

(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  
2013年9月12日(12.09.2013)



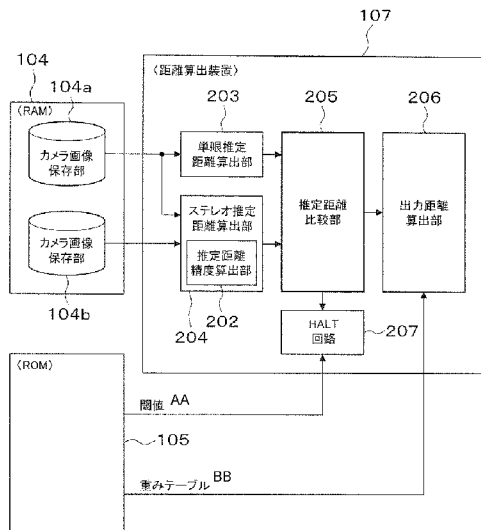
(10) 国際公開番号  
WO 2013/132951 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01C 3/06 (2006.01) G01B 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/052977
- (22) 国際出願日: 2013年2月8日(08.02.2013)
- (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 2012-052897 2012年3月9日(09.03.2012) 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2520番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 的野 春樹(MATONO Haruki); 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 三苫 寛人(MITOMA Hiroto); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520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: 井上 学, 外(INOUE Manabu et al.); 〒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, 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, IS, KE, KG, KM, 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, 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: DISTANCE CALCULATION DEVICE AND DISTANCE CALCULATION METHOD

(54) 発明の名称: 距離算出装置及び距離算出方法



(57) Abstract: In order to carry out distance measurement at less than the disparity resolving power of a stereo camera, and carry out fine measurement of the relative distance to a subject even when the reliability of the images picked up by the cameras has deteriorated, a distance calculation device is provided with a monocular estimated-distance calculation unit (203) that calculates the estimated distance to the subject to be measured on the basis of an image picked up by a camera (101), a stereo estimated-distance calculation unit (204) that calculates the estimated distance to the subject to be measured on the basis of images picked up by at least two cameras (101, 102), and an output distance calculation unit (206) that calculates an output distance to the subject to be measured. The outputting distance calculation unit (206) calculates the output distance on the basis of the estimated-distance calculated by the monocular estimated-distance calculation unit, the estimated-distance calculated by the stereo estimated-distance measurement unit, and the weighting of both the estimated-distances determined according to the confidence of the stereo estimated-distance measurement unit, which is calculated on the basis of the images picked up by the at least two cameras.

(57) 要約:

[続葉有]

- 104a, 104b Camera image storage unit
- 107 <Distance calculation device>
- 202 Estimated-distance precision calculation unit
- 203 Monocular estimated-distance calculation unit
- 204 Stereo estimated-distance calculation unit
- 205 Estimated-distance comparison unit
- 206 Output distance calculation unit
- 207 HALT circuit
- AA Threshold value
- BB Weighting table

WO 2013/132951 A1



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

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

ステレオカメラの視差分解能以下の距離計測を行うことができ、各々のカメラの撮像画像の信頼度が低下した場合であっても、対象物までの相対距離を精緻に計測することができるために、カメラ(101)で撮像された画像に基づいて対象物までの推定距離を算出する単眼推定距離算出部(203)と、少なくとも2つのカメラ(101、102)で撮像された画像に基づいて対象物までの推定距離を算出するステレオ推定距離算出部(204)と、対象物までの出力距離を算出する出力距離算出部(206)と、を備え、出力距離算出部は、単眼推定距離算出部によって算出された推定距離と、ステレオ推定距離算出部によって算出された推定距離と、少なくとも2つのカメラで撮像された画像に基づいて算出されるステレオ推定距離算出部の確信度に応じて決定される双方の推定距離の重みと、に基づいて出力距離を算出する。

## 明 細 書

発明の名称： 距離算出装置及び距離算出方法

### 技術分野

[0001] 本発明は距離算出装置及び距離算出方法に関し、例えば複数の撮像手段を備えた撮像システムに適用される距離算出装置及び距離算出方法に関する。

### 背景技術

[0002] 従来から、自動車分野等においては、安全性の向上を目的として様々な安全システムが装備されている。

[0003] 近年、そのような安全システムの一つとして、ステレオカメラなどの複数のカメラを用いて歩行者や車両等の対象物を検出する対象物検出システムが実用化されている。

[0004] 上記する対象物検出システムは、例えばテンプレートマッチングを用いて複数のカメラ（撮像装置）で同時刻に撮像された複数の画像上における同一対象物の位置ずれ（視差）を算出し、前記視差と周知の変換式とを用いて対象物の実空間上の位置を算出することで、対象物を検出することができる。

[0005] このような、複数のカメラ（撮像装置）で撮像された一对の画像を用いて対象物までの距離を算出して対象物の認識を行うステレオカメラの対象物検出システムは、上記する車両の安全システムのほか、不審者の侵入や異常を検知する監視システム等にも適用することができる。

[0006] 前記安全システムや監視システムに適用されるステレオカメラの対象物検出システムは、所定の間隔を置いて配置された複数のカメラで対象物を撮像し、その複数のカメラで撮像された一对の撮像画像に対して三角測量技術を適用することによって、対象物までの距離を算出するシステムである。

[0007] 具体的には、前記対象物検出システムは、一般に、すくなくとも2台の撮像装置（カメラ）と、これらの撮像装置から出力されるすくなくとも2つの撮像画像に対して三角測量処理を適用するステレオ画像処理LSI（Large Scale Integration）と、を備えており、このステレオ画像処理LSIは、複数

のカメラで撮像された一対の撮像画像に含まれる画素情報を重ね合わせて2つの撮像画像の一致した位置のずれ量（視差）を算出する演算処理を行なうことによって三角測量処理を実行する。なお、このような対象物検出システムにおいては、複数のカメラで撮像された一対の撮像画像の間に視差以外のずれが発生しないように、各々の撮像装置毎に光学特性や信号特性のずれがないように調整したり、撮像装置間の距離等を予め精緻に求めておく必要がある。

[0008] 図7は、上記するステレオカメラを用いた対象物検出システムの原理を説明したものであり、図中、 $\delta$ は視差（一対の撮像画像の一致した位置のずれ量）、 $Z$ は対象物までの計測距離、 $f$ は撮像装置の焦点距離、 $b$ は基線長（撮像装置間の距離）をそれぞれ表しており、これらの間には以下の式（1）で示す関係が成立している。

[0009] [数1]

$$Z = \frac{b \cdot f}{\delta} \dots (1)$$

[0010] ところで、ステレオカメラを用いた対象物検出システムにおいては、対象物までの計測距離が大きくなるに従って視差 $\delta$ が小さくなるため、この視差 $\delta$ の算出性能が低下すると対象物までの距離計測の精度が低下するといった問題がある。

[0011] このような問題に対して、特許文献1には、ステレオカメラと単眼カメラの技術を融合して双方の欠点を補完する技術が開示されている。

[0012] 特許文献1に開示されている3次元座標取得装置は、単眼カメラとステレオカメラのそれぞれで撮像された画像から対象物の3次元座標を算出し、双方の算出結果を単純に切り替えあるいは統合する装置である。また、双方の算出結果を統合する際には、対象物のカメラからの距離や車速度、フローの数や精度に応じて双方の重みを変更する装置である。

**先行技術文献**

**特許文献**

[0013] 特許文献1：特開2007-263657号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0014] 特許文献1に開示されている3次元座標取得装置によれば、単眼カメラとステレオカメラのそれぞれで撮像された画像を用いることによって、単眼カメラとステレオカメラの双方の領域における対象物までの距離を計測することができると共に、単眼カメラとステレオカメラのそれぞれで撮像された画像から算出される対象物の3次元座標に対して対象物までの距離や車速度等に応じた重みを付けることによって、対象物までの距離計測の精度を高めることができる。

[0015] しかしながら、特許文献1に開示されている3次元座標取得装置においては、上記する重みの配分方法については言及されていない。また、各々のカメラの撮像画像の信頼度が低下した場合には、単眼カメラとステレオカメラのそれぞれで撮像された画像から算出された対象物との距離計測の精度が低下するといった課題がある。

[0016] 本発明は、前記問題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、ステレオカメラの視差分解能以下の距離計測を行うことができ、各々のカメラの撮像画像の信頼度が低下した場合であっても、対象物までの相対距離を精緻に計測することができる距離算出装置及び距離算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

[0017] 上記する課題を解決するために、本発明に係る距離算出装置は、複数の撮像装置を備えた撮像システムの距離算出装置であって、前記複数の撮像装置のうち単数の撮像装置で撮像された画像に基づいて対象物までの推定距離を算出する第1の推定距離算出部と、前記複数の撮像装置のうち少なくとも2つの撮像装置で撮像された画像に基づいて対象物までの推定距離を算出する第2の推定距離算出部と、前記対象物までの出力距離を算出する出力距離算出部と、を備え、前記出力距離算出部は、前記第1の推定距離算出部によっ

て算出された第1の推定距離と、前記第2の推定距離算出部によって算出された第2の推定距離と、前記少なくとも2つの撮像装置で撮像された画像に基づいて算出される前記第2の推定距離算出部の確信度に応じて決定される前記第1の推定距離と前記第2の推定距離との重みと、に基づいて前記出力距離を算出することを特徴とする。

[0018] また、本発明に係る距離算出方法は、複数の撮像装置を備えた撮像システムの距離算出方法であって、前記複数の撮像装置のうち単数の撮像装置で撮像された画像に基づいて対象物までの推定距離を算出し、前記複数の撮像装置のうち少なくとも2つの撮像装置で撮像された画像に基づいて対象物までの推定距離を算出し、それぞれの推定距離と前記少なくとも2つの撮像装置で撮像された画像に基づいて算出される確信度に応じて決定される前記それぞれの推定距離の重みとに基づいて前記対象物までの出力距離を算出することを特徴とする。

### 発明の効果

[0019] 本発明の距離算出装置及び距離算出方法によれば、複数の撮像装置を備えた撮像システムにおいて、例えばステレオカメラの視差分解能以下の距離計測を行うことができ、各々のカメラの撮像画像の信頼度が低下した場合であっても、対象物までの相対距離を精緻に且つ安定して計測することができる。

[0020] 上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

### 図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明に係る距離算出装置の第1の実施の形態が適用される撮像システムを概略的に示す全体構成図。

[図2]図1に示す第1の実施の形態の距離算出装置の内部構成を示す内部構成図。

[図3]単眼カメラを用いた対象物までの距離算出方法を説明した図。

[図4]図2に示す出力距離算出部で用いられる確信度に応じた重みテーブルの

一例を示す図。

[図5]本発明に係る距離算出装置の第2の実施の形態の内部構成を示す内部構成図。

[図6]図5に示す出力距離算出部で用いられる確信度に応じた重みテーブルの一例を示す図。

[図7]ステレオカメラを用いた対象物検出システムの原理を説明した図。

### 発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明に係る距離算出装置と距離算出方法の実施の形態を図面を参照して説明する。

[0023] [第1の実施の形態]

図1は、本発明に係る距離算出装置の第1の実施の形態が適用される撮像システムを概略的に示したものである。

[0024] 図示する撮像システム100は、主として、所定の間隔を置いて配置された2台のカメラ（撮像装置）101、102と、このカメラ101、102を制御するカメラ制御装置103と、カメラ101、102で撮像された撮像画像等の一時的な記憶領域であるRAM104と、プログラムや各種初期値を格納するROM105と、ブレーキ等の制御系やユーザに対してカメラの認識状態を通知するための通信手段である外部IF106と、対象物との距離を算出する距離算出装置107と、このシステム全体の制御を行うCPU108と、を備えており、それぞれがバス109を介して情報を授受できるようになっている。すなわち、この撮像システム100においては、2台のカメラ101、102を用いることで、ステレオカメラによる対象物との距離計測が可能な構成となっている。

[0025] なお、前記カメラ101、102は、例えばCCD（Charge Coupled Device Image Sensor）やCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）センサ等の撮像素子から構成されており、カメラ制御装置103によって各カメラ101、102の撮像タイミングが同一になるように制御されている。また、双方のカメラ101、102で撮像された画像における対応する

点を探索する際に輝度値が同一となるように、各カメラ101、102の露光も同一になるように制御されている。

[0026] 図2は、図1に示す第1の実施の形態の距離算出装置107の内部構成を示したものである。なお、カメラ101、102で撮像された撮像画像はそれぞれ、RAM104のカメラ画像保存部104a、104bに一時的に保存されている。

[0027] 図示する距離算出装置107は、主として、単眼推定距離算出部（第1の推定距離算出部）203と、ステレオ推定距離算出部（第2の推定距離算出部）204と、推定距離比較部205と、出力距離算出部206と、HALT回路207と、を備えている。

[0028] 前記単眼推定距離算出部203は、カメラ101で撮像されてカメラ画像保存部104aに保存された画像情報に基づいて対象物までの推定距離（第1の推定距離）を算出し、その算出結果を推定距離比較部205へ送信する。

[0029] 上記する推定距離の算出方法としては、従来知られた種々の算出方法を適用することができるが、その一例として、例えば車両の車幅を用いた算出方法が挙げられる。具体的には、パターンマッチングによって、カメラ画像保存部104aから得られる画像情報から車両の領域（画面上の位置）を算出する。ここで、パターンマッチングとは、撮像された画像の輝度値の相関値を算出し、その輝度値が所定値以上であれば「車両」と判断してその領域を「車両の領域」とする方法である。これにより、カメラ画像保存部104aから得られる画像情報から車両の車幅を算出ことができ、カメラの撮像方向と車両の背面とが略垂直であると仮定すると、仮定された車両の車幅等から対象物である車両までのおおよその距離を容易に算出することができる。

[0030] 図3は、カメラ101を用いた対象物までの距離算出方法を説明したものであり、図中、Wは先行車両の車幅、Zは先行車両までの距離、xは撮像面での車幅、fはカメラ101の焦点距離をそれぞれ表しており、これらの間

には以下の式（２）で示す関係が成立していることから、先行車両までの距離Wを算出することができる。

[0031] [数2]

$$Z = \frac{W \cdot f}{x} \dots (2)$$

[0032] しかしながら、単眼推定距離算出部203は、勾配やカーブのある路面等といったカメラの撮像方向と車両の背面とが略垂直でない場合には、先行車両までの距離を正確に算出することができない可能性がある。また、仮定された車両の車幅等を用いて先行車両までの距離を算出するため、対象物である車両の車幅が未知である場合にはその車両までの距離に誤差が生じる可能性がある。

[0033] そこで、図2で示すステレオ推定距離算出部204は、カメラ101、102で撮像されてカメラ画像保存部104a、104bに保存されたそれぞれの画像情報に基づいて対象物までの推定距離（第2の推定距離）を算出する。具体的には、カメラ画像保存部104a、104bから得られる画像情報から対応する画素を探索して視差を算出し、対象物までの推定距離を算出して（図7参照）、その算出結果を推定距離比較部205へ送信する。

[0034] より具体的には、視差を算出するためにカメラ101、102で撮像された画像の対応する点を探索する方法として、例えば絶対差の総和（Sum of the Absolute Differences : SAD）を算出する方法を適用し、一方の画像の特定の一部をテンプレートとしてその画像内で対応する位置を探索し、各画素の輝度値の絶対値差分の和を算出し、その総和が最も相関が高いとして対応する位置とする。これにより、一方の画像と他方の画像の位置ずれを視差とすることができる。ここで、ハードウェアで効率的に処理するために、双方の画像の縦位置を予め合わせておき（「平行化する」という。）、一方の画像の特定の一部を4x4画素程度として他方の画像を横方向のみ探索する。この処理を一方の画像全体に行うことで作成された画像を「距離画像」と称する。次いで、このように作成された「距離画像」から対象物である車両を検出

するために、「距離画像」群から距離が同一である平面を探索し、その平面における対象物の幅が車両らしい幅である場合には「車両」として探索する。そして、このように検出された複数の「車両」領域の距離の平均値を算出することで対象物である車両までの距離を算出する。

[0035] また、ステレオ推定距離算出部204は、推定距離精度算出部202を備えており、推定距離精度算出部202は、上記方法で検出した「車両」領域の視差値のばらつき度合い（分散）を算出し、その算出結果をステレオ推定距離算出部204の確信度（Confidence）として出力距離算出部206へ出力する。なお、前記推定距離精度算出部202は、撮像された画像全体のボケ度合い（例えば、コントラストの高低を判断指標とする）を算出し、その算出結果をステレオ推定距離算出部204の確信度としても良い。また、ハードウェアで効率的に処理するために、前記「距離画像」を4x4画素程度等の固定値で区切って作成すると、車両位置と4x4画素の境界で背景が含まれて対象物までの距離の誤差が生じ易くなる。特に、対象物が遠方に位置する場合には、視差値が小さくなると共に車両の大きさも小さくなることから、対象物までの距離の誤差が更に大きくなると考えられる。そこで、推定距離精度算出部202は、ステレオ推定距離算出部204で算出した対象物までの推定距離を用い、例えば対象物までの距離が近いときには大きく、対象物までの距離が遠いときには小さくなるような確信度を設定しても良い。なお、本実施の形態において、確信度は0から100に正規化されている。

[0036] ここで、単眼推定距離算出部203とステレオ推定距離算出部204とで算出される算出結果（推定距離）は同一であることが望ましいものの、上記するような算出方法の相違等に起因して双方の算出結果は必ずしも同一とは限らない。

[0037] そこで、上記する単眼推定距離算出部203とステレオ推定距離算出部204から算出結果を受信した推定距離比較部205は、距離計測が不正か否かを判断するために、単眼推定距離算出部203とステレオ推定距離算出部204とによって算出された双方の推定距離を比較する。そして、単眼推定

距離算出部203とステレオ推定距離算出部204の推定距離の差が所定の閾値以上である場合には、HALT回路207に対して異常を通知する。なお、前記所定の閾値は、予めROM105に保存されており、必要に応じて推定距離比較部205へ送信されるようになっている。

[0038] また、出力距離算出部206は、単眼推定距離算出部203とステレオ推定距離算出部204の推定距離の差が所定の閾値よりも小さい場合には、単眼推定距離算出部203とステレオ推定距離算出部204の双方の推定距離と、推定距離精度算出部202によって算出されたステレオ推定距離算出部204の確信度と、に基づいて、ブレーキ等の制御系や表示系等に出力するための出力距離（最終距離）を算出する。その際、予めROM105に保存された確信度に応じた重みテーブルを用いて出力距離を算出する。

[0039] 図4は、図2に示す出力距離算出部206で用いられる確信度に応じた重みテーブルの一例を示したものである。図中、単眼は、単眼推定距離算出部203によって算出された推定距離（単眼推定距離）の重み（使用率）、ステレオは、ステレオ推定距離算出部204によって算出された推定距離（ステレオ推定距離）の重みを表している。

[0040] 例えば、ステレオ推定距離算出部204の確信度（Confidence）が80の場合には、出力距離算出部206は、以下の式（3）に基づいて出力距離（最終距離）を算出することができる。

[0041] [数3]

$$\text{出力距離} = (\text{単眼推定距離} \times 0.1) + (\text{ステレオ推定距離} \times 0.9) \cdots (3)$$

[0042] なお、図4で示す確信度の中間値については、その中間値の前後の値から線形的に補完することができる。

[0043] このような構成とすることで、例えば視差値のばらつきや画像全体のボケ等によってステレオ推定距離算出部204の距離計測の精度が低下する場合であっても、対象物までの距離に関わらずその距離を安定して精度良く計測することができる。

[0044] なお、単眼距離算出部203とステレオ距離算出部204の双方の推定距

離の差が大きい場合には、カメラのレンズに汚れが付着していたり、悪天候で計測が困難であったり、カメラのセンサに異常が発生している可能性が高い。そこで、HALT回路207は、前記推定距離比較部205から異常信号を受信すると、出力距離算出部206に対して中止信号を送信し、距離算出を中止して当該システムを停止させる。また、ユーザに対して当該システムが正常に動作していないことを通知して誤動作を抑制する。

[0045] [第2の実施の形態]

図5は、本発明に係る距離算出装置の第2の実施の形態の内部構成を示したものである。図5に示す第2の実施の形態の距離算出装置107Aは、図2に示す第1の実施の形態の距離算出装置107に対して、各カメラで撮像されたカメラ画像を解析してカメラ画像の信頼度を算出する点が相違しており、その他の構成は、第1の実施の形態の距離算出装置107とほぼ同様である。したがって、第1の実施の形態の距離算出装置107と同様の構成については、同様の符号を付してその詳細な説明は省略する。

[0046] 図示する距離算出装置107Aは、単眼推定距離算出部（第1の推定距離算出部）203Aと、ステレオ推定距離算出部（第2の推定距離算出部）204Aと、推定距離比較部205Aと、出力距離算出部206Aと、HALT回路207Aと、を備えると共に、カメラ102（図1参照）で撮像されてカメラ画像保存部104Abに保存された画像情報に基づいて対象物までの推定距離（第1の推定距離）を算出する単眼推定距離算出部（第1の推定距離算出部）208Aと、各カメラ画像保存部104Aa、104Abに保存された画像情報を解析して各カメラ画像の信頼度を算出する信頼度算出部201Aa、201Abと、を備えている。

[0047] 単眼推定距離算出部208Aは、第1の実施の形態の単眼推定距離算出部203と同様の演算を実行し、カメラ画像保存部104Abに保存された画像情報に基づいて対象物までの推定距離を算出して、その算出結果を推定距離比較部205Aへ送信する。

[0048] また、信頼度算出部201Aa、201Abは、各カメラ画像保存部10

4 A a、1 0 4 A bに保存された画像の内容をそれぞれ解析し、各カメラ画像から対象物までの距離が精度良く計測されるか否かの信頼度を算出して、その算出結果を推定距離比較部2 0 5 Aへ送信する。

[0049] 上記する信頼度算出部2 0 1 A a、2 0 1 A bにおける信頼度の算出方法としては、種々の算出方法を適用することができるが、その一例として、例えば画像のコントラストを算出し、算出されたコントラストが低い場合には信頼度を小さくし、コントラストが高い場合には信頼度を高くする方法が挙げられる。また、雨滴や泥等を検知してカメラの撮像状態を各カメラ画像の信頼度としても良い。

[0050] 推定距離比較部2 0 5 Aは、単眼推定距離算出部2 0 3 A、2 0 8 Aから送信された推定距離（単眼推定距離）と、ステレオ推定距離算出部2 0 4 Aから送信された推定距離（ステレオ推定距離）と、信頼度算出部2 0 1 A a、2 0 1 A bから送信された信頼度と、に基づいて、単眼推定距離算出部2 0 3 A、2 0 8 Aとステレオ推定距離算出部2 0 4 Aとによって算出された双方の推定距離を比較する。具体的には、推定距離比較部2 0 5 Aは、信頼度の高いカメラ画像に基づいて対象物までの推定距離を算出した単眼推定距離算出部を選択し、その単眼推定距離算出部から送信された推定距離とステレオ推定距離算出部2 0 4 Aから送信された推定距離を比較する。そして、第1の実施の形態と同様に、その単眼推定距離算出部とステレオ推定距離算出部2 0 4 Aの推定距離の差が所定の閾値以上である場合には、HALT回路2 0 7 Aに対して異常を通知する。

[0051] なお、推定距離比較部2 0 5 Aは、信頼度の高いカメラ画像に基づいて対象物までの推定距離を算出した単眼推定距離算出部を選択する代わりに、各カメラ画像保存部1 0 4 A a、1 0 4 A bに保存された各カメラ画像の信頼度の比率に応じて、単眼推定距離算出部2 0 3 A、2 0 8 Aによって算出された推定距離の結果を融合しても良い。このような構成とすることで、距離計測の際に単眼推定距離算出部2 0 3 A、2 0 8 A同士が頻繁に切り替わって単眼推定距離の算出結果が不安定となることを抑制することができる。

- [0052] 出力距離算出部206Aは、単眼推定距離算出部とステレオ推定距離算出部の推定距離の差が所定の閾値よりも小さい場合には、単眼推定距離算出部203A、208Aから送信された推定距離と、ステレオ推定距離算出部204Aから送信された推定距離と、推定距離精度算出部202Aによって算出されたステレオ推定距離算出部204Aの確信度と、信頼度算出部201Aa、201Abから送信された信頼度と、に基づいて、ブレーキ等の制御系や表示系等に出力するための出力距離（最終距離）を算出する。その際、予めROM105Aに保存された確信度に応じた重みテーブルを用いて出力距離を算出する。
- [0053] 図6は、図5に示す出力距離算出部206Aで用いられる確信度に応じた重みテーブルの一例を示したものである。図中、単眼1は、単眼推定距離算出部203Aによって算出された推定距離（単眼推定距離）の重み（使用率）、単眼2は、単眼推定距離算出部208Aによって算出された推定距離の重み、ステレオは、ステレオ推定距離算出部204Aによって算出された推定距離（ステレオ推定距離）の重みを表している。
- [0054] 図示するように、第2の実施の形態においては、単眼推定距離算出部203A、208Aによって算出された2つの推定距離と、ステレオ推定距離算出部204Aによって算出された推定距離と、に対して確信度に応じた重み付けを行うことによって、対象物までの相対距離を算出する。
- [0055] 具体的には、例えばステレオ推定距離算出部204Aの確信度が低い場合には、単眼推定距離算出部203A、208Aによって算出された推定距離の重みを増加させ、主として単眼カメラによる距離計測を実行することによって、対象物までの距離を精緻に安定して算出することができる。その際、例えば泥や雨滴の影響等によって2台のカメラのうち一方の距離計測の精度が低下した場合であっても、2台の単眼カメラによる距離計測を組み合わせることによって、泥や雨滴の影響等に対するロバスト性を高めることができる。一方で、例えばステレオ推定距離算出部204Aの確信度が高い場合には、ステレオ推定距離算出部204Aによって算出された推定距離の重みを

増加させ、主としてステレオカメラによる距離計測を実行することによって、対象物までの距離を精緻に安定して算出することができる。

[0056] また、図示例においては、単眼1と単眼2をステレオ推定距離算出部204Aの確信度毎に同値とする形態について示したが、各カメラ画像保存部104Aa、104Abに保存された各カメラ画像の信頼度に基づいて単眼推定距離算出部203A、208Aによって算出された推定距離のそれぞれの重みを算出し、各カメラ画像の信頼度に応じて単眼推定距離算出部203A、208Aによって算出された推定距離の重みを可変設定しても良い。例えば泥や雨滴等によって一方のカメラが汚れてしまった場合には、ステレオ推定距離算出部204Aの確信度が低下するとともに、その一方のカメラで撮像されたカメラ画像の信頼度も低下するものの、汚れのないカメラで撮像されたカメラ画像の信頼度は依然として維持されるため、汚れのないカメラで撮像されたカメラ画像に基づいて算出された単眼推定距離の重みを増加させることで、泥や雨滴の影響等に対するロバスト性を更に高めることができる。

[0057] なお、上記する第1、2の実施の形態においては、2台のカメラ（撮像装置）を用いる形態について説明したが、少なくとも2つの撮像装置を有し、ステレオカメラによる対象物との距離計測が可能であれば、撮像装置の基数は適宜変更することができる。

[0058] また、上記する第1、2の実施の形態においては、ステレオカメラを構成する2台のカメラ（撮像装置）の一方若しくは双方を単眼カメラに用いる形態について説明したが、例えばステレオカメラを構成するカメラと単眼カメラをそれぞれ別個に設けても良い。

[0059] なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形形態が含まれる。例えば、上記した実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に

他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0060] また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記憶装置、または、ICカード、SDカード、DVD等の記録媒体に置くことができる。

[0061] また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

## 符号の説明

- [0062] 100 撮像システム  
101、102 カメラ (撮像装置)  
103 カメラ制御装置  
104 RAM  
104 a、104 b カメラ画像保存部  
105 ROM  
106 外部IF  
107 距離算出装置  
108 CPU  
109 バス  
202 推定距離精度算出部  
203 単眼推定距離算出部 (第1の推定距離算出部)  
204 ステレオ推定距離算出部 (第2の推定距離算出部)  
205 推定距離比較部  
206 出力距離算出部

207 HALT回路

## 請求の範囲

[請求項1]

複数の撮像装置を備えた撮像システムの距離算出装置であって、  
前記複数の撮像装置のうち単数の撮像装置で撮像された画像に基づいて対象物までの推定距離を算出する第1の推定距離算出部と、  
前記複数の撮像装置のうち少なくとも2つの撮像装置で撮像された画像に基づいて対象物までの推定距離を算出する第2の推定距離算出部と、  
前記対象物までの出力距離を算出する出力距離算出部と、を備え、  
前記出力距離算出部は、前記第1の推定距離算出部によって算出された第1の推定距離と、前記第2の推定距離算出部によって算出された第2の推定距離と、前記少なくとも2つの撮像装置で撮像された画像に基づいて算出される前記第2の推定距離算出部の確信度に応じて決定される前記第1の推定距離と前記第2の推定距離との重みと、に基づいて前記出力距離を算出することを特徴とする距離算出装置。

[請求項2]

前記距離算出装置は、前記複数の撮像装置のうち単数の撮像装置で撮像された画像に基づいて対象物までの推定距離を算出する前記第1の推定距離算出部を複数備えており、  
前記出力距離算出部は、前記複数の第1の推定距離算出部によって算出された複数の第1の推定距離と、前記第2の推定距離算出部によって算出された第2の推定距離と、前記少なくとも2つの撮像装置で撮像された画像に基づいて算出される前記第2の推定距離算出部の確信度に応じて決定される前記複数の第1の推定距離と前記第2の推定距離との重みと、に基づいて前記出力距離を算出することを特徴とする請求項1に記載の距離算出装置。

[請求項3]

前記複数の第1の推定距離のそれぞれの重みは同値であることを特徴とする請求項2に記載の距離算出装置。

[請求項4]

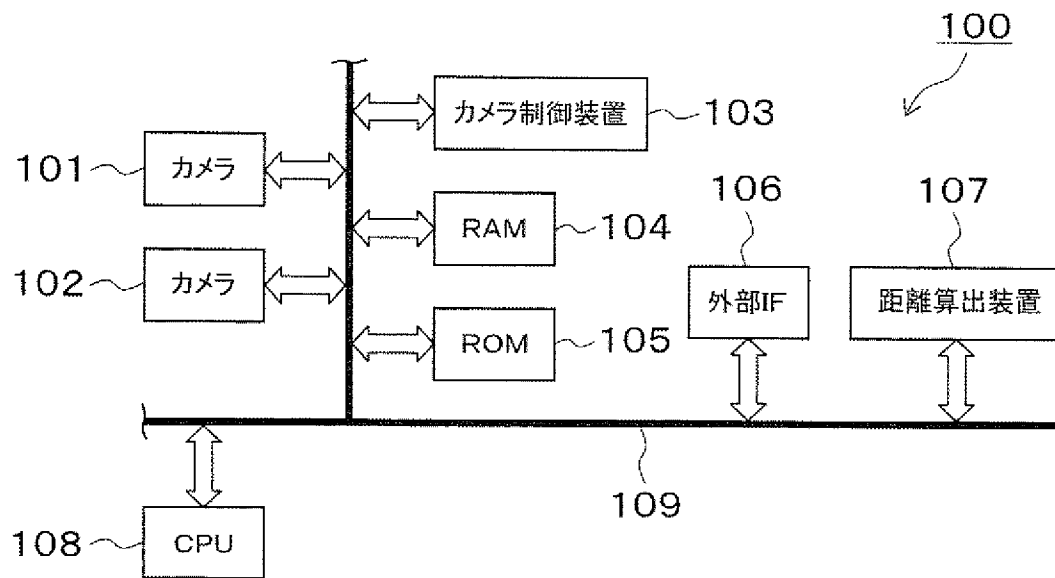
前記複数の第1の推定距離のそれぞれの重みは、各第1の推定距離算出部で用いられる各画像の信頼度に基づいて算出されることを特徴

とする請求項2に記載の距離算出装置。

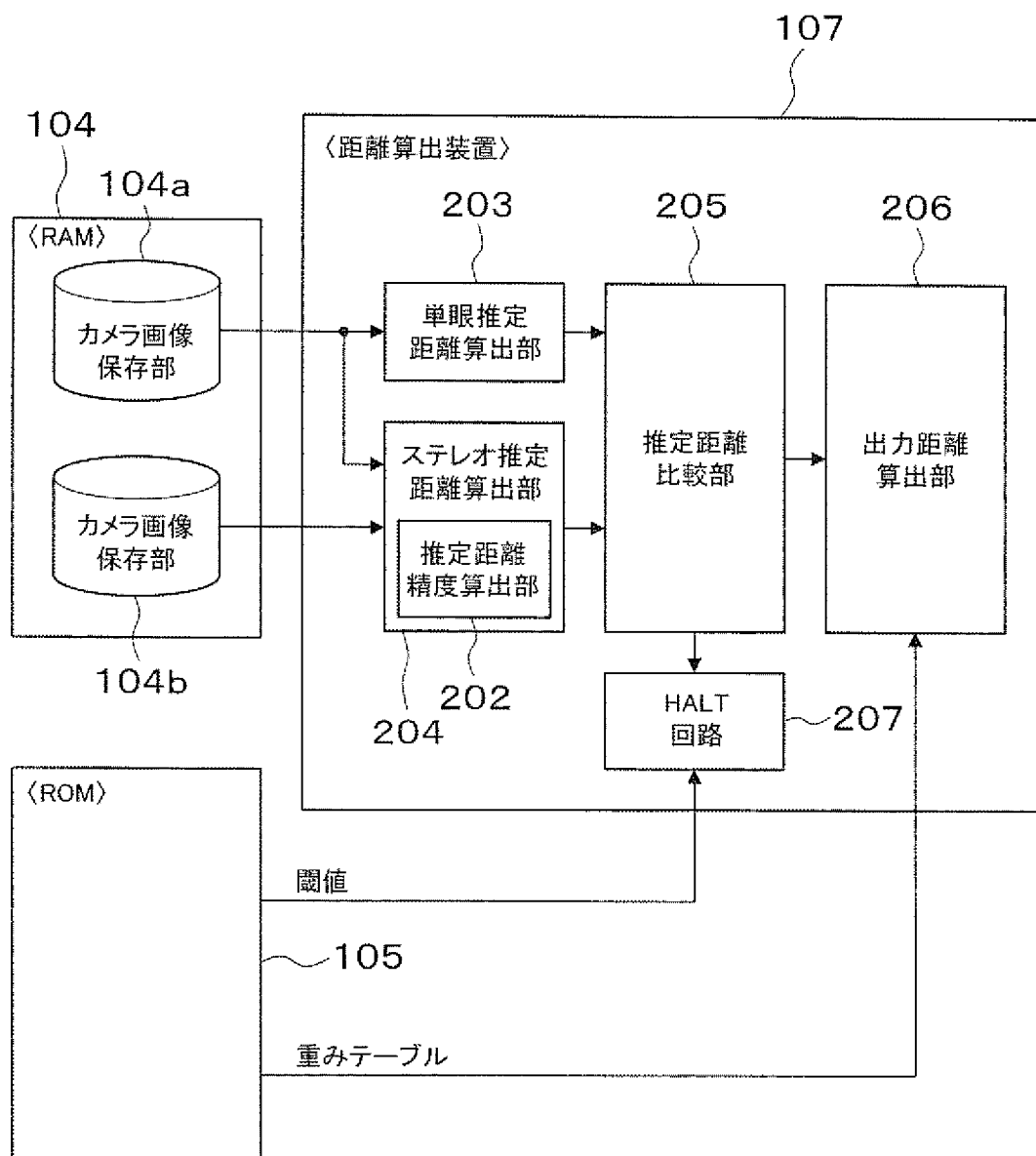
[請求項5] 前記確信度は、前記少なくとも2つの撮像装置で撮像された画像における対象物の視差値のばらつき度合い、前記少なくとも2つの撮像装置で撮像された画像のボケ度合い、および前記少なくとも2つの撮像装置で撮像された画像に基づいて算出される対象物までの推定距離の少なくともいずれかに基づいて算出されることを特徴とする請求項1から4のいずれか一項に記載の距離算出装置。

[請求項6] 複数の撮像装置を備えた撮像システムの距離算出方法であって、前記複数の撮像装置のうち単数の撮像装置で撮像された画像に基づいて対象物までの推定距離を算出し、前記複数の撮像装置のうち少なくとも2つの撮像装置で撮像された画像に基づいて対象物までの推定距離を算出し、それぞれの推定距離と前記少なくとも2つの撮像装置で撮像された画像に基づいて算出される確信度に応じて決定される前記それぞれの推定距離の重みとに基づいて前記対象物までの出力距離を算出することを特徴とする距離算出方法。

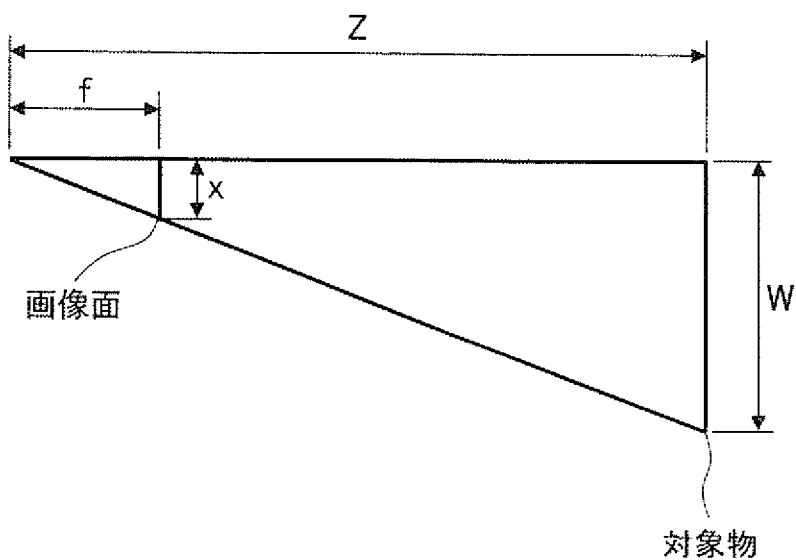
[図1]



[図2]



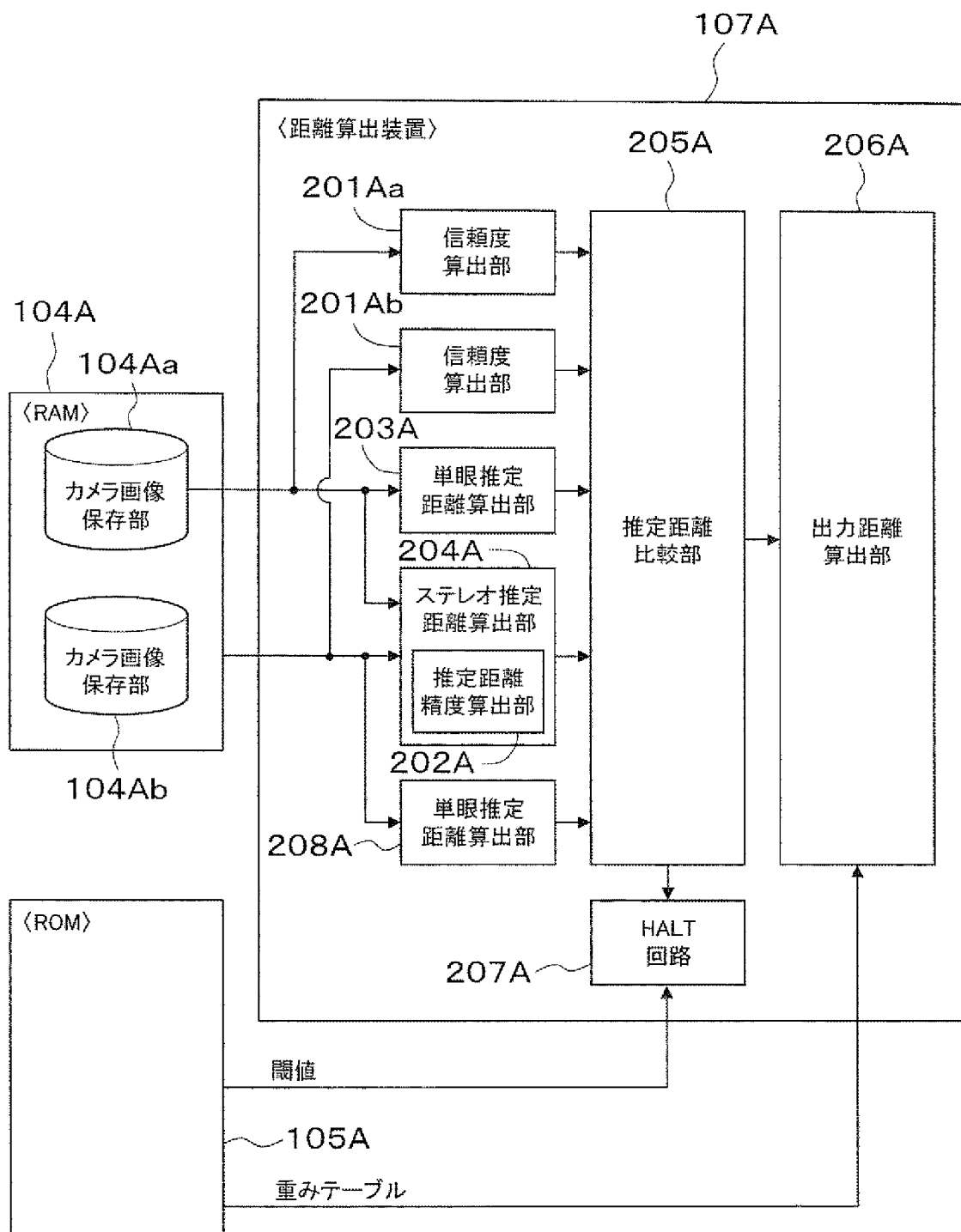
[図3]



[図4]

確信度	単眼[%]	ステレオ[%]
100	0	100
80	10	90
60	50	50
40	70	30
20	90	10

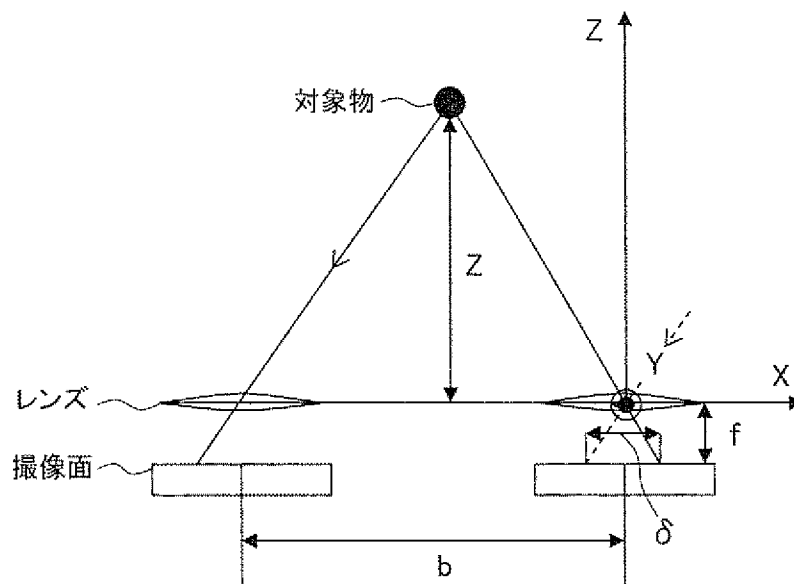
[図5]



[図6]

確信度	単眼1 [%]	単眼2 [%]	ステレオ [%]
100	0	0	100
80	5	5	90
60	25	25	50
40	35	35	30
20	45	45	10

[図7]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2013/052977

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

G01C3/06(2006.01) i, G01B11/00(2006.01) 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)

G01C3/00-3/32, G01B11/00-11/30, G06T1/00-1/40; 3/00-5/50; 9/00-9/40, G08G1/00-99/00

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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	JP 8-43055 A (Canon Inc.), 16 February 1996 (16.02.1996), paragraphs [0004] to [0010], [0033] to [0039]; fig. 1, 10, 11 & US 6118475 A	1-6
A	JP 10-47954 A (Fujitsu Ten Ltd.), 20 February 1998 (20.02.1998), entire text; fig. 1 to 7 (Family: none)	1-6
A	JP 2008-8687 A (Toyota Motor Corp.), 17 January 2008 (17.01.2008), entire text; fig. 1 to 7 (Family: none)	1-6

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 April, 2013 (03.04.13)

Date of mailing of the international search report  
16 April, 2013 (16.04.13)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2013/052977

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 2011-198378 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 06 October 2011 (06.10.2011), entire text; fig. 1 to 15 (Family: none)	1-6
P,A	JP 2012-123296 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 28 June 2012 (28.06.2012), entire text; fig. 1 to 16 & US 2012/0147150 A1	1-6

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

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; 3/00-5/50; 9/00-9/40, G08G1/00-99/00

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2013年
日本国実用新案登録公報	1996-2013年
日本国登録実用新案公報	1994-2013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	JP 8-43055 A (キヤノン株式会社) 1996.02.16, 段落【0004】-【0010】, 【0033】 - 【0039】, 図 1, 10, 11 & US 6118475 A	1-6
A	JP 10-47954 A (富士通テン株式会社) 1998.02.20, 全文, 図 1-7 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2008-8687 A (トヨタ自動車株式会社) 2008.01.17, 全文, 図 1-7 (ファミリーなし)	1-6

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日  
 03.04.2013

国際調査報告の発送日  
 16.04.2013

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)	2 S	3 7 1 4
須中 栄治		
電話番号 03-3581-1101 内線 3256		

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
A	JP 2011-198378 A (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2011.10.06, 全文, 図 1-15 (ファミリーなし)	1-6
P, A	JP 2012-123296 A (三洋電機株式会社) 2012.06.28, 全文, 図 1-16 & US 2012/0147150 A1	1-6