

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5693994号
(P5693994)

(45) 発行日 平成27年4月1日(2015.4.1)

(24) 登録日 平成27年2月13日(2015.2.13)

(51) Int.Cl.	F 1
GO6T 1/00	(2006.01)
GO6T 7/00	(2006.01)
B60R 1/00	(2006.01)
GO8G 1/16	(2006.01)
GO6T	1/00
GO6T	7/00
B60R	1/00
GO8G	1/16

請求項の数 10 (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2011-30547 (P2011-30547)
 (22) 出願日 平成23年2月16日 (2011.2.16)
 (65) 公開番号 特開2012-168838 (P2012-168838A)
 (43) 公開日 平成24年9月6日 (2012.9.6)
 審査請求日 平成25年10月15日 (2013.10.15)

(73) 特許権者 000005348
 富士重工業株式会社
 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号
 (74) 代理人 100090033
 弁理士 荒船 博司
 (74) 代理人 100093045
 弁理士 荒船 良男
 (72) 発明者 斎藤 徹
 東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士
 重工業株式会社内

審査官 岡本 俊威

(56) 参考文献 特開2010-224936 (JP, A)
)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】車両検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮像手段により撮像された画像中の各画素について画素ごとに実空間上の距離情報を検出する位置検出手段と、

前記画像上で所定の輝度以上の輝度を有し、かつ路面からの高さが設定範囲内にある画素領域を、車両のテールランプに対応する可能性があるランプ候補として抽出するランプ候補抽出手段と、

前記位置検出手段により検出された各画素の実空間上の距離情報に基づいて実空間上で近接する点同士をグループ化するグループ化手段と、

互いの前記グループ同士が実空間上で所定の距離内に存在する場合に、前記グループ同士を再グループ化する再グループ化手段と、
 を備え、

前記再グループ化手段は、前記ランプ候補を含むグループが存在する場合、前記ランプ候補を含むグループ同士の再グループ化を、前記ランプ候補を含まないグループ同士の再グループ化に対して優先的に実行することを特徴とする車両検出装置。

【請求項2】

撮像手段により撮像された画像中の各画素について画素ごとに実空間上の距離情報を検出する位置検出手段と、

前記画像上で所定の輝度以上の輝度を有し、かつ路面からの高さが設定範囲内にある画素領域を、車両のテールランプに対応する可能性があるランプ候補として抽出するランプ

10

20

候補抽出手段と、

前記位置検出手段により検出された各画素の実空間上の距離情報に基づいて実空間上で近接する点同士をグループ化するグループ化手段と、

互いの前記グループ同士が実空間上で所定の距離閾値内に存在する場合に、前記グループ同士を再グループ化する再グループ化手段と、
を備え、

前記再グループ化手段は、前記ランプ候補を含むグループ同士を再グループ化する際の前記距離閾値を、前記ランプ候補を含まないグループ同士を再グループ化する際の前記距離閾値に対して再グループ化し易い値に設定することを特徴とする車両検出装置。

【請求項 3】

10

前記再グループ化手段は、前記再グループ化の結果、前記グループが、前記ランプ候補抽出手段により抽出された前記ランプ候補を含むグループである場合には、当該グループを、車両の背面部分に対応するグループとして識別することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の車両検出装置。

【請求項 4】

さらに、前記ランプ候補抽出手段により抽出された前記各ランプ候補の中から、前記位置検出手段により検出された前記実空間上の距離情報に基づいて、車両の左右のテールランプを含むテールランプに対応する可能性があるランプ候補の組み合わせをランプペア候補として抽出するランプペア候補抽出手段を備え、

前記再グループ化手段は、前記グループ中に、前記ランプペア候補抽出手段により抽出された前記ランプペア候補が含まれている場合には、当該グループを、前記ランプペア候補を構成する前記各ランプ候補を含むグループと、前記各ランプ候補を含まないグループとに強制的に分離して、それぞれ別のグループとして前記再グループ化処理を行うことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の車両検出装置。

【請求項 5】

20

前記ランプペア候補抽出手段は、

前記ランプ候補抽出手段により抽出された前記各ランプ候補の中から、任意に 2 つの前記ランプ候補を選択し、

一方の前記ランプ候補の画素数の、他方の前記ランプ候補の画素数に対する比が所定範囲内であるか、前記一方のランプ候補の前記画像における縦方向の画素数の、前記他方のランプ候補の前記画像における縦方向の画素数に対する差が所定範囲内であるか、前記一方のランプ候補の実空間上の距離および高さがそれぞれ前記他方のランプ候補の実空間上の位置から所定の範囲内にあるか、または、前記一方のランプ候補と前記他方のランプ候補の実空間上の左右方向の間隔が車両 1 台分に相当する幅以内である場合に、当該 2 つのランプ候補の組み合わせを前記ランプペア候補として抽出し、

30

上記の抽出処理を、前記ランプ候補抽出手段により抽出された前記ランプ候補同士における全ての組み合わせについて行うことを特徴とする請求項 4 に記載の車両検出装置。

【請求項 6】

前記ランプペア候補抽出手段は、抽出した前記ランプペア候補としての左右の前記ランプ候補の間に存在し、かつ、前記左右のランプ候補の前記画像中の上側の位置に別の前記ランプ候補が存在する場合には、当該別のランプ候補をハイマウントトップランプとして当該ランプペア候補に追加することを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載の車両検出装置。

40

【請求項 7】

前記ランプペア候補抽出手段は、ハイマウントトップランプとして追加した前記ランプ候補が、当該ランプ候補が追加された前記ランプペア候補とは別の前記ランプペア候補に属している場合には、前記追加したランプ候補を、追加された前記ランプペア候補から除外するとともに、追加を除外された前記ランプ候補が属する当該別のランプペア候補については前記ランプペア候補としての指定を解除することを特徴とする請求項 6 に記載の車両検出装置。

50

【請求項 8】

前記ランプ候補抽出手段は、前記画素値に基づいて、所定の輝度以上の輝度を有する画素を抽出し、抽出した前記画素同士が前記画像上で隣接する場合には前記画素同士を同一の画素領域として統合し、前記実空間上の距離情報に基づいて前記画素領域の路面からの高さを算出し、前記各画素領域の中から、路面からの高さが所定範囲内にある前記画素領域を前記ランプ候補として抽出することを特徴とする請求項1から請求項7のいずれか一項に記載の車両検出装置。

【請求項 9】

さらに、前記位置検出手段により検出された前記実空間上の距離情報を、前記撮像手段により撮像された前記画像の対応する各画素に割り当てて距離画像を作成する距離画像作成手段を備え、

10

前記グループ化手段は、

前記距離画像作成手段により作成された前記距離画像を所定の画素幅で縦方向に延在する複数の区分に分割し、

前記区分ごとにヒストグラムを作成し、

前記区分内に前記ランプ候補抽出手段が抽出した前記ランプ候補が存在する場合には、前記ランプ候補中の各画素に割り当てられた前記実空間上の距離情報を前記ヒストグラムに投票して当該区分の代表距離を算出し、

前記区分内に前記ランプ候補抽出手段が抽出した前記ランプ候補が存在しない場合には、前記区分内の各画素に割り当てられた前記実空間上の距離情報を前記ヒストグラムに投票して当該区分の代表距離を算出し、

20

算出した前記各代表距離を前記グループ化の対象とすることを特徴とする請求項1から請求項8のいずれか一項に記載の車両検出装置。

【請求項 10】

前記グループ化手段は、前記区分内に前記ランプ候補抽出手段が抽出した前記ランプ候補が存在しない場合に、前記区分内の各画素に割り当てられた前記実空間上の距離情報を前記ヒストグラムに投票して当該区分の代表距離を算出する際に、算出した前記代表距離に対応する前記ヒストグラムの階級の度数が所定値未満である前記区分については、算出した前記代表距離を無効とし、当該区分については前記代表距離がないものとして前記グループ化を行うことを特徴とする請求項9に記載の車両検出装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両検出装置に係り、特に、位置検出手段により得られた位置データに基づいて先行車両等の車両を検出する車両検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、CCD (Charge Coupled Device) カメラやCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) カメラ等の撮像手段で撮像した画像の画像解析やレーダ装置から発射された電波やレーザビームの反射波解析等により、例えばそれらの撮像手段や装置を搭載した車両の周囲に存在する車両等を検出する車両検出装置の開発が進められている（例えば特許文献1等参照）。

40

【0003】

車両を含む物体の検出の手法としては、例えば一対のカメラ等の撮像手段で周囲を同時に撮像して得られた一対の画像に対してステレオマッチング処理等を施して各画素ごとに視差の情報を算出して物体までの距離を算出したり、レーダ装置から電波を照射し、その反射波を解析して物体までの距離を検出し、得られた距離の情報等に基づいて実空間上の物体の位置を把握することで、実空間上に物体を検出することができる。

【0004】

例えば特許文献1に記載された手法では、例えば図18に示すような画像Tが撮像され

50

るシーンにおいて、撮像された画像 T を含む一対の画像に対してステレオマッチング処理を行うと、画像 T の各画素ブロックごとに視差の情報が得られるが、その視差の情報やそれから算出される距離の情報を各画素ブロックに割り当てるとき、図 19 に示すように視差や距離の情報を画像状に表すことができる。以下、この視差や距離の情報を画像状に表されたものを距離画像 T_z という。

【0005】

また、レーダ装置から照射した電波の反射波を解析して距離を検出し、その距離が検出された方位に距離のデータを当てはめて画像状に表した場合にも、図 19 に示した距離画像 T_z と同様の画像状のデータが得られる。以下、距離画像 T_z という場合、レーダ装置を用いて検出された距離のデータを画像状に並べたものも含むものとする。

10

【0006】

そして、このようにして得られた距離画像 T_z を、例えば図 20 に示すように所定の画素幅で縦方向に延在する短冊状の区分 D_n に分割し、各区分 D_n ごとに、図 21 に示すようなヒストグラム H_n を作成し、当該区分 D_n に属する視差 d_p や距離 Z の情報を投票する。そして、例えば各ヒストグラム H_n における最頻値が属する階級の階級値を当該区分 D_n における物体の代表視差 d_{pn} や代表距離 Z_n とする。これを全区分 D_n について行い、各区分 D_n ごとに代表視差 d_{pn} や代表距離 Z_n を算出する。

【0007】

なお、視差 d_p と距離 Z との関係は、以下のように対応づけられる。すなわち、一対のカメラ等の撮像手段を用いた画像解析において、一対の撮像手段の中央真下の地面等の基準面上の点を原点とし、距離方向すなわち撮像手段正面の無限遠点に向かう方向に Z 軸をとり、左右方向および上下方向にそれぞれ X 軸および Y 軸をとった場合の実空間上の点 (X, Y, Z) と、上記の視差 d_p 、距離画像 T_z 上の画素の座標 (i, j) とは、三角測量の原理に基づいて、

$$X = C_D / 2 + Z \times PW \times (i - IV) \quad \dots (1)$$

$$Y = CH + Z \times PW \times (j - JV) \quad \dots (2)$$

$$Z = CD / (PW \times (dp - DP)) \quad \dots (3)$$

で表される座標変換により 1 対 1 に対応づけることができる。

20

【0008】

なお、上記各式において、 C_D は一対の撮像手段の間隔、 PW は 1 画素当たりの視野角、 CH は一対の撮像手段の取り付け高さ、 IV および JV は正面の無限遠点の距離画像 T_z 上の i 座標および j 座標、 DP は消失点視差を表す。また、代表視差 d_{pn} は上記 (3) 式に基づいて代表距離 Z_n と 1 対 1 に対応づけられる。

30

【0009】

上記のようにして距離画像 T_z を縦方向に延在する短冊状の区分 D_n に分割することは、実空間上に置き換えた場合、図 22 の平面図に示すように、自車両に搭載された撮像手段 A による実空間上の撮像領域 R を上下方向に延在する複数の区分空間 S_n に分割することに対応する。

【0010】

また、レーダ装置においても同様である。すなわち、図 22 における装置 A をレーダ装置、領域 R をレーダ装置による実空間上の電波の照射領域と見れば、距離画像 T_z を縦方向に延在する短冊状の区分 D_n に分割することはレーダ装置 A による実空間上の照射領域 R を上下方向に延在する複数の区分空間 S_n に分割することに対応する。

40

【0011】

そして、実空間上の各区分空間 S_n に、当該区分空間 S_n に対応する距離画像 T_z の区分 D_n における代表距離 Z_n (算出された代表視差 d_{pn} に 1 対 1 に対応づけられる代表距離 Z_n) をプロットすると、各代表距離 Z_n は、例えば図 23 に示すようにプロットされる。なお、実際には、区分 D_n の数に応じて図 23 に示した以上に多数の点が細かくプロットされる。

【0012】

50

そして、図24に示すように、例えばプロットされた各代表距離 Z_n をそれらの間の距離や方向性（すなわち左右方向（すなわちX軸方向）に延在するか距離方向（すなわちZ軸方向）に延在するか）に基づいて互いに隣接する各点をそれぞれグループG1、G2、G3、…にまとめてグループ化し、図25に示すように、各グループに属する各点をそれぞれ直線近似することで、物体を検出することができる。

【0013】

なお、その際、例えば略左右方向に延在するグループOと略距離方向に延在するグループSとが共通のコーナー点Cを有する場合には同一の物体とする等して、検出した物体の統合、分離等を行う。

【0014】

また、例えば、撮像手段で撮像した画像の画像解析で物体を検出する場合には、上記のように距離画像 T_z に基づいて検出された各物体を、図26に示すように、撮像手段で撮像された元の画像 T 上にそれぞれ矩形状の枠線で包囲するようにして、検出結果を画像 T 上に可視化することができる。このようにして、車両を含む各物体を検出することが可能となる。

【0015】

また、例えば特許文献2では、2台の車両の位置が接近した場合に、異なる車両を誤つて1台の車両として検出しない手法として、上記のような視差や距離の情報を用いずに、画像中のワインカランプ、ブレーキランプに相当する領域を見出し、車両後部のワインカランプ位置及びブレーキランプ位置が車両によらずほぼ一定間隔であることを理由にその位置関係から前方の車両を認識する手法が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0016】

【特許文献1】特許第3349060号公報

【特許文献2】特開平8-241500号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

しかしながら、上記の特許文献1に記載された手法（図18～図26参照）を採用した場合、例えば図27に示すような画像 T が撮像されるシーンでは、例えば図28（A）に示すように、先行車両 V_{ah} を単独に検出したいところであるが、先行車両 V_{ah} と生垣 H とが隣接して撮像されているために、図28（B）に示すように、先行車両 V_{ah} と生垣 H とがグループ化されて1つの物体として検出されてしまう場合がある。

【0018】

また、例えば図29に示すような画像 T が撮像されるシーンでは、先行車両 V_{ah} である平ボディの荷台付きトラックの荷台 P の後あおり B の部分の左右のエッジ部分（図中的一点鎖線参照）や、前壁 F （前構造、鳥居ともいう。）やキャブ C_a の背面部分に対応する部分（図中的一点鎖線参照）には有効な視差や距離の情報が検出され易いが、平板状で構造（テクスチャ等ともいう。）に乏しい荷台 P の後あおり B の中央部に対応する部分には、有効な視差や距離の情報がほとんど検出されない。

【0019】

そのため、上記のように距離画像 T_z を短冊状の各区分 D_n に分割して、区分 D_n ごとに代表視差 d_{pn} や代表距離 Z_n を算出してグループ化すると、図30に示すように、先行車両 V_{ah} の荷台 P の後あおり B の左側のエッジ部分と右側のエッジ部分とがグループ化されずに、自車両からそれぞれ Z_b の距離にある別々の物体として検出され、前壁 F やキャブ C_a の部分が、自車両から Z_f の距離にあるさらに別の物体として検出されてしまう場合がある。

【0020】

そして、図27と図29とが合わさった例えば図31に示すような画像 T が撮像される

10

20

30

40

50

シーンでは、図31や図32に示すように、先行車両Vahの荷台Pの後あおりBの左側のエッジ部分は、右側のエッジ部分とグループ化できないばかりでなく、もはや生垣Hと一体化して検出されてしまう。

【0021】

そのため、先行車両Vahと生垣Hが撮像されたシーンであるにもかかわらず、生垣Hと、前壁FやキャブC aと、荷台Pの後あおりBの右側のエッジ部分とが、それぞれ別の物体として検出されてしまう場合があった。

【0022】

一方、特許文献2に記載の手法を採用した場合には、例えば自車両が片側複数車線の道路を走行しており、先行車両Vahの右隣の車線に例えば同型の車両が走行しているような場合には、図示を省略するが、先行車両Vahの右側のワインカランプやブレーキランプと、右隣の車線を走行している車両の左側のワインカランプやブレーキランプとを、1台の車両の左右のワインカランプやブレーキランプとして検出してしまう可能性があり、検出の信頼性に問題があった。

【0023】

このように、同一の物体が別々の物体として検出されてしまったり、別々の物体（或いは本来物体がない部分）を1つの物体として検出しまうと、誤った物体の情報に基づいて制御を行うことになり、本来、安全走行等に資するべき車両の自動制御において、逆に、事故の危険性が増大してしまう等の問題があった。

【0024】

なお、以下では、上記のように、一対のカメラ等の撮像手段で得られた画像に基づき、或いはレーダ装置等により得られた物体までの距離を含む物体の位置の情報を、位置データという。

【0025】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、検出した物体の位置データを的確にグループ化して先行車両等の車両を的確に検出することが可能な車両検出装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0026】

前記の問題を解決するために、第1の発明は、車両検出装置において、
撮像手段により撮像された画像中の各画素について画素ごとに実空間上の距離情報を検出する位置検出手段と、

前記画像上で所定の輝度以上の輝度を有し、かつ路面からの高さが設定範囲内にある画素領域を、車両のテールランプに対応する可能性があるランプ候補として抽出するランプ候補抽出手段と、

前記位置検出手段により検出された各画素の実空間上の距離情報に基づいて実空間上で近接する点同士をグループ化するグループ化手段と、

互いの前記グループ同士が実空間上で所定の距離内に存在する場合に、前記グループ同士を再グループ化する再グループ化手段と、
を備え、

前記再グループ化手段は、前記ランプ候補を含むグループが存在する場合、前記ランプ候補を含むグループ同士の再グループ化を、前記ランプ候補を含まないグループ同士の再グループ化に対して優先的に実行することを特徴とする。

第2の発明は、車両検出装置において、

撮像手段により撮像された画像中の各画素について画素ごとに実空間上の距離情報を検出する位置検出手段と、

前記画像上で所定の輝度以上の輝度を有し、かつ路面からの高さが設定範囲内にある画素領域を、車両のテールランプに対応する可能性があるランプ候補として抽出するランプ候補抽出手段と、

前記位置検出手段により検出された各画素の実空間上の距離情報に基づいて実空間上で

10

20

30

40

50

近接する点同士をグループ化するグループ化手段と、

互いの前記グループ同士が実空間上で所定の距離閾値内に存在する場合に、前記グループ同士を再グループ化する再グループ化手段と、
を備え、

前記再グループ化手段は、前記ランプ候補を含むグループ同士を再グループ化する際の前記距離閾値を、前記ランプ候補を含まないグループ同士を再グループ化する際の前記距離閾値に対して再グループ化し易い値に設定することを特徴とする。

【0027】

第3の発明は、第1または第2の発明の車両検出装置において、前記再グループ化手段は、前記再グループ化の結果、前記グループが、前記ランプ候補抽出手段により抽出された前記ランプ候補を含むグループである場合には、当該グループを、車両の背面部分に対応するグループとして識別することを特徴とする。10

【0028】

第4の発明は、第1から第3のいずれかの発明の車両検出装置において、

さらに、前記ランプ候補抽出手段により抽出された前記各ランプ候補の中から、前記位置検出手段により検出された前記実空間上の距離情報に基づいて、車両の左右のテールランプを含むテールランプに対応する可能性があるランプ候補の組み合わせをランプペア候補として抽出するランプペア候補抽出手段を備え、

前記再グループ化手段は、前記グループ中に、前記ランプペア候補抽出手段により抽出された前記ランプペア候補が含まれている場合には、当該グループを、前記ランプペア候補を構成する前記各ランプ候補を含むグループと、前記各ランプ候補を含まないグループとに強制的に分離して、それぞれ別のグループとして前記再グループ化処理を行うことを特徴とする。20

【0029】

第5の発明は、第4の発明の車両検出装置において、

前記ランプペア候補抽出手段は、

前記ランプ候補抽出手段により抽出された前記各ランプ候補の中から、任意に2つの前記ランプ候補を選択し、

一方の前記ランプ候補の画素数の、他方の前記ランプ候補の画素数に対する比が所定範囲内であるか、前記一方のランプ候補の前記画像における縦方向の画素数の、前記他方のランプ候補の前記画像における縦方向の画素数に対する差が所定範囲内であるか、前記一方のランプ候補の実空間上の距離および高さがそれぞれ前記他方のランプ候補の実空間上の位置から所定の範囲内にあるか、または、前記一方のランプ候補と前記他方のランプ候補の実空間上の左右方向の間隔が車両1台分に相当する幅以内である場合に、当該2つのランプ候補の組み合わせを前記ランプペア候補として抽出し、30

上記の抽出処理を、前記ランプ候補抽出手段により抽出された前記ランプ候補同士における全ての組み合わせについて行うことを特徴とする。

【0030】

第6の発明は、第4または第5の発明の車両検出装置において、前記ランプペア候補抽出手段は、抽出した前記ランプペア候補としての左右の前記ランプ候補の間に存在し、かつ、前記左右のランプ候補の前記画像中の上側の位置に別の前記ランプ候補が存在する場合には、当該別のランプ候補をハイマウントストップランプとして当該ランプペア候補に追加することを特徴とする。40

【0031】

第7の発明は、第6の発明の車両検出装置において、前記ランプペア候補抽出手段は、ハイマウントストップランプとして追加した前記ランプ候補が、当該ランプ候補が追加された前記ランプペア候補とは別の前記ランプペア候補に属している場合には、前記追加したランプ候補を、追加された前記ランプペア候補から除外するとともに、追加を除外された前記ランプ候補が属する当該別のランプペア候補については前記ランプペア候補としての指定を解除することを特徴とする。50

【0032】

第8の発明は、第1から第7のいずれかの発明の車両検出装置において、前記ランプ候補抽出手段は、前記画素値に基づいて、所定の輝度以上の輝度を有する画素を抽出し、抽出した前記画素同士が前記画像上で隣接する場合には前記画素同士を同一の画素領域として統合し、前記実空間上の距離情報に基づいて前記画素領域の路面からの高さを算出し、前記各画素領域の中から、路面からの高さが所定範囲内にある前記画素領域を前記ランプ候補として抽出することを特徴とする。

【0033】

第9の発明は、第1から第8のいずれかの発明の車両検出装置において、
さらに、前記位置検出手段により検出された前記実空間上の距離情報を、前記撮像手段により撮像された前記画像の対応する各画素に割り当てて距離画像を作成する距離画像作成手段を備え、
10

前記グループ化手段は、

前記距離画像作成手段により作成された前記距離画像を所定の画素幅で縦方向に延在する複数の区分に分割し、

前記区分ごとにヒストグラムを作成し、

前記区分内に前記ランプ候補抽出手段が抽出した前記ランプ候補が存在する場合には、前記ランプ候補中の各画素に割り当てられた前記実空間上の距離情報を前記ヒストグラムに投票して当該区分の代表距離を算出し、

前記区分内に前記ランプ候補抽出手段が抽出した前記ランプ候補が存在しない場合には、前記区分内の各画素に割り当てられた前記実空間上の距離情報を前記ヒストグラムに投票して当該区分の代表距離を算出し、
20

算出した前記各代表距離を前記グループ化の対象とすることを特徴とする。

【0034】

第10の発明は、第9の発明の車両検出装置において、前記グループ化手段は、前記区分内に前記ランプ候補抽出手段が抽出した前記ランプ候補が存在しない場合に、前記区分内の各画素に割り当てられた前記実空間上の距離情報を前記ヒストグラムに投票して当該区分の代表距離を算出する際に、算出した前記代表距離に対応する前記ヒストグラムの階級の度数が所定値未満である前記区分については、算出した前記代表距離を無効とし、当該区分については前記代表距離がないものとして前記グループ化を行うこと特徴とする。
30

【発明の効果】

【0035】

第1の発明によれば、ランプ候補に属する位置データを含まないグループを除外して、車両のウインカランプやブレーキランプ等のテールランプTLに対応するランプ候補同士の再グルーピングの可否を先に判定し、再グルーピングし易い閾値を用いて再グルーピング処理を行った上で、他のグループとの再グルーピングの可否が判定される。そのため、車両の左右のテールランプTLに対応するグループを基準として、車両に対応するグループを検出することが可能となり、位置検出手段により検出された位置データを的確にグループ化して、先行車両を含む車両を的確に検出することが可能となる。

【0036】

第2の発明によれば、再グルーピングの結果、生成したグループが、車両のテールランプTLに対応するランプ候補に属する位置データを含むグループである場合には、当該グループは、テールランプTLが設けられた車両に対応するものである可能性が非常に高い。そのため、このようなグループを車両の背面部分に対応するグループとして識別することで、車両を的確に検出することが可能となり、前記発明の効果をより的確に発揮させることが可能となる。
40

【0037】

第3の発明によれば、グルーピング手段が位置データをグループ化してグループを生成する際、生成された1つのグループの中に、車両の左右のテールランプTL等に対応するランプペア候補に属する位置データと、そうでない位置データとが含まれてしまう場合が
50

ある。そのような場合に、ランプペア候補を構成する各ランプ候補に属する位置データと、各ランプ候補に属さない位置データとを強制的に分離して、当該グループをそれぞれ別のグループとして、一旦、いわばばらばらにする。

【0038】

そして、その後、改めて再グルーピング処理を行うため、車両の左右のテールランプTL等に対応するランプペア候補に属する位置データからなるグループと、ランプペア候補に属さない位置データからなるグループとを的確に分離して、それぞれ別々のグループとして、他のグループとの再グルーピングの可否が判定されるようになる。

【0039】

そのため、例えば図32に示したように、生垣Hと車両の一部とが同一のグループとして処理されてしまうことを的確に防止することが可能となり、車両の左右のテールランプTL等に対応するランプペア候補に属する位置データからなるグループと、ランプペア候補に属さない位置データからなるグループとを的確に分離した状態で車両を的確に検出することが可能となり、前記発明の効果をより的確に発揮させることが可能となる。

【0040】

第4の発明によれば、上記の各条件のうちのいずれかの条件を満たす場合にランプ候補をランプペア候補としてすることで、車両の左右のテールランプTL等にそれぞれ対応するランプ候補をランプペア候補として的確に抽出することが可能となり、前記第3の発明の効果をより的確に発揮させることが可能となる。

【0041】

第5の発明によれば、近年、車両には左右のテールランプTLの他に、ハイマウントストップランプが備え付けられている場合があるが、そのような場合にも上記のランプペア候補にハイマウントストップランプに対応するランプ候補を的確に組み込むことが可能となり、車両の左右のテールランプTLとハイマウントストップランプにそれぞれ対応するランプ候補をランプペア候補として的確に抽出することが可能となる。そのため、前記第3の発明や第4の発明の効果をより的確に発揮させることが可能となる。

【0042】

第6の発明によれば、上記の第5の発明のように、一旦ハイマウントストップランプとして追加したランプ候補が、追加されたランプペア候補とは別のランプペア候補に属している場合、画像中で、ランプペア候補の上側にさらに別のランプペア候補が撮像されているという異常な状態になる。

【0043】

そこで、このような場合に、ハイマウントストップランプとして追加したランプ候補を追加されたランプペア候補から除外することで、ハイマウントストップランプに対応するものではない可能性が高いランプ候補がランプペア候補に追加されることを的確に防止することが可能となり、前記第5の発明の効果をより的確に発揮させることが可能となる。

【0044】

第7の発明によれば、例えば、路面から高い位置にある画素領域や、路面と同じ高さの画素領域は、街路灯に対応する画素領域であったり、雨で濡れた路面での反射光に対応する画素領域であったりする可能性があり、いずれも車両のテールランプTLに対応する画素領域とは言えない。そこで、位置データの路面からの高さに基づき、位置データの路面からの高さが所定範囲内にあるか否かに応じて画素領域を切り分けることで、車両のテールランプに対応する可能性がある画素領域を的確にランプ候補として抽出することが可能となり、前記各発明の効果をより的確に発揮させることが可能となる。

【0045】

第8の発明によれば、距離画像上に検出された全ての位置データに対して上記の各処理を行うように構成すると、データ点数が膨大な量になり、処理に時間がかかり、車両検出のリアルタイム性が損なわれる可能性がある。しかし、距離画像を複数の区分Dnに分割し、分割した各区分Dnごとに代表距離を算出し、算出した各代表距離を含む位置データをグループ化の対象とすることで、処理の対象となるデータ点数を低減することが可能と

10

20

30

40

50

なり、前記各発明の効果に加え、車両検出のリアルタイム性を確保することが可能となる。

【0046】

また、その際、区分 D_n 内にランプ候補が存在する場合には、区分 D_n 内の他の部分を無視し、ランプ候補中の各画素に割り当てられた距離の情報のみをヒストグラムに投票して当該区分 D_n の代表距離を算出するように構成することで、ランプ候補中の各画素の距離の情報のみから算出された代表距離を当該区分 D_n の代表距離として優先的に算出することが可能となる。

【0047】

そのため、区分 D_n 内にランプ候補が存在する場合には、区分 D_n 内に存在するランプ候補以外の部分の画素に割り当てられた距離の情報ではなく、車両のテールランプ TL に 10 対応するランプ候補における代表距離を、当該区分 D_n の代表距離として確実に抽出することが可能となる。

【0048】

第 9 の発明によれば、区分 D_n 内にランプ候補が存在しない場合に、算出した代表距離に対応するヒストグラムの階級の度数が所定値未満である区分 D_n については、算出した代表距離を無効として、当該区分 D_n については代表距離がないものとして扱うように構成することで、信頼性が低い代表距離を採用して車両検出の信頼性が低下することを的確に防止することが可能となり、前記第 8 の発明の効果をより的確に発揮させることが可能となる。 20

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図 1】本実施形態に係る車両検出装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】基準画像における水平ラインを説明する図である。

【図 3】統合処理手段における統合処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 4】統合処理手段における統合処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 5】(A) 入力された注目画素およびその左に隣接する画素、および (B) 左に隣接する画素が画素領域に属している例を説明する図である。

【図 6】(A) 入力された注目画素およびその下に隣接する画素、および (B) 下に隣接する画素が画素領域に属している例を説明する図である。 30

【図 7】(A) 左や下に隣接する画素がそれぞれ属する各グループの例を説明する図であり、(B) 各グループが一の画素と統合されて 1 つのグループになる例を説明する図である。

【図 8】ランプペア候補抽出手段におけるランプペア候補の抽出処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 9】2 つのランプ候補の実空間上での左右方向の間隔の算出の仕方の例を説明する図である。

【図 10】抽出したランプペア候補としての左右のランプ候補の間に存在し、かつ、左右のランプ候補の上側の位置に存在する別のランプ候補の例を示す図である。

【図 11】ハイマウントトップランプとして追加されたランプ候補が別のランプペア候補に属している状態の例を表す図である。 40

【図 12】図 11においてハイマウントトップランプとして追加されたランプ候補が元のランプペア候補から除外された状態等を表す図である。

【図 13】グルーピング手段におけるグループ化処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 14】グルーピング手段における再グルーピング処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 15】左側のテールランプと生垣とが含まれていた 1 つのグループが左側のテールランプを含むグループと生垣を含むグループ G とに分離された状態を表す図である。

【図 16】図 15 の状態に対して再グルーピング処理を行うことで左右のテールランプに 50

対応する各グループが新たな1つのグループとされた状態を表す図である。

【図17】自車両の走行軌跡に基づいて先行車両が特定された状態を表す図である。

【図18】撮像手段で撮像される画像の例を示す図である。

【図19】図18の画像に基づいて作成された距離画像を表す図である。

【図20】複数の区分に分割された距離画像の例を表す図である。

【図21】区分Dnごとに作成されたヒストグラムを表す図である。

【図22】距離画像を分割する複数の区分を実空間上に置き換えた場合に各区分に対応する複数の区分空間を説明する図である。

【図23】各区分ごとの代表距離を実空間上にプロットした図である。

【図24】図23の各点のグループ化を説明する図である。

【図25】図24の各グループに属する各点を直線近似して得られる物体を表す図である。

【図26】検出された各物体を基準画像上で矩形状の枠線に包囲して表した図である。

【図27】先行車両と生垣とが隣接して撮像されている画像を表す図である。

【図28】(A)先行車両のみが検出される状態を説明する図であり、(B)先行車両と生垣とが1つの物体として検出される状態を表す図である。

【図29】先行車両として平ボディの荷台付きトラックが撮影された画像を表す図である。

【図30】図29の場合に先行車両の荷台の後あおりの左右の各エッジ部分がグループ化されず、左右の各エッジ部分と前壁等の部分とがそれぞれ別の物体として検出される状態を説明する図である。

【図31】先行車両としての平ボディの荷台付きトラックと生垣とが隣接して撮像されている画像を表す図である。

【図32】図31の場合に先行車両の荷台の後あおりの左側のエッジ部分が生垣と一体化して検出される状態を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0050】

以下、本発明に係る車両検出装置の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0051】

なお、本実施形態では、撮像手段2として2台のカメラを用いてステレオ撮像を行う形態が示されるが、撮像手段を例えば単数のカメラや3台以上のカメラ等で構成することも可能である。

【0052】

本実施形態に係る車両検出装置1は、図1に示すように、主に、撮像手段2や変換手段3、画像処理手段6等で構成される位置検出手段9と、統合処理手段11やランプ候補抽出手段12等を含む処理部10とで構成されている。

【0053】

位置検出手段9は、自車両の周囲を撮像する撮像手段2を含み、自車両の周囲の物体を撮像するとともに、自車両からそれらの物体までの距離や高さ、左右方向の位置を含む物体の実空間上の位置に対応する位置データを検出するようになっている。

【0054】

本実施形態では、位置検出手段9は、本願出願人により先に提出された前記特許文献1や特開平5-114099号公報、特開平5-265547号公報、特開平6-266828号公報、特開平10-283477号公報、特開2006-72495号公報等に記載された車両検出装置等をベースに構成されている。以下、簡単に説明する。

【0055】

位置検出手段9は、図1に示すように、車幅方向(すなわち左右方向)に一定の距離をあけて配置されCCDカメラで構成された一対のメインカメラ2aおよびサブカメラ2bを備える撮像手段2で自車両の周囲を撮像して得られた一対の撮像画像を変換手段3であるA/Dコンバータ3a、3bでそれぞれデジタル画像に変換し、画像補正部4でずれや

10

20

30

40

50

ノイズの除去、輝度値の補正等の画像補正を行って、画像データメモリ5に格納するとともに、処理部10に送信するようになっている。

【0056】

なお、例えば撮像手段2のメインカメラ2aでは、前述した図18等に示したような画像T(以下、基準画像Tという。)が撮像され、サブカメラ2bでは、基準画像Tと同様の画像ではあるが、メインカメラ2aから車幅方向に一定の距離だけ離れた位置から撮像された画像(図示省略。以下、比較画像という。)が撮像される。

【0057】

また、本実施形態では、撮像手段2のメインカメラ2aおよびサブカメラ2bでは、それぞれモノクロの輝度Dが取得されるようになっているが、RGB値等で表されるカラーの画像データを撮像する撮像手段を用いることも可能であり、その場合についても本発明が適用される。

【0058】

さらに、本実施形態では、撮像手段2のメインカメラ2aやサブカメラ2bで基準画像Tや比較画像を撮像する場合、図2に示すように、基準画像T等の各水平ラインjの最も左側の画素から撮像を開始し、その後、順に右方向に走査していく。また、走査する水平ラインjを最も下側のラインから順に上方に切り替えながら撮像するようにして、各画素ごとに撮像した順に基準画像Tと比較画像Tcの各画素の輝度Dをそれぞれ変換手段3に順次送信するようになっている。

【0059】

画像補正部4で画像補正が行われた一対の撮像画像は、画像処理手段6にも送信される。そして、画像処理手段6のイメージプロセッサ7で、メインカメラ2aで撮像した基準画像Tが複数の画素ブロックに分割され、各画素ブロックについてそれぞれサブカメラ2bで撮像した比較画像の対応する画素ブロックがステレオマッチング処理により見出され、前述したように、各画素ブロックごとに視差dpが算出される。

【0060】

この視差dpの算出については、前記各公報に詳述されている。また、この視差dpと画素ブロックの基準画像T上の座標(i,j)が、実空間上の点(X,Y,Z)と上記(1)~(3)式を介して1対1に対応付けられることは前述した通りである。また、本実施形態では、この視差dpと座標(i,j)から構成されるデータ(i,j,dp)を位置データとして扱うように構成されているが、例えば、データ(i,j,dp)を上記(1)~(3)式に代入して算出した実空間上の位置(X,Y,Z)を位置データとして扱うように構成することも可能である。

【0061】

画像処理手段6は、上記のように画素ブロックごとに算出した視差dpを基準画像Tの対応する各画素に割り当てて前述した距離画像Tz(例えば図19参照)を作成し、作成した距離画像Tzを距離データメモリ8に格納するとともに、距離画像Tzを処理部10に送信するようになっている。

【0062】

すなわち、本実施形態では、画像処理手段6が距離画像作成手段に相当する。なお、距離画像Tzは、距離の情報としての視差dpを有するものであるが、距離画像Tzには、図19に示したように座標(i,j)の情報も含まれており、距離画像Tzは、位置検出手段9が検出した視差dpを含む位置データ(i,j,dp)を基準画像Tに割り当てたものに相当する。

【0063】

なお、図示を省略するが、本実施形態の他にも、自車両に対する各車両の距離Z(或いは視差dp)を含む位置データの測定については、例えば自車両前方にレーザ光Lや赤外線等を照射してその反射光の情報に基づいて物体までの距離Zや物体の実空間上の位置(X,Y,Z)等を測定するレーダ装置等で構成することも可能であり、この場合は、レーダ装置等が距離検出手段9ということになる。このように、距離データを検出する距離検

10

20

30

40

50

出手段 9 の構成は、特定の構成に限定されない。

【 0 0 6 4 】

しかし、車両検出装置 1 は、距離検出手段 9 としてレーダ装置等を用いる場合でも、撮像手段 2 を備えるように構成される。そして、この場合、撮像手段 2 を単数のカメラで構成してもよく、その場合、距離画像作成手段としての画像処理手段 6 は、距離検出手段 9 としてのレーダ装置等で検出された位置データを、撮像手段 2 で撮像された画像中の各画素に割り当てて、前述した距離画像 T_z を作成するように構成される。

【 0 0 6 5 】

処理部 10 は、本実施形態では、図示しない C P U (Central Processing Unit) や R O M (Read Only Memory)、R A M (Random Access Memory)、入出力インターフェース等がバスに接続されたコンピュータや、専用回路で構成されている。処理部 10 は、統合処理手段 11 やランプ候補抽出手段 12、ランプペア候補抽出手段 13、グループピング手段 14 を備えており、本実施形態では、さらに、図示しないメモリを備えている。

10

【 0 0 6 6 】

なお、処理部 10 において先行車両検出等の他の処理を行うように構成することも可能である。また、処理部 10 に、必要に応じて、車速センサやヨーレートセンサ、ステアリングホイールの舵角を測定する舵角センサ等のセンサ類 Q からの測定値が入力されるようになっている。

【 0 0 6 7 】

以下、処理部 10 の各手段における処理について説明するとともに、本実施形態に係る車両検出装置 1 の作用について説明する。

20

【 0 0 6 8 】

統合処理手段 11 は、撮像手段 2 のメインカメラ 2 a により撮像された基準画像 T 上で、先行車両 V ah 等の車両のウインカーランプやブレーキランプ等のテールランプ T_L の明るさに相当する所定の輝度以上の輝度を有する画素を抽出し、抽出した画素が基準画像 T 上で隣接する場合にはそれらの画素同士を同一の画素領域として統合するようになっている。なお、この統合処理手段 11 における統合処理では、前述した比較画像は用いられない。

【 0 0 6 9 】

以下、この統合処理手段 11 における統合処理を、図 3 および図 4 に示すフローチャート等を用いて具体的に説明する。

30

【 0 0 7 0 】

なお、以下では、例えば図 2 に示した基準画像 T における画素を、基準画像 T の左下隅の画素を原点とし、右向きに i 軸、上向きに j 軸をとった場合の画素の座標 (i, j) を用いて、画素 $p_{i,j}$ のように表す。また、画素 $p_{i,j}$ の輝度 D を、輝度 $D_{i,j}$ のように表す。

【 0 0 7 1 】

統合処理手段 11 は、撮像手段 2 により撮像が開始されると (ステップ S 1)、 i および j の値をそれぞれ 0 に設定する (ステップ S 2)。前述したように、撮像手段 2 で撮像された水平ライン 0 (すなわち j 座標が 0 の各画素からなる水平ライン j) 上の左端の画素 $p_{0,0}$ (すなわち原点の画素) の輝度 $D_{0,0}$ の処理部 10 への入力が開始されると (ステップ S 3)、続いて、画素 $p_{1,0}, p_{2,0}, p_{3,0}, \dots$ の輝度 $D_{1,0}, D_{2,0}, D_{3,0}, \dots$ が順次入力される。

40

【 0 0 7 2 】

統合処理手段 11 は、水平ライン j の右端の画素まで処理を完了していなければ (ステップ S 4 ; N O)、処理が繰り返されるごとに i 座標を 1 ずつインクリメントして (ステップ S 5)、設定した注目画素 $p_{i,j}$ を水平ライン j 上の右隣の画素に移動させながら (ステップ S 6)、処理を続ける。

【 0 0 7 3 】

また、水平ライン j の右端の画素まで処理を完了すると (ステップ S 4 ; Y E S)、基

50

準画像 T の最上段の水平ライン j まで処理が終了していなければ (ステップ S 7 ; N O) 、処理を行う水平ライン j を 1 行上方の水平ライン j + 1 に移行させ、注目画素の i 座標を 0 に設定して (ステップ S 8) 、画素 $p_{0,j+1}$ を注目画素として (ステップ S 6) 処理を行い、注目画素を画素 $p_{0,j+1}$ から順に右側に移動させながら処理を続行する。

【 0 0 7 4 】

次に、注目画素を画素 $p_{i,j}$ に設定 (ステップ S 6) した後の統合処理手段 1 1 における処理 (図 4 のステップ S 9 以降) について説明する。

【 0 0 7 5 】

統合処理手段 1 1 は、まず、注目画素 $p_{i,j}$ が所定の輝度 D_{th} 以上の輝度を有する画素であるか否かを判定し (ステップ S 9) 、注目画素 $p_{i,j}$ の輝度 D が所定の輝度 D_{th} 以上であれば (ステップ S 9 ; Y E S) 、注目画素 $p_{i,j}$ を抽出する。

10

【 0 0 7 6 】

この場合、上記の所定の輝度 D_{th} は、先行車両 V ah 等の車両のウインカランプやブレーキランプ等のテールランプ T L を検出することができる輝度が設定される。すなわち、輝度 D としてとり得る値の範囲が例えば 0 ~ 255 の場合には、所定の輝度 D_{th} は例えば 240 に設定される。

【 0 0 7 7 】

なお、以下、このように抽出された画素を抽出画素という。また、注目画素 $p_{i,j}$ の輝度 D が所定の輝度 D_{th} 未満であれば (ステップ S 9 ; N O) 、図 3 のステップ S 4 の処理に移行する。

20

【 0 0 7 8 】

統合処理手段 1 1 は、注目画素 $p_{i,j}$ の輝度 D が所定の輝度 D_{th} 以上であると判定して注目画素 $p_{i,j}$ を抽出すると (ステップ S 9 ; Y E S) 、ステップ S 1 0 の判定処理に移行する。そして、図 5 (A) に示すように注目画素 $p_{i,j}$ が入力されるより以前に入力されて上記のステップ S 9 の判定処理が行われた、注目画素 $p_{i,j}$ の左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ が、抽出画素であるか否かを判定する (ステップ S 1 0) 。

【 0 0 7 9 】

注目画素 $p_{i,j}$ の左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ が抽出画素である場合には (ステップ S 1 0 ; Y E S) 、統合処理手段 1 1 は、続いて、ステップ S 1 1 の判定処理に移行し、図 6 (A) に示すように注目画素 $p_{i,j}$ が入力されるより以前に入力されて上記のステップ S 9 の判定処理が行われた、注目画素 $p_{i,j}$ の下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ が、抽出画素であるか否かを判定する (ステップ S 1 1) 。

30

【 0 0 8 0 】

そして、統合処理手段 1 1 は、注目画素 $p_{i,j}$ の下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ が、抽出画素でなければ (ステップ S 1 1 ; N O) 、ステップ S 1 0 の判定処理で、注目画素 $p_{i,j}$ の左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ は抽出画素であったから、注目画素 $p_{i,j}$ とその左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ を 1 つの画素領域 g に統合する (ステップ S 1 2) 。

【 0 0 8 1 】

その際、図 5 (A) に示したように、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ が他の画素と統合されていなければ、注目画素 $p_{i,j}$ と左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ が統合されて、左右に隣接する 2 つの画素からなる画素領域 g が新たに形成される。また、例えば図 5 (B) に示すように、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ が既に画素領域 g に属していれば、注目画素 $p_{i,j}$ が画素領域 g に追加されるように統合され、画素領域 g が注目画素 $p_{i,j}$ の分だけ 1 画素分拡大する。

40

【 0 0 8 2 】

また、統合処理手段 1 1 は、ステップ S 1 1 の判定処理で、注目画素 $p_{i,j}$ の下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ が抽出画素であれば (ステップ S 1 1 ; Y E S) 、ステップ S 1 0 の判定処理で、注目画素 $p_{i,j}$ の左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ も抽出画素であったから、注目画素 $p_{i,j}$ を、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ および左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ と統合する (ステップ S 1 3) 。

50

【0083】

その際、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ や左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ が他の画素と統合されていなければ、注目画素 $p_{i,j}$ と下および左に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ 、 $p_{i-1,j}$ が統合されて、3つの画素からなる画素領域 g が新たに形成される。

【0084】

また、例えば図7(A)に示すように、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ が画素領域 g_1 に属し、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ が他の画素領域 g_2 に属している場合、注目画素 $p_{i,j}$ が下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ および左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ と統合されると(ステップS13)、図7(B)に示すように、注目画素 $p_{i,j}$ を介して画素領域 g_1 と画素領域 g_2 とが統合されて1つの画素領域 g となる。

10

【0085】

一方、上記のステップS10の判定処理で、注目画素 $p_{i,j}$ の左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ が抽出画素でない場合には(ステップS10;NO)、統合処理手段11は、続いて、ステップS14の判定処理に移行し、図6(A)に示したように注目画素 $p_{i,j}$ が入力されるより以前に入力されて上記のステップS9の判定処理が行われた、注目画素 $p_{i,j}$ の下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ が、抽出画素であるか否かを判定する(ステップS14)。

【0086】

そして、統合処理手段11は、注目画素 $p_{i,j}$ の下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ が、抽出画素であれば(ステップS14;YES)、注目画素 $p_{i,j}$ とその下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ を1つの画素領域 g に統合する(ステップS15)。

20

【0087】

その際、図6(A)に示したように、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ が他の画素と統合されていなければ、注目画素 $p_{i,j}$ と下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ が統合されて、上下に隣接する2つの画素からなる画素領域 g が新たに形成される。また、例えば図6(B)に示すように、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ が既に画素領域 g に属していれば、注目画素 $p_{i,j}$ が画素領域 g に追加されるように統合され、画素領域 g が注目画素 $p_{i,j}$ の分だけ1画素分拡大する。

【0088】

また、統合処理手段11は、ステップS14の判定処理で、注目画素 $p_{i,j}$ の下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ が抽出画素でなければ(ステップS14;NO)、今回、新たに抽出された注目画素 $p_{i,j}$ を新たな画素領域 g として登録する(ステップS16)。

30

【0089】

統合処理手段11は、ステップS12、S13、S15の処理で注目画素 $p_{i,j}$ を隣接する画素 p と統合したり、或いは、ステップS16の処理で注目画素 $p_{i,j}$ を新たな画素領域 g として登録すると、画素領域 g の画素数を更新し、画素領域 g の左端 g_{left} 、右端 g_{right} の画素の各座標や上端 g_{top} 、下端 g_{bottom} の画素の各座標、中心の座標(g_i , g_j)等に変更があれば更新する。

【0090】

その際、画素領域 g の中心の座標(g_i , g_j)のうち、 g_i は画素領域 g の左端 g_{left} と右端 g_{right} の中間点の i 座標、 g_j は画素領域 g の上端 g_{top} と下端 g_{bottom} の中間点の j 座標として算出される。

40

【0091】

また、例えば図7(B)に示したように、複数の画素領域 g_1 、 g_2 が統合されて1つの画素領域 g とされた場合には、1つに統合された画素領域 g の画素領域番号を、統合の対象となった複数の画素領域 g_1 、 g_2 の各画素領域番号のうち例えば最も小さい番号を選択する等して更新する(ステップS17)。

【0092】

そして、統合処理手段11は、ステップS17の処理を終了すると、図3のステップS4の判定処理以降の処理を続行する。そして、以上の処理が、基準画像Tの最上段の水平ライン j まで終了すると統合処理を終了するようになっている。

50

【0093】

ランプ候補抽出手段12(図1参照)は、上記のようにして統合処理手段11が統合した各画素領域gの中から、位置検出手段9が検出した位置データ、すなわち本実施形態では距離画像作成手段としての画像処理手段6が作成した距離画像Tzに基づいて、車両のテールランプTLに対応する可能性がある画素領域gをランプ候補 g_L として抽出するようになっている。

【0094】

すなわち、統合処理手段11が基準画像T上で統合した画素領域gは、上記のように、先行車両Vah等の車両のワインカランプやブレーキランプ等のテールランプTLの明るさに相当する所定の輝度Dth以上の輝度Dを有する画素を抽出して統合されたものであるが、例えば路面から高い位置にある街路灯に対応する画素領域gであったり、或いは、例えば雨で濡れた路面での反射光に対応する画素領域gであったりする可能性がある。

10

【0095】

そこで、本実施形態では、ランプ候補抽出手段12は、統合処理手段11が上記のようにして統合した各画素領域gについて、各画素領域gの路面からの高さyが、車両のテールランプTLが存在する高さyの範囲内にあるか否かを判定するようになっている。この範囲は、例えば路面から10cm~3mの範囲に設定される。

【0096】

画素領域gの路面からの高さyは、例えば、上記のようにして更新した画素領域gの上端の座標g_{top}や下端の座標g_{bottom}、或いは中心のj座標g_j(図4のステップS17参照)や、基準画像Tに対応する距離画像Tzから割り出した視差dpを上記(3)式や(2)式に代入して算出される実空間上の高さYとして算出することができる。

20

【0097】

また、例えば、処理部10内に、路面自体の高さを検出手段を別に設け、上記の実空間上の高さYから路面自体の高さを減算した値を画素領域gの路面からの高さyとするように構成することも可能である。

【0098】

そして、ランプ候補抽出手段12は、各画素領域gについて上記の判定を行い、画素領域gの路面からの高さyが上記の設定範囲内にあれば、その画素領域gをランプ候補 g_L として抽出するようになっている。このようにして、画素領域gは、ランプ候補 g_L と、それ以外の画素領域gとに分類される。

30

【0099】

なお、このランプ候補抽出手段12におけるランプ候補 g_L の抽出処理を、上記のように、統合処理手段11が全ての画素領域gを統合し終えた後で行うように構成してもよく、また、統合処理手段11が統合処理を行っている最中に行うように構成することも可能である。すなわち、統合処理手段11が注目画素p_{i,j}を画素領域gに統合したり(図4のステップS12、S13、S15参照)、新たな画素領域gとして登録(ステップS16参照)するごとにランプ候補抽出手段12が行うように構成することも可能である。

【0100】

ランプペア候補抽出手段13(図1参照)は、上記のようにしてランプ候補抽出手段12により抽出された各ランプ候補 g_L の中から、位置検出手段9により検出された位置データ、すなわち本実施形態では距離画像作成手段としての画像処理手段6が作成した距離画像Tzに基づいて、車両の左右のテールランプTLに対応する可能性があるランプ候補 g_L の組み合わせをランプペア候補 Pg_L として抽出するようになっている。

40

【0101】

また、近年、車両の背面部分に、ワインカランプやブレーキランプ等の左右のテールランプTLの他に、左右のテールランプの左右方向の中間部分の上部にハイマウントストップランプが設けられた車両が増えているため、ランプペア候補抽出手段13は、このようにハイマウントストップランプが設けられている場合には、そのハイマウントストップランプに対応するランプ候補 g_L も、左右のテールランプTLに対応するランプ候補 g_L の

50

組み合わせであるランプペア候補 $P g_L$ に追加するようになっている。

【0102】

以下、本実施形態でのランプペア候補抽出手段13におけるランプペア候補 $P g_L$ の抽出処理について、図8に示すフローチャートを用いて説明する。

【0103】

ランプペア候補抽出手段13は、全てのランプ候補 g_L の組み合わせについて下記の判定処理を行っていなければ（ステップS20；NO）、ランプ候補抽出手段12により抽出された各ランプ候補 g_L の中から任意に2つのランプ候補 g_L を選択する（ステップS21）。そして、選択した2つのランプ候補 g_L が、車両の左右のテールランプTLとしてふさわしい条件を満たすか否かを判定する（ステップS22）。 10

【0104】

具体的には、ステップS22の判定処理において、ランプペア候補抽出手段13は、選択した2つのランプ候補 g_L のうちの一方のランプ候補 g_L の画素数の、他方のランプ候補 g_L の画素数に対する比が、例えば0.5倍～1.5倍等の所定範囲内であるか否かを判定する。

【0105】

また、ランプペア候補抽出手段13は、一方のランプ候補 g_L の基準画像Tにおける縦方向の画素数（例えば当該ランプ候補 g_L としての画素領域 g の前述した上端の座標 g_{top} と下端の座標 g_{bottom} の差）の、他方のランプ候補 g_L の基準画像Tにおける縦方向の画素数に対する差が、例えば10画素以内等の所定範囲内であるか否かを判定する。 20

【0106】

ランプ候補 g_L の大きさすなわち基準画像T中における各画素数や、縦方向の大きさが違い過ぎる場合には、選択した2つのランプ候補 g_L を車両の左右のテールランプTLに対応するものと見做すことができない。上記の2つの条件は、このような場合を排除するための条件である。

【0107】

また、ランプペア候補抽出手段13は、一方のランプ候補 g_L と他方のランプ候補 g_L の実空間上での左右方向の間隔が、車両1台分に相当する例えば2.5m等の幅以内であるか否かを判定する。一方のランプ候補 g_L と他方のランプ候補 g_L の実空間上での左右方向の間隔は、例えば図9に示すように、右側のランプ候補 g_L の右端 g_{right} の画素に対応する実空間上のX座標 X_r と、左側のランプ候補 g_L の左端 g_{left} の画素に対応する実空間上のX座標 X_l との差分 X として算出される。 30

【0108】

ランプ候補 g_L 同士の左右方向の間隔 X が車両1台分に相当する幅よりもかけ離れて大きい場合には、選択した2つのランプ候補 g_L を車両の左右のテールランプTLに対応するものと見做すことができない。上記の条件は、このような場合を排除するための条件である。

【0109】

さらに、ランプペア候補抽出手段13は、一方のランプ候補 g_L の実空間上での距離Z（視差 d_p に対応する。）および高さYが、それぞれ他方のランプ候補の実空間上の位置から所定の範囲内にあるか否かを判定する。例えば、一方のランプ候補 g_L の実空間上での距離Zや高さYが、他方のランプ候補の実空間上の距離Zや高さYの0.8倍～1.2倍等の範囲内であるか否かを判定する。距離Zと高さYのいずれかが上記の所定の範囲内にない場合には、条件を満たすとは判定されない。 40

【0110】

ランプ候補 g_L 同士の距離Zや高さYの差があまりにも大きい場合には、選択した2つのランプ候補 g_L を車両の左右のテールランプTLに対応するものと見做すことができない。上記の条件は、このような場合を排除するための条件である。

【0111】

例えば、前述したように、自車両が片側複数車線の道路を走行しており先行車両 V_{ah} の

右隣の車線に例えれば同型の車両が走行しているような場合に、基準画像 T 上で、車両のウインカランプやブレーキランプ等のテールランプ T_L に対応する 4 つのランプ候補 g_L が横方向に並ぶ場合があり、従来の特許文献 2 に記載の手法を採用した場合には、先行車両 V_{ah} の右側のテールランプ T_L と右隣の車線を走行している車両の左側のテールランプ T_L を 1 台の車両の左右のテールランプ T_L として検出してしまう可能性があった。

【0112】

しかし、本実施形態では、このように基準画像 T 上で 4 つのランプ候補 g_L が横方向に並ぶ場合でも、位置検出手段 9 が検出した位置データ、すなわち本実施形態では距離画像作成手段としての画像処理手段 6 が作成した距離画像 T_z に基づいて、先行車両 V_{ah} の右側のテールランプ T_L と右隣の車両の左側のテールランプ T_L との視差 d_p や実空間上での距離 Z が有意に異なる値である場合には、ランプペア候補抽出手段 13 によりランプペア候補 Pg_L としては抽出されない。10

【0113】

このように、本実施形態では、上記のような場合でも、それぞれ他の車両の背面部分に設けられた各テールランプ T_L を、誤って 1 台の車両の左右のテールランプ T_L として検出する可能性を低減することが可能となる。

【0114】

本実施形態では、ランプペア候補抽出手段 13 は、選択した 2 つのランプ候補 g_L が、上記の各条件のうちのいずれかの条件を満たす場合に（ステップ S22；YES）当該 2 つのランプ候補 g_L の組み合わせをランプペア候補 Pg_L として抽出するようになっている（ステップ S23）。そして、このランプペア候補 Pg_L の抽出処理を、ランプ候補抽出手段 12 により抽出されたランプ候補 g_L 同士における全ての組み合わせについて行う（ステップ S20；NO）。20

【0115】

また、前述したように、車両によっては、ハイマウントストップランプが設けられている場合があるため、ランプペア候補抽出手段 13 は、引き続き、ハイマウントストップランプが設けられている場合には、そのハイマウントストップランプに対応するランプ候補 g_L も、左右のテールランプ T_L に対応するランプ候補 g_L の組み合わせであるランプペア候補 Pg_L に追加するようになっている。

【0116】

具体的には、ランプペア候補抽出手段 13 は、上記のランプペア候補 Pg_L の抽出処理をランプ候補 g_L 同士の全ての組み合わせについて行うと（ステップ S20；YES）、続いて、抽出した各ランプペア候補 Pg_L について、図 10 に示すように、抽出したランプペア候補 Pg_L としての左右のランプ候補 g_L の間に存在し、かつ、左右のランプ候補 g_L の基準画像 T における上側の位置に、別のランプ候補 g_L が存在するか否かを判定する（ステップ S24）。30

【0117】

そして、図 10 に示すように、上記の位置に別のランプ候補 g_L が存在する場合には（ステップ S24；YES）、当該別のランプ候補 g_L をハイマウントストップランプとして、左右のランプ候補 g_L からなる当該ランプペア候補 Pg_L に追加するようになっている（ステップ S25）。40

【0118】

しかし、ハイマウントストップランプとして追加したランプ候補 g_L が、図 11 に示すように、追加されたランプペア候補 Pg_L 1 とは別のランプペア候補 Pg_L 2 に属している場合、基準画像 T 中で、当該ランプ候補 g_L が追加される前のランプペア候補 Pg_L 0 の上側に別のランプペア候補 Pg_L 2 が撮像されているという異常な状態になっている。

【0119】

そこで、本実施形態では、ランプペア候補抽出手段 13 は、このように、ハイマウントストップランプとして追加したランプ候補 g_L が、当該ランプ候補 g_L が追加されたランプペア候補 Pg_L 1 とは別のランプペア候補 Pg_L 2 に属しているか否かを判定する（ス

ステップ S 2 6)。

【 0 1 2 0 】

そして、追加したランプ候補 g_L が、当該ランプ候補 g_L が追加されたランプペア候補 $P g_L 1$ とは別のランプペア候補 $P g_L 2$ に属している場合には(ステップ S 2 6 ; YES)、図 1 2 に示すように、追加したランプ候補 g_L を、追加された元のランプペア候補 $P g_L 1$ から除外するようになっている(ステップ S 2 7)。この場合、図 1 1 に示したランプペア候補 $P g_L 1$ は、図 1 2 に示すように、結局、元のランプペア候補 $P g_L 0$ に戻る。

【 0 1 2 1 】

そして、本実施形態では、この場合、ランプペア候補抽出手段 1 3 は、さらに、追加を 10
除外されたランプ候補 g_L が属する当該別のランプペア候補 $P g_L 2$ (図 1 1 参照) については、図 1 2 に示すように、ランプペア候補としての指定を解除するようになっている。また、追加を除外されたランプ候補 g_L については、ランプ候補としての指定も解除するよう構成することも可能である。

【 0 1 2 2 】

ランプペア候補抽出手段 1 3 は、上記のステップ 2 4 からステップ S 2 7 までの処理を
、抽出した全てのランプペア候補 $P g_L$ について行うようになっている(ステップ S 2 8
)。

【 0 1 2 3 】

本実施形態では、上記のように、ランプ候補抽出手段 1 2 は、前述したように統合処理 20
手段 1 1 が統合した各画素領域 g の中から車両のテールランプ T_L に対応する可能性がある画素領域 g をランプ候補 g_L として抽出し、また、ランプペア候補抽出手段 1 3 は、ランプ候補抽出手段 1 2 が抽出した各ランプ候補 g_L の中から、車両の左右のテールランプ T_L やハイマウントストップランプに対応する可能性があるランプ候補 g_L の組み合わせをランプペア候補 $P g_L$ として抽出するようになっている。

【 0 1 2 4 】

グルーピング手段 1 4 (図 1 参照) は、本実施形態では、基本的には前述した図 2 0 ~
図 2 6 に示した特許文献 1 に記載の手法をベースとして位置検出手段により検出された位置 30
データをグループ化するように構成されているが、上記のランプ候補抽出手段 1 2 やランプペア候補抽出手段 1 3 における処理結果、すなわちランプ候補やランプペア候補の情報
を用いて再グルーピング処理を行うように構成されている点で異なる処理になっている。
。

【 0 1 2 5 】

本実施形態では、グルーピング手段 1 4 は、位置検出手段 9 が検出した位置データをグルーピングし、グルーピングして生成した位置データを含む各グループ G について、ランプ候補抽出手段 1 3 により抽出されたランプ候補 g_L に属する位置データを含むグループ G 同士の再グルーピングの可否を判定し、再グルーピング可能と判定したグループ同士を再グルーピングする。ランプ候補 g_L に属する位置データを含むグループ G を G_L と表す。

【 0 1 2 6 】

そして、その後で、ランプ候補 g_L に属さない位置データを含むグループ G を含む全て 40
のグループ G 同士の再グルーピングの可否を判定し、再グルーピング可能と判定したグループ G 同士を再グルーピングするようにして、位置データを含むグループ化処理およびグループの再グルーピング処理を行うようになっている。

【 0 1 2 7 】

その際、このグルーピング手段 1 4 における再グルーピング処理では、ランプ候補 g_L に属する位置データを含むグループ G_L 同士の再グルーピングを行う際の位置データに関する閾値が、その後の全てのグループ G 同士の再グルーピングを行う際の閾値よりも、再グルーピングし易い閾値とされるようになっている。

【 0 1 2 8 】

なお、グループ化とグルーピングとは、本来、同じ意味であるが、本発明では、位置検 50

出手段9が検出した位置データをグループ化する処理を、グループ化処理といい、グループ化処理により生成されたグループ同士を再びグループ化する処理を、再グループ化処理というものをとする。

【0129】

以下、本実施形態でのグループ化手段14におけるグループ化処理および再グループ化処理について、図13および図14に示すフローチャートを用いて説明する。

【0130】

本実施形態では、グループ化手段14は、前述した図20に示したように、まず、距離画像作成手段である画像処理手段6(図1参照)が作成した距離画像Tzを、所定の画素幅で縦方向に延在する短冊状の複数の区分Dnに分割し(ステップS40)、図21に示したように、各区分DnごとにヒストグラムHnを作成する(ステップS41)。

10

【0131】

従来の特許文献1に記載の手法では、ここで、区分Dnに属する各画素に割り当てられた視差dpや距離Zを、当該区分Dnに対応するヒストグラムHnに投票するように構成されている。しかし、本実施形態では、グループ化手段14は、ここで、ランプ候補抽出手段12(図1参照)が抽出したランプ候補glの情報を活用するようになっている。

【0132】

具体的には、グループ化手段14は、各区分Dnごとに、区分Dn内にランプ候補抽出手段12が抽出したランプ候補glが存在するか否かを判定する(ステップS42)。そして、区分Dn内にランプ候補glが存在する場合には(ステップS42; YES)、ランプ候補gl中の各画素に割り当てられた位置データ(i, j, dp)における距離の情報すなわち本実施形態では視差dpを、ヒストグラムHnに投票する(ステップS43)。

20

【0133】

この場合、当該区分Dn内に、ランプ候補gl以外の画素に視差dpが割り当てられていても、その視差dpは当該ヒストグラムHnには投票されない。そして、グループ化手段14は、例えば当該ヒストグラムHnにおける最頻値が属する階級の階級値を、当該区分Dnにおける代表距離すなわち本実施形態では代表視差dpnとして算出する(ステップS44)。

【0134】

30

また、グループ化手段14は、区分Dn内にランプ候補glが存在しない場合には(ステップS42; NO)、特許文献1に記載された手法と同様に、当該区分Dn内の各画素に割り当てられた位置データにおける距離の情報すなわち視差dpをヒストグラムHnに投票し(ステップS45)、例えば当該ヒストグラムHnにおける最頻値が属する階級の階級値を、当該区分Dnにおける代表視差dpn(代表距離)として算出する(ステップS46)。

【0135】

ただし、この場合、算出した代表視差dpnに対応するヒストグラムHnの階級の度数Fn(図21参照)が、例えば最頻値であるとしても小さい度数Fnである場合には、算出された代表視差dpnの信頼性が低くなる。

40

【0136】

そこで、本実施形態では、グループ化手段14は、上記のように、区分Dn内にランプ候補glが存在しない場合(ステップS42; NO)に算出した当該区分Dnの代表視差dpnに対応するヒストグラムHnの階級の度数Fnが、予め設定された所定値未満であるか否かを判定する(ステップS47)。

【0137】

そして、代表視差dpnに対応する度数Fnが所定値未満である場合には(ステップS47; YES)、当該区分Dnについては代表視差dpnを無効とするようになっている(ステップS48)。そのため、グループ化手段14は、代表視差dpnを無効とした区分Dnについては、代表視差dpnがないものとして以下のグループ化処理を行う。

50

【0138】

なお、この代表視差 d_{pn} に対応する度数 F_n に基づく代表視差 d_{pn} を無効とするか否かの判定処理（ステップ S47）は、区分 D_n 内にランプ候補 g_L が存在する場合（ステップ S42；YES）には行われない。そのため、この場合には、ステップ S44 の処理で算出された代表視差 d_{pn} に対応するヒストグラム H_n の階級の度数 F_n が小さな度数 F_n であっても、代表視差 d_{pn} が無効とされることはない。

【0139】

そして、グルーピング手段 14 は、全ての区分 D_n についてステップ S42～S48 の各処理を行っていなければ（ステップ S49；NO）、各区分 D_n についてステップ S42～S48 の各処理を行い、代表視差 d_{pn} が無効とされて存在しない場合も含めて、全ての区分 D_n について代表視差 d_{pn} を算出する。10

【0140】

上記のように構成すると、区分 D_n 内に、ランプ候補 g_L 中の各画素に割り当てられた視差 d_p から算出された代表視差 d_{pn} とは異なる視差 d_p が割り当てられた画素が、ランプ候補 g_L 中の代表視差 d_{pn} が割り当てられた各画素よりも多く存在する場合でも（すなわち前者の度数 F_n が後者の度数 F_n より多い場合でも）、区分 D_n 内にランプ候補 g_L が存在する場合には、ランプ候補 g_L 中の各画素の視差 d_p から算出された代表視差 d_{pn} が当該区分 D_n の代表視差 d_{pn} （代表距離）として優先的に算出される。

【0141】

そのため、区分 D_n 内にランプ候補 g_L が存在する場合には、区分 D_n 内に存在するランプ候補 g_L 以外の部分の画素に割り当てられた視差 d_p ではなく、車両のテールランプ T_L に対応するランプ候補 g_L における代表視差 d_{pn} を、当該区分 D_n の代表視差 d_{pn} として確実に抽出することが可能となる。20

【0142】

本実施形態では、グルーピング手段 14 は、上記のようにして各区分 D_n ごとの代表視差 d_{pn} （代表距離）を算出すると（ステップ S44、S46、S48）、特許文献 1 に記載された手法と同様に、代表視差 d_{pn} を含む各区分 D_n の位置データをグルーピングの対象としてグループ化処理を行うようになっている（ステップ S50）。

【0143】

各区分 D_n ごとに算出した代表視差 d_{pn} と、例えば短冊状の各区分 D_n の横方向（すなわち図 20 に示した距離画像 T_z における i 軸方向）の画素幅の中間点の i 座標を上記の（1）式および（3）式に代入して、各区分 D_n ごとの代表視差 d_{pn} に対応する実空間上の 2 次元の位置データ（ X, Z ）を算出して実空間平面上にプロットすると、各区分 D_n ごとの代表視差 d_{pn} に対応する実空間上の各点は、図 23 に示したように、自車両前方の各車両に対応する部分に多少ばらつきを持ってプロットされる。30

【0144】

グルーピング手段 14 は、このようにプロットされた各点について、実空間上で隣接する点同士の X 軸方向（左右方向）の間隔が設定された閾値以内であり、かつ、 Z 軸方向（距離方向）の間隔が設定された閾値以内であるか否かを判定し、 X 軸方向の間隔と Z 軸方向の間隔がともに各閾値以内である場合に、それらの隣接する点を 1 つのグループ G としてグループ化するようになっている。40

【0145】

また、グルーピング手段 14 は、グルーピングした 1 つのグループ G の中に、左右方向（すなわち X 軸方向）に延在する各点の部分と距離方向（すなわち Z 軸方向）に延在する各点の部分とが存在する場合には、図 24 に示したように、グルーピングした 1 つのグループ G をその方向性に応じて複数のグループ G に分離するようになっている（ステップ S51）。なお、この点については特許文献 1 等に詳述されており、参照されたい。

【0146】

グルーピング手段 14 は、続いて、上記のようにしてグルーピング（ステップ S50）および分離（ステップ S51）を行って生成された各グループ G の再グルーピング処理を行50

うようになっている。

【0147】

具体的には、図14のフローチャートに示すように、グルーピング手段14は、まず、生成したグループG中に、前述したランプペア候補抽出手段13により抽出されたランプペア候補 P_{g_L} に属する位置データが含まれているか否かを判定する(ステップS52)。

【0148】

そして、グループG中にランプペア候補 P_{g_L} に属する位置データが含まれている場合(ステップS52; YES)には、当該グループ中の、ランプペア候補 P_{g_L} を構成する各ランプ候補 g_L に属する位置データ(すなわち図24における各点)と、各ランプ候補 g_L に属さない位置データとを強制的に分離して、それぞれ別のグループGとするようになっている。すなわち、グループGを、ランプ候補 g_L に属する位置データからなるグループ G_L と、ランプ候補 g_L に属する位置データを含まないグループGに分離する。

【0149】

前述したように、例えば図31に示したようなシーンでは、従来の特許文献1に記載された手法では、図32に示したように、先行車両Vahである平ボディの荷台付きトラックの荷台Pの後あおりBの左側のエッジ部分が、右側のエッジ部分とグループ化できず、生垣Hと一体化されて1つのグループとされてしまう場合があった。

【0150】

しかし、本実施形態では、上記のグループ化処理(図13のステップS50)で、仮に先行車両Vahである平ボディの荷台付きトラックの左側のテールランプTL1(図31参照)と生垣Hとが1つのグループとしてグループ化されたとしても、ランプペア候補抽出手段13により左側のテールランプTL1と右側のテールランプTLrに対応する各ランプ候補 g_L がランプペア候補 P_{g_L} として抽出されている。

【0151】

そのため、図14のステップS52の判定処理とステップS53の分離処理を行うことで、図15に示すように、左側のテールランプTL1と生垣Hとが含まれていた1つのグループを、左側のテールランプTL1を含むグループ G_L と、生垣Hを含むがランプ候補 g_L に属する位置データを含まないグループGとを分離して、それぞれ別のグループ G_L 、Gに的確に分離することが可能となる。

【0152】

なお、この場合、距離画像Tzの1つの区分Dn(図20参照)内に、平ボディの荷台付きトラックの前壁FやキャブCaの背面部分と左側のテールランプTL1(右側のテールランプTLrについても同様)とが含まれる場合がある。

【0153】

しかし、上記のように、このような区分Dnで、仮に前壁FやキャブCaのエッジ部分に対応する各画素に多くの視差dpが算出されるとしても、左側のテールランプTL1に対応するランプ候補 g_L 中の各画素の視差dpから算出された代表視差dpnが当該区分Dnの代表視差dpnとして優先的に算出される。

【0154】

そのため、左側のテールランプTL1に対応する代表視差dpnや位置データが確実に抽出される。そして、そのため、上記のように、グルーピング手段14で分離処理(ステップS52、S53)を行うことで、左側のテールランプTL1に対応するグループ G_L とが、確実に生垣Hに対応するグループGと分離されて、それぞれ別のグループとされる。

【0155】

グルーピング手段14は、続いて、各グループGの中から、ランプ候補 g_L に属する位置データを含む1つのグループ G_L を任意に選択し(ステップS54)、当該グループ G_L と、他のランプ候補 g_L に属する位置データを含むグループ G_L との全ての組み合わせについて、再グルーピングの可否を判定する(ステップS55)。

10

20

30

40

50

【0156】

この場合、再グルーピングの可否の判定においては、例えば、以下の2つの条件をともに満たす場合に再グルーピング可能と判定するように構成することが可能である。

【0157】

すなわち、再グルーピングの可否の判定における1つめの閾値 $d_{p\text{th}}$ (或いは z_{th}) として、2つのグループ G_L に属する各位置データのうち、相手方のグループに最も近接する位置データを各グループ G_L 中に1つずつ選び出し、その位置データ同士の代表視差 $d_{p\text{n}}$ (或いは代表距離 Z_n 。以下同じ) の差異 d_p (或いは差異 z) が 10 % 以内、すなわち一方のグループ G_L から選ばれた位置データにおける代表視差 $d_{p\text{n}}$ に対する、他方のグループ G_L から選ばれた位置データにおける代表視差 $d_{p\text{n}}$ の比が 0.9 倍 ~ 1.1 倍の範囲内とし、この範囲内にあるか否かを判定する。10

【0158】

また、再グルーピングの可否の判定における2つめの閾値 x_{th} として、2つのグループ G_L からそれぞれ選ばれた上記の2つの位置データについて、それらの実空間上の左右方向の位置 (すなわち各 X 座標) の間隔 x が 2 m 以内とし、この範囲内にあるか否かを判定する。

【0159】

そして、本実施形態では、グルーピング手段 14 は、選択した当該グループ G_L と他のグループ G_L との組み合わせについて、上記の2つの条件がともに満たされた場合に再グルーピング可能と判定し、再グルーピング可能と判定した当該グループ G_L と他のグループ G_L 同士を再グルーピングするようになっている (ステップ S55)。20

【0160】

そして、選択した当該グループ G_L と他のグループ G_L との全ての組み合わせについて上記の再グルーピングの可否の判定、および再グルーピング可能と判定した場合の再グルーピングの実施を行うようになっている。

【0161】

また、グルーピング手段 14 は、全てのグループ G_L について上記の他のグループ G_L との再グルーピングの可否の判定および実施を行っていなければ (ステップ S56; NO)、全てのグループ G_L について上記の他のグループ G_L との再グルーピングの可否の判定および実施の処理 (ステップ S54、S55) を繰り返すようになっている。30

【0162】

このランプ候補 g_L に属する位置データを含むグループ G_L 同士の再グルーピングの可否の判定における閾値 $d_{p\text{th}}$ (或いは z_{th})、 x_{th} は、後述するその後の全てのグループ G 同士の再グルーピングを行う際の閾値 $d_{p\text{th}}^*$ (或いは z_{th}^*)、 x_{th}^* よりも、再グルーピングし易い閾値とされている。

【0163】

また、上記のように、ランプ候補 g_L に属する位置データを含まないグループ G を除外して、先にランプ候補 g_L に属する位置データを含むグループ G_L について、再グルーピングし易い閾値 $d_{p\text{th}}$ (或いは z_{th})、 x_{th} を用いて再グルーピング処理を行うように構成することで、例えば前述した図 31 に示したようなシーンにおいて、図 15 に示すようにグループ化された各グループ G のうち、ランプ候補 g_L に属する位置データを含む左右のテールランプ $T_L 1$ 、 $T_L r$ に対応する各グループ G_L について、先に再グルーピングの可否を判定することが可能となる。40

【0164】

そして、左右のテールランプ $T_L 1$ 、 $T_L r$ に対応する各グループ G_L については、上記の2つの条件がともに満たされたため、左右のテールランプ $T_L 1$ 、 $T_L r$ に対応する各グループ G_L を優先的に再グルーピングすることが可能となり、図 16 に示すように、左右のテールランプ $T_L 1$ 、 $T_L r$ に対応する各グループ G_L を、新たな1つのグループ G_L とすることが可能となる。

【0165】

グルーピング手段 14 は、ランプ候補 g_L に属する位置データを含む全てのグループ G_L について上記の処理を行うと(ステップ S 56; YES)、続いて、再グルーピングされたグループ G_L や再グルーピングされなかったグループ G_L を含む全てのグループ G の組み合わせについて再グルーピングの可否の判定、および再グルーピング可能と判定した場合の再グルーピングの実施を行うようになっている(ステップ S 57)。

【0166】

その際、ステップ S 57 の再グルーピングの可否の判定における閾値は、例えば、上記の1つめの閾値 d_{pth}^* (あるいは z_{th}^*) として、上記の差異 d_p (あるいは z) が 5 % 以内とされ、また、2つめの閾値 x_{th}^* として、上記の実空間上の左右方向の間隔 x が 1 m 以内とされるなど、上記のランプ候補 g_L に属する位置データを含むグループ G_L 同士の再グルーピングの可否の判定における閾値 d_{pth} (あるいは z_{th})、 x_{th} よりも、再グルーピングし難い閾値とされている。10

【0167】

実際には、ステップ S 57 の再グルーピングの可否の判定における閾値 d_{pth}^* (あるいは z_{th}^*)、 x_{th}^* は、再グルーピングし難い閾値というよりも、寧ろ、例えば図 31 や図 32 に示したような問題は生じるとしても、例えば図 18 に示したような通常のシーンにおいては車両を含む各物体を適切に切り分けて検出することができる閾値として設定される。

【0168】

そして、ステップ S 55 の判定処理で用いられる、ランプ候補 g_L に属する位置データを含むグループ G_L 同士の再グルーピングの可否の判定における閾値 d_{pth} (あるいは z_{th})、 x_{th} の方が、それよりもいわば緩い閾値とされて、再グルーピングし易くなるように設定されている。20

【0169】

グルーピング手段 14 は、以上の処理が終了すると、続いて、生成したグループ G がランプ候補 g_L に属する位置データを含むグループ G_L であれば(ステップ S 58; YES)、当該グループ G (すなわちグループ G_L) を、車両の背面部分に対応するグループとして識別し(ステップ S 59)、検出したグループ G (すなわちグループ G_L) の情報をメモリに保存する。

【0170】

また、生成したグループ G がランプ候補 g_L に属する位置データを含まないグループ G であっても(ステップ S 58; NO)、当該グループ G 内の各位置データが実空間上で左右方向(すなわち X 軸方向)に延在している場合には(ステップ S 60; YES)、当該グループ G を車両の背面部分に対応するグループとして識別し(ステップ S 59)、検出したグループ G の情報をメモリに保存する。30

【0171】

なお、この段階で、車両の背面部分に対応するグループとして識別した各グループ G_L 、 G について、例えば、その識別の確からしさを表す確率を算出するように構成することも可能である。

【0172】

その際、例えば、車両の背面部分に対応するグループとして識別した各グループが、ランプ候補 g_L に属する位置データを含むグループ G_L である場合には、高い確率が割り当てられるように構成し、また、ランプ候補 g_L に属する位置データを含む当該グループ G_L の中に、ランプペア候補抽出手段 13 により抽出された1つのランプペア候補 P_g_L を構成する全てのランプ候補 g_L (ハイマウントストップランプに対応するランプ候補 g_L が含まれることはあることは前述した通り。) が含まれる場合には、さらに高い確率が割り当てられるように構成することが可能である。40

【0173】

そして、例えば、車両の背面部分に対応するグループとして識別した各グループが、ランプ候補 g_L に属する位置データを含まないグループ G である場合には、より低い確率が50

割り当てられるように構成することが可能である。

【0174】

一方、グルーピング手段14は、生成したグループGがランプ候補 g_L に属する位置データを含まないグループGであって(ステップS58;NO)、しかも、当該グループG内の各位置データが実空間上で距離方向(すなわちZ軸方向)に延在している場合には(ステップS60;NO)、当該グループGを車両の背面部分に対応するグループとしては識別せず、車両の側面部分や前述した生垣H(図31等参照)のように自車両の進行方向(すなわちZ軸方向)に延在する物体であるとして識別する。なお、この情報をメモリに保存するか否かは適宜決められる。

【0175】

なお、車両の背面部分に対応するグループとして識別したグループ G_L 、 G や、自車両の進行方向(すなわちZ軸方向)に延在する物体であるとして識別したグループ G_L 、 G について、図25に示したように各グループ G_L 、 G に属する各位置データをそれぞれ直線近似したり、図26に示したように検出した G_L 、 G に対応する車両等の物体を基準画像T上にそれぞれ矩形状の枠線等で包囲して表示する等の処理が適宜行われる。

10

【0176】

グルーピング手段14は、全てのグループ G_L 、 G について上記の処理を行っていなければ(ステップS61;NO)、上記のステップS58～S60の各処理を繰り返して行う。また、全てのグループ G_L 、 G について上記の処理を行うと(ステップS61;YES)、グルーピング手段14は、検出したグループ G_L 、 G の中から先行車両Vahに対応するグループGahを特定して(ステップS62)、処理を終了する。

20

【0177】

そして、処理部10は、グルーピング手段14が上記の処理を終了すると、メモリに保存された必要な情報を外部装置に送信するとともに、図3に示したステップS1から新たに一連の処理を再開するようになっている。

【0178】

なお、図14のステップS62における処理では、例えば以下のようにして、先行車両Vahを特定するように構成することが可能である。なお、後述する図17では、図26に示した場合と同様に、位置データが左右方向に延在するグループ G_L 、 G がグループOとして表記され、位置データが距離方向に延在するグループ G_L 、 G がグループSとして表記されている。

30

【0179】

先行車両Vahの特定処理では、図17に示すように自車両の挙動(すなわち車速やヨーレート、ステアリングホイールの舵角等)に基づいて自車両が今後進行するであろう軌跡を走行軌跡Lestとして推定する。

【0180】

すなわち、自車両の走行軌跡Lestは、自車両の車速Vやヨーレート、ステアリングホイールの舵角等に基づいて下記(4)式または下記(5)、(6)式に従って算出される自車両の旋回曲率Cuaに基づいて算出することができる。なお、下記の各式におけるReは旋回半径、Asfは車両のスタビリティファクタ、Lwbはホイールベースである。

40

$$C_{ua} = /V \quad \dots (4)$$

$$R_e = (1 + Asf \cdot V^2) \cdot (L_{wb} / \quad) \quad \dots (5)$$

$$C_{ua} = 1 / R_e \quad \dots (6)$$

【0181】

そして、先行車両Vahに対応するグループGahは、図17に示すように、自車両の走行軌跡Lest上に存在するグループ G_L またはグループG(すなわちグループO)、或いは、走行軌跡Lestを中心とする自車両の車幅分の領域内に存在するグループOとして検出することができる。例えば図17では、グループO3が先行車両Vahに対応するグループGahとして検出される。

【0182】

50

なお、前回のサンプリング周期で検出した先行車両 V_{ah} に対応するグループ G_{ah} と、今回のサンプリング周期で先行車両 V_{ah} に対応するグループ G_{ah} が、同一の車両に対応するグループ G_{ah} である確率を算出する等して、整合性を保ちながら先行車両 V_{ah} を追跡するように構成することが可能である。

【0183】

このように構成すれば、検出した先行車両 V_{ah} が自車両の前方から離脱してさらにその前方の車両が新たに先行車両 V_{ah} となったり、自車両と先行車両 V_{ah} との間に他の車両が割り込んできて当該他の車両が新たな先行車両 V_{ah} となることによる先行車両 V_{ah} の交替等を的確に検出することが可能となる。

【0184】

以上のように、本実施形態に係る車両検出装置 1 によれば、グルーピング手段 14 は、前述した特許文献 1 に記載された手法と同様に、位置検出手段 9 により検出された位置データをグループ化して車両を含む各物体に対応する各グループ G を生成する。

【0185】

しかし、本実施形態では、グルーピング手段 14 は、グループ化して生成した各グループ G についてさらに処理を行い、ランプ候補抽出手段 12 が抽出したランプ候補 g_L に属する位置データを含むグループ G_L 同士の再グルーピングの可否を判定し、再グルーピング可能と判定したグループ G_L 同士を再グルーピングする。そして、その後で、グループ G_L を含む全てのグループ G 同士の再グルーピングの可否を判定し、再グルーピング可能と判定したグループ G_L 、 G 同士を再グルーピングするように構成した。

【0186】

しかも、その際、ランプ候補 g_L に属する位置データを含むグループ G_L 同士の再グルーピングを行う際の位置データに関する閾値 d_{pth} (或いは z_{th})、 x_{th} を、その後の全てのグループ G_L 、 G 同士の再グルーピングを行う際の閾値 d_{pth}^* (或いは z_{th}^*)、 x_{th}^* よりも、再グルーピングし易い閾値となるように構成した。

【0187】

このように、ランプ候補 g_L に属する位置データを含まないグループ G を除外して、先にランプ候補 g_L に属する位置データを含むグループ G_L について、再グルーピングし易い閾値 d_{pth} (或いは z_{th})、 x_{th} を用いて再グルーピング処理を行うように構成したため、例えば前述した図 3-1 に示したようなシーンにおいても、図 1-5 に示すようにグループ化された各グループ G のうち、ランプ候補 g_L に属する位置データを含む左右のテールランプ TL_L 、 TL_r に対応する各グループ G_L について、先に再グルーピングの可否を判定することが可能となる。

【0188】

そして、左右のテールランプ TL_L 、 TL_r に対応する各グループ G_L を優先的に再グルーピングすることが可能となり、図 1-6 に示すように、左右のテールランプ TL_L 、 TL_r に対応する各グループ G_L を、新たな 1 つのグループ G_L とすることが可能となる。

【0189】

このように、本実施形態に係る車両検出装置 1 によれば、車両のワインカランプやブレーキランプ等のテールランプ TL に対応するランプ候補 g_L 同士の再グルーピングの可否を先に判定し、再グルーピングを行ってそれらを新たな 1 つのグループ G_L とした上で、他のグループ G_L 、 G との再グルーピングの可否が判定されるため、車両の左右のテールランプ TL に対応するグループ G_L を基準として、車両に対応するグループ G を検出することが可能となる。

【0190】

そのため、位置検出手段 9 により検出された位置データを的確にグループ化して、先行車両 V_{ah} を含む車両を的確に検出することが可能となる。

【0191】

なお、本発明が上記の実施形態に限定されず、適宜変更可能であることはいうまでもない。

10

20

30

40

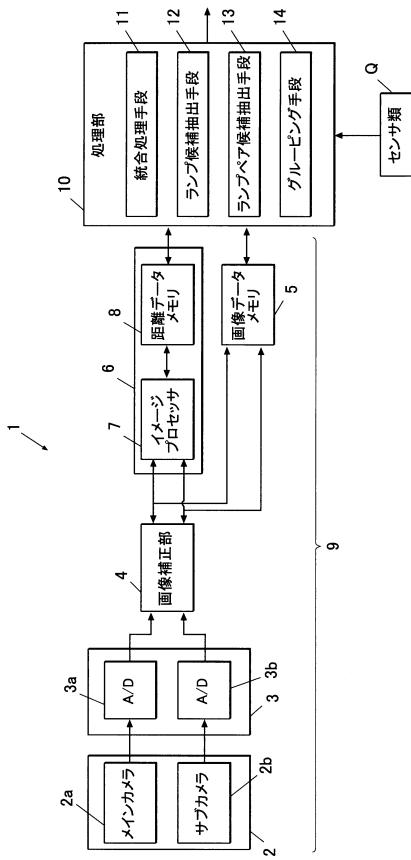
50

【符号の説明】

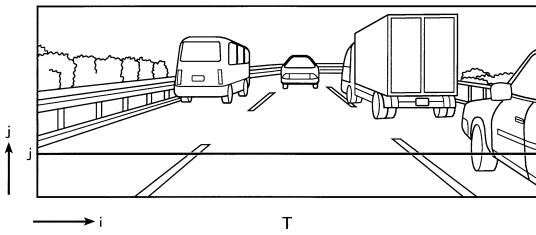
【0192】

1 車両検出装置	
2 撮像手段	
6 画像処理手段（距離画像作成手段）	
9 位置検出手段	
1 1 統合処理手段	
1 2 ランプ候補抽出手段	
1 3 ランプペア候補抽出手段	
1 4 グルーピング手段	10
D n 区分	
d p 視差（距離）	
d p n 代表視差（代表距離）	
G グループ	
g 画素領域	
G L ランプ候補に属する位置データを含むグループ	
g L ランプ候補	
H n ヒストグラム	
(i, j, d p) 位置データ	
p 画素	20
P g L ランプペア候補	
T 基準画像（画像）	
T L テールランプ	
T L l, T L r 左右のテールランプ	
T z 距離画像	
V ah 先行車両（車両）	
(X, Y, Z) 位置データ	
Y 実空間上での高さ	
y 路面からの高さ	
Z 距離	30
Z n 代表距離	
d p th, z th, x th 閾値	
d p th*, z th*, x th* 閾値	
X 間隔	

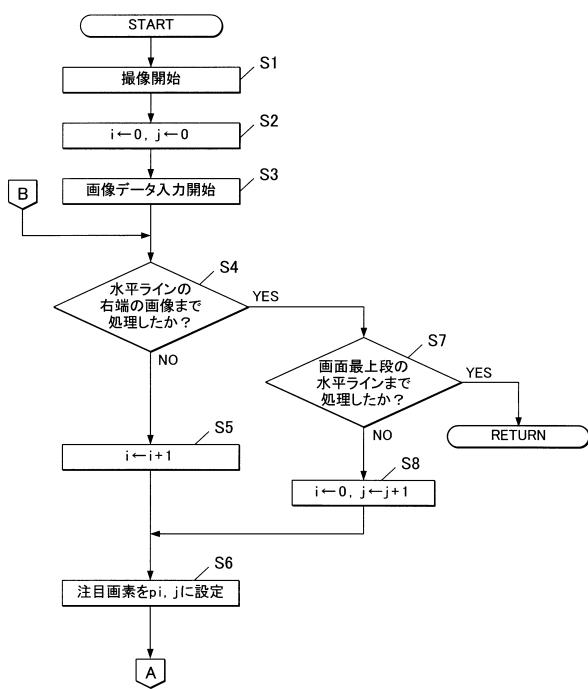
【図1】



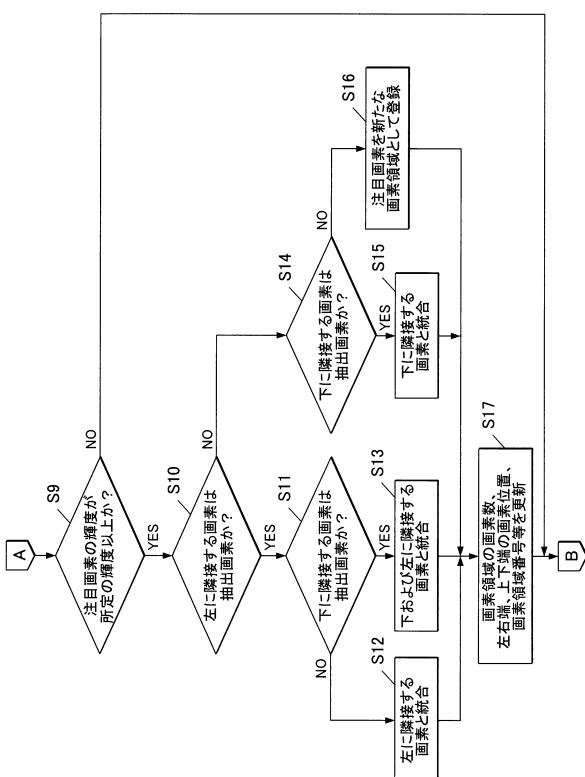
【図2】



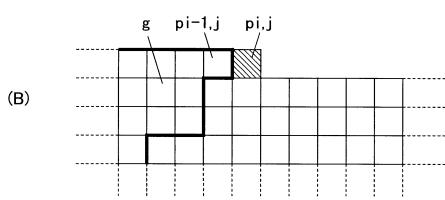
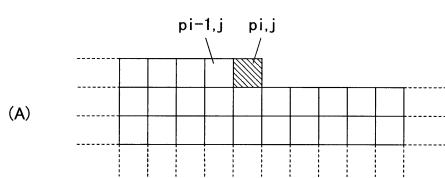
【図3】



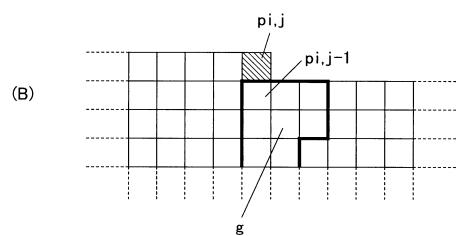
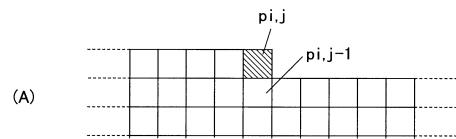
【図4】



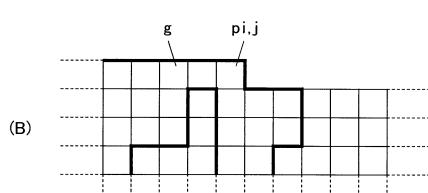
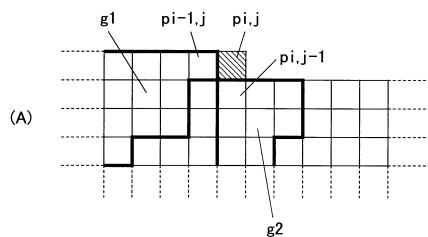
【図5】



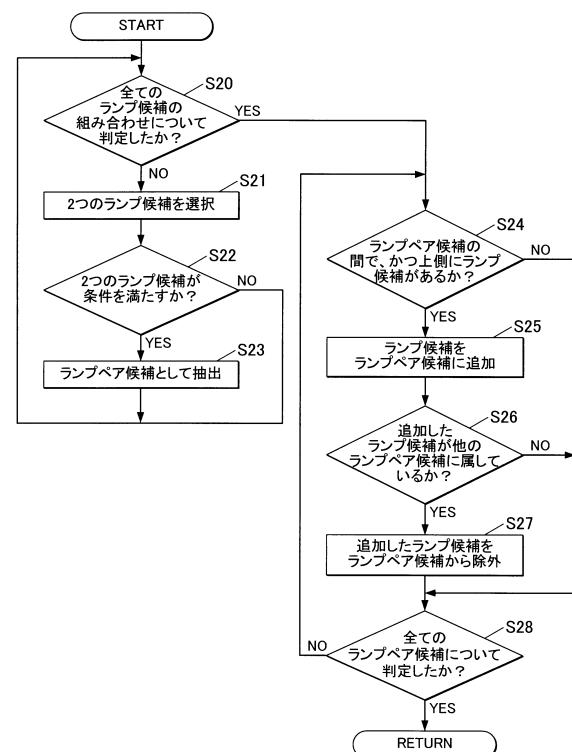
【図6】



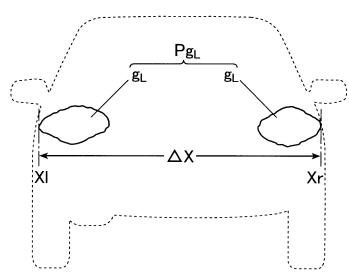
【図7】



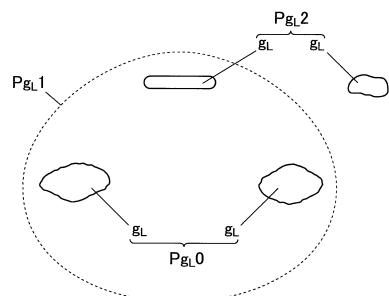
【図8】



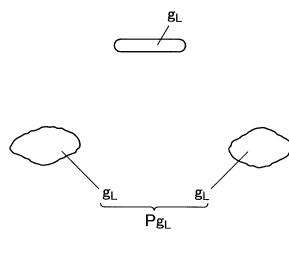
【図9】



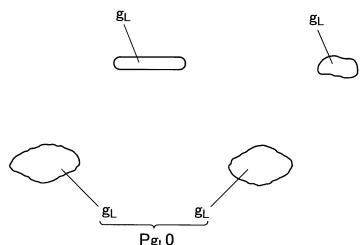
【図11】



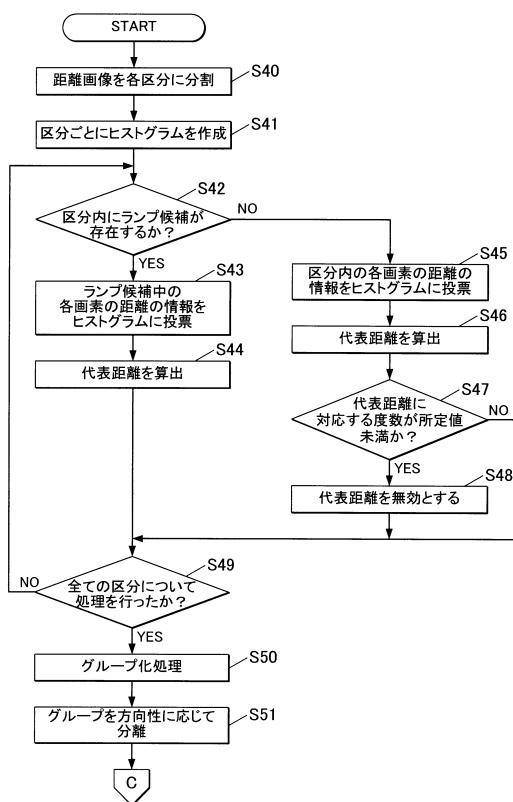
【図10】



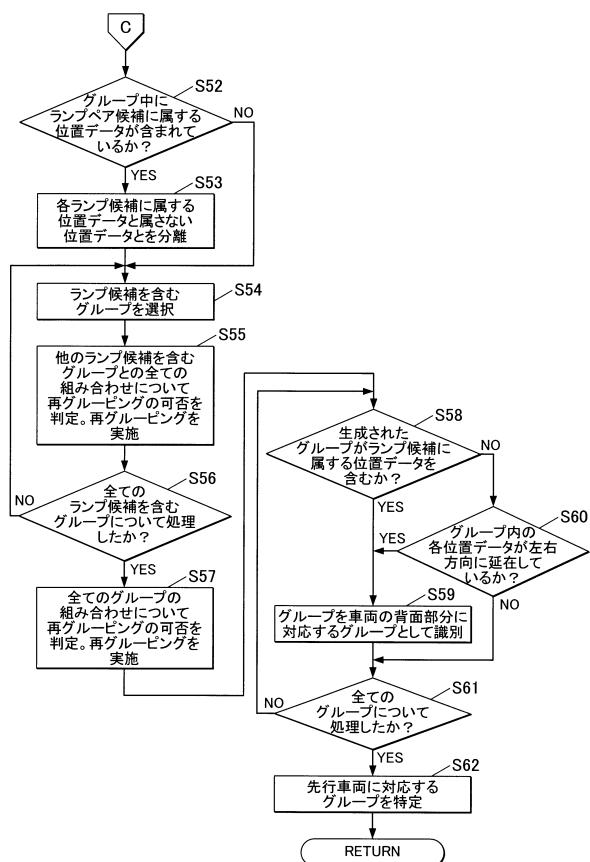
【図12】



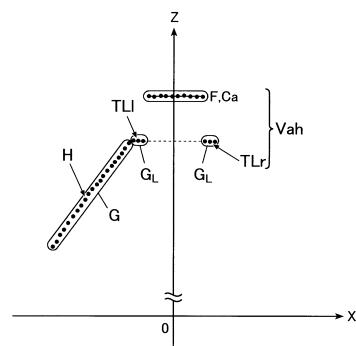
【図13】



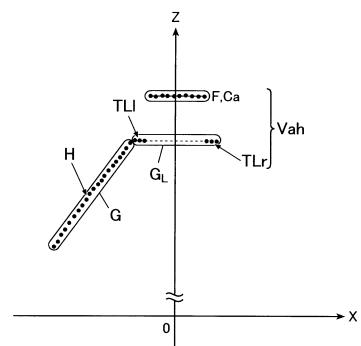
【図14】



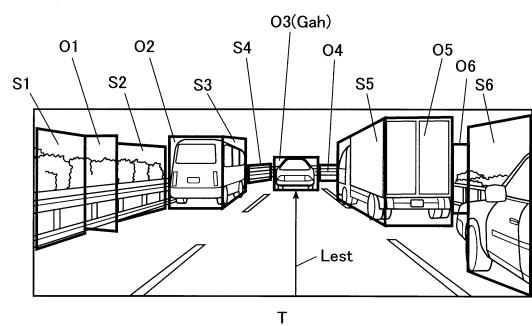
【図15】



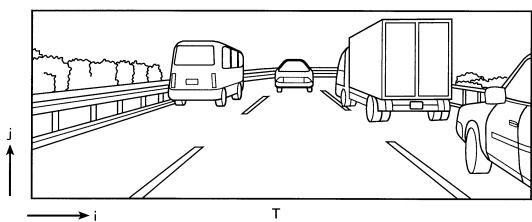
【図16】



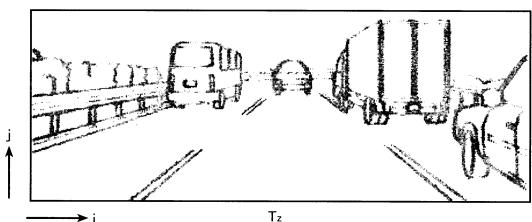
【図17】



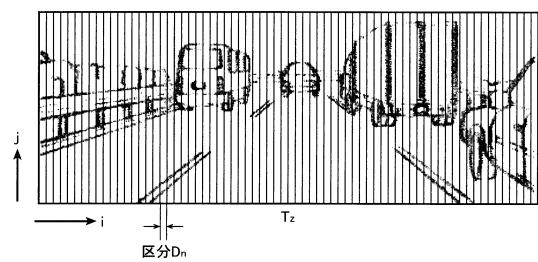
【図18】



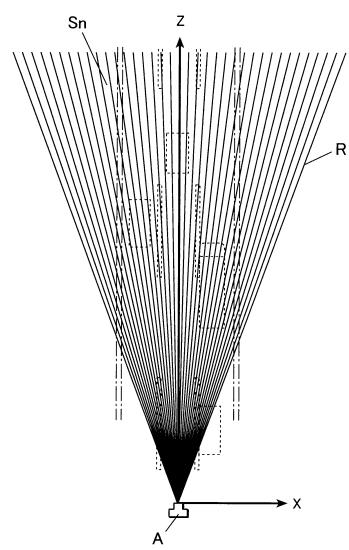
【図19】



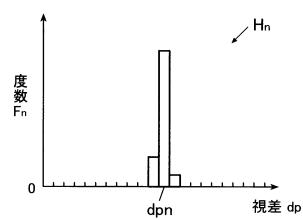
【図 2 0】



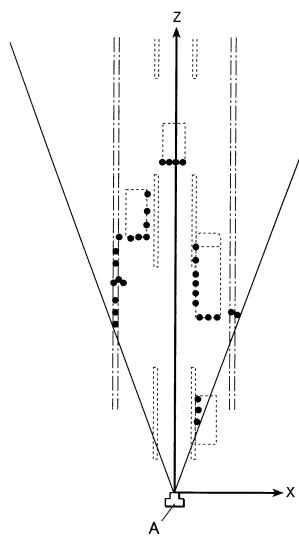
【図 2 2】



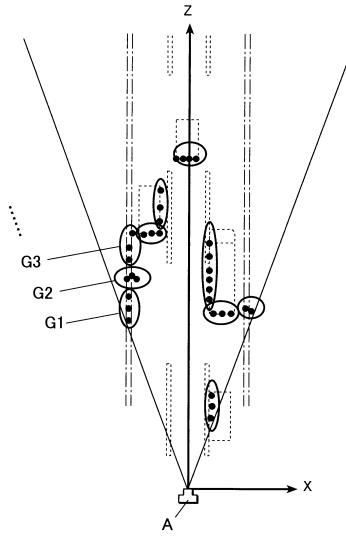
【図 2 1】



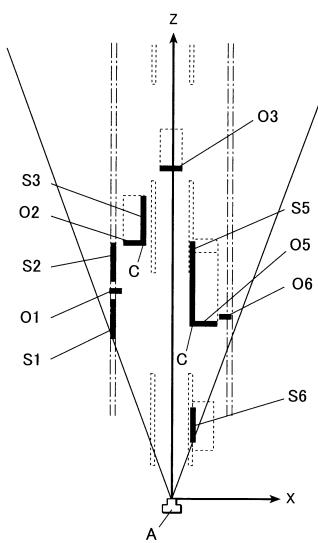
【図 2 3】



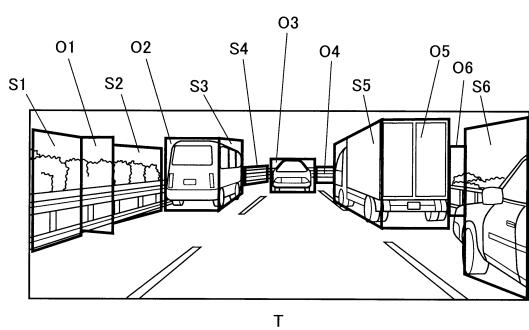
【図 2 4】



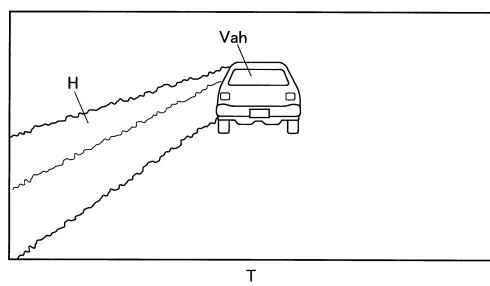
【図25】



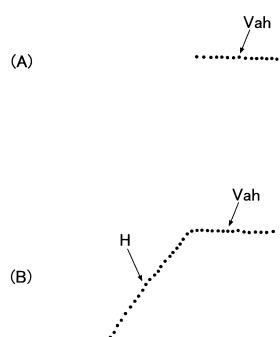
【図26】



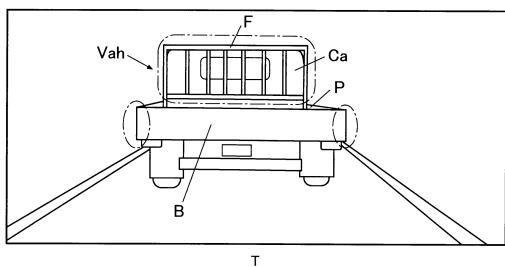
【図27】



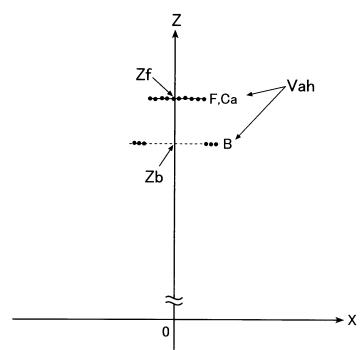
【図28】



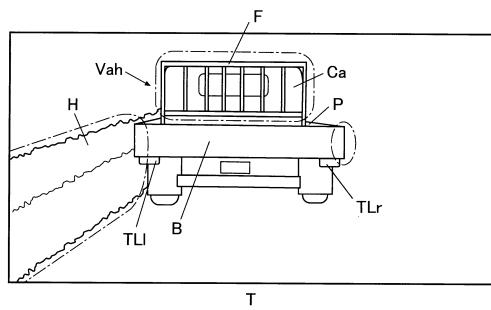
【図29】



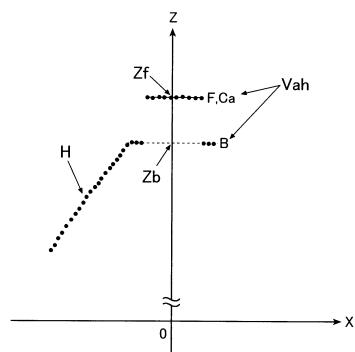
【図30】



【図31】



【図32】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 0 6 T	1 / 0 0
G 0 6 T	7 / 0 0 - 7 / 6 0
B 6 0 R	1 / 0 0
G 0 8 G	1 / 1 6