

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-95594
(P2020-95594A)

(43) 公開日 令和2年6月18日(2020.6.18)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
GO8G	1/09	(2006.01)	GO8G	1/09	V	2F129		
GO1C	21/26	(2006.01)	GO1C	21/26	A	5H181		
GO8G	1/16	(2006.01)	GO8G	1/09	F			
			GO8G	1/16	D			

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2018-234497 (P2018-234497)
(22) 出願日 平成30年12月14日 (2018.12.14)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人 100099759
弁理士 青木 篤
(74) 代理人 100123582
弁理士 三橋 真二
(74) 代理人 100092624
弁理士 鶴田 準一
(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】 車両制御装置及び車両制御方法

(57) 【要約】

【課題】路側機からの無線信号を受信できるように自動運転車両の走行を制御する車両制御装置を提供する。

【解決手段】車両制御装置は、所定の情報を含む無線信号を送信する路側機11が設置された位置を表す地図情報を記憶する記憶部52と、自動運転車両10に搭載された測位部24により測定された自動運転車両10の現在位置が地図情報に表された路側機11の位置から所定距離内に含まれ、かつ、自動運転車両10が、路側機11が設置された位置へ近づく場合に、自動運転車両10に搭載された通信部21が路側機11から送信された無線信号を受信可能なように自動運転車両10が走行する予定の経路を設定する経路設定部533と、設定した経路に沿って自動運転車両10が走行するように自動運転車両10を制御する車両制御部534とを有する。

【選択図】 図4

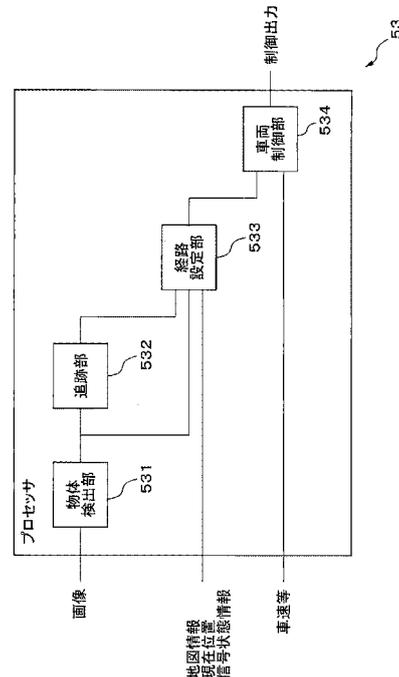


図4

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

自律走行可能な自動運転車両の走行を制御する車両制御装置であって、

所定の情報を含む無線信号を送信する路側機が設置された位置を表す地図情報を記憶する記憶部と、

前記自動運転車両に搭載された測位部により測定された前記自動運転車両の現在位置が前記地図情報に表された前記路側機の位置から所定距離内に含まれ、かつ、前記自動運転車両が、前記路側機が設置された位置へ近づく場合に、前記自動運転車両に搭載された通信部が前記無線信号を受信可能なように前記自動運転車両が走行する予定の経路を設定する経路設定部と、

10

前記経路に沿って前記自動運転車両が走行するように前記自動運転車両を制御する車両制御部と、

を有する車両制御装置。

【請求項 2】

前記地図情報は、前記無線信号を受信可能な範囲をさらに表し、

前記経路設定部は、前記地図情報を参照して、前記経路が前記無線信号を受信可能な範囲と重なるように前記経路を設定する、請求項 1 に記載の車両制御装置。

【請求項 3】

前記経路設定部は、前記経路が前記無線信号を受信可能な範囲に含まれる距離が最大となるように前記経路を設定する、請求項 2 に記載の車両制御装置。

20

【請求項 4】

前記自動運転車両に搭載された撮像部から得られる時系列の一連の画像のそれぞれについて、所定の物体を検出するように予め学習された識別器に当該画像を入力することで、当該画像上に表された物体を検出する検出部と、

前記一連の画像にわたって前記検出された物体を追跡する追跡部とをさらに有し、

前記経路設定部は、前記経路上の各時刻における前記自動運転車両の位置において追跡された前記物体が前記路側機からの前記無線信号の受信を妨げないように、前記経路上の各時刻における前記自動運転車両の目標位置を設定する、請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の車両制御装置。

【請求項 5】

30

前記路側機は、信号機が設置された交差点に設置され、

前記所定の情報は、前記信号機の点灯状態を表す情報を含み、

前記経路設定部は、前記通信部を介して前記無線信号を受信した場合に、前記無線信号に含まれる、信号機の点灯状態を表す前記情報を参照して、前記経路上の各時刻における前記自動運転車両の目標位置を設定する、請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載の車両制御装置。

【請求項 6】

自律走行可能な自動運転車両の走行を制御する車両制御方法であって、

前記自動運転車両に搭載された測位部により測定された前記自動運転車両の現在位置が、地図情報に表された所定の情報を含む無線信号を送信する路側機の位置から所定距離内に含まれ、かつ、前記自動運転車両が、前記路側機が設置された位置へ近づく場合に、前記自動運転車両に搭載された通信部が前記無線信号を受信可能なように前記自動運転車両が走行する予定の経路を設定し、

40

前記経路に沿って前記自動運転車両が走行するように前記自動運転車両を制御する、車両制御方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、自律走行可能な自動運転車両を制御する車両制御装置及び車両制御方法に関する。

50

【背景技術】

【0002】

道路の近傍に設置された路側機と車載通信機との間の無線通信（いわゆる、路車間通信）、あるいは車載通信機同士の無線通信（いわゆる、車車間通信）により、車両または道路に関する情報を伝送することで、車両の走行に対する安全性または利便性を提供するための高度道路交通システム（Intelligent Transport Systems、ITS）が研究されている。例えば、路車間通信により、自車両が信号待ちをしている信号機の状態を取得して、自車両の発進支援に利用する技術が提案されている（例えば、特許文献1を参照）。

【0003】

このような技術では、車車間通信または路車間通信にて伝送される情報を車両が適切に受信できることが求められる。そこで、路車間通信及び車車間通信を実行する車載端末が、通信の対象に応じて適切に受信感度を設定するための技術が提案されている（例えば、特許文献2を参照）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-134851号公報

【特許文献2】特開2011-227724号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0005】

しかしながら、路側機と車両の位置関係によっては、車両が路側機からの無線信号を受信できないことがある。

【0006】

そこで、本発明は、自動運転車両が路側機からの無線信号を受信できるように自動運転車両の走行を制御する車両制御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、自律走行可能な自動運転車両の走行を制御する車両制御装置が提供される。この車両制御装置は、所定の情報を含む無線信号を送信する路側機が設置された位置を表す地図情報を記憶する記憶部と、自動運転車両に搭載された測位部により測定された自動運転車両の現在位置が地図情報に表された路側機の位置から所定距離内に含まれ、かつ、自動運転車両が、路側機が設置された位置へ近づく場合に、自動運転車両に搭載された通信部が路側機から送信された無線信号を受信可能なように自動運転車両が走行する予定の経路を設定する経路設定部と、設定した経路に沿って自動運転車両が走行するように自動運転車両を制御する車両制御部とを有する。

30

【0008】

この車両制御装置において、地図情報は、無線信号を受信可能な範囲をさらに表し、経路設定部は、地図情報を参照して、自動運転車両が走行する予定の経路が無線信号を受信可能な範囲と重なるようにその経路を設定することが好ましい。

40

【0009】

さらに、経路設定部は、自動運転車両が走行する予定の経路が無線信号を受信可能な範囲に含まれる距離が最大となるようにその経路を設定することが好ましい。

【0010】

また、この車両制御装置は、自動運転車両に搭載された撮像部から得られる時系列の一連の画像のそれぞれについて、所定の物体を検出するように予め学習された識別器にその画像を入力することで、その画像上に表された物体を検出する検出部と、一連の画像にわたって検出された物体を追跡する追跡部とをさらに有し、経路設定部は、自動運転車両が走行する予定の経路上の各時刻における自動運転車両の目標位置において追跡された物体が路側機からの無線信号の受信を妨げないように、その経路上の各時刻におけるその目標

50

位置を設定することが好ましい。

【0011】

また、この車両制御装置において、路側機は、信号機が設置された交差点に設置され、所定の情報は、信号機の点灯状態を表す情報を含み、経路設定部は、自度運転車両に搭載された通信部を介して路側機から送信された無線信号を受信した場合に、その無線信号に含まれる信号機の点灯状態を表す情報を参照して、自動運転車両が走行する予定の経路上の各時刻における自動運転車両の目標位置を設定することが好ましい。

【0012】

本発明の他の形態によれば、自律走行可能な自動運転車両の走行を制御する車両制御方法が提供される。この車両制御方法は、自動運転車両に搭載された測位部により測定された自動運転車両の現在位置が地図情報に表された所定の情報を含む無線信号を送信する路側機の位置から所定距離内に含まれ、かつ、自動運転車両が、路側機が設置された位置へ近づく場合に、自動運転車両に搭載された通信部が路側機から送信された無線信号を受信可能なように自動運転車両が走行する予定の経路を設定し、設定した経路に沿って自動運転車両が走行するように自動運転車両を制御する、ことを含む。

【発明の効果】

【0013】

本発明に係る車両制御装置は、自動運転車両が路側機からの無線信号を受信できるように自動運転車両の走行を制御することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】車両制御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】車両制御装置の一つの実施形態である電子制御ユニットのハードウェア構成図である。

【図3】地図情報で表される受信可能領域の一例を示す図である。

【図4】車両制御処理に関する、電子制御ユニットのプロセッサの機能ブロック図である。

【図5】受信可能領域と走行予定経路との関係の一例を示す図である。

【図6】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】

【0015】

以下、図を参照しつつ、車両制御装置について説明する。この車両制御装置は、自律走行可能な自動運転車両に搭載された通信端末により、路側機からの無線信号を受信して、その無線信号に含まれる情報を利用して、自動運転車両の走行を制御する。その際、この車両制御装置は、自動運転車両の現在位置が路側機が設置された位置から所定距離内に含まれ、かつ、路側機が設置された位置へ自動運転車両が近づく場合に、その無線信号を受信できるように、自動運転車両が走行する予定の経路（以下、単に走行予定経路と呼ぶ）を設定する。

【0016】

以下では、路側機が、信号機が設置された交差点に設けられ、その信号機の点灯状態を表す情報（以下、信号状態情報と呼ぶ）を含む無線信号を送信する例について説明する。この例では、車両制御装置は、自動運転車両に搭載された無線端末により受信した、路側機からの無線信号に含まれる信号状態情報を参照して、その信号機が設置された交差点において一旦停止するか、あるいはその交差点を停止せずに通過するかを決定する。

【0017】

図1は、車両制御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、車両制御装置の一つの実施形態である電子制御ユニットのハードウェア構成図である。本実施形態では、自律走行可能な自動運転車両の一例である車両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、通信端末2と、カメラ3と、測位装置4と、電子制御ユニット（Electronic Control Unit, ECU）5とを有する。通信端末2、カメラ

10

20

30

40

50

3及び測位装置4は、例えば、車両10内に設けられた、Controller Area Network(CAN)などの規格に準拠した車内ネットワークを介してECU5と通信可能に接続される。車両10は、さらに、車両10の周囲の情報を得るためのレーダあるいはLIDARセンサといった車外センサ(図示せず)、地図情報を記憶する、磁気記録媒体または光記録媒体及びそのアクセス装置を含むストレージ装置(図示せず)、及び、車両10の現在地から移動目的地までの走行ルート、ダイクストラ法といった所定の経路探索手法に従って求めるナビゲーションシステム(図示せず)を有してもよい。なお、地図情報についての詳細は後述する。

【0018】

通信端末2は、通信部の一例であり、アンテナと、無線信号の変調及び復調といった、路側機と車載の通信機器間の無線通信規格に準拠した無線通信(例えば、Dedicated Short Range Communications)に関連する各種の処理を実行する信号処理回路とを有する。そして通信端末2は、例えば、交差点の近傍に設けられ、その交差点の信号機についての信号状態情報を含む無線信号を送信する路側機11と無線通信可能に構成される。そして通信端末2は、路側機11から無線信号を受信する度に、その無線信号に含まれる信号状態情報を、車内ネットワークを介してECU5へわたす。

10

【0019】

カメラ3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3は、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3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カラー画像(以下、単に画像と呼ぶ)を生成する。

20

【0020】

カメラ3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ECU5へ出力する。

【0021】

測位装置4は、測位部の一例であり、所定の周期ごとに車両10の現在位置を測定する。そのために、測位装置4は、例えば、グローバル・ポジショニング・システム(GPS)信号を受信する受信機と、GPS信号から車両10の現在位置を算出する演算回路とを有している。また、測位装置4は、ナビゲーションシステムに組み込まれていてもよい。そして測位装置4は、車両10の現在位置を測定する度に、その測定値を、車内ネットワークを介してECU5へ出力する。

30

【0022】

ECU5は、車両制御装置の一例であり、車両10を自動運転制御するとともに車両10の各部を制御する。例えば、ECU5は、信号状態情報及びカメラ3により得られた画像を参照しつつ、ナビゲーションシステムにより求められた走行ルートに沿って車両10が走行するように、車両10を制御する。そのために、ECU5は、通信インターフェース51と、メモリ52と、プロセッサ53とを有する。

【0023】

通信インターフェース51は、ECU5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。すなわち、通信インターフェース51は、車内ネットワークを介して、通信端末2、カメラ3及び測位装置4と接続される。そして通信インターフェース51は、通信端末2から信号状態情報を受信する度に、受信した信号状態情報をプロセッサ53へわたす。同様に、通信インターフェース51は、カメラ3から画像を受信する度に、受信した画像をプロセッサ53へわたすとともに、測位装置4から車両10の現在位置の測定値を受信する度に、その測定値をプロセッサ53へわたす。さらに、通信インターフェース51は、ナビゲーションシステムから受け取った、走行ルートを表す情報をプロセッサ53へわたす。

40

【0024】

50

メモリ 5 2 は、記憶部の一例であり、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 5 2 は、ECU 5 のプロセッサ 5 3 により実行される各種処理において使用されるデータ、例えば、信号状態情報、車両 1 0 の現在位置、走行ルート、カメラ 3 から受信した画像などを記憶する。さらに、メモリ 5 2 は、地図情報を記憶してもよい。

【 0 0 2 5 】

本実施形態では、地図情報には、信号機が設けられた交差点について、その交差点の位置、及び、その信号機の信号状態情報を含む路側機からの無線信号を受信可能な領域（以下、単に受信可能領域と呼ぶ）を表す情報が含まれる。

【 0 0 2 6 】

図 3 は、地図情報で表される受信可能領域の一例を示す図である。図 3 に示される受信可能領域 3 1 0 は、その領域内に車両 1 0 が位置していれば、交差点 3 0 0 に設けられた路側機 1 1 からの無線信号を受信可能であることを表す。無線信号には、交差点 3 0 0 の 4 台の信号機 3 0 1 - 1 ~ 3 0 1 - 4 の点灯状態を表す信号状態情報が含まれる。この例では、路側機 1 1 が、交差点 3 0 0 の左下側の信号機 3 0 1 - 3 の近傍に設けられている。そのため、図上の下側から上側へ向かう二つの車線 3 0 2、3 0 3 のうち、左側の車線 3 0 2 については、路側機 1 1 からの無線信号が、交差点 3 0 0 の左下側に位置する建物 3 2 0 により遮られる。そのため、左側の車線 3 0 2 の方が、右側の車線 3 0 3 よりも路側機 1 1 からの無線信号が届き難くなっている。したがって、左側の車線 3 0 2 における、交差点 3 0 0 から受信可能領域 3 1 0 の境界までの距離は、右側の車線 3 0 3 における、交差点 3 0 0 から受信可能領域 3 1 0 の境界までの距離よりも短くなっている。このことから、交差点 3 0 0 に対して下側から接近する場合には、車両 1 0 は、左側の車線 3 0 2 よりも、右側の車線 3 0 3 を走行した方が、路側機 1 1 からの無線信号を受信し易いことが分かる。このように、ECU 5 は、地図情報を参照することで、路側機 1 1 からの無線信号を受信可能な走行予定経路を設定することが可能となる。

【 0 0 2 7 】

プロセッサ 5 3 は、制御部の一例であり、1 個または複数個の CPU (Central Processing Unit) 及びその周辺回路を有する。プロセッサ 5 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 5 3 は、車両 1 0 が走行している間、車両制御処理を実行して、車両 1 0 を自動運転する。

【 0 0 2 8 】

図 4 は、車両制御処理に関する、ECU 5 のプロセッサ 5 3 の機能ブロック図である。プロセッサ 5 3 は、物体検出部 5 3 1 と、追跡部 5 3 2 と、経路設定部 5 3 3 と、車両制御部 5 3 4 とを有する。プロセッサ 5 3 が有するこれらの各部は、例えば、プロセッサ 5 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 5 3 が有するこれらの各部は、プロセッサ 5 3 に設けられる、専用の演算回路であってもよい。

【 0 0 2 9 】

物体検出部 5 3 1 は、カメラ 3 により生成された、時系列の一連の画像のそれぞれにおいて、その画像に写っている物体を検出する。

【 0 0 3 0 】

例えば、物体検出部 5 3 1 は、カメラ 3 から画像を取得する度に、その画像を識別器に入力することで、入力された画像に表された物体を検出する。物体検出部 5 3 1 は、そのような識別器として、例えば、入力された画像から、その画像に表された物体を検出するように予め学習された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。物体検出部 5 3 1 は、そのような DNN 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のアーキテクチャを持つ DNN を用いることができる。この場合、物体検出部 5 3 1 が画像を DNN タイプの識別器に入力することで、その識別器は、入力された画像

10

20

30

40

50

上の様々な領域において、検出対象となる物体の種類（例えば、小型車両、大型車両、人、信号機など）ごとに、その物体がその領域に表されている確からしさを表す確信度を算出し、何れかの種類の物体についての確信度が所定の検出閾値以上となる領域に、その種類の物体が表されていると判定する。そして識別器は、入力された画像上で検出対象となる物体が含まれる領域（例えば、検出対象となる物体の外接矩形、以下、物体領域と呼ぶ）を表す情報、及び、物体領域に表された物体の種類を表す情報を出力する。

【0031】

あるいは、物体検出部531は、DNN以外の識別器を用いてもよい。例えば、物体検出部531は、識別器として、画像上に設定されるウィンドウから算出される特徴量（例えば、Histograms of Oriented Gradients, HOG）を入力として、そのウィンドウに検出対象となる物体が表される確信度を出力するように予め学習されたサポートベクトルマシン（SVM）を用いてもよい。物体検出部531は、画像上に設定するウィンドウの位置、サイズ及びアスペクト比を様々に変更しながら、そのウィンドウから特徴量を算出し、算出した特徴量をSVMへ入力することで、そのウィンドウについて確信度を求める。そして物体検出部531は、確信度が所定の検出閾値以上である場合、そのウィンドウを、検出対象となる物体が表された物体領域とする。

【0032】

物体検出部531は、画像から検出された物体領域の位置及び範囲と、検出された物体の種類とを、追跡部532及び経路設定部533へ出力する。

【0033】

追跡部532は、一連の画像から検出された物体を、所定のトラッキング手法に従って追跡する。

例えば、追跡部532は、各画像に対してカメラ3についての車両10への取り付け位置などの情報を用いて視点変換処理を実行することで、その画像を鳥瞰画像に変換する。その際、追跡部532は、画像上での検出された物体領域のサイズに基づいて車両10からその物体までの距離を推定し、推定した距離に基づいて鳥瞰画像上での検出された物体上の各点の位置を特定してもよい。例えば、検出対象となる物体の種類ごとに、メモリ52に、車両10からその物体までの距離が所定の基準距離である場合の画像上のその物体の基準サイズが予め記憶される。そして追跡部532は、画像上での検出された物体領域のサイズに対する、その検出された物体に対応する基準サイズの比を、基準距離に乗じて得られる距離を、検出された物体までの推定距離とすることができる。あるいは、追跡部532は、車外センサにより得られた、画像上の物体領域の位置に対応する方位の物体までの距離を、検出された物体までの推定距離としてもよい。そして追跡部532は、一連の鳥瞰画像に対して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、各鳥瞰画像間で、検出された物体のうちの同じものを対応付けることで、一連の画像から検出された物体を追跡する。

【0034】

あるいは、追跡部532は、オプティカルフローに基づくトラッキング処理に従って、最新の画像から検出された物体を過去の画像から検出された物体と対応付けることで、一連の画像から検出された物体を追跡してもよい。

【0035】

追跡部532は、一連の画像間で同一物体として対応付けられた物体が表された各画像の物体領域に、他の物体が表された物体領域とは異なるラベルを付すことで、追跡中の物体ごとに、その物体が表された物体領域を識別する。そして追跡部532は、追跡中の物体のそれぞれについて、その物体に対応するラベル及びそのラベルが付された各画像の物体領域、または、追跡中の各物体の各鳥瞰画像上の位置といった追跡結果を経路設定部533へ出力する。

【0036】

経路設定部533は、車両10がナビゲーションシステムにより設定された走行ルートに沿って走行し、かつ、各画像について検出された、車両10の周囲に存在する物体と車

10

20

30

40

50

両10とが衝突しないように車両10の走行予定経路を生成する。その際、経路設定部533は、車両10が、路側機11が設置された交差点に接近する際に、路側機11からの無線信号を受信できるように走行予定経路を設定する。そして経路設定部533は、路側機11から通信端末2を介して受信した無線信号に含まれる信号状態情報に基づいて、路側機11が設置された交差点について、一旦停止するか、あるいは停止せずに通過するかを決定する。走行予定経路は、例えば、現時刻から所定時間先までの各時刻における、車両10の目標位置の集合として表される。

【0037】

例えば、経路設定部533は、メモリ52またはストレージ装置から地図情報を読み込み、読み込んだ地図情報を参照して、車両10の現在位置が、車両10の走行ルートにおいて車両10の進行方向に存在する路側機11が設置された交差点の基準点（例えば、交差点の中心点、あるいは、路側機11の設置位置）から所定距離内に含まれるか否か判定する。なお、所定距離は、例えば、路側機11が設置された交差点の基準点から受信可能領域の外縁までの距離のうちの最大値に所定のオフセット（例えば、100～500m）を加えた距離とすることができる。そして車両10の現在位置がその所定距離内に含まれる場合、経路設定部533は、地図情報に示される受信可能領域を参照して、走行予定経路が受信可能領域と重なるように走行予定経路を設定する。例えば、経路設定部533は、車両10の現在位置と地図情報とを参照して、車両10が走行可能な車線の数を確認してもよい。そして例えば、車両10が走行中の道路が、車両10の進行方向について複数の車線を有しており、その複数の車線の一つでは、路側機11からの無線信号が遮られてその無線信号が届かず、他の車線では、無線信号が届くとする。このような場合、経路設定部533は、複数の車線のうち、路側機11からの無線信号が届く車線を車両10が走行するように、走行予定経路を設定すればよい。これにより、通信端末2は、路側機11からの無線信号を受信することが可能となる。特に、通信端末2が路側機11からの無線信号をより長期間にわたって受信できるようにするために、経路設定部533は、走行予定経路が受信可能領域と重なる距離が最大となるように走行予定経路を設定することが好ましい。例えば、車両10が走行中の道路が、車両10の進行方向について複数の車線を有している場合、経路設定部533は、その複数の車線のうち、受信可能領域に含まれる距離が最長となる車線を車両10が走行するように、走行予定経路を設定する。あるいは、車両10が走行中の車線において、車両10の進行方向を向いてその車線の右端側と左端側とで、受信可能領域に含まれる距離が異なる場合、経路設定部533は、車両10が走行中の車線の右端側と左端側のうち、受信可能領域に含まれる距離が長い方の側を車両10が走行するように走行予定経路を設定してもよい。あるいはまた、経路設定部533は、シミュレーティッドアニーリングといった最適化手法に従って、受信可能領域に含まれる距離が最長となるように走行予定経路を設定してもよい。

【0038】

また、車両10と路側機11との間に、路側機11からの無線信号を遮るような物体、例えば、バスまたはトラックといった大型車両が存在する場合、車両10は、路側機11からの無線信号を受信し難くなる。そこで、例えば、物体検出部531により検出され、かつ、追跡部532により追跡されている大型車両が車両10の前方を走行している場合、経路設定部533は、走行予定経路上の各時刻における車両10の目標位置においてその大型車両が路側機11からの無線信号の受信を妨げないように、走行予定経路上の各時刻における車両10の位置を設定することが好ましい。

【0039】

例えば、路側機11は、比較的高い位置に設定されることがあるので、車両10と大型車両間の間隔が大きければ、その大型車両は、車両10と路側機11間に位置せず、路側機11からの無線信号を遮らない。そこで、経路設定部533は、追跡部532による追跡結果により得られた追跡中の車両10の前方を走行する大型車両の軌跡から、その大型車両の所定時間先までの予測軌跡を推定する。経路設定部533は、追跡中の大型車両の予測軌跡に基づいて、所定時間先までの追跡中の大型車両と車両10間の間隔の予測値が

10

20

30

40

50

所定間隔（例えば、20～50m）以上となるように、走行予定経路における、各時刻の車両10の目標位置を決定する。

【0040】

また、経路設定部533は、車両10が走行する車線と車両10の前方を走行する大型車両とが異なる車線を走行するように、その大型車両の予測軌跡に基づいて、走行予定経路を設定してもよい。その際、経路設定部533は、大型車両が走行する車線よりも、路側機11に近い車線を車両10が走行するように、走行予定経路を設定することが好ましい。これにより、車両10の前方を走行する大型車両によって路側機11からの無線信号が遮られることが抑制される。なお、この場合も、経路設定部533は、走行予定経路が受信可能領域と重なるように走行予定経路を設定すればよい。

10

【0041】

さらに、経路設定部533は、車両10の現在位置が受信可能領域に含まれ、路側機11から信号状態情報を含む無線信号を受信すると、その信号状態情報を参照して、走行予定経路上の各時刻における車両10の目標位置を決定する。すなわち、経路設定部533は、信号状態情報が、車両10が走行中の車線についての信号機が停止を求めることを表す場合（すなわち、信号機の点灯色が「赤」、「黄」または「赤点滅」である場合）、車両10が交差点の手前の停止線の位置にて一旦停車するように、走行予定経路上の各時刻における車両10の目標位置を決定する。一方、信号状態情報が、車両10が走行中の車線についての信号機が交差点の通過を許可することを表す場合（すなわち、信号機の点灯色が「青」、「黄点滅」または走行ルートに沿った進行方向の矢印信号が点灯している場合）、経路設定部533は、車両10が交差点にて停車せずに交差点を通過するよう、走行予定経路上の各時刻における車両10の目標位置を決定する。

20

【0042】

また、経路設定部533は、路側機11が設置された交差点を通過した後、あるいは、その交差点の基準点から所定距離よりも離れている場合、車両10が走行ルートに沿って走行し、かつ、追跡部532により追跡中の各物体と衝突しないように走行予定経路を設定すればよい。例えば、経路設定部533は、追跡中の各物体の軌跡から、各物体の所定時間先までの予測軌跡を推定する。そして経路設定部533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間の間隔の予測値が所定の下限距離以上となるように、車両10の走行予定経路を生成すればよい。

30

【0043】

図5は、受信可能領域と走行予定経路との関係の一例を示す図である。図5に示される例では、車両10は、図上の下側から上側へ向けて走行しているものとする。そして図3に示される例と同様に、図上の下側から上側へ向かう二つの車線502、503のうち、左側の車線502については、路側機11からの無線信号が、交差点500の左下側に位置する建物520により遮られる。そのため、左側の車線502の方が、右側の車線503よりも路側機11からの無線信号が届く範囲が狭くなっている。そのため、受信可能領域510内の走行距離を長くするため、車両10が右側の車線503を走行するように、走行予定経路530は設定される。また、図5に示される例では、車両10の前方を大型車両540が走行しているので、走行予定経路530上の各時刻の位置において、大型車両540と車両10との間隔が所定距離D以上となるように、走行予定経路530上の各時刻における車両10の目標位置が設定されればよい。

40

【0044】

経路設定部533は、生成した走行予定経路を車両制御部534へ通知する。

【0045】

車両制御部534は、通知された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。例えば、車両制御部534は、通知された走行予定経路、及び、車速センサ（図示せず）により測定された車両10の現在の車速に従って、車両10が走行予定経路上の各時刻の目標位置に移動するための加速度を逐次求め、その加速度となる

50

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 534 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 10 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 534 は、設定されたブレーキ量に応じた制御信号を車両 10 のブレーキへ出力する。

【0046】

さらに、車両制御部 534 は、車両 10 が走行予定経路に沿って走行するために車両 10 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 10 の操舵角を求め、その操舵角に応じた制御信号を、車両 10 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。

【0047】

図 6 は、プロセッサ 53 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 53 は、所定の周期ごとに、図 6 に示される動作フローチャートに従って車両制御処理を実行する。

【0048】

プロセッサ 53 の物体検出部 531 は、カメラ 3 から得られた最新の画像から物体を検出し、検出した物体が表された物体領域を求める（ステップ S101）。そしてプロセッサ 53 の追跡部 532 は、過去の画像及び最新の画像から検出された物体を追跡する（ステップ S102）。

【0049】

プロセッサ 53 の経路設定部 533 は、車両 10 の現在位置及び地図情報を参照して、車両 10 の現在位置が、車両 10 の走行ルートにおいて車両 10 の進行方向に存在する路側機 11 が設置された交差点の基準点から所定距離内に含まれるか否か判定する（ステップ S103）。車両 10 の現在位置がその所定距離よりも離れている場合（ステップ S103 - No）、経路設定部 533 は、車両 10 が走行ルートに沿って走行し、かつ、追跡中の各物体との間隔が所定の下限閾値以上となるように走行予定経路を設定する（ステップ S104）。

【0050】

一方、車両 10 の現在位置がその所定距離内に含まれる場合（ステップ S103 - Yes）、経路設定部 533 は、地図情報に示される受信可能領域を参照して、走行予定経路と受信可能領域とが重なるように走行予定経路を設定する（ステップ S105）。その際、上記のように、経路設定部 533 は、受信可能領域に含まれる走行予定経路の距離が最大となるように走行予定経路を設定することが好ましい。また、経路設定部 533 は、追跡中の物体に、車両 10 の前方を走行する大型車両が含まれるか否か判定する（ステップ S106）。車両 10 の前方を走行する大型車両が追跡中の物体に含まれる場合（ステップ S106 - Yes）、経路設定部 533 は、大型車両の追跡結果から求められる予測軌跡を参照して、走行予定経路上の各時刻における車両 10 の目標位置を、その大型車両が車両 10 と路側機 11 との間に位置しないように設定する（ステップ S107）。

【0051】

ステップ S107 の後、またはステップ S106 にて車両 10 の前方を走行する大型車両が追跡中の物体に含まれない場合（ステップ S106 - No）、経路設定部 533 は、車両 10 が路側機 11 からの無線信号を受信できたか否か判定する（ステップ S108）。そして車両 10 が路側機 11 からの無線信号を受信できた場合（ステップ S108 - Yes）、経路設定部 533 は、無線信号に含まれる信号状態情報を参照して、走行予定経路上の各時刻における車両 10 の目標位置を決定する（ステップ S109）。

【0052】

ステップ S104 または S109 の後、あるいは、ステップ S108 にて車両 10 が路側機 11 からの無線信号を受信できない場合（ステップ S108 - No）、プロセッサ 53 の車両制御部 534 は、走行予定経路に沿って車両 10 が走行するように車両 10 を制御する（ステップ S110）。そしてプロセッサ 53 は、車両制御処理を終了する。

【0053】

10

20

30

40

50

以上に説明してきたように、この車両制御装置は、自律走行可能な自動運転車両が、路側機が設置された交差点に近づいたときに、その自動運転車両の走行予定経路を、路側機からの信号状態情報を含む無線信号を自動運転車両に搭載された通信端末が受信可能なように設定する。そのため、この車両制御装置は、自動運転車両が信号状態情報を取得できずに、自動運転車両を交差点にて停止させるべきか否かを判断できなくなることを抑制できる。

【0054】

変形例によれば、路側機11が設置された交差点について、車両10が受信可能領域内に進入して一定期間経過しても車両10が路側機11からの無線信号を受信できない場合、経路設定部533は、物体検出部531により画像から検出された信号機の点灯色により、信号機の点灯状態を判定し、その判定結果に基づいて、交差点の手前で一旦停止するか、停止せずに交差点を通過するかを決定してもよい。

10

【0055】

なお、路側機が送信する無線信号に含まれる情報は信号状態情報に限られない。路側機が送信する無線信号には、例えば、渋滞の発生個所、渋滞の長さ、または事故の発生個所といった交通状況を表す情報が含まれてもよい。また、路側機が設置される位置も交差点の近傍に限られない。この場合も、上記の実施形態または変形例と同様に、測位装置4により測定された車両10の現在位置が地図情報に表された路側機の位置から所定距離内に含まれ、かつ、車両10が、路側機が設置された位置へ近づく場合に、経路設定部533は、通信端末2が路側機からの無線信号を受信可能なように、車両10の走行予定経路を設定すればよい。

20

【0056】

また、上記の実施形態または変形例による、車両制御装置のプロセッサ53の各部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。

【0057】

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。

【符号の説明】

30

【0058】

- 1 車両制御システム
- 2 通信端末
- 3 カメラ
- 4 測位装置
- 5 電子制御ユニット
- 5 1 通信インターフェース
- 5 2 メモリ
- 5 3 プロセッサ
- 5 3 1 物体検出部
- 5 3 2 追跡部
- 5 3 3 経路設定部
- 5 3 4 車両制御部
- 1 0 車両
- 1 1 路側機

40

【 図 1 】

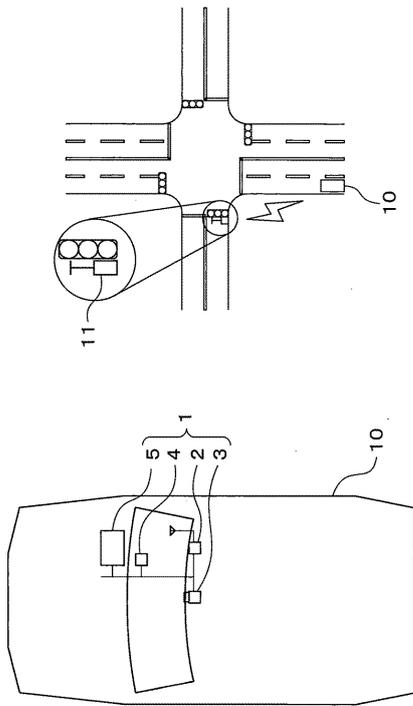
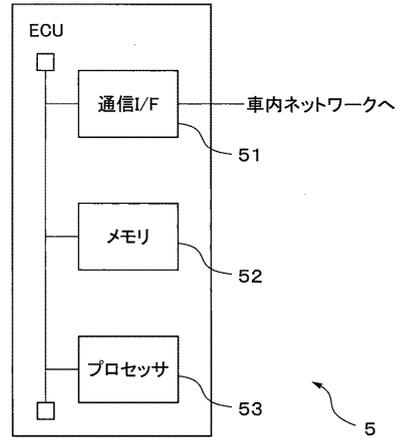


図1

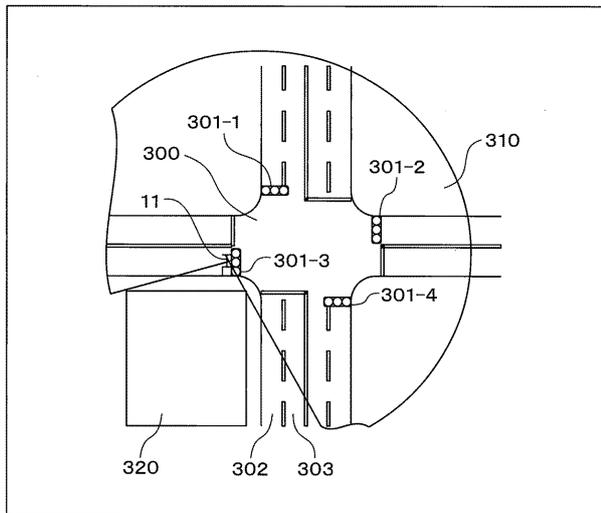
【 図 2 】

図2



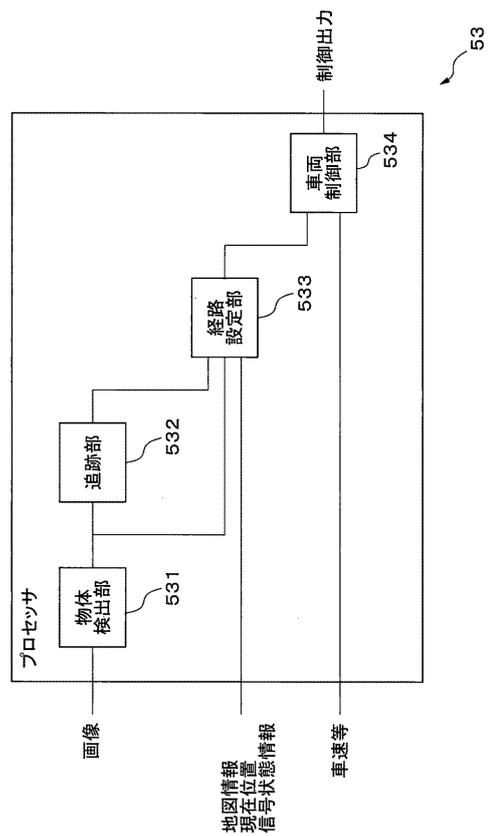
【 図 3 】

図3



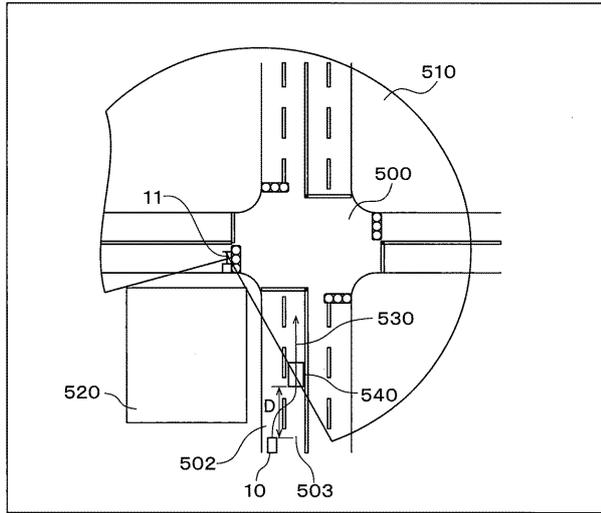
【 図 4 】

図4



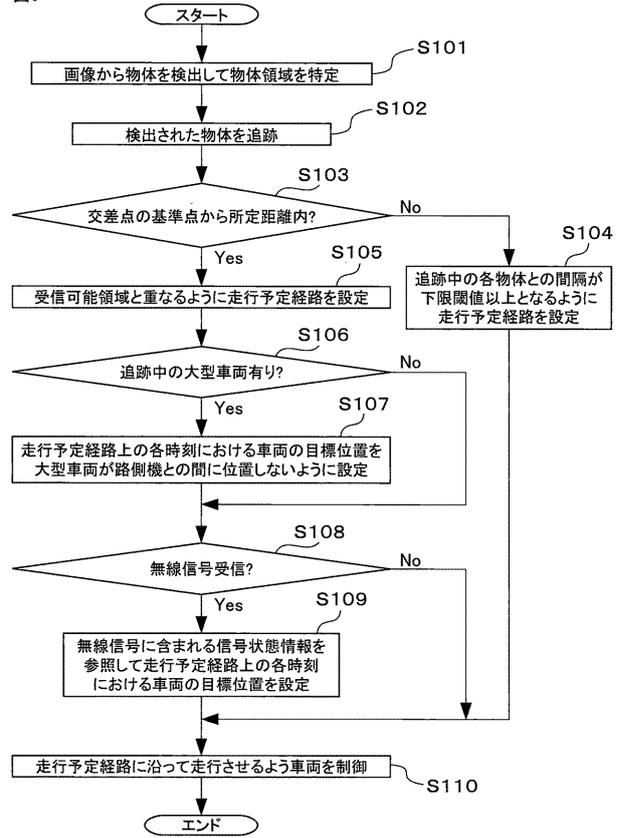
【 図 5 】

図5



【 図 6 】

図6



フロントページの続き

(72)発明者 坂井 克弘
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 河原田 誠
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 橘 彰英
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

Fターム(参考) 2F129 AA03 BB03 CC16 DD03 DD21 DD62 EE52 EE75 FF02 FF20
FF62 FF72 GG04 GG05 GG06 GG17 GG18 GG28
5H181 AA01 BB04 BB20 CC03 CC04 CC14 FF04 FF17 FF27 LL09
LL14