

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4831442号
(P4831442)

(45) 発行日 平成23年12月7日(2011.12.7)

(24) 登録日 平成23年9月30日(2011.9.30)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 8 G 1/16 (2006.01) G 0 8 G 1/16 C
B 6 0 R 21/00 (2006.01) B 6 0 R 21/00 6 2 4 B

請求項の数 12 (全 21 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2010-543643 (P2010-543643) (86) (22) 出願日 平成20年12月24日(2008.12.24) (86) 国際出願番号 PCT/JP2008/003927 (87) 国際公開番号 W02010/073297 (87) 国際公開日 平成22年7月1日(2010.7.1) 審査請求日 平成23年6月2日(2011.6.2)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地 (74) 代理人 110001276 特許業務法人 小笠原特許事務所 (72) 発明者 恒川 潤 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内</p> <p>審査官 白石 剛史</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 衝突判定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両に搭載され、他の車両と衝突する可能性の有無を判定する衝突判定装置であって、前記他の車両と衝突する可能性があるか否かを判定する可能性判定手段と、自車両及び前記他の車両の少なくとも一方が、カーブ路を走行中であるか否か、を判定する進行方向判定手段と、

前記進行方向判定手段によってカーブ路を走行中であると判定された場合に、前記可能性推定手段において衝突する可能性があるとして判定する条件である衝突判定条件を厳しくするべく変更する条件変更手段と、を備える衝突判定装置。

【請求項2】

前記他の車両の代表点が、今後進行する軌跡である進行軌跡を推定する軌跡推定手段、を備え、

前記可能性推定手段は、前記軌跡推定手段によって推定された進行軌跡上を、予め設定された車幅及び車長を有する前記他の車両が移動する場合に、前記他の車両が自車両と交差するか否かに応じて、前記他の車両と衝突する可能性があるか否かを判定する、請求項1に記載の衝突判定装置。

【請求項3】

前記条件変更手段は、前記他の車両の車幅及び車長の少なくとも一方を小さくすることによって、前記衝突判定条件を厳しくするべく変更する、請求項2に記載の衝突判定装置

。

【請求項 4】

レーダを介して前記他の車両の位置を検出する物体検出手段、を備え、
前記他の車両の代表点は、前記レーダによって前記他の車両が捕捉された捕捉点である、請求項 2 に記載の衝突判定装置。

【請求項 5】

自車両の位置する道路の曲率半径を求める曲率半径算出手段、を備え、
前記進行方向判定手段は、前記曲率半径算出手段によって求められた曲率半径に基づいて、自車両がカーブ路を走行中であるか否か、を判定する、請求項 1 に記載の衝突判定装置。

【請求項 6】

前記進行方向判定手段は、前記曲率半径算出手段によって求められた曲率半径が予め設定された閾値半径以下である場合に、自車両がカーブ路を走行中であると判定する、請求項 5 に記載の衝突判定装置。

【請求項 7】

前記曲率半径算出手段は、車速をヨーレートで除することによって前記曲率半径を求める、請求項 5 に記載の衝突判定装置。

【請求項 8】

自車両の位置する道路の曲率半径を求める曲率半径算出手段、を備え、
前記条件変更手段は、前記曲率半径算出手段によって求められた曲率半径に基づいて、前記衝突判定条件を変更する、請求項 1 に記載の衝突判定装置。

【請求項 9】

前記曲率半径算出手段は、車速をヨーレートで除することによって前記曲率半径を求める、請求項 8 に記載の衝突判定装置。

【請求項 10】

自車両の位置する道路の曲率半径を求める曲率半径算出手段、を備え、
前記条件変更手段は、前記曲率半径算出手段によって求められた曲率半径に基づいて、前記他の車両の車幅及び車長の少なくとも一方を変更することによって前記衝突判定条件を変更する、請求項 2 に記載の衝突判定装置。

【請求項 11】

前記条件変更手段は、前記曲率半径算出手段によって求められた曲率半径に略比例して、前記他の車両の車長を変更することによって前記衝突判定条件を変更する、請求項 10 に記載の衝突判定装置。

【請求項 12】

前記進行方向判定手段は、前記他の車両の過去における進行軌跡に基づいて、前記他の車両がカーブ路を走行中であるか否か、を判定する、請求項 1 に記載の衝突判定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、車両に搭載され、他の車両と衝突する可能性の有無を判定する衝突判定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、他の車両と衝突する可能性の有無を判定する種々の装置、方法等が提案されている。例えば、以下に述べるような衝突予知方法が開示されている（特許文献 1 参照）。すなわち、まず、対象車両と自車両との相対位置（相対距離、方位角）と相対速度を求めて記憶し、所定の予測時間経過後の対象車両の推定移動方向に平行で自車両を通る平行領域を設定し、対象車両の幅方向のエッジと相対距離に基づいて対象車両の推定存在域を求める。そして、所定の予測時間後の対象車両の予測位置が自車両から所定の閾距離の範囲内にあるか否かを判断し（＝危険レンジによる衝突予知）、予測位置が閾距離の範囲内にある場合、平行領域と推定存在域との相対的な位置関係に基づいて、対象車両との衝突可能

10

20

30

40

50

性を判断する (=ラップ可能性による衝突予知)。

【特許文献1】特開2007-279892号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、特許文献1に記載の衝突予知方法では、対象車両の予測時間経過後の移動方向ベクトルを考慮して求めたラップ率に基づいて衝突可能性が判断されるため、カーブ路等では、正確な判断がなされない虞がある。すなわち、カーブ路等において、自車両及び他の車両(例えば、対向車両)が進行方向を変更中である場合には、対向車両の移動方向ベクトルは、予測時間に応じてその向きが変化するため、予測時間が適正ではないと、ラップ率を正確に求めることができないのである。

10

【0004】

具体的には、図13に示すような場合には、シートベルト、ヘッドレスト等の乗員保護装置等を不要作動させる虞がある。図13は、カーブ路における自車両VC1及び対向車両VC2の移動方向ベクトルQ1、Q2の一例を示す平面図である。図13に示すように、自車両VC1及び対向車両VC2は通常の走行状態(=衝突の可能性があるとはいえない走行状態)であるにも拘わらず、対向車両VC2の移動方向ベクトルQ2が自車両VC1に向いているため、特許文献1に記載の衝突予知方法によれば、乗員保護装置等を不要作動させる虞があるのである。

【0005】

20

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、乗員保護装置等の不要作動を抑制することの可能な衝突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】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明は、以下の特徴を有している。本発明の第1の局面は、車両に搭載され、他の車両と衝突する可能性の有無を判定する衝突判定装置であって、可能性判定手段、進行方向判定手段、及び、条件変更手段を備える。前記可能性判定手段は、前記他の車両と衝突する可能性があるか否かを判定する。また、前記進行方向判定手段は、自車両及び前記他の車両の少なくとも一方が、進行方向を変更中であるか否か、を判定する。更に、前記条件変更手段は、前記進行方向判定手段によって進行方向を変更中であると判定された場合に、前記可能性判定手段において衝突する可能性があると判定する条件である衝突判定条件を厳しくするべく変更する。

30

【0007】

なお、本発明において、「衝突判定条件を厳しくする」とは、「衝突判定条件」を衝突する可能性があると判定され難くすることを意味している。換言すれば、「衝突判定条件を厳しくする」とは、「衝突判定条件」によって規定される衝突が発生する可能性があると判定される範囲(又は、領域等)を狭くすることを意味している。

【0008】

本発明の第2の局面は、上記第1の局面において、前記他の車両の代表点が、今後進行する軌跡である進行軌跡を推定する軌跡推定手段、を備える。また、前記可能性判定手段が、前記軌跡推定手段によって推定された進行軌跡上を、予め設定された車幅及び車長を有する前記他の車両が移動する場合に、前記他の車両が自車両と交差するか否かに応じて、前記他の車両と衝突する可能性があるか否かを判定する。

40

【0009】

本発明の第3の局面は、上記第2の局面において、前記条件変更手段が、前記他の車両の車幅及び車長の少なくとも一方を小さくすることによって、前記衝突判定条件を厳しくするべく変更する。

【0010】

本発明の第4の局面は、上記第2の局面において、レーダを介して前記他の車両の位置を検出する物体検出手段、を備える。また、前記他の車両の代表点が、前記レーダによ

50

て前記他の車両が捕捉された捕捉点である。

【0011】

本発明の第5の局面は、上記第1の局面において、自車両の位置する道路の曲率半径を求める曲率半径算出手段、を備える。また、前記進行方向判定手段が、前記曲率半径算出手段によって求められた曲率半径に基づいて、自車両が進行方向を変更中であるか否か、を判定する。

【0012】

本発明の第6の局面は、上記第5の局面において、前記進行方向判定手段が、前記曲率半径算出手段によって求められた曲率半径が予め設定された閾値半径以下である場合に、自車両が進行方向を変更中であると判定する。

10

【0013】

本発明の第7の局面は、上記第5の局面において、前記曲率半径算出手段が、車速をヨーレートで除することによって前記曲率半径を求める。

【0014】

本発明の第8の局面は、上記第1の局面において、自車両の位置する道路の曲率半径を求める曲率半径算出手段、を備える。また、前記条件変更手段が、前記曲率半径算出手段によって求められた曲率半径に基づいて、前記衝突判定条件を変更する。

【0015】

本発明の第9の局面は、上記第8の局面において、前記曲率半径算出手段が、車速をヨーレートで除することによって前記曲率半径を求める。

20

【0016】

本発明の第10の局面は、上記第2の局面において、自車両の位置する道路の曲率半径を求める曲率半径算出手段、を備える。また、前記条件変更手段が、前記曲率半径算出手段によって求められた曲率半径に基づいて、前記他の車両の車幅及び車長の少なくとも一方を変更することによって前記衝突判定条件を変更する。

【0017】

本発明の第11の局面は、上記第10の局面において、前記条件変更手段が、前記曲率半径算出手段によって求められた曲率半径に略比例して、前記他の車両の車長を変更することによって前記衝突判定条件を変更する。

【0018】

30

本発明の第12の局面は、上記第1の局面において、前記進行方向判定手段が、前記他の車両の過去における進行軌跡に基づいて、前記他の車両が進行方向を変更中であるか否か、を判定する。

【発明の効果】

【0019】

上記第1の局面によれば、可能性判定手段によって、他の車両と衝突する可能性があるか否かが判定される。また、自車両及び前記他の車両の少なくとも一方が、進行方向を変更中であるか否かが判定される。更に、進行方向を変更中であると判定された場合に、前記可能性推定手段において衝突する可能性があるとして判定する条件である衝突判定条件が厳しくするべく変更される。従って、乗員保護装置等の不要作動を抑制することができる。

40

【0020】

すなわち、自車両及び他の車両の少なくとも一方が、進行方向を変更中であると判定された場合には、自車両及び他の車両の少なくとも一方がカーブ路を走行中であると推定される。そこで、この場合には、図13を用いて上述のように、乗員保護装置等が不要作動される虞がある。しかしながら、衝突する可能性があるとして判定する条件である衝突判定条件が厳しくするべく変更されるため、乗員保護装置等の不要作動を抑制することができるのである。

【0021】

上記第2の局面によれば、前記他の車両の代表点が、今後進行する軌跡である進行軌跡が推定される。そして、推定された進行軌跡上を、予め設定された車幅及び車長を有する

50

前記他の車両が移動する場合に、前記他の車両が自車両と交差するか否かに応じて、前記他の車両と衝突する可能性があるか否かが判定されるため、衝突する可能性があるか否かを正確に判定することができる。

【 0 0 2 2 】

上記第3の局面によれば、前記他の車両の車幅及び車長の少なくとも一方を小さくすることによって、前記衝突判定条件が厳しくするべく変更されるため、簡素な方法で適正に前記衝突判定条件を厳しくするべく変更することができる。

【 0 0 2 3 】

上記第4の局面によれば、レーダを介して前記他の車両の位置が検出される。そして、前記他の車両の代表点が、前記レーダによって前記他の車両が捕捉された捕捉点であるため、前記他の車両の代表点を適正に設定することができる。

10

【 0 0 2 4 】

すなわち、前記他の車両の代表点が、前記レーダによって前記他の車両が捕捉された捕捉点であるため、前記他の車両に関する過去の捕捉点の前記レーダによる検出結果（相対位置、相対速度）に基づいて、前記他の車両が今後進行する軌跡である進行軌跡を容易に推定することができるのである。

【 0 0 2 5 】

上記第5の局面によれば、自車両の位置する道路の曲率半径が求められる。また、求められた曲率半径に基づいて、自車両が進行方向を変更中であるか否かが判定されるため、自車両が進行方向を変更中であるか否か、を適正に判定することができる。

20

【 0 0 2 6 】

上記第6の局面によれば、求められた曲率半径が予め設定された閾値半径以下である場合に、自車両が進行方向を変更中であると判定されるため、自車両が進行方向を変更中であるか否か、を容易に判定することができる。

【 0 0 2 7 】

上記第7の局面によれば、車速をヨーレートで除することによって前記曲率半径が求められるため、前記曲率半径を容易に求めることができる。

【 0 0 2 8 】

上記第8の局面によれば、自車両の位置する道路の曲率半径が求められる。また、求められた曲率半径に基づいて、前記衝突判定条件が変更されるため、前記衝突判定条件を適正に変更することができる。

30

【 0 0 2 9 】

すなわち、道路の曲率半径が小さい程、前記他の車両が自車両に接近した状態で、前記他の車両の移動方向ベクトルが自車両に向くため、乗員保護装置等が不要作動される虞が高くなる。そこで、求められた曲率半径に基づいて、前記衝突判定条件が変更される（例えば、曲率半径が小さい程、前記衝突判定条件を厳しくするべく変更される）ため、前記衝突判定条件を適正に変更することができるのである。

【 0 0 3 0 】

上記第9の局面によれば、車速をヨーレートで除することによって前記曲率半径が求められるため、前記曲率半径を容易に求めることができる。

40

【 0 0 3 1 】

上記第10の局面によれば、自車両の位置する道路の曲率半径が求められる。また、求められた曲率半径に基づいて、前記他の車両の車幅及び車長の少なくとも一方を変更することによって前記衝突判定条件が変更される。従って、簡素な方法で適正に前記衝突判定条件を厳しくするべく変更することができる。

【 0 0 3 2 】

上記第11の局面によれば、求められた曲率半径に略比例して、前記他の車両の車長を変更することによって前記衝突判定条件が変更される。従って、更に簡素な方法で適正に前記衝突判定条件を厳しくするべく変更することができる。

【 0 0 3 3 】

50

上記第12の局面によれば、前記他の車両の過去における進行軌跡に基づいて、前記他の車両が進行方向を変更中であるか否かが判定されるため、前記他の車両が進行方向を変更中であるか否か、を適正に判定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】図1は、本発明に係る衝突判定装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図2】図2は、レーダセンサの検出範囲の一例を示す平面図である。

【図3】図3は、可能性判定部による前方車両VC2と衝突する可能性の有無を判定する処理の一例を示す平面図である。

【図4】図4は、条件変更部が前方車両VC2の仮想車長VLを小さくすることの効果の一例を示す平面図である。

10

【図5】図5は、仮想車長VLと曲率半径R1、R2との関係の一例を示すグラフである。

【図6】図6は、図1に示す衝突判定ECUの動作の一例を示すフローチャートである。

【図7】図7は、衝突までの時間TTCを算出する方法を示す図である。

【図8】図8は、時間TTC後の予想自車位置を算出する方法を説明する図であり、(A)は自車両の後輪軸中心を原点とする座標系を示す図、(B)は地上に原点を固定した座標系を示す図である。

【図9】図9は、予想衝突点を算出する方法を示す図である。

【図10】図10は、cp座標系を示す図である。

20

【図11】図11は、前方車両VC2の大きさを考慮するために、cp座標をcp'座標に補正の様子を示す図である。

【図12】図12は、自車両の前後方向に対して前方車両の接近方向がなす角度を示す図である。

【図13】図13は、カーブ路における自車両VC1及び対向車両VC2の移動方向ベクトルQ1、Q2の一例を示す平面図である。

【符号の説明】

【0035】

- 1 衝突判定ECU(衝突判定装置)
- 11 曲率半径算出部(曲率半径算出手段)
- 12 物体検出部(物体検出手段)
- 13 軌道推定部(軌道推定手段)
- 14 進行方向判定部(進行方向判定手段)
- 15 条件変更部(条件変更手段)
- 16 可能性判定部(可能性判定手段)
- 2 入力機器
- 21 車速センサ
- 22 ヨーレートセンサ
- 23(23R、23L) レーダセンサ

30

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0036】

以下、図面を参照して本発明に係る衝突判定装置の実施形態について説明する。図1は、本発明に係る衝突判定装置の構成の一例を示すブロック図である。図1に示すように、本発明に係る衝突判定ECU(Electronic Control Unit)1(=衝突判定装置に相当する)は、周辺機器としての入力機器2と通信可能に接続されている。

【0037】

まず、図1を参照して、衝突判定ECU1の入力機器2について説明する。入力機器2は、車速センサ21、ヨーレートセンサ22、及び、レーダセンサ23を備えている。車速センサ21は、車速を検出するセンサであって、衝突判定ECU1(ここでは、曲率半

50

径算出部 1 1) に対して、車速を示す信号を出力する。

【 0 0 3 8 】

ヨーレートセンサ 2 2 は、レートジャイロ等からなり、ヨー角の変化する速さ (= 車両の重心点を通る鉛直軸廻りの回転角速度) を示すヨーレートを検出するセンサであって、衝突判定 E C U 1 (ここでは、曲率半径算出部 1 1) に対して、ヨーレート示す信号を出力する。

【 0 0 3 9 】

レーダセンサ 2 3 は、例えば、ミリ波レーダ等を介して、前方車両 V C 2 (図 3 参照) との相対位置及び相対速度を検出するセンサであって、衝突判定 E C U 1 (ここでは、物体検出部 1 2) に対して、相対位置及び相対速度を示す信号を出力する。

10

【 0 0 4 0 】

図 2 は、レーダセンサ 2 3 の検出範囲の一例を示す平面図である。レーダセンサ 2 3 (2 3 R、2 3 L) は、車両の前端部に車幅方向に 2 個搭載されている。各レーダセンサ 2 3 R、2 3 L は、それぞれ、車両の前後方向の中心線 (図の一点鎖線) に対して、予め設定された所定角 θ_1 (例えば、 25°) だけ右側 (又は、左側) に傾斜した方向を中心 (図の二点鎖線) として、予め設定された拡がり角 θ_2 (例えば、 45°) の範囲内であって、各レーダセンサ 2 3 R、2 3 L からの距離が検出可能距離 L R (例えば、30 m) 以下の領域 (図の扇形の領域) を検出可能に構成されている。

【 0 0 4 1 】

本実施形態においては、車両に、レーダセンサ 2 3 が 2 個搭載されている場合について説明するが、レーダセンサ 2 3 が 1 個だけ搭載されている形態でも良いし、レーダセンサ 2 3 が 3 個以上搭載されている形態でも良い。また、本実施形態においては、レーダセンサ 2 3 が、前方車両 V C 2 の相対位置及び相対速度を検出する場合について説明するが、レーダセンサ 2 3 が、後方車両を検出する形態でも良いし、側方車両を検出する形態でも良い。

20

【 0 0 4 2 】

次に、図 1 を用いて、衝突判定 E C U 1 の機能構成について説明する。衝突判定 E C U 1 は、機能的に、曲率半径算出部 1 1、物体検出部 1 2、軌道推定部 1 3、進行方向判定部 1 4、条件変更部 1 5、及び、可能性判定部 1 6 を備えている。

【 0 0 4 3 】

なお、衝突判定 E C U 1 は、衝突判定 E C U 1 の適所に配設されたマイクロコンピュータ (コンピュータに相当する) に、衝突判定 E C U 1 の適所に配設された R O M (R e a d O n l y M e m o r y) 等に予め格納された制御プログラムを実行させることにより、当該マイクロコンピュータを、機能的に、曲率半径算出部 1 1、物体検出部 1 2、軌道推定部 1 3、進行方向判定部 1 4、条件変更部 1 5、可能性判定部 1 6 等の機能部として機能させる。

30

【 0 0 4 4 】

曲率半径算出部 1 1 (曲率半径算出手段に相当する) は、自車両 V C 1 の位置する道路の曲率半径 R 1 を求める機能部である。具体的には、曲率半径算出部 1 1 は、車速センサ 2 1 からの車速 V と、ヨーレートセンサ 2 2 からのヨーレート $\dot{\theta}$ とから、次の (1) 式を用いて曲率半径 R 1 を求める。

$$(\text{曲率半径 } R_1) = (\text{車速 } V) / (\text{ヨーレート } \dot{\theta}) \quad (1)$$

すなわち、曲率半径算出部 1 1 は、車速 V をヨーレート $\dot{\theta}$ で除することによって曲率半径 R 1 を求める。

40

【 0 0 4 5 】

このようにして、車速 V をヨーレート $\dot{\theta}$ で除することによって曲率半径 R 1 が求められるため、曲率半径 R 1 を容易に求めることができる。

【 0 0 4 6 】

本実施形態では、曲率半径算出部 1 1 が、車速 V 及びヨーレート $\dot{\theta}$ に基づいて曲率半径 R 1 を求める場合について説明するが、曲率半径算出部 1 1 が、他の方法で、曲率半径 R

50

1を求める形態でも良い。例えば、曲率半径算出部11が、ステアリングセンサ等によって検出された操舵角に基づいて曲率半径R1を求める形態でも良い。この場合には、曲率半径R1を容易に求めることができる。また、例えば、曲率半径算出部11が、カメラ等によって検出されたセンターラインに基づいて曲率半径R1を求める形態でも良い。この場合には、曲率半径R1を正確に求めることができる。更に、例えば、曲率半径算出部11が、ナビゲーションシステム等からの地図情報に基づいて曲率半径R1を求める形態でも良い。この場合には、曲率半径R1を極めて容易に求めることができる。

【0047】

物体検出部12（物体検出手段に相当する）は、レーダセンサ23を介して前方車両VC2（他の車両に相当する：図3参照）の相対位置及び相対速度を検出する機能部である。このようにして、レーダセンサ23を介して前方車両VC2の相対位置及び相対速度が検出されるため、簡素な構成で前方車両VC2の正確な相対位置及び相対速度を検出することができる。

10

【0048】

本実施形態では、物体検出部12が、レーダセンサ23を介して前方車両VC2の相対位置及び相対速度を検出する場合について説明するが、物体検出部12が、その他のセンサを介して前方車両VC2の相対位置及び相対速度を検出する形態でも良い。例えば、物体検出部12が、CCD（Charge Coupled Device）センサ等の撮像センサを介して前方車両VC2の相対位置及び相対速度を検出する形態でも良い。この場合には、前方車両VC2の相対位置及び相対速度に加えて、前方車両VC2の大きさも検出することが可能である。

20

【0049】

軌道推定部13（軌道推定手段に相当する）は、前方車両VC2の代表点（ここでは、レーダセンサ23の捕捉点）が、今後進行する軌跡である進行軌跡を推定する機能部である。具体的には、軌道推定部13は、物体検出部12によってレーダセンサ23を介して検出された過去の前方車両VC2に関する相対位置及び相対速度に基づいて、前方車両VC2のレーダセンサ23による捕捉点が、今後進行する軌跡である進行軌跡を推定する。

【0050】

図3(a)は、軌道推定部13によって推定される進行軌跡PL2の一例を示す平面図である。この図は、自車両VC1及び前方車両VC2がカーブ路を走行中の状態を示す平面図である。図の右下の自車両VC1は、左向きに曲がるカーブ路を走行中であって、レーダセンサ23Lによって前方車両VC2が捕捉されている。図の左上の前方車両VC2は、右向きに曲がるカーブ路を走行中である。前方車両VC2の捕捉点P0は、現時点での捕捉点である。また、軌道推定部13によって、今後、前方車両VC2の捕捉点は、進行軌跡PL2に沿って移動すると推定される。すなわち、軌道推定部13によって、前方車両VC2の捕捉点は、現時点から時間T、2×T、3×T、4×T（例えば、時間T=0.1秒）が経過することに対応して、捕捉点P1、P2、P3、P4の順に移動すると推定される。なお、ここでは、便宜上、自車両VC1は、前方車両VC2と比較して極めて低速で走行している（又は、停止している）場合について示している。

30

【0051】

このようにして、前方車両VC2の代表点が、レーダセンサ23によって前方車両VC2が捕捉された捕捉点であるため、前方車両VC2の代表点を適正に設定することができる。すなわち、前方車両VC2の代表点が、レーダセンサ23によって前方車両VC2が捕捉された捕捉点であるため、前方車両VC2に関する過去の捕捉点のレーダセンサ23による検出結果（相対位置、相対速度）に基づいて、軌道推定部13が今後進行する軌跡である進行軌跡PL2を容易に推定することができるのである。

40

【0052】

本実施形態では、前方車両VC2の代表点が、レーダセンサ23によって前方車両VC2が捕捉された捕捉点である場合について説明するが、前方車両VC2の代表点が、その他の点である形態でも良い。例えば、前方車両VC2の代表点が、前方車両VC2の車両

50

中心点である形態でも良い。この場合には、捕捉点のように、レーダセンサ 23 での検出条件によって前方車両 VC2 における位置が変化することがないため、衝突するか否かの判定を容易に行うことができる。

【0053】

また、ここでは、進行軌跡 PL2 は、軌道推定部 13 によって円弧として推定され、後述するように、該円弧の半径 R2 に基づいて、進行方向判定部 14 によって、前方車両 VC2 が進行方向を変更中であるか否かの判定がされると共に、条件変更部 15 によって、衝突する可能性があるかと判定する条件である衝突判定条件が変更される。

【0054】

再び、図 1 に戻って、衝突判定 ECU1 の機能構成について説明する。進行方向判定部 14 (進行方向判定手段に相当する) は、自車両 VC1 及び前方車両 VC2 の少なくとも一方が、進行方向を変更中であるか否か、を判定する機能部である。

【0055】

具体的には、進行方向判定部 14 は、曲率半径算出部 11 によって求められた曲率半径 R1 に基づいて、自車両 VC1 が進行方向を変更中であるか否か、を判定する。更に具体的には、進行方向判定部 14 は、曲率半径算出部 11 によって求められた曲率半径 R1 が予め設定された閾値半径 R1S (例えば、100m) 以下である場合に、自車両 VC1 が進行方向を変更中であると判定する。

【0056】

また、進行方向判定部 14 は、軌道推定部 13 によって求められた前方車両 VC2 の進行軌跡 PL2 の曲率半径 R2 に基づいて、前方車両 VC2 が進行方向を変更中であるか否か、を判定する。更に具体的には、進行方向判定部 14 は、軌道推定部 13 によって求められた前方車両 VC2 の進行軌跡 PL2 の曲率半径 R2 が、予め設定された閾値半径 R2S (例えば、100m) 以下である場合に、前方車両 VC2 が進行方向を変更中であると判定する。

【0057】

このようにして、曲率半径算出部 11 によって求められた自車両 VC1 の位置する道路の曲率半径 R1 に基づいて、自車両 VC1 が進行方向を変更中であるか否かが判定されるため、自車両 VC1 が進行方向を変更中であるか否か、を適正に判定することができる。

【0058】

また、曲率半径算出部 11 によって求められた曲率半径 R1 が予め設定された閾値半径 R1S 以下である場合に、自車両 VC1 が進行方向を変更中であると判定されるため、自車両 VC1 が進行方向を変更中であるか否か、を容易に判定することができる。

【0059】

更に、前方車両 VC2 の過去における進行軌跡に基づいて求められた進行軌跡 PL2 の曲率半径 R2 に基づいて、前方車両 VC2 が進行方向を変更中であるか否かが判定されるため、前方車両 VC2 が進行方向を変更中であるか否か、を適正に判定することができる。

【0060】

本実施形態では、進行方向判定部 14 が、曲率半径 R1 に基づいて自車両 VC1 が進行方向を変更中であるか否か、を判定する場合について説明するが、進行方向判定部 14 が、その他の方法で自車両 VC1 が進行方向を変更中であるか否か、を判定する形態でも良い。例えば、進行方向判定部 14 が、ステアリングセンサ等によって検出された操舵角に基づいて、自車両 VC1 が進行方向を変更中であるか否か、を判定する形態でも良い。この場合には、自車両 VC1 が進行方向を変更中であるか否か、を更に容易に判定することができる。

【0061】

また、本実施形態では、進行方向判定部 14 が、曲率半径 R1 が予め設定された閾値半径 R1S (ここでは、100m) 以下である場合に、自車両 VC1 が進行方向を変更中であると判定する場合について説明するが、閾値半径 R1S を車速 (又は、前方車両 VC2

10

20

30

40

50

との相対速度)に応じて増減する形態でも良い。例えば、車速(又は、前方車両V C 2との相対速度)が大きい程、閾値半径R 1 Sを大きくする形態でも良い。この場合には、自車両V C 1が進行方向を変更中であるか否か、を更に適正に判定することができる。

【0062】

更に、本実施形態では、進行方向判定部14が、軌道推定部13によって求められた前方車両V C 2の進行軌跡P L 2の曲率半径R 2に基づいて、前方車両V C 2が進行方向を変更中であるか否か、を判定する場合について説明するが、進行方向判定部14が、前方車両V C 2の過去における進行軌跡に基づいて前方車両V C 2が進行方向を変更中であるか否か、を判定する形態であれば良い。例えば、進行方向判定部14が、前方車両V C 2の過去における進行軌跡の曲率半径を求め、この曲率半径に基づいて前方車両V C 2が進行方向を変更中であるか否か、を判定する形態でも良い。

10

【0063】

条件変更部15(条件変更手段に相当する)は、進行方向判定部14によって進行方向を変更中であると判定された場合に、可能性判定部16において衝突する可能性があるかと判定する条件である衝突判定条件を厳しくするべく変更する機能部である。

【0064】

具体的には、条件変更部15は、曲率半径算出部11によって求められた曲率半径R 1に基づいて、可能性判定部16によって衝突の可能性の有無を判定する際に用いる前方車両V C 2の仮想車長V Lを変更することによって前記衝突判定条件を変更する。更に具体的には、条件変更部15は、曲率半径算出部11によって求められた曲率半径R 1に比例して、次の(2)式に基づいて、前方車両V C 2の仮想車長V Lを変更する。

20

$$\text{仮想車長 } V L = \text{基準車長 } L 20 \times R 1 / R 1 S \quad (2)$$

ここで、基準車長L 20は、予め設定された標準的な仮想車長(例えば、4 m)である。

【0065】

また、条件変更部15は、軌道推定部13によって求められた前方車両V C 2の進行軌跡P L 2の曲率半径R 2に基づいて、可能性判定部16によって衝突の可能性の有無を判定する際に用いる前方車両V C 2の仮想車長V Lを変更することによって、衝突する可能性があるかと判定する条件である衝突判定条件を変更する。更に具体的には、条件変更部15は、軌道推定部13によって求められた前方車両V C 2の進行軌跡P L 2の曲率半径R 2に比例して、次の(3)式に基づいて、前方車両V C 2の仮想車長V Lを変更する。

30

$$\text{仮想車長 } V L = \text{基準車長 } L 20 \times R 2 / R 2 S \quad (3)$$

ここで、基準車長L 20は、予め設定された標準的な仮想車長(例えば、4 m)である。

【0066】

図5は、仮想車長V Lと曲率半径R 1、R 2との関係の一例を示すグラフである。図5(a)は、仮想車長V Lと曲率半径R 1との関係の一例を示すグラフG 1であり、図5(b)は、仮想車長V Lと曲率半径R 2との関係の一例を示すグラフG 2である。図の横軸は、曲率半径R 1(又は、曲率半径R 2)であり、縦軸は、仮想車長V Lである。

【0067】

グラフG 1(又は、グラフG 2)に示すように、曲率半径R 1が閾値半径R 1 Sより大である場合(又は、曲率半径R 2が閾値半径R 2 Sより大である場合)には、進行方向判定部14によって自車両V C 1が進行方向を変更中ではないと判定されるため、条件変更部15によって仮想車長V Lが変更されることはない(=仮想車長V Lは、基準車長L 20に設定される)。一方、曲率半径R 1が閾値半径R 1 S以下である場合(又は、曲率半径R 2が閾値半径R 2 S以下である場合)には、進行方向判定部14によって自車両V C 1が進行方向を変更中であると判定され、上記(2)式(又は、(3)式)に基づいて、前方車両V C 2の仮想車長V Lが変更される。すなわち、曲率半径R 1(又は、曲率半径R 2)に比例して、前方車両V C 2の仮想車長V Lが変更される。

40

【0068】

このようにして、曲率半径算出部11によって求められた自車両V C 1の位置する道路の曲率半径R 1(又は、軌道推定部13によって求められた前方車両V C 2の進行軌跡P

50

L 2の曲率半径 R_2)に基づいて、可能性判定部16において衝突する可能性があるかと判定する条件である衝突判定条件が変更されるため、衝突判定条件を適正に変更することができる。

【0069】

また、条件変更部15によって、曲率半径算出部11によって求められた自車両 VC_1 の位置する道路の曲率半径 R_1 (又は、軌道推定部13によって求められた前方車両 VC_2 の進行軌跡 PL_2 の曲率半径 R_2)に基づいて、前方車両 VC_2 の仮想車長 VL を変更することによって、衝突する可能性があるかと判定する条件である衝突判定条件が変更されるため、簡素な方法で適正に衝突判定条件を厳しくするべく変更することができる。

【0070】

更に、条件変更部15によって、曲率半径算出部11によって求められた自車両 VC_1 の位置する道路の曲率半径 R_1 (又は、軌道推定部13によって求められた前方車両 VC_2 の進行軌跡 PL_2 の曲率半径 R_2)に比例して、前方車両 VC_2 の仮想車長 VL を変更することによって、衝突する可能性があるかと判定する条件である衝突判定条件が変更されるため、更に簡素な方法で適正に衝突判定条件を厳しくするべく変更することができる。

【0071】

本実施形態では、条件変更部15が、自車両 VC_1 の位置する道路の曲率半径 R_1 に基づいて、衝突判定条件を変更する場合について説明するが、条件変更部15が、曲率半径 R_1 に換えて(又は、加えて)その他の要因に基づいて、衝突判定条件を変更する形態でも良い。例えば、条件変更部15が、ステアリングセンサ等によって検出された操舵角に基づいて、衝突判定条件を変更する形態でも良い。この場合には、処理が簡略化される。

【0072】

また、本実施形態では、条件変更部15が、前方車両 VC_2 の仮想車長 VL を変更することによって、衝突判定条件を変更する場合について説明するが、条件変更部15が、その他の方法によって、衝突判定条件を変更する形態でも良い。例えば、条件変更部15が、前方車両 VC_2 の仮想車長 VL に換えて(又は、加えて)、前方車両 VC_2 の仮想車幅を変更する形態でも良い。なお、仮想車長 VL を小さくすることによって衝突判定条件が厳しくするべく変更されることに関しては、図4を用いて後述する。

【0073】

更に、本実施形態では、条件変更部15が、曲率半径 R_1 に比例して、前方車両 VC_2 の仮想車長 VL を変更する場合について説明するが、条件変更部15が、曲率半径 R_1 が小さい程、前方車両 VC_2 の仮想車長 VL を小さくする形態であれば良い。例えば、条件変更部15が、曲率半径 R_1 が小さい程、前方車両 VC_2 の仮想車長 VL を段階的に小さくする形態でも良い。また、例えば、条件変更部15が、予め設定された曲率半径 R_1 の関数(例えば、曲率半径 R_1 の二次式)に従って、前方車両 VC_2 の仮想車長 VL を小さくする形態でも良い。この場合には、関数を適正に設定することによって、衝突判定条件を更に適正に変更することができる。

【0074】

再び、図1に戻って、衝突判定 ECU_1 の機能構成について説明する。可能性判定部16(可能性判定手段に相当する)は、前方車両 VC_2 と衝突する可能性があるか否かを判定する機能部である。具体的には、可能性判定部16は、軌道推定部13によって推定された進行軌跡 PL_2 上を、予め設定された車幅 VB 及び車長 VL を有する前方車両 VC_2 が移動する場合に、前方車両 VC_2 が自車両 VC_1 と交差するか否かに応じて、前方車両 VC_2 と衝突する可能性があるか否かを判定する。

【0075】

図3(b)は、可能性判定部16による前方車両 VC_2 と衝突する可能性の有無を判定する処理の一例を示す平面図である。図3(a)に示すように、軌道推定部13によって、前方車両 VC_2 の捕捉点は、現時点から時間 T 、 $2 \times T$ 、 $3 \times T$ 、 $4 \times T$ (例えば、時間 $T = 0.1$ 秒)が経過することに対応して、捕捉点 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 の順に移動すると推定される。そして、図3(b)に示すように、前方車両 VC_2 は、現

10

20

30

40

50

時点から時間($2 \times T$) 経過後には、破線で示す前方車両 C 2 2 の位置に到達し、現時点から時間($4 \times T$) 経過後には、破線で示す前方車両 C 2 4 の位置に到達すると推定される。

【 0 0 7 6 】

なお、前方車両 C 2 2 及び前方車両 C 2 4 は、前方車両 V C 2 と同様に、車幅 V B 及び車長 V L を有している。また、図 3 (b) に示すように、前方車両 C 2 4 の後部右側は、自車両 V C 1 の前部右側と交差しているため、可能性判定部 1 6 によって前方車両 V C 2 と衝突する可能性があるかと判定される。

【 0 0 7 7 】

このようにして、軌跡推定部 1 3 によって推定された進行軌跡 P L 2 上を、予め設定された車幅 V B 及び車長 V L を有する前方車両 V C 2 が移動する場合に、前方車両 V C 2 が自車両 V C 1 と交差するか否かに応じて、前方車両 V C 2 と衝突する可能性があるか否かが判定されるため、衝突する可能性があるか否かを正確に判定することができる。

10

【 0 0 7 8 】

本実施形態では、可能性判定部 1 6 が、軌跡推定部 1 3 によって推定された進行軌跡 P L 2 に基づいて前方車両 V C 2 と衝突する可能性があるか否かを判定する場合について説明したが、可能性判定部 1 6 が、その他の方法で前方車両 V C 2 と衝突する可能性があるか否かを判定する形態でも良い。例えば、可能性判定部 1 6 が、前方車両 V C 2 の捕捉点が自車両 V C 1 の車両中心から予め設定された所定距離(例えば、5 m)以下となるタイミングにおいて、前方車両 V C 2 が自車両 V C 1 と交差するか否かに応じて、前方車両 V C 2 と衝突する可能性があるか否かを判定する形態でも良い。この場合には、処理が簡略化される。

20

【 0 0 7 9 】

図 4 は、条件変更部 1 5 が前方車両 V C 2 の仮想車長 V L を小さくすることの効果の一例を示す平面図である。図 4 (a) は、図 3 (b) における自車両 V C 1 と前方車両 C 2 4 とを拡大した図である。図 3 (b) を用いて上述のように、前方車両 C 2 4 の後部右側は、自車両 V C 1 の前部右側と交差しているため、可能性判定部 1 6 によって前方車両 V C 2 と衝突する可能性があるかと判定される。前方車両 C 2 4 の仮想車長 $V L$ は、例えば、基準車長 L 2 0 (ここでは、4 m) である。

【 0 0 8 0 】

図 4 (b) は、条件変更部 1 5 が前方車両 V C 2 の仮想車長 V L を小さくした場合の一例を示す平面図である。ここでは、条件変更部 1 5 によって、前方車両 V C 2 の仮想車長 V L が、基準車長 L 2 0 の $3/5$ (仮想車長 L 2 1 = 2 . 4 m) に変更された場合について表記している。この場合には、図 4 (b) に示すように、前方車両 C 2 4 ' は、自車両 V C 1 と交差していないため、可能性判定部 1 6 によって前方車両 V C 2 と衝突する可能性はないと判定される。

30

【 0 0 8 1 】

このようにして、仮想車長 V L が、基準車長 L 2 0 (ここでは、4 m) から仮想車長 L 2 1 (= 2 . 4 m) へ変更されることによって、可能性判定部 1 6 によって前方車両 V C 2 と衝突する可能性があるかと判定されていた状況が、可能性判定部 1 6 によって前方車両 V C 2 と衝突する可能性がないと判定される。すなわち、条件変更部 1 5 が仮想車長 V L を小さくすることによって、衝突する可能性があるかと判定する条件である衝突判定条件を厳しくするべく変更されるのである。

40

【 0 0 8 2 】

図 6 は、図 1 に示す衝突判定 E C U 1 の動作の一例を示すフローチャートである。なお、ここでは、便宜上、物体検出部 1 2 によって前方車両 V C 2 の相対位置及び相対速度が検出されている場合について説明する。まず、曲率半径算出部 1 1 によって、車速 V 及びヨーレート が取得される(S 1 0 1)。そして、曲率半径算出部 1 1 によって、ステップ S 1 0 1 において取得された車速 V を、ヨーレート で除することによって曲率半径 R 1 が求められる(S 1 0 3)。

50

【 0 0 8 3 】

次に、軌道推定部 1 3 によって進行軌跡 P L 2 が推定される (S 1 0 5)。次に、進行方向判定部 1 4 によって、ステップ S 1 0 5 において求められた進行軌跡 P L 2 の曲率半径 R 2 が算出される (S 1 0 7)。そして、進行方向判定部 1 4 によって、ステップ S 1 0 3 において求められた曲率半径 R 1 が、予め設定された閾値半径 R 1 S 以下であるか否かの判定が行われる (S 1 0 9)。曲率半径 R 1 が予め設定された閾値半径 R 1 S 以下であると判定された場合 (ステップ S 1 0 9 で Y E S) には、進行方向判定部 1 4 によって、自車両 V C 1 が進行方向を変更中であると判定されると共に、条件変更部 1 5 によって、次の (4) 式 (上述の (2) 式を再掲) に基づいて、前方車両 V C 2 の仮想車長 V L が設定されて (S 1 1 1)、処理がステップ S 1 1 9 に進められる。

10

$$\text{仮想車長 } V L = \text{基準車長 } L 2 0 \times R 1 / R 1 S \quad (4)$$

【 0 0 8 4 】

曲率半径 R 1 が予め設定された閾値半径 R 1 S 以下ではない (閾値半径 R 1 S より大である) と判定された場合 (ステップ S 1 0 9 で N O) には、進行方向判定部 1 4 によって、ステップ S 1 0 7 において求められた曲率半径 R 2 が、予め設定された閾値半径 R 2 S 以下であるか否かの判定が行われる (S 1 1 3)。曲率半径 R 2 が予め設定された閾値半径 R 2 S 以下であると判定された場合 (ステップ S 1 1 3 で Y E S) には、進行方向判定部 1 4 によって、前方車両 V C 2 が進行方向を変更中であると判定されると共に、条件変更部 1 5 によって、次の (5) 式 (上述の (3) 式を再掲) に基づいて、前方車両 V C 2 の仮想車長 V L が設定されて (S 1 1 5)、処理がステップ S 1 1 9 に進められる。

20

$$\text{仮想車長 } V L = \text{基準車長 } L 2 0 \times R 2 / R 2 S \quad (5)$$

【 0 0 8 5 】

曲率半径 R 2 が予め設定された閾値半径 R 2 S 以下ではない (閾値半径 R 2 S より大である) と判定された場合 (ステップ S 1 1 3 で N O) には、進行方向判定部 1 4 によって、自車両 V C 1 及び前方車両 V C 2 が共に進行方向を変更中ではないと判定されて、条件変更部 1 5 によって、前方車両 V C 2 の仮想車長 V L が基準車長 L 2 0 に設定される (S 1 1 7)。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 1 1 1 の処理が終了した場合、ステップ S 1 1 5 の処理が終了した場合、又は、ステップ S 1 1 7 の処理が終了した場合には、ステップ S 1 0 5 において求められた進行軌跡 P L 2 と、ステップ S 1 1 1、ステップ S 1 1 5、又は、ステップ S 1 1 7 において設定された仮想車長 V L と、を用いて、可能性判定部 1 6 によって、前方車両 V C 2 と衝突する可能性があるか否かが判定され (S 1 1 9)、処理が終了される。

30

【 0 0 8 7 】

このようにして、自車両 V C 1 又は前方車両 V C 2 が、進行方向を変更中であると判定された場合には、自車両 V C 1 又は前方車両 V C 2 がカーブ路を走行中であると推定される。そこで、この場合には、図 1 3 を用いて上述のように、乗員保護装置等が不要作動される虞がある。しかしながら、衝突する可能性があるとして判定する条件である衝突判定条件が厳しくするべく変更される (ここでは、前方車両 V C 2 の仮想車長 V L が短く設定される) ため、乗員保護装置等の不要作動を抑制することができるのである。

40

【 0 0 8 8 】

本実施形態では、条件変更部 1 5 が、進行方向判定部 1 4 によって自車両 V C 1 又は前方車両 V C 2 が、進行方向を変更中であると判定されたときに、衝突判定条件を厳しくするべく変更する場合について説明したが、条件変更部 1 5 が、進行方向判定部 1 4 によって自車両 V C 1 及び前方車両 V C 2 の少なくとも一方が、進行方向を変更中であると判定されたときに、衝突判定条件を厳しくするべく変更する形態であれば良い。例えば、条件変更部 1 5 が、進行方向判定部 1 4 によって自車両 V C 1 が進行方向を変更中であると判定されたときに、衝突判定条件を厳しくするべく変更する形態でも良い。また、例えば、条件変更部 1 5 が、進行方向判定部 1 4 によって自車両 V C 1 及び前方車両 V C 2 が進行方向を変更中であると判定されたときに、衝突判定条件を厳しくするべく変更する形態で

50

も良い。

【 0 0 8 9 】

ここで、本発明に係る衝突判定装置が行う詳細な衝突判定方法の一例について述べる。以下に示す衝突判定方法は、衝突判定 E C U 1 で実行することができる。なお、本発明における衝突判定方法は、以下の例に限定されるものではない。

【 0 0 9 0 】

まず、自車両 V C 1 と前方車両 V C 2 が衝突すると仮定し、衝突までの時間 T T C (Time To Collision) を算出する。図 7 は、衝突までの時間 T T C を算出する方法を示す図である。

前方車両 V C 2 が自車両 V C 1 に対して斜め方向から接近している場合の衝突までの時間 T T C は、以下の式 (6) に基づいて求めることができる。

$$T T C = (y - l _ F) / (V _ n \cdot \cos \theta + V _ 0) \quad (6)$$

ここで、各文字が表す意味は以下の通りである。

y : 自車両 V C 1 の後輪軸中心を原点としたときの前方車両 V C 2 の捕捉点の Y 座標 (自車両 V C 1 の前後方向を Y 軸、自車両 V C 1 の左右方向を X 軸とする)、 $l _ F$: 自車両 V C 1 の後輪軸中心から先端部中心までの長さ、 $V _ n$: 前方車両 V C 2 の速度、 θ : 前方車両 V C 2 の進行方向と自車両 V C 1 の進行方向がなす角度、 $V _ 0$: 自車両 V C 1 の速度

【 0 0 9 1 】

なお、レーダセンサ 2 3 は、周期的に前方車両 V C 2 の相対位置 (捕捉点の位置) 及び相対速度 (捕捉点の速度) を算出し、過去複数周期分 (例えば過去 1 0 周期分) の相対位置及び相対速度に基づいて進行方向ベクトルを算出する。進行方向ベクトルの算出には、例えば、最小二乗法を用いることができる。 $V _ n$ は、算出した進行方向ベクトルの大きさである。

【 0 0 9 2 】

次いで、自車両 V C 1 が旋回中であるものとして、時間 T T C 後の予想自車位置を算出する。図 8 は、時間 T T C 後の予想自車位置を算出する方法を説明する図である。

自車両 V C 1 の予想偏向角 $\theta _ F$ および予想自車位置 ($X _ F$, $Y _ F$) は、以下の式 (7)、(8)、(9) から求めることができる。

$$\theta _ F = \theta _ 0 + V _ 0 \cdot T T C / (- R) \quad (7)$$

$$X _ F = X _ 0 + V _ 0 \cdot T T C \cdot \sin (\theta - \theta _ F) \quad (8)$$

$$Y _ F = Y _ 0 + V _ 0 \cdot T T C \cdot \cos (\theta - \theta _ F) \quad (9)$$

ここで、各文字が表す意味は以下の通りである。

$\theta _ 0$: 自車両 V C 1 の現在位置における偏向角、 $V _ 0$: 自車両 V C 1 の速度、 R : 自車両 V C 1 の進行軌跡の旋回半径、 $X _ 0$: 自車両 V C 1 の現在位置の X 座標、 $Y _ 0$: 自車両 V C 1 の現在位置の Y 座標

【 0 0 9 3 】

次いで、算出された予想自車位置の情報に基づき、自車両 V C 1 が予想自車位置に到達したときにおける自車両 V C 1 の前面延長線の式を求める。自車両 V C 1 の後輪軸中心を原点とする座標系 (図 8 (A) 参照) における前面延長線 $y = l _ F$ を、地上に原点を固定した座標系 (図 8 (B) 参照) の式 (1 0) に変換する。

$$p _ F X + q _ F Y + r _ F = 0 \quad (1 0)$$

【 0 0 9 4 】

その際、桁溢れを防ぐために、式 (1 1) ~ (1 3)、式 (1 4) ~ (1 6) に示されるように、 $\theta _ F$ の範囲で場合分けを行う。

【 0 0 9 5 】

($-\pi/4 < \theta _ F < \pi/3$ の場合)

$$p _ F = 1 \quad (1 1)$$

$$q _ F = \cos (\theta - \theta _ F) / \sin (\theta - \theta _ F) \quad (1 2)$$

$$r _ F = (- l _ F - X _ F \sin (\theta - \theta _ F) - Y _ F \cos (\theta - \theta _ F)) / \sin (\theta - \theta _ F) \quad (1 3)$$

【0096】

($3/4 < |\theta_F|$ の場合)

$$p_F = \sin(-\theta_F) / \cos(-\theta_F) \quad (14)$$

$$q_F = 1 \quad (15)$$

$$r_F = (-l_F - X_F \sin(-\theta_F) - Y_F \cos(-\theta_F)) / \cos(-\theta_F) \quad (16)$$

【0097】

次いで、前方車両VC2の軌道予測線 $p_n X + q_n Y + r_n = 0$ を求める。

$p_n X + q_n Y + r_n = 0$ の各係数は、前方車両VC2の過去の捕捉点履歴に基づいて求めることができる。例えば、過去の複数の捕捉点に最小二乗法を適用することで進行方向ベクトルを求め、そのベクトルを延ばした直線を軌道予測線とすることができる。

10

【0098】

次いで、式(10)の直線 $p_F X + q_F Y + r_F = 0$ と前方車両VC2の軌道予測線 $p_n X + q_n Y + r_n = 0$ の交点を求める。この交点は、自車両VC1と前方車両VC2の予想衝突点である。予想衝突点の座標 (X_C, Y_C) は以下の式(17)~(20)で表される。図9は、予想衝突点を示す図である。なお、座標 (X_C, Y_C) は、地上に原点を固定した座標系(地上座標系)における座標である。

20

【0099】

($|\theta_F| < 3/4$ の場合)

$$X_C = -q_F Y_C / p_F - r_F / p_F \quad (17)$$

$$Y_C = (p_n r_F - p_F r_n) / (p_F q_n - p_n q_F) \quad (18)$$

【0100】

($|\theta_F| > 3/4$ または $3/4 < |\theta_F|$ の場合)

$$X_C = (q_F r_n - q_n r_F) / (p_F q_n - p_n q_F) \quad (19)$$

$$Y_C = -p_F X_C / q_F - r_F / p_F \quad (20)$$

$p_F q_n - p_n q_F = 0$ のとき、これらの直線は互いに平行となり、交点が存在しないので、衝突可能性無しと判定される。

30

【0101】

自車両VC1の前端部中央を原点とし、自車両VC1の前後方向をY軸方向、自車両VC1の幅方向をX軸方向とする座標系(c p座標系、図10参照)では、予想衝突点(c p_x, c p_y)は以下の式(21)(22)で表される。

$$c p_x = \cos(-\theta_F) (X_C - X_F) - \sin(-\theta_F) (Y_C - Y_F) \quad (21)$$

$$c p_y = 0 \quad (22)$$

式(21)に式(7)(8)(9)(17)(18)(19)(20)で算出した値を代入することで、予想衝突点(c p_x, c p_y)を算出することができる。

40

【0102】

ここで、c p_x は前方車両VC2の大きさを考慮していないので、当該大きさを考慮した式に補正する。

補正後のc p_x' は以下の式(23)(24)で表される。

(前方車両VC2が「左斜め前」から接近する場合、図11参照)

$$c p_x' = c p_x - d_m \cdot \cdot R \quad (23)$$

(前方車両VC2が「右斜め前」から接近する場合)

$$c p_x' = c p_x + d_m \cdot \cdot R \quad (24)$$

【0103】

ここで、各文字が表す意味は以下の通りである。

$$d_m = l_m \cdot \sin \quad (25)$$

50

：自車両 V C 1 の前後方向に対して前方車両 V C 2 の接近方向がなす角度（図 1 2 参照）

l_m ：前方車両 V C 2 の長さ（上述した基準車長に相当する）
（前方車両 V C 2 が「左斜め前」から接近する場合）

$$= c p_x / (d_R + d_m \cdot R) \quad (26)$$

（前方車両 V C 2 が「右斜め前」から接近する場合）

$$= -c p_x / (d_R + d_m \cdot R) \quad (27)$$

【0104】

$$R = |R| / |R_{TH}| \quad (0 \leq R < 1) \quad (28)$$

ここで、 $|R|$ ：道路の曲率半径の絶対値（ R は右カーブでは正、左カーブでは負の値で表されるため）、 $|R_{TH}|$ ：の補正を行う $|R|$ の上限値（例えば 100 m）

【0105】

式（28）によれば、道路の曲率半径の絶対値 $|R|$ が小さい程、 R が小さくなる。そうすると、道路の曲率半径の絶対値 $|R|$ が小さい程、式（25）で示される前方車両 V C 2 の長さ l_m により小さい補正係数 R が掛けられることを意味する。 $l_m \cdot R$ は、上述した仮想車長に相当する。これは、前方車両 V C 2 の長さがカーブの曲率半径に応じて小さい値に補正されることであり、本願発明の特徴を表している。

【0106】

式（23）（24）で算出された $c p_x'$ が自車両 V C 1 の幅の半分 d_R 未満である場合は、自車両 V C 1 と前方車両 V C 2 が衝突すると判定される。

一方、 $c p_x'$ が自車両 V C 1 の幅の半分 d_R 以上である場合は、自車両 V C 1 と前方車両 V C 2 は衝突しないと判定される。

【0107】

上記した衝突判定は、レーダセンサ 2 3 の捕捉点算出周期毎に行われる。衝突すると判定した周期が所定回数連続した場合、或いは、衝突すると判定した周期の割合が所定の割合以上となった場合に、警報音を鳴らしたり、ブレーキアシスト等の安全措置が実行される。

【0108】

なお、本発明に係る衝突判定装置は、上記実施形態に係る衝突判定 E C U 1 に限定されず、下記の形態でも良い。

（A）本実施形態においては、衝突判定 E C U 1 が、機能的に、曲率半径算出部 1 1、物体検出部 1 2、軌道推定部 1 3、進行方向判定部 1 4、条件変更部 1 5、可能性判定部 1 6 等を備える場合について説明したが、曲率半径算出部 1 1、物体検出部 1 2、軌道推定部 1 3、進行方向判定部 1 4、条件変更部 1 5、及び、可能性判定部 1 6 の内、少なくとも 1 つの機能部が、電気回路等のハードウェアによって構成されている形態でも良い。

【0109】

（B）本実施形態においては、衝突判定装置が、衝突判定 E C U 1 からなる場合について説明したが、衝突判定装置が、センサ等の一部と一体に構成されている形態でも良い。例えば、衝突判定装置が、レーダセンサ 2 3 と一体に構成されている形態（例えば、レーダセンサ 2 3 の信号処理を行う制御装置と一体に構成されている形態）でも良い。

【0110】

（C）本実施形態においては、条件変更部 1 5 が、曲率半径 R_1 に比例して、前方車両 V C 2 の仮想車長 $V L$ を変更する場合について説明したが、条件変更部 1 5 が、前方車両 V C 2 の大きさに基づいて前方車両 V C 2 の仮想車長 $V L$ を変更する形態でも良い。例えば、条件変更部 1 5 が、次の（6）式に基づいて仮想車長 $V L$ を変更する形態でも良い。

$$\text{仮想車長 } V L = \text{検出車長 } L_{200} \times R_1 / R_{1S} \quad (6)$$

ここで、係数 係数 は、前方車両 V C 2 の大きさに基づいて設定される係数であり、検出車長 L_{200} は、レーダセンサ 2 3 による捕捉点の個数、位置等から推定される前方車両 V C 2 の車長である。

【0111】

10

20

30

40

50

また、検出車長 L_{200} が大きい場合 (= 前方車両 $VC2$ が大型車である場合) には、係数を「1」より小さな値 (例えば、0.8) に設定し、検出車長 L_{200} が小さい場合 (= 前方車両 $VC2$ が小型車である場合) には、係数を「1」より大きな値 (例えば、1.2) に設定することが好ましい。このようにすると、前方車両 $VC2$ が大型車である場合には、曲率半径 $R1$ による仮想車長 V_L の変化量が大きくなるため、乗員保護装置等の不要作動を更に効果的に抑制することができるのである。

【0112】

(D) 本実施形態においては、条件変更部 15 が、前方車両 $VC2$ の仮想車長 V_L を変更する場合について説明したが、条件変更部 15 が、その他の方法で、衝突判定条件を厳しくするべく変更する形態でも良い。すなわち、可能性判定部 16 が、衝突する可能性があるか否かを判定する方法に応じて、適宜、条件変更部 15 が衝突判定条件を厳しくするべく変更する方法を設定すれば良い。

10

【0113】

例えば、可能性判定部 16 が、所定時間経過後の前方車両 $VC2$ の進行方向ベクトルに対応する向きが予め設定された範囲 (= 以下、「方向判定範囲」という) にあるか否かに基づいて、衝突する可能性があるか否かを判定する場合について説明する。この場合には、条件変更部 15 は、上記「方向判定範囲」を狭くすることによって、衝突判定条件を厳しくすれば良い。

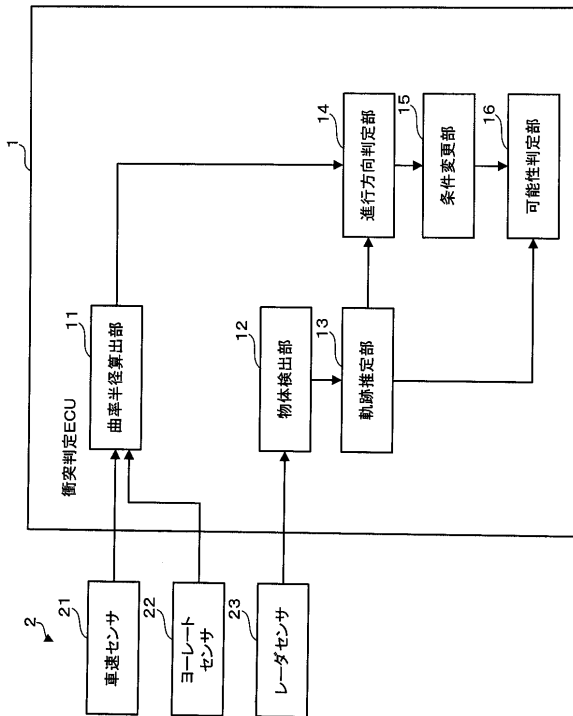
【産業上の利用可能性】

【0114】

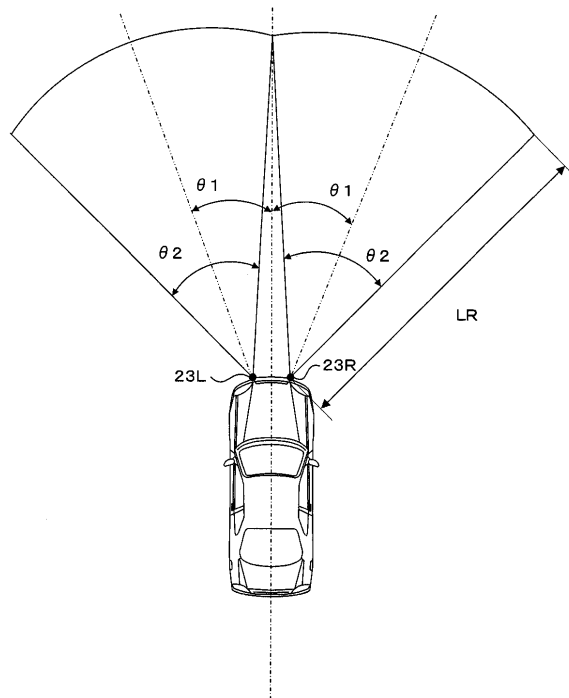
20

本発明は、例えば、車両に搭載され、他の車両と衝突する可能性の有無を判定する衝突判定装置に適用することができる。

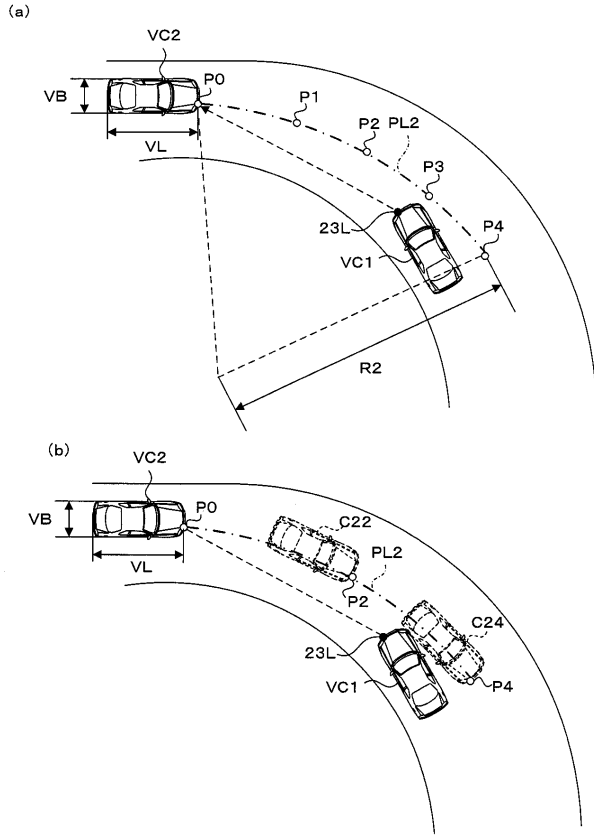
【図1】



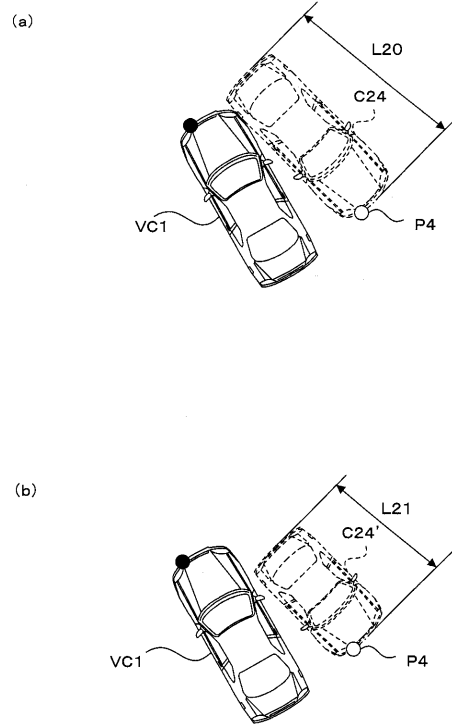
【図2】



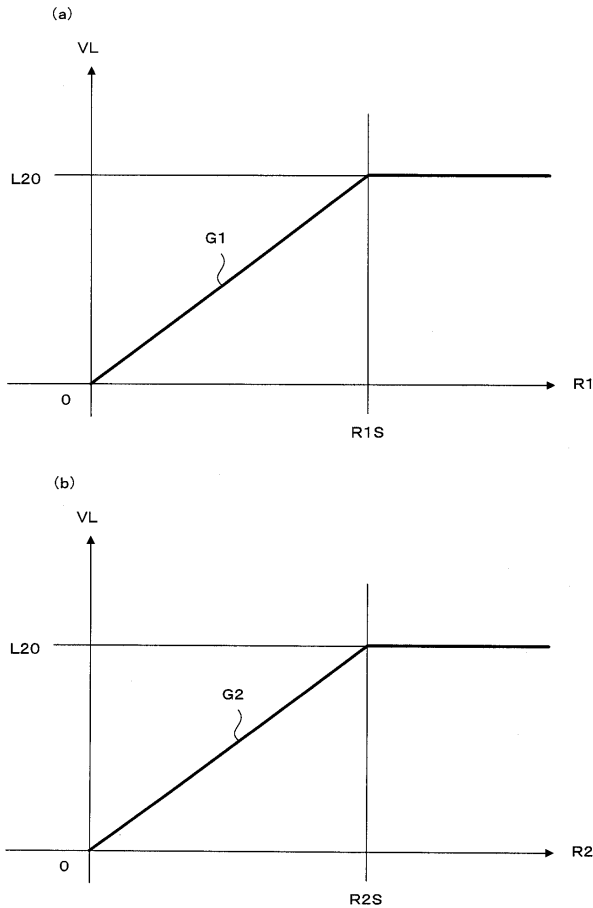
【図3】



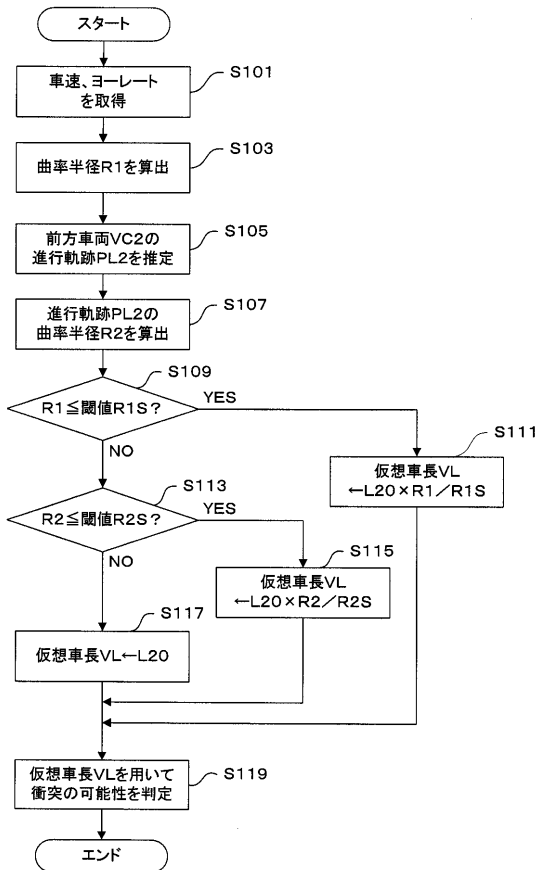
【図4】



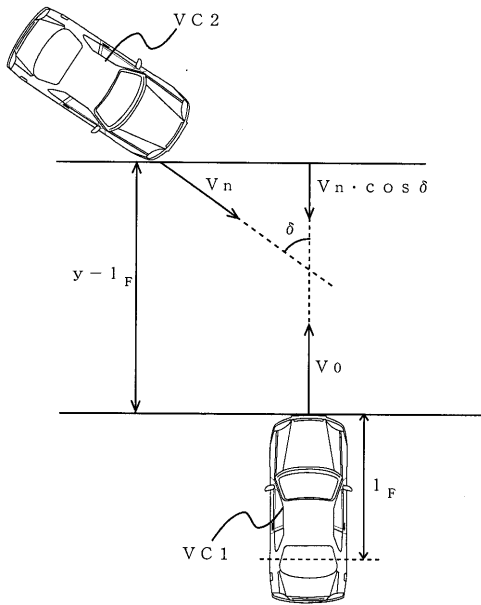
【図5】



【図6】

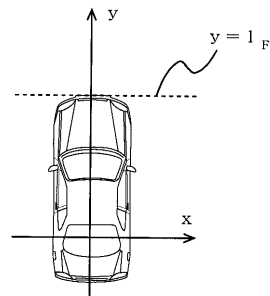


【図7】

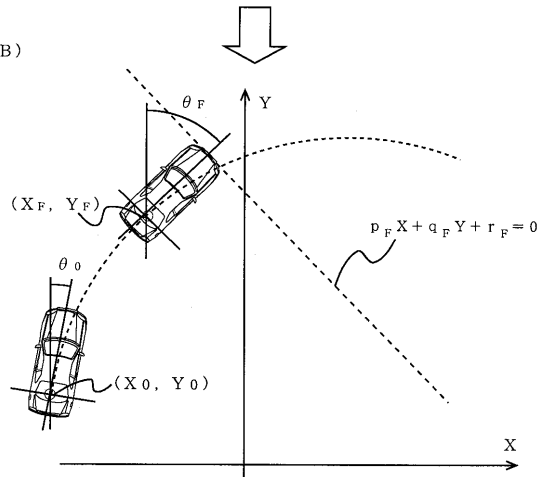


【図8】

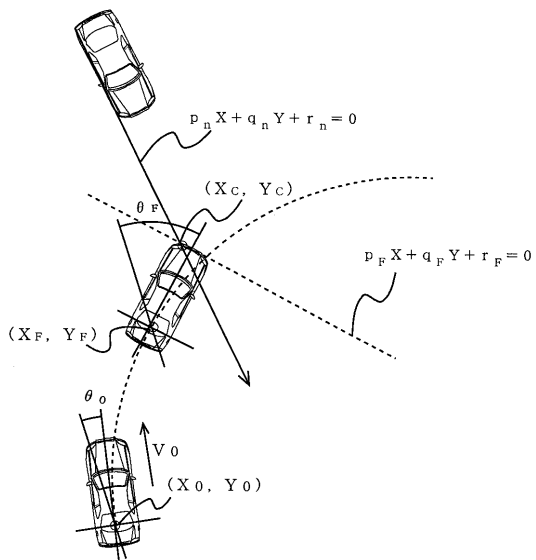
(A)



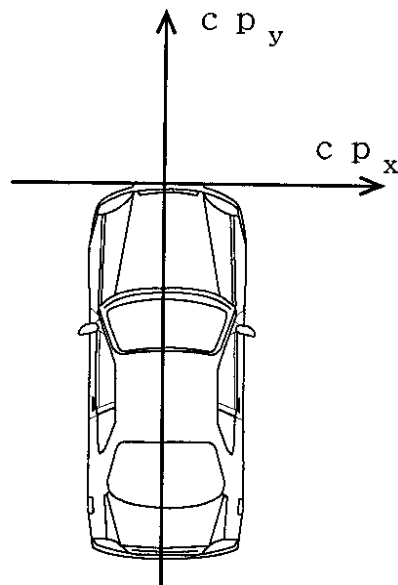
(B)



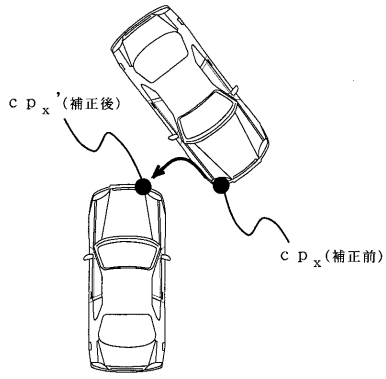
【図9】



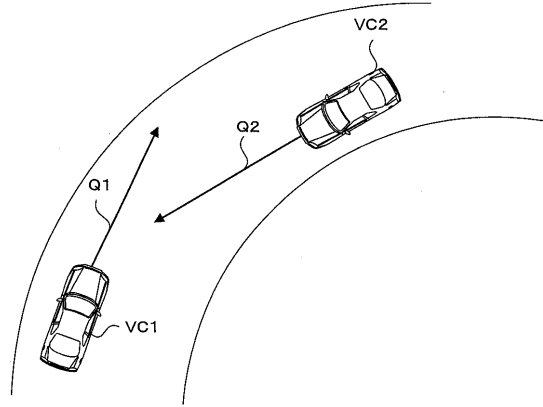
【図10】



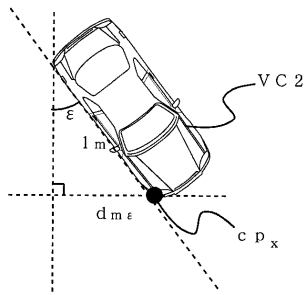
【図 1 1】



【図 1 3】



【図 1 2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-172098(JP,A)
特開2007-279892(JP,A)
特開2000-326757(JP,A)
特開平9-91598(JP,A)
特開2007-153203(JP,A)
特開2007-91102(JP,A)
特開2004-78333(JP,A)
特開平7-262499(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08G 1/00-99/00

B60R 21/00