

(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
2019年3月14日(14.03.2019)



(10) 国際公開番号

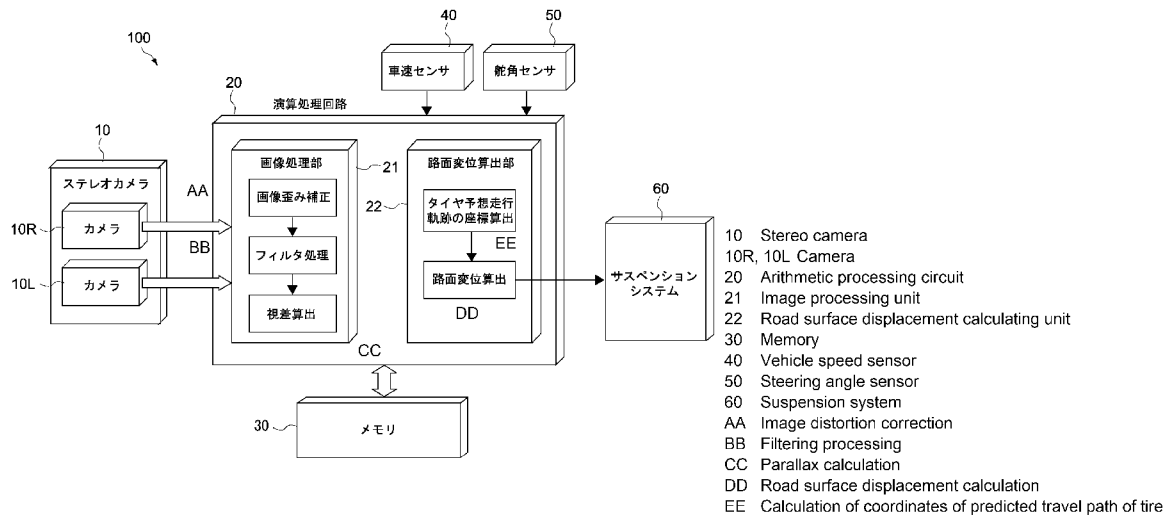
WO 2019/049708 A1

- (51) 国際特許分類:
G01C 3/06 (2006.01) G06T 7/593 (2017.01)
G01B 11/00 (2006.01) G06T 7/60 (2017.01)
G06T 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/031627
- (22) 国際出願日: 2018年8月28日(28.08.2018)
- (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 2017-173771 2017年9月11日(11.09.2017) JP
- (71) 出願人: K Y B株式会社(KYB CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1056111 東京都港区浜松町二丁目4
番1号 世界貿易センタービル Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 菊池 貴好 (KIKUCHI, Takayoshi);
〒1056111 東京都港区浜松町二丁目4番
1号 世界貿易センタービル K Y B
株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大森 純一(OMORI, Junichi); 〒1070052
東京都港区赤坂7-5-47 U & M
赤坂ビル2F 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, 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,

(54) Title: DISTANCE CALCULATING DEVICE AND METHOD FOR SETTING DISTANCE CALCULATION PARAMETER

(54) 発明の名称: 距離算出装置および距離算出パラメータの設定方法

[図5]



(57) Abstract: [Problem] To calculate the distance to a detection target point with a high degree of accuracy, without being affected by differences between individual camera parameters. [Solution] A distance calculating device 100 according to one embodiment of the present invention is provided with a stereo camera 10, a memory 30 and an arithmetic processing circuit 20. The stereo camera 10 includes a camera 10L which acquires a standard image of a road surface in a direction of travel of a vehicle, and a camera 10R which acquires a reference image of the road surface. The memory 30 stores a standard parameter set in advance on the basis of information relating to horizontal direction parallax of a detection

[続葉有]

WO 2019/049708 A1

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))

standard point having a known horizontal distance, the position of the detection standard point in the standard image, an inter-camera distance, and an installation angle of the stereo camera 10 relative to the horizontal direction. The arithmetic processing circuit 20 uses the standard parameter to calculate the horizontal distance from the stereo camera 10 to the detection target point on the road surface.

(57) 要約: 【課題】カメラパラメータの個体差の影響を受けることなく、検出対象点までの距離を高精度に算出すること。【解決手段】本発明の一形態に係る距離算出装置100は、ステレオカメラ10と、メモリ30と、演算処理回路20とを具備する。ステレオカメラ10は、車両の進行方向の路面の基準画像を取得するカメラ10Lと、路面の参照画像を取得するカメラ10Rとを有する。メモリ30は、水平距離が既知である検出基準点の水平方向の視差と、基準画像における検出基準点の位置と、カメラ間距離と、水平方向に対するステレオカメラ10の設置角度とに関する情報に基づいて予め設定された基準パラメータを記憶する。演算処理回路20は、上記基準パラメータを用いて、ステレオカメラ10と路面上の検出対象点までの水平距離を算出する。

明 細 書

発明の名称：距離算出装置および距離算出パラメータの設定方法 技術分野

[0001] 本発明は、ステレオカメラを用いた距離算出装置および距離算出パラメータの設定方法に関する。

背景技術

[0002] アクティブサスペンションシステムの制御方式として、車両前方の路面状況を検出してサスペンションの諸特性を適正に制御するプレビュー制御がある。車両前方の路面状況を検出する方法として、2台のカメラで撮像した車両前方の路面像の視差情報を用いるステレオ法が知られている。

[0003] 例えば特許文献1には、路面をステレオ撮影した第1の画像と第2の画像とをXY平面座標に投影し、該平面座標上に特定の座標(X, Y)を中心とする検出領域を設定し、検出領域の画像が路面位置にある場合の視差 v_1 を算出し、第2の画像に視差 v_1 を差し引いた座標($X - v_1$, Y)を中心とする比較領域を設定し、検出領域の画像と比較領域の画像とを比較して、検出領域の路面からの高さを検出する、路面段差検出方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2014-89548号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ステレオ画像を用いた距離の算出には、演算パラメータとして、ステレオカメラの設置高さや設置角度等の設置パラメータのほか、ステレオカメラを構成するカメラシステムの焦点距離や画素サイズ等の情報を含むカメラパラメータが用いられる。特に、カメラパラメータは、カメラシステム毎に個体差があるため、個々に最適化(補正)が必須となっている。

[0006] しかしながら、カメラパラメータの最適化には煩雑な実験が必要とされ、

実験環境によっても結果が大きく左右される。このため、カメラパラメータの高精度な最適化が困難であり、検出対象点までの距離の算出精度の向上に限界があった。

[0007] 以上のような事情に鑑み、本発明の目的は、カメラパラメータの個体差の影響を受けることなく、検出対象点までの距離を高精度に算出することができる距離算出装置および距離算出パラメータの設定方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するため、本発明の一形態に係る距離算出装置は、ステレオカメラと、メモリと、演算処理回路とを具備する。

上記ステレオカメラは、車両の進行方向の路面の基準画像を取得する第1のカメラと、上記路面の参照画像を取得する第2のカメラとを有する。

上記メモリは、水平距離が既知である検出基準点の水平方向の視差と、上記基準画像における上記検出基準点の位置と、上記第1及び第2のカメラの光軸間距離と、水平方向に対する上記ステレオカメラの設置角度とに関する情報に基づいて予め設定された基準パラメータを記憶する。

上記演算処理回路は、上記基準パラメータを用いて、上記ステレオカメラと上記路面上の検出対象点までの水平距離を算出する。

[0009] 上記距離算出装置は、ステレオカメラの焦点距離や画素サイズ等のカメラパラメータに代えて、水平距離が既知である検出基準点のステレオカメラ画像に基づいて予め設定された基準パラメータを用いて検出対象点の距離を算出するように構成されている。これにより、カメラパラメータの個体差の影響を受けることなく、検出対象点までの距離を高精度に算出することができる。

[0010] 上記基準パラメータとしては、上記ステレオカメラから上記検出基準点までの水平距離を L_0 [m]、上記検出基準点の水平方向の視差を d_0 [pixel]、上記基準画像における上記検出基準点の画素座標を (x, y) 、上記光軸間距離を B [mm]、上記ステレオカメラの設置角度を θ_c [deg]、

上記基準パラメータをBF値としたとき、

$$\text{BF値} = \{d_0 L_0 + B \sin \theta_c (x^2 + y^2)^{1/2}\} / \cos \theta_c$$

の関係式を用いることができる。

これにより、ステレオカメラの焦点距離や画素サイズ等を演算パラメータを用いることなく、検出対象点までの水平距離を算出することができる。

[0011] 上記演算処理回路は、上記基準パラメータを用いて、上記検出対象点の高さをさらに算出するように構成されてもよい。

[0012] 本発明の一形態に係る距離算出パラメータの設定方法は、ステレオカメラを用いた距離算出装置の距離算出パラメータの設定方法であって、水平距離が既知である検出基準点を上記ステレオカメラで撮像することを含む。

上記ステレオカメラにおける第1のカメラで取得された基準画像と、上記ステレオカメラにおける第2のカメラで取得された参照画像とに基づいて、上記検出基準点の水平方向の視差が算出される。

上記ステレオカメラから上記検出基準点までの水平距離と、上記視差と、上記基準画像における上記検出基準点の位置と、上記第1及び第2のカメラの光軸間距離と、水平方向に対する上記ステレオカメラの設置角度とに関する情報に基づいて、上記ステレオカメラにより撮像される検出対象点までの水平距離を算出するための基準パラメータが設定される。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]ステレオカメラの各カメラと検出対象点を含む路面を上から示す図である。

[図2]上記各カメラと検出対象点を含む路面を側方から示す図である。

[図3]所定の設置角度で設置されたステレオカメラと検出対象点を含む路面を側方から示す図である。

[図4]ステレオカメラで撮像された検出対象の基準画像および参照画像を示す模式図である。

[図5]本実施形態の距離算出装置の構成を示すブロック図である。

[図6]上記距離算出装置による路面変位検出の手順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

[0014] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。

[0015] [概要]

本実施形態は、ステレオカメラによって撮影された複数の画像を用いて、車両前方の路面上の検出対象点までの距離を算出する距離算出装置および距離算出方法、並びに、ステレオカメラを用いた距離計測システムにおける距離算出パラメータの設定方法に関するものである。

[0016] 図1および図2は、ステレオカメラから路面上の検出対象点までの距離算出方法の説明図である。図1は、各カメラと検出対象点を含む路面を上から示す図であり、図2は、各カメラと検出対象点を含む路面を側方から示す図である。

[0017] ステレオカメラ10は、2つのカメラ10R、10Lを有する。2つのカメラ10R、10Lは各々、車両前方を撮像範囲とし、水平方向に視差が生じ得るように互いに離間し、かつ、各々の光軸11R、11Lが平行となるように配置される。

[0018] カメラ10R、10Lにより各々撮像された画像は、図示しない演算処理回路によって処理される。演算処理回路は、各画像の対応点どうしの視差情報を算出し、算出した視差情報を基に、ステレオカメラ10から路面R上の検出対象点Kまでの距離に関する情報を算出する。演算処理回路はさらに、算出された距離に関する情報を基に、路面の高さや路面上の障害物の有無などの路面状態を検出する。

[0019] 以下、ステレオカメラ10を用いた検出対象点の距離算出原理について説明する。

[0020] 図1において、路面R上の検出対象点Kは、図2に示すように、カメラ10R、10Lの光軸11R、11Lから角度 θ [deg]だけ下方に傾いた方向に見える。カメラ10R、10Lから検出対象点Kまでの距離D1 [m]は、下記の式により算出される。

$$D1 = (B \cdot f) / |x1 - x2|$$

[0021] ここで、 B [mm] は、カメラ間距離（光軸 11R, 11L 間の距離）、 f [mm] は、各カメラ 10R, 10L における撮像素子 101 とレンズ 102 との間の距離（レンズ 102 の焦点距離）である。 $x1$ は、一方のカメラ 10R（第 1 のカメラ）の画像における検出対象点 K の像の X 座標であり、 $x2$ は、他方のカメラ 10L（第 2 のカメラ）の画像における検出対象点 K の像の X 座標である。図 2 において角度 θ_v [deg] は、ステレオカメラ 10 の画角である。

なお、撮像素子 101 は、典型的には、CCD (Charge Coupled Device)、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の固体撮像素子で構成される。

[0022] カメラ 10R, 10L の光軸 11R, 11L の向きが水平（進行方向に平行）な場合、カメラ 10R, 10L から検出対象点 K までの水平方向（Y 軸方向）の距離（水平距離） L [m] は、

$$L = D1 \cdot \cos \theta$$

により算出される。

また、検出対象点 K の高さ h [m] は、

$$h = H - D1 \cdot \sin \theta \quad \dots (1)$$

により算出される。

ここで、 H は、カメラ 10R, 10L の光軸 11R, 11L の路面 R からの高さ [m] である。

[0023] このように、ステレオ法によって、ステレオカメラ 10 から検出対象点 K までの距離 L と高さ h を算出することができる。

[0024] 一方、ステレオカメラ 10 から検出対象点 K までの各軸方向における距離をそれぞれ Dx , Dy , Dz [m] とすると、式 (1) は、以下のように表すことができる。

$$D1 = (Dx^2 + Dy^2 + Dz^2)^{1/2} \quad \dots (2)$$

[0025] $|x1 - x2|$ は、カメラ 10R, 10L のピクセルサイズ (ΔCCD) [μ

m] と水平方向の視差 (d) との積 ($d \cdot \Delta CCD$) に相当する。したがって、 D_x 、 D_y および D_z は、以下の式により算出される。

$$D_x = B \cdot x / d \quad \cdots (3)$$

$$D_y = B \cdot y / d \quad \cdots (4)$$

$$D_z = B \cdot f / (d \cdot \Delta CCD) \quad \cdots (5)$$

ここで、 x 、 y は、ステレオカメラ 10 の画像上での検出対象点 K の座標位置である。

[0026] ステレオカメラ 10 から検出対象点 K までの距離 L は、距離 D_z と同一である ($L = D_z$)。しかし、この関係が成り立つのは、図 2 のようにステレオカメラ 10 の光軸 11 R、11 L が路面と平行に設置される場合に限られる。本実施形態では、ステレオカメラ 10 は、水平方向 (Z 軸方向) に対して光軸 11 R、11 L が路面 R に向けて所定の角度傾斜した状態で車両に設置される。以下、この角度 (俯角) を、ステレオカメラ 10 の設置角度ともいう。

[0027] 図 3 は、所定の設置角度 θ_c で設置されたステレオカメラ 10 と検出対象点 K を含む路面を側方から示す図である。同図において、角度 θ および水平距離 L は、以下の式により算出される。

$$\theta = \cos^{-1} (D_z / D_1) \quad \cdots (6)$$

$$L = D_1 \cos (\theta + \theta_c) \quad \cdots (7)$$

(7) 式を用いることで、ステレオカメラ 10 の傾きを考慮して検出対象点 K までの水平距離 L を算出することができる。

[0028] ここで、水平距離 L の算出にあたり、(2) ~ (5) 式を用いた D_1 の算出に必要なカメラパラメータ、すなわち、カメラ間距離 B 、焦点距離 f 、ピクセルサイズ ΔCCD は、使用するステレオカメラ 10 によって決定されるものであり、これら 3 つのパラメータから算出される値 (BF)、下記の関係式から求められる。

$$BF \text{ 値} = B \cdot f / \Delta CCD \quad \cdots (8)$$

[0029] 上記 3 つのパラメータのうち、焦点距離 f およびピクセルサイズ ΔCCD の 2

パラメータは、使用するカメラによって決定される。しかし、これらの2パラメータは使用するカメラによって個体差をもち、カメラメーカーが公表している値はあくまで公称値であるため、その値をそのまま用いてしまうと誤差が生じてしまう。さらに、個体差を求めるにしても、上記2パラメータはカメラ内部のパラメータであるため、正しい数値を求めるのが非常に困難である。

[0030] 一方、上記2パラメータの個々の個体差を算出するのではなく、カメラ間距離 B を含む3パラメータを(8)式のように算出されるBF値として一体的に捉え、この値を距離が既知の対象を用いた実験ベースで最適化する方法がある。例えば、水平距離の真値が5[m]となる位置に対象を設置し、(7)式の L が5[m]となるBF値を手探りで抽出することで、BF値としての最適パラメータを算出することができる。

[0031] しかし、この方法では、最適パラメータの算出に熟練度が必要であり、実験環境に応じて算出される視差が変化してしまうため(算出ミス)、最適パラメータを一意に決定することが困難であった。

[0032] そこで本実施形態の距離算出パラメータの設定方法は、BF値を手探りで変更せず、BF値を一意に決定できるように予め定式化し、そこに実験ベースで得られた測定値を代入することで、BF値として最適化された基準パラメータを算出する。以下、本実施形態の距離算出パラメータの設定方法の詳細について説明する。

[0033] [距離算出パラメータの設定方法]

本実施形態の距離算出パラメータの設定方法は、ステレオカメラを用いた距離算出装置の距離算出パラメータの設定方法であって、以下のステップを有する。

[0034] (ステップ1：検出基準点の撮像)

まず、水平距離(L_0)が既知である検出基準点がステレオカメラ10で撮像される。

[0035] 図4は、ステレオカメラ10で撮像された検出対象Pの撮影画像である。

ここでは、一方のカメラ10L（第1のカメラ）で取得された検出対象Pの画像を基準画像13Lとし、他方のカメラ10R（第2のカメラ）で取得された検出対象Pの画像を参照画像（比較画像）13Rとする。これに限られず、一方のカメラ10Lで取得された検出対象Pの画像を参照画像とし、他方のカメラ10Rで取得された検出対象Pの画像を基準画像としてもよい。

[0036] カメラ10L, 10Rの画素数は同一であり、例えば、横1280×縦720である。検出基準点P1は、任意の点に設定可能であり、典型的には、検出対象Pの像を構成する任意の画素座標に設定され、図示の例では、画像の最下端の中心に設定される。この点は、車両に搭載されたステレオカメラから見ると、最も手前の路面の位置に相当する。画像の横方向をx軸、縦方向をy軸とし、画像の中心をxy座標の原点とすると、図示の例では、検出基準点P1の座標(x, y)は、(0, -360)である。ステレオカメラ10から検出対象P（検出基準点P1）までの水平距離(L_0)は、例えば、5mに設定される。

[0037] (ステップ2：視差の算出)

続いて、第1のカメラ10Lで取得された基準画像13Lと、第2のカメラ10Rで取得された参照画像13Rとに基づいて、検出基準点P1の水平方向の視差(d_0)が算出される。

[0038] ここでは、基準画像13Lおよび参照画像13Rの差分をとり、得られた差分画像を用いて、検出対象P（検出基準点P1）が黒くなる位置（差分が0となる位置）を求める。この際に水平方向（x軸方向）に移動した画素数が、視差(d_0)として算出される。

[0039] (ステップ3：BF値の算出)

続いて、ステレオカメラ10から検出基準点P1までの水平距離(L_0)と、上述のようにして算出された視差(d_0)と、基準画像13Lにおける検出基準点P1の位置(x, y)と、カメラ間距離(B)と、水平方向に対するステレオカメラ10の設置角度(θ_c)とに関する情報に基づいて、ステレオカメラ10により撮像される検出対象点までの水平距離L（図3参照）を算

出するための基準パラメータ（BF値）を設定する。

[0040] 水平距離 L_0 、検出基準点P1の位置（ x ， y ）および視差 d_0 は、ステップ1およびステップ2により取得される。カメラ間距離 B 、設置角度 θ_c は、実測により得られる。これらのパラメータを次の（9）式に代入することで、基準パラメータ（BF値）が算出される。

なお、（8）式の導出方法については後述する。

[0041] $BF\text{値} = \{d_0 L_0 + B \sin \theta_c (x^2 + y^2)^{1/2}\} / \cos \theta_c \cdots (9)$

[0042] このようにして算出された基準パラメータ（BF値）は、使用するステレオカメラ10に固有のパラメータであり、カメラ10R，10Lの焦点距離 f やピクセルサイズ ΔCCD といった個体差のあるカメラパラメータを使用することなく求められる演算値であるため、カメラメーカーから公表される公称値を用いる場合と比較して精度の誤差が生じにくい。

[0043] さらに、本実施形態によれば、必要な初期パラメータ（ L_0 、検出対象物P1の座標位置、カメラ間距離 B 、カメラ設定角度 θ_c ）を作業者が入力するだけで、コンピュータを用いてステップ1～ステップ3の各処理を自動的に計算することができる。したがって、既知の水平距離に対応するBF値を手探りで抽出する方法と比較して、作業に熟練度を必要とすることなく、また試験条件によって左右されることなく、BF値を一意的に設定することができる。

[0044] 以上のように本実施形態によれば、（9）式で算出される基準パラメータ（BF値）を用いて、（2）式、（5）式および（7）式の演算を実行することにより、カメラパラメータの個体差の影響を受けることなく、路面R上の検出対象点Kまでの水平距離 L を高精度に算出することができる。

[0045] さらに本実施形態によれば、（9）式で算出される基準パラメータ（BF値）を用いて、（1）式、（2）式および（5）式の演算を実行することにより、カメラパラメータの個体差の影響を受けることなく、検出対象点Kの高さ（路面変位 h ）を高精度に算出することができる。

[0046] （BF値の導出）

続いて、上述した（9）式の導出方法について説明する。

(7) 式における $\cos(\theta + \theta_c)$ は、加法定理により以下のように示される。

$$\cos(\theta + \theta_c) = \cos\theta \cdot \cos\theta_c - \sin\theta \cdot \sin\theta_c \quad \cdots (10)$$

(6) 式より、

$$\cos\theta = \cos\{\cos^{-1}(D_z/D_1)\} = D_z/D_1 \quad \cdots (11)$$

同様に、(6) 式より、

$$\sin\theta = \sin\{\cos^{-1}(D_z/D_1)\} = \{1 - (D_z/D_1)^2\}^{1/2} \quad \cdots (12)$$

(7)、(10) ~ (12) 式より、

$$L_0 = D_1 [(D_z/D_1) \cos\theta_c - \{1 - (D_z/D_1)^2\}^{1/2} \sin\theta_c]$$

したがって、

$$L_0 = D_z \cos\theta_c - (D_1^2 - D_z^2)^{1/2} \sin\theta_c \quad \cdots (13)$$

(2) 式より、

$$(D_1^2 - D_z^2)^{1/2} = (D_x^2 + D_y^2 + D_z^2 - D_z^2)^{1/2} = (D_x^2 + D_y^2)^{1/2}$$

これを(13) 式に代入して、

$$L_0 = D_z \cos\theta_c - (D_x^2 + D_y^2)^{1/2} \sin\theta_c \quad \cdots (14)$$

一方、(3) および(4) 式より、

$$\begin{aligned} (D_x^2 + D_y^2)^{1/2} &= \{(B_x/d_0)^2 + (B_y/d_0)^2\}^{1/2} \\ &= \{(B/d_0)^2 (x^2 + y^2)\}^{1/2} \end{aligned}$$

したがって、

$$(D_x^2 + D_y^2)^{1/2} = (B/d_0) (x^2 + y^2)^{1/2} \quad \cdots (15)$$

(14) 式に(15) 式を代入して、

$$L_0 = D_z \cos\theta_c - (B/d_0) (x^2 + y^2)^{1/2} \sin\theta_c \quad \cdots (16)$$

(5) および(8) 式より、

$$D_z = B \cdot f / (d_0 \cdot \Delta \text{CCD}) = \text{BF値} / d_0$$

これを(16) 式に代入して、

$$L_0 = (\text{BF値} / d_0) \cos\theta_c - (B/d_0) (x^2 + y^2)^{1/2} \sin\theta_c$$

したがって、

$$\text{BF値} = \{d_0 \cdot L_0 + B \sin\theta_c (x^2 + y^2)^{1/2}\} / \cos\theta_c$$

となり、(9) 式が導かれる。

[0047] [距離算出装置]

続いて、本実施形態の距離算出装置について説明する。

[0048] 図5は、本実施形態の距離算出装置100の構成を示すブロック図である。

同図に示すように、本実施形態の距離算出装置100は、ステレオカメラ10と、演算処理回路20と、メモリ30とを備える。なお、メモリ30は、演算処理回路20内に設けられてもよい。

[0049] ステレオカメラ10は、2つのカメラ10R, 10Lを有する。2つのカメラ10R, 10Lは、図1および図3に示すように、車両の前方を撮像範囲とし、視差が生じ得るように互いに離間し、かつ各々の光軸が平行となるように所定の設置角度 θ_c で車両に設置される。各々のカメラ10R, 10Lにより得られた撮像信号は、演算処理回路20へ供給される。

[0050] 演算処理回路20は、路面変位検出のための演算処理を行うデバイスである。演算処理回路20は、例えば、FPGA (Field-Programmable Gate Array) などにより構成される。これに限られず、演算処理回路20は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) などの他の集積回路により構成されたものであってもよい。

[0051] 演算処理回路20は、機能的に、画像処理部21と、路面変位算出部22とを有する。

[0052] 画像処理部21は、ステレオカメラ10より供給された2つの映像信号をデジタル化して画像とし、前処理として、各々の画像の歪み補正、各々の画像からのノイズ除去などのフィルタ処理などを行う。さらに、画像処理部21は、前処理が施された一方の画像を基準画像、他方の画像を参照画像（比較画像）として各々の画像の対応関係を探索し、2つの画像の視差情報を生成する。

[0053] 路面変位算出部22は、舵角センサ50の出力等を参照して、ステレオカメラ10の画像空間において車両の左右のタイヤがこれから辿ることが予測される2本のタイヤ予想走行軌跡の座標を算出する。路面変位算出部22は

、算出されたタイヤ予想走行軌跡において、ステレオカメラ10からの距離（水平距離 L ）が異なる複数の検出対象点 K （図3参照）の路面の高さを、画像処理部21において生成された視差情報を用いて算出する。

[0054] 路面変位算出部22は、フレーム毎に、ステレオカメラ10からの距離 L が異なる複数の検出対象点 K の高さ h の情報を、車速センサ40の出力等に基づいて算出される当該複数のフレーム間の車両の移動距離を考慮して重ね合わせる。路面変位算出部22は、重ね合わせた結果から、アクティブサスペンションを含むサスペンションシステム60のプレビュー制御のための路面変位情報を生成する。

[0055] メモリ30は、演算処理回路20において視差情報、各検出対象点 K までの水平距離 L に関する情報、各検出対象点の高さ h に関する情報などを生成するための演算アルゴリズム（プログラム）を記憶する。メモリ30は、演算処理回路20において生成された上記各種情報を記憶することが可能に構成される。メモリ30は、典型的には、SSD（Solid State Drive）などの不揮発性メモリで構成される。

[0056] 本実施形態において、メモリ30は、水平距離 L の算出ための演算パラメータとして、（9）式を用いた算出されたBF値を記憶する。すなわち、メモリ30は、水平距離（ L_0 ）が既知である検出基準点 $P1$ の水平方向の視差情報（ d ）と、基準画像における検出基準点の位置（ x , y ）と、カメラ10R, 10Lの光軸間距離（ B ）と、ステレオカメラ10の設置角度 θ_c とに関する情報に基づいて予め設定された基準パラメータ（BF値）を記憶する。

[0057] [距離算出方法]

続いて、距離算出装置100の典型的な動作について説明する。図6は、距離算出装置100（演算処理回路20）による路面変位検出の手順を示すフローチャートである。

[0058] まず、演算処理回路20は、車両に設置されたステレオカメラ10によって所定のフレームレートで撮像された車両進行方向の路面 R の画像信号を取得する（S101）。

- [0059] 続いて、演算処理回路20は、ステレオカメラ10における第1のカメラ10Lで取得された基準画像と、ステレオカメラ10における第2のカメラ10Rで取得された参照画像とに基づいて、路面R上の検出対象点Kの水平方向の視差 d を算出する(S102)。
- [0060] 続いて、演算処理回路20は、メモリ30に格納された基準パラメータ(BF値)を読み出す(S103)。
- [0061] 基準パラメータ(BF値)は、図4を参照して説明したように、水平距離(L_0)が既知である検出基準点P1の水平方向の視差(d_0)と、基準画像13Lにおける検出基準点P1の位置と、カメラ10L、10Rの光軸間距離(B)と、水平方向に対するステレオカメラ10の設置角度(θ_c)とに関する情報に基づいて予め設定された距離算出パラメータであり、上記(9)式を用いて算出される。
- [0062] 続いて、演算処理回路20は、基準パラメータ(BF値)、(2)および(7)式を用いて、ステレオカメラ10と検出対象点Kまでの水平距離(L)を算出する(S104)。これにより、検出対象点Kまでの距離情報が生成される。
- さらに演算処理回路20は、基準パラメータ(BF値)、(1)および(2)式を用いて、検出対象点Kの高さ(路面変位 h)に関する情報が生成される(S105)。
- [0063] 以上の処理は、すべての検出対象点Kについての路面変位情報が生成されるまで繰り返し実行される(S106)。生成された距離情報および路面変位情報は、サスペンションシステム60へ供給され、アクティブサスペンションのプレビュー制御に供される。
- [0064] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態にのみ限定されるものではなく種々変更を加え得ることは勿論である。
- [0065] 例えば以上の実施形態では、車両のタイヤ予想走行軌跡上の検出対象点における距離情報や路面変位情報を生成するように構成されたが、これに限られず、タイヤ予想走行軌跡上にない検出対象点における距離情報や路面変位

情報を生成するように構成されてもよい。

[0066] さらに以上の実施形態では、路面を走行する車両に設置される距離算出装置を例に挙げて説明したが、これに限られず、室内の床面などの走行面を移動する各種運搬用の機器やロボットなどにも本発明は適用可能である。

請求の範囲

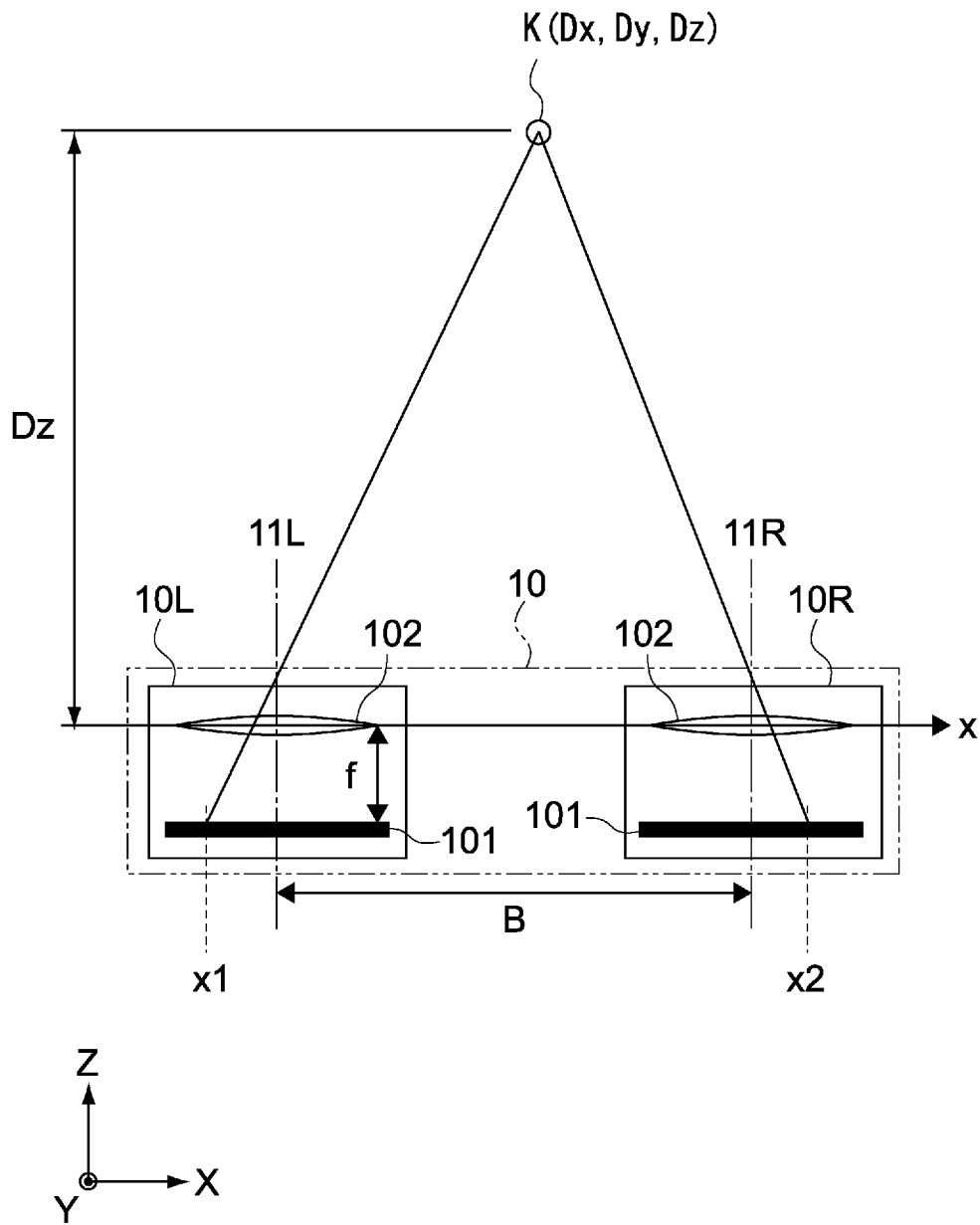
- [請求項1] 車両の進行方向の路面の基準画像を取得する第1のカメラと、前記路面の参照画像を取得する第2のカメラとを有するステレオカメラと、
- 水平距離が既知である検出基準点の水平方向の視差と、前記基準画像における前記検出基準点の位置と、前記第1及び第2のカメラの光軸間距離と、水平方向に対する前記ステレオカメラの設置角度とに関する情報に基づいて予め設定された基準パラメータを記憶するメモリと、
- 前記基準パラメータを用いて、前記ステレオカメラと前記路面上の検出対象点までの水平距離を算出する演算処理回路と
- を具備する距離算出装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の距離算出装置であって、
- 前記ステレオカメラから前記検出基準点までの水平距離を L_0 [m]、前記検出基準点の水平方向の視差を d_0 [pixel]、前記基準画像における前記検出基準点の画素座標を (x, y) 、前記光軸間距離を B [mm]、前記ステレオカメラの設置角度を θ_c [deg]、前記基準パラメータをBF値としたとき、前記基準パラメータは、
- $$BF値 = \{d_0 L_0 + B \sin \theta_c (x^2 + y^2)^{1/2}\} / \cos \theta_c$$
- の関係を満たす
- 距離算出装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の距離算出装置であって、
- 前記演算処理回路は、前記基準パラメータを用いて、前記検出対象点の高さをさらに算出する
- 距離算出装置。
- [請求項4] ステレオカメラを用いた距離算出装置の距離算出パラメータの設定方法であって、
- 水平距離が既知である検出基準点を前記ステレオカメラで撮像し、

前記ステレオカメラにおける第1のカメラで取得された基準画像と、前記ステレオカメラにおける第2のカメラで取得された参照画像とに基づいて、前記検出基準点の水平方向の視差を算出し、

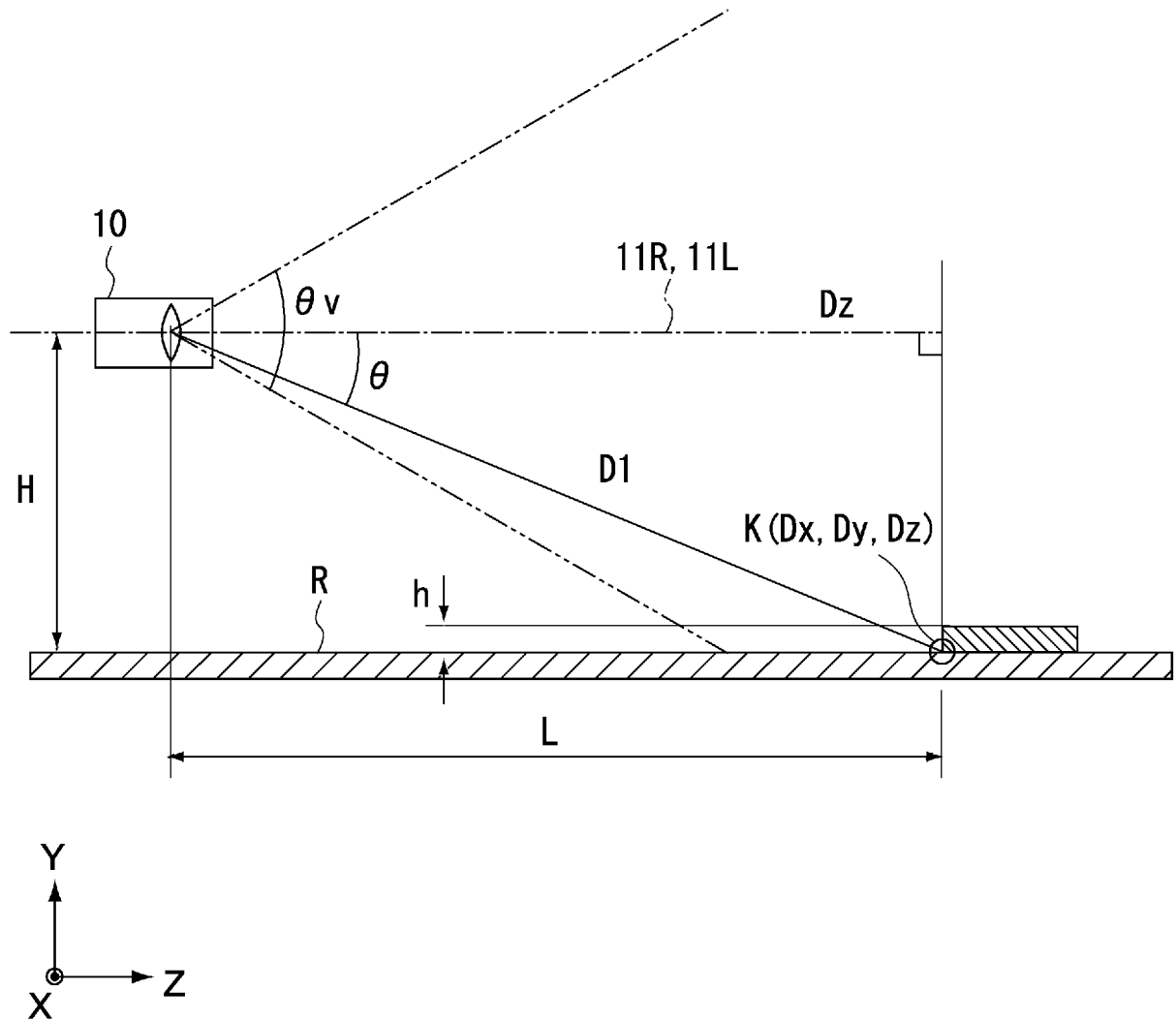
前記ステレオカメラから前記検出基準点までの水平距離と、前記視差と、前記基準画像における前記検出基準点の位置と、前記第1及び第2のカメラの光軸間距離と、水平方向に対する前記ステレオカメラの設置角度とに関する情報に基づいて、前記ステレオカメラにより撮像される検出対象点までの水平距離を算出するための基準パラメータを設定する

距離算出パラメータの設定方法。

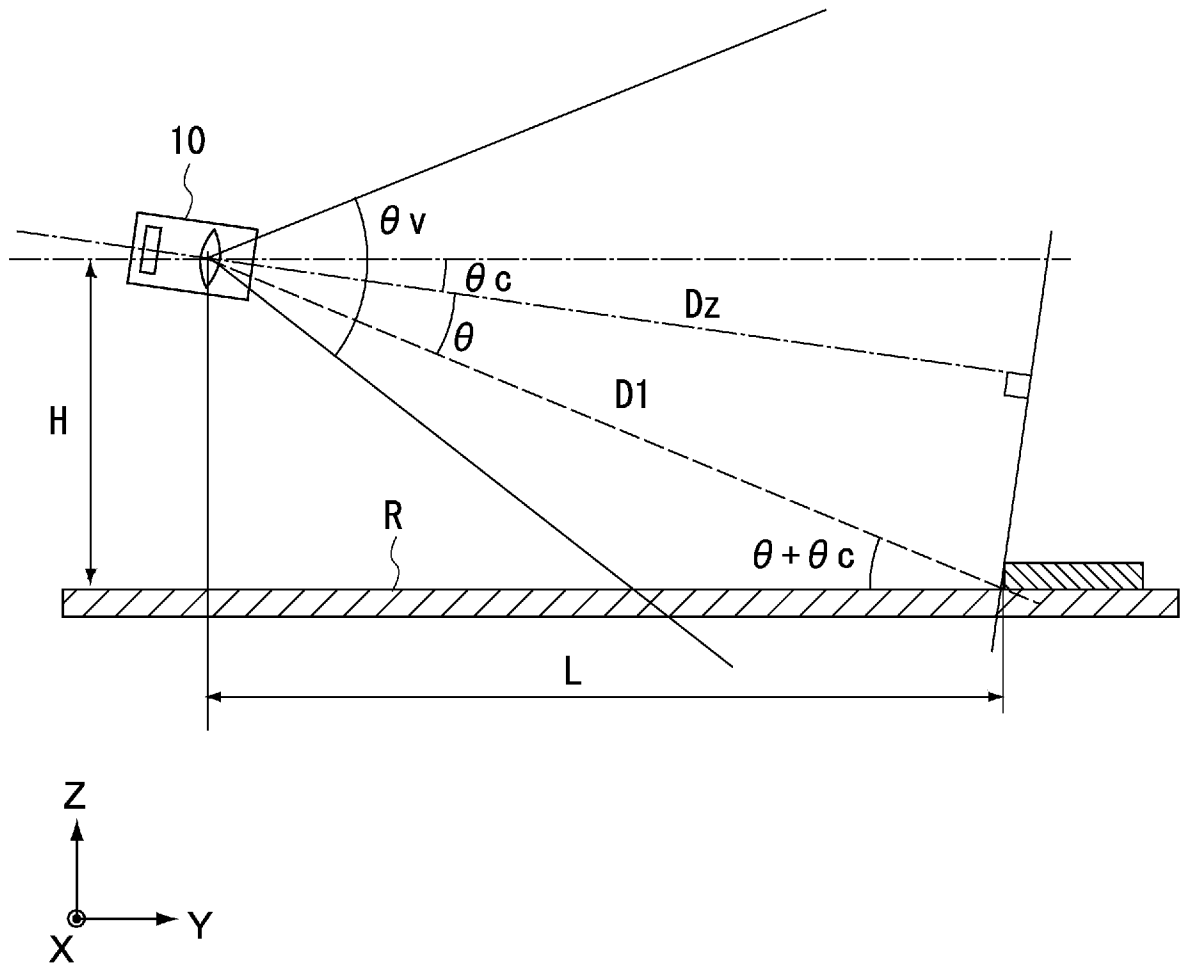
[図1]



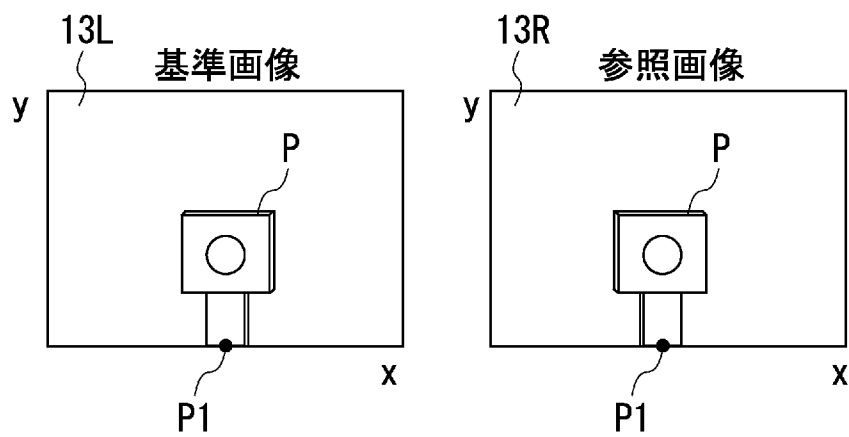
[図2]



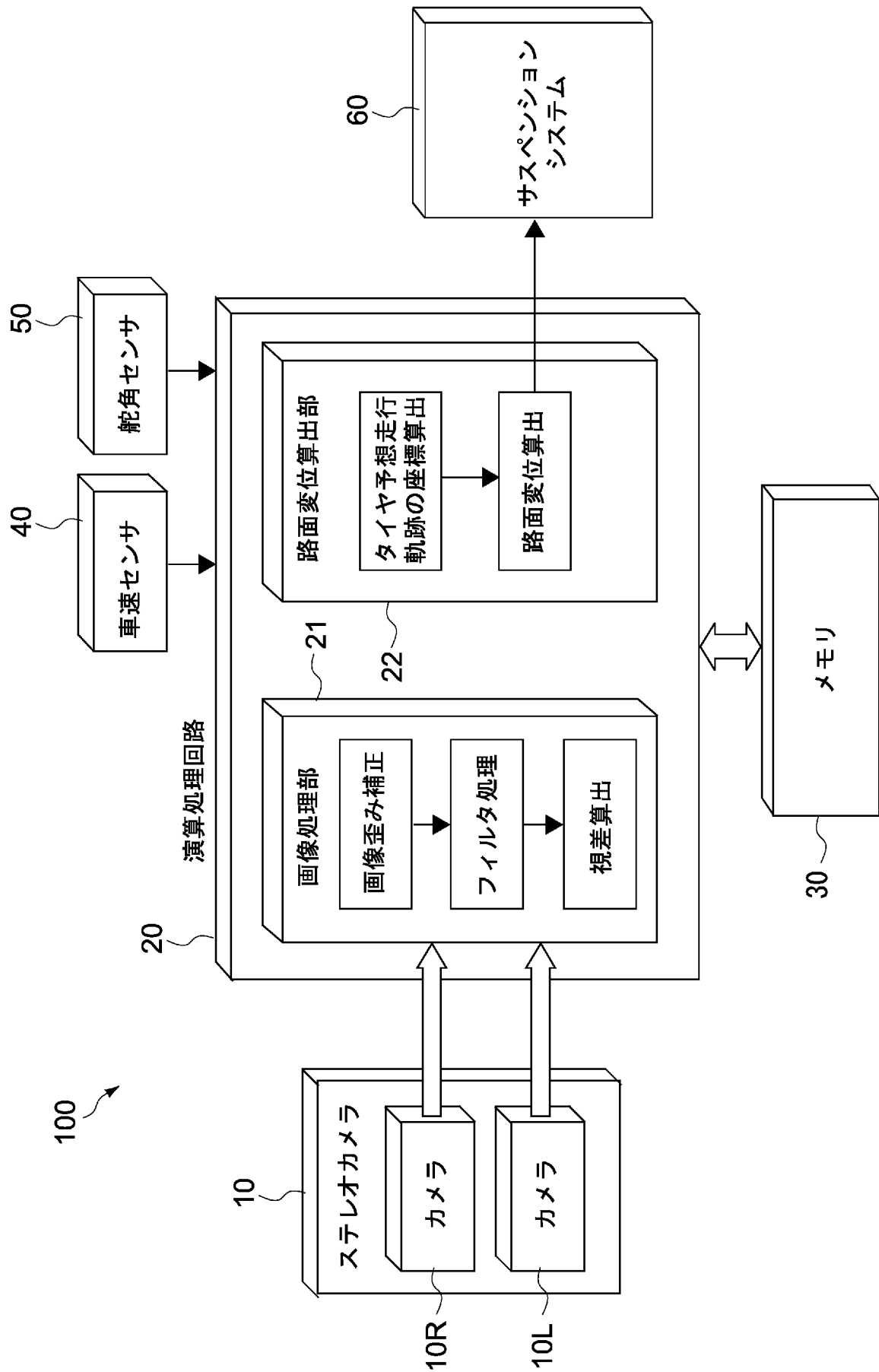
[図3]



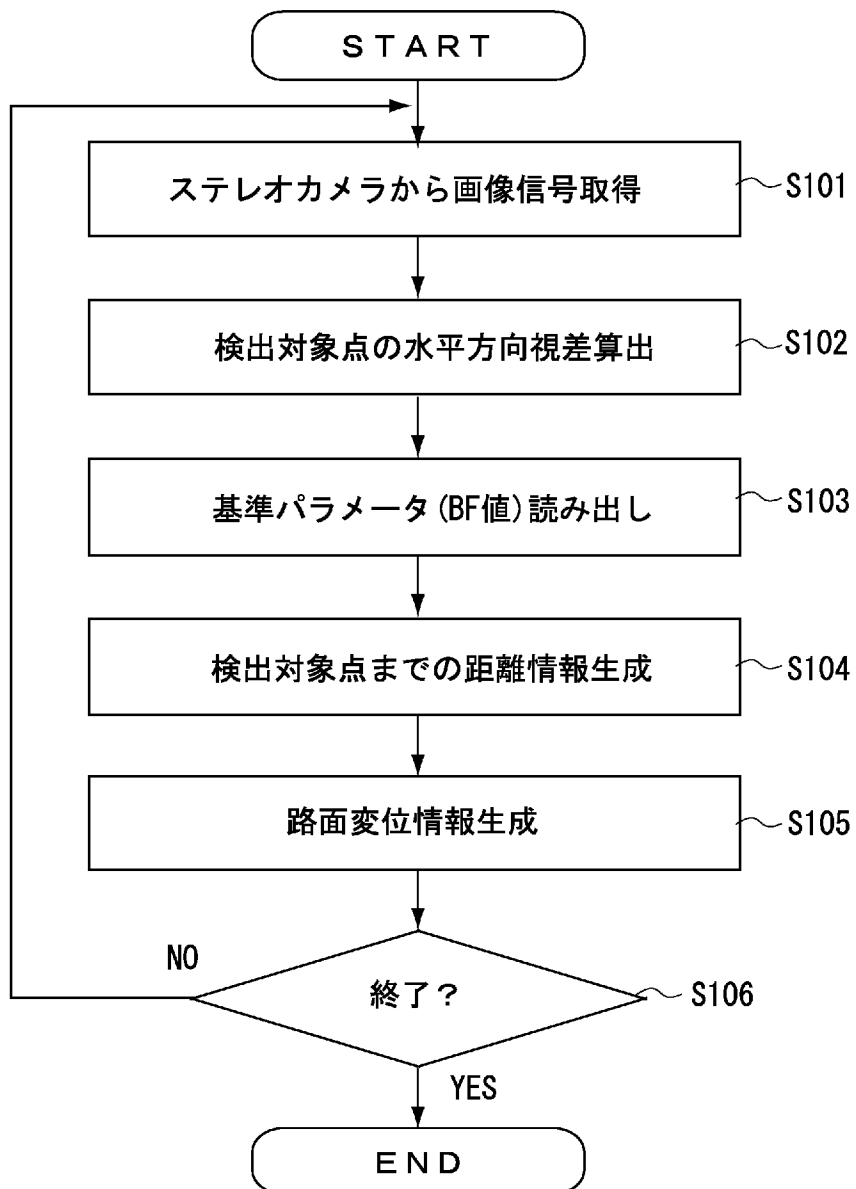
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/031627

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01C3/06(2006.01)i, G01B11/00(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i, G06T7/593(2017.01)i, G06T7/60(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, G01B11/00-11/30, G06T1/00-1/40, G06T3/00-5/50, G06T7/00-7/90, G06T9/00-9/40

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2014-6179 A (RICOH CO., LTD.) 16 January 2014, paragraphs [0002]-[0005], [0011], [0017]-[0021], [0047]-[0055], fig. 1-4 (Family: none)	1, 3-4 2
Y A	JP 2003-303337 A (FUJI HEAVY IND LTD.) 24 October 2003, paragraphs [0002]-[0007], [0021]-[0023], [0027]-[0039], [0048], [0049], fig. 2-5, 8 (Family: none)	1, 3-4 2



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
26.10.2018

Date of mailing of the international search report
06.11.2018

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

International application No.

PCT/JP2018/031627

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-101420 A (TOSHIBA CORPORATION) 13 April 2001, paragraph [0011] & US 2005/0196034 A1, paragraph [0007]	3
A	JP 2006-153768 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 15 June 2006, entire text, all drawings & US 2006/0115117 A1	1-4
A	JP 11-83475 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 26 March 1999, entire text, all drawings & US 6067147 A & DE 19800354 A1	1-4

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, G01B11/00(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i, G06T7/593(2017.01)i, G06T7/60(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, G01B11/00-11/30, G06T1/00-1/40, G06T3/00-5/50, G06T7/00-7/90, G06T9/00-9/40

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

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
Y A	JP 2014-6179 A (株式会社リコー) 2014.01.16, [0002]-[0005], [0011], [0017]-[0021], [0047]-[0055], 図 1-4 (ファミリーなし)	1, 3-4 2
Y A	JP 2003-303337 A (富士重工業株式会社) 2003.10.24, [0002]-[0007], [0021]-[0023], [0027]-[0039], [0048], [0049], 図 2-5, 8 (ファミリーなし)	1, 3-4 2

☑ 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

26.10.2018

国際調査報告の発送日

06.11.2018

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)

河内 悠

2 S

3 4 0 3

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 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
Y	JP 2001-101420 A (株式会社東芝) 2001.04.13, [0011] & US 2005/0196034 A1, [0007]	3
A	JP 2006-153768 A (本田技研工業株式会社) 2006.06.15, 全文全図 & US 2006/0115117 A1	1-4
A	JP 11-83475 A (富士電機株式会社) 1999.03.26, 全文全図 & US 6067147 A & DE 19800354 A1	1-4