

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4100823号
(P4100823)

(45) 発行日 平成20年6月11日 (2008. 6. 11)

(24) 登録日 平成20年3月28日 (2008. 3. 28)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 C 3/06 (2006. 01)

G O 1 C 3/06 1 1 O V

G O 1 B 11/00 (2006. 01)

G O 1 B 11/00 H

G O 6 T 7/60 (2006. 01)

G O 6 T 7/60 1 5 O B

請求項の数 2 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平11-148319
 (22) 出願日 平成11年5月27日 (1999. 5. 27)
 (65) 公開番号 特開2000-337870 (P2000-337870A)
 (43) 公開日 平成12年12月8日 (2000. 12. 8)
 審査請求日 平成17年12月5日 (2005. 12. 5)

(73) 特許権者 000005326
 本田技研工業株式会社
 東京都港区南青山二丁目1番1号
 (74) 代理人 100081721
 弁理士 岡田 次生
 (72) 発明者 西垣 守道
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内
 (72) 発明者 坂 雅和
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内
 審査官 須中 栄治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 物体判定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の間隔をおいて配置された少なくとも2つの撮像手段と、

前記少なくとも2つの撮像手段で得られ、複数のウィンドウに分割された画像に基づいて、ウィンドウごとに対象物までの距離を計測する計測手段と、

前記計測手段により計測された距離の差が所定範囲内にあり、隣接するウィンドウをクラスタリングしてクラスタを定めるクラスタリング手段と、

前記クラスタを構成するウィンドウのそれぞれについて、前記撮像手段の位置、該ウィンドウの画像上の位置、および前記計測手段により計測された該ウィンドウ上の対象物までの距離に基づいて、該ウィンドウの対象物の位置を3次元情報で表す3次元表示手段と

10

、
前記3次元情報で表した位置を、車両が位置する路面を原点として該路面に垂直な方向をy軸とする3次元座標系上に点として投影し、前記クラスタを構成するすべてのウィンドウの該投影された点を含むよう最小の直方体を定めることにより、該クラスタを直方体で近似するクラスタ近似手段と、

前記直方体で近似されたクラスタの近くにある他のクラスタを結合するクラスタ結合手段と、

前記結合されたクラスタを含む最小の直方体を定めることにより、該結合されたクラスタを直方体で近似する結合クラスタ近似手段と、

前記結合クラスタ近似手段によって前記結合されたクラスタを近似する前記直方体の高

20

さおよび厚みに基づいて、該結合されたクラスタの対象物が物体かどうか判定する物体判定手段であって、該高さは、該直方体の上面に含まれる点のy座標値により表され、該厚みは、該直方体の上面に含まれる点のy座標値と該直方体の下面に含まれる点のy座標値との差により表される、物体判定手段と、

を備える物体判定装置。

【請求項2】

前記計測手段により計測されたウィンドウ上の対象物までの距離と、前記撮像手段の位置および該ウィンドウの画像上の位置に基づいて定まる路面までの距離とを比較し、該ウィンドウ上の対象物が路面かどうか判断する手段を備えた請求項1に記載の物体判定装置。

【発明の詳細な説明】

10

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、自動車などの車両に搭載されたカメラによる撮像手段を用いて、前方の物体を検出する光学式の物体判定装置に関し、より具体的には、撮像された画像における複数のウィンドウを用いて、物体かどうか判定する物体判定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、車両走行の安全性を向上させるため、自車両の前方にある物体の距離や大きさを判断し、これに応じて車両を適切に制御する装置が提案されている。

【0003】

20

2つの受光素子からなる光学式距離計測装置を使用し、距離検出された被写体が物体か道路領域（路面上の文字／白線を含む）かを判断する手法に関連するものとして、特開平7-225126号公報には、車両前方の物体を正しく認識することができる路上物体判定装置が記載されている。この装置は、車両の走行路面上を撮像するステレオカメラを備え、カメラで得られた画像を複数のウィンドウに分割して、ウィンドウごとに被写体までの距離を算出する。この被写体までの距離と、ウィンドウの行レンジごとに決まる基準距離とを比較して車両前方の物体を認識する。

【0004】

また、特開平7-083655号公報には、一对の受光素子を鉛直方向に設けて距離を測定し、測定される距離の領域が鉛直方向であるので路面文字が複数の領域に及ぶことが少ないこと、および複数の領域に及んだとしても領域間で距離に差があることを利用して、立体物が否かを判定する装置が記載されている。

30

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

特開平7-225126号公報や特開平7-083655号公報のものでは、路面が自車両の前に水平に存在しているものとして、カメラで撮像した被写体が物体か道路領域かの判断を行うので、自車両がピッチングやローリングで傾いたり、坂道を走行する場合には、車両が路面に平行な状態にあることを前提にカメラの取り付け位置や俯角等のパラメータによって決まる推定される路面と実際の路面との間にずれが生じ、計測された距離値が路面までの距離値かどうか正確に判断することができず、誤って物体を判定することがあった。

40

【0006】

また、画像を非常に細かいウィンドウに分割すると、立体物であっても、路面上の文字や白線であっても、複数のウィンドウにまたがってしまうこと、検知する対象物が車両である場合にはリヤウィンドウ部とリヤバンパー部との間で距離差があること、さらには測定された距離値にばらつきがあることから、隣接するウィンドウの距離値の差で立体物が否かを判断するのは困難であった。

【0007】

そこでこの発明は、自車両がピッチングやローリングで傾いても、正確に前方にある物体を判定することのできる装置を提供することを目的とする。

50

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、請求項 1 の発明の物体判定装置は、所定の間隔をおいて配置された少なくとも 2 つの撮像手段と、前記少なくとも 2 つの撮像手段で得られ、複数のウィンドウに分割された画像に基づいて、ウィンドウごとに対象物までの距離を計測する計測手段と、前記計測手段により計測された距離の差が所定範囲内にあり、隣接するウィンドウをクラスタリングしてクラスタを定めるクラスタリング手段と、前記撮像手段の位置、前記クラスタを構成するウィンドウの画像上の位置、および前記計測手段により計測された該ウィンドウ上の対象物までの距離に基づいて、該クラスタを 3 次元情報で表す 3 次元表示手段と、前記 3 次元情報で表されたクラスタの高さまたは厚みを算出し、該算出された高さまたは厚みに基づいて該クラスタの対象物が物体かどうか判定する物体判定手段とを備える。

10

【 0 0 0 9 】

この発明によると、計測された距離値に基づいてクラスタリングされたウィンドウのクラスタを 3 次元情報で表し、クラスタの高さまたは厚みに基づいて物体を判定するので、自車両の挙動による相対的な実際の路面の変動があっても物体を正確に判定することができる。

【 0 0 1 0 】

また、請求項 2 の発明は、請求項 1 の物体判定装置において、前記 3 次元情報で表されたクラスタの近くにある他のクラスタを結合するクラスタ結合手段を備え、該結合されたクラスタの高さまたは厚みに基づいて、該結合されたクラスタの対象物が物体かどうか判定する。

20

【 0 0 1 1 】

請求項 2 の発明によると、同一の物体を含む可能性が高いクラスタを結合して物体かどうか判定するので、より正確に物体の判定を行うことができる。

【 0 0 1 2 】

また、請求項 3 の発明は、請求項 1 または請求項 2 の物体判定装置において、前記計測手段により計測されたウィンドウ上の対象物までの距離と、前記撮像手段の位置および該ウィンドウの画像上の位置に基づいて定まる路面までの距離とを比較し、該ウィンドウ上の対象物が路面かどうか判断する手段を備える。

30

【 0 0 1 3 】

請求項 3 の発明によると、予め決められた路面までの推定距離と実際に計測された距離とに基づき対象物が路面と判断されたウィンドウについては、その後の物体判定処理を行う必要がなくなるので、より効率よく物体判定を行うことができる。

【 0 0 1 4 】

【発明の実施の形態】

次に図面を参照してこの発明の実施の形態を説明する。図 1 は、この発明の一実施例の物体判定装置の全体的なブロック図である。図 2 は、この実施例で用いる三角計測法による距離の計測原理を説明する図である。まず図 2 を参照して 1 対の撮像装置を用いた距離の測定方法を説明する。

40

【 0 0 1 5 】

一対の撮像装置の一方を構成するラインセンサ 2 1 およびレンズ 2 3 は、他方の撮像装置を構成するラインセンサ 2 2 およびレンズ 2 4 と所定の間隔すなわち基線長 B だけ左右方向または上下方向に間隔をおいて配置されている。ラインセンサ 2 1 および 2 2 は、典型的には 1 次元の CCD であり、直線的に配列されたフォトセンサのアレイであってもよい。夜間の使用を考慮すると赤外線を用いた撮像装置にするのがよい。この場合、レンズ 2 3、2 4 の前に赤外線透過性のフィルタを置き、赤外線の光源を用いて一定の周期で対象物 2 0 を照射し、対象物 2 0 から反射する赤外線をラインセンサ 2 1、2 2 が感知するようにするのがよい。

【 0 0 1 6 】

50

ラインセンサ 21、22 は、それぞれレンズ 23、24 の焦点距離 f に配置されている。レンズ 23、24 のある平面から距離 a にある対象物の像が、ラインセンサ 21 ではレンズ 23 の光軸から X_1 ずれた位置に形成され、ラインセンサ 22 ではレンズ 24 の光軸から X_2 だけずれた位置に形成されるとすると、レンズ 23、24 の面から対象物 20 までの距離 a は、三角計測法の原理により、 $a = B \cdot f / (X_1 + X_2)$ で求められる。

【0017】

この実施例では画像はデジタル化されるので、距離 $(X_1 + X_2)$ は、デジタル的に算出される。ラインセンサ 21 および 22 で得られる画像の片方または両方をシフトさせながら両画像のそれぞれ対応する画素の輝度を示すデジタル値の差の絶対値の総和を求め、これを相関値とする。相関値が最小値になるときの画像のシフト量が両画像の間の位置ずれ、すなわち $(X_1 + X_2)$ を示す。概念的には図 2 に示すようにラインセンサ 21 および 22 から得られる 2 つの画像を重なり合わせるために 2 つの画像を相対的に移動させねばならない距離が $(X_1 + X_2)$ である。

10

【0018】

ここでは、簡単のため撮像装置が 1 次元のラインセンサ 21、22 であるものとして説明したが、以下に述べるようにこの発明の一実施例では 2 次元の CCD または 2 次元のフォトセンサ・アレイを撮像装置として使用する。この場合、2 つの撮像装置から得られる 2 次元の画像を相対的にシフトさせて上述したのと同様の相関計算を行い、相関値が最小になるときのシフト量を求めると、このシフト量が $(X_1 + X_2)$ に相当する。

【0019】

20

図 1 の撮像手段 3 は、図 2 のレンズ 23 およびラインセンサ 21 からなる一方の撮像手段に対応し、撮像手段 3' は、図 2 のレンズ 24 およびラインセンサ 22 からなる他方の撮像手段に対応する。この実施例では、図 3 の (b) に示すように撮像領域を複数のウィンドウ（小領域） W_{11} 、 W_{12} 、・・・に分割し、ウィンドウごとに距離の計測を行うので、対象物全体の 2 次元の画像が必要になる。このため撮像手段 3、3' は、2 次元の CCD アレイまたは 2 次元のフォトセンサ・アレイで構成される。

【0020】

図 3 の (a) は、撮像手段 3 または 3' により自車両の前方を走行する他車両を撮像した画像の例を示し、図 3 の (b) は、図 3 の (a) の画像を概念的に複数のウィンドウに分割したものを示す。図 3 の (b) は、縦方向に行および横方向に列をとり、簡単のため 10 行 × 15 列のウィンドウに分割して示す。それぞれのウィンドウには番号が付されており、たとえば W_{12} は、1 行 2 列にあるウィンドウを示す。

30

【0021】

撮像手段 3、3' で撮像された対象物の画像はアナログ・デジタル変換器（A/D 変換器）4、4' でデジタルデータに変換され、画像メモリ 5、5' に格納される。ウィンドウ切り出し部 13 によって、ウィンドウ W_{11} に対応する画像部分が画像メモリ 5 および 5' からそれぞれ切り出されて相関計算部 6 に送られる。相関計算部 6 は、切り出された 2 つの画像を所定の単位ずつシフトさせて前述した相関計算を行い相関値が最小になるときのシフト量を求めると、このシフト量が $(X_1 + X_2)$ である。相関計算部 6 は、こうして求めた $(X_1 + X_2)$ の値を距離計算部 7 に送る。

40

【0022】

距離計算部 7 は、前述した $a = B \cdot f / (X_1 + X_2)$ の式を用いて、ウィンドウ W_{11} にある対象物までの距離 a_{11} を求める。こうして求められた距離 a_{11} は、距離記憶部 8 に記憶される。同様の計算処理がそれぞれのウィンドウについて順次実行され、距離 a_{11} 、 a_{12} 、・・・が距離記憶部 8 に記憶される。以下、あるウィンドウについて計算された対象物までの距離を、そのウィンドウの計測距離という。

【0023】

上の相関計算で用いる画像データは、撮像素子アレイの素子のピッチによって分解能が定まるので、フォトセンサ・アレイなど比較的ピッチの大きい受光素子を用いるときは、ピッチ間の補間計算を行って画像データの密度を高める処理を行い、こうして密度を高めら

50

れた画像データについて相関計算を行うのが好ましい。

【 0 0 2 4 】

また、温度による撮像素子アレイの特性変化を補正するため、温度センサを撮像素子アレイ付近に配置し、温度センサから得られる温度情報に基づいて距離計算を補正するようにすることもできる。

【 0 0 2 5 】

次に、以上のようにして求められたウィンドウの計測距離を使用して物体の判定を行う方法について説明する。図 1 の路面除去部 3 1 は、予め決められた推定距離と上記のようにして実際に計測された距離とをウィンドウごとに比較し、推定距離に近い計測距離および推定距離以上の計測距離をもつウィンドウについての計測距離値を距離記憶部 8 から削除する。推定距離とは、車両が傾くことなく路面に平行な状態にある場合の路面までの距離をいい、このときの路面を推定路面という。この推定距離は、たとえば CCD アレイにより実現される撮像手段 3 および 3' の取り付け位置、俯角、基線長、焦点距離およびサイズと、画像におけるウィンドウの位置とにより予め算出され、ウィンドウごとに推定距離記憶部 3 2 に記憶されている。

10

【 0 0 2 6 】

計測距離が推定距離に近い値または推定距離以上の値ならば、ウィンドウの対象物が路面であって物体ではないと判断することができ、路面除去部 3 1 は、路面と判断されたウィンドウの計測距離値を距離記憶部 8 から削除する。これにより、計測距離値が削除されたウィンドウについては以降の物体判定処理を進める必要がなくなり、より効率よく他のウィンドウについて物体判定を行うことができる。路面と判断されたウィンドウの計測距離値を距離記憶部 8 から削除するかわりに、たとえば路面と判断されたことを識別するフラグを使用し、路面と判断されたウィンドウに識別フラグをたてて距離記憶部 8 に記憶することもできる。

20

【 0 0 2 7 】

または、たとえば車両が下り坂を走行し始めるという場合も考えられるので、計測距離と推定距離とを比較してほぼ等しければ、その計測距離値を削除するようにすることもできる。たとえば、計測距離と推定距離との差が 0.5 メートル以内ならば、路面と判断して計測距離値を削除し、差が 0.5 メートルより大きければ、実質的に路面ではないと判断して物体判定処理を進める。

30

【 0 0 2 8 】

クラスタリング部 3 3 は、路面除去部 3 1 により路面と判定されなかったウィンドウ、すなわち撮像された対象物が物体の可能性があるウィンドウの計測距離に基づいて、クラスタリングを行う。最初に、クラスタリング部 3 3 におけるラベル付与部 3 4 が、隣接するウィンドウの計測距離を比較し、ほぼ等しければ、その隣接するウィンドウに同一のラベルを付与し、クラスタを定める。隣接するウィンドウの計測距離を比較するのは、隣接していなければ、計測距離が同じでも物体が異なる場合があるからである。

【 0 0 2 9 】

例として、図 3 の (b) の路面上の文字「 6 0 」が撮像されているウィンドウについて説明する。「 6 0 」の文字は、ウィンドウ W_{75} 、 W_{7B} 、 W_{A5} および W_{AB} に囲まれた領域 (斜線がほどこされた領域) に撮像されている。この画像領域に含まれるウィンドウのそれぞれについて計測された距離の例を、図 4 の (a) に示す。数字の単位はメートルである。ここで、計測距離が示されていないウィンドウは、コントラストがなかったために距離が計算できなかったウィンドウを示す。図 4 の (a) において、隣接するウィンドウの計測距離を比較し、所定範囲内ならば (たとえば、計測距離の差が 0.5 メートル以内ならば所定範囲内とすることができる)、その隣接する 2 つのウィンドウに同じラベルを付与する。この処理を、計測距離をもつすべてのウィンドウについて行う。

40

【 0 0 3 0 】

図 4 の例では、ウィンドウ W_{76} の計測距離 5.8 と、 W_{77} の計測距離 6.0 との差は 0.2 であり、計測距離がほぼ等しいと判断され、ウィンドウ W_{76} および W_{77} に同じラベル「

50

「１」を付与する。このような処理を、画像の左側部分で隣接するウィンドウについて行くと、図４の（ｂ）の左側部分のように、それぞれのウィンドウにラベル「１」が付与される。同様に、図４の（ａ）の画像の右側部分では、たとえばウィンドウ W_{89} の計測距離５．５と W_{8A} の計測距離５．６との差は０．１であり、計測距離がほぼ等しいと判断され、それぞれのウィンドウにラベル「２」を付与する。ここで、ウィンドウ W_{89} および W_{8A} の両方とも、ラベル「１」が付与されたウィンドウとは隣接していないので、異なるラベルを付与する。なお、ラベルは数字である必要はなく、たとえばアルファベット文字など識別できる符号を用いてもよい。

【００３１】

こうして、計測距離値をもつウィンドウのそれぞれにラベルを付与すると、図４の（ｂ）に示されるように、ラベル「１」でクラスタリングされた領域５１と、ラベル「２」でクラスタリングされた領域５２とが定められる。このクラスタリングされた領域をクラスタと呼ぶ。

【００３２】

次に、３次元表示部３５は、上記のようにクラスタリングされたウィンドウのクラスタを３次元情報で表す。図５に示すように、３次元情報は、この例では、水平位置（ x ）、垂直位置（ y ）および路面距離（ z ）の３座標を使用する。水平位置を示す x 座標はウィンドウの列方向（図３の（ｂ）を参照）に対応し、垂直位置を示す y 座標は路面からの高さ方向に対応し、路面距離を示す z 座標はウィンドウの行方向（図３の（ｂ）を参照）に対応する。また、路面距離を示す z 座標は計測距離 d に比例する。これらの座標を使用してクラスタを３次元情報で表し、３次元上のクラスタの位置を特定する。

【００３３】

図５を参照して、クラスタを構成するウィンドウを３次元情報で表す方法を説明する。原点 O は車両が位置する路面を示し、 x 、 y および z 軸は原点 O で互いに直交する。 x 軸は車両から見て左右に伸びており、 y 軸は路面に垂直に伸びており、 z 軸は車両の進行方向に伸びている。撮像カメラ５３は、原点 O から y 軸方向の高さ H のところにある。物体５４は、高さ h および幅 g を持ち、 z 軸方向の i の場所にある。撮像カメラ５３で撮像された画像上の複数のウィンドウのうち、あるウィンドウには、物体５４が存在しなければ点５５で表される路面が対象物として撮像され、物体５４が存在すれば、点５６で表される物体５４の一部が対象物として撮像される。推定距離 D は、撮像カメラ５３と点５５との間の距離であり、物体５４が存在しない場合に撮像された点５５までの計測距離に等しい。計測距離 d は、撮像カメラ５３と点５６との間の距離であり、図２を参照して前述した方法により計算される。（ x ， y ， z ）座標系を使用すると、撮像カメラ５３の位置は（ 0 ， H ， 0 ）で表される。点５６の位置は、（ g ， h ， i ）で表される。

【００３４】

ウィンドウごとの推定距離 D および撮像カメラの推定路面からの高さ H は固定値であるので、予め計算して推定距離記憶部３２に記憶しておくことができる。図５から明らかなように、ウィンドウの対象物の高さ h は以下の式（１）から求められ、対象物の路面距離 i は式（２）から求められる。

【００３５】

【数１】

対象物の高さ $h = (\text{推定距離 } D - \text{計測距離 } d) \times \text{カメラの高さ } H / \text{推定距離 } D$
・・・式（１）

対象物の路面距離 $i =$

$$\sqrt{(\text{計測距離 } d)^2 - (\text{カメラの高さ } H - \text{対象物の高さ } h)^2}$$

・・・式（２）

【００３６】

別の実施形態では、たとえば路面距離を示す z 座標の代わりに計測距離 d を使用することもでき、上記の座標系とは異なる座標系によりクラスタの 3 次元上の位置を特定することもできる。

【0037】

次に、図 6 から図 8 を参照して、クラスタを 3 次元情報で表してクラスタの 3 次元上の位置を特定し、クラスタを直方体で近似する例を 3 通りに分けて説明する。

【0038】

図 6 は、路面上に物体が存在せず、車両が傾くことなく路面に平行に走行している例を示す。図 6 の (a) は、撮像カメラが前方の路面を撮像しているのを横から見た状態を示す。図 6 の (b) は、ウィンドウごとに予め定められた推定距離 65 と、図 6 の (a) の状態でウィンドウごとに計測された計測距離 66 の例を示す。図 6 の (c) は、算出されたウィンドウごとの 3 次元情報を示す。なお、撮像カメラの路面からの高さ H を 1.3 メートルとして、3 次元情報を算出した。わかりやすく説明するため、この例では、図 6 の (d) に示されるように、撮像した画像領域の一部である 3 行 $\times$ 3 列のウィンドウを使用し、この 9 個のウィンドウが 1 つのクラスタを構成するとする。それぞれのウィンドウを識別するため、図 6 の (d) に示されるように、ウィンドウには W11、W12、の番号が付されている。

【0039】

図 6 の例では、車両は路面に平行に走行しており、路面上に物体が存在しないので、推定路面と実際の路面とが一致し、推定距離と計測距離とが一致する。したがって、すべてのウィンドウの対象物の高さ h はゼロである。カメラの位置、ウィンドウの画像における位置、計測距離から、それぞれのウィンドウを 3 次元情報 (x, y, z) で表すことができる (図 6 の (c))。ここで、図 6 の (c) の x 座標に示される $x1 \sim x3$ は、図 6 の (d) に示される 1 列目 $\sim$ 3 列目のウィンドウの列ごとに予め決められる距離にそれぞれ対応し、カメラの位置、画像におけるウィンドウ数などにより変化する。たとえば、ウィンドウの 3 列目は、車両の中心から左に 1 メートルの位置を示すというように定めることができる。

【0040】

図 6 の (a) に示される点 P1、P2 および P3 は、ウィンドウ W11、W21 および W31 のそれぞれの 3 次元情報を 3 次元上にそれぞれ投影した点である。図 6 の (c) に示される 9 個のウィンドウのすべてを、3 次元上に投影して点 P1 $\sim$ P9 を定め、点 P1 $\sim$ P9 をすべてを含む最小の直方体を定める。この例では、ウィンドウの対象物の高さがゼロなので、点 P1 $\sim$ P9 をすべて含む直方体は、路面に平行に広がる面 63 となる。面 63 は、図 6 の (a) から明らかなように、実際の路面 61 と一致する。このように、クラスタを 3 次元情報で表して、クラスタを直方体 (この例では平面) で近似することができる。

【0041】

図 7 は、前方に物体 71 が存在する場合を示す。物体 71 が存在するために、ウィンドウ W11 $\sim$ W13 および W21 $\sim$ W23 の計測距離 76 の値は、対応する推定距離 75 より小さい。図 6 の例と同様に、前述の式 (1) および (2) を用い、それぞれのウィンドウを 3 次元情報で表す (図 7 の (c))。これらの 3 次元情報に基づいて、それぞれのウィンドウを 3 次元上に投影し、点 P1 $\sim$ P9 を定める。面 73 は、これらの点をつなぎあわせたものを横から見たものである。9 個の点 P1 $\sim$ P9 をすべて含む最小の直方体 74 を定め、クラスタを直方体で近似する。図 7 の (a) から明らかなように、この直方体は、撮像した部分の物体の大きさを表している。

【0042】

図 8 は、自車両がピッチングなどの影響で傾いて実際の路面と平行でないために、推定路面 82 と、距離を計測した実際の路面 81 との間にずれが生じている場合を示す。撮像カメラから見ると、図 8 の実際の路面 81 は物体のように見えるので、図 6 および図 7 で説明したのと同様の方法で、それぞれのウィンドウを 3 次元情報で表し、クラスタを直方体で近似することができる。前述の式 (1) および (2) を用いてそれぞれのウィンドウを

10

20

30

40

50

3次元情報で表し(図8の(c))、3次元上に投影して点P1~P9を定める。面83は、これらの点をつないで横から見たものである。投影された点P1~P9を含む最小の直方体84を定め、クラスタを直方体で近似する。図7の直方体74と比較して明らかなように、ピッチングなどで車両が傾いたとしても通常走行において車両が大きく傾くことは起こり得ず、また実際には物体が存在しないので、直方体の厚みが非常に薄いものとなる。

【0043】

こうして、3次元情報表示部35は、直方体でクラスタを近似することにより(直方体で近似されたクラスタを近似クラスタという)、クラスタの位置および大きさを容易に認識することができる。具体的には、クラスタを構成するウィンドウの3次元情報に基づいて、距離、位置、高さ、厚みなど近似クラスタが持つ属性を算出し、クラスタ記憶部48に記憶する。図8の例では、近似クラスタの高さは、対応する直方体の上面87に含まれる点P1(すなわち、投影された点P1~P9のうち最大のy座標値をもつ点)のy座標から求められ、近似クラスタの厚みは、対応する直方体の上面87に含まれる点P1のy座標と、下面88に含まれる点P3(すなわち、投影された点P1~P9のうち最小のy座標値をもつ点)のy座標との差から求められる。また、近似クラスタの幅は、対応する直方体に含まれる投影された点のうち、最大のx座標値をもつ点のx座標と、最小のx座標値をもつ点のx座標との差から求められる。

【0044】

クラスタを直方体で近似するのは、クラスタの距離、位置、幅および高さを容易に算出して、クラスタに含まれる対象物の大きさおよび位置を正確に認識することができるためである。別の実施形態では、クラスタを他の立体(たとえば、車両の形状をした立体)で近似し、クラスタのさらに細かい属性(たとえば、下面の幅と上面の幅、左側の高さや右側の高さなど)を算出して記憶することもできる。また、最小の直方体で近似するのは、すべての投影された点を含むがそれより大きい(または小さい)直方体で近似すると、近似クラスタが正確に物体の大きさおよび位置を表さなくなるからである。

【0045】

次に、図1のクラスタ結合部36は、近似クラスタが複数ある場合、クラスタ記憶部48に記憶された近似クラスタに関する情報に基づいて、任意の数のクラスタを結合する。この実施例では、ある近似クラスタと他の近似クラスタとの距離、水平位置および垂直位置の差がしきい値以下ならば、この2つの近似クラスタを結合する。これは、近似クラスタに近い場所にある他の近似クラスタは、同じ対象物を表す可能性が高いからである。

【0046】

しきい値は、車両からの距離に応じて異なる値を設定するのが好ましい。この実施形態では、距離および位置の差を求める2つの近似クラスタの距離に応じて、しきい値を設定する。2つの近似クラスタの距離は、それぞれの近似クラスタに含まれるウィンドウ数と、それらウィンドウの計測距離とに基づいて算出する。たとえば、2つの近似クラスタC1およびC2があり、近似クラスタC1およびC2の距離をそれぞれd1およびd2とし、それぞれの近似クラスタC1およびC2に含まれるウィンドウ数をw1およびw2とすると、以下の式(3)に基づいて2つの近似クラスタの距離を算出することができる。ここで、近似クラスタの距離d1およびd2は、それぞれのクラスタに含まれるウィンドウの計測距離を平均した値を用いる。

【0047】

【数2】

2つの近似クラスタの距離 = $(d1 \times w1 + d2 \times w2) / (w1 + w2)$
 ...式(3)

【0048】

別の実施形態では、式(3)のように近似クラスタのウィンドウ数に基づいて加重平均を計算する代わりに、単純にそれぞれの近似クラスタの距離d1およびd2を平均した値を、2つの近似クラスタの距離とすることもできる。さらに、近似クラスタC1およびC2のそれぞれの中心位置における距離を平均した値を、2つの近似クラスタの距離とするこ

10

20

30

40

50

ともできる。なお、計測距離と前述の z 座標で示されるウィンドウの対象物の路面距離とは比例するので、路面距離を用いてもよい。

【 0 0 4 9 】

2つの近似クラスタの距離の差は、上記の近似クラスタの距離 d_1 および d_2 の差で表される。また、2つの近似クラスタの水平位置および垂直位置の差は、2つの近似クラスタ間の間隔で表される。図9を参照すると、 $x-y$ 平面から見た2つの近似クラスタ C_1 および C_2 が示されている。近似クラスタ C_1 および C_2 の水平位置の差は、 x 軸方向の差 d_x で表され、垂直位置の差は、 y 軸方向の差 d_y で表される。水平および垂直位置の差 d_x および d_y は、クラスタ記憶部48に記憶された近似クラスタ C_1 および C_2 に関する位置および大きさから算出することができる。

10

【 0 0 5 0 】

別の実施形態では、近似クラスタ間の間隔を位置の差とする代わりに、たとえば近似クラスタの中心位置の差を用いることもできる。近似クラスタの中心位置は、クラスタが直方体で近似されているので、クラスタ記憶部48に記憶された近似クラスタに関する情報から容易に求めることができる。

【 0 0 5 1 】

しきい値は、上記の式(3)を用いて計算された2つの近似クラスタの距離に基づいて、たとえば、距離の差については以下の表1のように、水平位置および垂直位置の差については以下の表2のように設定することができる。

【 0 0 5 2 】

20

【表1】

2つの近似クラスタの距離 (メートル)	距離の差のしきい値 (メートル)
0 ~ 14.9	3.0
15.0 ~ 29.9	5.0
30.0 ~	8.0

【 0 0 5 3 】

【表2】

2つの近似クラスタの距離 (メートル)	水平/垂直位置の差のしきい値 (メートル)
0 ~ 5.9	1.0
6 ~	0.6

30

【 0 0 5 4 】

表1において、2つの近似クラスタの距離が大きくなるほど距離の差のしきい値が大きくなっているのは、自車両からの距離が遠くなるほど計測距離の誤差が大きくなるためである。表2において、2つの近似クラスタの距離が大きくなるほど水平および垂直位置の差のしきい値が小さくなっているのは、たとえば他の車両が自車両から近い距離に存在するような場合には、コントラストが低いために計測距離を算出することのできないウィンドウが多く発生し、クラスタとクラスタとの間の間隔が広くなることからである。

40

【 0 0 5 5 】

こうして、距離、水平位置および垂直位置の差がいずれもしきい値以下ならば近似クラスタを結合し、1つの結合クラスタとする。図4を参照すると、2つのクラスタが存在し、これらの近似クラスタの距離および位置の差がしきい値以下ならば、2つのクラスタを結合することができる。

【 0 0 5 6 】

なお、クラスタの結合条件に、近似クラスタの大きさ(幅および高さ)を加えることもできる。たとえば、検出すべき物体が他の車両である場合には、結合されたクラスタの幅および高さが通常の車両の幅および高さより大きくならない場合に、クラスタを結合するこ

50

とができる。

【 0 0 5 7 】

さらに、これらの条件に加え、前回認識された物体の情報（物体記憶部 3 9 に記憶されている）を用いて、クラスタの結合条件とすることができる。この場合には、前回認識された物体の位置と大きさから、物体に対する相対速度（同じく、物体記憶部 3 9 に記憶されている）を用いて、今回の物体の位置と大きさを推定する。推定された物体との距離の差がしきい値以下であり、水平および垂直位置において重なりを持つ近似クラスタを選択する。選択されたクラスタが複数ある場合には、推定された物体の位置および大きさに最も近い値の位置および大きさを持つよう、選択されたクラスタのうちの 1 または複数のクラスタを結合する。

10

【 0 0 5 8 】

その後、クラスタ結合部 3 6 は、結合されたクラスタ（以下、クラスタ群という）に含まれるクラスタの 3 次元情報に基づいて、クラスタをすべて含む最小の直方体を定めてクラスタ群を直方体で近似する。新たに定められた近似クラスタ群の位置、大きさ、距離などの情報を求め、クラスタ記憶部 4 8 に記憶する。クラスタ結合部 3 6 は、近似クラスタ群をそれぞれ物体候補に指定する。結合されなかった近似クラスタは、単独で物体候補に指定される。

【 0 0 5 9 】

図 1 の物体判定部 3 7 は、抽出された物体候補の高さまたは厚みに基づいて、クラスタの対象物が物体かどうか判断する。物体候補である近似クラスタまたは近似クラスタ群の高さおよび厚みがクラスタ記憶部 4 8 に記憶されているので、物体判定部 3 7 はこれらの値を読み出し、物体候補のうち、上面の推定路面からの高さが低いもの、および上面と下面との差（厚み）が小さいものを物体ではないと判定して物体候補から除外する。

20

【 0 0 6 0 】

たとえば、検知対象を他の車両とする場合には、推定路面から物体候補の上面までの高さが 9 0 センチメートル以下であり、かつ上面と下面との差が 8 0 センチメートル以下の物体候補と、上面までの高さが 7 0 センチメートル以下の物体候補とを、物体ではないと判定して物体候補から除外する。高さおよび厚みにこのようなしきい値を設けることにより、たとえば図 8 に示すように物体候補が路面である場合には、物体候補である近似クラスタの厚みが非常に薄いものとなるため、近似クラスタ 8 4 が物体と判定されることはない。

30

【 0 0 6 1 】

このように、車両がピッチングなどの影響で傾いて路面が物体候補となり、画像上でこの物体候補が広い領域を占めても、クラスタを 3 次元情報で表して厚みを算出することにより、クラスタの対象物が薄いということがわかるので、路面を物体と誤って判定することがなくなる。

【 0 0 6 2 】

物体認識部 3 8 は、物体判定部 3 7 により物体と判定された近似クラスタの距離、位置および大きさなどの情報をクラスタ記憶部 4 8 から読み出し、物体を認識する。認識された物体にかかわる情報は、物体記憶部 3 9 に記憶される。物体記憶部 3 9 には、前回認識された物体にかかわる情報も記憶されており、前述したようにクラスタ結合部 3 6 は、この情報を利用してクラスタを結合することができる。さらに、物体認識部 3 8 は、前回認識された物体の距離（前回距離）および今回認識された物体の距離（今回距離）を用い、（今回距離 - 前回距離） / 検出時間間隔、の計算式から物体に対する自車の相対速度を算出し、物体記憶部 3 9 に記憶する。ここで、検出時間間隔は、前回の計測と今回の計測との時間差であり、たとえば 1 0 0 ミリ秒とすることができる。

40

【 0 0 6 3 】

車両制御部 4 5 は、物体記憶部 3 9 に記憶された物体の距離、位置および相対速度などの情報、および自車速度検出装置 4 6 やヨーレート検出装置 4 7 などの装置からの情報に基づいて、物体までの距離が適切であるよう自車両を制御する。たとえば、運転者に音声や

50

アラームで警告を発したり、自車のエンジンを制御して強制的に減速させたりなどの制御をすることができる。

【 0 0 6 4 】

図 1 に示した関連計算部 6、距離計算部 7、距離記憶部 8、ウィンドウ切り出し部 13、路面除去部 31、推定距離記憶部 32、クラスタリング部 33、クラスタ結合部 36、クラスタ記憶部 48、物体判定部 37、物体認識部 38、物体記憶部 39 および車両制御部 45 は、中央演算処理装置（CPU）、制御プログラムおよび制御データを格納する読み出し専用メモリ、CPU の演算作業領域を提供し様々なデータを一時記憶することができるランダムアクセスメモリ（RAM）で構成することができる。距離記憶部 8、推定距離記憶部 32、クラスタ記憶部 48 および物体記憶部 39 は、1 つの RAM のそれぞれ異なる記憶領域を使用して実現することができる。また、各種の演算で必要となるデータの一時記憶領域も同じ RAM の一部分を使用して実現することができる。

10

【 0 0 6 5 】

また、この発明の物体判定装置をエンジンの電子制御ユニット（ECU）、ブレーキ制御 ECU その他の ECU と LAN 接続して物体判定装置からの出力を車両の全体的な制御に利用することができる。

【 0 0 6 6 】

【発明の効果】

請求項 1 の発明によると、計測された距離値に基づいてクラスタリングされたウィンドウのクラスタを 3 次元情報で表し、クラスタの高さまたは厚みに基づいて物体を判定するので、自車両の挙動による相対的な実際の路面の変動があっても物体を正確に判定することができる。

20

【 0 0 6 7 】

請求項 2 の発明によると、同一の物体を含む可能性が高いクラスタを結合して物体かどうか判定するので、より正確に物体の判定を行うことができる。

【 0 0 6 8 】

請求項 3 の発明によると、予め決められた路面までの推定距離と実際に計測された距離とに基づき対象物が路面と判断されたウィンドウについては、その後の物体判定処理を行う必要がなくなるので、より効率よく物体判定を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

30

【図 1】この発明の一実施例の全体的な構成を示すブロック図。

【図 2】三角計測法による距離の計測原理を説明するための図。

【図 3】この発明による、（a）撮像された画像、（b）距離および道路領域判定のため小領域（ウィンドウ）に分割された画像を示す図。

【図 4】この発明によるウィンドウのクラスタリングを示す図。

【図 5】この発明によるウィンドウを 3 次元情報で表す方法を示す図。

【図 6】車両が路面に平行に走行している場合の、物体を含まないクラスタを 3 次元情報で表して直方体で近似する方法を示す図。

【図 7】物体を含むクラスタを 3 次元情報で表して直方体で近似する方法を示す図。

【図 8】車両が傾いて走行している場合の、物体を含まないクラスタを 3 次元情報で表して直方体で近似する方法を示す図。

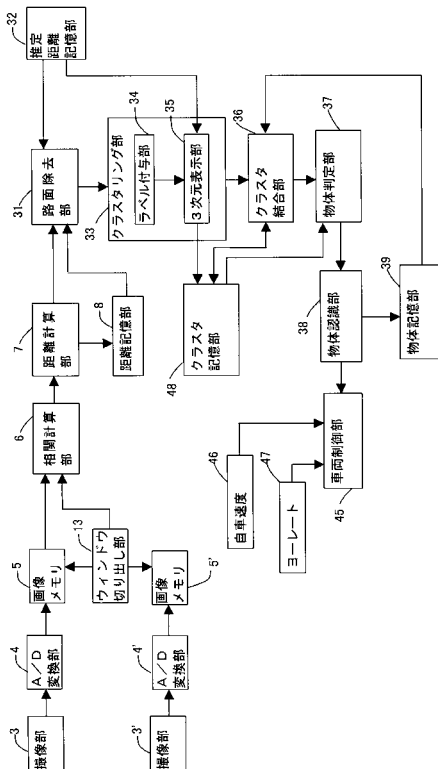
40

【図 9】この発明による、2 つのクラスタの水平および垂直位置の差を示す図。

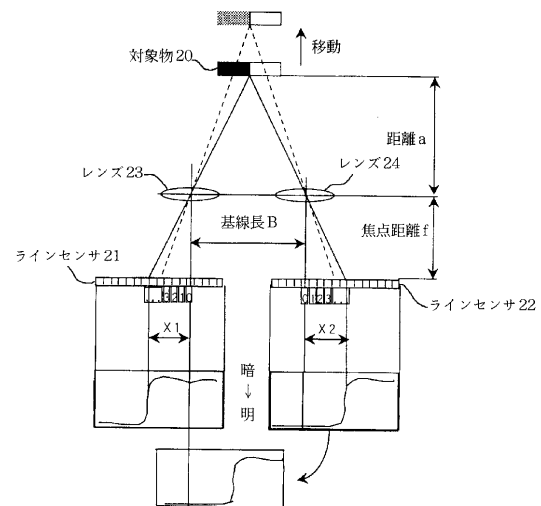
【符号の説明】

- 3、3' 撮像部
- 7 距離計算部
- 31 路面除去部
- 33 クラスタリング部
- 36 クラスタ結合部
- 37 物体判定部

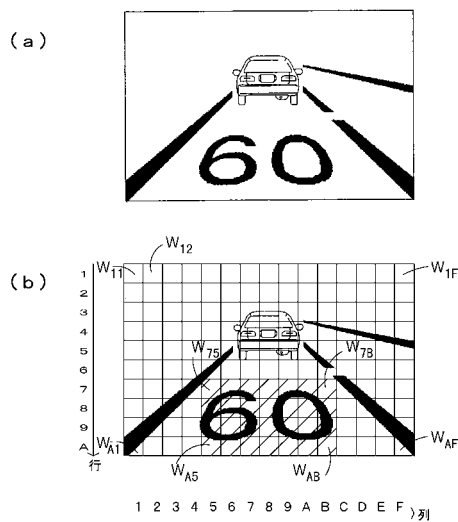
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

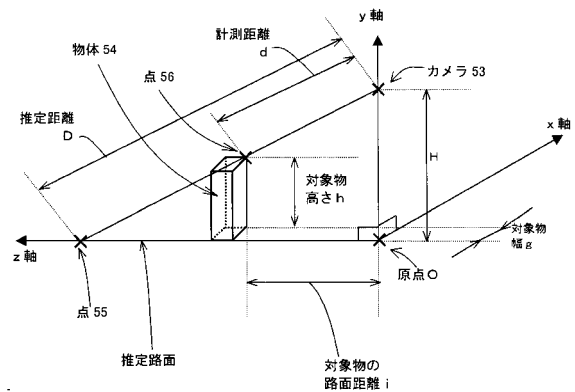
(a)

	5.8	6.0		5.7	5.5	
5.5	5.7	5.5		5.5	5.6	5.4
5.2	5.1	5.2		5.2	5.2	5.5
5.1	5.2					

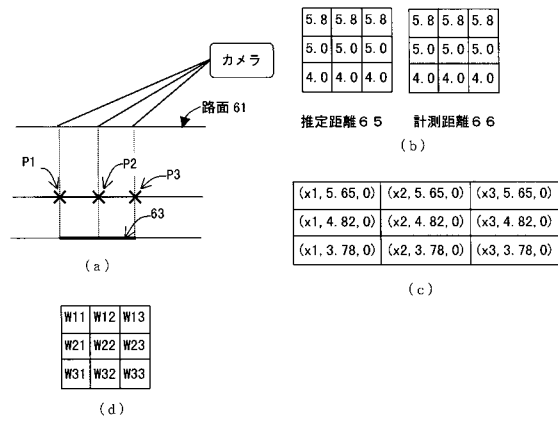
(b)

	1	1		2	2	
1	1	1		2	2	2
1	1	1		2	2	2
1	1					

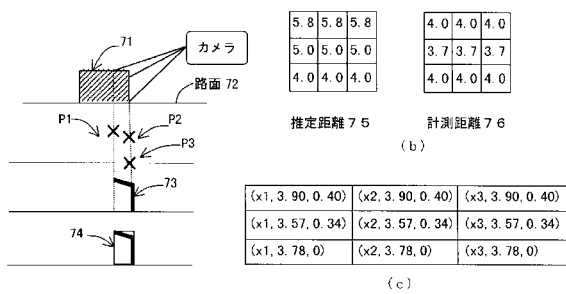
【图 5】



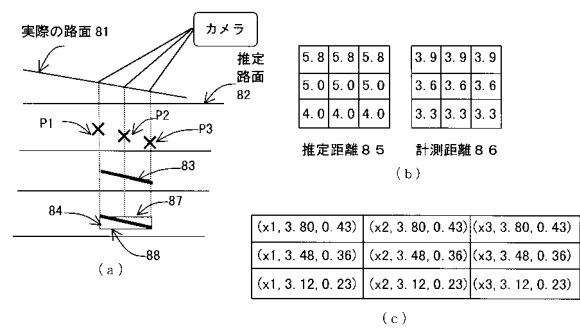
【図 6】



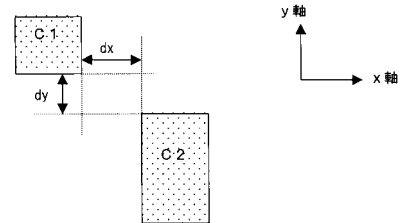
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 0 - 1 4 3 6 5 9 (J P , A)
特開平 1 0 - 2 6 7 6 1 8 (J P , A)
特開平 0 7 - 1 9 5 9 7 8 (J P , A)
特開平 1 0 - 2 8 3 4 6 2 (J P , A)
特開平 0 9 - 0 7 9 8 4 9 (J P , A)
特開平 1 0 - 1 8 7 9 7 5 (J P , A)
特開平 1 1 - 0 5 1 6 4 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G01B11/00-11/30

G01C3/00-3/32

G06T1/00-1/40;3/00-9/40