

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6156733号
(P6156733)

(45) 発行日 平成29年7月5日(2017.7.5)

(24) 登録日 平成29年6月16日(2017.6.16)

(51) Int.Cl.

F I

G O 6 T 1/00 (2006.01)

G O 6 T 1/00 3 3 O A

G O 8 G 1/16 (2006.01)

G O 6 T 1/00 3 1 5

G O 8 G 1/16 C

請求項の数 13 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2013-114970 (P2013-114970)	(73) 特許権者	000006747
(22) 出願日	平成25年5月31日 (2013. 5. 31)		株式会社リコー
(65) 公開番号	特開2014-211855 (P2014-211855A)		東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号
(43) 公開日	平成26年11月13日 (2014. 11. 13)	(74) 代理人	100098626
審査請求日	平成28年4月19日 (2016. 4. 19)		弁理士 黒田 壽
(31) 優先権主張番号	特願2012-126412 (P2012-126412)	(72) 発明者	関 海克
(32) 優先日	平成24年6月1日 (2012. 6. 1)		東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		会社リコー内
(31) 優先権主張番号	特願2013-77228 (P2013-77228)		
(32) 優先日	平成25年4月2日 (2013. 4. 2)	審査官	松田 直也
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 対象物認識装置、機器制御システム、車両、対象物認識方法及び対象物認識用プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像手段により撮像した撮像画像に基づいて認識対象物を認識する対象物認識装置において、

前記撮像画像から認識対象物が存在する認識候補領域を検出する認識候補領域検出手段と、

前記撮像画像から複数の認識領域を検出する認識領域検出手段と、

該認識領域検出手段によって検出された前記認識領域に対して、前記認識対象物に応じた認識重みを設定する認識重み設定手段と、

前記認識重みが設定された前記認識領域の前記認識候補領域に対し、該認識重み設定手段によって前記認識領域に対して設定された認識重みに基づいて、前記認識対象物の認識を行う認識対象物認識手段と

を有することを特徴とする対象物認識装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の対象物認識装置において、

前記撮像手段に、ステレオ画像を取得するステレオ撮像手段を用い、前記ステレオ画像の左右両方の撮像画像に基づいて撮像画像の視差値を計算する視差値計算手段を有し、

前記認識領域検出手段は、前記視差値計算手段によって計算された視差値を画素値とした視差画像又は輝度画像に基づいて複数の認識領域を検出することを特徴とする対象物認識装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の対象物認識装置において、

前記認識領域検出手段は、前記視差値計算手段によって計算された前記撮像画像の視差値を用い、前記ステレオ画像の左右両方の前記撮像画像に基づいた視差画像の横 1 ラインにおける視差値を積算したヒストグラムに基づいて、前記認識領域を検出することを特徴とする対象物認識装置。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の対象物認識装置において、

前記認識重み設定手段は、前記認識領域検出手段によって検出された前記認識領域のうちの路面に相当する路面領域を重点認識領域として最も重い認識重みを設定することを特徴とする対象物認識装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の対象物認識装置において、

前記認識重み設定手段は、前記認識領域検出手段によって検出された前記認識領域のうちの路面に相当する路面領域の片側又は両側にある歩道領域又は両側帯領域を重点認識領域として最も重い認識重みを設定することを特徴とする対象物認識装置。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の対象物認識装置において、

前記認識重み設定手段は、前記認識領域検出手段によって検出された前記認識領域のうちの路面に相当する路面領域上であって、かつ、前方の所定の距離における範囲を重点認識領域として最も重い認識重みを設定することを特徴とする対象物認識装置。

20

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の対象物認識装置において、

前記認識重み設定手段は、路面両側において歩行者への認識重みを 0 より大きく設定することを特徴とする対象物認識装置。

【請求項 8】

請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の対象物認識装置を備えることを特徴とする機器制御システム。

【請求項 9】

請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の対象物認識装置を備えることを特徴とする車両。

30

【請求項 10】

撮像手段によって撮像した撮像画像に基づいて認識対象物を認識する対象物認識方法において、

前記撮像画像から認識対象物が存在する認識候補領域を検出する認識候補領域検出工程と、

前記撮像画像から複数の認識領域を検出する認識領域検出工程と、

該認識領域検出工程において検出された前記認識領域に対して、前記認識対象物に応じた認識重みを設定する認識重み設定工程と、

前記認識重みが設定された前記認識領域の前記認識候補領域に対し、該認識重み設定工程において前記認識領域に対して設定された認識重みに基づいて、前記認識対象物の認識を行う認識対象物認識工程と

40

を有することを特徴とする対象物認識方法。

【請求項 11】

請求項 10 記載の対象物認識方法において、

前記撮像手段に、ステレオ画像を取得するステレオ撮像手段を用い、前記ステレオ画像の左右両方の撮像画像に基づいて撮像画像の視差値を計算する視差値計算工程を有し、

前記認識領域検出工程では、前記視差値計算工程において計算された視差値を画素値とした視差画像又は輝度画像に基づいて複数の認識領域を検出することを特徴とする対象物認識方法。

【請求項 12】

50

撮像手段によって撮像した撮像画像に基づいて認識対象物を認識する工程をコンピュータによって実行させるための対象物認識用プログラムにおいて、

前記撮像画像から認識対象物が存在する認識候補領域を検出する認識候補領域検出工程と、

前記撮像画像から複数の認識領域を検出する認識領域検出工程と、

該認識領域検出工程において検出された前記認識領域に対して、前記認識対象物に応じた認識重みを設定する認識重み設定工程と、

前記認識重みが設定された前記認識領域の前記認識候補領域に対し、該認識重み設定工程において前記認識領域に対して設定された認識重みに基づいて、前記認識対象物の認識を行う認識対象物認識工程と

を前記コンピュータに実行させることを特徴とする対象物認識用プログラム。

【請求項 13】

請求項 12 記載の対象物認識用プログラムにおいて、

前記撮像手段に、ステレオ画像を取得するステレオ撮像手段を用い、前記ステレオ画像の左右両方の撮像画像に基づいて撮像画像の視差値を計算する視差値計算工程を前記コンピュータに実行させ、

前記認識領域検出工程では、前記視差値計算工程において計算された視差値を画素値とした視差画像又は輝度画像に基づいて複数の認識領域を検出することを特徴とする対象物認識用プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像手段によって撮像し、その撮像画像に基づいて認識対象物を認識する対象物認識装置、機器制御システム、車両、対象物認識方法及び対象物認識用プログラムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、前方を撮影した撮像画像に基づいて対象物を認識する対象物認識装置は、例えば、車両の運転者の運転負荷を軽減させるための、ACC (Adaptive Cruise Control) 等の運転者支援システムなどに利用されている。この運転者支援システムは、自車両が障害物等に衝突することを回避したり、衝突時の衝撃を軽減したりするための自動ブレーキ機能や警報機能、先行車両との車間距離を維持するための自車速度調整機能、自車両が走行している車線からの逸脱防止を支援する機能などの様々な機能を実現する。

【0003】

特許文献 1 には、自車両の前方を撮像手段により撮像して得た画像から認識対象物を認識することで、自車両の運転者の運転負荷を軽減させる運転支援装置が開示されている。この特許文献 1 の運転支援装置では、撮像手段によって自車両の前方の景観を撮像し、撮像画像に映されている物体の画像を撮像画像から対象物の色及び空間周波数によって検出する。そして、検出した空間周波数を積算して空間周波数分布を作成することで空間周波数の特徴を検出する。そして、検出した物体の色と空間周波数の特徴と、予め記憶している認識対象物毎の色及び空間周波数の特徴とを比較する認識処理を行い、認識対象物を認識する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記運転支援システムの機能を適切に実現するためには、自車両走行に対する障害物を精度よく認識することが重要である。しかしながら、上記特許文献 1 の運転支援装置では、撮影画像に、狙いの認識対象物の画像に類似している物体の画像が含まれていることがある。そして、その物体の画像に対しても予め記憶している認識対象物毎の色及び空間周波数の特徴とを比較する認識処理を行うので、認識対象物の画像に類似している物体の画

10

20

30

40

50

像を認識対象物の画像であると誤認識してしまう虞がある。この結果、上記運転支援システムの機能を適切に実現することが難しくなる虞がある。

【 0 0 0 5 】

本発明は以上の問題点に鑑みなされたものであり、その目的は、認識対象物の誤認識の発生を抑制できる、対象物認識装置、機器制御システム、車両、対象物認識方法及び対象物認識用プログラムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記目的を達成するために、請求項 1 の発明は、撮像手段により撮像した撮像画像に基づいて認識対象物を認識する対象物認識装置において、前記撮像画像から認識対象物が存在する認識候補領域を検出する認識候補領域検出手段と、前記撮像画像から複数の認識領域を検出する認識領域検出手段と、該認識領域検出手段によって検出された前記認識領域に対して、前記認識対象物に応じた認識重みを設定する認識重み設定手段と、前記認識重みが設定された前記認識領域の前記認識候補領域に対し、該認識重み設定手段によって前記認識領域に対して設定された認識重みに基づいて、前記認識対象物の認識を行う認識対象物認識手段とを有することに特徴がある。

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、認識対象物の誤認識の発生を抑制できる、という特有益な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図 1】車載機器制御システムの概略構成を示す模式図である。

【図 2】同車載機器制御システムを構成する撮像ユニット及び画像解析ユニットの概略構成を示す模式図である。

【図 3】同撮像ユニットの撮像部における画像センサを光透過方向に対して直交する方向から見たときの模式拡大図である。

【図 4】図 2 における処理ハードウェア部及び画像解析ユニットによって実現される本実施形態の対象物認識装置の構成を示すブロック図である。

【図 5】対象物認識処理を示すフローチャートである。

【図 6】(a) は左のカメラレンズとセンサからステレオ画像、(b) は右のカメラレンズとセンサからステレオ画像を示す図である。

【図 7】測距演算の原理を説明する図である。

【図 8】画像の範囲内の矩形の認識候補領域を示す図である。

【図 9】画像の範囲内の矩形の認識候補領域と路面領域を示す図である。

【図 10】認識重み設定テーブルを示す図である。

【図 11】認識重み設定テーブルを示す図である。

【図 12】画像の範囲内の矩形のブロックを示す図である。

【図 13】矩形ブロック領域内の特徴パターンの例を示す図である。

【図 14】階層を持つ対象物識別器の構成を示す図である。

【図 15】画像の範囲内の矩形の認識候補領域、路面領域及び重量認識領域の一例を示す図である。

【図 16】画像の範囲内の矩形の認識候補領域、路面領域及び重量認識領域の他の例を示す図である。

【図 17】ステレオカメラのハードウェア構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

以下、本発明に係る対象物認識装置を、車両システムとしての車載機器制御システムに用いる一実施形態について説明する。なお、本発明に係る対象物認識装置は、車載機器制御システムに限らず、例えば撮像画像に基づいて物体検出を行う物体検出装置を搭載した

10

20

30

40

50

その他のシステムにも適用できる。

【 0 0 1 0 】

図 1 は車載機器制御システムの概略構成を示す模式図である。

図 1 に示す車載機器制御システムは、走行する自車両 1 0 0 の進行方向前方領域を撮像領域として撮像する撮像手段としての撮像ユニット 1 0 1 が設けられている。この撮像ユニット 1 0 1 は、例えば、自車両 1 0 0 のフロントガラス 1 0 3 のルームミラー（図示せず）付近に設置される。撮像ユニット 1 0 1 の撮像によって得られる撮像画像データ等の各種データは、画像処理手段としての画像解析ユニット 1 0 2 に入力される。画像解析ユニット 1 0 2 は、撮像ユニット 1 0 1 から送信されてくるデータを解析して、自車両 1 0 0 の前方に存在する他車両の位置、方角、距離を算出したり、撮像領域内に存在する路面上の白線等の車線境界線等を検出したりする。他車両の検出では、視差画像に基づいて路面上の対象物を車両として検出する。

10

【 0 0 1 1 】

また、画像解析ユニット 1 0 2 の算出結果は、車両走行制御ユニット 1 0 4 にも送られる。車両走行制御ユニット 1 0 4 は、画像解析ユニット 1 0 2 が検出した歩行者や走行車両等の認識対象物の検出結果に基づいて、自車両 1 0 0 が障害物に衝突しそうな場合等に、自車両 1 0 0 の運転者へ警告を報知したり、自車両のハンドルやブレーキを制御するなどの走行支援制御を行ったりする。

【 0 0 1 2 】

図 2 は、撮像ユニット 1 0 1 及び画像解析ユニット 1 0 2 の概略構成を示す模式図である。

20

撮像ユニット 1 0 1 は、2つの撮像部 1 1 0 A , 1 1 0 B を備えたステレオカメラであり、2つの撮像部 1 1 0 A , 1 1 0 B の構成は同一のものである。各撮像部 1 1 0 A , 1 1 0 B は、それぞれ、撮像レンズ 1 1 1 A , 1 1 1 B と、撮像素子が 2 次元配置された画像センサ 1 1 2 A , 1 1 2 B と、画像センサ 1 1 2 A , 1 1 2 B が設けられたセンサ基板 1 1 3 A , 1 1 3 B と、センサ基板 1 1 3 A , 1 1 3 B から出力されるアナログ電気信号（画像センサ 1 1 2 A , 1 1 2 B 上の各受光素子が受光した受光量）をデジタル電気信号に変換した撮像画像データを生成して出力する信号処理部 1 1 4 A , 1 1 4 B とから構成されている。撮像ユニット 1 0 1 からは、輝度画像データが出力される。

【 0 0 1 3 】

30

また、撮像ユニット 1 0 1 は、F P G A（Field-Programmable Gate Array）等からなる処理ハードウェア部 1 2 0 を備えている。この処理ハードウェア部 1 2 0 は、各撮像部 1 1 0 A , 1 1 0 B から出力される輝度画像データから視差画像を得るために、各撮像部 1 1 0 A , 1 1 0 B でそれぞれ撮像した撮像画像間の対応画像部分の視差値を演算する視差演算部 1 2 1 を備えている。ここでいう視差値とは、各撮像部 1 1 0 A , 1 1 0 B でそれぞれ撮像した撮像画像の一方を基準画像、他方を比較画像とし、撮像領域内の同一地点に対応した基準画像上の画像部分に対する比較画像上の画像部分の位置ズレ量を、当該画像部分の視差値として算出したものである。三角測量の原理を利用することで、この視差値から当該画像部分に対応した撮像領域内の当該同一地点までの距離を算出することができる。

40

【 0 0 1 4 】

一方、画像解析ユニット 1 0 2 は、撮像ユニット 1 0 1 から出力される輝度画像データ及び視差画像データを記憶するメモリ 1 3 0 と、認識対象物の認識処理や視差計算制御などを行うソフトウェアを内蔵した M P U（Micro Processing Unit）1 4 0 とを備えている。M P U 1 4 0 は、メモリ 1 3 0 に格納された輝度画像データ及び視差画像データを用いて本実施形態に係る認識対象物の認識処理を実行する。

【 0 0 1 5 】

図 3 は、画像センサ 1 1 2 A , 1 1 2 B とを光透過方向に対して直交する方向から見たときの模式拡大図である。

画像センサ 1 1 2 A , 1 1 2 B は、C C D（Charge Coupled Device）や C M O S（Com

50

plementary Metal Oxide Semiconductor) などを用いたイメージセンサであり、その撮像素子(受光素子)にはフォトダイオード112aを用いている。フォトダイオード112aは、撮像素子ごとに2次元的にアレイ配置されており、フォトダイオード112aの集光効率を上げるために、各フォトダイオード112aの入射側にはマイクロレンズ112bが設けられている。この画像センサ112A, 112Bがワイヤボンディングなどの手法によりPWB(printed wiring board)に接合されてセンサ基板113A, 113Bが形成されている。

【0016】

次に、本発明の特徴部分である、対象物認識処理について説明する。

10

図4は、図2における処理ハードウェア部120及び画像解析ユニット102によって実現される本実施形態の対象物認識装置の構成を示すブロック図である。同図において、本実施形態の対象物認識装置200は、ステレオ画像入力部201、輝度画像入力部202、視差画像演算部203、路面領域検出部204、認識重み設定部205、認識対象物認識部206、認識用辞書207、認識結果出力部208及び認識候補領域設定部209を含んで構成されている。そして、ステレオ画像入力部201には、撮像レンズ及び画像センサを有する撮像部を、左右それぞれ備えるステレオカメラ(不図示)からステレオ画像が入力される。輝度画像入力部202には、ステレオ画像の左画像又は右画像である輝度画像がステレオ画像入力部201から入力される。入力されたステレオ画像や輝度画像はステレオカメラのメモリ130に保存される。認識候補領域設定部209は、輝度画像入力部202から入力された輝度画像に基づいて検出した物体を含む認識候補領域を設定する。視差画像演算部203は、ステレオ画像入力部201に入力されたステレオ画像を用いて撮影対象が左右画像での結像位置の差である視差値を計算し、その視差値を画素値とした視差画像を算出する。路面領域検出部204は、視差画像演算部203で計算された視差画像を用いて、撮影画像から路面領域を検出する。認識重み設定部205は、路面領域検出部204で検出した路面領域、路面領域に基づいて検出する歩道領域、両側帯領域や背景領域などの領域に認識重みをそれぞれ設定する。例えば認識対象物が車両である場合、路面領域は認識重みを1、両側帯領域には認識重みを0と設定する。認識対象物認識部206は、認識候補領域設定部209で設定された認識候補領域から、認識重み設定部205によって認識重みが設定された画像領域の認識候補領域に対し認識対象物の認識処理を行う。認識用辞書207は、SVM(Support Vector Machine)などの機械学習方法で、事前に対象物認識の画像サンプル学習データを用いて作成される。この認識用辞書207は認識対象物毎に別々に作成される。認識結果出力部208は認識結果を出力する。

20

30

【0017】

次に、本実施形態の対象物認識装置の動作について当該動作フローを示す図5に従って説明する。

図4のステレオ画像入力部201に、ステレオ画像が入力される(ステップS101)。具体的にはステレオカメラ(不図示)からステレオ画像を入力する。図6はステレオ画像の例を示す。ステレオ画像においての同じ被写体が左右の画像センサで異なる結像位置に結像されている。そして、図4の輝度画像入力部202によってステレオ画像のうち、左画像もしくは右画像のいずれかの輝度画像を入力する(ステップS102)。入力されたステレオ画像や輝度画像はステレオカメラのメモリ130に保存される。認識候補領域設定部209は、輝度画像に基づいて対象物が存在する場所に認識候補領域を設定する(ステップS103)。視差画像演算部203は、ステレオ画像入力部201に入力されたステレオ画像を用いて、対象画像における左右画像の各結像位置の差である視差値を計算する(ステップS104)。具体的には、左右の撮像レンズによって結像されたステレオ画像の同じ部分について、ブロックマッチング法によって視差値を画素値とした視差画像を計算する。ブロックマッチング法とは、左右画像をブロックで分割し、左右画像でのブロックの類似度が一番大きいとき、ブロックがマッチングした部分から視差値を求める方

40

50

法である。例えば、 1280×960 画素の画像に対して 5×5 サイズのブロックで分割する。そして、各ブロックを用いて視差値を求める。ブロックサイズの最適値は実験で調整して設定する。図7に示す例において、被写体上にある0点に対する左右画像での結像位置は、結像中心からの距離は1と2である。このため、その視差値は、 $= 1 + 2$ として計算される。よって、視差画像は画素位置での視差値を持つ画像である。

【0018】

図4の路面領域検出部204では、視差画像演算部203で得られた視差画像を用いて図9(b)に示す横ライン視差ヒストグラムを作成する(ステップS105)。この横ライン視差ヒストグラムは図9(a)での視差画像の横1ラインにおける視差画像に含まれている視差値を積算したヒストグラムを表示したものである。つまり、図9(b)は視差値での頻度値分布 $H(x, y)$ を示している。図9(b)の横軸は視差値で、縦軸は視差画像の高さ y である。横ライン視差ヒストグラムの各画素の値は、視差画像の高さ y の1ラインの視差値のヒストグラム値 $H(x, y)$ である。路面領域が存在する場合、路面の横1ライン高さ y における直線の横ライン視差ヒストグラムでは、全ての視差画素が同じ視差値 y に値が集中するので高い値になる。路面領域では、各視差画像の横ラインが図9(b)の横ライン視差ヒストグラム上で一定となり、視差値は少しずつ変わるので、横ライン視差ヒストグラム上では直線になる。横ライン視差ヒストグラム上の直線状に並んだ画素を検出した後、図9(b)における直線状に並んだ画素を図9(a)の視差画像にマッピングする。つまり、横ライン視差ヒストグラムの直線状に並んだ画素を視差画像上の路面上の画素に対応付けすることで、路面領域301の境界線を特定することができる。路面上の点がわかると、点と点の間に補間処理を施して、図9(c)のような路面領域302を検出できる。詳細には、路面領域検出部204は、視差画像演算部203から各横方向の視差分布情報を取得し、その情報から特定される横ライン視差ヒストグラム上の画素分布を既存技術の最小二乗法やハフ(Hough)変換法により直線近似する。これにより得られる図9(b)のような近似直線は、視差画像の下部に対応する横ライン視差ヒストグラムにおいて、画像上方へ向かうほど視差値が小さくなるような傾きをもった直線となる。この近似直線上又はその近傍に分布する画素は、視差画像上の各横ラインにおいてほぼ同一距離に存在して占有率が高く、かつ画像上方へ向かうほど距離が連続的に遠くなる対象を映し出した画素である。すなわち、横ライン視差ヒストグラムにおける近似直線上又はその近傍に分布する画素は、路面領域301の境界線を表している。結果的に、横ライン視差ヒストグラムにおける近似直線上又はその近傍に分布する画素を特定することで、路面領域302を検出できることとなる。なお、路面領域の検出は、上記方法の方が高精度ではあるが、輝度画像から路肩、白線の認識を行い、路肩の連続した領域や白線が存在する領域を特定することによって路面領域を検出してよい。

【0019】

ステレオ画像入力部201では自車両の前方を撮像するため、その視差画像の内容は、図9(a)に示すように、画像下部において路面領域の占有率が最も高く、また画像上方へ向かうほど路面領域の視差値は小さくなる。また、同じ横ライン内において、路面領域を構成する画素はほぼ同じ視差値を持つことになる。したがって、視差画像演算部203から出力される各横ラインの視差分布情報から特定される、上述した横ライン視差分布上の近似直線上又はその近傍に分布する画素は、路面領域を構成する画素が持つ特徴に合致する。よって、図9(b)に示す近似直線上又はその近傍に分布する画素は、高い精度で、路面領域を構成する画素であると推定することができる。

【0020】

このように、本実施形態の路面領域検出部204は、路面を映し出す画を特定し、特定した画素によって占められる画像領域を路面領域として検出する。そして、路面領域が検出されると、路面領域を元に例えば歩道領域、両側帯領域や背景領域などのその他の画面領域を検出する(ステップS106)。認識重み設定部205は認識対象物ごとに路面領域、路面領域を元に例えば歩道領域、両側帯領域や背景領域などのその他の画面領域に認識重みを設定する(ステップS107)。本実施形態では、図10に示すように、路面上

10

20

30

40

50

の車両や歩行者などの認識対象物の画像を認識する場合、路面領域の認識重みを１にして、それ以外画面領域の認識重みを０に設定する。認識重みの値は０、１ではなく、図１１に示すように小数で設定してもよい。認識重みの大きさによって認識のパラメータを調整してもよい。認識重みの値が０でなければ、認識対象物認識部２０６は認識重みに基づいて、認識用辞書２０７を用いて、認識候補領域の認識対象物を認識する（ステップＳ１０８：ＹＥＳ、ステップＳ１０９）。そして、認識結果出力部２０８は、認識処理結果を出力する（ステップＳ１１０）。

【００２１】

次に、本実施形態の認識対象物の認識処理と認識重みについて説明する。

はじめに、認識対象物の認識を行うために、図１２に示すように、撮像画像において対象物の画像に合わせて矩形ブロックを設定する。矩形の左上の座標（ X_s, Y_s ）と右下の座標（ X_e, Y_e ）とによって、矩形ブロックの撮像画像での位置及び矩形ブロックの大きさが定まる。そして、サイズの大きい矩形ブロック１を用いて撮像画面を走査して矩形ブロック１の大きさと対象物の画像の大きさとがほぼ合う対象物の画像を抽出し、その抽出した各対象物の画像に矩形ブロック１をそれぞれ設定する。その設定が終わったら次に小さい矩形ブロック２を用いて撮像画面を走査して矩形ブロック２の大きさと対象物の画像の大きさとがほぼ合う対象物の画像を抽出し、その抽出した各対象物の画像に矩形ブロック２をそれぞれ設定する。このようにして、対象物の画像に合わせて矩形ブロックが設定される。この矩形ブロックは認識候補領域に相当するものである。

【００２２】

そして、認識用辞書を用いて、対象物識別器による対象物の認識を行う。

ここで、狙いの認識対象物を認識するための認識用辞書について説明する。図１３に示すように、矩形ブロック４００内にある、白色の画素のみで構成されている矩形領域４０１と、図中斜線で示した黒色の画素のみで構成されている矩形領域４０２に基づいて、評価対象の矩形ブロック内の特徴量を計算する。矩形ブロック４００内にある矩形領域４０１の白画素値と矩形領域４０２の黒画素値との、評価対象の矩形ブロック内の画素との差分を求め、その絶対値の合計値を矩形ブロック領域内の特徴量 $h(x)$ とする。また、図１３に示す、Ａ、Ｂ、Ｃ、Ｄの４つの特徴パターンは、ほぼあらゆる物体の特徴に相当するパターンである。Ａの特徴パターンは、矩形領域４０１と矩形領域４０２とが左右に隣り合って位置し、かつ、矩形ブロック４００の中心からみて左上に位置している。Ｂの特徴パターンは、矩形領域４０１と矩形領域４０２とが上下に隣り合って位置し、かつ、矩形ブロック４００の中心からみて右上に位置している。Ｃの特徴パターンは、矩形領域４０２が２つの矩形領域４０１で隣り合って挟持されて位置し、かつ、矩形ブロック４００の中心からみて上側に位置している。そして、Ｄの特徴パターンは、２つの矩形領域４０１と２つの矩形領域４０２がそれぞれ対角に位置し、かつ、矩形ブロック４００の中心からみて左側に位置している。そして、下記の式（１）に示すような評価関数により、各認識候補領域における重付け評価値 $f(x)$ を計算する。矩形ブロック $t(=1 \sim T(T$ は評価に用いるパターンの数))内の特徴量 $h_t(x)$ を計算して、矩形ブロック毎に付された重み係数 α_t を乗算して特徴量の重付け評価値 $f(x)$ を計算する。ここで、特徴量 $h_t(x)$ と重み係数 α_t は、認識対象物の画像に対して、学習データを集め、その学習データによって学習させて求める。上述の特徴パターンＡ～Ｄに対して重付け評価値を計算して、計算した重付け評価値に基づいて特徴パターンと重み係数の組を認識用辞書に記憶しておく。

【００２３】

【数１】

$$f(x) = \sum_{t=1}^T \alpha_t h_t(x)$$

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

そして、対象物識別器は、図 1 4 に示すように、複数の階層 5 0 0 - 1 ~ n (n は正の整数) を含んで構成されている。各階層 5 0 0 - 1 ~ n では上記式 (1) に示す評価関数の重付け評価値による評価を行う。各階層では、対象物毎に固有の 1 又は複数の特徴パターン及びこれに対応する重み係数を用いて、式 (1) による評価を行う。通常は、階層 5 0 0 - 1 から階層 5 0 0 - n にいくにしたがって、用いるパターン数を徐々に多くする。これによって、認識速度を速くすることができる。例えば階層 5 0 0 - 1 に入力された矩形ブロック t の評価関数の重付け評価値が階層 5 0 0 - 1 に予め設定された閾値より小さい矩形ブロックであった場合は、その矩形ブロックには狙い認識対象物の画像はないと判断される。そして、その矩形ブロックでの評価を行わず非対象ブロック 5 0 1 - 1 として 10
処理される。階層 5 0 0 - 2 ~ n (n は正の整数) でも同様な判断がそれぞれ行われる。最後の階層 5 0 0 - n で狙いの認識対象物の画像でないと判断されなかった矩形ブロックが、狙いの認識対象物の画像が存在する矩形ブロックであると判断される。

【 0 0 2 5 】

特徴量の重付け評価値 $f(x)$ には、さらに認識重みが乗算される。これにより、例えば路面領域の認識重みを 1 に設定し、その他領域の認識重みを 0 に設定した場合、つまり路面領域以外の領域の重み係数は全て 0 のとき、本実施形態では路面領域での認識処理は行われ、路面領域以外の領域での認識処理は行われない。もしくは、認識重みに相当する重み係数を小数で設定し、各領域に対して異なる重み係数が設定してもよい。この場合、 20
小さい重み係数が設定された領域及び当該領域に設定された重み係数より大きい重み係数が設定された領域に狙いの認識対象物の画像がそれぞれ存在していても、小さい重み係数が設定された領域における重付け評価値は低い値になり、認識対象物の画像ではないと判断される。これにより、認識重みが低い値に設定された領域における認識対象物の認識結果は低くなり、認識対象物の画像に類似している対象物の画像を認識対象の画像から排除でき、誤認識の発生を低減できる。

【 0 0 2 6 】

次に、撮像画面から設定された認識候補領域の具体例を図 1 5 に示す。図 1 5 において太線の枠で囲まれた矩形ブロックは認識候補領域である。図 1 5 における A、C、E の認識候補領域の認識重みは 1 に設定された路面領域 6 0 1 に存在しているので認識処理を行う。図 1 5 における B、D、F の認識候補領域の認識重みは 0 に設定された領域 6 0 2 に 30
存在しているので認識処理を行わない。このように認識対象物が存在しない認識候補領域に対しては認識処理を行わない。認識対象物の画像に類似した対象物の画像が存在する可能性のある認識候補領域を認識対象から排除できる。よって、全ての認識候補領域に対して認識処理を行う場合に比べて、誤認識を低減できると共に、処理時間を短くできる。

【 0 0 2 7 】

次に、本実施形態に係る対象物認識装置の変形例 1 について説明する。図 1 5 に示すように、路面領域 6 0 1 が検出されると、図 4 の認識重み設定部 2 0 5 は認識対象物ごとに各領域に対して認識重みを設定する。例えば、歩行者の画像を認識する目的で、路面領域 6 0 1 を元に歩道領域や両側帯領域の路面両側領域 6 0 3 を検出し、検出された重点認識領域とみなして、歩道領域や両側帯領域に認識重み 1 を設定する。これにより、歩行者の 40
走行車線への飛び出しを運転手に警報することができる。よって、目的に応じて認識対象物ごとに認識重みを領域の重要度に応じて設定することで、より目的に合致した精度の高い認識処理を行うことができる。

【 0 0 2 8 】

次に、本実施形態に係る対象物認識装置の変形例 2 について説明する。図 1 6 に示すように、路面領域 6 0 1 が検出されると、図 4 の認識重み設定部 2 0 5 は認識対象物の画像ごとに各領域に対して認識重みを設定する。例えば、運転手の前方における範囲内は車両や歩行者と衝突し易い領域であるので、重点に認識を行う。そのために、図 1 6 に示すように、所定の距離における範囲を認識領域 6 0 4 として認識重みを 1 に設定し、あまりに 50
車両に近い認識領域 6 0 4 や車両から遠い認識領域 6 0 6 よりも認識重みを高くする。こ

れにより、車両や歩行者と衝突しやすい運転手の前方の領域について、より精度の高い認識処理を行うことができる。

【0029】

上述した認識対象物を認識する車載ステレオカメラ撮像装置の一例であるステレオカメラのハードウェア構成について説明する。図17はステレオカメラのハードウェア構成を示すブロック図である。図17に示すように、被写体光は、図4の画像レンズ111A, 111Bに相当するステレオカメラの左右の撮影レンズ701, 702を通して、図4の画像センサ112A, 112Bに相当するCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 703, 704に入射される。CMOS 703とCMOS 704は、撮像面に結像された光学像を電気信号に変換して、アナログの画像データとして出力する。そして、図4の信号処理部114A, 114Bは、CDS (Correlated Double Sampling: 相関2重サンプリング) 回路705, 706、A/D変換器707, 708、画像処理回路709, 710をそれぞれ含んで構成されている。図4の処理ハードウェア部120及びMPU 140は、CPU (Central Processing Unit) 711、SDRAM (Synchronous DRAM) 712、圧縮伸張回路713、ROM (Read Only Memory) 716、RAM (Random Access Memory) 717及びタイミング信号発生器718を含んで構成されている。CMOS 703とCMOS 704から出力されたアナログの画像データは、CDS回路705, 706によりノイズ成分を除去され、A/D変換器707, 708によりデジタル値に変換された後、画像処理回路709, 710に対して出力される。画像処理回路709, 710は、画像データを一時格納するSDRAM 712を用いて、YCrCb変換処理や、ホワイトバランス制御処理、コントラスト補正処理、エッジ強調処理、色変換処理などの各種画像処理を行う。なお、ホワイトバランス処理は、画像情報の色濃さを調整し、コントラスト補正処理は、画像情報のコントラストを調整する画像処理である。エッジ強調処理は、画像情報のシャープネスを調整し、色変換処理は、画像情報の色合いを調整する画像処理である。

【0030】

また、信号処理、画像処理が施された画像情報は、圧縮伸張回路713を介して、メモリカード714に記録される。圧縮伸張回路713は、画像処理回路709, 710から出力される画像情報を圧縮してメモリカード714に出力すると共に、メモリカード714から読み出した画像情報を伸張して画像処理回路709, 710に出力する回路である。また、CMOS 703, 704、CDS回路705, 706及びA/D変換器707, 708は、タイミング信号を発生するタイミング信号発生器718を介してCPU 711によって、タイミングが制御されている。更に、画像処理回路709, 710、圧縮伸張回路713、メモリカード714も、CPU 711によって制御されている。撮像装置において、CPU 711は対象物認識用プログラムに従って各種演算処理を行う。画像処理プログラムなどを格納した読み出し専用メモリであるROM 716および各種の処理過程で利用するワークエリア、各種データ格納エリアなどを有する読み出し書き込み自在のメモリであるRAM 717などを内蔵している。これらがバスライン719によって相互接続されている。車載ステレオカメラで実行される視差計算、輝度画像による認識候補領域検知、視差画像により、認識候補領域の誤認識を排除する対象物認識を行う処理機能を含むモジュール構成となっている。実際のハードウェアとしてはCPU (プロセッサ) 711が、ROM 716から画像処理プログラムを読み出して実行することにより上記各部が主記憶装置上にロードされ、対象物認識結果を出力する。

【0031】

以上に説明したものは一例であり、本発明は、次の態様毎に特有の効果を奏する。

(態様1)

前方を撮像手段によって撮像した撮像画像に基づいて前方に存在する認識対象物を認識する対象物認識装置において、撮像画像から複数の認識領域を検出する認識領域検出手段と、該認識領域検出手段によって検出された認識領域に対して、認識対象物の画像が存在している可能性の度合いを示す認識重みを設定する認識重み設定手段と、該認識重み設定

手段によって認識領域に対して設定された認識重みに基づいて、認識領域における認識対象物の認識を行う認識対象物認識手段とを有する。これによれば、上記実施形態について説明したように、認識対象物の画像が存在している可能性の度合いを示す認識重みに基づいて、認識対象物の画像に類似した物体の画像が存在する画像領域に対し認識対象物の認識処理が行われたとき、物体の画像は認識対象物の画像であると一旦は認識される。しかし、例えば認識対象物の画像が存在している可能性の度合いが低い認識重みが設定された画像領域内にある画像は、認識対象物の画像ではない可能性がある。この場合は、誤認識の発生を抑制することに鑑み、当該物体の画像は認識対象物の画像ではないという認識結果を出力する。これにより、認識対象物の画像に類似した物体の画像を認識対象物の画像であると認識してしまうような誤認識の発生を抑制することができる。

10

(態様 2)

(態様 1) において、撮像手段に、ステレオ画像を取得するステレオ撮像手段を用い、ステレオ画像の左右両方の撮像画像に基づいて撮像画像の視差値を計算する視差値計算手段とを有し、認識領域検出手段は、視差値計算手段によって計算された視差値を画素値とした視差画像又は輝度画像に基づいて複数の認識領域を検出する。これによれば、上記実施形態について説明したように、視差画像演算手段によってステレオ画像の左右両方の画像に基づいて撮像画像の視差値を計算する。路面領域検出手段では、視差値計算手段によって計算された視差値を含む視差画像又は輝度画像に基づいて画面領域を検出する。例えば、視差値計算手段によって計算した撮像画面の視差を画面の横方向に積算した横ライン視差ヒストグラムで表す視差分布情報を取得する。その視差分布情報から特定される横ライン視差ヒストグラム上の画素分布を既存技術の最小二乗法やハフ (H o u g h) 変換法により直線近似する処理を行う。これにより得られる近似直線は、視差画像の下部に対応する横ライン視差分布の下部において、画像上方へ向かうほど視差値が小さくなるような傾きをもった直線となる。すなわち、この近似直線上に又はその近傍に分布する画素は、視差画像上の横ラインにおいてほぼ同一距離に存在して最も占有率が高く、かつ、画像上方へ向かうほど距離が連続的に遠くなる対象を映し出した画素であると言える。したがって、視差値計算手段から出力される横ラインの視差分布情報から特定される、上述した横ライン視差分布上の近似直線上に又はその近傍に分布する画素は、路面領域を構成する画素が持つ特徴に合致する。よって、近似直線上に又はその近傍に分布する画素は、高い精度で、路面領域を構成する画素であると推定できる。そして、路面領域の片側又は両側に分布する画素は、ガードレールや縁石などの両側帯領域又は歩道領域を構成する画素が持つ特徴に合致することから両側帯領域又は歩道領域を構成する画素であると推定される。両側帯領域又は歩道領域に隣接して分布する画素は、住宅やビルが立ち並ぶ市街地などの背景領域を構成する画素が持つ特徴に合致することから背景領域を構成する画素であると推定される。そして、認識領域検出手段によって、視差値計算手段によって計算された視差値を含む視差画像又は輝度画像に基づいて複数の認識領域を検出する。これにより、認識対象物に類似している物体の画像を認識対象物の画像と認識してしまうような誤認識の発生は減る。

20

30

(態様 3)

(態様 2) において、認識領域検出手段は、視差値計算手段によって計算された撮像画像の視差値を用い、撮像画像の各高さにおける頻度値分布に基づいて、認識領域を検出する。これによれば、上記実施形態について説明したように、認識対象物に類似している物体の画像を高い精度で検出することができる。

40

(態様 4)

(態様 1) ~ (態様 3) のいずれかにおいて、認識重み設定手段は、認識領域検出手段によって検出された認識領域のうちの路面に相当する路面領域を重点認識領域として最も重い認識重みを設定する。これによれば、上記実施形態の変形例 1 について説明したように、認識対象物認識部 206 によって、路面領域の認識候補領域の認識対象物である車両や歩行者の画像に対して認識処理を行うだけでよい。この結果、誤認識の発生を抑制できる。

50

(態様 5)

(態様 1) ~ (態様 3) のいずれかにおいて、認識重み設定手段は、認識領域検出手段によって検出された認識領域のうちの路面に相当する路面領域の片側又は両側にある歩道領域又は両側帯領域を重点認識領域として最も重い認識重みを設定する。これによれば、上記実施形態の変形例 1 について説明したように、認識対象物認識部 206 によって、歩道領域又は両側帯領域の認識候補領域の認識対象物である歩行者の画像に対して認識処理を行うだけでよい。この場合歩行者の路上へ飛び出しを運転手に警報することができる。

(態様 6)

(態様 1) ~ (態様 3) のいずれかにおいて、認識重み設定手段は、認識領域検出手段によって検出された認識領域のうちの路面に相当する路面領域上であって、かつ、前方の所定の距離における範囲を重点認識領域として最も重い認識重みを設定する。これによれば、上記実施形態の変形例 2 について説明したように、認識対象物認識部 106 は、衝突し易い領域の認識候補領域の認識対象物である車両や歩行者の画像に対して認識処理を行うだけでよい。この結果、誤認識の発生を抑制できる。

(態様 7)

前方を撮像手段によって撮像した撮像画像に基づいて前方に存在する認識対象物を認識する対象物認識方法において、撮像画像から複数の認識領域を検出する認識領域検出工程と、該認識領域検出工程において検出された認識領域に対して、認識対象物の画像が存在している可能性の度合いを示す認識重みを設定する認識重み設定工程と、該認識重み設定工程において認識領域に対して設定された認識重みに基づいて、認識領域における認識対象物の認識を行う認識対象物認識工程とを有する。これによれば、上記実施形態について説明したように、誤認識の発生を抑制できる。

(態様 8)

(態様 7) において、撮像手段に、ステレオ画像を取得するステレオ撮像手段を用い、ステレオ画像の左右両方の撮像画像に基づいて撮像画像の視差値を計算する視差値計算工程を有し、認識領域検出工程では、視差値計算工程において計算された視差値を画素値とした視差画像又は輝度画像に基づいて複数の認識領域を検出する。これによれば、上記実施形態について説明したように、認識対象物に類似している物体の画像を認識対象物の画像と認識してしまうような誤認識の発生は減る。

(態様 9)

前方を撮像手段によって撮像した撮像画像に基づいて前方に存在する認識対象物を認識する工程をコンピュータによって実行させるための対象物認識用プログラムにおいて、撮像画像から複数の認識領域を検出する認識領域検出工程と、該認識領域検出工程において検出された認識領域に対して、認識対象物の画像が存在している可能性の度合いを示す認識重みを設定する認識重み設定工程と、該認識重み設定工程において認識領域に対して設定された認識重みに基づいて、認識領域における認識対象物の認識を行う認識対象物認識工程とをコンピュータに実行させる。これによれば、上記実施形態について説明したように、誤認識の発生を抑制できる。このプログラムは、CD-ROM等の記録媒体に記録された状態で配布したり、入手したりすることができる。また、このプログラムを乗せ、所定の送信装置により送信された信号を、公衆電話回線や専用線、その他の通信網等の伝送媒体を介して配信したり、受信したりすることでも、配布、入手が可能である。この配信の際、伝送媒体中には、コンピュータプログラムの少なくとも一部が伝送されていればよい。すなわち、コンピュータプログラムを構成するすべてのデータが、一時に伝送媒体上に存在している必要はない。このプログラムを乗せた信号とは、コンピュータプログラムを含む所定の搬送波に具現化されたコンピュータデータ信号である。また、所定の送信装置からコンピュータプログラムを送信する送信方法には、プログラムを構成するデータを連続的に送信する場合も、断続的に送信する場合も含まれる。

(態様 10)

(態様 9) において、撮像手段に、ステレオ画像を取得するステレオ撮像手段を用い、ステレオ画像の左右両方の撮像画像に基づいて撮像画像の視差値を計算する視差値計算工

程をコンピュータに実行させ、認識領域検出工程では、視差値計算工程において計算された視差値を画素値とした視差画像又は輝度画像に基づいて複数の認識領域を検出する。これによれば、上記実施形態について説明したように、認識対象物に類似している物体の画像を認識対象物の画像と認識してしまうような誤認識の発生は減る。

【符号の説明】

【 0 0 3 2 】

- 1 0 0 自車両
- 1 0 1 撮像ユニット
- 1 0 2 画像解析ユニット
- 1 0 3 フロントガラス
- 1 0 4 車両走行制御ユニット
- 2 0 0 対象物認識装置
- 2 0 1 ステレオ画像入力部
- 2 0 2 輝度画像入力部
- 2 0 3 視差画像演算部
- 2 0 4 路面領域検出部
- 2 0 5 認識重み設定部
- 2 0 6 認識対象物認識部
- 2 0 7 認識用辞書
- 2 0 8 認識結果出力部
- 2 0 9 認識候補領域設定部

10

20

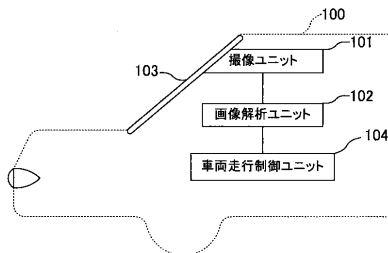
【先行技術文献】

【特許文献】

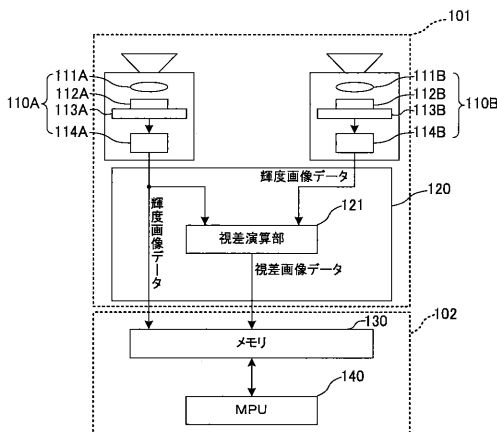
【 0 0 3 3 】

【特許文献 1】特許第 4 6 7 0 8 0 5 号公報

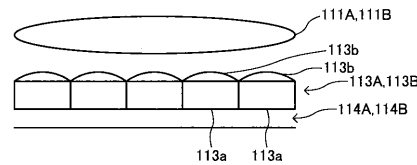
【図 1】



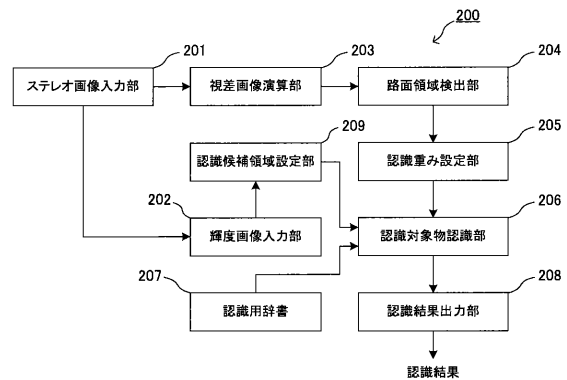
【図 2】



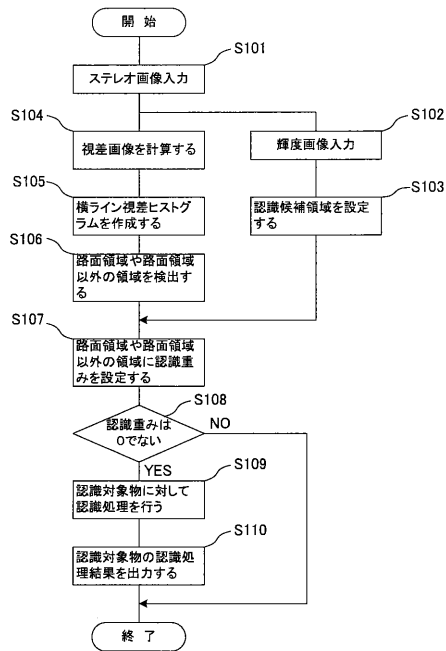
【図 3】



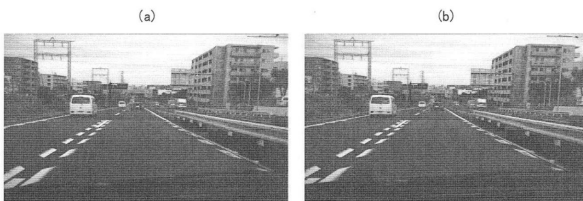
【図 4】



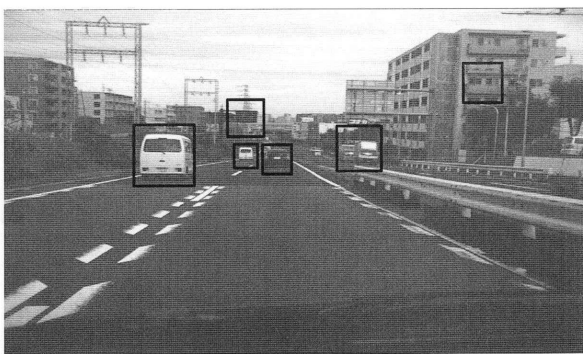
【図 5】



【図 6】

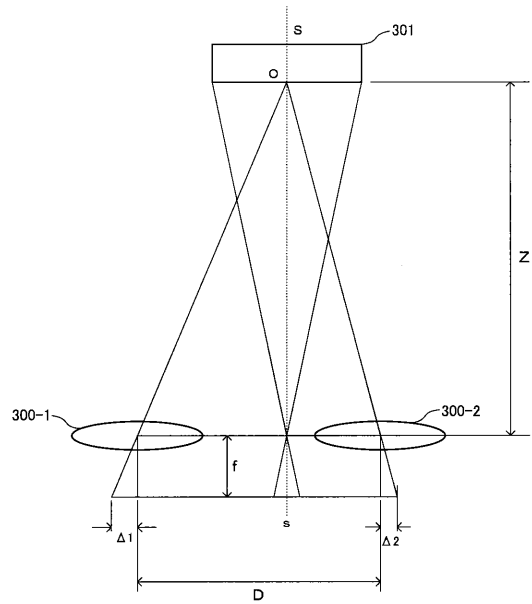


【図 8】

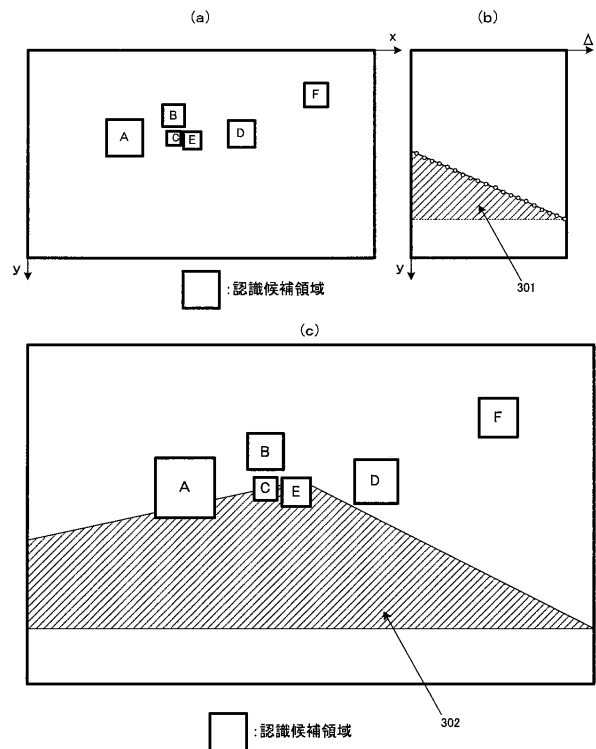


□ : 認識候補領域

【図 7】



【図 9】



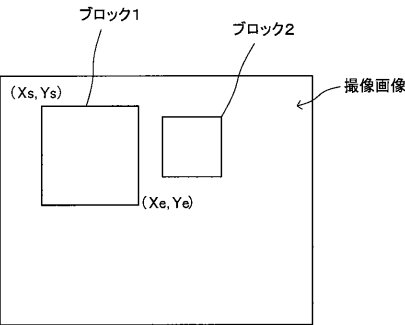
【図 10】

認識対象	路面領域	両側帯領域	地平線以上領域	その他
路面上の車両	1	0	0	0
路面上の歩行者	1	0	0	0
道路両側の歩行者	0	1	0	0
ビル	0	0	1	1

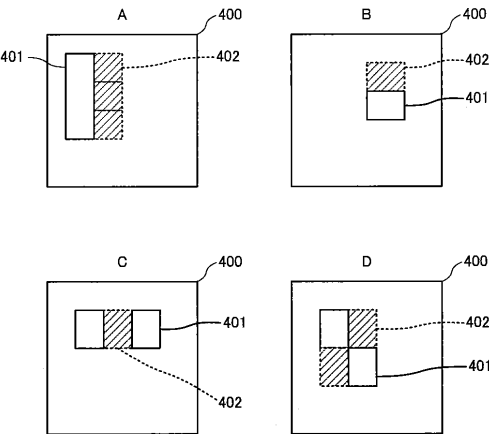
【図 11】

認識対象	路面領域	両側帯領域	地平線以上領域	その他
路面上の車両	1.0	0	0	0.1
路面上の歩行者	0.9	0	0	0.1
道路両側の歩行者	0	1.0	0	0.3
ビル	0	0	1.0	0.5

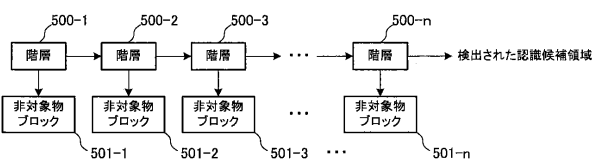
【図 12】



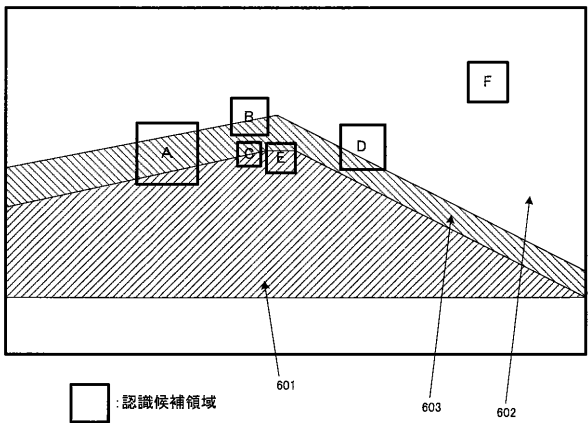
【図 13】



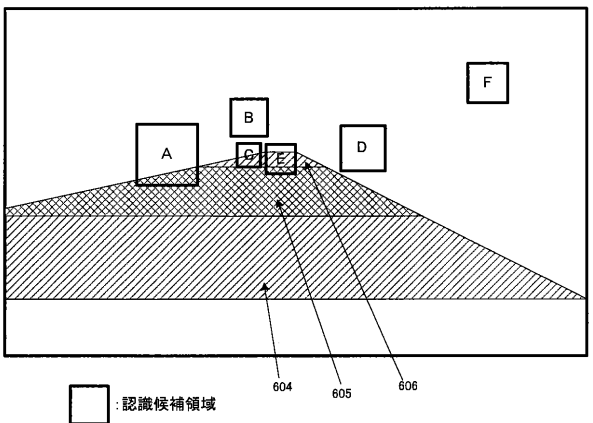
【図 14】



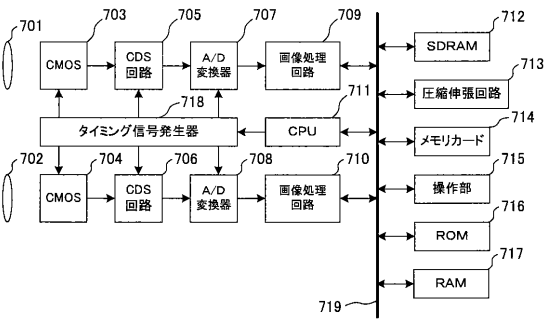
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-187066(JP,A)
特開2000-337870(JP,A)
特開2012-093100(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06T 1/00
G08G 1/16