(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7292936号
(P7292936)

(45)発行日　令和5年6月19日(2023.6.19)

(24)登録日　令和5年6月9日(2023.6.9)

(51)国際特許分類			FI		
B60W	*30/00*	*(2006.01)*	B60W	30/00	
G08G	*1/16*	*(2006.01)*	G08G	1/16	D
G08G	*1/09*	*(2006.01)*	G08G	1/09	Q
B60W	*40/04*	*(2006.01)*	B60W	40/04	

請求項の数　15　外国語出願　（全31頁）

(21)出願番号　特願2019-75537(P2019-75537)
(22)出願日　平成31年4月11日(2019.4.11)
(65)公開番号　特開2019-194071(P2019-194071A)
(43)公開日　令和1年11月7日(2019.11.7)
審査請求日　令和4年3月11日(2022.3.11)
(31)優先権主張番号　15/965,399
(32)優先日　平成30年4月27日(2018.4.27)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者　000005326
本田技研工業株式会社
東京都港区南青山二丁目１番１号
(74)代理人　100165179
弁理士　田▲崎▼ 聡
(74)代理人　100126664
弁理士　鈴木 慎吾
(74)代理人　100154852
弁理士　酒井 太一
(74)代理人　100194087
弁理士　渡辺 伸一
(72)発明者　ジョビン・ダサ
アメリカ合衆国・オハイオ・４３０６７－９７０５・レイモンド・ステート・ルート・７３９・２１００１・ホンダ・パ
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　合流行動システム及び合流車両のための方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

本線車線に隣接する合流車線に位置付けられたホスト車両を支援する合流行動システムであって、前記合流行動システムは、

前記ホスト車両の前方において前記本線車線に位置付けられた先行車両および前記ホスト車両の後方において前記本線車線に位置付けられた後続車両を識別するように構成された識別モジュールと、

前記先行車両および前記後続車両の人間行動結果に近似する写実的なデータセットに基づいて機械学習を使用して生成された行動モデルを選択し、前記行動モデルは、先行車両モデルおよび後続車両モデルを含み、

前記行動モデルに対応する１つ以上の合流因子を計算し、前記１つ以上の合流因子は、前記先行車両モデルに基づく第１の合流因子および前記後続車両モデルに基づく第２の合流因子を含み、

前記１つ以上の合流因子に基づいて、合流位置を予測する

ように構成された予測モジュールと、

前記予測された合流位置における切れ目が前記ホスト車両に対して十分なサイズであるかどうかを判定し、前記切れ目が前記十分なサイズを有すると判定したことに応答して、合流手順を開始するように構成された合流モジュールと、

を含む、前記合流行動システム。

【請求項２】

前記行動モデルは、前記ホスト車両への前記先行車両および前記後続車両の相対的な位置に基づいて選択される、請求項１に記載の合流行動システム。
【請求項３】
前記予測モジュールは更に、前記１つ以上の合流因子を少なくとも１つの閾値と比較するように構成され、予測された合流位置は、前記比較に基づいている、請求項１に記載の合流行動システム。
【請求項４】
前記先行車両モデルは、前記ホスト車両と前記先行車両との間の先行する切れ目の長さ、ホスト車両の速度、及び前記ホスト車両に対する前記先行車両の相対的な先行速度に少なくとも部分的に基づいている、請求項１に記載の合流行動システム。
【請求項５】
前記先行車両モデルは、前記本線車線にある前記後続車両に基づいた、二値を有する後続車両変数を組み込む、請求項４に記載の合流行動システム。
【請求項６】
前記後続車両モデルは、前記ホスト車両と前記後続車両との間の後続の切れ目の長さ、ホスト車両の速度、及び前記ホスト車両に対する前記後続車両の相対的な後続速度に少なくとも部分的に基づいている、請求項１に記載の合流行動システム。
【請求項７】
前記ホスト車両を前記予測された合流位置の合流距離内に至らせるように前記ホスト車両の運動学的パラメータを調節するように構成された制御モジュールを更に含む、請求項１に記載の合流行動システム。
【請求項８】
前記合流モジュールは、先進運転支援システム（ＡＤＡＳ）により前記合流手順を開始する、請求項１に記載の合流行動システム。
【請求項９】
前記切れ目が十分なサイズを有さないと判定したことに応答して、更新された合流位置を予測するように前記予測モジュールを開始する、請求項１に記載の合流行動システム。
【請求項１０】
本線車線に隣接する合流車線に位置付けられたホスト車両を支援する合流行動システムであって、前記合流行動システムは、
前記ホスト車両の前方において前記本線車線に位置付けられた先行車両および前記ホスト車両の後方において前記本線車線に位置付けられた後続車両を識別するように構成された識別モジュールと、
前記ホスト車両に対する前記先行車両および前記後続車両の相対的な位置について人間行動結果に近似する写実的なデータセットを組み込む機械学習を使用して生成された行動モデルを選択し、前記行動モデルは、先行車両モデルおよび後続車両モデルを含み、
前記行動モデルに対応する１つ以上の合流因子を計算し、前記１つ以上の合流因子は、前記先行車両モデルに基づく第１の合流因子および前記後続車両モデルに基づく第２の合流因子を含み、
前記行動モデルに対応する１つ以上の合流因子に基づいて、合流位置を予測する、
ように構成された予測モジュールと、
前記ホスト車両を前記予測された合流位置の合流距離内に至らせるように前記ホスト車両の運動学的パラメータを調節するように構成された制御モジュールと、
前記予測された合流位置における切れ目が前記ホスト車両に対して十分なサイズであるかどうかを判定し、前記切れ目が十分なサイズを有すると判定したことに応答して、合流手順を開始するように構成された合流モジュールと、
を含む、前記合流行動システム。
【請求項１１】
前記運動学的パラメータは、前記ホスト車両の速度である、請求項１０に記載の合流行動システム。

【請求項１２】
前記切れ目が十分なサイズを有さないと判定したことに応答して、更新された合流位置を予測するように前記予測モジュールを開始する、請求項１０に記載の合流行動システム。
【請求項１３】
本線車線に隣接する合流車線に位置付けられたホスト車両を支援する、コンピュータが実行する合流行動方法であって、前記コンピュータが実行する合流行動方法は、
前記ホスト車両の前方において前記本線車線に位置付けられた先行車両および前記ホスト車両の後方において前記本線車線に位置付けられた後続車両を識別することと、
前記先行車両および前記後続車両の人間行動結果に近似する写実的なデータセットに基づいて機械学習を使用して生成された行動モデルを選択することであって、前記行動モデルは、先行車両モデルおよび後続車両モデルを含む、前記選択することと、
前記行動モデルに対応する１つ以上の合流因子を計算することであって、前記１つ以上の合流因子は、前記先行車両モデルに基づく第１の合流因子および前記後続車両モデルに基づく第２の合流因子を含む、前記計算することと、
前記１つ以上の合流因子に基づいて、合流位置を予測することと、
前記ホスト車両を前記予測された合流位置の合流距離内に至らせるように前記ホスト車両の運動学的パラメータを調節することと、
前記予測された合流位置における切れ目が前記ホスト車両に対して十分なサイズであるかどうかを判定することと、
前記切れ目が十分なサイズを有すると判定したことに応答して、合流手順を開始することと、
を含む、コンピュータが実行する合流行動方法。
【請求項１４】
前記行動モデルは、前記ホスト車両への前記先行車両および前記後続車両に基づいて選択される、請求項１３に記載のコンピュータが実行する合流行動方法。
【請求項１５】
前記１つ以上の合流因子を少なくとも１つの閾値と比較することを更に含み、予測された合流位置は、前記比較に基づいている、請求項１３に記載のコンピュータが実行する合流行動方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
関連出願の相互参照
本出願は、２０１８年４月２７日に出願された、「ＭＥＲＧＥ　ＢＥＨＡＶＩＯＲ　ＳＹＳＴＥＭＳ　ＡＮＤ　ＭＥＴＨＯＤＳ　ＦＯＲ　ＭＡＩＮＬＩＮＥ　ＶＥＨＩＣＬＥＳ」と題する、出願番号がまだ割り当てられていない（代理人整理番号：ＨＲＡ－４３５９０．０２）米国特許出願に関連し、上記述べられた出願の全体が参照によって本明細書に組み込まれる。
【背景技術】
【０００２】
合流することは、運転者にとっての最も緊張を引き起こす運転シナリオのうちの１つであり、幹線道路の運転における主要な障壁と考えられる。合流することは、１つの車線にある車両が通行の隣接車線に横方向に移動するときに起こる。合流車両の運転者は、隣接車線に既にある車両の相対的な位置及び速さに基づいて、合流が可能であるかどうかかを決定しなければならない。例えば、運転者は、通行内の切れ目が利用可能であるかどうかを判定する必要がある。
【０００３】
交通の流れが簡単に途切れないとき、渋滞した交通シナリオでは、これは更に複雑になる。そのような渋滞したシナリオでは、運転者は、切れ目を作り出すために隣接車線に既にある本線車両の運転者に依存する必要があることがあり、それによって、丁寧な合流を

開始する。したがって、合流車両の運転者は、隣接車線に既にある車両の位置及び速さを測定しなければならず、合流が可能であるかどうかを判定することがいまだに可能でないことがある。同様に、本線車両の運転者は、合流車両が本線車両の前方または後方で合流することを試みようとしているかどうかのみを推測することがある。よって、合流することは、合流車両及び本線車両の両方の運転者にとって緊張を引き起こす。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【０００４】

１つ以上の態様に従って、合流行動システムは、本線車線に隣接する合流車線に位置付けられたホスト車両を支援する。合流行動システムは、本線車線にある少なくとも１つの近接車両を識別する識別モジュールを含む。合流行動システムはまた、少なくとも１つの近接車両に基づいて、１つ以上のモデルを選択し、１つ以上のモデルに対応する１つ以上の合流因子を計算し、１つ以上の合流因子に基づいて、合流位置を予測する予測モジュールを含む。合流行動システムは更に、予測された合流位置における切れ目がホスト車両に対して十分なサイズであるかどうかを判定する合流モジュールを含む。切れ目が十分なサイズを有すると判定したことに応答して、合流モジュールは、合流手順を開始する。

【０００５】

１つ以上の態様に従って、合流行動システムは、本線車線に隣接する合流車線に位置付けられたホスト車両を支援する。合流行動システムは、本線車線にある少なくとも１つの近接車両を識別する識別モジュールを含む。合流行動システムはまた、ホスト車両への少なくとも１つの近接車両の相対的な位置に基づいて、１つ以上のモデルを選択し、１つ以上のモデルに基づいて、合流位置を予測する予測モジュールを含む。合流位置は、少なくとも１つの近接車両の前方または後方である。合流行動システムはまた、ホスト車両を予測された合流位置の合流距離内に至らせるようにホスト車両の運動学的パラメータを調節する制御モジュールを含む。合流行動システムはまた、予測された合流位置における切れ目がホスト車両に対して十分なサイズであるかどうかを判定する合流モジュールを含む。切れ目が十分なサイズを有すると判定したことに応答して、合流モジュールは、合流手順を開始する。

【０００６】

１つ以上の態様に従って、本線車線に隣接する合流車線に位置付けられたホスト車両を支援する合流行動方法が説明される。合流行動方法は、本線車線にある少なくとも１つの近接車両を識別することを含む。１つ以上のモデルは、少なくとも１つの近接車両に基づいて選択される。合流行動方法は更に、１つ以上のモデルに対応する１つ以上の合流因子を計算することを含む。合流位置は、１つ以上の合流因子に基づいて予測される。ホスト車両の運動学的パラメータは、ホスト車両を予測された合流位置の合流距離内に至らせるように調節される。合流行動方法はまた、予測された合流位置における切れ目がホスト車両に対して十分なサイズであるかどうかを判定することを含む。切れ目が十分なサイズを有すると判定したことに応答して、合流モジュールは、合流手順を開始する。

【図面の簡単な説明】

【０００７】

【図１】例示的な実施形態に従った、合流行動を予測するシステム及び方法を実装する動作環境の概略図である。

【図２】例示的な実施形態に従った、第１の車両及び第２の車両に対して本線車線に合流するホスト車両の概略図である。

【図３】例示的な実施形態に従った、実施例の近接車両センサを有するホスト車両の概略図である。

【図４】例示的な実施形態に従った、先行車両モデル及び／または後続車両モデルに対して本線車線に合流する合流車両の概略図である。

【図５】例示的な実施形態に従った、予測された合流位置の合流距離内で移動する合流車両の概略図である。

【図６】例示的な実施形態に従った、合流映像及び合流警告ライトの視野を例示する。
【図７】例示的な実施形態に従った、合流行動を予測する方法の処理フローチャートである。
【図８】例示的な実施形態に従った、切れ目判定を含む合流行動を予測する方法の処理フローチャートである。
【図９】例示的な実施形態に従った、車両モデルを訓練する方法の処理フローチャートである。
【図１０】例示的な実施形態に従った、合流行動を予測する方法の処理フローチャートである。
【発明を実施するための形態】
【０００８】
概して、本明細書で開示されるシステム及び方法は、ホスト車両の視点から合流行動を予測するために、ホスト車両及び車両センサからのデータを統合する車両制御に向けられる。ホスト車両は、合流車線から隣接する本線車線に合流する合流車両または合流車両の合流を促進する本線車線にある本線車両であってもよい。合流行動システム及び方法は、円滑な合流支援を提供するために、人間の行動結果に近似する写実的なデータセットに基づいて、合流車両に対する合流位置を予測する。
【０００９】
定義
以下は、本明細書で採用される選択された用語の定義を含む。定義は、用語の範囲内にあり、実施態様のために使用することができる様々な実施例及び形式の構成要素を含む。実施例は、限定することを意図しない。
【００１０】
本明細書で使用されるように、「バス」は、コンピュータの内部で、またはコンピュータの間で他のコンピュータ構成要素に動作可能に接続された相互接続アーキテクチャを指す。バスは、コンピュータ構成要素の間でデータを転送することができる。バスは、中でも、メモリバス、メモリコントローラ、周辺機器バス、外部バス、クロスバースイッチ、及び／またはローカルバスとすることができる。バスはまた、中でも、メディアオリエンティドシステムトランスポート（ＭＯＳＴ）、コントローラエリアネットワーク（ＣＡＮ）、ローカルインターコネクトネットワーク（ＬＩＮ）などのプロトコルを使用して、車両の内部の構成要素を相互接続する車両バスとすることができる。
【００１１】
本明細書で使用されるように、「コンピュータ通信」は、２つ以上のコンピューティングデバイス（例えば、コンピュータ、携帯情報端末、携帯電話、ネットワークデバイス）の間の通信を指し、例えば、ネットワーク転送、ファイル転送、アプレット転送、電子メール、及びハイパーテキスト転送プロトコル（ＨＴＴＰ）転送などとすることができる。コンピュータ通信は、例えば、中でも、無線システム（例えば、ＩＥＥＥ８０２．１１）、イーサネット（登録商標）システム（例えば、ＩＥＥＥ８０２．３）、トークンリングシステム（例えば、ＩＥＥＥ８０２．５）、ローカルエリアネットワーク（ＬＡＮ）、ワイドエリアネットワーク（ＷＡＮ）、ポイントツーポイントシステム、回路交換システム、パケット交換システムにわたって行われてもよい。
【００１２】
本明細書で使用されるように、「ディスク」は、例えば、磁気ディスクドライブ、ソリッドステートディスクドライブ、フロッピーディスクドライブ、テープドライブ、Ｚｉｐドライブ、フラッシュメモリカード、及び／またはメモリスティックとすることができる。更に、ディスクは、ＣＤ－ＲＯＭ（コンパクトディスクＲＯＭ）、ＣＤレコーダブルドライブ（ＣＤ－Ｒドライブ）、ＣＤリライタブルドライブ（ＣＤ－ＲＷドライブ）、及び／またはデジタルビデオＲＯＭドライブ（ＤＶＤ　ＲＯＭ）とすることができる。ディスクは、コンピューティングデバイスのリソースを制御または割り当てるオペレーティングシステムを記憶することができる。

【００１３】
本明細書で使用されるように、「データベース」は、テーブル、テーブルのセット、データストアのセット、並びに／またはそれらのデータストアにアクセスし、及び／もしくはそれらのデータストアを操作する方法を指すことができる。いくつかのデータベースは、上記定義されたディスクと共に組み込まれてもよい。
【００１４】
本明細書で使用されるように、「メモリ」は、揮発性メモリ及び／または不揮発性メモリを含むことができる。不揮発性メモリは、例えば、ＲＯＭ（リードオンリメモリ）、ＰＲＯＭ（プログラム可能リードオンリメモリ）、ＥＰＲＯＭ（消去可能ＰＲＯＭ）、及びＥＥＰＲＯＭ（電気的消去可能ＰＲＯＭ）を含むことができる。揮発性メモリは、例えば、ＲＡＭ（ランダムアクセスメモリ）、同期ＲＡＭ（ＳＲＡＭ）、動的ＲＡＭ（ＤＲＡＭ）、同期ＤＲＡＭ（ＳＤＲＡＭ）、ダブルデータレートＳＤＲＡＭ（ＤＤＲ　ＳＤＲＡＭ）、及びダイレクトＲＡＭバスＲＡＭ（ＤＲＲＡＭ）を含むことができる。メモリは、コンピューティングデバイスのリソースを制御または割り当てるオペレーティングシステムを記憶することができる。
【００１５】
本明細書で使用されるように、「モジュール」は、機能（複数可）もしくはアクション（複数可）を実行し、並びに／または別のモジュール、方法、及び／もしくはシステムからの機能もしくはアクションを生じさせるための、命令を記憶した非一時的コンピュータ可読媒体、マシン上で実行する命令、ハードウェア、ファームウェア、マシン上で実行するソフトウェア、及び／または各々の組み合わせを含むが、それらに限定されない。モジュールはまた、論理、ソフトウェア制御マイクロプロセッサ、離散論理回路、アナログ回路、デジタル回路、プログラムされた論理デバイス、実行命令を含むメモリデバイス、論理ゲート、ゲートの組み合わせ、及び／または他の回路構成要素を含んでもよい。複数のモジュールが１つのモジュールに組み合わされてもよく、単一のモジュールが複数のモジュールの中で分散されてもよい。
【００１６】
本明細書で使用されるように、「障害」は、車道内のいずれかの物体を指し、車道を横断する歩行者、他の車両、動物、瓦礫、道にできた穴などを含んでもよい。更に、「障害」は、大部分のいずれかの通行状態、道路状態、天候状態などを含んでもよい。障害の例は、他の車両（例えば、障害車両）、建物、ランドマーク、車道内の障害物、道路区分、交差点などを含んでもよいが、必ずしもそれらに限定されない。よって、障害は、車両が走行して、それに沿って走行すると予測される経路に沿った進路、１つ以上の道路区分などに見られ、検出され、または関連付けられてもよい。
【００１７】
「動作可能接続」またはそれによって実在物が「動作可能に接続される」接続は、信号、物理通信、及び／または論理通信を送信及び／または受信することができる接続である。動作可能接続は、無線インタフェース、物理インタフェース、データインタフェース、及び／または電機的インタフェースを含むことができる。
【００１８】
本明細書で使用されるように、「プロセッサ」は、信号を処理し、全体的な計算及び算術的関数を実行する。プロセッサによって処理される信号は、デジタル信号、データ信号、コンピュータ命令、プロセッサ命令、メッセージ、ビット、ビットストリーム、または受信、伝送、及び／もしくは検出することができる他の手段を含むことができる。概して、プロセッサは、複数のシングルプロセッサ及びマルチコアプロセッサ、複数のシングルコプロセッサ及びマルチコアコプロセッサ、他の複数のシングルプロセッサアーキテクチャ及びマルチコアプロセッサアーキテクチャ、並びに他の複数のシングルコプロセッサアーキテクチャ及びマルチコアコプロセッサアーキテクチャを含む、多様な様々なプロセッサとすることができる。プロセッサは、様々な機能を実行する様々なモジュールを含むことができる。

【００１９】
本明細書で使用されるように、「車両」は、１人以上の人間の乗員を輸送し、いずれかの形式のエネルギーによって電力供給される能力を有する、いずれかの移動車両を指す。用語「車両」は、乗用車、トラック、バン、ミニバン、ＳＵＶ、モータサイクル、スクータ、ボート、ゴーカート、娯楽車、鉄道輸送、水上バイク、及び飛行機を含むが、それらに限定されない。いくつかのケースでは、モータ車両は、１つ以上のエンジンを含む。更に、用語「車両」は、１人以上の人間の乗員を輸送し、電池により電力供給される１つ以上の電機モータによって全体的にまたは部分的によって電力供給される能力を有する、電気自動車（ＥＶ）を指すことができる。ＥＶは、バッテリ電気自動車（ＢＥＶ）及びプラグインハイブリッド電気自動車（ＰＨＥＶ）を含むことができる。用語「車両」はまた、いずれかの形式のエネルギーによって電力供給される自律車両及び／または自動運転車両を指すことができる。自律車両は、１人以上の人間の乗員を輸送してもよく、または輸送しなくてもよい。更に、用語「車両」は、予め定められた進路により自動化され、もしくは自動化されていない車両、または自由移動車両を含むことができる。
【００２０】
本明細書で使用されるように、「車両システム」は、車両、運転、及び／または安全を強化するために使用することができる、いずれかのオートマチックまたはマニュアルシステムを含むことができるが、それに限定されない。例示的な車両システムは、中でも、電子安定制御システム、アンチロックブレーキシステム、ブレーキ支援システム、自動ブレーキプレフィルシステム、低速追従システム、クルーズ制御システム、衝突警報システム、衝突軽減ブレーキシステム、自動クルーズ制御システム、車線逸脱警報システム、ブラインドスポットインジケータシステム、車線維持支援システム、ナビゲーションシステム、動力伝達システム、ブレーキペダルシステム、電子パワーステアリングシステム、視覚的デバイス（例えば、カメラシステム、近接センサシステム）、温度制御システム、電子シートベルトプリテンショニングシステム、監視システム、同乗者検出システム、車両サスペンションシステム、車両シート構成システム、車両キャビン照明システム、音声システム、センサシステムを含むが、それらに限定されない。
【００２１】
本明細書で使用されるように、「車両の乗員」は、車両内に位置する１つ以上の生物的存在を含むことができるが、それに限定されない。車両の乗員は、車両の運転者または同乗者とすることができる。車両の乗員は、人間（例えば、成人、子供、幼児）または動物（例えば、ペット、犬、猫）とすることができる。
【００２２】
システム概要
１つ以上の例示的な実施形態を例示することを目的とし、それらを限定することを目的としてない、図面をここで参照して、図１は、合流行動を予測する動作環境１００の概略図である。動作環境１００の構成要素と共に、本明細書で議論される他のシステム、ハードウェアアーキテクチャ、及びソフトウェアアーキテクチャの構成要素は、様々な実施形態についての異なるアーキテクチャに組み合わされてもよく、省略されてもよく、または編成されてもよい。更に、動作環境１００の構成要素は、実施例のホスト車両３００（図３では図示されない）など、ホスト車両により実装されてもよく、またはホスト車両と関連付けられてもよい。
【００２３】
図１の例示される実施形態では、動作環境１００は、車両の様々な構成要素及び動作環境１００の他の構成要素を処理し、それらと通信し、及びそれらと相互作用する装置を有する車両コンピューティングデバイス（ＶＣＤ）１０２を含む。１つの実施形態では、ＶＣＤ１０２は、例えば、中でも、テレマティックユニット、ヘッドユニット、ナビゲーションユニット、インフォテインメントユニット、電子制御ユニットの一部として、実施例のホスト車両３００（図３）により実装されてもよい。他の実施形態では、ＶＣＤ１０２の構成要素及び機能は、例えば、ポータブルデバイス（図示せず）またはネットワーク（

例えば、ネットワーク１４０）を介して接続された別のデバイスにより実施例のホスト車両３００からリモートに実装されてもよい。

【００２４】

概して、ＶＣＤ１０２は、バス１１２並びに／または他の有線及び無線技術を介してコンピュータ通信のために各々が動作可能に接続された、プロセッサ１０４、メモリ１０６、ディスク１０８、及び入力／出力（Ｉ／Ｏ）インタフェース１１０を含む。Ｉ／Ｏインタフェース１１０は、ＶＣＤ１０２の構成要素と、本明細書で説明される他の構成要素、ネットワーク、及びデータソースとの間のデータ入力及び出力を促進するソフトウェア及びハードウェアを提供する。加えて、プロセッサ１０４は、動作環境１００の構成要素によって促進される、合流位置を予測する際にホスト車両を支援する、識別モジュール１１４、予測モジュール１１６、制御モジュール１１８、及び合流モジュール１２０を含む。

【００２５】

ＶＣＤ１０２はまた、１つ以上の車両システム１２２へのコンピュータ通信（例えば、バス１１２及び／またはＩ／Ｏインタフェース１１０を介した）のために動作可能に接続される。車両システム１２２は、車両、運転、及び／または安全を強化するために使用することができる、いずれかのオートマチックまたはマニュアルシステムを含むことができるが、それらに限定されない。ここで、車両システム１２２は、例示的な実施形態に従った、ナビゲーションシステム１２４、ライトシステム１２６、音声システム１２８、及びインフォテインメントシステム１３０を含む。ナビゲーションシステム１２４は、経路及び目的地情報を記憶、計算、及び提供し、ターンバイターン指示のような機能を促進する。ライトシステム１２６は、例えば、ダッシュボードライトなどの車内ライト及び／または実施例のホスト車両３００のサイドミラー上に取り付けられたライトなどの車外ライトを含む、作動する車両のライトを制御する。音声システム１２８は、実施例のホスト車両３００内の音声（例えば、音声コンテンツ、ボリューム）を制御する。インフォテインメントシステム１３０は、視覚的情報及び／またはエンターテインメントを提供し、ディスプレイ１３２を含むことができる。

【００２６】

車両システム１２２は、様々な車両センサ１３４へのコンピュータ通信を含み、及び／またはコンピュータ通信のために動作可能に接続される。車両センサ１３４は、車両、車両環境、及び／または車両システム１２２と関連付けられた情報を提供及び／または検知する。車両センサ１３４は、車両システム１２２と関連付けられたホスト車両センサ１３６、実施例のホスト車両３００と関連付けられた他の車両センサ、及び／または実施例のホスト車両３００に近接する近接車両に関するデータを収集する近接車両センサ１３８を含むことができるが、それらに限定されない。

【００２７】

ホスト車両センサ１３６は、中でも、環境センサ、車両速さセンサ、アクセルペダルセンサ、ブレーキセンサ、スロットル位置センサ、ホイールセンサ、アンチロックブレーキセンサ、カムシャフトセンサを含むことができるが、それらに限定されない。一部の実施形態では、ホスト車両センサ１３６は、車両システム１２２と共に組み込まれる。例えば、１つ以上のホスト車両センサ１３６は、位置及び速さなど、ホスト車両の特性を監視するナビゲーションシステム１２４と共に組み込まれてもよい。

【００２８】

近接車両センサ１３８は、実施例のホスト車両３００の車内または車外に取り付けられた、カメラ、光学センサ、無線センサなどの撮像センサ、及び実施例のホスト車両３００の車外に取り付けられた、光検出・測距（ＬｉＤＡＲ）センサ、ラダー、レーザセンサなどの光センサを含むことができるが、それらに限定されない。更に、近接車両センサ１３８は、中でも、実施例のホスト車両３００の車外の（例えば、ネットワーク１４０を介してアクセスされる）センサ、例えば、他の中で、車外カメラ、車両間ネットワーク内の他の車両上のラダー及びレーザセンサ、ストリートカメラ、監視カメラを含むことができる。近接車両センサは、実施例のホスト車両３００の環境を監視して、近接車両の存在を検

出する。加えて、近接車両センサ１３８は、近接車両の位置及び速さなど、１つ以上の近接車両の特性と共に、ホスト車両と１つ以上の近接車両との間の相対的な距離及び速さなど、ホスト車両及び近接車両の相対的な特性を検出してもよい。

【００２９】

したがって、車両センサ１３４は、車両、車両環境、車両システム１２２、実施例のホスト車両３００、及び／または近接車両と関連付けられたデータの測定値を検知し、データのその測定値を示すデータ信号を生成するように動作可能である。それらのデータ信号は、他のデータ測定基準及びパラメータを生成するために、他のデータフォーマット（例えば、数値）に変換されてもよく、並びに／または車両システム１２２及び／もしくはＶＣＤ１０２によって使用されてもよい。センサは、いずれかのタイプのセンサ、例えば、中でも、音響センサ、電機センサ、環境センサ、光学センサ、撮像センサ、光センサ、圧力センサ、力センサ、熱センサ、温度センサ、近接センサとすることができることを理解されよう。

【００３０】

ＶＣＤ１０２はまた、ネットワーク１４０及び写実的な行動データベース１４２へのコンピュータ通信のために動作可能に接続される。Ｉ／Ｏインタフェース１１０からネットワーク１４０及び写実的な行動データベース１４２への接続は、様々な方式、例えば、中でも、ネットワーク接続（例えば、有線もしくは無線）、ポータブルデバイスからのセルラデータネットワーク（図示せず）、車両間アドホックネットワーク（図示せず）、車両内ネットワーク（図示せず）、またはそれらのいずれかの組み合わせを通じて促進されてもよいことを理解されよう。一部の実施形態では、写実的な行動データベース１４２は、車両に搭載されて位置してもよく、例えば、メモリ１０６及び／またはディスク１０８に位置してもよい。他の実施形態では、写実的な行動データベース１４２は、１つ以上の位置に分散されてもよい。

【００３１】

ネットワーク１４０は、例えば、データネットワーク、インターネット、ワイドエリアネットワーク、またはローカルエリアネットワークである。ネットワーク１４０は、様々なリモートデバイス（例えば、データベース、ウェブサーバ、リモートサーバ、アプリケーションサーバ、中間サーバ、クライアントマシン、他のポータブルデバイス）への通信媒体としての役割を果たす。一部の実施形態では、写実的な行動データベース１４２は、ネットワーク１４０に含まれてもよく、ネットワーク１４０を通じてＶＣＤ１０２によってアクセスされてもよく、及び／またはネットワーク１４０が写実的な行動データベース１４２にアクセスすることができる。よって、一部の実施形態では、ＶＣＤ１０２は、ネットワーク１４０を介して写実的な行動データベース１４２からデータを取得することができる。

【００３２】

システム及び方法のアプリケーション

ホスト車両に関するシステム及び方法のアプリケーションが説明される。ホスト車両は、上記説明された動作環境１００を有する車両である。ホスト車両は、合流車線２０２または本線車線２０４にある車両であってもよい。合流車両２０８もしくは本線車両２１０のいずれかがホスト車両であり、または合流車両２０８及び本線車両２１０の両方がホスト車両である実施例が説明される。実施例は、本質的に例示的であり、限定的であるとして提供されない。例えば、合流車両２０８がホスト車両である実施形態は、本線車両２１０がホスト車両でないこと意味しない。本線車両２１０は、ホスト車両であってもよく、またはホスト車両でなくてもよい。よって、ホスト車両は、合流車両２０８及び／または本線車両２１０である。したがって、ホスト車両の開示される特徴及び機能、またはそれらの代替物もしくは変形物は、合流車両または本線車両のいずれかによって実装されてもよい。

【００３３】

図１は、車道上の合流車両からの合流行動を予測するシステム及び方法を実装する動作

環境１００の概略図である。図２に示される車道の実施例２００では、車道は、合流車線２０２、本線車線２０４、及び隣接する本線車線２０６を有する。合流車両２０８及び／または本線車両２１０は、ホスト車両の近くを走行する少なくとも１つの近接車両の行動を予測する際に、ホスト車両を支援するために動作環境１００を採用するホスト車両とすることができる。例えば、第１の実施形態では、ホスト車両は、合流車線２０２から本線車線２０４に合流することを試みている合流車両２０８であってもよい。第２の実施形態では、ホスト車両は、合流車両２０８が合流することを試みている本線車線２０４内で既に走行している本線車両２１０であってもよい。代わりに、合流車両２０８及び本線車両２１０の両方は、動作環境１００を有するホスト車両であってもよい。

【００３４】

上記説明されたように、動作環境１００は、識別モジュール１１４を有するプロセッサ１０４を含む。識別モジュール１１４は、ホスト車両と同一の方向に移動している通行を有する車線にある、少なくとも１つの近接車両を識別する。合流車両２０８がホスト車両である第１の実施形態に戻ると、識別モジュール１１４は、本線車両２１０を近接車両として識別する。識別モジュール１１４は加えて、本線車線２０４内でも走行している第１の近接車両２１２及び／または第２の近接車両２１４を近接車両として識別してもよい。ホスト車両と同一の方向に走行している通行を有する１つよりも多い車線が存在する実施形態では、識別モジュール１１４は、１つよりも多い車線からの近接車両を識別してもよい。例えば、識別モジュール１１４は加えて、隣接する本線車線２０６内で走行している第３の近接車両２１６及び／または第４の近接車両２１８を近接車両として識別してもよい。

【００３５】

本線車両２１０がホスト車両である第２の実施形態では、識別モジュール１１４は、合流車両２０８を近接車両として識別する。識別モジュール１１４はまた、本線車線２０４内でも走行している第１の近接車両２１２及び第２の近接車両２１４と共に、隣接する本線車線２０６にある第３の近接車両２１６及び第４の近接車両２１８を近接車両として識別してもよい。

【００３６】

識別モジュール１１４は、車両システム１２２及び／または車両センサ１３４の近接車両センサ１３８から受信されたデータを使用して、少なくとも１つの近接車両を識別してもよい。近接車両センサ１３８は、１つ以上の光学センサ（例えば、無線検出・測距（ＲＡＤＡＲ）デバイス、光検出・測距（ＬｉＤＡＲ）デバイスなど）、及び／または撮像センサ（例えば、カメラ、磁気共鳴断層撮影装置、Ｘ線撮影装置など）を含んでもよい。

【００３７】

光学センサ及び撮像センサを有する実施例のホスト車両３００が図３に示される。実施例のホスト車両３００は、第１のフロントレンジＲＡＤＡＲ３０２及び第２のフロントレンジＲＡＤＡＲ３０４を含むＲＡＤＡＲデバイスなど、いくつかの近接車両センサ１３８を有する。実施例のホスト車両３００はまた、ミッドレンジＲＡＤＡＲ３０６などのミッドレンジＲＡＤＡＲ、及びリヤレンジＲＡＤＡＲ３０８などの少なくとも１つのリヤレンジＲＡＤＡＲを有してもよい。第１のフロントレンジＲＡＤＡＲ３０２、第２のフロントレンジＲＡＤＡＲ３０４、ミッドレンジＲＡＤＡＲ３０６、及びリヤレンジＲＡＤＡＲ３０８がＲＡＤＡＲデバイスとして説明されるが、ＬｉＤＡＲなど、少なくとも１つの近接車両を識別するいずれかの他の種類のセンサが使用されてもよい。近接車両センサ１３８が実施例のホスト車両３００の車内または車外のいずれかの位置上に配置されてもよいことを理解されよう。例えば、センサは、ドア、バンパ、ホイール格納筐体、バックミラー、サイドミラー、ダッシュボード、リヤウインドウなどに配置されてもよい。

【００３８】

実施例のホスト車両３００はまた、カメラ３１０などの少なくとも１つの撮像センサを含んでもよい。カメラ３１０は、実施例のホスト車両３００の車内または車外に取り付けられてもよい。カメラ３１０は、近接車両からの可視光及び赤外線光を検出してもよい。

カメラ３１０はまた、識別モジュール１１４または車両システム１２２によって処理された画像内の光のパターンを検出してもよい。光のパターンは、少なくとも１つの近接車両が方向指示器を点灯していたこと、または車線の終わりを舗道の停止位置の印として示すことができる。

【００３９】

第１のフロントレンジＲＡＤＡＲ３０２、第２のフロントレンジＲＡＤＡＲ３０４、ミッドレンジＲＡＤＡＲ３０６、リヤレンジＲＡＤＡＲ３０８、及びカメラ３１０は、本質的に例示的であり、それよりも多くのまたは少ないセンサが使用されてもよい。また、第１のフロントレンジＲＡＤＡＲ３０２、第２のフロントレンジＲＡＤＡＲ３０４、ミッドレンジＲＡＤＡＲ３０６、リヤレンジＲＡＤＡＲ３０８、及びカメラ３１０は、説明されたセンサとは異なるセンサであってもよい。

【００４０】

図１に戻ると、一部の実施形態では、識別モジュール１１４は、近接車両をリアルタイムで識別してもよく、並びに／または前に識別された近接車両に関するデータを記憶、集約、及び追跡してもよい。別の実施形態では、識別モジュール１１４は、リモートセンサ（例えば、ネットワーク１４０を介してアクセスされる）、例えば、中でも、車外カメラ、車両間ネットワーク内の近接車両などの他の車両上のラダー及びレーザセンサ、ストリートカメラ、監視カメラ、舗道内センサから、近接車両に関する情報を受信してもよい。

【００４１】

識別モジュール１１４は加えて、近接車両が合流することを試みようとしていることがあることを示す１つ以上の合流特性を識別してもよい。合流特性は、近接車両に関する方向指示器の点灯、ホスト車両または舗道の線への近接車両の近接性、合流車線２０２の終わり、合流車線２０２内の障害、通行渋滞などを含んでもよい。例えば、ホスト車両は、近接車両に関して方向指示器が点灯されていることを検出してもよい。別の実施例では、本線車両２１０がホスト車両である第２の実施形態に戻ると、識別モジュール１１４は、１つ以上の合流特性に基づいて、合流車両２０８を、本線車線２０４に同流することを試みているとして識別してもよい。

【００４２】

１つの実施形態では、識別モジュール１１４は、合流特性のうちの１つ以上に基づいて、合流することを試みている識別された近接車両をフラグ付けしてもよい。識別モジュール１１４がいくつかの近接車両を識別すると仮定する。識別モジュール１１４は、識別される合流特性の閾値数に基づいて、近接車両のうちの少なくとも１つを、合流しようとしているとしてフラグ付けしてもよい。

【００４３】

別の実施形態では、合流特性は、積み上げられてもよい。例えば、方向指示器の点灯は、近接車両に関する第１の積み上げ合流特性であってもよく、ホスト車両または舗道の線への近接車両の近接性、合流車線２０２の終わり、及び合流車線２０２内の障害（図示せず）は、第２の積み上げ合流特性であってもよい。識別モジュール１１４は、単一の第１の積み上げ合流特性が識別されるとき、近接車両を合流しようとしているとしてフラグ付けしてもよいが、２つ以上の第２の積み上げ合流特性が識別される場合、近接車両を単にフラグ付けしてもよい。２つの積み上げが説明されるが、それよりも多くのまたは少ない積み上げが採用されてもよい。

【００４４】

プロセッサ１０４の予測モジュール１１６は、識別された少なくとも１つの近接車両に基づいて、１つ以上の車両モデルを選択する。１つ以上の車両モデルは、ホスト車両への少なくとも１つの近接車両の相対的な位置に基づいて選択されてもよい。例えば、予測モジュール１１６は、識別された近接車両ごとに車両モデルを選択してもよい。別の実施形態では、複数の近接車両が識別される場合でさえ、予測モジュール１１６は、単一の近接車両についての単一の車両モデルを選択してもよい。単一の近接車両が合流しようとしているとしてフラグ付けされていることを理由に、または他の近接車両に対するホスト車両

への単一の近接車両の近接性に基づいて、単一の近接車両は車両モデルが割り当てられてもよい。例えば、単一の近接車両は、他の近接車両よりもホスト車両に近くてもよい。

【００４５】

予測モジュール１１６は次いで、選択された１つ以上の車両モデルに対応する１つ以上の合流因子を計算するために、選択された１つ以上の車両モデルを使用する。予測モジュール１１６は、１つ以上の合流因子に基づいて、合流位置を予測する。

【００４６】

１つ以上の車両モデルは、以下の予測モデル式に基づいてもよい。

【００４７】

【数１】

$$P(merge\ ahead) = P(y=1) = \pi(\beta_0 + \sum_{i=1}^{p} \beta_i x_i)$$

$$\pi(q) \triangleq \frac{e^q}{1+e^q}$$

【００４８】

であり、x_i＝候補因子$_i$であり、β_i＝モデル係数である。

【００４９】

候補因子及びモデル係数は、１つ以上の車両モデルに基づいて選択されたモデルパラメータである。例えば、近接車両がホスト車両に先行するシナリオでは、予測モジュール１１６は、先行車両モデルを選択する。近接車両がホスト車両に続くシナリオでは、予測モジュール１１６は、後続車両モデルを選択する。選択された車両モデルに基づいて、異なるモデルパラメータが使用されてもよい。候補因子は、相互の相対的な距離またはそれらの相対的な速さなど、ホスト車両及びの近接車両の特性である。モデル係数は、写実的なデータから推定される。写実的なデータは、ネットワーク１４０を介して写実的な行動データベース１４２から受信されてもよい。

【００５０】

写実的なデータは、グローバルデータとして集約することができる、ホスト車両の運転者の監視された行動、特定の車道上の車両の監視された行動、または１つ以上の車道上のいくつかの車両の監視された行動など、ホスト車両からのデータを含んでもよい。例えば、主要幹線道路の進入路は、写実的な行動を判定するために監視されてもよい。監視された行動は、中でも、通行カメラ、車道の捕捉されたビデオ、舗道内センサ、車道上の他の車両からの車両センサなどの車道センサからネットワーク１４０を介して写実的な行動データベース１４２によって受信されてもよい。

【００５１】

一部の実施形態では、写実的な行動は、中でも、同一の方向に走行している車線の数（例えば、２車線、４車線、５車線、６車線）、合流車線２０２の長さ（例えば、短い進入路、長い進入路）、合流の即時性（例えば、緊急の合流またはゆっくりとした合流）、合流車両から合流車線の終わりへの距離、交通渋滞の量など、車道の異なる特徴によって分類されてもよい。写実的なデータは、連邦道路管理局次世代シミュレーション（ＮＧＳＩＭ）データセットの形式にあってもよい。選択された車両モデルは、写実的なデータを組み込んで観察可能な合流パターンを数学的に表すために、モデル係数を使用する。

【００５２】

実施例の候補因子x_iは、時間t_{begin}において定義され、β_iは、推定されることになる未知な値を有するモデル係数であり、ｐは、モデルにおける特徴の数である。モデル係数についての特定の値（b_i）は、最大尤度ロジスティック回帰分析法を使用して推定されてもよい。この最大尤度法は、

【００５３】

【数２】

$$D = -2\sum_{k=1}^{n}(y_k \ln \hat{y}_k + (1-y_k)\ln(1-\hat{y}_k))$$

$$\hat{P}_{before} = \hat{y} = \pi(b_0 + \sum_{i=1}^{p} b_i x_i)$$

【００５４】
である、として定義された逸脱を最小化する。
【００５５】
ｎは、分析に使用される観察された合流イベントの数である。
【００５６】
先行車両モデルについての実施例の候補因子ｘ ｉ及びモデル係数ｂ ｉは、ホスト及び近接車両の相対的な動きと共に、受信された写実的なデータに基づいており、以下のようであってもよい。
【００５７】
【表１】

先行車両モデル			
b_0	２．７		
b_1	－０．０５５８	x_1	Δd_{th}
b_2	０．０００１２６	x_2	$(\Delta d_{th})^2$
b_3	０．１３３	x_3	v
b_4	－０．１０４	x_4	Δv_p
b_5	－４．２６	x_5	F
b_6	－０．１２７	x_6	v_{avg}

【００５８】
よって、候補因子は、先行車両の後尾からホスト車両の先頭までの間のフィートにおいて測定された相対的な先行距離Δｄｔｈと共に、ホスト車両の速度ｖ及び相対的な先行速度Δｖｐ、ホスト車両に対する先行車両の速度を含む。全ての速度は、フィート／秒で測定されてもよい。候補因子はまた、例えば、（１）後続車両が存在し、または（０）後続車両が存在しないかのいずれかとして、後続車両の存在を示す二値である、後続車両変数Ｆを含む。候補因子はまた、平均本線速度ｖａｖｇ、本線車線内で走行している車両の平均速さを含む。候補因子はまた、マイル／時またはモデル係数ｂ ｉに対応して変更した測定基準など、他の単位または単位系で測定されてもよい。
【００５９】
候補因子は加えて、より大きな車両が行動する異なる方式を考慮した変数を含んでもよい。先行輸送車両変数Ｔは、例えば、（１）ホスト車両に先行する車両が先行輸送車両であり、または（０）ホスト車両に先行する車両が先行輸送車両でないかのいずれかのとして、先行輸送車両の存在を示す二値であってもよい。同様に、妨害車両変数Ｉは、ホスト車両の前方にある車両の存在に起因して、合流行動における潜在的な差異を見越す。例えば、妨害車両変数Ｉは、（１）ホスト車両に先行する車両がホスト車両を妨害する可能性が高く、または（０）ホスト車両に先行する車両がホスト車両を妨害する可能性が高くないかのいずれかであってもよい。このようにして、後続車両変数Ｆと同様に、先行輸送車両変数Ｔ及び妨害車両変数Ｉは、分類変数である。
【００６０】
候補因子は、ホスト車両センサ１３６及び近接車両センサ１３８から受信されたデータに基づいて、予測モジュール１１６によって判定されてもよい。例えば、ホスト車両セン

サ１３６は、ホスト車両の速度を検出してもよい。同様に、近接車両センサ１３８は、近接車両からのデータ、及び相対的な後続速度Δｖｆ、ホスト車両に対する後続車両の速度など、ホスト車両に対する近接車両からのデータを検出してもよい。１つの実施形態では、近接車両センサ１３８のリヤレンジＲＡＤＡＲ３０８及び／またはカメラ３１０は、後続車両を検出する。したがって、予測モジュール１１６は、後続車両変数Ｆの二値を判定するために、リヤレンジＲＡＤＡＲ３０８及び／またはカメラ３１０からのデータを使用する。

【００６１】

一部の実施形態では、合流因子は、人間の運転者が潜在的な合流位置において合流することの尤度を示す確率（例えば、０～１の値）として計算されてもよい。例えば、先行車両モデルでは、１つ以上の合流因子は、人間の運転者が先行車両の前方で、またはそれの後方のどこかで合流することの確率を示す。確率が０～１の値によって表されると仮定する。一部の実施形態では、合流因子が高ければ高いほど、人間の運転者が先行車両の前方で合流する可能性が高くなる。よって、合流位置は、１つ以上の合流因子の値に基づいて予測されてもよい。

【００６２】

人間の行動を模倣して、ホスト車両が予測された合流位置において合流することを試みている場合、合流が、先行車両の運転者が予期する手順であるように、合流手順によって先行車両が譲る可能性が高い。このようにして、ホスト車両が合流車両である場合でさえ、ホスト車両は、本線車両からの丁寧な合流手順（例えば、切れ目の長さを長くするために減速する）など、合流手順を開始することができる合流を予測するために、車両モデルを使用することができる。

【００６３】

１つの実施例では、結果として生じる先行車両モデルなどの車両モデルは、

【００６４】

【数３】

$$P(merge\ before\ the\ preceding\ vehicle) = \frac{e^{2.7-0.0558(\Delta d_{th})+0.000126(\Delta d_{th})^2+0.133v-0.104\Delta v_p-4.26F-0.127v_{avg}}}{1+e^{2.7-0.0558(\Delta d_{th})+0.000126(\Delta d_{th})^2+0.133v-0.104\Delta v_p-4.26F-0.127v_{avg}}}$$

【００６５】

であってもよい。

【００６６】

先行車両モデルが図４に関して説明され、例示的な実施形態に従った、本線車両４０８に対して合流車線４０４から本線車線４０６に合流する合流車両４０２を有する概略図４００を例示する。合流車両４０２がホスト車両であると仮定する。本線車両４０８は、合流車両４０２に先行し、よって、先行車両モデルが選択される。先行車両モデルは、合流する運転者が先行車両の前または後に合流することの確率を推定するために、１つ以上の合流因子を計算するために使用される。

【００６７】

予測モジュール１１６は、１つ以上の合流因子に従って合流車両４０２が合流することを試みることがある、少なくとも１つの潜在的な合流位置を識別する。潜在的な合流位置は、第１の潜在的な合流位置４１０及び第２の潜在的な合流位置４１２など、近接車両の前方または後方にあってもよい。潜在的な合流位置が明確にするために領域を有する円として示されるが、潜在的な合流位置は、合流が発生すると予測される領域または空間の体積に対応しなくてもよいことを理解されよう。代わりに、潜在的な合流位置は、合流車両４０２が近接車両の前方または後方で合流するかどうかを示す、近接車両に先行し、または近接車両に続く空間のポイントに対応してもよい。

【００６８】

１つ以上の合流因子の値は、潜在的な合流位置のうちの１つに対応してもよい。１つの実施形態では、潜在的な合流位置の各々は、値の範囲に対応してもよい。１つの実施形態では、値の範囲は、合流閾値に依存する。例えば、予測モジュール１１６は、範囲のどれが１つ以上の合流因子の値に対応するかに基づいて、潜在的な合流位置から合流位置を予測する。第１の潜在的な合流位置４１０が０．５以上の合流閾値に対応し、第２の潜在的な合流位置４１２が０．５未満の合流閾値に対応すると仮定する。合流因子は、確率に対応してもよく、よって、０．５～１の値の範囲にある合流因子は、第１の潜在的な合流位置に対応し、０～０．４９の値の範囲にある合流因子は、第２の潜在的な合流位置４１２に対応する。したがって、合流因子が０．６であるように計算される場合、予測モジュール１１６は、第１の潜在的な合流位置４１０を、写実的な人間行動に基づいている可能性が最も高い予測された合流位置として予測する。

【００６９】

合流閾値は、エミュレーションパラメータに従って、予測モジュール１１６に潜在的な合流位置を選択させるように選択されてもよい。エミュレーションパラメータは、予測精度及び／または運転者行動を含んでもよい。例えば、合流閾値は、予測モジュール１１６によって予測された誤判定の数を減少させるように選択されてもよい。運転者行動はまた、合流閾値を調節することによって模倣されてもよい。１つの実施形態では、合流閾値は、予測モジュール１１６に更なる積極的な合流を予測させるように低下してもよい。例えば、より低い合流閾値によって、予測モジュール１１６は、より多く第１の潜在的な合流位置４１０を選択し、その結果、合流車両４０２がより多く本線車両４０８の前方で合流すると予測される。代わりに、合流閾値は、予測モジュール１１６に更に注意深い合流を予測させるよう上昇してもよく、その結果、予測モジュール１１６がより多く第２の潜在的な合流位置４１２を選択し、その結果、合流車両４０２がより多く本線車両４０８の後方で合流すると予測される。

【００７０】

各々の潜在的な合流位置は、説明を容易にするために別個の範囲を有するとして説明されるが、潜在的な合流位置は、重複する範囲を有してもよい。範囲が重複する事象では、予測モジュール１１６は、前の１つ以上の合流因子を満たした潜在的な合流位置に基づいて、１つ以上の合流因子を再計算してもよい。このようにして、１つ以上の合流因子が単一の潜在的な合流位置に対応するまで、重複する潜在的な合流位置に対して再計算された合流因子を精緻化することができる。加えて、２つ以上の潜在的な合流位置が１つ以上の合流因子に基づいて予測モジュール１１６によって予測されるとき、車両の乗員は、合流位置を選択するように促されてもよい。例えば、車両の乗員は、音声システム１２８からの音声キューまたはディスプレイ１３２上の視覚的キューにより促されてもよい。

【００７１】

上記議論されたように、１つ以上の合流因子は、人間の運転者が潜在的な合流位置において合流することの尤度を示す確率（例えば、０～１の値）として計算されてもよい。したがって、一部の実施形態では、合流予測モジュール１１６は、最高値、したがって、人間がその潜在的な合流位置を選択することの最高確率を有する１つ以上の合流因子のうちの合流因子に対応する潜在的な合流位置を選択してもよい。

【００７２】

別の実施形態では、予測モジュール１１６はまた、１つ以上の合流因子が計算されると、複数の潜在的な合流位置のうちの１つを選択するための運転パラメータを考慮してもよい。運転パラメータは、ステアリング角、ブレーキ力、ホスト車両の速度、近接車両の速度、ホスト車両の後続距離、または運転手順の間の経時的なステアリング角における変化などを含んでもよい。したがって、予測モジュール１１６は、履歴的な車両の乗員の行動データに基づいて、合流位置を予測してもよい。

【００７３】

予測モジュール１１６はまた、車両モデルの影響を受けない近接車両の行動を考慮してもよい。後続車両４１６が本線車両４０８に近づいており、及び／または合流車両４０２

が先行車両４１８に近づいていると仮定する。予測モジュール１１６は、後続車両４１６に対する本線車両４０８の速度、または合流車両４０２が先行車両４１８に近づいている近接車両の速度などの運転パラメータに基づいて、第１の潜在的な合流位置４１０または第２の潜在的な合流位置４１２を選択してもよい。例えば、後続車両４１６が本線車両４０８に即時的に近づいており、それによって、第２の潜在的な合流位置４１２の近くになる場合、予測モジュール１１６は、第１の潜在的な合流位置４１０が、写実的な人間行動に基づいて車両の乗員によって選択される可能性が最も高い合流位置であると予測してもよい。

【００７４】

説明されるように、合流車両４０２の予測モジュール１１６は、先行車両モデルを使用して、合流車両４０２に対する本線車両４０８の位置に基づいて、合流行動を予測してもよい。加えてまたは代わりに、合流車両４０２の予測モジュール１１６は、後続モデルを使用して、後続車両４１６などの別の近接車両に従って合流行動を予測してもよい。後続モデルに基づいて、予測モジュール１１６は、第２の潜在的な合流位置４１２または第３の潜在的な合流位置４１４からの合流位置を予測してもよい。

【００７５】

後続車両モデルは、同一または異なる候補因子x_n、及びモデル係数β_nを使用してもよい。後続車両モデルについての実施例の候補因子x_n及びモデル係数β_nは、ホスト及び近接車両の相対的な動きと共に、受信された写実的なデータに基づいており、以下のようであってもよい。

【００７６】

【表２】

後続車両モデル			
β_0	０．３５		
β_1	－０．６２８	x_1	Δd_{hh}
β_2	－０．１５６	x_2	Δv_f

【００７７】

よって、候補因子は、後続車両の先頭からホスト車両の先頭までの間で測定された相対的な後続距離Δd_{hh}と共に、相対的な後続速度Δv_f、ホスト車両に対する後続車両の速度を含む。候補因子は、ホスト車両センサ１３６からのデータから判定されてもよい。例えば、ホスト車両センサ１３６は、ホスト車両の速度を検出してもよい。同様に、近接車両センサ１３８は、近接車両からのデータ、及び相対的な後続速度Δv_f、ホスト車両に対する後続近接車両の速度など、ホスト車両に対する近接車両からのデータを検出してもよい。

【００７８】

結果として生じる後続車両モデルは、

【００７９】

【数４】

$$P(merge\ before\ the\ following\ vehicle) = \frac{e^{0.35-0.628(\Delta d_{hh})-0.156\Delta v_f}}{1+e^{0.35-0.628(\Delta d_{hh})-0.156\Delta v_f}}$$

【００８０】

であってもよい。

【００８１】

後続モデルに従って計算された１つ以上の合流因子に基づいて、予測モジュール１１６は、上記説明されたのと同様の方式で、第２の潜在的な合流位置４１２及び第３の潜在的

な合流位置４１４など、近接車両の間からの合流位置を予測することができる。例えば、１つ以上の合流因子の値は、潜在的な合流位置のうちの１つに対応してもよい。よって、予測モジュール１１６は、先行車両モデルに関して説明されたのと同様の方式で、値の範囲のどれが１つ以上の合流因子の値に対応するかに基づいて、潜在的な合流位置から潜在的な合流位置を予測してもよい。範囲は、先行車両モデルに関して説明されたのと同一または異なる合流閾値に基づいてもよい。予測された合流位置は、車両の乗員が写実的な人間行動データに基づいて合流することを選択する可能性が最も高い位置として選択される。

【００８２】

範囲を使用する代わりに、１つ以上の合流因子は、どの潜在的な合流位置が写実的な人間行動に基づいている可能性が最も高いかを判定するために閾値と比較されてもよい。例えば、閾値よりも大きい合流因子は、人間の運転者が第２の潜在的な合流位置４１２において後続車両４１６の前方で合流すると予測されることを示してもよい。代わりに、合流因子が閾値よりも低い場合、人間の運転者は、第３の潜在的な合流位置４１４において後続車両４１６の後方で合流すると予測される。

【００８３】

先行モデル及び後続モデルが明確にするために別個に説明されたが、先行モデル及び後続モデルは、本線車両４０８及び後続車両４１６などの複数の近接車両についての行動をモデル化することができる行動モデルを形成するために組み合わされてもよい。予測が１つよりも多い近接車両に基づいていることを理由に、予測モジュールは、２つよりも多い潜在的な合流位置から選択することができる。例えば、本線車両４０８及び後続車両４１６がここでモデル化されることを理由に、潜在的な合流位置は、行動モデルに従って、第１の潜在的な合流位置４１０、第２の潜在的な合流位置４１２、または第３の潜在的な合流位置４１４から選択されてもよい。上記説明されたように、先行車両モデルまたは後続車両モデルは、モデル化されるホスト車両及び近接車両の相対的な位置に基づいて選択される。したがって、先行車両モデルまたは後続車両モデルは、ホスト車両への近接車両のうちのいずれか１つの相対的な位置に基づいて、ホスト車両によって選択されてもよい。

【００８４】

行動モデルは、機械学習法を使用して、後続車両モデル及び先行車両モデルから生成されてもよい。ランダムフォレストモデル、サポートベクトルマシン、またはロジスティック回帰モデルなどのいずれかのタイプの機械学習モデルが実装されてもよい。

【００８５】

例えば、本線車両４０８が本線車両４０８に近づいており、及び／または合流車両４０２が合流先行車両４１８に近づいていると仮定する。予測モジュール１１６は、本線車両４０８に対する後続車両４１６の車両速度または合流車両４０２が合流先行車両４３８に近づいている車両速度などの運転パラメータに基づいて、第１の潜在的な合流位置４１０または第２の潜在的な合流位置４１２を予測してもよい。例えば、合流先行車両４３８が同様の速度で本線車両４０８と接近して走行している場合、第１の潜在的な合流位置４３０は、合流車両に対して利用可能でないことがあり、したがって、予測モジュール１１６は、第２の潜在的な合流位置４１２を予測してもよい。

【００８６】

図４における実施例は、ホストとしての合流車両４０２に関する後続車両モデルを説明するとが、後続車両４１６も、ホスト車両であってもよい。例えば、後続車両モデルではなく、合流車両４０２が後続車両４１６に先行することを理由に、先行車両モデルは、ホスト車両としての役割を果たす後続車両４１６によって使用されてもよい。

【００８７】

これまでに説明された実施形態では、近接車両のうちの１つが車両モデルに適用される。しかしながら、複数の近接車両が車両モデルに適用され、その結果、複数の合流因子が計算されてもよい。例えば、合流車両４０２がホスト車両であると仮定すると、予測モジュール１１６は、後続車両４１６に関して後続車両モデルを、本線車両４０８に関して先行車両モデルを選択してもよい。このようにして、予測モジュール１１６は、先行車両モ

デル及び後続車両モデルの両方を使用してもよい。別の実施形態では、予測モジュール１１６は、本線車両４０８及び先行車両４１８の両方に関して先行車両モデルを使用してもよい。

【００８８】

図４の後続車両４１６がホスト車両である実施例に戻ると、予測モジュール１１６は、後続車両４１６への合流車両４０２の相対的な位置に基づいて、先行車両モデルを選択してもよい。１つ以上の合流因子は、選択されたモデルに基づいて計算され、予測モジュール１１６は、１つ以上の合流因子に基づいて、合流位置を予測する。

【００８９】

制御モジュール１１８は、予測された合流位置に基づいて、後続車両４１６の運動学的パラメータを調節する。例えば、制御モジュール１１８は、予測された合流位置において切れ目を作り出し、または切れ目を拡大するように、後続車両４１６の運動学的パラメータを調節してもよい。したがって、制御モジュール１１８は、合流車両４０２が合流車線４０４から本線車線４０６に移動することを可能にするのに十分なサイズの予測された第２の潜在的な合流位置４１２において切れ目を作り出すように、後続車両４１６を制御してもよい。よって、制御モジュール１１８によって、後続車両４１６は、人間の運転者が行うことができるのと同様の方式で、合流車両４０２についての丁寧な手順を促進することができる。

【００９０】

運動学的パラメータは、ホスト車両の動きを変化させる、現在の速さ、現在の速度、ホスト車両のコンパス向首方向などを含んでもよい。一部の実施形態では、制御モジュール１１８は、アプリケーションプログラムインタフェース（ＡＰＩ）構成要素（図示せず）を採用してもよい。ＡＰＩ構成要素は、制御モジュール１１８からの情報に基づいて、ホスト車両を動作させてもよい。このようにして、制御モジュール１１８及び／またはＡＰＩ構成要素は、自律的な方式でホスト車両を動作させてもよい。

【００９１】

例えば、ホスト車両が合流車線に現在ある合流車両であると仮定すると、制御モジュール１１８は、それが非常に即時的に変わることがある情報を使用するので、１０ヘルツなどのより高い速度で評価される長手速度制御機能を制御してもよい。長手速度制御機能は、ホスト車両を予測された合流位置と並べるために制御モジュール１１８によって使用される。このようにして、制御モジュールは、後続加速化コマンドを実装してもよい。

$a = lim(-0.5g, K_y y_e + K_u u_e, 0.5g)$

K_y＝１／秒^{2}であり、K_y＝２／秒^{2}である。

【００９２】

y_e及びu_eの項は、識別モジュール１１４によって識別された少なくとも１つの近接車両に基づいた相対的な切れ目及び速度誤差である。一部の実施形態では、チェック切れ目機能も１０ヘルツにおいて評価される。この実施例では、ホスト車両が進入路ではない合流車線にあり、前方及び後方の切れ目の両方が予め定められた切れ目の長さ（例えば、１．５２メートル（５フィート））よりも長く、１．５２メートル倍の前方及び後方の切れ目の両方が５秒よりも長いという条件が満たされる場合、合流手順が開始される。

【００９３】

このようにして、車両モデルは、合流手順を予測するために使用される。１つ以上の合流因子は、車両モデルから計算される。１つ以上の合流因子は、１）先行車両も後続車両も存在しない制限されていない合流、２）先行車両が存在しない後続車両の前方での合流、３）先行車両の前方での合流、４）先行車両及び後続車両と中間の合流、５）後続車両の後方での合流、６）後続車両が存在しない先行車両の後方での合流、を示してもよい。例えば、１つの実施形態では、車道上にあることができる近接車両に対する合流因子は、以下を示すことができる。

【００９４】

【表３】

合流因子によって示された合流タイプ	予測された潜在的な合流位置	車両の前方	車両の後方
先行車両も後続車両も存在しない制限されていない合流	４１２	なし	なし
先行車両が存在しない後続車両の前方での合流	４１２	なし	４１６
先行車両の前方での合流	４１０	（ａ）	４０８
先行車両及び後続車両の中間の合流	４１２	４０８	４１６
後続車両の後方での合流	４１４	４１６	（ｂ）
後続車両が存在しない先行車両の後方での合流	４１２	４０８	なし

【００９５】
表は、車道の実施例における車両に基づいた合流タイプを例示する。「先行車両の前方での合流」の行では、「（ａ）」は、先行車両の前方に別の車両が存在する可能性があることを示す。そうである場合、先行車両の前方にある車両の相対的な距離及び速度は、ホスト車両の許容可能な切れ目及び速さの調整を判定するために使用される。「後続車両の後方での合流」の行では、「（ｂ）」は、後続車両の後方に別の車両が存在する可能性があることを示す。そうである場合、後続車両の後方にある車両の相対的な距離及び速度は、ホスト車両の許容可能な切れ目及び速さの調整を判定するために使用される。
【００９６】
図５は、例示的な実施形態に従った、予測された合流位置の合流距離内で移動している合流車両を表す概略図である。制御モジュール１１８は、本線車線５０６に隣接する合流車線５０４にある合流車両５０２の運動学的パラメータを調節する。予測された合流位置５０８は、本線車線５０６にある本線車両５１０の前方である。合流車両５０２、ここではホスト車両の運動学的パラメータは、合流車両５０２を予測された合流位置５０８の合流距離５１２内に至らせるように調節される。合流距離５１２は、予測された合流位置５０８からの閾値距離、例えば、長手方向に、短手方向に、または対角線上に予測された合流位置５０８から合流車両５０２を分離する、予め定められた数のヤード、フィート、またはメートルであってもよい。
【００９７】
１つの実施形態では、合流車両５０２が予測された合流位置５０８の合流距離５１２内にあるとき、本線車両５１０は次いで、ホスト車両の場合、予測された合流位置５０８において切れ目５１４を作り出すように本線車両５１０の運動学的パラメータを調節することによって、丁寧な合流を開始するように制御モジュール１１８によって制御される。
【００９８】
代わりに、合流車両５０２がホスト車両であると仮定する。別の実施形態では、合流車両５０２の合流モジュール１２０は、予測された合流位置５０８における切れ目が合流車両５０２に適合するのに十分なサイズを有するかどうかを判定してもよい。合流車両５０２の車両センサ１３４は、切れ目５１４の切れ目の長さ５１６を測定してもよい。切れ目の長さ５１６は、本線車両５１０から先行する本線車両５１８への距離によって定められてもよい。先行する本線車両５１８が存在しない場合、切れ目の長さ５１６は、終わりがないと見なされてもよく、代わりに、後続車両の先頭から、この実施例では合流車両５０２であるホスト車両の先頭までの間で測定された、相対的な後続距離Δd_{hh}を計算してもよい。

【００９９】
別の実施形態では、切れ目の長さ５１６は、切れ目５１４が合流車両５０２に適合するのに十分なサイズの切れ目であるかどうかを判定するために、切れ目閾値と比較されてもよい。一部の実施形態では、切れ目閾値は、合流車両５０２の２倍の長さである。一部の実施形態では、切れ目閾値よりも長い切れ目の長さ５１６は、切れ目５１４が合流車両５０２に適合するのに十分なサイズの切れ目であることを示す。逆に、切れ目閾値よりも短い切れ目の長さ５１６は、切れ目５１４が合流車両５０２に適合するのに十分なサイズでない切れ目であることを示す。
【０１００】
切れ目５１４が十分なサイズの切れ目であると判定したことに応答して、合流モジュール１２０によって、合流車両５０２が合流手順を開始する。合流手順は、ホスト車両が予測された合流位置に移動すること、または丁寧な合流を開始することを含んでもよい。例えば、合流終了車線にある所望のターゲット車両の中間に留まるために、長手速度制御が継続してもよく、終了車線に合流し、合流の完了をチェックするために、２０度などの進路角に従ってホスト車両が操縦される。
【０１０１】
一部の実施形態では、合流手順を開始することは、合流の可能性に対して車両の乗員を警告することを含んでもよい。例えば、ナビゲーションは、予測された合流位置への位置、距離、及び方向などの合流パラメータを表示してもよい。合流パラメータは、インフォテインメントシステム１３０のディスプレイ１３２またはヘッドアップディスプレイ（図示せず）上で表示されてもよい。
【０１０２】
図６は、例示的な実施形態に従った、合流映像及び合流警告ライトの視野を例示する。図６は、図５に関して説明される。特に、図６は、車両６００のフロントガラス６０２を通じて見ている運転者の視野と共に、合流警告が合流映像６０４内で表示されることを例示する。合流映像６０４は、ヘッドアップディスプレイシステム（図示せず）によって投影されてもよい。合流映像６０４は、合流パラメータを含む。例えば、予測された合流位置５０８への位置６０６、距離６０８、及び方向６１０は、合流映像６０４上で示されてもよい。一部の実施形態では、合流映像６０４は、ナビゲーションシステム１２４によって提供されたナビゲーション情報とオーバレイされる。このようにして、目的地への方向を提供すると共に、予測された合流位置５０８を有する車線など、車道上の識別された車線に特有の車線情報を提供することができる。
【０１０３】
合流映像６０４を表示することに加えて、または合流映像６０４を表示することの代替として、合流モジュール１２０は、ライト、例えば、車内キャビンライト、ヘッドライト、方向指示器、ブラインドスポットインジケータ（図示せず）を制御するために、ライトシステム１２６を使用してもよい。１つの実施形態では、合流ライトインジケータ６１２は、予測された合流位置５０８の存在及び位置を示すために、発光ダイオードなどの１つ以上のライトを組み込んでもよい。例えば、合流車両５０２がホスト車両であると仮定する。切れ目５１４が十分なサイズを有すると判定したことに応答して、合流モジュール１２０によって、合流ライトインジケータ６１２は、予め定められた色で点灯し、予め定められたパターンでフラッシュし、またはその両方を行う。
【０１０４】
合流モジュール１２０に加えて、ライトシステム１２６は、制御モジュール１１８によって制御されてもよい。例えば、本線車両５１０がホスト車両であると仮定する。運動学的パラメータを調節するとき、制御モジュール１１８はまた、合流位置５０８が予測されることに応答して、合流ライトインジケータ６１２を色及び／またはパターンで点灯し、本線車両５１０の動きが変化していることを示すようにライトシステム１２６を制御してもよい。
【０１０５】

別の実施形態では、プロセッサ１０４によって、ライトシステム１２６は、パターン及び／または色で点灯し、合流行為の全体を通じて車両の乗員に視覚的キューを提供するように合流ライトインジケータ６１２を制御してもよい。例えば、合流車両５０２がホスト車両であると仮定して、方向指示器が点灯されることに応答して、合流ライトインジケータ６１２は、予測された合流位置５０８が予測されるまでは赤色で点灯してもよく、合流車両５０２が予測された合流位置５０８の合流距離５１２内にあるまでは黄色で点灯してもよく、及び／または切れ目が合流のために十分なサイズの切れ目であるとき、もしくは合流手順が開始されたことを示すために緑色で点灯してもよい。したがって、合流映像６０４及び／または合流ライトインジケータ６１２は、車両の乗員に視覚的警告を提供するために使用されてもよい。

【０１０６】

加えて、音声システム１２８は、車両の乗員に音声キューを提供してもよい。例えば、音声システム１２８は、各々の車両の乗員の周りの領域内で（例えば、車両の乗員に近接して、または車両の乗員に近接したスピーカにおいて）、警告を再生することができ、または音声のコンテンツ及び／もしくはボリュームを調節することができる。例えば、合流ライトインジケータ６１２は、スピーカを含んでもよい。警告は、サウンド、サウンドのパターン、または口頭による警告であってもよい。口頭による警告は、合流手順に関する命令を述べる合流パラメータを表してもよい。一部の実施形態では、ナビゲーションシステム１２４、ライトシステム１２６、及び音声システム１２８は、車両の乗員に視覚及び音声混合の警告を提供するために、インフォテインメントシステム１３０と協働して作動してもよい。

【０１０７】

図５に戻ると、合流モジュール１２０は、合流車両５０２が本線車線５０６内の切れ目５１４に合流することを促進する方式で動作または操作するように合流車両５０２を制御してもよい。例えば、合流モジュール１２０は、それに従って、合流車両５０２に動作または手順させるように、自律運転システムまたは補助運転者支援システムをトリガしてもよい。切れ目５１４が十分なサイズを有しないと判定したことに応答して、合流モジュール１２０によって、予測モジュール１１６は、更新された合流位置を予測する。したがって、前に予測された合流位置が実現不可能になるとき、予測モジュール１１６は、予測された合流位置を更新する。更新された、予測された合流位置は、本線車両５１０または先行する本線車両５１８など、近接車両の現在の相対的な位置を組み込む、上記説明されたのと同一の方式で計算される。

【０１０８】

このようにして、予測された合流位置５０８は、合流車両５０２が切れ目５１４に合流または移動しないと選択するまで繰り返して判定されてもよい。切れ目５１４は、最適な合流位置でなくてもよいが、モデルが写実的なデータセットを組み込むことを理由に、予測された合流位置は、円滑な合流支援を提供するために、人間行動結果に近似する。よって、合流行動システムは、写実的なデータセットに基づいた合流位置予測により合流方法及びシステムを実装し、高い緊張の状況での合流手順の間、より懸命且つより人間のような行動を通じて車両の乗員の経験を改善する。

【０１０９】

図７は、合流行動を予測する方法の処理フローチャートである。合流行動は、合流車両からホスト車両として、または本線車両からホスト車両として予測されてもよい。本明細書で議論される例示的な実施例は、本質的に例示的であること、並びにホスト車両、車両モデル、及び運動学的パラメータを変えることが実装されてもよいことが理解されよう。

【０１１０】

ブロック７０２において、方法は合流車線及び／または本線車線にある少なくとも１つの近接車両を識別することを含む。１つの実施形態では、識別モジュール１１４は、１つ以上の近接車両がホスト車両に近接するかどうかを判定するために、近接車両センサ１３８からデータストリームを受信する。データストリームはまた、ネットワーク１４０を通

じて、リモートセンサ（例えば、通行カメラ、舗道内センサ、車両間ネットワーク）から識別モジュール１１４によって受信されてもよい。一部の実施形態では、ホスト車両の近接した距離の半径内にある車両は、近接車両として識別される。近接した距離の半径は、ホスト車両から測定された予め定められた半径の距離であってもよい。

【０１１１】

ブロック７０４において、方法は、少なくとも１つの近接車両に基づいて、１つ以上の車両モデルを選択することを含む。例えば、予測モジュール１１６は、ホスト車両への少なくとも１つの近接車両の相対的な位置に基づいて、車両モデルを選択してもよい。モデルは、人間行動結果に近似する写実的なデータセットに基づいている。したがって、モデルは、ホスト車両への近接車両の相対的な位置を考えると、人間の運転者が行うことができるものの近似に影響を与えるように選択される。

【０１１２】

１つの実施形態では、２つ以上の車両は、第１の車両及び第２の車両を含む近接車両として識別されてもよい。したがって、第１の車両モデル及び第２の車両モデルは、第１の車両及び第２の車両それぞれに対応して選択されてもよい。例えば、第１の近接車両がホスト車両に対する先行車両であると仮定する。先行車両モデルは、第１の車両に対応するように選択される。第１の車両は、先行する切れ目の長さに基づいて、先行車両と見なされてもよい。先行する切れ目の長さは、ホスト車両の前方の近接車両への距離であってもよい。先行する切れ目の長さは、純粋に長手方向の測定値ではない。例えば、先行する切れ目の長さは、ホスト車両及び近接車両が異なる車線にあるときなど、ホスト車両の対角線上に前方にある近接車両を組み込むことができる。

【０１１３】

同様に、第２の車両は、ホスト車両に対する後続車両であってもよい。したがって、後続車両は、第２の車両に対応して選択されてもよい。第２の車両は、後続の切れ目の長さに基づいて、後続車両と見なされてもよい。後続の切れ目の長さは、ホスト車両の後方の近接車両への距離であってもよい。後続の切れ目の長さはまた、単純に長手方向の測定値ではない。例えば、後続の切れ目の長さは、先行する切れ目の長さと同様に、ホスト車両及び近接車両が異なる車線にあるときなど、ホスト車両の対角線上に後方にある近接車両を組み込むことができる。

【０１１４】

ブロック７０６において、方法は、１つ以上のモデルに対応する１つ以上の合流因子を計算することを含む。１つ以上の合流因子は、少なくとも１つの近接車両が後続車両を含むかどうかに基づいた二値を有する後続車両変数など、候補因子及びモデル係数に基づいて、１つ以上のモデルから計算される。

【０１１５】

ブロック７０８において、方法は、１つ以上の合流因子に基づいて、合流位置を予測することを含む。予測された合流位置は、１つ以上の合流因子を、潜在的な合流位置と関連付けられた範囲及び／または閾値と比較することによって選択されてもよい。例えば、１つ以上の合流因子は、少なくとも１つの閾値と比較されてもよく、予測された合流位置は、比較に基づいて予測される。

【０１１６】

ブロック７１０において、方法は、ホスト車両の運動学的パラメータを調節することを含む。例えば、運動学的パラメータは、ホスト車両を予測された合流位置の合流距離内に至らせるように調節されてもよい。ホスト車両が合流車両であると仮定すると、運動学的パラメータは、合流車両を予測された合流位置と横方向に並んで至らせるように調節されてもよい。例えば、運動学的パラメータは、ホスト車両に、予測された合流位置まで加速または減速させるようなホスト車両の速さであってもよい。代わりに、ホスト車両が本線車両であると仮定すると、運動学的パラメータは、予測された合流位置において切れ目を作り出すように調節されてもよい。

【０１１７】

運動学的パラメータは、制御モジュール１１８によって調節されてもよい。一部の実施形態では、制御モジュール１１８は、先進運転支援システム（ＡＤＡＳ）または自律運転システム（図示せず）により運動学的パラメータを調節してもよい。別の実施形態では、制御モジュール１１８は、運動学的パラメータを調節するために、アンチロックブレーキシステム、ブレーキ支援システム、自動ブレーキプレフィルシステム、低速追従システム、またはクルーズ制御システムなどの車両システム１２２を採用してもよい。

【０１１８】

図８は、例示的な実施形態に従った、合流行動モデルを含む合流車両から合流行動を予測する方法の処理フローチャートである。図８は、図７に関して上記議論されたブロックと同様であり、図５に関して説明されたブロック７０２～７１０を有する。図８のブロック７０２～７１０は、図７に関して上記説明されたブロックと同様の方式で動作する。本明細書で議論される例示的な実施例は、本質的に例示的であること、並びにホスト車両、モデル、及び運動学的パラメータが実装されてもよいことを理解されよう。

【０１１９】

ブロック８０２を続けると、方法は、予測された合流位置５０８において切れ目５１４が存在するかどうかを判定することを含む。例えば、合流モジュール１２０は、予測された合流位置において十分なサイズの切れ目が存在するかどうかを判定するために、ホスト車両センサ１３６及び／または近接車両センサを含む車両センサ１３４を使用してもよい。例えば、車両センサ１３４は、切れ目の長さを測定するために使用されてもよい。切れ目の長さは、２つの近接車両の間、近接車両と障害との間（例えば、停止した通行、車線の終わりなど）、または２つの障害の間で測定されてもよい。

【０１２０】

予測された合流位置において切れ目が利用可能でない場合、方法は、ブロック７０２に戻る。ブロック７０２において、１つ以上の近接車両は、ホスト車両に対するそれらの現在の位置上で識別される。予測された合流位置において切れ目が利用可能である場合、方法は、ブロック８０４を続ける。

【０１２１】

ブロック８０４において、合流手順が開始される。合流モジュール１２０は、合流手順を開始するために、自律運転システムまたは先進運転支援システム（ＡＤＡＳ）を採用してもよい。合流手順を開始することは、音声キュー（例えば、サウンドの警告、口頭による警告など）をトリガすること、視覚的キュー（例えば、点灯の連続、ディスプレイ１３２、ヘッドアップディスプレイ投影など）をトリガすること、合流移動（例えば、車線を変更すること、十分な切れ目に移動することなど）を促進すること、のうちの１つ以上を含んでもよい。合流手順を促進することによって、ここで説明されるシステム及び方法は、改善された運転者経験をもたらす。更に、モデル化が写実的な行動データセットに基づいていることを理由に、促進された合流手順は、車両の乗員の行動に近似する。

【０１２２】

図９は、例示的な実施形態に従った、車両モデルを訓練する方法の処理フローチャートである。例えば、一部の実施形態では、予測モジュール１１６は加えて、受信された訓練データに基づいて、車両モデルを生成、構築、及び精緻化してもよい。本明細書で議論される例示的な実施例は、本質的に例示的であること、並びに訓練データ及び車両モデルを変えることが実装されてもよいことが理解されよう。

【０１２３】

ブロック９０２において、方法は、訓練データを受信することを含む。訓練データは、写実的なデータを含む。写実的なデータは、ネットワーク１４０を介して写実的な行動データベース１４２から、ネットワーク１４０を介してリモートセンサ（例えば、通行カメラ、舗道内センサ、車両間ネットワーク、空間像データセットなど）から、及び車両の乗員の行動を監視することができるホスト車両センサ１３６から受信されてもよい。例えば、写実的なデータは、幹線道路車両の空間像データセットから抽出されてもよい。これは、未加工時間履歴データを通じて検索すること、及び合流車線から最も右側の主要な走行

車線に変更した車両を識別することが伴ってもよい。合流車両についての時間履歴データ及び隣接車両についての時間履歴データは次いで、後続の分析のために分離されてもよい。車両軌道データは、各々の一意な車両を特定することを促進し、そのサイズ及び運動を推論するいくつかの変数を含んでいる。軌道データ変数についての実施例は、車両ごとに一意な識別番号、タイミング、ＧＰＳ位置、車両の大きさ、速度、現在の車線、及び周囲の車両の識別番号を含む。

【０１２４】

ブロック９０４において、方法は、訓練モデルを生成することを含む。訓練モデルは、訓練データから候補因子及びモデル係数を抽出及び計算することによって生成されてもよい。

【０１２５】

ブロック９０６において、訓練モデルがモデルを生成するのに十分な訓練データを有するかどうかが判定される。例えば、候補因子及びモデル係数が、受信された訓練データから計算されることが可能であったかどうかが判定されてもよい。そうでない場合、方法は、ブロック９０２に戻り、訓練データを再受信して、訓練モデルを生成する。受信された訓練データが十分であった場合、方法は、ブロック９０８を続ける。

【０１２６】

ブロック９０８において、車両モデルが訓練モデルに基づいて生成される。車両モデルは、訓練モデルからの入力と共に、追加の訓練モデルまたは車両の乗員の行動の両方を含んでもよい。

【０１２７】

ブロック９１０において、車両モデルの精度が計算される。精度は、例えば、主要な車道上での車両の乗員の履歴行動、リアルタイムな車両行動との比較に基づいて計算されてもよい。

【０１２８】

ブロック９１２において、車両モデルが実装されるとき、予測された合流位置に切れ目が存在するかどうかが判定される。切れ目の存在は、ホスト車両センサ１３６及び近接車両センサ１３８を使用して判定されてもよい。切れ目が検出される場合、方法は、ブロック９１４を続ける。ブロック９１４において、方法は、車両モデルの精度を定めることを含む。精度は、計算された精度及びブロック９１２における実装された車両モデルの成功に基づいて定められてもよい。代わりに、ブロック９１２において切れ目が検出されない場合、方法は、ブロック９１６を続ける。ブロック９１６において、方法は、追加の訓練データを受信する。追加の訓練データは、車両モデルを更に精緻化するために使用される。方法は次いで、ブロック９０８に戻る。このようにして、精度を改善するように車両モデルを精緻化することができ、その結果、車両モデルが人間行動により良好に近似することができる。

【０１２９】

合流行動が本線車線に合流していることがある、進入路車線にある車両に関して説明されたが、車両モデルはまた、出口路車線または本線車線の間に合流するホスト車両に対して採用されてもよいことを理解すべきである。

【０１３０】

図１０は、先行車両モデル及び後続車両モデルを組み合わせた行動モデルに従って合流行動を予測する方法の処理フローチャートである。行動モデルは、図１及び４に関して説明される。本明細書で議論される例示的な実施例は、本質的に例示的であること、並びにホスト車両、車両モデル、及び運動学的パラメータを変えることが実装されてもよいことが理解されよう。

【０１３１】

ブロック１００２において、方法は、ホスト車両のセンサの範囲内にあり、合流車線４０４に隣接する、本線車線４０６内に先行車両が存在するかどうかを判定することを含む。例えば、ホスト車両が合流車両４０２であると仮定する。したがって、本線車両４０８

は、合流車両４０２に先行する。識別モジュール１１４が本線車両４０８などの先行車両を検知及び識別する場合、方法は、ブロック１００４を続ける。一部の実施形態では、先行車両の識別は、車両４０２への距離が距離閾値よりも長い場合は車両４０８を除外する。距離閾値は、ホスト車両から車両に近接する予め定められた距離である（例えば、３００フィート）。

【０１３２】

ブロック１００４において、方法は、先行車両モデルに従って第１の合流因子を計算することを含む。合流因子は、図４に関して説明されたのと同様の方式で計算されてもよい。

【０１３３】

ブロック１００６において、方法は、予測モジュール１１６が、第１の合流因子が第１の合流閾値を上回るかどうかを判定することを含む。第１の合流閾値は、０．５などの確率値であってもよい。第１の合流因子が第１の合流閾値を上回る場合、方法は、ブロック１００８を続ける。

【０１３４】

ブロック１００８において、方法は、第１の潜在的な合流位置４１０を選択することを含む。第１の潜在的な合流位置４１０は、本線車両４０８の前方の位置である。

【０１３５】

ブロック１００６に戻ると、第１の合流因子が第１の合流閾値を上回らない場合、方法は、ブロック１０１０を続ける。

【０１３６】

ブロック１０１０において、方法は、センサの範囲内にあり、及び、一部の実施形態では、距離閾値内にある、本線車線４０６内に後続車両が存在するかどうかを判定することを含む。合流車両４０２に対して車両が続くかどうかが判定される。識別モジュール１１４が後続車両４１６などの後続車両を識別しない場合、方法は、ブロック１０１２を続ける。

【０１３７】

ブロック１０１２において、方法は、第２の潜在的な合流位置４１２を選択することを含む。第２の潜在的な合流位置４１２は、本線車両４０８の後方の位置である。

【０１３８】

ブロック１０１０に戻ると、識別モジュール１１４が後続車両４１６などの後続車両を識別する場合、方法は、ブロック１０１４を続ける。

【０１３９】

ブロック１０１４において、方法は、後続車両モデルに従って、第２の合流因子を計算することを含む。第２の合流因子は、図４に関して説明されたのと同様の方式で計算されてもよい。

【０１４０】

ブロック１０１６において、方法は、予測モジュール１１６が、第２の合流因子が第２の合流閾値を上回るかどうかを判定することを含む。第１の合流閾値と同様に、第２の合流閾値は、確率値であってもよい。一部の実施形態では、第２の合流閾値は、第１の合流閾値と同一であってもよく、例えば、第２の合流閾値は、０．５であってもよい。第２の合流因子が第２の合流閾値を上回る場合、方法は、ブロック１０１８を続ける。

【０１４１】

ブロック１０１８において、方法は、第２の潜在的な合流位置４１２を選択することを含む。ブロック１０１０において、後続車両４１６が識別されることを理由に、第２の潜在的な合流位置４１２は、本線車両４０８の後方に位置し、後続車両４１６の前方にも位置する。

【０１４２】

ブロック１０１６に戻ると、第２の合流因子が第２の合流閾値を上回らない場合、方法は、ブロック１０２０を続ける。

【０１４３】

ブロック１０２０において、方法は、第３の潜在的な合流位置４１４を選択することを含む。第３の合流位置４１４は、後続車両４１６の後方に位置する。

【０１４４】

ブロック１００２に戻ると、ブロック１００２において、先行車両が存在したかどうかが判定されている。先行車両が識別モジュール１１４によって識別されない場合、方法は、ブロック１０２２を続ける。

【０１４５】

ブロック１０２２において、方法は、ホスト車両のセンサの範囲内にあり、及び、一部の実施形態では、ホスト車両への距離閾値内にある、本線車線４０６内に後続車両が存在するかどうかを判定することを含む。再度、合流車両４０２に対して車両が続くかどうかが判定される。識別モジュール１１４が後続車両４１６などの後続車両を識別しない場合、方法は、ブロック１０２４を続ける。

【０１４６】

ブロック１０２４において、方法は、潜在的な合流位置が制限されていないと判定することを含む。制限されていない合流は、車両４０２のセンサの範囲内にあり、及び、一部の実施形態では、車両４０２への可能な距離閾値（例えば、３００フィート）内にある、本線車線４０６内に車両が存在しないときに発生する。したがって、合流車両４０２は、近接車両を妨害することなく、または近接車両によって妨害されることなく、合流車両４０４から本線車線に移動することができる。したがって、予測モジュール１１６は、いずれかの潜在的な合流位置を選択することができる。更に、切れ目及び対応する切れ目の長さは、合流手順を開始する前に識別または計算される必要がない。したがって、予測モジュール１１６が制限されていない合流を予測したことに応答して、合流車両４０２の合流モジュール１２０は、合流手順を開始するようにトリガされてもよい。

【０１４７】

ブロック１０２２に戻ると、識別モジュール１１４が後続車両４１６などの後続車両を識別する場合、方法は、ブロック１０２６を続ける。

【０１４８】

ブロック１０２６において、方法は、後続車両モデルに従って第３の合流因子を計算することを含む。第３の合流因子は、図４に関して説明されたのと同様の方式で計算されてもよい。

【０１４９】

ブロック１０２８において、方法は、予測モジュール１１６が、第３の合流因子が第３の合流閾値を上回るかどうかを判定することを含む。第１の合流閾値及び第２の合流閾値と同様に、第３の合流閾値は、確率値であってもよい。一部の実施形態では、第３の合流閾値は、第１の合流閾値及び／または第２の合流閾値と同一であってもよく、例えば、第３の合流閾値は、０．５であってもよい。第３の合流因子が第３の合流閾値を上回る場合、方法は、ブロック１０３０を続ける。

【０１５０】

ブロック１０３０において、方法は、第２の潜在的な合流位置４１２を選択することを含む。ブロック１００２において、先行車両が識別されていないが、ブロック１０１０において、後続車両４１６が識別されていることを理由に、第２の潜在的な合流位置４１２は、後続車両４１６の前方に位置する。

【０１５１】

ブロック１０２８に戻ると、第３の合流因子が第３の合流閾値を上回らない場合、方法は、ブロック１０３２を続ける。

【０１５２】

ブロック１０３２において、方法は、第３の潜在的な合流位置４１４を選択することを含む。第３の合流位置４１４は、後続車両４１６の後方に位置する。

【０１５３】

図１０は、先行車両モデル及び後続車両モデルの両方を使用する行動モデルの１つの実

施形態を説明する。ここで、先行車両モデルが最初に適用され、後続車両モデルが続いて組み込まれる。しかしながら、別の実施形態では、後続車両モデルは、近接車両に最初に適用されてもよく、先行車両モデルが続いて近接車両に適用されてもよい。よって、先行車両モデル及び後続車両モデルは、合流手順を開始し、更には完了する際にホスト車両を支援するために、個々にまたは組み合わせて使用されてもよい。

【０１５４】

主題が構造的特徴または方法論的行為に特有の言語で説明されたが、添付の特許請求の範囲の主題が必ずしも上記説明された特定の特徴または行為に限定されないことを理解されよう。むしろ、上記説明された特定の特徴及び行為は、実施例の実施形態として開示される。

【０１５５】

実施形態の様々な動作が本明細書で提供される。動作のうちの１つ以上または全てが説明される順序は、それらの動作が必ずしも必ず順序に依存すると意味すると解釈されるべきではない。代替的な順序がこの説明に基づいて認識されよう。更に、全ての動作が必ずしも本明細書で提供される各々の実施形態に存在しなくてもよい。

【０１５６】

本出願で使用されるように、「または」は、排他的な「または」ではなく包含的な「または」を意味することが意図される。更に、包含的な「または」は、それらのいずれかの組み合わせ（例えば、Ａ、Ｂ、またはそれらのいずれかの組み合わせ）を含んでもよい。加えて、本出願で使用される「ａ」及び「ａｎ」は概して、他に指定されない限り、または文脈から単数形を指すことが明らかでない限り、「１つ以上」を意味すると解釈される。加えて、Ａ及び／またはＢなどのうちの少なくとも１つは概して、ＡもしくはＢ、またはＡ及びＢの両方を意味する。更に、「含む（ｉｎｃｌｕｄｅｓ）」、「有する（ｈａｖｉｎｇ）」、「有する（ｈａｓ）」、「伴う（ｗｉｔｈ）」、またはそれらの変形が詳細な説明または特許請求の範囲のいずれかで使用される程度に、そのような用語は、用語「備える（ｃｏｍｐｒｉｓｉｎｇ）」と同様の方式で包括的であると意図される。

【０１５７】

更に、他に指定されない限り、「第１の」または「第２の」などは、時間的側面、空間的側面、順序などを意味すると意図されない。むしろ、そのような用語は、特徴、要素、項目などについての識別子、名前などとして使用されるにすぎない。例えば、第１のチャネル及び第２のチャネルは概して、チャネルＡ及びチャネルＢ、または２つの異なるチャネル、または２つの同様のチャネルもしくは同一のチャネルに対応する。加えて、「備える（ｃｏｍｐｒｉｓｉｎｇ）」、「備える（ｃｏｍｐｒｉｓｅｓ）」、「含む（ｉｎｃｌｕｄｉｎｇ）」、または「含む（ｉｎｃｌｕｄｅｓ）」などは概して、備えるまたは含むを意味するが、それらに限定されない。

【０１５８】

様々な上記開示された特徴及び機能、並びに他の特徴及び機能、またはそれらの代替物もしくは変形は、望ましくは多くの他の異なるシステムまたはアプリケーションに組み込まれてもよいことを認識されよう。また、以下の特許請求の範囲によって包含されることになることも意図される、様々な現在は予見できないまたは予期しないその代替物、修正、変形、または改善は、その後、当業者によって行われてもよい。

【符号の説明】

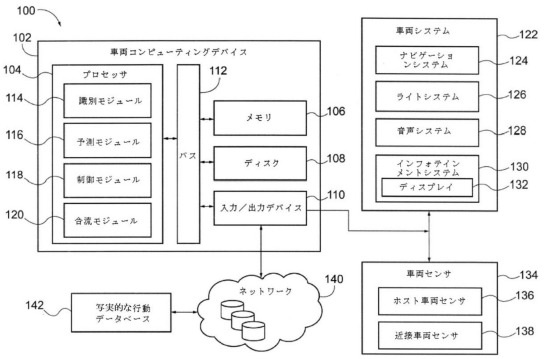
【０１５９】

１００　動作環境
１０２　車両コンピューティングデバイス（ＶＣＤ）
１０４　プロセッサ
１０６　メモリ
１０８　ディスク
１１０　入力／出力（Ｉ／Ｏ）インタフェース
１１２　バス

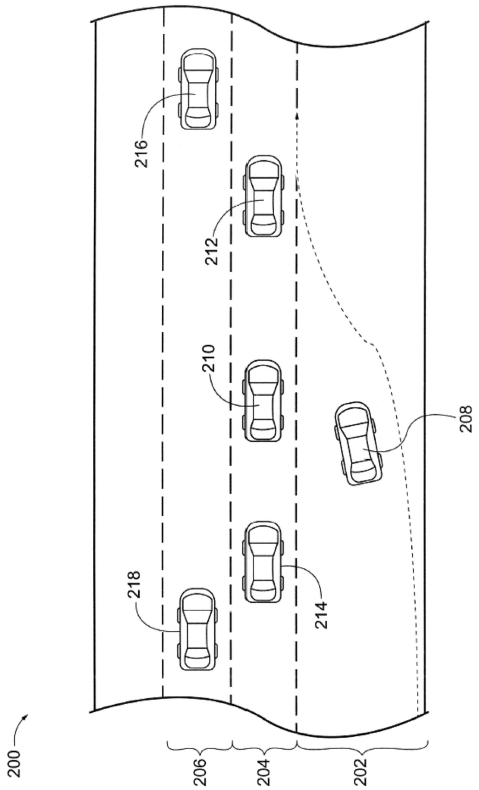
１１４　識別モジュール
１１６　予測モジュール
１１８　制御モジュール
１２０　合流モジュール
１２２　車両システム
１２４　ナビゲーションシステム
１２６　ライトシステム
１２８　音声システム
１３０　インフォテインメントシステム
１３２　ディスプレイ
１３４　車両センサ
１３６　ホスト車両センサ
１３８　近接車両センサ
１４０　ネットワーク
１４２　写実的な行動データベース

【図面】

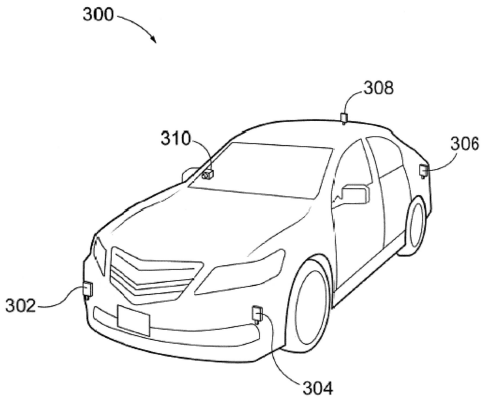
【図１】



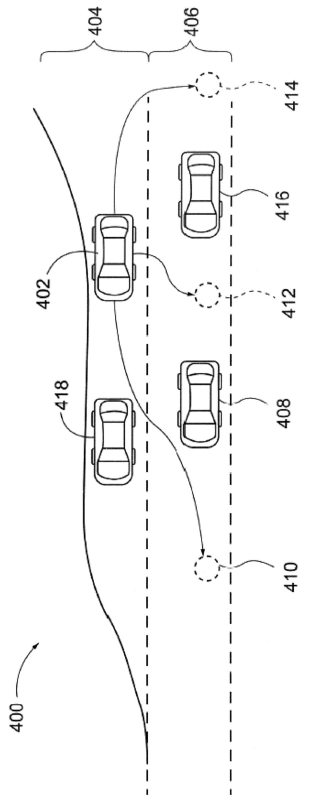
【図２】



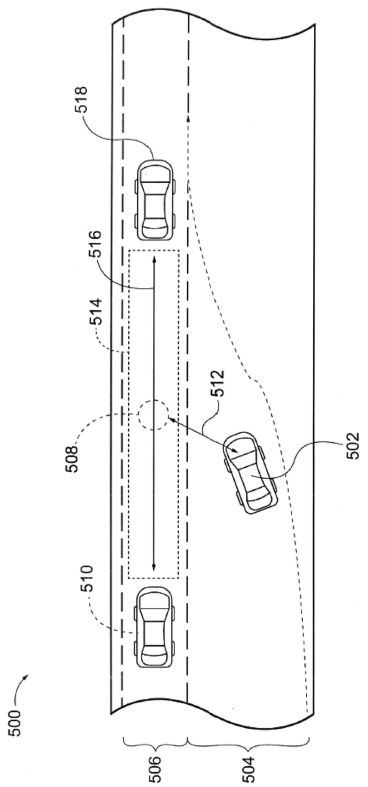
【図３】


300
308
310
306
302
304

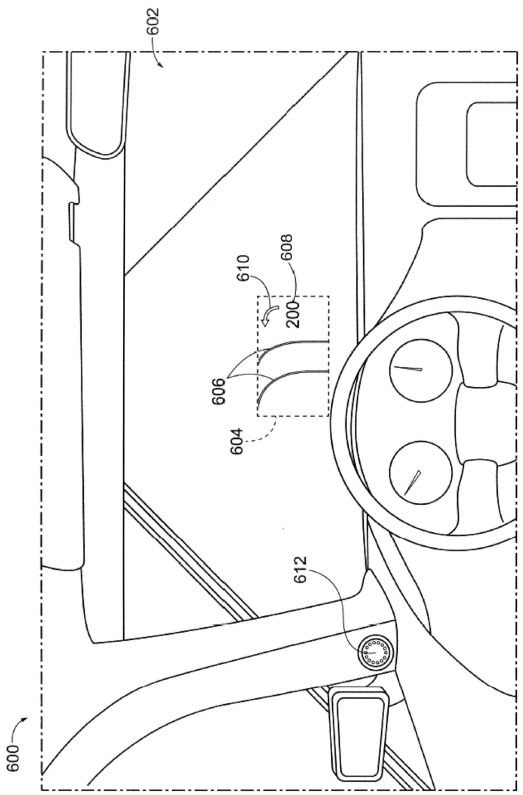
【図４】


404
406
414
416
402
412
418
408
410
400

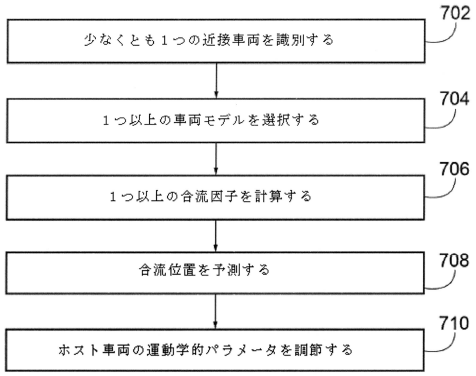
【図５】


518
516
514
512
508
502
510
500
506
504

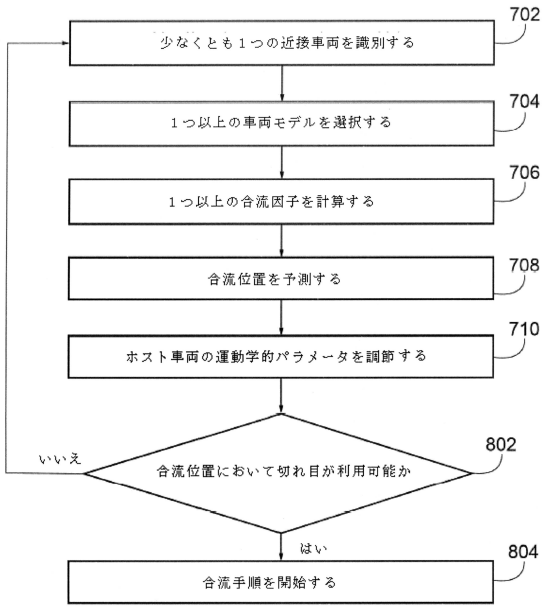
【図６】


602
610
608
200
606
604
612
600

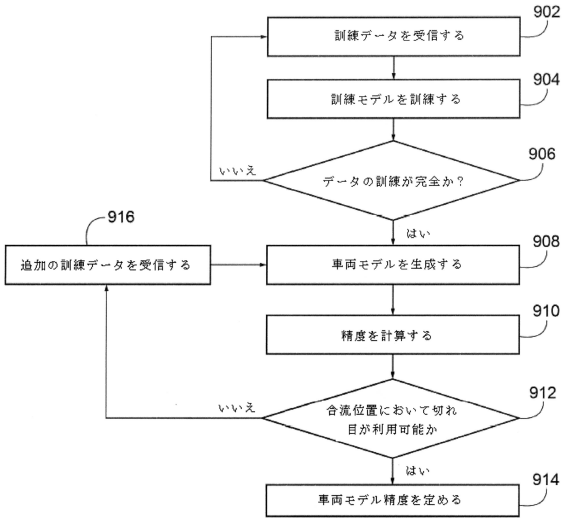
【図７】


少なくとも１つの近接車両を識別する
702
１つ以上の車両モデルを選択する
704
１つ以上の合流因子を計算する
706
合流位置を予測する
708
ホスト車両の運動学的パラメータを調節する
710

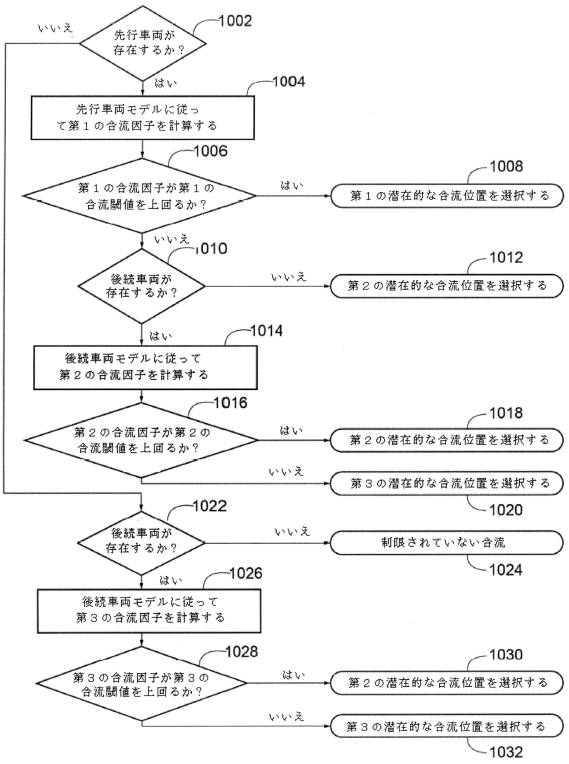
【図８】


少なくとも１つの近接車両を識別する
702
１つ以上の車両モデルを選択する
704
１つ以上の合流因子を計算する
706
合流位置を予測する
708
ホスト車両の運動学的パラメータを調節する
710
合流位置において切れ目が利用可能か
802
いいえ
はい
合流手順を開始する
804

【図９】


訓練データを受信する
902
訓練モデルを訓練する
904
データの訓練が完全か？
906
いいえ
はい
追加の訓練データを受信する
916
車両モデルを生成する
908
精度を計算する
910
合流位置において切れ目が利用可能か
912
いいえ
はい
車両モデル精度を定める
914

【図１０】


先行車両が存在するか？
1002
いいえ
はい
先行車両モデルに従って第１の合流因子を計算する
1004
第１の合流因子が第１の合流閾値を上回るか？
1006
はい
第１の潜在的な合流位置を選択する
1008
いいえ
後続車両が存在するか？
1010
いいえ
第２の潜在的な合流位置を選択する
1012
はい
後続車両モデルに従って第２の合流因子を計算する
1014
第２の合流因子が第２の合流閾値を上回るか？
1016
はい
第２の潜在的な合流位置を選択する
1018
いいえ
第３の潜在的な合流位置を選択する
1020
後続車両が存在するか？
1022
いいえ
制限されていない合流
1024
はい
後続車両モデルに従って第３の合流因子を計算する
1026
第３の合流因子が第３の合流閾値を上回るか？
1028
はい
第２の潜在的な合流位置を選択する
1030
いいえ
第３の潜在的な合流位置を選択する
1032

フロントページの続き

テンツ・アンド・テクノロジーズ・ノース・アメリカ・エルエルシー内
(72)発明者　サメール・ラジャブ
アメリカ合衆国・オハイオ・４３０６７－９７０５・レイモンド・ステート・ルート・７３９・２１００１・ホンダ・パテンツ・アンド・テクノロジーズ・ノース・アメリカ・エルエルシー内
(72)発明者　三枝 重信
アメリカ合衆国・オハイオ・４３０６７－９７０５・レイモンド・ステート・ルート・７３９・２１００１・ホンダ・パテンツ・アンド・テクノロジーズ・ノース・アメリカ・エルエルシー内
(72)発明者　シュエ・バイ
アメリカ合衆国・オハイオ・４３０６７－９７０５・レイモンド・ステート・ルート・７３９・２１００１・ホンダ・パテンツ・アンド・テクノロジーズ・ノース・アメリカ・エルエルシー内
(72)発明者　アール・マイケル・ヴァン・オーケン
アメリカ合衆国・オハイオ・４３０６７－９７０５・レイモンド・ステート・ルート・７３９・２１００１・ホンダ・パテンツ・アンド・テクノロジーズ・ノース・アメリカ・エルエルシー内
(72)発明者　アレックス・ジェイ・チャップマン
アメリカ合衆国・オハイオ・４３０６７－９７０５・レイモンド・ステート・ルート・７３９・２１００１・ホンダ・パテンツ・アンド・テクノロジーズ・ノース・アメリカ・エルエルシー内
審査官　鶴江 陽介

(56)参考文献　特開２０１２－１２３６０６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１７－０８１４２６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１８－０６２３００（ＪＰ，Ａ）
特開２０１７－１６５１９７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ６０Ｗ　３０／００－６０／００
Ｇ０８Ｇ　１／００－ １／１６