

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6766791号  
(P6766791)

(45) 発行日 令和2年10月14日(2020.10.14)

(24) 登録日 令和2年9月23日(2020.9.23)

(51) Int.Cl.	F I
<b>B 6 O W 40/08 (2012.01)</b>	B 6 O W 40/08
<b>G O 8 G 1/16 (2006.01)</b>	G O 8 G 1/16 C
<b>B 6 O W 30/00 (2006.01)</b>	B 6 O W 30/00
<b>B 6 O W 50/08 (2020.01)</b>	B 6 O W 50/08

請求項の数 13 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2017-194618 (P2017-194618)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成29年10月4日 (2017.10.4)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2019-64539 (P2019-64539A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成31年4月25日 (2019.4.25)	(74) 代理人	100106149
審査請求日	令和1年11月13日 (2019.11.13)		弁理士 矢作 和行
		(74) 代理人	100121991
			弁理士 野々部 泰平
		(74) 代理人	100145595
			弁理士 久保 貴則
		(72) 発明者	杉浦 真紀子
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		審査官	増子 真

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 状態検出装置、状態検出システム及び状態検出プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

運転者に代わって運転操作を実施可能な自動運転機能を備える車両(A)において、前記運転者の状態を検出する状態検出装置であって、

カメラとは異なる構成によって前記運転者の脚の位置を検出した検出情報を取得する情報取得部(31)と、

前記検出情報の示す前記運転者の脚の状態に基づき、前記自動運転機能からの交代要求に基づく運転交代に前記運転者が対応可能か否かを判定する状態判定部(32)と、を備え、

前記状態判定部は、少なくとも前記運転者の右脚の足先が運転席(110)の座面(111)よりも下方から検出されている場合には、前記運転者が運転交代に対応可能であると判定する状態検出装置。

【請求項 2】

前記状態判定部は、前記運転者の左脚の足先が前記座面よりも下方から検出されていない場合でも、前記運転者が運転交代に対応可能であると判定する請求項1に記載の状態検出装置。

【請求項 3】

前記状態判定部は、前記運転者の左脚の足先が前記座面よりも下方から検出されていても、前記運転者の右脚の足先が前記座面よりも下方から検出されていない場合には、前記運転者が運転交代に対応可能でないと判定する請求項1又は2に記載の状態検出装置。

10

20

## 【請求項 4】

前記状態判定部は、前記交代要求の開始から自動運転の継続が不可能になるまでの余裕時間（ $T_a$ ）が長くなるほど、前記運転者が運転交代に対応可能であると判定する許容基準を緩和する請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の状態検出装置。

## 【請求項 5】

運転者に代わって運転操作を実施可能な自動運転機能を備える車両（ $A$ ）において、前記運転者の状態を検出する状態検出装置であって、

前記運転者の脚の位置を検出した検出情報を取得する情報取得部（31）と、

前記検出情報の示す前記運転者の脚の状態に基づき、前記自動運転機能からの交代要求に基づく運転交代に前記運転者が対応可能か否かを判定する状態判定部（32）と、を備え、

10

前記状態判定部は、前記交代要求の開始から自動運転の継続が不可能になるまでの余裕時間（ $T_a$ ）が長くなるほど、前記運転者が運転交代に対応可能であると判定する許容基準を緩和する状態検出装置。

## 【請求項 6】

前記状態判定部は、前記交代要求の後、前記運転者が運転交代に対応可能であると判定する許容基準を厳しくする請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の状態検出装置。

## 【請求項 7】

運転者に代わって運転操作を実施可能な自動運転機能を備える車両（ $A$ ）において、前記運転者の状態を検出する状態検出装置であって、

20

前記運転者の脚の位置を検出した検出情報を取得する情報取得部（31）と、

前記検出情報の示す前記運転者の脚の状態に基づき、前記自動運転機能からの交代要求に基づく運転交代に前記運転者が対応可能か否かを判定する状態判定部（32）と、を備え、

前記状態判定部は、前記交代要求の後、前記運転者が運転交代に対応可能であると判定する許容基準を厳しくする状態検出装置。

## 【請求項 8】

前記情報取得部は、ステアリングホイール（115）の下方であり、且つ、運転席（110）の前方に規定された検出空間（120）にて、前記脚の位置を検出した前記検出情報を取得する請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の状態検出装置。

30

## 【請求項 9】

請求項 8 に記載の状態検出装置（30）と、

前記脚の位置を検出した検出信号を前記情報取得部へ向けて出力する位置検出センサ（12, 212, 412t, 412b）と、を含む状態検出システムであって、

前記位置検出センサは、前記検出空間へ向けて検出波を発信する発信部（13）、及び前記検出空間に位置する物体によって反射された前記検出波を検出する検出部（14）、を有する状態検出システム。

## 【請求項 10】

前記位置検出センサは、前記車両において、フロア面（113）よりも運転席（110）の座面（111）に近い高さ位置に設置されている請求項 9 に記載の状態検出システム。

40

## 【請求項 11】

運転者に代わって運転操作を実施可能な自動運転機能を備える車両（ $A$ ）において、前記運転者の状態を検出する状態検出プログラムであって、

少なくとも一つの処理部（41）を、

カメラとは異なる構成によって前記運転者の脚の位置を検出した検出情報を取得する情報取得部（31）、

前記検出情報の示す前記運転者の脚の状態に基づき、前記自動運転機能からの交代要求に基づく運転交代に前記運転者が対応可能か否かを判定する状態判定部（32）、として機能させ、

50

前記状態判定部は、少なくとも前記運転者の右脚の足先が運転席（１１０）の座面（１１１）よりも下方から検出されている場合には、前記運転者が運転交代に対応可能であると判定する状態検出プログラム。

【請求項１２】

運転者に代わって運転操作を実施可能な自動運転機能を備える車両（Ａ）において、前記運転者の状態を検出する状態検出プログラムであって、

少なくとも一つの処理部（４１）を、

前記運転者の脚の位置を検出した検出情報を取得する情報取得部（３１）、

前記検出情報の示す前記運転者の脚の状態に基づき、前記自動運転機能からの交代要求に基づく運転交代に前記運転者が対応可能か否かを判定する状態判定部（３２）、として機能させ、

前記状態判定部は、前記交代要求の開始から自動運転の継続が不可能になるまでの余裕時間（Ｔa）が長くなるほど、前記運転者が運転交代に対応可能であると判定する許容基準を緩和する状態検出プログラム。

【請求項１３】

運転者に代わって運転操作を実施可能な自動運転機能を備える車両（Ａ）において、前記運転者の状態を検出する状態検出プログラムであって、

少なくとも一つの処理部（４１）を、

前記運転者の脚の位置を検出した検出情報を取得する情報取得部（３１）、

前記検出情報の示す前記運転者の脚の状態に基づき、前記自動運転機能からの交代要求に基づく運転交代に前記運転者が対応可能か否かを判定する状態判定部（３２）、として機能させ、

前記状態判定部は、前記交代要求の後、前記運転者が運転交代に対応可能であると判定する許容基準を厳しくする状態検出プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

この明細書による開示は、自動運転機能を備える車両において運転者の状態を検出する状態検出の技術に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来、例えば特許文献１には、運転者に代わって運転操作を実施可能な車両制御装置が開示されている。車両制御装置は、ハンドオーバーとして、自動運転の状態から運転者による手動運転への運転交代を実施する。さらに車両制御装置は、運転者が手動運転に復帰できる状態か否かを、例えばステアリングコラムの上面に設けられたドライバモニタカメラ、及びステアリングホールに設けられたタッチセンサ等によって検出する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２０１７－３０５５５号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

さて、運転操作に不適切な脚の姿勢が取られている場合にも、運転者は、ハンドオーバーによる運転交代に対応困難となる。しかし、特許文献１の車両制御装置では、運転交代に運転者が対応可能か否かは、主に運転者の上半身の状態に基づいて判定される。故に、脚の姿勢が運転操作に不適切であっても、車両制御装置は、運転者が交代要求に対応できないと判定することが難しかった。

【０００５】

本開示は、運転操作に不適切な脚の姿勢が取られている場合に、運転者が交代要求に対

10

20

30

40

50

応できなと判定可能な状態検出装置等の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、開示された一つの態様は、運転者に代わって運転操作を実施可能な自動運転機能を備える車両（A）において、運転者の状態を検出する状態検出装置であって、カメラとは異なる構成によって運転者の脚の位置を検出した検出情報を取得する情報取得部（31）と、検出情報の示す運転者の脚の状態に基づき、自動運転機能からの交代要求に基づく運転交代に運転者が対応可能か否かを判定する状態判定部（32）と、を備え、状態判定部は、少なくとも運転者の右脚の足先が運転席（110）の座面（111）よりも下方から検出されている場合には、運転者が運転交代に対応可能であると判定する状態検出装置とされる。

10

また開示された一つの態様は、運転者に代わって運転操作を実施可能な自動運転機能を備える車両（A）において、運転者の状態を検出する状態検出装置であって、運転者の脚の位置を検出した検出情報を取得する情報取得部（31）と、検出情報の示す運転者の脚の状態に基づき、自動運転機能からの交代要求に基づく運転交代に運転者が対応可能か否かを判定する状態判定部（32）と、を備え、状態判定部は、交代要求の開始から自動運転の継続が不可能になるまでの余裕時間（Ta）が長くなるほど、運転者が運転交代に対応可能であると判定する許容基準を緩和する状態検出装置とされる。

また開示された一つの態様は、運転者に代わって運転操作を実施可能な自動運転機能を備える車両（A）において、運転者の状態を検出する状態検出装置であって、運転者の脚の位置を検出した検出情報を取得する情報取得部（31）と、検出情報の示す運転者の脚の状態に基づき、自動運転機能からの交代要求に基づく運転交代に運転者が対応可能か否かを判定する状態判定部（32）と、を備え、状態判定部は、交代要求の後、運転者が運転交代に対応可能であると判定する許容基準を厳しくする状態検出装置とされる。

20

【0007】

また開示された一つの態様は、運転者に代わって運転操作を実施可能な自動運転機能を備える車両（A）において、運転者の状態を検出する状態検出プログラムであって、少なくとも一つの処理部（41）を、カメラとは異なる構成によって運転者の脚の位置を検出した検出情報を取得する情報取得部（31）、検出情報の示す運転者の脚の状態に基づき、自動運転機能からの交代要求に基づく運転交代に運転者が対応可能か否かを判定する状態判定部（32）、として機能させ、状態判定部は、少なくとも運転者の右脚の足先が運転席（110）の座面（111）よりも下方から検出されている場合には、運転者が運転交代に対応可能であると判定する状態検出プログラムとされる。

30

また開示された一つの態様は、運転者に代わって運転操作を実施可能な自動運転機能を備える車両（A）において、運転者の状態を検出する状態検出プログラムであって、少なくとも一つの処理部（41）を、運転者の脚の位置を検出した検出情報を取得する情報取得部（31）、検出情報の示す運転者の脚の状態に基づき、自動運転機能からの交代要求に基づく運転交代に運転者が対応可能か否かを判定する状態判定部（32）、として機能させ、状態判定部は、交代要求の開始から自動運転の継続が不可能になるまでの余裕時間（Ta）が長くなるほど、運転者が運転交代に対応可能であると判定する許容基準を緩和する状態検出プログラムとされる。

40

また開示された一つの態様は、運転者に代わって運転操作を実施可能な自動運転機能を備える車両（A）において、運転者の状態を検出する状態検出プログラムであって、少なくとも一つの処理部（41）を、運転者の脚の位置を検出した検出情報を取得する情報取得部（31）、検出情報の示す運転者の脚の状態に基づき、自動運転機能からの交代要求に基づく運転交代に運転者が対応可能か否かを判定する状態判定部（32）、として機能させ、状態判定部は、交代要求の後、運転者が運転交代に対応可能であると判定する許容基準を厳しくする状態検出プログラムとされる。

【0008】

この態様では、運転者の脚の位置が検出情報として取得される。そして、交代要求に基

50

づく運転交代に運転者が対応可能か否かは、運転者の脚の状態に基づき判定される。以上によれば、運転操作に不適切な脚の姿勢が取られている場合には、自動運転機能からの交代要求に対応できないと判定することが可能になる。

【 0 0 0 9 】

尚、上記括弧内の参照番号は、後述する実施形態における具体的な構成との対応関係の一例を示すものにすぎず、技術的範囲を何ら制限するものではない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】車両に搭載された自動運転に関連する構成の全体像を示すブロック図である。

【図 2】ハンドオーバーのプロセスを時系列に沿って示すタイムチャートである。

10

【図 3】車両の右側から見た脚センサの配置と脚の位置検出の詳細を示す図である。

【図 4】車両の天井側から見た脚センサの配置と脚の位置検出の詳細を示す図である。

【図 5】状態判定部にて判定される「運転姿勢」、「適切姿勢」及び「不適切姿勢」の特徴を一覧で示す図である。

【図 6】HCU及び提示装置の連携によって実施される自動運転モードでのアクチュエーションの考え方を示す図である。

【図 7】自動運転モードにて実施される状態検出処理の詳細を示すフローチャートである。

。

【図 8】第二実施形態の脚センサの配置と脚の位置検出の詳細を示す図である。

【図 9】第二実施形態の脚センサの配置と脚の位置検出の詳細を示す図である。

20

【図 10】第三実施形態の状態検出システムの構成を示すブロック図である。

【図 11】第三実施形態の脚センサの配置と脚の位置検出の詳細を示す図である。

【図 12】第三実施形態の脚センサの配置と脚の位置検出の詳細を示す図である。

【図 13】第四実施形態の脚センサの配置と脚の位置検出の詳細を示す図である。

【図 14】第五実施形態の脚センサの配置と脚の位置検出の詳細を示す図である。

【図 15】第五実施形態の脚センサの配置と脚の位置検出の詳細を示す図である。

【図 16】「適切姿勢」及び「不適切姿勢」の区分けについて、右脚の股関節及び膝関節の状態に基づき整理した内容を一覧にて示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

30

以下、本開示の複数の実施形態を図面に基づいて説明する。尚、各実施形態において対応する構成要素には同一の符号を付すことにより、重複する説明を省略する場合がある。各実施形態において構成の一部分のみを説明している場合、当該構成の他の部分については、先行して説明した他の実施形態の構成を適用することができる。また、各実施形態の説明において明示している構成の組み合わせばかりではなく、特に組み合わせに支障が生じなければ、明示していなくても複数の実施形態の構成同士を部分的に組み合わせることができる。そして、複数の実施形態及び変形例に記述された構成同士の明示されていない組み合わせも、以下の説明によって開示されているものとする。

【 0 0 1 2 】

( 第一実施形態 )

40

本開示の第一実施形態による状態検出装置の機能は、図 1 に示す HCU (HMI (Human Machine Interface) Control Unit) 30 によって実現されている。HCU 30 は、車両制御 ECU (Electronic Control Unit) 80 及び自動運転 ECU 50 等の電子制御ユニットと共に車両 A に搭載されている。HCU 30、車両制御 ECU 80 及び自動運転 ECU 50 は、直接的又は間接的に互い電気接続されており、相互に通信可能である。車両 A は、車両制御 ECU 80 及び自動運転 ECU 50 の作動により、自動運転機能を備える。

【 0 0 1 3 】

車両制御 ECU 80 は、車両 A に搭載された車載アクチュエータ群 91 と直接的又は間接的に電気接続されている。車両制御 ECU 80 は、車載アクチュエータ群 91 の作動を統合的に管理することで、車両 A の挙動を制御する。車載アクチュエータ群 91 には、例

50

えば電子制御スロットルのスロットルアクチュエータ、インジェクタ、ブレーキアクチュエータ、並びに駆動用及び回生用のモータジェネレータが含まれている。

【 0 0 1 4 】

車両制御 ECU 80 は、処理部、RAM、メモリ装置、及び入出力インターフェース等を有するコンピュータを主体に構成されている。車両制御 ECU 80 は、メモリ装置に記憶された車両制御プログラムを処理部によって実行することにより、車両制御に係る機能ブロックとしてアクチュエータ制御部 81 を構築する。アクチュエータ制御部 81 は、運転者の運転操作に基づく操作情報及び自動運転 ECU 50 から取得される自律走行情報の少なくとも一方に基づき、車載アクチュエータ群 91 へ向けて出力される制御信号を生成する。

10

【 0 0 1 5 】

自動運転 ECU 50 は、自律走行に必要な情報を取得する構成として、GNSS 受信器 71、地図データベース 72 及び自律センサ群 73 等と直接的又は間接的に電気接続されている。

【 0 0 1 6 】

GNSS (Global Navigation Satellite System) 受信器 71 は、複数の人工衛星から送信された測位信号を受信可能である。GNSS 受信器 71 は、受信した測位信号を、車両 A の現在位置を特定するための情報として、自動運転 ECU 50 へ向けて逐次出力する。

【 0 0 1 7 】

地図データベース 72 は、多数の地図データを格納している記憶装置である。地図データには、各道路の曲率、勾配、及び区間の長さといった構造情報、並びに制限速度及び一方通行といった非一時的な交通規制情報等が含まれている。地図データベース 72 は、自動運転 ECU 50 からの要求に基づき、車両 A の現在位置の周辺及び進行方向の地図データを自動運転 ECU 50 に提供する。

20

【 0 0 1 8 】

自律センサ群 73 は、歩行者及び他の車両等の移動物体、さらに路上の落下物、交通信号、ガードレール、縁石、道路標識、道路標示、及び区画線等の静止物体を検出する。自律センサ群 73 には、例えばカメラユニット、ライダ及びミリ波レーダ等が含まれている。自律センサ群 73 はそれぞれ、検出した移動物体及び静止物体に係る物体情報を、自動運転 ECU 50 へ向けて逐次出力する。

30

【 0 0 1 9 】

自動運転 ECU 50 は、処理部 61、RAM 62、メモリ装置 63 及び入出力インターフェースを有するコンピュータを主体に構成されている。処理部 61 は、CPU (Central Processing Unit)、GPU (Graphics Processing Unit) 及び FPGA (Field-Programmable Gate Array) 等の少なくとも一つを含む構成である。処理部 61 には、AI (Artificial Intelligence) の学習及び推論に特化した専用のプロセッサが設けられていてもよい。

【 0 0 2 0 】

自動運転 ECU 50 は、車両制御 ECU 80 との連携によって車両 A の加減速制御及び操舵制御を行うことにより、運転者に代わって車両 A の運転操作を実施可能な自動運転機能を発揮する。自動運転 ECU 50 は、運転操作の制御権の所在が異なる複数の制御モードを切り替える。複数の制御モードには、自動運転機能によって車両 A を自律走行させる自動運転モード、及び運転者の運転操作によって走行する手動運転モードが含まれている (図 2 参照)。さらに、自動運転モードから手動運転モードへの遷移時に実行される交代要求モード、及び車両 A を自動退避させるための MRM (Minimum Risk Maneuver) モードが、制御モードには含まれている。

40

【 0 0 2 1 】

自動運転 ECU 50 は、メモリ装置 63 に記憶された自動運転プログラムを処理部 61 によって実行可能である。自動運転プログラムには、車両 A を自律走行させるためのプロ

50

グラム、及び運転交代を制御するためのプログラム等が含まれている。自動運転プログラムに基づき、自動運転 ECU 50 には、自車位置特定部 51、環境認識部 52、計画生成部 53 及び自律走行制御部 54 等が構築される。

【0022】

自車位置特定部 51 は、GNSS 受信器 71 にて受信された測位信号に基づき、車両 A の現在位置を特定する。自車位置特定部 51 は、自律センサ群 73 のカメラユニットから取得する前方領域の画像と、地図データベース 72 から取得する詳細な地図データとの照合により、車両 A の詳細な現在位置を同定可能である。

【0023】

環境認識部 52 は、自車位置特定部 51 にて特定された位置情報、地図データベース 72 から取得した地図データ、及び自律センサ群 73 から取得した物体情報等を組み合わせることで、車両 A の周囲の走行環境を認識する。環境認識部 52 は、特に各自律センサの検出範囲内について、各物体情報の統合結果に基づき、車両 A の周囲の物体の形状及び移動状態を認識する。環境認識部 52 は、認識した周囲の物体の情報と、位置情報及び地図データと組み合わせることで、実際の走行環境を三次元で再現した仮想空間を生成する。

【0024】

計画生成部 53 は、環境認識部 52 によって認識された走行環境に基づき、自動運転機能によって車両 A を自律走行させるための走行計画を生成する。走行計画としては、長中期の走行計画と、短期の走行計画とが生成される。長中期の走行計画では、運転者によって設定された目的地に車両 A を向かわせるための経路が規定される。短期の走行計画では、環境認識部 52 にて生成された車両 A の周囲の仮想空間を用いて、長中期の走行計画に従った走行を実現するための予定走行経路が規定される。具体的に、車線追従及び車線変更のための操舵、速度調整のための加減速、並びに衝突回避のための急制動等の実行が、短期の走行計画に基づいて決定される。

【0025】

ここで、自動運転機能から運転者への運転交代には、システム側から運転者に計画的に制御権を引き渡すハンドオーバーと、緊急性の高い状況で運転者が自らの判断で制御権を取得するオーバーライドとが存在する。計画生成部 53 は、自動運転モードによる自律走行の継続が不可能な状況の発生を、進行方向の地図データ及び自律センサ群 73 から取得する情報等に基づき予測する。計画生成部 53 は、走行計画の策定が困難となり、自動運転の継続が不可能である場合に、ハンドオーバーのスケジュール（以下、「権限移譲計画」）を策定する。

【0026】

権限移譲計画では、自動運転のオフタイミング（図 2 時刻  $t_3$ ）が規定される。そして、オフタイミングから逆算して、自動運転機能から運転者への運転交代を要求する交代要求（以下、「TOR: Take Over Request」）の実施タイミング（図 2 時刻  $t_1$ ）が設定される。TOR の実施タイミングは、自動運転のオフタイミングに対して、予め規定された余裕時間  $T_a$ （例えば 4 秒、図 2 参照）だけ早い時刻に設定され、HCU 30 に通知される。以上のように、計画生成部 53 は、策定した権限移譲計画に基づき、HCU 30 と連携して、交代要求モードにおけるハンドオーバーのプロセスを制御する。

【0027】

自律走行制御部 54 は、自動運転モードにて、計画生成部 53 によって策定された予定走行経路に基づく内容の加減速及び操舵を指示する自律走行情報を生成する。自律走行制御部 54 は、生成した自律走行情報を車両制御 ECU 80 へ向けて逐次出力する。自律走行制御部 54 は、アクチュエータ制御部 81 と連携し、予定走行経路に沿って車両 A を自律走行させる。

【0028】

HCU 30 は、運転者への情報提示を統合的に制御する機能と、運転者の状態を検出する機能とを備えた電子制御ユニットである。HCU 30 は、提示装置 20、DSM (Driver Status Monitor) 11 及び脚センサ 12 等と直接的又は間接的に電気接続されている

10

20

30

40

50

。

## 【 0 0 2 9 】

提示装置 2 0 は、H C U 3 0 によって出力される提示制御信号に基づき、車両 A に係る種々の情報を、運転者を含む車両 A の乗員へ向けて提示する。提示装置 2 0 には、例えば表示によって情報を提示する表示装置、通知音及びメッセージ音声等により情報を提示するスピーカ 2 1、及び振動によって情報を提示する触覚刺激装置 2 2 等が含まれている。触覚刺激装置 2 2 は、例えば運転席 1 1 0 の座面 1 1 1 ( 図 3 参照 ) 又は背もたれ等に設けられている。

## 【 0 0 3 0 】

D S M 1 1 は、近赤外光源及び近赤外カメラと、これらを制御する制御ユニット等とによって構成されている。D S M 1 1 は、近赤外カメラを運転席側に向けた姿勢にて、例えばステアリングコラムの上面に配置される。D S M 1 1 は、近赤外光源によって近赤外光を照射された運転者の頭部を近赤外カメラで撮影し、撮像した顔画像の解析によって運転者の状態を監視する。D S M 1 1 は、顔画像の解析によって得られた運転者の検出情報を、H C U 3 0 へ向けて逐次出力する。

10

## 【 0 0 3 1 】

図 1、図 3 及び図 4 に示す脚センサ 1 2 は、例えば光センサであって、光の照射によって物体を検出するアクティブ型の物体検出センサである。脚センサ 1 2 は、センターコンソール 1 1 7 の運転席側の側面に設置されている。脚センサ 1 2 は、車両 A において、座面 1 1 1 よりも下方であり、且つ、フロア面 1 1 3 よりも運転席 1 1 0 の座面 1 1 1 に近い高さ位置に設置されている。脚センサ 1 2 は、検出空間 1 2 0 にある運転者の両脚を個別に検出可能である。検出空間 1 2 0 は、ステアリングホイール 1 1 5 の下方であり、且つ、運転席 1 1 0 の前方に予め規定されている。加えて、車室内にて、検出空間 1 2 0 を区画するドア等の構造物の形状及び材質は、車種毎に異なっている。そのため、検出空間 1 2 0 は、周囲の構造物の形状及び材質を考慮し、車種毎に規定すると好適である。

20

## 【 0 0 3 2 】

脚センサ 1 2 は、投光部 1 3 及び受光部 1 4 を有している。投光部 1 3 は、近赤外線を射出する光源である。投光部 1 3 は、H C U 3 0 の制御に基づき、検出波としてのパルス状の近赤外線を検出空間 1 2 0 へ向けて発信する。近赤外線は、例えば車両 A の横方向に沿って投光部 1 3 からスポット照射される。投光部 1 3 は、所定の時間間隔で近赤外線の照射を繰り返す。近赤外光の指向性 ( 照射角 ) は、脚の太さを超える程度であり、且つ、各ペダル等を誤検出しないような広さに設定される。

30

## 【 0 0 3 3 】

受光部 1 4 は、光信号を電気信号に変換する受光素子である。受光部 1 4 は、検出空間 1 2 0 に位置する物体によって反射された近赤外光を検出する。検出空間 1 2 0 に運転者の両脚がある場合、センターコンソール 1 1 7 に近い左脚 L l にて反射された近赤外光と、センターコンソール 1 1 7 から遠い右脚 L r にて反射された近赤外光とを、受光部 1 4 は順に受光する。受光部 1 4 は、受信した光を電気信号に変換し、脚の位置を検出した検出信号として、H C U 3 0 に逐次送信する。

## 【 0 0 3 4 】

H C U 3 0 は、処理部 4 1、R A M 4 2、メモリ装置 4 3 及び入出力インターフェースを有するコンピュータを主体に構成されている。処理部 4 1 は、C P U ( Central Processing Unit )、G P U ( Graphics Processing Unit ) 及び F P G A ( Field-Programmable Gate Array ) 等の少なくとも一つを含む構成である。処理部 4 1 には、A I ( Artificial Intelligence ) の学習及び推論に特化した専用のプロセッサが設けられていてもよい。

40

## 【 0 0 3 5 】

H C U 3 0 は、D S M 1 1 及び脚センサ 1 2 等と共に、状態検出システム 1 0 を構成している。状態検出システム 1 0 は、自動運転モードにおいて、提示装置 2 0 による情報提示を制御し、運転者の姿勢を適切な状態に維持する。H C U 3 0 は、メモリ装置 4 3 に記憶された状態検出プログラムを処理部 4 1 によって実行し、運転者の状態検出及び姿勢維

50



持に関連した複数の機能ブロックを構築する。具体的に、HCU30には、情報取得部31、状態判定部32及び報知制御部33等が構築される。

【0036】

情報取得部31は、DSM11にて検出された運転者の検出情報を取得する。加えて情報取得部31は、脚センサ12の作動を制御し、運転者の左右の脚の位置を検出した検出情報を取得する。詳記すると、情報取得部31は、脚センサ12の検出信号に基づき、近赤外光を照射した時刻から、反射された近赤外光を受光した時刻までの差分を計測する。そして、情報取得部31は、時刻の差分から左右の脚の位置を演算し、運転者の両脚の位置を示す検出情報として取得する。

【0037】

さらに情報取得部31は、自動運転ECU50の制御モード等を示すステータス情報を取得する。例えば自動運転のシステム限界の発生予測に基づき、計画生成部53にて権限移譲計画が策定された場合に、情報取得部31は、TORの実施を指示する指令をHCU30から取得する。

【0038】

状態判定部32は、検出情報の示す運転者の上体及び脚の状態に基づき、TORに基づく余裕時間Ta(図2参照)以内での運転交代に運転者が対応可能か否かを判定する。上体の姿勢に問題が無い場合、状態判定部32は、運転者の脚の状態に基づき、運転者の姿勢を「運転姿勢」、「適切姿勢」及び「不適切姿勢」のいずれかに分類する(図5参照)。

【0039】

「運転姿勢」は、手動運転している状態での運転者の姿勢である。右脚Lrの足首よりも先の部分(以下、「右足先」)がアクセルペダル又はブレーキペダルに触れているような状態であれば、状態判定部32は、「運転姿勢」であると判定する。

【0040】

また「適切姿勢」は、余裕時間Ta(図2参照)以内に運転姿勢に復帰可能な姿勢である。対して、「不適切姿勢」は、余裕時間Ta以内に運転姿勢に復帰不可能な姿勢である。換言すると、状態判定部32は、運転者の姿勢を「適切姿勢」に分類した場合に、余裕時間Ta以内での運転交代に運転者が対応できないと判定し、「不適切姿勢」に分類した場合に、余裕時間Ta以内での運転交代に運転者が対応できないと判定する。

【0041】

状態判定部32は、主に運転者の右足先の推定位置に基づき、「適切姿勢」及び「不適切姿勢」を判別する。状態判定部32は、運転者の右足先が座面111よりも下方から検出されており、ペダルの近くに右足先がある場合には、「適切姿勢」であると判定する。運転者の左脚Llの足首よりも先の部分(以下、「左足先」)が座面111よりも下方から検出されていない場合でも、右足先が座面111よりも下方にあれば、状態判定部32は、運転交代に対応可能な「適切姿勢」であると判定する。一方で、状態判定部32は、運転者の左足先が座面111よりも下方から検出されていても、右足先が座面111よりも下方から検出されていない場合には、「不適切姿勢」であると判定する。尚、両脚の足先が共に検出されていない場合には、状態判定部32は、当然に「不適切姿勢」であると判定する。

【0042】

報知制御部33は、情報取得部31にて取得された情報に基づき、提示装置20へ向けて出力する提示制御信号を生成する。報知制御部33は、提示装置20へ向けた提示制御信号の出力により、表示、音及び振動等による情報提示を制御する。報知制御部33は、TORの実施を指示する指令が情報取得部31によって取得された場合、権限移譲計画にて設定された時刻t1(図2参照)にて、運転操作の引き継ぎを運転者に要求する情報提示を、提示装置20を用いて実施する。

【0043】

以上により、TORの通知に気付いた運転者は、周辺状況を確認したうえで、姿勢を正

10

20

30

40

50

しつつ運転操作を開始する。このとき状態判定部 32 は、DSM11 及び脚センサ 12 の検出情報に基づき、状態判定部 32 が「運転姿勢」であると判定する。状態判定部 32 の判定結果を取得した自動運転 ECU50 は、時刻  $t_2$  (図 2 参照) にて、運転操作可能であると判断し、制御モードを交代要求モードから手動運転モードへと切り替える。

【0044】

一方で、TOR の通知後に運転者が「運転姿勢」をとらないまま余裕時間  $T_a$  (図 2 参照) が経過した場合、自動運転 ECU50 は、時刻  $t_3$  (図 2 参照) にて、制御モードを交代要求モードから MRM モードへと切り替える。その結果、車両 A は、退避走行によって、探索した退避エリアに停車する。

【0045】

こうした MRM モードへの移行を阻止するため、報知制御部 33 は、自動運転モードにて状態判定部 32 が「不適切姿勢」と判定した場合に、運転者の状態を「適切姿勢」に戻すためのアクチュエーションを、提示装置 20 を用いて継続的に実施する(図 6 参照)。報知制御部 33 は、例えば運転者が胡座や正座を行っている場合、スピーカ 21 及び触覚刺激装置 22 を用いた情報提示により、「適切姿勢」の状態に誘導する。また報知制御部 33 は、エアバッグの展開に巻き込まれるような位置に運転者の右足先が置かれている場合には、スピーカ 21 及び触覚刺激装置 22 を用いた情報提示により、「不適切姿勢」であることを警告し、「適切姿勢」への復帰を促す。このようにして、いつ運転交代が発生してもよいように、TOR 前の運転者の状態を維持する。

【0046】

以上のように、運転者に適切姿勢を維持させるため、HCU30 によって実施される状態検出処理の詳細を、図 7 に基づき、図 1 を参照しつつ説明する。図 7 に示す状態検出処理は、手動運転モードから自動運転モードへの切り替えに基づき、HCU30 によって開始される。

【0047】

S101 では、DSM11 及び脚センサ 12 による検出情報を取得し、S102 に進む。S102 では、直前の S101 にて取得した検出情報に基づき、運転者の状態が「適正姿勢」であるか否かを判定する。S101 にて、運転者の状態が「適切姿勢」であると判定した場合、S106 に進む。一方、S102 にて、運転者の状態が「不適切姿勢」であると判定した場合、S103 に進む。

【0048】

S103 では、S102 にて検出された運転者の状態に基づき、「適切姿勢」への復帰を促す誘導又は警告を実施し、S104 及び S105 に進む。S104 及び S105 では、S101 及び S102 と同様に、検出情報に基づき、運転者が「適切姿勢」に復帰したか否かを判定する。S105 にて、「適切姿勢」に復帰したと判定した場合、S101 に戻り、状態検出処理を継続する。対して、運転者の姿勢が「適切姿勢」に戻らない場合、S103 ~ S105 の処理の繰り返しにより、着座姿勢の修正を促す情報提示が継続される。

【0049】

一方、S102 にて、「適切姿勢」であると判定された場合の S106 では、システムの限界予測に基づく TOR の通知指示が自動運転 ECU50 から取得されたか否かを判定する。S106 にて、TOR の開始が指示されたと判定した場合、TOR を実施する処理に移行する。一方で、自動運転モードが継続されると判定した場合、S101 に戻り、状態検出処理を継続する。

【0050】

尚、「不適切姿勢」のままでシステムの限界予測が発生した場合でも、HCU30 は、TOR の通知を行う。この場合、HCU30 は、TOR の通知後、「運転姿勢」への復帰が不可能である旨の判定結果を自動運転 ECU50 に提供する。この判定結果に基づき、自動運転 ECU50 は、余裕時間  $T_a$  (図 2 参照) の経過前に MRM モードへの移行を開始する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 1 】

ここまで説明した第一実施形態では、運転者の脚の位置が検出情報として取得される。そして、T O Rに基づく運転交代に運転者が対応可能か否かは、運転者の脚の状態に基づき判定される。以上によれば、運転操作に不適切な脚の姿勢が取られている場合には、T O Rに対応できないとの判定が可能となる。

## 【 0 0 5 2 】

加えて第一実施形態では、座面 1 1 1 よりも下方から右足先が検出されている場合、状態判定部 3 2 は、「適切姿勢」とであると判定する。少なくとも右足先が座面 1 1 1 より下方にあれば、運転者は、T O Rの発生後、余裕時間 T a 以内に、アクセルペダル又はブレーキペダルの操作を開始可能である。故に、右足先の位置に依拠してT O Rに対応可能であると判定すれば、姿勢判定の演算負荷を軽減しつつ、T O Rに対応不可能な運転者への運転交代の実施が回避される。

10

## 【 0 0 5 3 】

また第一実施形態では、座面 1 1 1 よりも下方に左足先がなくても、右足先さえ座面 1 1 1 よりも下方にあれば、「適切姿勢」と判定される。一般に、ペダル操作は、右足先によって実施される。故に、各ペダルの周囲に左足先がないことに基づき、直ちに「不適切姿勢」と判定する必要はない。以上によれば、運転者が手動運転を開始可能であるにも係わらず、M R Mモードへの移行が生じてしまう事態は、回避される。

## 【 0 0 5 4 】

反対に、座面 1 1 1 よりも下方に左足先があっても、右足先が座面 1 1 1 よりも下方にない場合には、「不適切姿勢」と判定される。上述したように、右足先がペダル周辺にない場合、T O Rに対応した迅速な運転開始は困難となる。故に、右足先が座面 1 1 1 よりも下方にない場合、左足先の位置に係らず運転交代に対応不可能であると判定されることが望ましい。

20

## 【 0 0 5 5 】

さらに第一実施形態の脚センサ 1 2 は、ステアリングホイール 1 1 5 の下方且つ運転席 1 1 0 の前方に規定された検出空間 1 2 0 にて、運転者の脚を検出する。このように、脚センサ 1 2 の検出空間 1 2 0 を限定しても、状態判定部 3 2 は、運転者の脚の状態がT O Rに対応可能な状態か否かを判定できる。故に、運転者の状態判定の精度を確保しつつ、脚センサ 1 2 の構成の複雑化が回避できる。

30

## 【 0 0 5 6 】

加えて上述の検出空間 1 2 0 は、インストルメントパネル及びステアリングコラム等によって外光が遮られるため、非常に暗い空間となる。故に、近赤外光を発信するアクティブ型の光センサを脚センサ 1 2 として用いれば、情報取得部 3 1 は、車両 A の周囲の明るさに影響されることなく、検出情報を取得できる。

## 【 0 0 5 7 】

さらに第一実施形態の状態検出システム 1 0 では、脚の状態の検出にカメラが用いられていない。故に、運転者が取る姿勢のパターンと、そのとき撮像される画像データとのマッチングにより、運転者の姿勢を判別する判定器を作成する開発工数が不要になる。さらに、脚の状態の検出にカメラを用いないことで、運転者のプライバシーの問題に配慮した商品性の高い状態検出システム 1 0 が実現できる。

40

## 【 0 0 5 8 】

また第一実施形態の脚センサ 1 2 は、フロア面 1 1 3 よりも座面 1 1 1 に近い高さ位置に設置されている。例えば脚の位置は、膝から遠い位置であって、フロア面 1 1 3 に近い部分ほど、フロア面 1 1 3 に沿って前後左右にばらつき易くなる。一方で、座面 1 1 1 の近い高さであれば、脚（膝）の位置は、大きく変化しない。故に、脚センサ 1 2 を座面 1 1 1 に近い高さに配置すれば、近赤外光（検出波）の照射範囲（指向性）を狭めても、検出漏れは生じ難い。故に、脚の位置の検出精度を確保しつつ、脚センサ 1 2 の簡素化が可能となる。

## 【 0 0 5 9 】

50

尚、第一実施形態において、脚センサ 1 2 が「位置検出センサ」に相当し、投光部 1 3 が「発信部」に相当し、受光部 1 4 が「検出部」に相当し、HCU 3 0 が「状態検出装置」に相当する。

#### 【0060】

##### （第二実施形態）

図 8 及び図 9 に示す第二実施形態は、第一実施形態の変形例である。第二実施形態の脚センサ 2 1 2 は、第一実施形態と同様に光センサであって、第一実施形態とは異なる位置に設置されている。脚センサ 2 1 2 は、運転席 1 1 0 の座面部分の前面であって、フロア面 1 1 3 よりも座面 1 1 1 に近い高さ位置に収容されている。脚センサ 2 1 2 の投光部 2 1 3 は、前方に規定された検出空間 1 2 0 へ向けて近赤外光を照射する。加えて投光部 2 1 3 は、光の照射方向を少なくとも水平方向に走査可能である。投光部 2 1 3 は、光の照射方向を水平方向に巡回させつつ、所定の時間間隔で近赤外線照射を繰り返す。近赤外光の指向性（照射角）は、脚の太さ程度に絞られている。例えば、近赤外光を左方向へ向けて照射した場合、左脚 L l にて反射された近赤外光が受光部 2 1 4 によって検出される。同様に、近赤外光を右方向へ向けて照射した場合、右脚 L r にて反射された近赤外光が受光部 2 1 4 によって検出される。

#### 【0061】

情報取得部 3 1（図 1 参照）は、脚センサ 2 1 2 から受信する検出信号に基づき、検出空間 1 2 0 にある運転者の両脚の位置を個別に検出する。詳記すると、情報取得部 3 1 は、投光部 2 1 3 による近赤外光の照射方向と、照射時刻から受光時刻までの差分時間に基づき、両脚の位置を推定する。

#### 【0062】

尚、近赤外線の照射時刻から所定時間  $t_s$  の経過後に検知された反射光は、検出空間 1 2 0 の領域外で車両 A の構造物によって反射された光としてフィルタリングされている。即ち、情報取得部 3 1 は、照射時刻から所定時間  $t_s$  が経過するまでに受光された反射光に基づき、各脚 L l, L r の有無と位置とを検出する。しかしながら、こうした手法に限らず、ドアに代表される車両 A の構造物は、車種毎に形状や材質が規定されている。故に、反射光の受光時間及び受光強度は、予め既知の値となる。こうしたことから、検出空間 1 2 0 の周囲の構造物に応じた受光時間及び受光強度を予め設定しておき、脚と構造物との区別が実施されてもよい。

#### 【0063】

ここまで説明した第二実施形態でも、第一実施形態と同様の効果を奏し、運転操作に不適切な脚の姿勢が取られている場合には、TOR に対応できないと判定できる。加えて、検出空間 1 2 0 の後方から近赤外光を照射する構成であれば、車両 A の前後方向に両脚が揃った位置関係であったとしても、情報取得部 3 1 は、検出信号に基づき、両脚の位置を把握できる。尚、第二実施形態では、脚センサ 2 1 2 が「位置検出センサ」に相当し、投光部 2 1 3 が「発信部」に相当し、受光部 2 1 4 が「検出部」に相当する。

#### 【0064】

##### （第三実施形態）

図 10 ~ 図 12 に示す第三実施形態は、第一実施形態の別の変形例である。第三実施形態の状態検出システム 3 1 0 は、第一実施形態と実質同一の HCU 3 0 及び DSM 1 1 を備えている。加えて状態検出システム 3 1 0 は、運転者の脚を検出する構成として、第一実施形態と実質同一の脚センサ 1 2 と、第二実施形態と実質同一の脚センサ 2 1 2 とを有している。

#### 【0065】

状態検出システム 3 1 0 は、二つの脚センサ 1 2, 2 1 2 を用いて、検出空間 1 2 0 にある運転者の両脚を、異なる方向から検出する。二つの脚センサ 1 2, 2 1 2 は、共にフロア面 1 1 3 よりも座面 1 1 1 に近い高さ位置に設けられている。センターコンソール 1 1 7 に配置された脚センサ 1 2 は、車両 A の高さ方向において、運転席 1 1 0 に配置された脚センサ 2 1 2 よりも僅かに高い位置に設置されている（図 11 参照）。情報取得部 3

1 は、二つの脚センサ 1 2 , 2 1 2 から出力された検出信号を統合し、検出空間 1 2 0 における各脚 L 1 , L r の位置を推定する。

【 0 0 6 6 】

ここまで説明した第三実施形態でも、第一実施形態と同様の効果を奏し、運転操作に不適切な脚の姿勢が取られている場合には、T O R に対応できないと判定できる。加えて第三実施形態では、二つの脚センサ 1 2 , 2 1 2 の検出情報を用いることにより、H C U 3 0 は、運転者の両脚の状態をさらに正確に取得し、運転交代可能か否かの適切な判定を行うことができる。尚、第三実施形態では、脚センサ 1 2 , 2 1 2 が共に「位置検出センサ」に相当する。

【 0 0 6 7 】

( 第四実施形態 )

図 1 3 に示す第四実施形態は、第一実施形態のさらに別の変形例である。第四実施形態では、二つの脚センサ 4 1 2 t , 4 1 2 b がセンターコンソール 1 1 7 に設けられている。各脚センサ 4 1 2 t , 4 1 2 b は共に、第一実施形態の脚センサ 1 2 ( 図 1 参照 ) と実質同一の構成である。脚センサ 4 1 2 t は、車両の高さ方向において、脚センサ 4 1 2 b よりも高い位置に設けられている。脚センサ 4 1 2 t は、車両の前後方向において、脚センサ 4 1 2 b よりも後方に配置されている。

【 0 0 6 8 】

以上の構成であれば、情報取得部 3 1 ( 図 1 参照 ) は、例えば膝上にて脚組された状態を、二つの脚センサ 4 1 2 t , 4 1 2 b の検出信号から検出可能となる。詳記すると、膝上にて脚組みされた状態では、上方の脚センサ 4 1 2 t は、右脚 L r 及び左脚 L 1 を共に検出した検出信号を出力する。一方で、下方の脚センサ 4 1 2 b は、右脚 L r のみを検出した検出信号を出力する。情報取得部 3 1 は、こうした二つの検出信号の組み合わせから、運転者の脚組の状態を推定可能となる。

【 0 0 6 9 】

ここまで説明した第四実施形態でも、第一実施形態と同様の効果を奏し、運転操作に不適切な脚の姿勢が取られている場合には、T O R に対応できないと判定可能になる。加えて第四実施形態では、上下二つの脚センサ 4 1 2 t , 4 1 2 b の検出情報を用いることにより、H C U 3 0 は、運転姿勢に復帰困難な脚の状態を適確に把握し、T O R に対応できない運転者への運転交代の実施を回避させることができる。尚、第四実施形態では、脚センサ 4 1 2 t , 4 1 2 b が共に「位置検出センサ」に相当する。

【 0 0 7 0 】

( 第五実施形態 )

図 1 4 及び図 1 5 に示す第五実施形態は、第一実施形態のさらに別の変形例である。第五実施形態では、第一実施形態の脚センサ 1 2 ( 図 1 参照 ) に替えて、フロアセンサ 1 5 が設けられている。フロアセンサ 1 5 は、脚センサ 1 2 と同様に、ステアリングホイール 1 1 5 の下方且つ運転席 1 1 0 の前方である検出空間 1 2 0 から、運転者の両脚 L 1 , L r を検出するセンサである。フロアセンサ 1 5 は、シート状に形成されており、フロア面 1 1 3 の裏側に設けられている。フロアセンサ 1 5 は、検出空間 1 2 0 の底面全体に間接的に臨むように、検出空間 1 2 0 の底面と同程度の大きさに形成されている。フロアセンサ 1 5 は、二次元状に配列された複数の圧力検出部を有している。

【 0 0 7 1 】

圧力検出部は、例えばフロアセンサ 1 5 を格子状に区画した各領域 ( 図 1 5 一点鎖線参照 ) に一つずつ設けられている。個々の圧力検出部は、フロア面 1 1 3 に足裏が置かれたことによる荷重を検知する。フロアセンサ 1 5 は、各領域に作用している圧力を、検出信号として H C U 3 0 ( 図 1 参照 ) に逐次出力する。

【 0 0 7 2 】

情報取得部 3 1 ( 図 1 参照 ) は、フロアセンサ 1 5 の各領域に作用している圧力 ( 荷重 ) を検出する。こうした検出情報に基づき、状態判定部 3 2 ( 図 1 参照 ) は、少なくとも二つの領域に閾値以上の圧力が作用している等、検出空間 1 2 0 から両脚 L 1 , L r の足

10

20

30

40

50

跡が検出できている場合には、「適切姿勢」であると判定する。一方で、一つの領域しか閾値以上の圧力が作用していない等、片足の足跡しか検出できない場合、及び閾値以上の圧力がどの領域にも作用しておらず、片足の足跡すら検出できない場合、状態判定部32は、「不適切姿勢」であると判定する。

#### 【0073】

ここまで説明した第五実施形態のように、フロアセンサ15を用いて脚を検出する構成であっても、第一実施形態と同様の効果を奏し、運転操作に不適切な脚の姿勢が取られている場合には、TORに対応できないと判定できる。

#### 【0074】

(第六実施形態)

本開示の第六実施形態は、図1及び図2に示す第一実施形態の変形例である。第六実施形態の自動運転ECU50では、権限移譲計画にて設定される余裕時間Taが可変とされている。例えば、車両Aの走行環境が良好(晴天等)であり、自律センサ群73の検出距離が十分に長くなる場合、自動運転ECU50は、遠方の状況を把握し、自動運転のオフタイミングに対し早いタイミングでTORを実施できる。具体的には、10秒程度の余裕時間Taを確保した権限移譲計画が策定可能となる。一方で、車両Aの走行環境が良好ではなく(悪天候や暗所等)、自律センサ群73の検出距離が短くなる場合では、自動運転ECU50は、遠方の状況を把握し難くなる。故に、権限移譲計画にて設定される余裕時間Taは、良好な走行環境である場合と比較して短くなり、例えば4秒程度とされる。

#### 【0075】

以上のような自動運転ECU50及び自律センサ群73の状態に応じて、状態判定部32は、「適切姿勢」と「不適切姿勢」とを区分けする許容基準(図5参照)を、余裕時間Taの長さに合わせて変化させる。即ち、余裕時間Taが長くなれば、許容基準は緩和される。反対に、余裕時間Taが短くなれば、許容基準は厳しくされる。

#### 【0076】

具体的に、座面上での胡座及び正座、並びに膝上での脚組といった運転者の姿勢は、余裕時間Taが長く(約10秒)確保可能な走行環境では「適切姿勢」と判別され、余裕時間Taが短い(約4秒)走行環境では「不適切姿勢」と判別される。一方で、ステアリングホイール115(図3参照)及び運転席側のドア等に右足先を掛けた姿勢は、余裕時間Taに係らず、「不適切姿勢」と判別される。

#### 【0077】

加えて状態判定部32は、余裕時間Taが長く確保可能な場合に、TORの後、自動運転のオフタイミングまでの残り時間が短くなるに従って、許容基準を厳しくする。例えば、自動運転のオフタイミングまでの残り時間が4秒程度となったタイミングにて、状態判定部32は、座面上での胡座及び正座、並びに膝上での脚組といった姿勢を、「適切姿勢」ではなく、「不適切姿勢」であると判別する。

#### 【0078】

ここまで説明した第六実施形態でも、第一実施形態と同様の効果を奏し、運転操作に不適切な脚の姿勢が取られている場合には、TORに対応できないとの判定結果が得られる。加えて第六実施形態のように、交代要求モードにて確保可能な余裕時間Taの長さに合わせて、「適切姿勢」と「不適切姿勢」とを切り分ける許容基準は、変更されてよい。こうした制御によれば、自動運転モードにて運転者に許される姿勢が増えるため、姿勢矯正のための不必要な誘導が低減される。以上によれば、運転者等のユーザにとって有益な自動運転機能の提供が可能になる。

#### 【0079】

さらに第六実施形態のように、TOR後の「適切姿勢」の判定基準を、自動運転のオフタイミングが迫るにつれて引き上げれば、自動運転のオフタイミングまでに正しい運転姿勢への復帰を促す情報提示が実施され得る。

#### 【0080】

(他の実施形態)

以上、本開示の複数の実施形態について説明したが、本開示は、上記実施形態に限定して解釈されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲内において種々の実施形態及び組み合わせに適用することができる。

#### 【0081】

上記第六実施形態の変形例1では、権限移譲計画にて設定される余裕時間が、上記第一実施形態等よりも長く、且つ、一定の長さ（例えば10秒）とされている。故に、変形例1では、自動運転モードにおける許容基準の変更は、実施されない。例えば、自律センサ群の検出距離及び精度が十分であれば、こうした設定が可能となる。故に、自動運転モードでは、胡座、正座、及び膝上での脚組といった姿勢が許容される。

#### 【0082】

一方で、状態判定部は、第六実施形態と同様に、TORの後に、自動運転のオフタイミグまでの残り時間が短くなるに従って、許容基準を厳しくする。具体的には、自動運転のオフタイミグまでの残り時間が所定の閾値（例えば4秒）未満となったタイミングにて、状態判定部は、胡座、正座、及び膝上での脚組といった姿勢を、「適切姿勢」ではなく、「不適切姿勢」とであると判定するようになる。その結果、上記の姿勢を取る運転者に対して、適切なタイミングでの警告が実施される。

#### 【0083】

以上の変形例1のように、余裕時間が可変でなくても、状態判定部は、TOR後等の適切なタイミングで許容基準を変化させてもよい。さらに、余裕時間の具体的な値は、車両が使用される地域の法規及びガイドライン、並びに車両が走行する道路の制限速度等に応じて、適宜変更されて良い。

#### 【0084】

上記実施形態では、脚の位置を検出する構成として、光センサ及びフロアセンサ等が採用されていた。しかし、光センサに替えて、ラインセンサ及び超音波センサ等が採用可能である。超音波センサにおいては、検出波として超音波を発振する振動部が「発信部」に相当し、脚によって反射された超音波を受信する受信部が「検出部」に相当する。さらに、これらのセンサに限定されず、種々のアクティブ型及びパッシブ型の物体検出センサが、脚の位置を検出するセンサとして採用可能である。また、脚と構造物とを区別する上述の手法は、超音波センサ等を用いた形態にも適用可能である。

#### 【0085】

さらに詳記すると、状態検出システムに設けられるセンサは、図16に示すドットの範囲の姿勢を検出可能であることが望ましい。図16では、ペダル操作に直結する運転者の右脚の姿勢が、股関節の角度  $h$  及び膝関節の角度  $b$  によって規定されており、各関節の角度  $h$  ,  $b$  を変えた場合の運転者の姿勢が一覧で示されている。そして、ドットの範囲は、正しい運転姿勢に戻すまでに体軸の変更が不要な姿勢の範囲となっている。

#### 【0086】

例えば、膝下での脚組は、運転姿勢に戻すのに体軸の変更が不要であるため、「適切姿勢」に区分けされる。一方で、右脚を伸ばすことで、右側のドア又はウィンドウ、或いはステアリングホイール115に掛けていた場合、運転姿勢への復帰に体軸の変更が必要となる。同様に、膝上で脚組されていた場合も、体軸の変更が必要となる。故に、これらの姿勢は、「不適切姿勢」に区分けされる。

#### 【0087】

上記実施形態では、簡単な構成で上記の判別を行うために、脚センサの検出に基づく右脚の状態から「適切姿勢」及び「不適切姿勢」が判定されていた。しかし、例えば運転者の前上方に設けた車内カメラの検出情報を脚センサの検出情報に組み合わせれば、右脚を前方に投げ出した上記のような姿勢が特定可能となる。そのため、上体と脚の各検出結果を組み合わせると運転者の状態を検出する状態検出システムであれば、精度の高い注意喚起の実施が可能になる。

#### 【0088】

また、位置検出センサによる検出空間の範囲も、適宜変更されてよい。例えば、座面上

10

20

30

40

50

に位置する運転者の股関節の状態が検出されてもよい。こうした検出空間の設定範囲に合わせて、位置検出センサの位置も変更可能である。例えば、位置検出センサは、センタークラスタの側面、ステアリングコラムの下面、及びペダルの近傍等に設置されてよい。

【0089】

さらに、運転者の上体の様子を監視する構成は、DSMに限定されない。状態検出システムは、DSMと共に、又はDSMに替えて、例えばステアリングホイール115（図3参照）の把持を検知する静電センサ又は圧力センサ、或いは上述の車内カメラ等を、備えていてもよい。さらに、DSM等の構成は、状態検出システムから省略されてもよい。

【0090】

上記実施形態の自動運転ECUは、走行環境のモニタリングを運転者に代わって担う、所謂アイオフの自動運転を可能にしていた。本開示による運転者の状態検出方法は、こうしたレベル3の自動運転が実施されている期間での運転者の姿勢検出に好適となる。加えて、本開示による状態検出方法は、走行環境のモニタリングが運転者によって行われるレベル2の自動運転にも適用可能である。

【0091】

そして、状態検出装置の機能は、上記のHCUとは異なるハードウェア構成及びソフトウェア構成によって実現されてもよい。例えば、自動運転ECU及びHCUを一体的に構成した電子制御ユニットの処理部が、上述した状態検出方法を実施してもよい。或いは、HCU、自動運転ECU及び車両制御ECUを含む複数の電子制御装置が、本開示による状態検出プログラムを分散処理してもよい。

【0092】

さらに、フラッシュメモリ及びハードディスク等の種々の非遷移的実体的記憶媒体（non-transitory tangible storage medium）が状態検出プログラムを格納する構成として、HCU等のメモリ装置に採用可能である。加えて、状態検出プログラムを記憶する記憶媒体は、搭載された電子制御ユニットに設けられた記憶媒体に限定されず、当該記憶媒体へのコピー元となる光学ディスク及び汎用コンピュータのハードディスクドライブ等であってもよい。

【符号の説明】

【0093】

A 車両、Ta 余裕時間、10 状態検出システム、12, 212, 412t, 412  
b 脚センサ（位置検出センサ）、13 投光部（発信部）、14 受光部（検出部）、  
30 HCU（状態検出装置）、31 情報取得部、32 状態判定部、41 処理部、  
110 運転席、111 座面、113 フロア面、115 ステアリングホイール、1  
20 検出空間

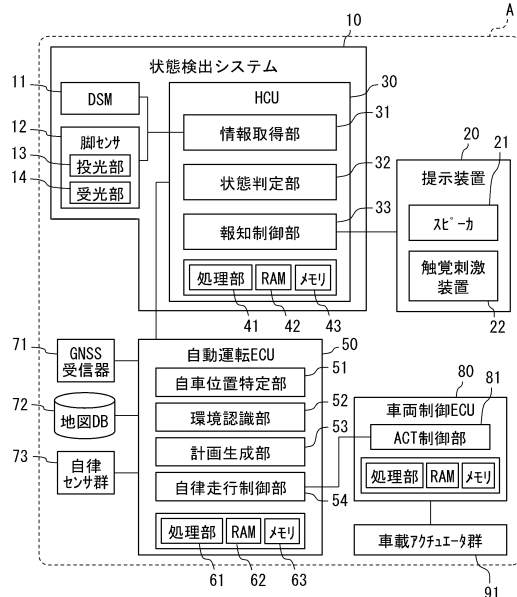
10

20

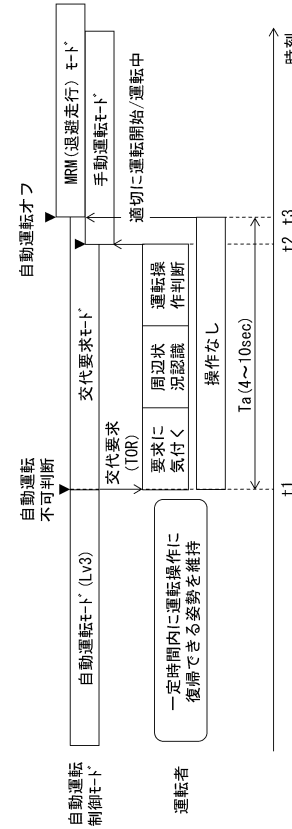
30



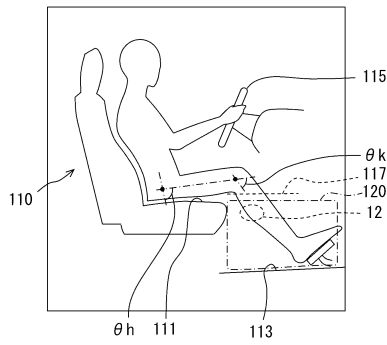
【図 1】



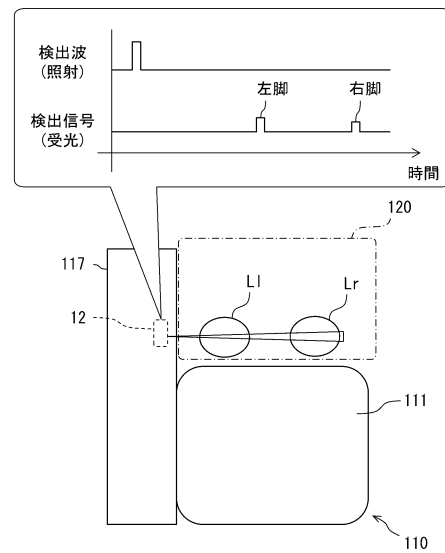
【図 2】



【図 3】



【図 4】

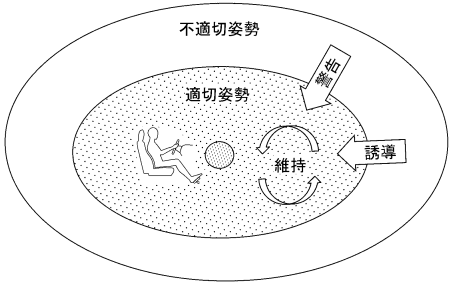


【図 5】

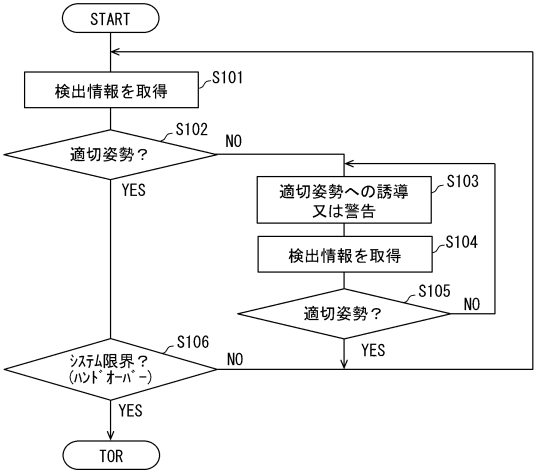
項目	運転姿勢	適切姿勢	不適切姿勢
考え方	運転している状態。	余裕時間Ta以内に 運転姿勢に復帰できる。	余裕時間Ta以内に 運転姿勢に復帰できる。
状態 (脚)	右足がアクセルペダル 又はブレーキペダルに 触れている。	フロア(座面)よりも下に右 足先がある。 右足がペダルの近くに ある。 運転姿勢に戻すまでに 体軸の必要姿勢である。 (例、右足を伸ばして右 側のドアに掛ける、ステ アリングホイールに右 足を掛ける、ひざ上 での脚組等)	シート上(座面よりも上)に 右足先がある。 運転姿勢に戻すまでに 体軸の必要姿勢である。 (例、右足を伸ばして右 側のドアに掛ける、ステ アリングホイールに右 足を掛ける、ひざ上 での脚組等)

許容基準

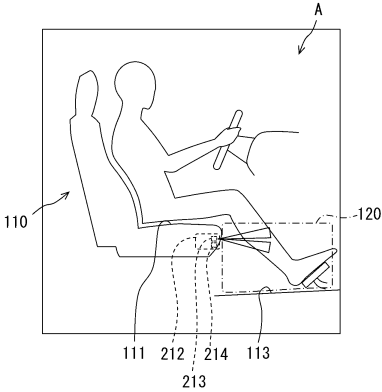
【図 6】



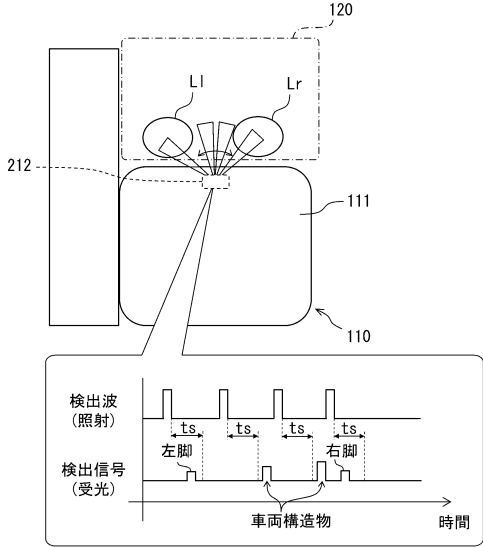
【図 7】



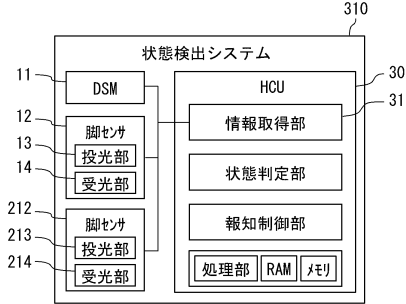
【図 8】



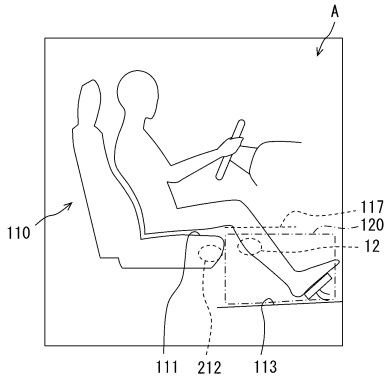
【図 9】



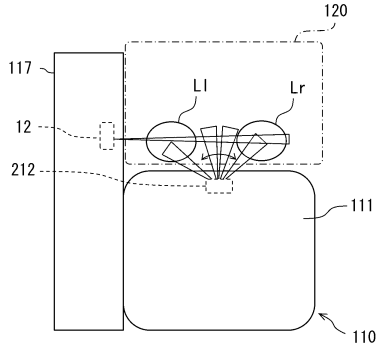
【図 10】



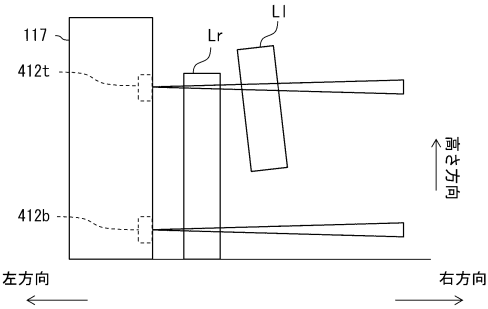
【図 1 1】



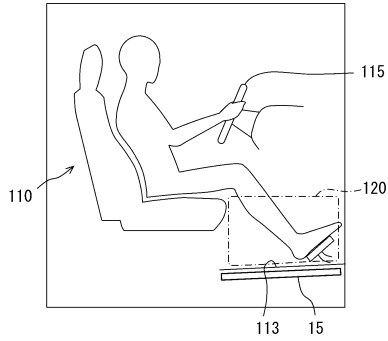
【図 1 2】



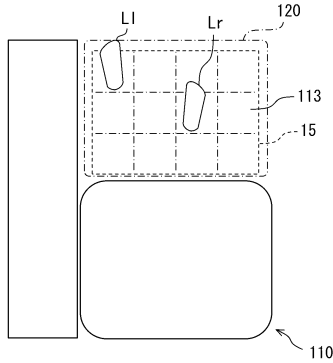
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】

回転方向		屈伸方向											
		125				90				0			
股関節 $\theta h$ (deg.)	膝関節 $\theta k$ (deg.)	0	45	90	180	0	45	90	180	0	45	90	180
		0	サイド・エフ ハング	膝上 脚組	組座	0	膝上 脚組	膝上 脚組	座面上 (胡座) (正座) (組座)	0	膝上 脚組	膝上 脚組	座面上 (胡座) (正座) (組座)
		0	サイド・エフ ハング	膝上 脚組	組座	0	膝上 脚組	膝上 脚組	座面上 (胡座) (正座) (組座)	0	膝上 脚組	膝上 脚組	座面上 (胡座) (正座) (組座)
		0	サイド・エフ ハング	膝上 脚組	組座	0	膝上 脚組	膝上 脚組	座面上 (胡座) (正座) (組座)	0	膝上 脚組	膝上 脚組	座面上 (胡座) (正座) (組座)

---

フロントページの続き

(56)参考文献 特許第6264494(JP, B2)

国際公開第2017/110914(WO, A1)

特表2009-541888(JP, A)

米国特許出願公開第2003/0085810(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60W 10/00 - 10/30

B60W 30/00 - 60/00

G08G 1/16