

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5835876号
(P5835876)

(45) 発行日 平成27年12月24日 (2015. 12. 24)

(24) 登録日 平成27年11月13日 (2015. 11. 13)

(51) Int. Cl.

F I

G O 8 G 1/16 (2006. 01) G O 8 G 1/16 C

G O 6 T 1/00 (2006. 01) G O 6 T 1/00 3 3 O B

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

請求項の数 14 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2010-154350 (P2010-154350)	(73) 特許権者	391011607
(22) 出願日	平成22年7月6日 (2010. 7. 6)		ヴァレオ ビジョン
(65) 公開番号	特開2011-23002 (P2011-23002A)		VALEO VISION
(43) 公開日	平成23年2月3日 (2011. 2. 3)		フランス国 9 3 0 1 2 ボビニー セデ
審査請求日	平成25年6月21日 (2013. 6. 21)		クス リュ サン・タンドレ 3 4
(31) 優先権主張番号	0954632	(74) 代理人	100060759
(32) 優先日	平成21年7月6日 (2009. 7. 6)		弁理士 竹沢 莊一
(33) 優先権主張国	フランス (FR)	(74) 代理人	100087893
			弁理士 中馬 典嗣
前置審査		(72) 発明者	シアヴ コン クォ
			フランス国 9 3 0 1 2 ボビニー セデ
			クス リュ サン・タンドレ 3 4 ヴァ
			レオ ビジョン
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自動車用の障害物検知方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自動車の環境（E）における障害物（O）の検知方法であって、
画像処理により障害物（O）の第1の検知を行って、少なくとも1つの対象領域（R O I）を定義することと、
所定の特徴（C）に対して対象領域（R O I）に付与される信頼性指数（I C）によって、検知された障害物（O）を分類することと、
超音波センサ及びレーダセンサ（U L S；R A D）の両方若しくはいずれかにより第1の閾値（S 1）未満の閾値範囲で障害物（O）の第2の検知を行って、所定の位置（P O S）を得ることと、
所定の位置（P O S）を基準座標系（C O O R e f）に投影することと、
対象領域（R O I）を前記基準座標系（C O O R e f）に投影することと、
得られた2個の投影（P J 1、P J 2）を対応させて、この対応に応じて、分類された障害物（O）に所定の位置（P O S）を割り当てることと、
の各ステップを備え、
分類ステップが、
対象領域（R O I）から特徴ベクトル（C）を生成することと、
学習ステップのときに予め決められた決定境界（D G）との比較により前記特徴ベクトル（C）を分類することと、
前記決定境界（D G）に対して特徴ベクトルの距離に応じて決定される、関連する信頼

性指数（ $I C$ ）を決定することと、

の各サブステップを備えることを特徴とする方法。

【請求項 2】

基準座標系が、画像座標系（ $X I$ 、 $Y I$ ）である、請求項 1 に記載の検知方法。

【請求項 3】

画像処理による第 1 の検知が、前記環境から取得した画像における形状認識による検知を含んでいる、請求項 1 または 2 に記載の検知方法。

【請求項 4】

形状認識による検知が、

取得画像（ I ）の再帰的なサブサンプリングによる画像ピラミッド（ $I s r$ ）を構成することと、 10

サブサンプリングされた各画像（ $I s r$ ）に対して、所定の障害物（ O ）を示すラベル（ $V I G N$ ）により前記画像（ $I s r$ ）を走査することと、

前記画像（ $I s r$ ）におけるラベル（ $V I G N$ ）の連続する各位置で、分類子の集合（ $C l s$ 、 $C l w$ ）により内容を分析することとの、

各ステップを備え、前記分類子が、事前学習段階のときに決定されている、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の検知方法。

【請求項 5】

形状認識による検知が、さらに、サブサンプリングされた画像（ $I s r$ ）内で走査ゾーン（ $Z b$ ）を決定する追加サブステップを備えている、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の方法。 20

【請求項 6】

画像処理による第 1 の検知が、前記環境（ E ）からの取得画像（ I ）のシーケンス（ $S Q$ ）で自動車（ V ）に対する動き検知を含んでいる、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の検知方法。

【請求項 7】

動き検知が、

画像シーケンス（ $S Q$ ）の各画像（ I ）に対して再計算された背景画像（ $I r e f$ ）を構成することと、

画像シーケンス（ $S Q$ ）の現行画像（ $I c$ ）から背景画像（ $I r e f$ ）を減算し、結果として生じた画像（ $I r e s$ ）を得ることと、 30

閾値（ $S m a x$ ）に応じて、結果として生じた画像（ $I r e s$ ）で判別される動きを弁別することと、

弁別によって第 2 の対象領域（ $R O I 2$ ）を抽出することと、

の各サブステップを備える請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】

特徴ベクトル（ C ）が、1 つの対象領域（ $R O I 1$ 、 $R O I 2$ ）の配向された勾配のヒストグラムである、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の検知方法。

【請求項 9】

さらに、第 1 の検知および／または分類のときに決定された対象領域と信頼性指数とに対して、検知された物体についての分類を確定する追加ステップを含む、請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の検知方法。 40

【請求項 10】

確定ステップは、

分類された各々の対象領域（ $R O I 1$ 、 $R O I 2$ ）が、確率分布により示される画像（ I ）に対応する確率マップ（ $P_M A P$ ）を構成することと、

少なくとも 1 つの局所的な最大値を得るように、確率マップ（ $P_M A P$ ）に集められた前記確率分布を累積することと、

確率マップ（ $P_M A P$ ）の局所的な最大値の各々に最も近い対象領域（ $R O I 1$ 、 $R O I 2$ ）を確定することと、 50

の各サブステップを備える、請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の検知方法。

【請求項 1 1】

さらに、取得画像（I）に投影変化を付与する追加ステップを含む、請求項 1 ～ 1 0 のいずれか 1 項に記載の検知方法。

【請求項 1 2】

さらに、取得画像のシーケンス（S Q）で分類された対象領域の追加フォローアップステップを含んでいる、請求項 1 ～ 1 1 のいずれか 1 項に記載の検知方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 ～ 1 2 のいずれか 1 項に記載の方法を実施するように構成された、自動車の環境（E）における障害物（O）の検知装置。

10

【請求項 1 4】

情報処理ユニットにより実行可能な 1 つまたは複数の命令シーケンスを含み、前記命令シーケンスの実行により、請求項 1 から 1 3 のいずれか 1 項に記載の方法を実施可能である、コンピュータプログラム（P G）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、自動車の環境における障害物の検知方法に関する。

本発明は、また、この方法を利用する装置に関する。

本発明は、特に、自動車の領域に用いられる。

20

【背景技術】

【0 0 0 2】

自動車の領域において、自動車環境における障害物の検知方法の従来技術は、カメラにより歩行者を検知することと、

歩行者の存在を運転者に知らせるためのアラーム信号を送信することと、の各ステップを含む。

【0 0 0 3】

この従来技術の欠点は、カメラにより決定される位置が正確ではないことにある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0 0 0 4】

本発明の目的は、歩行者の位置を正確に検知可能な、自動車の環境における障害物の検知方法にある。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 5】

本発明の第 1 の目的によれば、この目的は、

画像処理により障害物の第 1 の検知を行って、少なくとも 1 つの対象領域を定義することと、

所定の特徴に対して対象領域に付与される信頼性指数によって、検知された障害物を分類することと、

40

1 つまたは複数のセンサにより第 1 の閾値未満の閾値範囲で障害物の第 2 の検知を行って、所定の位置を得ること、

所定の位置を基準目印に投影することと、

対象領域を前記基準目印に投影することと、

得られた 2 個の投影を対応させて、この対応に応じて分類された障害物に所定の位置を割り当てることと、

の各ステップを備えることを特徴とする、自動車の環境における障害物の検知方法により達成される。

【0 0 0 6】

以下に詳しく説明するように、画像処理による検知と 1 つまたは複数のセンサによる検

50

知とを組み合わせることによって、障害物の分類を実施することができ、この2つの検知を対応させることによって、分類された障害物（歩行者）をいっそう正確に位置決めすることができる。

【0007】

限定的ではない実施形態によれば、検知方法は、さらに、以下のうちの1つまたは複数の追加特徴を含むことができる。

【0008】

基準目印が、画像目印である。このことによって、車両の目印における対象領域の距離推定の誤差の影響を最小化できる。

【0009】

画像処理による第1の検知が、前記環境から取得した画像における形状認識による検知を含んでいる。

【0010】

形状認識による検知が、

取得画像の再帰的なサブサンプリングによる画像ピラミッドを構成することと、サブサンプリングされた各画像に対して、

所定の障害物を示すラベルにより前記画像を走査することと、

前記画像におけるラベルの連続する各位置で、分類子の集合により内容を分析することとの、各ステップを備え、前記分類子が、事前学習段階のときに決定されている。

【0011】

このことにより、画像が置かれている検知距離に応じて障害物を検知できる。分類子のアプリケーションの結果によって、障害物がラベル内にあるかどうか判断し、従って、障害物を検知することができる。本出願において、ラベルとは、画像内の検知ゾーンを意味する。この検知ゾーンは、所定の寸法と形状を有する。もちろん、ラベルには、異なる形状を付与することができる。本発明によるシステムは、このラベルの境界の内部で障害物の検知を行うものである。変形実施形態によれば、ラベルは、画像内でこのタイプの障害物が占有する面積にほぼ対応することにより、検知すべき障害物を示す。たとえば、歩行者を検知する場合、長い方の辺が垂直である長方形を選択することができる。このようにして、長方形の内部に画像が含まれるあらゆる歩行者が検知される。

【0012】

形状認識による検知が、さらに、サブサンプリング画像内で走査ゾーンを決定する追加サブステップを備えている。このことにより、処理数が低減される。

【0013】

画像処理による第1の検知が、前記環境から取得した画像シーケンスで自動車に対する動き検知を含んでいる。

【0014】

動き検知が、

画像シーケンスの各画像に対して再計算された背景画像を構成することと、

画像シーケンスの現行画像から背景画像を減算し（soustraire）、結果として生じた画像を得ることと、

閾値に応じて、結果として生じた画像で判別される動きを弁別することと、

弁別によって第2の対象領域を抽出することと、

の各サブステップを備える。

【0015】

これによって、背景に属さない、動いている障害物を得られる。

分類ステップが、

対象領域から特徴ベクトルを生成することと、

学習ステップのときに予め決められた決定境界との比較により前記特徴ベクトル进行分类することと、

前記決定境界に対して特徴ベクトルの距離に応じて決定される関連する信頼性指数を決定

10

20

30

40

50

することと、
の各サブステップを備える。

【0016】

これにより、分類された対象領域に、1つの分類に確実に属することを示す信頼性指数を組み合わせたことができる。

【0017】

特徴ベクトルは、1つの対象領域の配向された勾配のヒストグラムである。

【0018】

ヒストグラムの使用は、簡単で実施しやすい。

【0019】

検知方法は、さらに、第1の検知および／または分類のときに決定された対象領域と信頼性指数とに対して、検知された物体についての分類を確定する追加ステップを含む。

【0020】

確定ステップは、
分類された各々の対象領域が、確率分布により示される画像に対応する確率マップを構成することと、

少なくとも1つの局所的な最大値を得るように、確率マップに集められた前記確率分布を累積することと、

確率マップの局所的な最大値の各々に最も近い対象領域を確定することと、

の各サブステップを備える。

【0021】

確率マップの使用は、簡単で実施しやすい。

【0022】

これにより、歩行者を示すことができる領域で確率を累積することができる。

【0023】

1つまたは複数のセンサによる検知が、超音波センサにより行われる。

これによって、車両に近い検知がカバーされる。

【0024】

1つまたは複数のセンサによる検知が、レーダセンサにより行われる。

【0025】

これによって、車両に遠い検知がカバーされる。

さらに、取得画像に投影変化を付与する追加ステップを含む。これによって、特に画像境界にある障害物について、取得画像におけるひずみを減らすことができる。

【0026】

検知方法は、さらに、取得画像のシーケンスで分類された対象領域の追加フォローアップステップを含む。これによって、前記確定された対象領域の存在を確認し、画像シーケンス全体でその位置を平滑化することができる。

【0027】

本発明の第2の目的によれば、本発明は、自動車の環境における障害物の検知装置に関し、

画像処理により障害物の第1の検知を行って、少なくとも1つの対象領域を定義し、
所定の特徴に対して対象領域に付与される信頼性指数によって、検知された障害物を分類し、

1つまたは複数のセンサにより第1の閾値未満の閾値範囲で障害物の第2の検知を行って、
所定の位置を得、

所定の位置を基準目印に投影し、

対象領域を前記基準目印に投影し、

得られた2個の投影を対応させて、この対応に応じて分類された障害物に所定の位置を割り当てることが可能であることを特徴とする。

【0028】

本発明の第3の目的によれば、本発明は、情報処理ユニットにより実行可能な1つまたは複数の命令シーケンスを含み、前記命令シーケンスの実行により、上記の特徴の任意の1つによる方法を実施可能である、コンピュータプログラム製品に関する。

【0029】

本発明とその用途は、添付図面を参照しながら、以下の説明を読めば、いっそう理解されるであろう。

【0030】

これらの用途は、少しも限定的ではなく例としてのみ示したものである。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明による検知方法の限定的ではない第1の実施形態を示すフローチャートである。

【図2】図1の検知方法の投影変化ステップにより使用される画像と、このステップで得られる画像とを概略的に示す図である。

【図3】図1の検知方法の投影変化ステップにより使用される画像と、このステップで得られる画像とを概略的に示す図である。

【図4】限定的ではない第1の実施形態に従って画像処理による検知ステップを示した、図1の検知方法のフローチャートである。

【図5】図4の第1の実施形態に従って画像処理による検知ステップで使用される画像を概略的に示す図である。

【図6】図4の第1の実施形態に従って画像処理による検知ステップで使用される画像を概略的に示す図である。

【図7】図4の第1の実施形態に従って画像処理による検知ステップで使用される画像を概略的に示す図である。

【図8】図4の第1の実施形態に従って画像処理による検知ステップで使用される画像を概略的に示す図である。

【図9】図4の第1の実施形態に従って画像処理による検知ステップで使用される画像を概略的に示す図である。

【図10】図4の第1の実施形態に従って画像処理による検知ステップで使用される画像を概略的に示す図である。

【図11】図4の第1の実施形態に従って画像処理による検知ステップで使用される画像を概略的に示す図である。

【図12】図4の第1の実施形態に従って画像処理によるサブ検知ステップを概略的に示す図である。

【図13】限定的ではない第2の実施形態に従って画像処理による検知ステップを示す、図1の検知方法のフローチャートである。

【図14】図13の第2の実施形態に従って画像処理による検知ステップが使用する画像を概略的に示す図である。

【図15】図13の第2の実施形態に従って画像処理による検知ステップが使用する画像を概略的に示す図である。

【図16】図13の第2の実施形態に従って画像処理による検知ステップが使用する画像を概略的に示す図である。

【図17】図4の第1の実施形態と、図13の第2の実施形態とを組み合わせた画像処理検知ステップを示す、図1の検知方法のフローチャートである。

【図18】限定的ではない実施形態に従って障害物の分類ステップを示す、図1の検知方法のフローチャートである。

【図19】図18の障害物分類ステップにより使用される、配向された勾配ヒストグラムを概略的に示す図である。

【図20】図18の障害物分類ステップの限定的ではない実施形態を説明する、信頼性指数の分布図である。

10

20

30

40

50

【図 2 1】図 1 8 の障害物分類ステップの限定的ではない実施形態を説明する、信頼性指数の分布図である。

【図 2 2】限定的ではない第 1 の実施形態に従ってセンサによる検知ステップを示す、図 1 の検知方法のフローチャートである。

【図 2 3】図 1 の検知方法により使用される画像取得装置を含む車両と、前記取得装置の検知ゾーンとを概略的に示す図である。

【図 2 4】図 2 2 の限定的ではない第 1 の実施形態に従って超音波センサによる検知装置を含む車両と、前記検知装置の検知ゾーンとを概略的に示す図である。

【図 2 5】図 2 3 の画像取得装置と図 2 4 の超音波センサによる検知装置とを含む車両、ならびに、それらの個々の検知ゾーンを概略的に示す図である。

10

【図 2 6】限定的ではない第 2 の実施形態に従って検知ステップが示されている図 1 の検知方法のフローチャートである。

【図 2 7】図 2 6 の限定的ではない第 2 の実施形態に従ってレーダセンサによる検知装置を含む車両と、前記検知装置の検知ゾーンとを概略的に示す図である。

【図 2 8】図 2 3 の画像取得装置と、図 2 7 のレーダセンサによる検知装置とを含む車両と、それらの個々の検知ゾーンとを概略的に示す図である。

【図 2 9】図 2 4 の第 1 の実施形態と、図 2 6 の第 2 の実施形態とを組み合わせ、センサによる検知ステップを示す、図 1 の検知方法のフローチャートである。

【図 3 0】図 2 3 の画像取得装置と、図 2 4 の超音波センサ検知装置と、図 2 6 のレーダセンサによる検知装置とを含む車両と、それらの個々の検知ゾーンとを概略的に示す図である。

20

【図 3 1】障害物と、図 2 4 の超音波センサによる検知装置および図 2 6 のレーダセンサによる検知装置によって検知された位置パラメータとを示す図である。

【図 3 2】図 4 の第 1 の実施形態による形状認識検知と、図 1 3 の動き検知とを組み合わせ、画像処理検知ステップと、図 2 4 の第 1 の実施形態による超音波センサによる検知と、図 2 6 の第 2 の実施形態によるレーダセンサによる検知とを組み合わせ、センサによる検知ステップとを含む、図 1 の方法を示す図である。

【図 3 3】図 1 の検知方法の投影ステップによって行われる、障害物検知に関する位置と対象領域との基準目印への投影を説明する図である。

【図 3 4】図 1 の検知方法の投影ステップによって行われる、障害物検知に関する位置と対象領域との基準目印への投影を説明する図である。

30

【図 3 5】確定ステップを含む、本発明による検知方法の限定的ではない第 2 の実施形態を示すフローチャートである。

【図 3 6】図 3 5 の検知方法の確定ステップの限定的ではない実施形態のフローチャートである。

【図 3 7】図 3 6 の確定ステップの限定的ではない実施形態を説明する図である。

【図 3 8】図 3 6 の確定ステップにおける使用を説明するガウス関数の概略的な 3 D 図である。

【図 3 9】図 3 6 の確定ステップにおける使用を説明するガウス関数の概略的な 2 D 図である。

40

【図 4 0】図 4 の第 1 の実施形態による形状認識検知と図 1 3 の動き検知とを組み合わせ、画像処理検知ステップと、図 2 4 の第 1 の実施形態による超音波センサによる検知と、図 2 6 の第 2 の実施形態によるレーダセンサによる検知とを組み合わせ、センサによる検知ステップとを含む、図 3 5 の方法を示す図である。

【図 4 1】図 1 と 3 5 の方法を用いる検知装置の構造の限定的ではない実施形態を示す動作ブロック図である。

【0 0 3 2】

すべての図において、共通の要素には同じ参照符号を付している。

【0 0 3 3】

本発明による自動車の環境における障害物検知方法は、図 1 の限定的ではない第 1 の実施

50

形態に記載されている。

自動車とは、あらゆるタイプの駆動車両を意味することに留意されたい。

【0034】

A. 第一の実施形態

この第一の実施形態によると、検知方法には図1に示す以下の各段階が含まれる。

—画像処理による障害物Oの第一の検知を行い、少なくとも1つの関心領域ROIを特定する（段階DET_CAM（ROI、I））。

—所与の特徴Cとの関係に基づき、関心領域ROIに適用される信頼度指数ICを用いて、検知された障害物Oを分類する（段階CLASS（IC、C））。

—第一の閾値S1を下回る検知範囲でセンサによる障害物Oの第二の検知を行い、位置POSを特定する（段階DET_CAPT（POS、S1））。

—特定された位置POSを基準座標系COORefの中に投影する（段階PROJ_P1（POS、COORef））。

—前記基準座標系COORefの中に関心領域ROIを投影する（段階PROJ_P2（ROI））。

—得られた2つの投影PJ1、PJ2の関連付けを行い、その関連付けに従って、分類された障害物Oに特定された位置POSを付与する（段階CORREL（PJ1、PJ2））

【0035】

ある非限定的な実施形態において、検知方法は、取得した画像のパースペクティブを変更する補足的段階をさらに含む（段階CORR（I））。

【0036】

ある非限定的な実施形態において、検知方法は、画像IのシーケンスSQを取得する段階をさらに含む（段階ACQ（I））。なお、この段階は別の方法を用いて、より上流段階で実施することも可能である点に触れておきたい。

【0037】

ある非限定的な実施形態において、検知方法は、取得した画像のシーケンス上で認証された関心領域のトラッキングを行う補足的段階をさらに含む（段階TRACK（POS））。これにより、いわゆる分類済み関心領域の存在を確認するとともに、その位置を画像IのシーケンスSQ全体にわたり平滑化することが可能となる。

【0038】

以下に続く説明の中で、記述している方法の非限定的な実施形態において、この方法は画像取得と、パースペクティブ変更と、検知のトラッキングの各補足的段階を含む。

【0039】

この方法の各段階を以下に詳述する。

【0040】

第一段階（1）において、車両Vの周囲Eの画像IのシーケンスSQを取得する（段階ACQ（I））。

【0041】

この取得は、カメラCAMを用いて行われる。

画像取得方法は当該分野の技術者には公知のものであるため、ここには記述しない。

【0042】

第二段階（2）において、取得した画像Iのパースペクティブを変更する（段階CORR（I））。これにより、カメラCAMに起因するゆがみの補正が可能となる。こうして画像Iの縁端部に位置している障害物Oを修正する。図2および図3の概略例に示すとおり、取得画像I1から、修正画像としての取得画像I2を得る。

【0043】

第三段階（3）において、画像処理による障害物Oの第一の検知を行い、少なくとも1つの関心領域ROIを特定する（段階DET_CAM（ROI、I））。

【0044】

1. 第一の実施形態

非限定的な第一の実施形態において、画像処理による第一の検知は、図4に示すとおり、前記周囲Eの取得画像におけるパターン認識による検知を含む（段階DET__FORM（ROI1、I））。

ある実施形態において、パターン認識による第一の検知は当該分野の技術者によく知られた「AdaBoost」と称する方法を使用する。この方法は、文献『an introduction to Boosting and Leveraging』（Ron MeirおよびGunnar Ratsch著—Technion電気工学科、ハイファ32000イスラエル／オーストラリア国立大学—情報科学・工学リサーチスクール、キャンベラ、ACT 0200 オーストラリア）にも記述されている。

10

【0045】

この方法は、以下に基づくものである。

—以下を使用する初期学習段階。

—所定サイズSzの一連の基準検知枠VIGNを用いたパターン認識。本例においては、歩行者である障害物Oを表わす検知枠VIGNをベースとする。例えば、非限定的な一例において、検知枠VIGNは48＊24ピクセルPxのサイズSzである。一連の検知枠は、その中に歩行者がいる「ポジティブ」な検知枠群と、歩行者が一人もいない「ネガティブ」な検知枠群を含む。

—強識別器CLs（英語の「strong classifier」）群の獲得を可能とする遺伝的アルゴリズム（英語の「genetic algorithm」）。強識別器CLsは、複数の弱識別器CLw（英語の「weak classifier」）の和を含む。弱識別器CLwと強識別器CLsの獲得は、一連の基準検知枠VIGNにおけるピクセル毎の比較がベースとなる。

20

各強識別器CLsには、所与の複数の弱識別器について、一連の検知枠VIGNとの関係において障害物の良好な検知率を示す重み付けがなされている。

【0046】

弱識別器CLwは、同一検知枠におけるあるピクセルと別のピクセルとの比較に関する単体テストからなり、これにもある重み付けがなされている。

【0047】

遺伝的アルゴリズムは、一連の基準検知枠VIGNに適用される弱識別器CLwの組み合わせのうち、強識別器CLsに対応する良好な検知率を達成できる組み合わせの計算を可能とするものである。

30

【0048】

なお、この学習段階は記述している検知方法の上流段階において実施することも可能である点に触れておきたい。

—「AdaBoost」方法の使用は、図5から図12に示すとおり、以下の各段階を含む。

a) 取得した画像Iのダウンサンプリングの繰り返しにより画像ピラミッドIsrを構築する。

実際には縮小率SRを適用し、図9に示すようなダウンサンプリング画像Isrを得てから、この画像上に再度縮小率SRを適用、以下この手順を繰り返す。ある非限定的な実施形態においては、図5から図10に示すように、各反復（a）毎に異なる縮小率SRが使用される。これにより到達したい障害物Oの検知距離を適合させ、結果として画像Iの中で異なる距離に位置する障害物に到達することが可能となる。

40

以上のことから、図5から図10に示す非限定的な各例において、

—取得した画像Iに対し適用される縮小率SR1は1．2で、その結果第一のダウンサンプリング画像Isr1が得られる。

—ダウンサンプリング画像Isr1に対し適用される縮小率SR2は2で、その結果第二のダウンサンプリング画像Isr2が得られる。

—ダウンサンプリング画像Isr2に対し適用される縮小率SR3は2．3で、その結果

50

第三のダウンサンプリング画像 I_{sr3} が得られる。

ーダウンサンプリング画像 I_{sr3} に対し適用される縮小率 $SR4$ は3で、その結果第二のダウンサンプリング画像 I_{sr4} が得られる。

ーダウンサンプリング画像 I_{sr4} に対し適用される縮小率 $SR5$ は4で、その結果第五のダウンサンプリング画像 I_{sr5} が得られる。

ーダウンサンプリング画像 I_{sr5} に対し適用される縮小率 $SR6$ は5で、その結果第六のダウンサンプリング画像 I_{sr6} が得られる。

なお、縮小率 SR は、取得した画像 I または縮小された画像 I_{sr} において、障害物 O を検知したい距離に応じて選択されるという点に触れておきたい。

【0049】

上述の非限定的な各例により、対象車両 V から0～9メートルの距離にある障害物 O の検知が可能となる。

b) 各ダウンサンプリング画像 I_{sr} に対し、

ー所定の障害物 O (ここでは歩行者) を表わす検知枠 $VIGN$ を用いて、前記画像 I_{sr} をスキャンする。検知枠 $VIGN$ のサイズは、歩行者を表わす所定のサイズ S_z である。ある非限定的な一例において、スキャンは左から右へ、また上から下へと実行される。

ー前記画像 I_{sr} 内の検知枠 $VIGN$ の連続する各位置に対し、 Cl_s 、 Cl_w などの識別器群を用いて内容を分析する。前記識別器は、前述のとおり事前の学習段階において設定される。

こうしてスキャン実行時に、画像 I_{sr} 内の検知枠の各位置 POS に対し、図12に示すとおり以下の各下位段階を実施する(「 $Ababoot$ 」方法の使用に特有の段階)。

i) 第一の強識別器 Cl_{s0} を構成する弱識別器 Cl_w の組み合わせを、現在位置 POS での前記検知枠 $VIGN$ に対し適用する。

対応する各単体テストが認証された(すなわち「ポジティブ」とされた)弱識別器 Cl_w の重みを累積する。

この和を強識別器 Cl_{s0} の重みと比較する。

ii) 結果が「ネガティブ」だった場合(すなわちこの累積が強識別器 Cl_{s0} の重みを下回った場合)、当該検知枠 $VIGN$ の位置 POS を排除する(段階 REJ_POS)。このことは、現在位置での検知枠が、障害物 O (ここでは歩行者) を一切含んでいないことを意味する。次いで、検知枠の次の位置 POS へと進む。

iii) 結果が「ポジティブ」だった場合(すなわちこの累積が強識別器 Cl_{s0} の重みを上回った場合)、次の強識別器 Cl_{s1} を適用し、段階(i)を繰り返す。結果が「ポジティブ」である限り、次の強識別器 Cl_{sn} へと進む。

【0050】

全ての強識別器 Cl_s の結果が「ポジティブ」であった場合、これは現在位置での検知枠 $VIGN$ が障害物 O (ここでは歩行者) を含むことを意味する。この場合、検知枠 $VIGN$ の位置 POS を記憶し(図に示す段階 MEM_POS)、検知枠 $VIGN$ の次の位置へと進む。

画像 I_{sr} 内の検知枠の各位置 POS に対し、(i) から (iii) の各段階を繰り返す。

【0051】

こうして該当する場合には、ダウンサンプリング画像 I_{sr} について、記憶された各位置 POS の総体が得られる。

【0052】

このように、各取得画像または各ダウンサンプリング画像内の検知枠 $VIGN$ について、記憶された各位置 POS の総体が得られる。こうして、検知枠 $VIGN$ の記憶された各位置 POS は、第一の関心領域 $ROI1$ を表わすことになる。

【0053】

図5から図10において、検知枠は長方形で境界を画定されているが、もちろんこれを他

10

20

30

40

50

の形状とすることも可能である。

【0054】

なお、縮小率SRの値を高くすればするほど、車両Vの近くにある障害物（ここでは歩行者）が発見しやすくなるという点に触れておきたい。

つまり、第一のダウンサンプリング画像Isr1において検知されるのは（検知枠VIGNの中に入っている）遠くの障害物であるのに対し、画像Isr5および画像Isr6において検知されるのは（検知枠VIGNの中に入っている）近くの障害物である。図5から図10の非限定的な例において、表示された歩行者Oは画像Isr5および画像Isr6の中でのみ検知されることが分かる。なぜならこれら2つの画像において歩行者は検知枠VIGNに含まれるからである。

10

【0055】

なお、別の実施形態においては、ダウンサンプリングの下位段階をスキャンおよび分析の下位段階と交互に行うことができるという点にも触れておきたい。

c) この第一の関心領域ROI1全てを、各画像に付された縮小率SR（これをもとに関心領域が算出されている）を前記第一の関心領域ROI1に乗じて、図11に示すように当初取得した画像Iの中に再配置する。

【0056】

ある非限定的な実施形態において、パターン認識による第一の検知は、取得画像I（検知枠VIGNを用いて障害物Oが検知され得る画像）から生成されたダウンサンプリング画像内に、スキャン領域Zbを設定するという下位段階を含む。この下位段階は、各ダウンサンプリング画像Isr2からIsr6に対しても同様に適用されるものである。これにより処理時間を短縮することができる。実際、これにより、検知枠VIGN内に障害物Oが検知されないことが以下の理由により明らかな画像I内の各場所のスキャンが回避される。

20

－障害物Oが前記検知枠よりも大きい。

－障害物Oが、当該領域外の画像の一部（例えば空など）には存在し得ない。

以上のことから、ある非限定的な実施形態におけるスキャン領域Zbは以下を含む。

－ある境界を画定する上方の線H。その境界より上には、検知枠VIGNを用いた、画像内における障害物Oの検知の可能性がない。

－ある境界を画定する下方の線L。その境界より下には、検知枠VIGNを用いた、画像内における障害物Oの検知の可能性がない。

30

図5から図10に見られるとおり、縮小画像Isr1、Isr2、Isr3、Isr4、Isr5およびIsr6について、順にスキャン領域Zb1、Zb2、Zb3、Zb4、Zb5およびZ6（それぞれ2本の水平点線で表わす）を画定した。

【0057】

非限定的な各例において、

－ダウンサンプリング画像Isr1内において、スキャン領域Zb1の下方の線は10メートルの距離Dに置かれた。

－ダウンサンプリング画像Isr2内において、スキャン領域Zb2の下方の線は6メートルの距離Dに置かれた。

40

－ダウンサンプリング画像Isr3内において、スキャン領域Zb3の下方の線は3.5メートルの距離Dに置かれた。

－ダウンサンプリング画像Isr4内において、スキャン領域Zb4の下方の線は2メートルの距離Dに置かれた。

－ダウンサンプリング画像Isr5内において、スキャン領域Zb5の下方の線は1メートルの距離Dに置かれた。

－ダウンサンプリング画像Isr6内において、スキャン領域Zb6の下方の線は画像Isr6の下方境界に置かれた。

【0058】

2. 第二の実施形態

50

非限定的な第二の実施形態において、画像処理による第一の検知は、前記周囲 E の取得画像 I のシーケンス S Q 上における、車両 V に対する動き検知を含む。

【0059】

ある非限定的な実施バリエーションにおいて、第一の動き検知（図 13 に示す段階 D E T _M V T 1 (I r e f、I r e s、S m a x、H)）は、以下に示す下位段階を含む。

a) 画像シーケンス S Q の各画像 I について再計算された背景画像 I r e f を構築する。

【0060】

ある非限定的な実施形態において、この段階は当該分野の技術者によく知られる「移動平均法」と称する方法を使用する。この方法は G. C h r i s t o g i a n n o p o u l o s、P. B. B i r c h、R. C. D. Y o u n g および C. R. Y o u n g による文献『Segmentation of moving objects from cluttered background scenes using a running average model』（S P I E J o u r n a l、第 5822 号、pp. 13-20、2005 年）に記述されている。この方法は英語で「Background removal」とも称する。

【0061】

例えば、図 14 から図 16 の非限定的な例に示すとおり、ある非限定的な実施形態においては、その中に少なくとも 1 つの障害物 O（ここでは歩行者）がある（画像シーケンス S Q の）現在の取得画像 I c 各々について、以下のように基準画像 I r e f を算出する。

$$I r e f = \alpha * I c + (1 - \alpha) * I r e f$$

α は学習率を指す。

【0062】

非限定的な一例において、 $\alpha = 0.05$ である。

この学習率は、新たな画像 I c の 5 % と、前の画像 I r e f の 95 % を保持することを意味する。

【0063】

言い換えれば、背景は、画像内の対象物（障害物を含む）の動きに応じて変化する。

【0064】

なお、第一の基準画像 I r e f は、取得したシーケンス S Q 中の第一の取得画像 I であるという点に触れておきたい。

b) 背景画像 I r e f を画像シーケンス S Q 内の現在の画像 I c から差し引き、結果画像 I r e s を得る。

【0065】

背景画像 I r e f の取得後、第一の取得画像 I c をこの背景画像 I r e f から差し引き、結果画像 I r e s を得る。

こうして $I r e s = \text{絶対値}(I c - I r e f)$ となる。

この段階を画像シーケンス S Q の取得画像 I 全てに対して行う。

c) 結果画像 I r e s 内における特定の動きを閾値 S m a x に応じて識別する。

ある非限定的な実施バリエーションにおいては、結果画像 I r e s の各ピクセル輝度を前記閾値 S m a x と比較する。輝度が閾値 S m a x を上回っている場合、結果画像 I r e s 中に動きがあることを意味する。

d) 第二の関心領域 R O I 2 を識別により抽出する。

このために、ある非限定的な実施バリエーションにおいては、結果画像を以下の方法により二値化する。

結果画像 I r e s の全ピクセル P x を、ノイズ B R を表わす最大輝度閾値 S b r と比較する。

一ピクセル値 P x がこの輝度閾値 S b r を下回っている場合、非限定的な一例においては、その値をゼロ（黒）と位置付ける。

一その他の場合、非限定的な一例においては、その値を 255（白）と位置付ける。

【0066】

非限定的な一例においては、輝度閾値 Sbr を設定するため、
 ー各結果画像 $Ires$ から、中間調の最大輝度値を抽出する。
 ーこの最大値のパーセンテージに等しい輝度閾値 Sbr を決める。このパーセンテージはノイズ BR を表わすものである。
 非限定的な一例におけるこのパーセンテージは 20% である。

【0067】

こうして、結果画像 $Ires$ の二値化によりノイズを消去し、動いている障害物 O を表わす第二の関心領域 $ROI2$ を出現させる。

これにより、動いている障害物 O をノイズと区別する。

なお、ノイズ BR は、例えば風に揺れる木が地上に落とす影、または動く雲に起因する画像上の光強度の変化などの可能性があるという点に触れておきたい。

10

【0068】

ある非限定的な実施形態において、第二の検知 DET_MVT1 は、以下の段階をさらに含む。

a) 各結果画像 $Ires$ の互いに重なり合う関心領域 $ROI2$ をグループ化する。互いに重なり合う関心領域 $ROI2$ は、実際、同じ障害物 O を表わす。

b) 得られたこれら第二の関心領域 $ROI2$ の周囲に、長方形を設定する。こうしてこれら長方形が、前記第二の関心領域 $ROI2$ を設定することになる。

ある非限定的な実施形態においては、長方形を設定するため、関心領域 $ROI2$ の最小・最大の縁端部を選択する。

20

【0069】

ある非限定的な実施形態においては、取得画像 I 内の水平特性線 HZ (図 14 から図 16 に記載) より上にある関心領域 $ROI2$ は考慮されない。事実、歩行者などの障害物は水平線 HZ の上、すなわち空中には存在しないことが分かっているからである。これにより、実行すべき計算の数を抑えることが可能となる。

【0070】

3. 第三の実施形態

図 17 に示す非限定的な第三の実施形態において、画像処理による第一の検知は以下の組み合わせである。

ー第一の実施形態に基づく、前記周囲 E の取得画像におけるパターン認識による検知。

30

ー前記周囲 E の取得画像 I のシーケンス SQ 上における、車両 V に対する動きの検知。

これにより第一の関心領域 $ROI1$ と第二の関心領域 $ROI2$ が得られる。

【0071】

第四段階 (4) において、所与の特徴 C との関係に基づき、関心領域に適用される信頼度指数 IC を順に用いて、検知された障害物 O を分類する (段階 $CLASS(IC, C)$)。

【0072】

関心領域 $ROI1$ 、 $ROI2$ は第三段階において設定された領域であることをここで再確認しておく。

指摘しておく点として、この分類段階に先立ち、2つのタイプの集合 (うち 1つは歩行者を表わす) を以下に示す方法により設定する。なお、この設定は通常、記述している検知方法の上流段階として実施する点に触れておきたい。

40

歩行者などの障害物をその一部に含み、別の一部には含まない複数の M 基準検知枠 $VIGNref$ から、前記検知枠において検知されたエッジ方向により、基準ヒストグラム $HISTREF$ を構築する (下位段階 $CONST_HISTREF(VIGNref)$)。

【0073】

例えば、ある非限定的な実施形態において、所与の特徴は輝度勾配方向ヒストグラムである。非限定的な一例においては 9 方位 (360° 上の 9 方向に相当) を使用する。これにより計算時間と分類の質が、適度に折り合うことになる。

【0074】

50

検知枠 V I G N r e f のエッジの各ピクセルについて方位を算出し、それが 9 方位 O R のうちどれに属するかを見る。検知枠 V I G N r e f のエッジのピクセル全体について、方位の基準 N O R M を累積する。こうして図 19 に示す基準ヒストグラムが得られる。

【0075】

これにより、図 20 に 2 次元 (D I 1、D I 2) で概略的に示すように、2 つのタイプの集合 (歩行者がいる集合または歩行者のいない集合) に分かれる M 基準ヒストグラムが得られる。なお、「ヒストグラム」ベクトルがここでは 9 つの次元を持つため、より適切な表示は 9 次元であるという点に触れておきたい。ここでは、簡素化のため 2 次元のみを表示している。これら 2 つの集合を分離するため、学習アルゴリズムが決定境界を設定する。

10

【0076】

ある非限定的な実施形態においては、当該分野の技術者によく知られた「SVM」法 (英語で「Support-Vector Machine」) と称する方法 (ボストン K l u w e r A c a d e m i c P u b l i s h e r s 出版、C o r i n n a C o r t e s、V l a d i m i r V a p n i k 著)、すなわちサポートベクターマシンによりこの境界を構築する。境界 D G は、非限定的に多項式関数 (例えば図 20) またはガウス関数 (例えば図 21) となり得る。

【0077】

分類段階は、以下の下位段階を含む。

a) (第一の実施形態 D E T _ M V T 1 によるパターン認識と動き検知により) 前段階で特定された関心領域 R O I 1 および R O I 2 から特徴ベクトル (C) を作成し、輝度勾配方向 C ヒストグラム H I S T を構築する (図 18 に示す下位段階 C O N S T _ H I S T (R O I 1、R O I 2))。非限定的な一例においては、9 つの輝度勾配 C が使用され、9 次元の「ヒストグラム」ベクトルが得られる。

20

b) 前記特徴ベクトル C を、(既述のとおり) 学習段階において事前に設定された決定境界 D G との比較により分類する (図 18 に示す下位段階 C O M P (H I S T、D G))。

【0078】

このために、得られた「ヒストグラム」ベクトルと決定境界 D G とを比較する。境界から離れれば離れるほど、いずれかの集合に属する確率が高くなる。一方、境界に接近すればするほど、いずれかの集合への所属は曖昧になる。

30

c) 前記決定境界 D G からの特徴ベクトルの距離に応じて、対応する信頼度指数 I C を設定する (図 18 に示す下位段階 D E T (I C 1、I C 2))。

【0079】

ここで、第一の関心領域 R O I 1 および第二の関心領域 R O I 2、すなわち構築された「ヒストグラム」ベクトル H I S T にそれぞれ適用される第一と第二の信頼度指数 I C 1、I C 2 を設定する。

「ヒストグラム」ベクトル H I S T が境界 D G に近づくにつれ、付される信頼度指数 I C は例えば 0.5 に接近していく (信頼度指数の値が 0 から 1 の間にある場合)。

【0080】

逆に、「ヒストグラム」ベクトル H I S T が領域 P O P 1 内において境界 D G から遠ざかるにつれて、集合 P O P 1 への所属を示す信頼度指数 I C 1 は高くなり、集合 P O P 2 への所属を示す信頼度指数 I C 2 は低くなる。

40

【0081】

図 20 および図 21 に取り上げた非限定的な例において、第一の集合 P O P 1 は歩行者を代表する第一の集合を表わす。この場合、「ヒストグラム」ベクトルが境界 D G から遠くに位置するとともにこの領域 P O P 1 内にあれば、信頼度指数 I C 1 は 1 に近づく。

【0082】

以上のように、「ヒストグラム」ベクトル H I S T との関係で、第一の関心領域 R O I 1 と第二の関心領域 R O I 2 にそれぞれ適用される信頼度指数 I C 1、I C 2 を用いて障害物 O の分類を行う。この分類により、障害物が属するカテゴリー (ここでは歩行者または

50

その他)を特定することができる。

【0083】

第五段階(5)において、第一の閾値 S_1 を下回る検知範囲でセンサによる障害物 O の第二の検知を行い、位置 POS を特定する(段階 $DET_CAPT(POS, S_1)$)。

ー第一の実施形態

図22に示す非限定的な第一の実施形態において、第二の検知は超音波センサ ULS を用いて行われる(段階 $DET_CAPT1(POS, S_1)$)。第一の閾値 S_1 は超音波センサ ULS の最大検知範囲を表わす。非限定的な一例において、第一の閾値 S_1 は例えば4メートルである。超音波センサによる検知は当該分野の技術者には公知のものであるため、ここには記述しない。ただし、注目すべき点として、特定された結果位置 POS は、障害物 O と車両 V の超音波センサとの間の距離 $Duls$ と、図31の非限定的な概略例に示す検知領域 Zd (長方形)を含む。

10

【0084】

なお、カメラを使った検知(パターン認識または動き検知の別は問わない)と超音波センサによる検知(図24)の組み合わせにより、カメラのみによる検知(図23)よりも広い検知領域(図25)をカバーすることができるという点に触れておきたい。

【0085】

ー第二の実施形態

図26に示す非限定的な第二の実施形態において、第二の検知はレーダセンサ RAD を用いて行われる(段階 $DET_CAPT2(POS, S_1)$)。第一の閾値 S_1 はレーダセンサ RAD の最大検知範囲を表わす。非限定的な一例において、第一の閾値 S_1 は例えば60メートルである。レーダセンサによる検知は当該分野の技術者には公知のものであるため、ここには記述しない。ただし、注目すべき点として、特定された結果位置 POS は、障害物 O と車両 V のレーダセンサとの間の距離 $Drad$ と、図31の非限定的な概略例に示す、障害物とレーダセンサの軸との間の角度 β を含む。

20

【0086】

なお、カメラを使った検知(パターン認識または動き検知の別は問わない)とレーダセンサによる検知(図27)の組み合わせにより、カメラのみによる検知(図23)よりも広い検知領域(図28)をカバーすることができるという点に触れておきたい。さらに注目すべき点として、これにより、レーダセンサ RAD のみを使用した場合に障害物 O が検知されない死角 Zm を消すことができる。

30

【0087】

ー第三の実施形態

図29に示す非限定的な第三の実施形態において、第三の検知は超音波センサ ULS とレーダセンサ RAD を用いて行われる。この場合、第三の検知は、同一の障害物 O に対して超音波センサ ULS とレーダセンサ RAD を用いてそれぞれ行った各検知のグループ化段階を含む(図29に示す下位段階 $GROUP$)。

【0088】

ある非限定的な実施形態において、グループ化は各センサにより得られた距離 $Duls$ と $Drad$ の間の比較により行われ、ここで各距離 $Duls$ と各距離 $Drad$ とをそれぞれ比較する。比較により得られた距離差 $Diff$ が所定の閾値 S_4 を下回る場合、2タイプのセンサ ULS と RAD によりそれぞれ検知された障害物 O は同一であるとみなされる。非限定的な一例において、閾値 S_4 は50cmである。

40

この場合($Diff \leq S_4$)、ある非限定的な実施形態においては、レーダセンサ RAD が検知した位置 POS のみを保持する(一般的に、レーダセンサによる検知は超音波センサ ULS による検知よりも精度が高い)。

【0089】

逆の場合($Diff > S_4$)、各検知は同一の障害物 O に対応しないものと考え、他の検知とグループ化できない限り、これら各検知をそのまま保持する。

【0090】

50

このようにして、二重検知を取り除いた検知障害物Oのリストが得られる。

【0091】

注目すべき点として、超音波センサU L SとレーダセンサR A Dの同時使用に基づく、センサを用いた障害物の検知により、より広い範囲の検知が可能となる。事実、図30を見れば分かるとおり、超音波による検知範囲Z u l sは車両近辺および車両前方をカバーし、他方の検知範囲Z r a dは車両からより離れた領域および車両横の領域をカバーする。なお、このレーダーによる検知においては、同様に死角と称する非検知領域Z mが存在することを指摘しておく。

【0092】

2タイプのセンサU L SとR A Dを使用した検知により、図27に示す死角Z mがカバーされる。

10

【0093】

さらに注目すべき点として、カメラを使った検知（パターン認識または動き検知の別を問わない）とセンサによる検知の組み合わせにより、超音波センサU L Sのみとの組み合わせによる検知（図25）、レーダセンサR A Dのみとの組み合わせによる検知（図28）、または超音波とレーダーの両センサとの組み合わせによる検知（図30）の別を問わず、検知障害物の位置を車両座標系上でより正確に特定できる。

【0094】

なお、画像処理による第一の検知として第三の実施形態と、第二の検知として動き検知が使用される場合、図32に示すように、以下が得られるという点に触れておきたい。

20

ー以下を含む、画像処理による検知。

ーパターン認識による検知D E T _ F O R M (R O I 1、I)

ー動き検知D E T _ M V T 1 (I r e f、I S、S m a x、H)

ー以下を含む、センサによる検知。

ー超音波センサによる検知U L S D E T _ C A P T 1 (P O S、S 1)

ーレーダーセンサによる検知R A D D E T _ C A P T 2 (P O S、S 1)

【0095】

第六段階（6）において、特定された位置P O Sを基準座標系C O O R e fの中に投影する（段階P R O J _ P 1 (P O S、C O O R e f) ）。

【0096】

30

ある非限定的な実施形態において、基準座標系C O O R e fは画像座標系X I ; Y Iである。これにより、車両座標系を考慮した解決法とは異なり、画像内の障害物Oの距離算出に際し、検知ミスの影響を最小限に抑えることが可能となる。

【0097】

なお、非限定的な一例において、画像座標系X I ; Y Iに位置P O Sを投影するためには、画像座標系における位置と車両座標系X v、Y vにおける位置との間の対応が分かれば良いという点に触れておきたい。

投影は、以下の射影行列M Pに従って実施する。

【0098】

遷移行列M P：

40

ー 3 . 3 5 3 8 5 8 3 . 3 3 2 7 1 9 1 0 2 9 . 7 3 2 6 6 6

ー 0 . 0 7 7 0 0 5 1 . 1 5 9 6 9 3 4 6 7 . 4 2 5 9 6 4

ー 0 . 0 0 0 2 3 3 0 . 0 0 9 1 8 1 1 . 0 0 0 0 0 0

方程式 $[X I、Y I] = f(X v、Y v)$

$x i' = X v * 5 0$

$y i' = Y v * 5 0 - 2 0 0$

50

$$w = 1 / (x_i' * MP(3, 1) + y_i' * MP(3, 2) + MP(3, 3))$$

$$x_i = (x_i' * MP(1, 1) + y_i' * MP(1, 2) + MP(1, 3)) * w$$

$$y_i = (x_i' * MP(2, 1) + y_i' * MP(2, 2) + MP(2, 3)) * w$$

【0099】

図33および図34に概略的に示すとおり、第一の投影PJ1が得られる。この投影は、センサ（超音波センサULSおよび／またはレーダセンサRADの別は問わない）により位置POSが検知された障害物Oに相当する。

【0100】

なお、超音波センサULSにより特定された障害物Oの位置POSの投影PJ1は長方形で表わされる、という点に触れておきたい。図33に示す例においては、4つの長方形PJ11、PJ13、PJ15、PJ17がある（点線表示）。

10

【0101】

他方、レーダセンサRADにより特定された障害物Oの位置POSの投影PJ1は点で表わされる。図34に示す例においては4つの点PJ12、PJ14、PJ16、PJ18がある。

このことは、2つのタイプのセンサ（レーダーおよび超音波）が使用された場合にも同様である。

【0102】

2つの場合（超音波センサまたはレーダセンサ）において、この位置POS投影段階は、付された投影領域PJ1pを、投影PJ1をもとに特定する下位段階をさらに含む。

20

ある非限定的な実施形態において、投影領域PJ1pは投影PJ1に対し横方向に中心を合わせられており、投影領域の底辺は、図34に示すとおり投影点PJ1（点の場合）に接しているか、または図33に示すとおり投影長方形PJ1の底辺（長方形の場合）に接している。

【0103】

非限定的な一例において、投影領域のサイズを高さ1.7m、幅0.7mとする。この投影領域PJ1pのサイズは、歩行者のサイズに見合うように設定される。

【0104】

こうして図33に示す例においては、それぞれ4つの長方形PJ11、PJ13、PJ15、PJ17に対応する4つの投影領域PJ11p、PJ13p、PJ15p、PJ17pがある。

30

【0105】

こうして図34に示す例においては、それぞれ4つの投影点PJ12、PJ14、PJ16、PJ18に対応する4つの投影領域PJ12p、PJ14p、PJ16p、PJ18pがある。

【0106】

第七段階（7）において、前記基準座標系COORefの中に関心領域ROIを投影し、その関連付けに従って、分類された障害物Oに特定された位置POSを付与する（段階PROJ_P2（ROI））。

【0107】

40

図33および図34に概略的に示すように、認証された関心領域ROIに対応する第二の投影PJ2が得られる。なお、投影PJ2は長方形であるという点に触れておきたい。図示例においては、対応する3つの長方形PJ21、PJ22、PJ23（実線表示）がある。

【0108】

関心領域ROIは、第三段階（3）で特定された関心領域ROI1とROI2であることをここで再確認しておく。

【0109】

第八段階（8）において、得られた2つの投影PJ1およびPJ2の関連付けを行う（段階CORREL（PJ1、PJ2））。

50

【0110】

ある非限定的な実施形態において、関連付けは以下の基準に応じて実施される2つの投影PJ1とPJ2との間の比較である。

- －2つの投影PJ1とPJ2が重なる面S_r
- －2つの投影PJ1とPJ2のサイズ間における高さの比率R_t
- －2つの投影PJ1とPJ2との間の距離の差D_{iff2}

【0111】

なお、投影PJ1の距離はセンサCAPTにより付与された距離D_{uls}またはD_{rad}である点に触れておきたい。

他方、投影PJ2の距離は、関心領域ROIの画像I内に検知され、車両V座標系において射影行列により再計算された距離である。

10

【0112】

非限定的な各例において、

- －重なる面S_rは70%である。
- －比率R_tは0.5から1.5の間である。
- －差D_{iff2}は1メートルである。

【0113】

ここで再確認しておくべきこととして、センサによる検知の投影PJ1は、前述の投影領域PJ1_pにより表わされている。よって実際には、比較は投影領域PJ1_pと投影PJ2の間で行われる。

20

【0114】

こうして、これら全ての基準が満たされている場合、2つの投影PJ1とPJ2との間の関連性は「ポジティブ」であると考えられる。逆の場合には、それぞれ別の投影PJ2、PJ1との関連性が見つかるまで、投影PJ1、PJ2を保持する。

いかなる関連性も見つからない場合には「ネガティブ」であるとみなされる。

【0115】

図33の概略例において、

投影PJ2₁とPJ1_{1p}は、

- －互いに重なり合う。
- －S_r > 70%。
- －R_tは0.5から1.5の間。
- －D_{iff2} < 1m。

30

－投影PJ2₂とPJ1_{3p}は、

- －互いに重なり合う。
- －S_r < 70%。
- －R_tは0.5から1.5の間。
- －D_{iff2} > 1m。

－投影PJ2₃とPJ1_{5p}は、

40

- －互いに重なり合う。
- －S_r < 70%。
- －R_tは0.5から1.5の間。
- －D_{iff2} < 1m。

図34の概略例において、

－投影PJ2₁とPJ1_{2p}は、

- －互いに重なり合う。
- －S_r > 70%。
- －R_tは0.5から1.5の間。

50

— $D_{iff2} < 1\text{ m}$ 。

— 投影 PJ_{23} と PJ_{16p} は、

— 互いに重なり合う。

— $S_r < 70\%$ 。

— R_t は 0.5 から 1.5 の間。

— $D_{iff2} > 1\text{ m}$ 。

【0116】

関連付けに従って、分類された障害物 O に特定された位置 POS を付与する。

【0117】

例えば、関連性が「ポジティブ」である場合、対応する障害物 O は歩行者であると結論付けられ、ある非限定的な実施形態においては、この障害物に以下を付与する。

— センサにより検知された、対応する位置 POS 。

— 分類の結果得られた、対応する関心領域 ROI 。

他方、ある非限定的な実施形態においては、対応する信頼度指数 IC を高くする。非限定的な一例においては、新たな信頼度指数 $IC = IC + (1 - IC) / 2$ である。

【0118】

別の実施形態において、障害物に以下を付す。

— (対応する関心領域の) 車両座標系における推定位置

— 対応する特定された投影領域 PJ_{1p}

【0119】

ただし、ここで注意すべき点として、センサにより検知された位置 POS は推定位置よりも正確で、また関心領域 ROI も特定された投影領域より正確である。

【0120】

投影 PJ_1 または PJ_2 について、いかなる関連性もみられなかった場合、

— ある非限定的な実施形態においては、以下のテストを実施する。

— 投影がセンサ投影 PJ_1 である場合、検知された障害物 O は歩行者ではないと結論付ける。

— 投影が関心領域 ROI の投影 PJ_2 である場合、

以下ようになる。

— これに対応する信頼度指数 IC が信頼度閾値 S_c を上回る場合、

— 検知された障害物 O は歩行者であると結論付ける。

— それ以外の場合、検知された障害物は歩行者ではないと結論し、その信頼度指数 IC を 0 と位置付ける。

【0121】

非限定的な一例においては、信頼度閾値 $S_c = 0.7$ である。

【0122】

第九段階 (9) において、取得した画像のシーケンス SQ 上で分類された関心領域 ROI のトラッキングを行う (段階 $TRACK(POS)$)。

【0123】

非限定的な一例においては、当該分野の技術者によく知られた「ESM」と称する方法 (「efficient Second Order Method」) を使用する。これは INRIA (フランス国立情報学自動制御研究所) により開発され、文献『Real-time image-based tracking of planes using efficient second-order minimization』(Benhimane、E. Malis 著、IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots Systems、仙台、日本、2004年) に記述されている方法である。

この方法は取得画像 I のシーケンス SQ 中、より詳しくは現在の画像と基準画像との間における同一パターンの検索、およびシーケンス SQ の所定数の画像 I 内にあるこのパター

10

20

30

40

50

ンの反復をベースとしている。これにより、障害物OがシーケンスS Qのある画像Iには検知されておらず、一方でその他の画像Iには検知されているような場合に、障害物Oの検知漏れを回避する。

【0124】

B. 第二の実施形態

本発明による自動車の周囲に存在する障害物の検知方法を、図35に示す第二の非限定的な実施形態に記述する。

【0125】

図1に示す第一の実施形態（およびその各実施バリエーション）に記述した全段階に加え、この第二の実施形態によると、検知方法は、第一の検知時および／または分類時に特定された関心領域ROIおよび信頼度指数ICとの関係に基づき、検知された物体に対して行う分類を認証する、という補足的段階（第十段階）を含む。前記認証段階は、前述の第九段階（分類された障害物Oに対する特定位置POSの付与段階）の前、および以下に見ていくとおり、前述の第七段階（7）（関心領域ROIの基準座標系COORefへの投影）の前に実施される。

【0126】

ある非限定的な実施形態において、認証は図36に示すとおり以下の下位段階を含む。

【0127】

10 (a) ある画像Iに対応する確率マップP_MAPを構築する。分類された各関心領域ROI1、ROI2が、ここに確率分布として表わされる（図36に示す下位段階CONST_P_MAP(IC, Dim)）。

すなわち、累積ガウス関数G全体をベースに確率マップP_MAPを作成するが、ここでガウス関数Gは以下をもとに構築される。

－信頼度指数IC。ガウス関数Gの最大値を表わす指数。

－ガウス関数Gの広がりを表わす関心領域ROIのサイズDim。非限定的な一例において、採用されるサイズは幅である。採用されるサイズは高さと幅である。

こうして、ガウス関数Gを数式で表わすと以下のようなになる。

【0128】

【数1】

$$f(x) = ae^{-\frac{(x-b)^2}{2c^2}}$$

【0129】

ここで、eはオイラー数である。

【0130】

ガウス関数Gは、釣鐘型の対称曲線のグラフで表わされる。

ここで、

－a＝釣鐘の高さ。信頼度指数ICにより表わされる。

－c＝釣鐘の幅。関心領域ROIのサイズ（幅）により表わされる。

－b＝曲線頂点の位置

【0131】

確率マップP_MAPは複数のガウス関数Gを含むが、このうちいくつかは図38の非限定的な一例に示すように重なることがある。

【0132】

なお、パターン認識による検知（DET_FORM(ROI1, I)）および動き検知（DET_MVT1(Iref, Ires, Smax, H)）を使用する場合、確率マップP_MAPは、図37に示すように、先に見つかっている第一の関心領域ROI1および第二の関心領域ROI2をもとに構築されるという点に触れておきたい。

【0133】

b) 確率マップ (P_MAP) において重なる前記確率分布を累積し、少なくとも1つの極大値を得る (図36に示す下位段階ADD_G (G_MAP、ICF))。こうして複数の極大値から複数の結果信頼度指数ICFを得る。極大値は、障害物O (ここでは歩行者) のいる確率が最も高い位置の特定を可能とするものである。

【0134】

図38の概略例に示すとおり、ガウス関数Gの極大値3つが得られる。

なお、ある非限定的な実施形態においては、結果信頼度指数ICFの上限は1であるという点に触れておきたい。

【0135】

c) 確率マップP_MAPの各極大値に最も近い関心領域ROI1、ROI2を認証する (図36に示す下位段階VALID_CLASS (ROI、ICF))。

10

ある非限定的な実施バリエーションにおいては、各極大値について、その頂点が前記極大値に最も近い関心領域ROI (その信頼度指数は極大値について使用されている) を選択し、これに対応する信頼度指数ICに、結果信頼度指数ICFを付与する。このバリエーションにより、前段階において予め特定されている既存の関心領域ROIの参照が可能となり、障害物Oの位置特定の精度を保つことができる (既存の関心領域は障害物Oと中心を合わせられている)。

【0136】

例えば、(簡略化のため二次元で表わす) 図39の説明例において、2つのガウス関数g1、g2とそれらの極大値gcがある。ガウス関数g2は、その頂点が極大値に最も近い関数である。よって、対応する関心領域ROIが認証されることとなる。

20

【0137】

別の非限定的な実施バリエーションにおいて、ガウス関数の累積の結果信頼度指数ICFを用いることができる。この時、関心領域ROIの選択は、この信頼度指数に中心を合わせられた関心領域ROIとなる。

【0138】

関心領域ROIは第三段階で特定された領域ROI1、ROI2で、信頼度指数ICは第四段階で (分類の結果として) 特定された信頼度指数IC1、IC2であることを再確認しておく。

【0139】

30

d) 重なっているガウス関数の極大値を、検知閾値SGと比較する (図36に示す下位段階COMP (G、SG))。

各極大値 (高さ) がこの閾値を下回る場合、結果信頼度指数ICFはゼロであるとみなされる。つまり、歩行者は一人も検知されておらず、ガウス関数はノイズまたは誤検知に相当するものとみなされる。この場合、累積に使用された関心領域ROIはいずれも保持されない。

【0140】

このような分類の認証により、分類段階の結果として得られた関心領域ROI (その各々が歩行者を表わしている) の中から採用される分類済み関心領域ROIを選択することが可能となる。

40

【0141】

この時、第七段階 (7) で基準座標系COORefに投影される関心領域ROIは、認証された関心領域である。

【0142】

他方、第九段階 (9) で、関連付けと認証に従って、分類された障害物Oに特定された位置POSを付与する。例えば、関連付けが「ポジティブ」である時、検知された障害物Oに、認証された関心領域を付す。

【0143】

なお、画像処理による第一の検知として第三の実施形態と、第二の検知として動き検知が使用される場合、図40に示すように、以下が得られるという点に触れておきたい。

50

- ー以下を含む、画像処理による検知。
- ーパターン認識による検知DET_FORM (ROI1、I)。
- ー第一の実施形態による動き検知DET_MVT1 (Iref、IS、Smax、H)。
- ー以下を含む、センサによる検知。
- ー超音波センサによる検知ULS DET_CAPT1 (POS、S1)。
- ーレーダーセンサによる検知RAD DET_CAPT2 (POS、S1)。

【0144】

以上、記述した方法により、画像処理による検知だけではなく、死角を最小限に抑えたセンサによる検知も利用することで、歩行者またはその他である障害物Oの信頼度の高い検知を行うことが可能となる。

10

【0145】

本発明による方法は、自動車の周囲Eに存在する障害物Oの検知装置DISPにより実施される。図41は、前記装置を概略的に表わしたものである。

【0146】

この装置DISPは、自動車Vに組み込まれる。

【0147】

この装置DISPは、以下を実行可能である。

- ー画像処理による障害物Oの第一の検知を行い、少なくとも1つの関心領域ROIを特定すること。
- ー所与の特徴Cとの関係に基づき、関心領域ROIに適用される信頼度指数を用いて、検知された障害物Oを分類すること。
- ー第一の閾値S1を下回る検知範囲でセンサによる障害物Oの第二の検知を行い、位置POSを特定すること。
- ー特定された位置POSを基準座標系COORefの中に投影すること。
- ー前記基準座標系COORefの中に関心領域ROIを投影すること。
- ー得られた2つの投影PJ1、PJ2の関連付けを行い、その関連付けに従って、分類された障害物Oに特定された位置POSを付与すること。

20

【0148】

非限定的な実施形態において、検知装置DISPはさらに以下を実施可能である。

- ーパターン認識による第一の検知時に、
- ー取得した画像Iのダウンサンプリングの繰り返しにより画像ピラミッドIsrを構築すること。
- ー各ダウンサンプリング画像Isrに対し、
- ー所定の障害物Oを表わす検知枠VIGNを用いて、前記画像Isrをスキャンすること。
- ー前記画像Isr内の検知枠VIGNの連続する各位置に対し、Cls、Clwなどの識別器群を用いて内容を分析すること。前記識別器は、事前の学習段階において設定される。

30

【0149】

- ーパターン認識による第一の検知時に、ダウンサンプリング画像Isrにおいてスキャン領域Zbを設定すること。

40

【0150】

- ー第一の動き検知時に、
- ー画像シーケンスSQの各画像Iについて再計算された背景画像Irefを構築すること。
- ー背景画像Irefを画像シーケンスSQ内の現在の画像Icから差し引き、結果画像Iresを得ること。
- ー結果画像Ires内における特定の動きを閾値Smaxに応じて識別すること。
- ー第二の関心領域ROI2を識別により抽出すること。

【0151】

50

- －分類段階において、
- －関心領域 R O I から特徴ベクトル C を作成すること。
- －前記特徴ベクトル C を、学習段階において事前に設定された決定境界 D G との比較により分類すること。
- －前記決定境界からの特徴ベクトルの距離に応じて、付される信頼度指数 I C を設定すること。

【0152】

- －認証段階において、
- －ある画像 I に対応する確率マップ P _ M A P を構築すること。分類された各関心領域 R O I 1、R O I 2 が、ここに確率分布として表わされる。
- －確率マップ P _ M A P において重なる前記確率分布を累積し、少なくとも 1 つの極大値を得ること。
- －確率マップ (P _ M A P) の各極大値に最も近い関心領域 R O I 1、R O I 2 を認証すること。

【0153】

- －取得した画像 I のパースペクティブを変更すること。

【0154】

- －取得した画像 I のシーケンス S Q 上で分類された関心領域のトラッキングを行うこと。

【0155】

ある非限定的な実施形態において、装置 D I S P は、上記各段階を実行可能な制御ユニットを少なくとも 1 つ含む制御ユニット U C アセンブリを含む。ある非限定的なバリエーションにおいて、アセンブリは複数の制御ユニット U C 1、U C 2、U C 3 を含む。これにより、非限定的な各実施バリエーションにおいて、制御ユニット U C をカメラ C A M、プロジェクト P J、センサ U L S、R A D、または車両コンピュータ E C U の中に分散させることができる。

【0156】

図 4 1 に示す非限定的な例において、画像処理による第一の検知機能はカメラ C A M に、センサによる第二の検知機能はセンサ C A P T に、その他の機能はコンピュータ E C U に、それぞれ分散されている。

【0157】

ある非限定的な実施形態において、カメラ C A M は V G A または W G A タイプで、それぞれサイズ 6 4 0 * 4 8 0 ピクセル、または 7 5 2 * 4 8 0 ピクセルの画像の取得を可能とするものである。非限定的な一例において、開口角 ϕ は 4 0 ° である。もちろん、これ以外の特徴を備えたその他のタイプのカメラも使用可能である。

【0158】

なお、上に説明した検知方法の実行は、マイクロプログラム方式の装置「ソフトウェア」、配線論理および／または電子構成コンポーネント「ハードウェア」を用いて行うことができるという点に触れておきたい。

例えば、調整装置 D I S P は、マイクロプロセッサなどの情報処理ユニット、マイクロコントローラ処理ユニット、特定用途向け集積回路 (A S I C)、またはコンピュータなどにより実行可能な 1 つまたは複数の命令シーケンスを含むコンピュータプログラム P G を、1 つまたは複数含むことができる。前記命令シーケンスの実行により記述している方法の実施が可能となる。

【0159】

この種のコンピュータプログラム P G は、ROM タイプの書き込み可能な不揮発性メモリ、または E E P R O M や F L A S H タイプのリライト可能な不揮発性メモリの中に書き込むことができる。前記コンピュータプログラム P G は、工場での製造段階におけるメモリへの書き込み、メモリへのロード、またはメモリへの遠隔ダウンロードが可能である。命令シーケンスについては、機械命令シーケンスまたは実行時に処理ユニットが解読する制御言語のシーケンスとすることができる。

【0160】

図41の非限定的な例においては、複数のコンピュータプログラムPG1、PG2およびPG3が存在し、これらプログラムは、装置DISPの制御ユニットUC1、UC2およびUC3のメモリに書き込まれる。

【0161】

もちろん、本発明は上述の実施形態や各例に限定されるものではない。

例えば、歩行者の検知が認証された時、車両の近くにおける歩行者の存在を車両Vの運転手に警告するとともに、この運転手にブレーキをかけさせることができる警告システムを備えることが可能である。また、この種の検知に続く自動ブレーキ装置を備えることも可能である。

10

【0162】

このように、この検知方法は自動車Vの後方および／または前方の検知のために使用することができる。

【0163】

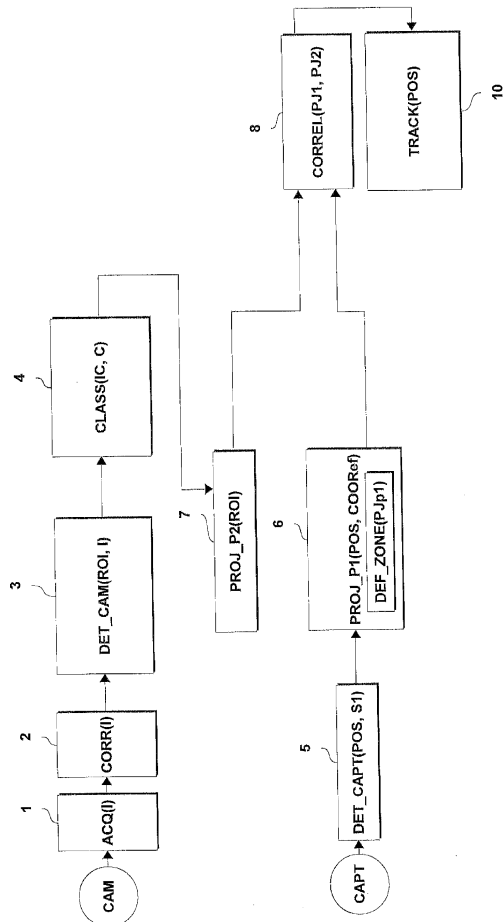
以上のことから、本発明にはとりわけ以下に示す長所がある。

- －以下により、実行すべき処理数が減少すること。
- －限定された検知領域（水平線の下またはスキャン領域）内で関心領域を特定。
- －個別の関心地点を用いて、車両に対する障害物の移動を確認。
- －分類段階を全画像に適用するのではなく、パターン認識と動きにより検知された障害物のみに限定（カテゴリー別に分散させる方法による）。
- －以下の組み合わせにより、歩行者検知の精度が高まること。
- －歩行者をその全体として認識可能な、パターン認識による検知。
- －動く障害物、とりわけ動く身体の一部しか見えない歩行者を認識可能な動き検知。
- －センサによる検知。
- －カメラ、超音波検知器またはレーダー検知器など、ごく一般的に自動車に搭載されているコンポーネントを使用していること。
- －パターン認識と動き認識により検知された障害物を全て分類するため、これら障害物をカテゴリー別に分散させる方法を使用しており、これにより歩行者検知がより確実なものとなること。
- －認証段階の存在が歩行者検知に関する信頼度指数を高め、これにより必要に応じて次の段階で処理すべき検知数を減少させること。
- －ある画像において検知された障害物が、第一および第二の検知で他の画像から検知されなくなった時、この障害物検知を画像シーケンス上で確認すること。

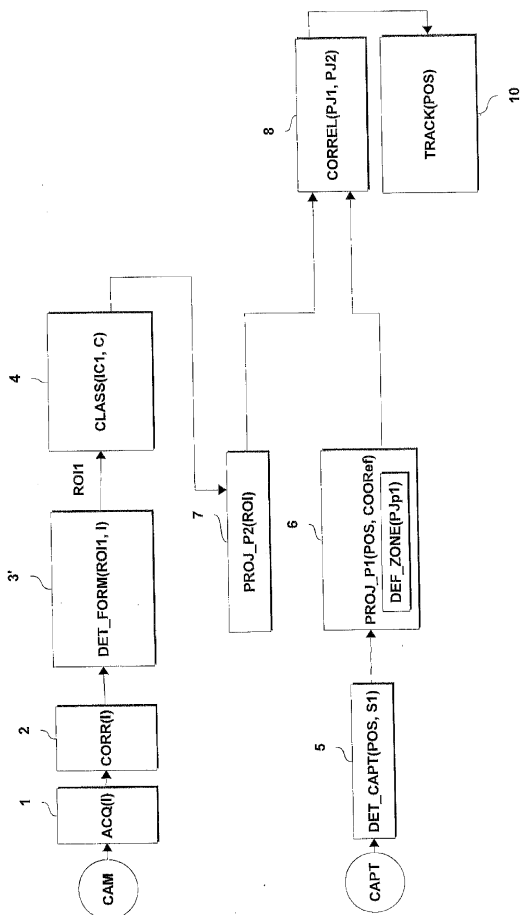
20

30

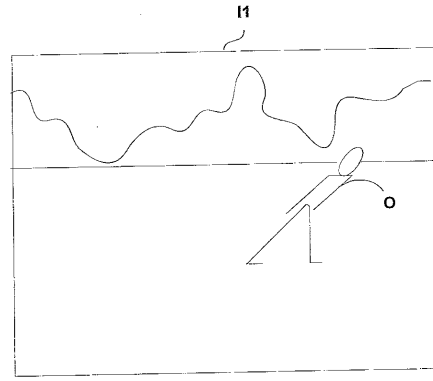
【図 1】



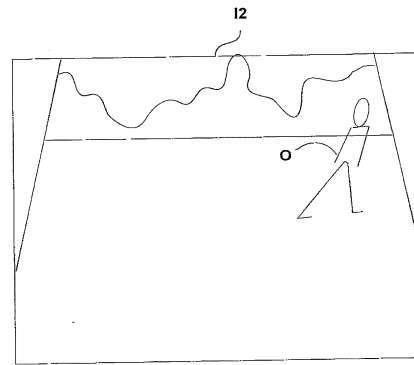
【図 4】



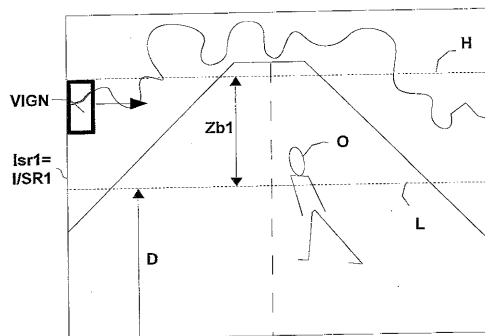
【図 2】



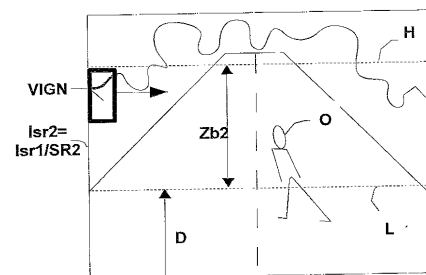
【図 3】



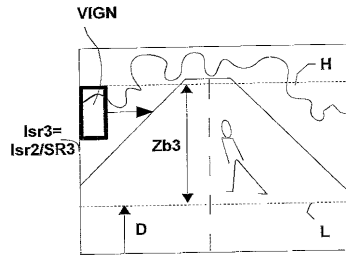
【図 5】



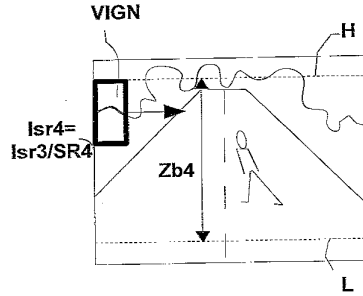
【図 6】



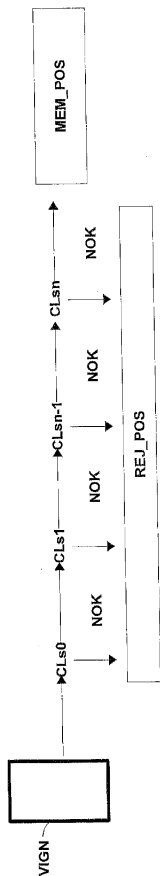
【図 7】



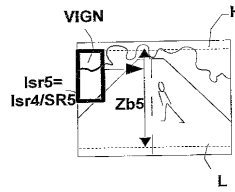
【図 8】



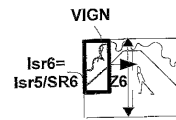
【図 12】



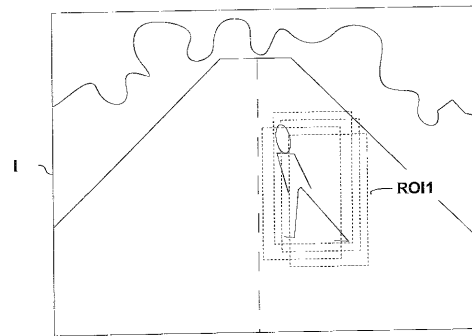
【図 9】



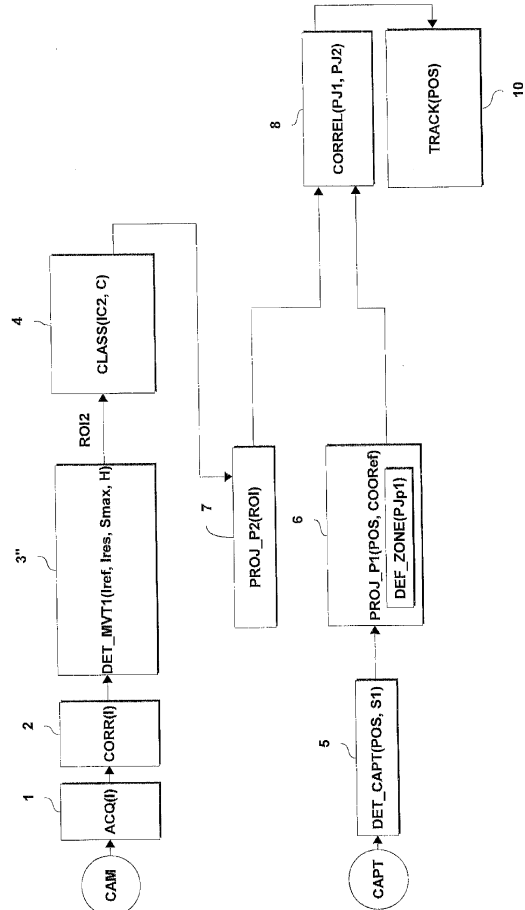
【図 10】



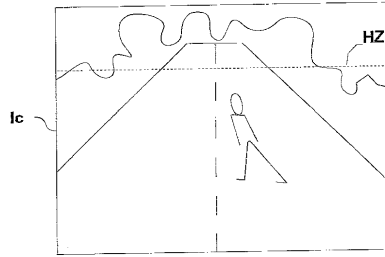
【図 11】



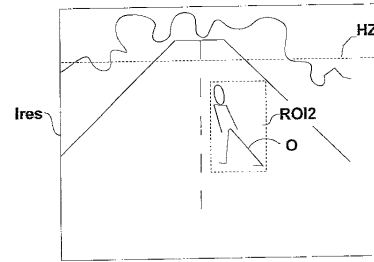
【図 13】



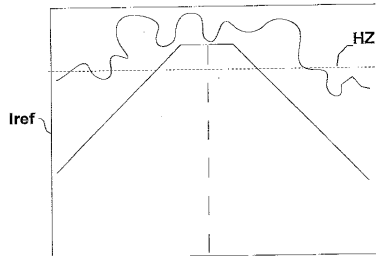
【図14】



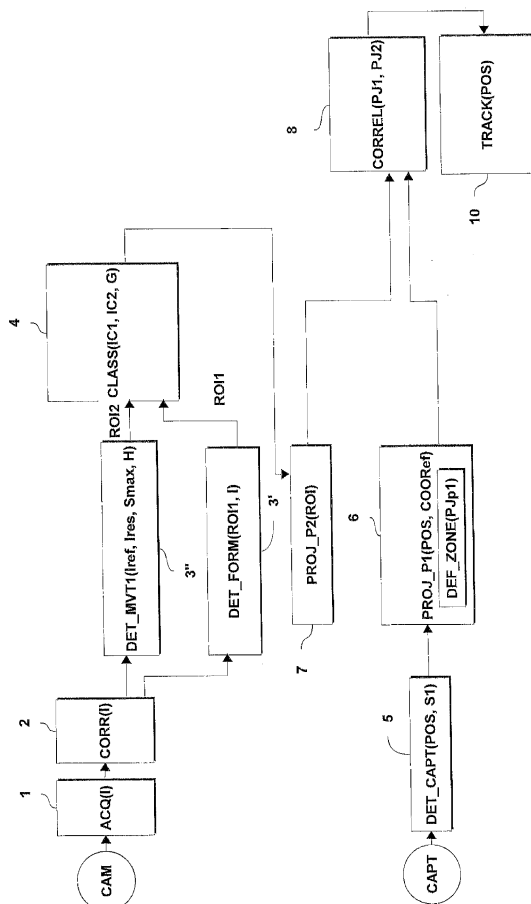
【図16】



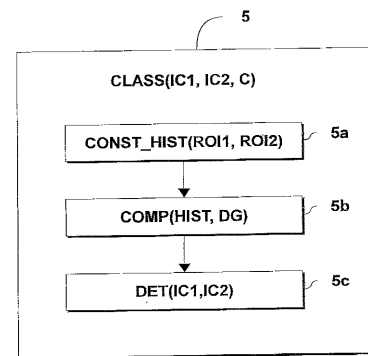
【図15】



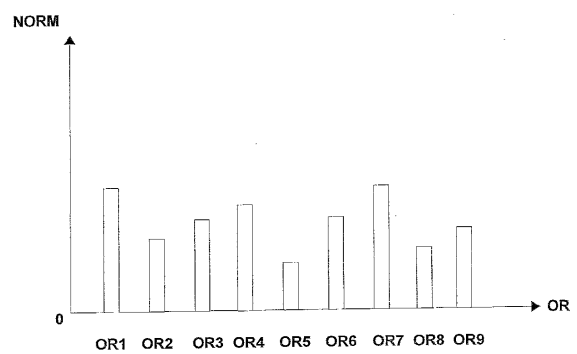
【図17】



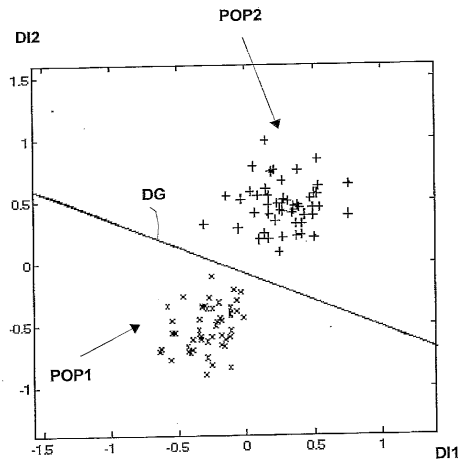
【図18】



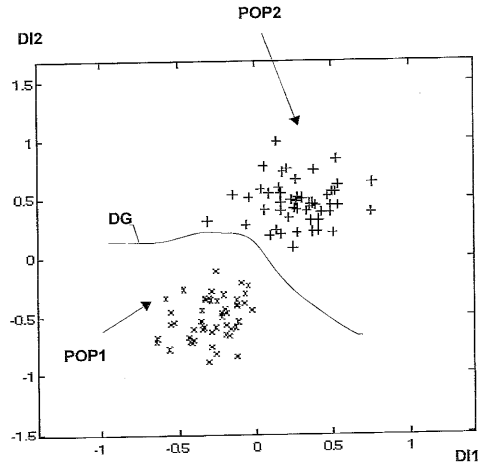
【図19】



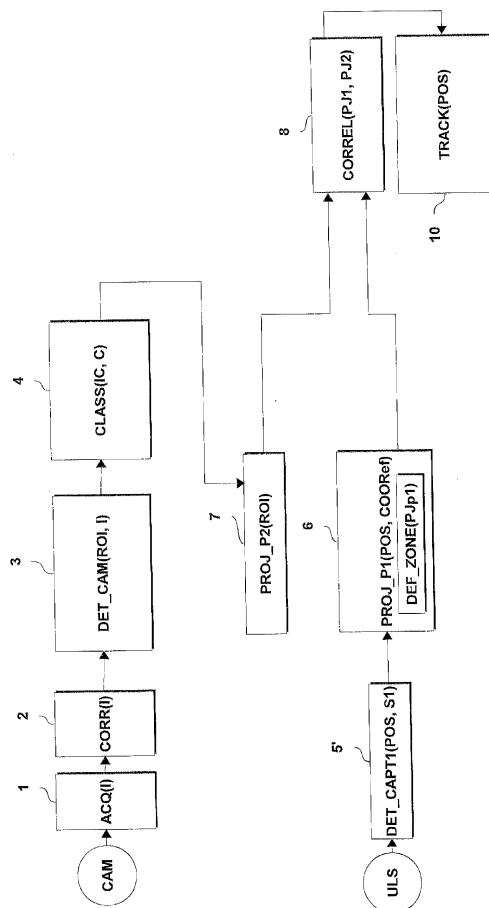
【図 20】



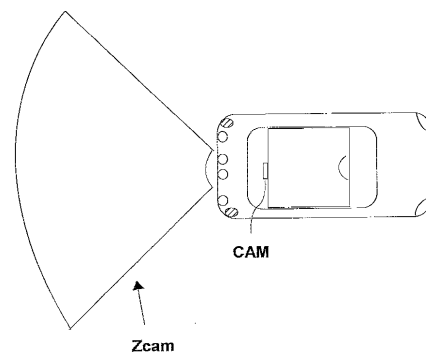
【図 21】



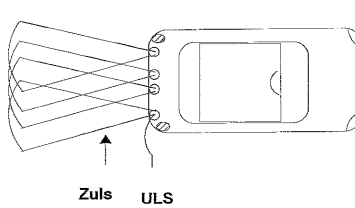
【図 22】



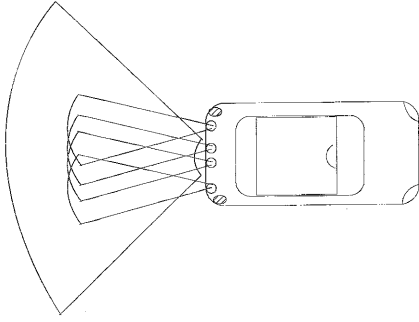
【図 23】



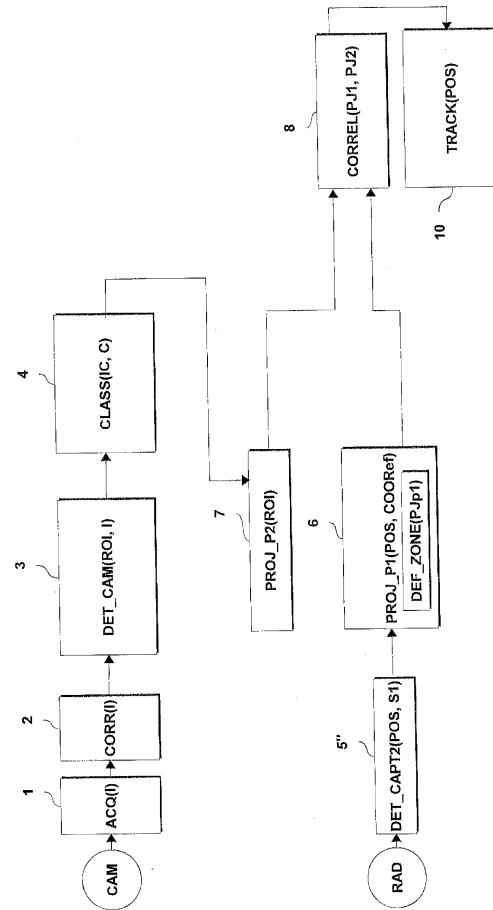
【図 24】



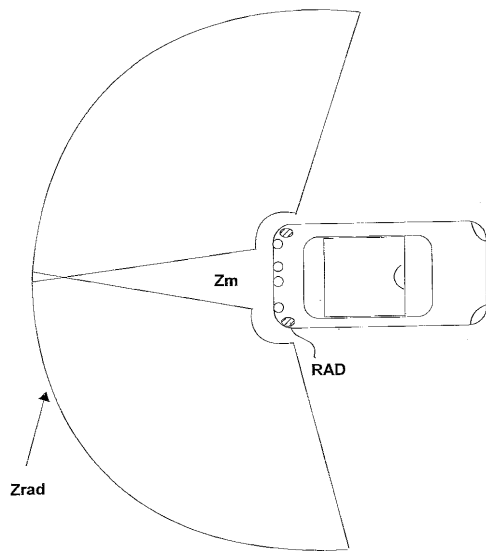
【図 25】



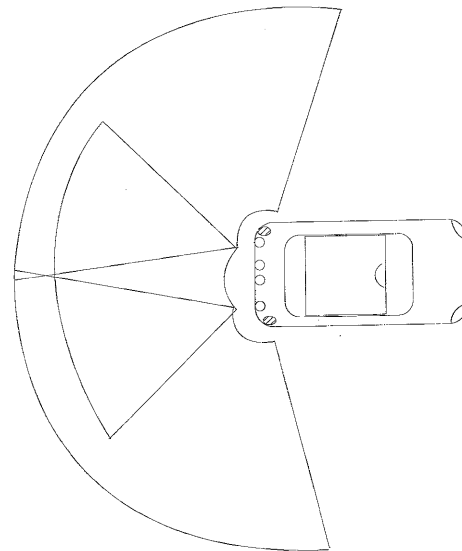
【図 26】



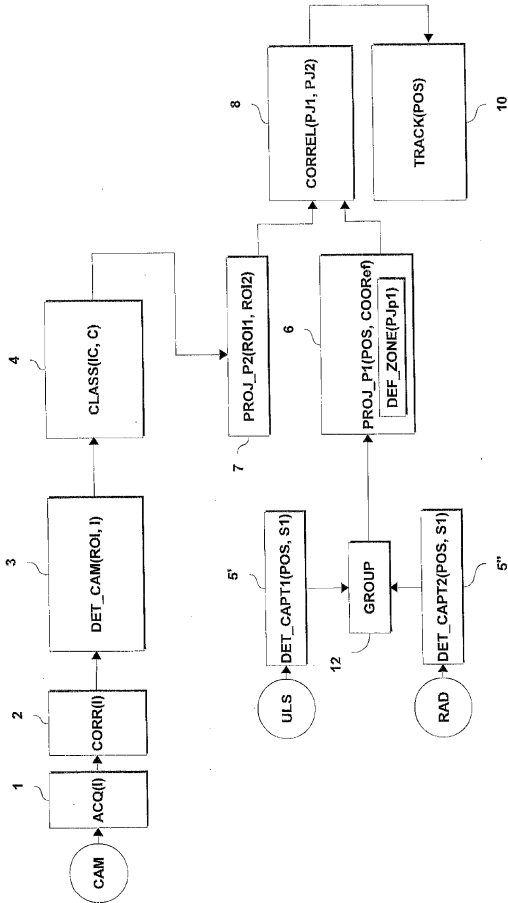
【図 27】



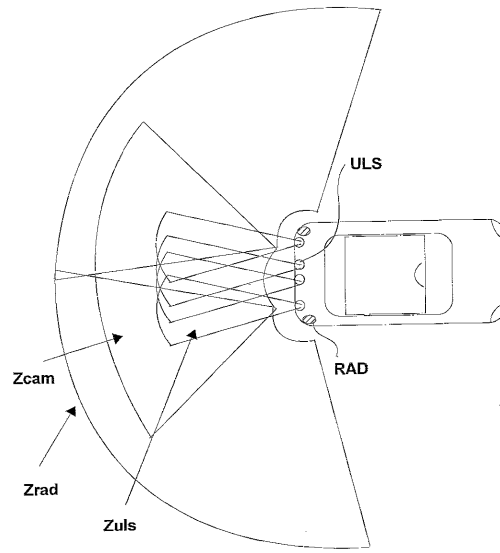
【図 28】



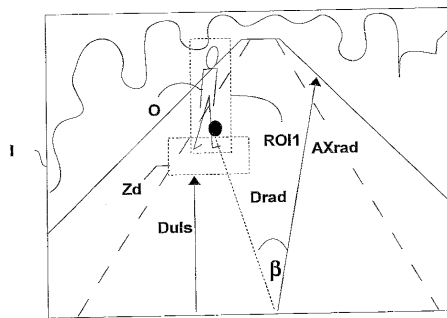
【図 29】



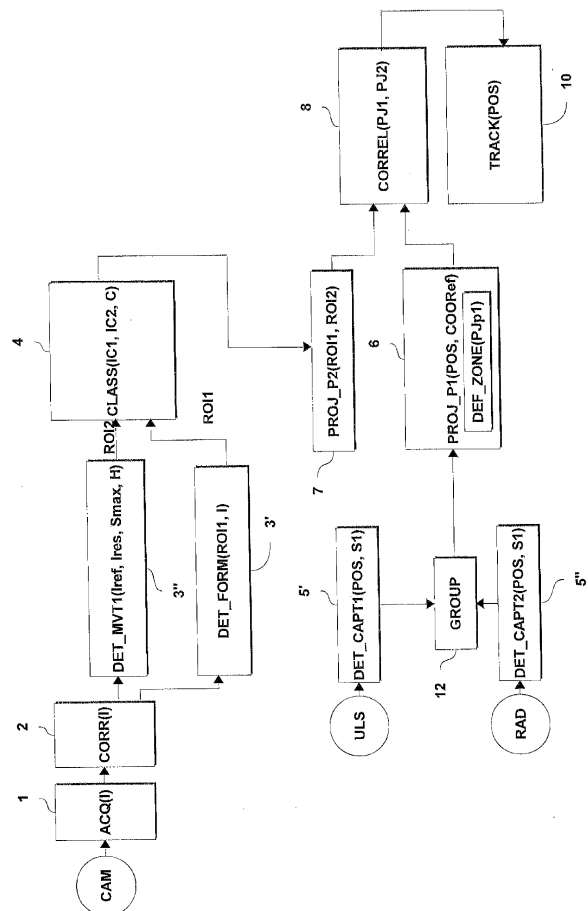
【図 30】



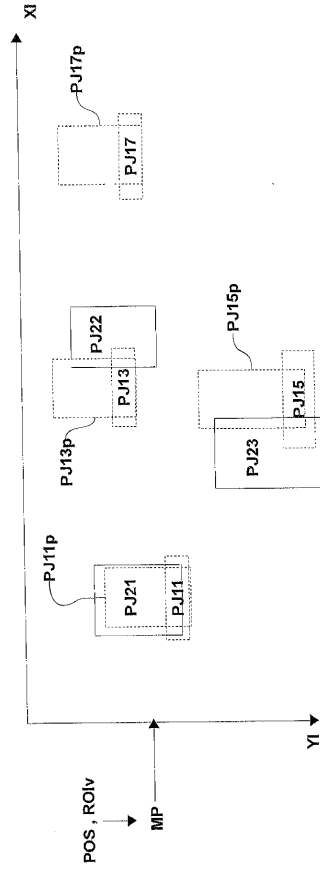
【図 31】



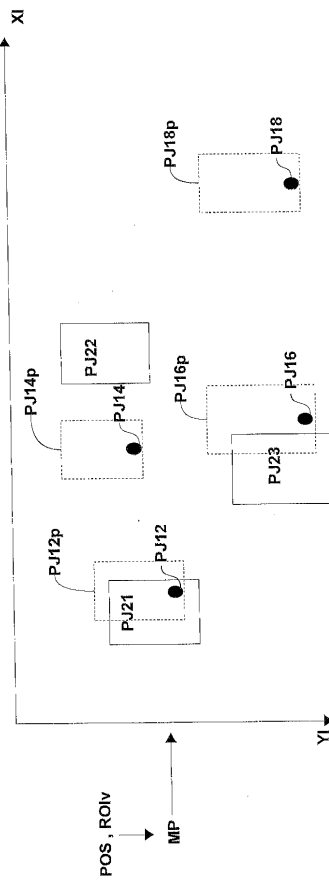
【図 32】



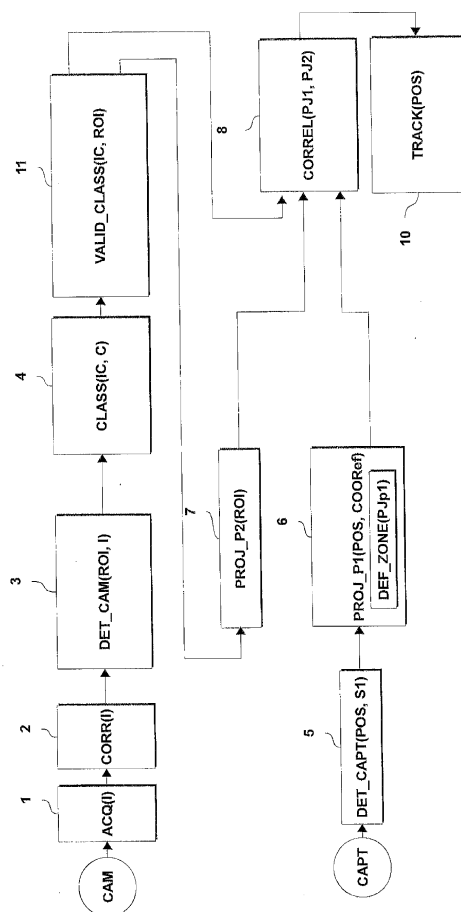
【図 3 3】



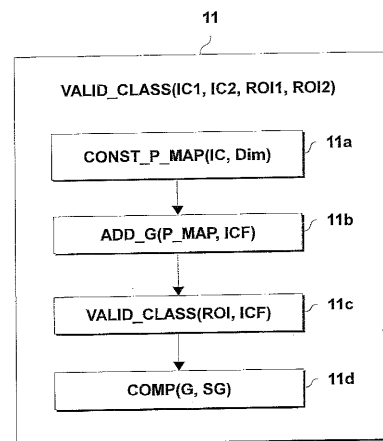
【図 3 4】



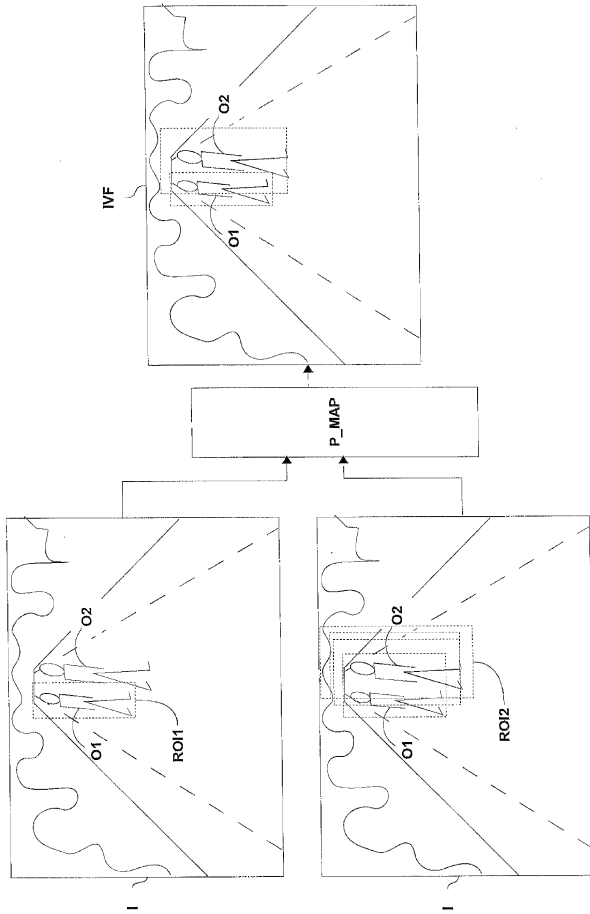
【図 3 5】



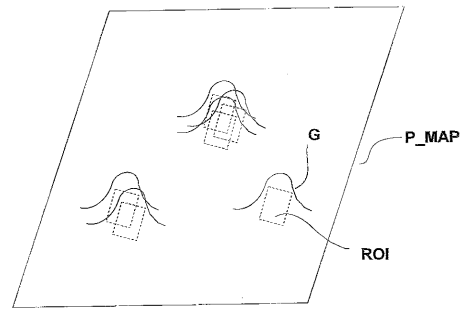
【図 3 6】



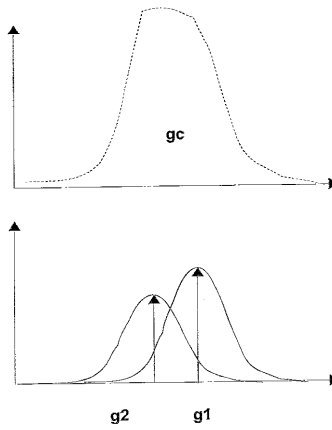
【図 3 7】



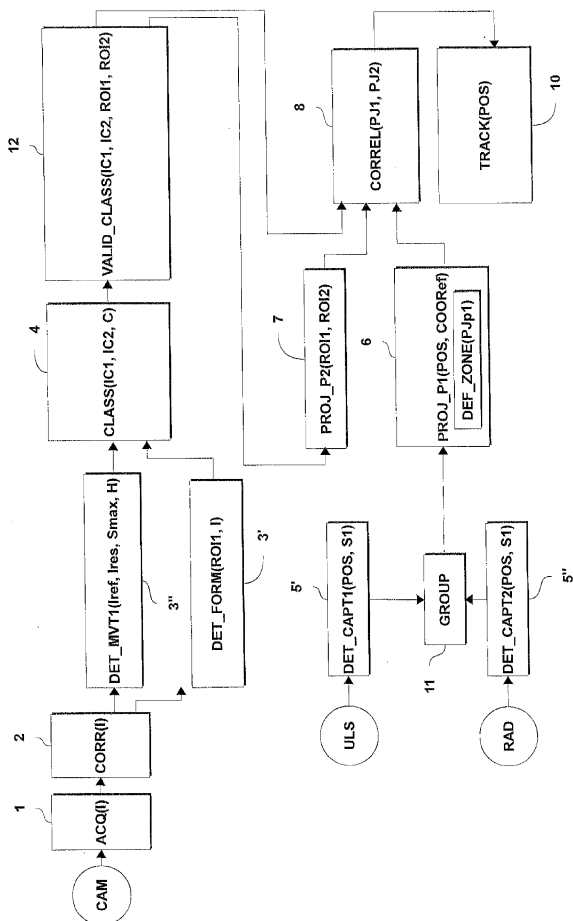
【図 38】



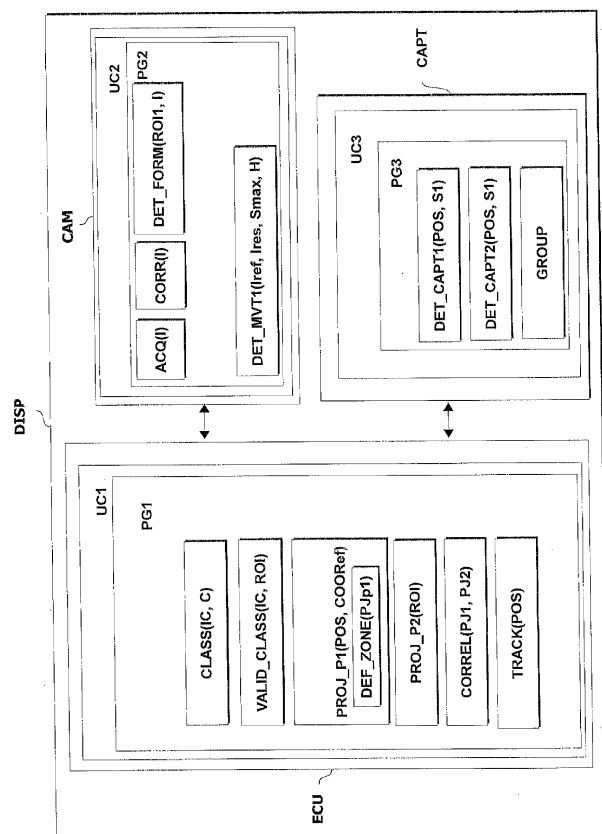
【図 3 9】



【図 40】



【图 4 1】



フロントページの続き

- (72)発明者 ロウィク シャニユソー
フランス国 93012 ボビニー セデクス リュ サン・タンドレ 34 ヴァレオ ビジ
ン
- (72)発明者 ジュリアン レビュ
フランス国 93012 ボビニー セデクス リュ サン・タンドレ 34 ヴァレオ ビジ
ン
- (72)発明者 アドリアン シャルパンティエ
フランス国 93012 ボビニー セデクス リュ サン・タンドレ 34 ヴァレオ ビジ
ン
- (72)発明者 エリック デュボワ
フランス国 93012 ボビニー セデクス リュ サン・タンドレ 34 ヴァレオ ビジ
ン
- (72)発明者 ベノア フルーリー
フランス国 93012 ボビニー セデクス リュ サン・タンドレ 34 ヴァレオ ビジ
ン
- (72)発明者 パトリス レイヤック
フランス国 93012 ボビニー セデクス リュ サン・タンドレ 34 ヴァレオ ビジ
ン

審査官 近藤 利充

- (56)参考文献 特開2007-187618 (JP, A)
特開2008-304344 (JP, A)
特開2005-165421 (JP, A)
特開2006-202184 (JP, A)
国際公開第2008/088880 (WO, A1)
特開2007-129560 (JP, A)
特表2009-510542 (JP, A)
特開2008-276453 (JP, A)
特開平08-329393 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08G	1/00	—	99/00
G06T	1/00	—	1/60
	7/00	—	7/60
G01B	11/00		
G01S	13/00	—	13/95