(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7338582号
(P7338582)

(45)発行日　令和5年9月5日(2023.9.5)

(24)登録日　令和5年8月28日(2023.8.28)

(51)国際特許分類

		FI		
G08G 1/16 (2006.01)		G08G	1/16	C
B60W 30/095 (2012.01)		B60W	30/095	
B60W 40/04 (2006.01)		B60W	40/04	

請求項の数　18　（全16頁）

(21)出願番号　特願2020-129593(P2020-129593)
(22)出願日　令和2年7月30日(2020.7.30)
(65)公開番号　特開2022-26228(P2022-26228A)
(43)公開日　令和4年2月10日(2022.2.10)
審査請求日　令和4年11月7日(2022.11.7)

(73)特許権者　000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地
(74)代理人　100106149
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　黒木 理宏
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内
(72)発明者　大澤 弘幸
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　軌道生成装置、軌道生成方法、および軌道生成プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

自車両（Ｖａ）に予定される走行軌道を生成する軌道生成装置であって、

前記自車両周辺の移動体の挙動について、複数の予測モデルからそれぞれ予測結果を取得する挙動予測部（１１０）と、

各前記予測結果に基づいて走行した場合の安全度、快適度、および各前記予測モデルの走行環境に対する適合度のうち少なくとも１つに基づいて、各前記予測結果を調停する調停部（１２０）と、

調停された前記予測結果に基づいて、前記走行軌道の計画を実行する軌道計画部（１３０）と、

を備え、

前記挙動予測部は、前記移動体の運動意図の推定に基づく運動物理量の将来変化を想定したうえで前記予測結果を出力する意図推定モデルと、前記運動意図の推定に基づく前記運動物理量の将来変化を想定することなく前記予測結果を出力する意図非推定モデルと、から前記予測結果を取得する軌道生成装置。

【請求項２】

前記調停部は、前記安全度が低いほど、前記予測結果の前記計画への寄与度を増加させる調停を行う請求項１に記載の軌道生成装置。

【請求項３】

前記調停部は、前記快適度が低いほど、前記予測結果の前記計画への寄与度を低下させ

る調停を行い、前記安全度が許容範囲外の前記予測結果に対しては、前記快適度に基づく前記計画への寄与度の低下を中止する請求項２に記載の軌道生成装置。
【請求項４】
前記調停部は、前記走行環境において要求される運転判断の難易度に基づいて、前記適合度を評価する請求項１から請求項３のいずれか１項に記載の軌道生成装置。
【請求項５】
前記調停部は、前記走行環境と各前記予測モデルの想定環境との合致度に基づいて、前記適合度を評価する請求項１から請求項４のいずれか１項に記載の軌道生成装置。
【請求項６】
前記調停部は、前記予測モデルへと入力される情報の検出誤差の大きさに基づいて、前記適合度を評価する請求項１から請求項５のいずれか１項に記載の軌道生成装置。
【請求項７】
前記調停部は、前記自車両の特定機能の利用可否に基づいて、前記適合度を評価する請求項１から請求項６のいずれか１項に記載の軌道生成装置。
【請求項８】
前記調停部は、現在の走行シーンが前記自車両の前記運動意図の推定の対象外となる対象外シーンであるか否かに基づいて、前記適合度を評価する請求項１から請求項７のいずれか１項に記載の軌道生成装置。
【請求項９】
前記調停部は、各前記予測結果の調停が必要か否かを判定し、不要であると判定すると、複数の前記予測結果のうち特定の前記予測結果を、前記計画に寄与する前記予測結果として確定する請求項１から請求項８のいずれか１項に記載の軌道生成装置。
【請求項１０】
自車両（Ｖａ）に予定される走行軌道を生成するために、プロセッサ（１０２）により実行される軌道生成方法であって、
前記自車両周辺の移動体の挙動について、複数の予測モデルからそれぞれ予測結果を取得する挙動予測プロセス（Ｓ１０）と、
各前記予測結果に基づいて走行した場合の安全度、快適度、および各前記予測モデルの走行環境に対する適合度のうち少なくとも１つに基づいて、各前記予測結果を調停する調停プロセス（Ｓ２０，Ｓ３０，Ｓ４０，Ｓ５０，Ｓ６０）と、
調停された前記予測結果に基づいて、前記走行軌道の計画を実行する軌道計画プロセス（Ｓ８０）と、
を含み、
前記挙動予測プロセスでは、前記移動体の運動意図の推定に基づく運動物理量の将来変化を想定したうえで前記予測結果を出力する意図推定モデルと、前記運動意図の推定に基づく前記運動物理量の将来変化を想定することなく前記予測結果を出力する意図非推定モデルと、から前記予測結果を取得する軌道生成方法。
【請求項１１】
前記調停プロセスでは、前記安全度が低いほど、前記予測結果の前記計画への寄与度を増加させる調停を行う請求項１０に記載の軌道生成方法。
【請求項１２】
前記調停プロセスでは、前記快適度が低いほど、前記予測結果の前記計画への寄与度を低下させる調停を行い、前記安全度が許容範囲外の前記予測結果に対しては、前記快適度に基づく前記計画への寄与度の低下を中止する請求項１１に記載の軌道生成方法。
【請求項１３】
前記調停プロセスでは、前記走行環境において要求される運転判断の難易度に基づいて、前記適合度を評価する請求項１０から請求項１２のいずれか１項に記載の軌道生成方法。
【請求項１４】
前記調停プロセスでは、前記走行環境と各前記予測モデルの想定環境との合致度に基づいて、前記適合度を評価する請求項１０から請求項１３のいずれか１項に記載の軌道生成

方法。
【請求項１５】
前記調停プロセスでは、前記予測モデルへと入力される情報の検出誤差の大きさに基づいて、前記適合度を評価する請求項１０から請求項１４のいずれか１項に記載の軌道生成方法。
【請求項１６】
前記調停プロセスでは、現在の走行シーンが前記自車両の前記運動意図の推定の対象外となる対象外シーンであるか否かに基づいて、前記適合度を評価する請求項１０から請求項１５のいずれか１項に記載の軌道生成方法。
【請求項１７】
前記調停プロセスでは、各前記予測結果の調停が必要か否かを判定し、不要であると判定すると、複数の前記予測結果のうち特定の前記予測結果を、前記計画に寄与する前記予測結果として確定する請求項１０から請求項１６のいずれか１項に記載の軌道生成方法。
【請求項１８】
自車両（Ｖａ）に予定される走行軌道を生成するために、記憶媒体（１０１）に格納され、プロセッサ（１０２）に実行させる命令を含む軌道生成プログラムであって、
前記命令は、
前記自車両周辺の移動体の挙動について、複数の予測モデルからそれぞれ予測結果を取得させる挙動予測プロセス（Ｓ１０）と、
各前記予測結果に基づいて走行した場合の安全度、快適度、および各前記予測モデルの走行環境に対する適合度のうち少なくとも１つに基づいて、各前記予測結果を調停させる調停プロセス（Ｓ２０，Ｓ３０，Ｓ４０，Ｓ５０，Ｓ６０）と、
調停された前記予測結果に基づいて、前記走行軌道の計画を実行させる軌道計画プロセス（Ｓ８０）と、
を含み、
前記挙動予測プロセスでは、前記移動体の運動意図の推定に基づく運動物理量の将来変化を想定したうえで前記予測結果を出力する意図推定モデルと、前記運動意図の推定に基づく前記運動物理量の将来変化を想定することなく前記予測結果を出力する意図非推定モデルと、から前記予測結果を取得させる軌道生成プログラム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この明細書における開示は、移動体の挙動を予測する技術に関する。
【背景技術】
【０００２】
特許文献１には、自車両の走行を制御するシステムが開示されている。このシステムは、車両の将来挙動に関する複数の判断に重み付けし、最終的な判断結果を出力する。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【文献】特開２０１９－１６４７２９号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
ところで、自車両の周辺の移動体について挙動を予測し、その予測結果に基づいて自車両の挙動を決定することが求められている。移動体の挙動の予測結果が複数存在する場合、これらの予測結果を調停する必要がある。特許文献１には、複数の判断に対する調停の方法について詳細には開示されていない。このため、特許文献１の技術では、複数の予測結果を有効に活用できない虞がある。
【０００５】

開示される目的は、複数の予測結果を有効に活用可能な軌道生成装置、軌道生成方法、および軌道生成プログラムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

この明細書に開示された複数の態様は、それぞれの目的を達成するために、互いに異なる技術的手段を採用する。また、特許請求の範囲およびこの項に記載した括弧内の符号は、ひとつの態様として後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例であって、技術的範囲を限定するものではない。

【０００７】

開示された軌道生成装置のひとつは、自車両（Ｖａ）に予定される走行軌道を生成する軌道生成装置であって、

自車両周辺の移動体の挙動について、複数の予測モデルからそれぞれ予測結果を取得する挙動予測部（１１０）と、

各予測結果に基づいて走行した場合の安全度、快適度、および各予測モデルの走行環境に対する適合度のうち少なくとも１つに基づいて、各予測結果を調停する調停部（１２０）と、

調停された予測結果に基づいて、走行軌道の計画を実行する軌道計画部（１３０）と、

を備え、

挙動予測部は、移動体の運動意図の推定に基づく運動物理量の将来変化を想定したうえで予測結果を出力する意図推定モデルと、運動意図の推定に基づく運動物理量の将来変化を想定することなく予測結果を出力する意図非推定モデルと、から予測結果を取得する。

【０００８】

開示された軌道生成方法のひとつは、自車両（Ｖａ）に予定される走行軌道を生成するために、プロセッサ（１０２）により実行される軌道生成方法であって、

自車両周辺の移動体の挙動について、複数の予測モデルからそれぞれ予測結果を取得する挙動予測プロセス（Ｓ１０）と、

各予測結果に基づいて走行した場合の安全度、快適度、および各予測モデルの走行環境に対する適合度のうち少なくとも１つに基づいて、各予測結果を調停する調停プロセス（Ｓ２０，Ｓ３０，Ｓ４０，Ｓ５０，Ｓ６０）と、

調停された予測結果に基づいて、走行軌道の計画を実行する軌道計画プロセス（Ｓ８０）と、

を含み、

挙動予測プロセスでは、移動体の運動意図の推定に基づく運動物理量の将来変化を想定したうえで予測結果を出力する意図推定モデルと、運動意図の推定に基づく運動物理量の将来変化を想定することなく予測結果を出力する意図非推定モデルと、から予測結果を取得する。

【０００９】

開示された軌道生成プログラムのひとつは、自車両（Ｖａ）に予定される走行軌道を生成するために、記憶媒体（１０１）に格納され、プロセッサ（１０２）に実行させる命令を含む軌道生成プログラムであって、

命令は、

自車両周辺の移動体の挙動について、複数の予測モデルからそれぞれ予測結果を取得させる挙動予測プロセス（Ｓ１０）と、

各予測結果に基づいて走行した場合の安全度、快適度、および各予測モデルの走行環境に対する適合度のうち少なくとも１つに基づいて、各予測結果を調停させる調停プロセス（Ｓ２０，Ｓ３０，Ｓ４０，Ｓ５０，Ｓ６０）と、

調停された予測結果に基づいて、走行軌道の計画を実行させる軌道計画プロセス（Ｓ８０）と、

を含み、

挙動予測プロセスでは、移動体の運動意図の推定に基づく運動物理量の将来変化を想定

したうえで予測結果を出力する意図推定モデルと、運動意図の推定に基づく運動物理量の将来変化を想定することなく予測結果を出力する意図非推定モデルと、から予測結果を取得させる。

【００１０】

これらの開示によれば、各予測結果に基づいて走行した場合の安全度、快適度、および各予測モデルの走行環境に対する適合度のうち少なくとも１つに基づいて各予測結果が調停され、調停された予測結果に基づいて軌道計画が生成される。故に、安全度、快適度および適合度の少なくとも１つの観点に基づき調停された複数の予測結果を、軌道計画に活用できる。以上により、複数の予測結果を有効に活用可能な軌道生成装置、軌道生成方法、および軌道生成プログラムが提供され得る。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】軌道生成装置を含むシステムを示す図である。

【図２】軌道生成装置が有する機能の一例を示すブロック図である。

【図３】各予測結果の安全度評価を説明するための図である。

【図４】安全度に基づく重み設定の一例を示すグラフである。

【図５】各予測結果の快適度評価を説明するための図である。

【図６】快適度に基づく重み設定の一例を示すグラフである。

【図７】予測結果を用いた軌道計画を説明するための図である。

【図８】軌道生成装置が実行する軌道生成方法の一例を示すフローチャートである。

【図９】図８における適合度評価処理の詳細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】

【００１２】

（第１実施形態）

第１実施形態の軌道生成装置１００について、図１～図９を参照しながら説明する。軌道生成装置１００は、自動運転機能および高度運転支援機能の少なくとも一方を備える自車両Ｖａに搭載された電子制御装置である。軌道生成装置１００は、上述した機能により走行する自車両Ｖａの走行軌道を生成する。軌道生成装置１００は、周辺監視ＥＣＵ１０、ロケータ２０、車速センサ３０および車両制御ＥＣＵ４０と通信バス等を介して接続されている。

【００１３】

周辺監視ＥＣＵ１０は、プロセッサ、メモリ、Ｉ／Ｏ、これらを接続するバスを備えるマイクロコンピュータを主体として構成され、メモリに格納された制御プログラムを実行することで各種の処理を実行する。周辺監視ＥＣＵ１０は、周辺監視センサ１１から検出結果を取得し、当該検出結果に基づいて自車の走行環境を認識する。周辺監視センサ１１は、車両Ａの周辺環境を監視する自律センサであり、地物の特徴点の点群を検出するＬｉＤＡＲ（Light Detection and Ranging/Laser Imaging Detection and Ranging）、および車両Ａの前方を含んだ所定範囲を撮像する周辺監視カメラ等を含む。また、周辺監視センサ１１は、ミリ波レーダおよびソナー等を含んでいてもよい。周辺監視ＥＣＵ１０は、周辺監視センサ１１の検出情報に基づき、他車両Ｖｂおよび歩行者等の移動体の有無、およびその相対位置、相対速度等を周辺情報として認識する。また、周辺監視ＥＣＵ１０は、周辺監視センサ１１の故障有無を判断する。周辺監視ＥＣＵは、周辺情報および故障有無を軌道生成装置へと逐次提供する。

【００１４】

ロケータ２０は、複数の取得情報を組み合わせる複合測位により、自車位置情報等を生成する。ロケータ２０は、ＧＮＳＳ（Global Navigation Satellite System）受信機２１、慣性センサ２２、地図ＤＢ２３、およびロケータＥＣＵ２４を備えている。ＧＮＳＳ受信機２１は、複数の測位衛星からの測位信号を受信する。慣性センサ２２は、車両Ａに作用する慣性力を検出するセンサである。慣性センサ２２は、例えばジャイロセンサおよび加速度センサを備える。

【００１５】
地図ＤＢ２３は、不揮発性メモリであって、リンクデータ、ノードデータ、道路形状、構造物等の地図データを格納している。加えて、地図ＤＢ２３は、信号機の位置、道路標識の種別、位置、および道路標示の種別、位置等の情報を格納している。地図データは、道路形状および構造物の特徴点の点群からなる三次元地図であってもよい。なお、三次元地図は、ＲＥＭ（Road Experience Management）によって撮像画像をもとに生成されたものであってもよい。また、地図データには、交通規制情報、道路工事情報、気象情報等が含まれていてもよい。地図ＤＢ２３に格納された地図データは、車載通信器にて受信される最新の情報に基づいて、定期的または随時に更新される。
【００１６】
ロケータＥＣＵ２４は、プロセッサ、ＲＡＭ、記憶部、入出力インターフェース、およびこれらを接続するバス等を備えたマイクロコンピュータを主体として含む構成である。ロケータＥＣＵは、ＧＮＳＳ受信機で受信する測位信号、地図ＤＢの地図データ、および慣性センサの計測結果を組み合わせることにより、車両Ａの位置（以下、自車位置）を逐次測位する。自車位置は、例えば緯度経度の座標で表される構成とすればよい。なお、自車位置の測位には、車両Ａに搭載された車速センサ３０から逐次出力される信号から求めた走行距離を用いる構成としてもよい。地図データとして、道路形状および構造物の特徴点の点群からなる３次元地図を用いる場合、ロケータは、ＧＮＳＳ受信機を用いずに、この３次元地図と、周辺監視センサでの検出結果とを用いて、自車位置を特定する構成としてもよい。ロケータＥＣＵ２４は、自車位置情報、地図データ、および慣性センサ２２の検出情報等を、軌道生成装置へと逐次提供する。
【００１７】
車両制御ＥＣＵ４０は、車両Ａの加減速制御および操舵制御を行う電子制御装置である。車両制御ＥＣＵとしては、操舵制御を行う操舵ＥＣＵ、加減速制御を行うパワーユニット制御ＥＣＵおよびブレーキＥＣＵ等がある。車両制御ＥＣＵは、車両Ａに搭載された舵角センサ、車速センサ等の各センサから出力される検出信号を取得し、電子制御スロットル、ブレーキアクチュエータ、ＥＰＳ（Electric Power Steering）モータ等の各走行制御デバイスへ制御信号を出力する。車両制御ＥＣＵは、車両Ａの制御指示を走行支援装置から取得することで、当該制御指示に従う自律走行または運転支援を実現するように、各走行制御デバイスを制御する。
【００１８】
軌道生成装置１００は、メモリ１０１、プロセッサ１０２、入出力インターフェース、およびこれらを接続するバス等を備えたコンピュータを主体として含む構成である。プロセッサ１０２は、演算処理のためのハードウェアである。プロセッサ１０２は、例えばＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＧＰＵ（Graphics Processing Unit）およびＲＩＳＣ（Reduced Instruction Set Computer）－ＣＰＵ等のうち、少なくとも一種類をコアとして含む。
【００１９】
メモリ１０１は、コンピュータにより読み取り可能なプログラムおよびデータ等を非一時的に格納または記憶する、例えば半導体メモリ、磁気媒体および光学媒体等のうち、少なくとも一種類の非遷移的実体的記憶媒体（non-transitory tangible storage medium）である。メモリ１０１は、後述の軌道生成プログラム等、プロセッサ１０２によって実行される種々のプログラムを格納している。
【００２０】
プロセッサ１０２は、メモリ１０１に格納された軌道生成プログラムに含まれる複数の命令を、実行する。これにより軌道生成装置１００は、自車両Ｖａの将来軌道を生成するための機能部を、複数構築する。このように軌道生成装置１００では、メモリ１０１に格納されたプログラムが複数の命令をプロセッサ１０２に実行させることで、複数の機能部が構築される。具体的に、軌道生成装置１００には、図２に示すように、挙動予測部１１０、予測結果調停部１２０および軌道計画部１３０等の機能部が構築される。

【００２１】
挙動予測部１１０は、自車両Ｖａ周辺の移動体の挙動を予測する。予測対象とされる移動体は、他車両Ｖｂであってもよいし、歩行者および動物等でもよい。挙動予測部１１０は、複数の予測モデルに入力情報を入力し、各予測モデルから予測結果を出力させる。入力情報には、例えば、移動体の位置情報および速度情報、自車両Ｖａの位置情報、速度情報および加速度情報を含む。さらに、入力情報には、信号機の位置および点灯色等の信号機情報、標識の位置および種別等の標識情報、道路標示（停止線等）の位置および種別等の道路標示情報を含む。なお、各予測モデルに入力する入力情報は、全て共通していてもよいし、少なくとも一部が異なっていてもよい。各予測モデルは、例えば、移動体の挙動の予測結果を位置毎の確率分布として出力する。挙動予測部１１０は、出力された予測結果を予測結果調停部１２０へと逐次提供する。
【００２２】
複数の予測モデルは、それぞれ異なるポリシーにより規定されている。複数の予測モデルは、例えば、予測対象となる移動体の運動意図を推定しない意図非推定モデル、および移動体の運動意図を推定する複数の意図推定モデルを含んでいる。意図非推定モデルは、現在の移動体情報に基づく線形予測により、予測結果を出力する。すなわち、意図非推定モデルは、移動体の現在の運動物理量が単に維持されると仮定して、移動体の挙動を予測する。
【００２３】
一方、複数の意図推定モデルは、運動意図の推定により、移動体の現在の運動物理量が将来変化すると仮定して、移動体の挙動を予測する。意図推定モデルは、例えば、移動体情報の入力に対して移動体の挙動予測を出力するように機械学習によって学習された学習済みモデルによって提供される。複数の意図推定モデルには、自動車専用道路での予測に最適化されたモデル、一般道での予測に最適化されたモデル、特定の地域での予測に最適化されたモデル等が含まれる。すなわち、複数の意図推定モデルは、それぞれ特定の走行環境に特化した学習済みモデルである。意図推定モデルには、自転車およびバイクが多い領域、動物が多い領域、荒い運転が多い領域等に最適化されたモデルが含まれていてもよい。複数の意図推定モデルは、共通のモデルをベースとしてそれぞれ機械学習されたものでもよく、異なったモデルをベースとしたものであってもよい。なお、意図推定モデルは、機械学習によって学習された学習済みモデルの代わりに、ルールベースモデルによって提供されてもよい。
【００２４】
予測結果調停部１２０は、各予測モデルの予測結果を複数の評価基準に基づいて評価する。予測結果調停部１２０は、サブ機能部として、調停要否判定部１２１、安全度評価部１２２、快適度評価部１２３、適合度評価部１２４および確定部１２５を含んでいる。
【００２５】
調停要否判定部１２１は、複数の予測結果を調停する必要があるか否かを判定する。調停要否判定部１２１は、複数の予測結果の間の差異が許容範囲より大きい場合には、調停の必要ありと判定する。
【００２６】
具体的には、調停要否判定部１２１は、複数の予測結果の分散を算出し、当該分散が閾値より大きい場合に調停の必要ありと判定し、分散が閾値より小さい場合には、調停不要と判定する。または、調停要否判定部１２１は、各予測結果に基づく自車両Ｖａの走行軌道を計画し、各走行軌道の一致度が所定値を上回る場合に、調停が不要であると判定してもよい。
【００２７】
安全度評価部１２２は、複数の予測結果について、安全度を評価する。具体的には、安全度評価部１２２は、まず各予測結果に基づいて暫定的な経路である評価経路Ｒｅをそれぞれ生成し、当該評価経路Ｒｅの安全度評価値ＥＶｓを算出する。
【００２８】

安全度評価値ＥＶｓは、評価経路Ｒｅの安全度の指標となる指標パラメータに基づいて算出される。例えば、安全度評価部１２２は、移動体と自車両Ｖａとの衝突余裕時間（ＴＴＣ：Time To Collision）を指標パラメータとする。安全度評価部１２２は、ＴＴＣが小さいほど、安全度評価値ＥＶｓを小さく評価する。すなわち、安全度評価部１２２は、評価経路Ｒｅの安全度が低いほど、安全度評価値ＥＶｓを低くする。一例として、安全度評価部１２２は、図４に示すＴＴＣと安全度評価値ＥＶｓの対応関係のグラフに応じて、安全度評価値ＥＶｓを決定すればよい。

【００２９】

さらに、安全度評価部１２２は、安全度評価値ＥＶｓに応じた重みを、予測結果に対して設定する。具体的には、安全度評価部１２２は、安全度評価値ＥＶｓが低い予測結果ほど、より大きい重みを設定する。換言すれば、安全度評価部１２２は、自車両Ｖａの安全に対する影響（例えば衝突リスク）が大きい予測結果の軌道計画への寄与度がより大きくなるように、重みを設定する。図３に示す例では、評価経路Ｒｅの右折を遮る第１予測モデルの予測結果の重みｗ１は、所定の規定値より大きく設定され、評価経路Ｒｅの右折を遮ることのない第２予測モデルの予測結果の重みｗ２は、所定の規定値から変更されない。なお、図３においては、各予測モデルの予測結果が、他車両Ｖｂの進行方向に示されたグレースケールのモザイクにより表現されている。モザイクが濃色になるほど、他車両Ｖｂの存在確率が高くなる（図５、７も同様）。例えば、安全度評価部１２２は、図４に示すグラフにて規定された安全度評価値ＥＶｓと重みw_nとの関係に基づいて、各予測結果の重みを決定する。詳記すると、安全度評価部１２２は、安全度評価値ＥＶｓが所定の値を上回る場合には、安全評価値の大きさに関わらず一定の重み（ベース重みｗ＿ｂ）を設定する。そして、安全度評価部１２２は、安全度評価値ＥＶｓが所定の値よりも小さいほど、ベース重みに対してより大きな重みを設定する。

【００３０】

なお、安全度評価部１２２は、ＴＴＣ以外の値を指標パラメータとしてもよい。例えば、安全度評価部１２２は、他車両Ｖｂの車速または種別等を、指標パラメータとしてもよい。具体的には、安全度評価部１２２は、他車両Ｖｂの車速が大きいほど、またはより車格の大きい種別ほど、安全度評価値ＥＶｓを低く設定すればよい。安全度評価部１２２は、現在の走行環境に応じて指標パラメータを適宜変更してよい。

【００３１】

快適度評価部１２３は、複数の予測結果について、快適度を評価する。具体的には、快適度評価部１２３は、各予測結果に基づいて評価経路Ｒｅを生成し、当該評価経路Ｒｅについて快適度評価値ＥＶｃを算出する。

【００３２】

快適度評価値ＥＶｃは、評価経路Ｒｅの快適度の指標となる指標パラメータに基づいて算出される。例えば、快適度評価部１２３は、評価経路Ｒｅの走行時間を指標パラメータとする。具体的には、快適度評価部１２３は、評価経路Ｒｅを短い時間で走行できるほど、快適度評価値ＥＶｃが大きいと判断する。

【００３３】

詳記すると、自車両Ｖａの現在車線に隣接する車線に走行する他車両Ｖｂの挙動に関して、第２予測モデルにより他車両Ｖｂが現在車線に進入する予測結果が出力された場合、評価経路Ｒｅは、他車両Ｖｂへの接近を回避するように減速する経路となる（図５参照）。この場合、快適度評価部１２３は、他車両Ｖｂを追い越す評価経路Ｒｅが生成される第１予測モデルの予測結果と比較して、第２予測モデルの予測結果の快適度評価値ＥＶｃを小さく算出する。一例として、快適度評価部１２３は、図６に示す評価経路Ｒｅの走行時間と快適度評価値ＥＶｃの対応関係のグラフに応じて、快適度評価値ＥＶｃを決定すればよい。

【００３４】

なお、快適度評価部１２３は、評価経路Ｒｅの走行時間以外の値を指標パラメータとしてもよい。例えば、快適度評価部１２３は、自車両Ｖａの横方向の加速度変化を指標パラ

メータとし、加速度変化が大きいほど快適度評価値ＥＶｃを小さく算出してもよい。快適度評価部１２３は、現在の走行環境に応じて指標パラメータを適宜変更してよい。

【００３５】

さらに、快適度評価部１２３は、快適度評価値ＥＶｃに応じた重みを、予測結果に対して設定する。具体的には、快適度評価部１２３は、快適度評価値ＥＶｃが低い予測結果ほど、より小さい重みを設定する。換言すれば、快適度評価部１２３は、快適度の小さい予測結果の軌道計画への寄与度がより小さくなるように、重みを設定する。例えば、快適度評価部１２３は、図６に示すグラフにて規定された快適度評価値ＥＶｃと重みとの関係に基づいて、予測結果の重みを決定する。詳記すると、快適度評価部１２３は、快適度評価値ＥＶｃが所定の値を上回る場合には、快適度評価値ＥＶｃの大きさに関わらず一定の重み（ベース重みｗ＿ｂ）を設定する。そして、快適度評価部１２３は、快適度評価値ＥＶｃが所定の値よりも小さいほど、ベース重みｗ＿ｂに対してより小さい重みを設定する。

【００３６】

ただし、快適度評価部１２３は、安全度評価部１２２にて安全度評価値ＥＶｓが許容範囲外となる予測結果、例えば閾値を下回った予測結果に対しては、重みを小さくする設定を中止する。換言すれば、快適度評価部１２３は、安全度評価値ＥＶｓが閾値を下回った予測結果に関しては、快適度評価値ＥＶｃに応じた軌道計画への寄与度の減少を中止する。

【００３７】

適合度評価部１２４は、自車両Ｖａの走行環境に基づいて、各予測結果の重みを設定する。具体的には、適合度評価部１２４は、自車両Ｖａの走行環境と各予測モデルとの適合度に応じて、重みを設定する。

【００３８】

適合度評価部１２４は、走行環境に対する予測モデルの適合度が高いほど、当該予測モデルによる予測結果の重みを大きく設定する。換言すれば、適合度評価部１２４は、予測モデルの得意とする走行環境を走行中の場合には、当該予測モデルによる予測結果の重みを大きく設定し、苦手とする走行環境を走行中の場合には、当該予測結果の重みを小さく設定する。

【００３９】

例えば、適合度評価部１２４は、運転判断の難易度が相対的に高い領域を走行中の場合には、難易度が相対的に低い領域を走行中である場合よりも、意図推定モデルの適合度が高いと判断する。運転判断の難易度は、例えば、自車両Ｖａの進行を阻害し得る移動体の推定出現頻度等に基づいて決定されるものであればよい。適合度評価部１２４は、運転判断の難易度の高低を、現在の走行領域が予め規定された特定領域であるか否かに応じて判断する。特定領域には、横断歩行者が比較的多い領域、分岐または合流地点がある領域、ラウンドアバウトがある領域等が含まれる。適合度評価部１２４は、これらの特定領域を走行中であると判定した場合には、意図推定モデルに基づく予測結果の重みを、特定領域を走行中でないと判定した場合よりも大きくする。

【００４０】

さらに、適合度評価部１２４は、各予測モデルの特化した走行環境、すなわち各予測モデルの想定環境のうち少なくとも１つが現在の走行環境と合致するか否かを判定する。合致すると判定した場合には、適合度評価部１２４は、合致する予測モデルによる予測結果の重みを、合致しないと判定した場合よりも大きくする。予測モデルの特化した走行環境は、例えば、自転車およびバイクが多い領域、動物が多い領域、荒い運転が多い領域等である。

【００４１】

加えて、適合度評価部１２４は、周辺監視センサ１１の検出誤差が大きくなると推定されるほど、意図推定モデルの適合度が低いと判断する。例えば、適合度評価部は、予測対象が遠方に存在するほど、検出誤差が大きくなると推定する。また、適合度評価部１２４は、走路曲率が大きいほど、検出誤差が大きくなると推定する。さらに、適合度評価部１２４は、雨量が大きいほど、検出誤差が大きくなると推定する。また、適合度評価部１２

４は、光量が小さいほど、検出誤差が大きくなると推定する。加えて、適合度評価部１２４は、トンネル内を走行中の場合には、トンネル外を走行中の場合よりも検出誤差が大きくなると推定する。

【００４２】

さらに、適合度評価部１２４は、現在の走行シーンが意図推定の予測対象としない対象外シーンである場合に、対象外シーンではない場合よりも意図推定モデルの適合度が低いと判断する。対象外シーンには、例えば、事故現場、工事現場、センサ限界等が含まれる。

【００４３】

また、適合度評価部１２４は、自車両Ｖａの特定機能が利用不可である場合に、利用可能である場合よりも意図推定モデルの適合度が低いと判断する。特定機能とは、周辺監視センサ１１の検出機能、高度運転支援機能等である。

【００４４】

確定部１２５は、重みが設定された各予測結果を統合し、調停済みの予測結果を生成する。第ｉ予測モデルに設定された重みをｗｉ、第ｉ予測モデルの予測結果Ｐａ，ｉとすると、調停済みの予測結果Ｐａは、以下の数式（１）に基づき取得される。

【数１】

$$P_a = \sum_i^n \omega_i P_{a,i} \quad \cdots (1)$$

【００４５】

ただし、確定部１２５は、調停要否判定部１２１にて予測結果の調停が必要ではないと判定された場合には、予測結果の調停を中止する。この場合、確定部１２５は、複数の予測結果のうち、特定の予測モデルによる予測結果を、最終的な移動体の予測結果として確定する。このときの特定の予測モデルは、予め設定されている。または、自車両Ｖａの走行環境に応じて特定の予測モデルが適宜変更されてもよい。

【００４６】

軌道計画部１３０は、確定部１２５にて確定した移動体の予測結果に基づいて、自車両Ｖａの辿る将来軌道を生成する。将来軌道は、将来行動に従う走行予定軌跡であり、自車両Ｖａの進行に応じた自車両Ｖａの走行位置を規定する。加えて、将来軌道は、各走行位置における自車両Ｖａの速度を規定するものであってもよい。

【００４７】

具体的には、軌道計画部１３０は、図７に示すように、予測結果に基づいて、自車両Ｖａの走行可能領域Ａｐを規定する。軌道計画部１３０は、例えば移動体の存在確率が閾値を下回る領域を走行可能領域Ａｐとすればよい。軌道計画部１３０は、この走行可能領域Ａｐに収まるように将来軌道を計画する。軌道計画部１３０は、生成した軌道計画を、車両制御ＥＣＵ４０へと逐次提供する。

【００４８】

次に、機能ブロックの共同により、軌道生成装置１００が実行する軌道生成方法のフローを、図８，９に従って以下に説明する。なお、後述するフローにおいて「Ｓ」とは、プログラムに含まれた複数命令によって実行される、フローの複数ステップを意味する。

【００４９】

まず図８のＳ１０では、挙動予測部１１０が、各予測モデルに基づいて移動体の予測結果を複数取得する。次に、Ｓ２０では、調停要否判定部１２１が、予測結果の調停が必要か否かを判定する。調停が必要であると判定すると、Ｓ３０にて、安全度評価部１２２が、安全度を評価する。続くＳ４０では、快適度評価部１２３が、快適度を評価する。さらに、Ｓ５０では、適合度評価部１２４が、現在の走行環境と各予測モデルとの適合度を評価する。そして、Ｓ６０では、確定部１２５が、Ｓ３０～Ｓ５０での評価結果に基づいて、予測結果を確定する。

【００５０】

一方、Ｓ２０にて予測結果の調停が不要であると判定した場合、Ｓ７０にて、確定部１２５が、予測結果を１つの予測モデルに基づくものに確定する。Ｓ６０またはＳ７０の処

理の後、Ｓ８０にて、軌道計画部１３０が予測結果に基づく自車両Ｖａの走行軌道を生成し、その後一連の処理を終了する。

【００５１】

次に、適合度評価部１２４による適合度の評価方法のフローを、図９に従って以下に説明する。

【００５２】

まず、Ｓ５１では、現在の走行環境について運転判断の難易度を判断する。次に、Ｓ５２では、現在の走行環境について予測モデルの特化領域との一致度を判断する。続くＳ５３では、予測モデルへの入力情報の検出誤差の大きさを判断する。さらに、Ｓ５４では、自車両Ｖａの特定機能の故障有無を判断する。次に、Ｓ５５では、現在の走行シーンが例外シーンであるか否かを判断する。Ｓ５６では、Ｓ５１～Ｓ５５の判断結果に基づき、各予測結果の重みを決定し、図８のフローへと戻る。

【００５３】

なお、上述のＳ１０が「挙動予測プロセス」、Ｓ２０～Ｓ６０が「調停プロセス」、Ｓ８０が「軌道計画プロセス」の一例である。

【００５４】

以上の第１実施形態によれば、各予測結果に基づいて走行した場合の安全度、快適度、および各予測モデルの走行環境に対する適合度のうち少なくとも１つに基づいて各予測結果が調停され、調停された予測結果に基づいて軌道計画が生成される。故に、安全度、快適度および適合度の少なくとも１つの観点に基づき調停された複数の予測結果を、軌道計画に活用できる。以上により、複数の予測結果を有効に活用可能となる。

【００５５】

また、第１実施形態によれば、安全度が低いほど、予測結果の軌道計画への寄与度を増加させる調停が行われる。故に、予測結果に基づいて走行した場合の安全度が比較的低い場合、軌道計画において当該予測結果がより重視される。したがって、より安全性を重視した軌道計画が可能となり得る。

【００５６】

さらに、第１実施形態によれば、快適度が低いほど、予測結果の起動計画への寄与度を低下させる調停が実行される。且つ、安全度が許容範囲外の予測結果に対しては、快適度に基づく軌道計画への寄与度の低下が中止される。故に、安全度が許容範囲内である限り快適度が比較的高い予測結果が重視される。これにより、走行の安全性を確保しつつ、より快適性を高めた軌道計画が可能となり得る。

【００５７】

加えて、第１実施形態によれば、走行環境において要求される運転判断の難易度に基づいて、適合度が評価されるため、当該難易度に応じた予測結果の調停が行われる。特に、第１実施形態においては、運転判断の難易度が高いほど意図推定モデルによる予測結果が重視され得る。したがって、より意図推定モデルの適した走行環境において、適切に予測結果が調停され得る。

【００５８】

また、第１実施形態によれば、走行環境と各予測モデルの想定環境との合致度に基づいて、適合度が評価されるため、当該合致度に応じた予測結果の調停が行われる。したがって、各予測モデルの適した走行環境に応じて、適切に予測結果が調停され得る。

【００５９】

加えて、第１実施形態によれば、予測モデルへと入力される情報の検出誤差の大きさに基づいて、適合度が評価されるため、当該検出誤差に応じた予測結果の調停が行われる。特に、第１実施形態においては、検出誤差が大きいほど意図推定モデルによる予測結果の軌道計画への寄与度が低下される。したがって、より意図推定の誤りが発生し得る場合において、適切に予測結果が調停され得る。

【００６０】

さらに、第１実施形態によれば、自車両の特定機能の利用可否に基づいて、適合度が評

価されるため、当該利用可否に応じた予測結果の調停が行われる。特に、第１実施形態においては、特定機能が利用不可能な場合に意図推定モデルによる予測結果の軌道計画への寄与度が低下される。したがって、意図推定モデルが不得意な走行環境においても、適切に予測結果が調停され得る。

【００６１】

さらに、第１実施形態によれば、現在の走行シーンが自車両の運動意図の推定の対象外となる対象外シーンであるか否かに基づいて、適合度の評価およびこの評価結果に応じた予測結果の調停が行われる。特に、第１実施形態においては、現在の走行シーンが対象外シーンである場合に意図推定モデルによる予測結果の軌道計画への寄与度が低下される。したがって、意図推定モデルが対象としない走行環境において、適切に予測結果が調停され得る。

【００６２】

さらに、第１実施形態によれば、各予測結果の調停が必要か否か判定され、不要であると判定されると、複数の予測結果のうち特定の予測結果が、軌道計画に寄与する予測結果として確定される。故に、予想結果の調停が不要な場合には、特定の予測結果のみが軌道計画に利用される。したがって、予測結果の調停において必要な演算負荷が低減され得る。

【００６３】

（他の実施形態）

この明細書における開示は、例示された実施形態に制限されない。開示は、例示された実施形態と、それらに基づく当業者による変形態様を包含する。例えば、開示は、実施形態において示された部品および／または要素の組み合わせに限定されない。開示は、多様な組み合わせによって実施可能である。開示は、実施形態に追加可能な追加的な部分をもつことができる。開示は、実施形態の部品および／または要素が省略されたものを包含する。開示は、ひとつの実施形態と他の実施形態との間における部品および／または要素の置き換え、または組み合わせを包含する。開示される技術的範囲は、実施形態の記載に限定されない。開示されるいくつかの技術的範囲は、特許請求の範囲の記載によって示され、さらに特許請求の範囲の記載と均等の意味及び範囲内での全ての変更を含むものと解されるべきである。

【００６４】

上述の実施形態において、軌道生成装置１００は、安全度、快適度、適合度の全てに基づいて、各予測結果を調停するとしたが、少なくとも１つに基づいて各予測結果を調停する構成であればよい。

【００６５】

軌道生成装置１００は、デジタル回路およびアナログ回路のうち少なくとも一方をプロセッサとして含んで構成される、専用のコンピュータであってもよい。ここで特にデジタル回路とは、例えば、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）、ＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）、ＳＯＣ（System on a Chip）、ＰＧＡ（Programmable Gate Array）、およびＣＰＬＤ（Complex Programmable Logic Device）等のうち、少なくとも一種類である。またこうしたデジタル回路は、プログラムを格納したメモリを、備えていてもよい。

【００６６】

軌道生成装置１００は、１つのコンピュータ、またはデータ通信装置によってリンクされた一組のコンピュータ資源によって提供され得る。例えば、上述の実施形態における軌道生成装置１００の提供する機能の一部は、他のＥＣＵによって実現されてもよい。

【符号の説明】

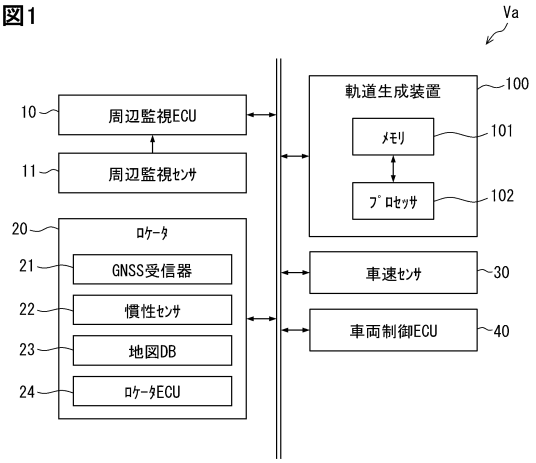
【００６７】

１００ 軌道生成装置、 １０１ メモリ（記憶媒体）、 １０２ プロセッサ、 １１０ 挙動予測部、 １２０ 予測結果調停部（調停部）、 １３０ 軌道計画部、 Ｖａ 自車両。

【図面】

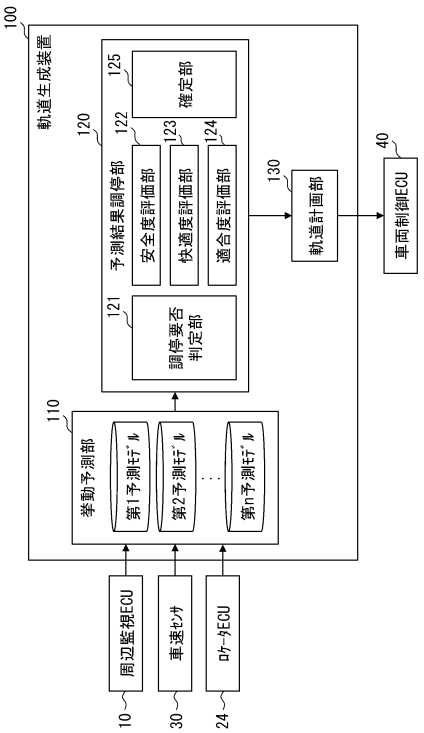
【図１】

図1



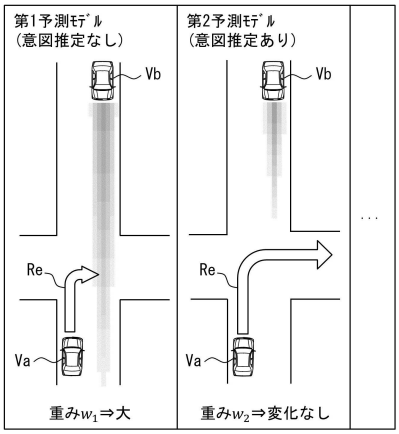
【図２】

図2



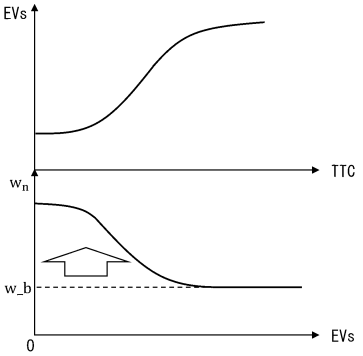
【図３】

図3

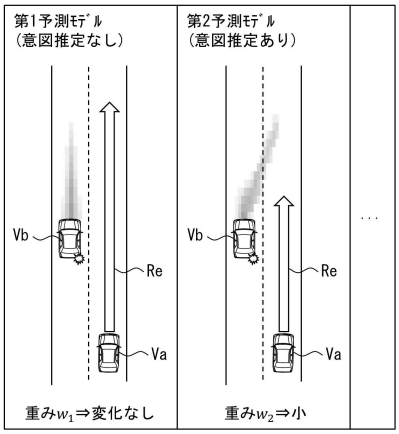


【図４】

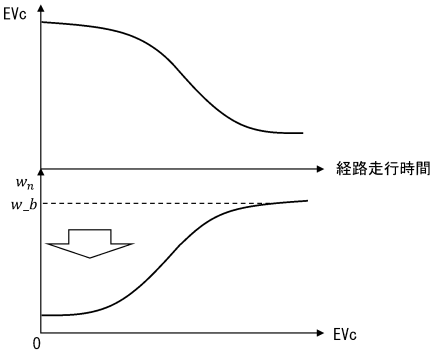
図4



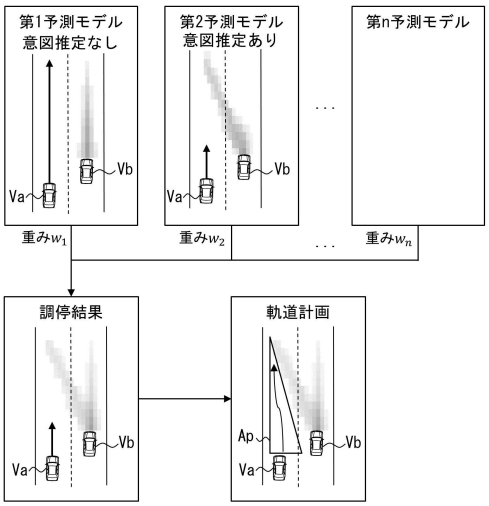
【図５】
図5



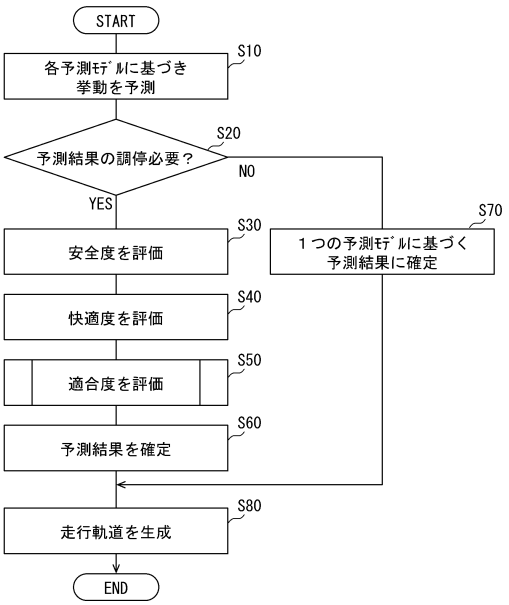
【図６】
図6



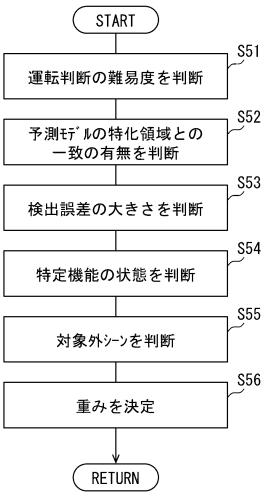
【図７】
図7



【図８】
図8



【図９】
図9


START
運転判断の難易度を判断
S51
予測ﾓﾃﾞﾙの特化領域との一致の有無を判断
S52
検出誤差の大きさを判断
S53
特定機能の状態を判断
S54
対象外ｼｰﾝを判断
S55
重みを決定
S56
RETURN

フロントページの続き

審査官　秋山 誠
(56)参考文献　特開２０２０－１５４８９（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－２２７９７２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１８－２０５９４０（ＪＰ，Ａ）
(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０８Ｇ　１／１６
Ｂ６０Ｗ　３０／０９５
Ｂ６０Ｗ　４０／０４