

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2020-510565
(P2020-510565A)

(43) 公表日 令和2年4月9日(2020.4.9)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B60W 30/10 (2006.01)	B60W 30/10	3D241
G08G 1/16 (2006.01)	G08G 1/16	5H181

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 44 頁)

(21) 出願番号 特願2018-568326 (P2018-568326)
 (86) (22) 出願日 平成29年12月29日 (2017.12.29)
 (85) 翻訳文提出日 平成31年3月27日 (2019.3.27)
 (86) 国際出願番号 PCT/CN2017/120190
 (87) 国際公開番号 WO2019/127479
 (87) 国際公開日 令和1年7月4日 (2019.7.4)

(71) 出願人 516317573
 ベイジン ディディ インフィニティ テ
 クノロジー アンド ディベロップメント
 カンパニー リミティッド
 中華人民共和国, ベイジン 100193
 , ハイディアン ディストリクト, ナンバ
 ー8 ドンベイワン ウェスト ロード,
 ビルディング 34
 (74) 代理人 100120891
 弁理士 林 一好
 (74) 代理人 100165157
 弁理士 芝 哲央
 (74) 代理人 100205659
 弁理士 齋藤 拓也

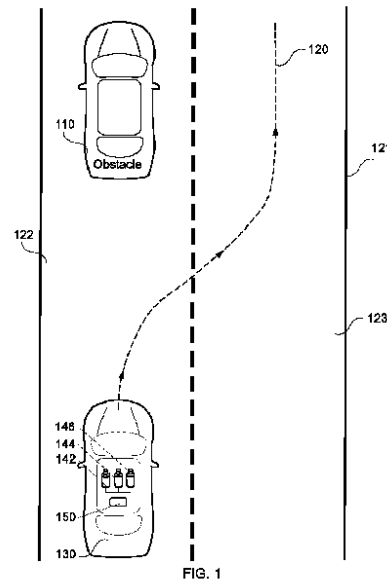
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 経路決定のためのシステムおよび方法

(57) 【要約】

経路決定のためのシステムおよび方法が提供される。本システムは、車両上に取り付けるように構成された取付構造と、取付構造上に配置された制御モジュールとを備える。制御モジュールは、命令のセットを記憶する少なくとも1つのストレージ媒体と、出力ポートと、ストレージ媒体に関連するマイクロチップとを含み、動作中に、マイクロチップは、車両状態情報を取得することと、車両状態情報に基づいて基準経路を決定することと、基準経路と、車両状態情報と、候補経路とを組み込んだ損失関数を決定することと、損失関数を最適化することによって、最適化された候補経路を取得することと、最適化された候補経路を符号化する電子信号を出力ポートに送ることとを行うために命令のセットを実行する。

【選択図】 図 6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

車両上に取り付けるように構成された取付構造と、
前記取付構造上に配置された制御モジュールと
を備えるシステムであって、前記制御モジュールが、
命令のセットを記憶する少なくとも1つのストレージ媒体と、
出力ポートと、
前記ストレージ媒体に関連するマイクロチップと
を含み、動作中に、前記マイクロチップが、
車両状態情報を取得することと、
前記車両状態情報に基づいて基準経路を決定することと、
前記基準経路と、前記車両状態情報と、候補経路とを組み込んだ損失関数を決定する
ことと、
前記損失関数を最適化することによって、最適化された候補経路を取得することと、
前記最適化された候補経路を符号化する電子信号を前記出力ポートに送ることと
を行うために前記命令のセットを実行する、
システム。

10

【請求項 2】

前記制御モジュールを制御エリア・ネットワーク (CAN) に電子的に接続したゲート
ウェイ・モジュール (GWM)
をさらに備え、
前記CANが、前記GWMを、
エンジン管理システム (EMS)、
電力システム (EPS)、
エレクトリック・スタビリティ・コントロール (ESC)、および
ステアリング・コラム・モジュール (SCM)
のうちの少なくとも1つに電氣的に接続した、
請求項 1 に記載のシステム。

20

【請求項 3】

前記基準経路が基準サンプルを含み、前記候補経路が候補サンプルを含み、前記評価関
数が第 1 のインジケータを含み、
前記制御モジュールが、
前記基準サンプルの基準ロケーションと前記候補サンプルの候補ロケーションとの間の
差分に基づいて前記第 1 のインジケータを決定する
ようにさらに指示される、
請求項 1 に記載のシステム。

30

【請求項 4】

前記基準経路が基準サンプルを含み、前記候補経路が候補サンプルを含み、前記評価関
数が第 2 のインジケータを含み、
前記制御モジュールが、
前記基準サンプルの基準速度と前記候補サンプルの候補速度との間の差分に基づいて前
記第 2 のインジケータを決定する
ようにさらに指示される、
請求項 1 に記載のシステム。

40

【請求項 5】

前記基準経路が基準サンプルを含み、前記候補経路が候補サンプルを含み、前記評価関
数が第 3 のインジケータを含み、
前記制御モジュールが、
前記基準サンプルの基準加速度と前記候補サンプルの候補加速度との間の差分に基づい
て前記第 3 のインジケータを決定する

50

ようにさらに指示される、
請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記評価関数が第 4 のインジケータを含み、
前記制御モジュールが、
前記車両のプロファイル・データを取得することと、
前記車両の周りの 1 つまたは複数の障害物の 1 つまたは複数のロケーションを取得することと、
前記車両と前記 1 つまたは複数の障害物との間の 1 つまたは複数の障害物距離を決定することと、
前記 1 つまたは複数の障害物距離に基づいて前記第 4 のインジケータを決定することと

10

を行うようにさらに指示される、
請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記第 4 のインジケータの値が、前記 1 つまたは複数の障害物距離に反比例する、請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記第 4 のインジケータが、

【数 1】

$$\sum_{k=1}^M \frac{1}{d_k + E}$$

20

として表され、

前記 d_k が前記 1 つまたは複数の障害物距離を示し、 M が前記 1 つまたは複数の障害物の数を示し、 E が前記プロファイル・データを示す、
請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】

30

前記車両状態情報が、
前記車両の走行方向、前記車両の速度、前記車両の加速度、または前記車両の周りの環境情報
のうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記損失関数が勾配降下法によって最適化される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 11】

制御モジュール上に実装された方法であって、前記制御モジュールが、マイクロチップとストレージ媒体と出力とを有し、車両の取付構造上に配置され、前記方法が、

40

前記マイクロチップによって、車両状態情報を取得するステップと、

前記マイクロチップによって、前記車両状態情報に基づいて基準経路を決定するステップと、

前記マイクロチップによって、前記基準経路と、前記車両状態情報と、候補経路とを組み込んだ損失関数を決定するステップと、

前記マイクロチップによって、前記損失関数を最適化することによって、最適化された候補経路を取得するステップと、

前記マイクロチップによって、前記最適化された候補経路を符号化する電子信号を出力ポートに送るステップと

を含む、方法。

【請求項 12】

50

前記基準経路が基準サンプルを含み、前記候補経路が候補サンプルを含み、前記評価関数が第 1 のインジケータを含み、

前記方法が、

前記基準サンプルの基準ロケーションと前記候補サンプルの候補ロケーションとの間の差分に基づいて前記第 1 のインジケータを決定するステップ

をさらに含む、

請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記基準経路が基準サンプルを含み、前記候補経路が候補サンプルを含み、前記評価関数が第 2 のインジケータを含み、

10

前記制御モジュールが、

前記基準サンプルの基準速度と前記候補サンプルの候補速度との間の差分に基づいて前記第 2 のインジケータを決定する

ようにさらに指示される、

請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記基準経路が基準サンプルを含み、前記候補経路が候補サンプルを含み、前記評価関数が第 3 のインジケータを含み、

前記制御モジュールが、

前記マイクロチップによって、前記基準サンプルの基準加速度と前記候補サンプルの候補加速度との間の差分に基づいて前記第 3 のインジケータを決定する

20

ようにさらに指示される、

請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記評価関数が第 4 のインジケータを含み、

前記方法が、

前記マイクロチップによって、前記車両のプロファイル・データを取得するステップと、

前記マイクロチップによって、前記車両の周りの 1 つまたは複数の障害物の 1 つまたは複数のロケーションを取得するステップと、

30

前記マイクロチップによって、前記車両と前記 1 つまたは複数の障害物との間の 1 つまたは複数の障害物距離を決定するステップと、

前記マイクロチップによって、前記 1 つまたは複数の障害物距離に基づいて前記第 4 のインジケータを決定するステップと

をさらに含む、

請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記第 4 のインジケータの値が、前記 1 つまたは複数の障害物距離に反比例する、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 7】

40

前記第 4 のインジケータが、

【数 2】

$$\sum_{k=1}^M \frac{1}{d_k + E}$$

として表され、

前記 d_k が前記 1 つまたは複数の障害物距離を示し、 M が前記 1 つまたは複数の障害物の数を示し、 E が前記プロファイル・データを示す、

50

請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記車両状態情報が、

前記車両の走行方向、前記車両の速度、前記車両の加速度、または前記車両の周りの環境情報

のうちの少なくとも1つを含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 19】

前記損失関数が勾配降下法によって最適化される、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 20】

車両のための経路を決定するための少なくとも1つの命令のセットを備える非一時的コンピュータ可読媒体であって、少なくとも1つの電子端末のプロセッサによって実行されたとき、前記少なくとも1つの命令のセットが、前記少なくとも1つのプロセッサに、

車両状態情報を取得する行為と、

車両状態情報に基づいて基準経路を決定する行為と、

前記基準経路と、前記車両状態情報と、候補経路とを組み込んだ損失関数を決定する行為と、

前記損失関数を最適化することによって、最適化された候補経路を取得する行為と、

前記最適化された候補経路を符号化する電子信号を出力ポートに送る行為と

を実施するように指示する、非一時的コンピュータ可読媒体。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般に経路決定のためのシステムおよび方法に関し、より詳細には、自律車両のための経路決定のためのシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0002】

人工知能(AI)などの最先端の技術の発展とともに、自律車両(autonomous vehicle)は、複数の適用例、たとえば、輸送サービスの大きな見込みを有する。人間の操縦がなければ、自律車両が安全に走行することは困難である。したがって、自律車両が安全に目的地に到着するように、自律車両が進む最適経路を決定することが重要である。

30

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

本開示の一態様によれば、システムが提供される。本システムは、車両上に取り付けるように構成された取付構造と、取付構造上に配置された制御モジュールとを含み得る。制御モジュールは、少なくとも1つのストレージ媒体と、出力ポートと、ストレージ媒体に関連するマイクロチップとを含み得、マイクロチップは、以下の動作のうちの1つまたは複数を実行し得る。マイクロチップは、車両状態情報を取得し得る。マイクロチップは、車両状態情報に基づいて基準経路を決定し得る。マイクロチップは、基準経路と、車両状態情報と、候補経路とを組み込んだ損失関数を決定し得る。マイクロチップは、損失関数を最適化することによって、最適化された候補経路を取得し得る。マイクロチップは、最適化された候補経路を符号化する電子信号を出力ポートに送り得る。

40

【0004】

いくつかの実施形態では、本システムは、制御モジュールを制御エリア・ネットワーク(CAN)に電子的に接続したゲートウェイ・モジュール(GWM)をさらに含む。CANは、GWMを、エンジン管理システム(EMS)、電力システム(EPS)、エレクトリック・スタビリティ・コントロール(ESC)、およびステアリング・コラム・モジュ

50

ール (S C M) のうちの少なくとも 1 つに電氣的に接続され得る。

【 0 0 0 5 】

いくつかの実施形態では、基準経路は基準サンプルを含み得、候補経路は候補サンプルを含み得、評価関数は第 1 のインジケータを含み得る。制御モジュールは、基準サンプルの基準ロケーションと候補サンプルの候補ロケーションとの間の差分に基づいて第 1 のインジケータをさらに決定し得る。

【 0 0 0 6 】

いくつかの実施形態では、基準経路は基準サンプルを含み得、候補経路は候補サンプルを含み得、評価関数は第 2 のインジケータを含み得る。制御モジュールは、基準サンプルの基準速度と候補サンプルの候補速度との間の差分に基づいて第 2 のインジケータをさら

10

【 0 0 0 7 】

いくつかの実施形態では、基準経路は基準サンプルを含み得、候補経路は候補サンプルを含み得、評価関数は第 3 のインジケータを含み得る。制御モジュールは、基準サンプルの基準加速度と候補サンプルの候補加速度との間の差分に基づいて第 3 のインジケータをさらに決定し得る。

【 0 0 0 8 】

いくつかの実施形態では、評価関数は第 4 のインジケータを含み得る。制御モジュールは、車両のプロファイル・データをさらに取得し得る。制御モジュールは、車両の周りの 1 つまたは複数の障害物の 1 つまたは複数のロケーションをさらに取得し得る。制御モジュールは、車両と 1 つまたは複数の障害物との間の 1 つまたは複数の障害物距離をさらに決定し得る。制御モジュールは、1 つまたは複数の障害物距離に基づいて第 4 のインジケータをさらに決定し得る。

20

【 0 0 0 9 】

いくつかの実施形態では、第 4 のインジケータの値は、1 つまたは複数の障害物距離に反比例し得る。

【 0 0 1 0 】

いくつかの実施形態では、第 4 のインジケータは、

【 0 0 1 1 】

【 数 1 】

30

$$\sum_{k=1}^M \frac{1}{d_k + E}$$

として表され得、 d_k は 1 つまたは複数の障害物距離を示し、 M は 1 つまたは複数の障害物の数を示し、 E はプロファイル・データを示す。

【 0 0 1 2 】

いくつかの実施形態では、車両状態情報は、車両の走行方向、車両の速度、車両の加速度、または車両の周りの環境情報のうちの少なくとも 1 つを含み得る。

40

【 0 0 1 3 】

いくつかの実施形態では、損失関数は勾配降下法によって最適化され得る。

【 0 0 1 4 】

本開示の別の態様によれば、方法が提供される。本方法は、制御モジュール上に実装され得、制御モジュールは、マイクロチップとストレージ媒体と出力とを有し、車両の取付構造上に配置される。本方法は、車両の状態情報を取得するステップを含み得る。本方法は、車両状態情報に基づいて基準経路を決定するステップを含み得る。本方法は、基準経路と、車両状態情報と、候補経路とを組み込んだ損失関数を決定するステップをさらに含み得る。本方法は、損失関数を最適化することによって、最適化された候補経路を取得するステップをさらに含み得る。本方法は、最適化された候補経路を符号化する電子信号を

50

出力ポートに送るステップをさらに含み得る。

【0015】

本開示の別の態様によれば、非一時的コンピュータ可読媒体が提供される。本非一時的コンピュータ可読媒体は、車両のための経路を決定するための少なくとも1つの命令のセットを備え得る。少なくとも1つの電子端末のプロセッサによって実行されたとき、少なくとも1つの命令のセットは、少なくとも1つのプロセッサに、車両状態情報を取得する行為と、車両状態情報に基づいて基準経路を決定する行為と、基準経路と、車両状態情報と、候補経路とを組み込んだ損失関数を決定する行為と、損失関数を最適化することによって、最適化された候補経路を取得する行為と、最適化された候補経路を符号化する電子信号を出力ポートに送る行為とを実施するように指示し得る。

10

【0016】

本開示は、例示的な実施形態に関してさらに説明される。これらの例示的な実施形態は、図面を参照しながら詳細に説明される。これらの実施形態は、非限定的な例示的な実施形態であり、同じ参照番号が、図面の数個の図全体にわたって同様の構造を表す。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本開示のいくつかの実施形態による、自律車両のための例示的なシナリオを示す概略図である。

【図2】本開示のいくつかの実施形態による、自律走行能力をもつ例示的な車両のブロック図である。

20

【図3】本開示のいくつかの実施形態による、情報処理ユニットの例示的なハードウェアおよびソフトウェア構成要素を示す概略図である。

【図4】本開示のいくつかの実施形態による、例示的な制御ユニットを示すブロック図である。

【図5】本開示のいくつかの実施形態による、経路計画モジュールを示すブロック図である。

【図6】本開示のいくつかの実施形態による、最適化された経路を決定するための例示的なプロセスおよび/または方法を示すフローチャートである。

【図7】本開示のいくつかの実施形態による、第1のインジケータを決定するための例示的なプロセスおよび/または方法を示すフローチャートである。

30

【図8】本開示のいくつかの実施形態による、第2のインジケータを決定するための例示的なプロセスおよび/または方法を示すフローチャートである。

【図9】本開示のいくつかの実施形態による、第3のインジケータを決定するための例示的なプロセスおよび/または方法を示すフローチャートである。

【図10】本開示のいくつかの実施形態による、例示的な障害物インジケータ決定ユニットを示すブロック図である。

【図11】本開示のいくつかの実施形態による、第4のインジケータを決定するための例示的なプロセスおよび/または方法を示すフローチャートである。

【図12】本開示のいくつかの実施形態による、例示的な最適化された経路決定ユニットを示すブロック図である。

40

【図13】本開示のいくつかの実施形態による、最適化された候補経路を決定するための例示的なプロセスおよび/または方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下の説明は、当業者が本開示を製作および使用することを可能にするために提示され、特定の適用例およびその要件の文脈において提供される。開示される実施形態への様々な変更は当業者には容易に明らかになり、本明細書で定義された一般原理は、本開示の趣旨および範囲から逸脱することなく他の実施形態および適用例に適用され得る。したがって、本開示は、図示の実施形態に限定されず、特許請求の範囲に一致する最も広い範囲を与えられるべきである。

50

【0019】

本明細書で使用される用語は、特定の例示的な実施形態について説明するためのものにすぎず、限定することを意図するものではない。本明細書で使用される単数形「a」、「an」、および「the」は、文脈が別段に明確に示すのでなければ、複数形をも含むことを意図され得る。さらに、本明細書で使用される「備える (comprise)」、「備える (comprises)」、および/または「備える (comprising)」、「含む (include)」、「含む (includes)」、および/または「含む (including)」という用語は、述べられた特徴、整数、ステップ、動作、要素、および/または構成要素の存在を明示するが、1つまたは複数の他の特徴、整数、ステップ、動作、要素、構成要素、および/またはそれらのグループの存在または追加を排除しないことを理解されよう。

10

【0020】

本開示では、「自律車両」という用語は、その環境を検知することと、人間（たとえば、ドライバ、パイロットなど）の入力なしにナビゲートすることが可能な車両を指すことがある。「自律車両」および「車両」という用語は、互換的に使用され得る。「自律走行」という用語は、人間（たとえば、ドライバ、パイロットなど）の入力なしにナビゲートする能力を指すことがある。

【0021】

本開示のこれらおよび他の特徴および特性、ならびに構造の関係要素の動作方法および機能、および部分の組合せおよび製造の経済性は、すべてが本開示の一部を形成する添付の図面を参照しながら、以下の説明を考慮すると、より明らかになり得る。ただし、図面は、例示および説明のためのものにすぎず、本開示の範囲を限定するものではないことを明確に理解されたい。図面は一定の縮尺でないことを理解されたい。

20

【0022】

本開示で使用されるフローチャートは、本開示におけるいくつかの実施形態に従ってシステムが実装する動作を示す。フローチャートの動作は、順不同で実装され得ることを明確に理解されたい。逆に、動作は、逆の順序でまたは同時に実装され得る。その上、1つまたは複数の他の動作が、フローチャートに追加され得る。1つまたは複数の動作が、フローチャートから削除され得る。

【0023】

本開示で使用される測位技術は、全地球測位システム (GPS)、グローバル・ナビゲーション衛星システム (GLONASS)、コンパス・ナビゲーション・システム (COMPASS)、Galileo測位システム、準天頂衛星システム (QZSS)、ワイヤレス・フィデリティ (WiFi) 測位技術など、またはそれらの任意の組合せに基づき得る。上記の測位システムのうちの1つまたは複数は、本開示で互換的に使用され得る。

30

【0024】

その上、本開示で開示されるシステムおよび方法は、車両（たとえば、自律車両）の経路を決定することに関して主に説明されるが、これは例示的な一実施形態にすぎないことを理解されたい。本開示のシステムまたは方法は、任意の他の種類のナビゲーションシステムに適用され得る。たとえば、本開示のシステムまたは方法は、陸地、海洋、航空宇宙など、またはそれらの任意の組合せを含む、異なる環境の輸送システムに適用され得る。輸送システムの自律車両は、タクシー、自家用車、ヒッチ (hitch)、バス、列車、超特急列車、高速鉄道、地下鉄、船舶、航空機、宇宙船、熱気球、無人操作車両など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。いくつかの実施形態では、本システムまたは本方法は、たとえば、ロジスティック (logistic) ウェアハウジング、軍事において、適用例を見つけ得る。

40

【0025】

本開示の一態様は、車両のための経路を決定するためのシステムおよび方法に関する。この目的で、本システムは、車両の車両状態情報を取得し得る。本システムは、次いで、車両状態情報に基づいて基準経路を決定し得、基準経路は、自律車両が障害物を考慮する

50

ことなしに進行することになる経路である。本システムは、1つまたは複数の候補経路をさらに決定し得、1つまたは複数の候補経路は、自律車両が1つまたは複数の障害物を考慮しながら進行することになる経路である。いくつかの実施形態では、本システムは、基準経路と、1つまたは複数の候補経路のうちの一つと、1つまたは複数の障害物とに関連する値を最小化し得る。最小化されるべき値は、基準経路と候補経路との間の運動差分と、候補経路に沿って走行する自律車両と1つまたは複数の障害物との間の距離とに基づいて決定され得る。本システムは、候補経路を更新することによって、値を最小化し得る。本システムは、候補経路のサンプル特徴を更新することによって、勾配降下法に基づいて候補経路を更新し得る。本システムは、最小化された値が、更新された候補経路に基づいて生成されたとき、更新された候補経路を車両のための経路として決定し得る。

10

【0026】

図1は、本開示のいくつかの実施形態による、自律車両のための例示的なシナリオを示す概略図である。図1に示されているように、自律車両130は、自律車両130によって自律的に決定された経路に沿って、人間の入力なしに道路121に沿って進行し得る。道路121は、車両がたどって進行するために準備された空間であり得る。たとえば、道路121は、ホイールをもつ車両（たとえば、車、列車、自転車、三輪車など）のための、またはホイールなしの車両（たとえば、ホバークラフト）のための道路であり得、飛行機または他の航空機のための航空路であり得、船または潜水艦のための水路であり得、衛星のための軌道であり得る。自律車両130の進行は、法律または規制によって規制された道路121の交通法規を破ってはならない。たとえば、自律車両130のスピードは、道路121のスピード制限を超えてはならない。道路121は、1つまたは複数のレーン（たとえば、レーン122およびレーン123）を含み得る。

20

【0027】

自律車両130は、自律車両130によって決定された走行経路120に沿って進行することによって、障害物110と衝突しないことがある。障害物110は、静的障害物または動的障害物であり得る。静的障害物は、建築物、木、路上障害物など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。動的障害物は、移動車両、歩行者、および/または動物など、あるいはそれらの任意の組合せを含み得る。

【0028】

自律車両130は、エンジン、4つのホイール、ステアリング・ホイールなど、非自律車両の従来の構造を含み得る。自律車両130は、複数のセンサー（たとえば、センサー142、センサー144、センサー146）と制御ユニット150とをさらに含み得る。複数のセンサーは、車両を制御するために使用される情報を提供するように構成され得る。いくつかの実施形態では、センサーは車両の状態を検知し得る。車両の状態は、車両の動的状況、車両の周りの環境情報など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。

30

【0029】

いくつかの実施形態では、複数のセンサーは、自律車両130の動的状況を検知するように構成され得る。複数のセンサーは、距離センサー、速度センサー、加速度センサー、ステアリング角度センサー、トラクション関係のセンサー、カメラ、および/または任意のセンサーを含み得る。

40

【0030】

たとえば、距離センサー（たとえば、レーダー、LiDAR、赤外線センサー）は、車両（たとえば、自律車両130）と他の物体（たとえば、障害物110）との間の距離を決定し得る。距離センサーは、車両（たとえば、自律車両130）と1つまたは複数の障害物（たとえば、静的障害物、動的障害物）との間の距離をも決定し得る。速度センサー（たとえば、ホール効果センサー）は、車両（たとえば、自律車両130）の速度（たとえば、瞬間速度、平均速度）を決定し得る。加速度センサー（たとえば、加速度計）は、車両（たとえば、自律車両130）の加速度（たとえば、瞬間加速度、平均加速度）を決定し得る。ステアリング角度センサー（たとえば、チルト・センサーまたはマイクロ・ジャイロスコープ）は、車両（たとえば、自律車両130）のステアリング角度を決定し得

50

る。トラクション関係のセンサー（たとえば、力センサー）は、車両（たとえば、自律車両 130）のトラクションを決定し得る。

【0031】

いくつかの実施形態では、複数のセンサーは、自律車両 130 の周りの環境を検知し得る。たとえば、1つまたは複数のセンサーは、道路形状と障害物（たとえば、静的障害物、動的障害物）とを検出し得る。道路形状は、道路幅、道路長、道路タイプ（たとえば、環状道路、直線道路、一方通行道路、双方向通行道路）を含み得る。静的障害物は、建築物、木、路上障害物など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。動的障害物は、移動車両、歩行者、および/または動物など、あるいはそれらの任意の組合せを含み得る。複数のセンサーは、1つまたは複数のビデオ・カメラ、レーザー検知システム、赤外線検知システム、音響検知システム、熱検知システムなど、またはそれらの任意の組合せを含み得る。

10

【0032】

制御ユニット 150 は、自律車両 130 を制御するように構成され得る。制御ユニット 150 は、自律車両 130 を走行経路 120 に沿って走行させるように制御し得る。制御ユニット 150 は、複数のセンサーからの状態情報に基づいて、走行経路 120 と走行経路 120 に沿ったスピードとを決定し得る。いくつかの実施形態では、走行経路 120 は、車両と1つまたは複数の障害物（たとえば、障害物 110）との間の衝突を回避するように構成され得る。

【0033】

20

いくつかの実施形態では、走行経路 120 は、1つまたは複数の経路サンプルを含み得る。各経路サンプルは、走行経路中のサンプリングされたポイントであり得る。したがって、各経路サンプルは、走行経路中のロケーションとサンプリング時間とに対応し得る。各経路サンプルは、複数のサンプル特徴を含み得る。複数のサンプル特徴は、速度、加速度、ロケーションなど、またはそれらの組合せを含み得る。

【0034】

自律車両 130 は、障害物との衝突を回避するために走行経路 120 に沿って走行し得る。いくつかの実施形態では、自律車両 130 は、各経路ロケーションについての対応する経路速度および対応する経路加速度において、各経路ロケーションを通過し得る。

【0035】

30

いくつかの実施形態では、自律車両 130 は、自律車両 130 の位置を取得および/または決定するために、測位システムをも含み得る。いくつかの実施形態では、測位システムは、基地局、別の車両、または別の人など、別の関与するものの位置を取得するために、それにも接続され得る。たとえば、測位システムは、別の車両の測位システムとの通信を確立することが可能であり得、他の車両の位置を受信し、2つの車両間の相対位置を決定し得る。

【0036】

図 2 は、本開示のいくつかの実施形態による、自律走行能力をもつ例示的な車両のブロック図である。たとえば、自律走行能力をもつ車両は、制御ユニット 150、複数のセンサー 142、144、146、ストレージ 220、ネットワーク 230、ゲートウェイ・モジュール 240、コントローラ・エリア・ネットワーク (CAN) 250、エンジン管理システム (EMS) 260、エレクトリック・スタビリティ・コントロール (ESC) 270、電力システム (EPS) 280、ステアリング・コラム・モジュール (SCM) 290、スロットリング・システム 265、ブレーキシステム 275、およびステアリング・システム 295 を含み得る。

40

【0037】

制御ユニット 150 は、本開示で説明される1つまたは複数の機能を実施するために、車両走行（たとえば、自律走行）に関する情報および/またはデータを処理し得る。いくつかの実施形態では、制御ユニット 150 は、自律的に車両を走行させるように構成され得る。たとえば、制御ユニット 150 は、複数の制御信号を出力し得る。複数の制御信号

50

は、車両の走行を制御するために複数の電子制御ユニット（ECU）によって受信されるように構成され得る。いくつかの実施形態では、制御ユニット150は、車両の環境情報に基づいて、基準経路と1つまたは複数の候補経路とを決定し得る。いくつかの実施形態では、制御ユニット150は、1つまたは複数の処理エンジン（たとえば、（1つまたは複数の）シングルコア処理エンジン、または（1つまたは複数の）マルチコア・プロセッサ）を含み得る。単に例として、制御ユニット150は、中央処理ユニット（CPU）、特定用途向け集積回路（ASIC）、特定用途向け命令セット・プロセッサ（ASIP）、グラフィックス処理ユニット（GPU）、物理処理ユニット（PPU）、デジタル信号プロセッサ（DSP）、フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ（FPGA）、プログラマブル論理デバイス（PLD）、コントローラ、マイクロコントローラ・ユニット、縮小命令セット・コンピュータ（RISC）、マイクロプロセッサなど、またはそれらの任意の組合せを含み得る。

10

【0038】

ストレージ220は、データおよび/または命令を記憶し得る。いくつかの実施形態では、ストレージ220は、自律車両130から取得されたデータを記憶し得る。いくつかの実施形態では、ストレージ220は、本開示で説明される例示的な方法を実施するために制御ユニット150が実行または使用し得る、データおよび/または命令を記憶し得る。いくつかの実施形態では、ストレージ220は、大容量ストレージ、リムーバブル・ストレージ、揮発性読取りおよび書込みメモリ、読取り専用メモリ（ROM）など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。例示的な大容量ストレージは、磁気ディスク、光ディスク、ソリッドステート・ドライブなどを含み得る。例示的なリムーバブル・ストレージは、フラッシュ・ドライブ、フロッピー・ディスク、光ディスク、メモリ・カード、ジップ・ディスク、磁気テープなどを含み得る。例示的な揮発性読取りおよび書込みメモリは、ランダム・アクセス・メモリ（RAM）を含み得る。例示的なRAMは、ダイナミックRAM（DRAM）、ダブル・データ・レート同期ダイナミックRAM（DDR SDRAM: double data rate synchronous dynamic RAM）、スタティックRAM（SRAM）、サイリスタRAM（T-RAM: thyristor RAM）、およびゼロキャパシタRAM（Z-RAM）などを含み得る。例示的なROMは、マスクROM（MROM）、プログラマブルROM（PROM）、消去可能プログラマブルROM（EPROM）、電氣的消去可能プログラマブルROM（EEPROM）、コンパクト・ディスクROM（CD-ROM）、およびデジタル多用途ディスクROMなどを含み得る。いくつかの実施形態では、ストレージは、クラウド・プラットフォーム上に実装され得る。単に例として、クラウド・プラットフォームは、プライベート・クラウド、パブリック・クラウド、ハイブリッド・クラウド、コミュニティ・クラウド、分散型クラウド、インタークラウド、マルチクラウドなど、またはそれらの任意の組合せを含み得る。

20

30

【0039】

いくつかの実施形態では、ストレージ220は、自律車両130の1つまたは複数の構成要素（たとえば、制御ユニット150、センサー142）と通信するためにネットワーク230に接続され得る。自律車両130中の1つまたは複数の構成要素は、ネットワーク230を介して、ストレージ220に記憶されたデータまたは命令にアクセスし得る。いくつかの実施形態では、ストレージ220は、直接的に、自律車両130中の1つまたは複数の構成要素（たとえば、制御ユニット150、センサー142）に接続されるかまたはそれらと通信し得る。いくつかの実施形態では、ストレージ220は、自律車両130の一部であり得る。

40

【0040】

ネットワーク230は、情報および/またはデータの交換を容易にし得る。いくつかの実施形態では、自律車両130中の1つまたは複数の構成要素（たとえば、制御ユニット150、センサー142）は、ネットワーク230を介して、自律車両130中の他の構成要素に情報および/またはデータを送り得る。たとえば、制御ユニット150は、ネッ

50

トワーク 230 を介して、車両の動的状況および/または車両の周りの環境情報を取得/収集し得る。いくつかの実施形態では、ネットワーク 230 は、任意のタイプのワイヤードまたはワイヤレス・ネットワーク、あるいはそれらの組合せであり得る。単に例として、ネットワーク 230 は、ケーブル・ネットワーク、ワイヤライン・ネットワーク、光ファイバー・ネットワーク、電気通信ネットワーク、イントラネット、インターネット、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)、ワイヤレス・ローカル・エリア・ネットワーク (WLAN)、メトロポリタン・エリア・ネットワーク (MAN)、ワイド・エリア・ネットワーク (WAN)、公衆電話交換網 (PSTN)、Bluetooth (登録商標) ネットワーク、ZigBee ネットワーク、ニア・フィールド通信 (NFC) ネットワークなど、またはそれらの任意の組合せを含み得る。いくつかの実施形態では、ネットワーク 230 は、1 つまたは複数のネットワーク・アクセス・ポイントを含み得る。たとえば、ネットワーク 230 は、基地局および/またはインターネット交換ポイント 230 - 1、. . . などのワイヤードまたはワイヤレス・ネットワーク・アクセス・ポイントを含み得、それらを通してデータおよび/または情報を交換するために、自律車両 130 の 1 つまたは複数の構成要素がネットワーク 230 に接続され得る。

10

【0041】

ゲートウェイ・モジュール 240 は、車両の現在の走行状態に基づいて複数の ECU (たとえば、EMS 260、EPS 280、ESC 270、SCM 290) のためのコマンド・ソースを決定し得る。コマンド・ソースは、人間のドライバからのもの、制御ユニット 150 からのものなど、またはそれらの任意の組合せであり得る。

20

【0042】

ゲートウェイ・モジュール 240 は、車両の現在の走行状態を決定し得る。車両の走行状態は、手動走行状態、半自律走行状態、自律走行状態、エラー状態など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。たとえば、ゲートウェイ・モジュール 240 は、人間のドライバからの入力に基づいて車両の現在の走行状態を手動走行状態であると決定し得る。別の例では、ゲートウェイ・モジュール 240 は、現在の道路条件が複雑であるとき、車両の現在の走行状態を半自律走行状態であると決定し得る。さらに別の例として、ゲートウェイ・モジュール 240 は、異常 (たとえば、信号妨害、プロセッサ・クラッシュ) が発生したとき、車両の現在の走行状態をエラー状態であると決定し得る。

30

【0043】

いくつかの実施形態では、ゲートウェイ・モジュール 240 は、車両の現在の走行状態が手動走行状態であるという決定に回答して、人間のドライバの動作を複数の ECU に送信し得る。たとえば、ゲートウェイ・モジュール 240 は、車両の現在の走行状態が手動走行状態であるという決定に回答して、人間のドライバによって実施された車両 130 のアクセルへの押下動作を EMS 260 に送信し得る。ゲートウェイ・モジュール 240 は、車両の現在の走行状態が自律走行状態であるという決定に回答して、制御ユニット 150 の制御信号を複数の ECU に送信し得る。たとえば、ゲートウェイ・モジュール 240 は、車両の現在の走行状態が自律走行状態であるという決定に回答して、ステアリング動作に関連する制御信号を SCM 290 に送信し得る。ゲートウェイ・モジュール 240 は、車両の現在の走行状態が半自律走行状態であるという決定に回答して、人間のドライバの動作と制御ユニット 150 の制御信号とを複数の ECU に送信し得る。ゲートウェイ・モジュール 240 は、車両の現在の走行状態がエラー状態であるという決定に回答して、エラー信号を複数の ECU に送信し得る。

40

【0044】

コントローラ・エリア・ネットワーク (CAN バス) は、マイクロコントローラ (たとえば、制御ユニット 150) と、デバイス (たとえば、EMS 260、EPS 280、ESC 270、および/または SCM 290 など) とが、ホスト・コンピュータを用いない適用例において互いと通信することを可能にする、ロバストな車両バス規格 (たとえば、メッセージベース・プロトコル) である。CAN 250 は、制御ユニット 150 を複数の

50

ECU（たとえば、EMS260、EPS280、ESC270、SCM290）と接続するように構成され得る。

【0045】

EMS260は、自律車両130のエンジン性能を決定するように構成され得る。いくつかの実施形態では、EMS260は、制御ユニット150からの制御信号に基づいて自律車両130のエンジン性能を決定し得る。たとえば、EMS260は、現在の走行状態が自律走行状態であるとき、制御ユニット150からの加速度に関連する制御信号に基づいて自律車両130のエンジン性能を決定し得る。いくつかの実施形態では、EMS260は、人間のドライバの動作に基づいて自律車両130のエンジン性能を決定し得る。たとえば、EMS260は、現在の走行状態が手動走行状態であるとき、人間のドライバによって行われたアクセルの押下に基づいて自律車両130のエンジン性能を決定し得る。

10

【0046】

EMS260は、複数のセンサーと少なくとも1つのマイクロプロセッサとを含み得る。複数のセンサーは、1つまたは複数の物理信号を検出し、処理のために1つまたは複数の物理信号を電気信号に変換するように構成され得る。いくつかの実施形態では、複数のセンサーは、様々な温度センサー、空気流センサー、スロットル位置センサー、ポンプ圧力センサー、スピード・センサー、酸素センサー、荷重センサー、ロック・センサーなど、またはそれらの任意の組合せを含み得る。1つまたは複数の物理信号は、限定はしないが、エンジン温度、エンジン吸入空気量、冷却水温、エンジン・スピードなど、またはそれらの任意の組合せを含み得る。マイクロプロセッサは、複数のエンジン制御パラメータに基づいてエンジン性能を決定し得る。マイクロプロセッサは、複数の電気信号に基づいて複数のエンジン制御パラメータを決定し得る。複数のエンジン制御パラメータは、エンジン性能を最適化するように決定され得る。複数のエンジン制御パラメータは、点火タイミング、燃料供給、アイドル空気流など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。

20

【0047】

スロットリング・システム265は、自律車両130の動きを変更するように構成され得る。たとえば、スロットリング・システム265は、エンジン出力に基づいて自律車両130の速度を決定し得る。別の例では、スロットリング・システム265は、エンジン出力に基づいて自律車両130の加速度を生じさせ得る。スロットリング・システム265は、燃料噴射器、燃料圧レギュレータ、補助空気弁、温度スイッチ、スロットル、アイドリング・スピード・モーター、故障インジケータ、点火コイル、リレーなど、またはそれらの任意の組合せを含み得る。

30

【0048】

いくつかの実施形態では、スロットリング・システム265は、EMS260の外部実行器であり得る。スロットリング・システム265は、EMS260によって決定された複数のエンジン制御パラメータに基づいてエンジン出力を制御するように構成され得る。

【0049】

ESC270は、車両の安定性を改善するように構成され得る。ESC270は、トラクションの損失を検出および低減することによって、車両の安定性を改善し得る。いくつかの実施形態では、ESC270は、ステアリング制御の損失がESC270によって検出されたという決定に応答して、車両をステアリングするのを助けるためにブレーキシステム275の動作を制御し得る。たとえば、ESC270は、ブレーキすることによって車両が上り坂で始動するとき、車両の安定性を改善し得る。いくつかの実施形態では、ESC270は、車両の安定性を改善するためにエンジン性能をさらに制御し得る。たとえば、ESC270は、ステアリング制御の予想される損失が起こったとき、エンジン・パワーを低減し得る。ステアリング制御の損失は、車両が緊急回避急ハンドル（swerve）中に横すべりしたとき、すべりやすい道路上で判断が不十分なターン中に車両がアンダーステアまたはオーバーステアしたときなど、起こり得る。

40

【0050】

ブレーキシステム275は、自律車両130の動き状態を制御するように構成され得る

50

。たとえば、ブレーキシステム 275 は、自律車両 130 を減速し得る。別の例では、ブレーキシステム 275 は、1 つまたは複数の道路条件（たとえば、下り坂）において自律車両 130 を停止し得る。さらに別の例として、ブレーキシステム 275 は、下り坂で走行するとき、自律車両 130 を一定の速度に保ち得る。

【0051】

ブレーキシステム 275 は、機械制御構成要素、油圧ユニット、パワー・ユニット（たとえば、真空ポンプ）、実行ユニットなど、またはそれらの任意の組合せを含み得る。機械制御構成要素は、ペダル、ハンドブレーキなどを含み得る。油圧ユニットは、油圧オイル、油圧ホース、ブレーキ・ポンプなどを含み得る。実行ユニットは、ブレーキ・キャリア、ブレーキ・パッド、ブレーキ・ディスクなどを含み得る。

10

【0052】

EPS 280 は、自律車両 130 の電力供給を制御するように構成され得る。EPS 280 は、自律車両 130 のための電力を供給、伝達、および/または蓄積し得る。たとえば、EPS 280 は、1 つまたは複数のバッテリーと交流電源とを含み得る。交流電源は、バッテリーを充電するように構成され得、バッテリーは、車両 130 の他の部分（たとえば、電力を提供するためのスターター）に接続され得る。いくつかの実施形態では、EPS 280 は、ステアリング・システム 295 への電力供給を制御し得る。たとえば、EPS 280 は、自律車両 130 が（たとえば、ステアリング・ホイールを完全に左側にまたは完全に右側に回転させる）シャープなターンを行うべきであるという決定にตอบสนองして、自律車両 130 のための大きいステアリング・トルクを作り出すために、大きい電力を

20

【0053】

SCM 290 は、車両のステアリング・ホイールを制御するように構成され得る。SCM 290 は、車両のステアリング・ホイールをロックし/ロックを解除し得る。SCM 290 は、車両の現在の走行状態に基づいて車両のステアリング・ホイールをロックし/ロックを解除し得る。たとえば、SCM 290 は、現在の走行状態が自律走行状態であるという決定にตอบสนองして、車両のステアリング・ホイールをロックし得る。SCM 290 は、さらに、現在の走行状態が自律走行状態であるという決定にตอบสนองして、ステアリング・コラム・シャフトを収縮させ得る。別の例では、SCM 290 は、現在の走行状態が半自律走行状態、手動走行状態、および/またはエラー状態であるという決定にตอบสนองして、車両のステアリング・ホイールのロックを解除し得る。

30

【0054】

SCM 290 は、制御ユニット 150 の制御信号に基づいて自律車両 130 のステアリングを制御し得る。制御信号は、回転方向、回転ロケーション、回転角など、またはそれらの任意の組合せに関する情報を含み得る。

【0055】

ステアリング・システム 295 は、自律車両 130 をステアリングするように構成され得る。いくつかの実施形態では、ステアリング・システム 295 は、SCM 290 から送信された信号に基づいて自律車両 130 をステアリングし得る。たとえば、ステアリング・システム 295 は、現在の走行状態が自律走行状態であるという決定にตอบสนองして、SCM 290 から送信された制御ユニット 150 の制御信号に基づいて自律車両 130 をステアリングし得る。いくつかの実施形態では、ステアリング・システム 295 は、人間のドライバの動作に基づいて自律車両 130 をステアリングし得る。たとえば、ステアリング・システム 295 は、現在の走行状態が手動走行状態であるという決定にตอบสนองして、人間のドライバがステアリング・ホイールを左方向に回転させたとき、自律車両 130 を左方向に回転させ得る。

40

【0056】

図 3 は、制御ユニット 150、EMS 260、ESC 270、EPS 280、SCM 290、... が、本開示のいくつかの実施形態に従ってその上に実装し得る、情報処理ユニット 300 の例示的なハードウェアおよびソフトウェア構成要素を示す概略図である。たと

50

えば、制御ユニット150は、本開示で開示される制御ユニット150の機能を実施するために情報処理ユニット300上に実装し得る。

【0057】

情報処理ユニット300は、車両130のセンサーおよび/または構成要素からの信号を処理し、車両130のセンサーおよび/または構成要素に命令を送出するように特別に設計された専用コンピュータ・デバイスであり得る。

【0058】

情報処理ユニット300は、たとえば、データ通信を容易にするためにそれに接続されたネットワークにおよびネットワークから接続されるCOMポート350を含み得る。情報処理ユニット300は、コンピュータ命令を実行するために、1つまたは複数のプロセッサの形態の、プロセッサ320をも含み得る。コンピュータ命令は、本明細書で説明される特定の機能を実施する、たとえば、ルーチン、プログラム、オブジェクト、コンポーネント、データ構造、プロシージャ、モジュール、および関数を含み得る。たとえば、プロセッサ320は、複数の候補経路に関係する1つまたは複数のサンプル特徴を取得し得る。複数の候補経路の各々に関係する1つまたは複数のサンプル特徴は、候補ロケーション(たとえば、候補ロケーションの座標)、候補速度、候補加速度など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。

10

【0059】

いくつかの実施形態では、プロセッサ320は、マイクロコントローラ、マイクロプロセッサ、縮小命令セット・コンピュータ(RISC)、特定用途向け集積回路(ASIC)、特定用途向け命令セット・プロセッサ(ASIP)、中央処理ユニット(CPU)、グラフィックス処理ユニット(GPU)、物理処理ユニット(PPU)、マイクロコントローラ・ユニット、デジタル信号プロセッサ(DSP)、フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ(FPGA)、高度RISCマシン(ARM)、プログラマブル論理デバイス(PLD)など、1つまたは複数のハードウェア・プロセッサ、1つまたは複数の機能を実行することが可能な任意の回路またはプロセッサなど、あるいはそれらの任意の組合せを含み得る。

20

【0060】

例示的な情報処理ユニット300は、様々なデータ・ファイルがコンピュータによって処理および/または送信されるために、内部通信バス310、異なる形態のプログラム・ストレージおよびデータ・ストレージ、たとえば、ディスク370、および読み取り専用メモリ(ROM)330、またはランダム・アクセス・メモリ(RAM)340を含み得る。例示的な情報処理ユニット300は、プロセッサ320によって実行されるべき、ROM330、RAM340、および/または他のタイプの非一時的ストレージ媒体に記憶されたプログラム命令をも含み得る。本開示の方法および/またはプロセスは、プログラム命令として実装され得る。情報処理ユニット300は、コンピュータと他の構成要素(たとえば、ユーザ・インターフェース要素)との間の入出力をサポートする、I/O構成要素360をも含む。情報処理ユニット300はまた、ネットワーク通信を介してプログラミングおよびデータを受信し得る。

30

【0061】

単に例示のために、情報処理ユニット300において1つのプロセッサのみが説明される。しかしながら、本開示における情報処理ユニット300は、複数のプロセッサをも含み得、したがって、本開示で説明されるように1つのプロセッサによって実施される動作および/または方法ステップはまた、複数のプロセッサによって、一緒にまたは別々に実施され得ることに留意されたい。たとえば、本開示では情報処理ユニット300のプロセッサ320がステップAとステップBの両方を実行する場合、ステップAおよびステップBはまた、情報処理ユニット300において2つの異なるプロセッサによって、一緒にまたは別々に実施され得ることを理解されたい(たとえば、第1のプロセッサがステップAを実行し、第2のプロセッサがステップBを実行するか、または第1のプロセッサと第2のプロセッサとが、ステップAおよびステップBを一緒に実行する)。

40

50

【 0 0 6 2 】

図 4 は、本開示のいくつかの実施形態による、例示的な制御ユニット 1 5 0 を示すブロック図である。制御ユニット 1 5 0 は、検知モジュール 4 1 0 と、経路計画モジュール 4 2 0 と、車両コントローラ 4 3 0 とを含み得る。各モジュールは、ハードウェア回路であって以下のアクションを実施するように設計されたハードウェア回路、1 つまたは複数のストレージ媒体に記憶された命令のセット、および / またはハードウェア回路と 1 つまたは複数のストレージ媒体との組合せであり得る。

【 0 0 6 3 】

検知モジュール 4 1 0 は、車両（たとえば、自律車両 1 3 0）の周りの走行情報を検知および生成するように構成され得る。検知モジュール 4 1 0 は、自律車両の周りのリアルタイム走行情報を検知および生成し得る。いくつかの実施形態では、検知モジュール 4 1 0 は、さらなる処理のために自律車両の周りのリアルタイム走行情報を他のモジュールまたはストレージに送り得る。たとえば、検知モジュール 4 1 0 は、経路計画、衝突回避などのために、自律車両の周りのリアルタイム走行情報を経路計画モジュール 4 2 0 に送り得る。別の例では、検知システムは、自律車両の周りのリアルタイム走行情報をストレージ媒体（たとえば、ストレージ 2 2 0）に送り得る。

【 0 0 6 4 】

いくつかの実施形態では、リアルタイム走行情報は、障害物情報、車両情報、道路情報、気象情報、交通規則など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。障害物情報は、障害物分類（たとえば、車、歩行者、道路中のくぼみなど）、障害物タイプ（たとえば、静的障害物または動的障害物）、障害物ロケーション（たとえば、障害物のプロファイルの座標）、観測された障害物経路（たとえば、過去の時間期間中の障害物の移動経路）、予測された障害物経路（たとえば、予想時間期間中の障害物の移動経路）、障害物速度など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。車両情報は、自律車両の輪郭、自律車両の旋回円、自律車両のタイプ、自律車両の保険、自律車両の安全の選好など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。道路情報は、交通標識 / ライト、道路マーキング、レーン・マーキング、道路エッジ、レーン、利用可能なレーン、スピード制限、路面状態、交通条件など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。

【 0 0 6 5 】

いくつかの実施形態では、検知モジュール 4 1 0 は、1 つまたは複数のセンサー（たとえば、センサー 1 4 2、センサー 1 4 4、センサー 1 4 6）からセンサー信号を受信し、センサー信号に基づいて車両の周りの走行情報を検知および生成し得る。1 つまたは複数のセンサーは、距離センサー、速度センサー、加速度センサー、ステアリング角度センサー、トラクション関係のセンサー、ブレーキ関係のセンサーなど、またはそれらの任意の組合せを含み得る。センサー信号は、自律車両の周りの環境情報をコーディングする電子波であり得る。

【 0 0 6 6 】

いくつかの実施形態では、検知モジュール 4 1 0 は、全地球測位システム（GPS）、慣性測定ユニット（IMU）、マップ、データ・ストア、ネットワーク 2 3 0 などから、データを受信し得る。たとえば、検知モジュール 4 1 0 は、GPS から GPS データを受信し、そのデータに基づいて自律車両および / または 1 つまたは複数の障害物に関するロケーション情報を生成し得る。別の例では、検知モジュール 4 1 0 は、ストレージ 2 2 0 および / またはネットワーク 2 3 0 から車両情報を受信し得る。

【 0 0 6 7 】

経路計画モジュール 4 2 0 は、自律車両のための最適化された経路（*o p t i m i z e d p a t h*）を生成するように構成され得る。いくつかの実施形態では、経路計画モジュール 4 2 0 は、リアルタイム走行情報に基づいて、最適化された経路を生成し得る。経路計画モジュール 4 2 0 は、ストレージ媒体（たとえば、ストレージ 2 2 0）からリアルタイム走行情報を取得するか、または検知モジュール 4 1 0 からリアルタイム走行情報を取得し得る。経路計画モジュール 4 2 0 は、自律車両の動作（たとえば、ステアリング、

10

20

30

40

50

ブレーキ、加速など)を制御するために、最適化された経路を符号化する信号を生成し、その信号を自律車両130の他の構成要素に送り得る。

【0068】

車両コントローラ430は、最適化された経路を符号化する信号に基づいて走行動作信号を生成するように構成され得る。いくつかの実施形態では、車両コントローラ430は、経路計画モジュール420によって生成された最適化された経路を符号化する信号に基づいて、走行動作信号を生成し得る。車両コントローラ430は、最適化された経路に基づいて走行動作信号を生成し、走行動作信号を他のモジュール(たとえば、エンジン管理システム260、エレクトリック・スタビリティ・コントロール270、電力システム(EPS)280、ステアリング・コラム・モジュール290など)に送り得る。

10

【0069】

いくつかの実施形態では、走行動作信号は、電力供給信号、ブレーキ信号、ステアリング信号など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。電力供給信号は、リアルタイム速度、速度制限、計画された速度、加速度、加速度制限など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。ステアリング信号は、旋回円、リアルタイム速度、リアルタイム加速度、リアルタイム・ロケーション、計画されたロケーション、利用可能なレーン、気象条件など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。いくつかの実施形態では、ブレーキ信号は、ブレーキ距離、タイヤ摩擦、路面の粗さ、気象条件、傾斜(たとえば、下り坂)の角度、計画された速度、加速度制限など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。

【0070】

制御ユニット150中のモジュールは、ワイヤード接続またはワイヤレス接続を介して互いに接続されるかまたは互いと通信し得る。ワイヤード接続は、メタル・ケーブル、光ケーブル、ハイブリッド・ケーブルなど、またはそれらの任意の組合せを含み得る。ワイヤレス接続は、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)、Bluetooth、ZigBee、ニア・フィールド通信(NFC)など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。モジュールのうちのいずれか2つが、単一のモジュールとして組み合わせられ得、モジュールのうちのいずれか1つが、2つまたはそれ以上のユニットに分割され得る。

20

【0071】

図5は、本開示のいくつかの実施形態による、経路計画モジュール420を示すブロック図である。経路計画モジュール420は、状態情報取得ユニット510と、基準経路決定ユニット520と、候補経路決定ユニット530と、動きインジケータ決定ユニット540と、障害物インジケータ決定ユニット550と、最適化された経路決定ユニット560とを含み得る。各モジュールは、以下のアクションを実施するように設計されたハードウェア回路、1つまたは複数のストレージ媒体に記憶された命令のセット、および/またはハードウェア回路と1つまたは複数のストレージ媒体との組合せであり得る。

30

【0072】

状態情報取得ユニット510は、(本明細書では車両状態情報とも呼ばれる)車両の状態情報を取得するように構成され得る。いくつかの実施形態では、状態情報取得ユニット510は、1つまたは複数のセンサー(たとえば、センサー142、144および146)から、車両状態情報を取得し得る。1つまたは複数のセンサーは、距離センサー、速度センサー、加速度センサー、ステアリング角度センサー、トラクション関係のセンサー、ブレーキ関係のセンサー、および/または車両の動的状況に関する情報を検知するように構成された任意のセンサーを含み得る。いくつかの実施形態では、状態情報取得ユニット510は、さらなる処理のために、取得された車両状態情報を他のユニット(たとえば、基準経路決定ユニット520、候補経路決定ユニット530)に送り得る。いくつかの実施形態では、状態情報取得ユニット510は、エンジン管理システム260、エレクトリック・スタビリティ・コントロール270、電力システム(EPS)280、またはステアリング・コラム・モジュール290から、車両状態情報を取得し得る。

40

【0073】

50

いくつかの実施形態では、車両状態情報は、車両の走行方向、車両の瞬間速度、車両の瞬間加速度、車両の周りの環境情報などを含み得る。たとえば、環境情報は、道路エッジ、レーン、利用可能なレーン、道路タイプ、スピード制限、路面状態、交通条件、気象条件、障害物情報など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。

【0074】

基準経路決定ユニット520は、1つまたは複数の基準サンプルを含む基準経路を決定するように構成され得る。決定された基準サンプルは、自律車両130の任意のストレージ媒体（たとえば、ストレージ220）に記憶され得る。いくつかの実施形態では、基準経路決定ユニット520は、車両状態情報に基づいて1つまたは複数の基準サンプルを決定し得る。基準経路決定ユニット520は、ストレージ媒体（たとえば、ストレージ220）から、または検知モジュール410から、または状態情報取得ユニット510から、車両状態情報を取得し得る。

10

【0075】

いくつかの実施形態では、1つまたは複数の基準サンプルの各々は、複数の基準サンプル特徴を含み得る。複数の基準サンプル特徴は、基準速度、基準加速度、基準ロケーション（たとえば、座標）など、またはそれらの組合せを含み得る。

【0076】

候補経路決定ユニット530は、1つまたは複数の候補サンプルを含む候補経路を決定するように構成され得る。決定された候補サンプルは、自律車両130中の任意のストレージ媒体（たとえば、ストレージ220）に記憶され得る。いくつかの実施形態では、候補経路決定ユニット530は、車両状態情報に基づいて1つまたは複数の候補サンプルを決定し得る。候補経路決定ユニット530は、ストレージ媒体（たとえば、ストレージ220）から、または状態情報取得モジュール310から、または状態情報取得ユニット510から、車両状態情報を取得し得る。

20

【0077】

いくつかの実施形態では、1つまたは複数の候補サンプルの各々は、複数の候補サンプル特徴を含み得る。複数の候補サンプル特徴は、候補速度、候補加速度、候補ロケーション（たとえば、座標）など、またはそれらの組合せを含み得る。

【0078】

動きインジケータ決定ユニット540は、基準経路および候補経路に基づいて1つまたは複数の動きインジケータを決定するように構成され得る。いくつかの実施形態では、動きインジケータ決定ユニット540は、基準サンプルの1つまたは複数の基準サンプル特徴と、対応する候補サンプルの1つまたは複数の候補サンプル特徴との間の1つまたは複数の運動差分を計算することによって、1つまたは複数の動きインジケータを決定し得る。たとえば、動きインジケータ決定ユニット540は、同じサンプル時間において基準サンプルの基準速度と候補サンプルの候補速度との間の運動差分を決定し、すべての運動差分を合計することによって、速度に関するインジケータを決定し得る。

30

【0079】

障害物インジケータ決定ユニット550は、候補経路および状態情報（たとえば、車両の周りの環境情報）に基づいて、障害物インジケータ（または本明細書では第4のインジケータと呼ばれる）を決定するように構成され得る。環境情報および候補サンプルは、自律車両130中の任意のストレージ媒体（たとえば、ストレージ220）に記憶され得る。障害物インジケータ決定ユニット550は、1つまたは複数の障害物に基づいて第4のインジケータを決定し得る。1つまたは複数の障害物は、静的障害物と動的障害物とを含み得る。静的障害物は、建築物、木、路上障害物など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。動的障害物は、移動車両、歩行者、および/または動物など、あるいはそれらの任意の組合せを含み得る。いくつかの実施形態では、障害物インジケータ決定ユニット550は、1つまたは複数の障害物距離を評価することによって、第4のインジケータを決定し得る。本明細書で使用される1つまたは複数の障害物距離は、車両と1つまたは複数の障害物との間の1つまたは複数の距離を指すことがある。たとえば、障害物インジケータ

40

50

タ決定ユニット550は、ポテンシャル場の理論に基づいて1つまたは複数の障害物距離を評価することによって、第4のインジケータを決定し得る。

【0080】

最適化された経路決定ユニット560は、最適化された経路を決定するように構成され得る。いくつかの実施形態では、最適化された経路決定ユニット560は、ストレージ媒体（たとえば、ストレージ220）から複数のインジケータ（たとえば、動きインジケータ決定ユニット540および障害物インジケータ決定モジュール450によって決定されたインジケータ）を取得し得る。最適化された経路決定ユニット560は、複数のインジケータの各々についての複数の重みを決定し得る。最適化された経路決定ユニット560は、複数のインジケータおよびそれらの複数の重みに基づいて損失関数を決定し得る。本明細書で使用される損失関数は、基準経路と候補経路との間の運動差分、候補経路と基準経路との間のエネルギー差分（たとえば、位置エネルギーの差分）、および/または運動差分とエネルギー差分との組合せを指すことがある。運動差分は、候補経路と基準経路とに関する、自律車両の速度、加速度、および/またはロケーション（たとえば、座標）を比較することを通して決定され得る。たとえば、運動差分は、走行経路と候補経路との間の形状差分（候補経路上のポイントのロケーションと基準経路上のポイントのロケーションとの間の差分）であり得る。エネルギーは、あらかじめ定義されたエネルギー場における位置エネルギーの形態のものであり得る。たとえば、あらかじめ定義されたエネルギー場は、自律車両と1つまたは複数の障害物との間の距離に反比例する仮想エネルギー場であり得る。いくつかの実施形態では、最適化された経路決定ユニット560は、損失関数
10
20

【0081】

制御ユニット150中のユニットは、ワイヤード接続またはワイヤレス接続を介して互いに接続されるかまたは互いと通信し得る。ワイヤード接続は、メタル・ケーブル、光ケーブル、ハイブリッド・ケーブルなど、またはそれらの任意の組合せを含み得る。ワイヤレス接続は、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）、Bluetooth、ZigBee、ニア・フィールド通信（NFC）など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。ユニットのうちのいずれか2つが、単一のユニットとして組み合わせられ得、ユニットのうちのいずれか1つが、2つまたはそれ以上のサブユニットに分割され得る。
30

【0082】

図6は、本開示のいくつかの実施形態による、最適化された経路を決定するための例示的なプロセスおよび/または方法を示すフローチャートである。プロセスおよび/または方法600は、自律車両130中のプロセッサ（たとえば、制御ユニット150）によって実行され得る。たとえば、プロセスおよび/または方法600は、非一時的コンピュータ可読ストレージ媒体（たとえば、ストレージ220）に記憶された命令のセット（たとえば、アプリケーション）として実装され得る。プロセッサは、命令のセットを実行し得、したがって、電子信号を受信することおよび/または送ることを介して、プロセスおよび/または方法600を実施するように指示され得る。
40

【0083】

ステップ610において、制御ユニット150（たとえば、状態情報取得ユニット510）は、（本開示では「車両状態情報」とも呼ばれる）車両の状態情報を取得し得る。

【0084】

自律車両は、車両状態情報および/または車両の周りの環境に関する情報を検知するための1つまたは複数のセンサー（たとえば、レーダー、ライダー）を含み得る。いくつかの実施形態では、車両状態情報は、車両の走行方向、車両の速度（たとえば、瞬間速度、平均速度）、車両の加速度（たとえば、瞬間加速度、平均加速度）、車両の周りの環境情
50

報、現在の時間など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。

【 0 0 8 5 】

ステップ 6 2 0 において、制御ユニット 1 5 0 (たとえば、基準経路決定ユニット 5 2 0) は、車両状態情報に基づいて 1 つまたは複数の基準サンプルを含む基準経路を決定し得る。

【 0 0 8 6 】

基準経路は、自律車両が障害物を考慮することなしに進行することになる経路であり得る。たとえば、図 1 に示されているように、障害物を考慮しなければ、自律車両 1 3 0 の基準経路は、レーン 1 2 2 の中心線であり得る。基準サンプルは、1 つまたは複数の基準サンプル特徴を含み得る。1 つまたは複数の基準サンプル特徴は、基準ロケーション情報 (たとえば、座標)、基準ロケーションに関するサンプル時間、基準ロケーションに関する基準速度、基準ロケーションに関する基準加速度を含み得る。基準ロケーションは、基準経路上のロケーションであり得る。基準ロケーションに関するサンプル時間は、自律車両が基準ロケーションを横断することになるときの時間であり得る。いくつかの実施形態では、異なる基準サンプルの隣接するサンプル時間の時間間隔は同じであり得る。基準ロケーションに関する基準速度は、自律車両が基準ロケーションを横断しているときの自律車両 1 3 0 の速度であり得る。基準ロケーションに関する基準加速度は、自律車両が基準ロケーションを横断しているときの自律車両 1 3 0 の加速度であり得る。単に例として、基準経路は、M 秒の期間に関連する N 個の基準サンプルを含み得る。N 個の基準サンプルは、{ 基準サンプル 1、基準サンプル 2、. . .、基準サンプル i、. . .、および基準サンプル N } として表され得る。基準サンプル 1 は、M / N 秒におけるサンプル時間に対応し得、基準サンプル 2 は、2 * M / N 秒におけるサンプル時間に対応し得、基準サンプル i は、i * M / N 秒におけるサンプル時間に対応し得、などとなる。i または N または M は、1 よりも大きい整数を表し得、M / N は有理数であり得る。単に例として、N が 5 0 であり得るとき、M は 5 であり得る。

【 0 0 8 7 】

いくつかの実施形態では、制御ユニット 1 5 0 (たとえば、基準経路決定ユニット 5 2 0) は、車両の周りの環境情報に基づいて基準サンプルの基準サンプル特徴を決定し得る。たとえば、制御ユニット 1 5 0 (たとえば、基準経路決定ユニット 5 2 0) は、利用可能なレーンに基づいて、走行方向に沿って、開始ロケーション (たとえば、基準サンプル 1 の基準ロケーション) から、1 つまたは複数の基準ロケーションを決定し得る。別の例では、制御ユニット 1 5 0 (たとえば、基準経路決定ユニット 5 2 0) は、道路のスピード制限に基づいて 1 つまたは複数の基準速度を決定し得る。さらに別の例として、カーブ道路上を移動するとき、制御ユニット 1 5 0 (たとえば、基準経路決定ユニット 5 2 0) は、直線道路上の基準速度と比較してより遅い基準速度を決定し得る。いくつかの実施形態では、制御ユニット 1 5 0 (たとえば、基準経路決定ユニット 5 2 0) は、ユーザ入力に基づいて 1 つまたは複数の基準サンプルを決定し得る。いくつかの実施形態では、制御ユニット 1 5 0 (たとえば、基準経路決定ユニット 5 2 0) は、デフォルト設定に基づいて 1 つまたは複数の基準サンプルの 1 つまたは複数の基準サンプル特徴を決定し得る。たとえば、基準経路決定ユニット 5 2 0 は、自律車両 1 3 0 のデフォルト設定に基づいて 1 つまたは複数の基準加速度を決定し得る。自律車両 1 3 0 のデフォルト設定は、乗客を快適にするために一定の加速度を選好し得る。いくつかの実施形態では、制御ユニット 1 5 0 (たとえば、基準経路決定ユニット 5 2 0) は、機械学習技法に基づいて 1 つまたは複数の基準サンプルの 1 つまたは複数の基準サンプル特徴を決定し得る。機械学習技法は、人工ニューラル・ネットワーク、サポート・ベクター・マシン (SVM)、決定ツリー、ランダム・フォレストなど、またはそれらの任意の組合せを含み得る。たとえば、制御ユニット 1 5 0 (たとえば、基準経路決定ユニット 5 2 0) は、機械学習技法に基づいて 1 つまたは複数の基準加速度を決定し得る。

【 0 0 8 8 】

ステップ 6 3 0 において、制御ユニット 1 5 0 (たとえば、候補経路決定ユニット 5 3

0) は、車両の状態情報に基づいて1つまたは複数の候補サンプルを含む候補経路を決定し得る。

【0089】

候補経路は、自律車両が障害物を考慮しながら進行することになる経路であり得る。たとえば、障害物を考慮すれば、障害物110がレーン122の中心線にあるので、自律車両130の候補経路は、レーン122の中心線でないことがある。候補サンプルは、1つまたは複数の候補サンプル特徴を含み得る。1つまたは複数の候補サンプル特徴は、候補ロケーション情報(たとえば、座標)、候補ロケーションに関するサンプル時間、候補ロケーションに関する候補速度、候補ロケーションに関する候補加速度を含み得る。候補ロケーションは、候補経路上のロケーションであり得る。候補ロケーションに関するサンプル時間は、自律車両が候補ロケーションを横断することになるときの時間であり得る。いくつかの実施形態では、異なる候補サンプルの隣接するサンプル時間の時間間隔は同じであり得る。候補ロケーションに関する候補速度は、自律車両が候補ロケーションを横断しているときの自律車両130の速度であり得る。候補ロケーションに関する候補加速度は、自律車両が候補ロケーションを横断しているときの自律車両130の加速度であり得る。単に例として、候補経路は、M秒の期間に関連するN個の候補サンプルを含み得る。N個の候補サンプルは、{候補サンプル1、候補サンプル2、...、候補サンプルi、...、および候補サンプルN}として表され得る。候補サンプル1は、M/N秒におけるサンプル時間に対応し得、候補サンプル2は、 $2 * M / N$ 秒におけるサンプル時間に対応し得、候補サンプルiは、 $i * M / N$ 秒におけるサンプル時間に対応し得、などとなる。iまたはNまたはMは、1よりも大きい整数を表し得、M/Nは有理数であり得る。単に例として、Nが50であり得るとき、Mは5であり得る。

10

20

【0090】

いくつかの実施形態では、制御ユニット150(たとえば、候補経路決定ユニット530)は、車両の周りの環境情報に基づいて1つまたは複数の候補サンプルの1つまたは複数の候補サンプル特徴を決定し得る。たとえば、制御ユニット150(たとえば、候補経路決定ユニット530)は、利用可能なレーンに基づいて、走行方向に沿って、開始ロケーション(たとえば、候補サンプル1の候補ロケーション)から、1つまたは複数の候補ロケーションを決定し得る。

【0091】

いくつかの実施形態では、候補ロケーションにおける候補速度は、候補サンプルの隣接する候補ロケーションと、サンプル時間に関する差とに基づいて決定され得る。単に例として、N個の候補サンプルは、{候補サンプル1、候補サンプル2、...、候補サンプルi、...、および候補サンプルN}として表され得る。候補サンプル1の候補速度が決定された場合、候補サンプル2に関する候補速度は、候補サンプル1の候補ロケーションおよび候補サンプル2の候補ロケーションの運動差分と、候補サンプル1に関するサンプル時間および候補サンプル2に関するサンプル時間の間の時間間隔とに基づいて決定され得る。

30

【0092】

ステップ640において、制御ユニット150(たとえば、最適化された経路決定ユニット560)は、基準経路と候補経路とを組み込んだ損失関数を生成し得る。

40

【0093】

1つまたは複数の基準サンプルと1つまたは複数の候補サンプルとに基づいて、複数のインジケータが決定され得る。複数のインジケータは、候補サンプルのサンプル特徴と、候補サンプルと同じサンプル時間を有する基準サンプルのサンプル特徴との間の運動差分およびエネルギー差分に基づいて決定され得る。いくつかの実施形態では、複数のインジケータは、図7~図9および図11に関連して説明される1つまたは複数の動作を実施することによって決定され得る。損失関数は、複数のインジケータに対応する複数の重みを含み得る。複数のインジケータに対応する複数の重みは、車両の状態情報(たとえば、気象条件、路面状態、交通条件、障害物情報など)に基づいて決定され得る。制御ユニット

50

150 (たとえば、最適化された経路決定ユニット560)は、複数のインジケータに対応する複数の重みに基づいて損失関数をさらに決定し得る。

【0094】

ステップ650において、制御ユニット150 (たとえば、最適化された経路決定ユニット560)は、候補経路が第1の条件を満たすかどうかを決定し得る。第1の条件は、候補経路の1つまたは複数の候補サンプルが損失関数についての最小値を生成することであり得る。損失関数についての最小値は、自律車両がその上を走行している候補走行経路が、基準経路によって提供された速度、経路および加速度に関して最適化された経路であり得、同時に、1つまたは複数の障害物との衝突を回避することを示し得る。候補経路が第1の条件を満たさないという決定に回答して、制御ユニット150 (たとえば、最適化された経路決定ユニット560)は、ステップ660において候補サンプルを更新することによって、損失関数を最適化し得る。

10

【0095】

ステップ660において、制御ユニット150 (たとえば、最適化された経路決定ユニット560)は、損失関数に基づいて候補経路の1つまたは複数の候補サンプルを更新することによって、損失関数を最適化し得る。たとえば、最適化された経路決定ユニット560は、勾配降下法を使用して損失関数に基づいて1つまたは複数の候補サンプルをさらに更新し得る。いくつかの実施形態では、1つまたは複数の候補サンプルは、図13に関連して説明される1つまたは複数の動作を実施することによって更新され得る。制御ユニット150は、プロセス600を実行してステップ650に戻り、1つまたは複数の基準サンプルと1つまたは複数の新たに更新された候補サンプルとに基づく損失関数が、第1の条件を満たすかどうかを決定し得る。

20

【0096】

一方、候補経路が第1の条件を満たすという決定に回答して、制御ユニット150 (たとえば、最適化された経路決定ユニット560)は、プロセス600を実行してステップ670にジャンプして、最適化された候補経路を生成し得る。

【0097】

ステップ670において、制御ユニット150 (たとえば、最適化された経路決定ユニット560)は、最適化された候補経路を生成し得る。制御ユニット150は、最適化された候補経路を符号化する信号を複数のECU (たとえば、EMS260、EPS280、ESC270、SCM290)に送り得、したがって、自律車両は、最適化された候補経路に沿って走行し得る。

30

【0098】

上記の説明は、例示の目的で与えられたものにすぎず、本開示の範囲を限定するものではないことに留意されたい。当業者の場合、本開示の教示の下で、複数の変形および変更が行われ得る。しかしながら、それらの変形および変更は、本開示の範囲から逸脱しない。いくつかの実施形態では、制御ユニット150 (たとえば、基準経路決定ユニット520)は、都市エリアにおける渋滞条件などのライブ交通情報に基づいて、1つまたは複数の基準サンプルの1つまたは複数の基準サンプル特徴を決定し得る。いくつかの実施形態では、制御ユニット150 (たとえば、基準経路決定ユニット520)は、都市における渋滞条件の原因となる気象情報に基づいて、1つまたは複数の基準サンプルの1つまたは複数の基準サンプル特徴を決定し得る。たとえば、制御ユニット150 (たとえば、基準経路決定ユニット520)は、晴れの日における基準速度と比較して雨の日におけるより遅い基準速度を決定し得る。いくつかの実施形態では、制御ユニット150 (たとえば、基準経路決定ユニット520)は、車両中の乗客を快適にするために、基準経路の基準ロケーションの各々における加速度が第1の加速度しきい値を超えないことがあると決定し得る。いくつかの実施形態では、1つまたは複数の他の随意のステップ (たとえば、記憶ステップ)が、例示的なプロセス600中の他の場所に追加され得る。記憶ステップにおいて、制御ユニット150は、複数のインジケータ、複数の重み、候補サンプルを、本開示の他の場所で開示される任意のストレージ・デバイス (たとえば、ストレージ220)

40

50

に記憶し得る。

【0099】

図7は、本開示のいくつかの実施形態による、第1のインジケータを決定するための例示的なプロセスおよび/または方法を示すフローチャートである。プロセスおよび/または方法700は、自律車両130中のプロセッサ(たとえば、制御ユニット150)によって実行され得る。たとえば、プロセスおよび/または方法700は、非一時的コンピュータ可読ストレージ媒体(たとえば、ストレージ220)に記憶された命令のセット(たとえば、アプリケーション)として実装され得る。プロセッサは、命令のセットを実行し得、したがって、電子信号を受信することおよび/または送ることを介して、プロセスおよび/または方法700を実施するように指示され得る。

10

【0100】

ステップ710において、制御ユニット150(たとえば、動きインジケータ決定ユニット540)は、候補ロケーションの座標を取得し得る。候補ロケーションの座標は、自律車両130の任意のストレージ媒体(たとえば、ストレージ220)に記憶され得る。いくつかの実施形態では、動きインジケータ決定ユニット540は、候補経路から候補ロケーションの座標を取得し得る。

【0101】

ステップ720において、制御ユニット150(たとえば、動きインジケータ決定ユニット540)は、基準ロケーションの座標を取得し得る。ステップ710において取得された候補サンプルに関するサンプル時間は、ステップ720において取得された基準サンプルに関するサンプル時間と同じであり得る。基準ロケーションの座標は、自律車両130の任意のストレージ媒体(たとえば、ストレージ220)に記憶され得る。いくつかの実施形態では、動きインジケータ決定ユニット540は、基準経路から基準ロケーションの座標を取得し得る。

20

【0102】

ステップ730において、制御ユニット150(たとえば、動きインジケータ決定ユニット540)は、ステップ710において取得された候補ロケーションの座標と、ステップ720において取得された基準ロケーションの座標との間の運動差分に基づいて、第1のインジケータを決定し得る。第1のインジケータは、基準経路と候補経路との間の距離偏差を評価するように構成され得る。いくつかの実施形態では、候補経路は、1つまたは複数の障害物との衝突を回避するように構成され得る。単に例として、N個の基準サンプルをもつ基準経路とN個の候補サンプルをもつ候補経路とに関するサンプル特徴についての第1のインジケータは、以下の式によって決定され得る。

30

【0103】

【数2】

$$C_{\text{offset}} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N (p_{\text{candidate sample } i} - p_{\text{reference sample } i})^2, \quad (1)$$

ここで、 C_{offset} は、第1のインジケータを表し得、 $p_{\text{reference sample } i}$ は、基準サンプル*i*の基準ロケーションを示し得、 $p_{\text{candidate sample } i}$ は、候補サンプル*i*の候補ロケーションを示し得る。

40

【0104】

上記の説明は、例示の目的で与えられたものにすぎず、本開示の範囲を限定するものではないことに留意されたい。当業者の場合、本開示の教示の下で、複数の変形および変更が行われ得る。しかしながら、それらの変形および変更は、本開示の範囲から逸脱しない。たとえば、1つまたは複数の他の随意のステップ(たとえば、記憶ステップ)が、例示的なプロセス700中の他の場所に追加され得る。記憶ステップにおいて、制御ユニット150は、基準ロケーションの座標と候補ロケーションの座標との間の運動差分、および/または第1のインジケータを、本開示の他の場所で開示される任意のストレージ・デバイス(たとえば、ストレージ220)に記憶し得る。

50

【 0 1 0 5 】

図 8 は、本開示のいくつかの実施形態による、第 2 のインジケータを決定するための例示的なプロセスおよび / または方法を示すフローチャートである。プロセスおよび / または方法 8 0 0 は、自律車両 1 3 0 中のプロセッサ (たとえば、制御ユニット 1 5 0) によって実行され得る。たとえば、プロセスおよび / または方法 8 0 0 は、非一時的コンピュータ可読ストレージ媒体 (たとえば、ストレージ 2 2 0) に記憶された命令のセット (たとえば、アプリケーション) として実装され得る。プロセッサは、命令のセットを実行し得、したがって、電子信号を受信することおよび / または送ることを介して、プロセスおよび / または方法 8 0 0 を実施するように指示され得る。

【 0 1 0 6 】

ステップ 8 1 0 において、制御ユニット 1 5 0 (たとえば、動きインジケータ決定ユニット 5 4 0) は、候補ロケーションにおける候補速度を取得し得る。候補ロケーションにおける候補速度は、自律車両 1 3 0 の任意のストレージ媒体 (たとえば、ストレージ 2 2 0) に記憶され得る。

【 0 1 0 7 】

いくつかの実施形態では、候補ロケーションにおける候補速度は、候補サンプルの隣接する候補ロケーションと、サンプル時間に関する差とに基づいて決定され得る。単に例として、N 個の候補サンプルは、{ 候補サンプル 1、候補サンプル 2、. . .、候補サンプル i、. . .、および候補サンプル N } として表され得る。候補サンプル 1 の候補速度が決定された場合、候補サンプル 2 に関する候補速度は、候補サンプル 1 の候補ロケーションおよび候補サンプル 2 の候補ロケーションの運動差分と、候補サンプル 1 に関するサンプル時間および候補サンプル 2 に関するサンプル時間の間の時間間隔とに基づいて決定され得る。

【 0 1 0 8 】

ステップ 8 2 0 において、制御ユニット 1 5 0 (たとえば、動きインジケータ決定ユニット 5 4 0) は、基準ロケーションにおける基準速度を取得し得る。ステップ 8 1 0 において取得された候補サンプルに関するサンプル時間は、ステップ 8 2 0 において取得された基準サンプルに関するサンプル時間と同じであり得る。

【 0 1 0 9 】

いくつかの実施形態では、基準ロケーションにおける基準速度は、基準サンプルに関する隣接する基準ロケーションと、サンプル時間に関する差とに基づいて決定され得る。単に例として、N 個の基準サンプルは、{ 基準サンプル 1、基準サンプル 2、. . .、基準サンプル i、. . .、および基準サンプル N } として表され得る。基準サンプル 1 の基準速度が決定された場合、基準サンプル 2 の基準速度は、基準サンプル 1 の基準ロケーションおよび基準サンプル 2 の基準ロケーションの運動差分と、基準サンプル 1 に関するサンプル時間および基準サンプル 2 に関するサンプル時間の間の時間間隔とに基づいて決定され得る。

【 0 1 1 0 】

ステップ 8 3 0 において、制御ユニット 1 5 0 (たとえば、動きインジケータ決定ユニット 5 4 0) は、基準ロケーションにおける基準速度と、候補ロケーションにおける候補速度との間の運動差分に基づいて、第 2 のインジケータを決定し得る。第 2 のインジケータは、候補経路によって決定された自律車両の速度と基準経路によって決定された自律車両の速度との間の偏差を評価するように構成され得る。単に例として、N 個の基準サンプルをもつ基準経路と N 個の候補サンプルをもつ候補経路とに関するサンプル特徴についての第 2 のインジケータは、以下の式によって決定され得る。

【 0 1 1 1 】

【 数 3 】

$$C_{\text{vcl}} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N (v_{\text{candidate sample } i} - v_{\text{reference sample } i})^2, \quad (2)$$

10

20

30

40

50

ここで、 C_{vc1} は、第2のインジケータを表し得、 $V_{reference\ sample\ i}$ は、基準サンプル i の基準速度を示し得、 $V_{candidate\ sample\ i}$ は、候補サンプル i の候補速度を示し得る。

【0112】

上記の説明は、例示の目的で与えられたものにすぎず、本開示の範囲を限定するものではないことに留意されたい。当業者の場合、本開示の教示の下で、複数の変形および変更が行われ得る。しかしながら、それらの変形および変更は、本開示の範囲から逸脱しない。たとえば、1つまたは複数の他の随意のステップ（たとえば、記憶ステップ）が、例示的なプロセス800中の他の場所に追加され得る。記憶ステップにおいて、制御ユニット150は、基準ロケーションにおける基準速度と候補ロケーションにおける候補速度との間の運動差分、および/または第2のインジケータを、本開示の他の場所で開示される任意のストレージ・デバイス（たとえば、ストレージ220）に記憶し得る。

10

【0113】

図9は、本開示のいくつかの実施形態による、第3のインジケータを決定するための例示的なプロセスおよび/または方法を示すフローチャートである。プロセスおよび/または方法900は、自律車両130中のプロセッサ（たとえば、制御ユニット150）によって実行され得る。たとえば、プロセスおよび/または方法900は、非一時的コンピュータ可読ストレージ媒体（たとえば、ストレージ220）に記憶された命令のセット（たとえば、アプリケーション）として実装され得る。プロセッサは、命令のセットを実行し得、したがって、電子信号を受信することおよび/または送ることを介して、プロセスおよび/または方法900を実施するように指示され得る。

20

【0114】

ステップ910において、制御ユニット150（たとえば、動きインジケータ決定ユニット540）は、候補ロケーションにおける候補加速度を取得し得る。候補ロケーションにおける候補加速度は、自律車両130の任意のストレージ媒体（たとえば、ストレージ220）に記憶され得る。

【0115】

いくつかの実施形態では、候補ロケーションにおける候補加速度は、候補サンプルの隣接する候補速度と、サンプル時間に関する差とに基づいて決定され得る。単に例として、 N 個の候補サンプルは、{候補サンプル1、候補サンプル2、...、候補サンプル i 、...、および候補サンプル N }として表され得る。候補サンプル1の候補加速度が決定された場合、候補サンプル2に関係する候補加速度は、候補サンプル1の候補速度および候補サンプル2の候補速度の運動差分と、候補サンプル1に関係するサンプル時間および候補サンプル2に関係するサンプル時間の間の時間間隔とに基づいて決定され得る。

30

【0116】

ステップ920において、制御ユニット150（たとえば、動きインジケータ決定ユニット540）は、基準ロケーションにおける基準加速度を取得し得る。ステップ910において取得された候補サンプルに関係するサンプル時間は、ステップ920において取得された基準サンプルに関係するサンプル時間と同じであり得る。

【0117】

ステップ930において、制御ユニット150（たとえば、動きインジケータ決定ユニット540）は、基準ロケーションにおける基準加速度と、候補ロケーションにおける候補加速度との間の運動差分に基づいて、第3のインジケータを決定し得る。第2のインジケータは、候補経路によって決定された自律車両の加速度と基準経路によって決定された自律車両の加速度との間の偏差を評価するように構成され得る。単に例として、 N 個の基準サンプルをもつ基準経路と N 個の候補サンプルをもつ候補経路とに関係する第3のインジケータは、以下の式によって決定され得る。

40

【0118】

【数 4】

$$C_acc = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N (a_{candidate\ sample\ i} - a_{reference\ sample\ i})^2, \quad (3)$$

ここで、C__acc は、第 3 のインジケータを表し得、a_r e f e r e n c e_s a m p l e_i は、基準サンプル i の基準加速度を示し得、a_c a n d i d a t e_s a m p l e_i は、候補サンプル i の候補加速度を示し得る。

【0119】

上記の説明は、例示の目的で与えられたものにすぎず、本開示の範囲を限定するものではないことに留意されたい。当業者の場合、本開示の教示の下で、複数の変形および変更が行われ得る。しかしながら、それらの変形および変更は、本開示の範囲から逸脱しない。たとえば、1つまたは複数の他の随意のステップ（たとえば、記憶ステップ）が、例示的なプロセス 900 中の他の場所に追加され得る。記憶ステップにおいて、制御ユニット 150 は、基準ロケーションにおける基準加速度と候補ロケーションにおける候補加速度との間の運動差分、および / または第 3 のインジケータを、本開示の他の場所で開示される任意のストレージ・デバイス（たとえば、ストレージ 220）に記憶し得る。

10

【0120】

図 10 は、本開示のいくつかの実施形態による、例示的な障害物インジケータ決定ユニット 550 を示すブロック図である。障害物インジケータ決定ユニット 550 は、プロフィール・データ取得サブユニット 1010 と、障害物取得サブユニット 1020 と、障害物距離決定サブユニット 1030 と、障害物インジケータ決定サブユニット 1040 とを含み得る。

20

【0121】

プロフィール・データ取得サブユニット 1010 は、車両のプロファイル・データを取得し得る。いくつかの実施形態では、プロフィール・データ取得サブユニット 1010 は、自律車両 130 中のストレージ媒体（たとえば、ストレージ 220）から、車両のプロファイル・データを取得し得る。本明細書で使用される、車両のプロファイル・データは、車両の 3 次元プロフィールを指すことがある。いくつかの実施形態では、車両のプロファイル・データは、スキャナ・システムに基づいて生成され得る。たとえば、スキャナ・システムは、車両のプロファイルを表すデータ・ポイントの完全セットを生成し得る。いくつかの実施形態では、車両のプロファイル・データは、複数の座標によって表され得る。複数の座標は、車両の最外縁および車両のロケーションに基づいて決定され得る。

30

【0122】

障害物取得サブユニット 1020 は、車両の周りの障害物情報を取得し得る。いくつかの実施形態では、障害物取得サブユニット 1020 は、自律車両 130 中のストレージ媒体（たとえば、ストレージ 220）から、車両の周りの障害物情報を取得し得る。いくつかの実施形態では、障害物取得サブユニット 1020 は、1つまたは複数のセンサーから車両の周りの障害物情報を取得し得る。いくつかの実施形態では、1つまたは複数のセンサーは、車両の周りの環境情報の複数の画像および / またはデータを取得するように構成され得、1つまたは複数のビデオ・カメラ、レーザー検知デバイス、赤外線検知デバイス、音響検知デバイス、熱検知デバイスなど、またはそれらの任意の組合せを含み得る。

40

【0123】

車両の周りの障害物情報は、1つまたは複数の障害物（たとえば、静的障害物、動的障害物）に関連し得る。いくつかの実施形態では、1つまたは複数の障害物は、車両の周りの所定のエリア内にあり得る。静的障害物は、建築物、木、路上障害物など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。動的障害物は、車両、歩行者、および / または動物など、あるいはそれらの任意の組合せを含み得る。

【0124】

障害物情報は、1つまたは複数の障害物のロケーション、1つまたは複数の障害物のサイズ、1つまたは複数の障害物のタイプ、1つまたは複数の障害物の動き状態、1つまた

50

は複数の障害物の移動速度など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。

【0125】

障害物距離決定サブユニット1030は、1つまたは複数の障害物距離を決定し得る。いくつかの実施形態では、障害物距離決定サブユニット1030は、障害物情報と、1つまたは複数の候補経路サンプルによって決定された候補経路とに基づいて、1つまたは複数の障害物距離を決定し得る。たとえば、障害物距離決定サブユニット1030は、障害物情報と候補サンプルの候補ロケーションとに基づいて1つまたは複数の障害物距離を決定し得る。候補サンプルの候補ロケーションは、複数の時間ノードに関連し得る。

【0126】

いくつかの実施形態では、静的障害物について、障害物距離決定サブユニット1030は、静的障害物と候補サンプルの候補ロケーションとの間の距離を決定し得る。たとえば、静的障害物と候補ロケーションとの間の距離は、静的障害物のロケーションの座標と候補ロケーションの座標とに基づいて決定され得る。いくつかの実施形態では、動的障害物について、障害物距離決定サブユニット1030は、候補ロケーションに関連するサンプル時間において動的障害物を静的障害物と見なすことによって、動的障害物と候補経路の候補ロケーションとの間の距離を決定し得る。たとえば、障害物距離決定サブユニット1030は、動的障害物の情報（たとえば、動的障害物の現在のロケーション、動的障害物の速度、動的障害物の移動方向など）に基づいて特定のサンプル時間における動的障害物のロケーションを予測し、予測されたロケーションの座標と、特定の時間ノードに関連する候補ロケーションの座標とに基づいて障害物距離を決定し得る。

【0127】

例示の目的で、本開示は、単一の静的障害物および単一の動的障害物を一例として挙げており、制御ユニット150が、所定のエリアに関するすべての障害物に基づいて1つまたは複数の障害物距離を決定し得ることに留意されたい。

【0128】

障害物インジケータ決定サブユニット1040は、障害物インジケータ（または本明細書では第4のインジケータと呼ばれる）を決定するように構成され得る。いくつかの実施形態では、障害物インジケータ決定ユニット1040は、1つまたは複数の障害物距離に基づいて第4のインジケータを決定するように構成され得る。いくつかの実施形態では、障害物インジケータ決定ユニット1040は、ポテンシャル場の理論に基づいて1つまたは複数の障害物距離を評価することによって、第4のインジケータを決定し得る。障害物インジケータ決定ユニット1040は、ポテンシャル関数に基づいて1つまたは複数の障害物距離を評価し得る。ポテンシャル関数の値は、1つまたは複数の障害物距離が増加するとき、減少し得る。いくつかの実施形態では、障害物インジケータ決定ユニット1040は、さらに、車両のプロファイル・データに基づいて第4のインジケータを決定し得る。

【0129】

上記の説明は、例示の目的で与えられており、本開示の範囲を限定するものではないことに留意されたい。当業者の場合、ユニットのうちの2つまたはそれ以上が組み合わせられて、単一のモジュールになり得、ユニットのうちのいずれか1つが、2つまたはそれ以上のサブユニットに分割され得る。本開示の教示の下で、様々な変形および変更が行われ得る。しかしながら、それらの変形および変更は、本開示の趣旨および範囲から逸脱しないことがある。たとえば、障害物取得サブユニット1020および障害物距離決定サブユニット1030は、単一のモジュールとして組み合わせられ得、それらは両方とも、障害物情報を取得し、障害物情報に基づいて1つまたは複数の障害物距離を決定し得る。別の例として、障害物距離決定サブユニット1030は、第4のインジケータに関連する任意の情報（たとえば、障害物情報、1つまたは複数の障害物距離）を記憶するために使用され得るストレージ・ユニット（図示せず）を含み得る。

【0130】

図11は、本開示のいくつかの実施形態による、第4のインジケータを決定するための

例示的なプロセスおよび/または方法を示すフローチャートである。プロセスおよび/または方法 1100 は、自律車両 130 中のプロセッサ（たとえば、制御ユニット 150）によって実行され得る。たとえば、プロセスおよび/または方法 1100 は、非一時的コンピュータ可読ストレージ媒体（たとえば、ストレージ 220）に記憶された命令のセット（たとえば、アプリケーション）として実装され得る。プロセッサは、命令のセットを実行し得、したがって、電子信号を受信することおよび/または送ることを介して、プロセスおよび/または方法 1100 を実施するように指示され得る。

【0131】

ステップ 1110 において、制御ユニット 150（たとえば、プロファイル・データ取得ユニット 1010）は、車両のプロファイル・データを取得し得る。車両のプロファイル・データは、車両の輪郭データを含み得る。輪郭データは、車両の輪郭上の 1 つまたは複数のポイントの座標を含み得る。いくつかの実施形態では、プロファイル・データは、車両の幾何学的中心の座標を含み得る。

10

【0132】

ステップ 1120 において、制御ユニット 150（たとえば、障害物取得サブユニット 1020）は、1 つまたは複数の障害物を識別し得る。いくつかの実施形態では、制御ユニット 150（たとえば、障害物取得サブユニット 1020）は、車両の状態情報に基づいて 1 つまたは複数の障害物を識別し得る。たとえば、制御ユニット 150（たとえば、障害物取得サブユニット 1020）は、車両の周りの障害物情報に基づいて 1 つまたは複数の障害物（たとえば、静的障害物、動的障害物）を決定し得る。いくつかの実施形態では、制御ユニット 150（たとえば、障害物取得サブユニット 1020）は、1 つまたは複数のセンサーから車両の周りの障害物情報を取得し得る。いくつかの実施形態では、1 つまたは複数のセンサーは、車両の周りの環境情報の複数の画像および/またはデータを取得するように構成され、1 つまたは複数のビデオ・カメラ、レーザー検知デバイス、赤外線検知デバイス、音響検知デバイス、熱検知デバイスなど、またはそれらの任意の組合せを含み得る。

20

【0133】

いくつかの実施形態では、1 つまたは複数の障害物は、車両の周りの所定のエリア内にあり得る。たとえば、1 つまたは複数の障害物は、基準経路に沿って分散していることがある。いくつかの実施形態では、1 つまたは複数の障害物は、静的障害物および/または動的障害物を含み得る。静的障害物は、建築物、木、路上障害物など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。動的障害物は、車両、歩行者、および/または動物など、あるいはそれらの任意の組合せを含み得る。

30

【0134】

障害物情報は、1 つまたは複数の障害物のロケーション、1 つまたは複数の障害物のサイズ、1 つまたは複数の障害物のタイプ、1 つまたは複数の障害物の動き状態、1 つまたは複数の障害物の移動速度など、またはそれらの任意の組合せを含み得る。

【0135】

ステップ 1130 において、制御ユニット 150（たとえば、障害物距離決定サブユニット 1030）は、1 つまたは複数の障害物と、車両のプロファイル・データと、候補経路とに基づいて、1 つまたは複数の障害物距離を決定し得る。いくつかの実施形態では、制御ユニット 150（たとえば、障害物距離決定サブユニット 1030）は、1 つまたは複数の障害物と、車両のプロファイル・データと、候補ロケーションの座標とに基づいて、1 つまたは複数の障害物距離を決定し得る。

40

【0136】

いくつかの実施形態では、静的障害物について、制御ユニット 150（たとえば、障害物距離決定サブユニット 1030）は、静的障害物と候補経路の候補ロケーションとの間の距離を決定し得る。たとえば、静的障害物と候補ロケーションとの間の距離は、静的障害物のロケーションの座標と候補ロケーションの座標とに基づいて決定され得る。いくつかの実施形態では、動的障害物について、制御ユニット 150（たとえば、障害物距離決

50

定サブユニット1030)は、候補サンプルに係るサンプル時間において動的障害物を静的障害物と見なすことによって、動的障害物と候補サンプルの候補ロケーションとの間の距離を決定し得る。たとえば、制御ユニット150は、動的障害物の情報(たとえば、動的障害物の現在のロケーション、動的障害物の速度、動的障害物の移動方向など)に基づいて特定のサンプル時間における動的障害物のロケーションを予測し、予測されたロケーションの座標と、候補サンプルのサンプル時間に関連する候補ロケーションの座標とに基づいて障害物距離を決定し得る。

【0137】

ステップ1140において、制御ユニット150(たとえば、障害物インジケータ決定ユニット1040)は、1つまたは複数の障害物距離に基づいて(本明細書では障害物インジケータとも呼ばれる)第4のインジケータを決定し得る。第4のインジケータは、1つまたは複数の障害物との衝突を回避するために、車両と1つまたは複数の障害物との間の距離を評価するように構成され得る。

10

【0138】

いくつかの実施形態では、制御ユニット150(たとえば、障害物インジケータ決定ユニット1040)は、ポテンシャル場に基づいて1つまたは複数の障害物距離を評価することによって、第4のインジケータを決定し得る。ポテンシャル場は、一般化ポテンシャル場、調和ポテンシャル場、人工ポテンシャル場などであり得る。制御ユニット150(たとえば、障害物インジケータ決定ユニット1040)は、ポテンシャル関数に基づいて1つまたは複数の障害物距離を評価し得る。ポテンシャル関数の値は、1つまたは複数の障害物と、候補経路の各候補ロケーションにおける車両との間の反発力を表し得る。1つの障害物と車両との間の反発力は、障害物距離が増加するとき、減少し得る。いくつかの実施形態では、制御ユニット150(たとえば、障害物インジケータ決定ユニット1040)は、さらに、車両のプロファイル・データに基づいて第4のインジケータを決定し得る。

20

【0139】

単に例として、特定の候補ロケーションについてのポテンシャル関数が、以下の式によって決定され得る。

【0140】

【数5】

$$F(d) = \sum_{k=1}^M \frac{1}{d_k + E}, \quad (4)$$

30

ここで、 $F(d)$ は、ポテンシャル関数を示し得、 d_k は、障害物 k (たとえば、静的障害物、動的障害物)と特定の候補ロケーションとの間の距離を示し得、 E は、車両のプロファイルを示し得、 M は、1つまたは複数の障害物の数を示し得る。

【0141】

いくつかの実施形態では、障害物と特定の候補ロケーションとの間の距離は、安全距離をさらに含み得る。安全距離は、気象条件、路面状態、交通条件など、またはそれらの組合せに基づいて決定され得る。

40

【0142】

上記の説明は、例示の目的で与えられたものにすぎず、本開示の範囲を限定するものではないことに留意されたい。当業者の場合、本開示の教示の下で、複数の変形および変更が行われ得る。しかしながら、それらの変形および変更は、本開示の範囲から逸脱しない。たとえば、1つまたは複数の他の随意のステップ(たとえば、記憶ステップ)が、例示的なプロセス1100中の他の場所に追加され得る。記憶ステップにおいて、制御ユニット150は、1つまたは複数の障害物距離、および/または第4のインジケータを、本開示の他の場所で開示される任意のストレージ・デバイス(たとえば、ストレージ220)に記憶し得る。

50

【0143】

図12は、本開示のいくつかの実施形態による、例示的な最適化された経路決定ユニット560を示すブロック図である。最適化された経路決定ユニット560は、重み決定サブユニット1210と、損失関数決定サブユニット1220と、最小値決定サブユニット1230と、経路決定サブユニット1240とを含み得る。

【0144】

重み決定サブユニット1210は、複数のインジケータ(indicators)の各々についての複数の重みを決定し得る。いくつかの実施形態では、複数のインジケータは、1つまたは複数の候補サンプルのサンプル特徴を評価するように構成され得る。たとえば、複数のインジケータは、ロケーションに関連する第1のインジケータと、速度に関連する第2のインジケータと、加速度に関連する第3のインジケータと、障害物に関連する第4のインジケータとを含み得る。

10

【0145】

いくつかの実施形態では、重み決定サブユニット1210は、車両の周りの環境情報に基づいて複数の重みを決定し得る。いくつかの実施形態では、重み決定サブユニット1210は、ユーザ入力に基づいて複数の重みを決定し得る。いくつかの実施形態では、重み決定サブユニット1210は、デフォルト設定に基づいて複数の重みを決定し得る。いくつかの実施形態では、重み決定サブユニット1210は、機械学習技法に基づいて複数の重みを決定し得る。機械学習技法は、人工ニューラル・ネットワーク、サポート・ベクター・マシン(SVM)、決定ツリー、ランダム・フォレストなど、またはそれらの任意の組合せを含み得る。

20

【0146】

損失関数決定サブユニット1220は、複数の重みおよび複数のインジケータに基づいて損失関数を決定し得る。いくつかの実施形態では、損失関数は、基準経路に基づいて、候補サンプルによって決定された候補経路を評価するように構成され得る。たとえば、損失関数は、候補サンプルのサンプル特徴と基準サンプルの対応するサンプル特徴との間の運動差分およびエネルギー差分に基づいて、候補サンプルによって決定された候補経路を評価し得る。サンプル特徴は、速度、加速度、ロケーション(たとえば、座標)など、またはそれらの組合せを含み得る。

【0147】

最小値決定サブユニット1230は、勾配降下法に基づいて損失関数についての最小値を決定し得る。勾配降下法は、高速勾配法、運動量法などであり得る。いくつかの実施形態では、最小値決定サブユニット1230は、勾配降下法に関する情報を決定し得る。いくつかの実施形態では、最小値決定サブユニット1230は、候補サンプルのサンプル特徴を更新することによって、損失関数の最小値に近づき得る。いくつかの実施形態では、最小値決定サブユニット1230は、収束条件を決定し得る。収束条件は、候補サンプルの更新されたサンプル特徴が損失関数についての最小値を生成するかどうかを決定するように構成され得る。収束条件は、ユーザ入力またはデフォルト設定に基づいて決定され得る。

30

【0148】

経路決定サブユニット1240は、最小値に基づいて、最適化された候補経路を決定し得る。いくつかの実施形態では、経路決定サブユニット1240は、ストレージ220から、損失関数についての最小値を生成する候補経路を取得し得る。経路決定サブユニット1240は、取得された候補サンプルに基づいて、最適化された候補経路を決定し得る。たとえば、経路決定サブユニット1240は、取得された候補サンプルのサンプル特徴(たとえば、候補ロケーション、候補速度、候補加速度)を、最適化された候補経路の特徴として決定し得る。

40

【0149】

上記の説明は、例示の目的で与えられており、本開示の範囲を限定するものではないことに留意されたい。当業者の場合、ユニットのうちの2つまたはそれ以上が組み合わせら

50

れて、単一のモジュールになり得、ユニットのうちのいずれか1つが、2つまたはそれ以上のサブユニットに分割され得る。本開示の教示の下で、様々な変形および変更が行われ得る。しかしながら、それらの変形および変更は、本開示の趣旨および範囲から逸脱しないことがある。たとえば、最小値決定サブユニット1230および経路決定サブユニット1240は、単一のサブユニットとして組み合わせられ得、それらは両方とも、損失関数についての最小値と最適化された候補とを決定し得る。別の例として、最適化された経路決定ユニット560は、損失関数に関連する任意の情報（たとえば、各更新の中間結果）を記憶するために使用され得るストレージ・ユニット（図示せず）を含み得る。

【0150】

図13は、本開示のいくつかの実施形態による、最適化された候補経路を決定するための例示的なプロセスおよび/または方法を示すフローチャートである。プロセスおよび/または方法1300は、自律車両130中のプロセッサ（たとえば、制御ユニット150）によって実行され得る。たとえば、プロセスおよび/または方法1300は、非一時的コンピュータ可読ストレージ媒体（たとえば、ストレージ220）に記憶された命令のセット（たとえば、アプリケーション）として実装され得る。プロセッサは、命令のセットを実行し得、したがって、電子信号を受信することおよび/または送ることを介して、プロセスおよび/または方法1300を実施するように指示され得る。

【0151】

ステップ1310において、制御ユニット150（たとえば、重み決定サブユニット1210）は、複数のインジケータ（*indicators*）の各々についての複数の重みを決定し得る。いくつかの実施形態では、複数のインジケータは、候補を評価するように構成され得る。たとえば、複数のインジケータは、ロケーションに関連する第1のインジケータと、速度に関連する第2のインジケータと、加速度に関連する第3のインジケータと、障害物に関連する第4のインジケータとを含み得る。

【0152】

いくつかの実施形態では、制御ユニット150（たとえば、重み決定サブユニット1210）は、車両の周りの環境情報に基づいて複数の重みを決定し得る。たとえば、制御ユニット150（たとえば、重み決定サブユニット1210）は、気象条件に基づいて複数の重みを決定し得る。別の例では、制御ユニット150（たとえば、重み決定サブユニット1210）は、交通条件に基づいて複数の重みを決定し得る。さらに別の例として、カーブ道路上を移動するとき、制御ユニット150（たとえば、重み決定サブユニット1210）は、直線道路上の第2のインジケータについての重みと比較して第2のインジケータについてのより大きな重みを決定し得る。いくつかの実施形態では、制御ユニット150（たとえば、重み決定サブユニット1210）は、ユーザ入力に基づいて複数の重みを決定し得る。たとえば、ユーザは、極めて用心深いことがあり、より良く衝突を回避するために第4のインジケータについてのより大きな重みを入力し得る。いくつかの実施形態では、制御ユニット150（たとえば、重み決定サブユニット1210）は、デフォルト設定に基づいて複数の重みを決定し得る。たとえば、制御ユニット150（たとえば、重み決定サブユニット1210）は、自律車両130のデフォルト設定に基づいて複数の重みを決定し得る。いくつかの実施形態では、制御ユニット150（たとえば、重み決定サブユニット1210）は、機械学習技法に基づいて複数の重みを決定し得る。機械学習技法は、人工ニューラル・ネットワーク、サポート・ベクター・マシン（*SVM*）、決定ツリー、ランダム・フォレストなど、またはそれらの任意の組合せを含み得る。たとえば、制御ユニット150（たとえば、重み決定サブユニット1210）は、機械学習技法に基づいて複数の重みを決定し得る。

【0153】

ステップ1320において、制御ユニット150（たとえば、損失関数決定サブユニット1220）は、複数の重みおよび複数のインジケータに基づいて損失関数を決定し得る。いくつかの実施形態では、損失関数は、候補経路を評価するように構成され得る。基準経路は、1つまたは複数の基準サンプルを含み得る。複数の各々または複数の基準サン

10

20

30

40

50

ルは、1つまたは複数の候補サンプルのうちの候補サンプルに対応し得る。損失関数は、1つまたは複数の候補サンプルの各々と1つまたは複数の対応する基準サンプルの各々との間の運動差分およびエネルギー差分に基づいて、1つまたは複数の候補サンプルによって決定された候補経路を評価し得る。1つまたは複数の候補サンプルの各々と1つまたは複数の対応する基準サンプルの各々との間の運動差分およびエネルギー差分は、1つまたは複数の候補サンプルと1つまたは複数の基準サンプルとのサンプル特徴に関連し得る。サンプル特徴は、速度、加速度、ロケーション（たとえば、座標）など、またはそれらの組合せを含み得る。

【0154】

単に例として、評価は以下の式によって決定され得る。

$$J(X_s, Y_s) = a_1 * C_offset + a_2 * C_vcl + a_3 * C_acc + a_4 * C_obs \quad (5)$$

ここで、 $J(X_s, Y_s)$ は損失関数を示し得、 (X_s, Y_s) は、候補ロケーションの座標を表し得、 a_1 は、ロケーションに関連する第1のインジケータについての第1の重みを示し得、 C_offset は、ロケーションに関連する第1のインジケータを示し得、 a_2 は、速度に関連する第2のインジケータについての第2の重みを示し得、 C_vcl は、速度に関連する第2のインジケータを示し得、 a_3 は、加速度に関連する第3のインジケータについての第3の重みを示し得、 C_acc は、加速度に関連する第3のインジケータを示し得、 a_4 は、障害物に関連する第4のインジケータについての第4の重みを示し得、 C_obs は、障害物に関連する第4のインジケータを示し得る。

【0155】

ステップ1330において、制御ユニット150（たとえば、最小値決定サブユニット1230）は、勾配降下法に基づいて損失関数についての最小値を決定し得る。勾配降下法は、高速勾配法、運動量法などであり得る。いくつかの実施形態では、制御ユニット150（たとえば、最小値決定サブユニット1230）は、勾配降下法に関係する1つまたは複数のパラメータを決定し得る。たとえば、制御ユニット150（たとえば、最小値決定サブユニット1230）は、損失関数についての勾配ベクトルを決定し得る。別の例では、制御ユニット150（たとえば、最小値決定サブユニット1230）は、勾配降下法のためのステップ・サイズを決定し得る。いくつかの実施形態では、制御ユニット150（たとえば、最小値決定サブユニット1230）は、1つまたは複数の候補サンプルのサンプル特徴（たとえば、候補サンプルの候補ロケーション）を更新することによって、損失関数の最小値に近づき得る。候補サンプルのサンプル特徴の更新は、損失関数の勾配ベクトルの負の方向に沿っていることがある。候補サンプルのサンプル特徴の各2つの隣接する更新の間の運動差分およびエネルギー差分は、ステップ・サイズに基づいて決定され得る。いくつかの実施形態では、制御ユニット150（たとえば、最小値決定サブユニット1230）は、収束条件を決定し得る。収束条件は、更新された候補サンプルが損失関数についての最小値を生成するかどうかを決定するように構成され得る。たとえば、制御ユニット150（たとえば、最小値決定サブユニット1230）は、収束条件が満たされたとき、損失関数についての最小値を決定し得る。収束条件は、ユーザ入力またはデフォルト設定に基づいて決定され得る。

【0156】

損失関数についての最小値を生成するとき、プロセスおよび/または方法1300は、1つまたは複数の反復を含み得ることに留意されたい。1つまたは複数の反復の各々において、プロセッサは、候補サンプルを更新することによって、更新された候補経路を生成し得る。

【0157】

ステップ1340において、制御ユニット150（たとえば、経路決定サブユニット1240）は、損失関数についての最小値を生成する候補経路に基づいて、最適化された経路を決定し得る。

【0158】

10

20

30

40

50

上記の説明は、例示の目的で与えられたものにすぎず、本開示の範囲を限定するものではないことに留意されたい。当業者の場合、本開示の教示の下で、複数の変形および変更が行われ得る。しかしながら、それらの変形および変更は、本開示の範囲から逸脱しない。たとえば、1つまたは複数の他の随意のステップ（たとえば、記憶ステップ）が、例示的なプロセス1300中の他の場所に追加され得る。記憶ステップにおいて、制御ユニット150は、各更新の中間結果を、本開示の他の場所で開示される任意のストレージ・デバイス（たとえば、ストレージ220）に記憶し得る。

【0159】

ここまで基本概念を説明してきたが、この詳細な開示を読めば、上記の詳細な開示は例として提示されたものにすぎず、限定するものではないことが、当業者には十分に明らかであり得る。本明細書では明確に述べられないが、様々な改変、改善、および変更が行われ得、当業者に意図される。これらの改変、改善、および変更は、本開示によって示唆されるものであり、本開示の例示的な実施形態の趣旨および範囲内にある。

10

【0160】

その上、本開示の実施形態について説明するために、ある用語が使用された。たとえば、「一実施形態（one embodiment）」、「実施形態（an embodiment）」および/または「いくつかの実施形態（some embodiments）」という用語は、実施形態に関して説明された特定の特徵、構造または特性が、本開示の少なくとも1つの実施形態中に含まれることを意味する。したがって、本明細書の様々な部分における「実施形態」、「一実施形態」、または「代替実施形態（an alternative embodiment）」への2つまたはそれ以上の言及は、必ずしもすべてが、同じ実施形態に言及しているとは限らないことが強調され、そのことを了解されたい。さらに、それらの特定の特徵、構造、または特性は、本開示の1つまたは複数の実施形態において好適なものとして組み合わせられ得る。

20

【0161】

さらに、本開示の態様は、任意の新しく有用なプロセス、機械、製品、または組成物、あるいはそれらの任意の新しく有用な改善を含むいくつかの特許性がある分野または文脈のいずれかにおいて、本明細書で図示および説明され得ることが、当業者によって了解されよう。したがって、本開示の態様は、完全にハードウェア実装されるか、完全に（ファームウェア、常駐ソフトウェア、マイクロコードを含む）ソフトウェア実装されるか、またはソフトウェア実装とハードウェア実装とを組み合わせる実装され得、それらはすべて、本明細書では一般に「ブロック」、「モジュール」、「エンジン」、「ユニット」、「構成要素」、または「システム」と呼ばれることがある。さらに、本開示の態様は、コンピュータ可読プログラム・コードを具現した1つまたは複数のコンピュータ可読媒体中で具現されたコンピュータ・プログラム製品の形態をとり得る。

30

【0162】

コンピュータ可読信号媒体は、コンピュータ可読プログラム・コードがその中で具現された伝搬データ信号を、たとえば、ベースバンド内にまたは搬送波の一部として含み得る。そのような伝搬信号は、電磁信号、光信号など、またはそれらの任意の適切な組合せを含む様々な形態のいずれかをとり得る。コンピュータ可読信号媒体は、コンピュータ可読ストレージ媒体ではなく、命令実行システム、装置、またはデバイスによってあるいはそれらに関連して使用するためのプログラムを通信するか、伝搬するか、または搬送し得る、任意のコンピュータ可読ストレージ媒体であり得る。コンピュータ可読信号媒体上で具現されたプログラム・コードは、ワイヤレス、ワイヤライン、光ファイバー・ケーブル、RFなど、または前述の任意の好適な組合せを含む、任意の適切な媒体を使用して送信され得る。

40

【0163】

本開示の態様のための動作を行うためのコンピュータ・プログラム・コードは、Java（登録商標）、Scale、Smalltalk、Eiffel、JADE、Emerald、C++、C#、VB.NET、Pythonなど、オブジェクト指向プログラミ

50

ング言語、「C」プログラミング言語、Visual Basic、Fortran 2003、Perl、COBOL 2002、PHP、ABAPなど、従来の手続き型プログラミング言語、Python、RubyおよびGroovyなど、動的プログラミング言語、または他のプログラミング言語を含む、1つまたは複数のプログラミング言語の任意の組合せで書かれ得る。プログラム・コードは、完全にユーザのコンピュータ上で実行するか、部分的にユーザのコンピュータ上で実行するか、スタンドアロン・ソフトウェア・パッケージとして実行するか、部分的にユーザのコンピュータ上と部分的にリモート・コンピュータ上で実行するか、あるいは完全にリモート・コンピュータまたはサーバ上で実行し得る。後者のシナリオでは、リモート・コンピュータは、ローカル・エリア・ネットワーク(LAN)またはワイド・エリア・ネットワーク(WAN)を含む、任意のタイプのネットワークを通してユーザのコンピュータに接続され得、あるいは接続は、(たとえば、インターネット・サービス・プロバイダを使用してインターネットを通して)外部コンピュータに対して、またはクラウド・コンピューティング環境内で行われるか、あるいはサービスとしてのソフトウェア(SaaS: software as a service)などのサービスとして提供され得る。

10

【0164】

さらに、処理要素またはシーケンスの具陳された順序、あるいは数字、文字、または他の表示の使用は、したがって、特許請求の範囲において指定され得る場合を除いて、請求されるプロセスおよび方法をいかなる順序にも限定するものではない。上記の開示は、様々な例を通して、本開示の様々な有用な実施形態であると現在見なされているものを論じたが、そのような詳細は、単にその目的のためのものであることと、添付の特許請求の範囲は、開示された実施形態に限定されず、むしろ、開示された実施形態の趣旨および範囲内にある変更および等価な構成をカバーするものであることとを理解されたい。たとえば、上記の様々な構成要素の実装は、ハードウェア・デバイスで具現され得、それはまた、ソフトウェアのみの解決策、たとえば、既存のサーバまたはモバイル・デバイス上でのインストールとして実装され得る。

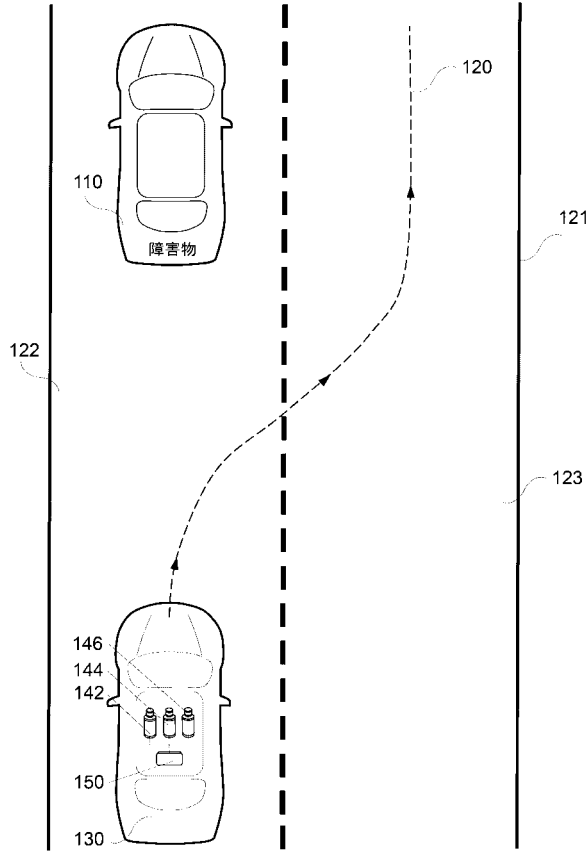
20

【0165】

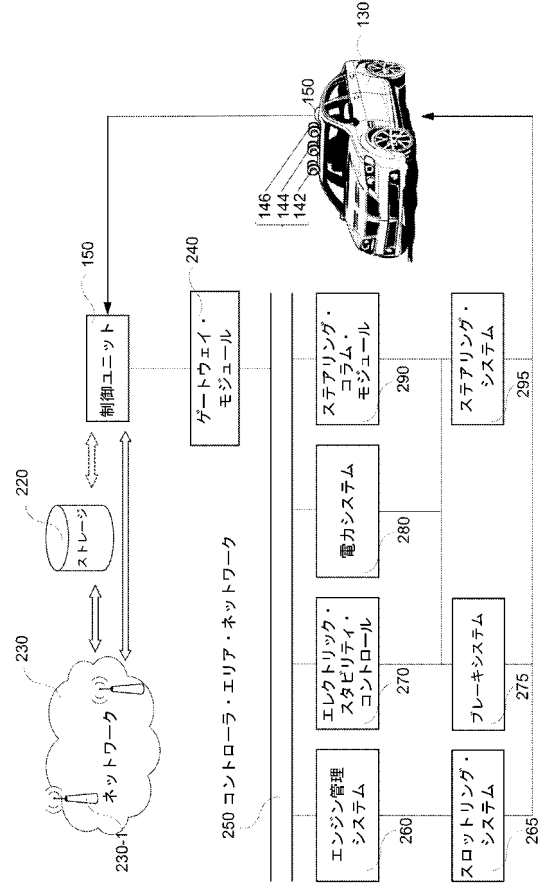
同様に、本開示の実施形態の上記の説明では、様々な特徴が、様々な実施形態のうちの1つまたは複数の理解を助ける本開示を合理化する目的で、単一の実施形態、図、またはそれらの説明において一緒にグループ化されることがあることを了解されたい。しかしながら、本開示のこの方法は、請求される主題が、各請求項において明確に具陳されているよりも多くの特徴を必要とするという意図を反映するものとして解釈されるべきではない。むしろ、請求される主題は、単一の上記の開示された実施形態のすべての特徴よりも少ないことがある。

30

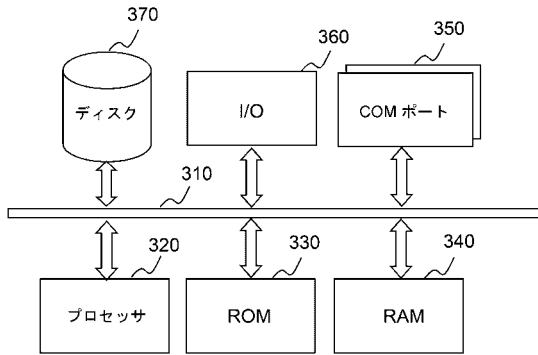
【 図 1 】



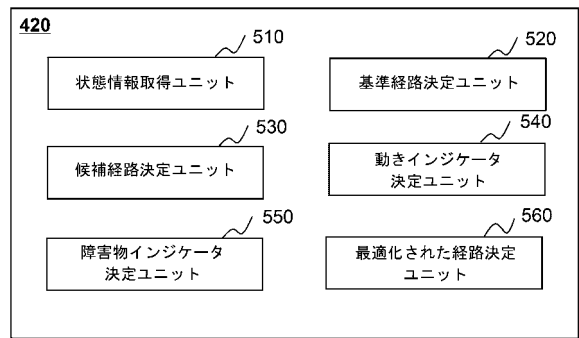
【 図 2 】



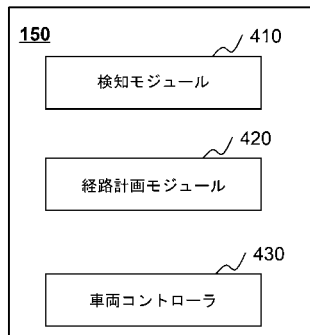
【 図 3 】



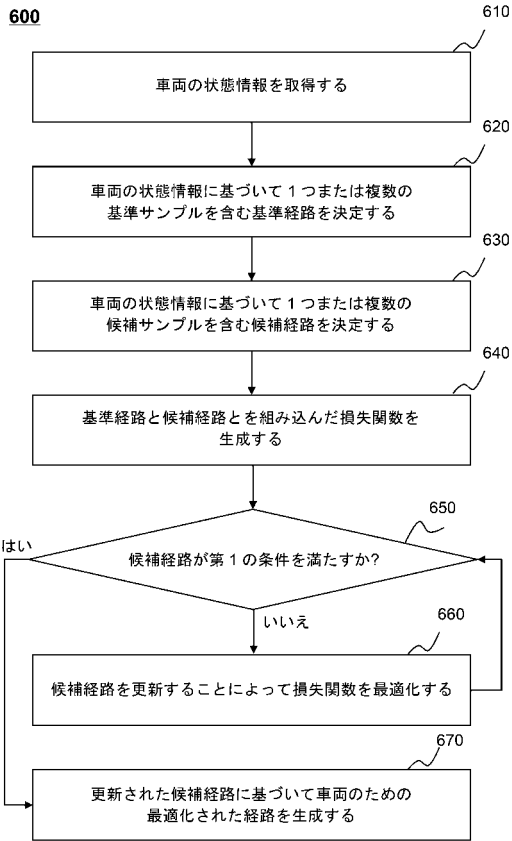
【 図 5 】



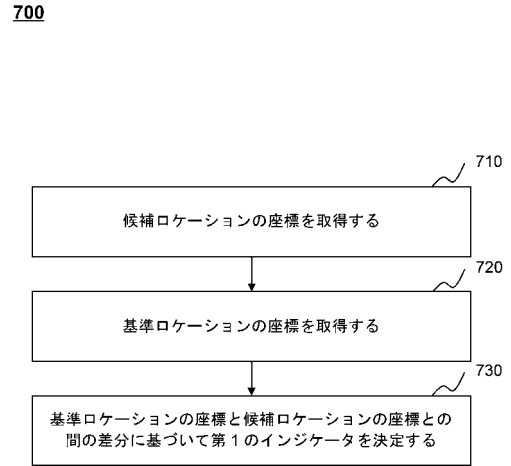
【 図 4 】



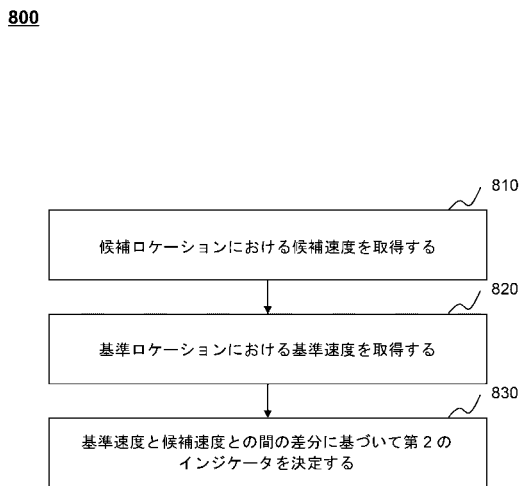
【 図 6 】



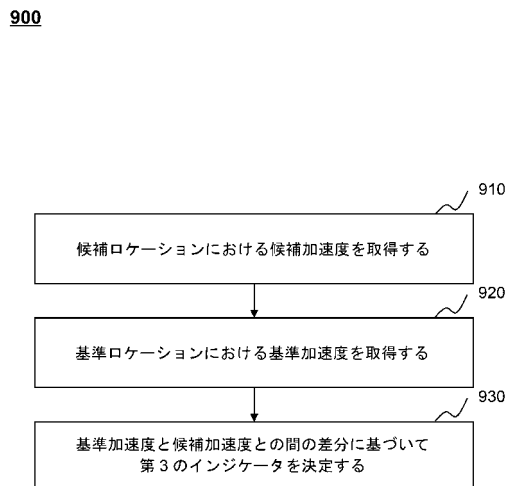
【 図 7 】



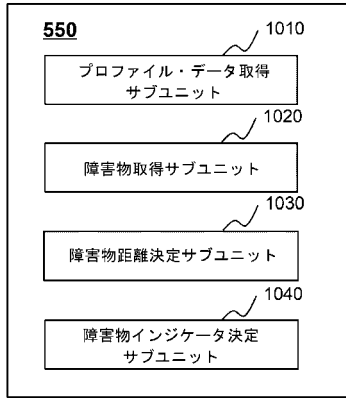
【 図 8 】



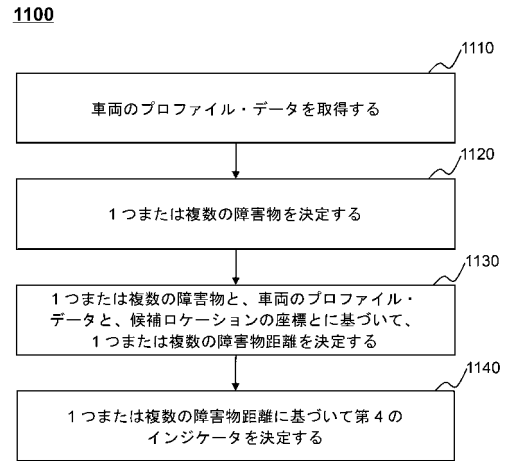
【 図 9 】



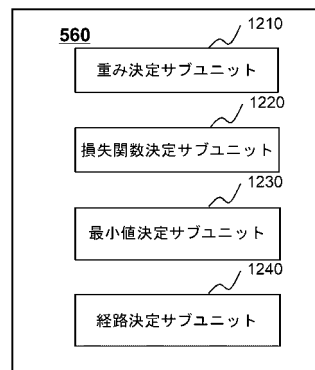
【図 10】



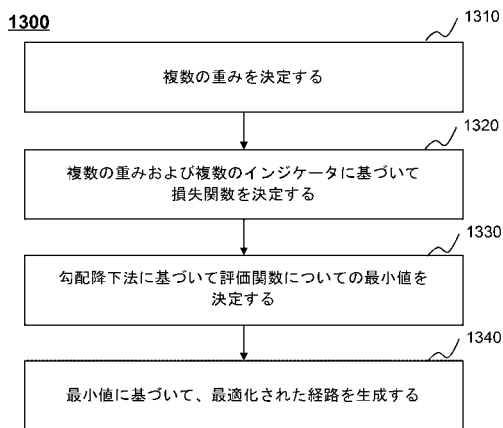
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【手続補正書】

【提出日】平成31年3月27日(2019.3.27)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両上に取り付けるように構成された取付構造と、
前記取付構造上に配置された制御モジュールと
を備えるシステムであって、前記制御モジュールが、
命令のセットを記憶する少なくとも1つのストレージ媒体と、
出力ポートと、
前記少なくとも1つのストレージ媒体に関連するマイクロチップと
を含み、動作中に、前記マイクロチップが、
車両状態情報を取得することと、
前記車両状態情報に基づいて基準経路を決定することと、
前記基準経路と、前記車両状態情報と、候補経路とを組み込んだ損失関数を決定する
ことと、
前記損失関数を最適化することによって、最適化された候補経路を取得することと、
前記最適化された候補経路を符号化する電子信号を前記出力ポートに送ることと
を行うために前記命令のセットを実行する、
システム。

【請求項2】

前記基準経路が基準サンプルを含み、前記候補経路が候補サンプルを含み、前記損失関
数が第1のインジケータを含み、
前記制御モジュールが、
前記基準サンプルの基準ロケーションと前記候補サンプルの候補ロケーションとの間の
差分に基づいて前記第1のインジケータを決定する
ようにさらに指示される、
請求項1に記載のシステム。

【請求項3】

前記基準経路が基準サンプルを含み、前記候補経路が候補サンプルを含み、前記損失関
数が第2のインジケータを含み、
前記制御モジュールが、
前記基準サンプルの基準速度と前記候補サンプルの候補速度との間の差分に基づいて前
記第2のインジケータを決定する
ようにさらに指示される、
請求項1または請求項2に記載のシステム。

【請求項4】

前記基準経路が基準サンプルを含み、前記候補経路が候補サンプルを含み、前記損失関
数が第3のインジケータを含み、
前記制御モジュールが、
前記基準サンプルの基準加速度と前記候補サンプルの候補加速度との間の差分に基づい
て前記第3のインジケータを決定する
ようにさらに指示される、
請求項1～3のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項5】

前記損失関数が第4のインジケータを含み、

前記制御モジュールが、
 車両のプロファイル・データを取得することと、
 前記車両の周りの1つまたは複数の障害物の1つまたは複数のロケーションを取得することと、
 前記車両と前記1つまたは複数の障害物との間の1つまたは複数の障害物距離を決定することと、
 前記1つまたは複数の障害物距離に基づいて前記第4のインジケータを決定することと
 を行うようにさらに指示される、
 請求項1～4のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項6】

前記第4のインジケータの値が、前記1つまたは複数の障害物距離に反比例する、請求項5に記載のシステム。

【請求項7】

前記第4のインジケータが、

【数1】

$$\sum_{k=1}^M \frac{1}{d_k + E}$$

として表され、

前記 d_k が前記1つまたは複数の障害物距離を示し、 M が前記1つまたは複数の障害物の数を示し、 E が前記プロファイル・データを示す、
 請求項6に記載のシステム。

【請求項8】

制御モジュール上に実装された方法であって、前記制御モジュールが、マイクロチップとストレージ媒体と出力とを有し、車両の取付構造上に配置され、前記方法が、

前記マイクロチップによって、車両状態情報を取得するステップと、

前記マイクロチップによって、前記車両状態情報に基づいて基準経路を決定するステップと、

前記マイクロチップによって、前記基準経路と、前記車両状態情報と、候補経路とを組み込んだ損失関数を決定するステップと、

前記マイクロチップによって、前記損失関数を最適化することによって、最適化された候補経路を取得するステップと、

前記マイクロチップによって、前記最適化された候補経路を符号化する電子信号を出力ポートに送るステップと

を含む、方法。

【請求項9】

前記基準経路が基準サンプルを含み、前記候補経路が候補サンプルを含み、前記損失関数が第1のインジケータを含み、

前記方法が、

前記基準サンプルの基準ロケーションと前記候補サンプルの候補ロケーションとの間の差分に基づいて前記第1のインジケータを決定するステップ

をさらに含む、

請求項8に記載の方法。

【請求項10】

前記基準経路が基準サンプルを含み、前記候補経路が候補サンプルを含み、前記損失関数が第2のインジケータを含み、

前記制御モジュールが、

前記基準サンプルの基準速度と前記候補サンプルの候補速度との間の差分に基づいて前記第2のインジケータを決定する

ようにさらに指示される、

請求項8または請求項9に記載の方法。

【請求項11】

前記基準経路が基準サンプルを含み、前記候補経路が候補サンプルを含み、前記損失関数が第3のインジケータを含み、

前記制御モジュールが、

前記マイクロチップによって、前記基準サンプルの基準加速度と前記候補サンプルの候補加速度との間の差分に基づいて前記第3のインジケータを決定する

ようにさらに指示される、

請求項8～10のいずれか一項に記載の方法。

【請求項12】

前記損失関数が第4のインジケータを含み、

前記方法が、

前記マイクロチップによって、前記車両のプロファイル・データを取得するステップと、

前記マイクロチップによって、前記車両の周りの1つまたは複数の障害物の1つまたは複数のロケーションを取得するステップと、

前記マイクロチップによって、前記車両と前記1つまたは複数の障害物との間の1つまたは複数の障害物距離を決定するステップと、

前記マイクロチップによって、前記1つまたは複数の障害物距離に基づいて前記第4のインジケータを決定するステップと

をさらに含む、

請求項8～11のいずれか一項に記載の方法。

【請求項13】

前記第4のインジケータの値が、前記1つまたは複数の障害物距離に反比例する、請求項12に記載の方法。

【請求項14】

前記第4のインジケータが、

【数2】

$$\sum_{k=1}^M \frac{1}{d_k + E}$$

として表され、

前記 d_k が前記1つまたは複数の障害物距離を示し、 M が前記1つまたは複数の障害物の数を示し、 E が前記プロファイル・データを示す、

請求項13に記載の方法。

【請求項15】

車両のための経路を決定するための少なくとも1つの命令のセットを備える非一時的コンピュータ可読媒体であって、少なくとも1つの電子端末のプロセッサによって実行されたとき、前記少なくとも1つの命令のセットが、前記少なくとも1つのプロセッサに、

車両状態情報を取得する行為と、

車両状態情報に基づいて基準経路を決定する行為と、

前記基準経路と、前記車両状態情報と、候補経路とを組み込んだ損失関数を決定する行為と、

前記損失関数を最適化することによって、最適化された候補経路を取得する行為と、

前記最適化された候補経路を符号化する電子信号を出力ポートに送る行為と

を実施するように指示する、非一時的コンピュータ可読媒体。

【 国际調查報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/CN2017/120190
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G05D 1/02(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G05D Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNTXT,CNABS,CNKI,VEN:Human-free, unmanned, intelligent, utonomous, driv+, status. state, candidate		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 107031619 A (HYUNDAI MOTOR CO LTD) 11 August 2017 (2017-08-11) Description paragraphs [0049]-[0068]	1-20
A	US 9457807 B2 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS LLC ET AL.) 04 October 2016 (2016-10-04) The whole document	1-20
A	US 9193442 B1 (YOUNG SHIH-YIH ET AL.) 24 November 2015 (2015-11-24) The whole document	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 11 September 2018		Date of mailing of the international search report 18 September 2018
Name and mailing address of the ISA/CN STATE INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE OF THE P.R.CHINA 6, Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing 100088 China Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer CUI,Xianti Telephone No. 86- (010) -62089450

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2017/120190

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107031619	A	11 August 2017	US	2017166204	A1	15 June 2017
				KR	101714273	B1	08 March 2017
US	9457807	B2	04 October 2016	US	2015353082	A1	10 December 2015
US	9193442	B1	24 November 2015	None			

フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. Z I G B E E
2. S M A L L T A L K
3. V I S U A L B A S I C

(74)代理人 100126000

弁理士 岩池 満

(74)代理人 100185269

弁理士 小菅 一弘

(72)発明者 ルオ ウェイ

中華人民共和国 ベイジン 100193 ハイディアン ディストリクト ナンバー 8 ドンペ
イワン ウェスト ロード ビルディング 34

Fターム(参考) 3D241 BA11 CC01 CC08 CC17 CE02 DA52Z DB01Z DB02Z DB05Z DB09Z

DC02Z DC33Z DC42Z

5H181 AA01 BB13 CC02 CC03 CC04 CC11 CC12 CC14 FF04 FF14

FF22 FF27 LL01 LL02 LL04 LL09