

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3961584号
(P3961584)

(45) 発行日 平成19年8月22日(2007.8.22)

(24) 登録日 平成19年5月25日(2007.5.25)

(51) Int. Cl.	F I
B6OR 21/00 (2006.01)	B6OR 21/00 624Z
GO1C 15/00 (2006.01)	B6OR 21/00 624C
GO6T 1/00 (2006.01)	GO1C 15/00
GO8G 1/00 (2006.01)	GO6T 1/00 280
GO8G 1/04 (2006.01)	GO8G 1/00 J
請求項の数 2 (全 16 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願平8-22844	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成8年2月8日(1996.2.8)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開平9-218937		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成9年8月19日(1997.8.19)	(73) 特許権者	000004695
審査請求日	平成14年4月23日(2002.4.23)		株式会社日本自動車部品総合研究所
審判番号	不服2004-26222(P2004-26222/J1)		愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地
審判請求日	平成16年12月24日(2004.12.24)	(74) 代理人	100096998
			弁理士 碓水 裕彦
		(74) 代理人	100118197
			弁理士 加藤 大登
		(74) 代理人	100123191
			弁理士 伊藤 高順
		(72) 発明者	直井 孝
			愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式
			会社日本自動車部品総合研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 区画線検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮像手段を用いて得られた画像情報に基づいて、道路上の区画線を検出する区画線検出装置において、

前記撮像手段により得られた画像情報から画像座標上の区画線エッジを抽出する区画線エッジ抽出手段と、

前記区画線エッジ抽出手段により抽出された画像座標上の区画線エッジを俯瞰座標、若しくは3次元座標に座標変換し、その座標変換された区画線エッジを関数近似する関数近似手段と、

前記関数近似手段による近似関数を前記座標変換時の前記撮像手段に関する定数を用いて元の画像座標に逆変換し、当該逆変換の結果に基づいて区画線を推定する区画線推定手段と、

を備えることを特徴とする区画線検出装置。

【請求項2】

請求項1に記載の区画線検出装置において、

前記関数近似手段は、区画線エッジを2次以上のn次曲線で近似することを特徴とする区画線検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

10

20

この発明は、例えばCCD (Charge Coupled Device) カメラ等の撮像装置により得られた画像情報を用いて道路上の区画線 (白線レーンマーク) を検出する区画線検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

画像から区画線を検出する技術として、従来の検出装置では、単眼視の画像から得られる画像情報を基にエッジを抽出し、当該抽出されたエッジにハフ (Hough) 変換を施して区画線の直線部分を抽出する。また、その直線部分を基にして画像上のエッジ探査を行い、区画線を検出していた。

【0003】

以下、上記処理をより具体的に説明する。図9は撮像装置で撮影された映像を示す。この映像の画像信号を画像処理装置に取り込み、例えば明るさの相対的な変化に応じてエッジ抽出を行う。エッジ抽出には多数の方法があるが、その一例としては横方向の2画素間の差分を用いて区画線のエッジを抽出する。差分を用いてエッジ抽出を行った結果を図10に示す。図10において、白抜きの点は差分が正となったエッジ点 (アップエッジ) であり、黒点は負となったエッジ点 (ダウンエッジ) である。ここで、区画線を横切るエッジに注目すると、区画線部分では左側に位置する白抜きエッジ点と右側に位置する黒エッジ点とがペアになっていることが分かる。この性質を利用し、ペアリング (白抜きエッジ点と黒エッジ点のペアを取り出す処理) を行い、区画線と判断される点を抽出した結果を図11である。これにハフ変換を施すと、図12のL1, L2のような直線を取り出すことができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、図14において、前記ハフ変換により求められる区画線の直線部分は図中のa, b線のようになり、これでは例えばe, f線のように右方に曲がった区画線に対応することはできない。また、区画線のエッジ点が殆ど抽出されなかった自車両から遠方領域では、直線の延長にて区画線を推定することにより大きな誤差が発生する。

【0005】

一方、道路上の区画線は直線、円弧、クロソイド曲線で成り立っているため、これは実用上問題のない誤差レベルで3次式に近似できる。しかし、撮像装置に入力された画像では、道路面上の直線は画像上でも直線であるが、円弧、クロソイド曲線は全く違うものとなっている。そのため、画像上の区画線に3次近似曲線を当てはめた場合、図14のc, d線に示すように、データのある所までは、ある程度元データと一致した曲線となるが、データの無い領域の予測線はe, f線 (実際の区画線) から大きくかけ離れてしまう。

【0006】

また、この種の他の従来技術として、特開平3-282710号公報の「移動車の環境認識装置」が開示されており、同装置では区画線の曲線近似を画像座標系で行っているが、かかる場合にもその区画線の検出結果はやはり図14のc, d線のようになる。つまり、エッジデータの無い遠方領域では予測曲線を求めることができなかった。

【0007】

この発明は、上記問題に着目してなされたものであって、その目的とするところは、遠方領域においても区画線を精度良く検出することができる区画線検出装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明では、撮像装置として、例えば光軸が道路面にほぼ水平となるCCDカメラを用い、同CCDカメラにより自車両前方の映像を取得する。また、本発明では、前記撮像装置により取得された撮像情報に基づいて、道路面を真上から見おろした俯瞰図を作成し、その俯瞰図上で区画線 (白線レーンマーク) を検出する。そして、俯瞰座標上において、関数近似により道路上の区画線を推定する。なお、道路上の区画線は直線、円弧、クロソイ

10

20

30

40

50

ド曲線の組み合わせで成り立っており、クロソイド曲線は緩和曲線と言われ、直線から円弧に移行する区間に使われる。また、クロソイド曲線は3次式で近似でき、直線、円弧も実用上問題のない誤差で3次式で近似できる。

【0011】

その具体的な手段として、請求項1に記載の発明では、撮像手段（例えばCCDカメラ）により得られた画像情報から画像座標上の区画線エッジを抽出する（区画線エッジ抽出手段）。また、抽出された画像座標上の区画線エッジを俯瞰座標、若しくは3次元座標に座標変換し、その座標変換された区画線エッジを関数近似する（関数近似手段）。さらに、その近似関数を前記座標変換時の前記撮像手段に関する定数を用いて元の画像座標に逆変換し、当該逆変換の結果に基づいて区画線を推定する（区画線推定手段）。

10

【0012】

要するに、CCDカメラによる画像情報を俯瞰座標系、若しくは3次元座標系に変換する場合には、CCDカメラの光軸と路面との角度が重要な一要素となっているが、実際の車両走行時には、路面の凹凸等の影響から前記光軸と路面とでなされる角度が変動する。かかる場合、俯瞰座標系、若しくは3次元座標系への変換時においてその影響が生じ、関数曲線の精度が悪化する。これに対して、請求項1に記載の構成によれば、関数近似後において、座標変換時の撮像手段に関する定数（例えばCCDカメラ等の光軸の角度に関する定数）を用いて俯瞰座標若しくは3次元座標を元の画像座標に戻すことにより、前記の角度変化に起因して発生する座標変換に伴う誤差を抑制することができる。その結果、前記した路面の凹凸等に起因する不具合を解消し、画像座標で近似を行うよりも誤差の少ない予測曲線を検出して区画線の検出精度をより一層高めることができる。

20

【0013】

【発明の実施の形態】

（第1の実施の形態）

以下、この発明を障害物検出装置に具体化した第1の実施の形態を図面に従って説明する。

【0014】

図1は本実施の形態における障害物検出装置の構成を示すブロック図である。図1において、撮像手段としての撮像装置10は、車両前方を撮像する左右一对のCCDカメラ（図示しない）を有し、同装置10にて得られた画像信号は警報装置本体20に入力される。図9は、撮像装置10により得られた一画像を示しており、画像内には、区画線（本実施の形態では白線レーンマークという）81、82や自車両の前方を走行する車両83、84や電柱85等が映し出されている。

30

【0015】

また、警報装置本体20には、車速センサ30からの速度信号、ヨーレートセンサ・ピッチレートセンサ40からのヨーレート・ピッチレート検出信号、ブレーキスイッチ50からのブレーキ信号が入力される。警報装置本体20は、前記画像信号を基に画像処理を行い、立体物及び白線レーンマークを検出すると共に、速度信号、ヨーレート・ピッチレート信号、ブレーキ信号の情報との照合により、自車両の障害物に対する危険度等を判定する。そして、警報装置本体20は、障害物に対する危険度等に応じてスピーカ60により警報を出力したり、表示装置70により障害物までの距離などを出力したりする。なお、本実施の形態では、警報装置本体20により区画線エッジ抽出手段、n次近似手段及び区画線推定手段が構成されている。

40

【0016】

図2は、警報装置本体20の構成を作用毎に示す機能ブロック図であり、以下、図2に従って本実施の形態における障害物判定処理を説明する。図2において、警報装置本体20は、画像入力部21と、レーンマーク検出部22と、立体物検出部23と、位置判定部24とに大別される。画像入力部21では、前記撮像装置10からの画像信号が入力され、同画像信号はレーンマーク検出部22及び立体物検出部23に送信される。かかる場合、レーンマーク検出部22には、左右いずれか一方のCCDカメラの画像信号が送信され、

50

立体物検出部 23 には左右両方の CCD カメラの画像信号が送信される。

【0017】

レーンマーク検出部 22 では、以下のステップ S111 ~ S116 の手順に従って白線レーンマークが検出される。即ち、ステップ S111 では、画像内における横方向について所定画素間の相対的な明るさの差分が所定のしきい値を越えた点をエッジ点として抽出する。このエッジ抽出処理により図 10 のようなエッジ点が抽出される。図 10 において、白抜きの点は差分が正となったエッジ点（アップエッジ）であり、黒点は負となったエッジ点（ダウンエッジ）である。このとき、白線レーンマークを横切るエッジに着目すると、レーンマーク部分は左側に位置するアップエッジと、右側に位置するダウンエッジのペアになっていることが分かる。

10

【0018】

次に、ステップ S112 では、アップエッジとダウンエッジのペアを結びつけるペアリングを行い、図 11 に示す如く白線レーンマークの候補となるエッジ点のみを抽出する。かかるペアリングの手順を以下に略述する。つまり、図 3 は平行に延びる白線レーンマークが画像上で一点（消失点）に収束することを示しており、同図では消失点から Y だけ下方へ離れた位置の画像上の白線レーンマークの幅を W としている。この場合、CCD カメラの取り付け高さ h、同カメラの横方向の画角 θ_h 及び画素数 nh 、縦方向の画角 θ_v 及び画素数 nv 、及び道路上における実際の白線レーンマークの幅 d が既知であるとすれば、画像上の白線レーンマークの幅 W は、下記の式（1）により近似的に求めることができる。

20

【0019】

【数 1】

$$W = \frac{nh}{\theta_h} \cdot \tan^{-1} \left\{ \frac{d}{h} \cdot \tan \left(Y \cdot \frac{\theta_v}{nv} \right) \right\} \dots (1)$$

しかして、上記式（1）において、画像上の白線レーンマークの幅 W は消失点を基準とする垂直走査位置 Y の関数として表される。そして、水平走査時の画像上の間隔が上記式（1）にて求まる幅 W 以内にあるアップエッジとダウンエッジとを選択することにより、レーンマーク候補のエッジ点が抽出できる。この場合、例えばアップエッジの横方向位置とダウンエッジの横方向位置との中間位置をエッジ点の候補とする（図 11）。このとき、図 9 の車両 83, 84 や電柱 85 等に相当するエッジ点はレーンマーク候補から削除される。

30

【0020】

次いで、ステップ S113 では、レーンマーク候補のエッジ点についてハフ変換処理を行い、実際の白線レーンマーク上のエッジ点を求めるための基となる直線を検出する。図 12 はハフ変換により抽出された直線 L1, L2 を示す。続くステップ S114 では、ハフ変換により抽出した直線 L1, L2 に基づいて図 11 のレーンマーク候補から白線レーンマークのエッジ点を取り出す。その結果を図 13 に示す。

40

【0021】

ステップ S115 では、上記の如く得られたエッジ点を画像座標系から俯瞰座標系（X-Z 座標）に変換する。図 15 は白線レーンマークのエッジ点を俯瞰図上に点在させた結果を示す図である。以下に、画像座標系から俯瞰座標系への変換手順を示す。

【0022】

図 4 は撮像装置 10 と路面を横から見た図、図 5 は図 4 を上から見た図（俯瞰図）、図 6 は撮像装置 10 により撮像された画像を示す図である。ここでは、図 4 の座標系を（Y, Z）、図 5 の座標系を（X, Z）とする。また、図 5 の俯瞰座標系では路面を平面として扱っているが、横から見た図 4 の座標系を併せて考慮すると、それは 3 次元座標（X, Y, Z）に拡張できる。

50

【 0 0 2 3 】

また、路面上に任意の点 p_1 をとると、画像上でのその位置は (x_1, y_1) となる。かかる場合、図 6 の消失ライン y_0 、図 4 の Z_m の関係式は、次の式 (2)、(3) で表すことができる。

【 0 0 2 4 】

【数 2】

$$y_0 = \frac{y_m}{2} - \frac{y_m \cdot \theta v_0}{\theta v} \quad \dots (2)$$

10

【 0 0 2 5 】

【数 3】

$$Z_m = \frac{h}{\tan(\theta v / 2 + \theta v_0)} \quad \dots (3)$$

ここで、式 (2)、(3) における y_m 、 v 、 v_0 、 h は既知の値とすれば、 y_0 、 Z_m は所定のある値 (固定値) として求められる。

【 0 0 2 6 】

20

また、図 4 の Z_1 は y_0 、 Z_m を含む次の式 (4) で表すことができる。

【 0 0 2 7 】

【数 4】

$$Z_1 = \frac{(y_m - y_0) \cdot Z_m}{(y_1 - y_0)} \quad \dots (4)$$

さらに、図 5 の h_1 は、次の式 (5) で表され、

【 0 0 2 8 】

【数 5】

30

$$\theta h_1 = \frac{\theta h}{x_m} \cdot \left(x_1 - \frac{x_m}{2} \right) \quad \dots (5)$$

図 5 の X_1 は、次の式 (6) で表される。

【 0 0 2 9 】

【数 6】

$$X_1 = Z_1 \cdot \tan \theta h_1 \quad \dots (6)$$

40

以上の式 (2) ~ (6) を用いることにより俯瞰座標系の (X_1, Z_1) が確定できる。

【 0 0 3 0 】

ステップ S 1 1 6 では、俯瞰座標系に変換されたエッジ点を最小 2 乗法を用いて 3 次曲線に近似する。そして、白線レーンマークを 3 次多項式の関数として出力することにより、図 1 6 の $F_1(Z)$ 、 $F_2(Z)$ の曲線関数が得られる。このとき、 $F_1(Z)$ は右側の白線レーンマークの関数、 $F_2(Z)$ は左側の白線レーンマークの関数であり、これらによる 3 次の近似曲線は、前記ハフ変換により求められた直線部分の延長線として予測されることになる。

【 0 0 3 1 】

一方、立体物検出部 2 3 において、画像入力部 2 1 から左右一対の CCD カメラによる画

50

像信号が入力されると、ステップS 1 2 1では周知の立体視法を用いて他の走行車両等、立体物の画像中の位置と実際の距離を出力する。ここで、立体視法による距離検出手順について図7を用いて簡単に説明する。図7において、撮像装置10には、2つの視点を形成するために物体Mに対向して2つのレンズ11, 12が配設され、この2つのレンズ11, 12の後ろにそれらの光軸S1, S2が一致するCCD13, 14が配設されている。ここで、図中の「De」はレンズ11, 12と物体Mとの距離、「f」はレンズ11, 12の焦点距離、「xa」, 「xb」はそれぞれ物体Mからレンズ11, 12を経てCCD13, 14へ焦点を結ぶ点と光軸S1, S2との距離、「P」は光軸S1, S2間のピッチである。かかる場合、距離Deは、

【0032】

【数7】

$$De = \frac{f \cdot P}{x_a + x_b} \quad \dots (7)$$

で求めることができる。即ち、焦点距離f, ピッチPが既知であるため、(xa + xb)が求めれば物体Mまでの距離Deが分かる。ここで、(xa + xb)は左右画像の視差に相当し、左右の画像中の対象物の輝度値を少しずつ(例えば1画素ずつ)ずらしながら比較し、最も一致するずらし量として求めることができる。視差を求める一般的な手法としては、相関計算が用いられ、次の式(8)によて求められる相関値V(i)が最小となる点のずらし量iが視差となる。

【0033】

【数8】

$$V(i) = \sum_{n=1}^W |a_n - b_{n+i}| \quad \dots (8)$$

但し、式(8)において、「an」, 「bn」は画像の単位領域(例えば8画素×8画素)を一次元画像とした場合の輝度の並び(数列)、「n」は画像の横方向の画素番号、「W」は単位領域の大きさ(この場合は8)である。なお、輝度の並びを示す数列を「am, n」, 「bm, n」として、単位領域における二次元画像から相関値V(i)を求め、その相関値V(i)が最小値となるずらし量iから視差を求めることも可能である。

【0034】

また、続くステップS 1 2 2では、画像座標上における立体物の位置を俯瞰座標系に変換する。このとき、図4~6に示す任意の点p1に立体物(例えば他車両)があったとすると、俯瞰変換上のZ1は前記式(8)の距離Deとして直接求められ、このZ1を前記の式(5), (6)に代入することによりX1を求めることができる。かかる処理によれば、図16に示す俯瞰図において、前記図8の車両83, 84がP1, P2の位置にて検出

【0035】

最後に、位置判定部24では、図16のように立体物とレーンマーク関数の関係を求め、立体物と白線レーンマークとの位置関係を判定する。この場合、既述した通り俯瞰座標上では、白線レーンマークは関数F1(Z), F2(Z)で表される。また、立体物は物体左右両端の位置(Xr, Z), (Xl, Z)を持つ。そして、位置判定部24は、位置判定処理の一つ例として図8のルーチンを実行し、その時々に応じて警報情報を発生させる。

【0036】

つまり、図8において、ステップS 2 0 1でルーチンが開始されると、ステップS 2 0 2

10

20

30

40

50

では右側の白線レーンマークの内側に立体物があるか否かを判別し、次のステップS203では左側の白線レーンマークの内側に立体物があるか否かを判別する。より具体的には、次の式(9)、(10)の関係に従い判別処理を実施する。ここで、「Xra」は立体物の右側端X方向位置、「Xla」は立体物の左側端X方向位置、「Za」はZ方向の位置を示す。

【0037】

【数9】

$$F1(Za) \geq Xra \quad \dots (9)$$

10

【0038】

【数10】

$$F2(Za) \leq Xla \quad \dots (10)$$

さらに、ステップS204では、車速センサ30からの速度信号と立体物との距離変化から相対速度を求め、相対速度、距離、自車速度の関係から現時点の走行状態が危険な状態か否かを判別する。ステップS205では、ブレーキスイッチ50からのブレーキ信号の有無に基づき、ドライバが危険を回避しようとしているか否かを判別する。そして、ステップS202～S205が全て肯定判別されれば、ステップS206で立体物(障害物)との衝突の可能性があるとしてドライバに警報する音を発生させ、その後ステップS207で処理を終了する。また、ステップS202～S205のいずれかが否定判別されれば、直ちにステップS207で処理を終了する。

20

【0039】

以上詳述した本実施の形態によれば、以下に示す効果が得られる。

(a) 先ず以て、自車両にとって比較的近距离の領域については、ハフ変換により直線近似が施される。この場合、近距离領域では白線レーンマークについて多数のエッジ点が得られることから、正確な直線近似が可能となる。

【0040】

(b) これに対して、比較的遠距離の領域では白線レーンマークについて少数のエッジ点しか得られないが、画像座標を俯瞰座標に変換すると共に、俯瞰座標に変換された区画線情報に3次近似式を適用することにより、画像座標系での近似に比べて誤差の少ない予測曲線を検出することができる。つまり、道路上の白線レーンマークは直線、円弧、クロソイド曲線の組み合わせで成り立っており、3次近似を行うことによりクロソイド曲線成分も含めた道路上の白線レーンマークを精度良く検出することができる。かかる場合、ハフ変換により得られた白線レーンマークの直線部分の延長線として、俯瞰座標上にて求められた3次曲線部分を延長させたため、広域にわたって白線レーンマークを予測できる。その結果、従来からの懸案であった画像情報に現れない遠方の区画線、即ち、画像情報からの区画線エッジがない遠方の区画線も精度良く推定することができる。

30

【0041】

(c) レーンマーク情報と立体物情報とをそれぞれに俯瞰座標系に変換し、その座標上でそれらの関係を比較判定することにより、障害物の検出精度を高めることができ、安全走行が実現できる。

40

【0042】

(第2の実施の形態)

次に、第2の実施の形態について説明する。但し、本実施の形態の構成において、上述した第1の実施の形態と同等であるものについてはその説明を省略する。そして、以下には第1の実施の形態との相違点を中心に説明する。

【0043】

つまり、上記第1の実施の形態では、撮像装置10により得られた画像情報を画像座標系

50

から俯瞰座標系に変換し、俯瞰座標にて白線レーンマークを3次近似したが、本実施の形態では、画像情報を画像座標系(2次元座標系)から3次元座標系に変換し、3次元座標にて白線レーンマークを3次近似するものである。その詳細を以下に説明する。

【0044】

本実施の形態におけるレーンマーク検出手順としては、前記図2のS115の内容が変更されるのみで他の処理は同一である。即ち、図2のS115では下記の処理が行われる。図17(前記図13に相当する図)のように抽出された白線レーンマークのエッジ点について所定の枠1を設定し、同1の拡大図を図18に示す。図18内において、点p1に対して幅w×高さhのウィンドウ2を設定する。このウィンドウ2は白線レーンマークの横幅が当該ウィンドウ内に収まるように設定し、画面の上に行くに従って幅wを小さくしていく。ウィンドウ2の幅wを式に表すと、式(11)となる。

【0045】

【数11】

$$\frac{y_m - y_1}{y_m - y_0} \cdot w_{\max} \geq w_{\min} \quad \text{のとき} \quad w = \frac{y_m - y_1}{y_m - y_0} \cdot w_{\max}$$

$$\frac{y_m - y_1}{y_m - y_0} \cdot w_{\max} < w_{\min} \quad \text{のとき} \quad w = w_{\min} \quad \dots (11)$$

但し、式(11)において、「 w_{\max} 」はレーンマークの画面最下部の横幅が十分入る値とし、「 w_{\min} 」は相関計算が精度良く行える範囲内で最小値とする。本実施の形態では、 $w_{\max} = 50$ 、 $w_{\min} = 8$ 、 $h = 8$ とした。

【0046】

このウィンドウ2に対して相関計算を用いて距離Z1を求める。なお、かかる場合にウィンドウ2の相関計算を行うにあたり、レーンマーク検出部22では撮像装置10からの左右一対の画像情報が必要となる。X1は前記の式(6)、Y1については以下の式(12)、(13)により導くものとする。

【0047】

【数12】

$$\theta_{v1} = \frac{\theta_v}{y_m} \cdot \left(y_1 - \frac{y_m}{2} \right) \quad \dots (12)$$

【0048】

【数13】

$$Y_1 = Z_1 \cdot \tan \theta_{v1} \quad \dots (13)$$

以上のようにして、白線レーンマークに関する画像情報が3次元座標へ変換されることとなる。そして、上記第1の実施の形態と同様に、最小2乗法による3次曲線近似によって白線レーンマークが検出される。

【0049】

一方、図2の立体物検出部23においても、上記レーンマークの3次元座標変換と同様に変換処理が施される。即ち、上記の式(12)、(13)を用いて座標変換が行われる。なお、式(12)、(13)では、撮像装置10(CCDカメラ)の光軸と路面とでなす角度 v_0 を微小なものとして省略して扱ったが、この場合、白線レーンマークと立体物の両方共に同じ手順にて3次元座標への変換処理を行ったため、障害物の判定精度に影響を

10

20

30

40

50

及ぼすことはい。

【 0 0 5 0 】

以上第 2 の実施の形態によれば、前記第 1 の実施の形態と同様に、白線レーンマークの近似曲線を精度良く求めることができ、ひいては画像情報に現れない遠方の白線レーンマークも予測可能となる。

【 0 0 5 1 】

(第 3 の実施の形態)

次に、第 3 の実施の形態を説明する。但し、本実施の形態の構成において、上述した第 1 の実施の形態と同等であるものについてはその説明を省略する。そして、以下には第 1 の実施の形態との相違点を中心に説明する。なお、本実施の形態では、警報装置本体 2 0 により区画線エッジ抽出手段、関数近似手段及び区画線推定手段が構成されている。

【 0 0 5 2 】

図 1 9 は、本実施の形態における警報装置本体 2 0 の構成を作用毎に示す機能ブロック図である。図 1 9 において、画像入力部 2 1 に入力された画像信号は、レーンマーク検出部 2 2 に送信される。レーンマーク検出部 2 2 では、前記第 1 の実施の形態の図 2 (ステップ S 1 1 1 ~ S 1 1 6) と同様に、ステップ S 3 1 1 ~ S 3 1 6 において画像信号を用いて画像座標上のレーンマークのエッジ点を俯瞰座標上に変換すると共に、同俯瞰座標系にてエッジ点から 3 次曲線近似を行って白線レーンマークを検出する。さらに、本実施の形態では新たにステップ S 3 1 7 が加えられており、同ステップ S 3 1 7 では、俯瞰座標系でのレーンマーク検出結果を画像座標系に再変換する。

【 0 0 5 3 】

このとき、ステップ S 3 1 6 で発生させた俯瞰図上のレーンマーク関数をそのまま関数の形で逆変換して画像座標系に変換するのはその扱いが難しい。そこで、まずは白線レーンマークの 3 次関数 $F 1 (Z)$, $F 2 (Z)$ に $Z = 0$ から計測最大距離 $Z = Z_{max}$ まで距離計測分解能 Z_{an} ずつ増加させた値を代入していき、俯瞰座標系でのレーンマークテーブルを作成する。次に、このテーブル上の 1 ポイント毎に画像座標変換を行い、画像座標系でのレーンマークテーブルを作成する。ここで、逆変換の式は、前記の式 (2) ~ (6) を逆変換したものであり、次の式 (1 4) , (1 5) となる。

【 0 0 5 4 】

【 数 1 4 】

$$x1 = \frac{xm}{\theta h} \cdot \tan^{-1} \frac{X1}{Z1} + \frac{xm}{2} \quad \dots (14)$$

【 0 0 5 5 】

【 数 1 5 】

$$y1 = \frac{Zm}{Z1} \cdot (ym - y0) + y0 \quad \dots (15)$$

式 (1 4) , (1 5) により得られた ($x1$, $y1$) は、例えば図 2 1 の画像座標上における点 p 1 の位置を示す。このとき、白線レーンマークの曲線関数は $f 1 (y)$, $f 2 (y)$ として表される。

【 0 0 5 6 】

一方、立体物検出部 2 3 においては、第 1 の実施の形態と同様にステップ S 3 2 1 で立体視法による立体物の検出処理を行うが、同検出結果を俯瞰座標に変換する処理は実施しない (図 2 のステップ S 1 2 2 に相当する処理は省略している) 。

【 0 0 5 7 】

位置判定部 24 では、図 21 に示す画像座標系で立体物と白線レーンマークとの関係を求め、立体物と白線レーンマークの位置関係を判定する。つまり、レーンマーク検出部 22 のステップ S317 の画像座標変換（逆変換）により、白線レーンマークは画像座標系の点の集まりのテーブルとなっており、これは関数 $f_1(y)$ 、 $f_2(y)$ となっている。また、立体物検出部 23 の立体物抽出により、画像座標系での立体物の下部の左右端 o_l 、 o_r の x 座標 x_l 、 x_r と y 座標 y_l 、 y_r と距離 Z が算出される。

【0058】

そこで、位置判定部 24 では、前記図 8 のルーチンの一部を変更した位置判定処理により立体物とレーンマークとの位置関係を判定する。図 20 は、図 8 のステップ S202、S203 を各々ステップ S402、S403 に変更したものであって、ステップ S402 では、右側の白線レーンマークの内側に立体物があるか否か、即ち、 $f_1(y_r)$ x_r であるか否かが判別され、ステップ S403 では、左側の白線レーンマークの内側に立体物があるか否か、即ち、 $f_2(y_l)$ x_l であるか否かが判別される。

10

【0059】

なお、図 22 は、前記図 9 ~ 図 16 に従って最終的に画像座標上にレーンマーク関数 $f_1(y)$ 、 $f_2(y)$ 及び立体物（他車両）P3、P4 を配置した図である。

【0060】

要するに、俯瞰座標系への変換時には、撮像装置 10 と路面との関係を示す定数（路面に対する CCD カメラの光軸ずれの角度 v_0 や、 v_1 等）に基づいて演算処理が行われている。かかる場合、車両などの移動体に装置を搭載した場合には、例えば走行路面の凹凸により v_0 等が変動するため、俯瞰座標上のレーンマーク位置 Z_1 に影響を与え、白線レーンマークの検出に際して誤差を生じるおそれがあった。しかし、本実施の形態では、俯瞰座標変換に用いた定数 v_0 を用いて逆変換を行うため、上述したような v_0 の変動による誤差の発生を抑制することができる。その結果、白線レーンマークの検出精度をより一層高めることができる。

20

【0061】

また、白線レーンマークと立体物との位置関係を判定する場合において、各々の Z 方向における位置ズレが解消される。つまり、立体視法によれば立体物の距離が直接検出でき、上記したような v_0 の変動による検出誤差を生じることはない。また、前述した通り白線レーンマークの検出に際しても v_0 の変動による誤差が解消されている。その結果、白線レーンマークと立体物との位置関係が正確に把握でき、ひいては障害物の判定時においても精度の高い判定処理を実現することが可能となる。

30

【0062】

なお、本発明は上記実施の形態の他に次の (1) ~ (5) に示す様態にて具体化することができる。

(1) 上記各実施の形態において、道路上の直線部分、円弧部分、クロソイド曲線部分を近似するにあたって 3 次曲線近似を行ったが、これを変更してもよい。つまり、誤差をさらに小さくしたければ、近似曲線として 3 次以上の高次多項式を適応してもよい。また、2 次曲線近似は、3 次曲線近似に比べて誤差が大きくなるが、装置の仕様などによっては適応でき、計算量を少なくできるという利点がある。

40

【0063】

(2) 上記実施の形態では、画像上のアップエッジとダウンエッジとのペアリングにより白線レーンマークを抽出したが、この抽出法としてはこれに限定されるものではない。例えば単に相対的に輝度情報が変化する位置をエッジとして抽出するようにして、エッジ抽出処理の簡略化を図ってもよい。また、俯瞰図上の Z_1 を求めるには、左右画像を用いた立体物法の相関計算を用いてもよい。

【0064】

(3) 上記第 1 の実施の形態では白線レーンマークを 2 次以上の n 次曲線で近似することを要件としたが、第 2 の実施の形態では白線レーンマークを 1 次関数（直線式）で近似してもよく、かかる場合にも従来にない新規な効果が得られる。つまり、請求項 1 に記載

50

の発明は、CCDカメラの光軸と路面との角度変動による誤差を抑制することを主目的としたものであって、1次近似により白線レーンマークを推定してもかかる目的を達成することは可能である。

【0065】

(4) 上記第3の実施の形態では、白線レーンマークの画像情報について画像座標 俯瞰座標 画像座標の順で変換処理を行ったが、これを画像座標 3次元座標 画像座標の順で変換処理を行うように変更してもよい。この場合、3次元座標から画像座標への逆変換を行わずとも、白線レーンマークと立体物との位置判定の精度は殆ど変わらないが、白線レーンマークの検出処理のみを考えれば、3次元座標から画像座標への逆変換を行うことによりその検出精度は向上すると言える。

10

【0066】

(5) 上記実施の形態では、立体物(他車両)の検出方法としてステレオ画像による立体視法を用いたが、これを変更してもよい。例えばレーダ光を用いて立体物を検出するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】発明の実施の形態における障害物検出装置の概要を示す構成図。

【図2】第1の実施の形態における警報装置本体の構成を作用毎に示す機能ブロック図。

【図3】路面画像を示す概略図。

【図4】撮像装置と道路面との関係を横から見た図。

【図5】図4を上から見た図(俯瞰図)。

20

【図6】画像上での路面情報を示す図。

【図7】立体視法による距離計測の手順を説明するための図。

【図8】位置判定ルーチンを示すフローチャート。

【図9】撮像装置から取り込まれた一画像を示す図。

【図10】画像にエッジ抽出処理を施した結果を示す図。

【図11】ペアリングによりレーンマーク候補を抽出した結果を示す図。

【図12】ハフ変換により直線を抽出した結果を示す図。

【図13】ハフ変換の直線からレーンマーク情報を取り出した結果を示す図。

【図14】レーンマーク情報と近似関数線との関係を示す図。

【図15】俯瞰図上でのレーンマーク情報を示す図。

30

【図16】俯瞰図上での白線レーンマークと立体物との位置関係を示す図。

【図17】白線レーンマークのエッジ点を示す図。

【図18】図17の 1 を拡大して示す図。

【図19】第3の実施の形態における警報装置本体の構成を作用毎に示す機能ブロック図。

【図20】第3の実施の形態における位置判定ルーチンの一部を示すフローチャート。

【図21】画像上での路面情報を示す図。

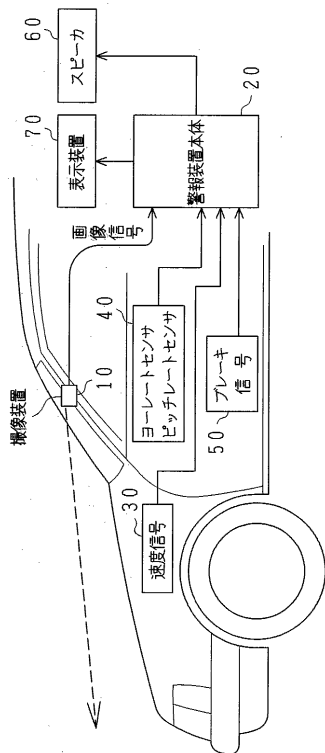
【図22】画像上での白線レーンマークと立体物との位置関係を示す図。

【符号の説明】

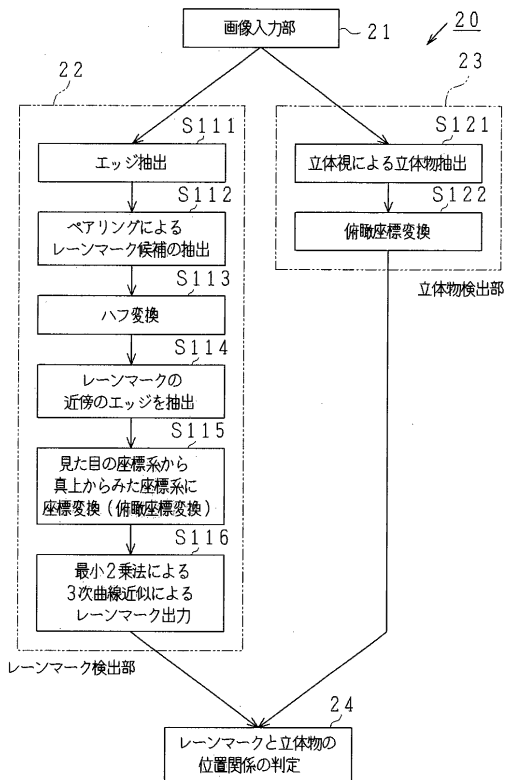
10...撮像手段としての撮像装置、20...区画線エッジ抽出手段、n次近似手段、区画線推定手段、関数近似手段としての警報装置本体。

40

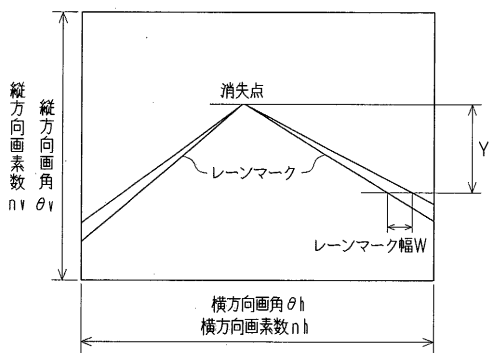
【図1】



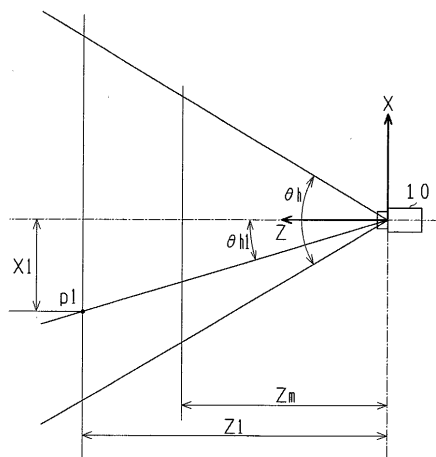
【図2】



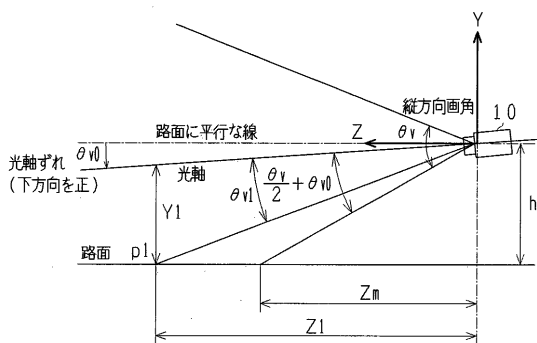
【図3】



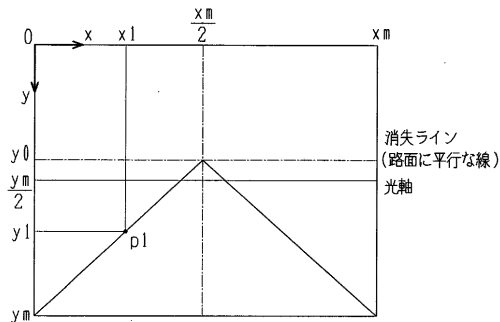
【図5】



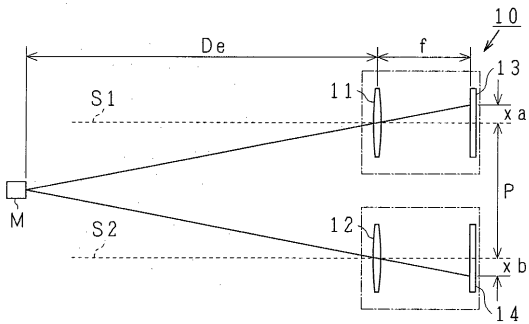
【図4】



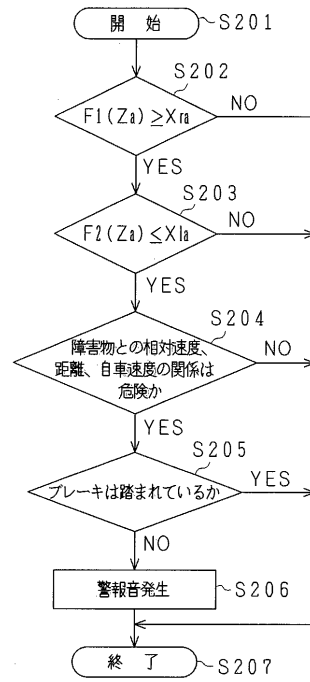
【図6】



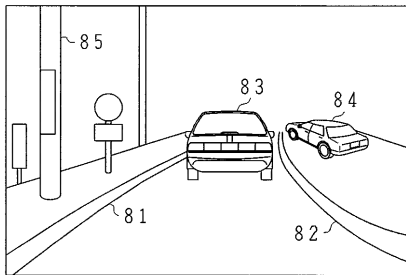
【 図 7 】



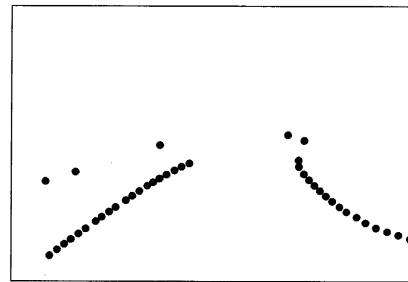
【 図 8 】



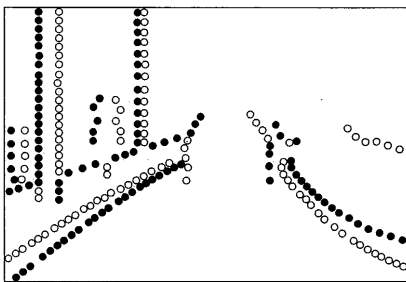
【 図 9 】



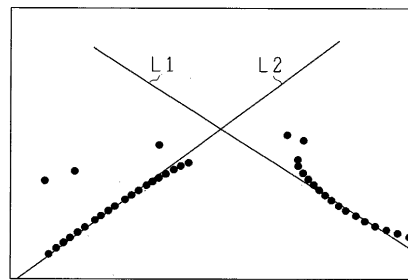
【 図 1 1 】



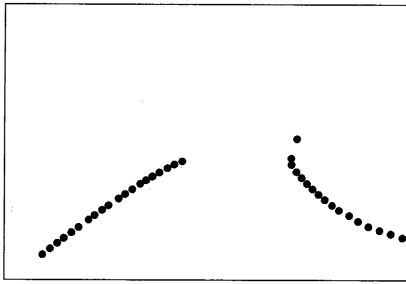
【 図 1 0 】



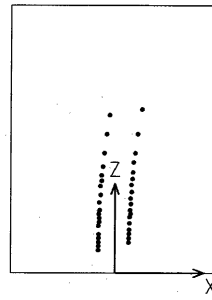
【 図 1 2 】



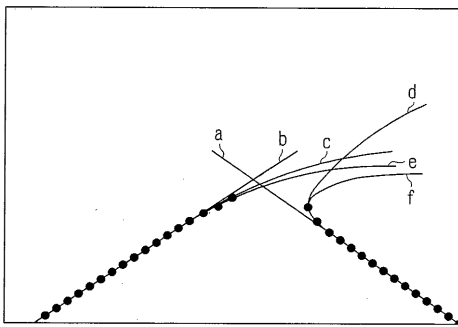
【図13】



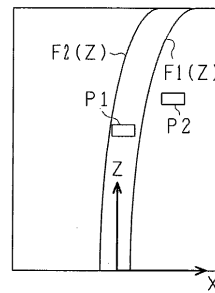
【図15】



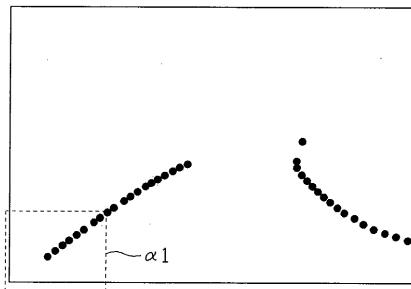
【図14】



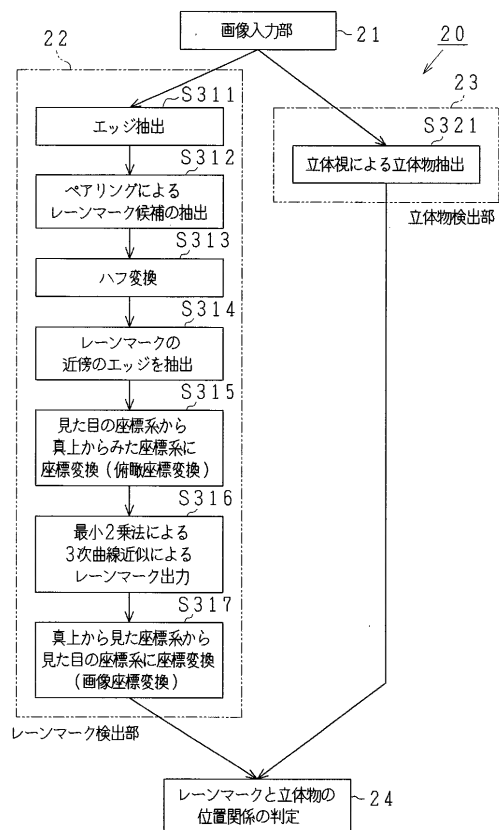
【図16】



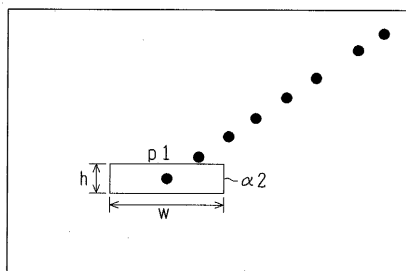
【図17】



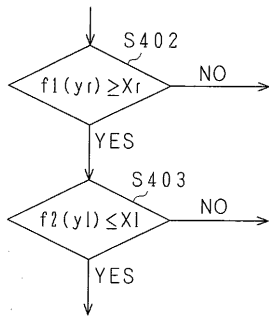
【図19】



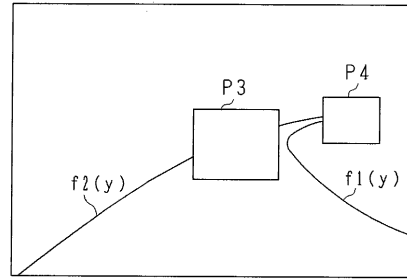
【図18】



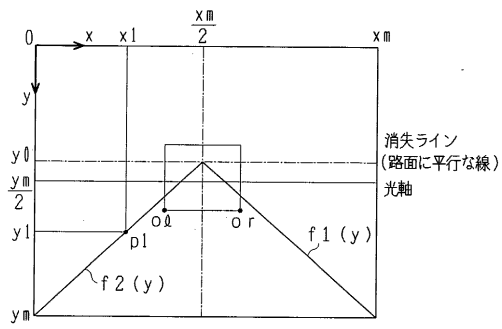
【 図 2 0 】



【 図 2 2 】



【 図 2 1 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I		
G 0 8 G	1/16	(2006.01)	G 0 8 G	1/04	D
H 0 4 N	7/18	(2006.01)	G 0 8 G	1/16	C
			H 0 4 N	7/18	J

(72)発明者 可児 博之
愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

合議体

審判長 関川 正志

審判官 伊知地 和之

審判官 鈴木 明

(56)参考文献 特開平 7 - 2 7 1 9 5 2 (J P , A)
特開平 3 - 1 3 5 7 1 8 (J P , A)
特開平 3 - 1 5 8 9 7 6 (J P , A)
特開平 7 - 1 4 6 1 4 5 (J P , A)
特開平 6 - 2 0 1 8 9 (J P , A)
特開平 4 - 2 0 5 3 2 0 (J P , A)
特開平 7 - 9 3 6 9 3 (J P , A)
特開平 6 - 2 2 5 3 0 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)
G06T 1/00