

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年1月2日(02.01.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/003392 A1

(51) 国際特許分類:
G08G 1/09 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/024277

(22) 国際出願日: 2018年6月27日(27.06.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者:景 ▲イ▼(JING, Yi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 谷本 昌彦(TANIMOTO,

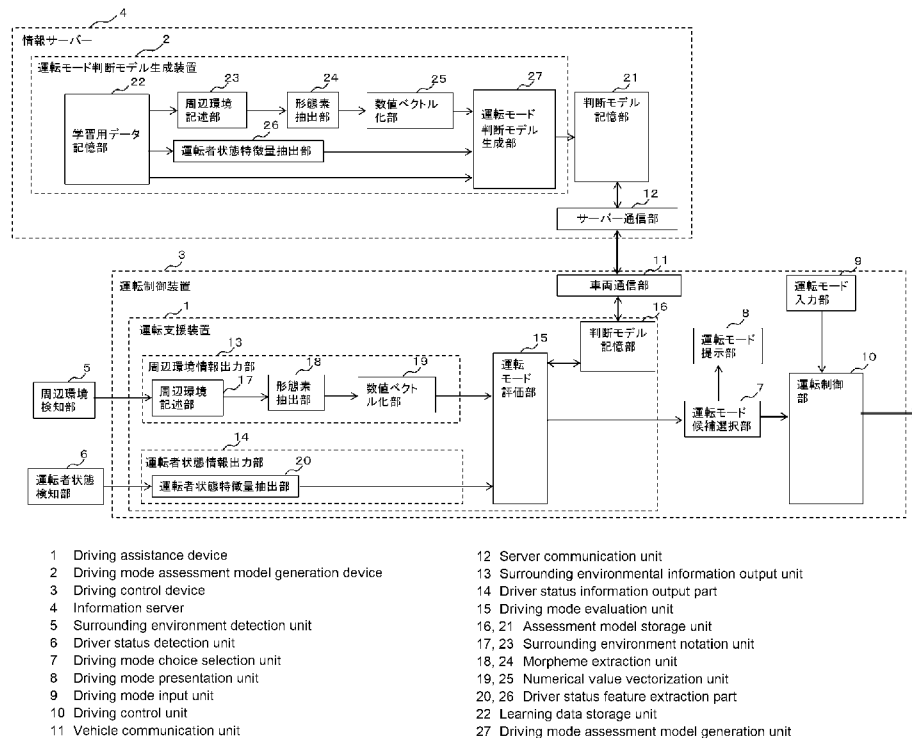
Masahiko); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:村上 加奈子, 外(MURAKAMI, Kanako et al.); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社 知的財産センター内 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: DRIVING ASSISTANCE DEVICE AND DRIVING MODE ASSESSMENT MODEL GENERATION DEVICE

(54) 発明の名称: 運転支援装置および運転モード判断モデル生成装置



(57) Abstract: Provided is a driving assistance device capable of assisting in the appropriate assessment of a driving mode taking into consideration both the driver status and the vehicle surrounding environment. Also provided is a driving mode assessment model generation device for generating a driving mode assessment model suitable for use in the driving assistance device. A driving assistance device 1 is equipped with: a surrounding environmental information output unit 13 for obtaining vehicle surrounding environmental information; a driver status information output unit 14 for obtaining

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

driver status information corresponding to the surrounding environmental information; and a driving mode evaluation unit 15 for calculating an evaluation value representing the suitability of automatic driving and manual driving for a combination of the surrounding environmental information and the driver status information, the calculation carried out on the basis of such combination.

(57) 要約: 運転者の状態と車両の周辺環境との両方を踏まえて適切に運転モードを判断するための支援を行うことができる運転支援装置を得る。また、この運転支援装置に用いるのに適した運転モード判断モデルを生成する運転モード判断モデル生成装置を得る。運転支援装置1において、車両の周辺環境情報を取得する周辺環境情報出力部13と、周辺環境情報に対応した運転者の状態情報を取得する運転者状態情報出力部14と、周辺環境情報と運転者状態情報の組み合わせに基づいて、その組み合わせに対する自動運転と手動運転の適性度を表す評価値を算出する運転モード評価部15とを備えた。

明 細 書

発明の名称： 運転支援装置および運転モード判断モデル生成装置 技術分野

[0001] 本発明は、自動運転の機能を備えた車両において、状況に適した運転モードの設定を支援する運転支援装置、およびこの運転支援装置に用いる運転モード判断モデルを生成する装置に関する。

背景技術

[0002] 自動運転の機能を備えた車両を走行させる際、多様な交通状況に対して自動運転と手動運転を適切に切換えること、つまり、適切な運転モードを選択することが必要である。

[0003] 適切な運転モードを選択する技術として、例えば特許文献1には、自動運転中の車両において、ドライバの行為とドライバの状態を検知した結果に基づき、ドライバが手動運転に復帰可能か否かを判定する手法が開示されている。同様に、特許文献1には自動運転中の車両において、車両の走行位置情報、地図データ及び車両走行情報に基づき、自動運転が継続可能か否かの判定をする手法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2018-5343号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1では、運転者の状態のみに基づいて手動運転に復帰できるか否かの判断が行われているが、運転者の状態が同じでも車両の周辺環境が異なると手動運転の可否判断が異なることがあり得る。例えば、運転者が少し疲れている状態であった場合、まっすぐな道で歩行者や他の車両がほとんど存在しない状況では手動運転することは可能だが、複雑な車線分岐があり、歩行者や他の車両がたくさん存在する状況では、運転者が細心の注意を払える

状態でないと手動運転することは難しい。同様に、自動運転の可否判断も、車両の周辺環境だけでなく、運転者の状態に依存することがある。

このように、自動運転、手動運転の可否判断、すなわち運転モードの判断は、運転者状態と車両周辺環境の組み合わせに基づいて行う事が望ましいが、従来は手動運転であれば運転者状態のみ、自動運転であれば車両周辺環境のみに基づいて行われていた。

[0006] 本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、第1の目的は、運転者の状態と車両の周辺環境との両方を踏まえて適切に運転モードを判断するための支援を行うことができる運転支援装置を得るものである。

また、第2の目的は、この運転支援装置に用いるのに適した運転モード判断モデルを生成する運転モード判断モデル生成装置を得るものである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係る運転支援装置においては、車両の周辺環境情報を出力する周辺環境情報出力部と、周辺環境情報に対応した運転者の状態情報を出力する運転者状態情報出力部と、周辺環境情報と運転者状態情報の組み合わせに基づいて、その組み合わせに対する自動運転と手動運転の適性度を表す評価値を算出する運転モード評価部とを備えたものである。

発明の効果

[0008] 本発明の装置は、車両の周辺環境情報と運転者状態情報の組み合わせに基づいて、その組み合わせに対する自動運転と手動運転の適性度を表す評価値を算出するため、この評価値を利用して、周辺環境と運転者状態に応じた適切な運転モードを決定することを支援できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態1に係る運転支援装置と運転モード判断モデル生成装置の構成を示す構成図

[図2]運転モード判断モデル生成装置に設けられた学習用データ記憶部が記憶する学習用データを例示する概要図

[図3]実施の形態1に係る運転制御装置、情報サーバー、周辺環境検知部、運

転者状態検知部のハードウェア構成を示す構成図

[図4]実施の形態１に係る運転支援装置を備えた運転制御装置の動作を示すフローチャート

[図5]実施の形態１に係る実施例における車両の周辺環境を例示する概要図

[図6]実施の形態１に係る運転支援装置に設けられた数値ベクトル化部が生成する数値ベクトルを例示する概要図

[図7]実施の形態１に係る運転支援装置に設けられた運転者状態特徴量抽出部が抽出する運転者特徴量を例示する概要図

[図8]実施の形態１に係る運転支援装置に設けられた判断モード記憶部が記憶する運転モード判断モデルを例示する概要図

[図9]実施の形態１に係る運転支援装置に設けられた運転モード評価部が算出する評価値を例示する概要図

[図10]実施の形態１に係る運転モード判断モデル生成装置を備えた情報サーバーの動作を示すフローチャート

[図11]実施の形態２に係る運転支援装置と運転モード判断モデル生成装置の構成を示す構成図

[図12]実施の形態２に係る運転支援装置を備えた運転制御装置と運転モード判断モデル生成装置を備えた情報サーバーの動作を示すフローチャート

発明を実施するための形態

[0010] 実施の形態１．

図１は、本発明を実施するための実施の形態１における運転支援装置１と運転モード判断モデル生成装置２の構成を示す構成図である。運転支援装置１は車両の運転制御を行う運転制御装置３の一部として設けられ、また、運転モード判断モデル生成装置２は適宜車両に対して種々の情報サービスを提供する情報サーバー４の一部として設けられている。本実施の形態１では、運転制御装置３が車両に搭載されており、情報サーバー４は任意の場所に設置され、通信回線を介して車両に搭載された運転制御装置３と接続される。

[0011] 運転制御装置３は車両の運転制御全般を行う運転制御部１０を備えており

、この運転制御部 10 が車両の自動運転と手動運転の切り換えも含め、入力される情報をもとに車両の加減速、ステアリング等の駆動系機器を制御して運転制御を行う。

また、運転制御装置 3 は、本発明に係わる運転モードを判断するための支援に関する構成として、運転支援装置 1、運転モード候補選択部 7、運転モード提示部 8、運転モード入力部 9、車両通信部 11 を備えている。

さらに、運転支援装置 1 には、周辺環境検知部 5 と運転者状態検知部 6 が通信回線を介して接続されている。

[0012] 周辺環境検知部 5 は、車両に搭載されるか、あるいは車両が走行する市街地や道路に設置され、車両周辺の人、車両、構造物等の有無や位置といった周辺環境を検知し、運転支援装置 1 に伝えるものである。具体的には、周辺環境検知部 5 は、車両の周辺環境情報を検知し、検知した周辺環境を表す周辺環境検知データを周辺環境情報出力部 13 へ出力するものであり、複数あってもよい。周辺環境検知部 5 が検知する周辺環境の例としては、歩行者や他の車両、道路上に存在する構造物、障害物等があり、周辺環境検知部 5 はこれらを検知する各種センサー、例えば、カメラ、L i d a r (L i g h t D e t e c t i o n a n d R a n g i n g)、R a d a r (R a d i o D e t e c t i o n a n d R a n g i n g) 等と、センサーで検知した情報を周辺環境検知データとして周辺環境情報出力部 13 へ出力する通信装置とで構成される。この周辺環境検知部 5 は、車両の周辺環境を検知できればよく、車両に搭載されていてもよいし、道路に設置された信号機等の施設に設置されていてもよい。例えば、周辺環境検知部 5 が備えるセンサーが車両に搭載されたカメラであれば、その車両から周辺を撮像した画像情報を得ることができ、センサーが信号機に設置された L i d a r、R a d a r 等であれば、車両が近づいた信号機の周辺の歩行者、他の走行車両、障害物等の検知情報、特に車両に設置されたカメラからは他の物体に隠れて撮像できない対象の検知情報も得ることができる。

[0013] また、運転者状態検知部 6 は車両に搭載され、運転者の状態を検知して運

転支援装置 1 に伝えるものである。具体的には、運転者状態検知部 6 は、運転者の状態を検知し、検知した運転者状態を表す運転者状態検知データを運転者状態情報出力部 14 へ出力するものであり、複数種類あってもよい。運転者状態検知部 6 が取得する運転者状態の例としては、心電、筋電、眼球運動、脳波、呼吸、圧力、発汗等であり、運転者状態検知部 6 はこれらを検知するための生体センサーやカメラと、検知した情報を運転者状態検知データとして運転者状態情報出力部 14 へ出力する通信装置とで構成される。

[0014] 運転支援装置 1 は、自動運転の機能を備えた車両を走行させる際、運転者状態検知部 6 から伝えられた運転者の状態と周辺環境検知部 5 から伝えられた車両の周辺環境とを踏まえて自動運転と手動運転を適切に切換えること、つまり、適切な運転モードを選択することを支援する装置であり、具体的には、現状に対応して自動運転と手動運転それぞれの適性度を表す評価値を算出して提示するものである。算出された評価値は、運転者の状態と車両の周辺環境とを踏まえて算出されるので、運転者あるいは運転モードを制御するシステムが運転モードを決定する際の有用な判断材料となる。なお、運転支援装置 1 の詳細な構成は後述する。

[0015] 運転モード候補選択部 7 は運転支援装置 1 により算出された運転モードの評価値に基づいて、適切な運転モードの候補を選択するものであり、選択された運転モード候補と運転制御部 10 で適用されている現在の運転モードを比較し、一致する場合は現在の運転モードが適切である旨を運転支援情報として運転モード提示部 8 に提示させ、一致しない場合には、運転支援情報として選択された運転モード候補への切り替えを促す内容を運転モード提示部 8 に提示させる。運転モード提示部 8 は、例えば、音声で出力するスピーカー、画面表示を行うディスプレイ等で構成される。

また、運転モード候補選択部 7 は、車両が道路施設などに急接近している場合等、運転モードの早急な切り替えが必要な場合には、運転制御部 10 へ強制的な切り替えを推奨する信号を出力するように構成されており、これにより運転制御部 10 が強制的に運転モードの切り替えを行うことを可能とし

ている。

[0016] 運転モード入力部 9 は、運転者が運転モード提示部 8 で提示された運転モード候補を踏まえ、運転モードの切り替えを行うか否かを入力するものである。ここで運転者が運転モードの切り替えを行うことを入力した場合、運転モード候補への切り替えを示す信号が運転制御部 10 へ出力される。

[0017] 運転制御部 10 は、運転モード入力部 9 から出力された信号が運転モードの切り替えを行うことを示す場合、運転モードの切り替えを行い、切り替えられた運転モードに応じた運転制御を行う。なお、運転制御部 10 は、運転モード候補選択部 7 から強制的な切り替えを推奨する信号に基づいて、強制的に運転モードの切り替えを行うようにしてもよい。

[0018] 車両通信部 11 は、情報サーバー 4 に設けられたサーバー通信部 12 と通信を行い、運転制御装置 3 と情報サーバー 4 との間の情報の授受を行うものである。本実施の形態では、特に、運転モード判断モデル生成装置 2 で生成された運転モード判断モデルを取得し、判断モデル記憶部 16 に出力する構成を示している。

[0019] 運転制御装置 3 は以上のように構成されている。さらにこの運転制御装置 3 に含まれている本発明の運転支援装置 1 の構成を説明する。

[0020] 図 1 に示すように、運転支援装置 1 は、周辺環境情報出力部 13、運転者状態情報出力部 14、運転モード評価部 15、判断モデル記憶部 16 を備える。

[0021] 周辺環境情報出力部 13 は、周辺環境検知部 5 より得られた車両の周辺環境検知データに基づいて、運転モードの判断に適した形式の周辺環境情報を生成し、運転モード評価部 15 に出力するものである。より詳細には、周辺環境情報出力部 13 は、周辺環境記述部 17、形態素抽出部 18、数値ベクトル化部 19 を備える。

[0022] 周辺環境記述部 17 は、周辺環境検知部 5 で得られた周辺環境検知データを用いて、歩行者や他の車両、障害物等を認識し、周辺環境を自然言語による文字列で記述した文字列情報を生成するものである。生成された文字列情

報は、形態素抽出部 18 へと出力する。

[0023] 形態素抽出部 18 は、周辺環境記述部 17 で生成された文字列情報に形態素解析を行い、形態素を抽出し、抽出された形態素を数値ベクトル化部 19 へ出力するものである。ここで、形態素解析とは、テキストを言語で意味を持つ最小単位である形態素に区切る言語処理技術である。例えば、「前方に歩行者が 3 人いる」という文字列に対しては、「『前方』『に』『歩行者』『が』『3』『人』『いる』」と区切られる。

[0024] 数値ベクトル化部 19 は、形態素抽出部 18 で抽出された形態素を数値ベクトル化するものである。本実施の形態では、数値ベクトル化の方法として One-Hot モデルを用いる。One-Hot モデルとは、コーパスの単語数をベクトルの次元数とし、各次元に単語が出現したら 1 と表現し、出現しなかったら 0 と表現して示すモデルである。他のベクトル化の方法として、例えば、Word2Vector 等を使用することが出来る。

本実施の形態では、数値ベクトル化部 19 で形態素を数値ベクトルへ変換しているが、これは形態素を数値化することが目的である。そのため、数値化の方法はベクトル化に限らず、例えば、スカラー、あるいは行列等、より高階のテンソルに変換する方法を用いてもよい。

数値ベクトル化部 19 で得られたベクトル化した形態素は、周辺環境情報として、運転モード評価部 15 に出力される。

[0025] また、運転者状態情報出力部 14 は、運転者状態検知部 6 より得られた運転者検知データに基づいて、運転モードの判断に適した形式の運転者状態情報を生成し、運転モード評価部 15 に出力するものである。より詳細には、運転者状態情報出力部 14 は運転者状態特徴量抽出部 20 を備える。

運転者状態特徴量抽出部 20 は、運転者状態検知部 6 で得られた運転者状態検知データを用いて、運転モード評価部 15 で使用する運転者状態の生体信号特徴量を抽出するものである。生体信号特徴量の例としては、例えば、運転者状態検知データとして得られた心電信号からは生体信号特徴量として心拍間隔、QRS 幅、QRS 波高さが得られ、運転者状態検知データとして

得られる眼球を撮像した画像データからは生体信号特徴量として瞳孔径が得られる。

[0026] そして、運転モード評価部 15 は、周辺環境情報出力部 13 から出力される周辺環境情報、運転者状態情報出力部 14 から出力される運転者状態情報、および判断モデル記憶部 16 に記憶された運転モード判断モデルに基づいて、手動運転と自動運転に対する適性度を表す評価値を算出し、その評価値を運転モード候補選択部 7 に出力するものである。ここで、運転モード判断モデルとは、車両の周辺環境と運転者の状態それぞれの、自動運転と手動運転それぞれに対する影響度を示すものであり、この運転モード判断モデルを適切に構築することで、適切な運転モードの選択に有用な自動運転と手動運転それぞれの評価値をより適切に算出することが可能となるものである。運転モード判断モデルは、用意された学習用データ等を用いて予め生成され、判断モデル記憶部 16 に記憶されている。

[0027] 判断モデル記憶部 16 は、車両通信部 11 がサーバー通信部 12 との通信を介して情報サーバー 4 から取得した運転モード判断モデルを記憶するものである。

[0028] 運転支援装置 1 は、以上のように構成されている。

次に、本発明の運転モード判断モデル生成装置 2 について説明を行う。上述のように、運転支援装置 1 で用いられる運転モード判断モデルは、予め生成されて判断モデル記憶部 16 に記憶される。この運転モード判断モデルを生成するものが運転モード判断モデル生成装置 2 である。本実施の形態では、運転モード判断モデル生成装置 2 は、車両に対して種々の情報サービスを提供する情報サーバー 4 に設けられており、生成した運転モード判断モデルは、適宜、各車両の運転制御装置 3 に提供される。

[0029] 情報サーバー 4 は、運転モード判断モデル生成装置 2 に加え、判断モデル記憶部 21、サーバー通信部 12 を備えている。なお、情報サーバー 4 は車両に対して運転モード判断モデル以外の種々の交通情報を提供するものであるが、本実施の形態では省略している。

[0030] 判断モデル記憶部 21 は、運転モード判断モデル生成装置 2 により生成された運転モード判断モデルを記憶するものであり、サーバー通信部 12 を介して車両からの要求信号を受けると、記憶している運転モード判断モデルをサーバー通信部 12 を介して要求元の車両に提供するものである。

[0031] サーバー通信部 12 は、車両通信部 11 と種々の通信を行い、本実施の形態では特に、判断モデル記憶部 21 から取得した運転モード判断モデルを車両通信部 11 に出力するものである。

[0032] 次に、運転モード判断モデル生成装置 2 の構成について説明する。運転モード判断モデル生成装置 2 は、前述した運転支援装置 1 により評価値を算出する際に用いる運転モード判断モデルを生成する装置である。

図 1 に示すように、運転モード判断モデル生成装置 2 は、学習用データ記憶部 22、周辺環境記述部 23、形態素抽出部 24、数値ベクトル化部 25、運転者状態特徴量抽出部 26、運転モード判断モデル生成部 27 を備える。

[0033] 学習用データ記憶部 22 は、運転モード判断モデルを生成するための学習用データを記憶するものであり、運転モード判断モデル生成時に、学習用データを周辺環境記述部 23、運転者状態特徴量抽出部 26、運転モード判断モデル生成部 27 へ記憶している学習用データを出力するものである。

[0034] ここで学習用データについて説明する。学習用データ記憶部 22 に記憶された学習用データの例を図 2 に示す。図 2 において、横の 1 列が一つのレコードを示し、一つのレコードは対になった個別の周辺環境検知データと運転者状態検知データ、およびこれらデータの対それぞれに対応する適切な運転モードを示す運転モード情報としての運転モードデータからなる。学習用データは、このレコードが多数集まった集合で構成される。また、学習用データには「No.」で表される識別子が付与されている。

このような学習用データは、例えば、実際に車両を走行させたときの周辺環境と運転者状態を実測するとともに、そのときの適切な運転モードを指定

することで得られる。具体的には、図 1 で説明した周辺環境検知部 5 と運転者状態検知部 6 と同様の検知装置を車両に取り付け、その車両を実際の種々の環境下で走行させて、走行中にそれぞれの検知装置が同じタイミングで検知したデータを周辺環境検知データと運転者状態検知データとして取得する。さらに、車両走行中あるいは走行後に、様々な場面に適した運転モードを車両に搭乗した評価者が指定し、周辺環境検知データと運転者状態検知データをそれらの検知データと適した運転モードと対応づけることで、図 2 に示すような学習用データを得る。この学習用データを生成する際、手動運転をしているときの検知データに運転モードとして手動運転を対応付けてよいのはもちろんだが、手動運転をしているときの検知データであっても対応する運転モードとして自動運転が適していると判断すれば、自動運転を指定してもよい。逆に、自動運転走行時でも適した運転モードとして手動運転を指定してもよい。

このようにして得られた学習用データは、様々な周辺環境と運転者状態の組み合わせとその組み合わせに対応する適切な運転モードとのデータセットを大量に集めたものであり、これを分析して数値として扱えるモデルを構築することにより、車両の周辺環境と運転者の状態それぞれの、自動運転と手動運転それぞれに対する影響度を示す運転モード判断モデルを得ることができる。この分析にあたって、運転モード判断モデル生成装置 2 は、学習用データ記憶部 22 に記憶された学習用データのうち、周辺環境検知データと運転者状態検知データをそれぞれ数値化し、統計的手法を用いて運転モード判断モデルを生成するものである。

[0035] 周辺環境記述部 23 は、学習用データ記憶部 22 から入力された周辺環境検知データを用いて、周辺環境を自然言語による文字列で記述された文字列情報を生成し、生成された文字列情報を形態素抽出部 24 へ出力するものである。

形態素抽出部 24 は、周辺環境記述部 23 で生成された文字列情報に形態素解析を行い、形態素を抽出し、数値ベクトル化部 25 へ出力するものであ

る。

数値ベクトル化部 25 は、形態素抽出部 24 で抽出された形態素を数値ベクトル化し、運転モード判断モデル生成部 27 へ出力するものである。

[0036] また、運転者状態特徴量抽出部 26 は、学習用データ記憶部 22 から入力された運転者状態検知データを用いて、運転者状態の生体信号特徴量を抽出し、運転モード判断モデル生成部 27 へ出力するものである。

[0037] 運転モード判断モデル生成部 27 は、周辺環境情報として数値ベクトル化部 25 で出力された数値ベクトル、運転者状態情報として運転者状態特徴量抽出部 26 で出力された運転者の生体信号特徴量、そして学習用データ記憶部 22 に記憶された周辺環境情報と運転者状態情報に対応する運転モードデータを入力に用いて、運転モード判断モデルを生成する。例えば、人が居眠り運転をしているときには、自動運転モードで走行を行うべきだが、居眠り運転時には心拍数が小さくなる。そのため、自動運転が適切な運転モードかどうかを判断するには、運転者状態特徴量として心拍間隔が重要であり、運転モード判断モデルのラベル「自動運転」に対応する心拍間隔の影響度は大きくなる。運転モード判断モデル生成部 27 は、学習用データに含まれる全てのデータに対して上記と同様の処理を行い、各運転モードに対する、周辺環境情報の数値ベクトルの各成分と運転者状態情報の各生体信号特徴量の影響度を最適化し、運転モード判断モデルを生成する。生成された運転モード判断モデルは判断モデル記憶部 21 へ出力する。

[0038] 次に、本実施の形態のハードウェア構成について説明する。

[0039] 図 3 は図 1 に示した運転制御装置 3、情報サーバー 4 等のハードウェア構成を示す構成図であり、CPU (Central Processing Unit) 等の処理装置 28、29 と、ROM (Read Only Memory) やハードディスク装置等の記憶装置 30、記憶装置 31 と、センサー等の入力装置 32、入力装置 33、入力装置 34 と、スピーカーやディスプレイ等の出力装置 35 と、通信装置 36、通信装置 37 とがバス接続された構成となっている。なお、CPU は自身にメモリを備えていてもよい。

[0040] 図1に示す周辺環境検知部5は入力装置32、運転者状態検知部6は入力装置33、運転モード入力部9は入力装置34により実現され、運転モード提示部8は出力装置35により実現される。

[0041] 判断モデル記憶部16に記憶されるデータは記憶装置30に記憶される。また、周辺環境記述部17、形態素抽出部18、数値ベクトル化部19、運転者状態特徴量抽出部20、運転モード評価部15、運転モード候補選択部7、運転制御部10は記憶装置30に記憶されたプログラムが処理装置28で実行されることにより実現される。

[0042] 処理装置28は、記憶装置30に記憶されるプログラムを適宜読みだして実行することにより、周辺環境記述部17、形態素抽出部18、数値ベクトル化部19、運転者状態特徴量抽出部20、運転モード評価部15、運転モード候補選択部7、運転制御部10における機能を実現する。なお、上記の機能は、ハードウェアとソフトウェアの組み合わせに限らず、処理装置28に上記プログラムをインプリメントし、システムLSI (Large Scale Integrated Circuit) のようにハードウェア単体で実現するようにしてもよい。

[0043] 判断モデル記憶部21と学習用データ記憶部22に記憶されるデータは記憶装置31に記憶される。また、周辺環境記述部23、形態素抽出部24、数値ベクトル化部25、運転者状態特徴量抽出部26、運転モード判断モデル生成部27は記憶装置31に記憶されたプログラムが処理装置29で実行されることにより実現される。

[0044] 処理装置29は、記憶装置31に記憶されるプログラムを適宜読みだして実行することにより、周辺環境記述部23、形態素抽出部24、数値ベクトル化部25、運転者状態特徴量抽出部26、運転モード判断モデル生成部27における機能を実現する。なお、上記の機能は、処理装置28の場合と同様、ハードウェアとソフトウェアの組み合わせに限らず、処理装置29に上記プログラムをインプリメントし、ハードウェア単体で実現するようにしてもよい。

[0045] 車両通信部 11 は通信装置 36 により実現され、サーバー通信部 12 は通信装置 37 により実現される。

[0046] 次に、本実施の形態における動作について説明する。

[0047] 本実施の形態における運転制御装置 3、周辺環境検知部 5、運転者状態検知部 6 の動作について図 4 のフローチャートを用いて説明する。

[0048] まず、ステップ S1 において、周辺環境検知部 5 が車両の周辺環境を各種センサーにより検知する。検知する周辺環境の例としては、歩行者や他の車両、道路上に存在する構造物、障害物等であり、各種センサーとしては車両に搭載され、前方を撮像するカメラである。周辺環境検知部 5 は検知した周辺環境を表す周辺環境検知データを周辺環境情報出力部 13 へと出力する。

[0049] ステップ S2 では、ステップ S1 で周辺環境検知部 5 により得られた周辺環境検知データを周辺環境情報出力部 13 が受け取ると、周辺環境情報出力部 13 の中の周辺環境記述部 17 が、受け取った周辺環境検知データから自然言語による文字列で記述された文字列情報を生成する。例えば、周辺環境検知データとして、周辺環境検知部 5 により車両前方を撮像した画像データが送られると、周辺環境記述部 17 では、撮像された画像が示す周辺状況を文字列化、すなわち周辺状況を自然言語による文字列で記述された文字列情報を生成する。

このステップ S2 の動作の一例について説明する。図 5 は、走行中の車両 38 と車両 38 の周辺環境の例を表す概要図である。図 5 において車両 38 は一般道 39 を矢印の方向に走行しており、交差点付近の右側の歩道の角に歩行者 40 が 2 人、交差点付近の左側の歩道の角に歩行者 40 が 1 人いる状況を示している。この状況下で、車両 38 から前方を撮像した画像データを受け取った周辺環境記述部 17 は、画像認識処理を行い、撮像した画像を自然言語で表す文字列情報を生成する。この画像処理と文字列化は、例えば機械学習のモデルである畳み込みニューラルネットワーク (CNN: Convolutional Neural Network) や再帰型ニューラルネットワーク (RNN: Recurrent Neural Network) などを用いて行われる。

k)を用いることで行われる。その結果、図5の例では、例えば、「一般道路を走行中、前方に歩行者が3人いる」という文字列で記述された文字列情報が生成される。生成された文字列情報は、形態素抽出部18へ出力される。

[0050] ステップS2で周辺環境記述部17により生成された文字列情報が形態素抽出部18へ出力されると、ステップS3において、形態素抽出部18が、送られた文字列情報に対して形態素解析を行い、形態素を抽出する。形態素解析とは、文字列を形態素に分節する処理であり、例えば、「一般道路を走行中、前方に歩行者が3人いる」という文字列を形態素解析すると、「『一般道路』『を』『走行中』『前方』『に』『歩行者』『が』『3』『人』『いる』」という形態素に区切られる。形態素抽出部18は抽出した形態素を数値ベクトル化部19へ出力する。

[0051] ステップS4では、ステップS3において形態素抽出部18で抽出された形態素を数値ベクトル化部19が数値ベクトル化する。ここでは、数値ベクトル化の手法としてOne-Hotモデルを用いて数値ベクトル化を行う例を説明する。図6は、ステップS3で得られた「『一般道路』『を』『走行中』『前方』『に』『歩行者』『が』『3』『人』『いる』」といった形態素41を数値ベクトル化した場合の次元、形態素、得られたベクトルの値の対応を示す対応表である。図6の対応表では次元数が16の部分までを示しているが、次元数は多いほど状況を表現する粒度は細かくなると考えられる。また、図6の例では助詞は形態素の一つの次元に対応させて扱っていないが、助詞を扱うようにしてもよい。

数値ベクトル化部19は生成した数値ベクトルを、運転モード評価部15へ出力する。

[0052] 以上のステップS1～S4で周辺環境情報の取得と処理が行われ、これらの動作と並行して、ステップS5から始まる運転者状態情報取得と処理の動作が行われる。ステップS5では、ステップS1で周辺環境検知部5が車両の周辺環境を各種センサーにより検知したときに対応したタイミングで、運

転者状態検知部 6 が運転者の状態を生体センサーやカメラで検知する。運転者の状態を検知する例としては、上述のように心電計により心電信号を、カメラにより眼球の画像データを取得する場合がある。

運転者状態検知部 6 は検知した運転者状態情報を運転者状態検知データとして運転者状態情報出力部 14 に出力する。

[0053] ステップ S 6 では、ステップ S 5 で運転者状態検知部 6 から送られた運転者状態検知データを用いて、運転者状態情報出力部 14 の中の運転者状態特徴量抽出部 20 が運転者状態の生体信号特徴量を抽出する。例えば、運転者状態特徴量抽出部 20 は、運転者状態検知データとしての心電信号から特徴量として、心拍間隔、QRS 幅、QRS 波高さを抽出し、運転者状態検知データとしての眼球の画像データから特徴量として瞳孔径を抽出する。図 7 に抽出された運転者状態特徴量の例を示す。運転者状態特徴量抽出部 20 は抽出した運転者状態特徴量を運転モード評価部 15 へ出力する。

これらステップ S 5、S 6 で運転者状態情報取得との処理の動作が行われる。

[0054] そして、上記ステップ S 1～S 4 の動作の結果、生成された数値ベクトルが運転モード評価部 15 へ出力され、ステップ S 5～S 6 の動作の結果、運転者状態特徴量が運転モード評価部 15 へ出力されることになる。これらの動作の後、ステップ S 7 に進み、ステップ S 7 で、運転モード評価部 15 は、数値ベクトル化部 19 から入力される数値ベクトルと運転者状態特徴量抽出部 20 から入力される運転者状態特徴量と判断モデル記憶部 16 に記憶された運転モード判断モデルに基づいて、ステップ S 1、S 5 で周辺環境情報、運転者状態情報を取得した状況に対する手動運転と自動運転の適性度の評価値を算出する。

[0055] 以下、この評価値の算出方法について説明する。図 8 はこの評価値の算出に用いる運転モード判断モデルの概念の一例を示す概要図である。運転モード判断モデルは、周辺環境情報である数値ベクトルの各成分と運転者状態情報である各運転者状態特徴量について、自動運転と手動運転に対する影響度

を示すものであり、図8に示した運転モード判断モデルは、影響度が数値として表されている。また、ここでは、運転モード判断モデルに示された周辺環境情報と運転者状態情報それぞれの自動運転と手動運転それぞれに対する影響度は数値で表されていたが、この影響度は入力に用いられる周辺環境情報と運転者状態情報それぞれの自動運転と手動運転それぞれとの対応を表していればよく、例えば関数で表されていてもよい。なお、この運転モード判断モデルにおいて、数値ベクトルの各成分と各運転者状態特徴量の影響度を各運転モードそれぞれに対してひとまとまりにしたものを影響度ベクトルと呼ぶ。

[0056] 運転モード評価部15は、まず、数値ベクトル化部19から入力された数値ベクトルと運転者状態特徴量抽出部20から入力される運転者状態特徴量を組み合わせて、周辺環境と運転者状態の両方の情報を示す特徴量ベクトルを生成する。ここで、例えば、数値ベクトル化部19から入力されたベクトルAがn次元ベクトルであり、その成分が $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ と表され、運転者状態特徴量抽出部20から入力された運転者状態特徴量がm個あり、その値がそれぞれ、 $b_1, b_2, \dots, b_m$ であったとき、生成される特徴量ベクトルCは $(n+m)$ 次元ベクトルであり、その成分は $C = (a_1, a_2, \dots, a_n, b_1, b_2, \dots, b_m)$ と表される。

次に、運転モード評価部15は、各運転モードに対する評価値を算出する。具体的には、数式(1)に従い、特徴量ベクトルと影響度ベクトルの内積を計算する。数式(1)における分母は規格化定数である。このとき、入力に使われる特徴量ベクトルは0か1の2値に変換されたものとする。

[0057] [数1]

$$P(Y_i|X) = \frac{W_i \cdot X}{\sum_j W_j \cdot X}, (i = 1, 2) \cdots (1)$$

[0058] ここで、Xは特徴量ベクトル、 Y_i は運転モードで $i = 1$ のとき自動運転、 $i = 2$ のとき手動運転を表す。 $P(Y_i | X)$ はXを入力としたときの Y_i の評価値、 W_i は各運転モードの影響度ベクトルを表し、 $i = 1$ のとき自動運転

、 $i = 2$ のとき手動運転に対する影響度ベクトルを表す。 W_i の添え字 i はベクトルの成分を表すのではなく、単に自動運転に対する影響度ベクトルと手動運転に対する影響度ベクトルを区別するための添え字である。

[0059] また、各運転モードに対する評価値を算出する数式はこれに限られず、運転モード判断モデルに基づき、各特徴量の影響度を反映されるような数式であればよく、例えば、数式（２）により計算してもよい。

[0060] [数2]

$$P(Y_i|X) = \frac{\exp(-(X - W_i)^2)}{\sum_j \exp(-(X - W_j)^2)}, (i = 1, 2) \cdots (2)$$

[0061] 各文字の意味は数式（１）と同様である。

[0062] 図９は周辺環境情報と運転者状態情報の組み合わせに対する手動運転と自動運転の適性度の評価値を算出した例を示す図であり、この例で示す状況では、手動運転に対する適性度の評価値が０．２、自動運転に対する適性度の評価値が０．８と算出されている。

得られた評価値は、運転モード候補選択部７へと出力される。

[0063] ステップＳ８では、運転モード候補選択部７は、運転モード評価部１５で得られた評価値に基づいて、現在の周辺環境と運転者状態に適切な運転モードの候補を選択する。本実施の形態では、自動運転と手動運転の評価値の差に閾値を定め、閾値を超えた時に、評価値の大きい方の運転モードを適切な運転モード候補として設定する。例えば、閾値を「０．５」と設定すると、図９の評価値の結果については自動運転の評価値と手動運転の評価値の差が０．６であるため閾値を超えており、評価値の大きい自動運転が適切な運転モード候補として選択される。なお、閾値を超えなかったときは現在適用している運転モードを候補として選択する。なお、ここでは、閾値を設定する方法を用いたが、より単純に、最終的な評価値が大きい方の運転モードを適切な運転モード候補として選択するようにしてもよい。

[0064] ステップＳ９では、ステップＳ８で運転モード候補選択部７が選択した運転モード候補が、現在の運転モードと一致しているかどうかの比較を行う。

この動作も運転モード候補選択部 7 によって実施される。一致している場合には、ステップ S 1 0 に進み、現在の運転モードが適切である旨を運転モード提示部 8 に提示させるとともに、現在の運転モードを継続して適用するよう指示する信号を運転制御部 1 0 に対し出力する。その後、ステップ S 1 1 に進み、現在の運転モードを継続して適用するよう指示する信号を受けた運転制御部 1 0 は、現在の運転モードを継続して適用して運転制御を行う。

また、ステップ S 9 で、運転モード候補が現在の運転モードと一致しない場合にはステップ S 1 2 に進み、運転モード候補選択部 7 は選択された運転モード候補への切り替えを促す内容を運転モード提示部 8 に提示させる。

選択された運転モード候補が運転モード提示部 8 に提示されると、運転者は提示された運転モード候補への切り替えを行うか判断する。

[0065] 次にステップ S 1 3 に進み、運転制御部 1 0 が、運転者が運転モード入力部 9 を介して運転モードの切り替え指示があったか否かを待ち、運転モードの切り替え指示があった場合、ステップ S 1 4 に進み、運転制御部 1 0 は運転モードをステップ S 8 で選択された運転モード候補に切り替えて運転制御を行う。また、ステップ S 1 3 で運転者が運転モードの切り替え指示がなかった場合、例えば現在の運転モードを継続する指示が入力された場合、あるいは運転モード候補の切り替えを促す内容を運転モード提示部 8 に提示してから一定時間何も入力されなかった場合にはステップ S 1 1 に進み、運転制御部 1 0 は、現在の運転モードを継続して適用し、運転制御を行う。

[0066] 運転支援装置 1、運転制御装置 3、周辺環境検知部 5、運転者状態検知部 6 は、以上のステップ S 1 ～ S 1 4 で示される動作を繰り返し、運転支援を行う。

[0067] 以上のような運転支援装置 1、運転制御装置 3、周辺環境検知部 5、運転者状態検知部 6 の動作により、車両の周辺環境情報と運転者状態情報の組み合わせに対する自動運転と手動運転の適性度を表す評価値を算出するようにしたため、この評価値を利用して、周辺環境と運転者状態に応じた適切な運転モードの候補を運転者に提示でき、運転者が適切な運転モードを決定する

ことを支援することができる。

[0068] なお、図4のフローチャートでは、車両通信部11の動作について省略したが、車両通信部11は、ステップS7より前の任意のタイミングで、サーバー通信部12と通信し情報サーバー4から運転モード判断モデルを取得する。

[0069] 次に、図10のフローチャートを用いて、情報サーバー4の動作について説明する。

まず、ステップS101で、周辺環境記述部23が学習用データ記憶部22に記憶された周辺環境検知データから、周辺環境を自然言語による文字列で記述された文字列情報を生成する。生成された文字列情報は形態素抽出部24に出力される。

[0070] 次に、ステップS102では、ステップS101で周辺環境記述部23により生成された文字列情報に対して、形態素抽出部24が形態素解析を行い、形態素を抽出する。抽出された形態素は数値ベクトル化部25に出力される。

[0071] ステップS103では、ステップS102で形態素抽出部24より得られた形態素を数値ベクトル化部25が数値ベクトルへと変換する。変換された数値ベクトルは運転モード判断モデル生成部27に出力される。

[0072] ステップS104では、運転者状態特徴量抽出部26が学習用データ記憶部22に記憶された運転者状態検知データから運転者状態の生体信号特徴量を抽出する。抽出された運転者状態特徴量は運転モード判断モデル生成部27に出力される。

[0073] ステップS105では、数値ベクトル化部25から入力される数値ベクトル、運転者状態特徴量抽出部26から入力される運転者状態特徴量、学習用データ記憶部22から入力される運転モードデータに基づいて、運転モード判断モデル生成部27が統計的手法により運転モード判断モデルを生成する。例えば、最大エントロピー法を用いて生成することが出来る。具体的には、数1や数2のように、実現確率Pの確率分布関数の関数形を特徴づけるパラ

メータ W_i を導入して、各運転モードが実現する確率分布関数の形を仮定し、このパラメータ W_i を最適化する方法である。これにより最適化された W_i が運転モード判断モデルにおける影響度ベクトルであり、そのときの実現確率 P が各運転モードに対する評価値である。あるいは、周辺環境情報である数値ベクトルの各成分と運転者状態情報の各特徴量に対する自動運転と手動運転それぞれの実現確率の確率分布関数を求め、その同時確率を各運転モードに対する評価値としてもよい。ここで、判断モデルの生成及び各運転モードの評価値の算出は、統計的手法によりなされることが重要であり、上記の方法に限るものではない。

生成された運転モード判断モデルは、判断モデル記憶部 21 に記憶される。

以上のステップ S101～S103 は、図 1 の運転支援装置 1 による運転支援の動作として図 4 で説明したフローチャートのステップ S2～S4 と同様の動作であり、同じように、ステップ S104 の動作はステップ S6 と同様の動作である。

[0074] なお、サーバー通信部 12 は車両通信部 11 から運転モード判断モデルの要求信号を受信すると、判断モデル記憶部 21 に記憶された運転モード判断モデルを車両通信部 11 に出力する。

[0075] 以上のような情報サーバー 4 の動作により、運転支援装置 1 へ運転モード判断モデルが提供され、運転支援装置 1 は提供された運転モード判断モデルを判断モデル記憶部 16 に記憶することで、運転支援の動作の際、運転モードの評価に用いることができる。

また、運転モード判断モデル生成装置 2 が大量の学習用データから統計的手法により、運転モード判断モデルを適切に構築することで、運転モードの選択に有用な自動運転と手動運転のそれぞれの評価値をより適切に算出することが可能となる。

[0076] また、本実施の形態では、周辺環境記述部 17 により周辺環境情報を自然言語で文字列化し、その後、形態素抽出部 18 により文字列中の形態素の抽

出を行ったが、この利点について説明する。実世界において、車両の周辺環境に現れる物体は多様であり、物体の組み合わせや位置関係も変化が多いので、周辺環境を表すモデルを作ろうとする際に、周辺環境を個別に設定するのは非常に手間である。

本実施の形態では、周辺環境を個別に設定することなく、これまでのモデルで設定されていた周辺環境を自然言語データベース内に定義された形態素の組み合わせにより、表現することができ、人の手による作業が簡略化できる。また、これまでのモデルでは、モデルを設計する人が思いつかずに設定できていなかった周辺環境も形態素の組み合わせにより設定することができる。

このとき利用する自然言語データベースは既存のものを使用してもよいし、運転モード判断モデルのために新たに作成してもよい。

[0077] 周辺環境を自然言語による文字列で記述するメリットは、自然言語データベースを使用できることだけではない。自然言語により記述された文字列に対し、知識構造データベースを用いた論理推定を行うことにより、センサーで取得された周辺環境だけでなく、センサー範囲外の状況についても情報を追加することが出来る。例えば、カメラで取得された画像内にサッカーボールが写っている場合を考える。写真内にサッカーボールが写っているとき、その画像の外では、近くで子どもが遊んでいることが考えられ、その子どもがサッカーボールを取りに急に道に飛び出して来ると、車両と衝突する可能性がある。知識構造データベースを用いた論理推定により、サッカーボールが写った画像から子どもが飛び出してくる可能性を推測することができ、それを運転者に提示することで、運転者が予め、衝突を回避する運転をすることができる。

[0078] この例の場合、具体的には、以下のような手順で推論と情報提示が行われる。まず、画像内によりサッカーボールが存在することを認識した場合は、「サッカーボール」という文字列を記述する。この「サッカーボール」という文字列が、知識構造データベース内で「子ども」と関連付けられていれば

、「子ども」に基づいた情報が提示され、運転者から見えない所に「子ども」がいる可能性が示唆されるので、運転者は子どもが飛び出してこないか注意深く確認する。さらに詳しい情報、例えば画像や動画等から「サッカーボールが道を転がっている」ことを認識した場合は、「サッカーボールが道を転がっている」という文字列を記述する。すると上記同様、この「サッカーボール」が「転がっている」ことから「子ども」が「飛び出してくる」ことを推測することが出来、より詳しい情報を運転者に提供することが出来る。

[0079] また、運転モードの評価において、特定の形態素に対応する数値ベクトルの成分の値が1となり評価値が変動することで、周辺環境により適した運転モードの評価が可能になる。例えば、画像や動画等から「サッカーボールが道を転がっている」ことを認識し文字列で記述すると、「サッカーボール」が「転がっている」ことから「子ども」が「飛び出してくる」ことが推測でき、その可能性は高い。この場合、「サッカーボール」や「転がって」など元々認識していた形態素に加えて、「子ども」「飛び出し」の形態素が推論により追加され、「子ども」「飛び出し」に対応する数値ベクトルの成分の値が1になると、例えば、手動運転の評価値が下がる一方、自動運転の評価値が上がり、急な子どもの飛び出しに運転者が気付かなかったり、運転者の反応が遅れそうなときでも強制的に自動運転を行うことで、車両と子どもの衝突の可能性を回避できる。

[0080] 以上説明した本実施の形態において、運転支援装置1が判断モデル記憶部16を含む構成としたが、運転支援装置1が判断モデル記憶部16を含まず、運転モード評価部15が車両通信部11とサーバー通信部12を介した通信によって、適宜、情報サーバー4にある判断モデル記憶部21を参照する構成でも良い。

[0081] 本実施の形態における運転支援装置は運転モード判断モデルを用いて、周辺環境情報と運転者状態情報の組み合わせに対する自動運転と手動運転の適性度を表す評価値を算出する構成としたが、周辺環境情報と運転者状態情報の組み合わせに基づいて、自動運転と手動運転の適性度を表す評価値を算出

すればよく、運転モード判断モデルを用いない構成でも良い。例えば、周辺環境情報では、歩行者が一人増えれば自動運転の評価値を1増やし、一方手動運転の評価値を1下げる等であり、運転者状態情報では、心拍数に閾値を設定し、この閾値を超えれば、自動運転の評価値を10増やす等である。

[0082] 実施の形態2

次に本発明の実施の形態2における運転支援装置1と運転モード判断モデル生成装置2について説明する。この実施の形態2は、実施の形態1の構成に加え、情報サーバー4に学習用データ追加部42を備えたものであり、運転モード入力部9に入力された運転者の判断に応じて、学習用データ追加部42により学習用データの追加を行うか否かを変えることにより、判断モデルの精度を向上するものである。

[0083] 図11は、本発明を実施するための実施の形態2における運転支援装置1と運転モード判断モデル生成装置2の構成を示す構成図であり、図1と同じ符号を付したものは図1と同様のものである。

[0084] 運転モード入力部9は、実施の形態1で説明した機能に加え、運転者が提示された運転モードへの切り替えを行わなかったときに、運転モードの切り替えを行わないことを示す信号を、車両通信部11とサーバー通信部12を介して学習用データ追加部42に出力するものである。ここで、運転者が提示された運転モードへの切り替えを行わなかったときというのは、運転者が運転モード入力部9に現在の運転モードでの走行を継続することを入力した場合だけでなく、運転モード提示部8に運転モードの切り替えを促す内容が提示された後、一定時間なにも運転モード入力部9に運転者からの入力がない場合を含む。

[0085] 学習用データ追加部42は、運転モード入力部9から運転モードの切り替えを行わないことを示す信号が入力されると、サーバー通信部12と車両通信部11を介して周辺環境情報出力部13、運転者状態情報出力部14、運転制御部10から学習用データの収集を行い、学習用データ記憶部22に学習用データの追加を行うものである。

追加する学習用データは、例えば、周辺環境検知データ、運転者状態検知データ、運転モードデータのデータセットであり、運転モードデータは、運転モード提示部 8 により提示された運転モード候補ではなく、現在適用中の運転モードを記録した運転モード情報としての運転モードデータである。その理由は、運転者が運転モードの切り替えを行わなかった場合というのは、運転モード提示部 8 により提示された運転モード候補が現在の周辺環境と運転者状態に適切でないと運転者により判断された場合であり、提示された運転モードを選択するのに用いられた周辺環境検知データと運転者状態検知データに対応する運転モードデータ、すなわち追加すべき学習用データとしては、提示された運転モード候補は不適切で、現在適用中の運転モードが適切であるからである。

[0086] 本実施の形態では、学習用データ追加部 42 は、周辺環境情報出力部 13 に設けられた周辺環境記述部 17 から周辺環境検知データ、運転者状態情報出力部 14 に設けられた運転者状態特徴量抽出部 20 から運転者状態検知データを得る。周辺環境記述部 17 は、周辺環境検知部 5 から入力された周辺環境検知データを一時記憶するメモリを備えている。また、入力される周辺環境検知データは図 2 の「No.」で示される識別子が付与されており、運転者が提示された運転モードへの切り替えを行わなかったとき、学習用データ追加部 42 は対応する周辺環境検知データをこの識別子を用いて指定することにより、周辺環境記述部 17 から読み出すことが出来る。運転者状態特徴量抽出部 20 も同様に、運転者状態検知部 6 から入力された運転者状態検知データを一時記憶するメモリが備えられており、入力される運転者状態権利データには図 2 の「No.」で示される識別子が付与されている。運転者が提示された運転モードへの切り替えを行わなかったとき、学習用データ追加部 42 は対応する運転者状態検知データをこの識別子を用いて指定することにより、運転者状態特徴量抽出部 20 から読み出すことが出来る。

[0087] また、学習用データ追加部 42 は、現在の運転モードを示す運転モード情報としての運転モードデータを運転制御部 10 から取得する。ここで、現在

の運転モードとは、運転者が運転モードの切り替えを行うか入力するときに、運転制御部 10 において既に適用されている運転モードである。

[0088] 本実施の形態では、学習用データ追加部 42 は、周辺環境検知データを周辺環境記述部 17 から、運転者状態検知データを運転者状態特徴量抽出部 20 から、運転モードデータを運転制御部 10 から取得したが、各データを取得出来れば、データ取得のための構成は上記に限らず、例えば、周辺環境検知データを周辺環境検知部 5 から、運転者状態検知データを運転者状態検知部 6 から、運転モードデータを運転モード候補選択部 7 から取得する構成としてもよい。

[0089] 本実施の形態における上記以外の運転制御装置 3 と情報サーバー 4 の構成、また、周辺環境検知部 5 と運転者状態検知部 6 の構成については、実施の形態 1 における構成と同様であり、本実施の形態における、運転支援装置 1 と運転モード判断モデル生成装置 2 は、以上のように構成される。

[0090] 本実施の形態におけるハードウェア構成は図 3 で示したものと同様であり、実施の形態 2 で追加される学習用データ追加部 42 は記憶装置 31 に記憶されたプログラムが処理装置 29 で実行されることにより実現され、この機能は、ハードウェアとソフトウェアの組み合わせに限らず、処理装置 29 に上記プログラムをインプリメントし、ハードウェア単体で実現するようにしてもよい。

[0091] 次に、本実施の形態における動作を説明する。

本実施の形態 2 も、実施の形態 1 で示した図 4 のフローチャートと同様の動作が行われる。ただし、本実施の形態 2 では、図 4 のステップ S9 以降の動作が異なり、ステップ S8 以降の動作を図 12 に示す。図 4 と異なるのは、ステップ S13 の分岐で「N o」へ進むとき、ステップ S11 の前にステップ S201 とステップ S202 の動作が行われることである。

ステップ S13 で「N o」へと進んだ後、ステップ S201 で、学習用データ追加部 42 は、車両通信部 11 とサーバー通信部 12 を介して、学習用データの収集を行う。本実施の形態における学習用データは、周辺環境検知

データ、運転者状態検知データ、現在の運転モードを表す運転モードデータのデータセットである。周辺環境検知データは周辺環境記述部 17 から、運転者状態検知データは運転者状態特徴量抽出部 20 から、運転モードデータは運転制御部 10 から出力される。

[0092] ステップ S202 では、ステップ S201 で収集した学習用データを学習用データ追加部 42 が、学習用データ記憶部 22 へ出力し、学習用データ記憶部 22 は入力された学習用データを記憶する。

ステップ S202 が行われた後、ステップ S11 に進む。ステップ S11 での動作は実施の形態 1 における動作と同様である。

[0093] 以上の動作により、本実施の形態 2 においては、運転者の判断にすぐわない運転モード候補の提示を行ったときのデータセットを運転者が判断した運転モードとセットにして学習用データとして学習用データ記憶部 22 に追加することにより、次回生成される運転モード判断モデルの精度を向上し、その運転者により適した運転支援を行うことが出来る。

[0094] 本実施の形態では、追加する学習用データとして、周辺環境検知データと運転者状態検知データを想定したが、運転者が運転モードの切り替えを拒否したタイミングでの周辺環境情報と運転者状態情報のデータセットであれば、これら検知データでなくてもよく、例えば、周辺環境情報として数値ベクトルを、運転者状態情報として運転者状態特徴量情報をデータセットとして記憶してもよい。

産業上の利用可能性

[0095] 本発明に係る運転支援装置と運転モード判断モデル生成装置は、車両の自動運転システムに適用可能である。

符号の説明

[0096] 1 運転支援装置、2 運転モード判断モデル生成装置、3 運転制御装置、4 情報サーバー、5 周辺環境検知部、6 運転者状態検知部、7 運転モード候補選択部、8 運転モード提示部、9 運転モード入力部、10 運転制御部、11 車両通信部、12 サーバー通信部、13 周辺環境

情報出力部、 14 運転者状態情報出力部、 15 運転モード評価部、 16
判断モデル記憶部、 17 周辺環境記述部、 18 形態素抽出部、 19
数値ベクトル化部、 20 運転者状態特徴量抽出部、 21 判断モデル記憶
部、 22 学習用データ記憶部、 23 周辺環境記述部、 24 形態素抽出
部、 25 数値ベクトル化部、 26 運転者状態特徴量抽出部、 27 運転
モード判断モデル生成部、 28 処理装置、 29 処理装置、 30 記憶装
置、 31 記憶装置、 32 入力装置、 33 入力装置、 34 入力装置、
35 出力装置、 36 通信装置、 37 通信装置、 38 車両、 39 一
般道、 40 歩行者、 41 形態素、 42 学習用データ追加部

請求の範囲

- [請求項1] 車両の周辺環境を表す周辺環境情報を出力する周辺環境情報出力部と、
、
前記周辺環境に対応した運転者の状態を表す運転者状態情報を出力する運転者状態情報出力部と、
前記周辺環境情報出力部が出力した前記周辺環境情報と前記運転者状態情報出力部が出力した前記運転者状態情報との組み合わせに基づいて、
前記周辺環境情報と前記運転者状態情報の組み合わせに対する自動運転と手動運転の適性度を表す評価値を算出する運転モード評価部とを備えた運転支援装置。
- [請求項2] 車両の周辺環境と運転者の状態それぞれの、自動運転と手動運転それぞれに対する影響度を示す運転モード判断モデルを記憶する判断モデル記憶部を備え、
前記運転モード評価部は、前記周辺環境情報出力部が出力した前記周辺環境情報と前記運転者状態情報出力部が出力した前記運転者状態情報それぞれに対応する前記影響度を前記判断モデル記憶部に記憶された前記運転モード判断モデルから参照し、前記影響度と前記周辺環境情報と前記運転者状態情報との組み合わせに基づいて、前記評価値を算出す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] 前記周辺環境情報出力部は、車両の周辺環境を検知して得られた周辺環境検知データに基づいて、自然言語で前記周辺環境を記述した文字列情報を生成する周辺環境記述部と、
前記周辺環境記述部で生成された前記文字列情報を形態素解析して形態素を抽出して前記周辺環境情報として出力する形態素抽出部とを備えることを特徴とする請求項2に記載の運転支援装置。
- [請求項4] 前記周辺環境情報出力部は、車両の周辺環境を検知して得られた周辺環境検知データに基づいて、自然言語で前記周辺環境を記述した文字

列情報を生成する周辺環境記述部と、
前記周辺環境記述部で生成された前記文字列情報を形態素解析して形態素を抽出する形態素抽出部と、
前記形態素で抽出された前記形態素を数値ベクトルに変換し、前記周辺環境情報として出力する数値ベクトル化部とを備えることを特徴とする請求項2に記載の運転支援装置。

[請求項5] 車両の周辺環境を表す周辺環境情報、前記周辺環境に対応した運転者状態を表す運転者状態情報、前記周辺環境と前記運転者状態に対応した運転モードを示す運転モード情報を対応づけて学習用データとして記憶する学習用データ記憶部と、
前記学習用データ記憶部に記憶された前記周辺環境情報、前記運転者状態情報および前記運転モード情報に基づいて、車両の周辺環境と運転者の状態の自動運転と手動運転のそれぞれに対する影響度を示す運転モード判断モデルを生成する運転モード判断モデル生成部とを備えた運転モード判断モデル生成装置。

[請求項6] 前記学習用データ記憶部に記憶された前記運転者状態情報が、運転者の状態を特徴量で示す運転者状態特徴量情報であり、前記運転モード判断モデル生成部は運転モード判断モデルを生成する際の運転者状態情報として前記運転者状態特徴量情報を用いることを特徴とする請求項5に記載の運転モード判断モデル生成装置。

[請求項7] 前記学習用データ記憶部に記憶された前記運転者状態情報が、運転者の状態をセンサーで検知した運転者状態検知データであり、
前記学習用データ記憶部に記憶された前記運転者状態検知データに基づいて、運転者の状態を特徴量で示す運転者状態特徴量情報を抽出する運転者状態特徴量情報抽出部を備え、
前記運転モード判断モデル生成部は前記運転者状態特徴量情報抽出部で抽出された前記運転者状態特徴量情報と前記学習用データ記憶部に記憶された前記周辺環境情報と前記運転モード情報に基づいて、前記

運転モード判断モデルを生成することを特徴とする請求項5に記載の運転モード判断モデル生成装置。

[請求項8] 前記学習用データ記憶部に記憶された前記周辺環境情報が、車両の周辺環境をセンサーで検知した周辺環境検知データであり、
前記学習用データ記憶部に記憶された前記周辺環境検知データに基づいて、自然言語で前記周辺環境を記述した文字列情報を生成する周辺環境記述部と、
前記周辺環境記述部で生成された前記文字列情報を形態素解析して形態素を抽出する形態素抽出部とを備え、
前記運転モード判断モデル生成部は前記形態素抽出部で抽出された前記形態素と前記学習用データ記憶部に記憶された前記運転者状態情報と前記運転モード情報に基づいて、前記運転モード判断モデルを生成することを特徴とする請求項5に記載の運転モード判断モデル生成装置。

[請求項9] 前記形態素抽出部で抽出した前記形態素を数値ベクトルに変換する数値ベクトル化部を備え、
前記運転モード判断モデル生成部は前記数値ベクトル化部で生成された前記数値ベクトルと前記学習用データ記憶部に記憶された前記運転者状態情報と前記運転モード情報に基づいて、前記運転モード判断モデルを生成することを特徴とする請求項8に記載の運転モード判断モデル生成装置。

[請求項10] 車両の周辺環境を表す周辺環境情報を出力する周辺環境情報出力部と、
前記周辺環境に対応した運転者の状態を表す運転者状態情報を出力する運転者状態情報出力部と、
車両周辺環境と運転者状態それぞれの、自動運転と手動運転それぞれの運転モードに対する影響度を示す運転モード判断モデルを記憶する判断モデル記憶部と、

前記周辺環境情報出力部が出力した前記周辺環境情報と前記運転者状態情報出力部が出力した前記運転者状態情報それぞれに対応する前記影響度を前記判断モデル記憶部に記憶された前記運転モード判断モデルから参照し、前記影響度と前記周辺環境情報と前記運転者状態情報との組み合わせに基づいて、前記周辺環境情報と前記運転者状態情報の組み合わせに対する自動運転と手動運転の適性度を表す評価値を算出する運転モード評価部と、

前記運転モード評価部で算出された前記評価値に基づいて、前記周辺環境情報と前記運転者状態情報に対して適切な運転モード候補を選択する運転モード候補選択部と、

前記運転モード候補選択部で選択された運転モード候補に基づいて運転支援情報を運転者に提示する運転モード提示部と、

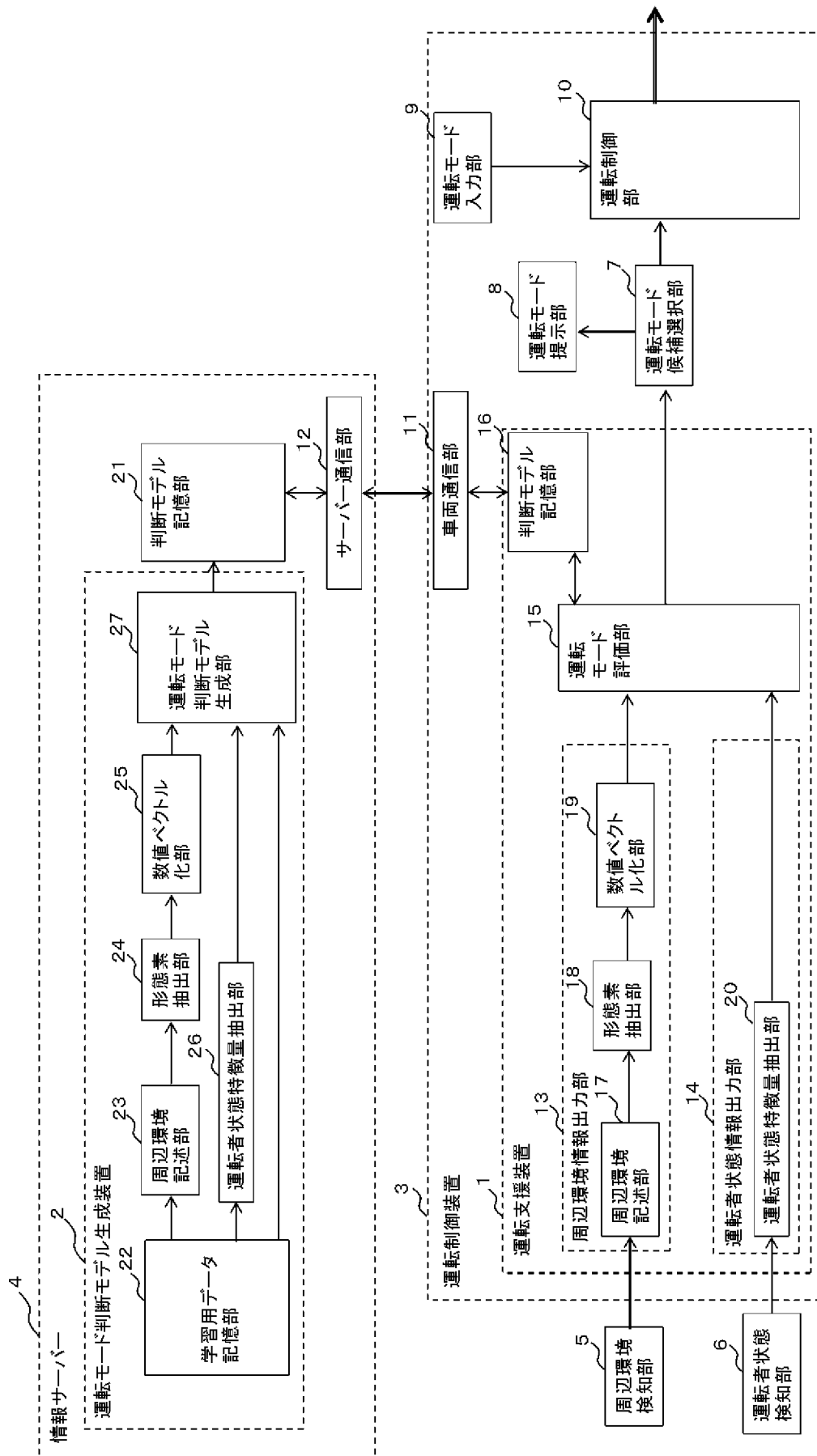
前記運転モード提示部で提示された運転支援情報に基づいて、運転者が運転モードの切り替えを行うか否かを入力する運転モード入力部と、

、

前記運転モード入力部に切り替えを行わないことを示す信号が入力された場合に、前記周辺環境情報出力部が出力した前記周辺環境情報と前記運転者状態情報出力部が出力した前記運転者状態情報と現在の運転モードを示す運転モード情報を前記学習用データ記憶部に追加する学習用データ追加部とを

備えることを特徴とする請求項5～請求項9のいずれかに記載の運転モード判断モデル生成装置。

[図1]

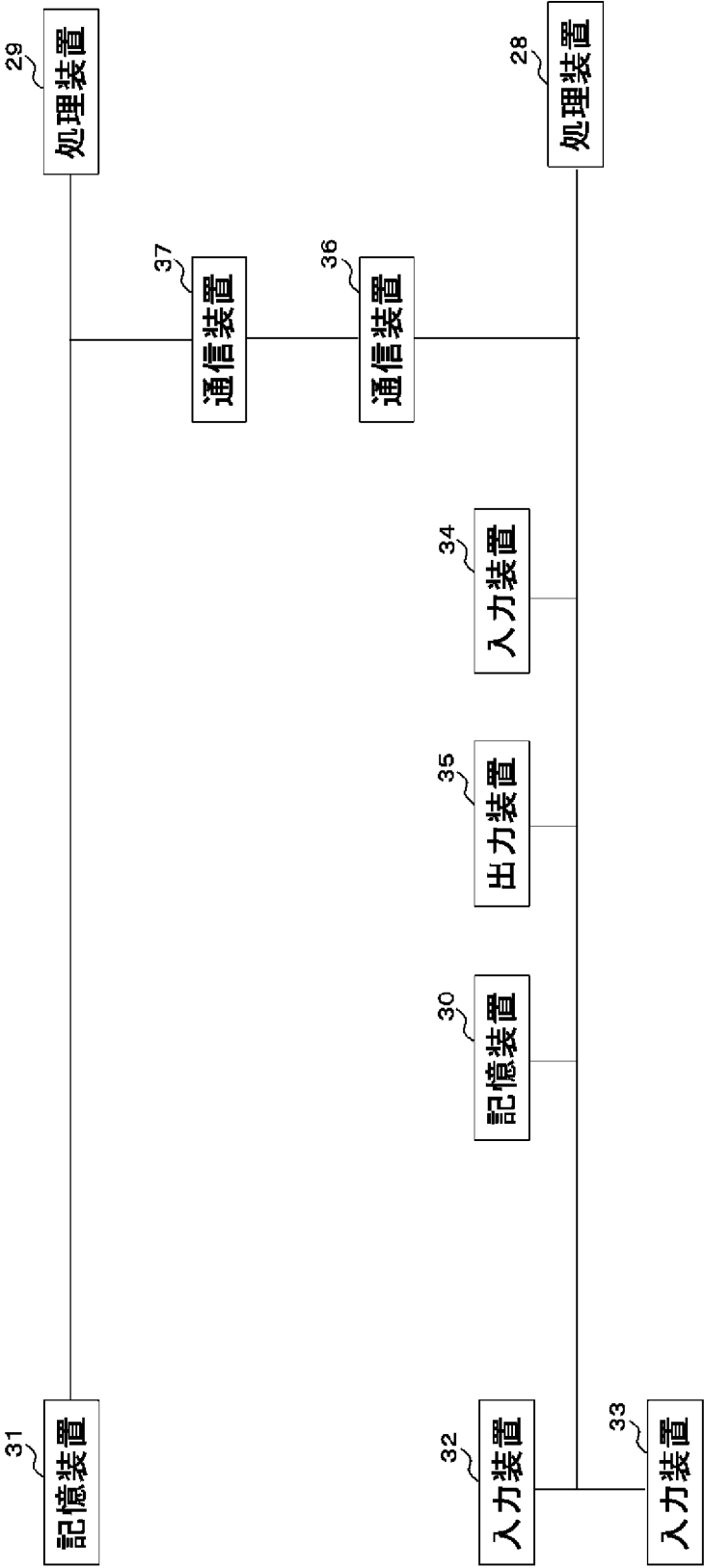


[図2]

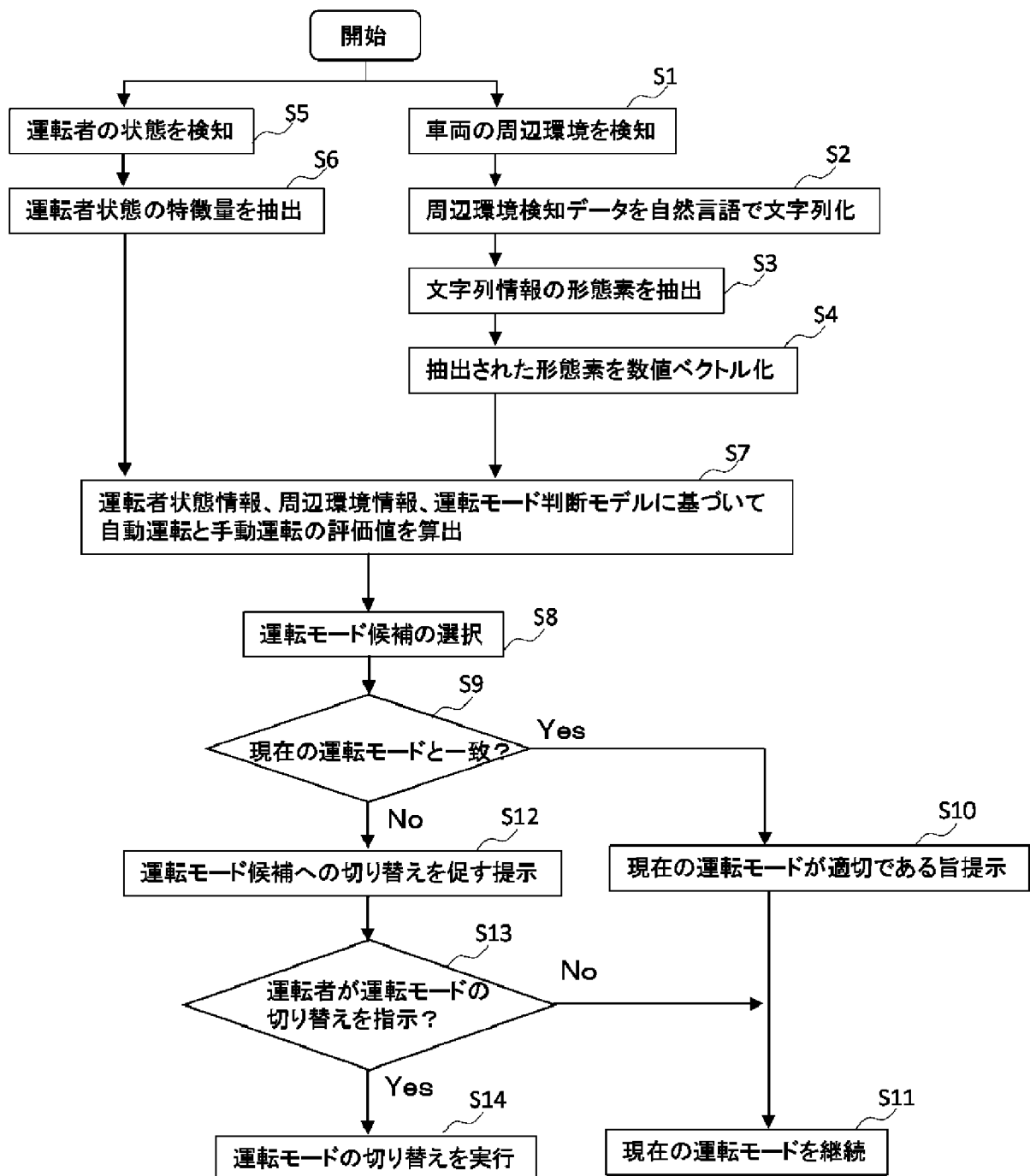
運転者状態検知データ 周辺環境検知データ 運転モードデータ

No	心電 (ECG)	眼球運動 データ	交通状況	運転モード
1	ECG信号 時系列1	眼球運動 時系列1	一般道路で走行、 歩行者が3人	手動運転
2	ECG信号 時系列2	眼球運動 時系列2	高速道路で走行、 道路が渋滞	手動運転
3	ECG信号 時系列3	眼球運動 時系列3	一般道路で走行、 歩行者が1人	自動運転
...	...		...	...

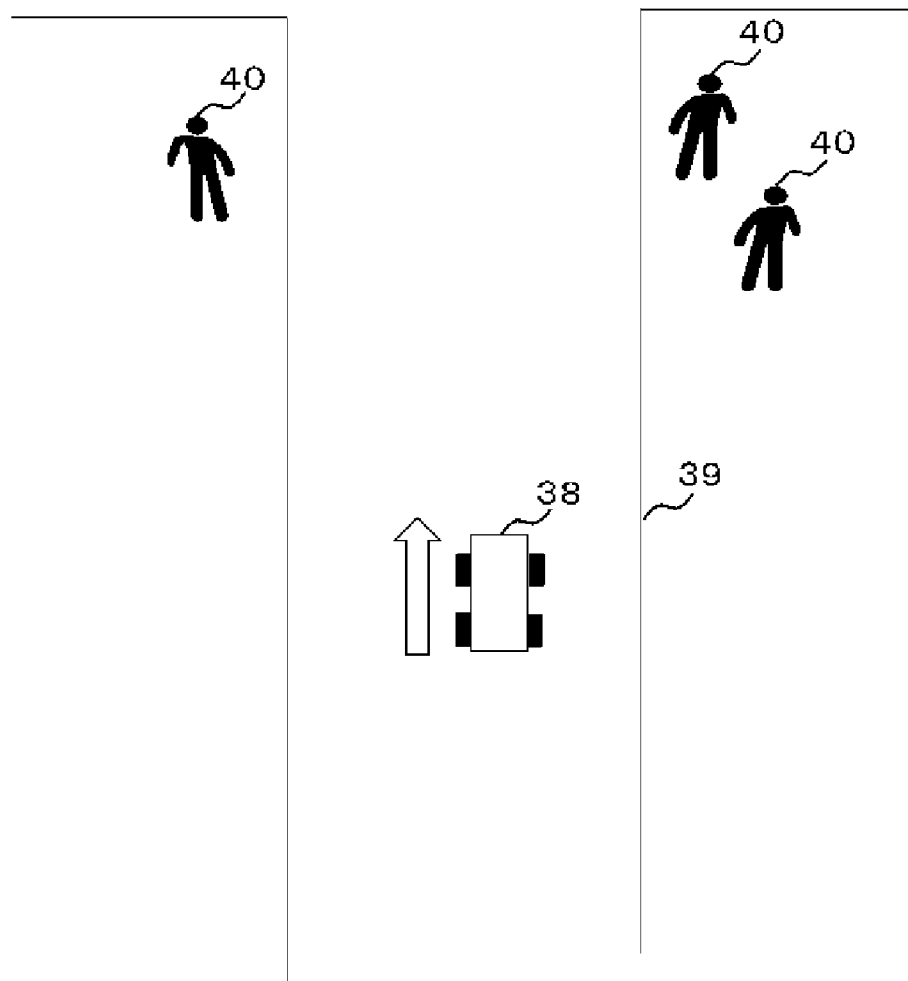
[図3]



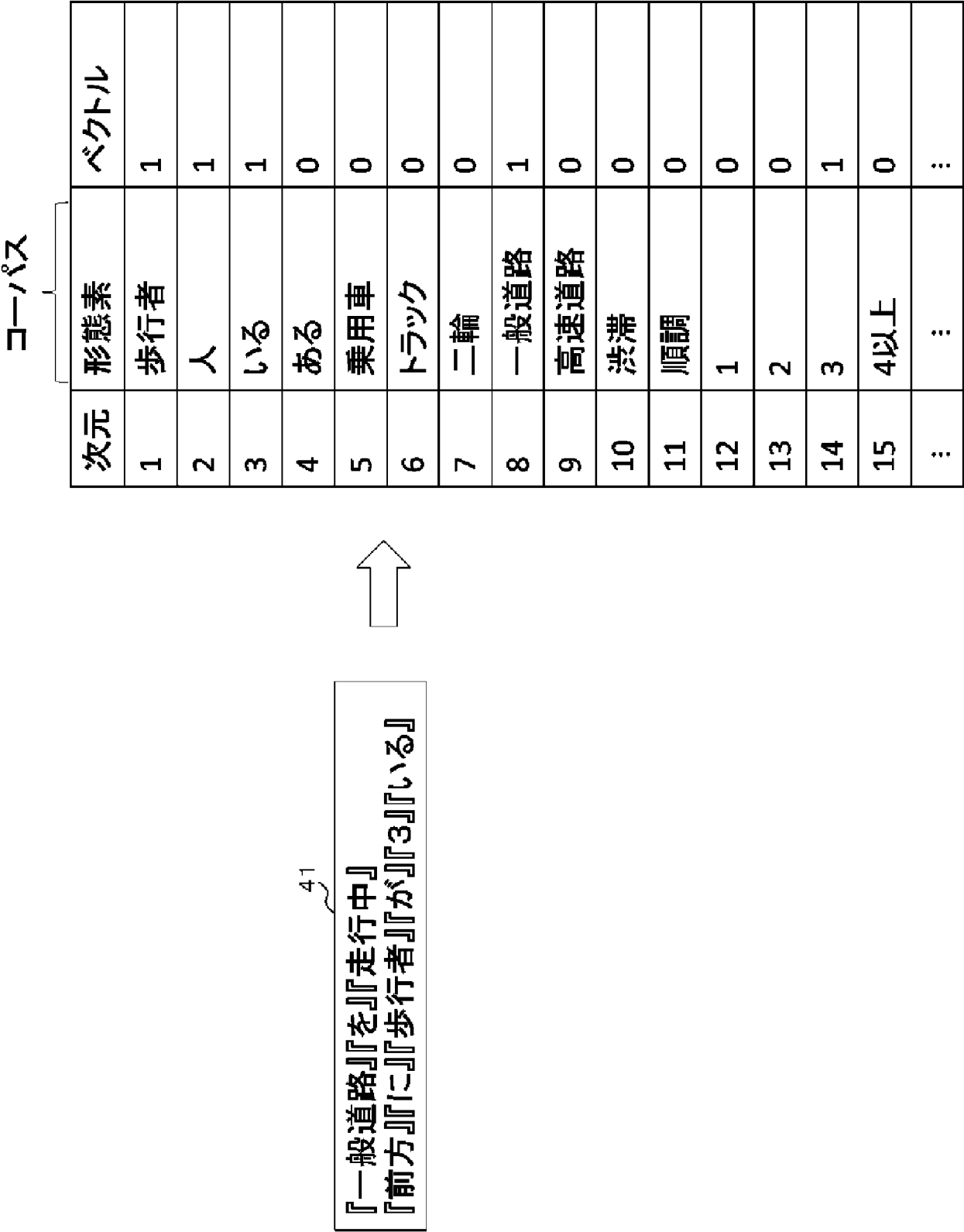
[図4]



[図5]



[図6]



[図7]

心拍間隔 [ms]	QRS幅 [s]	QRS波高さ [mV]	瞳孔径 [mm]
905	0.09	2.5	3.5

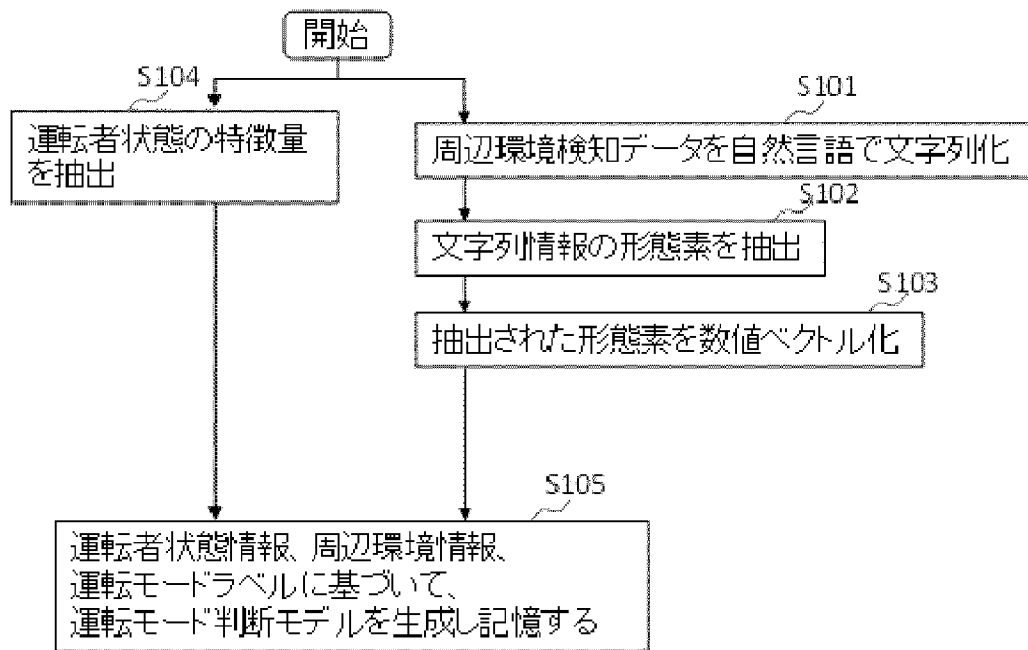
[図8]

運転者状態検知データ					周辺環境検知データ			
	RRI	QRS幅	QRS波 高さ	瞳孔径	形態素1	形態素2	形態素3	...
手動運転	0.2	0.1	0.01	0.02	0.01	0.3	0.2	...
自動運転	0.02	0.08	0.2	0.3	0.3	0.015	0.06	...

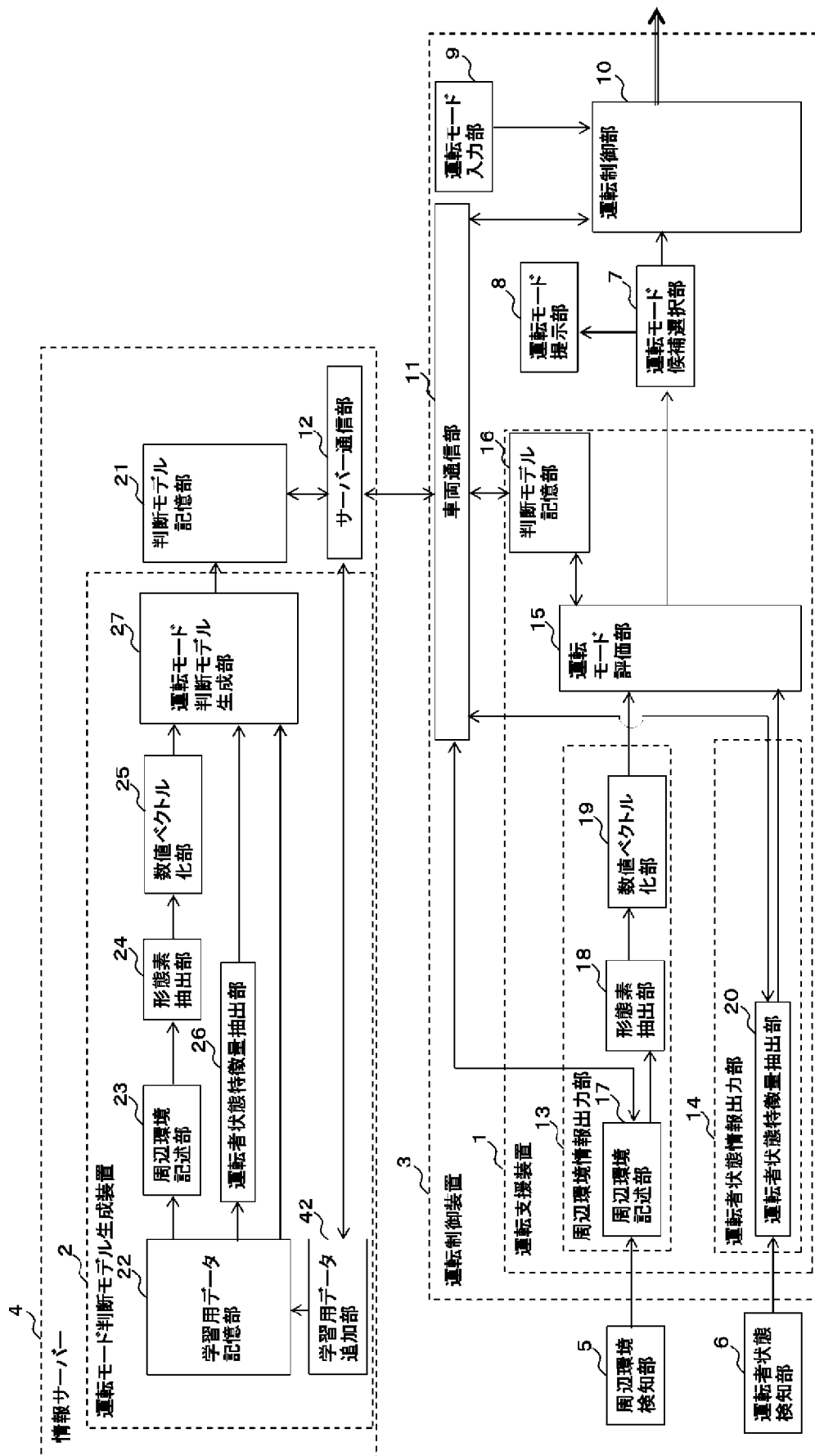
[図9]

運転者状態検知データ					周辺環境検知データ				評価値
	心拍間隔	QRS幅	QRS波 高さ	瞳孔径	形態素1	形態素2	形態素3	...	
手動運転	0.2	0.1	0.01	0.02	0.01	0.3	0.2	...	0.2
自動運転	0.02	0.08	0.2	0.3	0.3	0.015	0.06	...	0.8

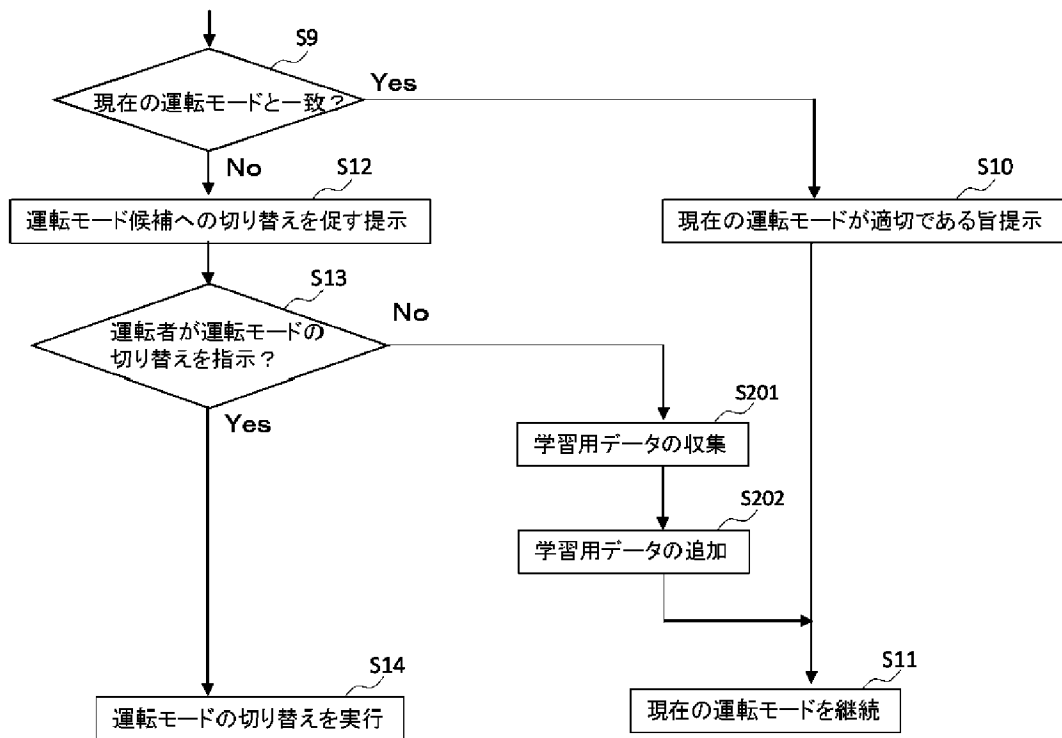
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/024277

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G08G1/09 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G08G1/09

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2017-24521 A (DENSO CORPORATION) 02 February 2017, paragraphs [0029]-[0042] & WO 2017/014093 A1	1 2-10
Y	JP 2018-25919 A (TOSHIBA CORPORATION) 15 February 2018, paragraphs [0063], [0101] & US 2018/0046195 A1, paragraphs [0074], [0111]	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.	☐ See patent family annex.
---	---

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 13.09.2018	Date of mailing of the international search report 25.09.2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G08G1/09(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G08G1/09

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2017-24521 A（株式会社デンソー）2017.02.02, [0029] - [0042] & WO 2017/014093 A1	1 2-10
Y	JP 2018-25919 A（株式会社東芝）2018.02.15, [0063], [0101] & US 2018/0046195 A1 [0074], [0111]	1

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13.09.2018

国際調査報告の発送日

25.09.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

岩田 玲彦

3H

3361

電話番号 03-3581-1101 内線 3316