

(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
2014 年 8 月 28 日(28.08.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/129064 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 1/00 (2006.01) *G08G 1/16* (2006.01)
G01C 3/06 (2006.01) *B60R 21/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/083724
- (22) 国際出願日: 2013 年 12 月 17 日(17.12.2013)
- (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 2013-031979 2013 年 2 月 21 日(21.02.2013) JP
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 番 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 岡田 和久(OKADA, Kazuhisa).
- (74) 代理人: 鮫島 睦, 外(SAMEJIMA, Mutsumi et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町 8 番 1 号梅

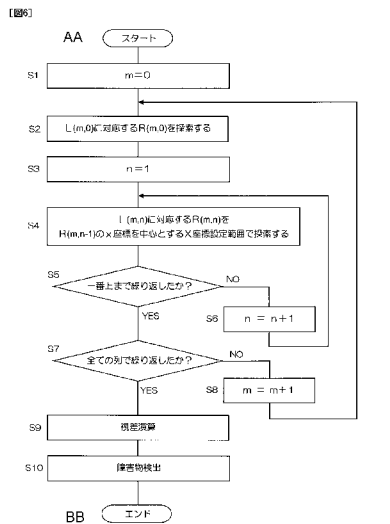
田 阪急ビルオフィスタワー青山特許事務所
Osaka (JP).

- (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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

[続葉有]

(54) Title: OBSTACLE DETECTION DEVICE AND OBSTACLE DETECTION METHOD

(54) 発明の名称: 障害物検出装置および障害物検出方法



AA Start
S2 Find R(m, 0) corresponding to L(m, 0)
S4 Find R(m, n) corresponding to L(m, n) in X-coordinate setting range with R(m, n-1) X-coordinate as center
S5 Repeated until uppermost?
S7 Repeated for all columns?
S9 Compute disparity
S10 Detect obstacle
BB End

(57) Abstract: By a disparity computation unit, first, with respect to a bottom line block of a first image, a corresponding block within a second image is found which has the same Y-coordinate as the Y-coordinate of said first image block and wherein an object appears which is the same as or similar to an object appearing within the block of the first image (S2). Next, when finding a block within the second image corresponding to a block which is upward in order from the found block of the first image and wherein an object appears which is the same as or similar to an object appearing within the block of the first image, a block is found within the second image which has the same Y-coordinate as the Y-coordinate of said first image block and wherein an object appears which is the same as or similar to an object appearing within the block of the first image in an X-coordinate setting range, the center whereof is an X-coordinate of the corresponding block in the second image which corresponds to the found block which is immediately below the block of the first image(S4). Thus, provided is an obstacle detection device whereby it is possible to simplify a process of finding an obstacle, to shorten the processing time, and to simplify a hardware configuration.

(57) 要約: 視差演算部によって、まず、第1画像の最下行のブロックに対して、そのブロックのY座標と同じY座標で、かつ、そのブロックに写っている物体と同一または類似の物体が写っている第2画像中の対応ブロックを探索し(S2)、次に、第1画像の探索済みブロックから順次上のブロックに対して、そのブロックと同一または類似の物体が写っている第2画像中の対応ブロックを探索するときに、第1画像のブロックのY座標と同じY座標で、かつ、第1画像のブロックの直下の探索済みブロックに対応する第2画像の対応ブロックのX座標を中心とするX座標設定範囲において、第1画像のブロックと同一または類似の物体が写っている第2画像中の対応ブロックを探索する(S4)。これにより、障害物を見つける処理を簡略化でき、処理時間を短縮できると共に、ハードウェア構成を簡略化できる障害物検出装置を提供する。

WO 2014/129064 A1

WO 2014/129064 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, 添付公開書類:
MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 障害物検出装置および障害物検出方法

技術分野

[0001] この発明は、障害物検出装置および障害物検出方法に関し、詳しくは、ステレオカメラを用いて撮像した画像から路面の凹凸や障害物を検出する障害物検出装置および障害物検出方法に関する。

背景技術

[0002] 最近では、自動車に搭載したカメラ等により車外の対象風景を撮像し、この撮像した画像を画像処理して自動車から対象物までの距離を求める計測技術が有力な手段として採用されるようになった(例えば、特開平5-114099号公報(特許文献1)参照)。

[0003] この画像による距離計測技術は、単眼視像からカメラ位置との関係を用いて対象物までの距離を推定する技術と、複数のカメラにより撮影した複数画像から、三角測量の原理を用いて対象物までの距離を求める技術とに大別される。

[0004] このうち、複数の画像から三角測量の原理を用いて距離を求める計測技術は、左右画像における同一物体の位置の相対的なずれから距離を求めるので、正確な距離を求めることができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平5-114099号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] このような画像による距離計測技術を用いて自動車から対象物までの距離を求め、前方車両やガードレールなどとの衝突の危険を予測して、車両にブレーキをかけるなどの制御を行う方法が実用化されている。

[0007] 一方、法令で定められた制限の元で歩行者と看做される車両として、シニ

アカーや電動車椅子があり、社会の高齢化に伴い、今後走行台数の増加が予測される。これらのシニアカーや電動車椅子は、運転者が高齢であったり、障害を持っていたりするという点で、より安全に配慮されたものでなければならない。したがって、シニアカー用や電動車椅子用に、自動車用にあるようなカメラを用いた危険予測を行う方法の開発が急務である。

[0008] 上記電動車椅子では、ガードレールや壁などの障害物に衝突するのはもちろん、路面の小さな段差で転倒したりする事故が報告されており、それを防止するためには、前方の障害物だけではなく、路面の小さな障害物や段差も検出する必要がある。

[0009] 上記画像による距離計測技術では、ステレオカメラで障害物までの距離を求める場合、左画像に写っている障害物が右画像のどこに写っているかを探索し、左右画像に写っている座標の差から視差を求め、その視差から距離を算出する。ここで、路面上にある5cmほどの大きさの障害物を判別するためには、最低でも640×480ピクセルの画素数のカメラが必要である。この画素数のステレオカメラで2m先の障害物を撮影した場合、その障害物の左右カメラでの視差は約60ピクセルとなるため、障害物が写った左画像のブロックに対して、右画像で最低でも視差が0～60ピクセルの位置を探索して同一の障害物が写っているブロックを探さねばならない。障害物がより近くにある場合は、視差が大きくなるため、さらに広い範囲を探索せねばならず、処理時間やハードウェア規模が大きくなってしまう。

[0010] そこで、この発明の課題は、障害物を見つける処理を簡略化でき、処理時間を短縮できると共に、ハードウェア構成を簡略化できる障害物検出装置および障害物検出方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 上記課題を解決するため、この発明の障害物検出装置は、
ステレオカメラと、
上記ステレオカメラで撮影された第1画像と第2画像に基づいて、上記第1、第2画像に写る物体の視差を求める視差演算部と、

上記視差演算部により求めた上記第1,第2画像に写る物体の視差に基づいて、上記物体までの距離を求めて、上記物体が障害物か否かを検出する障害物検出部と

を備え、

上記第1,第2画像の横方向をX座標とし、上記第1,第2画像の縦方向をY座標とすると共に、上記第1画像をマトリックス状に配列された複数のブロックに分割し、

上記視差演算部は、

上記第1画像の最下行のブロックに対して、そのブロックのY座標と同じY座標で、かつ、そのブロックに写っている物体と同一または類似の物体が写っている上記第2画像中の対応ブロックを探索し、

次に、上記第1画像の探索済みブロックから順次上のブロックに対して、そのブロックと同一または類似の物体が写っている上記第2画像中の対応ブロックを探索するときに、上記第1画像のブロックのY座標と同じY座標で、かつ、上記第1画像のブロックの直下の探索済みブロックに対応する上記第2画像の対応ブロックのX座標を中心とするX座標設定範囲において、上記第1画像のブロックと同一または類似の物体が写っている上記第2画像中の対応ブロックを探索して、

上記第1画像のブロックのX座標とそのブロックに対応する上記第2画像の対応ブロックのX座標との差から上記第1,第2画像に写る物体の視差を求めることを特徴とする。

[0012] ここで、第1画像のマトリックス状に配列された複数のブロックは、横方向に並んだ複数のブロックを1行とし、縦方向に並んだ複数のブロックを1列とする。

[0013] また、一実施形態の障害物検出装置では、

上記視差演算部は、

上記ステレオカメラの垂直画角,俯角およびカメラ高さに基づいて、上記第1画像の最下行のブロックに写っている路面までの距離を算出し、

上記第 1 画像の最下行のブロックに写る上記路面までの距離に基づいて、
上記第 1 画像の最下行のブロックに写る上記路面と上記第 2 画像に写っているであろう上記路面との視差を算出して、

上記第 1 画像の最下行のブロックの Y 座標と同じ Y 座標で、かつ、そのブロックの X 座標から上記視差を減算した X 座標を中心とする上記 X 座標設定範囲において、上記第 1 画像のブロックと同一または類似の物体が写っている上記第 2 画像中の対応ブロックを探索する。

[0014] また、一実施形態の障害物検出装置では、

上記ステレオカメラから上記視差演算部に上記第 1, 第 2 画像データが下の行から上に向かって 1 行ずつ転送され、

上記視差演算部は、

上記第 1 画像の 1 行のブロックに含まれる画像データとその画像データに対応する上記第 2 画像の画像データとが揃った時点で、上記第 1 画像のブロックに写っている物体と同一または類似の物体が写っている上記第 2 画像の対応ブロックを探索する。

[0015] また、一実施形態の障害物検出装置では、

上記ステレオカメラから上記視差演算部に上記第 1, 第 2 画像データが右の列から左に向かって 1 列ずつ、または、左の列から右に向かって 1 列ずつ転送され、

上記視差演算部は、

上記第 1 画像の複数列のブロックに含まれる画像データとその画像データに対応する上記第 2 画像の画像データとが揃った時点で、上記第 1 画像のブロックに写っている物体と同一または類似の物体が写っている上記第 2 画像の対応ブロックを探索する。

[0016] また、この発明の障害物検出方法では、

ステレオカメラで撮影された第 1 画像と第 2 画像に基づいて、上記第 1, 第 2 画像に写る物体の視差を視差演算部により求める視差演算ステップと、

上記視差演算ステップで求めた上記第 1, 第 2 画像に写る物体の視差に基づ

いて、上記物体までの距離を求めて、上記物体が障害物か否かを障害物検出部により検出する障害物検出ステップと

を有する障害物検出方法であって、

上記第1,第2画像の横方向をX座標とし、上記第1,第2画像の縦方向をY座標とすると共に、上記第1画像をマトリックス状に配列された複数のブロックに分割し、

上記視差演算ステップは、

上記第1画像の最下行のブロックに対して、そのブロックのY座標と同じY座標で、かつ、そのブロックに写っている物体と同一または類似の物体が写っている上記第2画像中の対応ブロックを探索する第1のステップと、

次に、上記第1画像の探索済みブロックから順次上のブロックに対して、そのブロックと同一または類似の物体が写っている上記第2画像中の対応ブロックを探索するときに、上記第1画像のブロックのY座標と同じY座標で、かつ、上記第1画像のブロックの直下の探索済みブロックに対応する上記第2画像の対応ブロックのX座標を中心とするX座標設定範囲において、上記第1画像のブロックと同一または類似の物体が写っている上記第2画像中の対応ブロックを探索する第2のステップと、

上記第1,第2のステップで得られた上記第1画像のブロックのX座標とそのブロックに対応する上記第2画像の対応ブロックのX座標との差から上記第1,第2画像に写る物体の視差を求める第3のステップと
を有することを特徴とする。

発明の効果

[0017] 以上より明らかなように、この発明によれば、視差演算部によって、まず、第1画像の最下行のブロックに対して、そのブロックのY座標と同じY座標で、かつ、そのブロックに写っている物体と同一または類似の物体が写っている第2画像中の対応ブロックを探索し、次に、第1画像の探索済みブロックから順次上のブロックに対して、そのブロックに同一または類似の物体が写っている第2画像中の対応ブロックを探索するときに、第1画像のブロ

ックのY座標と同じY座標で、かつ、第1画像のブロックの直下の探索済みブロックに対応する第2画像の対応ブロックのX座標を中心とするX座標設定範囲において、第1画像のブロックと同一または類似の物体が写っている第2画像中の対応ブロックを探索することによって、狭い範囲を探索するだけで視差が大きい場所にある障害物を見つけることができるため、障害物を見つけるときの処理時間が短くなると共に、探索処理を行うハードウェアの規模も小さくなる。

図面の簡単な説明

- [0018] [図1] 図1はこの発明の第1実施形態の障害物検出装置のブロック図である。
- [図2] 図2は上記障害物検出装置のカメラ部を上方から見た図である。
- [図3] 図3は上記障害物検出装置のカメラ部を側方から見た図である。
- [図4] 図4は上記カメラ部により撮像されたステレオ画像のうちの左画像(第1画像)の一例を示す図である。
- [図5] 図5は上記ステレオ画像のうちの右画像(第2画像)の一例を示す図である。
- [図6] 図6は上記障害物検出装置の演算部の動作を説明するためのフローチャートである。
- [図7] 図7は小さい障害物の第1画像の一例を示す図である。
- [図8] 図8は小さい障害物の第2画像の一例を示す図である。
- [図9] 図9はこの発明の第2実施形態の障害物検出装置の距離算出方法を説明するための図である。
- [図10A] 図10Aはこの発明の第3実施形態の障害物検出装置のカメラ部により撮像された画像データの転送順序を示す模式図である。
- [図10B] 図10Bは上記障害物検出装置のカメラ部により撮像された画像データの転送順序を示す模式図である。
- [図10C] 図10Cは上記障害物検出装置のカメラ部により撮像された画像データの転送順序を示す模式図である。
- [図10D] 図10Dは上記障害物検出装置のカメラ部により撮像された画像デー

タの転送順序を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、この発明の障害物検出装置および障害物検出方法を図示の実施の形態により詳細に説明する。

[0020] 〔第1実施形態〕

図1はこの発明の第1実施形態の障害物検出装置のブロック図を示している。

[0021] この第1実施形態の障害物検出装置は、図1に示すように、ステレオカメラの一例としてのカメラ部1と、演算部2と、演算部2の演算結果を出力する出力装置3とを備えている。カメラ部1は、左右に所定の間隔をあけて光軸を平行にして配置された2つのカメラ11, 12を有する。また、演算部2は、2つのカメラ11, 12で撮影されたステレオ画像の画像データが入力され、ステレオ画像中の各箇所の視差を求める視差演算部21と、視差演算部21により得られた視差に基づいて障害物や段差を検出する障害物検出部22を有する。上記障害物検出部22は、視差に基づいて算出した距離が一定距離以下になると、障害物があると判断する。

[0022] 図2は上記障害物検出装置のカメラ部1を上方から見た図であり、図3は上記障害物検出装置のカメラ部1を側方から見た図である。

[0023] 図2, 図3に示す2つのカメラ11, 12は、図示しないシニアカーや電動車椅子の前方部の左右に設置する。左右のカメラ11, 12の光軸の間隔を「カメラ間隔W」とする。カメラ11, 12を取付けた路面からの高さを「取付高H」（カメラ高さ）とし、カメラ11, 12を下向きにつけた場合の水平面に対する角度を「俯角 β 」とする。また、カメラ11, 12の水平画角を θ_H とし、垂直画角 θ_V とする。

[0024] カメラ11, 12の「水平画角 θ_H 」や「垂直画角 θ_V 」が大きすぎると、障害物や段差が小さく写ってしまうため、精度が悪くなるが、逆に「水平画角 θ_H 」や「垂直画角 θ_V 」が小さすぎると、障害物や段差を検出できる範囲が狭くなるため、適切に設定する必要がある。また、「俯角 β 」はシニアカー

や電動車椅子の近くが視野に入るように設定する。

[0025] 図2, 図3では、2つのカメラ11, 12を左右に離して取付けているが、上下や斜め方向に離して取付けてもかまわない。以降では、2つのカメラ11, 12は左右に離して取付けている例について説明するが、上下や斜めでも基本的には同じである。

[0026] 図4, 図5は2つのカメラ11, 12(図2, 図3に示す)で撮影された左右画像の一例である。カメラ11, 12が左右に離れているため、被写体に向かって左側のカメラ11と被写体に向かって右側のカメラ12の画像は異なっている。左側のカメラ11で撮像した左画像(第1画像)をマトリックス状に配列された複数のブロックに分割し、各ブロックに写っている画像が、右側のカメラ12で撮像した右画像(第2画像)のどこに写っているかを求めるのが第一の目的となる。

[0027] 上記左画像(第1画像)を分割するブロックの大きさは、任意の大きさでかまわないが、小さすぎると似た異なる場所と間違えてしまう可能性が大きくなり、精度が落ちてしまう。逆に、ブロックの大きさが大きすぎると、ブロック内に異なる距離にある複数の物体が写ってしまう場合があり、こちらも精度が落ちる原因となる。640×480の画像サイズの場合、およそ64×32ピクセルや32×32ピクセルとするのが適切である。

[0028] ここで、左画像(第1画像)は、N行(Nは2以上の整数)×M列(Mは2以上の整数)のマトリックス状に配列された複数のブロックに分割される。

[0029] 図4, 図5のとおり、図4に示す左画像(第1画像)は左下のブロックをL(0, 0)とし、右にm個($m=0, 1, 2, \dots, M$)、上にn個($n=0, 1, 2, \dots, N$)の位置のブロックをブロックL(m, n)とする。この左画像(第1画像)のブロックL(m, n)に写っている物体と同一または類似の物体が写っている図5に示す右画像(第2画像)の矩形領域を対応ブロックR(m, n)とする。

[0030] この実施の形態では、図4に示す左画像(第1画像)を基準として図5に示す右画像(第2画像)の対応ブロックのXY座標を求めるが、逆に右画像を基準の第1画像として左画像を第2画像として対応ブロックのXY座標を求め

てもよい。

[0031] なお、上記第1,第2画像の横方向をX座標とし、第1,第2画像の縦方向をY座標とする。また、第1,第2画像の各ブロックの位置を表すXY座標は、矩形のブロックの中心位置の座標でもよいし、矩形のブロックの左下の角部の座標などでもよい。

[0032] そして、図4,図5示す左右一对の画像(ステレオ画像)が図1に示す演算部2に送られる。

[0033] 図6は図1に示す演算部2の処理の動作を説明するためのフローチャートであり、左画像(第1画像)の各ブロックに対応する右画像(第2画像)の対応ブロックを探索して視差を求める。ここで、視差演算部21は、ステップS1~S9で図4の左画像(第1画像)の各列mが0からMについて順に実行する。

[0034] [ステップS1]

m=0とする。

[0035] [ステップS2] (視差演算ステップの第1のステップ)

次に、左画像(第1画像)のm列の一番下のブロックL(m,0)について、同一または類似の物体が写っている右画像(第2画像)の対応ブロックR(m,0)を探索する。

[0036] ここで、ステレオカメラ(カメラ11,12)で撮影した左右画像(第1,第2画像)は、左右方向にのみずれているため、対応ブロックR(m,0)のY座標はブロックL(m,0)のY座標と同じである。よって、対応ブロックR(m,0)のX座標のみを求めればよい。これには、右画像(第2画像)の0行の各X座標の位置のブロックを切り出し、ブロックL(m,0)と比較し、画像が最も似ている右画像(第2画像)の対応ブロックを見つける。

[0037] 左画像(第1画像)と右画像(第2画像)のブロックの比較は、左右ブロック内の各点について、ピクセル値を比較し、その絶対値の和を取る方法などがあるが、どのような方法を用いてもよい。

[0038] [ステップS3]

次に、 $n = 1$ とする。

[0039] 〔ステップS4〕 （視差演算ステップの第2のステップ）

次に、ブロック $L(m, n)$ に対応する対応ブロック $R(m, n)$ を対応ブロック $R(m, 0)$ のX座標を中心としてX座標設定範囲で探索する。

[0040] このとき、対応ブロック $R(m, n)$ のY座標はブロック $L(m, n)$ のY座標と同じである。また、対応ブロック $R(m, n)$ のX座標としては、ステップS1で求めた対応ブロック $R(m, n-1)$ のX座標の近辺を探索すればよく、この実施形態では、探索済みのブロック $L(m, n-1)$ に対応する対応ブロック $R(m, n-1)$ のX座標を中心とする所定のX座標設定範囲を探索する。

[0041] 左右画像の下部はシニアカーや電動車椅子の近くであるため、路面(床面などを含む)が写っているが、路面への距離は連続的に変化するため、対応ブロック $R(m, 0)$ と対応ブロック $R(m, 1)$ のX座標は大きく変化しない。よって、 640×480 ピクセルの画像の場合、例えば、 ± 16 ピクセルの範囲を探索すれば十分である。

[0042] また、図5では、対応ブロック $R(m, 0)$ から対応ブロック $R(m, 4)$ までは路面が写っているため、X座標が徐々に変化している。対応ブロック $R(m, 5)$ より上は障害物が写っているが、障害物が路面と接する位置では、障害物の視差は路面の視差と等しいので、障害物の左右画像(第1, 第2画像)での視差が大きくても小さくても限定された範囲を探索するだけで視差を求めることが可能となる。

[0043] 〔ステップS5〕

m 列について、一番上まで繰り返したか否かを判定する($n = N$ か否かを判定)。そして、一番上まで繰り返していない($n < N$)と判定すると、ステップS6に進む一方、一番上まで繰り返した($n = N$)と判定すると、ステップS7に進む。

[0044] 〔ステップS6〕

n をインクリメントしてステップS4に戻り、ステップS4, S5を繰り返す。

〔ステップS 7〕

全ての列で繰り返したか否かを判定する($m=M$ か否かを判定)。そして、全ての列で繰り返していない($m<M$)と判定すると、ステップS 8に進む一方、全ての列で繰り返した($m=M$)と判定すると、この処理を終了する。

[0045] 〔ステップS 8〕

m をインクリメントしてステップS 2に戻り、ステップS 2～S 8を繰り返す。

[0046] 以上で、左画像(第1画像)の各ブロック $L(m, n)$ について、対応する右画像(第2画像)の対応ブロック $R(m, n)$ の X Y 座標がわかる。

[0047] 〔ステップS 9〕 (視差演算ステップの第3のステップ)

次に、左右画像(第1, 第2画像)の各ブロックの視差を演算する。この左右画像(第1, 第2画像)各ブロックの視差は、 $L(m, n)$ の X 座標と $R(m, n)$ の X 座標の差として求まる。物体の視差と物体への距離の関係は、単純な比例関係であり、比例係数は、カメラの画角とピクセル数から求まるが、物体の視差と物体への距離の実測して、比例係数を求めてもよい。

[0048] 〔ステップS 10〕 (障害物検出ステップ)

そして、ステップS 9で視差演算部21により求めた左右画像(第1, 第2画像)の各ブロックの視差に基づいて、障害物検出部22によって、物体までの距離を求めて、その物体が障害物か否かを検出する。

[0049] 図6のフローチャートに示す障害物検出方法では、1列ずつ処理を行うようにしているが、下の1行を全部処理し、次に上の行を順に処理するというように、1行ずつ処理をしてもよい。

[0050] 図7, 図8に示すような背の低い障害物がある場合、図7に示す左画像(第1画像)の障害物の上のブロック $L(m, 8)$ に対応する図8に示す右画像(第2画像)の対応ブロック $R(m, 8)$ を探索するとき、ブロック $L(m, 7)$ の X 座標と同じ X 座標の近傍を探しても対応する場所が見つからない場合がある。このときは、手前側にすでに障害物が見つかったので、それより奥側の障害物を検出する必要は特にないので、探索を打ち切ってもよい。

[0051] しかしながら、もし正しく対応ブロック $R(m, 8)$ を見つけたい場合には、 $R(m, 8)$ が路面であるならば、同じく路面である対応ブロック $R(m, 0) \sim R(m, 4)$ の X 座標の延長線 L 上を探索すれば正しい対応ブロック $R(m, 8)$ を見つけることができる。対応ブロック $R(m, 0) \sim R(m, 4)$ が路面かどうかは、それらの X 座標が一定の傾きの直線上であれば路面上であると推定できる。

[0052] 上記構成の障害物検出装置および障害物検出方法よれば、視差演算部 21 によって、まず、左画像(第 1 画像)の最下行のブロックに対して、そのブロックの Y 座標と同じ Y 座標で、かつ、そのブロックに写っている物体と同一または類似の物体が写っている第 2 画像中の対応ブロックを探索し、次に、左画像(第 1 画像)の探索済みブロックから順次上のブロックに対して、そのブロックに同一または類似の物体が写っている右画像(第 2 画像)中の対応ブロックを探索するときに、左画像(第 1 画像)像のブロックの Y 座標と同じ Y 座標で、かつ、左画像(第 1 画像)のブロックの直下の探索済みブロックに対応する右画像(第 2 画像)の対応ブロックの X 座標を中心とする X 座標設定範囲において、左画像(第 1 画像)のブロックと同一または類似の物体が写っている右画像(第 2 画像)中の対応ブロックを探索することによって、障害物を見つける処理を簡略化でき、処理時間の短縮化とハードウェア構成の簡略化ができる。

[0053] [第 2 実施形態]

また、この発明の第 2 実施形態の障害物検出装置は、視差演算部 21 の動作を除いて第 1 実施形態の障害物検出装置と同一の構成をしており、図 1 を援用する。

[0054] 上記第 1 実施形態の図 6 に示すステップ S 2 では、対応ブロック $R(m, 0)$ は右画像(第 2 画像)の全 X 座標について探索したが、この第 2 実施形態の障害物検出装置では、カメラ 11, 12 の取り付け俯角と高さで垂直画角からおおよその視差を求め、その付近を探索する。

[0055] 詳しくは、図 9 に示すように、カメラ 11, 12 の垂直画角の半分を θ 、カ

メラ 1 1, 1 2 の俯角を β 、カメラ高さを h_c とすると、画面の一番下に写っている路面（点 P）までの距離 d は、

$$d = h_c / \sin(\beta + \theta)$$

で表される。

[0056] そして、上記路面（点 P）までの距離 d に基づいて、左右画像（第 1, 第 2 画像）の視差を求め、ブロック $L(m, 0)$ の X 座標から視差を差し引いた座標の付近の X 座標設定範囲（例えば ± 16 ピクセル）を探索すれば、短時間で対応ブロック $R(m, 0)$ の座標を求めることができる。

[0057] 上記第 2 実施形態の障害物検出装置は、第 1 実施形態の障害物検出装置と同様の効果を有する。

[0058] 〔第 3 実施形態〕

また、この発明の第 3 実施形態の障害物検出装置は、カメラ 1 1, 1 2 の取付向きと視差演算部 2 1 の動作を除いて第 1 実施形態の障害物検出装置と同一の構成をしており、図 1 を援用する。

[0059] この第 3 実施形態の障害物検出装置では、カメラ 1 1, 1 2 の夫々の取付向きを変えるが、カメラ 1 1, 1 2 の配置方向は横方向で変わらない。

[0060] 通常のカメラは、図 1 0 A のように画面の左上端から右上端の 1 行ずつ、上から下の行に向けてデータを転送するようになっている。

[0061] したがって、上記第 1 実施形態の障害物検出装置のように、下の行のブロックから順に視差演算の処理を行う場合には、1 画面全ての画像をメモリに記憶してからしか処理を開始することができない。

[0062] これに対して、この第 3 実施形態の障害物検出装置では、カメラ 1 1, 1 2 の夫々を光軸に対して直角な平面に沿って時計方向に 1 8 0 度回転させて取り付けると、図 1 0 B のように、まず画面の右下から左下の 1 行、下から上に向かって順に 1 行ずつ画像データがカメラ 1 1, 1 2 から視差演算部 2 1 に転送される。これにより、左右画像（第 1, 第 2 画像）の下の行のブロックの画像データが揃い次第、順に視差演算の処理を開始することが可能となる。

[0063] 上記カメラ 1 1, 1 2 から視差演算部 2 1 に左右画像（第 1, 第 2 画像）が下

の行から上に向かって１行ずつ転送される構成では、画像データの転送に従って順次右画像（第２画像）の対応ブロックを探索でき、障害物の検出時間を短縮できる。

[0064] また、図１０Ｃのように、カメラ１１，１２を反時計方向に９０度回転して取り付けると、画像の左から右方向に１列ずつデータを転送することも可能である。また、図１０Ｄのように、カメラ１１，１２を時計方向に９０度回転して取り付けると、画像の右から左方向に１列ずつデータを転送することも可能である。この場合、左または右の１列のブロックの画像データが揃い次第、処理を開始することが可能となる。

[0065] 上記カメラ１１，１２から視差演算部２１に左右画像（第１，第２画像）が右の列から左に向かって１列ずつ、または、左の列から右に向かって１列ずつ転送される構成において、画像データの転送に従って順次右画像（第２画像）の対応ブロックを探索でき、障害物の検出時間を短縮できる。

[0066] 上記第３実施形態の障害物検出装置は、第１実施形態の障害物検出装置と同様の効果を有する。

[0067] 上記第１～第３実施の形態では、シニアカーや電動車椅子に用いられる障害物検出装置について説明したが、障害物検出装置は運搬車などの他の移動手段などに適用してもよい。

[0068] この発明の具体的な実施の形態について説明したが、この発明は上記第１～第３実施形態に限定されるものではなく、この発明の範囲内で種々変更して実施することができる。

[0069] この発明の障害物検出装置は、
ステレオカメラ（１１，１２）と、
上記ステレオカメラ（１１，１２）で撮影された第１画像と第２画像に基づいて、上記第１，第２画像に写る物体の視差を求める視差演算部２１と、
上記視差演算部２１により求めた上記第１，第２画像に写る物体の視差に基づいて、上記物体までの距離を求めて、上記物体が障害物か否かを検出する障害物検出部２２と

を備え、

上記第1,第2画像の横方向をX座標とし、上記第1,第2画像の縦方向をY座標とすると共に、上記第1画像をマトリックス状に配列された複数のブロックに分割し、

上記視差演算部21は、

上記第1画像の最下行のブロックに対して、そのブロックのY座標と同じY座標で、かつ、そのブロックに写っている物体と同一または類似の物体が写っている上記第2画像中の対応ブロックを探索し、

次に、上記第1画像の探索済みブロックから順次上のブロックに対して、そのブロックと同一または類似の物体が写っている上記第2画像中の対応ブロックを探索するときに、上記第1画像のブロックのY座標と同じY座標で、かつ、上記第1画像のブロックの直下の探索済みブロックに対応する上記第2画像の対応ブロックのX座標を中心とするX座標設定範囲において、上記第1画像のブロックと同一または類似の物体が写っている上記第2画像中の対応ブロックを探索して、

上記第1画像のブロックのX座標とそのブロックに対応する上記第2画像の対応ブロックのX座標との差から上記第1,第2画像に写る物体の視差を求めることを特徴とする。

[0070] ここで、第1画像のマトリックス状に配列された複数のブロックは、横方向に並んだ複数のブロックを1行とし、縦方向に並んだ複数のブロックを1列とする。

[0071] 上記構成によれば、障害物を見つける処理を簡略化でき、処理時間の短縮化とハードウェア構成の簡略化ができる。

[0072] また、一実施形態の障害物検出装置では、

上記視差演算部21は、

上記ステレオカメラの垂直画角,俯角およびカメラ高さに基づいて、上記第1画像の最下行のブロックに写っている路面までの距離を算出し、

上記第1画像の最下行のブロックに写る上記路面までの距離に基づいて、

上記第 1 画像の最下行のブロックに写る上記路面と上記第 2 画像に写っているであろう上記路面との視差を算出して、

上記第 1 画像の最下行のブロックの Y 座標と同じ Y 座標で、かつ、そのブロックの X 座標から上記視差を減算した X 座標を中心とする上記 X 座標設定範囲において、上記第 1 画像のブロックと同一または類似の物体が写っている上記第 2 画像中の対応ブロックを探索する。

[0073] 上記実施形態によれば、1 画像の最下行のブロックに写る路面と第 2 画像に写っているであろう路面との視差を簡単に算出でき、より短時間で障害物を検出できる。

[0074] また、一実施形態の障害物検出装置では、

上記ステレオカメラ(11, 12)から上記視差演算部 21 に上記第 1, 第 2 画像データが下の行から上に向かって 1 行ずつ転送され、

上記視差演算部 21 は、

上記第 1 画像の 1 行のブロックに含まれる画像データとその画像データに対応する上記第 2 画像の画像データとが揃った時点で、上記第 1 画像のブロックに写っている物体と同一または類似の物体が写っている上記第 2 画像の対応ブロックを探索する。

[0075] 上記実施形態によれば、ステレオカメラ(11, 12)から視差演算部 21 に第 1, 第 2 画像データが下の行から上に向かって 1 行ずつ転送される構成において、画像データの転送に従って順次第 2 画像の対応ブロックを探索でき、障害物の検出時間を短縮できる。

[0076] また、一実施形態の障害物検出装置では、

上記ステレオカメラ(11, 12)から上記視差演算部 21 に上記第 1, 第 2 画像データが右の列から左に向かって 1 列ずつ、または、左の列から右に向かって 1 列ずつ転送され、

上記視差演算部 21 は、

上記第 1 画像の複数列のブロックに含まれる画像データとその画像データに対応する上記第 2 画像の画像データとが揃った時点で、上記第 1 画像のブ

ロックに写っている物体と同一または類似の物体が写っている上記第2画像の対応ブロックを探索する。

[0077] 上記実施形態によれば、ステレオカメラ(11, 12)から視差演算部21に第1, 第2画像データが右の列から左に向かって1列ずつ、または、左の列から右に向かって1列ずつ転送される構成において、画像データの転送に従って順次第2画像の対応ブロックを探索でき、障害物の検出時間を短縮できる。

[0078] また、この発明の障害物検出方法では、

ステレオカメラ(11, 12)で撮影した視差を有する2枚の第1画像と第2画像に基づいて、上記第1, 第2画像に写る物体の視差を視差演算部21により求める視差演算ステップと、

上記視差演算ステップで求めた上記第1, 第2画像に写る物体の視差に基づいて、上記物体までの距離を求めて、上記物体が障害物となるか否かを障害物検出部22により検出する障害物検出ステップとを有する障害物検出方法であって、

上記第1, 第2画像の横方向をX座標とし、上記第1, 第2画像の縦方向をY座標とすると共に、上記第1画像をマトリックス状に配列された複数のブロックに分割し、

上記視差演算ステップは、

上記第1画像の最下行のブロックに対して、そのブロックのY座標と同じY座標で、かつ、そのブロックに写っている物体と同一または類似の物体が写っている上記第2画像中の対応ブロックを探索する第1のステップと、

次に、上記第1画像の探索済みブロックから順次上のブロックに対して、そのブロックと同一または類似の物体が写っている上記第2画像中の対応ブロックを探索するときに、上記第1画像のブロックのY座標と同じY座標で、かつ、上記第1画像のブロックの直下の探索済みブロックに対応する上記第2画像の対応ブロックのX座標を中心とするX座標設定範囲において、上記第1画像のブロックと同一または類似の物体が写っている上記第2画像中

の対応ブロックを探索する第2のステップと、

上記第1,第2のステップで得られた上記第1画像のブロックのX座標とそのブロックに対応する上記第2画像の対応ブロックのX座標との差から上記第1,第2画像に写る物体の視差を求める第3のステップとを有することを特徴とする。

[0079] 上記構成によれば、障害物を見つける処理を簡略化でき、処理時間の短縮化とハードウェア構成の簡略化ができる。

符号の説明

- [0080] 1…カメラ部
 2…演算部
 3…出力装置
 1 1, 1 2…カメラ
 2 1…視差演算部
 2 2…障害物検出部

請求の範囲

[請求項1]

ステレオカメラ(11, 12)と、

上記ステレオカメラ(11, 12)で撮影された第1画像と第2画像に基づいて、上記第1, 第2画像に写る物体の視差を求める視差演算部(21)と、

上記視差演算部(21)により求めた上記第1, 第2画像に写る物体の視差に基づいて、上記物体までの距離を求めて、上記物体が障害物か否かを検出する障害物検出部(22)とを備え、

上記第1, 第2画像の横方向をX座標とし、上記第1, 第2画像の縦方向をY座標とすると共に、上記第1画像をマトリックス状に配列された複数のブロックに分割し、

上記視差演算部(21)は、

上記第1画像の最下行のブロックに対して、そのブロックのY座標と同じY座標で、かつ、そのブロックに写っている物体と同一または類似の物体が写っている上記第2画像中の対応ブロックを探索し、

次に、上記第1画像の探索済みブロックから順次上のブロックに対して、そのブロックと同一または類似の物体が写っている上記第2画像中の対応ブロックを探索するときに、上記第1画像のブロックのY座標と同じY座標で、かつ、上記第1画像のブロックの直下の探索済みブロックに対応する上記第2画像の対応ブロックのX座標を中心とするX座標設定範囲において、上記第1画像のブロックと同一または類似の物体が写っている上記第2画像中の対応ブロックを探索して、

上記第1画像のブロックのX座標とそのブロックに対応する上記第2画像の対応ブロックのX座標との差から上記第1, 第2画像に写る物体の視差を求めることを特徴とする障害物検出装置。

[請求項2]

請求項1に記載の障害物検出装置において、

上記視差演算部(21)は、

上記ステレオカメラ(11, 12)の垂直画角, 俯角およびカメラ高さに基づいて、上記第1画像の最下行のブロックに写っている路面までの距離を算出し、

上記第1画像の最下行のブロックに写る上記路面までの距離に基づいて、上記第1画像の最下行のブロックに写る上記路面と上記第2画像に写っているであろう上記路面との視差を算出して、

上記第1画像の最下行のブロックのY座標と同じY座標で、かつ、そのブロックのX座標から上記視差を減算したX座標を中心とする上記X座標設定範囲において、上記第1画像のブロックと同一または類似の物体が写っている上記第2画像中の対応ブロックを探索することを特徴とする障害物検出装置。

[請求項3] 請求項1に記載の障害物検出装置において、

上記ステレオカメラ(11, 12)から上記視差演算部(21)に上記第1, 第2画像データが下の行から上に向かって1行ずつ転送され、
上記視差演算部(21)は、

上記第1画像の1行のブロックに含まれる画像データとその画像データに対応する上記第2画像の画像データとが揃った時点で、上記第1画像のブロックに写っている物体と同一または類似の物体が写っている上記第2画像の対応ブロックを探索することを特徴とする障害物検出装置。

[請求項4] 請求項1に記載の障害物検出装置において、

上記ステレオカメラ(11, 12)から上記視差演算部(21)に上記第1, 第2画像データが右の列から左に向かって1列ずつ、または、左の列から右に向かって1列ずつ転送され、

上記視差演算部(21)は、

上記第1画像の複数列のブロックに含まれる画像データとその画像データに対応する上記第2画像の画像データとが揃った時点で、上記第1画像のブロックに写っている物体と同一または類似の物体が写っ

ている上記第2画像の対応ブロックを探索することを特徴とする障害物検出装置。

[請求項5]

ステレオカメラ(11, 12)で撮影された第1画像と第2画像に基づいて、上記第1, 第2画像に写る物体の視差を視差演算部(21)により求める視差演算ステップと、

上記視差演算ステップで求めた上記第1, 第2画像に写る物体の視差に基づいて、上記物体までの距離を求めて、上記物体が障害物か否かを障害物検出部(22)により検出する障害物検出ステップとを有する障害物検出方法であって、

上記第1, 第2画像の横方向をX座標とし、上記第1, 第2画像の縦方向をY座標とすると共に、上記第1画像をマトリックス状に配列された複数のブロックに分割し、

上記視差演算ステップは、

上記第1画像の最下行のブロックに対して、そのブロックのY座標と同じY座標で、かつ、そのブロックに写っている物体と同一または類似の物体が写っている上記第2画像中の対応ブロックを探索する第1のステップと、

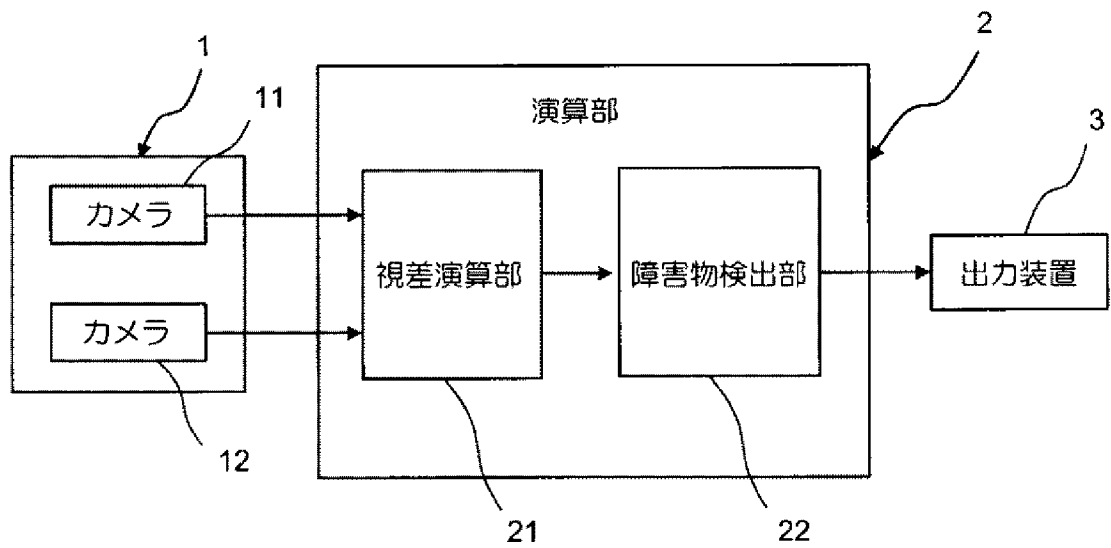
次に、上記第1画像の探索済みブロックから順次上のブロックに対して、そのブロックと同一または類似の物体が写っている上記第2画像中の対応ブロックを探索するときに、上記第1画像のブロックのY座標と同じY座標で、かつ、上記第1画像のブロックの直下の探索済みブロックに対応する上記第2画像の対応ブロックのX座標を中心とするX座標設定範囲において、上記第1画像のブロックと同一または類似の物体が写っている上記第2画像中の対応ブロックを探索する第2のステップと、

上記第1, 第2のステップで得られた上記第1画像のブロックのX座標とそのブロックに対応する上記第2画像の対応ブロックのX座標との差から上記第1, 第2画像に写る物体の視差を求める第3のステ

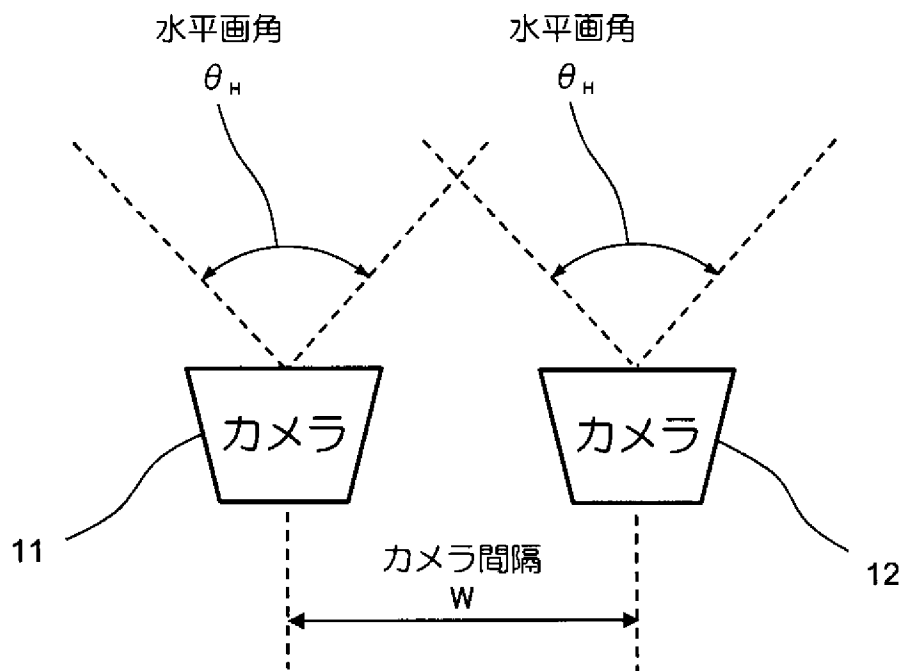
ップと

を有することを特徴とする障害物検出方法。

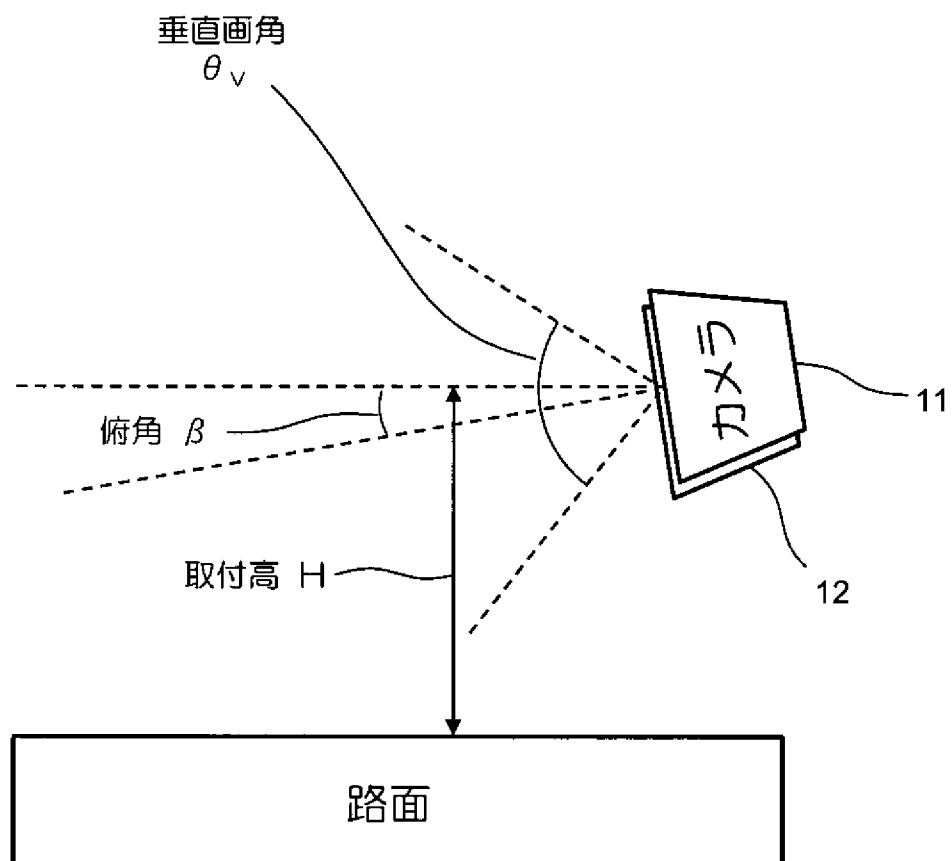
[図1]



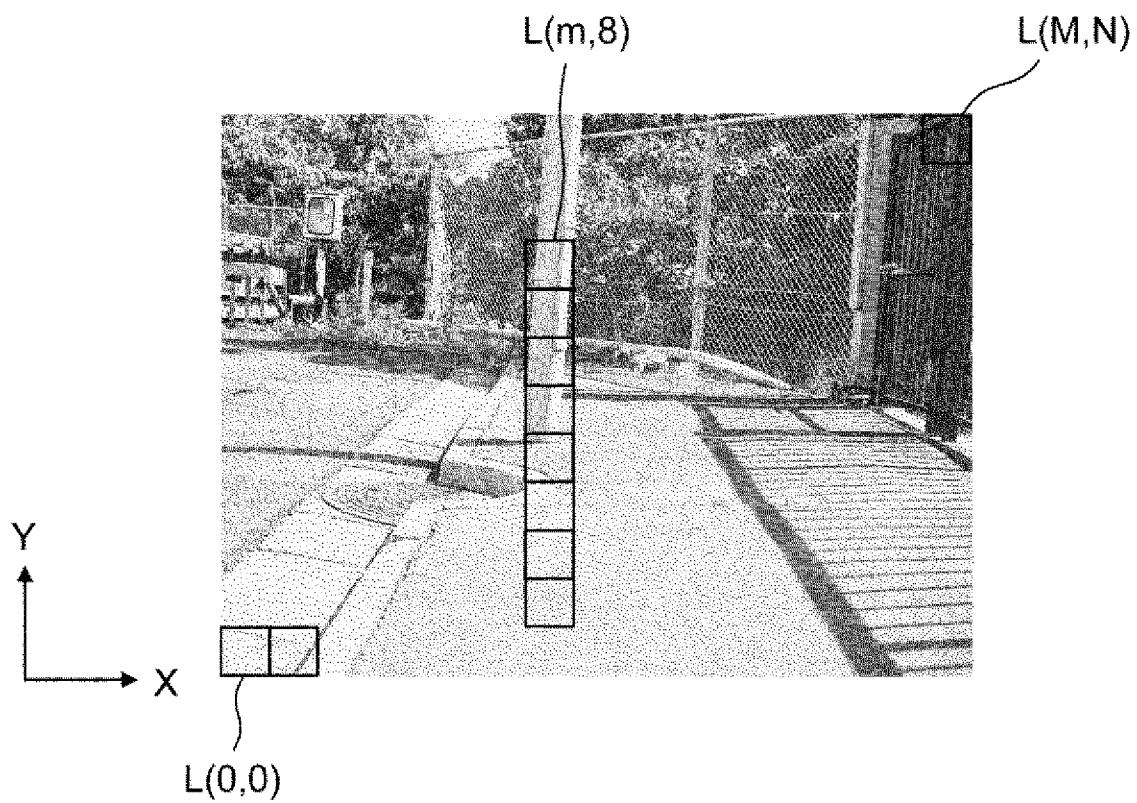
[図2]



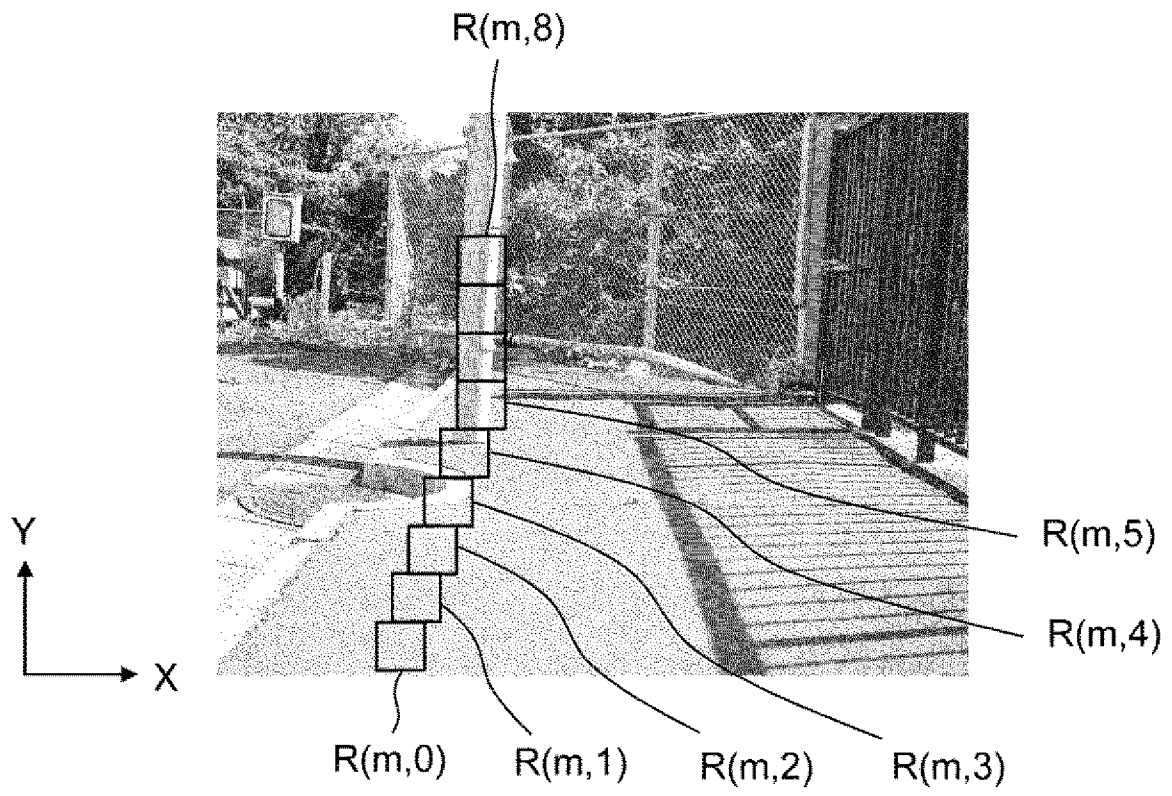
[図3]



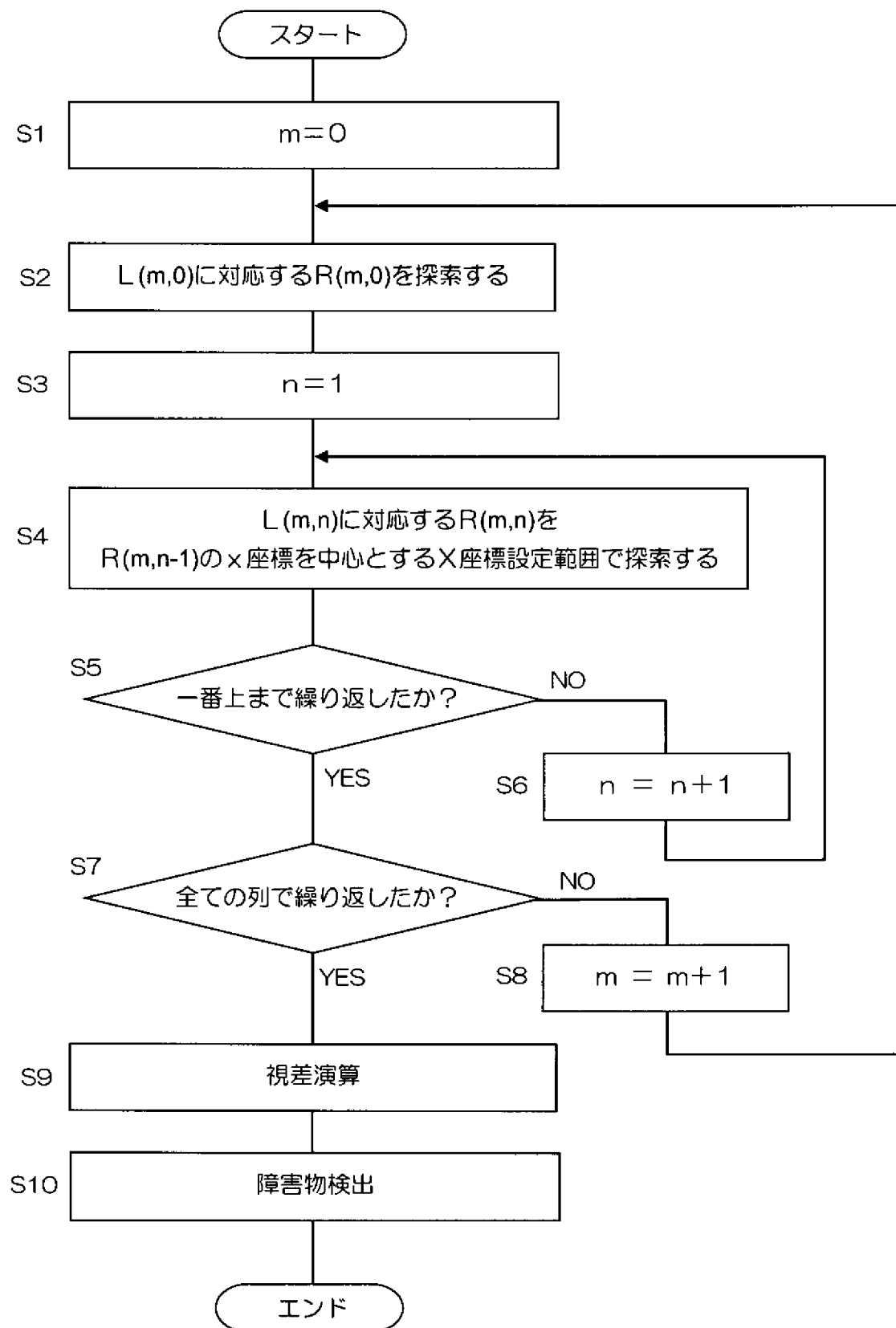
[図4]



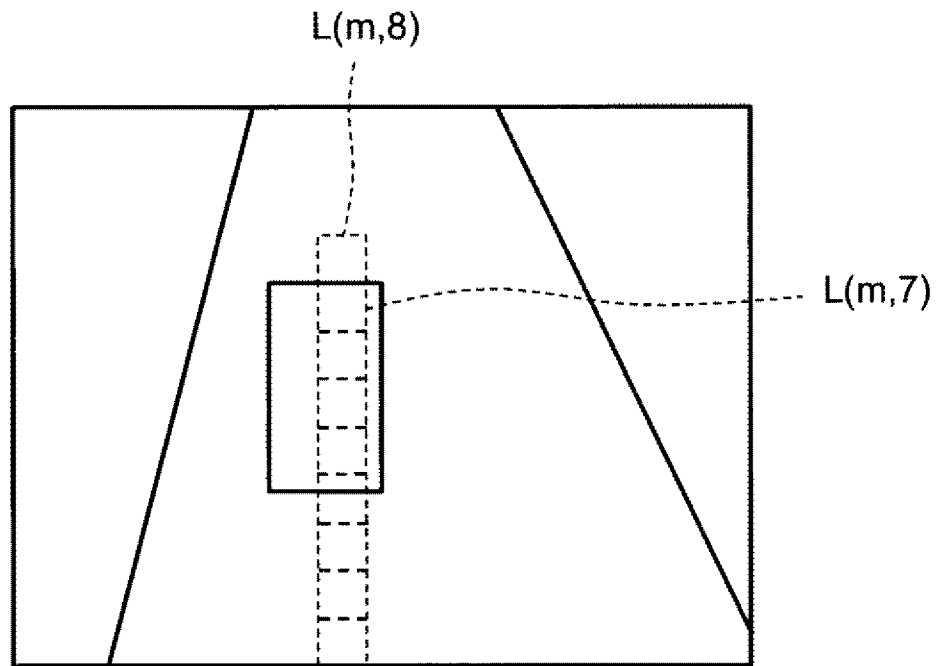
[図5]



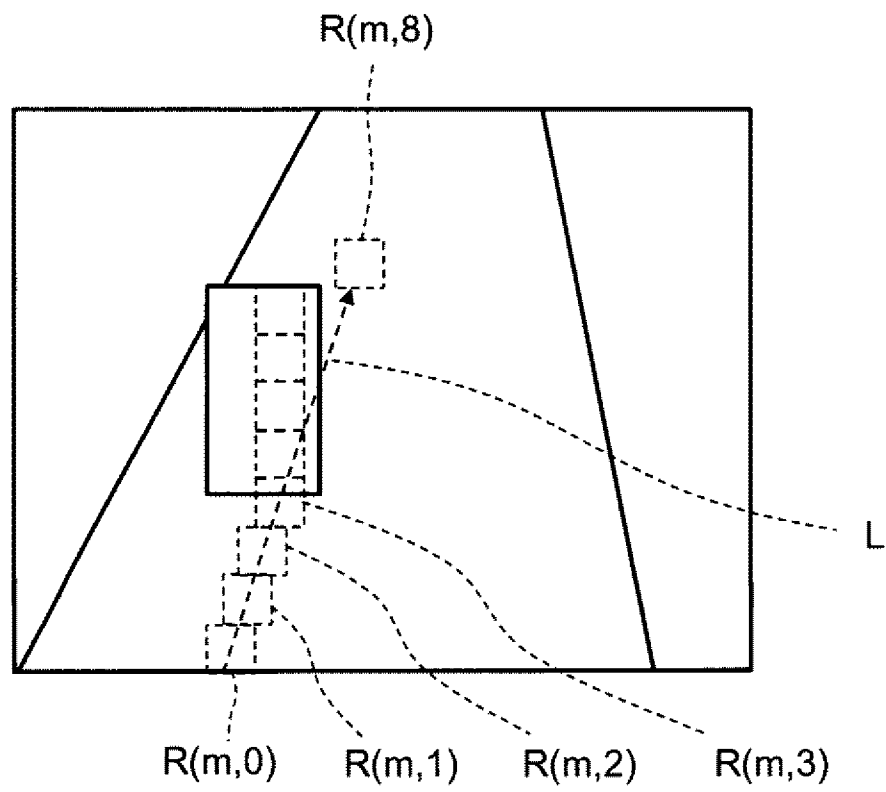
[図6]



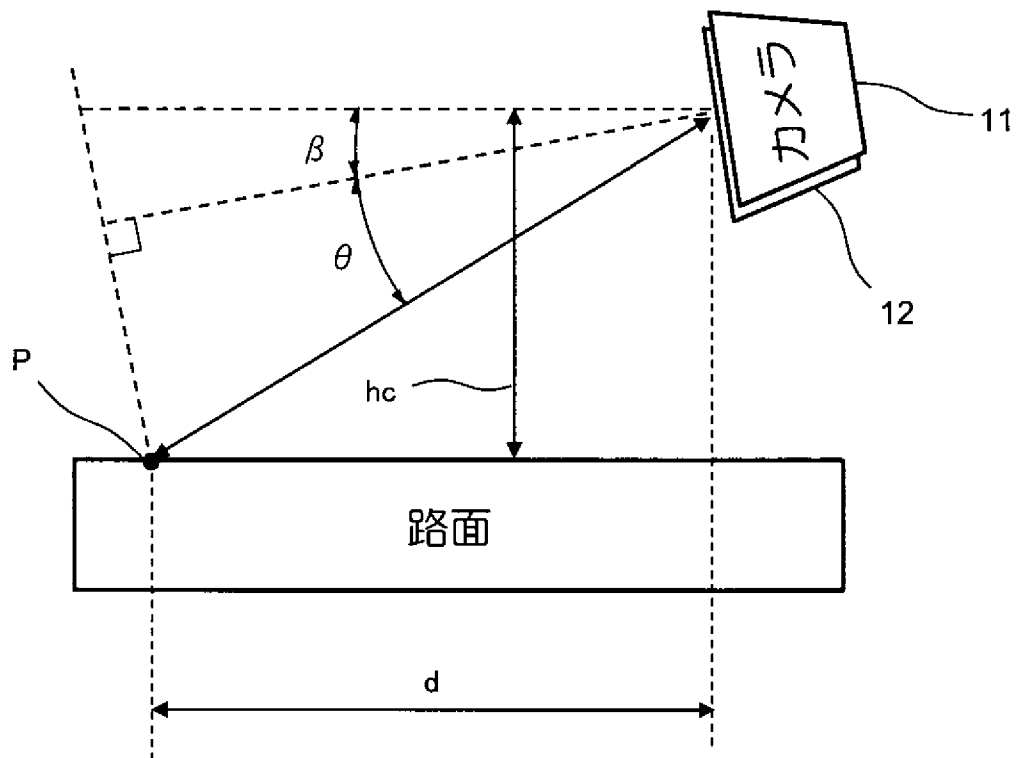
[図7]



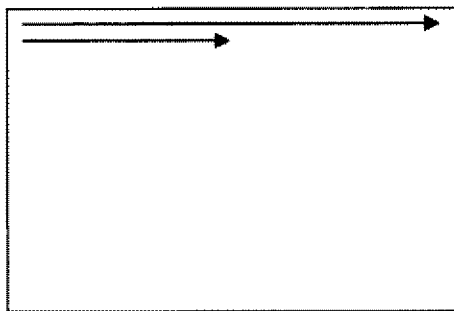
[図8]



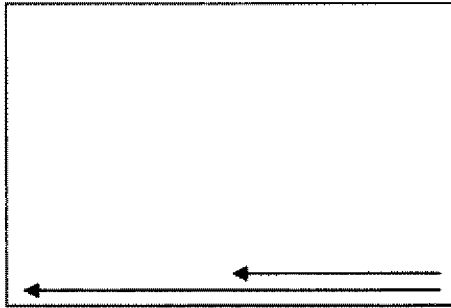
[図9]



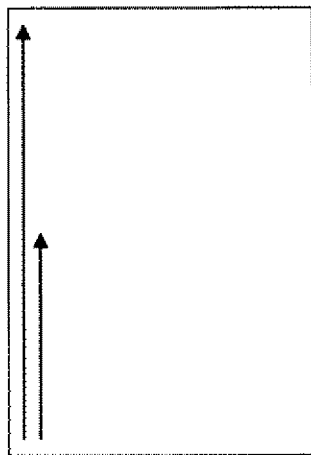
[図10A]



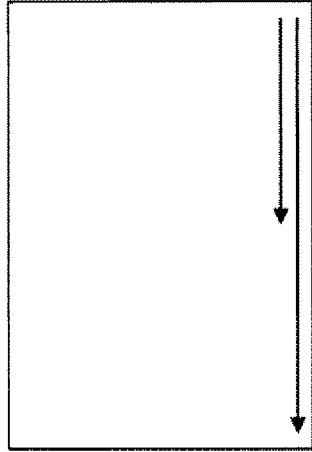
[図10B]



[図10C]



[図10D]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083724

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06T1/00(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i, G08G1/16(2006.01)i, B60R21/00(2006.01)n 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) G06T1/00, G01C3/06, G08G1/16, B60R21/00 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2014 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JSTPlus (JDreamIII)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2-029879 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology, Aisin Seiki Co., Ltd.), 31 January 1990 (31.01.1990), page 7, left, line 10 to page 8, lower right, line 13; fig. 3g, 3h, 10, 11 (Family: none)	1-5
A	JP 2003-281552 A (Toshiba Corp.), 03 October 2003 (03.10.2003), paragraphs [0072] to [0083]; fig. 9, 10 (Family: none)	1-5
☒ 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 03 March, 2014 (03.03.14)		Date of mailing of the international search report 18 March, 2014 (18.03.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083724

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-015696 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 22 January 2009 (22.01.2009), paragraphs [0039] to [0049]; fig. 3 & US 2009/0010530 A1	1-5
A	Noriko SHIMOMURA, "A Study on Preceding Vehicle Tracking on Curved Roads Using Stereo Vision", IEICE Technical Report, 16 May 1997 (16.05.1997), vol.97, no.41, pages 15 to 23	1-5
P, X	JP 2013-174494 A (Ricoh Co., Ltd.), 05 September 2013 (05.09.2013), paragraphs [0013] to [0016]; fig. 1, 3, 4, 6 (Family: none)	1, 2, 5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G06T1/00(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i, G08G1/16(2006.01)i, B60R21/00(2006.01)n		
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（I P C）） Int.Cl. G06T1/00, G01C3/06, G08G1/16, B60R21/00		
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 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 4 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 4 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 4 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(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
A	JP 2-029879 A（工業技術院長、アイシン精機株式会社）1990.01.31, 第7頁左第10行ー第8頁右下第13行、第3g、3h、10、11図（ファミリーなし）	1-5
A	JP 2003-281552 A（株式会社東芝）2003.10.03, 段落【0072】 ー【0083】、図9、10（ファミリーなし）	1-5
☒ 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 03.03.2014	国際調査報告の発送日 18.03.2014	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / 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） 佐田 宏史 電話番号 03-3581-1101 内線 3531	5H 4189

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 2009-015696 A (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2009.01.22, 段落【0039】－【0049】、図3 & US 2009/0010530 A1	1-5
A	下村 倫子, “曲線路におけるステレオ画像処理による先行車追従 の検討”, 電子情報通信学会技術研究報告, 1997.05.16, Vol. 97, No. 41, p. 15-23	1-5
P, X	JP 2013-174494 A (株式会社リコー) 2013.09.05, 段落【0013】 －【0016】、図1, 3, 4, 6 (ファミリーなし)	1, 2, 5