25 は、自車の操舵角情報及び車速情報の少なくとも一方（本実施形態では双方）を基に撮影画像上の領域毎の評価値を決定する処理を構成要素として模式的に表したものであり、例えば CPU により実行される。本実施形態では、撮影画像上の領域を升目状に区分した場合を例に挙げて説明する（図 2）。領域評価部 25 は、第 1 評価部 25 A、第 2 評価部 25 B、評価値決定部 25 C を含んで構成されている。第 1 評価部 25 A、第 2 評価部 25 B、評価値決定部 25 C は機能を構成要素として模式的に表したものであり、それぞれ例えば CPU により実行される。

[0020] ・第 1 評価部

第 1 評価部 25 A は、2 つのカメラのうちの 1 つ（例えば左のカメラ）で撮影された最新画像を撮影画像メモリ 22 から読み込み、車両情報取得部 2

3から入力された現在の操舵角情報を基に最新画像上で自車の予想進路を演算する。加えて、この第1評価部25Aは、最新画像上の予想進路上で自車から相対的に遠距離にある最新画像上の領域に高い評価値を付ける。「最新画像」とは、撮影時刻が最も新しい撮影画像であり、実質的には現在時刻の撮影画像を意図している。第1評価部25Aについて以下に詳しく説明する。

[0021] 図2は撮影画像上の領域毎の評価値についての第1評価部25Aによる計算方法の説明図である。同図は、カメラユニット10に含まれる複数のカメラのうちの1つ（例えば左のカメラ）により自車の走行中に撮影された最新画像（現在の撮影画像）の例を模式的に表している。この最新画像には、自車は緩やかにカーブした左右の車線L1, L2で画定された道路に沿って走行する先行車C1が映っている。左側の車線L1の付近には歩行者Pが居り、この歩行者Pが左側の車線L1を超えて道路に進出し、自車の走行する道路を横切る方向に移動する様子が映っている。また、車線L1, L2に沿って遠方から接近してくる対向車C2や道路の右側（車線L2の右側）に設置されたポールXが設置されている。

[0022] カメラユニット10は自車に対して姿勢が固定されているので、カメラパラメータと操舵角情報から簡易的に自車の予想進路Rを求めることができる。正確に自車の予想進路Rを求める場合、車線L1, L2を画像から識別しその曲率から求めることもできる。

[0023] 例えば図2において矢印で示したように予想進路Rが設定されたら、第1評価部25Aは視差計算密度の評価値として、予想進路Rの始点側（画面上の下側）の領域のスコア（数値）を相対的に低くし、終点側（画面上の上側）の領域のスコアを相対的に高く付ける。一例としては、予想進路Rに沿って始点から終点に向かうに連れてスコアが高くなるようにリファレンスデータ（図3）を基に各領域にスコアを付ける。リファレンスデータは予め設定されてROM等に保存されており、ROMから第1評価部25A（CPU）に読み込まれる。このスコアについて閾値S1, S2（ $S1 < S2$ ）を設定

しておき、例えばスコアがS 1 未満の領域は低密度領域、S 1 以上S 2 未満の領域は中密度領域、S 2 以上の領域は高密度領域として評価値が区分される。本実施形態では「低密度領域」「中密度領域」「高密度領域」の3つに分けて各領域の評価値を設定する場合を例示しているが、領域の区分は2つでも良いし4つ以上の領域に分けるようにしても良い。

[0024] ・第2評価部

第2評価部25Bは、視差画像メモリ27から読み込んだ最新の一定期間分の視差画像と車速情報とから現在の推定視差画像を作成し、この推定視差画像を基に領域毎に視差計算密度決定の指標となる評価値を判定する。この第2評価部25Bによって高い評価値が付けられる領域は、推定視差画像上で相対的に小さく映った物体を含む領域である。第2評価部25Bは、後に視差計算部26で最新画像から視差計算するために、最新画像で捉えられた物体（濃淡で識別される物体）と自車との距離（視差）を評価判定の基礎の1つとする。但し、最新画像を用いて視差計算するために、その最新画像に映った物体の距離をリアルタイムで計算することは物理的に不可能である。そこで、第2評価部25Bでは、過去視差画像取得部24を介して視差画像メモリ27から最新の一定期間分の複数の視差画像（直近の過去視差画像）を読み込み、これら複数の視差画像を用いて車速情報を加味して現在時刻の推定視差画像を計算する。そして、この推定視差画像に基づいて各領域の評価値を計算する。なお、推定視差画像は過去の視差画像から推定演算した現在の視差画像であり、最新画像と対応関係にあることが推定される。

[0025] 過去の視差画像は視差計算部26で計算された画像であり、領域評価部25の評価に従って領域毎に異なる計算密度で計算されている。過去の視差画像には、こうした領域毎の計算密度の情報その他、画像に映った種々の物体（車線、路肩、先行車、対向車、歩行者、街路樹等）の自車からの距離、これら物体の画像上の大きさの情報が含まれている。これらの直近の一定期間分の視差画像と車速情報とから現在の推定視差画像が得られる。

[0026] 図4は第2評価部25Bで計算した推定視差画像の一例を模式的に表した

図である。第2評価部25Bは、推定視差画像から高密度に視差計算すべき物体を識別し、高密度に識別すべき物体を含む領域に相対的に高いスコアを付ける。ここで高密度に視差計算すべきと判断される物体は、画像上に小さく映った物体である。このような物体については、低画素画像を用いて低密度で視差計算しても精度良く視差を計算することができないためである。例えば現実には決して小さくない物体であっても、遠方にあるうちは画像には小さくしか映らないものがある。自車との相対速度によってはこのようなものが瞬く間に自車に接近することもあり得るが、このような物体についても遠方にあるうちから子細に測距することができる。反対に大きく映った物体であれば低画素画像を用いて低密度で視差計算しても十分な精度で視差を計算することができるため、高画素画像を用いて高密度で視差計算する必要がない。

[0027] 一例として、第2評価部25Bは、図5に示したようなリファレンスデータを基に各領域にスコアを付ける。同図に示したリファレンスデータは、自車からの距離が近いほどスコアが高くなる一方で、画像上の大きさが小さい物体ほどスコアが高くなるように予め作成されてROM等に保存されており、ROMから第2評価部25B(CPU)に読み込まれる。同図のリファレンスデータでは、横軸が自車からの距離、縦軸が画像上の大きさを表す座標系(第1象限)が、閾値を表す曲線 γ_1 、 γ_2 で区分されている。曲線 γ_1 、 γ_2 は、例えば反比例曲線とすることができる。スコアについては、図5中で原点Oからの距離が近い座標ほど高い。曲線 γ_1 よりも原点Oに近い領域が高密度領域、曲線 γ_2 よりも原点Oから遠い領域が低密度領域、曲線 γ_1 、 γ_2 で挟まれた領域が中密度領域である。例えば自車からの距離が同値($=\alpha$)の物体であっても、この物体を含む領域の評価値は画像上の大きさに異なってくる。同じ距離 α の物体でも、画像上の大きさが大きければ、高密度な視差計算を要しないため低密度領域と判定される。反対に、画像上の大きさが小さければ、高密度な視差計算を要するため高密度領域と判定される。

[0028] 見方を変えれば、画像上の大きさが同じ ($=\beta 1$) 物体であっても、この物体を含む領域の評価値は自車からの距離で変化する。同じ大きさ $\beta 1$ の物体でも、自車からの距離が遠ければ低密度領域と判定され、近ければ高密度領域と判定される。

[0029] いずれにしても、推定視差画像上の大きさが小さい物体ほど高密度な視差計算が必要であると判定され、例えば画像上の大きさが一定値 ($=\beta 2$) よりも小さい物体に関しては、自車からの距離に関係なく無条件に高密度領域に区分される。

[0030] 図5においても、「低密度領域」「中密度領域」「高密度領域」の3つに分けて各領域の評価値を設定する場合を例示しているが、領域の区分は2つでも良いし4つ以上の領域に分けるようにしても良い。

[0031] ・評価値決定部

評価値決定部25Cは、第1評価部25Aと第2評価部25Bの評価値を基に画像の領域毎の評価値を決定する。特に本実施形態において、評価値決定部25Cは、各領域の計算容量の合計値が設定値以下に収まるように領域毎の評価値を決定する。

[0032] 図6は評価値決定部25Cにおける視差計算密度に関する領域毎の評価値の決定手順を表すフローチャートである。第1評価部25A及び第2評価部25Bで評価値が計算されたら、同図に示したように、評価値決定部25Cは、最新画像を用いて視差計算をするに当たり、最新画像上の各領域について評価値を設定する(ステップS11)。評価値の設定方法は、例えば最大値選択が例示できる。第1評価部25Aによる最新画像上の評価値と第2評価部25Bによる推定視差画像上の評価値とが異なる領域について高い方の評価値を選択する方法である。例えば第1評価部25Aで高密度領域、第2評価部25Bで中密度領域と判定されている領域については、最新画像上の対応領域を高密度領域に設定する。第1評価部25Aと第2評価部25Bの評価値が等しい領域については、その共通の評価値を選択する。例えば第1評価部25Aと第2評価部25Bの双方で低密度領域と判定されている領域

については、最新画像上の対応領域を低密度領域に設定する。

[0033] 最新画像上の各領域の評価値を設定したら、評価値決定部25Cは、設定に基づいた視差計算の計算容量を計算し（ステップS12）、計算した計算容量が予め設定した設定値以下であるかを判定する（ステップS13）。仮に計算容量が設定を超えている場合、各領域の評価値を再設定し（ステップS14）、ステップS12に手順を戻す。ステップS14の手順では、例えば領域毎の評価値の設定方法を最小値選択に切り換えたり、領域毎のスコアの平均値で評価を区分したりすることが例示できる。ステップS14を経てステップS13で再び判定が満たされなければ、例えば第2評価部25Bにおいて中密度領域又は高密度領域と判定された領域について、自転車からの距離が遠い領域から順に、ステップS14の手順の度に評価値を下げていくことが考えられる。ステップS12－S14の繰り返し数を抑える上では、ステップS11の処理に最小値選択を採用することもできる。

[0034] ステップS13で計算容量が設定容量以下であると判定したら、評価値決定部25Cはその時点の設定で各領域の評価値を決定し（ステップS15）、RAM等のメモリと共に視差計算部26に出力して図6のフローチャートを終了する。

[0035] 以上のように、領域評価部25により撮影画像上の各領域における視差計算の計算密度が状況に応じて逐次変更される。

[0036] ー視差計算部ー

視差計算部26は、複数のカメラでそれぞれ同時撮影された複数の最新画像について、領域評価部25で決定された評価値が相対的に高い領域について高画素で視差計算し、領域評価部25で決定された評価値が相対的に低い領域について低画素で視差計算する。計算した視差画像は、視差画像メモリ27に保存されると共に、運転者に対する警告動作（ブザーによる警告音、モニタによる警告表示等）や自動ブレーキ等の車両制御の基礎情報としてCANを介して自転車の車載コンピュータ（不図示）に出力される。

[0037] 視差計算部26においては、視差を計算するに当たり、例えば左側のカメ

ラによる撮影画像において任意の座標（ a ， b ）の注目点を含む所定サイズ（例えば 8×8 画素）の領域を設定する。以降、この所定サイズの領域を「窓」と呼ぶ。同時に、右側のカメラによる撮影画像においても、左の撮影画像内に設定した窓と撮影画像上の位置及びサイズが等しい窓を設定する。視差計算部26は、左右の撮影画像について各窓のSAD（Sum of Absolute Difference）を計算する。SADは以下の式で与えられる。

$$SAD(a, b, c) = \sum_j^{w_y} \sum_i^{w_x} |I_L(a+i, b+j) - I_R(a+i+c, b+j)|$$

[0038] 但し、 $I_L(x, y)$ は左側のカメラによる撮影画像の窓内の座標（ $a+i$ ， $b+j$ ）の画素の濃淡値、 $I_R(x, y)$ は右側のカメラによる撮影画像の窓内の座標（ $a+i+c$ ， $b+j$ ）での濃淡値である。 c は左側のカメラによる撮影画像上の窓に対する右側のカメラによる撮影画像上の窓の位置の左右方向の位置ずれ量である（本実施形態では、上下方向の位置ずれ量は0となるように左右のカメラが設置されているとする）。 w_x ， w_y は窓の幅（左右方向のサイズ）と高さ（上下方向のサイズ）である。

[0039] 上の式から、左右のカメラによる撮影画像上の窓内の対応画素の濃淡値の差（絶対値）の合計（＝SAD）が算出される。視差計算部26は0から設定値（＝探索数 c_{max} ）の範囲で c の値を順次変えて（つまり右側のカメラによる撮影画像上の窓を順次ずらして）SADの計算を繰り返し、SAD値が最小となるずれ量 c を探索する。SAD値が最小となる位置ずれ量 c が注目点（ a ， b ）の視差である。

[0040] このような視差を撮影画像の全画素について実行することで子細な視差情報が得られるが、視差計算部26では、領域評価部25の評価に従って撮影画像内の領域毎に視差の計算密度に差を付ける。本実施形態では、領域評価部25において低密度領域と判定した領域については、例えば 4×4 （＝16）画素のブロックで領域を区画し、各ブロックから抽出した1画素（例えば各ブロックの左上の画素）についてのみ上記の視差計算を実行する。中密

度領域と判定した領域については、例えば 2×2 ($= 4$) 画素のブロックで領域を区画し、各ブロックから抽出した1画素（例えば各ブロックの左上の画素）についてのみ視差計算を実行する。高密度領域と判定した領域については、全画素について視差計算を実行する（言い換えれば、ブロックのサイズが $1 \times 1 = 1$ 画素）。この場合、高密度領域に対して、中密度領域の計算密度は $1 / 4$ であり、低密度領域の計算密度は $1 / 16$ である。

[0041] なお、ブロックのサイズは設定であって変更可能である。但し、低画素領域のブロックが中画素領域のブロックより大きいことが前提である。また、高画素領域は必ずしも全画素について視差計算をする構成とする必要はなく、他の領域に比べて視差の計算密度が高く（ブロックのサイズが小さく）、所望の計算密度が確保できていれば良い。

[0042] ー効果ー

（1）本実施形態においては、自車の車両情報を基に撮影画像上の領域毎の評価値を決定する。粗分析ように画素を間引いた低画素画像で領域分析する場合と異なり、画像上に小さく映った物体についても状況に応じて高解像度で正確に自車との距離を計算することができる。高解像度の撮影画像の一部について他の部分に比べて高解像度で視差情報を計算するに当たって領域の選択の妥当性の向上により高信頼性の視差情報を計算できる。然るべき物体を選択的に高密度で視差計算し、必要性の低い物体については視差計算の密度を下げることで画像全体についての計算容量を抑えることができ、応答性が向上する。

[0043] （2）自車の進路上或いは進路付近に存在する障害物については視差情報の精度が要求される。しかし、遠方の障害物については現実の大きさによっては画像に小さくしか映らない場合がある。そこで、本実施形態では、撮影画像の領域毎の評価値を計算するに当たり、操舵角情報を基に1枚の最新画像上で自車の予想進路を演算し、予想進路上で自車から相対的に遠距離にある領域に高い評価値を付ける。これにより進路上又は進路付近の物体について正確に視差を計算することができ、高信頼性の視差情報を計算することが

できる。

[0044] (3) また、最新の一定期間分の視差画像と車速情報とから現在の推定視差画像を作成し、推定視差画像上で相対的に小さく映った物体を含む領域に高い評価値を付ける。このように直近の視差画像と車速情報から視差情報を含んだ現在の視差画像を推定計算することで、画像に映った各物体について自車からの距離を知ることができる。自車から近距離にある物体について視差の計算密度を高く設定できることは勿論、画像上に小さく映った物体については自車からの距離が遠くても高い計算密度の視差情報が得られ、高信頼性の視差情報を計算することができる。

[0045] (4) 特に本実施形態では第1評価部25Aによる予想進路に基づく評価値、及び第2評価部25Bにより画像上の大きさに基づく評価値から、領域毎の評価値を総合的に決定する。この場合、いずれか一方の評価方法では真に妥当な評価がされない状況であっても、双方の評価を総合して評価値を最終決定することで各領域について（又は撮影画像全体について全体的に）より妥当な評価値を得ることができる。ひいては高信頼性の視差情報を計算することができる。

[0046] (5) また、各領域の計算容量の合計値が設定値以下に収まるように領域毎の評価値を決定することで全体的な計算負荷を安定的に抑え、応答性良く高信頼性の視差情報を計算することができる。

[0047] ー変形例ー

図7は第2評価部で用いるリファレンスデータの他の例の模式図である。上記実施形態では、推定視差画像を用いて画像上における物体の大きさに注目して評価値を計算する例を説明したが、例えば第2評価部25Bで一定期間分の視差の時間変化が相対的に大きい領域に高い評価値が付けられるようにしても良い。第2評価部25Bにおいては、画像上の物体の大きさ、視差の時間変化の2つの観点の評価方法のうちいずれか一方を採用する構成としても良いし、双方を採用する構成としても良い。

[0048] 一例としては、図7に示したように、視差の時間変化が大きくなるに連れ

てスコアが高くなるようなリファレンスデータをROM等に保存しておく。
そして、第2評価部25Bにおいて、直近の複数の視差画像から求めた各領域（或いは物体）についての視差の時間変化と読み込んだリファレンスデータを基に、各領域（或いは物体）についてスコアを計算する。このスコアについて閾値 ε_1 、 ε_2 （ $\varepsilon_1 < \varepsilon_2$ ）を設定しておき、例えばスコアが ε_1 未満の領域は低密度領域、 ε_1 以上 ε_2 未満の領域は中密度領域、 ε_2 以上の領域は高密度領域として評価値が区分されるようにする。

[0049] この例の場合、自車との相対速度が大きな物体（主に自車に高速で接近してくる物体）を含む領域について高精度な視差情報を得ることができる。特に画像上の大きさが小さい物体に高スコアを付ける形態と組み合わせれば、遠方から高速で接近してくる物体を精度良く識別し易い。

[0050] なお、上記の実施形態及び変形例においては、撮影画像の領域を升目状に区分した場合を例に挙げて説明したが、領域の区分の仕方については適宜変更可能である。例えば撮影画像に映る物体（図2の先行車C1等）そのものを評価領域とし、物体そのものの評価値を計算するようにしても良い。

[0051] また、吹雪や濃霧、フロントガラスの汚損等によるホワイトアウト、トンネル進入時の暗転等によって撮影画像のコントラストが極端に低下した場合、撮影画像の各領域の評価値を初期値に戻す機能を加えることもできる。この場合、例えば障害物のない水平地を想定した模擬画像についての各領域の評価値のデータを初期値としてメモリに格納しておき、評価値決定部25Cがこのデータを読み込んで視差計算部26に出力するようにする。

[0052] 車両情報取得部23で取得して領域評価部25に入力する車両情報として車速情報と操舵角情報を例示したが、その他の車両情報も評価計算に適宜利用することができる。例えば自車が前傾しているか後傾しているかの傾斜情報は、その傾斜角に応じて予想進路等を画像上で上下方向にオフセットする等の処理に利用することができる。ヘッドライトの点灯及び消灯の情報は撮影画像上で照明されている領域と照明されていない領域を区別して撮影画像の輝度差を調整することに利用できる。また、ワイパーが撮影画像に映り込

んで障害物として誤検知される可能性があるところ、これを防止するためにワイパーの動作情報も利用できる。また、自車に搭載された測位装置（例えばGPS）からの情報を入力し、現在値及びその周辺のデータと撮影画像を照合して道路の曲率や予想進路の計算に利用したり周囲の建築物の照合に使用したりすることもできる。

[0053] また、上記の実施形態及び変形例においては、領域評価部25が第1評価部25A及び第2評価部25Bの2つの評価部を備えた構成を例に挙げて説明したが、いずれか一方を省略した構成としても良い。その場合、必然的に評価値決定部25Cも不要となる。また、評価値決定部25Cにおいて、各領域の計算容量の合計値が設定値以下に収まるように領域毎の評価値を決定する場合を例に挙げて説明したが、この機能は省略可能である。図6のステップS11で設定した評価値データをそのまま視差計算部26に出力する構成とすることができる。

符号の説明

[0054] 10…カメラユニット、22…撮影画像メモリ、25…領域評価部、25A…第1評価部、25B…第2評価部、25C…評価値決定部、26…視差計算部、27…視差画像メモリ

請求の範囲

- [請求項1] 自動車と前記自動車の外界の障害物との距離を計算するステレオ画像処理装置であって、
- 前記自動車の外界について複数のカメラで連続的に撮影される撮影画像を保存する撮影画像メモリと、
- 前記自動車の操舵角情報及び車速情報の少なくとも一方を基に前記撮影画像上の領域毎の評価値を決定する領域評価部と、
- 前記複数のカメラでそれぞれ撮影された複数の最新画像について、前記領域評価部で決定された評価値が相対的に高い領域について高画素で視差計算し、前記領域評価部で決定された評価値が相対的に低い領域について低画素で視差計算する視差計算部とを備えたことを特徴とするステレオ画像処理装置。
- [請求項2] 請求項1のステレオ画像処理装置において、前記領域評価部は、前記複数のカメラのうちの1つで撮影された最新画像を前記撮影画像メモリから読み込み、前記操舵角情報を基に前記最新画像上で前記自動車の予想進路を演算し、前記予想進路上で前記自動車から相対的に遠距離にある領域に高い評価値を付けることを特徴とするステレオ画像処理装置。
- [請求項3] 請求項1のステレオ画像処理装置において、
- 過去に計算された複数の視差画像を保存した視差画像メモリを備え、
- 前記領域評価部は、前記視差画像メモリから読み込んだ最新の一定期間分の視差画像と前記車速情報とから現在の推定視差画像を作成し、前記推定視差画像上で相対的に小さく映った物体を含む領域に高い評価値を付けることを特徴とするステレオ画像処理装置。
- [請求項4] 請求項1のステレオ画像処理装置において、
- 過去に計算された複数の視差画像を保存した視差画像メモリを備え、

前記領域評価部は、

前記複数のカメラのうちの1つで撮影された最新画像を前記撮影画像メモリから読み込み、前記操舵角情報を基に前記最新画像上で前記自動車の予想進路を演算し、前記予想進路上で前記自動車から相対的に遠距離にある領域に高い評価値を付ける第1評価部と、

前記視差画像メモリから読み込んだ最新の一定期間分の視差画像と前記車速情報とから現在の推定視差画像を作成し、前記推定視差画像上で相対的に小さく映った物体を含む領域に高い評価値を付ける第2評価部と、

前記第1評価部と前記第2評価部の評価値を基に領域毎の評価値を決定する評価値決定部とを備えていることを特徴とするステレオ画像処理装置。

[請求項5] 請求項4のステレオ画像処理装置において、前記評価値決定部は、各領域の計算容量の合計値が設定値以下に収まるように領域毎の評価値を決定することを特徴とするステレオ画像処理装置。

[請求項6] 請求項4のステレオ画像処理装置において、前記第2評価部は、前記一定期間分の視差の時間変化が相対的に大きい領域に高い評価値を付けることを特徴とするステレオ画像処理装置。

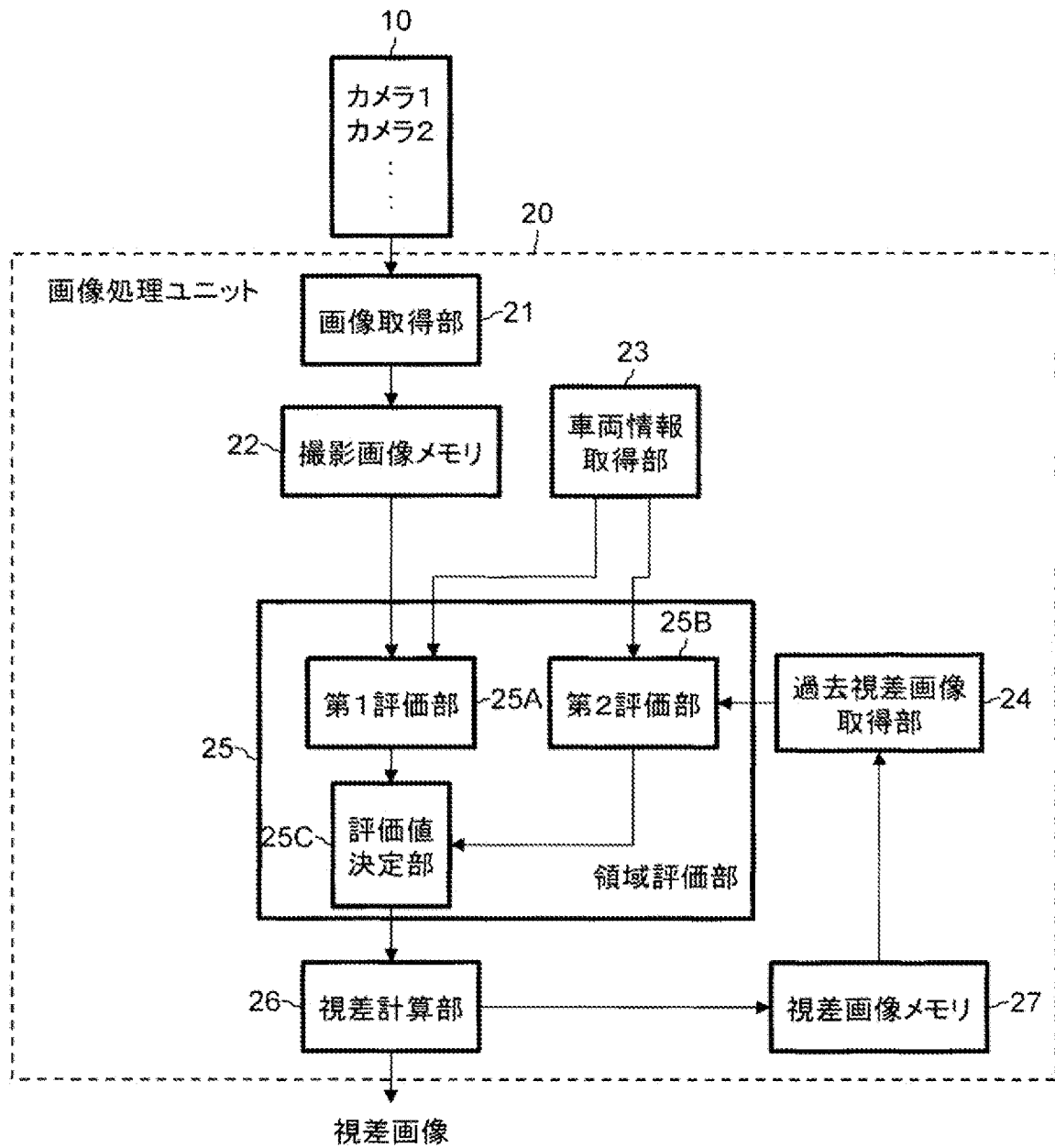
[請求項7] 自動車と前記自動車の外界の障害物との位置関係を計算するステレオ画像処理方法であって、

前記自動車の外界について複数のカメラで連続的に撮影される撮影画像を保存し、

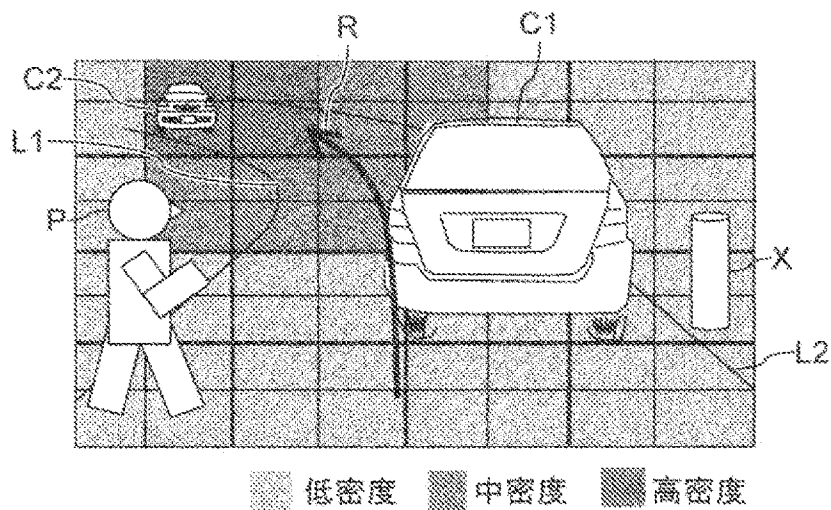
前記自動車の操舵角情報及び車速情報の少なくとも一方を基に前記撮影画像上の領域毎の評価値を決定し、

前記複数のカメラでそれぞれ撮影された複数の最新画像について、決定された評価値が相対的に高い領域について高画素で視差計算し、決定された評価値が相対的に低い領域について低画素で視差計算することを特徴とするステレオ画像処理方法。

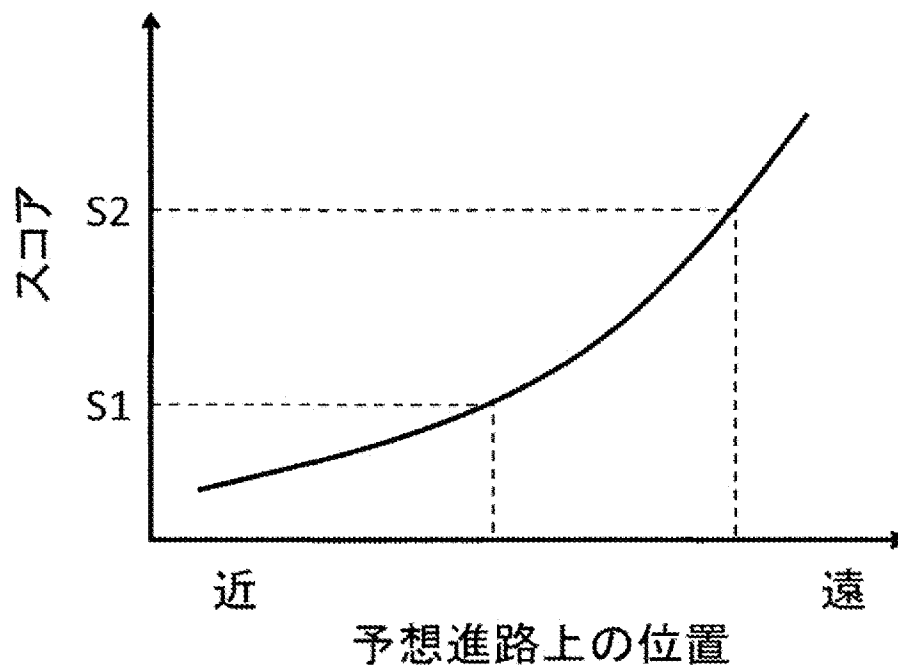
[図1]



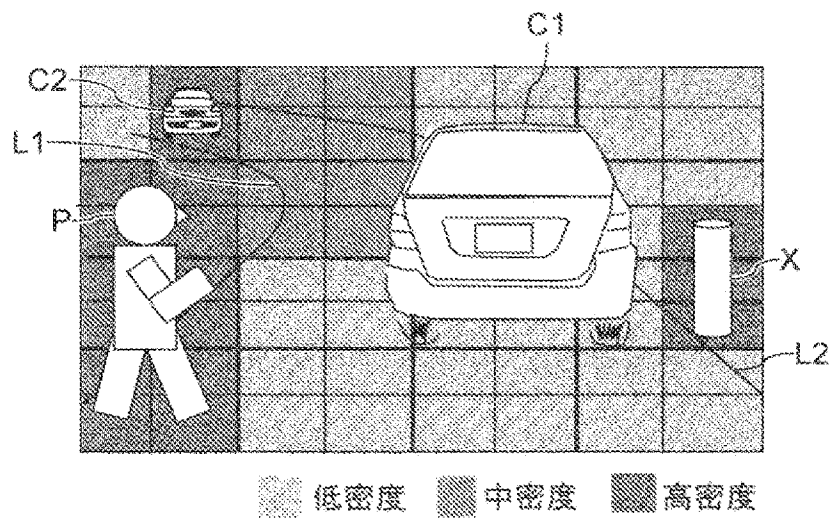
[図2]



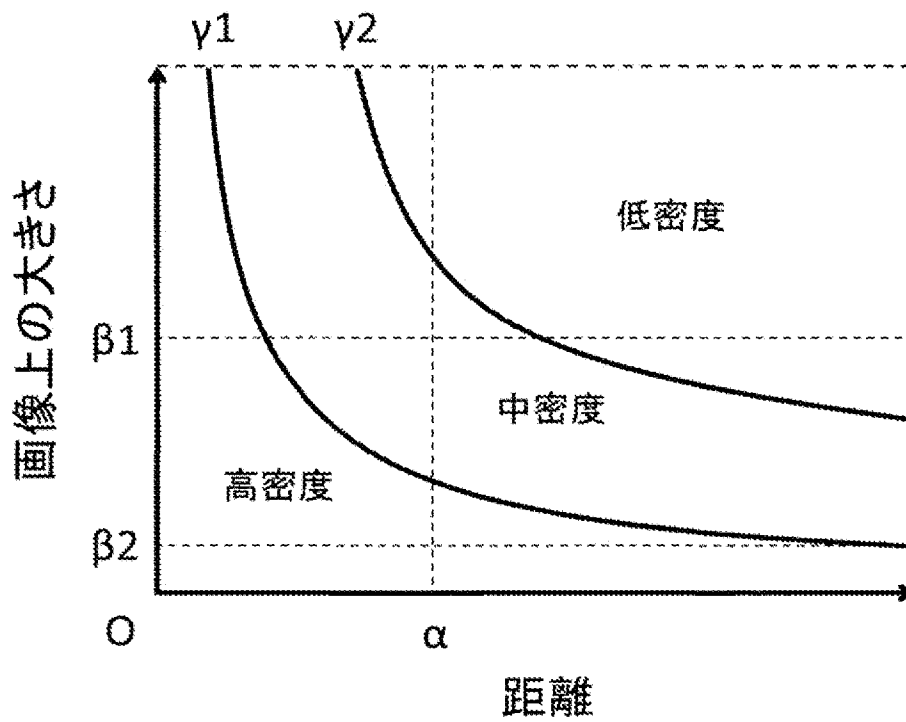
[図3]



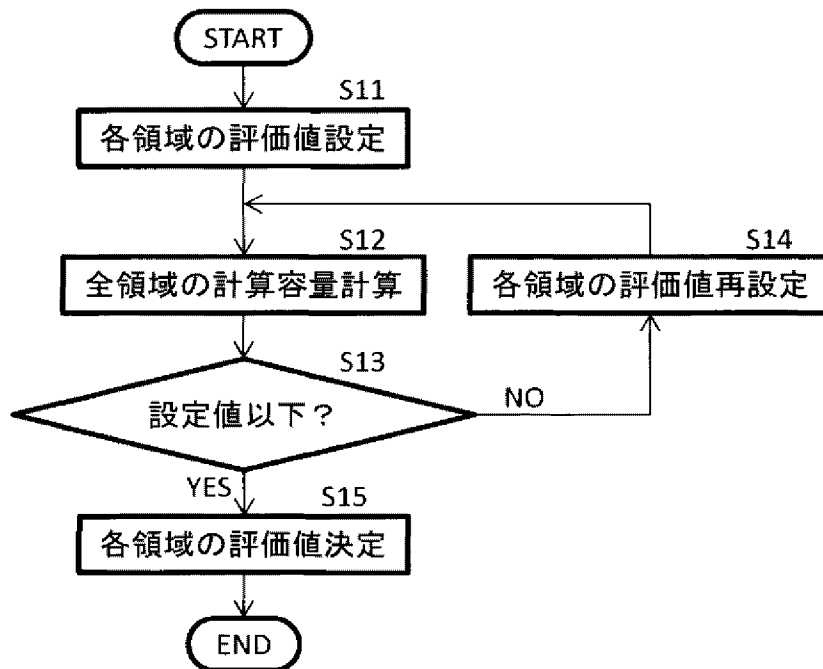
[図4]



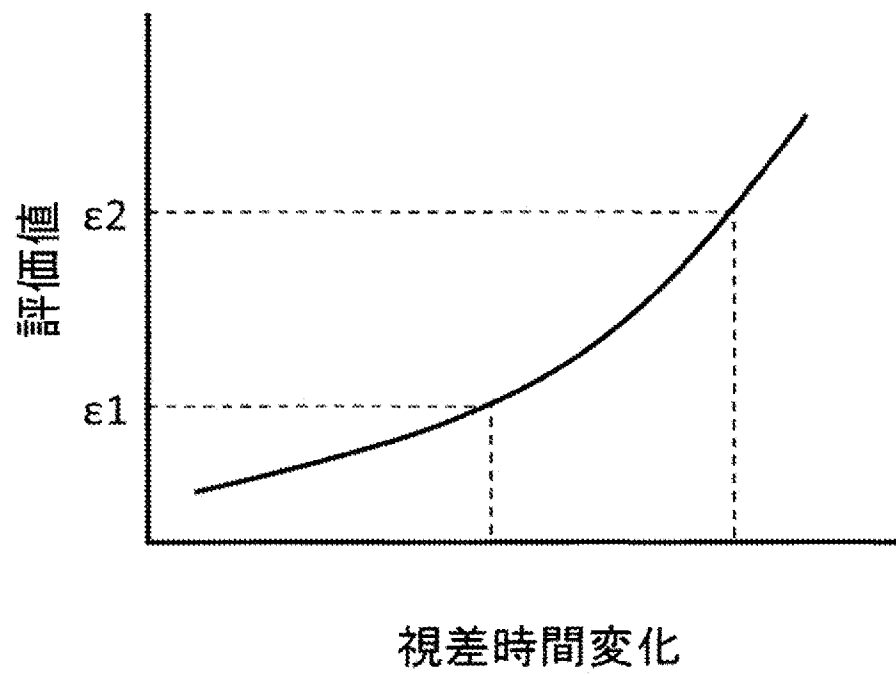
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/023518

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G08G 1/16 (2006.01) i; G06T 7/593 (2017.01) i

FI: G08G1/16 C; G06T7/593

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)

G08G1/16; 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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
A	JP 2008-298533 A (KONICA MINOLTA HOLDINGS, INC.) 11.12.2008 (2008-12-11) paragraphs [0023]-[0071]	1-7
A	JP 2008-298532 A (KONICA MINOLTA HOLDINGS, INC.) 11.12.2008 (2008-12-11) paragraphs [0031]-[0083]	1-7
A	JP 2007-64804 A (CLARION CO., LTD.) 15.03.2007 (2007-03-15) paragraphs [0028]-[0111]	1-7
A	JP 2016-163252 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 05.09.2016 (2016-09-05) paragraphs [0010]-[0024]	1-7

☐ 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

"I" 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
25 September 2020 (25.09.2020)

Date of mailing of the international search report
06 October 2020 (06.10.2020)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/023518

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2008-298533 A	11 Dec. 2008	(Family: none)	
JP 2008-298532 A	11 Dec. 2008	(Family: none)	
JP 2007-64804 A	15 Mar. 2007	US 2007/0046450 A1 paragraphs [0001]- [0132] EP 1760489 A1 CN 1924514 A	
JP 2016-163252 A	05 Sep. 2016	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G08G 1/16(2006.01)i; G06T 7/593(2017.01)i FI: G08G1/16 C; G06T7/593		
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）） G08G1/16; 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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
A	JP 2008-298533 A（コニカミノルタホールディングス株式会社）11.12.2008（2008-12-11） 段落0023-0071	1-7
A	JP 2008-298532 A（コニカミノルタホールディングス株式会社）11.12.2008（2008-12-11） 段落0031-0083	1-7
A	JP 2007-64804 A（クラリオン株式会社）15.03.2007（2007-03-15） 段落0028-0111	1-7
A	JP 2016-163252 A（トヨタ自動車株式会社）05.09.2016（2016-09-05） 段落0010-0024	1-7
☐ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 25.09.2020		国際調査報告の発送日 06.10.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 秋山 誠 3Z 4421 電話番号 03-3581-1101 内線 3395

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/023518

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2008-298533	A	11.12.2008	(ファミリーなし)	
JP	2008-298532	A	11.12.2008	(ファミリーなし)	
JP	2007-64804	A	15.03.2007	US 2007/0046450 A1	
				段落0001-0132	
				EP 1760489 A1	
				CN 1924514 A	
JP	2016-163252	A	05.09.2016	(ファミリーなし)	