

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5713106号

(P5713106)

(45) 発行日 平成27年5月7日(2015.5.7)

(24) 登録日 平成27年3月20日(2015.3.20)

(51) Int.Cl.			F I		
G08G	1/16	(2006.01)	G08G	1/16	C
G08G	1/09	(2006.01)	G08G	1/09	H
B60R	21/00	(2006.01)	G08G	1/16	E
			B60R	21/00	628B

請求項の数 6 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2013-525494 (P2013-525494)	(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
(86) (22) 出願日	平成23年7月26日(2011.7.26)	(74) 代理人	100089118 弁理士 酒井 宏明
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/067003	(74) 代理人	100117075 弁理士 伊藤 剣太
(87) 国際公開番号	W02013/014755	(72) 発明者	根本 雄介 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(87) 国際公開日	平成25年1月31日(2013.1.31)	審査官	根本 徳子
審査請求日	平成25年9月13日(2013.9.13)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両特定システム及び車両特定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自車両の周辺の他車両の他車両情報を受信する通信装置と、
前記自車両の周辺の他車両を検出する検出装置と、
前記通信装置が受信する前記他車両情報と前記検出装置による検出結果とに基づいて前記他車両情報の発信車両の特定を行う車両特定装置とを備え、
前記車両特定装置は、前記通信装置が受信する前記他車両情報と前記検出装置による検出結果とに基づいて前記発信車両を捕捉する捕捉モードと、前記捕捉モードで捕捉した後に当該捕捉モードで捕捉した際の前記自車両と前記発信車両との位置関係と前記通信装置が受信する前記他車両情報に基づく前記発信車両の運動情報とに基づいて前記発信車両の位置情報である相対的位置情報に基づいて前記発信車両の特定を行う追跡モードとを、切り替え可能であることを特徴とする、

車両特定システム。

【請求項2】

前記車両特定装置は、前記捕捉モードでは前記他車両情報に基づく前記発信車両の位置情報である絶対的位置情報に基づいて前記発信車両を捕捉し、前記追跡モードでは前記捕捉モードで捕捉した際の前記発信車両の位置である基準位置と前記発信車両の運動情報とに基づいて前記相対的位置情報に基づいて前記発信車両の特定を行う、

請求項1に記載の車両特定システム。

【請求項3】

10

20

前記車両特定装置は、前記追跡モードでは当該追跡モードでの過去の前記相対的位置情報と前記発信車両の運動情報とに基づく前記相対的位置情報に基づいて前記発信車両の特定を行う、

請求項 2 に記載の車両特定システム。

【請求項 4】

前記車両特定装置は、前記追跡モードでは前記通信装置が受信する前記他車両情報に基づく前記発信車両の運動情報と前記検出装置による検出結果との比較結果に応じて前記捕捉モードに復帰する、

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の車両特定システム。

【請求項 5】

前記比較結果に応じて前記追跡モードから前記捕捉モードに復帰する際に、前記検出装置が検出した前記他車両の減速度に基づいて、前記自車両の減速度を制御する走行制御装置を備える、

請求項 4 に記載の車両特定システム。

【請求項 6】

通信装置が受信する自車両の周辺他車両の他車両情報と、前記自車両の周辺他車両を検出する検出装置による検出結果とに基づいて、前記他車両情報の発信車両を捕捉する捕捉モードと、

前記捕捉モードで捕捉した後に当該捕捉モードで捕捉した際の前記自車両と前記発信車両との位置関係と、前記通信装置が受信する前記他車両情報に基づく前記発信車両の運動情報とに基づく前記発信車両の位置情報である相対的位置情報に基づいて、前記発信車両の特定を行う追跡モードとを、切り替え可能であることを特徴とする、

車両特定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両特定システム及び車両特定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば、自車両の制御のために、通信を行っている他車両を特定する車両特定システムが知られている。このような従来車両特定システムとして、例えば、特許文献 1 には、自車両に搭載され、他車両を検出する車載検出手段と、通信により他車両の情報を取得する通信取得手段と、車載検出手段によって検出された他車両と、通信取得手段によって情報が取得された他車両との同定を行う同定手段とを備えた車両同定装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2010 - 086269 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上述のような特許文献 1 に記載の車両同定装置は、検出された速度と取得された速度情報の示す速度との一致度、検出された他車両の大きさと取得された車種情報の示す車種に対応する大きさとの一致度、検出された位置と取得された位置情報の示す位置との一致度等に基づいて他車両の同定を行っているが、例えば、通信車両を特定する際の精度の向上の点で、更なる改善の余地がある。

【0005】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであって、通信車両の特定精度を向上することができる車両特定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】

上記目的を達成するために、本発明に係る車両特定システムは、自車両の周辺他車両の他車両情報を受信する通信装置と、前記自車両の周辺他車両を検出する検出装置と、前記通信装置が受信する前記他車両情報と前記検出装置による検出結果とに基づいて前記他車両情報の発信車両の特定を行う車両特定装置とを備え、前記車両特定装置は、前記通信装置が受信する前記他車両情報と前記検出装置による検出結果とに基づいて前記発信車両を捕捉する捕捉モードと、前記捕捉モードで捕捉した後に当該捕捉モードで捕捉した際の前記自車両と前記発信車両との位置関係と前記通信装置が受信する前記他車両情報に基づく前記発信車両の運動情報とに基づく前記発信車両の位置情報である相対的位置情報に基づいて前記発信車両の特定を行う追跡モードとを、切り替え可能であることを特徴とする。

10

【0007】

また、上記車両特定システムでは、前記車両特定装置は、前記捕捉モードでは前記他車両情報に基づく前記発信車両の位置情報である絶対的位置情報に基づいて前記発信車両を捕捉し、前記追跡モードでは前記捕捉モードで捕捉した際の前記発信車両の位置である基準位置と前記発信車両の運動情報とに基づく前記相対的位置情報に基づいて前記発信車両の特定を行うものとすることができる。

【0008】

また、上記車両特定システムでは、前記車両特定装置は、前記追跡モードでは当該追跡モードでの過去の前記相対的位置情報と前記発信車両の運動情報とに基づく前記相対的位置情報に基づいて前記発信車両の特定を行うものとすることができる。

20

【0009】

また、上記車両特定システムでは、前記車両特定装置は、前記追跡モードでは前記通信装置が受信する前記他車両情報に基づく前記発信車両の運動情報と前記検出装置による検出結果との比較結果に応じて前記捕捉モードに復帰するものとすることができる。

【0010】

また、上記車両特定システムでは、前記比較結果に応じて前記追跡モードから前記捕捉モードに復帰する際に、前記検出装置が検出した前記他車両の減速度に基づいて、前記自車両の減速度を制御する走行制御装置を備えるものとすることができる。

30

【0011】

上記目的を達成するために、本発明に係る車両特定装置は、通信装置が受信する自車両の周辺他車両の他車両情報と、前記自車両の周辺他車両を検出する検出装置による検出結果とに基づいて、前記他車両情報の発信車両を捕捉する捕捉モードと、前記捕捉モードで捕捉した後に当該捕捉モードで捕捉した際の前記自車両と前記発信車両との位置関係と、前記通信装置が受信する前記他車両情報に基づく前記発信車両の運動情報とに基づく前記発信車両の位置情報である相対的位置情報に基づいて、前記発信車両の特定を行う追跡モードとを、切り替え可能であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明に係る車両特定システム、車両特定装置は、通信車両の特定精度を向上することができる、という効果を奏する。

40

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は、実施形態1に係る車両制御システムを表す概略構成図である。

【図2】図2は、実施形態1に係る車両制御システムにおける自車両と他車両との関係について説明する模式図である。

【図3】図3は、実施形態1に係る車両制御ECUにおける内部状態について説明する模式図である。

【図4】図4は、実施形態1に係る車両制御ECUの追跡モード部を表す概略構成図であ

50

る。

【図5】図5は、実施形態1に係る車両制御ECUにおける追跡モードの追跡判定を説明する模式図である。

【図6】図6は、実施形態1に係る車両制御ECUにおける追跡モードの追跡判定処理の一例を説明するフローチャートである。

【図7】図7は、実施形態1に係る車両制御システムの動作を説明する線図である。

【図8】図8は、実施形態1に係る車両制御システムの動作を説明する模式図である。

【図9】図9は、実施形態2に係る車両制御システムを表す概略構成図である。

【図10】図10は、通信車両の誤認識を説明する模式図である。

【図11】図11は、実施形態2に係る車両制御ECUにおける内部状態について説明する模式図である。

10

【図12】図12は、実施形態2に係る車両制御ECUの誤認識判定部を表す概略構成図である。

【図13】図13は、実施形態2に係る車両制御ECUにおける誤認識判定制御の一例を説明するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に、本発明に係る実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施形態における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、或いは実質的に同一のものが含まれる。

20

【0015】

[実施形態1]

図1は、実施形態1に係る車両制御システムを表す概略構成図、図2は、実施形態1に係る車両制御システムにおける自車両と他車両との関係について説明する模式図、図3は、実施形態1に係る車両制御ECUにおける内部状態について説明する模式図、図4は、実施形態1に係る車両制御ECUの追跡モード部を表す概略構成図、図5は、実施形態1に係る車両制御ECUにおける追跡モードの追跡判定を説明する模式図、図6は、実施形態1に係る車両制御ECUにおける追跡モードの追跡判定処理の一例を説明するフローチャート、図7は、実施形態1に係る車両制御システムの動作を説明する線図、図8は、実施形態1に係る車両制御システムの動作を説明する模式図である。

30

【0016】

図1に示す本実施形態に係る車両特定システムとしての車両制御システム1は、いわゆる車車間通信等の無線通信をつかって設定した目標車間距離（あるいは、目標車間時間）となるように車間の制御を行う追従制御（ACC：Adaptive Cruise Control）システムに適用される。車両制御システム1は、図1に示す構成要素を車両に搭載することで実現させる。

【0017】

車両制御システム1は、図2に示すように、自動車向けの無線通信技術を利用して自車両C1と、この自車両C1の周辺を走行する他車両C2（例えば先行車両や後続車両）との間で各種情報を送受信する。そして、車両制御システム1は、送受信した自車両C1、他車両C2の情報をを用いた当該各車両間での走行制御の実行を可能にする。この車両制御システム1は、自車両C1において他車両C2から得られる各種情報における追従制御必要情報に基づいて、目標車間距離等の制御目標値を設定し、その制御目標値に応じた車両制御を実行する。つまり、この車両制御システム1は、無線通信で受信した他車両C2の情報（通信データ）に基づいて情報通信型の追従制御が実行される。車両制御システム1は、自車両C1と他車両C2との車間距離Dが目標車間距離となるように車間を詰めさせることで、例えば、後続車両の空気抵抗の低減が可能になるので、後続車両の燃費を向上させることができる。また、この車両制御システム1は、車間を詰めさせることで、例えば、道路上のある地点における単位時間内の通過車両の台数（いわゆる交通容量）を増加させることができるので、渋滞の緩和にも役立つ。

40

50

【 0 0 1 8 】

ここで例示する車両制御システム 1 の追従制御（車間制御）とは、先行する目の前の 1 台の車両に追従走行する際又は後続の 1 台の車両に追従走行される際の 2 台の車両間の追従制御に限らない。車両制御システム 1 の追従制御とは、複数台の車両が一群の隊列（車群）を成して先行車両に追従しながら又は後続車両に追従されながら隊列走行する際のそれぞれの車両間の追従制御を含む。

【 0 0 1 9 】

具体的には、車両制御システム 1 は、図 1 に例示するように、車両特定装置及び走行制御装置として兼用される車両制御 ECU（Electronic Control Unit）10 と、検出装置としての前方車間距離センサ 21a 及び前方センサ ECU 21 と、速度センサ 22a 及び速度センサ ECU 22 と、加速度センサ 23a 及び加速度センサ ECU 23 と、通信装置としての無線アンテナ 24a 及び無線制御 ECU 24 と、エンジン制御 ECU 31 と、ブレーキ制御 ECU 32 と、ステアリング制御 ECU 33 とを備えている。車両制御システム 1 の構成要素は、自車両と、この自車両の周辺の他車両とに共通して搭載されるものとして例示する。

10

【 0 0 2 0 】

車両制御 ECU 10 は、車両制御システム 1 の全体の制御を統括的に行う制御ユニットであり、例えば、CPU、ROM、RAM を含むコンピュータを主体として構成されている。車両制御 ECU 10 は、自車両の走行を制御する走行制御装置であり、上記情報通信型の追従制御を実行するものである。なお、この車両制御 ECU 10 についての詳細な機能は後述する。

20

【 0 0 2 1 】

前方車間距離センサ 21a、速度センサ 22a、加速度センサ 23a 等は、車両制御システム 1 が搭載された車両である自車両の走行状態を検出するための自律センサ類（車載機器）である。前方車間距離センサ 21a は、前方センサ ECU 21 に電氣的に接続されている。速度センサ 22a は、速度センサ ECU 22 に電氣的に接続されている。加速度センサ 23a は、加速度センサ ECU 23 に電氣的に接続されている。前方センサ ECU 21、速度センサ ECU 22、加速度センサ ECU 23 は、それぞれ各センサ類が取得した信号を処理するものである。前方センサ ECU 21、速度センサ ECU 22、加速度センサ ECU 23 は、車内ネットワークとして構築された通信・センサ系 CAN 20 を介して車両制御 ECU 10 に接続される。

30

【 0 0 2 2 】

前方車間距離センサ 21a 及び前方センサ ECU 21 は、自車両の周辺の他車両を検出する検出装置であり、検出した他車両と自車両との相対関係を示す相対物理量を検出するものである。典型的には、前方車間距離センサ 21a 及び前方センサ ECU 21 は、自車両の前方を先行して走行する他車両（以下、「先行車両」という場合がある。）を検出する。前方車間距離センサ 21a 及び前方センサ ECU 21 は、自車両の前方の所定の検出範囲 R（例えば、図 2 参照）内にある先行車両、典型的には、自車両の直前を走行する先行車両を検出する。ここでは、前方車間距離センサ 21a 及び前方センサ ECU 21 は、上記相対物理量として、自車両の直前を走行する他車両との車間距離を検出する機能を有している。この自車両の直前を走行する他車両との車間距離は、自車両に対する他車両の相対的な位置（以下、「相対位置」という場合がある。）を示す物理量に相当する。更には、自車両と他車両との車間距離を示す情報は、自車両に対する他車両の位置を示す位置情報に相当する。

40

【 0 0 2 3 】

前方車間距離センサ 21a は、例えば、自車両の前部に設けられるミリ波レーダ等を用いることができる。例えば、前方車間距離センサ 21a は、ミリ波等の電磁波を左右方向（車幅方向）に走査するように送信すると共に物体で反射した反射波を受信する。前方センサ ECU 21 は、前方車間距離センサ 21a が電磁波を送信して受信するまでの時間に基づいて、上記相対物理量として車間距離を算出する。また、前方センサ ECU 21 は、

50

前方車間距離センサ 21 a が電磁波を送信して受信するまでの時間、あるいは、そこから算出した車間距離等に基づいて、上記相対物理量として、自車両の直前を走行する他車両との相対速度、相対加速度等も算出することができる。前方センサ ECU 21 は、算出した車間距離、相対速度、相対加速度等の相対物理量を他車両検出情報として車両制御 ECU 10 へ出力する。なお、前方車間距離センサ 21 a 及び前方センサ ECU 21 によって検出された車間距離、相対速度、相対加速度等は、測定精度、演算精度、ノイズ等の誤差を含んでいる。

【0024】

なおここでは、前方車間距離センサ 21 a は、ミリ波レーダ等を用いるものとして説明するがこれに限らない。前方車間距離センサ 21 a は、例えば、レーザや赤外線などを用いたレーダ、UWB (Ultra Wide Band) レーダ等の近距離用レーダ、可聴域の音波又は超音波を用いたソナー、CCDカメラなどの撮像装置により自車両の走行方向前方を撮像した画像データを解析することで車間距離等を算出する画像認識装置等であってもよい。また、この車両制御システム 1 は、自車両の周辺他車両を検出する検出装置として、さらに、自車両の後続車両と自車両との相対関係を示す相対物理量を検出する後方車間距離センサ及び後方センサ ECU を備えていてもよい。

10

【0025】

速度センサ 22 a 及び速度センサ ECU 22 は、自車両の速度(以下、「車速」という場合がある。)を検出する機能を有している。速度センサ 22 a は、例えば、自車両の車輪の回転をパルス信号として検出する電磁ピックアップ式の車輪速センサ等を用いることができる。例えば、速度センサ 22 a は、車輪の回転に伴うパルス信号を速度センサ ECU 22 へ出力する。速度センサ ECU 22 は、速度センサ 22 a が検出するパルス信号に基づいて、自車両の速度(あるいは車輪速)を算出する。速度センサ ECU 22 は、自車両の速度を速度情報として車両制御 ECU 10 へ出力する。なお、速度センサ 22 a 及び速度センサ ECU 22 によって検出された自車両の速度は、測定精度、演算精度、ノイズ等の誤差を含んでいる。

20

【0026】

加速度センサ 23 a 及び加速度センサ ECU 23 は、自車両の加速度を検出する機能を有している。加速度センサ 23 a は、例えば、ガスレートセンサやジョイロセンサ等を用いることができる。例えば、加速度センサ 23 a は、加速度による変位を示す信号を加速度センサ ECU 23 へ出力する。加速度センサ ECU 23 は、信号に基づいて自車両の加速度を算出する。加速度センサ ECU 23 は、加速度を加速度情報として車両制御 ECU 10 へ出力する。なお、加速度センサ 23 a 及び加速度センサ ECU 23 によって検出された加速度は、測定精度、演算精度、ノイズ等の誤差を含んでいる。

30

【0027】

以上のように、車両制御システム 1 は、自車両に搭載された上記の各種自律センサ類による検出結果として、自車両についての他車両検出情報、速度情報及び加速度情報を取得できる。

【0028】

エンジン制御 ECU 31、ブレーキ制御 ECU 32、ステアリング制御 ECU 33 は、自車両の加減速・操舵等の操作に関する処理を行うものである。エンジン制御 ECU 31、ブレーキ制御 ECU 32、ステアリング制御 ECU 33 は、車内ネットワークとして制御系 CAN 30 を介して車両制御 ECU 10 に接続される。

40

【0029】

エンジン制御 ECU 31 は、車両制御 ECU 10 から出力される加速度要求値情報を入力し、この加速度要求値情報が示す加速度要求値に対応する操作量でスロットルアクチュエータ等を操作する機能を有する。ブレーキ制御 ECU 32 は、上記加速度要求値情報を入力し、この加速度要求値情報が示す加速度要求値に対応する操作量でブレーキアクチュエータ等を操作する機能を有する。ステアリング制御 ECU 33 は、車両制御 ECU 10 から出力される操舵指令値情報を入力し、この操舵指令値情報が示す操舵指令値に対応す

50

る操作量でステアリングアクチュエータ等を操作する機能を有する。なお、車両制御 ECU 10 から出力される加速度要求値情報、操舵指令値情報については後述する。

【0030】

無線アンテナ 24 a 及び無線制御 ECU 24 は、自車両の周辺他車両の他車両情報としての他車両通信情報を受信する通信装置であり、自車両の周辺他車両との間で種々の情報を授受するものである。無線制御 ECU 24 は、通信・センサ系 CAN 20 を介して車両制御 ECU 10 に接続される。

【0031】

無線アンテナ 24 a 及び無線制御 ECU 24 は、例えば、自動車向けの無線通信を行う車車間通信装置等を用いることができる。自車両の車両制御システム 1 は、自車両の周辺他車両に対して、この無線アンテナ 24 a 及び無線制御 ECU 24 により互いに車車間通信を行う。これにより、車両制御システム 1 は、それぞれの車両に関する車両諸元情報、他車両検出情報、速度情報、加速度情報、車両 ID 情報（車体識別情報）、加速度要求値情報、操舵指令値情報、走行環境情報等の種々の情報を、他車両通信情報として相互に授受することができる。

【0032】

また、この無線アンテナ 24 a 及び無線制御 ECU 24 は、自車両の現在の位置を検出する GPS (GPS: Global Positioning System、全地球測位システム) 装置としての機能も有する。無線アンテナ 24 a 及び無線制御 ECU 24 は、GPS 衛星が出力する GPS 信号を受信し、受信した GPS 信号に基づいて、自車両の位置情報である GPS 情報（緯度、経度、進行方向）を測位・演算する。自車両の車両制御システム 1 は、自車両の周辺他車両に対して、無線アンテナ 24 a 及び無線制御 ECU 24 により互いに車車間通信を行い、この GPS 情報も他車両通信情報として相互に授受することができる。なお、この GPS 測位の誤差要因としては、電離層の影響、水蒸気の影響、気圧の影響、衛星配置の影響、高圧送電線の影響、雷の影響、マルチパス等が考えられる。この GPS による測位の誤差は、例えば、GPS の電波が遮蔽されるトンネルやマルチパスが多発する都市部等での環境下で相対的に大きくなる傾向にある。

【0033】

なおここでは、無線アンテナ 24 a 及び無線制御 ECU 24 は、車車間通信装置等を用いるものとして説明するがこれに限らない。無線アンテナ 24 a 及び無線制御 ECU 24 は、車外に敷設された通信施設（光ビーコン等の路側機）を介して車両同士が情報のやりとりを行う路車間通信装置であってもよい。また、無線アンテナ 24 a 及び無線制御 ECU 24 は、車外に敷設された通信施設（情報センタ等の基地局）を介するインターネット等の通信インフラを利用して車両同士が情報のやりとりを行う装置等であってもよい。また、GPS 装置は、例えば、いわゆるナビゲーション装置のように、無線アンテナ 24 a 及び無線制御 ECU 24 とは別個に構成されてもよい。

【0034】

車両制御 ECU 10 は、自車両の上記各種自律センサ類により得られた自車両の速度情報、加速度情報、他車両検出情報（他車両との車間距離、相対速度、相対加速度等）、無線アンテナ 24 a 及び無線制御 ECU 24 を介して通信により得られた他車両通信情報（通信データ）等に基づいて、自律的に自車両と他車両との車間距離を制御する機能を有している。例えば、車両制御 ECU 10 は、自車両及び他車両の上記各種情報に基づいて、車間距離（車間時間）が目標車間距離（目標車間時間）になるように、加速度要求値情報、操舵指令値情報等を生成する機能を有する。

【0035】

この目標車間距離は、各車両の性能や走行環境等を考慮しつつ、車間距離の推定値等に基づいて車両制御 ECU 10 により設定される。車両制御 ECU 10 は、車両間における現在の相対速度、相対車間距離、相対車両加速度等に基づいて、例えば、自車両の直前を走行する先行車両が急制動等を行ったとしても車間距離が零にならない値となるように目標車間距離を設定する。そして、車両制御 ECU 10 は、例えば、この目標車間距離に基

10

20

30

40

50

づいて、これを実現し得る自車両に対する実際の制御目標値として、目標車速、目標車両加速度（目標車両減速度）、目標ジャーク等を設定し、これに応じて加速度要求値情報、操舵指令値情報等を生成する。

【0036】

そして、車両制御ECU10は、加速度要求値情報、操舵指令値情報（すなわち、目標車速、目標車両加速度（目標車両減速度）、目標ジャーク等）に基づいて、車間距離が目標車間距離に収束するように、自車両の各部を統括的に制御する。これにより、車両制御ECU10は、通信機能を利用した情報通信型の追従制御を実行する。

【0037】

この結果、この車両制御システム1は、自車両の直前を走行する先行車両に対して自車両を追従させ、自車両と先行車両との車間距離を適正な車間距離で維持することができ、この結果、例えば、燃費向上や渋滞緩和等を実現することができる。

【0038】

ここで、本実施形態の車両制御システム1は、情報通信型の追従制御の実行中に、他車両検出情報と他車両通信情報とに基づいて、自車両と通信を行っている他車両である通信車両（他車両通信情報の発信車両）を継続的に特定するためのシステムでもある。この車両制御システム1は、基本的には、自車両の直前を走行する先行車両が追従制御対象車両であること、すなわち、自車両の直前を走行する先行車両が自車両と通信を行っている通信車両であることを確実に認識してから、自車両が通信車両に追従するように追従制御を実行する。車両制御システム1は、追従制御を実行する際には、自車両と通信していない車両も多く混在するため、前方車間距離センサ21a等で検出している先行車両が現に自車両と無線通信を行っている通信車両であるか否かを確認、特定する。

【0039】

車両制御ECU10は、無線アンテナ24a及び無線制御ECU24が受信する他車両通信情報と、前方車間距離センサ21a及び前方センサECU21による検出結果である他車両検出情報とに基づいて、他車両通信情報の発信車両である通信車両の特定を行う車両特定装置としても機能する。

【0040】

そして、本実施形態の車両制御ECU10は、図3に示すように、通信車両の特定を行うモードとして、捕捉モードと、追跡モードとを有し、これらを状況に応じて自動で切り替え可能とすることで、通信車両の特定精度の向上を図っている。すなわち、この車両制御ECU10は、通信車両の特定を行う際に、捕捉モードと追跡モードとの2つの内部状態を持つ。典型的には、車両制御ECU10は、追跡モード時には通信によって得られる他車両の運動情報を用いて通信車両の特定を行うことで、耐環境性を向上させ、いわゆるロバストネス（ロバスト性）を担保している。例えば、車両制御ECU10は、自車両と通信を行っている先行車両である通信先行車両がない状態では捕捉モードとなっており、初回の追いつき時等に捕捉モードで通信先行車両を捕捉すると追跡モードに遷移する。また、車両制御ECU10は、追跡モードでは、割り込みや隊列からの離脱時等により、自車両の直前を走行する先行車両が変化すると、再び捕捉モードに遷移する。つまり、車両制御ECU10は、通信先行車両を最初に見つける際と、その後に捕捉した通信先行車両を追跡し続ける際とでの通信車両の特定処理を切り替える。

【0041】

具体的には、車両制御ECU10は、図1に例示するように、機能概念的に、車両特定部11と走行制御部12とが設けられる。車両特定部11は、他車両通信情報と他車両検出情報とに基づいて通信車両（発信車両）の特定を行うものであり、捕捉モード部13と追跡モード部14とを含んで構成される。走行制御部12は、車両特定部11が特定した通信車両に自車両が追従するように情報通信型の追従制御を実行するものである。

【0042】

捕捉モード部13は、捕捉モードを実現するものである。捕捉モード部13は、捕捉モードとして、無線アンテナ24a及び無線制御ECU24が受信する他車両通信情報と前

10

20

30

40

50

方車間距離センサ 2 1 a 及び前方センサ E C U 2 1 による検出結果である他車両検出情報とに基づいて発信車両を捕捉する。捕捉モード部 1 3 は、前方センサ E C U 2 1、無線制御 E C U 2 4 等から通信・センサ系 C A N 2 0 を介して他車両検出情報、他車両通信情報等を取得する。捕捉モード部 1 3 は、他車両通信情報と他車両検出情報とに基づいて、種々の手法を用いて、自車両の前方を走行する通信（先行）車両を捕捉すればよい。

【 0 0 4 3 】

本実施形態の捕捉モード部 1 3 は、他車両通信情報に基づく絶対的位置情報に基づいて通信車両を捕捉する。ここで、絶対的位置情報とは、他車両通信情報に基づく他車両の位置情報である。典型的には、絶対的位置情報とは、他車両の過去の位置情報や基準となる位置情報等に基づかない他車両の絶対的な位置を示す位置情報、例えば、他車両の G P S 情報に基づく位置情報である。捕捉モード部 1 3 は、例えば、他車両検出情報に基づく自車両と他車両との車間距離と、他車両通信情報に基づく他車両の G P S 情報とに基づいて、先行の通信車両を捕捉することが可能である。

10

【 0 0 4 4 】

例えば、捕捉モード部 1 3 は、前方車間距離センサ 2 1 a が先行車両をとらえると、通信によって自車両の絶対的位置情報である自車両 G P S 情報と、先行車両の絶対的位置情報である他車両 G P S 情報とを取得する。捕捉モード部 1 3 は、自車両 G P S 情報が示す位置座標と他車両 G P S 情報が示す位置座標との差分を取り、自車両の進行方向を基準とする座標系（図 2 参照）に座標変換することで、自車両に対する先行車両の X 座標方向（進行方向）及び Y 座標方向（自車両の進行方向と水平に直交する車幅方向）の相対距離を算出する。そして、捕捉モード部 1 3 は、自車両 G P S 情報（自車両情報）と他車両 G P S 情報（他車両通信情報）とに基づいて自車両と先行車両との相対距離と、他車両検出情報に基づく自車両と先行車両との車間距離とを比較し、相対距離と車間距離との一致度を確認する。この他車両検出情報に基づく自車両と先行車両との車間距離は、自律センサである前方車間距離センサ 2 1 a が検出する実際の先行車両の観測値に相当する。捕捉モード部 1 3 は、他車両通信情報に基づく相対距離と、他車両検出情報に基づく車間距離との偏差が予め設定される所定値以下である場合に、前方車間距離センサ 2 1 a がとらえている先行車両が現に自車両と通信を行っている通信（先行）車両であると認識することができる。これにより、捕捉モード部 1 3 は、通信車両を捕捉することができる。つまり、捕捉モード部 1 3 は、他車両通信情報に基づく先行車両の位置と、他車両検出情報に基づく先行車両の位置との一致度を確認する。そして、捕捉モード部 1 3 は、一致度が高ければ前方車間距離センサ 2 1 a がとらえている先行車両が通信車両であると認識し、一致度が低ければ通信車両でないと判断する。

20

30

【 0 0 4 5 】

なおここでは、捕捉モード部 1 3 は、他車両の G P S 情報等に基づく絶対的位置情報に基づいて通信車両を捕捉するものとして説明したがこれに限らない。例えば、捕捉モード部 1 3 は、平均二乗誤差や相関係数、差分積算値等を用いて、他車両通信情報に基づく先行車両の速度（あるいは自車両との相対速度）と、他車両検出情報に基づく先行車両の速度（あるいは自車両との相対速度）との時系列統計量を算出する。そして、捕捉モード部 1 3 は、この時系列統計量に基づいて、前方車間距離センサ 2 1 a がとらえている先行車両が現に自車両と通信を行っている通信車両であるか否かを判定する。なお、時系列統計量の算出手法については、後述する他の実施形態における時系列統計量の算出手法を応用することができるので、ここではその詳細な説明は省略する。

40

【 0 0 4 6 】

追跡モード部 1 4 は、追跡モードを実現するものである。追跡モード部 1 4 は、追跡モードとして、捕捉モードで捕捉した後にこの捕捉モードで捕捉した際の自車両と通信車両との位置関係と、無線アンテナ 2 4 a 及び無線制御 E C U 2 4 が受信する他車両通信情報に基づく通信車両の運動情報とに基づいて、通信車両の特定を行う。つまり、追跡モード部 1 4 は、捕捉モード部 1 3 が捕捉モードで一旦捕捉した通信車両の位置関係を基準として、これに他車両通信情報に基づく通信車両の運動情報を踏まえて、通信車両の特定を行

50

う。追跡モード部14は、前方センサECU21、速度センサECU22、加速度センサECU23、無線制御ECU24等から通信・センサ系CAN20を介して他車両検出情報、他車両通信情報、自車両情報等を取得する。

【0047】

本実施形態の追跡モード部14は、追跡モードでは相対的位置情報に基づいて発信車両の特定を行う。ここで、相対的位置情報とは、他車両通信情報に基づく通信車両の位置情報であり、捕捉モードで捕捉した際の通信車両の位置である基準位置と、通信車両の運動情報とに基づく位置情報である。更にいえば、相対的位置情報とは、捕捉モードで捕捉した際の通信車両の位置である基準位置に対して、通信車両の運動情報に応じて通信車両が実際に動いた距離を加味した相対的な位置情報である。

10

【0048】

上記通信車両の運動情報とは、他車両通信情報に基づく通信車両の速度、加速度等に関する情報である。この通信車両の運動情報は、例えば、上述したように測位誤差が大きいGPS情報等と比較して、より信頼性の高い情報である。追跡モード部14は、この通信車両の運動情報を用いて通信車両の特定を行うことで、通信車両の特定精度を向上することが可能となる。すなわち、追跡モード部14は、相対的に信頼性の高い通信車両の運動情報に基づいて、以下で説明するように、自車両と通信車両との位置関係、典型的には車間距離を精度よく推定することが可能となる。

【0049】

追跡モード部14は、捕捉モードで捕捉した際の自車両に対する通信車両の位置である基準位置を示す物理量として、通信車両の基準車間距離を用いる。この通信車両の基準車間距離は、捕捉モードで捕捉した際の通信車両の基準位置における自車両と通信車両との相対的な位置関係を示す物理量に相当する。更に言えば、通信車両の基準車間距離は、捕捉モードで捕捉した際の通信車両と自車両との相対距離に相当する。つまりここでは、相対的位置情報とは、通信車両の基準位置に応じた基準車間距離に対して、通信車両の運動情報に応じて通信車両が実際に動いた距離を加減算した、通信車両と自車両との相対距離を示す位置情報となる。

20

【0050】

本実施形態の追跡モード部14は、追跡モードでは、継続中の同一の追跡モードでの過去の相対的位置情報と通信車両の運動情報とに基づく特定判定時点（現時点）での相対的位置情報に基づいて、通信車両の特定を行う。

30

【0051】

ここで、車両制御ECU10は、例えば、数百 μ sないし数十ms毎の制御周期で種々の制御ルーチンを繰り返し実行している。特定判定時点（現時点）での相対的位置情報は、現時点、すなわち、今回の制御周期において、基準車間距離と通信車両の運動情報とに基づいて、通信車両が位置していると推定される位置を示す位置情報に相当する。過去の相対的位置情報は、典型的には、特定判定時点を今回の制御周期とすると、一周期以上前の制御周期、ここでは、前回の制御周期における相対的位置情報を用いることができる。前回の制御周期における相対的位置情報は、基準車間距離と通信車両の運動情報とに基づく通信車両と自車両との相対距離の前回値を示す情報である。各相対的位置情報は、通信車両の基準位置に応じた基準車間距離に、各制御周期において得られる通信車両の運動情報が示す速度、加速度に応じて、通信車両が実際に動いた距離を積算したものである。よって、継続中の同一の追跡モードにおける過去の相対的位置情報は、同一の基準車間距離に基づいた距離となる。

40

【0052】

追跡モード部14は、前回の制御周期における相対的位置情報が示す基準車間距離と通信車両の運動情報とに基づく通信車両と自車両との相対距離の前回値に対して、今回の制御周期における通信車両の運動情報が示す速度、加速度に応じて通信車両が実際に動いた距離を加減算することで、特定判定時点（現時点）での相対的位置情報を算出する。これにより、追跡モード部14は、基準車間距離に対して、各制御周期においてそれまでに通

50

信車両が実際に動いた距離をその都度すべて加減算する場合と比較して、演算量を抑制することができると共に誤差を抑制して演算精度を向上することもできる。

【 0 0 5 3 】

なおここでは、追跡モード部 1 4 は、過去の相対的位置情報と通信車両の運動情報とに基づいて特定判定時点での相対的位置情報を算出するものとして説明するがこれに限らない。追跡モード部 1 4 は、基準車間距離に対して、各制御周期においてそれまでに通信車両が実際に動いた距離をその都度すべて加減算することで、特定判定時点（現時点）での相対的位置情報を算出してもよい。

【 0 0 5 4 】

より詳細には、追跡モード部 1 4 は、図 4 に例示するように、他車両の速度、加速度を示す他車両の運動情報を含む他車両通信情報と、自車両と先行車両との車間距離、相対速度を示す他車両検出情報と、自車両の速度、加速度を示す自車両情報と、前回判定結果とが入力される。追跡モード部 1 4 は、これら他車両通信情報、他車両検出情報、自車両情報、前回判定結果に基づいて、追跡判定（離脱 / 割り込み判定）を行い、追跡判定結果を出力する。追跡モード部 1 4 は、追跡判定の結果、前方車間距離センサ 2 1 a がとらえている他車両と、現に自車両と通信を行っている通信車両とが一致していると判定し追跡継続と判定した場合、このまま追跡モードを保持する。捕捉モード部 1 3 は、追跡モード部 1 4 が追跡判定の結果、前方車間距離センサ 2 1 a がとらえている他車両と、現に自車両と通信を行っている通信車両とが異なっていると判定し追跡終了と判定した場合、捕捉モードに遷移し、捕捉モードに復帰する。すなわち、捕捉モード部 1 3 は、離脱 / 割り込み等が発生したと判定した場合、捕捉モードに遷移し、捕捉モードに復帰する。

【 0 0 5 5 】

追跡モード部 1 4 は、追跡判定（離脱 / 割り込み判定）として、まず、捕捉モードで捕捉した際の自車両に対する通信車両の位置である基準位置を示す物理量である通信車両の基準車間距離を算出する。追跡モード部 1 4 は、基準車間距離として、捕捉モードで捕捉した際の自車両と通信車両との推定車間距離を算出する。追跡モード部 1 4 は、捕捉モードで通信先行車両を捕捉した際に、前方車間距離センサ 2 1 a が検出する実際の先行車両の観測値、すなわち、他車両検出情報に基づく自車両と先行車両との車間距離をそのまま基準車間距離として用いてもよい。しかしながらここでは、追跡モード部 1 4 は、基準車間距離の算出精度向上のため、下記のようにして推定車間距離を算出し、これを基準車間距離とする。

【 0 0 5 6 】

すなわち、追跡モード部 1 4 は、他車両検出情報に基づく自車両と先行車両との車間距離に加えて、自車両、他車両の（相対）速度、加速度等に基づいて、推定車間距離を算出する。ここでは、追跡モード部 1 4 は、いわゆるカルマンフィルタを用いて推定車間距離を推定することで、捕捉モードで捕捉した際の自車両と通信車両との推定車間距離を精度よく推定することができる。このカルマンフィルタは、自律センサである前方車間距離センサ 2 1 a で捉えた車間距離等の計測値（観測値）と、通信等で得られる自車両、他車両の速度、加速度等の車両運動（システム）とを組み合わせる融合（フュージョン）し、運動状態推定値を算出する機能を有する。このカルマンフィルタは、複数の精度の異なる計測値と、車両運動を記述する状態方程式による推定値とのバランスをとり、最適なシステムの状態を推定するアルゴリズムである。更に言えば、カルマンフィルタは、計測値及び推定値のいずれにも誤差がある場合に、これらの誤差の大きさに応じて適切な重み付けを行い、最も確からしいシステムの状態を推定するアルゴリズムである。追跡モード部 1 4 は、他車両検出情報に基づく自車両と先行車両との車間距離に加えて、他車両通信情報に基づく他車両の速度、加速度、自車両情報に基づく自車両の速度、加速度等に基づいて、カルマンフィルタを用いて、運動状態推定値として推定車間距離を算出する。そして、追跡モード部 1 4 は、算出した運動状態推定値として推定車間距離を基準車間距離とする。

【 0 0 5 7 】

これにより、追跡モード部 1 4 は、自車両に備わる自律センサ類により得られた計測値

10

20

30

40

50

だけでなく、通信を介して取得した他車両の情報や運動状態を踏まえて、通信車両の基準車間距離を精度よく算出することができる。この結果、追跡モード部14は、精度よく算出された基準車間距離を用いて、以降の追跡モードの追跡判定処理を行うことができる。

【0058】

そして、追跡モード部14は、上記のようにして算出した基準車間距離と、他車両通信情報に基づく通信車両の運動情報とに基づいて、自車両と他車両との相対距離を算出する。すなわち、追跡モード部14は、上記のようにして算出した基準車間距離に対して、通信で得られた通信車両の運動情報に応じて通信車両が実際に動いた距離を加減算した相対距離を算出し、算出した相対距離が示す位置情報を相対的位置情報とする。

【0059】

例えば、追跡モード部14は、下記に示す数式(1)を用いて、他車両通信情報に基づく推定車間距離 L_com を算出する。この他車両通信情報に基づく推定車間距離 L_com は、基準車間距離に対して、通信車両の運動情報に応じて通信車両が実際に動いた距離を加減算した、自車両と他車両との相対距離に相当する。そして、この推定車間距離 L_com が示す位置情報は、追跡モードで用いる相対的位置情報に相当する。

【0060】

【数1】

$$L_com = L_est + vr_com \times \Delta t + \frac{1}{2} \times ar_com \times \Delta t^2 \quad \dots (1)$$

【0061】

上記数式(1)において、[L_com] は他車両通信情報に基づく推定車間距離(以下、「通信による推定車間距離」という場合がある。)を表している。また、[L_est] は推定車間距離前回値、[vr_com] は他車両通信情報に基づく他車両速度 - 自車両速度(以下、「通信による相対速度」という場合がある。)を表している。また、[ar_com] は他車両通信情報に基づく他車両加速度 - 自車両加速度(以下、「通信による相対加速度」という場合がある。)を表している。また、「 t 」は制御周期に応じた単位時間を表している。ここでは、推定車間距離前回値 [L_est] は、前回の制御周期における通信による推定車間距離 [L_com] に相当する。また、この推定車間距離前回値 [L_est] は、追跡モードにおける初回の制御周期である場合には捕捉モードで捕捉した際の自車両と先行車両との基準車間距離をそのまま用いればよい。

【0062】

そして、追跡モード部14は、追跡判定として、通信による推定車間距離 L_com と、他車両検出情報に基づく実測車間距離(以下、「検出による実測車間距離」という場合がある。) L_fr とを比較する。ここで、検出による実測車間距離 L_fr は、同じ制御周期において、自律センサである前方車間距離センサ21aが検出する自車両と先行車両との車間距離の計測値に相当する。

【0063】

追跡モード部14は、例えば、図5に例示するように、自車両C1に先行する他車両C2からの通信による推定車間距離 L_com と、検出による実測車間距離 L_fr との一致度が相対的に高い場合には、前方車間距離センサ21aがとらえている他車両C2が現に自車両C1と通信を行っている通信車両であると特定することができる。この場合、追跡モード部14は、追跡継続と判定する。一方、追跡モード部14は、自車両C1に先行する他車両C3からの通信による推定車間距離 L_com と、検出による実測車間距離 L_fr との一致度が相対的に低い場合、前方車間距離センサ21aがとらえている他車両C2と現に通信を行っている他車両C3とが異なると判定することができる。この場合、追跡モード部14は、追跡終了と判定する。

【0064】

言い換えれば、追跡モード部14は、相対的に信頼性の高い他車両通信情報に基づく他車両の運動情報(他車両速度、他車両加速度)を用いて、「前回の制御周期で通信車両で

10

20

30

40

50

ある特定していた同じ先行車両が今回の制御周期でも運動情報に応じて推定される位置に存在しているか」を判定する。これにより、追跡モード部 14 は、前回の制御周期で特定していた同じ通信車両を特定し続けているか否かの追跡継続判定を行うことができる。

【0065】

そして、追跡モード部 14 は、追跡継続と判定した場合、このまま追跡モードを保持する一方、捕捉モード部 13 は、追跡モード部 14 が追跡終了と判定した場合、捕捉モードに遷移し、捕捉モードに復帰する。

【0066】

次に、図 6 のフローチャートを参照して車両制御 ECU 10 による追跡モードの追跡判定処理の一例を説明する。なお、これらの制御ルーチンは、数百 μs ないし数十 ms 毎の制御周期で繰り返し実行される（以下、同様。）。

10

【0067】

まず、追跡モード部 14 は、捕捉モード部 13 が捕捉モードで通信車両を捕捉した後、例えば、上述の数式 (1) を用いて、通信による推定車間距離 L_{com} を演算する (ST1)。追跡モード部 14 は、推定車間距離前回値 L_{est} に対して、通信データ、すなわち、通信車両からの他車両通信情報の運動情報に基づいて通信車両が実際に動いた距離を加算して、通信による推定車間距離 L_{com} を演算する。ここでの通信による推定車間距離 L_{com} は、通信データ (他車両通信情報) が方車間距離センサ 21a によってとらえられている先行車両のものであると仮定したときの推定車間距離となる。この場合、推定車間距離前回値 L_{est} は、追跡モードにおける初回の制御周期である場合には捕捉モードで捕捉した際の自車両と先行車両との基準車間距離をそのまま用いればよい。

20

【0068】

次に、追跡モード部 14 は、他車両検出情報に基づいて、レーダ先行車両、すなわち、前方車間距離センサ 21a によってとらえている先行車両があるか否かを判定する (ST2)。

【0069】

追跡モード部 14 は、レーダ先行車両があると判定した場合 (ST2: Yes)、ST1 で算出した通信による推定車間距離 L_{com} と、他車両検出情報に基づく検出による実測車間距離 L_{fr} との偏差、ここでは差分の絶対値を算出する。そして、追跡モード部 14 は、この差分の絶対値が予め設定された車間距離閾値 L_{th} より大きい状態が、予め設定された所定時間 T_{th1} 秒以上継続したか否かを判定する (ST3)。車間距離閾値 L_{th} は、実車評価等に応じて適宜設定すればよい。所定時間 T_{th1} は、先行車両の変化を判定するための先行車両変化判定時間閾値であり、実車評価等に応じて適宜設定すればよい。

30

【0070】

追跡モード部 14 は、差分の絶対値が車間距離閾値 L_{th} より大きい状態が所定時間 T_{th1} 秒以上継続していないと判定した場合 (ST3: No)、前方車間距離センサ 21a がとらえている他車両が現に自車両と通信を行っている通信車両であると特定する。そして、追跡モード部 14 は、追跡継続と判定し、このまま追跡モードを保持して (ST4)、現在の制御周期を終了し、次の制御周期に移行する。

40

【0071】

追跡モード部 14 は、ST3 にて、差分の絶対値が車間距離閾値 L_{th} より大きい状態が所定時間 T_{th1} 秒以上継続したと判定した場合 (ST3: Yes)、前方車間距離センサ 21a がとらえている他車両と、現に自車両と通信を行っている通信車両とが異なると判定する。そして、追跡モード部 14 は、追跡終了と判定し、捕捉モード部 13 は、捕捉モードに遷移し、捕捉モードに復帰して (ST5)、現在の制御周期を終了し、次の制御周期に移行する。

【0072】

追跡モード部 14 は、ST2 にてレーダ先行車両がないと判定した場合 (ST2: No

50

)、レーダ先行車両なしの継続時間が予め設定された所定時間 T_{th2} 秒以上継続したか否かを判定する (ST6)。所定時間 T_{th2} は、先行車両のロストを判定するための先行車両ロスト判定時間閾値であり、実車評価等に応じて適宜設定すればよい。

【0073】

追跡モード部14は、レーダ先行車両なしの継続時間が所定時間 T_{th2} 秒以上継続していないと判定した場合 (ST6: No)、ST4に移行する一方、レーダ先行車両なしの継続時間が所定時間 T_{th2} 秒以上継続したと判定した場合 (ST6: Yes)、ST5に移行する。

【0074】

すなわち、追跡モード部14は、前方車間距離センサ21aの検出範囲Rから先行車両が瞬間的に外れた場合、直ちに捕捉モードに復帰させるのではなく、所定時間以内に先行車両が再び検出範囲Rに戻り前方車間距離センサ21aが先行車両を再検出した場合には、そのまま追跡モードを継続する。この間、追跡モード部14は、各制御周期において通信による推定車間距離 L_{com} の演算を継続することとなる。一方、追跡モード部14は、所定時間以上経過しても先行車両が再び検出範囲Rに戻ってこない場合には、追跡モードを終了し、捕捉モードに復帰させる。これにより、車両制御ECU10は、追跡モードと捕捉モードとが不必要に頻繁に切り替わることを抑制することができ、制御にパツキが生じることを抑制することができる。

【0075】

上記のように構成される車両制御システム1は、通信車両の特定を行うモードとして、捕捉モードと追跡モードとを切り替え可能であり、追跡モード時には、捕捉モードで捕捉した他車両と自車両との位置関係と、通信によって得られる他車両の運動情報とを用いて通信車両の特定を行う。したがって、車両制御システム1は、捕捉モードで一旦通信車両を捕捉した後は、追跡モードにより他車両通信情報に基づいて相対的に信頼性の高い通信車両の運動情報を次々と取得していき、この通信車両の運動情報に基づいて通信車両を特定することができるので、通信車両の特定精度を向上することができる。

【0076】

図7は、車両制御システム1の動作の一例を表す線図である。この図7は、横軸を走行距離とし、縦軸を自車両に対する他車両の相対横位置、車間距離、通信先行車両IDとしている。ここでは、例えば、図8に例示するように、自車両C1の前方で2台の他車両C2、C3が隣接車線を並走している場合を説明する。

【0077】

車両制御システム1は、例えば、自車両C1の走行方向に対して、トンネル区間が開始する地点P2より手前の地点P1にて、捕捉モードにより他車両C2を通信車両であると捕捉した後は、追跡モードに移行し、追跡モードによる車両特定を継続する。そして、車両制御システム1は、自車両C1が地点P2を通過しトンネル区間に入っても、追跡モードを継続し、捕捉モードで捕捉した他車両と自車両との位置関係と、通信によって得られる他車両の運動情報とを用いて通信車両の特定を継続する。

【0078】

ここで、比較例に係る車両制御システムは、トンネル区間にてGPS情報による通信車両の特定を継続すると仮定する。この場合、例えば、他車両C2、C3がトンネル区間内でカーブに差し掛かると、実際の相対横位置を表す実線L11、L12とGPS情報が示す相対横位置を表す点線L11a、L12aとが乖離する。この結果、比較例に係る車両制御システムは、囲み線A付近で他車両C2と他車両C3とを誤認し、通信車両を誤検出してしまうおそれがある。

【0079】

これに対して、本実施形態の車両制御システム1は、捕捉モードで一旦通信車両を捕捉した後は、追跡モードにより、相対的に信頼性の高い通信車両の運動情報に基づいて通信車両を特定することができる。このため、この車両制御システム1は、自車両C1がトンネル区間に入っても、通信による自車両と他車両との推定車間距離を表す実線L21と、

10

20

30

40

50

検出による自車両と他車両との実測車間距離を表す点線 L 2 2 とがほぼ一致することとなる。そして、車両制御システム 1 は、実際の通信先行車両 I D を示す実線 L 3 1 と、追跡モードにより特定される通信先行車両 I D を示す点線 L 3 2 とが一致し、トンネル区間であっても正確に通信車両を特定することができる。

【 0 0 8 0 】

したがって、この車両制御システム 1 は、例えば、トンネルやマルチパスが多発する都市部等のように G P S による測位の誤差が相対的に大きくなる傾向にある環境下であっても、幅広いシーンで精度の高い通信車両の特定を実現することができる。

【 0 0 8 1 】

また、車両制御システム 1 は、例えば、他車両通信情報に基づく先行車両の速度と、他車両検出情報に基づく先行車両の速度との時系列統計量に基づいて通信車両の特定を継続するような場合と比較しても、相対的に精度の高い通信車両の特定を実現することができる。

【 0 0 8 2 】

例えば、比較例に係る車両制御システムは、上記時系列統計量に基づいて通信車両の特定を継続するものと仮定する。この場合、比較例に係る車両制御システムは、例えば、高速道路などの実際の交通環境で、同等の速度で走行している車両が比較的によく存在するような場合には、上記時系列統計量に基づいて通信車両の特定を継続していると、同等の速度で走行する別の車両が現れると、通信車両の特定が当該別の車両に移ってしまう可能性がある。また逆に、比較例に係る車両制御システムは、上記のような特定結果の乗り移りが発生しないように、種々の判定閾値を厳しくしたり、時系列統計量の対象期間を長くしたりする必要があり、結果的に、通信車両の判定期間が相対的に長くなるおそれがあり、また、通信車両の未検出状態が増加するおそれがある。

【 0 0 8 3 】

しかしながら、本実施形態の車両制御システム 1 は、捕捉モードで一旦通信車両を捕捉した後は、追跡モードにより、相対的に信頼性の高い通信車両の運動情報に基づいて通信車両を特定することができるので、比較的短い判定期間で正確に通信車両を特定することができる。

【 0 0 8 4 】

以上で説明した実施形態に係る車両制御システム 1 によれば、自車両の周辺他車両の他車両通信情報（他車両情報）を受信する無線アンテナ 2 4 a 及び無線制御 E C U 2 4 と、自車両の周辺他車両を検出する前方車間距離センサ 2 1 a 及び前方センサ E C U 2 1 と、無線アンテナ 2 4 a 及び無線制御 E C U 2 4 が受信する他車両通信情報と前方車間距離センサ 2 1 a 及び前方センサ E C U 2 1 による検出結果とに基づいて他車両通信情報の通信車両（発信車両）の特定を行う車両制御 E C U 1 0 とを備える。そして、車両制御 E C U 1 0 は、無線アンテナ 2 4 a 及び無線制御 E C U 2 4 が受信する他車両通信情報と前方車間距離センサ 2 1 a 及び前方センサ E C U 2 1 による検出結果とに基づいて通信車両を捕捉する捕捉モードと、捕捉モードで捕捉した後にこの捕捉モードで捕捉した際の自車両と通信車両との位置関係と無線アンテナ 2 4 a 及び無線制御 E C U 2 4 が受信する他車両通信情報に基づく通信車両の運動情報とに基づいて通信車両の特定を行う追跡モードとを、切り替え可能である。

【 0 0 8 5 】

したがって、車両制御システム 1、車両制御 E C U 1 0 は、捕捉モードで一旦通信車両を捕捉した後は、追跡モードにより相対的に信頼性の高い通信車両の運動情報に基づいて通信車両を特定することができるので、耐環境性を向上させ、いわゆるロバストネス（ロバスト性）を担保することができ、通信車両の特定精度を向上することができる。

【 0 0 8 6 】

[実施形態 2]

図 9 は、実施形態 2 に係る車両制御システムを表す概略構成図、図 1 0 は、通信車両の誤認識を説明する模式図、図 1 1 は、実施形態 2 に係る車両制御 E C U における内部状態

10

20

30

40

50

について説明する模式図、図12は、実施形態2に係る車両制御ECUの誤認識判定部を表す概略構成図、図13は、実施形態2に係る車両制御ECUにおける誤認識判定制御の一例を説明するフローチャートである。実施形態2に係る車両特定システム、車両特定装置は、誤認識判定を行う点で実施形態1とは異なる。その他、上述した実施形態と共通する構成、作用、効果については、重複した説明はできるだけ省略する。

【0087】

図9に示す本実施形態の車両特定システムとしての車両制御システム201は、車両特定装置及び走行制御装置として兼用される車両制御ECU210を備える。車両制御ECU210は、機能概念的に、車両特定部211と走行制御部212とが設けられる。本実施形態の車両特定部211は、捕捉モード部13と、追跡モード部14と、誤認識判定部215とを含んで構成される。

10

【0088】

誤認識判定部215は、追跡モードにおいて、無線アンテナ24a及び無線制御ECU24が受信する他車両通信情報に基づく通信車両の運動情報と、前方車間距離センサ21a及び前方センサECU21による検出結果である他車両検出情報との比較結果に応じて通信車両の誤認識を判定するものである。

【0089】

この車両制御ECU210は、捕捉モード部13が捕捉モードで一旦通信車両を捕捉した後は、追跡モード部14が追跡モードにより、相対的に信頼性の高い通信車両の運動情報に基づいて通信車両を特定し続けることとなる。

20

【0090】

ここで、例えば、この車両制御ECU210は、図10に例示するように、そもそも捕捉モード部13が捕捉モードで、前方車間距離センサ21aがとらえている他車両C2とは異なる他車両C3を、誤って通信車両として認識、捕捉してしまった場合を仮定する。この場合、車両制御ECU210は、その後の追跡モード部14による追跡モードにおける追跡判定、通信車両の特定も、誤った車両に対して行い続けてしまうおそれがあり、以降の追従制御に影響をおよぼすおそれがある。

【0091】

これに対して、誤認識判定部215は、追跡モードにおいて、自律センサである前方車間距離センサ21aが検出する他車両検出情報と、無線アンテナ24aを介して取得する他車両通信情報の運動情報との比較によって状態監視を並行して行うことで、通信車両の特定を誤り続けることを抑制する。

30

【0092】

そして、例えば、車両制御ECU210は、図11に示すように、追跡モードから捕捉モードへの復帰条件として、誤認識判定部215による他車両通信情報に基づく通信車両の運動情報と他車両検出情報との比較結果に応じた通信車両の誤認識判定を加える。追跡モード部14は、追跡モードにおいて誤認識判定部215によって通信車両の誤認識が判定された場合に追跡終了と判定し、捕捉モード部13は、捕捉モードに遷移し、捕捉モードに復帰する。

【0093】

40

より詳細には、誤認識判定部215は、図12に例示するように、他車両の速度を示す他車両の運動情報を含む他車両通信情報と、自車両と先行車両との相対速度を示す他車両検出情報と、自車両の速度を示す自車両情報とが入力される。誤認識判定部215は、これら他車両通信情報、他車両検出情報、自車両情報に基づいて、誤認識判定、ここでは速度の時系列比較判定を行い、判定結果を出力する。

【0094】

誤認識判定部215は、例えば、平均二乗誤差や相関係数、差分積算値等を用いて、他車両通信情報に基づく先行車両の速度(あるいは自車両との相対速度)と、他車両検出情報に基づく先行車両の速度(あるいは自車両との相対速度)との時系列統計量を算出する。この速度の時系列統計量は、他車両通信情報に基づく通信車両の運動情報と、他車両検

50

出情報との比較結果に相当する。一例として、誤認識判定部 215 は、時系列統計量として、例えば、下記に示す数式(2)を用いて、他車両通信情報に基づく先行車両の速度と他車両検出情報に基づく先行車両の速度との平均二乗誤差を算出する。なおこの場合、誤認識判定部 215 は、例えば、他車両検出情報に基づく先行車両の相対速度に自車両速度を加算することで、他車両検出情報に基づく先行車両の速度を算出することができる。

【0095】

【数2】

$$X_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^2} \quad \dots (2)$$

10

【0096】

上記数式(2)において、[Xrms]は他車両通信情報に基づく先行車両の速度と他車両検出情報に基づく先行車両の速度との平均二乗誤差、[xi]は他車両検出情報に基づく先行車両の速度と他車両通信情報に基づく先行車両の速度との差分を表している。

【0097】

誤認識判定部 215 は、この時系列統計量としての平均二乗誤差 Xrms に基づいて、追跡モードにおいて、前方車間距離センサ 21a がとらえている先行車両が現に自車両と通信を行っている通信車両であるか否か、すなわち、通信車両の誤認識を判定し、判定結果を出力する。誤認識判定部 215 は、平均二乗誤差 Xrms が予め設定される二乗誤差閾値以上である場合に通信車両を誤認識していると判定する。二乗誤差閾値は、実車評価等に応じて適宜設定すればよい。

20

【0098】

そして、追跡モード部 14 は、誤認識判定部 215 による誤認識判定の結果、誤認識ではないと判定された場合、このまま追跡モードを保持する。追跡モード部 14 は、誤認識判定部 215 による誤認識判定の結果、誤認識であると判定された場合、追跡終了とし、捕捉モード部 13 は、捕捉モードに遷移し、捕捉モードに復帰する。

【0099】

したがって、車両制御システム 201 は、捕捉モード部 13 が捕捉モードで誤った通信車両を認識、捕捉してしまった場合であっても、誤認識していた通信車両の速度と、自車両の直前を走行する先行車両の速度とが異なる速度になった際に、両車両の動きの相違を早期に検出することができる。これにより、車両制御システム 201 は、通信車両の誤認識を早期に判定することができる。この結果、車両制御システム 201 は、通信車両の誤認識を検出した場合には、すみやかに、捕捉モードに復帰することができる。よって、車両制御システム 201 は、その後の追跡モード部 14 による追跡モードにおける通信車両の特定を、誤った車両に対して行い続けてしまうことを抑制することができる。これにより、車両制御システム 201 は、通信車両の誤認識が以降の追従制御に影響をおよぼすことを抑制することができる。

30

【0100】

そして、本実施形態の走行制御部 212 は、誤認識判定部 215 による誤認識判定の結果に基づいて自車両を制御する。具体的には、走行制御部 212 は、他車両通信情報に基づく通信車両の運動情報と他車両検出情報との比較結果、言い換えれば、上記時系列統計量としての平均二乗誤差 Xrms に応じて追跡モードから捕捉モードに復帰する際に、他車両検出情報が示す他車両の減速度に基づいて、自車両の減速度を制御する。すなわち、走行制御部 212 は、誤認識判定部 215 が通信車両の誤認識を検出した際に他車両検出情報が示す他車両の減速度に基づいて、自車両の減速度を制御する。この場合、走行制御部 212 は、自車両の減速度が、他車両検出情報に基づく他車両の減速度と同等になるように、加速度要求値情報を生成し、エンジン制御 ECU 31 等に出力する。なおこの場合、走行制御部 212 は、例えば、誤認識判定部 215 によって算出される他車両検出情報

40

50

に基づく他車両の速度を微分することで、他車両検出情報に基づく他車両の加減速度を算出することができる。

【 0 1 0 1 】

この場合、車両制御システム 2 0 1 は、例えば、図 1 0 に例示するように、そもそも捕捉モード部 1 3 が捕捉モードで前方車間距離センサ 2 1 a がとらえている他車両 C 2 とは異なる他車両 C 3 を、誤って通信車両として認識、捕捉してしまった場合に、自車両 C 1 の減速度を他車両 C 2 の実際の減速度と同等になるように制御することができる。したがって、車両制御システム 2 0 1 は、通信車両を誤認識していた場合であっても、誤認識していた他車両 C 3 の速度と、自車両の直前を走行する他車両 C 2 の速度とが異なる速度になった際に、自車両が他車両 C 3 につられ加速することなく、他車両 C 2 の減速度に合わせ 10
て自車両 C 1 の減速度が制御される。このため、車両制御システム 2 0 1 は、自車両 C 1 の直前を走行する他車両 C 2 との車間距離を適切に確保することができる。その後、車両制御システム 2 0 1 は、自車両 C 1 と他車両 C 2 との車間距離が十分に確保された後に、例えば、無線通信で受信した他車両の情報をを用いない情報検出型の追従制御に適正に移行することもできる。

【 0 1 0 2 】

次に、図 1 3 のフローチャートを参照して車両制御 E C U 2 1 0 による誤認識判定制御の一例を説明する。

【 0 1 0 3 】

誤認識判定部 2 1 5 は、通信車両の特定を行うモードが捕捉モードから追跡モードに移 20
行すると、レーダ速度、すなわち、前方車間距離センサ 2 1 a によってとらえている先行車両の速度を算出する (S T 2 1)。誤認識判定部 2 1 5 は、例えば、レーダ相対速度、すなわち、他車両検出情報に基づく先行車両の相対速度に自車速度、すなわち、自車両情報に基づく自車両速度を加算することで、他車両検出情報に基づく先行車両のレーダ速度を算出する。

【 0 1 0 4 】

次に、誤認識判定部 2 1 5 は、他車両通信情報に基づいて通信車両速度、すなわち、現在、通信車両として特定されている先行車両から受信した速度を取得する (S T 2 2)。

【 0 1 0 5 】

次に、誤認識判定部 2 1 5 は、 S T 2 1 で算出したレーダ速度と S T 2 2 で算出した通 30
信車両速度の差分の絶対値を算出することで、速度差を算出する (S T 2 3)。

【 0 1 0 6 】

次に、誤認識判定部 2 1 5 は、 S T 2 3 で算出した速度差が予め設定された速度差上限値以下であるか否かを判定する (S T 2 4)。速度差上限値は、実車評価等に応じて適宜設定すればよい。

【 0 1 0 7 】

誤認識判定部 2 1 5 は、速度差が速度差上限値以下であると判定した場合 (S T 2 4 : Y e s)、 S T 2 1 で算出したレーダ速度と S T 2 2 で算出した通信車両速度との時系列統計量を演算する (S T 2 5)。ここでは、誤認識判定部 2 1 5 は、時系列統計量として、例えば、上記数式 (2) を用いてレーダ速度と通信車両速度との平均二乗誤差を算出 40
する。

【 0 1 0 8 】

次に、誤認識判定部 2 1 5 は、 S T 2 5 で算出した時系列統計量が予め設定される閾値より小さいか否か、ここでは、平均二乗誤差が予め設定される二乗誤差閾値より小さいか否かを判定する (S T 2 6)。

【 0 1 0 9 】

誤認識判定部 2 1 5 は、平均二乗誤差が二乗誤差閾値より小さいと判定した場合 (S T 2 6 : Y e s)、通信車両の認識状態が正常であると判定し、追跡モード部 1 4 は、追跡モードを継続して (S T 2 7)、現在の制御周期を終了し、次の制御周期に移行する。

【 0 1 1 0 】

10

20

30

40

50

誤認識判定部 215 は、ST24 にて、速度差が速度差上限値より大きいと判定した場合 (ST24 : No)、ST26 にて、平均二乗誤差が二乗誤差閾値以上であると判定した場合 (ST26 : No)、通信車両の認識状態が異常である、すなわち、通信車両を誤認識していると判定する。そして、追跡モード部 14 は、追跡モードを終了し、捕捉モード部 13 は、捕捉モードに遷移し、捕捉モードに復帰する (ST28)。

【0111】

次に、走行制御部 212 は、レーダ推定先行車両加減速度が ACC 要求加減速度より小さく、かつ、このレーダ推定先行車両加減速度が 0 より小さく、さらに、通信車両の誤認識を検出してからの経過時間が予め設定された N 秒以内であるか否かを判定する (ST29)。走行制御部 212 は、ST21 で算出したレーダ速度を微分することで、レーダ推定先行車両加減速度を算出することができる。ACC 要求加減速度は、無線通信で受信した他車両の情報を用いない情報検出型の追従制御における目標車両加速度 (目標車両減速度) に応じて要求される加減速度である。予め設定される N 秒は、実車評価等に応じて、自車両を先行車両に合わせて減速させた際に十分な車間距離が確保できる時間として適宜設定すればよい。

10

【0112】

走行制御部 212 は、レーダ推定先行車両加減速度が ACC 要求加減速度より小さく、かつ、このレーダ推定先行車両加減速度が 0 より小さく、さらに、通信車両の誤認識を検出してからの経過時間が N 秒以内であると判定した場合 (ST29 : Yes)、自車両に要求する要求加減速度をレーダ推定先行車両加減速度とする。そして、走行制御部 212 は、設定した要求加減速度に基づいて自車両の加減速を制御した後 (ST30)、ST29 に戻って以降の処理を繰り返し実行する。

20

【0113】

走行制御部 212 は、レーダ推定先行車両加減速度が ACC 要求加減速度以上であると判定した場合、レーダ推定先行車両加減速度が 0 以上であると判定した場合、あるいは、通信車両の誤認識を検出してからの経過時間が N 秒をこえていると判定した場合 (ST29 : No)、情報検出型の追従制御に遷移し (ST31)、現在の制御周期を終了し、次の制御周期に移行する。この走行制御部 212 は、情報検出型の追従制御を行っても適切に車間距離を確保することができる状態であるので、情報通信型の追従制御から情報検出型の追従制御に遷移しても問題はない。

30

【0114】

なお、以上で説明した ST29 から ST31 までの処理は、誤認識判定部 215 によって通信車両の誤認識が検出された際に走行制御部 212 が行う誤認識判定時制御に相当する。また、誤認識判定部 215 は、ST25 にて、時系列統計量として、レーダ速度と通信車両速度との相関係数を演算する場合には、ST26 においては相関係数が予め設定される相関係数閾値より大きいと判定することとなる。この場合、誤認識判定部 215 は、相関係数が相関係数閾値より大きいと判定した場合 (ST26 : Yes) には ST27 に移行し、相関係数が相関係数閾値以下であると判定した場合 (ST26 : No) には ST28 に移行する。

【0115】

以上で説明した実施形態に係る車両制御システム 201、車両制御 ECU 210 は、捕捉モードで一旦通信車両を捕捉した後は、追跡モードにより相対的に信頼性の高い通信車両の運動情報に基づいて通信車両を特定することができるので、耐環境性を向上させ、いわゆるロバストネス (ロバスト性) を担保することができ、通信車両の特定精度を向上することができる。

40

【0116】

さらに、以上で説明した実施形態に係る車両制御システム 201 によれば、車両制御 ECU 210 は、追跡モードでは無線アンテナ 24a 及び無線制御 ECU 24 が受信する他車両通信情報に基づく通信車両の運動情報と前方車間距離センサ 21a 及び前方センサ ECU 21 による検出結果との比較結果に応じて捕捉モードに復帰する。

50

【 0 1 1 7 】

したがって、車両制御システム 2 0 1、車両制御 E C U 2 1 0 は、捕捉モードで誤った通信車両を認識、捕捉してしまった場合であっても、誤認識していた通信車両と自車両の直前を走行する他車両の動きの相違を早期に検出して、すみやかに捕捉モードに復帰することができる。これにより、車両制御システム 2 0 1、車両制御 E C U 2 1 0 は、追跡モードにおける通信車両の特定を、誤った車両に対して行い続けてしまうことを抑制することができ、通信車両の誤認識が以降の追従制御に影響をおよぼすことを抑制することができる。

【 0 1 1 8 】

さらに、以上で説明した実施形態に係る車両制御システム 2 0 1 によれば、無線アンテナ 2 4 a 及び無線制御 E C U 2 4 が受信する他車両通信情報に基づく通信車両の運動情報と前方車間距離センサ 2 1 a 及び前方センサ E C U 2 1 による検出結果との比較結果に応じて追跡モードから捕捉モードに復帰する際に、前方車間距離センサ 2 1 a 及び前方センサ E C U 2 1 が検出した他車両の減速度に基づいて、自車両の減速度を制御する走行制御装置としての車両制御 E C U 2 1 0 を備える。

【 0 1 1 9 】

したがって、車両制御システム 2 0 1、車両制御 E C U 2 1 0 は、捕捉モードで前方車間距離センサ 2 1 a がとらえている他車両とは異なる他車両を誤って通信車両として捕捉してしまった場合であっても、自車両の直前を走行する他車両との車間距離を適切に確保することができる。

【 0 1 2 0 】

なお、上述した本発明の実施形態に係る車両特定システム及び車両特定装置は、上述した実施形態に限定されず、請求の範囲に記載された範囲で種々の変更が可能である。本実施形態に係る車両特定システム及び車両特定装置は、以上で説明した各実施形態の構成要素を適宜組み合わせることで構成してもよい。

【 0 1 2 1 】

以上で説明した車両特定システムは、追従制御システムである車両制御システムに適用するものとして説明したがこれに限らない。以上の説明では、車両特定装置と走行制御装置とは、車両制御 E C U 1 0、2 1 0 によって兼用されるものとして説明したがこれに限らない。例えば、車両特定装置と走行制御装置とは、それぞれ車両制御 E C U 1 0、2 1 0 とは別個に構成され、相互に検出信号や駆動信号、制御指令等の情報の授受を行う構成であってもよい。

【 符号の説明 】

【 0 1 2 2 】

- 1、2 0 1 車両制御システム
- 1 0、2 1 0 車両制御 E C U (車両特定装置)
- 1 1、2 1 1 車両特定部
- 1 2、2 1 2 走行制御部
- 1 3 捕捉モード部
- 1 4 追跡モード部
- 2 0 通信・センサ系 C A N
- 2 1 前方センサ E C U (検出装置)
- 2 1 a 前方車間距離センサ (検出装置)
- 2 4 無線制御 E C U (通信装置)
- 2 4 a 無線アンテナ (通信装置)
- 3 0 制御系 C A N
- 3 1 エンジン制御 E C U
- 3 2 ブレーキ制御 E C U
- 3 3 ステアリング制御 E C U
- 2 1 5 誤認識判定部

10

20

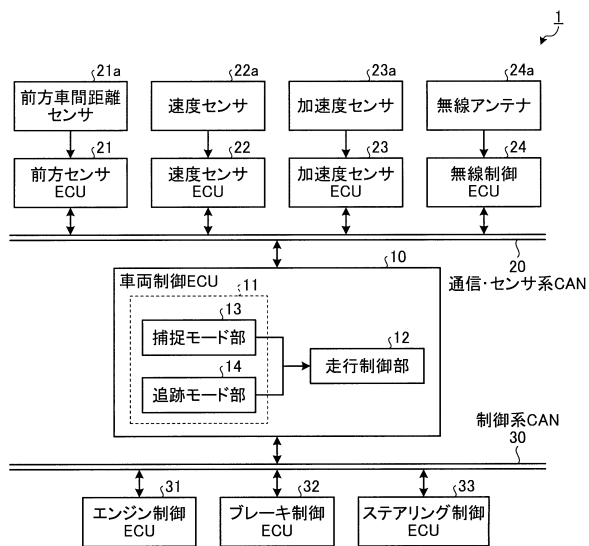
30

40

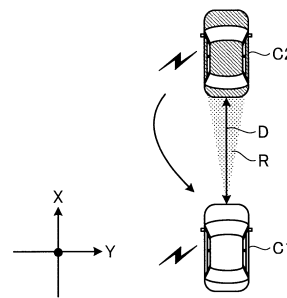
50

C 1 自車両
C 2、C 3 他車両

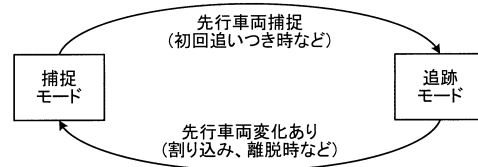
【図 1】



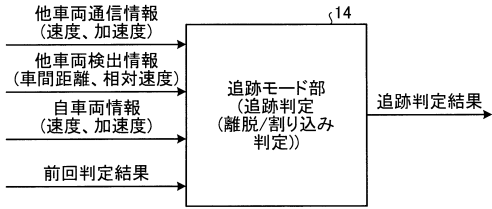
【図 2】



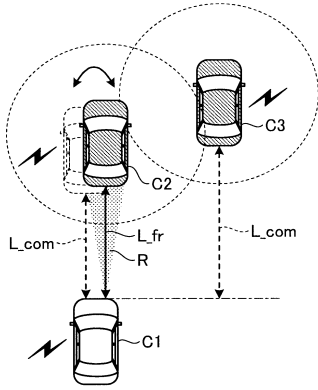
【図 3】



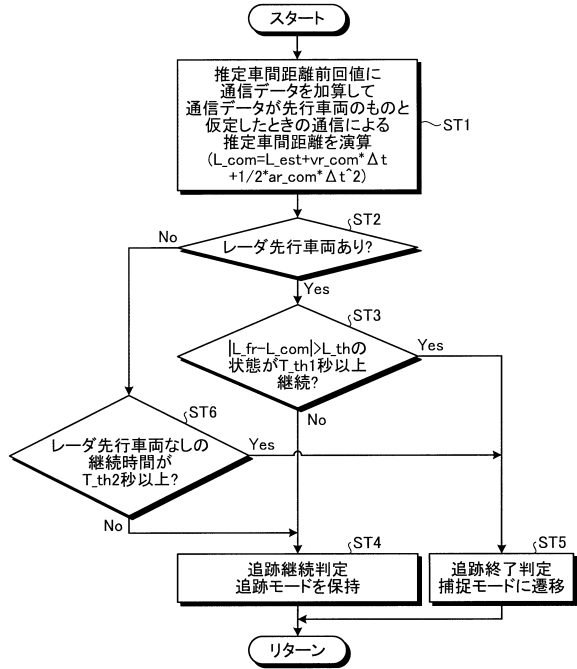
【図4】



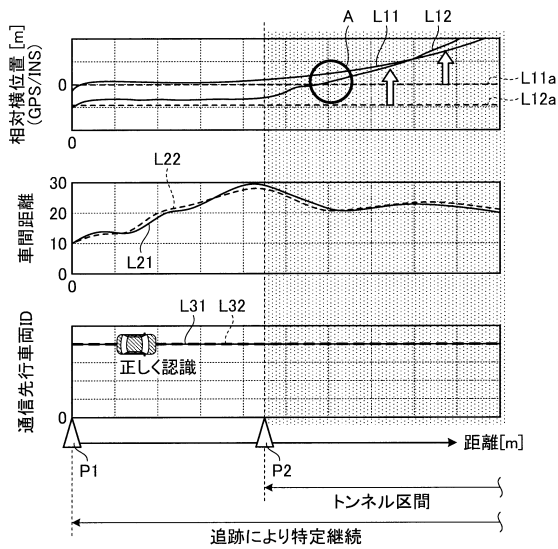
【図5】



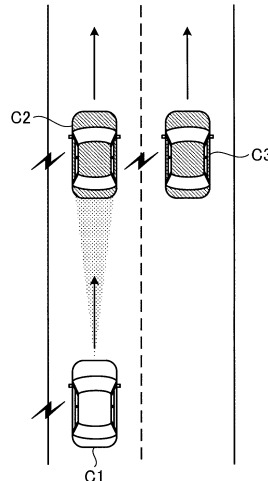
【図6】



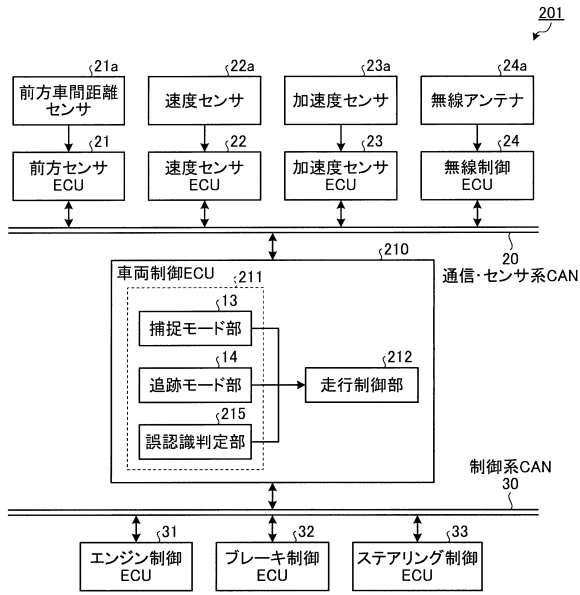
【図7】



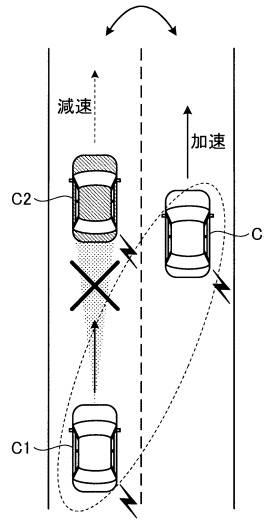
【図8】



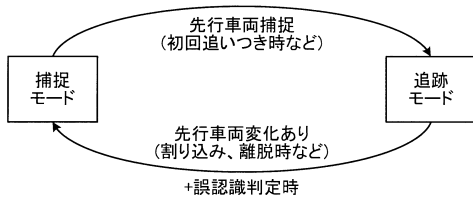
【図9】



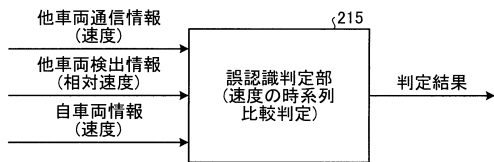
【図10】



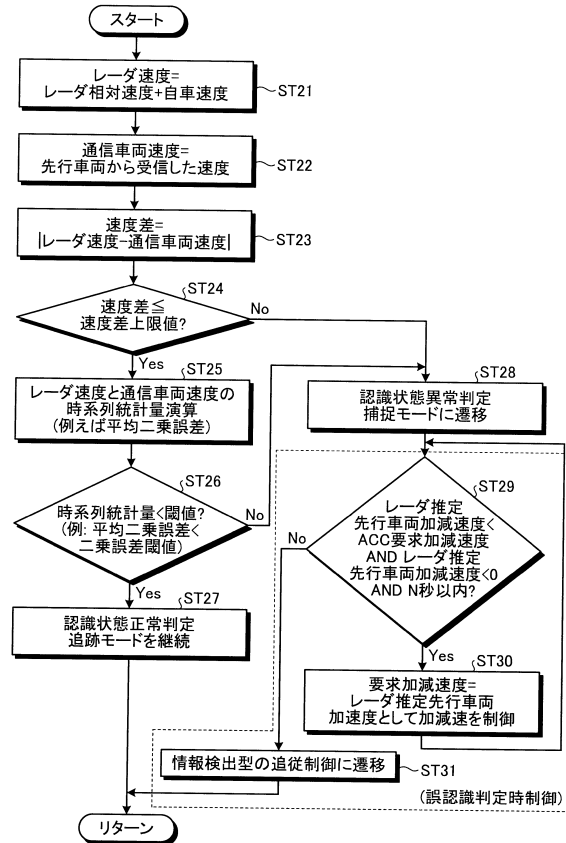
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-046873(JP,A)
特開2010-086269(JP,A)
特開2013-168019(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08G 1/00-99/00
B60R 21/00