

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6575818号
(P6575818)

(45) 発行日 令和1年9月18日 (2019.9.18)

(24) 登録日 令和1年8月30日 (2019.8.30)

(51) Int.Cl.		F I			
G 0 8 G	1/16	(2006.01)	G 0 8 G	1/16	A
G 0 8 G	1/09	(2006.01)	G 0 8 G	1/09	V
B 6 0 W	50/14	(2012.01)	B 6 0 W	50/14	

請求項の数 9 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2016-62683 (P2016-62683)	(73) 特許権者	314012076
(22) 出願日	平成28年3月25日 (2016.3.25)		パナソニックIPマネジメント株式会社
(65) 公開番号	特開2017-174355 (P2017-174355A)		大阪府大阪市中央区域見2丁目1番61号
(43) 公開日	平成29年9月28日 (2017.9.28)	(74) 代理人	100105924
審査請求日	平成30年8月2日 (2018.8.2)		弁理士 森下 賢樹
		(74) 代理人	100123102
			弁理士 宗田 悟志
		(72) 発明者	江村 恒一
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		(72) 発明者	本村 秀人
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 運転支援方法およびそれを利用した運転支援装置、自動運転制御装置、車両、運転支援システム、プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両によって過去になされた複数の運転行動のそれぞれに対応した、複数の特徴量および複数の環境パラメータのうちの少なくとも1つが入力パラメータとして入力されることにより構築された運転行動モデルを用いた推定結果である複数種類の運転行動のそれぞれに対応した、信頼度の偏り度および難易度をもとに、複数段階定義された自動化レベルのうちの1つの自動化レベルを選択する自動化レベル判定部と、

複数段階定義された自動化レベルのそれぞれに対応した出力テンプレートのうち、前記自動化レベル判定部において選択した1つの自動化レベルに対応した出力テンプレートに、複数種類の運転行動を適用することによって、提示情報を生成する生成部と、

前記生成部において生成した提示情報を出力する出力部と、
を備えることを特徴とする運転支援装置。

【請求項2】

前記自動化レベル判定部における処理対象となる信頼度は、各運転行動に対する累積値であることを特徴とする請求項1に記載の運転支援装置。

【請求項3】

前記自動化レベル判定部における処理対象となる信頼度は、各運転行動に対する尤度であることを特徴とする請求項1に記載の運転支援装置。

【請求項4】

前記生成部において使用対象となる出力テンプレートであって、かつ複数段階定義され

た自動化レベルのそれぞれに対応した出力テンプレートでは、(1)第1段階の自動化レベルにおいて運転行動が非通知であり、(2)第1段階よりも自動化レベルの高い第2段階の自動化レベルにおいて運転行動の選択肢が通知され、(3)第2段階よりも自動化レベルの高い第3段階の自動化レベルにおいて運転行動の実行報告が通知され、(4)第3段階よりも自動化レベルの高い第4段階の自動化レベルにおいて運転行動が非通知であることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の運転支援装置。

【請求項5】

車両によって過去になされた複数の運転行動のそれぞれに対応した、複数の特徴量および複数の環境パラメータのうち少なくとも1つが入力パラメータとして入力されることにより構築された運転行動モデルを用いた推定結果である複数種類の運転行動のそれぞれに対応した、信頼度の偏り度および難易度をもとに、複数段階定義された自動化レベルのうちの1つの自動化レベルを選択する自動化レベル判定部と、

10

複数段階定義された自動化レベルのそれぞれに対応した出力テンプレートのうち、前記自動化レベル判定部において選択した1つの自動化レベルに対応した出力テンプレートに、複数種類の運転行動を適用することによって、提示情報を生成する生成部と、

前記生成部において生成した提示情報を出力する出力部と、

複数種類の運転行動のうちの1つの運転行動をもとに、車両の自動運転を制御する自動運転制御部と、

を備えることを特徴とする自動運転制御装置。

【請求項6】

20

運転支援装置を備える車両であって、

前記運転支援装置は、

車両によって過去になされた複数の運転行動のそれぞれに対応した、複数の特徴量および複数の環境パラメータのうち少なくとも1つが入力パラメータとして入力されることにより構築された運転行動モデルを用いた推定結果である複数種類の運転行動のそれぞれに対応した、信頼度の偏り度および難易度をもとに、複数段階定義された自動化レベルのうちの1つの自動化レベルを選択する自動化レベル判定部と、

複数段階定義された自動化レベルのそれぞれに対応した出力テンプレートのうち、前記自動化レベル判定部において選択した1つの自動化レベルに対応した出力テンプレートに、複数種類の運転行動を適用することによって、提示情報を生成する生成部と、

30

前記生成部において生成した提示情報を出力する出力部と、

を備えることを特徴とする車両。

【請求項7】

車両によって過去になされた複数の運転行動のそれぞれに対応した、複数の特徴量および複数の環境パラメータのうち少なくとも1つが入力パラメータとして入力されることにより構築された運転行動モデルを生成するサーバと、

前記サーバにおいて生成した前記運転行動モデルを受信する運転支援装置とを備え、

前記運転支援装置は、

前記運転行動モデルを用いた推定結果である複数種類の運転行動のそれぞれに対応した、信頼度の偏り度および難易度をもとに、複数段階定義された自動化レベルのうちの1つの自動化レベルを選択する自動化レベル判定部と、

40

複数段階定義された自動化レベルのそれぞれに対応した出力テンプレートのうち、前記自動化レベル判定部において選択した1つの自動化レベルに対応した出力テンプレートに、複数種類の運転行動を適用することによって、提示情報を生成する生成部と、

前記生成部において生成した提示情報を出力する出力部と、

を備えることを特徴とする運転支援システム。

【請求項8】

車両によって過去になされた複数の運転行動のそれぞれに対応した、複数の特徴量および複数の環境パラメータのうち少なくとも1つが入力パラメータとして入力されることにより構築された運転行動モデルを用いた推定結果である複数種類の運転行動のそれぞれ

50

に対応した、信頼度の偏り度および難易度をもとに、複数段階定義された自動化レベルのうちの1つの自動化レベルを選択するステップと、

複数段階定義された自動化レベルのそれぞれに対応した出力テンプレートのうち、選択した1つの自動化レベルに対応した出力テンプレートに、複数種類の運転行動を適用することによって、提示情報を生成するステップと、

生成した提示情報を出力するステップと、

を備えることを特徴とする運転支援方法。

【請求項9】

車両によって過去になされた複数の運転行動のそれぞれに対応した、複数の特徴量および複数の環境パラメータのうちの少なくとも1つが入力パラメータとして入力されることにより構築された運転行動モデルを用いた推定結果である複数種類の運転行動のそれぞれに対応した、信頼度の偏り度および難易度をもとに、複数段階定義された自動化レベルのうちの1つの自動化レベルを選択するステップと、

複数段階定義された自動化レベルのそれぞれに対応した出力テンプレートのうち、選択した1つの自動化レベルに対応した出力テンプレートに、複数種類の運転行動を適用することによって、提示情報を生成するステップと、

生成した提示情報を出力するステップとをコンピュータに実行させるためのプログラム

。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両、車両に設けられる運転支援方法およびそれを利用した運転支援装置、自動運転制御装置、運転支援システム、プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

自動運転車両は、車両の周囲の状況を検知し、運転行動を自動的に実行することによって走行する。このような自動運転車両には、乗員が即座に自動運転車両の行動を変更するための車両操作装置が搭載される。車両操作装置は、実行可能な運転行動を提示し、乗員に運転行動を選択させる（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】国際公開第15/141308号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

自動運転車両の自動化システムでは、時々刻々と変化する車両の周囲の状況、あるいは車両の周囲の状況を検知するためのセンサの性能限界などのために、提示された実行可能な運転行動の信頼度がゆらぐ。このような信頼度のゆらぎを把握しないまま、提示された実行可能な運転行動を乗員が選択した場合、自動化システムへの不信が生ずるおそれがある。また、一貫したインタフェースによって、自動化システムの判断結果を報知すると、運転者に対し、信頼度の低い判断結果からシステムへの不信を招いたり、信頼度の高い判断結果からシステムへ過信を招いたりする。さらに、信頼度の高い判断結果を都度運転者に対応を問い合せるのは煩わしく感じさせたり、煩わしく感じた運転者が逆に大事な対応をすべき判断結果を見落としてしまったりするおそれがある。

【0005】

本発明はこうした状況に鑑みなされたものであり、その目的は、提示する情報の信頼度に応じて適切に知らせる技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

10

20

30

40

50

上記課題を解決するために、本発明のある態様の運転支援装置は、車両によって過去になされた複数の運転行動のそれぞれに対応した、複数の特徴量および複数の環境パラメータのうちの少なくとも1つが入力パラメータとして入力されることにより構築された運転行動モデルを用いた推定結果である複数種類の運転行動のそれぞれに対応した、信頼度の偏り度および難易度をもとに、複数段階定義された自動化レベルのうちの1つの自動化レベルを選択する自動化レベル判定部と、複数段階定義された自動化レベルのそれぞれに対応した出力テンプレートのうち、自動化レベル判定部において選択した1つの自動化レベルに対応した出力テンプレートに、複数種類の運転行動を適用することによって、提示情報を生成する生成部と、生成部において生成した提示情報を出力する出力部と、を備える。

10

【0007】

本発明の別の態様は、自動運転制御装置である。この装置は、車両によって過去になされた複数の運転行動のそれぞれに対応した、複数の特徴量および複数の環境パラメータのうちの少なくとも1つが入力パラメータとして入力されることにより構築された運転行動モデルを用いた推定結果である複数種類の運転行動のそれぞれに対応した、信頼度の偏り度および難易度をもとに、複数段階定義された自動化レベルのうちの1つの自動化レベルを選択する自動化レベル判定部と、複数段階定義された自動化レベルのそれぞれに対応した出力テンプレートのうち、自動化レベル判定部において選択した1つの自動化レベルに対応した出力テンプレートに、複数種類の運転行動を適用することによって、提示情報を生成する生成部と、生成部において生成した提示情報を出力する出力部と、複数種類の運転行動のうちの1つの運転行動をもとに、車両の自動運転を制御する自動運転制御部と、を備える。

20

【0008】

本発明のさらに別の態様は、車両である。この車両は、運転支援装置を備える車両であって、運転支援装置は、車両によって過去になされた複数の運転行動のそれぞれに対応した、複数の特徴量および複数の環境パラメータのうちの少なくとも1つが入力パラメータとして入力されることにより構築された運転行動モデルを用いた推定結果である複数種類の運転行動のそれぞれに対応した、信頼度の偏り度および難易度をもとに、複数段階定義された自動化レベルのうちの1つの自動化レベルを選択する自動化レベル判定部と、複数段階定義された自動化レベルのそれぞれに対応した出力テンプレートのうち、自動化レベル判定部において選択した1つの自動化レベルに対応した出力テンプレートに、複数種類の運転行動を適用することによって、提示情報を生成する生成部と、生成部において生成した提示情報を出力する出力部と、を備える。

30

【0009】

本発明のさらに別の態様は、運転支援システムである。この運転支援システムは、車両によって過去になされた複数の運転行動のそれぞれに対応した、複数の特徴量および複数の環境パラメータのうちの少なくとも1つが入力パラメータとして入力されることにより構築された運転行動モデルを生成するサーバと、サーバにおいて生成した運転行動モデルを受信する運転支援装置とを備える。運転支援装置は、運転行動モデルを用いた推定結果である複数種類の運転行動のそれぞれに対応した、信頼度の偏り度および難易度をもとに、複数段階定義された自動化レベルのうちの1つの自動化レベルを選択する自動化レベル判定部と、複数段階定義された自動化レベルのそれぞれに対応した出力テンプレートのうち、自動化レベル判定部において選択した1つの自動化レベルに対応した出力テンプレートに、複数種類の運転行動を適用することによって、提示情報を生成する生成部と、生成部において生成した提示情報を出力する出力部と、を備える。

40

【0010】

本発明のさらに別の態様は、運転支援方法である。この方法は、車両によって過去になされた複数の運転行動のそれぞれに対応した、複数の特徴量および複数の環境パラメータのうちの少なくとも1つが入力パラメータとして入力されることにより構築された運転行動モデルを用いた推定結果である複数種類の運転行動のそれぞれに対応した、信頼度の

50

偏り度および難易度をもとに、複数段階定義された自動化レベルのうちの1つの自動化レベルを選択するステップと、複数段階定義された自動化レベルのそれぞれに対応した出力テンプレートのうち、選択した1つの自動化レベルに対応した出力テンプレートに、複数種類の運転行動を適用することによって、提示情報を生成するステップと、生成した提示情報を出力するステップと、を備える。

【0011】

なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を装置、システム、方法、プログラム、プログラムを記録した記録媒体、本装置を搭載した車両などの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

10

【0012】

本発明によれば、提示する情報の信頼度に応じて適切に知らせることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】実施の形態に係る車両の構成を示す図である。

【図2】図1の車両の室内を模式的に示す図である。

【図3】図1の制御部の構成を示す図である。

【図4】図3の自動化レベル判定部の動作概要を示す図である。

【図5】図3の出力テンプレート記憶部に記憶される出力テンプレートの構成を示す図である。

20

【図6】図3の出力テンプレート記憶部に記憶される別の出力テンプレートの構成を示す図である。

【図7】図3の出力テンプレート記憶部に記憶されるさらに別の出力テンプレートの構成を示す図である。

【図8】図8(a)-(b)は、図3の生成部において生成される提示情報の構成を示す図である。

【図9】図3の表示制御部による出力手順を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本発明を具体的に説明する前に、概要を述べる。本実施の形態は、自動車の自動運転に関する。特に、本実施の形態は、車両の運転行動に関する情報を車両の乗員（例えば運転者）との間でやり取りするためのHMI（Human Machine Interface）を制御する装置（以下「運転支援装置」とも呼ぶ。）に関する。本実施の形態における各種の用語は次のように定義される。「運転行動」は、車両の走行中または停止時の操舵や制動などの作動状態、もしくは自動運転制御に係る制御内容を含んでおり、例えば、定速走行、加速、減速、一時停止、停止、車線変更、進路変更、右左折、駐車などである。また、運転行動は、巡航（車線維持で車速維持）、車線維持、先行車追従、追従時のストップアンドゴー、車線変更、追越、合流車両への対応、高速道への進入と退出を含めた乗換（インターチェンジ）、合流、工事ゾーンへの対応、緊急車両への対応、割り込み車両への対応、右左折専用レーンへの対応、歩行者・自転車とのインタラクション、車両以外の障害物回避、標識への対応、右左折・Uターン制約への対応、車線制約への対応、一方通行への対応、交通標識への対応、交差点・ランドアバウトへの対応などであってもよい。

30

40

【0015】

「運転行動推定エンジン」として、DL（Deep Learning：深層学習）、ML（Machine Learning：機械学習）、フィルタ等のいずれか、あるいはそれらの組合せが使用される。Deep Learningは、例えば、CNN（Convolutional Neural Network：畳み込みニューラルネットワーク）、RNN（Recurrent Neural Network：リカレント・ニューラル・ネットワーク）である。また、Machine Learningは、例えば

50

、SVM (Support Vector Machine) である。さらに、フィルタは、例えば、協調フィルタリングである。

【0016】

「運転行動モデル」は、運転行動推定エンジンに応じて一意に定められる。DL の場合の運転行動モデルは学習されたニューラルネットワーク (Neural Network) であり、SVM の場合の運転行動モデルは学習された予測モデルであり、協調フィルタリングの場合の運転行動モデルは走行環境データと運転行動データとを紐付けたデータである。ルールの場合の運転行動モデルは入力と出力とを紐付けたデータである。

【0017】

このような定義のもと、ここでは、機械学習等により生成した運転行動モデルを用いて運転行動が導出される。運転行動の信頼度は、車両の周囲の状況、センサの性能限界、それまでの学習内容に応じて変化する。予測された運転行動の信頼度が高い場合、運転者はそれにしたがえばよいが、運転行動の信頼度が低い場合、運転者はそれにしたがわない方がよいこともある。そのため、運転行動を提示する場合に、その信頼度も運転者に把握させることが望ましい。そのため、本実施の形態では、それぞれの運転行動モデルの信頼度により出力方法を変える。なお、信頼度とは、導出された運転行動の確からしさを示しており、DL の場合に推定結果の累積値に相当し、SVM の場合に信頼値 (confidence value) に相当し、協調フィルタリングの場合に相関度に相当する。ルールの場合にルールの信頼度に相当する。

【0018】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下に説明する各実施の形態は一例であり、本発明はこれらの実施の形態により限定されるものではない。

【0019】

図1は、実施の形態に係る車両100の構成を示し、特に自動運転に関する構成を示す。車両100は、自動運転モードで走行可能であり、報知装置2、入力装置4、無線装置8、運転操作部10、検出部20、自動運転制御装置30、運転支援装置40を含む。図1に示す各装置の間は、専用線あるいはCAN (Controller Area Network) 等の有線通信で接続されてもよい。また、USB (Universal Serial Bus)、Ethernet (登録商標)、Wi-Fi (登録商標)、Bluetooth (登録商標) 等の有線通信または無線通信で接続されてもよい。

【0020】

報知装置2は、車両100の走行に関する情報を運転者に報知する。報知装置2は、例えば、車内に設置されているカーナビゲーションシステム、ヘッドアップディスプレイ、センターディスプレイ、ステアリングホイール、ピラー、ダッシュボード、メータパネル周りなどに設置されているLEDなどの発光体などのような情報を表示する表示部である。また、報知装置2は、情報を音声に変換して運転者に報知するスピーカであってもよいし、あるいは、運転者が感知できる位置 (例えば、運転者の座席、ステアリングホイールなど) に設けられる振動体であってもよい。さらに、報知装置2は、これらの組合せであってもよい。入力装置4は、乗員による操作入力を受けつけるユーザインタフェース装置である。例えば入力装置4は、運転者が入力した自車の自動運転に関する情報を受けつける。入力装置4は、受けつけた情報を操作信号として運転支援装置40に出力する。

【0021】

図2は、車両100の室内を模式的に示す。報知装置2は、ヘッドアップディスプレイ (HUD) 2aであってもよく、センターディスプレイ2bであってもよい。入力装置4は、ステアリング11に設けられた第1操作部4aであってもよく、運転席と助手席との間に設けられた第2操作部4bであってもよい。なお、報知装置2と入力装置4は一体化されてもよく、例えばタッチパネルディスプレイとして実装されてもよい。車両100には、自動運転に関する情報を音声にて乗員へ提示するスピーカ6がさらに設けられてもよい。この場合、運転支援装置40は、自動運転に関する情報を示す画像を報知装置2に表

示させ、それとともに、またはそれに代えて、自動運転に関する情報を示す音声をスピーカ6から出力させてもよい。図1に戻る。

【0022】

無線装置8は、携帯電話通信システム、WMAN(Wireless Metropolitan Area Network)等に対応しており、無線通信を実行する。具体的に説明すると、無線装置8は、ネットワーク302を介してサーバ300と通信する。サーバ300は車両100外部の装置であり、運転行動学習部310を含む。運転行動学習部310については後述する。なお、サーバ300と運転支援装置40は、運転支援システム500に含められる。

【0023】

運転操作部10は、ステアリング11、ブレーキペダル12、アクセルペダル13、ウィンカスイッチ14を備える。ステアリング11、ブレーキペダル12、アクセルペダル13、ウィンカスイッチ14は、ステアリングECU、ブレーキECU、エンジンECUとモータECUとの少なくとも一方、ウィンカコントローラにより電子制御が可能である。自動運転モードにおいて、ステアリングECU、ブレーキECU、エンジンECU、モータECUは、自動運転制御装置30から供給される制御信号に応じて、アクチュエータを駆動する。またウィンカコントローラは、自動運転制御装置30から供給される制御信号に応じてウィンカランプを点灯あるいは消灯する。

【0024】

検出部20は、車両100の周囲状況および走行状態を検出する。検出部20は、例えば、車両100の速度、車両100に対する先行車両の相対速度、車両100と先行車両との距離、車両100に対する側方車線の車両の相対速度、車両100と側方車線の車両との距離、車両100の位置情報を検出する。検出部20は、検出した各種情報(以下、「検出情報」という)を自動運転制御装置30、運転支援装置40に出力する。検出部20は、位置情報取得部21、センサ22、速度情報取得部23、地図情報取得部24を含む。

【0025】

位置情報取得部21は、GPS受信機から車両100の現在位置を取得する。センサ22は、車外の状況および車両100の状態を検出するための各種センサの総称である。車外の状況を検出するためのセンサとして例えばカメラ、ミリ波レーダ、LIDAR(Light Detection and Ranging, Laser Imaging Detection and Ranging)、気温センサ、気圧センサ、湿度センサ、照度センサ等が搭載される。車外の状況は、車線情報を含む自車の走行する道路状況、天候を含む環境、自車周辺状況、近傍位置にある他車(隣接車線を走行する他車等)を含む。なお、センサ22が検出できる車外の情報であれば何でもよい。また車両100の状態を検出するためのセンサ22として例えば、加速度センサ、ジャイロセンサ、地磁気センサ、傾斜センサ等が搭載される。

【0026】

速度情報取得部23は、車速センサから車両100の現在速度を取得する。地図情報取得部24は、地図データベースから車両100の現在位置周辺の地図情報を取得する。地図データベースは、車両100内の記録媒体に記録されていてもよいし、使用時にネットワークを介して地図サーバからダウンロードしてもよい。

【0027】

自動運転制御装置30は、自動運転制御機能を実装した自動運転コントローラであり、自動運転における車両100の行動を決定する。自動運転制御装置30は、制御部31、記憶部32、I/O部33を備える。制御部31の構成はハードウェア資源とソフトウェア資源の協働、またはハードウェア資源のみにより実現できる。ハードウェア資源としてプロセッサ、ROM(Read Only Memory)、RAM(Random Access Memory)、その他のLSIを利用でき、ソフトウェア資源としてオペレーティングシステム、アプリケーション、ファームウェア等のプログラムを利用できる

10

20

30

40

50

。記憶部 32 は、フラッシュメモリ等の不揮発性記録媒体を備える。I/O 部 33 は、各種の通信フォーマットに応じた通信制御を実行する。例えば、I/O 部 33 は、自動運転に関する情報を運転支援装置 40 に出力するとともに、制御コマンドを運転支援装置 40 から入力する。また、I/O 部 33 は、検出情報を検出部 20 から入力する。

【0028】

制御部 31 は、運転支援装置 40 から入力した制御コマンド、検出部 20 あるいは各種 ECU から収集した各種情報を自動運転アルゴリズムに適用して、車両 100 の進行方向等の自動制御対象を制御するための制御値を算出する。制御部 31 は算出した制御値を、各制御対象の ECU またはコントローラに伝達する。本実施の形態ではステアリング ECU、ブレーキ ECU、エンジン ECU、ウィンカコントローラに伝達する。なお電気自動車あるいはハイブリッドカーの場合、エンジン ECU に代えてまたは加えてモータ ECU に制御値を伝達する。

【0029】

運転支援装置 40 は、車両 100 と運転者との間のインタフェース機能を実行する HMI コントローラであり、制御部 41、記憶部 42、I/O 部 43 を備える。制御部 41 は、HMI 制御等の各種データ処理を実行する。制御部 41 は、ハードウェア資源とソフトウェア資源の協働、またはハードウェア資源のみにより実現できる。ハードウェア資源としてプロセッサ、ROM、RAM、その他の LSI を利用でき、ソフトウェア資源としてオペレーティングシステム、アプリケーション、ファームウェア等のプログラムを利用できる。

【0030】

記憶部 42 は、制御部 41 により参照され、または更新されるデータを記憶する記憶領域である。例えばフラッシュメモリ等の不揮発性の記録媒体により実現される。I/O 部 43 は、各種の通信フォーマットに応じた各種の通信制御を実行する。I/O 部 43 は、操作入力部 50、画像・音声出力部 51、検出情報入力部 52、コマンド IF 53、通信 IF 56 を備える。

【0031】

操作入力部 50 は、入力装置 4 に対してなされた運転者あるいは乗員もしくは車外にいるユーザの操作による操作信号を入力装置 4 から受信し、制御部 41 へ出力する。画像・音声出力部 51 は、制御部 41 が生成した画像データあるいは音声メッセージを報知装置 2 へ出力して表示させる。検出情報入力部 52 は、検出部 20 による検出処理の結果であり、車両 100 の現在の周囲状況および走行状態を示す情報（以下、「検出情報」と呼ぶ）を検出部 20 から受信し、制御部 41 へ出力する。

【0032】

コマンド IF 53 は、自動運転制御装置 30 とのインタフェース処理を実行し、行動情報入力部 54 とコマンド出力部 55 を含む。行動情報入力部 54 は、自動運転制御装置 30 から送信された車両 100 の自動運転に関する情報を受信し、制御部 41 へ出力する。コマンド出力部 55 は、自動運転制御装置 30 に対して自動運転の態様を指示する制御コマンドを、制御部 41 から受けつけて自動運転制御装置 30 へ送信する。

【0033】

通信 IF 56 は、無線装置 8 とのインタフェース処理を実行する。通信 IF 56 は、制御部 41 から出力されたデータを無線装置 8 へ送信し、無線装置 8 から車外の装置へ送信させる。また、通信 IF 56 は、無線装置 8 により転送された、車外の装置からのデータを受信し、制御部 41 へ出力する。

【0034】

なお、ここでは、自動運転制御装置 30 と運転支援装置 40 は別個の装置として構成される。変形例として、図 1 の破線で示すように、自動運転制御装置 30 と運転支援装置 40 を 1 つのコントローラに統合してもよい。言い換えれば、1 つの自動運転制御装置が、図 1 の自動運転制御装置 30 と運転支援装置 40 の両方の機能を備える構成であってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

図 3 は、制御部 4 1 の構成を示す。制御部 4 1 は、運転行動推定部 7 0、表示制御部 7 2 を含む。運転行動推定部 7 0 は、運転行動モデル 8 0、推定部 8 2、ヒストグラム生成部 8 4 を含み、表示制御部 7 2 は、自動化レベル判定部 9 0、出力テンプレート記憶部 9 2、生成部 9 4、出力部 9 6 を含む。

【 0 0 3 6 】

運転行動推定部 7 0 は、車両 1 0 0 が実行しうる複数の運転行動の候補のうち、現在の状況において実現可能な運転行動を判定するために、予め学習により構築されたニューラルネットワーク (N N) を使用する。ここで、実現可能な運転行動は複数であってもよく、運転行動を判定することは運転行動を推定することともいえる。

10

【 0 0 3 7 】

運転行動推定部 7 0 での処理には、図 1 のサーバ 3 0 0 における運転行動学習部 3 1 0 も関連するので、ここでは、運転行動学習部 3 1 0 の処理をまず説明する。運転行動学習部 3 1 0 は、複数の運転者の運転履歴と走行履歴の少なくとも 1 つをパラメータとしてニューラルネットワークに入力する。また、運転行動学習部 3 1 0 は、ニューラルネットワークからの出力が、入力したパラメータに対応した教師付けデータに一致するように、ニューラルネットワークの重みを最適化する。運転行動学習部 3 1 0 は、このような処理を繰り返し実行することによって、運転行動モデル 8 0 を生成する。つまり、運転行動モデル 8 0 は、重みが最適化されたニューラルネットワークである。サーバ 3 0 0 は、運転行動学習部 3 1 0 において生成した運転行動モデル 8 0 をネットワーク 3 0 2、無線装置 8 を介して運転支援装置 4 0 へ出力する。なお、運転行動学習部 3 1 0 は、新たなパラメータをもとに運転行動モデル 8 0 を更新するが、更新された運転行動モデル 8 0 は、リアルタイムに運転支援装置 4 0 へ出力されてもよいし、遅延をもって運転支援装置 4 0 へ出力されてもよい。

20

【 0 0 3 8 】

運転行動学習部 3 1 0 によって生成され、かつ運転行動推定部 7 0 へ入力された運転行動モデル 8 0 は、複数の運転者の運転履歴と走行履歴の少なくとも 1 つから構築したニューラルネットワークである。また、運転行動モデル 8 0 は、複数の運転者の走行履歴と走行履歴から構築したニューラルネットワークを、特定の運転者の走行履歴と走行履歴を用いた転移学習により、構築し直したニューラルネットワークであってもよい。ニューラルネットワークの構築には公知の技術が使用されればよいので、ここでは説明を省略する。なお、図 3 の運転行動推定部 7 0 には 1 つの運転行動モデル 8 0 が含まれているが、運転者、乗員、走行シーン、天候、国ごとに複数の運転行動モデル 8 0 が運転行動推定部 7 0 に含まれてもよい。

30

【 0 0 3 9 】

推定部 8 2 は、運転行動モデル 8 0 を用いて、運転行動を推定する。ここで、運転履歴は、車両 1 0 0 によって過去になされた複数の運転行動のそれぞれに対応した複数の特徴量 (以下、「特徴量セット」という) を示す。運転行動に対応した複数の特徴量は、例えば、車両 1 0 0 によって当該運転行動がなされた時点から所定時間前の時点における車両 1 0 0 の走行状態を示す量である。特徴量は、例えば、同乗者数、車両 1 0 0 の速さ、ハンドルの動き、ブレーキの度合い、アクセルの度合いなどである。運転履歴は、運転特性モデルといわれてもよい。そのため、特徴量は、例えば、速度に関する特徴量、ステアリングに関する特徴量、操作タイミングに関する特徴量、車外センシングに関する特徴量、または車内センシングに関する特徴量等である。これらの特徴量は、図 1 の検出部 2 0 によって検出されて、I / O 部 4 3 経由で推定部 8 2 へ入力される。また、これらの特徴量は、複数の運転者の走行履歴と走行履歴に加えられ、新たにニューラルネットワークの再構築に用いてもよい。さらに、これらの特徴量は、特定の運転者の走行履歴と走行履歴に加えられ、新たにニューラルネットワークの再構築に用いてもよい。

40

【 0 0 4 0 】

走行履歴は、車両 1 0 0 によって過去になされた複数の運転行動のそれぞれに対応した

50

複数の環境パラメータ（以下、「環境パラメータセット」という）を示す。運転行動に対応した複数の環境パラメータは、例えば、車両 100 によって当該運転行動がなされた時点から所定時間前の時点における車両 100 の環境（周囲の状況）を示すパラメータである。環境パラメータは、例えば、自車両の速度、自車両に対する先行車両の相対速度、および先行車両と自車両との車間距離などである。また、これらの環境パラメータは、図 1 の検出部 20 によって検出されて、I/O 部 43 経由で推定部 82 に入力される。また、これらの環境パラメータは、複数の運転者の走行履歴と走行履歴に加えられ、新たにニューラルネットワークの再構築に用いてもよい。さらに、これらの環境パラメータは、特定の運転者の走行履歴と走行履歴に加えられ、新たにニューラルネットワークの再構築に用いてもよい。

10

【0041】

推定部 82 は、運転履歴あるいは走行履歴に含まれる特徴量セットあるいは環境パラメータを入力パラメータとして取得する。推定部 82 は、運転行動モデル 80 のニューラルネットワークに入力パラメータを入力し、ニューラルネットワークからの出力を推定結果としてヒストグラム生成部 84 に出力する。

【0042】

ヒストグラム生成部 84 は、推定部 82 から、運転行動と、各運転行動に対応する推定結果とを取得し、その運転行動に対する推定結果の累積値を示すヒストグラムを生成する。そのため、ヒストグラムには、複数種類の運転行動と、各運転行動に対応した累積値とが含まれる。ここで、累積値とは、運転行動に対する推定結果が導出された回数を累積した値である。ヒストグラム生成部 84 は、生成したヒストグラムを自動化レベル判定部 90 に出力する。

20

【0043】

自動化レベル判定部 90 は、ヒストグラム生成部 84 からヒストグラム、つまり複数種類の運転行動と、各運転行動に対応した累積値とを入力し、それらをもとに自動化レベルを特定する。ここで、自動化レベルは、どの程度まで運転者が交通状況を監視する必要があるのか、またどの範囲内で運転者が車両の操作の責任をもつのかに応じて複数段階定義される。つまり、自動化レベルは、何をすべきかを決定し、それを実行するとき、人と自動化システムはどのように協調できるかについての概念である。自動化レベルは、例えば、稲垣，“人と機械の共生のデザイン 「人間中心の自動化」を探る”，pp. 111 ~ 118，森北出版、T.B.Sheridan, Telerobotics, “Automation, and Human Supervisory Control”，MIT Press, 1992., T.Inagaki, et al, “Trust, self confidence and authority in human machine systems,” Proc. IFAC HMS, 1998.に開示されている。

30

【0044】

ここで、自動化レベルは、例えば、11段階で定義されている。自動化レベル「1」では、コンピュータの支援なしにすべてを人間が決定・実行する。自動化レベル「2」では、コンピュータはすべての選択肢を提示し、人間はそのうちのひとつを選択して実行する。自動化レベル「3」では、コンピュータは可能な選択肢をすべて人間に提示するとともに、その中のひとつを選んで提案し、それを実行するか否かは人間が決定する。自動化レベル「4」では、コンピュータは可能な選択肢の中からひとつを選んでから、それを人間に提案し、それを実行するか否かは人間が決定する。自動化レベル「5」では、コンピュータはひとつの案を人間に提示し、人間が了承すれば、コンピュータが実行する。

40

【0045】

自動化レベル「6」では、コンピュータはひとつの案を人間に提示し、人間が一定時間以内に実行中止を指令しない限り、コンピュータはその案を実行する。自動化レベル「6.5」では、コンピュータはひとつの案を人間に提示すると同時に、その案を実行する。自動化レベル「7」では、コンピュータがすべてを行い、何を実行したか人間に報告する。自動化レベル「8」では、コンピュータがすべてを決定・実行し、人間に問われれば、何を実行したか人間に報告する。自動化レベル「9」では、コンピュータがすべてを決定・実行し、何を実行したか人間に報告するのは、必要性をコンピュータが認めたときのみ

50

である。自動化レベル「10」では、コンピュータがすべてを決定し、実行する。このように最も低い自動化レベル「1」では、自動化がなされておらず、完全に手動であり、最も高い自動化レベル「10」では、完全に自動化がなされている。つまり、自動化レベルが高くなるほど、コンピュータによる処理が支配的になる。

【0046】

ここでは、自動化レベル判定部90での処理を順に説明する。まず、自動化レベル判定部90は、ヒストグラムの累積値の和の中央値と、各運転行動の累積値との差分値を二乗する。これは、差分がプラスマイナス両方の値となるので、中央値との距離を導出するためである。次に、自動化レベル判定部90は、各運転行動の二乗値の差からヒストグラムの形の偏り度、つまり各運転行動の累積値が集中している程度を示す偏り度を導出する。例えば、各運転行動の二乗値が所定の範囲内であれば、ヒストグラムの形の偏り度は小さい。一方、少なくとも1つの運転行動の二乗値がその他の二乗値に比べて所定値以上大きい場合には、ヒストグラムの形の偏り度が大きい。また、自動化レベル判定部90は、ヒストグラムの形の偏り度が大きい場合、累積値が高い運転行動のヒストグラムから順に、累積値から残りの運転行動の累積値の中央値を引いた値をピーク度として算出する。自動化レベル判定部90は、ピーク度が所定値より大きいものをピークとしてカウントし、ピーク数を算出する。

【0047】

このように、自動化レベル判定部90は、機械学習等により生成した運転行動モデルを用いた推定結果である複数種類の運転行動のそれぞれに対応した信頼度である累積値をもとに、偏り度とピーク数とを導出する。さらに、自動化レベル判定部90は、偏り度とピーク数とをもとに、複数段階定義された自動化レベルのうちの1つの自動化レベルを選択する。例えば、自動化レベル判定部90は、運転行動数が「0」である場合、自動化レベル「1」を選択する。また、自動化レベル判定部90は、偏り度が小さい場合、自動化レベル「2」を選択する。また、自動化レベル判定部90は、ピーク数が2以上の場合、自動化レベル「3」を選択し、ピーク数が1の場合、自動化レベル3～10のいずれかを選択する。ここで、自動化レベル判定部90は、偏り度あるいはピーク度の所定値に応じて、自動化レベル3～10のいずれかを選択する。自動化レベル判定部90は、選択した自動化レベルと、ヒストグラムに含まれた複数種類の運転行動とを生成部94に通知する。

【0048】

図4は、自動化レベル判定部90の動作概要を示す。ここでは、ヒストグラム生成部84から入力の一例として、第1ヒストグラム200、第2ヒストグラム202が示される。比較を簡易にするために、第1ヒストグラム200、第2ヒストグラム202には、運転行動A～Eが共通して含まれるが、互いに異なった運転行動が含まれてもよい。第1ヒストグラム200では、運転行動Aに対する累積値が、他の運転行動に対する累積値よりも突出して大きい。そのため、第1ヒストグラム200における偏り度は大きくなる。一方、第2ヒストグラム202では、累積値が突出して大きい運転行動が含まれていない。そのため、第2ヒストグラム202における偏り度は小さくなる。偏り度が大きい方の第1ヒストグラム200に対して、自動化レベル「6.5」が選択され、偏り度が小さい方の第2ヒストグラム202に対して、自動化レベル「2」が選択される。これは、突出した累積値を含むことによって偏り度が大きいほど、運転行動の選択の信頼度が高いためである。図3に戻る。

【0049】

出力テンプレート記憶部92は、複数段階定義された自動化レベルのそれぞれに対応した出力テンプレートを記憶する。出力テンプレートとは、運転行動推定部70において推定された運転行動を運転者に示すためのフォーマットである。出力テンプレートは、音声・文字として規定されてもよく、画像・映像として規定されてもよい。図5は、出力テンプレート記憶部92に記憶される出力テンプレートの構成を示す。自動化レベル「1」に対して、「自動運転できません。手動運転して下さい。」の音声・文字が記憶されるとともに、運転者に入力を促さない画像・映像が記憶される。

【 0 0 5 0 】

自動化レベル「2」に対して、「A, B, C, D, E から自動運転を選択して下さい」の音声・文字が記憶されるとともに、A から E のいずれかの入力を運転者に促すための画像・映像が記憶される。ここで、A から E には、運転行動が入力される。なお、入力される運転行動の数は「5」に限定されない。自動化レベル「3」に対して、「可能な自動運転はAとBです。どちらを実行しますか？」の音声・文字が記憶されるとともに、A あるいは B の選択を運転者に促すための画像・映像が記憶される。なお、画像・映像は、「A か B」とメッセージを日本語で表示してもよい。

【 0 0 5 1 】

図6は、出力テンプレート記憶部92に記憶される別の出力テンプレートの構成を示す。自動化レベル「4」に対して、「お薦めの自動運転はAです。実行ボタンか、中止ボタンを押して下さい。」の音声・文字が記憶されるとともに、実行から中止の選択を運転者に促すための画像・映像が記憶される。なお、画像・映像は、「Aを実行するかキャンセルするかを選んで下さい」とメッセージを日本語で表示してもよい。自動化レベル「5」に対して、「お薦めの自動運転はAです。OKとお答え頂ければ実行します。」の音声・文字が記憶されるとともに、運転者から「OK」の返事が入力された場合に出力するための「自動運転Aを実行します。」の音声・文字も記憶される。また、「OK」の発声を運転者に促すための画像・映像が記憶される。なお、画像・映像は、「Aを実行させるために"OK"と書いて下さい」とメッセージを日本語で表示してもよい。自動化レベル「6」に対して、「お薦めの自動運転はAです。10秒以内に中止ボタンが押されない場合実行します。」の音声・文字が記憶されるとともに、中止ボタンの受付を終了するまでの時間をカウントダウンするような画像・映像が記憶される。なお、画像・映像は、「3秒以内にキャンセルされないと実行します」とメッセージを日本語で表示してもよい。

【 0 0 5 2 】

図7は、出力テンプレート記憶部92に記憶されるさらに別の出力テンプレートの構成を示す。自動化レベル「6.5」に対して、「自動運転Aを実行します。中止したい場合は中止ボタンを押して下さい。」の音声・文字が記憶されるとともに、中止ボタンが示される画像・映像が記憶される。なお、画像・映像は、「Aを実行します。中止するにはキャンセルして下さい」とメッセージを日本語で表示してもよい。自動化レベル「7」に対して、自動運転A実行後に出力すべき「自動運転Aを実行しました。」の音声・文字が記憶されるとともに、自動運転Aの実行を報告するための画像・映像が記憶される。なお、画像・映像は、「Aを実行しました」とメッセージを日本語で表示してもよい。

【 0 0 5 3 】

自動化レベル「8」に対して、自動運転A実行後に運転者から「どうした？」との入力となされた場合に出力すべき「歩行者を回避するため自動運転Aを実行しました。」の音声・文字が記憶される。また、自動運転Aの実行とその理由を報告するための画像・映像が記憶される。なお、画像・映像は、「歩行者回避のためAを実行しました」とメッセージを日本語で表示してもよい。自動化レベル「9」に対して、自動運転A実行後に出力すべき「衝突回避のため自動運転Aを実行しました。」の音声・文字が記憶されるとともに、自動化レベル「8」での画像・映像と同一の画像・映像が記憶される。自動化レベル「10」に対して、音声・文字が記憶されず、運転者に入力を促さない画像・映像が記憶される。

【 0 0 5 4 】

図5から図7によれば、11段階の自動化レベルのそれぞれに対応した出力テンプレートは、4種類に分類される。1つ目は、自動化レベル「1」が含まれる第1段階の自動化レベルにおける出力テンプレートである。これは、最も低い自動化レベルでの出力テンプレートである。第1段階の自動化レベルにおける出力テンプレートでは、運転行動が非通知である。2つ目は、自動化レベル「2」から「6.5」が含まれる第2段階の自動化レベルにおける出力テンプレートである。これは、第1段階よりも自動化レベルの高い自動化レベルでの出力テンプレートである。第2段階の自動化レベルにおける出力テンプレ-

10

20

30

40

50

トでは、運転行動の選択肢が通知される。なお、選択肢には中止も含まれる。

【0055】

3つ目は、自動レベル「7」から「9」が含まれる第3段階の自動化レベルにおける出力テンプレートである。これは、第2段階よりも自動化レベルの高い自動化レベルでの出力テンプレートである。第3段階の自動化レベルにおける出力テンプレートでは、運転行動の実行報告が通知される。4つ目は、自動化レベル「10」が含まれる第4段階の自動化レベルにおける出力テンプレートである。これは、第3段階よりも自動化レベルの高い自動化レベルであって、かつ最も高い自動化レベルの出力テンプレートである。第4段階の自動化レベルにおける出力テンプレートでは、運転行動が非通知である。図3に戻る。

【0056】

生成部94は、自動化レベル判定部90から、選択した自動化レベルと、複数種類の運転行動とを受けつける。生成部94は、出力テンプレート記憶部92に記憶された複数の出力テンプレートのうち、自動化レベル判定部90において選択した1つの自動化レベルに対応した出力テンプレートを取得する。また、生成部94は、取得した出力テンプレートに複数種類の運転行動を適用することによって、提示情報を生成する。これは、出力テンプレートに含まれた「A」等に、運転行動をはめ込むことに相当する。生成部94は、生成した提示情報を出力する。

【0057】

図8(a) - (b)は、生成部94において生成される提示情報の構成を示す。図8(a)は、自動化レベル「2」の出力テンプレートにおける画像・映像に、左折、左車線変更、直進、右車線変更、右折の運転行動がはめ込まれた提示情報を示す。図8(b)は、自動化レベル「3」の出力テンプレートにおける画像・映像に、直進、右車線変更の運転行動がはめ込まれた提示情報を示す。図3に戻る。

【0058】

出力部96は、生成部94からの提示情報を入力し、提示情報を出力する。提示情報が音声・文字である場合、出力部96は、図1の画像・音声出力部51を介して、図2のスピーカ6に提示情報を出力する。スピーカ6は、提示情報の音声メッセージを出力する。提示情報が画像・映像である場合、出力部96は、図1の画像・音声出力部51を介して、図2のヘッドアップディスプレイ2aあるいはセンターディスプレイ2bに提示情報を出力する。ヘッドアップディスプレイ2aあるいはセンターディスプレイ2bは、提示情報の画像を表示する。なお、図1の自動運転制御装置30は、複数種類の運転行動のうちの1つの運転行動に対応した制御コマンドをもとに、車両100の自動運転を制御する。

【0059】

以上の構成による運転支援装置40の動作を説明する。図9は、表示制御部72による出力手順を示すフローチャートである。自動化レベル判定部90は、運転行動と累積値の入力を受けつける(S10)。運転行動数が「0」である場合(S12のY)、自動化レベル判定部90は自動化レベル「1」を選択する(S14)。運転行動数が「0」でない場合(S12のN)、自動化レベル判定部90は偏り度とピーク数とを算出する(S16)。偏り度が所定値1よりも小さい場合(S18のY)、自動化レベル判定部90は自動化レベル「2」を選択する(S20)。偏り度が所定値1よりも小さくなく(S18のN)、ピーク数が2以上である場合(S22のY)、自動化レベル判定部90は自動化レベル「3」を選択する(S24)。

【0060】

ピーク数が2以上でなく(S22のN)、偏り度が所定値2より小さい場合(S26のY)、自動化レベル判定部90は自動化レベル「4」を選択する(S28)。偏り度が所定値2より小さくなく(S26のN)、偏り度が所定値3より小さい場合(S30のY)、自動化レベル判定部90は自動化レベル「5」を選択する(S32)。偏り度が所定値3より小さくなく(S30のN)、偏り度が所定値4より小さい場合(S34のY)、自動化レベル判定部90は自動化レベル「6」あるいは「6.5」を選択する(S36)。

【0061】

10

20

30

40

50

偏り度が所定値 4 より小さくなく (S 3 4 の N)、偏り度が所定値 5 より小さい場合 (S 3 8 の Y)、自動化レベル判定部 9 0 は自動化レベル「7」、「8」、「9」のいずれかを選択する (S 4 0)。偏り度が所定値 5 より小さくない場合 (S 3 8 の N)、自動化レベル判定部 9 0 は自動化レベル「10」を選択する (S 4 2)。生成部 9 4 は、自動化レベルに対応した出力テンプレートを読み出し (S 4 4)、出力テンプレートに運転行動を適用する (S 4 6)。出力部 9 6 は、提示情報を出力する (S 4 8)。なお、所定値 1 < 所定値 2 < 所定値 3 < 所定値 4 < 所定値 5 である。

【0062】

本実施の形態によれば、機械学習等により生成した運転行動モデルを用いた推定結果をもとに選択した自動化レベルに対応した出力テンプレートを使用して提示情報を生成するので、提示情報の信頼度を知らせることができる。また、機械学習等により生成した運転行動モデルを用いた推定結果である運転行動の信頼度の偏り度をもとに 1 つの自動化レベルを選択するので、運転行動の信頼度と自動化レベルを対応付けることができる。また、機械学習等により生成した運転行動モデルを用いた推定結果である運転行動の信頼度のピーク数をもとに 1 つの自動化レベルを選択するので、運転行動の信頼度と自動化レベルを対応付けることができる。また、信頼度として累積値を使用するので、累積値が推定部によって出力される場合に、自動化レベルを選択できる。また、自動化レベルにおいて出力テンプレートが異なるので、自動化レベルを運転者に認識させることができる。また、自動化レベルにおいて出力テンプレートが異なるので、自動化レベルに合った出力テンプレートを使用できる。

【0063】

以上、本発明に係る実施の形態について図面を参照して詳述してきたが、上述した装置や各処理部の機能は、コンピュータプログラムにより実現されうる。上述した機能をプログラムにより実現するコンピュータは、キーボードやマウス、タッチパッドなどの入力装置、ディスプレイやスピーカなどの出力装置、CPU (Central Processing Unit)、ROM、RAM、ハードディスク装置や SSD (Solid State Drive) などの記憶装置、DVD-ROM (Digital Versatile Disk Read Only Memory) や USB メモリなどの記録媒体から情報を読み取る読取装置、ネットワークを介して通信を行うネットワークカードなどを備え、各部はバスにより接続される。

【0064】

また、読取装置は、上記プログラムを記録した記録媒体からそのプログラムを読み取り、記憶装置に記憶させる。あるいは、ネットワークカードが、ネットワークに接続されたサーバ装置と通信を行い、サーバ装置からダウンロードした上記各装置の機能を実現するためのプログラムを記憶装置に記憶させる。また、CPU が、記憶装置に記憶されたプログラムを RAM にコピーし、そのプログラムに含まれる命令を RAM から順次読み出して実行することにより、上記各装置の機能が実現される。

【0065】

本発明の一態様の概要は、次の通りである。本発明のある態様の運転支援装置は、運転行動モデルを用いた推定結果である複数種類の運転行動のそれぞれに対応した信頼度の偏り度をもとに、複数段階定義された自動化レベルのうちの 1 つの自動化レベルを選択する自動化レベル判定部と、複数段階定義された自動化レベルのそれぞれに対応した出力テンプレートのうち、自動化レベル判定部において選択した 1 つの自動化レベルに対応した出力テンプレートに、複数種類の運転行動を適用することによって、提示情報を生成する生成部と、生成部において生成した提示情報を出力する出力部と、を備える。

【0066】

この態様によると、機械学習等により生成した運転行動モデルを用いた推定結果をもとに選択した自動化レベルに対応した出力テンプレートを使用するので、提示する情報の信頼度を知らせることができる。

【0067】

自動化レベル判定部における処理対象となる信頼度は、各運転行動に対する累積値であってもよい。この場合、信頼度として累積値を使用するので、累積値が推定部によって出力される場合に、自動化レベルを選択できる。

【0068】

自動化レベル判定部における処理対象となる信頼度は、各運転行動に対する尤度であってもよい。この場合、信頼度として尤度を使用するので、尤度が推定部によって出力される場合に、自動化レベルを選択できる。

【0069】

生成部において使用対象となる出力テンプレートであって、かつ複数段階定義された自動化レベルのそれぞれに対応した出力テンプレートでは、(1)第1段階の自動化レベルにおいて運転行動が非通知であり、(2)第1段階よりも自動化レベルの高い第2段階の自動化レベルにおいて運転行動の選択肢が通知され、(3)第2段階よりも自動化レベルの高い第3段階の自動化レベルにおいて運転行動の実行報告が通知され、(4)第3段階よりも自動化レベルの高い第4段階の自動化レベルにおいて運転行動が非通知であってもよい。この場合、自動化レベルにおいて出力テンプレートが異なるので、自動化レベルを運転者に認識させることができる。

【0070】

本発明の別の態様は、自動運転制御装置である。この装置は、運転行動モデルを用いた推定結果である複数種類の運転行動のそれぞれに対応した信頼度の偏り度をもとに、複数段階定義された自動化レベルのうちの1つの自動化レベルを選択する自動化レベル判定部と、複数段階定義された自動化レベルのそれぞれに対応した出力テンプレートのうち、自動化レベル判定部において選択した1つの自動化レベルに対応した出力テンプレートに、複数種類の運転行動を適用することによって、提示情報を生成する生成部と、生成部において生成した提示情報を出力する出力部と、複数種類の運転行動のうちの1つの運転行動をもとに、車両の自動運転を制御する自動運転制御部と、を備える。

【0071】

本発明のさらに別の態様は、車両である。この車両は、運転支援装置を備える車両であって、運転支援装置は、運転行動モデルを用いた推定結果である複数種類の運転行動のそれぞれに対応した信頼度の偏り度をもとに、複数段階定義された自動化レベルのうちの1つの自動化レベルを選択する自動化レベル判定部と、複数段階定義された自動化レベルのそれぞれに対応した出力テンプレートのうち、自動化レベル判定部において選択した1つの自動化レベルに対応した出力テンプレートに、複数種類の運転行動を適用することによって、提示情報を生成する生成部と、生成部において生成した提示情報を出力する出力部と、を備える。

【0072】

本発明のさらに別の態様は、運転支援システムである。この運転支援システムは、運転行動モデルを生成するサーバと、サーバにおいて生成した運転行動モデルを受信する運転支援装置とを備える。運転支援装置は、運転行動モデルを用いた推定結果である複数種類の運転行動のそれぞれに対応した信頼度の偏り度をもとに、複数段階定義された自動化レベルのうちの1つの自動化レベルを選択する自動化レベル判定部と、複数段階定義された自動化レベルのそれぞれに対応した出力テンプレートのうち、自動化レベル判定部において選択した1つの自動化レベルに対応した出力テンプレートに、複数種類の運転行動を適用することによって、提示情報を生成する生成部と、生成部において生成した提示情報を出力する出力部と、を備える。

【0073】

本発明のさらに別の態様は、運転支援方法である。この方法は、運転行動モデルを用いた推定結果である複数種類の運転行動のそれぞれに対応した信頼度の偏り度をもとに、複数段階定義された自動化レベルのうちの1つの自動化レベルを選択するステップと、複数段階定義された自動化レベルのそれぞれに対応した出力テンプレートのうち、選択した1つの自動化レベルに対応した出力テンプレートに、複数種類の運転行動を適用することに

よって、提示情報を生成するステップと、生成した提示情報を出力するステップと、を備える。

【 0 0 7 4 】

以上、本発明を実施の形態をもとに説明した。これらの実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

【 0 0 7 5 】

実施の形態において、運転行動推定部 7 0 は運転支援装置 4 0 の制御部 4 1 に含まれる。しかしながらこれに限らず例えば、運転行動推定部 7 0 は、自動運転制御装置 3 0 の制御部 3 1 に含まれてもよい。本変形例によれば、構成の自由度を向上できる。

10

【 0 0 7 6 】

実施の形態において、運転行動モデル 8 0 は、運転行動学習部 3 1 0 において生成され、運転行動推定部 7 0 に送信されている。しかしながらこれに限らず例えば、運転行動モデル 8 0 は運転行動推定部 7 0 にプリインストールされていてもよい。本変形例によれば、構成を簡易にできる。

【 0 0 7 7 】

実施の形態において、運転行動推定部 7 0 は、推定として、ニューラルネットワークを使用する深層学習により生成した運転行動モデルを用いている。しかしながらこれに限らず例えば、運転行動推定部 7 0 は、深層学習以外の機械学習を用いた運転行動モデルを用いてもよい。深層学習以外の機械学習の一例は、SVMである。さらに、運転行動推定部 7 0 は、統計処理により生成したフィルタを用いてもよい。フィルタの一例は、協調フィルタリングである。協調フィルタリングでは、各運転行動に対応した運転履歴あるいは走行履歴と、入力パラメータとの相関値を算出することによって、相関値の高い運転行動が選択される。相関値によって確からしさが示されているので、相関値は尤度ともいえ、信頼度に相当する。本変形例によれば、信頼度として尤度を使用するので、尤度が推定部 8 2 によって出力される場合に、自動化レベルを選択できる。さらに、運転行動推定部 7 0 は、機械学習やフィルタにより一意に対応付けられる入力と出力の対を予め保持するルールであってもよい。

20

【 符号の説明 】

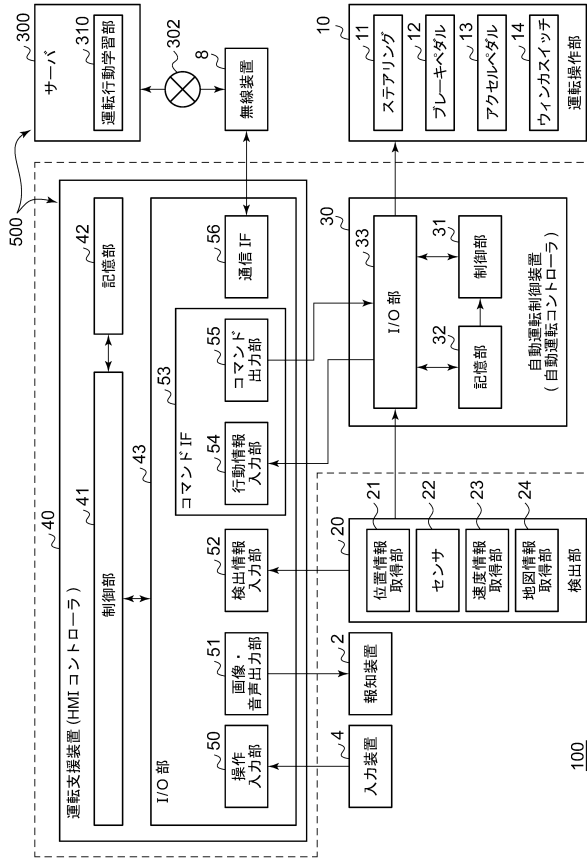
【 0 0 7 8 】

2 報知装置、 2 a ヘッドアップディスプレイ、 2 b センターディスプレイ、
4 入力装置、 4 a 第 1 操作部、 4 b 第 2 操作部、 6 スピーカ、 8 無線装置、
1 0 運転操作部、 2 0 検出部、 3 0 自動運転制御装置、 3 1 制御部、
3 2 記憶部、 3 3 I/O部、 4 0 運転支援装置、 4 1 制御部、
4 2 記憶部、 4 3 I/O部、 5 0 操作入力部、 5 1 画像・音声出力部、
5 2 検出情報入力部、 5 3 コマンドIF、 5 4 行動情報入力部、 5 5 コマンド出力部、
5 6 通信IF、 7 0 運転行動推定部、 7 2 表示制御部、 8 0 運転行動モデル、
8 2 推定部、 8 4 ヒストグラム生成部、 9 0 自動化レベル判定部、
9 2 出力テンプレート記憶部、 9 4 生成部、 9 6 出力部、 1 0 0 車両、
3 0 0 サーバ、 3 0 2 ネットワーク、 3 1 0 運転行動学習部、
5 0 0 運転支援システム。

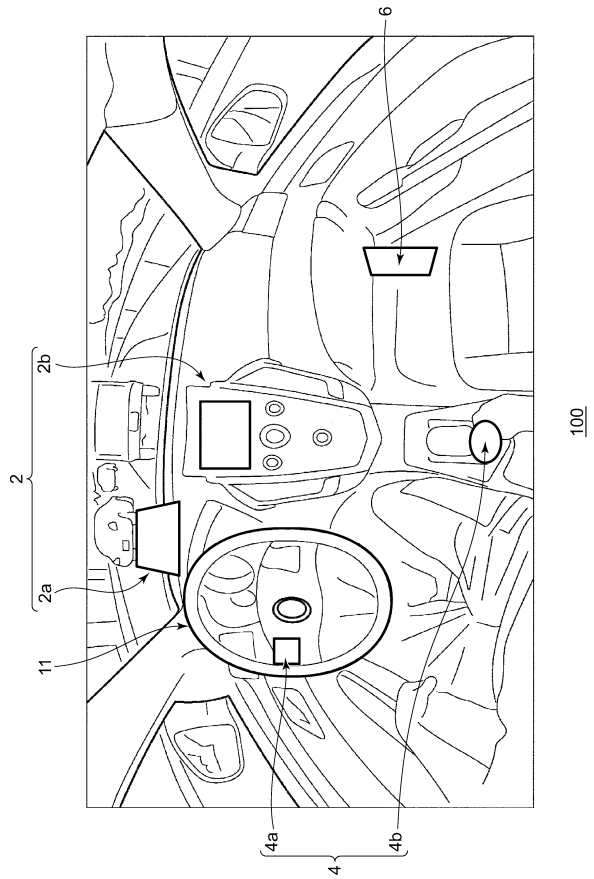
30

40

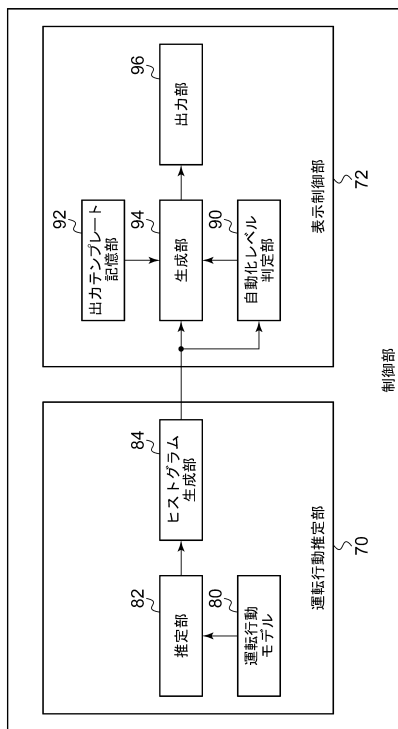
【図 1】



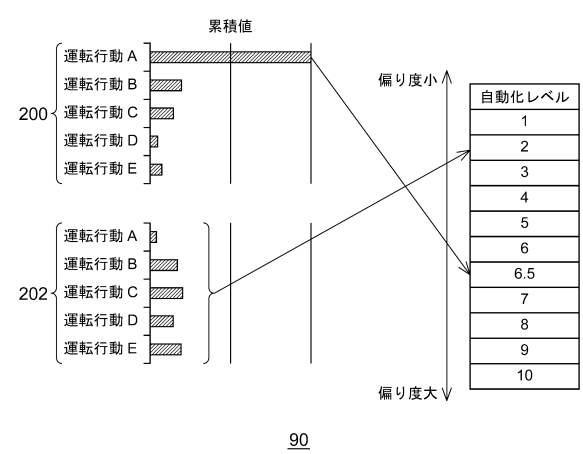
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

自動化 レベル	出力テンプレート	
	音声・文字	画像・映像
1	自動運転できません。手動運転して下さい。	
2	A,B,C,D,E から自動運転を選択して下さい。	
3	可能な自動運転は A と B です。どちらを実行しますか？	

92

【図 6】

自動化 レベル	出力テンプレート	
	音声・文字	画像・映像
4	お薦めの自動運転は A です。実行ボタンか、中止ボタンを押して下さい。	
5	お薦めの自動運転は A です。OK とお答え頂ければ実行します。 →「(ドライバ)OK」→自動運転 A を実行します。	
6	お薦めの自動運転は A です。10 秒以内に中止ボタンが押されない場合実行します。	

92

【図 7】

自動化 レベル	出力テンプレート	
	音声・文字	画像・映像
6.5	自動運転 A を実行します。中止したい場合は中止ボタンを押して下さい。	
7	(自動運転 A 実行後) 自動運転 A を実行しました。	
8	(自動運転 A 実行) →「(ドライバ) どうした?」→歩行者を回避するため自動運転 A を実行しました。	
9	(自動運転 A 実行) →衝突回避のため自動運転 A を実行しました。	
10	(自動運転 A 実行) →「...」	

92

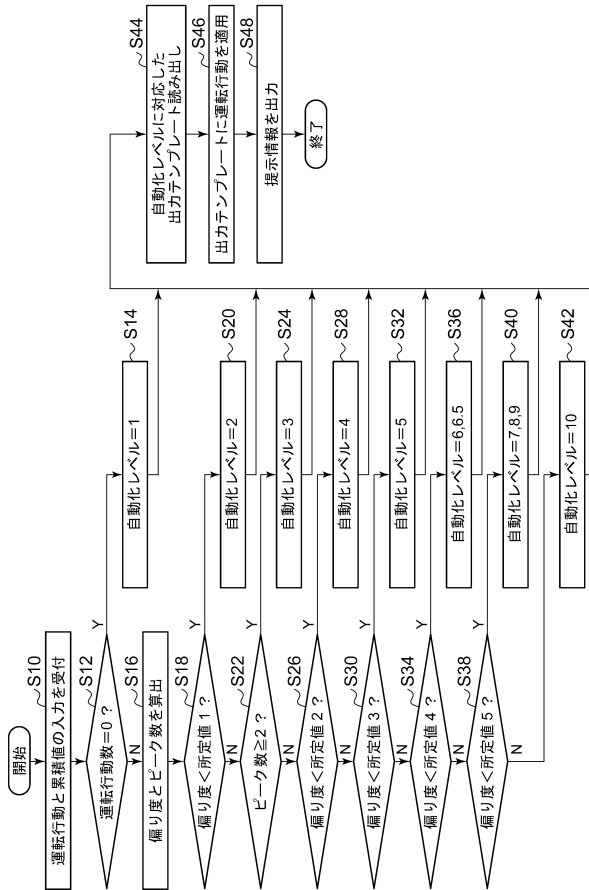
【図 8】

(a)	
(b)	

94

94

【図 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 コルコス サヒム
大阪府門真市大字門真１００６番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 澤田 好秀
大阪府門真市大字門真１００６番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 辻 勝長
大阪府門真市大字門真１００６番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 森 俊也
大阪府門真市大字門真１００６番地 パナソニック株式会社内

審査官 東 勝之

- (56)参考文献 特開２０１１－１５０５１６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－０００９４９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１５－１８２６２４（ＪＰ，Ａ）

- (58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G 0 8 G 1 / 0 0 - 1 / 1 6
B 6 0 W 5 0 / 1 4