

明 細 書

発明の名称：

車両走行制御装置、車両位置情報取得方法、コンピュータ読み取り可能な記録媒体、及び、車両位置情報取得処理プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、車両走行制御装置、車両位置情報取得方法、コンピュータ読み取り可能な記録媒体、及び、車両位置情報取得処理プログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、消費エネルギー低減の観点及びドライバー不足に対する対策の観点から、複数の車両が高速道路等で走行する場合、隊列を組みながら走行する隊列走行が行われるようになった。特許文献1には、自動運転機能を備えた車両を進行方向に沿って複数並べて隊列走行させるための隊列走行システムが開示されている。この隊列走行システムでは、各車両の特性を表す特性情報に基づいて、燃料消費量が最小となるように、隊列走行における車両の順序等が決定されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2017-215681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、特許文献1のような隊列を管理するシステムにおいて各車両を管理する管理装置は、隊列を形成する車両の順序等を指示しているが、複数の隊列同士を連結させることは開示していない。目的地や走行速度が近い別の隊列が付近を走行している場合、その隊列同士を連結させて走行させた方が、制御の省力化や燃費の向上が期待できる。

しかしながら、従来の自動運転や追従運転の仕組みでは、個別の車両が追

従対象となる車両を見つけ隊列を形成してるため、隊列同士を連結させる場合、属している隊列から一台ずつ車両が分離して、個別に別の隊列に合流していた。車両が個別に合流する方法では、新たな隊列を形成するのに道路交通上の危険を伴うと共に、車両一台一台が相互に制御を行っていることから、効率が悪いという課題があった。

[0005] 本発明の目的は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、例えば隊列同士の連結を行うために、走行する車両の現在位置をより正確に測定することが可能な車両走行制御装置、車両位置情報取得方法、コンピュータ読み取り可能な記録媒体、及び、車両位置情報取得処理プログラムを提供することにある。

また、本発明の別の目的は、隊列同士の連結を円滑に行うと共に、連結する際の危険性を軽減することが可能な車両管理装置、車両管理方法、車両管理システム及び車両管理プログラムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 前記課題は、本発明によれば、車両の現在位置の情報に基づいて前記車両の走行を制御する車両走行制御装置であって、前記車両走行制御装置は、ネットワークを介した通信によって前記車両の走行を操作する遠隔操作装置と接続され、前記車両走行制御装置は、前記車両に搭載されたGNSS受信機を通じて単独測位に必要なGNSS情報を取得し、単独測位によって前記車両の絶対位置を算出する絶対位置算出部と、外部の基準局から相対測位に必要なGNSS補正情報を受信できるか否かを判定する受信判定部と、前記相対測位によって前記車両の相対位置を算出する相対位置算出部と、前記車両の現在位置の情報を前記遠隔操作装置に送信する通信部と、を具備し、前記通信部は、前記GNSS補正情報を受信できる場合に前記相対位置に基づく位置情報を送信し、前記GNSS補正情報を受信できない場合に前記絶対位置に基づく位置情報を送信することによって解決される。

[0007] また、前記課題は、本発明によれば、車両を管理する車両管理装置であって、自車両に搭載されたGNSS受信機を通じて単独測位に必要なGNSS

情報を取得し、前記GNSS情報を用いて前記車両の絶対位置を算出する絶対位置算出部と、外部の基準局から相対測位に必要なGNSS補正情報を受信した場合に、前記GNSS補正情報を用いて相対測位により前記絶対位置を補正し、前記基準局における前記車両の相対位置を算出する相対位置算出部と、前記相対位置を用いて前記車両の現在位置を特定する位置特定部と、前記位置特定部で特定した現在位置の情報に基づいて前記車両の走行制御を行う走行制御部と、前記車両の現在位置の情報を送受信する第1通信部とを具備する前記車両における前記第1通信部と通信を行う第2通信部と、前記第2通信部で各車両との通信により取得した当該車両に対する位置情報に基づき、前記走行制御部により走行制御された各車両における走行状態を管理する管理部と、前記管理部で管理する、前記車両の走行状態を制御する状態制御部と、を具備し、前記管理部は、前記車両それぞれが、該車両とは異なる他の車両から受信した位置情報に基づく走行により、複数の車両が一群の隊列を形成して走行している走行状態であることを管理し、前記状態制御部は、前記管理部で前記一群の隊列を形成して走行している走行状態を管理しているときに、前記車両の走行状態をもとに前記隊列間の連結可否を判断する判断部と、前記判断部による判断結果をもとに隊列間の連結形態を決定する決定部と、前記決定部で決定した連結形態に関する情報を前記隊列の先頭車両それぞれに送信することで隊列間の連結を指示する指示部と、前記指示部によって指示された先頭車両との通信により隊列間の連結を制御する連結制御部と、を具備することにより解決される。

[0008] 上記のように、車両管理装置が、判断部により、一群の隊列を形成する車両の走行状態をもとに隊列間の連結可否を判断して、決定部により決定した隊列間の連結形態を、隊列の先頭車両それぞれに送信して、隊列間の連結を指示することにより、隊列同士の連結を円滑に行うことができる。

[0009] また隊列の先頭車両により車両群として連結走行が行われることから、車両が個別に合流する場合と比較して、連結する際の危険性が軽減される。そのため、隊列同士の連結を円滑に行うと共に、連結する際の危険性を軽減す

ることが可能な車両管理装置を実現することができる。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、走行する車両の現在位置をより正確に測定することが可能な車両走行制御装置、車両位置情報取得方法、コンピュータ読み取り可能な記録媒体、及び、車両位置情報取得処理プログラムを実現することができる。

[0011] また、本発明によれば、隊列の先頭車両に対して指示を行い車両群として隊列同士が連結されることから、車両が個別に合流する場合と比較して、連結する際の危険性が軽減される。そのため、隊列同士の連結を円滑に行うと共に、連結する際の危険性を軽減することが可能な車両管理装置、車両管理システム、及び、車両管理プログラムを実現することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本実施形態の車両管理システム全体の構成図である。

[図2]車両走行制御装置のハードウェア構成を説明する図である。

[図3A]車両情報処理装置のハードウェア構成を説明する図である。

[図3B]対象車両に取り付けられた識別マークの位置を示す図である。

[図3C]対象車両に取り付けられた識別マークの位置を示す図である。

[図4]遠隔操作装置のハードウェア構成を説明する図である。

[図5]車両走行制御装置、車両情報処理装置、遠隔操作装置の機能を説明する図である。

[図6]車両位置情報取得処理を示す処理フロー図である。

[図7A]自律運転制御が行われている状態を説明する図である。

[図7B]自律運転制御から相対運転制御に変更された状態を説明する図である。

[図7C]相対運転制御から自律運転制御に変更され、自車両が対象車両を追い越す様子を説明する図である。

[図8]車間距離データを示す図である。

[図9]車両走行制御方法を示す処理フロー図である。

[図10]車両管理装置のハードウェア構成を説明する図である。

[図11]車両管理装置の機能を説明する図である。

[図12]連結前の前方隊列及び後方隊列と、連結後の新たな隊列を示す図である。

[図13]隊列の先頭車両と最後尾の車両から取得した画像から作成した合成画像の例を示す図である。

[図14]連結判断処理を示すシーケンス図である。

[図15]隊列連結制御処理を示すシーケンス図である。

[図16]隊列同士の連結の可否を判断する処理の一例を示すフロー図である。

[図17]隊列同士の連結を中止する場合の処理の一例を示すフロー図である。

発明を実施するための形態

[0013] <<車両管理システム概要>>

以下、本発明の実施形態について図1～図17を参照して説明する。

本実施形態の車両管理システムSは、図1に示すように、GNSS情報等の位置情報を取得して自車両の位置情報（「車両位置」、「車両位置情報」とも称する）を特定することにより自動運転又は遠隔運転可能な車両Cと、車両Cから位置情報等を受信し、複数の車両Cにより形成される複数の隊列Fの走行を管理する車両管理装置80とから構成されている。

[0014] 隊列Fを構成する車両Cのそれぞれは、車両走行制御システムS1によって制御されている。車両走行制御システムS1は、車両C（自車両V）の外部環境を把握し、運転者に代わって車両Cの走行予定経路を計画し、当該走行予定経路に沿って車両Cを制御することで走行させる「自動運転」と、追従先となる所定の対象車両FVに相対して車両Cを追従させて走行させる「追従運転」とを実現するシステムである。

[0015] 車両走行制御システムS1により制御される複数の車両Cが、「自動運転」と「追従運転」との切り替えを繰り返すことにより、複数台からなる隊列Fが形成される。この隊列Fは、複数車両からなる一群を示すものであって、「一群の隊列」とも称する。

隊列Fの先頭車両C_tを、車両管理装置80又は遠隔操作装置70からの操作に基づいて遠隔運転することにより、隊列Fが車両群全体として遠隔運転された状態となる。

特に車両管理装置80が先頭車両C_tのみを遠隔運転して、後方を走行する車両Cを追従運転とすることにより、車両管理装置80が車両群（隊列）として遠隔運転している状態とすることができる。

[0016] 車両走行制御システムS1により車両Cが複数走行していると、同じ道路上において一群の隊列Fが形成される場合がある。これらの一群の隊列Fが複数、走行しているとき、それらの隊列F同士の距離が近く、また、目的地や走行速度も近いならば、隊列同士を合流させたほうが、遠隔運転する先頭車両C_tを減らしたり、先頭車両C_tを遠隔運転又は自動運転する際に必要な通信料を削減したりすることができる。

そこで、本実施形態の車両管理システムSでは、車両管理装置80により隊列Fを形成する車両Cの位置情報等を含む走行状態を走行状態情報として管理し、所定の条件を満たした場合、隊列F間の連結が行われるよう各隊列Fの先頭車両C_tを制御している。

すなわち、本発明では、各車両それぞれが自動運転や追従運転等の運転制御することで、外形上、当該複数の車両が一群の隊列を形成して走行するものであって、隊列を制御することで隊列を形成するものではないことが明確となっている。以下では、まず、車両Cの「自動運転」及び「追従運転」を実現する車両走行制御システムS1について説明し、その後、車両管理装置80により隊列同士の連結処理を行う車両管理システムSについて説明する。

[0017] <<車両走行制御システム>>

車両走行制御システムS1は、上述したように、車両Cの外部環境を把握し、運転者に代わって車両Cの走行予定経路を計画し、当該走行予定経路に沿って車両Cを制御することで走行させる「自動運転」と、所定の対象車両F_Vに相対して車両Cを追従させて走行させる「追従運転」とを実現するシ

システムである。また、車両走行制御システム S 1 では、自動運転制御モードと追従運転制御モードの間で切り替える「モード切替処理」を行うことが可能となっている。

[0018] なお、「追従運転（追従運転制御）」を「相対運転（相対運転制御）」と称してもよい。以下の説明では「相対運転」と称して説明する。

また、本実施形態では、以下「自動運転制御モード（第 1 の運転制御モード）」を単に「自動運転モード」と称し、「追従運転制御モード（第 2 の運転制御モード）」を単に「相対運転モード」と称して説明する。

また、相対運転する車両 C を「自車両 V」と称し、自車両 V の追従対象となる車両 C を「対象車両 F V」と称して説明する。

[0019] 「自動運転（自動運転モード）」には、自車両 V を制御することで自律的に走行させる「自律運転（自律運転モード）」と、自車両 V の外部にいるオペレータが自車両 V を遠隔操作（外部操作）することで走行させる「遠隔運転（遠隔運転モード）」とが含まれるものとする。つまり、本実施形態では「自律運転」と「遠隔運転」とを総称して「自動運転」と呼ぶこととする。基本的には、自動運転と称するときには自律運転を意味するものとして説明する。

なお、遠隔運転において上記オペレータはヒトでなくてもよく、例えば AI（人工知能）であってもよい。

[0020] 上記「自動運転」、「相対運転」のほか、自車両 V に運転手が乗車して実際に運転操作を行う「手動運転（手動運転モード）」がある。上記モード切替処理では、この手動運転モードと自動運転モードを切り替えるほか、手動運転モードと相対運転モードを切り替えることも可能である。

[0021] なお、「自車両 V」は、後述の車両走行制御装置 1 を搭載し、自動運転する機能と、相対運転する機能とを備えた車両である。

「対象車両 F V」は、少なくとも後述の車両情報発信装置 50 を搭載し、ネットワークを介した通信によって車両情報（具体的には、車両識別情報、現在の位置情報、走行予定経路の情報）を発信することが可能な状態で走行

する車両であり、自車両Vと同様に、後述の車両走行制御装置1を搭載し、自動運転する機能と、相対運転する機能とを備えていてもよい。

対象車両FVは、自車両Vよりも前方を走行する前走車両に限定されず、自車両Vと並んで走行する並走車両であってもよい。あるいは、自車両Vよりも後方を走行する後走車両であってもよい。

対象車両FVは、例えば、予め設定された走行予定経路に沿って走行するバス、タクシー、トラック等のほか、所定の循環経路に沿って走行する循環バス等であってもよい。もちろん、その他の一般車両であってもよい。

[0022] <<車両走行制御システムのハードウェア構成>>

車両走行制御システムS1は、図1－図2に示すように、自車両Vのそれぞれに搭載され、自車両の走行を総合的に制御する車両走行制御装置1と、自車両Vの周囲の外部環境を検出する車載センサ10と、人工衛星SA及び基準局STからGNSS信号を受信し、自車両Vの現在位置を測定する車載ロケータ20と、自車両Vの操舵及び加減速等を制御する車載ECU30と、外部機器と通信する車載通信装置40と、を備えている。

[0023] また、車両走行制御システムS1は、対象車両FVに搭載され、車両走行制御装置1とネットワークを介して接続され、ネットワークを介した通信によって対象車両FVの位置情報を含む対象車両情報を発信する車両情報発信装置50と、対象車両FVに取り付けられ、対象車両FVの車両識別情報が埋め込まれた識別マーク60と、備えている。

なお、自車両Vが、上記対象車両FVが備える車両情報発信装置50、識別マーク60をさらに備えているほか、対象車両FVが、上記自車両Vが備える車載センサ10、車載ロケータ20、車載ECU30、車載通信装置40をさらに備えているような構成であってもよい。つまり、自車両Vと対象車両FVが同様の構成であってもよく、これによって自車両Vと対象車両FVが相互に入れ替わり、車両走行制御システムS1を構成することが可能となる。

さらに、車両走行制御システムS1は、自車両Vの外部に設置され、車両

走行制御装置１とネットワークを介した通信によって自車両Ｖの走行を操作（遠隔操作）する遠隔操作装置７０を備えている。

なお、車両走行制御装置１と、車両情報発信装置５０と、遠隔操作装置７０とが直接通信を行うこととしてもよい。

[0024] <<車両走行制御装置のハードウェア構成>>

車両走行制御装置１は、図２に示すように、車載センサ１０、車載ロケータ２０、車載ＥＣＵ３０及び車載通信装置４０と車載ネットワーク（ＣＡＮ）を通じて接続されたコンピュータである。

具体的には、車両走行制御装置１は、データの演算・制御処理装置としてのＣＰＵと、記憶装置としてのＲＯＭ、ＲＡＭ及びＨＤＤ（ＳＳＤ）と、車載ネットワークを通じて情報データの送受信を行う通信インタフェースと、を備えたコンピュータである。

車両走行制御装置１の記憶装置には、コンピュータとして必要な機能を果たすメインプログラムに加えて、車両走行制御プログラム及び車両管理プログラムが記憶されており、これらプログラムがＣＰＵによって実行されることにより、車両走行制御装置１の機能が発揮されることになる。

なお、車載ＥＣＵ３０（総合ＥＣＵ３１）、車両情報発信装置５０、遠隔操作装置７０についても同様のハードウェア構成を備えたコンピュータである。

[0025] 車両走行制御装置１は、「自律運転」を実行すべく、車載センサ１０から得られる外部環境の情報と、車載ロケータ２０から得られる自車両Ｖの位置情報と、車載ＥＣＵ３０から得られる自車両情報とに基づいて車載ＥＣＵ３０（総合ＥＣＵ３１）を制御することで、自車両Ｖの「自律走行」を制御する。

また、車両走行制御装置１は、「相対運転（追従運転）」を実行すべく、車載通信装置４０を通じて車両情報発信装置５０と無線通信し、所定の対象車両ＦＶの位置情報を含む対象車両情報を受信する。そして、外部環境の情報と、自車両Ｖの位置情報と、対象車両ＦＶの位置情報を含む対象車両情報

とに基づいて車載ECU30（総合ECU31）を制御することで、対象車両FVに対する自車両Vの「相対走行（追従走行）」を制御する。

[0026] そのほか、車両走行制御装置1は、「遠隔運転」を実行すべく、車載通信装置40を通じて遠隔操作装置70と無線通信し、外部環境の情報と、自車両Vの位置情報と、自車両情報とを遠隔操作装置70に向けて送信する。遠隔操作装置70は、これら情報を受信し、外部環境の情報と、自車両Vの位置情報とに基づく内容をモニタ71（ナビモニタ72）に表示するほか、オペレータに向けてユーザ報知することができる。

[0027] より詳しく述べると、車両走行制御装置1は、「自律運転機能（車載センサ10、車載ロケータ20、車載ECU30）」を予め搭載した自車両Vに対して新たに搭載されることで、既存の「自律運転機能」の性能を高めることと、新たに「相対運転機能」及び「遠隔運転機能」を付与するものである。

[0028] <車載センサの構成>

車載センサ10は、自車両Vの周囲の外部環境として自車両V周辺の移動物体（他の車両や歩行者等）、各種の構造物、道路形状等を検出するものであって、具体的には、複数の撮像装置11と、複数のレーダ12と、複数のライダ13と、から主に構成されている。

なお、車載センサ10は、上記以外の検出センサをさらに有してもよい。

[0029] 撮像装置11は、自車両Vの周囲の外部映像を撮像する小型の撮像カメラ（広角カメラ）であって、自車両Vの走行制御向けの「センシング機能」と、運転者（オペレータ）向けの「モニタリング機能」を実行すべく、外部映像データを作成し、車両走行制御装置1に向けて外部映像データを送信する。

[0030] 撮像装置11は、自車両Vに複数搭載されており、自車両Vのフロントガラスに取り付けられ、自車両Vの前方、右側方、左側方を撮像する第1撮像装置11a、第2撮像装置11b、第3撮像装置11cと、自車両Vのバックバンパーに取り付けられ、自車両Vの後方を撮像する第4撮像装置11d

と、自車両Vの左右のミラーに取り付けられ、自車両Vの右斜め後方、左斜め後方を撮像する第5撮像装置11e、第6撮像装置11fと、をメインカメラとして備えている。

[0031] また、撮像装置11は、サブカメラとして、自車両Vのフロントバンパーに取り付けられ、自車両Vの前方を撮像する第7撮像装置11gと、自車両Vの左右のバックライトの周辺に取り付けられ、自車両Vの右斜め後方、左斜め後方を撮像する第8撮像装置11h、第9撮像装置11iと、を備えている。

なお、本実施形態では、撮像装置11が自車両Vの所定位置に計9個取り付けられているが、撮像装置11の個数や取り付け位置については自車両Vの車種や形状に応じて変更可能である。レーダ12及びライダ13についても同様である。

なお、サブカメラの別例として、第7撮像装置11gが、自車両Vのバックガラス（リアガラス）の上部に取り付けられ、当該位置から自車両Vの後方を撮像してもよい。その場合、第8撮像装置11hが自車両Vのフロントの右Aピラーに取り付けられ、第9撮像装置11iがフロントの左Aピラーに取り付けられているとよい。

[0032] レーダ12は、照射方向を連続的に変化させながら電波を発信し、対象物体からの反射波を受信することで対象物体を検出し（対象物体の位置と速度を測定し）、3次元の空間イメージングを行うミリ波レーダである。撮像装置11やライダ13と比較して、視界が悪い夜間や悪天候のような環境状況であっても精度良く検出することができる。

レーダ12は、上記対象物体の検出結果データ（検出信号）を取得し、車両走行制御装置1に向けて検出結果データを送信する。

[0033] レーダ12は、自車両Vに複数搭載されており、自車両Vの左右のフロントライトの周辺に取り付けられる第1レーダ12a、第2レーダ12bと、自車両Vの左右のバックライトの周辺に取り付けられる第3レーダ12c、第4レーダ12dと、を備えている。

なお、レーダ12は、ミリ波レーダに特に限定されることなく、レーザーレーダ、超音波センサ等のレーダであってもよい。

[0034] ライダ13は、「L i d a r」とも称し、レーザー光を照射し、対象物体からの反射光を受光することで対象物体までの距離を測定し、3次元の空間イメージングを行うリモートセンサである。撮像装置11やレーダ12と比較して、周囲の対象物体との距離を数センチ単位で測定することができる。

ライダ13は、上記対象物体との距離を測定した距離測定データを取得し、車両走行制御装置1に向けて距離測定データを送信する。

ライダ13は、自車両Vに複数搭載されており、自車両Vの左右のフロントライトの周辺に取り付けられる第1ライダ13a、第2ライダ13bと、自車両Vのバックパンパーに取り付けられる第3ライダ13cと、自車両Vの左右のバックライトの周辺に取り付けられる第4ライダ13d、第5ライダ13eと、を備えている。

[0035] <車載ロケータの構成>

車載ロケータ20は、人工衛星SA及び基準局STを用いた衛星測位システムを利用して自車両Vの現在位置を測定し、また現在位置の測定精度を高めるべく、自車両Vの加速度及び角速度を測定するものである。

車載ロケータ20は、具体的には、複数の人工衛星SAからGNSS電波(GPS電波)を受信するGNSS受信機21と、自車両Vの加速度及び角速度を測定する慣性測定装置22と、を備えている。

[0036] GNSS受信機21は、具体的には、RTK-GNSS受信機であって、複数(具体的には4個)の人工衛星SAからGNSS電波を受信し、単独測位に必要な「GNSS情報」を生成する。また、外部の基準局STから相対測位に必要な「GNSS補正情報」を受信する。このGNSS受信機21は、車両のポジションを特定する位置情報(車両位置、車両位置情報)を特定する情報を受信する受信装置の一例であり、GPS電波を受信するGPS受信機、RNS電波(Radio Navigation Satellite System)を受信するRNS受信機などでもよい。

なお、基準局STは、既知点に設定された固定基準局であって、複数の人工衛星SAからGNSS電波を受信し、「GNSS補正情報」を生成し、GNSS受信機21に向けて送信する。

「GNSS情報」とは、複数の人工衛星SAとGNSS受信機21との距離情報である。

「GNSS補正情報」とは、既知点に位置する基準局STがGNSS電波を受信し、基準局STとGNSS受信機21が通信することで、衛星からの情報受信における遅延や障害によって生じる距離の誤差を補正する補正データである。

[0037] 慣性測定装置22は、IMUとも呼ばれ、3軸のジャイロセンサ（角速度計）と、3軸の加速度センサ（加速度計）とを備えており、自車両Vの3次元の角速度及び加速度を測定し、車両走行制御装置1に向けて自車両Vの加速度及び角速度の情報を送信する。

車両走行制御装置1は、GNSS受信機21から受信したGNSS情報（GNSS補正情報）と、慣性測定装置22から受信した自車両Vの角速度及び加速度の情報を組み合わせて測位することで、より小さい誤差範囲で自車両Vの現在位置を測定することができる。

[0038] <車載ECUの構成>

車載ECU30は、例えば、ADAS用ECUであって、車両走行制御装置1と接続され、各種データの送受信を行う上位階層の総合ECU31と、この上位階層としての総合ECU31とそれぞれ接続され、自車両Vの操舵及び加減速等を細分化して制御する下位階層としてのハンドルECU32と、アクセルECU33と、ブレーキECU34と、を備えており、階層構成を形成している。

なお、ハンドルECU32は、ドライビングサポートコンピュータとも呼ばれ、アクセルECU33及びブレーキECU34は、パワーマネジメントコントロールユニットとも呼ばれている。

なお、総合ECU31と接続される個々のECUの数や機能については、

上記の３つのＥＣＵ３２～３４に特に限定されことなく、これらのＥＣＵと同階層でその他のＥＣＵをさらに備えていてもよい。

- [0039] ハンドルＥＣＵ３２は、総合ＥＣＵ３１からの指示に対応して自車両Ｖの電動パワーステアリングＶ１を制御し、主に自車両Ｖの進行方向を制御する。

電動パワーステアリングＶ１は、自車両Ｖの前輪を操舵する操舵機構を備えている。例えば、手動運転モードの際には、運転者によるハンドルＶ１ａの操舵操作によって自車両Ｖの前輪を操舵する。

- [0040] アクセルＥＣＵ３３は、総合ＥＣＵ３１からの指示に対応して自車両Ｖの電動スロットルＶ２を制御し、主に自車両Ｖの加減速を制御する。

電動スロットルＶ２は、自車両Ｖの駆動車輪を回転させる駆動力を出力する駆動機構を備えている。例えば、手動運転モードの際には、運転者によるアクセルペダルＶ２ａのアクセル操作に対応してエンジンの出力を調整する。

- [0041] ブレーキＥＣＵ３４は、総合ＥＣＵ３１からの指示に対応して自車両Ｖの電磁ブレーキ装置Ｖ３を制御し、主に自車両Ｖの減速及び停止を制御する。

電磁ブレーキ装置Ｖ３は、自車両Ｖの各車輪に取り付けられ、車輪の回転に抵抗を加えることで自車両Ｖを減速又は停止させる機構を備えている。例えば、手動運転モードの際には、運転者によるブレーキペダルＶ３ａのブレーキ操作に対応して電磁ブレーキ装置Ｖ３の作動を調整する。

- [0042] <車載通信装置>

車載通信装置４０は、対象車両ＦＶに搭載された車両情報発信装置５０、外部に設置された遠隔操作装置７０、車両管理装置８０、及び不図示の外部サーバーとネットワークを通じて情報通信する装置である。

具体的には、車載通信装置４０は、「相対運転」に必要な情報として車両情報発信装置５０が取得した対象車両ＦＶの位置情報を含む対象車両情報を受信し、車両走行制御装置１に向けて送信する。

また、車載通信装置４０は、「遠隔運転」に必要な情報として車両走行制

御装置 1 が取得した外部映像の情報と、現在位置の情報とを遠隔操作装置 70 に向けて送信する。また、オペレータによるユーザ入力を受け付けた遠隔操作装置 70 から自車両 V の運転操作情報を受信し、車両走行制御装置 1 に向けて送信する。

また、車載通信装置 40 は、後述する「隊列同士の連結判断処理」に必要な情報として、車両走行制御装置 1 から取得した外部映像の情報、現在位置の情報、車両情報等を車両管理装置 80 に向けて送信する。また、車両管理装置 80 から自車両 V の運転操作情報を受信し、車両走行制御装置 1 に向けて送信する。

そのほか、車載通信装置 40 は、不図示の外部サーバーと情報通信を行い、例えば、外部サーバーから最新の交通情報や天候情報等を受信することもできる。

[0043] <車両情報発信装置のハードウェア構成>

車両情報発信装置 50 は、図 1、図 3 A に示すように、対象車両 F V に搭載され、対象車両 F V の現在の位置情報を含む対象車両情報を取得し、当該対象車両情報を自車両 V に向けて発信するためのコンピュータであって、具体的なハードウェア構成として、車載ロケータ 51 と、車載通信装置 52 と、を備えている。

「対象車両情報」とは、対象車両 F V の位置情報（リアルタイムの位置情報）と、走行予定経路の情報と、車両識別情報とを含むものであって、車両情報発信装置 50 の記憶部 500 に記憶されている。

「車両識別情報」とは、対象車両 F V を識別する車両 ID であって、この車両 ID ごとに、車種名、型式、車台番号等の情報が対応付けられて記憶部 500 に記憶されたものである。車両識別情報は、記憶部 500 に記憶されているほか、対象車両 F V に取り付けられた識別マーク 60 にも埋め込まれている。

[0044] <車載ロケータの構成>

車載ロケータ 51 は、上述の車載ロケータ 20 と同様に、複数の人工衛星

S AからGNSS電波（GPS電波）を受信するGNSS受信機51aと、対象車両F Vの加速度及び角速度を測定する慣性測定装置51bと、を有している。

車載通信装置52は、自車両Vに搭載された車両走行制御装置1とネットワークを通じて情報通信する装置である。

具体的には、車載通信装置52は、自車両Vの「相對運転」に必要な情報として対象車両情報を車両走行制御装置1（車載通信装置40）に向けて常時若しくは必要に応じて発信する。

詳しく述べると、車載通信装置52は、対象車両情報のうち対象車両F Vの位置情報をリアルタイムで発信することができる。

「リアルタイムで発信」とは、対象車両F Vの位置情報の変化と同じタイミングで位置情報を発信する場合のほか、多少のタイムラグが発生した状態で位置情報を発信する場合も含むものである。

[0045] <識別マーク>

識別マーク60は、図3A-Cに示すように、対象車両F Vを識別するための車両識別情報が埋め込まれた（格納された）2次元バーコードであって、対象車両F Vの外面に複数取り付けられている。なお、識別マーク60には、対象車両F Vの走行予定経路を特定することができる情報が合わせて埋め込まれていてもよい。

識別マーク60は、自車両Vの撮像装置11によって認識される。

詳しく述べると、撮像装置11は、撮像装置11が撮像した映像内において識別マーク60を認識したときに、識別マーク60に埋め込まれた対象車両F Vの車両識別情報、走行予定経路を特定できる情報等を認識結果として取得する。そして、車両走行制御装置1が、所定の通信方式におけるネットワーク通信や車載ネットワーク（CAN）を通じて撮像装置11から対象車両F Vの車両識別情報を取得することができる。

上記実施形態では、車両情報発信装置50及び識別マーク60から車両識別情報を取得できることとしているが、少なくとも一方から取得できればよ

い。

[0046] 識別マーク60は、対象車両FVの後面において車両幅方向の中央部、左側端部、右側端部にそれぞれ取り付けられる第1識別マーク60a、第2識別マーク60b、第3識別マーク60cと、対象車両FVの前面において中央部、左側端部、右側端部にそれぞれ取り付けられる第4識別マーク60d、第5識別マーク60e、第6識別マーク60fと、を有している。

また、識別マーク60は、対象車両FVの左側面において車両前後方向の中央部、前端部、後端部にそれぞれ取り付けられる第7識別マーク60g、第8識別マーク60h、第9識別マーク60iと、対象車両FVの右側面において中央部、前端部、後端部にそれぞれ取り付けられる第10識別マーク60j、第11識別マーク60k、第12識別マーク60lと、を備えている。

[0047] なお、対象車両FVの後面、前面、両側面それぞれの中央部に配置された第1識別マーク60a、第4識別マーク60d、第7識別マーク60g、第10識別マーク60jは、その他の識別マークと比較して幾分大きく形成されている。そのため、自車両Vが対象車両FVの周囲を走行しているときに、撮像装置11が識別マーク60を認識することが容易になる。言い換えれば、車両走行制御装置1が対象車両FVの存在を検知することが容易になる。

[0048] 識別マーク60a～60lには、それぞれ対象車両FVの車両識別情報が埋め込まれているほか、対象車両FVにおいて個々の識別マーク60が取り付けられている位置（車体位置）を示すマーク位置情報が埋め込まれている。

そのため、識別マーク60a～60lのうち、いずれかの識別マーク60が自車両Vの撮像装置11によって認識されることで、車両走行制御装置1が、対象車両FVの車両識別情報を取得し、対象車両FVを検知することができる。

また、識別マーク60a～60lのうち、例えば識別マーク60a及び識

別マーク60cが認識されることで、あるいは識別マーク60cのみが認識されることで、車両走行制御装置1は、上記マーク位置情報に基づいて自車両Vが対象車両FVの後方位置にいること、さらには対象車両FVよりも右側位置にいることを検知することができる。

特に、車両走行制御装置1は、自車両Vの周囲の環境情報と、自車両Vの位置情報と、対象車両FVの位置情報と、識別マーク60によって得られるマーク位置情報とに基づいて自車両Vに対する対象車両FVの位置（相対位置）を精度良く把握することができる。

なお、識別マーク60は、透明インク、不可視インクなどと称される、視認できないインクによってマークされたものであってもよく、主に高周波の紫外線を照射することで認識できるものがよい。

[0049] <遠隔操作装置のハードウェア構成>

遠隔操作装置70は、図1、図4に示すように、オペレータによって操作され、自車両Vの「遠隔運転」を行うためのコンピュータであって、具体的なハードウェア構成として、複数のモニタ71と、ナビモニタ72と、ハンドル73と、アクセルペダル74と、ブレーキペダル75と、複数の操作スイッチ76と、を備えている。

なお、遠隔操作装置70は、スピーカーやマイク、シフトレバー等の構成部品をさらに備えていてもよい。

[0050] モニタ71、ナビモニタ72は、「遠隔運転」を行うための視覚情報出力する表示部であって、モニタ71には、複数の撮像装置11a~11iによって撮像された自車両Vの外部映像を所定のレイアウト情報に基づいて合成した合成映像（合成画像）が表示される。

所定のレイアウト情報とは、例えば、オペレータの死角を作らない、オペレータが操作し易いレイアウトの表示態様である。このとき、所定のレイアウト情報を含む複数のレイアウト情報は、レイアウトID（レイアウト識別情報）によって対応付けられ、車両走行制御装置1の記憶部100に記憶されていると良い。この場合、操作スイッチ76等を用いて所定のレイアウト

情報の変更操作を行うと、遠隔操作装置 70 から車両走行制御装置 1 に向けて変更後のレイアウト ID が送信される。

そして、車両走行制御装置 1 は、変更後のレイアウト ID に対するレイアウト情報に基づいて外部映像を合成した合成映像を生成し、当該合成映像を遠隔操作装置 70 に向けて送信する。そうすることで、モニタ 71 にはその合成映像が変更表示される。

[0051] ハンドル 73 は、オペレータによって操作され、自車両 V の操舵角（操舵量）を調整するために用いられる操作部である。

アクセルペダル 74、ブレーキペダル 75 は、それぞれオペレータによって操作され、自車両 V の電動スロットル V2 の駆動、電磁ブレーキ装置 V3 の作動を調整するために用いられる操作部である。

複数の操作スイッチ 76 は、例えば「遠隔運転」を行うための設定情報をユーザ入力するために用いられる。例えばオペレータが操作スイッチ 76 を適宜操作することで、自車両 V の外部映像（合成映像）を所定のレイアウト表示に切り替えることや、自律運転モードと、相対運転モードと、遠隔運転モードとの間で運転モードを切り替えることができる。

[0052] <車両走行制御装置の機能>

車両走行制御装置 1 は、図 5 に示すように、機能面から説明すると、各種プログラム及び各種データを記憶しておく記憶部 100 と、環境情報取得部 101 と、位置情報取得部 102（位置特定部）と、運転制御部 103（走行制御部）と、車両検知部 104 と、通信部 105（第 1 通信部）と、モード変更部 106 と、走行速度取得部 107 と、映像処理部 108 と、を主な構成要素として備えている。

これらは、CPU、ROM、RAM、HDD、通信用インタフェース、及び各種プログラム等によって構成されている。

なお、記憶部 100 には、自車両 V の車両識別情報、自車両 V の走行予定経路の情報、図 8 に示す「車間距離データ」等が記憶されている。

[0053] 車両情報発信装置 50 についても機能面から説明すると、各種プログラム

及び各種データを記憶する記憶部５００と、対象車両ＦＶの「現在の位置情報」を取得する位置情報取得部５０１と、車両走行制御装置１との間で各種データを送受信する通信部５０２と、を主な構成要素として備えている。

記憶部５００には、対象車両ＦＶの現在の位置情報と、走行予定経路の情報と、車両識別情報とを含む「対象車両情報」が記憶されている。

位置情報取得部５０１は、車載ロケータ５１を利用して対象車両ＦＶの「現在の位置情報」をリアルタイムで取得する。そして、取得した「現在の位置情報」を記憶部５００に記憶していくことで、車両情報発信装置５０が搭載された対象車両ＦＶの走行軌跡（過去の走行ルート）を記録することが可能となり、記憶部５００には、対象車両ＦＶの走行軌跡が記憶された状態となる。

通信部５０２は、車載通信装置５２を利用して「対象車両情報」を車両走行制御装置１（車載通信装置４０）に向けて発信する。また、対象車両情報のうち対象車両ＦＶの「現在の位置情報」をリアルタイムで発信する。

[0054] 遠隔操作装置７０についても機能面から説明すると、各種プログラム及び各種データを記憶する記憶部７００と、車両走行制御装置１との間で各種データを送受信する通信部７０１と、自車両Ｖの外部映像、車両情報をモニター７１に表示し、また自車両Ｖの現在位置の情報に基づく内容（例えば、車両ナビゲーション）をナビモニター７２に表示する画面表示部７０２と、ユーザ操作の入力を受け付けて操作データを作成する操作データ作成部７０３と、オペレータに向けてユーザ報知するユーザ報知部７０４と、を主な構成要素として備えている。

[0055] 以下では自車両Ｖが備える車両走行制御装置１の機能について詳しく説明する。

<<自車両の外部環境情報、位置情報>>

環境情報取得部１０１は、車載センサ１０から自車両Ｖの周囲における「環境情報（厳密には、外部環境の検出情報）」を取得するものである。

詳しく述べると、「環境情報」として、撮像装置１１から自車両Ｖの周囲

の外部映像データを取得し、レーダ１２から自車両Ｖの周囲の対象物体の検出結果データを取得し、ライダ１３から自車両Ｖの対象物体との距離を測定した距離測定データを取得する。

なお、「環境情報」とは、具体的には、自車両Ｖ周辺の移動物体（他の車両や歩行者等）、各種の構造物、道路形状等の検出情報であって、走行環境情報とも称され、交通環境情報や道路環境情報等を含むものである。

[0056] 環境情報取得部１０１は、「環境情報」として、車載センサ１０から対象車両ＦＶの走行状態に関する情報をリアルタイムで取得することができる。

「走行状態に関する情報」とは、対象車両ＦＶによる一定速度の走行動作、加速動作、減速動作、停止動作、左折動作、右折動作、後退動作等に関する情報であって、言い換えれば、対象車両ＦＶの挙動情報（挙動に基づく情報）である。

環境情報取得部１０１が対象車両ＦＶの走行状態に関する情報をリアルタイムで取得することで、車両走行制御装置１は、対象車両ＦＶの走行状態に関する情報の変化（挙動情報の変化）に基づいて、例えば走行中の対象車両ＦＶが停止したこと、停止中の対象車両ＦＶが走行開始したこと、対象車両ＦＶが自車両Ｖにおける走行予定経路とは異なる経路を走行開始したこと等を検知することが可能となる。

このときの「対象車両ＦＶが自車両Ｖにおける走行予定経路とは異なる経路を走行開始したこと（対象車両ＦＶの走行予定経路と、自車両Ｖの走行予定経路とが合致しなくなったこと）」は、対象車両ＦＶの記憶部５００において記憶されている「対象車両ＦＶの走行軌跡」と、後述する「自車両Ｖの走行軌跡」とをもとに、その自車両Ｖの走行軌跡が自車両Ｖの走行予定経路上であるか否かによって判断する。

[0057] なお、環境情報取得部１０１は、車載ＥＣＵ３０から自車両Ｖの「車両制御情報」をさらに取得することとしてもよい。「車両制御情報」としては、例えば、ハンドルＥＣＵ３２から得られる「舵角の情報」、アクセルＥＣＵ３３から得られる「スロットル開度の情報」、ブレーキＥＣＵ３４から得ら

れる「ブレーキ踏み込み量の情報」等が挙げられる。

[0058] 位置情報取得部102は、車載ロケータ20から自車両Vの「現在の位置情報」を取得するものである。

詳しく述べると、位置情報取得部102は、GNSS受信機21からGNSS情報（GNSS補正情報）を取得し、慣性測定装置22から自車両Vの角速度及び加速度の情報を取得し、これらGNSS情報（GNSS補正情報）、角速度及び加速度の情報に基づいて、自車両Vの現在位置を特定する。

なお、取得した「現在の位置情報」を記憶部100に記憶していくことで、車両走行制御装置1が搭載された自車両Vの走行軌跡（過去の走行ルート）を記録することが可能となり、記憶部100には、自車両Vの走行軌跡が記憶された状態となる。この自車両Vの走行軌跡は、自車両Vが走行する走行予定経路上にあるか否かを判断し、必要に応じて走行予定経路上に導く新たな走行予定経路の設定に用いられる。

[0059] 「現在の位置情報」とは、単独測位によって算出される「絶対位置」、相対測位によって算出される「相対位置」であってもよいし、自車両Vの上記「角速度及び加速度の情報」に基づいて補正された「補正絶対位置」、「補正相対位置」であってもよい。

なお、「絶対位置」の位置精度は±10m程度であり、「相対位置」の位置精度は±40cm程度と言われている。また、「補正絶対位置」の位置精度は、絶対位置よりも位置精度が高く、「補正相対位置」の位置精度は±5cm程度であり、最も位置精度が高い。

[0060] <現在の位置情報の算出方法>

次に、車両走行制御システムS1で実行される車両位置情報取得処理プログラム（車両位置情報取得処理）の処理の一例について、図6に基づいて説明する。

絶対位置算出部102aは、GNSS受信機21を通じて単独測位に必要な上記「GNSS情報」を取得し、単独測位によって自車両Vの「絶対位置」を算出する（ステップS01：絶対位置算出処理、絶対位置算出工程）。

自車両Vの「絶対位置」とは、複数の人工衛星SAからGNSS電波を受信し、既知点にそれぞれ位置する人工衛星SAと自車両Vとの間の距離を測定し、それぞれの測定距離（GNSS情報に相当）から未知点を求める3次元方程式を解くことで得られる自車両Vの3次元位置である。

[0061] また、相対位置算出部102bは、ステップS01において、相対測位に必要な上記「GNSS補正情報」を取得し、相対測位によって「絶対位置」を補正し、自車両Vの「相対位置」を算出する（相対位置算出処理、相対位置算出工程）。

自車両Vの「相対位置」とは、既知点に位置する基準局STにおいてGNSS電波を受信し、基準局STから計測誤差がより小さい距離（それぞれの人工衛星SAと自車両Vとの間の距離）を取得し、それぞれの測定距離（GNSS補正情報に相当）から求められる自車両Vの3次元位置である。

「相対位置」の算出方法としては、RTK測位方式（干渉測位方式）の算出方法と、DGPS測位方式（相対測位方式）の算出方法とがある。いずれの算出方法であってもよい。

[0062] 補正位置算出部102cは、自車両Vの上記「角速度及び加速度の情報」を取得し、「GNSS情報」と、「加速度及び角速度の情報」とに基づいて自車両Vの絶対位置を補正した「補正絶対位置」を算出する。

自車両Vの「補正絶対位置」とは、GNSS情報と、自車両Vの角速度及び加速度の情報（IMU情報とも呼ばれる）とを組み合わせることで得られる自車両Vの3次元位置である。

また、補正位置算出部102cは、「GNSS補正情報」と、「加速度及び角速度の情報」とに基づいて自車両Vの相対位置を補正した「補正相対位置」を算出する。

[0063] 受信判定部102dは、GNSS情報をリアルタイムで受信できるか否かを判定し（ステップS02）、GNSS情報をリアルタイムで受信できると判定した場合（ステップS02：Yes）には、続けてGNSS補正情報をリアルタイムで受信できるか否かを判定する（ステップS03）。

具体的には、受信判定部102dは、自車両Vの周囲に障害物があって人工衛星SAから電波を受信できない場合、また基準局STとの間でデータの送受信ができない場合を想定し、人工衛星SAから電波を受信できるか否か、また基準局STとの間でデータの送受信ができるか否かを判定する。

[0064] 位置情報取得部102は、受信判定部102dによってGNSS情報及びGNSS情報をリアルタイムで受信できると判定された場合（ステップS03：Yes）には、最も位置精度が高い「補正相対位置」を用いて自車両Vの現在位置を特定する（位置特定工程、位置特定処理）。

また、位置情報取得部102は、GNSS情報をリアルタイムで受信でき、GNSS補正情報をリアルタイムで受信できないと判定された場合（ステップS03：No）には、位置精度が高い「補正絶対位置」を用いて自車両Vの現在位置を特定する。

さらに、位置情報取得部102は、GNSS情報及びGNSS補正情報をリアルタイムで受信できないと判定された場合（ステップS02：No）には、直前に受信した「GNSS情報」と、「加速度及び角速度の情報」とに基づいて算出された「推測位置」を用いて自車両Vの現在位置を特定することもできる（ステップS06）。

[0065] 位置情報取得部102は、自車両Vの「位置情報」として最も精度の高い「補正相対位置」を取得する。一方で、基準局STとの間でデータの送受信ができない場合には、「補正絶対位置」を取得する。あるいは、自車両Vの周囲に障害物があって人工衛星SAからも電波を受信できない場合には、「推測位置」を取得することとしている（ステップS07）。

自車両Vの現在位置を特定した後、自車両Vは、自車両Vの現在位置を、遠隔操作装置70や追従する後続の車両、車両管理装置80に送信する（ステップS08）。

なお、位置情報取得部102によって取得された自車両Vの走行開始位置から走行終了位置に至るまでの位置情報が集計処理されることで、自車両Vの実際の走行経路情報（走行軌跡情報、走行履歴情報とも称する）が生成さ

れる。

生成された自車両Vの走行経路情報（走行経路データ）は、走行日時、走行時間に関する情報と、自車両Vの運転モードに関する情報（例えば、運転モードの変更回数、各運転モードの実行時間）と、相対運転モードの際に追従対象となった対象車両F Vの車両情報等とが紐づけられて記憶部100に記憶される。

[0066] <<自律運転制御>>

運転制御部103は、環境情報取得部101によって得られた「環境情報」と、位置情報取得部102によって得られた「自車両Vの位置情報」とに基づいて総合ECU31を制御し、自車両Vの「自律運転制御」を行う。

なお、運転制御部103は、自車両Vの「自律運転制御」を行うにあたって、車載ECU30から自車両Vの「車両情報」を取得し、「車両情報」をさらに組み合わせて総合ECU31を制御してもよい。

[0067] 運転制御部103は、自車両Vの走行予定経路に沿って自車両Vが走行開始すると、「自律運転制御」を行い、自車両Vの自律運転をスタートする。

詳しく述べると、自車両Vが走行開始すると「自律運転モード」が設定された状態となり、運転制御部103は、「自律運転モード」が設定された状態で自律運転制御を行う。

その後、モード変更部106によって「自律運転モード」及び「相対運転モード」の間で運転モードの変更が行われながら、自車両Vが走行予定経路の目的地に向かって走行することになる。

なお、自車両Vが走行開始するタイミングで、既に追従対象となる対象車両F Vが検知され、対象車両F Vの位置情報がリアルタイムで得られる場合には、モード変更部106によって「自律運転モード」から「相対運転モード」に変更された状態となってもよい。その場合には、運転制御部103が、「相対運転モード」が設定された状態で相対運転制御を行い、対象車両F Vに対する自車両Vの相対運転をスタートする。

あるいは、自車両Vが走行開始すると、「自律運転モード」の代わりに「

遠隔運転モード」が設定された状態となって、運転制御部 103 は、「遠隔運転モード」が設定された状態で遠隔運転制御を行うこととしてもよい。

[0068] 車両検知部 104 は、自車両 V の前方を走行する所定の前走車両が、自車両 V の走行予定経路において追従対象となる対象車両 F V であることを検知する（図 7 B 参照）。

「追従対象となる対象車両」とは、自車両 V の走行予定経路と少なくとも一部合致する走行予定経路を走行する車両のほか、一定の走行距離（走行時間）において自車両 V の走行予定経路と同じ経路を走行することになる車両を含むものである。

例えば、一定の走行距離（走行時間）において分岐点が存在しない高速道路や一般道路等を走行する場合に自車両 V の周辺を走行している車両が該当する。

[0069] 具体的には、車両検知部 104 は、撮像装置 11 によって認識された所定の前走車両の識別マーク 60 の認識結果をもとに、当該前走車両が対象車両 F V であることを検知する。

例えば、対象車両 F V の第 1 識別マーク 60 a が認識されたときには、車両検知部 104 は、自車両 V よりも前方位置に対象車両 F V が存在することを検知する。

あるいは、対象車両 F V の第 7 識別マーク 60 g が認識されたときには、車両検知部 104 は、自車両 V の右側位置に対象車両 F V が存在することを検知する。

[0070] より詳しく述べると、車両検知部 104 は、撮像装置 11 から対象車両 F V の各識別マーク 60 a ～ 60 i の認識結果をリアルタイムで取得することで、対象車両 F V の車両識別情報（対象車両 F V の形状、大きさ）と、各識別マーク 60 a ～ 60 i に埋め込まれているマーク位置情報とから、自車両 V に対する対象車両 F V の相対位置をリアルタイムで精度良く検知することができる。

例えば、車両走行制御装置 1 は、自車両 V に対して対象車両 F V が幾分左

側寄りの前方位置を走行していることや、自車両Vに対して対象車両F Vが並走しており、自車両Vの幾分前方側を走行していること等を精度良く検知することができる。この場合、対象車両F Vの相対位置は、例えば、自車両Vを中心位置とする三次元座標位置によって特定されるとよい。

そうすることで、図7 Bに示すように、自車両Vと対象車両F Vの間で適切な車間距離を維持しながら自車両Vを相対運転させることができる。また、図7 Cに示すように、自車両Vが対象車両F Vを適切に追い越せるように自車両Vを自律運転させることもできる。

[0071] なお、車両検知部104は、識別マーク60の認識結果をもとに対象車両F Vを検知しているが、その他の検知手段によって対象車両F Vを検知してもよい。

例えば、車両検知部104は、車載通信装置40を利用して対象車両F Vに搭載された車両情報発信装置50から対象車両F Vの車両識別情報を無線通信によって取得し、当該車両識別情報に基づいて対象車両F Vを検知してもよい。

言い換えれば、対象車両F Vに取り付けられた識別マーク60によって対象車両F Vが検知され得る状態としてもよいし、あるいは、対象車両F Vに搭載された車両情報発信装置50との無線通信によって対象車両F Vが検知され得る状態としてもよい。

また、車両検知部104は、対象車両F Vのナンバープレート撮像装置11で撮像し、ナンバープレートからナンバー情報を読み取り、対象車両F Vの車両識別情報をネットワーク上の管理サーバー（例えば、車両管理装置80）から取得し、当該車両識別情報に基づいて対象車両F Vを検知してもよい。

[0072] 通信部105は、車両検知部104によって検知された対象車両F Vの位置情報を少なくとも含む対象車両情報を受信する。

詳しく述べると、通信部105は、車両検知部104によって対象車両F Vが検知されると、車両情報発信装置50とネットワークを介した通信を開

始する。

そして、通信部１０５は、対象車両ＦＶに搭載された車両情報発信装置５０から、対象車両ＦＶの位置情報と、走行予定経路の情報とを受信する。

なお、車両情報発信装置５０の位置情報取得部５０１は、上述の位置情報取得部１０２と同様にして対象車両ＦＶの「現在の位置情報」をリアルタイムで取得している。

[0073] <<モード変更（自律運転⇒相対運転）>>

モード変更部１０６は、所定の相対運転開始条件を満たしたときに「自律運転モード（自律運転制御）」から「相対運転モード（相対運転制御）」に変更する。

具体的には、モード変更部１０６は、図７Ａに示すように「自律運転モード」が設定された状態で自律運転制御が行われているときに、車両検知部１０４によって対象車両ＦＶが検知され、通信部１０５によって対象車両情報が受信されると、図７Ｂに示すように「自律運転モード」から「相対運転モード」に変更する。

より具体的には、車両検知部１０４が、「所定の相対運転開始条件」として前走車両を検知したときに当該前走車両が対象車両ＦＶであるか否かを判断し、対象車両ＦＶであると判断された場合に当該前走車両を対象車両ＦＶとして認識する。そして、モード変更部１０６が、「自律運転モード」から「相対運転モード」に変更する。

なお、上記前走車両が対象車両ＦＶではないと判断された場合には、上記前走車両が検知された場合であっても、「所定の相対運転開始条件」を満たさないため、モード変更部１０６によるモード変更はなされない。

ここで「対象車両ＦＶ」とは、自車両Ｖに搭載された車両走行制御装置１（記憶部１００）によって予め登録された車両ＩＤを有し、当該車両ＩＤによって識別される車両である。上記前走車両に当該車両ＩＤが設定されている場合、「所定の相対運転開始条件」を満たし、当該車両ＩＤが設定されていない場合には、当該条件を満たさないことになる。

[0074] 詳しく述べると、モード変更部106は、「自律運転モード」が設定された状態で自律運転制御が行われているときに、対象車両FVが検知されると、「自律運転モード」を設定した状態で「相対運転モード」を設定する。言い換えれば、「自律運転モード」を有効状態としながら、「相対運転モード」を無効状態から有効状態とする。

このとき、モード変更部106は、両方のモードを設定した状態で「自律運転モード」を優先して継続させる。つまり、運転制御部103は、自律運転制御を継続して行う。

そして、モード変更部106は、両方のモードが設定された状態で自律運転制御が継続しているときに、対象車両FVの対象車両情報が得られると、両方のモードを設定した状態で「相対運転モード」を優先して実行させる。つまり、運転制御部103は、相対運転制御を新たに行う。

なお、モード変更部106は、両方のモードが設定された状態で自律運転制御が継続しているときに、対象車両FVの対象車両情報が得られなかった場合、すなわち、対象車両FVに搭載された車両情報発信装置50との無線通信ができなかった場合には、一度設定した「相対運転モード」を未設定の状態に戻す。言い換えれば、「相対運転モード」を有効状態から無効状態に戻す。このとき、「自律運転モード」は設定されたままの状態（有効状態）であるため、運転制御部103は、自律運転制御を継続して行うことになる。

[0075] <<相対運転制御>>

運転制御部103は、「環境情報」と、「自車両Vの位置情報」と、「対象車両FVの対象車両情報」とに基づいて総合ECU31を制御し、対象車両FVに対して自車両Vの「相対運転制御」を行う（図7B参照）。

なお、運転制御部103は、「相対運転制御」を実行するにあたって、識別マーク60の認識結果から得られた「対象車両FVの車両識別情報」をさらに組み合わせて総合ECU31を制御することで、対象車両FVの車種（形状や大きさ、走行性能、燃費、排気量等）に応じた好適な相対運転を行う

ことができる。

[0076] また、運転制御部 103 によって行われる「相対運転制御」は、対象車両 F V から取得した対象車両情報に含まれる「対象車両 F V の位置情報」をもとに、その対象車両 F V の位置情報に基づいて描かれる走行軌跡（過去の走行ルート）上で自車両 V が走行する位置情報を特定する制御処理である。この相対運転制御では、その走行軌跡上であって、自車両 V と対象車両 F V の車間距離を適切に確保すべく、自車両 V の走行速度に応じた設定車間距離を空けた所定の位置情報を走行する制御が行われる。

具体的には、走行速度取得部 107 が、慣性測定装置 22 から自車両 V の「角速度及び加速度の情報」を取得し、当該加速度及び角速度を積分演算することで自車両 V の「走行速度」をリアルタイムで取得する。

そして、運転制御部 103 は、記憶部 100 に記憶された図 8 に示す「車間距離データ」を参照しながら、対象車両 F V の位置情報をもとに自車両が走行する位置情報を特定し、その自車両の位置情報と環境情報とに基づき、対象車両 F V に相対して自車両 V を走行させる相対運転制御を行う。

この相対運転制御では、対象車両 F V の位置情報をもとに特定した位置情報を自車両 V が実際に走行するように、「自車両 V の位置情報」をもとに補正、軌道修正する処理を行う。つまり、対象車両 F V の位置情報をもとに特定した、自車両が走行する位置情報と、実際に自車両が走行している位置情報とのズレ（誤差）を補正、軌道修正する処理である。

これによって、自車両 V が実際に走行した走行軌跡（自車両 V の位置情報に基づく走行軌跡）を記憶部 100 で記憶する。

[0077] 図 8 に示す「車間距離データ」は、自車両 V の走行速度と、設定車間距離との対応関係を示すデータテーブルである。

例えば、自車両 V の走行速度（平均走行速度）が「80 km/h」であるとき、自車両 V と対象車両 F V の間の設定車間距離が「40～70 m」に設定されている。

なお、「車間距離データ」は、自車両 V の走行速度を X 軸とし、設定車間

距離をY軸とし、走行速度に比例して設定車間距離が増加する（二次関数的に増加する）グラフデータであってもよい。

なお、上記のように対象車両FVとの車間距離を設定するほか、対象車両FVが所定時間前（例えば数秒前）に走行した位置を走行するように時間間隔を設定してもよい。この場合、自車両Vが対象車両FVに追突しないように最低限の車間距離を確保するように設定するとよい。

[0078] 走行速度取得部107は、自車両Vの「走行速度」を演算するにあたって「GNSS情報（GNSS補正情報）」と、「加速度及び角速度の情報」とをカルマンフィルタで処理することで、自車両Vの「速度」を演算することとしてもよい。そうすることで、より精度良く「走行速度」を演算することができる。

なお、自車両Vの「速度の情報」を取得するにあたっては、自車両Vに車輪速センサを新たに搭載し、車輪速センサを通じて「速度の情報」を取得してもよい。

[0079] 運転制御部103は、自車両Vの走行速度に応じた設定車間距離を空けて相対運転制御を行っているが、自車両Vと対象車両FVの同期状態（例えば、対象車両FVが「1m」走行すると、自車両Vも「1m」走行する状態）により、対象車両FVに対して自車両Vの相対運転制御を行ってもよい。

同期状態の場合には、運転制御部103が、自車両Vの周囲の環境情報と、自車両Vの位置情報と、対象車両FVの位置情報を含む対象車両情報とをリアルタイムで取得し、これら情報を組み合わせて相対運転制御を行うとよい。

[0080] <<モード変更（相対運転⇒自律運転）>>

（対象車両が停止動作した場合）

モード変更部106は、図7Bに示すように「相対運転モード」が設定された状態で相対運転制御が行われているときに、対象車両FVの「走行状態に応じた所定の条件」を満たすと、相対運転モードから「自律運転モード」に変更する。そして、運転制御部103は、図7Cに示すように「自律運転

モード」により自律運転制御を行う。

「走行状態に応じた所定の条件」とは、自車両Vが効率良く走行するために、自車両Vが対象車両F Vを追い越す必要が生じたこと、あるいは対象車両F Vとは異なる経路を走行する必要が生じたことが対象車両F Vの挙動から検知された場合である。

例えば走行中の対象車両F Vが道路脇（路側帯）に停止動作したこと、又は停止動作を開始したことが、対象車両F Vの挙動から検知された場合である。

また例えば、走行中の対象車両F Vが走行予定経路とは異なる経路（具体的には、休憩エリアに向かう経路）を走行開始したことが、対象車両F Vの挙動から検知された場合である。

つまり、「走行状態に応じた所定の条件」とは、自車両Vの相対運転制御を解除するための「相対運転解除条件」と言い換えることもできる。

以下、図7Cに示すように、走行中の対象車両F Vが道路脇に停止動作した場合を想定して説明することとする。

[0081] 環境情報取得部101は、図7Bに示すように「相対運転モード」が設定された状態で相対運転制御が行われているときに、対象車両F Vの走行状態に関する検出情報として、対象車両F Vが道路脇に停止動作したこと（停止動作を開始したこと）を検出する。

そして、モード変更部106は、対象車両F Vの走行状態に応じた所定の条件として、環境情報取得部101による検出結果をもとに対象車両F Vが道路脇に停止動作したことが検知された場合に、当該所定の条件が成立したものとみなす。そして、「相対運転モード」から「自律運転モード」に変更する。

そして、運転制御部103は、「自律運転モード」により自律運転制御を行う。具体的には、自車両Vの周囲の走行環境情報を把握しながら、図7Cに示すように対象車両F Vを追い越すように自車両Vの自律運転制御を行う。

なお、「自律運転モード」は常に設定されたままの状態（有効状態）であるため、運転制御部１０３は、相対運転制御から自律運転制御に円滑に移行することができる。

[0082] （対象車両が分岐点で別れた場合）

上記条件のほか、モード変更部１０６は、「相対運転モード」が設定された状態で相対運転制御が行われているときに、対象車両ＦＶの走行予定経路に応じた所定の条件を満たすと、相対運転モードから「自律運転モード」に変更する。そして、運転制御部１０３は、「自律運転モード」により自律運転制御を行う。

「走行予定経路に応じた所定の条件」とは、対象車両ＦＶの走行予定経路と、自車両Ｖの走行予定経路とが合致しなくなったことが検知された場合である。

例えば、対象車両ＦＶの走行予定経路が予め取得されており、当該走行予定経路が合致しなくなったこと、あるいは対象車両ＦＶの走行予定経路が変更され、変更後の走行予定経路が合致しなくなったこと等が想定される。

以下、対象車両ＦＶと自車両Ｖが分岐点で別れる場合を想定して説明することとする。

[0083] 通信部１０５は、車両情報発信装置５０から、対象車両ＦＶの位置情報と、走行予定経路の情報とを含む「対象車両情報」を受信する。

そして、モード変更部１０６は、図７Ｂに示すように「相対運転モード」が設定された状態で相対運転制御が行われているときに、通信部１０５によって得られた対象車両情報をもとに双方の走行予定経路が合致しなくなったことが検知された場合に、当該「走行状態に応じた所定の条件」が成立したものとみなす。そして、相対運転モードから「自律運転モード」に変更する。

そして、運転制御部１０３は、「自律運転モード」により自律運転制御を行う。具体的には、所定の分岐点で対象車両ＦＶと別れて、自車両Ｖの自律運転制御を開始する。

[0084] 上記構成により、自車両Vが対象車両FVに相対して走行可能とし、必要に応じて自車両Vの運転状態を変更することが可能な車両走行制御装置1を実現できる。

また、車両走行制御装置1を利用することで、対象車両FVの位置情報をリアルタイムで受信し、対象車両FVの挙動（走行状態の変化）に応じて「自律運転制御」と「相対運転制御」の切り替えを行うことができる。

[0085] <<遠隔運転制御>>

次に、「遠隔運転制御」について説明する。

映像処理部108は、複数の撮像装置11a-11iから自車両Vの外部映像データをそれぞれ取得し、所定のレイアウト情報に基づいてそれぞれの外部映像を合成した合成映像（合成映像データ）を作成する。

上記合成映像を生成し、生成した合成映像データを遠隔操作装置70に向けて送信することで、複数の外部映像データを送信する場合と比較してデータ通信コストを削減できる。

[0086] 通信部105は、車載通信装置40を利用して車両走行制御装置1と遠隔操作装置70の間でデータの送受信を実行する。

具体的には、通信部105は、自車両Vの「遠隔運転」に必要な情報として、環境情報取得部101によって得られた「環境情報」と、位置情報取得部102によって得られた「現在の位置情報」とを遠隔操作装置70に向けて送信する。

また、通信部105は、オペレータによるユーザ入力を受け付けた遠隔操作装置70から、自車両Vの「運転操作情報」を受信する。

運転制御部103は、遠隔操作装置70から取得した自車両Vの「運転操作情報」に基づいて総合ECU31を制御し、自車両Vの「遠隔運転制御」を実行する。

[0087] 上記構成により、オペレータが自車両Vを遠隔操作して走行させる「遠隔運転制御」を行うことも可能な車両走行制御装置1を実現することができる。

そのため、対象車両F Vの挙動に応じて「遠隔運転制御」と「相対運転制御」の切り替えを行うことも可能となる。「遠隔運転制御」から「相対運転制御」に切り替わると、オペレータが自車両Vの遠隔運転の作業から解放されることになる。

[0088] <<車両走行制御方法>>

次に、車両走行制御システムS 1で実行される車両走行制御プログラム（車両走行制御作方法）の処理の一例について、図9に基づいて説明する。

本実施形態に係る上記プログラムは、記憶部100を備えた車両走行制御装置1の機能的な構成要素として、上述した環境情報取得部101と、位置情報取得部102と、運転制御部103（走行制御部）と、車両検知部104と、通信部105と、モード変更部106と、走行速度取得部107と、映像処理部108とを実現させるためのプログラムであって、車両走行制御装置1のCPUがこの車両走行制御プログラムを実行する。

上記プログラムは、ユーザ（具体的には、自車両Vの運転手又は外部のオペレータ）からの操作指示を受け付けて実行されるものである。

[0089] 図9に示す車両走行制御フローでは、まず、車両走行制御装置1が、自車両Vの走行開始に伴って「自律運転モード」を設定するステップS101から始まる。

なお、車両走行制御装置1は、「自律運転モード」の代わりに「遠隔操作運転モード」を設定してもよい。

仮に「遠隔操作運転モード」が設定された場合には、後述のステップS103で、運転制御部103が、自車両Vの遠隔操作運転制御を行うことになる。

[0090] 次に、ステップS102で、環境情報取得部101が自車両Vの周囲における「環境情報」を取得開始し、また位置情報取得部102が「自車両Vの位置情報」を取得開始する。なお、位置情報取得部102による「自車両Vの位置情報」の取得は、図6に示す「現在の位置情報取得処理」により行われる。

そして、ステップS 1 0 3で、運転制御部1 0 3が、環境情報と、自車両Vの位置情報とに基づいて総合E C U 3 1を制御し、自車両Vの「自律運転制御」を行う（図7 A参照）。

[0091] 次に、ステップS 1 0 4で、車両検知部1 0 4が、所定の前走車両が自車両Vの走行予定経路において追従対象となる対象車両F Vであるか否かを検知する。

具体的には、車両検知部1 0 4は、撮像装置1 1によって認識された所定の前走車両の識別マーク6 0の認識結果をもとに、当該前走車両が対象車両F Vであるか否かを上記の所定の相対運転開始条件をもとに判断する。

車両検知部1 0 4が、所定の相対運転開始条件を満たすことで対象車両F Vであると判断した場合には（ステップS 1 0 4：Y e s）、ステップS 1 0 5に進む。一方で、車両検知部1 0 4が、所定の相対運転開始条件を満たさず対象車両F Vであると判断しない場合には（ステップS 1 0 4：N o）、ステップS 1 0 2に戻る。つまり、「自律運転モード」での自律運転制御を継続する。

[0092] 次に、ステップS 1 0 5で、モード変更部1 0 6が、「自律運転モード」が設定された状態で「相対運転モード」を設定する。言い換えれば、「自律運転モード」を有効状態としながら「相対運転モード」を無効状態から有効状態へと変更する。

[0093] 次に、ステップS 1 0 6で、通信部1 0 5が、車両検知部1 0 4によって検知された「対象車両F Vの位置情報」を含む「対象車両情報」の受信を試みる。

詳しく述べると、通信部1 0 5は、対象車両F Vに搭載された車両情報発信装置5 0とネットワークを介した通信を開始し、車両情報発信装置5 0から対象車両F Vの位置情報を受信することを試みる。

[0094] 通信部1 0 5が対象車両F Vから当該対象車両F Vの位置情報を受信した場合には（ステップS 1 0 6：Y e s）、ステップS 1 0 7に進み、運転制御部1 0 3が、「環境情報」と、「自車両Vの位置情報」と、「対象車両F

Vの対象車両情報」とに基づいて総合ECU31を制御し、対象車両FVに対して自車両Vの「相対運転制御」を行う（図7B参照）。

一方で、通信部105が対象車両FVの位置情報を受信しなかった場合には（ステップS106：No）、ステップS108に進み、「自律運転モード」が設定された状態で、モード変更部106が「相対運転モード」を有効状態から無効状態へと変更して解除した上でステップS102に戻る。

[0095] 次に、ステップS109で、モード変更部106が、「相対運転モード」が設定された状態で相対運転制御が行われているときに、対象車両FVが「所定の条件」を満たしたか否かを判定する。

具体的には、モード変更部106は、対象車両FVが「走行状態に応じた所定の条件」を満たしたか否か、あるいは対象車両FVが「走行予定経路に応じた所定の条件」を満たしたか否かを判定する。

なお、モード変更部106は、対象車両FVの「走行状態に応じた所定の条件」及び「走行予定経路に応じた所定の条件」のいずれか一方の条件を満たすと判定した場合に、上記「所定の条件」を満たしたものと判定する。

[0096] 対象車両FVが「所定の条件」を満たしたと判定された場合には（ステップS109：Yes）、ステップS110に進み、モード変更部106が「相対運転モード」を有効状態から無効状態へと変更して解除する。

そして、ステップS111で、運転制御部103が、図7Cに示すように「自律運転モード」により自律運転制御を行う。

例えば、走行中の対象車両FVが停止動作したことが検知されたことで「走行状態に応じた所定の条件」が成立した場合には、モード変更部106が「相対運転モード」を解除し、運転制御部103が、相対運転制御を切り替えて自律運転制御を行うことになる。

一方で、対象車両FVが「所定の条件」を満たしていないと判定された場合には（ステップS109：No）、ステップS107に戻る。

[0097] 最後に、ステップS112で、車両走行制御装置1が、自車両Vが目的地に到着したこと、若しくは自律運転モードによる自律運転制御を終了するも

のと判定した場合には（ステップS 1 1 2 : Y e s）、図9のプロセスを終了する。

一方で、車両走行制御装置1が引き続き自車両Vの運転制御を行う場合には（ステップS 1 1 2 : N o）、ステップS 1 0 2に戻る。

[0098] 上記の車両走行制御プログラムの構成により、自車両Vが対象車両F Vに相対して走行可能とし、必要に応じて自車両Vの運転状態を変更することが可能となる。

また、対象車両F Vの位置情報をリアルタイムで受信し、対象車両F Vの挙動に応じて「自律運転制御」と「相対運転制御」の切り替えを行うことが可能となる。

[0099] <<車両管理システム>>

上記の、車両走行制御システムS 1を用いて、複数台の自車両Vが追従対象となる対象車両F Vを見つけ、「自律運転制御」と「相対運転制御」の切り替え繰り返すことにより、複数台からなる隊列（車両群）が形成されるようになる。このときの隊列は、各車両同士の「自律運転制御」、「相対運転制御」によって外形上、形成されているように認識できるものである。

そして、目的地や目的地までの経路、走行速度が近い複数の隊列が走行しているとき、隊列同士を合流させたほうが制御の省力化や燃費の向上が期待できる。

以下では、図1、図10～図17を用いて、車両走行制御システムS 1により形成された複数の隊列Fを制御し、隊列同士を連結する車両管理装置80及び車両管理システムSについて説明する。

[0100] なお、車両走行制御システムS 1においては、自車両Vと対象車両F Vとを分けてそれぞれの機能について説明したが、隊列Fを形成するそれぞれの車両Cについては、自車両Vが対象車両F Vとなる機能も備えているものとする。すなわち、車両管理システムSにより制御される車両Cは、車両走行制御装置1、車載センサ10、車載ロケータ20、車載E C U 30、車載通信装置40を備えると共に、車両情報発信装置50、識別マーク60を備え

ているものとし、これにより、自車両Vと対象車両F Vとが相互に入れ替わり走行を継続することも可能となる。以下では、対象車両F Vの機能を有する自車両Vを車両Cと称して説明する。

[0101] また、車両Cは、車両走行制御システムS 1により、対象車両F Vを自動的に識別して追従するが、運転者が追従する車両を直接指定して追従走行をしてもよい。例えば、周囲を走行する車両から車両情報を受信し、運転者が車両C内に設けられたディスプレイ上に表示される車両情報をもとに追従する車両を指定する。この場合、車格の違いや、車両の走行予定ルートの情報に基づいて、追従を禁止したり、注意を促したりすることも可能である。

[0102] また、各車両Cは追従運転をするか否かを予め設定しておくことも可能である。この追従運転の可否（ON／OFF）は、手動で設定することができる。また、追従運転の可否は、運転者が車両Cに積載する荷物の情報を登録することで、車両走行制御装置1がその荷物の種類・重量を判定して自動で設定することも可能である。

[0103] <<車両管理装置のハードウェア構成>>

車両管理装置80は、図1に示すように、複数の車両Cにより形成された一群の隊列Fの走行を管理するためのコンピュータであり、図10に示すように、データの演算・制御装置としてのCPUと、記憶装置としてのROM、RAM及びHDD（SSD）とネットワークを通じて情報データの送受信を行う通信インタフェースとを備える。また、外部機器と通信する通信装置81を備えている。

車両管理装置80の記憶装置には、コンピュータとして必要な機能を果たすメインプログラムに加えて、車両管理プログラムが記憶されており、これらプログラムがCPUによって実行されることにより、車両管理装置80の機能が発揮されることになる。

[0104] <車両管理装置の機能>

車両管理装置80について、図10を用いて機能面から説明すると、各種プログラム及び各種データを記憶する記憶部800と、車両Cの車両走行制

御装置 1 との間で各種データを送受信する通信部 801（第 2 通信部）と、車両 C の車両走行制御装置 1 との通信により取得した車両 C に対する位置情報に基づき、車両走行制御装置 1 により走行制御された各車両 C における走行状態を管理する管理部 802 と、管理部 802 で管理する車両 C の走行状態を制御する状態制御部 803 と、を主な構成要素としている。

[0105] また、状態制御部 803 は、判断部 804 と、決定部 805 と、指示部 806 と、連結制御部 807 とを備えている。判断部 804 は、車両 C の走行状態をもとに隊列 F 間の連結可否を判断する。決定部 805 は、判断部 804 の判断結果をもとに隊列 F 間の連結形態を決定する。指示部 806 は、決定部 805 で決定した連結形態に関する情報を、隊列 F それぞれの先頭車両 C t に送信する。連結制御部 807 は、指示部 806 によって指示された先頭車両 C t との通信により隊列 F 間の連結を制御する。

これらは、図 10 に示す CPU、ROM、RAM、HDD、通信用インタフェース、及び各種プログラム等によって構成されている。

以下、車両管理装置 80 のそれぞれの機能について詳しく説明する。なお、車両管理装置 80 は、一群の隊列 F の連結の可否を判断、連結許可、連結状態の管理、連結に必要な情報を車両に提供するものであり、それらは以下で説明する機能により実現されている。なお、外見上、本実施形態の車両管理システム S においては、隊列同士で連結されているようにみえているが、実際には車両 C それぞれが自動運転や追従運転等の運転制御をすることにより、一群の隊列を形成しており、車両管理装置 80 が各車両 C に直接指示を出して隊列 F を形成しているわけではないことに留意して欲しい。

[0106] <通信部>

通信部 801 は、隊列 F を形成する車両 C のそれぞれが備える車両走行制御装置 1 の通信部 105（第 1 通信部）と通信を行い、通信部 105 が送信する「現在の位置情報」を受信する。通信部 801 は、車両 C の「現在の位置情報」を受信し、記憶部 800 に記憶させる。通信部 801 は、車両 C から「車両情報」をさらに取得してもよい。「車両情報」としては、車両 C の

識別情報（車両ＩＤ）、車種、車格、車検証に記録されている車両の全幅、全高、全長、排気量（モータの出力）、乗車定員、重量等の情報が含まれる。

「車両情報」として、運行中は変化しないが運行ごとに変化する目的地及びその目的地までの走行予定ルート、積み荷の内容・重さ、乗車人数等の情報が含まれてもよい。

[0107] また、「車両情報」には、走行中に変化する情報、例えば運転モード（自律運転モード又は遠隔運転操作モードであるか）、車両Ｃに搭載された撮像装置１１により撮像された自車両の画像、残燃料の情報、追従する対象車両の情報が含まれてもよい。

また、「車両情報」として、車両Ｃに搭載された車載式故障診断装置（ＯＢＤ：Ｏｎ－Ｂｏａｒｄ Ｄｉａｇｎｏｓｔｉｃｓ）により検出された故障情報（電子回路の配線類の断線、各種センサからの異常な信号等）を取得してもよい。

以下、各車両Ｃから受信した「現在の位置情報」及び「車両情報」をまとめて「走行情報」と称する。

[0108] そのほか、通信部８０１は、不図示の外部サーバーと情報通信を行うことが可能であり、例えば、外部サーバーから最新の交通情報や天候情報等（以下、「外的要因情報」）を受信することもできる。

そして、通信部８０１により受信された「走行情報」及び「外的要因情報」は記憶部８００に記憶される。

[0109] <管理部>

車両管理装置８０の管理部８０２は、通信部８０１受信した「現在の位置情報」に基づき、車両Ｃの走行状態を管理する。具体的には、管理部８０２は、車両Ｃによる一定速度の走行動作、加速動作、減速動作、停止動作、左折動作、右折動作、後退動作等に関する情報であって、言い換えれば、車両Ｃの挙動情報（挙動に基づく情報）を管理する。

管理部８０２は、通信部８０１により、車両Ｃの「現在の位置情報」をリ

アルタイムで取得することにより、車両Cの走行状態に関する情報の変化（挙動情報の変化）に基づいて、例えば走行中の車両Cが停止したこと、停止中の車両Cが走行開始したこと、走行予定経路とは異なる経路を走行開始したことを検知することができる。

[0110] 管理部802は、隊列Fに関する「隊列情報」を管理する。「隊列情報」は、隊列Fの状態を示す情報であって、隊列を構成する車両Cの車種、識別情報、隊列を構成する車両Cの台数等が含まれる。管理部802は、受信した車両Cの「現在の位置情報」等を用いて隊列Fの長さや車両間の距離を算出して、隊列情報として管理してもよい。また、隊列Fの先頭車両Ctに関する情報、識別情報、運転モード、目的地、走行予定ルート等を含んでもよい。

[0111] なお、車両Cが隊列Fに所属しているか否かの判断は、前方を走行する車両C（先頭車両Ct2）と後方を走行する車両Cとに搭載されたGNSS受信機21間の距離CD（図12参照）が、走行速度に応じた所定距離D以内に収まっているか否かで判断する。所定距離Dは、例えば、走行速度に応じた車間距離×1.5として設定される。

また、前後を走行する隊列F間の距離FD（図12参照）は、前方を走行する前方隊列Ff（第2隊列）の最後尾の車両Ce（最後尾車両）のGNSS受信機21の位置と、前方隊列Ffの後方を走行する後方隊列Fr（第1隊列）の先頭車両Ct1のGNSS受信機21の位置との差から算出される。GNSS受信機21の位置（現在の位置情報）は、IMU情報及びRTK測位方式を用いて特定されてもよい。

[0112] また、管理部802が、隊列Fに関する「隊列情報」を管理し、隊列Fを構成する車両Cに「隊列情報」を送信してもよい。各車両Cは、受信した「隊列情報」により、隊列Fが形成されたこと、また、その隊列F全体の中で自車両がどの位置（隊列内における順番）を走行しているのかを把握することができる。例えば、自車両が隊列Fの先頭車両Ctなのか、隊列中を走行する中間車両なのか、先頭車両Ctから何番目を走行する車両なのか、最後

尾の車両C eなのかを把握することができる。

- [0113] また、管理部802は、先頭車両C tを遠隔運転するオペレータが参照する映像を、隊列Fを構成する車両Cから受信した画像情報に基づいて作成してもよい。参照する映像は、隊列F全体の走行状態が把握できるものがよい。例えば、図13に示すように、隊列Fの先頭車両C tと最後尾の車両C eとから、それぞれに搭載された撮像装置11による画像情報を取得し合成画像P（隊列画像、合成映像）を作成する。このとき、送受信するデータ量削減のため、隊列中の中間車両からの画像情報を利用しないのがよい。

- [0114] <記憶部>

記憶部800には、上述のように通信部801により受信された「走行情報」及び「外的要因情報」、管理部802により管理される「隊列情報」が記憶されている。

また、記憶部800には、「走行情報」に基づいた隊列同士が連結する「連結方法」が記憶されている。「連結方法」として、例えば、前方隊列F fが走行速度を落とし、且つ、後方隊列F rが走行速度を上げることにより、隊列間の間隔を詰め、その後、一定間隔以下になったとき、前方隊列F fの車両Cと、後方隊列F rの車両Cともに同一の走行速度で走行するという方法がある。

また、記憶部800には、「連結方法」に応じた、隊列Fの先頭車両C tの運転モードについても登録されている。

- [0115] 記憶部800には、判断部804が隊列間の連結可否を判断する際に用いる隊列連結を行わない条件が「隊列連結禁止条件」として記憶されている。

「隊列連結禁止条件」の例として、例えば以下のものが挙げられる。

<外的要因情報による禁止条件>

(1) 走行予定の道路が渋滞しているとき。

(2) 気候によるリスク条件が成立、例えば雪又は雨が降っているとき。

道路が渋滞しているか否かは外部サーバーから受信した交通情報に基づいて判定される。また、気候の情報についても外部サーバーから受信した情報

に基づいて判定されるほか、車両Cから取得した環境情報等からも判断してもよい。

＜走行情報・隊列情報による禁止条件＞

- (3) 隊列間の距離FDが一定の距離以上であるとき。
- (4) 目的地の到達時間が大幅に異なるとき。
- (5) 隊列の速度差が閾値より大きいとき。
- (6) 隊列それぞれの予定走行ルートが異なっているとき。
- (7) 隊列間で共通する予定走行ルートがあるが、残りの共通予定走行ルートが所定の距離より短いとき。
- (8) 車両情報に含まれる積載量又は車両重量が一定値を超えるととき。
- (9) 隊列Fの車両Cが連結制御可能区間で設定された車両情報に該当しないとき。

[0116] なお、「連結制御可能区間」は隊列情報や隊列を構成する車両Cの車両情報に基づいて、連結の可否が設定されている区間である。例えば、隊列の長さが25m以内であり、車格が普通自動車である場合には連結可能、隊列の長さが40m以内で車格が大型自動車で隊列の総重量が60t以下の場合には連結可能、という条件が区間ごとに設定されている。道路に設定された連結制御可能区間及びその区間で設定された車両情報等は予め記憶部800に記憶されているとよい。

[0117] 状態制御部803は、管理部802により管理される車両Cの走行状態を制御する。上述のように、状態制御部803は、判断部804、決定部805、指示部806及び連結制御部807とから構成されている。

[0118] 判断部804は、管理部802により管理される車両Cの走行状態をもとに隊列F間の連結可否を判断する。

連結可否の判断は、連結を要求された隊列Fの先頭車両Ctに対して先ず連結可否の確認を行い判断される。連結を要求された隊列Fが連結を許可していない場合、先頭車両Ctは車両管理装置80に対して連結を拒否する信号を送信する。隊列Fが連結を拒否する場合として、例えば、一部の車両C

の積み荷に貴重品や危険物等が含まれている場合がある。

連結を要求された隊列Fが連結を許可している場合、判断部804は連結の可否を走行状態に基づいて判断する。具体的には、車両管理装置80は、隊列F及び各車両Cの走行状態（走行情報、隊列情報、外的要因情報）を取得し、走行状態が記憶部800に記憶されている「隊列連結禁止条件」に該当していないことを判断する。

[0119] 決定部805は、判断部804による判断結果に基づき、隊列F間の連結形態を決定する。判断部804が隊列Fの連結ができないと判断した場合は、隊列F間の連結を中止する。隊列F間の連結が可能である場合は、車両Cの走行状態、すなわち、受信した「走行情報」、記憶部800に記憶される「隊列情報」、「外的要因情報」に基づき、記憶部800に記憶された連結方法から、最適な連結方法を選択・決定する。

また、決定部805は、決定した連結方法に基づき、各隊列Fの先頭車両Ctの運転モードを決定も行う。なお、連結後の隊列の状態、連結方法や設定された運転モード等を含めて「連結形態」と称する。

[0120] 指示部806は、決定部805が決定した連結形態に関する情報を、連結する隊列Fの先頭車両Ctそれぞれに送信する。連結形態に関する情報を送信することで、隊列F間の連結を指示する。

指示部806が、先頭車両に連結を指示する際、走行情報から外部要因の安全確認を行い、連結を開始する連結開始タイミングを含めて送信してもよい。各隊列Fの先頭車両Ctは、受信した連結方法に基づいて連結を開始する。

[0121] 連結制御部807は、各隊列Fの先頭車両Ctとの通信することにより、隊列間の連結を制御する。また、連結中に、連結の中止が決定された場合、連結を解除するように先頭車両Ctを制御する。

連結が開始された後においても、車両管理装置80は、連結を開始した隊列Fの先頭車両Ctから走行情報を受信しており、判断部804は、走行情報をもとに正常に連結が進行しているか否かを判断している。

例えば、このとき隊列間に、隊列Fとは関係のない車両が割り込んできた場合、隊列同士が連結できなくなるため、判断部804により、連結の中止を決定する。

判断部804により連結の中止が判断された場合、連結制御部807は、各隊列の先頭車両Ctに連結の中止を通知する。連結が解除された後、各隊列Fは当初の隊列を維持した状態で走行を継続する。連結の中止が判断されない場合は、そのまま隊列間の連結を完了させる。

[0122] <車両管理プログラム>

次に、車両管理システムSにおいて、車両管理装置80と隊列Fの先頭車両Ctとにより実行される車両管理プログラム（車両管理方法）の処理の一例について、図12～図17に基づいて説明する。

本実施形態に係る上記プログラムは、記憶部800を備えた車両管理装置80の機能的な構成要素として、上述した、通信部801と、管理部802と、状態制御部803と、判断部804と、決定部805と、指示部806と、連結制御部807とを実現させるためのプログラムであって、車両管理装置80のCPUがこの車両管理プログラム（車両管理方法）を実行する。

[0123] 車両管理プログラムの処理を説明するにあたり、より具体的な状況として、図12に示すように、同じ道路上において前方を走行する前方隊列Ff（第2隊列）に、前方隊列Ffの後方を走行する後方隊列Fr（第1隊列）を連結させることを例として取り上げる。

[0124] また、車両管理プログラムは、大きく分けて、隊列同士の連結の可否を判断する「連結判断処理」と、連結が可能である場合に隊列同士を連結するよう制御する「隊列連結制御処理」とから構成されている。

[0125] 以下では、まず、図14に示すシーケンス図を用いて、隊列同士の連結の可否を判断する「連結判断処理」について説明し、その後、隊列同士を連結させる「隊列連結制御処理」について説明する。

[0126] <後方隊列の先頭車両が遠隔運転モードである場合>

車両管理プログラムの処理の一例を説明するにあたり、前方隊列Ffの先

頭車両C t 2は自動運転（自律運転モード）であり、後方隊列F rの先頭車両C t 1は遠隔操作により運転（遠隔運転モード）されていることとする。

そして、前方隊列F fの先頭車両C t 2及び後方隊列F rの先頭車両C t 1は、「第1通信処理（第1通信工程）」として、「連結判断処理」の開始前から、現在の位置情報を含む走行情報を、車両C同士で送受信すると共に、走行情報を車両管理装置80に送信している。

また、車両管理装置80の通信部801は、「第2通信処理（第2通信工程）」として、「連結判断処理」の開始前から、前方隊列F f及び後方隊列F rを構成する車両Cのそれぞれから、現在の位置情報等を含む走行情報をリアルタイムで受信している。

また、各車両Cは、位置特定工程で特定した現在位置の情報に基づいて車両の走行制御を行っている（走行制御工程、走行制御処理）。

各車両Cの走行情報は記憶部800に記憶され、管理部802は、「管理処理（管理工程）」として、複数の車両Cが前方隊列F f又は後方隊列F rを形成して走行している走行状態であることを管理している。

[0127] 図14に示す「連結判断処理」では、まず、遠隔運転モードの後方隊列F rの先頭車両C t 1から、連結要求が車両管理装置80及び前方隊列F fの先頭車両C t 2に対して送信される（ステップS201）。この連結要求の送信は、後方隊列F rの先頭車両C t 1を遠隔運転するオペレータが手動で送信してもよい。

隊列同士を連結させるための連結要求の送信は、例えば、先頭車両C t 1が高速道路に乗ったとき、又は、予め指定した所定の道路での走行が開始されたときに、連結可能条件が成立したことにより自動的に行われるようにしてもよい。また、上記の連結要求は、先頭車両C t 1が、連結を希望する隊列Fの後方車両C rにある識別マーク60（QRコード（登録商標））を認識したことを条件として自動的に送信されてもよい。

[0128] 車両管理装置80の通信部801と、前方隊列F fの先頭車両C t 2は、この連結要求を受信する。車両管理装置80は、前方隊列F fの先頭車両C

t 2 に対して、連結の可否を確認する連結確認を送信する（ステップ S 2 0 2）。

[0129] 前方隊列 F f の先頭車両 C t 2 は、車両管理装置 8 0 から連結確認を受信し、連結が可能か否かを示す連結可否応答を送信する（ステップ S 2 0 3）。

前方隊列 F f は、隊列走行をしているものの他の隊列との連結を拒否している場合がある。例えば、積載している荷物が貴重品であるとき、他の隊列と連結を希望しない場合がある。他の隊列との連結を禁止している場合、前方隊列 F f の先頭車両 C t 2 は、車両管理装置 8 0 に対して、連結不可の信号を送信する。また、他の隊列 F と連結してもよい場合、前方隊列 F f の先頭車両 C t 2 は、連結可の信号を車両管理装置 8 0 に送信する。

[0130] 車両管理装置 8 0 の通信部 8 0 1 は、前方隊列 F f の先頭車両 C t 2 から、連結可否応答を受信し、判断部 8 0 4 により、連結可否応答と、隊列を形成する車両 C の走行状態等をもとに前方隊列 F f と後方隊列 F r との連結可否を判断する（連結許可判断処理（判断処理、判断工程）：ステップ S 2 0 4）。なお、本発明の「状態制御処理（状態制御工程）」に対応する処理は、「連結許可判断処理（判断処理、判断工程）」、「決定処理（決定工程）」、「指示処理（指示工程）」、「隊列連結制御処理（連結制御処理、連結制御工程）」である。

[0131] <連結許可判断処理>

ここで、ステップ S 2 0 4 で実行される「連結許可判断処理」について図 1 6 を用いて詳細に説明する。車両管理装置 8 0 の通信部 8 0 1 は、連結確認を送信した前方隊列 F f の先頭車両 C t 2 から連結許可応答（許諾応答）を受信する（ステップ S 4 0 1）。

判断部 8 0 4 は、受信した連結可否応答を確認する（ステップ S 4 0 2）。連結可否応答が、連結不可である場合（ステップ S 4 0 2 : N o）、隊列の連結を許可せず処理を終了する。このとき、後方隊列 F r の先頭車両 C t 1 に、連結が不許可であることを理由とともに送信してもよい。

[0132] 前方隊列 F f からの連結可否応答が、連結可である場合（ステップ S 4 0 2 : Y e s）、外的要因情報に基づき、記憶部 8 0 0 に記憶される「隊列連結禁止条件」に該当するか否かを判断する（ステップ S 4 0 3）。例えば、走行予定ルートが渋滞していたり、雪又は雨が降っていたりする場合は、隊列同士を連結させるとかえって危険な場合もあるため、隊列の連結を許可せず処理を終了する（ステップ S 4 0 3 : Y e s）。

[0133] ステップ 4 0 3 で、外的要因情報が「隊列連結禁止条件」に該当しない場合（ステップ S 4 0 3 : N o）、判断部 8 0 4 は、前方隊列 F f 及び後方隊列 F r の隊列情報や、隊列を構成する車両 C の車両情報が「隊列連結禁止条件」に該当するか否かを判断する。

例えば、走行予定ルートが異っていたりする場合は、例として上述した隊列連結禁止条件（6）の「隊列それぞれの予定走行ルートが異なっているとき」に該当することから、連結不可と判断する。

[0134] 「連結許可判断処理」のステップ S 4 0 4 において、隊列情報や車両情報が「隊列連結禁止条件」に一つでも該当する場合（ステップ S 4 0 4 : Y e s）、連結することなく、現状の隊列の状態を維持して走行する。このとき、ステップ S 4 0 2 で、連結が不許可であった場合と同じように、車両管理装置 8 0 は、連結要求を送信した後方隊列 F r の先頭車両 C t 1 に対して、連結が不許可であることを理由とともに送信してもよい。

[0135] 隊列情報又は車両情報が「隊列連結禁止条件」のいずれにも該当しない場合（ステップ S 4 0 4 : N o）、車両管理装置 8 0 の通信部 8 0 1 は、前方隊列 F f の先頭車両 C t 2 及び後方隊列 F r の先頭車両 C t 1 に対して「連結許可」を送信する（ステップ S 4 0 5、連結判断処理におけるステップ S 2 0 5）。その後、車両管理装置 8 0、前方隊列 F f の先頭車両 C t 2、及び後方隊列 F r の先頭車両 C t 1 は、「隊列連結制御処理」（ステップ S 2 0 6）を実行する。

[0136] なお、上述した「連結許可判断処理」では、外的要因情報が「隊列連結禁止条件」に該当するか否かの判断（ステップ S 4 0 3）を、隊列情報や車両

情報に基づく判断（ステップS 4 0 4）よりも先に実施しているが、外的要因情報に基づく判断よりも先に隊列情報や車両情報に基づく判断を実行してもよい。

[0137] <隊列連結制御処理>

連結判断処理のステップS 2 0 4において、前方隊列F fと後方隊列F rとの連結が許可された場合、車両管理装置8 0、前方隊列F f、後方隊列F rは、実際に隊列を連結させる制御である「隊列連結制御処理（連結制御工程）」に移行する。以下、図1 5を用いて「隊列連結制御処理」について説明する。

[0138] 隊列同士を連結する際、前方隊列F f及び後方隊列F rを構成する車両Cは、「第1通信処理」として、自車両の走行情報、特に現在の位置情報をリアルタイムで車両管理装置8 0に送信しており、「隊列連結制御処理」が開始された直後も走行情報を送信している（ステップS 3 0 1、S 3 0 2）。

また、連結を開始する場合、前方隊列F fと後方隊列F rを構成する各車両Cは協調制御モードで走行してもよい。協調制御モードは、車両Cが隊列Fから個別に離脱することなく車両群として協調して走行するモードである。言い換えれば、協調制御モードは、先頭車両C tより後方を走行する車両Cが隊列Fから勝手に離脱することが禁止されているモードである。協調制御モードは、隊列の連結が終了するか、連結の中止が決定されるまで実施される。

[0139] 車両管理装置8 0の通信部8 0 1は、前方隊列F f及び後方隊列F rから走行情報を取得し、隊列情報と共に記憶部8 0 0に記憶する。また、外部サーバーから外的要因情報を取得して記憶部8 0 0に記憶する（ステップS 3 0 4）。

[0140] 次に、車両管理装置8 0の決定部8 0 5が、取得した走行情報に基づき、隊列を連結する連結形態を決定する（決定処理、決定工程）。具体的には、記憶部8 0 0に記憶された複数の連結方法から、隊列の走行情報をもとに最適な連結方法を選択して設定する（ステップS 3 0 5）。

連結方法には、連結する際の各隊列の速度の情報や隊列間の間隔、車両間隔等が定められている。連結方法の一例をあげると、「前方隊列F fの速度を落とし、後方隊列F rの速度を上げて隊列の間隔F D（図12参照）を詰める。その後、前方隊列F fと後方隊列F rの間隔F Dが、所定の間隔以下となった場合、前方隊列F f、後方隊列F r共に同一の速度で走行する。」という方法がある。また、別の連結方法として、「前方隊列の速度を落とし、後方隊列の速度を上げて隊列間の間隔を詰めるが、隊列間の間隔F Dが、隊列を構成する車両Cよりも広い場合、その状態から、後方隊列の車両Cが単位時速だけ上げて、隊列間の間隔F Dの大きさが車両間隔と一致するまで接近する」という方法がある。

[0141] 決定部805がステップS304で連結方法を選択して設定した後、決定部805は、さらに設定した連結方法に基づき、前方隊列F fの先頭車両C t 2及び後方隊列F rの先頭車両C t 1の運転モードを設定する（ステップS306）。

このとき、決定部805により選択された連結方法が、前方隊列F f及び後方隊列F rの両方を自動制御する方法である場合は、前方隊列F fの先頭車両C t 2及び後方隊列F rの先頭車両C t 1の両方を「自動運転モード」に設定する。

また、選択した連結方法が、後方隊列F rだけを自動制御する方法、例えば後方隊列F rの速度だけを上げる方法である場合、少なくとも後方隊列F rの先頭車両C t 1を「自動運転モード」に設定する。

選択した連結方法が、前方隊列F fだけを自動制御する方法である場合、例えば前方隊列F fの速度だけを下げる場合、少なくとも前方隊列F fの先頭車両C t 2を「自動運転モード」とする。

制御対象となる隊列Fの先頭車両C tを「自動運転モード」とすることにより、先頭車両C tを「遠隔運転モード」とする場合よりも安全に隊列同士を連結させることができる。

[0142] 次に、決定部805は、取得した隊列情報及び走行情報に基づき、連結前

の外的要因の安全確認を行う（ステップS 3 0 7）。具体的には、道路が連結可能な走行場所であるか、適切な天候であるか否かを確認する。このとき、後方隊列F rの先頭車両C t 1を遠隔運転しているオペレータは、モニタに映された図1 3に示す隊列Fの合成映像を見ることで安全確認を行ってもよい。

決定部8 0 5は、安全確認しつつ、ステップS 3 0 8で隊列間の連結が開始可能か否かを決定する。外的要因により、連結開始条件が成立しない場合（ステップS 3 0 8：N o）、ステップS 3 0 7に戻り、外的要因の安全確認を引き続き行う。ステップS 3 0 8において、連結開始条件が成立した場合、前方隊列F fの先頭車両C t 2及び後方隊列F rの先頭車両C t 1に、決定部8 0 5により選択した連結方法及び連結開始タイミングを送信する（ステップS 3 0 9：指示処理、指示工程）。

[0143] 前方隊列F fの先頭車両C t 2及び後方隊列F rの先頭車両C t 1は、車両管理装置8 0から、連結方法及び連結開始タイミングの情報を受信した後、受信した連結方法に従い隊列同士の連結を開始する（ステップS 3 1 0、S 3 1 1）。このとき、連結方法に運転モードが設定されている場合は、それに従い前方隊列F fの先頭車両C t 2及び後方隊列F rの先頭車両C t 1の運転モードを変更する。

また、車両管理装置8 0により前方隊列F fとの連結が許可され連結方法や連結開始タイミングの情報を受信したとき、後方隊列F rの先頭車両C t 1は、前方隊列F fの後方車両C rに搭載された識別マーク6 0（例えばQRコード（登録商標）、図1参照）を認識することで、連結対象となる前方隊列F fであることを確認してもよい。

[0144] 連結が開始された後も、前方隊列F f及び後方隊列F rを構成する各車両Cは走行情報を車両管理装置8 0に送信している（ステップS 3 1 2、S 3 1 3）。車両管理装置8 0は、前方隊列F fと後方隊列F rとが連結中であっても走行情報を解析して、隊列同士の連結を中止（解除）するか否かを判断している（ステップS 3 1 4）。連結中の「連結中止判断処理」について

、図 17 のフロー図を用いて説明する。

[0145] 車両管理装置 80 の通信部 801 は、前方隊列 F f 及び後方隊列 F r を構成する車両 C のそれぞれから走行情報を受信する（ステップ S 501）。判断部 804 は、隊列情報及び走行情報を解析する（ステップ S 502）。次に、判断部 804 は、連結中止条件が成立するか否かを判断する。連結中止条件が成立する場合（ステップ S 503：Y e s）は、前方隊列 F f の先頭車両 C t 2 及び後方隊列 F r の先頭車両 C t 1 に、連結中止（連結の解除）を通知する（ステップ S 504）。

[0146] この「連結中止条件」（所定の連結条件）は、隊列の連結の可否を判断したときに用いた「隊列連結禁止」と同じものであり、例えば、隊列同士の連結中に気候の変化があり雪や雨が降った場合、隊列の連結が中止される。

また、例えば、連結を開始した時点では、各隊列の予定走行ルート情報をもとに、隊列間で共通する予定走行ルートが十分に長く一定距離以上であったが、隊列同士の連結に時間がかかり、連結後において共通する予定走行ルートの距離（隊列走行距離）が一定距離以上とならないことが判明した場合は、連結中止条件が成立するため前方隊列 F f と後方隊列 F r との連結が中止される。

[0147] 連結中止条件が成立しない場合（ステップ S 503：N o）、車両管理装置 80 は、前方隊列 F f の先頭車両 C t 2 及び後方隊列 F r の先頭車両 C t 1 から連結完了通知を受信していないか確認する。連結完了通知を受信していない場合は、連結中であることから、ステップ S 501 に戻り「連結中止判断処理」を引き続き実行する。

判断部 804 は、この「連結中止判断処理」を、先頭車両 C t 1、C t 2 から連結完了通知を受信するまで繰り返し実行する。

[0148] 図 15 に戻る。「隊列連結制御処理」のステップ S 314 で車両管理装置 80 の判断部 804 が、隊列同士の連結の中止を決定した場合、通信部 801 により、連結中止通知を前方隊列 F f の先頭車両 C t 2 及び後方隊列 F r の先頭車両 C t 1 に送信する（ステップ S 315）。

前方隊列 F f の先頭車両 C t 2 及び後方隊列 F r の先頭車両 C t 1 は、連結中、車両管理装置 80 から、連結中止通知を受信したかを常に監視しており（ステップ S 3 1 6、S 3 1 7）、連結中止通知を受信していない場合（ステップ S 3 1 6、S 3 1 7 : N o）、隊列同士の連結動作を継続して連結を完了させる（ステップ S 3 1 8、S 3 2 0）。

連結中止通知を受信した場合（ステップ S 3 1 6、S 3 1 7 : Y e s）、隊列同士の連結動作を中止する（ステップ S 3 1 9、S 3 2 1）。

「隊列連結制御処理」は、前方隊列 F f 及び後方隊列 F r の連結が完了するか、連結の中止が決定されることにより終了する。

[0149] 図 1 4 の「連結判断処理」に戻る。「隊列連結制御処理」の終了後、前方隊列 F f の先頭車両 C t 2 及び後方隊列 F r の先頭車両 C t 1 は、連結が完了したかを確認する（ステップ S 2 0 7、S 2 0 8）。前方隊列 F f と後方隊列 F r との連結が完了している場合（ステップ S 2 0 7、S 2 0 8 : Y e s）、前方隊列 F f の先頭車両 C t 2 及び後方隊列 F r の先頭車両 C t 1 は、連結完了通知を車両管理装置 80 に送信する（ステップ S 2 0 9、S 2 1 0）。

[0150] 車両管理装置 80 の通信部 80 1 は、前方隊列 F f の先頭車両 C t 2 及び後方隊列 F r の先頭車両 C t 1 から、連結完了通知を受信した後、管理部 80 2 は連結後の新しい隊列 F n を構成する車両 C から走行情報を受信する。管理部 80 2 は、新しい隊列 F n を構成する各車両 C の走行情報から隊列情報を生成し記憶部 80 0 に記憶（保存）する（ステップ S 2 1 3）。その後、管理部 80 2 は連結後の新しい隊列 F n を管理する。

なお、連結完了通知は、前方隊列 F f の先頭車両 C t 2 と後方隊列 F r の先頭車両 C t 1 とのうち、いずれか一方から送信されてもよい。

[0151] 「隊列連結制御処理」において、前方隊列 F f と後方隊列 F r との連結が中止（解除）され、前方隊列 F f と後方隊列 F r との連結が完了しなかった場合（ステップ S 2 0 7、S 2 0 8 : N o）、前方隊列 F f の先頭車両 C t 2 及び後方隊列 F r の先頭車両 C t 1 は、連結中止とその理由を車両管理装

置 80 に送信する（ステップ S 211、S 212）。また、このとき、前方隊列 F f の先頭車両 C t 2 及び後方隊列 F r の先頭車両 C t 1 は、前方隊列 F f と後方隊列 F r とが独立して走行を継続することも通知する。

車両管理装置 80 の通信部 801 は、連結中止とその理由を受信し、それらの情報を記憶部 800 に記憶する。管理部 802 は、前方隊列 F f と後方隊列 F r とを独立して走行する隊列として管理する。

[0152] <前方隊列の先頭車両が遠隔運転モードである場合>

図 14 に示す連結判断処理の例では、前方隊列 F f の先頭車両 C t 2 が「自動運転モード」であり、後方隊列 F r の先頭車両 C t 1 が「遠隔運転モード」であった。これは一例であり、前方隊列 F f の先頭車両 C t 2 が「遠隔運転モード」で運転され、後方隊列 F r の先頭車両 C t 1 が「自動運転モード」で運転されている場合もある。

この場合、図 14 に示す「連結判断処理」を開始するとき、まず車両管理装置 80 が、前方隊列 F f 及び後方隊列 F r の走行情報から隊列間の距離 F D を算定する。隊列間の距離 F D が所定の距離より短いと判断した場合に、車両管理装置 80 が、連結確認を前方隊列 F f の先頭車両 C t 2 に送信する。

なお、後方隊列 F r の先頭車両 C t 1 が、例えば、高速道路に乗ったこと又は、予め指定した所定の道路での走行が開始されたことなどの連結可能条件が成立したときに、先頭車両 C t 1 が自動で連結要求を車両管理装置 80 に送信し、車両管理装置 80 が「連結判断処理」を開始してもよい。また、連結要求は、自動運転モードの後方隊列 F r の先頭車両 C t 1 が、前方隊列 F f の後方車両 C r に搭載された識別マーク 60 を認識したことを条件として自動的に送信されてもよい。

前方隊列 F f の先頭車両 C t 2 を遠隔運転するオペレータは、連結確認を受信したとき、例えば手動で連結可否応答を車両管理装置 80 に送信する。予め連結の可否が先頭車両 C t 2 に登録されている場合は、自動で連結可否応答を車両管理装置 80 に送信してもよい。

[0153] 前方隊列F fの先頭車両C t 2から連結可否応答を受信した車両管理装置8 0は、連結可能である場合、その後、ステップS 2 0 4の「連結許可判断処理」を実行し、外的要因情報や走行情報等により連結可能か否かを判断する。

その後は、後方隊列F rの先頭車両C t 1が遠隔運転モードである場合と同様に、連結許可送信（ステップS 2 0 5）の処理や「隊列連結制御」等の処理が実行され、前方隊列F fと後方隊列F rとの連結が実施される。

[0154] <各隊列の先頭車両が自動運転である場合>

前方隊列F f及び後方隊列F rの先頭車両C t 1、C t 2が両方とも自動運転モードで運転されている場合もある。

この場合、図1 4に示す「連結判断処理」を開始するとき、車両管理装置8 0が、前方隊列F f及び後方隊列F rの走行情報から隊列間の距離F Dを算定し、隊列間の距離F Dが所定の距離より短い（隊列同士が近い）と判断した場合に、連結確認送信を、両方の隊列F f、F rの先頭車両C t 2、C t 1に送信する。

[0155] なお、前方隊列F fの先頭車両C t 2又は後方隊列F rの先頭車両C t 1が、高速道路に乗ったこと、また、予め指定した所定の道路での走行が開始されたことなどの連結可能条件が成立したときに、先頭車両C t 2及びC t 1のいずれか一方が自動で連結要求を車両管理装置8 0に送信し、車両管理装置8 0が「連結判断処理」を開始してもよい。また、連結要求を自動運転モードの後方隊列F rの先頭車両C t 1が、前方隊列F fの後方車両C rに搭載された識別マーク6 0を認識することを条件として自動的に送信してもよい。

連結確認を受信した先頭車両C t 1、C t 2は、連結可否応答を車両管理装置8 0に送信し、その後、車両管理装置8 0は、先頭車両C t 1、C t 2の両方から受信した連結可否応答に基づき、連結の可否を判断する（連結判断処理のステップS 2 0 4）。

その後は、後方隊列F rの先頭車両C t 1が遠隔運転モードである場合と

同様に、連結許可送信（ステップS205）の処理や「隊列連結制御」等の処理が実行され、前方隊列Ffと後方隊列Frとの連結が実施される。

- [0156] なお、上記のように、高速道路に乗ったこと、予め指定した所定の道路での走行が開始されたことなどの条件が成立したときに、連結要求等の送信を行う場合、車両は、その成立した条件を満たすか否かを一定間隔で検出しており、その成立条件が満たさなくなることによって、追従車両（若しくは追従している隊列）が、連結走行を解除して離脱、分離することとしてもよい。

また、同様に、車両Cの識別マークを認識したことを条件として走行情報の送信を行っている場合、車両は、一定間隔で識別マークを認識する処理を行っており、識別マークを認識しなくなったことにより、追従車両（若しくは追従している隊列）が、連結走行を解除して離脱、分離することとしてもよい。

- [0157] 上記実施形態では、車両走行制御装置1（第1コンピュータ）及び車両管理装置80（第2コンピュータ）が読み取り可能な記録媒体に車両管理プログラムが記憶されており、車両走行制御装置1及び車両管理装置80が当該プログラムを読み出して実行することによって処理が実行される。ここで車両走行制御装置1及び車両管理装置80が読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等をいう。

そのほか、車両走行制御装置1及び車両管理装置80となる端末（携帯端末）を利用して専用ソフトウェアを起動させて、ウェブブラウザ上で車両管理プログラムが実行されることとしてもよい。

- [0158] 以上、上記実施形態では、主として本発明に係る車両管理装置、車両管理方法、車両管理システム及び車両管理プログラムに関して説明した。

上記の車両管理装置、車両管理方法、車両管理システム及び車両管理プログラムにより、隊列同士を連結する際、各隊列の連結形態を先頭車両それぞれに送信して、隊列間の連結を指示することにより、隊列同士の連結を円滑

に行うことができる。

すなわち、車両管理装置 80 は、一群の隊列の先頭車両に対してのみ、隊列 F の連結の可否を判断や連結許可の送信、連結状態の管理、連結に必要な情報の提供をしているが、先頭車両に追従する車両は車両走行制御システムにより走行しているため、車両管理装置 80 は直接一群の隊列 F の車両全体を管理することは行っていない。そのため、車両管理装置 80 が実行する処理が軽くなり、それにより隊列同士の連結を円滑に行うことが可能となっている。

また、隊列を連結させることにより先頭車両が少なくなることから、遠隔運転又は自動運転により運転される車両を減らすことができ、遠隔運転又は自動運転にかかる通信料を削減することができる。また、隊列を連結することで、隊列を構成する周囲の車両に対して同じ目的地に向かう自動運転の車両又は遠隔運転の車両であることを周知させることができ、車両の間に他の車両が割り込まれるリスクやあおり運転等を抑制できる。

なお、上記の実施形態は、本発明の理解を容易にするための一例に過ぎず、本発明を限定するものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明にはその等価物が含まれることは勿論である。

[0159] 上記の実施形態について以下に付記する。

(付記 1)

本願発明の車両管理装置は、車両を管理する車両管理装置であって、自車両に搭載された G N S S 受信機を通じて単独測位に必要な G N S S 情報を取得し、前記 G N S S 情報を用いて前記車両の絶対位置を算出する絶対位置算出部と、外部の基準局から相対測位に必要な G N S S 補正情報を受信した場合に、前記 G N S S 補正情報を用いて相対測位により前記絶対位置を補正し、前記基準局における前記車両の相対位置を算出する相対位置算出部と、前記相対位置を用いて前記車両の現在位置を特定する位置特定部と、前記位置特定部で特定した現在位置の情報に基づいて前記車両の走行制御を行う走行

制御部と、前記車両の現在位置の情報を送受信する第1通信部と、を具備する前記車両における前記第1通信部と通信を行う第2通信部と、前記第2通信部で各車両との通信により取得した当該車両に対する位置情報に基づき、前記走行制御部により走行制御された各車両における走行状態を管理する管理部と、前記管理部で管理する、前記車両の走行状態を制御する状態制御部と、を具備し、前記管理部は、前記車両それぞれが、該車両とは異なる他の車両から受信した位置情報に基づく走行により、複数の車両が一群の隊列を形成して走行している走行状態であることを管理し、前記状態制御部は、前記管理部で前記一群の隊列を形成して走行している走行状態を管理しているときに、前記車両の走行状態をもとに前記隊列間の連結可否を判断する判断部と、前記判断部による判断結果をもとに隊列間の連結形態を決定する決定部と、前記決定部で決定した連結形態に関する情報を前記隊列の先頭車両それぞれに送信することで隊列間の連結を指示する指示部と、前記指示部によって指示された先頭車両との通信により隊列間の連結を制御する連結制御部と、を具備することを特徴とする。

(付記2)

また、付記1に記載の車両管理装置において、前記第2通信部は、第1隊列を形成する先頭車両から、連結対象となる第2隊列との連結要求を受信し、前記判断部は、前記管理部で管理する前記第2隊列の先頭車両の走行状態に基づいて該第2隊列との連結が可能であるかを判断し、前記決定部は、前記判断部により前記第2隊列との連結が可能であると判断したときに前記第2隊列の先頭車両に対して、前記第1隊列との連結を要求し、前記第2隊列からの許諾応答を受けて、該許諾応答に含まれる前記第2隊列の隊列情報に基づき、前記第1隊列と前記第2隊列との連結形態を決定することを特徴とする。

(付記3)

また、付記2に記載の車両管理装置において、前記所定の連結条件は、各隊列の予定走行ルート情報をもとに、当該隊列同士の連結後の隊列走行距離

が一定距離となる場合に隊列間を連結して走行し、前記一定距離ではない場合に隊列間の連結を解除することであることを特徴とする。

(付記4)

また、付記1に記載の車両管理装置において、前記第2通信部は、前記車両の撮像装置により撮像された自車両の画像を受信し、前記管理部は、各車両から受信した画像のうち、各隊列の先頭車両と最後尾車両との画像を合成した隊列画像を隊列における走行状態として管理し、前記判断部は、前記隊列画像をもとに隊列間の連結可否を判断することであることを特徴とする。

符号の説明

- [0160] S 車両管理システム
 - S 1 車両走行制御システム
 - C 車両
 - V 自車両
 - V 1 電動パワーステアリング
 - V 1 a ハンドル
 - V 2 電動スロットル
 - V 2 a アクセルペダル
 - V 3 電磁ブレーキ装置
 - V 3 a ブレーキペダル
 - F V 対象車両
 - 1 車両走行制御装置
 - 1 0 車載センサ
 - 1 1 撮像装置
 - 1 1 a ~ 1 1 i 第1撮像装置～第9撮像装置
 - 1 2 レーダ（ミリ波レーダ）
 - 1 2 a ~ 1 2 d 第1レーダ～第4レーダ
 - 1 3 ライダ
 - 1 3 a ~ 1 3 e 第1ライダ～第5ライダ

- 2 0 車載ロケータ
- 2 1 G N S S 受信機 (R T K - G N S S 受信機)
- 2 2 慣性測定装置 (I M U)
- 3 0 車載 E C U
- 3 1 総合 E C U
- 3 2 ハンドル E C U
- 3 3 アクセル E C U
- 3 4 ブレーキ E C U
- 4 0 車載通信装置
- 5 0 車両情報発信装置
- 5 1 車載ロケータ
 - 5 1 a G N S S 受信機
 - 5 1 b 慣性測定装置
- 5 2 車載通信装置
- 6 0 識別マーク
 - 6 0 a ~ 6 0 l 第 1 識別マーク ~ 第 1 2 識別マーク
- 7 0 遠隔操作装置
- 7 1 モニタ
- 7 2 ナビモニタ
- 7 3 ハンドル
- 7 4 アクセルペダル
- 7 5 ブレーキペダル
- 7 6 操作スイッチ
- 8 0 車両管理装置
- 8 1 通信装置
- 1 0 0 記憶部
- 1 0 1 環境情報取得部
- 1 0 2 位置情報取得部

- 1 0 2 a 絶対位置算出部
- 1 0 2 b 相対位置算出部
- 1 0 2 c 補正位置算出部
- 1 0 2 d 受信判定部
- 1 0 3 運転制御部（走行制御部）
- 1 0 4 車両検知部
- 1 0 5 通信部
- 1 0 6 モード変更部
- 1 0 7 走行速度取得部
- 1 0 8 映像処理部
- 5 0 0 記憶部
- 5 0 1 位置情報取得部
- 5 0 2 通信部
- 7 0 0 記憶部
- 7 0 1 通信部
- 7 0 2 画面表示部
- 7 0 3 操作データ作成部
- 7 0 4 ユーザ報知部
- 8 0 0 記憶部
- 8 0 1 通信部（第2通信部）
- 8 0 2 管理部（管理部）
- 8 0 3 状態制御部
- 8 0 4 判断部
- 8 0 5 決定部
- 8 0 6 指示部
- 8 0 7 連結制御部
- S A 人工衛星
- S T 基準局

F 隊列
F f 前方隊列（第 2 隊列）
F r 後方隊列（第 1 隊列）
C t、C t 1、C t 2 先頭車両
C r 後方車両
C e 最後尾の車両
P 合成画像

請求の範囲

- [請求項1] 車両の現在位置の情報に基づいて前記車両の走行を制御する車両走行制御装置であって、
- 前記車両走行制御装置は、ネットワークを介した通信によって前記車両の走行を操作する遠隔操作装置と接続され、
- 前記車両走行制御装置は、
- 前記車両に搭載されたGNSS受信機を通じて単独測位に必要なGNSS情報を取得し、単独測位によって前記車両の絶対位置を算出する絶対位置算出部と、
- 外部の基準局から相対測位に必要なGNSS補正情報を受信できるか否かを判定する受信判定部と、
- 前記相対測位によって前記車両の相対位置を算出する相対位置算出部と、
- 前記車両の現在位置の情報を前記遠隔操作装置に送信する通信部と、
- を具備し、
- 前記通信部は、
- 前記GNSS補正情報を受信できる場合に前記相対位置に基づく位置情報を送信し、
- 前記GNSS補正情報を受信できない場合に前記絶対位置に基づく位置情報を送信する、車両走行制御装置。
- [請求項2] 前記車両走行制御装置は、前記車両に搭載された慣性測定装置から前記車両の加速度及び角速度の情報を取得し、前記GNSS補正情報と、前記加速度及び角速度の情報とに基づいて前記車両の相対位置を補正した補正相対位置を算出する補正位置算出部を具備し、
- 前記GNSS補正情報を受信できる場合、前記車両の現在位置の情報は、前記相対位置を補正した前記補正相対位置を用いて特定される位置情報である、請求項1に記載の車両走行制御装置。
- [請求項3] 前記補正位置算出部は、前記GNSS情報と、前記加速度及び角速

度の情報とに基づいて前記車両の絶対位置を補正した補正絶対位置をさらに算出し、

前記GNSS補正情報を受信できない場合、前記車両の現在位置の情報は、前記補正絶対位置を用いて特定される位置情報である、請求項2に記載の車両走行制御装置。

[請求項4]

前記受信判定部は、

前記GNSS情報を受信できるか否かをさらに判定し、

前記GNSS情報を受信できると判定された場合には、続けて前記GNSS補正情報を受信できるか否かを判定し、

前記GNSS情報を受信できないと判定された場合には、前記位置特定部は、直前に受信したGNSS情報と、前記加速度及び角速度の情報とに基づいて算出された前記車両の推測位置を用いて前記車両の現在位置を特定することを特徴とする請求項2に記載の車両走行制御装置。

[請求項5]

車両の現在位置の情報に基づいて前記車両の走行を制御するコンピュータによって実行される車両位置情報取得方法であって、

ネットワークを介した通信によって前記車両の走行を操作する遠隔操作装置と接続された前記コンピュータが、

前記車両に搭載されたGNSS受信機を通じて単独測位に必要なGNSS情報を取得し、単独測位によって前記車両の絶対位置を算出することと、

外部の基準局から相対測位に必要なGNSS補正情報を受信できるか否かを判定することと、

前記相対測位によって前記車両の相対位置を算出することと、

前記GNSS補正情報を受信できる場合に前記相対位置に基づく位置情報を前記遠隔操作装置に送信し、前記GNSS補正情報を受信できない場合に前記絶対位置に基づく位置情報を前記遠隔操作装置に送信することと、を実行する、車両位置情報取得方法。

- [請求項6] 車両の現在位置の情報に基づいて前記車両の走行を制御する車両走行制御装置としてのコンピュータに、
- 前記車両に搭載されたGNSS受信機を通じて単独測位に必要なGNSS情報を取得し、単独測位によって前記車両の絶対位置を算出する処理と、
- 外部の基準局から相対測位に必要なGNSS補正情報を受信できるか否かを判定する処理と、
- 前記相対測位によって前記車両の相対位置を算出する処理と、
- 前記GNSS補正情報を受信できる場合に前記相対位置に基づく位置情報を、前記コンピュータとネットワークを介した通信によって前記車両の走行を操作する遠隔操作装置に送信し、前記GNSS補正情報を受信できない場合に前記絶対位置に基づく位置情報を前記遠隔操作装置に送信する処理と、を実行させる、車両位置情報取得処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。
- [請求項7] 車両の現在位置の情報に基づいて前記車両の走行を制御する車両走行制御装置としてのコンピュータに、
- 前記車両に搭載されたGNSS受信機を通じて単独測位に必要なGNSS情報を取得し、単独測位によって前記車両の絶対位置を算出する処理と、
- 外部の基準局から相対測位に必要なGNSS補正情報を受信できるか否かを判定する処理と、
- 前記相対測位によって前記車両の相対位置を算出する処理と、
- 前記GNSS補正情報を受信できる場合に前記相対位置に基づく位置情報を、前記コンピュータとネットワークを介した通信によって前記車両の走行を操作する遠隔操作装置に送信し、前記GNSS補正情報を受信できない場合に前記絶対位置に基づく位置情報を前記遠隔操作装置に送信する処理と、を実行させる、車両位置情報取得処理プログラム。