

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-106901

(P2014-106901A)

(43) 公開日 平成26年6月9日(2014.6.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G06T 7/20 (2006.01)	G06T 7/20 B	5H181
B60R 21/00 (2006.01)	B60R 21/00 624C	5L096
G08G 1/16 (2006.01)	G08G 1/16 C	
B60R 21/013 (2006.01)	B60R 21/013	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2012-261529 (P2012-261529)	(71) 出願人	000000011
(22) 出願日	平成24年11月29日 (2012.11.29)		アイシン精機株式会社
			愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地
		(74) 代理人	100095407
			弁理士 木村 満
		(74) 代理人	100131152
			弁理士 八島 耕司
		(72) 発明者	秋田 時彦
			愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内
		Fターム(参考)	5H181 AA01 BB13 CC04 LL01 LL04 LL07
			5L096 AA06 BA04 CA04 FA09 FA64 FA66 FA67 HA04 JA11

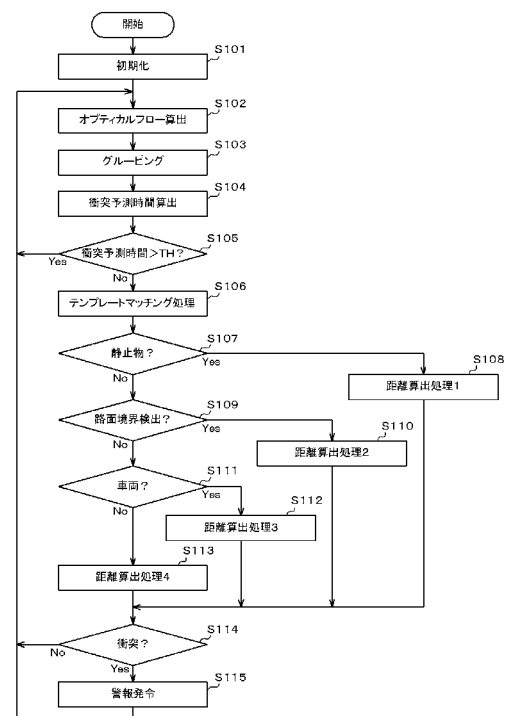
(54) 【発明の名称】 距離算出装置、衝突検出システム、距離算出方法、衝突検出方法、及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】自車と障害物が衝突する可能性があるか否かを精度よく判定する。

【解決手段】画像に写る障害物の位置を示すフレームと、当該障害物についてのオブティカルフローの消失点との距離に基づいて、自車両に対する障害物の相対移動方向に直交する方向についての、自車両と障害物との距離を算出する(ステップS108, S110, S112, S113)。そして、自車両と障害物との距離と、撮影装置と自車両の側面までの距離とを比較することにより、自車両と障害物とが衝突するか否かを判定する(ステップS114)。

【選択図】図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

車両の進行方向を順次撮影する撮影手段と、

前記撮影手段によって撮影された第 1 画像に写る障害物の特徴点を始点とし、前記第 1 画像が撮影された後に撮影された第 2 画像に写る障害物の特徴点を終点とする複数のオブティカルフローを算出するオブティカルフロー算出手段と、

前記車両に対して前記障害物が移動する第 1 方向に直交する第 2 方向についての、前記オブティカルフローの消失点と前記画像に写る障害物との第 1 距離に基づいて、前記車両と前記障害物との前記第 2 方向についての第 2 距離を算出する距離算出手段と、

を備える距離算出装置。

10

【請求項 2】

前記距離算出手段は、

前記障害物の前記オブティカルフローによって規定されるフレームと、前記消失点の距離を前記第 1 距離として、前記第 2 距離を算出する請求項 1 に記載の距離算出装置。

【請求項 3】

前記距離算出手段は、

前記第 1 方向が、前記車両の進行方向に交差する場合には、前記オブティカルフローの消失点を通り前記第 1 方向に平行な第 1 直線と前記障害物との距離を、前記第 2 距離として算出する請求項 1 又は 2 に記載の距離算出装置。

【請求項 4】

20

前記第 2 画像に写る障害物の属性を判別する判別手段を備え、

前記距離算出手段は、

前記判別手段の判別結果に応じた距離算出手順で、前記第 2 距離を算出する請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の距離算出装置。

【請求項 5】

前記距離算出手段は、

前記判別手段によって前記障害物が静止物と判断された場合に、

前記第 2 画像における前記消失点から前記障害物までの前記第 1 距離に基づいて、

前記車両と前記障害物が衝突するまでの衝突予測時間と、

前記車両の速度と、

30

前記撮影手段のスケールファクタと、

を用いて前記第 2 距離を算出する請求項 4 に記載の距離算出装置。

【請求項 6】

前記距離算出手段は、

前記判別手段によって前記障害物と前記車両が走行する路面の境界が検出された場合に、

前記第 2 画像における前記消失点から前記障害物までの前記第 1 距離に基づいて、

前記第 2 画像における前記消失点から前記路面までの距離と、

前記路面に対する前記撮影手段の高さと、

を用いて前記第 2 距離を算出する請求項 4 又は 5 に記載の距離算出装置。

40

【請求項 7】

前記距離算出手段は、

前記判別手段によって前記障害物が前記車両の前方を走行する前方車両と判断された場合に、

前記第 2 画像における前記消失点から前記障害物までの前記第 1 距離に基づいて、

前記第 2 画像における前記前方車両の幅と、

予め想定され設定された車両の幅と、

を用いて前記第 2 距離を算出する請求項 4 乃至 6 のいずれか一項に記載の距離算出装置

。

【請求項 8】

50

前記距離算出手段は、
前記判別手段によって前記障害物の属性が判別できなかった場合に、
前記第 2 画像における前記消失点から前記障害物までの前記第 1 距離に基づいて、
前記第 2 画像における前記障害物の幅と、
予め想定された車両の幅に所定の係数を乗じて得られるパラメータと、
を用いて前記第 2 距離を算出する請求項 4 乃至 7 のいずれか一項に記載の距離算出装置

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の距離算出装置と、
前記距離算出装置によって算出された第 2 距離に基づいて、前記車両と前記障害物とが
衝突するか否かを判定する判定手段と、
を備える衝突検出システム。 10

【請求項 10】

前記障害物の前記オプティカルフローの大きさと、前記第 1 画像が撮影された時刻から
前記第 2 画像が撮影された時刻までの時間とに基づいて、前記撮影手段の視野内にある物
体が前記車両に衝突するまでの予測時間を算出する予測時間算出手段を備え、
前記判定手段は、
前記予測時間が経過したときに前記車両が位置するところを予測し、前記車両に接し前
記第 1 直線と平行な第 2 直線と前記第 1 直線との第 3 距離と、前記第 2 距離との比較結果
に基づいて、前記車両と前記障害物とが衝突するか否かを判定する請求項 9 に記載の衝突
検出システム。 20

【請求項 11】

車両の進行方向を順次撮影する工程と、
撮影された第 1 画像に写る障害物の特徴点を始点とし、前記第 1 画像が撮影された後に
撮影された第 2 画像に写る障害物の特徴点を終点とする複数のオプティカルフローを算出
する工程と、
前記車両に対して前記障害物が移動する第 1 方向に直交する第 2 方向についての、前記
オプティカルフローの消失点と前記画像に写る障害物との第 1 距離を求める工程と、
前記車両と前記障害物との前記第 2 方向についての第 2 距離を算出する工程と、
を含む距離算出方法。 30

【請求項 12】

請求項 11 に記載の距離算出方法によって算出された第 2 距離に基づいて、前記車両と
前記障害物とが衝突するか否かを判定する工程を含む衝突検出方法。

【請求項 13】

コンピュータに、
車両の前方を撮影することにより得られた第 1 画像に写る障害物の特徴点を始点とし、
前記第 1 画像が撮影された後に、前記車両の前方を撮影することにより得られた第 2 画像
に写る障害物の特徴点を終点とする複数のオプティカルフローを算出する手順と、
前記車両に対して前記障害物が移動する第 1 方向に直交する第 2 方向についての、前記
オプティカルフローの消失点と前記画像に写る障害物との第 1 距離を求める手順と、
前記車両と前記障害物との前記第 2 方向についての第 2 距離を算出する手順と、
を実行させるためのプログラム。 40

【請求項 14】

コンピュータに、
前記第 2 距離に基づいて、前記車両と前記障害物とが衝突するか否かを判定する手順を
実行させるための請求項 13 に記載のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、距離算出装置、衝突検出システム、距離算出方法、衝突検出方法、及びプロ 50

グラムに関し、更に詳しくは、車両と障害物との距離を算出するための距離算出装置、距離算出方法及びプログラム、並びに車両と障害物との衝突を検出するための衝突検出システム及び衝突検出方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、自車の進行方向を撮影するカメラからの画像を用いて、自車に接近する車両を検出する運転支援システムの実用化が進められている（例えば特許文献1乃至3参照）。

【0003】

特許文献1に記載された装置は、ステレオカメラを用いて車両前方の障害物の検出を試みる。そして、障害物に衝突するまでの衝突予測時間と閾値との比較結果に基づいて、自車のスロットル及びブレーキを制御する。

10

【0004】

特許文献2に記載された装置は、単眼カメラに写る障害物の大きさの変化から、衝突予測時間を算出する。そして、算出した衝突予測時間に応じて、ブレーキの制御を行う。

【0005】

特許文献3に記載された装置は、画像に写る障害物のエッジの位置や大きさの変化に基づいて、自車の前方に位置する障害物を検出する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

20

【特許文献1】特開2009-220630号公報

【特許文献2】特開2012-98776号公報

【特許文献3】特開2006-64653号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述した装置を用いることで、自車の進行方向に位置する障害物が検出された場合に、車両の速度を減速させたり、衝突の危険性をドライバに報知することが可能となる。

【0008】

しかしながら、ドライバにストレスを与えることなく運転を支援するためには、自車両の進行方向に位置する障害物を画一的に検出するだけではなく、障害物が自車に衝突する可能性を判定する必要がある。

30

【0009】

本発明は、上述の事情の下になされたもので、自車と障害物が衝突する可能性があるかを精度よく判定することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために、本発明の第1の観点に係る距離算出装置は、車両の進行方向を順次撮影する撮影手段と、

前記撮影手段によって撮影された第1画像に写る障害物の特徴点を始点とし、前記第1画像が撮影された後に撮影された第2画像に写る障害物の特徴点を終点とする複数のオブティカルフローを算出するオブティカルフロー算出手段と、

40

前記車両に対して前記障害物が移動する第1方向に直交する第2方向についての、前記オブティカルフローの消失点と前記画像に写る障害物との第1距離に基づいて、前記車両と前記障害物との前記第2方向についての第2距離を算出する距離算出手段と、を備える。

【0011】

本発明の第2の観点に係る衝突検出システムは、

本発明の第1の観点に係る距離算出装置と、

前記距離算出装置によって算出された第2距離に基づいて、前記車両と前記障害物とが

50

衝突するか否かを判定する判定手段と、
を備える。

【0012】

本発明の第3の観点に係る距離算出方法は、
車両の進行方向を順次撮影する工程と、
撮影された第1画像に写る障害物の特徴点を始点とし、前記第1画像が撮影された後に
撮影された第2画像に写る障害物の特徴点を終点とする複数のオブティカルフローを算出
する工程と、
前記車両に対して前記障害物が移動する第1方向に直交する第2方向についての、前記
オブティカルフローの消失点と前記画像に写る障害物との第1距離を求める工程と、
前記車両と前記障害物との前記第2方向についての第2距離を算出する工程と、
を含む。

10

【0013】

本発明の第4の観点に係る衝突検出方法は、
本発明の第3の観点に係る距離算出方法によって算出された第2距離に基づいて、前記
車両と前記障害物とが衝突するか否かを判定する工程を含む。

【0014】

本発明の第5の観点に係るプログラムは、
コンピュータに、
車両の前方を撮影することにより得られた第1画像に写る障害物の特徴点を始点とし、
前記第1画像が撮影された後に、前記車両の前方を撮影することにより得られた第2画像
に写る障害物の特徴点を終点とする複数のオブティカルフローを算出する手順と、
前記車両に対して前記障害物が移動する第1方向に直交する第2方向についての、前記
オブティカルフローの消失点と前記画像に写る障害物との第1距離を求める手順と、
前記車両と前記障害物との前記第2方向についての第2距離を算出する手順と、
を実行させる。

20

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、車両に対して障害物が移動する第1方向に直交する第2方向について
の、車両と障害物との距離を算出することができる。このため、自車両と障害物が衝突す
るか否かを精度よく判定することが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本実施形態に係る衝突判定システムのブロック図である。
【図2】撮影装置の取り付け位置を説明するための図である。
【図3】自車両と、自車両に接近する接近車両との相対的な位置関係を示す図である。
【図4】撮影装置によって撮影された画像を示す図である。
【図5】撮影装置によって撮影された画像を示す図である。
【図6】判定装置の動作を説明するためのフローチャートである。
【図7】オブティカルフローを示す図である。
【図8】衝突予測時間の算出手順を説明するための図である。
【図9】自車両と接近車両との相対的な位置関係を示す図である。
【図10】オブティカルフローを示す図である。
【図11】衝突予測時間の算出手順を説明するための図である。
【図12】画像に規定されたフレームを示す図である。
【図13】ガードレールについてのオブティカルフローを示す図である。
【図14】オブティカルフロー、及びガードレールの移動軌跡を示すベクトルの位置関係
を示す図である。
【図15】消失点から路面境界までの距離と、路面に対する撮影装置の高さと、消失点か
らフレームまでの距離と、障害物までの距離との関係を示す図である。

40

50

【図 1 6】フレームの幅と、消失点からフレームまでの距離との関係を示す図である。

【図 1 7】自車両と、自車両の接近する接近車両との相対的な位置関係を示す図である。

【図 1 8】自車両と、自車両の接近する接近車両と、フレームとの位置関係を示す図である。

【図 1 9】変形例に係る判定装置のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の一実施形態を、図面を参照しつつ説明する。図 1 は本実施形態に係る衝突判定システム 10 の構成を示すブロック図である。衝突判定システム 10 は、自車に接近し衝突する可能性がある物体を検出するためのシステムである。この衝突判定システム 10 は、図 1 に示されるように、撮影装置 20、判定装置 30、及び警報装置 40 を有している。

10

【0018】

撮影装置 20 は、被写体を所定のフレームレートで撮影する CCD カメラである。そして、撮影により取得した画像を電気信号に変換し、画像情報として出力する。撮影装置 20 は、例えば図 2 に示されるように、車両 100 のフロントウインド上部に取り付けられている。

【0019】

図 3 は、車両 100 と、当該車両 100 の前方を走行する車両 101 との相対的な位置関係を示す図である。例えば、車両 100 の前方を走行する車両 101 が、車両 100 に相対的に接近している場合を考える。図 3 を参照するとわかるように、矢印 a1 に示される位置にある車両 101 は、所定の時間が経過すると矢印 a2 に示される位置に相対的に移動する。この場合には、撮影装置 20 によって、まず矢印 a1 に示される位置にある車両 101 が撮影され、次に矢印 a2 に示される位置にある車両 101 が撮影される。

20

【0020】

図 4 は、図 3 における矢印 a1 に示される位置にある車両 101 を撮影することにより得られた画像 PH1 を示す図である。また、図 5 は、図 3 における矢印 a2 に示される位置にある車両 101 を撮影することにより得られた画像 PH2 を示す図である。図 4 及び図 5 を参照するとわかるように車両 100 に車両 101 が相対的に接近する場合には、画像に写る車両 101 は、フレーム毎に大きくなる。

30

【0021】

本実施形態では、上述の画像 PH1、PH2 などの画像について、x y 座標系を定義する。この x y 座標系は、撮影装置 20 の光学中心に対応する点（撮影装置 20 の光軸とその画像面との交点である画像中心）を原点 Xc（FOE：Focus of Expansion）とする。この x y 座標系の原点 Xc は、画像 PH1、PH2 の中心と一致している。

【0022】

図 1 に戻り、判定装置 30 は、CPU（Central Processing Unit）31、主記憶部 32、補助記憶部 33、表示部 34、及びインタフェース部 35 を有するコンピュータである。

【0023】

CPU 31 は、補助記憶部 33 に記憶されているプログラムに従って、車両 100 へ衝突する可能性のある車両や、ガードレールなどの障害物を検出する。具体的な処理の内容については後述する。

40

【0024】

主記憶部 32 は、RAM（Random Access Memory）等を有している。主記憶部 32 は、CPU 31 の作業領域として用いられる。

【0025】

補助記憶部 33 は、例えば ROM（Read Only Memory）、半導体メモリ等の不揮発性メモリを有している。補助記憶部 33 は、CPU 31 が実行するプログラム、及び各種パラメータなどを記憶している。また、撮影装置 20 から出力される画像情報、及び CPU 3

50

1 による処理結果などを含む情報を順次記憶する。

【 0 0 2 6 】

表示部 3 4 は、L C D (Liquid Crystal Display) などの表示ユニットを有している。
表示部 3 4 は、C P U 3 1 の処理結果などを表示する。

【 0 0 2 7 】

インタフェース部 3 5 は、シリアルインタフェースまたは L A N (Local Area Network) インタフェースなどを含んで構成されている。撮影装置 2 0 及び警報装置 4 0 は、インタフェース部 3 5 を介してシステムバス 3 6 に接続される。

【 0 0 2 8 】

警報装置 4 0 は、判定装置 3 0 から出力される警報発令指示を受信すると、車両 1 0 0 のドライバに対して、例えば音声による警報を出力する。 10

【 0 0 2 9 】

図 6 のフローチャートは、C P U 3 1 によって実行されるプログラムの一連の処理アルゴリズムに対応している。以下、図 6 を参照しつつ、衝突判定システム 1 0 の動作について説明する。図 6 に示される一連の処理は、車両 1 0 0 のドライバによってイグニッションスイッチがオンにされることによって実行される。

【 0 0 3 0 】

最初のステップ S 1 0 1 では、C P U 3 1 の衝突判定システム 1 0 の起動直後の初期化処理として、不図示のタイム、フラグ、パラメータ、変数等の初期化を行う。

【 0 0 3 1 】

次のステップ S 1 0 2 では、最も新しい 1 組の画像 P H から、オプティカルフローを算出する。 20

【 0 0 3 2 】

具体的には、C P U 3 1 は、画像 P H 1 , 画像 P H 2 を構成する画素についての特徴量を算出する。例えば、図 4 に示される画像 P H 1 を構成する画素 M (x , y) それぞれの特徴量 f (x , y) は、画像の輝度勾配を示す関数 I (x , y) を用いると次式 (1) によって表される。

【 0 0 3 3 】

【 数 1 】

$$f(x, y) = I_{xx} \cdot I_{yy} - I_{xy}^2 - k(I_{xx} + I_{yy})^2 \dots (1) \quad 30$$

【 0 0 3 4 】

ただし、I x x 、 I y y 、 I x y はそれぞれ次式 (2) ~ (4) によってそれぞれ表される。また、k は定数である。

【 0 0 3 5 】

【 数 2 】

$$I_{xx} = \sum \left(\frac{\partial I}{\partial x} \right)^2 \dots (2)$$

【 0 0 3 6 】

【 数 3 】

$$I_{yy} = \sum \left(\frac{\partial I}{\partial y} \right)^2 \dots (3) \quad 40$$

【 0 0 3 7 】

【 数 4 】

$$I_{xy} = \sum \left(\frac{\partial I}{\partial x} \cdot \frac{\partial I}{\partial y} \right) \dots (4) \quad 50$$

【 0 0 3 8 】

C P U 3 1 は、まず、式 (1) を用いて画像 P H 1 を構成する画素 M (x 、 y) についての特徴量 $f (x 、 y)$ を算出する。そして、C P U 3 1 は、画素 M (x 、 y) の周囲にある画素の輝度の平均値 $A V G (x 、 y)$ を算出し、特徴量 $f (x 、 y)$ を、輝度の平均値 $A V G (x 、 y)$ を 4 乗したもので除する。C P U 3 1 は、これにより得られた比較値 $V (= f (x 、 y) / A V G (x 、 y) ^ 4)$ を、予め設定された閾値と比較して、比較値 V が閾値以上の場合に、このときの画素 M (x 、 y) を特徴点として抽出する。

【 0 0 3 9 】

これにより、図 4 に示されるように、画像 P H 1 から特徴点 P 1 ~ P 4 が抽出される。C P U 3 1 は、画像 P H 2 に対しても同様の処理を施す。これにより、図 5 に示されるように、画像 P H 2 から特徴点 Q 1 ~ Q 4 が抽出される。なお、ここでは説明の便宜上、各画像から、特徴点が 4 つ抽出される場合について述べたが、実際は、1 枚の画像から複数の特徴点が抽出される。

10

【 0 0 4 0 】

画像 P H 1 , P H 2 から特徴点を抽出すると、C P U 3 1 は、画像 P H 1 の特徴点を始点とし、画像 P H 2 の特徴点を終点とするオブティカルフローを規定する。

【 0 0 4 1 】

例えば、画像 P H 1 の特徴点 P 1 は、画像 P H 2 の特徴点 Q 1 に対応する。また、画像 P H 1 の特徴点 P 2 は、画像 P H 2 の特徴点 Q 2 に対応する。また、画像 P H 1 の特徴点 P 3 は、画像 P H 2 の特徴点 Q 3 に対応する。また、画像 P H 1 の特徴点 P 4 は、画像 P H 2 の特徴点 Q 4 に対応する。

20

【 0 0 4 2 】

そこで、C P U 3 1 は、図 7 に示されるように、x y 座標系に、特徴点 P 1 を始点とし、特徴点 Q 1 を終点とするオブティカルフロー O P 1 を規定する。同様に、特徴点 P 2 , P 3 , P 4 をそれぞれ始点として、特徴点 Q 2 , Q 3 , Q 4 をそれぞれ終点とするオブティカルフロー O P 2 , O P 3 , O P 4 をそれぞれ規定する。

【 0 0 4 3 】

図 7 に示されるように、本実施形態では説明の便宜上、車両 1 0 1 に関するオブティカルフローが 4 本である場合について説明している。しかしながら、実際は、車両 1 0 1 を撮影した画像からは、数十或いは数百の特徴点が抽出され、数十或いは数百本のオブティカルフローが規定される。

30

【 0 0 4 4 】

図 6 に戻り、次のステップ S 1 0 3 では、C P U 3 1 は、数十或いは数百本のオブティカルフローのうちから、ノイズ成分を多く含むオブティカルフローを除外し、残りのオブティカルフローをグルーピングする。

【 0 0 4 5 】

例えば、車両 1 0 1 が完全な直線運動をしている場合には、各オブティカルフローと一致する直線それぞれは、消失点 V P で交わるはずである。そこで、C P U 3 1 は、オブティカルフローと一致する直線が、消失点 V P から著しく離れている場合に、このオブティカルフローを除外し、残りのオブティカルフローを同一の移動体に関連するオブティカルフローとみなしてグルーピングする。ここでは車両 1 0 1 に関するオブティカルフロー O P 1 ~ O P 4 が、車両 1 0 1 のオブティカルフローとしてグルーピングされる。

40

【 0 0 4 6 】

次のステップ S 1 0 4 では、C P U 3 1 は、オブティカルフローを用いて、障害物が車両 1 0 0 に衝突するまでの衝突予測時間 T T C を算出する。衝突予測時間 T T C を算出する際には、障害物が車両 1 0 0 に対して Z 軸方向に相対移動するときと、障害物が車両 1 0 0 に対して Z 軸と交差する方向へ相対移動するときとで、異なる処理が行われる。そこで、まず障害物が車両 1 0 0 に対して Z 軸方向に相対移動するときに行われる衝突予測時間算出処理について説明する。

【 0 0 4 7 】

50

図 8 は、衝突予測時間の算出手順を説明するための図である。図 8 における点 R P 1 は、図 3 において矢印 a 1 に示される位置にある車両 1 0 1 を構成する後部バンパーの右側端部を示す点である。そして、図 8 における点 R Q 1 は、図 3 において矢印 a 2 に示される位置にある車両 1 0 1 を構成する後部バンパーの右側端部を示す点である。この点 R P 1 は、特徴点 P 1 に対応し、点 R Q 1 は、特徴点 Q 1 に対応している。以下、説明の便宜上、点 R P 1、点 R Q 1 それぞれを、対応点 R P 1、対応点 R Q 1 ともいう。また、車両 1 0 1 を構成する後部バンパーの右側端部を便宜上指標点ともいう。

【 0 0 4 8 】

図 8 における X Y Z 座標系は、車両 1 0 0 に搭載された撮影装置 2 0 の光学中心を原点 O とする直交座標系である。この X Y Z 座標系における Z 軸は、撮影装置 2 0 の光軸と一致する。Y 軸は、図 8 では不図示であるが、X 軸及び Z 軸と直交する。X Y Z 座標系における X 座標及び Y 座標は、画像 P H 1 , P H 2 に規定された x y 座標系における x 座標及び y 座標と一致する。図 8 における直線 L N 1 は、撮影装置 2 0 の画像面 I M を含む平面を示している。そして、直線 L N 2 は、車両 1 0 0 の最も + Z 側にある部分を含む衝突面を示している。

【 0 0 4 9 】

本実施形態では、X Y Z 座標系の原点 O は、撮影装置 2 0 の光学中心と一致する。したがって X Y Z 座標系の原点 O から直線 L N 1 までの距離は、撮影装置 2 0 の焦点距離 f と等しい。また、原点 O と直線 L N 2 との距離は L であるものとする。

【 0 0 5 0 】

画像 P H 1 が撮影されたときに、図 3 における矢印 a 1 に示される位置にある車両 1 0 1 は、画像 P H 2 が撮影されたときには、図 3 における矢印 a 2 に示される位置に移動している。この場合、図 8 を参照するとわかるように、特徴点 P 1 を始点とし、特徴点 Q 1 を終点とするオブティカルフロー O P 1 に対応する X Y Z 座標系でのベクトルは、始点を対応点 R P 1 とし、終点を対応点 R Q 1 とするベクトル M V 0 となる。

【 0 0 5 1 】

オブティカルフロー O P 1 は、撮影装置 2 0 の画像面 I M 内における特徴点の移動軌跡を示している。そして、ベクトル M V 0 は、X Y Z 座標系における対応点の移動軌跡を示している。車両 1 0 1 が、車両 1 0 0 に対して Z 軸に平行に相対移動する場合には、ベクトル M V 0 は Z 軸に平行となる。また、特徴点 P 1 及び対応点 R P 1 は、X Y Z 座標系において原点 O を通る直線 L N 3 上に配置される。そして、特徴点 Q 1 及び対応点 R Q 1 は、X Y Z 座標系において原点 O を通る直線 L N 4 上に配置される。

【 0 0 5 2 】

したがって、対応点 R Q 1 と一致している車両 1 0 1 の指標点が、X 座標を X 1 とする X 軸上の点 C P 1 に到達するまでの軌跡を示すベクトル M V 2 の大きさ $|M V 2|$ と、特徴点 P 1 の X 座標 $x 2$ と、特徴点 Q 1 の X 座標 $x 1$ と、ベクトル M V 0 の大きさ $|M V 0|$ との幾何学的な関係は、次式 (5) で示される。

【 0 0 5 3 】

【 数 5 】

$$|M V 2| = \frac{|M V 0|}{\left(\frac{x 1}{x 2} - 1\right)} \dots (5)$$

【 0 0 5 4 】

ここで、ベクトル M V 0 の大きさ $|M V 0|$ は、画像 P H 1 が撮像された時刻から画像 P H 2 が撮像された時刻までの時間 t と、車両 1 0 0 に対する車両 1 0 1 の相対移動速度 V との積 ($= V \cdot t$) である。また、ベクトル M V 2 の大きさ $|M V 2|$ は、指標点が対応点 R Q 1 から X 軸上の点 C P 1 まで移動するのに要する時間 $T T C c$ と、相対移動速度 V との積 ($= V \cdot T T C c$) である。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

そこで、上記式(5)の $|MV2|$ に $(V \cdot TTCc)$ を代入し、 $|MV0|$ に $(V \cdot t)$ を代入して、両辺を相対移動速度 V で除することで、次式(6)が導かれる。

【 0 0 5 6 】

【数6】

$$TTCc = \frac{\Delta t}{\left(\frac{x_1}{x_2} - 1\right)} \dots (6)$$

10

【 0 0 5 7 】

また、車両101の指標点が、対応点RQ1から直線LN2で示される衝突面上の点CP2に到達するまでの軌跡を示すベクトルMV1は、Z軸と平行である。そして、ベクトルMV1の大きさ $|MV1|$ とベクトルMV2の大きさ $|MV2|$ との関係は、X軸から対応点RQ1までの距離Z1と、X軸と点CP2までの距離Lを用いると次式(7)で示される。

【 0 0 5 8 】

【数7】

$$|MV1| = |MV2| \cdot \left(1 - \frac{L}{Z1}\right) \dots (7)$$

20

【 0 0 5 9 】

ここで、上述したように、ベクトルMV2の大きさ $|MV2|$ は、指標点が対応点RQ1からX軸上の点CP1まで移動するのに要する時間TTCcと、相対移動速度 V との積 $(= V \cdot TTCc)$ である。また、ベクトルMV1の大きさ $|MV1|$ は、指標点が対応点RQ1から直線LN2上の点CP2に到達するまでの衝突予測時間TTCと、相対移動速度 V との積 $(= V \cdot TTC)$ である。

【 0 0 6 0 】

相対移動速度 V は、オブティカルフローOP1～OP4に関する情報を用いても求めることができない。そこで、上記式(7)の $|MV2|$ に $(V \cdot TTCc)$ を代入し、 $|MV1|$ に $(V \cdot TTC)$ を代入して、両辺を相対移動速度 V で除することで、相対移動速度 V を含む項を含まない次式(8)を導く。

30

【 0 0 6 1 】

【数8】

$$TTC = TTCc \cdot \left(1 - \frac{L}{Z1}\right) \dots (8)$$

【 0 0 6 2 】

上記式(8)のLは、X軸と直線LN2で示される衝突面との距離であり、撮影装置20の取り付け位置と車両100の前端との距離にほぼ等しい既知の値である。このため、CPU31は、X軸と対応点RQ1との距離Z1の値がわかれば、上記式(8)を用いて、車両101が車両100に衝突するまでの衝突予測時間TTCを算出することが可能となる。

40

【 0 0 6 3 】

そこで、CPU31は、次式(9)を用いて距離Z1を算出する。なお、 f は撮影装置20の焦点距離である。また、 h は、画像PH1, PH2を構成する画素のy軸方向の配列間隔である。また、 h は、車両100が走行する路面と撮影装置20との距離である。また、 y_b は、図5に示されるように、画像PH2における、特徴点Q1と車両100が走行する路面との距離である。

【 0 0 6 4 】

50

【数 9】

$$Z1 = \frac{f \cdot h}{\delta \cdot yb} \dots (9)$$

【0065】

CPU31は、上記式(9)を用いて、距離Z1を算出すると、算出した距離Z1を上記式(8)に代入して、車両101が車両100に衝突するまでの衝突予測時間TTCを算出する。

【0066】

次に、障害物が車両100に対してZ軸と交差する方向へ相対移動するときに行われる衝突予測時間算出処理について説明する。

【0067】

例えば、車両100が+Z方向へ進行し、車両101がZ軸と交差する方向へ進行する場合を考える。この場合、撮影装置20の光学中心を原点OとするXYZ座標系では、車両101は、車両100の進行方向と車両101の進行方向とが合成された方向へ、相対的に移動することになる。

【0068】

例えば、図9の矢印a1に示される位置にある車両101は、所定の時間が経過すると矢印a2に示される位置に相対的に移動する。この場合には、撮影装置20によって、まず矢印a1に示される位置にある車両101が撮影され、次に矢印a2に示される位置にある車両101が撮影される。

【0069】

図10には、CPU31によって規定されたオブティカルフローOP1～OP4が示されている。車両101が、車両100に対してZ軸に交差する方向へ相対的に移動することにより車両100に接近する場合は、オブティカルフローOP1～OP4の消失点VPは、xy座標系の原点Oと一致しない。

【0070】

しかしながら、図11を参照するとわかるように、車両100の進行方向と車両101の進行方向が交差する場合にも、オブティカルフローOP1、ベクトルMV0、ベクトルMV2相互間の幾何学的関係は、車両100の進行方向と障害物の移動方向が等しいときのオブティカルフローOP1等との関係と等価である。このため、上記式(5)は成立する。したがって、図9における矢印a2に示される位置にある車両101が、車両100に衝突するまでの衝突予測時間TTCは、上記式(8)で表される。

【0071】

図11に示されるように、直線LN5は、原点を通り、ベクトルMV0と直交する直線である。また、点CP3は、対応点RQ1と点CP1とを通る直線と、直線LN5との交点である。説明の便宜上、図11では、点CP3と点CP1とが、ある程度離間して記載されている。しかしながら、実際には、点CP3と点CP1との距離は、原点Oと直線LN2で示される衝突面との距離L等に比べて著しく小さい。このため、ベクトルMV2と平行で、対応点RQ1を始点とし、点CP3を終点とするベクトルMV3は、ベクトルMV2と大きさが等価であるものとして取り扱っても差し支えない。

【0072】

そこで、CPU31は、車両101が直線LN5によって示される面に衝突するまでの時間TTCc0を、時間TTCcの近似値として、次式(10)に基づいて算出する。なお、xvpは消失点VPのX座標である。

【0073】

10

20

30

40

【数 10】

$$TTCc0 = \frac{\Delta t}{\frac{(xvp-x1)}{(xvp-x2)} \cdot \frac{1+\frac{xvp \cdot x2}{f^2}}{1+\frac{xvp \cdot x1}{f^2}} - 1} \dots(10)$$

【0074】

CPU31は、上記式(10)で算出した時間TTCc0を、時間TTCcとして、上記式(8)へ代入して、車両101が車両100に衝突するまでの衝突予測時間TTCを算出する。

10

【0075】

図6に戻り、次のステップS105では、CPU31は、ステップS104で算出した衝突予測時間TTCが、予め設定された閾値THより大きいかなかを判定する。そして、衝突予測時間TTCが閾値THよりも大きいと判定した場合には(ステップS105: Yes)、ステップS102へ戻る。以降、CPU31は、ステップS105での判定が否定されるまで、ステップS102～S105の処理を繰り返し実行する。一方、CPU31は、衝突予測時間TTCが閾値TH以下であると判定した場合には(ステップS105: No)、ステップS106へ移行する。

【0076】

ステップS106では、CPU31は、画像PH2に写る障害物の検出を試みる。具体的には、CPU31は、画像PH2に、障害物の検出を行う領域を規定するフレームFMを設定する。このフレームFMは、図12に示されるように、グルーピングされた1群のオブティカルフローOP1～OP4を含み、フレームFMによって囲まれる領域が最も小さくなるように設定される。本実施形態では、フレームFMが障害物が位置する領域を示す指標となる。

20

【0077】

図12に示される例では、グルーピングされたオブティカルフローOP1～OP4のうちの3つのオブティカルフローOP1、OP2、OP4の終点によって、フレームFMが規定されている。

30

【0078】

CPU31は、フレームFMを設定すると、フレームFMに囲まれる画像に対して、テンプレートのマッチングを行う。マッチングに用いるテンプレートとしては、例えば車両の後部の画像、ガードレールの画像などが考えられる。CPU31は、種々のテンプレートをフレームFMに囲まれる画像に対してマッチングさせて、各テンプレートについての相関値をそれぞれ算出する。

【0079】

次のステップS107では、CPU31は、ステップS106で算出された相関値から、自車前方に位置する障害物が、ガードレールや標識に代表される静止物であるかを判定する。例えば、自車前方にガードレールが位置していた場合には、ステップS106で算出される相関値は、ガードレールの画像をマッチングさせたときに最も大きくなる。そこで、CPU31は、ガードレールの画像の相関値が、ステップS106で求めた相関値のうちで最も大きく、かつ所定の閾値を上回る場合に、フレームFMに囲まれる画像が、ガードレールなどの静止物の画像であると判定する(ステップS107: Yes)。そして、ステップS108へ移行する。

40

【0080】

ステップS108では、CPU31は、距離算出処理1を実行する。この距離算出処理1は、車両100に対する障害物の移動方向に直交する方向における、当該車両100と障害物との距離wxを算出するための処理である。障害物が静止物である場合や、車両100に対する障害物の移動方向が、XYZ座標系におけるZ軸に平行な方向である場合に

50

は、距離 w_x は、車両 100 と障害物との X 軸方向の距離を表す。

【0081】

例えば、ガードレール GR のような静止物は、車両 100 の進行方向に平行な直線に沿って相対移動しながら、車両 100 に接近する。このため、ガードレール GR が車両 100 に接近する場合には、図 13 に示されるように、例えばオブティカルフロー OP5 ~ OP8 が規定される。この場合には、フレーム FM、オブティカルフロー OP5、及びガードレールの移動軌跡を示すベクトル MV5 の XYZ 座標系における位置関係は、図 14 に示されるようになる。なお、図 14 中の、 w_1 は、画像 PH2 における消失点 VP からフレーム FM の端までの距離であり、 w_x は、車両 100 と障害物との距離である。また、 v_z は、車両 100 の速度であり、 S_f は、撮影装置 20 のスケールファクタである。

10

【0082】

そこで、CPU31 は、次式 (11) を用いて、車両 100 の進行方向に直交する方向 (XYZ 座標系における X 軸方向) に関する車両 100 と障害物との距離 w_x を算出する。

【0083】

【数 11】

$$w_x = \frac{w_1 \cdot v_z \cdot TTC}{S_f} \dots (11)$$

【0084】

ステップ S107 の処理において、ガードレールなどの静止物の画像をマッチングさせたときの相関値が所定の閾値以下となった場合には、CPU31 は、フレーム FM に囲まれる画像が静止物の画像ではないと判定し (ステップ S107 : No)、ステップ S109 へ移行する。

20

【0085】

ステップ S109 では、CPU31 は、フレーム FM に囲まれる領域に写る障害物と路面との境界の検出を試みる。例えば障害物が、車両 100 の前方を走行する車両 101 であって、当該車両 101 の後方へ直射日光があたっているときには、画像 PH2 に対して画像処理を実行することにより、当該車両 101 のタイヤと路面との境界を検出することができる。一方、当該車両 101 の前方へ直射日光があたると、当該車両 101 の後方に影ができるため、画像 PH2 に対して画像処理を実行したとしても、当該車両 101 のタイヤと路面との境界を検出するのが困難になる。

30

【0086】

CPU31 は、画像 PH2 に対する画像処理によって、フレーム FM に囲まれる領域に写る障害物と路面との境界が検出できたときには (ステップ S109 : Yes)、ステップ S110 へ移行する。

【0087】

ステップ S110 では、CPU31 は、距離算出処理 2 を実行する。この距離算出処理 2 では、ステップ S108 で実行される距離算出処理 1 と比較して、演算に用いられる数式が異なる。

40

【0088】

例えば図 5 に示されるように、車両 101 と路面との路面境界 BL が検出された場合は、画像 PH2 における消失点 VP から路面境界までの距離 v_1 と、路面に対する撮影装置 20 の高さ H と、画像 PH2 における消失点 VP からフレーム FM までの距離 w_1 と、車両 100 と障害物 102 までの距離 w_x との関係は、図 15 に示されるようになる。そこで、CPU31 は、次式 (12) を用いて、距離 w_x を算出する。

【0089】

【数 1 2】

$$w_x = \frac{w_l}{v_l} \cdot H \dots (12)$$

【0090】

ステップ S 1 0 9 の処理において、画像 P H 2 に対する画像処理によって、フレーム F M に囲まれる領域に写る障害物と路面との境界が検出できなかったときには（ステップ S 1 0 9 : N o）、C P U 3 1 は、ステップ S 1 1 1 へ移行する。

【0091】

ステップ S 1 1 1 では、C P U 3 1 は、ステップ S 1 0 6 で算出された相関値から、車両 1 0 0 の前方に位置する障害物が、車両であるか否かを判定する。例えば、車両 1 0 0 の前方に車両が位置していた場合には、ステップ S 1 0 6 で算出される相関値は、車両の画像をマッチングさせたときに最も大きくなる。そこで、C P U 3 1 は、車両の画像をマッチングさせたときの相関値が、ステップ S 1 0 6 で求めた相関値のうちで最も大きく、かつ所定の閾値を上回る場合に、フレーム F M に囲まれる画像が、車両の画像であると判定する（ステップ S 1 1 1 : Y e s）。そして、ステップ S 1 1 2 へ移行する。

【0092】

ステップ S 1 1 2 では、C P U 3 1 は、距離算出処理 3 を実行する。この距離算出処理 3 では、ステップ S 1 0 8、S 1 1 0 で実行される距離算出処理 1、2 と比較して、演算に用いられる数式が異なる。

【0093】

フレーム F M に囲まれる画像が車両の画像である場合には、フレーム F M の幅は、概ね車両 1 0 0 の前方を走行する前方車両の幅に対応した大きさになる。例えば、図 1 6 に示されるように、画像 P H 2 におけるフレーム F M の幅を w_{obj} とし、消失点 V P からフレーム F M までの距離を w_l とする。また、前方車両の幅を W_c とすると、車両 1 0 1 までの距離 w_x は、次式（13）で示される。そこで、C P U 3 1 は、次式（13）を用いて、距離 w_x を算出する。なお、前方車両の幅 W_c は、一般的な車両の幅を想定したものであり、例えばその値を 1.7 m とすることが考えられる。幅 W_c の値は、予め設定され、判定装置 3 0 に記憶されている。

【0094】

【数 1 3】

$$w_x = \frac{w_l}{w_{obj}} \cdot W_c \dots (13)$$

【0095】

また、ステップ S 1 1 1 の処理において、車両の画像をマッチングさせたときの相関値が所定の閾値以下となった場合には、C P U 3 1 は、フレーム F M に囲まれる画像が車両の画像ではないと判定し（ステップ S 1 1 1 : N o）、ステップ S 1 1 3 へ移行する。

【0096】

ステップ S 1 1 3 では、C P U 3 1 は、距離算出処理 4 を実行する。この距離算出処理 4 では、ステップ S 1 1 2 で実行される距離算出処理 3 と比較して、演算に用いられるパラメータが異なる。一般に、走行する車両 1 0 0 の前方に障害物が存在する場合は、この障害物は車両である蓋然性が極めて高い。そこで、C P U 3 1 は、上記式（13）のパラメータ W_c を、当該パラメータ W_c よりも値が小さいパラメータ W_{uk} に代えることにより得られる次式（14）を用いて、距離 w_x を算出する。パラメータ W_{uk} の値は、前方車両の幅 W_c に所定の係数を乗じることにより決定され、例えば所定の係数は 1 前後とすることが考えられる。パラメータ W_{uk} の値は、予め設定され、判定装置 3 0 に記憶されている。

【0097】

ステップ S 1 1 3 で算出される距離 w_x は、車両 1 0 0 と障害物との実際の距離よりも

小さくなる。このため、衝突が生じる前に余裕をもって、ドライバへ警報等を発令することが可能となる。

【 0 0 9 8 】

【 数 1 4 】

$$w_x = \frac{w_l}{w_{obj}} \cdot W_{uk} \dots (14)$$

【 0 0 9 9 】

次のステップ S 1 1 4 では、C P U 3 1 は、ステップ S 1 0 8 , S 1 1 0 , S 1 1 2 , S 1 1 3 で算出した距離 w_x に用いて、障害物が車両 1 0 0 に衝突するか否かを判定する。この判定の際には、障害物が車両 1 0 0 の進行方向と平行な方向へ相対移動するときと、障害物が車両の進行方向と交差する方向へ相対移動するときとで、異なる処理が行われる。そこで、まず障害物が車両の進行方向と平行な方向へ相対移動するときに行われる判定処理について説明する。

【 0 1 0 0 】

図 1 7 は、X Y Z 座標系における車両 1 0 0 , 1 0 1、及びフレーム F M との位置関係を示す図である。図 1 7 を参照するとわかるように、車両 1 0 1 が矢印 A 1 に示されるように Z 軸に平行に移動する場合、すなわち、車両 1 0 0 の進行方向と、車両 1 0 0 に接近する障害物の相対的な移動方向が平行な場合には、消失点 V P は、X Y Z 座標系における Z 軸上に規定される。

【 0 1 0 1 】

この場合 C P U 3 1 は、撮影装置 2 0 から車両 1 0 0 の右側面までの距離 W_{cr} 、或いは撮影装置 2 0 から車両 1 0 0 の左側面までの距離 W_{cl} と、距離 w_x とを比較する。そして、距離 W_{cr} 、或いは距離 W_{cl} の値が、距離 w_x の値より小さい場合には、車両 1 0 1 などの障害物と車両 1 0 0 が衝突する可能性がないと判定する（ステップ S 1 1 4 : N o）。また、距離 W_{cr} 、或いは距離 W_{cl} の値が、距離 w_x の値以上の場合には、車両 1 0 1 などの障害物と車両 1 0 0 が衝突する可能性があるとして判定する（ステップ S 1 1 4 : Y e s）。

【 0 1 0 2 】

次に、障害物が車両の進行方向と交差する方向へ相対移動するときに行われる判定処理について説明する。

【 0 1 0 3 】

図 1 8 は、X Y Z 座標系における車両 1 0 0 , 1 0 1、及びフレーム F M との位置関係を示す図である。ベクトル A 2 に示されるように、車両 1 0 1 が、車両 1 0 0 の進行方向と交差する方向に相対移動しながら、車両 1 0 0 に接近するときは、C P U 3 1 は、衝突予測時間 T T C が経過したときに車両 1 0 0 に接し、ベクトル A 2 と平行な 2 本の直線 L_r , L_l と、消失点 V P を通りベクトル A 2 に平行な直線 L_c との距離 d_r , d_l を、次式 (1 5) 及び (1 6) を用いてそれぞれ算出する。なお、 x_{vp} は、消失点 V P の X 座標である。また、距離 L_{cf} は、撮影装置 2 0 から車両 1 0 0 の前端までの距離であり、距離 L_{cr} は、撮影装置 2 0 から車両 1 0 0 の後端までの距離である。

【 0 1 0 4 】

【 数 1 5 】

$$d_r = \frac{\frac{S_f}{x_{vp}} \cdot W_{cr} + L_{cr} - T T C \cdot v_z}{\sqrt{\left(\frac{S_f}{x_{vp}}\right)^2 + 1}} \dots (15)$$

【 0 1 0 5 】

【数 16】

$$dl = \frac{\frac{Sf}{xvp} \cdot Wcl + Lcf + TTC \cdot vz}{\sqrt{\left(\frac{Sf}{xvp}\right)^2 + 1}} \dots (16)$$

【0106】

CPU31は、距離dr, dlを算出すると、これらの距離dr, 或いは距離dlと、距離wxを比較する。そして、距離dr、或いは距離dlの値が、距離wxの値より小さい場合には、車両101などの障害物と車両100が衝突する可能性がないと判定する（ステップS114：No）。また、距離dr、或いは距離dlの値が、距離w1の値以上の場合には、車両101などの障害物と車両100が衝突する可能性があるとして判定する（ステップS114：Yes）。

【0107】

CPU31は、ステップS114で、障害物と車両100が衝突する可能性がないと判定した場合には（ステップS114：No）、ステップS102に戻り、以降ステップS102～S114の処理を繰り返す。一方、CPU31は、ステップS114で、障害物と車両100が衝突する可能性があるとして判定した場合には（ステップS114：Yes）、ステップS115へ移行する。

【0108】

ステップS115では、CPU31は、警報装置40へ警報の発令を指示する。これにより、車両100のドライバに対して、障害物が車両100に衝突する可能性があることが報知される。ステップS115の処理が終了すると、CPU31は、ステップS102へ戻る。そして、ステップS102以降の処理を繰り返し実行する。

【0109】

以上説明したように、本実施形態では、画像に写る障害物の位置を示すフレームFMと、当該障害物についてのオブティカルフローの消失点VPとの距離w1が求められる。そして、距離w1を用いて、車両100に対する障害物の相対移動方向に直交する方向についての、車両100と障害物との距離wxが算出される（ステップS108, S110, S112, S113）。これにより、距離wxと、車両100に搭載された撮影装置20と車両100の側面までの距離とを比較することにより、車両100と障害物とが衝突するか否かを精度よく判定することができる（ステップS114）。

【0110】

そして、判定結果に基づいて、障害物と車両100とが衝突する可能性がある場合に限り、車両100のドライバに警報を発令することが可能となる（ステップS115）。したがって、ドライバの運転を、適切に支援することが可能となる。

【0111】

本実施形態では、画像に写る障害物が静止物か、或いは車両であるか否かが判断される（ステップS107, S109, S111）。そして、判断結果に応じた手順で、消失点VPからフレームFMまでの距離w1が算出される。このため、障害物の種類に応じて、衝突可能性の正確な判定が可能となる。したがって、ドライバの運転を、適切に支援することができる。

【0112】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態によって限定されるものではない。例えば、上記実施形態に係る判定装置30の機能は、ハードウェアによっても実現することができる。

【0113】

一例として、図19には変形例に係る判定装置30のブロック図が示されている。図19に示されるように、この判定装置30は、記憶部30a, オプティカルフロー算出部3

10

20

30

40

50

0 b、予測時間算出部 3 0 c、属性判別部 3 0 d、距離算出部 3 0 e、及び判定部 3 0 f を有している。

【0 1 1 4】

例えば、オプティカルフロー算出部 3 0 b は、図 6 に示されるステップ S 1 0 2 , S 1 0 3 に係る処理を実行する。予測時間算出部 3 0 c は、ステップ S 1 0 4 , S 1 0 5 に係る処理を実行する。属性判別部 3 0 d は、ステップ S 1 0 6 , S 1 0 7 , S 1 0 9 , S 1 1 1 に係る処理を実行する。距離算出部 3 0 e は、ステップ S 1 0 8 , S 1 1 0 , S 1 1 2 , S 1 1 3 に係る処理を実行する。判定部 3 0 f は、ステップ S 1 1 4 , S 1 1 5 に係る処理を実行する。記憶部 3 0 a は、上記各部 3 0 b ~ 3 0 f の処理結果や、撮影装置 2 0 から出力される画像情報を記憶する。

10

【0 1 1 5】

第 1 の実施形態において判定装置 3 0 の補助記憶部 3 3 に記憶されているプログラムは、フレキシブルディスク、C D - R O M (Compact Disk Read-Only Memory)、D V D (Digital Versatile Disk)、M O (Magneto-Optical disk) 等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に格納して配布し、そのプログラムをコンピュータにインストールすることにより、上述の処理を実行する装置を構成することとしてもよい。

【0 1 1 6】

また、プログラムをインターネット等の通信ネットワーク上の所定のサーバ装置が有するディスク装置等に格納しておき、例えば、搬送波に重畳させて、コンピュータにダウンロード等するようにしても良い。

20

【0 1 1 7】

なお、本発明は、本発明の広義の精神と範囲を逸脱することなく、様々な実施形態及び変形が可能とされるものである。また、上述した実施形態は、本発明を説明するためのものであり、本発明の範囲を限定するものではない。

【産業上の利用可能性】

【0 1 1 8】

本発明の距離算出装置、距離算出方法、及びプログラムは、車両と障害物との距離を算出するのに適している。また、本発明の衝突検出システム、衝突検出方法、及びプログラムは、車両と障害物との衝突の検出に適している。

【符号の説明】

30

【0 1 1 9】

- 1 0 衝突判定システム
- 2 0 撮影装置
- 3 0 判定装置
- 3 0 a 記憶部
- 3 0 b オプティカルフロー算出部
- 3 0 c 予測時間算出部
- 3 0 d 属性判別部
- 3 0 e 距離算出部
- 3 0 f 判定部
- 3 1 C P U
- 3 2 主記憶部
- 3 3 補助記憶部
- 3 4 表示部
- 3 5 インタフェース部
- 4 0 警報装置
- 1 0 0 , 1 0 1 車両
- 1 0 2 障害物
- B L 路面境界
- C P 1 ~ C P 3 点

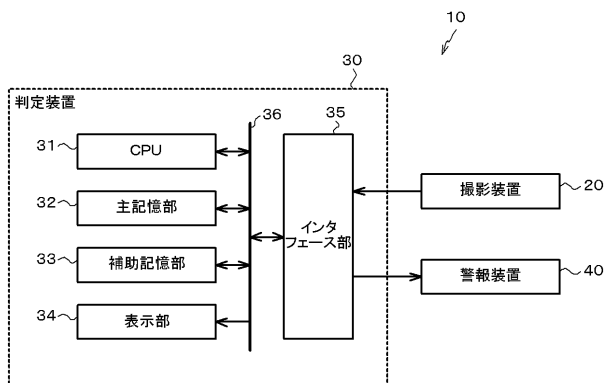
40

50

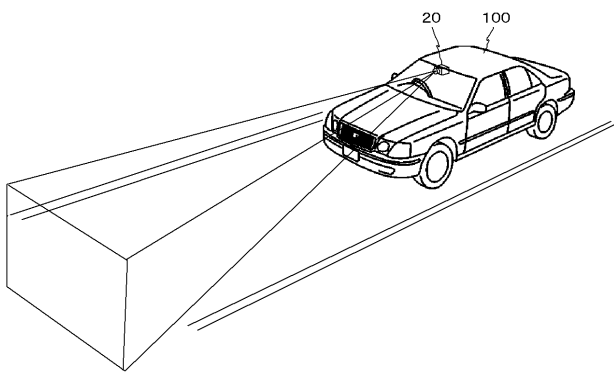
F M フレーム
 G R ガードレール
 I M 画像面
 M 画素
 M V 0 ~ M V 5 ベクトル
 O P 1 ~ O P 8 オプティカルフロー
 P H , P H 1 , P H 2 画像
 P 1 ~ P 4 特徴点
 Q 1 ~ Q 4 特徴点
 V P 消失点

10

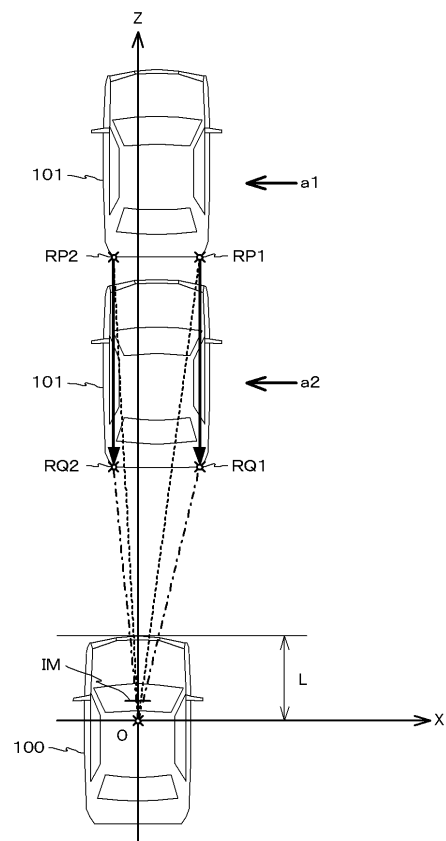
【図 1】



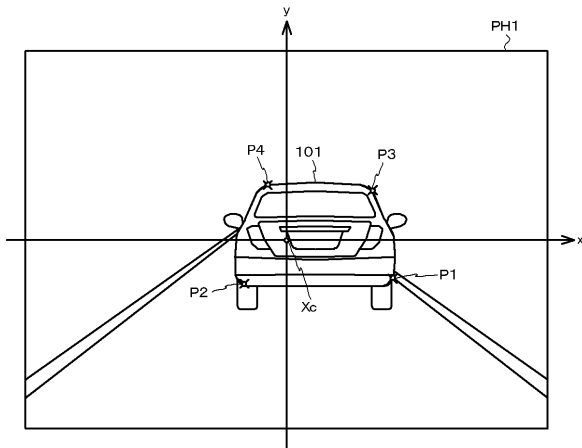
【図 2】



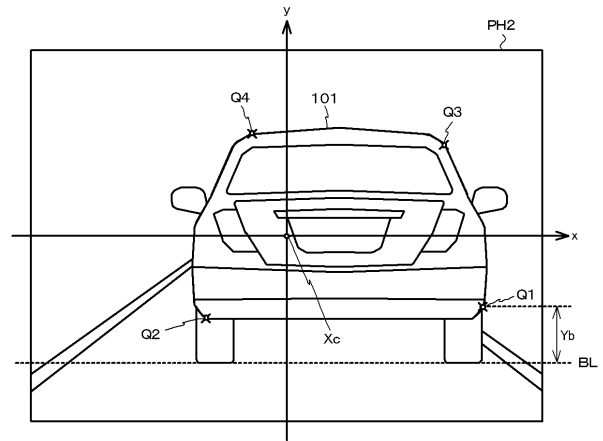
【図 3】



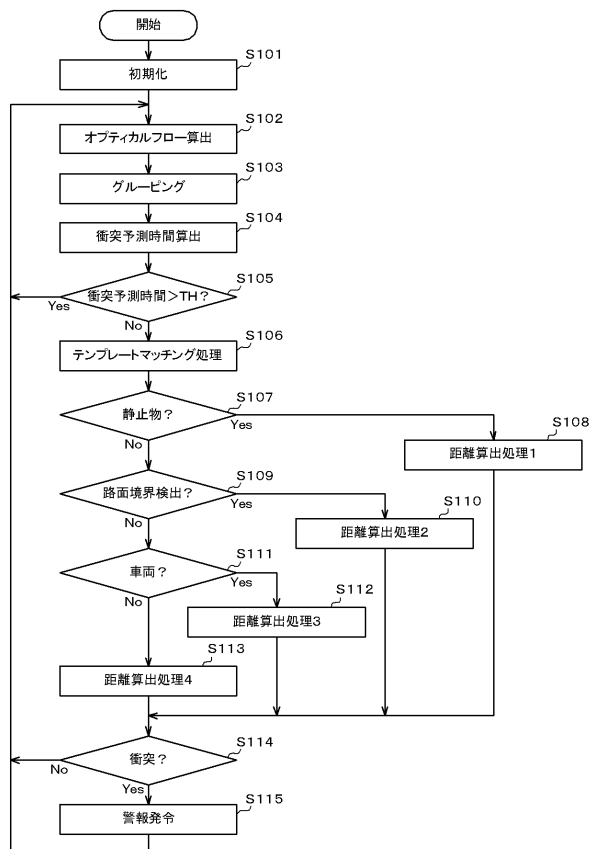
【図 4】



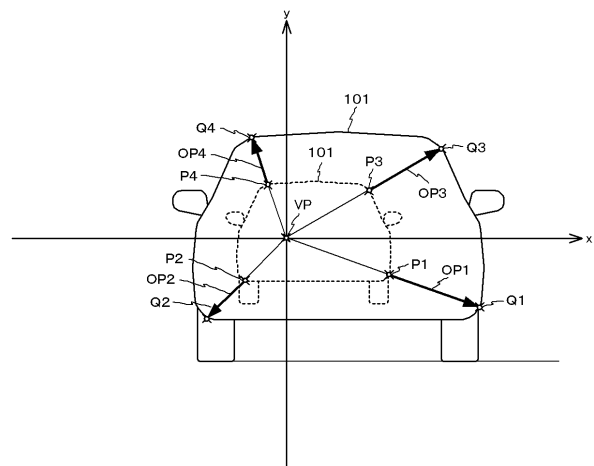
【図 5】



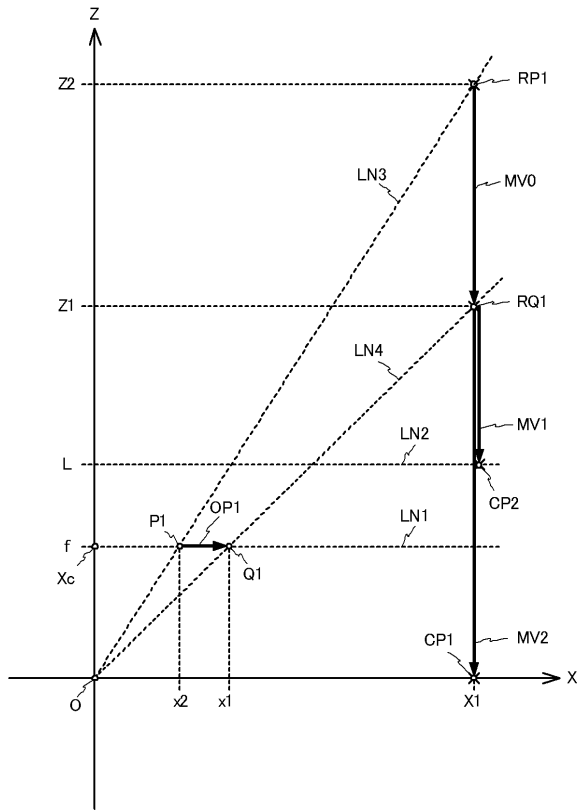
【図 6】



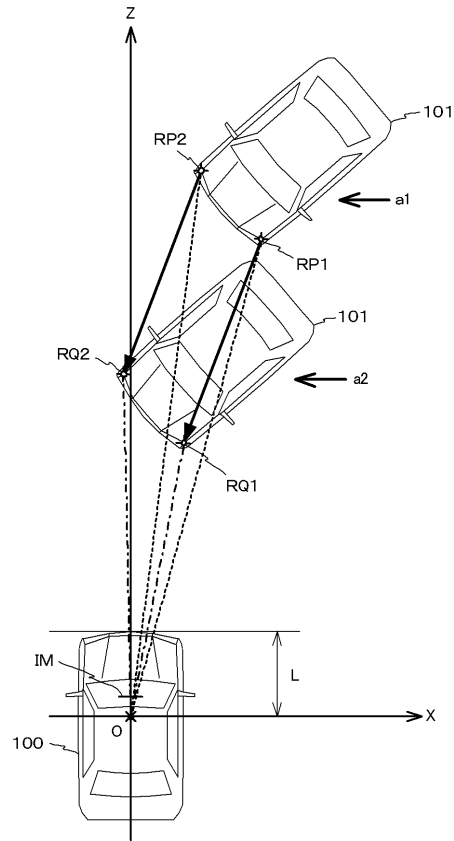
【図 7】



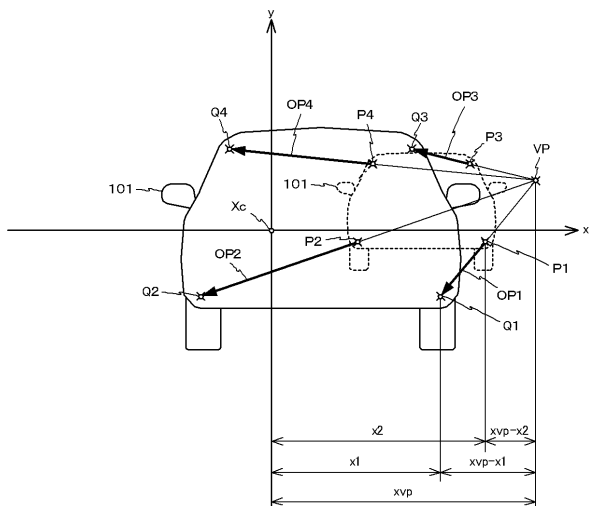
【図 8】



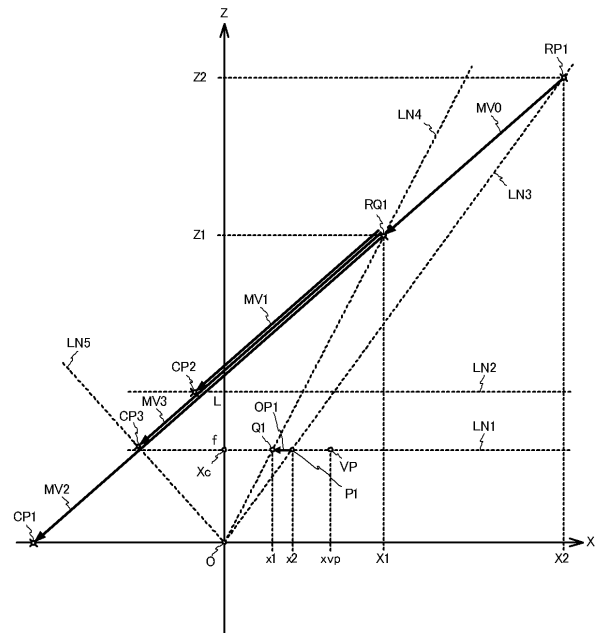
【図 9】



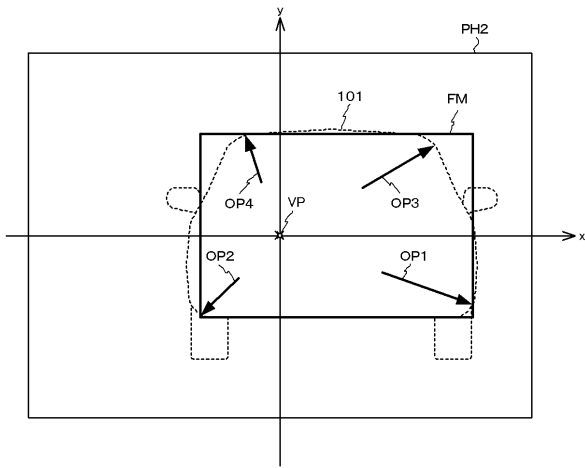
【図 10】



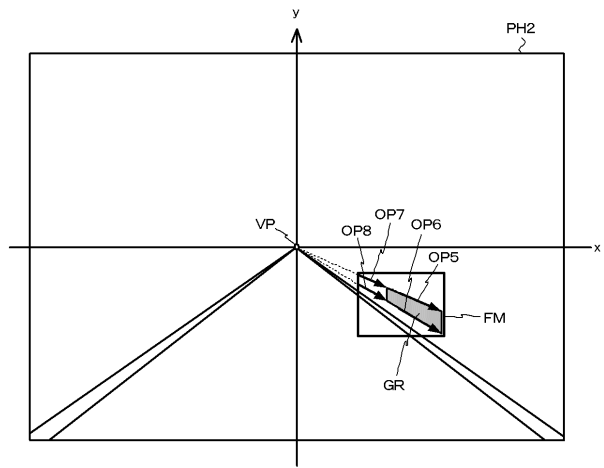
【図 11】



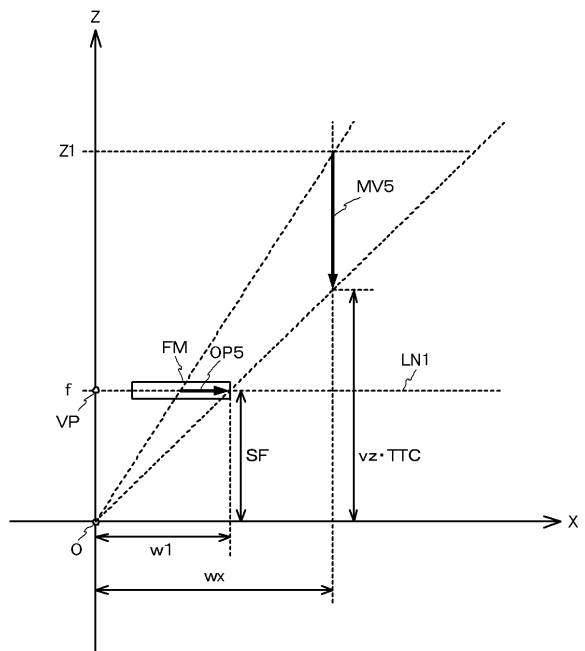
【図 1 2】



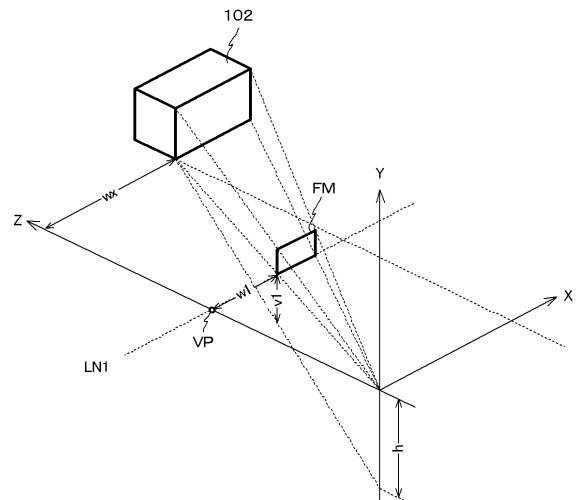
【図 1 3】



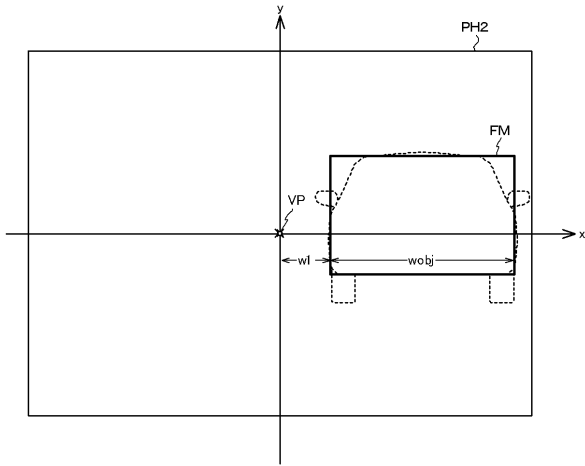
【図 1 4】



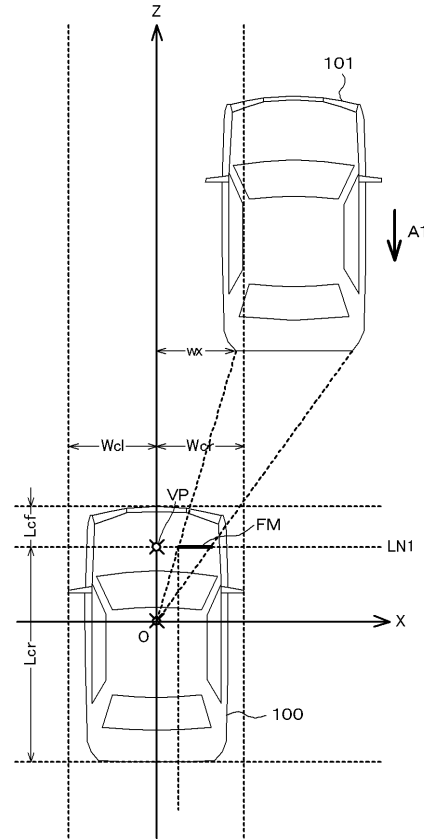
【図 1 5】



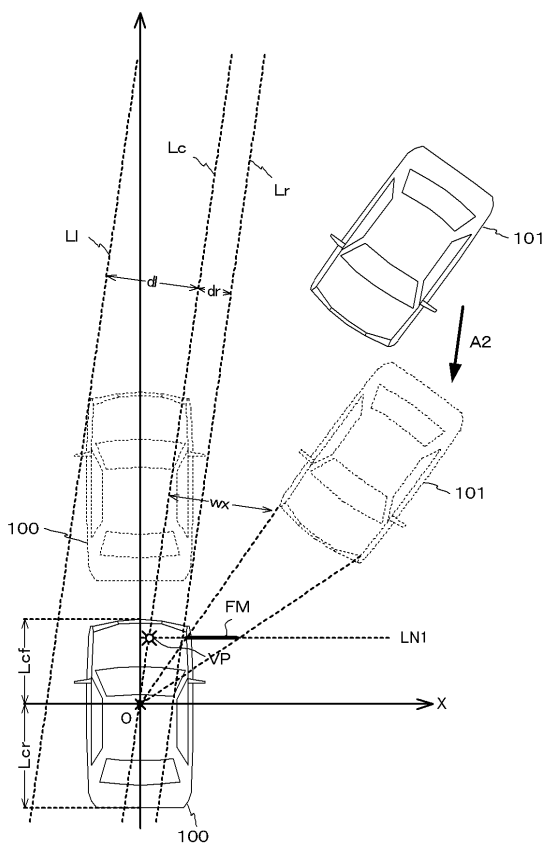
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【図 19】

