

(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2017-144888

(P2017-144888A)

(43) 公開日 平成29年8月24日(2017.8.24)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>B 6 O W</b> 40/072 (2012.01)	B 6 O W 40/072	3 D 2 4 1
<b>G O 8 G</b> 1/16 (2006.01)	G O 8 G 1/16	D 5 H 1 8 1

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2016-28242 (P2016-28242)  
 (22) 出願日 平成28年2月17日 (2016.2.17)

(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 110000578  
 名古屋国際特許業務法人  
 (72) 発明者 清水 直継  
 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) 3D241 BA32 BA49 BA60 BC02 BC04  
 CD03 CD10 CD12 DA52Z DB01Z  
 DB02Z DB12Z DC02Z DC03Z  
 5H181 AA01 CC12 CC14 LL01 LL04  
 LL06 LL15

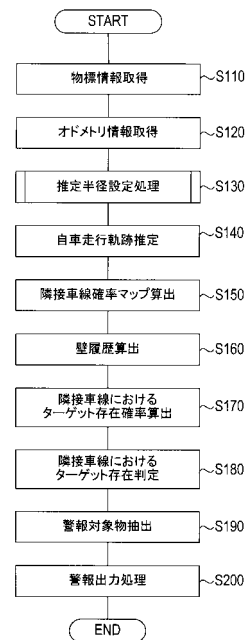
(54) 【発明の名称】 推定装置

(57) 【要約】

【課題】状況によらずオドメトリ情報から精度のよい走行軌跡の推定結果を得る技術を提供する。

【解決手段】S 2 1 0では、取得したオドメトリ情報のうちヨーレートと車速V sとに基づき、自車両の旋回半径であるヨー半径R yを算出する。S 2 2 0では、今回および前回の制御サイクルで求められたヨー半径からヨー変化率 Yを算出する。S 2 3 0では、ヨー変化率 Yが閾値T H以上であるか否かを判断する。Y < T Hであれば、S 2 4 0にて、ヨー半径R yをそのまま推定半径R eとして設定する。Y ≥ T Hであれば、S 2 5 0にて、ヨー変化率 Yと車速V sに基づいて調整係数Mを設定し、S 2 6 0にて、オドメトリ情報のうち舵角半径R sに基づき補正係数Nを設定する。S 2 7 0では、推定半径R eを、次式R e = M × R y + N × ( 1 - M ) × R sによる算出値に設定する。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

車両に搭載され、走行路の曲率半径を推定する推定装置（10）であって、  
自車両に加わるヨーレートおよび自車両の舵角を含むオドメトリ情報を取得するオドメトリ取得部（S120）と、

前記オドメトリ取得部にて取得された舵角およびヨーレートに基づいて、自車両の旋回半径の推定値を求める推定値演算部（S210）と、

前記オドメトリ取得部にて取得されるヨーレートの変化の度合いを表すヨー変化率を求める変化率演算部（S220）と、

前記ヨー変化率が大きいほど、前記推定値演算部での推定値演算における前記ヨーレートの寄与度を減少させ、かつ前記舵角の寄与度を増加させる調整を行なう寄与度調整部（S230～S270）と、

を備える推定装置。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の推定装置であって、

前記寄与度調整部は、前記ヨー変化率が予め設定された閾値より小さい場合は、前記ヨーレートの寄与度を 100% とする、推定装置。

## 【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の推定装置であって、

前記オドメトリ取得部にて取得される前記オドメトリ情報には、自車両の速度である自車速が含まれ、

前記寄与度調整部は、前記ヨー変化率による調整に加え、前記自車速が小さいほど前記ヨーレートの寄与度を減少させ、かつ前記舵角の寄与度を増加させる調整を行なう、推定装置。

20

## 【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の推定装置であって、

前記寄与度調整部は、舵角が大きいほど、前記推定値演算部での推定値演算における前記舵角の寄与度を減少させる補正を行なう、推定装置。

## 【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の推定装置であって、

前記推定値演算部は、前記ヨーレートから求めた旋回半径であるヨー半径と前記舵角から求めた旋回半径である舵角半径とを重み付け加算することで前記推定値を求め、

前記寄与度調整部は、前記重み付け加算に使用する加重値を増減させることで寄与度の調整を行なう、推定装置。

30

## 【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載の推定装置であって、

前記推定値演算部にて求められた旋回半径の推定値を用いて、前記自車両の走行軌跡である自車走行軌跡を算出する走行軌跡算出部（S140）を、

更に備える推定装置。

## 【発明の詳細な説明】

40

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明、オドメトリ情報から車両の旋回半径を推定する技術に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

GPS 装置やカメラなどの外界観測用のセンサを用いず、車速やヨー角、操舵角などの自車両のオドメトリ情報を用いて、走行路に対する自車位置や走行軌跡を推定する技術が知られている。

## 【0003】

ところで、走行軌跡の推定に必要な情報の一つとして、車両の旋回半径がある。旋回半

50

径は、ヨーレートセンサや舵角センサでの検出結果から求めることができる。このうち、ヨーレートセンサは、精度は良いが応答性が劣り、また、低速時の出力が不安定である。一方、舵角センサは、応答性に優れるが、タイヤのスリップ等により舵角と実際の進行方向とが正確には一致せず、誤差を含んだ検出結果が得られる。

【0004】

これに対して、特許文献1には、車速に応じて、高速時にはヨーレートセンサの出力を、低速時には舵角センサの出力を切り替えて使用する技術が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特表2007-516906号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、ヨーレートセンサの出力から求めた旋回半径を利用して、例えば走行軌跡の推定が行われているときに、ハンドル操作が行なわれる等してヨーレートが急変すると、その操作に対してセンサ出力の変化が遅れるため、走行軌跡の推定値が実際の軌跡に対して誤差を持ってしまうという問題があった。なお、ヨーレートの急変は、ハンドル操作に限らず、直進していても、急ブレーキ時や凸凹路面の走行時等にも発生する。

【0007】

本発明は、こうした問題に鑑みてなされたものであり、状況によらずオドメトリ情報から精度のよい走行軌跡の推定結果を得る技術を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の推定装置(10)は、オドメトリ取得部(S120)と、推定値演算部(S210)と、変化率演算部(S220)と、寄与度調整部(S230~S270)とを備える。オドメトリ取得部は、自車両に加わるヨーレートおよび自車両の舵角を含むオドメトリ情報を取得する。推定値演算部は、オドメトリ取得部にて取得された舵角およびヨーレートに基づいて、旋回半径の推定値を求める。変化率演算部は、オドメトリ取得部にて取得されるヨーレートの変化の度合いを表すヨー変化率を求める。寄与度調整部は、ヨー変化率が大きいほど、推定値演算部での推定値演算におけるヨーレートの寄与度を減少させ、かつ舵角の寄与度を増加させる調整を行なう。

【0009】

このような構成によれば、ヨー変化率が小さい場合には検出精度に優れたヨーレートを重視し、ヨー変化率が大きい場合には応答性に優れた舵角を重視して、旋回半径の推定値が求められる。従って、ヨー変化率の小さい直進路等においては舵角に含まれる誤差の蓄積を抑制することができ、また、ヨー変化率の大きいカーブ路等においてはヨーレートの応答性の悪さに基づく誤差の発生を抑制することができる。その結果、ヨー変化率によらずどのような状況でも精度のよい旋回半径の推定値を得ることができ、更には、その旋回半径の推定値から精度のよい走行軌跡を求めることができる。

【0010】

なお、この欄及び特許請求の範囲に記載した括弧内の符号は、一つの態様として後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものであって、本発明の技術的範囲を限定するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施形態の車載システム1の構成を示すブロック図である。

【図2】隣接車線監視処理のフローチャートである。

【図3】推定半径設定処理のフローチャートである。

【図4】調整係数マップの内容を示す説明図である。

10

20

30

40

50

- 【図5】補正係数マップの内容を示す説明図である。  
【図6】動作例に関する説明図である。  
【図7】動作例におけるヨー変化率の変化を示すグラフである。  
【図8】隣接車線確率マップの生成方法に関する説明図である。  
【図9】隣接車線確率マップのイメージ図である。  
【図10】ヨー半径および舵角半径から求めた走行経路の精度を示すグラフである。  
【図11】実施形態の手法およびヨー半径を用いる比較手法による推定半径から求めた走行経路の精度を示すグラフである。  
【発明を実施するための形態】

【0012】

10

以下、図面を参照しながら、発明を実施するための形態を説明する。

[1.構成]

図1に示す本実施例の車載システム1は、運転支援ECU2と、レーダシステム3と、警報装置4と、他の制御システム5とを備える。この車載システム1は、本実施形態では、4輪自動車である車両に搭載されている。なお、車載システム1が搭載された車両を、以下、自車両ともいう。

【0013】

レーダシステム3は、複数のレーダ装置21, 22...を備える。本実施形態では、レーダ装置として、車両の後部右側面に設置された右後側レーダ装置21と、車両の後部左側面に設置された左後側レーダ装置22とを少なくとも備える。右後側レーダ装置21は、車両の右側および右後ろ側に存在する物体に関する情報を取得する。左後側レーダ装置22は、車両の左側および左後ろ側に存在している物体に関する情報を取得する。なお、1つのレーダ装置を用いて上述の右後ろ側および左後ろ側の所定領域を含む車両の後方全体の物標情報を取得可能である場合は、上記2つのレーダ装置21, 22に代えてその1つのレーダ装置を用いてもよい。

20

【0014】

レーダシステム3を構成する複数のレーダ装置21, 22...は、いずれも、基本的には同じ構成・機能を有している。そのため、以下の説明では、代表として、右後側レーダ装置21を対象として説明する。

【0015】

30

右後側レーダ装置21は、レーダ波を発射して、その反射波を受信し、その受信信号に基づいて、レーダ波を反射した物体である物標に関する物標情報を演算して、運転支援ECU2に入力する。右後側レーダ装置21が演算する物標情報としては、自車両から物標までの距離D、自車両に対する物標の相対速度Vr、及び、自車両を基準とした物標の方位角がある。つまり、物標情報は自車両を基準として表現される。

【0016】

なお、レーダ装置において採用される物標の検知方式は、例えばFMCW方式や二周波CW方式など、種々の検知方式が知られているが、本実施形態の右後側レーダ装置21は、一例として、FMCW方式のいわゆる「ミリ波レーダ」として構成されているものとする。但し、FMCW方式のミリ波レーダにおける物標の検知方法はよく知られているため、ここではその詳細についての説明を省略する。

40

【0017】

他の制御システム5は、車両に搭載されている、運転支援ECU2以外の他の複数の車載装置（例えば、ECUやセンサ等）を包含したものである。

運転支援ECU2は、他の制御システム5と、ネットワーク6を介してデータ通信可能に接続されている。ネットワーク6は、本実施形態では、車載ネットワークとして周知のCANである。

【0018】

ネットワーク6には、他の制御システム5から定期的に各種のオドメトリ情報が送出されている。運転支援ECU2は、ネットワーク6を介してオドメトリ情報を取得する。取

50

得するオドメトリ情報には、車両の速度（以下、車速） $V_s$ 、車両のヨーレート、車両の舵角、車両の旋回半径 $R_s$ 、などが含まれる。

【0019】

これらオドメトリ情報は、不図示の車速センサ、ヨーレートセンサ、舵角センサからの検出信号に基づいて他の制御システム5が車速 $V_s$ 、ヨーレート、舵角を演算し、更に舵角に基づく所定の演算方法にて旋回半径 $R_s$ を演算し、これら演算結果が定期的にネットワーク6に送出される。このように舵角から算出される旋回半径 $R_s$ を、以下では舵角半径という。舵角半径 $R_s$ の演算方法は種々考えられる。例えば、舵角と旋回半径 $R$ との対応関係をテーブル化しておいてそのテーブルを用いて演算する方法や、所定の数式に当てはめて演算する方法等が考えられる。なお、運転支援ECU2は、舵角半径 $R_s$ をネットワーク6経由で取得する代わりに、ネットワーク6経由で取得した舵角に基づいて運転支援ECU2内部で演算するようにしてもよい。

10

【0020】

運転支援ECU2は、制御ユニット10と、入力ユニット16と、ネットワークインタフェース（以下、ネットワークI/F）17とを備える。入力ユニット16は、レーダシステム3を構成する各レーダ装置21、22・・・から入力される物標情報を制御ユニット10へ出力する。ネットワークI/F17は、制御ユニット10がネットワーク6を介して他の制御システム5とデータ通信を行うための通信I/Fである。

【0021】

制御ユニット10は、レーダシステム3を構成する各レーダ装置21、22・・・からそれぞれ入力ユニット16を介して入力される、各レーダ装置21、22・・・ごとの物標情報 $D$ 、 $V_r$ 、に基づく各種処理を行う。

20

【0022】

また、制御ユニット10は、他車両検出機能および隣接車線監視機能を備えている。他車両検出機能とは、レーダシステム3からの物標情報に基づいて、所定の監視エリア内に存在する他車両を検出する周知の機能である。隣接車線監視機能とは、自車両の走行車線に隣接する隣接車線を他車両が走行しているか否か判断し、他車両が走行していて且つその走行状態が特定の条件を満たしている場合に警報装置4を作動させて警報を出力させる機能である。この隣接車線監視機能の実現には、他の制御システム5からネットワーク6経由で取得されるオドメトリ情報や、レーダシステム3（主に右後側レーダ装置21及び左後側レーダ装置22）から取得される物標情報なども用いられる。

30

【0023】

制御ユニット10は、CPU11と、RAM、ROM、フラッシュメモリ等の半導体メモリ（以下、メモリ12）と、を有する周知のマイクロコンピュータを中心に構成される。メモリ12には、各種機能を実現するためのプログラムのほか、後述する調整係数Mの設定に用いる調整係数マップおよび補正係数Nの設定に用いる補正係数マップが少なくとも記憶されている。

【0024】

制御ユニット10の各種機能は、CPU11が非遷移的実体的記録媒体に格納されたプログラムを実行することにより実現される。この例では、メモリ12が、プログラムを格納した非遷移的実体的記録媒体に該当する。また、このプログラムの実行により、プログラムに対応する方法が実行される。なお、制御ユニット10を構成するマイクロコンピュータの数は1つでも複数でもよい。制御ユニット10の機能を実現する手法はソフトウェアに限るものではなく、その一部又は全部の要素を、論理回路やアナログ回路等を組み合わせたハードウェアを用いて実現してもよい。

40

【0025】

[ 2 . 処理 ]

[ 2 - 1 . 隣接車線監視処理 ]

次に、制御ユニット10が実行する隣接車線監視処理について、その概要を、図2を用いて説明する。なお、制御ユニット10は、実際には、自車両の左右両側それぞれについ

50

て隣接車線を監視するのであるが、ここでは説明の簡素化のため、自車両の右側の隣接車線が監視対象であるものとして説明する。従って、以下に説明する、自車両の右側を対象とした隣接車線監視処理は、自車両の左側についても同様に行われる。

#### 【0026】

制御ユニット10のCPU11は、起動後、メモリ12から隣接車線監視処理のプログラムを読み込み、所定の制御周期Tで繰り返し実行する。制御ユニット10のCPU11は、本処理を開始すると、S110で、右後側レーダ装置21から入力ユニット16経由で物標情報を取得する。ここで取得する物標情報には、ターゲットである他車両に関するものと、壁に関するものが含まれる。なお、壁は、自車両の右側に存在する、壁に相当する静止した物標である。壁の物標情報を取得することで、制御周期T毎に、自車両に対する壁の方向と距離Wを算出することができる。

10

#### 【0027】

S120では、他の制御システム5からネットワーク6経由でオドメトリ情報を取得する。ここで取得するオドメトリ情報には、既述の通り、少なくとも車速 $V_s$ 、ヨーレート、舵角、舵角半径 $R_s$ が含まれる。

#### 【0028】

S130では、S120で取得したオドメトリ情報を用いて、自車両の旋回半径の推定値である推定半径 $R_e$ を求める推定半径設定処理を実行する。その詳細については後述する。

#### 【0029】

S140では、S120で取得したオドメトリ情報およびS130で算出した推定半径 $R_e$ を用いて、自車走行軌跡を推定する。具体的には、自車両の現在位置を基準とした、1サイクル前からNサイクル前までの各制御タイミングにおける自車位置の推定値である自車推定位置を算出する。そして、現在位置を基点として各サイクルの自車推定位置を順次結んだ線を、自車走行軌跡として推定する。なお、このように旋回半径を含むオドメトリ情報から自車走行軌跡を推定する技術は周知のものであるため、その詳細についての説明は省略する。

20

#### 【0030】

これと共に、オドメトリ情報に含まれる誤差を考慮して、各サイクルの自車推定位置の推定存在範囲も算出する。オドメトリ情報に含まれる誤差は、例えば、各オドメトリ情報の検出に用いるセンサでの検出誤差や、検出結果に重畳されるノイズ等を原因とするものである。また、推定存在範囲は、自車推定位置を基準とした誤差分散として表すことができ、ここでは、正規分布（即ち、ガウス分布）を用いてモデル化する。つまり、自車推定位置の存在確率が、正規分布における確率の最も高いピーク値となり、自車推定位置から車線幅方向に離れるほど、正規分布に従って、存在確率が減少していくものとなる。また、誤差分散は、より過去の制御タイミングのものほど、ピークのつぶれた広がった分布、即ち、広い誤差範囲を持つものとなる。

30

#### 【0031】

S150では、S140での算出結果に基づいて隣接車線確率マップを算出する。具体的には、図8に示すように、まず、自車走行軌跡31上の自車推定位置40から所定距離（例えば、車線幅の半分）右側にシフトした位置である内側区分位置41、およびその内側区分位置41から更に車線幅分だけ右側にシフトした位置である外側区分位置42を、隣接車線の車線幅方向の両端位置として求める。次に、内側区分位置41および外側区分位置42のそれぞれに、その自車推定位置40について求められた推定存在範囲を示す誤差分散を射影する。以下では、内側区分位置41に射影された誤差分散を内側確率分布46、外側区分位置42に射影された誤差分散を外側確率分布47という。これにより、Nサイクル前までの各制御タイミングにおける自車推定位置での隣接車線の確率分布が求められる。但し、内側確率分布46のうち、実際に意味のある分布領域は、ピーク値（即ち、内側区分位置41）から左側の領域であり、外側確率分布47のうち、実際に意味のある分布領域は、ピーク値（即ち、外側区分位置42）から右側の領域である。両確率分布

40

50

46, 47のピーク間、即ち内側区分位置41と外側区分位置42の間が隣接車線範囲となる。

【0032】

そして、隣接車線範囲を含み、両確率分布46, 47の正規分布における1に相当する位置51, 56までの範囲内に隣接車線が存在する確率をP1、その外側の2に相当する位置52, 57までの範囲内に隣接車線が存在する確率をP2、更にその外側の3に相当する位置53, 58までの範囲内に隣接車線が存在する確率をP3とすると、これら確率の大小関係は $P1 > P2 > P3$ となる。

【0033】

そして、上記各制御タイミングにおける、内側確率分布46が示す確率が等しい点同士および外側確率分布47が示す確率が等しい点同士を結ぶことで、隣接車線確率マップが求められる。この隣接車線確率マップは、隣接車線が存在する確率がPxである領域内にターゲットが存在していれば、そのターゲットが隣接車線に存在している確率がPxであることを示すマップであるとも言える。

10

【0034】

図9は、隣接車線確率マップのイメージであり、自車走行軌跡、隣接車線範囲、存在確率がP1となる範囲を示したものである。図示されているように、自車両から遠くなるほど、存在確率がP1となる範囲が広がったものとなる。

【0035】

S160では、壁履歴を算出する。具体的には、現在からNサイクル前までの各制御タイミングにおいてS110で得られた壁の位置に基づいて、壁が存在している位置の軌跡である壁履歴を算出する。

20

【0036】

S170では、隣接車線におけるターゲットの存在確率を算出する。具体的には、S150で算出した隣接車線確率マップに、S160で算出した壁履歴を加味して、ターゲットの存在確率分布を算出する。即ち、基本的には、隣接車線確率マップに従ってターゲットの存在確率を算出するのであるが、壁が存在している場合には、隣接車線確率マップにおける、その壁の外側の領域については、一律に、隣接車線の存在確率を0とし、その領域についてはターゲットの存在確率は0とする。

【0037】

S180では、隣接車線におけるターゲットの存在の有無を判定する。具体的には、S170で算出したターゲット存在確率と、レーダ装置にて検出されたターゲットの位置情報に基づいて、ターゲットが隣接車線に存在しているか否かを判定する。例えば、ターゲット存在確率が70%以上の領域にターゲットが存在している場合には、そのターゲットは隣接車線に存在していると判定する。逆に、ターゲット存在領域が70%未満の領域にターゲットが存在している場合には、そのターゲットは隣接車線には存在していないと判定する。なお、判定にしようする存在確率は70%に限るものではなく、判定結果を利用する制御において必要な信頼度が確保されるように設定すればよい。

30

【0038】

S190では、警報対象物を抽出する。具体的には、S170で隣接車線にターゲットが存在していると判定した場合に、そのターゲットと自車両との位置関係を確認する。そして、両者の位置関係が所定の条件を満たしている場合に、そのターゲットを警報対象物として抽出する。所定の条件としては、例えば、自車両とターゲットとの距離である相対距離が所定距離以下であることや、相対距離の減少率が所定値の減少率閾値以上であること、つまりターゲットが自車両に急接近していること、或いはこれら両者を共に満たしていること、などが挙げられる。

40

【0039】

S200では、警報出力処理を実行する。具体的には、S190で警報対象物を抽出した場合に、その警報対象物の存在を示す警報を警報装置4から出力させる。

[ 2 - 2 . 推定半径算出処理 ]

50

次に、先の S 1 3 0 で実行する推定半径算出処理について、図 3 を用いて説明する。

【 0 0 4 0 】

制御ユニット 1 0 の CPU 1 1 は、本処理が起動すると、S 2 1 0 では、先の S 1 2 0 で取得したオドメトリ情報のうちヨーレート と車速  $V_s$  とに基づき、( 1 ) 式を用いて、自車両の旋回半径であるヨー半径  $R_y$  を算出する。

【 0 0 4 1 】

$$R_y = V_s / \quad ( 1 )$$

S 2 2 0 では、S 2 1 0 にて今回の制御サイクルで求められたヨー半径と、前回の制御サイクルで求められたヨー半径とに基づき、ヨー半径の変化率（以下、ヨー変化率） $Y$  を( 2 ) 式に従って算出する。但し、制御サイクルのサイクル数を正整数  $n$  とし、 $R_y ( n \times T )$  は、今回の制御サイクルで求められたヨー半径であり、 $R_y ( ( n - 1 ) \times T )$  は、前回の制御サイクルで求められたヨー半径である。

【 0 0 4 2 】

$$Y = | R_y ( n \times T ) - R_y ( ( n - 1 ) \times T ) | / R_y ( ( n - 1 ) \times T ) \times 1 0 0 \quad ( 2 )$$

S 2 3 0 では、ヨー変化率  $Y$  が予め設定された閾値  $TH$  以上であるか否かを判断する。ヨー変化率  $Y$  が閾値  $TH$ （例えば 5 0 %）より小さければ S 2 4 0 に移行し、ヨー半径  $R_y$  をそのまま推定半径  $R_e$  として設定して本処理を終了する。一方、ヨー変化率  $Y$  が閾値  $TH$  以上であれば S 2 5 0 に移行する。

【 0 0 4 3 】

S 2 5 0 では、ヨー変化率  $Y$  と車速  $V_s$  に基づき、図 4 に示す内容の調整係数マップを用いて調整係数  $M$  を設定する。調整係数  $M$  は、ヨー半径  $R_y$  と舵角半径  $R_s$  とを重み付け加算して推定半径  $R_e$  を求める際に使用する混合比であり 0 ~ 1 の値をとる。 $M = 1$  ではヨー半径  $R_y$  が 1 0 0 % 使用され、 $M = 0$  では舵角半径  $R_s$  が 1 0 0 % 使用されることを意味する。なお、調整係数マップでは、ヨー変化率  $Y$  が大きいほど、また、車速  $V_s$  が小さいほど、調整係数  $M$  は小さな値となるように設定されている。なお、調整係数マップは、実験結果等に基づいて予め作成されたものを用いる。

【 0 0 4 4 】

S 2 6 0 では、S 1 2 0 で取得したオドメトリ情報のうち舵角半径  $R_s$  に基づき、図 5 に示す内容の補正係数マップを用いて補正係数  $N$  を設定する。補正係数  $N$  は、舵角半径  $R_s$  の補正に用いるものであり 0 ~ 1 の値をとる。 $N = 1$  では、舵角半径  $R_s$  をそのまま使用することを意味し、補正係数  $N$  により、舵角半径  $R_s$  は算出値より小さめ目の値に補正される。なお、補正係数マップでは、舵角半径  $R_s$  が一定値（例えば 3 0 0 0 m）以上では、 $N = 1$  となり、それ以下では、舵角半径  $R_s$  が小さくなるほど、補正係数  $N$  は小さな値となるように設定されている。補正係数マップは、調整係数マップと同様に、実験結果等に基づいて予め作成されたものを用いる。

【 0 0 4 5 】

S 2 7 0 では、ヨー半径  $R_y$ 、舵角半径  $R_s$ 、S 2 5 0 にて設定された調整係数  $M$ 、S 2 6 0 にて設定された補正係数  $N$  に基づき、( 3 ) 式を用いて推定半径  $R_e$  を算出して本処理を終了する。

【 0 0 4 6 】

$$R_e = M \times R_y + N \times ( 1 - M ) \times R_s \quad ( 3 )$$

[ 3 . 動作例 ]

図 6 は、直進の状態からステアリングを操作して進行方向を左向きに変更した後、直進の状態に復帰し、更に、その状態からステアリングを操作して進行方向を右向きに変更した後、直進の状態に復帰した様子を示す。この場合、ヨー変化率  $Y$  は、図 7 に示すように、直進時に相当する区間（以下、挙動安定区間）では、閾値より小さな値が検出され、進行方向を変更するためにステアリングを操作している区間（以下、挙動変化区間）は、閾値  $TH$  以上の大きな値が検出される。

【 0 0 4 7 】

このため、挙動安定期間では、推定半径  $R_e$  としてヨー半径  $R_y$  がそのまま使用され、

10

20

30

40

50

その結果、ヨーレートによって自車軌跡が推定されることになる。つまり、挙動安定期間は、ヨーレート検出値の応答性の低さに基づく誤差の蓄積が少ないため、精度に優れたヨーレートを重視することで精度のよい推定が可能となる。一方、挙動変化期間では、推定半径  $R_e$  として、ヨー半径  $R_y$  と舵角半径  $R_s$  とを重み付け加算した値が使用され、その結果、舵角で補正されたヨーレートによって自車軌跡が推定されることになる。つまり、挙動変化期間は、ヨーレート検出値の応答性の低さに基づく誤差の蓄積を無視できないため、応答性に優れた舵角によって補正されたヨーレートを用いることで、誤差の影響を抑制することが可能となる。

【0048】

[4. 実験]

図10は、挙動安定区間の一例である曲率半径が一定の道路を走行（以下、一定R走行）した場合と、挙動変化区間の一例であるS字路を走行（以下、R変化走行）した場合について、ヨー半径  $R_y$  と舵角半径  $R_s$  とを実測し、その実測結果を積算することで走行軌跡を求めた結果を示すものである。図示されているように、一定R走行時には、ヨー半径  $R_y$  に基づく走行軌跡は殆ど誤差がなく、舵角半径  $R_s$  に基づく走行軌跡は時間の経過と共に誤差が増大することがわかる。また、R変化走行時には、ヨー半径  $R_y$  に基づく走行軌跡と比較して舵角半径  $R_s$  に基づく走行軌跡の方が、誤差が小さいことがわかる。

【0049】

図11は、R変化走行時のヨー半径  $R_y$  と舵角半径  $R_s$  の実測値に基づき、ヨー半径  $R_y$  だけを用いる比較手法によって走行軌跡を求めた結果と、上述の車載システム1に適用されている、状況に応じてヨー半径  $R_y$  と舵角半径  $R_s$  を組み合わせて用いる開示手法によって走行軌跡を求めた結果とを示すものである。図示されているように、走行軌跡を比較すると、比較手法と比較して開示手法の方が、誤差が大きく低減されていることがわかる。なお、図10および図11において、実線で示す軌跡が算出された走行軌跡であり、一点鎖線で示す軌跡はGPSによって求めた実際の軌跡であり、点線で示す軌跡は走行軌跡に基づいて設定された認識エリアの境界を示すものである。但し、ここでは、自車線と自車線の右側に位置する隣接車線とを組み合わせた範囲を認識エリアとしている。

【0050】

[5. 効果]

以上詳述した実施形態によれば、以下の効果が得られる。

(1) 車載システム1では、ヨー変化率  $\dot{Y}$  を用いて挙動安定区間か挙動変動区間かを判定し、挙動安定区間では、推定半径  $R_e$  としてヨー半径  $R_y$  をそのまま使用し、挙動変化区間では、推定半径  $R_e$  としてヨー半径  $R_y$  と舵角半径  $R_s$  とを、状況に応じた加重値によって重み付け加算した値を使用している。つまり、挙動安定区間では、精度に優れたヨーレートセンサの出力が重視されることになるため、精度のよい推定半径  $R_e$  や自車走行軌跡を得ることができる。一方、挙動変化区間では、応答性に優れた舵角センサの出力によってヨーレートセンサの出力が補正されることになるため、推定半径  $R_e$  や自車走行軌跡に含まれる、ヨーレートセンサの応答性の悪さに基づく誤差を抑制することができる。

【0051】

(2) 車載システム1では、自車走行軌跡から隣接車線確率を求めており、自車走行軌跡の精度が向上することによって、隣接車線の確率分布を狭めることができる。その結果、自車両から離れた位置での隣接車線におけるターゲットの存在判定の判定精度や、その判定結果に基づく各種制御の精度を向上させることができる。つまり、誤判定に基づく制御の誤作動、例えば、後方車両が走行する車線の誤判定に基づく誤警報や誤ブレーキの発生等を抑制することができる。

【0052】

(3) 車載システム1では、ヨー変化率  $\dot{Y}$  を用いて、挙動安定区間か挙動変動区間かを判定しているため、ステアリング操作を伴わない（即ち、直進している）にも関わらず、大きなヨーレートが検出される状況（例えば、急ブレーキ時や凸凹路面の走行時）でも

10

20

30

40

50

、推定半径  $R_e$  や自車走行軌跡の精度劣化を抑制することができる。

【0053】

[ 6 . 他の実施形態 ]

以上、本発明を実施するための形態について説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されることなく、種々変形して実施することができる。

【0054】

( A ) 上記実施形態では、ヨー変化率  $Y$  として、ヨー半径  $R_y$  の変化率を用いているが、これの代わりにヨーレート の変化率を用いるようにしてもよい。

( B ) 上記実施形態では、推定半径  $R_e$  を用いて算出された自車走行軌跡を、隣接車線を走行する隣接車両を検出して警報を発生させる制御に適用する例について説明したが、これに限定されるものではない。例えば、車線逸脱警報システムや車線維持システム等、走行の安全性を高めるための各種システムや、自動運転制御システム等に適用してもよい。

10

【0055】

( C ) 上記実施形態では、レーダシステム 3 にて物標認識のみを実施し、全ての物標情報を運転支援 ECU 2 に出力し、運転支援 ECU 2 にて警報判定を実施するように構成されているがこれに限定されるものではない。例えば、レーダシステム 3 が警報判定、即ち S120 ~ S190 の処理も実施し、その判定結果および運転 ECU 2 が実行する各種アプリケーションで必要となる一部の物標情報のみを、運転支援 ECU 2 に出力するように構成してもよい。

20

【0056】

( D ) 上記実施形態における 1 つの構成要素が有する複数の機能を、複数の構成要素によって実現したり、1 つの構成要素が有する 1 つの機能を、複数の構成要素によって実現したりしてもよい。また、複数の構成要素が有する複数の機能を、1 つの構成要素によって実現したり、複数の構成要素によって実現される 1 つの機能を、1 つの構成要素によって実現したりしてもよい。また、上記実施形態の構成の一部を省略してもよい。また、上記実施形態の構成の少なくとも一部を、他の上記実施形態の構成に対して付加又は置換してもよい。なお、特許請求の範囲に記載した文言のみによって特定される技術思想に含まれるあらゆる態様が本発明の実施形態である。

【0057】

( E ) 上述した車載システムその他、旋回半径推定装置、走行軌跡推定装置、更には、これら装置を構成要素とするシステム、旋回半径推定装置や走行軌跡推定装置としてコンピュータを機能させるためのプログラム、このプログラムを記録した半導体メモリ等の非遷移的実態的記録媒体、旋回半径推定方法、走行軌跡推定方法など、種々の形態で本発明を実現することもできる。

30

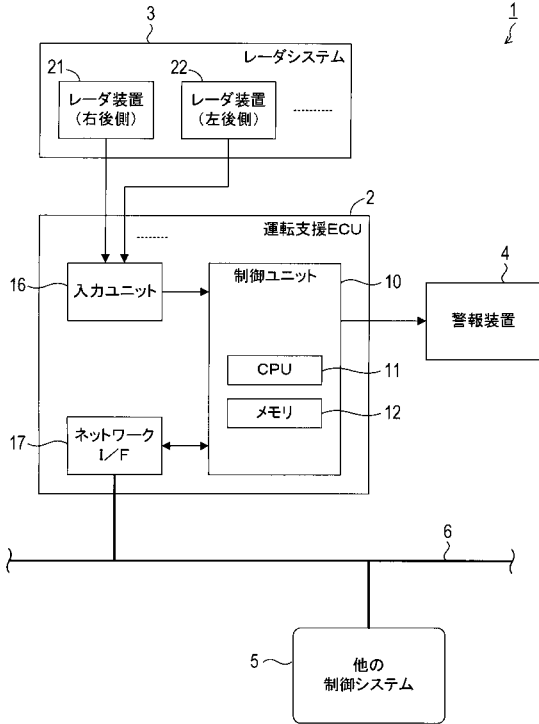
【符号の説明】

【0058】

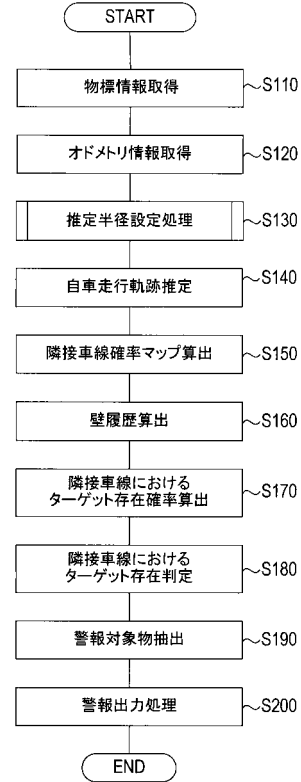
1 ... 車載システム、2 ... 運転支援 ECU、3 ... レーダシステム、4 ... 警報装置、5 ... 制御システム、6 ... ネットワーク、10 ... 制御ユニット、11 ... CPU、12 ... メモリ、16 ... 入力ユニット、17 ... ネットワーク I/F、21 ... 右後側レーダ装置、22 ... 左後側レーダ装置。

40

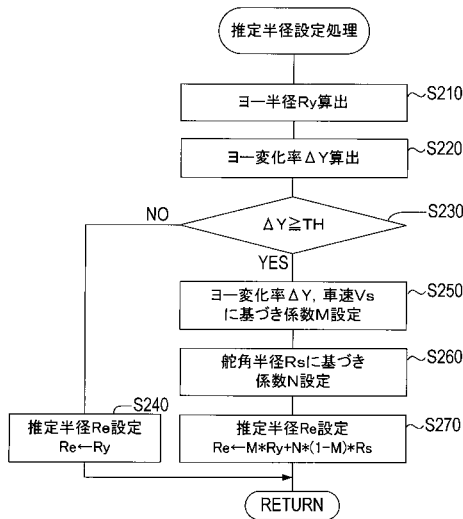
【図1】



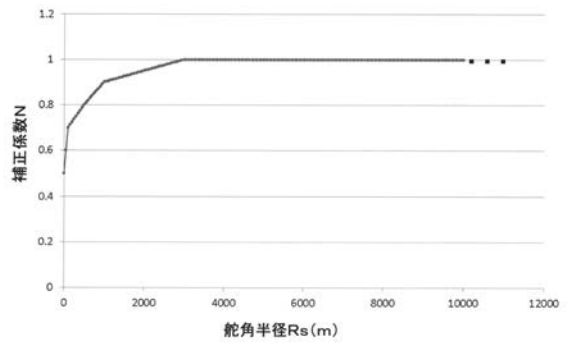
【図2】



【図3】



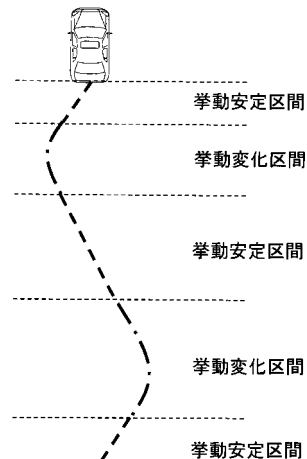
【図5】



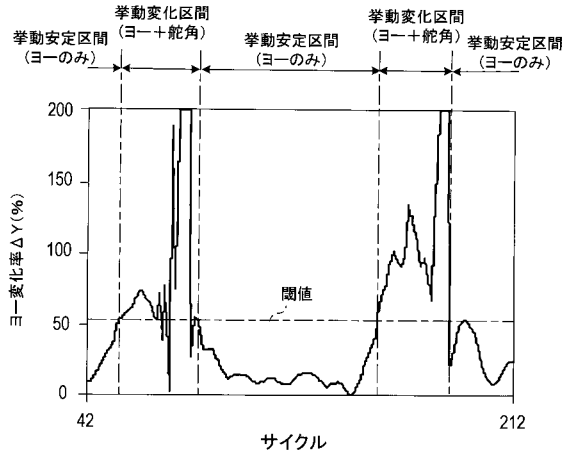
【図4】

調整係数Mのマップ		自車速Vs (km/h)			
		10	30	50	...
ヨー変化率 ΔY (%)	50	0.1	0.3	0.5	...
	100	0	0.1	0.2	...
	...	...	...	...	...

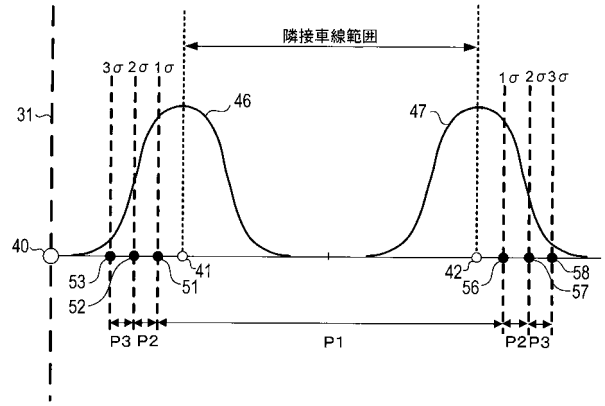
【図6】



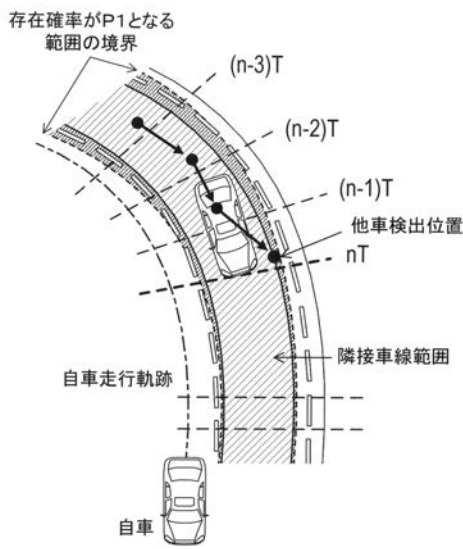
【 図 7 】



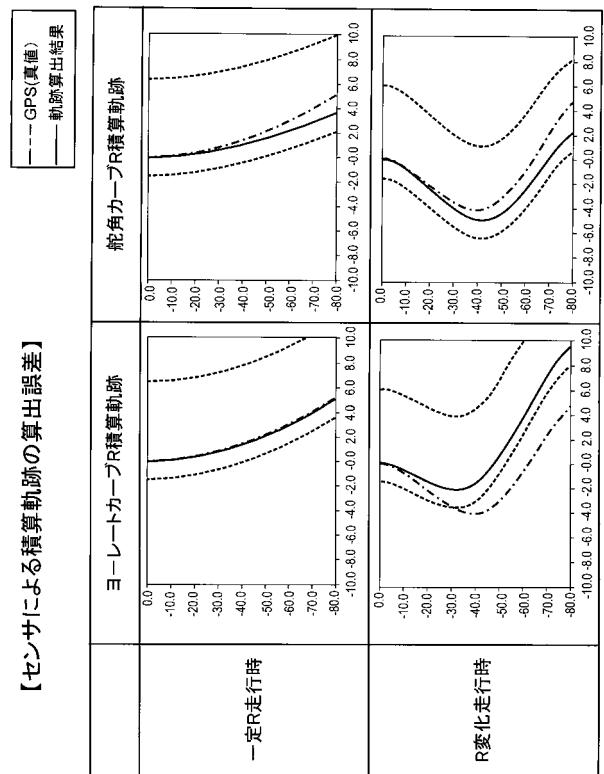
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【図 11】

