

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7210929号
(P7210929)

(45)発行日 令和5年1月24日(2023.1.24)

(24)登録日 令和5年1月16日(2023.1.16)

(51)国際特許分類 F I
G 0 8 G 1/16 (2006.01) G 0 8 G 1/16 F

請求項の数 3 (全18頁)

(21)出願番号	特願2018-148465(P2018-148465)	(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	平成30年8月7日(2018.8.7)	(74)代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(65)公開番号	特開2020-24551(P2020-24551A)	(74)代理人	100113435 弁理士 黒木 義樹
(43)公開日	令和2年2月13日(2020.2.13)	(74)代理人	100187311 弁理士 小飛山 悟史
審査請求日	令和3年1月21日(2021.1.21)	(74)代理人	100161425 弁理士 大森 鉄平
		(72)発明者	岸 浩司 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	高 木 真顕

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 運転意識推定装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両の運転者の反応時間と、前記運転者の脇見時間及び覚醒度の双方と、に基づいて、前記運転者の運転意識に関する運転構え度を推定する運転構え度推定部を備え、

前記運転構え度推定部が推定する前記運転構え度前記反応時間が与える影響は、当該運転構え度前記脇見時間及び前記覚醒度の双方が与える影響よりも大きく、

前記車両の運転が自動運転から手動運転へ切り替わるまでに要される時間と、前記車両の運転が自動運転から手動運転に切り替わった後に前記運転者に必要な能力であるタスクダイヤモンドとに基づいて、推奨運転構え度を決定し、

前記運転構え度及び前記推奨運転構え度の両方の状態を、表示部に表示する、運転意識推定装置。

10

【請求項2】

前記運転構え度推定部は、反応時間を認識不能の場合には、前記脇見時間及び前記覚醒度のみに基づいて運転構え度を推定する、請求項1に記載の運転意識推定装置。

【請求項3】

前記車両の自動運転を実行する自動運転システムの一部を構成する、請求項1又は2に記載の運転意識推定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、運転意識推定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

運転意識推定装置に関する技術として、特許文献1に記載された装置が知られている。特許文献1に記載された運転意識推定装置では、車両の運転者の運転者画像及び車両の周囲の走行環境に基づいて、運転者の運転意識に関する運転構え度を推定する。走行環境に基づいて、運転者に求められる運転構え度に対する指標である走行環境要求度を推定する。運転構え度と走行環境要求度との比較結果に基づいて、運転者へ注意喚起を実行する。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0003】

【文献】特開2017-199279号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記の運転意識推定装置では、運転構え度が運転者の反応から推定されるが、運転構え度の推定に必要なファクターとしては、運転者の反応以外にも、運転者の覚醒度等が用いられる。この場合において、運転の安全性を運転構え度の推定に一層考慮し、運転の安全性を向上し得る運転意識推定装置が望まれる。

【0005】

20

本発明は、運転の安全性を向上することができる運転意識推定装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様に係る運転意識推定装置は、車両の運転者の反応時間又は視野の広さと、運転者の脇見時間及び覚醒度の少なくとも何れかと、に基づいて、運転者の運転意識に関する運転構え度を推定する運転構え度推定部を備え、運転構え度推定部が推定する運転構え度に反応時間又は視野の広さが与える影響は、当該運転構え度に脇見時間及び覚醒度の少なくとも何れかが与える影響よりも大きい。

【0007】

30

運転者の反応時間又は視野の広さは、運転者の脇見時間及び覚醒度よりも運転の安全性に寄与することが見出される。そこで、本発明の一態様に係る運転意識推定装置では、運転構え度に反応時間又は視野の広さが与える影響を、脇見時間及び覚醒度の少なくとも何れかが与える影響よりも大きくしている。これにより、運転の安全性を十分に考慮して運転構え度を推定することができ、運転の安全性を向上することが可能となる。

【0008】

本発明の一態様に係る運転意識推定装置では、運転構え度推定部は、運転者が車両を手動運転で運転している場合には、視野の広さと、脇見時間及び覚醒度の少なくとも何れかと、に基づいて、運転構え度を推定してもよい。運転者の反応を適切に判定することが難しい手動運転時には、運転者の視野の広さに基づくことで、運転構え度を適切に推定することが可能となる。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、運転の安全性を向上することができる運転意識推定装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】第1実施形態に係る運転意識推定装置を示すブロック図である。

【図2】(a)は第1テーブルを示す図である。(b)は第2テーブルを示す図である。

【図3】運転構え度を推定する処理の例を示すフローチャートである。

50

【図 4】タスクダイヤモンドの判定の一例を説明する表である。

【図 5】推奨運転構え度を設定する処理を示すフローチャートである。

【図 6】(a)はHMIの表示部に表示される画像の第1例を示す図である。(b)はHMIの表示部に表示される画像の第2例を示す図である。(c)はHMIの表示部に表示される画像の第3例を示す図である。(d)はHMIの表示部に表示される画像の第4例を示す図である。

【図 7】(a)は、運転構え度を推定する処理の他の例を示すフローチャートである。(b)は第3テーブルを示す図である。

【図 8】(a)は、運転構え度を推定する処理の更に他の例を示すフローチャートである。(b)は第4テーブルを示す図である。

【図 9】第2実施形態に係る運転意識推定装置を示すブロック図である。

【図 10】視野の広さを説明する図である。

【図 11】視野の広さを認識する処理を示すフローチャートである。

【図 12】(a)は第5テーブルを示す図である。(b)は第6テーブルを示す図である。

【図 13】第3実施形態に係る運転意識推定装置を示すブロック図である。

【図 14】推奨運転構え度を設定する処理を示すフローチャートである。

【図 15】HMIの表示部に表示される画像の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。以下の説明において、同一又は相当要素には同一符号を用い、重複する説明は省略する。

【0012】

[第1実施形態]

図1に示されるように、第1実施形態に係る運転意識推定装置100は、自車両(車両)の運転者(以下、単に「運転者」ともいう)の運転意識に関する運転構え度の推定を行う装置である。なお、運転構え度については後述する。運転意識推定装置100は、自車両の自動運転を実行する自動運転システムの一部を構成していてもよい。

【0013】

運転意識推定装置100は、装置を統括的に管理するECU[Electronic Control Unit]10を備える。ECU10は、CPU[Central Processing Unit]、ROM[Read Only Memory]、RAM[Random Access Memory]等を有する電子制御ユニットである。ECU10では、例えば、ROMに記憶されているプログラムをRAMにロードし、RAMにロードされたプログラムをCPUで実行することにより各種の機能を実現する。ECU10は、複数の電子制御ユニットから構成されていてもよい。

【0014】

ECU10には、ドライバモニタカメラ1、外部センサ2、内部センサ3、GPS[Global Positioning System]受信部4、地図データベース5、HMI6が接続されている。ECU10は、自動運転ECU7と接続されている。

【0015】

ドライバモニタカメラ1は、自車両のステアリングコラムのカバー上で運転者の正面の位置に設けられ、運転者の頭部を撮像する。ドライバモニタカメラ1は、運転者を複数方向から撮像するため、複数個設けられていてもよい。ドライバモニタカメラ1は、運転者を撮像した運転者画像をECU10へ送信する。

【0016】

外部センサ2は、自車両の周辺環境を検出する検出機器である。外部センサ2は、カメラ及びレーダセンサを含む。カメラは、例えば、自車両のフロントガラスの裏側に設けられ、自車両の前方を撮像する。カメラは、自車両の背面及び側面に設けられていてもよい。カメラは、自車両周囲の撮像情報をECU10へ送信する。カメラは、単眼カメラであってもよく、ステレオカメラであってもよい。ステレオカメラは、両眼視差を再現するように配置された二つの撮像部を有している。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

レーダセンサは、電波（例えばミリ波）又は光を利用して自車両の周辺の障害物を検出する検出機器である。レーダセンサには、例えば、ミリ波レーダー又はライダー [LIDAR : Light Detection and Ranging] が含まれる。レーダセンサは、電波又は光を自車両の周辺に送信し、障害物で反射された電波又は光を受信することで障害物を検出する。レーダセンサは、検出した障害物情報を ECU 10 へ送信する。障害物には、ガードレール、建物等の固定物の他、歩行者、自転車、他車両等が含まれる。

【 0 0 1 8 】

内部センサ 3 は、自車両の車両状態を検出する検出機器である。内部センサ 3 は、車速センサ、加速度センサ、及びヨーレートセンサを含む。車速センサは、自車両の速度を検出する検出器である。車速センサとしては、例えば、自車両の車輪又は車輪と一体に回転するドライブシャフト等に対して設けられ、車輪の回転速度を検出する車輪速センサが用いられる。車速センサは、検出した車速情報（車輪速情報）を ECU 10 に送信する。

10

【 0 0 1 9 】

加速度センサは、自車両の加速度を検出する検出器である。加速度センサは、例えば、自車両の前後方向の加速度を検出する前後加速度センサと、自車両の横加速度を検出する横加速度センサとを含んでいる。加速度センサは、例えば、自車両の加速度情報を ECU 10 に送信する。ヨーレートセンサは、自車両の重心の鉛直軸周りのヨーレート（回転角速度）を検出する検出器である。ヨーレートセンサとしては、例えばジャイロセンサを用いることができる。ヨーレートセンサは、検出した自車両のヨーレート情報を ECU 10 へ送信する。

20

【 0 0 2 0 】

GPS 受信部 4 は、3 個以上の GPS 衛星から信号を受信することにより、自車両の位置（例えば自車両の緯度及び経度）を測定する。GPS 受信部 4 は、測定した自車両の位置情報を ECU 10 へ送信する。なお、運転意識推定装置 100 は、GPS に代えて、外部センサ 2 の検出結果と地図情報を用いた SLAM [Simultaneous Localization and Mapping] 技術により自車両の位置情報を取得してもよい。

【 0 0 2 1 】

地図データベース 5 は、地図情報を記憶するデータベースである。地図データベース 5 は、例えば、自車両に搭載された HDD [Hard Disk Drive] 内に形成されている。地図情報には、道路の位置情報、道路形状の情報（例えばカーブ、直線部の種別、カーブの曲率等）、道路の幅情報、道路の高さ情報、交差点、合流地点及び分岐地点の位置情報、及び建物の位置情報等が含まれる。地図情報には、案内板、標識等の道路上の設置物に関する位置情報が含まれていてもよい。なお、地図データベース 5 は、自車両と通信可能な管理センター等の施設のコンピュータに記憶されていてもよい。

30

【 0 0 2 2 】

HMI 6 は、運転意識推定装置 100 と運転者との間で情報の入出力を行うためのインターフェイスである。HMI 6 は、例えば、自車両の表示部（ディスプレイ）及びスピーカを備えている。HMI 6 は、ECU 10 からの制御信号に応じて、ディスプレイの画像出力及びスピーカからの音声出力を行う。HMI 6 は、HUD [Head Up Display] を備えていてもよい。

40

【 0 0 2 3 】

自動運転 ECU 7 は、自車両に搭載され、自車両の自動運転を実行するための電子制御ユニットである。自動運転とは、運転者が運転操作をすることなく、自動で自車両を走行させる車両制御である。SAE [Society of Automotive Engineers] J3016 には、自動運転の度合いに応じて自動運転レベル 0 ~ 自動運転レベル 4 が定められている。自動運転 ECU 7 は、GPS 受信部 4 の自車両の位置情報、地図データベース 5 の地図情報、後述する自車両の走行環境及び車両状態に基づいて、予め設定された目的ルートに沿った走行計画を生成する。ここでの目的ルートは、ナビゲーションシステムによって設定される。自動運転 ECU 7 は、走行計画に沿って自動運転を実行する。自動運転 ECU 7

50

は、自車両のアクチュエータ（エンジンアクチュエータ、操舵アクチュエータ、ブレーキアクチュエータ等）に制御信号を送信することで自動運転を実行する。自動運転 ECU7 は、周知の手法により走行計画を生成すると共に自動運転を実行する。自動運転 ECU7 は、先行車に追従させる走行制御を行い、先行車に対して追従走行を行うように自車両を自動運転させてもよい。

【0024】

自動運転 ECU7 は、自動運転の実行中において、例えばオーバーライド操作が行なわれた場合、自動運転の実行を解除して手動運転に移行する（つまり、自車両の運転を自動運転から手動運転へ切り替える）。オーバーライド操作とは、自車両の運転を自動運転から手動運転に移行するための、運転者による介入操作である。自動運転 ECU7 は、自車両のアクチュエータへの制御指令値を徐々に減らしてゼロにすることで手動運転に移行する。なお、手動運転には、運転者の運転を支援する周知の運転支援制御が実行されている場合も含まれる。

【0025】

次に、ECU10 の機能的構成について説明する。なお、以下に説明する ECU10 の機能の一部は、自車両と通信可能な管理センター等の施設のコンピュータ及び / 又は自動運転 ECU7 において実行される態様であってもよい。ECU10 は、自動運転 ECU7 と一体であってもよい。

【0026】

ECU10 は、運転者画像取得部 11、走行環境認識部 12、車両状態認識部 13、反応時間認識部 14、脇見時間認識部 15、覚醒度認識部 16、運転構え度推定部 17、TOR (Take over time) 時間認識部 18、タスクディマンド判定部 19、及び、推奨運転構え度設定部 20 を含む。

【0027】

運転者画像取得部 11 は、ドライバモニタカメラ 1 から運転者画像を取得する。運転者画像取得部 11 は、ドライバモニタカメラ 1 が複数のカメラを有する場合には、各カメラの運転者画像を関連付けて取得する。

【0028】

走行環境認識部 12 は、自車両の周囲の走行環境を認識する。走行環境認識部 12 は、外部センサ 2 の検出結果、GPS 受信部 4 の位置情報、地図データベース 5 の地図情報、及び自動運転 ECU7 の自動運転に関する情報に基づいて、走行環境を認識する。走行環境認識部 12 は、周知の手法により自車両の周囲の走行環境を認識する。走行環境には、自車両の周囲の障害物の状況及び道路状況が含まれる。なお、走行環境認識部 12 は、必ずしも自動運転 ECU7 の情報を用いる必要はなく、外部センサ 2 の検出結果のみを利用してよい。

【0029】

走行環境認識部 12 は、外部センサ 2 の検出結果に基づいて、自車両の周囲の障害物の状況を認識する。自車両の周囲の障害物の状況には、自車両に対する障害物の位置、自車両に対する障害物の相対速度、自車両に対する障害物の移動方向等が含まれる。走行環境認識部 12 は、外部センサ 2 のカメラによる自車両前方の撮像画像に基づいて、周知の手法により白線認識を行なってもよい。走行環境認識部 12 は、周知の手法により、自車両の前方に割り込む割込み車両、制動中の先行車、自車両を側方から追い抜く追い抜き車両等を認識することができる。

【0030】

走行環境認識部 12 は、外部センサ 2 の検出結果に基づいて、道路状況として自車両の前方の道路形状（カーブ、交差点、合流区間等）を認識する。走行環境認識部 12 は、周知の手法により、各道路形状における走行台数を認識してもよい。なお、走行環境認識部 12 は、自車両の位置情報と地図情報から自車両の前方の道路形状を認識してもよく、自車両の位置情報と地図情報から道路上の設置物を認識してもよい。

【0031】

10

20

30

40

50

車両状態認識部 1 3 は、内部センサ 3 の検出結果に基づいて、走行中の自車両の車両状態を認識する。車両状態には、自車両の車速、自車両の加速度、自車両のヨーレートが含まれる。具体的に、車両状態認識部 1 3 は、車速センサの車速情報に基づいて、自車両の車速を認識する。車両状態認識部 1 3 は、加速度センサの加速度情報に基づいて、自車両の加速度（前後加速度及び横加速度）を認識する。車両状態認識部 1 3 は、ヨーレートセンサのヨーレート情報に基づいて、自車両のヨーレートを認識する。

【 0 0 3 2 】

反応時間認識部 1 4 は、運転者の反応時間（反応遅れ）を認識する。反応時間は、周辺視反応時間及び車両挙動反応時間を含む。反応時間認識部 1 4 は、視認対象が運転者から見えるタイミングから運転者が視認対象を視認するまでの反応時間を、周辺視反応時間として認識する。反応時間認識部 1 4 は、視認対象が運転者から見えるタイミングから運転者が視認対象に対する車両挙動を実行するまでの反応時間を、車両挙動反応時間として認識する。反応時間の認識手法は特に限定されず、周知の種々の手法を採用できる。

10

【 0 0 3 3 】

視認対象は、走行環境認識部 1 2 の認識した走行環境から検出できる。視認対象には、周辺車両、道路形状、道路上の設置物のうち少なくとも一つが含まれる。運転者の視線は、運転者画像取得部 1 1 の取得した運転者画像から検出できる。運転者の視線は、周知の手法により運転者画像から運転者の眼球及び眼球的動きを検出することで検出できる。車両挙動は、車両状態認識部 1 3 で認識した自車両の状態から検出できる。

【 0 0 3 4 】

脇見時間認識部 1 5 は、例えば運転者画像取得部 1 1 の取得した運転者画像に基づいて、運転者の脇見が連続する時間である脇見時間を認識する。脇見時間の認識手法は特に限定されず、周知の種々の手法を採用できる。

20

【 0 0 3 5 】

覚醒度認識部 1 6 は、運転者画像取得部 1 1 の取得した運転者画像に基づいて、運転者の毎分の閉眼率、眼の開眼の状況、まばたきの頻度、又は、眼球運動等から運転者の覚醒度を認識する。覚醒度認識部 1 6 は、車両状態認識部 1 3 の認識した自車両の状態に基づいて、運転者の覚醒度を認識してもよい。覚醒度とは、運転者が睡眠不足等により意識が朦朧とした状態ではなく覚醒していることを示す度合いである。覚醒度の認識手法は特に限定されず、周知の種々の手法を採用できる。

30

【 0 0 3 6 】

運転構え度推定部 1 7 は、反応時間認識部 1 4 の認識した反応時間、脇見時間認識部 1 5 の認識した脇見時間、及び、覚醒度認識部 1 6 の認識した覚醒度に基づいて、運転構え度を推定する。運転構え度とは、運転者の運転意識の高さに応じた度合いである。運転意識とは、運転者が車を操縦する時の、認知、予測、判断、操作を含む心的活動の総称である。

【 0 0 3 7 】

運転構え度とは、運転者の運転に対する準備のレベルである。運転構え度は、「Readiness」とも称される。運転者の運転意識及び自車両の走行環境に対する備えの度合いが高いほど、運転構え度の値が大きくなる。ここでの運転構え度は、一例として、値の小さい方から大きい方の順に、Low（低い）、Medium Low（やや低い）、Medium（普通）、Medium High（やや高い）、及び、High（高い）の 5 段階に分けられている。運転構え度の表現の仕方は特に限定されず、数値であってもよいし、複数の段階に分けられていてもよい。

40

【 0 0 3 8 】

運転構え度推定部 1 7 は、第 1 テーブル T 1（図 2（a）参照）及び第 2 テーブル T 2（図 2（b）参照）を参照して、運転構え度を推定する。第 1 テーブル T 1 は、反応時間が、予め定められた反応閾値（閾値）よりも小さい場合のテーブルである。第 2 テーブル T 2 は、反応時間が反応閾値以上の場合のテーブルである。第 1 テーブル T 1 及び第 2 テーブル T 2 は、予め定められ、例えば ECU 10 の記憶部（ROM 又は RAM）に記憶さ

50

れている。

【 0 0 3 9 】

第 1 テーブル T 1 及び第 2 テーブル T 2 の運転構え度は、覚醒度に関して、予め定められた覚醒度閾値よりも高い場合には「高」とされ、低い場合には「低」とされている。第 1 テーブル T 1 及び第 2 テーブル T 2 の運転構え度は、脇見時間に関して、予め定められた第 1 脇見閾値よりも大きい場合には「大」、第 2 脇見閾値 (< 第 1 脇見閾値) 以下の場合には「小」、及び、第 1 脇見閾値以下で第 2 脇見閾値よりも大きい場合には「中」とされている。第 2 テーブル T 2 では、覚醒度が「低」で脇見時間が「大」のときの運転構え度は、運転構え度が極めて低く、該当する度合いが存在しないとして「× (N/A)」とされている。

10

【 0 0 4 0 】

図 3 に示されるように、運転構え度推定部 1 7 には、覚醒度認識部 1 6 で認識した覚醒度が入力される (ステップ S 1)。運転構え度推定部 1 7 には、脇見時間認識部 1 5 で認識した脇見時間が入力される (ステップ S 2)。運転構え度推定部 1 7 には、反応時間認識部 1 4 で認識した反応時間が入力される (ステップ S 2)。

【 0 0 4 1 】

運転構え度推定部 1 7 は、反応時間が反応閾値よりも小さいか否かを判定する (ステップ S 4)。上記ステップ S 4 で Y E S の場合には、第 1 テーブル T 1 を参照し、脇見時間及び覚醒度に応じた第 1 度合を運転構え度として推定する (ステップ S 5)。上記ステップ S 4 で N O の場合には、第 2 テーブル T 2 を参照し、脇見時間及び覚醒度に応じた第 2 度合を運転構え度として推定する (ステップ S 6)。

20

【 0 0 4 2 】

第 1 テーブル T 1 及び第 2 テーブル T 2 に示されるように、脇見時間及び覚醒度が変化しても、反応時間が閾値よりも小さい (反応が早い) 場合には運転構え度は M e d i u m 以上となり、反応時間が閾値以上 (反応が遅い) 場合には運転構え度は M e d i u m 未満となる。脇見時間が 1 段階変化すると、同じ覚醒度で且つ同じ反応時間のときには、運転構え度は変化しないか、もしくは 1 段階変化する。覚醒度が変化すると、同じ脇見時間で且つ同じ反応時間のときには、運転構え度は変化しないか、もしくは 1 段階変化する。一方、反応時間が変化すると (第 1 テーブル T 1 と第 2 テーブル T 2 とを比較すると)、同じ脇見時間で且つ同じ覚醒度のときには、運転構え度は 2 段階以上変換する。すなわち、運転構え度推定部 1 7 が推定する運転構え度に反応時間が与える影響 (寄与度) は、当該運転構え度に脇見時間及び覚醒度の少なくとも何れかが与える影響 (寄与度) よりも大きい。

30

【 0 0 4 3 】

T O R 時間認識部 1 8 は、自車両の運転が自動運転から手動運転へ切り替わるまでに要される時間である T O R 時間を認識する。T O R 時間は、予め定められた固定値である。T O R 時間は、例えば E C U 1 0 の記憶部に記憶されている。T O R 時間は、自車両の車両状態に応じて変化する可変値であってもよい。

【 0 0 4 4 】

タスクダイヤモンド判定部 1 9 は、タスクダイヤモンドが高いか低いかを判定する。タスクダイヤモンドは、自車両の運転が自動運転から手動運転へ切り替わった後に必要な能力である。タスクダイヤモンド判定部 1 9 は、走行環境認識部 1 2 で認識した走行環境、及び、車両状態認識部 1 3 で認識した自車両の状態に基づいて、タスクダイヤモンドを判定する。

40

【 0 0 4 5 】

図 4 は、タスクダイヤモンドの判定の一例を説明する表である。図 4 に示されるように、タスクダイヤモンド判定部 1 9 は、自車両が先行車に対して追従走行する追従走行時であって、当該先行車との車間時間である前方車間時間を 1 . 0 秒以上であることを、タスクダイヤモンド推定要素 (a) とする。タスクダイヤモンド判定部 1 9 は、自車両がカーブ走行時であって、横加速度が $2 \text{ m} / \text{s}^2$ 未満であることが予想されることを、タスクダイヤモンド推定要素 (b) とする。タスクダイヤモンド判定部 1 9 は、タスクダイヤモンド推定要素 (a

50

), (b)の両方が当てはまる場合、タスクダイヤモンドを「低」と判定する。タスクダイヤモンド判定部19は、タスクダイヤモンド推定要素(a), (b)の両方が当てはまらない場合、タスクダイヤモンドを「高」と判定する。

【0046】

推奨運転構え度設定部20は、TOR時間認識部18で認識したTOR時間、及び、タスクダイヤモンド判定部19で判定したタスクダイヤモンドに基づいて、推奨される運転構え度である推奨運転構え度を設定する。

【0047】

図5に示されるように、推奨運転構え度設定部20には、TOR時間認識部18で認識したTOR時間が入力される(ステップS11)。推奨運転構え度設定部20には、タスクダイヤモンド判定部19で判定したタスクダイヤモンドが入力される(ステップS12)。推奨運転構え度設定部20は、TOR時間の長さが所定時間よりも短いかなかを判定する(ステップS13)。この所定時間は、予め定められ、例えばECU10の記憶部に記憶されている。

【0048】

推奨運転構え度設定部20は、上記ステップS13でYESの場合、タスクダイヤモンドが高いかなかを判定する(ステップS14)。推奨運転構え度設定部20は、上記ステップS13でNOの場合、タスクダイヤモンドが高いかなかを判定する(ステップS15)。推奨運転構え度設定部20は、上記ステップS14でYESの場合、推奨運転構え度をHighと設定する(ステップS16)。推奨運転構え度設定部20は、上記ステップS14でNOの場合、又は、上記ステップS15でYESの場合、推奨運転構え度をMediumと設定する(ステップS17)。推奨運転構え度設定部20は、上記ステップS15でNOの場合、推奨運転構え度をLowと設定する(ステップS18)。

【0049】

図6(a)~図6(d)は、HMI6の表示部6aに表示される画像の例を示す各図である。台形状のアイコンは、推奨運転構え度設定部20で設定された推奨運転構え度の状態を示す。台形状に含まれる三角形形状のアイコンは、運転構え度推定部17で推定された運転構え度の状態を示す。

【0050】

図6(a)に示されるように、運転構え度及び推奨運転構え度が共に低い状態では、台形状のアイコン及び三角形形状のアイコンが共に第1色(例えば薄い青色)で表示される。図6(b)に示されるように、運転構え度及び推奨運転構え度が共に低い状態では、台形状のアイコン及び三角形形状のアイコンが共に、第1色よりも注意喚起を促す第2色(例えば黄色)で表示される。図6(c)に示されるように、運転構え度及び推奨運転構え度が共に低い状態では、台形状のアイコン及び三角形形状のアイコンが共に、第2色よりも注意喚起を促す第3色(例えば赤色)で表示される。

【0051】

図6(d)に示されるように、運転構え度が低く且つ推奨運転構え度が高い状態では、推奨運転構え度 運転構え度となるように、それらの状態が表示部6aに表示される。すなわち、台形状のアイコンが第3色で表示され、三角形形状のアイコンが第1色で表示される。これにより、運転者は、運転構え度が上昇するように運転状況に集中する。自車両が自動運転で運転中の場合には、設定車速が低下されて車間時間が長くなり、推奨運転構え度が低下する。自車両が手動運転で運転中の場合には、運転者は、推奨運転構え度が低下するように、車速を下げても車間距離を長くする。

【0052】

なお、HMI6が運転者に対して振動及び匂いの少なくとも一方で刺激を付与可能な場合、運転構え度が低く且つ推奨運転構え度が高い状態ときには、推奨運転構え度 運転構え度となるように当該刺激を付与してもよい。

【0053】

以上、運転意識推定装置100では、運転構え度に反応時間が与える影響を、脇見時間

10

20

30

40

50

及び覚醒度が与える影響よりも大きくしている。これにより、運転者の反応時間は運転者の脇見時間及び覚醒度よりも運転の安全性に寄与することが見出されることから、運転の安全性を十分に考慮して運転構え度を推定することができる。運転の安全性を向上することが可能となる。

【 0 0 5 4 】

図 7 (a) は、運転構え度推定部 1 7 の推定処理の他の例を示すフローチャートである。図 7 (b) は、第 3 テーブル T 3 を示す図である。運転構え度推定部 1 7 は、第 1 テーブル T 1 及び第 2 テーブル T 2 に代えて第 3 テーブル T 3 (図 7 (b) 参照) を参照して、運転構え度を推定してもよい。第 3 テーブル T 3 は、予め定められ、例えば E C U 1 0 の記憶部に記憶されている。第 3 テーブル T 3 は、反応時間が反応閾値以上の場合のテーブルである。

10

【 0 0 5 5 】

第 3 テーブル T 3 の運転構え度は、覚醒度に関して、上記の各テーブルと同様に、「高」と「低」とに分けられている。第 3 テーブル T 3 の運転構え度は、脇見時間に関して、上記の各テーブルと同様に、「大」と「中」と「小」とに分けられている。第 3 テーブル T 3 では、覚醒度が「低」で脇見時間が「大」のときの運転構え度は、運転構え度が極めて低く、該当する度合いが存在しないとして「 x (N / A) 」とされている。

【 0 0 5 6 】

運転構え度推定部 1 7 は、第 3 テーブル T 3 を用いて運転構え度を推定する場合には、次のように運転構え度を推定してもよい。図 7 (a) に示されるように、まず、反応時間が反応閾値よりも小さいか否かを判定する (ステップ S 2 1) 。上記ステップ S 2 1 で Y E S の場合には、運転構え度を H i g h (第 1 度合) と推定する (ステップ S 2 2) 。上記ステップ S 2 1 で N O の場合には、第 3 テーブル T 3 を参照し、脇見時間及び覚醒度に応じた度合 (第 2 度合) を運転構え度として推定する (ステップ S 2 3) 。

20

【 0 0 5 7 】

その結果、反応時間が閾値よりも小さい (反応が早い) 場合には運転構え度は H i g h となり、反応時間が閾値以上 (反応が遅い) 場合には、脇見時間及び覚醒度が変化しても、運転構え度は M e d i u m L o w 以下となる。反応時間が変化すると、運転構え度は 2 段階以上変換する。脇見時間が 1 段階変化すると、運転構え度は変化しないか、もしくは 1 段階変化する。覚醒度が変化すると、運転構え度は変化しないか、もしくは 1 段階変化する。すなわち、運転構え度推定部 1 7 が推定する運転構え度に反応時間が与える影響は、当該運転構え度に脇見時間及び覚醒度の少なくとも何れかが与える影響よりも大きい。

30

【 0 0 5 8 】

図 8 (a) は、運転構え度推定部 1 7 の推定処理の更に他の例を示すフローチャートである。図 8 (b) は、第 4 テーブル T 4 を示す図である。運転構え度推定部 1 7 は、第 1 テーブル T 1 及び第 2 テーブル T 2 に代えて第 4 テーブル T 4 (図 8 (b) 参照) を参照して、運転構え度を推定してもよい。第 4 テーブル T 4 は、予め定められ、例えば E C U 1 0 の記憶部に記憶されている。

【 0 0 5 9 】

第 4 テーブル T 4 の運転構え度は、覚醒度に関して、上記の各テーブルと同様に、「高」と「低」とに分けられている。第 4 テーブル T 4 の運転構え度は、脇見時間に関して、上記の各テーブルと同様に、「大」と「中」と「小」とに分けられている。第 4 テーブル T 4 では、覚醒度が「低」で脇見時間が「大」のときの運転構え度は、運転構え度が極めて低く、該当する度合いが存在しないとして「 x (N / A) 」とされている。

40

【 0 0 6 0 】

運転構え度推定部 1 7 は、第 4 テーブル T 4 を用いて運転構え度を推定する場合には、次のように運転構え度を推定してもよい。図 8 (a) に示されるように、まず、第 4 テーブル T 4 を参照し、脇見時間及び覚醒度に応じた仮運転構え度を決定する (ステップ S 3 1) 。反応時間が反応閾値よりも小さいか否かを判定する (ステップ S 3 2) 。上記ステップ S 3 2 で Y E S の場合には、仮運転構え度を 2 段階高めた度合いを運転構え度として

50

推定する（ステップS33）。上記ステップS32でNOの場合には、仮運転構え度を運転構え度として推定する（ステップS34）。

【0061】

その結果、反応時間が閾値よりも小さい（反応が早い）場合には、反応時間が閾値以上（反応が遅い）の場合よりも、運転構え度が2段階変化する。脇見時間が増えると、運転構え度は1段階変化する。覚醒度が変化すると、運転構え度は1段階変化する。すなわち、運転構え度推定部17が推定する運転構え度に反応時間が与える影響は、当該運転構え度に脇見時間及び覚醒度の少なくとも何れかが与える影響よりも大きい。

【0062】

なお、本実施形態では、例えば反応時間を判定するための視認対象が存在せず、反応時間認識部14で反応時間を認識不能の場合には、運転構え度推定部17は、脇見時間及び覚醒度のみに基づいて運転構え度を推定してもよい。例えば、反応時間を認識不能の場合には、運転構え度推定部17は、反応時間によらないテーブル（例えば、図7（b）の第3テーブルT3等）を参照して、運転構え度を推定してもよい。

10

【0063】

[第2実施形態]

次に、第2実施形態について説明する。第2実施形態の説明では、第1実施形態と異なる点を説明し、重複する説明は省略する。

【0064】

図9に示されるように、第2実施形態に係る運転意識推定装置200は、運転者が自車両を手動運転で運転している場合に運転構え度を推定する。運転意識推定装置200は、ECU10の機能的構成として、反応時間認識部14（図1参照）に代えて視野認識部214を備える。

20

【0065】

視野認識部214は、例えば運転者画像取得部11の取得した運転者画像に基づいて運転者の視野の広さを認識する。例えば視野認識部214は、図10に示されるように、一定車速（例えば約100km/h）中における運転者の左右の視線移動範囲から視野の広さHを求めることができる。視野の広さHの認識手法は特に限定されず、周知の種々の手法を採用できる。

【0066】

視野認識部214における処理の一例としては、図11に示されるように、まず、運転者の単位時間あたりにおける視線の分布範囲を求める（ステップS41）視線の分布範囲の所定パーセントを包絡する視野角度を求める（ステップS42）。所定パーセントは、短時間の脇見が含まれる影響を除くため、100%ではなく、70~90%である。上記ステップS42で求めた視野角度が、設定角度以上か否かを判定する（ステップS43）。設定角度は、予め定められ、例えばECU10の記憶部に記憶されている。設定角度は、例えば7度又は7度付近の角度である。上記ステップS43でYESの場合、視野の広さは「広い」と認識する（ステップS44）。上記ステップS43でNOの場合、視野の広さは「狭い」と認識する（ステップS45）。

30

【0067】

本実施形態の運転構え度推定部17は、運転者が自車両を手動運転で運転している場合、視野認識部214の認識した視野の広さ、脇見時間認識部15の認識した脇見時間、及び、覚醒度認識部16の認識した覚醒度に基づいて、運転構え度を推定する。

40

【0068】

運転構え度推定部17は、第5テーブルT5（図12（a）参照）及び第6テーブルT6（図12（b）参照）を参照して、運転構え度を推定する。第5テーブルT5は、視野の広さが広い場合のテーブルである。第6テーブルT6は、視野の広さが狭い場合のテーブルである。第5テーブルT5及び第6テーブルT6は、予め定められ、例えばECU10の記憶部に記憶されている。

【0069】

50

第5テーブルT5及び第6テーブルT6の運転構え度は、覚醒度に関して、上記の各テーブルと同様に、「高」と「低」とに分けられている。第5テーブルT5及び第6テーブルT6の運転構え度は、脇見時間に関して、上記の各テーブルと同様に、「大」と「中」と「小」とに分けられている。第6テーブルT6では、覚醒度が「低」で脇見時間が「大」のときの運転構え度は、運転構え度が極めて低く、該当する度合いが存在しないとして「×(N/A)」とされている。

【0070】

運転構え度推定部17には、覚醒度認識部16で認識した覚醒度、脇見時間認識部15で認識した脇見時間、及び、視野認識部214で認識した視野の広さが入力される。運転構え度推定部17は、視野の広さが広い場合には、第5テーブルT5を参照し、脇見時間及び覚醒度に応じた第1度合を運転構え度として推定する。視野の広さが狭い場合には、第6テーブルT6を参照し、脇見時間及び覚醒度に応じた第2度合を運転構え度として推定する。

10

【0071】

第5テーブルT5及び第6テーブルT6に示されるように、脇見時間及び覚醒度が変化しても、視野の広さが広い場合には運転構え度はMedium以上となり、視野の広さが狭い場合には運転構え度はMedium未満となる。脇見時間が1段階変化すると、運転構え度は変化しないか、もしくは1段階変化する。覚醒度が変化すると、運転構え度は変化しないか、もしくは1段階変化する。一方、視野の広さが変化すると(第5テーブルT5と第6テーブルT6とを比較すると)、運転構え度は2段階以上変換する。すなわち、運転構え度推定部17が推定する運転構え度に視野の広さが与える影響は、当該運転構え度に脇見時間及び覚醒度の少なくとも何れかが与える影響よりも大きい。

20

【0072】

以上、運転意識推定装置200では、運転構え度推定部17は、運転者が自車両を手動運転で運転している場合、視野の広さと、脇見時間及び覚醒度の少なくとも何れかと、に基づいて、運転構え度を推定する。運転構え度に視野の広さが与える影響を、脇見時間及び覚醒度が与える影響よりも大きくしている。これにより、運転者の視野の広さは運転者の脇見時間及び覚醒度よりも運転の安全性に寄与することが見出されることから、運転の安全性を十分に考慮して運転構え度を推定することができる。運転の安全性を向上することが可能となる。特に、運転者の反応を適切に判定することが難しい手動運転時には、運転者の視野の広さに基づくことで、運転構え度を適切に推定することが可能となる。

30

【0073】

[第3実施形態]

次に、第3実施形態について説明する。第3実施形態の説明では、第1実施形態と異なる点を説明し、重複する説明は省略する。

【0074】

図13に示されるように、第3実施形態に係る運転意識推定装置300は、ECU10の機能的構成として、走行ルート設定部301を更に備える。走行ルート設定部301は、自車両が走行を予定する走行ルートを、例えば自車両の乗員からの操作入力又は周知のナビゲーションシステムから入力された目的ルートに基づいて設定する。

40

【0075】

本実施形態の推奨運転構え度設定部20は、走行ルート設定部301で設定した走行ルート上において推奨される推奨運転構え度を設定する。具体的には、推奨運転構え度設定部20は、走行ルートが分けられて成る各対象区間のそれぞれにおいて、次のように推奨運転構え度を設定する。図14に示されるように、まず、対象区間の平均車速、平均車間距離及び最小曲率半径を認識する(ステップS51)。例えば平均車速、平均車間距離及び最小曲率半径は、ナビゲーションシステムからの道路情報等から認識することができる。なお、平均車速、平均車間距離及び最小曲率半径の認識手法は特に限定されず、周知の種々の手法を採用できる。

【0076】

50

以下の数式に従い、推奨運転構え度の元値を決定する（ステップ S 5 2）。

$$\text{推奨運転構え度の元値} = \text{平均車速} / \text{最小曲率半径} \times (1 / \text{平均車間距離})$$

【 0 0 7 7 】

推奨運転構え度の元値が第 1 所定値 a よりも大きいかなんかを判定する（ステップ S 5 3）。上記ステップ S 5 3 で N O の場合、推奨運転構え度の元値が第 2 所定値 b よりも大きいかなんかを判定する（ステップ S 5 4）。ただし、第 1 所定値 a > 第 2 所定値 b である。上記ステップ S 5 3 で Y E S の場合、推奨運転構え度を H i g h とする（ステップ S 5 5）。上記ステップ S 5 4 で Y E S の場合、推奨運転構え度を M e d i u m とする（ステップ S 5 6）。上記ステップ S 5 4 で N O の場合、推奨運転構え度を L o w とする（ステップ S 5 7）。

10

【 0 0 7 8 】

図 1 5 は、運転意識推定装置 3 0 0 における H M I 6 の表示部 6 a に表示される画像の例を示す図である。表示部 6 a の三角形のアイコンは、運転構え度推定部 1 7 で推定された運転構え度の状態を示す自車両マーク M 1 である。自車両マーク M 1 は、運転構え度の状態に応じた色で表示される。例えば、運転構え度が H i g h の場合、自車両マーク M 1 が赤で表示される。運転構え度が M e d i u m の場合、自車両マーク M 1 が橙で表示される。運転構え度が L o w の場合、自車両マーク M 1 が緑で表示される。自車両マーク M 1 は、色に代えて又は加えて大きさで運転構え度を表してもよい。

【 0 0 7 9 】

20

表示部 6 a のラインは、走行ルート R 及びそれ以外の他ルート R 0 である。走行ルート R では、対象区間毎に推奨運転構え度に応じて色分けされている。例えば、推奨運転構え度が H i g h の場合、走行ルート R が赤で表示される。推奨運転構え度が M e d i u m の場合、走行ルート R が橙で表示される。推奨運転構え度が L o w の場合、走行ルート R が緑で表示される。走行ルート R は、色に代えて又は加えて太さで推奨運転構え度を表してもよい。他ルート R 0 は、推奨運転構え度に関する情報（ここでは、特定の色）を表示しない。

【 0 0 8 0 】

図 1 5 に示される表示によれば、将来の推奨運転構え度を容易に把握できる。現在の運転構え度とギャップがある場合、運転者は、将来の推奨運転構え度が低くなるように又は将来の推奨運転構え度に合致するように、予め設定車間距離を広める等が可能となる。運転者は、将来の推奨運転構え度に合致するように、自身で集中度を高めて運転構え度を高めることができる。

30

【 0 0 8 1 】

以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。本発明は、上述した実施形態を始めとして、当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を施した様々な形態で実施することができる。

【 0 0 8 2 】

第 2 実施形態の運転意識推定装置 2 0 0 及び第 3 実施形態の運転意識推定装置 3 0 0 を組み合わせてもよい。上記実施形態では、必ずしも自動運転 E C U 7 と接続されている必要はなく、自動運転システムの一部を構成する必要はない。本発明は、自動運転を実行しない車両に対しても適用することができる。

40

【 0 0 8 3 】

上記実施形態では、予め設定されたテーブルを用いて運転構え度を推定したが、予め設定された演算式を用いて運転構え度を推定してもよい。上記実施形態では、運転者の脇見時間及び覚醒度の双方に基づいて運転構え度を推定したが、脇見時間及び覚醒度の少なくとも何れかに基づいて運転構え度を推定すればよい。覚醒度は、運転者のステアリングホイールのグリップ圧、アームレストへの押圧力、心拍数、筋電の情報及び脳波パターンの少なくとも何れかを内包する指標であってもよい。

【 符号の説明 】

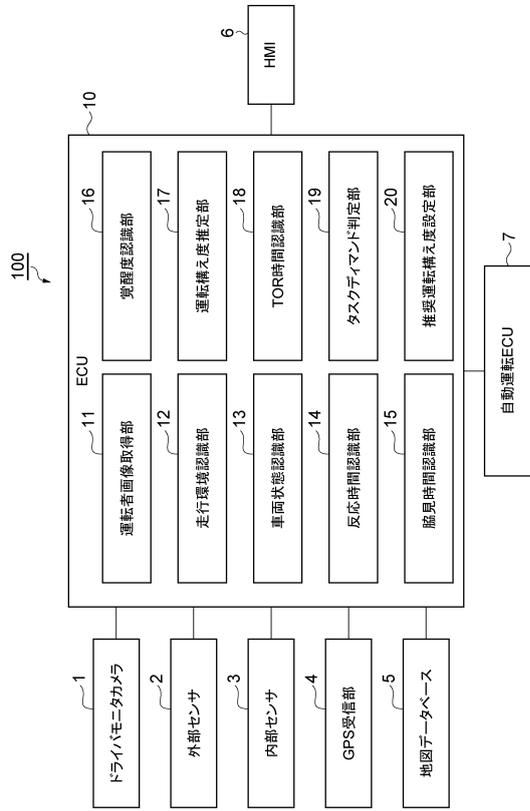
50

【 0 0 8 4 】

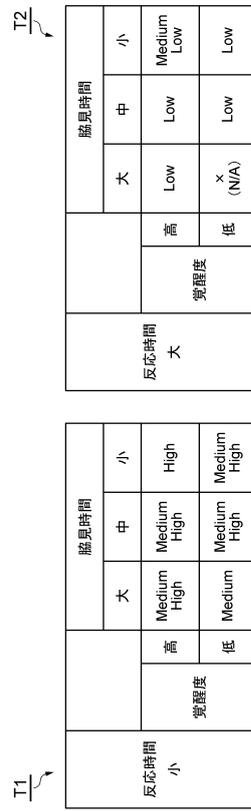
1 ... ドライバモニタカメラ、 2 ... 外部センサ、 3 ... 内部センサ、 4 ... G P S 受信部、 5 ... 地図データベース、 6 ... H M I、 7 ... 自動運転 E C U、 1 0 ... E C U、 1 7 ... 運転構え度推定部、 1 0 0 , 2 0 0 , 3 0 0 ... 運転意識推定装置。

【 図 面 】

【 図 1 】



【 図 2 】



10

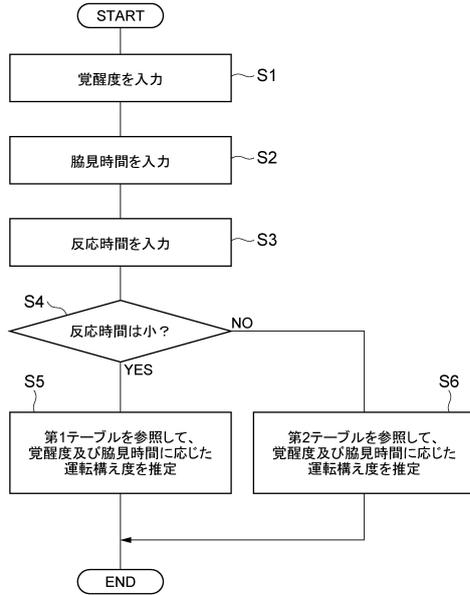
20

30

40

50

【図3】



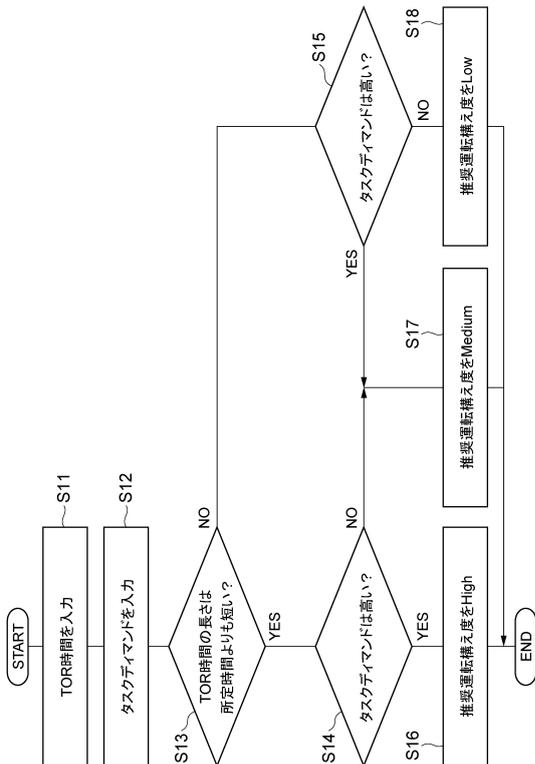
【図4】

タスクディマンドの判定		タスクディマンドの判定
タスクディマンド推奨要素	(b) カーブ走行時	タスクディマンド推奨要素(a)及び(b)の両方が 当てはまる場合、タスクディマンドを「低」と判定 タスクディマンド推奨要素(a)及び(b)の両方が 当てはまらない場合、タスクディマンドを「高」と判定
(a) 追従走行時	前方車両時間1.0秒以上	
	横加速度2m/s ² 未満が予想	

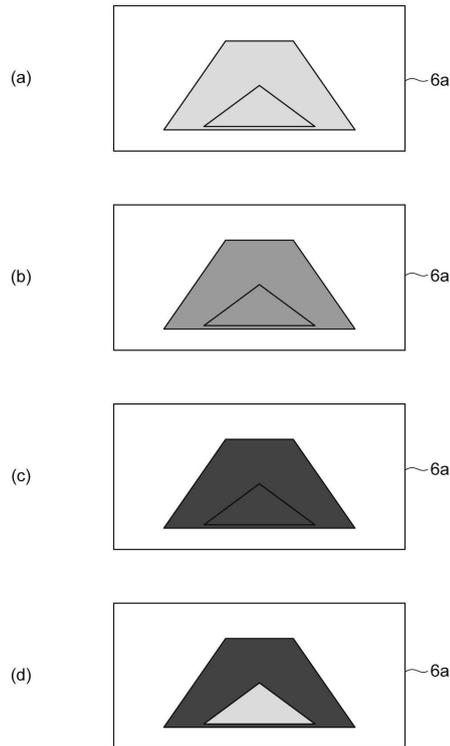
10

20

【図5】



【図6】

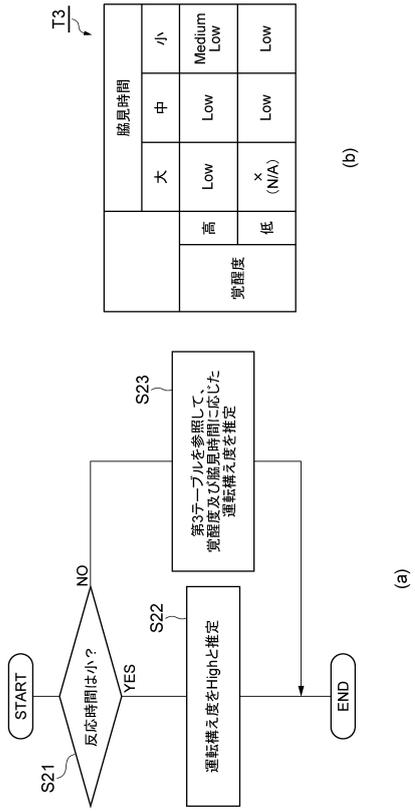


30

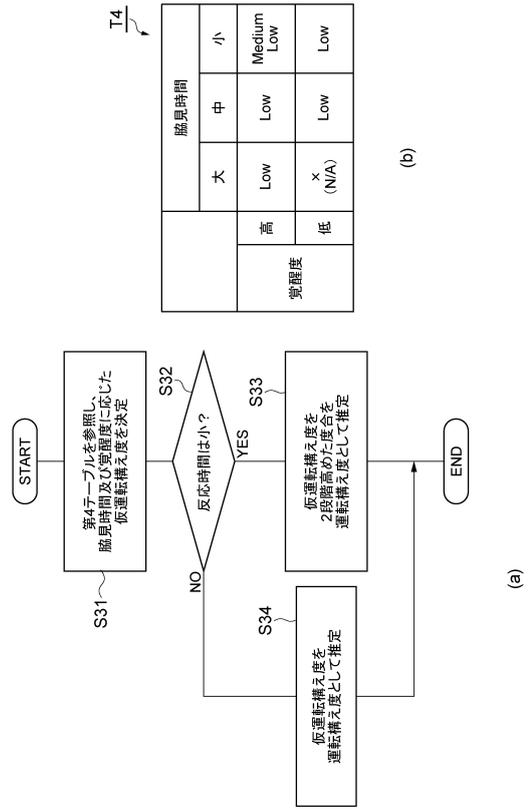
40

50

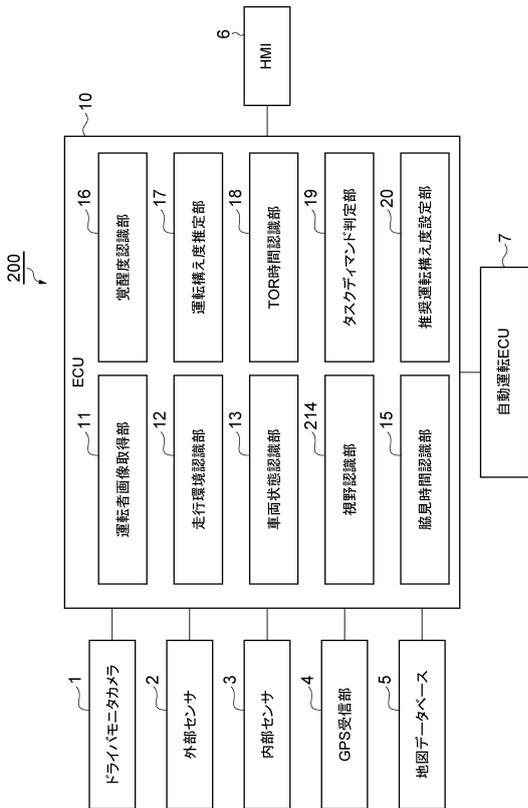
【図 7】



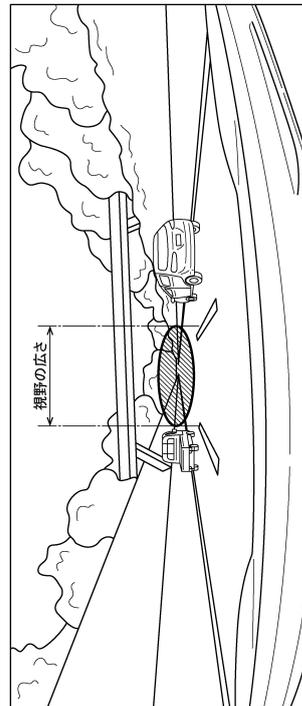
【図 8】



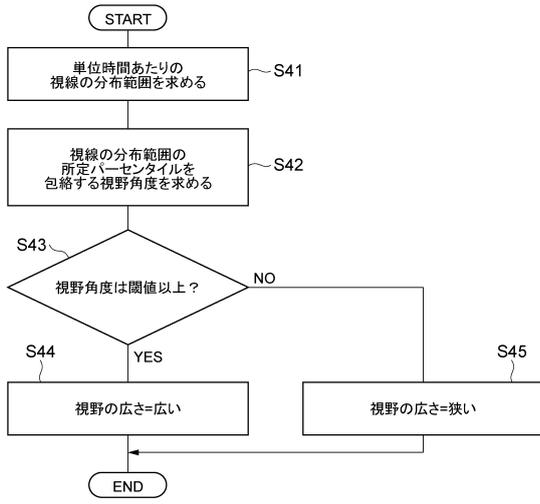
【図 9】



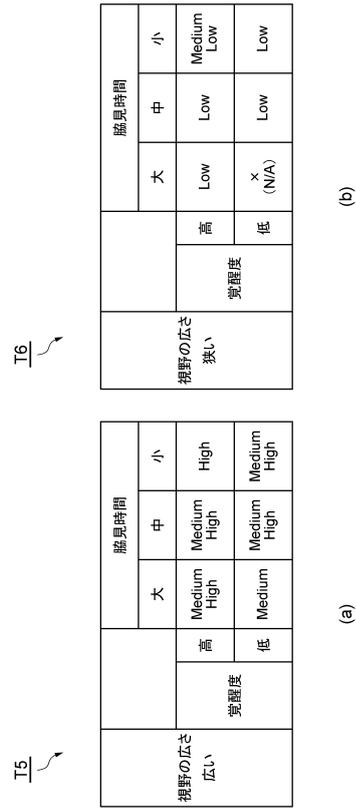
【図 10】



【図 1 1】



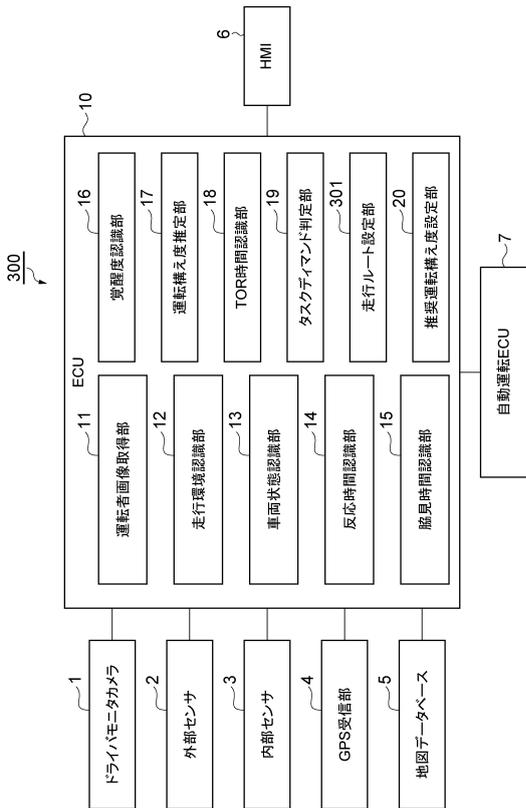
【図 1 2】



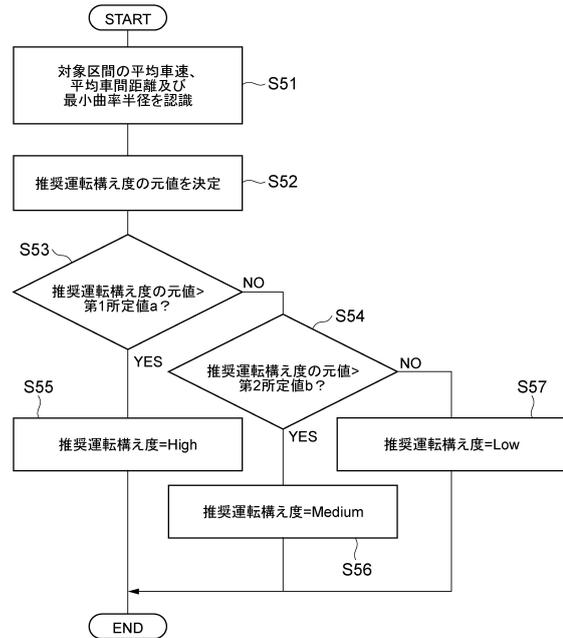
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】

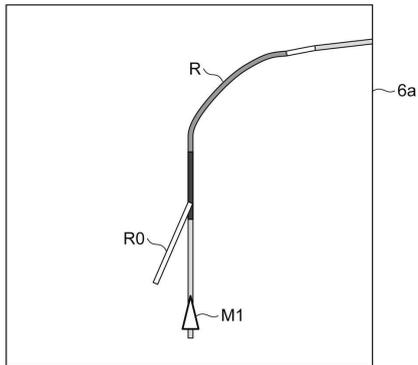


30

40

50

【 図 15 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2016-153960(JP,A)
米国特許出願公開第2018/0129891(US,A1)
国際公開第2017/183077(WO,A1)
特開2016-038768(JP,A)
特開2017-123054(JP,A)
国際公開第2018/012474(WO,A1)
特開2015-182525(JP,A)
特開2018-101199(JP,A)
特開2005-204829(JP,A)
特開2014-016702(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | | | |
|------|-------|---|-------|
| G08G | 1/00 | - | 99/00 |
| B60W | 30/00 | - | 60/00 |
| B60K | 35/00 | | |