

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6540826号
(P6540826)

(45) 発行日 令和1年7月10日 (2019.7.10)

(24) 登録日 令和1年6月21日 (2019.6.21)

(51) Int. Cl. F I
G 0 8 G 1/09 (2006.01) G 0 8 G 1/09 H

請求項の数 20 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2017-553835 (P2017-553835)	(73) 特許権者	000003997
(86) (22) 出願日	平成28年11月28日 (2016.11.28)		日産自動車株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/085157		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(87) 国際公開番号	W02017/094656	(74) 代理人	110000486
(87) 国際公開日	平成29年6月8日 (2017.6.8)		とこしえ特許業務法人
審査請求日	平成30年5月21日 (2018.5.21)	(72) 発明者	ジャウ ユー
(31) 優先権主張番号	14/954,083		神奈川県厚木市森の里青山1-1 日産自
(32) 優先日	平成27年11月30日 (2015.11.30)		動車株式会社 知的財産部内
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	モルタザヴィ アリ
			神奈川県厚木市森の里青山1-1 日産自
			動車株式会社 知的財産部内
		審査官	久保田 創
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両道路網の走行に用いられる予測車両情報の生成方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両道路網の走行に用いられる予測車両情報の生成方法であって、
リモート車両におけるリモート車両空間的状态情報をホスト車両で受信し、
前記リモート車両空間的状态情報に基づき前記車両道路網の一部分に対応する車両道路網情報を特定し、

コンピュータ記録媒体に記憶された命令に応答するプロセッサに、初期時点における前記リモート車両空間的状态情報と初期時点における前記車両道路網情報との比較に基づき、各々の初期確率値が前記車両道路網情報内における単一車線を前記リモート車両が辿っている尤度を示す、当該初期確率値を少なくとも一つを生成させ、

前記初期時点を含む複数の時点について、前記リモート車両空間的状态情報のための隣接値の間での、前記車両道路網情報に対する前記リモート車両の偏差を生成し、

各単一車線及び各偏差に対して、前記偏差に基づく新たな確率値を用いて、前記リモート車両が前記単一車線を辿っている尤度を更新し、

前記更新された尤度を用いて、前記車両道路網を前記ホスト車両に走行させる場合に前記車両道路網情報とともに用いられる、前記リモート車両のための軌道を生成する、予測車両情報の生成方法。

【請求項2】

前記リモート車両空間的状态情報に基づき前記車両道路網の一部分を表す前記車両道路網情報を特定する処理は、

10

20

前記リモート車両空間的状态情報を前記車両道路網情報と比較することにより、前記リモート車両が走行可能な少なくとも一つの車線を特定する処理を含む請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記ホスト車両にて継時的に前記リモート車両のリモート車両運動学的状態情報を受信する処理をさらにに行い、

前記更新された尤度を用いて前記軌道を生成する処理は、前記リモート車両運動学的状態情報を用いて前記軌道を生成する処理を含む請求項1又は2の方法。

【請求項4】

前記リモート車両空間的状态情報は前記リモート車両の空間座標を含み、前記リモート車両運動学的状態情報は前記リモート車両のリモート車両速度又は前記リモート車両のリモート車両加速度の少なくとも一方を含む請求項3に記載の方法。

【請求項5】

前記ホスト車両において、継時的に前記リモート車両のリモート車両運動学的状態情報を受信し、

前記更新された尤度を用いて前記軌道を生成する処理は、

各特定車線に対して、前記リモート車両運動学的状態情報を用いて、前記リモート車両の現在位置から、共通の将来地点にやがて到達する、予測される複数の前記軌道を形成し、各々の前記軌道を生成する処理を含む請求項1又は2に記載の方法。

【請求項6】

前記少なくとも一つの前記初期確率値を生成する処理は、

前記リモート車両空間的状态情報と前記車両道路網情報とを比較し、

前記初期時点において前記車両道路網情報内で前記リモート車両が利用可能な車線の現在の数を定め、

前記各初期確率値を、前記車線の現在の数によって定められた値と同じ値にする請求項1～5の何れか一項に記載の方法。

【請求項7】

前記更新された尤度を用いて前記軌道を生成する処理は、

前記リモート車両の現在速度と進行方向を用いて一連の第1の軌道値を生成し、

前記更新された尤度を用いて一連の第2の軌道値を生成する処理と、

前記一連の第1の軌道値と前記一連の第2の軌道値を結合することによって前記軌道を生成する処理と、を含む請求項1～6の何れか一項に記載の方法。

【請求項8】

前記一連の第1の軌道値と前記一連の第2の軌道値を結合する処理は、

補間時間のための複数の時間間隔の各々の終わりにおいて、前記一連の第1の軌道値の各第1の軌道値を、前記一連の第2の軌道値の当該第2の軌道値と共に、重み付けする余弦関数を適用する請求項7に記載の方法。

【請求項9】

前記単一車線は複数の車線の一つであり、

請求項1～8の何れか一項に記載の方法は、前記複数の車線の各車線に対して、

前記車線のセンターラインを定める処理と、

前記複数の時点の各現在の時点に対して、

前記現在の時点における前記リモート車両の現在位置に関連する、前記リモート車両空間的状态情報のための現在の値を受信する処理と、

前記リモート車両の中心線を前記車線のセンターラインと平行に前記リモート車両空間的状态情報のための先の値から前記リモート車両空間的状态情報のための前記現在の値と前記センターラインとの間に延びるユークリッド線に向けて投影し、且つ、前記リモート車両空間的状态情報のための前記現在の値と前記ユークリッド線上の前記リモート車両の中心線との間のユークリッド距離に基づき、前記車線のセンターラインからの前記リモート車両の相対偏差として前記偏差を生成する処理、又は、

前記リモート車両の中心線を前記車線のセンターラインと平行に前記リモート車両空間的状态情報のための先の値と前記センターラインとの間に延びるユークリッド線から前記リモート車両空間的状态情報のための前記現在の値に向けて投影し、且つ、前記リモート車両空間的状态情報のための前記先の値と前記ユークリッド線上の前記リモート車両の中心線との間のユークリッド距離に基づき、前記車線のセンターラインからの前記リモート車両の相対偏差として前記偏差を生成する処理、のいずれか一方の処理と、を含み、前記新たな確率値は、前記相対偏差に基づくものである方法。

【請求項 10】

前記相対偏差に基づく前記新たな確率値を用いて前記初期確率値を更新する処理は、ガウス分布の累積分布関数を用いて前記相対偏差を前記新たな確率値に関係付ける処理を含む請求項 9 に記載の方法。

10

【請求項 11】

前記リモート車両空間的状态情報のための前記隣接値の間の相対偏差が、前記リモート車両が前記単一車線のセンターラインに対して第 1 の方向に移動していることを示している場合に、前記偏差を正の値として定める処理と、

前記リモート車両空間的状态情報のための前記隣接値の間の前記相対偏差が、前記リモート車両が前記単一車線のセンターラインに対して前記第 1 の方向と逆の第 2 の方向に移動していることを示している場合に、前記偏差を負の値として定める処理と、を含み、

前記新たな確率値は前記偏差の関数である請求項 1 ～ 10 の何れか一項に記載の方法。

20

【請求項 12】

各単一車線及び各偏差に対して前記新たな確率値を用いて前記尤度を更新する処理は、前記リモート車両が前記複数の時点の範囲内の先の時点でよりも前記複数の時点のうちの現在の時点でセンターラインに近いが、前記先の時点と前記現在の時点との間に前記センターラインを横断しない場合、前記先の時点のための先の確率値を前記新たな確率値で除することによって前記現在の時点のための現在の確率値を生成する処理と、

前記リモート車両が前記複数の時点の範囲内の前記先の時点でよりも前記複数の時点のうちの前記現在の時点で前記センターラインから遠いが、前記先の時点と前記現在の時点との間に前記センターラインを横断しない場合、前記先の時点のための前記先の確率値に前記新たな確率値を乗じることによって前記現在の時点のための前記現在の確率値を生成する処理と、

30

前記リモート車両が前記先の時点と前記現在の時点との間に前記センターラインを横断した場合に、

前記複数の時点の範囲内の前記先の時点のための前記先の確率値を、前記リモート車両が前記先の時点でのスタート地点から前記センターラインに向けて走行することに起因する前記偏差の一部分に基づく第 1 の確率値で除した結果を生成し、

前記結果に、前記リモート車両が前記センターラインから前記現在の時点での現在位置に向けて走行すること起因する前記偏差の一部分に基づく第 2 の確率値を乗じて前記現在の確率値を生成することにより、前記複数の時点のうちの前記現在の時点のための前記現在の確率値を生成する処理と、を含む請求項 1 ～ 11 の何れか一項に記載の方法。

40

【請求項 13】

車両道路網の走行に用いられる予測車両情報を生成する装置であって、非一時的メモリと、

プロセッサと、を備え、

前記プロセッサが、前記非一時的メモリに記憶された命令を実行することで、

リモート車両のためのリモート車両空間的状态情報を受信し、

前記リモート車両空間的状态情報に基づき前記車両道路網の一部分を表す車両道路網情報を特定し、

各々の初期確率値が前記車両道路網情報内における単一車線を前記リモート車両が辿っている尤度を示す、当該初期確率値の少なくとも一つを、初期時点における前記リモート

50

車両空間的状态情報と前記車両道路網情報との比較に基づき生成し、

前記初期時点を含む複数の時点に対して、前記リモート車両空間的状态情報のための隣接値の間での、前記車両道路網情報に対する前記リモート車両の偏差を生成し、

各単一車線及び各偏差に対して、前記偏差に基づく新たな確率値を用いて、前記リモート車両が前記単一車線を辿っている尤度を更新し、

前記更新された尤度を用いて、前記車両道路網をホスト車両に走行させる場合に前記車両道路網情報とともに用いられる、前記リモート車両のための軌道を生成する予測車両情報の生成装置。

【請求項 14】

前記プロセッサは、複数の車線を特定することにより、前記リモート車両空間的状态情報に基づき、前記車両道路網の一部分を表す車両道路網情報を特定するように構成され、

前記複数の車線の各々は、

前記初期時点において前記リモート車両が走行している現在の車線、

前記現在の車線に隣接する隣接車線、

前記現在の車線の前に現れる先の車線、又は

前記現在の車線の後に現れる将来の車線の一つである請求項 13 に記載の装置。

【請求項 15】

前記プロセッサは、

継時的に前記リモート車両のリモート車両運動学的状態情報を受信し、

前記リモート車両運動学的状態情報を用いて前記軌道を生成することによって、前記更新された尤度を用いて前記軌道を生成するように構成される請求項 13 又は 14 に記載の装置。

【請求項 16】

前記プロセッサは、前記リモート車両から送信されたワイヤレス信号内の前記リモート車両運動学的状態情報を受信するように構成される請求項 15 に記載の装置。

【請求項 17】

前記プロセッサは、前記ホスト車両の少なくとも一つのセンサを用いて前記リモート車両運動学的状態情報を受信するように構成される請求項 15 に記載の装置。

【請求項 18】

前記プロセッサは、前記リモート車両空間的状态情報と前記車両道路網情報とを比較し、前記初期時点において前記車両道路網情報内で前記リモート車両が利用可能な車線の現在の数を定めることによって、前記少なくとも一つの初期確率値を生成するように構成され、

各初期確率値は前記車線の現在の数によって除された一つに等しく、

前記車線の現在の数は 1 より大きい請求項 13～17 の何れか一項に記載の装置。

【請求項 19】

前記プロセッサは各車線に対して前記偏差のためのそれぞれの値を生成するように構成され、

前記プロセッサは、各車線に対して、

前記リモート車両が前記複数の時点の範囲内の先の時点でよりも前記複数の時点のうちの現在の時点で前記車線のセンターラインに近いが、前記先の時点と前記現在の時点との間に前記センターラインを横断しない場合、前記先の時点のための先の確率値を前記新たな確率値で除することによって前記現在の時点のための現在の確率値を生成する処理と、

前記リモート車両が前記複数の時点の範囲内の前記先の時点でよりも前記複数の時点のうちの前記現在の時点で前記センターラインから遠いが、前記先の時点と前記現在の時点との間に前記センターラインを横断しない場合、前記先の時点のための前記先の確率値に前記新たな確率値を乗じることによって前記現在の時点のための前記現在の確率値を生成する処理と、

前記リモート車両が前記先の時点と前記現在の時点との間に前記センターラインを横断した場合に、

10

20

30

40

50

前記複数の時点の範囲内の前記先の時点のための前記先の確率値を、前記リモート車両が前記先の時点でのスタート地点から前記センターラインに向けて走行することに起因する前記偏差の一部分に基づく第1の確率値で除した結果を生成し、

前記結果に、前記リモート車両が前記センターラインから前記現在の時点での現在位置に向けて走行することに起因する前記偏差の一部分に基づく第2の確率値を乗じて前記現在の確率値を生成することにより、前記複数の時点のうちの前記現在の時点のための前記現在の確率値を生成する処理と、

によって前記新たな確率値を用いて前記尤度を更新するように構成される請求項13～18の何れか一項に記載の装置。

【請求項20】

10

前記プロセッサは、各車線のために前記軌道を生成する前の前記車線の現在の数に基づき前記複数の時点の各々での前記現在の確率値を正規化するように構成される請求項19に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、経路探索制御及び経路誘導制御を含む車両制御に関する。

【背景技術】

【0002】

車両は、走行経路を生成、維持し、走行経路を走行する(往来／行ったり来たりする、以下同じ)ように車両を制御する制御システムを備えることがある。例えば、自律走行車両は、出発地から目的地までの走行経路を往来するために、直接的な人間の介入なしに自律的に制御されることがある。自律走行車両であるなしに関らず、リモート車両が当該経路に沿ってどこにあるのかを知ることが望ましい。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

リモート車両運転計画予測を用いてホスト車両が動作することを可能にする、車両道路網を走行する場合において用いられる予測車両情報を生成する種々の観点、特徴、要素、実装、及び実施形態が本明細書、特許請求の範囲、及び図面に開示される。

30

【0004】

開示される種々の実施形態の一つの観点は、車両道路網の走行に用いられる予測車両情報を生成する方法である。この方法は、リモート車両におけるリモート車両空間的状态情報をホスト車両で受信する処理、リモート車両空間的状态情報に基づき車両道路網の一部分に対応する車両道路網情報を特定する処理、コンピュータ記録媒体に記憶された命令に応答するプロセッサに、初期時点におけるリモート車両空間的状态情報と初期時点における車両道路網情報との比較に基づき、各々の初期確率値が車両道路網情報内における単一車線をリモート車両が辿っている尤度を示す、当該初期確率値を少なくとも一つ以上生成させる処理、初期時点を含む複数の時点について、リモート車両空間的状态情報のための隣接値の間での、車両道路網情報に対するリモート車両の偏差を生成し、各単一車線及び各偏差に対して、偏差に基づく新たな確率値を用いて、リモート車両が単一車線を辿っている尤度を更新する処理、更新された尤度を用いて、車両道路網をホスト車両に走行させる場合に車両道路網情報とともに用いられる、リモート車両のための軌道を生成する処理、を実行する。各処理が実行される順序は、これに限定されない。

40

【0005】

開示される種々の実施形態の他の観点は、プロセッサを含むホスト車両の車載装置であり、このプロセッサは、非一時的コンピュータ可読媒体に記憶された命令を実行することで、リモート車両におけるリモート車両空間的状态情報をホスト車両で受信し、リモート車両空間的状态情報に基づき車両道路網の一部分に対応する車両道路網情報を特定し、コンピュータ記録媒体に記憶された命令に応答するプロセッサに、初期時点におけるリモー

50

ト車両空間的状态情報と初期時点における車両道路網情報との比較に基づき、各々の初期確率値が車両道路網情報内における単一車線をリモート車両が辿っている尤度を示す、当該初期確率値を少なくとも一つ以上生成させ、初期時点を含む複数の時点について、リモート車両空間的状态情報のための隣接値の間での、車両道路網情報に対するリモート車両の偏差を生成し、各単一車線及び各偏差に対して、偏差に基づく新たな確率値を用いて、リモート車両が単一車線を辿っている尤度を更新し、更新された尤度を用いて、車両道路網をホスト車両に走行させる場合に車両道路網情報とともに用いられる、リモート車両のための軌道を生成する。各処理が実行される順序は、これに限定されない。

【0006】

開示される種々の実施形態の更に他の観点は、非一時的メモリとプロセッサとを含む装置である。このプロセッサは、プロセッサが、非一時的メモリに記憶された命令を実行することで、リモート車両のためのリモート車両空間的状态情報を受信する処理、リモート車両空間的状态情報に基づき車両道路網の一部分を表す車両道路網情報を特定する処理、各々の初期確率値が車両道路網情報内における単一車線をリモート車両が辿っている尤度を示す、当該初期確率値の少なくとも一つを、初期時点におけるリモート車両空間的状态情報及び車両道路網情報の比較に基づき生成する処理、初期時点を含む複数の時点に対して、リモート車両空間的状态情報のための隣接値の間での、車両道路網情報に対するリモート車両の偏差を生成する処理、各単一車線及び各偏差に対して、偏差に基づく新たな確率値を用いて、リモート車両が単一車線を辿っている尤度を更新する処理、更新された尤度を用いて、車両道路網をホスト車両に走行させる場合に車両道路網情報とともに用いられる、リモート車両のための軌道を生成する処理を実行可能なように構成される。各処理が実行される順序は、これに限定されない。

【0007】

以下、ここに開示される種々の方法、装置、手続き及びアルゴリズム、これらの及び他の種々の観点、特徴、要素、実装及び実施形態を更に詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

以下の説明及び図面において提供される種々の例を参照することによって、ここに開示される方法及び装置の種々の観点がより明らかになる。

【0009】

【図1】図1は、ここに開示される種々の観点、特徴及び要素が実装可能な車両の一部分の一例の概略図である。

【0010】

【図2】図2は、ここに開示される種々の観点、特徴及び要素が実装可能な車両輸送及び通信システムの一部分の一例の概略図である。

【0011】

【図3】図3は、ここでの種々の教示に従い車両道路網を走行する場合における使用のための予測車両情報を生成する方法のフローチャートである。

【0012】

【図4A】図4Aは、本開示に従い予測車両情報を生成する場合における使用のための初期時点での車両道路網の一部分内のリモート車両を示す概略図である。

【0013】

【図4B】図4Bは、本開示に従い予測車両情報を生成する場合における使用のための、図4Aの時点の後に続くある時点での車両道路網の当該部分内のリモート車両を示す概略図である。

【0014】

【図4C】図4Cは、本開示に従い予測車両情報を生成する場合における使用のための、図4Bの時点の後に続くある時点での車両道路網の当該部分内のリモート車両を示す概略図である。

【0015】

【図5】図5は、リモート車両空間的状态情報のための隣接値の間での、車両道路網情報に対する偏差の計算を示す概略図である。

【0016】

【図6】図6は、速度及びマップ曲率に基づき予測された軌道の重み付け平均に基づく、時間経過に伴うリモート車両の軌道の生成を示す概略図である。

【0017】

【図7】図7は、図6の軌道を生成するために用いられてよい重み付け関数を示す図である。

【0018】

【図8】図8は、時間の経過に伴う（継時的な）リモート車両の軌道を生成することを示す概略図である。

10

【0019】

【図9】図9は、車両道路網情報及びリモート車両のための軌道を用いて車両道路網を走行するホスト車両を示す概略図である。

【0020】

車両は、車両道路網内において、出発地点から目的地まで走行することができる。車両が車両道路網内を走行しているとき、他の車両の運転計画は有用な情報である。自律走行車又は道路内の基盤施設の意思決定層(意思決定段階)では、そのような運転計画は、詳細な情報を得た上での決定を支援する。例えば、車両は、運転予定(運転計画)を立てること（運転計画立案又は移動予定立案ともいう）の前に、ある場面における他の物体が何をしようとしているのかを予測可能な状態である必要がある。他の例として、基盤施設は、そのような予測を用いて、ある交差点に進入しようとしている何台かの車両のうちどの車両がその交差点を通過する優先権を有しているのかに関して決定できる。

20

【0021】

ソナー（SONAR：Sound navigation and ranging）、レーダー（RADAR：radio detection and ranging）及び／又はレーザー（LIDAR：Laser Imaging Detection and Ranging）等を用いて車両の位置、進行方向(車両の向き)、加速度等に注目することは、静止物体に対しては有効に働く(有効である)。しかし、これらのシステムは、そのままでは運転者の意図／車両の運転計画を認識する能力に欠け、移動している車両の軌道を生成することはできない。これに対し、ここでの教示は、この情報を用いて及び／又は例えば位置情報を含む基本安全メッセージ(basic safety message)の車両間通信(vehicle-to-vehicle（略称：V2V）)を用いて、車両運転意図を予測することができる。詳細は、ここでの教示が実装されてよい環境の説明と共に以下に説明される。

30

【0022】

ここで用いられる「コンピュータ」又は「コンピューティングデバイス」の用語は、ここに開示される任意の方法又はその任意の一部分若しくは複数部分を実行し得る任意のユニット又は複数ユニットの組み合わせを含む。

【0023】

ここで用いられる「プロセッサ」の用語は、一つ以上の専用プロセッサ、一つ以上のデジタル信号プロセッサ、一つ以上のマイクロプロセッサ、一つ以上の制御器、一つ以上のマイクロコントローラ、一つ以上のアプリケーションプロセッサ、一つ以上の特定用途向け集積回路(Application Specific Integrated Circuits)、一つ以上の特定用途向け標準製品(Application Specific Standard Products)、例えば一つ以上のフィールドプログラマブルゲートアレイ(Field Programmable Gate Arrays)、任意の他の種類の集積回路若しくはその組み合わせ、一つ以上の状態機械、又はそれらの任意の組み合わせ等の一つ以上のプロセッサを示す。

40

【0024】

ここで用いられる「メモリ」の用語は、任意のプロセッサによって使用され又は任意のプロセッサに関連する任意の信号又は情報を有形的(物理的な存在として)に含み、記憶し、通信し又は転送することができる任意のコンピュータ可使用(computer-usable)又はコ

50

ンピュータ可読(computer-readable)の媒体又はデバイスを示す。例えば、メモリは、一つ以上のリードオンリメモリ (ROM)、一つ以上のランダムアクセスメモリ (RAM)、一つ以上のレジスタ、低電力ダブルデータレート (LPDDR) メモリ、一つ以上のキャッシュメモリ、一つ以上の半導体メモリデバイス、一つ以上の磁気媒体、一つ以上の光学媒体、一つ以上の磁気光学媒体、又はそれらの任意の組み合わせであってよい。

【0025】

ここで用いられる「命令」の用語は、ここに開示される任意の方法又はその任意の一部若しくは複数部分を実行するための指示又は表現を含んでいてよく、ハードウェア、ソフトウェア又はそれらの任意の組み合わせにおいて実現されてよい。例えば、命令は、ここに説明される任意のそれぞれの方法、アルゴリズム、観点又はそれらの組み合わせを行うプロセッサによって実行されてよいコンピュータプログラム等のメモリに記憶された情報として実装されてよい。いくつかの実施形態では、命令又はその一部分は、ここに説明される任意の方法、アルゴリズム、観点又はそれらの組み合わせを実施するための専用ハードウェアを含んでいてよい専用プロセッサ又は回路として実装されてよい。いくつかの実装においては、命令の複数部分は、単一デバイス上又は多重化デバイス上の多重化プロセッサにわたって分散されてよく、これらは直接的に通信してよく、あるいはローカルエリアネットワーク、広域ネットワーク、インターネット又はそれらの組み合わせ等のネットワークを介して通信してよい。

10

【0026】

ここで用いられる「例」、「実施形態」、「実装」、「観点」、「特徴」又は「要素」の用語は、例、実例又は例示としての役割を果たすことを示す。明示的な定めがない限り、任意の例、実施形態、実装、観点、特徴又は要素は、他の例、実施形態、実装、観点、特徴又は要素から独立しており、任意の他の例、実施形態、実装、観点、特徴又は要素との組み合わせにおいて用いられてよい。

20

【0027】

ここで用いられる「決定する」、「特定する又は識別する」及び「生成する」の用語、又はそれらの任意の変化形の用語は、選択すること、解明すること、演算すること、参照すること、判断すること、受信する又は情報を受け付けること、確立すること、取得する又は情報を要求すること、又はここに示され説明されるデバイスの一つ以上を用いる任意の方法で特定し（識別し）若しくは決定することを含む。

30

【0028】

ここで用いられる「又は、若しくは、あるいは」(“or”)の用語は、排他的な「又は、若しくは、あるいは」ではなく、包括的な「又は、若しくは、あるいは」を意味することが意図される。即ち、特に断りのない限り又は文脈から明らかでない限り、「XはA又はBを含む」は、任意の自然な包括的順列(natural inclusive permutations)を示すことが意図される。つまり、XがAを含み、XがBを含み、又はXがA及びBの両方を含む場合、上記実例のいずれの下でも「XはA又はBを含む」が満たされる。また、本出願及び添付の特許請求の範囲で用いられる「ある（或る）、ひとつの、単一の」(articles “a” and “an”)は、特に断りのない限り又は単数形に向けられていることが文脈から明らかでない限り、「一つ以上の」を意味するものと一般的には解釈されるべきである。

40

【0029】

更に、説明を簡単にするために、ここでの図面及び説明は、一連の複数のステップ又は段階を含むことがあるが、ここに開示される種々の方法の要素は、種々の順序で又は同時に生じてよい。また、ここに開示される種々の方法の要素は、ここに明示的には提示されておらず説明されていない他の要素と共に生じてよい。更にまた、ここに説明される種々の方法の全ての要素が、本開示に従う方法を実装することを要求されるわけではない。種々の観点、特徴及び要素は、ここでは特に組み合わせにおいて説明されるが、各観点、特徴又は要素は、独立して用いられてよく、あるいは他の観点、特徴及び要素を伴い又は伴わずに種々の組み合わせにおいて用いられてよい。

【0030】

50

図1は、ここに開示される種々の観点、特徴及び要素が実装されてよい車両1000の一例の概略図である。いくつかの実施形態では、車両1000は、シャーシ1100、パワートレイン1200、制御器1300、車輪1400、又は車両の任意の他の要素若しくは複数要素の組み合わせを含んでいてよい。車両1000は簡略化のために4つの車輪1400を含むものとして図示されているが、プロペラ又はトレッド等の任意の他の一つ以上の推進デバイスが用いられてよい。図1において、パワートレイン1200、制御器1300及び車輪1400等の複数の要素を相互接続している線は、データ若しくは制御信号等の情報、電力若しくはトルク等のパワー、又は情報及びパワーの両方がそれぞれの要素の間でやりとりされ得ることを示している。例えば、制御器1300は、パワートレイン1200からパワーを受けてよく、パワートレイン1200、車輪1400、又はこれら両方と通信して車両1000を制御してよく、この制御は、車両1000の加速、減速、操舵、又は他の制御を含んでいてよい。

10

【0031】

パワートレイン1200は、パワー源1210、トランスミッション1220、操舵ユニット1230、アクチュエータ1240、又はサスペンション、ドライブシャフト、アクスル若しくは排気システム等のパワートレインの任意の他の要素若しくは複数要素の組み合わせを含んでいてよい。車輪1400はパワートレイン1200とは別に図示されているが、車輪1400はパワートレイン1200に含まれていてもよい。

【0032】

パワー源1210は、エンジン、電池、又はそれらの組み合わせを含んでいてよい。パワー源1210は、電気エネルギー、熱エネルギー、又は運動エネルギー等のエネルギーを供給するように動作する任意のデバイス又は複数デバイスの組み合わせであってよい。例えば、パワー源1210は、内燃機関等のエンジン、電気モータ、又は内燃機関及び電気モータの組み合わせを含んでいてよく、原動力となる運動エネルギーを車輪1400の一つ以上に供給するように動作してよい。いくつかの実施形態では、パワー源1210は、潜在的エネルギーユニット、例えばニッケル-カドミウム(NiCd)、ニッケル-亜鉛(NiZn)、ニッケル金属水素化物(NiMH)、リチウムイオン(Li-ion)等の乾電池、太陽電池、燃料電池、又はエネルギーを供給可能な任意の他のデバイスを含んでいてよい。

20

【0033】

トランスミッション1220は、パワー源1210から運動エネルギー等のエネルギーを受け取ってよく、そのエネルギーを車輪1400に伝達して原動力をもたらしてよい。トランスミッション1220は、制御器1300、アクチュエータ1240、又はそれら両方によって制御されてよい。操舵ユニット1230は、制御器1300、アクチュエータ1240、又はそれら両方によって制御されてよく、車輪1400を制御して車両1000を操舵してよい。車両のアクチュエータ1240は、制御器1300から信号を受信してよく、パワー源1210、トランスミッション1220、操舵ユニット1230、又はそれらの任意の組み合わせを作動させ又は制御して車両1000を動作させてよい。

30

【0034】

いくつかの実施形態では、制御器1300は、ロケーションユニット1310、電子通信ユニット1320、プロセッサ1330、メモリ1340、ユーザインタフェース1350、センサ1360、電子通信インタフェース1370、又はそれらの任意の組み合わせを含んでいてよい。制御器1300の任意の一つ以上の要素はそれぞれ単一のユニットとして図示されているが、これらは任意の数の別個の物理ユニットへと一体化されてよい。例えば、ユーザインタフェース1350及びプロセッサ1330は第1の物理ユニット内に一体化されてよく、メモリ1340は第2の物理ユニット内に一体化されてよい。図1には図示されていないが、制御器1300は電池等の電力源を含んでいてよい。ロケーションユニット1310、電子通信ユニット1320、プロセッサ1330、メモリ1340、ユーザインタフェース1350、センサ1360、及び電子通信インタフェース1370は別個の要素として図示されているが、これら又はこれらの任意の組み合わせは一つ以上の電子ユニット、回路又はチップ内に一体化されてよい。

40

50

【0035】

いくつかの実施形態では、プロセッサ1330は、信号又は他の情報を操作し又は処理することが可能な任意のデバイス又は複数デバイスの組み合わせを含んでいてよく、これらは、光学プロセッサ、量子プロセッサ、分子プロセッサ、又はそれらの組み合わせを含む既存の又は今後開発されるデバイスであってよい。例えば、プロセッサ1330は、一つ以上の専用プロセッサ、一つ以上のデジタル信号プロセッサ、一つ以上のマイクロプロセッサ、一つ以上の制御器、一つ以上のマイクロコントローラ、一つ以上の集積回路、一つ以上の特定用途向け集積回路、一つ以上のフィールドプログラマブルゲートアレイ、一つ以上のプログラム可能論理アレイ、一つ以上のプログラム可能論理制御器、一つ以上の状態機械、又はそれらの任意の組み合わせを含んでいてよい。プロセッサ1330は、ロケーションユニット1310、メモリ1340、電子通信インタフェース1370、電子通信ユニット1320、ユーザインタフェース1350、センサ1360、パワートレイン1200、又はそれらの任意の組み合わせに動作可能に結合されていてよい。例えば、プロセッサは、通信バス1380を介してメモリ1340に動作可能に結合されてよい。

10

【0036】

メモリ1340は、任意の有形の非一時的なコンピュータ可使用の又はコンピュータ可読の媒体を含んでいてよく、この媒体は、例えば、プロセッサ1330による使用又はプロセッサ1330に関連する使用のために、機械可読の命令又はそれに付随する任意の情報を含み、記憶し、通信し、又は移送することが可能である。メモリ1340は、例えば、一つ以上の半導体ドライブ、一つ以上のメモリカード、一つ以上の取り外し可能媒体、一つ以上のリードオンリメモリ、一つ以上のランダムアクセスメモリ、ハードディスクやフロッピーディスク、光学ディスクを含む一つ以上のディスク、磁気カード、光学カード、その他電子情報を記憶するのに適した任意の種類の非一時的記録媒体、又はそれらの任意の組み合わせであってよい。

20

【0037】

電子通信インタフェース1370は、図示のようなワイヤレスアンテナ、有線通信ポート、光通信ポート、又は有線若しくはワイヤレスの電子通信媒体1500とインタフェース可能な任意の他の有線ユニット若しくはワイヤレスユニットであってよい。図1は単一の通信リンクを介して通信する電子通信インタフェース1370を示しているが、電子通信インタフェース1370は多重化通信リンクを介して通信するように構成されてもよい。

30

【0038】

電子通信ユニット1320は、電子通信インタフェース1370を介する等して有線又はワイヤレスの電子通信媒体1500を介して信号を送信し又は受信するように構成されてよい。図1には明示的には示されていないが、電子通信ユニット1320は、ラジオ周波数(RF)、紫外線(UV)、可視光、光ファイバ、ワイヤ線、又はそれらの組み合わせ等の任意の有線又はワイヤレスの通信媒体を介して、送信し、受信し、又はその両方を行うように構成されてよい。図1は単一の電子通信ユニット1320及び単一の電子通信インタフェース1370を示しているが、任意の数の通信ユニット及び任意の数の電子通信インタフェースが用いられてよい。

40

【0039】

ロケーションユニット1310は、車両1000の経度、緯度、高度、進行方向又は速度等の地理位置情報(geolocation information)を決定してよい。例えば、ロケーションユニットは、広域補強システム(Wide Area Augmentation System)(WAAS)が可能な米国海洋電子機器協会(National Marine Electronics Association)(NMEA)ユニット、ラジオ三角測量ユニット又はそれらの組み合わせ等のグローバルポジショニングシステム(GPS)ユニットを含んでいてよい。ロケーションユニット1310を用いて、例えば、車両1000の現在の進行方向又は車両の向き(heading)、車両1000の現在の2次元位置若しくは3次元位置、車両1000の現在の角度方位(angular orientation)又はそれらの組み合わせを表す情報を得ることができる。

50

【0040】

ユーザインタフェース1350は、仮想キーボード、物理的キーボード、タッチパッド、ディスプレイ、タッチディスプレイ、スピーカ、マイクロフォン、ビデオカメラ、センサ、プリンタ又はそれらの任意の組み合わせ等、人とインタフェース可能な任意のユニットを含んでいてよい。ユーザインタフェース1350は、図示のようにプロセッサ1330と動作可能に結合されてよく、又は制御器1300の任意の他の要素と動作可能に結合されてよい。ユーザインタフェース1350は単一のユニットとして図示されているが、ユーザインタフェース1350は一つ以上の物理ユニットを含んでいてよい。例えば、ユーザインタフェース1350は、人との音声によるコミュニケーションを行うための音声インタフェース及び／又は視覚認識とタッチ操作に基づく人とのコミュニケーションを行うためのタッチディスプレイ(タッチ操作による入力可能なディスプレイ)を含んでいてよい。

10

【0041】

センサ1360は、多くの場合、複数のセンサのアレイ等の一つ以上のセンサ1360を含み、センサ1360は、車両1000を制御するのに用いられてよい情報を提供するように動作可能であってよい。センサ1360は、車両の現在の動作特性に関する情報を提供してよい。多重のセンサ1360が含まれる場合、それらは、例えば、速度センサ、加速度センサ、操舵角センサ、摩擦関連のセンサ、制動関連のセンサ、又は車両1000の現在の動的状況の何らかの観点に関する情報を報告するように動作可能な任意のセンサ若しくはそのようなセンサの組み合わせを含み得る。

20

【0042】

いくつかの実施形態では、それらのセンサ1360は、車両1000を包囲している物理的環境に関する情報を取得するように動作可能な一つ以上のセンサを含んでいてよい。例えば、一つ以上のセンサ1360は、道路形状(road geometry)並びに固定障害物、車両及び歩行者等の障害を検知してよい。いくつかの実施形態では、センサ1360は、ビデオカメラ、レーザー感知システム、赤外線感知システム、音響感知システム、又は現在知られ若しくは将来開発される任意の適切な種類の車載型環境感知デバイス若しくはそのようなデバイスの組み合わせであってよく、あるいはそれらを含んでいてよい。いくつかの実施形態では、センサ1360及びロケーションユニット1310は結合されていてよい。

30

【0043】

個別的には図示されていないが、いくつかの実施形態では、車両1000は軌道制御器を含んでいてよい。軌道制御器は、車両1000の現在の状態及び車両1000のために計画された経路を記述する情報を得てこの情報に基づき車両1000のための軌道を決定し最適化するように動作してよい。いくつかの実施形態では、軌道制御器は、車両1000が軌道制御器によって決定される軌道を辿るように車両1000を制御すべく動作可能な信号(車両の動作を制御する信号)を出力してよい。例えば、軌道制御器の出力は、パワートレイン1200、車輪1400、又はそれら両方に供給されうる最適化された軌道であり得る。いくつかの実施形態では、最適化された軌道は、各々がある時点又はある位置に対応する一連の操舵角等の複数の制御入力であり得る。いくつかの実施形態では、最適化された軌道は、一つ以上の車線、ライン、カーブ、進路、又はそれらの組み合わせであり得る。軌道制御器は、少なくとも部分的には制御器1300の一つ以上の要素を用いて実装されてよい。

40

【0044】

車輪1400の一つ以上は、操舵ユニット1230の制御下で操舵角に向けて旋回させられ得る操舵輪(steered wheel)であってよく、トランスミッション1220の制御下でトルクを与えられて車両1000を推進し得る駆動輪(propelled wheel)であってよく、又は車両1000を操舵し推進し得る操舵及び駆動輪であってよい。

【0045】

図1には示されていないが、車両1000は、筐体、ブルートゥース(登録商標)(Blu

50

etooth（登録商標））モジュール、周波数変調（FM）ラジオユニット、近距離無線通信（Near Field Communication）（NFC）モジュール、液晶ディスプレイ（LCD）ディスプレイユニット、有機発光ダイオード（OLED）ディスプレイユニット、スピーカ又はそれらの任意の組み合わせ等の図1には図示されないユニット又は要素を含んでいてよい。

【0046】

図2は、ここに開示される種々の観点、特徴及び要素が実装されてよい車両輸送及び通信システムの一部の一例の概略図である。車両輸送及び通信システム2000は少なくとも2台の車両2100／2110を含んでいてよく、車両2100／2110の各々は図1に示される車両1000と同様に構成されてよく、車両2100／2110は、一つ以上の車両道路網2200の一つ以上の部分を通して走行し、また一つ以上の電子通信ネットワーク2300を介して通信してよい。図2には明示的には示されていないが、車両は、オフロード区域等の、車両道路網内に明確に又は完全に含まれていることのない区域を走行してもよい。

10

【0047】

いくつかの実施形態では、電子通信ネットワーク2300は、例えば、多重アクセスシステムであってよく、各車両2100／2110と一つ以上の通信デバイス2400との間での、音声通信、データ通信、ビデオ通信、メッセージ通信又はそれらの任意の組み合わせ等の通信を提供してよい。例えば、車両2100／2110は、車両道路網2200を表す情報等の情報を、通信デバイス2400から電子通信ネットワーク2300を介して受信してよい。ここに説明される所定の実施形態においては、電子通信ネットワーク2300は、車両2100の位置情報及び軌道情報を含む基本安全メッセージの車両対車両通信において用いることができる。各車両2100／2110は、以下により詳細に論じられるように、この情報を一つ以上の他の車両と直接的に通信してもよい。

20

【0048】

いくつかの実施形態では、車両2100／2110は、有線通信リンク（図示せず）、ワイヤレス通信リンク2310／2320／2370、又は任意の数の有線若しくはワイヤレスの通信リンクの組み合わせを介して通信してよい。例えば、図示のように、車両2100／2110は、地上波ワイヤレス通信リンク2310を介して、非地上波ワイヤレス通信リンク2320を介して、又はそれらの組み合わせを介して通信してよい。いくつかの実装においては、地上波ワイヤレス通信リンク2310は、イーサネット（登録商標）（Ethernet（登録商標））リンク、シリアルリンク、ブルートゥースリンク、赤外線（IR）リンク、紫外線（UV）リンク、又は電子通信を提供可能な任意のリンクを含んでいてよい。

30

【0049】

いくつかの実施形態では、車両2100／2110は、他の車両2100／2110と通信してよい。例えば、ホスト車両、即ち主体となる車両（HV）2100は、基本安全メッセージ等の一つ以上の自動化車両間メッセージを、直接通信リンク2370を介して又は電子通信ネットワーク2300を介してリモート車両、即ち目標となる車両（RV）2110から受信してよい。例えば、リモート車両2110は、300メートル等の規定された送信範囲内の複数のホスト車両に対してメッセージを広範に送信／配信してよい。いくつかの実施形態では、ホスト車両2100は、信号中継器（図示せず）又は他のリモート車両（図示せず）等の第三者を介してメッセージを受信してよい。いくつかの実施形態では、車両2100／2110は、一つ以上の自動化車両間メッセージを10ミリ秒等の規定された間隔に基づき周期的に送信してよい。

40

【0050】

自動化車両間メッセージは、車両識別情報；経度、緯度及び／又は高度情報、地理空間位置精度情報等の空間的状态情報；車両加速度情報、ヨーレート情報、速度情報、車両進行方向情報、制動システム状態情報、スロットル情報、操舵輪角度情報等の運動学的状態情報；車両経路情報；車両サイズ情報、ヘッドライト状態情報、方向指示器情報、ワイパ

50

一状態情報、トランスミッション情報等の車両動作状態情報；又は車両状態を送信することに関連する任意の他の情報若しくはそのような情報の組み合わせを含んでいてよい。例えば、トランスミッション状態情報は、車両のトランスミッションがニュートラル状態、駐車状態、前進状態又は後進状態のいずれにあるのかを示してよい。

【0051】

ホスト車両2100及び／又はリモート車両2110に関する上記情報のいくつか又は全部は、自動化車両間メッセージからではなく各種センサから受信されてもよい。一例として、電子通信ユニット1320は、SONAR、RADAR及び／又はLIDARの信号を受信することができ、これらの信号から車両の位置、速度、加速度及び瞬間的な車両の進行方向又は車両の向きを算出することができる。

10

【0052】

いくつかの実施形態では、車両2100は、アクセスポイント2330を介して電子通信ネットワーク2300と通信してよい。アクセスポイント2330は、コンピューティングデバイスを含んでいてよく、有線又はワイヤレスの通信リンク2310／2340を介して車両2100、電子通信ネットワーク2300、一つ以上の通信デバイス2400又はそれらの組み合わせと通信するように構成されてよい。例えば、アクセスポイント2330は、基地局、送受信基地局(base transceiver station) (BTS)、ノードB(Node-B)、強化ノードB(eNode-B)、ホームノードB(Home Node-B) (HNode-B)、ワイヤレスルータ、有線ルータ、ハブ、中継器、スイッチ、又は任意の類似の有線若しくはワイヤレスのデバイスであってよい。

20

【0053】

いくつかの実施形態では、車両2100は、衛星2350又は他の非陸上通信デバイスを介して電子通信ネットワーク2300と通信してよい。衛星2350は、コンピューティングデバイスを含んでいてよく、一つ以上の通信リンク2320／2360を介して車両2100、電子通信ネットワーク2300、一つ以上の通信デバイス2400又はそれらの組み合わせと通信するように構成されてよい。衛星は単一のユニットとして図示されているが、衛星は任意の数の相互接続された要素を含んでいてもよい。

【0054】

車両2110は、同様にして、アクセスポイント2330及び／又は衛星2350を介して電子通信ネットワーク2300と通信してよい。

30

【0055】

電子通信ネットワーク2300は、音声通信、データ通信、又は任意の他の種類の電子通信を提供するように構成された任意の種類のネットワークであってよい。例えば、電子通信ネットワーク2300は、ローカルエリアネットワーク(LAN)、広域ネットワーク(WAN)、仮想プライベートネットワーク(VPN)、携帯電話ネットワーク、セルラー電話ネットワーク、インターネット、又は任意の他の電子通信システムを含んでいてよい。電子通信ネットワーク2300は、通信制御プロトコル(TCP)、ユーザデータグラムプロトコル(UDP)、インターネットプロトコル(IP)、リアルタイムトランスポートプロトコル(RTP)、ハイパーテキストトランスポートプロトコル(HTTP)又はそれらの組み合わせ等の通信プロトコルを用いてよい。電子通信ネットワークは単一のユニットとして図示されているが、任意の数の相互接続された要素を含んでいてもよい。

40

【0056】

いくつかの実施形態では、車両2100は、車両道路網2200の一部分又は状態を特定できる。例えば、車両は、図1に示されるセンサ1360等の一つ以上の車載センサ2150を含んでいてよく、これらの車載センサ2150は、速度センサ、車輪速度センサ、カメラ、ジャイロスコープ、光学センサ、レーザセンサ、レーダセンサ、音響センサ、又は車両道路網2200の一部分若しくは状態を決定し若しくは特定することが可能な任意の他のセンサ若しくはデバイス若しくはそれらの組み合わせを含んでいてよい。

【0057】

50

いくつかの実施形態では、車両 2100 は、車両道路網 2200 を表す情報、一つ以上の車載センサ 2150 によって特定された情報又はそれらの組み合わせ等の、電子通信ネットワーク 2300 を介して通信された情報を用いて、一つ以上の車両道路網 2200 の一部分又は複数部分を走行してよい。

【0058】

簡素化のために図 2 は一つの車両道路網 2200、一つの電子通信ネットワーク 2300、及び一つの通信デバイス 2400 を示しているが、任意の数のネットワーク又は通信デバイスが用いられてもよい。いくつかの実施形態では、車両輸送及び通信システム 2000 は、図 2 に示されていないデバイス、ユニット又は要素を含んでいてよい。各車両 2100/2110 は単一のユニットとして図示されているが、車両は任意の数の相互接続された要素を含んでいてよい。

10

【0059】

車両 2100 は電子通信ネットワーク 2300 を介して通信デバイス 2400 と通信するものとして図示されているが、車両 2100 及び/又は車両 2110 は、任意の数の直接的又は間接的な通信リンクを介して通信デバイス 2400 と通信してもよい。例えば、各車両 2100/2110 は、ブルートゥース通信リンク等の直接的な通信リンクを介して通信デバイス 2400 と通信してよい。

【0060】

図 3 は、ここでの種々の教示に従い車両道路網を走行する場合における使用のための予測車両情報を生成する方法のフローチャートである。いくつかの実施形態では、この方法は、図 1 に示される車両 1000 又は図 2 に示される車両 2100/2110 等の車両において実施されてよい。他の実施形態においては、この方法は、その全部又は一部を通信デバイス 2400 の一つ以上のプロセッサ内等の車両の外部に実装されてよく、この場合、リモート車両軌道又は生成された経路等の関連情報が 1 台以上の車両に送信される。

20

【0061】

いくつかの実施形態では、この方法は、ステップ 3000 でリモート車両情報を受信することと、ステップ 3010 で車両道路網情報を特定することと、ステップ 3020 にて車両道路網情報内で一つ以上の車線のための初期確率値を生成することと、ステップ 3030 でその後の時点に対する車線に沿った車両の偏差を生成することと、ステップ 3040 で車線のための確率値を更新することと、ステップ 3050 で時間経過に伴うリモート車両軌道を生成することと、ステップ 3060 で入力としてのリモート車両軌道を用いて車両道路網を走行することと、を含む。

30

【0062】

ホスト車両は、ステップ 3000 で車両道路網の一部分を走行しつつリモート車両情報を受信する。ステップ 3000 でホスト車両によって受信されるリモート車両情報は、リモート車両空間的状态情報を含み、またリモート車両のためのリモート車両運動学的状態情報又はこの情報を生成し得るデータを含んでいてよい。リモート車両空間的状态情報は、例えば、リモート車両の複数の地理空間座標を含んでいてよい。これらの座標は、いくつかの実施形態では、リモート車両の緯度及び経度に対する GPS 座標であってよい。リモート車両運動学的状態情報は、速度、加速度、向いている角度等又はこの情報を決定し得る情報を含んでいてよい。

40

【0063】

例えば、リモート車両空間的状态情報は、一つ以上のデータセットからの情報をインポートすることによって受信されてよい。一例において、この情報は、図 1 のロケーションユニット 1310 からワイヤレスの電子通信媒体 1500 を介して送信された信号からインポートされる。この情報は、単一のリモート車両又は複数のリモート車両からの記録に関連していてよい。データセット内の各記録は車両識別子と関連付けられていてよく、個々のリモート車両はそれぞれの車両識別子に基づき一意的に特定又は識別されてよい。これらの記録は、データ及びタイムスタンプを含んでいてもよく、また周期的に読み出されてよく又は車両が走行している車両道路網が変化するとき等、必要に応じて読み出されて

50

よい。

【0064】

いくつかの実施形態では、リモート車両空間の状態情報は、車両道路網内の基盤施設デバイスの位置から受信されてよい。そのような基盤施設デバイスは、信号機、道路センサ、道路カメラ等のスマートデバイス、又は車両道路網に付随して車両を検出可能な他の任意の非車両デバイスを含んでいてよい。

【0065】

いくつかの実施形態では、リモート車両空間の状態情報は、車両に付随している間におけるポータブルデバイスから受信されてよい。例えば、車両の乗員が所持するスマートフォン等のポータブルデバイスは、GPS情報又は補助GPS (assisted GPS) (AGPS) 情報等の地理的位置情報を含むことがあり、その乗員をその車両に関連付ける情報を含み得る。

10

【0066】

車両空間の状態情報の収集は、当該技術が車両空間の状態情報を時間等の少なくとも一つの他の情報及び特定のリモート車両に関連付けることができる限りにおいて、いかなる特定の技術にも限定されない。例えば、車両又は基盤施設デバイスに装備されたソナー (SONAR)、レーダー (RADAR) 及び／又はレーザー (LIDAR) は、ステップ3000で車両空間の状態情報を計算し又は生成するために用いられ得る入力を提供してよい。

【0067】

20

同様の技術を用いてリモート車両運動学的状態情報を受信してよい。例えば、リモート車両が2つの測定の間と同じ場所にとどまっている場合、リモート車両は移動していないと判断することができる。これに対し、2つの測定の間、あるリモート車両に対してリモート車両空間の状態情報が異なっている場合、その情報及び2つの測定の間を用いてそのリモート車両の速度を生成することができる。

【0068】

いくつかの実装においては、ステップ3000でホスト車両によって受信されるリモート車両情報は、上述した自動化車両間メッセージの形態にあってよい。この情報は、その全部又は一部を車両対車両 (V2V) 及び車両対基盤施設 (V2I) の短距離ワイヤレス通信における専用の短距離通信 (DSRC) を介して受信されてよい。

30

【0069】

リモート車両情報は、後続処理のために、ホスト車両のメモリ内又は後続処理のために設けられた他の処理領域に記憶されてよく、またタイムスタンプと共に記憶されてよい。任意に、類似の技術を用いてホスト車両情報が受信され記憶されてよい。図3には明確には示されていないが、雑音及び信号破損を最小化するために、観察結果を導く直接的な検知信号 (例えば位置及び速度) がフィルタリングされてよい。

【0070】

ステップ3010では、車両道路網の一部分に対応する車両道路網情報が特定される。この特定はリモート車両空間の状態情報に基づいて実行されることが可能であり、リモート車両は車両道路網情報内に位置する。

40

【0071】

車両道路網は、建物等の一つ以上の航行不能区域 (走行不能区域)、駐車場等の一つ以上の部分的航行可能区域、道路等の一つ以上の航行可能区域 (走行可能区域)、又はそれらの組み合わせを含んでいてよい。車両道路網は、一つ以上の航行可能又は部分的航行可能区域間の一つ以上のインターチェンジを含んでいてよい。道路等の車両道路網の一部分は、一つ以上の車線を含んでいてよく、また一つ以上の走行方向に関連付けられていてよい。車線標識はあってもなくてもよい。

【0072】

いくつかの実施形態では、車両道路網、又は以下で論じる車両道路網の部分等の車両道路網の一部分は、車両道路網情報として表されてよい。例えば、車両道路網情報は、デー

50

データベース又はファイル内に記憶されていてよいマークアップ言語要素等の要素の階層として表現されてよい。簡単にするために、ここでの図面では、車両道路網の複数部分に対応する車両道路網情報が概略図又はマップとして表現されているが、車両道路網情報は、車両道路網又はその一部分に対応することが可能な任意のコンピュータ可使用形態であってよい。いくつかの実施形態では、車両道路網情報は、走行方向情報、速度制限情報、通行料金情報、傾斜情報や角度情報のような勾配情報、表面材料情報、審美情報又はそれらの組み合わせ等の車両道路網制御情報を含んでいてよい。

【0073】

いくつかの実施形態では、車両道路網は、歩行者用の歩道橋若しくは歩道等の歩行者道路網、又は一つ以上の自転車用車線等の自転車道路網と関連付けられていてよく、あるいはそれらを含んでいてよい。歩行者道路網は、車両道路網の航行不能区域又は部分的航行可能区域に一致していてよい。同様に、自転車道路網は、車両道路網の航行不能区域又は部分的航行可能区域に一致していてよい。ここでの説明は自動車を用いているが、本教示は、原動機付き自転車又はオートバイ等の、車両道路網内で定められた又は規定された車線に沿って走行する他の移動体にも適用可能である。

【0074】

図4Aは、本開示に従い予測車両情報を生成する場合における使用のための初期時点での車両道路網の一部分内のリモート車両を示す概略図である。上述したように、車両道路網の一部分に対応する車両道路網情報は、リモート車両空間的状态情報に基づいて特定可能である。当該部分は、リモート車両が走行している現在の車線に加えて、現在の車線の後に続く車線、現在の車線に先行する車線、及びリモート車両の近くにある(隣合う車線に限定されない)任意の一又は複数の隣接車線(関連車線[sibling lanes]ともいう)を含んでいてよい。また、当該部分は、所定の距離であってよく、あるいはリモート車両の走行速度に基づき可変であってよい。例えば、当該部分は、リモート車両がその現在の速度でどれくらい遠くまで走行することができるのかによって所定の半径に基づいて特定できる。

【0075】

簡素な説明を目的として、図4Aは、共通車線4000から延びる2つの車線、即ち車線4100、4200のみを示しており、これらの各々は隣接車線(関連車線)を有していない。車線4200のセンターライン4210も示されている。リモート車両4300は、初期時点で車両道路網情報の当該部分内に位置しており、その位置が地点Aとして表されている。ある車線上の位置は、リモート車両の姿勢(pose)として参照されてよい。車両道路網情報内でリモート車両に対応するために、リモート車両空間的状态情報及び車両道路網情報は、同じ座標系内で特定されるべきである。そのために、リモート車両空間的状态情報の複数の座標が共通の座標系へと変換される。この共通の座標系は、いくつかの実施形態では、ユニバーサル横メルカトル(Universal Transverse Mercator)(UTM)座標系であってよく、複数の入力地点は各UTMゾーン内の複数のUTM座標へと変換される。例えば、車両空間的状态情報がGPS座標としてインポートされる場合、データセットから特定された車両空間的状态情報は、既知の変換式に従ってUTM座標へと変換されてよい。選択された座標系が一貫して用いられる限り、他の座標系も可能である。

【0076】

再び図3を参照すると、この方法は、ステップ3010で車両道路網情報を特定した後、ステップ3020へ進む。ステップ3020では、初期時点におけるリモート車両空間的状态情報と車両道路網情報との比較に基づき、少なくとも一つの初期確率値が生成される。各初期確率値は、リモート車両が車両道路網情報内で単一の車線を辿っている尤度を示す。この尤度は、車両が特定の車線の延在方向(方位)に追従している確率として、又は運転計画状態として考えることもできる。例えば、リモート車両が交差点内にある場合、運転計画状態は、直進し、左折し、又は右折するものであり得る。リモート車両が道路上(非交差点)にある場合、運転計画状態は、直進し、左に車線変更し、又は右に車線変更するものであり得る。

【0077】

図4Aの例に示されるように、リモート車両4300は、初期時点において、地点A（第1の計算地点又は第1の地点ともいう）の位置情報によって特定可能な位置にある。第1の計算地点は、リモート車両のための一連の受信データ内の任意の地点であり得る。その任意の地点は、例えばリモート車両に関連付けられた固有IDが検出され又は割り当てられた第1の地点に位置してよい。第1の計算地点での初期確率値は、種々の方法において生成し得る。一例として、リモート車両が、ある車線、即ち隣接車線（関連車線）を有していない車線上（進行方向において単一の車線しかない道路上）にある場合、直進する尤度は100%であるから、初期確率値は1である。リモート車両が交差点内にある場合、当該確率は、第1の計算地点で車両にとって利用可能な選択肢に基づき推測されてよい。例えば図4Aにおいては、交差点で2つの運転計画状態のみが存在し、これらは車線、即ち車線4100を辿って直進することと、車線、即ち車線4200を辿って右折することと、である。従って、直進又は右折の確率は等しく0.5である。交差点に3車線あるとすれば、この単純な確率推定式により、直進、左折及び右折の3つの運転計画状態の各々の確率として1/3が導かれることになる。

10

【0078】

いくつかの変形においては、尤度が他の変数に基づき変化する場合がある。一例として、リモート車両がV2V信号又はV2I信号を送信した場合、当該信号は多くの場合に他のデータを含む。旋回信号を用いて、一つの運転計画状態を他に対してより重く評価してよい。つまり、可能な選択肢の間で当該確率が均等に分布しないような位置にリモート車両があり、あるいは可能な選択肢の間で当該確率が均等に分布しないようにさせる他の事情が生じる状況があり得る。

20

【0079】

図3を再び参照すると、ステップ3020で各車線のための初期確率値が生成された後、ステップ3030では、リモート車両空間的状态情報における偏差が、後に続く複数の時点に対して生成され、ステップ3040では、各単一車線に対して、それらの車線のための確率値が更新される。これらのステップは図4B及び4Cを参照して簡単に説明されており、図5を参照してより詳細な説明が続く。ステップ3030及び3040での処理は、リモート車両が走行し得る各単一車線に対して生じるが、説明は1車線についてののみなされる。他の車線も同様に処理されてよい。

30

【0080】

図4Bは、図4Aの時点の後に続くある時点での車両道路網の当該部分内のリモート車両4300を示す概略図であり、図4Cは、図4Bの時点の後に続くある時点での車両道路網の当該部分内のリモート車両4300を示す概略図である。即ち、リモート車両4300は、図4Aにおける第1地点Aに位置した後に行き続け、図4Bにおける第2の地点Bで、次いで図4Cにおける第3の地点Cでリモート車両空間的状态情報によって特定される。リモート車両4300は、第1の地点Aから第2の地点Bに前進する際には車線4200のセンターライン4210から徐々に離れるように走行し、次いで第2の地点Bから第3の地点Cに前進する際には車線4200のセンターライン4210に徐々に近づくように走行する。この際、直感的には、リモート車両4300が車線4200を辿る確率は、第2の地点では減少し、そして第3の地点Cでは増加する。リモート車両空間的状态情報のための隣接値の間での、車両道路網情報に対するリモート車両4200の偏差が生成され、時間の経過に対する新たな確率を生成するために用いられ得る。

40

【0081】

より具体的には、偏差は、第2の地点Bと車線4200のセンターライン4210との間のユークリッド線4500から車線4200のセンターライン4210と平行に第1の地点Aまで延びる破線4400を設定することによって生成されてよい。第2の地点Bと第1の地点Aが破線4400によってユークリッド線4500に投影される地点との間の差は、第1の地点Aから第2の地点Bまでのリモート車両4300の軌道における偏差を表す。同様に、次の偏差は、第3の地点Cから車線4200のセンターライン4210と

50

平行に第2の地点Bと車線4200のセンターライン4210との間のユークリッド線4500まで延びる破線4600を設定することによって生成されてよい。第2の地点Bと第3の地点Cが破線4600によってユークリッド線4500に投影される地点との間の差は、第2の地点Bから第3の地点Cまでのリモート車両4300の軌道における偏差を表す。代替的には、ユークリッド線はセンターライン4210から第3の地点Cを通して（線4500が第2の地点Bを通るのと同様に）延びていてよく、第2の地点Bからそのユークリッド線に向けて平行線が前方に投影されてよい。この際、第3の地点Cと第2の地点Bがその平行線によってそのユークリッド線に投影される地点との間の差もまた、第2の地点Bから第3の地点Cまでのリモート車両4300の軌道における偏差を表す。これらの偏差は相対偏差と称されることもある。

10

【0082】

ステップ3030でそれらの偏差が一旦生成されると、ステップ3040で確率値を更新することができる。即ち、各単一車線及び各偏差に対して、リモート車両が当該単一車線を辿っている尤度を、新たな確率値を用いて当該偏差に基づき更新することができる。例えば、第1の地点Aで車線4200を辿っている確率は0.5である。第1の地点Aと第2の地点Bの間での相対偏差に基づく新たな確率値は、例えば、先の地点からの偏差の確率であってよい。例示のために0.8の値を用いる。更新された尤度は、従って $0.5 \times 0.8 = 0.4$ であり、この値は、リモート車両が車線4200を辿っている尤度が第1の地点Aに比べて第2の地点Bで低下しているという直感的な結果に適合する。同様に、第2の地点Bと第3の地点Cの間での相対偏差に基づく新たな確率値は、先の地点からの偏差の確率であってよい。例示のために0.5の値を用いる。この計算においては、更新された尤度は、 0.4 （第2の地点Bでの尤度） $\div 0.5 = 0.8$ であり、この値は、リモート車両が車線4200を辿っている尤度が第2の地点Bに比べて第3の地点Cで高くなっているという直感的な結果に適合する。尚、リモート車両4300はセンターライン4210に近づいていくように移動しており、更新された尤度は高くならなければならないので、新たな確率値は、先の地点での尤度を除するために用いられる。

20

【0083】

図4A～4Cの単純な例は、リモート車両が特定の車線を辿っている尤度を更新する場合の相対偏差の使用を示している。しかし、必要なのは、偏差を確率に関係付ける計算スキームである。種々の関数が用いられてよい。ここでは、センターライン4210等のセンターラインに沿う複数地点の横方向分布がガウス分布であるものと仮定する。従って、ガウスの累積分布関数を用いて相対偏差を確率に関係付ける。平均値が0で標準偏差（ σ ）が1.0の正規分布関数においては、種々の値の68.27%は平均値から1 σ 以内にあり、これらの値の95.45%は平均値から2 σ 以内にあり、これらの値の99.73%は平均値から3 σ 以内にある。例示のために累積分布関数（cdf）の左半分を用いると、 x が平均値からの偏差を表す場合に、以下の対応関係が生じる。

30

$$\text{cdf}(x = -2) = \text{cdf}(-2.0) = 0.02275$$

$$\text{cdf}(x = -1) = \text{cdf}(-1.0) = 0.16$$

$$\text{cdf}(x = 0) = \text{cdf}(0) = 0.5$$

【0084】

40

従って、用いられる確率関数 $f(x)$ は次の通りである。

$$f(x) = 2 * \text{cdf}(-\text{abs}(x))$$

【0085】

関数の半分だけが考慮されるので、累積分布関数に2を乗ずると、最大確率は0.5から1に拡大される。リモート車両が車線の左又は右の境界まで移動したときに、リモート車両が車線を辿る尤度が0に近くなるように、 x の値は、 $x = \pm 3\sigma$ 等の定められた範囲内にあることが望ましい。このことは、特定の車線に対する σ を $\text{LaneWidth} / (2 * 3)$ として定義することにより達成されてよく、ここで LaneWidth は車線の幅（例えば12フィート）である。例えば、 $x = \pm (\text{LaneWidth} / 2)$ である車線の境界まで移動したとき、 x は3 σ であるので、車線を辿る確率は0に極めて近くなる

50

。

【0086】

図5を参照して、リモート車両が単一車線を辿っている尤度を更新するための確率関数 $f(x)$ の使用を説明する。図5は、リモート車両空間的状态情報のための隣接値の間での、車両道路網情報に対する偏差の計算を示している。図5では、一例として、左側への偏差に対して正の値、右側への偏差に対して負の値が用いられているが、どちら側が正であるのかはこの技術には影響しない。左側車線境界5010、右側車線境界5020及びセンターライン5030を有する単一車線5000が示されている。センターライン5030は、ほとんどの場合、従来のマップデータ内ではラベル付けされておらず又は示されておらず、ここでの目的のために左側車線境界5010と右側車線境界5020との間の中間点として定めてもよい。

10

【0087】

図5において、実線5100は、車線5000に沿う車両の軌道を示している。車両は、時間の経過に伴い（継続的に）地点A、B、C、D、E、Fで（即ち白点で）観測されたものとする。黒点は、観測の瞬間に車両の位置に最も近いセンターライン5030上の地点を示す。これにより、図4B及び4Cに関して簡単に述べたように、ユークリッド線が定められる。それぞれの白点及び黒点の間のユークリッド距離は、観測の瞬間におけるセンターライン5030からの車両の偏差である。これは、注目の対象となる地点間偏差である。

ユークリッド距離は、リモート車両の中心線を車線のセンターラインと平行にリモート車両空間的状态情報のための先の値からリモート車両空間的状态情報のための現在の値とセンターラインとの間に延びるユークリッド線に向けて投影し、リモート車両空間的状态情報のための現在の値とユークリッド線上のリモート車両の中心線との間の距離であってもよい。この場合の偏差は、ユークリッド距離に基づき、車線のセンターラインからのリモート車両の相対偏差として生成できる。

20

また、他の観点から、ユークリッド距離は、リモート車両の中心線を車線のセンターラインと平行にリモート車両空間的状态情報のための先の値とセンターラインとの間に延びるユークリッド線からリモート車両空間的状态情報のための現在の値に向けて投影し、リモート車両空間的状态情報のための先の値とユークリッド線上のリモート車両の中心線との間の距離であってもよい。この場合の偏差は、ユークリッド距離に基づき、車線のセンターラインからのリモート車両の相対偏差として生成できる。

30

【0088】

図3の処理に従い、リモート車両は最初に地点Aで観測されたものとする。地点Aは、ステップ3020で車線5000のための初期確率値が生成される地点である。ここでは1車線のみ示されているので、直進する確率は1.0である。

【0089】

ステップ3030では、後に続く複数の地点に対するそれぞれの偏差が生成される。例えば、各偏差は、新たな地点及びセンターラインを通るようにユークリッド線を延ばし、先の地点からユークリッド線に線を延ばし、新たな地点と先の地点からの線がユークリッド線と交わる地点との間の距離を計算することによって、新たな地点のために計算されてよい。図5においては、偏差は、図4B及び4Cに関して説明したのと同様の方法で計算される。地点Aでのセンターライン5030からの車両の偏差は $dev_A = 0.1$ であり、地点Bでのセンターライン5030からの車両の偏差は $dev_B = 0.16$ である。従って、地点Aから地点Bへの偏差の変化 dev_Δ は、 $dev_B - dev_A = 0.06$ と計算される。これは、地点Bと地点Aが平行線5200によってユークリッド線5250上に投影される地点との間の差である。地点Cでのセンターライン5030からの車両の偏差は $dev_C = 0.3$ であるので、地点Bから地点Cへの偏差の変化 dev_Δ は、 $dev_C - dev_B = 0.14$ と計算される。これは、地点Cと地点Bが平行線5300によってユークリッド線5350上に投影される地点との間の差である。地点Dでのセンターライン5030からの車両の偏差は $dev_D = 0.4$ であるので、地点Cから地点Dへの偏

40

50

差の変化 dev_{Δ} は、 $dev_D - dev_C = 0.1$ と計算される。これは、地点Dと地点Cが平行線5400によってユークリッド線5450上に投影される地点との間の差である。地点Eでのセンターライン5030からの車両の偏差は $dev_E = 0.25$ あるので、地点Dから地点Eへの偏差の変化 dev_{Δ} は、 $dev_E - dev_D = -0.15$ と計算される。これは、地点Dと地点Eが平行線5500によってユークリッド線5450上に投影される地点との間の差である。地点Fでのセンターライン5030からの車両の偏差は $dev_F = -0.1$ あるので、地点Eから地点Fへの偏差の変化 dev_{Δ} は、 $dev_F - dev_E = -0.35$ と計算される。これは、地点Eと地点Fが平行線5600によってユークリッド線5650上に投影される地点との間の差である。

【0090】

10

これらの偏差がステップ3030で生成された後、ステップ3040でそれぞれの確率値が車線5000に対して更新される。いくつかの実施形態では、確率関数 $f(x)$ 及び生成された偏差を用いて更新が行われる。図5の値を用いて、以下の原則に従い直進確率（即ち車線5000を迫る尤度）を計算することができる。

【0091】

車両が車線5000のセンターライン5030から左側車線境界5010又は右側車線境界5020のいずれかに向けて逸れていっているときの地点 X_t での直進の確率 GS は、以下のように計算されてよい。

$$p(\text{地点 } X_t \text{ での } GS) = p(\text{地点 } X_{t-1} \text{ での } GS) * f(\text{地点 } X_t \text{ での } dev_{\Delta})$$

20

【0092】

車両が車線5000のセンターライン5030に向かって移動しているときの地点 X_t での直進の確率 GS は、以下のように計算されてよい。

$$p(\text{地点 } X_t \text{ での } GS) = p(\text{地点 } X_{t-1} \text{ での } GS) / f(\text{地点 } X_t \text{ での } dev_{\Delta})$$

【0093】

地点Aでの初期確率値が1.0であるとする、地点Bでの確率は次のように更新される。

$$p(\text{地点Bでの } GS) = p(\text{地点Aでの } GS) * f(\text{地点Bでの } dev_{\Delta})$$

$$p(\text{地点Bでの } GS) = 1.0 * f(0.06)$$

$$p(\text{地点Bでの } GS) = 1.0 * 2 * cdf(-abs(0.06)) = 0.95$$

30

2

【0094】

同様に、地点Cでの確率は次のように更新される。

$$p(\text{地点Cでの } GS) = p(\text{地点Bでの } GS) * f(\text{地点Cでの } dev_{\Delta})$$

$$p(\text{地点Cでの } GS) = 0.952 * f(0.14)$$

$$p(\text{地点Cでの } GS) = 0.952 * 2 * cdf(-abs(0.14)) = 0.$$

846

【0095】

地点Dでの確率は次のように更新される。

$$p(\text{地点Dでの } GS) = p(\text{地点Cでの } GS) * f(\text{地点Dでの } dev_{\Delta})$$

$$p(\text{地点Dでの } GS) = 0.846 * f(0.1)$$

$$p(\text{地点Dでの } GS) = 0.846 * 2 * cdf(-abs(0.1)) = 0.7$$

79

【0096】

センターライン5030から離れる方向の相対偏差は地点Dまで継続的に増加しているので、これらの結果は予想される。つまり、車両がセンターライン5030から離れる方向に移動するにつれて直進しようとする企図（意図）は小さくなる。一方、地点Eでは、車両は右に、即ちセンターライン5030に向けてそれていく。従って、直進の可能性は高くなることが予想される。地点Eでの確率は次のように更新される。

50

$$p(\text{地点EでのGS}) = p(\text{地点DでのGS}) / f(\text{地点Eでのdev}_{\Delta})$$

$$p(\text{地点EでのGS}) = 0.779 / f(-.15)$$

$$p(\text{地点EでのGS}) = 0.779 / (2 * cdf(-abs(-.15))) = 0.884$$

【0097】

地点Fは、車両がセンターライン5030を横切るので、先の地点の分析とは異なる状況を呈する。この状況においては、車両は先ず車線5000のセンターライン5030に向けて移動し、次いで車線5000のセンターライン5030から離れる方向に移動する。この動的動きを捕捉するために、地点Eから地点Fまでの線が2つの部分、即ち地点Eからセンターライン5030までの部分とセンターライン5030から地点Fまでの部分、へと分割されてよい。地点Eからセンターライン5030までは、確率は次のように増加する。

$$p(\text{センターラインでのGS}) = p(\text{地点EでのGS}) / f(\text{センターラインでのdev}_{\Delta})$$

$$p(\text{センターラインでのGS}) = 0.884 / f(-.25)$$

$$p(\text{センターラインでのGS}) = 0.884 / (2 * cdf(-abs(-.25))) = 1.1$$

【0098】

確率は1.0より大きくなることはないので、値1.1は、以下の関数により上限である1.0とされる。

$$p(GS) = \min(1.0, p(GS))$$

【0099】

センターライン5030から地点Fまでは、確率は以下のように低下する。

$$p(\text{地点FでのGS}) = p(\text{センターラインでのGS}) * f(\text{センターラインから地点Fまでのdev}_{\Delta})$$

$$p(\text{地点FでのGS}) = 1.0 * f(-0.1)$$

$$p(\text{地点FでのGS}) = 1.0 * 2 * cdf(-abs(-0.1)) = 0.92$$

【0100】

全ての確率値は小数第3位以内に丸められるが、それ未満又はそれを超える精度が用いられてもよい。

【0101】

同様の推論を用いて、他に想定される場面において、確率を更新することができる。例えば、車両が2車線道路上をセンターラインの右側に向かって走行している場合、右車線変更、即ち右車線への変更の確率は、次のように計算される。

$$p(RLC) = 1 - p(GS)$$

【0102】

ここで、 $p(GS)$ は直進する確率である。左車線変更の確率は次のように計算される。

$$p(LLC) = 0$$

【0103】

車両が2車線道路上をセンターラインの左側に向かって走行している場合、左車線変更、即ち左車線への変更の確率は、次のように計算される。

$$p(LLC) = 1 - p(GS)$$

【0104】

また、右車線変更の確率は次のように計算される。

$$p(RLC) = 0$$

【0105】

他に想定される場面として、車両が交差点内にある場合がある。この場合、確率値は、車両が有する車線選択肢の数に依存する。各車線に対して、それぞれのセンターラインを用いて $p(GS)$ が計算される。各車線を迎える確率又は尤度は独立して計算されるので、

結合された値は100%を超える尤度をもたらす場合もある。従って、各選択肢の確率は、例えば、1.0の確率を超えないように他の選択肢に対して正規化される。

【0106】

図3を再び参照すると、運転意図確率がステップ3040で一旦計算されると、処理はステップ3050へ進み、N秒までのリモート車両軌道が生成される。いくつかの実施形態では、4秒までの軌道が生成される。Nに対する他の値がユーザ又はオペレータによって指定されてよい。

【0107】

図6は、速度及びマップ曲率に基づき予測された軌道の重み付け平均に基づく、時間経過に伴うリモート車両の軌道の生成を示す概略図である。図6は、一つの車線6100と車両6000が車線6100を辿るときの車両6000のための軌道とを示しているが、計算は、他の運転計画（左折、右折、車線変更等）に対しても同様であってよい。

10

【0108】

リモート車両6000は、直近には図6に示される地点に位置し、先の車線6200から車線6100内を走行していたものとする。図6には、車線6100のセンターライン6150も示されている。周知のように、車両速度は、車両の向き（進行方向）と大きさを有するベクトルである。図6においては、車両速度に基づく車両6000の予測軌道は、時間の経過に伴い延びるものとして矢印6300によって示される。車両速度は、例えば、図3の処理においてステップ3000で任意に受信されたリモート車両運動学的状態情報から得られてよく、あるいはステップ3000で受信された他の情報から全部又は一部を計算されてよい。リモート車両6000の速度及び位置を知ることによって、K秒までの軌道を予測することができる。

20

【0109】

また、図6は、車線6100の曲率に追従する予測軌道を示している。矢印6400で示されるK秒までのこの予測軌道は、車両6000の速度を用いて車線6100のセンターライン6150に追従する。車両速度は、例えば、図3の処理においてステップ3000で任意に受信されたリモート車両運動学的状態情報から得られてよく、あるいはステップ3000で受信された他の情報から全部又は一部を計算されてよい。矢印6500は、矢印6300で表される現在の速度に基づく軌道予測と矢印6400で現されるマップ曲率に基づく軌道予測との重み付け平均である車両6000の軌道を表す。

30

【0110】

図7は、図6の軌道を生成するために用いられてよい重み付け関数を示す図である。数字及び線は関連する原理を示すために任意であり、図6内の値を表してはいない。数字は、時間の経過に伴う各軌道予測に対して与えられる重みを表している。この重み付け関数は、時間の経過に伴い車両が矢印7000で示される予測車線のセンターラインに向かって移動するという仮定に基づいている。即ち、例えば、軌道の速度予測は図7における左に向かっており、軌道のマップ曲率予測は図7における右に向かっていている。車両が位置する現在地点7100では、最大重み（1.0等）が軌道の速度予測に与えられており、最小重み（0等）が軌道のマップ曲率予測に与えられている。現在地点7100から時間が経過するにつれて、2つの予測の間での重み付けは、例えば、K秒での将来の時点7200で最大重みが軌道のマップ曲率予測に与えられ最小重みが軌道の速度予測に与えられるように変化する。

40

【0111】

重み付けを行うために種々の重み付け関数が用いられてよい。一つの実装においては、2つの予測の重み付けは余弦関数を用いて行われる。例えば、マップ予測の重みは次の式に従ってよい。

$$0.5 - 0.5 * \cos \left(\left(2\pi / (2 * \text{補間時間長}) \right) * t \right)$$

【0112】

速度予測の重みは次の式に従ってよい。

50

$$1 - (0.5 - 0.5 * \cos((2\pi / (2 * \text{補間時間長})) * t))$$

【0113】

変数の「補間時間長」は、マップ予測の重みが0.0から1.0に変化する時間の長さ又は速度予測の重みが1.0から0.0に変化する時間の長さに等しい。この変数はユーザによって指定されてよい。変数 t は現在の時点から計算中の補間点までの時間の長さに等しい。例えば、図7における各水平線が1秒を表しており、変数の「補間時間長」が5秒であるとする、地点7300でマップ予測軌道に適用される重みの値 T_M は、次のようになる。

$$0.5 - 0.5 * \cos((2\pi / (2 * 5 \text{秒})) * 2 \text{秒}) = 0.345$$

【0114】

地点7300で速度予測軌道に適用される重みの値 T_V は、次のようになる。

$$1 - 0.345 = 0.655$$

【0115】

従って、地点7300での重み付けされた軌道は次に等しい。

$$0.345 * T_M + 0.655 * T_V$$

【0116】

同様の計算により、他の複数の時点でのリモート車両のための将来の軌道がもたらされる。

【0117】

以上述べたように、軌道は将来における K 秒まで計算されてよい。図8に見られるように、運転計画はこのプロセスへの入力である。より具体的には、リモート車両が車両道路網を走行するに従って、リモート車両は、リモート車両軌道の生成において考慮される必要がある車両道路網情報の変化（例えば車線変更をする場面）に接近する。図8においては、例えば、リモート車両は、現在の運転計画が直進行動にしかかなり得ない単一車線8050上の現在地点8000にある。リモート車両のための軌道の一例が8100で示されている。しかし、地点8200に到達すると、運転計画は、車線8300及び8400の存在により直進又は右折となり得る。直進する現在の企図・意図に対する軌道8100が4秒軌道計算のうちの2秒だけを占めると仮定すると、車両の姿勢（即ち車両道路網情報内における車両の位置）及び速度が地点8200で再計算されて、別の2秒の間に、右折という次の運転計画に対する軌道8500等の軌道の次のセグメントが生成される。軌道は図6及び7に関して上述したように生成され、軌道は各運転計画（例えば車線）に対して生成される。

【0118】

図3を再び参照すると、リモート車両軌道が一旦生成されると、それを用いて車両道路網を走行しているホスト車両を支援することができる。例えば、図9を参照すると、ホスト車両9000とリモート車両9100が車両道路網の一部分内、ここでは交差点9300内を走行している。車両道路網情報は、車線1～8と各々が線9400で表される4つの一時停止標識とを含む。ホスト車両9000は車線2内に位置し、ホスト車両9000から延びる矢印で示されるように、車線5に進む予定である。リモート車両9100は車線8内に位置し、リモート車両9100から延びる3つの矢印で示されるように、直進し、左折し、又は右折する可能性がある。リモート車両9100は、ホスト車両9000が車線2の一時停止標識に到達するよりも前に、車線8の一時停止標識に到達する。説明される実装においては、交差点9300における車線変更は、見込まれる運転計画としては含まれない。

【0119】

ホスト車両9000は、例えば、車線のためのリモート車両軌道、及びリモート車両9100が一つの運転計画又は他の運転計画（即ち、直進、左折、又は右折）に従う尤度に基づき、交差点9300の走行に関する決定を行ってよい。例えば、ホスト車両9000は、リモート車両9100が車線3に進もうとすることでホスト車両9000の進路を妨害しそうである場合（例えば、直進する運転計画の方が左折や右折する運転計画よりも高

10

20

30

40

50

い尤度又は確率を有している場合) には、リモート車両 9100 に交差点 9300 を先に通過させるために車線 2 の一時停止標識で待つことを決定してよい。これに対し、リモート車両 9100 が車線 1 へと右折しそうである場合には、リモート車両 9100 はホスト車両 9000 を妨害しないので、ホスト車両 9000 は少し停止してから直進し続けることを選んでよい。

【0120】

これはほんの一例であり、ホスト車両 9000 は、任意の数の方法で運転計画や予測軌道を使用してよい。例えば両車両が直線道路上の同じ車線内を走行している場合、ホスト車両 9000 は、予測軌道を用いて、ホスト車両 9000 がリモート車両 9100 に追いついてそれを追い越すかどうか、及びいつホスト車両 9000 がリモート車両 9100 に追いついてそれを追い越すのかを判断してよい。別の例においては、リモート車両 9100 は、直線道路上でホスト車両 9000 の左の車線内を走行する場合がある。この際、ホスト車両 9000 は、ホスト車両 9000 が走行している車線にリモート車両 9100 が車線変更する企図・意図を見せた場合に、予測軌道を用いて、ホスト車両 9000 がブレーキをかけるべきかどうか又はいつホスト車両 9000 がブレーキをかけるべきかを判断することができる。ホスト車両 9000 は、例えば、交差点の信号制御器等のネットワーク基盤施設デバイスが、車両情報(例えばリモート車両情報及びホスト車両情報)を受信又は生成すると共に信号機を通過する交差点の流れを管理することによって又は軌道及び尤度を用いることによってリモート車両 9100 のために生成した情報を、間接的に用いてもよい。

【0121】

車両道路網を走行することは、ホスト車両の運転手にアラームを出す等の動作を伴ってよく、又はホスト車両の制動システムに制動命令を出す等の修正動作をとることを伴ってよい。ホスト車両がステップ 3060 で車両道路網を走行している間に他の修正動作がなされてもよい。

【0122】

図 3 における例によって説明したような方法は、ホスト車両が車両道路網に沿って走行している間に周期的に又は要求に応じて繰り返されてよい。また、その方法は、車両道路網情報内の車線構成が変化する場面に差し掛かるとき(車線変更が行われそうなとき)に全部又は一部が繰り返されてもよい。

【0123】

本開示では、追跡目標として単一のリモート車両が説明されているが、ある所定の車線内で位置を維持する他の複数の動力車両が追跡されてもよい。更に、2 台以上のリモート車両が時間の経過に伴い(継時的に)追跡されてよい。上記は交差点で同じ先行車線から分岐する多くとも 3 車線を含み、即ち直進車線、左折車線、及び右折車線である。追加車線が導入される場合、又は交差点内での車線変更が生じ得る場合には、計算は更に複雑になる。

【0124】

上述した種々の観点、例、及び実装は、本開示の容易な理解を可能にするために説明されたものであり、限定を目的とするものではない。むしろ、本開示は、添付の特許請求の範囲内に含まれる種々の修正及び均等な配置・構成を網羅し、その範囲は、そのような修正や法の下で容認される均等な構造を包含するように最も広い解釈を受けるべきである。

【図 1】

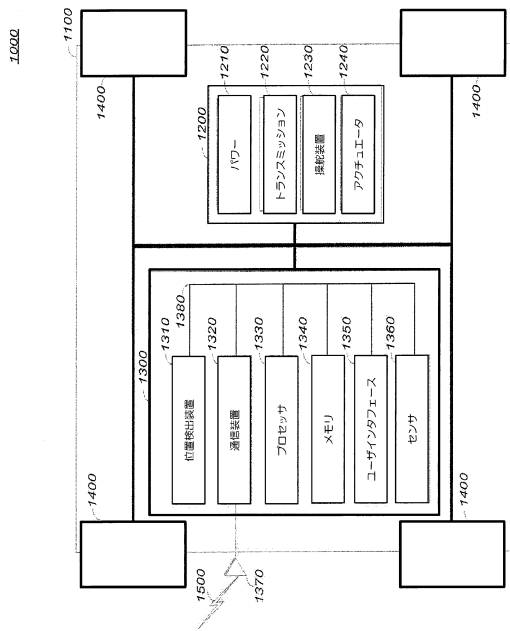


FIG. 1

【図 2】

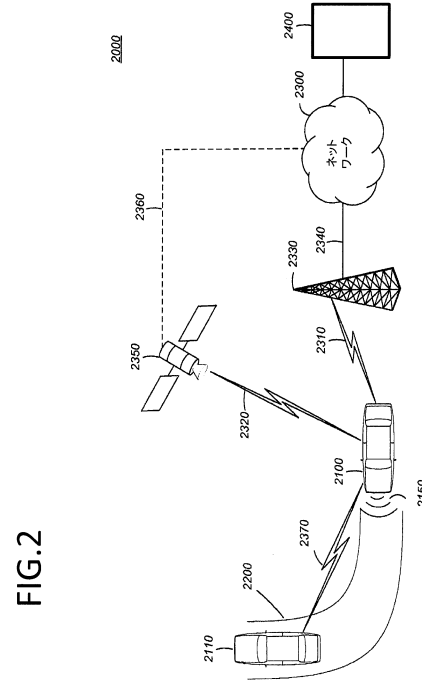
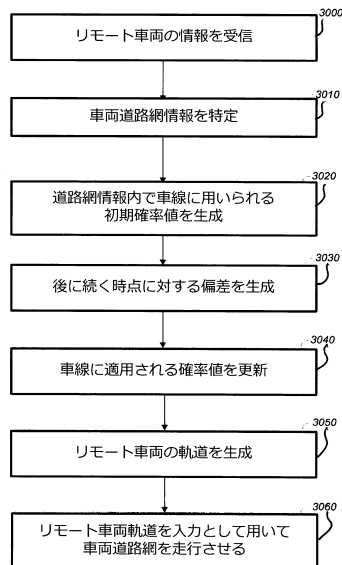


FIG. 2

【図 3】

FIG. 3



【図 4 A】

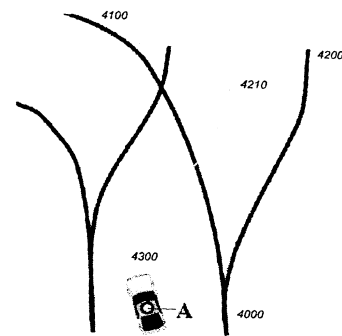


FIG. 4A

【図 4 B】

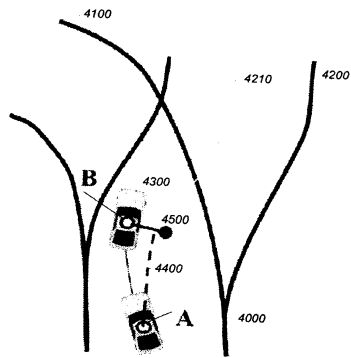


FIG. 4B

【図 4 C】

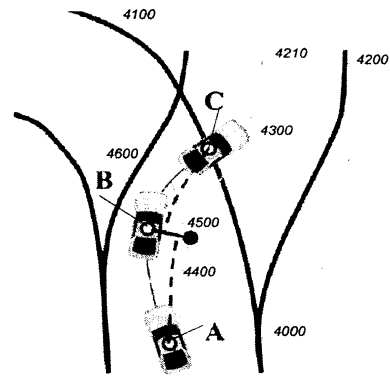


FIG. 4C

【図 5】

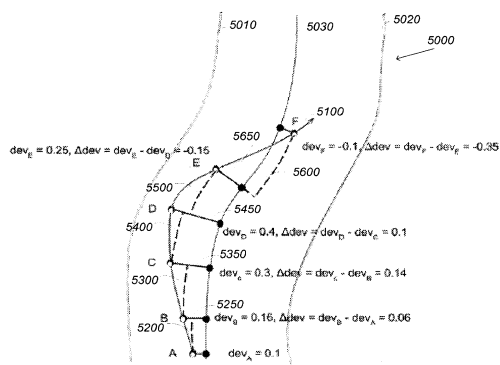


FIG. 5

【図 6】

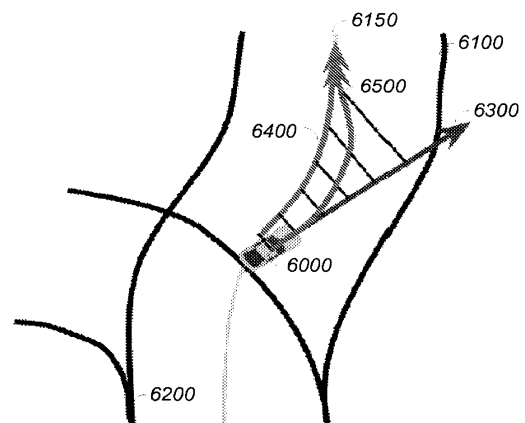
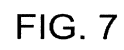


FIG. 6

【図 8】



【图 9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-137248 (JP, A)
特開2013-152540 (JP, A)
特開2011-192177 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G08G 1/09