

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6939723号
(P6939723)

(45) 発行日 令和3年9月22日(2021.9.22)

(24) 登録日 令和3年9月6日(2021.9.6)

(51) Int.Cl.		F I			
GO 1 S	13/60	(2006.01)	GO 1 S	13/60	2 0 2
GO 1 S	13/931	(2020.01)	GO 1 S	13/931	
GO 8 G	1/16	(2006.01)	GO 8 G	1/16	C
B 6 O W	30/095	(2012.01)	B 6 O W	30/095	

請求項の数 8 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2018-126342 (P2018-126342)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成30年7月2日(2018.7.2)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2020-8288 (P2020-8288A)	(74) 代理人	100121821 弁理士 山田 強
(43) 公開日	令和2年1月16日(2020.1.16)	(74) 代理人	100139480 弁理士 日野 京子
審査請求日	令和3年1月8日(2021.1.8)	(74) 代理人	100125575 弁理士 松田 洋
		(74) 代理人	100175134 弁理士 北 裕介
		(72) 発明者	松永 昇悟 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

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】

物体検出装置(10)により検出された自車周囲に位置する物体と、自車との衝突の有無を判定する衝突判定装置(20)であって、

現在の自車における自車進行方向での距離及び車幅方向での距離で規定される2次元座標系において、自車の推定経路上での所定時間毎の自車存在領域を算出する自車領域算出部と、

前記自車進行方向での距離、前記車幅方向での距離、及び現在からの経過時間により規定される3次元座標系において、算出された前記所定時間毎の前記自車存在領域を補完することにより、前記自車存在領域の推移を示す立体である自車立体を算出する自車情報算出部と、

前記物体検出装置により検出された前記物体の位置に基づいて、前記3次元座標系における前記物体の移動経路を算出する移動経路算出部と、

算出された前記自車立体と、算出された前記物体の移動経路との交わりの有無に基づいて、自車に対する前記物体の衝突の有無を判定する判定部と、を備える衝突判定装置。

【請求項2】

前記自車領域算出部は、前記自車存在領域を、前記自車の推定経路において現在から将来に進むほど面積が拡大されるように算出する請求項1に記載の衝突判定装置。

【請求項3】

自車の操舵量の変化速度及び前記操舵量の変化加速度の少なくともいずれかを算出する

変化量算出部を備え、

前記自転車領域算出部は、前記変化量算出部により算出された前記操舵量の変化速度及び前記操舵量の変化加速度の少なくともいずれかに基づいて、前記自転車存在領域の前記面積の拡大量を設定する請求項 2 に記載の衝突判定装置。

【請求項 4】

前記移動経路算出部は、

前記 2 次元座標系において、前記物体の位置に基づく前記物体の推定経路上での所定時間毎の物体存在領域を算出し、

前記 3 次元座標系において、算出した所定時間毎の前記物体存在領域を補完することにより、前記物体存在領域の推移を示す立体を前記物体の移動経路として算出する請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の衝突判定装置。

10

【請求項 5】

前記移動経路算出部は、前記物体存在領域を、前記物体の推定経路において、現在から将来に進むほど面積が拡大されるように算出する請求項 4 に記載の衝突判定装置。

【請求項 6】

前記移動経路算出部は、前記物体検出装置の検出誤差に基づいて、前記物体存在領域の前記面積の拡大量を設定する請求項 5 に記載の衝突判定装置。

【請求項 7】

算出された前記自転車立体と、算出された前記物体の移動経路とに交わりがあることを条件に、自転車に対して物体との衝突を抑制するための衝突抑制制御を実施する動作制御部と

20

、
自転車に対する前記衝突抑制制御が実施された後に、前記衝突抑制制御が実施される前よりも前記自転車立体の算出に用いられる前記自転車存在領域を拡大する自転車領域拡大部と、を備える請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の衝突判定装置。

【請求項 8】

算出された前記自転車立体と、算出された前記物体の移動経路とに交わりがあることを条件に、自転車に対して物体との衝突を抑制するための衝突抑制制御を実施する動作制御部と

、
自転車に対する前記衝突抑制制御が実施された後に、前記衝突抑制制御が実施される前よりも前記物体の移動経路の算出に用いられる前記物体存在領域を拡大する物体領域拡大部と、を備える請求項 4 ~ 6 のいずれか一項に記載の衝突判定装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

自転車周囲の物体と自転車との衝突の有無を判定する衝突判定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

自転車の移動軌跡、及び自転車周囲の物体の移動軌跡を推定し、推定した自転車及び物体の移動軌跡に基づいて、自転車に対する物体の衝突の有無を判定する衝突判定装置が知られている。特許文献 1 に開示された衝突判定装置では、推定した自転車の移動軌跡と、推定した物体の移動軌跡とが交わる交点を算出する。そして、自転車が交点に到達するまでの時間と、物体が交点に達するまでの時間をそれぞれ算出し、算出した各時間により自転車に対する物体の衝突の有無を判定している。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2008 - 213535 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

50

自車の移動軌跡と物体の移動軌跡とをそれぞれ線で推定して、その線同士の交点を用いて衝突判定を行う場合、自車と物体との位置関係又は物体の移動状態に依っては、衝突判定を適正に実施できない場合がある。

【 0 0 0 5 】

本発明は上記課題に鑑みたものであり、自車に対する物体の位置関係や物体の移動状態に依らず、時間経過を考慮して自車に対する物体の衝突判定を適正に実施することができる衝突判定装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記課題を解決するために本発明は、物体検出装置により検出された自車周囲に位置する物体と、自車との衝突の有無を判定する衝突判定装置に関するものである。衝突判定装置は、現在の自車における自車進行方向での距離及び車幅方向での距離で規定される2次元座標系において、自車の推定経路上での所定時間毎の自車存在領域を算出する自車領域算出部と、前記自車進行方向での距離、前記車幅方向での距離、及び現在からの経過時間により規定される3次元座標系において、算出された前記所定時間毎の前記自車存在領域を補完することにより、前記自車存在領域の推移を示す立体である自車立体を算出する自車情報算出部と、前記物体検出装置により検出された前記物体の位置に基づいて、前記3次元座標系における前記物体の移動経路の推定値を示す推定経路情報を算出する移動経路算出部と、算出された前記自車立体と、算出された前記物体の移動経路との交わりの有無に基づいて、自車に対する前記物体の衝突の有無を判定する判定部と、を備える。

【 0 0 0 7 】

上記構成では、自車を基準とする自車進行方向での距離、車幅方向での距離、及び現在からの経過時間により規定される3次元座標系において、自車の推定経路上に算出される複数の自車存在領域を補完することにより、自車存在領域の推移を示す立体である自車立体が算出される。また、物体検出装置により検出された物体の位置に基づいて、3次元座標系において、物体の移動経路の推定値を示す推定経路情報が算出される。そして、自車立体と前記物体の移動経路との交わりの有無に基づいて、自車に対する物体の衝突の有無が判定される。この場合、自車に対する物体の衝突判定に用いられる自車立体は、自車進行方向、及び車幅方向に広がる自車存在領域が時間軸で連続する3次元の立体として算出される。そして、自車立体と物体の移動経路との交わりの有無により衝突判定が行われることにより、移動軌跡同士が交わる場合よりも、交わりを生じさせる領域が大きくなる。その結果、自車に対する物体の位置関係や、物体の移動状態を含む様々なシーンに対応した衝突判定が可能となるため、自車に対する物体の衝突の有無を適正に判定することができる。さらに、上記3次元座標系において自車立体と物体の移動経路との交わりの有無に基づいて衝突の有無が判定されるため、時間経過を考慮して衝突の有無を適正に判定することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図1】車両制御システムの構成図。

【図2】XY平面上での自車存在領域を説明する図。

【図3】XY平面上での物体存在領域を説明する図。

【図4】自車立体及び物体立体を説明する図。

【図5】自車立体と物体立体とを用いた自車に対する物体の衝突判定の手法を説明する図。

【図6】衝突判定の手順を説明するフローチャート。

【図7】自車が右折又は左折する場合の自車存在領域の拡大を説明する図。

【図8】第1実施形態の変形例における自車存在領域の拡大量を説明する図。

【図9】第2実施形態に係る衝突判定の手順を説明するフローチャート。

【図10】第3実施形態において、図6のステップS18の処理の手順を説明するフローチャート。

10

20

30

40

50

【図 1 1】物体存在領域の拡大量を説明する図。

【図 1 2】第 4 実施形態に係る衝突判定の手順を説明するフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

(第 1 実施形態)

以下、車両に適用される車両制御システムの実施形態について図面を参照しつつ説明する。図 1 に示す車両制御システム 1 0 0 は、物体検出装置 1 0 及び衝突判定 E C U 2 0 を備えている。本実施形態では、衝突判定 E C U 2 0 が衝突判定装置に相当する。

【 0 0 1 0 】

物体検出装置 1 0 は、ミリ波を送信し、送信したミリ波が物体に反射することで生じる反射波に基づいて、自車周囲の物体の位置、及び自車に対する物体の相対速度を検出する。物体検出装置 1 0 は、ミリ波レーダセンサ 1 1 と、レーダ E C U 1 2 とを備えている。

10

【 0 0 1 1 】

ミリ波レーダセンサ 1 1 は、例えば、自車の前部及び後部にそれぞれ取り付けられており、ミリ波を自車周囲に出射し、その反射波を受信する。ミリ波レーダセンサ 1 1 は、受信した反射波に関する反射波信号をレーダ E C U 1 2 に出力する。

【 0 0 1 2 】

レーダ E C U 1 2 は、ミリ波レーダセンサ 1 1 から出力される反射波信号に基づいて、自車周囲の物体の位置、及び自車に対する物体の相対速度を算出する。レーダ E C U 1 2 は、算出した物体の位置、及び自車に対する物体の相対速度を衝突判定 E C U 2 0 に出力する。レーダ E C U 1 2 は、例えば、C P U (Central Processing Unit)、R O M (Read Only Memory)、R A M (Random Access Memory)、及び入出力インターフェイスなどを備えるコンピュータにより構成されている。

20

【 0 0 1 3 】

衝突判定 E C U 2 0 には、ヨーレートセンサ 1 3、操舵角センサ 1 4、車輪速センサ 1 5、及び衝突抑制装置 3 0 が接続されている。ヨーレートセンサ 1 3 は、たとえば自車の中央位置に設けられており、自車の操舵量の変化速度に応じたヨーレート信号を衝突判定 E C U 2 0 に出力する。操舵角センサ 1 4 は、たとえば車両のステアリングロッドに取り付けられており、運転者の操作に伴うステアリングホイールの操舵角の変化に応じた操舵角信号を衝突判定 E C U 2 0 に出力する。車輪速センサ 1 5 は、たとえば車両のホイール部分に取り付けられており、車両の車輪速度に応じた、車輪速度信号を衝突判定 E C U 2 0 に出力する。

30

【 0 0 1 4 】

衝突抑制装置 3 0 は、自車に対する物体の衝突を抑制する装置であり、本実施形態では、ブレーキ E C U 3 1 と、シートベルトアクチュエータ 3 2 とを備えている。

【 0 0 1 5 】

ブレーキ E C U 3 1 は、衝突判定 E C U 2 0 から出力される減速信号に基づいて、ブレーキアクチュエータの制動力を制御する。ブレーキアクチュエータの制動力が制御されることにより自車の減速量が調整される。シートベルトアクチュエータ 3 2 は、衝突判定 E C U 2 0 から出力される起動信号に基づいて、シートベルトの巻取装置を作動させ、シートベルトを巻き取って緊張させる。

40

【 0 0 1 6 】

衝突判定 E C U 2 0 は、物体検出装置 1 0 から出力される物体の位置及び自車に対する物体の相対速度に基づいて、自車に対する物体の衝突の有無を判定する。衝突判定 E C U 2 0 は、C P U、R O M、R A M、及び入出力インターフェイスなどを備えるコンピュータにより構成されている。衝突判定 E C U 2 0 は、自車に対して物体が衝突すると判定した場合に、衝突抑制装置 3 0 を作動させることにより、自車に対する衝突抑制制御を実施する。例えば、衝突判定 E C U 2 0 は、ブレーキ E C U 3 1 に出力する減速信号及びシートベルトアクチュエータ 3 2 に出力する起動信号を生成して出力することにより衝突抑制制御を実施する。

50

【 0 0 1 7 】

自車及び物体の移動経路として線状の移動軌跡を算出し、算出した移動軌跡同士の交点により、自車に対する物体の衝突の有無を判定する場合、自車と物体との位置関係又は物体の移動状態によっては、自車に対する物体の衝突判定を適正に実施できない場合がある。例えば、自車と物体とが平行に移動している場合、自車及び物体の移動軌跡は交わることがないため、物体の衝突判定を実施できなくなる。また、物体が静止している場合には、時間経過を考慮したとしても物体の移動軌跡が算出されないため、自車及び物体の移動軌跡の交点が算出されず、自車に対する物体の衝突判定を実施できないおそれがある。

【 0 0 1 8 】

そこで、衝突判定 ECU 20 は、仮想的に形成される 3 次元座標系において、自車の存在領域の推移を示す立体である自車立体を算出する。また、衝突判定 ECU 20 は、3 次元座標系において、物体の移動経路を算出する。そして、自車立体と、物体の移動経路との交わりの有無に基づいて、自車と物体との衝突の有無を判定することにより、自車に対する物体の位置関係や、物体の移動状態を含む様々なシーンに対応した衝突判定を可能としている。

10

【 0 0 1 9 】

次に、本実施形態の衝突判定に係る衝突判定 ECU 20 の各機能を説明する。

【 0 0 2 0 】

自車経路推定部 21 は、自車の操舵量の変化速度及び自車速度に基づいて、自車の推定経路を示す自車推定経路 PA1 を算出する。本実施形態では、自車経路推定部 21 は、ヨーレートセンサ 13 からのヨーレート信号を用いて算出される自車のヨーレートと、車輪速センサ 15 からの車輪速度信号を用いて算出される自車速度とに基づいて自車の推定カーブ半径を算出する。そして、算出した推定カーブ半径に沿って自車が走行する場合の経路を自車推定経路 PA1 として算出する。なお、自車の操舵量の変化速度を、操舵角センサ 14 からの操舵角信号に基づいて算出してもよい。

20

【 0 0 2 1 】

自車領域算出部 22 は、現在の自車進行方向での距離 Y、及び車幅方向での距離 X で規定される 2 次元座標系の XY 平面上に、自車推定経路 PA1 上での所定時間毎の自車が存在する領域を示す自車存在領域 EA1 を算出する。本実施形態では、自車領域算出部 22 は、現在 T0 から推定終了時間 TN までの期間において、自車推定経路 PA1 上の各位置における自車存在領域 EA1 を算出する。

30

【 0 0 2 2 】

図 2 (a) は、現在 T0 での自車存在領域 EA1 を示している。本実施形態では、自車存在領域 EA1 を、自車を上方から見た場合の自車の外周を全て含む矩形領域として定めている。自車領域算出部 22 は、自車の大きさを示す車両諸元に基づいて、自車存在領域 EA1 を形成する矩形領域を定めている。例えば、現在 T0 での自車存在領域 EA1 は、X 軸と Y 軸との交点 (0 , 0) が、自車の基準位置 P0 となるように定められている。また、自車の基準位置 P0 は、自車前方において車幅方向の中心となるように設定されている。

【 0 0 2 3 】

図 2 (b) は、現在から T1 だけ将来の自車存在領域 EA1 を示している。なお、図 2 (b) では、説明を容易にするため、現在 T0 での自車存在領域 EA1 と、現在から T2 だけ将来 (T2 > T1) での自車存在領域 EA1 とを破線により示している。

40

【 0 0 2 4 】

現在から T1 だけ将来の自車存在領域 EA1 は、自車が自車推定経路 PA1 に沿って移動する場合に、現在の自車位置から経過時間 T1 後での自車の存在領域を示している。例えば、自車領域算出部 22 は、現在の自車位置で算出される自車推定経路 PA1 と、自車速度とに基づいて、自車推定経路 PA1 において、現在 T0 での自車の基準位置 P0 から所定の経過時間 Tn (n は、0 以上、N 以下の値) だけ将来の通過位置を算出する。そして、各通過位置を基準位置 Pn とする矩形領域を、現在から Tn だけ将来の自車存在領域

50

E A 1として算出する。本実施形態では、各経過時間 T_n での自車存在領域E A 1の向きを、各基準位置 P_n での自車推定経路P A 1の接線の向きに定めている。

【0025】

自車情報算出部23は、自車進行方向での距離 Y 、車幅方向での距離 X 、及び現在からの経過時間 T により規定される3次元座標系において、複数の自車存在領域E A 1を補完することにより、自車存在領域E A 1の推移を示す自車立体D 1を算出する。図4に示す3次元座標系において、点(0, 0, 0)が、現在の自車の基準位置 P_0 を示している。自車立体D 1は、3次元座標系において、経過時間 T に伴う自車存在領域E A 1の移動推移を示している。図4では、現在 T_0 から、推定終了時間 T_N までの予測時間幅において、自車立体D 1が算出されている。

10

【0026】

本実施形態では、自車情報算出部23は、算出した複数の自車存在領域E A 1を3次元座標系の情報に変換する。そして、3次元座標系において、経過時間を定める T 軸が延びる方向で隣り合う自車存在領域E A 1間の四隅を直線補完することにより、自車立体D 1を算出する。

【0027】

物体経路推定部24は、物体検出装置10により検出された物体の位置、及び自車に対する物体の相対速度に基づいて、物体の推定経路を示す物体推定経路P A 2を算出する。例えば、物体経路推定部24は、物体検出装置10により検出された物体位置の変化に基づいて、物体の移動軌跡を算出し、この移動軌跡を物体推定経路P A 2とする。

20

【0028】

物体領域算出部25は、 XY 平面上において、物体推定経路P A 2上での所定時間毎の物体が存在する領域を示す物体存在領域E A 2を算出する。物体存在領域E A 2は、物体が、物体推定経路P A 2に沿って移動する場合の、所定時間毎の物体の存在領域を示す。図3(a)は、現在 T_0 での物体存在領域E A 2を示している。現在 T_0 での XY 平面上の物体存在領域E A 2は、現在の自車位置において、物体検出装置10により検出されている物体の存在領域を示している。物体領域算出部25は、物体存在領域E A 2を、物体を上方から見た場合の物体の外周を全て含む矩形領域として設定している。例えば、物体存在領域E A 2を形成する矩形領域は、物体検出装置10により算出された物体の大きさに基づいて設定される。

30

【0029】

図3(b)は、現在から T_1 だけ将来の物体存在領域E A 2を示している。例えば、物体領域算出部25は、物体推定経路P A 2と、自車を基準とする物体の相対速度とに基づいて、物体推定経路P A 2上において、現在の物体の基準位置 B_0 から所定の経過時間 T_n だけ経過した後の通過位置を算出する。そして、各通過位置を基準位置 B_n とする矩形領域を、現在から経過時間 T_n だけ将来の物体存在領域E A 2として算出する。

【0030】

物体情報算出部26は、3次元座標系において、複数の物体存在領域E A 2を補完することにより、物体存在領域E A 2の推移を示す立体である物体立体D 2を算出する。図4に示す物体立体D 2は、3次元座標系において、経過時間 T に伴う物体存在領域E A 2の移動推移を示している。本実施形態では、物体情報算出部26は、経過時間を定める T 軸の延びる方向で隣り合う物体存在領域E A 2間の四隅を直線補完することにより、物体立体D 2を算出する。本実施形態では、物体立体D 2が物体の移動経路に相当し、物体領域算出部25と物体情報算出部26とが移動経路算出部に相当する。

40

【0031】

判定部27は、自車立体D 1と物体立体D 2との交わりの有無に基づいて、自車に対する物体の衝突の有無を判定する。本実施形態では、判定部27は、所定の経過時間 T での自車の存在領域を示す第1判定用領域D A 1を、自車立体D 1を用いて算出する。また、第1判定用領域D A 1と同一経過時間 T での物体の存在領域を示す第2判定用領域D A 2を、物体立体D 2を用いて算出する。そして、算出した同一経過時間 T での第1, 第2判

50

定用領域 D A 1 , D A 2 間に重複する領域が存在する場合に、自車立体 D 1 と物体立体 D 2 とが交わると判定する。

【 0 0 3 2 】

図 5 (a) , (b) は、経過時間 T a での X Y 平面において、自車立体 D 1 を用いて算出される第 1 判定用領域 D A 1 と、物体立体 D 2 を用いて算出される第 2 判定用領域 D A 2 とを示す図である。自車立体 D 1 と物体立体 D 2 とが交わる場合、図 5 (a) に示すように、同一の経過時間 T a での X Y 平面において、第 1 判定用領域 D A 1 と第 2 判定用領域 D A 2 とに重複する領域 O A が存在している。そのため、判定部 2 7 は、同一経過時間 T での第 1 判定用領域 D A 1 と第 2 判定用領域 D A 2 とに重複する領域 O A が存在する場合に、自車と物体とが衝突すると判定する。

10

【 0 0 3 3 】

一方、自車立体 D 1 と物体立体 D 2 とが交わらない場合、図 5 (b) に示す経過時間 T a を含む全ての経過時間 T での X Y 平面において、第 1 判定用領域 D A 1 と第 2 判定用領域 D A 2 とに重複する領域 O A が存在しない。そのため、判定部 2 7 は、同一経過時間 T での第 1 判定用領域 D A 1 と第 2 判定用領域 D A 2 とに重複する領域 O A が存在しない場合に、自車と物体とが衝突しないと判定する。

【 0 0 3 4 】

本実施形態では、判定部 2 7 は、現在 T 0 から推定終了時間 T N までの間で、所定の経過時間間隔 T 毎に、同一経過時間 T での第 1 , 第 2 判定用領域 D A 1 , D A 2 を算出する。そして、算出した同一経過時間 T での第 1 , 第 2 判定用領域 D A 1 , D A 2 を用いて重複する領域 O A の有無を判定する。

20

【 0 0 3 5 】

次に、図 6 を用いて、本実施形態に係る衝突判定の手順を説明する。図 6 に示す処理は、衝突判定 E C U 2 0 により所定周期で繰り返し実施される。

【 0 0 3 6 】

ステップ S 1 0 では、車輪速度信号に基づいて算出される自車速度と、ヨーレート信号に基づいて算出される自車のヨーレート とに基づいて、X Y 平面上において現在の自車位置での自車推定経路 P A 1 を算出する。

【 0 0 3 7 】

ステップ S 1 1 では、物体検出装置 1 0 により検出された物体位置、及び自車に対する物体の相対速度に基づいて、X Y 平面上において物体推定経路 P A 2 を算出する。

30

【 0 0 3 8 】

ステップ S 1 2 ~ S 1 6 では、自車推定経路 P A 1 上の複数の自車存在領域 E A 1 を算出する。ここで、自車推定経路 P A 1 に誤差が生じている場合、自車存在領域 E A 1 の位置が自車推定経路 P A 1 において現在から将来に進むほど、自車存在領域 E A 1 の位置に自車推定経路 P A 1 の誤差が蓄積され、自車存在領域 E A 1 の位置の誤差が大きくなる。そこで、本実施形態では、自車存在領域 E A 1 を、自車推定経路 P A 1 において現在から将来に進むほど、面積 S を拡大するように算出する。

【 0 0 3 9 】

まず、ステップ S 1 2 では、自車の操舵量の変化速度を示すヨーレート に基づいて、自車の操舵量の変化加速度 を算出する。本実施形態では、前回の演算周期において算出したヨーレート と、今回の演算周期において算出したヨーレート との差を、操舵量の変化加速度 として算出している。ステップ S 1 2 が操舵変化量算出部に相当する。なお、自車の操舵量の変化加速度 を、操舵角センサ 1 4 からの操舵角信号により算出される操舵角の変化速度から算出するものであってもよい。

40

【 0 0 4 0 】

ステップ S 1 3 では、自車が右折するか左折するかを判定する。本実施形態では、現在の自車進行方向に対して右方向に曲がる向きに推定カーブ半径が算出されている場合に、自車が右折すると判定する。また、現在の自車進行方向に対して左方向に曲がる向きに推定カーブ半径が算出されている場合に、自車が左折すると判定する。

50

【 0 0 4 1 】

ステップ S 1 3 において、自車が右折すると判定すると、ステップ S 1 4 では、自車のヨーレート $\dot{\phi}$ と、操舵量の変化加速度 $\ddot{\delta}$ とに基づいて、自車が右折する場合の自車存在領域 E A 1 の拡大量 $S 1$ を設定する。図 7 (a) は、自車が右折する場合の自車存在領域 E A 1 の拡大量 $S 1$ にハッチングを付している。なお、図 7 では、説明を容易にするために、同一の X Y 平面上に、経過時間 T が異なる複数の自車存在領域 E A 1 を記載している。

【 0 0 4 2 】

自車の操舵量の変化が大きくなるほど、自車位置が車幅方向に変化する可能性が高くなる。更に、自車が右折する場合、自車位置の車幅方向への変化により自車の右側を通過する物体を自車が巻き込む可能性が高くなる。そこで、本実施形態では、自車が右折すると判定した場合、自車存在領域 E A 1 において自車進行方向に対して右側の領域を拡大することにより、衝突の判定を安全側に設定している。

10

【 0 0 4 3 】

ここで、自車の操舵量の変化による自車存在領域 E A 1 の変化幅 $W 1$ を、自車の右方向でのヨーレート $\dot{\phi}_1$ 及び操舵量の変化加速度 $\ddot{\delta}_1$ を用いて算出する。そして、本実施形態では、自車が右折する場合の自車存在領域 E A 1 の拡大量 $S 1$ を、下記式 (1) により算出している。

【 0 0 4 4 】

【 数 1 】

$$\Delta S 1_n = k \cdot \Delta W 1_n = k \cdot \left(\phi 1 \cdot T_n + \frac{1}{2} \cdot \alpha 1 \cdot T_n^2 \right) \dots \quad (1)$$

20

$S 1_n$ は、自車が右折する場合の各経過時間 T_n での物体の拡大量を示す。k は自車の車長方向での長さを示す。

【 0 0 4 5 】

上記式 (1) において、現在 $T 0$ での拡大量 $S 1$ は、経過時間 $T 0$ が 0 であるため 0 となる。そして、自車推定経路 P A 1 上での自車の基準位置 P に対応する経過時間 T_n が増加するほど、拡大量 $S 1$ が大きくなる。実施形態では、衝突判定 E C U 2 0 は、ヨーレート $\dot{\phi}_1$ 、操舵角の加速度 $\ddot{\delta}_1$ 、経過時間 T、及び拡大量 $S 1$ の関係を記録するテーブル情報を記憶しており、このテーブル情報を参照することにより、各値 $\dot{\phi}_1$ 、 $\ddot{\delta}_1$ 、T に応じた、自車が右折する場合の拡大量 $S 1$ を設定する。

30

【 0 0 4 6 】

例えば、テーブル情報を以下のように算出する。まず、上記式 (1) に基づいて、様々なヨーレート $\dot{\phi}_1$ 及び操舵量の変化加速度 $\ddot{\delta}_1$ と拡大量 $S 1$ との関係を算出する。そして、衝突判定 E C U 2 0 は、ヨーレート $\dot{\phi}_1$ 、操舵角の加速度 $\ddot{\delta}_1$ 、経過時間 T、及び拡大量 $S 1$ の対応関係をテーブル情報として記憶する。

【 0 0 4 7 】

図 6 に戻り、ステップ S 1 3 において、自車が左折すると判定すると、ステップ S 1 5 では、ステップ S 1 2 で算出した自車のヨーレート $\dot{\phi}_2$ と、操舵量の変化加速度 $\ddot{\delta}_2$ とに基づいて、自車が左折する場合の自車存在領域 E A 1 の拡大量 $S 2$ を設定する。

40

【 0 0 4 8 】

自車が左折する場合、自車の左側を通過する物体を自車が巻き込む可能性がある。そこで、本実施形態では、自車が左折すると判定した場合、図 7 (b) に示すように、自車存在領域 E A 1 において自車進行方向の左側の領域のみを拡大し、衝突判定を安全側に設定している。

【 0 0 4 9 】

自車が左折する場合の操舵量の変化に伴う自車存在領域 E A 1 の拡大量 $S 2$ は、自車左方向でのヨーレート $\dot{\phi}_2$ 及び操舵量の変化加速度 $\ddot{\delta}_2$ を用いた下記式 (2) により算出する。

50

【 0 0 5 0 】

【 数 2 】

$$\Delta S_{2n} = k \cdot \Delta W_{2n} = k \cdot \left(\phi^2 \cdot T_n + \frac{1}{2} \cdot \alpha^2 \cdot T_n^2 \right) \quad \dots \quad (2)$$

S_{2n} は、自車が左折する場合の各経過時間 T_n での物体の拡大量を示す。 W_{2n} は、自車が左折する場合の自車存在領域 E_{A1} の変化幅である。

【 0 0 5 1 】

上記式(2)において、自車推定経路 P_{A1} において、現在 T_0 での拡大量 S_2 は、0となる。そして、各自車存在領域 E_{A1} に対応する経過時間 T が大きくなるほど、拡大量 S_2 が大きくなる。実施形態では、衝突判定 E_{CU20} は、ヨーレート ϕ_2 、操舵量の変化加速度 α_2 、経過時間 T 、及び拡大量 S_2 の関係を記録するテーブル情報を記憶しており、このテーブル情報を参照することにより、自車が左折する場合の各値 ϕ_2 、 α_2 、 T に応じた拡大量 S_2 を設定する。

10

【 0 0 5 2 】

ステップ S_{16} では、ステップ S_{14} 又はステップ S_{15} で設定した拡大量に応じて、自車推定経路 P_{A1} を通過する複数の自車存在領域 E_{A1} を算出する。ステップ S_{17} では、3次元座標系において、ステップ S_{16} で算出した複数の自車存在領域 E_{A1} を補完することにより、自車立体 D_1 を算出する。

【 0 0 5 3 】

ステップ S_{18} では、物体推定経路 P_{A2} を通過する複数の物体存在領域 E_{A2} を算出する。ステップ S_{19} では、3次元座標系において、ステップ S_{18} で算出した複数の物体存在領域 E_{A2} を補完することにより、物体立体 D_2 を算出する。

20

【 0 0 5 4 】

ステップ S_{20} では、ステップ S_{17} で算出した自車立体 D_1 と、ステップ S_{19} で算出した物体立体 D_2 との交わりの有無を判定する。具体的には、同一経過時間 T での第1判定用領域 D_{A1} と、第2判定用領域 D_{A2} とに重なる領域 O_A が存在する場合に、自車立体 D_1 と物体立体 D_2 とに交わりがあると判定する。

【 0 0 5 5 】

ステップ S_{20} の処理において、自車立体 D_1 と物体立体 D_2 とに交わりがあると判定した場合、ステップ S_{21} において自車に対して物体が衝突すると判定し、ステップ S_{22} に進む。なお、自車立体 D_1 と物体立体 D_2 とに交わりがないと判定すると、図6の処理を一旦終了する。

30

【 0 0 5 6 】

本実施形態では、自車立体 D_1 と物体立体 D_2 とに交わりがあると判定したことを条件に、ステップ S_{22} では現在の自車位置において、自車と物体とが衝突するまでの衝突余裕時間を示す TTC を算出する。例えば、現在の自車位置から物体までの直線距離を、自車に対する物体の相対速度で割ることにより TTC を算出する。

【 0 0 5 7 】

ステップ S_{23} では、ステップ S_{22} で算出した TTC が閾値 TH_1 以下であるか否かを判定する。まずは、 TTC が閾値 TH_1 よりも大きいと判定したとして、図6の処理を一旦終了する。その後実施されるステップ S_{23} の処理により、 TTC が閾値 TH_1 以下であると判定すると、ステップ S_{24} に進む。

40

【 0 0 5 8 】

ステップ S_{24} では、自車に対する衝突抑制制御を実施する。例えば、ブレーキ E_{CU31} に対して速度軽減信号を出力することにより、自車速度を減速させる。ステップ S_{24} が動作制御部に相当する。

【 0 0 5 9 】

ステップ S_{24} の処理を終了すると、図6の処理を一旦終了する。

【 0 0 6 0 】

50

以上説明した本実施形態では、以下の効果を奏することができる。

【0061】

・衝突判定 ECU20 は、現在からの経過時間を含む 3 次元座標系において、自転車存在領域 EA1 の推移を示す立体である自転車立体 D1 と、物体存在領域 EA2 の推移を示す立体である物体立体 D2 を算出する。そして、自転車立体 D1 と物体立体 D2 との交わりの有無に基づいて、自転車に対する物体の衝突の有無を判定する。この場合、3 次元座標系において広がりを持った自転車立体 D1 を用いて衝突判定が行われることにより、移動軌跡同士が交わる場合よりも、交わりを生じさせる領域が大きくなる。その結果、自転車に対する物体の位置関係や、物体の移動状態を含む様々なシーンに対応した衝突判定が可能となるため、自転車に対する物体の衝突の有無を適正に判定することができる。さらに、3 次元座標系において自転車立体 D1 と物体立体 D2 との交わりの有無に基づいて衝突の有無が判定されるため、時間経過を考慮して衝突の有無を適正に判定することができる。

10

【0062】

・自転車推定経路 PA1 に誤差が生じている場合、自転車推定経路 PA1 において、現在から将来に進むほど自転車存在領域 EA1 の位置に自転車推定経路 PA1 の誤差が蓄積され、自転車存在領域 EA1 の位置の誤差が大きくなる。この点、上記構成では、衝突判定 ECU20 は、自転車推定経路 PA1 において、現在から将来に進むほど自転車存在領域 EA1 を拡大するように算出し、算出した各自車存在領域により自転車立体 D1 を算出する。この場合、自転車推定経路 PA1 の誤差の蓄積を加味して自転車立体 D1 が算出されるため、自転車に対する物体の衝突判定を安全側に設定することができる。

20

【0063】

・自転車の操舵量の変化が大きくなるほど、自転車位置が車幅方向に変化する可能性が高くなる。この点、上記構成では、衝突判定 ECU20 は、ヨーレート と操舵量の変化加速度 とに基づいて自転車存在領域 EA1 の拡大量を設定する。この場合、自転車のふらつきや、急な操舵量の変化を加味して自転車存在領域が拡大されるため、例えば、自転車が右左折する場合に、自転車と、自転車の近傍を通過する物体との衝突判定を安全側に設定することができる。

【0064】

(第1実施形態の変形例)

・ステップ S14, S15 において、ヨーレート のみを用いて拡大量 S を設定してもよい。この場合、ステップ S12 での、操舵量の変化加速度 の算出を省略すればよい。

30

【0065】

・自転車が右折する場合の拡大量 S1 を、図 8 (a) に示すように、各自車存在領域 EA1 に対応する経過時間 T の増加に比例して、値を大きくしてもよい。また、自転車が左折する場合の拡大量 S2 を、図 8 (b) に示すように、各自車存在領域 EA1 に対応する経過時間 T の増加に比例して、値を大きくしてもよい。

【0066】

(第2実施形態)

第2実施形態では、第1実施形態と異なる構成を主に説明する。なお、第2実施形態と第1実施形態とで同じ箇所には、同一の符号を付しており、その説明は繰り返さない。

40

【0067】

一旦、自転車に対して衝突抑制制御が実施された後は、自転車と物体とが衝突する可能性が高い状態であるため、不用意に、衝突抑制制御が解除されることは好ましくない。そこで、本実施形態では、衝突判定 ECU20 は、自転車に対して衝突抑制制御が実施された後に、自転車存在領域 EA1 の拡大量 S を大きくすることにより、以後の演算において、自転車立体 D1 と物体立体 D2 とを交わり易くしている。

【0068】

図 9 を用いて、本実施形態に係る自転車に対する物体の衝突判定の手順を説明する。図 9 に示す処理は、衝突判定 ECU20 により所定周期で繰り返し実施される。

50

【 0 0 6 9 】

ステップ S 2 1 では、自車に対して物体が衝突すると判定すると、ステップ S 2 2 に進み、T T C を算出する。ステップ S 2 3 では、ステップ S 2 2 で算出した T T C が閾値 T H 1 以下であるか否かを判定する。T T C が閾値 T H 1 以下であると判定すると、ステップ S 2 4 に進み、自車に対する衝突抑制制御を実施する。

【 0 0 7 0 】

ステップ S 3 1 では、衝突抑制制御の実施に伴う自車立体 D 1 の拡大を、実施しているか否かを判定する。まずは、衝突抑制制御の実施に伴う自車立体 D 1 の拡大を実施していないとして、ステップ S 3 2 に進む。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 3 2 では、同一の経過時間 T での自車存在領域 E A 1 の拡大量 S を、衝突抑制制御が実施される前よりも大きくする。本実施形態では、以後の演算周期においてステップ S 1 4 , S 1 5 において設定する拡大量 S 1 , S 2 を、衝突抑制制御が実施される前の拡大量 S 1 , S 2 よりも大きくする。そのため、ステップ S 1 6 では、同一の経過時間 T での自車存在領域 E A 1 を、衝突抑制制御を実施する前よりも拡大する。ステップ S 1 6 , S 3 2 が自車領域拡大部に相当する。ステップ S 3 2 に処理が終了すると、図 9 の処理を一旦終了する。

【 0 0 7 2 】

以上説明した本実施形態では、衝突判定 E C U 2 0 は、T T C が閾値 T H 1 以下となることにより、自車に対して衝突抑制制御が実施された後は、自車立体 D 1 の算出に用いられる自車存在領域 E A 1 を拡大する。そのため、以後の演算周期毎に実施するステップ S 2 0 での判定において、自車立体 D 1 と物体立体 D 2 とが交わり易くなり、ひいては、自車に対して物体が衝突すると判定され易くなる。その結果、自車に対して衝突抑制制御が実施された後は、不用意に、衝突抑制制御が解除されるのを防止することができる。

【 0 0 7 3 】

(第 2 実施形態の変形例)

衝突判定 E C U 2 0 は、T T C が閾値 T H 1 以下となることにより、自車に対して衝突抑制制御が実施された後に、自車存在領域 E A 1 の拡大量を大きくすることに換えて、物体存在領域 E A 2 を拡大してもよい。この場合において、ステップ S 3 2 において、ステップ S 1 6 での物体立体 D 2 の拡大量を、衝突抑制制御を実施する前よりも大きな値に設定すればよい。これ以外にも、ステップ S 3 2 において、自車存在領域 E A 1 の拡大量の増加と共に、物体存在領域 E A 2 の拡大量の増加とを実施してもよい。本実施形態では、ステップ S 1 9 , S 3 2 が物体領域拡大部に相当する。

【 0 0 7 4 】

(第 3 実施形態)

第 3 実施形態では、第 1 実施形態と異なる構成を主に説明する。なお、第 3 実施形態と第 1 実施形態とで同じ箇所には、同一の符号を付しており、その説明は繰り返さない。

【 0 0 7 5 】

物体存在領域 E A 2 の位置が、物体推定経路 P A 2 において、現在よりも将来に進むほど、物体存在領域 E A 2 の位置に物体推定経路 P A 2 の誤差が蓄積され、物体存在領域 E A 2 の位置の誤差が大きくなる。そこで、本実施形態では、衝突判定 E C U 2 0 は、物体存在領域 E A 2 を、対応する経過時間 T が物体推定経路 P A 2 において現在から将来となるほど面積を拡大するように算出する。

【 0 0 7 6 】

図 1 0 は、本実施形態において、図 6 のステップ S 1 8 の処理の手順を示している。

【 0 0 7 7 】

物体推定経路 P A 2 は物体検出装置 1 0 により検出された物体の位置に基づいて算出されるため、物体検出装置 1 0 の誤差を示すセンサ誤差 に応じて、物体推定経路 P A 2 の位置の誤差が変化する。そこで、ステップ S 4 1 では、物体検出装置 1 0 のセンサ誤差を取得する。本実施形態では、物体検出装置 1 0 のセンサ誤差 を予め R O M 等のメモリ

10

20

30

40

50

に記憶している。

【0078】

ステップS42では、ステップS41で取得したセンサ誤差に基づいて、物体存在領域EA2の拡大量S3を設定する。本実施形態では、図11に示すように、物体推定経路PA2において、経過時間Tが現在から将来となるほど拡大量S3を大きな値に設定する。また、センサ誤差が大きいほど、拡大量S3を大きな値に設定する。

【0079】

ステップS43では、ステップS42で設定した拡大量S3を用いて、物体存在領域EA2を算出する。そのため、物体存在領域EA2は、物体存在領域EA2が物体推定経路PA2を現在から将来に進むほど、面積が拡大されるように算出される。

10

【0080】

ステップS43の処理が終了すると、図6のステップS19に進む。

【0081】

以上説明した本実施形態では、以下の効果を奏することができる。

【0082】

・衝突判定ECU20は、物体存在領域EA2を、物体推定経路PA2において現在から将来に進むほど面積を拡大するように算出する。この場合、物体推定経路PA2の検出誤差を加味して物体存在領域EA2が算出されるため、自転車に対する物体の衝突判定を安全側に設定することができる。

【0083】

20

・衝突判定ECU20は、物体検出装置10の検出誤差に基づいて、物体存在領域EA2の面積の拡大量S3を設定する。この場合、物体存在領域EA2が不要に拡大されるのが抑制され、自転車に対する物体の衝突判定をより適正に実施することができる。

【0084】

(第4実施形態)

第4実施形態では、第1実施形態と異なる構成を主に説明する。なお、第4実施形態と第1実施形態とで同じ箇所には、同一の符号を付しており、その説明は繰り返さない。

【0085】

物体の移動経路を、3次元座標系において、立体として算出せず、3次元座標系において線状に形成してもよい。

30

【0086】

図12を用いて、本実施形態に係る自転車に対する物体の衝突判定の手順を説明する。図12に示す処理は、衝突判定ECU20により所定周期で繰り返し実施される。

【0087】

ステップS17において、自転車立体D1を算出すると、ステップS50に進む。ステップS50では、物体推定経路PA2上の経過時間Tの異なる複数の位置Cnを算出する。即ち、本実施形態では、物体存在領域EA2が算出されない。

【0088】

ステップS51では、3次元座標系において、ステップS50で算出した物体推定経路PA2上の複数の位置Cnを補完することにより、3次元座標系での物体の移動経路D3を算出する。即ち、本実施形態では、物体立体D2が算出されない。

40

【0089】

ステップS52では、自転車立体D1と、ステップS51で算出した物体の移動経路D3との交わりを算出する。即ち、本実施形態では、自転車立体D1が物体の移動経路D3に交わる場合を、自転車に対して物体が衝突すると判定している。

【0090】

ステップS52において、自転車立体D1と物体の移動経路D3とに交わりがあると判定すると、ステップS53では、自転車に対して物体が衝突すると判定する。そして、ステップS22に進み、TTCを算出する。一方、ステップS52において、自転車立体D1と物体の移動経路D3とに交わりがないと判定すると、ステップS53で自転車に対して物体が

50

衝突しないと判定し、図 12 の処理を一旦終了する。

【 0 0 9 1 】

以上説明した本実施形態では、第 1 実施形態と同様の効果を奏することができる。

【 0 0 9 2 】

(その他の実施形態)

・図 6 , 9 のステップ S 2 0 における、自車立体 D 1 と物体立体 D 2 との交わりの有無の判定を以下のように実施してもよい。まず、所定の時間幅での自車立体 D 1 を形成する外周面を算出する。また、同一の時間幅での物体立体 D 2 において、T 軸方向に延びる各辺を算出する。そして、自車立体 D 1 から算出した外周面を、物体立体 D 2 から算出したいずれかの辺が通過する場合に、自車立体 D 1 と物体立体 D 2 とに交わりがあると判定する。同様に、物体立体 D 2 から算出した外周面を、自車立体 D 1 から算出したいずれかの辺が通過する場合に、自車立体 D 1 と物体立体 D 2 とに交わりがあると判定してもよい。

10

【 0 0 9 3 】

・図 6 , 9 のステップ S 2 0 における、自車立体 D 1 と物体立体 D 2 との交わりの有無の判定を以下のように実施してもよい。まず、所定時間幅の自車立体 D 1 をポリゴンにより形成される立体に変換する。また、所定の時間幅での物体立体 D 2 において、経過時間を示す T 軸方向に延びる各辺を算出する。そして、変換後の自車立体 D 1 のポリゴンにより形成された外周面を、物体立体 D 2 から算出したいずれかの辺が通過する場合に、自車立体 D 1 と物体立体 D 2 とに交わりがあると判定する。同様に、物体立体 D 2 をポリゴンにより形成される立体に変換する。そして、変換後の物体立体 D 2 のポリゴンにより形成された外周面を、自車立体 D 1 から算出したいずれかの辺が通過する場合に、自車立体 D 1 と物体立体 D 2 とに交わりがあると判定する。

20

【 0 0 9 4 】

・自車存在領域 E A 1 及び物体存在領域 E A 2 の形状を、矩形形状以外の形状としてもよい。例えば、衝突判定 E C U 2 0 が物体検出装置 1 0 により検出した物体の種別を判定できる場合に、判定した物体の種別に応じて、物体存在領域 E A 2 の形状を変更するものであってもよい。衝突判定 E C U 2 0 が判定する物体種別としては、4 輪車両、2 輪車両、歩行者、動物、構造物等を用いることができる。

【 0 0 9 5 】

・自車立体 D 1 の算出に用いる自車存在領域 E A 1 の面積 S を、経過時間 T に伴い拡大しなくともよい。この場合、図 6 , 9 , 1 2 のステップ S 1 6 での自車存在領域 E A 1 の算出において、経過時間 T に係わらず、面積 S を一定とすればよい。これに伴い、図 6 , 9 , 1 2 のステップ S 1 2 ~ S 1 5 の処理も省略される。

30

【 0 0 9 6 】

・物体検出装置 1 0 を、ミリ波レーダセンサ 1 1 と、レーダ E C U 1 2 とで構成される装置に換えて、撮像画像を用いて物体の位置を検出する画像センサや、レーザ光を用いて物体の位置を検出するレーザセンサを備える装置としても良い。これ以外にも、自車が、自車周囲を走行する他車との間で車車間通信を実施可能な場合に、他車が備える物体検出装置により検出された物体の位置を、自車が車車間通信により取得するものであってもよい。

40

【 0 0 9 7 】

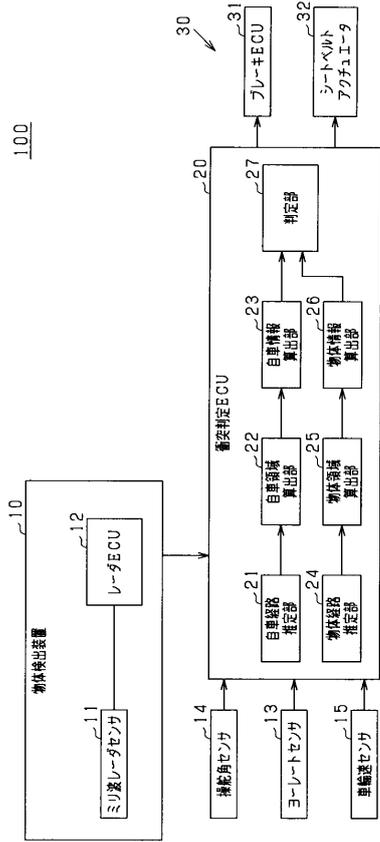
・衝突判定 E C U 2 0 は、自車のヨーレート と自車速度とに加えて、自車の加速度を用いて、自車推定経路 P A 1 を算出してもよい。

【符号の説明】

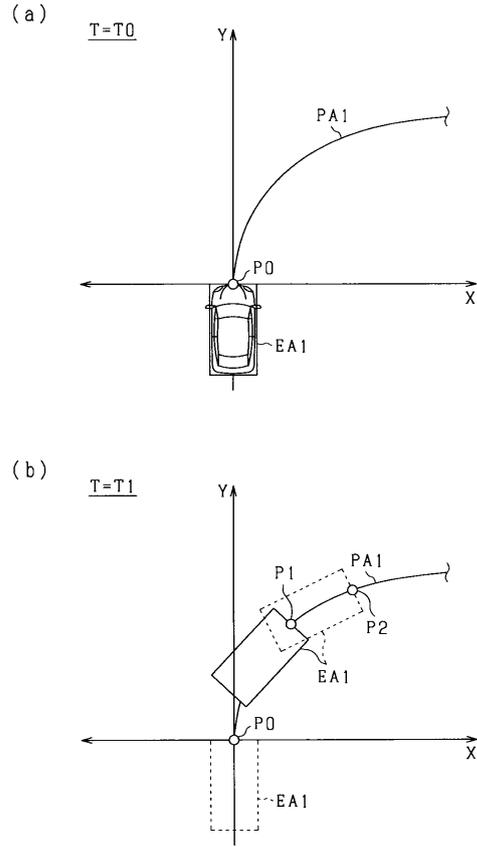
【 0 0 9 8 】

1 0 ... 物体検出装置、 2 0 ... 衝突判定 E C U。

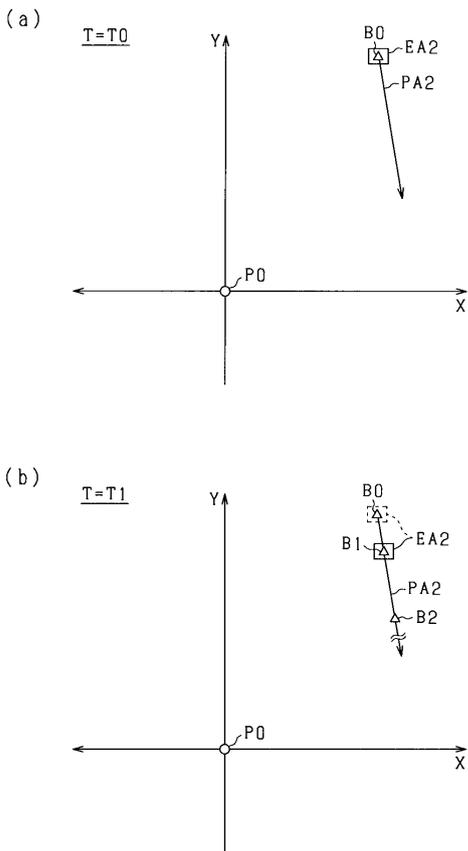
【図1】



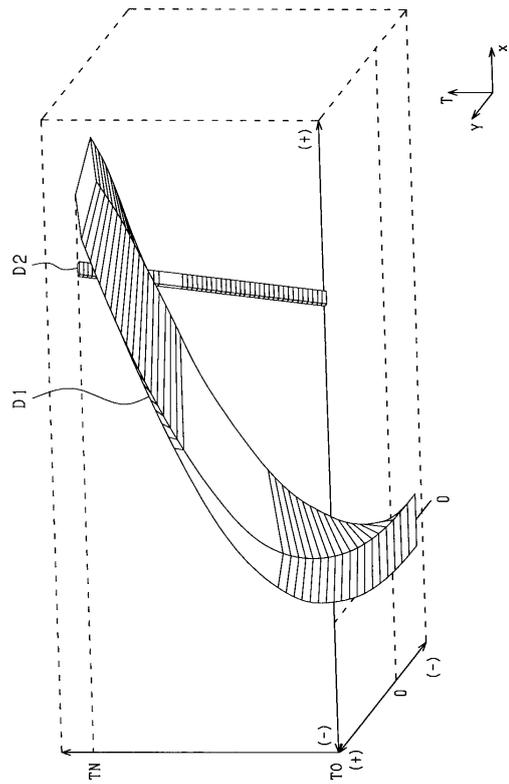
【図2】



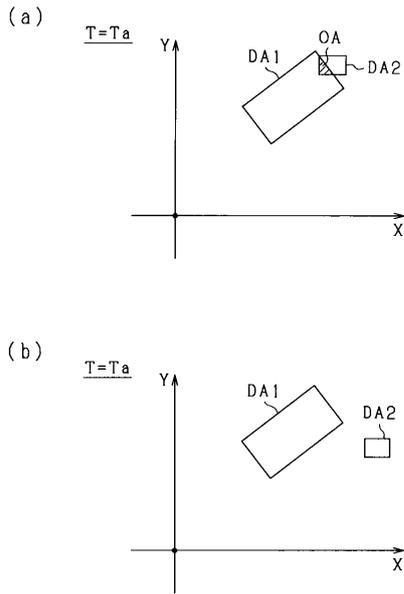
【図3】



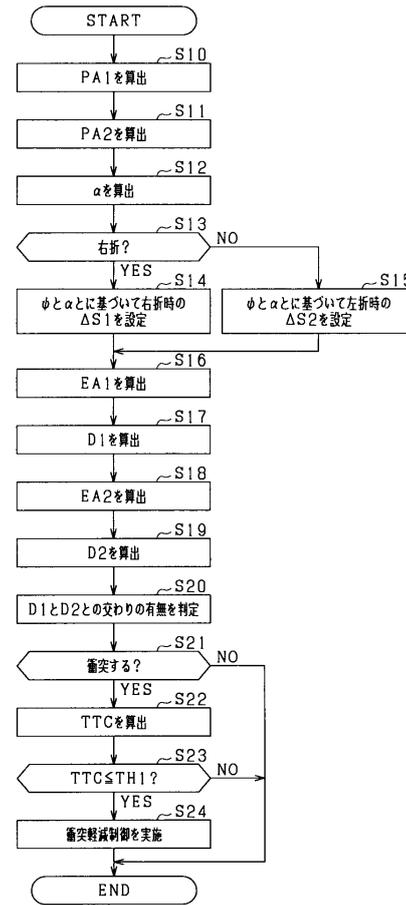
【図4】



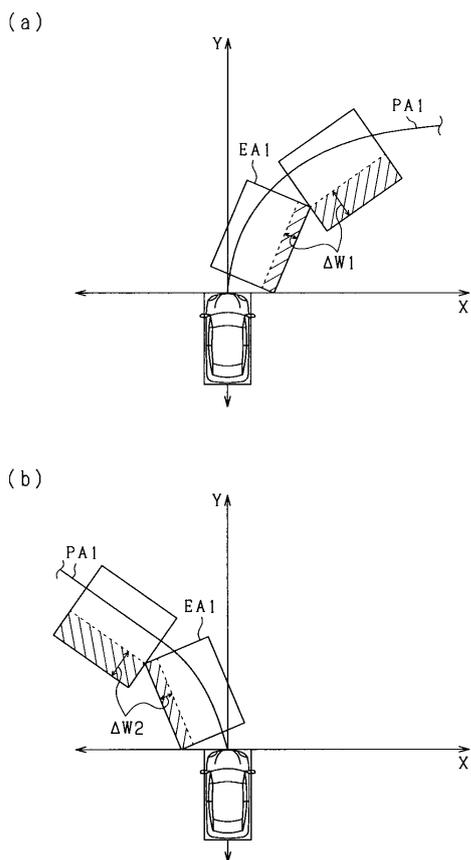
【図5】



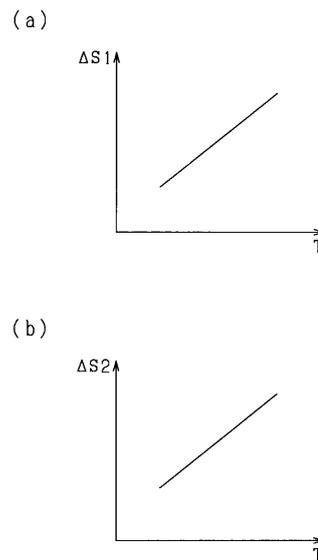
【図6】



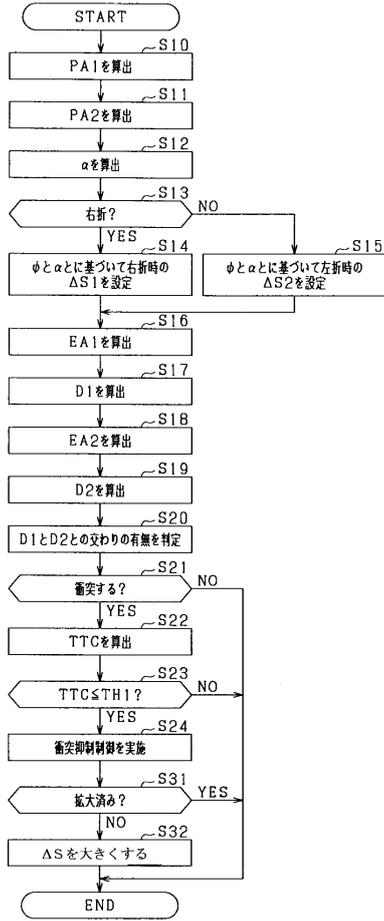
【図7】



【図8】



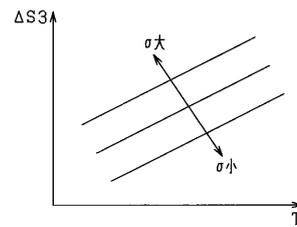
【図9】



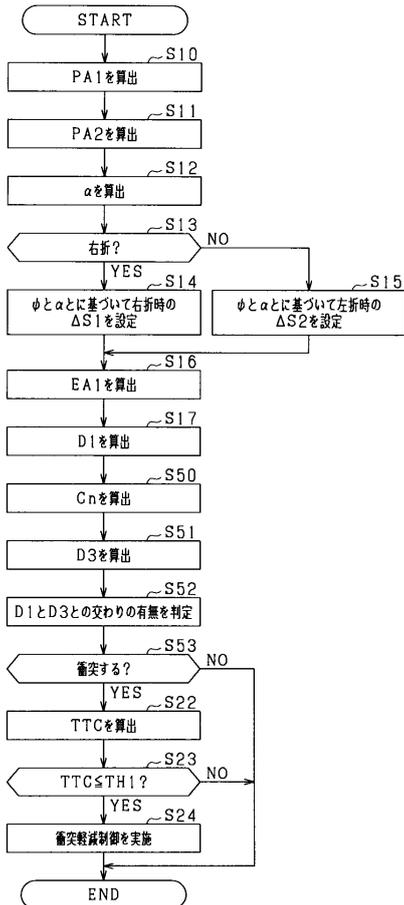
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

審査官 藤田 都志行

- (56)参考文献 特開2018-079846(JP,A)
特開平7-104062(JP,A)
特開2009-292332(JP,A)
特開2008-296641(JP,A)
米国特許出願公開第2010/0228419(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/00 - 7/42

G01S 13/00 - 13/95

G08G 1/16

B60W 30/095

B60R 21/0134