

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-134878

(P2010-134878A)

(43) 公開日 平成22年6月17日(2010.6.17)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
G08G	1/16	(2006.01)	G08G	1/16	C	3D020	
H04N	7/18	(2006.01)	H04N	7/18	J	5B057	
G06T	1/00	(2006.01)	G06T	1/00	330A	5C054	
B60R	1/00	(2006.01)	B60R	1/00	A	5H180	
B60R	11/02	(2006.01)	B60R	11/02	C	5H181	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-312642 (P2008-312642)
 (22) 出願日 平成20年12月8日 (2008.12.8)

(71) 出願人 509186579
 日立オートモティブシステムズ株式会社
 茨城県ひたちなか市高場2520番地
 (74) 代理人 100091096
 弁理士 平木 祐輔
 (72) 発明者 弓場 竜
 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
 (72) 発明者 清原 将裕
 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
 (72) 発明者 入江 耕太
 茨城県ひたちなか市大字高場2520番地
 株式会社日立製作所オートモティブシステムグループ内

最終頁に続く

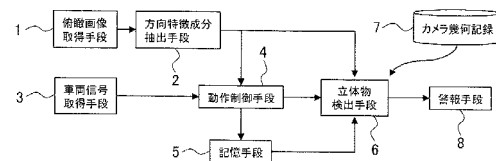
(54) 【発明の名称】 立体物出現検知装置

(57) 【要約】

【課題】低コストで立体物の出現を迅速且つ正確に検知することができる立体物出現検知装置を提供する。

【解決手段】立体物出現検知装置は、車両20に搭載されたカメラ21で撮像した俯瞰画像30に基づいて車両周辺における立体物22の出現を検知するものであり、俯瞰画像30から俯瞰画像30上でかつカメラ21の視線方向33に直交する方向36、37の直交方向特徴成分46、47を抽出し、その抽出した直交方向特徴成分46、47の量に基づいて立体物22の出現を検知する。これにより、例えば、日照の揺らぎや、影の移動等の偶発的な画像の変化を、立体物の出現として誤検知するのを防ぐ。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両に搭載されたカメラで撮像した俯瞰画像に基づいて車両周辺における立体物の出現を検知する立体物出現検知装置において、

前記俯瞰画像から該俯瞰画像上でかつ前記カメラの視線方向に直交に近い方向の直交方向特徴成分を抽出し、該抽出した直交方向特徴成分の量に基づいて前記立体物の出現を検知することを特徴とする立体物出現検知装置。

【請求項 2】

車両に搭載されたカメラで撮像した俯瞰画像に基づいて車両周辺における立体物の出現を検知する立体物出現検知装置において、

前記カメラで所定の時間間隔をおいて撮像した複数の俯瞰画像を取得する俯瞰画像取得手段と、

該俯瞰画像取得手段により取得した俯瞰画像から該俯瞰画像上でかつ前記車載カメラの視線方向に直交に近い方向の方向特徴成分である直交方向特徴成分を抽出する方向特徴成分抽出手段と、

該方向特徴成分抽出手段により抽出した直交方向特徴成分の量を前記複数の俯瞰画像同士で比較して、前記直交方向特徴成分の増分が予め設定された閾値以上のときは前記立体物の出現ありと判定する立体物検出手段と、

を有することを特徴とする立体物出現検知装置。

【請求項 3】

車両に搭載されたカメラで撮像した俯瞰画像に基づいて車両周辺における立体物の出現を検知する立体物出現検知装置において、

前記車両の制御装置と前記車両に搭載された情報装置のいずれか一つ以上から信号を取得する車両信号取得手段と、

前記車両信号取得手段からの信号に基づいて前記車両の運転者による注意が前記車両の周囲確認から離れる区間の始点と終点を認識する動作制御手段と、

該動作制御手段からの情報に基づいて前記カメラで所定の時間間隔をおいて撮像した複数の俯瞰画像を取得する俯瞰画像取得手段と、

該俯瞰画像取得手段により取得した俯瞰画像から該俯瞰画像上でかつ前記車載カメラの視線方向に直交に近い方向の方向特徴成分である直交方向特徴成分を抽出する方向特徴成分抽出手段と、

該方向特徴成分抽出手段により抽出した直交方向特徴成分の量を前記複数の俯瞰画像同士で比較して、前記直交方向特徴成分の増分が予め設定された閾値以上のときは前記立体物の出現ありと判定する立体物検出手段と、

を有することを特徴とする立体物出現検知装置。

【請求項 4】

車両に搭載されたカメラで撮像した俯瞰画像に基づいて車両周辺における立体物の出現を検知する立体物出現検知装置において、

前記俯瞰画像を取得する俯瞰画像取得手段と、

該俯瞰画像取得手段により取得した俯瞰画像を画像処理することによって前記立体物による画像変化あるいは画像特徴を検知する画像検知手段と、

該画像検知手段により検知した前記画像変化あるいは画像特徴が予め設定された条件を満たす場合に、前記俯瞰画像取得手段により取得した俯瞰画像から該俯瞰画像上でかつ前記車載カメラの視線方向に直交に近い方向の方向特徴成分である直交方向特徴成分を抽出する方向特徴成分抽出手段と、

該方向特徴成分抽出手段により抽出した直交方向特徴成分の量に基づいて前記立体物の出現を検出する立体物検出手段と、

を有することを特徴とする立体物出現検知装置。

【請求項 5】

前記画像検知手段は、検知した立体物を見失った場合にも、前記立体物検出手段による

10

20

30

40

50

前記立体物の検出を継続することを特徴とする請求項 4 に記載の立体物出現検知装置。

【請求項 6】

車両に搭載されたカメラで撮像した俯瞰画像に基づいて車両周辺における立体物の出現を検知する立体物出現検知装置において、

前記俯瞰画像を取得する俯瞰画像取得手段と、

前記車両の周囲に存在する立体物を検出するセンサと、

該センサによって前記立体物を検出した場合に、前記俯瞰画像取得手段により取得した俯瞰画像から該俯瞰画像上でかつ前記車載カメラの視線方向に直交に近い方向の方向特徴成分である直交方向特徴成分を抽出する方向特徴成分抽出手段と、

該方向特徴成分抽出手段により抽出した直交方向特徴成分の量に基づいて前記立体物の出現を検出する立体物検出手段と、

を有することを特徴とする立体物出現検知装置。

【請求項 7】

前記立体物検出手段により前記立体物の出現ありと判定された場合に、警報を発する警報手段を有することを特徴とする請求項 2 から請求項 5 のいずれか一項に記載の立体物出現検知装置。

【請求項 8】

前記警報手段は、前記俯瞰画像とともに前記立体物のシルエットを示す枠線を画面表示することを特徴とする請求項 7 に記載の立体物出現検知装置。

【請求項 9】

前記警報手段は、前記カメラと前記立体物との距離に応じて前記枠線の大きさを変更することを特徴とする請求項 8 に記載の立体物出現検知装置。

【請求項 10】

前記警報手段は、前記俯瞰画像取得手段により取得した俯瞰画像を、より画角が狭い俯瞰画像に変換して画像表示することを特徴とする請求項 7 から請求項 9 のいずれか一項に記載の立体物出現検知装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車載カメラの画像から車両の周辺に立体物の出現を検知する立体物出現検知装置に関する。

【背景技術】

【0002】

車載カメラを車両のリアトランク部等に後ろ向きに設置し、この車載カメラから得られた車両後方の撮像画像を運転者に提示する運転支援装置が普及し始めている。この車載カメラとしては、通常、広範囲を撮像可能な広角カメラが用いられ、小さなモニタ画面に広い範囲の撮像画像を表示している。

【0003】

しかし、広角カメラはレンズ歪みが大きいため、直線が曲線として撮像されてしまい、モニタ画面に表示される画像は見づらい画像になってしまう。そこで、従来から、特許文献 1 に記載されている様に、広角カメラの撮像画像からレンズ歪みを除去し、直線が直線として見える画像に変換し、モニタ画面に表示している。

【0004】

このような車両周囲を捉えるカメラを常に目視して安全を確認することは運転者にとって負荷であり、カメラの映像から車両との衝突の危険がある人物などの立体物を画像処理により検知する技術が従来から開示されている（例えば特許文献 1 を参照）。

【0005】

また、車両が低速で走行する間、2 時刻で撮影した画像を視点変換したときの俯瞰変換したときの運動視差から画像を地表面の領域と立体物の領域に分離することで、立体物を検知する技術が開示されている（例えば特許文献 2 を参照）。

10

20

30

40

50

【0006】

そして更に、2つ並んで備え付けられたカメラの立体視から、車両の周囲の立体物を検知する技術が開示されている（例えば特許文献3を参照）。また、車両が停車してイグニッションをオフにしたときの画像と、車両が発進するためにイグニッションをオンにした画像を比較することで、車両が停止してから発進するまでの間に車両の周囲の変化を検知して、運転者に警報する技術が開示されている（例えば特許文献4を参照）。

【0007】

【特許文献1】特許第3300334号公報

【特許文献2】特開2008-85710号公報

【特許文献3】特開2006-339960号公報

【特許文献4】特開2004-221871号公報

【非特許文献1】T. Kurita, N. Otsu, and T. Sato, "A face recognition method using higher order local autocorrelation and multivariate analysis," Proc. of Int. Conf. on Pattern Recognition, Aug. 30 - Sep. 3, The Hague, Vol. II, pp. 213 - 216, 1992.

【非特許文献2】K. Levi and Y. Weiss, "Learning Object Detection from a Small Number of Examples: the Importance of Good Features," Proc. CVPR, vol. 2, pp. 53 - 60, 2004.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献2の技術は運動視差を用いるために、車両が停止している間は適用することができない第1の課題がある。また、車両のすぐ近くに立体物がある場合に、車両が動き出してから立体物に衝突するまでに警報が間に合わないおそれがある。特許文献3の技術では、立体視をするために同一の方向を向いた2台のカメラを要するためコストが高くなる。

【0009】

特許文献4の技術は、1つの画角あたり単一のカメラで車両が停止した状態でも適用できるが、イグニッションをオフにしたときとイグニッションをオンにしたときの2つの画像を画素あるいはエッジといった局所単位の強度で比較するために、イグニッションをオフにしたときとオンにした間に、車両の周囲に新たに立体物が出現した場合と、車両の周囲から立体物が退出した場合とを区別することができない。また、屋外環境下では前記日照の揺らぎや影の移動のように立体物の出現以外でも画像の局所的に変動は頻発するため、多くの誤報を出力するおそれがある。

【0010】

本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、低コストで立体物の出現を迅速且つ正確に検知することができる立体物出現検知装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記の課題を解決する本発明の立体物出現検知装置は、車両に搭載されたカメラで撮像した俯瞰画像に基づいて車両周辺における立体物の出現を検知する立体物出現検知装置において、俯瞰画像から俯瞰画像上でかつカメラの視線方向に直交に近い方向の直交方向特徴成分を抽出し、その抽出した直交方向特徴成分の量に基づいて立体物の出現を検知することを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

10

20

30

40

50

本発明によれば、俯瞰画像から、俯瞰画像上でかつ車載カメラの視線方向に直交に近い方向の直交方向特徴成分を抽出して、その直交方向特徴成分に基づいて立体物の出現を検知するので、例えば、日照の揺らぎや、影の移動等の偶発的な画像の変化を、立体物の出現として誤検知するのを防ぐことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明にかかる立体物出現検知装置の具体的な実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、本実施形態では、車両の一例として自動車を挙げて説明するが本発明にかかる「車両」とは自動車に限定されず、地表を走行するあらゆる種類の移動体を含む。

【実施例1】

【0014】

図1は、本実施例における立体物出現検知装置の機能ブロック図、図2は、立体物出現検知装置の使用状態を説明する図である。立体物出現検知装置は、車両に取り付けられた少なくとも一つ以上のカメラ、カメラ内あるいは車両内の少なくとも一つ以上に搭載された演算装置、主記憶、記憶媒体を有す計算機、カーナビゲーションのようなモニタ画面あるいはスピーカの少なくとも一つ以上を有す車両20において実現される。

【0015】

立体物出現検知装置は、図1に示すように、俯瞰画像取得手段1、方向特徴成分抽出手段2、車両信号取得手段3、動作制御手段4、記憶手段5、立体物検出手段6、カメラ幾何記録手段7、警報手段8を有する。これらの各手段は、カメラ内あるいは車両内のいずれかあるいは両方の計算機で実現され、警報手段8はカーナビゲーションのようなモニタ画面あるいはスピーカの少なくとも一つ以上で実現される。

【0016】

俯瞰画像取得手段1は、所定の時間周期で車両20に取り付けられたカメラ21の画像を取得し、レンズの歪みを補正した後に、俯瞰変換によってカメラ21の画像を地表面に投影した俯瞰画像30を作成する。なお、俯瞰画像取得手段1のレンズの歪みの補正および俯瞰変換に必要なデータはあらかじめ用意されていて、計算機内に保持されている。

【0017】

図2(a)は、空間中において、車両20の後部に備え付けられたカメラ21が、立体物22をカメラ21の画角29に捉えた状況の一例であり、立体物22は、直立した人物である。カメラ21は人物の腰ほどの高さに備え付けられてあり、カメラ21の画角29は立体物22の脚部22a、胴部22b、及び腕部22cの下部を捉えている。

【0018】

図2(b)において、符号30は俯瞰画像、31はカメラ21の視点、32は立体物22の俯瞰画像30上の象、33aおよび33bは像32の両脇を通過するカメラ21の視点31からの視線方向を示すものである。カメラ21で撮像された立体物22は、俯瞰画像30上では、視点31から放射状に広がるように表れる。

【0019】

例えば、図2(b)において、立体物22の左および右の輪郭は、カメラ21の視点31から見たカメラ21の視線方向33aおよび33bに沿って伸長する。これは、俯瞰変換では、画像上の像を地表面に投影するので、画像上の像が空間中においてすべて地表面にあるときは歪まないが、画像上に立体物22が写る立体物22の地表面から高いところほど大きく歪み、カメラ21の視点31からの視線方向に沿って画像の外側に伸張する特性を持つためである。

【0020】

なお、カメラ21の高さが図2(a)に示す位置よりも高いとき、あるいは立体物22の高さが図2(a)に示す位置よりも低いとき、あるいは立体物22とカメラ21の距離が図2(a)に示す位置よりも近いときには、カメラ21の画角29内に含まれる立体物22の範囲は広くなり、例えば画角29が胴部22b、腕部22aの上部、頭部22dを

10

20

30

40

50

捉えるようになる。

【0021】

しかしながら、俯瞰画像30上における立体物22の像32は、図2(b)と同様に、カメラ21の視点31から放射状に延びる方向である視線方向33aおよび33bに沿って伸張する傾向は変わらない。

【0022】

また、カメラ21の高さが図2(a)に示す位置よりも低いとき、あるいは立体物22の高さが図2(a)に示す位置よりも高いとき、あるいは立体物22とカメラ21の距離が図2(a)に示す位置よりも遠いときには、カメラ21の画角29内に含まれる立体物22の範囲は狭くなり、例えば画角29が脚部22aのみをとらえるようになる。しかしながら、俯瞰画像30上における立体物22の像32は、図2(b)と同様に、カメラ21の視線方向33aおよび33bに沿って伸張する傾向は変わらない。

10

【0023】

また、立体物22が人物の場合には必ずしも直立しているとは限らず、腕部22cおよび脚部22aの関節の曲がり度で直立姿勢から多少の変形をすることがあるが、人物の全体的なシルエットが縦長である範囲では、図2(b)と同様に、立体物22の見え方が、カメラ21の視線方向33aおよび33bに沿って伸張する傾向は変わらない。

【0024】

立体物22の人物がしゃがみ込んだ場合でも全体として縦長であるので、図2(b)と同様に立体物22の見え方がカメラ21の視線方向33aおよび33bに沿って伸張する傾向は変わらない。また、立体物22は以上の図2の説明では人物を例にとったが、立体物22は人物に限定されず、人物に近い幅と高さの物体であれば、立体物22の見え方がカメラ21の視線方向33aおよび33bに沿って伸張する傾向は変わらない。

20

【0025】

図2(a)および図2(b)では、カメラ21が車両20の後方に取り付けられた例を示したが、カメラ21の取り付け位置は車両20の前方や側方などほかの方向であってもよい。また図2(b)において俯瞰画像30上のカメラ21の視点31を俯瞰画像30の左端の中央とした例を示したが、カメラ21の視点31は、俯瞰画像30の上端の中央や右上の隅などどの場所に取り付けられても立体物22がカメラ21の視線方向33aおよび33bに沿って伸張する傾向は変わらない。

30

【0026】

方向特徴成分抽出手段2は、俯瞰画像30の各画素が有する水平方向の勾配強度Hと垂直方向の勾配強度Vを求めて、これら水平方向の勾配強度Hと垂直方向の勾配強度Vのなす角度である明暗勾配方向角度を求める。

【0027】

水平方向の勾配強度Hは、対象画素の近傍に位置する近傍画素の明度と図3(a)に示す水平方向のソーベルフィルタF_hの係数を用いたコンボリューション演算により求められる。そして、垂直方向の勾配強度Vは、対象画素の近傍に位置する近傍画素の明度と図3(b)に示す垂直方向のソーベルフィルタF_vの係数を用いたコンボリューション演算により求められる。

40

【0028】

それから、水平方向の勾配強度Hと垂直方向の勾配強度Vのなす明暗勾配方向角度は、下記の(1)式を用いて求められる。

【0029】

【数1】

$$\theta = \tan^{-1}(V/H) \quad (1)$$

【0030】

上記(1)式において、明暗勾配方向角度は、縦横3画素の局所範囲内における明度のコントラストがどの方向に変化しているかの角度を示す。

50

【 0 0 3 1 】

方向特徴成分抽出手段 2 では、俯瞰画像 3 0 上のすべての画素について、上記 (1) 式による明暗勾配方向角度 を計算し、俯瞰画像 3 0 の方向特徴成分として出力する。

【 0 0 3 2 】

図 3 (b) は、上記 (1) 式による、明暗勾配方向角度 の計算の一例であり、符号 9 0 は上側の画素領域 9 0 a の明度が 0、下側の画素領域 9 0 b の明度が 2 5 5 である、上側と下側とが右斜めの境界をもった画像であり、符号 9 1 は画像 9 0 の上側と下側の境界付近の縦 3 画素および横 3 画素の画像ブロックを拡大して示す図である。

【 0 0 3 3 】

画像ブロック 9 1 の左上 9 1 a、上 9 1 b、右上 9 1 c、左 9 1 d の画素の明度は 0 であり、右 9 1 f、中央 9 1 e、左下 9 1 g、下 9 1 h、右下 9 1 i の明度は 2 5 5 である。このとき、図 3 (a) に示す水平方向のソーベルフィルタ F h の係数を用いた中央画素 9 1 e のコンボリューション演算の値である勾配強度 H は、 $-1 \times 0 + 0 \times 0 + 1 \times 0 - 2 \times 0 + 0 \times 0 + 1 \times 255 - 1 \times 255 + 0 \times 0 + 1 \times 255 = 255$ である。

【 0 0 3 4 】

そして、垂直方向のソーベルフィルタ F v の係数を用いた中央画素 9 1 e のコンボリューション演算の値である勾配強度 V は、 $-1 \times 0 - 2 \times 0 - 0 \times 0 + 0 \times 0 + 0 \times 0 + 0 \times 255 + 1 \times 255 + 2 \times 255 + 1 \times 255 = 1020$ である。

【 0 0 3 5 】

このときの上記 (1) 式による明暗勾配方向角度 は、約 7 6 度となり、画像 9 0 の上下の境界と同じくおおよそ右下の方向を指す。なお、方向特徴成分抽出手段 2 が勾配強度 H、V を求める係数やコンボリューションのサイズは、図 3 (a) および図 3 (b) に示すものに限られず、水平および垂直の勾配強度 H、V が求まるものであればほかのもでもよい。

【 0 0 3 6 】

また、方向特徴成分抽出手段 2 は、水平方向の勾配強度 H と垂直方向の勾配強度 V のなす明暗勾配方向角度 以外にも、局所的な範囲内における明度のコントラストの方向 (明暗勾配方向) が抽出できる方法であれば、他の方法でもよい。例えば、非特許文献 1 の高次局所自己相関や非特許文献 2 の Edge of Orientation Histograms を方向特徴成分抽出手段 2 の明暗勾配方向角度 の抽出に利用することができる。

【 0 0 3 7 】

車両信号取得手段 3 は、車両 2 0 の制御装置および車両 2 0 内の計算機から、イグニッションスイッチの ON、OFF の状態や、アクセサリ電源 ON などのエンジンキーの状態、前進、後退、パーキングなどのギアの状態の信号、カーナビゲーションの操作信号、時刻情報等の車両信号を取得する。

【 0 0 3 8 】

動作制御手段 4 は、例えば図 4 に図示するように、車両 2 0 の運転者の注意が車両 2 0 の周囲確認から一時的に離れる区間 5 0 の始点 5 1 および終点 5 2 を、車両信号取得手段 3 からの車両信号に基づいて判定する。

【 0 0 3 9 】

区間 5 0 の一例として、例えば運転者が車両 2 0 に荷物を運び込む、あるいは車両 2 0 から荷物を運び出すための短時間の停車が例として挙げられる。この短時間の停車を判定するには、イグニッションスイッチが ON から OFF に変わったときの信号を始点 5 1 とし、イグニッションスイッチが OFF から ON に変わったときの信号 5 2 を終点とする。

【 0 0 4 0 】

また、区間 5 0 の一例として、例えば運転者が停車中にカーナビゲーション装置を操作して目的地を探索し、そのルートを設定した後に再び発進する状況が挙げられる。このようなカーナビゲーション操作のための停車・発進を判定するには、車速あるいはブレーキの信号、およびカーナビゲーションの操作開始の信号を始点 5 1 とし、カーナビゲーション

10

20

30

40

50

ンの操作終了の信号、およびブレーキの信号を終点 5 2 とする。

【 0 0 4 1 】

ここで、動作制御手段 4 は、始点 5 1 のタイミングで車両 2 0 のカメラ 2 1 への電源供給が遮断され、終点 5 2 のタイミングで再度車両 2 0 のカメラ 2 1 に電源供給が再開される状況ように、終点 5 2 の直後に車両 2 0 のカメラ 2 1 の画質が安定しない場合には、車両信号取得手段 3 の信号に基づいて図 4 に示す区間 5 0 の終わりを判定したタイミングから所定の遅れ時間を設けたタイミングを終点 5 2 としてもよい。

【 0 0 4 2 】

動作制御手段 4 は、始点 5 1 のタイミングを判定すると、その時点で方向特徴成分抽出手段 2 が出力した方向特徴成分を記憶手段 5 に送信する。また、動作制御手段 4 は、終点 5 2 のタイミングを判定すると、立体物検出手段 6 に対して検知判定の信号を出力する。

10

【 0 0 4 3 】

記憶手段 5 は、図 4 に示す区間 5 0 の間、格納した情報が消えないように保持する。記憶手段 5 は、区間 5 0 の間にイグニッションスイッチが OFF になっている間も電源の供給される記憶媒体、あるいはフラッシュメモリやハードディスクのように電源の供給がなくても所定の時間の間は情報が消去されない記憶媒体により実現される。

【 0 0 4 4 】

図 5 は、立体物検知手段 6 の処理内容を示すフローチャートである。立体物検知手段 6 は、動作制御手段 4 から検知判定の信号を受け取ると、図 5 に示すフローにより俯瞰画像 3 0 上の立体物を検知する処理を行う。

20

【 0 0 4 5 】

図 5 においてステップ S 1 からステップ S 8 は、俯瞰画像 3 0 に設けた検知領域のループ処理である。図 6 は、ステップ S 1 からステップ S 8 の検知領域のループ処理を説明するための図である。座標格子 4 0 は、図 6 に示すように、俯瞰画像 3 0 をカメラ 2 1 の視点 3 1 を中心とした距離 と角度 の極座標を格子状に分割したものである。

【 0 0 4 6 】

俯瞰画像 3 0 の検知領域は、座標格子 4 0 の極座標の角度 ごとに、座標格子 4 0 の距離 の区間を総組み合わせで設ける。例をあげると、図 6 の上では、(a 1、a 2、b 2、b 1) を 4 頂点とした領域が 1 つの検知領域であり、(a 1、a 3、b 3、b 1) および (a 2、a 3、b 3、b 2) も一つの検知領域である。

30

【 0 0 4 7 】

俯瞰画像 3 0 におけるカメラ 2 1 の視点 2 1 および図 6 の極座標の格子は、事前に計算されてカメラ幾何記録 7 に格納されたデータを使う。ステップ S 1 からステップ S 8 のループ処理は、この検知領域を網羅的に繰り返す。以下、ステップ S 2 からステップ S 7 までの説明ではループの検知領域を、検知領域 [I] と表記する。

【 0 0 4 8 】

図 7 は、図 5 におけるステップ S 2 からステップ S 7 までの処理を説明するための図である。図 7 (a) は俯瞰画像 3 0 の一例であり、車両 2 0 の影 3 8 a および砂利の路面 3 5 をとらえた俯瞰画像 3 0 a を示している。図 7 (b) は俯瞰画像 3 0 の一例であり、立体物 2 2 および車両 2 0 の影 3 8 b をとらえた俯瞰画像 3 0 b を示している。

40

【 0 0 4 9 】

図 7 (a) および図 7 (b) は、同一地点の車両 2 0 で撮影された画像 3 0 a、3 0 b である。図 7 (a) と図 7 (b) では、日照の変化により、車両 2 0 の影 3 8 a、3 8 b の位置や大きさが変化している。図 7 (a) および図 7 (b) において、3 4 は検知領域 [I]、3 3 はカメラ 2 1 の視点 3 1 から検知領域 [I] 3 4 の中心を向いた視線方向、3 6 は俯瞰画像 3 0 の面に沿う方向で且つ視線方向 3 3 から -90° 回転して交差した直交方向、3 7 は俯瞰画像 3 0 の面に沿う方向で且つ視線方向 3 3 から $+90^\circ$ 回転して交差した直交方向を示す。検知領域 [I] は、座標格子 4 0 において方向 を同一とした領域なので、検知領域 [I] 3 4 は、視線方向 3 3 に沿ってカメラ 2 1 の視点 3 1 側から俯瞰画像 3 0 の外側に向かって伸びる。

50

【 0 0 5 0 】

図 7 (c) は、方向特徴成分抽出手段 2 が俯瞰画像 3 0 a から求めた明暗勾配方向角度のヒストグラム 4 1 a を示し、図 7 (d) は方向特徴成分抽出手段 2 が俯瞰画像 3 0 b から求めた明暗勾配方向角度のヒストグラム 4 1 b を示している。ヒストグラム 4 1 a およびヒストグラム 4 2 b は、方向特徴成分抽出手段 2 が計算した明暗勾配方向角度を、下記の (2) 式より離散化して求める。

【 0 0 5 1 】

【 数 2 】

$$\theta_{bm} = \text{Int}(\theta / \theta_{TICS}) \quad (2)$$

10

【 0 0 5 2 】

上記 (2) 式において、 θ_{TICS} は角度の離散化の刻み、 $\text{INT}()$ は少数点以下を切り捨てて整数化する関数である。 θ_{TICS} は、立体物 2 2 の輪郭が視線方向 3 3 から外れる程度や画質の乱れに応じて事前に決めておけばよい。例えば立体物 2 2 が歩行する人物を対象とする場合や画像の乱れが大きい場合には、人物の歩行による立体物 2 2 の輪郭の変動や画像の乱れによる方向特徴成分抽出手段 2 の計算した明暗勾配方向角度の各画素のばらつきを許容できるように θ_{TICS} を大きくすればよい。なお、画像の乱れが小さく立体物 2 2 の輪郭の変動も小さい場合には、 θ_{TICS} を小さくすればよい。

【 0 0 5 3 】

図 7 (c) 及び図 7 (d) において、符号 4 3 は明暗勾配方向角度がカメラ 2 1 の視点 3 1 から検知領域 [I] 3 4 に向かう視線方向 3 3 の方向特徴成分、符号 4 6 は明暗勾配方向角度が視線方向 3 3 から - 9 0 ° 回転した直交方向 3 6 に向かう方向特徴成分である直交方向特徴成分、符号 4 7 は明暗勾配方向角度が視線方向 3 3 から + 9 0 ° 回転した直交方向 3 7 に向かう方向特徴成分である直交方向特徴成分である。

20

【 0 0 5 4 】

俯瞰画像 3 0 a の検知領域 3 4 内における路面 3 5 は砂利であり、砂利の模様は局所的にはランダムな方向を向いている。従って、視線方向検出手段 2 が計算した明暗勾配方向角度に偏りはない。また、俯瞰画像 3 0 a の検知領域 3 4 内における影 3 8 a は、路面 3 5 との境界部に明暗のコントラストを持つが、検知領域 [I] 3 4 における影 3 8 a と路面 3 5 との境界部の線分長は、人物等の立体物 2 2 の場合と比較して短く、その影響は小さい。よって、俯瞰画像 3 0 a から求めた明暗勾配方向角度のヒストグラム 4 1 a では、方向特徴成分は、図 7 (c) に示すように、強い偏りを持たず、どの成分の頻度 (量) もばらつく傾向にある。

30

【 0 0 5 5 】

一方、俯瞰画像 3 0 b では、検知領域 [I] 3 4 内に立体物 2 2 と路面 3 5 の境界が極座標の距離方向に沿って含まれ視線方向 3 3 と交差する方向に強いコントラストを持つので、俯瞰画像 3 0 b から求めた明暗勾配方向角度のヒストグラム 4 1 b では、直交方向特徴成分 4 6 あるいは直交方向特徴成分 4 7 に大きな頻度 (量) を持つ。

【 0 0 5 6 】

なお、図 7 (d) では、ヒストグラム 4 1 b の直交方向特徴成分 4 7 の頻度が高くなる (量が多くなる) 例を示したが実際にはこの例に限らず、全体として立体物 2 2 が路面 3 5 よりも明度が低いときは直交方向特徴成分 4 7 の頻度が高くなり (量が多くなり) 、全体として立体物 2 2 が路面 3 5 よりも明度が高いときは直交方向特徴成分 4 6 の頻度が高くなり (量が多くなり) 、立体物 2 2 あるいは路面の明度の高い検知領域 [I] 3 4 内ではばらつく場合には直交方向特徴成分 4 6 と直交方向特徴成分 4 7 の両方の頻度が高くなる (量が多くなる) 。

40

【 0 0 5 7 】

図 5 のステップ S 2 では、第 1 の直交方向特徴成分として、記憶手段 5 に格納された始点 5 1 (図 4 を参照) における俯瞰画像 3 0 a の検知領域 [I] 3 4 から直交方向特徴成分 4 6 、 4 7 を求める。そして、ステップ S 3 では、第 2 の直交方向特徴成分として、終

50

点 5 2 (図 4 を参照) における俯瞰画像 3 0 b の検知領域 [I] 3 4 から直交方向特徴成分 4 6、4 7 を求める。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 2 とステップ S 3 の処理では、図 7 (c) および図 7 (d) に図示したヒストグラムの方向特徴成分のうち、直交方向特徴成分 4 6、4 7 以外は使わないので計算しなくてもよい。また、直交方向特徴成分 4 6、4 7 は、上記 (2) 式により離散化した角度 θ_{bin} 以外の角度を使っても計算することができる。

【 0 0 5 9 】

例えば、視線方向 3 3 の角度を θ 、人物の歩行や画像の乱れを考慮した像 3 2 の輪郭の視線方向 3 3 からの許容誤差を $\Delta\theta$ とすると、直交方向特徴成分 4 6 は検知領域 [I] 3 4 において $(\theta - 90 \pm \Delta\theta)$ の範囲の角度 θ をもつ画素の数、直交方向特徴成分 4 7 は検知領域 [I] 3 4 において $(\theta + 90 \pm \Delta\theta)$ の範囲の角度 θ をもつ画素の数で計算できる。

10

【 0 0 6 0 】

図 5 のステップ S 4 では、ステップ S 2 で求めた第 1 の直交方向特徴成分 4 6 の頻度 S_{a-} および直交方向特徴成分 4 7 の頻度 S_{a+} 、およびステップ S 3 で求めた第 2 の直交方向特徴成分 4 6 の頻度 S_{b-} および直交方向特徴成分 4 7 の頻度 S_{b+} から、下記の (3) 式、(4) 式、(5) 式を用いて、視線方向 3 3 に対して直交に近い方向である略直交方向 (直交方向も含む) の直交方向特徴成分 4 6、4 7 の増分 ΔS_{a+} あるいは ΔS_{a-} あるいは $\Delta S_{a\pm}$ を計算する。

【 0 0 6 1 】

【 数 3 】

$$\Delta S_{+} = S_{b+} - S_{a+} \tag{3}$$

【 0 0 6 2 】

【 数 4 】

$$\Delta S_{-} = S_{b-} - S_{a-} \tag{4}$$

【 0 0 6 3 】

【 数 5 】

$$\Delta S_{\pm} = \Delta S_{+} + \Delta S_{-} \tag{5}$$

30

【 0 0 6 4 】

図 5 のステップ S 5 は、ステップ S 4 で計算した直交方向特徴成分 4 6、4 7 の増分が所定のしきい値以上であるか否かを判断し、しきい値以上の場合は、図 4 に示す始点 5 1 から終点 5 2 までの区間 5 0 の間において検知領域 [I] 3 4 内に立体物 2 2 が出現したと判定する (ステップ S 6)。

【 0 0 6 5 】

一方、ステップ S 4 で計算した直交方向特徴成分 4 6、4 7 の増分が所定のしきい値未満である場合は、図 4 に示す区間 5 0 の間において検知領域 [I] 3 4 内に立体物 2 2 の出現はなかったと判定する (ステップ S 7)。

40

【 0 0 6 6 】

例をあげると、図 7 (a) に示す俯瞰画像 3 0 a が始点 5 1 における画像であり、図 7 (b) に示す俯瞰画像 3 0 b が終点 5 2 における画像である場合、ステップ S 2 で計算したヒストグラム 4 1 a に比べてステップ S 3 で計算したヒストグラム 4 1 b は、図 7 (b) 中の立体物 2 2 の像 3 2 によって直交方向特徴成分 4 6、4 7 の頻度が高くなり、ステップ S 4 で計算する検知領域 [I] 3 4 内の直交方向特徴成分 4 6、4 7 の増分は大きく、ステップ S 6 で立体物 2 2 の出現ありと判定される。

【 0 0 6 7 】

反対に、図 7 (b) に示す俯瞰画像 3 0 a が始点 5 1 における画像であり、図 7 (a) に示す俯瞰画像 3 0 b が終点 5 2 における画像である場合、ステップ S 2 で計算したヒス

50

トグラム 4 1 b に比べてステップ S 3 で計算したヒストグラム 4 1 a は、図 7 (b) 中の立体物 2 2 の像 3 2 によって直交方向特徴成分 4 6、4 7 の頻度は低くなり、ステップ S 7 で立体物 2 2 の出現なしと判定される。

【 0 0 6 8 】

図 4 に示す区間 5 0 の間に立体物 2 2 の出現がなく、検知領域 [I] 3 4 の背景にも変化がない場合、第 1 の直交方向特徴成分 4 6、4 7 と第 2 の直交方向特徴成分 4 6、4 7 は、ほぼ等しく、ステップ S 4 で計算する直交方向特徴成分の増分はほとんどない。従って、ステップ S 7 で立体物 2 2 の出現はないと判定される。

【 0 0 6 9 】

また、図 4 に示す区間 5 0 の間に立体物 2 2 の出現はないが、検知領域 [I] 3 4 の背景に変化がある場合、例えば日照変動による全体的な明るさの変化や影の移動などがある場合でも、背景の変化が視線方向 3 3 に沿ってあらわれないう限り、第 1 の直交方向特徴成分 4 6、4 7 と第 2 の直交方向特徴成分 4 6、4 7 はほぼ等しく、ステップ S 7 で立体物 2 2 の出現はないと判定される。

【 0 0 7 0 】

一方で、図 4 に示す区間 5 0 の間に立体物 2 2 の出現があるものの、始点 5 1 の検知領域 [I] 3 4 の背景の直交方向特徴成分 4 6、4 7 が、終点 5 2 の立体物 2 2 の直交方向特徴成分 4 6、4 7 に近い場合、例えば始点 5 1 の検知領域 [I] 3 4 の背景に視線方向 3 3 の方向に伸びる白線や支柱がある場合には、ステップ S 4 で計算する視線方向 3 3 の交差方向への方向特徴の増分はほとんどなく、S 7 で立体物 2 2 の出現はないと判定される。

【 0 0 7 1 】

図 5 のステップ S 9 は、ステップ S 1 からステップ S 8 までのループ処理で、2 つ以上の検知領域 [I] に立体物 2 2 の出現ありと判定された場合に、空間中における同一の立体物 2 2 になるべく一つの検知領域に対応するように、立体物 2 2 の出現ありと判定した検知領域を一つの検知領域に統合する処理を行う。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 9 では、まず極座標における同一方向の距離方向で検知領域を統合する。例えば、図 1 5 に示すように、(a 1、a 2、b 2、b 1) と (a 2、a 3、b 3、b 2) の検知領域で立体物 2 2 の出現ありと判定された場合には、(a 1、a 3、b 3、b 1) の検知領域で立体物 2 2 の出現ありと統合する。

【 0 0 7 3 】

次にステップ S 9 は、極座標において距離方向で統合した検知領域のうち極座標の方向が近いものを一つの検知領域に統合する。例えば、図 1 5 のように、(a 1、a 3、b 3、b 1) の検知領域で立体物 2 2 の出現あり、(p 1、p 2、q 2、q 1) の検知領域で立体物 2 2 の出現ありと判定されたときには、2 つの検知領域の方向の差が小さいことより (a 1、a 3、q 3、q 1) を一つの検知領域とする。検知領域を統合する方向の範囲は、俯瞰画像 3 0 上における立体物 2 2 の見かけのサイズに応じてあらかじめ上限を定めておく。

【 0 0 7 4 】

図 1 7 (a) および図 1 7 (b) は、ステップ S 9 の処理を補足説明するための図であり、符号 9 2 は俯瞰画像 3 0 上における足元の幅 W、符号 9 1 は俯瞰画像 3 0 上におけるカメラ 2 1 の視点 3 1 から立体物 2 2 の足元までの距離 R、符号 9 0 は俯瞰画像 3 0 上においてカメラ 2 1 の視点 3 1 から見た立体物 2 2 の足元の見かけの角度である。

【 0 0 7 5 】

角度 9 0 は、足元の幅 W 9 2 と距離 R 9 1 から一意に定まる。足元の幅 W 9 2 が同じであれば、図 1 7 (a) のように立体物 2 2 とカメラ 2 1 の視点 3 1 が近いときは距離 R 9 1 は小さく角度 9 0 は大きくなり、反対に図 1 7 (b) のように立体物 2 2 とカメラ 2 1 の視点 3 1 が遠いときには距離 R 9 1 は大きく角度 9 0 は小さくなる。

【 0 0 7 6 】

10

20

30

40

50

本発明の立体物出現検知装置は、立体物の中でも人物に近い幅と高さをもつ立体物 2 2 を検知の対象とするので、立体物 2 2 の空間中における足元の幅の範囲をあらかじめ見積もることができる。よって、空間中の立体物 2 2 の足元の幅の範囲とカメラ幾何記録 7 のキャリブレーションデータから俯瞰画像 3 0 上の立体物 2 2 の足元の幅 W_{92} の範囲をあらかじめ見積もることができる。

【0077】

このあらかじめ見積もった足元の幅 W_{92} の範囲から、足元までの距離 R_{91} に対する、足元の見かけの角度 θ_{90} の範囲を計算することができる。ステップ S 9 における検知領域を統合する角度 θ_{90} の範囲は、俯瞰画像 3 0 上における検知領域からカメラ 2 1 の視点 3 1 までの距離と、前記の足元までの距離 R_{91} と足元の見かけの角度 θ_{90} の関係を用いて定める。

10

【0078】

以上述べたステップ S 9 の検知領域の統合の方法はあくまで一例であり、俯瞰画像 3 0 上における立体物 2 2 のみかけのサイズに応じた範囲の検知領域を統合する方法であれば、ステップ S 9 の検知領域の統合の方法に適用することができる。例えば、座標分割 4 0 において立体物 2 2 の出現ありと判定した検知領域の間の距離を計算し、俯瞰画像 3 0 上における立体物 2 2 のみかけのサイズの範囲で、近接する検知領域あるいは距離が近い検知領域のグループを形成する方法であれば、ステップ S 9 の検知領域の統合の方法に適用することができる。

【0079】

20

なお、ステップ S 5、ステップ S 6、ステップ S 7 の説明において、図 4 に示す区間 5 0 の間に立体物 2 2 が出現した場合でも、検知領域 [I] のうち始点 5 1 の検知領域 [I] 内の背景が、終点 5 2 の検知領域 [I] 内の立体物 2 2 と近い直交方向特徴成分 4 6、4 7 を持つものは立体物 2 2 の出現はないと判定してしまうと述べたが、立体物 2 2 のシルエットをふくむ検知領域 [I] の範囲内で始点 5 1 の背景と終点 5 2 の立体物 2 2 の間で直交方向特徴成分 4 6、4 7 が異なる場合には、複数の検知領域 [I] の判定結果を統合して判定するステップ S 9 において立体物 2 2 の出現を検知することができる。

【0080】

また、ステップ S 1 からステップ S 8 のループ処理の座標分割 4 0 については、図 6 に示した極座標の格子分割はあくまで座標分割 4 0 の一例であり、距離 L の方向の座標軸と角度 θ の方向の座標軸の 2 つの座標軸をもつ座標系であれば、どんな座標系でも座標分割 4 0 に適用することができる。

30

【0081】

また、座標分割 4 0 の距離 L および角度 θ の分割間隔は任意である。座標分割 4 0 の分割間隔を細かくするほど、ステップ S 4 では俯瞰画像 3 0 上の局所的な直交方向特徴成分 4 6、4 7 の増分から小さな立体物 2 2 の出現を検知できるメリットがある一方で、ステップ S 9 では統合を判定する検知領域の数が多くなり計算量が増えるデメリットがある。なお、座標分割 4 0 の分割間隔を最も小さくしたときは、座標分割 4 0 の最初の検知領域は俯瞰画像上の 1 画素となる。

【0082】

40

図 5 のステップ S 1 0 は、ステップ S 9 で統合した検知領域の数、検知領域ごとの中心位置や中心方向および検知領域とカメラ 2 1 の視点 3 1 までの距離を計算して出力する。図 1 において、カメラ幾何記録 7 は事前に求められた俯瞰画像 3 0 におけるカメラ 2 1 の視点 3 1 および図 6 の極座標の格子および立体物検出手段 6 で用いる数値データを蓄積している。また、カメラ幾何記録 7 は、空間中の点の座標と俯瞰画像 3 0 の点の座標を対応付けるキャリブレーションデータを有している。

【0083】

図 1 において、警報手段 8 は、立体物検出手段 6 が 1 つ以上の立体物の出現を検知した場合には、画面出力あるいは音声出力のいずれかあるいは両方で運転者に注意を促す警報を出力する。図 8 は、警報手段 8 の画面出力の一例であり、符号 7 1 は画面表示、7 0 は

50

画面表示 7 1 上の立体物 2 2 を示す折れ線（枠線）である。図 8 において、画面表示 7 1 は俯瞰画像 3 0 のほぼ全体を表示している。折れ線 7 0 は、立体物検出手段 6 が立体物 2 2 の出現ありと判定した検知領域、あるいは立体物検出手段 6 が立体物 2 2 の出現ありと判定した検知領域に見栄え上の調整を加えた領域である。

【 0 0 8 4 】

尚、立体物検出手段 6 は、始点 5 1 と終点 5 2 の 2 つの俯瞰画像 3 0 から直交方向特徴成分 4 6、4 7 の増分を基準に立体物 2 2 を検出する方法をとる。従って、立体物検出手段 6 は、立体物 2 2 の影や自車 2 0 の影などの外乱が偶発的にカメラの視線方向 3 3 と重ならない限り、立体物 2 2 のシルエットを正確に抽出することができる。よって、折れ線 7 0 は、大半のケースで立体物 2 2 のシルエットに沿って描画され、運転者は折れ線 7 0 から立体物 2 2 の形状を把握することができる。

10

【 0 0 8 5 】

図 1 8 は、立体物 2 2 とカメラ 2 1 との距離に応じた折れ線 7 0 の変化を説明する図である。まず、立体物 2 2 の見かけの角度 9 0 は、図 1 7 (a) に示したように立体物 2 2 がカメラ 2 1 の視点 3 1 に近いほど大きく、反対に図 1 7 (b) に示したように立体物 2 2 がカメラ 2 1 の視点 3 1 から遠いほど小さくなる。この立体物 2 2 の角度 9 0 の特性と、折れ線 7 0 が大半のケースで立体物 2 2 のシルエットに沿って描画されることから、折れ線 7 0 の幅 L 9 3 は、図 1 8 (a) のように立体物 2 2 がカメラ 2 1 の視点に近いときほど広くなり、反対に立体物 2 2 がカメラ 2 1 の視点から遠いときには図 1 8 (b) のように狭くなる。よって、運転者は画面表示 7 1 上の折れ線 7 0 の幅 L 9 3 から、立体物 2 2 とカメラ 2 1 の距離感を把握することができる。

20

【 0 0 8 6 】

なお、警報手段 8 は、画面表示 7 1 において折れ線 7 0 の代わりに、俯瞰画像 3 0 上の立体物 2 2 のシルエットに近い図形を描画してもよい。例えば、折れ線 7 0 の代わりに放物線を描画してもよい。

【 0 0 8 7 】

図 1 6 は、警報手段 8 の画面出力の他の一例を示す図である。図 1 6 において、画面表示 7 1 ' は俯瞰画像 3 0 上のカメラ 2 1 の視点 3 1 付近の範囲を表示している。画面表示 7 1 と画面表示 7 1 ' と比べると、画面表示 7 1 ' は俯瞰画像 3 0 上の表示範囲を絞り込むことによって、カメラ 2 1 の視点 3 1 のすぐ近く、すなわち車両 2 0 のすぐ近くの縁石や車止めなどを、運転者が目視しやすいように高い解像度で表示することができる。

30

【 0 0 8 8 】

なお、車両 2 0 に近いところを表示するためには、俯瞰画像 3 0 の画角を車両 2 0 の近傍に設定して、俯瞰画像 3 0 の全体を画面表示 7 1 に用いる構成も考えられるが、俯瞰画像 3 0 の画角を狭めてしまうと視線方向 3 3 に沿った立体物 2 2 の伸張が小さくなってしまい、立体物検出手段 6 は良好な精度で立体物 2 2 を検知することが困難となる。例えば、俯瞰画像 3 0 の画角を画面表示 7 1 ' の範囲に狭めた場合には、俯瞰画像 3 0 の画角内には立体物 2 2 の足元しか入っていないので、図 8 のように俯瞰画像 3 0 の画角内に立体物 2 2 の脚部 2 2 a から胴体 2 2 b までが入っているときと比べると、立体物 2 2 の視線方向 3 3 に沿った伸張が小さいので立体物 2 2 の検知は困難となる。

40

【 0 0 8 9 】

警報手段 8 は、図 8 あるいは図 1 6 に例を示した画面表示 7 1 の見易さを更に向上させるために、回転して向きを変える加工や明るさを調整する加工を施してもよい。また、上記した特許文献 1 に示される構成のように、車両 2 0 に 2 つ以上のカメラ 2 1 が取り付けられる場合には、複数のカメラ 2 1 の複数の画面表示 7 1 を運転者が一目できるように、複数の画面表示 7 1 をひとまとめに合成して表示してもよい。

【 0 0 9 0 】

警報手段 8 の音声出力はピープ音などの警報音のほか、「車両の周囲に何か立体物が出現したようです。」や「車両の周囲に何か立体物が出現したようです。モニタ画面を確認ください。」のように、警報の内容を説明するアナウンス、あるいは警報音とアナウンス

50

の両方であってよい。

【 0 0 9 1 】

本発明の実施例 1 では以上説明した機能構成により、運転者の注意が車両 2 0 の周囲確認から一時的に離れる前後における画像の比較を、俯瞰画像 3 0 上の方向特徴成分のうち、カメラ 2 1 の視点 3 1 からの視線方向と直交した方向の方向特徴成分である直交方向特徴成分の増分により判定することにより、周囲確認が途絶えた間に立体物 2 2 が出現したときには警報を出力して、再び車両 2 0 を発進させようとする運転者に周囲への注意を喚起することができる。

【 0 0 9 2 】

また、運転者の注意が車両 2 0 の周囲確認から一時的に離れる前後の画像の変化を、俯瞰画像 3 0 上におけるカメラ 2 1 の視点 3 1 からの視線方向と直交に近い方向の直交方向特徴成分の増分に絞こむことにより、自車 2 0 の影の変化や日照強度の変化などの出現物以外の誤検知による誤報を抑止することや、立体物 2 2 が退去した場合の不必要な誤報を抑止することができる。

【 実施例 2 】

【 0 0 9 3 】

本発明の実施例 2 の機能ブロック図を図 9 に示す。尚、実施例 1 と同様の構成要素には同一の符号を付することでその詳細な説明を省略する。

【 0 0 9 4 】

図 9 において画像検知手段 1 0 は、画像処理によって車両 2 0 周囲の立体物 2 2 による画像変化あるいは画像特徴を検知する手段である。画像検知手段 1 0 は、現時刻で画像を入力とする手法以外にも、処理周期毎の画像をバッファに格納した画像の時系列を入力とする手法でもよい。

【 0 0 9 5 】

画像検知手段 1 0 がとらえる立体物 2 2 の画像変化は前提条件をつけてもよく、例えば立体物 2 2 が動くことを前提条件として立体物 2 2 の全体の移動や手足の動きをとらえる手法であってよい。

【 0 0 9 6 】

画像検知手段 1 0 がとらえる立体物 2 2 の画像特徴も前提条件をつけてよく、肌の露出があることを前提として肌色を検出する手法であってよい。画像検知手段 1 0 の例には、立体物 2 2 の全体や部分の動きをとらえるために 2 時刻の画像間の対応点を探索して求める移動量から移動物を検出する移動ベクトル法や、立体物 2 2 の肌色部分を抽出するためにカラー画像の色空間から肌色成分を抽出する肌色検出法があるがこの例に限らない。画像検知手段 1 0 は、現時刻あるいは時系列の画像を入力として、画像上の局所単位で検知条件を満たす場合には検知 ON、検知条件を満たす場合には検知の OFF を出力する。

【 0 0 9 7 】

図 9 において動作制御手段 4 は、画像検知手段 1 0 が動作する条件を車両信号取得手段 3 の信号から判定し、画像検知手段 1 0 が動作する条件で立体物検出手段 6 a に検知判定の信号を送る。画像検知手段 1 0 が動作する条件としては、例えば画像検知手段 1 0 が移動ベクトル法するときには車両 2 0 が停止している間であり、これは車速やパーキング信号から取得できる。なお、画像検知手段 1 0 が車両 2 0 の走行を通じて常時動作する場合には、図 9 において車両信号取得手段 3 および動作制御手段 4 を省くことができ、このとき立体物検出手段 6 a は常に検知判定の信号を受け取ったものとして動作する。

【 0 0 9 8 】

図 9 において立体物検出手段 6 a は、検知判定の信号を受信すると、図 1 1 のフローで立体物 2 2 を検出する。図 1 1 において、ステップ S 1 からステップ S 8 のループ処理は、図 5 に示した実施例 1 と同一の検知領域 [I] のループ処理である。図 1 1 のフローに示すように、ステップ S 1 からステップ S 8 のループ処理で検知領域 [I] を変えながら、ステップ S 1 1 で画像検知手段 1 0 が検知 OFF の場合には、検知領域 [I] には立体物がないと判定する (ステップ S 7)。ステップ S 1 1 の判定が検知 ON の場合には、現

10

20

30

40

50

時刻の俯瞰画像 30 の方向特徴成分の中からカメラ 21 の視点 31 からの視線方向と直交に近い方向の直交方向特徴成分の量を計算する (ステップ S3)。

【0099】

ステップ S3 で求めたカメラ 21 の視点 31 からの視線方向と直交に近い直交方向特徴成分の量、すなわち上記した (3) 式で求めた S_{b+} および上記した式 (4) で求めた S_{b-} の和が、所定のしきい値以上であるかを判定し (ステップ S14)、しきい値以上であれば検知領域 [I] に立体物ありと判定し (ステップ S16)、しきい値未満であれば検知領域 [I] に立体物なし (ステップ S17) と判定する。

【0100】

続くステップ S9 では、実施例 1 と同様に複数の検知領域を統合し、ステップ S10 では立体物 22 の数および領域情報を入力する。なお、ステップ S14 の判定は、カメラ 21 の視点 31 からの視線方向と直交に近い方向の直交方向特徴成分 S_{b+} と S_{b-} の和をしきい値と比較するほか、カメラ 21 の視点 31 からの視線方向と直交に近い方向の直交方向特徴成分 S_{b+} の S_{b-} の最大値のように、カメラ 21 の視点 31 からの視線方向と直交する 2 方向 (例えば図 7 における方向 36 および方向 37) を総合的に評価する方法であれば代替できる。そして、ステップ S9 では、実施例 1 と同様に複数の検知領域を統合し、ステップ S10 では立体物 22 の数および領域情報を入力する。

【0101】

図 10 は俯瞰画像 30 の一例であり、立体物 22、立体物 22 の影 63、支柱 62、白線 64 が写っている。白線 64 は、カメラ 21 の視点 31 から放射方向に伸びている。立体物 22 および立体物 22 の影 63 は、俯瞰画像 30 上で上方向 61 に向かって歩いている。画像検知手段 10 が移動ベクトル法であるケースをとって、図 10 の状況を入力とした時の図 11 のフローを説明する。

【0102】

図 10 において俯瞰画像 30 上で立体物 22 および立体物 22 の影 63 の部分では、上方向 61 への移動により移動ベクトル法は検知 ON となる。よって、検知領域 [I] が立体物 22 および立体物 22 の影 63 を含む時、ステップ S11 の判定は yes となる。ステップ S11 の判定が yes となった後のステップ S16 の判定においては、立体物 22 を含む検知領域 [I] では立体物 22 の輪郭がカメラ 21 の視点 31 からの視線方向に沿って伸長しているため、方向特徴成分がカメラ 21 の視点 31 からの視線方向と交差した成分に集中して判定が yes となる。

【0103】

一方、ステップ S16 の判定において、立体物 22 の影 63 は、影 63 がカメラ 21 の視点 31 からの視線方向に沿って伸長しないため判定が no となる。よって、図 10 の場面においてステップ S10 で検出されるのは立体物 22 だけとなる。

【0104】

なお仮に、カメラ 21 の視点 31 からの視線方向に沿って伸長する支柱 62 や白線 64 をステップ S15 で判定する状況を考えてみると、支柱 62 や白線 64 ではカメラ 21 の視点 31 からの視線方向と直交に近い方向の直交方向特徴成分が集中して増大するのでステップ S15 における判定結果は yes となるが、支柱 62 や白線 64 では移動量がなく、ステップ S15 よりも前段のステップ S11 における判定が no となるため、支柱 62 や白線 64 を含む検知領域 [I] では立体物なしと判定される (S17)。

【0105】

図 10 以外の状況で例えば、車両 20 の周囲で、立体物である草木が風に揺れる場面を想定すると、検知領域 [I] が草木を含む時、移動ベクトル法では 2 時刻の画像間での草木の移動により検知 ON となる (ステップ S11 で yes)。

【0106】

しかしながら、草木の背が高くなく、カメラ 21 の視点 31 からの視線方向に沿って伸長しなければステップ S16 の判定は no となり、立体物なしと判定される (ステップ S17)。その他、画像検知手段 10 が偶発的に検知 ON となってしまう対象であっても、

10

20

30

40

50

偶発的に検知ONとなった対象がカメラ21の視点31からの視線方向に沿って伸長しなければ立体物22として検知されることはない。

【0107】

なお、画像検知手段10の処理の特性上、俯瞰画像30にて立体物22を部分的にしか検知できない場合には、図11のフローにて検知領域[I]あるいは検知領域[I]の近傍の検知領域で画像検知手段10が検知ONとなるように、ステップS11の判定条件を緩めてもよい。また、画像検知手段10の処理の特性上、時系列でみたときに画像検知手段10が断続的にしか立体物22を検知できない場合には、図11のフローにて検知領域[I]にて現時刻あるいは所定の処理周期前までに画像検知手段10が検知ONとなるように、ステップS11の判定条件を緩めてもよい。

10

【0108】

また、立体物22が俯瞰画像30上にて移動後に停止する状況のように、画像検知手段10が一度検知ONとなるがその後検知OFFとなり立体物22を見失う場合には、図11のフローにて検知領域[I]にて現時刻あるいは現時刻から所定のタイムアウト時間前までに画像検知手段10が検知ONであるようにステップS11の判定条件を緩めてもよい。

【0109】

上記の例では、画像検知手段10を移動ベクトル法としたが、他の画像処理の手法でも同様に、画像検知手段10にて検知ONとなったときに、検知ONとなった対象がカメラ21の視点31からの視線方向に沿って伸長しない限り、立体物22以外のものが誤って検出されることを抑止することができる。また、画像検知手段10が検知した対象を見失った後も所定のタイムアウト時間の間、検知ONとなった対象がカメラ21の視点31からの視線方向に沿って伸長するときには立体物22として検出され続ける。

20

【0110】

本発明の実施例2では、以上説明した機能構成により、画像処理による画像検知手段10を検知した対象のうち、カメラ21の視点31からの視線方向に沿って伸長するものを選別することで、画像検知手段10が偶発的な外乱のように立体物22以外を検知したときの不要な誤報を削減できる。

【0111】

また本発明の実施例2では、画像検知手段10が立体物22の影63のように立体物22の周囲の不要な領域を検知した場合でも、警報手段8の画面における立体物22以外の不要な部分を削除して出力することができる。また、実施例2では、画像処理手段10が検知した対象を見失った後も、タイムアウト時間の間、検知ONとなった対象がカメラ21の視点31からの視線方向に沿って伸長していれば、検知を継続することができる。

30

【実施例3】

【0112】

本発明の実施例3の機能ブロック図を図12に示す。尚、実施例1、2と同様の構成要素には同一の符号を付することでその詳細な説明を省略する。

【0113】

図12においてセンサ12は、車両20の周囲の立体物22を検知するセンサである。センサ12は、少なくとも検知範囲内における立体物22の有無を判定し、立体物22が存在する場合には検知ON、立体物22が存在しない場合には検知OFFを出力する。センサ12の例としては、超音波センサやレーザセンサやミリ波レーダがあるが、この例に限らない。なお、俯瞰画像手段1以外の画角で車両周囲をとらえるカメラ21の画像を入力として、立体物22を検出するカメラ21と画像処理の組み合わせもこのセンサ12に含まれる。

40

【0114】

図12において動作制御手段4は、センサ12が動作する条件を車両信号取得手段3の信号から判定し、画像検知手段10が動作する条件で立体物検出手段6bに検知判定の信号を送る。画像検知手段10が動作する条件としては、例えばセンサ12が、車両20の

50

後退時に車両後部の立体物 2 2 を検知する超音波センサであり、車両 2 0 のギアがバックギヤの状態であれば立体物検出手段 6 b に検知判定の信号を送る。なお、センサ 1 2 が車両 2 0 の走行を通じて常時動作する場合には、図 1 2 において車両信号取得手段 3 および動作制御手段 4 を省くことができ、このとき立体物検出手段 6 b は常に検知判定の信号を受け取ったものとして動作する。

【 0 1 1 5 】

図 1 2 においてセンサ特性記録 1 3 は、俯瞰画像取得手段 1 に画像を入力するカメラ 2 1 とセンサ 1 2 の空間中の位置や方向の関係およびセンサ 1 2 の計測範囲などの特性からあらかじめ計算された、俯瞰画像 3 0 上におけるセンサ 1 2 の検知範囲を少なくとも記録している。また、センサ 1 2 が立体物 2 2 の有無の判定に加えて検知した立体物 2 2 の距離や方位などの計測情報を出力する場合、センサ特性記録 1 3 はあらかじめ計算されたセンサ 1 2 の距離や方位などの計測情報と俯瞰画像 3 0 上の領域の対応を記録している。

10

【 0 1 1 6 】

図 1 3 は俯瞰画像 3 0 の一例であり、符号 7 4 はセンサ 1 2 の検知範囲を示している。図 1 3 では、立体物 2 2 が検知範囲 7 4 内に入っているがこの例に限らず、立体物 2 2 は検知範囲 7 4 外の場合もある。図 1 3 において検知範囲 7 5 は、センサ 1 2 が検知 ON と検知 OFF 以外に距離や方位などの計測情報を出力する場合には、センサ特性記録 1 3 を参照してセンサ 1 2 の距離や方位などの計測情報を変換した俯瞰画像 3 0 上の領域である。

【 0 1 1 7 】

図 1 2 において立体物検出手段 6 b は検知判定の信号を受信すると、図 1 4 のフローで立体物 2 2 を検出する。図 1 4 において、ステップ S 1 からステップ S 8 のループ処理は、図 5 に示した実施例 1 と同一の検知領域 [I] のループ処理である。図 1 4 のフローでは、ステップ S 1 からステップ S 8 のループ処理で検知領域 [I] を変えながら、ステップ S 1 2 で検知領域 [I] とセンサ 1 2 の検知範囲 7 4 とが重なりかつセンサ 1 2 が検知 ON の条件を満たす場合に、ステップ S 3 に進むが、条件を満たさない場合には検知領域 [I] に立体物なしと判定する (ステップ S 1 7)。

20

【 0 1 1 8 】

ステップ S 1 2 の判定が y e s の場合のステップ S 3、ステップ S 1 5 は実施例 2 と同一であり、ステップ S 3 で現時刻の俯瞰画像 3 0 の方向特徴からカメラ 2 1 の視点 3 1 からの視線方向と直交に近い直交方向特徴成分を計算したのち、ステップ S 1 5 ではステップ S 3 で求めたカメラ 2 1 の視点 3 1 からの視線方向と直交に近い直交方向特徴成分が、しきい値以上であれば検知領域 [I] に立体物ありと判定し (ステップ S 1 6)、しきい値未満であれば検知領域 [I] に立体物なし (ステップ S 1 7) と判定する。

30

【 0 1 1 9 】

センサ 1 2 の特性上、センサ 1 2 の検知範囲 7 4 が俯瞰画像 3 0 上の限られた領域しかカバーしない場合、俯瞰画像 3 0 上に立体物 2 2 が存在している場合でもカメラ 2 1 の視点 3 1 からの視線方向に沿って伸びる立体物 2 2 の一部しか検知できない。

【 0 1 2 0 】

例えば、図 1 3 の場合にはセンサ 1 2 の検知範囲 7 4 は立体物 2 2 の足元 7 5 しかとらえていない。よって、センサ 1 2 の検知範囲 7 4 が俯瞰画像 3 0 上の限られた領域しかカバーしない場合には、図 1 4 のステップ S 1 2 の判定において、検知領域 [I] あるいは検知領域 [I] から極座標の距離 に沿ったどこかの検知領域がセンサ 1 2 の検知範囲 7 4 とが重なるように、ステップ S 1 2 の判定条件を緩めてもよい。

40

【 0 1 2 1 】

例えば、図 6 の座標分割 4 0 における (p 1、p 2、q 2、q 1) の検知領域がセンサ 1 2 の検知範囲 7 4 と重なるならば、(p 2、p 3、q 3、q 2) の検知領域が検知範囲 7 4 と重ならなくても、ステップ S 1 2 の判定において (p 2、p 3、q 3、q 2) の検知領域と検知領域 [I] とが重なりを持つとする。

【 0 1 2 2 】

50

センサ 1 2 の特性上、時系列でみたときにセンサ 1 2 が断続的にしか立体物 2 2 を検知できない場合には、図 1 4 のステップ S 1 2 の判定にて、検知領域 [I] にて現時刻あるいは所定の処理周期前までにセンサ 1 2 が検知 ON となるように、ステップ S 1 2 の判定条件を緩めてもよい。

【 0 1 2 3 】

また、センサ 1 2 が一度検知 ON となるがその後検知 OFF となり立体物 2 2 を見失う場合には、図 1 4 のフローにおいて検知領域 [I] にて現時刻あるいは現時刻から所定のタイムアウト時間前までに画像検知手段 1 0 が検知 ON となるようにステップ S 1 2 の判定条件を緩めてもよい。

【 0 1 2 4 】

センサ 1 2 が検知 ON と検知 OFF 以外に距離や方位などの計測情報を出力する場合には、検知範囲 7 5 を検知範囲 7 4 の実効的な領域として、ステップ S 1 2 において検知領域 [I] が検知範囲 7 4 内にあることから、検知領域 [I] が検知範囲 7 5 内にあることに条件を厳しくしてもよい。このようにステップ S 1 2 において検知領域 [I] と検知範囲 7 5 を比較する場合には、検知範囲 7 4 内に立体物 2 2 以外に、図 1 0 のような支柱 6 2、白線 6 4 が入っていても余分な検知を抑止することができる。

【 0 1 2 5 】

本発明の実施例 3 では、以上説明した機能構成により、センサ 1 2 で検知した対象のうち、カメラ 2 1 の視点 3 1 からの視線方向に沿って伸長するものを選別することで、立体物 2 2 以外の対象の検知あるいは偶発的な外乱の検知を抑止して誤報を減らすことができる。また、画像処理が検知した対象を見失った後も、タイムアウト時間の間検知 ON となった対象がカメラ 2 1 の視点 3 1 からの視線方向に沿って伸長していれば、検知を継続することができる。

【 0 1 2 6 】

本実施例 3 では以上説明した機能構成により、センサ 1 2 の検知範囲 7 4 あるいは検知範囲 7 5 から、カメラ 2 1 の視点 3 1 からの視線方向に沿って伸長する領域を選別することで、センサ 1 2 が偶発的な外乱のように立体物以外を検知したときの不要な誤報を削減することができる。また、本実施例 3 では、センサ 1 2 が俯瞰画像 3 0 上の限られた立体物周囲の不要な領域を検知した場合でも、図 8 の画面における立体物以外の不要な部分を削除して出力することができる。

【 0 1 2 7 】

また、本実施例 3 では、検知領域 [I] と検知範囲 7 4 の重なりを座標格子 4 0 の極座標に沿ってどこかで重なるというように判定条件を緩めることによって、領域センサ 1 2 の検知範囲 7 4 が俯瞰画像 3 0 上において狭い場合でも、立体物 2 2 の全体像を検出することができる。

【 0 1 2 8 】

本発明によれば、運転者の注意が車両 2 0 の周囲確認から離れる区間 5 0 の前後の画像（例えば俯瞰画像 3 0 a、3 0 b）の方向特徴成分の量を比較して立体物 2 2 の出現を検出するので、車両 2 0 が停止した状況でも車両周囲の立体物 2 2 を検出することができる。また、単一のカメラ 2 1 により立体物 2 2 の出現を検出することができる。そして、立体物 2 2 が退出した場合の不必要な警報を抑止できる。また、方向特徴成分のうち、直交方向特徴成分を用いることで、日照の揺らぎや影の移動のような偶発的な画像の変化による誤報を抑止することができる。

【 0 1 2 9 】

尚、本発明は、上述の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 3 0 】

【 図 1 】 実施例 1 における立体物出現検知装置の機能ブロック図。

【 図 2 】 俯瞰画像取得手段が俯瞰画像を取得する状態を示す図。

10

20

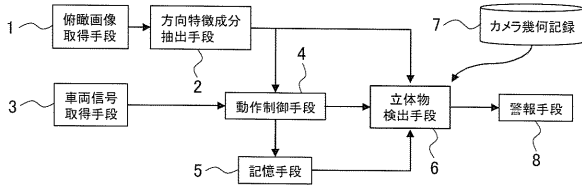
30

40

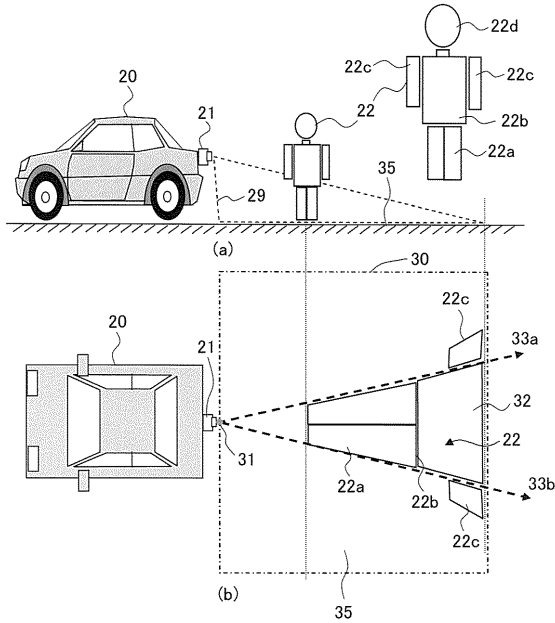
50

【図 3】	方向特徴成分抽出手段による明暗勾配方向角度の算出方法を示す図。	
【図 4】	動作制御手段が取得するタイミングを示す図。	
【図 5】	実施例 1 の立体物検出手段による処理を示すフローチャート。	
【図 6】	立体物検出手段による検知領域を説明する図。	
【図 7】	検知領域内の方向特徴成分の分布特性を説明する図。	
【図 8】	警報手段 8 の出力画面の一例を示す図。	
【図 9】	実施例 2 における立体物出現検知装置の機能ブロック図。	
【図 10】	俯瞰画像取得手段によって取得された俯瞰画像の一例を示す図。	
【図 11】	実施例 2 の立体物検出手段による処理を示すフローチャート。	
【図 12】	実施例 3 における立体物出現検知装置の機能ブロック図。	10
【図 13】	俯瞰画像取得手段によって取得された俯瞰画像の一例を示す図。	
【図 14】	実施例 3 の立体物検出手段による処理。	
【図 15】	ステップ S 9 の処理を説明する図	
【図 16】	警報手段 8 の画面出力の他の一例を示す図。	
【図 17】	ステップ S 9 の処理を補足説明するための図。	
【図 18】	立体物とカメラとの距離に応じた折れ線の描画の変化を説明する図。	
【符号の説明】		
【 0 1 3 1 】		
1	俯瞰画像取得手段	
2	方向特徴成分抽出手段	20
3	車両信号取得手段	
4	動作制御手段	
5	記憶手段	
6	立体物検出手段	
7	カメラ幾何記録	
8	警報手段	
10	画像検知手段	
12	センサ	
20	車両	
21	カメラ	30
22	立体物	
30	俯瞰画像	
31	視点	
32	像	
33	視線方向	
40	座標格子	
46、47	直交方向特徴成分	
50	区間	
51	始点	
52	終点	40

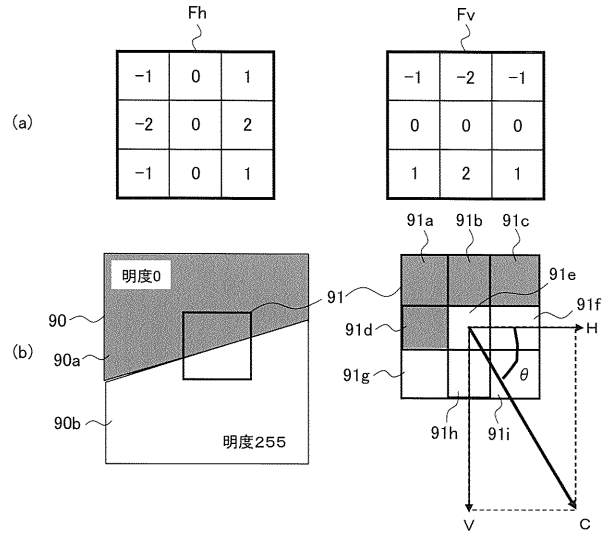
【 図 1 】



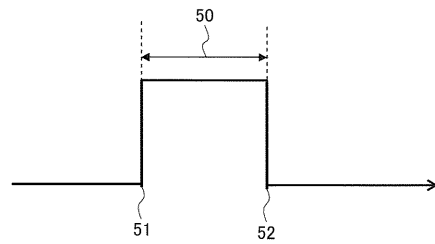
【 図 2 】



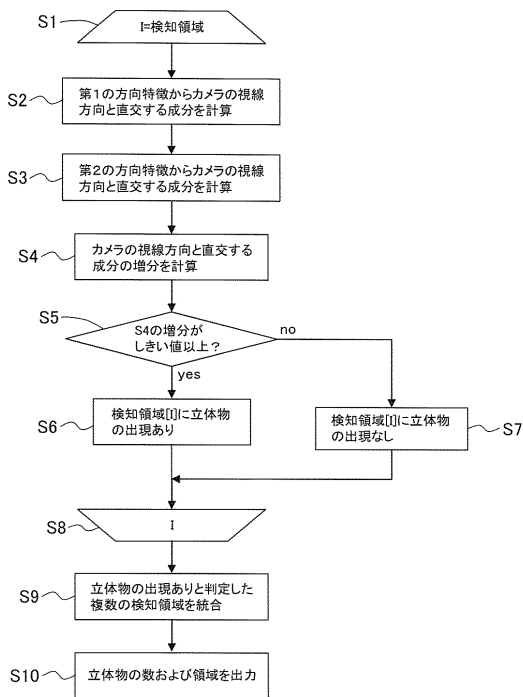
【 図 3 】



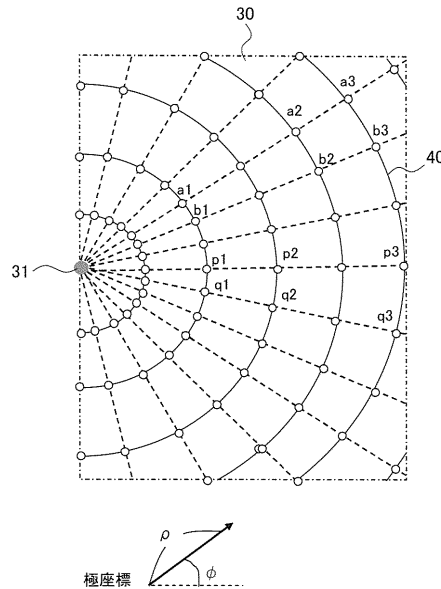
【 図 4 】



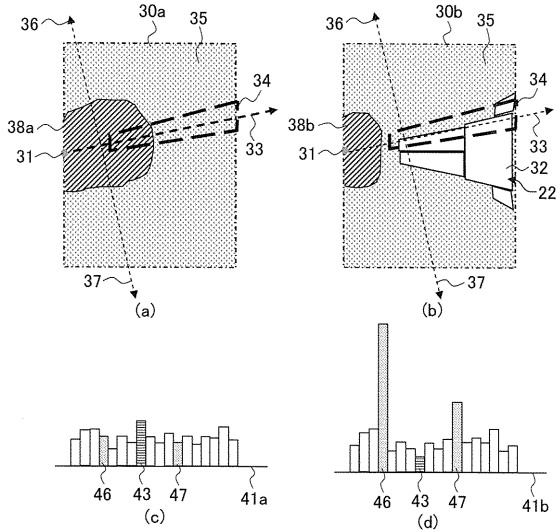
【 図 5 】



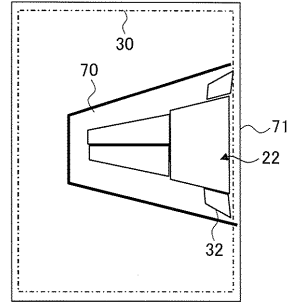
【 図 6 】



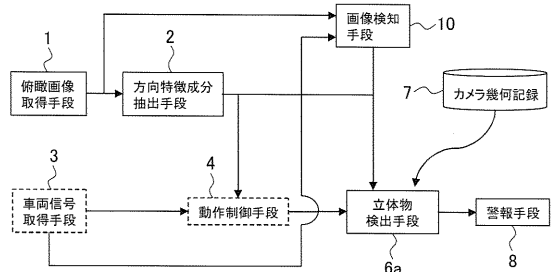
【 図 7 】



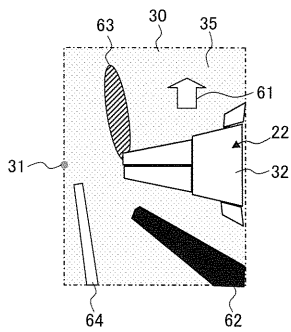
【 図 8 】



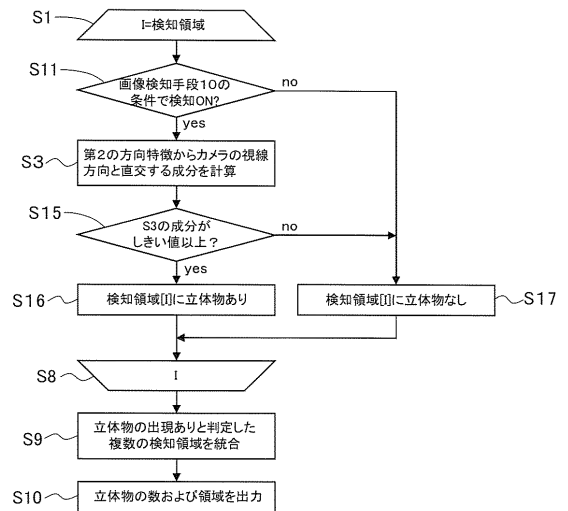
【 図 9 】



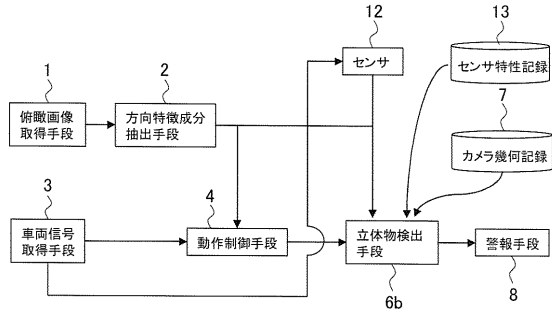
【 図 10 】



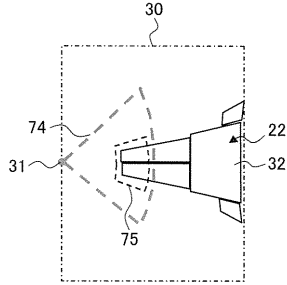
【 図 11 】



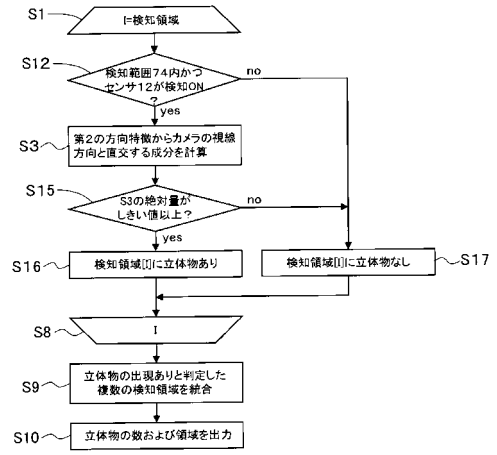
【図12】



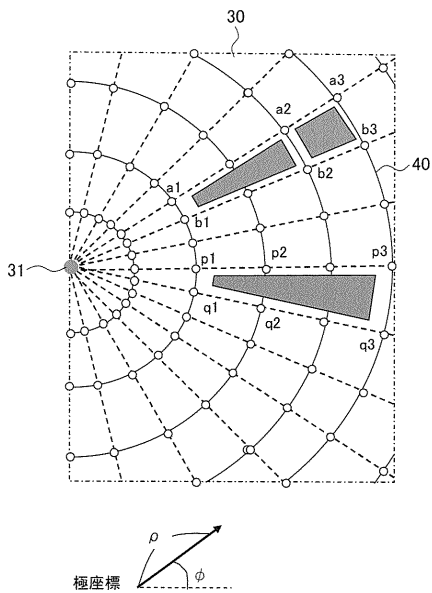
【図13】



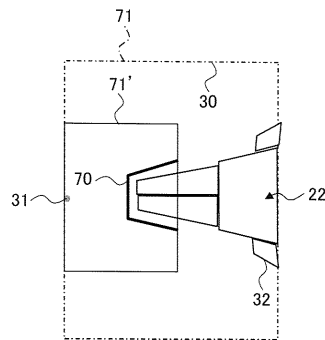
【図14】



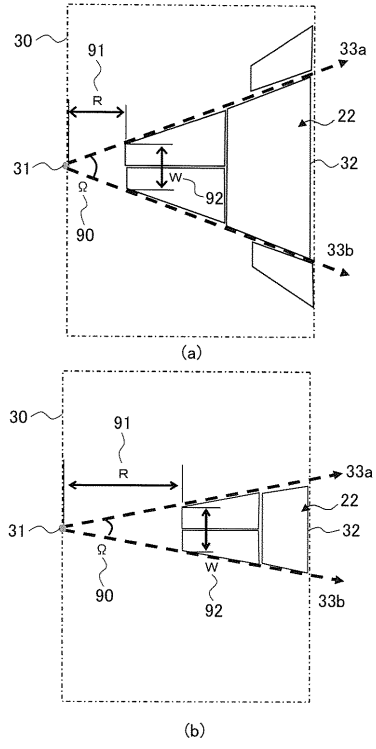
【図15】



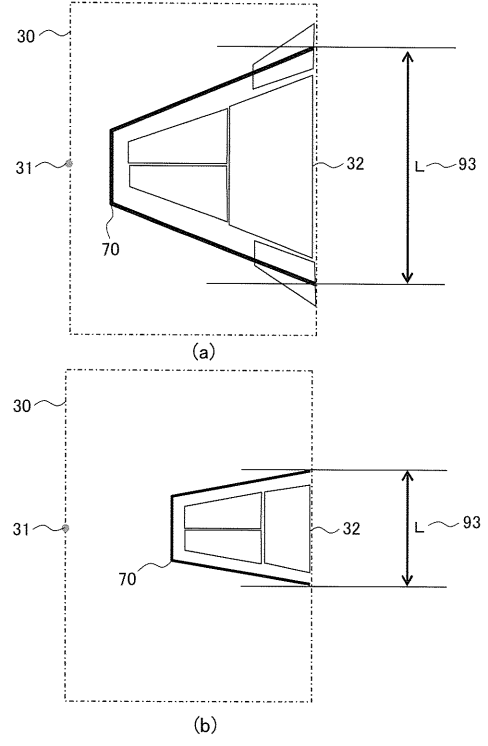
【図16】



【 図 17 】



【 図 18 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)
B 6 0 R	21/00	(2006.01)	B 6 0 R	21/00	6 2 1 C	5 L 0 9 6
G 0 6 T	7/00	(2006.01)	G 0 6 T	7/00	C	

(72)発明者 門司 竜彦

茨城県ひたちなか市大字高場2 5 2 0 番地 株式会社日立製作所オートモティブシステムグループ
内

Fターム(参考) 3D020 BA04 BA06 BA09 BA10 BA20 BB01 BC02 BC14 BC19 BD05
BE03
5B057 AA16 BA02 CA08 CA12 CA16 CB08 CB12 CB16 CC02 CE06
DA08 DB02 DC03 DC08 DC22 DC34 DC36
5C054 FC12 FC14 FC15 FD03 FE13 HA30
5H180 AA01 CC04 LL02 LL07 LL08
5H181 AA01 CC04 LL02 LL07 LL08
5L096 AA06 BA04 CA02 CA04 DA01 DA03 EA28 FA62 FA66 FA69
GA04 GA51 GA55