

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7638055号
(P7638055)

(45)発行日 令和7年3月3日(2025.3.3)

(24)登録日 令和7年2月20日(2025.2.20)

(51)国際特許分類	F I	
B 6 0 W 30/10 (2006.01)	B 6 0 W 30/10	
B 6 0 W 30/16 (2020.01)	B 6 0 W 30/16	
G 0 8 G 1/09 (2006.01)	G 0 8 G 1/09	H
G 0 8 G 1/16 (2006.01)	G 0 8 G 1/16	E

請求項の数 12 外国語出願 (全23頁)

(21)出願番号	特願2018-155283(P2018-155283)	(73)特許権者	518102470
(22)出願日	平成30年8月22日(2018.8.22)		トヨタ リサーチ インスティテュート ,
(65)公開番号	特開2019-59464(P2019-59464A)		インコーポレイティド
(43)公開日	平成31年4月18日(2019.4.18)		アメリカ合衆国, カリフォルニア 9 4
審査請求日	令和3年8月20日(2021.8.20)		0 2 2 , ロスアルトス, エル カミノ リ
審判番号	不服2023-18229(P2023-18229/J		アル 4 4 4 0
	1)	(74)代理人	100099759
審判請求日	令和5年10月27日(2023.10.27)		弁理士 青木 篤
(31)優先権主張番号	15/688,372	(74)代理人	100123582
(32)優先日	平成29年8月28日(2017.8.28)		弁理士 三橋 真二
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100092624
			弁理士 鶴田 準一
		(74)代理人	100114018
			弁理士 南山 知広
		(74)代理人	100117019

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 異種車両環境における自律車両動作の軌跡計画の変更

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

異種車両環境における自律車両動作の方法であって、
自律車両からの車両センサデータに基づいて、該自律車両の方向において前方に移動している車両を検知することと、
検知された車両の軌跡情報に対する軌跡要求を送信することと、
前記軌跡要求に対する前記検知された車両による応答であって、
既定の前方観察期間の予想軌跡を含む軌跡計画応答と、
前記検知された車両の準リアルタイム動作パラメータを含む準リアルタイム軌跡応答と、
ヌル応答と、
のうち1つを有する前記軌跡要求に対する応答に基づいて、
前記検知された車両の軌跡の確実性推定値を判定し、
前記検知された車両との関係において前記自律車両動作の前記確実性推定値が大きく
なると小さくなる距離バッファを選択し、
前記自律車両の前記自律車両動作を変更するために、前記距離バッファに基づいて変更済みの軌跡計画を生成するべく、前記自律車両動作の軌跡計画を変更することと、
を有し、
前記軌跡要求に対する応答は前記検知された車両の自律車両動作能力のレベルを示しており、

前記軌跡計画応答は自律車両動作能力を備えた車両に対応し、
前記準リアルタイム軌跡応答は自律能力の運転者支援レベルに対応し、
前記ヌル応答は自律車両動作能力のレベルに対応しない、方法。

【請求項 2】

前記変更済みの軌跡計画をブロードキャストすることを更に有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記軌跡計画応答は、第 1 確実性推定値に関係しており、
前記準リアルタイム軌跡応答は、第 2 確実性推定値に関係しており、
前記ヌル応答は、第 3 確実性推定値に関係している、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 4】

前記応答に基づいて前記検知された車両の軌跡計画を推定し、これから、既定の前方観察期間の推定軌跡計画を生成することであって、前記推定軌跡計画は、前記応答および前記検知された車両の車両センサーを介した観察に含まれる動作データに基づく微細な確実性推定値に関係していることと、

前記応答に含まれる動作データのみに基づく粗い確実性推定値及び前記微細な確実性推定値に基づいて前記検知された車両の前記推定軌跡計画の前記確実性推定値を判定することと、

前記検知された車両との関係において前記自律車両用の前記距離バッファを選択することと、

20

を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

異種車両環境における自律車両動作の方法であって、

前記自律車両動作の下にある複数の車両のうちの自律車両の車両センサーデータに基づいて、前記自律車両の方向において前方に移動している車両を検知することと、

前記検知された車両の軌跡情報に対する軌跡要求を送信することと、

前記検知された車両による前記軌跡要求に対する応答であって、

既定の前方観察期間の予想軌跡を含む軌跡計画応答と、

前記検知された車両の準リアルタイム動作パラメータを含む準リアルタイム軌跡応答と、

30

ヌル応答と、

のうち 1 つを有する前記軌跡要求に対する応答に基づいて、

前記検知された車両の軌跡の確実性推定値を判定し、

前記検知された車両との関係において前記自律車両用の距離バッファを選択し、

前記複数の車両にブロードキャストするために、前記距離バッファに基づいて変更済みの軌跡計画を生成するべく、前記自律車両の軌跡計画を変更することと、

を有し、

前記軌跡要求に対する応答は前記検知された車両の自律車両動作能力のレベルを示しており、

40

前記軌跡計画応答は自律車両動作能力を備えた車両に対応し、

前記準リアルタイム軌跡応答は自律能力の運転者支援レベルに対応し、

前記ヌル応答は自律車両動作能力のレベルに対応しない、方法。

【請求項 6】

前記変更済みの軌跡計画を前記複数の車両にブロードキャストすることを更に有する、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記軌跡計画応答は、第 1 確実性推定値に関係しており、

前記準リアルタイム軌跡応答は、第 2 確実性推定値に関係しており、

前記ヌル応答は、第 3 確実性推定値に関係している、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 8】

50

前記応答に基づいて前記検知された車両用の軌跡計画を推定し、これから、既定の前方観察期間の推定軌跡計画を生成することであって、前記推定軌跡計画は、前記応答および前記検知された車両の車両センサーを介した観察に含まれる動作データに基づく微細な確実性推定値に関係していることと、

前記応答に含まれる動作データのみに基づく粗い確実性推定値及び前記微細な確実性推定値に基づいて前記検知された車両の前記推定軌跡計画の前記確実性推定値を判定することと、

前記検知された車両との関係において前記自律車両用の前記距離バッファを選択することと、

を有する、請求項 5 に記載の方法。

10

【請求項 9】

異種車両環境における自律車両動作の車両制御ユニットであって、
車両ネットワークとの間の通信をサービスするための無線通信インターフェイスと、
前記無線通信インターフェイスに、且つ、複数の車両センサ装置に、通信自在に結合されたプロセッサと、

前記プロセッサに通信自在に結合されたメモリと、

を有し、

前記メモリは、

前記プロセッサによって実行された際に、前記プロセッサが、
自律車両からの車両センサデータに基づいて、前記自律車両の方向において前方に移動している車両を検知し、

20

前記検知された車両の軌跡情報に対する軌跡要求を送信し、

前記軌跡要求に対する応答であって、

既定の前方観察期間の予想軌跡を含む軌跡計画応答と、

前記検知された車両の準リアルタイム動作パラメータを含む準リアルタイム軌跡応答と、

ヌル応答と、

のうち 1 つを有する前記軌跡要求に対する応答を受け取る、

ようにする命令を含む車両検出モジュールと、

前記プロセッサによって実行された際に、前記プロセッサが、

30

前記応答に基づいて、前記検知された車両の軌跡の確実性推定値を判定し、

前記検知された車両及び前記確実性推定値との関係において前記自律車両用の距離バッファを選択し、且つ、

前記距離バッファに基づいて変更済みの軌跡計画を生成するべく、前記自律車両の軌跡計画を変更する、

ようにする命令を含む軌跡計画変更モジュールと、

を含み、

前記軌跡要求に対する応答は前記検知された車両の自律車両動作能力のレベルを示しており、

前記軌跡計画応答は自律車両動作能力を備えた車両に対応し、

40

前記準リアルタイム軌跡応答は自律能力の運転者支援レベルに対応し、

前記ヌル応答は自律車両動作能力のレベルに対応しない、車両制御ユニット。

【請求項 10】

前記プロセッサによって実行された際に、前記プロセッサが、前記変更済みの軌跡計画をブロードキャストするようにする命令を含む送信モジュールを更に有する、請求項 9 に記載の車両制御ユニット。

【請求項 11】

前記軌跡計画応答は、第 1 確実性推定値に関係しており、

前記準リアルタイム軌跡応答は、第 2 確実性推定値に関係しており、

前記ヌル応答は、第 3 確実性推定値に関係している、請求項 9 に記載の車両制御ユニッ

50

ト。

【請求項 12】

前記軌跡計画変更モジュールは、前記プロセッサによって実行された際に、前記プロセッサが、

前記応答に基づいて前記検知された車両用の軌跡計画を推定し、且つ、これから、既定の前方観察期間の推定軌跡計画を生成し、前記推定軌跡計画は、前記応答および前記検知された車両の車両センサーを介した観察に含まれる動作データに基づく微細な確実性推定値に関係しており、

前記応答に含まれる動作データのみに基づく粗い確実性推定値及び前記微細な確実性推定値に基づいて前記検知された車両の前記推定軌跡計画の前記確実性推定値を判定し、

前記検知された車両との関係において前記自律車両用の前記距離バッファを選択する、ようにする命令をさらに含む、請求項 9 に記載の車両制御ユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書において記述されている主題は、一般に、自律車両の軌跡計画を実行する装置に関し、且つ、更に詳しくは、異なるレベルの自律動作能力を有する車両の組合せを有する異種車両環境における自律車両動作の軌跡計画の変更に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、自律車両動作は、移動ルートに沿った 1 つの場所から別の場所への乗員の自律搬送を支援するべく、様々な演算システムに基づきうる。移動ルートの車両環境は、車両の間における通信及び移動調整を促進するべく、車両が、一般に、類似した自律動作能力を有する、同種車両環境である場合がある。その一方において、移動ルートは、車両が、一般に、（自律動作能力を有してはいない車両を含みうる）自律動作能力の混合である、異種環境である場合もある。この混合は、常にその他の車両の予測不能なアクションに対処する且つ / 又はこれらを監視する一般的な必要性に起因して、事故を伴うことなしに移動ルートをタイムリーに移動するための高度な自律（又は、完全な自律）車両の効率を低減しうる。従って、類似した高度な自律車両動作のためのシステム及び / 又はメカニズムを欠きうる車両を有する、このような異種車両環境において移動ルートを移動するための高度な自律車両の動作効率を改善する装置及び方法が望ましい。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

より低レベルの自律動作能力を有する且つ / 又は自律動作能力を有していない車両の混合を含む異種車両環境における自律車両動作の軌跡計画を変更する装置及び方法が開示されている。

【課題を解決するための手段】

【0004】

一実装形態においては、異種車両環境における自律車両動作の方法が開示されている。方法は、車両センサーデータに基づいて、前方を移動する車両を検知することと、車両の軌跡情報に対する軌跡要求を送信することと、を含む。軌跡要求に対する車両による応答に基づいて、車両の軌跡の確実性推定値が判定される。確実性推定値により、車両との関係における自律車両動作の確実性推定値に比例した距離バッファが選択され、且つ、自律車両動作を変更するために、距離バッファに基づいて変更済みの軌跡計画を生成するべく、自律車両動作の軌跡計画が変更される。

【0005】

別の実装形態においては、異種車両環境における自律車両動作の車両制御ユニットが開示されている。車両制御ユニットは、車両ネットワーク及びその他の車両との間の通信をサービスするための無線通信インターフェイスと、無線通信インターフェイスに、且つ

10

20

30

40

50

、複数の車両センサ装置に、通信自在に結合されたプロセッサと、無線通信インターフェイスに通信自在に結合されると共に車両検出モジュール及び軌跡計画変更モジュールを保存するメモリと、を含む。車両検出モジュールは、プロセッサによって実行された際に、プロセッサが、車両センサデータに基づいて、前方を移動している車両を検知し、且つ、車両の軌跡情報に対する軌跡要求を送信するようにする命令を含む。軌跡計画変更モジュールは、プロセッサによって実行された際に、プロセッサが、応答に基づいて車両の軌跡の確実性推定値を判定し、且つ、確実性推定値により、車両との関係における自律車両動作の比例した距離バッファを選択するようにする命令を含む。軌跡計画変更モジュールは、プロセッサによって実行された際に、プロセッサが、距離バッファに基づいて変更済みの軌跡計画を生成するべく、自律車両動作の軌跡計画を変更するようにする命令を含む。

10

【 0 0 0 6 】

説明においては、同一の参照符号によっていくつかの図の全体を通じて同一の部分参照している以下の添付図面を参照している。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 7 】

【図 1】車両制御ユニットを含む車両の概略図である。

【図 2】図 1 の車両制御ユニットのブロック図である。

【図 3】図 1 の車両制御ユニットのメモリに保存されている機能モジュールブロック図を示す。

【図 4】異種車両環境の先行する車両を検知する一動作例を示す。

20

【図 5】異種車両環境における自律動作の例示用の一プロセスである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 8 】

本明細書には、異種車両環境における自律車両の軌跡計画の変更について記述されている。

【 0 0 0 9 】

例示用の一方法は、車両センサデータに基づいて自律車両動作を有する車両の前方を移動している車両を検知することを含む。理解されうるように、異種車両環境は、自律車両などの自律動作の能力を有する車両と、いくつかの例においては、運転者支援車両（即ち、車両操作者の支援において、ある程度の自律動作が存在しうるもの）と、手動動作車両と、を含むことができる。

30

【 0 0 1 0 】

この点において、応答は、車両の動作能力と、関係する動作確実性と、を伝達することができる。例えば、軌跡計画応答は、車両がフルセットの自律車両動作を有する別の車両であることを伝達することができる。準リアルタイム(near real time)軌跡応答は、自律車両動作の部分的な組を有する運転者支援車両を通知する(indicate)ことができる。準リアルタイム軌跡応答は、車両向きデータ、車両速度データ、車両車線制御データ、車両ハンドル角度データ、及び車両制動データのうちの少なくとも 1 つなどの、車両の準リアルタイム動作パラメータを含む。ヌル(null)応答は、確定的な且つ / 又は推定された「none」応答であってもよく、手動動作車両を通知しうる。

40

【 0 0 1 1 】

車両による軌跡要求に対する応答に基づいて、自律車両は、車両の軌跡の確実性推定値を判定することができると共に、先行する車両との関係における自律車両動作のために、これに比例した距離バッファを選択することができる。距離バッファにより、軌跡計画を変更することにより、距離バッファに基づいて変更済みの軌跡計画を生成することができる。

【 0 0 1 2 】

この点において、自律車両動作は、自律動作していない車両の存在に基づいて変更済みの軌跡計画を実行することができる。

【 0 0 1 3 】

50

図 1 は、車両制御ユニット 110 を含む車両 100 の概略図である。異種車両環境 116 にアクセスするべく、複数の物体センサ装置 102 - 1、102 - 2、102 - 3、102 - 4、102 - 5、及び 102 - 6（総合的に、物体センサ装置 102）が、制御ユニット 110 との通信状態にある。又、理解されうるように、車両 100 は、自動車、軽トラック、貨物輸送車、又は任意のその他の乗用又は非乗用車両であってもよい。

【0014】

自律動作の際に、車両制御ユニットは、距離バッファ 140 を定義するように動作することができる。距離バッファは、寸法的に、自律車両 100 に関係するものとして定義することができる。例えば、車両制御ユニットによって定義される外側境界は、対称的又は非対称的でありうるのみならず、異種車両環境 116 の状態に基づいて車両 100 の周りに変化するバッファエリアを含むことができる。

10

【0015】

例えば、自動車は、一般に、その他の自動車と共に、二次元空間において動作及び／又はナビゲートしている。航空機は、一般に、その他の航空機と共に、三次元空間において動作及び／又はナビゲートしている。図 1 の例の場合には、距離バッファ 140 は、横方向において（即ち、自律車両 100 に跨って）、且つ、長手方向において（即ち、自律車両 100 の長さに沿って）、自律車両 100 との関係において、二次元空間を収容することができる。距離バッファ 140 は、自律車両 100 の横方向の空間と関係する距離バッファ右方向(starboard)構成要素 142 及び距離バッファ左方向(port)構成要素 144 を含むことができる。又、距離バッファ 140 は、自律車両 100 の長手方向の空間に關係する距離バッファ後方構成要素 146 及び距離バッファ前方構成要素 148 を含むことができる。距離バッファ 140 は、デカルト座標系に基づいて、且つ／又は、極座標系に基づいて、定義することができる。

20

【0016】

理解されうるように、車両制御ユニット 110 は、距離バッファ 140 のゾーンを定義することができる。このようなゾーンは、例えば、別の車両が自律車両の軌跡経路 134 に対して有しうる重要性により、ランク付けすることができる。一般に、車両 100 の前方のその他の車両は、車両 100 の背後のものよりも、大きな影響を軌跡経路 134 に対して有しうる。従って、この点において、距離バッファ前方構成要素 148 に関する距離バッファ 140 のゾーンは、距離バッファ後方構成要素 146 のものとの比較において、より大きなバッファ値を提供することができる。

30

【0017】

動作の際に、車両制御ユニット 110 は、距離バッファ 140 のコンポーネント 142、144、146、及び 148 を軌跡計画 134 に影響を及ぼしうるその他の車両の軌跡の確実性推定値に基づいたものにすることができる。例えば、手動動作車両の軌跡は、観察対象の車両の振る舞いが物体センサ装置 102 に基づきうることから、一般には、車両制御ユニット 110 によって予測不能でありうる一方で、別の自律車両の軌跡は、自律車両の振る舞いが、物体センサ装置 102 と、（例えば、その他の自律車両の軌跡計画、速度、向きなどのような）車両間通信データと、に基づきうることから、一般には、車両制御ユニット 110 によって予測可能でありうる。

40

【0018】

先行する車両の軌跡の確実性推定値に基づいて、車両制御ユニットは、別の車両との関係において自律車両 100 の動作の確実性推定値に比例した距離バッファ 140 を選択することができる。車両制御ユニット 110 は、距離バッファ 140 に基づいて変更済みの軌跡計画を生成するべく、自律車両 100 の軌跡計画 134 を変更してもよく、その結果、この変更済みの軌跡計画は、図 2 ~ 図 5 を参照して詳述するように、自律車両 100 の動作を変更するように動作することができる。

【0019】

複数の物体センサ装置 102 は、車両 100 の外側表面上において位置決めされてもよく、或いは、美的な目的のために、車両との関係において、隠蔽された方式により、位置

50

決めすることもできる。更には、センサは、車体又はその一部分が個々のセンサ装置によって透明に見える周波数において動作することもできる。

【 0 0 2 0 】

センサ装置と、車両制御ユニット 1 1 0 を含む車両制御ユニットの間における通信は、バスに基づいたものであってもよく、且つ、更には、車両 1 0 0 のその他のシステムによって使用又は操作されてもよい。例えば、物体センサ装置 1 0 2 は、ボディ電子エリアネットワーク (BEAN: Body Electronic Area Network)、コントローラエリアネットワーク (CAN: Controller Area Network) バス構成、オーディオビジュアル通信 - ローカルエリアネットワーク (AVC - LAN: Audio Visual Communication - Local Area Network) 構成、及び / 又は車両 1 0 0 の装置及びシステムの間における通信を提供するための更なる通信 - システムアーキテクチャのその他の組合せなどの、ネットワークアーキテクチャの組合せによって結合することができる。

10

【 0 0 2 1 】

例示用の物体センサ装置 1 0 2 の出力は、道路の車両車線境界や車両ルート 1 3 4 内の物体を検出するべく、車両環境 1 1 6 のライブビデオをキャプチャするべく、車両速度を判定するべくなど、車両制御ユニット 1 1 0 によって使用されてもよい。

【 0 0 2 2 】

物体センサ装置 1 0 2 は、図 1 ~ 図 5 を参照して詳述するように、一例として、接近する歩行者、自転車に乗った人物、物体、車両、道路の破片、並びに、先行する車両及び / 又は車両 1 0 0 の前方の車両などのその他のこのような車両障害物 (又は、潜在的な車両障害物) などの、異種車両環境 1 1 6 の触覚的な又は関係的な変化を提供するように動作することができる。

20

【 0 0 2 3 】

物体センサ装置 1 0 2 は、光検出及び測距 (LIDAR: Light Detection And Ranging) システムによって提供されてもよく、この場合に、物体センサ装置 1 0 2 は、車両 1 0 0 の環境内の物理的物体からのレーザー光反射に関するデータをキャプチャすることができる。又、物体センサ装置 1 0 2 は、レーザー (LIDAR) とミリ波レーダー装置の組合せを含むこともできる。LIDAR 及びレーダーに基づいた装置は、物体の速度 (即ち、相対及び / 又は絶対速度) と共に、物体を検知するように、動作することができる。

30

【 0 0 2 4 】

物体センサ装置 1 0 2 は、単独で又は組合せにおいて、深度画像をキャプチャするように、或いは、さもなければ、キャプチャされた画像の深さ情報を生成するように、動作することができる。例えば、物体センサ装置 1 0 2 は、画像 (視覚的及び非視覚的スペクトル波長や可聴及び非可聴波長など) をキャプチャするように構成されてもよい。

【 0 0 2 5 】

この点において、物体センサ装置 1 0 2 は、異種車両環境 1 1 6 の物体の距離ベクトル計測値を判定するように動作可能である。例えば、物体センサ装置 1 0 2 のそれぞれは、物体の深度 / 距離、方向、及び / 又は速度を判定するために、構造化光、(例えば、ドップラー検知用の信号の) 飛行時間、光検出及び測距 (LIDAR)、光場、及びその他の情報を検知及び / 又は分析するように構成されていてもよい。

40

【 0 0 2 6 】

動作の際には、車両 1 0 0 との関係において長手方向において且つ / 又は横方向において異種車両環境 1 1 6 を評価するべく、組合せにおいて、或いは、独立的に、複数の物体センサ装置 1 0 2 - 1 ~ 1 0 2 - 6 を使用することにより、地形、木の葉、歩行者などのような物体を検出することができる。一例においては、物体センサ装置 1 0 2 - 1、1 0 2 - 2、及び 1 0 2 - 3 は、距離バッファ前方構成要素 1 4 8 を評価するべく使用されるなどのように、車両 1 0 0 の前方の物体を検出するように長手方向において動作してもよく、且つ、物体センサ装置 1 0 2 - 4、1 0 2 - 5、及び 1 0 2 - 6 は、距離バッファ

50

後方構成要素 146 を評価するべく使用されうるなどのように、車両 100 の長手方向において背後の物体を検出するように動作することができる。

【0027】

更なる一例として、物体センサ装置 102 - 3 及び 102 - 6 は、距離バッファ右方向構成要素 142 を評価するべく使用されうるなどのように、車両 100 の横方向において右方向の物体を検出するように、横方向において動作してもよく、且つ、物体センサ装置 102 - 2 及び 102 - 4 は、距離バッファ左方向構成要素 144 を評価するべく使用されうるなどのように、車両 100 の横方向において左方向の物体を検出するように動作することができる。

【0028】

物体センサ装置 102 のそれぞれは、個々の空間部分 118 に基づいて集合的な物体パラメータ検出を提供するように、個々の機能を実装することができる。例えば、物体センサ装置 102 - 1 は、物体を検出するように動作してもよく、且つ、物体センサ装置 102 - 2 は、車両 100 との関係において物体速度を検出するように動作することができる。又、物体センサ装置 102 - 3 は、物体の検知及び / 又は検出を確認するように、物体センサ装置 102 - 1 との組合せにおいて動作することもできる。理解されうるように、物体の速度は、物体センサ装置を介して判定されてもよく、物体の連続的な位置検出計測と、これに基づいた（動きベクトルの形成などのための）動きの速度及び / 又は方向の算出と、により、外挿されてもよい。

【0029】

理解されうるように、物体センサ装置の個々の組は、その他の物体センサ装置の組との組合せにおいて動作してもよく、望ましい検知機能及び / 又は用途に基づいて、交互に又は非同期状態において、同時に、或いは、個別に、動作してもよい。

【0030】

動作の際に、車両制御ユニット 110 は、L I D A R システムを提供しうる物体センサ装置 102 によって出力された車両センサデータを受け取るように動作することができる。物体センサ装置は、軌跡計画 134 に沿って速度 V_{100} において移動しつつ、車両 100 を取り囲むエリア内の物理的物体からのレーザー反射に関係する車両センサデータをキャプチャ及び送信することができる。一例として、信号反射は、車両ルート 134 のセンタライン、車線ライン、及びエッジ、交通標識などのような、車両ルートのマーキングを含むことができる。

【0031】

理解されうるように、この車両センサデータにより、車両制御ユニット 110 は、前方を移動している車両を検知し、且つ、車両の軌跡情報に対する軌跡要求をアンテナ 112 を介して送信するように、動作することができる。軌跡要求に対する車両による応答に基づいて、車両制御ユニット 110 は、先行する車両の軌跡の確実性推定値を判定することができると共に、車両との関係において自律車両動作の確実性推定値に比例した距離バッファ 140 を選択することができる。車両制御ユニット 110 は、図 2 ~ 図 5 を参照して詳述するように、自律車両動作を変更するために、距離バッファ 140 に基づいて変更済みの軌跡計画を生成するべく、自律車両動作の軌跡計画 134 を変更することができる。

【0032】

図 2 は、バス 208 を介して通信自在に結合された無線通信インターフェイス 202、プロセッサ 204、及びメモリ 206 を含む、車両制御ユニット 110 のブロック図である。車両制御ユニット 110 は、図 1 ~ 図 5 を参照して詳述されている装置及び方法用の例示用のプラットフォームを提供することができる。

【0033】

プロセッサ 204 は、情報の操作又は処理の能力を有する従来の中央処理ユニット又は任意のその他のタイプの装置、或いは、複数の装置であってもよい。理解されうるように、プロセッサ 204 は、単一の処理装置であってもよく、或いは、複数の処理装置であってもよい。このような処理装置は、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、デジタ

10

20

30

40

50

ル信号プロセッサ、マイクロコンピュータ、中央処理ユニット、フィールドプログラム可能なゲートアレイ、プログラム可能な論理装置、状態機械、論理回路、アナログ回路、デジタル回路、並びに／或いは、回路及び／又は動作命令のハードコーディングに基づいて信号（アナログ及び／又はデジタル）を操作する任意の装置であってもよい。

【0034】

メモリ（及び／又は、メモリ要素）206は、プロセッサ204に通信自在に結合されてもよく、且つ、本明細書において記述されている1つ又は複数のモジュールを保存するように動作することができる。モジュールは、実行された際に、プロセッサ204が、本明細書において記述されている様々なプロセス及び／又は動作のうちの1つ又は複数を実装するようにする命令を含むことができる。

10

【0035】

メモリ及び／又はメモリ要素206は、単一のメモリ装置、複数のメモリ装置、及び／又はプロセッサ204の組込み型の回路であってもよい。このようなメモリ装置は、読み出し専用メモリ、ランダムアクセスメモリ、揮発性メモリ、不揮発性メモリ、スタティックメモリ、ダイナミックメモリ、フラッシュメモリ、キャッシュメモリ、及び／又はデジタル情報を保存する任意の装置であってもよい。更には、本明細書において記述されている構成は、例えば、その上部において保存されるように、具現化されたコンピュータ可読プログラムコードを有する1つ又は複数のコンピュータ可読媒体内において具現化されたコンピュータプログラムプロダクトの形態を有することができる。1つ又は複数のコンピュータ可読媒体の任意の組合せが利用されてもよい。コンピュータ可読媒体は、コンピュータ可読信号媒体又はコンピュータ可読ストレージ媒体であってもよい。

20

【0036】

「コンピュータ可読ストレージ媒体」というフレーズは、一時的ではないストレージ媒体を意味している。コンピュータ可読ストレージ媒体は、例えば、限定を伴うことなしに、電子的、磁氣的、光学的、電磁的、赤外線、又は半導体システム、装置、又は機器、或いは、これらの任意の適切な組合せであってもよい。本明細書の文脈においては、コンピュータ可読ストレージ媒体は、命令実行システム、装置、又は機器による、或いは、これらとの関連における、使用のためにプログラムを収容又は保存しうる任意の有体の媒体であってもよい。コンピュータ可読媒体上において具現化されたプログラムコードは、限定を伴うことなしに、無線、有線、光ファイバ、ケーブル、RFなど、或いは、これらの任意の適切な組合せを含む、任意の適切な媒体を使用することにより、送信することができる。

30

【0037】

メモリ206は、機械可読命令がプロセッサ204によってアクセスされうるように、機械可読命令、または、命令、を保存する能力を有する。機械可読命令は、例えば、プロセッサ204によって直接的に実行されうる機械言語、或いは、機械可読命令にコンパイル又はアセンブルされうると共にメモリ206上において保存されうるアセンブリ言語、J A V A（登録商標）、S m a l l t a l k、C + +、又はこれらに類似したものなどのオブジェクト指向プログラミング（O O P : O b j e c t - O r i e n t e d P r o g r a m m i n g）、従来の手続き型のプログラミング言語、スクリプティング言語、マイクロコードなどのような、プログラミング言語又はその世代（例えば、1 G L、2 G L、3 G L、4 G L、又は5 G L）において記述された論理又はアルゴリズムを有することができる。従って、機械可読命令は、フィールドプログラム可能なゲートアレイ（F P G A : F i e l d - P r o g r a m m a b l e G a t e A r r a y）構成又は用途固有の集積回路（A S I C : A p p l i c a t i o n - S p e c i f i c I n t e g r a t e d C i r c u i t）又はその他の均等物を介して実装された論理などの、ハードウェア記述言語（H D L : H a r d w a r e D e s c r i p t i o n L a n g u a g e）において記述されてもよい。従って、本明細書において記述されている方法及び装置は、事前プログラミングされたハードウェア要素として、或いは、ハードウェア及びソフトウェアコンポーネントの組合せとして、任意の従来のコンピュータプログラミング言語において実装

40

50

することができる。

【 0 0 3 8 】

プロセッサ 2 0 4 が複数の処理装置を含む際には、処理装置は、（例えば、有線及び／又は無線バス構造を介して１つに直接的に結合されるように）中心的に配置されてもよく、或いは、（例えば、ローカルエリアネットワーク及び／又はワードエリアネットワークを介した間接結合を介したクラウド演算のように）分散配置されてもよいことに留意されたい。プロセッサ 2 0 4 が、状態機械、アナログ回路、デジタル回路、及び／又は論理回路を介してその機能のうちの１つ又は複数を実装している際には、対応する動作命令を保存するメモリ及び／又はメモリ要素は、状態機械、アナログ回路、デジタル回路、及び／又は論理回路を含む回路内において、或いは、その外部において、組み込まれうることに更に留意されたい。

10

【 0 0 3 9 】

メモリ 2 0 6 は、図 1 ～ 図 5 に示されているステップ及び／又は機能のうちの少なくともいくつかに対応するモジュールのハードコーディングされた且つ／又は動作的な命令を保存し、且つ、プロセッサ 2 0 4 が、これらを実行していることに更に留意されたい。

【 0 0 4 0 】

車両制御ユニット 1 1 0 は、１つ又は複数のモジュールを含むことが可能であり、本明細書には、これらのモジュールのうちの少なくともいくつかについて記述されている。モジュールは、プロセッサ 2 0 4 によって実行された際に、本明細書において記述されている様々なプロセスのうちの１つ又は複数を実装するコンピュータ可読プログラムコードとして実装することができる。モジュールのうちの１つ又は複数は、プロセッサ 2 0 4 のコンポーネントであってもよく、或いは、モジュールのうちの１つ又は複数は、プロセッサ 2 0 4 が動作自在に結合されているその他の処理システム上において実行することも可能であり、且つ／又は、これらの間において分散させることもできる。モジュールは、１つ又は複数のプロセッサ 2 0 4 によって実行可能である命令（例えば、プログラムロジック）を含むことができる。

20

【 0 0 4 1 】

無線通信インターフェイス 2 0 2 は、一般に、車両ネットワーク 2 1 2 を介して受け取られるデータを制御及び管理している。本開示が任意の特定のハードウェア構成上において動作することに対する制限は、存在しておらず、且つ、従って、本明細書における基本的な特徴は、その開発に伴って、改善されたハードウェア及び／又はファームウェア構成のために、置換、除去、追加、又はさもなければ変更されてもよい。

30

【 0 0 4 2 】

アンテナ 1 1 2 は、全地球測位システム衛星によって送信された電磁信号とやり取りする１つ又は複数の導電性要素を含むことができる。受け取られた信号は、（例えば、緯度及び経度位置の）場所を通知すると共に道路データとの関係における車両の位置決めを更に通知するデータ信号に変換されてもよい。

【 0 0 4 3 】

車両制御ユニット 1 1 0 は、車両制御ユニット 1 1 0 のアンテナ 1 1 2 又はその他のこのような車両アンテナ（図示されてはいない）などを介して、全地球測位システム衛星から信号を受け取るべく、通信自在に結合されていてもよい。アンテナ 2 2 0 は、車両間（V 2 V）通信 2 4 0 を通じて、車両 - インフラストラクチャ（V 2 I）通信 2 5 0 を通じて、且つ、無線通信 2 3 0 を通じて、車両制御ユニット 2 0 0 との間における通信を提供するように動作している。

40

【 0 0 4 4 】

車両間（V 2 V）通信 2 4 0 においては、車両 1 0 0 は、別の車両にメッセージを送信してもよく、且つ、別の車両は、メッセージを交換するべく、専用の近距離無線通信を通じて車両 1 0 0 にメッセージを送信してもよい。図 2 によって提供されている例においては、車両間通信 2 4 0 は、軌跡要求 2 4 2 に基づいた応答 2 4 4 と共に、車線の変更（例えば、交通車線変更コマンド 2 4 0）、速度の増大、突然の停止、過度な交通によっても

50

たらされる渋滞に起因した過度な減速、交通信号、事故などのような、車両操作情報を提供している。更には、車両間通信 240 は、その他の車両によって無線で伝達されるチェーンメッセージの形態を有することもできる。実際に、車両制御ユニット 110 は、接近の際に、交通渋滞の変化の事前連絡又は通知を受け取ることができる。チェーンメッセージは、図 3 ~ 図 5 を参照して詳述するように、車両間通信の能力を有する車両のグループにおける「ストリング安定性(string stability)」を増大させる際に、使用することができる。

【0045】

車両 - インフラストラクチャ通信 250 は、交通信号又は交通標識などの交通停止地点をブロードキャスト(broadcast)し、且つ、到来する交通渋滞の尤度について車両制御ユニット 110 に事前通知を提供するのみならず、ローカル交通情報及びローカル交通渋滞を収集すると共に収集されたデータをブロードキャストするように動作可能であるビーコン及び/又は車両 - インフラストラクチャ装置にも事前通知を提供するように、動作することができる。V2I 通信 250 は、赤信号違反警告データ、カーブ速度警告データ、停止標識ギャップ支援データ、減速ゾーン警告データ、停止標識違反警告データ、及び鉄道踏切違反警告データなどの、交通渋滞レベルに関係するデータを含むことができる。

【0046】

動作の際に、車両制御ユニット 110 は、アンテナ 112 を介して、マップ層データ要求 250 に応答して、マップ層データ 252 を受け取ることができる。マップ層データ 252 は、マッピングアプリケーションなどのアプリケーションと、道路情報データ、交通層データ、ジオロケーション層データなどを含むマップアプリケーション層データと、を提供する組織によって運営している第三者サーバーによって提供されてもよい。

【0047】

マップ層データ 252 は、軌跡計画 134 (図 1) と共に、車両制御ユニット 110 によって利用されうる道路データを含むことができる。例えば、マップ層データ 252 は、ルートネットワーク記述ファイル(RNDF: Route Network Description File)フォーマットにおいて提供されてもよい。ルートネットワーク記述ファイルは、例えば、アクセス可能な道路セグメントを規定し、且つ、中間地点、停止標識の場所、車線幅、チェックポイントの場所、駐車場の場所などのような情報を提供している。ルートネットワークは、黙示的な開始及び終了点を有してはいない。又、サーバー 233 などのサーバーは、自律及び/又は運転者支援車両動作のミッション記述ファイル(MDF: Mission Description File)としてデータを提供することができる。ミッション記述ファイル(MDF)は、移動ルート 134 (図 1) などに沿った、ミッションに到達するためのチェックポイントを規定するように動作することができる。

【0048】

無線通信 226 は、1 つ又は複数の無線通信システム仕様に基づいたものであってもよい。例えば、無線通信システムは、限定を伴うことなしに、3GPP(3rd Generation Partnership Project)、4GPP(4th Generation Partnership Project)、5GPP(5th Generation Partnership Project)、LTE(Long Term Evolution)、LTE Advanced、RFID、IEEE 802.11、Bluetooth(登録商標)、AMPS(Advanced Mobile Phone Services)、digital AMPS、GSM(登録商標)(Global System for Mobile communications)、CDMA(Code Division Multiple Access)、LMDS(Local Multi-point Distribution Systems)、MMDS(Multi-Channel-Multi-point Distribution Systems)、IrDA、Wireless USB、Z-Wave、ZigBee、及び/又は、これらの変形を含む 1 つ又は複数の規格仕様に従って動作することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 9 】

理解されうるように、車両ネットワーク 2 1 2 の通信経路 2 1 3 は、例えば、導電性ワイヤ、導電性トレース、光導波路、又はこれらに類似したものなどの、信号を送信するのに適した媒体から形成されていてもよい。更には、通信経路 2 1 3 は、信号を送信する能力を有する媒体の組合せから形成することもできる。一実施形態においては、通信経路 2 1 3 は、プロセッサ、メモリ、センサ、入力装置、出力装置、及び通信装置などのコンポーネントへの電気データ信号の送信を許容するべく協働する、導電性トレース、導電性ワイヤ、コネクタ、及びバスの組合せを含むことができる。

【 0 0 5 0 】

従って、通信経路 2 1 3 は、例えば、ボディ電子エリアネットワーク (B E A N)、コントローラエリアネットワーク (C A N) バス構成、オーディオビジュアル通信 - ローカルエリアネットワーク (A V C - L A N) 構成、ローカル相互接続ネットワーク (L I N) 構成、車両エリアネットワーク (V A N) バス、及び / 又は車両 1 0 0 の装置及びシステムの間の通信を提供するための更なる通信 - システムアーキテクチャのその他の組合せなどの、車両バス、又はその組合せにより、提供されてもよい。

【 0 0 5 1 】

「信号」という用語は、本明細書において記述されている媒体の少なくともいくつかを通じて移動する能力を有する、D C、A C、正弦波、三角波、方形波、振動、及びこれらに類似したものなどの、(例えば、電氣的、光学的、磁氣的、機械的、又は電磁的な) 波形に係するものとして理解することができる。

【 0 0 5 2 】

車両制御ユニット 1 1 0 の個々のモジュールと、関連する命令と、は、プロセッサ 2 0 4 によって実行された際に、プロセッサ 2 0 4 が車両データを受け取り、且つ、閾値との関係において車両センサデータに基づいて複数の外観モードのうちの外観モードを選択するようにする。プロセッサ 2 0 4 によって実行された際に、関連する命令は、図 3 ~ 図 5 を参照して詳述するように、プロセッサが、改善された仮想車線マーカーデータを生成するべく外観モードを仮想的車線マーカーデータに適用し、且つ、無線通信インターフェイス 2 0 2 を介した車両グラフィックユーザーインターフェイスによる表示のために、改善された仮想的車線マーカーデータを送信するようにしている。

【 0 0 5 3 】

図 3 は、車両制御ユニット 1 1 0 のメモリ 2 0 6 (図 2) 内に保存されている機能モジュールブロック図を示しており、この場合に、メモリ 2 0 6 は、車両検出モジュール 3 0 8 と、軌跡変更モジュール 3 1 2 と、を保存している。

【 0 0 5 4 】

車両検出モジュール 3 0 8 は、プロセッサによって実行された際に、プロセッサが、車両センサデータに基づいて、自律車両の前方において移動している車両を検知し、且つ、車両の軌跡情報に対する軌跡要求を送信するようにする命令を含む。

【 0 0 5 5 】

車両制御ユニット 1 1 0 (図 1 及び図 2) は、応答 2 4 4 を受け取ることができる。理解されうるように、応答 2 4 4 は、第 1 確実性推定値に係する軌跡計画応答、第 2 確実性推定値に係する準リアルタイム (near real time) 軌跡応答、及び第 3 確実性推定値に係するヌル (null) 応答を含むことができる。

【 0 0 5 6 】

ヌル応答は、N A C K 応答と、「 n o n e 」応答と、を含みうる。N A C K 応答の場合には、軌跡要求を送信している自律車両の前方の車両が、(非互換通信プロトコルなどの) 要求メッセージの拒絶を通知していると共に / 又は、(要求内のデータが、破壊されている、或いは、別の宛先車両を対象としている、などの) なんらかの種類のエラーを通知している。

【 0 0 5 7 】

「 n o n e 」応答は、自律車両が、前方の車両から、なんらの回答をも得なかったこと

10

20

30

40

50

を通知している。選択的に、軌跡要求は、再送されてもよく、或いは、その代わりに、低い確実性レベルを有する手動動作車両として自律車両の前方の車両を評価することもできる。

【 0 0 5 8 】

車両検出モジュール 3 0 8 は、応答 2 4 4 を軌跡計画変更モジュール 3 1 2 に提供することができる。

【 0 0 5 9 】

軌跡計画変更モジュール 3 1 2 は、プロセッサによって実行された際に、プロセッサが、車両の軌跡の確実性推定値を判定するようにする命令を含む。理解されうるように、応答 2 4 4 は、例えば、第 1 確実性推定値に関係する軌跡計画応答、第 2 確実性推定値に関係する準リアルタイム軌跡応答、及び第 3 確実性推定値に関係するヌル応答を含むことができる。準リアルタイム軌跡応答は、車両向きデータ、車両速度データ、車両車線制御データ、車両ハンドル角度データ、及び車両制動データのうちの少なくとも 1 つなどの、車両の準リアルタイム動作パラメータを含むことができる。

【 0 0 6 0 】

第 1、第 2、及び第 3 確実性推定値の例は、粗い確実性推定値であるものとして理解することができる。即ち、ベースライン確実性推定値を異なる応答と関連付けることができる。理解されうるように、第 1、第 2、及び第 3 確実性推定値は、例えば、1 0 0 %、5 0 %、0 % の確実性値などの、数値に基づいたものであってもよく、例えば、確実性が高い動作、あまり確実性が高くない動作、確実性が低い動作などの、ファジーな論理値に基づいたものであってもよく、且つ、その他の適切な形態の論理実装に基づいたものであってもよい。

【 0 0 6 1 】

微細な確実性推定値は、軌跡要求に対する応答と共にのみならず、自律車両の前方の車両の車両センサを介した観察結果と共に、含まれる動作データに基づいたものであってもよい。例えば、応答 2 4 4 は、微細な確実性推定値がそれに基づいて粗い確実性推定との組合せにおいて生成されうる、速度データ、ハンドル向きデータ、制動データなどを含むことができる。

【 0 0 6 2 】

自律車両の基準点から、その他の自律車両は、高い動作確実性レベルを有することができる。対照的に、手動動作車両は、低い動作確実性レベルを有できると共に、運転者支援動作車両は、自律車両に伝達されうる様々な情報のレベルに起因して、自律動作と手動動作の間の様々な確実性レベルを有することができる。

【 0 0 6 3 】

手動動作車両は、相対的に大きな確実性推定値（または、大きな不確実性値）を有していてもよく、その理由は、人間の特性に起因して、将来の運転アクションが、容易に認識されえない、且つ / 又は、認識されえない、からである。人間の特性は、操作者の運転経験、医学的な状態、注意の状態などに起因して、不確実性に更に影響を及ぼしうる。更には、手動動作車両のリアルタイム又は準リアルタイム観察結果は、必ずしも、自律車両の観点から、予測可能な軌跡計画に変換することができない。

【 0 0 6 4 】

又、車両は、様々な第 2 確実性推定値を含みうる運転者支援動作車両であってもよい。この点において、主には、車両操作者が車両動作を制御しうるが、車両は、軌跡計画と、更には、（速度データ、ハンドル向きデータ、制動データなどのような）動作メトリックデータと、のみならず、識別された車両操作者プロファイルに関係する車両操作者データをも、伝達するための車両間通信能力を含むことができる。例えば、車両操作者は、生体データや操作者の人物上の電子署名装置などにより、識別されてもよく、且つ、車両プロファイルとマッチングされてもよい。車両操作者プロファイルは、存在する際には、その他の動作データと共に伝達されてもよい。

【 0 0 6 5 】

10

20

30

40

50

確実性推定値 3 1 4 に基づいて、軌跡計画変更モジュール 3 1 2 は、確実性推定値 3 1 4 に基づいて、車両との関係において自律車両用の距離バッファ 1 4 0 を選択することができる。距離バッファ 1 4 0 に基づいて、軌跡計画変更モジュール 3 1 2 は、距離バッファ 1 4 0 に基づいて、変更済みの軌跡計画 2 1 8 を生成するべく、自律車両 1 0 0 (図 1) の軌跡計画 1 3 4 を変更することができる。

【 0 0 6 6 】

理解されうるように、異種車両環境においては、自律車両の前方の車両は、自律車両でない場合があり、従って、(知覚される異常運転、速度を保持する能力の欠如、頻繁な制動などのような) 車両の振る舞いについての所定の確実性レベルを含みうる。

【 0 0 6 7 】

応答 2 4 4 がヌル応答でありうる際には、軌跡計画変更モジュール 3 1 2 は、先行する車両 (又は、前方の車両) の観察された動作特性に基づいて確実性推定値 3 1 4 を改善するように動作することができる。軌跡計画変更モジュール 3 1 2 は、相応して、速度、車輪方向、交通車線内において留まる能力などに基づいて、車両用の軌跡計画を推定することできると共に、これから、既定の前方観察期間用の短期間の推定軌跡計画を生成することができる。関連する推定された確実性推定値を有する推定された軌跡計画に基づいて、推定された軌跡計画及び応答 2 4 4 の確実性推定値 3 1 4 を生成することができる。軌跡計画変更モジュール 3 1 2 は、先行する車両との関係において自律車両の距離バッファ 1 4 0 を選択することができる。

【 0 0 6 8 】

距離バッファ 1 4 0 は、一般に、前方の車両までの残りの距離に関係している。確実性推定値が、好ましいものである場合には、適応型クルーズ制御 (A C C : A d a p t i v e C r u i s e C o n t r o l) などのために、自律及び運転者支援動作が実装されてもよく、且つ、協働的適応型クルーズ制御 (C A C C : C o o p e r a t i v e A d a p t i v e C r u i s e C o n t r o l) システムを利用することにより、改善された交通流を提供することができる。理解されうるように、C A C C システムは、自動化された車両装置を介してのみならず、運転者支援車両装置によっても、提供することができる。更には、このような能力は、手動動作車両に対応するべく、且つ、異種車両環境において動作しつつ、その他の車両の確実性推定値に基づいた自律システム決定を評価するべく、その他の自律システムにおいて提供されてもよい。

【 0 0 6 9 】

適応型クルーズ制御システムは、「ストリング安定性」に基づいて評価される。即ち、発振が、制動及び加速する車両により、交通流に導入されうると共に、次いで、上流方向において増幅される場合がある。

【 0 0 7 0 】

又、適応型クルーズ制御装置は、能動クルーズ制御、自律クルーズ制御、インテリジェントクルーズ制御、レーダークルーズ制御などと呼称することもできる。適応型クルーズ制御装置においては、距離は、車両物体センサ 1 0 2 (図 1) によって計測することができる。

【 0 0 7 1 】

動作の際に、(運転者支援動作などにおける) 車両操作者は、適応型クルーズ制御装置を起動してもよく、且つ、望ましい速度を設定する。次いで、車両操作者は、(短い、中間の、且つ、長い、残りの距離の間において循環するように、ボタンを押下するなどにより) 前方の車両までの望ましい距離バッファを選択することができる。

【 0 0 7 2 】

一般に、適応型クルーズ制御システムは、高度な「ストリング安定性」を有してはいない。人間の運転者は、低減されたストリング安定性を有する場合があります、その理由は、スロットルから制動ペダルに足を移動させるなどの、人間の反応時間及びアクションが遅延するからである。適応型クルーズ制御システムは、この遅延を改善しうるが、(レーダ及び / 又は L I D A R に基づいたものなどの車両物体センサ装置によって供給される) 離

10

20

30

40

50

散距離計測を時間に伴う範囲の変化のメトリック（即ち、先行する車両の加速及び減速）に変換するために必要とされる推定アルゴリズムに起因して、位相遅延が発生する。

【 0 0 7 3 】

対照的に、協働的適応型クルーズ制御（CACC）システムは、適応型クルーズ制御（ACC）システムの車両追従能力を改善するべく無線車両間通信及び関連する制御ロジックを含むことにより、ストリング安定性を改善している。先行する車両に対する車両応答の遅延を低減することにより、ストリング安定性を改善することができる。

【 0 0 7 4 】

（自律型の、又は、より高度な運転者支援型の動作などにおいて）CACCシステムにおいて動作している車両間通信は、車両の直接前方の車両に限定されない、前方の1つ又は複数の先行車両にも関する、情報を提供する。即ち、車両間通信は、「ストリング」内の車両の、位置、速度、加速度などのような、主要パラメータを伝達している。

10

【 0 0 7 5 】

理解されうるように、距離バッファ140は、車両間通信を有する車両と関連するロジックの間における合意値であってもよい。手動動作車両又は限定された機能を有する運転者支援車両の導入により、車両100は、確実性推定値314に基づいて距離バッファ140を調節するように動作することができる。

【 0 0 7 6 】

変更済みの軌跡計画218は、無線通信インターフェイス202を介した、無線通信240及び/又は250を介した、車両ネットワーク212への、且つ/又は、その他の車両への、供給のためのフォーマッティングのために、送信モジュール318に提供されてもよい。

20

【 0 0 7 7 】

図4は、異種車両環境において、物体センサ装置102-1を有する先行する車両402を検知する動作例を示している。わかりやすさを目的として、例は、距離バッファ140の距離バッファ前方構成要素148に関係しているが、車両制御ユニット110（図1）は、距離バッファ140の距離バッファ後方、左方向、及び右方向構成要素（図1）を選択するように同様に動作しうることを理解されたい。

【 0 0 7 8 】

車両100は、車両制御ユニット110（図1）を介して、車両402の物体地点406に基づいた車両センサデータ216に基づいて、先行する車両402を検知するように動作している。自律車両100は、車両402の軌跡情報に対する軌跡要求242を送信するように動作することができる。車両100は、軌跡要求242に対する応答を受け取ることができる。

30

【 0 0 7 9 】

車両100の車両制御ユニット110（図1）は、車両402の軌跡の確実性推定値を判定するように、且つ、確実性推定値に基づいて車両402に関係する距離バッファ140の距離バッファ前方構成要素148を選択するように、動作することができる。理解されうるように、物体センサ装置102-1は、距離420に関係する車両402を検知するように動作することができる。距離420は、一般に、物体センサ装置102-1のセンサ範囲に関係している。距離バッファ140のその他の距離バッファ構成要素142、144、及び146（図1）は、自律車両100に対して、横方向において、長手方向において、或いは、これらの組合せにおいて、位置決めされうる車両に関係するものとして選択することができる。

40

【 0 0 8 0 】

理解されうるように、距離バッファ140の距離バッファ前方構成要素148は、確実性推定値の減少に伴って、増大しうると共に、確実性推定値の増大に伴って、減少しうる。かくして、（自律、運転者支援、手動動作などのような）様々な動作状態の車両に対応することにより、異種車両環境において、より効率的な交通流を認識することができる。

【 0 0 8 1 】

50

理解されうるように、CACC (Cooperative Adaptive Cruise Control) システムの環境の例においては、V2V無線通信240を介して、車両に係する確実性推定値を後続の車両に伝達することができる。車両100の後続の車両は、車両402の動作との関係において「確実性」推定に対応するように、ストリング内において個々の距離バッファを選択することができる。又、理解されうるように、異なる自律及び/又は運転者支援車両モデルは、異なる動作特性を有しうる。例えば、異なる製造者は、それぞれ、距離バッファ140の選択の際に更に考慮されうる異なる加速特性、制動特性、応答性などを有しうる。

【0082】

図5は、異種車両環境における自律動作の例示用のプロセス500である。動作502において、車両制御ユニットは、車両センサデータに基づいて、車両の前方において移動している車両を検知することができる。動作504において、先行する、或いは、前方の、車両が検知された際に、動作506において、軌跡要求を送信することができる。軌跡要求は、車両の軌跡情報に関係している。軌跡情報は、GPS及び/又はマッピング技術に位置する様々な既定のマーカーにおける軌跡計画、車両速度、車両型式、モデル、ファームウェアインストール(firmware installation)、目的地点、及び(減速、停止、方向転換、加速度などのような)軌跡地点動作を含みうる。

【0083】

動作508における軌跡要求に対する応答に基づいて、動作510において、車両の軌跡の確実性推定値が判定されている。理解されうるように、応答は、(a)第1確実性推定値に係する軌跡計画応答、(b)第2確実性推定値に係する準リアルタイム軌跡応答、及び(c)第3確実性推定値に係するヌル応答を含むことができる。準リアルタイム軌跡応答は、車両向きデータ、車両速度データ、車両車線制御データ、車両ハンドル角度データ、及び車両制動データのうちの少なくとも1つのなどの、車両の準リアルタイム動作パラメータを含む。

【0084】

ヌル応答は、NACK応答又は「none」応答を含みうる。NACK応答の場合には、軌跡要求を送信している自律車両の前方の車両は、(非互換通信プロトコルなどの)要求メッセージの拒絶を通知し、且つ/又は、(要求内のデータが、破壊されている、或いは、別の宛先車両を対象としているなどの)なんらかの種類のエラーを通知している。

【0085】

「none」応答は、自律車両が前方の車両から、なんらの応答をも得なかったことを通知している。選択的に、軌跡要求が再送されてもよく、或いは、その代わりに、自律車両の前方の車両を低い確実性レベルを有する手動動作車両として評価することもできる。

【0086】

第1、第2、及び第3確実性推定値の例は、粗い確実性推定値であるものとして理解することができる。即ち、ベースライン確実性推定値を異なる応答と関連付けることができる。理解されうるように、第1、第2、及び第3確実性推定値は、例えば、100%、50%、0%の確実性値などの、数値に基づいたものであってもよく、例えば、確実性が高い動作、確実性があまり高くない動作、確実性が低い動作などのような、ファジー論理値に基づいたものであってもよく、且つ、その他の適切な形態の論理実装に基づいたものであってもよい。

【0087】

微細な確実性推定値は、軌跡要求に対する応答と共に、のみならず、自律車両の前方の車両の車両センサを介した観察結果と共に、含まれる動作データに基づいたものであってもよい。例えば、応答244は、微細な確実性値がそれに基づいて粗い確実性推定との組合せにおいて生成されうる、速度データ、ハンドル向きデータ、制動データ、車両モデルデータ、通信プロトコルデータなどを含むことができる。

【0088】

自律車両の基準点から、その他の自律車両は、高い動作確実性レベルを有することがで

10

20

30

40

50

きる。対照的に、手動動作車両は、低い動作確実性レベルを有しうると共に、運転者支援動作車両は、自律車両に伝達されうる様々なレベルの情報に起因して、自律動作と手動動作の間の様々な確実性レベルを有しうる。

【 0 0 8 9 】

手動動作車両は、相対的に大きな確実性推定値（又は、大きな不確実性値）を有してもよく、その理由は、人間の特性に起因して、将来の運転アクションが、容易に認識されえない、且つ／又は、認識されえない、からである。人間の特性は、操作者の運転経験、医学的な状態、注意の状態などに起因して、不確実性に更に影響を及ぼしうる。更には、手動動作車両のリアルタイム又は準リアルタイム観察は、必ずしも、自律車両の観点において、予測可能な軌跡計画に変換することができない。

10

【 0 0 9 0 】

又、車両は、様々な第2 確実性推定値を含みうる運転者支援動作車両でもありうる。この点において、主には、車両操作者が車両動作を制御しうるが、車両は、軌跡計画と、更には、（速度データ、ハンドル向きデータ、制動データなどのような）動作メトリックデータと、のみならず、識別された車両操作者プロフィールに關係する車両操作者データを伝達するための車両間通信能力をも含みうる。例えば、車両操作者は、生体データや操作者である人物上の電子署名装置などによって識別されてもよく、且つ、車両プロフィールとマッチングされてもよい。車両操作者プロフィールは、存在する場合には、その他の動作データと共に伝達することができる。

【 0 0 9 1 】

20

動作 5 1 0 の確実性推定値により、動作 5 1 2 において、車両との関係における自律車両動作の距離バッファを選択することができると共に、動作 5 1 4 において、距離バッファに基づいて変更済みの軌跡計画を生成するべく、自律車両動作の軌跡計画を変更することができる。理解されうるように、軌跡計画に対する変更は、車線の変更、車両操作への従事、目的地への到着時刻などの時点を調節するべく、さざ波(ripple)のようにされてもよい。

【 0 0 9 2 】

動作 5 1 6 において、変更済みの軌跡計画をその他の車両にブロードキャスト(broadcast)することができる。この点において、変更済みの軌跡計画をその他の車両に伝達するべく、車両間通信や車両 - インフラストラクチャ通信などを使用することができる。この点において、自律車両動作の能力を有するその他の車両は、相応して、個々の軌跡計画を調節しうるのみならず、異種車両環境のその他の車両との間の距離バッファを更に調節することができる。

30

【 0 0 9 3 】

本明細書においては、本発明の様々な機能及び特徴の特定の組合せについて明示的に説明したが、これらの特徴及び機能のその他の組合せが可能であって、これらは、本明細書において開示されている特定の例によって限定されるものではなく、本発明の範囲に明示的に包含される。

【 0 0 9 4 】

当業者は、本明細書において使用されうる「実質的に (s u b s t a n t i a l l y) 」又は「ほぼ (a p p r o x i m a t e l y) 」という用語は、産業的に受け入れられている許容範囲をその対応する用語及び／又は項目の間の相対性に提供していることを理解しうる。

40

【 0 0 9 5 】

当業者は、本明細書において使用されうる「結合された (c o u p l e d) 」という用語は、直接的結合と、別のコンポーネント、要素、回路、又はモジュールを介した間接的結合と、を含み、この場合に、間接的結合の場合には、介在するコンポーネント、要素、回路、又はモジュールは、信号の情報を変更しないが、その電流レベル、電圧レベル、及び／又はパワーレベルを調節しうることを更に理解しうる。又、当業者は、推定された結合（即ち、1つの要素が、推定により、別の要素に結合されている場合）は、「結合され

50

た」と同一の方式により、2つの要素の間の直接的及び間接的結合を含むことを理解するであろう。

【0096】

「モジュール (module)」という用語が図面の説明において使用されるのに伴って、モジュールは、出力信号を生成するべく入力信号の処理などの1つ又は複数の機能を実行するハードウェア、ソフトウェア、及び/又はファームウェアにおいて実装された機能ブロックを含む。本明細書において使用されているモジュールは、それ自体がモジュールであるサブモジュールを含みうる。

【0097】

従って、本明細書には、異種車両環境における自律車両動作を実装するための、装置及び方法のみならず、好適な実施形態を含むいくつかの実施形態について記述されている。

【0098】

以上の説明は、現時点において最も実際的な実施形態であると見なされるものに関係している。但し、本開示は、これらの実施形態に限定されるものではなく、逆に、添付の請求項の精神及び範囲に含まれる様々な変更及び等価な構成をカバーすることが意図されており、添付の請求項の範囲には、法の下において許容されるすべてのこのような変更及び等価な構造を包含するように、最も広い解釈の付与を要することを理解されたい。

本明細書に開示される発明は以下の態様を含む。

〔態様1〕

異種車両環境における自律車両動作の方法であって、
車両センサデータに基づいて、前方において移動している車両を検知することと、
前記車両の軌跡情報に対する軌跡要求を送信することと、
前記軌跡要求に対する前記車両による応答に基づいて、
前記車両の軌跡の確実性推定値を判定し、
前記車両との関係において前記自律車両動作の前記確実性推定値に比例した距離バッファを選択し、
前記自律車両動作を変更するために、前記距離バッファに基づいて変更済みの軌跡計画を生成するべく、前記自律車両動作の軌跡計画を変更することと、
を有する方法。

〔態様2〕

前記変更済みの軌跡計画をブロードキャストすることを更に有する、態様1に記載の方法。

〔態様3〕

前記軌跡要求に対する応答は、
既定の前方観察期間の予想軌跡を含む軌跡計画応答と、
前記車両の準リアルタイム動作パラメータを含む準リアルタイム軌跡応答と、
ヌル応答と、
のうちの少なくとも1つを有する、態様1に記載の方法。

〔態様4〕

前記軌跡計画応答は、第1確実性推定値に関係しており、
前記準リアルタイム軌跡応答は、第2確実性推定値に関係しており、
前記ヌル応答は、第3確実性推定値に関係している、態様3に記載の方法。

〔態様5〕

前記車両の前記準リアルタイム動作パラメータは、
車両向きデータと、
車両速度データと、
車両車線制御データと、
車両ハンドル角度データと、
車両制動データと、
のうちの少なくとも1つを含む、態様3に記載の方法。

〔態様6〕

10

20

30

40

50

前記応答に基づいて前記車両の軌跡計画を推定し、これから、既定の前方観察期間の推定軌跡計画を生成することであって、前記推定軌跡計画は、微細な確実性推定値に関係していることと、

前記応答に係る粗い確実性推定値及び微細な確実性推定値に基づいて前記車両の前記推定軌跡計画の前記確実性推定値を判定することと、

前記車両との関係において前記自律車両用の前記距離バッファを選択することと、を有する、態様 1 に記載の方法。

〔態様 7〕

前記軌跡要求に対応する前記応答がヌル応答を含む際に、前記車両の前記軌跡の前記確実性推定値は、

前記車両センサデータに基づいて前記車両の軌跡安定性状態を推定することと、

前記軌跡安定性状態から前記車両の前記軌跡の前記確実性推定値を判定することと、

前記車両との関係において前記自律車両用の前記距離バッファを選択することと、により、判定される、態様 1 に記載の方法。

〔態様 8〕

異種車両環境における自律車両動作の方法であって、

前記自律車両動作の下にある複数の車両のうちのリード車両の車両センサデータに基づいて、前記リード車両の前方において移動している車両を検知することと、

前記車両の軌跡情報に対する軌跡要求を送信することと、

前記車両による前記軌跡要求に対する応答に基づいて、

前記車両の軌跡の確実性推定値を判定し、

前記車両との関係において前記自律車両用の距離バッファを選択し、

前記複数の車両にブロードキャストするために、前記距離バッファに基づいて変更済みの軌跡計画を生成するべく、前記自律車両の軌跡計画を変更することと、

を有する方法。

〔態様 9〕

前記変更済みの軌跡計画を前記複数の車両にブロードキャストすることを更に有する、態様 8 に記載の方法。

〔態様 10〕

前記軌跡要求に対する応答は、

既定の前方観察期間の予想軌跡を含む軌跡計画応答と、

前記車両の準リアルタイム動作パラメータを含む準リアルタイム軌跡応答と、

ヌル応答と、

のうちの少なくとも 1 つを有する、態様 8 に記載の方法。

〔態様 11〕

前記軌跡計画応答は、第 1 確実性推定値に関係しており、

前記準リアルタイム軌跡応答は、第 2 確実性推定値に関係しており、

前記ヌル応答は、第 3 確実性推定値に関係している、態様 10 に記載の方法。

〔態様 12〕

前記車両の前記準リアルタイム動作パラメータは、

車両向きデータと、

車両速度データと、

車両車線制御データと、

車両ハンドル角度データと、

車両制動データと、

のうちの少なくとも 1 つを含む、態様 10 に記載の方法。

〔態様 13〕

前記応答に基づいて前記車両用の軌跡計画を推定し、これから、既定の前方観察期間の推定軌跡計画を生成することであって、前記推定軌跡計画は、微細な確実性推定値に関係していることと、

10

20

30

40

50

前記応答に係る粗い確実性推定値及び前記微細な確実性推定値に基づいて前記車両の前記推定軌跡計画の前記確実性推定値を判定することと、
前記車両との関係において前記自律車両用の前記距離バッファを選択することと、
を有する、態様 8 に記載の方法。

〔態様 14〕

前記軌跡要求に対する前記応答がヌル応答を含む際に、前記車両の軌跡の前記確実性推定値は、
前記車両センサデータに基づいて前記車両の軌跡安定性状態を推定することと、
前記軌跡安定性状態から前記車両の軌跡の前記確実性推定値を判定することと、
前記車両との関係において前記自律車両用の前記距離バッファを選択することと、
により、判定される、態様 8 に記載の方法。

10

〔態様 15〕

異種車両環境における自律車両動作の車両制御ユニットであって、
車両ネットワークとの間の通信をサービスするための無線通信インターフェイスと、
前記無線通信インターフェイスに、且つ、複数の車両センサ装置に、通信自在に結合されたプロセッサと、

前記プロセッサに通信自在に結合されたメモリと、

を有し、

前記メモリは、

前記プロセッサによって実行された際に、前記プロセッサが、
車両センサデータに基づいて、前記自律車両の前方において移動している車両を検知し、
前記車両の軌跡情報に対する軌跡要求を送信し、
前記軌跡要求に対する応答を受け取る、
ようにする命令を含む車両検出モジュールと、

20

前記プロセッサによって実行された際に、前記プロセッサが、

前記応答に基づいて、前記車両の軌跡の確実性推定値を判定し、
前記車両及び前記確実性推定値との関係において前記自律車両用の距離バッファを選択し、
且つ、

前記距離バッファに基づいて変更済みの軌跡計画を生成するべく、前記自律車両の軌跡計画を変更する、

30

ようにする命令を含む軌跡計画変更モジュールと、

を含む、車両制御ユニット。

〔態様 16〕

前記プロセッサによって実行された際に、前記プロセッサが、前記変更済みの軌跡計画をブロードキャストするようにする命令を含む送信モジュールを更に有する、態様 15 に記載の車両制御ユニット。

〔態様 17〕

前記軌跡要求に対する応答は、

既定の前方観察期間の予想軌跡を含む軌跡計画応答と、

前記車両の準リアルタイム動作パラメータを含む準リアルタイム軌跡応答と、

40

ヌル応答と、

のうちの少なくとも 1 つを有する、態様 15 に記載の車両制御ユニット。

〔態様 18〕

前記軌跡計画応答は、第 1 確実性推定値に係り、

前記準リアルタイム軌跡応答は、第 2 確実性推定値に係り、

前記ヌル応答は、第 3 確実性推定値に係っている、態様 17 に記載の車両制御ユニット。

〔態様 19〕

前記軌跡計画変更モジュールは、前記プロセッサによって実行された際に、前記プロセッサが、

前記応答に基づいて前記車両用の軌跡計画を推定し、且つ、これから、既定の前方観察期

50

【図 3】

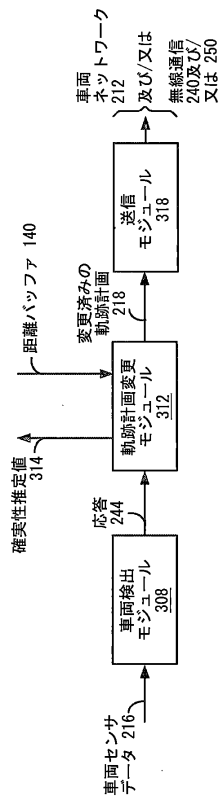


FIG. 3
車両制御ユニット 110

【図 4】

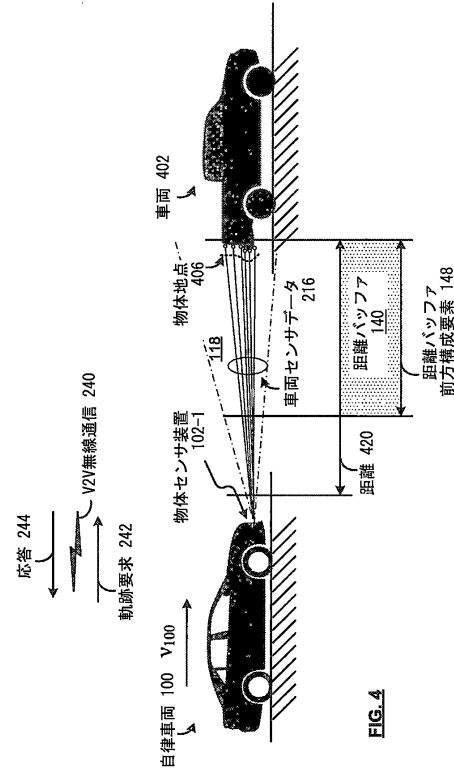


FIG. 4

【図 5】

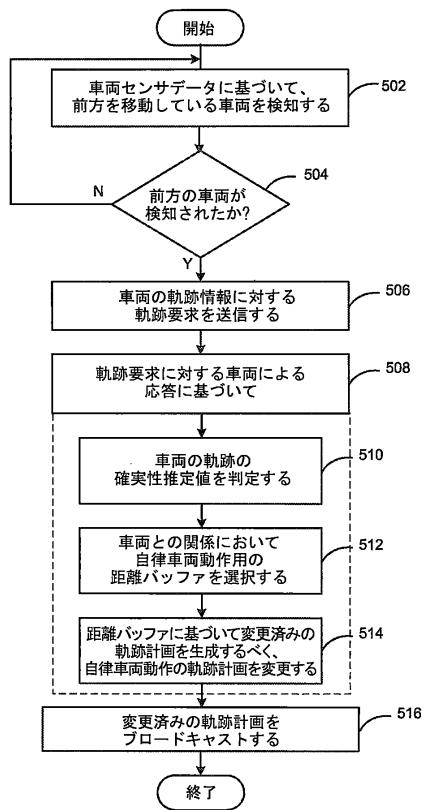


FIG. 5

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 弁理士 渡辺 陽一
(74)代理人 100108903
弁理士 中村 和広
(72)発明者 坂井 克弘
アメリカ合衆国，カリフォルニア 9 4 0 2 2，ロスアルトス，エル カミノ リアル 4 4 4 0，
シーノオー トヨタ リサーチ インスティテュート，インコーポレイティド
合議体
審判長 河端 賢
審判官 山本 信平
審判官 北村 亮
(56)参考文献 特開 2 0 0 8 - 1 2 9 8 0 4 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 3 7 4 6 3 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl.，D B 名)
B60W30/00
B60W60/00
G08G 1/00- 1/16