

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6791616号  
(P6791616)

(45) 発行日 令和2年11月25日(2020.11.25)

(24) 登録日 令和2年11月9日(2020.11.9)

(51) Int. Cl.	F 1	
<b>B 6 O W 30/10</b> (2006.01)	B 6 O W 30/10	
<b>B 6 O W 40/02</b> (2006.01)	B 6 O W 40/02	
<b>B 6 O W 40/10</b> (2012.01)	B 6 O W 40/10	
<b>B 6 2 D 6/00</b> (2006.01)	B 6 2 D 6/00	
<b>G O 8 G 1/16</b> (2006.01)	G O 8 G 1/16	C
請求項の数 4 (全 28 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2015-90260 (P2015-90260)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成27年4月27日(2015.4.27)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2016-203882 (P2016-203882A)	(74) 代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(43) 公開日	平成28年12月8日(2016.12.8)	(74) 代理人	100113435 弁理士 黒木 義樹
審査請求日	平成29年6月15日(2017.6.15)	(74) 代理人	100187311 弁理士 小飛山 悟史
審判番号	不服2019-6105 (P2019-6105/J1)	(74) 代理人	100161425 弁理士 大森 鉄平
審判請求日	令和1年5月10日(2019.5.10)	(72) 発明者	金道 敏樹 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】 自動運転車両システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両の周辺情報を認識する周辺情報認識部と、  
前記車両の車両状態を認識する車両状態認識部と、  
前記車両の前記周辺情報に基づいて走行計画を生成すると共に、前記車両状態及び前記周辺情報の少なくともいずれかに基づいて前記走行計画における前記車両の目標制御値の制御幅を生成する走行計画生成部と、  
前記走行計画、前記車両状態及び前記制御幅に基づいて、前記車両状態が前記目標制御値に対応する目標車両状態になるように指令制御値を演算する第1の演算部と、  
前記指令制御値に基づいて前記車両の走行を制御するアクチュエータと、  
を備え、

前記第1の演算部は、現在の前記車両状態が前記制御幅外に対応する車両状態から前記制御幅内に対応する車両状態となった場合、前記車両状態が前記制御幅外に対応する車両状態であるときと比べて、前記車両状態を緩やかに前記目標車両状態に近づけるように前記指令制御値を演算する、自動運転車両システム。

【請求項2】

前記走行計画生成部は第1のECUに含まれ、  
前記第1の演算部は、前記第1のECUとは異なる第2のECUに含まれる、請求項1に記載の自動運転車両システム。

【請求項3】

車両の周辺情報を認識する周辺情報認識部と、  
 前記車両の車両状態を認識する車両状態認識部と、  
 前記車両の前記周辺情報に基づいて走行計画を生成すると共に、前記車両状態及び前記  
 周辺情報の少なくともいずれかに基づいて前記走行計画における前記車両の目標制御値の  
 制御幅を生成する走行計画生成部と、

前記走行計画に基づいて、前記車両状態が前記目標制御値に対応する目標車両状態にな  
 るように指令制御値を演算する第2の演算部と、

前記指令制御値に応じた出力により前記車両の走行を制御するアクチュエータと、

前記車両状態及び前記制御幅に基づいて前記アクチュエータのパラメータを制御するア  
 クチュエータ制御部と、

を備え、

前記アクチュエータ制御部は、現在の前記車両状態が前記制御幅外に対応する車両状態  
 から前記制御幅内に対応する車両状態となった場合、前記車両状態が前記制御幅外に対応  
 する車両状態であるときと比べて、現在の前記アクチュエータの出力を緩やかに前記指令  
 制御値に応じた出力に近づけるように前記パラメータを変更する、自動運転車両システム  
 。

【請求項4】

前記走行計画生成部は第1のECUに含まれ、

前記第2の演算部は、前記第1のECUとは異なる第2のECUに含まれる、請求項3  
 に記載の自動運転車両システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の一側面は、自動運転車両システムに関する。

【背景技術】

【0002】

例えば特許文献1に記載されているように、車両の走行を制御する自動運転車両システ  
 ムがある。このような自動運転車両システムは、例えば、走行すべき軌跡を算出し、算出  
 した軌跡上を車両が走行するように操舵を制御している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許出願公開第2010/0228420号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、走行すべき軌跡から車両が小さく逸脱している場合と、走行すべき軌跡から  
 車両が大きく逸脱している場合とでは、車両の状況が異なっている。しかしながら、従来  
 の自動運転車両システムは、走行すべき軌跡から車両が小さく逸脱している場合であって  
 も、走行すべき軌跡から車両が大きく逸脱している場合であっても、走行すべき軌跡に向  
 けて同様に車両の走行を制御していた。このように、従来の自動運転車両システムは、走  
 行すべき軌跡からの逸脱が小さいために早期に走行すべき軌跡に向けて車両を走行させる  
 必要がないにも関わらず、走行すべき軌跡から大きく逸脱している場合と同様に車両の走  
 行を制御している。このため、従来の自動運転車両システムでは、走行すべき軌跡から車  
 両が小さく逸脱している場合に車両の乗り心地が悪化することがある。

【0005】

そこで、本発明の一側面は、車両状態が走行計画から大きく逸脱しているときには早期  
 に車両状態を走行計画の目標車両状態に近づけることができ、車両状態が走行計画から小  
 さく逸脱しているときには緩やかに車両状態を走行計画の目標車両状態に近づけること  
 で乗り心地を向上させることができる自動運転車両システムを提供することを目的とする。

10

20

30

40

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明の一側面に係る自動運転車両システムは、車両の周辺情報を認識する周辺情報認識部と、車両の車両状態を認識する車両状態認識部と、車両の周辺情報に基づいて走行計画を生成すると共に、車両状態及び周辺情報の少なくとももいずれかに基づいて走行計画における車両の目標制御値の制御幅を生成する走行計画生成部と、走行計画、車両状態及び制御幅に基づいて、車両状態が目標制御値に対応する目標車両状態になるように指令制御値を演算する第1の演算部と、指令制御値に基づいて車両の走行を制御するアクチュエータと、を備え、第1の演算部は、現在の車両状態が制御幅内に対応する車両状態であるときは現在の車両状態が制御幅外に対応する車両状態であるときと比べて、車両状態を緩やかに目標車両状態に近づけるように指令制御値を演算する。

10

## 【0007】

この自動運転車両システムは、現在の車両状態が制御幅内に対応する車両状態であるときは、現在の車両状態が制御幅外に対応する車両状態であるときと比べて車両状態を緩やかに目標車両状態に近づける。すなわち、自動運転車両システムは、現在の車両状態が制御幅外に対応する車両状態であるときは、現在の車両状態が制御幅内に対応する車両状態であるときと比べて車両状態を早期に目標車両状態に近づける。このように、自動運転車両システムは、車両状態が走行計画から大きく逸脱しているときには早期に車両状態を走行計画の目標車両状態に近づけることができ、車両状態が走行計画から小さく逸脱しているときには緩やかに車両状態を走行計画の目標車両状態に近づけることで乗り心地を向上させることができる。

20

## 【0008】

なお、走行計画生成部が生成する走行計画における車両の目標制御値は、目標位置の時系列データ（目標軌跡）と、各目標位置での目標速度との二つの要素からなる組を含んでもよい。また、目標制御値は、目標位置及び目標速度に加え、目標軌跡の曲率、各目標位置における車両の目標ヨー角、及び各目標位置における目標加速度（目標加減速度）など、種々の情報を含んでもよい。

## 【0009】

走行計画生成部が生成する制御幅は、車両状態が目標車両状態から逸脱したとしても、走行計画上、許容できる目標制御値の幅である。但し、走行計画生成部は、走行計画における全ての種類の目標制御値に対応する制御幅を生成しなくてもよい。例えば、目標制御値として目標位置と目標速度とが設定されている場合、走行計画生成部は、目標位置に対してのみ制御幅を生成してもよい。

30

## 【0010】

車両状態認識部が認識する車両状態は、例えば、車両の速度、車両のヨーレートである。なお、車両状態には、車両の大きさなどの、車両についての種々の情報を含んでもよい。

## 【0011】

走行計画生成部は第1のECUに含まれ、第1の演算部は、第1のECUとは異なる第2のECUに含まれていてもよい。この場合、例えば、第1のECUを車種をまたいで採用する共通要素とし、第2のECUを車種毎に異なる車種別要素とすることができるので、走行計画生成部及び第1の演算部が一つのECUに含まれている場合に比べて、要素の共通化を進めることができる。

40

## 【0012】

本発明の他の一側面に係る自動運転車両システムは、車両の周辺情報を認識する周辺情報認識部と、車両の車両状態を認識する車両状態認識部と、車両の周辺情報に基づいて走行計画を生成すると共に、車両状態及び周辺情報の少なくとももいずれかに基づいて走行計画における車両の目標制御値の制御幅を生成する走行計画生成部と、走行計画に基づいて、車両状態が目標制御値に対応する目標車両状態になるように指令制御値を演算する第2の演算部と、指令制御値に応じた出力により車両の走行を制御するアクチュエータと、車

50

両状態及び制御幅に基づいてアクチュエータのパラメータを制御するアクチュエータ制御部と、を備え、アクチュエータ制御部は、現在の車両状態が制御幅内に対応する車両状態であるときは現在の車両状態が制御幅外に対応する車両状態であるときと比べて、現在のアクチュエータの出力を緩やかに指令制御値に応じた出力に近づけるようにパラメータを変更する。

**【0013】**

この自動運転車両システムは、現在の車両状態が制御幅内に対応する車両状態であるときは、現在の車両状態が制御幅外に対応する車両状態であるときと比べて、現在のアクチュエータの出力を緩やかに指令制御値に応じた出力に近づけるようにパラメータを変更する。すなわち、自動運転車両システムは、現在の車両状態が制御幅外に対応する車両状態であるときは、現在の車両状態が制御幅内に対応する車両状態であるときと比べて、現在のアクチュエータの出力を早期に指令制御値に応じた出力に近づけるようにパラメータを変更する。これにより、自動運転車両システムは、車両状態が走行計画から大きく逸脱しているときには早期に車両状態を走行計画の目標車両状態に近づけることができ、車両状態が走行計画から小さく逸脱しているときには緩やかに車両状態を走行計画の目標車両状態に近づけることで乗り心地を向上させることができる。

10

**【0014】**

走行計画生成部は第1のECUに含まれ、第2の演算部は、第1のECUとは異なる第2のECUに含まれていてもよい。この場合、例えば、第1のECUを車種をまたいで採用する共通要素とし、第2のECUを車種毎に異なる車種別要素とすることができるので、走行計画生成部及び第2の演算部が一つのECUに含まれている場合に比べて、要素の共通化を進めることができる。

20

**【発明の効果】****【0015】**

本発明の種々の側面によれば、車両状態が走行計画から大きく逸脱しているときには早期に車両状態を走行計画の目標車両状態に近づけることができ、車両状態が走行計画から小さく逸脱しているときには緩やかに車両状態を走行計画の目標車両状態に近づけることで乗り心地を向上させることができる。

**【図面の簡単な説明】****【0016】**

30

【図1】第1実施形態に係る自動運転車両システムの構成を示すブロック図である。

【図2】走行計画及び制御幅の設定を説明するための平面図である。

【図3】目標位置に対して目標位置の制御幅を片寄せた場合の平面図である。

【図4】図4(a)はヨー角及びヨー角の制御幅の設定を説明するための図である。図4(b)は速度及び速度の制御幅の設定を説明するための図である。図4(c)は曲率及び曲率の制御幅の設定を説明するための図である。図4(d)は加速度及び加速度の制御幅の設定を説明するための図である。

【図5】図5(a)は走行車線の幅に基づいた制御幅の設定を説明するための図である。図5(b)は周辺車両の大きさに基づいた制御幅の設定を説明するための図である。図5(c)は周辺車両の速度の幅に基づいた制御幅の設定を説明するための図である。図5(d)は周辺車両と車両の目標軌跡との距離に基づいた制御幅の設定を説明するための図である。

40

【図6】走行計画及び制御幅を生成する処理の流れを示すフローチャートである。

【図7】走行計画及び制御幅に基づいて車両の走行を制御する処理の流れを示すフローチャートである。

【図8】第2実施形態に係る自動運転車両システムの構成を示すブロック図である。

【図9】第3実施形態に係る自動運転車両システムの構成を示すブロック図である。

【図10】指令制御値及び制御幅に基づいてアクチュエータを制御する処理の流れを示すフローチャートである。

【図11】第4実施形態に係る自動運転車両システムの構成を示すブロック図である。

50

【図 1 2】複数の制御幅が生成された場合における車両位置の変化を説明するための平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施形態について図面を用いて詳細に説明する。なお、以下の説明において、同一又は相当要素には同一符号を用い、重複する説明は省略する。

【0018】

[第1実施形態]

図1は、第1実施形態に係る自動運転車両システム100の構成を示すブロック図である。図1に示すように、自動運転車両システム100は、自動車等の車両Vに搭載される。自動運転車両システム100は、外部センサ1、GPS [Global Positioning System] 受信部2、内部センサ3、地図データベース4、ナビゲーションシステム5、アクチュエータ6、ECU [Electronic Control Unit] 10、及びHMI [Human Machine Interface] 7を備えている。

【0019】

外部センサ1は、車両Vの周辺情報を検出する検出機器である。外部センサ1は、カメラ、レーダー [Radar]、及びライダー [LIDER: Laser Imaging Detection and Ranging] のうち少なくとも一つを含む。

【0020】

カメラは、車両Vの周辺を撮像する撮像機器である。カメラは、例えば、車両Vのフロントガラスよりも車室側に設けられている。カメラは、撮像した撮像情報をECU10へ送信する。カメラは、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。ステレオカメラは、両眼視差を再現するように配置された二つの撮像部を有している。ステレオカメラの撮像情報には、奥行き方向の情報も含まれている。

【0021】

レーダーは、電波 (例えばミリ波) を利用して車両Vの外部の障害物を検出する。レーダーは、電波を車両Vの周囲に送信し、障害物で反射された電波を受信することで障害物を検出する。レーダーは、検出した障害物情報をECU10へ送信する。

【0022】

ライダーは、光を利用して車両Vの外部の障害物を検出する。ライダーは、光を車両Vの周囲に送信し、障害物で反射された光を受信することで反射点までの距離を計測し、障害物を検出する。ライダーは、検出した障害物情報をECU10へ送信する。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。

【0023】

GPS受信部2は、3個以上のGPS衛星から信号を受信することにより、車両Vの位置 (例えば車両Vの緯度及び経度) を測定する。GPS受信部2は、測定した車両Vの位置情報をECU10へ送信する。なお、GPS受信部2に代えて、車両Vの緯度及び経度が特定できる他の手段を用いてもよい。また、車両Vの方位を測定する機能を持たせることは、センサの測定結果と後述する地図情報との照合のために好ましい。

【0024】

内部センサ3は、車両Vの走行状態を検出する検出機器である。内部センサ3は、車速センサ、加速度センサ、及びヨーレートセンサを含む。なお、内部センサ3は、加速度センサ、及びヨーレートセンサを備えていることは必須ではない。車速センサは、車両Vの速度を検出する検出器である。車速センサとしては、例えば、車両Vの車輪又は車輪と一体に回転するドライブシャフト等に対して設けられ、車輪の回転速度を検出する車輪速センサが用いられる。車速センサは、検出した車速情報 (車輪速情報) をECU10へ送信する。

【0025】

加速度センサは、車両Vの加速度 (加減速度) を検出する検出器である。加速度センサは、例えば、車両Vの前後方向の加速度を検出する前後加速度センサと、車両Vの横加速

10

20

30

40

50

度を検出する横加速度センサとを含んでいる。加速度センサは、車両Vの加速度情報をECU10へ送信する。ヨーレートセンサは、車両Vの重心の鉛直軸周りのヨーレート（回転角速度）を検出する検出器である。ヨーレートセンサとしては、例えばジャイロセンサを用いることができる。ヨーレートセンサは、検出した車両Vのヨーレート情報をECU10へ送信する。

#### 【0026】

地図データベース4は、地図情報を備えたデータベースである。地図データベースは、例えば、車両に搭載されたHDD[Hard disk drive]内に形成されている。地図情報には、例えば、道路の位置情報、道路形状の情報（例えばカーブ、直線部の種別、カーブの曲率等）、交差点及び分岐点の位置情報が含まれる。さらに、建物又は壁等の遮蔽構造物の位置情報、SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)技術を使用するために、地図情報に外部センサ1の出力信号を含ませることが好ましい。なお、地図情報は、車両Vと通信可能な情報処理センター等の施設のコンピュータに記憶されていてもよい。

10

#### 【0027】

ナビゲーションシステム5は、車両Vの運転者によって設定された目的地まで、車両Vの運転者に対して案内を行う装置である。ナビゲーションシステム5は、GPS受信部2が測定した車両Vの位置情報と地図データベース4の地図情報とに基づいて、車両Vの走行するルートを算出する。ルートは、複数車線の区間において好適な車線を特定したものであってもよい。ナビゲーションシステム5は、例えば、車両Vの位置から目的地に至るまでの目標ルートを演算し、ディスプレイの表示及びスピーカの音声出力により運転者に対して目標ルートの報知を行う。ナビゲーションシステム5は、例えば、車両Vの目標ルートの情報をECU10へ送信する。なお、ナビゲーションシステム5は、車両Vと通信可能な情報処理センター等の施設のコンピュータに設けられていてもよい。

20

#### 【0028】

アクチュエータ6は、車両Vの走行の制御を実行する装置である。アクチュエータ6は、スロットルアクチュエータ、ブレーキアクチュエータ、及び操舵アクチュエータを少なくとも含む。スロットルアクチュエータは、ECU10からの指令制御値（指令信号）に応じてエンジンに対する空気の供給量（スロットル開度（アクチュエータの出力））を制御し、車両Vの駆動力を制御する。なお、車両Vがハイブリッド車又は電気自動車である場合には、スロットルアクチュエータを含まず、動力源としてのモータにECU10からの指令制御値が入力されて当該駆動力（アクチュエータの出力）が制御される。

30

#### 【0029】

ブレーキアクチュエータは、ECU10からの指令制御値に応じてブレーキシステムを制御し、車両Vの車輪へ付与する制動力（アクチュエータの出力）を制御する。ブレーキシステムとしては、例えば、液圧ブレーキシステムを用いることができる。操舵アクチュエータは、電動パワーステアリングシステムのうち操舵トルク（アクチュエータの出力）を制御するアシストモータの駆動を、ECU10からの指令制御値に応じて制御する。これにより、操舵アクチュエータは、車両Vの操舵トルクを制御する。

#### 【0030】

40

HMI7は、車両Vの乗員（運転者を含む）と自動運転車両システム100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。HMI7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パネル、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操作ボタン又はタッチパネル等を備えている。HMI7は、乗員により自動走行の作動又は停止に係る入力操作がなされると、ECU10に信号を出力して自動走行を開始又は停止させる。HMI7は、自動運転を終了する目的地に到達する場合、乗員に目的地到達を通知する。HMI7は、無線で接続された携帯情報端末を利用して、乗員に対する情報の出力を行ってもよく、携帯情報端末を利用して乗員による入力操作を受け付けてもよい。

#### 【0031】

50

図 1 に示すように、E C U 1 0 は、車両 V の自動走行を制御する。E C U 1 0 は、C P U [Central Processing Unit]、R O M [Read Only Memory]、R A M [Random Access Memory] 等を有する電子制御ユニットである。E C U 1 0 では、R O M に記憶されているプログラムを R A M にロードし、C P U で実行することで、各種の制御を実行する。E C U 1 0 は、複数の電子制御ユニットから構成されていてもよい。

【 0 0 3 2 】

E C U 1 0 は、機能的には、周辺情報認識部 1 2、車両状態認識部 1 3、走行計画生成部 1 4、及び走行制御部（第 1 の演算部）1 5 を含んでいる。

【 0 0 3 3 】

周辺情報認識部 1 2 は、外部センサ 1 の検出結果（例えばカメラの撮像情報、レーダーの障害物情報、ライダーの障害物情報等）等に基づいて、車両 V の周辺情報を認識する。周辺情報は、例えば、車両 V に対する走行車線の白線の位置もしくは車線中心の位置及び走行車線の幅、道路の形状（例えば走行車線の曲率、外部センサ 1 の見通し推定に有効な路面の勾配変化、うねり等）、車両 V の周辺の障害物（例えば周辺車両等）の状況（例えば、固定障害物と移動障害物とを区別する情報、車両 V に対する障害物の位置、障害物の速度、車両 V に対する障害物の移動方向、車両 V に対する障害物の相対速度、障害物の大きさ等）を含む。また、外部センサ 1 の検出結果と地図情報とを照合することにより、G P S 受信部 2 等で取得される車両 V の位置及び方向の精度を補うことは好適である。

【 0 0 3 4 】

周辺情報には、更に、道路種別情報を含む。道路種別情報には、例えば、車両 V が走行する道路が高速道路であるか或いは一般道路であるかの情報が含まれている。例えば、道路が高速道路であるか或いは一般道路であるかの情報は、地図データベース 4 が備える地図情報に含まれていてもよい。この場合、周辺情報認識部 1 2 は、地図データベース 4 が備える地図情報、及び車両状態認識部 1 3 で認識された車両 V の車両位置に基づいて、走行車線が高速道路であるか或いは一般道路であるかを認識してもよい。

【 0 0 3 5 】

周辺情報は、更に、車両 V の周辺を走行する周辺車両と車両 V の目標軌跡との距離を含む。周辺情報認識部 1 2 は、周辺車両と車両 V の目標軌跡との距離を、例えば、外部センサ 1 によって検出された周辺情報と、走行計画生成部 1 4 によって生成された車両 V の目標軌跡とに基づいて認識してもよい。具体的には、例えば、外部センサ 1 がレーダーを備えている場合、周辺情報認識部 1 2 は、レーダーの検出結果に基づいて周辺車両の位置を認識する。周辺情報認識部 1 2 は、走行計画生成部 1 4 によって生成された車両 V の目標軌跡と、認識した周辺車両の位置とに基づいて、周辺車両と車両 V の目標軌跡との距離を認識してもよい。

【 0 0 3 6 】

周辺情報は、更に、車両 V の右側に存在する走行車線の境界線の色及び線種を含む。例えば、走行車線の右側の境界線の色及び線種は、地図データベース 4 が備える地図情報に含まれていてもよい。この場合、周辺情報認識部 1 2 は、地図データベース 4 が備える地図情報、及び車両状態認識部 1 3 で認識された車両 V の車両位置に基づいて、走行車線の右側の境界線の色及び線種を認識してもよい。或いは、例えば、外部センサ 1 がカメラを備えている場合、周辺情報認識部 1 2 は、カメラの撮像情報に基づいて走行車線の右側の境界線の色及び線種を認識してもよい。

【 0 0 3 7 】

周辺情報は、更に、車両 V の走行車線の側方の平坦エリアの広さを含む。走行路の側方の平坦エリアとは、走行車線の境界線を挟んで走行車線と連続する平坦なエリアである。例えば、外部センサ 1 がステレオカメラを備えている場合、周辺情報認識部 1 2 は、ステレオカメラの撮像情報に基づいて、画像処理を行うことによって平坦エリアの広さを認識してもよい。

【 0 0 3 8 】

周辺情報は、更に、車両 V の走行路の路面の状態を含む。路面の状態は、路面が乾いて

10

20

30

40

50

いるか、或いは路面が濡れているかの情報を含む。例えば、外部センサ1がカメラを備えている場合、周辺情報認識部12は、カメラの撮像情報に基づいて、画像処理を行うことにより路面が乾いているか或いは濡れているかを認識してもよい。

【0039】

車両状態認識部13は、車両Vの車両状態を認識する。車両状態には、車両Vの位置(以下「車両位置」という)、車両Vの走行状態、及び車両Vの特性情報が含まれていてもよい。

【0040】

車両状態認識部13は、GPS受信部2で受信した車両Vの位置情報、及び地図データベース4の地図情報に基づいて、地図上における車両位置を認識する。なお、車両状態認識部13は、ナビゲーションシステム5で用いられる車両位置を該ナビゲーションシステム5から取得して認識してもよい。車両状態認識部13は、道路等の外部に設置されたセンサで車両Vの車両位置が測定され得る場合、このセンサから通信によって車両位置を取得してもよい。

【0041】

車両状態認識部13は、内部センサ3の検出結果(例えば車速センサの車速情報、加速度センサの加速度情報、ヨーレートセンサのヨーレート情報等)に基づいて、車両Vの走行状態を認識する。車両Vの走行状態には、例えば、車両Vの速度、加速度、及びヨーレートが含まれる。

【0042】

車両状態認識部13は、特性情報として、例えば、車両Vの大きさ、及びセンサの信頼度を認識してもよい。車両Vの大きさとは、車両Vの前後方向の大きさ、又は車両Vの車幅方向の大きさであってもよい。或いは、車両Vの大きさとして、車両Vの前後方向の大きさ、及び車幅方向の大きさの両方が含まれていてもよい。車両Vの大きさは、予めECU10に接続された記憶部等に記憶されていてもよい。車両状態認識部13は、記憶部に記憶された車両Vの大きさを読み込むことで、車両Vの大きさを認識してもよい。

【0043】

センサの信頼度とは、例えば、外部センサ1及び内部センサ3に含まれる各種センサの検出結果の信頼度であってもよい。この信頼度は、ECU10に接続された記憶部等に、センサ毎に予め記憶されていてもよい。車両状態認識部13は、ECU10に接続された記憶部等に記憶された信頼度を読み込むことで、センサの検出結果の信頼度を認識してもよい。或いは、車両状態認識部13は、外部センサ1及び内部センサ3に同じ対象を検出可能な2つのセンサを含んでいる場合、2つのセンサの検出結果を比較し、比較した結果に基づいてセンサの検出結果の信頼度を認識してもよい。例えば、車両状態認識部13は、2つのセンサの検出結果が同じである場合にこれらのセンサの検出結果の信頼度は高いと認識し、2つのセンサの検出結果が異なる場合にこれらのセンサの検出結果の信頼度は低いと認識してもよい。具体的には、例えば、車両状態認識部13は、カメラの撮像情報に基づく障害物の認識結果と、レーダーの障害物情報に基づく障害物の認識結果とが一致する場合に、カメラの検出結果の信頼度及びレーダーの検出結果の信頼度は高いと認識してもよい。一方、車両状態認識部13は、カメラの撮像情報に基づく障害物の認識結果と、レーダーの障害物情報に基づく障害物の認識結果とが一致しない場合に、カメラの検出結果の信頼度及びレーダーの検出結果の信頼度は低いと認識してもよい。

【0044】

走行計画生成部14は、例えば、ナビゲーションシステム5で演算された目標ルート、及び、周辺情報認識部12で認識された車両Vの周辺情報(周辺車両の位置、方位を含む)に基づいて、車両Vの目標軌跡を生成する。目標軌跡は、目標ルートにおいて車両Vが進む軌跡である。走行計画生成部14は、目標ルート上において車両Vが安全、法令順守、走行効率等の基準に照らして好適に走行するように目標軌跡を生成する。このとき、走行計画生成部14は、車両Vの周辺の障害物の状況に基づき、障害物との接触を回避するように車両Vの目標軌跡を生成することはいうまでもない。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 4 5 】

なお、ここで言う目標ルートには、特許 5 3 8 2 2 1 8 号公報 ( W O 2 0 1 1 / 1 5 8 3 4 7 号公報 ) に記載された「運転支援装置」、又は、特開 2 0 1 1 - 1 6 2 1 3 2 号公報に記載された「自動運転装置」における道なり走行ルートのように、目的地の設定が運転者から明示的に行われていない際に、周辺情報や地図情報に基づき自動的に生成される走行ルートも含まれる。

## 【 0 0 4 6 】

走行計画生成部 1 4 は、生成した目標軌跡に応じた走行計画を生成する。すなわち、走行計画生成部 1 4 は、車両 V の周辺情報と地図データベース 4 の地図情報とに基づいて、予め設定された目標ルートに沿った走行計画を生成する。なお、走行計画生成部 1 4 は、例えば、車両 V の周辺情報に基づいて目標軌跡を決定し、決定した目標軌跡に応じた走行計画を生成する等、地図データベース 4 の地図情報を用いずに走行計画を生成してもよい。走行計画には、車両 V の車両状態を制御する際に目標とする目標制御値が含まれている。走行計画生成部 1 4 は、好ましくは、走行計画の目標制御値として、車両 V に固定された座標系での目標位置  $p$  と各目標位置での目標速度  $v$  との二つの要素からなる組、すなわち配位座標 (  $p$  ,  $v$  ) を複数生成する。ここで、それぞれの目標位置  $p$  は、少なくとも車両 V に固定された座標系での  $x$  座標、 $y$  座標の位置もしくはそれと等価な情報を有する。なお、走行計画の目標制御値は、上述した配位座標で表されることに限定されない。走行計画は、目標制御値として、例えば上述した配位座標 (  $p$  ,  $v$  ) における目標速度  $v$  の代わりに目標時刻  $t$  を用いてもよい。また、上述した配位座標 (  $p$  ,  $v$  ) における目標速度  $v$  の代わりに目標時刻  $t$  を用いた場合、目標制御値は、目標時刻  $t$  の時点での車両 V の方位を更に含んでもよい。

## 【 0 0 4 7 】

走行計画は、目標制御値として、目標軌跡に沿った通過すべき複数の目標位置と各目標位置での目標速度とに加え、各目標位置における車両 V の目標軌跡の曲率、各目標位置における車両 V の目標ヨー角、及び各目標位置における車両 V の目標加速度のうち少なくともいずれかを更に含んでもよい。

## 【 0 0 4 8 】

また、通常、走行計画は、概ね現在時刻から数秒先の将来のデータで充分であるが、交差点の右折、車両 V の追い越し等の状況によっては数十秒のデータが必要となるので、走行計画の配位座標の数は可変、且つ配位座標間の距離も可変とすることが好ましい。さらに、配位座標をつなぐ曲線をスプライン関数等で近似し、当該曲線のパラメータを走行計画としてもよい。走行計画の生成としては、車両 V の挙動を記すことができるものであれば、任意の公知方法を用いることができる。

## 【 0 0 4 9 】

走行計画は、目標ルートに沿った目標軌跡を車両 V が走行する際における、車両 V の目標速度、目標加減速度及び目標操舵トルク等の推移を示すデータであってもよい。走行計画は、車両 V の目標速度パターン、目標加減速度パターン及び目標操舵パターンを含んでもよい。ここでの走行計画生成部 1 4 は、旅行時間 ( 車両 V が目的地に到着するまでに要される所要時間 ) が最も小さくなるように、走行計画を生成してもよい。

## 【 0 0 5 0 】

ちなみに、目標速度パターンとは、例えば、目標軌跡上に所定間隔 ( 例えば 1 m ) で設定された目標制御位置に対して、目標制御位置ごとに時間に関連付けられて設定された目標車速からなるデータである。目標加減速度パターンとは、例えば、目標軌跡上に所定間隔 ( 例えば 1 m ) で設定された目標制御位置に対して、目標制御位置ごとに時間に関連付けられて設定された目標加減速度からなるデータである。目標操舵パターンとは、例えば、目標軌跡上に所定間隔 ( 例えば 1 m ) で設定された目標制御位置に対して、目標制御位置ごとに時間に関連付けられて設定された目標操舵トルクからなるデータである。

## 【 0 0 5 1 】

走行計画生成部 1 4 は、走行計画に加え、例えば、走行計画における車両 V の目標制御

10

20

30

40

50

値の制御幅を更に生成する。走行計画生成部 14 は、周辺情報認識部 12 によって認識された車両 V の周辺情報、及び車両状態認識部 13 によって認識された車両状態の少なくともいずれかに基づいて制御幅を生成する。制御幅は、走行計画の目標制御値毎にそれぞれ設定されている。但し、走行計画生成部 14 は、走行計画における全ての種類の目標制御値に対応する制御幅を生成しなくてもよい。例えば、目標制御値として目標位置と目標速度とが設定されている場合、走行計画生成部 14 は、目標位置に対してのみ制御幅を生成してもよい。

#### 【0052】

また、制御幅は、走行計画における車両の目標制御値と同じ次元（単位）となっている。すなわち、例えば、目標制御値に目標位置が含まれている場合の目標位置の制御幅は、位置の幅となる。例えば、目標制御値に目標速度が含まれている場合の目標速度の制御幅は、速度の幅となる。例えば、目標制御値に目標軌跡の曲率が含まれている場合の目標軌跡の曲率の制御幅は、曲率の幅となる。例えば、目標制御値に車両 V の目標ヨー角が含まれている場合の目標ヨー角の制御幅は、角度の幅となる。例えば、目標制御値に目標加速度が含まれている場合の目標加速度の制御幅は、加速度の幅となる。例えば、目標制御値に目標時刻が含まれている場合の目標時刻の制御幅は、時間の幅となる。

#### 【0053】

走行計画生成部 14 が生成する制御幅は、車両状態が目標車両状態から逸脱したとしても、走行計画上、許容できる目標制御値の幅である。例えば、走行計画生成部 14 は、車両の乗り心地や安全度を考慮して制御幅を生成してもよい。車両の乗り心地を考慮して制御幅を生成することとは、例えば、車両 V に生じる横加速度が予め定められた基準値以下となるように車両 V を走行させることができる目標制御値の幅を生成することであってもよい。車両の安全度を考慮して制御幅を生成することとは、車両 V の周囲の車両との車間距離が予め定められた基準値以上となるように車両 V を走行させることができる目標制御値の幅を生成することであってもよい。

#### 【0054】

ここで、走行計画及び制御幅の具体例について説明する。図 2 は、走行計画の目標制御値に目標位置が含まれている場合における、目標位置及び目標位置の制御幅の設定を説明するための平面図である。図 2 に示す R は、車両 V が走行する走行車線である。実線で示す L1 及び L2 は、走行車線 R と隣接車線等との境界となる白線である。破線で示す T は、走行計画の複数の目標位置をつないだ目標軌跡である。W は、目標位置の制御幅である。制御幅 W は、目標位置をつないだ目標軌跡 T の法線方向であって制御幅境界線 W a と制御幅境界線 W b との間の長さとして表すことができる。制御幅境界線 W a は、目標位置毎に生成された制御幅において車両 V の左側の最大値同士をつないだ曲線である。制御幅境界線 W b は、目標位置毎に生成された制御幅において車両 V の右側の最大値同士をつないだ曲線である。図 2 では、制御幅が後述する走行車線の幅によって設定される場合を例として示しており、その結果、制御幅 W が一定となっている場合を示している。

#### 【0055】

図 2 では、目標位置の制御幅 W の中央が、目標位置をつないだ目標軌跡 T となる場合を示した。これに対し、走行計画生成部 14 は、目標位置をつないだ目標軌跡 T に対して車両 V の右側或いは左側に片寄るように制御幅 W を生成してもよい。例えば、図 3 に示すように、走行車線 R の左側に隣接して側壁 S が存在する場合、走行計画生成部 14 は、側壁 S から離れる側に片寄るように制御幅 W を生成してもよい。このように、走行計画生成部 14 は、例えば、周辺情報認識部 12 によって認識される側壁 S 等の障害物の位置等に応じて、制御幅を目標位置に対して片寄らせて生成してもよい。走行計画生成部 14 は、目標位置の制御幅を片寄らせて生成することに限定されず、他の目標制御値の制御幅についても目標制御値に対して片寄らせて生成してもよい。制御幅の片寄せ方として、例えば、走行計画生成部 14 は、障害物から離れるように目標制御値に対して制御幅を片寄せ

#### 【0056】

図4(a)は、走行計画の目標制御値に目標ヨー角が含まれている場合における、目標ヨー角及び目標ヨー角の制御幅の設定を説明するための図である。図4(a)では、目標制御値の目標ヨー角の時間変化、及び目標ヨー角の制御幅の時間変化の一例を示している。破線で示す $T_1$ は、左回り又は右回りの目標制御値の目標ヨー角の時間変化を示す。点線で示す $W_{a1}$ は、左回り又は右回りにおける目標ヨー角の制御幅の上限を示す制御幅境界線である。点線で示す $W_{b1}$ は、左回り又は右回りにおける目標ヨー角の制御幅の下限を示す制御幅境界線である。 $W_1$ は、目標ヨー角の制御幅である。制御幅 $W_1$ は、制御幅の上限である制御幅境界線 $W_{a1}$ から制御幅の下限である制御幅境界線 $W_{b1}$ までの角度として表すことができる。走行計画生成部14は、目標ヨー角の制御幅 $W_1$ についても、目標ヨー角 $T_1$ に対して制御幅 $W_1$ を片寄らせて生成してもよい。

10

【0057】

図4(b)は、走行計画の目標制御値に目標速度が含まれている場合における、目標速度及び目標速度の制御幅の設定を説明するための図である。図4(b)では、目標制御値の目標速度の時間変化、及び目標速度の制御幅の時間変化の一例を示している。破線で示す $T_2$ は、目標制御値の目標速度の時間変化を示す。点線で示す $W_{a2}$ は、目標速度の制御幅の上限を示す制御幅境界線である。点線で示す $W_{b2}$ は、目標速度の制御幅の下限を示す制御幅境界線である。 $W_2$ は、目標速度の制御幅である。制御幅 $W_2$ は、制御幅の上限である制御幅境界線 $W_{a2}$ から制御幅の下限である制御幅境界線 $W_{b2}$ までの間の速度として表すことができる。走行計画生成部14は、目標速度の制御幅 $W_2$ についても、目標速度 $T_2$ に対して制御幅 $W_2$ を片寄らせて生成してもよい。

20

【0058】

図4(c)は、走行計画の目標制御値に目標軌跡の曲率が含まれている場合における、目標軌跡の曲率及び曲率の制御幅の設定を説明するための図である。図4(c)では、目標軌跡の曲率の時間変化、及び曲率の制御幅の時間変化の一例を示している。破線で示す $T_3$ は、目標軌跡の曲率の時間変化を示す。点線で示す $W_{a3}$ は、曲率の制御幅の上限を示す制御幅境界線である。点線で示す $W_{b3}$ は、曲率の制御幅の下限を示す制御幅境界線である。 $W_3$ は、曲率の制御幅である。制御幅 $W_3$ は、制御幅の上限である制御幅境界線 $W_{a3}$ から制御幅の下限である制御幅境界線 $W_{b3}$ までの間の曲率として表すことができる。走行計画生成部14は、曲率の制御幅 $W_3$ についても、目標軌跡の曲率 $T_3$ に対して制御幅 $W_3$ を片寄らせて生成してもよい。

30

【0059】

図4(d)は、走行計画の目標制御値に目標加速度が含まれている場合における、目標加速度及び目標加速度の制御幅の設定を説明するための図である。図4(d)では、目標制御値の目標加速度の時間変化、及び目標加速度の制御幅の時間変化の一例を示している。破線で示す $T_4$ は、目標制御値の目標加速度の時間変化を示す。点線で示す $W_{a4}$ は、目標加速度の制御幅の上限を示す制御幅境界線である。点線で示す $W_{b4}$ は、目標加速度の制御幅の下限を示す制御幅境界線である。 $W_4$ は、目標加速度の制御幅である。制御幅 $W_4$ は、制御幅の上限である制御幅境界線 $W_{a4}$ から制御幅の下限である制御幅境界線 $W_{b4}$ までの間の加速度として表すことができる。走行計画生成部14は、目標加速度の制御幅 $W_4$ についても、目標加速度 $T_4$ に対して制御幅 $W_4$ を片寄らせて生成してもよい。

40

【0060】

次に、走行計画生成部14が生成する制御幅の設定の一例について説明する。走行計画生成部14は、例えば、周辺情報である車両Vの走行車線の幅に基づいて、制御幅を生成してもよい。この場合、走行計画生成部14は、図5(a)に示すように、走行車線の幅が広い場合には、走行車線の幅が狭い場合に比べて制御幅を大きくしてもよい。走行計画生成部14は、走行車線の幅を、例えば、周辺情報認識部12から取得することによって認識してもよい。

【0061】

走行計画生成部14は、例えば、周辺情報である車両Vの周辺を走行する周辺車両の大きさに基づいて、制御幅を生成してもよい。周辺車両とは、例えば、車両Vの前方を走行

50

する車両であって、車両Vの走行車線を走行する車両或いは車両Vの走行車線に隣接する隣接車線を走行する車両であってもよい。周辺車両の大きさとは、車幅方向の大きさ、或いは前後方向の大きさであってもよい。この場合、走行計画生成部14は、図5(b)に示すように、周辺車両の大きさが大きい場合には、周辺車両の大きさが小さい場合に比べて制御幅を小さくしてもよい。走行計画生成部14は、周辺車両の大きさを、例えば、周辺情報認識部12から取得することによって認識してもよい。

【0062】

走行計画生成部14は、例えば、周辺情報である車両Vの周辺を走行する周辺車両の速度に基づいて、制御幅を生成してもよい。この場合、走行計画生成部14は、図5(c)に示すように、周辺車両の速度が早い場合には、周辺車両の速度が遅い場合に比べて制御幅を小さくしてもよい。走行計画生成部14は、周辺車両の速度を、例えば、周辺情報認識部12から取得することによって認識してもよい。

10

【0063】

走行計画生成部14は、例えば、周辺情報である車両Vの周辺を走行する周辺車両と車両Vの目標軌跡との距離に基づいて、制御幅を生成してもよい。この場合、走行計画生成部14は、図5(d)に示すように、周辺車両と車両Vの目標軌跡との距離が離れている場合には、周辺車両と車両Vの目標軌跡との距離が近い場合に比べて制御幅を大きくしてもよい。走行計画生成部14は、周辺車両と車両Vの目標軌跡との距離を、例えば周辺情報認識部12から取得することによって認識してもよい。

【0064】

20

走行計画生成部14は、例えば、車両情報に含まれる車両Vの特性情報である車両Vの大きさに基づいて、制御幅を生成してもよい。車両Vの大きさとは、車幅方向の大きさ、或いは前後方向の大きさであってもよい。この場合、走行計画生成部14は、車両Vの大きさが大きい場合には、車両Vの大きさが小さい場合に比べて制御幅を小さくしてもよい。走行計画生成部14は、車両Vの大きさを、例えば、車両状態認識部13から取得することによって認識してもよい。

【0065】

走行計画生成部14は、例えば、周辺情報である車両Vの走行車線の道路種別情報に基づいて、制御幅を生成してもよい。この場合、走行計画生成部14は、走行車線が高速道路である場合には、一般道路である場合に比べて制御幅を大きくしてもよい。走行計画生成部14は、道路種別情報を、例えば、周辺情報認識部12から取得することによって認識してもよい。走行計画生成部14は、例えば、周辺情報である車両Vの走行車線の制限速度に基づいて、制御幅を生成してもよい。この場合、走行計画生成部14は、制限速度が早い場合には、制限速度が遅い場合に比べて制御幅を小さくしてもよい。ここで、例えば、制限速度は、地図データベース4が備える地図情報に含まれていてもよい。この場合、周辺情報認識部12は、制限速度を地図データベース4から周辺情報として取得する。そして、走行計画生成部14は、種変情報としての制限速度を周辺情報認識部12から取得することによって認識してもよい。

30

【0066】

走行計画生成部14は、例えば、車両Vの車両状態に含まれる走行状態に基づいて、制御幅を生成してもよい。この場合、走行計画生成部14は、走行状態である車両Vの速度が早い場合には、車両Vの速度が遅い場合に比べて制御幅を小さくしてもよい。走行計画生成部14は、車両Vの速度を、例えば、車両状態認識部13から取得することによって認識してもよい。走行計画生成部14は、走行状態である車両Vのヨーレートが大きい場合には、車両Vのヨーレートが小さい場合に比べて制御幅を小さくしてもよい。この場合、走行計画生成部14は、ヨーレートを、例えば、車両状態認識部13から取得することによって認識してもよい。走行計画生成部14は、走行状態である車両Vの前後方向の加速度又は横加速度が大きい場合には、車両Vの前後方向の加速度又は横加速度が小さい場合に比べて制御幅を小さくしてもよい。この場合、走行計画生成部14は、前後方向の加速度又は横加速度を、例えば、車両状態認識部13から取得することによって認識しても

40

50

よい。

【 0 0 6 7 】

走行計画生成部 1 4 は、例えば、周辺情報である周辺車両が車両 V に対して近づいてくる速度（車両 V に対する障害物の相対速度）に基づいて、制御幅を生成してもよい。この場合、走行計画生成部 1 4 は、周辺車両が車両 V に対して近づいてくる速度が速い場合には、周辺車両が車両 V に対して近づいてくる速度が遅い場合に比べて制御幅を小さくしてもよい。走行計画生成部 1 4 は、周辺車両が車両 V に対して近づいてくる速度を、周辺情報認識部 1 2 から取得することによって認識してもよい。

【 0 0 6 8 】

走行計画生成部 1 4 は、例えば、周辺情報である車両 V の右側に存在する走行車線の境界線の色及び線種に基づいて、制御幅を生成してもよい。例えば、車両 V が日本国内を走行している場合、走行計画生成部 1 4 は、走行車線の右側の境界線の色が黄色であるときには、走行車線の右側の境界線が白色の破線であるときに比べて制御幅を小さくしてもよい。例えば、走行車線の右側の境界線の色が黄色である場合には、はみ出し通行禁止の境界線であるため、この境界線を踏まないように車両 V を走行させる必要がある。このため、走行計画生成部 1 4 は、走行車線の右側の境界線の色が黄色である場合に、走行車線の右側の境界線が白色の破線である場合に比べて制御幅を小さくする。走行計画生成部 1 4 は、車両 V の右側に存在する走行車線の境界線の色及び線種を、周辺情報認識部 1 2 から取得することによって認識してもよい。

【 0 0 6 9 】

走行計画生成部 1 4 は、例えば、車両情報に含まれる特性情報であるセンサの信頼度に基づいて、制御幅を生成してもよい。ここでの信頼度とは、走行計画の生成に用いた外部センサ 1 及び内部センサ 3 が備えるセンサの信頼度であってもよい。この場合、走行計画生成部 1 4 は、センサの信頼度が低い場合には、センサの信頼度が高い場合に比べて制御幅を小さくしてもよい。走行計画生成部 1 4 は、センサの信頼度を、例えば、車両状態認識部 1 3 から取得することによって認識してもよい。

【 0 0 7 0 】

走行計画生成部 1 4 は、例えば、周辺情報である車両 V の走行路の側方の平坦エリアの広さに基づいて、制御幅を生成してもよい。この場合、走行計画生成部 1 4 は、平坦エリアが狭い場合には、平坦エリアが広い場合に比べて制御幅を小さくしてもよい。走行計画生成部 1 4 は、平坦エリアの広さを、例えば、周辺情報認識部 1 2 から取得することによって認識してもよい。

【 0 0 7 1 】

走行計画生成部 1 4 は、例えば、周辺情報である車両 V の走行路の路面の状態に基づいて、制御幅を生成してもよい。例えば、走行計画生成部 1 4 は、路面が雨等によって濡れている場合には、路面が濡れていない場合に比べて制御幅を小さくしてもよい。走行計画生成部 1 4 は、路面の状態を、例えば、周辺情報認識部 1 2 から取得することによって認識してもよい。

【 0 0 7 2 】

上記において、走行計画生成部 1 4 は、様々な周辺情報及び様々な車両状態のいずれか一つに基づいて制御幅を生成したが、様々な周辺情報及び様々な車両状態のうち、何れか 2 以上に基づいて制御幅を生成してもよい。

【 0 0 7 3 】

走行制御部 1 5 は、走行計画生成部 1 4 で生成された走行計画及び制御幅に基づいて、車両 V の走行を自動で制御する。具体的には、走行制御部 1 5 は、走行計画生成部 1 4 で生成された走行計画及び制御幅と、車両状態認識部 1 3 で認識された車両状態とに基づいて、車両 V の車両状態が走行計画の目標制御値に対応する目標車両状態になるように指令制御値を演算する。走行制御部 1 5 は、演算した指令制御値をアクチュエータ 6 に出力する。これにより、走行制御部 1 5 は、走行計画に追従して車両 V が自動走行するように、車両 V の走行を制御する。なお、目標制御値に対応する目標車両状態とは、走行計画の目

10

20

30

40

50

標制御値に応じたアクチュエータ 6 の出力によって実現される目標となる車両 V の車両状態である。

【 0 0 7 4 】

より詳細には、走行制御部 1 5 は、現在の車両状態が走行計画の目標制御値に対応する目標車両状態でないとき、車両状態を目標車両状態に近づける。この際、走行制御部 1 5 は、まず、車両状態認識部 1 3 によって認識された現在の車両状態が目標制御値の制御幅内に対応する車両状態であるか否かを判定する。走行制御部 1 5 は、現在の車両状態が目標制御値の制御幅内に対応する車両状態であるとき、現在の車両状態が制御幅外に対応する車両状態であるときと比べて、車両状態を緩やかに目標車両状態に近づけるように指令制御値を演算する。

10

【 0 0 7 5 】

具体的には、走行制御部 1 5 は、例えば、現在の車両位置が目標位置の制御幅内の位置である場合、現在の車両位置が制御幅外の位置である場合と比べて、単位時間（例えば 1 分）内における目標位置へ近づく移動量を小さくするように指令制御値を演算する。走行制御部 1 5 は、例えば、現在の車両位置が目標位置の制御幅内の位置である場合、目標車両状態に車両 V の車両状態を早期に近づけるよりも乗り心地を優先して車両状態を緩やかに目標車両状態に近づけるように指令制御値を演算する。同様に、走行制御部 1 5 は、例えば、現在の車両 V の速度が目標速度の制御幅内の速度である場合、目標車両状態に車両 V の車両状態を早期に近づけるよりも乗り心地を優先して車両状態を緩やかに目標車両状態に近づけるように指令制御値を演算する。なお、乗り心地を優先して車両状態を緩やかに目標車両状態に近づけることとは、例えば、車両 V に生じる横加速度が予め定められた基準値以下となるように、車両状態を目標車両状態に近づけることであってもよい。

20

【 0 0 7 6 】

一方、走行制御部 1 5 は、車両状態認識部 1 3 によって認識された現在の車両状態が制御幅内に対応する車両状態でないとき、現在の車両状態が制御幅内に対応する車両状態であるときと比べて、車両状態を早期に目標車両状態に近づけるように指令制御値を演算する。具体的には、走行制御部 1 5 は、例えば、現在の車両位置が目標位置の制御幅外の位置である場合、現在の車両位置が制御幅内の位置である場合と比べて、単位時間（例えば 1 分）内における目標位置へ近づく移動量を大きくするように指令制御値を演算する。走行制御部 1 5 は、例えば、現在の車両位置が目標位置の制御幅外の位置である場合、乗り心地よりも目標車両状態に車両 V の車両状態を早期に近づけることを優先して指令制御値を演算する。同様に、走行制御部 1 5 は、例えば、現在の車両 V の速度が目標速度の制御幅外の速度である場合、乗り心地よりも目標車両状態に車両 V の車両状態を早期に近づけることを優先して指令制御値を演算する。

30

【 0 0 7 7 】

すなわち、制御幅が小さい場合においては、車両状態が制御幅外に対応する車両状態であるときに車両状態を目標車両状態に近づける際に、制御幅が大きい場合に比べて、早期に目標車両状態に近づくように車両状態を制御する時間が長く、緩やかに目標車両状態に近づくように車両状態を制御する時間が短い。このため、自動運転車両システム 1 0 0 は、目標車両状態に対する車両 V の車両状態の追従性を高めることができる。一方、制御幅が大きい場合においては、車両状態が制御幅外に対応する車両状態であるときに車両状態を目標車両状態に近づける際に、制御幅が小さい場合に比べて、早期に目標車両状態に近づくように車両状態を制御する時間が短く、緩やかに目標車両状態に近づくように車両状態を制御する時間が長い。このため、自動運転車両システム 1 0 0 は、車両 V の急激な挙動の変化等を抑制し、乗り心地を向上させることができる。

40

【 0 0 7 8 】

一例として、走行制御部 1 5 が走行計画に追従するように車両 V の走行を制御した場合における車両位置の変化について説明する。図 2 に示すように、走行車線 R を車両 V が走行しているとする。車両 V の車両位置は、目標位置の制御幅 W 外とする。車両 V の車両位置が制御幅 W 外であるため、走行制御部 1 5 は、車両位置が目標位置をつないだ目標軌跡

50

Tに早期に追従するように車両Vを走行させる。このときの車両Vの軌跡を軌跡K1とする。車両位置が目標位置の制御幅W内となった場合、走行制御部15は、車両位置が目標位置をつないだ目標軌跡Tに緩やかに追従するように車両Vを走行させる。このときの車両Vの軌跡を軌跡K2とする。このように、走行制御部15は、車両Vの車両位置が目標位置の制御幅W内であるときは、車両Vの車両位置が目標位置の制御幅W外であるときよりも、車両位置を緩やかに目標位置に近づける。

#### 【0079】

次に、自動運転車両システム100で実行される処理の流れについて説明する。まず、ECU10が走行計画及び制御幅を生成する処理の流れについて、図6のフローチャートを参照しつつ具体的に説明する。例えば運転者がナビゲーションシステム5で目的地を設定し、自動走行を作動させる入力操作をHMI7に行うと、ECU10は、以下の走行計画及び制御幅を生成する処理を所定の処理周期で繰り返し実行する。

10

#### 【0080】

まず、車両状態認識部13は、車両Vの車両状態を認識する。周辺情報認識部12は、車両Vの周辺情報を認識する(S11)。走行計画生成部14は、車両Vの周辺情報と地図データベース4の地図情報とに基づいて、予め設定された目標ルートに沿った走行計画を生成する(S12)。走行計画生成部14は、周辺情報認識部12によって認識された車両Vの周辺情報、及び車両状態認識部13によって認識された車両状態の少なくともいずれかに基づいて制御幅を生成する(S13)。走行計画生成部14は、生成した走行計画及び制御幅を走行制御部15に出力する。

20

#### 【0081】

次に、ECU10が走行計画及び制御幅に基づいて車両Vの走行を制御する処理の流れについて、図7のフローチャートを参照しつつ具体的に説明する。走行制御部15は、走行計画生成部14によって走行計画及び制御幅が生成されると、車両Vの走行の制御を開始する。また、走行計画生成部14によって走行計画及び制御幅が新たに生成されると、走行制御部15は、新たに生成された走行計画及び制御幅に基づいて車両Vの走行を制御する。

#### 【0082】

まず、走行制御部15は、現在の車両状態が目標制御値の制御幅内に対応する車両状態であるか否かを判定する(S21)。現在の車両状態が目標制御値の制御幅内に対応する車両状態であるとき(S21: YES)、走行制御部15は、現在の車両状態が制御幅外に対応する車両状態であるときと比べて、車両状態を緩やかに目標車両状態に近づけるように指令制御値を演算する。そして、走行制御部15は、演算した指令制御値をアクチュエータ6に出力する。このように、走行制御部15は、緩やかに目標車両状態に近づくように車両Vの走行を制御する(S22)。

30

#### 【0083】

現在の車両状態が目標制御値の制御幅内に対応する車両状態でないとき(S21: NO)、走行制御部15は、現在の車両状態が制御幅内に対応する車両状態であるときと比べて、車両状態を早期に目標車両状態に近づけるように指令制御値を演算する。そして、走行制御部15は、演算した指令制御値をアクチュエータ6に出力する。このように、走行制御部15は、早期に目標車両状態に近づくように車両Vの走行を制御する(S23)。

40

#### 【0084】

以上、本実施形態の自動運転車両システム100では、現在の車両状態が制御幅内に対応する車両状態であるときは、現在の車両状態が制御幅外に対応する車両状態であるときと比べて車両状態を緩やかに目標車両状態に近づける。すなわち、自動運転車両システム100は、現在の車両状態が制御幅外に対応する車両状態であるときは、現在の車両状態が制御幅内に対応する車両状態であるときと比べて車両状態を早期に目標車両状態に近づける。このように、自動運転車両システム100は、車両状態が走行計画から大きく逸脱しているとき(現在の車両状態が制御幅外に対応する車両状態であるとき)には、早期に車両状態を走行計画の目標車両状態に近づけることができる。また、自動運転車両システ

50

ム 1 0 0 は、車両状態が走行計画から小さく逸脱しているとき（現在の車両状態が制御幅内に対応する車両状態であるとき）には、緩やかに車両状態を走行計画の目標車両状態に近づけることで乗り心地を向上させることができる。

【 0 0 8 5 】

なお、走行制御部 1 5 は、指令制御値を演算する際に、車両状態を目標車両状態に近づけるための基本となる指令制御値を演算した後、車両状態が目標制御値の制御幅内である場合には車両状態が緩やかに目標車両状態に近づくように基本となる指令制御値を補正し、車両状態が目標制御値の制御幅外である場合には車両状態が早期に目標車両状態に近づくように基本となる指令制御値を補正してもよい。なお、基本となる指令制御値とは、車両状態が目標制御値の制御幅内であるか制御幅外であるかに関わらず、車両状態を目標車両状態に近づけるために必要な指令制御値である。この基本となる指令制御値は、車両状態が目標制御値の制御幅内であるか制御幅外であるかに応じて、上述したように補正される。或いは、走行制御部 1 5 は、車両状態を目標車両状態に近づけるための基本となる指令制御値を予め演算せずに、車両状態が目標制御値の制御幅内であるか否かに応じて、車両状態を緩やかに又は早期に目標車両状態に近づけるための指令制御値を演算してもよい。

10

【 0 0 8 6 】

[ 第 2 実施形態 ]

次に、第 2 実施形態について説明する。本実施形態の説明では、第 1 実施形態と異なる点について詳細に説明し、第 1 実施形態と同一又は相当要素には同一符号を用い、重複する説明は省略する。図 8 は、第 2 実施形態に係る自動運転車両システム 1 0 0 A の構成を示すブロック図である。自動運転車両システム 1 0 0 A は、外部センサ 1、GPS 受信部 2、内部センサ 3、地図データベース 4、ナビゲーションシステム 5、アクチュエータ 6、第 1 の ECU 1 0 A、第 2 の ECU 1 0 B、及び HMI 7 を備えている。なお、本実施形態は、第 1 実施形態に対して、走行計画生成部 1 4 と走行制御部 1 5 とが異なる ECU に含まれている点が異なっている。

20

【 0 0 8 7 】

第 1 の ECU 1 0 A 及び第 2 の ECU 1 0 B は、車両 V の自動走行を制御する。第 1 の ECU 1 0 A は、CPU、ROM、RAM 等を有する電子制御ユニットである。第 1 の ECU 1 0 A では、ROM に記憶されているプログラムを RAM にロードし、CPU で実行することで、各種の制御を実行する。

30

【 0 0 8 8 】

第 1 の ECU 1 0 A は、機能的には、周辺情報認識部 1 2、車両状態認識部 1 3、及び走行計画生成部 1 4 を含んでいる。本実施形態における周辺情報認識部 1 2、車両状態認識部 1 3、及び走行計画生成部 1 4 が行う処理内容は、第 1 実施形態における周辺情報認識部 1 2、車両状態認識部 1 3、及び走行計画生成部 1 4 が行う処理内容と同様である。また、本実施形態における周辺情報認識部 1 2 及び車両状態認識部 1 3 は、第 1 実施形態において図 6 を用いて説明した S 1 1 の処理を行う。本実施形態における走行計画生成部 1 4 は、第 1 実施形態において図 6 を用いて説明した S 1 2 及び S 1 3 の処理を行う。

40

【 0 0 8 9 】

第 2 の ECU 1 0 B は、CPU、ROM、RAM 等を有する電子制御ユニットである。第 2 の ECU 1 0 B では、ROM に記憶されているプログラムを RAM にロードし、CPU で実行することで、各種の制御を実行する。

【 0 0 9 0 】

第 2 の ECU 1 0 B は、機能的には、走行制御部（第 1 の演算部）1 5 を含んでいる。本実施形態における走行制御部 1 5 が行う処理内容は、第 1 実施形態における走行制御部 1 5 が行う処理内容と同様である。また、本実施形態に走行制御部 1 5 は、第 1 実施形態において図 7 を用いて説明した S 2 1 ~ S 2 3 の処理を行う。

【 0 0 9 1 】

第 1 の ECU 1 0 A と第 2 の ECU 1 0 B とは、物理的に互いに異なる ECU である。

50



第1のECU10Aと第2のECU10Bとは、通信回線を介して互いに通信を行う。

【0092】

以上、本実施形態の自動運転車両システム100Aでは、走行計画生成部14と走行制御部15とが異なるECUに含まれているので、例えば、第1のECU10Aを車種をまたいで採用する共通要素とし、第2のECU10Bを車種毎に異なる車種別要素とすることができる。これにより、走行計画生成部14及び走行制御部15が一つのECUに含まれている場合に比べて、要素の共通化を進めることができる。

【0093】

また、本実施形態の自動運転車両システム100Aでは、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0094】

[第3実施形態]

次に、第3実施形態について説明する。本実施形態の説明では、第1実施形態と異なる点について詳細に説明し、第1実施形態と同一又は相当要素には同一符号を用い、重複する説明は省略する。図9は、第3実施形態に係る自動運転車両システム100Bの構成を示すブロック図である。自動運転車両システム100Bは、外部センサ1、GPS受信部2、内部センサ3、地図データベース4、ナビゲーションシステム5、アクチュエータユニット60、ECU20、及びHMI7を備えている。なお、本実施形態は、第1実施形態に対して、アクチュエータユニット60のアクチュエータ制御部62が制御幅に基づいてアクチュエータ61を制御する点が主に異なっている。

【0095】

ECU20は、車両Vの自動走行を制御する。ECU20は、CPU、ROM、RAM等を有する電子制御ユニットである。ECU20では、ROMに記憶されているプログラムをRAMにロードし、CPUで実行することで、各種の制御を実行する。ECU20は、複数の電子制御ユニットから構成されていてもよい。

【0096】

ECU20は、機能的には、周辺情報認識部12、車両状態認識部13、走行計画生成部14、及び走行制御部(第2の演算部)15Bを含んでいる。本実施形態における周辺情報認識部12、車両状態認識部13、及び走行計画生成部14が行う処理内容は、第1実施形態における周辺情報認識部12、車両状態認識部13、及び走行計画生成部14が行う処理内容と同様である。また、本実施形態における周辺情報認識部12及び車両状態認識部13は、第1実施形態において図6を用いて説明したS11の処理を行う。本実施形態における走行計画生成部14は、第1実施形態において図6を用いて説明したS12及びS13の処理を行う。

【0097】

走行制御部15Bは、走行計画生成部14で生成された走行計画に基づいて、車両Vの走行を自動で制御する。具体的には、走行制御部15Bは、走行計画生成部14で生成された走行計画、及び車両状態認識部13で認識された車両状態に基づいて、車両Vの車両状態が走行計画の目標制御値に対応する目標車両状態になるように指令制御値を演算する。走行制御部15Bは、演算した指令制御値をアクチュエータユニット60に出力する。これにより、走行制御部15Bは、走行計画に追従して車両Vが自動走行するように、車両Vの走行を制御する。また、走行制御部15Bは、演算した指令制御値と共に、走行計画生成部14で生成された制御幅をアクチュエータユニット60に出力する。走行制御部15Bは、第1実施形態及び第2実施形態における走行制御部15とは異なり、指令制御値を演算するときに制御幅を用いない。

【0098】

アクチュエータユニット60は、アクチュエータ61、及びアクチュエータ制御部62を含んでいる。アクチュエータ61は、第1実施形態におけるアクチュエータ6と同じである。アクチュエータ61には、走行計画生成部14で生成された指令制御値が入力される。アクチュエータ61は、指令制御値に応じた出力により車両Vの走行を制御する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 9 】

アクチュエータ制御部 6 2 は、車両状態認識部 1 3 によって認識された車両状態、及び走行計画生成部 1 4 によって生成された制御幅に基づいて、アクチュエータ 6 1 のパラメータを制御する。アクチュエータ 6 1 のパラメータとは、例えば、指令制御値に対するアクチュエータ 6 1 のフィードバックのゲインである。アクチュエータ制御部 6 2 は、アクチュエータ 6 1 のパラメータを制御することによって、アクチュエータ 6 1 の動作の応答性を変化させる。ここで、動作の応答性を変化させることとは、走行制御部 1 5 B から入力された指令制御値にアクチュエータ 6 1 の出力値を到達させるために必要な時間を変化させることである。具体的には、アクチュエータ制御部 6 2 は、例えば、アクチュエータ 6 1 のパラメータを制御することとして、指令制御値に対するアクチュエータ 6 1 のフィードバックのゲインを変更してもよい。これにより、アクチュエータ制御部 6 2 は、車両 V の車両状態を、走行計画の目標制御値に対応する目標車両状態に早期に近づける、或いは緩やかに近づけることができる。

10

## 【 0 1 0 0 】

なお、アクチュエータ制御部 6 2 は、上記ゲインの変更に加えて、アクチュエータ 6 1 のパラメータを制御することとして、アクチュエータ 6 1 において制御的に許容される出力の最大値を変更してもよい。

## 【 0 1 0 1 】

より詳細には、アクチュエータ制御部 6 2 は、まず、車両状態認識部 1 3 によって認識された現在の車両状態が目標制御値の制御幅内に対応する車両状態であるか否かを判定する。アクチュエータ制御部 6 2 は、現在の車両状態が目標制御値の制御幅内に対応する車両状態であるとき、現在の車両状態が制御幅外に対応する車両状態であるときと比べて、アクチュエータ 6 1 の出力を緩やかに指令制御値に応じた出力に近づけるようにパラメータを変更する。一方、アクチュエータ制御部 6 2 は、車両状態認識部 1 3 によって認識された現在の車両状態が制御幅内に対応する車両状態でないとき、現在の車両状態が制御幅内に対応する車両状態であるときと比べて、アクチュエータ 6 1 の出力を早期に指令制御値に応じた出力に近づけるようにパラメータを変更する（例えば、パラメータを戻す）。

20

## 【 0 1 0 2 】

一例として、アクチュエータ 6 1 の出力が指令制御値に応じた出力になるようにアクチュエータ 6 1 が制御された場合における車両位置の変化について説明する。図 2 に示すように、走行車線 R を車両 V が走行しているとする。車両 V の車両位置は、目標位置の制御幅 W 外とする。車両 V の車両位置が制御幅 W 外であるため、アクチュエータ制御部 6 2 は、アクチュエータ 6 1 の出力が指令制御値に対応する出力に早期に近づくようにアクチュエータ 6 1 のパラメータを制御する。このときの車両 V の軌跡を軌跡 K 1 とする。車両位置が目標位置の制御幅 W 内となった場合、アクチュエータ制御部 6 2 は、アクチュエータ 6 1 の出力が指令制御値に対応する出力に緩やかに近づくようにアクチュエータ 6 1 のパラメータを制御する。このときの車両 V の軌跡を軌跡 K 2 とする。これにより、車両 V の車両位置は、車両位置が目標位置の制御幅 W 内であるときは、車両位置が目標位置の制御幅 W 外であるときよりも、緩やかに目標位置に近づく。

30

## 【 0 1 0 3 】

次に、自動運転車両システム 1 0 0 B で実行される処理の流れについて説明する。ECU 2 0 が走行計画及び制御幅を生成する処理の流れは、第 1 実施形態において図 6 を用いて説明した処理の流れと同様であり説明を省略する。すなわち、本実施形態における周辺情報認識部 1 2 及び車両状態認識部 1 3 は、第 1 実施形態において図 6 を用いて説明した S 1 1 の処理を行う。本実施形態における走行計画生成部 1 4 は、第 1 実施形態において図 6 を用いて説明した S 1 2 及び S 1 3 の処理を行う。

40

## 【 0 1 0 4 】

次に、走行制御部 1 5 B が指令制御値を演算し、アクチュエータ制御部 6 2 が制御幅に基づいてアクチュエータ 6 1 のパラメータを制御する処理の流れについて、図 1 0 のフローチャートを参照しつつ具体的に説明する。走行制御部 1 5 B は、走行計画生成部 1 4 に

50

よって走行計画及び制御幅が生成されると、走行計画生成部 14 で生成された走行計画、及び車両状態認識部 13 で認識された車両状態に基づいて、車両 V の車両状態が走行計画の目標制御値に対応する目標車両状態になるように指令制御値を演算する (S31)。走行制御部 15B は、演算した指令制御値と、走行計画生成部 14 が生成した制御幅とをアクチュエータユニット 60 に出力する。

【0105】

アクチュエータ制御部 62 は、車両状態認識部 13 によって認識された現在の車両状態が目標制御値の制御幅内に対応する車両状態であるか否かを判定する (S32)。現在の車両状態が目標制御値の制御幅内に対応する車両状態であるとき (S32: YES)、アクチュエータ制御部 62 は、現在の車両状態が制御幅外に対応する車両状態であるときと比べて、アクチュエータ 61 の出力が指令制御値に対応する出力に緩やかに近づくようにアクチュエータ 61 のパラメータを制御する (S33)。これにより、車両 V の車両状態は、緩やかに目標車両状態に近づく。

10

【0106】

車両状態認識部 13 によって認識された現在の車両状態が目標制御値の制御幅内に対応する車両状態でないとき (S32: NO)、アクチュエータ制御部 62 は、現在の車両状態が制御幅内に対応する車両状態であるときと比べて、アクチュエータ 61 の出力が指令制御値に対応する出力に早期に近づくようにアクチュエータ 61 のパラメータを制御する (S34)。これにより、車両 V の車両状態は、早期に目標車両状態に近づく。

【0107】

走行制御部 15 及びアクチュエータ制御部 62 は、走行計画生成部 14 によって新たな走行計画及び制御幅が生成されるまで、現在の走行計画及び制御幅に基づいて、S31 ~ S34 の処理を行う。

20

【0108】

以上、本実施形態の自動運転車両システム 100B では、現在の車両状態が制御幅内に対応する車両状態であるときは、現在の車両状態が制御幅外に対応する車両状態であるときと比べてアクチュエータ 61 の出力を緩やかに指令制御値に応じた出力に近づける。すなわち、自動運転車両システム 100B は、現在の車両状態が制御幅外に対応する車両状態であるときは、現在の車両状態が制御幅内に対応する車両状態であるときと比べてアクチュエータ 61 の出力を早期に指令制御値に応じた出力に近づける。これにより、自動運転車両システム 100B は、車両状態が走行計画から大きく逸脱しているとき (現在の車両状態が制御幅外に対応する車両状態であるとき) には、早期に車両状態を走行計画の目標車両状態に近づけることができる。また、自動運転車両システム 100B は、車両状態が走行計画から小さく逸脱しているとき (現在の車両状態が制御幅内に対応する車両状態であるとき) には、緩やかに車両状態を走行計画の目標車両状態に近づけることで乗り心地を向上させることができる。

30

【0109】

なお、第 3 実施形態においてアクチュエータ制御部 62 は、必ずしも、アクチュエータ 61 とユニット化されている必要はない。例えば、アクチュエータ制御部 62 は、ECU 20 内に含まれていてもよく、ECU 20 とは別の ECU に含まれていてもよい。

40

【0110】

また、走行制御部 15B は、制御幅に基づいて演算したアクチュエータ 61 の制御のパラメータの幅を制御幅の代わりにアクチュエータユニット 60 に出力してもよい。この場合、アクチュエータ制御部 62 は、現在のアクチュエータ 61 の制御のパラメータが、走行制御部 15B から入力されたアクチュエータ 61 の制御のパラメータの幅内のときに、現在の車両状態が目標制御値の制御幅内に対応する車両状態であると判定してもよい。また、アクチュエータ制御部 62 は、現在のアクチュエータ 61 の制御のパラメータが、走行制御部 15B から入力されたアクチュエータ 61 の制御のパラメータの幅外のときに、現在の車両状態が目標制御値の制御幅外に対応する車両状態であると判定してもよい。

【0111】

50

## 〔第4実施形態〕

次に、第4実施形態について説明する。本実施形態の説明では、第3実施形態と異なる点について詳細に説明し、第3実施形態と同一又は相当要素には同一符号を用い、重複する説明は省略する。図11は、第4実施形態に係る自動運転車両システム100Cの構成を示すブロック図である。自動運転車両システム100Cは、外部センサ1、GPS受信部2、内部センサ3、地図データベース4、ナビゲーションシステム5、アクチュエータ6、第1のECU20A、第2のECU20B、及びHMI7を備えている。なお、本実施形態は、第3実施形態に対して、走行計画生成部14と走行制御部15Bとが異なるECUに含まれている点が異なっている。

## 【0112】

第1のECU20A及び第2のECU20Bは、車両Vの自動走行を制御する。第1のECU20Aは、CPU、ROM、RAM等を有する電子制御ユニットである。第1のECU20Aでは、ROMに記憶されているプログラムをRAMにロードし、CPUで実行することで、各種の制御を実行する。

## 【0113】

第1のECU20Aは、機能的には、周辺情報認識部12、車両状態認識部13、及び走行計画生成部14を含んでいる。本実施形態における周辺情報認識部12、車両状態認識部13、及び走行計画生成部14が行う処理内容は、第1実施形態における周辺情報認識部12、車両状態認識部13、及び走行計画生成部14が行う処理内容と同様である。また、本実施形態における周辺情報認識部12及び車両状態認識部13は、第1実施形態において図6を用いて説明したS11の処理を行う。本実施形態における走行計画生成部14は、第1実施形態において図6を用いて説明したS12及びS13の処理を行う。

## 【0114】

第2のECU20Bは、CPU、ROM、RAM等を有する電子制御ユニットである。第2のECU20Bでは、ROMに記憶されているプログラムをRAMにロードし、CPUで実行することで、各種の制御を実行する。

## 【0115】

第2のECU20Bは、機能的には、走行制御部（第2の演算部）15Bを含んでいる。本実施形態における走行制御部15Bが行う処理内容は、第3実施形態における走行制御部15Bが行う処理内容と同様である。また、本実施形態に走行制御部15Bは、第3実施形態において図10を用いて説明したS31の処理を行う。

## 【0116】

第1のECU20Aと第2のECU20Bとは、物理的に互いに異なるECUである。第1のECU20Aと第2のECU20Bとは、通信回線を介して互いに通信を行ってもよい。

## 【0117】

以上、本実施形態の自動運転車両システム100Cでは、走行計画生成部14と走行制御部15Bとが異なるECUに含まれているので、例えば、第1のECU20Aを車種をまたいで採用する共通要素とし、第2のECU20Bを車種毎に異なる車種別要素とすることができる。これにより、走行計画生成部14及び走行制御部15Bが一つのECUに含まれている場合に比べて、要素の共通化を進めることができる。

## 【0118】

また、本実施形態の自動運転車両システム100Cでは、第3実施形態と同様の効果を得ることができる。

## 【0119】

なお、第4実施形態においてアクチュエータ制御部62は、必ずしも、アクチュエータ61とユニット化されている必要はない。例えば、アクチュエータ制御部62は、第2のECU20B内に含まれていてもよく、第2のECU20Bとは別のECUに含まれていてもよい。

## 【0120】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。以下、種々の変形例について説明する。

【0121】

[第1変形例]

第1変形例において、例えば、第1実施形態における走行計画生成部14は、走行計画における車両Vの目標制御値の制御幅（以下「第1の制御幅」という）を生成し、第1の制御幅を含むように第1の制御幅よりも広い幅を有する第2の制御幅を生成してもよい。この場合、走行制御部15は、現在の車両状態が目標制御値の第2の制御幅内且つ第1の制御幅外に対応する車両状態であるとき、現在の車両状態が第2の制御幅外に対応する車両状態であるときと比べて、車両状態を緩やかに目標車両状態に近づけるように指令制御値を演算する。また、走行制御部15は、現在の車両状態が目標制御値の第1の制御幅内に対応する車両状態であるとき、現在の車両状態が第2の制御幅内且つ第1の制御幅外に対応する車両状態であるときと比べて、車両状態を緩やかに目標車両状態に近づけるように指令制御値を演算する。このように、車両Vの車両状態が目標車両状態に近づくにしたがって、車両状態を目標車両状態に近づける際の緩やかさを、段階的に緩やかにしてもよい。

10

【0122】

なお、走行計画生成部14は、第1の制御幅及び第2の制御幅を生成した場合と同様に、3つ以上の制御幅を生成してもよい。この場合、走行制御部15は、車両Vの車両状態が目標車両状態に近づくにしたがって、車両状態を目標車両状態に近づける際の緩やかさを、段階的に緩やかにしてもよい。

20

【0123】

一例として、走行計画生成部14が第1の制御幅及び第2の制御幅を生成した場合における車両位置の変化について説明する。図12に示すように、走行車線Rを車両Vが走行しているとする。走行計画生成部14は、目標位置の制御幅として、第1の制御幅W11、及び第2の制御幅W12を生成したとする。車両Vの車両位置は、目標位置の第2の制御幅W12外とする。車両Vの車両位置が目標位置の第2の制御幅W12外であるため、走行制御部15は、車両位置が目標位置をつないだ目標軌跡Tに早期に追従するように車両Vを走行させる。このときの車両Vの軌跡を軌跡K11とする。車両位置が目標位置の第2の制御幅W12内且つ第1の制御幅W11外となった場合、走行制御部15は、車両位置が第2の制御幅W12外の場合と比べて、車両位置が目標位置をつないだ目標軌跡Tに緩やかに追従するように車両Vを走行させる。このときの車両Vの軌跡を軌跡K12とする。車両位置が目標位置の第1の制御幅W11内となった場合、走行制御部15は、車両位置が第2の制御幅W12内且つ第1の制御幅W11外の場合と比べて、車両位置が目標位置をつないだ目標軌跡Tに緩やかに追従するように車両Vを走行させる。このときの車両Vの軌跡を軌跡K13とする。このように、車両位置が目標位置に近づくにつれて車両位置をより緩やかに目標位置に近づけてもよい。

30

【0124】

なお、第2実施形態においても第1変形例と同様に、走行計画生成部14が複数の制御幅を生成し、複数生成された制御幅に基づいて走行制御部15が車両Vの走行を制御してもよい。

40

【0125】

[第2変形例]

第1変形例と同様に、第2変形例において、例えば、第3実施形態における走行計画生成部14は、走行計画における車両Vの目標制御値の第1の制御幅を生成し、第1の制御幅を含むように第1の制御幅よりも広い幅を有する第2の制御幅を生成してもよい。この場合、アクチュエータ制御部62は、現在の車両状態が目標制御値の第2の制御幅内且つ第1の制御幅外に対応する車両状態であるとき、現在の車両状態が第2の制御幅外に対応する車両状態であるときと比べて、アクチュエータ61の出力値を緩やかに指令制御値に近づけるようにパラメータを変更する。また、アクチュエータ制御部62は、現在の車両

50

状態が目標制御値の第1の制御幅内に対応する車両状態であるとき、現在の車両状態が第2の制御幅内且つ第1の制御幅外に対応する車両状態であるときと比べて、アクチュエータ61の出力値を緩やかに指令制御値に近づけるようにパラメータを変更する。このように、車両Vの車両状態が目標車両状態に近づくにしたがって、アクチュエータ61の出力値を指令制御値に近づける際の緩やかさを、段階的に緩やかにしてもよい。

【0126】

なお、走行計画生成部14は、第1の制御幅及び第2の制御幅を生成した場合と同様に、3つ以上の制御幅を生成してもよい。この場合、アクチュエータ制御部62は、車両Vの車両状態が目標車両状態に近づくにしたがって、アクチュエータ61の出力値を指令制御値に近づける際の緩やかさを、段階的に緩やかにしてもよい。

10

【0127】

一例として、走行計画生成部14が第1の制御幅及び第2の制御幅を生成した場合における車両位置の変化について説明する。図12に示すように、走行車線Rを車両Vが走行しているとする。走行計画生成部14は、目標位置の制御幅として、第1の制御幅W11、及び第2の制御幅W12を生成したとする。車両Vの車両位置は、目標位置の第2の制御幅W12外とする。車両Vの車両位置が目標位置の第2の制御幅W12外であるため、アクチュエータ制御部62は、アクチュエータ61の出力値が早期に指令制御値に近づくようにパラメータを変更する。このときの車両Vの軌跡を軌跡K11とする。車両位置が目標位置の第2の制御幅W12内且つ第1の制御幅W11外となった場合、アクチュエータ制御部62は、車両位置が第2の制御幅W12外の場合と比べて、アクチュエータ61の出力値が緩やかに指令制御値に近づくようにパラメータを変更する。このときの車両Vの軌跡を軌跡K12とする。車両位置が目標位置の第1の制御幅W11内となった場合、アクチュエータ制御部62は、車両位置が第2の制御幅W12内且つ第1の制御幅W11外の場合と比べて、アクチュエータ61の出力値が緩やかに指令制御値に近づくようにパラメータを変更する。このときの車両Vの軌跡を軌跡K13とする。このように、車両位置が目標位置に近づくにつれてアクチュエータ61の出力値が緩やかに指令制御値に近づくようにパラメータを変更してもよい。

20

【0128】

なお、第4実施形態においても第2変形例と同様に、走行計画生成部14が複数の制御幅を生成し、複数生成された制御幅に基づいてアクチュエータ制御部62がアクチュエータ61のパラメータを制御してもよい。

30

【0129】

[第3変形例]

第3変形例において、例えば、第1実施形態における走行制御部15は、周辺情報及び車両情報の少なくともいずれかに基づいて制御幅下限値(制御幅の最小値)を演算し、演算した制御幅下限値を走行計画生成部14に出力してもよい。そして、走行計画生成部14は、制御幅を生成する際に、入力された制御幅下限値以上となるように制御幅を生成してもよい。制御幅下限値とは、目標車両状態となるように車両Vの車両状態を制御した場合における制御誤差の最大値であってもよい。制御誤差の最大値は、例えば、車両Vの車両状態、車両Vの走行に関わる特性、車両Vの走行の制御に使用するセンサの信頼度、及び路面の状態のうち少なくともいずれかに基づいて演算されてもよい。

40

【0130】

例えば、車両Vの車両状態とは、車両Vの速度、及び空気圧センサによって検出された車両Vのタイヤの空気圧などであってもよい。車両Vの速度が速い場合、走行制御部15は、車両Vの速度が遅い場合に比べて制御誤差の最大値が大きくなるように、制御誤差の最大値を演算してもよい。また、タイヤの空気圧が低い場合、走行制御部15は、タイヤの空気圧が高い場合に比べて制御誤差の最大値が大きくなるように、制御誤差の最大値を演算してもよい。例えば、車両Vの走行に関わる特性とは、ブレーキ性能、及び加速性能などであってもよい。ブレーキ性能が低い場合、走行制御部15は、ブレーキ性能が高い場合に比べて制御誤差の最大値が大きくなるように、制御誤差の最大値を演算してもよい

50

。また、加速性能が低い場合、走行制御部 15 は、加速性能が高い場合に比べて制御誤差の最大値が大きくなるように、制御誤差の最大値を演算してもよい。例えば、車両 V の走行の制御に使用するセンサの信頼度とは、車速センサの信頼度などであってもよい。車速センサの信頼度が低い場合、走行制御部 15 は、車速センサの信頼度が高い場合に比べて制御誤差の最大値が大きくなるように、制御誤差の最大値を演算してもよい。例えば、路面の状態とは、路面が乾いている状態、路面が濡れている状態である。路面が濡れている場合、走行制御部 15 は、路面が乾いている場合に比べて制御誤差の最大値が大きくなるように、制御誤差の最大値を演算してもよい。

#### 【0131】

なお、例えば自動運転車両システム 100 は、システム起動開始時（例えば、イグニッション ON 時）において、車両 V の走行に関わる特性、車両 V の走行の制御に使用するセンサの信頼度として、予め設定された標準値を用いてもよい。標準値とは、例えば、一般的な車両状態を想定した値であってもよく、車両の制御性が最も悪いときの車両状態を想定した値であってもよい。例えば自動運転車両システム 100 は、システム起動開始時において、路面の状態として、乾いた路面状態或いは濡れた路面状態を用いてもよい。車両 V が走行を開始した後、自動運転車両システム 100 は、走行中における各種センサ等における検出結果に基づいて標準値を更新してもよい。

#### 【0132】

走行計画生成部 14 は、周辺情報認識部 12 によって認識された車両 V の周辺情報、及び車両状態認識部 13 によって認識された車両状態の少なくともいずれかに基づいて制御幅を生成する際に、走行制御部 15 から入力された制御幅下限値以上となるように制御幅を生成する。このように、走行制御部 15 から入力された制御幅下限値以上となるように走行計画生成部 14 が制御幅を生成することにより、走行制御部 15 は、制御幅内において、車両 V の車両状態が目標車両状態となるように車両 V の走行を制御することができる。

#### 【0133】

ここで、走行計画生成部 14 が周辺情報認識部 12 によって認識された車両 V の周辺情報、及び車両状態認識部 13 によって認識された車両状態の少なくともいずれかに基づいて制御幅を生成する際に、走行制御部 15 から入力された制御幅下限値以上となるように制御幅を生成することができない場合が考えられる。具体的には、例えば、車両 V が高速走行を行っている状態で走行車線の幅が狭い場合、走行計画生成部 14 は小さな制御幅を生成しようとする。このとき、走行計画生成部 14 は、制御幅下限値以上の制御幅を生成できないことがある。このような場合、ECU 10 は、例えば、車両 V を減速させて制御幅を生成可能な状態にしてもよい。或いは、ECU 10 は、車両 V の走行計画を再度生成してもよい。ECU 10 は、自動運転制御を停止させてもよい。ECU 10 は、制御幅下限値以上の制御幅を生成できない旨を運転者へ警告をする等の対応を行ってもよい。

#### 【0134】

走行制御部 15 が走行計画生成部 14 に出力する制御幅下限値は、一つでも良く、複数でもよい。例えば、制御幅下限値が速度に依存する場合、走行制御部 15 は、速度毎の制御幅下限値を生成して走行計画生成部 14 に出力してもよい。この場合、例えば、走行計画生成部 14 は、制御幅を生成する際に、走行計画に含まれる速度に応じた制御幅下限値に基づいて制御幅を生成してもよい。制御幅下限値を複数設ける場合には、最も小さい制御幅下限値よりも小さい制御幅しか生成できない場合に、ECU 10 は、上述したように車両 V を減速させて制御幅を生成可能な状態にしてもよい。同様に、ECU 10 は、車両 V の走行計画を再度生成してもよい。或いは、ECU 10 は、自動運転制御を停止させてもよい。ECU 10 は、制御幅下限値以上の制御幅を生成できない旨を運転者へ警告をする等の対応を行ってもよい。

#### 【0135】

なお、第 2 実施形態においても第 3 変形例と同様に、走行制御部 15 が制御幅下限値を生成して走行計画生成部 14 に出力してもよい。そして、走行計画生成部 14 は、入力さ

10

20

30

40

50

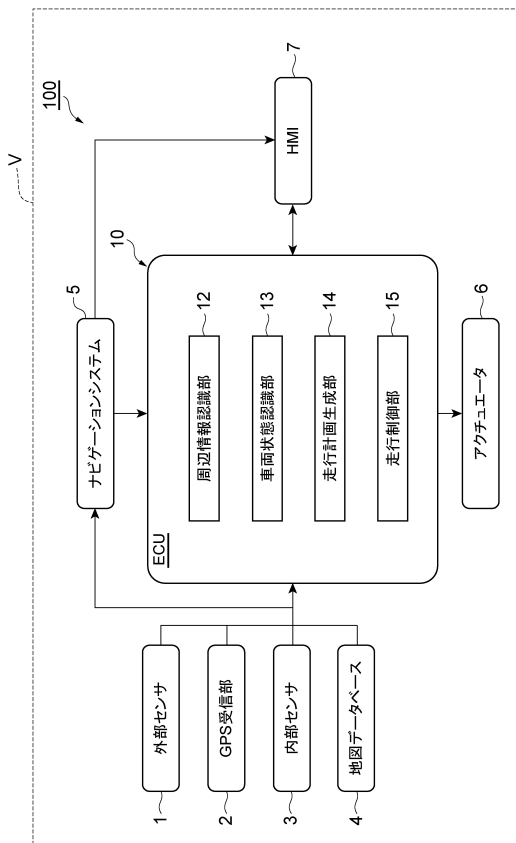
れた制御幅下限値以上となるように制御幅を生成してもよい。第3実施形態及び第4実施形態においても第3変形例と同様に、走行制御部15Bが制御幅下限値を生成して走行計画生成部14に出力してもよい。そして、走行計画生成部14は、入力された制御幅下限値以上となるように制御幅を生成してもよい。

【符号の説明】

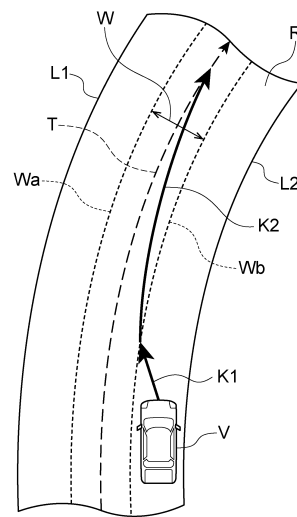
【0136】

10A, 20A...第1のECU、10B, 20B...第2のECU、12...周辺情報認識部、13...車両状態認識部、14...走行計画生成部、15...走行制御部(第1の演算部)、15B...走行制御部(第2の演算部)、6, 61...アクチュエータ、62...アクチュエータ制御部、100, 100A, 100B, 100C...自動運転車両システム、V...車両

【図1】

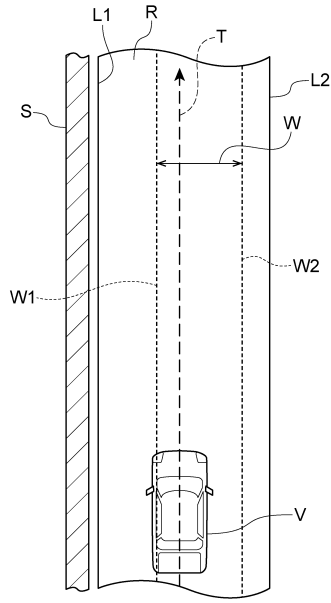


【図2】

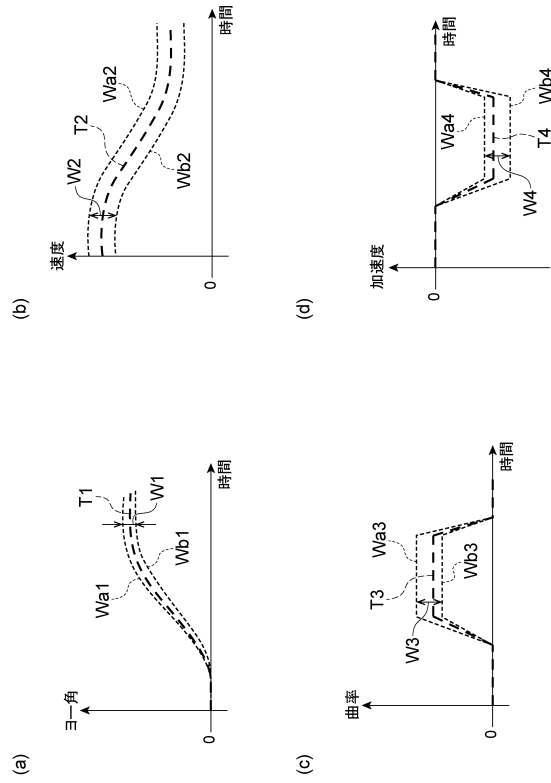




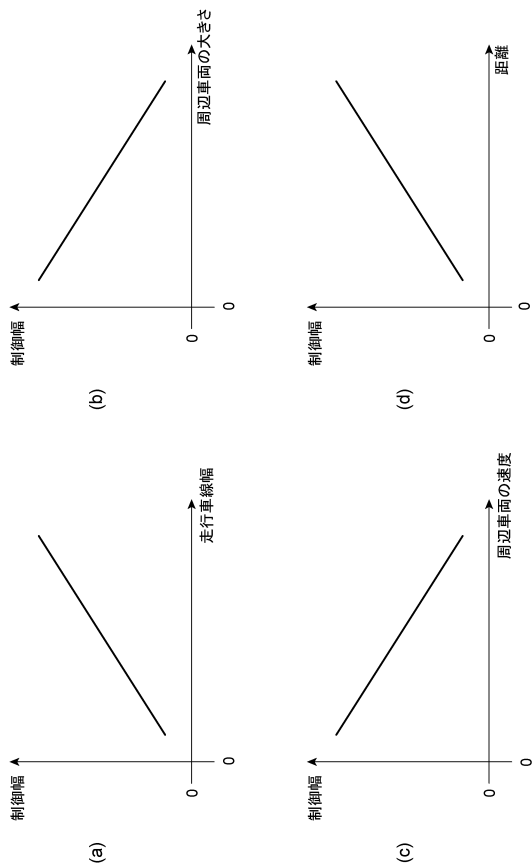
【図3】



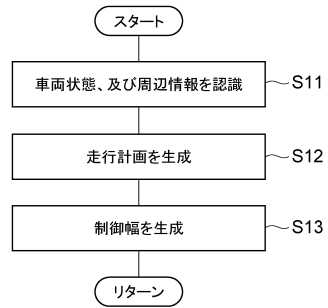
【図4】



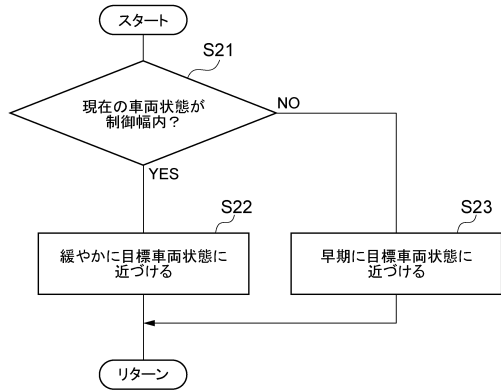
【図5】



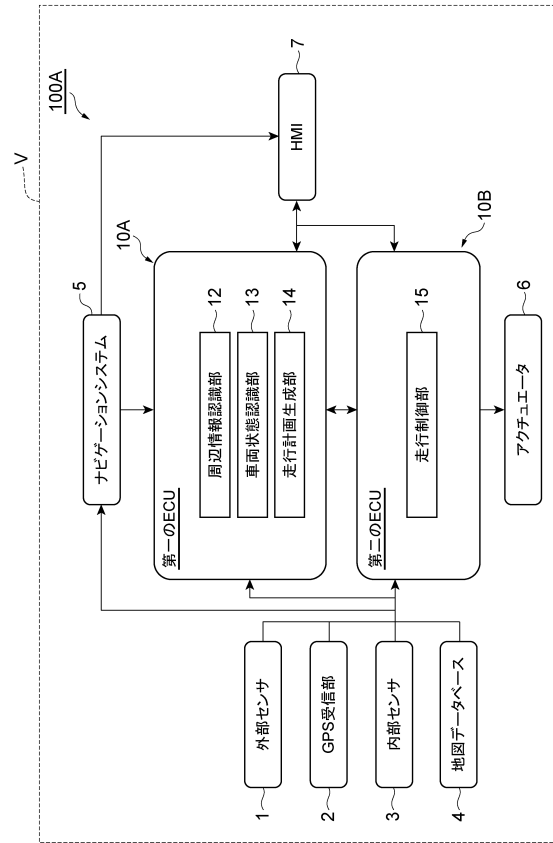
【図6】



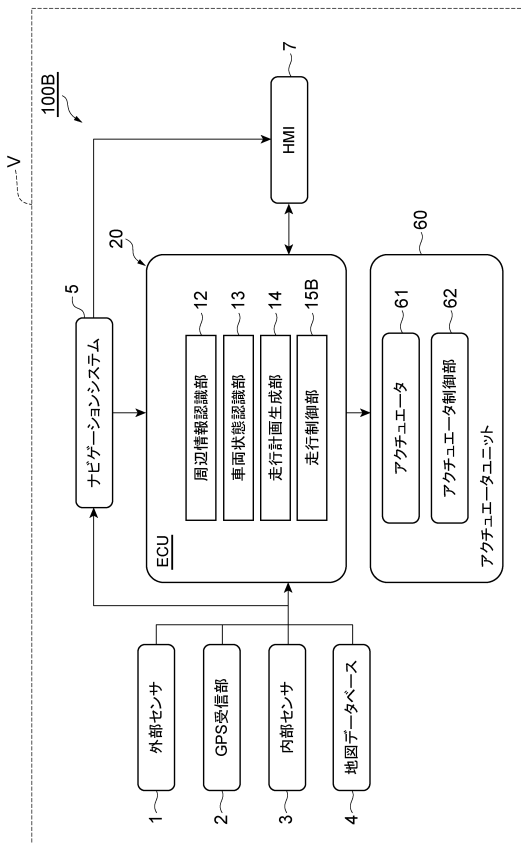
【図7】



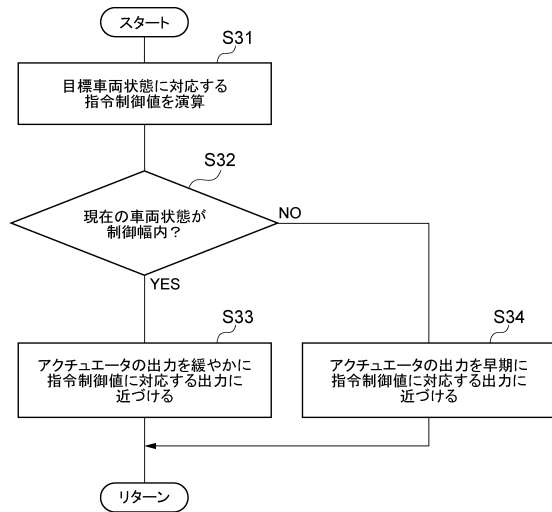
【図8】



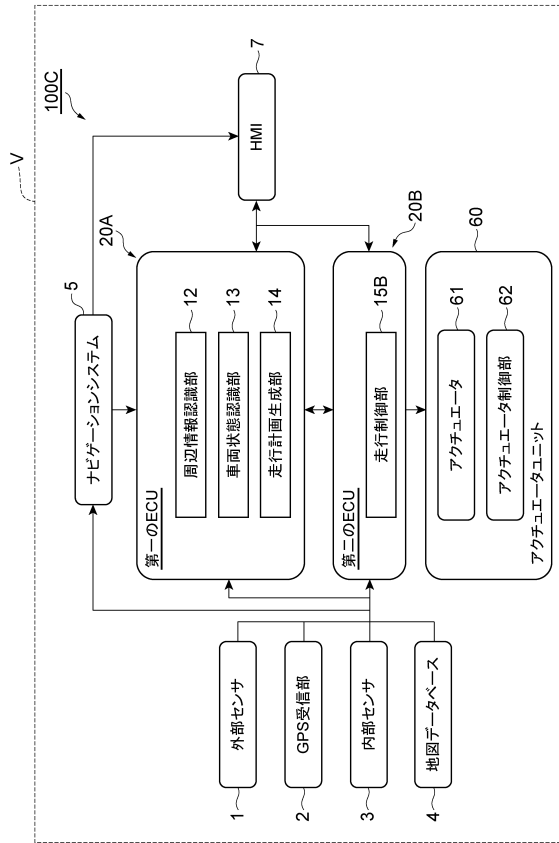
【図9】



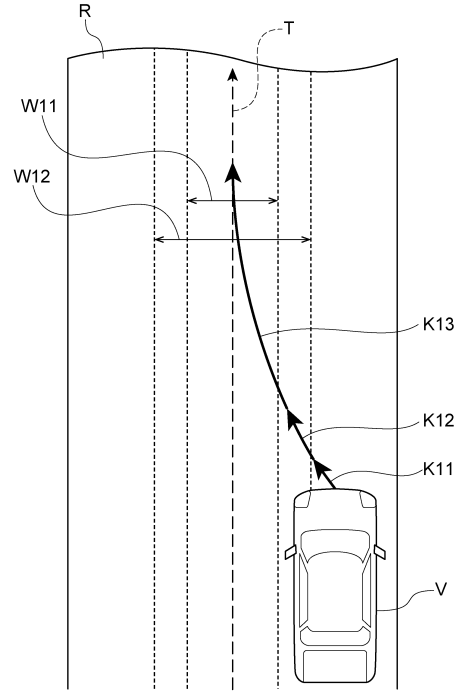
【図10】



【図11】



【図12】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
G 0 1 C 21/26 (2006.01) G 0 1 C 21/26 A

(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

合議体

審判長 北村 英隆

審判官 金澤 俊郎

審判官 渡邊 豊英

(56)参考文献 特開2009-61878(JP,A)  
特開2003-191774(JP,A)  
特開2011-5893(JP,A)  
特開2012-11862(JP,A)  
特開平11-91606(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B6W 30/10

B6W 40/02

B6W 40/10

G08G 1/16

B62D 6/00