

(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2017-161501

(P2017-161501A)

(43) 公開日 平成29年9月14日(2017.9.14)

(51) Int.Cl.

G01C 21/28 (2006.01)
G08G 1/16 (2006.01)
B60R 21/00 (2006.01)

F 1

GO1C 21/28
GO8G 1/16
B60R 21/00
B60R 21/00

テーマコード(参考)

2 F 1 2 9
5 H 1 8 1

(43) 公開日 平成29年9月14日(2017.9.14)

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2016-250222 (P2016-250222)
(22) 出願日 平成28年12月23日 (2016.12.23)
(31) 優先権主張番号 特願2016-43963 (P2016-43963)
(32) 優先日 平成28年3月7日 (2016.3.7)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(74) 代理人 100111970
弁理士 三林 大介
(72) 発明者 式町 健
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内
F ターム(参考) 2F129 AA03 BB03 BB21 BB22 BB33
BB49 EE75 GG12 GG17
5H181 AA01 CC04 CC24 LL01

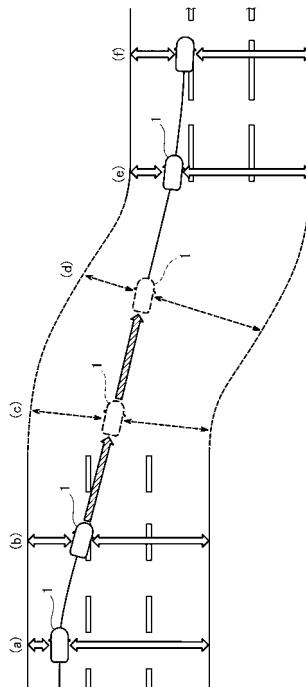
(54) 【発明の名称】走行位置検出装置、走行位置検出方法

(57) 【要約】

【課題】道路上の区画線が検出できなくなった場合でも、走行中の車線を判別可能な位置精度で走行位置を決定可能とする。

【解決手段】地図上での道路の経路を表す経路情報と、道路上に表示された区画線についての情報である区画線情報を含んだ地図情報を記憶しておく。そして、自車両から道路画像を撮影して区画線を抽出し、抽出した区画線の位置と区画線情報を用いて、道路上での幅方向への位置を含めた自車両の走行位置を決定する。また、道路画像から区画線が抽出できなかった場合には、自車両の走行速度と、走行方向と、先に決定した走行位置に基づいて、道路上での自車両の走行位置を推定する。こうすれば、道路上の区画線が検出できなくなった場合でも、走行中の車線を判別可能な位置精度で走行位置を決定することができる。

【選択図】図10



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の車線が区画線で区画された道路上で、自車両(1)が走行している走行位置を検出する走行位置検出装置(100)であって、

前記自車両に搭載された車速センサー(11)の出力に基づいて、前記自車両の走行速度を検出する走行速度検出部(101)と、

前記自車両に搭載された方位センサー(12)の出力に基づいて、前記自車両の走行方向を検出する走行方向検出部(102)と、

前記自車両に搭載された測位装置(13)が測位信号を受信することによって算出した測位結果を、前記測位装置から取得する測位結果取得部(103)と、

地図上での前記道路の経路を表す経路情報と、前記道路上に表示された前記区画線についての情報である区画線情報とを含んだ地図情報を記憶している地図情報記憶部(104)と、

前記走行速度と、前記走行方向と、前記測位結果とに基づいて、前記道路の経路上での位置である経路位置を決定する経路位置決定部(105)と、

前記自車両が走行している前記道路が写った道路画像を取得する道路画像取得部(106)と、

前記道路画像を解析して前記区画線を抽出することによって、前記区画線に対する前記自車両のオフセット位置を検出するオフセット位置検出部(107)と、

前記経路位置と、前記オフセット位置と、前記区画線情報とに基づいて、前記道路上での前記走行位置を決定する走行位置決定部(108)と

を備え、

前記走行位置決定部は、前記オフセット位置が検出されない場合には、前記走行速度と、前記走向方向と、既に決定された前記走行位置とに基づいて、前記走行位置を推定することを特徴とする走行位置検出装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の走行位置検出装置であって、

前記走行位置に基づいて、前記自車両が走行中の走行車線を決定する走行車線決定部(109)を備える

走行位置検出装置。

【請求項 3】

請求項1に記載の走行位置検出装置であって、

前記地図情報記憶部は、前記区画線情報として、前記区画線の種類についての情報も記憶しており、

前記オフセット位置検出部は、前記道路画像から前記区画線を抽出して前記オフセット位置を検出する際に、前記区画線の種類も検出しており、

前記区画線情報として記憶されている前記区画線の種類と、前記道路画像から検出された前記区画線の種類とを照合することによって、前記自車両が走行中の走行車線を決定する走行車線特定部(110)を備える

走行位置検出装置。

【請求項 4】

請求項1ないし請求項3の何れか一項に記載の走行位置検出装置であって、

前記道路画像取得部は、前記自車両の前記走行方向に向かって撮影された前記道路画像を取得する

ことを特徴とする走行位置検出装置。

【請求項 5】

請求項1ないし請求項3の何れか一項に記載の走行位置検出装置であって、

前記道路画像取得部は、前記自車両の左側の前記道路が撮影された前記道路画像と、前記自車両の右側の前記道路が撮影された前記道路画像とを取得しており、

前記オフセット位置検出部は、前記左側の前記道路画像および前記右側の前記道路画像

10

20

30

40

50

を解析して前記区画線を抽出することによって、前記オフセット位置を検出することを特徴とする走行位置検出装置。

【請求項 6】

複数の車線が区画線で区画された道路上で、自車両（1）が走行している走行位置を検出する走行位置検出方法であって、

前記自車両に搭載された車速センサーの出力に基づいて、前記自車両の走行速度を検出し、前記自車両に搭載された方位センサーの出力に基づいて、前記自車両の走行方向を検出する工程（S101）と、

前記自車両に搭載された測位装置が測位信号を受信することによって算出した測位結果を、前記測位装置から取得する工程（S102）と、

地図上での前記道路の経路を表す経路情報と、前記道路上に表示された前記区画線についての情報である区画線情報とを含んだ地図情報を読み出す工程（S103）と、

前記走行速度と、前記走行方向と、前記測位結果とに基づいて、前記道路の経路上での位置である経路位置を決定する工程（S104）と、

前記自車両が走行している前記道路が写った道路画像を取得する工程（S106）と、

前記道路画像を解析して前記区画線を抽出することによって、前記区画線に対する前記自車両のオフセット位置を検出する工程（S109）と、

前記経路位置と、前記オフセット位置と、前記区画線情報とに基づいて、前記道路上での前記走行位置を決定する工程（S110、S115）と

を備え、

前記走行位置を決定する工程は、前記オフセット位置が検出されない場合には、前記走行速度と、前記走向方向と、既に決定された前記走行位置とに基づいて、前記走行位置を推定する

ことを特徴とする走行位置検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車線が区画線で区画された道路上で、自車両が走行している走行位置を検出する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

車両の走行位置を精度良く検出することができれば、様々な運転支援に活用することができる。例えば、地図情報を参照して目的地までの経路を案内したり、急なカーブの手前では自動的に減速したりすることができる。

更に、走行位置の検出精度を、走行中の車線が走行車線または追越車線の何れであるかを判別可能な程度まで高めることができれば、運転者に対して早めの車線変更を促すような、きめ細かな運転支援も可能となる。

【0003】

車両の走行位置を検出する技術としては、GNSS（全地球測位システム：Global Navigation Satellite System）衛星からの測位信号を受信することによって走行位置を検出する技術が知られているが、現状では検出結果に大きな誤差が含まれており、車両の走行位置が道路上であるか否かを判別することも困難である。そこで、GNSSを用いた技術に加えて、推測航法と呼ばれる技術や、マップマッチングと呼ばれる技術を組み合わせることによって、実用可能な程度に位置精度を高めている。

ここで、推測航法とは、車両に搭載したセンサーを用いて時々刻々の移動距離および移動方向変化量を検出し、それらを累積することによって、ある時点で得られた基準位置からの相対位置を検出する手法である。また、マップマッチングとは、推測航法で得られた移動経路を、地図情報に記憶されている道路形状と照合することによって、地図上の車両の走行位置を特定する手法である。推測航法では、正確な基準位置が分からなければ正確な走行位置も決定することができず、更には、基準位置からの距離が遠くなるほど、走

10

20

30

40

50

行位置の検出精度が低下する。また、マップマッチングは、移動経路の形状から走行位置を特定するので、いつでも特定できるとは限らない。これらの技術を組み合わせて用いることによって、何とか実用可能な精度を確保していることが現状であり、走行中の車線を判別可能な程度の位置精度を確保することは困難である。

【0004】

そこで、車載カメラで撮影した画像の中から道路上の区画線を検出することによって、自車両が走行中の車線を判別可能な位置精度を確保する技術が提案されている（特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2010-78387号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、提案されている技術では、例えば、区画線がかすれていったり、雪などで覆われていたりするなど、何らかの理由で区画線が検出できなくなると、走行中の車線を判別可能な位置精度を確保することができなくなるという問題があった。

【0007】

この発明は、従来技術が有する上述した課題に鑑みてなされたものであり、何らかの理由で区画線が検出できなくなった場合でも、走行中の車線を判別可能な位置精度で走行位置を決定することが可能な技術の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述した課題を解決するために、本発明の走行位置検出装置および走行位置検出方法は、地図上での道路の経路を表す経路情報と、道路上に表示された区画線についての情報である区画線情報を含んだ地図情報を記憶しておく。そして、自車両から道路画像を撮影して区画線を抽出し、抽出した区画線の位置と区画線情報を用いて、道路上での幅方向への位置を含めた自車両の走行位置を決定する。また、道路画像から区画線が抽出できなかつた場合には、自車両の走行速度と、走行方向と、先に決定した走行位置とに基づいて、地図上での自車両の走行位置（すなわち、道路上での幅方向への位置を含めた自車両の走行位置）を推定する。

こうすれば、道路画像から区画線を抽出できた場合は、走行中の車線を判別可能な位置精度で走行位置を決定することができる。また、道路画像から区画線を抽出できなかつた場合でも、地図上での自車両の走行位置を推定することができる。地図上での走行位置を推定するに際しては、既に得られた走行位置を基準として、自車両の走行速度および走行方向に基づいて推定するので、走行中の車線を判別可能な位置精度を確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】走行位置検出装置100を搭載した自車両1を示す説明図である。

【図2】走行位置検出装置100の大まかな内部構造を示すブロック図である。

【図3】走行位置検出処理の前半部分を示すフローチャートである。

【図4】走行位置検出処理の後半部分を示すフローチャートである。

【図5】区画線情報を含んだ地図情報を例示した説明図である。

【図6】道路画像から区画線を抽出した様子を例示した説明図である。

【図7】道路画像から抽出した区画線と地図情報の区画線情報を基づいて、道路上での幅方向への位置を決定する様子を示した説明図である。

【図8】道路画像から抽出した区画線および区画線情報を基づいて自車位置を決定することによって、走行軌跡を生成する様子を例示した説明図である。

10

20

30

40

50

【図9】道路画像から区画線が抽出できない場合に、自車両1の走行速度および走行方向に基づいて走行軌跡を推定する様子を例示した説明図である。

【図10】道路上に区画線が判別できない部分が存在する場合でも、道路上での走行位置を見失わないことを示す説明図である。

【図11】道路上に区画線を表示できない範囲が存在する場合でも、道路上での走行位置を見失わないことを示す説明図である。

【図12】周囲の道路を撮影する車載カメラ14を搭載した第1変形例の自車両1を例示した説明図である。

【図13】第1変形例の自車両1が周囲の道路上の区画線を抽出することによって、走行位置を決定する様子を示した説明図である。 10

【図14】第1変形例の走行位置検出装置100の大まかな内部構造を示すブロック図である。

【図15】経路位置の誤差の範囲内で道路形状が直線からカーブに変化している場合についての説明図である。

【図16】経路位置の誤差の範囲内で道路形状が直線からカーブに変化しており、且つ、道路の区画線が不鮮明となっている場合についての説明図である。

【図17】経路位置の誤差の範囲内の道路形状が直線の場合を示す説明図である。

【図18】経路位置の誤差の範囲内の道路形状がカーブの場合を示す説明図である。

【図19】第2変形例の走行位置検出処理の前半部分を示すフローチャートである。

【図20】第2変形例の走行位置検出処理の後半部分を示すフローチャートである。 20

【図21】第3変形例の走行位置検出処理の前半部分を示すフローチャートである。

【図22】第3変形例の走行位置検出処理の後半部分を示すフローチャートである。

【図23】第4変形例の走行位置検出装置100の大まかな内部構造を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下では、上述した本願発明の内容を明確にするために実施例について説明する。

A. 装置構成 :

図1には、本実施例の走行位置検出装置100を搭載した自車両1の大まかな構成が示されている。図示されるように、自車両1には、走行位置検出装置100と共に、車速センサー11と、方位センサー12と、測位装置13と、車載カメラ14と、運転支援装置200などが搭載されている。 30

【0011】

車速センサー11は、自車両1のタイヤあるいは車軸の回転数を検出して、走行位置検出装置100に出力する。タイヤあるいは車軸についての単位時間あたりの回転数が分かれば、自車両1の車速を求めることができる。

方位センサー12は、自車両1の走行方向に関するデータを出力するセンサーであり、ジャイロセンサーや地磁気センサーなどを用いることができる。例えば、ジャイロセンサーを方位センサー12として用いた場合には、自車両1の走行方向の変化量がジャイロセンサーから出力されるので、走行位置検出装置100は、この出力を累積することによって、自車両1の走行方向を検出することができる。また、方位センサー12として地磁気センサーを用いた場合は、地磁気の向きを基準として方位の情報を出力されるので、走行位置検出装置100は、この出力に基づいて自車両1の走行方向を検出することができる。 40

測位装置13は、測位衛星20からの測位信号を受信して、受信した測位信号を解析することによって、位置情報や速度情報などを含んだ測位結果を算出する。

車載カメラ14は、自車両1が走行している道路が写った画像（以下、道路画像）を一定周期（例えば30 msec）で撮影して、走行位置検出装置100に出力する。

【0012】

走行位置検出装置100は、車速センサー11の出力に基づいて自車両1の車速を取得

し、方位センサー 1 2 の出力に基づいて自車両 1 の走行方向を取得し、更に、測位装置 1 3 からは位置情報を取得する。そして、これらの情報と、予め記憶している地図情報を用いて、自車両 1 の走行位置を決定する。

更に、走行位置検出装置 1 0 0 は、車載カメラ 1 4 で取得した道路画像を解析して、走行中の道路の車線を区切る区画線を抽出する。そして、抽出した区画線と、自車両 1 との位置関係に基づいて、走行中の道路上での幅方向への位置、あるいは走行車線を検出する。そして、検出した道路上での幅方向への位置、あるいは走行車線を、運転支援装置 2 0 0 に出力する。こうすれば、例えば、右左折前に予め車線変更を案内するなど、きめ細かな運転支援を実行することができる。

尚、本明細書中での区画線とは、道路の車線を区切る線であれば足り、必ずしも車線と車線とを区切る線である必要は無い。従って、例えば、細い農道や一方通行の路地などのように、単車線の道路の両側に存在する路側帯と車線とを区切る線も、本明細書の区画線に該当する。

【 0 0 1 3 】

もっとも、路面の区画線が消えかかっていたり、雨や雪の影響で区画線が見えなくなっていたり、更には、車載カメラ 1 4 の接続不良など、何らかの理由で区画線が検出できなくなると、道路上の幅方向への位置を決定することができなくなり、運転支援に支障を来す虞が生じる。

そこで、本実施例の走行位置検出装置 1 0 0 は、何らかの理由で区画線が検出できなくなった場合でも、運転支援に支障を来すことが無いように、以下のような構成を採用している。

【 0 0 1 4 】

図 2 には、本実施例の走行位置検出装置 1 0 0 の大まかな内部構造を示すブロック図が示されている。図示されるように本実施例の走行位置検出装置 1 0 0 は、走行速度検出部 1 0 1 と、走行方向検出部 1 0 2 と、測位結果取得部 1 0 3 と、地図情報記憶部 1 0 4 と、経路位置決定部 1 0 5 と、走行位置決定部 1 0 6 と、道路画像取得部 1 0 7 と、オフセット位置検出部 1 0 8 と、走行車線決定部 1 0 9 とを備えている。

尚、これらの「部」は、本実施例の走行位置検出装置 1 0 0 が、道路上での走行位置を、道路の幅方向への位置も含めて決定するために備える機能に着目して、走行位置検出装置 1 0 0 の内部を便宜的に分類した抽象的な概念である。従って、走行位置検出装置 1 0 0 が物理的に区分されていることを表すものではない。また、これらの「部」は、CPU で実行されるコンピュータープログラムとして実現することもできるし、LSI を含む電子回路として実現することもできるし、更にはこれらの組合せとして実現することもできる。

【 0 0 1 5 】

走行速度検出部 1 0 1 は、車速センサー 1 1 から受け取ったタイヤあるいは車軸の回転数に基づいて走行速度を取得し、経路位置決定部 1 0 5 に出力する。

走行方向検出部 1 0 2 は、方位センサー 1 2 の出力に基づいて自車両 1 の走行方位を取得した後、走行方向を経路位置決定部 1 0 5 に出力する。前述したように自車両 1 の走行方向は、方位センサー 1 2 がジャイロセンサーの場合はセンサーの出力を累積することによって求めることができ、方位センサー 1 2 が地磁気センサーの場合は、センサーの出力を換算することによって求めることができる。

測位結果取得部 1 0 3 は、測位装置 1 3 が測位衛星 2 0 からの測位信号に基づいて算出した自車両 1 位置の情報を測位装置 1 3 から受け取って、経路位置決定部 1 0 5 に出力する。

【 0 0 1 6 】

経路位置決定部 1 0 5 は、以上のようにして走行速度と、走行方向と、測位結果とを受け取ると、地図情報記憶部 1 0 4 に記憶されている地図情報を参照することによって、自車両 1 が走行している経路位置を決定する。すなわち、図 1 を用いて前述したように、本実施例の走行位置検出装置 1 0 0 は、自車両 1 が走行中の道路の幅方向への位置まで含め

10

20

30

40

50

て自車両 1 の走行位置を決定することができるが、それに先立って、幅方向への位置を含めない道路上での自車両 1 の位置を、経路位置として決定する。尚、本明細書で「経路位置」とは、幅方向への位置を含めない道路上での位置を指すものとする。これに対して、「走行位置」とは、幅方向への位置を含めた道路上での位置を指すものとする。

また、道路画像取得部 107 は、車載カメラ 14 から道路画像を取得して、得られた道路画像をオフセット位置検出部 108 に出力する。

オフセット位置検出部 108 は、道路画像を解析することによって、道路画像の中から区画線を抽出する。そして、区画線の抽出結果に基づいて、自車両 1 の区画線に対するオフセット位置を検出する。ここで、「オフセット位置」とは、自車両 1 から、道路の幅方向に向かって測った区画線までの距離である。

走行位置決定部 106 は、経路位置決定部 105 から自車両 1 の経路位置を取得すると、経路位置に対する地図情報を、地図情報記憶部 104 から取得する。詳細には後述するが、本実施例の地図情報記憶部 104 には、地図上での道路の経路を表す経路情報と、道路上に表示された区画線についての情報である区画線情報とが、地図情報として記憶されている。そして、走行位置決定部 106 は、自車両 1 の経路位置についての区画線情報と、自車両 1 の区画線に対するオフセット位置とに基づいて、道路上の幅方向の位置を含めた自車両 1 の走行位置を決定した後、決定した走行位置を運転支援装置 200 に出力する。

走行車線決定部 109 は、走行位置決定部 106 で決定した自車両 1 の走行位置（すなわち、経路位置、および道路上での幅方向の位置）に基づいて、自車両 1 が走行中の走行車線の位置を決定して、決定した走行車線を運転支援装置 200 に出力する。

尚、本実施例では、運転支援装置 200 に対しては、自車両 1 の走行位置および走行車線を出力するものとして説明するが、何れか一方を出力することとしても良い。

【0017】

本実施例の走行位置検出装置 100 は、以上のような構成を有しているので、道路上の区画線が消えていたり、雪などで区画線が判別できない箇所が存在していたり、更には車載カメラ 14 の接続不良などで一時的に道路画像を取得できなかった場合でも、道路上での幅方向への位置を決定することができる。以下では、本実施例の走行位置検出装置 100 が、道路上での幅方向への位置を決定する処理について説明する。

【0018】

B . 走行位置検出処理 :

図 3 および 4 には、走行位置検出装置 100 によって実行される走行位置検出処理のフローチャートが示されている。

走行位置検出処理では、先ず、車速センサー 11 の出力に基づいて自車両 1 の走行速度を取得し、更に、方位センサー 12 の出力に基づいて自車両 1 の走行方向を取得する (S101)。

次に、測位装置 13 が測位信号に基づいて算出した自車両 1 の位置情報（以下、測位位置）を含む測位結果を、測位装置 13 から取得する (S102)。

【0019】

そして、測位結果に含まれる自車両 1 の測位位置を用いて、自車両 1 の周辺の地図情報を、地図情報記憶部 104 から取得する (S103)。本実施例の地図情報記憶部 104 が記憶している地図情報には、経路情報と、区画線情報の 2 種類の情報が含まれている。ここで、経路情報とは、道路と道路の交差点や道路の長さなど、道路の幅を考慮せずに地図上での道路の形状を記述した情報である。尚、本明細書で「経路」とは、このような幅を考慮しない地図上での道路の形状を意味するものとする。また、区画線情報とは、道路上に表示された区画線の有無や、区画線の種類、道路上での幅方向への区画線の位置などについての情報である。尚、前述したように、本明細書で言うところの区画線には、車線と車線とを区切る線に限らず、路側帯と車線とを区切る線も含まれる。

【0020】

図 5 には、本実施例の地図情報記憶部 104 に記憶されている地図情報が例示されてい

10

20

30

40

50

る。図5(a)には、地図情報中に記憶された経路情報が概念的に示されている。図示されるように経路情報は、地図上での道路の形状を表している。従って、経路情報を読み出せば、道路の向きや、交差点の位置、次の交差点までの距離、更には、目的地までの道順などの情報を取得することができる。

また、前述したように、本実施例の地図情報には区画線情報も記憶されており、区画線情報を読み出すことによって、道路についてのより詳細な情報も取得することができる。例えば、区画線情報には、道路上に表示された区画線の有無や、区画線の位置や種類などの情報が含まれているので、道路の区画線情報を読み出すことで、その道路が単車線か複車線かといった情報も取得することができる。図5(a)では、一例として、複車線の道路については黒塗りで表示し、単車線の道路については白抜きして表示してある。10

【0021】

また、図5(b)には、図5(a)中の黒塗りで表示した道路について記憶されている区画線情報が概念的に示されている。区画線情報によれば、図5(b)に示した位置の道路は、片道3車線の6車線の道路であり、片道の3車線の間は白い破線の区画線（すなわち、断続的に引かれた白い区画線）で区切られており、更に、片道3車線と、反対側の片道3車線との間は、白い実線の区画線（すなわち、連続して引かれた白い区画線）で区切られていることが分かる。

更に、図5(c)には、図5(a)中の白抜きで表示した道路についての区画線情報が概念的に示されている。この区画線情報によれば、図5(c)に示した位置の道路は、両側に路側帯との間が白い実線の区画線で区切られた単車線の道路であることが分かる。20

このように区画線情報を読み出せば、道路上に表示された区画線についての詳細な情報を得ることができる。

【0022】

以上のようにして、自車両1の走行速度や、走行方向、測位結果、地図情報を取得したら、これらを用いて、自車両1の経路上での位置（以下、経路位置）を決定する（図3のS104）。走行速度や走行方向などを用いて経路位置を決定する方法については、周知な種々の方法を用いることができる。

【0023】

続いて、地図情報の区画線情報を用いて、経路位置の道路が複車線の道路か否かを判断する（S105）。すなわち、走行中の道路が複車線の道路であれば、道路上での幅方向への位置を考慮した運転支援を行うことが可能なように、幅方向への位置を決定する処理を行う必要が生じるが、単車線の道路の場合には、こうした処理は不要である。そこで、自車両1の経路位置を決定したら（S104）、経路位置の道路が複車線か否かを判断するのである。30

【0024】

その結果、経路位置の道路が複車線の道路でなかった場合は（S105：no）、幅方向への位置を決定する必要がないと判断し、経路位置を運転支援装置に出力する（図4のS112）。

そして、運転終了か否かを判断し（S113）、終了でないならば（S113：no）本実施例の走行位置検出処理の先頭に戻って、再び車速センサーおよび方位センサーの出力を取得する（図3のS101）。一方、運転を終了する場合は（S113：yes）、走行位置検出処理を終了する。40

【0025】

これに対して、経路位置の道路が複車線の道路であった場合は（S105：yes）、自車両1が走行している走行車線を踏まえて運転支援をことが望ましい。そして、走行車線を踏まえた運転支援を行う為には、道路上での幅方向への位置を検出する必要が生じる。そこで、道路上での幅方向への位置を検出するために、車載カメラ14から自車両1の前方の道路画像を取得する（S106）。尚、本実施例では、自車両1の前方の道路画像を取得するものとして説明するが、区画線が写った画像が得られれば良く、従って、自車両1の側方の道路画像を取得しても構わない。50

走行中の道路は複車線なので、道路画像中には車線と車線とを区切る区画線が写っている筈である。そこで、道路画像から区画線を抽出する（S107）。

【0026】

図6には、複数の車線を有する道路の道路画像から区画線を抽出する様子が例示されている。図6(a)には道路画像が示されている。この道路画像には、区画線以外にも、前方車両や、路側帯、中央分離帯、街灯など、多くの対象が含まれているが、形状や、色、更には、自車両1の走行方向に沿って連なって形成されている点などの特徴に着目することによって、道路画像の中から区画線が写った部分を抽出することができる。

こうして道路画像の中から区画線が写った部分を抽出すると、図6(b)に破線で示した画像を得ることができる。こうして得られた区画線は幅を有しているので、中心線を検出することによって、最終的に区画線を抽出する。図6(b)では、こうして最終的に抽出した区画線が一点鎖線で示されている。

【0027】

続いて、道路画像中の区画線を抽出できたか否かを判断する（図3のS108）。すなわち、区画線情報には区画線が存在する旨が設定されていても、区画線が消えていたり、見えなくなっていたりする場合もあるので、道路画像中から区画線が抽出できたか否かを判断する。

図6(b)に示した例では、3つの車線を区切る2本の区画線と、それら3つの車線の左側の路側帯との間の区画線、および右側の中央分離帯との間の区画線が抽出されている。尚、以下では、これら区画線を識別する必要がある場合には、3つの車線を区切る2本の区画線を、左側からDL1, DL2と称し、左側の路側帯との間の区画線をDL3、右側の中央分離帯との間の区画線をDL4と称するものとする。

その結果、道路画像中の区画線が抽出されていた場合には（図3のS108：yes）、以下のようにして、区画線に対する自車両1のオフセット位置を検出する（S109）。ここで、区画線に対する自車両1のオフセット位置とは、自車両1から道路の幅方向に測った自車両1と区画線との距離である。

【0028】

図7には、区画線に対する自車両1のオフセット位置を検出する方法が示されている。

前述したように、道路画像を撮影する車載カメラ14は自車両1の前方に向けた状態で車体に固定されているから、道路画像には、自車両1から常に同じ範囲の画像が写っている。従って、自車両1の真正面にある被写体は、道路画像上では常に同じ直線上の何処かの位置に写っており、自車両1の前方の道路上で同じ距離にある被写体は、道路画像上では、画面の下端から同じ高さの位置に写っている。このことを利用すれば、道路画像上の区画線の位置に基づいて、区画線と自車両1との位置関係を求めることができる。

【0029】

図7(a)中に黒塗りで示した矢印Pcは、道路画像上の自車両1の中心軸の位置を表している。また、道路画像上の区画線の位置は、道路画像の下端から所定高さの位置で検出する。ここでは、図6を用いて前述したように、4本の区画線DL1～DL4が抽出されているから、道路画像の下端から所定高さで、それぞれの区画線DL1～DL4が検出された位置を、それぞれ点DP1～DP4とする。

そして、自車両1の中心軸を示す矢印Pcから、左側の点DP1までの道路画像上の距離L1と、矢印Pcから右側の点DP2までの距離L2を検出する。更に、点DP1から点DP3までの道路画像上の距離Raと、点DP2から点DP4までの距離Rcとを検出する。

【0030】

また、実際の道路上での区画線と区画線との距離の情報は、地図情報の区画線情報に記憶されている。従って、道路画像から求めた距離L1, L2, Ra, Rcと、区画線情報に記憶されている実際の道路上での距離の情報とを用いれば、以下のようにして、道路の幅方向への自車両1の位置を算出することができる。

先ず、図7(a)に示す様に、道路画像上の道路幅（すなわち、左端の区画線DL3

10

20

30

40

50

から右端の区画線 D L 4までの距離)は、 $R_a + L_1 + L_2 + R_c$ となる。

更に、道路画像上での左端の区画線 D L 3から自車両 1の中心までの距離は $R_a + L_1$ となり、自車両 1から右端の区画線 D L 4までの距離は $L_2 + R_c$ となる。

【0031】

また、区画線情報には、実際の道路上での各車線の幅が記憶されている。ここでは、3つの車線の幅が、左側から順番に、 $W_{r\alpha}$ 、 W_{rb} 、 W_{rc} と記憶されているものとする。すると、実際の道路幅 W_r は、 $W_{r\alpha} + W_{rb} + W_{rc}$ となる。そして、道路画像上では、この実際の道路幅 W_r が、 $R_a + L_1 + L_2 + R_c$ に対応する。

従って、道路画像上で画像の下端から所定高さの位置で求めた距離(すなわち、道路画像上での距離)に、変換係数 $K (= W_r / (R_a + L_1 + L_2 + R_c))$ を乗算すれば、実際の道路上での距離に換算することができる。10

そして、道路画像上での左端の区画線 D L 3から自車両 1の中心までの距離は $R_a + L_1$ であるから、実際の道路上で自車両 1は、道路の左端から $K \cdot (R_a + L_1)$ の距離 L_D にいることになる。同様に、道路の右端からは $K \cdot (L_2 + R_c)$ の距離 R_D にいることになる。

更に、こうして算出した距離 L_D 、 R_D と、区画線情報として記憶されている各車線の幅 W_a 、 W_b 、 W_c とを比較すれば、自車両 1が走行している走行車線を決定することも可能となる。

【0032】

図 3 の S 1 0 9 では、道路画像上での左端の区画線 D L 3から自車両 1の中心までの距離(上述した例では、 $R_a + L_1$)と、自車両 1から右端の区画線 D L 4までの距離(上述した例では、 $L_2 + R_c$)とを、それぞれオフセット位置として検出する。20

そして、上述したように、区画線情報に基づいて、実際の道路上での幅方向への自車両 1の位置を決定する(S 1 1 0)。前述したように、道路の幅を考えない場合の道路上の位置(すなわち、経路位置)は、S 1 0 4で求めているから、結局、S 1 1 0では、幅方向への位置も含めた道路上の走行位置を決定していることになる。

【0033】

尚、以上の説明では、道路画像上で道路の左端の区画線 D L 3から自車両 1までの距離と、自車両 1から右端の区画線 D L 4までの距離とを、それぞれオフセット位置として検出するものとして説明した。そして、オフセット位置として得られた距離の和と、実際の道路幅との比を算出することによって、変換係数 K を求めるものとして説明した。30

しかし、道路画像上で自車両 1から左隣の区画線 D L 1までの距離 L_1 と、自車両 1から右隣の区画線 D L 2までの距離とを、それぞれオフセット位置として検出するものとしてもよい。そして、オフセット位置として得られた距離の和と、実際の車線幅 W_{rb} との比を算出することによって、変換係数 K を求ることとしてもよい。

【0034】

こうして、走行位置を決定したら、道路上で自車両 1の走行軌跡を生成する(図 4 の S 1 1 1)。

図 8 には、道路上での走行軌跡を生成する様子が例示されている。図 8 (a) には、過去に生成された走行軌跡が、太い実線で示されている。また、図中に黒丸で示した位置 C 0 は、最後に決定された走行位置を表している。40

上述したように、図 3 の S 1 1 0 では、道路の両端を基準として道路上での新たな走行位置が決定されているから、最後に決定された走行位置と、新たな走行位置とを結ぶことで、図 8 (b) に示すように、新たな走行軌跡を生成することができる。そこで、図 4 の S 1 1 1 では、決定した走行位置を記憶することによって、新たな走行軌跡を生成する。

【0035】

そして、決定した新たな走行位置を、運転支援装置 200 に出力する(S 1 1 2)。こうすれば、運転支援装置 200 では、道路の幅方向への位置も含めた走行位置を受け取ることができるので、例えば、車線変更をガイドするなどの細かな運転支援を行うことが可能となる。

尚、ここでは、運転支援装置 200 に向かって走行位置を出力するものとして説明するが、簡易的には、走行位置の代わりに自車両 1 が走行中の走行車線を出力しても良い。すなわち、区画線情報には、複数の区画線の間の距離が記憶されているから、道路上での幅方向への位置を含めた走行位置が分かれれば、自車両 1 が走行している走行車線を決定することができるので、走行位置の代わりに走行車線を出力することとしてもよい。

【0036】

その後、運転を終了するか否かを判断する (S113)。運転を終了しない場合は (S113: no)、走行位置検出処理の先頭に戻って、再び車速センサーおよび方位センサーの出力を取得した後 (図3のS101)、前述した続く一連の処理を開始する。

これに対して、運転を終了する場合は (S113: yes)、本実施例の走行位置検出処理を終了する。

10

【0037】

以上では、道路画像中で区画線を抽出できた場合 (図3のS108: yes) の処理について説明した。

これに対して、道路画像中で区画線を抽出できなかった場合には (S108: no)、上述した方法 (すなわち、区画線に対するオフセット位置を用いる方法) では、自車両 1 の走行位置を決定することができず、従って、走行軌跡を生成することはできない。そこで、このような場合は、以下のような方法を用いて走行軌跡を生成する。

【0038】

先ず、自車両 1 の移動距離および移動方向を取得する (S114)。ここで取得する移動距離および移動方向とは、前回に決定した走行位置からの移動距離および移動方向である。自車両 1 の走行速度および走行方向は S101 で既に取得されており、更に、前回に走行位置を決定してからの経過時間も分かっているから、自車両 1 の移動距離および移動方向は容易に求めることができる。

20

そして、自車両 1 の移動距離および移動方向に基づいて、走行位置 (すなわち経路位置および道路上での幅方向への位置) を推定する (S115)。尚、前回の走行位置が S110 で決定された位置ではなく、S115 で推定された位置であった場合には、前回に推定した走行位置からの移動距離および移動方向を用いて、今回の走行位置を推定すればよい。

【0039】

図9には、自車両 1 の走行位置からの移動距離および移動方向に基づいて、新たな走行位置を推定する方法が示されている。

30

図9(a)中に示した太い実線は、既に得られている走行軌跡を表しており、走行軌跡の先端に黒丸で示した位置 C0 は、最後に記憶された前回の走行位置を表している。

この黒丸の位置 C0 から、現在の走行位置が、どちらの方向のどれだけ離れた位置に存在するかは分からないが、現在の走行速度および走行方向については分かっている。そこで、黒丸の位置 C0 からも、その走行速度および走行方向で移動したと仮定すれば、黒丸の位置 C0 (すなわち、前回の走行位置) から現在の走行位置までの移動距離および移動方向が推定できるので、現在の走行位置を推定することができる。

図9(b)中に示した太い破線は、このようにして、走行速度および走行方向に基づいて、新たな走行位置が推定されたことを表している。

40

【0040】

そして、新たな走行位置を推定したということは、新たなオフセット位置 (ここでは、道路の両端からの距離) を推定したことでもある。従って、道路画像から区画線が抽出できなかった場合には、抽出できた場合とは逆の順序で、オフセット位置および走行位置を決定していることになる。すなわち、道路画像から区画線が抽出できた場合には、前述したように、抽出した区画線に対するオフセット位置と区画線情報とを用いて自車両 1 の走行位置を決定した。これに対して、区画線が抽出できなかった場合は、走行速度および走行方向と地図情報 (すなわち、経路情報および区画線情報) とに基づいて、道路上での走行位置を推定する。そして、推定した走行位置および区画線情報に基づいて、オフ

50

セット位置を推定していることになる。

図9(b)中で、自車両1の両側に示した破線の矢印は、自車両1から道路の両側に対するオフセット位置を推定していることを表している。

【0041】

尚、以上の説明では、道路画像から区画線が抽出できなかった場合には、その時点で取得された走行速度および走行方向に基づいて、前回の走行位置からの移動距離および移動方向を取得するものとして説明した(図3のS114参照)。従って、道路画像から区画線が抽出できた場合には、その時点で取得されていた走行速度および走行方向は不要となるので、破棄することができる。

しかし、道路画像から区画線が抽出できた場合でも、その時点で取得されていた走行速度および走行方向を記憶しておいても良い。そして、道路画像から区画線が抽出できなかった場合には、その時点での走行速度および走行方向を用いる代わりに、前回の走行位置が得られた時の走行速度および走行方向を用いて、現在の走行位置を推定することとしても良い。

【0042】

以上のようにして、自車両1の走行位置を推定したら(S115)、推定した新たな走行位置を記憶することによって、走行軌跡を生成することができる(図4のS111)。

続いて、運転支援装置200に走行位置を出力した後(S112)、運転を終了するか否かを判断する(S113)。

その結果、運転を継続する場合は(S113:n o)、走行位置検出処理の先頭に戻って、再び車速センサーおよび方位センサーの出力を取得する(図3のS101)。これに対して、運転を終了する場合は(S113:y e s)、図3および4に示した走行位置検出処理を終了する。

【0043】

以上に詳しく説明したように、本実施例の走行位置検出処理は、道路画像から区画線を抽出できた場合は、抽出した区画線に対するオフセット位置に基づいて、道路上での自車両1の走行位置を決定することができる。また、道路画像から区画線を抽出できない場合でも、自車両1の走行速度および走行方向と、地図情報とに基づいて、道路上での自車両1の走行位置を推定することができる。

【0044】

例えば、図10に示したように曲がった道路を走行する場合を考える。自車両1が、図10中の位置(a)あるいは位置(b)を走行している場合には、道路画像から区画線を抽出することができる。このため、区画線に対するオフセット位置および、予め記憶しておいた区画線情報に基づいて、自車両1の道路上での走行位置を決定することができる。

ところが、位置(c)では、道路上の区画線が消えているため、道路画像から区画線を抽出することができない。そこで、先に走行位置を決定した位置(b)での走行位置を基準として、図中に斜線を付した矢印だけ移動した位置に自車両1が居るものと推定する。矢印の大きさおよび方向は、自車両1の走行速度および走行方向に基づいて決定することができる。こうして推定した自車両1の位置と、予め記憶されている地図情報(すなわち経路情報および区画線情報)とを組み合わせれば、図10中に破線の矢印で示したように、位置(c)での自車両1の走行位置を推定することができる。

【0045】

また、位置(d)についても道路上の区画線が消えている。そこで、位置(c)について推定した走行位置を基準として、同様の方法によって、位置(d)についての走行位置を推定することができる。そして、このようにして自車両1の走行位置を推定することができれば、道路上の区画線が消えていたり、見え難くなっていたりした場合でも、例えば、右折あるいは左折に先立って車線変更を指示するなどのきめ細かな運転支援を行うことが可能となる。

その後、位置(e)および位置(f)では、道路画像から区画線を抽出することができるので、抽出した区画線に対するオフセット位置および区画線情報に基づいて、自車両1

10

20

30

40

50

の道路上での走行位置を決定することができる。

【0046】

もちろん、位置（a）、位置（b）、位置（e）、位置（f）での走行位置は、道路画像から得られた実際の走行位置であるのに対して、位置（c）や位置（d）での走行位置は、走行速度や走行方向に基づいて推定されたものに過ぎないので誤差が含まれている。従って、誤差を含んだ走行位置を基準として、新たな走行位置を推定することを繰り返していると、次第の誤差が蓄積されていき、正しい走行位置を推定することが困難になることが懸念される。

しかし、図10に例示したように、走行位置の推定を開始する前までは、道路画像に基づいて正確な走行位置を決定しているので、暫くの距離であれば、推定した走行位置を基準として新たな走行位置を推定しても大きな誤差が蓄積されることはない。加えて、道路画像から区画線が抽出可能となれば、たとえ蓄積された誤差が大きくなっていたとしても、直ちに正しい走行位置を決定することができる。

このため、例えば、車載カメラ14が故障した状態で走行するなどのように、区画線が抽出できない状態が長い時間に亘って継続する事態が生じない限り、実際には、十分な精度で、道路上での自車両1の走行位置を決定あるいは推定することが可能となる。

【0047】

また、実際の道路には、区画線を表示することができない領域も存在している。例えば、図11に例示したように、高速道路の料金所の手前では、走行車線の数が急に増加するので、もはや区画線を引くことができない。同様に、料金所を通過した箇所でも、走行車線の数が急に減少するので、区画線を引くことができない。

そして、このように区画線を引くことができない領域では、道路画像から区画線を抽出して自車両1の走行位置を求めるすることは不可能である。

【0048】

しかし、本実施例の走行位置検出装置100は、上述したように、区画線が抽出できなくても道路上での走行位置を求めることができるので、このように区画線が引けないような領域でも、自車両1の走行位置を求めることができる。

例えば、図11に示したように、道路上に区画線が描かれている領域では、道路画像から抽出した区画線を用いて走行位置を決定しながら走行する。そして、区画線が存在しない領域に入ったら、走行速度および走行方向や地図情報を用いて、自車両1の走行位置を推定しながら走行する。こうすれば、例えば図中に破線で示したように、自車両1を適切な料金ゲートへ誘導するような運転支援を行うことも可能となる。

【0049】

C. 変形例 :

上述した本実施例の走行位置検出装置100には、幾つかの変形例が存在する。以下では、これらの変形例について、本実施例との相違点を中心として簡単に説明する。尚、変形例についての説明では、本実施例と共通する部分については本実施例と同じ付番を付すことによって、説明を省略する。

【0050】

C - 1. 第1変形例 :

上述した本実施例では、自車両1から前方の道路画像を撮影することによって、自車両1から離れた位置にある区画線を抽出するものとして説明した。しかし、自車両1の周囲の道路画像を撮影して、得られた道路画像から区画線を抽出しても良い。

例えば、図12に例示した自車両1では、自車両1の周囲の道路画像を撮影する4つの車載カメラを備えている。このうち、自車両1の前方に搭載された前方車載カメラ14Fは、自車両1の前側の周囲領域AFでの道路を撮影しており、自車両1の後方に搭載された後方車載カメラ14Bは、自車両1の後側の周囲領域ABでの道路を撮影している。また、自車両1の左側方に搭載された左方車載カメラ14Lは、左側の周囲領域ALでの道路を撮影し、右側方に搭載された右方車載カメラ14Rは、右側の周囲領域ARでの道路を撮影している。

10

20

30

40

50

【0051】

このような自車両1では、自車両1の周囲の道路画像が得られるので、自車両1の左右にある区画線は抽出することができるが、その向こう側にある区画線が抽出できるとは限らない。

例えば、図12に示した自車両1は、2車線ある道路の右側の車線を走行しているが、この場合、前方車載カメラ14Fあるいは後方車載カメラ14Bの何れかの道路画像を解析すれば、道路中央の区画線DLCと、道路の右端の区画線DLRとを抽出することができる。あるいは、左方車載カメラ14Lの道路画像からは区画線DLCを抽出することができ、右方車載カメラ14Rの道路画像からは区画線DLRを抽出することができる。

これに対して、道路の左端の区画線DLLは何れの道路画像にも写っていないので、道路画像から抽出することはできない。

10

【0052】

しかし、このような場合でも、車線の本数および区画線の種類を区画線情報として記憶しておけば、上述した本実施例と同様にして、道路上での走行位置を決定あるいは推定することができる。

例えば、図13(a)に示したように、自車両1の左側では破線の区画線(すなわち、断続する区画線)が抽出され、自車両1の右側では実線の区画線(すなわち、連続した区画線)が抽出されていたとする。この場合、区画線情報として、例えば車線の本数が2本であり、中央の区画線は破線の区画線で、左右の区画線は実線の区画線である(図12参照)旨が記憶されていれば、この区画線情報に基づいて、道路上での走行位置を決定することができる。すなわち、自車両1の左側の区画線は破線の区画線であり、右側の区画線は実線の区画線であるから、区画線情報によれば、図13(b)に示すように、右側の車線を走行していると判断できる。

20

そして、右側の区画線DLRまでの距離L2は、道路画像から求められているので、この距離L2と区画線情報とを組み合わせて用いることで、自車両1の走行位置を決定することができる。例えば、区画線情報から道路幅Wrを取得すれば、道路の左端の区画線DLLまでの距離も、Wr-L2と算出することができる。

【0053】

また、図13(c)に示したように、自車両1の左側で検出された区画線が実線の区画線であり、自車両1の右側で検出された区画線が破線の区画線であった場合は、図13(d)に示すように、左側の車線を走行していると判断できる。

30

そして、左側の区画線DLLまでの距離L1は道路画像から求められているので、自車両1の走行位置を決定することができる。例えば、道路の右端の区画線DLRまでの距離も、Wr-L1によって算出することができる。

【0054】

図14には、こうしたことを可能とする第1変形例の走行位置検出装置100の大まかな内部構造が示されている。図14に示した第1変形例の走行位置検出装置100は、図2を用いて前述した走行位置検出装置100に対して、走行位置から走行車線を決定する走行車線決定部109の代わりに、区画線情報に基づいて走行車線を特定する走行車線特定部110を備える点が大きく異なっている。

40

第1変形例の走行位置検出装置100では、オフセット位置検出部108は道路画像から区画線を抽出してオフセット位置を検出する際に、区画線の種類も検出して、得られたオフセット位置および区画線の種類を走行車線特定部110に出力する。

また、地図情報記憶部104には、区画線情報として区画線の種類も記憶されている。

走行車線特定部110は、受け取った区画線の種類と、地図情報記憶部104から読み出した区画線の種類とに基づいて、自車両1が走行中の走行車線を特定した後、走行位置決定部106および運転支援装置200に出力する。

走行位置決定部106は、前述した本実施例と同様に、経路位置決定部105から受け取った経路位置と、地図情報記憶部104から読み出した地図情報と、オフセット位置検出部108から受け取ったオフセット位置とに加えて、走行車線特定部110から受け取

50

った走行車線も考慮して、道路上での走行位置を決定した後、運転支援装置 200 に出力する。

【0055】

このように、第 1 変形例では、道路画像から区画線を抽出する際に、区画線の位置に加えて、区画線の種類（例えば、破線の区画線であるか、実線の区画線であるかなど）を検出する。そして、検出した区画線の種類と、区画線情報に記憶されている区画線の種類とを照合することによって、自車両 1 が走行中の走行車線を特定する。こうして、走行車線を特定しておけば、道路画像から検出した自車両 1 の左右の区画線に対するオフセット位置と、区画線情報に記憶されている車線の幅についての情報とに基づいて、道路上での走行位置を決定することができる。

もちろん、こうして道路上での走行位置を決定することができれば、たとえ道路画像から区画線を抽出できない場合でも、前述した本実施例と同様にして、道路上での走行位置を推定することが可能となる。

【0056】

また、区画線の種類としては、破線の区画線か、実線の区画線かに限らず、区画線の色など、他の特徴を記憶しておいても良い。

更には、道路上に表示された文字や、図形、路面の塗装色などの情報も、区画線情報として記憶しておいてもよい。そして、道路画像からこれらの情報が抽出された場合には、これらの情報に基づいて、自車両 1 が走行中の車線を特定することとしてもよい。

【0057】

C - 2 . 第 2 変形例 :

上述した本実施例および第 1 変形例では、自車両 1 の走行速度や、走行方向、測位結果、地図情報を組み合わせて用いることで、自車両 1 の経路位置（すなわち、道路の幅方向を含めない位置）を十分な精度で決定できるものとして説明した。実際、自車両 1 が特徴的な形状の道路を走行している場合には、自車両 1 の走行速度や走行方向を累積して得られる走行軌跡を、道路の形状にマッチングさせることで、十分な精度で経路位置を決定することができる。

更に、自車両 1 の走行軌跡を道路の形状にマッチングさせる際の修正量から、決定した経路位置に含まれる誤差の大きさについての情報も得ることができる。例えば、自車両 1 の走行軌跡を道路の形状にマッチングさせる際の修正量が十分に小さかったとすると、マッチングを行わなくても実際には経路位置は大きく変わらない。このような場合は、十分な精度で経路位置が決定されており、従って、決定した経路位置に含まれる誤差は小さいと考えて良い。逆に、修正量が大きい場合には、マッチングによって何とか必要な精度を確保しているものの、決定した経路位置には、潜在的に大きな誤差が含まれていると考えられる。

加えて、自車両 1 の走行軌跡を道路の形状にマッチングさせるためには、道路の形状が特徴的でなければならないので、いつでもマッチングできるわけではない。従って、直線や緩やかなカーブが長距離に亘って継続するような状況では、形状に基づくマッチングによる位置の修正ができないまま走行する状態が継続することとなって、誤差は更に大きくなると考えられる。

【0058】

このように、自車両 1 の走行軌跡を道路の形状にマッチングさせることによって、自車両 1 の経路位置を決定する技術では、条件によっては、経路位置の精度が低下することがある。そして、経路位置の精度が低下した状態では、道路画像から抽出した区画線に基づいて、道路の幅方向への自車両 1 の位置を決定すると、経路位置の精度を更に低下させてしまう場合がある。これは、例えば、次のような場合である。

【0059】

図 15 には、自車両 1 が、直線からカーブに差し掛かる道路を走行する場合が例示されている。尚、ここでは、自車両 1 の経路位置と、自車両 1 が実際に存在する位置とが異なっている場合を想定しているから、以下の図面では、自車両 1 の走行位置（すなわち、経

10

20

30

40

50

路位置に対して更に、道路上での幅方向への位置を付加した位置)を星印で表し、自車両1の実際の位置と区別することにする。従って、図中で自車両1が表示されている位置は、自車両1が実際に存在する位置を表すものとする。また、道路上での幅方向への位置は、前述したように、道路画像から区画線を抽出することによって決定されている。

【0060】

図15(a)に示した例では、自車両1の走行速度や、走行方向、測位結果、地図情報を用いて決定した自車両1の経路位置によれば、自車両1は、カーブに差し掛かる手前の直線部分を走行していることになっている。更に、図中で白抜きの矢印で示したように、自車両1の左右に存在する区画線の情報からは、自車両1は道路の中央に存在しており、従って、自車両1の走行位置は、図中に星印で示したように、道路の中央の位置に決定されている。10

また、上述したように、経路位置に含まれる誤差の大きさは増減するものであるが、たまたま誤差が大きくなっている、実際の自車両1は、図15(a)中に示されるように、直線部分が終わってカーブに差し掛かった所を走行していたとする。そして、このような状況下で、図中で破線の矢印で示したように、自車両1がカーブの途中まで直進して左側の車線に車線変更しようとしている場合を考える。20

【0061】

図15(b)には、自車両1が、図15(a)に示した位置から直進した状態が示されている。図中で白抜きの矢印で示したように、自車両1の左右に存在する区画線の情報からすると、自車両1は道路の左側に寄った位置を走行していることになる。従って、この情報に基づいて、自車両1の走行位置を決定すると、図15(a)の場合よりも少し左側に移動した位置に決定される。20

自車両1が更に直進して、図15(c)に示した状態になると、自車両1の左右に存在する区画線の情報からは、自車両1は道路の左側に大きく寄った位置を走行していることになる。従って、この情報に基づいて、自車両1の走行位置を決定すると、更に大きく左側に寄った位置に決定される。

【0062】

結局、図15に示した例では、自車両1は実際には道路を直進しているにも拘らず、道路画像から抽出した区画線の位置に基づいて決定した自車両1の走行位置は、図中に破線の矢印で示したように、緩やかに左旋回しているかのように誤検出してしまう。このように、実際には直進しているにも拘わらず、左旋回(あるいは右旋回)していると誤検出する事態が生じると、その結果に基づいて車速センサー11や方位センサー12の出力を補正してしまい、その後に決定される経路位置の誤差が大きくなる。30

【0063】

更に、カーブの途中で区画線が不鮮明になっていると、誤った走行車線を出力してしまう可能性もある。すなわち、図16(a)に例示したように、自車両1が左の車線に移動し終えた後、(実線の矢印で示すように)道路のカーブに合わせて右旋回を始めた付近で、道路の区画線が消えていたとする。

図3を用いて前述したように、区画線が消えていると道路画像中の区画線を抽出できないから(S108:n0)、自車両1の移動距離および移動方向に基づいて、道路上での走行位置を推定しながら走行することになる(S114、S115)。40

【0064】

ところが、地図上で決定した走行位置によれば、図16(b)に示すように、自車両1は直線部分からカーブに切り換わる位置を走行していることになっている。そして、実際には、図16(a)に示したように区画線はカーブの途中から消えているが、走行位置検出装置100にとって、図16(b)に示すように、カーブの初めから消えている状況と同じとなる。その結果、図中に星印で示した走行位置から、自車両1の移動距離および移動方向に基づいて、図中に破線の矢印で示すような走行軌跡を生成することによって、道路上での走行位置を推定する。

図16(a)中に示した実線の矢印と、図16(b)中に示した破線の矢印とを比較す50

れば明らかのように、走行軌跡は正確な軌跡が生成されている。しかし、図16(b)に示されるように、走行軌跡から走行位置を推測すると、あたかも道路の中央を走行しているかのように誤って推測してしまう。

【0065】

図15および図16に示した例では、地図上で決定した走行位置によれば自車両1は直線部分を走行しているにも拘わらず、実際にはカーブを走行していた場合について説明した。しかし、これとは逆に、地図上で決定した走行位置では自車両1はカーブを走行しているが、実際には直線部分を走行している場合にも、全く同様な説明が当て嵌まる。また、図15および図16に示した例では、自車両1が実際に走行している位置が、地図上で決定した走行位置よりも前方であった場合について説明したが、地図上で決定した走行位置よりも後方であった場合にも、全く同様な説明が当て嵌まる。

10

【0066】

これに対して、自車両1が真っ直ぐな道路を走行している場合には、上述した問題は生じない。例えば、図17に示した例では、地図上で決定された自車両1の走行位置と、実際に自車両1が走行している位置とに大きなずれが生じているが、道路は真っ直ぐなので、自車両1が左の車線に車線変更すると、星印で示した走行位置も左の車線に車線変更することになって、上述した問題は生じない。

また、自車両1が大きなカーブを走行している場合にも、上述した問題は生じない。すなわち、図18に示した例でも、星印で示した自車両1の走行位置と、自車両1が実際に走行している位置とに大きなずれが生じているが、自車両1が左の車線に車線変更すると、星印で示した走行位置も左の車線に車線変更することになって、上述した問題は生じない。

20

【0067】

のことから、上述した問題、すなわち、道路画像から抽出した区画線に基づいて道路の幅方向への位置も含めた自車両1の走行位置を決定すると、経路位置の精度を更に低下させてしまう場合があるという問題は、地図上で決定された自車両1の走行位置と、自車両1が実際に走行している位置とで、道路の曲り形状が異なっている場合に生じると考えられる。

ここで、道路の曲り形状とは、直線かカーブか、右カーブか左カーブか、大きなカーブか小さなカーブかといったように、道路が曲る様子を大雑把に分類したものである。例えば、直線かカーブかについては、道路の曲率半径が所定値以上であれば直線と判断し、それ以外はカーブと判断することができる。また、右カーブと左カーブとが連続している場合でも、それぞれのカーブの曲率半径が所定値以上の場合は、1つの直線と判断することができる。更には、2つのカーブが連続している場合、それらのカーブの曲率半径の差が所定の閾値以上であった場合に、それらは大きなカーブと小さなカーブとが連続しているものと判断することができる。道路の曲り形状とは、このようにして、道路の曲りの様子を大雑把に分類したものである。

30

【0068】

また、前述したように、自車両1の走行速度や、走行方向、測位結果、地図情報を用いて自車両1の経路位置を決定する際には、経路位置の誤差の大きさも推定することができる。従って、経路位置の誤差の範囲内に、道路の曲り形状が変化する部分が存在している場合には、道路画像から抽出した区画線に基づいて自車両1の走行位置を決定すると、経路位置の精度を更に低下させてしまう可能性が生じると考えられる。

40

そこで、第2变形例の走行位置検出装置100は、以下のようにして自車両1の走行位置を検出する。

【0069】

図19および図20には、第2变形例の走行位置検出処理のフローチャートが示されている。第2变形例の走行位置検出処理は、図3および図4を用いて前述した本実施例の走行位置検出処理に対して、経路位置の誤差の範囲内で道路形状が変化している場合には、道路画像から抽出した区画線の情報を用いて、道路の幅方向への走行位置を決定しないこ

50

ととしている点が大きく異なっている。

第2変形例の走行位置検出処理でも、前述した本実施例と同様に、車速センサー11および方位センサー12の出力に基づいて、自車両1の走行速度および走行方向を取得する(S151)。続いて、測位装置13から、自車両1の測位位置を含む測位結果を取得する(S152)。更に、自車両1の測位位置に基づいて、自車両1の周辺の地図情報を取得する(S153)。

【0070】

その後、以上のようにして取得した自車両1の走行速度や、走行方向、測位結果、地図情報に基づいて、自車両1の地図上での経路位置を決定する(S154)。

また、第2変形例の走行位置検出処理では、経路位置を決定する際に、決定した経路位置に含まれる誤差の大きさについても取得しておく(S155)。すなわち、自車両1の走行速度や走行方向を累積して得られる走行軌跡を、道路の形状にマッチングさせる際に生じた経路位置の修正量から、経路位置に含まれる誤差の大きさを推定することができる。更に、前回にマッチングしてからの走行距離に基づいて、誤差の増加量も推定することができる。S155では、このような方法で、経路位置に含まれる誤差の大きさを求めておく。

【0071】

続いて、地図情報の区画線情報に基づいて、経路位置の道路が複車線の道路か否かを判断する(S156)。その結果、経路位置の道路が複車線の道路でなかった場合は(S156:n0)、幅方向への位置を決定する必要がないと判断し、経路位置を運転支援装置に出力する(図20のS166)。

これに対して、経路位置の道路が複車線の道路であった場合は(図19のS156:yess)、自車両1が走行している走行車線を踏まえて運転支援をことが望ましく、その為には、道路上での幅方向への位置を検出する必要が生じる。もちろん、自車両1の走行速度や、走行方向、測位結果、地図情報に基づいて決定した経路位置では、道路上での幅方向への位置までは分からないので、道路画像から抽出した区画線の位置に基づいて、幅方向への位置を決定することになる。

【0072】

しかし、図15～図18を用いて前述したように、経路位置の誤差の範囲内で、道路の曲り形状が変化している場合には、道路画像から抽出した区画線に基づいて自車両1の走行位置を決定すると、経路位置の精度を更に低下させてしまう可能性が生じると考えられる。

そこで、第2変形例の走行位置検出処理では、経路位置の誤差の範囲内で道路の曲り形状が変化しているか否かを判断する(S157)。経路位置の誤差の大きさは、S155で予め取得されている。また、地図情報も既にS153で取得してあるから、経路位置の誤差の範囲内で道路の曲り形状が変化しているか否かは容易に判断することができる。

例えば、図15に例示したような場合であれば、経路位置の道路は直線であるのに対して、経路位置の誤差の範囲内にはカーブの部分も存在しているから、道路の曲り形状が変化している。これに対して、例えば、図17あるいは図18に例示したような場合であれば、経路位置の誤差の範囲内では道路の曲り形状が変化していない。

【0073】

その結果、経路位置の誤差の範囲内では道路の曲り形状が変化していないと判断した場合は(S157:n0)、自車両1の前方あるいは側方の道路画像を取得して(S158)、その道路画像を解析することによって、区画線を抽出する(S159)。

その後、道路画像中の区画線を抽出できたか否かを判断し(図20のS160)、抽出できていた場合には(S160:yess)、前述した本実施例の走行位置検出処理と同じにして、区画線に対する自車両1のオフセット位置を検出する(S161)。そして、オフセット位置に基づいて、道路の幅方向への位置も含めた自車両1の走行位置を決定した後(S162)、決定した走行位置を用いて、道路上で自車両1の走行軌跡を生成する(S165)。

10

20

30

40

50

【0074】

これに対して、道路画像中から区画線を抽出できなかった場合は(S160:n o)、先ず、自車両1の移動距離および移動方向を取得する(S163)。そして、自車両1の移動距離および移動方向に基づいて、走行位置(すなわち経路位置および道路上での幅方向への位置)を推定する(S164)。すなわち、道路画像から区画線が抽出できた場合には、抽出した区画線に基づいて自車両1の走行位置を決定する(S162)が、区画線が抽出できなかった場合は、走行速度および走行方向を用いて道路上での走行位置を推定する(S164)ことになる。こうして、自車両1の走行位置を推定したら(S164)、推定した新たな走行位置を記憶することによって、走行軌跡を生成する(S165)。

10

【0075】

以上では、経路位置の誤差の範囲内では道路の曲り形状が変化していないと判断した場合(S157:n o)に、自車両1の走行位置を決定し(S162)、あるいは自車両1の走行位置を推定して(S164)、道路上での幅方向への位置を含めた走行軌跡を生成する(S165)為に実行される処理について説明した。

これに対して、経路位置の誤差の範囲内で道路の曲り形状が変化していると判断した場合には(S157:y e s)、図15～図18を用いて前述したように、道路画像から抽出した区画線に基づいて自車両1の走行位置を決定すると、経路位置の精度を更に低下させてしまう可能性がある。

20

そこで、この場合(S157:y e s)には、道路画像を取得して、道路画像を解析し、区画線を抽出できたか否かを判断する一連の処理(S158～S160)を行うことなく、自車両1の移動距離および移動方向を取得する(S163)。そして、自車両1の移動距離および移動方向に基づいて走行位置を推定して(S164)、推定した走行位置を用いて走行軌跡を生成する(S165)。

20

【0076】

その後は、以上のようにして決定あるいは推定した新たな走行位置を、運転支援装置200に出力する(S166)。また、このとき、走行位置から走行車線を決定して、走行車線を出力するようにしてもよい。

その後、運転を終了するか否かを判断し(S167)、終了しない場合は(S167:n o)、走行位置検出処理の先頭に戻って、再び車速センサーおよび方位センサーの出力を取得した後(図19のS151)、前述した続く一連の処理を開始する。

30

これに対して、運転を終了する場合は(S167:y e s)、第2変形例の走行位置検出処理を終了する。

30

【0077】

以上に説明した第2変形例の走行位置検出処理では、経路位置の誤差が大きくなつて、誤差の範囲内で道路の曲り形状が変化するような場合には、道路画像から抽出した区画線の情報を用いずに、自車両1の移動距離および移動方向に基づいて、道路上での幅方向への位置を含めた走行位置を推定する。このため、図15あるいは図16を用いて前述したように、自車両1の走行位置を誤った位置に決定してしまう事態を回避することができる。

40

【0078】

C - 3 . 第3変形例 :

上述した第2変形例では、経路位置の誤差の範囲内で道路の曲り形状が変化するような場合には、道路画像から抽出した区画線の情報を用いて、道路上での幅方向への位置を含めた走行位置を決定する代わりに、自車両1の移動距離および移動方向に基づいて走行位置を推定するものとして説明した。

しかし、経路位置の誤差の範囲内で道路の曲り形状が変化するような場合でも、道路画像から抽出した区画線の情報を用いて走行位置を決定することとして、その代わりに、決定した走行位置の信頼度が低下している旨の情報を、走行位置とともに出力するようにしてもよい。以下では、このような第3変形例について、第2変形例との相違点を中心として簡単に説明する。

50

【0079】

図21および図22には、第3変形例の走行位置検出処理のフローチャートが示されている。第3変形例の走行位置検出処理は、図19および図20を用いて前述した第2変形例の走行位置検出処理に対して、道路の幅方向への走行位置に加えて、走行位置の信頼度も決定している点が大きく異なっている。

第3変形例の走行位置検出処理でも、車速センサー11および方位センサー12の出力に基づいて、自車両1の走行速度および走行方向を取得し(S171)、測位装置13から自車両1の測位位置を含む測位結果を取得する(S172)。続いて、自車両1の周辺の地図情報を取得して(S173)、自車両1の地図上での経路位置を決定する(S174)。この際には、決定した経路位置に含まれる誤差の大きさについても取得しておく(S175)。

10

【0080】

その後、地図情報の区画線情報に基づいて、経路位置の道路が複車線の道路か否かを判断し(S176)、複車線の道路でなかった場合は(S176: no)、幅方向への位置を決定する必要がないと判断し、経路位置を運転支援装置に出力する(図22のS188)。

一方、道路が複車線の道路であった場合は(図21のS176: yes)、経路位置の誤差の範囲内で道路の曲り形状が変化しているか否かを判断する(S177)。

20

その結果、経路位置の誤差の範囲内では道路の曲り形状が変化していないと判断した場合は(S177: no)、走行位置の信頼度を「高」に設定する(S178)。これに対して、経路位置の誤差の範囲内では道路の曲り形状が変化していると判断した場合は(S177: yes)、走行位置の信頼度を「低」に設定する(S179)。

その後は、図3および図4を用いて前述した本実施例の走行位置検出処理と同様に、自車両1の周辺の道路画像を取得して(S180)、その道路画像を解析することによって区画線を抽出する(図22のS181)。すなわち、第3変形例では、経路位置の誤差の範囲内では道路の曲り形状が変化していると判断した場合(S177: yes)でも、道路画像中の区画線を抽出する。

【0081】

その後は、道路画像中の区画線を抽出できたか否かを判断し(S182)、抽出できていた場合には(S182: yes)、区画線に対する自車両1のオフセット位置を検出して(S183)、道路の幅方向への位置も含めた自車両1の走行位置を決定する(S184)。そして、決定した走行位置を用いて、道路上で自車両1の走行軌跡を生成する(S187)。

30

これに対して、道路画像中の区画線を抽出できていなかった場合には(S182: no)、自車両1の移動距離および移動方向を取得して(S185)、道路の幅方向への位置も含めた自車両1の走行位置を推定する(S186)。そして、推定した走行位置を用いて、道路上で自車両1の走行軌跡を生成する(S187)。

【0082】

その後は、以上のようにして決定あるいは推定した新たな走行位置と、S178あるいはS179で設定しておいた走行位置の信頼度を、運転支援装置200に出力する(S188)。また、このとき、走行位置から走行車線を決定して、走行車線を出力するようにしてもよい。

40

その後、運転を終了するか否かを判断し(S189)、終了しない場合は(S189: no)、走行位置検出処理の先頭に戻って、再び車速センサーおよび方位センサーの出力を取得した後(図21のS171)、前述した続く一連の処理を開始する。

これに対して、運転を終了する場合は(S189: yes)、第3変形例の走行位置検出処理を終了する。

【0083】

以上に説明した第3変形例の走行位置検出処理では、経路位置の誤差の範囲内で道路の曲り形状が変化するような場合には、自車両1の走行位置とともに、走行位置の信頼度が

50

低下している旨の情報も運転支援装置 200 に出力することができる。このため、運転支援装置 200 では、信頼度に応じて、自車両 1 の走行位置の情報の利用方法を変更することによって、適切な運転支援を行うことが可能となる。

【0084】

C - 4 . 第 4 变形例 :

上述した第 2 变形例および第 3 变形例では、経路位置の誤差の範囲内で道路の曲り形状が変化するような場合には、道路画像から抽出した区画線の情報を用いることなく、自車両 1 の移動距離および移動方向に基づいて走行位置を推定するものとして説明した。

しかし、図 15 を用いた説明から明らかなように、道路画像から抽出した区画線の情報を用いて自車両 1 の走行位置を決定すると、却って、経路位置の精度を低下させてしまう現象が生じる状況では、決定した走行位置が示す自車両 1 の操舵角と、実際の操舵角との間に、ずれが生じることが分かる。例えば、図 15 に示した例では、自車両 1 は実際には直進しているにも拘わらず、区画線の情報を用いて決定した走行位置によれば、自車両 1 は左旋回していることになる。もちろん、これとは逆に、実際には左旋回（あるいは右旋回）しているにも拘わらず、区画線の情報を用いて決定した走行位置では、自車両 1 が直進していることも起こり得る。そして、このような状況では、区画線の情報を用いて自車両 1 の走行位置を決定することで、経路位置の精度を低下させる現象が生じると考えられる。

そこで、走行位置から推定される自車両 1 の操舵角と、自車両 1 の実際の操舵角との差が所定の閾値よりも大きくなった場合には、道路画像から抽出した区画線の情報を用いて走行位置を決定する代わりに、自車両 1 の移動距離および移動方向の情報に基づいて走行位置を推定するようにしてもよい。

【0085】

図 23 には、このような第 4 变形例の走行位置検出装置 100 の大まかな内部構造が示されている。図示した第 4 变形例の走行位置検出装置 100 は、図 2 を用いて前述した本実施例の走行位置検出装置 100 に対して、操舵角取得部 111 と、操舵角推定部 112 とを備える点が大きく異なっている。以下では、本実施例との相違点を中心に、第 4 变形例の走行位置検出装置 100 について簡単に説明する。また、説明に際しては、本実施例の走行位置検出装置 100 と同じ内容については、本実施例と同じ番号を符番することとして、説明を省略する。

【0086】

図 23 に示されるように、第 4 变形例の走行位置検出装置 100 には、操舵角取得部 111 や操舵角推定部 112 が設けられている。

操舵角取得部 111 は、自車両 1 の図示しないステアリングハンドルに装着された操舵角センサー 15 に接続されており、操舵角センサー 15 からの出力に基づいて、自車両 1 の実際の操舵角を取得する。また、取得した操舵角は、道路画像取得部 107 に出力する。

操舵角推定部 112 は、走行位置決定部 106 で決定した走行位置に基づいて、自車両 1 の操舵角を推定する。すなわち、走行位置から自車両 1 の走行軌跡を求めて、その走行軌跡の曲率を求めれば、自車両 1 の操舵角を推定することができる。また、推定した操舵角は、道路画像取得部 107 に出力する。

【0087】

第 4 变形例の道路画像取得部 107 も、図 2 を用いて前述した本実施例と同様に、車載カメラ 14 から道路画像を取得する。但し、第 4 变形例の道路画像取得部 107 は、道路画像を取得するに先立って、操舵角取得部 111 から取得した操舵角と、操舵角推定部 112 から取得した操舵角とを比較する。そして、両者の差が所定の閾値よりも小さかった場合に、道路画像を取得して、オフセット位置検出部 108 に出力する。

これに対して、両者の差が所定の閾値よりも大きかった場合には、道路画像を取得しない。従って、道路画像がオフセット位置検出部 108 に出力されることなく、オフセット位置検出部 108 で、区画線に対する自車両 1 のオフセット位置が検出されることもな

い。

【0088】

このような第4変形例の走行位置検出装置100では、走行位置から推定される自車両1の操舵角と、自車両1の実際の操舵角との差が所定の閾値よりも大きくなった場合には、道路画像から抽出した区画線の情報を用いて走行位置を決定する代わりに、自車両1の移動距離および移動方向の情報に基づいて走行位置を推定する。

このため、道路画像から抽出した区画線の情報を用いて自車両1の走行位置を決定することで、経路位置の精度を低下させてしまう事態を回避することが可能となる。

【0089】

尚、上述した第4変形例では、自車両1の実際の操舵角は、操舵角センサー15を用いて取得するものとして説明したが、方位センサー12の出力から得られた自車両1の走行方向に基づいて、自車両1の実際の操舵角を算出するようにしてもよい。 10

こうすれば、本実施例の走行位置検出装置100に対して、新たに操舵角センサー15のデータを入力しなくても、第4変形例の走行位置検出装置100を実現することが可能となる。

【0090】

以上、本実施例および変形例について説明したが、本発明は上記の実施例および変形例に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様で実施することができる。

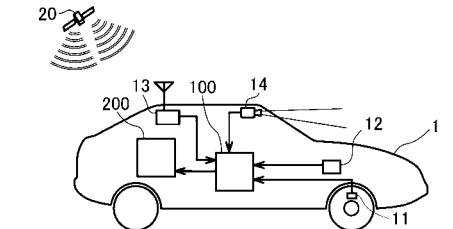
【符号の説明】

20

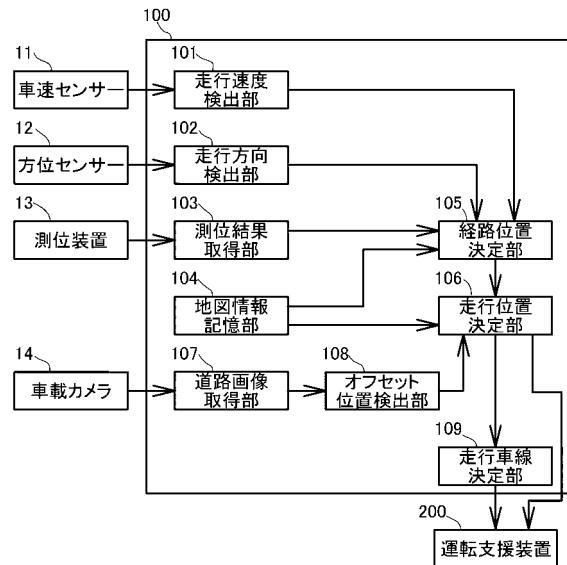
【0091】

1 ... 自車両、	1 1 ... 車速センサー、	1 2 ... 方位センサー、
1 3 ... 測位装置、	1 4 ... 車載カメラ、	1 5 ... 操舵角センサー、
2 0 ... 測位衛星、	1 0 0 ... 走行位置検出装置、	
1 0 1 ... 走行速度検出部、	1 0 2 ... 走行方向検出部、	
1 0 3 ... 測位結果取得部、	1 0 4 ... 地図情報記憶部、	
1 0 5 ... 経路位置決定部、	1 0 6 ... 走行位置決定部、	
1 0 7 ... 道路画像取得部、	1 0 8 ... オフセット位置検出部、	
1 0 9 ... 走行車線決定部、	1 1 0 ... 走行車線特定部、	
1 1 1 ... 操舵角取得部、	1 1 2 ... 操舵角推定部、	30
2 0 0 ... 運転支援装置。		

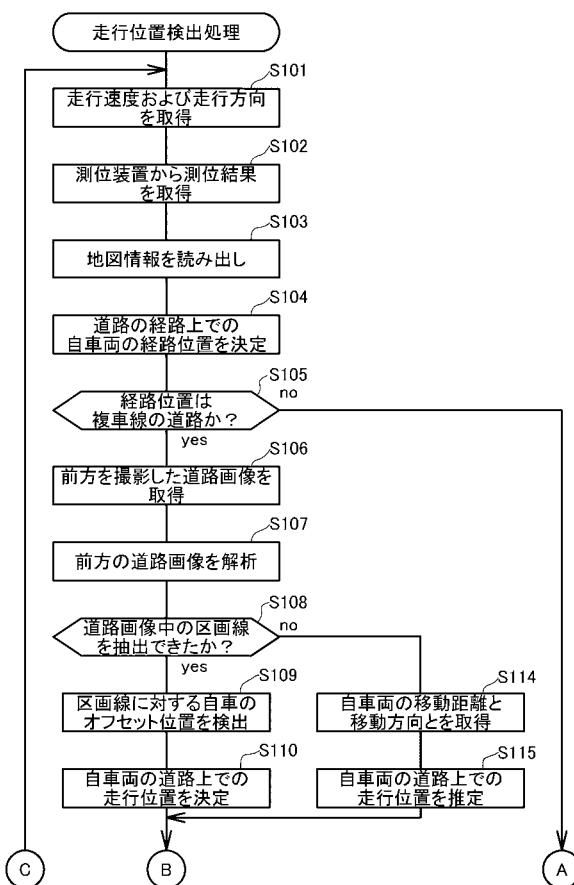
【図1】



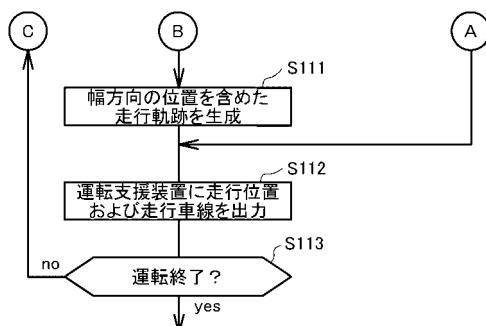
【図2】



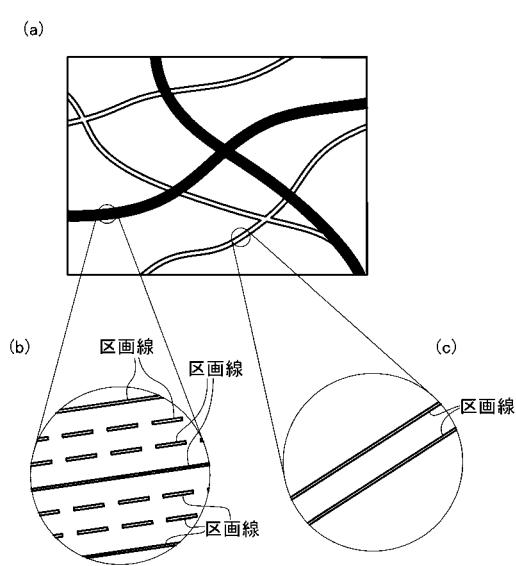
【図3】



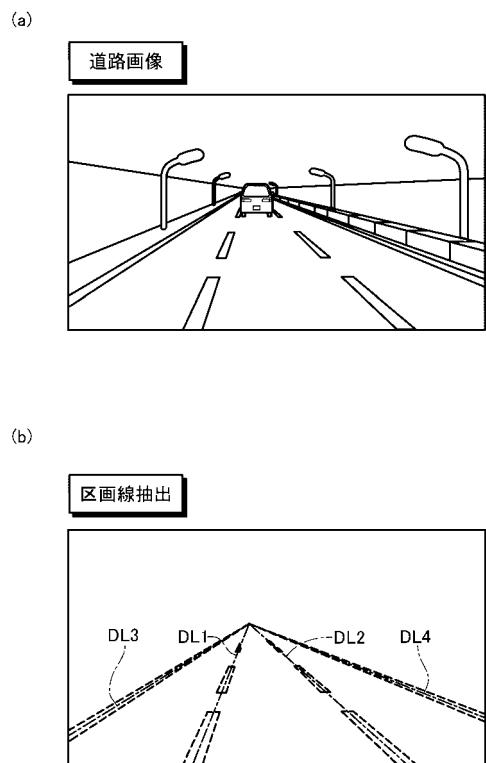
【図4】



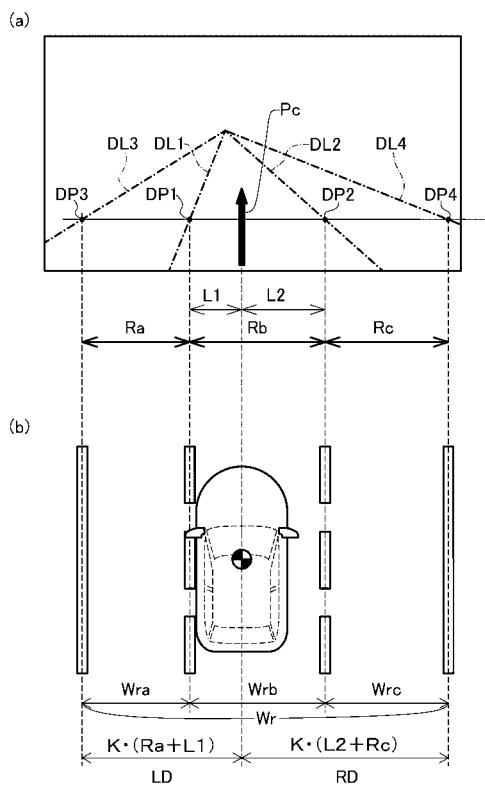
【図 5】



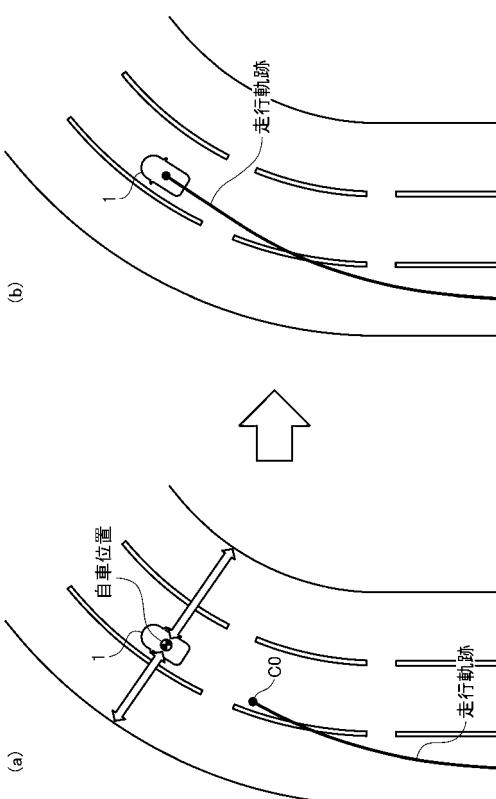
【図 6】



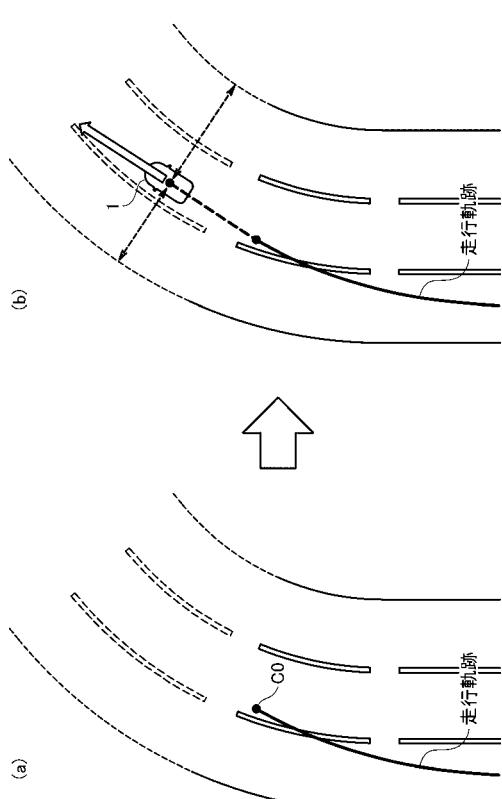
【図 7】



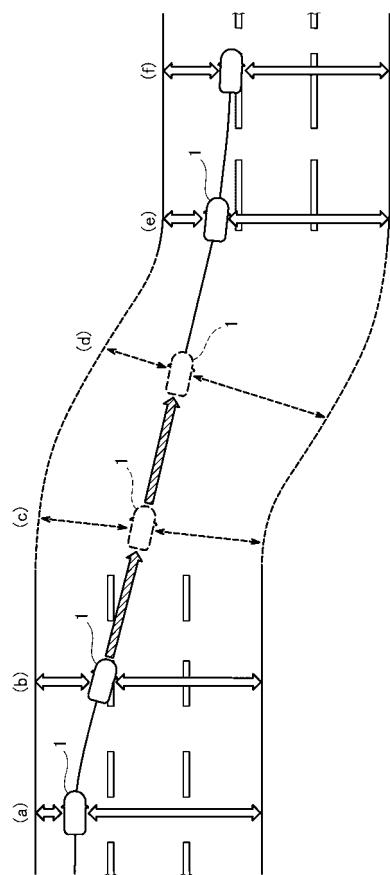
【図 8】



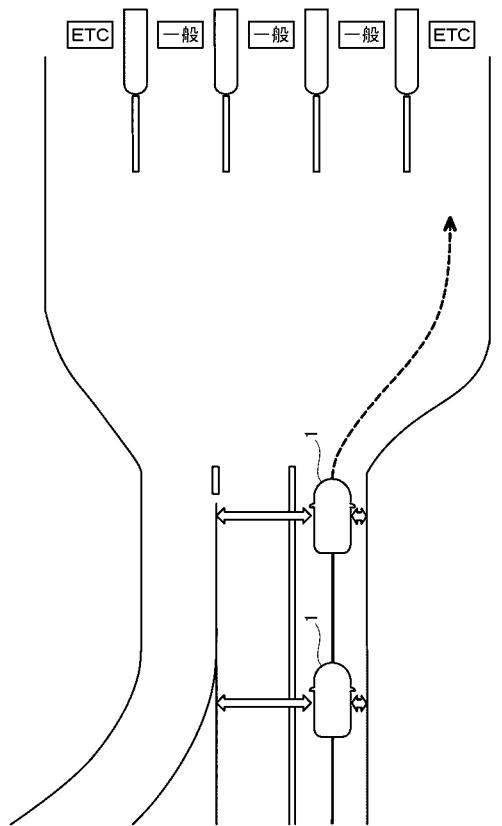
【図 9】



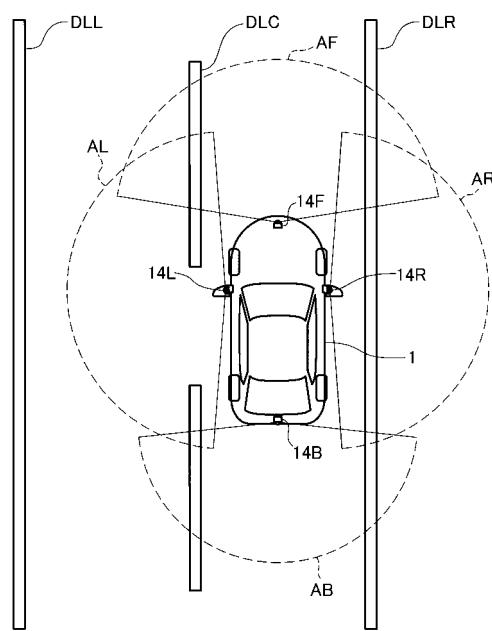
【図 10】



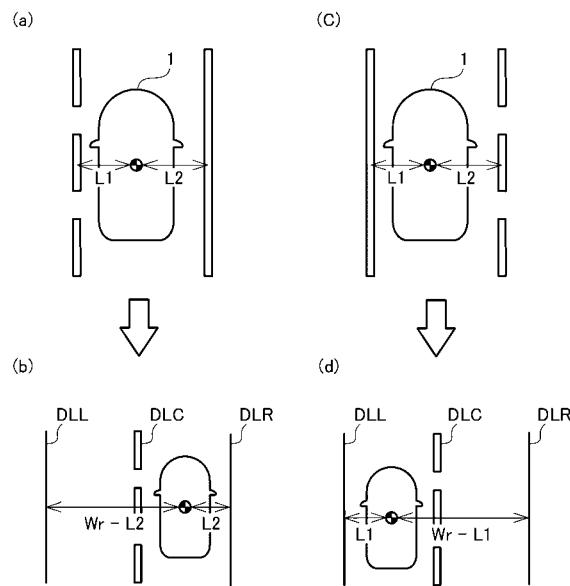
【図 11】



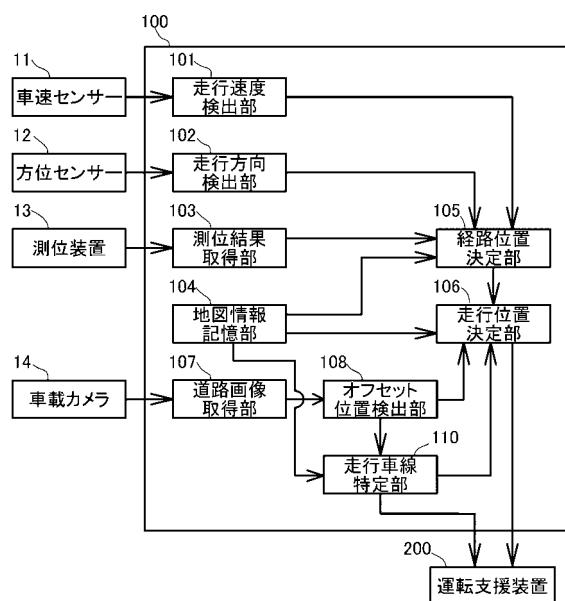
【図 12】



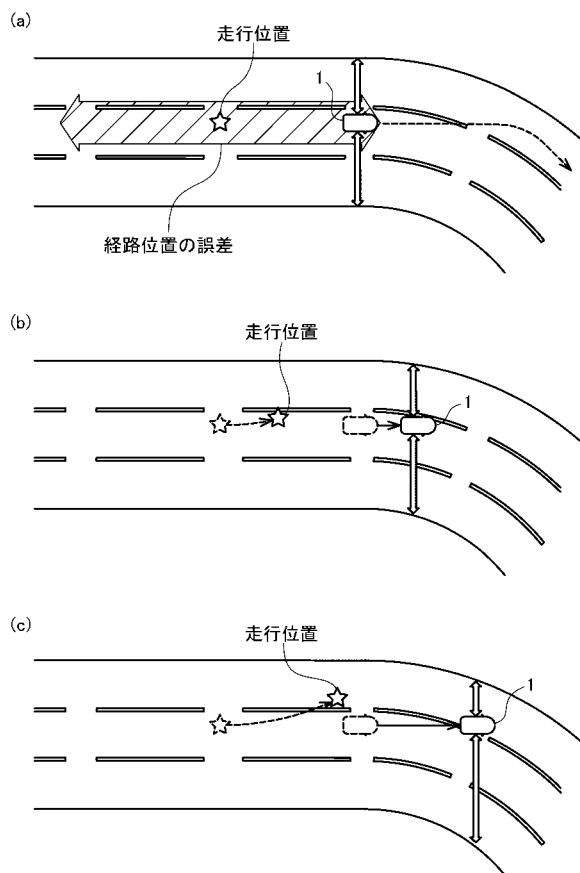
【図 1 3】



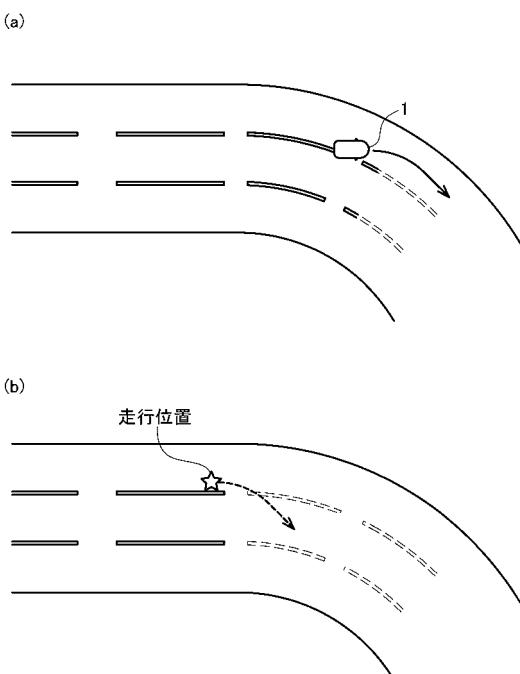
【図 1 4】



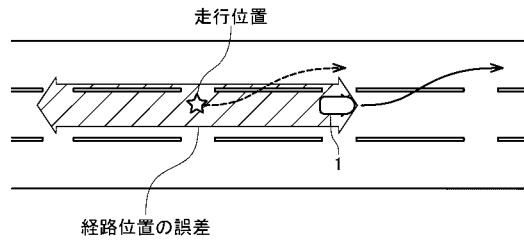
【図 1 5】



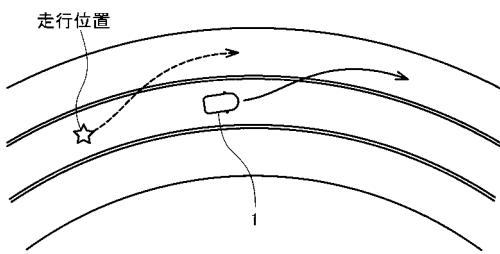
【図 1 6】



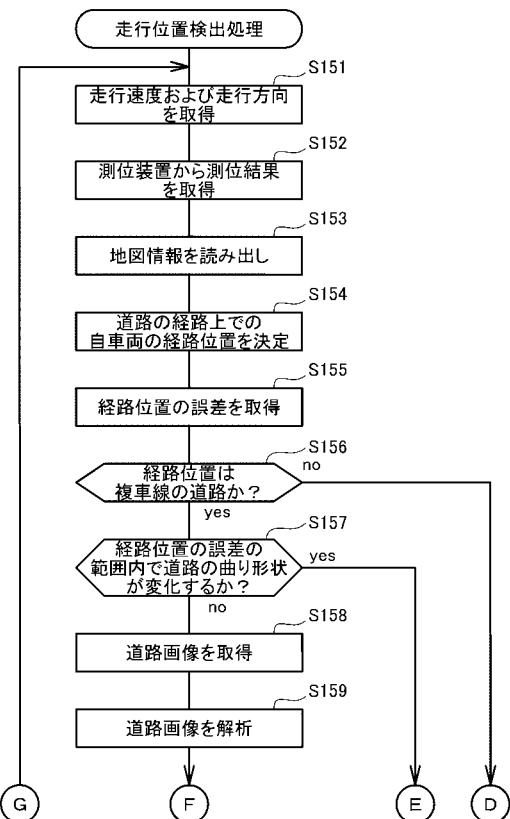
【図17】



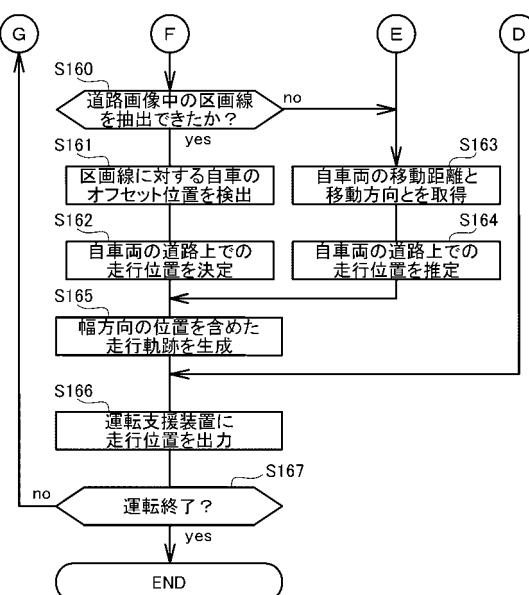
【図18】



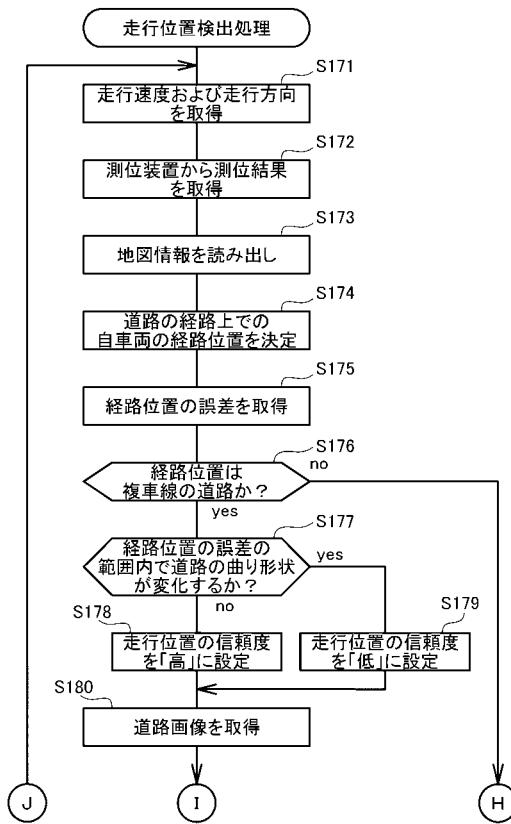
【図19】



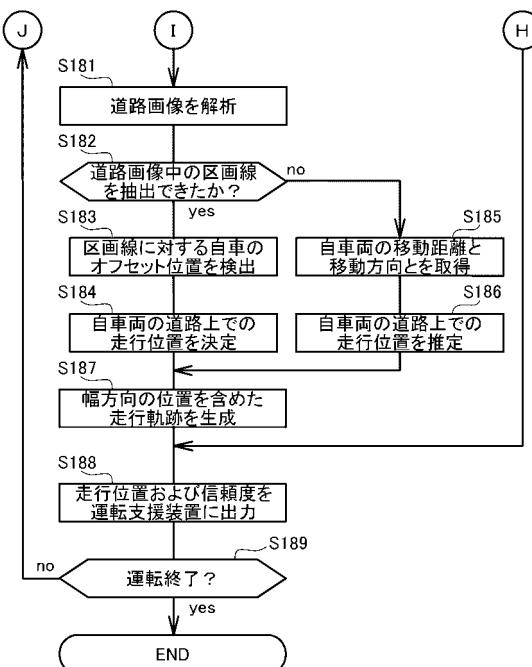
【図20】



【図 2 1】



【図 2 2】



【図 2 3】

