

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2017-196965
(P2017-196965A)

(43) 公開日 平成29年11月2日(2017.11.2)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

B 6 O W 50/023 (2012.01)

B 6 O W 50/04 (2006.01)

B 6 O W 50/029 (2012.01)

B 6 O W 50/023

B 6 O W 50/04

B 6 O W 50/029

3 D 2 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2016-87929 (P2016-87929)	(71) 出願人	000006013
(22) 出願日	平成28年4月26日 (2016. 4. 26)		三菱電機株式会社
		(74) 代理人	100088672
			弁理士 吉竹 英俊
		(74) 代理人	100088845
			弁理士 有田 貴弘
		(72) 発明者	樋口 昭彦
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内
		(72) 発明者	竹山 治彦
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内

最終頁に続く

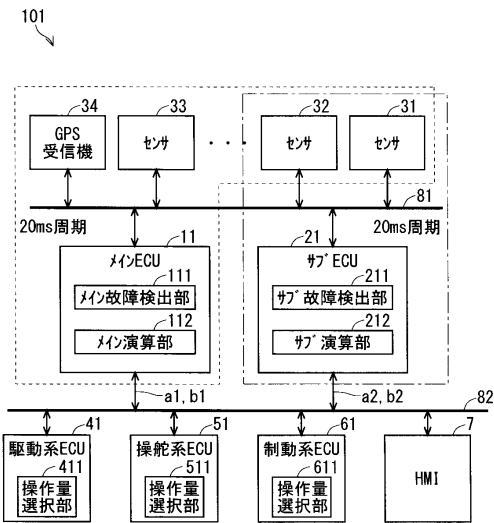
(54) 【発明の名称】 自動運転制御装置および自動運転制御方法

(57) 【要約】

【課題】本発明は、小規模なシステムで、単一故障が起きても車両の自動運転制御を継続することを目的とする。

【解決手段】本発明に係る自動運転制御装置101は、メインECU11に設けられ、複数のセンサ31、32、33を用いて車両の自動運転制御に関する操作量をメイン操作量a1として演算するメイン演算部112と、サブECU21に設けられ、メイン演算部112よりも少数のセンサ31、32を用いて車両の自動運転制御に関する操作量をサブ操作量a2として演算するサブ演算部212と、メインECU11およびサブECU21の故障を検出する故障検出部と、故障検出部111、211の故障検出結果に基づき、メイン操作量a1またはサブ操作量a2のいずれかを選択する操作量選択部411、511、611と、操作量選択部411、511、611が選択した操作量に基づき車両の自動運転制御を行う自動運転制御部と、を備える。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

メイン ECU に設けられ、複数のセンサを用いて車両の自動運転制御に関する操作量をメイン操作量として演算するメイン演算部と、

サブ ECU に設けられ、前記メイン演算部よりも少数のセンサを用いて車両の自動運転制御に関する操作量をサブ操作量として演算するサブ演算部と、

前記メイン ECU および前記サブ ECU の故障を検出する故障検出部と、

前記故障検出部の故障検出結果に基づき、前記メイン操作量または前記サブ操作量のいずれかを選択する操作量選択部と、

前記操作量選択部が選択した操作量に基づき前記車両の自動運転制御を行う自動運転制御部と、を備える、
自動運転制御装置。 10

【請求項 2】

前記操作量選択部は、前記故障検出部が前記メイン ECU の故障を検出した場合に、前記サブ操作量を選択する、
請求項 1 に記載の自動運転制御装置。

【請求項 3】

メイン ECU に設けられ、複数のセンサを用いて車両の自動運転制御に関する操作量をメイン操作量として演算するメイン演算部と、

サブ ECU に設けられ、車両の自動運転制御に関する操作量をサブ操作量として演算するサブ演算部と、 20

前記メイン ECU および前記サブ ECU の故障を検出する故障検出部と、

前記故障検出部の故障検出結果に基づき、前記メイン操作量または前記サブ操作量のいずれかを選択する操作量選択部と、

前記操作量選択部が選択した操作量に基づき前記車両の自動運転制御を行う自動運転制御部と、を備え、

前記サブ演算部は、

前記メイン演算部よりも少数のセンサを用いて前記サブ操作量を演算する第 1 サブ演算部と、

前記メイン演算部よりも演算周期が長く、前記第 1 サブ演算部よりも多数のセンサを用いて前記サブ操作量を演算する第 2 サブ演算部と、を備え、 30

前記サブ ECU は、前記第 1 サブ演算部または前記第 2 サブ演算部のいずれか一方を選択して動作させるサブ演算切替部をさらに備える、
自動運転制御装置。

【請求項 4】

前記操作量選択部は、前記故障検出部が前記メイン ECU の故障を検出した場合に、前記サブ操作量を選択する、
請求項 3 に記載の自動運転制御装置。

【請求項 5】

前記サブ演算切替部は、前記車両の走行速度に基づき、前記第 1 サブ演算部または前記第 2 サブ演算部のいずれか一方を選択して動作させる、
請求項 3 または 4 に記載の自動運転制御装置。 40

【請求項 6】

前記サブ演算切替部は、前記車両が高速道路を走行している場合に前記第 1 サブ演算部を選択して動作させ、前記車両が高速道路以外を走行している場合に前記第 2 サブ演算部を選択して動作させる、

請求項 3 から 5 のいずれか 1 項に記載の自動運転制御装置。

【請求項 7】

前記サブ演算切替部は、GPS 情報により前記車両が高速道路を走行しているか否かの判断を行う、

請求項 6 に記載の自動運転制御装置。

【請求項 8】

前記サブ演算切替部は、E T C 情報により前記車両が高速道路を走行しているか否かの判断を行う、

請求項 6 に記載の自動運転制御装置。

【請求項 9】

前記第 1 サブ演算部が用いるセンサは、前記第 2 サブ演算部が用いるセンサを包含する、
請求項 3 から 8 のいずれか 1 項に記載の自動運転制御装置。

【請求項 10】

前記メイン演算部が用いるセンサは、前記第 2 サブ演算部が用いるセンサを包含する、
請求項 3 から 9 のいずれか 1 項に記載の自動運転制御装置。

【請求項 11】

前記メイン演算部が用いるセンサは、前記第 1 サブ演算部が用いるセンサを包含する、
請求項 3 から 9 のいずれか 1 項に記載の自動運転制御装置。

【請求項 12】

前記メイン演算部が用いるセンサは、前記サブ演算部が用いるセンサを包含する、
請求項 1 または 2 に記載の自動運転制御装置。

【請求項 13】

メイン E C U において、複数のセンサを用いて車両の自動運転制御に関する操作量をメイン操作量として演算し、

サブ E C U において、前記車両の自動運転制御に関する操作量を前記メイン E C U よりも少数のセンサを用いてサブ操作量として演算し、

前記メイン E C U および前記サブ E C U の故障を検出し、

前記メイン E C U または前記サブ E C U の故障検出結果に基づき、メイン操作量またはサブ操作量のいずれかを選択し、

前記選択した操作量に基づき前記車両の自動運転制御を行う、
自動運転制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、車両の自動運転を制御する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

自動運転制御装置は、高い信頼性が求められるため、複数の C P U (Central Processing Unit) で同一処理を行って処理結果を比較する冗長系システムを組むことが一般的である。冗長系システムを組むにあたり、単純にシステムの各部品を多重化するとシステム規模が大きくなるため、システム規模を抑えつつ信頼性を高めるための発明がなされている。

【0003】

例えば、特許文献 1 の車両用操舵制御装置は、操舵制御値を算出するメイン C P U とサブ C P U とを備えて構成される。サブ C P U は、メイン C P U よりも長い制御周期で操舵制御値を求めると共に、メイン C P U と同じ制御周期で操舵制御値の符号のみを簡易演算する。メイン C P U に異常が検出されれば、車両用操舵制御装置は直ちにモータ制御を停止し、運転者はモータによるアシスト無しで操舵制御を行なう。この車両用操舵制御装置によれば、サブ C P U はメイン C P U よりもロースペックのものをを用いることができる。

【0004】

また、特許文献 2 の自動運転制御装置は、運転者の要求信号および車両状態信号に基づいて操作量指令値を演算する操作量生成ノードと、当該操作量生成ノードからの操作量指令値に基づいてアクチュエータを制御するアクチュエータ駆動ノードとを備えて構成され

10

20

30

40

50

る。各ノードは故障検出機能を備えており、操作量生成ノードが故障した場合は、アクチュエータ駆動ノードが運転者の要求信号を受けて、操作量指令値を演算する。この自動運転制御装置によれば、操作量生成ノードを多重化せずとも、操作量生成ノードの故障時にシステムが制御不能に陥らず、運転者による運転が継続可能である。

【0005】

一方、近年は車両の自動運転に関する技術開発が進められている。自動運転では、車両の運転に必要な、認知、判断、および操作が自動化される。非特許文献1では自動運転システムのアーキテクチャが示されている。認知を担う地図モジュールは、カメラまたはレーダなどの複数のセンサと、GPS情報とから、自車周辺の道路情報と障害物情報を含んだローカルダイナミックマップを作製する。判断を担う人工知能モジュールは、ローカルダイナミックマップを基に走行経路を決定する。操作を担う速度制御モジュールおよび操舵制御モジュールは、走行経路を基に速度や操舵角を制御する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第3777398号公報

【特許文献2】特許第4848027号公報

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】須田義大著、「自動運転技術の開発動向と技術課題」、情報管理、2015、Vol. 57、No. 11、P809-817。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

特許文献1の車両用操舵制御装置および特許文献2の自動運転制御装置は、電動パワーステアリングまたは自動ブレーキなどを制御対象にしているため、あくまでも運転者が主体となる運転操作を補助する用途に過ぎない。そのため、故障発生時には制御不能に陥らず、運転者による制御が継続可能であれば良かった。

【0009】

しかしながら、車両の自動運転においては、単一故障が発生しても一定時間は自動運転を継続することが求められる。なぜなら、運転者は、自動運転の継続不能の通知を受けてから車両周囲の状況を確認し、運転を安全に行なえると判断してから、自身の操作による運転を開始するからである。したがって、特許文献1の車両用操舵制御装置および特許文献2の自動運転制御装置のように、単一故障で自動運転を直ちに停止してしまうと、例えば交差点の右折中においては自車が、他車または歩行者と接触しうる問題点があった。なお、多重系のシステムにより単一故障が起きても自動運転を継続する手法も知られているが、この場合はシステム規模が大きくなるという問題点があった。

【0010】

非特許文献1の自動運転システムは、車間距離または白線距離の情報を、操作を担うモジュール群に入力する構成になっており、人工知能モジュールからの指示がなくても自動運転の継続が可能である。しかしながら、故障の検出方法および故障検出後の動作については示されていない。

【0011】

この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、小規模なシステムで、単一故障が起きても車両の自動運転制御を継続することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明に係る第1の自動運転制御装置は、メインECUに設けられ、複数のセンサを用いて車両の自動運転制御に関する操作量をメイン操作量として演算するメイン演算部と、サブECUに設けられ、メイン演算部よりも少数のセンサを用いて車両の自動運転制御に

10

20

30

40

50

関する操作量をサブ操作量として演算するサブ演算部と、メインＥＣＵおよびサブＥＣＵの故障を検出する故障検出部と、故障検出部の故障検出結果に基づき、メイン操作量またはサブ操作量のいずれかを選択する操作量選択部と、操作量選択部が選択した操作量に基づき車両の自動運転制御を行う自動運転制御部と、を備える。

【００１３】

また、本発明に係る第２の自動運転制御装置は、メインＥＣＵに設けられ、複数のセンサを用いて車両の自動運転制御に関する操作量をメイン操作量として演算するメイン演算部と、サブＥＣＵに設けられ、車両の自動運転制御に関する操作量をサブ操作量として演算するサブ演算部と、メインＥＣＵおよびサブＥＣＵの故障を検出する故障検出部と、故障検出部の故障検出結果に基づき、メイン操作量またはサブ操作量のいずれかを選択する操作量選択部と、操作量選択部が選択した操作量に基づき車両の自動運転制御を行う自動運転制御部と、を備え、サブ演算部は、メイン演算部よりも少数のセンサを用いてサブ操作量を演算する第１サブ演算部と、メイン演算部よりも演算周期が長く、第１サブ演算部よりも多数のセンサを用いてサブ操作量を演算する第２サブ演算部と、を備え、サブＥＣＵは、第１サブ演算部または第２サブ演算部のいずれか一方を選択して動作させるサブ演算切替部をさらに備える。

10

【００１４】

本発明に係る自動運転制御方法は、メインＥＣＵにおいて、複数のセンサを用いて車両の自動運転制御に関する操作量をメイン操作量として演算し、サブＥＣＵにおいて、車両の自動運転制御に関する操作量をメインＥＣＵよりも少数のセンサを用いてサブ操作量として演算し、メインＥＣＵおよびサブＥＣＵの故障を検出し、メインＥＣＵまたはサブＥＣＵの故障検出結果に基づきメイン操作量またはサブ操作量のいずれかを選択し、選択した操作量に基づき車両の自動運転制御を行う。

20

【発明の効果】

【００１５】

メインＥＣＵとサブＥＣＵの一方に単一故障が発生しても、故障していない他方のＥＣＵの演算結果を用いて、車両の自動運転制御を行うことが出来るため、自動運転の継続が可能である。また、サブＥＣＵでは、車両の自動運転制御に関する操作量がメインＥＣＵにおけるよりも少ない単位時間演算量で演算されるため、サブＥＣＵにはメインＥＣＵに比べてロースペックな部品を用いることができる。従って、システム規模を抑制することが出来る。

30

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】実施の形態１に係る自動運転制御装置の構成を例示するブロック図である。

【図２】実施の形態１に係るメイン故障検出部の動作を例示するフローチャートである。

【図３】実施の形態１に係る操作量選択部の動作を例示するフローチャートである。

【図４】実施の形態１の変形例に係る自動運転制御装置の構成を示すブロック図である。

【図５】実施の形態２に係る自動運転制御装置の構成を示すブロック図である。

【図６】実施の形態２に係るサブ故障検出部の動作を例示するフローチャートである。

【図７】実施の形態２に係るメイン故障検出部の動作を例示するフローチャートである。

【図８】実施の形態３に係る自動運転制御装置の構成を示すブロック図である。

【図９】実施の形態３に係るサブ演算切替部の動作を例示するフローチャートである。

【図１０】実施の形態３に係るサブ演算切替部の動作を例示するフローチャートである。

【図１１】メインＥＣＵのハードウェア構成を示す図である。

40

【発明を実施するための形態】

【００１７】

<Ａ．実施の形態１>

図１は、本発明の実施の形態１に係る自動運転制御装置１０１の構成を例示するブロック図である。自動運転制御装置１０１は、車両の自動運転を制御する装置であり、例えば制御すべき車両に搭載されている。本明細書では、自動運転制御装置の制御対象となる車

50

両を単に「車両」と呼ぶ。

【0018】

自動運転制御装置101は、メインECU(Engine Control Unit)11、サブECU21、センサ31, 32, 33、GPS(Global Positioning System)受信機34、駆動系ECU41、操舵系ECU51、制動系ECU61、およびHMI(Human Machine Interface)7を備えて構成される。メインECU11、サブECU21、センサ31, 32, 33、およびGPS受信機34はネットワーク81で接続される。メインECU11、サブECU21、駆動系ECU41、操舵系ECU51、制動系ECU61、およびHMI7はネットワーク82で接続される。

【0019】

メインECU11は、ネットワーク81を介してセンサ31, 32, 33のデータおよびGPS受信機34の位置情報を取得し、メイン操作量a1およびメイン故障検出通知b1を出力する。本明細書では、メインECU11が出力する操作量と、後述するサブECU21が出力する操作量とを区別するために、前者を「メイン操作量a1」、後者を「サブ操作量a2」と呼ぶが、特に両者を区別しない場合には単に「操作量a1, a2」と呼ぶ。メイン故障検出通知b1とは、メインECU11の故障検出通知のことであり、これに対して、後述するサブECU21の故障検出通知はサブ故障検出通知b2と呼ぶ。しかし、メイン故障検出通知b1とサブ故障検出通知b2とを特に区別しない場合には単に「故障検出通知b1, b2」と呼ぶ。メインECU11は、メイン故障検出部111およびメイン演算部112を有し、これらは20ミリ秒(ms)周期で動作する。

【0020】

サブECU21は、ネットワーク81を介してセンサ31, 32のデータを取得し、サブ操作量a2およびサブ故障検出通知b2を出力する。サブECU21は、サブ故障検出部211およびサブ演算部212を有しており、これらは20ミリ秒(ms)周期で動作する。

【0021】

駆動系ECU41は、ネットワーク82を介してメインECU11からメイン操作量a1およびメイン故障検出通知b1を、サブECU21からサブ操作量a2およびサブ故障検出通知b2をそれぞれ取得し、アクセル用アクチュエータ(図示せず)を作動させる。ただし、メイン故障検出通知b1とサブ故障検出通知b2とは二者択一であり同時に駆動系ECU41に取得されるものではない。駆動系ECU41は、メイン操作量a1とサブ操作量a2のうち一方を選択する操作量選択部411を有しており、操作量選択部411で選択した操作量を用いて、アクセル用アクチュエータを作動させる。

【0022】

操舵系ECU51は、ネットワーク82を介してメインECU11からメイン操作量a1およびメイン故障検出通知b1を、サブECU21からサブ操作量a2およびサブ故障検出通知b2をそれぞれ取得し、ステアリング用アクチュエータ(図示せず)を作動させる。ただし、メイン故障検出通知b1とサブ故障検出通知b2とは二者択一であり同時に操舵系ECU51に取得されるものではない。操舵系ECU51は、メイン操作量a1とサブ操作量a2のうち一方を選択する操作量選択部511を有しており、操作量選択部511で選択した操作量を用いて、ステアリング用アクチュエータを作動させる。

【0023】

制動系ECU61は、ネットワーク82を介してメインECU11からメイン操作量a1およびメイン故障検出通知b1を、サブECU21からサブ操作量a2およびサブ故障検出通知b2をそれぞれ取得し、ブレーキ用アクチュエータ(図示せず)を作動させる。制動系ECU61は、メイン操作量a1とサブ操作量a2のうち一方を選択する操作量選択部611を有しており、操作量選択部611で選択した操作量を用いて、ブレーキ用アクチュエータを作動させる。

【0024】

すなわち、駆動系ECU41、操舵系ECU51、制動系ECU61は、車両の自動運

10

20

30

40

50

転制御を行う自動運転制御部として機能する。

【0025】

HMI 7は、ネットワーク82を介してメイン故障検出通知b1またはサブ故障検出通知b2を取得し、取得した故障検出通知に応じて故障個所を音声または表示で運転者に通知し、運転者による運転と車両の修理を促す。

【0026】

メイン演算部112は、センサ31, 32, 33のデータおよびGPS受信機34の位置情報からメイン操作量a1を演算する。メイン演算部112は、例えば非特許文献1の自動運転システムアーキテクチャに示されるように、センサ31, 32, 33のデータとGPS受信機34の位置情報とからローカルダイナミックマップを作成し、ローカルダイナミックマップを基に走行経路を作成し、走行経路を基にメイン操作量a1を作成する。センサ31, 32, 33には、例えばミリ波レーダ、レーザーレーダ、またはカメラを用いることができる。これらのセンサは単独で複雑な環境を認識することが困難であるため、複数のセンサを用いるセンサフュージョン技術によって認識性能を向上し、高精度なローカルダイナミックマップを作製できる。

【0027】

サブ演算部212は、センサ31, 32のデータからサブ操作量a2を演算する。サブ演算部212の有する機能の第1の例は、カメラが認識した車線から逸脱しないように制御する、車線逸脱防止支援機能である。車線逸脱防止支援機能には、本田技研工業株式会社のレーンキープアシストシステム（LKAS：Lane Keep Assist System、登録商標）、あるいはトヨタ自動車株式会社のレーンキープアシスト（LKA：Lane Keeping Assist、登録商標）等がある。サブ演算部212の有する機能の第2の例は、ミリ波レーダにより先行車との車間距離を検知し、車間距離を保つように制御する、アダプティブクルーズコントロール（ACC：Adaptive Cruise Control）機能である。

【0028】

メイン演算部112は、センサ31, 32, 33のデータおよびGPS受信機34の位置情報を用いてメイン操作量a1を演算するのに対し、サブ演算部212は、センサ31, 32のデータを用いてサブ操作量a2を演算する。このように、サブ演算部212は、メイン演算部112よりも少数のセンサを用いてサブ操作量a2を演算するため、単位時間あたりの演算量、すなわち単位時間演算量がメイン演算部112に比べて少ないという特徴がある。従って、サブECU21にはメインECU11よりもロースペックな部品を使うことができるため、同スペックの部品でメインECU11とサブECU21に同じスペックの部品を使う場合に比べて、自動運転制御装置101のシステム規模を抑制することができる。

【0029】

メイン故障検出部111は、メインECU11の故障を検出したら、メイン故障検出通知b1を、ネットワーク82を介して駆動系ECU41の操作量選択部411、操舵系ECU51の操作量選択部511、制動系ECU61の操作量選択部611、およびHMI7に送信する。サブ故障検出部211は、サブECU21の故障を検出したら、サブ故障検出通知b2を、ネットワーク82を介して駆動系ECU41の操作量選択部411、操舵系ECU51の操作量選択部511、制動系ECU61の操作量選択部611、およびHMI7に送信する。

【0030】

図2は、メイン故障検出部111の動作を例示するフローチャートである。以下、図2に沿ってメイン故障検出部111の動作を説明する。まず、メイン故障検出部111は、メイン演算部112が現周期で演算したメイン操作量a1と、現周期より前のステップS13で記録したメイン操作量a1とを比較し、メイン操作量a1の変動が正常か否かを判断する（ステップS11）。メイン故障検出部111は、メイン操作量a1の変動を正常ではない、すなわち異常と判断すると、メインECU11が故障したと判断し、メイン故障検出通知b1を操作量選択部411, 511, 611およびHMI7に送信する（ステ

ップS 1 2)。メイン故障検出部 1 1 1 は、メイン操作量 a 1 の変動を正常と判断すると、メイン演算部 1 1 2 が現周期で演算したメイン操作量 a 1 をメイン E C U 1 1 に記録する(ステップ S 1 3)。

【0031】

ステップ S 1 1 において、メイン故障検出部 1 1 1 は、現周期と一つ前の周期との間でメイン操作量 a 1 の差分が閾値を超えた場合に、メイン操作量 a 1 の変動が異常であると判断してもよい。あるいは、メイン故障検出部 1 1 1 は、現周期と一つ前の周期との間と、現周期と2つ前の周期との間の両方で、メイン操作量 a 1 の差分が閾値を超えた場合に、メイン操作量 a 1 の変動が異常であると判定してもよい。

【0032】

図2の例で、メイン故障検出部 1 1 1 は、メイン操作量 a 1 の変動が大きい場合にメイン E C U 1 1 が故障したと判断している。この判断方法は、メイン演算部 1 1 2 は、現在の車両周辺状況をフィードバックして次の操作量を決めているため、単位演算周期間においてメイン操作量 a 1 が大きく変動することは無いという前提に基づいている。

【0033】

以上、メイン故障検出部 1 1 1 の動作を説明したが、サブ故障検出部 2 1 1 の動作もこれと同様である。上記したメイン故障検出部 1 1 1 の動作の説明において、メイン演算部 1 1 2 をサブ演算部 2 1 2、メイン E C U 1 1 をサブ E C U 2 1、メイン操作量 a 1 をサブ操作量 a 2、メイン故障検出通知 b 1 をサブ故障置検出通知 b 2 にそれぞれ置き換えれば、サブ故障検出部 2 1 1 の動作の説明となる。

【0034】

操作量選択部 4 1 1、5 1 1、6 1 1 は、それぞれ、駆動系 E C U 4 1、操舵系 E C U 5 1、制動系 E C U 6 1 について、故障検出通知 b 1、b 2 に応じて操作量 a 1、a 2 のどちらかを選択する。図3は、操作量選択部 4 1 1、5 1 1、6 1 1 の動作の一例を示している。以下、図3に沿って操作量選択部 4 1 1、5 1 1、6 1 1 の動作を説明する。

【0035】

まず、操作量選択部 4 1 1、5 1 1、6 1 1 は、メイン E C U 1 1 が故障したか否かを判定する(ステップ S 2 1)。具体的には、操作量選択部 4 1 1、5 1 1、6 1 1 はメイン故障検出通知 b 1 を取得した場合に、メイン E C U 1 1 が故障したと判定する。操作量選択部 4 1 1、5 1 1、6 1 1 は、メイン E C U 1 1 が故障したと判定した場合、サブ操作量 a 2 を選択し(ステップ S 2 2)、メイン E C U 1 1 が故障していないと判定した場合、メイン操作量 a 1 を選択する(ステップ S 2 3)。

【0036】

本実施の形態に係る自動運転制御装置 1 0 1 では、センサ 3 1、3 2、3 3 のデータおよび G P S 受信機 3 4 の位置情報を通信するネットワーク 8 1 と、操作量および故障検出通知を通信するネットワーク 8 2 とを分けていた。しかし、図4に示す変形例に係る自動運転制御装置 1 0 1 A におけるように、これらを共通のネットワーク 8 3 で実現してもよい。また、信頼性を上げるために、ネットワーク 8 1、8 2、8 3 が冗長化されていてもよい。

【0037】

また、上記の説明では、メイン演算部 1 1 2 で用いるセンサの数量を3、サブ演算部 2 1 2 で用いるセンサの数量を2としたが、サブ演算部 2 1 2 で用いるセンサの数量がメイン演算部 1 1 2 で用いるセンサの数量よりも少なければ、他の値でもよい。

【0038】

また、上記の説明では、メイン演算部 1 1 2 とサブ演算部 2 1 2 の演算周期を 2 0 m s としたが、両者の演算周期が同じであれば他の値でもよい。

【0039】

以上で説明したように、本実施の形態に係る自動運転制御装置 1 0 1 は、メイン E C U 1 1 に設けられ、複数のセンサ 3 1、3 2、3 3 を用いて車両の自動運転制御に関する操作量をメイン操作量 a 1 として演算するメイン演算部 1 1 2 と、サブ E C U 2 1 に設けら

10

20

30

40

50

れ、メイン演算部 112 よりも少数のセンサ 31, 32 を用いて車両の自動運転制御に関する操作量をサブ演算部 212 として演算するサブ演算部 212 と、メイン ECU 11 の故障を検出するメイン故障検出部 111 と、サブ ECU 21 の故障を検出するサブ故障検出部 211 と、メイン故障検出部 111 およびサブ故障検出部 211 の故障検出結果に基づき、メイン操作量 a1 またはサブ操作量 a2 のいずれかを選択する操作量選択部 411, 511, 611 と、操作量選択部 411, 511, 611 が選択した操作量に基づき車両の自動運転制御を行う駆動系 ECU 41、操舵系 ECU 51、および制動系 ECU 61 と、を備える。なお、メイン故障検出部 111 とサブ故障検出部 211 は別の構成である必要はなく、メイン ECU 11 およびサブ ECU 21 の故障を検出する故障検出部として構成されていれば良い。このような構成により、メイン ECU 11 とサブ ECU 21 の一方に単独故障が生じて、故障していない他方の ECU によって自動運転制御を継続することができる。さらに、サブ演算部 212 の単位時間の演算量がメイン演算部 112 よりも少ないことから、サブ ECU 21 はメイン ECU 11 よりもロースペックの部品を用いて構成することができる。従って、同じスペックの部品を用いてメイン ECU 11 とサブ ECU 21 を構成する場合に比べて、自動運転制御装置 101 のシステムの規模を抑制することができる。

10

【0040】

また、自動運転制御装置 101 によれば、操作量選択部 411, 511, 611 は、メイン故障検出部 111 がメイン ECU 11 の故障を検出した場合に、サブ操作量 a2 を選択するため、メイン ECU の単独故障時にサブ ECU による自動運転制御が継続可能である。

20

【0041】

また、自動運転制御装置 101 によれば、メイン演算部 112 が用いるセンサ 31, 32, 33 は、サブ演算部 212 が用いるセンサ 31, 32 を包含している。このように、メイン演算部 112 が用いる複数のセンサのうちのいくつかをサブ演算部 212 で用いることによって、メイン ECU 11 の故障時には、サブ ECU 21 により精度を落としつつもロースペックに自動運転を継続できる。

【0042】

また、本実施の形態に係る自動運転制御方法によれば、メイン ECU 11 において、複数のセンサ 31, 32, 33 を用いて車両の自動運転制御に関する操作量をメイン操作量 a1 として演算し、サブ ECU 21 において、車両の自動運転制御に関する操作量をメイン ECU 11 よりも少数のセンサを用いてサブ操作量 a2 として演算し、メイン ECU 11 およびサブ ECU 21 の故障を検出し、メイン ECU 11 またはサブ ECU 21 の故障検出結果に基づき、選択したメイン操作量 a1 またはサブ操作量 a2 のいずれかに基づき車両の自動運転制御を行う。従って、メイン ECU 11 とサブ ECU 21 の一方に単独故障が生じて、故障していない他方の ECU によって自動運転制御を継続することができる。また、サブ演算部 212 の単位時間の演算量がメイン演算部 112 よりも少ないことから、サブ ECU 21 にはメイン ECU 11 よりもロースペックの部品を用いることができ構成することができ、自動運転制御を行うシステムの規模を抑制することができる。

30

【0043】

< B. 実施の形態 2 >

実施の形態 1 に係る自動運転制御装置では、メイン ECU 11 自身がメイン ECU 11 の故障を検出するメイン故障検出部 111 を有し、駆動系 ECU 41、操舵系 ECU 51、および制動系 ECU 61 がそれぞれ操作量選択部 411, 511, 611 を有していた。しかし、実施の形態 2 に係る自動運転制御装置では、メイン ECU の故障を検出する故障検出部をメイン ECU と独立して設け、操作量選択部を駆動系 ECU、操舵系 ECU、および制動系 ECU と独立して設けることを特徴とする。

【0044】

図 5 は、本発明の実施の形態 2 に係る自動運転制御装置 102 の構成を示すブロック図である。図 5 において、図 1 に示した実施の形態 1 と同一または対応する構成要素には同

40

50

一の参照符号を付している。自動運転制御装置 102 は、メイン ECU 12、サブ ECU 22、センサ 31、32、33、GPS 受信機 34、ネットワーク 81、82、駆動系 ECU 42、操舵系 ECU 52、制動系 ECU 62、HMI 7、および制御切替部 9 を備えて構成される。

【0045】

自動運転制御装置 102 のメイン ECU 12 は、自動運転制御装置 101 のメイン ECU 11 と異なりメイン故障検出部を有していない。

【0046】

サブ ECU 22 は、サブ故障検出部 221 とサブ演算部 212 とを備える。なお、図 5 では、サブ故障検出部 221 をサブ ECU 内に設けているが、サブ故障検出部 221 はサブ ECU 22 と独立していてもよい。

10

【0047】

制御切替部 9 は、メイン ECU 12 からメイン操作量 a1 を、サブ ECU 22 からサブ操作量 a2 およびサブ故障検出通知 b2 を取得し、メイン操作量 a1 またはサブ操作量 a2 のうち選択した操作量 a と、サブ故障検出通知 b2 またはメイン故障検出通知 b1 とを出力する。制御切替部 9 は、メイン故障検出部 91 と操作量選択部 92 を備えている。制御切替部 9 が操作量選択部 92 を有する代わりに、駆動系 ECU 42、操舵系 ECU 52、および制動系 ECU 62 は、実施の形態 1 の駆動系 ECU 41、操舵系 ECU 51、および制動系 ECU 61 と異なり、操作量選択部を有していない。

【0048】

駆動系 ECU 42、操舵系 ECU 52、および制動系 ECU 62 は、ネットワーク 82 を介して操作量 a を取得し、操作量 a を用いてそれぞれアクセル用、ステアリング用、ブレーキ用アクチュエータを作動させる。

20

【0049】

サブ故障検出部 221 は、サブ ECU 22 の故障を検出したらサブ故障検出通知 b2 を制御切替部 9 に送信する。図 6 は、サブ故障検出部 221 の動作を例示するフローチャートである。図 6 の例では、サブ ECU 22 のサブ演算部 212 を実現する CPU または CPU コアが冗長化されており、サブ故障検出部 221 は、それら冗長化された CPU または CPU コアによる演算結果を比較することで故障を検出する。

【0050】

以下、図 6 に沿ってサブ故障検出部 221 の動作を説明する。サブ故障検出部 221 は、サブ演算部 212 を実現する冗長化された CPU または CPU コアの演算結果が一致するか否かを判断する（ステップ S31）。ステップ S31 で演算結果が一致していなければ、サブ故障検出部 221 はサブ ECU 22 が故障したと判断し、サブ故障検出通知 b2 を制御切替部 9 に送信する（ステップ S32）。ステップ S31 で演算結果が一致していれば、サブ故障検出部 221 は処理を終了する。

30

【0051】

図 7 は、メイン故障検出部 91 の動作の一例を示すフローチャートである。図 7 の例では、サブ ECU 22 が故障していない場合に、メイン操作量 a1 とサブ操作量 a2 とを比較してメイン ECU 12 の故障を検出する。

40

【0052】

図 7 のフローチャートに沿ってメイン故障検出部 91 の動作を説明する。まずメイン故障検出部 91 は、サブ ECU 22 が故障したか否かを判断する（ステップ S41）。具体的には、メイン故障検出部 91 は、サブ故障検出通知 b2 を取得したかを確認し、取得していればサブ ECU 22 が故障したと判定する。そして、サブ ECU 22 が故障していればメイン故障検出部 91 は処理を終了する。サブ ECU 22 が故障していなければ、メイン故障検出部 91 はメイン操作量 a1 をサブ操作量 a2 と比較し、メイン操作量 a1 が正常か否かを判定する（ステップ S42）。メイン故障検出部 91 はステップ S42 でメイン操作量 a1 を正常ではない、すなわち異常と判定すると、メイン ECU 12 が故障したと判断し、メイン故障検出通知 a1 を操作量選択部 92 に送信する（ステップ S43）。

50

メイン故障検出部 9 1 は、ステップ S 4 2 でメイン操作量 a 1 を正常と判定すると、そのまま処理を終了する。ステップ S 4 2 において、メイン故障検出部 9 1 は、例えばメイン操作量 a 1 とサブ操作量 a 2 の差分が閾値を超えたら異常と判定してもよい。あるいは、メイン故障検出部 9 1 は、メイン操作量 a 1 とサブ操作量 a 2 の差分が一定時間以上、継続して閾値を超えた場合に異常と判定することによって、異常と誤判定することを防ぐこともできる。

【0053】

操作量選択部 9 2 は、故障検出通知に基づき、メイン操作量 a 1 とサブ操作量 a 2 のいずれかを選択し、操作量 a とする。具体的には、操作量選択部 9 2 は、メイン故障検出通知 b 1 を取得した場合には、サブ操作量 a 2 を選択し、サブ故障検出通知 b 2 を取得した場合、またはいずれの故障検出通知も取得しなかった場合には、メイン操作量 a 1 を選択する。操作量選択部 9 2 が選択した操作量 a は、ネットワーク 8 2 を介して駆動系 ECU 4 2、操舵系 ECU 5 2、および制動系 ECU 6 2 に送られ、駆動系 ECU 4 2、操舵系 ECU 5 2、および制動系 ECU 6 2 は、操作量 a に基づきアクセル用、ステアリング用、およびブレーキ用アクチュエータを作動する。

【0054】

実施の形態 2 の自動運転制御装置 102 によれば、実施の形態 1 の効果に加えて、以下の効果を得る。すなわち、自動運転制御装置 102 では、メイン ECU 12 が故障した時にサブ ECU 22 に制御を切り替えるための操作量選択部 9 2 が、駆動系 ECU 4 2、操舵系 ECU 5 2、および制動系 ECU 6 2 と独立しているため、駆動系 ECU 4 2、操舵系 ECU 5 2、および制動系 ECU 6 2 に操作量選択部を設ける必要がなく、構成を簡略化することができる。

【0055】

< C. 実施の形態 3 >

実施の形態 1 では、サブ演算部が有する機能の例として、車線逸脱防止支援機能または ACC 機能を挙げた。車線逸脱防止支援機能または ACC 機能は、一般道に比べて認知すべき障害物の少ない、高速道路での利用を強く推奨されているため、一般道での自動運転継続に問題があった。そこで、サブ ECU の演算周期を長くすることにより単位時間演算量を低くし、ロースペックなサブ ECU を用いて一般道での車線逸脱防止支援機能等を実現することが考えられる。しかし、演算周期を長くすると、高速運転時に演算が間に合わないことがあるため、高速道路での自動運転継続に問題があった。

【0056】

そこで、実施の形態 3 では、サブ ECU に演算周期の異なる 2 つのサブ演算部を設け、車両が高速で走行する際には、演算周期の短いサブ演算部で演算を行って演算の遅延を防ぐ一方、車両が一般道路を走行する際には、演算周期の長いサブ演算部で演算を行うことによって、認知量の多さに対応する。

【0057】

図 8 は、本実施の形態に係る自動運転制御装置 103 の構成を示すブロック図である。図 8 において、図 1 に示した実施の形態 1 と同一または対応する構成要素には同一の参照符号を付している。自動運転制御装置 103 は、実施の形態 1 の自動運転制御装置 101 と比較すると、サブ ECU 21 に代えてサブ ECU 23 を備えている。サブ ECU 23 は、サブ故障検出部 211、第 1 サブ演算部 232、第 2 サブ演算部 233、およびサブ演算切替部 234 を備えている。自動運転制御装置 103 のその他の構成は実施の形態 1 に係る自動運転制御装置 101 と同様である。

【0058】

第 1 サブ演算部 232 は、実施の形態 1 のサブ演算部 212 と同様である。すなわち、第 1 サブ演算部 232 は、メイン演算部 112 よりも少数のセンサ 31、32 のデータからサブ操作量 a 2 を演算し、その動作周期は 20 ms 周期である。

【0059】

第 2 サブ演算部 233 は、メイン演算部 112 および第 1 サブ演算部 232 よりも動作

周期が長く、例えば60ms周期で動作する。第2サブ演算部233は、センサ31, 32, 33のデータとGPS受信機34の位置情報とからサブ操作量a2を演算する。すなわち、第2サブ演算部233は、メイン演算部112よりも演算周期が長く、第1サブ演算部232よりも多数のセンサ31, 32, 33を用いてサブ操作量a2を演算する。また、第1サブ演算部232が用いるセンサ31, 32, 33は、第2サブ演算部233が用いるセンサ31, 32を包含している。また、メイン演算部112が用いるセンサ31, 32, 33は、第2サブ演算部233が用いるセンサ31, 32を包含している。また、メイン演算部112が用いるセンサ31, 32, 33は、第2サブ演算部233が用いるセンサ31, 32, 33を包含している。

【0060】

サブ演算切替部234は、メイン演算部112および第1サブ演算部232と同じ20ms周期で動作し、第1サブ演算部232または第2サブ演算部233のいずれか一方を選択して動作させる。すなわち、第1サブ演算部232と第2サブ演算部233は同時には動作しない。

【0061】

図9, 10は、サブ演算切替部234の動作を例示するフローチャートである。図9は、車両の速度に応じてサブ演算部の切り替えを行う場合を示し、図10は、車両の走行道路が高速道路か否かに応じてサブ演算部の切り替えを行う場合を示している。なお、上記のとおり第2サブ演算部233の動作周期はサブ演算切替部234の動作周期の3倍であるため、第2サブ演算部233がサブ操作量a2を演算する場合、3回同じ演算結果を出力する。

【0062】

図9に沿って、サブ演算切替部234の動作を説明する。まず、サブ演算切替部234は、車両が高速運転しているか否かを判断する(ステップS51)。ここでサブ演算切替部234は、車両の速度が閾値を超えたら高速運転と判定してもよい。あるいは、サブ演算切替部234は、車両の速度が一定時間以上継続して閾値を超えたら高速運転と判定し、その状態から一定時間以上継続して閾値以下であれば高速運転との判定を解除することにより、頻繁な切替を抑制しても良い。サブ演算切替部234は、ステップS51で高速運転していると判断した場合、第1サブ演算部232を選択する(ステップS52)。また、サブ演算切替部234は、ステップS51で高速運転していないと判断した場合、第2サブ演算部233を選択する(ステップS53)。

【0063】

次に、図10に沿って、サブ演算切替部234の動作を説明する。まず、サブ演算切替部234は、車両が高速道路を走行しているか否かを判断する(ステップS61)。車両が高速道路を走行しているか否かの判断は、GPS受信機34の位置情報、すなわちGPS情報から行ってもよいし、ETC車載器(図示せず)の入出場情報、すなわちETC情報から行っても良い。それ以外は図9と同様である。

【0064】

なお、実施の形態3では、第2サブ演算部233の演算周期を60msとし、それ以外の部の演算周期を20msとしたが、それ以外の部に比べて第2サブ演算部233の演算周期が長ければ、他の値でもよい。

【0065】

また、実施の形態3において、第2サブ演算部233で用いるセンサの数は、メイン演算部112と同じとしたが、第1サブ演算部232で用いるセンサの数よりも多ければ、メイン演算部112で用いるセンサの数以下であっても良い。

【0066】

以上のように、本実施の形態に係る自動運転制御装置103は、メインECU11に設けられ、複数のセンサ31, 32, 33を用いて車両の自動運転制御に関する操作量をメイン操作量a1として演算するメイン演算部112と、サブECU23に設けられ、車両の自動運転制御に関する操作量をサブ操作量a2として演算するサブ演算部232, 23

10

20

30

40

50

3と、メインECU11の故障を検出するメイン故障検出部111と、サブECU23の故障を検出するサブ故障検出部211と、メイン故障検出部111およびサブ故障検出部211の故障検出結果に基づき、メイン操作量a1またはサブ操作量a2のいずれかを選択する操作量選択部411、511、611と、操作量選択部411、511、611が選択した操作量に基づき車両の自動運転制御を行う駆動系ECU41、操舵系ECU51、および制動系ECU61と、を備える。なお、メイン故障検出部111とサブ故障検出部211は別の構成である必要はなく、メインECU11およびサブECU21の故障を検出する故障検出部として構成されていれば良い。また、サブ演算部232、233は、メイン演算部112よりも少数のセンサ31、32を用いてサブ操作量a2を演算する第1サブ演算部232と、メイン演算部112よりも演算周期が長く、第1サブ演算部232よりも多数のセンサ31、32、33を用いてサブ操作量a2を演算する第2サブ演算部233と、を備え、サブECU23は、第1サブ演算部232または第2サブ演算部233のいずれか一方を選択して動作させるサブ演算切替部234を備える。自動運転制御装置103によれば、実施の形態1の効果に加えて、以下の効果を奏する。すなわち、自動運転制御装置103によれば、短い周期で自動運転制御を行う必要がある場合には、周期が短いが用いるセンサが少ない第1サブ演算部232を使用し、多くのセンサの使用が求められる場合には、周期が長いが用いるセンサが多い第2サブ演算部233を使用することによって、サブECU23の単位時間演算量をメインECU11より少なくしつつ、異なる走行状況に対応することができる。

10

【0067】

20

また、操作量選択部411、511、611は、メイン故障検出部111がメインECU11の故障を検出した場合に、サブ操作量a2を選択するため、メインECUの単独故障時にサブECUによる自動運転制御が継続可能である。

【0068】

例えば、サブ演算切替部234は、車両の走行速度に基づき、第1サブ演算部232または第2サブ演算部233のいずれか一方を選択して動作させる。従って、高速走行時には、第1サブ演算部232を用いて演算を行うことで、メイン演算部112と同様の演算周期で自動運転を継続できる。また、低速走行時には、第2サブ演算部233を用いて演算を行うことで、メイン演算部112と同様の認知精度で自動運転を継続できる。従って、自動運転制御装置103によれば、低速走行時の自動運転制御の信頼性を高めることができる。

30

【0069】

あるいは、サブ演算切替部234は、車両が一般道よりも障害物の少ない高速道路を走行している場合には、第1サブ演算部232を選択して動作させることで、メイン演算部112と同様の演算周期で自動運転を継続できる。また、車両が高速道路以外を走行している場合には、第2サブ演算部233を選択して動作させることで、メイン演算部112による制御と同様の認知精度で自動運転制御を継続できる。したがって、自動運転制御装置103によれば、一般道路走行時の信頼性を高めることができる。

【0070】

また、自動運転制御装置103によれば、第1サブ演算部232が用いるセンサ31、32、33は、第2サブ演算部233が用いるセンサ31、32を包含している。このように、第1サブ演算部232が用いる複数のセンサのうちのいくつかを第2サブ演算部233で用いることによって、第1サブ演算部232と第2サブ演算部233を切替えて動作させても、自動運転制御を継続できる。

40

【0071】

また、自動運転制御装置103によれば、メイン演算部112が用いるセンサ31、32、33は、第2サブ演算部233が用いるセンサ31、32を包含している。このように、メイン演算部112が用いる複数のセンサのうちのいくつかを第2サブ演算部233で用いることによって、メインECU11が故障した場合でも、サブECU23に切り替えて自動運転制御を継続できる。

50

【0072】

また、自動運転制御装置103によれば、メイン演算部112が用いるセンサ31, 32, 33は、第1サブ演算部232が用いるセンサ31, 32, 33を包含している。このように、メイン演算部112が用いる複数のセンサのうちのいくつかを第1サブ演算部232で用いることによって、メインECU11が故障した場合でも、サブECU23に切り替えて自動運転制御を継続できる。

【0073】

< D. ハードウェア構成 >

図11は、実施の形態1の自動運転制御装置101におけるメインECU11のハードウェア構成を示す図である。図11に示すように、メインECU11は、プロセッサ1001と、メモリ1002とによって実現される。メインECU11が備えるメイン故障検出部111又はメイン演算部112は、メモリ1002に記憶されたプログラムをプロセッサ1001が読み出して実行することにより、実現される。

10

【0074】

ここで、プロセッサ1001は、例えば中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、Digital Signal Processor等である。また、メモリ1002には、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM (Electrically Programmable Read Only Memory)、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)などの、不揮発性または揮発性の半導体メモリ、HDD (Hard Disk Drive)、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、DVD (Digital Versatile Disk) 及びそのドライブ装置の少なくともいずれか1つが含まれる。

20

【0075】

メインECU12、サブECU21, 22, 23、駆動系ECU41, 42、操舵系ECU51, 52、制動系ECU61, 62、および制御切替部9のハードウェア構成も、図11に示すメインECU11のハードウェア構成と同様である。

【0076】

なお、本発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略したりすることが可能である。

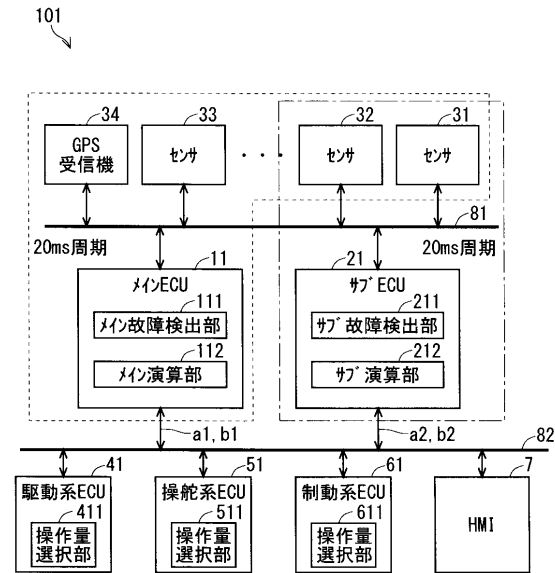
【符号の説明】

30

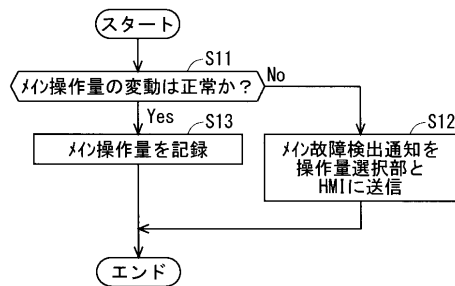
【0077】

7 HMI、9 操作量選択部、11, 12 メインECU、21, 22, 23 サブECU、31, 32, 33 センサ、41, 42 駆動系ECU、51, 52 操舵系ECU、61, 62 制動系ECU、81, 82, 83 ネットワーク、91, 111 メイン故障検出部、92 操作量選択部、112 メイン演算部、211, 221 サブ故障検出部、212 サブ演算部、411, 511, 611 操作量選択部、1001 プロセッサ、1002 メモリ。

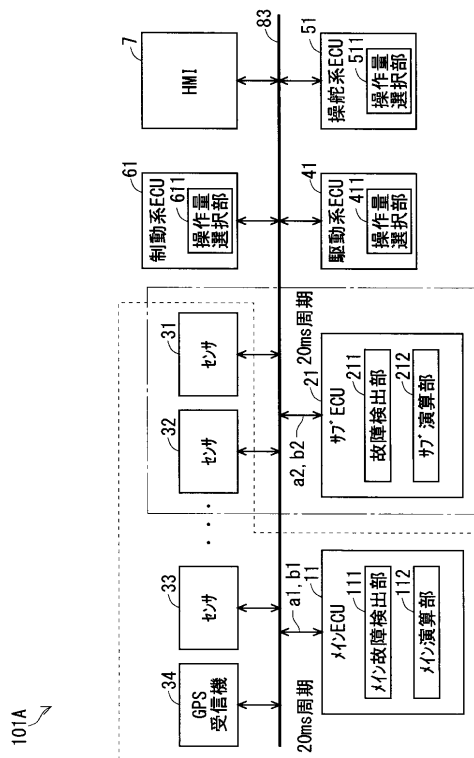
【図 1】



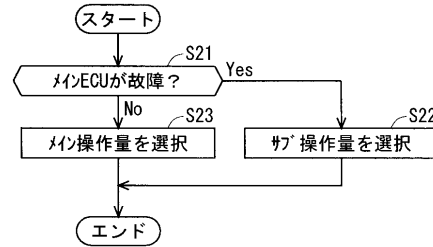
【図 2】



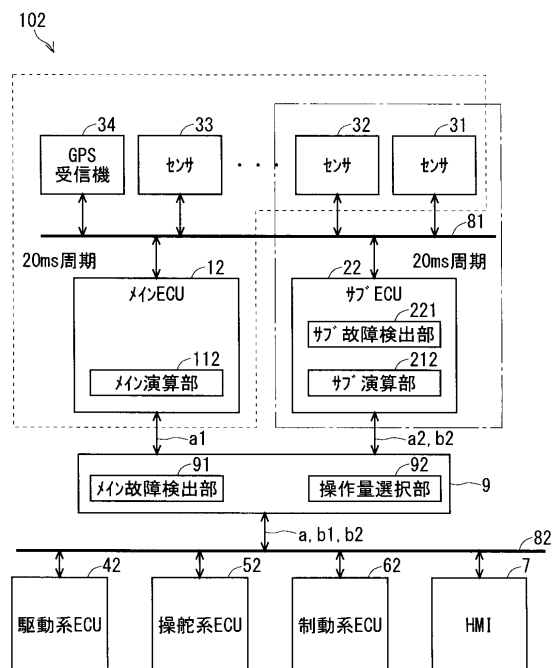
【図 4】



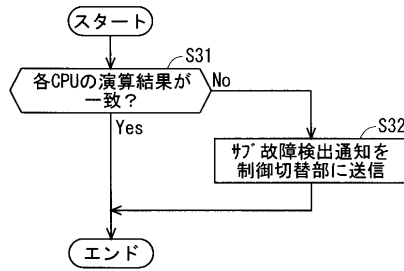
【図 3】



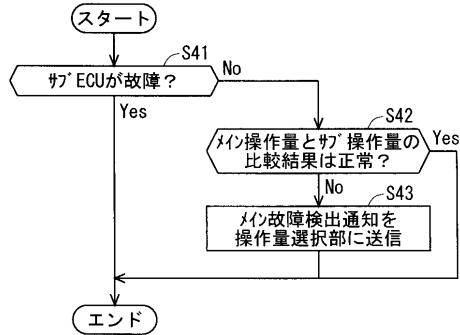
【図 5】



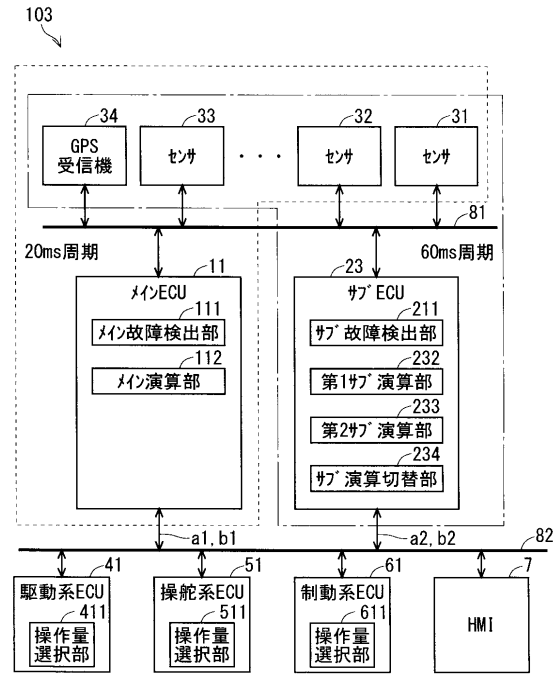
【図 6】



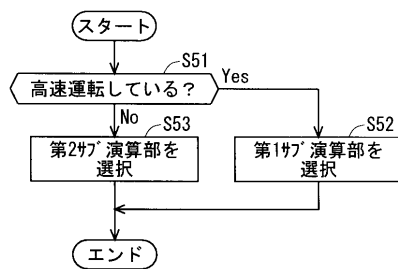
【図 7】



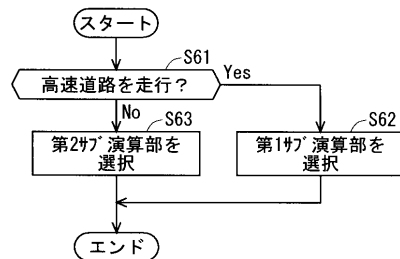
【図 8】



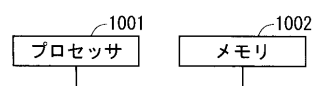
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 整

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 佐藤 利光

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

Fターム(参考) 3D241 BA41 BA51 BA64 BB42 CC01 CC08 CC17 CD21 CD24 CE04
CE05 DB01Z