

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4876147号
(P4876147)

(45) 発行日 平成24年2月15日(2012.2.15)

(24) 登録日 平成23年12月2日(2011.12.2)

(51) Int. Cl. F I
 GO 1 C 21/28 (2006.01) GO 1 C 21/00 D
 GO 8 G 1/16 (2006.01) GO 8 G 1/16 C

請求項の数 8 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2009-154533 (P2009-154533)	(73) 特許権者	000001487
(22) 出願日	平成21年6月30日 (2009.6.30)		クラリオン株式会社
(65) 公開番号	特開2011-12965 (P2011-12965A)		埼玉県さいたま市中央区新都心7番地2
(43) 公開日	平成23年1月20日 (2011.1.20)	(74) 代理人	100100310
審査請求日	平成23年6月24日 (2011.6.24)		弁理士 井上 学
		(74) 代理人	100098660
			弁理士 戸田 裕二
		(72) 発明者	今井 正人
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
			株式会社 日立製作
			所 日立研究所内
		(72) 発明者	星野 雅俊
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
			株式会社 日立製作
			所 日立研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車線判定装置及びナビゲーションシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

片側複数車線道路を走行している自車の走行車線を判定する車線判定装置において、道路を撮像する撮像手段と、
自車が走行している前方の道路形状を取得する道路形状取得手段と、
前記撮像手段により撮像された画像から区画線を認識する区画線認識手段と、
前記区画線認識手段により認識された区画線から前記撮像手段までの距離を繰り返し算出して自車の軌跡を算出する第一の軌跡算出手段と、
自律航法に基づいて自車の軌跡を算出する第二の軌跡算出手段と、
前記第一の軌跡算出手段により算出された第一の軌跡及び前記第二の軌跡算出手段により算出された第二の軌跡に基づいて自車の軌跡を算出する第三の軌跡算出手段と、
前記第三の軌跡算出手段により算出された第三の軌跡に基づいて自車の走行している車線を判定する走行車線判定手段と、
前記第一の軌跡算出手段により算出された第一の軌跡に基づいて自車の進行方向を推定する進行方向推定手段と、
前記進行方向推定手段により推定された自車の進行方向と前記第一の軌跡とに基づいて自律航法の方位と位置の少なくともいずれか一方を初期化する初期化手段と、
画面や音声を用いて乗員に情報を報知する情報報知手段と、を備え、
前記第三の軌跡算出手段は、前記区画線認識手段が区画線を認識できた場合は前記第一の軌跡に基づいて前記第三の軌跡を算出し、前記区画線認識手段が区画線を認識できな

10

20

った場合は前記第二の軌跡に基づいて前記第三の軌跡を算出する、自車の速度を検出する車速検出手段と、自車の方位を検出する方位検出手段と、を備え、

前記自律航法は、前記車速検出手段により検出された車速と、前記方位検出手段により検出された方位に基づいて自車の軌跡を算出され、

前記初期化手段は、前記進行方向推定手段により推定された自車の進行方向と前記区画線認識手段により認識された区画線の方向との差が所定の角度以内の場合、あるいは前記方向の差の変化が所定の期間または走行距離にわたって所定値より少ない場合、前記第一の軌跡算出手段により算出された第一の軌跡を自律航法の軌跡の初期値とし、

前記走行車線判定手段は、前記区画線認識手段により認識された区画線の種別に基づいて自車の走行している車線を判定し、前記第三の軌跡算出手段により算出された第三の軌跡を補正し、

10

前記情報報知手段は、前記走行車線判定手段により判定された自車が走行している車線に基づいて乗員に報知する情報の内容を切り替え、

前記第二の軌跡算出手段は、前記道路形状取得手段により取得された道路形状及び前記自律航法に基づいて自車の軌跡を算出する車線判定装置。

【請求項 2】

前記道路形状取得手段により取得される道路形状は、少なくとも道路の曲率半径及び車線数を含む情報である、請求項 1 記載の車線判定装置。

【請求項 3】

前記第二の軌跡算出手段及び前記第三の軌跡算出手段は、前記片側複数車線道路に設置された区画線のうちのひとつを基準区画線に設定し、該基準区画線からの距離を繰り返し算出して自車の軌跡を算出する、請求項 2 記載の車線判定装置。

20

【請求項 4】

前記走行車線判定手段は、前記第三の軌跡算出手段により算出された第三の軌跡における基準区画線からの距離と、車線数及び車線幅に基づいて自車の走行している車線を判定する、請求項 3 記載の車線判定装置。

【請求項 5】

前記第二の軌跡算出手段は、自車が走行している道路が曲線路の場合、該曲線路を擬似的に直線路の連続した集合体とみなして、各みなし直線路における区画線までの距離を座標変換しながら求めて、自車の軌跡を算出する、請求項 4 記載の車線判定装置。

30

【請求項 6】

前記初期化手段は、前記区画線認識手段による区画線の認識ができなくなったときに、前記進行方向推定手段により推定された自車の進行方向及び前記第三の軌跡算出手段により算出された第三の軌跡における基準区画線からの距離に基づいて自律航法の方位と位置を初期化する、請求項 5 記載の車線判定装置。

【請求項 7】

前記情報報知手段は、前記走行車線判定手段により判定された自車が走行している車線に基づいて片側複数車線上のどの車線を走行しているかを画面を用いて報知し、前記区画線認識手段による区画線の認識が所定時間以上できなかった場合又は所定時間以上自車が前記区画線の上を走行した場合、前記画面による報知を中止する、請求項 6 記載の車線判定装置。

40

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の車線判定装置を有するナビゲーションシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自車が走行する車線を判定する車線判定装置及びナビゲーションシステムに関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

自動車に搭載されるナビゲーションシステムは、GPS (Global Positioning System : 全地球測位システム) やジャイロシステム等の自律的な手法により検出される自車位置を、その付近の地図情報とともに表示する機能を有する。

【 0 0 0 3 】

そして、ナビゲーションシステムに表示される自車位置が実際の自車位置と近いほど、位置精度は高くなり、高精度な自車位置を出力することで、乗員は実際の自車位置における適切な道路情報を把握でき、乗員に対する快適性を向上させることができる。

【 0 0 0 4 】

従来のナビゲーションシステムは、自車位置の推定精度が低く、片側複数車線の道路において自車の走行する車線を判定することは困難であった。従って、高速道路における分岐の案内や交差点における進行方向の案内を行う場合、車線毎に異なる経路誘導を行うことができず、乗員に対しての快適性を向上することが困難であった。即ち、高度な経路誘導を実現するためには、自車の走行する車線を正確に判定する必要がある。

【 0 0 0 5 】

ここで、ウィンカ操作信号と区画線検知部からの信号(区画線またぎ)により車線変更を判定し、自車両が走行中の車線位置を判定し、また、前方の分岐を検出し、判定された車線に基づき、所定の距離手前位置で、運転者に分岐案内を行う車載用ナビゲーション装置がある(特許文献1参照)。また、区画線の種類(実線か破線か)から走行している車線を判定する車両制御装置がある(特許文献2参照)。さらに、画像から白線を抽出して一定時間内の距離の変化から自車の走行ベクトルを算出し、走行ベクトルを加算して自車位置を計測する車両位置測位装置がある(特許文献3参照)。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 6 - 2 3 2 7 8 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 0 - 1 0 5 8 9 8 号 公 報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 7 - 2 7 8 8 1 3 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

特許文献1では、ウィンカ操作と区画線またぎの両方を検出して車線変更を判定するので、ウィンカの出し忘れや区画線またぎの未検知により自車両が走行中の車線位置を見失うおそれがある。実際に片側複数車線の道路の場合、区画線は破線の場合が多く、車線変更中に区画線を見失うことが多い。そのため、区画線またぎの未検知が発生する。

【 0 0 0 8 】

また、特許文献2では、区画線の種別(実線, 破線, 点線など)を認識するには、何本かのペイントを検出する必要があり、車線を判定するまでに時間がかかるという問題がある。また、ペイントがかすれていたりすると、未検知や誤検知の原因にもなる。更に、国や地域によって区画線の規格が異なるため、この方法では仕向け地ごとの対応が必要で必ずしも実用的ではない。

【 0 0 0 9 】

さらに、特許文献3では、区画線と車両進行方向とのなす角が大きいときは、画像から演算する区画線までの距離の精度が落ちるため、車線変更時の自車位置の推定は困難である。また、区画線の種別が破線の場合や区画線そのものがかすれていて認識できない場合に車線変更すると、その後区画線を認識してもどの車線に存在するか判定できない(車線変更前後の区画線のつながりがわからないため)。同様に、隣の車線への車線変更と2車線以上連続した車線変更との判別も困難である。

【 0 0 1 0 】

そこで、本発明の目的は、片側複数車線の道路を走行している自車の走行車線を迅速且

10

20

30

40

50

つ正確に判定することができる車線判定装置を提供することにある。さらに、区画線が一時的に認識できない場合でも車線内位置を精度よく算出して走行車線を判定する車線判定装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するため、本発明の望ましい態様の一つは次の通りである。

【0012】

片側複数車線道路を走行している自車の走行車線を判定する車線判定装置において、道路を撮像する撮像手段と、自車が走行している前方の道路形状を取得する道路形状取得手段と、撮像手段により撮像された画像から区画線を認識する区画線認識手段と、区画線認識手段により認識された区画線から撮像手段までの距離を繰り返し算出して自車の軌跡を算出する第一の軌跡算出手段と、自律航法に基づいて自車の軌跡を算出する第二の軌跡算出手段と、第一の軌跡算出手段により算出された第一の軌跡及び第二の軌跡算出手段により算出された第二の軌跡に基づいて自車の軌跡を算出する第三の軌跡算出手段と、第三の軌跡算出手段により算出された第三の軌跡に基づいて自車の走行している車線を判定する走行車線判定手段と、第一の軌跡算出手段により算出された第一の軌跡に基づいて自車の進行方向を推定する進行方向推定手段と、進行方向推定手段により推定された自車の進行方向と第一の軌跡とに基づいて自律航法の方位と位置の少なくともいずれか一方を初期化する初期化手段と、画面や音声を用いて乗員に情報を報知する情報報知手段と、を備え、第三の軌跡算出手段は、区画線認識手段が区画線を認識できた場合は第一の軌跡に基づいて第三の軌跡を算出し、区画線認識手段が区画線を認識できなかった場合は第二の軌跡に基づいて第三の軌跡を算出する、自車の速度を検出する車速検出手段と、自車の方位を検出する方位検出手段と、を備え、自律航法は、車速検出手段により検出された車速と、方位検出手段により検出された方位に基づいて自車の軌跡を算出され、初期化手段は、進行方向推定手段により推定された自車の進行方向と区画線認識手段により認識された区画線の方向との差が所定の角度以内の場合、あるいは方向の差の変化が所定の期間または走行距離にわたって所定値より少ない場合、第一の軌跡算出手段により算出された第一の軌跡を自律航法の軌跡の初期値とし、走行車線判定手段は、区画線認識手段により認識された区画線の種別に基づいて自車の走行している車線を判定し、第三の軌跡算出手段により算出された第三の軌跡を補正し、情報報知手段は、走行車線判定手段により判定された自車が走行している車線に基づいて乗員に報知する情報の内容を切り替え、第二の軌跡算出手段は、道路形状取得手段により取得された道路形状及び自律航法に基づいて自車の軌跡を算出する。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、片側複数車線の道路を走行している自車の走行車線を迅速且つ正確に判定することができる車線判定装置を提供することができる。さらに、道路形状を考慮した自律航法を用いることで、カーブなどの曲線路で車線変更する場合にも正確に自車の走行車線を判定することが可能な車線判定装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】車線判定装置のブロック図。

【図2】車線判定装置の処理内容を示すフローチャート。

【図3】具体例を説明する図。

【図4】別の実施形態における車線判定装置のブロック図。

【図5】別の実施形態における車線判定装置の処理内容を示すフローチャート。

【図6】右カーブ中の自車位置を求めるための説明図1。

【図7】右カーブ中の自車位置を求めるための説明図2。

【図8】左カーブ中の自車位置を求めるための説明図1。

【図9】左カーブ中の自車位置を求めるための説明図2。

10

20

30

40

50

【図10】具体例を説明する図。

【図11】ナビゲーションによる報知画面を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、実施形態について図面を用いて詳細に説明する。

【0017】

図1は、車線判定装置の機能を示すブロック図である。

【0018】

まず、車線判定装置100の構成と処理内容について説明する。

【0019】

車線判定装置100は、撮像手段1，区画線認識手段2，第一の軌跡算出手段3，車速検出手段4，方位検出手段5，第二の軌跡算出手段6，進行方向推定手段7，初期化手段8，第三の軌跡算出手段9，走行車線判定手段10，情報報知手段11によって構成され、車線判定装置100の図示しないコンピュータにプログラミングされ、予め定められた周期で繰り返し実行される。

10

【0020】

撮像手段1は、CCD(Charge Coupled Device)イメージセンサなどの撮像素子によって自車外の画像を取得するものであり、例えばカメラを用いることができ、その撮像方向は、車両前方(フロントビューカメラ)，車両側方(サイドビューカメラ)，車両後方(リアビューカメラ)もしくは斜め方向のいずれでもよく、また、全方位を撮像する全方位カメラでもよい。また、カメラの種類に関しては、1つのカメラで撮像する単眼カメラ，2つのカメラで撮像するステレオカメラであってもよく、搭載数に関しても、車両の前後左右方向のそれぞれに配置してもよい。

20

【0021】

区画線認識手段2は、撮像手段1により取得された画像情報を処理して画像内の区画線を認識する。ここで、区画線とは、道路管理者が設置する、道路の路面に描かれた道路鋸，ペイント，石等による線であり、道路標示の一種である。具体的には、車道中央線や車線境界線がある。また、認識した区画線から撮像手段までの距離を繰り返し演算し、更に、区画線の種別(実線，破線，点線など)を判別する機能(以下、線種判別という)を有する。

30

【0022】

第一の軌跡算出手段3は、区画線認識手段2により演算された区画線から撮像手段までの距離に基づいて自車の走行軌跡を算出する。第一の軌跡算出手段の性能は区画線の有無やかすれなど区画線の状態の他、自車の運動にも左右される。直進時は車線内の自車の走行軌跡を精度良く描くことができるが、車線変更などで自車が旋回して自車と区画線との角度やその変化が大きくなると区画線の認識ができず軌跡が途切れてしまうため、車線変更の直後には自車がどの車線を走行しているかは認識できない。

【0023】

車速検出手段4は、自車の車速を検出するものであり、例えば車両の前後左右各輪に装着された車輪速センサにより得られる値を平均して車速を検出する方法や、自車に搭載する加速度センサにより得られる自車の加速度の値を積分して車速を算出する方法などが採用可能である。

40

【0024】

方位検出手段5は、自車の方位を検出するものであり、ジャイロセンサやヨーレートセンサにより得られる値から自車の方位を算出する方法などが採用可能である。

【0025】

第二の軌跡算出手段6は、車速検出手段4により検出した車速と方位検出手段5により検出した自車の方位を用いて自律航法により自車の走行軌跡を算出する。第二の軌跡算出手段は自律航法を用いて自車の運動に基づいた軌跡を描くので、軌跡が途切れることはないが、車速や方位の誤差が時間の経過とともに蓄積するので補正しないで使用できるのは

50

短時間である。また、方位と位置は相対的なものであるため初期化が重要である。

【0026】

進行方向推定手段7は、第一の軌跡算出手段3により算出された自車の走行軌跡に基づいて自車の進行方向を推定する。

【0027】

初期化手段8は、進行方向推定手段7により推定された自車の進行方向、車速検出手段4により検出された車速、方位検出手段5により検出された自車の方位に基づいて自律航法を初期化するか否かを判断し、進行方向推定手段7により推定された自車の進行方向の精度が高い場合は初期化する。

【0028】

第三の軌跡算出手段9は、第一の軌跡算出手段3により算出された第一の軌跡と第二の軌跡算出手段6により算出された第二の軌跡に基づいて最終的な自車の走行軌跡を算出する。具体的には、上記の第一および第二の軌跡算出手段の特性に基づいて、第一の軌跡が有効（区画線認識手段2において区画線を認識している場合）の場合は第一の軌跡を最終的な自車の走行軌跡とし、第一の軌跡が無効（区画線認識手段2において区画線を認識していない場合）の場合は第二の軌跡で外挿して最終的な自車の走行軌跡とする。これにより、自車の走行状態に関わらず連続した走行軌跡が得られる。

【0029】

走行車線判定手段10は、第三の軌跡算出手段9により算出された最終的な自車の走行軌跡に基づいて複数車線道路の中で自車が走行している車線を判定する。

【0030】

情報報知部11は、走行車線判定手段10から得られる情報を乗員に分かり易く音声やモニター画面で報知する処理を行う。また、走行車線判定手段10から得られる、自車が走行している車線に基づいて乗員に報知する内容を切り替えることで、より分かり易く親切な案内を実施することが可能である。

【0031】

次に、車線判定装置全体の処理内容について説明する。

【0032】

図2は、本実施の形態における車線判定装置の処理内容を示すフローチャートである。

【0033】

まず、処理201において、区画線認識手段2により認識した区画線から撮像手段までの距離を繰り返し演算し、更に、区画線の種別（実線、破線、点線など）を判別する。

【0034】

次に、処理202において、自律航法が初期化済みか否かを判定し、自律航法が初期化済みの場合には処理203に進み、自律航法が初期化済みではない場合には処理210に進む。

【0035】

処理203において、処理201にて演算された区画線から撮像手段までの距離に基づいて自車の走行軌跡（第一の軌跡）を算出する。

【0036】

次に、処理204において、自律航法により自車の走行軌跡（第二の軌跡）を算出する。

【0037】

次に、処理205において、自車が直進中か否かを判定し、自車が直進中の場合には処理206に進み、自車が直進中でない場合は処理207に進む。ここで、自車が直進中か否かの判定は、進行方向推定手段7により推定された自車の進行方向と区画線認識手段2により認識された区画線の方法との角度差が所定の角度以内（例えば2度以内）あるいは角度差の変化が所定値（例えば1度/秒）以内でかつ、車速検出手段4により検出された車速が所定の速度以上（例えば10km/h以上）でかつ、方位検出手段5により検出された自車の方位の変化率（角速度）が所定の範囲内（例えば0.2deg/s以内）の条件の下

10

20

30

40

50

で実施する。

【0038】

処理206において、自車は直進中で方位と位置の推定精度が高いと考えられるため自律航法を初期化する。この初期化の方法は、道路上の横位置（後述する図3のy）に関しては第一の軌跡の値を代入し、方位は進行方向推定手段7により推定された自車の進行方向を代入する。具体的には、自車の走行軌跡を所定時間遡り、最小二乗法に基づく回帰直線の傾きを進行方向とする。

【0039】

次に、処理207において、第一の軌跡が有効か否かを判定し、第一の軌跡が有効の場合には処理208に進み、第一の軌跡を第三の軌跡として算出する。一方、第一の軌跡が有効でない場合には処理209に進み、第二の軌跡を第三の軌跡として算出する。ここで、第一の軌跡が有効とは、区画線認識手段2において区画線を認識している場合を示し、第一の軌跡が有効でないとは、区画線認識手段2において区画線を認識していない場合を示す。

10

【0040】

次に、処理210において、線種判別に基づく車線判定処理を実施する。ここでは、区画線認識手段2において認識した区画線の種別（実線、破線、点線など）を利用して自車が走行している車線を判定する。例えば日本の高速道路で片側3車線の場合、区画線の種別は一番左から実線、破線、破線、実線の順に並んでいるため、自車の両側の区画線の種別が認識できるとおのずと自車が走行している車線が判定可能である。

20

【0041】

次に、処理211において、処理208もしくは処理209で算出した第三の軌跡を用いて自車が走行している車線を判定する。具体的には、第三の軌跡の横位置が複数車線道路のどの位置にあるかを判定すればよく、車線幅の情報を用いて決定する。なお、処理210で線種判別により自車が走行している車線が判定されている場合には、第三の軌跡を用いて判定した車線を採用せずに、線種判別により判定した車線を優先して採用する。このとき、線種判別により判定した車線と第三の軌跡により判定した車線が異なる場合は、第三の軌跡の横位置を線種判別により判定した車線位置に補正する。先に述べたように、線種の判別には所定の距離を走行することが必要で応答は遅いが、信頼性は高い。一方、自車が蛇行運転を繰り返すなどして、第一の軌跡が無効になってから長時間が経過した場合は自律航法に基づく第二の軌跡に誤差が蓄積する。その後、区画線を認識しても、区画線から撮像手段までの距離からの距離に基づく方法では、どの区画線かを特定できないので走行軌跡は描けない。このため、特別な運転条件のバックアップとして上記の線種判別による補正を用いる。

30

【0042】

最後に、処理212において、処理211にて求めた自車の走行している車線の情報に基づいて、道路案内を切り替えて乗員に音声や画面を用いて情報を報知する。

【0043】

以上説明したように、上記の車線判定装置100によれば、片側複数車線道路に設置された区画線を検出して、この区画線と自車との相対関係及び自律航法により算出した自車の走行軌跡に基づいて自車が走行している車線を判定しているので、走行車線を判定するまでの走行距離を短くすることができ、走行距離に応じて累積される誤差を小さくすることができる。従って、自車の走行車線を迅速且つ正確に判定することができる。

40

【0044】

従って、例えばナビゲーションシステムにより、高速道路における分岐の案内や、車両前方に位置する交差点で進行方向の案内を行う場合に、車線毎に異なる経路誘導を行うことができ、乗員に対する高度な経路誘導を実現し、乗員の快適性を向上させることができる。

【0045】

次に、図3を用いて、車線判定装置100における車線判定処理の具体例について、所

50

定の道路状況に当てはめて説明する。

【 0 0 4 6 】

図 3 は、片側 2 車線の道路において、自車 3 0 0 が左車線から右車線に点線矢印 3 0 1 の軌跡を描いて車線変更した場合を示す図である。

【 0 0 4 7 】

図 3 において、 D_1 は車両中心から左に見える区画線までの距離、 D_2 は車両中心から右に見える区画線までの距離であり、自車 3 0 0 が左車線に存在する場合と右車線に存在する場合は対象となる区画線が異なる。また、一番左の区画線から自車 3 0 0 までの距離を y で表す。更に、車線幅は W とする。

【 0 0 4 8 】

まず、自車 3 0 0 が地点 A に存在するとき、自車 3 0 0 は直進中であると判定され（処理 2 0 5 で YES）、自律航法の初期化処理を実施する（処理 2 0 6）。このとき、 D_1 と D_2 が両方もも有効な場合には、例えば D_1 を優先して第一の軌跡 3 1 2 を算出し、自律航法の横位置を y_1 に、方位を第一の軌跡 3 1 2 で求めた方位に設定すると、自律航法で算出した軌跡は第二の軌跡 3 1 4 のようになる。更に、第一の軌跡が有効であるため（処理 2 0 7 で YES）、第三の軌跡に第一の軌跡を代入し（処理 2 0 8）、自車が走行している車線を判定する（処理 2 1 1）。この場合、 $y_1 < W$ であるため、自車が走行している車線は車線位置 3 1 8 で示すように 1（左車線）となる。また、自車 3 0 0 が地点 A から地点 B に達するまでは自車 3 0 0 は直進中であると判定（自律航法初期化フラグ 3 1 1 が ON）されるため、その後の処理は地点 A に存在する場合と同じである。

【 0 0 4 9 】

次に、自車 3 0 0 が地点 B に到達すると、自車 3 0 0 は車線変更動作を開始しているため、直進中ではないと判定され（処理 2 0 5 で NO）、自律航法初期化フラグが OFF になる。そして、自車 3 0 0 が地点 C に到達するまでは D_1 、 D_2 がそれぞれ変化するが、第一の軌跡が有効であるため（処理 2 0 7 で YES）、第三の軌跡に第一の軌跡を代入し（処理 2 0 8）、自車が走行している車線を判定する（処理 2 1 1）。従って、地点 A から C までは第一の軌跡と第三の軌跡は同一である。

【 0 0 5 0 】

次に、自車 3 0 0 が地点 C に到達して、 D_1 と D_2 がロストすると（処理 2 0 7 で NO）、第二の軌跡で第三の軌跡を外挿する（処理 2 0 9）。更に、自車 3 0 0 が地点 D に到達すると、第三の軌跡の横位置が車線幅 W を超えてくるため、自車が走行している車線位置 3 1 8 は 2 に変化する（処理 2 1 1）。

【 0 0 5 1 】

次に、自車 3 0 0 が地点 E に到達して、 D_1 と D_2 が再び有効になると（処理 2 0 7 で YES）、第三の軌跡は第一の軌跡に戻すため（処理 2 0 8）、第二の軌跡に誤差があった場合、領域 3 1 7 のように第三の軌跡がジャンプする。

【 0 0 5 2 】

次に、自車 3 0 0 が地点 F に到達すると、自律航法初期化フラグが再び ON になり、自律航法を初期化する（処理 2 0 6）。このとき第二の軌跡に誤差があった場合、領域 3 1 5 のように第二の軌跡がジャンプする。

【 0 0 5 3 】

その後、自車 3 0 0 が地点 G に到達するまでは自車 3 0 0 は直進中であると判定（自律航法初期化フラグ 3 1 1 が ON）される。

【 0 0 5 4 】

以上説明したように、自車から区画線までの距離と自律航法を組合せることで、正確な走行軌跡を途切れなく描くことが可能となり、自車の走行車線を迅速且つ正確に判定することができる。

【 0 0 5 5 】

なお、図 3 においては片側 2 車線道路における例を示したが、車線数は 3 車線以上でも適用できることは言うまでもない。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 6 】

以上のように、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において、種々の様態で実施することができる。

【 0 0 5 7 】

以上によれば、片側複数車線道路に設置された区画線を検出して、この区画線と自車との相対関係及び自律航法により算出した自車の走行軌跡に基づいて自車が走行している車線を判定しているので、走行車線を判定するまでに必要な走行距離を特許文献2の方法より短くすることができ、走行距離に応じて累積される誤差を小さくすることができる。従って、自車の走行車線を迅速且つ正確に判定することができる。従って、ナビゲーションシステムによる高度な経路誘導が可能になる。

10

【 0 0 5 8 】

次に、本発明の別の実施形態について図面を用いて詳細に説明する。

【 0 0 5 9 】

図4は、本発明の別の実施形態における車線判定装置の機能を示すブロック図であり、図1で説明した車線判定装置に道路形状取得手段12を加えたものである。そこで、図1とは異なる構成と機能に関して説明する。

【 0 0 6 0 】

道路形状取得手段12は、車両に搭載されたGPS(Global Positioning System: 衛星航法システム)受信機から出力された信号などを用いて自車位置を検出し、検出した自車位置と地図情報から自車が走行している道路の道路形状を取得する。ここで取得される道路形状は、車線数、車線幅、車線毎の区画線の種別、道路の曲率半径、分岐・合流の有無などの情報であり、道路の2次元形状や3次元形状そのものを取得する構成としてもよい。

20

【 0 0 6 1 】

第二の軌跡算出手段6は、道路形状取得手段12により取得された道路形状と、車速検出手段4により検出した車速と方位検出手段5により検出した自車の方位を用いた自律航法により自車の走行軌跡を算出する。ここで、自律航法とは、車速と方位から求まる車両の速度ベクトルを初期位置に足し合わせていくことで車両の位置を逐次計算する方法である。具体的には、自車の速度VSP、自車の方位変化DIRを用いて自車位置(X, Y)は(1)および(2)式で計算できる。

30

【 0 0 6 2 】

【数1】

$$X = X_{z1} + VSP \times \Delta t \times \cos(DIR) \quad \dots(1)$$

【 0 0 6 3 】

【数2】

$$Y = Y_{z1} + VSP \times \Delta t \times \sin(DIR) \quad \dots(2)$$

【 0 0 6 4 】

ここで、(Xz1, Yz1)は自車位置の前の計算結果、tは計算周期である。第一の軌跡算出手段3により算出される軌跡が区画線の認識ができない場合に途切れることに対して、第二の軌跡算出手段6は自律航法を用いて軌跡を描くために軌跡が途切れることはないが、車速や方位の誤差が時間の経過とともに蓄積するので補正しないで使用するのは短時間である。また、方位と位置は相対的なものであるため初期化が重要である。

40

【 0 0 6 5 】

初期化手段8は、進行方向推定手段7により推定された自車の進行方向、車速検出手段4により検出された車速、方位検出手段5により検出された自車の方位に基づいて自律航法を初期化するか否かを判断し、進行方向推定手段7により推定された自車の進行方向の精度が高い場合は初期化する。また、区画線認識手段2による区画線の認識ができなくなったときにも自律航法を初期化する。

50

【 0 0 6 6 】

次に、図 4 の車線判定装置全体の処理内容について説明する。

【 0 0 6 7 】

図 5 は、図 4 に示した車線判定装置の処理内容を示すフローチャートである。

【 0 0 6 8 】

まず、処理 5 0 1 において、区画線認識手段 2 により認識した区画線から撮像手段までの距離を繰り返し演算し、更に、区画線の種別（実線，破線，点線など）を判別する。

【 0 0 6 9 】

次に、処理 5 0 2 において、処理 5 0 1 にて演算された区画線から撮像手段までの距離に基づいて自車の走行軌跡（第一の軌跡）を算出する。

10

【 0 0 7 0 】

次に、処理 5 0 3 において、自車が道路に沿って平行に走行しているか否かを判定し、自車が道路に沿って平行に走行している場合には処理 5 0 4 に進み、自車が道路に沿って平行に走行していない場合は処理 5 0 5 に進む。ここで、自車が道路に沿って平行に走行しているか否かの判定は、進行方向推定手段 7 により推定された自車の進行方向と区画線認識手段 2 により認識された区画線の方向との角度差が所定の角度以内（例えば 2 度以内）あるいは角度差の変化が所定値（例えば 1 度 / 秒）以内でかつ、車速検出手段 4 により検出された車速が所定の速度以上（例えば 1 0 km / h 以上）でかつ、方位検出手段 5 により検出された自車の方位の変化率（角速度）が所定の範囲内（例えば 0 . 2 度 / 秒以内）の条件の下で実施する。

20

【 0 0 7 1 】

処理 5 0 4 において、自車は道路に沿って平行で方位と位置の推定精度が高いと考えられるため自律航法を初期化する。この初期化の方法は、道路上の横位置（後述する図 1 0 の y）に関しては第一の軌跡の値を代入し、方位は進行方向推定手段 7 により推定された自車の進行方向を代入する。具体的には、自車の走行軌跡を所定時間遡り、最小二乗法に基づく回帰直線の傾きを進行方向とする。

【 0 0 7 2 】

次に、処理 5 0 5 において、自律航法が初期化済みか否かを判定し、自律航法が初期化済みの場合には処理 5 0 6 に進み、自律航法が初期化済みではない場合には処理 5 1 3 に進む。

30

【 0 0 7 3 】

処理 5 0 6 において、道路形状取得手段 1 2 により自車が走行している道路の道路形状（車線数，車線幅，道路の曲率半径など）を取得し、処理 5 0 7 において、得られた道路形状と自律航法により自車の走行軌跡（第二の軌跡）を算出する。

【 0 0 7 4 】

次に、処理 5 0 8 において、第一の軌跡が有効か否かを判定し、第一の軌跡が有効の場合には処理 5 0 9 に進み、第一の軌跡を第三の軌跡として算出する。一方、第一の軌跡が有効でない場合には処理 5 1 0 に進む。ここで、第一の軌跡が有効とは、区画線認識手段 2 において区画線を認識している場合を示し、第一の軌跡が有効でないとは、区画線認識手段 2 において区画線を認識していない場合を示す。

40

【 0 0 7 5 】

処理 5 1 0 において、第一の軌跡の前回算出値が有効か否かを判定し、第一の軌跡の前回算出値が有効の場合には処理 5 1 1 に進み、第一の軌跡の前回算出値が有効でない場合には処理 5 1 2 に進む。

【 0 0 7 6 】

処理 5 1 1 において、第二の軌跡の誤差を小さくしてから第三の軌跡を算出するため、自律航法を初期化する。この初期化は、処理 5 0 4 と同じ方法を用いる。

【 0 0 7 7 】

次に、処理 5 1 2 において、第二の軌跡を第三の軌跡として算出する。

【 0 0 7 8 】

50

次に、処理 5 1 3 において、線種判別に基づく車線判定処理を実施する。ここでは、区画線認識手段 2 において認識した区画線の種別（実線，破線，点線など）を利用して自車が走行している車線を判定する。例えば日本の高速道路で片側 3 車線の場合、区画線の種別は一番左から実線，破線，破線，実線の順に並んでいるため、自車の両側の区画線の種別が認識できるとおのずと自車が走行している車線が判定可能である。

【 0 0 7 9 】

次に、処理 5 1 4 において、処理 5 0 9 もしくは処理 5 1 2 で算出した第三の軌跡を用いて自車が走行している車線を判定する。具体的には、第三の軌跡の横位置が複数車線道路のどの位置にあるかを判定すればよく、車線数と車線幅の情報を用いて決定する。なお、処理 5 1 3 で線種判別により自車が走行している車線が判定されている場合には、第三の軌跡を用いて判定した車線を採用せずに、線種判別により判定した車線を優先して採用する。このとき、線種判別により判定した車線と第三の軌跡により判定した車線が異なる場合は、第三の軌跡の横位置を線種判別により判定した車線位置に補正する。先に述べたように、線種の判別には所定の距離を走行することが必要で応答は遅いが、信頼性は高い。一方、自車が蛇行運転を繰り返すなどして、第一の軌跡が無効になってから長時間が経過した場合は自律航法に基づく第二の軌跡に誤差が蓄積する。その後、区画線を認識しても、区画線から撮像手段までの距離からの距離に基づく方法では、どの区画線かを特定できないので走行軌跡は描けない。このため、特別な運転条件のバックアップとして上記の線種判別による補正を用いる。

【 0 0 8 0 】

最後に、処理 5 1 5 において、処理 5 1 4 にて求めた自車の走行している車線の情報に基づいて、道路案内を切り替えて乗員に音声や画面を用いて情報を報知する。

【 0 0 8 1 】

以上説明したように、上記の車線判定装置 1 0 0 によれば、片側複数車線道路に設置された区画線を検出して、この区画線と自車との相対関係及び自律航法により算出した自車の走行軌跡に基づいて自車が走行している車線を判定しているため、走行車線を判定するまでの走行距離を短くすることができ、走行距離に応じて累積される誤差を小さくすることができる。また、道路形状を利用した自律航法により、カーブなどの直線以外の道路においても正確な車線の判定が可能となる。従って、自車の走行車線を迅速且つ正確に判定することができる。

【 0 0 8 2 】

従って、例えばナビゲーションシステムにより、高速道路における分岐の案内や、車両前方に位置する交差点で進行方向の案内を行う場合に、車線毎に異なる経路誘導を行うことができ、乗員に対する高度な経路誘導を実現し、乗員の快適性を向上させることができる。

【 0 0 8 3 】

次に、図 6 から図 9 を用いて、道路形状を利用した第二の軌跡の算出方法について、所定の道路状況に当てはめて詳しく説明する。

【 0 0 8 4 】

図 6 は、片側 2 車線の右方向に旋回する道路において、自車 6 0 0 が右車線から左車線に点線矢印 6 0 1 の軌跡を描いて車線変更した場合を示す図である。

【 0 0 8 5 】

図 6 においては、自車 6 0 0 が A y 軸に到達したときに、第一の軌跡が無効になったと想定している。なお、A y 軸，B y 軸，C y 軸は道路と垂直になす方向にとり、A x 軸，B x 軸，C x 軸はそれぞれ A y 軸，B y 軸，C y 軸と垂直になす方向（道路の接線方向）にとる。

【 0 0 8 6 】

まず、自車 6 0 0 が A y 軸に到達したときに、第一の軌跡が無効になると、自律航法の初期化を実施する（処理 5 1 1）。このとき、矢印 6 1 0 は、進行方向推定手段 7 により推定された自車の進行方向であり、道路とのなす角が 0 であるため、この 0 を自律航

10

20

30

40

50

法の初期方位とする。また、一番左の区画線を基準区画線に設定し、この基準区画線からの距離を y とすると、第一の軌跡の前回値から求めた基準区画線からの距離 y_0 を自律航法の初期位置とする。なお、点線 602 は、基準区画線からの距離が y_0 で一定の位置を示す。

【0087】

次に、自車 600 が $B y$ 軸に到達したときの基準区画線からの距離 y_1 を算出する。 $A y$ 軸上の道路の曲率半径 R_0 、 $A y$ 軸から $B y$ 軸までの距離 C_1 (自車 600 の車速を積分して算出する) を用いて、 $A y$ 軸と $B y$ 軸のなす角 α_1 は (3) 式で計算できる。

【0088】

【数 3】

$$\alpha_1 = C_1 / R_0 \quad \dots(3)$$

10

【0089】

$A y$ 軸と $B y$ 軸のなす角 α_1 が十分に小さいと仮定すると、 $B y$ 軸上における $A x$ 軸と車両 600 の走行軌跡 601 との距離 N_1 は (4) 式で計算できる。

【0090】

【数 4】

$$N_1 = C_1 \times \sin \theta_0 \quad \dots(4)$$

【0091】

また、同様に、 $A y$ 軸と $B y$ 軸のなす角 α_1 が十分に小さいと仮定すると、 $B y$ 軸上における $A x$ 軸と $B x$ 軸との距離 M_1 は (5) 式で計算できる。

【0092】

【数 5】

$$M_1 = R_0 - \sqrt{R_0^2 - C_1^2} \quad \dots(5)$$

【0093】

従って、自車 600 が $B y$ 軸に到達したときの基準区画線からの距離 y_1 は (6) 式で計算できる。

【0094】

【数 6】

$$y_1 = y_0 - N_1 - M_1 \quad \dots(6)$$

30

【0095】

なお、点線 603 は、基準区画線からの距離が y_1 で一定の位置を示す。

【0096】

次に、自車 600 が $C y$ 軸に到達したときの基準区画線からの距離 y_2 を算出する。 $B y$ 軸上の道路の曲率半径 R_1 、 $B y$ 軸から $C y$ 軸までの距離 C_2 (自車 600 の車速を積分して算出する) を用いて、 $B y$ 軸と $C y$ 軸のなす角 α_2 は (7) 式で計算できる。

【0097】

【数 7】

$$\alpha_2 = C_2 / R_1 \quad \dots(7)$$

40

【0098】

$B y$ 軸と $C y$ 軸のなす角 α_2 が十分に小さいと仮定すると、 $C y$ 軸上における $B x$ 軸と車両 600 の走行軌跡 601 との距離 N_2 は、 $B y$ 軸における自律航法の道路に対する方位 θ_1 を用いて (8) 式で計算できる。

【0099】

【数 8】

$$N2 = C2 \times \sin \theta 1 \quad \dots(8)$$

【0100】

なお、自律航法の道路に対する方位 $\theta 1$ は、車両 600 が B y 軸から C y 軸に到達するまでに方位検出手段 5 により検出された方位変化量 $\delta 1$ を用いて (9) 式で計算できる。

【0101】

【数 9】

$$\theta 1 = \theta 0 + \delta 1 - \alpha 1 \quad \dots(9)$$

10

【0102】

また、同様に、B y 軸と C y 軸のなす角 $\alpha 2$ が十分に小さいと仮定すると、C y 軸上における B x 軸と C x 軸との距離 M 2 は (10) 式で計算できる。

【0103】

【数 10】

$$M2 = R1 - \sqrt{R1^2 - C2^2} \quad \dots(10)$$

【0104】

従って、自車 600 が C y 軸に到達したときの基準区画線からの距離 y 2 は (11) 式で計算できる。

20

【0105】

【数 11】

$$y2 = y1 - N2 - M2 \quad \dots(11)$$

【0106】

なお、点線 604 は、基準区画線からの距離が y 2 で一定の位置を示す。

【0107】

以上説明したように、曲線路においても、座標変換しながら基準区画線までの距離を求めることが可能となる。なお、n 回目の座標変換に伴う計算式は (12) 式から (16) 式で表すことができる。

30

【0108】

【数 12】

$$\alpha(n) = C(n) / R(n-1) \quad \dots(12)$$

【0109】

【数 13】

$$\theta(n) = \theta(n-1) + \delta(n) - \alpha(n) \quad \dots(13)$$

【0110】

【数 14】

$$N(n) = C(n) \times \sin \theta(n-1) \quad \dots(14)$$

40

【0111】

【数 15】

$$M(n) = R(n-1) - \sqrt{R(n-1)^2 - C(n)^2} \quad \dots(15)$$

【0112】

【数 16】

$$y(n) = y(n-1) - N(n) - M(n) \quad \dots(16)$$

50

【 0 1 1 3 】

図 7 は、片側 2 車線の右方向に旋回する道路において、自車 7 0 0 が左車線から右車線に点線矢印 7 0 1 の軌跡を描いて車線変更した場合を示す図である。

【 0 1 1 4 】

図 7 においては、自車 7 0 0 が A y 軸に到達したときに、第一の軌跡が無効になったと想定している。なお、A y 軸、B y 軸、C y 軸は道路と垂直になす方向にとり、A x 軸、B x 軸、C x 軸はそれぞれ A y 軸、B y 軸、C y 軸と垂直になす方向（道路の接線方向）にとる。

【 0 1 1 5 】

まず、自車 7 0 0 が A y 軸に到達したときに、第一の軌跡が無効になると、自律航法の初期化を実施する（処理 5 1 1）。このとき、矢印 7 1 0 は、進行方向推定手段 7 により推定された自車の進行方向であり、道路とのなす角が 0 であるため、この 0 を自律航法の初期方位とする。また、一番左の区画線を基準区画線に設定し、この基準区画線からの距離を y とすると、第一の軌跡の前回値から求めた基準区画線からの距離 y 0 を自律航法の初期位置とする。なお、点線 7 0 2 は、基準区画線からの距離が y 0 で一定の位置を示す。

10

【 0 1 1 6 】

次に、自車 7 0 0 が B y 軸に到達したときの基準区画線からの距離 y 1 を算出する。A y 軸上の道路の曲率半径 R 0、A y 軸から B y 軸までの距離 C 1（自車 7 0 0 の車速を積分して算出する）を用いて、A y 軸と B y 軸のなす角 $\alpha 1$ は（17）式で計算できる。

20

【 0 1 1 7 】

【数 1 7】

$$\alpha 1 = C1/R0 \quad \dots(17)$$

【 0 1 1 8 】

A y 軸と B y 軸のなす角 $\alpha 1$ が十分に小さいと仮定すると、B y 軸上における A x 軸と車両 7 0 0 の走行軌跡 7 0 1 との距離 N 1 は（18）式で計算できる。

【 0 1 1 9 】

【数 1 8】

$$N1 = C1 \times \sin \theta 0 \quad \dots(18)$$

30

【 0 1 2 0 】

また、同様に、A y 軸と B y 軸のなす角 $\alpha 1$ が十分に小さいと仮定すると、B y 軸上における A x 軸と B x 軸との距離 M 1 は（19）式で計算できる。

【 0 1 2 1 】

【数 1 9】

$$M1 = R0 - \sqrt{R0^2 - C1^2} \quad \dots(19)$$

【 0 1 2 2 】

従って、自車 7 0 0 が B y 軸に到達したときの基準区画線からの距離 y 1 は（20）式で計算できる。

40

【 0 1 2 3 】

【数 2 0】

$$y1 = y0 + N1 - M1 \quad \dots(20)$$

【 0 1 2 4 】

なお、点線 7 0 3 は、基準区画線からの距離が y 1 で一定の位置を示す。

【 0 1 2 5 】

次に、自車 7 0 0 が C y 軸に到達したときの基準区画線からの距離 y 2 を算出する。B y 軸上の道路の曲率半径 R 1、B y 軸から C y 軸までの距離 C 2（自車 7 0 0 の車速を積

50

分して算出する)を用いて、B y 軸とC y 軸のなす角 $\alpha 2$ は(21)式で計算できる。

【0126】

【数21】

$$\alpha 2 = C2/R1 \quad \dots(21)$$

【0127】

B y 軸とC y 軸のなす角 $\alpha 2$ が十分に小さいと仮定すると、C y 軸上におけるB x 軸と車両700の走行軌跡701との距離N2は、B y 軸における自律航法の道路に対する方位 $\theta 1$ を用いて(22)式で計算できる。

【0128】

【数22】

$$N2 = C2 \times \sin \theta 1 \quad \dots(22)$$

【0129】

なお、自律航法の道路に対する方位 $\theta 1$ は、車両700がB y 軸からC y 軸に到達するまでに方位検出手段5により検出された方位変化量 $\delta 1$ を用いて(23)式で計算できる。

【0130】

【数23】

$$\theta 1 = \theta 0 + \delta 1 - \alpha 1 \quad \dots(23)$$

【0131】

また、同様に、B y 軸とC y 軸のなす角 $\alpha 2$ が十分に小さいと仮定すると、C y 軸上におけるB x 軸とC x 軸との距離M2は(24)式で計算できる。

【0132】

【数24】

$$M2 = R1 - \sqrt{R1^2 - C2^2} \quad \dots(24)$$

【0133】

従って、自車700がC y 軸に到達したときの基準区画線からの距離y2は(25)式で計算できる。

【0134】

【数25】

$$y2 = y1 + N2 - M2 \quad \dots(25)$$

【0135】

なお、点線704は、基準区画線からの距離がy2で一定の位置を示す。

【0136】

以上説明したように、曲線路においても、座標変換しながら基準区画線までの距離を求めることが可能となる。なお、n回目の座標変換に伴う計算式は(26)式から(30)式で表すことができる。

【0137】

【数26】

$$\alpha(n) = C(n)/R(n-1) \quad \dots(26)$$

【0138】

【数27】

$$\theta(n) = \theta(n-1) + \delta(n) - \alpha(n) \quad \dots(27)$$

【0139】

10

20

30

40

50

【数 2 8】

$$N(n) = C(n) \times \sin \theta (n-1) \quad \dots(28)$$

【0 1 4 0】

【数 2 9】

$$M(n) = R(n-1) - \sqrt{R(n-1)^2 - C(n)^2} \quad \dots(29)$$

【0 1 4 1】

【数 3 0】

$$y(n) = y(n-1) + N(n) - M(n) \quad \dots(30)$$

10

【0 1 4 2】

図 8 は、片側 2 車線の右方向に旋回する道路において、自車 8 0 0 が左車線から右車線に点線矢印 8 0 1 の軌跡を描いて車線変更した場合を示す図である。

【0 1 4 3】

図 8 においては、自車 8 0 0 が A y 軸に到達したときに、第一の軌跡が無効になったと想定している。なお、A y 軸、B y 軸、C y 軸は道路と垂直になす方向にとり、A x 軸、B x 軸、C x 軸はそれぞれ A y 軸、B y 軸、C y 軸と垂直になす方向（道路の接線方向）にとる。

【0 1 4 4】

20

まず、自車 8 0 0 が A y 軸に到達したときに、第一の軌跡が無効になると、自律航法の初期化を実施する（処理 5 1 1）。このとき、矢印 8 1 0 は、進行方向推定手段 7 により推定された自車の進行方向であり、道路とのなす角が 0 であるため、この 0 を自律航法の初期方位とする。また、一番左の区画線を基準区画線に設定し、この基準区画線からの距離を y とすると、第一の軌跡の前回値から求めた基準区画線からの距離 y 0 を自律航法の初期位置とする。なお、点線 8 0 2 は、基準区画線からの距離が y 0 で一定の位置を示す。

【0 1 4 5】

次に、自車 8 0 0 が B y 軸に到達したときの基準区画線からの距離 y 1 を算出する。A y 軸上の道路の曲率半径 R 0、A y 軸から B y 軸までの距離 C 1（自車 8 0 0 の車速を積分して算出する）を用いて、A y 軸と B y 軸のなす角 1 は（3 1）式で計算できる。

30

【0 1 4 6】

【数 3 1】

$$\alpha 1 = C1/R0 \quad \dots(31)$$

【0 1 4 7】

A y 軸と B y 軸のなす角 1 が十分に小さいと仮定すると、B y 軸上における A x 軸と車両 8 0 0 の走行軌跡 8 0 1 との距離 N 1 は（3 2）式で計算できる。

【0 1 4 8】

【数 3 2】

40

$$N1 = C1 \times \sin \theta 0 \quad \dots(32)$$

【0 1 4 9】

また、同様に、A y 軸と B y 軸のなす角 1 が十分に小さいと仮定すると、B y 軸上における A x 軸と B x 軸との距離 M 1 は（3 3）式で計算できる。

【0 1 5 0】

【数 3 3】

$$M1 = R0 - \sqrt{R0^2 - C1^2} \quad \dots(33)$$

【0 1 5 1】

50

従って、自車 800 が B y 軸に到達したときの基準区画線からの距離 y_1 は (34) 式で計算できる。

【0152】

【数34】

$$y_1 = y_0 + N_1 + M_1 \quad \dots(34)$$

【0153】

なお、点線 803 は、基準区画線からの距離が y_1 で一定の位置を示す。

【0154】

次に、自車 800 が C y 軸に到達したときの基準区画線からの距離 y_2 を算出する。B y 軸上の道路の曲率半径 R_1 、B y 軸から C y 軸までの距離 C_2 (自車 800 の車速を積分して算出する) を用いて、B y 軸と C y 軸のなす角 α_2 は (35) 式で計算できる。

【0155】

【数35】

$$\alpha_2 = C_2/R_1 \quad \dots(35)$$

【0156】

B y 軸と C y 軸のなす角 α_2 が十分に小さいと仮定すると、C y 軸上における B x 軸と車両 800 の走行軌跡 801 との距離 N_2 は、B y 軸における自律航法の道路に対する方位 θ_1 を用いて (36) 式で計算できる。

【0157】

【数36】

$$N_2 = C_2 \times \sin \theta_1 \quad \dots(36)$$

【0158】

なお、自律航法の道路に対する方位 θ_1 は、車両 800 が B y 軸から C y 軸に到達するまでに方位検出手段 5 により検出された方位変化量 δ_1 を用いて (37) 式で計算できる。

【0159】

【数37】

$$\theta_1 = \theta_0 + \delta_1 - \alpha_1 \quad \dots(37)$$

【0160】

また、同様に、B y 軸と C y 軸のなす角 α_2 が十分に小さいと仮定すると、C y 軸上における B x 軸と C x 軸との距離 M_2 は (38) 式で計算できる。

【0161】

【数38】

$$M_2 = R_1 - \sqrt{R_1^2 - C_2^2} \quad \dots(38)$$

【0162】

従って、自車 800 が C y 軸に到達したときの基準区画線からの距離 y_2 は (39) 式で計算できる。

【0163】

【数39】

$$y_2 = y_1 + N_2 + M_2 \quad \dots(39)$$

【0164】

なお、点線 804 は、基準区画線からの距離が y_2 で一定の位置を示す。

【0165】

以上説明したように、曲線路においても、座標変換しながら基準区画線までの距離を求

10

20

30

40

50

めることが可能となる。なお、 n 回目の座標変換に伴う計算式は(40)式から(44)式で表すことができる。

【0166】

【数40】

$$\alpha(n) = C(n)/R(n-1) \quad \dots(40)$$

【0167】

【数41】

$$\theta(n) = \theta(n-1) + \delta(n) - \alpha(n) \quad \dots(41)$$

10

【0168】

【数42】

$$N(n) = C(n) \times \sin \theta(n-1) \quad \dots(42)$$

【0169】

【数43】

$$M(n) = R(n-1) - \sqrt{R(n-1)^2 - C(n)^2} \quad \dots(43)$$

【0170】

【数44】

$$y(n) = y(n-1) + N(n) + M(n) \quad \dots(44)$$

20

【0171】

図9は、片側2車線の右方向に旋回する道路において、自車900が左車線から右車線に点線矢印901の軌跡を描いて車線変更した場合を示す図である。

【0172】

図9においては、自車900がAy軸に到達したときに、第一の軌跡が無効になったと想定している。なお、Ay軸、By軸、Cy軸は道路と垂直になす方向にとり、Ax軸、Bx軸、Cx軸はそれぞれAy軸、By軸、Cy軸と垂直になす方向(道路の接線方向)にとる。

30

【0173】

まず、自車900がAy軸に到達したときに、第一の軌跡が無効になると、自律航法の初期化を実施する(処理511)。このとき、矢印910は、進行方向推定手段7により推定された自車の進行方向であり、道路とのなす角が0であるため、この0を自律航法の初期方位とする。また、一番左の区画線を基準区画線に設定し、この基準区画線からの距離を y とすると、第一の軌跡の前回値から求めた基準区画線からの距離 y_0 を自律航法の初期位置とする。なお、点線902は、基準区画線からの距離が y_0 で一定の位置を示す。

【0174】

次に、自車900がBy軸に到達したときの基準区画線からの距離 y_1 を算出する。Ay軸上の道路の曲率半径 R_0 、Ay軸からBy軸までの距離 C_1 (自車900の車速を積分して算出する)を用いて、Ay軸とBy軸のなす角 α_1 は(45)式で計算できる。

40

【0175】

【数45】

$$\alpha_1 = C_1/R_0 \quad \dots(45)$$

【0176】

Ay軸とBy軸のなす角 α_1 が十分に小さいと仮定すると、By軸上におけるAx軸と車両900の走行軌跡901との距離 N_1 は(46)式で計算できる。

【0177】

50

【数46】

$$N1 = C1 \times \sin \theta 0 \quad \dots(46)$$

【0178】

また、同様に、A y 軸とB y 軸のなす角 $\theta 1$ が十分に小さいと仮定すると、B y 軸上におけるA x 軸とB x 軸との距離M 1は(47)式で計算できる。

【0179】

【数47】

$$M1 = R0 - \sqrt{R0^2 - C1^2} \quad \dots(47) \quad 10$$

【0180】

従って、自車900がB y 軸に到達したときの基準区画線からの距離y 1は(48)式で計算できる。

【0181】

【数48】

$$y1 = y0 - N1 + M1 \quad \dots(48)$$

【0182】

なお、点線903は、基準区画線からの距離がy 1で一定の位置を示す。

【0183】

20

次に、自車900がC y 軸に到達したときの基準区画線からの距離y 2を算出する。B y 軸上の道路の曲率半径R 1，B y 軸からC y 軸までの距離C 2(自車900の車速を積分して算出する)を用いて、B y 軸とC y 軸のなす角 $\alpha 2$ は(49)式で計算できる。

【0184】

【数49】

$$\alpha 2 = C2/R1 \quad \dots(49)$$

【0185】

B y 軸とC y 軸のなす角 $\alpha 2$ が十分に小さいと仮定すると、C y 軸上におけるB x 軸と車両900の走行軌跡901との距離N 2は、B y 軸における自律航法の道路に対する方位 $\theta 1$ を用いて(50)式で計算できる。

30

【0186】

【数50】

$$N2 = C2 \times \sin \theta 1 \quad \dots(50)$$

【0187】

なお、自律航法の道路に対する方位 $\theta 1$ は、車両900がB y 軸からC y 軸に到達するまでに方位検出手段5により検出された方位変化量 $\delta 1$ を用いて(51)式で計算できる。

【0188】

40

【数51】

$$\theta 1 = \theta 0 + \delta 1 - \alpha 1 \quad \dots(51)$$

【0189】

また、同様に、B y 軸とC y 軸のなす角 $\alpha 2$ が十分に小さいと仮定すると、C y 軸上におけるB x 軸とC x 軸との距離M 2は(52)式で計算できる。

【0190】

【数52】

$$M2 = R1 - \sqrt{R1^2 - C2^2} \quad \dots(52) \quad 50$$

【 0 1 9 1 】

従って、自車 9 0 0 が C y 軸に到達したときの基準区画線からの距離 y_2 は (5 3) 式で計算できる。

【 0 1 9 2 】

【数 5 3 】

$$y_2 = y_1 - N_2 + M_2 \quad \dots(53)$$

【 0 1 9 3 】

なお、点線 9 0 4 は、基準区画線からの距離が y_2 で一定の位置を示す。

【 0 1 9 4 】

以上説明したように、曲線路においても、座標変換しながら基準区画線までの距離を求めることが可能となる。なお、 n 回目の座標変換に伴う計算式は (5 4) 式から (5 8) 式で表すことができる。

【 0 1 9 5 】

【数 5 4 】

$$\alpha(n) = C(n)/R(n-1) \quad \dots(54)$$

【 0 1 9 6 】

【数 5 5 】

$$\theta(n) = \theta(n-1) + \delta(n) - \alpha(n) \quad \dots(55)$$

【 0 1 9 7 】

【数 5 6 】

$$N(n) = C(n) \times \sin \theta(n-1) \quad \dots(56)$$

【 0 1 9 8 】

【数 5 7 】

$$M(n) = R(n-1) - \sqrt{R(n-1)^2 - C(n)^2} \quad \dots(57)$$

【 0 1 9 9 】

【数 5 8 】

$$y(n) = y(n-1) - N(n) + M(n) \quad \dots(58)$$

【 0 2 0 0 】

図 6 から図 9 において説明した方法では、計算周期を短くすることで演算誤差が小さくなるため、例えば、演算周期は 1 0 0 m s 以下であることが望ましい。また、演算周期を短くすると $M(n)$ の項が非常に小さい値となるため、 $M(n)$ の項を無視して $y(n)$ を求める方式としてもよい。

【 0 2 0 1 】

次に、図 1 0 を用いて、車線判定装置 1 0 0 における車線判定処理の具体例について、所定の道路状況に当てはめて説明する。

【 0 2 0 2 】

図 1 0 は、片側 2 車線の右方向に旋回する道路において、自車 1 0 0 0 が右車線から左車線に点線矢印 1 0 0 1 の軌跡を描いて車線変更した場合を示す図である。

【 0 2 0 3 】

図 1 0 において、 D_1 は車両中心から左に見える区画線までの距離、 D_2 は車両中心から右に見える区画線までの距離であり、自車 1 0 0 0 が左車線に存在する場合と右車線に存在する場合は対象となる区画線が異なる。また、一番左の区画線から自車 1 0 0 0 までの距離を y で表す。また、 W は車線幅であり、道路形状取得手段 1 2 により取得してもよいが、 D_1 と D_2 を足した値を採用してもよい。

10

20

30

40

50

【0204】

まず、自車1000が地点Aに存在するとき、自車1000は道路に沿って平行に走行していると判定され(処理503でYES, 自律航法初期化フラグ1011がON)、自律航法の初期化処理を実施する(処理504)。このとき、D2のみが有効であるため(D1は破線の切れ目のため検出できず)、D2を用いて第一の軌跡1014を算出し(処理502)、自律航法の位置を y_5 に、方位を第一の軌跡1014で求めた方位に設定すると、自律航法で算出した軌跡は図6から図9で説明した方法を用いると第二の軌跡1015のようになる(処理507)。ここで、車線位置1019の前の計算値は2(右車線)であるため、 y_5 は y_1 に車線幅 W を足し合わせて算出する($y_5 = y_1 + W$)。更に、第一の軌跡1014が有効であるため(処理508でYES)、第三の軌跡1017に第一の軌跡1014を代入し(処理509)、自車が走行している車線を判定する(処理514)。この場合、 $y_5 > W$ であるため、自車が走行している車線は車線位置1019で示すように2(右車線)となる。また、自車1000が地点Aから地点Bに達するまでは道路に沿って平行に走行していると判定(自律航法初期化フラグ1011がON)されるため、その後の処理は地点Aに存在する場合と同じである。なお、自車1000が地点Aから地点Bに達する途中でD1が有効となるが、D2のほうが連続して検出しているため、D2を優先して第一の軌跡1014を算出する。ただし、D1が所定の演算回数以上(例えば5回以上)連続して検出できた場合にはD1に切り替えて第一の軌跡1014を算出してもよい。

10

【0205】

次に、自車1000が地点Bに到達すると、自車1000は車線変更動作を開始しているため、道路に沿って平行に走行していないと判定され(処理503でNO)、自律航法初期化フラグ1011がOFFになる。そして、自車1000が地点Cに到達するまではD1, D2がそれぞれ変化するが、第一の軌跡1014が有効であるため(処理508でYES)、第三の軌跡1017に第一の軌跡1014を代入し(処理509)、自車が走行している車線を判定する(処理514)。従って、地点AからCまでは第一の軌跡1014と第三の軌跡1017は同一である。

20

【0206】

次に、自車1000が地点Cに到達して、D1とD2が無効になると(処理508でNO)、自律航法初期化フラグ1011がONになり第一の軌跡1014を用いて自律航法を初期化(処理511)した後に、第二の軌跡1015で第三の軌跡1017を外挿する(処理512)。更に、自車1000が地点Dに到達すると、第三の軌跡1017が車線幅 W より小さくなるため、自車が走行している車線位置1019は1(左車線)に変化する(処理514)。

30

【0207】

次に、自車1000が地点Eに到達して、D1とD2が再び有効になると(処理508でYES)、第三の軌跡1017は第一の軌跡1014に戻すため(処理509)、第二の軌跡1015に誤差があった場合、領域1018のように第三の軌跡1017がジャンプする。

【0208】

次に、自車1000が地点Fに到達すると、自車1000は道路に沿って平行に走行していると判定され(処理503でYES)、自律航法初期化フラグ1011が再びONになり、自律航法を初期化する(処理504)。このとき第二の軌跡1015に誤差があった場合、領域1016のように第二の軌跡1015がジャンプする。

40

【0209】

その後、自車1000が地点Gに到達するまでは自車1000は道路に沿って平行に走行していると判定(自律航法初期化フラグ311がON)される。

【0210】

以上説明したように、自車から区画線までの距離と道路形状を考慮した自律航法を組合せることで、正確な走行軌跡を途切れなく描くことが可能となり、自車の走行車線を迅速

50

且つ正確に判定することが出来る。

【0211】

なお、図10においては、片側2車線道路における例を示したが、車線数は3車線以上でも適用可能であり、左車線から右車線への車線変更の際にも適用できることは言うまでもない。

【0212】

また、合流や分岐の前後においては、区画線の種別が変則的になる場合が多いため、処理513による線種判別に基づく車線判定処理は実施しないことが望ましい。具体的には、合流や分岐の前後の所定距離間（例えば200m）は処理513は実施しない。ただし、道路形状取得手段12により合流や分岐の前後における区画線の種別が取得できている場合はこの限りではない。

10

【0213】

次に、図11を用いて、車線判定装置100における情報報知処理の具体例について説明する。

【0214】

図11(a)は、自車が片側3車線道路を走行している際に、画面1100に道路1101上を走行する自車のカーマーク1102を表示し、更に、自車がどの車線を走行しているかを示すインジケータ1103を表示している場合を示す図である。

【0215】

インジケータ1103は、自車が片側3車線道路のどの車線を走行しているかを示しており、車線判定処理514の処理結果に基づいて自車のカーマーク1104を表示する。この場合、車線判定処理514により自車が第2車線（左から2車線目）を走行中であると判定されたため、自車のカーマーク1104を第2車線に表示している。

20

【0216】

同様に、図11(b)は、自車が片側3車線道路を走行している際に、画面1110に道路1111上を走行する自車のカーマーク1112を表示し、更に、自車がどの車線を走行しているかを示すインジケータ1113を表示している場合を示す図である。

【0217】

インジケータ1113は、自車が片側3車線道路のどの車線を走行しているかを示しており、車線判定処理514の処理結果に基づいて自車の走行している車線をハッチング1114として表示する。この場合、車線判定処理514により自車が第2車線（左から2車線目）を走行中であると判定されたため、ハッチング1114を第2車線に表示している。

30

【0218】

また、インジケータ1103およびインジケータ1113は、区画線認識手段2による認識結果や第三の軌跡算出手段9の算出結果に基づいて表示する/表示しないを切り替える。具体的には、所定時間以上（例えば5秒以上）区画線認識手段2により区画線が認識できなかった場合や、所定時間以上（例えば5秒以上）区画線の上（各車線の境界上）を走行した場合はインジケータの表示を中止する。前者は、区画線認識手段2により区画線が認識できないと自律航法のみで第三の軌跡を算出し続けることになり、自律航法の誤差が拡大するためにインジケータの表示を中止する。後者は、区画線の上（各車線の境界上）を走行中の場合には車線位置が左右にハッチングする可能性が高いため、インジケータの表示を中止する。

40

【0219】

なお、インジケータ1103およびインジケータ1113においては、自車の現在の走行車線を自車のカーマーク1104やハッチング1114で表示するのではなく、ナビゲーションの経路案内に基づいてこの先の分岐や交差点などを通過する際に最も適した車線を自車のカーマーク1104やハッチング1114を点滅表示するなどして乗員に報知する方式としてもよい。例えば、片側3車線の高速道路を走行中に、この先に左に分岐する道路があり、ナビゲーションによる経路案内も左に分岐している場合、インジケータ11

50

13の第1車線(一番左の車線)をハッチング1114で点滅表示する。これにより、乗員は事前に適した走行車線を知ることができるため、安心感が向上する。

【0220】

また、上記を実現するためには、ナビゲーションの経路案内を開始する際に、あらかじめ適切な車線位置も含めて誘導経路を作成することが望ましく、更には、VICS(道路交通情報通信システム)などから交通情報を取得して、交通渋滞や工事による車線規制にも対応して車線位置を含めた誘導経路を作成することが望ましい。

【0221】

以上説明したように、画面を用いて乗員に情報を報知することで、乗員の安心感や快適性を向上することができる。

10

【0222】

以上のように、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において、種々の様態で実施することができる。

【0223】

以上によれば、片側複数車線道路に設置された区画線を検出して、この区画線と自車との相対関係及び道路形状を考慮した自律航法により算出した自車の走行軌跡に基づいて自車が走行している車線を判定しているので、走行車線を判定するまでに必要な走行距離を特許文献2の方法より短くすることができ、走行距離に応じて累積される誤差を小さくすることができる。更に、区画線が検出できない場合にも、道路形状を考慮した自律航法により自車の走行軌跡を補間することで、特許文献3の方法では実現できなかったカーブなどの曲線路で車線変更する場合の車線判定が可能となる。従って、正確な車線判定が可能のため、ナビゲーションシステムによる高度な経路誘導が可能になる。

20

【符号の説明】

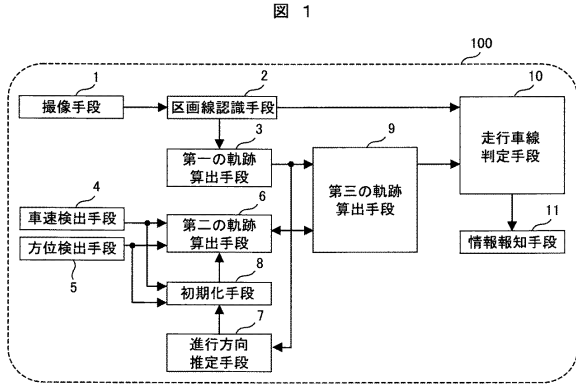
【0224】

100 車線判定装置

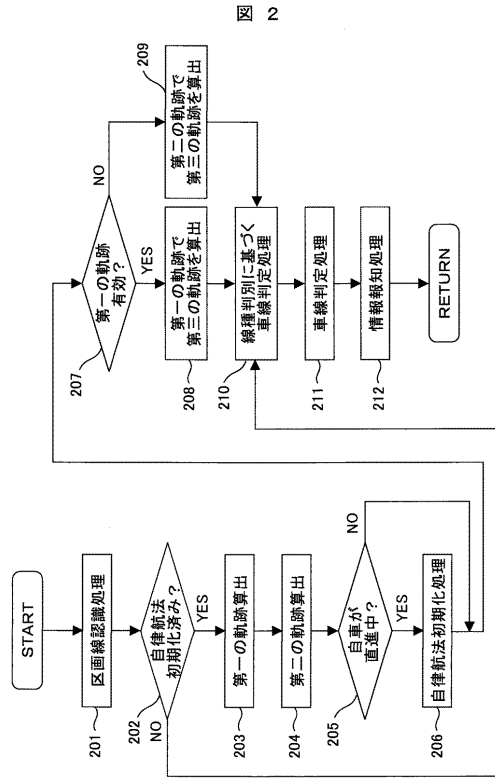
300, 600, 700, 800, 900, 1000 自車

301, 601, 701, 801, 901, 1001 走行軌跡

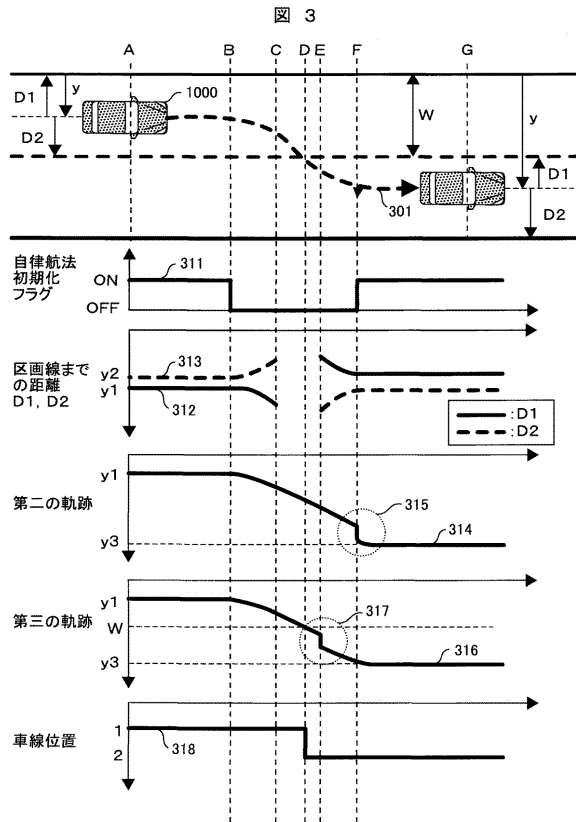
【図1】



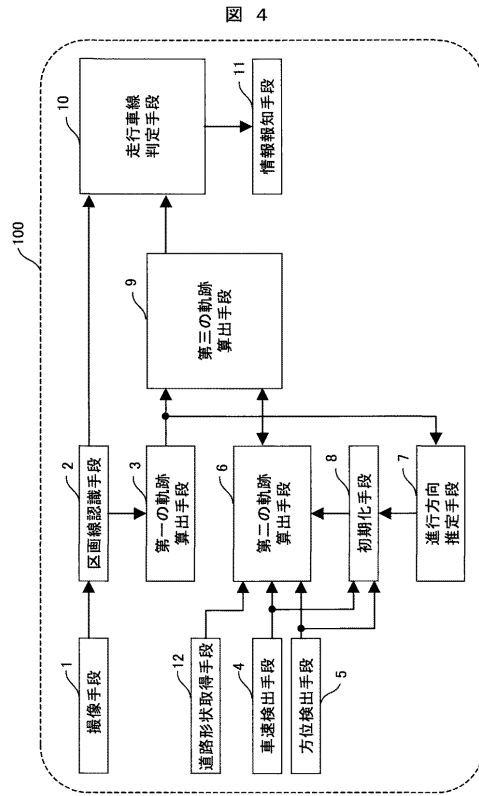
【図2】



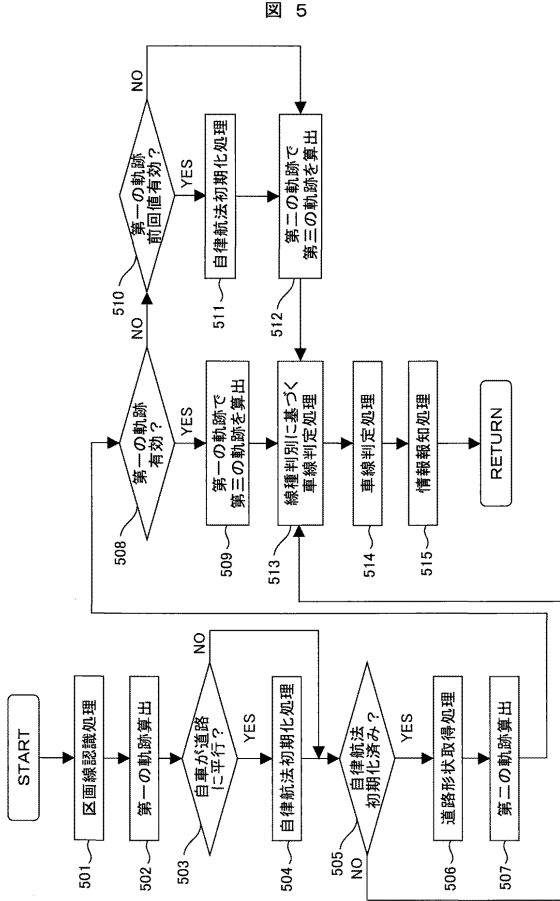
【図3】



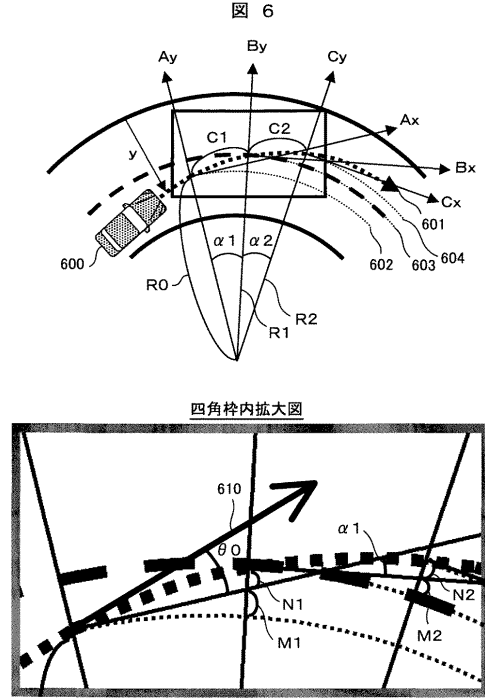
【図4】



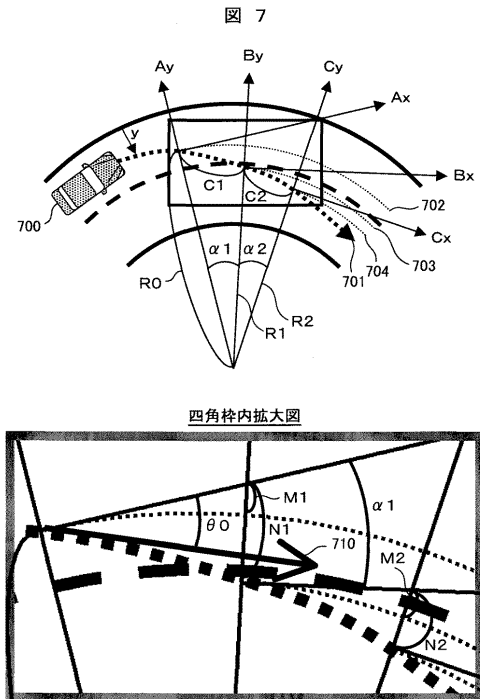
【 図 5 】



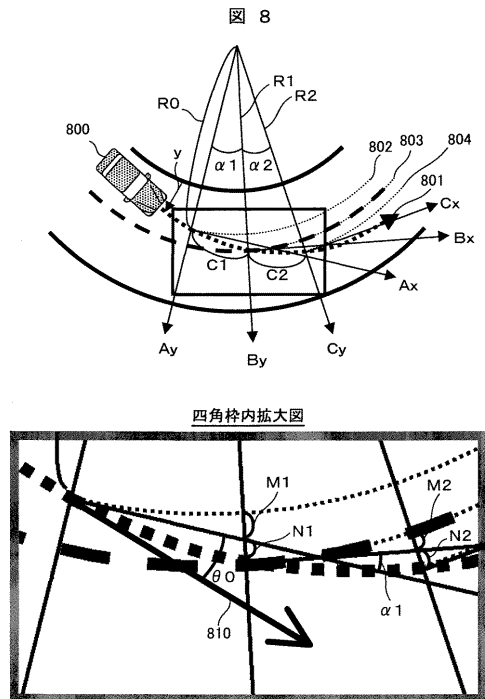
【 図 6 】



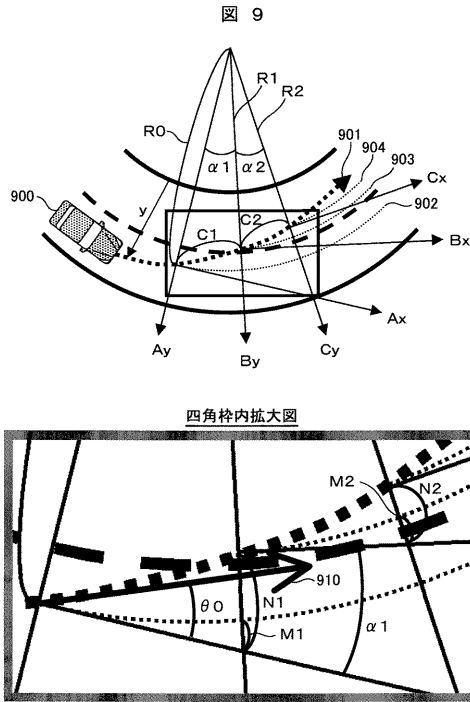
【 図 7 】



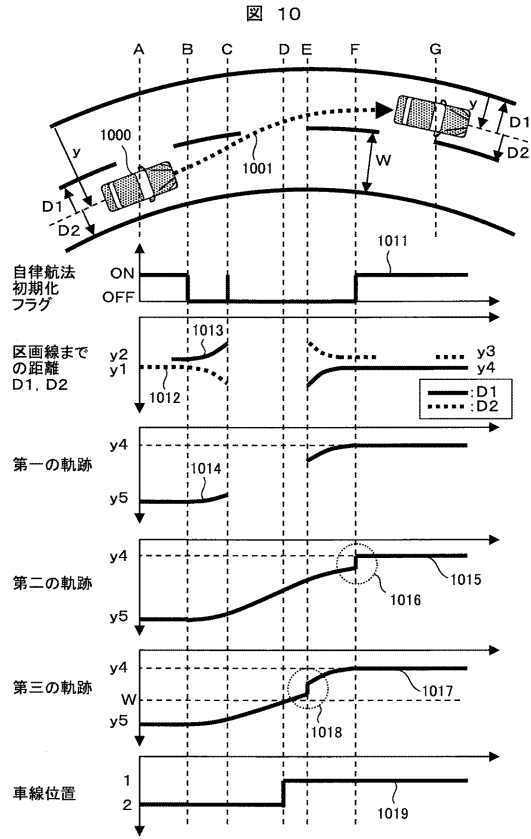
【 図 8 】



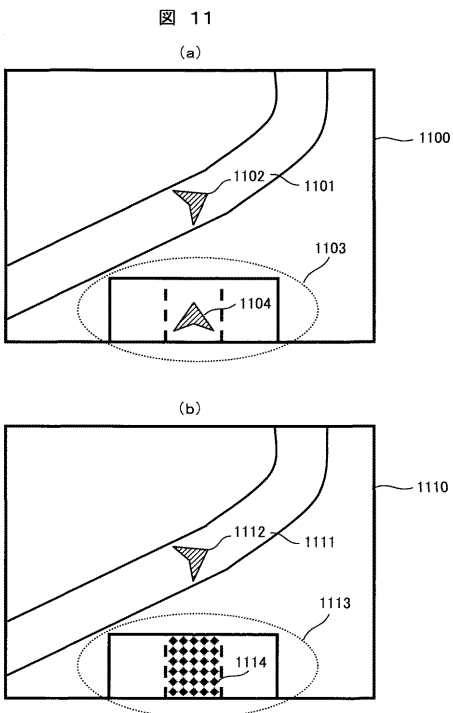
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 坂田 雅男

東京都文京区白山五丁目35番2号

クラリオン株式会社内

審査官 上野 力

(56)参考文献 特開2007-178271(JP,A)

特開2006-151123(JP,A)

特開2010-078387(JP,A)

特開2007-178270(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C 21/28

G08G 1/16