

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5073700号
(P5073700)

(45) 発行日 平成24年11月14日(2012.11.14)

(24) 登録日 平成24年8月31日(2012.8.31)

(51) Int.Cl.	F I				
G06T 1/00 (2006.01)	G06T	1/00	3	1	5
G01C 3/06 (2006.01)	G01C	3/06	1	1	0V
G08G 1/16 (2006.01)	G01C	3/06	1	4	0
B60R 1/00 (2006.01)	G06T	1/00	3	3	0A
	G08G	1/16			C

請求項の数 10 (全 29 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2009-72310 (P2009-72310)	(73) 特許権者	000005348
(22) 出願日	平成21年3月24日 (2009.3.24)		富士重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2010-224936 (P2010-224936A)		東京都新宿区西新宿一丁目7番2号
(43) 公開日	平成22年10月7日 (2010.10.7)	(74) 代理人	100090033
審査請求日	平成23年10月12日 (2011.10.12)		弁理士 荒船 博司
		(74) 代理人	100093045
			弁理士 荒船 良男
		(72) 発明者	齋藤 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	▲広▼島 明芳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 物体検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

距離検出手段の検出領域を複数に区分し、それぞれの区分ごとに得られた距離データをグループ化して物体を検出する物体検出手段と、

前記距離検出手段の検出領域を含む領域を撮像し、画素ごとに画像データを有する画像を撮像する撮像手段と、

前記画像において隣接する複数の画素を当該複数の画素の各画像データに基づいて一つの画素領域に統合する統合処理手段と、

前記画像を、前記距離検出手段の検出領域と同様に区分し、前記画像中に占める前記物体の範囲内に存在する前記画素領域の画像データに基づいて、前記範囲に属する前記区分ごとに少なくとも一つ以上の代表画像データを割り当てる割り当て手段と、

前記区分ごとの少なくとも一つ以上の代表画像データに基づいて前記距離データのグループ化の閾値を可変させる閾値可変手段と、

前記閾値可変手段が可変させた前記閾値に基づいて再度前記距離データをグループ化して前記物体の検出を行う再検出手段と、
を備えることを特徴とする物体検出装置。

【請求項2】

前記統合処理手段は、一の前記画素と同一の画像中の前記一の画素より以前に前記画像データが送信された画素であって前記一の画素に隣接する画素の前記画像データと前記一の画素の画像データとの差分が所定の第1閾値未満であり、かつ、前記一の画素より以前

に前記画像データが送信された前記隣接する画素が属する前記画素領域の前記画像データの平均値と前記一の画素の画像データとの差分が所定の第2閾値未満である場合に、前記一の画素および前記隣接する画素を一つの画素領域に統合することを特徴とする請求項1に記載の物体検出装置。

【請求項3】

前記割り当て手段は、前記範囲に属する前記区分において画素数が最も多い前記画素領域の画像データを当該区分の前記代表画像データとして割り当ててことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の物体検出装置。

【請求項4】

前記割り当て手段は、前記範囲に属する前記区分において実空間上の面積が最も大きい前記画素領域の画像データを当該区分の前記代表画像データとして割り当ててことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の物体検出装置。

10

【請求項5】

前記割り当て手段は、前記物体の範囲内に存在する前記画素領域の画像データの全てを代表画像データとして割り当て、

前記閾値可変手段は、前記区分の前記代表画像データのいずれか一つでも同一の代表画像データが含まれている場合、または、前記区分の前記代表画像データ同士の差の絶対値が所定の閾値以下である場合には、前記距離データのグループ化の閾値を可変させることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の物体検出装置。

【請求項6】

20

前記割り当て手段は、前記画素領域の距離データから算出される前記画素領域の実空間上の高さが路面から所定の閾値内にある場合には、当該画素領域を前記代表画像データの算出の対象から除外することを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の物体検出装置。

【請求項7】

前記閾値可変手段は、前記割り当て手段により前記範囲に属する前記区分ごとに割り当てられた前記代表画像データ同士が近い値であるほど、前記距離データがグループ化されやすくなるように前記距離データのグループ化の閾値を可変させることを特徴とする請求項1から請求項6のいずれか一項に記載の物体検出装置。

【請求項8】

30

前記割り当て手段は、前記範囲に属する前記各区分をそれぞれ前記画像の縦方向に複数の区分領域に分割し、前記各区分の前記区分領域ごとに少なくとも一つ以上の代表画像データを割り当て、

前記閾値可変手段は、前記区分の前記区分領域ごとの少なくとも一つ以上の代表画像データに基づいて前記距離データのグループ化の閾値を可変させ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物体検出装置。

【請求項9】

前記再検出手段は、再度の前記距離データのグループ化の対象である2つの前記距離データの間、路面に相当する前記距離データが存在する場合には、当該2つの前記距離データを前記再度のグループ化の対象から除外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物体検出装置。

40

【請求項10】

距離検出手段の検出領域を複数に区分し、それぞれの区分ごとに得られた距離データをグループ化して物体を検出する物体検出手段と、

前記距離検出手段の検出領域を含む領域を撮像し、画素ごとに画像データを有する画像を撮像する撮像手段と、

前記画像において隣接する複数の画素について、当該複数の画素の各画像データに基づいて当該複数の画素を一つの画素領域に統合する統合処理手段と、

前記画像を、前記距離検出手段の検出領域と同様に区分し、前記距離データのグループ化の対象となる2つの前記区分に属する全ての前記画素領域同士の組み合わせに基づいて

50

前記距離データのグループ化の閾値を可変させる閾値可変手段と、

前記閾値可変手段が可変させた前記閾値に基づいて再度前記距離データをグループ化して前記物体の検出を行う再検出手段と、
を備えることを特徴とする物体検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、物体検出装置に係り、特に、距離検出手段により得られた距離データに基づいて物体を検出する物体検出装置に関する。

【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物体を検出する物体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)。

【0003】

特許文献1に記載されているように、このような物体検出装置では、通常、撮像手段として一対のカメラからなるステレオカメラを備えて、それらで撮像された一対の画像に対するステレオマッチング処理等により撮像手段から物体までの実空間上の距離を検出したり、或いは、レーダ装置から発射する電波やレーザビーム等を走査してその反射波を解析してレーダ装置から物体までの実空間上の距離を検出し、その実空間上の距離等に基づいて物体の実空間上の位置を特定して物体を検出する。

【0004】

そのため、このように撮像手段やレーダ装置等を距離検出手段として用いることで、物体を精度良く検出することが可能となるとともに、検出した物体の情報に基づいて、例えば自車両の速度や進行方向を自動的に、すなわち運転者による認識や操作を介さずに制御する車両の自動制御技術等に応用することが可能となる。

【0005】

ところで、距離検出手段の検出領域における実際の風景が、例えば図22に示すような風景であったとする。この場合、距離検出手段で人物等の物体までの実空間上の距離を検出すると、図22中の右側に撮像されている2人の人物A、Bや、左側に撮像されている人物Cと自転車D等にそれぞれ対応して、実空間上の距離のデータ(以下、距離データという。)が複数検出される。

【0006】

それらの距離データに基づいて各距離データに対応する実空間上の点の実空間上の座標をそれぞれ算出し、それらをX-Z平面(X軸は左右方向、Z軸は距離方向)にプロットすると、例えば図23に示すようにプロットされる。そして、隣接する各点同士の距離方向(Z軸方向)の差や左右方向(X軸方向)の差がそれぞれ例えば予め設定された閾値以内にある場合にそれらの点をグループ化していくことによって、物体を検出することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特許第3349060号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、図22中の右側の2人の人物A、Bのように、距離検出手段から各物体までの距離Zが同じような距離であり、左右方向にも互いに接近していると、図23に示

10

20

30

40

50

したように各物体に対応する実空間上の各点同士が近接する状態となるため、図 2 2 に示したように、人物 A、B が同一の物体として検出されてしまう場合があった。図 2 2 中の左側の人物 C と自転車 D 等においても同様である。

【 0 0 0 9 】

また、ステレオカメラで撮像された一对の画像に対するステレオマッチング処理では、画像の水平方向に走査して処理が行われるため、物体の左右のエッジ部分（すなわち、左右方向に隣接する画素同士の輝度等の差が大きい部分）で距離データが検出され易いという特性を有する。

【 0 0 1 0 】

そのため、図 2 4 に示すように、例えば先行車両がいわば逆光の状態では撮像される等して、先行車両の背面全体が一様に暗く撮像されたような場合、背面部分の距離が算出されずにエッジ部分だけの距離が算出されるため、図 2 5 に示すように、先行車両の左右のエッジ部分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。

【 0 0 1 1 】

このように、本来別々の物体が同一の物体として検出されてしまったり、同一の物体が別々の物体として検出されてしまうと、本来安全走行等に資するべき車両の自動制御等において、誤った物体の情報に基づいて制御を行ったために、逆に、事故の危険性が増大してしまう等の問題があった。

【 0 0 1 2 】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、距離検出手段が検出した距離データを的確にグループ化して物体を的確に検出することが可能な物体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】

【 0 0 1 3 】

前記の問題を解決するために、第 1 の発明は、物体検出装置において、
距離検出手段の検出領域を複数に区分し、それぞれの区分ごとに得られた距離データをグループ化して物体を検出する物体検出手段と、
前記距離検出手段の検出領域を含む領域を撮像し、画素ごとに画像データを有する画像を撮像する撮像手段と、
前記画像において隣接する複数の画素を当該複数の画素の各画像データに基づいて一つの画素領域に統合する統合処理手段と、
前記画像を、前記距離検出手段の検出領域と同様に区分し、前記画像中に占める前記物体の範囲内に存在する前記画素領域の画像データに基づいて、前記範囲に属する前記区分ごとに少なくとも一つ以上の代表画像データを割り当てる割り当て手段と、
前記区分ごとの少なくとも一つ以上の代表画像データに基づいて前記距離データのグループ化の閾値を可変させる閾値可変手段と、
前記閾値可変手段が可変させた前記閾値に基づいて再度前記距離データをグループ化して前記物体の検出を行う再検出手段と、
を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

第 2 の発明は、第 1 の発明の物体検出装置において、前記統合処理手段は、一の前記画素と同一の画像中の前記一の画素より以前に前記画像データが送信された画素であって前記一の画素に隣接する画素の前記画像データと前記一の画素の画像データとの差分が所定の第 1 閾値未満であり、かつ、前記一の画素より以前に前記画像データが送信された前記隣接する画素が属する前記画素領域の前記画像データの平均値と前記一の画素の画像データとの差分が所定の第 2 閾値未満である場合に、前記一の画素および前記隣接する画素を一つの画素領域に統合することを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

第 3 の発明は、第 1 または第 2 の発明の物体検出装置において、前記割り当て手段は、前記範囲に属する前記区分において画素数が最も多い前記画素領域の画像データを当該区

10

20

30

40

50

分の前記代表画像データとして割り当てることを特徴とする。

【0016】

第4の発明は、第1または第2の発明の物体検出装置において、前記割り当て手段は、前記範囲に属する前記区分において実空間上の面積が最も大きい前記画素領域の画像データを当該区分の前記代表画像データとして割り当てることを特徴とする。

【0017】

第5の発明は、第1または第2の発明の物体検出装置において、前記割り当て手段は、前記物体の範囲内に存在する前記画素領域の画像データの全てを代表画像データとして割り当て、

前記閾値可変手段は、前記区分の前記代表画像データのいずれか一つでも同一の代表画像データが含まれている場合、または、前記区分の前記代表画像データ同士の差の絶対値が所定の閾値以下である場合には、前記距離データのグループ化の閾値を可変させることを特徴とする。

【0018】

第6の発明は、第1から第5のいずれかの発明の物体検出装置において、前記割り当て手段は、前記画素領域の距離データから算出される前記画素領域の実空間上の高さが路面から所定の閾値内にある場合には、当該画素領域を前記代表画像データの算出の対象から除外することを特徴とする。

【0019】

第7の発明は、第1から第6のいずれかの発明の物体検出装置において、前記閾値可変手段は、前記割り当て手段により前記範囲に属する前記区分ごとに割り当てられた前記代表画像データ同士が近い値であるほど、前記距離データがグループ化されやすくなるように前記距離データのグループ化の閾値を可変させることを特徴とする。

【0020】

第8の発明は、第1から第7のいずれかの発明の物体検出装置において、前記割り当て手段は、前記範囲に属する前記各区分をそれぞれ前記画像の縦方向に複数の区分領域に分割し、前記各区分の前記区分領域ごとに少なくとも一つ以上の代表画像データを割り当て、

前記閾値可変手段は、前記区分の前記区分領域ごとの少なくとも一つ以上の代表画像データに基づいて前記距離データのグループ化の閾値を可変させることを特徴とする。

【0021】

第9の発明は、第1から第8のいずれかの発明の物体検出装置において、前記再検出手段は、再度の前記距離データのグループ化の対象である2つの前記距離データの間、路面に相当する前記距離データが存在する場合には、当該2つの前記距離データを前記再度のグループ化の対象から除外することを特徴とする。

【0022】

第10の発明は、物体検出装置において、距離検出手段の検出領域を複数に区分し、それぞれの区分ごとに得られた距離データをグループ化して物体を検出する物体検出手段と、

前記距離検出手段の検出領域を含む領域を撮像し、画素ごとに画像データを有する画像を撮像する撮像手段と、

前記画像において隣接する複数の画素について、当該複数の画素の各画像データに基づいて当該複数の画素を一つの画素領域に統合する統合処理手段と、

前記画像を、前記距離検出手段の検出領域と同様に区分し、前記距離データのグループ化の対象となる2つの前記区分に属する全ての前記画素領域同士の組み合わせに基づいて前記距離データのグループ化の閾値を可変させる閾値可変手段と、

前記閾値可変手段が可変させた前記閾値に基づいて再度前記距離データをグループ化して前記物体の検出を行う再検出手段と、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

第1の発明によれば、閾値可変手段で、割り当て手段が物体の範囲内の各区分に割り当てた、例えば各区分の代表的な輝度等を表す少なくとも一つの代表画像データに基づいて距離データをグループ化する際の閾値を可変させ、再検出手段でその可変させた閾値に基づいて距離データをグループ化して、再度、物体を検出する。

【 0 0 2 4 】

そのため、固定された閾値を用いていた従来の物体検出装置では、本来別々の物体として検出されるべき撮像対象が一つの物体として検出されたり、一つの物体として検出されるべき撮像対象が複数の物体として検出される可能性があったが、第1の発明の物体検出装置では、そのような事態が発生する可能性を格段に低下させることが可能となり、距離検出手段が検出した距離データを的確にグループ化して物体を的確に検出することが可能となる。

10

【 0 0 2 5 】

そして、検出した物体の情報を車両の自動制御等に活用することで、的確に検出した物体の情報に基づいて制御を行うことが可能となり、車両の安全走行等を的確に実現することが可能となる。

【 0 0 2 6 】

第2の発明によれば、前記発明の効果に加え、撮像手段から送信されてきた一の画素の画像データの画像データと、より以前に画像データが送信された一の画素に隣接する画素の画像データ等に基づいて画素同士を統合するため、統合処理手段に1画像分の全画素の画像データの入力を待たずに各画素の画像データが順次入力されるのと同様並行で各画素の画像データの値に基づいて処理を行うことが可能となり、統合処理手段等における処理を迅速に行うことが可能となる。

20

【 0 0 2 7 】

第3の発明によれば、範囲に属する区分において画素数が最も多い画素領域の画像データを当該区分の代表画像データとすることで、画像中における当該区分の代表的な輝度（明るさ）等に基づいて閾値を可変することが可能となる。そのため、同じような輝度等を有する一つの物体が一つの物体として検出されやすくなり、異なる輝度等を有する別々の物体が別々の物体として検出されやすくなり、前記各発明の効果をよりの確に発揮させることが可能となる。

30

【 0 0 2 8 】

第4の発明によれば、範囲に属する区分において実空間上の面積が最も大きい画素領域の画像データを当該区分の代表画像データとすることで、画像の当該区分中に撮像されている撮像対象における現実の大きさが最も大きい対象の代表的な輝度（明るさ）等に基づいて閾値を可変することが可能となる。そのため、同じような輝度等を有する一つの物体が一つの物体として検出やすくなり、異なる輝度等を有する別々の物体が別々の物体として検出されやすくなり、前記各発明の効果をよりの確に発揮させることが可能となる。

【 0 0 2 9 】

第5の発明によれば、一つの物体に対応すると考えられる画素領域が複数の区分に跨って存在するような場合に、前記閾値が可変されてそれらの複数の区分における距離データがグループ化されやすくなる。そのため、一つの物体が一つの物体として検出される可能性を向上させることが可能となり、前記各発明の効果をよりの確に発揮させることが可能となる。

40

【 0 0 3 0 】

第6の発明によれば、前記各発明の効果に加え、路面より上方にある撮像対象に対応する画素領域のみから代表画像データを算出することで、道路面や道路面に標示された車線等は物体として検出せず、先行車両を含む車両や人物、障害物等の道路面より上側に存在する物体を的確に検出することが可能となる。

【 0 0 3 1 】

第7の発明によれば、区分の代表的な輝度（明るさ）等を表す代表画像データの値が近

50

いほど距離データがグループ化されやすくなるように閾値を可変させることで、同じような輝度等を有する一つの物体が一つの物体として検出やすくなり、異なる輝度等を有する別々の物体が別々の物体として検出されやすくなるため、前記各発明の効果をよりの確に発揮させることが可能となる。

【0032】

第8の発明によれば、物体検出手段が画像中に検出した物体の範囲を上下方向に複数の区分領域に分割して閾値を的確に可変させ、再検出手段で、物体の範囲をさらに分離したり、物体の範囲を統合したりして、別々の物体が別々の物体として、また、一つの物体が一つの物体として検出されやすくなるため、前記各発明の効果をよりの確に発揮させることが可能となる。

10

【0033】

第9の発明によれば、再検出手段で物体の再度の検出を行う際、グループ化の判定の対象である2つの距離データの間の画素部分に路面に相当する距離データが存在する場合には、それらの距離データの間が撮像されていることからそれらの距離データは別々の物体に対応するものと考えられる。

【0034】

そのため、そのような場合に、閾値可変手段で可変された閾値に基づけばそれらの2つの距離データをグループ化することが可能な場合であっても、それらの2つの距離データを再度のグループ化の対象から除外して、グループ化しないように構成することで、前記各発明の効果に加え、別々の物体を一つの物体として誤検出することが的確に防止され、物体検出の信頼性をより向上させることが可能となる。

20

【0035】

第10の発明によれば、物体検出手段が画像中に検出した物体の範囲の各区分に属する画素領域の情報を全て用いて閾値を的確に可変させて、再検出手段で、物体の範囲をさらに分離したり、物体の範囲を統合したりすることが可能となり、別々の物体を別々の物体として、また、一つの物体を一つの物体として検出されやすくなるため、前記各発明の効果をよりの確に発揮させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】本実施形態に係る物体検出装置の構成を示すブロック図である。

30

【図2】撮像手段で撮像される画像の例を示す図である。

【図3】作成された距離画像の例を示す図である。

【図4】基準画像の水平ライン上を探索して検出された車線候補点の例を説明する図である。

【図5】自車両の左右に検出された車線の例を説明する図である。

【図6】形成された車線モデルの例を説明する図であり、(A)はZ-X平面上の水平形状モデル、(B)はZ-Y平面上の道路高モデルを表す。

【図7】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8】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9】(A)既に入力されている左に隣接する画素、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。

40

【図10】(A)既に入力されている下に隣接する画素、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。

【図11】(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一つのグループになる例を説明する図である。

【図12】距離画像を分割する各区分を示す図である。

【図13】図12の各区分ごとに作成されるヒストグラムの一例を示す図である。

【図14】区分ごとの距離データに基づく実空間上の座標をプロットした図である。

【図15】図14の各点に基づいて実空間上に検出された立体物を表す図である。

50

【図 1 6】基準画像上に枠線で包囲されて検出された各立体物を表す図である。

【図 1 7】図 2 2 に示す基準画像上で統合された各画素領域および分割する区分等を説明する写真である。

【図 1 8】図 2 2 に示す基準画像上で分離されて検出された物体を表す写真である。

【図 1 9】図 2 4 に示す基準画像上で統合されて検出された物体を表す写真である。

【図 2 0】範囲内に属する区分を縦方向に分割する区分領域を説明する図である。

【図 2 1】範囲内に属する区分に属する各画素領域およびそれらの組み合わせを説明する図である。

【図 2 2】2 人の人物等が同一の物体として検出された例を示す写真である。

【図 2 3】図 2 2 に示したシーンで距離検出手段等で検出された距離データに対応する実空間上の座標をプロットした図である。

10

【図 2 4】逆光の状態で撮像され先行車両の背面全体が暗く撮像された例を示す写真である。

【図 2 5】図 2 4 に示したシーンで先行車両の背面部分の左右のエッジ部分が別の物体として検出された例を示す写真である。

【発明を実施するための形態】

【0037】

以下、本発明に係る物体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。

【0038】

なお、以下では、物体検出装置を自動車等の車両に搭載し、自車両の前方に存在する先行車両等の物体を検出する場合について説明するが、これに限定されず、種々の用途に用いることができる。

20

【0039】

本実施形態に係る物体検出装置 1 は、図 1 に示すように、撮像手段 2 や距離検出手段 6、統合処理手段 10 や物体検出手段 11、割り当て手段 12、閾値可変手段 13、再検出手段 14 等を有する処理部 9 等を備えて構成されている。

【0040】

なお、距離検出手段 6 等を含む処理部 9 の上流側の構成については、本願出願人により先に提出された特開 2006 - 72495 号公報等に詳述されており、構成の詳細な説明はそれらの公報に委ねる。以下、簡単に説明する。

30

【0041】

本実施形態では、撮像手段 2 は、互いに同期が取られた CCD や CMOS センサ等のイメージセンサがそれぞれ内蔵され、例えば車両のルームミラー近傍に車幅方向に所定の間隔をあけて取り付けられた運転者側のメインカメラ 2 a と助手席側のサブカメラ 2 b とからなるステレオカメラであり、所定のサンプリング周期で撮像して、一对の画像を出力するように構成されている。

【0042】

なお、以下では、メインカメラ 2 a で撮像される画像を基準画像 T、サブカメラ 2 b で撮像される画像を比較画像 T c という。また、以下では、統合処理手段 10 等における処理を基準画像 T を対象として行う場合について説明するが、比較画像 T c を対象として行ったり、両方の画像 T、T c をそれぞれ処理するように構成することも可能である。

40

【0043】

また、本実施形態では、撮像手段 2 のメインカメラ 2 a およびサブカメラ 2 b では、それぞれモノクロの画像データ 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。

【0044】

本実施形態では、撮像手段 2 のメインカメラ 2 a やサブカメラ 2 b で基準画像 T や比較画像 T c 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

50

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 T_c の各画像データ 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。

【 0 0 4 5 】

変換手段 3 は、一対の A / D コンバータ 3 a、3 b で構成されており、撮像手段 2 のメインカメラ 2 a やサブカメラ 2 b で撮像された基準画像 T 等の画素ごとの各画像データ D をそれぞれ例えば 2 5 6 階調のグレースケールの輝度としてのデジタル値の画像データ D に順次変換して画像補正部 4 に出力するようになっている。

【 0 0 4 6 】

また、画像補正部 4 では、各画像データ D に対してずれやノイズの除去、輝度の補正等の画像補正をそれぞれ順次行い、各画像データ D を画像データメモリ 5 に順次格納するとともに、処理部 9 に順次送信するようになっている。また、画像補正部 4 は、画像補正した基準画像 T と比較画像の各画像データ D を距離検出手段 6 にも順次送信するようになっている。

10

【 0 0 4 7 】

距離検出手段 6 のイメージプロセッサ 7 では、基準画像 T と比較画像の各画像データに対して順次ステレオマッチング処理やフィルタリング処理を施して、基準画像 T の画素ごとに視差 d_p を順次算出するようになっている。ステレオマッチング処理では、図示を省略するが、基準画像 T 上の例えば 4×4 画素等の所定の画素数の基準画素ブロックと輝度パターンが類似する画素ブロックを比較画像 T_c 中のエッジライン上に特定し、それらの基準画像 T および比較画像 T_c 上の位置から基準画像 T の画素ごとに視差 d_p が順次算出される。

20

【 0 0 4 8 】

なお、以下、このようにして基準画像 T の各画素に視差 d_p を割り当てた画像（図 3 参照）を距離画像 T_z という。また、画素の基準画像 T 上での座標 (i, j) と上記のようにして算出された視差 d_p とは、実空間上で、メインカメラ 2 a とサブカメラ 2 b の中央真下の道路面上の点を原点とし、自車両の水平方向を X 軸方向、高さ方向を Y 軸方向、距離方向（撮像手段 2 の前方方向）を Z 軸方向とした場合の実空間上の点 (X, Y, Z) と、三角測量の原理に基づく座標変換により一意に対応付けられる。

【 0 0 4 9 】

また、フィルタリング処理では、基準画像 T の基準画素ブロックと比較画像 T_c の画素ブロックとの輝度パターンの類似性の度合いが低い場合には算出した視差 d_p を無効と出力するようになっており、イメージプロセッサ 7 は、有効とされた視差 d_p のみを距離データメモリ 8 に順次格納させるとともに、処理部 9 に順次送信するようになっている。

30

【 0 0 5 0 】

なお、本実施形態では、上記のように、撮像手段 2 としてメインカメラ 2 a とサブカメラ 2 b とを備え、距離検出手段 6 は、それらで撮像された基準画像 T および比較画像 T_c に対するステレオマッチング処理により基準画像 T の各画素について実空間上の距離 Z （すなわち視差 d_p ）を算出するように構成されているが、これに限定されず、撮像手段 2 は例えば単眼のカメラのように 1 枚の画像 T のみを出力するものであってもよい。

40

【 0 0 5 1 】

また、距離検出手段 6 は、当該画像 T の各画素について実空間上の距離 Z を算出又は測定して画像 T の各画素に割り当てる機能を有していればよく、例えば前述したレーダ装置のように、自車両前方にレーザビーム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 を測定する装置等であってもよく、検出の手法は特定の手法に限定されない。

【 0 0 5 2 】

さらに、本実施形態では、実空間上の距離の情報として、上記のように算出した視差 d_p を用い、必要に応じて実空間上の距離 Z に変換して処理を行うように構成されているが、距離検出手段 6 の段階で視差 d_p を実空間上の距離 Z に変換して距離画像 T_z を作成するように構成することも可能である。

50

【 0 0 5 3 】

処理部 9 は、本実施形態では、図示しない CPU (Central Processing Unit) や ROM (Read Only Memory)、RAM (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で構成されている。処理部 9 は、統合処理手段 10 や物体検出手段 11、割り当て手段 12、閾値可変手段 13、再検出手段 14 を備えており、本実施形態では、さらに、路面検出手段 15 を備えている。

【 0 0 5 4 】

なお、処理部 9 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 9 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からの測定値が入力されるように構成

10

【 0 0 5 5 】

ここで、本実施形態の処理部 9 の統合処理手段 10 や物体検出手段 11、割り当て手段 12、閾値可変手段 13、再検出手段 14 等における処理について説明する前に、路面検出手段 15 における処理について説明する。

【 0 0 5 6 】

なお、以下の説明において、車線とは、追い越し禁止線や路側帯と車道とを区画する区画線等の道路面上に標示された連続線や破線をいう。また、本実施形態では、以下に説明するように、路面検出手段 15 は、道路面上に標示された車線を検出し、その検出結果に基づいて道路面を検出するように構成されているが、道路面を検出することができるもので

20

【 0 0 5 7 】

本実施形態では、路面検出手段 15 は、撮像手段 2 により撮像された基準画像 T 中から自車両の左側および右側の車線を検出し、その車線の情報に基づいて路面を検出するようになっている。具体的には、路面検出手段 15 は、図 4 に示すように、基準画像 T 中の 1 画素幅の水平ライン j 上を例えば画像中央から左右方向に探索し、輝度が隣接する画素の輝度から設定された閾値以上に大きく変化する画素を車線候補点 c_r 、 c_l として検出する。

【 0 0 5 8 】

そして、基準画像 T 上の水平ライン j を 1 画素分ずつ上方にシフトさせながら、同様に

して各水平ライン j 上に車線候補点を検出していき、車線候補点をハフ変換等により直線で近似する等の処理を行って、図 5 に示すように自車両の左側および右側にそれぞれ車線 LR、LL を検出するようになっている。なお、以上の路面検出手段 15 の処理構成については、本願出願人が先に提出した特開 2006-331389 号公報等に詳述されており、詳細な説明は同公報等を参照されたい。

30

【 0 0 5 9 】

また、路面検出手段 15 は、このようにして検出した左右の車線位置 LR、LL 等の情報に基づいて車線モデルを三次元的に形成して路面を検出するようになっている。本実施形態では、路面検出手段 15 は、図 6 (A)、(B) に示すように、自車両の左右の車線を所定区間ごとに三次元の直線式で近似し、それらを折れ線状に連結して表現した車線モデルを形成するようになっている。なお、図 6 (A) は、Z-X 平面上の車線モデルすなわち水平形状モデル、図 6 (B) は、Z-Y 平面上の車線モデルすなわち道路高モデルを表す。

40

【 0 0 6 0 】

次に、統合処理手段 10 や物体検出手段 11、割り当て手段 12、閾値可変手段 13 等における処理について説明する。

【 0 0 6 1 】

統合処理手段 10 は、撮像手段 2 のメインカメラ 2a から画像補正部 4 等を介して基準画像 T の各画素 p の画像データ D が順次送信されてくると、隣接する複数の画素 p について、当該複数の画素 p の各画像データ D に基づいて一つの画素領域に統合するか否かを判

50

定し、統合すべきと判定した場合に一つの画素領域に統合するようになっている。

【0062】

本実施形態では、統合処理手段10は、撮像手段2のメインカメラ2aから基準画像Tの各画素pの画像データDが順次送信されてくると、入力された一の画素（以下、注目画素という。）の画像データDと、注目画素と同一の基準画像T（すなわち、同じサンプリング周期で撮像された基準画像T）中の、注目画素より以前に入力され注目画素の左や下に隣接する画素pの画像データDとの差分 D が所定の第1閾値 D_{th} 未満であり、かつ、注目画素の画像データDと、上記の隣接する画素pが属する画素領域gに属する全画素pの画像データDの平均値 D_{ave} との差分 D が所定の第2閾値 D_{th} 未満である場合に、注目画素と隣接する画素pを一つの画素領域gに統合するようになっている。

10

【0063】

以下、具体的に、統合処理手段10における統合処理について、図7および図8に示すフローチャートに従って説明し、あわせて本実施形態に係る物体検出装置1の作用について説明する。

【0064】

なお、本実施形態では、前述したように、撮像手段2から順次出力された各画素pの画像データDが順次送信されてくるが、統合処理手段10では、各画像データDの入力と同時並行的に以下の処理が行われる。そのため、基準画像Tの1画像分の全画素pの画像データDの入力を待たずに入力と同時並行で処理を行うことが可能となるため、統合処理手段10等における処理をリアルタイムで行うことが可能となる。

20

【0065】

また、以下の説明では、例えば図2に示した基準画像Tにおける画素について、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 $p_{i,j}$ の画像データDを $D_{i,j}$ のように表す。

【0066】

統合処理手段10は、撮像手段2により撮像が開始されると（ステップS1）、iおよびjの値をそれぞれ0に設定する（ステップS2）。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）の画像データ $D_{0,0}$ の処理部9への入力開始されると（ステップS3）、続いて、画素 $p_{1,0}$ 、 $p_{2,0}$ 、 $p_{3,0}$ 、...の画像データ $D_{1,0}$ 、 $D_{2,0}$ 、 $D_{3,0}$ 、...が順次入力される。

30

【0067】

統合処理手段10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S4；NO）、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S5）、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S6）、処理を続ける。

【0068】

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S4；YES）、基準画像Tの最上段の水平ラインまで処理が終了していなければ（ステップS7；NO）、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S8）、画素 $p_{0,j+1}$ を注目画素として（ステップS6）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。

40

【0069】

次に、注目画素を画素 $p_{i,j}$ に設定（ステップS6）した後の統合処理手段10における処理（図8のステップS9以降）について説明する。

【0070】

統合処理手段10は、まず、注目画素 $p_{i,j}$ と、図9（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いて注目画素 $p_{i,j}$ の左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ について、下記の条件1や条件2を満たすか否かの判定を行う（ステップS9）。

50

【0071】

[条件1] 注目画素 $p_{i,j}$ の画像データ $D_{i,j}$ と、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ の画像データ $D_{i-1,j}$ との差分 $D_{left}(i,j)$ 、すなわち、

$$D_{left}(i,j) = |D_{i,j} - D_{i-1,j}| \quad \dots (1)$$

が、予め設定された第1閾値 D_{th} 未満である。なお、以下、上記のような隣接する画素間の画像データ D の差分 D をエッジ強度という。

【0072】

[条件2] 図9(B)に示すように、注目画素 $p_{i,j}$ の画像データ $D_{i,j}$ と、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ が属する画素領域 g に属する全画素の画像データ D の平均値 $D_{ave-left}$ との差分 $D_{left}(i,j)$ 、すなわち、

$$D_{left}(i,j) = |D_{i,j} - D_{ave-left}| \quad \dots (2)$$

が、予め設定された第2閾値 D_{th} 未満である。なお、以下、上記のように、注目画素 $p_{i,j}$ の画像データ $D_{i,j}$ と、隣接する画素が属する画素領域 g の画像データ D の平均値 D_{ave} との差分 D を平均値差分という。

【0073】

なお、画素領域 g に属する全画素の画像データ D の平均値 D_{ave} は後述するステップ S16で算出される。また、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ が属する画素領域 g が当該左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ のみで構成されている場合もあり、その場合、画素領域 g に属する全画素の画像データ D の平均値 $D_{ave-left}$ は、当該左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ の画像データ $D_{i-1,j}$ に等しい。

【0074】

統合処理手段10は、条件1と条件2をともに満たすと判定した場合には(ステップS9; YES)、ステップS10の判定処理に進み、条件1と条件2の少なくとも一方を満たさないと判定した場合には(ステップS9; NO)、ステップS13の判定処理に進む。なお、上記の第1閾値 D_{th} と第2閾値 D_{th} とは同じ値に設定されても異なる値に設定されてもよく、それらの閾値の値は適宜設定される。

【0075】

統合処理手段10は、ステップS9の判定処理で、条件1と条件2をともに満たすと判定すると(ステップS9; YES)、続いて、注目画素 $p_{i,j}$ と、図10(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いて注目画素 $p_{i,j}$ の下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ について、上記と同様に、下記の条件3や条件4を満たすか否かの判定を行う(ステップS10)。

【0076】

[条件3] 注目画素 $p_{i,j}$ の画像データ $D_{i,j}$ と、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ の画像データ $D_{i,j-1}$ とのエッジ強度 $D_{lower}(i,j)$ 、すなわち、

$$D_{lower}(i,j) = |D_{i,j} - D_{i,j-1}| \quad \dots (3)$$

が、予め設定された前述した第1閾値 D_{th} 未満である。

【0077】

[条件4] 図10(B)に示すように、注目画素 $p_{i,j}$ の画像データ $D_{i,j}$ と、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ が属する画素領域 g に属する全画素の画像データ D の平均値 $D_{ave-lower}$ との平均値差分 $D_{lower}(i,j)$ 、すなわち、

$$D_{lower}(i,j) = |D_{i,j} - D_{ave-lower}| \quad \dots (4)$$

が、予め設定された前述した第2閾値 D_{th} 未満である。

【0078】

なお、この場合も、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ が属する画素領域 g が当該下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ のみで構成されている場合もあり、その場合、画素領域 g に属する全画素の画像データ D の平均値 $D_{ave-lower}$ は、当該下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ の画像データ $D_{i,j-1}$ に等しい。

【0079】

そして、統合処理手段10は、条件3と条件4の少なくとも一方を満たさないと判定し

10

20

30

40

50

た場合には(ステップS10; NO)、注目画素 $p_{i,j}$ を、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ とは統合せず、ステップS9の判定処理で上記の条件1と条件2を満たすと判定しているため、注目画素 $p_{i,j}$ を左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ と一つの画素領域 g に統合する(ステップS11)。

【0080】

その際、図9(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9(B)に示したように、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ が画素領域 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

10

【0081】

次に、統合処理手段10は、ステップS10の判定処理で、条件3と条件4をともに満たすと判定した場合には(ステップS10; YES)、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S12)。

【0082】

その際、図10(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10(B)に示したように、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ が画素領域 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。

20

【0083】

また、例えば図11(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 $p_{i,j}$ を下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ および左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ と統合することで(ステップS12)、図11(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 とが統合されて一つの画素領域 g となる。

【0084】

一方、統合処理手段10は、ステップS9の判定処理で、条件1と条件2の少なくとも一方を満たさないと判定した場合には(ステップS9; NO)、ステップS13の判定処理に進み、上記と同様に、条件3や条件4を満たすか否かの判定を行う(ステップS13)。

30

【0085】

そして、統合処理手段10は、条件3と条件4をともに満たすと判定した場合には(ステップS13; YES)、ステップS9の判定処理で条件1と条件2の少なくとも一方を満たさないと判定しているため(ステップS9; NO)、注目画素 $p_{i,j}$ を、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ とは統合せず、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ のみと統合する(ステップS14)。

【0086】

なお、本実施形態では、道路面や道路面に標示された車線等は物体として検出せず、道路面より上側に存在する物体を検出することが目的であるため、ステップS9、S10、S13の判定処理で、条件1~条件4等の判定基準のほかに、道路面や道路面に標示された車線等が撮像されている画素(以下、道路面に対応する画素という。)と、それより上側に存在する物体が撮像されている画素(以下、物体に対応する画素という。)とを統合せず、それぞれ別の画素領域 g に統合されるように構成することが可能である。

40

【0087】

すなわち、例えば、距離検出手段6で検出された画素 p の視差 d_p 等に基づいて前述した三角測量の原理に基づく座標変換により当該画素 p に対応する実空間上の点の高さ Y と、路面検出手段15が検出した当該視差 d_p に対応する実空間上の距離 Z における道路面

50

の高さ Y^* から、当該画素 p に対応する実空間上の点の道路面からの高さ $Y - Y^*$ を算出する。

【0088】

そして、道路面からの高さ $Y - Y^*$ が所定の閾値以上である場合には、当該画素 p は物体に対応する画素であり、閾値未満である場合には、当該画素 p は道路面に対応する画素であると判定することができる。所定の閾値は、例えば 10 cm 等に設定される。

【0089】

なお、実空間上の距離 Z における道路面の高さ Y^* は、図 6 (B) に示した車線モデルから線形補間する等して求めることができる。また、路面検出手段 15 で今回のサンプリング周期における車線モデルが検出されていなければ、前回のサンプリング周期で検出した車線モデルに基づいてその後の自車両の挙動等から今回のサンプリング周期における車線モデルを推定して用いることができる。

10

【0090】

そして、統合処理手段 10 は、注目画素 $p_{i,j}$ と、その左や下に隣接する画素 p のいずれか一方が物体に対応する画素であり、他方が道路面に対応する画素である場合には、ステップ S9、S10、S13 の判定処理で条件 1 ~ 条件 4 を満たす場合であっても、それらの画素を統合しないように構成することが可能である。

【0091】

このように構成すれば、道路面に対応する画素 p で形成される画素領域 g を、道路面より上側に存在する物体が撮像されている画素領域 g であると誤検出したり、逆に、物体に対応する画素 p で形成される画素領域 g を、道路面や道路面に標示された車線等が撮像されている画素領域 g であると誤検出することを防止することが可能となる。

20

【0092】

また、道路面に対応する画素であると判定した画素 p に所定のフラグを対応付ける等するように構成すれば、画素 p に所定のフラグが対応付けられているかを判定して、当該画素 p が道路面に対応する画素すなわち道路面や道路面に標示された車線等が撮像されている画素であるか否かを容易に判定することが可能となる。

【0093】

統合処理手段 10 は、ステップ S11、S12、S14 の処理で、注目画素 $p_{i,j}$ を隣接する画素 p と統合すると、拡大した画素領域 g の画素数を更新し、画素領域 g の左端、右端の画素の各座標や上端、下端の画素の各座標に変更があれば更新する。また、例えば図 11 (B) に示したように、複数の画素領域 g_1 、 g_2 が統合されて一つの画素領域 g とされた場合には、一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 S15)。

30

【0094】

また、統合処理手段 10 は、注目画素 $p_{i,j}$ を追加して拡大した画素領域 g や、複数の画素領域 g_1 、 g_2 を統合して形成した画素領域 g に属する全画素 p の画像データ D の平均値 D_{ave} を算出して更新する (ステップ S16)。統合処理手段 10 は、ステップ S16 の処理を終了すると、図 7 のステップ S4 の判定処理以降の処理を続行する。

40

【0095】

一方、統合処理手段 10 は、ステップ S13 の判定処理で、条件 3 と条件 4 の少なくとも一方を満たさないと判定した場合には (ステップ S13 ; NO)、注目画素 $p_{i,j}$ を、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ とともに下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ とともに統合せず、注目画素 $p_{i,j}$ のみが属する新たな画素領域 g として登録する (ステップ S17)。

【0096】

なお、統合処理手段 10 での統合処理の際、統合した画素領域 g の画素数が非常に小さく、ノイズ等のように無視してよい画素領域である場合に、そのような画素領域 g を登録から削除するように構成することも可能である。

【0097】

50

そして、統合処理手段10は、この新規の画素領域 g の画素数を1とし、左右端、上下端の画素の各座標をそれぞれ注目画素 $p_{i,j}$ の座標 (i,j) として記録し、新規の画素領域 g に新たな画素領域番号を付ける(ステップS15)。また、統合処理手段10は、この新規の画素領域 g の画像データ D の平均値 D_{ave} として、当該注目画素 $p_{i,j}$ の画像データ $D_{i,j}$ を記録して(ステップS16)、図7のステップS4の判定処理以降の処理を続行する。

【0098】

そして、水平ライン j の右端の画素まで処理を完了し(図7のステップS4; YES)、基準画像 T の最上段の水平ラインまで処理が終了すると(ステップS7; YES)、統合処理手段10は、各画素領域 g に属する各画素 p の各座標 (i,j) や画素数、左右端の画素の各座標、上下端の画素の各座標、画素領域 g の画像データ D の平均値 D_{ave} 等の情報を、当該基準画像 T と対応付けて図示しない記憶手段に保存する。また、必要に応じてそれらの情報を外部に出力する。

10

【0099】

また、その際、例えば、各画素領域 g の左右端の画素位置の中間点を i 座標とし、上端の画素位置の中間点を j 座標とする中心点を各領域ごとに算出し、上記の各情報とともに記憶手段に保存するとともに、必要に応じて外部に出力するように構成することも可能である。

【0100】

物体検出手段11は、上記の統合処理手段10における統合処理と並行して、まず、距離検出手段6の検出領域、すなわち本実施形態では距離検出手段6で算出された距離画像 T_z に基づいて、基準画像 T 中に撮像された物体を検出する。本実施形態では、物体検出手段11は、距離検出手段6の検出領域、すなわち本実施形態では距離画像 T_z の全領域を複数に区分し、それぞれの区分ごとに得られた距離データをグループ化して物体を検出している。

20

【0101】

具体的には、物体検出手段11は、例えば図3に示した距離画像 T_z を図12に示すように所定幅の縦方向に延在する短冊状の区分 d_n に分割する。そして、図13に示すように、各区分 d_n ごとにヒストグラム H_n を作成し、各区分 d_n に含まれる視差 d_p のうち道路面より上方に存在する視差 d_p をヒストグラム H_n に投票し、その最頻値 d_{pn} をその区分 d_n の距離データ d_{pn} とする。これを全区分 d_n についてそれぞれ行う。

30

【0102】

そして、物体検出手段11は、各区分 d_n の距離データ d_{pn} 等に基づいて前述した三角測量の原理に基づく座標変換により各距離データ d_{pn} の実空間上の座標 (X,Y,Z) を算出する。道路面より高い位置にある座標を実空間上にプロットすると、各距離データ d_{pn} に対応する実空間上の各点は、図14に示すように、前方の物体の自車両 MC に面した部分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。

【0103】

物体検出手段11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(水平方向)の間隔 X が設定された閾値 X_{th} 以内であり、かつ、 Z 軸方向(距離方向)の間隔 Z が設定された閾値 Z_{th} 以内であるか否かを判定し、間隔 X 、 Z がともに閾値 X_{th} 、 Z_{th} 以内である場合に、それらの隣接する点を一つのグループとしてグループ化する。

40

【0104】

このようにして、物体検出手段11は、各距離データ d_{pn} に対応する実空間上の各点の隣接する点同士をグループ化できるか否かを判定しながらグループ化していき、各点をそれぞれグループにまとめていく。そして、図15に示すように、それぞれ一つのグループにまとめられた各点を直線近似して物体を検出している。物体検出手段11は、このようにして検出した物体の情報を一旦記憶手段に保存する。

【0105】

50

なお、本実施形態では、物体検出手段 11 は、このようにして検出した各物体を、図 16 に示すように、基準画像 T 上で矩形の枠線で包囲するようにして検出されるようになっている。なお、図 15 や図 16 において、ラベル O やラベル S は物体の自車両 MC に対向する面の種別を表し、ラベル O は物体の背面、ラベル S は物体の側面が検出されていることを表す。また、本実施形態では、各物体を包囲する矩形の枠線の下端が、車線検出手段 15 が検出した道路面の位置に設定される。

【0106】

割り当て手段 12 は、物体検出手段 11 で距離画像 Tz を所定幅の縦方向に延在する短冊状の複数の区分 dn (図 12 参照) に分割した場合と同じ要領で、各画素 p が各画素領域 g に統合された基準画像 T を複数に区分する。そして、物体検出手段 11 が基準画像 T 中に検出した物体が基準画像 T 中で占める範囲内 (すなわち枠線内) に存在する画素領域 g の画像データに基づいて、前記範囲に属する各区分 dn ごとに少なくとも一つ以上の代表画像データ Dn を割り当てるようになっている。

10

【0107】

本実施形態では、各画素 p の画像データ D は、前述したように例えば 256 階調のグレースケールの輝度のデータであるため、代表画像データ Dn は、物体が占める枠線の範囲内に属する各区分 dn の代表的な輝度を表すものとなる。

【0108】

具体的には、例えば図 22 に示した基準画像 T に対して統合処理手段 10 で統合処理を行うと、図 17 に濃淡を付して示すように基準画像 T が各画素領域 g に分割される。そして、物体検出手段 11 により検出された物体を包囲する矩形の枠線を図 17 の基準画像 T 上に示すと、例えば図中右側の 2 人の人物が同一の物体 O1 として検出され、図中左側の人物と自転車とが同一の物体 O2 として検出される。なお、物体検出手段 11 ではさらに多くの物体が検出されるが、ここでは枠線等の図示を省略する。

20

【0109】

割り当て手段 12 は、このような基準画像 T を、物体検出手段 11 で距離画像 Tz を所定幅の縦方向に延在する短冊状の複数の区分 dn (図 12 参照) に分割した場合と同じ要領で、同じ位置を複数の区分 dn に分割する。そして、例えば物体 O1 の枠線の範囲内に存在する画素領域 g の画像データに基づいて、枠線 O1 の範囲内に属する各区分 dn ごとに代表画像データ Dn を割り当てる。

30

【0110】

本実施形態では、割り当て手段 12 は、枠線 O1 の範囲内に属する各区分 dn の代表画像データ Dn として、枠線 O1 の範囲内の当該区分 dn において、画素数が最も多い画素領域 g の画像データ、すなわち当該画素領域 g に属する全画素の画像データ D の平均値 Dave を割り当てるようになっている。

【0111】

なお、画素数が最も多い画素領域 g の画像データを割り当てる代わりに、枠線 O1 の範囲内の当該区分 dn において、画素領域 g を実空間上の面積に換算した場合にその実空間上の面積が最も大きい画素領域 g の画像データ D すなわち画像データ D の平均値 Dave を当該区分 dn の代表画像データ Dn として割り当てるように構成することも可能である。

40

【0112】

また、割り当て手段 12 が枠線 O1 の範囲内に属する各区分 dn ごとに代表画像データ Dn を割り当てる際、代表画像データ Dn を与える画素領域 g として、道路面や道路面に標示された車線等が撮像されている画素領域 g が選択されないように構成することが好ましい。

【0113】

そのため、例えば、画素領域 g を形成する各画素 p に、前述したように統合処理手段 10 により所定のフラグが対応付けられているか否かを判定し、所定のフラグが対応付けられている場合には当該画素領域 g は道路面や道路面に標示された車線等が撮像されている画素領域 g であると判定して、当該画素領域 g を、枠線 O1 の範囲内に属する区分 dn ごとに

50

とに代表画像データ D_n を算出する対象から予め除外するように構成することが可能である。

【0114】

このように構成すると、図17に示した枠線O1の範囲内の最も右側の2列の区分 d_n では、人物が着用している暗い色の上衣が撮像された画素領域 g の画像データ D の平均値 D_{ave} が代表画像データ D_n として割り当てられ、枠線O1の範囲内の最も左側の2列の区分 d_n では、人物が着用している明るい色の上衣が撮像された画素領域 g の画像データ D の平均値 D_{ave} が代表画像データ D_n として割り当てられる。

【0115】

閾値可変手段13は、上記の各区分 d_n ごとの代表画像データ D_n に基づいて、前述した距離データ d_{pn} 、すなわち図12に示した距離画像 T_z を分割する各区分 d_n ごとの距離データ d_{pn} 同士をグループ化するか否かの判定の基準となる X 軸方向（水平方向）の間隔 X に対する閾値 X_{th} と、 Z 軸方向（距離方向）の間隔 Z に対する閾値 Z_{th} とを可変させるようになっている。

10

【0116】

本実施形態では、閾値可変手段13は、割り当て手段12により例えば枠線O1の範囲内に属する区分 d_n ごとに割り当てられた代表画像データ D_n （画像データ D の平均値 D_{ave} ）同士が近い値であるほど、距離データ d_{pn} 同士がグループ化されやすくなるように閾値 X_{th} と閾値 Z_{th} とを可変させるようになっている。

【0117】

20

例えば、図17に示した枠線O1の範囲内の最も右側の2列の区分 d_n では、人物が着用している上衣が撮像された画素領域 g の画像データ D の平均値 D_{ave} が代表画像データ D_n として割り当てられ、この2列の区分 d_n では、代表画像データ D_n が同一の値（すなわち最も近い値）となる。

【0118】

そのため、この2列の区分 d_n に対応する距離画像 T_z を分割する各区分 d_n （図12参照）の距離データ d_{pn} 同士においては、それらがグループ化されやすくなるように、例えば閾値 X_{th} と閾値 Z_{th} とがともにより大きな値になるように可変される。

【0119】

すなわち、割り当てられた代表画像データ D_n 同士が近い値（この場合は同一の値）であれば、それに対応する距離画像 T_z の各区分 d_n の距離データ d_{pn} 同士が、通常の閾値 X_{th} 、 Z_{th} ではグループ化されない場合でも、閾値 X_{th} 、 Z_{th} をより大きな値に可変させてグループ化されやすくする。

30

【0120】

図17で、別の人物が着用している上衣が撮像された画素領域 g の画像データ D の平均値 D_{ave} が代表画像データ D_n として割り当てられる枠線O1の範囲内の最も左側の2列の区分 d_n においても同様である。

【0121】

しかし、図17に示した枠線O1の範囲内の右側と左側の区分 d_n 同士では、2人の人物が着用している上衣の明るさ（輝度すなわち画像データ D ）が異なるため、左右の各区分 d_n に割り当てられた代表画像データ D_n 同士は遠い値になる。そのため、左右の各区分 d_n に対応する距離画像 T_z の各区分 d_n の距離データ d_{pn} 同士のグループ化の判定においては、それらがグループ化され難くなるように、例えば閾値 X_{th} と閾値 Z_{th} とがともにより小さな値になるように可変される。

40

【0122】

すなわち、割り当てられた代表画像データ D_n 同士が遠い値であれば、それに対応する距離画像 T_z の各区分 d_n の距離データ d_{pn} 同士が、通常の閾値 X_{th} 、 Z_{th} ではグループ化される場合でも、閾値 X_{th} 、 Z_{th} をより小さな値に可変させることで、グループ化され難くする。

【0123】

50

なお、閾値 X_{th} や閾値 Z_{th} を可変させる手法としては、例えば、閾値 X_{th} や閾値 Z_{th} を、各区分 d_n に割り当てられた代表画像データ D_n 同士の差の絶対値の単調増加関数として予め定義しておくように構成することが可能である。

【0124】

また、例えば、各区分 d_n に割り当てられた代表画像データ D_n 同士の差の絶対値に対して複数の数値範囲を予め設定しておき、例えば、差の絶対値が小さい数値範囲にある場合には、所定の閾値 X_{th} や閾値 Z_{th} から正の値の所定値を減算し、差の絶対値が中程度の数値範囲にある場合には、所定の閾値 X_{th} や閾値 Z_{th} を可変させず、差の絶対値が大きい数値範囲にある場合には、所定の閾値 X_{th} や閾値 Z_{th} に正の値の所定値を加算するようにして可変させるように構成することが可能である。

10

【0125】

再検出手段14は、上記のようにして閾値可変手段13で可変させた閾値 X_{th} 、 Z_{th} に基づいて、再度、物体検出手段11における処理と同様の処理を行い、距離データ d_{pn} をグループ化して、基準画像 T 中で物体を検出するようになっている。

【0126】

距離画像 T_z を複数の区分 d_n に分割し、各区分 d_n に含まれる道路面より上方に存在する視差 d_p をヒストグラム H_n に投票して、その最頻値 d_{pn} をその区分 d_n の距離データ d_{pn} とする処理は物体検出手段11により既に行われているため、再検出手段14はその検出結果を利用する。

【0127】

20

そして、再検出手段14は、区分 d_n ごとの距離データ d_{pn} をグループ化する際、グループ化の判定の対象となる距離データ d_{pn} に対応する2つの区分 d_n における閾値 X_{th} 、 Z_{th} が可変されていれば、その可変された閾値 X_{th} 、 Z_{th} に基づいて距離データ d_{pn} 間の X 軸方向（水平方向）の間隔 X が設定された閾値 X_{th} 以内であり、かつ、 Z 軸方向（距離方向）の間隔 Z が設定された閾値 Z_{th} 以内であるか否かの判定を行い、間隔 X 、 Z がともに可変された閾値 X_{th} 、 Z_{th} 以内である場合に、それらを一つのグループとしてグループ化する。

【0128】

このようにして、再検出手段14で、再度、物体の検出を行うと、上記のように閾値 X_{th} 、 Z_{th} が可変されているため、例えば、図17に示した枠線 O_1 の範囲内の右側と左側の2人の人物が分離して検出されやすくなり、その結果、図18に示すように、物体検出手段11では同一の物体 O_1 として検出された2人の人物がそれぞれ別の物体として分離されて検出される。

30

【0129】

また、図17に示したように、物体検出手段11で同一の物体 O_2 として検出された図中左側の人物と自転車も、上記のように閾値 X_{th} 、 Z_{th} が可変された結果、図18に示すように、再検出手段14で、人物と自転車とがそれぞれ別の物体として検出される。

【0130】

一方、図24および図25に示したように、閾値 X_{th} 、 Z_{th} を可変させないと、例えば、先行車両の背面部分の左右のエッジ部分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。

40

【0131】

しかし、本実施形態では、図示を省略するが、統合処理手段10で先行車両の背面部分の各画素 p が一つまたは数個の画素領域 g に統合される。そして、割り当て手段12で、図25に示した別の物体として検出された2つの枠線の範囲内の各区分 d_n の各代表画像データ D_n として、先行車両の背面部分の暗い画像データ D （輝度）の平均値 D_{ave} が割り当てられる。

【0132】

そして、図25の2つの枠線の範囲内の各区分 d_n に割り当てられた代表画像データ D_n 同士が非常に近い値になり、或いは、同一の値になる。そのため、閾値可変手段13で

50

、図25の2つの枠線の範囲内の各区分 d_n に対応する距離画像 T_z を分割する各区分 d_n (図12参照)の距離データ d_{pn} 同士のグループ化における閾値 X_{th} と閾値 Z_{th} とがともにより大きな値になるように可変され、それらがグループ化されやすくなる。

【0133】

そのため、再検出手段14で、可変させた閾値 X_{th} 、 Z_{th} に基づいて、再度、物体の検出を行うと、図19に示すように、先行車両が一つの物体として基準画像 T 中に統合されて検出される。

【0134】

以上のように、本実施形態に係る物体検出装置1によれば、統合処理手段10で、撮像手段2が撮像した画像 T (基準画像 T)の各画素 p の輝度等の画像データ D に基づいて隣接する画素 p を統合していき、画像 T を複数の画素領域 g に分割する。

10

【0135】

そして、割り当て手段12で、物体検出手段11が各区分 d_n の距離データ d_{pn} に基づいて画像 T 中に検出した物体の範囲内の各区分 d_n を代表する画像データ D を、区分 d_n ごとに代表画像データ D_n として割り当て、それに基づいて閾値可変手段13で距離データ d_{pn} をグループ化する際の閾値 X_{th} 、 Z_{th} を可変させる。そして、再検出手段14でその可変された閾値 X_{th} 、 Z_{th} に基づいて距離データ d_{pn} をグループ化して、再度、物体を検出する。

【0136】

従来の物体検出装置では、固定された閾値 X_{th} 、 Z_{th} を用いていたため、画像 T 中で本来別々の物体として検出されるべき撮像対象が一つの物体として検出されてしまったり、或いは、一つの物体として検出されるべき撮像対象が複数の物体として検出されてしまう可能性があった。

20

【0137】

しかし、本実施形態に係る物体検出装置1によれば、画像 T 中に物体として検出された範囲内の各区分 d_n の代表的な輝度(代表画像データ D_n)に応じて閾値 X_{th} 、 Z_{th} を可変させて再検出を行うことで、上記のような事態が発生する可能性を格段に低下させることが可能となり、距離検出手段6が検出した視差 d_p (或いは実空間上の距離 Z)に基づく距離データ d_{pn} を的確にグループ化して物体を的確に検出することが可能となる。

30

【0138】

そして、検出した物体の情報を車両の自動制御等に活用すれば、的確に検出した物体の情報に基づいて制御を行うことが可能となり、車両の安全走行等を的確に実現することが可能となる。

【0139】

なお、本実施形態では、割り当て手段12で、物体検出手段11が基準画像 T 中に検出した物体が基準画像 T 中で占める範囲内(すなわち枠線内)に属する各区分 d_n ごとに一つの代表画像データ D_n を割り当てる場合について説明した。しかし、各区分 d_n ごとに複数の代表画像データ D_n を割り当てるように構成することも可能である。

【0140】

そして、例えば、割り当て手段12で、物体の範囲内に存在する画素領域 g の画像データの全てを代表画像データ D_n として割り当て、閾値可変手段13で、各区分 d_n ごとの代表画像データ D_n のいずれか一つでも同一の代表画像データが含まれている場合、或いは、各区分 d_n ごとの代表画像データ D_n 同士の差の絶対値が所定の閾値以下である場合に前記閾値 X_{th} 、 Z_{th} を可変させるように構成することも可能である。

40

【0141】

このように構成すれば、一つの物体に対応すると考えられる画素領域 g が複数の区分 d_n に跨って存在するような場合に、前記閾値 X_{th} 、 Z_{th} が可変されてそれらの複数の区分 d_n における距離データがグループ化されやすくなり、一つの物体が一つの物体として検出される可能性をより向上させることが可能となる。

50

【 0 1 4 2 】

また、本実施形態では、割り当て手段 1 2 で、物体が基準画像 T 中で占める枠線の範囲内に属する各区分 d_n ごとに代表画像データ D_n を割り当てる際、図 1 7 に示したように、枠線の範囲内を縦方向に延在する短冊状の区分 d_n ごとに代表画像データ D_n を割り当てる場合について説明した。

【 0 1 4 3 】

しかし、例えば物体として検出される人物の着衣は上衣と下衣で明るさが違ったり、或いは、図 1 9 に示したように、車両の上側にはリアガラス等のガラス部分が撮像され、下側にはパンパ部分やタイヤ、下部シャシ等が撮像され、それらの中間部分には、テールランプやウインカ等が撮像されている場合が多い。

10

【 0 1 4 4 】

そこで、割り当て手段 1 2 で物体が検出された枠線の範囲内に属する区分 d_n ごとに代表画像データ D_n を割り当てる際に、図 2 0 に示すように、範囲内に属する区分 d_n を、さらにそれぞれ画像 T (基準画像 T) の縦方向に複数の区分領域 d_{n1} 、 d_{n2} 、... に分割し、各区分 d_n の各区分領域 d_{n1} 、 d_{n2} 、... ごとに代表画像データ D_{n1} 、 D_{n2} 、... を割り当てるように構成することが可能である。

【 0 1 4 5 】

なお、「縦方向に分割する」という場合、図 2 0 に示すように、各区分領域 d_{n1} 、 d_{n2} 、... が画像 T 中で縦方向に並ぶように分割することをいう。また、図 2 0 では縦方向に 3 分割する場合が示されているが、これに限定されず、状況等に応じて区分 d_n を区分領域 d_{n1} 、 d_{n2} 、... に分割する分割数が適宜設定される。

20

【 0 1 4 6 】

その際、割り当て手段 1 2 は、例えば、区分 d_n の各区分領域 d_{n1} 、 d_{n2} 、... の各代表画像データ D_{n1} 、 D_{n2} 、... として、例えば、各区分領域において画素数が最も多い画素領域 g の画像データ、すなわち当該画素領域 g に属する全画素の画像データ D の平均値 D_{ave} を割り当てる。

【 0 1 4 7 】

そして、この場合、閾値可変手段 1 3 では、2 つの区分 d_n 同士の区分領域 d_{n1} の代表画像データ D_{n1} 同士の差分、区分領域 d_{n2} の代表画像データ D_{n2} 同士の差分等を算出し、例えば、それらの差分の絶対値の最小値に応じて閾値 X_{th} 、 Z_{th} を可変させる。或いは、差分の絶対値の最小値を用いる代わりに、全ての区分領域 d_{n1} 、 d_{n2} 、... の各差分の絶対値の総和や平均値、重み付け平均値、中間値等を用いて閾値 X_{th} 、 Z_{th} を可変させるように構成してもよい。

30

【 0 1 4 8 】

このように構成すれば、物体検出手段 1 1 が画像 T 中に検出した物体の範囲を上下方向に複数の区分領域に分割して閾値 X_{th} 、 Z_{th} を的確に可変させ、再検出手段 1 5 で、物体の範囲をさらに分離したり (図 1 8 の場合)、物体の範囲を統合したりして (図 1 9 の場合)、別々の物体を別々の物体として、また、一つの物体を一つの物体としてさらに的確に検出することが可能となる。

【 0 1 4 9 】

また、再検出手段 1 4 で物体の再度の検出を行う際、グループ化の判定の対象である 2 つの距離データ d_{pn} の間の画素部分に、路面に相当する距離データ d_{pn} が存在する場合には、それらの距離データ d_{pn} の間に路面が撮像されていることから、それらの距離データ d_{pn} は別々の物体に対応するものと考えられる。

40

【 0 1 5 0 】

そのため、そのような場合には、閾値可変手段 1 3 で可変された閾値 X_{th} 、 Z_{th} に基づけばそれらの 2 つの距離データ d_{pn} をグループ化することが可能な場合であっても、それらの 2 つの距離データ d_{pn} を再度のグループ化の対象から除外して、グループ化しないように構成することが好ましい。

【 0 1 5 1 】

50

このように構成すれば、物体の再度の検出において、別々の物体を一つの物体として誤検出することが的確に防止され、本実施形態に係る物体検出装置 1 における物体検出の信頼性をより向上させることが可能となる。

【 0 1 5 2 】

さらに、本実施形態では、割り当て手段 1 2 で物体が検出された枠線の範囲内に属する区分 d_n ごとに代表画像データ D_n を割り当てる場合について説明したが、各区分 d_n に属する画素領域 g の全てを用いて閾値 X_{th} 、 Z_{th} を可変させるように構成することも可能である。

【 0 1 5 3 】

すなわち、例えば、図 2 1 に示すように、物体が検出された枠線の範囲内に属する区分 d_{na} に画素領域 g_a 、 g_b 、 g_c が属し、区分 d_{nb} に画素領域 g_d 、 g_e が属している場合、閾値可変手段 1 3 で、この区分 d_{na} 、 d_{nb} についての閾値 X_{th} 、 Z_{th} を可変させる際、2 つの区分 d_{na} 、 d_{nb} に属する全ての画素領域 $g_a \sim g_e$ 同士の組み合わせ、すなわちこの場合は $g_a - g_d$ 、 $g_a - g_e$ 、 $g_b - g_d$ 、 $g_b - g_e$ 、 $g_c - g_d$ 、 $g_c - g_e$ を考える。

【 0 1 5 4 】

そして、この場合、閾値可変手段 1 3 では、2 つの区分 d_{na} 、 d_{nb} の全ての画素領域 $g_a \sim g_e$ 同士の組み合わせにおいて、画素領域 g に属する全画素の画像データ D の平均値 D_{ave} 同士の差分等を算出し、例えば、それらの差分の絶対値の最小値に応じて閾値 X_{th} 、 Z_{th} を可変させる。或いは、差分の絶対値の最小値を用いる代わりに、全ての組み合わせの各差分の絶対値の総和や平均値、重み付け平均値、中間値等を用いて閾値 X_{th} 、 Z_{th} を可変させるように構成してもよい。

【 0 1 5 5 】

このように構成すれば、物体検出手段 1 1 が画像 T 中に検出した物体の範囲の各区分 d_n に属する画素領域 g の情報を全て用いて閾値 X_{th} 、 Z_{th} を的確に可変させて、再検出手段 1 5 で、物体の範囲をさらに分離したり（図 1 8 の場合）、物体の範囲を統合したりして（図 1 9 の場合）、別々の物体を別々の物体として、また、一つの物体を一つの物体としてさらに的確に検出することが可能となる。

【 符号の説明 】

【 0 1 5 6 】

1 物体検出装置

2 撮像手段

6 距離検出手段

1 0 統合処理手段

1 1 物体検出手段

1 2 割り当て手段

1 3 閾値可変手段

1 4 再検出手段

D 画像データ

D_{ave} 画像データの平均値

d_{pn} 距離データ

D_n 代表画像データ

d_n 区分

D_{n1} 、 D_{n2} 、... 区分領域ごとの代表画像データ

d_{n1} 、 d_{n2} 、... 区分領域

g 画素領域

O、S 物体

p 画素

T 基準画像（画像）

T_z 距離画像（距離検出手段の検出領域）

10

20

30

40

50

Y 実空間上の高さ

D 差分

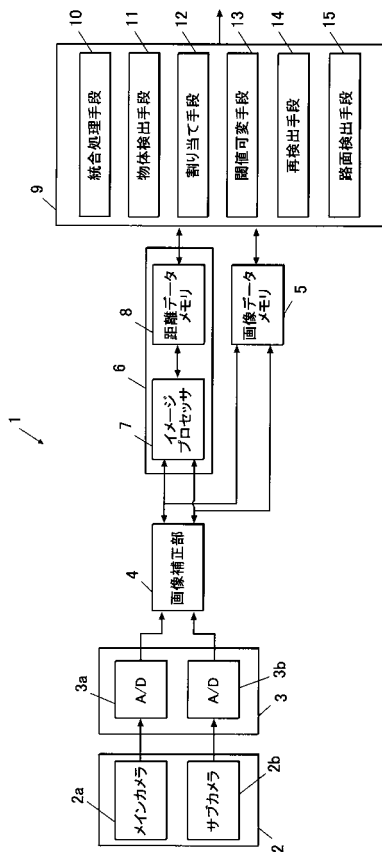
D_{th} 第1閾値

D 差分

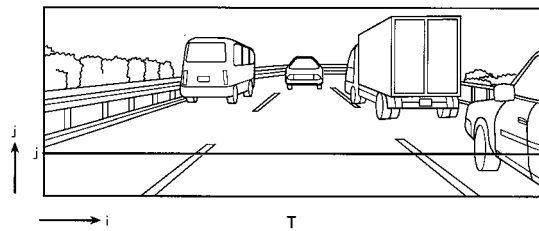
D_{th} 第2閾値

X_{th}、 Z_{th} 閾値

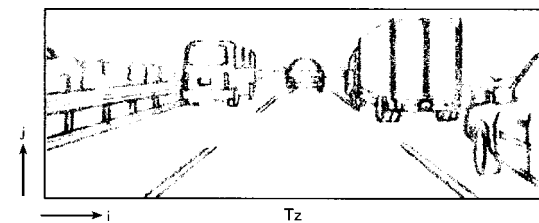
【図1】



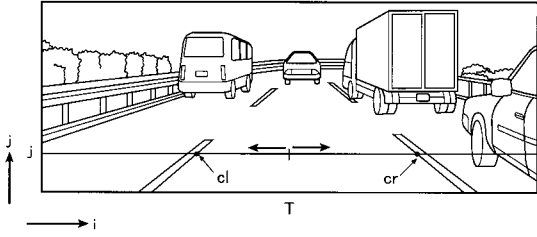
【図2】



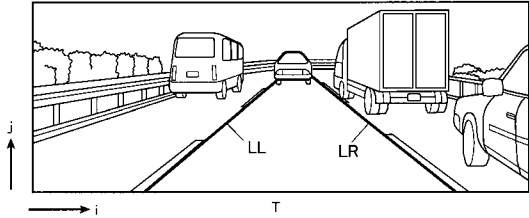
【図3】



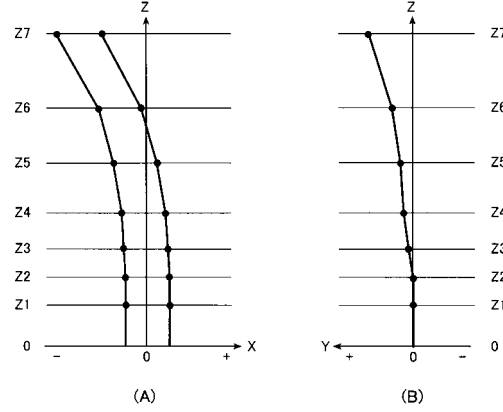
【図4】



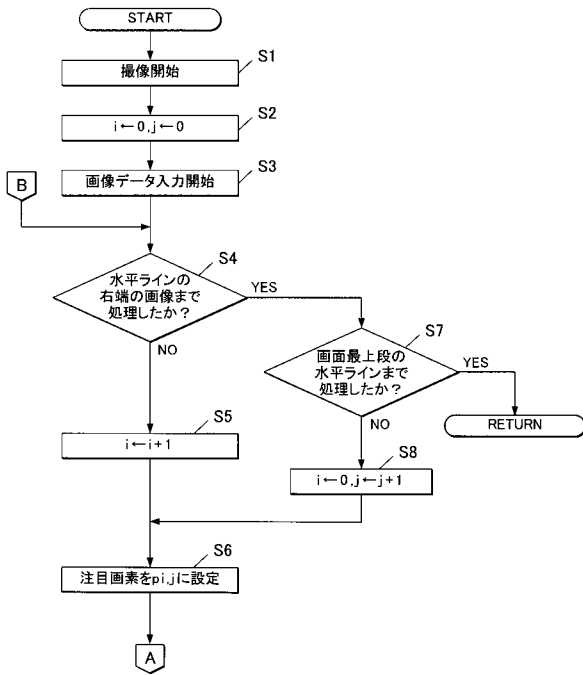
【図5】



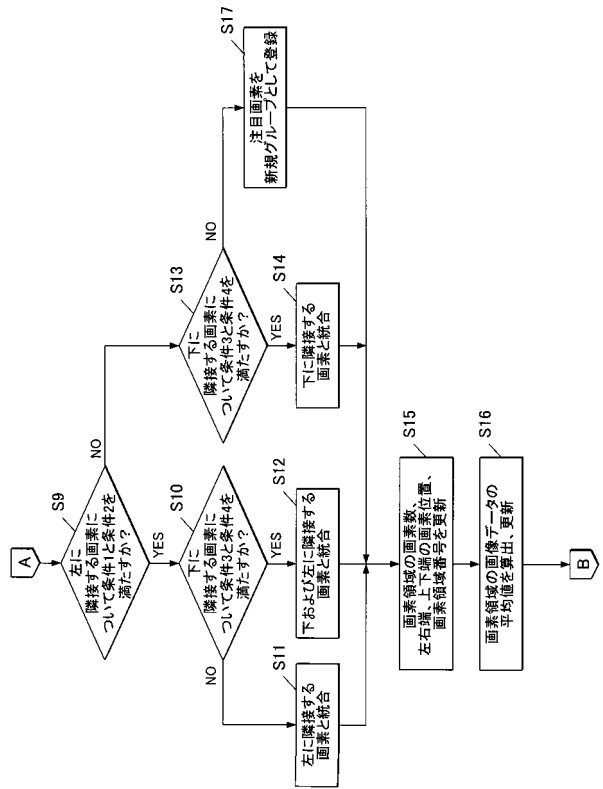
【図6】



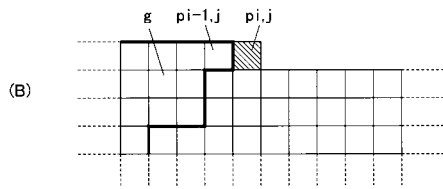
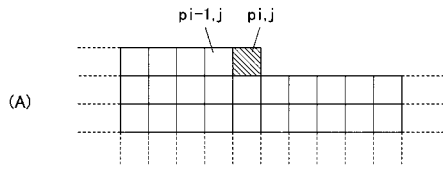
【図7】



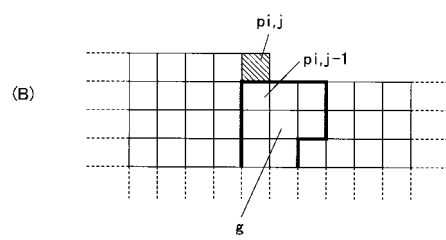
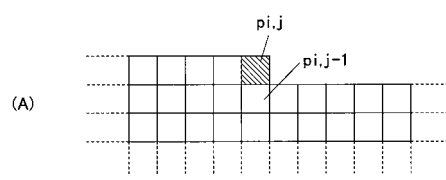
【図8】



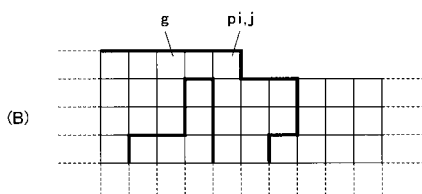
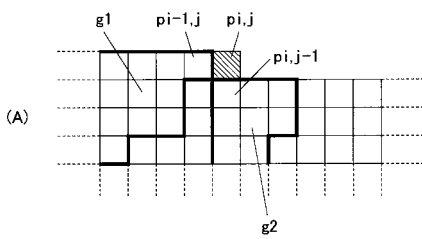
【 図 9 】



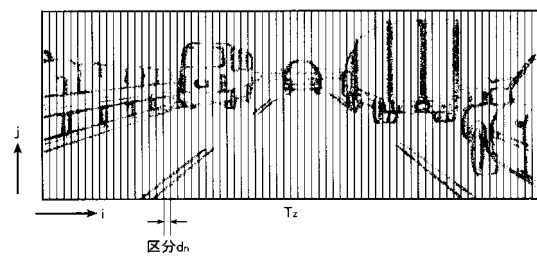
【 図 10 】



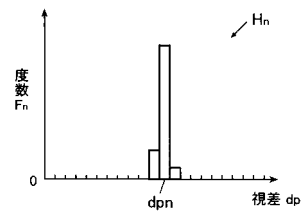
【 図 11 】



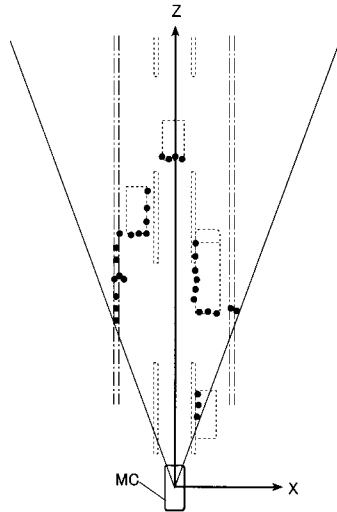
【 図 12 】



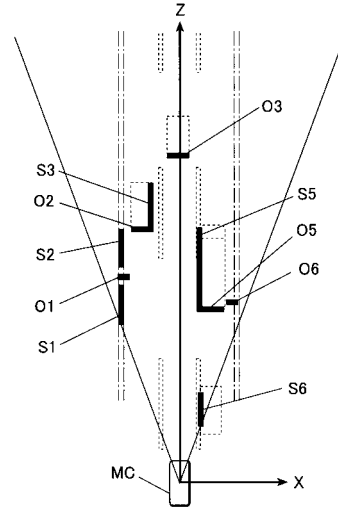
【 図 13 】



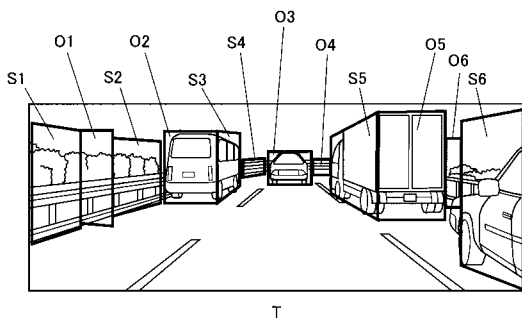
【 図 1 4 】



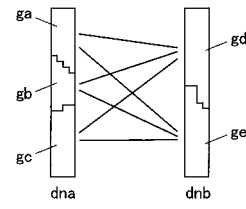
【 図 1 5 】



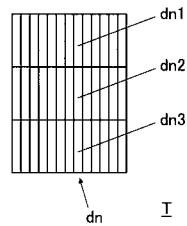
【 図 1 6 】



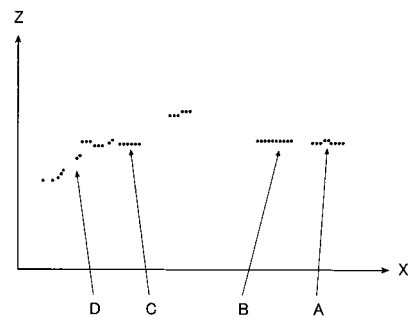
【 図 2 1 】



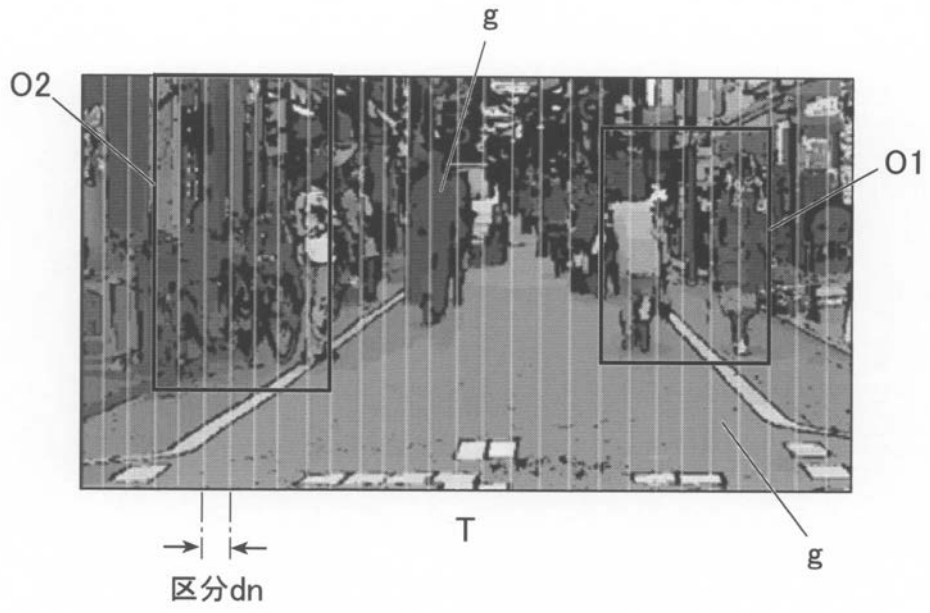
【 図 2 0 】



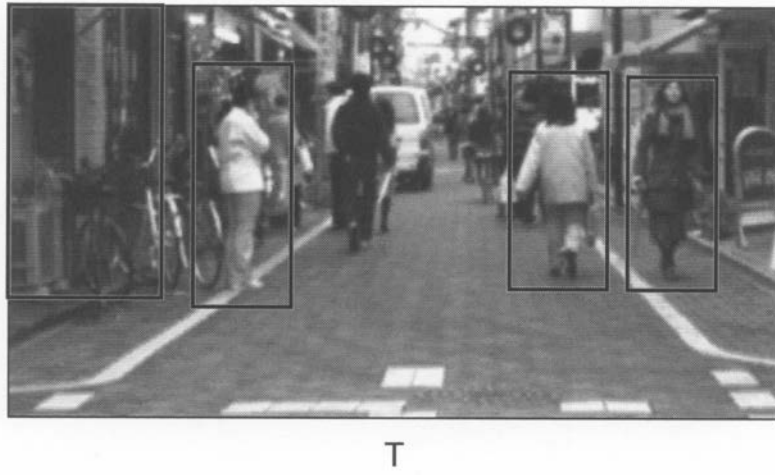
【 図 2 3 】



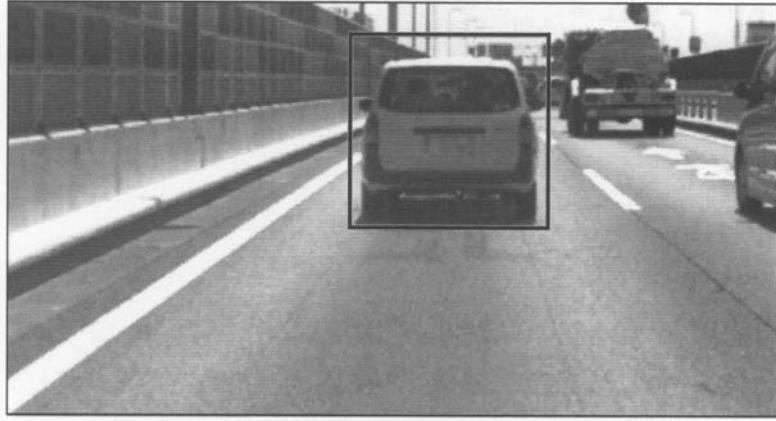
【図17】



【図18】

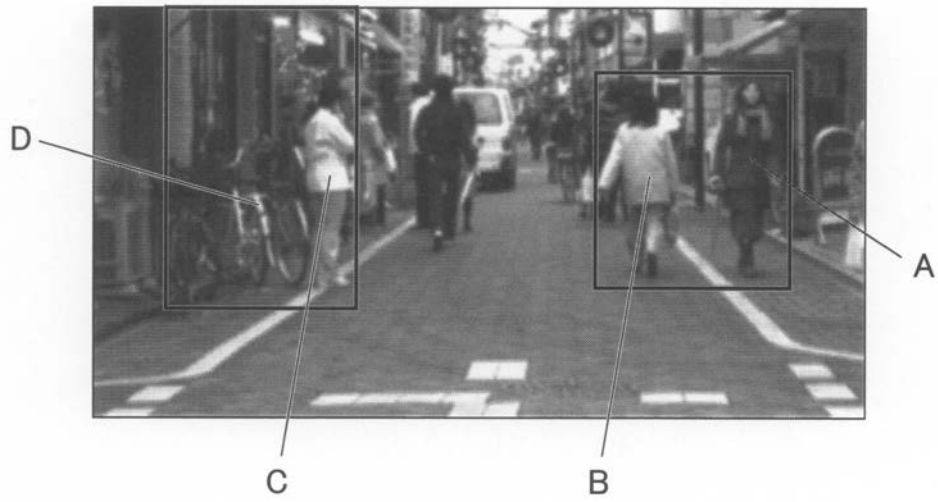


【 19 】



T

【 22 】



【 24 】



【 図 25 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 0 R 1/00 A

(56)参考文献 特開2008-045974(JP,A)
特開2008-186344(JP,A)
特開2002-216129(JP,A)
特開2008-085695(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G 0 6 T 1 / 0 0
B 6 0 R 1 / 0 0
G 0 1 C 3 / 0 6
G 0 8 G 1 / 1 6