

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6397248号
(P6397248)

(45) 発行日 平成30年9月26日 (2018. 9. 26)

(24) 登録日 平成30年9月7日 (2018. 9. 7)

(51) Int. Cl.

F 1

B 6 O W 30/12 (2006. 01)

B 6 O W 30/12

G O 8 G 1/16 (2006. 01)

G O 8 G 1/16

C

B 6 O R 21/00 (2006. 01)

B 6 O R 21/00

9 9 1

請求項の数 3 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2014-154098 (P2014-154098)
 (22) 出願日 平成26年7月29日 (2014. 7. 29)
 (65) 公開番号 特開2016-30537 (P2016-30537A)
 (43) 公開日 平成28年3月7日 (2016. 3. 7)
 審査請求日 平成29年2月13日 (2017. 2. 13)

(73) 特許権者 509186579
 日立オートモティブシステムズ株式会社
 茨城県ひたちなか市高場2 5 2 0 番地
 (74) 代理人 110002365
 特許業務法人サンネクト国際特許事務所
 (72) 発明者 児島 隆生
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
 式会社日立製作所内

審査官 ▲高▼木 真顕

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用走行支援装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

目標軌道に沿って自車両を走行させるための制御を行う走行制御部を備える車両用走行支援装置であって、

前記自車両の前方に存在する一の物体が、前記一の物体に対して障害物となる他の物体に接近するように移動しているか否かを、前記他の物体に対する前記一の物体の相対速度に基づいて判定する物体間接近判定部を備え、

前記走行制御部は、前記物体間接近判定部により前記一の物体が前記他の物体に接近するように移動していることが判定された場合、前記目標軌道を前記一の物体から離間するように所定の修正量だけ修正した第1回避軌道に沿って前記自車両を走行させるための第1走行制御を実行し、

前記走行制御部は、前記第1走行制御が実行されている場合であって、前記一の物体と前記他の物体のうちのいずれか一方が、前記目標軌道と直交する方向において前記自車両に接近したときには、前記接近する物体から離間するように前記第1回避軌道から所定の修正量だけ修正した第2回避軌道に沿って前記自車両を走行させるための第2走行制御を実行する車両用走行支援装置。

【請求項 2】

目標軌道に沿って自車両を走行させるための制御を行う走行制御部を備える車両用走行支援装置であって、

前記自車両の前方に存在する一の物体が、前記一の物体に対して障害物となる他の物体

に接近するように移動しているか否かを、前記他の物体に対する前記一の物体の相対速度に基づいて判定する物体間接近判定部を備え、

前記走行制御部は、前記物体間接近判定部により前記一の物体が前記他の物体に接近するように移動していることが判定された場合、前記目標軌道を前記一の物体から離間するように所定の修正量だけ修正した第1回避軌道に沿って前記自車両を走行させるための第1走行制御を実行し、

前記自車両に対する前記一の物体の相対位置および前記自車両に対する前記他の物体の相対位置ならびに前記自車両に対する前記一の物体の相対速度および前記自車両に対する前記他の物体の相対速度に基づいて、前記一の物体が前記他の物体を回避するために必要とする回避走行期間および回避走行区間とを推定する回避走行推定部と、

前記回避走行期間における前記自車両の位置を推定する自車両位置推定部とをさらに備え、

前記走行制御部は、前記物体間接近判定部により前記一の物体が前記他の物体に接近するように移動していることが判定された場合であっても、前記自車両位置推定部で推定された前記自車両の位置が、前記回避走行推定部で推定された前記回避走行区間内にはない場合には、前記第1走行制御を実行せず、前記物体間接近判定部により前記一の物体が前記他の物体に接近するように移動していることが判定された場合であって、かつ、前記自車両位置推定部で推定された前記自車両の位置が、前記回避走行推定部で推定された前記回避走行区間内にある場合に、前記第1走行制御を実行し、

前記自車両の車速指令値を出力する車速指令部と、

前記自車両の車速を検出する車速検出部とをさらに備え、

前記走行制御部は、

前記車速検出部で検出された車速が前記車速指令値となるように、前記自車両の車速を調整する車速調整部と、

前記自車両位置推定部で推定された前記自車両の位置が、前記回避走行推定部で推定された前記回避走行区間外に位置するための減速用車速指令値を決定する減速用車速決定部とを有し、

前記車速調整部は、前記車速検出部で検出された車速と前記減速用車速指令値との偏差が所定値以下の場合、前記車速指令部から出力された車速指令値にかかわらず前記車速検出部で検出された車速が前記減速用車速指令値となるように、前記自車両の車速を調整し、所定時間経過後に再び前記車速指令部から出力された車速指令値に基づいて前記自車両の車速を調整する車両用走行支援装置。

【請求項3】

目標軌道に沿って自車両を走行させるための制御を行う走行制御部を備える車両用走行支援装置であって、

前記自車両の前方に存在する一の物体が、前記一の物体に対して障害物となる他の物体に接近するように移動しているか否かを、前記他の物体に対する前記一の物体の相対速度に基づいて判定する物体間接近判定部を備え、

前記走行制御部は、前記物体間接近判定部により前記一の物体が前記他の物体に接近するように移動していることが判定された場合、前記目標軌道を前記一の物体から離間するように所定の修正量だけ修正した第1回避軌道に沿って前記自車両を走行させるための第1走行制御を実行し、

前記第1回避軌道に沿った走行が可能でない場合に、前記目標軌道に対する前記第1回避軌道の修正量の不足分に応じて前記自車両を減速する車両用走行支援装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両用走行支援装置に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

設定された目標軌道（目標コース）に沿って車両が走行するように車両を制御する走行支援装置が知られている（特許文献 1 参照）。特許文献 1 には、隣接車線を走行する並走車両の横方向速度に基づいて、自車両の目標軌道を修正する車両用走行支援装置が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】国際公開 W O 2 0 1 0 / 1 2 2 6 3 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

しかしながら、隣接車線を走行する並走車両の横方向速度が検出されてから目標軌道を修正する方法では、運転者の不安感を解消しきれないおそれがある。たとえば、隣接車線に障害物があり、その障害物を回避する並走車両がある場合、上記特許文献 1 では、並走車両が障害物を回避するために横方向へ移動してから、自車両の目標軌道が修正されることになる。つまり、並走車両が障害物を回避するための横方向への動作が生じる前の段階では、自車両の目標軌道の修正がなされないため、その間に生じた運転者の不安感が解消されることはない。

【課題を解決するための手段】

【0005】

20

本発明の第 1 の態様にかかる車両用走行支援装置は、目標軌道に沿って自車両を走行させるための制御を行う走行制御部を備える車両用走行支援装置であって、前記自車両の前方に存在する一の物体が、前記一の物体に対して障害物となる他の物体に接近するように移動しているか否かを、前記他の物体に対する前記一の物体の相対速度に基づいて判定する物体間接近判定部を備え、前記走行制御部は、前記物体間接近判定部により前記一の物体が前記他の物体に接近するように移動していることが判定された場合、前記目標軌道を前記一の物体から離間するように所定の修正量だけ修正した第 1 回避軌道に沿って前記自車両を走行させるための第 1 走行制御を実行し、前記走行制御部は、前記第 1 走行制御が実行されている場合であって、前記一の物体と前記他の物体のうちのいずれか一方が、前記目標軌道と直交する方向において前記自車両に接近したときには、前記接近する物体から離間するように前記第 1 回避軌道から所定の修正量だけ修正した第 2 回避軌道に沿って前記自車両を走行させるための第 2 走行制御を実行する。

30

本発明の第 2 の態様にかかる車両用走行支援装置は、目標軌道に沿って自車両を走行させるための制御を行う走行制御部を備える車両用走行支援装置であって、前記自車両の前方に存在する一の物体が、前記一の物体に対して障害物となる他の物体に接近するように移動しているか否かを、前記他の物体に対する前記一の物体の相対速度に基づいて判定する物体間接近判定部を備え、前記走行制御部は、前記物体間接近判定部により前記一の物体が前記他の物体に接近するように移動していることが判定された場合、前記目標軌道を前記一の物体から離間するように所定の修正量だけ修正した第 1 回避軌道に沿って前記自車両を走行させるための第 1 走行制御を実行し、前記自車両に対する前記一の物体の相対位置および前記自車両に対する前記他の物体の相対位置ならびに前記自車両に対する前記一の物体の相対速度および前記自車両に対する前記他の物体の相対速度に基づいて、前記一の物体が前記他の物体を回避するために必要とする回避走行期間および回避走行区間とを推定する回避走行推定部と、前記回避走行期間における前記自車両の位置を推定する自車両位置推定部とをさらに備え、前記走行制御部は、前記物体間接近判定部により前記一の物体が前記他の物体に接近するように移動していることが判定された場合であっても、前記自車両位置推定部で推定された前記自車両の位置が、前記回避走行推定部で推定された前記回避走行区間内にはない場合には、前記第 1 走行制御を実行せず、前記物体間接近判定部により前記一の物体が前記他の物体に接近するように移動していることが判定された場合であって、かつ、前記自車両位置推定部で推定された前記自車両の位置が、前記回避

40

50

走行推定部で推定された前記回避走行区間内にある場合に、前記第1走行制御を実行し、前記自車両の車速指令値を出力する車速指令部と、前記自車両の車速を検出する車速検出部とをさらに備え、前記走行制御部は、前記車速検出部で検出された車速が前記車速指令値となるように、前記自車両の車速を調整する車速調整部と、前記自車両位置推定部で推定された前記自車両の位置が、前記回避走行推定部で推定された前記回避走行区間外に位置するための減速用車速指令値を決定する減速用車速決定部とを有し、前記車速調整部は、前記車速検出部で検出された車速と前記減速用車速指令値との偏差が所定値以下の場合、前記車速指令部から出力された車速指令値にかかわらず前記車速検出部で検出された車速が前記減速用車速指令値となるように、前記自車両の車速を調整し、所定時間経過後に再び前記車速指令部から出力された車速指令値に基づいて前記自車両の車速を調整する。

10

本発明の第3の態様にかかる車両用走行支援装置は、目標軌道に沿って自車両を走行させるための制御を行う走行制御部を備える車両用走行支援装置であって、前記自車両の前方に存在する一の物体が、前記一の物体に対して障害物となる他の物体に接近するように移動しているか否かを、前記他の物体に対する前記一の物体の相対速度に基づいて判定する物体間接近判定部を備え、前記走行制御部は、前記物体間接近判定部により前記一の物体が前記他の物体に接近するように移動していることが判定された場合、前記目標軌道を前記一の物体から離間するように所定の修正量だけ修正した第1回避軌道に沿って前記自車両を走行させるための第1走行制御を実行し、前記第1回避軌道に沿った走行が可能でない場合に、前記目標軌道に対する前記第1回避軌道の修正量の不足分に応じて前記自車両を減速する。

20

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、運転者の不安感を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】第1の実施の形態に係る車両用走行支援装置の構成を示す機能ブロック図。

【図2】標準軌道、第1回避軌道および第2回避軌道を示す模式図。

【図3】第1の実施の形態に係る走行支援装置を構成するコントローラによる軌道決定制御処理の動作を示したフローチャート。

【図4】第2の実施の形態に係る走行支援装置のコントローラの機能ブロック図。

30

【図5】回避走行期間および回避走行区間について説明する図。

【図6】時間の経過に伴う自車両に対する物体M1の相対位置と自車両に対する物体M2の相対位置の関係を示す図（第1回避軌道への軌道修正が行われる例）。

【図7】時間の経過に伴う自車両に対する物体M1の相対位置と自車両に対する物体M2の相対位置の関係を示す図（第1回避軌道への軌道修正が行われない例）。

【図8】第2の実施の形態に係る走行支援装置を構成するコントローラによる軌道決定制御処理の動作を示したフローチャート。

【図9】図8に示す事前回避判定処理の動作を示したフローチャート。

【図10】自車両が標準軌道から第1回避軌道へ軌道修正を行う場合の例を説明する図。

【図11】自車両が標準軌道から第1回避軌道へ軌道修正を行う場合の例を説明する図。

40

【図12】自車両が標準軌道から第1回避軌道へ軌道修正を行わない場合の例を説明する図。

【図13】第3の実施の形態に係る走行支援装置のコントローラの機能ブロック図。

【図14】時間の経過に伴う自車両に対する物体M1の相対位置と自車両に対する物体M2の相対位置の関係を示す図（車速の修正が行われる例）。

【図15】第3の実施の形態に係る走行支援装置を構成するコントローラによる事前回避判定処理の動作を示したフローチャート。

【図16】本発明の第4の実施の形態に係る走行支援装置のコントローラの機能ブロック図。

【図17】自車両の回避可能な幅（回避量の最大値）について説明する図。

50

【図 18】回避量の決定方法について説明する図。

【図 19】自車両 M0 および物体 M1, M2 の進行方向を説明する図。

【図 20】自車両 M0 および物体 M1, M2 の進行方向が同じ場合に、自車両が標準軌道から第 1 回避軌道へ軌道修正を行う例を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、図面を参照して、本発明による車両用走行支援装置の一実施の形態を説明する。

- 第 1 の実施の形態 -

図 1 は本発明の第 1 の実施の形態に係る車両用走行支援装置の構成を示す機能ブロック図である。図 2 は標準軌道 NT、第 1 回避軌道 AT1 および第 2 回避軌道 AT2 を示す模式図である。図 1 に示すように、車両用走行支援装置（以下、単に走行支援装置と記す）は、コントローラ 6 と、レーダ 1 と、カメラ装置 2 と、車速検出装置 3 と、カーナビゲーションシステム 4 と、設定スイッチ 5 と、操舵トルク検出装置 15 とを備えている。また、走行支援装置は、ステアリング制御部 7 と、ステアリングアクチュエータ 8 と、ブレーキ制御部 9 と、ブレーキアクチュエータ 10 と、エンジン制御部 11 と、電子制御スロットル 12 と、音声出力装置 13 と、表示装置 14 とを備えている。

【0009】

レーダ 1 は、図 2 に示すように、自車両 M0 の前方に存在する物体 M1, M2 の自車両 M0 に対する相対位置と、物体 M1, M2 の自車両に対する相対速度を検出する。レーダ 1 は、ミリ波レーダやレーザーレーダなどを採用できる。ミリ波レーダは、ドップラー効果を利用して物体 M1, M2 の自車両 M0 に対する相対位置と相対速度を検出する。レーザーレーダは、レーザー光を発射してから物体 M1, M2 に当たったレーザー光が反射して戻ってくる時間を計測して、物体 M1, M2 の自車両 M0 に対する相対位置と相対速度を検出する。なお、レーダ 1 は、必要に応じて複数のレーダで構成してもよい。

【0010】

図 1 に示すように、カメラ装置 2 は、ステレオカメラ（不図示）と、画像処理部（不図示）とを備えている。ステレオカメラは、左右一対の CCD（Charge Coupled Device）カメラを備えている。カメラ装置 2 は、一対のカメラの視差を利用し、空間認識が可能とされている。一対の CCD カメラは、たとえばルームミラー（不図示）を挟むような形で配置されている。一対のカメラは、自車両の前方に存在する物体を個別に撮像し、撮像画像の信号を画像処理部に出力する。なお、CCD カメラに代えて、CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）カメラを採用してもよい。

【0011】

カメラ装置 2 の画像処理部は、撮像画像に画像処理を施して、車線の境界を構成する白線、ガードレール、縁石等を認識し、自車両 M0 が走行する車線である自車線 L0 および自車線 L0 に隣接する隣接車線 L1 を認識する。画像処理部は、自車線 L0 の道路幅（幅員）、および、隣接車線 L1 の道路幅（幅員）を演算する。また、画像処理部は、自車両 M0 の前方に存在する対向車両や並走車両などの物体を認識し、物体の数や、各物体の幅を演算する。画像処理部で取得された各種情報を表す信号は、コントローラ 6 に出力される。

【0012】

車速検出装置 3 は、自車両 M0 の走行速度（以下、実車速 V_a と記す）を検出し、実車速 V_a を表す信号をコントローラ 6 に出力する。車速検出装置 3 は、たとえば、4 つの車輪のそれぞれの回転速度を計測することにより車速を検出するものである。

【0013】

カーナビゲーションシステム 4 は、道路環境やルート情報などを含む地図情報を有する。設定スイッチ 5 は、運転者の操作により、走行支援装置の動作を設定するためのものであり、たとえば、自動運転モードのオンオフ、自動運転モード時の自車両 M0 の目標車速を設定する。

【0014】

10

20

30

40

50

操舵トルク検出装置 15 は、運転者によるステアリングの操舵操作時のトルク（以下、操舵トルク T と記す）を検出し、操舵トルク T を表す信号をコントローラ 6 に出力する。

【0015】

ステアリング制御部 7 は、コントローラ 6 からの指令を受け取って、後述する目標軌道に沿って自車両 M0 が走行するように、ステアリングアクチュエータ 8 の動作を制御し、車輪にトルクを印加する。

【0016】

ブレーキ制御部 9 は、コントローラ 6 からの指令を受け取って、ブレーキアクチュエータ 10 の動作を制御し、自車両 M0 に制動力を作用させる。エンジン制御部 11 は、コントローラ 6 からの指令を受け取って、電子制御スロットル 12 の動作を制御し、自車両 M0 に駆動力を作用させる。

【0017】

ブレーキ制御部 9 およびエンジン制御部 11 は、コントローラ 6 からの目標車速を表す指令（車速指令値）を受け取って、車速検出装置 3 で検出された車速が目標車速となるように、ブレーキアクチュエータ 10 や電子制御スロットル 12 の動作を制御し、自車両 M0 の車速を調整する。なお、設定スイッチ 5 により自動運転モードがオンされている場合、コントローラ 6 は設定スイッチ 5 で設定された車速（以下、設定車速 V_s と記す）を目標車速とする。

【0018】

音声出力装置 13 は、コントローラ 6 からの音声指令を受け取って、音声を出力することにより情報提示を行う。表示装置 14 は、コントローラ 6 からの表示指令を受け取って、表示画面に画像を表示することにより情報提示を行う。

【0019】

コントローラ 6 は、CPU や記憶装置である ROM や RAM、その他の周辺回路などを有する演算処理装置を含んで構成され、レーダ 1 や車速検出装置 3 などの各種検出装置により検出された情報やカーナビゲーションシステム 4 の記憶装置に記憶された地図情報に基づいて走行支援装置を構成する各部を制御する。コントローラ 6 は、ステアリング制御部 7 を制御して自車両 M0 の操舵を制御する。コントローラ 6 は、ブレーキ制御部 9 およびエンジン制御部 11 を制御し、自車両 M0 の車速が目標車速となるように、自車両 M0 の車速を制御する。

【0020】

コントローラ 6 は、軌道設定部 60 と、条件判定部 61 と、相対速度演算部 62 と、横速度演算部 63 とを機能的に備えている。軌道設定部 60 は、後述する条件判定部 61 の判定結果に基づいて、図 2 に示す標準軌道 NT、第 1 回避軌道 AT1 および第 2 回避軌道 AT2 のいずれか一つを目標軌道として設定する。標準軌道 NT、第 1 回避軌道 AT1 および第 2 回避軌道 AT2 は、それぞれ車道中央線 C に平行に、すなわち自車線 L0 に沿って設定される。

【0021】

標準軌道 NT は、たとえば、自車線 L0 の右側縁を構成する車道中央線 C から、自車線 L0 と直交する方向に距離 x_1 だけ離れた位置に設定される。第 1 回避軌道 AT1 は、車道中央線 C から自車線 L0 と直交する方向に距離 x_2 だけ離れた位置に設定される。第 2 回避軌道 AT2 は、車道中央線 C から自車線 L0 と直交する方向に距離 x_3 だけ離れた位置に設定される。

【0022】

距離 x_1 , x_2 , x_3 の大小関係は、 $x_1 < x_2 < x_3$ である。つまり、第 1 回避軌道 AT1 は標準軌道 NT よりも車道中央線 C から離間しており、第 2 回避軌道 AT2 は第 1 回避軌道 AT1 よりも車道中央線 C から離間している。

【0023】

条件判定部 61 は、自車両 M0 の前方における隣接車線 L1 に存在する一の物体が、一の物体に対して障害物となる他の物体に接近するように移動しているか否か、すなわち 2

10

20

30

40

50

つの物体間の距離が縮まるように物体間で速度差が生じているか否かを判定する。具体的には、条件判定部 6 1 は、相対速度演算部 6 2 で演算された各物体間の相対速度 V_r の値が予め記憶装置に記憶された閾値 V_{rt} 以上であるか否かを判定する。

【 0 0 2 4 】

相対速度演算部 6 2 は、隣接車線 L_1 に存在する物体が 2 以上であるか否かを判定し、隣接車線 L_1 に存在する物体が 2 以上であると判定された場合、自車両 M_0 に対する各物体の相対位置、相対速度に基づいて、各物体間の相対速度 V_r を演算する。各物体間の相対速度 V_r は、障害物となる他の物体に対する一の物体の相対速度であり、自車線 L_0 に沿う方向、換言すれば、目標軌道に沿う方向（以下、車線方向と記す）の相対速度である。

10

【 0 0 2 5 】

条件判定部 6 1 は、相対速度 V_r の値が閾値 V_{rt} 以上である場合（ $V_r \geq V_{rt}$ ）、第 1 回避条件は成立していると判定してフラグ F を 1 に設定し（ $F = 1$ ）、相対速度 V_r の値が閾値 V_{rt} 未満である場合（ $V_r < V_{rt}$ ）、第 1 回避条件は成立していないと判定してフラグ F の変更はしない。

【 0 0 2 6 】

横速度演算部 6 3 は、隣接車線 L_1 に存在する各物体の横方向の速度（以下、横速度 V_y ）、すなわち自車両 M_0 の進行方向に直交する方向の速度、さらに換言すれば車線方向に直交する方向の速度を演算する。各物体の横速度 V_y は、自車両 M_0 に対する物体の相対位置、相対速度に基づいて演算される。

20

【 0 0 2 7 】

条件判定部 6 1 は、隣接車線 L_1 に存在する物体が横方向、すなわち自車両 M_0 の進行方向に直交する方向、すなわち車線方向に直交する方向に動作したか否かを判定する。具体的には、条件判定部 6 1 は、横速度演算部 6 3 で演算された各物体 M の横速度 V_y の値が閾値 V_{yt} 以上であるか否かを判定する。

【 0 0 2 8 】

条件判定部 6 1 は、フラグ F が 1 に設定され、かつ、隣接車線 L_1 に存在する物体の横速度 V_y の値が閾値 V_{yt} 以上である場合（ $V_y \geq V_{yt}$ ）、第 2 回避条件は成立していると判定してフラグ F を 2 に設定する（ $F = 2$ ）。条件判定部 6 1 は、フラグ F が 0 に設定されているか、あるいは、物体の横速度 V_y の値が閾値 V_{yt} 未満である場合、第 2 回避条件は成立していないと判定してフラグ F の変更はしない。

30

【 0 0 2 9 】

なお、条件判定部 6 1 は、初期設定においてフラグ F を 0 に設定する。フラグ F は目標軌道を設定するために用いられるものである。軌道設定部 6 0 は、フラグ F が 0 に設定されると目標軌道を標準軌道 NT に設定し、フラグ F が 1 に設定されると目標軌道を第 1 回避軌道 AT_1 に設定し、フラグ F が 2 に設定されると目標軌道を第 2 回避軌道 AT_2 に設定する。

【 0 0 3 0 】

以下、走行支援装置による走行制御について図 3 を用いて説明し、自車両 0 の動作例について図 2 を用いて説明する。なお、説明の便宜上、隣接車線上に存在する物体が 2 つである例について説明する。図 3 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る走行支援装置を構成するコントローラ 6 による軌道決定制御処理の動作を示したフローチャートである。設定スイッチ 5 により、自動運転モードがオンされると自動運転制御プログラムが実行され、初期設定（ステップ $S100$ ）を行った後、所定の制御周期ごとにステップ $S110$ 以降の処理が繰り返し実行される。

40

【 0 0 3 1 】

ステップ $S100$ において、コントローラ 6 は、初期設定を行い、ステップ $S110$ へ進む。なお、初期設定において、フラグ F は 0 に設定される（ $F = 0$ ）。

【 0 0 3 2 】

ステップ $S110$ において、コントローラ 6 は、レーダ 1、カメラ装置 2、車速検出装

50

置 3、カーナビゲーションシステム 4、設定スイッチ 5、および、操舵トルク検出装置 15 からの情報を取得し、ステップ S 1 2 0 へ進む。取得される情報としては、現在の自車両 M 0 の実車速 V_a や、自車両 M 0 の前方に存在する物体の数、各物体の幅、自車両 M 0 に対する各物体の相対速度、自車両 M 0 に対する各物体の相対位置、自車線 L 0 および隣接車線 L 1 の幅員等の情報が含まれる。

【 0 0 3 3 】

ステップ S 1 2 0 において、コントローラ 6 は、フラグ F が 0 か否かを判定する。ステップ S 1 2 0 で肯定判定されるとステップ S 1 3 0 へ進み、ステップ S 1 2 0 で否定判定されるとステップ S 1 2 5 へ進む。

【 0 0 3 4 】

ステップ S 1 2 5 において、コントローラ 6 は、フラグ F が 1 か否かを判定する。ステップ S 1 2 5 で肯定判定されるとステップ S 1 5 5 へ進み、ステップ S 1 2 5 で否定判定されるとステップ S 1 7 5 へ進む。

【 0 0 3 5 】

ステップ S 1 3 0 において、コントローラ 6 は、標準軌道 N T を目標軌道に設定して、ステップ S 1 3 5 へ進む。

【 0 0 3 6 】

ステップ S 1 3 5 において、コントローラ 6 は、ステップ S 1 1 0 で取得した情報に基づいて、隣接車線 L 1 に複数の物体が存在しているか否かを判定する。ステップ S 1 3 5 で肯定判定されるとステップ S 1 4 0 へ進み、ステップ S 1 3 5 で否定判定されるとステップ S 1 1 0 へ戻る。

【 0 0 3 7 】

ステップ S 1 4 0 において、コントローラ 6 は、ステップ S 1 1 0 で取得した自車両 M 0 に対する各物体 M 1 , M 2 の相対速度、相対位置の情報に基づいて、物体間の相対速度 V_r を演算してステップ S 1 4 5 へ進む。なお、本実施の形態では、自車両 M 0 に近い側の物体 M 1 に対する、自車両 M 0 に遠い側の物体 M 2 の相対速度を物体間の相対速度 V_r として演算する。

【 0 0 3 8 】

ステップ S 1 4 5 において、コントローラ 6 は、物体間の相対速度 V_r が閾値 V_{rt} 以上か否かを判定する。ステップ S 1 4 5 で肯定判定されるとステップ S 1 5 0 へ進み、ステップ S 1 4 5 で否定判定されるとステップ S 1 1 0 へ戻る。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 1 5 0 において、コントローラ 6 は、フラグ F を 1 に設定してステップ S 1 5 5 へ進む。ステップ S 1 5 5 において、コントローラ 6 は、第 1 回避軌道 A T 1 を目標軌道に設定して、ステップ S 1 6 0 へ進む。

【 0 0 4 0 】

ステップ S 1 6 0 において、コントローラ 6 は、ステップ S 1 1 0 で取得した自車両 M 0 に対する各物体 M 1 , M 2 の相対速度、および、自車両 M 0 に対する各物体 M 1 , M 2 の相対位置に基づいて、各物体 M 1 , M 2 の横速度 V_y を演算する。

【 0 0 4 1 】

ステップ S 1 6 5 において、コントローラ 6 は、各物体の横速度 V_y が閾値 V_{yt} 以上か否かを判定する。つまり、コントローラ 6 は、物体 M 1 の横速度 V_y が閾値 V_{yt} 以上か否かを判定し、物体 M 2 の横速度 V_y が閾値 V_{yt} 以上か否かを判定する。ステップ S 1 6 5 で肯定判定されると、すなわち物体 M 1 の横速度 V_y および物体 M 2 の横速度 V_y の一方、または双方が閾値 V_{yt} 以上であると判定されると、ステップ S 1 7 0 へ進む。ステップ S 1 6 5 で否定判定されると、すなわち物体 M 1 の横速度 V_y および物体 M 2 の横速度 V_y のいずれもが閾値 V_{yt} 未満であると判定されると、ステップ S 1 1 0 へ戻る。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 1 7 0 において、コントローラ 6 は、フラグ F を 2 に設定してステップ S 1

10

20

30

40

50

75へ進む。ステップS175において、コントローラ6は、第2回避軌道AT2を目標軌道に設定して、ステップS110へ戻る。

【0043】

なお、図示しないが、第1回避軌道AT1あるいは第2回避軌道AT2に設定された後、自車両M0の前方における隣接車線上に物体の存在が検出されなくなってから所定時間が経過すると標準軌道NTが目標軌道に設定される。つまり、回避のための軌道修正がなされていない通常の自動運転モードに復帰する。

【0044】

また、図示しないが、自動運転モードは、運転者により設定スイッチ5によりオフされるか、あるいは、運転者によりステアリングが操作され、操舵トルク検出装置15により検出された操舵トルクTが所定の閾値を超えた場合に終了する。自動運転モードが終了すると、運転者のステアリング操作に基づいてステアリングアクチュエータ8が動作する手動運転モードとなる。

【0045】

本発明の第1の実施の形態に係る走行支援装置により制御される自車両M0の動作について説明する。運転者が、設定スイッチ5により自動運転モードをオンすると、標準軌道NTが目標軌道として設定され、設定スイッチ5で設定された目標車速で自車両0が目標軌道に沿って走行する(ステップS130)。

【0046】

隣接車線L1上において、物体M1(たとえば二輪車)および、物体M2(たとえば対向車両である乗用車)がほぼ同じ速度で走行していたとする。図2(a)に示すように、物体M2が物体M1を追い越すために速度を上昇させると、走行支援装置により第1走行制御が実行され(ステップS135, S140, S145, S150, S155)、自車両M0は第1回避軌道AT1に沿った走行を行う。

【0047】

その後、図2(b)に示すように、物体M2が物体M1を追い越すために自車線L0側に寄るように、あるいは、車道中央線Cを超えて自車線L0にはみ出すように移動すると、走行支援装置により第2走行制御が実行され(ステップS160, S165, S170, S175)、自車両M0は第2回避軌道AT2に沿って走行を行う。

【0048】

上述した第1の実施の形態によれば、次の作用効果が得られる。

(1) 自車両M0の前方に存在する一の物体M2が他の物体M1に接近するように移動していることが判定された場合、目標軌道を一の物体M2から離間するように所定の修正量($x_2 - x_1$)だけ修正した第1回避軌道AT1に設定し、第1回避軌道AT1に沿って自車両M0を走行させるための第1走行制御を実行するようにした。なお、修正量($x_2 - x_1$)は、車線方向と直交する方向の距離である。これにより、物体M2が障害物である物体M1を回避するための横方向への動作が生じる前の段階で、自車両M0の目標軌道の修正がなされるため、運転者の不安感を低減することができる。

【0049】

(2) 走行支援装置による第1走行制御が実行されている場合であって、一の物体M2と他の物体M1のうちのいずれか一方が、目標軌道と直交する方向において自車両0に接近したとき、接近する物体から離間するように第1回避軌道AT1から所定の修正量($x_3 - x_2$)だけ修正した第2回避軌道AT2に沿って自車両M0を走行させるための第2走行制御を実行するようにした。なお、修正量($x_3 - x_2$)は、車線方向と直交する方向の距離である。隣接車線L1上の物体M2による自車線L0側への回避が行われることを検出して、自車両M0に回避動作を行わせることができるため、運転者の不安感を低減することができる。

【0050】

- 第2の実施の形態 -

図4～図10を参照して本発明の第2の実施の形態について説明する。なお、第1の実

10

20

30

40

50

施の形態と同一もしくは相当部分には同一符号を付し、第１の実施の形態との相違点について主に説明する。第２の実施の形態に係る走行支援装置は、第１の実施の形態に係る走行支援装置と同様の構成を有している（図１参照）。第２の実施の形態では、第１の実施の形態で説明したコントローラ６に代えて、コントローラ６Ｂを備えている。

【００５１】

第２の実施の形態では、目標軌道を第１回避軌道ＡＴ１に設定する条件を限定し、不要な回避動作を抑制するための構成を備えている。第２の実施の形態では、自車両Ｍ０の近くで隣接車線Ｌ１での対向車両の追い越しなどの回避動作が発生するか否かを判定して、否定判定された場合には、目標軌道を標準軌道ＮＴのままとして軌道修正を行わない。以下、隣接車線Ｌ１上に存在する物体が２つである場合を例に、詳細に説明する。

10

【００５２】

図４は、本発明の第２の実施の形態に係る走行支援装置のコントローラ６Ｂの機能ブロック図である。コントローラ６Ｂは、軌道設定部６０、条件判定部６１、相対速度演算部６２、および、横速度演算部６３に加え、回避走行期間推定部６４Ｂ、回避走行区間推定部６５Ｂ、自車両位置推定部６６Ｂを機能的に備えている。

【００５３】

回避走行期間推定部６４Ｂは、物体Ｍ２が物体Ｍ１を回避するために必要とする回避走行期間Ｔ_a、すなわち物体Ｍ２が物体Ｍ１に対して回避動作を開始してから終了するまでの回避走行期間Ｔ_aを推定する。

【００５４】

20

図５は、回避走行期間および回避走行区間について説明する図である。本実施の形態において、回避走行期間Ｔ_aとは追い越し期間のことを指す。回避動作開始時点Ｔ_sは追い越し開始時点のことを指し、物体Ｍ２が物体Ｍ１を追い越すために自車線Ｌ０に近づくように横方向への移動を開始した時点のことを指す。回避動作終了時点Ｔ_eは追い越し終了時点のことを指し、物体Ｍ２が物体Ｍ１を追い抜いた後に物体Ｍ２が自車線Ｌ０から遠ざかるように横方向への移動を行って、その移動を終了した時点のことを指す。

【００５５】

追い越し期間は、純粋に物体Ｍ２が物体Ｍ１を追い抜くために必要な追い抜き時間Ｔ_Bと、その前の安全余裕時間Ｔ_Aと、追い抜き時間Ｔ_Bの経過後の安全余裕時間Ｔ_Cとを足し合わせたものである。

30

【００５６】

純粋に物体Ｍ２が物体Ｍ１を追い抜くために必要な追い抜き時間Ｔ_Bは、式（１）で表される。

$$T_B = (L_{m2} + L_{m1}) / (V_2 - V_1) \quad (1)$$

ここで、 L_{m2} は物体Ｍ２の長さ（車線方向の長さ）、 L_{m1} は物体Ｍ１の長さ（車線方向の長さ）であり、 V_2 は物体Ｍ２の車速（車線方向の速度成分）、 V_1 は物体Ｍ１の車速（車線方向の速度成分）である。

【００５７】

安全余裕時間Ｔ_A、Ｔ_Cは、それぞれ式（２）、（３）で表される。

$$T_A = k_a \times T_B \times V_r \quad (2)$$

40

$$T_C = k_c \times T_B \times V_r \quad (3)$$

ここで、 k_a 、 k_c は、実験やシミュレーションの結果等から求められる係数である。

【００５８】

回避走行区間推定部６５Ｂは、物体Ｍ２が物体Ｍ１を回避するために必要とする回避走行区間、すなわち物体Ｍ２が物体Ｍ１に対して回避動作を開始した位置から回避動作を終了した位置までの回避走行区間Ｘ_aを推定する。

【００５９】

本実施の形態では、回避走行区間推定部６５Ｂは、回避動作開始時点Ｔ_sにおける物体Ｍ２の位置から回避動作終了時点Ｔ_eにおける物体Ｍ２の位置までを回避走行区間として推定する。換言すれば、回避走行区間Ｘ_aは、回避走行期間Ｔ_a中に物体Ｍ２が走行する

50

区間であり、安全余裕時間 T_A の間に物体 M_2 が走行する車線方向の距離 L_A と、追い抜き時間 T_B の間に物体 M_2 が走行する車線方向の距離 L_B と、安全余裕時間 T_C の間に物体 M_2 が走行する車線方向の距離 L_C の和に相当する。

【0060】

自車両位置推定部 66B は、回避走行期間 T_a における自車両 M_0 の位置を推定する。具体的には、自車両位置推定部 66B は、物体 M_2 の回避動作開始時点 T_s における自車両 M_0 の位置から物体 M_2 の回避動作終了時点 T_e における自車両 M_0 の位置までを回避時予測走行区間 X_b として、自車両 M_0 の位置を推定する。

【0061】

また、自車両位置推定部 66B は、予測期間における自車両 M_0 の位置を推定する。具体的には、現時点の自車両 M_0 の位置から予測時間 T_{st} 経過後の時点における自車両 M_0 の位置までを予測区間 X_p として、自車両 M_0 の位置を推定する。

【0062】

予測時間 T_{st} とは、回避走行区間 X_a に対して適切な距離において、標準軌道 NT から第1回避軌道 AT_1 への軌道修正を開始することを目的として定められた時間であり、自車両 M_0 が標準軌道 NT から第1回避軌道 AT_1 への軌道修正開始時点から回避走行区間 X_a 内に進入する時点までの時間に相当する。予測時間 T_{st} が短すぎると軌道修正のタイミングが遅れるため、運転者は物体 M_1 の接近による不安を感じ、予測時間 T_{st} が長すぎると軌道修正のタイミングが早い段階で行われるため、運転者が軌道修正の原因が理解できずに不安を感じるおそれがある。本実施の形態では、回避走行区間 X_a に到達する時点からどの程度前の段階で標準軌道 NT から第1回避軌道 AT_1 への軌道修正を開始すれば、運転者への不安を低減できるのかを検証し、この検証結果より予測時間 T_{st} を決定した。予測時間 T_{st} は、予めコントローラ 6B の記憶装置に記憶されている。

【0063】

条件判定部 61 は、予測期間内に自車両 M_0 が回避走行区間 X_a 内に存在するか否かを判定する。具体的には、条件判定部 61 は、予測区間 X_p と、回避走行区間 X_a との間で、重複する区間が存在するか否かを判定し、重複する区間が存在する場合には予測期間内に自車両 M_0 が回避走行区間 X_a 内に存在すると判定する。条件判定部 61 は、予測区間 X_p と回避走行区間 X_a との間で、重複する区間が存在しない場合には予測期間内に自車両 M_0 が回避走行区間 X_a 内に存在しないと判定する。

【0064】

条件判定部 61 は、隣接車線 L_1 に存在する一の物体 M_2 が他の物体 M_1 に速度差が生じており、一の物体 M_2 が他の物体 M_1 に接近するように移動していることが判定された場合であって、かつ、回避走行期間 T_a に自車両 M_0 が回避走行区間 X_a 内に存在し、かつ、予測期間内に自車両 M_0 が回避走行区間内に存在すると判定されると、第1回避条件が成立していると判定してフラグ F を 1 に設定する ($F = 1$)。

【0065】

条件判定部 61 は、隣接車線 L_1 に存在する一の物体 M_2 が他の物体 M_1 に接近するように移動していることが判定されていない場合、あるいは、回避走行期間 T_a に自車両 M_0 が回避走行区間 X_a 内に存在していないと判定された場合、あるいは、予測期間内に自車両 M_0 が回避走行区間内に存在しないと判定された場合、第1回避条件は成立していないと判定してフラグ F の変更はしない。

【0066】

図6および図7は、時間の経過に伴う自車両 M_0 に対する物体 M_1 の相対位置（距離）と自車両 M_0 に対する物体 M_2 の相対位置（距離）の関係を示す図である。図6および図7において、横軸は時間の経過を示し、縦軸は自車両 M_0 に対する各物体 M_1 , M_2 の相対位置を示している。縦軸の図中上方向（正）が自車両 M_0 の前方を表し、縦軸の図中下方向（負）が自車両 M_0 の後方を表している。なお、図6および図7において、自車両 M_0 に対する各物体 M_1 , M_2 の相対速度は時間経過に伴って変化することはない。図6は第1回避軌道 AT_1 への軌道修正が行われる例を示し、図7は第1回避軌道 AT_1 への軌

道修正が行われない例を示している。

【 0 0 6 7 】

図 6 (a) に示す状態では、自車両 M 0 の位置が回避走行区間 X a 内に存在することが予測されるが、回避走行区間 X a 内との距離が遠く、現時点から予測時間 T s t (一定値) までの期間である予測期間内に自車両 M 0 が回避走行区間内に進入しない。このため、図 6 (a) の状態では、目標軌道は標準軌道 N T に設定されたままである。つまり、回避動作は行われない。

【 0 0 6 8 】

図 6 (b) に示す状態では、予測期間と回避走行期間 T a とが重複しており、予測期間内に自車両 M 0 の位置が回避走行区間内にある。このため、図 6 (b) の状態では、目標軌道は第 1 回避軌道 A T 1 に設定される。つまり、軌道修正による回避動作が行われる。

10

【 0 0 6 9 】

図 6 (c) に示す状態では、予測期間内に自車両 M 0 の位置が回避走行区間内にある。このため、図 6 (c) の状態では、目標軌道は第 1 回避軌道 A T 1 に設定されたままとなる。つまり、自車両 M 0 は、第 1 回避軌道 A T 1 に沿った走行を継続する。

【 0 0 7 0 】

図 7 (a) ~ (c) に示す状態では、自車両 M 0 の位置が回避走行区間 X a 内に存在しないことが予測される。このため、目標軌道は標準軌道 N T に設定されたままである。つまり、軌道修正による回避動作は行われない。

【 0 0 7 1 】

20

図 8 は本発明の第 2 の実施の形態に係る走行支援装置を構成するコントローラ 6 B による軌道決定制御処理の動作を示したフローチャートであり、図 9 は図 8 に示す事前回避判定処理の動作を示したフローチャートである。

【 0 0 7 2 】

図 8 のフローチャートは、図 3 のフローチャートのステップ S 1 4 5 とステップ S 1 5 0 の間にステップ S 2 0 0 の事前回避判定処理を追加したものである。ステップ S 1 4 5 において相対速度 V r が V r t 以上であると判定されるとステップ S 2 0 0 へ進み事前回避判定処理が実行される。

【 0 0 7 3 】

図 9 に示すように、事前回避判定処理 (ステップ S 2 0 0) では、まずステップ S 2 1 0 において、コントローラ 6 B は、ステップ S 1 1 0 で取得した自車両 M 0 に対する各物体 M 1 , M 2 の相対速度、相対位置の情報に基づいて、隣接車線 L 1 を走行する物体 M 2 の回避走行期間 T a を推定し、ステップ S 2 2 0 へ進む。

30

【 0 0 7 4 】

ステップ S 2 2 0 において、コントローラ 6 B は、回避走行区間 X a を推定して、ステップ S 2 3 0 へ進む。ステップ S 2 3 0 において、コントローラ 6 B は、回避走行期間 T a における自車両の位置、すなわち回避時予測走行区間 X b を推定して、ステップ S 2 4 0 へ進む。

【 0 0 7 5 】

ステップ S 2 4 0 において、コントローラ 6 B は、回避走行期間 T a 内に、自車両 M 0 が回避走行区間 X a 内に存在するか否かを判定する。ステップ S 2 4 0 で肯定判定されるとステップ S 2 5 0 へ進み、ステップ S 2 4 0 で否定判定されるとステップ S 1 1 0 へ戻る。

40

【 0 0 7 6 】

ステップ S 2 5 0 において、コントローラ 6 B は、予測期間内における自車両 M 0 の位置、すなわち予測区間 X p を推定して、ステップ S 2 6 0 へ進む。

【 0 0 7 7 】

ステップ S 2 6 0 において、コントローラ 6 B は、予測期間内に自車両 M 0 が回避走行区間 X a 内に存在するか否かを判定する。ステップ S 2 6 0 で肯定判定されるとステップ S 1 5 0 へ進み、ステップ S 2 6 0 で否定判定されるとステップ S 1 1 0 へ戻る。

50

【 0 0 7 8 】

本発明の第 2 の実施の形態に係る走行支援装置により制御される自車両 M 0 の動作について説明する。図 1 0 および図 1 1 は、自車両 M 0 が標準軌道 N T から第 1 回避軌道 A T 1 へ軌道修正を行う場合の例を説明する図である。図 1 0 (a) , (b)、図 1 1 (a) , (b) の各図において、現時点から 2 秒経過ごとの自車両 M 0 および物体 M 2 の予測位置を模式的に示している。

【 0 0 7 9 】

図 1 0 および図 1 1 において、ハッチングを施した自車両 M 0 および物体 M 2 は現時点における自車両 M 0 および物体 M 2 の位置を示している。図 1 0 および図 1 1 において、太い実線で外形を表す自車両 M 0 および物体 M 2 は自車両 M 0 と物体 M 2 とが最も接近した状態の予測位置を示している。図 1 0 および図 1 1 において、細い実線で外形を表す自車両 M 0 および物体 M 2 は、予測期間（現時点～予測時間（たとえば 1 0 秒）までの期間）内の所定時間ごと（たとえば、2 秒ごと）の予測位置を示している。図 1 0 および図 1 1 の例では、説明の便宜上、障害物となる物体 M 2 は停止しているものとして説明する。図 1 0 (b)、図 1 1 (a) および図 1 1 (b) は、図 1 0 (a) の状態から 2 秒経過した状態、4 秒経過した状態および 6 秒経過した状態の自車両 M 0、物体 M 1 および物体 M 2 の位置を示す図である。

【 0 0 8 0 】

図 1 0 (a) に示すように、自車両 M 0 は、約 1 2 秒後に回避走行区間 X a に進入し、約 1 6 秒後に物体 M 1 に最も接近することが予測される。つまり、回避走行区間 X a と回避時予測走行区間 X b とが重複しているため、回避走行期間 T a 内に自車両 M 0 が回避走行区間 X a 内に存在すると判定される（ステップ S 2 4 0 で Y e s）。しかしながら、図 1 0 (a) に示す状態では、予測期間内における自車両 M 0 の走行区間である予測区間 X p と、回避走行区間 X a とが重複していないため、予測期間内に自車両 M 0 が回避走行区間 X a 内に存在しないと判定される（ステップ S 2 6 0 で N o）。このため、第 1 回避軌道への軌道修正は行われず、自車両 M 0 は標準軌道 N T に沿って走行する。

【 0 0 8 1 】

図 1 0 (b) に示す時点では、自車両 M 0 は、約 1 0 秒後に回避走行区間 X a に進入する。すなわち、予測区間 X p と、回避走行区間 X a とが重複する重複区間 X d が存在する。このため、予測期間内に自車両 M 0 が回避走行区間 X a 内に存在すると判定され（ステップ S 2 6 0 で Y e s）、目標軌道が第 1 回避軌道 A T 1 に設定される（ステップ S 1 5 0 , S 1 5 5）。

【 0 0 8 2 】

目標軌道が標準軌道 N T から第 1 回避軌道 A T 1 に変更されると、図 1 1 (a) に示すように、ステアリング制御部 7 によりステアリングアクチュエータ 8 が制御され、自車両 M 0 が第 1 回避軌道 A T 1 に向かって走行し、その後、図 1 1 (b) に示すように、第 1 回避軌道 A T 1 に沿うように自車両 M 0 が走行する。

【 0 0 8 3 】

図 1 2 は、自車両 M 0 が標準軌道 N T から第 1 回避軌道 A T 1 へ軌道修正を行わない場合の例を説明する図である。図 1 2 (a) , (b) の各図において、現時点から 2 秒経過ごとの自車両 M 0 および物体 M 2 の予測位置を模式的に示している。図 1 2 (b) は、図 1 2 (a) の状態から 6 秒経過した状態の自車両 M 0、物体 M 1 および物体 M 2 の位置を示す図である。図 1 2 において、ハッチングを施した自車両 M 0 および物体 M 2 は現時点における自車両 M 0 および物体 M 2 の位置を示している。

【 0 0 8 4 】

図 1 2 (a) に示すように、自車両 M 0 は、1 6 秒後に回避走行区間 X a に進入するが、1 6 秒後に物体 M 2 は、既に回避走行動作を終了している。回避走行期間である 2 秒後から 1 2 秒後における自車両 M 0 の位置を表す回避時予測走行区間 X b が、回避走行区間 X a と重複しておらず、回避走行期間 T a 内に自車両 M 0 が回避走行区間 X a 内に存在しないと判定される（ステップ S 2 4 0 で N o）。このように、自車両 M 0 の前方の離れた

位置で物体M2の回避動作が終了する場合には、図12(b)に示すように、予測区間Xpと回避走行区間Xaが重複しても、第1回避軌道AT1への軌道修正は行われない。

【0085】

このような第2の実施の形態によれば、第1の実施の形態の作用効果に加え、次の作用効果を奏する。

(3) 自車両M0に対する物体M1および物体M2のそれぞれの相対位置ならびに自車両M0に対する物体M1および物体M2のそれぞれの相対速度に基づいて、物体M1が物体M2を回避するために必要とする回避走行期間Taおよび回避走行区間Xaとを推定した。さらに、回避走行期間Taにおける自車両M0の位置を推定し、物体M1が物体M2に接近するように移動していることが検出された場合であって、かつ、自車両M0の位置が、回避走行区間Xa内にある場合に第1走行制御を実行するようにした。自車両M0の近くで隣接車線L1での対向車両の追い越しなどの回避動作が発生しない場合には、目標軌道を標準軌道NTのままとして軌道修正を行わないため、不要な回避動作を抑制することができる。

【0086】

(4) さらに、予測期間内における自車両M0の位置が、回避走行区間Xa内にある場合に、第1走行制御を実行するようにした。これにより、適切なタイミングで標準軌道NTから第1回避軌道AT1への軌道修正を行うことができるため、運転者の不安をより低減できる。

【0087】

- 第3の実施の形態 -

図13～図15を参照して本発明の第3の実施の形態について説明する。なお、第2の実施の形態と同一もしくは相当部分には同一符号を付し、第2の実施の形態との相違点について主に説明する。第3の実施の形態に係る走行支援装置は、第2の実施の形態に係る走行支援装置と同様の構成を有している(図1、図4参照)。第3の実施の形態では、第2の実施の形態で説明したコントローラ6B(図4参照)に代えて、コントローラ6Cを備えている。

【0088】

図13は、本発明の第3の実施の形態に係る走行支援装置のコントローラ6Cの機能ブロック図である。コントローラ6Cは、軌道設定部60、条件判定部61、相対速度演算部62、および、横速度演算部63、回避走行期間推定部64B、回避走行区間推定部65B、自車両位置推定部66Bに加え、減速回避制御部67Cを機能的に備えている。

【0089】

図14の図示上側のグラフは、図6と同様のグラフであり、時間の経過に伴う自車両M0に対する物体M1の相対位置(距離)と自車両M0に対する物体M2の相対位置(距離)の関係を示す図である。図中、減速した場合の特性を実線で示し、減速しない場合の特性を破線で示している。図14の図示下側には、自車両M0に対する各物体M1、M2の相対速度のグラフを図示している。相対速度は、物体の移動方向が、自車両M0と逆方向の場合は、自車両M0に接近する場合を負とし、自車両M0から離間する場合を正とする。

【0090】

減速回避制御部67Cは、自車両位置推定部66Bで推定された自車両M0の位置が、回避走行区間推定部65Bで推定された回避走行区間Xa外に位置するための減速用車速Vdを決定する。つまり、減速回避制御部67Cは、物体M2の回避動作終了時点の際に、自車両M0の位置が回避走行区間Xaの手前に位置するような車速を演算する。減速用車速Vdで走行する時間(以下、低速走行期間TL)は、任意の値、任意のタイミング($t_{rs} \sim t_{re}$)とすることができる。

【0091】

減速回避制御部67Cは、減速用車速Vdと、車速検出装置3で検出されている現在の実車速Vaとの偏差Vが閾値Vt以下か否かを判定する。閾値Vtは、コントロー

10

20

30

40

50

ラ 6 C の記憶装置に予め記憶されている。偏差 V が閾値 V_t 以下であると判定された場合、減速回避制御部 67 C は、設定車速 V_s に代えて、減速用車速 V_d を目標車速に設定する。目標車速が減速用車速 V_d に設定されると、コントローラ 6 C からブレーキ制御部 9 およびエンジン制御部 11 に減速用車速 V_d を表す車速指令値が出力され、ブレーキ制御部 9 およびエンジン制御部 11 により自車両 M0 の実車速 V_a が減速用車速 V_d となるように調整される。

【0092】

偏差 V が閾値 V_t よりも大きいと判定された場合、減速回避制御部 67 C は、目標車速の修正を行わない。このため、コントローラ 6 C からブレーキ制御部 9 およびエンジン制御部 11 に設定スイッチ 5 で設定された目標車速を表す車速指令値が出力され、ブレーキ制御部 9 およびエンジン制御部 11 により自車両 M0 の車速が設定車速 V_s となるように調整される。

【0093】

図 15 は、第 3 の実施の形態に係る走行支援装置を構成するコントローラ 6 C による事前回避判定処理の動作を示したフローチャートである。図 15 のフローチャートは、図 9 のフローチャートのステップ S260 の後に、ステップ S370, S380, S390 の処理を追加したものである。

【0094】

ステップ S370 において、コントローラ 6 C は、回避走行区間 X_a 外に位置するための減速用車速 V_d を決定し、ステップ S380 へ進む。ステップ S380 において、コントローラ 6 C は、実車速 V_a から減速用車速 V_d を減じた値 V が閾値 V_t 以下であるか否かを判定する。ステップ S380 で肯定判定されるとステップ S390 へ進み、ステップ S380 で否定判定されるとステップ S150 へ進む。

【0095】

ステップ S390 において、コントローラ 6 C は、減速用車速 V_d を目標車速に設定して、ステップ S110 へ戻る。なお、図示しないが、減速用車速 V_d が目標車速に設定された後、減速用車速 V_d が目標車速に設定されたときから低速走行期間 T_L が経過すると、目標車速が設定スイッチ 5 により設定された設定車速 V_s に設定される。

【0096】

このように、第 3 の実施の形態では、回避走行期間 T_a における自車両 M0 の位置が、回避走行区間 X_a 外に位置するための減速用車速 V_d を決定した。実車速 V_a と減速用車速 V_d との偏差 V が閾値 V_t 以下の場合、設定スイッチ 5 により設定された設定車速 V_s にかかわらず自車両 M0 の車速が減速用車速 V_d となるように、自車両 M0 の車速を調整し、所定時間経過後に再び設定車速 V_s に基づいて自車両 M0 の車速を調整するようにした。このため、第 3 の実施の形態によれば、第 2 の実施の形態の作用効果に加え、次の作用効果を奏する。

【0097】

(5) 自車両 M0 を減速させることで、追い越しなどの回避動作を行う物体 M2 に対して十分な距離をおくことができるため、運転者の不安感を低減することができる。

(6) 実車速 V_a と減速用車速 V_d との偏差 V が大きい場合には、減速を行わないようにした。これにより、運転者にとって違和感となるような減速が行われることを防止できる。

【0098】

- 第 4 の実施の形態 -

図 16 ~ 図 18 を参照して本発明の第 4 の実施の形態について説明する。なお、第 3 の実施の形態と同一もしくは相当部分には同一符号を付し、第 2 の実施の形態との相違点について主に説明する。第 4 の実施の形態に係る走行支援装置は、第 2 の実施の形態に係る走行支援装置と同様の構成を有している (図 1、図 4 参照)。第 4 の実施の形態では、第 2 の実施の形態で説明したコントローラ 6 B (図 4 参照) に代えて、コントローラ 6 D を備えている。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 9 】

図 1 6 は、本発明の第 4 の実施の形態に係る走行支援装置のコントローラ 6 D の機能ブロック図である。コントローラ 6 D は、軌道設定部 6 0、条件判定部 6 1、相対速度演算部 6 2、および、横速度演算部 6 3、回避走行期間推定部 6 4 B、回避走行区間推定部 6 5 B、自車両位置推定部 6 6 B に加え、回避量調整部 6 8 D と、減速量調整部 6 9 D とを機能的に備えている。

【 0 1 0 0 】

回避量調整部 6 8 D は、自車両 M 0 の回避量、すなわち標準軌道 N T から第 1 回避軌道 A T 1 への修正量を調整する。図 1 7 は、自車両の回避可能な幅（回避量の最大値）について説明する図であり、図 1 8 は、回避量の決定方法について説明する図である。なお、説明の便宜上、隣接車線 L 1 に存在する物体は 2 つである例について説明する。

10

【 0 1 0 1 】

図 1 7 に示す例では、目標軌道が自車線 L 0 の中央に設定されている。図 1 7 では、自車線 L 0 の側方に側帯 L S が存在している。このため、自車両 M 0 が通行可能な領域幅は、自車線 L 0 の幅員 W r a と、側帯 L S の幅員 W o とを足し合わせた幅となる。

【 0 1 0 2 】

自車両 M 0 が自車線 L 0 の中央を走行している場合、自車両 M 0 の回避量の最大値 c は、式 (4) で表される。

$$c = b + W o \quad (4)$$

ここで、b は、自車両 M 0 の左外側面から自車線 L 0 を区画する車道外側線までの距離であり、式 (5) で表される。

20

$$b = (W r a - W 0) / 2 \quad (5)$$

ここで、W 0 は自車両 M 0 の車幅である。

【 0 1 0 3 】

次に、回避量の決定方法の一例について説明する。回避量は、物体 M 2 が隣接車線 L 1 内で追い越しなどの回避動作が行われる場合には車道中央線 C に近づくほど回避量を大きくし、物体 M 2 が隣接車線 L 1 からはみ出す場合には、さらに回避量を大きくすることが好ましい。

【 0 1 0 4 】

そこで、本実施の形態では、図 1 8 に示すように、コントローラ 6 D の記憶装置に予め回避量の特性 N A を記憶させている。図 1 8 の横軸は、物体 M 2 にとっての物体 M 1 の道路非占有率 a を表しており、式 (6) で表される。

30

$$a = (W r b - W 1) / W 2 \quad (6)$$

ここで、W 1 は物体 M 1 の横幅であり、W 2 は物体 M 2 の横幅である。W r b は、隣接車線 L 1 の幅員である。

【 0 1 0 5 】

道路非占有率 a が 1 よりも大きい場合 (a > 1)、物体 M 2 は追い越しの際に車道中央線 C から自車線 L 0 にはみ出すことなく、隣接車線 L 1 内での追い越しなどの回避動作が可能であることを意味している。

【 0 1 0 6 】

40

道路非占有率 a が 0 よりも大きく、かつ、1 以下の場合 (0 < a ≤ 1)、物体 M 2 は追い越しなどの回避動作の際に車道中央線 C から自車線 L 0 にはみ出さなければ追い越しができないことを意味している。

【 0 1 0 7 】

図 1 8 の縦軸は、標準軌道 N T に対する第 1 回避軌道 A T 1 の修正量、すなわち自車両 M 0 の進行方向に直交する方向の回避量 D a を表している。道路非占有率 a に対する回避量 D a は、実験やシミュレーション等から予め決定される。

【 0 1 0 8 】

図示するように、回避量 D a は道路非占有率 a が k 1 から小さくなるにしたがって増加する。k 1 は、安全マージンを考慮し、任意に設定されるものである。なお、k 1 は、1

50

より大きい値である ($k_1 > 1$)。

【0109】

図中、回避限界 D_x は、安全マージンを考慮し、回避量の最大値 c に対して係数 k_2 を乗じて決定される ($D_x = c \times k_2$)。なお、係数 k_2 は、0 よりも大きく 1 以下の数値で任意に設定することができる ($0 < k_2 \leq 1$)。

【0110】

図18(a)において、ハッチングで示す部分は、必要な回避量に対する不足分を表している。回避量の不足分 D_b は、特性 NA から決定された回避量 D_a から回避限界 D_x を減じた値となる ($D_b = D_a - D_x$)。たとえば、図18(b)に示すように、道路非占有率 a が $a(e)$ である場合、必要な回避量 D_a は $D_a(e)$ となる。ここで、 $D_a(e)$ は回避限界 D_x より大きく、回避量の不足分 $D_b(e)$ は、必要な回避量 $D_a(e)$ から回避限界 D_x を減じた値となる。

10

【0111】

減速量調整部 69D は、回避量の不足分 D_b に基づいて車速修正値 dV を決定する。車速修正値 dV は、式(7)で表される。

$$dV = D_a \times k_3 + D_b \times k_4 \quad (7)$$

ここで、 k_3 および k_4 は、それぞれ任意の係数である。

本実施の形態では、設定車速 V_s から車速修正値 dV を減じた値が目標車速となる。

【0112】

式(7)の右辺第一項に示すように、車速修正値 dV は、回避量 D_a が大きいほど大きくなる。また、式(7)の右辺第二項に示すように、車速修正値 dV は、回避量の不足分 D_b が大きいほど大きくなる。

20

【0113】

なお、回避量の不足が無い場合、すなわち、標準軌道 NT から第1回避軌道 $AT1$ への軌道修正のみでも自車両 $M0$ が物体 $M2$ とすれ違うことができる場合には、式(7)の右辺第二項は 0 に設定される。

【0114】

標準軌道 NT から第1回避軌道 $AT1$ への軌道修正のみでも自車両 $M0$ が物体 $M2$ とすれ違うことができる場合であっても、右辺第一項の係数 k_3 を 0 よりも大きい値とすることで、回避量 D_a に応じた第1回避軌道 $AT1$ への軌道修正とともに自車両 $M0$ を減速させることができる。減速量は、係数 k_3 により調整可能である。これにより、運転者の安心感を高めることができる。

30

【0115】

物体 $M2$ が車道中央線 C を超えて自車線 $L0$ にはみ出すなどして、回避量の不足が発生する場合、回避量を回避限界 D_x に設定するとともに、式(7)により車速修正値 dV が決定される。これにより、回避限界 D_x に応じた第1回避軌道 $AT1$ への軌道修正とともに自車両 $M0$ を減速させることができる。なお、車速修正値 dV は、回避走行期間 T_a における自車両 $M0$ の位置が、回避走行区間 X_a 外に位置するように決定される。

【0116】

このような第4の実施の形態によれば、第2の実施の形態と同様の作用効果に加え、次の作用効果を奏する。

40

(7) 隣接車線 $L1$ の幅員 W_{rb} のうち物体 $M1$ により狭められた残りの幅員 ($W_{rb} - W_1$) および物体 $M2$ の車幅 W_2 に基づいて第1回避軌道 $AT1$ の修正量を調整するようにした。これにより、隣接車線 $L1$ の幅員 W_{rb} が短い場合、物体 $M1$ や物体 $M2$ が大きい場合であっても、自車両 $M0$ と物体 $M2$ との距離を十分に確保した状態で、物体 $M2$ とすれ違うことができるため、運転者の安心感を高めることができる。

【0117】

(8) 第1回避軌道 $AT1$ に沿った走行が可能でない場合に、第1回避軌道 $AT1$ の修正量の不足分に応じて自車両 $M0$ を減速するようにした。これにより、自車両 $M0$ に運転者による譲る動作を模擬できるとともに、自車両 $M0$ の回避量が十分に確保できない場合で

50

あっても、自車両M0を減速させることで物体M2との距離を十分に確保した状態で物体M2とすれ違うことができる。

【0118】

次のような変形も本発明の範囲内であり、変形例の一つ、もしくは複数を上述の実施形態と組み合わせることも可能である。

(変形例1)

上述した実施の形態では、対向車線を自車両M0に向かって走行する対向車両である物体M1が、対向車線を自車両M0に向かって走行する対向車両である物体M2を追い越す際に、自車両M0の目標軌道を第1回避軌道AT1や第2回避軌道AT2に設定する例について説明したが、本発明はこれに限定されない。

10

【0119】

図19は、自車両M0および物体M1、M2の進行方向を説明する図である。図19(a)は、上述した実施の形態と同様の例であり、自車両M0と一の物体M2の移動方向が逆方向であり、かつ、一の物体M2と他の物体M1の移動方向が同方向の場合である。図19(b)は、自車両M0と一の物体M2の移動方向が逆方向であり、かつ、一の物体M2と他の物体M1の移動方向が逆方向の場合である。図19(c)は、自車両M0と一の物体M1の移動方向が同方向であり、かつ、一の物体M1と他の物体M2の移動方向が同方向の場合である。図19(d)は、自車両M0と一の物体M1の移動方向が同方向であり、かつ、一の物体M1と他の物体M2の移動方向が逆方向の場合である。

【0120】

20

図19(a)および図19(b)に示す例では、自車線L0と隣接車線L1とが車道中央線Cで区画されており、隣接車線L1が対向車線であり、物体M2が対向車両、物体M1が物体M2にとっての障害物である。図19(c)および図19(d)に示す例では、自車線L0と隣接車線L1とが車線境界線Bで区画されており、隣接車線L1が並走車線であり、物体M1が並走車両、物体M2が物体M1にとっての障害物である。図19(b)および図19(d)では、障害物となる物体が後進走行している場合を示している。

【0121】

本発明は、図19(a)~(d)に示す各状況において、第1回避軌道AT1や第2回避軌道AT2への軌道修正が可能な構成とされている。

【0122】

30

第2の実施の形態では、図19(a)に示す状況では、回避走行期間推定部64Bは、一の物体M2が他の物体M1を追い越すために必要とする走行期間を回避走行期間Taとして推定し、回避走行期間推定部65Bは、一の物体M2が他の物体M1を追い越すために必要とする走行期間を回避走行期間Xaとして推定した。

【0123】

図19(c)に示す状況では、第2の実施の形態と同様に、回避走行期間推定部64Bは、一の物体M1が他の物体M2を追い越すために必要とする走行期間を回避走行期間Taとして推定し、回避走行期間推定部65Bは、一の物体M1が他の物体M2を追い越すために必要とする走行期間を回避走行期間Xaとして推定する。

【0124】

40

これに対して、図19(b)に示す状況では、回避走行期間推定部64Bは、一の物体M2が他の物体M1とすれ違うために必要とする走行期間を回避走行期間Taとして推定し、一の物体M2が他の物体M1とすれ違うために必要とする走行期間を回避走行期間Xaとして推定する。図19(d)に示す状況では、回避走行期間推定部64Bは、一の物体M1が他の物体M2とすれ違うために必要とする走行期間を回避走行期間Taとして推定し、一の物体M1が他の物体M2とすれ違うために必要とする走行期間を回避走行期間Xaとして推定する。

【0125】

したがって、たとえば、図20に示すように、物体M1の進行方向が自車両M0の進行方向と同じ場合であっても、回避走行期間Ta内に自車両M0が回避走行期間Xaに進入

50

する場合、自車両M0を物体M1から離間するように所定の修正量だけ修正した第1回避軌道AT1に軌道修正を行わせることができる。

【0126】

なお、図19(a)~(d)では、障害物となる物体が走行している例について説明したが、障害物となる物体が停止している場合も同様に、回避走行期間および回避走行区間を設定できる。

【0127】

(変形例2)

上述した実施の形態では、隣接車線上に存在する物体が2つである例について説明したが、本発明はこれに限定されない。物体が3つ以上ある場合であっても本発明を適用できる。隣接車線上に物体が3つ以上存在する場合は、各物体 M_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$ 、 n は自車両M0の前方における隣接車線上に存在する物体の数)に対して自車両0との距離が近い順に番号を付し、番号が連続する物体間において、番号の小さい方の物体 M_i に対する番号の大きい方の物体 M_{i+1} の相対速度 V_r を演算する。なお、番号が連続する物体間だけでなく、自車両M0の前方における隣接車線上の検出範囲内において検出された各物体間の全ての組み合わせにおいて、番号の小さい方の物体に対する番号の大きい方の物体の相対速度 V_r を演算して、第1回避軌道への軌道修正を行うか否かの判定を行ってもよい。

【0128】

(変形例3)

自車両M0の前方の物体の自車両M0に対する相対速度および相対位置を検出する手段は、上述したレーダに限定されない。ステレオカメラで構成されるカメラ装置2を利用してもよい。カメラ装置2の画像処理部は、人、自転車、バイク、自動車など、自車両M0の前方に存在する物体を識別し、その大きさや自車両M0に対する相対位置およびその時間変化から相対速度を取得することができる。上述した実施の形態では、カメラ装置2をステレオカメラで構成する例について説明したが、本発明はこれに限定されない。単一のカメラ(単眼)で構成してもよいし、単一のカメラと、ステレオカメラやレーダとを組み合わせ、自車両M0の前方の物体の自車両M0に対する相対位置や相対速度を検出してもよい。

【0129】

(変形例4)

第2~第4の実施の形態では、予測時間 T_{st} を一定値としたが本発明はこれに限定されない。自車両M0に対する物体M2の相対速度に応じて予測時間 T_{st} を変更してもよい。

【0130】

(変形例5)

上述した実施の形態では、第2回避軌道AT2を目標軌道に設定する例について説明したが、本発明はこれに限定されない。たとえば、標準軌道NTから第1回避軌道AT1への修正量が十分に大きい場合には第2回避軌道への軌道修正制御を省略することもできる。

【0131】

本発明の特徴を損なわない限り、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の形態についても、本発明の範囲内に含まれる。

【符号の説明】

【0132】

1 レーダ、2 カメラ装置、3 車速検出装置、4 カーナビゲーションシステム、5 設定スイッチ、6 コントローラ、6B コントローラ、6C コントローラ、6D コントローラ、7 ステアリング制御部、8 ステアリングアクチュエータ、9 ブレーキ制御部、10 ブレーキアクチュエータ、11 エンジン制御部、12 電子制御スロ

10

20

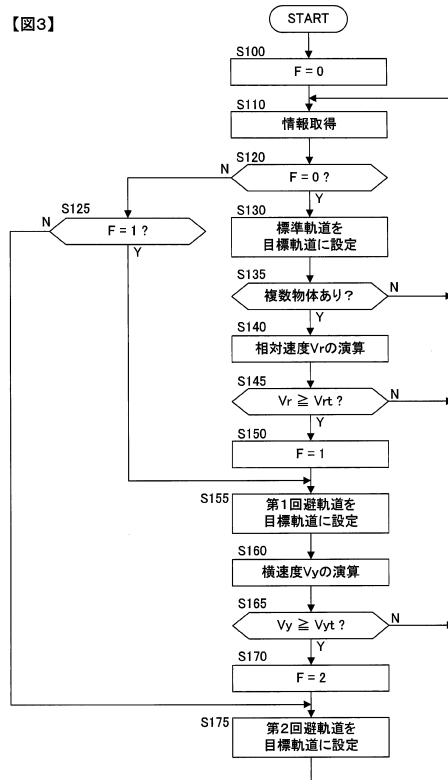
30

40

50

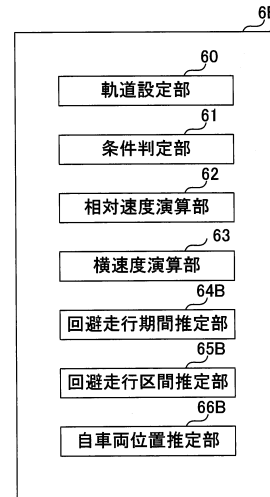
【図3】

【図3】



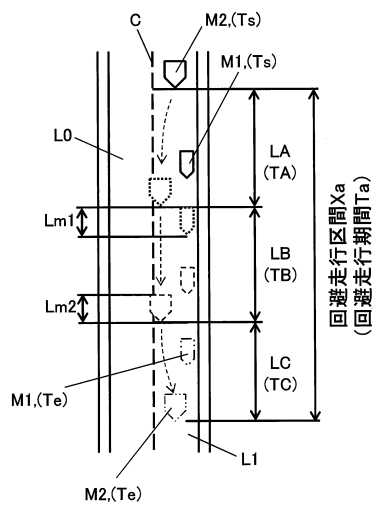
【図4】

【図4】



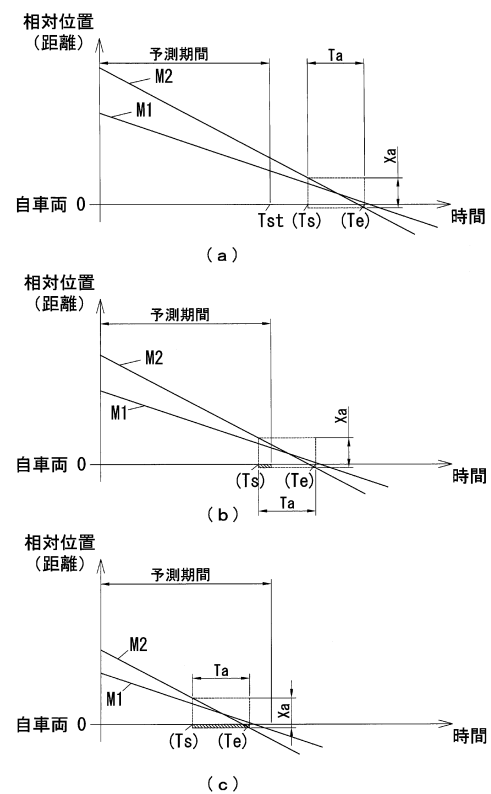
【図5】

【図5】



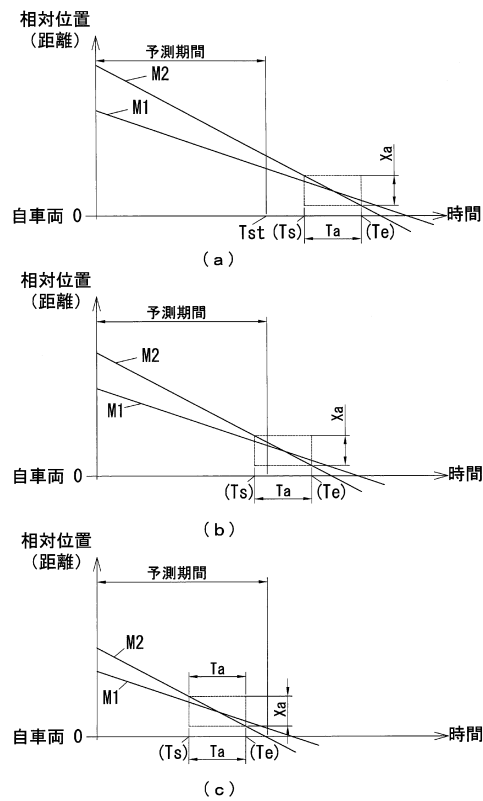
【図6】

【図6】



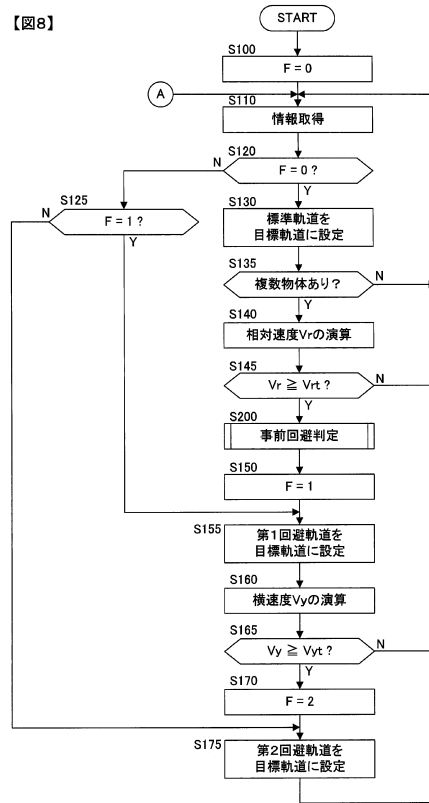
【図 7】

【図 7】



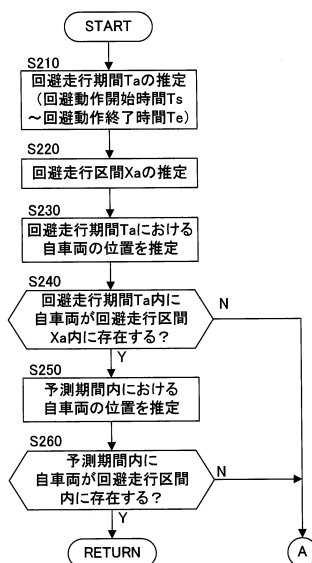
【図 8】

【図 8】



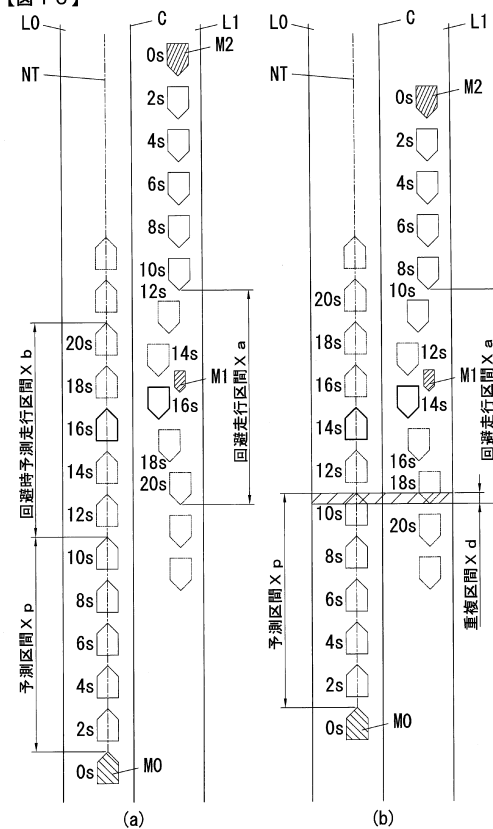
【図 9】

【図 9】 一事前回避判定一

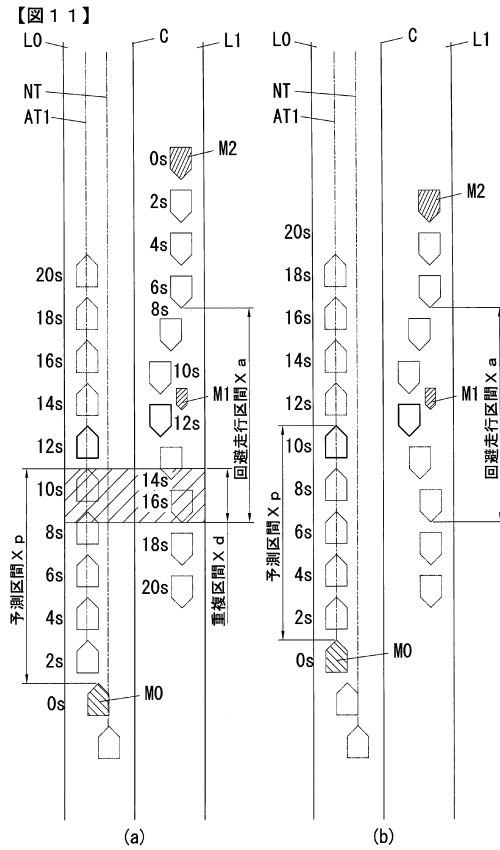


【図 10】

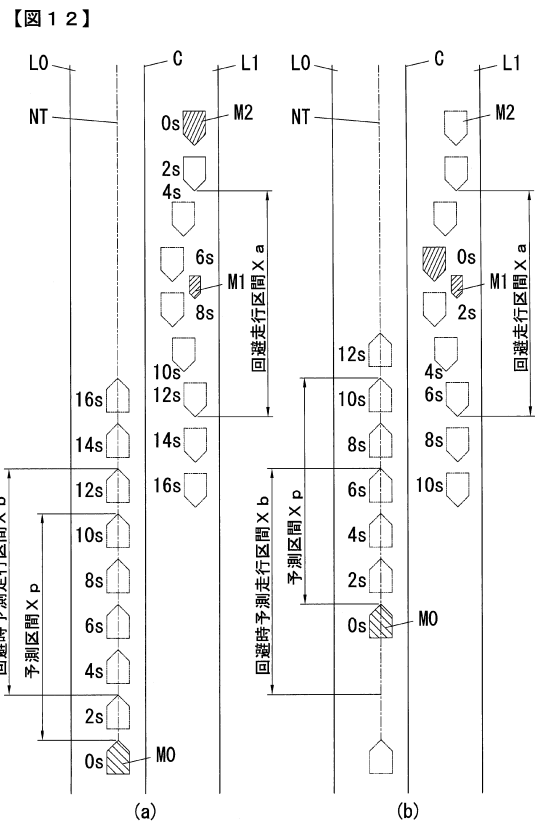
【図 10】



【図 1 1】

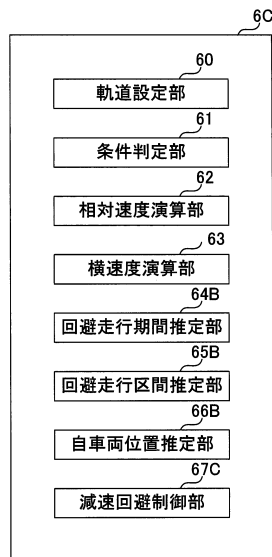


【図 1 2】



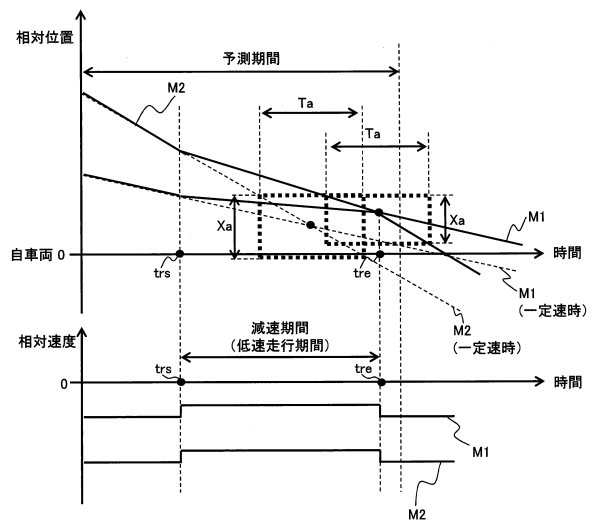
【図 1 3】

【図13】



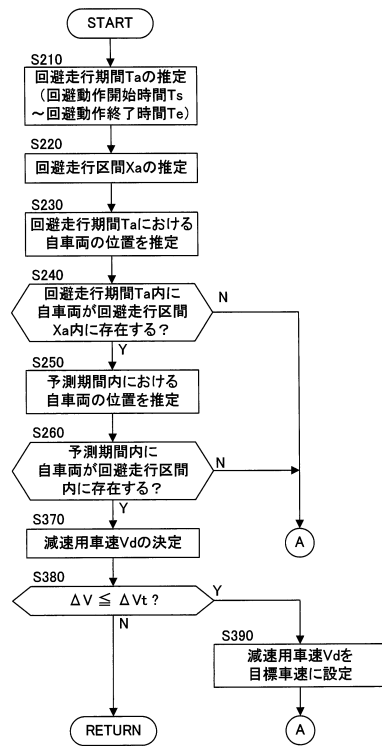
【図 1 4】

【図14】



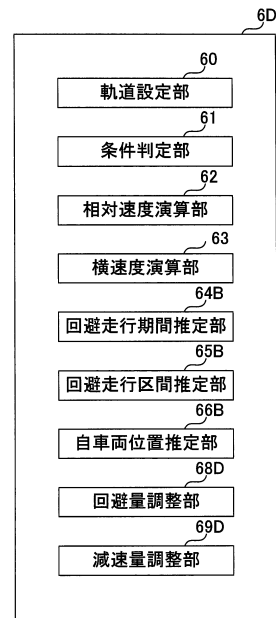
【図15】

—事前回避判定—



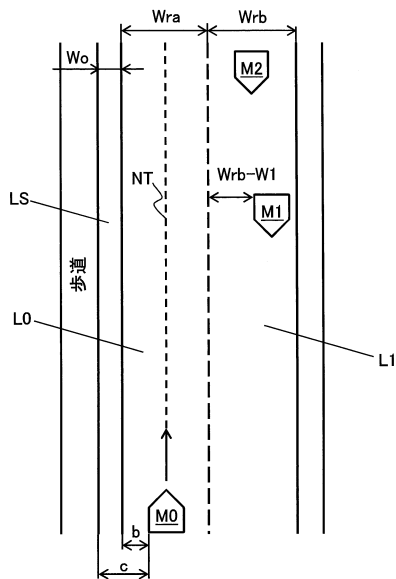
【図16】

【図16】



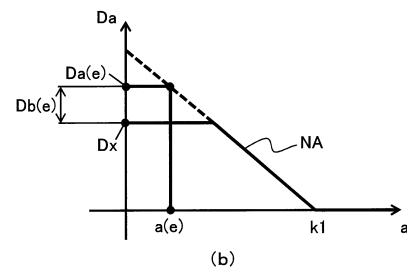
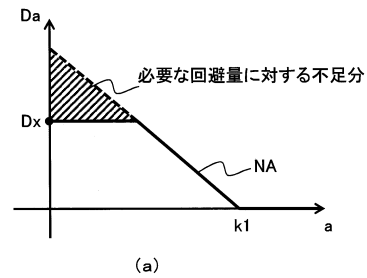
【図17】

【図17】



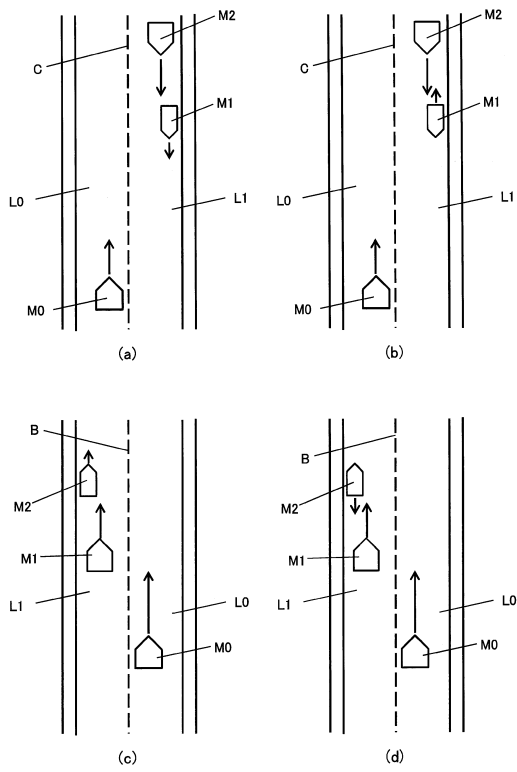
【図18】

【図18】



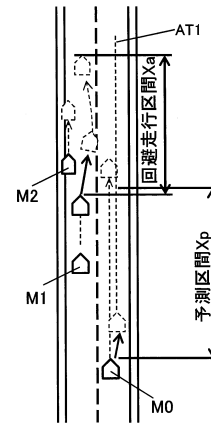
【図19】

【図19】



【図20】

【図20】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-097261(JP,A)
特開2009-023399(JP,A)
特開2013-224094(JP,A)
特開2007-148964(JP,A)
特開2009-122838(JP,A)
特開2001-148098(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60W	30/00	-	50/16
G08G	1/00	-	99/00
B60R	21/00	-	21/13
B60R	21/34	-	21/38
B62D	6/00	-	6/10
B60T	7/12	-	8/1769
B60T	8/32	-	8/96