

(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2007-264712
(P2007-264712A)

(43) 公開日 平成19年10月11日(2007. 10. 11)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G06T 7/60 (2006.01)	G06T 7/60 200J	5B057
G08G 1/16 (2006.01)	G08G 1/16 C	5H180
B60R 1/00 (2006.01)	B60R 1/00 A	5L096
B60R 21/00 (2006.01)	B60R 21/00 624F	
G06T 1/00 (2006.01)	B60R 21/00 624C	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 29 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-85142 (P2006-85142)
(22) 出願日 平成18年3月27日 (2006. 3. 27)

(71) 出願人 000005348
富士重工業株式会社
東京都新宿区西新宿一丁目7番2号
(74) 代理人 100090033
弁理士 荒船 博司
(74) 代理人 100093045
弁理士 荒船 良男
(72) 発明者 齋藤 徹
東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士重工業株式会社内
Fターム(参考) 5B057 AA16 CA08 CA13 CA16 CB08
CB12 CB16 DA08 DB02 DB09
DC03 DC16
5H180 AA01 CC04 LL01 LL04
5L096 BA02 BA04 CA05 FA03 FA06
FA24 FA66

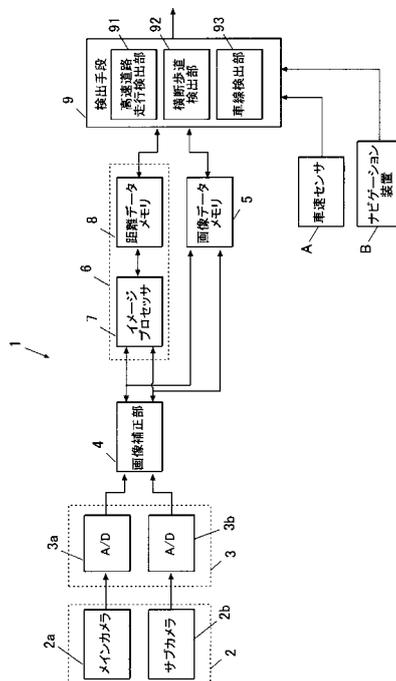
(54) 【発明の名称】 車線検出装置

(57) 【要約】

【課題】 横断歩道等の車線位置検出に不要な幅広の標示は適切に排除し、必要な幅広の車線や標示は検出して的確に車線位置を検出することが可能な車線検出装置を提供する。

【解決手段】 車線検出装置1は、自車両前方を撮像して画素ごとに輝度値 p_{1ij} を有する一対の画像を出力する撮像手段2と、一方の画像Tの各画素について実空間における距離 L_{ij} を算出する画像処理手段6と、画像Tにおける輝度値と距離に基づいて車線の一方のエッジ部分に対応する画素を車線候補点として検出し、検出した車線候補点に基づいて車線位置 L_R 、 L_L を検出する検出手段9とを備え、検出手段9は車線候補点と車線の反対側のエッジ部分との実空間上の距離を算出し、その距離が検出車線幅閾値 W_{thd} 以下の場合にのみその車線候補点を車線位置の検出に用いる。また、検出車線幅閾値 W_{thd} は自車両の走行環境または道路環境により可変とされている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

自車両前方の道路を含む風景を撮像して画素ごとに輝度値を有する一対の画像を出力する撮像手段と、

前記撮像された一対の画像に基づいて少なくとも一方の画像の各画素について実空間における距離を算出する画像処理手段と、

前記一方の画像について前記輝度値および前記距離に基づいて車線の一方のエッジ部分に対応する画素を車線候補点として検出し、検出した車線候補点に基づいて車線位置を検出する検出手段と

を備え、

前記検出手段は、前記車線候補点とそれに対応する車線の反対側のエッジ部分との実空間上の距離を算出し、前記距離が検出車線幅閾値以下の場合にのみ前記検出した車線候補点を前記車線位置の検出に用い、

かつ、前記検出車線幅閾値は、自車両の走行環境または道路環境により可変とされていることを特徴とする車線検出装置。

【請求項 2】

前記検出手段は、1本の車線幅の規格より幅広の標示を検出した場合には、前記検出車線幅閾値を、前記幅広の標示を検出可能な値に拡大することを特徴とする請求項 1 に記載の車線検出装置。

【請求項 3】

前記検出手段は、車線候補点の探索を行う前記一方の画像のうち、自車両前方の所定距離または前記所定距離より自車両に近い探索領域においては前記検出車線幅閾値を前記 1本の車線幅の規格に対応する値に設定し、自車両前方の前記所定距離より遠い探索領域においては前記検出車線幅閾値を拡大された値に設定することを特徴とする請求項 2 に記載の車線検出装置。

【請求項 4】

前記検出手段は、前記所定距離を自車両の走行距離に応じて短縮することを特徴とする請求項 3 に記載の車線検出装置。

【請求項 5】

自車両が高速道路を走行中か否かを検出する高速道路走行検出手段を備え、

前記検出手段は、前記高速道路走行検出手段により自車両が高速道路を走行中であると検出された場合には、前記検出車線幅閾値を 1本の車線幅の規格より幅広の標示を検出可能な値に拡大することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の車線検出装置。

【請求項 6】

自車両の前方に横断歩道があるか否かを検出する横断歩道検出手段とを備え、

前記検出手段は、前記高速道路走行検出手段により自車両が高速道路を走行中であるとは検出されず、前記横断歩道検出手段により横断歩道が検出された場合には、前記検出車線幅閾値を前記 1本の車線幅の規格に対応する値に設定することを特徴とする請求項 5 に記載の車線検出装置。

【請求項 7】

前記検出手段は、前記高速道路走行検出手段により自車両が高速道路を走行中であるとは検出されず、前記横断歩道検出手段により横断歩道が検出されなかった場合において、自車両の車速または自車両の左右の前記車線位置の間隔に基づいて自車両が高速道路を走行している可能性が高い場合には、前記検出車線幅閾値を 1本の車線幅の規格より幅広の標示を検出可能な値に拡大することを特徴とする請求項 6 に記載の車線検出装置。

【請求項 8】

前記検出手段は、1本の車線幅の規格より幅広の標示を一定距離以上連続して検出した場合には、前記検出車線幅閾値を、前記幅広の標示を検出可能な値に拡大することを特徴

10

20

30

40

50

とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の車線検出装置。

【請求項 9】

前記一定距離は、自車両の進行方向における横断歩道の長さ以上の距離であることを特徴とする請求項 8 に記載の車線検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車線検出装置に係り、特に、車両前方の撮像画像中から車線を検出する車線検出装置に関する。

【背景技術】

10

【0002】

近年、自動車等の走行安全性の向上や車両の自動制御等に向けて、車載のステレオカメラやビデオカメラ等で撮像した画像に画像処理を施して安全性向上や自動制御等の前提となる道路形状を認識するための道路認識装置の開発が進められている。道路形状を的確に認識を精度よく行うためには、自車両前方の道路を含む風景を撮像した画像中から自車両の左右に標示されている車線の位置を確実に検出することが必要となる（例えば、特許文献 1、2 等参照）。

【0003】

これらの装置では、自車両の左右の車線位置を検出するために、撮像画像の各画素の輝度値や輝度微分値に着目し、その変化から車線のエッジ部分を検出し、そのエッジ部分に基づいて車線位置を検出するように構成されることが多い。

20

【0004】

なお、本発明では、追い越し禁止線等の車道中央線や車両通行帯境界線、路側帯と車道とを区画する区画線等の道路面上に標示された連続線や破線を車線といい、車線自体の幅を車線幅という。

【特許文献 1】特開 2001-92970 号公報

【特許文献 2】特開平 7-28975 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

30

しかしながら、単に撮像画像の各画素の輝度値等のみに基づいて車線位置を検出すると、図 26 に示すように、特に横断歩道が撮像されている画像では横断歩道のゼブラ模様のペイント部分を車線と誤検出し、自車両の左右の車線位置 LR、LL を誤って検出してしまうことがある。

【0006】

このような事態を回避するために、例えば、車線幅の規格が 10 ~ 15 cm とされている通常の 1 本の車線と、幅の規格が 45 ~ 50 cm とされている横断歩道のゼブラ模様のペイント部分のような幅広の標示とを閾値を設けて区別する方法が考えられる。このように車線幅についての閾値を設ければ、検出したエッジ部分に対応する車線部分の車線幅が閾値より大きい幅広の標示についてはそのエッジ部分を検出の対象から除外することができる。

40

【0007】

しかし、このように幅広の標示を除外するように閾値を設定すると、今度は例えば図 27 に示すように、黄色や白色の 3 本の車線が並列に標示された車線幅が 45 cm 程度の幅広の車道中央線を表す車線 TL を検出することができなくなり、同図の場合には右車線位置が特定できなくなる。また、後述する図 22 に示すような高速道路の合流地点等に標示された幅が同程度の太い破線状の標示 BL も検出できなくなる。

【0008】

このように、単に車線幅について閾値を設けるだけでは検出すべき幅広の車線や太い標示を検出できなくなり、自車両の左右の車線位置を特定できなくなる。

50

【0009】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、横断歩道のような車線位置検出に不要な幅広の標示は適切に排除し、必要な幅広の車線や標示は検出して的確に車線位置を検出することが可能な車線検出装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

前記の問題を解決するために、第1の発明は、

車線検出装置において、

自車両前方の道路を含む風景を撮像して画素ごとに輝度値を有する一对の画像を出力する撮像手段と、

前記撮像された一对の画像に基づいて少なくとも一方の画像の各画素について実空間における距離を算出する画像処理手段と、

前記一方の画像について前記輝度値および前記距離に基づいて車線の一方のエッジ部分に対応する画素を車線候補点として検出し、検出した車線候補点に基づいて車線位置を検出する検出手段と

を備え、

前記検出手段は、前記車線候補点とそれに対応する車線の反対側のエッジ部分との実空間上の距離を算出し、前記距離が検出車線幅閾値以下の場合にのみ前記検出した車線候補点を前記車線位置の検出に用い、

かつ、前記検出車線幅閾値は、自車両の走行環境または道路環境により可変とされていることを特徴とする。

【0011】

第2の発明は、第1の発明の車線検出装置において、前記検出手段は、1本の車線幅の規格より幅広の標示を検出した場合には、前記検出車線幅閾値を、前記幅広の標示を検出可能な値に拡大することを特徴とする。

【0012】

第3の発明は、第2の発明の車線検出装置において、前記検出手段は、車線候補点の探索を行う前記一方の画像のうち、自車両前方の所定距離または前記所定距離より自車両に近い探索領域においては前記検出車線幅閾値を前記1本の車線幅の規格に対応する値に設定し、自車両前方の前記所定距離より遠い探索領域においては前記検出車線幅閾値を拡大された値に設定することを特徴とする。

【0013】

第4の発明は、第3の発明の車線検出装置において、前記検出手段は、前記所定距離を自車両の走行距離に応じて短縮することを特徴とする。

【0014】

第5の発明は、第1から第4のいずれかの発明の車線検出装置において、

自車両が高速道路を走行中か否かを検出する高速道路走行検出手段を備え、

前記検出手段は、前記高速道路走行検出手段により自車両が高速道路を走行中であると検出された場合には、前記検出車線幅閾値を1本の車線幅の規格より幅広の標示を検出可能な値に拡大することを特徴とする。

【0015】

第6の発明は、第5の発明の車線検出装置において、

自車両の前方に横断歩道があるか否かを検出する横断歩道検出手段とを備え、

前記検出手段は、前記高速道路走行検出手段により自車両が高速道路を走行中であると検出されず、前記横断歩道検出手段により横断歩道が検出された場合には、前記検出車線幅閾値を前記1本の車線幅の規格に対応する値に設定することを特徴とする。

【0016】

第7の発明は、第6の発明の車線検出装置において、前記検出手段は、前記高速道路走行検出手段により自車両が高速道路を走行中であると検出されず、前記横断歩道検出手

10

20

30

40

50

段により横断歩道が検出されなかった場合において、自車両の車速または自車両の左右の前記車線位置の間隔に基づいて自車両が高速道路を走行している可能性が高い場合には、前記検出車線幅閾値を1本の車線幅の規格より幅広の標示を検出可能な値に拡大することを特徴とする。

【0017】

第8の発明は、第1から第7のいずれかの発明の車線検出装置において、前記検出手段は、1本の車線幅の規格より幅広の標示を一定距離以上連続して検出した場合には、前記検出車線幅閾値を、前記幅広の標示を検出可能な値に拡大することを特徴とする。

【0018】

第9の発明は、第8の発明の車線検出装置において、前記一定距離は、自車両の進行方向における横断歩道の長さ以上の距離であることを特徴とする。 10

【発明の効果】

【0019】

第1の発明によれば、自車両が高速道路を走行している或いは走行している可能性が高い等の自車両の走行環境や、道路上に横断歩道が標示されている等の道路環境にあわせて検出車線幅閾値を拡大させたり縮小させたりして適切に設定することで、不要な標示は適切に排除し、必要な標示は的確に検出して車線候補点を検出することが可能となる。

【0020】

そのため、自車両の左右の車線位置を的確に検出することが可能となる。また、通常の標準的な走行状態においては、車線幅の規格が10～15cmとされている通常の1本の車線を検出するように、検出車線幅閾値を狭く設定することで、車線候補点の誤検出を防止することが可能となる。 20

【0021】

第2の発明によれば、前記1本の車線幅の規格より幅広の車線や標示を検出した場合に検出車線幅閾値を拡大することで、そのような幅広の車線等を適切に検出することが可能となり、前記発明の効果がより適切に発揮される。

【0022】

第3の発明によれば、自車両から見て所定距離内の画像の探索領域では検出車線幅閾値を狭く設定し、所定距離よりも遠い探索領域では広く設定することで、通常の1本の車線が存在する領域では検出車線幅閾値を狭く、幅広の車線等が存在する領域では検出車線幅閾値を広くすることができる。そのため、通常の1本の車線が存在する領域では車線候補点の誤検出を防止し、幅広の車線等が存在する領域ではそのような幅広の車線等を適切に検出することが可能となり、前記各発明の効果がより有効に発揮される。 30

【0023】

第4の発明によれば、当初設定される前記所定距離を自車両の走行距離に応じて短縮することで、前記第3の発明のように画像の2つの探索領域で異なる検出車線幅閾値を自車両の走行にあわせて適切に設定することが可能となり、前記各発明の効果をよりの確に発揮させることが可能となる。

【0024】

第5の発明によれば、高速道路では横断歩道は存在しないから、高速道路走行検出手段で自車両が高速道路を走行中であると検出した場合に検出車線幅閾値を拡大することで、高速道路の合流地点等に標示される太い破線状の標示を的確に検出することが可能となる。そのため、自車両の左右の車線位置をよりの確に検出することが可能となり、前記各発明の効果がよりの確に発揮される。 40

【0025】

第6の発明によれば、高速道路走行検出手段で自車両が高速道路を走行中であると検出されない一般道における走行中に横断歩道検出手段で横断歩道が検出された場合に、検出車線幅閾値を狭く設定することで、横断歩道を誤って車線として検出して従来例のように自車両の左右の車線位置を誤検出することを防止することが可能となる。そのため、前記各発明の効果をよりの確に発揮させることができる。 50

【0026】

第7の発明によれば、高速道路走行検出手段により自車両が高速道路を走行中であるとは検出されなかったが、横断歩道検出手段により横断歩道が検出されず、自車両が例えば高速で走行しているような場合には、高速道路を走行している可能性がある。そのような場合に検出車線幅閾値を拡大することで、高速道路の合流地点等に標示される太い破線状の標示を的確に検出することが可能となり、前記各発明の効果がよりの確に発揮される。

【0027】

第8の発明によれば、幅広の車線や標示が一定距離以上連続して検出された場合に、検出車線幅閾値を拡大することで、黄色や白色の3本等の車線が並列に標示された車道中央線を確実に検出できるようになり、前記各発明の効果がよりの確に発揮される。

10

【0028】

第9の発明によれば、第8の発明における前記一定距離を横断歩道の一般的な長さ以上の距離とすることで、横断歩道のゼブラ模様のペイント部分を誤って検出することを確実に防止することが可能となり、前記第8の発明の効果がより効果的に発揮される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

以下、本発明に係る車線検出装置の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0030】

本実施形態に係る車線位置検出装置1は、図1に示すように、主に撮像手段2と、変換手段3と、画像処理手段6と、検出手段9とから構成されている。

20

【0031】

撮像手段2は、車両周辺を撮像するものであり、所定のサンプリング周期で車両前方の道路を含む風景を撮像して一对の画像を出力するように構成されている。本実施形態では、互いに同期が取られたCCDやCMOSセンサ等のイメージセンサがそれぞれ内蔵された一对のメインカメラ2aおよびサブカメラ2bからなるステレオカメラが用いられている。本実施形態では、メインカメラ2aおよびサブカメラ2bにはCCDカメラが用いられている。

【0032】

メインカメラ2aとサブカメラ2bは、例えば、ルームミラー近傍に車幅方向に所定の間隔をあけて取り付けられている。前記一对のステレオカメラのうち、運転者に近い方のカメラが後述するように各画素について距離が算出され車線が検出される基となる画像を撮像するメインカメラ2a、運転者から遠い方のカメラが前記距離等を求めるために比較される画像を撮像するサブカメラ2bとされている。

30

【0033】

メインカメラ2aおよびサブカメラ2bには、変換手段3としてのA/Dコンバータ3a、3bがそれぞれ接続されている。A/Dコンバータ3a、3bでは、メインカメラ2aおよびサブカメラ2bから出力されてきた一对のアナログ画像がそれぞれ画素ごとに例えば256階調のグレースケール等の所定の輝度階調の輝度値を有するデジタル画像に変換されるように構成されている。そして、前述した各画素について距離が算出され車線が検出される基となる画像から変換されたデジタル画像が基準画像として、また距離等を求めるために比較される画像から変換されたデジタル画像が比較画像として出力されるようになっている。

40

【0034】

A/Dコンバータ3a、3bには、画像補正部4が接続されている。画像補正部4では、A/Dコンバータ3a、3bから出力されてきた基準画像および比較画像に対してメインカメラ2aおよびサブカメラ2bの取付位置の誤差に起因するずれやノイズの除去等を含む輝度値の補正等の画像補正がアフィン変換等を用いて行われるようになっている。

【0035】

なお、例えば、基準画像Tは図2に示されるような水平方向が512画素、垂直方向が200画素分の輝度値からなる画像データとして、比較画像は図示を省略するが水平方向

50

が640画素、垂直方向が200画素分の輝度値からなる画像データとしてそれぞれ画像補正部4から出力されるように構成されている。また、それぞれの画像データは画像補正部4に接続された画像データメモリ5に格納され、同時に検出手段9に送信されるようになっている。

【0036】

前述したように、本実施形態では、メインカメラ2a等にCCDカメラが用いられている。メインカメラ2aやサブカメラ2bは、自車両前方の風景を下側から順に水平方向にライン状に走査して撮像し、各水平ラインごとに撮像されたデータを順次変換手段3に送信する。そして、変換手段3で送信させてきた水平ラインの各画素ごとに撮像データを所定の輝度階調の輝度値に変換され、画像補正部4で画像補正が行われた後、各水平ラインごとの画像データが画像データメモリ5に格納されると同時に検出手段9に順次送信されるようになっている。

10

【0037】

画像補正部4には、画像処理手段6が接続されており、画像処理手段6は、主に、イメージプロセッサ7と距離データメモリ8とから構成されている。

【0038】

イメージプロセッサ7では、ステレオマッチング処理とフィルタリング処理により画像補正部4から出力された基準画像Tおよび比較画像のデジタルデータに基づいて基準画像Tの各画素または複数画素から構成するブロックからなる各設定領域について実空間における距離を算出するための視差 d_p を算出するようになっている。この視差 d_p の算出については、本願出願人により先に提出された特開平5-114099号公報に詳述されているが、以下、その要点を簡単に述べる。

20

【0039】

イメージプロセッサ7は、 512×200 画素を有する基準画像Tについて 4×4 画素の画素ブロックごとに1つの視差 d_p を算出するようになっている。1つの画素ブロックを構成する16画素には、前述したようにそれぞれ0~255の輝度値 p_{1ij} が割り当てられており、その16画素の輝度値 p_{1ij} がその画素ブロック特有の輝度値特性を形成している。

【0040】

なお、輝度値 p_{1ij} の添字 i および j は、基準画像Tの画像平面の左下隅を原点とし、水平方向を i 座標軸、垂直方向を j 座標軸とした場合の画素ブロックの左下隅の画素の i 座標および j 座標を表す。また、比較画像については基準画像Tの原点に予め対応付けられた画素を原点として同様に i 座標、 j 座標を取る。

30

【0041】

イメージプロセッサ7におけるステレオマッチング処理では、前記のように基準画像Tを 4×4 画素ごとに最大 128×50 個の画素ブロックに分割し、比較画像を水平方向に延在する4画素幅の水平ラインに分割する。そして、基準画像Tの1つの画素ブロックを取り出してそれに対応する比較画像の水平ライン上を1画素ずつ水平方向、すなわち i 方向にシフトさせながら下記(1)式で求められるシティブロック距離CBが最小となる水平ライン上の画素ブロック、すなわち基準画像Tの画素ブロックと似た輝度値特性を有する比較画像上の画素ブロックを探索するようになっている。

40

$$CB = |p_{1ij} - p_{2ij}| \dots (1)$$

【0042】

なお、 p_{2ij} は比較画像上の座標 (i, j) の画素の輝度値を表す。また、本実施形態では、前述したように画像補正部4から水平ラインごとの画像データが出力されるため、イメージプロセッサ7では、水平ライン4本分の画像データが入力されるごとに前記 4×4 画素の画素ブロックに対するステレオマッチング処理を行うようになっている。

【0043】

イメージプロセッサ7は、このようにして特定した比較画像上の画素ブロックともとの基準画像T上の画素ブロックとのずれ量を算出し、そのずれ量を視差 d_p として基準画像

50

T上の画素ブロックに割り付けるようになっている。

【0044】

この視差 d_p は、前記メインカメラ 2 a およびサブカメラ 2 b の一定距離の離間に由来する基準画像 T および比較画像における同一物体の写像位置に関する水平方向の相対的なずれ量であり、メインカメラ 2 a およびサブカメラ 2 b の中央位置から物体までの距離と視差 d_p とを三角測量の原理に基づいて対応付けることができる。

【0045】

具体的には、実空間上で、メインカメラ 2 a およびサブカメラ 2 b の中央真下の道路面上の点を原点とし、自車両の車幅方向すなわち左右方向に X 軸、車高方向に Y 軸、車長方向すなわち距離方向に Z 軸を取ると、距離画像上の点 (i, j, d_p) から実空間上の点 (X, Y, Z) への座標変換は下記の (2) ~ (4) 式に基づいて行われる。

$$X = CD / 2 + Z \times PW \times (i - IV) \quad \dots (2)$$

$$Y = CH + Z \times PW \times (j - JV) \quad \dots (3)$$

$$Z = CD / (PW \times (d_p - DP)) \quad \dots (4)$$

10

【0046】

すなわち、メインカメラ 2 a およびサブカメラ 2 b の中央位置、正確には中央真下の道路面上の点から物体までの距離 L と視差 d_p とは、前記 (4) 式の Z を距離 L とすることで一意に対応付けられる。ここで、CD はメインカメラ 2 a とサブカメラ 2 b との間隔、PW は 1 画素当たりの視野角、CH はメインカメラ 2 a とサブカメラ 2 b の取り付け高さ、IV および JV は自車両正面の無限遠点の距離画像上の i 座標および j 座標、DP は消失点視差を表す。

20

【0047】

また、イメージプロセッサ 7 は、視差 d_p の信頼性を向上させる目的から、このようにして求めた視差 d_p に対してフィルタリング処理を施し、有効とされた視差 d_p のみを出力するようになっている。すなわち、例えば、車道の映像のみからなる特徴に乏しい 4×4 画素の画素ブロックを比較画像の 4 画素幅の水平ライン上で走査しても、比較画像の車道が撮像されている部分ではすべて相関が高くなり、対応する画素ブロックが特定されて視差 d_p が算出されてもその視差 d_p の信頼性は低い。そのため、そのような視差 d_p は前記フィルタリング処理で無効とされ、視差 d_p の値として 0 を出力するようになっている。

30

【0048】

したがって、イメージプロセッサ 7 から出力される基準画像 T の各画素の距離 L、すなわち基準画像 T の各画素ブロックについて実空間における距離を算出するための視差 d_p は、通常、基準画像 T の左右方向に隣り合う画素間で輝度値 p_{1ij} の差が大きいいわゆるエッジ部分についてのみ有効な値を持つデータとなる。

【0049】

イメージプロセッサ 7 で算出された基準画像 T の各画素ブロックの視差 d_p は前記 (4) 式に基づいて Z すなわち距離 L に変換されて、画像処理手段 6 の距離データメモリ 8 に格納されるようになっている。なお、検出手段 9 における処理では、基準画像 T の 1 つの画素ブロックは 4×4 個の画素として扱われ、1 画素ブロックに属する 16 個の画素は同一の距離 L を有する独立した画素 (i, j) として処理されるようになっている。以下、画素 (i, j) の距離 L を L_{ij} と表す。

40

【0050】

検出手段 9 は、図示しない CPU や ROM、RAM、入出力インターフェース等がバスに接続されたマイクロコンピュータより構成されている。また、検出手段 9 には、車速センサ A や GPS (Global Positioning System) 受信機等を搭載したナビゲーション装置 B が接続されている。

【0051】

検出手段 9 は、本実施形態では、高速道路走行検出部 9 1 と、横断歩道検出部 9 2 と、車線検出部 9 3 とで構成されている。

50

【0052】

高速道路走行検出部91は、自車両が高速道路を走行中であるか否かを判断するようになっている。本実施形態では、高速道路走行検出部91は、ナビゲーション装置Bからの情報に基づいて前記判断を行うようになっている。

【0053】

また、高速道路走行検出部91は、車速センサAからの情報に基づいて例えば自車両の車速が時速80km以上である状態が1分以上継続した場合には、自車両が高速道路を走行している或いは高速道路を走行し始めた可能性が高いと判断するようになっている。なお、自車両が高速道路を走行中であるか否か或いは高速道路を走行している可能性が高いか否かの判断を、後述する車線検出部93により検出される左右の車線位置の間隔に基づいて走行レーンの幅を測定し、その幅が所定距離以上であれば肯定的な判断を行うように構成することも可能である。

10

【0054】

横断歩道検出部92は、自車両から例えば50m前方に相当する基準画像T上の1画素幅の水平ラインj上を左端から右方向に走査して各画素の輝度値 p_{1ij} を読み取り、道路面上の点に相当する画素であって実空間上の距離として45~50cm程度連続した高輝度の画素部分と低輝度の画素部分が例えば3個以上繰り返し存在する場合に、横断歩道を検出するようになっている。なお、他の方法で横断歩道を検出するように構成することも可能である。

【0055】

車線検出部93は、基準画像Tの各画素(i, j)の輝度値 p_{1ij} および距離 L_{ij} に基づいて基準画像T上における自車両の左右の車線位置を検出するようになっている。

20

【0056】

具体的には、前述したように、車線検出部93には、基準画像Tの各画素(i, j)の輝度値 p_{1ij} のデータが基準画像Tの1画素幅分の水平ラインごとに画像補正部4から入力されるようになっている。そして、水平ラインが順次下側から上向きに1画素幅ずつオフセットされながら各画素の輝度値 p_{1ij} が入力され、最終的に基準画像Tの全画素(i, j)の輝度値 p_{1ij} のデータが車線検出部93に入力されるようになっている。

【0057】

なお、水平ライン上の各画素(i, j)のj座標は同一であることから、ライン上の各画素のj座標がjである水平ラインを水平ラインjと表す。

30

【0058】

車線検出部93は、図3に示す基本フローに従って、画像補正部4から入力されてきた水平ラインj上を探索して、後述する条件を満たす画素を車線を表している可能性がある画素すなわち車線候補点として検出し、検出された車線候補点に基づいて自車両の左右の車線位置を検出するようになっている。

【0059】

なお、車線候補点の探索は、基準画像Tの画像全体に対して行うことができる。すなわち、基準画像Tの全域を探索領域とすることができる。

【0060】

しかし、本実施形態では、車線候補点の誤検出の抑制や処理速度の向上等の観点から、図4に示すように前回のサンプリング周期における検出で自車両の左右に右車線位置 L_{Rlast} および左車線位置 L_{Llast} が検出された場合には、今回の探索では、基準画像T上の前回の右車線位置 L_{Rlast} および左車線位置 L_{Llast} の周囲のみを探索領域 S_r 、 S_l として設定し、それらの領域内でのみ車線候補点の探索を行うようになっている。

40

【0061】

本実施形態では、探索領域 S_r 、 S_l は、前回の右車線位置 L_{Rlast} および左車線位置 L_{Llast} から実空間上で左右方向にそれぞれ一定の距離だけ離間した位置までとされている。具体的には、図5に示すように、右車線位置 L_{Rlast} や左車線位置 L_{Llast} に対して自車両に近い側、すなわち右車線位置 L_{Rlast} の左側および左車線位置 L_{Llast} の右側の

50

探索領域の規定値として内側規定値 Wth_in が設定されており、右車線位置 $L R last$ や左車線位置 $L L last$ に対して自車両から遠い側、すなわち右車線位置 $L R last$ の右側および左車線位置 $L L last$ の左側の探索領域の規定値として外側規定値 Wth_out が設定されている。内側規定値 Wth_in および外側規定値 Wth_out は 40 cm 程度の値が適宜設定される。

【0062】

また、車線候補点の探索は、探索を行う水平ライン j と右車線側探索領域 S_r の左端および左車線側探索領域 S_l の右端と交点の画素をそれぞれの領域の探索開始点 i_s とし、右車線側では水平ライン j 上を右向きに、左車線側では水平ライン j 上を左向きにそれぞれ 1 画素ずつオフセットしながら探索するようになっている。

10

【0063】

また、探索は、水平ライン j と右車線側探索領域 S_r の右端および左車線側探索領域 S_l の左端と交点の画素をそれぞれの領域の探索終了点 i_e としてそれぞれの探索終了点 i_e まで行われるようになっている。なお、後述するように、開始点 P_s が見出されて第 1 車線幅閾値 Wth_1 が設定されると、探索終了点 i_e を超えても第 1 車線幅閾値 Wth_1 に達するまでは水平ライン j 上の探索が続行される。

【0064】

車線検出部 93 は、図 3 の基本フローの第 1 プロセスである車線候補点検出変換処理 (ステップ S10) において、図 6 に示すフローチャートに従って車線候補点を検出するようになっている。なお、左右の探索領域 S_r 、 S_l についての車線候補点の検出は同様に行われるから、以下、代表して右車線側探索領域 S_r を探索する場合について述べる。また、左車線側探索領域 S_l の探索は同一水平ライン j について右車線側探索領域 S_r の探索と同時にされるように構成されている。

20

【0065】

車線検出部 93 は、画像補正部 4 から基準画像 T の水平ライン j 上の各画素 (i, j) の輝度値 p_{1ij} が送信されてくると、図 4 に示した要領で探索領域 S_r についての探索開始点 i_s および探索終了点 i_e を設定する (ステップ S101)。車線検出部 93 は、続いて、探索する画素を右方にオフセットさせながら (ステップ S102)、探索画素が下記の第 1 開始点条件を満たすか否かを判断する (ステップ S103)。

【0066】

30

[第 1 開始点条件]

条件 1 : その探索画素の輝度値 p_{1ij} が道路面輝度値 p_{road} より第 1 開始点輝度閾値 p_{th1} 以上大きく、かつ、輝度微分値で表されるエッジ強度 E_{ij} が第 1 開始点エッジ強度閾値 E_{th1} 以上であること。

条件 2 : その探索画素に対応する実空間上の点が道路面上にあること。

ここで、道路面輝度値 p_{road} は、現在探索が行われている水平ライン j の直下のすでに探索が行われた 4 行分の水平ライン $j-1$ 、 $j-2$ 、 $j-3$ 、 $j-4$ 上における画素の輝度値ヒストグラムの出現度数が最大となる輝度値として水平ライン j ごとに算出される。

【0067】

前記条件 1 は、図 7 (A)、(B) に示すように輝度値 p_{1ij} が道路面輝度値 p_{road} から閾値 p_{th1} 以上に大きくなり輝度微分値であるエッジ強度 E_{ij} が閾値 E_{th1} 以上である車線の一方のエッジ部分に対応する探索画素を、車線候補点となり得る開始点として見出すための条件である。条件 2 は、道路面より上方にある先行車のピラーやバンパ等の車体部分やガードレール、電信柱等のエッジ部分である探索画素を開始点から除外するための条件である。

40

【0068】

車線検出部 93 は、条件 1 を満たす画素が現れると、その画素についての距離 L_{ij} を距離データメモリ 8 から読み出してその画素に対応する実空間上の点が道路面上にあるか否かを判断する。

【0069】

50

ここで、条件2を満たすか否かの判断の手法について簡単に説明する。図8に示すように、まず、基準画像T上の探索画素Mが属する水平ラインjに消失点V_pから引いた垂線の足を画素mとすると、画素mに対応する実空間上の点mは自車両の正面に位置する。点mが道路面上にあるとすると、自車両に搭載されたメインカメラ2aから点mまでの距離をL_m、メインカメラ2aの焦点距離をf、メインカメラ2aの取付高さをhとすると、メインカメラ2aの結像位置における点mの映像と消失点V_pとのずれyは、

$$y = h \times f / L_m \quad \dots (5)$$

で表される。

【0070】

基準画像T上での画素mと消失点V_pとの画素間隔をy_{pixel}とすると、ピクセル長をpとしたときy_{pixel} = y / pの関係が成り立つから、画素mと消失点V_pとの画素間隔y_{pixel}とメインカメラ2aから点mまでの距離L_mとは、

$$y_{\text{pixel}} = y / p = h \times f / (L_m \times p) \quad \dots (6)$$

すなわち、

$$L_m = h \times f / (p \times y_{\text{pixel}}) \quad \dots (7)$$

の関係が成り立つ。消失点V_pのj座標は予め分かっているから、水平ラインjのj座標から(7)式に基づいて実空間上の自車両から点mまでの距離L_mが算出される。

【0071】

また、同様にして、基準画像Tの画素mと探索画素Mとの画素間隔x_{pixel}から実空間上の点mと探索画素Mに対応する道路面上の点Mとの距離L_{m, M}が算出でき、この距離L_{m, M}と前記距離L_mとから自車両と道路面上の点Mとの実空間上の距離L_Mが算出される。

【0072】

そして、この実空間上の自車両と道路面上の点Mとの距離L_Mと、距離データメモリ8から読み出された距離L_{ij}とを比較して、一定の誤差範囲で一致すれば探索画素Mに対応する実空間上の点Mは道路面上にあると判断でき、距離L_{ij}が前記距離L_Mより小さければ、探索画素Mに対応する実空間上の点Mは道路面より高い位置に存在する先行車のピラー等であり点Mは道路面上にはないと判断することができる。

【0073】

車線検出部93は、探索画素が前記第1開始点条件を満たすと判断すると(図6のステップS103: YES)、その探索画素を開始点P_sとしてRAM上にセットし、第1車線幅閾値W_{th1}をセットする(ステップS104)。第1車線幅閾値W_{th1}は、開始点P_sが検出された場合に探索範囲を確保するための閾値であり、例えば実空間上の距離として1mに設定されている。第1車線幅閾値W_{th1}を水平ラインjのjに依存して可変とすることも可能である。

【0074】

車線検出部93は、開始点P_sと第1車線幅閾値W_{th1}とをセットすると、さらに水平ラインj上を右方に探索を続け、探索画素が下記の第2開始点条件を満たすか否かを判断する(ステップS105)。これは、図9に示すように開始点P_sとしてセットされた画素が実際には消えかかった古い車線L_{old}の端部に対応する画素P_{s old}であり、その古い車線L_{old}と一部重なるようにして新しく塗り直された車線L_{new}が引かれている場合に、元の開始点P_s等のセットを取り消して、塗り直された車線L_{new}の端部に対応する画素P_{s new}を開始点P_sとして新たにセットするための判断基準である。

【0075】

[第2開始点条件]

条件3: その探索画素の輝度値p_{1ij}が道路面輝度値p_{road}より第2開始点輝度値閾値p_{th2}以上大きく、かつ、輝度微分値で表されるエッジ強度E_{ij}が第2開始点エッジ強度閾値E_{th2}以上であること。ただし、p_{th2} > p_{th1}。

条件4: 開始点P_sからその探索画素の左隣の画素までの平均輝度値と道路面輝度値p_{road}との差が第1車線平均輝度値閾値A_{th1}以下であること。

条件5: その探索画素に対応する実空間上の点が道路面上にあること。

10

20

30

40

50

【0076】

そして、探索画素が前記第2開始点条件を満たす場合には（ステップS105：YES）、車線検出部93は、元の開始点Psおよび第1車線幅閾値Wth1のセットを解除し、現在の探索画素を新たな開始点Psとして再セットし、第1車線幅閾値Wth1も再セットする（ステップS106）。

【0077】

なお、図10（A）は第2開始点条件の第2開始点輝度閾値pth2を説明する図であり、図10（B）は第2開始点エッジ強度閾値Eth2を説明する図である。また、条件4において、元の開始点から現在の探索画素の左隣の画素までの領域Kの平均輝度値と道路面輝度値p_{road}との差が閾値Ath1より大きければ、その領域Kに対応する車線は現在もい

10

【0078】

また、通常的車線位置検出では、古い車線L_{old}の上に塗り直された車線L_{new}ではなく、最初から通常的車線が検出される場合が多いが、その場合には、前記第1開始点条件を満たす探索画素は同時に第2開始点条件を満たす。そのため、第1開始点条件を満たした時点で開始点Psとしてセットされ、第1車線幅閾値Wth1がセットされ、即座に第2開始点条件を満たすと判断されて開始点Ps等が再セットされる。

【0079】

車線検出部93は、水平ラインj上を右方に探索を続け、探索画素が下記の終了点条件

20

[終了点条件]

条件6：その探索画素の輝度微分値で表されるエッジ強度E_{ij}が終了点エッジ強度閾値 - Eth2以下であるか、またはその探索画素の輝度値が開始点Psにおける輝度値より小さいこと。

【0080】

これは、図示を省略するが、終了点Peが車線に対応する高輝度の画素から道路面に対応する低輝度値の画素に移行し、車線の反対側のエッジ部分に対応する点であることを表す。なお、本実施形態では、終了点エッジ強度閾値 - Eth2の絶対値は前記第2開始点エッジ強度閾値Eth2の絶対値と同一に設定されている。

30

【0081】

車線検出部93は、終了点条件を満たす点、すなわち終了点Peが検出されなければ（ステップS107：NO）、第1車線幅閾値Wth1に達するまで探索を行い、第1車線幅閾値Wth1に達しても終了点Peが検出されない場合は（ステップS108：YES）、開始点Psおよび第1車線幅閾値Wth1のセットを解除する。

【0082】

そして、探索終了点ieに達していなければ（ステップS102：NO）、引き続き水平ラインj上の探索を続行し、探索画素が第1開始点条件を満たすか否かの判断（ステップS103）からの前記処理を繰り返す。なお、このフローチャートから分かるように、開始点Psから右方に探索を続けて探索終了点ieを超える場合でも第1車線幅閾値Wth

40

【0083】

また、車線検出部93は、終了点Peを検出すると（ステップS107：YES）、開始点Psから終了点Peの左隣の画素までの平均輝度値が下記の第1平均輝度値条件を満たすか否かを判断する（ステップS109）。

[第1平均輝度値条件]

条件7：開始点Psから終了点Peの左隣の画素までの平均輝度値と道路面輝度値p_{road}との差が前記第1車線平均輝度値閾値Ath1以下であること。

【0084】

50

本実施形態では、この条件7における第1車線平均輝度値閾値 A_{th1} は、前記第2開始点条件の条件4における第1車線平均輝度値閾値 A_{th1} と同一の値が用いられる。前述したように、第1車線平均輝度値閾値 A_{th1} は、消えかかった古い車線 L_{old} に対応する平均輝度値と新たに塗り直された車線 L_{new} に対応する平均輝度値とを分ける閾値である。

【0085】

車線検出部93は、開始点 P_s から終了点 P_e の左隣の画素までの平均輝度値が前記第1平均輝度値条件を満たす（ステップS109：YES）、すなわち、平均輝度値が低い車線に相当する平均輝度値であると判断すると、この車線の近くに新しく塗られた車線がある可能性があるため、既に車線候補点が図示しない記憶手段に保存されていなければ（ステップS110：YES）、この開始点 P_s の座標 (i, j) をとりあえず車線候補点として保存し（ステップS111）、さらに水平ライン j 上の探索を続ける。

10

【0086】

一方、車線検出部93は、開始点 P_s から終了点 P_e の左隣の画素までの平均輝度値が前記第1平均輝度値条件を満たさない（ステップS109：NO）、すなわち、平均輝度値が高い車線に相当する平均輝度値であると判断すると、同一の水平ライン j 上の探索で既に保存されている平均輝度値が低い車線に対応する車線候補点があれば（ステップS112：YES）、その車線候補点を削除して（ステップS113）、平均輝度値が高い方の開始点 P_s を車線候補点として保存して（ステップS114）、同一水平ライン j 上の探索を打ち切る。

【0087】

本実施形態では、以上のように、水平ライン j 上の探索が終了する場合は、平均輝度値が高い車線が見出されて探索が打ち切られた場合、平均輝度値が低い車線しか見出されず探索終了点 i_e に達した場合、車線が見出されず探索終了点 i_e に達した場合の3通りの場合である。そして、平均輝度値が高くいわば生きている車線が見出されればその車線を優先しながら、第1開始点条件または第2開始点条件を満たす画素のうち自車両に最も近い画素を車線候補点として検出する。

20

【0088】

水平ライン j 上の探索が終了すると、車線検出部93は、車線候補点が保存されているか否かを判断する（ステップS115）。車線候補点が保存されていなければ（ステップS115：NO）、水平ライン j が200行目に達したか否かを判断し（ステップS116）、200行目に達していなければ（ステップS116：NO）、200行目に達するまで、画像補正部4から送信されてきた1画素分上側の水平ライン $j+1$ について前記処理手順を繰り返す。

30

【0089】

車線候補点が保存されていれば（ステップS115：YES）、車線検出部93は、続いて太い標示数カウント処理（ステップS117）を行うようになっている。

【0090】

太い標示数カウント処理は、通常連続線や破線で標示された車線より幅広に標示された標示、例えば横断歩道のゼブラ模様や道路中央に複数本が並列に標示された白色、黄色等の車線、或いは高速道路の合流地点等に標示された太い破線状の標示に対応する車線候補点の数をカウントする処理である。

40

【0091】

本実施形態では、自車両の前方約10mから20mの範囲で太い標示に対応する車線候補点の数をカウントし、後述する検出モード切替（図3のステップS40）の判断材料を集計するようになっている。

【0092】

具体的には、車線検出部93は、太い標示数カウント処理（ステップS117）においては、図11に示すように、まず、現在探索中の水平ライン j が前述したように自車両の前方約10mから20mの範囲内の領域を探索中か否かを判断し（ステップS118）、範囲内でなければ（ステップS118：NO）、この処理を行わずに続く検出車線幅閾値

50

変更処理（ステップ S 1 2 1）に移行する。

【 0 0 9 3 】

また、水平ライン j が前記範囲内にあると判断すると（ステップ S 1 1 8 : Y E S）、車線検出部 9 3 は、続いて車線候補点とそれに対応する終了点 P_e との実空間上の距離を算出するようになっている。これらの実空間上の距離は前記要領で自車両から車線候補点までの距離 L_{ij} と車線候補点と終了点 P_e 間の画素数から求めることができる。なお、車線候補点と終了点 P_e との距離は、車線やその他の標示の左右方向の長さすなわち幅に相当する。

【 0 0 9 4 】

車線検出部 9 3 は、算出した車線候補点と終了点 P_e との距離が第 2 車線幅閾値 W_{th2} 10 以内か否かを判断し（ステップ S 1 1 9）、それらの距離すなわち標示の幅が第 2 車線幅閾値 W_{th2} より大きければ（ステップ S 1 1 9 : N O）、太い標示数カウントを 1 増加させて（ステップ S 1 2 0）太い標示に対応する車線候補点の数をカウントしていくようになっている。なお、第 2 車線幅閾値 W_{th2} は、標示が通常的車線であるか或いは前記太い表示であるか判別するための閾値であり、例えば 3 0 c m に設定される。

【 0 0 9 5 】

車線検出部 9 3 は、続いて、検出車線幅閾値変更処理（図 6 のステップ S 1 2 1）を行うようになっている。

【 0 0 9 6 】

検出車線幅閾値 W_{thd} とは、車線候補点とそれに対応する終了点 P_e との距離すなわち 20 車線幅または標示の幅に応じて検出されたその車線候補点を残して後述するハフ変換（ステップ S 1 3 2）の対象とするか或いは削除するかを判別するための閾値である。

【 0 0 9 7 】

前述したように、第 1 車線幅閾値 W_{th1} は開始点 P_s が検出された場合に探索範囲を確保するための閾値であり、また第 2 車線幅閾値 W_{th2} は標示が通常的車線であるか或いは前記太い表示であるか判別するための閾値であり、ともに設定された数値に固定している。

【 0 0 9 8 】

一方、検出車線幅閾値 W_{thd} は下記のように自車両の走行環境や道路環境の条件に応じて可変とされており、自動的に変更されるようになっている。なお、検出車線幅閾値 W_{thd} 30 は、標準検出モードにおいては 1 本の車線幅の規格すなわち 1 0 ~ 1 5 c m 幅の車線を検出可能で、規格が 4 5 ~ 5 0 c m とされる横断歩道のゼブラ模様を検出ししない値、すなわち例えば 3 0 c m に設定される。

【 0 0 9 9 】

なお、本実施形態では、車線位置の検出モードとして標準検出モードと太い車線検出モードの 2 種類が設定できるようになっている。標準検出モードは、前記のように通常的車線幅の車線を検出し、それより幅広の車線は検出ししない検出モードであり、太い車線検出モードは、幅広の車線を検出可能な検出モードである。

【 0 1 0 0 】

車線検出部 9 3 は、検出車線幅閾値変更処理（ステップ S 1 2 1）においては、図 1 2 40 に示すように、前記高速道路走行検出部 9 1 で自車両が高速道路を走行中であるという判断がなされていれば（ステップ S 1 2 2 : Y E S）、検出車線幅閾値 W_{thd} を例えば 5 5 c m に拡大する（ステップ S 1 2 3）。

【 0 1 0 1 】

また、自車両が高速道路を走行中ではなく（ステップ S 1 2 2 : N O）、横断歩道検出部 9 2 により自車両の前方に横断歩道が検出されていれば（ステップ S 1 2 4 : Y E S）、自車両から横断歩道までの距離 R_1 を前方 5 0 m を意味する 5 0 に設定し（ステップ S 1 2 5）、検出車線幅閾値 W_{thd} を例えば 3 0 c m に設定するようになっている（ステップ S 1 2 6）。なお、 R_1 は初期値として 0 が設定される。

【 0 1 0 2 】

横断歩道は、自車両前方50mの地点に検出されなくなった後も後述する検出モード切替処理（ステップS40）で自車両から横断歩道までの距離R1が更新されることで追跡され、横断歩道が図2に示した基準画像Tの最下端の水平ラインjから下方に見えなくなるまで、すなわち、横断歩道と自車両との距離R1が、基準画像Tの最下端の水平ラインjに対応する実空間上の位置と自車両との距離R_{unseen}以下になるまで追跡される。

【0103】

そのため、横断歩道検出部92により自車両の前方に横断歩道が検出されていなくても（ステップS124：NO）、横断歩道と自車両との距離R1が前記距離R_{unseen}より大きければ（ステップS127：YES）、横断歩道がまだ基準画像T上に撮像されているから検出車線幅閾値W_{thd}を例えば30cmに狭く設定する（ステップS126）。なお、距離R_{unseen}は予めメインカメラ2aの設置状態により決定される。

10

【0104】

一方、車線検出部93は、横断歩道が検出されていない或いは検出されても距離R1が前記距離R_{unseen}以下になれば（ステップS127：NO）、続いて、前記高速道路走行検出部91により自車両が高速道路を走行している或いは高速道路を走行し始めた可能性が高いと判断された場合には（ステップS128：YES）、検出車線幅閾値W_{thd}を例えば55cmに拡大する（ステップS123）。

【0105】

また、車線検出部93は、自車両が高速道路を走行している或いは高速道路を走行し始めた可能性が低く（ステップS128：NO）、現在の検出モードが太い車線検出モードでなければ（ステップS129：NO）、検出車線幅閾値W_{thd}を例えば30cmに設定するようになっている（ステップS126）。

20

【0106】

また、車線検出部93は、現在の検出モードが太い車線検出モードであれば（ステップS129：YES）、現在探索を行っている水平ラインjに対応する実空間上のラインの自車両に対する距離が後述する所定距離R2以内であるか否かを判断する（ステップS130）。そして、所定距離R2以内であれば（ステップS130：YES）、検出車線幅閾値W_{thd}を例えば30cmに設定し（ステップS126）、所定距離R2より遠ければ（ステップS130：NO）、検出車線幅閾値W_{thd}を例えば55cmに拡大するようになっている（ステップS123）。

30

【0107】

なお、本実施形態では、検出車線幅閾値W_{thd}を例えば30cm或いは55cmの2種類しか設けない場合について述べるが、前記種々の条件に合わせて設定値を適宜変えて設定するように構成することも可能である。

【0108】

車線検出部93は、以上のようにして検出車線幅閾値W_{thd}を設定すると、続いて、前記太い標示数カウント（図6のステップS117）で算出した車線候補点とそれに対応する終了点P_eとの間の実空間上の距離が設定された検出車線幅閾値W_{thd}以内か否かを判断するようになっている（ステップS131）。

【0109】

そして、車線候補点と終了点P_eとの距離が検出車線幅閾値W_{thd}より大きければ（ステップS131：NO）、その車線候補点を削除するようになっている（ステップS132）。

40

【0110】

また、車線検出部93は、車線候補点と終了点P_eとの距離が検出車線幅閾値W_{thd}以内であれば（ステップS131：YES）、続いて、車線候補点から終了点P_eの左隣の画素までの平均輝度値が下記の第2平均輝度値条件を満たすか否かを判断する（ステップS133）。

【0111】

[第2平均輝度値条件]

50

条件 8 : 車線候補点から対応する終了点 P_e の左隣の画素までの平均輝度値と道路面輝度値 p_{road} との差が第 2 車線平均輝度値閾値 A_{th2} 以上であること。

【 0 1 1 2 】

本実施形態では、前述したように第 1 車線平均輝度値閾値 A_{th1} は、消えかかった古い車線 L_{old} に対応する平均輝度値と新たに塗り直された車線 L_{new} に対応する平均輝度値とを画する閾値であったが、条件 8 における第 2 車線平均輝度値閾値 A_{th2} は、車線として最低限要求される平均輝度値と道路面輝度値 p_{road} との差を画するものであり、第 1 車線平均輝度値閾値 A_{th1} より小さい値が適宜設定される。

【 0 1 1 3 】

車線検出部 9 3 は、車線候補点が第 2 平均輝度値条件を満たさないと判断すると (ステップ $S_{133} : NO$)、その車線候補点を削除する (ステップ S_{132})。一方、車線候補点が第 2 平均輝度値条件を満たすと判断すると (ステップ $S_{133} : YES$)、その車線候補点を削除せずに残し、図 1 3 に示すように、最終的にその水平ライン j 上に車線候補点 (I_j, J_j) が検出される。

【 0 1 1 4 】

車線検出部 9 3 は、続いて、以上のようにして水平ライン j 上に検出した車線候補点に対してハフ変換を実行するようになっている (ステップ S_{134})。なお、ハフ変換は、基準画像 T 上の複数の車線候補点に基づいて車線位置検出の基準となる直線を検出することを目的とするものである。

【 0 1 1 5 】

本実施形態では、ハフ変換については公知の方法が用いられる。具体的には、例えば、検出された車線候補点が基準画像 T 上の直線

$$i = a j + b \quad \dots (8)$$

上に存在すると仮定すると、 I_j, J_j は、

$$I_j = a J_j + b \quad \dots (9)$$

を満たす。

【 0 1 1 6 】

前記 (9) 式は、

$$b = - J_j \times a + I_j \quad \dots (10)$$

と変形できる。(10) 式から分かるように、前記車線候補点検出処理で水平ライン j 上に車線候補点 (I_j, J_j) が検出されると、 $- J_j, I_j$ を傾きおよび b 切片として図 1 4 に示すようにハフ平面である $a - b$ 平面上に 1 本の直線を引くことができる。

【 0 1 1 7 】

$a - b$ 平面は、図 1 5 に示すように所定の大きさに升目に区切られており、(10) 式で表される直線が引かれると、図 1 5 の斜線を付した升目のような直線が通過する升目の計数値が 1 増加される。なお、 $a - b$ 平面の各升目には所定の a および b の値が対応しているから、 $a - b$ 平面で升目を選択することは、対応する a, b の値を選択すること、すなわち (8) 式で表されるように基準画像 T 上に傾き a, i 切片 b の直線を選択することと同義である。

【 0 1 1 8 】

車線検出部 9 3 は、基準画像 T 上を水平ラインを上向きに 1 画素分ずつずらしながら探索を行い、各水平ライン上に車線候補点が検出されるごとに前記ハフ変換を行って $a - b$ 平面の升目の計数値を加算していくようになっている。そして、最終的に基準画像 T の最上段の 200 行目の水平ラインまで探索が終了すると、図 1 6 の領域 A に示すように複数の車線候補点が得られ、 $a - b$ 平面の各升目にはそれぞれ計数値が加算された状態となる。

【 0 1 1 9 】

なお、図 1 6 以下の図では、車線候補点が基準画像 T 上や実空間上でいわば疎らに検出されるように示されているが、実際には非常に細かく多数検出される。また、上記では右車線側探索領域 S_r を探索する場合について述べたが、左車線側探索領域 S_l を探索する

10

20

30

40

50

場合についても同様に検出された車線候補点 (I_j, J_j) についてハフ変換が行われ、右車線側探索領域 S_r の場合とは別個に $a - b$ 平面が作成され、 $a - b$ 平面の各升目にはそれぞれ計数値が加算される。

【0120】

水平ライン j 上の右向きおよび左向きの探索で検出されたすべての車線候補点に対するハフ変換および2枚の $a - b$ 平面の各升目への計数値の加算を終え、200行目の水平ライン j の探索が終了すると(図6のステップS116: YES)、図3に示した基本フローの第1プロセスである車線候補点検出変換処理(ステップS10)が終了する。

【0121】

次に、車線検出部93は、基本フローの第2プロセスである車線直線検出処理(ステップS20)に移行する。 10

【0122】

車線検出部93は、前記ハフ変換で得られた右車線側探索領域 S_r および左車線側探索領域 S_l の各 $a - b$ 平面から計数値が大きな単数または複数の升目をそれぞれ抽出し、図17や図18に示すようなピーク直線 r_1, r_2, l_1, l_2 をそれぞれ抽出するようになっている。

【0123】

車線検出部93は、抽出された複数のピーク直線のうち下記の選択条件に適合するものを棄却し、ピーク直線が1本に絞られるまで右向き探索および左向き探索の各場合についてそれぞれ選択を行うようになっている。 20

【0124】

[選択条件]

条件9: 所定の前方距離におけるピーク直線の位置が、自車両の中心から換算した車幅の位置より内側に存在すること。ただし、連続して車線位置が検出されている場合には前回検出された車線位置からの変化量を用いて所定の閾値以内であれば条件9は適用しない。

条件10: 自車両の前記推定軌跡 L_{est} との平行度が一定の閾値より大きいこと。

条件11: 図17および図18に一点破線 L_d で表される所定の前方距離における自車両の中心からの左右差距離が規定値 far_th 以上に遠いピーク直線と規定値 $near_th$ 以下のピーク直線がある場合の規定値 far_th 以上のピーク直線であること。ただし、 $far_th > near_th$ 。 30

条件12: 前回検出された車線位置や幅から推定した車線推定中心位置に最も近いピーク直線を残すこと。

【0125】

車線検出部93は、このようにして右車線側探索領域 S_r および左車線側探索領域 S_l で抽出されたピーク直線から車線位置としてふさわしい直線を表す左右のピーク直線 r_1, l_1 をそれぞれ図19に示すような車線直線 r_1, l_1 として1本ずつ選択して、図3の車線直線検出処理(ステップS20)を終了するようになっている。

【0126】

車線検出部93は、続いて、基本フローの第3プロセスである車線位置検出処理(ステップS30)に移行する。車線位置検出処理では、前記車線直線検出処理で得られた車線直線 r_1, l_1 を基準にして自車両の左右に存在する直線状または曲線状の車線を検出するようになっている。 40

【0127】

具体的には、車線検出部93は、前記車線候補点検出変換処理と同様に、基準画像 T における j 座標一定の1画素幅の水平ライン j 上を右向きおよび左向きにそれぞれ走査しながら処理を行う。まず、右車線直線 r_1 或いは左車線直線 l_1 を基準として各直線との i 方向の差が閾値以内の車線候補点を車線ポジションとして所定の個数に達するまで記録する。

【0128】

車線検出部 93 は、車線直線 r_1 、 l_1 上或いはその近傍に車線ポジションを前記所定の個数記録すると、その上方の水平ライン j では、車線直線 r_1 、 l_1 にかかわらず、最後に検出された車線ポジションを基準として下記の要領で車線を追い、車線がカーブしている場合にもそのカーブに追従して車線ポジションを検出していくようになっている。

【0129】

すなわち、車線検出部 93 は、所定個数の車線ポジションが記録されると、その上方の水平ライン j で次に検出された車線候補点と所定個数の最後に検出された車線ポジションとの i 方向、 j 方向の変位が規定値以内か否かを判断する。そして、規定値以内であると判断すると、その車線候補点を車線ポジションとして記録する。

【0130】

以後同様にして、図 19 (A) に示されるように、水平ライン j 上で車線候補点を検出すると、前回検出された車線ポジション a との i 方向、 j 方向の変位が規定値以内か否かを判断し、規定値以内であると判断すると、今回検出した車線候補点を車線ポジション b として記録していく。

【0131】

また、水平ライン j 上に車線候補点が発見されて、前回検出された車線ポジションとの i 方向、 j 方向の変位が規定値以内でない場合も、前回までに検出した車線ポジションを延長した直線、すなわち、図 19 (B) では車線ポジション b と車線ポジション a とを結ぶ直線からの i 方向の変位が規定値以内であれば、今回検出した車線候補点を車線ポジション c 、 d 、... として記録する。

【0132】

車線検出部 93 は、左右の車線間の実空間上の間隔すなわち道幅を確認しつつ水平ライン j を基準画像 T の上方にずらしながら順次車線ポジションを検出して、最終的に図 20 に示すように、自車両の左右に車線位置 LR 、 LL を検出できるようになっている。このようにして、図 3 の車線位置検出処理 (ステップ S30) が終了する。

【0133】

車線検出部 93 は、続いて、基本フローの第 4 プロセスである検出モード切替処理 (ステップ S40) に移行する。この検出モード切替は、次の検出処理のための前処理をなすものである。

【0134】

車線検出部 93 は、検出モード切替処理 (ステップ S40) においては、図 21 に示すように、まず、現在の検出モードが太い車線検出モードか否かを判断し (ステップ S401)、太い車線検出モードであれば (ステップ S401: YES)、前記車線候補点検出変換処理の太い標示数カウント処理 (ステップ S117) でカウントした自車両の前方約 10m から 20m の範囲内における太い標示に対応する車線候補点の数が閾値以上か否かを判断する (ステップ S402)。閾値は、例えば 6 に適宜設定される。

【0135】

そして、太い標示に対応する車線候補点の数が閾値以上であれば (ステップ S402: YES)、今回の検出処理から次の検出処理までの間に自車両が前進する距離 r を算出する (ステップ S403)。距離 r は、今回の処理時における車速 V と処理サイクル t との積として算出される。

【0136】

さらに、前記検出車線幅閾値変更処理 (ステップ S121) において、現在の検出モードが太い車線検出モードである場合の検出車線幅閾値 W_{thd} の切り替えの基準となる前記所定距離 R_2 を、現在の値から前記自車両が前進する距離 r を減算することで算出する (ステップ S404)。すなわち、検出車線幅閾値 W_{thd} の切り替えの基準となる所定距離 R_2 を自車両が前進した分だけ短くする。

【0137】

また、現在の検出モードが太い車線検出モードであるが、太い標示に対応する車線候補点の数が閾値より少なければ (ステップ S402: NO)、検出モードを標準検出モード

10

20

30

40

50

に切り替えてセットする（ステップ S 4 0 5）。

【 0 1 3 8 】

一方、現在の検出モードが太い車線検出モードではなく標準検出モードである場合に（ステップ S 4 0 1 : N O）、太い標示に対応する車線候補点の数が閾値より少なければ（ステップ S 4 0 6 : N O）、そのまま標準検出モードとする。

【 0 1 3 9 】

また、現在の検出モードが標準検出モードである場合に、太い標示に対応する車線候補点の数が閾値以上であれば（ステップ S 4 0 6 : Y E S）、検出モードを太い車線検出モードに切り替えてセットし（ステップ S 4 0 7）、所定距離 R 2 を基準距離 R 0 にセットするようになっている（ステップ S 4 0 8）。基準距離 R 0 は例えば 2 0 m や 1 8 m、1 6 m 等に適宜設定される。

10

【 0 1 4 0 】

車線検出部 9 3 は、横断歩道と自車両との距離 R 1 が前記距離 R unseen より大きければ（ステップ S 4 0 9 : Y E S）、今回の検出処理から次の検出処理までの間に自車両が前進する距離 r を算出し（ステップ S 4 1 0）或いは前記ステップ S 4 0 3 で距離 r を算出していればその値を用い、距離 R 1 を現在の値から自車両が前進した距離 r 分だけ短くして（ステップ S 4 1 1）、横断歩道を追跡するようになっている。

【 0 1 4 1 】

このようにして、図 3 の検出モード切替処理（ステップ S 4 0）が終了する。

【 0 1 4 2 】

次に、本実施形態に係る車線検出装置 1 の作用について説明する。

20

【 0 1 4 3 】

検出手段 9 における初期状態においては、検出モードは標準検出モードであり検出車線幅閾値 W thd は本実施形態では 3 0 c m に設定されている。従って、この標準検出モードでは、規格が 1 0 ~ 1 5 c m とされている通常の 1 本の車線は検出されるが、4 5 ~ 5 0 c m 間隔で繰り返される横断歩道のゼブラ模様のペイント部分は検出されない。

【 0 1 4 4 】

しかし、このように検出車線幅閾値 W thd を狭く設定したままでは、例えば、図 2 2 に示すような高速道路の合流地点等に標示された太い破線状の標示 B L を検出できない。

【 0 1 4 5 】

そこで、本実施形態では、車線候補点検出変換処理（ステップ S 1 0）の検出車線幅閾値変更処理（ステップ S 1 2 1）で、高速道路を走行中であることを検出した場合（ステップ S 1 2 2 : Y E S）や横断歩道を検出していない状態で高速道路を走行している可能性が高い場合（ステップ S 1 2 8 : Y E S）には、検出車線幅閾値 W thd が例えば 5 5 c m 等に拡大される。そのため、そのような太い破線状の標示 B L に対応する車線候補点を確実に検出することができる。

30

【 0 1 4 6 】

なお、この場合、車線候補点検出変換処理（ステップ S 1 0）の太い標示数カウント処理（ステップ S 1 1 7）で、標示 B L が太い標示として認識されると、検出モード切替処理（ステップ S 4 0）で検出モードが標準検出モードから太い車線検出モードに切り替わる。しかし、検出車線幅閾値変更処理（ステップ S 1 2 1）では、検出モードの切り替えにかかわらず高速道路を走行中であるかその可能性が高ければ検出車線幅閾値 W thd が拡大されるから、高速道路を走行中であるかその可能性が高い場合には、各検出処理において前記標示 B L に対応する車線候補点および車線位置が検出される。

40

【 0 1 4 7 】

また、高速道路には横断歩道はないから、高速道路を走行中であることが検出されれば横断歩道の検出結果を待たずに無条件に検出車線幅閾値 W thd を拡大してよい（ステップ S 1 2 2、S 1 2 3）。

【 0 1 4 8 】

しかし、自車両の車速 V 等から高速道路を走行している可能性が高くても、高速道路を

50

走行中であることが確実に検出されていない以上、一般道を高速で走行している可能性が残る。そのため、本実施形態では、横断歩道を検出していない場合に限って高速道路を走行中である可能性が高いか否かの判断を行うようになっている（ステップ S 1 2 4、S 1 2 7、S 1 2 8）。

【0149】

一方、検出車線幅閾値 W_{thd} が狭く設定された標準検出モードでは、例えば、図 2 3 に示すような 3 本程度の車線が並列に標示された車道中央線を表す車線 TL を検出することができない。

【0150】

そこで、本実施形態では、まず、車線候補点検出変換処理（ステップ S 1 0）の太い標示数カウント処理（ステップ S 1 1 7）で、自車両 MC の前方約 1 0 m から約 2 0 m の範囲で、標準検出モードで行われる今回の検出処理では車線候補点としては削除されてしまう太い標示に対応する車線候補点の数をカウントして太い標示を検出する。

【0151】

そして、太い標示に対応する車線候補点の数が閾値以上であれば、検出モード切替処理（ステップ S 4 0）で検出モードが太い車線検出モードに切り替わり（ステップ S 4 0 7）、検出車線幅閾値 W_{thd} の切り替えの基準となる所定距離 R_2 が基準距離 R_0 に設定される（ステップ S 4 0 8）。

【0152】

そして、次の検出処理では、車線候補点検出変換処理（ステップ S 1 0）の検出車線幅閾値変更処理（ステップ S 1 2 1）で、太い車線検出モードであるから（ステップ S 1 2 9 : YES）、車線候補点の探索を行っている水平ライン j の実空間上における自車両 MC からの距離が所定距離 R_2 すなわちこの場合は基準距離 R_0 以内であれば（ステップ S 1 3 0 : YES）、検出車線幅閾値 W_{thd} は例えば 3 0 cm に狭く設定される（ステップ S 1 2 6）。

【0153】

水平ライン j の実空間上における自車両 MC からの距離が基準距離 R_0 以内の範囲では、図 2 3 に示すように車線幅は狭いから、検出車線幅閾値 W_{thd} が狭くても水平ライン j 上の探索で左右の車線位置を検出することができる。

【0154】

また、水平ライン j と自車両 MC との距離が基準距離 R_0 以遠の範囲では（ステップ S 1 3 0 : NO）、車線幅が幅広になっているから、検出車線幅閾値 W_{thd} を拡大することで（ステップ S 1 2 3）、水平ライン j 上の探索で幅広となった車線の位置をも検出することが可能となる。逆の言い方をすれば、このように的確に幅広の車線を検出できるように基準距離 R_0 が設定される。

【0155】

また、自車両 MC の走行により、その次の回の検出処理では自車両 MC が前進する。本装置の処理サイクルを t とすれば、自車両 MC は現在の車速 V と t とを乗算した $V \cdot t$ だけ前進する。これを自車両 MC の静止系で見た場合、図 2 4 に示すように、太い車線 TL が自車両 MC に $V \cdot t$ だけ接近する。

【0156】

そのため、本実施形態では、前回の車線位置検出が終了した時点で、次の検出処理のための前処理として行われる検出モード切替処理（ステップ S 4 0）で、自車両の車速 V と処理サイクル t から自車両 MC が前進した距離 $r = V \cdot t$ を算出し（ステップ S 4 0 3）、現在設定されている前記所定距離 R_2 から前記距離 r を減算する（ステップ S 4 0 4）。図 2 4 の例で言えば、次の検出処理のために、現在所定距離 R_2 として設定されている基準距離 R_0 から $r = V \cdot t$ を減算して所定距離 R_2 を設定する。

【0157】

このようにして、各検出処理ごとに車速 V を測定して所定距離 R_2 から $r = V \cdot t$ を減算していくことで、検出車線幅閾値 W_{thd} を切り替える位置を適切に自車両側にずらし

10

20

30

40

50

ながら車線位置を的確に検出することが可能となる。

【0158】

また、横断歩道検出部92により横断歩道が検出された場合、車線候補点検出変換処理(ステップS10)の検出車線幅閾値変更処理(ステップS121)で、自車両から横断歩道までの距離R1が50に設定され(ステップS125)、検出車線幅閾値Wthdが例えば30cmに狭く設定される(ステップS126)。

【0159】

そして、横断歩道検出部92により横断歩道が検出されなくなった後も、検出モード切替処理(ステップS40)において横断歩道と自車両との距離R1が前記距離Runseenより大きいうちは(ステップS409:YES)、距離R1を自車両が前進した距離r分だけ短くしていき(ステップS411)、横断歩道と自車両との距離R1が前記距離Runseen以下(ステップS409:NO)になるまで横断歩道を追跡する。そしてその間(ステップS127:YES)、検出車線幅閾値Wthdが例えば30cmに狭く設定され続ける(ステップS126)。

10

【0160】

そのため、横断歩道のゼブラ模様のペイント部分は、横断歩道が基準画像Tから見えなくなるまで検出されない。

【0161】

以上のように、本実施形態に係る車線検出装置1によれば、自車両が高速道路を走行している或いは走行している可能性が高い等の自車両の走行環境や、道路上に横断歩道が標示されている等の道路環境にあわせて検出車線幅閾値Wthdを拡大させたり縮小させたりして適切に設定することで、不要な標示は適切に排除し、必要な標示は的確に検出して車線候補点を検出することが可能となる。

20

【0162】

そのため、自車両の左右の車線位置を的確に検出することが可能となる。

【0163】

具体的には、本実施形態に係る車線検出装置1によれば、通常の標準的な走行状態においては、車線幅の規格が10~15cmとされている通常の1本の連続線状或いは破線状の車線を検出するように、検出車線幅閾値Wthdは例えば30cmに設定される。このように比較的狭く設定されることで、車線候補点の誤検出を防止することが可能となる。

30

【0164】

一方、図23や図24に示したように、自車両MCの前方約10mから約20mの範囲で、幅広の車線や標示を検出した場合には、検出車線幅閾値Wthdを例えば55cmに拡大することで、そのような幅広の車線等を適切に検出することが可能となる。

【0165】

また、その際、検出車線幅閾値Wthdを、自車両から見て基準距離R₀以内の基準画像Tの領域で水平ラインj上を探索する場合には狭く設定し、基準距離R₀よりも遠い領域で水平ラインj上を探索する場合には広く設定することで、通常の1本の車線が存在する領域では検出車線幅閾値Wthdを狭く、幅広の車線等が存在する領域では検出車線幅閾値Wthdを広くすることができる。

40

【0166】

そのため、通常の1本の車線が存在する領域では車線候補点の誤検出を防止し、幅広の車線等が存在する領域ではそのような幅広の車線等を適切に検出することが可能となる。

【0167】

さらに、当初基準距離R₀に設定される所定距離Rを自車両の走行距離rに応じて短縮することで、前記のように基準画像Tの2つの領域で異なる検出車線幅閾値Wthdを、自車両の走行にあわせて適切に設定することが可能となり、よりの確に前記効果を奏することが可能となる。

【0168】

また、高速道路では横断歩道は存在しないから、例えば基準画像Tの全域にわたって検

50

出車線幅閾値 W_{thd} を広く設定することで、図 2 2 に示したような高速道路の合流地点等に標示される太い破線状の標示 B_L を的確に検出することが可能となり、自車両の左右の車線位置 L_R 、 L_L を的確に検出することが可能となる。

【0169】

また、一般道において、横断歩道が検出された場合には、検出車線幅閾値 W_{thd} を狭く設定することで、横断歩道を誤って車線として検出して従来例のように自車両の左右の車線位置 L_R 、 L_L を誤検出することを防止することが可能となる。

【0170】

なお、基準画像 T のうち、横断歩道が存在する領域については車線候補点の検出を行わず、他の領域について本実施形態に係る車線位置検出を行うように構成することも可能である。 10

【0171】

また、図 2 5 に示すように、自車両の前方約 10 m から 20 m の範囲で対応する車線候補点の数をカウントされる太い標示が、例えば自車両の進行方向における横断歩道の一般的な長さ以上連続して検出された場合、その太い標示は、横断歩道のゼブラ模様のペイント部分ではなく、黄色や白色の 3 本等の車線が並列に標示された車道中央線であると判断できる。

【0172】

そのため、このような場合に検出車線幅閾値 W_{thd} を拡大するように構成することも可能である。このように構成すれば、横断歩道のゼブラ模様のペイント部分ではない幅広の標示を確実に検出できるようになり、的確に幅広の車道中央線を検出することが可能となる。 20

【図面の簡単な説明】

【0173】

【図 1】本実施形態に係る車線位置検出装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】基準画像の一例を示す図である。

【図 3】検出手段で行われる処理の基本フローを示すフローチャートである。

【図 4】前回検出された車線の周囲に限定された探索領域を説明する図である。

【図 5】探索領域を画する内側規定値および外側規定値を説明する図である。

【図 6】車線候補点検出変換処理の手順を示すフローチャートである。 30

【図 7】(A) 第 1 開始点輝度閾値 p_{th1} および (B) 第 1 開始点エッジ強度閾値 E_{th1} を説明する図である。

【図 8】基準画像上の画素に対応する道路面上の点までの距離の算出方法を説明する図である。

【図 9】古い車線と一部重なった新しい車線を説明する図である。

【図 10】(A) 第 2 開始点輝度閾値 p_{th2} および (B) 第 2 開始点エッジ強度閾値 E_{th2} を説明する図である。

【図 11】太い標示数カウント処理の手順を示すフローチャートである。

【図 12】検出車線幅閾値変更処理の手順を示すフローチャートである。

【図 13】水平ライン j 上に検出された車線候補点を説明する図である。 40

【図 14】ハフ平面である $a - b$ 平面に引かれた直線を説明する図である。

【図 15】直線が通過する $a - b$ 平面の升目を説明する図である。

【図 16】水平ライン上の探索で検出された車線候補点を示す図である。

【図 17】ピーク直線を基準画像上に表した図である。

【図 18】図 17 のピーク直線を実空間上に表した図である。

【図 19】車線候補点を車線ポジションとして記録する条件を説明する図である。

【図 20】最終的に検出された右車線位置および左車線位置を示す図である。

【図 21】検出モード切替処理の手順を示すフローチャートである。

【図 22】高速道路の合流地点に標示された太い標示を表す図である。

【図 23】自車両前方の範囲で太い標示に対応する車線候補点の数がカウントされる車道 50

中央線を表す図である。

【図24】自車両が前進して相対的に自車両に接近した車道中央線を表す図である。

【図25】横断歩道の長さ以上に連続して検出される車道中央線を表す図である。

【図26】横断歩道の影響で誤検出された左右の車線位置の例を示す図である。

【図27】画像上に撮像された車道中央線を表す図である。

【符号の説明】

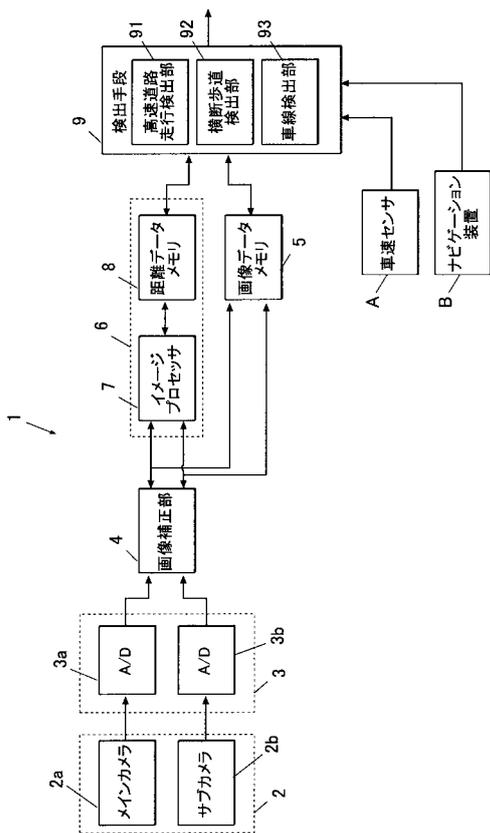
【0174】

- 1 車線位置検出装置
- 2 撮像手段
- 6 画像処理手段
- 9 検出手段
- 9 1 高速道路走行検出部
- 9 2 横断歩道検出部
- p 1 ij 輝度値
- L ij 距離
- T 基準画像
- L R、L L 車線位置
- W thd 検出車線幅閾値
- M C 自車両
- B L 幅広の標示
- T L 車道中央線
- R 2 自車両前方の所定距離
- S r、S l 探索領域
- r 自車両の走行距離
- V 車速

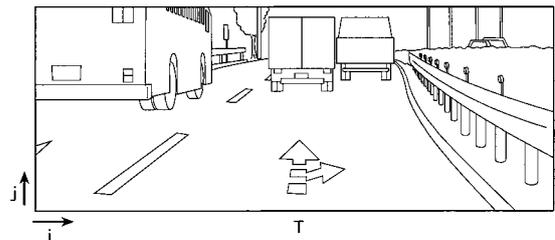
10

20

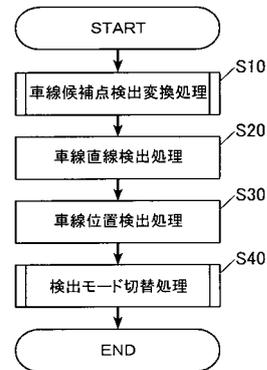
【図1】



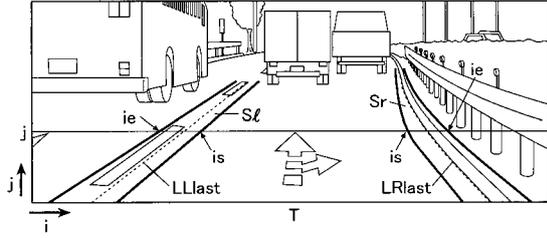
【図2】



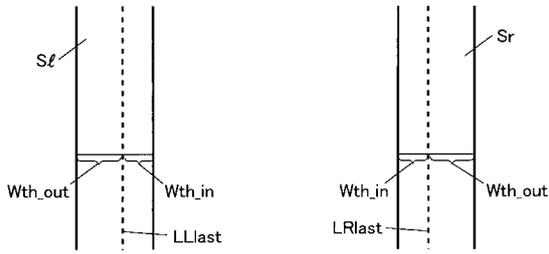
【図3】



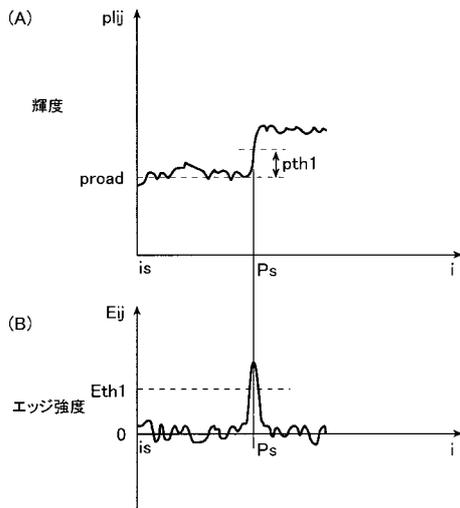
【 図 4 】



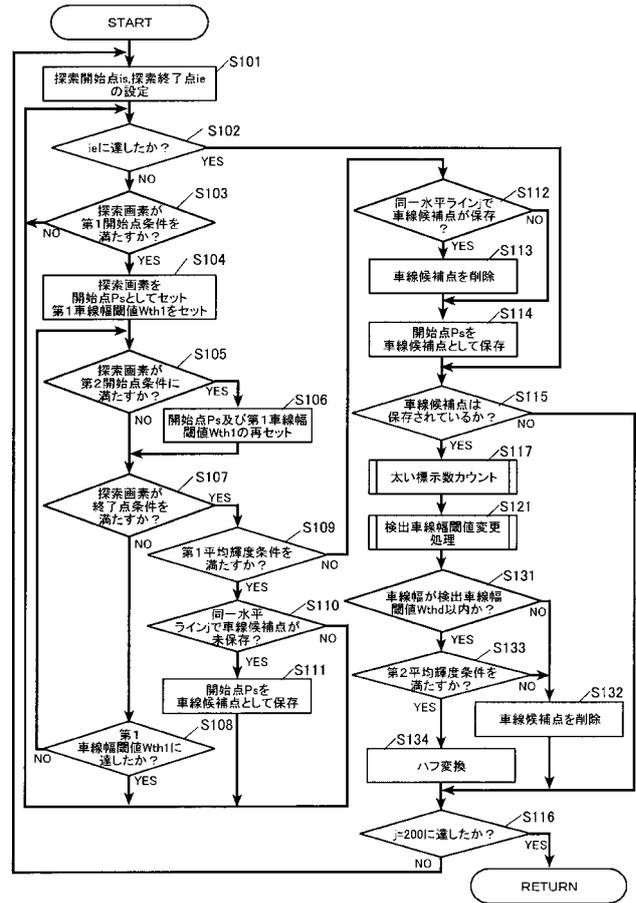
【 図 5 】



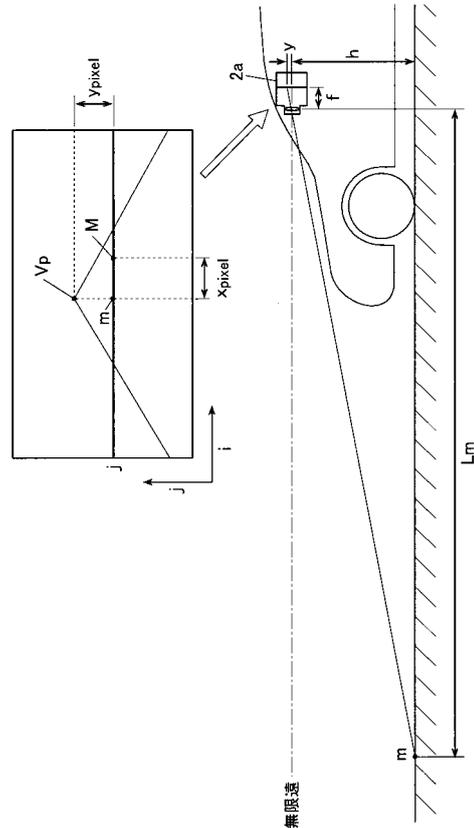
【 図 7 】



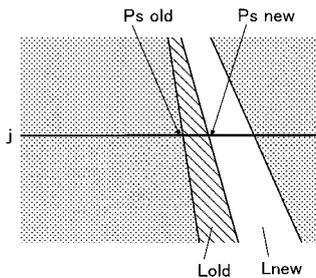
【 図 6 】



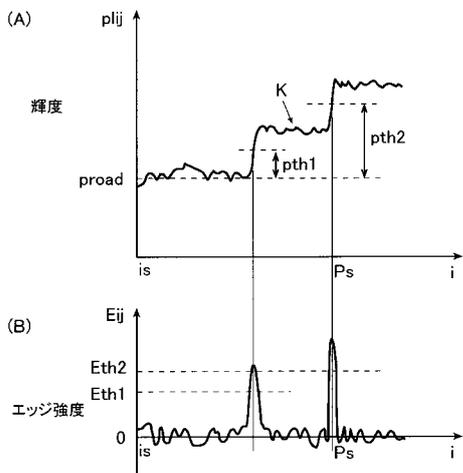
【 図 8 】



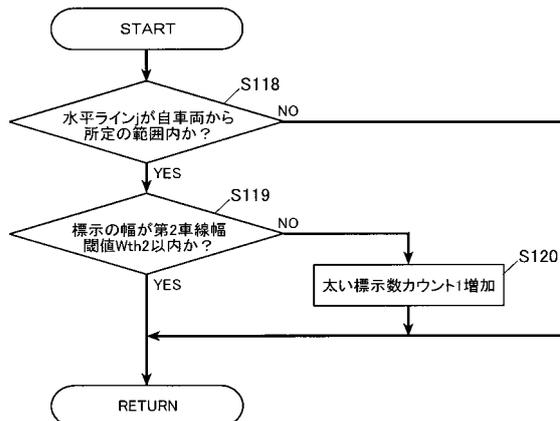
【 図 9 】



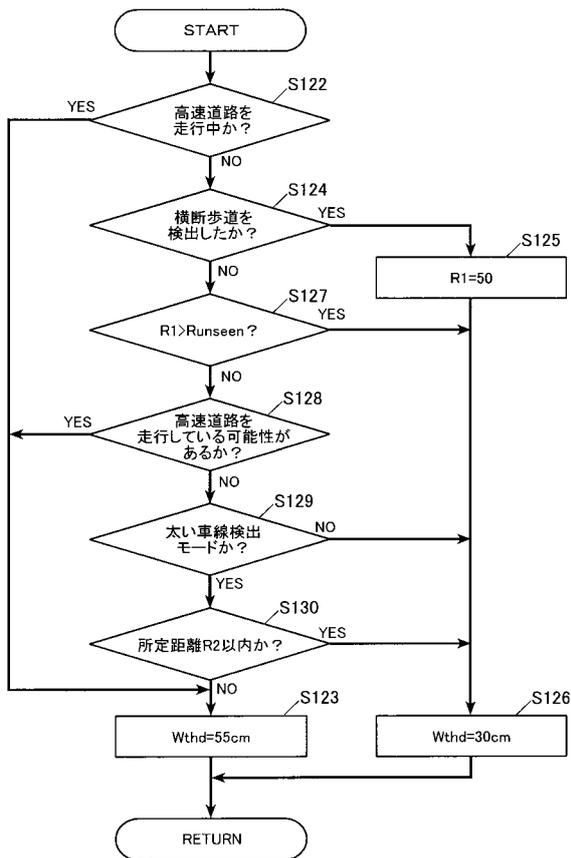
【 図 10 】



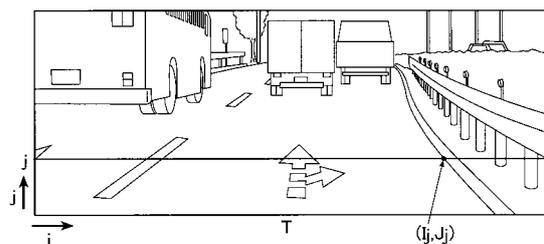
【 図 11 】



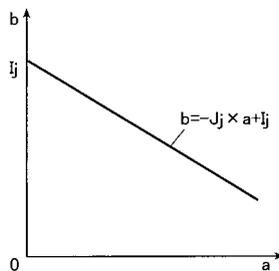
【 図 12 】



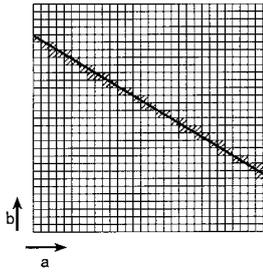
【 図 13 】



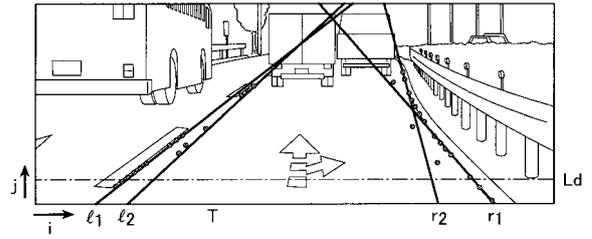
【 図 14 】



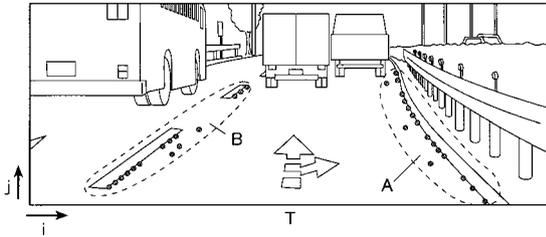
【 図 15 】



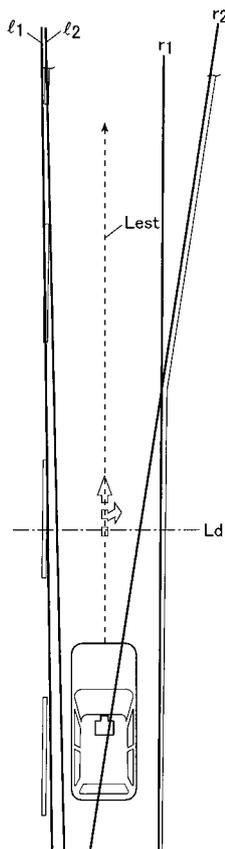
【 図 17 】



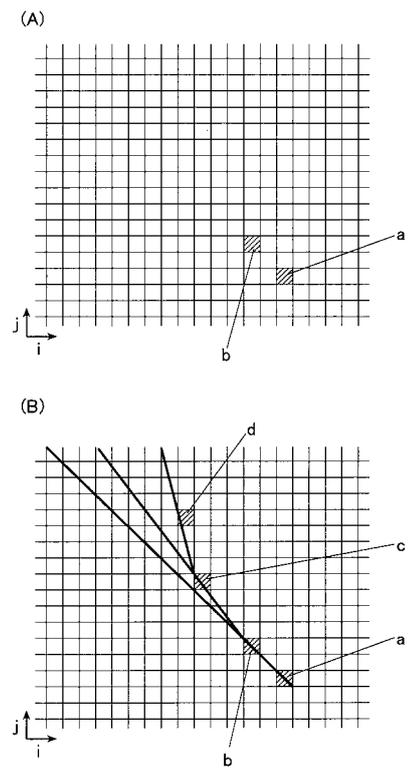
【 図 16 】



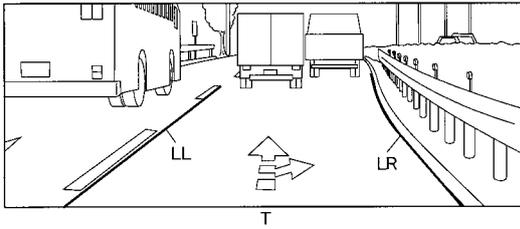
【 図 18 】



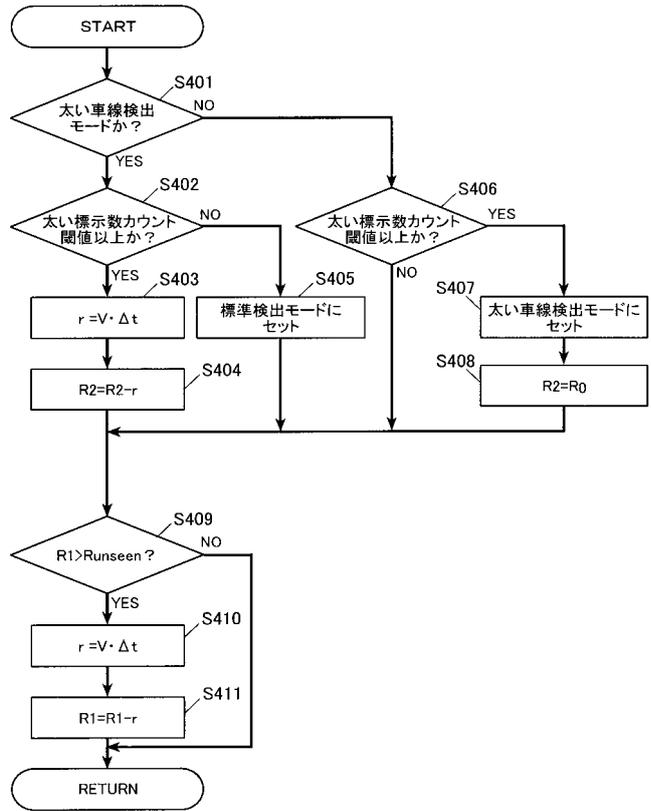
【 図 19 】



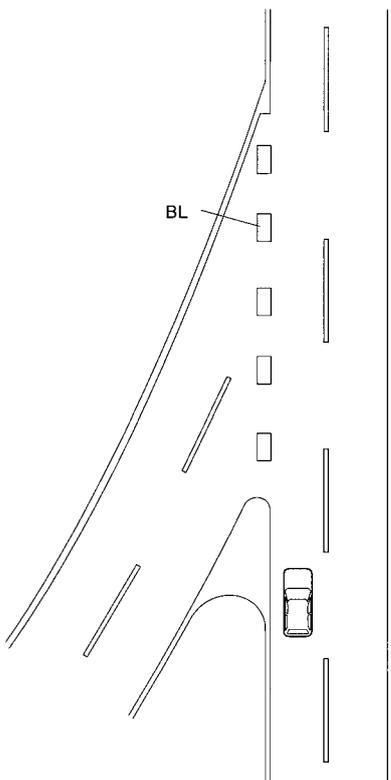
【図 20】



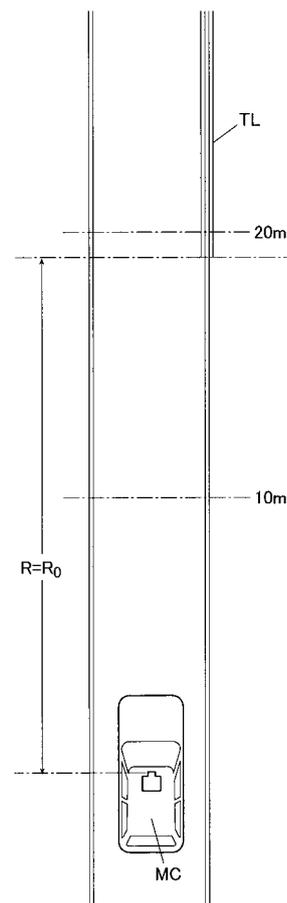
【図 21】



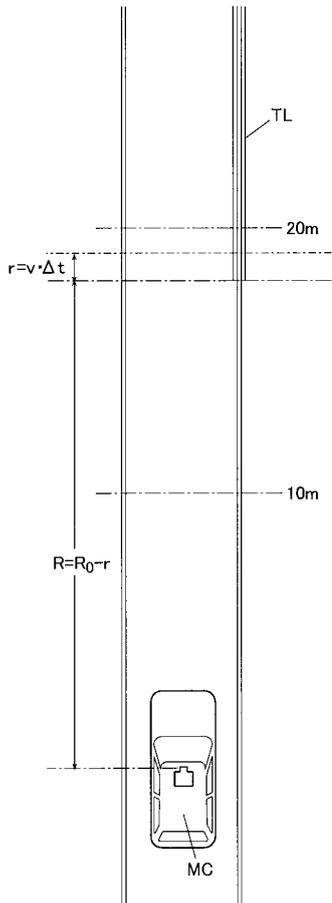
【図 22】



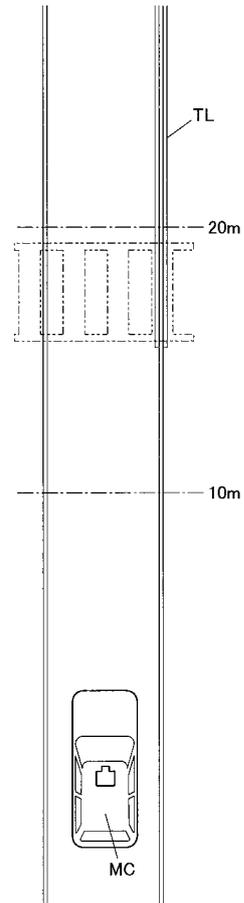
【図 23】



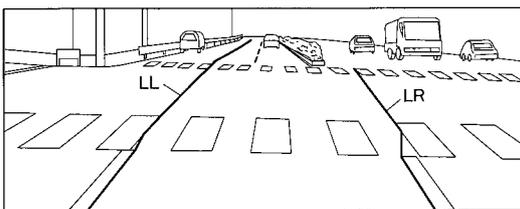
【 図 2 4 】



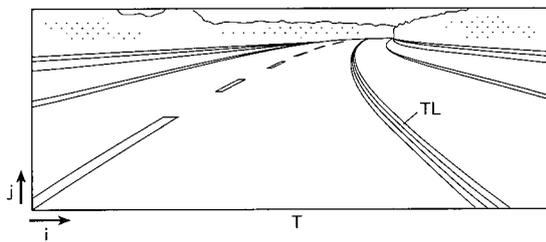
【 図 2 5 】



【 図 2 6 】



【 図 2 7 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

G 0 6 T 1/00 3 3 0 A