

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6468261号
(P6468261)

(45) 発行日 平成31年2月13日(2019.2.13)

(24) 登録日 平成31年1月25日(2019.1.25)

(51) Int.Cl.			F I		
G08G	1/00	(2006.01)	G08G	1/00	X
G08G	1/16	(2006.01)	G08G	1/16	A
B60W	30/14	(2006.01)	G08G	1/16	C
			B60W	30/14	

請求項の数 5 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2016-157601 (P2016-157601)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成28年8月10日 (2016.8.10)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2018-25977 (P2018-25977A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成30年2月15日 (2018.2.15)	(74) 代理人	100106150
審査請求日	平成30年2月21日 (2018.2.21)		弁理士 高橋 英樹
		(74) 代理人	100082175
			弁理士 高田 守
		(74) 代理人	100113011
			弁理士 大西 秀和
		(72) 発明者	橋本 竜太
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	渡邊 義徳
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自動運転システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両に搭載される自動運転システムであって、

自車両が複数レーンを有する道路を走行する場合、前記自車両が走行しているレーンの隣のレーンの空き状況に関する情報と、前記隣のレーンから前記自車両が走行しているレーンへ他車両が進入する進入頻度に関する情報とを取得するように構成された情報取得部と、

前記隣のレーンの空き状況と前記進入頻度とに応じて前記隣のレーンを自車両走行レーンとして選択するか否かを判断するように構成されたレーン選択部と、

前記レーン選択部が前記隣のレーンを前記自車両走行レーンとして選択した場合、前記隣のレーンへのレーン変更を自動で行うか、或いは、前記隣のレーンへのレーン変更を運転者に対して提案するように構成された制御部と、を備え、

前記レーン選択部は、前記進入頻度が閾値頻度以上である場合、前記隣のレーンの空き状況によらず、前記隣のレーンを前記自車両走行レーンとして選択しないとする判断を維持するように構成されていることを特徴とする自動運転システム。

【請求項2】

前記レーン選択部は、前記閾値頻度を、少なくとも、前記隣のレーンの流れ具合と前記自車両が走行しているレーンの流れ具合との差に応じて決定するように構成されたことを特徴とする請求項1に記載の自動運転システム。

【請求項3】

前記レーン選択部は、前記閾値頻度を、少なくとも、前記隣のレーンの混み具合と前記自車両が走行しているレーンの混み具合との差に応じて決定するように構成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の自動運転システム。

【請求項 4】

前記レーン選択部は、前記閾値頻度を、少なくとも、前記自車両が走行しているレーンから前記隣のレーンへ他車両が退出する退出頻度に応じて決定するように構成されたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の自動運転システム。

【請求項 5】

前記レーン選択部は、前記隣のレーンの空き状況が前記隣のレーンを前記自車両走行レーンとして選択するための選択基準を満たしているか否かを判断する第 1 の判断処理と、前記進入頻度が前記閾値頻度よりも小さいか否かを判断する第 2 の判断処理と、前記隣のレーンの空き状況が前記選択基準を満たし、且つ、前記進入頻度が前記閾値頻度よりも小さいことを条件として、前記隣のレーンを前記自車両走行レーンとして選択する第 3 の判断処理と、を行うように構成され、

10

前記制御部は、前記隣のレーンの空き状況は前記選択基準を満たしているが、前記進入頻度が前記閾値頻度以上であるために、前記レーン選択部により前記隣のレーンが前記自車両走行レーンとして選択されない場合、前記隣のレーンへのレーン変更を運転者に対して提案するように構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の車両の自動運転システム。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両に搭載される自動運転システムに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、運転者にレーン変更の意図があることを識別した場合、隣レーンを走行する車両の車速と車間距離とに基づいてレーン変更を実行するかどうか決定する装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0003】

【特許文献 1】独国特許出願公開第 1 0 2 0 1 2 0 2 5 3 2 8 A 1 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

複数のレーンを有する道路において特定のレーンのみ空いている場合がある。特定のレーンが空いていることには様々な理由が存在する。前方に工事区間がある、前方で事故が起きている等、前方に進行を妨げる要因があるために、多くの車両がそのレーンを走行することを忌避したことが、レーンが空いている理由である場合もある。このような場合、空いているレーンへレーン変更したところで、直ぐに元のレーンへ戻らなければならぬ。この場合のレーン変更は全く無駄な動作であり、その動作に対して乗員が違和感を覚えるおそれがある。また、無駄なレーン変更は交通流にみだれを生じさせる原因であり、円滑な交通流の実現を妨げることにもなる。

40

【0005】

本発明は、上述のような課題に鑑みてなされたものであり、交通流にみだれを生じさせる原因となる無駄なレーン変更を減らすことで、円滑な交通流の実現に資することができる自動運転システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る自動運転システムは、少なくとも情報取得部、レーン選択部、及び、制御

50

部を備える。情報取得部は、自車両が複数レーンを有する道路を走行する場合、自車両が走行しているレーンの隣のレーンの空き状況に関する情報と、隣のレーンから自車両が走行しているレーンへ他車両が進入する進入頻度に関する情報とを取得するように構成される。レーン選択部は、情報取得部により取得された隣レーンの空き状況と進入頻度とに応じて隣レーンを自車両走行レーンとして選択するか否かを判断するように構成される。詳しくは、レーン選択部は、進入頻度が閾値頻度以上である場合、隣レーンの空き状況によらず、隣レーンを自車両走行レーンとして選択しないとする判断を維持するように構成される。制御部は、レーン選択部が隣のレーンを自車両走行レーンとして選択した場合、隣レーンへのレーン変更を自動で行うか、或いは、隣レーンへのレーン変更を運転者に対して提案するように構成される。

10

【0007】

上記の構成によれば、何らかの理由により空いているレーンにレーン変更してしまうことで、再度元のレーンにレーン変更しなければならなくなるような無駄な車両動作を減らすことができる。このため、本発明に係る自動運転システムによれば、乗員が違和感を覚えることを抑えることができる。また、本発明に係る自動運転システムによれば、無駄なレーン変更が行われることによる交通流の乱れを抑えることで、円滑な交通流の実現に資することができる。

【0008】

レーン選択部は、閾値頻度を、少なくとも、隣レーンの流れ具合と自車両が走行している自レーンの流れ具合との差に応じて決定するように構成されてもよい。また、レーン選択部は、閾値頻度を、少なくとも、隣レーンの混み具合と自レーンの混み具合との差に応じて決定するように構成されてもよい。これらの構成によれば、隣レーンと自レーンとの間の流れ具合の差や混み具合の差といった、隣レーンと自レーンとの相対的な関係を閾値頻度に反映することができる。隣レーンから自レーンへの他車両のレーン変更には、隣レーンの前方に進行を妨げる要因があることによるレーン変更に加えて、隣レーンと自レーンとの相対的な関係を原因とするレーン変更が含まれている。ゆえに、隣レーンと自レーンとの相対的な関係を閾値頻度に反映することで、隣レーンを自車両走行レーンとして選択してよいかどうかの判断精度を高めることができる。

20

【0009】

また、レーン選択部は、閾値頻度を、少なくとも、自レーンから隣レーンへ他車両が退出する退出頻度に応じて決定するように構成されてもよい。自レーンから隣レーンへ退出していく他車両が多いほど、隣レーンの前方に進行を妨げる要因が存在する可能性は小さいと言える。ゆえに、この構成によれば、隣レーンを自車両走行レーンとして選択してよいかどうかの判断精度をより高めることができる。

30

【0010】

レーン選択部は、次の3つの判断処理を行うように構成されてもよい。第1の判断処理では、レーン選択部は、隣レーンの空き状況が隣レーンを自車両走行レーンとして選択するための選択基準を満たしているか否かを判断する。第2の判断処理では、レーン選択部は、進入頻度が閾値頻度よりも小さいか否かを判断される。そして、第3の判断処理では、レーン選択部は、隣レーンの空き状況が選択基準を満たし、且つ、進入頻度が閾値頻度よりも小さいことを条件として、隣レーンを自車両走行レーンとして選択する。このようにレーン選択部が構成される場合、隣レーンの空き状況は選択基準を満たしているが、進入頻度が閾値頻度以上であるために、隣レーンが自車両走行レーンとして選択されない場合がある。制御部は、このような場合に隣レーンへのレーン変更を運転者に対して提案するように構成されてもよい。そう構成することで、隣レーンから自レーンへの他車両の進入の頻度が高い場合の最終的なレーン変更の判断は乗員（運転者）に委ねられる。このため、レーン変更を行なった結果或いは行わなかった結果に対して、乗員が違和感を覚えることをより抑えることができる。

40

【発明の効果】**【0011】**

50

本発明に係る自動運転システムによれば、前方に工事区間がある、前方で事故が起きている等の理由により空いているレーンにレーン変更してしまうことを低減できるので、再度元のレーンにレーン変更しなければならなくなるような無駄な車両動作を減らすことができる。このため、本発明に係る自動運転システムによれば、乗員が違和感を覚えることを抑えることができる。また、本発明に係る自動運転システムによれば、無駄なレーン変更が行われることによる交通流の乱れを抑えることで、円滑な交通流の実現に資することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施の形態1に係る自動運転システムが適用される自動運転車両の一例を示す図である。 10

【図2】実施の形態1に係る自動運転システムの構成を示すブロック図である。

【図3】実施の形態1に係る自動運転システムによる周辺物体認識について説明するための図である。

【図4】実施の形態1に係る閾値密度の計算方法について説明するための図である。

【図5】実施の形態1に係る進入頻度の計算方法について説明するためのフローチャートである。

【図6】隣レーンから自レーンへ進入してきた他車両の検知方法について説明するための図である。

【図7】実施の形態1に係る閾値頻度の計算方法について説明するためのフローチャートである。 20

【図8】実施の形態1に係る閾値頻度の計算方法について説明するための図である。

【図9】実施の形態1に係るレーン選択の流れを示すフローチャートである。

【図10】実施の形態2に係る自レーン車両密度の計算方法について説明するための図である。

【図11】実施の形態2に係る自レーン車両密度の計算方法について説明するための図である。

【図12】実施の形態5に係るレーン変更制御の流れを示すフローチャートである。

【図13】実施の形態6に係る自動運転システムの構成を示すブロック図である。

【図14】実施の形態6に係るレーン選択の流れを示すフローチャートである。 30

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。ただし、以下に示す実施の形態において各要素の個数、数量、量、範囲等の数に言及した場合、特に明示した場合や原理的に明らかにその数に特定される場合を除いて、その言及した数に、この発明が限定されるものではない。また、以下に示す実施の形態において説明する構造は、特に明示した場合や明らかに原理的にそれに特定される場合を除いて、この発明に必ずしも必須のものではない。

【0014】

実施の形態1 40

1-1. 自動運転車両の構成

図1は、実施の形態1に係る自動運転システムが搭載された自動運転車両の一例を示す図である。自動運転システムは、それが搭載される車両の自動運転を実行する。自動運転とは、車両の加速、減速及び操舵等の運転操作が運転者の運転操作によらずに実行されることを意味する。

【0015】

図1に示すように、自動運転システムが搭載された車両1は、走行している道路に関する情報や周辺に存在する物体に関する情報を直接的に取得するための自律認識センサを備える。自律認識センサは、ライダー(LIDAR: Laser Imaging Detection and Ranging) 10, 11, 12, 13、レーダー20, 21, 22、及びカメラ30のうち少なくとも一 50

つを含む。また、車両 1 は、それらの情報の少なくとも一部を図示しない外部のシステムから間接的に取得するための通信装置を備える。通信装置は、路車間通信装置 40 と移動通信装置 41 のうち少なくとも一つを含む。これらの自律認識センサや通信装置は、直接、或いは、車両内に構築された C A N (Controller Area Network) 等の通信ネットワークを介して、車両 1 に搭載される制御装置 100 に接続されている。

【0016】

ライダーは、例えば、車両 1 の前方の物体を検出するフロントライダー 10, 前側方の物体を検出するフロントサイドライダー 11, 11、後方の物体を検出するリアライダー 12, 車両 1 の後側方の物体を検出するリアサイドライダー 13, 13 を含む。ライダー 10 - 13 は、検出した物体に関する物体情報を制御装置 100 へ出力する。物体情報には、検出した物体の車両 1 からの距離と方向が含まれる。これらのライダー 10, 11, 12, 13 で得られた物体情報より、制御装置 100 は車両 1 の略全周囲の状況を把握することができる。なお、ライダーの設置位置と設置個数は、ライダーの走査範囲に応じて決めることができる。複数のライダーに代えて、車両 1 の全周囲をセンシングする一つのライダーを用いてもよい。

10

【0017】

レーダーは、例えば、ミリ波レーダーである。レーダーは、例えば、車両 1 の前方の物体を検出するフロントレーダー 20, 前方近傍の物体を検出するフロント近距離レーダー 21, 21、後方近傍の物体を検出するリア近距離レーダー 22, 22 を含む。レーダー 20 - 22 は、検出した物体に関する物体情報を制御装置 100 へ出力する。物体情報には、検出した物体の車両 1 からの距離と方向が含まれる。

20

【0018】

カメラ 30 は、例えば、車両 1 のフロントガラスの裏側に設けられて、車両 1 の前方を撮像する。カメラ 30 は、単眼カメラであってもよく、ステレオカメラであってもよい。カメラ 30 は、撮像情報を制御装置 100 へ出力する。なお、カメラ、ライダー及びレーダーは、必ずしも重複して備える必要はない。

【0019】

路車間通信装置 40 は、車両 1 の情報である自車情報を路側機等のインフラ設備に送信し、インフラ設備からは道路交通情報を受信する。道路交通情報は、車両 1 の周辺状況に関する情報を含む。路車間通信には、例えば、道路交通情報通信システム (Vehicle Information and Communication System) との通信も含まれる。路車間通信装置 40 は、受信した車両 1 の周辺状況に関する情報を制御装置 100 へ出力する。

30

【0020】

移動通信装置 41 は、3G、4G、LTE 等の移動体通信システムを介して、車両 1 の自車情報や自律認識センサで取得した情報をインターネット上のサーバーに送信し、サーバーからは車両 1 の周辺状況に関する情報を受信する。移動通信装置 41 は、受信した車両 1 の周辺状況に関する情報を制御装置 100 へ出力する。なお、移動通信装置 41 と路車間通信装置 40 は、必ずしも重複して備える必要はない。また、これら通信装置は車両 1 において必ずしも必須ではない。

【0021】

1 - 2 . 自動運転システムの構成

次に、本実施の形態の自動運転システムの構成について図 2 を用いて説明する。図 2 に示すように、自動運転システム 2 は、前述の制御装置 100、自律認識センサ 10 - 13, 20 - 22, 30、及び通信装置 40, 41 に加えて、内部センサ 3、GPS (Global Positioning System) 受信機 4、地図データベース 5、ナビゲーションシステム 6、HMI (Human Machine Interface) 7、アクチュエータ 8、及び補助機器 9 を備える。

40

【0022】

内部センサ 3 は、例えば、車速センサ、加速度センサ及びヨーレートセンサのうち少なくとも一つを含む。これらのセンサにより、自車両の走行状態に関する情報が得られる。また、内部センサ 3 は、運転者による操舵操作に関する情報を得るために、ステアリング

50

センサを含む。内部センサ 3 は、取得した情報を制御装置 100 へ出力する。

【0023】

GPS 受信機 4 は、GPS 衛星が発信する信号に基づいて自車両の位置を示す位置情報を取得する。GPS 受信機 4 は、自車両の位置情報を制御装置 100 へ出力する。

【0024】

地図データベース 5 は、例えば、車両に搭載された HDD や SSD 等のストレージ内に形成されている。地図データベース 5 が有する地図情報には、例えば、道路の位置情報、道路形状の情報、交差点及び分岐点の位置情報、道路のレーン情報等が含まれる。なお、地図データベース 5 は、移動通信装置 41 により通信可能なインターネット上のサーバーに記憶されていてもよい。

10

【0025】

ナビゲーションシステム 6 は、運転者によって地図上に設定された目的地までの案内を運転者に対して行う装置である。ナビゲーションシステム 6 は、GPS 受信機 4 によって測定された自車両の位置情報と地図データベース 5 の地図情報とに基づいて、自車両の走行するルートを算出する。ナビゲーションシステム 6 は、算出したルートの情報を HMI 7 を介して運転者に伝達するとともに、制御装置 100 へ出力する。なお、ナビゲーションシステム 6 により行われる処理の一部は、移動通信装置 41 により通信可能なインターネット上のサーバーによって行われてもよい。

【0026】

HMI 7 は、乗員と自動運転システム 2 との間で情報の出力及び入力をするためのインターフェイスである。HMI 7 は、例えば、乗員に画像情報を表示するためのディスプレイ、音声出力のためのスピーカ、及び乗員が入力操作を行うためのタッチパネル等を備えている。

20

【0027】

アクチュエータ 8 は、制御装置 100 からの操作信号に応じて動作し、その動作によって車両の走行状態を変化させる装置である。アクチュエータ 8 は、例えば、駆動系、制動系、操舵系のそれぞれに設けられている。補助機器 9 は、アクチュエータ 8 に含まれない機器を総称したものであって、例えば、方向指示灯、前照灯等を含む。

【0028】

制御装置 100 は、少なくとも 1 つの CPU、少なくとも 1 つの ROM、少なくとも 1 つの RAM を有する ECU (Electronic Control Unit) である。ROM には、自動運転のための各種のプログラムやマップを含む各種のデータが記憶されている。ROM に記憶されているプログラムが RAM にロードされ、CPU で実行されることで、制御装置 100 には様々な機能が実現される。なお、制御装置 100 は、複数の ECU から構成されていてもよい。

30

【0029】

1-3. 制御装置が有する自動運転のための機能

図 2 には、制御装置 100 が有する自動運転のための機能のうち、特に、自車両のレーン変更に関係する機能がブロックで表現されている。制御装置 100 が有する自動運転のためのその他の機能についての図示は省略されている。

40

【0030】

制御装置 100 は、自車両が複数レーンを有する道路を走行する場合、複数レーンの中から自車両が走行すべきレーンを選択し、選択したレーンへの自動レーン変更を実行する機能を有する。この機能は、制御装置 100 が備える走路認識部 110、周辺物体認識部 120、レーン選択部 130、制御部 140 により実現される。ただし、これらの部 110, 120, 130, 140 は、制御装置 100 内にハードウェアとして存在するものではなく、ROM に記憶されたプログラムが CPU で実行されたときにソフトウェア的に実現される。

【0031】

走路認識部 110 は、自車両が走行している走路を認識する。自車両が走行している道

50

路が複数レーンを有する道路である場合、走路認識部 110 は、自車両が走行しているレーンの認識も行う。走路認識部 110 による走路認識の方法には、少なくとも次の 2 つの方法がある。第 1 の方法は、自車両が走行している道路に関する地図情報と自車両の位置情報とに基づいて走路認識を行う方法である。地図情報は地図データベース 5 から取得される。自車両の位置情報は GPS 受信機 4 から取得される。第 2 の方法は、カメラ 30 から取得した撮像情報を処理して道路の車線境界線（白線、黄線、中央分離帯等）を抽出し、車線境界線に基づいて走路認識を行う方法である。地図情報と位置情報とを用いた走路認識と、撮像情報を用いた走路認識とは、どちらか一方のみを用いてもよいし、両方を組み合わせて用いてもよい。走路認識部 110 は、認識した走路に関する情報を周辺物体認識部 120 とレーン選択部 130 とへ出力する。

10

【0032】

周辺物体認識部 120 は、自車両の周辺に存在する物体を認識する。周辺物体の認識には、自律認識センサ 10 - 13, 20 - 22, 30 から取得した情報が用いられる。周辺物体認識部 120 は、ライダー 10 - 13 の情報を用いること、レーダー 20 - 22 の情報を用いること、カメラ 30 の情報を用いること、センサフュージョンによって複数種類の自律認識センサの情報を組み合わせて用いること、のうち少なくとも 1 つの方法による周辺物体の認識が可能である。認識される周辺物体には、他車両、歩行者等の移動物や、縁石、ガードレール、建物及び樹木等の静止物が含まれる。なお、ここでいう他車両には、自動二輪車が自動車と同じレーンを走行しているのであれば、自動二輪車も含まれる。

【0033】

20

周辺物体認識部 120 は、走路認識部 110 で認識された走路に関する情報を取得する。自車両が走行している道路が複数レーンを有する道路である場合、走路認識部 110 から取得する情報には、走行レーンに関する情報も含まれる。周辺物体認識部 120 は、走路に関する情報を用いて、認識した周辺物体の中から、自レーン（自車両が走行しているレーン）を走行している他車両と、自レーンの隣のレーンを走行している他車両とを分別する。周辺物体認識部 120 は、自レーンを走行している他車両の位置及び速度と、隣レーンを走行している他車両の位置及び速度とを、認識情報としてレーン選択部 130 へ出力する。また、周辺物体認識部 120 は、隣レーンから自レーンへ進入してきた他車両と、自レーンから隣レーンへ退出していく他車両とをそれぞれ検知する。それらに関する情報も、周辺物体認識部 120 からレーン選択部 130 へ出力される認識情報には含まれている。なお、隣レーンを走行している他車両の位置及び速度に関する情報は、「隣レーンの空き状況に関する情報」に相当する。また、隣レーンから自レーンへ進入してきた他車両に関する情報は、「隣レーンから自レーンへ他車両が進入する進入頻度に関する情報」にも相当する。ゆえに、周辺物体認識部 120 が有する機能には、本出願の請求項において規定されている情報取得部としての機能が含まれる。

30

【0034】

レーン選択部 130 は、走路認識部 110 と周辺物体認識部 120 とからそれぞれ入力される認識情報に基づいて、自車両が走行するレーンを選択する。詳しくは、レーン選択部 130 は、現在の自車両走行レーンを維持するか、隣レーンへのレーン変更を行うかを選択する。この機能を実現するために、レーン選択部 130 は、隣レーン車両密度計算部 131、閾値密度計算部 132、進入頻度計算部 133、閾値頻度計算部 134、及び走行レーン決定部 135 を備える。

40

【0035】

隣レーン車両密度計算部 131 は、周辺物体認識部 120 からレーン選択部 130 に入力される周辺物体の認識情報を取得する。周辺物体の認識情報には、隣レーンを走行している他車両の位置及び速度が含まれる。隣レーン車両密度計算部 131 は、隣レーンを走行している他車両の位置及び速度に基づいて隣レーンの車両密度を計算する。隣レーンの車両密度は、隣レーンの空き状況を示すパラメータの 1 つである。ここで、隣レーンの車両密度とは、隣レーンにおいて単位距離当たり存在する他車両の台数と定義される。隣レーン車両密度計算部 131 は、予め定められた周期で隣レーンの車両密度の計算値を更

50

新する。隣レーン車両密度計算部 1 3 1 による車両密度の計算方法の詳細は、追って説明される。

【 0 0 3 6 】

閾値密度計算部 1 3 2 は、隣レーン車両密度計算部 1 3 1 により計算される隣レーンの車両密度に対する閾値密度を計算する。閾値密度は、隣レーンの車両密度が高いか低いかを評価するための評価基準であり、隣レーンを自車両走行レーンとして選択するかどうか判断するための選択基準である。閾値密度計算部 1 3 2 は、周辺物体認識部 1 2 0 からレーン選択部 1 3 0 に入力される周辺物体の認識情報を取得し、周辺物体の認識情報より特定される自車両と周囲の他車両との関係に応じて閾値密度を計算する。閾値密度計算部 1 3 2 は、予め定められた周期で閾値密度の計算値を更新する。閾値密度計算部 1 3 2 による閾値密度の計算方法の詳細は、追って説明される。

10

【 0 0 3 7 】

進入頻度計算部 1 3 3 は、周辺物体認識部 1 2 0 からレーン選択部 1 3 0 に入力される周辺物体の認識情報を取得する。周辺物体の認識情報には、隣レーンから自レーンへ進入してきた他車両に関する情報が含まれる。進入頻度計算部 1 3 3 は、取得した情報に基づいて隣レーンから自レーンへ他車両が進入する進入頻度を計算する。ここで、他車両の進入頻度とは、隣レーンを走行していた他車両のうち自レーンへ進入してきた他車両の割合と定義される。進入頻度計算部 1 3 3 は、予め定められた周期で進入頻度の計算値を更新する。進入頻度計算部 1 3 3 による進入頻度の計算方法の詳細は、追って説明される。

【 0 0 3 8 】

20

閾値頻度計算部 1 3 4 は、進入頻度計算部 1 3 3 により計算される他車両の進入頻度に対する閾値頻度を計算する。閾値頻度は、隣レーンから自レーンに進入してくる他車両の進入頻度が高いか低いかを評価するための評価基準である。閾値頻度計算部 1 3 4 は、周辺物体認識部 1 2 0 からレーン選択部 1 3 0 に入力される周辺物体の認識情報に基づいて閾値頻度を計算する。閾値頻度計算部 1 3 4 は、予め定められた周期で閾値頻度の計算値を更新する。閾値頻度計算部 1 3 4 による閾値頻度の計算方法の詳細は、追って説明される。

【 0 0 3 9 】

走行レーン決定部 1 3 5 は、隣レーン車両密度計算部 1 3 1 により計算される隣レーンの車両密度と、閾値密度計算部 1 3 2 により計算される閾値密度との比較に基づいて、また、進入頻度計算部 1 3 3 により計算される他車両の進入頻度と、閾値頻度計算部 1 3 4 により計算される閾値頻度との比較に基づいて、走行レーンを決定する。走行レーンの決定では、現在の自車両走行レーンを維持することと、自車両走行レーンを隣レーンに変更することの何れか一つが選択される。走行レーン決定部 1 3 5 は、決定した走行レーンに関する情報を制御部 1 4 0 へ出力する。走行レーン決定部 1 3 5 による走行レーンの決定方法の詳細は、追って説明される。

30

【 0 0 4 0 】

制御部 1 4 0 は、レーン選択部 1 3 0 から入力される情報に基づいて、自車両の走行を制御する。制御部 1 4 0 による制御には、例えば、次の 2 つのモードが含まれる。第 1 のモードによれば、レーン選択部 1 3 0 により隣レーンへのレーン変更を行うことが選択された場合、隣レーンへのレーン変更が自動で行われる。第 2 のモードによれば、レーン選択部 1 3 0 により隣レーンへのレーン変更を行うことが選択された場合、レーン変更提案部 1 4 2 による運転者への提案が行われる。

40

【 0 0 4 1 】

レーン変更提案部 1 4 2 は、隣レーンへのレーン変更を運転者に対して H M I 7 を介して提案する。第 2 のモードで制御を行う場合、制御部 1 4 0 は、レーン変更提案部 1 4 2 の提案に運転者が同意したときには、隣レーンへのレーン変更を自動で行い、運転者が提案に同意しなかったときには、現在の自車両走行レーンを維持する。このような機能を実現するために、レーン選択部 1 3 0 は、自車両がたどるべき軌道を計算する軌道計算部 1 4 1 を備える。

50

【 0 0 4 2 】

軌道計算部 1 4 1 は、走行レーン決定部 1 3 5 から入力される走行レーンに関する情報に基づいて目標軌道を計算する。第 1 のモードにおいて走行レーン決定部 1 3 5 により現在の自車両走行レーンを維持することが選択された場合、また、第 2 のモードにおいてレーン変更提案部 1 4 2 の提案に運転者が同意しなかった場合、軌道計算部 1 4 1 は、現在の自車両走行レーンに沿った目標軌道を計算する。第 1 のモードにおいて走行レーン決定部 1 3 5 により自車両走行レーンを隣レーンに変更することが選択された場合、また、第 2 のモードにおいてレーン変更提案部 1 4 2 の提案に運転者が同意した場合、軌道計算部 1 4 1 は、現在の自車両走行レーンから隣レーンへ自車両を移動させる目標軌道を計算する。レーン維持とレーン変更のそれぞれに関して、軌道計算の方法に限定はない。制御部 1 4 0 は、軌道計算部 1 4 1 で計算された目標軌道に基づいて駆動系、制動系、操舵系の少なくとも 1 つのアクチュエータ 8 の操作量を計算する。制御部 1 4 0 は、計算した操作量に従ってアクチュエータ 8 を操作し、それによって自車両の走行を制御する。

10

【 0 0 4 3 】

1 - 4 . 車両密度の計算方法の詳細

隣レーン車両密度計算部 1 3 1 による車両密度の計算方法の詳細について、図 3 を用いて説明する。図 3 には、第 1 レーン L 1 と第 2 レーン L 2 とを有する道路において、自車両 1 が第 2 レーン L 2 を走行している様子が描かれている。自車両 1 の走行中、自車両 1 に備えられた自律認識センサ 1 0 - 1 3 , 2 0 - 2 2 , 3 0 (図 1 参照) によって、自車両 1 の周辺に存在する他車両が認識される。

20

【 0 0 4 4 】

図 3 に示す例では、自レーン (第 2 レーン) L 2 上を走行する先行車両 2 0 1 と後続車両 2 0 2 が認識されている。先行車両 2 0 1 の前方と後続車両 2 0 2 の後方にもそれぞれ別の車両が存在するかもしれないが、それらは自律認識センサの死角 (図 3 において斜線で示す領域) に入るために、自律認識センサでは認識することは難しい。隣レーン (第 1 レーン) L 1 上では、自律認識センサの死角の範囲にもよるが、自車両 1 の前後 1 0 0 ~ 2 0 0 m 程度の範囲に存在する車両が認識される。図 3 に示す例では、隣レーン L 1 を走行する 4 台の車両 2 1 1 , 2 1 2 , 2 1 3 , 2 1 4 が認識されている。

【 0 0 4 5 】

隣レーン車両密度計算部 1 3 1 は、隣レーン L 1 を走行する連続した 3 台以上の車両の位置情報から隣レーン L 1 の車両密度を計算する。具体的には、隣レーン L 1 上に $N (> 3)$ 台の車両が位置している場合、それぞれ前後に並ぶ車両間の間隔を取得することで $N - 1 (> 2)$ 個の車間距離を定義することができる。隣レーン車両密度計算部 1 3 1 は、 $N - 1$ 個の車間距離の代表値を計算し、その逆数を取ることで隣レーン L 1 の単位距離当たりに存在する車両の台数、すなわち、隣レーン L 1 の車両密度を計算する。図 3 に示す例では、車両 2 1 1 と車両 2 1 2 との間の車間距離と、車両 2 1 2 と車両 2 1 3 との間の車間距離と、車両 2 1 3 と車両 2 1 4 との間の車間距離とに基づいて車間距離の代表値が計算される。車間距離の代表値の計算方法としては、例えば、各車間距離の統計的な平均値を取ること、中央値を取ること等が挙げられる。また、各車間距離に重みを付けて平均値を取ることや、閾値以上の車間距離を除外した上で平均値を取ることでもよい。また、各車間距離を引数とする関数によって代表値を定義してもよい。なお、自律認識センサが認識可能な範囲を走行する車両が 2 台以下である場合、隣レーン車両密度計算部 1 3 1 は、隣レーン L 1 の車両密度として予め定められた最小値を出力する。

30

40

【 0 0 4 6 】

1 - 5 . 閾値密度の計算方法の詳細

本実施の形態では、閾値密度計算部 1 3 2 は、周辺物体の認識情報に含まれる隣レーンを走行する他車両の自車両に対する相対速度を取得する。図 3 に示す例では、自車両 1 の走行速度が隣レーンを走行する他車両の走行速度よりも遅い場合、自車両 1 を追い越した複数の車両 2 1 1 , 2 1 2 の平均速度と自車両 1 の走行速度との差から相対速度を算出してもよい。また、自車両 1 の走行速度が隣レーンを走行する他車両の走行速度よりも速い

50

場合、自車両 1 が追い越した複数の車両 2 1 3 , 2 1 4 の平均速度と自車両 1 の走行速度との差から相対速度を算出してもよい。或いは、認識できた全車両 2 1 1 , 2 1 2 , 2 1 3 , 2 1 4 の位置の変化からそれぞれの相対速度を算出してその平均値を算出してもよい。また、自車両 1 の走行速度の代わりに自レーンを走行する車両、例えば、先行車両の走行速度を用いてもよい。

【 0 0 4 7 】

閾値密度計算部 1 3 2 は、図 4 に示す関係が規定されたマップを用いて、相対速度から閾値密度を算出する。このマップによれば、自車両の走行速度よりも隣レーンを走行する他車両の走行速度が遅いほど、閾値密度は小さい値に設定される。また、相対速度が速くなるにつれて閾値密度は大きい値に設定されるが、ある一定以上の相対速度では閾値密度は略同じ大きさに設定される。閾値密度は、隣レーンの車両密度が高いか低いかを評価するための評価基準である。ゆえに、このマップに示す閾値密度の設定によれば、隣レーンの流れ具合が自レーンの流れ具合よりも悪ければ、隣レーンの車両密度は相対的に高いと評価されやすくなる。逆に、隣レーンの流れ具合が自レーンの流れ具合よりも良ければ、隣レーンの車両密度は相対的に低いと評価されやすくなる。

10

【 0 0 4 8 】

1 - 6 . 進入頻度の計算方法の詳細

進入頻度計算部 1 3 3 による進入頻度の計算方法の詳細について、図 5 及び図 6 を用いて説明する。図 6 には、第 1 レーン L 1 と第 2 レーン L 2 とを有する道路において、自車両 1 が第 2 レーン L 2 を走行している様子が描かれている。自車両 1 の走行中、自車両 1 に備えられた自律認識センサ 1 0 - 1 3 , 2 0 - 2 2 , 3 0 (図 1 参照) によって、隣レーン L 1 から自レーン L 2 へ進入してくる車両が検知される。詳しくは、自車両 1 の周辺に存在する車両 2 0 1 , 2 0 2 , 2 1 1 , 2 1 2 , 2 1 3 , 2 1 4 の位置は、周辺物体認識部 1 2 0 (図 2 参照) によってトラッキングされている。周辺物体認識部 1 2 0 は、車両一台一台の時系列的な位置の履歴を取得するとともに、レーン L 1 , L 2 に対する各車両の位置から各車両の所属レーンを判定する。そして、周辺物体認識部 1 2 0 は、所属レーンが隣レーン L 1 から自レーン L 2 へ移った車両が存在するかどうか周期ごとに判定している。図 6 には、車両 2 1 1 が隣レーン L 1 から自レーン L 2 へ移動している様子が描かれている。この例では、車両 2 1 1 が隣レーン L 1 から自レーン L 2 へ進入してきた車両として検知される。

20

30

【 0 0 4 9 】

進入頻度計算部 1 3 3 は、周辺物体認識部 1 2 0 から入力される隣レーンから自レーンへ進入してきた他車両に関する情報に基づいて進入頻度を計算する。ここで、図 5 は、進入頻度計算部 1 3 3 による進入頻度の計算方法を示すフローチャートである。進入頻度計算部 1 3 3 は、予め定められた周期でこのフローチャートに示す計算を繰り返し行なっている。

【 0 0 5 0 】

まず、ステップ S 1 では、進入頻度計算部 1 3 3 は、隣レーンから自レーンへ進入してきた車両の台数を集計する集計時間 T 1 を設定する。進入頻度計算部 1 3 3 による進入頻度の計算では、現在時刻から集計時間 T 1 だけ過去に遡った時刻から現在時刻までの間の周辺車両の挙動が対象にされる。

40

【 0 0 5 1 】

ステップ S 2 では、進入頻度計算部 1 3 3 は、現在時刻から集計時間 T 1 だけ過去の時刻までの時間内に隣レーンを走行していることが認識された他車両について、総台数 N 1 と、隣レーンから自レーンへ進入してきた他車両の台数 N 2 とをそれぞれ計算する。総台数 N 1 の計算では、位置トラッキングや形状推定によって同一の車両と判別できたものについては、1 台として数えられる。なお、総台数 N 1 と進入台数 N 2 との計算では、計算対象とする車両の自車両との相対的な位置範囲を限定してもよい。例えば、自車両よりも前方に存在する車両に限定して総台数 N 1 と進入台数 N 2 の計算を行なってもよい。

【 0 0 5 2 】

50

ステップS3では、進入頻度計算部133は、ステップS2で計算した総台数N1と進入台数N2とを用いて進入頻度F1を計算する。進入頻度F1は、0以上1以下の実数であって、大きい値であるほど高頻度であることを表すパラメータである。具体的には、総台数N1に対する進入台数N2の比($N2/N1$)が進入頻度F1として計算される。ただし、総台数N1が予め定められた閾値台数 $thr1$ 以下、或いは、進入台数N2が予め定められた閾値台数 $thr2$ 以下の場合、進入頻度計算部133は、進入頻度F1の値をゼロにする。これは、サンプル数が少ない場合には、隣レーンから自レーンへの車両の進入が、はたして隣レーンの前方に進行を妨げる要因があることによるものなのかどうか、判断することができないためである。なお、 $N2/N1$ を進入頻度F1とする定義はあくまでも一例である。進入頻度F1は $N2/N1$ を変数とする関数で表されてもよい。

10

【0053】

1-7. 閾値頻度の計算方法の詳細

本実施の形態では、閾値頻度計算部134は、隣レーンを走行する他車両の自車両に対する相対速度と、自レーンから隣レーンへ退出した他車両に関する情報とに基づいて閾値頻度を計算する。閾値頻度の計算に用いるこれらの情報は、周辺物体認識部120から入力される周辺物体の認識情報に含まれている。ここで、図7は、閾値頻度計算部134による閾値頻度の計算方法を示すフローチャートである。閾値頻度計算部134は、予め定められた周期でこのフローチャートに示す計算を繰り返し行なっている。

【0054】

まず、ステップS11では、閾値頻度計算部134は、隣レーンと自レーンとを比較する比較パラメータP1を計算する。この比較パラメータP1は、レーンの流れ具合や混み具合といったレーン間の相対的關係に関し、隣レーンから自レーンへのレーン変更を促す効果の大きさが数値化されたパラメータである。比較パラメータP1は、負を含む実数である。比較パラメータP1の値がゼロであることは、隣レーンと自レーンとの関係性においてレーン変更を促すものがないことを表す。比較パラメータP1の値が正であることは、隣レーンから自レーンへのレーン変更が促される状況であることを表し、比較パラメータP1の値が負であることは、自レーンから隣レーンへのレーン変更が促される状況であることを表す。

20

【0055】

閾値頻度計算部134は、具体的には、隣レーンを走行する他車両の自車両に対する相対速度に基づいて比較パラメータP1を計算する。相対速度は、隣レーンの流れ具合と自レーンの流れ具合との差を表している。隣り合うレーン間で流れ具合に差がある場合、車両は、流れの遅いレーンから流れの速いレーンへと自然と移っていく。ゆえに、閾値頻度計算部134は、相対速度が正であれば比較パラメータP1の値を大きくし、相対速度が負であれば比較パラメータP1の値を小さくする。具体的には、相対速度に正の係数を乗じ得られる値が、比較パラメータP1として計算される。なお、相対速度の計算の対象とする他車両は、現在時刻から遡って一定時間内に隣レーンを走行していたことが認識された他車両に限定される。また、相対速度の計算に用いる自車両の走行速度、或いは、先行車両の走行速度は、現在時刻から遡って一定時間内の平均速度が用いられる。なお、ここで言及している一定時間は、前述の集計時間T1でもよい。相対速度の計算に係るこれらの限定は、前述の閾値密度の計算にも適用される。

30

40

【0056】

ステップS12では、閾値頻度計算部134は、自レーンから隣レーンへ他車両が退出した退出頻度F2を計算する。ここで、他車両の退出頻度F2とは、自レーンを走行していた他車両のうち隣レーンへ退出していった他車両の割合と定義される。ただし、自律認識センサ10-13, 20-22, 30(図1参照)の死角のために、自レーンを走行している他車両の台数を計測することは難しい。ゆえに、本実施の形態では、自レーンを走行している他車両の台数と隣レーンを走行している他車両の台数とは略等しいと仮定する。

【0057】

50

閾値頻度計算部 134 は、まず、現在時刻から前述の集計時間 T1 だけ過去の時刻までの時間内に隣レーンを走行していた他車両について、総台数 N1 と、自レーンから隣レーンへ退出してきた他車両の台数 N3 とをそれぞれ計算する。総台数 N1 は進入頻度計算部 133 で計算されたものを流用してもよい。総台数 N1 と退出台数 N3 の計算では、計算対象とする車両の自車両との相対的な位置範囲を限定してもよい。例えば、自車両よりも前方に存在する車両に限定して総台数 N1 と退出台数 N3 の計算を行なってもよい。

【0058】

閾値頻度計算部 134 は、総台数 N1 と退出台数 N3 とを用いて退出頻度 F2 を計算する。退出頻度 F2 は、0 以上 1 以下の実数で、大きい値であるほど高頻度であることを表すパラメータである。具体的には、総台数 N1 に対する退出台数 N3 の比 ($N3 / N1$) が退出頻度 F2 として計算される。ただし、総台数 N1 が予め定められた閾値台数 t_{hr1} 以下、或いは、退出台数 N3 が予め定められた閾値台数 t_{hr3} 以下の場合、閾値頻度計算部 134 は、退出頻度 F2 の値をゼロにする。なお、 $N3 / N1$ を退出頻度 F2 とする定義はあくまでも一例である。退出頻度 F2 は $N3 / N1$ を変数とする関数で表されてもよい。

10

【0059】

ステップ S13 では、閾値頻度計算部 134 は、ステップ S11 で算出した比較パラメータ P1 と、ステップ S12 で算出した退出頻度 F2 とに基づいて閾値頻度 F_{THR1} を計算する。閾値頻度 F_{THR1} は、0 以上 1 以下の実数であって、大きい値であるほど自車両のレーン変更を抑制され難くし、小さい値であるほど自車両のレーン変更を抑制され易くするパラメータである。閾値頻度 F_{THR1} は、例えば、比較パラメータ P1 と退出頻度 F2 とを変数とする関数 $f(P1, F2)$ で表される。

20

【0060】

図 8 は、閾値頻度 F_{THR1} と比較パラメータ P1 との関係、及び、閾値頻度 F_{THR1} と退出頻度 F2 との関係を示す図である。隣レーンから自レーンへの他車両のレーン変更には、隣レーンの前方に進行を妨げる要因があることによるレーン変更に加えて、隣レーンと自レーンとの相対的な関係を原因とするレーン変更が含まれている。ゆえに、比較パラメータ P1 の値が正である場合、すなわち、隣レーンと自レーンとの相対的な関係によって隣レーンから自レーンへのレーン変更が促される状況では、閾値頻度 F_{THR1} の値は大きくされる。逆に、比較パラメータ P1 の値が負である場合、すなわち、隣レーンと自レーンとの相対的な関係によって自レーンから隣レーンへのレーン変更が促される状況では、閾値頻度 F_{THR1} の値は小さくされる。また、自レーンから隣レーンへ退出していく他車両が多いほど、隣レーンの前方に進行を妨げる要因が存在する可能性は小さいと言える。ゆえに、退出頻度 F2 の値が大きいほど、閾値頻度 F_{THR1} の値は大きくされる。逆に、退出頻度 F2 の値が小さいほど、閾値頻度 F_{THR1} の値は小さくされる。なお、閾値頻度 F_{THR1} を関数 $f(P1, F2)$ で表すことはあくまでも一例である。閾値頻度 F_{THR1} は、比較パラメータ P1 のみを変数とする関数で表されてもよいし、退出頻度 F2 のみを変数とする関数で表されてもよい。

30

【0061】

1-8. 走行レーンの決定方法の詳細

40

走行レーン決定部 135 は、隣レーン車両密度計算部 131 で計算された隣レーンの車両密度と、閾値密度計算部 132 で計算された閾値密度とを比較する。隣レーンの車両密度が閾値密度より高い場合、自車両走行レーンを隣レーンへ変更するメリットは小さい。しかし、隣レーンの車両密度が閾値密度より低ければ、自車両走行レーンを隣レーンへ変更することで、少なくとも隣り合う 2 つのレーン間では交通流を分散させることができる。ただし、隣レーンの前方に進行を妨げる要因が存在するために、隣レーンの車両密度が低くなっているのであれば、隣レーンへレーン変更したところで、直ぐに元のレーンへ戻らなければならない。この場合のレーン変更は自車両にとっては全く無駄な動作である。さらに、それだけにとどまらず、その動作によって交通流にみだれを生じさせ、円滑な交通流の実現を妨げてしまう。

50

【 0 0 6 2 】

ゆえに、走行レーン決定部 1 3 5 は、隣レーンの車両密度が閾値密度よりも低い場合、他車両が隣レーンから自レーンへ進入する進入頻度 F_1 が閾値頻度 F_{THR1} よりも低い場合に限り、自車両走行レーンを隣レーンへ変更することを選択する。そして、隣レーンの車両密度が閾値密度以上である場合や、隣レーンの車両密度が閾値密度よりも低くても進入頻度 F_1 が閾値頻度 F_{THR1} 以上である場合は、走行レーン決定部 1 3 5 は、隣レーンを自車両走行レーンとして選択しないとする判断を維持する。

【 0 0 6 3 】

ここで、図 9 は、走行レーン決定部 1 3 5 を含むレーン選択部 1 3 0 によるレーン選択の流れを示すフローチャートである。レーン選択部 1 3 0 は、レーン変更が行われるまでの間、このフローチャートに示す処理を所定の周期で繰り返し実施している。まず、ステップ S 2 1 では、レーン選択部 1 3 0 は、周辺物体情報と走路情報とをそれぞれ周辺物体認識部 1 2 0 と走路認識部 1 1 0 とから取得する。ステップ S 2 2 では、レーン選択部 1 3 0 は、ステップ S 2 1 で取得した周辺物体情報と走路情報とに基づいて、隣レーンの車両密度、閾値密度、進入頻度、及び閾値頻度をそれぞれ計算する。

【 0 0 6 4 】

ステップ S 2 3 では、レーン選択部 1 3 0 は、ステップ S 2 2 で計算した隣レーンの車両密度と閾値密度とを比較し、隣レーンの車両密度が閾値密度より低いかどうか判定する。隣レーンの車両密度が閾値密度以上である場合、レーン選択部 1 3 0 は、ステップ S 2 6 において現在の自車両走行レーンの維持を選択する。

【 0 0 6 5 】

隣レーンの車両密度が閾値密度より低い場合、レーン選択部 1 3 0 は、続いてステップ S 2 4 の判定を行う。ステップ S 2 4 では、レーン選択部 1 3 0 は、他車両が隣レーンから自レーンへ進入する進入頻度 F_1 が閾値頻度 F_{THR1} より低いかどうか判定する。進入頻度 F_1 が閾値頻度 F_{THR1} より低ければ、レーン選択部 1 3 0 は、ステップ S 2 5 において、隣レーンへの自車両走行レーンの変更を選択する。しかし、進入頻度 F_1 が閾値頻度 F_{THR1} 以上である場合、レーン選択部 1 3 0 は、ステップ S 2 6 において、隣レーンを自車両走行レーンとして選択しないとする判断を維持し、現在の自車両走行レーンの維持を選択する。

【 0 0 6 6 】

このような手順でレーン選択が行われることにより、前方に工事区間がある、前方で事故が起きている等の理由により空いているレーンにレーン変更してしまうことは低減される。ゆえに、レーン変更の後に、再度元のレーンにレーン変更しなくなればなくなるような無駄な車両動作を減らすことができる。このため、本実施の形態に係る自動運転システムによれば、乗員が違和感を覚えることを抑えることができる。また、本実施の形態に係る自動運転システムによれば、無駄なレーン変更が行われることによる交通流の乱れを抑えることで、円滑な交通流の実現に資することができる。

【 0 0 6 7 】

実施の形態 2

本実施の形態に係る自動運転システムは、実施の形態 1 に係る自動運転システムと同じく、図 2 に示す構成を有し、図 1 に示す自動運転車両に搭載される。本実施の形態に係る自動運転システムと実施の形態 1 に係る自動運転システムとの相違は、閾値密度計算部 1 3 2 による閾値密度の計算方法と、閾値頻度計算部 1 3 4 による閾値頻度の計算方法とにある。

【 0 0 6 8 】

本実施の形態では、閾値密度計算部 1 3 2 は、自レーンの車両密度を閾値密度として計算する。図 3 に示すように、自車両走行レーン L 2 において認識可能な車両は最近傍の先行車両 2 0 1 と後続車両 2 0 2 のみであり、それ以外の車両は自律認識センサ 1 0 - 1 3 , 2 0 - 2 2 , 3 0 (図 1 参照) の死角に入るために認識することが難しい。そこで、本実施の形態では、統計的な方法で自レーンの車両密度を求めるのではなく、車両密度と相

10

20

30

40

50

関のある情報から自レーンの車両密度を推定することが行われる。

【 0 0 6 9 】

車両密度と相関のある情報とは、車両が走行している道路の標準的な走行速度と、車両の実際の走行速度との関係である。具体的には、車両が標準的な走行速度で走行している状況と、車両が標準的な走行速度よりも低い速度で走行している状況とを比べた場合、前者の状況における車両密度よりも後者の状況における車両密度のほうが高くなりがちである。また、標準的な走行速度が高い道路と、標準的な走行速度が低い道路とでは、前者の道路における車両密度よりも後者の道路における車両密度のほうが高くなりがちである。ゆえに、自レーンを走行している車両の走行速度と、自レーンの標準的な走行速度とが分かれば、それらに基づいて自レーンの車両密度を推定することができる。

10

【 0 0 7 0 】

閾値密度計算部 1 3 2 は、周辺物体の認識情報に含まれる先行車両 2 0 1 の走行速度を取得するとともに、地図データベース 5 (図 2 参照) より自レーン L 2 の制限速度を標準的な走行速度として取得する。先行車両 2 0 1 の走行速度は、自レーンを走行している車両の走行速度の代表値として用いられる。閾値密度計算部 1 3 2 は、先行車両 2 0 1 の走行速度と標準的な走行速度とをそれぞれ引数として、図 1 0 に示すテーブルを検索する。このテーブルによれば、標準的な走行速度から、標準的な車両密度の代表値が得られる。また、このテーブルによれば、標準的な走行速度と先行車両の走行速度とから、標準的な車両密度の代表値に掛けられる係数が得られる。そして、標準的な車両密度の代表値に係数を乗じて得られる値が、自レーンの車両密度として算出される。なお、標準的な車両密度の代表値には、例えば、走行速度と車両密度との関係について実地調査することで得られた固定値を用いてもよい。或いは、隣レーン L 1 の車両密度の時系列平均値を、自レーン L 2 の標準的な車両密度の代表値として用いてもよい。

20

【 0 0 7 1 】

図 1 1 は、図 1 0 に示すテーブルで規定されるパラメータ間の関係性を表したグラフである。このグラフに示すように、自レーンの標準的な走行速度と自レーンの先行車両の走行速度との差が大きいくほど、閾値密度計算部 1 3 2 により計算される自レーンの車両密度は大きくなる。また、自レーンの標準的な走行速度が小さいほど、閾値密度計算部 1 3 2 により計算される自レーンの車両密度は大きくなる。なお、本実施の形態では図 1 0 に示すテーブルを用いて自レーンの車両密度を計算するとしたが、図 1 1 に示すグラフに表されるパラメータ間の関係性を関数で規定し、その関数を用いて自レーンの車両密度、すなわち、閾値密度を計算するようにしてもよい。

30

【 0 0 7 2 】

本実施の形態では、閾値頻度計算部 1 3 4 は、隣レーンの車両密度と自レーンの車両密度との差に基づいて比較パラメータ P 1 を計算する。レーン間の車両密度の差は、隣レーンの混み具合と自レーンの混み具合との差を表している。隣り合うレーン間で混み具合に差がある場合、車両は、混んでいるレーンから空いているレーンへと自然と移っていく。つまり、隣レーンの車両密度が自レーンの車両密度よりも高い場合、隣レーンから自レーンへのレーン変更が促される。逆に、自レーンの車両密度が隣レーンの車両密度よりも高い場合、自レーンから隣レーンへのレーン変更が促される。ゆえに、閾値頻度計算部 1 3 4 は、レーン間の車両密度の差が正であれば比較パラメータ P 1 の値を大きくし、レーン間の車両密度の差が負であれば比較パラメータ P 1 の値を小さくする。具体的には、レーン間の車両密度の差に正の係数を乗じ得られる値が、比較パラメータ P 1 として計算される。本実施の形態では、閾値頻度計算部 1 3 4 は、レーン間の車両密度の差に基づいて計算された比較パラメータ P 1 と、実施の形態 1 の方法で計算された退出頻度 F 2 とに基づいて閾値頻度 F _ T H R 1 を計算する。なお、比較パラメータ P 1 の計算に用いる隣レーンの車両密度は、隣レーン車両密度計算部 1 3 1 で計算されたものを流用してもよい。比較パラメータ P 1 の計算に用いる自レーンの車両密度は、閾値密度計算部 1 3 2 で計算されたものを流用してもよい。

40

【 0 0 7 3 】

50

本実施の形態に係る自動運転システムによれば、隣レーンの車両密度に加えて、自レーンの混み具合も考慮して、隣レーンへレーン変更するかしないかが決定される。このため、自車両のレーン変更が交通流を分散させる効果や、無駄なレーン変更を減らして交通流の乱れを抑える効果を高めることができる。

【0074】

実施の形態3

本実施の形態に係る自動運転システムは、実施の形態1に係る自動運転システムと同じく、図2に示す構成を有し、図1に示す自動運転車両に搭載される。本実施の形態に係る自動運転システムと実施の形態1に係る自動運転システムとの相違は、周辺物体認識部120による周辺物体の認識方法にある。

【0075】

本実施の形態では、周辺物体認識部120は、路車間通信装置40により受信した道路交通情報を取得する。路車間通信装置40が通信する道路交通情報通信システム等のインフラ設備では、道路を走行している車両の位置情報を集めて道路交通情報として発信している。ゆえに、周辺物体認識部120が取得する道路交通情報には、少なくとも、自車両が走行している道路上での他車両の大まかな位置情報が含まれている。つまり、本実施の形態では、周辺物体の認識は予めインフラ設備の側で行われており、周辺物体認識部120はその認識情報を受信してレーン選択部130へ出力する。

【0076】

具体的には、周辺物体認識部120は、認識情報である他車両の位置情報を、自レーンを走行している他車両の位置情報と、隣レーンを走行している他車両の位置情報とに分別する。周辺物体認識部120は、隣レーンを走行している他車両の位置情報を隣レーン車両密度計算部131、進入頻度計算部133、及び閾値頻度計算部134へ出力する。また、周辺物体認識部120は、自レーンを走行している他車両の位置情報を閾値密度計算部132、進入頻度計算部133、及び閾値頻度計算部134へ出力する。

【0077】

隣レーン車両密度計算部131は、隣レーンを走行している他車両の位置情報に基づいて隣レーンの車両密度を計算する。閾値密度計算部132は、自レーンを走行している他車両の位置情報に基づいて自レーンの車両密度を閾値密度として計算する。3台以上の車両の位置情報から車両密度を計算する方法は、実施の形態1で述べた通りである。本実施の形態では、自レーンの車両密度の計算方法に、実施の形態1で述べた隣レーンの車両密度の計算方法が応用される。

【0078】

進入頻度計算部133は、隣レーンを走行している他車両の位置情報と、自レーンを走行している他車両の位置情報とに基づいて隣レーンから自レーンへ他車両が進入する進入頻度を計算する。例えば、自車両の位置を基準にして設定される所定領域に関し、隣レーンを走行している他車両の総台数と、自レーンを走行している他車両の総台数とをそれぞれ計算し、それらの増減に基づいて隣レーンから自レーンへ進入してきた他車両の台数を計算し、その台数に基づいて隣レーンから自レーンへの進入頻度を計算してもよい。

【0079】

閾値頻度計算部134は、隣レーン車両密度計算部131で計算された隣レーンの車両密度と、閾値密度計算部132で計算された自レーンの車両密度との差に基づいて比較パラメータを計算する。また、閾値頻度計算部134は、隣レーンを走行している他車両の位置情報と、自レーンを走行している他車両の位置情報に基づいて自レーンから隣レーンへ他車両が退出する退出頻度を計算する。例えば、自車両の位置を基準にして設定される所定領域に関し、隣レーンを走行している他車両の総台数と、自レーンを走行している他車両の総台数とをそれぞれ計算し、それらの増減に基づいて自レーンから隣レーンへ退出していった他車両の台数を計算し、その台数に基づいて自レーンから隣レーンへの退出頻度を計算してもよい。閾値頻度計算部134は、このように計算された比較パラメータと退出頻度とに基づいて閾値頻度を計算する。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 0 】

本実施の形態に係る自動運転システムによれば、自律認識センサを用いずとも、隣レーンの車両密度に関する情報、自レーンの車両密度に関する情報、隣レーンから自レーンへの進入頻度に関する情報、及び自レーンから隣レーンへの退出頻度に関する情報を取得することができる。ゆえに、本実施の形態に係る自動運転システムによれば、自律認識センサが有効に機能しない状況下であっても、レーンごとの交通流の偏りを解消するように、また、無駄なレーン変更を行わないように自車両の走行を制御することができる。なお、本実施の形態に係る周辺物体の認識方法は、自律認識センサを用いた周辺物体の認識方法と併用してもよい。

【 0 0 8 1 】

実施の形態 4

本実施の形態に係る自動運転システムは、実施の形態 1 に係る自動運転システムと同じく、図 2 に示す構成を有し、図 1 に示す自動運転車両に搭載される。本実施の形態に係る自動運転システムと実施の形態 1 に係る自動運転システムとの相違は、周辺物体認識部 1 2 0 による周辺物体の認識方法にある。また、隣レーン車両密度計算部 1 3 1、閾値密度計算部 1 3 2、進入頻度計算部 1 3 3、及び閾値頻度計算部 1 3 4 の各部における計算方法も、実施の形態 1 に係る自動運転システムとは相違する。

【 0 0 8 2 】

本実施の形態では、各車両の自律認識センサにより得られた認識情報や、路上設置の認識装置により得られた認識情報は、インターネット上のサーバーに集められる。そして、サーバーは収集した情報を処理し、道路ごとレーンごとに車両密度を計算する。また、レーン間の車両の移動の頻度の計算もサーバーにおいて行われる。このような前提のもと、移動通信装置 4 1 は、自車両が走行している道路に関する情報をサーバーに送信し、サーバーからは、自車両が走行している道路のレーンごとの車両密度と、レーン間の車両の移動の頻度とを受信する。

【 0 0 8 3 】

周辺物体認識部 1 2 0 は、移動通信装置 4 1 が受信したレーンごとの車両密度を、隣レーンの車両密度と自レーンの車両密度とに分別する。周辺物体認識部 1 2 0 は、隣レーンの車両密度を隣レーン車両密度計算部 1 3 1 と閾値頻度計算部 1 3 4 へ出力し、自レーンの車両密度を閾値密度計算部 1 3 2 と閾値頻度計算部 1 3 4 へ出力する。また、周辺物体認識部 1 2 0 は、移動通信装置 4 1 が受信したレーン間の車両の移動の頻度を、隣レーンから自レーンへの進入頻度と自レーンから隣レーンへの退出頻度とに分別する。周辺物体認識部 1 2 0 は、隣レーンから自レーンへの進入頻度を進入頻度計算部 1 3 3 へ出力し、自レーンから隣レーンへの退出頻度を閾値頻度計算部 1 3 4 へ出力する。

【 0 0 8 4 】

隣レーン車両密度計算部 1 3 1 は、周辺物体認識部 1 2 0 から入力された隣レーンの車両密度をそのまま走行レーン決定部 1 3 5 へ出力する。閾値密度計算部 1 3 2 は、周辺物体認識部 1 2 0 から入力された自レーンの車両密度を閾値密度としてそのまま走行レーン決定部 1 3 5 へ出力する。進入頻度計算部 1 3 3 は、周辺物体認識部 1 2 0 から入力された進入頻度をそのまま走行レーン決定部 1 3 5 へ出力する。つまり、本実施の形態では、レーンごとの車両密度の計算と、レーン間の車両の移動の頻度の計算は予めサーバーで行なわれているので、周辺物体認識部 1 2 0、隣レーン車両密度計算部 1 3 1、閾値密度計算部 1 3 2、及び進入頻度計算部 1 3 3 は、移動通信装置 4 1 が受信したサーバーの計算結果をそのまま下流へ伝達するだけでよい。

【 0 0 8 5 】

閾値頻度計算部 1 3 4 は、周辺物体認識部 1 2 0 から入力された隣レーンの車両密度と自レーンの車両密度とに基づいて比較パラメータを計算する。閾値頻度計算部 1 3 4 は、計算した比較パラメータと、周辺物体認識部 1 2 0 から入力された退出頻度とに基づいて閾値頻度を計算し、計算した閾値頻度を走行レーン決定部 1 3 5 へ出力する。つまり、本実施の形態では、走行レーンの決定に必要な情報のうち閾値頻度の計算のみがレーン選択

10

20

30

40

50

部 1 3 0 において行われる。

【 0 0 8 6 】

本実施の形態に係る自動運転システムによれば、自律認識センサを用いずとも、隣レーンの車両密度、自レーンの車両密度、隣レーンから自レーンへの進入頻度、自レーンから隣レーンへの退出頻度をそれぞれ取得することができる。ゆえに、本実施の形態に係る自動運転システムによれば、自律認識センサが有効に機能しない状況下であっても、レーンごとの交通流の偏りを解消するように、また、無駄なレーン変更を行わないように自車両の走行を制御することができる。なお、本実施の形態に係る周辺物体の認識方法は、自律認識センサを用いた周辺物体の認識方法と併用してもよい。

【 0 0 8 7 】

実施の形態 5

本実施の形態に係る自動運転システムは、実施の形態 1 に係る自動運転システムと同じく、図 2 に示す構成を有し、図 1 に示す自動運転車両に搭載される。本実施の形態に係る自動運転システムと実施の形態 1 に係る自動運転システムとの相違は、レーン変更提案部 1 4 2 の機能にある。

【 0 0 8 8 】

実施の形態 1 では、隣レーンが空いていたとしても、隣レーンから自レーンへ他車両が進入する進入頻度が高い場合には、隣レーンの前方に進行を妨げる要因があるとの推定のもと、隣レーンを自車両走行レーンとして選択しないと判断が維持される。しかし、その要因は実際には自車両とは無関係である可能性がある。例えば、自車両が自動車専用道路においてインターチェンジの出口側のレーンを走行している場合、そのインターチェンジの出口に向かう車両が隣レーンから一斉に自レーンに進入してくるケースがある。このような場合、隣レーンが空いている理由は自車両とは無関係であり、隣レーンへのレーン変更を行わなければ渋滞に巻き込まれてしまう。

【 0 0 8 9 】

そこで、本実施の形態では、隣レーンの空き状況は隣レーンを自車両走行レーンとして選択するための選択基準を満たしているが、隣レーンの前方に進行を妨げる要因があると推定された場合、隣レーンへのレーン変更を行うかどうかの判断は運転者に委ねるようにする。運転者自身が最終判断をすることで、レーン変更を行なった結果或いは行わなかった結果に対して、乗員が違和感を覚えることは抑えられる。レーン変更を行うかどうかの判断を運転者に委ねる方法として、本実施の形態では、レーン変更提案部 1 4 2 による提案が用いられる。

【 0 0 9 0 】

レーン変更提案部 1 4 2 は、具体的には、レーン選択部 1 3 0 により、隣レーンの車両密度は閾値密度より低いが、進入頻度が閾値頻度以上であると判断された場合、隣レーンのほうが空いていることを運転者に伝えた上で、隣レーンへのレーン変更を運転者に提案する。このとき、隣レーンの前方に進行を妨げる何らかの要因があることも一緒に伝えてもよい。レーン変更提案部 1 4 2 による提案は、HMI 7 を介して音（例えば音声）或いは光（例えば画像）によって行われる。

【 0 0 9 1 】

ここで、図 1 2 は、本実施の形態に係るレーン変更制御の流れを示すフローチャートである。制御装置 1 0 0 は、レーン変更を行うまでの間、このフローチャートに示す処理を所定の周期で繰り返し実施している。まず、ステップ S 3 1 では、レーン選択部 1 3 0 は、周辺物体情報と走路情報とをそれぞれ周辺物体認識部 1 2 0 と走路認識部 1 1 0 とから取得する。ステップ S 3 2 では、レーン選択部 1 3 0 は、ステップ S 3 1 で取得した周辺物体情報と走路情報とに基づいて、隣レーンの車両密度、閾値密度、進入頻度、及び閾値頻度をそれぞれ計算する。各情報の取得方法、及び各パラメータの計算方法は、実施の形態 1 - 4 のいずれの方法を用いてもよい。

【 0 0 9 2 】

ステップ S 3 3 では、レーン選択部 1 3 0 は隣レーンの車両密度と閾値密度とを比較し

10

20

30

40

50

、隣レーンの車両密度が閾値密度より低いかどうか判定する第1の判断処理を行う。隣レーンの車両密度が閾値密度以上である場合、制御部140は、ステップS37において、現在の自車両走行レーンの維持をするように自車両の走行を制御する。

【0093】

隣レーンの車両密度が閾値密度より低い場合、レーン選択部130は、続いてステップS34の判定を行う。ステップS34では、レーン選択部130は、他車両が隣レーンから自レーンへ進入する進入頻度が閾値頻度より低いかどうか判定する第2の判断処理を行う。進入頻度が閾値頻度より低い場合、ステップS35の処理が選択される。ステップS35では、レーン選択部130は、第3の判断処理として隣レーンを自車両走行レーンとして選択し、制御部140は、隣レーンへのレーン変更を自動で行うように自車両の走行

10

【0094】

進入頻度が閾値頻度以上である場合、ステップS36の処理が選択される。ステップS36では、制御部140のレーン変更提案部142は、隣レーンへのレーン変更を運転者に提案する。制御部140は、レーン変更提案部142の提案に運転者が同意したときには、隣レーンへのレーン変更を自動で行い、運転者が提案に同意しなかったときには、現在の自車両走行レーンを維持する。

【0095】

実施の形態6

本実施の形態に係る自動運転システムは、実施の形態1に係る自動運転システムと同じく、図1に示す自動運転車両に搭載される。ただし、その構成は、実施の形態1に係る自動運転システムの構成とは異なっている。図13は、本実施の形態に係る自動運転システムの構成を示すブロック図である。図13には、本実施の形態に係る制御装置100が有する自動運転のための機能のうち、特に、自車両のレーン変更に関する機能がブロックで表現されている。なお、図13において、実施の形態1に係る制御装置100が有する機能と共通の機能については、共通の符号を用いている。

20

【0096】

本実施の形態に係る自動運転システムは、隣レーンへのレーン変更の要求があった場合、隣レーンにレーン変更が可能な空きを検知したらレーン変更を自動で行う機能を有する。レーン変更の要求には、運転者からの要求と、自動運転システムの内部で生成された要求とが含まれる。ただし、隣レーンにレーン変更が可能な空きがあったとしても、隣レーンから自レーンへの他車両の進入頻度が高い場合、隣レーンを自車両走行レーンとして選択しないとする判断が維持される。このような機能を実現するために、本実施の形態に係る制御装置100のレーン選択部130は、レーン変更要求検知部136、隣レーン車間距離計算部137、進入頻度計算部133、閾値頻度計算部134、及び走行レーン決定部138を備える。ただし、進入頻度計算部133と閾値頻度計算部134の機能については、実施の形態1-5で述べた通りである。

30

【0097】

レーン変更要求検知部136は、運転者がHMI7を操作することで入力されるレーン変更の要求を検知する。また、レーン変更要求検知部136は、自動運転システムの内部で計画された走行レーン計画に基づくレーン変更の要求を検知する。レーン変更の要求が検知された場合、レーン変更要求検知部136は、レーン変更の要求が有ることを通知する信号を走行レーン決定部138へ出力する。

40

【0098】

隣レーン車間距離計算部137は、周辺物体認識部120からレーン選択部130に入力される周辺物体の認識情報を取得する。周辺物体の認識情報には、隣レーンを走行している他車両の位置及び速度が含まれる。隣レーン車間距離計算部137は、隣レーンを走行している他車両の位置及び速度に基づいて、隣レーンを走行している車両ごとにその前方の車両との間の車間距離を計算する。隣レーンの車間距離は、隣レーンの空き状況を示すパラメータの1つである。

50

【 0 0 9 9 】

図3に示す例では、車両211と車両212との間の車間距離、車両212と車両213との間の車間距離、及び車両213と車両214との間の車間距離がそれぞれ計算される。ただし、隣レーンを走行する他車両の走行速度が自車両の走行速度より遅い場合、自車両よりも前を走行する他車両の車間距離（図3に示す例では、車両211と車両212との間の車間距離）のみを計算してもよい。隣レーンを走行する他車両の走行速度が自車両の走行速度より速い場合、自車両よりも後を走行する他車両の車間距離（図3に示す例では、車両213と車両214との間の車間距離）のみを計算してもよい。隣レーン車両密度計算部131は、予め定められた周期で隣レーンを走行する各車両の車間距離の計算値を更新する。

10

【 0 1 0 0 】

走行レーン決定部138は、レーン変更要求検知部136からレーン変更の要求があったことを通知された場合、隣レーン車間距離計算部137で計算された各車両の車間距離を閾値距離と比較する。閾値距離は、自車両が安全に割り込むことができる車間距離であって、隣レーンを自車両走行レーンとして選択するかどうか判断するための選択基準である。閾値距離は、固定値としてもよいし、隣レーンを走行する他車両の自車両に対する相対速度を変数とする関数で表してもよい。

【 0 1 0 1 】

隣レーンの車間距離が閾値距離よりも大きい場合、その車間距離を与える車両と車両との間に割り込むようにレーン変更を行うことで、隣レーンへのレーン変更を安全に達成することができる。ただし、隣レーンの前方に進行を妨げる要因が存在するために、隣レーンの車間距離が大きくなっているのであれば、隣レーンへレーン変更したところで、直ぐに元のレーンへ戻らなければならない。この場合のレーン変更は自車両にとっては全く無駄な動作である。さらに、それだけにとどまらず、その動作によって交通流にみだれを生じさせ、円滑な交通流の実現を妨げてしまう。

20

【 0 1 0 2 】

ゆえに、走行レーン決定部138は、隣レーンの車間距離が閾値距離よりも大きい場合、他車両が隣レーンから自レーンへ進入する進入頻度が閾値頻度よりも低い場合に限り、自車両走行レーンを隣レーンへ変更することを選択する。そして、隣レーンの車間距離が閾値距離以下である場合や、隣レーンの車間距離が閾値距離よりも大きくても進入頻度が閾値頻度以上である場合は、走行レーン決定部138は、隣レーンを自車両走行レーンとして選択しないと判断を維持する。

30

【 0 1 0 3 】

ここで、図14は、走行レーン決定部138を含むレーン選択部130によるレーン選択の流れを示すフローチャートである。レーン選択部130は、レーン変更が行われるまでの間、このフローチャートに示す処理を所定の周期で繰り返し実施している。まず、ステップS41では、レーン選択部130は、周辺物体情報と走路情報とをそれぞれ周辺物体認識部120と走路認識部110とから取得する。

【 0 1 0 4 】

ステップS42では、レーン選択部130は、レーン変更の要求が有るかどうかを判定する。レーン変更の要求が無い場合、レーン選択部130は、ステップS47において現在の自車両走行レーンの維持を選択する。

40

【 0 1 0 5 】

レーン変更の要求が有る場合、レーン選択部130は、ステップS43の処理を行う。ステップS43では、レーン選択部130は、ステップS41で取得した周辺物体情報と走路情報とに基づいて、隣レーンの車間距離、進入頻度、及び閾値頻度をそれぞれ計算する。なお、ここでいう隣レーンの車間距離とは、隣レーンへのレーン変更の際に自車両が割り込むことになる車両と車両との間の車間距離である。

【 0 1 0 6 】

ステップS44では、レーン選択部130は、ステップS43で計算した隣レーンの車

50

間距離と閾値距離とを比較し、隣レーンの車間距離が閾値距離より大きいかどうか判定する。隣レーンの車間距離が閾値距離以下である場合、レーン選択部130は、ステップS47において現在の自車両走行レーンの維持を選択する。

【0107】

隣レーンの車間距離が閾値距離より大きい場合、レーン選択部130は、続いてステップS45の判定を行う。ステップS45では、レーン選択部130は、他車両が隣レーンから自レーンへ進入する進入頻度が閾値頻度より低いかどうか判定する。進入頻度が閾値頻度より低ければ、レーン選択部130は、ステップS46において、隣レーンへの自車両走行レーンの変更を選択する。しかし、進入頻度が閾値頻度以上である場合、レーン選択部130は、ステップS47において、隣レーンを自車両走行レーンとして選択しないとする判断を維持し、現在の自車両走行レーンの維持を選択する。

10

【0108】

このようにレーン選択が行われることで、レーン変更の要求に応じてレーン変更を行った後に、再度元のレーンにレーン変更しなくなるとなるような無駄な車両動作を減らすことができる。このため、本実施の形態に係る自動運転システムによれば、乗員が違和感を覚えることを抑えることができ、また、無駄なレーン変更が行われることによる交通流の乱れを抑えることで、円滑な交通流の実現に資することができる。

【0109】

その他実施の形態

自レーンの車両密度に基づいて閾値密度を計算する場合において、自レーンの車両密度は次のように計算されてもよい。まず、自車両があるレーンを走行している場合に、例えば実施の形態1に記載の方法にて隣レーンの車両密度が計算される。隣レーンの車両密度はメモリに記憶され、所定の周期で更新されていく。そして、隣レーンへの変更が行われるとき、その時点においてメモリに記憶されていた隣レーンの車両密度が読み出され、自レーンの車両密度としてメモリの別領域に記憶される。記憶された自レーンの車両密度は、再びレーン変更が行われるまで保持される。

20

【0110】

上述の実施の形態ではレーン数が2つの道路を自車両が走行している場合を例にとって説明したが、自車両が走行する道路のレーン数は3つ以上でもよい。ただし、レーン数が3つ以上の場合、レーン変更が可能なレーンが自レーンの両隣に存在するために、右隣レーンへのレーン変更と左隣レーンへのレーン変更の何れか一方を選択しなければならない場面が生じ得る。その場合は、両隣のレーンについて他車両の進入頻度を計算し、進入頻度が閾値頻度よりも低いレーンを選択すればよい。右隣のレーンからの進入頻度と左隣のレーンからの進入頻度の両方が閾値頻度よりも低い場合は、進入頻度がより低い方のレーンを選択してもよい。

30

【符号の説明】

【0111】

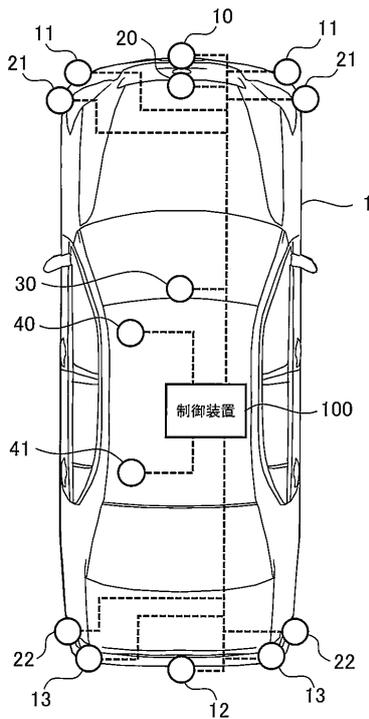
- 1 車両（自車両）
- 2 自動運転システム
- 3 内部センサ
- 4 GPS受信機
- 5 地図データベース
- 6 ナビゲーションシステム
- 7 HMI
- 8 アクチュエータ
- 10, 11, 12, 13 ライダー（自律認識センサ）
- 20, 21, 22 レーダー（自律認識センサ）
- 30 カメラ（自律認識センサ）
- 40 路車間通信装置
- 41 移動通信装置

40

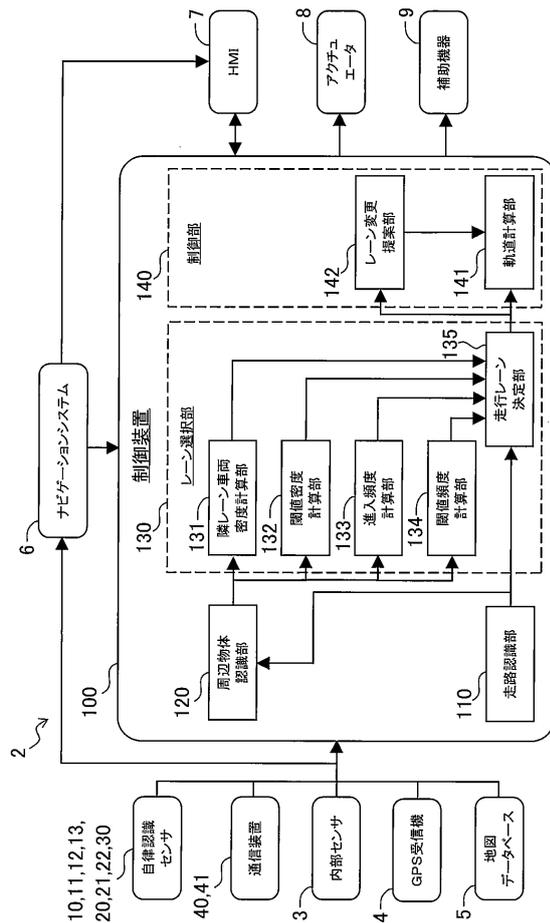
50

- 100 制御装置
- 110 走路認識部
- 120 周辺物体認識部
- 130 レーン選択部
- 131 隣レーン車両密度計算部
- 132 閾値密度計算部
- 133 進入頻度計算部
- 134 閾値頻度計算部
- 135, 138 走行レーン決定部
- 136 レーン変更要求検知部
- 137 隣レーン車間距離計算部
- 140 制御部
- 141 軌道計算部
- 142 レーン変更提案部
- 201, 202, 211, 212, 213, 214 車両(他車両)
- L1, L2 レーン

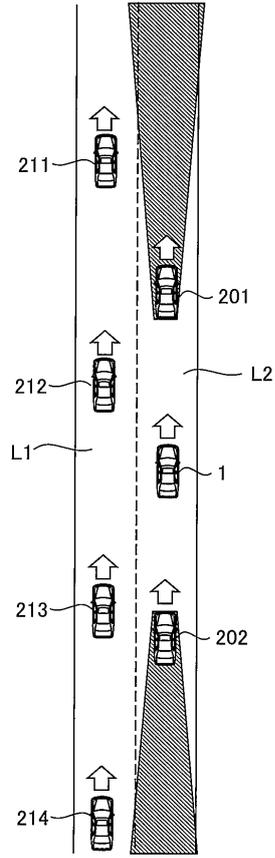
【図1】



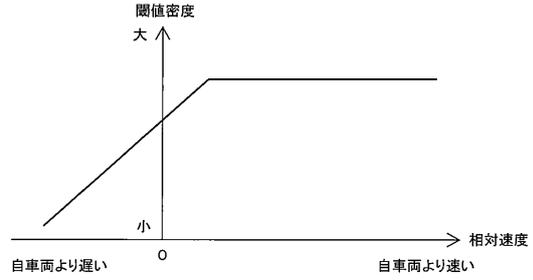
【図2】



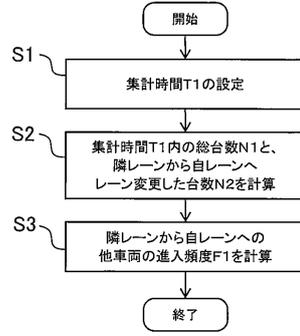
【図3】



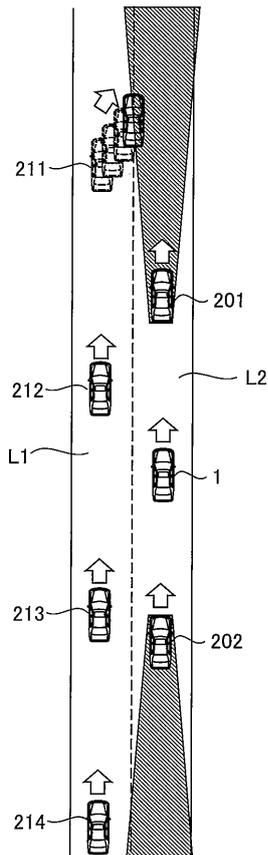
【図4】



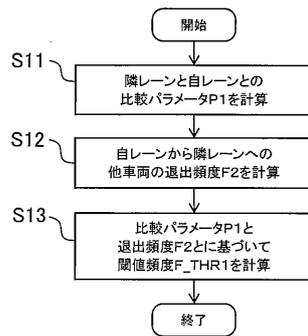
【図5】



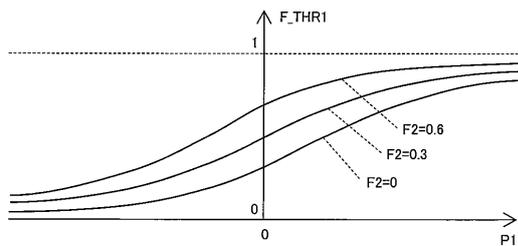
【図6】



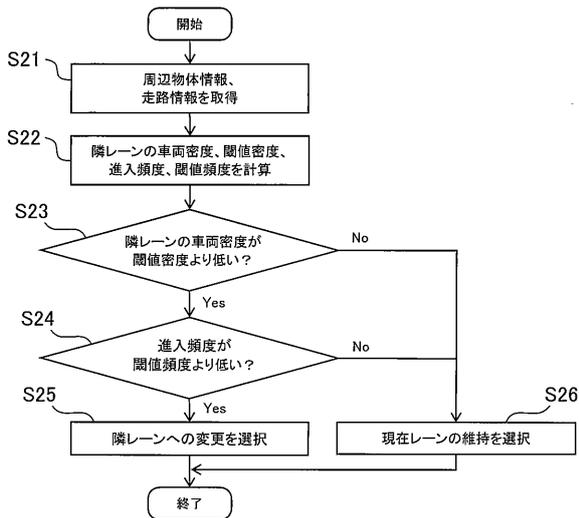
【図7】



【図8】



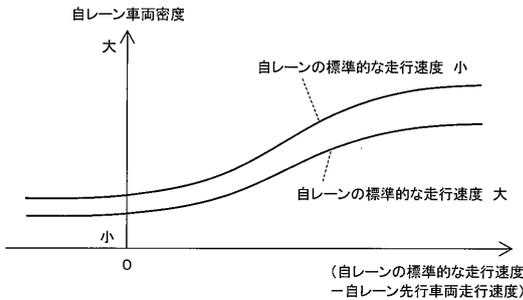
【図9】



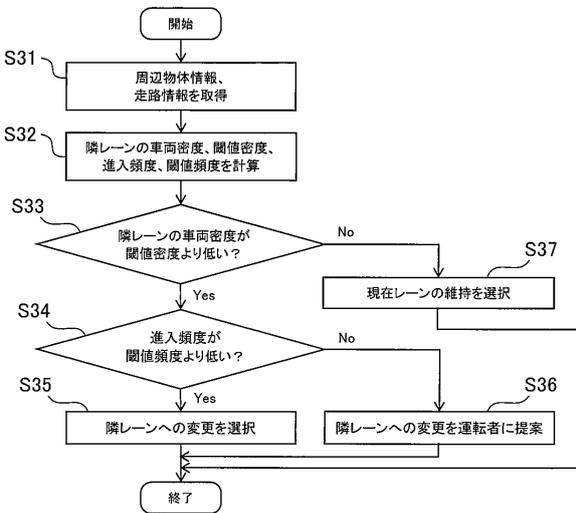
【図10】

標準的な 走行速度[km/h]	自レーン先行車両 走行速度[km/h]	自レーン車両密度
60	20	(標準的な車両密度の代表値)*1.7
	40	(標準的な車両密度の代表値)*1.3
	60以上	(標準的な車両密度の代表値)*1
100	60	(標準的な車両密度の代表値)*1.5
	80	(標準的な車両密度の代表値)*1.2
	100以上	(標準的な車両密度の代表値)*1

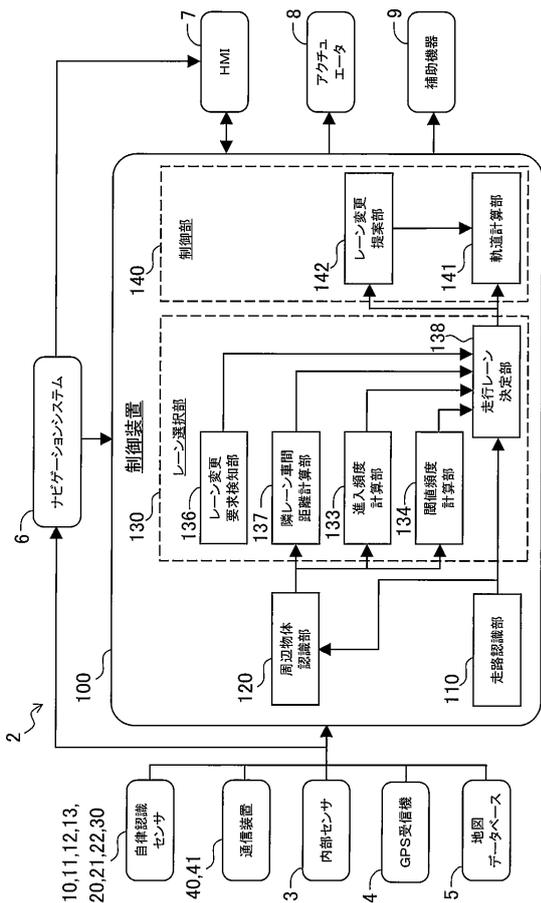
【図11】



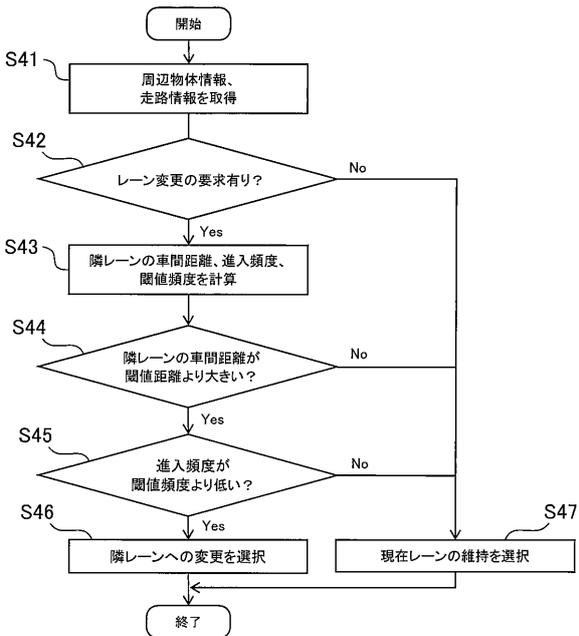
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

- (72)発明者 青木 健一郎
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 栗山 智行
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 白石 剛史

- (56)参考文献 特開2003-151095(JP,A)
特開2010-211304(JP,A)
特開2004-38861(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|-----------|
| G 0 8 G | 1 / 0 0 |
| B 6 0 W | 3 0 / 0 0 |
| G 0 8 G | 1 / 1 6 |