

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7347465号
(P7347465)

(45)発行日 令和5年9月20日(2023.9.20)

(24)登録日 令和5年9月11日(2023.9.11)

| | | | | |
|------------|-----------------|---------|-------|---|
| (51)国際特許分類 | | F I | | |
| G 0 8 G | 1/09 (2006.01) | G 0 8 G | 1/09 | V |
| B 6 0 W | 50/00 (2006.01) | B 6 0 W | 50/00 | |
| G 0 8 G | 1/16 (2006.01) | G 0 8 G | 1/16 | A |

請求項の数 6 (全14頁)

| | | | |
|----------|----------------------------------|----------|--|
| (21)出願番号 | 特願2021-44990(P2021-44990) | (73)特許権者 | 000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地 |
| (22)出願日 | 令和3年3月18日(2021.3.18) | (74)代理人 | 110003199 弁理士法人高田・高橋国際特許事務所 |
| (65)公開番号 | 特開2022-144117(P2022-144117 A) | (72)発明者 | 浦野 博充 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 |
| (43)公開日 | 令和4年10月3日(2022.10.3) | (72)発明者 | 大瀧 翔 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 |
| 審査請求日 | 令和4年8月9日(2022.8.9) | (72)発明者 | 鈴木 隆史 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 | 高島 亨 |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 自動運転装置、自動運転方法、及びプログラムセット

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両に搭載される自動運転装置であって、
前記車両を自動運転する第1 E C Uと、
外部からの遠隔操作に従って前記車両を動作させる第2 E C Uと、
前記遠隔操作から自動運転への切り替えの際、及び、前記自動運転から前記遠隔操作への切り替えの際に、前記第1 E C Uから出力される制御情報と前記第2 E C Uから出力される制御情報とを調停する第3 E C Uと、を備え、

前記第1 E C Uは、前記第2 E C Uが前記車両を動作させている間は起動状態を保ち、
前記第2 E C Uは、前記第1 E C Uが前記車両を自動運転している間は省電力状態を保つ
ことを特徴とする自動運転装置。

10

【請求項2】

請求項1に記載の自動運転装置において、
前記第2 E C Uは、前記第1 E C Uからの起動指示を受けて前記省電力状態から起動状態へ移行し、前記第1 E C Uからの省電力指示を受けて前記起動状態から前記省電力状態へ移行する
ことを特徴とする自動運転装置。

【請求項3】

少なくとも2つの E C Uによって車両を自動運転する自動運転方法であって、
第1 E C Uによって前記車両を自動運転し、

20

第 2 E C U によって外部からの遠隔操作に従って前記車両を動作させ、
前記遠隔操作から自動運転への切り替えの際、及び、前記自動運転から前記遠隔操作への
切り替えの際に、第 3 E C U によって前記第 1 E C U から出力される制御情報と前記第 2
E C U から出力される制御情報とを調停し、

前記第 2 E C U が前記車両を動作させている間は前記第 1 E C U を起動状態に保ち、
 前記第 1 E C U が前記車両を自動運転している間は前記第 2 E C U を省電力状態に保つ
 ことを特徴とする自動運転方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の自動運転方法において、
 前記第 1 E C U からの起動指示によって前記第 2 E C U を前記省電力状態から起動状態
 へ移行させ、前記第 1 E C U からの省電力指示によって前記第 2 E C U を前記起動状態か
 ら前記省電力状態へ移行させる
 ことを特徴とする自動運転方法。

10

【請求項 5】

車両に搭載された少なくとも 2 つの E C U によって実行可能なプログラムセットであっ
 て、

第 1 E C U によって実行可能な第 1 プログラムと、
 第 2 E C U によって実行可能な第 2 プログラムと、
第 3 E C U によって実行可能な第 3 プログラムと、を含み、

20

前記第 1 プログラムは、前記第 1 E C U に、
 前記車両を自動運転する処理と、
 前記第 2 E C U が前記車両を動作させている間は前記第 1 E C U を起動状態に保つ処
 理と、を実行させ、

前記第 2 プログラムは、前記第 2 E C U に、
 外部からの遠隔操作に従って前記車両を動作させる処理と、
 前記第 1 E C U が前記車両を自動運転している間は前記第 2 E C U を省電力状態に保
 つ処理と、を実行させ、

前記第 3 プログラムは、前記第 3 E C U に、前記遠隔操作から自動運転への切り替えの際、
及び、前記自動運転から前記遠隔操作への切り替えの際に、前記第 1 E C U から出力さ
れる制御情報と前記第 2 E C U から出力される制御情報とを調停する処理を実行させる
 ことを特徴とするプログラムセット。

30

【請求項 6】

請求項 5 に記載のプログラムセットにおいて、
 前記第 1 プログラムは、前記第 1 E C U に、
 前記第 2 E C U に対して起動指示を出力する処理と、
 前記第 2 E C U に対して省電力指示を出力する処理と、を実行させ、
 前記第 2 プログラムは、前記第 2 E C U に、
 前記第 1 E C U からの前記起動指示を受けて前記省電力状態から起動状態へ移行する
 処理と、

前記第 1 E C U からの前記省電力指示を受けて前記起動状態から前記省電力状態へ移
 行する処理と、を実行させる
 ことを特徴とするプログラムセット。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動運転装置、自動運転方法、及びプログラムセットに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、自動運転車両の遠隔操作に関する技術が開示されている。この従来技
 術によれば、自動運転が困難になった場合、車両と遠隔操作管理設備との間で通信が行わ

50

れ、遠隔操作者により車両が遠隔運転される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2018-077649号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

1つの車両において自動運転と遠隔操作とを実現する方法として、自動運転用のECU (Electronic Control Unit) と遠隔操作用のECUとをそれぞれ別々に搭載することが考えられる。もちろん、1つのECU上において自動運転用のアプリケーションと遠隔操作用のアプリケーションとを動作させるという方法もある。しかし、後者の方法の場合、各アプリケーションが計算資源を多量に消費するため、ECUには高い負荷がかかる。このため高性能なECUを必要とし、コストアップを招いてしまう。また、後者の場合、そのECUがダウンした場合には、自動運転も遠隔操作も行えなくなってしまう。つまり、コストの観点からもフェールセーフの観点からも、前者の方法が現実的である。

10

【0005】

一方、EVやPHVを含む自動運転車両では、バッテリーの消費を減らして航続距離を延ばすため、より一層の省電力化が求められている。ECUも電力を消費することから、搭載するECUの数を増やせば、その分、全体としての消費電力は大きくなる。ゆえに、自動運転用のECUと遠隔操作用のECUとをそれぞれ別々に搭載するのであれば、電力消費を抑えるための何らかの工夫が必要とされる。

20

【0006】

本開示は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、自動運転と遠隔操作とが可能な車両において、ECUによる電力消費を抑えることができる技術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】

本開示は、上記目的を達成するための自動運転装置を提供する。本開示に係る自動運転装置は、車両を自動運転する第1ECUと、外部からの遠隔操作に従って車両を動作させる第2ECUとを備える。第1ECUは、第2ECUが車両を動作させている間は起動状態を保ち、第2ECUは、第1ECUが車両を自動運転している間は省電力状態を保つ。

30

【0008】

本自動運転装置において、第2ECUは、第1ECUからの起動指示を受けて省電力状態から起動状態へ移行し、第1ECUからの省電力指示を受けて起動状態から省電力状態へ移行してもよい。また、本自動運転装置は、遠隔操作から自動運転への切り替えの際、及び、自動運転から遠隔操作への切り替えの際に、第1ECUから出力される制御情報と第2ECUから出力される制御情報とを調停する第3ECUをさらに備えてもよい。

【0009】

また、本開示は、上記目的を達成するための自動運転方法を提供する。本開示に係る自動運転方法は、少なくとも2つのECUによって車両を自動運転する方法であって、第1ECUによって車両を自動運転し、第2ECUによって外部からの遠隔操作に従って車両を動作させる。本自動運転方法は、第2ECUが車両を動作させている間は第1ECUを起動状態に保ち、第1ECUが車両を自動運転している間は第2ECUを省電力状態に保つ。

40

【0010】

また、本開示は、上記目的を達成するための自動運転プログラムセットを提供する。本開示に係るプログラムセットは、車両に搭載された少なくとも2つのECUによって実行可能なプログラムセットであって、第1ECUによって実行可能な第1プログラムと、第2ECUによって実行可能な第2プログラムとを含む。第1プログラムは、第1ECUに

50

、車両を自動運転する処理と、第2 ECUが車両を動作させている間は第1 ECUを起動状態に保つ処理とを実行させる。第2プログラムは、第2 ECUに、外部からの遠隔操作に従って車両を動作させる処理と、第1 ECUが車両を自動運転している間は第2 ECUを省電力状態に保つ処理とを実行させる。

【発明の効果】

【0011】

本開示に係る技術によれば、第1 ECUが車両を自動運転している間は第2 ECUを省電力状態に保つことで、ECUによる電力消費を抑えることができる。一方、第2 ECUが車両を動作させている間は第1 ECUを起動状態に保つことで、自動運転が可能な状況或いは遠隔操作が困難な状況になったときに遠隔操作から自動運転へ速やかに切り替えることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本開示の実施形態に係る自動運転車両を用いた遠隔操作システムの構成を概略的に示す図である。

【図2】本開示の実施形態に係る自動運転装置の動作の概要を説明する図である。

【図3】本開示の実施形態に係る自動運転装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図4】本開示の実施形態に係る自動運転方法を示すフローチャートである。

【図5】自動運転から遠隔操作への移行時の自動運転 ECU と遠隔操作 ECU の各動作を示すシーケンス図である。

20

【図6】遠隔操作から自動運転への移行時の自動運転 ECU と遠隔操作 ECU の各動作を示すシーケンス図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、図面を参照して本開示の実施形態について説明する。ただし、以下に示す実施形態において各要素の個数、数量、量、範囲等の数に言及した場合、特に明示した場合や原理的に明らかにその数に特定される場合を除いて、その言及した数に、本開示に係る技術思想が限定されるものではない。また、以下に示す実施形態において説明する構造等は、特に明示した場合や明らかに原理的にそれに特定される場合を除いて、本開示に係る技術思想に必ずしも必須のものではない。

30

【0014】

1. 遠隔操作システムの概略構成

図1は、本実施形態に共通する遠隔操作システムの構成を概略的に示す図である。遠隔操作システム100は、遠隔操作センタ30から自動運転車両20を遠隔操作するシステムである。自動運転車両20の自動運転レベルとしては、例えば、レベル4又はレベル5が想定される。以下、自動運転車両20を単に車両20と呼ぶ。車両20には、自動運転装置21が搭載されている。自動運転装置21は、車両を自動運転する第1 ECU (Electronic Control Unit) 211と、外部からの遠隔操作に従って車両20を動作させる第2 ECU 212とを備える。以下、自動運転用の ECU である第1 ECU 211を自動運転 ECU 211と称し、遠隔操作用の ECU である第2 ECU 212を遠隔操作 ECU 212と称する。

40

【0015】

本開示における遠隔操作は、遠隔支援と遠隔運転とを含む。遠隔支援及び遠隔運転は、車両20が自動運転を継続することが困難になった場合或いは困難になることが予測される場合に、車両20からの依頼に基づいて遠隔操作者36によって行われる。

【0016】

遠隔支援では、車両20による自動運転のための判断の一部を遠隔操作者36が行う。運転に必要な認知、判断、及び操作に関する基本的な計算は車両20において行われる。遠隔操作者36は、車両20から送信される情報に基づき、車両20が取るべき行動を判断し、車両20に指示する。遠隔操作者36から車両20に対して送られる遠隔支援の指

50

示には、車両 20 の進行の指示及び車両 20 の停止の指示が含まれる。また、遠隔支援の指示には、前方の障害物に対するオフセット回避の指示、先行車の追い越しの指示、緊急退避の指示等が含まれていてもよい。

【0017】

遠隔運転では、車両 20 の運転、詳しくは、操舵操作又は加減速操作の少なくとも一部を遠隔操作者 36 が行う。遠隔運転では、運転に必要な認知、判断、及び操作は遠隔操作者 36 によって担われる。遠隔操作者 36 は、遠隔の場所から車両 20 の運転席で行うのと同じように車両 20 を運転する。ただし、遠隔運転では、必ずしも認知、判断、及び操作の全てを遠隔操作者 36 が行う必要はない。認知、判断、及び操作のうち少なくとも一部が車両 20 の機能によって補助されてもよい。

10

【0018】

遠隔操作センタ 30 には、サーバ 32 及び遠隔操作端末 34 が設置されている。車両 20 は、4G や 5G を含む通信ネットワーク 10 を介してサーバ 32 に接続されている。サーバ 32 と通信可能な車両 20 の台数は 1 台以上好ましくは複数台である。車両 20 から発せられる遠隔操作の依頼はサーバ 32 が受信する。サーバ 32 は、遠隔操作の依頼の内容（例えば、遠隔支援の依頼か遠隔運転の依頼か）に基づき、依頼に対応させる遠隔操作者 36 を選定する。

【0019】

遠隔操作端末 34 は、遠隔操作者 36 によって操作される遠隔操作のためのインタフェース（HMI）である。遠隔操作端末 34 は、遠隔操作者 36 に対して車両 20 の遠隔操作に必要な情報を出力する情報出力部と、遠隔操作者 36 の遠隔操作のための操作を入力する操作入力部とを備える。情報出力部は、例えば、車両 20 のカメラにより撮像された画像を出力するディスプレイと、車両 20 のマイクにより集音された音を出力するスピーカとを含む。操作入力部は、遠隔支援用であれば、ボタン、レバー、及びタッチパネルを例示することができる。遠隔運転用の操作入力部には、例えば、ステアリングホイール、アクセルペダル、ブレーキペダル、方向指示器の操作レバー、及びワイパーの操作レバーが含まれる。遠隔運転のための遠隔操作端末 34 と遠隔支援のための遠隔操作端末 34 とは別端末であってもよいし、共通端末でもよい。遠隔操作端末 34 は少なくとも 1 台以上好ましくは複数台設けられている。遠隔操作センタ 30 には、遠隔操作端末 34 の台数に応じた人数の遠隔操作者 36 が待機している。

20

30

【0020】

遠隔操作端末 34 は、LAN やインターネットを含む通信ネットワークを介してサーバ 32 に接続されている。なお、遠隔操作センタ 30 は、必ずしも実在する施設である必要はない。ここでは、遠隔操作端末 34 がサーバ 32 と通信ネットワークで接続されてなるシステムを遠隔操作センタ 30 と称する。ゆえに、クラウド上にサーバ 32 が設置され、各地のサテライトオフィスや遠隔操作者 36 の自宅に遠隔操作端末 34 が設置されていてもよい。

【0021】

2. 自動運転装置の動作の概要

図 2 は、自動運転装置 21 の動作の概要を説明する図である。図 2 には、自動運転装置 21 による車両 20 の制御状態が矢印線の線種で示されている。実線の矢印線で示される車両 20 の走行経路は、車両 20 が自動運転されていることを表している。点線の矢印線で示される車両 20 の走行経路は、車両 20 が遠隔操作されていることを表している。

40

【0022】

車両 20 の自動運転は、自動運転 ECU 211 によって行われる。当然のことながら、自動運転が行われている間は、自動運転 ECU 211 は起動状態を保たれている。この間、遠隔操作 ECU 212 の遠隔操作機能は利用されないため、遠隔操作 ECU 212 は省電力状態に保持することができる。なお、省電力状態には、遠隔操作 ECU 212 の電源をオフにすることと、スリープ状態にすることが含まれる。また、省電力が実現できるのであれば、省電力状態には、CPU や GPU などの計算を実行しない内部計算モジュール

50

ルのオフが含まれてもよい。

【0023】

一方、車両20の遠隔操作は、遠隔操作者36からの指示に従い遠隔操作ECU212によって行われる。詳しくは、遠隔操作者36と遠隔操作ECU212との間で通信が行われ、遠隔操作ECU212は、遠隔操作者36から受信した指示に従って車両20を動作させる。この間、自動運転ECU211の自動運転機能は利用されないので、電力消費を抑える1つの案として、自動運転ECU211を省電力状態にすることが考えられる。しかし、遠隔操作の実行中に自動運転ECU211を省電力状態にしてしまうと、自動運転の実施可否の判断を行えないために遠隔操作から自動運転への移行ができなくなる。この課題について以下に詳しく説明する。

10

【0024】

まず、自動運転の実施可否の判断要素は、例えば、以下の通りである。

【0025】

要素A：車両外の走行環境条件

地図が整備されていないために自動運転ができないこと、工事が行われたために地形・交通規則の変更が行われた可能性があり自動運転ができないことなどがこの判断要素の具体例として挙げられる。

【0026】

要素B：センサなどのハードウェア状態

汚れにより自動運転に必要なセンサが動作しないこと、照度が適切ではないために自動運転に必要なカメラが利用できないこと、雨・霧のために自動運転に必要なLiDARが利用できないことなどがこの判断要素の具体例として挙げられる。また、GPSが衛星信号を受信できないため自己位置推定ができないこともこの判断要素の具体例として挙げられる。

20

【0027】

要素C：その他ハードウェア状態及びソフトウェア状態

自動運転に必要なハードウェアの破損・熱暴走・ハングによって自動運転が実行できないこと、ソフトウェアの異常によって自動運転が実行できないことなどがこの判断要素の具体例として挙げられる。

【0028】

要素D：その場の状況への自動運転の適応性

レベル5の完全自動運転が可能な車両であればすべての状況に対応できる可能性があるかもしれない。しかし、レベル4以下の自動運転車両では、また、レベル5の自動運転車両であっても、その場で実際に計算を行わなければ自動運転の実施可否の判断を下せない場合がある。

30

【0029】

以上のように自動運転の実施可否の判断要素には、要素Aのような外部要因によって一意に決められるものだけではなく、要素Dのような実際に自動運転ECU211を動作させなければ判断を下せないものも含まれている。

【0030】

自動運転ECU211と遠隔操作ECU212とが搭載された車両20は、遠隔操作に必要な人件費を考慮すると、可能な限り自動運転ECU211が継続して車両制御を担うことが望ましい。もし自動運転を継続できないと判定されたときには、たとえ遠隔操作ECU212が省電力状態であったとしても自動運転ECU211が遠隔操作ECU212を呼び出せばよい。ゆえに、自動運転の実行時に遠隔操作ECU212を省電力状態にしたとしても、自動運転から遠隔操作への移行は可能である。

40

【0031】

他方、上述のとおり、自動運転の実施可否の判断要素には、要素Aのような外部要因によって一意に決められるものだけではなく、要素Dのような実際に自動運転ECU211を動作させなければ判断を下せないものも含まれている。このため、遠隔操作の実行時に

50

自動運転 ECU 211 が省電力状態になっていると、自動運転の実施可否の判断を行うことができない。遠隔操作者 36 が遠隔操作から自動運転への切り替えを行うことも考えられるが、どのタイミングで自動運転 ECU 211 が動作可能なのか遠隔操作者 36 にとっては知る術がない。そのため自動運転への移行ができずに遠隔操作の実行時間が長くなってしまう。

【0032】

そこで、図 2 に示す自動運転 ECU 211 及び遠隔操作 ECU 212 の各動作状態の通り、自動運転装置 21 は、自動運転の実行時には遠隔操作 ECU 212 を省電力状態にする一方、遠隔操作の実行時には自動運転 ECU 211 を並行して起動させておく。つまり、自動運転 ECU 211 は継続的に動作させ、一方で遠隔操作 ECU 212 は自動運転 ECU 211 が呼び出した時だけ動作させる。これにより ECU の電力消費の低減による省電力化と人件費の低減を実現することが可能になる。

10

【0033】

3. 自動運転装置の構成

以下、図 2 に示す自動運転 ECU 211 及び遠隔操作 ECU 212 の各動作状態を実現可能な自動運転装置 21 について図 3 を用いて説明する。図 3 は、自動運転装置 21 の構成の一例を示すブロック図である。

【0034】

自動運転装置 21 には、センサ群 22 が CAN (Controller Area Network) 等の車載ネットワークを用いて接続されている。センサ群 22 は、車両 20 の周囲の状況を認識するための認識センサとしての LiDAR 22a、カメラ 22b、及びミリ波センサ 22c を含む。カメラ 22b は、自動運転用と遠隔操作用とで共用されてもよいし、自動運転用のカメラと遠隔操作用のカメラとが別々に設けられてもよい。また、センサ群 22 は、車両 20 の位置及び方位を検出する位置センサとしての GPS (Global Positioning System) 受信機 22d を含む。さらに、センサ群 22 は、内部センサ 22e を含む。内部センサ 22e は、車両 20 の運動に関する情報を取得する状態センサを含む。状態センサとしては、例えば、車輪速センサ、加速度センサ、角速度センサ、及び舵角センサが例示される。

20

【0035】

自動運転装置 21 には、アクチュエータ 23 が CAN 等の車載ネットワークを用いて接続されている。アクチュエータ 23 は、車両 20 を操舵する操舵装置、車両 20 を駆動する駆動装置、及び車両 20 を制動する制動装置を含んでいる。操舵装置には、例えば、パワーステアリングシステム、ステアバイワイヤ操舵システム、及び後輪操舵システムが含まれる。駆動装置には、例えば、エンジン、EV システム、及びハイブリッドシステムが含まれる。制動装置には、例えば、油圧ブレーキ、及び電力回生ブレーキが含まれる。また、方向指示器やワイパー等、車両 20 を安全に走行させる上で動作させることが必要な装置はアクチュエータ 23 に含まれる。アクチュエータ 23 は、自動運転装置 21 から送信される制御信号によって動作する。

30

【0036】

自動運転装置 21 は、自動運転 ECU 211、遠隔操作 ECU 212、及び第 3 の ECU としての車両制御 ECU 213 を備える。これらの ECU 211、212、213 は CAN 等の車載ネットワークを用いて接続されている。各 ECU 211、212、213 は、プロセッサとプロセッサに結合されたメモリとを備えている。メモリには、プロセッサで実行可能な 1 つ又は複数のプログラムとそれに関連する種々の情報とが記憶されている。プロセッサがプログラムを実行することにより、プロセッサによる各種処理が実現される。また、メモリは主記憶装置と補助記憶装置とを含む。補助記憶装置には地図データベースを含む各種データベースが備えられている。

40

【0037】

自動運転 ECU 211 は、自動運転システム部 211a と遠隔操作機能制御部 211b とを備える。これらは、自動運転 ECU 211 のメモリに記憶されたプログラムがプロセ

50

ッサで実行されたときに、自動運転 ECU 211 の機能として実現される。

【0038】

自動運転システム部 211a は、センサ群 22 からの各種検出情報、また必要であれば記憶装置内の各種データベースから取得した情報に基づいて自動運転の実施可否の判断を行う。その判断における判断要素は前述の通りである。そして、自動運転を実施可能であれば、自動運転システム部 211a は、自動運転のための制御情報（以下、自動運転制御情報という）を生成する。また、自動運転システム部 211a は、自動運転の実施可否の判断結果に応じた信号を遠隔操作機能制御部 211b に信号する。

【0039】

自動運転制御情報の生成には、既知の手法を用いることができる。以下、その一例について説明する。まず、GPS 22d で受信した車両 20 の位置情報と、内部センサ 22e で検出された車両 20 の運動に関する情報と、地図データベースから得られる地図情報とに基づいて、地図上における車両 20 の位置が認識される。また、LiDAR 22a、カメラ 22b、及びミリ波センサ 22c による検出情報が取得される。そして、パターンマッチングやディープラーニングなどの手法を用いて車両 20 の周囲の物体が認識され、その存在位置及び種別の特定が行われる。位置及び種別が特定された物体は物標として出力される。次に、地図データベースに記録された経路と物標情報に基づいて、車両 20 の走行計画が作成される。走行計画は、経路上において車両 20 が安全、法令順守、走行効率等の基準に照らして好適に走行するように作成される。

【0040】

自動運転システム部 211a は、このように作成された走行計画に基づいて目標軌跡を生成する。目標軌跡は、車両 20 に固定された座標系での車両 20 の目標位置の集合と、各目標点での目標速度とを含む。自動運転システム部 211a は、生成した目標軌跡を自動運転制御情報として出力する。別の態様として、自動運転システム部 211a は、目標軌跡に車両 20 を追従させるためのアクチュエータ制御量（例えば、操舵角やペダル踏み込み量など）を算出し、アクチュエータ制御量を自動運転制御情報として出力してもよい。さらに別の態様として、車両 20 が走行しても良い空間を走行計画に基づき作成し、その空間を自動運転制御情報として出力してもよい。また、走行計画に車線変更や交差点での右左折が含まれている場合には、方向指示器のオン・オフ操作が自動運転制御情報に含まれてもよい。

【0041】

遠隔操作機能制御部 211b は、自動運転システム部 211a からの信号に基づき、遠隔操作 ECU 212 に対して起動信号或いは停止信号を送信する。詳しくは、自動運転が可能であれば、遠隔操作機能制御部 211b は、遠隔操作 ECU 212 に対して停止信号を送信し、遠隔操作 ECU 212 を省電力状態にする。逆に自動運転が不可能であれば、遠隔操作機能制御部 211b は、遠隔操作 ECU 212 に対して起動信号を送信し、遠隔操作 ECU 212 を起動する。

【0042】

遠隔操作 ECU 212 は、遠隔操作システム部 212a を備える。遠隔操作システム部 212a は、遠隔操作 ECU 212 のメモリに記憶されたプログラムがプロセッサで実行されたときに、遠隔操作 ECU 212 の機能として実現される。なお、遠隔操作 ECU 212 のメモリに記憶されたプログラムは、自動運転 ECU 211 のメモリに記憶されたプログラムとともに、自動運転装置 21 を機能させるプログラムセットを構成する。

【0043】

遠隔操作システム部 212a は、サーバ 32 と通信し、遠隔操作に必要な情報をサーバ 32 に送信する。サーバ 32 に送信される情報には、カメラ 22b で取得した画像を含むセンサ群 22 からの各種検出情報、また必要であれば記憶装置内の各種データベースから取得した情報が含まれる。また、遠隔操作に有用であるならば、道路交通情報システムから取得した道路交通情報などの遠隔操作システム 100 の外部から取得した情報が送信情報に含まれていてもよい。遠隔操作システム部 212a からサーバ 32 に送信された情報

10

20

30

40

50

は、サーバ 3 2 で処理されて遠隔操作端末 3 4 に送信される。

【 0 0 4 4 】

また、遠隔操作システム部 2 1 2 a は、サーバ 3 2 と通信し、遠隔操作のための遠隔操作信号をサーバ 3 2 から受信する。遠隔操作信号は、遠隔操作者 3 6 が遠隔操作端末 3 4 に入力した信号である。遠隔運転が行われる場合、遠隔操作信号は、例えば、操舵操作やペダル操作によって生成される遠隔運転信号である。遠隔支援が行われる場合、遠隔操作信号は、例えば、ボタンやレバーの操作によって生成される遠隔支援信号である。

【 0 0 4 5 】

遠隔操作システム部 2 1 2 a は、サーバ 3 2 から受信した遠隔操作信号から遠隔操作のための制御情報（以下、遠隔操作制御情報という）を生成する。遠隔操作制御情報は、車両 2 0 の制御が可能であればどのような情報でもよい。例えば、アクチュエータ制御量を遠隔操作制御情報として生成してもよい。この場合、例えば通信途絶・遅延の問題がないのであれば、毎時制御量を遠隔操作制御情報として生成してもよい。或いは、通信途絶・遅延に頑健性を持たせるために、現在の制御量から予想される将来の制御量を毎時制御量に付加してもよい。例えば、前述の車両 2 0 が走行しても良い空間のような情報を付け加えてもよい。なお、通信途絶・遅延の頑健性を担保する機能は、後述する車両制御 E C U 2 1 3 に担わせてもよい。

10

【 0 0 4 6 】

車両制御 E C U 2 1 3 は、制御情報調停部 2 1 3 a とアクチュエータ制御部 2 1 3 b とを備える。これらは、車両制御 E C U 2 1 3 のメモリに記憶されたプログラムがプロセッサで実行されたときに、車両制御 E C U 2 1 3 の機能として実現される。

20

【 0 0 4 7 】

制御情報調停部 2 1 3 a は、自動運転システム部 2 1 1 a から送信される自動運転制御情報と、遠隔操作システム部 2 1 2 a から送信される遠隔操作制御情報とを調停する。制御情報調停部 2 1 3 a による調停の役割と方法としては以下の例が挙げられる。

【 0 0 4 8 】

調停方法 1：どちらか一方の制御情報のみを採用する方法

自動運転の可否によって遠隔操作 E C U 2 1 2 が起動 / 停止されるため、本来的にはどちらか一方からしか制御情報の入力はない。しかし、時間同期が保証されていないシステムにおいては、2 つの制御情報が入力される可能性がある。そこで、自動運転が可能であれば、自動運転制御情報のみを採用し、遠隔操作制御情報は却下する。これにより、制御情報調停部 2 1 3 a によって時間同期が保証される。

30

【 0 0 4 9 】

調停方法 2：どちらか一方の制御情報のみを採用し、移行時には滑らかに制御情報をつなぐ方法

自動運転から遠隔操作への移行時、或いは、遠隔操作から自動運転への移行時に制御情報をすばやく切り替えると、その切り替え時に車両 2 0 の挙動が不安定になって乗客に不快感を与える恐れがある。例えば、自動運転がアクセルペダルを踏みこむ指示を与え、遠隔操作がアクセルペダルを放す指示を与える場合、自動運転から遠隔操作への移行時には急減速が生じ、遠隔操作から自動運転への移行時には急加速が生じてしまう。そこで、これらの移行時には、制御情報を滑らかにつなぐ計算を行う。

40

【 0 0 5 0 】

制御情報調停部 2 1 3 a で調停された制御情報は、後段のアクチュエータ制御部 2 1 3 b に送信される。アクチュエータ制御部 2 1 3 b は、制御情報調停部 2 1 3 a から送信される制御情報に従って各アクチュエータ 2 3 のアクチュエータ制御量を計算する。そして、アクチュエータ制御部 2 1 3 b は、アクチュエータ制御量によって各アクチュエータ 2 3 を制御する。なお、上記の調停方法 2 における制御情報を滑らかにつなぐとは、アクチュエータ制御量が滑らかに変化するような制御情報を生成することを意味する。

【 0 0 5 1 】

4. 自動運転装置による自動運転方法

50

以上のように構成される自動運転装置 2 1 による自動運転方法について図 4 を用いて説明する。図 4 は、自動運転装置 2 1 による自動運転方法を示すフローチャートである。フローチャートには、各ステップの処理の内容とともに処理の主体が表示されている。なお、フローチャートは、一例として、自動運転 ECU 2 1 1 によって自動運転が行われている状態からスタートしている。

【 0 0 5 2 】

まず、ステップ S 1 では、自動運転 ECU 2 1 1 による制御、すなわち自動運転が行われている。この処理の主体は自動運転システム部 2 1 1 a である。ステップ S 2 では、自動運転システム部 2 1 1 a によって自動運転 ECU 2 1 1 は継続して動作可能かどうか判定される。この判定では、前述の判断要素 A - D が考慮される。継続して動作可能と判断された場合、ステップ S 1 に戻り、自動運転 ECU 2 1 1 による制御が継続される。

10

【 0 0 5 3 】

ステップ S 2 で継続不可と判断された場合、遠隔操作機能制御部 2 1 1 b によってステップ S 3 の処理が行われる。ステップ S 3 では、遠隔操作機能制御部 2 1 1 b によって遠隔操作 ECU 2 1 2 が起動される。

【 0 0 5 4 】

ステップ S 4 では、遠隔操作 ECU 2 1 2 による制御、すなわち遠隔操作が行われる。この処理の主体は遠隔操作システム部 2 1 2 a である。ステップ S 5 では、自動運転システム部 2 1 1 a によって自動運転 ECU 2 1 1 は動作可能かどうか判定される。この判定では、前述の判断要素 A - D が考慮される。動作不可と判断された場合、ステップ S 4 に戻り、遠隔操作 ECU 2 1 2 による制御が継続される。

20

【 0 0 5 5 】

ステップ S 5 で動作可能と判断された場合、自動運転システム部 2 1 1 a によってステップ S 6 の処理が行われる。ステップ S 6 では、自動運転システム部 2 1 1 a によって自動運転 ECU 2 1 1 による制御が開始される。そして、ステップ S 7 では、遠隔操作機能制御部 2 1 1 b によって遠隔操作 ECU 2 1 2 が省電力モードにされる。

【 0 0 5 6 】

以上の自動運転方法をシーケンス図によって表したものが図 5 及び図 6 である。図 5 は、自動運転から遠隔操作への移行時の自動運転 ECU 2 1 1 と遠隔操作 ECU 2 1 2 の各動作を示すシーケンス図である。図 5 に示すように、自動運転から遠隔操作への移行時には、自動運転 ECU 2 1 1 から遠隔操作 ECU 2 1 2 へ省電力の解除指示、すなわち、起動指示が送信される。遠隔操作 ECU 2 1 2 は、自動運転 ECU 2 1 1 からの省電力の解除指示を受けて省電力状態から起動状態へ移行する。起動状態への移行が完了したら、遠隔操作 ECU 2 1 2 は自動運転 ECU 2 1 1 へ起動したことを通知する。

30

【 0 0 5 7 】

図 6 は、遠隔操作から自動運転への移行時の自動運転 ECU 2 1 1 と遠隔操作 ECU 2 1 2 の各動作を示すシーケンス図である。図 6 に示すように、遠隔操作から自動運転への移行時には、自動運転 ECU 2 1 1 から遠隔操作 ECU 2 1 2 へ省電力指示、すなわち、停止指示が送信される。遠隔操作 ECU 2 1 2 は、自動運転 ECU 2 1 1 からの省電力指示を受けて起動状態から省電力状態へ移行する。省電力状態へ移行した際には、遠隔操作 ECU 2 1 2 から自動運転 ECU 2 1 1 へ応答信号が送信される。

40

【 0 0 5 8 】

5 . その他実施形態

上述の実施形態では、判断要素 A - D によって自動運転の実施可否が判断されている。これらは、自動運転の計算の可否を判定する要素であるが、自動運転から遠隔操作への移行条件に何らかの制約が課されている場合がある。例えば、移行時の制約としては以下のような例を挙げることができる。自動運転システム部 2 1 1 a における自動運転の実施可否の判断では、判断要素 A - D に加えて、これらの制約 1 - 3 のような情報を用いてもよい。

制約 1 : 移行時には速度はゼロでなければならない。

50

制約 2 : 移行時には操舵角を中立に戻さなければならない。

制約 3 : 遠隔操作から自動運転への移行時には、例えばバス停のような所定の地点に車両 20 を停車させなければならない。

【 0 0 5 9 】

上述の実施形態では、自動運転システム部 2 1 1 a において、自動運転の実施可否の判断と、自動運転の実施が可能な場合の自動運転制御情報の生成とが行われている。これら 2 つの機能は別々に設けられてもよい。すなわち、自動運転 ECU 2 1 1 の機能として、自動運転実施可否判断部と、自動運転制御情報生成部と、前述の遠隔操作機能制御部とを設けてもよい。

【 0 0 6 0 】

また、上述の実施形態における遠隔操作 ECU 2 1 2 は、遠隔支援用の遠隔支援 ECU と遠隔運転用の遠隔運転 ECU との集合として構成されてもよい。この場合、遠隔支援が実行される場合には、遠隔運転 ECU は省電力状態のまま遠隔支援 ECU のみが起動され、遠隔運転が実行される場合には、遠隔支援 ECU は省電力状態のまま遠隔運転 ECU が起動されるようにしてもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 1 】

- 1 0 通信ネットワーク
- 2 0 自動運転車両
- 2 1 自動運転装置
- 2 2 センサ群
- 2 3 アクチュエータ
- 3 0 遠隔操作センタ
- 3 2 サーバ
- 3 4 遠隔操作端末
- 3 6 遠隔操作者
- 1 0 0 遠隔操作システム
- 2 1 1 自動運転 ECU
- 2 1 2 遠隔操作 ECU
- 2 1 3 車両制御 ECU

10

20

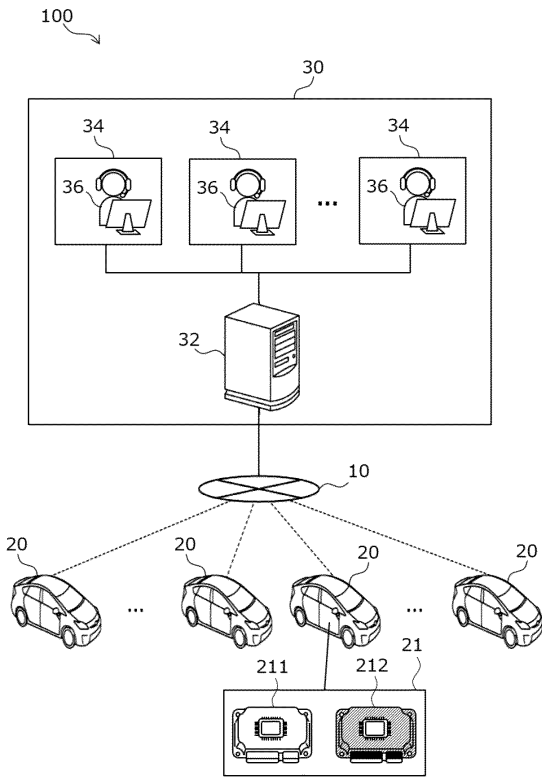
30

40

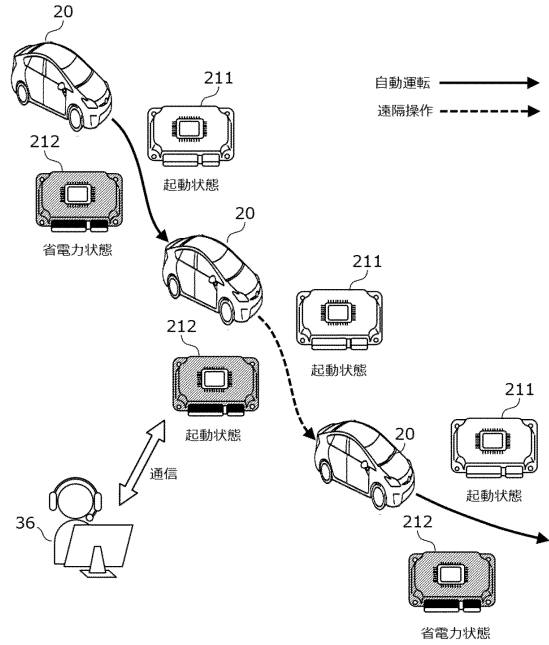
50

【図面】

【図 1】



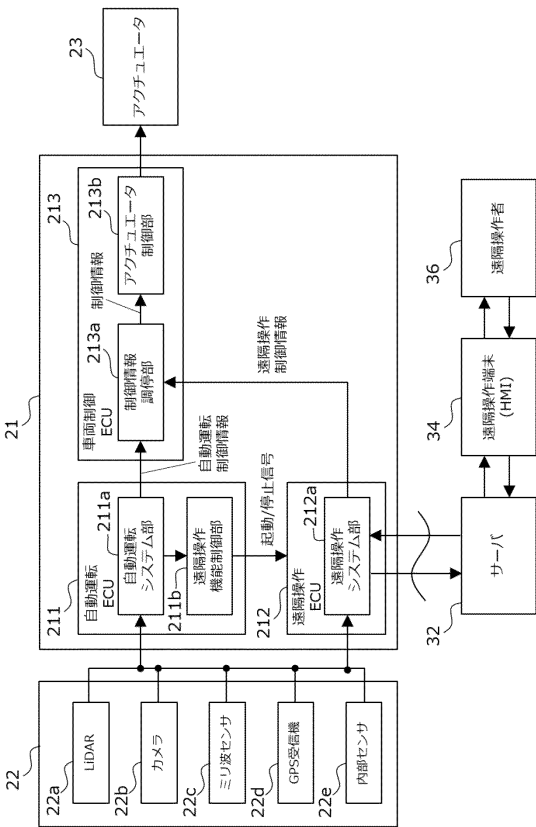
【図 2】



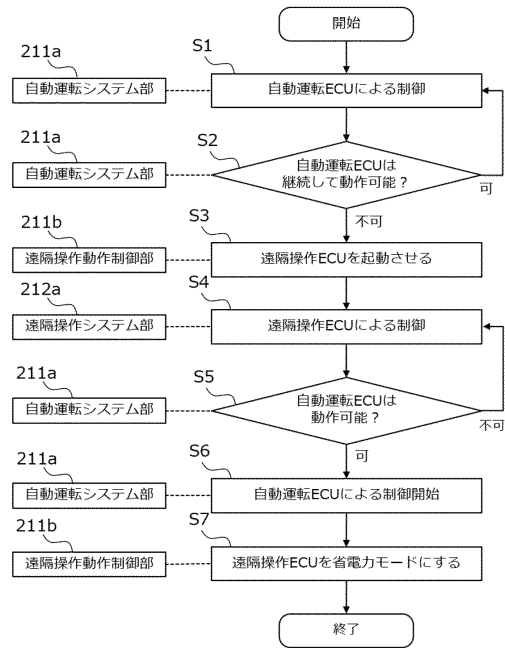
10

20

【図 3】



【図 4】

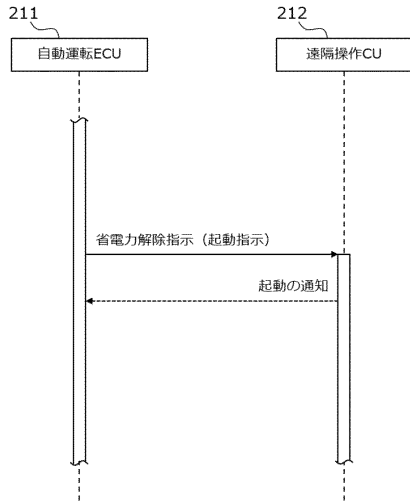


30

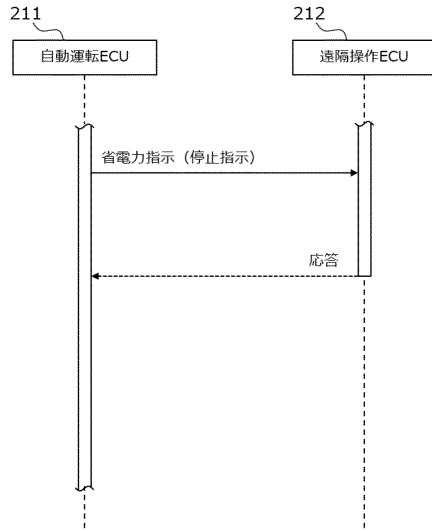
40

50

【図5】



【図6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 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 鄭 好政
- 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 小林 宏充
- 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 丹羽 悟
- 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 赤塚 康佑
- 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査官 山田 由希子
- (56)参考文献 特開2020-126534(JP, A)
国際公開第2018/087828(WO, A1)
国際公開第2020/202380(WO, A1)
特開2018-077649(JP, A)
特開2000-311299(JP, A)
国際公開第2016/038931(WO, A1)
米国特許出願公開第2017/0259820(US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G08G 1/00 - 99/00
G01C 21/00 - 21/36
G01C 23/00 - 25/00
B60W 10/00 - 60/00
B60R 21/00 - 21/38