

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6601345号
(P6601345)

(45) 発行日 令和1年11月6日(2019.11.6)

(24) 登録日 令和1年10月18日(2019.10.18)

| | |
|-----------------------|----------------|
| (51) Int.Cl. | F 1 |
| GO8G 1/16 (2006.01) | GO8G 1/16 D |
| GO8G 1/00 (2006.01) | GO8G 1/00 J |
| B60R 21/00 (2006.01) | B60R 21/00 991 |
| B60W 30/09 (2012.01) | B60R 21/00 992 |
| B60W 40/068 (2012.01) | B60W 30/09 |

請求項の数 3 (全 17 頁) 最終頁に続く

| | |
|-----------|------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2016-163907 (P2016-163907) |
| (22) 出願日 | 平成28年8月24日 (2016.8.24) |
| (65) 公開番号 | 特開2018-32215 (P2018-32215A) |
| (43) 公開日 | 平成30年3月1日 (2018.3.1) |
| 審査請求日 | 平成30年6月21日 (2018.6.21) |

| | |
|-----------|--|
| (73) 特許権者 | 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 | 向井 靖彦 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 |
| (72) 発明者 | 能登 紀泰 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 |
| (72) 発明者 | 徳田 哲也 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】車両制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両制御装置(1)であって、

当該車両制御装置が搭載された車両である自車両の前方に存在する物体と前記自車両との衝突を回避するための衝突回避制御として、前記自車両の操舵装置(12)を制御して前記自車両の進行方向を変更させる自動操舵制御(S100)と、前記自車両の制動装置(16)を制御して前記自車両の走行速度を低減させる自動制動制御(S120)との、両方又は一方を実施する回避制御部(22, S10 ~ S40, S80 ~ S120)と、

前記衝突回避制御を実施するためのアクチュエータ(13, 17)が、当該アクチュエータの出力が制限されている出力制限状態であるか否かを判定する判定部(22, S57)と、

前記判定部により前記出力制限状態であると判定された場合には、前記判定部により前記出力制限状態でないと判定された場合よりも、前記回避制御部が前記衝突回避制御を開始するタイミングを早める変更部(22, S70)と、を備え、

前記アクチュエータは、バッテリ電圧を動力源とするアクチュエータであり、

前記アクチュエータを駆動する装置は、前記アクチュエータの温度が規定値以上になると、前記アクチュエータの過熱保護のために、前記アクチュエータの出力を制限する動作モードである出力制限モードになるように構成され、

前記判定部は、

前記アクチュエータを駆動する前記装置が前記出力制限モードになっている場合に、前

記アクチュエータが前記出力制限状態であると判定するように構成されている、
車両制御装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の車両制御装置であって、
 前記判定部は、
 前記アクチュエータの動力源である前記バッテリ電圧が所定値以下である場合にも、前記アクチュエータが前記出力制限状態であると判定するように構成されている、
 車両制御装置。

【請求項 3】

請求項1又は請求項2に記載の車両制御装置であって、10
 前記回避制御部は、
 前記自車両と前記物体とが衝突するまでの時間の予測値である衝突予測時間を繰り返し算出する算出部(S40)を備え、前記算出部により算出された衝突予測時間が所定値未満になった場合に、前記衝突回避制御を実施するように構成されており、
 前記変更部は、

前記判定部により前記出力制限状態であると判定された場合には、前記判定部により前記出力制限状態でないと判定された場合よりも、前記所定値を大きい値に変更することにより、前記回避制御部が前記衝突回避制御を開始するタイミングを早めるように構成されている、

車両制御装置。20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、自車両の前方に存在する物体との衝突を回避するために自車両を制御する車両制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば特許文献1には、自車両の前方に位置する前方物体との衝突を回避するために、自動制動と自動操舵を行う制御装置が記載されている。ここで言う自動制動とは、制動装置を制御することにより自動的に自車両を制動させることである。ここで言う自動操舵とは、操舵装置を制御することにより自動的に自車両の進行方向を変更させることである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平5-58319号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

路面摩擦係数が小さい場合には、自動制動が開始されてから自車両が停止するまでの距離(すなわち、制動距離)が長くなる。同様に、自動操舵が開始されてから自車両が横方向に所定距離だけ移動するのに要する時間が長くなる。

【0005】

路面摩擦係数が小さい場合以外にも、制動装置を動作させるアクチュエータの出力が制限されている状況では、自動制動によって自車速を想定通りに低減させることができない可能性がある。同様に、操舵装置を動作させるアクチュエータの出力が制限されている状況では、自動操舵によって自車両の進行方向を想定通りに変更することができない可能性がある。このため、アクチュエータの出力が制限されている状況においては、十分な衝突回避効果が得られない可能性がある。

そこで、本開示は、衝突回避効果の低下を抑制する技術を提供する。

40

50

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の車両制御装置(1)は、回避制御部(22, S10~S40, S80~S120)と、判定部(22, S57)と、変更部(22, S70)と、を備える。

【0007】

回避制御部は、自車両の前方に存在する物体と自車両との衝突を回避するための衝突回避制御として、自動操舵制御(S100)と自動制動制御(S120)との、両方又は一方を実施する。自車両は、当該車両制御装置が搭載された車両である。自動操舵制御は、自車両の操舵装置(12)を制御して自車両の進行方向を変更させる制御である。自動制動制御は、自車両の制動装置(16)を制御して自車両の走行速度を低減させる制動である。10

【0008】

判定部は、衝突回避制御を実施するためのアクチュエータ(13, 17)が、当該アクチュエータの出力が制限されている出力制限状態であるか否かを判定する。

変更部は、判定部により出力制限状態であると判定された場合には、判定部により出力制限状態でないと判定された場合よりも、回避制御部が衝突回避制御を開始するタイミングを早める。

【0009】

このような車両制御装置では、アクチュエータが出力制限状態の場合に、衝突回避制御の開始タイミングが早まる。このため、衝突回避効果の低下を、抑制することができる20

【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、本開示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】衝突回避装置の構成と、衝突回避装置に接続された装置を示すブロック図である。

【図2】第1実施形態の衝突回避処理を示すフローチャートである。

【図3】走行中の自車両の前方で自転車が飛び出そうとしている状況を示す図である。

30

【図4】自車両衝突可能性の判定方法を説明する図である。

【図5】横方向回避量の算出方法を説明する図である。

【図6】回避動作の判定方法と標準領域マップを説明する図である。

【図7】変更処理を説明する説明図である。

【図8】第2実施形態の衝突回避処理を示すフローチャートである。

【図9】変形例の衝突回避処理を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を参照しながら、本開示の実施形態を説明する。

【1. 第1実施形態】

40

【1-1. 構成】

図1に示す本実施形態の衝突回避装置1は、車両制御装置に相当するものであり、車両に搭載される。

【0013】

図1に示すように、衝突回避装置1は、ステアリングECU2、ブレーキECU3、レーダ装置4及びナビゲーション装置5と、通信線6を介して互いにデータ通信可能に接続されている。尚、ECUは、「Electronic Control Unit」の略であり、すなわち電子制御装置の略である。また、衝突回避装置1を搭載した車両を自車両という。

【0014】

ステアリングECU2は、運転者のステアリング操作時における前輪の操舵角を検出す

50

る操舵角センサ 11 からの検出信号に基づいて、操舵輪の舵角変更時のアシスト力を発生させるパワーステアリング制御を実行する。ステアリング操作とは、詳しくは、ステアリングホールの操作である。

【 0015 】

また、ステアリング ECU 2 は、衝突回避装置 1 から通信線 6 を介して送信されてくるステアリング制御データ（例えば、操舵角の変化量）に従い、自車両の操舵装置（すなわち、ステアリング）12 を制御することにより、自車両の操舵角を制御する。具体的には、ステアリング ECU 2 は、操舵装置 12 に備えられたステアリングアクチュエータ 13 を駆動することで、操舵装置 12 による自車両の操舵角を制御する。ステアリングアクチュエータ 13 は、例えば、操舵装置 12 に操作力を与えるモータ等を主要部として構成されている。10

【 0016 】

ブレーキ ECU 3 は、自車両の走行速度を検出する車速センサ 15 からの検出信号や、他のセンサからの検出信号に基づいて、ABS 制御やトラクション制御等を実行する。他のセンサとしては、例えば、ブレーキ油を圧送するマスタシリンダの油圧からブレーキ操作量を検出するマスタシリンダ圧センサがある。

【 0017 】

また、ブレーキ ECU 3 は、衝突回避装置 1 から通信線 6 を介して送信されてくるブレーキ制御データ（例えば、減速度）に従い、自車両の制動装置（すなわち、ブレーキ）16 を制御することにより、自車両の制動力を制御する。具体的には、ブレーキ ECU 3 は、制動装置 16 に備えられたブレーキアクチュエータ 17 を駆動することで、制動装置 16 による自車両の制動力を制御する。ブレーキアクチュエータ 17 は、例えば、各車輪のブレーキキャリパに油圧を与える油圧経路を開閉するソレノイド等を主要部として構成されている。20

【 0018 】

レーダ装置 4 は、レーダ波を自車両の前方に向けて送信し、反射したレーダ波を受信することにより、自車両の前方に存在する物体（すなわち、前方物体）の位置を検出する。

ナビゲーション装置 5 は、道路地図データおよび各種情報を記録した地図記憶媒体から地図データを取得するとともに、図示しない GPS アンテナを介して受信した GPS 信号等に基づいて自車両の現在位置を検出する。GPS は、「Global Positioning System」の略である。30

【 0019 】

また、ナビゲーション装置 5 は、自車両の現在地を表示画面に表示するための制御や、現在地から目的地までの経路を案内するための制御等を実行する。更に、ナビゲーション装置 5 は、地上の放送局等の情報提供施設から無線で送信される様々な情報を受信する無線通信機能も備える。

【 0020 】

衝突回避装置 1 は、通信部 21 と制御部 22 とを備える。

通信部 21 は、通信線 6 に接続された装置との間で、予め設定された通信プロトコルに従いデータの送受信を行う。通信プロトコルは、例えば CAN であるが、他のプロトコルでも良い。尚、CAN は、「Controller Area Network」の略である。また、CAN は、登録商標である。40

【 0021 】

制御部 22 は、RAM、ROM、フラッシュメモリ等の半導体メモリ（以下、メモリ）23 と、CPU とを有する周知のマイクロコンピュータ（以下、マイコン）を中心に構成される。そして、制御部 22 は、メモリ 23 に記憶されたプログラムに基づいて各種処理を実行する。つまり、制御部 22 の各種機能は、CPU 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 23 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、このプログラムが実行されることで、プログラムに対応する方法が実行される。50

【0022】

尚、制御部22を構成するマイコンの数は1つでも複数でも良い。また、制御部22の一部又は全部を、1つあるいは複数のハードウェアを用いて実現しても良い。例えば、制御部22の一部又は全部をハードウェアである電子回路によって実現する場合、その電子回路は、多数の論理回路を含むデジタル回路、又はアナログ回路、あるいはこれらの組合せによって実現しても良い。

【0023】

また、衝突回避装置1には、自車両に備えられた外気温センサ31からの検出信号が入力される。外気温センサ31は、自車両の外の温度である外気温を検出するセンサであり、外気温に応じた電圧の信号を検出信号として出力する。そして、制御部22は、外気温センサ31からの検出信号をA/D変換することにより、外気温を取得する。尚、外気温センサ31により検出された外気温を制御部22が取得する構成は、他の構成であっても良い。例えば、外気温センサ31による外気温の検出結果が、通信線6を介して制御部22に取得されるように構成されても良い。

10

【0024】

[1-2.処理]

衝突回避装置1において、制御部22は、衝突回避処理を実行する。衝突回避処理は、制御部22の動作中において予め設定された実行周期（例えば、50ms）毎に繰り返し実行される。

【0025】

20

図2に示すように、制御部22は、衝突回避処理を開始すると、まずS10にて、レーダ装置4による検出結果に基づいて、前方物体があるか否かを判定する。制御部22は、S10にて、前方物体がないと判定した場合には、当該衝突回避処理を一旦終了する。

【0026】

また、制御部22は、S10にて、前方物体があると判定した場合には、S20に進み、前方物体と自車両とが衝突する可能性（以下、自車両衝突可能性）があるか否かを判定する。

【0027】

ここで、例えば図3に示すように、走行中の自車両MCの前方で自転車BCが自車両MCの左側から飛び出そうとしている状況を用いて、自車両衝突可能性があるか否かを判定する方法を説明する。

30

【0028】

まず、図4に示すように、自車両の前後方向をY軸とし、自車両の前後方向に対して垂直な方向をX軸とし、更に、自車両の前端中央部を原点Oとする二次元直交座標系を設定する。原点Oの座標は「(0, 0)」とする。

【0029】

自車両の全幅をWとし、自車両の全長をLとすると、座標が「(W/2, 0)」である点P1と、座標が「(W/2, -L)」である点P2と、座標が「(-W/2, 0)」である点P3と、座標が「(-W/2, -L)」である点P4とを頂点とする長方形RSが、自車両が存在している範囲となる。

40

【0030】

そして、前回の衝突回避処理の実行時におけるレーダ装置4による検出結果と、今回の衝突回避処理の実行時におけるレーダ装置4による検出結果とに基づいて、自転車BCの右端部と左端部における相対速度ベクトルを算出する。尚、図4の例において、自転車BCの右端部は、自転車BCの前端部であり、自転車BCの左端部は、自転車BCの後端部である。例えば、前回の衝突回避処理の実行時における自転車BCの右端部と左端部の位置をそれぞれ点P11と点P12とする。また、今回の衝突回避処理の実行時における自転車BCの右端部と左端部の位置をそれぞれ点P13と点P14とする。この場合に、自転車BCの右端部における相対速度ベクトルV1は、点P13の座標値から点P11の座標値を減算することにより算出される。同様に、自転車BCの左端部における相対速度ベ

50

クトル V_2 は、点 P_{14} の座標値から点 P_{12} の座標値を減算することにより算出される。

【0031】

そして、制御部22は、自転車BCの右端部の今回位置を示す点 P_{13} を起点とした相対速度ベクトル V_1 の延長線 EL_1 に、自車両が存在している範囲を示す長方形 RS が位置している場合に、自車両衝突可能性があると判断する。

【0032】

具体的には、まず、制御部22は、自転車BCの右端部を起点とした相対速度ベクトル V_1 の延長線 EL_1 と、X軸との交点を算出する。

自転車BCの右端部（すなわち、点 P_{13} ）の座標を「 (x_1, y_1) 」とし、相対速度ベクトル V_1 の傾きを a とすると、延長線 EL_1 は下式（1）で表される。尚、「 $a = dy / dx$ 」である。

【0033】

$$y = a \times (x - x_1) + y_1 \dots (1)$$

このため、下式（2）で示すように、式（1）において「 $y = 0$ 」としたときの x の値が、X軸との交点の x 座標値である。

【0034】

$$0 = a \times (x - x_1) + y_1 \dots (2)$$

そして、式（2）より、X軸との交点の x 座標値は、下式（3）で表される。

$$x = -y_1 / a + x_1 \dots (3)$$

この X 座標値が、 $-W/2$ より大きく且つ $+W/2$ より小さい範囲内である場合に、制御部22は、自車両衝突可能性があると判断する。そして、制御部22は、自転車BCの右端部（すなわち、点 P_{13} ）と、自車両MC（すなわち、長方形 RS ）との交点との間の距離（以下、右端部衝突距離） d_1 を、下式（4）により算出する。

【0035】

$$\begin{aligned} d_1 &= \{ y_1^2 + (y_1 / a)^2 \}^{1/2} \\ &= (1 + 1 / a^2)^{1/2} \times y_1 \dots (4) \end{aligned}$$

更に、制御部22は、自転車BCの右端部を起点とした相対速度ベクトル V_1 の延長線 EL_1 と、長方形 RS の左辺との交点を算出する。

【0036】

下式（5）で示すように、式（1）において「 $x = -W/2$ 」としたときの y の値が、長方形 RS の左辺との交点の y 座標値である。

$$y = a \times (-W/2 - x_1) + y_1 \dots (5)$$

この y 座標値が、 $-L$ より大きく且つ 0 より小さい範囲内である場合に、制御部22は、自車両衝突可能性があると判断する。そして、制御部22は、この場合の右端部衝突距離 d_1 を、下式（6）により算出する。

【0037】

$$d_1 = [(x_1 + w/2)^2 + \{ 2 \times y_1 + a (w/2 - x_1) \}^2]^{1/2} \dots (6)$$

次に、制御部22は、自転車BCの左端部を起点とした相対速度ベクトル V_2 の延長線 EL_2 についても、延長線 EL_1 と同様にして、X軸との交点と、長方形 RS の左辺との交点とを算出することにより、車両衝突可能性を判断する。そして、制御部22は、車両衝突可能性があると判断した場合には、延長線 EL_1 と同様にして、自転車BCの左端部（すなわち、点 P_{14} ）と、自車両MCとの交点との間の距離 d_2 （以下、左端部衝突距離 d_2 ）を算出する。尚、図4では、点 P_{14} の座標を「 (x_2, y_2) 」としている。

【0038】

また、制御部22は、自車両衝突可能性があると判断した場合には、図5に示すように、延長線 EL_1 、 EL_2 と長方形 RS とが交差しないようにするためにX軸方向に沿って長方形 RS を移動させる移動量（以下、横方向回避量） Xa を算出する。

【0039】

10

20

30

40

50

そして、制御部22は、S20の処理が終了すると、図2に示すように、S30にて、S20での判定結果に基づいて、自車両衝突可能性があるか否かを判断する。制御部22は、S30にて、自車両衝突可能性がないと判定した場合には、当該衝突回避処理を一旦終了する。

【0040】

一方、制御部22は、S30にて、自車両衝突可能性があると判定した場合には、S40に進み、自車両と前方物体とが衝突するまでの時間の予測値である衝突予測時間TTCを算出する。尚、TTCは、「Time To Collision」の略である。

【0041】

ここで、例えば図3に示すように、走行中の自車両MCの前方で自転車BCが自車両MCの左側から飛び出そうとしている状況を用いて、衝突予測時間を算出する方法を説明する。

【0042】

まず、制御部22は、図4に示すように、右端部衝突距離d1と、左端部衝突距離d2と、中央部衝突距離d3を算出する。尚、右端部衝突距離d1と左端部衝突距離d2は、S20の処理で既に算出されている。中央部衝突距離d3は、図4において点P15で示される自転車BCの中央部と、自車両MC（すなわち、長方形RS）との交点との間の距離である。制御部22は、S40では、右端部衝突距離d1および左端部衝突距離d2と同様の方法で中央部衝突距離d3を算出する。

【0043】

更に、制御部22は、自転車BCの速度VBを下式(7)で算出する。

$$V_B = \{ (d_x / dt)^2 + (d_y / dt)^2 \}^{1/2} \dots (7)$$

そして、制御部22は、自転車BCの右端部の衝突予測時間TTC1と、自転車BCの左端部の衝突予測時間TTC2と、自転車BCの中央部の衝突予測時間TTC3を、それぞれ、下式(8)、(9)、(10)で算出する。

【0044】

$$TTC1 = d1 / V_B \dots (8)$$

$$TTC2 = d2 / V_B \dots (9)$$

$$TTC3 = d3 / V_B \dots (10)$$

そして、制御部22は、衝突予測時間TTC1、TTC2、TTC3の中で最も小さいものを、衝突予測時間TTCの算出結果として採用する。

【0045】

制御部22は、S40で衝突予測時間TTCの算出を終了すると、図2に示すように、S50に進む。

制御部22は、S50では、外気温が所定値TL以下か否かを判定する。具体的には、外気温センサ31によって検出された外気温を取得し、その外気温が所定値TL以下か否かを判定する。そして、制御部22は、S50では、外気温が所定値TL以下と判定した場合に、低摩擦状況であると判定する。低摩擦状況とは、自車両が走行している道路の路面摩擦係数が小さくなる状況のことである。尚、自動制動や自動操舵によって自車両の走行速度や進行方向を想定通りに変更可能な路面摩擦係数の最小値を、最小μとすると、所定値TLは、路面の積雪や凍結等により路面摩擦係数が最小μになると考えられる外気温と同じ値か、あるいは、その外気温よりも低い温度の値に設定されている。例えば、所定値TLは-7である。

【0046】

制御部22は、S50の処理が終了すると、S60にて、S50での判定結果に基づいて、外気温が所定値TL以下か否かを判定し、外気温が所定値TL以下であると判定した場合、すなわち低摩擦状況であると判定した場合には、S70に進む。そして、制御部22は、S70にて、後述する変更処理を行った後、S80に進む。尚、S70の変更処理は、自動制動と自動操舵との実施条件を、自動制動と自動操舵とが通常よりも早いタイミングで開始されるように変更するための処理である。また、制御部22は、S60にて、

10

20

30

40

50

外気温が所定値 T_L 以下でないと判定した場合、すなわち低摩擦状況でないと判定した場合には、S 7 0 をスキップして S 8 0 に進む。

【0047】

制御部 2 2 は、S 8 0 では、S 4 0 で算出した衝突予測時間 T_{TC} と、別の処理で取得している自車両の走行速度（以下、自車速） V とに基づいて、回避動作の判定を行う。尚、制御部 2 2 は、例えばブレーキ ECU 3 から一定時間毎に自車速 V を取得している。

【0048】

具体的には、図 6 に示すように、衝突予測時間 T_{TC} と自車速 V との組み合わせは、第 1 領域 R_1 と、第 2 領域 R_2 と、第 3 領域 R_3 と、第 4 領域 R_4 とに分類される。尚、図 6 において、縦軸の「衝突予測時間」は、上にいくほど大きい値である。

10

【0049】

第 1 領域 R_1 と第 2 領域 R_2 は、制動装置 1 6 により衝突を回避する領域である。尚、衝突を回避するとは、詳しくは、前方物体と自車両との衝突を回避することである。また、衝突を回避することを、衝突回避、あるいは単に、回避するともいう。

【0050】

第 3 領域 R_3 は、衝突予測時間 T_{TC} と自車速 V との組み合わせが、第 2 領域 R_2 から当該第 3 領域 R_3 に入った場合には、制動装置 1 6 と操舵装置 1 2 とにより衝突を回避する領域となる。また、第 3 領域 R_3 は、衝突予測時間 T_{TC} と自車速 V との組み合わせが、第 1 領域 R_1 から当該第 3 領域 R_3 に入った場合には、制動装置 1 6 により衝突を回避する領域となる。

20

【0051】

第 4 領域 R_4 は、衝突回避装置 1 による回避支援を実行しない領域である。

そして、領域 R_1 , R_2 , R_3 , R_4 は、制動回避限界時間 T_1 、通常制動回避下限時間 T_2 、操舵回避限界時間 T_3 および通常操舵回避下限時間 T_4 により決定される。

【0052】

制動回避限界時間 T_1 は、制動装置 1 6 を作動させることにより衝突を回避することができる最小の衝突予測時間であり、前方物体との相対速度に比例している。すなわち、衝突予測時間 T_{TC} が制動回避限界時間 T_1 未満である状況下で運転者がブレーキ操作を開始した場合には、ブレーキ操作のみで衝突を回避することができない可能性が高い。

【0053】

30

通常制動回避下限時間 T_2 は、衝突を回避するために自車両の運転者がブレーキ操作を開始する最小の衝突予測時間であり、前方物体との相対速度に比例している。

操舵回避限界時間 T_3 は、ステアリング操作により衝突を回避することができる最小の衝突予測時間であり、前方物体との相対速度に依存しない一定値である。すなわち、衝突予測時間 T_{TC} が操舵回避限界時間 T_3 未満である状況下で運転者がステアリング操作を開始した場合には、ステアリング操作のみで衝突を回避することができない可能性が高い。

。

【0054】

通常操舵回避下限時間 T_4 は、衝突を回避するために自車両の運転者がステアリング操作を開始する最小の衝突予測時間であり、前方物体との相対速度に依存しない一定値である。

40

【0055】

そして、第 1 領域 R_1 は、通常制動回避下限時間 T_2 未満であり、且つ、通常操舵回避下限時間 T_4 未満であり、且つ、制動回避限界時間 T_1 以上である領域である。

第 2 領域 R_2 は、制動回避限界時間 T_1 未満であり、且つ、通常操舵回避下限時間 T_4 未満であり、且つ、操舵回避限界時間 T_3 以上である領域である。

【0056】

第 3 領域 R_3 は、制動回避限界時間 T_1 未満であり、且つ、操舵回避限界時間 T_3 未満である領域である。

第 4 領域 R_4 は、領域 R_1 , R_2 , R_3 以外の領域である。

50

【0057】

そして、例えばメモリ23には、図6に示すように、各時間T1～T4と自車速Vとの関係を示すデータマップである標準領域マップが、各領域R1～R4の情報として格納されている。

【0058】

制御部22は、S80では、現時点における衝突予測時間TTCと自車速Vとの組み合わせ（以下、自車両状況）が、第1領域R1又は第2領域R2に含まれている場合に、制動により回避する状況であると判定する。

【0059】

また、制御部22は、自車両状況が第3領域R3に含まれており、且つ、この第3領域R3へは第1領域R1から入った場合にも、制動により回避する状況であると判定する。 10

また、制御部22は、自車両状況が第3領域R3に含まれており、且つ、この第3領域R3へは第2領域R2から入った場合には、制動と操舵により回避する状況であると判定する。すなわち、この場合、制御部22は、制動により回避する状況であり、且つ、操舵により回避する状況であると判定する。

【0060】

また、制御部22は、自車両状況が第4領域R4に含まれている場合に、回避動作を行わない状況であると判定する。このような判定が、回避動作の判定である。

制御部22は、S80の処理が終了すると、図2に示すように、S85にて、S80での判定結果に基づいて、操舵により回避する状況であるか否かを判断する。 20

【0061】

制御部22は、S85にて、操舵により回避する状況でないと判定した場合には、そのままS110に移行するが、S85にて、操舵により回避する状況であると判定した場合には、S90に進む。

【0062】

制御部22は、S90では、予め設定された操舵回避不適切条件が成立したか否かを判定する。この操舵回避不適切条件は、例えば、走行中の道路の前方において道路の周辺に住居が存在していること、走行中の道路の前方において道路と道路以外との間で高低差が大きいことである。このS90では、例えば、ナビゲーション装置5から取得した道路地図データを用いて、操舵回避不適切条件が成立したか否かを判断する。 30

【0063】

制御部22は、S90にて、操舵回避不適切条件が成立していると判定した場合には、そのままS110に移行する。

また、制御部22は、S90にて、操舵回避不適切条件が成立していないと判定した場合には、S100に進む。

【0064】

制御部22は、S100では、衝突回避のために操舵装置12により自車両の進行方向を変更させる自動操舵の制御（すなわち、自動操舵制御）として、衝突回避操舵制御を実施し、その後、S110に進む。S100の衝突回避操舵制御では、具体的には、操舵装置12を制御して自車両を衝突予測時間TTCで横方向に横方向回避量Xaだけ移動させる。また、操舵装置12の制御は、ステアリングECU2を介して実施されるが、操舵装置12は、衝突回避装置1からの制御信号によって直接的に制御されるように構成されていても良い。 40

【0065】

制御部22は、S110では、S80での判定結果に基づいて、制動により回避する状況であるか否かを判断する。制御部22は、S110にて、制動により回避する状況でないと判定した場合には、当該衝突回避処理を一旦終了する。

【0066】

また、制御部22は、S110にて、制動により回避する状況であると判定した場合には、S120に進む。 50

制御部22は、S120では、衝突回避のために制動装置16により自車両の走行速度を低減させる自動制動の制御（すなわち、自動制動制御）として、衝突回避制動制御を実施し、その後、当該衝突回避処理を一旦終了する。S120の衝突回避制動制御では、具体的には、制動装置16を制御して、予め設定された減速度で自車両を制動させる。制動装置16の制御は、ブレーキECU3を介して実施されるが、制動装置16は、衝突回避装置1からの制御信号によって直接的に制御されるように構成されていても良い。

【0067】

ここで、S70で実行される変更処理について説明する。

制御部22は、S70では、図7における矢印Y2で示すように、標準領域マップに記録されている通常制動回避下限時間T2を、自車速Vの全領域について、所定値だけ大きい値に補正する。更に、図7における矢印Y3で示すように、標準領域マップに記録されている操舵回避限界時間T3を、自車速Vの全領域について、所定値だけ大きい値に補正する。図7においては、一点鎖線が、増大補正された通常制動回避下限時間T2を示しており、二点鎖線が、増大補正された操舵回避限界時間T3を示している。そして、制御部22は、標準領域マップにおける通常制動回避下限時間T2及び操舵回避限界時間T3の各々を、増大補正した時間T2, T3に置き換えたデータマップを、補正領域マップとして作成する。尚、各時間T2, T3を大きくする値は、各時間T2, T3毎に異なっていても良いし、同じであっても良い。

【0068】

そして、制御部22は、S60にて低摩擦状況であると判定した場合のS80では、S70の変更処理で作成した補正領域マップを用いて、前述した回避動作の判定を行う。また、制御部22は、S60にて低摩擦状態でないと判定した場合のS80では、時間T2, T3を補正していない標準領域マップを用いて、前述した回避動作の判定を行う。

【0069】

このため、制御部22は、S60にて低摩擦状況であると判定した場合には、S60にて低摩擦状態でないと判定した場合である通常時と比較すると、衝突回避制動制御と衝突回避操舵制御とを、衝突予測時間TCCが大きい時点で開始することとなる。

【0070】

つまり、S60にて低摩擦状況であると判定された場合には、通常時と比較すると、通常制動回避下限時間T2が大きい値に変更されるため、衝突予測時間TTCは、大きい値の時点で、第1領域R1に含まれる。このため、制御部22は、衝突予測時間TCCが大きい時点で、制動により回避する状況であると判定して、衝突回避制動制御を行うこととなる。

【0071】

同様に、S60にて低摩擦状況であると判定された場合には、通常時と比較すると、操舵回避限界時間T3が大きい値に変更されるため、衝突予測時間TTCは、大きい値の時点で、第2領域R2から第3領域R3に遷移する。このため、制御部22は、衝突予測時間TCCが大きい時点で、操舵により回避する状況であると判定して、衝突回避操舵制御を行うこととなる。

【0072】

よって、S60にて低摩擦状況であると判定された場合には、通常時と比較すると、衝突回避制動制御と衝突回避操舵制御との開始タイミングが早まる。

【1-3. 効果】

第1実施形態の衝突回避装置1によれば、以下の効果を奏する。

【0073】

(1a) 制御部22は、S60にて低摩擦状況であると判定した場合には、S60にて低摩擦状態でないと判定した場合である通常時と比較すると、衝突回避制動制御としての衝突回避制動制御及び衝突回避操舵制御の開始タイミングを早める。

【0074】

このため、路面摩擦係数が前述の最小μよりも小さくなる状況において、衝突回避効果

10

20

30

40

50

が低下してしまうことを抑制することができる。また仮に、衝突が回避できなかつたとしても、衝突被害を軽減する効果が期待できる。

【0075】

(1b) 制御部22は、S70では、外気温が所定値TL以下か否かを判定し、外気温が所定値TL以下と判定した場合に、低摩擦状況であると判定する。このため、低摩擦状態か否かの判定を簡単に実施することができる。

【0076】

(1c) 制御部22は、所定値TL以下か否かを判定する判定対象の外気温として、自車両に備えられた外気温センサ31により検出された外気温を用いる。このため、外気温が所定値TL以下か否かの判定精度を向上させることができる。例えば、制御部22は、判定対象の外気温を、自車両外の地上の設備から無線通信等によって取得するように構成されても良いが、外気温センサ31による検出結果を判定対象とする方が、一層確かな判定結果を得ることができる。

10

【0077】

(1d) 制御部22は、一定時間毎に繰り返し算出する衝突予測時間TTTが、通常制動回避下限時間T2未満になった場合に、衝突回避制御の一つである衝突回避制動制御を実施する。また、制御部22は、衝突予測時間TTTが、操舵回避限界時間T3未満になった場合に、衝突回避制御の一つである衝突回避操舵制御を実施する。そして、制御部22は、60にて低摩擦状況であると判定した場合には、上記各時間T2, T3を大きい値に変更することにより、衝突回避制御の開始タイミングを早める。このため、衝突回避制御の開始タイミングを早めるための処理が簡単になる。

20

【0078】

変形例として、衝突回避制動制御の開始タイミングを早めるためには、通常操舵回避下限時間T4を大きい値に変更しても良いし、通常制動回避下限時間T2と通常操舵回避下限時間T4との両方を大きい値に変更しても良い。また、衝突回避制御としては、自動制動制御(衝突回避制動制御)と自動操舵制御(衝突回避操舵制御)との一方だけであっても良い。例えば、自動操舵制御を実施しない構成の場合、衝突回避処理においてS85～S100は削除することができる。また例えば、自動制動制御を実施しない構成の場合、衝突回避処理においてS110, S120は削除することができる。また、自動制動制御と自動操舵制御との一方だけについて、開始タイミングを早めるように構成しても良い。

30

【0079】

尚、第1実施形態において、制御部22は、回避制御部、状況判定部及び変更部の各々として機能する。そして、S10～S40, S80～S120は、制御部22としての処理に相当し、S50は、状況判定部としての処理に相当し、S70は、変更部としての処理に相当する。また、制御部22としての処理のうち、S40は、算出部としての処理に相当する。また、S100の衝突回避操舵制御が自動操舵制御に相当し、S120の衝突回避制動制御が自動制動制御に相当する。また、通常制動回避下限時間T2と通常操舵回避下限時間T4との少なくとも一方は、自動制動制御の開始タイミングを決めるについての所定値に相当する。また、操舵回避限界時間T3は、自動操舵制御の開始タイミングを決めるについての所定値に相当する。

40

【0080】

[2. 第2実施形態]

[2-1. 第1実施形態との相違点]

第2実施形態は、基本的な構成は第1実施形態と同様であるため、相違点について以下に説明する。尚、第1実施形態と同じ符号は、同一の構成を示すものであって、先行する説明を参照する。

【0081】

第2実施形態の衝突回避装置1は、第1実施形態と比較すると、制御部22が、図2の衝突回避処理に代えて、図8の衝突回避処理を実行する点が異なる。

そして、図8の衝突回避処理は、図2の衝突回避処理と比較すると、S50, S60に

50

代えて、S 5 5 , S 5 5 を備える点が異なる。

【0082】

図8に示すように、制御部22は、S 4 0で衝突予測時間TTCを算出した後、S 5 5に進む。

制御部22は、S 5 5では、自車両の現在位置において降雪があることを示す降雪情報(以下、自車位置降雪情報)を取得したか否かを判定する。そして、制御部22は、S 5 5では、自車位置降雪情報を取得したと判定した場合に、低摩擦状況であると判定する。

【0083】

尚、自車位置降雪情報としては、例えば、自車両が存在する市、町、村等の所定の単位地域について降雪があることを示す降雪情報で良い。また、降雪情報は、地上の放送局等の情報提供施設から無線で送信されたものが、ナビゲーション装置5によって受信される。そして、制御部22は、その受信された降雪情報を、ナビゲーション装置5から通信線6を介して取得する。ナビゲーション装置5から衝突回避装置1へは、受信された降雪情報のうち、自車位置降雪情報だけが送信されても良いし、受信された全ての降雪情報が送信されても良い。

【0084】

制御部22は、S 5 5の処理が終了すると、S 6 5にて、S 5 5での判定結果に基づいて、自車位置降雪情報を取得したか否かを判定し、自車位置降雪情報を取得したと判定した場合、すなわち、低摩擦状況であると判定した場合には、前述のS 7 0に進む。また、制御部22は、S 6 5にて、自車位置降雪情報を取得していないと判定した場合、すなわち低摩擦状況でないと判定した場合には、S 7 0をスキップしてS 8 0に進む。

【0085】

【2-2. 効果】

第2実施形態の衝突回避装置1では、制御部22が、自車位置降雪情報を取得した場合に、低摩擦状況であると判定して、衝突回避制御としての衝突回避制動制御及び衝突回避操舵制御の開始タイミングを早める。このため、上記(1a)で述べた効果と同じ効果が得られる。更に、第1実施形態と同様に、低摩擦状態か否かの判定を簡単に実施することができる。また、上記(1d)で述べた効果も得られる。

【0086】

尚、第2実施形態では、S 5 5が、状況判定部としての処理に相当する。

【3. 変形例】

以下に変形例を説明するが、この変形例も、基本的な構成は第1実施形態と同様であるため、相違点について以下に説明する。また、第1実施形態と同じ符号は、同一の構成を示すものであって、先行する説明を参照する。

【0087】

路面摩擦係数が小さい場合以外にも、例えば、制動装置16を動作させるアクチュエータ、すなわちブレーキアクチュエータ17の出力が制限されている状況では、自動制動によって自車速を想定通りに低減させることができない可能性がある。同様に、操舵装置12を動作させるアクチュエータ、すなわちステアリングアクチュエータ13の出力が制限されている状況では、自動操舵によって自車両の進行方向を想定通りに変更することができない可能性がある。このため、ステアリングアクチュエータ13又はブレーキアクチュエータ17の出力が制限されている状況においては、十分な衝突回避効果が得られない可能性がある。

【0088】

そこで、変形例の衝突回避装置1は、第1実施形態と比較すると、制御部22が、図2の衝突回避処理に代えて、図9の衝突回避処理を実行する点が異なる。

そして、図9の衝突回避処理は、図2の衝突回避処理と比較すると、S 5 0 , S 6 0に代えて、S 5 7 , S 6 7を備える点が異なる。

【0089】

図9に示すように、制御部22は、S 4 0で衝突予測時間TTCを算出した後、S 5 7

10

20

30

40

50

に進む。

制御部22は、S57では、ステアリングアクチュエータ13とブレーキアクチュエータ17との各々について、出力制限状態であるか否かを判定する。

【0090】

例えば、ステアリングECU2は、ステアリングアクチュエータ13の温度を監視しており、その温度が規定値以上になると、温度上昇を防止するために、アクチュエータ13の出力を制限する動作モード（以下、出力制限モード）に移行する。そして、ステアリングECU2は、出力制限モードになると、衝突回避装置1へ、過熱保護による出力制限情報を送信する。このため、制御部22は、ステアリングECU2から出力制限情報を取得した場合に、ステアリングアクチュエータ13が出力制限状態であると判定する。

10

【0091】

同様に、ブレーキECU3は、ブレーキアクチュエータ17の温度を監視しており、その温度が規定値以上になると、温度上昇を防止するために、アクチュエータ17の出力を制限する出力制限モードに移行する。そして、ブレーキECU3は、出力制限モードになると、衝突回避装置1へ、過熱保護による出力制限情報を送信する。このため、制御部22は、ブレーキECU3から出力制限情報を取得した場合に、ブレーキアクチュエータ17が出力制限状態であると判定する。

【0092】

また、アクチュエータ13, 17の動力源は自車両のバッテリ電圧であるため、バッテリ電圧が所定値以下の場合にも、アクチュエータ13, 17は100%の力を出力することができない。つまり、アクチュエータ13, 17は出力制限状態となる。このため、制御部22は、バッテリ電圧が所定値以下であると判定した場合にも、アクチュエータ13, 17が出力制限状態であると判定する。尚、制御部22は、出力制限情報に基づく判定と、バッテリ電圧に基づく判定との、一方だけを行うようになっていても良い。

20

【0093】

制御部22は、S57の処理が終了すると、S67にて、S57での判定結果に基づいて、アクチュエータ13, 17の何れかが出力制限状態であるか否かを判定する。

そして、アクチュエータ13, 17が両方とも出力制限状態ではないと判定した場合には、S70をスキップして、S80に進むが、アクチュエータ13, 17の何れかが出力制限状態であると判定した場合には、S70に進む。

30

【0094】

そして、制御部22は、S70では、前述の変更処理を実行することにより、衝突回避制動制御と衝突回避操舵制御の開始タイミングを早める。尚、制御部22は、アクチュエータ13, 17のうち、ブレーキアクチュエータ17だけが出力制限状態であると判定した場合のS70では、例えば、前述の時間T2を大きい値に変更することにより、衝突回避制動制御の開始タイミングを早めても良い。また、制御部22は、アクチュエータ13, 17のうち、ステアリングアクチュエータ13だけが出力制限状態であると判定した場合のS70では、例えば、前述の時間T3を大きい値に変更することにより、衝突回避操舵制御の開始タイミングを早めても良い。

【0095】

以上のような変形例の衝突回避装置1によっても、衝突回避効果が低下してしまうことを抑制することができる。また、上記(1d)で述べた効果も得られる。

40

【4. 他の実施形態】

以上、本開示の実施形態について説明したが、本開示は上述の実施形態に限定されることはなく、種々変形して実施することができる。

【0096】

例えば、前方物体を検出する検出部としては、レーダ装置4に限らず、ソナーやカメラ等の物体検出装置であっても良い。

また、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

50

したりしても良い。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良い。また、上記実施形態の構成の一部を省略しても良い。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良い。尚、特許請求の範囲に記載した文言から特定される技術思想に含まれるあらゆる態様が本開示の実施形態である。

【0097】

また、上述した衝突回避装置の他、当該衝突回避装置を構成要素とするシステム、当該衝突回避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、衝突回避方法など、種々の形態で本開示を実現することもできる。

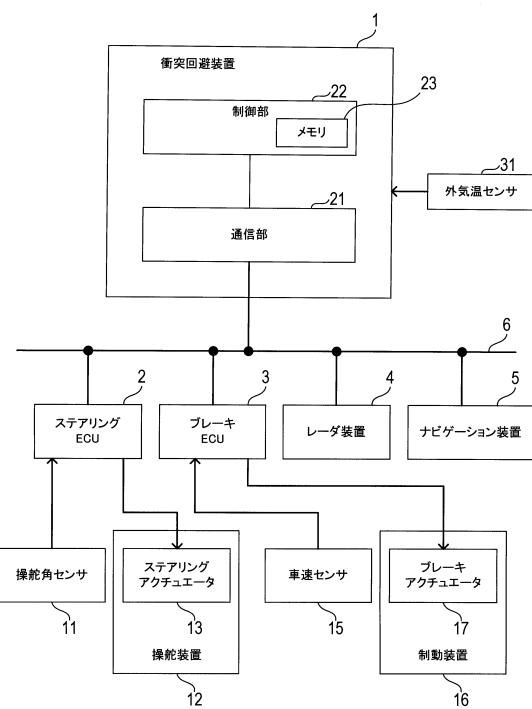
10

【符号の説明】

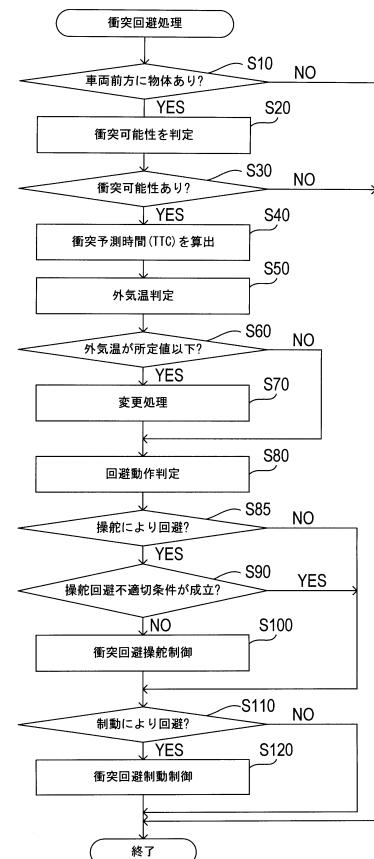
【0098】

1 ...衝突回避装置、12...操舵装置、16...制動装置、22...制御部

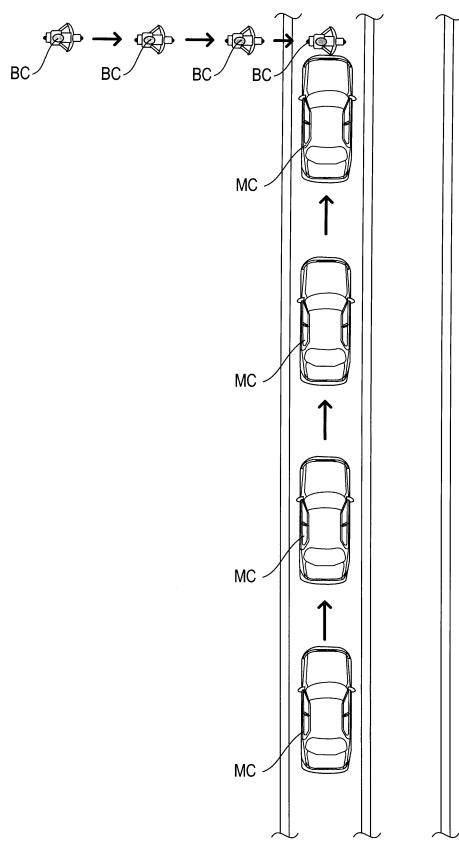
【図1】



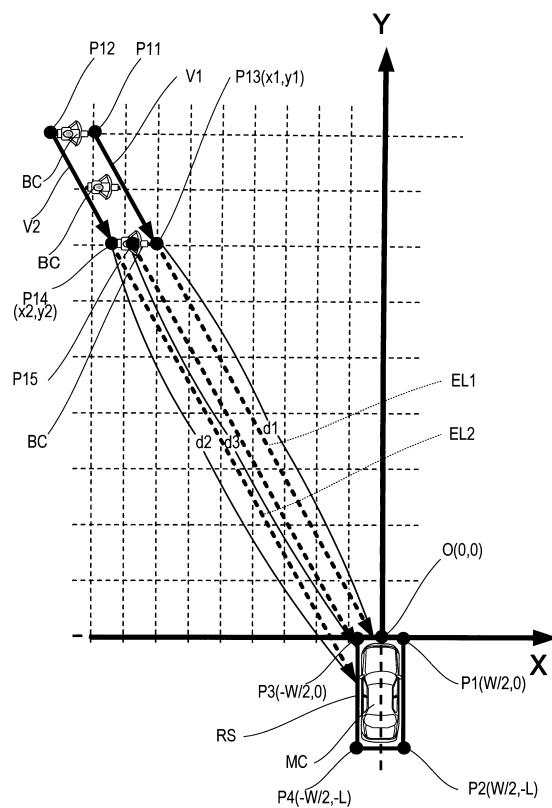
【図2】



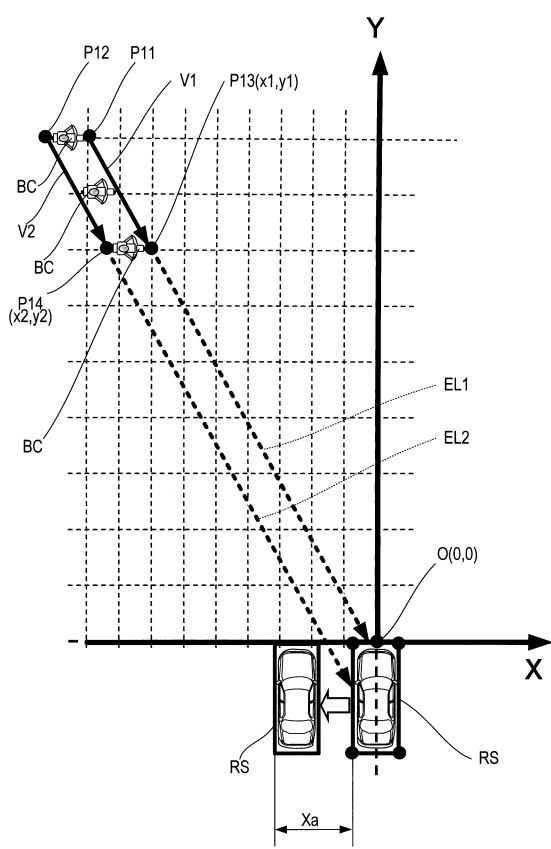
【図3】



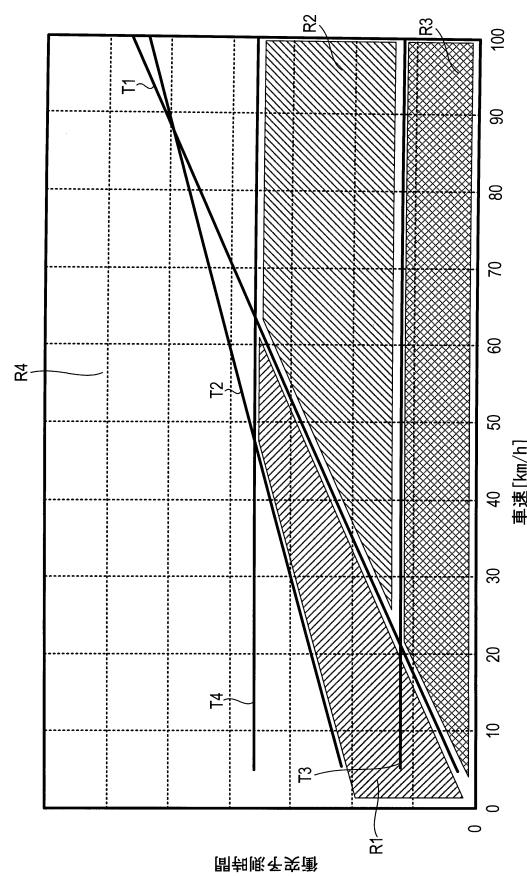
【図4】



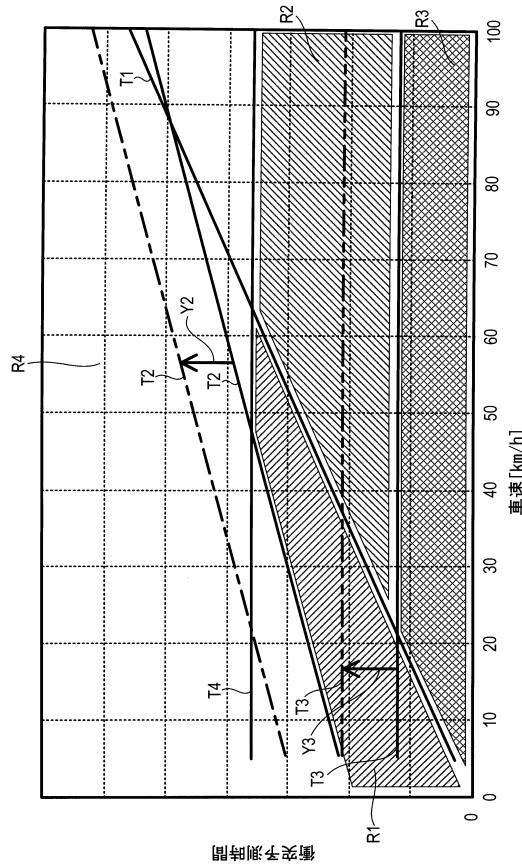
【図5】



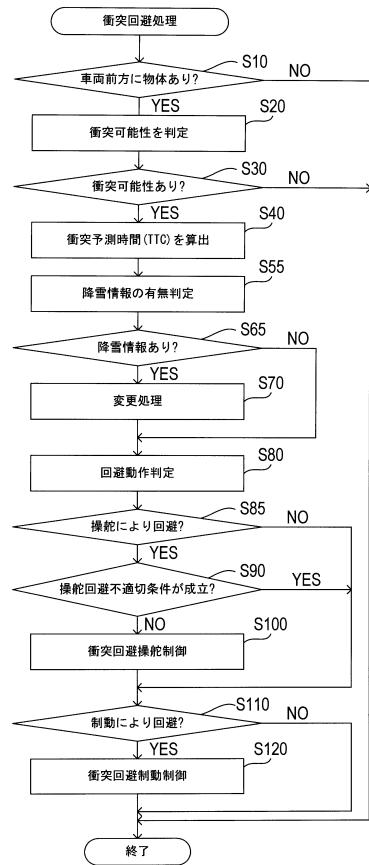
【図6】



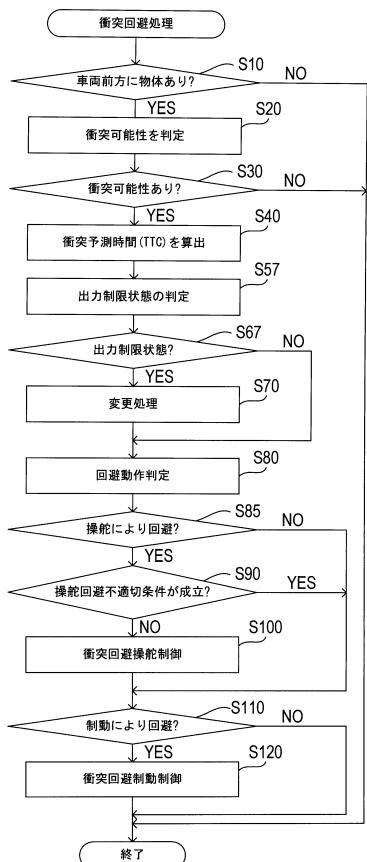
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 0 W 40/068

(72)発明者 山口 昌信
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 武内 俊之

(56)参考文献 特開2016-091454 (JP, A)
特開2007-030851 (JP, A)
特開平08-085372 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

| | |
|---------|-------------|
| G 0 8 G | 1 / 1 6 |
| B 6 0 R | 2 1 / 0 0 |
| B 6 0 W | 3 0 / 0 9 |
| B 6 0 W | 4 0 / 0 6 8 |
| G 0 8 G | 1 / 0 0 |