

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6838124号  
(P6838124)

(45) 発行日 令和3年3月3日(2021.3.3)

(24) 登録日 令和3年2月15日(2021.2.15)

(51) Int. Cl.	F I	
<b>B60W 50/029</b> (2012.01)	B60W 50/029	
<b>B60W 50/14</b> (2020.01)	B60W 50/14	
<b>B60W 40/08</b> (2012.01)	B60W 40/08	
<b>G08G 1/09</b> (2006.01)	G08G 1/09	F
<b>G08G 1/16</b> (2006.01)	G08G 1/09	H
請求項の数 17 (全 14 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2019-215959 (P2019-215959)	(73) 特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22) 出願日	令和1年11月29日(2019.11.29)	(74) 代理人	110000350 ポレール特許業務法人
(62) 分割の表示	特願2016-53210 (P2016-53210) の分割	(72) 発明者	牛場 郭介 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
原出願日	平成28年3月17日(2016.3.17)	(72) 発明者	奥出 真理子 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(65) 公開番号	特開2020-55526 (P2020-55526A)	(72) 発明者	西田 武央 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(43) 公開日	令和2年4月9日(2020.4.9)		
審査請求日	令和1年11月29日(2019.11.29)		
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 自動運転制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の機能の組み合わせによって車両の自動走行を実現するとともに、前記複数の機能のそれぞれの機能は、前記車両に搭載された複数のセンサからの情報を用いて実現されている自動運転システムであって、

前記センサのうち、車両外部の状況を検知する外界センサを用いて走行中に車両周辺の状況を認識して自動走行が可能であるかを判定する状況判定部と、

自動走行が可能である場合に車両の走行制御を行う運転制御部と、

前記センサのうち、車両内部の状況を検知する車内センサを用いて搭乗者の状態から搭乗者が運転可能であるかを判定する状態判定部と、

自動走行が困難であり、かつ搭乗者が運転を引き継ぐことが困難な場合に、自動走行の前記機能を実施することが困難であると判断する原因が、当該機能に情報を提供する第1のセンサであるとき、そのときの運転状態によって行うべき制御内容の実行に適した第2のセンサを代替センサとして選択し、第2のセンサの情報を用いて、前記当該機能を代替実施し、車両の走行制御を行う推定運転制御部を有し、

搭乗者が運転を引き継ぐことが可能になるまでの間、前記推定運転制御部の制御命令に基づいて自動走行を継続するとともに、

前記代替センサとする前記第2のセンサは、事前に把握された故障センサと代替センサの関係性に基づいて選択され、かつ前記代替センサとする前記第2のセンサを用いた状態では自動走行に必要な処理のサンプリングレートを落として運用することを特徴とする自

動運転制御システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の自動運転制御システムであって、

前記車両の運転状態に応じて制御内容を変更するとともに、制御内容ごとに前記第 2 のセンサが変更、選択されて車両の走行制御を行うことを特徴とする自動運転制御システム。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の自動運転制御システムであって、

前記推定運転制御部は、外界センサや、リアカメラ、アラウンドビューカメラ、近距離赤外線センサ、地図、GPS 位置情報、速度、加速度などの車両が有する情報を用いて制御を行うことを特徴とする自動運転制御システム。

10

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の自動運転制御システムであって、

前記推定運転制御部は、車両間通信や路車間通信によって得られる情報と、車両が有する情報を組み合わせて制御を行うことを特徴とする自動運転制御システム。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の自動運転制御システムであって、

前記車両間通信や路車間通信によって得られる情報とは、自車以外によって撮影された自車周辺の画像や、道路の混雑状況、路面状況、自車両と他車両の位置、車両間通信を行っている車両の速度や加速度、車両間通信を行っている車両の次の右左折の箇所、他車両の自動走行の有無、周辺他車両の右左折箇所などであることを特徴とする自動運転制御システム。

20

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の自動運転制御システムであって、

搭乗者に警告を行うための車内通知装置を有し、前記推定運転制御部の制御命令に基づいて自動走行を行っている間、前記状態判定部による搭乗者の運転可能状態の判定を実施し続け、運転可能状態となるまでの間、車内通知装置による搭乗者への警告を行うことを特徴とする自動運転制御システム。

【請求項 7】

複数の機能の組み合わせによって車両の自動走行を実現するとともに、前記複数の機能のそれぞれの機能は、前記車両に搭載された複数のセンサからの情報を用いて実現されている自動運転方法であって、

30

前記センサのうち、車両外部の状況を検知する外界センサを用いて走行中に車両周辺の状況を認識して自動走行が可能であるかを判定し、

自動走行が可能である場合に車両の走行制御を行い、

前記センサのうち、車両内部の状況を検知する車内センサを用いて搭乗者の状態から搭乗者が運転可能であるかを判定し、

自動走行が困難であり、かつ搭乗者が運転を引き継ぐことが困難な場合に、自動走行の前記機能を実施することが困難であると判断する原因が、当該機能に情報を提供する第 1 のセンサであるとき、そのときの運転状態によって行うべき制御内容の実行に適した第 2 のセンサを代替センサとして選択し、第 2 のセンサの情報を用いて、前記当該機能を代替実施し、車両の走行制御を行い、

40

搭乗者が運転を引き継ぐことが可能になるまでの間、前記車両の走行制御の命令に基づいて自動走行を継続するとともに、

前記代替センサとする前記第 2 のセンサは、事前に把握された故障センサと代替センサの関係性に基づいて選択され、かつ前記代替センサとする前記第 2 のセンサを用いた状態では自動走行に必要な処理のサンプリングレートを落として運用することを特徴とする自動運転制御方法。

【請求項 8】

複数の機能の組み合わせによって車両の自動走行を実現するとともに、前記機能は、前

50

記車両の内外の複数のセンサからの情報を用いて実現されている自動運転方法であって、  
車両外部の状況を検知する外界センサを用いて車両の自動走行を行うとともに、車両内部の状況を検知する車内センサを用いて搭乗者が運転可能であることを判定し、

自動走行が困難であり、かつ搭乗者が運転を引き継ぐことが困難な場合に、自動走行の前記機能を実施することが困難であると判断する原因が、当該機能に情報を提供する第1のセンサであるとき、そのときの運転状態によって行うべき制御内容の実行に適した第2のセンサを代替センサとして選択し、第2のセンサの情報を用いて、前記当該機能を代替実施し、車両の走行制御を行い、

搭乗者が運転を引き継ぐことが可能になるまでの間、前記代替実施する機能により車両の走行制御を継続するとともに、

前記代替センサとする前記第2のセンサは、事前に把握された故障センサと代替センサの関係性に基づいて選択され、かつ前記代替センサとする前記第2のセンサを用いた状態では自動走行に必要な処理のサンプリングレートを落として運用することを特徴とする自動運転制御方法。

【請求項9】

請求項8に記載の自動運転制御方法であって、

高速走行時に第1のセンサとしてミリ波レーダーによる前方の障害物検知を行う場合、その異常により第2のセンサとしてフロントカメラを用い、第2のセンサに映る前方車両のナンバープレート等から、車間距離を推定し運転を継続することを特徴とする自動運転制御方法。

【請求項10】

請求項8に記載の自動運転制御方法であって、

高速走行時に第1のセンサとしてミリ波レーダーによる車間距離検知を行う場合、その異常により第2のセンサとしてGPSを用い、GPSの位置情報を用いて車間距離を推定し運転を継続することを特徴とする自動運転制御方法。

【請求項11】

請求項8に記載の自動運転制御方法であって、

高速走行時に第1のセンサとしてミリ波レーダーによる障害物検知を行う場合、その異常により第2のセンサとして車々間通信により互いのセンサ情報が共有可能であれば、前方車両の後方向け距離センサを用いて自車との障害物を検知し運転を継続することを特徴とする自動運転制御方法。

【請求項12】

請求項8に記載の自動運転制御方法であって、

高速走行時に第1のセンサとして近距離センサによる周辺障害物の検知を行う場合、その異常により第2のセンサとしてフロントカメラやミリ波レーダーを用い、これらの過去の情報を元に、近傍車両の位置を推定し走行を維持することを特徴とする自動運転制御方法。

【請求項13】

請求項8に記載の自動運転制御方法であって、

高速走行時に第1のセンサとして近距離センサによる周辺障害物の検知を行う場合、その異常により第2のセンサとして車々間通信が可能であるならば、自車近傍に車両が居る場合、その位置情報やセンサ情報を共有することによって路肩への安全な停車を行うことを特徴とする自動運転制御方法。

【請求項14】

請求項8に記載の自動運転制御方法であって、

高速走行時に第1のセンサとして近距離センサによるガードレールや縁石の検知を行う場合、その異常により第2のセンサとしてアラウンドビューに用いる画像を利用して、ガードレールや縁石の位置を取得することを特徴とする自動運転制御方法。

【請求項15】

請求項8に記載の自動運転制御方法であって、

10

20

30

40

50

低速走行時に、第2のセンサとして近距離赤外線センサやアラウンドビュー画像とナビゲーションシステムを用い、ナビゲーションシステムの位置情報と地図情報を用いて現在の走行車線を推定し、近距離赤外線センサやアラウンドビュー画像を用いて最終的な停車位置を決定することを特徴とする自動運転制御方法。

【請求項16】

請求項8に記載の自動運転制御方法であって、

第2のセンサとして前方車両との車々間通信による、他車両の映像取得とGPS情報と地図情報を組み合わせた制御によって、他車両の位置と自車両に対する観測から、車線変更や走行の維持を行うことを特徴とする自動運転制御方法。

【請求項17】

請求項8に記載の自動運転制御方法であって、

高速走行時に第1のセンサの不具合のため減速を行いたい場合、第2のセンサとしてリアカメラに移る後続車両の映像から減速の程度を推定することを特徴とする自動運転制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両の自動運転制御システムに係り、特に車両の自動走行を支援するセンサなどの異常時においても安全に自動走行を支援することができる自動運転制御システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来における車両の自動運転制御システムにおいては、自動走行可能時には自動走行を実施継続するが、自動走行が不可能と判断されるときにはその旨を搭乗者に報知するように構成されている。

【0003】

例えば特許文献1では、車間距離等の自動走行ができるか否かに応じて搭乗者に自動走行の可否を報知する。具体的には、ACC・ECUが、車両の走行状態（つまり、走行速度や先行車両との車間距離）の自動制御（いわゆる、ACC制御）が実行可能か否かを、複数種類の車両の周辺の状況、危険な運転操作の履歴、及び、自動制御開始後の走行距離等の判定項目と、判定項目毎に予め設定された判定条件と、に基づいて判定する。そして、ACC制御が実行可能であると判定すると、その旨を示すメッセージを表示装置に表示し、この表示に応じて運転者によりACCスイッチを介してACC制御の開始指令が入力されると、所定の走行状態とするように車両を制御する。

【0004】

また、特許文献2によれば、運転者の状態に応じて、その報知のレベルを変更する。この場合に自動走行支援装置は、「車両の自動走行支援を制御する支援制御部11と、自動走行支援を継続できるか否かを判定する支援判定部12と、車両の運転者が正常に運転できる状態であるか否かを判定する状態判定部13と、支援判定部12及び状態判定部13による判定結果に応じて、自動走行支援に関する警告を行う報知出力部25と、自動走行支援を継続できないと判定され、かつ、運転者が正常に運転できない状態であると判定される場合には、自動走行支援を継続できると判定され、かつ、運転者が正常に運転できない状態であると判定される場合、又は、自動走行支援を継続できないと判定され、かつ、運転者が正常に運転できる状態であると判定される場合よりも、警告のレベルを高くする報知制御部15」とを備える。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2008-49888号公報

【特許文献2】特開2015-32291号公報

10

20

30

40

50

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかしながら、これらの技術はどのような報知を行う場合においても、運転者が運転を行える状態にあることが前提となっている。

**【0007】**

このため国土交通省や米運輸省道路交通安全局が定義するところの自動化レベル3以上の走行においても、前述の自動化レベル3以上では緊急時のみ運転者が対応を行えばよいという条件にもかかわらず、搭乗者は運転可能な状態を維持しなければならない。

**【0008】**

これは、たとえばセンサの不良や、天候の変化によって自動化レベル3以上の自動運転が不可能になった場合に、現状のシステムでは車両の制御を即座に搭乗者に返してしまうためである。

**【0009】**

また、同様に自動化レベル2の走行においても、通常の自動走行が不可能な状態になった場合、車両の制御を即座に搭乗者に返してしまうが、搭乗者の状況認識を誤り無く推し量ることはできないことから、安全に運転の引継ぎが行えているとは言いがたい。例えば悪天候などによる視界不良など、人間が運転することが困難な場合もある。搭乗者が急病などにより安全に運転を引き継げない場合も想定される。

**【0010】**

また、自動走行が不可能な状態になった場合の対処として、減速および停車が考えられるが、高速道路や交差点や踏み切りや見通しの悪いカーブなど、その制御が安全ではない場合が存在する。

**【0011】**

このため、自動走行時に自動走行の継続が困難になった場合でも、搭乗者の状態に応じて、余裕を持って搭乗者に運転を引き継ぐ必要がある。

**【0012】**

以上のことから本発明においては、センサの不良により自動運転が継続困難と判断される場合であっても安全な運転継続を可能とする自動運転制御システム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】****【0013】**

上記課題を解決するために本発明においては、複数の機能の組み合わせによって車両の自動走行を実現するとともに、複数の機能のそれぞれの機能は、車両に搭載された複数のセンサからの情報を用いて実現されている自動運転システムであって、センサのうち、車両外部の状況を検知する外界センサを用いて走行中に車両周辺の状況を認識して自動走行が可能であるかを判定する状況判定部と、自動走行が可能である場合に車両の走行制御を行う運転制御部と、センサのうち、車両内部の状況を検知する車内センサを用いて搭乗者の状態から搭乗者が運転可能であるかを判定する状態判定部と、自動走行が困難であり、かつ搭乗者が運転を引き継ぐことが困難な場合に、自動走行の前記機能を実施することが困難であると判断する原因が、当該機能に情報を提供する第1のセンサであるとき、そのときの運転状態によって行うべき制御内容の実行に適した第2のセンサを代替センサとして選択し、第2のセンサの情報を用いて、当該機能を代替実施し、車両の走行制御を行う推定運転制御部を有し、搭乗者が運転を引き継ぐことが可能になるまでの間、推定運転制御部の制御命令に基づいて自動走行を継続することを特徴とする。

**【0014】**

また本発明においては、複数の機能の組み合わせによって車両の自動走行を実現するとともに、複数の機能のそれぞれの機能は、車両に搭載された複数のセンサからの情報を用いて実現されている自動運転方法であって、センサのうち、車両外部の状況を検知する外界センサを用いて走行中に車両周辺の状況を認識して自動走行が可能であるかを判定し、

10

20

30

40

50

自動走行が可能である場合に車両の走行制御を行い、センサのうち、車両内部の状況を検知する車内センサを用いて搭乗者の状態から搭乗者が運転可能であるかを判定し、自動走行が困難であり、かつ搭乗者が運転を引き継ぐことが困難な場合に、自動走行の前記機能を実施することが困難であると判断する原因が、当該機能に情報を提供する第1のセンサであるとき、そのときの運転状態によって行うべき制御内容の実行に適した第2のセンサを代替センサとして選択し、第2のセンサの情報を用いて、当該機能を代替実施し、車両の走行制御を行い、搭乗者が運転を引き継ぐことが可能になるまでの間、車両の走行制御の命令に基づいて自動走行を継続することを特徴とする。

【0015】

また本発明においては、複数の機能の組み合わせによって車両の自動走行を実現するとともに、機能は、車両の内外の複数のセンサからの情報を用いて実現されている自動運転方法であって、車両外部の状況を検知する外界センサを用いて車両の自動走行を行うとともに、車両内部の状況を検知する車内センサを用いて搭乗者が運転可能であるかを判定し、自動走行が困難であり、かつ搭乗者が運転を引き継ぐことが困難な場合に、自動走行の前記機能を実施することが困難であると判断する原因が、当該機能に情報を提供する第1のセンサであるとき、そのときの運転状態によって行うべき制御内容の実行に適した第2のセンサを代替センサとして選択し、第2のセンサの情報を用いて、当該機能を代替実施し、車両の走行制御を行い、搭乗者が運転を引き継ぐことが可能になるまでの間、代替実施する機能により車両の走行制御を継続することを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

上記構成によれば、搭乗者への安全な運転の引継ぎが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】電子制御装置の機能を示すブロック図。

【図2】車両に搭載された一般的な自動運転制御システムの概略構成を示す図。

【図3】車両に搭載された一般的な自動運転制御システムの概略構成を示す図。

【図4】自動運転に必要なセンサとこれらの組み合わせによる自動運転の各種機能の構成例を示す図。

【図5】センサの性能を簡略化して現した図。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の実施例について図面を用いて説明する。

【実施例】

【0019】

図2は、車両に搭載された一般的な自動運転制御システムの概略構成を示す図である。図2の自動運転制御システム10は、車両に搭載された外界センサS1、車内センサS2、通信装置S3、電子制御装置1、駆動装置2、車内通知装置3などによって構成されている。これらのうち、外界センサS1、車内センサS2、通信装置S3は電子制御装置1に対する各種の入力装置であって、駆動装置2、車内通知装置3は各種の出力装置という位置づけである。

【0020】

このうち外界センサS1とは、カメラやミリ波レーダー、近距離赤外線センサ、車外温度計、車外光度計、速度計、加速度計、進行方向を計測する機器などの車両外部の観測情報を出力するセンサ類の総称である。

【0021】

車内センサS2とは、搭乗者を監視するカメラやマイク、心拍計、体温計、車内温度計、またアクセルやブレーキやハンドルの操作量を計測する各種センサなどの総称である。

【0022】

また通信装置S3とは、車外から情報を取得する装置の総称である。例えば無線LAN

10

20

30

40

50

などの通信機能や、GPSなどの位置情報取得機能などがこれに相当する。また、車々間通信や路車間通信の手法として、外界センサのカメラとテールライトやウィンカー、また信号機や街頭などの高周波点滅による通信なども、通信装置S3の一事例である。

【0023】

電子制御装置1は、入力装置（外界センサS1、車内センサS2、通信装置S3）から得られた信号に基づいて演算を行い、その結果に基づいて出力装置（駆動装置2や車内通知装置3）の制御を実施する装置の総称である。たとえばエンジンコントロールユニット（ECU）や、地図情報を有するナビゲーションシステムの処理装置である。電子制御装置1は、外界センサS1から得られる情報を元に、白線検知、前方障害物検知などの機能を実現し、その組み合わせによって自動運転を実現する。なお1つの機能は少なくとも1つ以上の前記センサから得られる情報によって実現される。

10

【0024】

駆動装置2は、電子制御装置1から与えられる命令信号に基づいて作動するアクチュエータである。たとえば、スロットルアクチュエータやブレーキアクチュエータ、ステアリングアクチュエータなどである。

【0025】

車内通知装置3は、走行に関する報知を行うヒューマン・マシン・インターフェイス（HMI）である。たとえば、速度メータや回転数メータ、スピーカー、ディスプレイ、バイブレータ、ライトなどである。

【0026】

本発明は電子制御装置1上で動作するソフトウェアとして実現することができる。電子制御装置1は図示しないCPU（演算部）、メモリ（記憶部）といった基本的なコンピュータの構成要素と、入力装置、出力装置に対しての信号の入出力機能を備える。これらは複数の電子制御装置で実現されてもよい。また、電子制御装置の組み込み機能として実現しても良いし、一部の機能を入力装置や出力装置の組み込み機能として実現しても良い。

20

【0027】

図1は、電子制御装置1の機能を示すブロック図である。本発明に係る電子制御装置1の機能は、外界センサS1からの情報を入力とする状況判定部101と、状況判定部101の判定結果で自動運転が可能な場合に運転を制御する運転制御部103と、自動運転が困難な場合に車内センサS2からの情報を入力として搭乗者の状態を判定する状態判定部102と、搭乗者が即座に運転可能でない場合に、外界センサS1に基づいて自動運転を継続する推定運転制御部104によって構成されている。

30

【0028】

なお105、106はデータを一時的に記憶するメモリ手段であって、メモリ手段105は状態判定部102が判定した情報を記憶してメモリ手段106に転送する。メモリ手段106は、メモリ手段105の情報のほかに、運転制御部103からの情報、推定運転制御部104からの情報を一時記憶して、電子制御装置1の外部の駆動装置2に送る。なお状態判定部102が判定した情報は車内通知装置3に送られて、搭乗者に向けて音声や画像、振動などで報知される。

【0029】

以下、各部機能について詳細に説明する。まず状況判定部101では、外界センサS1から得られる複数のセンサ情報に基づいて自動運転の可否を判断する。例えば、ここでは外界センサS1は車線の維持を行うためのフロントビューカメラと、前方の障害物検知を行うミリ波レーダーからなる複合センサの例を挙げているが、自動運転に用いるセンサはこれに限定するものではない。

40

【0030】

状況判定部101では、外界センサS1の出力によって自動運転が可能であることを判定し、可能である場合、センサ情報に基づいて運転制御部103により正常な制御命令を出力する。自動運転が困難な場合、例えば雨などの視界不良によりカメラによる白線検知ができず車線が維持できない場合や、路上の落下物などにより近距離に障害物が突然発生

50

した場合や、またセンサ故障によりセンサからの入力を得られなくなった場合に、状況判定部 101 は自動運転が困難であることを状態判定部 102 に通知する。

【0031】

状態判定部 102 では、車内センサ S2 から得られた情報に基づいて、搭乗者が運転可能であるかを判断する。例えば、視線や顔の向きが進行方向を目視しているか、その状態は一定時間継続していたか、体温や心拍数に異常は無いか、アクセルペダルやブレーキペダルの操作は適切か、ハンドルは所持しているかなどの状態情報から搭乗者が運転可能であるかを判断する。

【0032】

状態判定部 102 は、自動運転が困難であり、かつ搭乗者が運転可能である場合、自動運転をキャンセルして搭乗者に運転を引きつぐ。例えば、車内通知装置 3 によってアラートを発信し、ハンドルに設置したスイッチなどで搭乗者が運転を行うことを確認させても良い。搭乗者が運転を行うことが困難と判断した場合や、確認動作が一定時間行われななどの場合、推定運転制御部 104 に通知を行う。

10

【0033】

推定運転制御部 104 は、搭乗者が運転を行うことが困難で、かつ第 1 の外界センサが担う通常の機能を用いて自動運転を行うことが困難な場合に、自動走行の機能の実現に通常は利用していない他の別種の第 2 のセンサの信号を元に自動運転を継続する。

【0034】

図 3 は、図 1 においてさらに通信装置 S3 を備える場合の処理を示している。図 2 の実施例では、自動運転継続困難の原因となっている第 1 の外界センサに代えて、第 2 のセンサを使用する事例を説明したが、第 2 のセンサは必ずしも外界センサである必要はない。使用可能であれば車内センサであってもよいし、通信装置 S3 の情報であってもよい。広義には代替可能な情報であれば、センサや通信装置 S3 の区別を問題とはしない。なお通信装置 S3 の情報もまた、センサの情報と位置付けられるものである。

20

【0035】

図 3 の場合、通信装置 S3 の情報は、推定運転制御部 104 に送られて、自動走行の機能の実現に通常は利用しない第 2 のセンサの信号として利用される。具体的に言うと、通信装置 S3 から得られる車々間通信による他車情報、路車間通信による周辺情報、GPS による位置情報などを用いることにより、より正常自動運転時との乖離の少ない制御命令

30

【0036】

以上要するに、外界センサ S1 の故障時に、この外界センサ S1 が担う通常の自動運転機能が達成し得ないという事態になるが、本発明においては代替するセンサからの情報を用いて当該の自動運転機能を継続実施するものである。代替するセンサとは、外界センサ S1、車内センサ S2、通信装置 S3 のいずれであってもよく、またその適宜の情報の組み合わせであってもよい。またこの外界センサ S1 の故障時に、車内通知装置 3 を通じてセンサ異常を報知し、搭乗者の覚醒、搭乗者による運転への切り替えを促すので、比較的短時間のうちに搭乗者による運転が実現されるが、本発明では係る比較的短時間であっても代替センサによる自動運転の継続を実行することにより、一層の安全運転を確保したものである。

40

【0037】

以下、自動運転を可能にする本来の具体的な外界センサと、これにより実行される自動運転機能の例について説明する。さらにその後、この外界センサ故障時に代替運転を可能にする代替センサの例について説明する。

【0038】

まず自動走行は、外界センサ S1 からの信号を元に実現されるいくつかの自動運転機能の組み合わせによって実現されている。例えば車線を維持するためのレーンキープ機能は、フロントカメラによる白線検知機能によって実現されている。例えば追従走行や衝突回避のためのブレーキ制御機能は、ステレオカメラやミリ波レーダーによる前方物体との距

50

離検知機能によって実現されている。例えば車線変更や右左折の機能は、赤外線やレーザーや超音波を用いた近距離センサを用いた周辺障害物検知と、地図情報と目的地情報とGPS情報を組み合わせて実現されている。

【0039】

自動走行のための各種の自動運転機能は、1つ以上の外界センサによって実現されるため、外界センサS1の不具合によって自動走行のための機能が実行できない場合に、自動走行が困難となる。また外界センサS1の不具合は故障に限らず、天候不順や路上のごみや装置の汚れなどにより、突発的に発生するものである。

【0040】

自動運転中の場面を高速走行時、低速走行時、発進停車時の3つの場合に分けて、それぞれの場合に必要な制御についてさらに詳細に説明する。

【0041】

ここで高速走行時とは、高速道路や主要な幹線道路や見通しの良い道路などを制限速度以下で走行している場合である。低速走行時とは、人通りの多い繁華街や住宅街や道幅の狭い道路、また交差点での右左折時や横断歩道の前後や踏切上や高速のIC出入口などを低速または徐行走行している場合である。発信停車時とは、信号や踏み切りや一時停止標識などの停止指示や、前方の歩行者やその他障害物によって停止しつつある場合、また前記停止指示や障害が取り除かれたことによって発信可能となり、発進しつつある場合である。

【0042】

他方、自動運転中に問題が発生した場合に行われる制御としては、速度維持、車線維持、路肩への移動、緩やかな減速、急激な減速などが上げられる。これらの操作は例えば、高速道路を時速100m/hで走行中や、踏み切りを横断中、右左折中などにおいて減速停止することが必ずしも安全につながらない場合に必要となる。

【0043】

図4は、自動運転に必要なセンサとこれらの組み合わせによる自動運転の各種機能の構成例を示している。車両に搭載されて、自動運転に使用されるセンサの例としては、図4の縦方向に示す単眼カメラ、ステレオカメラ、赤外線カメラ、全方位カメラ、ミリ波レーダー（準ミリ波含む）、レーザーレーダー、ナイトビジョン、超音波、リア（バック）カメラが例示されており、より広義の意味においては地図&GPSや通信情報（車々、路車間通信など）もセンサとしての把握がされている。

【0044】

また図4において横方向には、これらのセンサの組み合わせで実現される自動運転の機能構成例が例示されている。例えば単眼カメラ、ミリ波レーダー（準ミリ波含む）、レーザーレーダー、超音波の組み合わせで構成Aの機能が実現されている。

【0045】

前記運転中の場面において、停止以外の制御が必要となるのは高速走行時と低速走行時である。そこで以下では、高速走行時と低速走行時の制御について述べる。

【0046】

自動運転に必要な機能である進行方向や周囲の障害物検知や車線の維持などの機能を、これらのセンサからの信号を基にして実現している。また、それ以外に運転支援機能としてリアカメラやナビゲーションシステム（地図とGPS）などの機能を搭載している場合がある。自動運転のためのセンサ構成は、図4に限定するものではない。また、センサは設置位置や角度によって得られる情報が変わるため、複数設置する場合がある。例えば、フロントとリアにそれぞれミリ波レーダーを設置して車間距離を計測したり、車体の外周に複数のレーザーレーダーや超音波センサを配置して近距離の物体を検知したりする。自動運転に用いるセンサの構成は、図4に限定するものではない。

【0047】

図5は各センサの性能を簡略化して現したものである。例えば、単眼カメラはカメラに映る物体の認識は得意であるが、測距は不得意であり夜間は非常に苦手である。ミリ波レ

10

20

30

40

50

ーダーは検知距離、測距、夜間の運用に力を発揮するが、人や車を識別することはできない。自動運転では、これらのセンサ出力の組み合わせによって維持される。

【 0 0 4 8 】

自動運転に必要な機能は、それを実現するセンサの組み合わせである。例えばレーンキープは単眼カメラやステレオカメラ、全方位カメラなどによって白線や縁石などの境界を認識することで行われる。障害物検知はステレオカメラやミリ波レーダーによって進行方向の物体との距離を計測することによって行われる。また、速度センサや進行方向を認識する機器などの情報と組み合わせ、車体の制御命令が生成される。

【 0 0 4 9 】

以下、特定機能を担う外界センサの不具合によって自動走行に必要な機能の実行が行えなくなった場合に、その他の外界センサや通信装置や電子制御部から得られる情報を元に、推定運転制御部 1 0 4 が制御命令を出力する例を示す。

【 0 0 5 0 】

例えば図 4 の構成 A のように、フロントカメラ（単眼カメラ）とミリ波レーダーを用いて車両前方の障害物検知や物体認識を行っている構成において、フロントカメラ（単眼カメラ）によるレーンキープが行えなくなった場合、高速走行時と低速走行時および発進停車時によって行うべき制御を分ける必要がある。

【 0 0 5 1 】

低速走行時および発進停車時の場合であれば、速やかに停車を行うことが望ましい。また、ナビ情報などにより現在位置が踏み切りや交差点などの内部であるならば、直進が可能であるならば減速をしながら踏み切りや交差点を抜けるなどを行うのがよい。交差点での右左折の途中等であれば、GPS の位置情報と近距離センサの情報をを用いて徐行しつつ交差点外の路肩に停車するのがよい。このことは、外界センサが故障した場合であっても、その時の運転状態によって行うべき制御内容が相違することから、その制御内容の実行に適した性能を有するセンサを代替センサとして選択すべきことを意味している。

【 0 0 5 2 】

高速走行時であるならば、例えばリアカメラの映像を用いてすでに通り過ぎた白線を検知し、その位置情報から車線を維持するための推定制御を行う。リアカメラの映像では、白線は画像の端に湾曲して撮影される。カメラの設置角度を表す外部パラメータと、移りこむ白線エッジの向きから算出される現在の進行方向を用いて斜線を維持する。また、ナビゲーションシステムに搭載された地図と GPS による現在位置から、進行方向のカーブ情報を制御に用いることで、より安定的にレーンキープが行えるようになる。また、ミリ波レーダーを用いたカルガモ走行など、前方車両を追従することによってレーンキープすることも可能である。また、自動駐車などに用いられるアラウンドビュー映像を用いたレーンキープも可能である。

【 0 0 5 3 】

前述のように低速走行時および発進停車時における機能の不良については、急制動を行わないことによって安全に停車が可能である。そこで以下の例では、高速走行時について記述する。

【 0 0 5 4 】

例えば、ミリ波レーダーによる前方の障害物検知が行えなくなった場合、フロントカメラに映る前方車両のナンバープレート等から、車間距離を推定し運転を継続することができる。また、車々間通信により互いの位置情報が取得可能であるなら、GPS の位置情報を用いて車間距離を得ることが可能である。また、車々間通信により互いのセンサ情報が共有可能であれば、前方車両の後方向け距離センサの情報をを用いて自車との障害物を検知することが可能である。これは、直前の車両の後方に居るのが自車であり、その感覚は急激に変化しないことから、前方車両の後方センサが自車より手前でさえぎられた場合、障害物が発生したと考えられる。この様な制御は、ステレオカメラの片眼が故障した場合においても有効である。

【 0 0 5 5 】

また例えば、近距離センサによる周辺障害物の検知が行えなくなった場合、フロントカメラやミリ波レーダーなどから得られていた過去の情報を元に、近傍車両の位置を推定し走行を維持すること可能である。また、車々間通信が可能であるならば、自車近傍に車両が居る場合、その位置情報やセンサ情報を共有することによって路肩への安全な停車などが可能になる。

【 0 0 5 6 】

また例えば近距離センサによるガードレールや縁石の検知が行えない場合、フロントカメラに映る映像から現在のガードレールや縁石の位置を推定することが可能である。例えば、ガードレールや縁石と中央分離線はほぼ平行であることから、中央分離線の位置と道幅から推定する。また、アラウンドビューに用いる画像を利用することによって、ガードレールや縁石の位置を取得することも可能である。

10

【 0 0 5 7 】

また、例に挙げたいくつかの処理は、自動運転に必要なリアルタイム処理には処理能力が足りないことも考えられる。そのような場合、サンプリングレートを落とすことによって、運転者に引き継ぐまでの時間を稼いでよい。

【 0 0 5 8 】

また、装置の故障状況によらず、以下のような推定制御が考えられる。以下の推定制御は専用のセンサを用いる以上の汎用的な効果は見込めないが、車線維持、右左折の完了、安全な停車を行う場合において、元来利用すべきセンサに不具合が有る場合において有効である。

20

【 0 0 5 9 】

例えば、低速走行時に近距離赤外線センサやアラウンドビュー画像とナビゲーションシステムを用いた車線変更や路肩への停車である。位置情報と地図情報を用いて現在の走行車線を推定し、近距離赤外線センサやアラウンドビュー画像を用いて最終的な停車位置を決定する。

【 0 0 6 0 】

例えば、前方車両との車々間通信による、他車両の映像取得とGPS情報と地図情報を組み合わせた制御によって、他車両の位置と自車両に対する観測から、車線変更や走行の維持が可能となる。

【 0 0 6 1 】

例えば高速走行時に外界センサの不具合のため減速を行いたい場合、リアカメラに移る後続車両の映像から減速の程度を推定することができる。近距離に後続車両が居ない場合はすばやく減速し、後続車両が居る場合はゆっくり減速するなどである。後続車両との距離は、ナンバープレートなど固定長の物体の画像上のサイズなどから推定が可能である。また、画像上で路面となる領域の、非路面部の大きさなどからも判定が可能である。非路面部が多いほど、近距離に走行車両が存在することが考えられる。

30

【 0 0 6 2 】

図1、図3の推定運転制御部104は、自動運転を実施している車両が走行状態にあり、かつ直前まで安全に自動走行を行っていた状況を前提として実現するものである。すなわち、停車状態などから走行を開始するような制御は想定しない。ただし、外界センサからの情報が不十分でありながら、緊急車両の回避など制御が必要な場合において、近距離赤外線センサやアラウンドビュー画像と地図情報とGPS情報や、車々間または路車間通信によって得られる周囲の状況によって、路肩への移動や車線変更を行うことは実現できる。

40

【 0 0 6 3 】

推定運転制御部104が制御命令を出力し、駆動装置が走行を維持している間に、車内通知装置のスピーカーによるアラートや、パイプレーション、ライトによる警告によって、搭乗者が運転可能な状態になるよう喚起を行ってもよい。この時、状態判定部102は運転者が運転を引き継げるようになったと判断されるまで、繰り返し運転者の状態判定を実施する。

50

## 【 0 0 6 4 】

推定運転制御部 1 0 4 が制御命令を出力している場合、車外に向けて警告を発信することが考えられる。例えばウィンカー、クラクション、ブレーキランプなどの通常とは違う挙動などが考えられる。前記通常とは違う挙動などは、例えば交互にウィンカーやブレーキランプを交互に点滅させる、ウィンカーを常時点灯する、クラクションを小刻みに鳴らす、などである。また、不具合が生じていることを、通信装置を通じて周辺車両や自動走行車両の管理センタに通報することも考えられる。

## 【 0 0 6 5 】

不具合車両の通報は、例えば不具合発生機能、不具合発生前の位置、現在位置、直前の各種外界センサ情報などを管理センタに通信することが考えられる。

10

## 【 0 0 6 6 】

また、通報を元に管理センタから安全に停車できる箇所の情報の提供を受け、そこに向かって自動走行を行うことが考えられる。また、管理センタは通報をした車両の外界センサ情報や、周囲の他車や路上センサの情報を元に、自車の自動走行を実施する命令を出すことも考えられる。

## 【 0 0 6 7 】

電子制御装置が有するナビゲーションシステムの地図は、例えば道路の制限速度や道路幅や車線数、路面の種類や色やテクスチャ、中央分離帯の有無、歩道の有無、マンホールや工事跡の位置などの道路情報を有し、それを各種機能の実現に用いても良い。また、道路情報は前記管理センタから通信によって車両に提供されても良い。

20

## 【 符号の説明 】

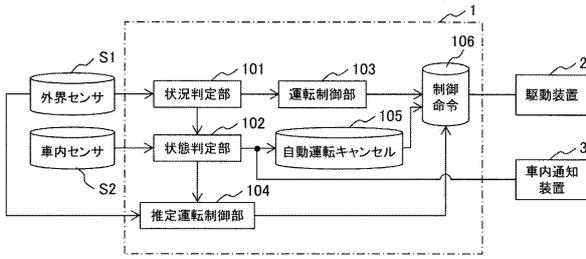
## 【 0 0 6 8 】

- 1 0 : 自動運転制御システム
- S 1 : 外界センサ
- S 2 : 車内センサ
- S 3 : 通信装置
- 1 : 電子制御装置
- 2 : 駆動装置
- 3 : 車内通知装置
- 1 0 1 : 状況判定部
- 1 0 3 : 運転制御部
- 1 0 2 : 状態判定部
- 1 0 4 : 推定運転制御部
- 1 0 5、1 0 6 : メモリ手段

30

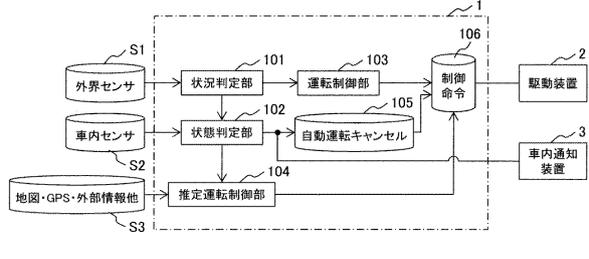
【図1】

図 1



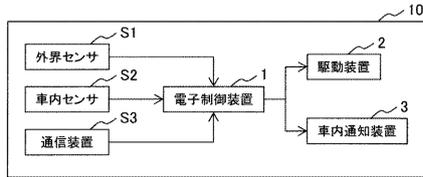
【図3】

図 3



【図2】

図 2



【図4】

図 4

	構成 A	構成 B	構成 C	構成 D	構成 E	構成 F	...
単眼カメラ	○	○	○				
ステレオカメラ				○	○	○	
赤外線カメラ			○	○			
全方位カメラ		○				○	
ミリ波レーダー (準ミリ波含む)	○	○	○				
レーザーレーダー	○				○		
ナイトビジョン		○		○	○	○	
超音波	○				○		
リア(バック)カメラ	-	-	-	-	-	-	-
地図&GPS	-	-	-	-	-	-	-
通信情報(車々、路車間通信など)	-	-	-	-	-	-	-

【図5】

図 5

	検知距離	測距	認識	夜間
単眼カメラ	○	△	◎	×
ステレオカメラ	○	○	◎	×
赤外線カメラ	△	○	×	○
全方位カメラ	×	×	△	×
ミリ波レーダー (準ミリ波含む)	◎	◎	×	◎
レーザーレーダー	×	△	×	◎
ナイトビジョン	○	○	×	◎
超音波	×	×	×	◎
リア(バック)カメラ	△	×	△	×
地図&GPS	-	-	-	◎
通信情報(車々、路車間通信など)	-	-	-	◎

---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
G 0 8 G 1/16 F

審査官 増子 真

(56)参考文献 独国特許出願公開第102014210147 (DE, A1)  
特開平09 - 245298 (JP, A)  
特開平11 - 227495 (JP, A)  
特開2005 - 138764 (JP, A)  
特開2015 - 176447 (JP, A)  
特開2013 - 023116 (JP, A)  
特開2011 - 048520 (JP, A)  
特開2016 - 013751 (JP, A)  
特開2008 - 049888 (JP, A)  
特開2015 - 032291 (JP, A)  
特開平11 - 180182 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 0 W	1 0 / 0 0	-	1 0 / 3 0
B 6 0 W	3 0 / 0 0	-	6 0 / 0 0
B 6 0 K	3 1 / 0 0	-	3 1 / 1 8
B 6 0 R	2 1 / 0 0	-	2 1 / 1 3
B 6 0 R	2 1 / 3 4	-	2 1 / 3 8
G 0 8 G	1 / 0 0	-	9 9 / 0 0
G 0 5 D	1 / 0 0	-	1 / 1 2
G 0 1 C	2 1 / 0 0	-	2 1 / 3 6
G 0 1 C	2 3 / 0 0	-	2 5 / 0 0
B 6 0 R	2 5 / 0 0	-	9 9 / 0 0