

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7116065号

(P7116065)

(45)発行日 令和4年8月9日(2022.8.9)

(24)登録日 令和4年8月1日(2022.8.1)

(51)国際特許分類

F I

B 6 0 W 30/09 (2012.01)

B 6 0 W 30/09

B 6 0 W 30/095 (2012.01)

B 6 0 W 30/095

G 0 8 G 1/16 (2006.01)

G 0 8 G 1/16

C

請求項の数 22 (全23頁)

(21)出願番号	特願2019-535830(P2019-535830)	(73)特許権者	517323290
(86)(22)出願日	平成30年9月28日(2018.9.28)		バイドウットコム タイムズ テクノロ
(65)公表番号	特表2021-502914(P2021-502914 A)		ジー (ベイジン) カンパニー リミテ
(43)公表日	令和3年2月4日(2021.2.4)		ッド
(86)国際出願番号	PCT/CN2018/108359		Baidu.com Times Tec
(87)国際公開番号	WO2020/062034		hnology (Beijing) C
(87)国際公開日	令和2年4月2日(2020.4.2)		o., Ltd.
審査請求日	令和1年7月16日(2019.7.16)		中華人民共和国, ベイジン 10008
			0, ハイティエン ディストリクト ド
			ンベイワン ウェスト ロード, チョ
			ングアンツン ソフトウェア パーク セ
			ンティーンズ ビルディング ナンバー
			エイト ツー / エフ エーツー
			2 / F A2 Zhongguancun
			Software Park 17th
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 自律走行車に用いられるトンネルに基づく計画システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自律走行車 (A D V) に用いられるコンピュータ実施方法であって、

A D V 付近の複数の障害物を捕捉する A D V の画像捕捉装置から、前記 A D V の環境を感知するための捕捉画像を受信することと、

前記 A D V に用いられる道路車線の幅に基づいて、前記 A D V 走行通過のための通行可能車線を表す第 1 のトンネルを生成することと、

各々の前記障害物の位置に基づいて、対応する追加トンネルを生成することであって、前記追加トンネルは、前記障害物の侵入レベルによって前記通行可能車線の幅が修正される、ことと、

前記第 1 のトンネルおよび生成された追加トンネルに基づいて前記 A D V の軌道を生成し、前記軌道によって前記 A D V を制御して前記障害物を避けて、衝突を防止することと、を含み、

1 つ目の追加トンネルは、対応する障害物の座標から始まって前記第 1 のトンネルに重なることにより生成されたものであり、

前記 1 つ目の追加トンネルの幅は、対応する障害物が前記第 1 のトンネルの一部を遮断する幅だけ前記第 1 のトンネルの幅よりも小さく、

2 つ目以降の追加トンネルは、対応する障害物の座標から始まって直前の追加トンネルに重なることにより生成されたものであり、

前記 2 つ目以降の追加トンネルの幅は、対応する障害物が前記直前の追加トンネルの一

部を遮断する幅だけ前記直前の追加トンネルの幅よりも小さい、

自律走行車（ＡＤＶ）に用いられるコンピュータ実施方法。

【請求項２】

前記障害物の付近の前記障害物の侵入レベルによって前記通行可能車線の幅を評価することで、前記ＡＤＶが前記通行可能車線の幅を通過可能であるか否かを確定することをさらに含み、

前記軌道は、前記評価に基づいて生成されるものである

請求項１に記載の方法。

【請求項３】

追加トンネルが左境界付近で前記通行可能車線の左側部分を遮断する場合、前記通行可能車線の幅が、前記左境界で縮小されて修正される

10

請求項１に記載の方法。

【請求項４】

追加トンネルが右境界付近で前記通行可能車線の右側部分を遮断する場合、前記通行可能車線の幅が、前記右境界で縮小されて修正される

請求項１に記載の方法。

【請求項５】

障害物が前記通行可能車線の中央部分を遮断する場合、前記通行可能車線における分岐を表す左側追加トンネルおよび右側追加トンネルが生成される

請求項１に記載の方法。

20

【請求項６】

左分岐の幅と右分岐の幅のいずれか大きいほうに基づいて、新しい通行可能車線を選択することをさらに含む

請求項５に記載の方法。

【請求項７】

前記通行可能車線の幅が前記ＡＤＶの幅より小さい場合、前記通行可能車線が終了される

請求項１に記載の方法。

【請求項８】

命令が格納された非一時的機械可読媒体であって、前記命令がプロセッサによって実行されるときに前記プロセッサに動作を実行させ、前記動作は、

30

ＡＤＶ付近の複数の障害物を捕捉するＡＤＶの画像捕捉装置から、前記ＡＤＶの環境を感知するための捕捉画像を受信することと、

前記ＡＤＶに用いられる道路車線の幅に基づいて、前記ＡＤＶ走行通過のための通行可能車線を表す第１のトンネルを生成することと、

各々の前記障害物の位置に基づいて、対応する追加トンネルを生成することであって、前記追加トンネルは、前記障害物の侵入レベルによって前記通行可能車線の幅が修正される、ことと、

前記第１のトンネルおよび生成された追加トンネルに基づいて前記ＡＤＶの軌道を生成し、前記軌道によって前記ＡＤＶを制御して前記障害物を避けて、衝突を防止することと、を含み、

40

１つ目の追加トンネルは、対応する障害物の座標から始まって前記第１のトンネルに重なることにより生成されたものであり、

前記１つ目の追加トンネルの幅は、対応する障害物が前記第１のトンネルの一部を遮断する幅だけ前記第１のトンネルの幅よりも小さく、

２つ目以降の追加トンネルは、対応する障害物の座標から始まって直前の追加トンネルに重なることにより生成されたものであり、

前記２つ目以降の追加トンネルの幅は、対応する障害物が前記直前の追加トンネルの一部を遮断する幅だけ前記直前の追加トンネルの幅よりも小さい、

非一時的機械可読媒体。

【請求項９】

50

前記動作は、

前記障害物の付近の前記障害物の侵入レベルによって前記通行可能車線の幅を評価することで、前記 A D V が前記通行可能車線の幅を通過可能であるか否かを確定することをさらに含み、

前記軌道は、前記評価に基づいて生成されるものである

請求項 8 に記載の非一時的機械可読媒体。

【請求項 10】

追加トンネルが左境界付近で前記通行可能車線の左側部分を遮断する場合、前記通行可能車線の幅が、前記左境界で縮小されて修正される

請求項 8 に記載の非一時的機械可読媒体。

10

【請求項 11】

追加トンネルが右境界付近で前記通行可能車線の右側部分を遮断する場合、前記通行可能車線の幅が、前記右境界で縮小されて修正される

請求項 8 に記載の非一時的機械可読媒体。

【請求項 12】

障害物が前記通行可能車線の中央部分を遮断する場合、前記通行可能車線における分岐を表す左側追加トンネルおよび右側追加トンネルが生成される

請求項 8 に記載の非一時的機械可読媒体。

【請求項 13】

前記動作は、

20

左分岐の幅と右分岐の幅のいずれか大きいほうに基づいて、新しい通行可能車線を選択することをさらに含む

請求項 12 に記載の非一時的機械可読媒体。

【請求項 14】

前記通行可能車線の幅が前記 A D V の幅より小さい場合、前記通行可能車線が終了される

請求項 8 に記載の非一時的機械可読媒体。

【請求項 15】

データ処理システムであって、

プロセッサと、

命令が格納されるように前記プロセッサに接続されたメモリとを含み、前記命令が前記プロセッサによって実行されるときに前記プロセッサに動作を実行させ、前記動作は、

30

A D V 付近の複数の障害物を捕捉する A D V の画像捕捉装置から、前記 A D V の環境を感知するための捕捉画像を受信することと、

前記 A D V に用いられる道路車線の幅に基づいて、前記 A D V 走行通過のための通行可能車線を表す第 1 のトンネルを生成することと、

各々の前記障害物の位置に基づいて、対応する追加トンネルを生成することであって、前記追加トンネルは、前記障害物の侵入レベルによって前記通行可能車線の幅が修正される、ことと、

前記第 1 のトンネルおよび生成された追加トンネルに基づいて前記 A D V の軌道を生成し、前記軌道によって前記 A D V を制御して前記障害物を避けて、衝突を防止することと、

を含み、

40

1 つ目の追加トンネルは、対応する障害物の座標から始まって前記第 1 のトンネルに重なることにより生成されたものであり、

前記 1 つ目の追加トンネルの幅は、対応する障害物が前記第 1 のトンネルの一部を遮断する幅だけ前記第 1 のトンネルの幅よりも小さく、

2 つ目以降の追加トンネルは、対応する障害物の座標から始まって直前の追加トンネルに重なることにより生成されたものであり、

前記 2 つ目以降の追加トンネルの幅は、対応する障害物が前記直前の追加トンネルの一部を遮断する幅だけ前記直前の追加トンネルの幅よりも小さい、

データ処理システム。

50

【請求項 16】

前記動作は、

前記障害物の付近の前記障害物の侵入レベルによって前記通行可能車線の幅を評価することで、前記 A D V が前記通行可能車線の幅を通過可能であるか否かを確定することをさらに含み、

前記軌道は、前記評価に基づいて生成されるものである

請求項 15 に記載のシステム。

【請求項 17】

追加トンネルが左境界付近で前記通行可能車線の左側部分を遮断する場合、前記通行可能車線の幅が、前記左境界で縮小されて修正される

10

請求項 15 に記載のシステム。

【請求項 18】

追加トンネルが右境界付近で前記通行可能車線の右側部分を遮断する場合、前記通行可能車線の幅が、前記右境界で縮小されて修正される

請求項 15 に記載のシステム。

【請求項 19】

障害物が前記通行可能車線の中央部分を遮断する場合、前記通行可能車線における分岐を表す左側追加トンネルおよび右側追加トンネルが生成される

請求項 15 に記載のシステム。

【請求項 20】

20

前記動作は、

左分岐の幅と右分岐の幅のいずれか大きいほうに基づいて、新しい通行可能車線を選択することをさらに含む

請求項 19 に記載のシステム。

【請求項 21】

前記通行可能車線の幅が前記 A D V の幅より小さい場合、前記通行可能車線が終了される
請求項 15 に記載のシステム。

【請求項 22】

コンピュータプログラムであって、

前記コンピュータプログラムがプロセッサにより実行されると、請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか一項に記載の方法を実現させるコンピュータプログラム。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示の実施形態は、全体的に自律走行車の操作に関する。より具体的に、本開示の実施形態は、自律走行車（A D V）に用いられるトンネルに基づく計画システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

自律モード運転（例えば、無人運転）の車両は、乗員、特に運転者をいくつかの運転関連責任から解放することができる。自律モードで運転する場合、車両は車載センサを用いて様々な位置にナビゲートが可能になることで、最低のマンマシンインタラクションの場合または乗客がいない場合などいくつかの状況で走行が許容される。

40

【0003】

車両は、計画軌道で自律走行することができる。サンプリング方法に基づいて車両に用いられる軌道を計画することができる。サンプリング方法は一群の軌道候補をサンプリングまたは評価することで、最良の軌道を決定することができる。したがって、利用可能な軌道候補の決定は最良の軌道の評価に影響を与える。

【発明の概要】**【0004】**

第 1 の態様では、本開示は自律走行車（A D V）に用いられるコンピュータ実施方法を

50

提供し、当該方法は、ＡＤＶ付近の複数の障害物を捕捉するＡＤＶの画像捕捉装置から、ＡＤＶの環境を感知するための捕捉画像を受信することと、ＡＤＶに用いられる道路車線の幅に基づいて、ＡＤＶが走行通過するための通行可能車線を表す第１のトンネルを生成することと、障害物の位置に基づいて、障害物の侵入レベルによって通行可能車線の幅が修正される１つまたは複数の追加トンネルを生成することと、第１のトンネルおよび追加トンネルに基づいてＡＤＶの軌道を生成し、当該軌道によってＡＤＶを制御して障害物を避けて、衝突を防止することと、を含む。

【０００５】

第２の態様では、本開示は命令が格納された非一時的機械可読媒体を提供し、命令がプロセッサによって実行されるときにプロセッサに動作を実行させ、当該動作は、ＡＤＶ付近の複数の障害物を捕捉するＡＤＶの画像捕捉装置から、ＡＤＶの環境を感知するための捕捉画像を受信することと、ＡＤＶに用いられる道路車線の幅に基づいて、ＡＤＶが走行通過するための通行可能車線を表す第１のトンネルを生成することと、障害物の位置に基づいて、障害物の侵入レベルによって通行可能車線の幅が修正される１つまたは複数の追加トンネルを生成することと、第１のトンネルおよび追加トンネルに基づいてＡＤＶの軌道を生成し、当該軌道によってＡＤＶを制御して障害物を避けて、衝突を防止することと、を含む。

10

【０００６】

第３の態様では、本開示はデータ処理システムを提供し、当該データ処理システムは、プロセッサとメモリとを備え、メモリは、命令が格納されるようにプロセッサに接続され、当該命令がプロセッサによって実行されるときにプロセッサに動作を実行させ、動作は、ＡＤＶ付近の複数の障害物を捕捉するＡＤＶの画像捕捉装置から、ＡＤＶの環境を感知するための捕捉画像を受信することと、ＡＤＶに用いられる道路車線の幅に基づいて、ＡＤＶが走行通過するための通行可能車線を表す第１のトンネルを生成することと、障害物の位置に基づいて、障害物の侵入レベルによって通行可能車線の幅が修正される１つまたは複数の追加トンネルを生成することと、第１のトンネルおよび追加トンネルに基づいてＡＤＶの軌道を生成し、当該軌道によってＡＤＶを制御して障害物を避けて、衝突を防止することと、を含む。

20

【図面の簡単な説明】

【０００７】

本開示の実施形態は、図面の各図において限定的ではなく例示的な形態で示され、図面における同じ図面符号は類似の構成要素を示す。

30

【０００８】

【図１】一実施形態によるネットワーク化されたシステムを示すブロック図である。

【０００９】

【図２】一実施形態による自律走行車によって使用されるセンサおよび制御システムの一例を示すブロック図である。

【００１０】

【図３Ａ】一実施形態による自律走行車に使用される感知および計画システムの一例を示すブロック図である。

40

【図３Ｂ】一実施形態による自律走行車に使用される感知および計画システムの一例を示すブロック図である。

【００１１】

【図４】一実施形態によるトンネルに基づく軌道モジュールの一例を示すブロック図である。

【００１２】

【図５Ａ】一実施形態によるトンネル評価シナリオの一例を示すブロック図である。

【００１３】

【図５Ｂ】いくつかの実施形態による通行可能車線に沿って走行する自律走行車の一例を示すブロック図である。

50

【 0 0 1 4 】

【図 5 C】いくつかの実施形態による通行可能車線に沿って走行する自律走行車の一例を示すブロック図である。

【 0 0 1 5 】

【図 6】一実施形態によるトンネル評価シナリオの一例を示すブロック図である。

【 0 0 1 6 】

【図 7】一実施形態による方法を示すフローチャートである。

【 0 0 1 7 】

【図 8】図 8 は一実施形態によるデータ処理システムを示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

10

【 0 0 1 8 】

以下、説明の詳細を参照しながら本開示の様々な実施形態および態様を説明し、図面には、前記様々な実施形態が示される。以下の説明および図面は本開示を説明するためのものであり、本開示を限定するものとして解釈すべきではない。多くの具体的な詳細を説明して本開示の様々な実施形態の徹底した理解を提供する。ところが、いくつかの場合には、本開示の実施形態に対し簡潔的な説明を提供するために、周知または従来細部については説明していない。

【 0 0 1 9 】

本明細書において、「一実施形態」または「実施形態」とは、当該実施形態を参照しながら説明された特定の特徴、構造または特性が本開示の少なくとも一実施形態に含まれてもよいことを意味する。「一実施形態では」という用語は、本明細書の全体において必ずしも同一の実施形態を指すとは限らない。

20

【 0 0 2 0 】

本開示の実施形態は、A D V に用いられて運転軌道を生成するための、トンネルに基づく計画システムを開示する。一態様によれば、システムは、A D V 付近の複数の障害物を捕捉する A D V の画像捕捉装置から、A D V の環境を感知するための捕捉画像を受信する。システムは、A D V に用いられる道路車線の幅に基づいて、A D V 通過のための通行可能車線を表す第 1 のトンネルを生成する。該システムは、障害物の位置に基づいて、障害物の侵入レベルによって通行可能車線の幅が修正される 1 つまたは複数の追加トンネルを生成する。システムは、第 1 のトンネルおよび追加トンネルに基づいて A D V の軌道を生成し、該軌道によって A D V を制御して障害物を避けて、衝突を防止する。

30

【 0 0 2 1 】

一実施形態では、処理ロジックがさらに障害物付近の障害物の侵入レベルによって通行可能車線の幅を評価することで、A D V が通行可能車線の幅を通過できるか否かを確定し、評価に基づいて軌道が生成する。一実施形態では、追加トンネルが左境界付近で通行可能車線の左側部分を遮断する場合、通行可能車線の幅は左境界で縮小されて修正される。

【 0 0 2 2 】

一実施形態では、追加トンネルが右境界付近で通行可能車線の右側部分を遮断する場合、通行可能車線の幅は右境界で縮小されて修正される。一実施形態では、障害物が通行可能車線の中央部分を遮断する場合、通行可能車線における分岐を表す左側追加トンネルおよび右側追加トンネルが生成される。

40

【 0 0 2 3 】

一実施形態では、処理ロジックはさらに左分岐の幅と右分岐の幅の（大きい方）に基づいて新しい通行可能車線を選択する。一実施形態では、通行可能車線の幅が車両の幅よりも狭い場合、通行可能車線は終了する。

【 0 0 2 4 】

図 1 は、本開示の一実施形態による自律走行車のネットワーク構成を示すブロック図である。図 1 に示すように、ネットワーク構成 1 0 0 は、ネットワーク 1 0 2 によって一つまたは複数のサーバ 1 0 3 ~ 1 0 4 に通信可能に接続される自律走行車 1 0 1 を備える。一つの自律走行車が示されたが、複数の自律走行車がネットワーク 1 0 2 によって互いに

50

接続され、および／またはサーバ１０３～１０４に接続されてもよい。ネットワーク１０２は任意のタイプのネットワーク、例えば、有線または無線のローカルエリアネットワーク（ＬＡＮ）、インターネットのようなワイドエリアネットワーク（ＷＡＮ）、セルラーネットワーク、衛星ネットワークまたはこれらの組み合わせであってもよい。サーバ１０３～１０４は、任意のタイプのサーバまたはサーバクラスタ、例えば、ネットワークまたはクラウドサーバ、アプリサーバ、バックエンドサーバまたはこれらの組み合わせであってもよい。サーバ１０３～１０４は、データ解析サーバ、コンテンツサーバ、交通情報サーバ、地図および興味点（ＭＰＯＩ）サーバまたは位置サーバなどであってもよい。

【００２５】

自律走行車とは、運転者からの入力非常に少ないまたはない場合に車両をナビゲートして環境を通過させるための自律運転モードに構成可能な車両を指す。このような自律走行車は、車両の走行環境に関する情報を検出するように構成される一つまたは複数のセンサを有するセンサシステムを含んでもよい。前記車両およびその関連コントローラは、検出された情報を使用して前記環境を通過するようにナビゲートする。自律走行車１０１は、手動モード、完全自律運転モード、または部分自律運転モードで走行することができる。

【００２６】

一実施形態では、自律走行車１０１は、感知および計画システム１１０、車両制御システム１１１、無線通信システム１１２、ユーザインターフェースシステム１１３およびセンサシステム１１５を含むが、これらに限定されない。自律走行車１０１には、通常の車両に備えられているいくつかの特定の構成要素、例えば、エンジン、車輪、ステアリングホイール、変速機などが更に備えられてもよく、前記構成要素は、車両制御システム１１１および／または感知および計画システム１１０により複数種類の通信信号および／またはコマンド、例えば、加速信号またはコマンド、減速信号またはコマンド、ステアリング信号またはコマンド、ブレーキ信号またはコマンドなどを使用して制御可能である。

【００２７】

構成要素１１０～１１５は、インターコネクタ、バス、ネットワークまたはこれらの組み合わせを介して互いに通信可能に接続することができる。例えば、構成要素１１０～１１５は、コントローラローカルエリアネットワーク（ＣＡＮ）バスを介して互いに通信可能に接続することができる。ＣＡＮバスは、ホストコンピュータなしのアプリケーションでマイクロコントローラおよびデバイスが互いに通信できるように設計された車両通信規格である。それは、もともと自動車内の多重電気配線のために設計されたメッセージに基づくプロトコルであるが、他の多くの環境にも用いられる。

【００２８】

図２を参照すると、一実施形態では、センサシステム１１５は、一つまたは複数のカメラ２１１、全地球測位システム（ＧＰＳ）ユニット２１２、慣性計測ユニット（ＩＭＵ）２１３、レーダユニット２１４並びに光検出および測距（ＬＩＤＡＲ）ユニット２１５を含むが、これらに限定されない。ＧＰＳユニット２１２は、自律走行車の位置に関する情報を提供するように操作可能な送受信機を含んでもよい。ＩＭＵユニット２１３は、慣性加速度に基づいて自律走行車の位置および方位変化を感知することができる。レーダユニット２１４は、無線信号を利用して自律走行車のローカル環境におけるオブジェクトを感知するシステムを表してもよい。いくつかの実施形態において、オブジェクトを感知することに加えて、レーダユニット２１４は、更にオブジェクトの速度および／または進行方向を感知することができる。ＬＩＤＡＲユニット２１５は、自律走行車の所在環境におけるオブジェクトをレーザで感知することができる。他のシステム構成要素に加えて、ＬＩＤＡＲユニット２１５は、更に一つまたは複数のレーザ光源、レーザスキャナおよび一つまたは複数の検出器を含んでもよい。カメラ２１１は、自律走行車の周囲環境における画像を取得するための一つまたは複数の装置を含んでもよい。カメラ２１１は固定カメラ及び／またはＰＴＺ（パン・チルト・ズーム）カメラであってもよい。カメラは、例えば、回転および／または傾斜のプラットフォームにカメラを取り付けることによって、機械的に移動されてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

センサシステム 1 1 5 は更に、例えばソナーセンサ、赤外線センサ、ステアリングセンサ、スロットルセンサ、ブレーキセンサおよびオーディオセンサ（例えば、マイクロフォン）のような他のセンサを含んでもよい。オーディオセンサは、自律走行車の周囲の環境から音声を取得するように構成されてもよい。ステアリングセンサ（例えば、電動パワーステアリング（EPS））は、ステアリングホイール、車両の車輪またはこれらの組み合わせの操舵角を感知するように構成されてもよい。スロットルセンサおよびブレーキセンサは、車両のスロットル位置およびブレーキ位置をそれぞれ感知する。ある場合に、スロットルセンサおよびブレーキセンサは集積型スロットル/ブレーキセンサとして統合されてもよい。

10

【 0 0 3 0 】

車両制御システム 1 1 1 は、ステアリングユニット 2 0 1、スロットルユニット 2 0 2（加速ユニットともいう）およびブレーキユニット 2 0 3 を含んでもよいが、これらに限定されない。ステアリングユニット 2 0 1 は、車両の方向または進行方向を調整するために用いられる。スロットルユニット 2 0 2 は、モータまたはエンジンの速度を制御するために用いられ、モータまたはエンジンの速度によって更に車両の速度および加速度を制御する。ブレーキユニット 2 0 3 は、摩擦を提供することによって車両の車輪またはタイヤを減速させることで、車両を減速させる。注意すべきなのは、図 2 に示された構成要素は、ハードウェア、ソフトウェアまたはこれらの組み合わせで実現されることができる。

【 0 0 3 1 】

再び図 1 を参照し、無線通信システム 1 1 2 は、自律走行車 1 0 1 と、装置、センサ、他の車両などのような外部システムとの通信を可能にする。例えば、無線通信システム 1 1 2 は、直接または通信ネットワークを介して一つまたは複数の装置と無線通信することができ、例えば、ネットワーク 1 0 2 を介してサーバ 1 0 3 ~ 1 0 4 と通信することができる。無線通信システム 1 1 2 は、任意のセルラー通信ネットワークまたは無線ローカルエリアネットワーク（WLAN）、例えば、Wi-Fi（登録商標）を使用して他の構成要素またはシステムと通信することができる。無線通信システム 1 1 2 は、例えば、赤外線リンク、ブルートゥース（登録商標）などを使用して、装置（例えば、乗客のモバイルデバイス、表示装置、車両 1 0 1 内のスピーカ）と直接通信することができる。ユーザインターフェースシステム 1 1 3 は、車両 1 0 1 内に実現された周辺装置の部分、例えば、キーボード、タッチスクリーン表示装置、マイクロホンおよびスピーカなどを含んでもよい。

20

30

【 0 0 3 2 】

自律走行車 1 0 1 の機能のうちの一部または全部は、特に自動運転モードで操作する場合に、感知および計画システム 1 1 0 により制御されるか、または管理されることができる。感知および計画システム 1 1 0 は、センサシステム 1 1 5、制御システム 1 1 1、無線通信システム 1 1 2 および/またはユーザインターフェースシステム 1 1 3 から情報を受信し、受信された情報を処理し、出発地から目的地までのルートまたは経路を計画した後、計画および制御情報に基づいて車両 1 0 1 を運転するように、必要なハードウェア（例えば、プロセッサ、メモリ、記憶デバイス）並びにソフトウェア（例えば、オペレーティングシステム、計画およびルーティングプログラム）を含む。或いは、感知および計画システム 1 1 0 は、車両制御システム 1 1 1 と一体に集積されてもよい。

40

【 0 0 3 3 】

例えば、乗客であるユーザは、ユーザインターフェース等によって旅程の出発地および目的地を指定することができる。感知および計画システム 1 1 0 は、旅程関連データを取得する。例えば、感知および計画システム 1 1 0 は、MPOIサーバから位置およびルート情報を取得することができ、前記MPOIサーバは、サーバ 1 0 3 ~ 1 0 4 の一部であってもよい。位置サーバは位置サービスを提供し、MPOIサーバは地図サービスおよびある位置のPOIを提供する。或いは、このような位置およびMPOI情報は、感知および計画システム 1 1 0 の永続性記憶装置にローカルキャッシュされてもよい。

【 0 0 3 4 】

50

自律走行車 101 がルートに沿って移動する場合に、感知および計画システム 110 は交通情報システムまたはサーバ (TIS) からリアルタイム交通情報を取得することもできる。注意すべきことは、サーバ 103 ~ 104 は第三者エンティティにより操作されることができる。或いは、サーバ 103 ~ 104 の機能は、感知および計画システム 110 と一体に集積されてもよい。リアルタイム交通情報、MPOI 情報および位置情報、並びにセンサシステム 115 によって検出されたかまたは検知されたリアルタイムローカル環境データ (例えば、障害物、オブジェクト、周辺車両) に基づいて、感知および計画システム 110 は、指定された目的地までに安全かつ効率的に到着するように、最適なルートを計画し、計画されたルートに従って、例えば、制御システム 111 によって車両 101 を運転することができる。

10

【0035】

サーバ 103 は、様々なクライアントに対してデータ解析サービスを実行するデータ解析システムであってもよい。一実施形態では、データ解析システム 103 は、データコレクタ 121 と、機械学習エンジン 122 とを含む。データコレクタ 121 は、様々な車両 (自律走行車または人間の運転者によって運転される一般車両) から運転統計情報 123 を収集する。運転統計情報 123 は、発送された運転命令 (例えば、スロットル、ブレーキ、ステアリング命令) および異なる時点で車両のセンサによって捕捉された車両の応答 (例えば、速度、加速度、減速度、方向) を示す情報を含む。運転統計情報 123 は、異なる時点における運転環境を説明する情報、例えば、ルート (出発地および目的地を含む)、MPOI、道路状況、天気状況などを更に含んでもよい。

20

【0036】

機械学習エンジン 122 は、運転統計情報 123 に基づいて、様々な目的に応じて 1 セットのルール、アルゴリズムおよび / またはモデル 124 を生成または訓練する。一実施形態では、例えば、アルゴリズム / モデル 124 は、ADV の通行可能車線を決定するために、一つまたは複数のトンネルモデルまたはアルゴリズムを含むことができる。トンネルモデルは、リアルタイムで ADV の自動運転に使用されるように、ADV にアップロードされてもよい。

【0037】

図 3 A および図 3 B は、一実施形態による自律走行車と共に使用される感知および計画システムの一例を示すブロック図である。システム 300 は、図 1 の自律走行車 101 の一部として実現されることができ、感知および計画システム 110、制御システム 111 およびセンサシステム 115 を含むが、これらに限定されない。図 3 A および図 3 B に示すように、感知および計画システム 110 は、測位モジュール 301、感知モジュール 302、予測モジュール 303、決定モジュール 304、計画モジュール 305、制御モジュール 306、ルーティング / サンプリングモジュール 307 およびトンネルに基づく軌道モジュール 308 を含むが、これらに限定されない。

30

【0038】

モジュール 301 ~ 308 のうちの一部または全部は、ソフトウェア、ハードウェアまたはこれらの組み合わせで実現されてもよい。例えば、これらのモジュールは、永続性記憶装置 352 にインストールされ、メモリ 351 にロードされ、且つ一つまたは複数のプロセッサ (図示せず) により実行されてもよい。注意すべきことは、これらのモジュールのうちの一部または全部は、図 2 の車両制御システム 111 の一部または全部のモジュールに通信可能に接続され、またはそれらと一体に統合されてもよい。モジュール 301 ~ 308 のうちの一部は、集積モジュールとして一体に統合されてもよい。例えば、トンネルに基づく軌道モジュール 308 および計画モジュール 305 は単一のモジュールとして統合することができる。

40

【0039】

測位モジュール 301 は、(例えば、GPS ユニット 212 を利用して) 自律走行車 300 の現在の位置を確定し、ユーザの旅程またはルートに関連する如何なるデータを管理する。測位モジュール 301 (地図およびルートモジュールともいう) は、ユーザの旅程

50

またはルートに関連する如何なるデータを管理する。ユーザは、例えば、ユーザインターフェースを介して登録して旅程の出発地および目的地を指定することができる。測位モジュール301は、自律走行車300における地図およびルート情報311のような他の構成要素と通信して、旅程関連データを取得する。例えば、測位モジュール301は、位置サーバ並びに地図およびPOI(MPOI)サーバから位置およびルート情報を取得することができる。位置サーバが位置サービスを提供し、MPOIサーバが地図サービスおよびある位置のPOIを提供することにより、地図およびルート情報311の一部としてキャッシュされることができる。自律走行車300がルートに沿って移動する際に、測位モジュール301は交通情報システムまたはサーバからリアルタイム交通情報を取得することもできる。

10

【0040】

感知モジュール302は、センサシステム115により提供されたセンサデータと、測位モジュール301により取得された測位情報とに基づいて、周囲環境への感知を確定する。感知情報は、一般の運転者が運転者により運転されている車両の周囲において感知すべきものを示すことができる。感知は、オブジェクトの形式での車線構成(例えば、直進車線またはカーブ車線)、信号機信号、他の車両の相対位置、歩行者、建築物、横断歩道または(例えば、止まれ標識、ゆずれ標識)他の交通関連標識などを含むことができる。車線構成は、例えば、車線の形状(例えば、直進またはカーブ)、車線の幅、道路中の車線数、一方向または二方向車線、合流または分流車線、退出車線などのような、一つまたは複数の車線を説明する情報を含む。

20

【0041】

感知モジュール302は、一つまたは複数のカメラにより撮影された画像を処理し解析して、自律走行車環境におけるオブジェクトおよび/または特徴を認識するために、コンピュータビジョンシステムまたはコンピュータビジョンシステムの機能を含むことができる。前記オブジェクトは、交通信号、道路境界、他の車両、歩行者および/または障害物などを含むことができる。コンピュータビジョンシステムは、オブジェクト認識アルゴリズム、ビデオトラッキングおよび他のコンピュータビジョン技術を使用することができる。いくつかの実施形態では、コンピュータビジョンシステムは、環境地図を描き、オブジェクトを追跡し、およびオブジェクトの速度などを推定することができる。感知モジュール302は、レーダおよび/またはLIDARのような他のセンサにより提供される他のセンサデータに基づいてオブジェクトを検出することもできる。

30

【0042】

各オブジェクトについて、予測モジュール303は、様々な場合にオブジェクトがどのように挙動するかを予測する。予測は、一組の地図/ルート情報311と交通ルール312を考慮して、その時点での運転環境を感知した感知データに基づいて実行される。例えば、オブジェクトが反対方向における車両で、且つ現在の運転環境に交差点が含まれている場合に、予測モジュール303は車両が直進するかまたはカーブ走行するかを予測する。感知データが、交差点に信号機がないことを示す場合、予測モジュール303は、交差点に入る前に車両が完全に停止する必要があると予測する可能性がある。感知データが、車両が現在左折専用車線または右折専用車線にあることを示す場合、予測モジュール303は、車両がそれぞれ左折または右折する可能性がより高いと予測することができる。

40

【0043】

各オブジェクトに対して、決定モジュール304はオブジェクトをどのように対応するかを決定する。例えば、特定のオブジェクト(例えば、交差点ルートにおける他の車両)およびオブジェクトを記述するメタデータ(例えば、速度、方向、操舵角)について、決定モジュール304は上記オブジェクトと遇うときに如何に対応するか(例えば、追い越し、道譲り、停止、追い抜き)を決定する。決定モジュール304は、交通ルールまたは運転ルール312のルールセットに基づいてこのような決定を下すことができ、上記ルールセットは持続性記憶装置352に記憶されてもよい。

【0044】

50

ルーティングモジュール 307 は、出発地から目的地までの一つまたは複数のルートまたは経路を提供するように構成される。例えば、ユーザから受け取った出発地から目的地までの所定旅程に対して、ルーティングモジュール 307 は、ルートおよび地図情報 311 を取得して出発地から目的地に到着する全ての可能なルートまたは経路を確定する。ルーティングモジュール 307 は、出発地から目的地に到着する各々のルートが決定確定し、地形図形式の基準線を生成することができる。基準線とは、他の車両、障害物または交通状況などからの全ての干渉を受けない理想的なルートまたは経路を指す。即ち、路上に他の車両、歩行者または障害物がなければ、ADV は基準線に完全にまたは緊密に従うべきである。そして、地形図が決定モジュール 304 および / または計画モジュール 305 に提供される。決定モジュール 304 および / または計画モジュール 305 は全ての可能なルートを検査して、他のモジュールから提供された他のデータ、例えば、測位モジュール 301 からの交通状況、感知モジュール 302 により感知された運転環境および予測モジュール 303 により予測された交通状況などによって最適ルートのうちの一つを選択し修正する。ADV を制御するための実際のルートまたは経路は、その時点における特定運転環境によって、ルーティングモジュール 307 から提供された基準線に近接するかまたは異なっているかもしれない。

10

【0045】

計画モジュール 305 は、感知されたオブジェクトのそれぞれに対する決定に基づいて、自律走行車に経路またはルート並びに運転パラメータ（例えば、距離、速度および / または操舵角）を計画する。言い換えれば、所定のオブジェクトについて、決定モジュール 304 は当該オブジェクトに対して何をするかを決定し、計画モジュール 305 はどのようにするかを決定する。例えば、所定のオブジェクトについて、決定モジュール 304 は前記オブジェクトを追い抜くかを決定することができ、計画モジュール 305 は前記オブジェクトを左側から追い抜くかまたは右側から追い抜くかを決定することができる。計画および制御データは、計画モジュール 305 により生成され、車両 300 が次の移動周期（例えば、次のルート / 経路区間）にはどのように移動するかを記述する情報を含む。例えば、計画および制御データは、車両 300 が 30 マイル / 時間 (mph) の速度で 10 メートル移動し、その後 25 mph の速度で右側車線に変更するように指示することができる。

20

【0046】

制御モジュール 306 は、計画および制御データに基づいて、計画および制御データにより限定されたルートまたは経路に応じて適当なコマンドまたは信号を車両制御システム 111 に送信することにより自律走行車を制御しながら運転する。前記計画および制御データは、経路またはルートに沿って異なる時点で適切な車両構成または運転パラメータ（例えば、スロットル、ブレーキ、およびターニングコマンド）を使用して、車両をルートまたは経路の第 1 の点から第 2 の点まで運転するのに十分な情報を含む。

30

【0047】

一実施形態では、計画段階は、例えば、時間間隔が 100 ミリ秒 (ms) の周期など、複数の計画周期（命令周期ともいう）で実行される。計画周期または命令周期のそれぞれについて、計画および制御データに基づいて一つまたは複数の制御命令を発する。すなわち、100 ms ごとに、計画モジュール 305 は、例えば、目標位置および ADV が目標位置に到着するのに必要な時間を含む次のルート区間または経路区間を計画する。或いは、計画モジュール 305 は、更に具体的な速度、方向および / または操舵角などを規定することもできる。一実施形態では、計画モジュール 305 は、次の所定時間周期（例えば、5 秒）のためにルート区間または経路区間を計画する。各計画サイクルについて、計画モジュール 305 は、前の周期で計画された目標位置に基づいて、現在の周期（例えば、次の 5 秒）のための目標位置を計画する。次に、制御モジュール 306 は、現在の周期の計画および制御データに基づいて、一つまたは複数の制御命令（例えば、スロットル、ブレーキ、ステアリング制御命令）を生成する。

40

【0048】

50

注意すべきことは、決定モジュール 304 および計画モジュール 305 は、集積モジュールとして一体化されてもよい。決定モジュール 304 / 計画モジュール 305 は、自律走行車の運転経路を決定するために、ナビゲーションシステムまたはナビゲーションシステムの機能を具備することができる。例えば、ナビゲーションシステムは、自律走行車が下記の経路に沿って移動することを実現するための一連の速度および進行方向を決定することができる。前記経路では、自律走行車が最終的な目的地に通じる走行車線に基づく経路に沿って進行するとともに、感知された障害物を実質的に回避できる。目的地は、ユーザインターフェースシステム 113 を経由して行われたユーザ入力に応じて設定することができる。ナビゲーションシステムは、自律走行車が走行していると同時に走行経路を動的に更新することができる。ナビゲーションシステムは、自律走行車のための運転経路を決定するために、GPS システムおよび一つまたは複数の地図からのデータをマージすることができる。

10

【0049】

決定モジュール 304 / 計画モジュール 305 は、自律走行車の環境における潜在的な障害物を認識、評価、回避または他の方法で追い抜くための、衝突防止システムまたは衝突防止システムの機能を更に含むことができる。例えば、衝突防止システムは、制御システム 111 における一つまたは複数のサブシステムを操作させることで、ステアリング操作、カーブ走行操作、ブレーキ操作などを行うことによって、自律走行車のナビゲーション中の変更を実現することができる。衝突防止システムは、周囲の交通モード、道路状況などに応じて実現可能な障害物回避操作を自動的に決定することができる。衝突防止システムは、自律走行車が方向変更して進入しようとする隣接領域において、他のセンサシステムにより車両、建築障害物などが検出された時にステアリング操作を行わないように構成されることができる。衝突防止システムは、使用可能で且つ自律走行車の乗員の安全性を最大化させる操作を自動的に選択することができる。衝突防止システムは、自律走行車の客室内に最小値の加速度を発生させると予測される回避操作を選択することができる。

20

【0050】

図 4 は、一実施形態によるトンネルに基づく軌道モジュールの一例を示すブロック図である。図 4 を参照すると、トンネルに基づく軌道モジュール 308 は、ADV に用いられる通過車線または通行可能車線を決定するために、ADV の走行車線 / 道路にトンネルモデルを適用することができる。次に、トンネルに基づく軌道モジュール 308 は、通行可能車線に基づいて ADV に用いられる運転軌道を生成することができる。一実施形態では、トンネルに基づく軌道モジュール 308 は、画像受信機 / 前処理モジュール 401、トンネル生成器モジュール 403、通行可能車線評価器モジュール 405、および軌道生成器モジュール 407 を含む。これらのモジュール 401 ~ 407 は、ソフトウェア、ハードウェア、またはそれらの組み合わせにより実現することができる。画像受信機 / 前処理モジュール 401 は、ADV の画像捕捉装置（例えば、一つまたは複数のカメラ）によって捕捉された画像を受信することができる。画像受信器モジュール 401 は、画像を前処理することもできる。前処理は、画像に適用される露光制御、利得制御、トーンマッピング、ホワイトバランスの調整、並びにデモザイクおよびバイラテラルフィルタリングを含むことができるが、これらに限定されない。画像の前処理は、異なる時間および気象条件を有する画像に捕捉されたオブジェクト（例えば、信号機、歩行者）および / または車線をよりよく識別するために画像を準備することである。例えば、夜間には、オブジェクト / 障害物および / または車線がよりよく識別されるように、画像における露光量を日中よりも多くする。前処理の別の一例は、適用される機械学習モデルに適合する画像サイズに画像をスケールアップおよび / またはクロッピングすることを含む。機械学習モデルは、画像に捕捉されたオブジェクト（例えば、信号機、歩行者）および / または車線を識別するために、画像に適用することができる。トンネル生成器モジュール 403 は、ADV の道路または車線に基づいてトンネルを生成することができる。通行可能車線評価器モジュール 405 は、トンネルの幅（例えば、通行可能車線）が ADV を通過させるのに十分広いかな否かを評価することができる。次に、軌道生成器モジュール 407 は、ADV を制御す

30

40

50

るのに用いられる軌道を生成することができ、通行可能車線内の軌道候補に対する評価に基づいて軌道が生成される。

【 0 0 5 1 】

図 5 A は、一実施形態によるトンネル評価シナリオの一例を示すブロック図である。図 5 A を参照すると、一実施形態では、シナリオ 5 0 0 は、最初にトンネル 0 内を走行する A D V 1 0 1 を含むことができ、ここで、トンネル 0 は、A D V 1 0 1 の道路 / 車線（または地図情報）に基づいて（図 3 A のトンネルモデル 3 1 3 の一部として）生成された、幅 9 メートルの通行可能車線であり、トンネル 0 の幅は 9 メートルである。評価器モジュール 4 0 5 は、トンネル 0 の幅および A D V 1 0 1 の幅に基づいて、A D V 1 0 1 がトンネル 0 を通過できるか否かを評価することができる。例えば、トンネルの幅が、車両の幅に所定閾値（例えば、許容誤差）を足したものよりも大きい場合、車両はトンネルを通過することができる。A D V 1 0 1 の前方のある距離において、障害物 5 0 1 ~ 障害物 5 0 5 はトンネル 0 の一部を遮断するかまたは遮断しないことがある。例えば、一実施形態では、（図 4 のモジュール 4 0 3 のような）トンネル生成器モジュールは、障害物 5 0 1 がトンネル 0 の左側部分（A D V 1 0 1 に対して）1 メートルの幅を遮断すると確定する。次に、トンネル生成器モジュールは、障害物 5 0 1 の座標から始まってトンネル 0 上に重なるトンネル 1 を生成し、ここで、トンネル 1 は幅 8 メートルである。次に、（図 4 のモジュール 4 0 5 のような）評価器モジュールは、幅 8 メートルの通行可能車線を有するトンネル 1 を A D V 1 0 1 が通過できるかと評価する。

10

【 0 0 5 2 】

通行車線をさらに走行すると、トンネル生成器モジュールは、障害物 5 0 2 がトンネル 1 の右側部分（A D V 1 0 1 に対して）1 メートルの幅を遮断すると確定する。障害物 5 0 2 の座標から始まってトンネル 1 上に重なるトンネル 2 を生成し、ここで、トンネル 2 の幅は 7 メートルである。次に、A D V 1 0 1 は幅 7 メートルの通行可能車線を有するトンネル 2 を通過できると評価される。

20

【 0 0 5 3 】

通行車線をさらに走行すると、障害物 5 0 3 はトンネル 2 の幅を遮断しないと確定される。その後、障害物 5 0 3 の座標からトンネル 2 上に重なるトンネル 3 が生成され、トンネル 3 はトンネル 2 と同じ幅を有する。次に、A D V 1 0 1 は幅 7 メートルの通行可能車線を有するトンネル 3 を通過できると評価される。別の一実施形態では、トンネルは生成されないが、トンネル 2 は次の障害物（例えば、障害物 5 0 4 ）に延長されて評価される。

30

【 0 0 5 4 】

通行車線に沿ってさらに走行すると、障害物 5 0 4 がトンネル 3 の右側部分（A D V 1 0 1 に対して）1 メートルの幅を遮断すると確定される。障害物 5 0 4 の座標から始まってトンネル 3 上に重なるトンネル 4 が生成され、トンネル 4 は 6 メートルの幅を有する。次に、A D V 1 0 1 は幅 6 メートルの通行可能車線を有するトンネル 4 を通過できると評価される。

【 0 0 5 5 】

さらに通過車線に沿って走行し、障害物 5 0 5 がトンネル 4 の左側部分（A D V 1 0 1 に対して）4 メートルの幅を遮断すると確定される。障害物 5 0 5 の座標から始まってトンネル 4 上に重なるトンネル 5 が生成され、トンネル 5 の幅は 2 メートルである。次に、A D V 1 0 1 はトンネル 5 を通過できないと評価され、トンネル 5 は通行可能車線を終了する。トンネル 0 ~ 5 の通行可能車線に基づいて、サンプリング方法を使用し、通行可能車線内の座標を使用して、A D V を制御するための最終軌道を生成することができる。サンプリング方法の例は、A D V のための通行可能車線内に複数セットのサンプルポイントを生成することを含み、各セットは A D V に用いられる通行可能車線の幅を越える。通行可能車線に沿ったサンプルポイントセット間の距離は、A D V の速度（例えば、速力）に基づいて決定することができる。

40

【 0 0 5 6 】

図 5 B ~ 図 5 C は、いくつかの実施形態による、通行車線 5 0 6 に沿って走行（例えば

50

、移動、運転など)するADV101の一例を示すブロック図である。図5B~図5Cを参照すると、一実施形態では、サンプルポイント507またはサンプルポイントの集合520、集合530、および集合540は、隣接するサンプルポイント集合における各々のサンプルポイントに接続することができ、複数のセグメント511を形成する。多項式関数は各セグメントに対して生成されてもよい。様々な要因またはパラメータに基づいて各セグメントにコスト(たとえば、重み)を割り当てることができ、前記様々な要因またはパラメータは、セグメントの基準線までの距離(地図情報に基づいて生成される)、セグメントにおけるサンプルポイントの基準線までの距離、セグメントの曲率変化率またはセグメントにおけるサンプルポイントの曲率変化率、セグメントの曲率、サンプルポイントに位置可能な障害物を含むが、これらに限定されない。前のセグメントの終点は、多項式関数を使用して次のセグメントの始点に連結する。さらに、前のセグメントの終点の多項式関数の一次導関数は、次のセグメントの始点の多項式関数の一次導関数と同じでなければならない。前のセグメントの終点の多項式関数の二次導関数は、次のセグメントの始点の多項式関数の二次導関数と同じでなければならない。一次および二次導関数は、異なるセグメントが滑らかに接続されることを保証する。

10

【0057】

次に、軌道生成器モジュール407は、コスト最適化アルゴリズムおよび/または動的プログラミングアルゴリズム(Dijkstraアルゴリズムなど)を使用して、これらのセグメントコストに基づいて経路および軌道を生成し、最も低い総コストを有する経路(および軌道)を確定する。その後軌道は該軌道によるADVの制御に使用される。

20

【0058】

図6は、一実施形態によるトンネル評価シナリオの一例を示すブロック図である。図6を参照すると、一実施形態では、シナリオ600は、最初にトンネル0内を走行するADV101を含むことができ、トンネル0は、ADVの道路/車線(または地図情報)に基づいて生成される(図3Aのトンネルモデル313の一部である)、幅9メートルの通行可能車線であり、トンネル0の幅は9メートルである。評価器モジュール405は、トンネル0の幅およびADV101の幅に基づいて、ADV101がトンネル0を通過できると評価することができる。

【0059】

別の一実施形態では、障害物がトンネルの中央部分を遮断する場合、トンネルの左分岐および右分岐は、2つの追加の新しいトンネル(例えば、2つの通行可能車線)に決定される。一実施形態では、2つの追加トンネルのうちのより広いトンネルが最良の通行可能車線に決定される。例えば、図6を参照すると、(図4のモジュール403のような)トンネル生成器モジュールは、障害物601がトンネル0の中間部分を遮断すると確定する。次に、トンネル生成器モジュールは、障害物601の座標からトンネル0に重なるトンネル6およびトンネル7を生成し、トンネル6およびトンネル7はそれぞれ3メートルおよび4メートルの幅を有する。評価器モジュール405は、ADV101がトンネル6とトンネル7の両方を通過できると評価することができる。しかし、トンネル7はトンネル6より幅が広いので、最良の通行可能車線はトンネル7の4メートル通行可能車線に決定される。

30

40

【0060】

通行可能車線に基づいて、通行可能車線内の(軌道候補に用いられる)異なるサンプルポイントに対して評価することで、前記最良軌道を取得する。次いで、最良軌道が当該軌道によるADVの制御に使用される。

【0061】

図7は、一実施形態による方法を示すフローチャートである。プロセス700は、ソフトウェア、ハードウェア、またはそれらの組み合わせを含むことができる処理ロジックによって行える。例えば、プロセス700は、図3Aのトンネルに基づく軌道モジュール308によって実行することができる。図7を参照すると、ブロック701において、処理ロジックは、ADV付近の多数の障害物を捕捉するADVの画像捕捉装置から、ADVの

50

環境を感知するための捕捉画像を受信する。ブロック 702 で、処理ロジックは、A D V に用いられる道路車線の幅に基づいて第 1 のトンネル（例えば、図 5 ~ 図 6 のトンネル 0）を生成し、ここで、第 1 のトンネルは、A D V 通行のための通行可能車線を表す。ブロック 703 において、処理ロジックは、障害物の位置に基づいて一つまたは複数の追加トンネル（例えば、図 5 ~ 6 のトンネル 1 ~ 7）を生成し、当該一つまたは複数の追加トンネルは障害物の侵入レベルによって通行可能車線の幅が修正される。ブロック 704 において、処理ロジックは、第 1 のトンネルおよび追加トンネルに基づいて A D V の軌道を生成し、当該軌道に従って A D V を制御して障害物を避けて、衝突を防止する。

【 0 0 6 2 】

一実施形態では、処理ロジックは、さらに障害物付近の障害物の侵入レベルに従って通行可能車線の幅を評価して、A D V が通行可能車線の幅を通過できるか否かを確定し、該評価に基づいて軌道が生成される。一実施形態では、追加トンネルが左境界付近で通行可能車線の左側部分を遮断する場合、通行可能車線の幅は左境界で縮小されて修正される。

10

【 0 0 6 3 】

一実施形態では、追加トンネルが右境界付近で通行可能車線の右側部分を遮断する場合、通行可能車線の幅は右境界で縮小されて修正される。一実施形態では、障害物が通行可能車線の中央部分を遮断する場合、通行可能車線における分岐を表す左側追加トンネルおよび右側追加トンネルが生成される。

【 0 0 6 4 】

一実施形態では、処理ロジックはさらに、左分岐の幅と右分岐の幅（いずれか大きい方）に基づいて新しい通行可能車線を選択する。一実施形態では、通行可能車線の幅が車両の幅より小さい場合、通行可能車線は終了する。

20

【 0 0 6 5 】

注意すべきことは、以上に例示および説明された構成要素における一部または全ては、ソフトウェア、ハードウェアまたはこれらの組み合わせで実現することができる。例えば、このような構成要素は、永続性記憶装置にインストールされるとともに記憶されるソフトウェアとして実現されてもよく、前記ソフトウェアは、本願にわたって記載されたプロセスまたは操作を実施するように、プロセッサ（図示せず）でメモリにロードして実行されてもよい。或いは、このような構成要素は、（集積回路（例えば、決定用途向け集積回路または A S I C ）、デジタルシグナルプロセッサ（ D S P ）またはフィールドプログラマブルゲートアレイ（ F P G A ））のような専用ハードウェアにプログラミングまたは埋め込まれた実行可能なコードとして実現されてもよく、前記実行可能なコードはアプリケーションからの対応するドライバーおよび/またはオペレーティングシステムを介してアクセスすることができる。さらに、このような構成要素は、ソフトウェアが一つまたは複数の特定命令によってアクセス可能な命令セットの一部として、プロセッサまたはプロセッサコアにおける特定のハードウェアロジックとして実現されることができる。

30

【 0 0 6 6 】

図 8 は、本開示の一実施形態と共に使用可能なデータ処理システムの一例を示すブロック図である。例えば、システム 1500 は、図 1 の感知および計画システム 110 またはサーバ 103 ~ 104 のような、前記プロセスまたは方法のいずれかを実行するデータ処理システムを表すことができる。システム 1500 は、いくつかの異なる構成要素を含むことができる。これらの構成要素は、集積回路（ I C ）、集積回路の一部、ディスクリート型電子デバイスまたは回路基板に適するその他のモジュール（例えば、コンピュータシステムのマザーボードまたはアドインカード）として実現されることができ、または、他の形態でコンピュータシステムのシャーシ内に組み込まれた構成要素として実現されることができる。

40

【 0 0 6 7 】

また注意すべきこととして、システム 1500 は、コンピュータシステムのいくつかの構成要素の高レベルビューを示すことを意図している。しかしながら、理解すべきことは、一部実施例において付加的構成要素が存在してもよく、また、その他の実施例において

50

示された構成要素を異なる構成にすることが可能である。システム 1500 は、デスクトップコンピュータ、ラップトップコンピュータ、タブレットコンピュータ、サーバ、携帯電話、メディアプレーヤ、パーソナルデジタルアシスタント (PDA)、スマートウォッチ、パーソナルコミュニケーター、ゲーム装置、ネットワークルーターまたはハブ、無線アクセスポイント (AP) またはリピーター、セット・トップボックス、またはこれらの組み合わせを表すことができる。なお、単一の機械またはシステムのみが示されたが、「機械」または「システム」という用語は、本明細書で説明されるいずれか一種以上の方法を実行するための、単独でまたは共同で一つ (または複数) の命令セットを実行する機械またはシステムの任意の組み合わせも含まれると解釈されるものとする。

【0068】

一実施形態では、システム 1500 は、バスまたはインターコネクト 1510 を介して接続される、プロセッサ 1501 と、メモリ 1503 と、装置 1505 ~ 1508 とを含む。プロセッサ 1501 は、単一のプロセッサコアまたは複数のプロセッサコアが含まれる単一のプロセッサまたは複数のプロセッサを表すことができる。プロセッサ 1501 は、マイクロプロセッサ、中央処理装置 (CPU) などのような、一つまたは複数の汎用プロセッサを表すことができる。より具体的には、プロセッサ 1501 は、複雑命令セットコンピューティング (CISC) マイクロプロセッサ、縮小命令セットコンピューティング (RISC) マイクロプロセッサ、超長命令語 (VLIW) マイクロプロセッサ、またはその他の命令セットを実行するプロセッサ、または命令セットの組み合わせを実行するプロセッサであってもよい。プロセッサ 1501 は、更に一つまたは複数の専用プロセッサであってもよく、例えば、決定用途向け集積回路 (ASIC)、セルラーまたはベースバンドプロセッサ、フィールドプログラマブルゲートアレイ (FPGA)、デジタルシグナルプロセッサ (DSP)、ネットワークプロセッサ、グラフィックプロセッサ、通信プロセッサ、暗号化プロセッサ、コプロセッサ、組み込みプロセッサ、または命令を処理可能な任意の他のタイプのロジックが挙げられる。

【0069】

プロセッサ 1501 は、(超低電圧プロセッサのような低電力マルチコアプロセッサソケットであってもよい) 前記システムの様々な構成要素と通信するための主処理ユニットおよび中央ハブとして機能することができる。このようなプロセッサは、システムオンチップ (SOC) として実現されることができる。プロセッサ 1501 は、本明細書で説明される操作およびステップを実行するための命令を実行するように構成される。システム 1500 は、更に所望によるグラフィックサブシステム 1504 と通信するグラフィックインターフェースを含むことができ、グラフィックサブシステム 1504 は、表示コントローラ、グラフィックプロセッサ、および/または表示装置を含むことができる。

【0070】

プロセッサ 1501 は、メモリ 1503 と通信することができ、メモリ 1503 は、一実施形態では、所定量のシステムメモリを提供するための複数のメモリ装置によって実現されることができる。メモリ 1503 は、一つまたは複数の揮発性記憶 (またはメモリ) 装置を含むことができ、例えば、ランダムアクセスメモリ (RAM)、ダイナミック RAM (DRAM)、シンクロナス DRAM (SDRAM)、スタティック RAM (SRAM)、またはその他のタイプの記憶装置が挙げられる。メモリ 1503 は、プロセッサ 1501 またはその他の任意の装置により実行される命令シーケンスを含む情報を記憶することができる。例えば、様々なオペレーティングシステム、デバイスドライバ、ファームウェア (例えば、ベーシックインプット/アウトプットシステムまたは BIOS)、および/またはアプリケーションの実行可能なコードおよび/またはデータは、メモリ 1503 にロードされ、プロセッサ 1501 により実行されることができる。オペレーティングシステムは、任意のタイプのオペレーティングシステムであってもよく、例えば、ロボットオペレーティングシステム (ROS)、Microsoft (登録商標) 社の Windows (登録商標) オペレーティングシステム、アップル社の macOS (登録商標) / iOS (登録商標)、Google (登録商標) 社の Android (登録商標)、LIN

10

20

30

40

50

UNIX（登録商標）、UNIX（登録商標）、またはその他のリアルタイム若しくは組込みオペレーティングシステムが挙げられる。

【0071】

システム1500は更に、例えば、ネットワークインターフェース装置1505、所望による入力装置1506、およびその他の所望によるI/O装置1507を含む装置1505～1508のようなI/O装置を含むことができる。ネットワークインターフェース装置1505は、無線送受信機および/またはネットワークインターフェースカード（NIC）を含むことができる。前記無線送受信機は、WiFi（登録商標）送受信機、赤外線送受信機、Bluetooth（登録商標）送受信機、WiMax送受信機、無線携帯電話送受信機、衛星送受信機（例えば、全地球測位システム（GPS）送受信機）、またはその他の無線周波数（RF）送受信機、またはこれらの組み合わせであってもよい。NICは、イーサネット（登録商標）カードであってもよい。

10

【0072】

入力装置1506は、マウス、タッチパネル、タッチスクリーン（表示装置1504と統合されてもよい）、ポインター装置（例えば、スタイラス）、および/またはキーボード（例えば、物理キーボードまたはタッチスクリーンの一部として表示された仮想キーボード）を含むことができる。例えば、入力装置1506は、タッチスクリーンと接続するタッチスクリーンコントローラを含むことができる。タッチスクリーンおよびタッチスクリーンコントローラは、例えば、様々なタッチ感応技術（コンデンサ、抵抗、赤外線、および表面弾性波の技術を含むが、これらに限定されない）のいずれか、並びにタッチスクリーンと接触する一つまたは複数の接触点を決定するためのその他の近接センサアレイまたはその他の素子を用いて、それらの接触および移動または中断を検出することができる。

20

【0073】

I/O装置1507は、音声装置を含むことができる。音声装置は、例えば、音声認識、音声複製、デジタル記録、および/または電話機能のような音声サポートの機能を促進するために、スピーカおよび/またはマイクロフォンを含んでもよい。その他のI/O装置1507は更にユニバーサルシリアルバス（USB）ポート、パラレルポート、シリアルポート、プリンタ、ネットワークインターフェース、バスブリッジ（例えば、PCI-PCIBリッジ）、センサ（例えば、加速度計のようなモーションセンサ、ジャイロ스코プ、磁力計、光センサ、コンパス、近接センサなど）、またはこれらの組み合わせを含むことができる。装置1507は更に結像処理サブシステム（例えば、カメラ）を含むことができ、前記結像処理サブシステムは、（写真およびビデオ断片の記録のような）カメラ機能を促進するための光学センサを含むことができ、例えば、電荷結合素子（CCD）または相補型金属酸化化物半導体（CMOS）光学センサが挙げられる。一部センサは、センサハブ（図示せず）を介してインターコネクト1510に接続されることができ、キーボードまたはサーマルセンサのようなその他の装置は、システム1500の具体的な構成または設計に応じて組込みコントローラ（図示せず）により制御されることができる。

30

【0074】

データ、アプリケーション、一つまたは複数のオペレーティングシステムなどの情報の永続性記憶を提供するために、プロセッサ1501には、大容量記憶装置（図示せず）が接続されることもできる。様々な実施形態において、より薄くてより軽量のシステム設計を可能にしながら、システムの応答性を向上させるために、このような大容量記憶装置は、ソリッドステートデバイス（SSD）によって実現されることができる。しかし、その他の実施形態において、大容量記憶装置は、主にハードディスクドライブ（HDD）を使用して実現されることができ、より小さい容量のSSD記憶装置をSSDキャッシュとして機能することで、停電イベントの間にコンテキスト状態および他のそのような情報の不揮発性記憶を可能にし、それによりシステム動作が再開するときに通電を速く実現することができる。また、フラッシュデバイスは、例えば、シリアルペリフェラルインターフェース（SPI）を介してプロセッサ1501に接続されることができる。このようなフラッシュデバイスは、前記システムのBIOSおよびその他のファームウェアを含むシステ

40

50

ムソフトウェアの不揮発性記憶のために機能することができる。

【 0 0 7 5 】

記憶装置 1 5 0 8 は、コンピュータアクセス可能な記憶媒体 1 5 0 9（機械可読記憶媒体またはコンピュータ可読媒体ともいう）を含むことができ、前記コンピュータアクセス可能な記憶媒体 1 5 0 9 には、本明細書に記載されたいずれか一種以上の方法または機能を具現化する一つまたは複数の命令セットまたはソフトウェア（例えば、モジュール、ユニットおよび/またはロジック 1 5 2 8）が記憶されている。処理モジュール/ユニット/ロジック 1 5 2 8 は、例えば、図 3 A のトンネルに基づく軌道モジュール 3 0 8 のような前記構成要素のうちのいずれかを表すことができる。処理モジュール/ユニット/ロジック 1 5 2 8 は、更に、データ処理システム 1 5 0 0、メモリ 1 5 0 3、およびプロセッサ 1 5 0 1 による実行中に、メモリ 1 5 0 3 内および/またはプロセッサ 1 5 0 1 内に完全的にまたは少なくとも部分的に存在してもよく、データ処理システム 1 5 0 0、メモリ 1 5 0 3、およびプロセッサ 1 5 0 1 も機械アクセス可能な記憶媒体を構成する。処理モジュール/ユニット/ロジック 1 5 2 8 は、更に、ネットワークによってネットワークインターフェース装置 1 5 0 5 を介して送受信されてもよい。

10

【 0 0 7 6 】

コンピュータ可読記憶媒体 1 5 0 9 は、以上に説明されたいくつかのソフトウェア機能を永続的に記憶するために用いることができる。コンピュータ可読記憶媒体 1 5 0 9 は、例示的な実施形態において単一の媒体として示されるが、「コンピュータ可読記憶媒体」という用語は、前記一つまたは複数の命令セットが記憶される単一の媒体または複数の媒体（例えば、集中型または分散型データベース、および/または関連するキャッシュとサーバ）を含むと解釈されるものとする。「コンピュータ可読記憶媒体」という用語は更に、命令セットを記憶または符号化できる任意の媒体を含むと解釈されるものであり、前記命令セットは機械により実行され、本開示のいずれか一種以上の方法を前記機械に実行させるためのものである。それゆえに、「コンピュータ可読記憶媒体」という用語は、ソリッドステートメモリ、光学媒体および磁気媒体、またはその他の任意の非一時的機械可読媒体を含むが、これらに限定されないと解釈されるものとする。

20

【 0 0 7 7 】

本明細書に記載の処理モジュール/ユニット/ロジック 1 5 2 8、構成要素およびその他の特徴は、ディスクリットハードウェア構成要素として実現されてもよく、または（A S I C S、F P G A、D S P または類似の装置のような）ハードウェア構成要素の機能に統合されてもよい。更に、処理モジュール/ユニット/ロジック 1 5 2 8 は、ハードウェア装置におけるファームウェアまたは機能性回路として実現されてもよい。更に、処理モジュール/ユニット/ロジック 1 5 2 8 は、ハードウェア装置とソフトウェア構成要素の任意の組み合わせで実現されてもよい。

30

【 0 0 7 8 】

注意すべきことは、システム 1 5 0 0 は、データ処理システムの様々な構成要素を有するものとして示されているが、構成要素を相互接続する任意の特定のアーキテクチャまたは方式を表すことを意図するものではなく、そのような詳細は、本開示の実施形態と密接な関係がない。また、より少ない構成要素またはより多くの構成要素を有するネットワークコンピュータ、ハンドヘルドコンピュータ、携帯電話、サーバ、および/またはその他のデータ処理システムも、本開示の実施形態と共に使用することができることを理解されたい。

40

【 0 0 7 9 】

前記具体的な説明の一部は、既に、コンピュータメモリにおけるデータビットに対する演算のアルゴリズムと記号表現で示される。これらのアルゴリズムの説明および表現は、データ処理分野における当業者によって使用される、それらの作業実質を所属分野の他の当業者に最も効果的に伝達する方法である。本明細書では、一般的に、アルゴリズムは、所望の結果につながるセルフコンシステントシーケンスと考えられる。これらの操作は、物理量の物理的処置が必要なものである。

50

【 0 0 8 0 】

しかしながら、念頭に置くべきことは、これらの用語および類似の用語の全ては、適切な物理量に関連付けられるものであり、これらの量を標識しやすくするためのものに過ぎない。以上の説明で他に明示的に記載されていない限り、本明細書の全体にわたって理解すべきことは、（添付された特許請求の範囲に記載されているような）用語による説明とは、コンピュータシステム、または類似の電子計算装置の作動およびプロセスを指し、前記コンピュータシステムまたは電子計算装置は、コンピュータシステムのレジスタおよびメモリにおける物理（電子）量として示されるデータを制御するとともに、前記データをコンピュータシステムメモリまたはレジスタまたはこのようなその他の情報記憶装置、伝送または表示装置において同様に物理量として示される別のデータに変換する。

10

【 0 0 8 1 】

本開示の実施形態は、本明細書の操作を実行するための装置にも関する。このようなコンピュータプログラムは、非一時的コンピュータ可読媒体に記憶される。機械可読媒体は、機械（例えば、コンピュータ）により読み取り可能な形式で情報を記憶するための任意のメカニズムを含む。例えば、機械可読（例えば、コンピュータ可読）媒体は、機械（例えば、コンピュータ）可読記憶媒体（例えば、読み出し専用メモリ（「ROM」）、ランダムアクセスメモリ（「RAM」）、磁気ディスク記憶媒体、光学記憶媒体、フラッシュメモリ装置）を含む。

【 0 0 8 2 】

前述した図面において説明されたプロセスまたは方法は、ハードウェア（例えば、回路、専用ロジックなど）、ソフトウェア（例えば、非一時的コンピュータ可読媒体に具現化されるもの）、または両方の組み合わせを含む処理ロジックにより実行されることができる。前記プロセスまたは方法は、以上で特定の順序に応じて説明されたが、前記操作の一部が異なる順序で実行されてもよいことを理解されたい。また、一部の操作は、順番ではなく並行して実行できる。

20

【 0 0 8 3 】

本開示の実施形態は、いずれの特定のプログラミング言語を参照することなく記載されている。理解すべきことは、本明細書に記載の本開示の実施形態の教示を実現するために、様々なプログラミング言語を使用することができる。

【 0 0 8 4 】

以上の明細書において、本開示の実施形態は、既にその具体的な例示的な実施形態を参照しながら記載された。明らかなように、添付された特許請求の範囲に記載された本開示のより広い趣旨および範囲を逸脱しない限り、本開示に対して様々な変更を行うことができる。それゆえに、本明細書および図面は、限定的な意味ではなく、例示的な意味で理解されるべきである。

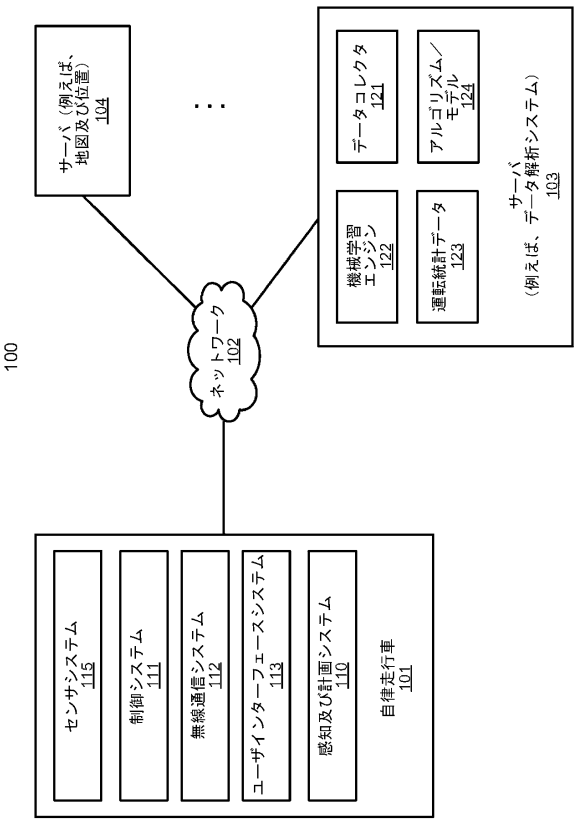
30

40

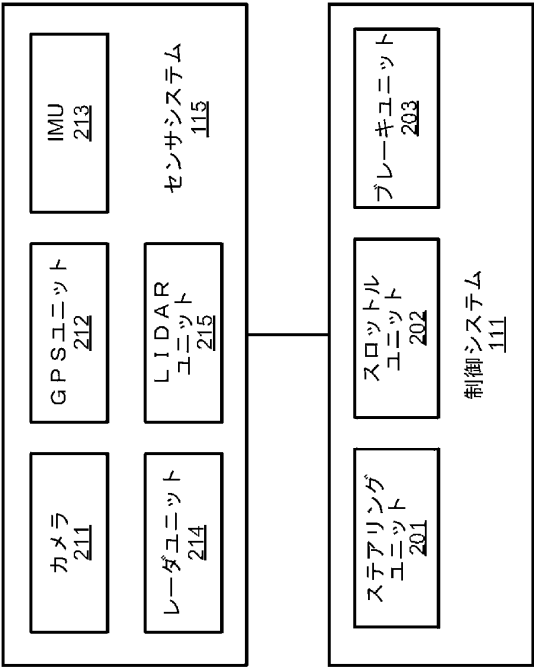
50

【図面】

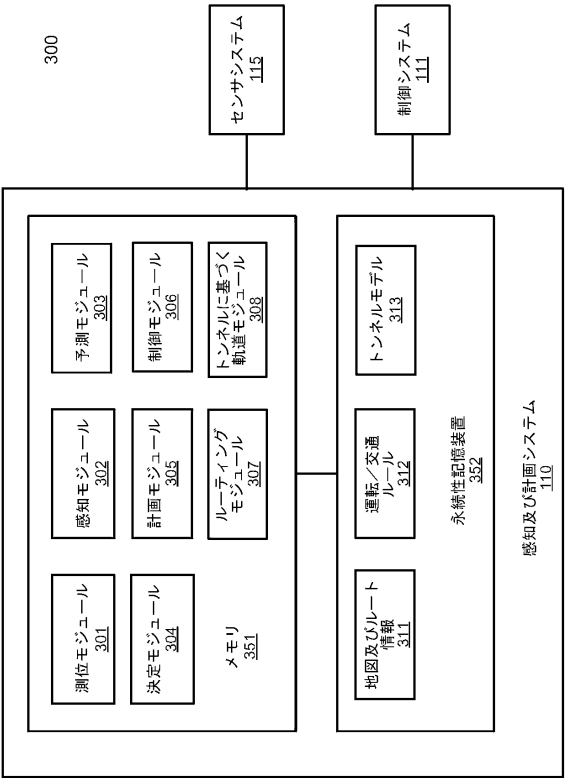
【図 1】



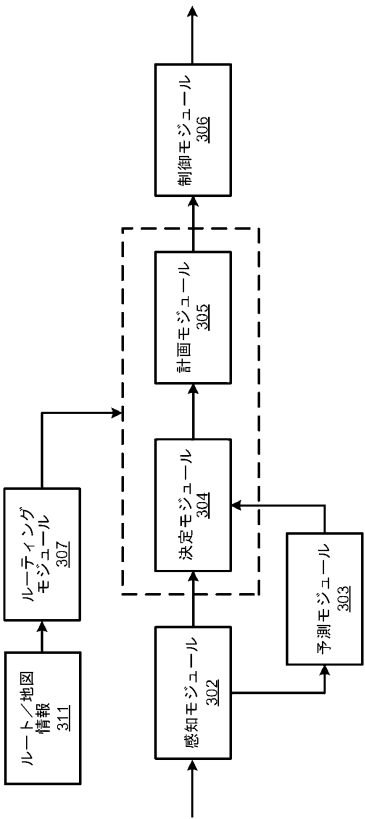
【図 2】



【図 3 A】



【図 3 B】



10

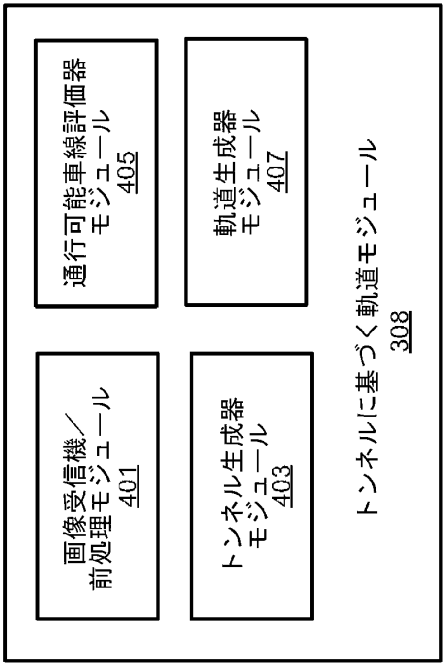
20

30

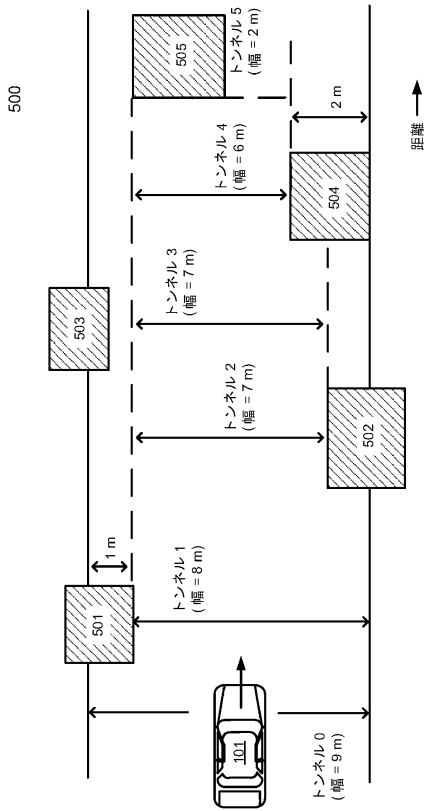
40

50

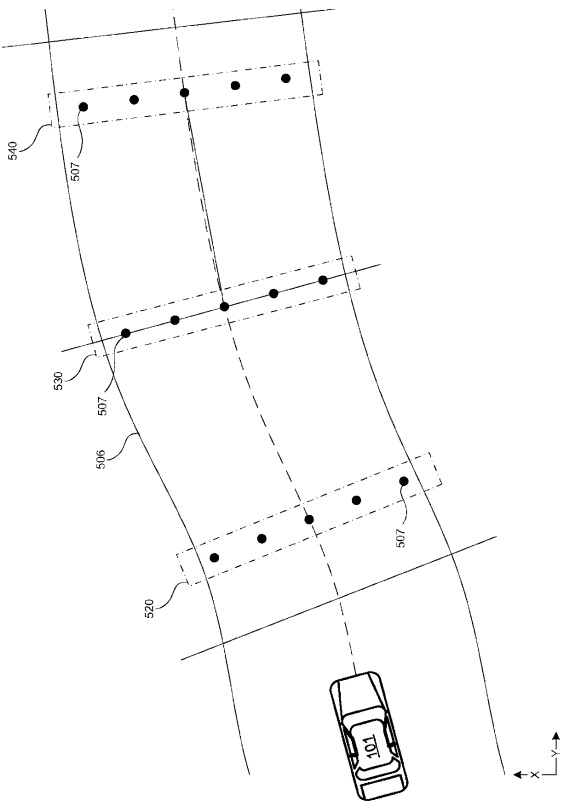
【図 4】



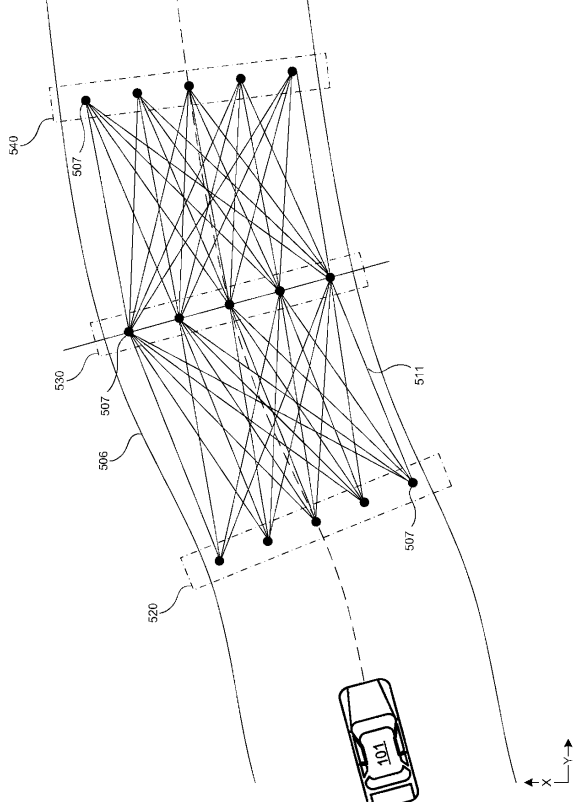
【図 5 A】



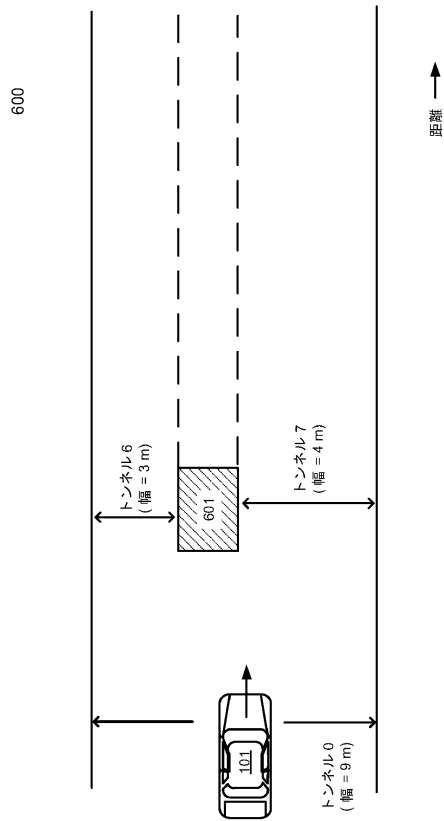
【図 5 B】



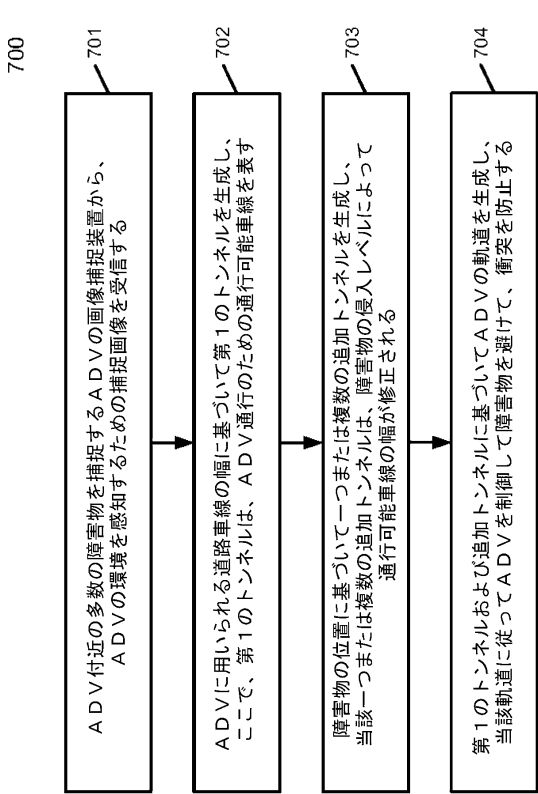
【図 5 C】



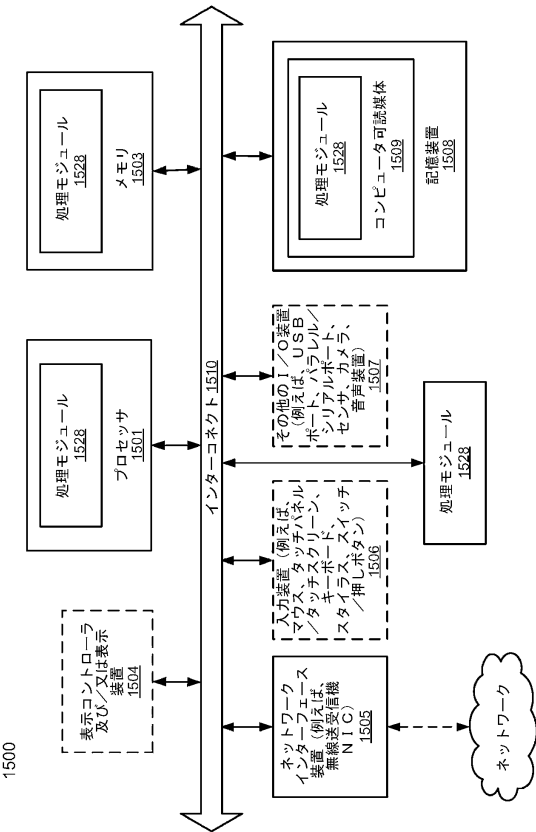
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

building, No. 8, Dongbeiwang West Road, Haidian District, Beijing 100080, China

(73)特許権者 516357421

バイドゥ ユーエスエイ エルエルシー

Baidu USA LLC

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94089 サニーベール ボルドー ドライブ 1195

(74)代理人 100105924

弁理士 森下 賢樹

(72)発明者 チュ、ファン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94089 サニーベール ボルドー ドライブ 1195

(72)発明者 マ、リン

中華人民共和国、100080 베이징 하이디엔 디스트릭트、ドンベイワン ウェスト
ロード、ゾンガンクン ソフトウェア パーク 17ティーエイチ ビルディング ナンバー 8、2 /
フロア エー 2

(72)発明者 チュ、ウェイチェン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94089 サニーベール ボルドー ドライブ 1195

審査官 二之湯 正俊

(56)参考文献 特開 2008 - 143263 (JP, A)

特開 2013 - 43563 (JP, A)

特開 2013 - 184563 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B60W 30/09

B60W 30/095

G08G 1/16