

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7173063号
(P7173063)

(45)発行日 令和4年11月16日(2022.11.16)

(24)登録日 令和4年11月8日(2022.11.8)

(51)国際特許分類	F I
B 6 0 W 30/18 (2012.01)	B 6 0 W 30/18
B 6 0 W 40/02 (2006.01)	B 6 0 W 40/02
G 0 8 G 1/16 (2006.01)	G 0 8 G 1/16 C

請求項の数 8 (全20頁)

(21)出願番号	特願2020-11150(P2020-11150)	(73)特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22)出願日	令和2年1月27日(2020.1.27)	(74)代理人	100099759 弁理士 青木 篤
(65)公開番号	特開2021-115983(P2021-115983 A)	(74)代理人	100123582 弁理士 三橋 真二
(43)公開日	令和3年8月10日(2021.8.10)	(74)代理人	100092624 弁理士 鶴田 準一
審査請求日	令和3年4月6日(2021.4.6)	(74)代理人	100147555 弁理士 伊藤 公一
		(74)代理人	100123593 弁理士 関根 宣夫
		(74)代理人	100133835 弁理士 河野 努

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 自動運転装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

自動運転中の車両において、車両の走行状態を変更する必要があるか否かを判定する変更要否判定部と、

前記変更の必要がある場合に、ドライバが視認可能な所定の地物、ドライバが認識可能な所定の通知情報、または、車両周囲の所定の状況を検出する検出部と、

前記地物、前記通知情報または前記状況が検出されると、前記変更に応じた車両の制御を車両制御部に実行させ、あるいは、通知部を介してドライバに前記変更を通知させるタイミング制御部と、

を有する自動運転装置。

【請求項2】

前記変更要否判定部は、必要があると判定された前記変更の実施が間に合う、車両から最も遠い位置または最も遅いタイミングを表す最大遅延を決定し、

前記タイミング制御部は、変更の必要があると判定してから前記最大遅延を経過すると、前記地物、前記通知情報または前記状況が検出されなくても前記変更に応じた車両の制御を前記車両制御部に実行させ、あるいは、前記通知部を介してドライバに前記変更を通知させる、請求項1に自動運転装置。

【請求項3】

前記タイミング制御部は、前記地物、前記通知情報または前記状況が検出されてから所定の遅延時間が経過すると、前記変更に応じた車両の制御を車両制御部に実行させ、ある

いは、前記通知部を介してドライバに前記変更を通知させる、請求項 1 に記載の自動運転装置。

【請求項 4】

前記タイミング制御部は、前記地物、前記通知情報または前記状況が検出されたときの前記車両の速度、検出された前記地物の路面からの高さ、または、前記車両の前方を走行する他の車両と前記車両間の間隔に応じて前記所定の遅延時間を設定する、請求項 3 に記載の自動運転装置。

【請求項 5】

前記所定の地物は、前記変更の内容に関連する道路標識または道路標示、あるいは、前記変更が実施される地点に対して所定の位置関係を有する地物である、請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載の自動運転装置。

10

【請求項 6】

前記所定の通知情報は、前記車両に搭載された無線通信器を介して受信した、前記変更の原因となる交通状況を通知する交通情報である、請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載の自動運転装置。

【請求項 7】

前記必要があると判定された車両の走行状態の変更は、前記車両が走行する車線の変更であり、

前記検出部は、前記所定の状況として、前記車両の周囲の状況が、車線変更を安全に実施できることをドライバが認識できる安全状況を検出する、請求項 1 に記載の自動運転装置。

20

【請求項 8】

前記変更要否判定部は、前記必要があると判定された車両の走行状態の変更の種類を特定し、

前記検出部は、前記必要があると判定された車両の走行状態の変更の種類に応じて、検出する前記所定の地物の種類を変更する、請求項 1 に記載の自動運転装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両を自動運転制御する自動運転装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

車両を自動運転制御する技術が研究されている。しかし、車両が自動運転制御されている場合であっても、車両周囲の状況などに応じて、ドライバが車両を手動で運転する必要があることがある。

【0003】

そこで、所定の条件下で、車両の運転制御のモードを、自動運転制御が適用される自動運転モードから、ドライバが手動で車両を運転する手動運転モードへ切り替える技術が提案されている（例えば、特許文献 1 を参照）。この技術では、自車両を自動走行させる自動運転区画において自動運転から手動運転への引き継ぎを開始するための引き継ぎ地点を、自動運転で走行している自車両を退避させるための停止可能領域の手前に設定することで、自動運転から手動運転への移行をスムーズに行えるようにする。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2008 - 290680 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記の技術では、車両の自動運転制御中において、車両の走行状態を変

50

更させる挙動が実施されるタイミング、あるいは自動運転モードから手動運転モードへの切り替え通知がなされるタイミングがドライバにとって分からない。そのため、ドライバが不安に感じたり、自動運転モードから手動運転モードへの切替直後にドライバが適切に車両を運転できないことがある。

【0006】

そこで、本発明は、ドライバの不安を軽減することができる自動運転装置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】

【0007】

一つの実施形態によれば、自動運転装置が提供される。この自動運転装置は、自動運転中の車両において、車両の走行状態または車両の制御主体を変更する必要があるか否かを判定する変更要否判定部と、その変更の必要がある場合に、ドライバが視認可能な所定の地物、ドライバが認識可能な所定の通知情報、または、車両周囲の所定の状況を検出する検出部と、所定の地物、所定の通知情報または所定の状況が検出されると、必要があると判定された変更に応じた車両の制御を車両制御部に実行させ、あるいは、通知部を介してドライバにその変更を通知させるタイミング制御部とを有する。

10

【0008】

この自動運転装置において、変更要否判定部は、必要があると判定された変更の実施が間に合う、車両から最も遠い位置または最も遅いタイミングを表す最大遅延を決定し、タイミング制御部は、その変更の必要があると判定してから最大遅延を経過すると、所定の地物、所定の通知情報、または所定の状況が検出されなくてもその変更に応じた車両の制御を車両制御部に実行させ、あるいは、通知部を介してドライバにその変更を通知させることが好ましい。

20

【0009】

また、この自動運転装置において、タイミング制御部は、所定の地物、所定の通知情報または所定の状況が検出されてから所定の遅延時間が経過すると、必要があると判定された変更に応じた車両の制御を車両制御部に実行させ、あるいは、通知部を介してドライバにその変更を通知させることが好ましい。

【0010】

この場合において、タイミング制御部は、所定の地物、所定の通知情報または所定の状況が検出されたときの車両の速度、検出された所定の地物の路面からの高さ、または、車両の前方を走行する他の車両と車両間の間隔に応じて所定の遅延時間を設定することが好ましい。

30

【0011】

さらに、この自動運転装置において、所定の地物は、必要があると判定された変更の内容に関連する道路標識または道路標示、あるいは、その変更が実施される地点に対して所定の位置関係を有する地物であることが好ましい。

【0012】

さらにまた、この自動運転装置において、所定の通知情報は、車両に搭載された無線通信器を介して受信した、必要があると判定された変更の原因となる交通状況を通知する交通情報であることが好ましい。

40

【0013】

さらにまた、この自動運転装置において、必要があると判定された車両の走行状態の変更は、車両が走行する車線の変更であり、検出部は、所定の状況として、車両の周囲の状況が、車線変更を安全に実施にできることをドライバが認識できる安全状況を検出することが好ましい。

【発明の効果】

【0014】

本発明に係る自動運転装置は、ドライバの不安を軽減することができるという効果を奏する。

50

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】自動運転装置が実装される車両制御システムの概略構成図である。

【図2】自動運転装置の一つの実施形態である電子制御装置のハードウェア構成図である。

【図3】自動運転制御処理に関する、電子制御装置のプロセッサの機能ブロック図である。

【図4】車両の走行状態の変更が行われる地点と、通知が行われる地点の関係の一例を示す図である。

【図5】車両の制御主体の変更が行われる地点と、通知が行われる地点の関係の一例を示す図である。

【図6】車線変更が実施される状況の一例を示す図である。

10

【図7】車両制御処理の動作フローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図を参照しつつ、自動運転装置について説明する。この自動運転装置は、自動運転中の車両において、車両の走行状態または車両の制御主体を変更する必要があるか否かを判定し、その変更の必要がある場合に、ドライバが視認可能な所定の地物、ドライバが認識可能な所定の通知情報、または、車両周囲の所定の状況を検出する。そしてこの自動運転装置は、そのような、地物、通知情報または状況が検出されると、走行状態の変更または制御主体の変更に応じた車両の制御を実行し、あるいは、通知部を介してドライバにその変更を通知させる。これにより、この自動運転装置は、車両の走行状態の変更または制御主体の変更が行われるタイミングをドライバが把握することを容易にする。その結果として、この自動運転装置は、ドライバの不安を軽減できるので、自動運転モードから手動運転モードへの切り替え直後において、ドライバが車両を適切に運転することが容易となる。

20

【0017】

図1は、自動運転装置が実装される車両制御システムの概略構成図である。また図2は、自動運転装置の一つの実施形態である電子制御装置のハードウェア構成図である。本実施形態では、車両10に搭載され、かつ、車両10を制御する車両制御システム1は、GPS受信機2と、ナビゲーション装置3と、カメラ4と、無線通信器5と、ストレージ装置6と、ユーザインターフェース7と、自動運転装置の一例である電子制御装置(ECU)8とを有する。GPS受信機2、ナビゲーション装置3、カメラ4、無線通信器5、ストレージ装置6及びユーザインターフェース7とECU8とは、コントローラエリアネットワークといった規格に準拠した車内ネットワークを介して通信可能に接続される。なお、車両制御システム1は、LIDERあるいはレーダといった、車両10から車両10の周囲に存在する物体までの距離を測定する距離センサ(図示せず)をさらに有していてもよい。さらに、車両制御システム1は、GPS受信機2の代わりに、他の衛星測位システムに準拠した受信機を有していてもよい。

30

【0018】

GPS受信機2は、所定の周期ごとにGPS衛星からのGPS信号を受信し、受信したGPS信号に基づいて車両10の自己位置を測位する。そしてGPS受信機2は、所定の周期ごとに、GPS信号に基づく車両10の自己位置の測位結果を、車内ネットワークを介してナビゲーション装置3及びECU8へ出力する。

40

【0019】

ナビゲーション装置3は、自装置上で動作するナビゲーションプログラムに従って、車両10に対するナビゲーション処理を実行する。例えば、ナビゲーション装置3は、ドライバの操作により、ナビゲーションプログラムの起動が指示され、かつ、車両10の目的地が入力されると、ナビゲーション装置3が記憶するナビゲーション用の地図を参照して、ダイクストラ法といった所定の経路探索手法に従って、車両10の現在位置から目的地までの車両10の走行ルートを決める。走行ルートには、例えば、目的地までに経由する道路、右折または左折する交差点の位置などを表す情報が含まれる。なお、ナビゲーション

50

オン装置 3 は、車両 10 の現在位置として、例えば、GPS受信機 2 から受信した、最新の測位結果による車両 10 の自己位置を利用することができる。

ナビゲーション装置 3 は、車両 10 の走行ルートを求めると、その走行ルートを表す情報を、車内ネットワークを介して ECU 8 へ出力する。

【0020】

カメラ 4 は、撮像部の一例であり、CCDあるいはC-MOSなど、可視光に感度を有する光電変換素子のアレイで構成された 2 次元検出器と、その 2 次元検出器上に撮影対象となる領域の像を結像する結像光学系を有する。そしてカメラ 4 は、例えば、車両 10 の前方を向くように、例えば、車両 10 の車室内に取り付けられる。そしてカメラ 4 は、所定の撮影周期（例えば 1/30 秒～1/10 秒）ごとに車両 10 の前方領域を撮影し、その前方領域が写った画像を生成する。カメラ 4 により得られた画像は、カラー画像であってもよく、あるいは、グレー画像であってもよい。なお、車両 10 には、撮影方向または焦点距離が異なる複数のカメラが設けられてもよい。

10

【0021】

カメラ 4 は、画像を生成する度に、その生成した画像を、車内ネットワークを介して ECU 8 へ出力する。

【0022】

無線通信器 5 は、所定の移動通信規格に準拠して、無線基地局との間で無線通信する。そして無線通信器 5 は、無線基地局を介して、他の装置から、車両 10 が走行中の道路またはその周囲における交通状況を表す交通情報（例えば、Vehicle Information and Communication System, VICS（登録商標）による情報）を受信し、その交通情報を、車内ネットワークを介して ECU 8 へ出力する。なお、交通情報には、例えば、道路工事、事故、または交通規制の有無、及び、道路工事、事故または交通規制が実施されている場所及び時間帯に関する情報が含まれる。また、無線通信器 5 は、車両 10 の現在位置の周囲の所定の領域についての、自動運転制御に利用される高精度地図を、無線基地局を介して地図サーバから受信し、受信した高精度地図をストレージ装置 6 へ出力してもよい。

20

【0023】

ストレージ装置 6 は、例えば、ハードディスク装置、不揮発性の半導体メモリ、または光記録媒体及びそのアクセス装置を有する。そしてストレージ装置 6 は、高精度地図を記憶する。なお、高精度地図には、例えば、その高精度地図に表される所定の領域に含まれる各道路についての車線区画線または停止線といった道路標示を表す情報及び道路標識を表す情報が含まれる。

30

【0024】

さらに、ストレージ装置 6 は、高精度地図の更新処理、及び、ECU 8 からの高精度地図の読出し要求に関する処理などを実行するためのプロセッサを有していてもよい。そしてストレージ装置 6 は、例えば、車両 10 が所定距離だけ移動する度に、無線通信器 5 を介して地図サーバへ、高精度地図の取得要求を車両 10 の現在位置とともに送信し、地図サーバから無線通信器 5 を介して車両 10 の現在位置の周囲の所定の領域についての高精度地図を受信してもよい。また、ストレージ装置 6 は、ECU 8 からの高精度地図の読出し要求を受信すると、記憶している高精度地図から、車両 10 の現在位置を含み、上記の所定の領域よりも相対的に狭い範囲を表す高精度地図を切り出して、車内ネットワークを介して ECU 8 へ出力する。

40

【0025】

ユーザインターフェース 7 は、通知部の一例であり、例えば、液晶ディスプレイといった表示装置またはタッチパネルディスプレイを有する。ユーザインターフェース 7 は、車両 10 の車室内、例えば、インストルメントパネルの近傍に、ドライバへ向けて設置される。そしてユーザインターフェース 7 は、ECU 8 から車内ネットワークを介して受信した各種の情報を表示することで、その情報をドライバへ通知する。ユーザインターフェース 7 は、さらに、車室内に設置されるスピーカを有していてもよい。この場合、ユーザインターフェース 7 は、ECU 8 から車内ネットワークを介して受信した各種の情報を音声

50

信号として出力することで、その情報をドライバへ通知する。

【 0 0 2 6 】

ユーザインターフェース 7 がドライバへ通知する情報には、例えば、車両 1 0 に適用される運転モードを自動運転モードから手動運転モードへ切り替えることを通知する情報、または、車両 1 0 の走行状態の変更を通知する情報が含まれる。

【 0 0 2 7 】

E C U 8 は、車両 1 0 に適用される運転モードを自動運転モードと手動運転モードとの間で切り替えるか否かを判定する。例えば、E C U 8 は、ステアリングに設けられた、自動運転モードを適用するか否かを切り替えるためのスイッチ（図示せず）から、自動運転モードに設定することを表す操作信号を受信すると、車両 1 0 の現在位置に基づいて、自動運転モードを適用するか否かを判定する。例えば、車両 1 0 の現在位置が、高精度地図で表された範囲に含まれる場合、E C U 8 は、自動運転モードを適用すると判定する。そして E C U 8 は、自動運転モードが適用される場合、車両 1 0 の現在位置、車両 1 0 の周囲の画像、高精度地図、及び、設定された走行ルートに基づいて車両 1 0 を自動運転制御する。さらに、E C U 8 は、車両 1 0 に自動運転モードが適用されている場合において、車両 1 0 の走行状態または車両 1 0 に適用される運転モードを自動運転モードから手動運転モードへ変更する必要があるか否かを判定し、その変更の必要がある場合に、ドライバが視認可能な所定の地物、ドライバが認識可能な所定の通知情報、または、車両 1 0 の周囲の所定の状況を検出する。そして E C U 8 は、そのような、地物、通知情報または状況が検出されると、走行状態の変更に応じた車両 1 0 の制御を実行し、あるいは、自動運転モードから手動運転モードへの切り替えに応じた車両 1 0 の制御を実行し、あるいは、ユーザインターフェース 7 を介してドライバにその変更を通知させる。

【 0 0 2 8 】

図 2 に示されるように、E C U 8 は、通信インターフェース 2 1 と、メモリ 2 2 と、プロセッサ 2 3 とを有する。通信インターフェース 2 1、メモリ 2 2 及びプロセッサ 2 3 は、それぞれ、別個の回路として構成されてもよく、あるいは、一つの集積回路として一体的に構成されてもよい。

【 0 0 2 9 】

通信インターフェース 2 1 は、E C U 8 を車内ネットワークに接続するためのインターフェース回路を有する。そして通信インターフェース 2 1 は、GPS受信機 2 から自己位置の測位結果を受信する度に、その測位結果をプロセッサ 2 3 へわたす。また、通信インターフェース 2 1 は、カメラ 4 から画像を受信する度に、受信した画像をプロセッサ 2 3 へわたす。さらに、通信インターフェース 2 1 は、ナビゲーション装置 3 から走行ルートを受信するとその走行ルートをプロセッサ 2 3 へわたす。さらにまた、通信インターフェース 2 1 は、ストレージ装置 6 から読み込んだ高精度地図をプロセッサ 2 3 へわたす。し、一方、通信インターフェース 2 1 は、プロセッサ 2 3 から通知情報を受け取ると、その通知情報をユーザインターフェース 7 へ出力する。

【 0 0 3 0 】

メモリ 2 2 は、例えば、揮発性の半導体メモリ及び不揮発性の半導体メモリを有する。そしてメモリ 2 2 は、E C U 8 のプロセッサ 2 3 により実行される車両制御処理において使用される各種のデータを記憶する。例えば、メモリ 2 2 は、車両 1 0 の周囲の画像、自己位置の測位結果、高精度地図、カメラ 4 の内部パラメータ、及び、通知のトリガとなる地物などの検出に利用される、物体検出用の識別器を特定するための各種パラメータなどを記憶する。さらに、メモリ 2 2 は、車両制御処理の途中で生成される各種のデータを一時的に記憶する。

【 0 0 3 1 】

プロセッサ 2 3 は、1 個または複数個の C P U (Central Processing Unit) 及びその周辺回路を有する。プロセッサ 2 3 は、論理演算ユニット、数値演算ユニットあるいはグラフィック処理ユニットといった他の演算回路をさらに有していてもよい。そしてプロセッサ 2 3 は、車両 1 0 に対する車両制御処理を実行する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

図 3 は、車両制御処理に関する、プロセッサ 2 3 の機能ブロック図である。プロセッサ 2 3 は、変更要否判定部 3 1 と、検出部 3 2 と、タイミング制御部 3 3 と、車両制御部 3 4 とを有する。プロセッサ 2 3 が有するこれらの各部は、例えば、プロセッサ 2 3 上で動作するコンピュータプログラムにより実現される機能モジュールである。あるいは、プロセッサ 2 3 が有するこれらの各部は、プロセッサ 2 3 に設けられる、専用の演算回路であってもよい。

【 0 0 3 3 】

変更要否判定部 3 1 は、車両 1 0 に自動運転モードが適用されている場合において、所定の周期ごとに、車両 1 0 の現在位置から所定距離だけ走行するまでの間に車両 1 0 の走行状態または車両 1 0 の制御主体を変更する必要があるか否かを判定する。本実施形態において、車両 1 0 の走行状態の変更には、例えば、走行する車線の変更が含まれる。さらに、車線の変更には、走行ルートに沿って目的地へ向かうための車線の合流または分岐に伴う車線変更、及び、特定方向へ向かう車線（例えば、右折用または左折用の車線）へ移動するための車線変更だけでなく、先行する他の車両を追い越すための車線変更も含まれる。また、走行状態の変更には、車両 1 0 の速度の変更、右折または左折あるいは停車など、車両 1 0 の走行に関する他の挙動の状態を変更するものが含まれてもよい。さらに、制御主体の変更には、例えば、自動運転モードから手動運転モードへの切り替え、及び、ステアリング保持の要求がなされること（いわゆる Hands On 要求）が含まれる。

【 0 0 3 4 】

例えば、走行状態の変更に関して、変更要否判定部 3 1 は、走行ルートに沿って車両 1 0 が目的地へ向かうために現在位置から所定距離（例えば、1km～5km）の区間だけ走行する間に、何れかの交差点において右折または左折することが求められ、かつ、車両 1 0 が現在走行中の車線と、その右折または左折が可能な車線とが異なる場合、走行状態の変更として、車線変更する必要があると判定する。

【 0 0 3 5 】

具体的に、変更要否判定部 3 1 は、高精度地図及び走行ルートを参照して、車両 1 0 の現在位置から走行ルートに沿って所定距離の区間以内に、車両 1 0 が右折または左折する交差点が含まれるか否かを判定する。そしてそのような交差点が含まれる場合、変更要否判定部 3 1 は、車両 1 0 が現在走行中の車線を特定する。例えば、変更要否判定部 3 1 は、車両 1 0 の位置及び姿勢を仮定して、カメラ 4 から得た画像から検出された道路上の構造物（例えば、車線区画線あるいは停止線といった道路標示）を高精度地図上に投影するか、あるいは、高精度地図上の車両 1 0 の周囲の道路上の構造物を画像上に投影する。そして変更要否判定部 3 1 は、画像から検出された道路上の構造物と高精度地図上に表された道路上の構造物とが最も一致するときの車両 1 0 の位置及び姿勢を、車両 1 0 の自己位置として推定する。そして変更要否判定部 3 1 は、高精度地図を参照して、車両 1 0 の自己位置が含まれる車線を、車両 1 0 が走行中の車線として特定すればよい。

【 0 0 3 6 】

なお、変更要否判定部 3 1 は、画像から道路上の構造物を検出するために、例えば、画像から道路上の構造物を検出するように予め学習された識別器に画像を入力する。その際、変更要否判定部 3 1 は、道路上の構造物の検出に用いる識別器として、例えば、Single Shot MultiBox Detector(SSD)、または、Faster R-CNNといった、コンボリユーションアルニューラルネットワーク型(CNN)のアーキテクチャを持つディープニューラルネットワーク(DNN)を用いることができる。

【 0 0 3 7 】

変更要否判定部 3 1 は、仮定される車両 1 0 の位置及び姿勢の初期値と、カメラ 4 の焦点距離、路面からのカメラ 4 までの高さ、及び、カメラ 4 の撮影方向といった、カメラ 4 の内部パラメータとを用いて、画像から検出された道路上の構造物を高精度地図上に投影するか、あるいは、高精度地図上の車両 1 0 の周囲の道路上の構造物を画像上に投影する。そして変更要否判定部 3 1 は、画像から検出された道路上の構造物と高精度地図上に表

10

20

30

40

50

された道路上の構造物との一致度合（例えば、正規化相互相関値）を算出する。

【 0 0 3 8 】

変更要否判定部 3 1 は、仮定される車両 1 0 の位置及び姿勢を変更しながら上記の処理を繰り返す。そして変更要否判定部 3 1 は、一致度合が最大となる時の仮定された位置及び姿勢を、車両 1 0 の実際の自己位置として推定すればよい。

【 0 0 3 9 】

なお、ECU 8 とは別個に、所定周期ごとに車両 1 0 の自己位置を推定するローカライズ処理を実行するローカライズ処理部（図示せず）が設けられる場合には、変更要否判定部 3 1 は、そのローカライズ処理部から、車両 1 0 の自己位置及び走行中の車線を表す情報を取得してもよい。

10

【 0 0 4 0 】

同様に、変更要否判定部 3 1 は、走行ルートを参照して、車両 1 0 の現在位置から走行ルートに沿って所定距離の区間以内に、何れかの車線から分岐する分岐路へ向かう地点が含まれ、かつ、車両 1 0 が現在走行中の車線がその分岐路が分岐する車線と異なる場合に、走行状態の変更として、車線変更する必要があると判定してもよい。

また、変更要否判定部 3 1 は、無線通信器 5 を介して受信した交通情報において、所定距離の区間内において車両 1 0 が現在走行中の車線を走行できなくなることが示されている場合にも、走行状態の変更として、車線変更する必要があると判定してもよい。

【 0 0 4 1 】

さらに、変更要否判定部 3 1 は、車両 1 0 が走行する車線において車両 1 0 の先方を走行する車両（以下、先行車両と呼ぶ）の速度が、一定期間にわたって車両 1 0 について設定された目標速度よりも所定値以上遅い場合、走行状態の変更として、車線変更する必要があると判定してもよい。この場合、変更要否判定部 3 1 は、例えば、車両 1 0 に搭載された距離センサにより得られた、一定期間における先行車両までの距離の変化と、その一定期間における車両 1 0 の車速及びその変化とに基づいて、先行車両の速度を推定することができる。あるいは、変更要否判定部 3 1 は、一定期間中においてカメラ 4 により得られた一連の画像において先行車両が表された領域のサイズの時系列の変化と、その一定期間における車両 1 0 の車速及びその変化とに基づいて、先行車両の速度を推定してもよい。

20

【 0 0 4 2 】

さらにまた、変更要否判定部 3 1 は、走行ルートに沿って車両 1 0 が目的地へ向かうために現在位置から所定距離の区間だけ走行する間に、右折または左折することが求められる地点が含まれると、走行状態の変更として、右折または左折する必要があると判定してもよい。

30

【 0 0 4 3 】

あるいは、変更要否判定部 3 1 は、走行ルートに沿って車両 1 0 が目的地へ向かうために現在位置から所定距離の区間だけ走行する間に、法定速度が切り替わる地点が含まれると、走行状態の変更として、車速を変更する必要があると判定してもよい。さらに、変更要否判定部 3 1 は、走行ルートに沿って車両 1 0 が目的地へ向かうために現在位置から所定距離の区間だけ走行する間に、一時停止が求められる地点あるいはその区間中に目的地が含まれると、走行状態の変更として、車両 1 0 を停車させる必要があると判定してもよい。

40

【 0 0 4 4 】

また、制御主体の変更に関して、変更要否判定部 3 1 は、車両 1 0 の現在位置から走行ルートに沿って所定距離の区間だけ走行する間に、車両 1 0 の自動運転を継続できなくなる場合に、車両 1 0 の制御主体を変更する必要があると判定する。例えば、車両 1 0 が現在位置から走行ルートに沿って所定距離の区間だけ進むよりも前に、高精度地図で表された範囲から外れる場合、車両 1 0 は自動運転を継続できなくなる。そこで、変更要否判定部 3 1 は、車両 1 0 の制御主体を変更する必要があると判定する。例えば、高精度地図に高速道路に関する情報は表されているものの、一般道路に関する情報は表されていないとする。この場合、例えば、高速道路のインターチェンジが、高精度地図から外れる地点と

50

なる。

【 0 0 4 5 】

また、変更要否判定部 3 1 は、車両 1 0 の周囲の状況に応じて、車両 1 0 の自動運転を継続できるか否か判定してもよい。そして変更要否判定部 3 1 は、車両 1 0 の自動運転を継続できない、または、HandsOn要求を、ユーザインターフェース 7 を介してドライバへ通知すると判定した場合、車両 1 0 の制御主体を変更する必要があると判定してもよい。例えば、無線通信器 5 を介して受信した交通情報により、車両 1 0 の現在位置から走行ルートに沿って所定距離の区間内の何れかの地点において、道路工事、車線規制または渋滞が発生していることが通知された場合、変更要否判定部 3 1 は、車両 1 0 の制御主体を変更する必要があると判定してもよい。

10

【 0 0 4 6 】

変形例によれば、変更要否判定部 3 1 は、必要と判定された変更の実施を最大限遅延することが可能な、車両 1 0 の現在位置から最も遠い位置までの距離（以下、限界距離と呼ぶ）または最も遅いタイミングを表す最大遅延を決定してもよい。そのような最大遅延は、例えば、必要と判定された変更の内容に応じて予め設定されてもよい。例えば、必要な変更が、車両 1 0 が目的地へ向かうための車線変更である場合、車両 1 0 が目的地へ向かうための走行制御（例えば、右折、左折または分岐路への進入）が行われる地点より、車両 1 0 の車線変更に要する距離だけ手前側の位置と車両 1 0 の現在位置との差に相当する距離が、限界距離、すなわち、最大遅延に設定される。また、その限界距離を車両 1 0 の現在の車速で除して得られる限界時間が最大遅延に設定されてもよい。なお、車線変更に必要な距離は、例えば、メモリ 2 2 に予め記憶されていればよい。また、例えば、必要な変更が、自動運転モードから手動運転モードへの切り替えである場合、運転モードの切り替えが間に合う最も遠い地点より、その切り替えの通知に必要な最小期間に車両 1 0 の現在の車速を乗じた距離だけその地点より前の位置と車両 1 0 の現在位置との差に相当する距離が、限界距離、すなわち、最大遅延に設定される。

20

【 0 0 4 7 】

変更要否判定部 3 1 は、車両 1 0 の走行状態または車両 1 0 の制御主体を変更する必要があるとの判定結果が得られると、その判定結果及び変更の内容を検出部 3 2 及びタイミング制御部 3 3 へ通知する。さらに、変更要否判定部 3 1 は、最大遅延を設定した場合には、設定した最大遅延を検出部 3 2 及びタイミング制御部 3 3 へ通知する。

30

【 0 0 4 8 】

検出部 3 2 は、車両 1 0 の走行状態または車両 1 0 の制御主体を変更する必要があるとの判定結果が通知されると、その変更をドライバへ通知し、またはその変更のための車両制御を実行するためのトリガとなる、ドライバが視認可能な所定の地物、ドライバが認識可能な所定の通知情報、または、車両 1 0 の周囲の所定の状況を検出する。

【 0 0 4 9 】

ドライバが視認可能な所定の地物の検出を、車両 1 0 の走行状態または車両 1 0 の制御主体の変更をドライバへ通知し、またはその変更のための車両制御を実行するためのトリガとする場合、ドライバが視認可能な所定の地物には、例えば、何らかの看板といった道路周囲の構造物、道路標識、及び、特定の道路標示などが含まれる。例えば、所定の地物は、車両 1 0 の現在位置から車両 1 0 の走行状態または車両 1 0 の制御主体の変更が行われる地点（例えば、上記のように、高速道路のインターチェンジといった、高精度地図に表された範囲から外れる地点）までの間に存在する何れかの看板または道路標識とすることができる。なお、所定の地物は、通知された変更に対して所定の関連を有するものであることが好ましい。例えば、所定の地物は、通知された変更の内容に関連する道路標識または道路標示、あるいは、通知された変更が実施される地点に対して所定の位置関係を有する道路標識または看板であることが好ましい。例えば、通知された変更の内容が、右折または左折である場合、あるいは、右折または左折に伴う車線変更である場合、所定の地物は、その右折または左折が実施される交差点を示す道路標識とすることができる。また、通知された変更の内容が車速の変更である場合、所定の地物は、変更後の車速に相当す

40

50

る法定速度を示す道路標識とすることができる。さらに、通知された変更の内容が車両10の停車である場合、その停車が行われる地点を示す道路標識または看板（例えば、交差点を示す道路標識、店舗名を示す看板など）とすることができる。さらに、通知された変更の内容が高速道路からの退出に伴う自動運転モードから手動運転モードへの切り替えである場合、所定の地物は、車両10から自動運転モードの適用が終了する地点までの区間における、その地点に最も近い道路標識または看板とすることができる。

【0050】

検出部32は、例えば、高精度地図を参照して、車両10の現在位置から走行ルートに沿って所定の区間（例えば、走行状態の変更または制御主体の変更の必要性が判定される区間以下の長さ、例えば、100m～1kmの区間）内に所定の地物が示されているか否かを判定する。そして検出部32は、高精度地図において、その区間内に所定の地物が示されていると、その所定の地物を検出したと判定する。なお、その区間において検出対象となる地物が複数含まれている場合、検出部32は、車両10の現在位置から最も遠い所定の地物を検出してもよい。また、最大遅延に相当する限界距離が設定される場合には、検出部32は、上記の所定区間の長さをその限界距離以下となるように設定してもよい。さらに、所定区間の長さは、ドライバーが車両10の現在位置から所定の地物を視認可能な距離に設定されてもよい。

10

【0051】

あるいは、検出部32は、カメラ4により得られた画像から所定の地物を検出してもよい。この場合には、画像から道路上の構造物を検出する場合と同様に、検出部32は、画像から所定の地物を検出するように予め学習された識別器に画像を入力する。そして検出部32は、識別器が、画像上の何れかの領域において所定の地物が表されていると判定すると、その所定の地物を検出したと判定する。また、車両10に、カメラ4以外に、LIDARセンサまたはレーダといった距離センサが搭載されている場合には、その距離センサにより得られるセンサ信号に基づいて、所定の地物を検出してもよい。さらに、検出部32は、カメラ4により得られた画像及び距離センサにより得られたセンサ信号のそれぞれに基づいて、所定の地物までの距離を検出してもよい。例えば、検出部32は、上記のように、画像を識別器に入力することで画像から道路標識を検出した場合、画像上で道路標識が表された領域に相当する方位における、距離センサにより得られたセンサ信号で表される物体までの距離を、車両10から検出された道路標識までの距離としてもよい。

20

30

【0052】

また、上記のように、ドライバーが認識可能な所定の通知情報の検出を、車両10の走行状態または車両10の制御主体の変更をドライバーへ通知し、またはその変更のための車両制御を実行するためのトリガとする場合、所定の通知情報は、例えば、その変更の原因となる交通状況を通知する交通情報とすることができる。そして検出部32は、無線通信器5を介してその交通情報を受信できると、ドライバーが認識可能な所定の通知情報を検出したと判定すればよい。

【0053】

さらに、上記のように、所定の状況の検出を、車両10の走行状態または車両10の制御主体の変更をドライバーへ通知し、またはその変更のための車両制御を実行するためのトリガとする場合、検出部32は、例えば、カメラ4により得られた画像を識別器に入力することで、その所定の状況を表す物体（例えば、交通規制を表す看板）を検出することで、その所定の状況を検出してもよい。

40

【0054】

さらに、車両10の走行状態の変更が車線変更である場合、車両10の周囲の所定の状況には、車両10の周囲の状況が、車線変更を安全に実施にできることをドライバーが認識できる安全状況であることが含まれてもよい。安全状況とは、例えば、変更先の車線を走行する他の車両が存在しない状況、あるいは、変更先の車線を走行する他の車両と車両10の位置関係が、車両10が走行する車線を変更しても他の車両と車両10とが衝突しないと想定される位置関係となる状況、例えば、他の車両が車両10を追い抜いた直後の状

50

況とすることができる。この場合には、検出部 3 2 は、例えば、カメラ 4 または車両 1 0 の後方または側方へ向けられた他のカメラにより得られた時系列の一連の画像から検出された他の車両に対して所定の追跡処理を実行することで、他の車両を追跡する。なお、検出部 3 2 は、画像から所定の地物を検出する処理と同様の処理を行って、画像からの他の車両を検出することができる。また、画像上において他の車両が表された領域と、その画像を生成したカメラの向きにより、車両 1 0 から他の車両へ向かう方位が求められるので、検出部 3 2 は、他の車両へ向かう方位が、変更先の車線に相当する位置を表している場合、他の車両は、変更先の車線を走行していると判定できる。そして検出部 3 2 は、追跡した他の車両が車両 1 0 に対して相対的に後方の位置から相対的に前方の位置へ移動した場合に、他の車両が車両 1 0 を追い抜いた直後の状態であると判定すればよい。また、検出部 3 2 は、カメラ 4 または車両 1 0 の後方または側方へ向けられた他のカメラにより得られた画像における、変更先の車線に相当する方向に対応する領域から他の車両を検出できない場合、変更先の車線を走行する他の車両は存在しないと判定してもよい。

10

【 0 0 5 5 】

さらに、車両 1 0 の走行状態の変更の種類、または車両 1 0 の制御主体を変更する要因の種類に応じて、検出部 3 2 は、通知のトリガとして検出すべき所定の地物または所定の状況を変更してもよい。例えば、車両 1 0 の走行状態の変更が、車両 1 0 が走行中の車線が他の車線に合流、あるいは、複数の車線に分岐することに起因する車線変更である場合、検出部 3 2 は、合流または分岐の案内が表示された道路標識または道路標示を、通知のトリガとなる所定の地物として検出してもよい。また、車両 1 0 の走行状態の変更が、車線減少に起因する車線変更である場合、検出部 3 2 は、車線減少の案内が表示された道路標識または道路標示を、通知のトリガとなる所定の地物として検出してもよい。さらに、車両 1 0 の走行状態の変更が、登坂車線へ進入しないための車線変更である場合、検出部 3 2 は、登坂車線の案内が表示された道路標識または道路標示を、通知のトリガとなる所定の地物として検出してもよい。さらにまた、車両 1 0 の走行状態の変更が、追い越しレーンからの退出または追い越しに起因する車線変更である場合、検出部 3 2 は、追い越し車線の案内が表示された道路標識または道路標示を、通知のトリガとなる所定の地物として検出してもよい。さらにまた、車両 1 0 の制御主体の変更が、車両 1 0 の位置が高精度地図で表された範囲から外れることによる、自動運転モードから手動運転モードへの切り替えによるものである場合、検出部 3 2 は、高速道路から退出する分岐路を表す道路標示、または、その分岐路における制限速度標識を、通知のトリガとなる所定の地物として検出してもよい。

20

30

【 0 0 5 6 】

さらにまた、最大遅延が設定されている場合、検出部 3 2 は、その最大遅延に応じて、通知のトリガとして検出する所定の地物または所定の状況を切り替えてもよい。例えば、最大遅延に相当する限界距離が一定距離（例えば、1km）よりも長い場合には、検出部 3 2 は、他の車両が車両 1 0 を追い抜いた直後の状況といった所定の状況を、通知のトリガとして検出し、一方、限界距離が一定距離以下である場合には、所定の道路標識または道路標示といった所定の地物を、通知のトリガとして検出してもよい。

【 0 0 5 7 】

検出部 3 2 は、ドライバーが視認可能な所定の地物、ドライバーが認識可能な所定の通知情報、または、車両 1 0 の周囲の所定の状況が検出されると、その検出結果、及び、関連する走行状態または制御主体の変更の内容をタイミング制御部 3 3 へ通知する。

40

【 0 0 5 8 】

なお、検出部 3 2 は、ドライバーが視認可能な所定の地物、ドライバーが認識可能な所定の通知情報、または、車両 1 0 の周囲の所定の状況のうちの一つ以上を、通知のトリガとなる検出対象とし、検出対象となるものの何れかが検出されたときに、タイミング制御部 3 3 へ検知がなされたことを通知してもよい。例えば、車両 1 0 の走行状態の変更が、右折に伴う、車両 1 0 が現在走行中の車線の右側に隣接する車線への車線変更である場合、検出部 3 2 は、右折を案内する道路標識と、右折を案内する道路標示の何れかが検出される

50

と、タイミング制御部 33 へ検出がなされたことを通知すればよい。また、検出部 32 は、上記の検出対象のうちの一つ以上が検出されたときに、タイミング制御部 33 へ検知がなされたことを通知してもよい。例えば、検出部 32 は、予め設定された何れかの種類の道路標識が検出され、かつ、車両 10 と車両 10 の周囲の他の車両との位置関係が所定の位置関係となったことが検出されると、タイミング制御部 33 へ検知がなされたことを通知してもよい。なお、検出部 32 は、二つ以上の検出対象が同時に検出されたときに、タイミング制御部 33 へ検知がなされたことを通知してもよい。あるいは、検出部 32 は、二つ以上の検出対象が所定の時間（例えば、数秒～数十秒）内に検出されると、タイミング制御部 33 へ検知がなされたことを通知してもよい。その際、検出部 32 は、二つ以上の検出対象が、予め設定された所定の順序に従って検出されたときに限り、タイミング制御部 33 へ検知がなされたことを通知してもよい。

10

【0059】

タイミング制御部 33 は、検出部 32 から、車両 10 の制御主体を変更すること、及び、通知のトリガとなるもの（上記のように、ドライバが視認可能な所定の地物、ドライバが認識可能な所定の通知情報、または、車両 10 の周囲の所定の状況）が検出されたことを通知されると、ユーザインターフェース 7 を介して車両 10 の制御主体を変更することをドライバへ通知する。例えば、自動運転モードから手動運転モードへの切り替えが行われる場合、検出部 32 から検出結果の通知を受け取ると、タイミング制御部 33 は、自動運転モードから手動運転モードへ切り替えることを予告するメッセージ（例えば、『間もなく、自動運転を終了します。ステアリングを把持して運転に備えて下さい』）を表示させる通知情報を、通信インターフェース 21 を介してユーザインターフェース 7 へ出力する。その際、タイミング制御部 33 は、要求される車両 10 の操作を表すメッセージを通知情報に含めてもよい。例えば、要求される車両 10 の操作が、車線の合流または分岐に伴う車線変更である場合、車線変更が要求されることとともに変更先の車線を表すメッセージ（例えば、『右側の車線へ車線変更して下さい』）を通知情報に含めてもよい。また、HandsOn要求が行われる場合、検出部 32 から検出結果の通知を受け取ると、タイミング制御部 33 は、HandsOnを要求するメッセージを表示させる通知情報を、通信インターフェース 21 を介してユーザインターフェース 7 へ出力する。

20

【0060】

また、タイミング制御部 33 は、検出部 32 から、車両 10 の走行状態を変更すること、及び、通知のトリガとなるものが検出されたことを通知されると、車両制御部 34 へ、車両 10 の走行状態を変更させることを指示する。例えば、車両 10 に自動運転モードが適用されたまま、車線変更が行われる場合、タイミング制御部 33 は、検出部 32 から検出結果の通知を受け取ると、車両制御部 34 へ、車線変更すること及び変更先の車線を指示する。

30

【0061】

なお、タイミング制御部 33 は、車両 10 の走行状態の変更に関して、ドライバへの通知と車両制御部 34 への指示の両方を行ってもよい。例えば、走行状態の変更として車線変更が行われる場合、タイミング制御部 33 は、検出部 32 から検出結果の通知を受け取ると、車線変更が行われることを予告するメッセージを表示させる通知情報を、通信インターフェース 21 を介してユーザインターフェース 7 へ出力するとともに、車両制御部 34 へ、車線変更すること及び変更先の車線を指示してもよい。

40

【0062】

さらに、タイミング制御部 33 は、検出部 32 から、ドライバが視認可能な所定の地物、ドライバが認識可能な所定の通知情報、または、車両 10 の周囲の所定の状況が検出されたことを通知されてから、所定の遅延時間が経過すると、ユーザインターフェース 7 を介して車両 10 の走行状態または車両 10 の制御主体を変更することをドライバへ通知し、あるいは、車両制御部 34 へ、車両 10 の走行状態を変更させることを指示してもよい。これにより、タイミング制御部 33 は、所定の地物等が検出された時点ではドライバがその地物等を視認できない場合でも、ドライバがその地物等を視認できるようになってか

50

ら通知または走行状態の変更が実施されるようになる。

【 0 0 6 3 】

なお、所定の遅延は、例えば、最大遅延に相当する限界時間未満となる、予め設定された固定の時間（例えば、3～5秒）であってもよく、あるいは、車両10の速度に応じて変更されてもよい。所定の遅延が車両10の速度に応じて変更される場合、タイミング制御部33は、例えば、車両10に搭載された車速センサ（図示せず）からECU8が取得した、車両10の現在の車速 V_c にて、予め設定される目標設定距離 D_t を除いて得られる時間（ D_t/V_c ）を、所定の遅延として設定してもよい。なお、目標設定距離 D_t は、例えば、所定の地物等が検出されてからドライバがその地物等を視認可能になるまでの車両10の走行距離の想定値に設定される。

10

【 0 0 6 4 】

また、所定の遅延は、検知された地物等の種類または位置に応じて動的に設定されてもよい。例えば、検出された地物が看板または道路標識である場合、その看板または道路標識の路面からの高さが低いほど、タイミング制御部33は、上記の目標設定距離 D_t を小さくしてもよい。これは、路面からの高さが低いほど、ドライバがその看板または道路標識を視認可能となる距離が短くなるためである。なお、高精度地図に基づいて看板または道路標識が検出される場合には、タイミング制御部33は、その高精度地図に表されたその看板または道路標識の高さを、路面からの高さとするればよい。また、カメラ4により得られた画像から看板または道路標識が検出される場合には、画像上での看板または道路標識が表された領域の位置により、カメラ4からその看板または道路標識への方位が決定され、その領域のサイズと看板または道路標識の画像上での基準サイズとの比、及び、その看板または道路標識の実空間のサイズにより、カメラ4からその看板または道路標識までの距離が算出される。そこで、タイミング制御部33は、カメラ4の車両10における設置位置、光軸方向、カメラ4からの方位及び距離に基づいて、その看板または道路標識の路面からの高さを求めればよい。

20

【 0 0 6 5 】

また、検出された地物が車線区画線の始端または終端といった道路標示である場合、タイミング制御部33は、車両10の前方を走行する先行車両と車両10間の車間距離が短いほど、上記の目標設定距離 D_t を小さくしてもよい。これは、車間距離が短いほど、ドライバがその道路標示を視認可能となる距離が短くなるためである。なお、車間距離は、例えば、LIDERなど、先行車両までの距離を測定可能な距離センサからのセンサ信号により先行車両が検出されている場合には、タイミング制御部33は、そのセンサ信号に基づいて車間距離を求めればよい。一方、カメラ4により得られた画像から先行車両が検出されている場合には、画像上での先行車両が表された領域のサイズと、先行車両までの距離が基準距離である場合における、先行車両の車種の画像上での基準サイズとの比、及び、先行車両の車種の実空間のサイズにより、タイミング制御部33は、車間距離を算出すればよい。

30

【 0 0 6 6 】

さらに、タイミング制御部33は、検出部32から、ドライバが視認可能な所定の地物、ドライバが認識可能な所定の通知情報、または、車両10の周囲の所定の状況が検出されたことを通知されてから、車両10が所定距離だけ走行すると、ユーザインターフェース7を介して車両10の走行状態または車両10の制御主体を変更することをドライバへ通知し、あるいは、車両制御部34へ、車両10の走行状態を変更させることを指示してもよい。この所定距離は、例えば、上記の目標設定距離 D_t とすることができる。

40

【 0 0 6 7 】

なお、上記の所定の遅延または所定距離は、検知された地物等を車両10が通り過ぎてからドライバへの通知または走行状態の変更が行われるように設定されてもよい。例えば、走行状態の変更として、車両10が目的地へ向かうための右折または左折に備えた車線変更が行われる場合、地物として、車両10の現在位置からその右折または左折が行われる地点までの区間における、その地点に最も近い看板または道路標識（以下、最終標識と

50

呼ぶ)とともに、最終標識よりも一つ手前の看板または道路標識が検出されてもよい。この場合、タイミング制御部33は、上記の所定の遅延または所定距離を、車両10がその一つ手前の看板または道路標識を通り過ぎてから通知等が行われるように設定する。これにより、タイミング制御部33は、ドライバに対して車両10の走行状態の変更または制御主体の変更が生じることをより明確にすることができる。なお、この場合も、上記の所定の遅延または所定距離は予め設定された固定値でもよく、あるいは、動的に設定されてもよい。例えば、車両10が最終標識を通り過ぎるよりも前に通知または走行状態の変更が行われるように、上記の所定の遅延または所定距離は設定されてもよい。例えば、所定の遅延は、車両10の現在位置から最終標識までの距離を車両10の現在の車速で除して得られる時間よりも短い時間に設定されてもよい。

10

【0068】

また、タイミング制御部33は、変更要否判定部31から、車両10の走行状態の変更または制御主体の変更が通知されてから、最大遅延に相当する限界時間が経過し、あるいは、限界距離を車両10が走行しても、検出部32から、通知のトリガとなる所定の地物等が検知されたことが通知されないことも有り得る。このような場合には、タイミング制御部33は、所定の地物等が検知されていなくても、ユーザインターフェース7を介して車両10の走行状態または車両10の制御主体を変更することをドライバへ通知し、あるいは、車両制御部34へ、車両10の走行状態を変更させることを指示してもよい。これにより、検出部32が何らかの理由で通知のトリガとなる所定の地物等の検出に失敗した場合でも、タイミング制御部33は、車両10の走行状態の変更または車両10の制御主体の変更を実施するための最終許容地点に車両10が到達するよりも前に、ドライバへその変更を通知し、あるいは、その変更を車両制御部34に実行させることができる。

20

【0069】

図4は、車両10の走行状態の変更が行われる地点と、通知が行われる地点の関係の一例を示す図である。この例では、車両10は、片側二車線の道路400の左側の車線を走行している。そして車両10は走行ルートに沿って目的地へ向かうために、交差点である地点Aにて右折することが要求される。そのため、車両10は、地点Aに到達するよりも前に、左側の車線から右側の車線へ移動することが求められる。そこで、本実施形態では、軌跡410に示されるように、地点Aよりも車両10の現在位置側にある道路標識401が車両10により検出され、ドライバにより視認可能となる地点Bまでは、車両10は左側の車線を走行する。そして地点Bに達すると、それ以降、車両10は、左側の車線から右側の車線へ移動する。したがって、ドライバは、道路標識401を視認することで、車線変更が行われることを予見することができる。

30

【0070】

図5は、車両10の制御主体の変更が行われる地点と、通知が行われる地点の関係の一例を示す図である。この例では、車両10は、高速道路500を走行しており、軌跡510に示されるように、地点Cにて高速道路500から一般道路へ退出する。そして高速道路500は高精度地図に表されており、高速道路500上では車両10に対して自動運転モードを適用可能であるものの、一般道路は高精度地図に表されておらず、一般道路上では車両10に対して自動運転モードを適用不可能であるとする。したがって、地点Cにて、車両10の制御主体がECU8からドライバに変更される。すなわち、自動運転モードから手動運転モードへの切り替えが行われる。そこで、本実施形態では、地点Cよりも車両10側にある道路標識501が車両10により検出され、ドライバにより視認可能となる地点Dに車両10が到達すると、ユーザインターフェース7を介して、ドライバに、自動運転モードから手動運転モードへ切り替えることが通知される。したがって、ドライバは、道路標識501を視認することで、自動運転モードから手動運転モードへの切り替えが行われることを予見できる。そのため、ドライバは、適用される運転モードが手動運転モードに切り換えられた直後においても、車両10を適切に運転することが容易となる。

40

【0071】

図6は、車線変更が実施される状況の一例を示す図である。この例では、車両10の周

50

図が所定の状況になると、車両10の走行状態の変更の一例である車線変更が実施される。この例では、車両10が左側の車線601を走行しており、右側の車線602へ移動しようとしているものとする。車両10が地点Eにいる時点では、車両10の右側後方に、右側の車線602を、車両10の走行速度よりも速い走行速度で走行する車両610が位置している。そのため、地点Eにいる時点では、車線変更は行われない。その後、車両10が地点Fまで進んだ時点では、車両610は車両10を追い越して、車両10の右側前方に位置している。そのため、移動先の車線602において、車両10の近くに他の車両が走行している可能性は低い。そこで、地点Fにおいて、移動先の車線602を走行する車両610が車両10を追い越した状況が検知されると、車両制御部34により車線変更が実行され、あるいは、ユーザインターフェース7を介して車線変更を実行することが提案される。

10

【0072】

車両制御部34は、車両10に対して自動運転モードが適用されている間、目的地までの走行ルートに沿って車両10が進むよう、直近の所定の区間（例えば、500m～1km）における車両10の走行予定経路（トラジェクトリ）を1以上生成する。走行予定経路は、例えば、所定の区間を車両10が走行する際の各時刻における、車両10の目標位置の集合として表される。そして車両制御部34は、その走行予定経路に沿って車両10が走行するように車両10の各部を制御する。

【0073】

本実施形態では、車両制御部34は、タイミング制御部33から、車両10の走行状態の変更を通知されると、その変更を実行するように走行予定経路を生成する。例えば、車両制御部34は、タイミング制御部33から車線変更することを通知されると、車線変更がなされるように走行予定経路を生成する。一方、車両制御部34は、タイミング制御部33から車両10の走行状態の変更が通知されない場合には、それまでの走行状態を維持するように走行予定経路を生成すればよい。

20

【0074】

また、車両制御部34は、カメラ4により得られた時系列の一連の画像から検出された、車両10の周囲に存在する物体と車両10とが衝突しないように走行予定経路を生成する。例えば、車両制御部34は、時系列の一連の画像から検出された物体を追跡し、その追跡結果により得られた軌跡から、物体のそれぞれの所定時間先までの予測軌跡を推定する。その際、車両制御部34は、各画像の取得時における、車両10の現在位置及び姿勢と、検出された物体までの推定距離と、車両10からその物体へ向かう方向とにより、各画像の取得時における、検出された物体の位置を推定できる。なお、車両10の位置及び姿勢は、変更要否判定部31に関して説明したように、カメラ4により画像が得られる度に、その画像から車両10の左右の車線区画線を検出し、検出された車線区画線と高精度地図とをマッチングすることで推定されてもよい。また、車両10から検出された物体までの推定距離は、画像上でのその物体が表された領域のサイズと、その物体までの距離が基準距離である場合における、その物体の画像上での基準サイズとの比、及び、その物体の実空間のサイズとに基づいて求められる。なお、基準距離、検出された物体の画像上での基準サイズ及び実空間のサイズは、例えば、メモリ22に予め記憶されていればよい。さらに、車両10からその物体へ向かう方向は、画像上のその物体の位置、及び、車両10に対するカメラ4の設置位置及び向きから求められる。そして車両制御部34は、各画像の取得時における、検出された物体の推定位置に対してKalman FilterまたはParticle Filterなどを用いたトラッキング処理を実行することで、その検出された物体を追跡することができる。

30

40

【0075】

車両制御部34は、追跡中の各物体の予測軌跡に基づいて、何れの物体についても所定時間先までの追跡中の物体のそれぞれと車両10間の距離の予測値が所定距離以上となるように、車両10の走行予定経路を生成する。

なお、車両制御部34は、複数の走行予定経路を生成してもよい。この場合、車両制御

50

部 3 4 は、複数の走行予定経路のうち、車両 1 0 の加速度の絶対値の総和が最小となる経路を選択してもよい。

【 0 0 7 6 】

車両制御部 3 4 は、走行予定経路を設定すると、車両 1 0 がその走行予定経路に沿って走行するように車両 1 0 の各部を制御する。例えば、車両制御部 3 4 は、走行予定経路、及び、車速センサ（図示せず）により測定された車両 1 0 の現在の車速に従って、車両 1 0 の加速度を求め、その加速度となるようにアクセル開度またはブレーキ量を設定する。そして車両制御部 3 4 は、設定されたアクセル開度に従って燃料噴射量を求め、その燃料噴射量に応じた制御信号を車両 1 0 のエンジンの燃料噴射装置へ出力する。あるいは、車両制御部 3 4 は、設定されたブレーキ量に応じた制御信号を車両 1 0 のブレーキへ出力する。

10

【 0 0 7 7 】

さらに、車両制御部 3 4 は、車両 1 0 が走行予定経路に沿って走行するために車両 1 0 の進路を変更する場合には、その走行予定経路に従って車両 1 0 の操舵角を求め、その操舵角に応じた制御信号を、車両 1 0 の操舵輪を制御するアクチュエータ（図示せず）へ出力する。

【 0 0 7 8 】

図 7 は、プロセッサ 2 3 により実行される、車両制御処理の動作フローチャートである。プロセッサ 2 3 は、車両 1 0 に対して自動運転モードが適用されている間、所定の周期ごとに、以下の動作フローチャートに従って車両制御処理を実行すればよい。

20

【 0 0 7 9 】

プロセッサ 2 3 の変更要否判定部 3 1 は、車両 1 0 が走行ルートに沿って現在位置から所定距離だけ走行する間に、車両 1 0 の走行状態の変更または車両 1 0 の制御主体の変更が必要になるか否か判定する（ステップ S 1 0 1）。車両 1 0 の走行状態の変更及び車両 1 0 の制御主体の変更の何れも必要でない場合（ステップ S 1 0 1 - N o）、プロセッサ 2 3 の車両制御部 3 4 は、自動運転モードの適用を継続し、車両 1 0 の現在の走行状態を維持するよう、車両 1 0 の各部を制御する（ステップ S 1 0 2）。

【 0 0 8 0 】

一方、車両 1 0 の走行状態の変更または車両 1 0 の制御主体の変更の少なくとも何れかが必要となる場合（ステップ S 1 0 1 - Y e s）、プロセッサ 2 3 の検出部 3 2 は、ドライバが視認可能な所定の地物、ドライバが認識可能な所定の通知情報、または車両 1 0 の周囲の所定の状況を検出できたか否か判定する（ステップ S 1 0 3）。ドライバが視認可能な地物、ドライバが認識可能な通知情報、または車両 1 0 の周囲の所定の状況の何れかが検出された場合（ステップ S 1 0 3 - Y e s）、プロセッサ 2 3 のタイミング制御部 3 3 は、ユーザインターフェース 7 を介して必要となる変更の内容を通知し、または、プロセッサ 2 3 の車両制御部 3 4 にその変更を実施させる（ステップ S 1 0 4）。なお、タイミング制御部 3 3 は、上記のように、ドライバが視認可能な地物、ドライバが認識可能な通知情報、または車両 1 0 の周囲の所定の状況の何れかが検出されてから、所定の遅延が経過すると、ステップ S 1 0 4 の処理を実行してもよい。

30

【 0 0 8 1 】

一方、ステップ S 1 0 3 において、ドライバが視認可能な地物、ドライバが認識可能な通知情報、及び、車両 1 0 の周囲の所定の状況の何れも検出されない場合（ステップ S 1 0 3 - N o）、タイミング制御部 3 3 は、車両 1 0 の走行状態の変更または車両 1 0 の制御主体の変更の少なくとも何れかが必要と判定されてからの最大遅延が経過したか否か判定する（ステップ S 1 0 5）。最大遅延が経過していれば（ステップ S 1 0 5 - Y e s）、タイミング制御部 3 3 は、ステップ S 1 0 4 の処理を実行する。一方、最大遅延が経過していなければ（ステップ S 1 0 5 - N o）、車両制御部 3 4 は、ステップ S 1 0 2 の処理を実行する。ステップ S 1 0 2 またはステップ S 1 0 4 の後、プロセッサ 2 3 は、車両制御処理を終了する。

40

【 0 0 8 2 】

50

以上に説明してきたように、この自動運転装置は、自動運転中の車両において、車両の走行状態または車両の制御主体を変更する必要があるか否かを判定し、その変更の必要がある場合に、ドライバが視認可能な所定の地物、ドライバが認識可能な所定の通知情報、または、車両周囲の所定の状況を検出する。そしてこの自動運転装置は、そのような、地物、通知情報または状況が検出されると、走行状態または制御主体の変更に応じた車両の制御を実行し、あるいは、通知部を介してドライバにその変更を通知させる。これにより、この自動運転装置は、どのタイミングで車両の走行状態の変更または自動運転モードから手動運転モードへの切り替えが発生するかをドライバが把握することを容易にする。その結果として、この自動運転装置は、ドライバの不安を軽減できるとともに、自動運転モードから手動運転モードへの切り替え直後において、ドライバが車両を適切に運転することが容易となる。さらに、ドライバが車両の走行状態の変更または自動運転モードから手動運転モードへの切り替えが発生するタイミングを把握できるので、必要に応じてドライバが主体的に運転モードを自動運転モードから手動運転モードへ切り替えると判断することも容易となる。

10

【0083】

また、上記の実施形態または変形例による、ECU8のプロセッサ23の機能を実現するコンピュータプログラムは、半導体メモリ、磁気記録媒体または光記録媒体といった、コンピュータ読取可能な可搬性の記録媒体に記録された形で提供されてもよい。

【0084】

以上のように、当業者は、本発明の範囲内で、実施される形態に合わせて様々な変更を行うことができる。

20

【符号の説明】

【0085】

- 1 車両制御システム
- 10 車両
- 2 GPS受信機
- 3 ナビゲーション装置
- 4 カメラ
- 5 無線通信器
- 6 ストレージ装置
- 7 ユーザインターフェース
- 8 電子制御装置(ECU)
- 21 通信インターフェース
- 22 メモリ
- 23 プロセッサ
- 31 変更要否判定部
- 32 検出部
- 33 タイミング制御部
- 34 車両制御部

30

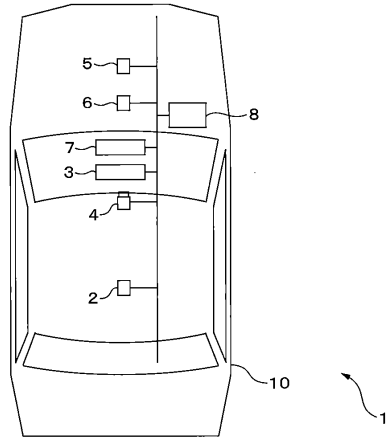
40

50

【図面】

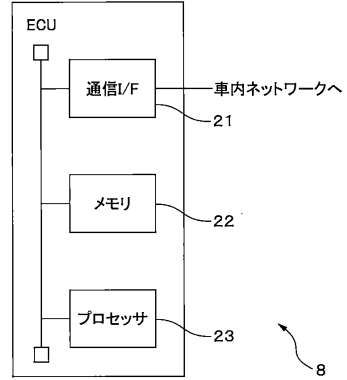
【図 1】

図1



【図 2】

図2

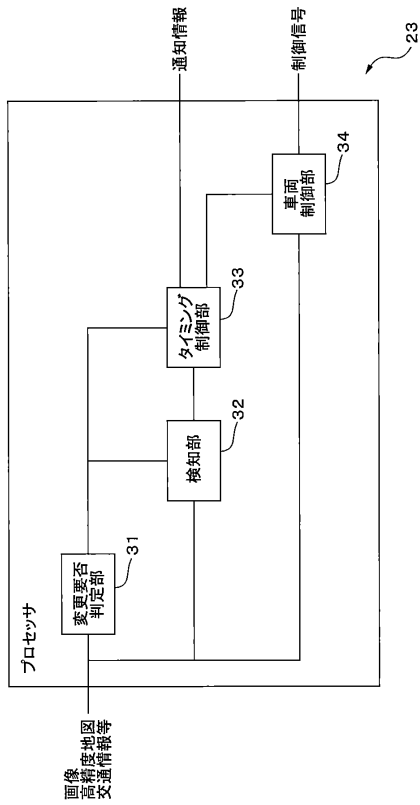


10

20

【図 3】

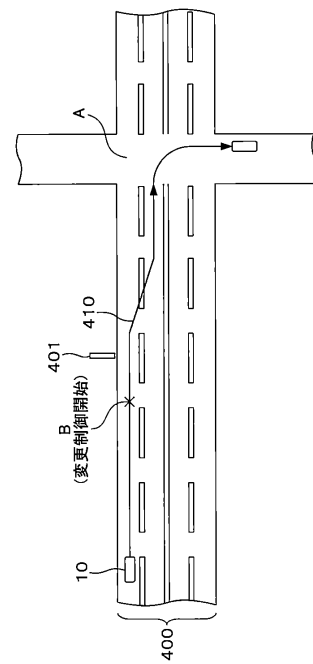
図3



30

【図 4】

図4



40

50

【 図 5 】

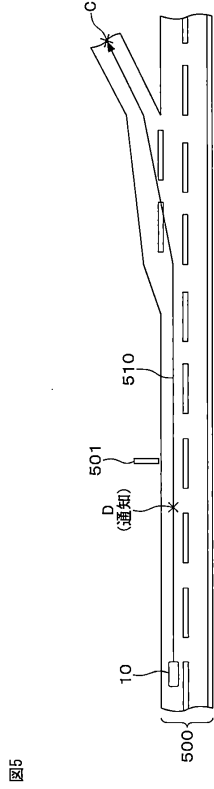


図5

【 図 6 】

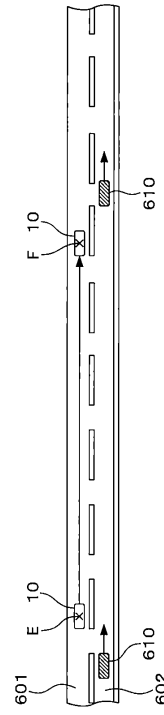


図6

【 図 7 】

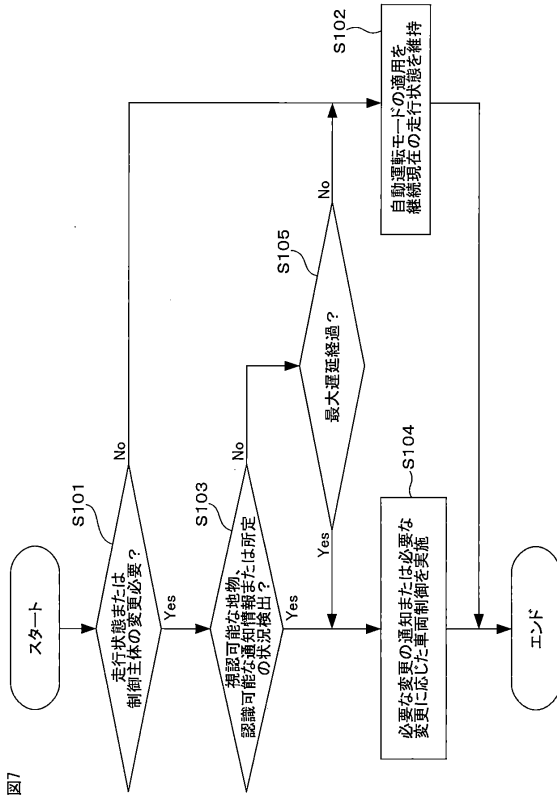


図7

フロントページの続き

(72)発明者 近藤 鈴華
東京都中央区日本橋室町三丁目2番1号 トヨタ・リサーチ・インスティテュート・アドバンスト
・デベロップメント株式会社内

(72)発明者 橋本 龍
東京都中央区日本橋室町三丁目2番1号 トヨタ・リサーチ・インスティテュート・アドバンスト
・デベロップメント株式会社内

審査官 竹村 秀康

(56)参考文献 特開2017-102007(JP, A)
米国特許出願公開第2018/0203455(US, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B60W 10/00 - 10/30
B60W 30/00 - 60/00
G08G 1/00 - 99/00