

(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

B60W 30/12	(2006.01)	B60W 30/12
G08G 1/16	(2006.01)	G08G 1/16
B60R 21/00	(2006.01)	B60R 21/00

C  
991

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2520番地
(74) 代理人	110002365 特許業務法人サンネクスト国際特許事務所
(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

10

20

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WO2010/122639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にない場合には、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。

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。

10

#### 【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。

40

【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。

【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。

10

【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。

20

【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て、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。

30

【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。

40

【0012】

車速検出装置3は、自車両M0の走行速度（以下、実車速Vaと記す）を検出し、実車速Va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】

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。10

【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。20

【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。30

【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  $\times 1$  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  $\times 2$  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  $\times 3$  だけ離れた位置に設定される。40

【0022】

距離  $\times 1$ 、 $\times 2$ 、 $\times 3$  の大小関係は、 $\times 1 < \times 2 < \times 3$  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

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  $V_{r t}$  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  $V_{r t}$  以上である場合 ( $V_r > V_{r t}$ )、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  $V_{r t}$  未満である場合 ( $V_r < V_{r t}$ )、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  $V_{y t}$  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  $V_{y t}$  以上である場合 ( $V_y > V_{y t}$ )、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  $V_{y t}$  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  $N T$  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  $A T_1$  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  $A T_2$  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  $S 1 0 0$ ）を行った後、所定の制御周期ごとにステップ  $S 1 1 0$  以降の処理が繰り返し実行される。

40

【 0 0 3 1 】

ステップ  $S 1 0 0$  において、コントローラ 6 は、初期設定を行い、ステップ  $S 1 1 0$  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  $S 1 1 0$  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S120へ進む。取得される情報としては、現在の自車両M0の実車速V<sub>a</sub>や、自車両M0の前方に存在する物体の数、各物体の幅、自車両M0に対する各物体の相対速度、自車両M0に対する各物体の相対位置、自車線L0および隣接車線L1の幅員等の情報が含まれる。

【0033】

ステップS120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S120で肯定判定されるとステップS130へ進み、ステップS120で否定判定されるとステップS125へ進む。

【0034】

ステップS125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S125で肯定判定されるとステップS155へ進み、ステップS125で否定判定されるとステップS175へ進む。

【0035】

ステップS130において、コントローラ6は、標準軌道NTを目標軌道に設定して、ステップS135へ進む。

【0036】

ステップS135において、コントローラ6は、ステップS110で取得した情報に基づいて、隣接車線L1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S135で肯定判定されるとステップS140へ進み、ステップS135で否定判定されるとステップS110へ戻る。

【0037】

ステップS140において、コントローラ6は、ステップS110で取得した自車両M0に対する各物体M1,M2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<sub>r</sub>を演算してステップS145へ進む。なお、本実施の形態では、自車両M0に近い側の物体M1に対する、自車両M0に遠い側の物体M2の相対速度を物体間の相対速度V<sub>r</sub>として演算する。

【0038】

ステップS145において、コントローラ6は、物体間の相対速度V<sub>r</sub>が閾値V<sub>rt</sub>以上か否かを判定する。ステップS145で肯定判定されるとステップS150へ進み、ステップS145で否定判定されるとステップS110へ戻る。

【0039】

ステップS150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S155へ進む。ステップS155において、コントローラ6は、第1回避軌道AT1を目標軌道に設定して、ステップS160へ進む。

【0040】

ステップS160において、コントローラ6は、ステップS110で取得した自車両M0に対する各物体M1,M2の相対速度、および、自車両M0に対する各物体M1,M2の相対位置に基づいて、各物体M1,M2の横速度V<sub>y</sub>を演算する。

【0041】

ステップS165において、コントローラ6は、各物体の横速度V<sub>y</sub>が閾値V<sub>yt</sub>以上か否かを判定する。つまり、コントローラ6は、物体M1の横速度V<sub>y</sub>が閾値V<sub>yt</sub>以上か否かを判定し、物体M2の横速度V<sub>y</sub>が閾値V<sub>yt</sub>以上か否かを判定する。ステップS165で肯定判定されると、すなわち物体M1の横速度V<sub>y</sub>および物体M2の横速度V<sub>y</sub>の一方、または双方が閾値V<sub>yt</sub>以上であると判定されると、ステップS170へ進む。ステップS165で否定判定されると、すなわち物体M1の横速度V<sub>y</sub>および物体M2の横速度V<sub>y</sub>のいずれもが閾値V<sub>yt</sub>未満であると判定されると、ステップS110へ戻る。

【0042】

ステップS170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S1

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、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( $\times 2 - \times 1$ )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( $\times 2 - \times 1$ )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( $\times 3 - \times 2$ )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( $\times 3 - \times 2$ )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に、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Ta、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Taを推定する。

#### 【0054】

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Taとは追い越し期間のことを指す。回避動作開始時点Ts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Te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。

20

#### 【0055】

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

30

#### 【0056】

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

$$TB = (Lm2 + Lm1) / (V2 - V1) \quad (1)$$

ここで、Lm2は物体M2の長さ(車線方向の長さ)、Lm1は物体M1の長さ(車線方向の長さ)であり、V2は物体M2の車速(車線方向の速度成分)、V1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TA、TCは、それぞれ式(2)、(3)で表される。

$$TA = k_a \times TB \times Vr \quad (2)$$

40

$$TC = k_c \times TB \times Vr \quad (3)$$

ここで、ka、kc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Xa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Tsにおける物体M2の位置から回避動作終了時点Te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Xaは、回避走行期間Ta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  $T_s t$  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。10

#### 【0062】

予測時間  $T_s t$  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  $N_T$  から第1回避軌道  $A_T 1$  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  $N_T$  から第1回避軌道  $A_T 1$  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  $T_s t$  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  $T_s t$  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  $N_T$  から第1回避軌道  $A_T 1$  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  $T_s t$  を決定した。予測時間  $T_s t$  は、予めコントローラ 6B の記憶装置に記憶されている。20

#### 【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。30

#### 【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  $M_1$  に速度差が生じてあり、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  $M_0$  は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。40

#### 【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  $A_T 1$  への軌道修正が行われる例を示し、図 7 は第1回避軌道  $A_T 1$  への軌道修正が行われる例を示す。50

道修正が行われない例を示している。

【0067】

図6(a)に示す状態では、自車両M0の位置が回避走行区間Xa内に存在することが予測されるが、回避走行区間Xa内との距離が遠く、現時点から予測時間Tst(一定値)までの期間である予測期間内に自車両M0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NTに設定されたままである。つまり、回避動作は行われない。

【0068】

図6(b)に示す状態では、予測期間と回避走行期間Taとが重複しており、予測期間内に自車両M0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AT1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

【0069】

図6(c)に示す状態では、予測期間内に自車両M0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AT1に設定されたままとなる。つまり、自車両M0は、第1回避軌道AT1に沿った走行を継続する。

【0070】

図7(a)~(c)に示す状態では、自車両M0の位置が回避走行区間Xa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NT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。

【0071】

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6B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。

20

【0072】

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S145とステップS150の間にステップS200の事前回避判定処理を追加したものである。ステップS145において相対速度VrがVrt以上であると判定されるとステップS200へ進み事前回避判定処理が実行される。

【0073】

図9に示すように、事前回避判定処理(ステップS200)では、まずステップS210において、コントローラ6Bは、ステップS110で取得した自車両M0に対する各物体M1,M2の相対速度、相対位置の情報に基づいて、隣接車線L1を走行する物体M2の回避走行期間Taを推定し、ステップS220へ進む。

30

【0074】

ステップS220において、コントローラ6Bは、回避走行区間Xaを推定して、ステップS230へ進む。ステップS230において、コントローラ6Bは、回避走行期間Taにおける自車両の位置、すなわち回避時予測走行区間Xbを推定して、ステップS240へ進む。

【0075】

ステップS240において、コントローラ6Bは、回避走行期間Ta内に、自車両M0が回避走行区間Xa内に存在するか否かを判定する。ステップS240で肯定判定されるとステップS250へ進み、ステップS240で否定判定されるとステップS110へ戻る。

40

【0076】

ステップS250において、コントローラ6Bは、予測期間内における自車両M0の位置、すなわち予測区間Xpを推定して、ステップS260へ進む。

【0077】

ステップS260において、コントローラ6Bは、予測期間内に自車両M0が回避走行区間Xa内に存在するか否かを判定する。ステップS260で肯定判定されるとステップS150へ進み、ステップS260で否定判定されるとステップS110へ戻る。

50

## 【0078】

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M0の動作について説明する。図10および図11は、自車両M0が標準軌道NTから第1回避軌道AT1へ軌道修正を行う場合の例を説明する図である。図10(a), (b)、図11(a), (b)の各図において、現時点から2秒経過ごとの自車両M0および物体M2の予測位置を模式的に示している。

## 【0079】

図10および図11において、ハッキングを施した自車両M0および物体M2は現時点における自車両M0および物体M2の位置を示している。図10および図11において、太い実線で外形を表す自車両M0および物体M2は自車両M0と物体M2とが最も接近した状態の予測位置を示している。図10および図11において、細い実線で外形を表す自車両M0および物体M2は、予測期間(現時点～予測時間(たとえば10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10および図11の例では、説明の便宜上、障害物となる物体M2は停止しているものとして説明する。図10(b)、図11(a)および図11(b)は、図10(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M0、物体M1および物体M2の位置を示す図である。

## 【0080】

図10(a)に示すように、自車両M0は、約12秒後に回避走行区間Xaに進入し、約16秒後に物体M1に最も接近することが予測される。つまり、回避走行区間Xaと回避時予測走行区間Xbとが重複しているため、回避走行期間Ta内に自車両M0が回避走行区間Xa内に存在すると判定される(ステップS240でYes)。しかしながら、図10(a)に示す状態では、予測期間内における自車両M0の走行区間である予測区間Xpと、回避走行区間Xaとが重複していないため、予測期間内に自車両M0が回避走行区間Xa内に存在しないと判定される(ステップS260でNo)。このため、第1回避軌道への軌道修正は行われず、自車両M0は標準軌道NTに沿って走行する。

## 【0081】

図10(b)に示す時点では、自車両M0は、約10秒後に回避走行区間Xaに進入する。すなわち、予測区間Xpと、回避走行区間Xaとが重複する重複区間Xdが存在する。このため、予測期間内に自車両M0が回避走行区間Xa内に存在すると判定され(ステップS260でYes)、目標軌道が第1回避軌道AT1に設定される(ステップS150, S155)。

## 【0082】

目標軌道が標準軌道NTから第1回避軌道AT1に変更されると、図11(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M0が第1回避軌道AT1に向かって走行し、その後、図11(b)に示すように、第1回避軌道AT1に沿うように自車両M0が走行する。

## 【0083】

図12は、自車両M0が標準軌道NTから第1回避軌道AT1へ軌道修正を行わない場合の例を説明する図である。図12(a), (b)の各図において、現時点から2秒経過ごとの自車両M0および物体M2の予測位置を模式的に示している。図12(b)は、図12(a)の状態から6秒経過した状態の自車両M0、物体M1および物体M2の位置を示す図である。図12において、ハッキングを施した自車両M0および物体M2は現時点における自車両M0および物体M2の位置を示している。

## 【0084】

図12(a)に示すように、自車両M0は、16秒後に回避走行区間Xaに進入するが、16秒後に物体M2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12秒後における自車両M0の位置を表す回避時予測走行区間Xbが、回避走行区間Xaと重複しておらず、回避走行期間Ta内に自車両M0が回避走行区間Xa内に存在しないと判定される(ステップS240でNo)。このように、自車両M0の前方の離れた

10

20

30

40

50

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<sub>rs</sub>～t<sub>re</sub>)とすることができます。

【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、コントローラ

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 6 7 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 1 1 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 1 1 により自車両 M 0 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。

#### 【 0 0 9 2 】

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 6 7 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 1 1 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 1 1 により自車両 M 0 の車速が設定車速  $V_s$  となるように調整される。10

#### 【 0 0 9 3 】

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 S 260 の後に、ステップ S 370, S 380, S 390 の処理を追加したものである。

#### 【 0 0 9 4 】

ステップ S 370 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 S 380 へ進む。ステップ S 380 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 S 380 で肯定判定されるとステップ S 390 へ進み、ステップ S 380 で否定判定されるとステップ S 150 へ進む。20

#### 【 0 0 9 5 】

ステップ S 390 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 S 110 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。

#### 【 0 0 9 6 】

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 M 0 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 M 0 の車速が減速用車速  $V_d$  となるように、自車両 M 0 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 M 0 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。30

#### 【 0 0 9 7 】

(5) 自車両 M 0 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 M 2 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。40

#### 【 0 0 9 8 】

##### - 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。50

## 【0099】

図16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6Dの機能ブロック図である。コントローラ6D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、回避量調整部68Dと、減速度調整部69Dとを機能的に備えている。

## 【0100】

回避量調整部68Dは、自車両M0の回避量、すなわち標準軌道NTから第1回避軌道AT1への修正量を調整する。図17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18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L1に存在する物体は2つである例について説明する。

10

## 【0101】

図17に示す例では、目標軌道が自車線L0の中央に設定されている。図17では、自車線L0の側方に側帯LSが存在している。このため、自車両M0が通行可能な領域幅は、自車線L0の幅員Wr aと、側帯LSの幅員Woとを足し合わせた幅となる。

## 【0102】

自車両M0が自車線L0の中央を走行している場合、自車両M0の回避量の最大値cは、式(4)で表される。

$$c = b + W_0 \quad (4)$$

ここで、bは、自車両M0の左外側面から自車線L0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。

$$b = (W_{r\,a} - W_0) / 2 \quad (5)$$

ここで、W0は自車両M0の車幅である。

20

## 【0103】

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M2が隣接車線L1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M2が隣接車線L1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。

## 【0104】

そこで、本実施の形態では、図18に示すように、コントローラ6Dの記憶装置に予め回避量の特性NAを記憶させている。図18の横軸は、物体M2にとっての物体M1の道路非占有率aを表しており、式(6)で表される。

$$a = (W_{r\,b} - W_1) / W_2 \quad (6)$$

ここで、W1は物体M1の横幅であり、W2は物体M2の横幅である。Wr bは、隣接車線L1の幅員である。

30

## 【0105】

道路非占有率aが1よりも大きい場合(a > 1)、物体M2は追い越しの際に車道中央線Cから自車線L0にはみ出すことなく、隣接車線L1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。

## 【0106】

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M2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L0にはみ出さなければ追い越しできないことを意味している。

40

## 【0107】

図18の縦軸は、標準軌道NTに対する第1回避軌道AT1の修正量、すなわち自車両M0の進行方向に直交する方向の回避量Daを表している。道路非占有率aに対する回避量Daは、実験やシミュレーション等から予め決定される。

## 【0108】

図示するように、回避量Daは道路非占有率aがk1から小さくなるにしたがって増加する。k1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、k1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 ( $0 < k_2 < 1$ )。

【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  $N_A$  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  $N_T$  から第 1 回避軌道  $A_T 1$  への軌道修正のみでも自車両  $M_0$  が物体  $M_2$  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  $N_T$  から第 1 回避軌道  $A_T 1$  への軌道修正のみでも自車両  $M_0$  が物体  $M_2$  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 よりも大きい値として、回避量  $D_a$  に応じた第 1 回避軌道  $A_T 1$  への軌道修正とともに自車両  $M_0$  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  $M_2$  が車道中央線  $C$  を超えて自車線  $L_0$  にはみ出るなどして、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  $A_T 1$  への軌道修正とともに自車両  $M_0$  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  $M_0$  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  $L_1$  の幅員  $W_{r b}$  のうち物体  $M_1$  により狭められた残りの幅員 ( $W_{r b} - W_1$ ) および物体  $M_2$  の車幅  $W_2$  に基づいて第 1 回避軌道  $A_T 1$  の修正量を調整するようにした。これにより、隣接車線  $L_1$  の幅員  $W_{r b}$  が短い場合、物体  $M_1$  や物体  $M_2$  が大きい場合であっても、自車両  $M_0$  と物体  $M_2$  との距離を十分に確保した状態で、物体  $M_2$  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  $A_T 1$  に沿った走行が可能でない場合に、第 1 回避軌道  $A_T 1$  の修正量の不足分に応じて自車両  $M_0$  を減速するようにした。これにより、自車両  $M_0$  に運転者による譲る動作を模擬できるとともに、自車両  $M_0$  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】

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。

20

【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、回避走行区間推定部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区間を回避走行区間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、回避走行区間推定部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区間を回避走行区間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区間を回避走行区間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区間を回避走行区間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が回避走行区間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<sub>i</sub>(i=1, 2, 3, ..., 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<sub>i</sub>に対する番号の大きい方の物体M<sub>i+1</sub>の相対速度V<sub>r</sub>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<sub>r</sub>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(单眼)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て、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<sub>st</sub>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<sub>st</sub>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

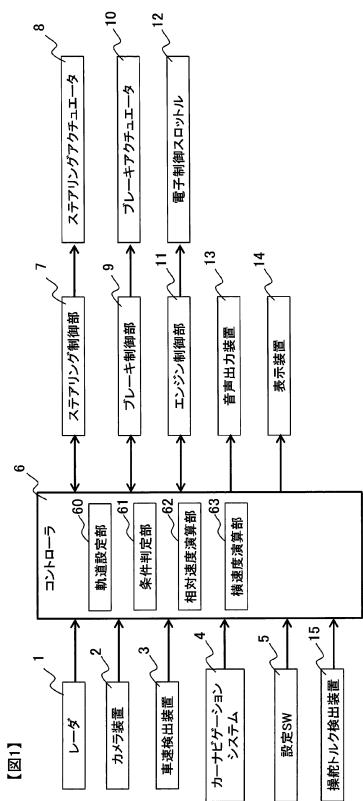
40

50

ツトル、13 音声出力装置、14 表示装置、15 操舵トルク検出装置、60 軌道設定部、61 条件判定部、62 相対速度演算部、63 横速度演算部、64B 回避走行期間推定部、65B 回避走行区間推定部、66B 自車両位置推定部、67C 減速回避制御部、68D 回避量調整部、69D 減速量調整部

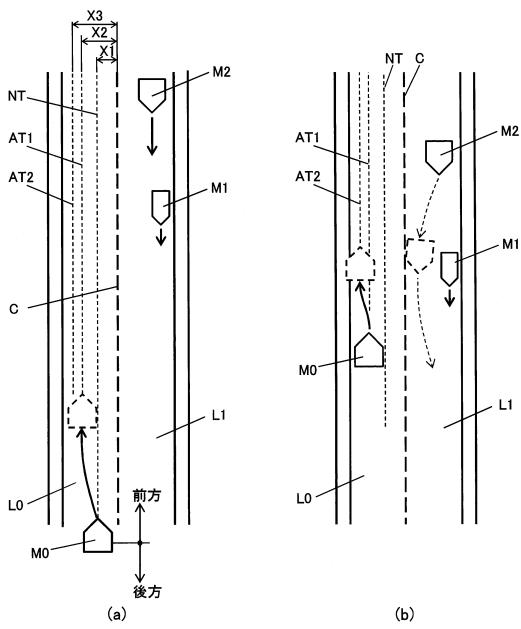
AT1 第1回避軌道、AT2 第2回避軌道、NT 標準軌道

【図1】

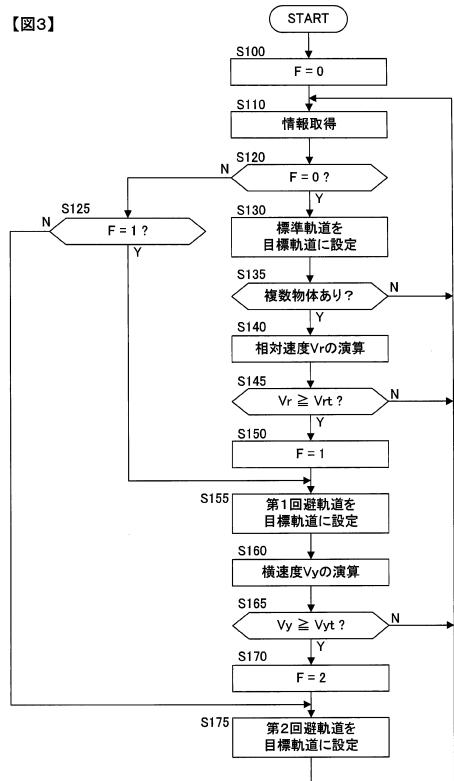


【図2】

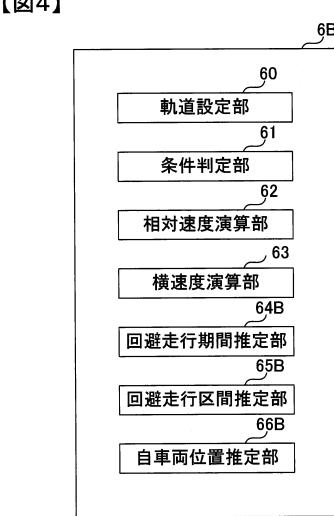
【図2】



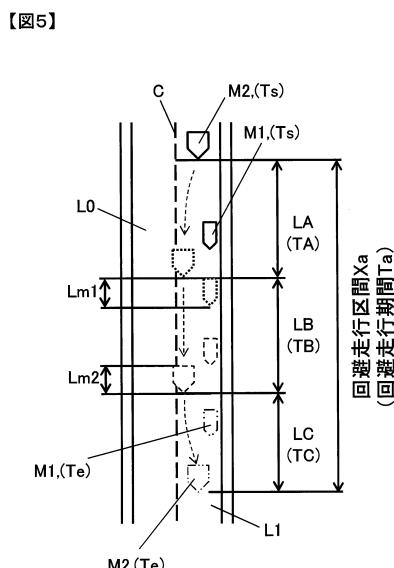
【図3】



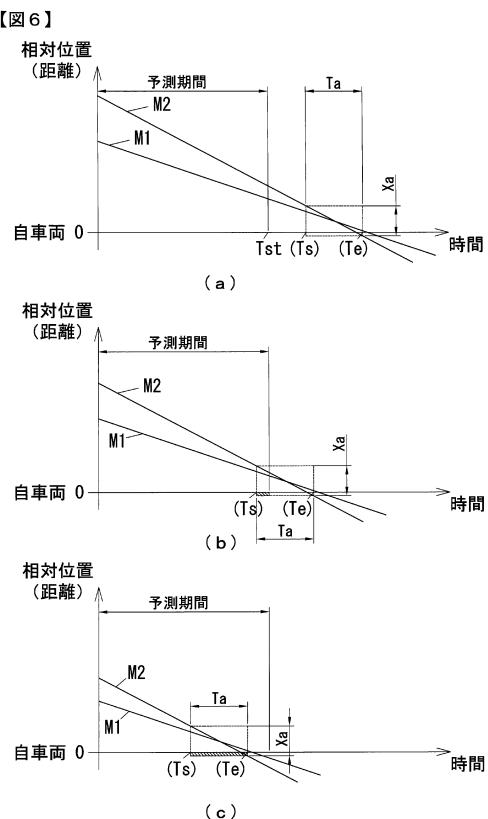
【図4】



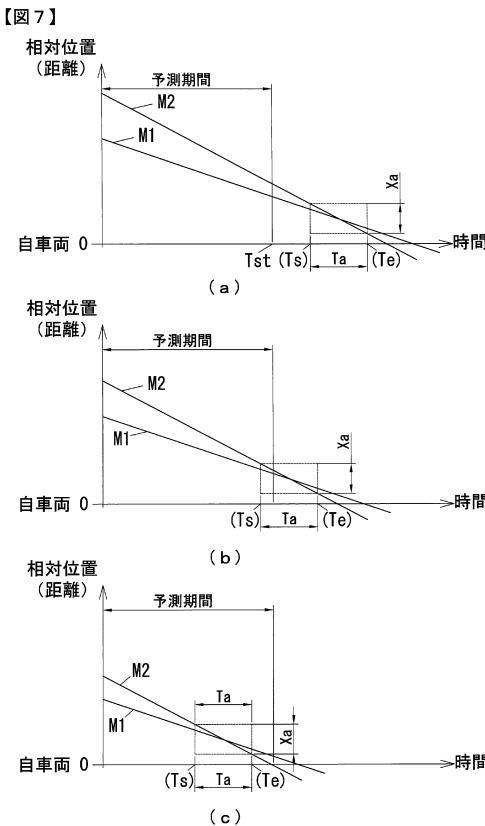
【図5】



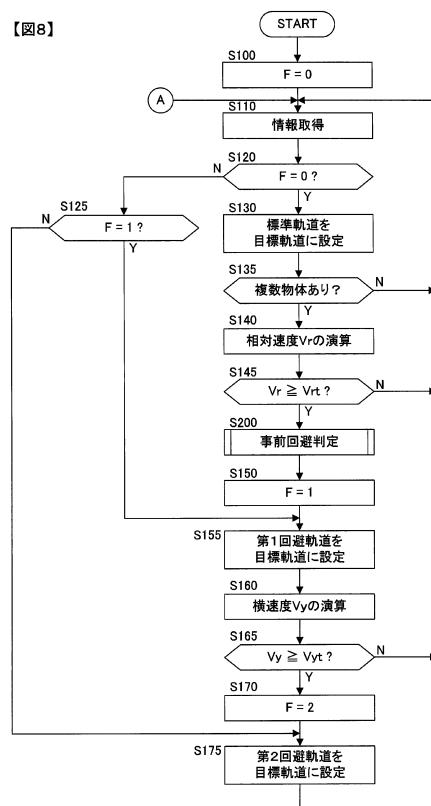
【図6】



【図7】

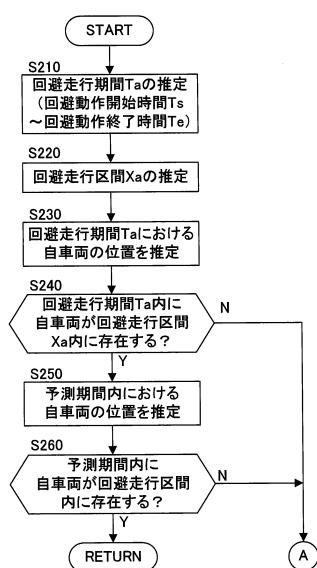


【図8】

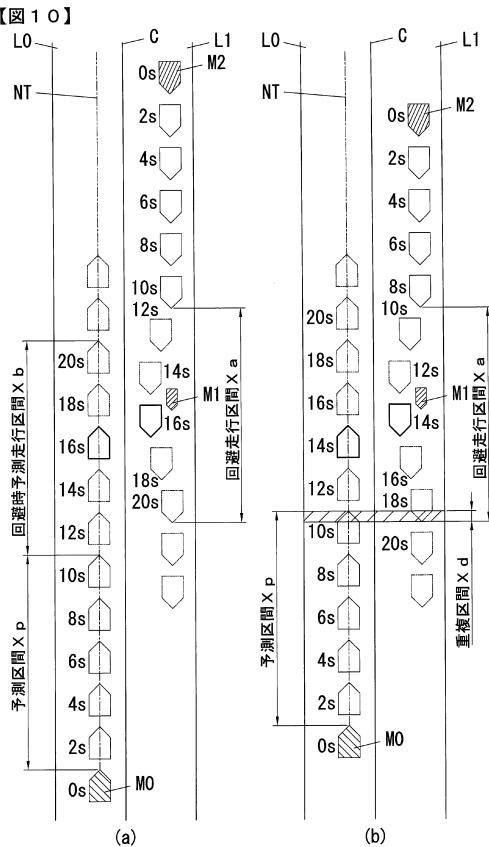


【図9】

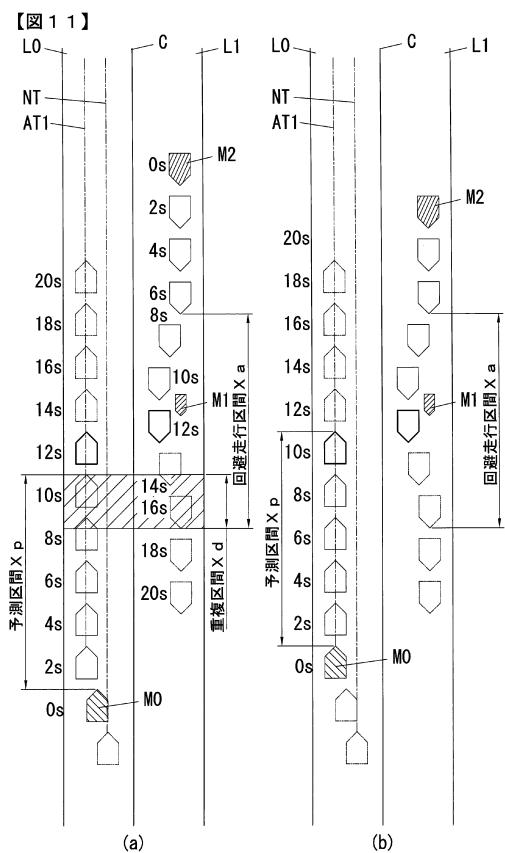
【図9】 事前回避判定



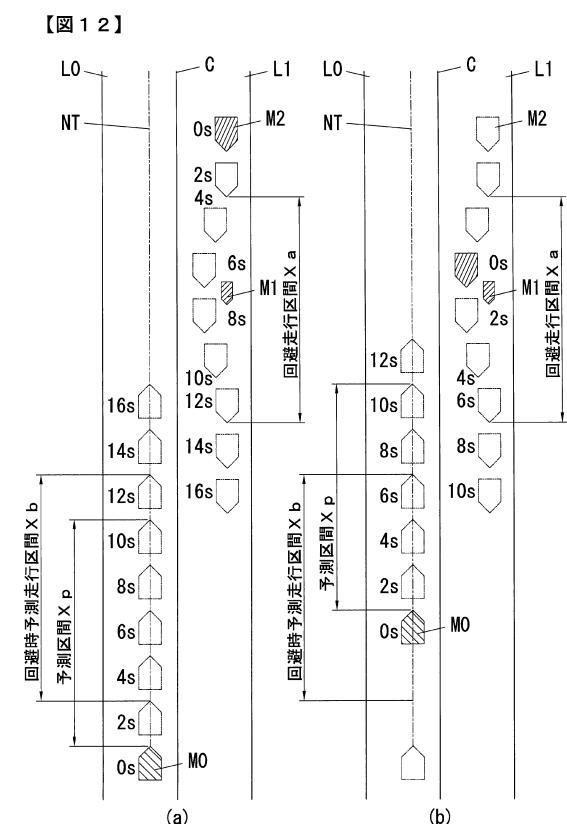
【図10】



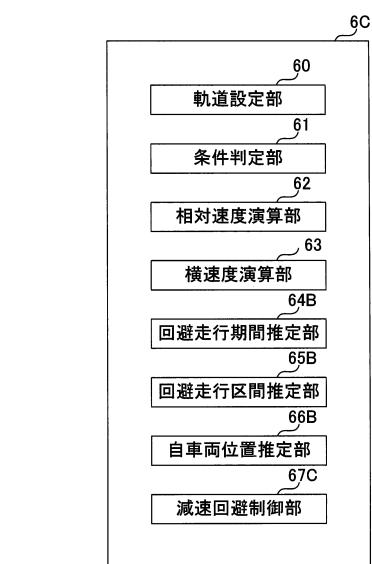
【図11】



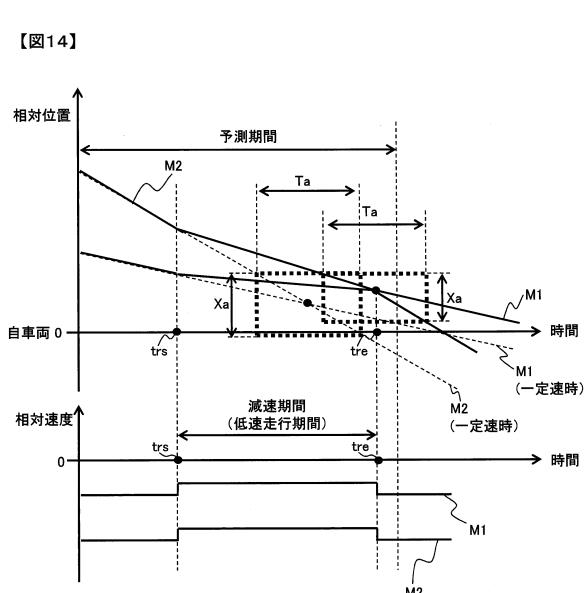
【図12】



【図13】

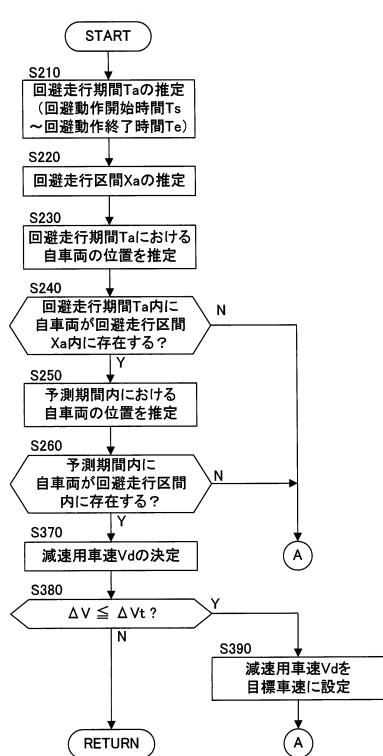


【図14】



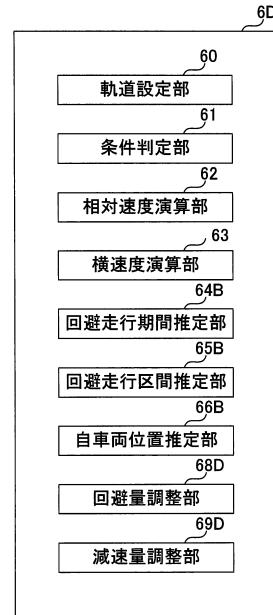
【図 15】

【図15】 事前回避判定

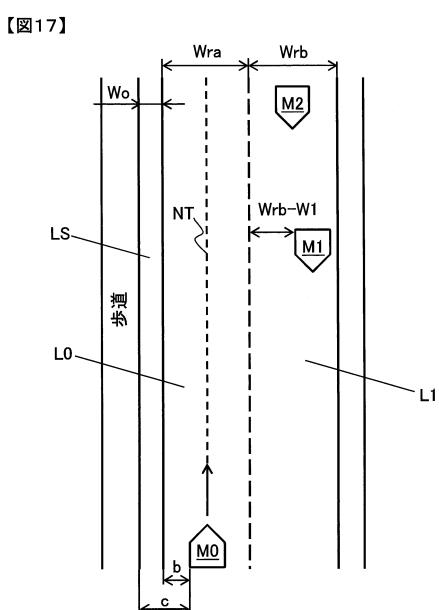


【図 16】

【図16】

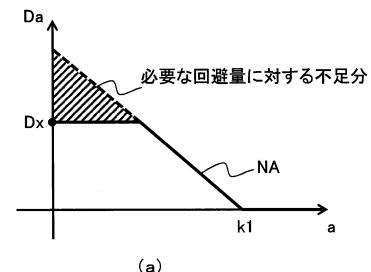


【図 17】

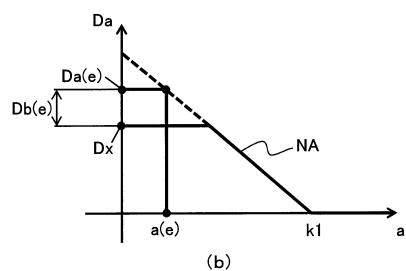


【図 18】

【図18】



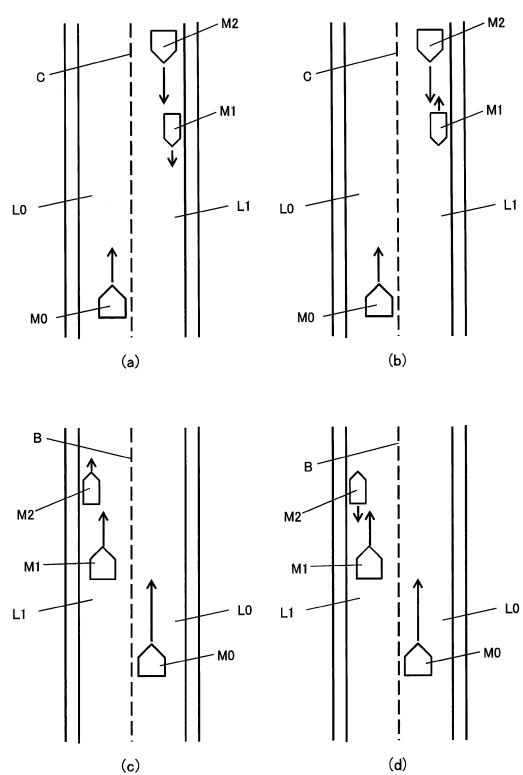
(a)



(b)

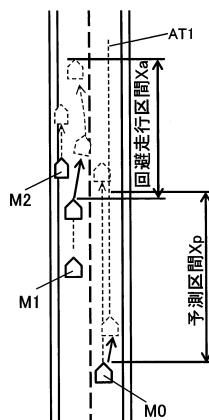
【図19】

【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)

B 6 0 W	3 0 / 0 0	-	5 0 / 1 6
G 0 8 G	1 / 0 0	-	9 9 / 0 0
B 6 0 R	2 1 / 0 0	-	2 1 / 1 3
B 6 0 R	2 1 / 3 4	-	2 1 / 3 8
B 6 2 D	6 / 0 0	-	6 / 1 0
B 6 0 T	7 / 1 2	-	8 / 1 7 6 9
B 6 0 T	8 / 3 2	-	8 / 9 6