

(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2018-536955
(P2018-536955A)

(43) 公表日 平成30年12月13日(2018.12.13)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
G05D 1/02 (2006.01) G05D 1/02 S 5H301

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 77 頁)

(21) 出願番号 特願2018-543267 (P2018-543267)
 (86) (22) 出願日 平成28年11月2日 (2016.11.2)
 (85) 翻訳文提出日 平成30年7月2日 (2018.7.2)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2016/060183
 (87) 国際公開番号 W02017/079349
 (87) 国際公開日 平成29年5月11日 (2017.5.11)
 (31) 優先権主張番号 14/932, 948
 (32) 優先日 平成27年11月4日 (2015.11.4)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 14/756, 994
 (32) 優先日 平成27年11月4日 (2015.11.4)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 14/932, 962
 (32) 優先日 平成27年11月4日 (2015.11.4)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 518156417
 ズークス インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 94404 カリフォル
 ニア州 フォスター シティー チェス
 ドライブ 1149
 (74) 代理人 110001243
 特許業務法人 谷・阿部特許事務所
 (72) 発明者 ティモシー デビッド ケントリーーク
 レイ
 アメリカ合衆国 94025 カリフォル
 ニア州 メンローパーク サンド ヒル
 ロード 2180 セカンド フロア ズ
 ークス インコーポレイテッド内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自律車両の方向性を示すためのアクティブ化照明を構成するシステム

(57) 【要約】

開示されているのは、自律車両におけるアクティブ安全システムを実施するためのシステム、装置、および方法である。自律車両(100)が、自律車両(100)の外部の環境(190)内を軌道(105)に沿って走行している場合がある。環境(190)は、自律車両(100)と潜在的に衝突する可能性がある1つもしくは複数のオブジェクト、たとえば静的なおよび/もしくは動的なオブジェクト、または自律車両(100)内に乗っている搭乗者におよび/もしくは自律車両(100)にその他の何らかの危険をもたらすオブジェクトを含む場合がある。オブジェクト(180)(たとえば、自動車)が、軌道(185)を有するものとして示されており、この軌道(185)は、(たとえば、軌道を変えること、減速することなどによって)変更されない場合には、(たとえば、自律車両(100)に追突することによる)自律車両(100)との潜在的な衝突(187)をもたらす可能性がある。自律車両(100)は、(たとえば、パッシブセンサおよび/またはアクティブセンサを使用して)環境(190)を感知するためにセンサシ

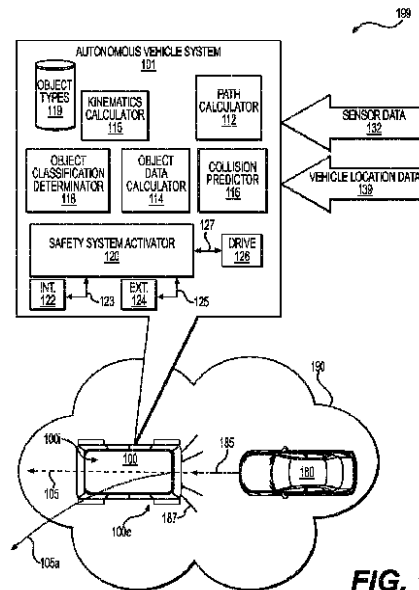


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無人運転の自律車両の外部の環境における前記自律車両の軌道を表す軌道データを受信するステップと、

前記環境におけるオブジェクトを感知するステップと、

前記オブジェクトの位置、前記オブジェクトのオブジェクトタイプ、および前記オブジェクトのオブジェクト分類を含むオブジェクトデータを決定するステップと、

前記オブジェクトデータに基づいて前記環境における前記オブジェクトの 1 つまたは複数の予測されるロケーションを決定するステップと、

前記環境における前記オブジェクトの前記軌道データおよび前記 1 つまたは複数の予測されるロケーションに基づいて、予測される衝突ロケーションを決定するステップと、

前記オブジェクトと前記予測される衝突ロケーションとの間での前記環境における第 1 のしきい値ロケーションを決定するステップと、

前記オブジェクトと前記予測される衝突ロケーションとの間での前記環境における第 2 のしきい値ロケーションを決定するステップであって、前記第 2 のしきい値ロケーションは、前記第 1 のしきい値ロケーションよりも前記衝突ロケーションに近い、ステップと、

前記環境における前記オブジェクトの更新された位置を感知するステップと、

前記更新された位置が前記第 1 のしきい値ロケーションに相当していることに応答して、安全システムを使用して第 1 の安全アクションを実施するステップと、

前記更新された位置が前記第 2 のしきい値ロケーションに相当していることに応答して、前記安全システムを使用して第 2 の安全アクションを実施するステップと

を含む方法。

【請求項 2】

前記安全システムは、音響ビームステアリングアレイを含み、前記第 1 の安全アクションは、前記自律車両の前記軌道に対して第 1 の角度で第 1 のオーディオアラートを放射するステップを含み、前記第 2 の安全アクションは、前記自律車両の前記軌道に対して第 2 の角度で第 2 のオーディオアラートを放射するステップを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記安全システムは、光エミッタを含み、前記第 1 の安全アクションは、第 1 の光パターンを放射するステップを含み、前記第 2 の安全アクションは、第 2 の光パターンを放射するステップを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記軌道から前記自律車両を操縦する際に使用するための衝突回避軌道を送信するステップをさらに含む請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記第 1 の安全アクションは第 1 の緊急性を有し、前記第 2 の安全アクションは第 2 の緊急性を有する請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

車道上を自律的に運転するように構成されている自律車両であって、前記自律車両の周囲の環境におけるオブジェクトを感知するための複数のセンサを有する前記自律車両と、

前記自律車両に通信可能に結合されて、前記複数のセンサからのデータを受信し、前記自律車両のコンポーネントをコントロールするための命令を送信するためのコンピューティングシステムと

を含むシステムであって、前記コンピューティングシステムは、

前記自律車両の軌道を決定し、

前記オブジェクトの第 1 のロケーションおよび前記オブジェクトのタイプを決定し、

前記オブジェクトの前記第 1 のロケーションおよび前記オブジェクトの前記タイプに基づいて、前記オブジェクトが走行すると予測される領域を含む予測される領域を決定し、

前記予測される領域内の第 1 のしきい値境界および前記予測される領域内の第 2 のしきい値境界を決定し、

10

20

30

40

50

前記オブジェクトの更新されたロケーションが前記第1のしきい値境界と一致するという決定に基づいて、第1の緊急性を有する第1のアラートを放射することを前記自律車両に行わせ、

前記オブジェクトの前記更新されたロケーションが前記第2のしきい値境界と一致するという決定に基づいて、第2の緊急性を有する第2のアラートを放射することを前記自律車両に行わせるようにプログラムされている、システム。

【請求項10】

前記コンピューティングシステムは、前記自律車両と前記オブジェクトとの予測される衝突ロケーションと、前記第1のしきい値境界は、前記第2のしきい値境界と比べて前記予測される衝突ロケーションから比較的遠いことを決定するようにさらにプログラムされている請求項9に記載のシステム。

10

【請求項13】

前記コンピューティングシステムは、前記オブジェクトの前記更新されたロケーションが前記第2のしきい値境界と一致するという決定に基づいて前記自律車両の安全システムをアクティブ化するための命令を生成するようにさらにプログラムされている請求項9に記載のシステム。

【請求項15】

前記自律車両は、音響安全システムをさらに含み、前記第1のアラートは、前記音響安全システムによって放射される第1のオーディオアラートを含み、前記第2のアラートは、前記音響安全システムによって放射される第2のオーディオアラートを含む請求項9に記載のシステム。

20

【請求項17】

前記自律車両は、光エミッタをさらに含み、前記第1のアラートは、前記光エミッタによって放射される第1の放射される光パターンを含み、前記第2のアラートは、前記光エミッタによって放射される第2の放射される光パターンを含む請求項9に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願の実施形態は、全般的にロボット車両における安全システムのための方法、システム、および装置に関する。

30

【0002】

関連出願の相互参照

本PCT国際出願は、2015年11月4日に出願された「Autonomous Vehicle Fleet Service and System」と題されている米国特許出願第14/756,994号明細書、2015年11月4日に出願された「Active Lighting Control for Communicating a State of an Autonomous Vehicle to Entities in a Surrounding Environment」と題されている米国特許出願第14/932,948号明細書、および2015年11月4日に出願された「Robotic Vehicle Active Safety Systems and Methods」と題されている米国特許出願第14/932,962号明細書の継続出願であり、これは、2015年11月4日に出願された「Autonomous Vehicle Fleet Service And System」と題されている米国特許出願第14/932,959号明細書、2015年11月4日に出願された「Adaptive Mapping To Navigate Autonomous Vehicles Responsive To Physical Environment Changes」と題されている米国特許出願第14/932,963号明細書に関連しており、これらのすべては、すべての目的のためにそれらの全体が参照によって本明細書に組み込まれている。

40

50

【背景技術】

【0003】

都市環境において搭乗者を移送するように構成されているタイプなどの自律車両は、たとえば、自律車両が運転を行っている、または運転を行っているであろう方向など、その車両の動作意図をその自律車両が人、車両などに通知すべきである多くの状況に遭遇する可能性がある。その上、自律車両の搭乗者は、どの自律車両が彼らの移送ニーズにサービス提供することを割り当てられているかを決定することに関していくらかの不確かさを経験する可能性がある。たとえば、目の前に多くの自律車両がある場合に、それらの自律車両のうちの1台に乗ることをスケジュールしている搭乗者は、どの自律車両が自分用に意図されているかを容易に区別したい場合がある。

10

【0004】

したがって、ロボット車両の動作ステータスおよび意図を実施するためのシステム、装置、および方法に対する必要性がある。

【図面の簡単な説明】

【0005】

以降の詳細な説明および添付の図面においては、さまざまな実施形態または例（「例」）が開示されている。

【図1】自律車両におけるアクティブ安全システムを実施するためのシステムの一例を示す図である。

【図2A】自律車両におけるアクティブ安全システムを実施するための流れ図の一例を示す図である。

20

【図2B】自律車両におけるアクティブ安全システムを実施するための流れ図の別の例を示す図である。

【図2C】自律車両におけるアクティブ安全システムを実施するための流れ図のさらに別の例を示す図である。

【図3A】自律車両におけるアクティブ安全システムを実施するためのシステムの一例を示す図である。

【図3B】自律車両におけるアクティブ安全システムを実施するためのシステムの別の例を示す図である。

【図4】自律車両における知覚システムを実施するための流れ図の一例を示す図である。

30

【図5】自律車両におけるプランナーシステムによるオブジェクト優先順位付けの一例を示す図である。

【図6】自律車両におけるアクティブ安全システムにおけるしきい値ロケーションおよび関連付けられている段階的に高まるアラートの一例の上部平面図である。

【図7】自律車両におけるプランナーシステムを実施するための流れ図の一例を示す図である。

【図8】自律車両におけるシステムのブロック図の一例を示す図である。

【図9】自律車両の外部安全システムにおける音響ビームステアリングアレイの一例の上面図である。

【図10A】センサカバーレッジの2つの例の上部平面図である。

40

【図10B】センサカバーレッジの別の2つの例の上部平面図である。

【図11A】自律車両の外部安全システムにおける音響ビームステアリングアレイの一例を示す図である。

【図11B】自律車両における音響ビームステアリングを実施するための流れ図の一例を示す図である。

【図11C】音響アラートに関連付けられている音響エネルギーを自律車両がオブジェクトへ誘導することの一例の上部平面図である。

【図12A】自律車両の外部安全システムにおける光エミッタの一例を示す図である。

【図12B】自律車両の外部安全システムにおける光エミッタの例の輪郭図である。

【図12C】オブジェクトに対する自律車両の配向に基づく光エミッタアクティブ化の一

50

例の上部平面図である。

【図 1 2 D】オブジェクトに対する自律車両の配向に基づく光エミッタアクティブ化の一例の輪郭図である。

【図 1 2 E】自律車両における光エミッタからの視覚的アラートを実施するための流れ図の一例を示す図である。

【図 1 2 F】視覚的アラートを実施するために光を放射する自律車両の光エミッタの一例の上部平面図である。

【図 1 3 A】自律車両の外部安全システムにおけるブラッグシステムの一例を示す図である。

【図 1 3 B】自律車両の外部安全システムにおけるブラッグの例を示す図である。

【図 1 3 C】自律車両におけるブラッグ展開の例を示す図である。

【図 1 4】自律車両の内部安全システムにおけるシートベルトテンショニングシステムの一例を示す図である。

【図 1 5】自律車両の内部安全システムにおけるシートアクチュエータシステムの一例を示す図である。

【図 1 6 A】自律車両における運転システムの一例を示す図である。

【図 1 6 B】自律車両における障害物回避操縦の一例を示す図である。

【図 1 6 C】自律車両における障害物回避操縦の別の例を示す図である。

【図 1 7】自律車両の光エミッタからの視覚的アラートを使用した、環境におけるオブジェクトとの視覚的通信の例を示す図である。

【図 1 8】自律車両における光エミッタからの視覚的アラートを実施するための流れ図の別の例を示す図である。

【図 1 9】自律車両の光エミッタからの視覚的アラートを使用した、環境におけるオブジェクトとの視覚的通信の例を示す図である。

【図 2 0】自律車両における光エミッタからの視覚的アラートを実施するための流れ図のさらに別の例を示す図である。

【図 2 1】自律車両の外部に配置されている光エミッタのその他の例の輪郭図である。

【図 2 2】自律車両の外部に配置されている光エミッタのさらに他の例の輪郭図である。

【図 2 3】自律車両の光エミッタの例を示す図である。

【図 2 4】自律車両の光エミッタに関連付けられている光パターンを表すデータの例を示す図である。

【図 2 5】自律車両における方向性の視覚的表示を実施するための流れ図の一例を示す図である。

【図 2 6】自律車両における情報の視覚的表示を実施するための流れ図の一例を示す図である。

【図 2 7】自律車両の光エミッタによる走行の方向性の視覚的表示の例を示す図である。

【図 2 8】自律車両の光エミッタによる走行の方向性の視覚的表示のその他の例を示す図である。

【図 2 9】自律車両の光エミッタによる走行の方向性の視覚的表示のさらに他の例を示す図である。

【図 3 0】自律車両の光エミッタによる走行の方向性の視覚的表示のさらなる例を示す図である。

【図 3 1】自律車両の光エミッタによる情報の視覚的表示の例を示す図である。

【図 3 2】自律車両における光エミッタ配置の一例を示す図である。

【図 3 3】自律車両における光エミッタ配置の一例を示す図である。

【0 0 0 6】

上述されている図面は、本発明のさまざまな例を示しているが、本発明は、示されている例によって限定されるものではない。図面においては、同様の参照番号は、同様の構造的な要素を指しているということを理解されたい。また、図面は必ずしも縮尺どおりになっていないということが理解される。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0007】

さまざまな実施形態または例が、システム、プロセス、方法、装置、ユーザインターフェース、ソフトウェア、ファームウェア、ロジック、回路、または、非一時的コンピュータ可読メディアにおいて具体化される一連の実行可能なプログラム命令としてなど、多くの方法で実施されることが可能である。プログラム命令は、光学的な、電子的な、またはワイヤレスの通信リンクを介して送信され、非一時的コンピュータ可読メディア内に格納されるか、またはその他の形で固定される。非一時的コンピュータ可読メディアの例は、たとえば、電子メモリ、RAM、DRAM、SRAM、ROM、EEPROM、フラッシュメモリ、ソリッドステートメモリ、ハードディスクドライブ、および不揮発性メモリを含むが、それらには限定されない。1つまたは複数の非一時的コンピュータ可読メディアが、複数のデバイスにわたって分散されることが可能である。一般には、開示されているプロセスのオペレーションは、任意の順序で実行されることが可能である（ただし、特許請求の範囲においてその他の形で提供されている場合は除く）。

10

【0008】

1つまたは複数の例の詳細な説明が、添付の図とともに以降で提供されている。この詳細な説明は、そのような例に関連して提供されているが、いかなる特定の例にも限定されない。範囲は、特許請求の範囲によってのみ限定され、多くの代替形態、修正形態、および均等形態が包含される。以降の説明においては、徹底的な理解を提供するために多くの具体的な詳細が示されている。これらの詳細は、例の目的で提供されており、記述されている技術は、これらの具体的な詳細のうちいくつかまたはすべてを伴わずに特許請求の範囲に従って実施されることが可能である。明確にするために、例に関連している技術分野において知られている技術項目は、説明を不必要にわかりにくくすることを回避するために、詳細に記述されていない。

20

【0009】

図1は、自律車両におけるアクティブ安全システムを実施するためのシステムの一例を示している。図1においては、（上部平面図において示されている）自律車両100が、自律車両100の外部の環境190内を軌道105に沿って走行している場合がある。説明の目的のために、環境190は、自律車両100と潜在的に衝突する可能性がある1つもしくは複数のオブジェクト、たとえば静的なおよび/もしくは動的なオブジェクト、または自律車両100内に乗っている搭乗者（図示せず）におよび/もしくは自律車両100にその他の何らかの危険をもたらすオブジェクトを含む場合がある。たとえば、図1においては、オブジェクト180（たとえば、自動車）が、軌道185を有するものとして示されており、この軌道185は、（たとえば、軌道を変えること、減速することなどによって）変更されない場合には、（たとえば、自律車両100に追突することによる）自律車両100との潜在的な衝突187をもたらす可能性がある。

30

【0010】

自律車両100は、（たとえば、パッシブセンサおよび/またはアクティブセンサを使用して）環境190を感知するためにセンサシステム（図示せず）を使用してオブジェクト180を検知することができ、自律車両100とのオブジェクト180の潜在的な衝突を緩和または防止するためにアクションを取ることができる。自律車両システム101が、センサシステムからのセンサデータ132を受信することができ、（たとえば、自律車両100のローカライザシステムにおいて実装されている）自律車両ロケーションデータ139を受信することができる。センサデータ132は、センサ信号（たとえば、センサシステムのセンサによって生成される信号）を表すデータを含むことができるが、それらには限定されない。センサ信号を表すデータは、自律車両100の外部の環境190を示すことができる。自律車両ロケーションデータ139は、環境190における自律車両100のロケーションを表すデータを含むことができるが、それらには限定されない。一例として、自律車両100のロケーションを表すデータは、位置および配向データ（たとえば、ローカル位置または局所的な位置）、（たとえば、1つまたは複数のマップタイルから

40

50

の) マップデータ、グローバルポジショニングシステム(GPS)によって生成されるデータ、および慣性測定ユニット(IMU)によって生成されるデータを含むことができる。いくつかの例においては、自律車両100のセンサシステムは、グローバルポジショニングシステム、慣性測定ユニット、または両方を含むことができる。

【0011】

自律車両システム101は、経路カリキュレータ112、(たとえば、自律車両100の知覚システムにおいて実装される)オブジェクトデータカリキュレータ114、衝突予測タ116、オブジェクト分類データミネータ118、およびキネマティクスカリキュレータ115を実装するために、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、ロジック、回路、非一時的コンピュータ可読メディアにおいて具体化されるコンピュータ実行可能命令、または前述のものの任意の組合せを含むことができるが、それらには限定されない。自律車両システム101は、オブジェクトタイプデータストア119を含むがそれには限定されない1つまたは複数のデータストアにアクセスすることができる。オブジェクトタイプデータストア119は、環境190において検知されたオブジェクトに関するオブジェクト分類に関連付けられているオブジェクトタイプを表すデータを含むことができる(たとえば、「座っている」、「立っている」、または「走っている」などのさまざまな歩行者オブジェクトタイプは、歩行者として分類されるオブジェクトに関連付けられることが可能である)。

10

【0012】

経路カリキュレータ112は、たとえば、環境190における自律車両100のロケーションを表すデータ、およびその他のデータ(たとえば、車両ロケーションデータ139に含まれている局所的な位置データ)を使用して、自律車両100の軌道(たとえば、軌道105)を表すデータを生成するように構成されることが可能である。経路カリキュレータ112は、たとえば、自律車両100によって実行されることになる今後の軌道を生成するように構成されることが可能である。いくつかの例においては、経路カリキュレータ112は、自律車両100のプランナーシステム内に、または自律車両100のプランナーシステムの一部として埋め込まれることが可能である。その他の例においては、経路カリキュレータ112および/またはプランナーシステムは、環境におけるオブジェクトの予測される動きに関連付けられるデータを計算することができ、オブジェクトの予測される動きに関連付けられる予測されるオブジェクト経路を決定することができる。いくつかの例においては、オブジェクト経路は、予測されるオブジェクト経路を構成することが可能である。その他の例においては、オブジェクト経路は、予測されるオブジェクト軌道を構成することが可能である。さらに他の例においては、(たとえば、環境における)オブジェクト経路は、予測されるオブジェクト軌道と同じまたは同様である場合がある予測されるオブジェクト軌道を構成することが可能である。

20

30

【0013】

オブジェクトデータカリキュレータ114は、環境190に配置されているオブジェクト180のロケーションを表すデータ、オブジェクト180に関連付けられているオブジェクトトラックを表すデータ、およびオブジェクト180に関連付けられているオブジェクト分類を表すデータなどを計算するように構成されることが可能である。オブジェクトデータカリキュレータ114は、たとえば、センサデータ132に含まれているセンサ信号を表すデータを使用して、オブジェクトのロケーションを表すデータ、オブジェクトトラックを表すデータ、およびオブジェクト分類を表すデータを計算することができる。いくつかの例においては、オブジェクトデータカリキュレータ114は、センサ信号(たとえば、センサシステムからのセンサ信号)を表すデータを受信するように構成されて、知覚システムもしくはその一部分において実装されることが可能であり、または知覚システムもしくはその一部分を構成することが可能である。

40

【0014】

オブジェクト分類データミネータ118は、オブジェクトタイプ119(たとえば、オブジェクト分類の種類、オブジェクト分類のサブクラス、またはオブジェクト分類のサブセ

50

ット)を表すデータにアクセスするように構成されることが可能であり、オブジェクトトラックを表すデータおよびオブジェクト分類を表すデータを、オブジェクトタイプ119を表すデータと比較して、オブジェクトタイプ(たとえば、オブジェクト分類の種類またはサブクラス)を表すデータを決定するように構成されることが可能である。一例として、「車」というオブジェクト分類を有する検知されたオブジェクトは、「セダン」、「クーペ」、「トラック」、または「スクールバス」というオブジェクトタイプを有することができる。たとえば、駐車されている「スクールバス」が、「静的な」というさらなるサブクラス(たとえば、そのスクールバスは動いていない)、または「動的な」というさらなるサブクラス(たとえば、そのスクールバスは動いている)を有することができるなど、オブジェクトタイプは、さらなるサブクラスまたはサブセットを含むことができる。

10

【0015】

衝突予測タ116は、オブジェクトタイプを表すデータ、オブジェクトの軌道を表すデータ、および自律車両の軌道を表すデータを使用して、たとえば、自律車両100とオブジェクト180との間における衝突(たとえば、187)を予測するように構成されることが可能である。

【0016】

キネマティクスカリキュレータ115は、たとえば、速度、スピード、加速度、減速度、運動量、局所的な位置、および力を含むがそれらには限定されない、環境190におけるオブジェクト180の動きに関連付けられている1つまたは複数のスカラー量および/またはベクトル量を表すデータを算出するように構成されることが可能である。キネマティクスカリキュレータ115からのデータは、たとえば、オブジェクト180と自律車両100との間における衝撃までの推定される時間を表すデータ、およびオブジェクト180と自律車両100との間における距離を表すデータを含むがそれらには限定されないその他のデータを算出するために使用されることが可能である。いくつかの例においては、キネマティクスカリキュレータ115は、環境190におけるその他のオブジェクト(たとえば、車、歩行者、自転車、オートバイなど)が、警戒したもしくはコントロールのきく状態にある可能性、または警戒していない、コントロールのきかない、もしくは酒に酔った状態にある可能性などを予測するように構成されることが可能である。一例として、キネマティクスカリキュレータ115は、その他のエージェント(たとえば、その他の車両の運転手またはライダー)が合理的に行動している確率(たとえば、彼らが運転しているもしくは乗っているオブジェクトの動きに基づく)(これは、自律車両100の行動を決定づける場合がある)、または非合理的に行動している確率(たとえば、彼らが乗っているもしくは運転しているオブジェクトの常軌を逸した動きに基づく)を推定するように構成されることが可能である。合理的なまたは非合理的な行動は、自律車両100の現在のまたは今後の軌道に対するオブジェクトの今後のロケーションを推定または予測するために使用されることが可能である経時的に受信されるセンサデータに基づいて推測されることが可能である。したがって、自律車両100のプランナーシステムは、たとえば、特別に用心深い車両操縦を実施するように、および/または自律車両100の安全システムをアクティブ化するように構成されることが可能である。

20

30

【0017】

安全システムアクティベータ120は、衝突予測タ116によって衝突が予測される場合に、および/またはその他の安全関連事象(たとえば、急ブレーキ、急加速など、車両100による緊急時操縦)の発生時に自律車両100の1つまたは複数の安全システムをアクティブ化するように構成されることが可能である。安全システムアクティベータ120は、内部安全システム122、外部安全システム124、運転システム126(たとえば、衝突を回避するために緊急時操縦を運転システム126に実行させる)、または前述のものの任意の組合せをアクティブ化するように構成されることが可能である。たとえば、運転システム126は、車両100の軌道を軌道105から衝突回避軌道105aへ変更することをステアリングシステム(たとえば、ホイールに関するステアリング角またはステアリングベクトルを設定する)および推進システム(たとえば、電気モータ

40

50

へ供給される電力)に行わせるように構成されているデータを受信することができる。

【0018】

図2Aは、自律車両100におけるアクティブ安全システムを実施するための流れ図200の一例を示している。流れ図200においては、ステージ202において、自律車両100の外部の環境(たとえば、環境190)における自律車両100の軌道203を表すデータが受信されること(たとえば、自律車両100のプランナーシステムにおいて実装されること)が可能である。

【0019】

ステージ204において、環境(たとえば、環境190)に配置されているオブジェクト(たとえば、自動車180)に関連付けられているオブジェクトデータが計算されることが可能である。オブジェクトデータを計算するためにステージ204においてセンサデータ205がアクセスされることが可能である。オブジェクトデータは、環境におけるオブジェクトロケーション、オブジェクトに関連付けられているオブジェクトトラック(たとえば、動いていないオブジェクトに関しては静的な、および動いているオブジェクトに関しては動的な)、ならびにオブジェクト(たとえば、歩行者、犬、猫、自転車、オートバイ、自動車、トラックなど)に関連付けられているオブジェクト分類(たとえば、ラベル)を表すデータを含むことができるが、それらには限定されない。ステージ204は、環境におけるオブジェクトロケーション207を表すデータ、オブジェクトトラック209を表すデータ、およびオブジェクト分類211を表すデータを含むがそれらには限定されない、オブジェクトに関連付けられている1つまたは複数のタイプのデータを出力することができる。

10

20

【0020】

ステージ206において、環境におけるオブジェクトの予測されるオブジェクト経路が計算されることが可能である。一例として、ステージ206は、オブジェクトロケーション207を表すデータを受信することができ、そのデータを処理して、予測されるオブジェクト経路213を表すデータを生成することができる。

【0021】

ステージ208において、オブジェクトタイプ215を表すデータがアクセスされることが可能であり、ステージ210において、オブジェクトトラック209を表すデータ、オブジェクト分類211を表すデータ、およびオブジェクトタイプ215を表すデータに基づいて、オブジェクトタイプ217を表すデータが決定されることが可能である。オブジェクトタイプの例は、ほんのいくつかの例を挙げれば、静的なオブジェクトトラック(たとえば、歩行者が動いていない)を有する歩行者オブジェクトタイプ、動的なオブジェクトトラック(たとえば、自動車が動いている)を有する自動車オブジェクトタイプ、および静的なオブジェクトトラック(たとえば、交通標識、レーンマーカ、消火栓)を有するインフラストラクチャーオブジェクトタイプなどを含むことができるが、それらには限定されない。ステージ210は、オブジェクトタイプ217を表すデータを出力することができる。

30

【0022】

ステージ212において、決定されたオブジェクトタイプ217、自律車両軌道203、および予測されるオブジェクト経路213に基づいて、自律車両とオブジェクトとの間における衝突が予測されることが可能である。一例として、動的であるオブジェクトトラック(たとえば、オブジェクトが環境において動いている)を有するオブジェクト、自律車両の軌道と潜在的な対立状態にあるオブジェクトの軌道(たとえば、それらの軌道が、互いに交差するかまたはその他の形で干渉する可能性がある)、およびオブジェクトが衝突脅威である可能性が高いことを示す(たとえば、オブジェクトタイプ217を算出する際に使用された)オブジェクト分類211を有するオブジェクト(たとえば、そのオブジェクトが、自動車、スケートボーダー、自転車運転者、オートバイなどとして分類されている)に起因して、決定されたオブジェクトタイプ217に基づいて衝突が予測されることが可能である。

40

50

【 0 0 2 3 】

(たとえば、ステージ 2 1 2 において) 衝突が予測される場合には、ステージ 2 1 4 において、自律車両の安全システムがアクティブ化されることが可能である。ステージ 2 1 4 は、たとえば、1 つもしくは複数の内部安全システム、1 つもしくは複数の外部安全システム、1 つもしくは複数の運転システム(たとえば、ステアリング、推進、制動など)、または前述のものの組合せなど、自律車両の 1 つまたは複数の安全システムをアクティブ化することができる。ステージ 2 1 4 は、自律車両 1 0 0 の安全システムのうちの 1 つまたは複数を実効化することを(たとえば、データおよび/または信号を通信することによって)安全システムアクティベータ 2 2 0 に行わせることができる。

【 0 0 2 4 】

図 2 B は、自律車両 1 0 0 におけるアクティブ安全システムを実施するための流れ図 2 5 0 の別の例を示している。流れ図 2 5 0 においては、ステージ 2 5 2 において、自律車両 1 0 0 の外部の環境(たとえば、環境 1 9 0)における自律車両 1 0 0 の軌道 2 5 3 を表すデータが(たとえば、自律車両 1 0 0 のプランナーシステムから)受信されることが可能である。

【 0 0 2 5 】

ステージ 2 5 4 において、環境におけるオブジェクトのロケーションが決定されることが可能である。環境 2 5 7 におけるオブジェクトロケーションを表すデータを決定するために、(たとえば、知覚システムによって)センサデータ 2 5 5 が処理されることが可能である。環境(たとえば、環境 1 9 0)におけるオブジェクトに関連付けられているデータ(たとえば、オブジェクト 1 8 0 に関連付けられているオブジェクトデータ)が、ステージ 2 5 4 において決定されることが可能である。ステージ 2 5 4 においてアクセスされたセンサデータ 2 5 5 は、オブジェクトデータを決定するために使用されることが可能である。オブジェクトデータは、環境におけるオブジェクトのロケーション、オブジェクトに関連付けられているオブジェクトトラック(たとえば、動いていないオブジェクトに関しては静的な、および動いているオブジェクトに関しては動的な)、オブジェクト(たとえば、歩行者、犬、猫、自転車、オートバイ、自動車、トラックなど)に関連付けられているオブジェクト分類、ならびにオブジェクトに関連付けられているオブジェクトタイプを表すデータを含むことができるが、それらには限定されない。ステージ 2 5 4 は、環境におけるオブジェクトロケーション 2 5 7 を表すデータ、オブジェクトに関連付けられているオブジェクトトラック 2 6 1 を表すデータ、オブジェクトに関連付けられているオブジェクト分類 2 6 3 を表すデータ、およびオブジェクトに関連付けられているオブジェクトタイプ 2 5 9 を表すデータを含むがそれらには限定されない、オブジェクトに関連付けられている 1 つまたは複数のタイプのデータを出力することができる。

【 0 0 2 6 】

ステージ 2 5 6 において、環境におけるオブジェクトの予測されるオブジェクト経路が計算されることが可能である。一例として、ステージ 2 5 6 は、オブジェクトロケーション 2 5 7 を表すデータを受信することができ、そのデータを処理して、予測されるオブジェクト経路 2 6 5 を表すデータを生成することができる。いくつかの例においては、ステージ 2 5 6 において生成された、予測されるオブジェクト経路 2 6 5 を表すデータは、流れ図 2 5 0 の別のステージにおける、たとえばステージ 2 5 8 におけるデータ入力として使用されることが可能である。その他の例においては、ステージ 2 5 6 が迂回されることが可能であり、流れ図 2 5 0 は、ステージ 2 5 4 からステージ 2 5 8 へ遷移することができる。

【 0 0 2 7 】

ステージ 2 5 8 において、自律車両軌道 2 5 3 およびオブジェクトロケーション 2 6 5 に基づいて、自律車両とオブジェクトとの間における衝突が予測されることが可能である。オブジェクトロケーション 2 5 7 は、環境におけるオブジェクトの動きに起因して第 1 のロケーションから次のロケーションへ変わることが可能である。たとえば、別々の時点において、オブジェクトは、動いている場合があり(たとえば、動的な「D」というオブ

10

20

30

40

50

ジェクトトラックを有し)、動いていない場合があり(たとえば、静的な「S」というオブジェクトトラックを有し)、または両方である場合がある。しかしながら、知覚システムは、それらの別々の時点の間に(たとえば、センサシステムからのセンサデータを使用して)オブジェクトを継続的に追跡把握して、それらの別々の時点におけるオブジェクトロケーション257を決定することができる。オブジェクトの動きの方向における変化、および/またはオブジェクトの動いている状態と動いていない状態との間における切り替えに起因して、ステージ256において計算される予測されるオブジェクト経路265は、決定することが困難である場合があり、したがって、予測されるオブジェクト経路265は、ステージ258におけるデータ入力として使用される必要はない。

【0028】

ステージ258は、たとえば、オブジェクトタイプ259および予測されるオブジェクト経路265など、図2Bにおいて示されていないデータを使用して衝突を予測することができる。第1の例として、ステージ258において、自律車両軌道253、オブジェクトロケーション257、およびオブジェクトタイプ259に基づいて、自律車両とオブジェクトとの間における衝突が予測されることが可能である。第2の例として、ステージ258において、自律車両軌道253および予測されるオブジェクト経路265に基づいて、自律車両とオブジェクトとの間における衝突が予測されることが可能である。第3の例として、ステージ258において、自律車両軌道253、予測されるオブジェクト経路265、およびオブジェクトタイプ259に基づいて、自律車両とオブジェクトの間における衝突が予測されることが可能である。

【0029】

(たとえば、ステージ258において)衝突が予測される場合には、ステージ260において、自律車両の安全システムがアクティブ化されることが可能である。ステージ260は、たとえば、1つもしくは複数の内部安全システム、1つもしくは複数の外部安全システム、1つもしくは複数の運転システム(たとえば、ステアリング、推進、制動など)、または前述のものの組合せなど、自律車両の1つまたは複数の安全システムをアクティブ化することができる。ステージ260は、自律車両の安全システムのうちの1つまたは複数を実効化することを(たとえば、データおよび/または信号を通信することによって)安全システムアクティベータ269に行わせることができる。

【0030】

図2Cは、自律車両におけるアクティブ安全システムを実施するための流れ図270のさらに別の例を示している。ステージ272において、自律車両100の外部の環境(たとえば、環境190)における自律車両100の軌道273を表すデータが(たとえば、自律車両100のプランナーシステムから)受信されることが可能である。

【0031】

ステージ274において、たとえばセンサデータ275を使用して、(たとえば、知覚システムによって)環境におけるオブジェクトのロケーションが決定されることが可能である。ステージ274は、オブジェクトロケーション279を表すデータを生成することができる。オブジェクトロケーション279を表すデータは、環境におけるオブジェクトのロケーションに対するオブジェクトの動き281の予測される進捗を表すデータを含むことができる。たとえば、環境における動きがないことを示す静的なオブジェクトトラックをオブジェクトが有している場合には、動き281の予測進捗はゼロであり得る。しかしながら、オブジェクトのオブジェクトトラックが動的であり、オブジェクト分類が自動車である場合には、動き281の予測される進捗はゼロではないものであり得る。

【0032】

ステージ276において、動き281の予測される進捗に基づいて、環境におけるオブジェクトの予測される次のロケーションが計算されることが可能である。ステージ276は、予測される次のロケーション283を表すデータを生成することができる。

【0033】

ステージ278において、予測される次のロケーション283および自律車両軌道27

10

20

30

40

50

3に基づいて、オブジェクトと自律車両との間における衝撃の確率が予測されることが可能である。ステージ278は、衝撃の確率285を表すデータを生成することができる。

【0034】

ステージ280において、自律車両の安全システムのサブセットのさまざまな段階的に高まる機能をアクティブ化するためのしきい値のサブセット（たとえば、環境におけるロケーションまたは距離）が、衝撃の確率285に基づいて計算されることが可能である。しきい値の少なくとも1つのサブセットは、自律車両の安全システムのさまざまな段階的に高まる機能のアクティブ化に関連付けられている。ステージ280は、1つまたは複数のしきい値サブセット287を表すデータを生成することができる。いくつかの例においては、しきい値のサブセットは、自律車両に対するロケーションを構成することができ、または自律車両に対する距離を構成することができる。たとえば、しきい値は、基準ロケーション（たとえば、自律車両）に対するロケーションまたは一連のロケーションの関数であることが可能である。さらに、しきい値は、オブジェクトおよび自律車両に対する距離、または予測されるオブジェクトロケーション間における距離を含む、任意のオブジェクトもしくはオブジェクトロケーション間における距離の関数であることが可能である。

10

【0035】

ステージ282において、関連付けられている予測される確率に基づいて、安全システムのさまざまな段階的に高まる機能のうちの1つまたは複数がアクティブ化されることが可能である（たとえば、今にも起こりそうな衝突を示す衝撃の確率の予測されるセットに基づくブラダのアクティブ化）。ステージ282は、衝突の確率の対応する1つまたは複数のセットに基づいて自律車両の安全システムのうちの1つまたは複数を実アクティブ化することを（たとえば、データおよび/または信号を通信することによって）安全システムアクティベータ289に行わせることができる。

20

【0036】

図3Aは、自律車両におけるアクティブ安全システムを実施するためのシステムの一例300を示している。図3Aにおいては、自律車両システム301が、センサシステム320を含むことができ、センサシステム320は、（たとえば、リアルタイムで、またはほぼリアルタイムで）環境390を感知してセンサデータ332および334（たとえば、センサ信号を表すデータ）を（たとえば、リアルタイムで）生成するように構成されているセンサ328を含む。

30

【0037】

自律車両システム301は、知覚システム340を含むことができ、知覚システム340は、環境390におけるオブジェクトを検知し、オブジェクトに関するオブジェクトトラックを決定し、オブジェクトを分類し、環境390におけるオブジェクトのロケーションを追跡把握し、たとえば、交通標識/信号、ロードマーキング、レーンマーキング等等、環境390における特定のタイプのオブジェクトを検知するように構成されている。知覚システム340は、センサシステム320からのセンサデータ334を受信することができる。

【0038】

自律車両システム301は、環境390における自律車両のロケーションを決定するように構成されているローカライザシステム330を含むことができる。ローカライザシステム330は、センサシステム320からのセンサデータ332を受信することができる。いくつかの例においては、ローカライザシステム330によって受信されるセンサデータ332は、知覚システム340によって受信されるセンサデータ334と同じではない場合がある。たとえば、知覚システム330は、ライダ（LIDAR）（たとえば、2D、3D、カラーライダ）、レーダ（RADAR）、およびカメラ（たとえば、イメージ取り込みデバイス）を含むがそれらには限定されないセンサからのデータ334を受信することができ、その一方でローカライザシステム330は、グローバルポジショニングシステム（GPS）データ、慣性測定ユニット（IMU）データ、マップデータ、ルートデータ、ルートネットワーク定義ファイル（RNDF）データ、およびマップタイルデータを

40

50

含むがそれらには限定されないデータ 332を受信することができる。ローカライザシステム 330は、データストア、データリポジトリ、メモリなど、センサシステム 320以外のソースからデータを受信することができる。その他の例においては、ローカライザシステム 330によって受信されるセンサデータ 332は、知覚システム 340によって受信されるセンサデータ 334と同じである場合がある。さまざまな例においては、ローカライザシステム 330および知覚システム 340は、同様のもしくは同等のセンサ、または同様のもしくは同等のタイプのセンサを実装することが可能であり、または実装しないことも可能である。さらに、ローカライザシステム 330および知覚システム 340はそれぞれ、互いに独立して任意のタイプのセンサデータ 332を実装することができる。

【0039】

知覚システム 340は、センサデータ 334を処理して、オブジェクトデータ 349を生成することができる。オブジェクトデータ 349は、プランナーシステム 310によって受信されることが可能である。オブジェクトデータ 349は、環境 390において検知されるオブジェクトに関連付けられているデータを含むことができ、それらのデータは、たとえば、オブジェクト分類、オブジェクトタイプ、オブジェクトトラック、オブジェクトロケーション、予測されるオブジェクト経路、予測されるオブジェクト軌道、およびオブジェクト速度を表すデータを含むことができるが、それらには限定されない。

【0040】

ローカライザシステム 330は、センサデータ 334、および任意選択でその他のデータを処理して、位置および配向データ、局所的な位置データ 339を生成することができ、それらのデータは、プランナーシステム 310によって受信されることが可能である。局所的な位置データ 339は、たとえば、環境 390における自律車両のロケーションを表すデータ、GPSデータ、IMUデータ、マップデータ、ルートデータ、ルートネットワーク定義ファイル(RNDF)データ、オドメトリデータ、ホイールエンコーダデータ、およびマップタイルデータを含むことができるが、それらには限定されない。

【0041】

プランナーシステム 310は、オブジェクトデータ 349および局所的な位置データ 339を処理して、環境 390を通る自律車両のための経路(たとえば、自律車両の軌道)を算出することができる。算出された経路は、たとえば、自律車両に対する障害物を生じさせる可能性がある、および/または自律車両に対する衝突脅威をもたらす可能性がある、環境 390におけるオブジェクトによって部分的に決定される。

【0042】

プランナーシステム 310は、1つまたは複数の車両コントローラ 350との間でコントロールおよびデータ 317を通信するように構成されることが可能である。コントロールおよびデータ 317は、運転システム 326を介して自律車両の運転操作(たとえば、ステアリング、制動、推進、シグナリングなど)をコントロールして、自律車両の1つまたは複数の内部安全システム 322をアクティブ化し、自律車両の1つまたは複数の外部安全システム 324をアクティブ化するように構成されている情報を含むことができる。運転システム 326は、たとえば衝突回避操縦など、自律車両の能動的な安全に関連付けられているさらなる機能を実行することができる。

【0043】

車両コントローラ 350は、コントロールおよびデータ 317を受信し、コントロールおよびデータ 317に基づいて、内部データ 323、外部データ 325、および運転データ 327を、たとえばコントロールおよびデータ 317によって決定されたとおりに、それぞれ内部安全システム 322、外部安全システム 324、および運転システム 326へ通信するように構成されることが可能である。一例として、プランナーシステム 310が、環境 390におけるオブジェクトのいくつかのアクションに基づいて、内部安全システム 322がアクティブ化されるべきであるということを決めた場合には、コントロールおよびデータ 317は、内部安全システム 322の1つまたは複数の機能をアクティブ化するための内部データ 323を車両コントローラ 350に生成させるように構成されてい

10

20

30

40

50

る情報を含むことができる。

【0044】

自律車両システム301、ならびにその関連付けられているシステム310、320、330、340、350、322、324、および326は、データストア311（たとえば、データリポジトリ）からのデータ315、および/または外部リソース313（たとえば、クラウド、インターネット、ワイヤレスネットワーク）からのデータ312にアクセスするように構成されることが可能である。自律車両システム301、ならびにその関連付けられているシステム310、320、330、340、350、322、324、および326は、図3Aにおいて示されているものを含むがそれらには限定されないさまざまなシステムおよび/またはデータソースからのデータにリアルタイムでアクセスするように構成されることが可能である。一例として、ローカライザシステム330および知覚システム340は、センサデータ332およびセンサデータ334にリアルタイムでアクセスするように構成されることが可能である。別の例として、プランナーシステム310は、オブジェクトデータ349、局所的な位置データ339、ならびにコントロールおよびデータ317にリアルタイムでアクセスするように構成されることが可能である。その他の例においては、プランナーシステム310は、データストア311および/または外部リソース313にリアルタイムでアクセスするように構成されることが可能である。

10

【0045】

図3Bは、自律車両におけるアクティブ安全システムを実施するためのシステムの別の例399を示している。例399においては、センサシステム320におけるセンサ328は、たとえば、光検出および測距センサ371（ライダ）、イメージ取り込みセンサ373（たとえば、カメラ）、無線検出および測距センサ375（レーダ）、音取り込みセンサ377（たとえば、マイクロフォン）、グローバルポジショニングシステムセンサ（GPS）、および/または慣性測定ユニットセンサ（IMU）379、ならびに環境センサ372（たとえば、温度、パロメータ圧）のうちの1つまたは複数を含むことができるが、それらには限定されない。ローカライザシステム330および知覚システム340は、センサデータ332および/またはセンサデータ334をそれぞれセンサ328のうちの1つまたは複数から受信することができる。たとえば、知覚システム340は、ライダ371、カメラ373、レーダ375、環境372、およびマイクロフォン377からのセンサデータなど、環境390におけるオブジェクトに関連付けられている情報を決定することに関連しているセンサデータ334を受信することができ、その一方でローカライザシステム330は、GPS/IMU379からなど、環境390における自律車両のロケーションに関連付けられているセンサデータ332を受信することができる。さらに、ローカライザシステム330は、たとえば、マップデータ、マップタイルデータ、ルートデータ、ルートネットワーク定義ファイル（RNDF）データ、データストア、データリポジトリなど、センサシステム320以外のソースからデータを受信することができる。いくつかの例においては、ローカライザシステム330によって受信されるセンサデータ（332、334）は、知覚システム340によって受信されるセンサデータ（332、334）と同じである場合がある。その他の例においては、ローカライザシステム330によって受信されるセンサデータ（332、334）は、知覚システム340によって受信されるセンサデータ（332、334）と同じではない場合がある。センサデータ332および334はそれぞれ、センサシステム320における1つまたは複数のセンサまたはセンサタイプの任意の組合せからのデータを含むことができる。センサデータ332および334の数量およびタイプは、他方から独立していることが可能であり、同様もしくは同等であることが可能であり、または同様もしくは同等ではないことも可能である。

20

30

40

【0046】

一例として、ローカライザシステム330は、自律車両100の位置における経時的な変化を推定するためのモーションセンサからのオドメトリデータ336、（たとえば、推進システム368による）ホイール回転に基づいて自律車両100の動き、距離、およびその他のメトリックを計算するためのホイールエンコーダ337、マップタイルを表すデ

50

ータ、ルートデータ、ルートネットワーク定義ファイル（R N D F）データ、および/またはその他のデータからのマップデータ 3 3 5、ならびに、自律車両 1 0 0 の（たとえば、シミュレーション、取り込まれたデータなどからの）車両動態のモデルに基づいて車両ロケーションデータを計算するために使用されることが可能である自律車両（A V）モデル 3 3 8 を表すデータなど、センサデータ（3 3 2、3 3 4）以外のソースからのデータに対して受信および/またはアクセスを行うことができる。ローカライザシステム 3 3 0 は、局所的な位置データ 3 3 9 を表すデータを生成するために示されているデータリソースのうちの 1 つまたは複数を使用することができる。

【0 0 4 7】

別の例として、知覚システム 3 4 0 は、センサデータ（3 3 2、3 3 4）を解析もしくはその他の形で分析、処理、または操作して、オブジェクト検知 3 4 1、オブジェクトトラック 3 4 3（たとえば、どの検知されたオブジェクトが静的であるか（動いていないか）およびどれが動的であるか（動いているか）を決定すること）、オブジェクト分類 3 4 5（たとえば、車、オートバイ、自転車、歩行者、スケートボーダー、郵便ポスト、建物、街灯など）、オブジェクト追跡把握 3 4 7（たとえば、環境 3 9 0 におけるオブジェクトのロケーションにおける変化に基づいてオブジェクトを追跡把握すること）、ならびに交通信号/標識検知 3 4 2（たとえば、停止信号、停止標識、踏切、レーンマーカ、横断歩道など）を実施することができる。

【0 0 4 8】

さらに別の例として、プランナーシステム 3 1 0 は、局所的な位置データ 3 3 9 およびオブジェクトデータ 3 4 9 を受信することができ、データ（局所的な位置データ 3 3 9、オブジェクトデータ 3 4 9）を解析もしくはその他の形で分析、処理、または操作して、たとえば、軌道計算 3 8 1、しきい値ロケーション推定 3 8 6、オーディオ信号選択 3 8 9、光パターン選択 3 8 2、キネマティクス計算 3 8 4、オブジェクトタイプ検知 3 8 7、衝突予測 3 8 5、およびオブジェクトデータ計算 3 8 3 を含むがそれらには限定されない機能を実施することができる。プランナーシステム 3 1 0 は、軌道およびコントロールデータ 3 1 7 を車両コントローラ 3 5 0 へ通信することができる。車両コントローラ 3 5 0 は、車両コントロールおよびデータ 3 1 7 を処理して、運転システムデータ 3 2 7、内部安全システムデータ 3 2 3、および外部安全システムデータ 3 2 5 を生成することができる。運転システムデータ 3 2 7 は、運転システム 3 2 6 へ通信されることが可能である。運転システム 3 2 6 は、運転システムデータ 3 2 7 を制動システム 3 6 4、ステアリングシステム 3 6 6、推進システム 3 6 8、およびシグナルシステム 3 6 2（たとえば、ターンシグナル、ブレーキシグナル、ヘッドライト、および走行用ライト）へ通信することができる。たとえば、運転システムデータ 3 2 7 は、ステアリングシステム 3 6 6 のためのステアリング角データ（たとえば、ホイールに関するステアリング角）、ブレーキシステム 3 6 4 のための制動データ（たとえば、ブレーキパッドに加えられることになるブレーキ力）、および推進システム 3 6 8 のための推進データ（たとえば、モータに加えられることになる電圧、電流、または電力）を含むことができる。破線 3 7 7 は、車両軌道処理レイヤと車両物理的実行レイヤとの間における境界を表すことができ、車両軌道処理レイヤにおいて処理されるデータは、運転システム 3 2 6、内部安全システム 3 2 2、または外部安全システム 3 2 4 のうちの 1 つまたは複数によって実装される。一例として、内部安全システム 3 2 2 の 1 つまたは複数の部分は、衝突および/またはその他の極端な事象（たとえば、自律車両 1 0 0 による衝突回避操縦）の場合に自律車両 1 0 0 における搭乗者の安全を高めるように構成されることが可能である。別の例として、外部安全システム 3 2 4 の 1 つまたは複数の部分は、上述の衝突および/または極端な事象の衝撃力またはマイナスの影響を低減するように構成されることが可能である。

【0 0 4 9】

内部安全システム 3 2 2 は、シートアクチュエータシステム 3 6 3 およびシートベルトテンショニングシステム 3 6 1 を含むがそれらには限定されないシステムを有することができる。外部安全システム 3 2 4 は、音響レイシステム 3 6 5、光エミッタシステム 3

10

20

30

40

50

67、およびブラダシステム369を含むがそれらには限定されないシステムを有することができる。運転システム326は、制動システム364、シグナルシステム362、ステアリングシステム366、および推進システム368を含むがそれらには限定されないシステムを有することができる。外部安全システム324におけるシステムは、光エミッタシステム367における1つまたは複数の光エミッタ(図示せず)を使用して光を環境390へと放射すること、音響ビームステアリングアレイ365における1つまたは複数の音響ビームステアリングアレイ(図示せず)を使用して音響エネルギー(たとえば、音)の誘導されるビームを環境390へと放射することによって、またはブラダシステム369における1つまたは複数のブラダ(図示せず)を、展開されていない位置から、展開された位置へ膨張させることによって、または前述のものの任意の組合せによって環境390とのインターフェースを取るよう構成されることが可能である。さらに、音響ビームステアリングアレイ365は、たとえば、トランスデューサ、エアホーン、または共鳴器を使用して、音響エネルギーを環境へと放射することができる。音響エネルギーは、無指向性であることが可能であり、または誘導されるビーム、もしくはその他の形で焦点を絞られた音(たとえば、超音波源の指向性の音響源、フェーズドアレイ、パラメトリックアレイ、大型ラジエータ)を構成することができる。したがって、外部安全システム324におけるシステムは、自律車両100の外部表面に関連付けられているロケーション(たとえば、図1における100e)など、それらのシステムが環境390とのインターフェースを取ることを可能にするよう構成されている自律車両100の1つまたは複数のロケーションに配置されることが可能である。内部安全システム322におけるシステムは、自律車両100の内部に関連付けられている1つまたは複数のロケーション(たとえば、図1における100i)に配置されることが可能であり、座席、ベンチシート、フロア、レール、ブラケット、支柱、またはその他の構造など、自律車両100の1つまたは複数の構造に接続されることが可能である。シートベルトテンショニングシステム361およびシートアクチュエータシステム363は、たとえば、衝突、車両加速、車両減速、回避操縦、急旋回、急ブレーキなどに起因して生じる可能性がある機械的負荷を支持するよう構成されている1つまたは複数の構造と結合されることが可能である。

【0050】

図4は、自律車両における知覚システムを実施するための流れ図400の一例を示している。図4においては、知覚システム440によって受信される(たとえば、センサシステム420における1つまたは複数のセンサによって生成された)センサデータ434が、センサデータ434a~434c(たとえば、LIDARデータ、カラーライダデータ、3Dライダデータ)として視覚的に示されている。ステージ402において、センサデータ434が、検知されたオブジェクトを表すデータを含んでいるか否かに関して決定が行われることが可能である。NO分岐が取られた場合には、流れ図400は、ステージ402へ戻って、環境におけるオブジェクトを検知するためにセンサデータ434の分析を続けることができる。YES分岐が取られた場合には、流れ図400は、ステージ404へ続くことができ、ステージ404では、検知されたオブジェクトを表すデータが、交通標識または信号を表すデータを含んでいるか否かに関して決定が行われることが可能である。YES分岐が取られた場合には、流れ図400は、ステージ406へ遷移することができ、ステージ406では、検知されたオブジェクトを表すデータが分析されて、たとえば、交通信号(たとえば、赤色、黄色、および緑色)、または停止標識(たとえば、形状、文字、および色に基づいて)など、検知された信号/標識オブジェクトのタイプを分類することが可能である。ステージ406における分析は、交通オブジェクトデータストア424にアクセスすることを含むことができ、交通オブジェクトデータストア424では、交通分類を表すデータの例が、検知されたオブジェクトを表すデータと比較されて、交通分類を表すデータ407を生成することが可能である。ステージ406は次いで、ステージ412など、別のステージへ遷移することができる。いくつかの例においては、ステージ404は、任意選択であることが可能であり、ステージ402は、ステージ408へ遷移することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 1 】

ステージ 4 0 4 から N O 分岐が取られた場合には、流れ図 4 0 0 は、ステージ 4 0 8 へ遷移することができ、ステージ 4 0 8 では、検知されたオブジェクトを表すデータが分析されて、分類されることになるその他のオブジェクトタイプを決定することが可能である。Y E S 分岐が取られた場合には、流れ図 4 0 0 は、ステージ 4 1 0 へ遷移することができ、ステージ 4 1 0 では、検知されたオブジェクトを表すデータが分析されて、オブジェクトのタイプを分類することが可能である。オブジェクト分類を表すデータの格納されている例を、検知されたオブジェクトを表すデータと比較して、オブジェクト分類を表すデータ 4 1 1 を生成するために、オブジェクトデータストア 4 2 6 がアクセスされることが可能である。ステージ 4 1 0 は次いで、ステージ 4 1 2 など、別のステージへ遷移することができる。ステージ 4 0 8 から N O 分岐が取られた場合には、ステージ 4 0 8 は、ステージ 4 0 2 へ戻るなど、別のステージへ遷移することができる。

10

【 0 0 5 2 】

ステージ 4 1 2 において、ステージ 4 0 6 および / または 4 1 0 において分類されたオブジェクトデータが分析されて、検知されたオブジェクトを表すデータに関連付けられている動きをセンサデータ 4 3 4 が示しているかどうかを決定することが可能である。動きが示されていない場合には、ステージ 4 1 4 への N O 分岐が取られることが可能であり、ステージ 4 1 4 では、検知されたオブジェクトに関するオブジェクトトラックを表すデータが静的 (5) に設定されることが可能である。ステージ 4 1 6 において、オブジェクト (たとえば、静的なオブジェクト) のロケーションを表すデータが追跡把握されることが可能である。たとえば、時間 t_0 において検知された静止しているオブジェクトが、その後の時間 t_1 において動いて、動的なオブジェクトになる場合がある。その上、そのオブジェクトのロケーションを表すデータが、プランナーシステム (たとえば、図 3 B におけるプランナーシステム 3 1 0) によって受信されるデータに含まれることが可能である。プランナーシステムは、そのオブジェクトのロケーションを表すデータを使用して、そのオブジェクトの座標 (たとえば、自律車両 1 0 0 に関する座標) を決定することができる。

20

【 0 0 5 3 】

その一方で、検知されたオブジェクトにおいて動きが示されている場合には、ステージ 4 1 8 への Y E S 分岐が取られることが可能であり、ステージ 4 1 8 では、検知されたオブジェクトに関するオブジェクトトラックを表すデータが動的 (0) に設定されることが可能である。ステージ 4 1 9 において、オブジェクト (たとえば、動的なオブジェクト) のロケーションを表すデータが追跡把握されることが可能である。プランナーシステムは、オブジェクトトラックを表すデータ、および / またはオブジェクトのロケーションを表すデータを分析して、検知されたオブジェクト (静的なまたは動的な) が潜在的に、自律車両に関して対立する軌道を有する可能性があるかどうか、および / または自律車両の付近に近づきすぎる可能性があるかどうかを決定することができ、それによって (たとえば、光エミッタからの、および / または音響ビームステアリングアレイからの) アラートが使用されて、オブジェクトおよび / またはそのオブジェクトをコントロールしている人の行動を変更することが可能である。

30

40

【 0 0 5 4 】

ステージ 4 2 2 において、オブジェクト分類を表すデータ、オブジェクトトラックを表すデータ、およびオブジェクトのロケーションを表すデータのうちの 1 つまたは複数が、オブジェクトデータ 4 4 9 (たとえば、プランナーシステムによって受信されたオブジェクトデータ) とともに含まれることが可能である。一例として、センサデータ 4 3 4 a は、オブジェクト (たとえば、スケートボードに乗っている人) を表すデータを含むことができる。ステージ 4 0 2 は、センサデータ 4 3 4 a においてそのオブジェクトを検知することができる。ステージ 4 0 4 において、検知されたオブジェクトが交通標識 / 信号ではないということが決定されることが可能である。ステージ 4 0 8 は、検知されたオブジェクトが別のクラスのものであるということを決定することができ、ステージ 4 1 0 におい

50

て、オブジェクトデータストア 4 2 6 からアクセスされたデータに基づいて、オブジェクトを表すデータを分析して、分類が、スケートボードに乗っている人にマッチするということを決し、オブジェクト分類 4 1 1 を表すデータを出力することができる。ステージ 4 1 2 において、検知されたオブジェクトが動いているという決定が行われることが可能であり、ステージ 4 1 8 において、オブジェクトトラックが動的 (D) に設定されることが可能であり、オブジェクトのロケーションが、ステージ 4 1 9 において (たとえば、検知されたオブジェクトのロケーションにおける変化を探してセンサデータ 4 3 4 a を引き続き分析することによって) 追跡把握されることが可能である。ステージ 4 2 2 において、センサデータ 4 3 4 に関連付けられているオブジェクトデータは、たとえば、分類 (たとえば、スケートボードに乗っている人)、オブジェクトトラック (たとえば、オブジェクトが動いている)、自律車両の外部の環境におけるオブジェクト (たとえば、スケートボーダー) のロケーション、およびオブジェクトトラッキングデータを含むことができる。

10

20

30

40

50

【0055】

同様に、センサデータ 4 3 4 b に関しては、流れ図 4 0 0 は、たとえば、オブジェクト分類が歩行者であり、その歩行者は動いており (たとえば、歩いており)、動的なオブジェクトトラックを有しているということを決し、環境におけるオブジェクト (たとえば、歩行者) のロケーションを追跡把握することができる。最後に、センサデータ 4 3 4 c に関しては、流れ図 4 0 0 は、オブジェクト分類が消火栓であり、その消火栓は動いておらず、静的なオブジェクトトラックを有しているということを決し、消火栓のロケーションを追跡把握することができる。いくつかの例においては、センサデータ 4 3 4 a、4 3 4 b、および 4 3 4 c に関連付けられているオブジェクトデータ 4 4 9 は、たとえば、オブジェクトトラック、オブジェクト分類、およびオブジェクトのロケーションを含むがそれらには限定されないファクタに基づいてプランナーシステムによってさらに処理されることが可能であるということに留意されたい。一例として、スケートボーダーおよび歩行者のケースにおいては、オブジェクトデータ 4 4 9 は、プランナーシステムが、そのスケートボーダーおよび/または歩行者のために (たとえば、外部安全システムによる) アラートを実施することを決定する事象において、軌道計算、しきい値ロケーション推定、動き予測、ロケーション比較、およびオブジェクト座標のうちの 1 つまたは複数のために使用されることが可能である。しかしながら、プランナーシステムは、消火栓に関するオブジェクトデータをその静的なオブジェクトトラックに起因して無視することを決定する可能性がある。なぜなら、たとえば、消火栓は、自律車両と対立することになる動きを有する可能性が低い (たとえば、それは動かない) からであり、ならびに/または消火栓は、生き物ではない (たとえば、自律車両の外部安全システムによって生成された放射される光および/もしくはビーム式に誘導される音などのアラートに回答することまたは気づくことができない) からである。

【0056】

図 5 は、自律車両におけるプランナーシステムによるオブジェクト優先順位付けの一例 5 0 0 を示している。例 5 0 0 は、自律車両 1 0 0 のセンサシステム (たとえば、図 3 B のセンサシステム 3 2 0) によって感知される自律車両 1 0 0 の外部の環境 5 9 0 の視覚化を示している。自律車両 1 0 0 の知覚システムからのオブジェクトデータは、自動車 5 8 1 d、自転車ライダー 5 8 3 d、歩いている歩行者 5 8 5 d、および 2 台の駐車されている自動車 5 8 7 s および 5 8 9 s を含むがそれらには限定されない、環境 5 9 0 におけるいくつかのオブジェクトを検知することができる。この例においては、知覚システムが、(たとえば、図 3 B のセンサデータ 3 3 4 に基づいて) 動的な「D」オブジェクトトラックをオブジェクト 5 8 1 d、5 8 3 d、および 5 8 5 d に割り振っておくことが可能であり、したがってラベル「d」は、それらのオブジェクトに関する参照番号に関連付けられている。知覚システムはまた、(たとえば、図 3 B のセンサデータ 3 3 4 に基づいて) 静的な「S」オブジェクトトラックをオブジェクト 5 8 7 s および 5 8 9 s に割り振っておくことが可能であり、したがってラベル「s」は、それらのオブジェクトに関する参照

番号に関連付けられている。

【0057】

自律車両のローカライザシステムが、環境590における自律車両100のロケーションに関する局所的な位置データ539（たとえば、車両100についてのロケーションに対するX、Y、Z座標、またはその他のメトリックもしくは座標系）を決定することができる。いくつかの例においては、局所的な位置データ539は、自律車両100の重心（図示せず）またはその他の基準ポイントに関連付けられることが可能である。さらに自律車両100は、矢印によって示されているように軌道Tavを有することができる。2台の駐車されている自動車587sおよび589sは静的であり、示されている軌道を有していない。自転車ライダー583dは、軌道Tavの方向とほぼ逆の方向にある軌道Tbを有しており、自動車581dは、軌道Tavとほぼ平行で同じ方向にある軌道Tmvを有している。歩行者585dは、車両100の軌道Tavと交差すると予測される軌道Tpを有している。環境590における歩行者585dまたは環境590におけるその他のオブジェクトの動きおよび/または位置は、たとえば、オブジェクトロケーション、予測されるオブジェクトの動き、オブジェクト座標、オブジェクトのロケーションに対する動きの予測進度、およびオブジェクトの予測される次のロケーションを含むがそれらには限定されない、軌道以外のメトリックを使用して追跡把握されるかまたはその他の形で決定されることが可能である。環境590における歩行者585dまたは環境590におけるその他のオブジェクトの動きおよび/または位置は、少なくとも部分的に確率に起因して決定されることが可能である。確率は、たとえば、オブジェクト分類、オブジェクトトラック、オブジェクトロケーション、およびオブジェクトタイプを表すデータに基づくことが可能である。いくつかの例においては、確率は、類似のロケーションにおける類似のオブジェクトに関する以前に観察されたデータに基づくことが可能である。さらに確率は、時刻もしくは曜日、またはその他の時間単位などによっても影響される場合がある。一例として、プランナーシステムは、平日の午後3:00頃と午後4:00頃との間に所与の交差点における歩行者たちが特定の方向に通りを渡る可能性が85%であるということを知ることができる。

10

20

【0058】

プランナーシステムは、静的なオブジェクト587sおよび589sならびに動的なオブジェクト583dのロケーションを追跡把握することに対して、より低い優先順位を置くことができる。なぜなら、静的なオブジェクト587sおよび589sは、軌道Tavから外れて配置されており（たとえば、オブジェクト587sおよび589sは、駐車されており）、動的なオブジェクト583d（たとえば、自転車運転者として識別されているオブジェクト）は、自律車両100から遠ざかる方向に移動しており、それによって、オブジェクト583dの軌道Tbが自律車両100の軌道Tavと対立するかもしれない可能性を低減または除外するからである。

30

【0059】

しかしながら、プランナーシステムは、歩行者585dのロケーションを追跡把握することに対して、その潜在的に対立する軌道Tpに起因して、より高い優先順位を置くことができ、自動車581dのロケーションを追跡把握することに対しては、わずかに低い優先順位を置くことができる。なぜなら、その軌道Tmvは、現在は軌道Tavと対立していないが、その後の時間に（たとえば、レーンの変更またはその他の車両操縦に起因して）対立する可能性があるからである。したがって、例500に基づく、歩行者オブジェクト585dは、自律車両100のアラート（たとえば、誘導される音および/もしくは放射される光を使用する）またはその他の安全システムに関する有力候補であり得る。なぜなら、歩行者オブジェクト585dの（たとえば、そのロケーションおよび/または予測される動きに基づく）経路は、自律車両100との（たとえば、推定されるロケーション560における）潜在的な衝突をもたらすか、または歩行者オブジェクト585dと自律車両100との間における（たとえば、今後のいずれかの時間および/またはロケーションにおける）安全でない距離をもたらす可能性があるからである。オブジェクトのロケ

40

50

ーションを追跡把握することに対してプランナーシステムによって置かれる優先順位は、プランナーシステムにおける軌道生成のコスト関数に少なくとも部分的に基づいて決定されることが可能である。(たとえば、衝突またはその他の極端な事象を回避するために)自律車両100の軌道における変更を必要とすると予測される可能性があるオブジェクトは、たとえば、自律車両100の軌道における変更を必要としないと予測されるオブジェクトと比較して、より大きな重要性を伴ってコスト関数に織り込まれることが可能である。

【0060】

プランナーシステムは、オブジェクト585dの予測される動きおよび/またはそのオブジェクトの予測されるロケーションに基づいて、環境590におけるオブジェクト585dの可能性の高いロケーションの1つまたは複数の領域565を予測することができる。プランナーシステムは、可能性の高いロケーションのそれぞれの領域565内の1つまたは複数のしきい値ロケーション(たとえば、しきい値境界)を推定することができる。しきい値ロケーションは、自律車両100の1つまたは複数の安全システムに関連付けられることが可能である。しきい値ロケーションの数、距離、および位置は、自律車両100の別々の安全システムごとに異なることが可能である。自律車両100の安全システムは、オブジェクトと自律車両100との間における衝突が予測されるパラメータ範囲においてアクティブ化されることが可能である。パラメータ範囲は、可能性の高いロケーションの領域内の(たとえば、565内の)ロケーションを有することができる。パラメータ範囲は、時間の範囲および/または距離の範囲などのパラメータに部分的に基づくことが可能である。たとえば、オブジェクト585dと自律車両100との間における予測される衝突が発生する可能性がある時間の範囲および/または距離の範囲である。いくつかの例においては、自律車両100の安全システムによるアラートに関する有力候補であることは、(たとえば、プランナーシステムによって決定されるとおりに)実際のアラートが発行されることを自動的にもたらすわけではない。いくつかの例においては、しきい値が満たされるかまたは超過された場合に、オブジェクトが候補になることが可能である。その他の例においては、自律車両100の安全システムが、自律車両100の外部の環境における1つまたは複数のオブジェクトに複数のアラートを発行することができる。さらに他の例においては、自律車両100は、たとえオブジェクトがアラートに関する有力候補であると決定されたとしてもアラートを発行しない場合がある(たとえば、プランナーシステムは、代替の軌道、安全停止軌道、または安全停止操縦を算出していた可能性があり、それは、アラートを発行する必要性を除去する)。

【0061】

図6は、自律車両におけるアクティブ安全システムにおけるしきい値ロケーションおよび関連付けられている段階的に高まるアラートの一例600の上部平面図を示している。図6においては、図5の例500が、さらに上部平面図において示されており、この上部平面図では、軌道TavおよびTpが、560として示されている推定されるロケーションにおいて(たとえば、車両100および歩行者オブジェクト585dに関するロケーションデータに基づいて)交差すると推定される。歩行者オブジェクト585dは、図6においては、歩行者オブジェクト585dがその予測される動きに基づいて(たとえば、視覚的なおよび/または音響による)アラートに関する有力候補であることに基づいて示されている。歩行者オブジェクト585dは、プランナーシステムによって推定された可能性の高いロケーションの領域565内にあるロケーションを有するものとして示されている。自律車両100は、矢印680によって示されているように双方向に走行するように構成されることが可能であり、すなわち、自律車両100は、従来の自動車におけるような前部(たとえば、ボンネット)または後部(たとえば、トランク)を有さないことが可能である。図6およびその他の図は、双方向の車両に適用されるものとして実施態様を記述しているかもしれないが、機能および/または構造は、そのように限定するものである必要はなく、一方向の車両を含む任意の車両に適用されることが可能であるということに留意されたい。したがって、センサシステムのセンサおよび安全システムは、車両100

の走行の複数の方向におけるセンサおよびアラートカバレッジを提供するように、ならびに / または車両 100 にその側部 1005 から近づくオブジェクトに関するセンサおよびアラートカバレッジを提供するように車両 100 上に配置されることが可能である (たとえば、図 38 におけるセンサシステム 330 における 1 つまたは複数のセンサ 328 は、センサカバレッジの重なり合う領域を含むことができる)。プランナーシステムは、たとえば、オブジェクトとの衝突を回避するために、双方向 680 の走行能力を使用して、安全停止操縦または安全停止軌道を実施することができる。一例として、自律車両 100 は、第 1 の方向に走行していて、停止し、第 1 の方向とは逆である第 2 の方向での走行を開始することが可能であり、衝突またはその他の極端な事象を回避するために安全停止ロケーションへ操縦することができる。プランナーシステムは、601、603、および 605 として示されている、環境 590 における 1 つまたは複数のしきい値ロケーション (たとえば、しきい値境界、これは、距離などの関数であることが可能である) を推定することができ、そのしきい値ロケーションにおいて、オブジェクト (たとえば、歩行者オブジェクト 585d) のロケーションが、一致のポイント 602、604、および 606 によって示されているように、しきい値ロケーションと一致した場合に、アラートを発行する。3 つのしきい値ロケーションが示されているが、示されているよりも多いまたは少ないしきい値ロケーションが存在することが可能である。第 1 の例として、軌道 T_p が、602 として示されているポイントにおいて第 1 のしきい値ロケーション 601 と交差する際に、プランナーシステムは、(たとえば、相対的なまたは絶対的な基準フレームの座標 X₁、Y₁ を有している) ポイント 602 における歩行者オブジェクト 585d のロケーション、および (たとえば、局所的な位置データから) 自律車両 100 のロケーションの座標を決定することができる。自律車両 100 およびオブジェクト (たとえば、オブジェクト 585d) に関するロケーションデータは、音響ビームステアリングアレイ (たとえば、指向性の音響源、フェーズドアレイ、パラメトリックアレイ、大型ラジエータ、超音波源などのうちの 1 つもしくは複数) によって放射された誘導される音響エネルギー (たとえば、オーディオアラート) のビームの伝搬の方向 (たとえば、メインローブもしくはビームの焦点の方向) に関するロケーション (たとえば、座標、角度、極座標) を計算するために使用されることが可能であり、視覚的アラートのためにどの光エミッタをアクティブ化するかを決定するために使用されることが可能であり、オブジェクトとの予測される衝突の前にどのブラダをアクティブ化するかを決定するために使用されることが可能であり、ならびに自律車両 100 のその他の安全システムおよび / もしくは運転システムをアクティブ化するために使用されることが可能であり、または前述の内容の任意の組合せである。自律車両 100 が軌道 T_av に沿って方向 625 にロケーション L₁ からロケーション L₂ へ走行し続けるにつれて、歩行者オブジェクト 585d および自律車両 100 の相対的なロケーションが変わる場合があり、それによってロケーション L₂ において、オブジェクト 585d は、第 2 のしきい値ロケーション 603 のポイント 604 において座標 (X₂, Y₂) を有する。同様に、軌道 T_av に沿って方向 625 にロケーション L₂ からロケーション L₃ へ引き続き走行すると、歩行者オブジェクト 585d および自律車両 100 の相対的なロケーションが変わる場合があり、それによってロケーション L₃ において、オブジェクト 585d は、第 3 のしきい値ロケーション 605 のポイント 606 において座標 (X₃, Y₃) を有する。

【0062】

自律車両 100 と歩行者オブジェクト 585d との間における距離が減少するにつれて、安全システムのために選択されるアラートを表すデータは、増大する緊迫感 (たとえば、段階的に高まる脅威レベル) を歩行者オブジェクト 585d へ伝達して、その軌道 T_p を変更もしくは停止するか、またはその他の形で彼 / 彼女の行動を修正して、車両 100 との潜在的な衝突または近接通過を回避するために、異なるものになることが可能である。一例として、車両 100 が歩行者オブジェクト 585d から比較的安全な距離にあり得る場合には、しきい値ロケーション 601 に関して選択されるアラートを表すデータは、脅かさない様式で歩行者オブジェクト 585d の注目を引くように構成されているあまり

驚かさない脅かさないアラート a 1 であることが可能である。第 2 の例として、車両 1 0 0 が歩行者オブジェクト 5 8 5 d から警戒を要する距離にあり得る場合には、しきい値ロケーション 6 0 3 に関して選択されるアラートを表すデータは、より緊急な様式で歩行者オブジェクト 5 8 5 d の注目を得るように構成されているさらに積極的な緊急なアラート a 2 であることが可能である。第 3 の例として、車両 1 0 0 が歩行者オブジェクト 5 8 5 d から潜在的に安全でない距離にあり得る場合には、しきい値ロケーション 6 0 5 に関して選択されるアラートを表すデータは、きわめて緊急な様式で歩行者オブジェクト 5 8 5 d の注目を得るように構成されている非常に積極的なきわめて緊急なアラート a 3 であることが可能である。自律車両 1 0 0 と歩行者オブジェクト 5 8 5 d との間における距離が減少するにつれて、アラートを表すデータは、緊急性の段階的な高まりの増大を歩行者オブジェクト 5 8 5 d に伝達するように構成されることが可能である（たとえば、歩行者オブジェクト 5 8 5 d の注目を得るための段階的に高まる音響アラートおよび/または視覚的アラート）。環境 5 9 0 におけるしきい値ロケーションの位置の推定は、歩行者オブジェクト 5 8 5 d との予測される衝撃ポイント 5 6 0（たとえば、軌道 T a v および T p が互いに交差すると推定される環境 5 9 0 におけるポイント 5 6 0）に車両 1 0 0 が到達する前に、自律車両の速度に基づいて、適切な時間（たとえば、約 5 秒以上）を提供するようにプランナーシステムによって決定されることが可能である。ポイント 5 6 0 は、オブジェクト 5 8 5 d、車両 1 0 0、または両方のスピードおよび/またはロケーションが変わるにつれて変わり得る。いくつかの例においては、自律車両 1 0 0 のプランナーシステムは、アクティブアラート（たとえば、音響アラートおよび/または視覚的アラート）を実施することと共同して、（たとえば、コンテキストに基づいて可能な場合には）安全な軌道を（たとえば、継続的に）計算することによって（たとえば、代わりに衝突回避軌道を計算して、それらの軌道のうちの 1 つまたは複数を実行することによって）、その一方で同時に、環境におけるオブジェクトに対して、それらのオブジェクトが衝突するかまたはその他の形で自律車両 1 0 0 における搭乗者の安全にとって、オブジェクトにとって、または両方にとって危険をもたらすかもしれない有意な確率がある場合には必要に応じてアラートを発行することによって潜在的な衝突を回避することを能動的に試みるように構成されることが可能である。

【 0 0 6 3 】

図 6 においては、歩行者オブジェクト 5 8 5 d の軌道 T p は、示されているような直線である必要はなく、その軌道（たとえば、実際の軌道）は、例 6 5 0 において示されているように弓形の軌道であることが可能であり、または例 6 7 0 において示されているように非直線状の軌道であることが可能である。例 6 5 0 におけるポイント 6 5 2、6 5 4、および 6 5 6、ならびに例 6 7 0 におけるポイント 6 7 2、6 7 4、および 6 7 6 は、軌道 T p が、しきい値ロケーション 6 5 1、6 5 3、および 6 5 5、ならびにしきい値ロケーション 6 7 1、6 7 3、および 6 7 5 とそれぞれ交差するポイントを示している。プランナーシステムは、知覚システムからのオブジェクトデータおよびローカライザシステムからの局所的位置データを処理して、しきい値ロケーションを計算することができる。しきい値ロケーションのロケーション、形状（たとえば、直線状、弓形、非直線状）、（たとえば、自律車両および/またはオブジェクトに対する）配向、ならびにその他の特徴は、用途に依存することが可能であり、本明細書において示されている例には限定されない。たとえば、図 6 においては、例 6 0 0 におけるしきい値ロケーション（6 0 1、6 0 3、および 6 0 5）は、歩行者オブジェクト 5 8 5 d の軌道 T p に対してほぼ垂直に位置合わせされているが、その他の構成および配向がプランナーシステムによって計算されて実施されることが可能である（たとえば、例 6 5 0 および 6 7 0 を参照されたい）。別の例として、しきい値ロケーションが自律車両 1 0 0 の軌道 T a v に対してほぼ垂直に（またはその他の配向で）位置合わせされることが可能である。さらに、オブジェクトの軌道がプランナーシステムによって分析されて、しきい値ロケーションの構成を決定することが可能である。一例として、自律車両 1 0 0 の軌道に対して平行である軌道上にオブジェクトがある場合には、しきい値ロケーションは、弓形の外形を有することができ、オブジェ

クトの軌道と位置合わせされることが可能である。

【0064】

図7は、自律車両におけるプランナーシステムを実施するための流れ図700の一例を示している。図7においては、プランナーシステム710は、それがオブジェクトデータ749を受信する元である知覚システム740、およびそれが局所的な位置データ739を受信する元であるローカライザシステム730と通信状態にあることが可能である。オブジェクトデータ749は、1つまたは複数の検知されたオブジェクトに関連付けられているデータを含むことができる。たとえば、典型的なシナリオにおいては、オブジェクトデータ749は、自律車両100の外部の環境における多数の検知されたオブジェクトに関連付けられているデータを含むことができる。しかしながら、いくつかの検知されたオブジェクトは、追跡把握される必要はなく、またはオブジェクトのタイプに基づいて、より低い優先順位を割り振られることが可能である。たとえば、図4における消火栓オブジェクト434cは、(たとえば、地面に固定されている)静的なオブジェクトであると言いうことができ、その他の安全システムのアラートまたはアクティブ化のための処理を必要としない場合があり、その一方でスケートボードオブジェクト434aは、それが動的なオブジェクトであること、およびその他のファクタ、たとえば、スケートボードライダーの予測される人間行動、ロケーション(たとえば、予測されるロケーション)が自律車両100の軌道と対立し得るということを示す可能性がある、環境におけるスケートボードオブジェクト434aのロケーションなどに起因して、(たとえば、放射される光、誘導される音、または両方を使用する)アラートのための処理を必要とする場合がある。

10

20

【0065】

図7に付け加えて、3つの検知されたオブジェクトの例が、734a~734cとして示されている。734によって示されているように、より多くのまたはより少ない検知されたオブジェクトに関するオブジェクトデータ749が存在することが可能である。それぞれの検知されたオブジェクトに関するオブジェクトデータは、オブジェクトロケーション721、オブジェクト分類723、およびオブジェクトトラック725を表すデータを含むことができるが、それらには限定されない。プランナーシステム710は、オブジェクトタイプ決定731を実施するように構成されることが可能である。オブジェクトタイプ決定731は、オブジェクト分類723を表すデータ、オブジェクトトラック725を表すデータ、およびオブジェクトタイプデータストア724からアクセスされることが可能であるオブジェクトタイプを表すデータを受信するように構成されることが可能である。オブジェクトタイプ決定731は、オブジェクト分類723を表すデータおよびオブジェクトトラック725を表すデータを、(たとえば、データストア724からアクセスされる)オブジェクトタイプを表すデータと比較して、オブジェクトタイプ733を表すデータを決定するために構成されることが可能である。オブジェクトタイプ733を表すデータの例は、静的な接地されているオブジェクトタイプ(たとえば、図4の消火栓434c)および動的な歩行者オブジェクト(たとえば、図5の歩行者オブジェクト585d)を含むことができるが、それらには限定されない。

30

【0066】

オブジェクト動態決定735が、オブジェクトタイプ733を表すデータおよびオブジェクトロケーション721を表すデータを受信するように構成されることが可能である。オブジェクト動態決定735はさらに、オブジェクト動態データストア726にアクセスするように構成されることが可能である。オブジェクト動態データストア726は、オブジェクト動態を表すデータを含むことができる。オブジェクト動態決定735は、オブジェクト動態を表すデータを、オブジェクトタイプ733を表すデータおよびオブジェクトロケーション721を表すデータと比較して、オブジェクトの予測される動き737を表すデータを決定するように構成されることが可能である。

40

【0067】

オブジェクトロケーションプレディクタ741が、オブジェクトの予測される動き737を表すデータ、(たとえば、局所的な位置データ739からの)自律車両のロケーション

50

743を表すデータ、オブジェクトロケーション721を表すデータ、およびオブジェクトトラック725を表すデータを受信するように構成されることが可能である。オブジェクトロケーションプレディクタ741は、受信されたデータを処理して、環境における予測されるオブジェクトロケーション745を表すデータを生成するように構成されることが可能である。オブジェクトロケーションプレディクタ741は、複数の予測されるオブジェクトロケーション745を表すデータを生成するように構成されることが可能である。プランナーシステム710は、オブジェクトの可能性の高いロケーションの領域（たとえば、図5および図6における565）を表すデータを生成することができる。

【0068】

しきい値ロケーションエスティメータ747が、（たとえば、局所的な位置データ739からの）自律車両のロケーション743を表すデータ、および予測されるオブジェクトロケーション745を表すデータを受信し、たとえば、トリガーされることになるアラート（たとえば、視覚的アラートおよび/または音響アラート）に関連付けられている、または車両100の1つもしくは複数の安全システムのアクティブ化に関連付けられている、環境における1つまたは複数のしきい値ロケーション750を表すデータを生成するように構成されることが可能である。1つまたは複数のしきい値ロケーション750は、可能性の高いロケーションの領域（たとえば、図6における565内の601、603、および605）とともに配置されることが可能である。図8は、自律車両におけるシステムのブロック図の一例800を示している。図8においては、自律車両100は、自律車両100上の1つまたは複数のロケーションに配置されているセンサのスイート820を含むことができる。それぞれのスイート820は、ライダー821（たとえば、カラーライダー、3次元カラーライダー、2次元ライダーなど）、イメージ取り込みデバイス823（たとえば、デジタルカメラ）、レーダ825、（たとえば、周囲の音を取り込むための）マイクロフォン827、および（たとえば、AV100の搭乗者に対して挨拶/通信を行うための）ラウドスピーカー829を含むがそれらには限定されないセンサを有することができる。（たとえば、推進システムおよび/または制動システムなどの運転システムコンポーネントからの音を取り込むように構成されることが可能である）マイクロフォン871は、運転システムコンポーネントの近くの適切なロケーションに配置されて、たとえば、それらのコンポーネントによって生成される音を検知することが可能である。センサのそれぞれのスイート820は、たとえば、2つのイメージ取り込みデバイス、それぞれのホイール852の近くに配置されているマイクロフォン871など、複数の同じタイプのセンサを含むことができる。マイクロフォン871は、自律車両100の運転操作を示すオーディオ信号を取り込むように構成されることが可能である。マイクロフォン827は、自律車両100の外部の環境における周囲の音を示すオーディオ信号を取り込むように構成されることが可能である。複数のマイクロフォン827は、たとえば、環境890において生じている音の音源ロケーションを推定するために処理されることが可能である信号を生成するためにペアにされることがまたはその他の形でグループ化されることが可能である。自律車両100は、自律車両100のロケーションを表すデータを生成するためのセンサを含むことができ、それらのセンサは、グローバルポジショニングシステム（GPS）839aおよび/または慣性測定ユニット（IMU）839bを含むことができるが、それらには限定されない。自律車両100は、自律車両100の外部の環境における環境条件、たとえば、気温、気圧、湿度、パロメータ圧などを感知するための1つまたは複数のセンサENV877を含むことができる。センサENV877によって生成されるデータは、たとえば波面伝搬時間など、アレイ102（図9において示されているアレイ102を参照されたい）によって使用されるデータの処理において音のスピードを計算するために使用されることが可能である。自律車両100は、車両100の動き（たとえば、衝突からの衝撃に起因する動き、緊急時/回避操縦に起因する動きなど）を検知するように構成されている1つまたは複数のセンサMOT888を含むことができる。一例として、センサMOT888は、加速度計、多軸加速度計、およびジャイロスコープを含むことができるが、それらには限定されない。自律車両100は、ホイール852に関連付けられてい

10

20

30

40

50

ホイール 8 5 2 の回転 8 5 3 を検知するように構成されている 1 つまたは複数の回転センサ（図示せず）（たとえば、ホイールエンコーダ）を含むことができる。たとえば、それぞれのホイール 8 5 2 は、ホイール 8 5 2 の回転を検知するように構成されている関連付けられているホイールエンコーダ（たとえば、ホイール 8 5 2 のアクスル、および / またはホイール 8 5 2 の推進コンポーネント、たとえば電気モータなど）を有することができる。回転センサによって生成される回転信号を表すデータは、たとえば、プランナーシステム、ローカライザシステム、知覚システム、運転システム、および、安全システムのうちの 1 つまたは複数など、自律車両 1 0 0 の 1 つまたは複数のシステムによって受信されることが可能である。

【 0 0 6 9 】

通信ネットワーク 8 1 5 は、自律車両 1 0 0 のセンサ、1 つまたは複数の安全システム 8 7 5（たとえば、ブラダ、シートアクチュエータ、シートベルトテンショナー）、およびその他のコンポーネント、たとえば、1 つまたは複数のプロセッサ 8 1 0、および 1 つまたは複数のルータ 8 3 0 などへ / から信号および / またはデータを回送することができる。ルータ 8 3 0 は、センサスイート 8 2 0 のうちのセンサ、1 つまたは複数の音響ビームステアリングアレイ 1 0 2（たとえば、超音波源の指向性の音響源、フェーズドアレイ、パラメトリックアレイ、大型ラジエータのうちの 1 つまたは複数）、1 つまたは複数の光エミッタ、その他のルータ 8 3 0 間、プロセッサ 8 1 0 間、運転操作システム、たとえば、推進（たとえば、電気モータ 8 5 1）、ステアリング、制動、1 つまたは複数の安全システム 8 7 5 など、ならびに通信システム 8 8 0（たとえば、外部システムおよび / またはリソースとのワイヤレス通信のための）から信号および / またはデータを回送することができる。

【 0 0 7 0 】

図 8 においては、1 つまたは複数のマイクロフォン 8 2 7 は、自律車両 1 0 0 の外部の環境 8 9 0 における周囲の音を取り込むように構成されることが可能である。マイクロフォン 8 2 7 からの信号および / またはデータは、音響ビームステアリングアレイ（図示せず）のうちの 1 つまたは複数に配置されている 1 つまたは複数のスピーカに関するゲイン値を調整するために使用されることが可能である。一例として、建設現場から発するような周囲の騒々しいノイズは、音響ビームステアリングアレイによって放射されている誘導される音響エネルギーのビーム 1 0 4 の可聴性をマスクするかまたはその他の形で損なう可能性がある。したがってゲインは、周囲の音に基づいて（たとえば、dB または周波数成分などのその他のメトリックで）増大または減少されることが可能である。

【 0 0 7 1 】

マイクロフォン 8 7 1 は、電気モータ 8 5 1、ホイール 8 5 2、またはブレーキ（図示せず）などの運転システムコンポーネントの近くに配置されて、それらのシステムによって生成される音、たとえば、回転 8 5 3 からのノイズ、回生制動ノイズ、タイヤノイズ、および電気モータノイズなどを取り込むことが可能である。マイクロフォン 8 7 1 によって生成される信号および / またはデータは、たとえば、オーディオアラートに関連付けられているオーディオ信号を表すデータとして使用されることが可能である。その他の例においては、マイクロフォン 8 7 1 によって生成される信号および / またはデータは、オーディオ信号を表すデータを変調するために使用されることが可能である。一例として、オーディオ信号を表すデータは、オーディオレコーディング（たとえば、デジタルオーディオファイル）を構成することができ、マイクロフォン 8 7 1 によって生成される信号および / またはデータは、オーディオ信号を表すデータを変調するために使用されることが可能である。この例に付け加えて、マイクロフォン 8 7 1 によって生成される信号および / またはデータは、車両 1 0 0 の速度を示すことができ、車両 1 0 0 が減速して横断歩道で停止するのにつれて、オーディオ信号を表すデータは、車両 1 0 0 の速度が変化するに伴うマイクロフォン 8 7 1 によって生成される信号および / またはデータにおける変化によって変調されることが可能である。別の例においては、車両 1 0 0 の速度を示す、マイクロフォン 8 7 1 によって生成される信号および / またはデータは、オーディオ信号を表

10

20

30

40

50

すデータとして使用されることが可能であり、車両 100 の速度が変化するにつれて、音響ビームステアリングアレイ 102 によって放射されている音は、車両 100 の速度における変化を示すことができる。したがって、音（または音響エネルギーの大きさ）は、速度の変化に基づいて（たとえば、ボリューム、周波数などにおいて）変更されることが可能である。上記の例は、歩行者に対して、自律車両 100 が横断歩道における彼らの存在を検知して減速して停止しつつあるということを聴覚的に通知するように実施されることが可能である。

【0072】

1つまたは複数のプロセッサ 810 は、たとえば、車両 100 のプランナーシステム、ローカライザシステム、知覚システム、1つまたは複数の安全システム、およびその他のシステムのうちの1つまたは複数を実施するために使用されることが可能である。1つまたは複数のプロセッサ 810 は、たとえば、車両 100 のプランナーシステム、ローカライザシステム、知覚システム、1つもしくは複数の安全システム、またはその他のシステムのうちの1つまたは複数を実施するために、非一時的コンピュータ可読メディアにおいて具体化されるアルゴリズムを実行するように構成されることが可能である。1つまたは複数のプロセッサ 810 は、回路、ロジック、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、特定用途向け集積回路（ASIC）、プログラマブルロジック、デジタルシグナルプロセッサ（DSP）、グラフィックスプロセッシングユニット（GPU）、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、ビッグファットコンピュータ（BFC）もしくはその他、またはそれらのクラスタを含むことができるが、それらには限定されない。

【0073】

図9は、自律車両の外部安全システムにおける音響ビームステアリングアレイの一例 900 の上面図を示している。図9においては、センサスイート（たとえば、図8における 820）が、自律車両 100 の角部分（たとえば、支柱セクション）に配置されることが可能であり、音響ビームステアリングアレイ 102 のための筐体が、自律車両 100 の上側表面 100u 上に（たとえば、車両上のルーフまたはその他のロケーション上に）配置されることが可能であり、それらの誘導される音響エネルギーのそれぞれのビーム 104（たとえば、図11を参照されたい）を外側に環境へと、音響アラートを受信する対象とされるオブジェクトのロケーションの方へ向けるように配置されることが可能である。音響ビームステアリングアレイ 102（たとえば、超音波源の指向性の音響源、フェーズドアレイ、パラメトリックアレイ、大型ラジエータ）は、誘導される音響エネルギーのカバレッジを、自律車両 100 の外部の環境に配置されている1つまたは複数のオブジェクトにおいて提供するように構成されることが可能であり、そのカバレッジは、たとえば、自律車両 100 を中心とした約 360° の円弧内にあることが可能である。音響ビームステアリングアレイ 102 は、同じサイズ、形状である必要はなく、または同じ数のスピーカーを有する必要はない。音響ビームステアリングアレイ 102 は、図9において示されているように直線状である必要はない。図9に付け加えて、C および D として示されている音響ビームステアリングアレイ 102 は、A および B として示されている音響ビームステアリングアレイ 102 とは異なる寸法を有している。センサスイート 820 は、自律車両 100 の外部の環境のセンサカバレッジを1つの音響ビームステアリングアレイ 102 または複数の音響ビームステアリングアレイ 102 に提供するように配置されることが可能である。複数の音響ビームステアリングアレイ 102 のケースにおいては、センサスイート 820 は、センサカバレッジの重なり合う領域を提供することができる。自律車両 100 の知覚システムは、複数のセンサまたはセンサのスイートからセンサデータを受信して、データをプランニングシステムに提供して、たとえば、音響アラートを生成するためにアレイ 102 のうちの1つもしくは複数のアクティブ化を実施すること、および/または車両 100 の1つもしくは複数のその他の安全システムをアクティブ化することが可能である。自律車両 100 は、前部（たとえば、ボンネット）または後部（たとえば、トランク）を有さないことが可能であり、したがって、矢印 980 によって示されているように少なくとも2つの異なる方向における運転操作に構成されることが可能である。したが

って、音響ビームステアリングアレイ 102 は、前部または後部という呼称を有さないことが可能であり、どちらの方向に自律車両 100 が運転されているかに応じて、アレイ 102 (A) が、走行の方向に向いているアレイであることが可能であり、またはアレイ 102 (8) が、走行の方向に向いているアレイであることが可能である。

【0074】

自律車両 100 のその他の安全システムは、自律車両 100 上の内部 100 i (破線で示されている) および外部 100 e ロケーションに配置されることが可能であり、プランナーシステムによってセンサスイートからのセンサデータを使用してアラートまたはその他の安全機能を生成するためにアクティブ化されることが可能である。センサカバーレッジの重なり合う領域は、自律車両 100 の周囲のロケーションに配置される可能性がある環境における複数のオブジェクトに反応して 1 つまたは複数の安全システムをアクティブ化するためにプランナーシステムによって使用されることが可能である。

10

【0075】

図 10A ~ 図 108 は、センサカバーレッジの例の上部平面図を示している。図 10A の例 1010 においては、4 つのセンサスイート 820 (下線で示されている) のうちの 1 つが、たとえば、自律車両 100 の知覚システム、ローライザシステム、プランナーシステム、および安全システムなどの 1 つまたは複数のシステムにセンサデータを提供するように構成されることが可能であるカバーレッジ領域における環境 1090 の、そのそれぞれのセンサのうちの 1 つまたは複数を使用した、センサカバーレッジ 1011 を提供することができる。図 10A の上部平面図においては、矢印 A、B、C、および D が、自律車両 100 を取り囲む 4 つの象限 1 ~ 4 の境界を定めている。例 1010 においては、単一のスイート 820 によるセンサカバーレッジ 1011 は、部分的なセンサカバーレッジであり得る。なぜなら、象限 1、3、および 4 においては単一のスイート 820 によってカバーされない部分的なセンサ盲点が、ならびに象限 2 においては完全なセンサカバーレッジがあり得るからである。

20

【0076】

例 1020 においては、4 つのセンサスイート 820 のうちの第 2 のセンサスイート 820 が、センサカバーレッジ 1011 と重なり合うセンサカバーレッジ 1021 を提供することができ、それによって、象限 1 および 4 においては部分的なセンサカバーレッジが、ならびに象限 2 および 3 においては完全なセンサカバーレッジがあり得る。図 108 においては、例 1030 において、4 つのセンサスイート 820 のうちの第 3 のセンサスイート 820 が、センサカバーレッジ 1011 および 1021 と重なり合うセンサカバーレッジ 1031 を提供することができ、それによって、象限 2、3、および 4 は、完全なセンサカバーレッジを有しており、象限 1 は、部分的なカバーレッジを有している。最後に、例 1040 においては、4 つのセンサスイート 820 のうちの第 4 のセンサスイート 820 (たとえば、4 つすべてのセンサスイートがオンラインである) が、センサカバーレッジ 1011、1021、および 1031 と重なり合うセンサカバーレッジ 1041 を提供することができ、それによって象限 1 ~ 4 は、完全なカバーレッジを有している。カバーレッジの重なり合うセンサ領域は、1 つもしくは複数のセンサスイート 820 および / またはそれらのそれぞれのセンサ (たとえば、ライダー、カメラ、レーダなど) のうちの 1 つもしくは複数がダメージを与えられるか、機能不良、またはその他の形で動作不能にされた場合のセンサカバーレッジにおける冗長性を可能にすることができる。センサカバーレッジパターン 1011、1021、1031、および 1041 のうちの 1 つまたは複数は、プランナーシステムが 1 つまたは複数の安全システムのアクティブ化を自律車両 100 上のそれらの安全システムの位置に基づいて実施することを可能にすることができる。一例として、自律車両 100 の側部 (たとえば、矢印 C を伴う車両 100 の側部) 上に配置されているブラッグ安全システムのブラッグがアクティブ化されて、その側部から車両 100 に近づくオブジェクトからの衝突に対抗することが可能である。

30

40

【0077】

図 11A は、自律車両の外部安全システムにおける音響ビームステアリングアレイの一

50

例を示している。図 1 1 A においては、プランナーシステム 3 1 0 からのコントロールデータ 3 1 7 が車両コントローラ 3 5 0 へ通信されることが可能であり、車両コントローラ 3 5 0 は次いで、音響ビームステアリングアレイ 1 0 2 による音響アラートを実施するように構成されている外部データ 3 2 5 を通信することができる。1 つのアレイ 1 0 2 が示されているが、自律車両 1 0 0 は、1 1 0 3 によって示されているように複数のアレイ 1 0 2 を含むことができる（たとえば、図 9 におけるアレイ 1 0 2 を参照されたい）。アレイ 1 0 2 によって受信される外部データ 3 2 5 は、オブジェクトロケーションデータ 1 1 4 8（たとえば、環境 1 1 9 0 におけるオブジェクト 1 1 3 4 の座標）、オーディオ信号データ 1 1 6 2、トリガー信号データ 1 1 7 1、および任意選択で変調信号データ 1 1 6 9 を含むことができるが、それらには限定されない。

10

【 0 0 7 8 】

音響ビームステアリングアレイ 1 0 2 は、外部データ 3 2 5 を受信してそれらの外部データ 3 2 5 を処理して、（たとえば、トリガー信号 1 1 7 1 を表すデータを受信したことに応答して）環境 1 1 9 0 への（たとえば、AV 1 0 0 の軌道 T_{av} に対して角度 θ での）誘導される音響エネルギーのビーム 1 0 4 を生成するプロセッサ 1 1 0 5（たとえば、デジタルシグナルプロセッサ（DSP）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、中央処理装置（CPU）、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、GPU および/もしくはそれらのクラスタ、またはその他の組み込まれている処理システム）を含むことができる。音響ビームステアリングアレイ 1 0 2 は、いくつかのスピーカースを含むことができ、アレイ 1 0 2 におけるそれぞれのスピーカースは、増幅器 A の出力と結合されている。それぞれの増幅器 A は、ゲイン入力および信号入力を含むことができる。プロセッサ 1 1 0 5 は、それぞれの増幅器 A のゲイン入力に関する信号ゲイン G を表すデータを計算することができ、それぞれの増幅器 A の信号入力に関する信号遅延 D を表すデータを計算することができる。プロセッサ 1 1 0 5 は、（たとえば、内部および/または外部データソースからの）スピーカース上の情報を表すデータに対してアクセスおよび/または受信を行うことができ、それらの情報は、ほんのいくつかの例を挙げれば、アレイ幅（たとえば、アレイ 1 0 2 における最初のスピーカースと最後のスピーカースとの間における距離）、アレイにおけるスピーカースの間隔（たとえば、アレイ 1 0 2 における隣り合ったスピーカース間における距離）、アレイにおける隣り合ったスピーカース間における波面距離、アレイにおけるスピーカースの数、スピーカースの特徴（たとえば、周波数応答、電力のワットでの出力レベル、放射面積など）を含むことができるが、それらには限定されない。アレイ 1 0 2 におけるそれぞれのスピーカースおよびその関連付けられている増幅器 A は、モノラルチャンネルを構成することができ、アレイ 1 0 2 は、 n 個のモノラルチャンネルを含むことができ、モノラルチャンネルの数 n は、アレイ 1 0 2 のスピーカースサイズおよび筐体サイズに応じて、さまざまであり得る。たとえば、 n は 3 0 であることが可能であり、または 3 2 0 であることも可能である。たとえば、アレイ 1 0 2 の超音波パラメトリックアレイ実施態様においては、 n は約 8 0 から約 3 0 0 ほどであることが可能である。いくつかの例においては、アレイ 1 0 2 におけるスピーカース間における間隔は、アレイ 1 0 2 におけるスピーカースのうちのいくつかまたはすべてに関して直線状ではないことが可能である。

20

30

40

【 0 0 7 9 】

図 1 1 A の例 1 1 0 0 においては、音響エネルギーの誘導されるビーム 1 0 4 が、自律車両 1 0 0 の軌道 T_{av} と対立する可能性がある環境 1 1 9 0 における予測されるロケーション L_o を有しているオブジェクト 1 1 3 4（たとえば、スケートボーダー）に向けて誘導されている。オブジェクト 1 1 3 4 のロケーションは、オブジェクトロケーションデータ 1 1 4 8 として外部データ 3 2 5 に含まれることが可能である。オブジェクトロケーションデータ 1 1 4 8 は、オブジェクト 1 1 3 4 の座標（たとえば、角度、デカルト座標、極座標など）を表すデータであることが可能である。アレイ 1 0 2 は、オブジェクトロケーションデータ 1 1 4 8 を処理して、ビーム 1 0 4 をオブジェクト 1 1 3 4 に向けるための角度 θ を計算することができる。角度 θ は、軌道 T_{av} に対して、または車両 1 0

50

0のフレーム上のいずれかのポイント(たとえば、図11Cにおける100rを参照されたい)に対して測定されることが可能である。予測されるロケーションLoが、オブジェクト1134の動きに起因して変わる場合には、自律車両システム101のその他のシステムは、自律車両100およびオブジェクト1134に関連付けられているデータを引き続き追跡把握および更新して、更新されたオブジェクトロケーションデータ1134を算出することができる。したがって角度θは、オブジェクト1134および/または車両100のロケーションが変わるにつれて変化する可能性がある(たとえば、プロセッサ1105によって再算出される)。いくつかの例においては、角度θは、オブジェクトに対する現在予測される方向(たとえば、座標)だけでなく、今後の時間tにおけるオブジェクトに対する予測される方向も考慮に入れるように(たとえば、プランナーシステムによって)算出されることが可能であり、アレイ102を発射する際の時間遅延の大きさは、車両100の処理システムのデータ処理待ち時間(たとえば、プランナーシステム、知覚システム、またはローカライザシステムのうちの1つまたは複数における処理待ち時間)の関数であることが可能である。したがってプランナーシステムは、オブジェクトが、アレイ102が発射される時間から数分の1秒にあると予測される場合には、たとえば、オブジェクトが車両100からどれくらい遠く離れているかに応じて、処理待ち時間、および/または(たとえば、環境条件に基づく)音そのもののスピードを考慮するように音を放射することをアレイ102に行わせることができる。

【0080】

図11Bは、自律車両における音響ビームステアリングを実施するための流れ図1150の一例を示している。ステージ1152において、環境における自律車両100の軌道を表すデータが、自律車両100のロケーションを表すデータ(たとえば、局所的な位置データ)に基づいて計算されることが可能である。ステージ1154において、環境に配置されているオブジェクトのロケーション(たとえば、座標)を表すデータが(たとえば、センサデータから得られたオブジェクトトラックデータから)決定されることが可能である。オブジェクトタイプを表すデータが、オブジェクトのロケーションを表すデータに関連付けられることが可能である。ステージ1156において、環境におけるオブジェクトの予測されるロケーションを表すデータが、オブジェクトタイプを表すデータ、および環境におけるオブジェクトのロケーションを表すデータに基づいて予測されることが可能である。ステージ1158において、(たとえば、アレイ102からの)オーディオアラートに関連付けられている環境におけるしきい値ロケーションを表すデータが、オブジェクトの予測されるロケーションを表すデータ、および自律車両の軌道を表すデータに基づいて推定されることが可能である。ステージ1160において、オーディオアラートに関連付けられているオーディオ信号を表すデータが選択されることが可能である。ステージ1162において、オブジェクトのロケーションがしきい値ロケーションと一致していることが検知されることが可能である。一例として、オブジェクトの予測されるロケーションがしきい値ロケーションと交差することが、一致の1つの表示であり得る。ステージ1164において、音響ビームステアリングアレイ102のスピーカーチャンネルに関連付けられている信号ゲイン「G」を表すデータが計算されることが可能である。n個のスピーカーチャンネルを有しているアレイ102は、n個のスピーカーチャンネルのうちのそれぞれのスピーカーチャンネルに関して計算されたn個の異なるゲイン「G」を有することができる。信号ゲイン「G」を表すデータは、(たとえば、図11Aのアレイ102において示されているように)チャンネルにおけるスピーカーSと結合されている増幅器Aのゲイン入力に印加されることが可能である。ステージ1166において、信号遅延「D」を表すデータが、アレイ102のn個のスピーカーチャンネルのそれぞれに関して計算されることが可能である。信号遅延「D」を表すデータは、(たとえば、図11Aのアレイ102において示されているように)チャンネルにおけるスピーカーSと結合されている増幅器Aの信号入力に印加されることが可能である。ステージ1168において、車両コントローラ(たとえば、図11Aの350)は、誘導される音響エネルギーのビーム(たとえば、ビーム104)を、オブジェクトのロケーション(たとえば、環境におけるオブジェクトの座標

10

20

30

40

50

) によって決定される伝搬の方向 (たとえば、伝搬の方向 106) において放射することをアレイ 102 に行わせること (たとえば、アレイ 102 に対してトリガー、アクティブ化、または命令を行うこと) によって音響アラートを実施することができ、誘導される音響エネルギーのビームは、オーディオ信号を示している。

【0081】

流れ図 1150 のステージは、アレイ 102 のうちの 1 つまたは複数に関して実施されることが可能であり、流れ図 1150 の 1 つまたは複数のステージは、繰り返されることが可能である。たとえば、予測されるオブジェクト経路、オブジェクトロケーション (たとえば、オブジェクト座標)、予測されるオブジェクトロケーション、しきい値ロケーション、車両軌道、オーディオ信号選択、一致検知、およびその他のステージは、自律車両 100 が環境を通過して走行している間に、および / またはオブジェクトが環境においてロケーションを変えるにつれて、必要に応じてデータを更新および / または処理するために繰り返されることが可能である。

10

【0082】

図 11C は、音響アラートに関連付けられている音響エネルギーを自律車両がオブジェクトへ誘導することの一例 1170 の上部平面図を示している。図 11C においては、自律車両 100 は、破線 1177 によって示されているレーンマーカ間における車道に沿って軌道 *lay* を有することができる。自律車両 100 の外部の環境における検知されたオブジェクト 1171 が、自律車両 100 の軌道 *Tav* と対立すると推定される環境における予測されるロケーション *Lc* を有している自動車オブジェクトタイプとして分類されている。プランナーシステムは、(たとえば、弓形の外形 1121、1122、および 1123 を有している) 3 つのしきい値ロケーション *t-1*、*t-2*、および *t-3* をそれぞれ生成することができる。3 つのしきい値ロケーション *t-1*、*t-2*、および *t-3* は、たとえば、しきい値ロケーション *t-1* (たとえば、車両 100 から比較的安全な距離だけ離れている) における低い脅威レベル、しきい値ロケーション *t-2* (たとえば、車両 100 に対して警戒を要する近さにある距離) における中程度の脅威レベル、およびしきい値ロケーション *t-3* (たとえば、車両 100 に対して危険なほどの近さにある距離) における高い脅威レベルからランク付けされる段階的に高まる脅威レベルを表すことが可能である。3 つのしきい値ロケーション *t-1*、*t-2*、および *t-3* のそれぞれにおいて生成されることになるオーディオアラートに関する別々のオーディオ信号は、オブジェクト 1170 の予測されるロケーション *Lc* がオブジェクト 1171 を自律車両 100 のロケーションのより近くに (たとえば、自律車両 100 との潜在的な衝突にとって十分な近さに) もたらずにつれて脅威の段階的に高まるレベルを聴覚的に伝達するように選択されることが可能である。誘導される音響エネルギーのビーム 104 は、選択されたオーディオ信号 (たとえば、オーディオ信号 104a、104b、および 104c) に含まれている情報を示すことができる。

20

30

【0083】

オブジェクトタイプ 1171 が、しきい値ロケーション *t-1* と交差するかまたはその他の形でそのロケーションがしきい値ロケーション *t-1* と一致する場合には、プランナーシステムは、オブジェクト 1171 の座標に基づいて伝搬の方向 106a に沿って (たとえば、脅かさない音響アラートを伝達するために) オーディオ信号 104a を使用して音響アラートを生成するために配置されている音響アレイ 102 をアクティブ化するためのトリガー信号を生成することができる。たとえば、その座標は、軌道 *Tav* と伝搬の方向 106a との間において測定された角度 *pa* であることが可能である。座標 (たとえば、角度 *a*、*b*、および *c*) に関する基準ポイントは、たとえば、アレイ 102 上のポイント 102r、またはポイント 100r など、自律車両 102 上のその他のいずれかのロケーションであることが可能である。オブジェクト 1171 が、その予測されるロケーション *Lc* に沿って進み続けて、しきい値ロケーション *t-2* と交差した場合には、プランナーシステムによって、座標 (3b、(たとえば、緊急な音響アラートを伝達するための) オーディオ信号 104b、および伝搬の方向 106b を使用して、別の音響アラ

40

50

トがトリガーされることが可能である。しきい値ロケーション t - 3 と交差するオブジェクト 1 1 7 1 によるさらなる走行が、座標 (3 c、(たとえば、きわめて緊急な音響アラートを伝達するための) オーディオ信号 1 0 4 c、および伝搬の方向 1 0 6 c を使用したプランナーシステムによるさらに別の音響アラートをトリガーすることができる。この例においては、段階的な高まりの増大するレベルをオブジェクト 1 1 7 1 に伝達するために(たとえば、車両の運転手に音響的にアラートするために) オーディオ信号 1 0 4 a、1 0 4 b、および 1 0 4 c に関して別々のオーディオ信号(たとえば、事前に録音されているか、または動的に生成されるかを問わず、別々の音響パターン、別々の大きさの音響パワーおよび/またはボリュームなどを有するデジタルオーディオファイル) が選択されることが可能である。

10

【 0 0 8 4 】

プランナーシステムによってトリガーされる音響アラートのうちのそれぞれに関して、オブジェクト 1 1 7 1 の予測されるロケーション L c は、(たとえば、車両 1 0 0 のロケーションに対して) 変わる場合があり、プランナーシステムは、更新されたオブジェクトデータ(たとえば、知覚システムからのオブジェクトトラッキングデータ)を受信して、オブジェクト 1 1 7 1 のロケーションにおける変化を(たとえば、リアルタイムで)計算すること(たとえば、a、b、および c を計算または再計算すること)が可能である。それぞれのしきい値ロケーション t - 1、t - 2、および t - 3 に関してプランナーシステムによって選択されるオーディオ信号は、別々のものであることが可能であり、たとえば、しきい値ロケーション t - 1 から t - 2 へ、および t - 2 から t - 3 へに関する緊急性の増えゆく度合いを伝達するように意図されている可聴情報を含むように構成されることが可能である。プランナーシステムによって選択されるオーディオ信号は、オブジェクト 1 1 7 1 に関するオブジェクトタイプデータに基づいて、自動車の運転手の注目を引くために、自動車ガラス、ドアパネル等など、自動車の構造 (1 1 7 3、1 1 7 9) を音響的に突き抜けるように構成されることが可能である。いくつかの例においては、オブジェクト(たとえば、自動車の運転手)が、その行動を変えている(たとえば、その予測されるロケーション、その予測されるオブジェクト経路を変えている、またはその他の形で車両 1 0 0 および/もしくはその搭乗者にとってもはや脅威ではない)ものとして(たとえば、プランナーシステムによって)検知された場合には、プランナーシステムは、アラートの緊急性のレベルを低減することによって(たとえば、低減されたレベルの緊急性を示すオーディオ信号を選択することによって)音響アラートを段階的に緩和することをアレイ 1 0 2 に行わせることができる。一例として、選択されるオーディオ信号は、オブジェクト 1 1 7 1 上の構造 (1 1 7 3、1 1 7 9) を音響的に突き抜けるために約 2 2 0 Hz から約 4 5 0 Hz までの範囲の周波数を生成するように構成されることが可能である。別の例として、アレイ 1 0 2 は、約 2 2 0 Hz から約 4 . 5 k Hz までの範囲、またはその他の任意の周波数範囲の周波数の音を生成するように構成されることが可能である。さらに、アレイ 1 0 2 によって生成される音は、自律車両 1 0 0 における速度変化に基づいて(たとえば、ボリューム、周波数などが)変更されることが可能である。アレイ 1 0 2 によって放射される音の周波数は、前述の例に限定されず、アレイ 1 0 2 は、人間の聴覚範囲内である、人間の聴覚範囲を上回っている(たとえば、超音波周波数)、人間の聴覚範囲を下回っている(たとえば、超低周波数)、またはそれらの何らかの組合せである周波数の音を生成するように構成されることが可能である。

20

30

40

【 0 0 8 5 】

自律車両 1 0 0 は、2つのアレイ 1 0 2 が上側表面 1 0 0 u (たとえば、車両 1 0 0 のルーフ)上に配置されているものとして示されているが、車両 1 0 0 は、示されているよりも多くのまたは少ないアレイ 1 0 2 を有することができ、アレイ 1 0 2 の配置は、図 1 1 C において示されているのとは異なることが可能である。音響ビームステアリングアレイ 1 0 2 は、いくつかのスピーカーおよびそれらの関連付けられている増幅器および駆動エレクトロニクス(たとえば、プロセッサ、DSP など)を含むことができる。説明の目的のために、それぞれの増幅器/スピーカーのペアは、チャンネルとして示されることにな

50

るが、それによってアレイ 102 は、チャンネル 1 に関する C 1 から n 番目のチャンネルに関する C n に至るまでとして示される n 個のチャンネルを含むことになる。音響ビームステアリングアレイ 102 の拡大図においては、それぞれのスピーカー S は、隣り合ったスピーカーから距離 d だけ隔てられることが可能である。距離 d (たとえば、隣り合ったスピーカー (S) 間における間隔) は、アレイ 102 におけるすべてのスピーカー S に関して同じであることが可能であり、それによって、スピーカー S のうちのすべてが互いに距離 d だけ隔てられている。いくつかの例においては、距離 d は、アレイ 102 におけるスピーカー S 間においてさまざまであることが可能である (たとえば、距離 d は、アレイ 102 における隣り合ったスピーカー間において同じである必要はない)。距離 d は、それぞれのスピーカー S の中心点など、それぞれのスピーカー S 上の基準ポイントから測定されることが可能である。

10

【0086】

アレイ 102 の幅 W は、アレイ 102 における最初のスピーカー (たとえば、チャンネル C 1) と、アレイ 102 における最後のスピーカー (たとえば、チャンネル C n) との間における距離として測定されることが可能であり、幅 W は、たとえば、C 1 におけるスピーカーの中心から C n におけるスピーカーの中心までで測定されることが可能である。アレイ 102 によって生成される音波 104 の伝搬の方向 106 において、アレイ 102 における隣り合った各スピーカー S によって発射される各波面は、波面伝搬時間 t d だけ時間において遅延される場合がある。波面伝搬時間 t d は、隣り合った波面 r 間における距離に音のスピード c をかけた値 (たとえば、 $t_d = r \cdot c$) として計算されることが可能である。スピーカー S 間における距離 d がアレイ 102 におけるすべてのスピーカー S に関して同じである例においては、それぞれのスピーカー S に関して計算される遅延 D は、 t_d の増大する整数倍であることが可能である。したがって、たとえば、チャンネル C 1 に関しては ($t_{d1} = (r \cdot c) \cdot 1$)、チャンネル C 2 に関しては ($t_{d2} = (r \cdot c) \cdot 2$)、チャンネル C n に関しては ($t_{dn} = (r \cdot c) \cdot n$) である。いくつかの例においては、たとえば、高度、気圧、気温、湿度、およびバロメータ圧などの環境条件に基づいて、音のスピード c を表す値をより正確に決定するために、環境センサ (たとえば、図 8 のセンサ 877) からのデータを使用して音のスピード c が計算されることが可能である。

20

【0087】

図 12A は、自律車両の外部に配置されている光エミッタの一例 1200 を示している。図 12A においては、プランナーシステム 310 からのコントロールデータ 317 が車両コントローラ 350 へ通信されることが可能であり、車両コントローラ 350 は次いで、光エミッタ 1202 を使用して視覚的アラートを実施するように構成されている外部データ 325 を通信することができる。1つの光エミッタ 1202 が示されているが、自律車両 100 は、1203 によって示されているように複数の光エミッタ 1202 を含むことができる。光エミッタ 1202 によって受信される外部データ 325 は、たとえば、光パターン 1212 を表すデータ、1つまたは複数の光エミッタ 1202 をアクティブ化するように構成されているトリガー信号 1214 を表すデータ、(たとえば、視覚的アラートの対象とされているオブジェクトに対する車両 100 の配向に基づいて) 車両 100 のどの光エミッタ 1202 をアクティブ化するかを選択するように構成されているアレイ選択 1216 を表すデータ、および任意選択で、車両 100 がそのシグナリングライト (たとえば、ターンシグナル、ブレーキシグナルなど) を使用している場合には光エミッタオペレーションを非アクティブ化するように構成されている運転シグナリング 1218 を表すデータを含むことができるが、それらには限定されない。その他の例においては、1つまたは複数の光エミッタ 1202 は、信号灯、ヘッドライト、または両方の役割を果たすことができる。オブジェクトに対する自律車両 100 の配向は、たとえば、(たとえば、ローカライザシステムからの) 自律車両 100 のロケーションおよび (たとえば、知覚システムからの) オブジェクトのロケーション、(たとえば、プランナーシステムからの) 自律車両 100 の軌道およびオブジェクトのロケーション、または両方に基づいて決定されることが可能である。

30

40

50

【 0 0 8 8 】

光エミッタ 1 2 0 2 は、外部データ 3 2 5 に基づいて視覚的アラートを実施するように構成されているプロセッサ 1 2 0 5 を含むことができる。プロセッサ 1 2 0 5 の選択機能は、アレイ選択 1 2 1 6 を表すデータを受信し、選択された光エミッタ 1 2 0 2 のアクティブ化を可能にすることができる。選択された光エミッタ 1 2 0 2 は、トリガー信号 1 2 1 4 を表すデータが、選択された光エミッタ 1 2 0 2 によって受信されるまで、光 L を放射しないように構成されることが可能である。光パターン 1 2 1 2 を表すデータは、デコード機能によってデコードされることが可能であり、サブ機能が、デコードされた光パターンデータ上で動作して、たとえば、光エミッタ 1 2 0 2 によって放射されることになる光の色を決定するように構成されている色機能、光エミッタ 1 2 0 2 によって放射されることになる光の強度を決定するように構成されている強度機能、および光エミッタ 1 2 0 2 からの光放射の持続時間を決定するように構成されている持続時間機能を実施することができる。データストア (Data) は、それぞれの光エミッタ 1 2 0 2 の構成を表すデータ (たとえば、発光素子 E の数、発光素子 E の電気的特徴、車両 1 0 0 上での光エミッタ 1 2 0 2 の位置など) を含むことができる。さまざまな機能 (たとえば、デコーダ、選択、色、強度、および持続時間) からの出力は、光エミッタ 1 2 0 2 の発光素子 E 1 ~ E n に信号を印加するように構成されているドライバ 1 2 0 7 と結合されることが可能である。それぞれの発光素子 E は、光パターン 1 2 1 2 を表すデータに基づいて個々にアドレス可能であり得る。それぞれの光エミッタ 1 2 0 2 は、いくつかの発光素子 E を含むことができる。それによって n は、光エミッタ 1 2 0 2 における発光素子 E の数を表すことができる。一例として、n は 5 0 を超えることが可能である。光エミッタ 1 2 0 2 は、サイズ、形状、発光素子 E の数、発光素子 E のタイプ、および、車両 1 0 0 の外部に配置されている光エミッタ 1 2 0 2 のロケーション (たとえば、車両 1 0 0 のルーフ 1 0 0 u またはその他の構造など、光エミッタが光 L を環境へと放射することを可能にするように動作する車両 1 0 0 の構造と結合されている光エミッタ 1 2 0 2) においてさまざまであることが可能である。

10

20

【 0 0 8 9 】

一例として、発光素子 E 1 ~ E n は、ソリッドステート発光デバイス、たとえば、発光ダイオードまたは有機発光ダイオードなどであることが可能である。発光素子 E 1 ~ E n は、単一の波長の光または複数の波長の光を放射することができる。発光素子 E 1 ~ E n は、光パターン 1 2 1 2 を表すデータに基づいて、たとえば、赤色、緑色、青色、およびそれらの色の 1 つまたは複数の組合せなど、複数の色の光を放射するように構成されることが可能である。発光素子 E 1 ~ E n は、図 1 2 A において示されているように RGB 発光ダイオード (RGB LED) であることが可能である。ドライバ 1 2 0 7 は、光パターン 1 2 1 2 を表すデータに基づく色、強度、およびデューティサイクルを有する光 L を放射するように、発光素子 E 1 ~ E n の赤色 - R、緑色 - G、または青色 - B 入力のうちの一つまたは複数など、発光素子 E 1 ~ E n の一つまたは複数の入力へ電流をシンクまたはソースするように構成されることが可能である。発光素子 E 1 ~ E n は、図 1 2 A の例 1 2 0 0 に限定されず、光エミッタ 1 2 0 2 を実装するために、その他のタイプの光エミッタ素子が使用されることが可能である。図 1 2 A に付け加えて、自律車両 1 0 0 の軌道 T a v と対立状態にあると決定されている予測されるロケーション L o を有しているオブジェクト 1 2 3 4 が、(たとえば、環境 1 2 9 0 における一つまたは複数のしきい値ロケーションに基づいて) 視覚的アラートの対象である。光エミッタ 1 2 0 2 のうちの一つまたは複数がトリガーされて、視覚的アラートとして光 L を放射することを光エミッタに行わせることが可能である。オブジェクト 1 2 3 4 が応答していない (たとえば、オブジェクト 1 2 3 4 が、衝突を回避するためにそのロケーションを変えていない) とプランナシステム 3 1 0 が決定した場合には、プランナ 3 1 0 は、(たとえば、別々の関連付けられている光パターンを有する別々のしきい値ロケーションに基づいて) 視覚的アラートの緊急性を段階的に高めるように構成されている別の光パターンを選択することができる。その一方で、オブジェクト 1 2 3 4 が、視覚的アラートに応答している (たとえば、

30

40

50

オブジェクト 1 2 3 4 が、衝突を回避するためにそのロケーションを変えている)として (たとえば、プランナーシステムによって) 検知された場合には、視覚的アラートの緊急性を段階的に緩和するように構成されている光パターンが選択されることが可能である。たとえば、光の色、光の強度、光パターン、または前述のもの何らかの組合せのうちの 1 つまたは複数が変更されて、視覚的アラートの段階的な緩和を示すことが可能である。

【0090】

プランナーシステム 3 1 0 は、オブジェクト 1 2 3 4 のロケーションに対する自律車両 1 0 0 の配向に基づいて光エミッタ 1 2 0 2 を選択することができる。たとえば、オブジェクト 1 2 3 4 が自律車両 1 0 0 に正面から近づいている場合には、オブジェクトの接近の方向にほぼ向いている車両 1 0 0 の外部に配置されている 1 つまたは複数の光エミッタ 1 2 0 2 がアクティブ化されて、視覚的アラートのための光 L を放射することが可能である。車両 1 0 0 とオブジェクト 1 2 3 4 との間における相対的な配向が変わるにつれて、プランナーシステム 3 1 0 は、車両 1 0 0 上のその他の外部ロケーションに配置されているその他のエミッタ 1 2 0 2 をアクティブ化して、視覚的アラートのための光 L を放射することができる。オブジェクト 1 2 3 4 にとって見えない可能性がある光エミッタ 1 2 0 2 は、視覚的アラートが向けられていないその他の運転手、歩行者などにおける潜在的な集中妨害または混乱を防止するために、アクティブ化されないことが可能である。

【0091】

図 1 2 B は、自律車両 1 0 0 の外部上に位置している光エミッタ 1 2 0 2 の例の輪郭図を示している。例 1 2 3 0 においては、車両 1 0 0 の第 1 の端部の部分的な輪郭図 (たとえば、矢印 1 2 3 6 の方向に沿ったビュー) が、車両 1 0 0 の外部の別々の位置に配置されているいくつかの光エミッタ 1 2 0 2 を示している。車両 1 0 0 の第 1 の端部は、ブレーキライト、ターンシグナル、ハザードライト、ヘッドライト、走行用ライト等など、自動車シグナリング機能用に構成されることが可能であるライト 1 2 3 2 を含むことができる。いくつかの例においては、光エミッタ 1 2 0 2 は、ライト 1 2 3 2 によって放射される光とは (たとえば、光の色、光のパターン、光の強度などにおいて) 異なる光 L を放射するように構成されることが可能であり、それによって、光エミッタ 1 2 0 2 の機能 (たとえば、視覚的アラート) は、ライト 1 2 3 2 によって実施される自動車シグナリング機能と混同されない。いくつかの例においては、ライト 1 2 3 2 は、自動車シグナリング機能および視覚的アラート機能を実施するように構成されることが可能である。光エミッタ 1 2 0 2 は、たとえば、支柱セクション、ルーフ 1 0 0 u、ドア、バンパー、およびフェンダーを含むがそれらには限定されないさまざまなロケーションに配置されることが可能である。いくつかの例においては、光エミッタ 1 2 0 2 のうちの 1 つまたは複数は、たとえば、ウィンドウ、レンズ、またはカバリングなどの後ろになど、車両 1 0 0 の光学的に透過的なまたは部分的に透過的な表面または構造の後ろに配置されることが可能である。光エミッタ 1 2 0 2 によって放射される光 L は、光学的に透過的な表面または構造を通り抜けて環境へと至ることが可能である。

【0092】

例 1 2 3 5 においては、車両 1 0 0 の第 2 の端部 (たとえば、矢印 1 2 3 6 の逆の方向に沿ったビュー) が、従来の自動車シグナリング機能および / または視覚的アラート機能用に構成されることが可能であるライト 1 2 3 1 を含むことができる。例 1 2 3 5 において示されている光エミッタ 1 2 0 2 は、たとえば、支柱セクション、ルーフ 1 0 0 u、ドア、バンパー、およびフェンダーを含むがそれらには限定されないさまざまなロケーションに配置されることも可能である。

【0093】

いくつかの例によれば、ライト 1 2 3 1 および 1 2 3 2 は、任意選択であることが可能であり、ブレーキライト、ターンシグナル、ハザードライト、ヘッドライト、走行用ライト等など、自動車シグナリング機能の機能性は、1 つまたは複数の光エミッタ 1 2 0 2 のうちの任意の 1 つによって実行されることが可能であるということに留意されたい。

【0094】

10

20

30

40

50

図12Cは、オブジェクトに対する自律車両の配向に基づく光エミッタ1202アクティブ化の一例1240の上部平面図を示している。図12Cにおいては、オブジェクト1234は、自律車両100のロケーションに対する予測されるロケーションLoを有している。オブジェクト1234との自律車両100の相対的な配向は、象限2および3を感知するために配置されているセンサスイート820を使用したオブジェクト1234の完全なセンサカバーレッジと、象限1における部分的なセンサカバーレッジとを提供することができる。車両100およびオブジェクト1234の相対的な配向に基づいて、（たとえば、車両100の側部および端部上の）1202aとして示されている光エミッタのサブセットが、オブジェクト1234によって視覚的に知覚可能である場合があり、アクティブ化されて光Lを環境1290へと放射することが可能である。

10

【0095】

図120は、オブジェクトに対する自律車両の配向に基づく光エミッタアクティブ化の一例1245の輪郭図を示している。図120においては、オブジェクト1234は、自律車両100のロケーションに対する予測されるロケーションLoを有している。車両100およびオブジェクト1234の相対的な配向に基づいて、（たとえば、車両100の側部上の）1202aとして示されている光エミッタのサブセットが、オブジェクト1234によって視覚的に知覚可能である場合があり、アクティブ化されて光Lを環境1290へと放射することが可能である。図120の例においては、オブジェクト1234との車両100の相対的な配向は、図12Cにおいて示されているのとは異なる。なぜなら、オブジェクト1234の接近は、象限1のセンサカバーレッジ内にはないからである。したがって、車両100の端部に配置されている光エミッタ1202は、オブジェクト1234にとって視覚的に知覚可能ではない場合があり、視覚的アラートのためにアクティブ化されないことが可能である。

20

【0096】

図12Eは、自律車両における光エミッタからの視覚的アラートを実施するための流れ図1250の一例を示している。ステージ1252において、自律車両の外部の環境における自律車両の軌道を表すデータが、環境における自律車両のロケーションを表すデータに基づいて計算されることが可能である。ステージ1254において、環境におけるオブジェクトのロケーションを表すデータが決定されることが可能である。そのオブジェクトは、オブジェクトタイプを含むことができる。ステージ1256において、環境におけるオブジェクトの予測されるロケーションが、オブジェクトタイプおよびオブジェクトロケーションに基づいて予測されることが可能である。ステージ1258において、視覚的アラートに関連付けられている環境におけるしきい値ロケーションを表すデータが、自律車両の軌道およびオブジェクトの予測されるロケーションに基づいて推定されることが可能である。ステージ1260において、しきい値ロケーションに関連付けられている光パターンを表すデータが選択されることが可能である。ステージ1262において、オブジェクトのロケーションがしきい値ロケーションと一致していることを検知されることが可能である。ステージ1264において、オブジェクトのロケーションに対する自律車両の配向を表すデータが決定されることが可能である。ステージ1266において、オブジェクトのロケーションに対する自律車両の配向に基づいて自律車両の1つまたは複数の光エミッタが選択されることが可能である。ステージ1268において、選択された光エミッタは、光パターンを示す光を環境へと放射して視覚的アラートを実施することを行わされること（たとえば、アクティブ化されること、トリガーされること）が可能である。

30

40

【0097】

図12Fは、1つまたは複数のアレイ102からの任意選択の音響アラートと共同して視覚的アラートを実施するために光Lを放射する自律車両100の光エミッタ1202の一例1270の上部平面図を示している。図12Fにおいては、自律車両100は、破線1277によって示されているレーンマーカ間における車道に沿って軌道Tavを有しており、検知されたオブジェクト1272は、軌道Tavに対して逆の方向でほぼ平行である予測されるロケーションLoを有している。自律車両100のプランナーシステムが、

50

視覚的アラートを実施するための3つのしきい値ロケーションT-1、T-2、およびT-3を推定することができる。走行の方向1279にある、車両100の端部に配置されている光エミッタ1202（たとえば光エミッタ1202は、オブジェクト1272に面している）が、視覚的アラートのために選択される。対照的に、走行の方向1279に面していない、車両100のその他の端部に配置されているアレイ1202は、視覚的アラートのために選択されないことが可能である。なぜなら、それらは、オブジェクト1272によって視覚的に知覚可能ではない場合があり、たとえば、その他の運転手または歩行者を混乱させる可能性があるからである。光パターン1204a、1204b、および1204cが、それぞれ、しきい値ロケーションT-1、T-2、およびT-3に関連付けられることが可能であり、オブジェクト1272の予測されるロケーションLoが車両100のロケーションに近づくにつれて、段階的に高まる視覚的アラートを実施する（たとえば、増大する緊急性を伝達する）ように構成されることが可能である。

10

【0098】

図12Fに付け加えて、図11A～図11Cを参照して上述されているように音響アラートのために車両100のプランナーシステムによって別の検知されたオブジェクト1271が選択されることが可能である。オブジェクト1271に関する推定されるしきい値ロケーションt-1～t-3は、オブジェクト1272に関する推定されるしきい値ロケーション（たとえば、T-1、T-2、およびT-3）とは異なる場合がある。たとえば、音響アラートは、視覚的アラートの視覚的な知覚に比べて、車両100からさらに遠い距離において聴覚的に知覚可能である場合がある。オブジェクト1271の速度またはスピードは、オブジェクト1272の速度またはスピードよりも速い（たとえば、自動車対自転車）場合があり、それによって、しきい値ロケーションt-1～t-3は、オブジェクト1271のさらに速い速度に起因してさらに遠くに配置されて、オブジェクト1271がそのロケーションを変えて衝突を回避するための、ならびに/または車両100が回避操縦を行うための、および/もしくはその安全システムのうちの1つもしくは複数を実体化するための十分な時間を提供する。図12Fは、オブジェクト1272に関連付けられている視覚的アラート、およびオブジェクト1271に関連付けられている音響アラートの例を示しているが、環境におけるオブジェクトの行動に対処するためにアクティブ化される安全システム（たとえば、内部システム、外部システム、または運転システム）の数およびタイプは、示されている例に限定されず、1つまたは複数の安全システムがアクティブ化されることが可能である。一例として、音響アラート、視覚的アラート、または両方が、オブジェクト1271、オブジェクト1272、または両方へ通信されることが可能である。別の例として、オブジェクト1271、オブジェクト1272、または両方が車両100と衝突しそうになるか、または車両100から安全でない距離内に入った（たとえば、予測される衝撃時間まで約2秒以下である）場合には、1つまたは複数のブラダが展開されることが可能であり、1つまたは複数のシートベルトが締め付けられることが可能である。

20

30

【0099】

プランナーシステムは、環境におけるオブジェクトの可能性の高いロケーションの1つまたは複数の領域（たとえば、図5および図6における565）を、それぞれのオブジェクトの予測される動き、および/またはそれぞれのオブジェクトの予測されるロケーションに基づいて予測することができる。可能性の高いロケーションの領域、ならびに可能性の高いロケーションの領域内のしきい値ロケーションのサイズ、数、間隔、および形状は、たとえば、オブジェクトの特徴（たとえば、スピード、タイプ、ロケーションなど）、選択される安全システムのタイプ、車両100の速度、および車両100の軌道を含むがそれらには限定されない多くのファクタに基づいて、さまざまであることが可能である。

40

【0100】

図13Aは、自律車両の外部安全システムにおけるブラダシステムの一例1300を示している。ブラダシステム369によって受信される外部データ325は、ブラダ選択1312を表すデータ、ブラダ展開1314を表すデータ、および（たとえば、展

50

開された状態から、展開されていない状態への)ブラッダ収縮1316を表すデータを含むことができる。プロセッサ1305は、外部データ325を処理して、1つまたは複数のブラッダエンジン1311と結合されているブラッダセクタをコントロールすることができる。それぞれのブラッダエンジン1311は、ブラッダ1からブラッダnによって示されているブラッダ1310と結合されることが可能である。それぞれのブラッダ1310は、そのそれぞれのブラッダエンジン1311によって、展開されていない状態から、展開された状態へアクティブ化されることが可能である。それぞれのブラッダ1310は、そのそれぞれのブラッダエンジン1311によって、展開された状態から、展開されていない状態へアクティブ化されることが可能である。展開された状態においては、ブラッダ1310は、自律車両100の外側へ(たとえば、車両100の車体パネルまたはその他の構造の外側へ)広がることができる。ブラッダエンジン1311は、流体(たとえば、加圧ガス)を加圧下でブラッダ1310内に詰め込んで、ブラッダ1310を、展開されていない位置から、展開された位置へ膨張させることによって、そのそれぞれのブラッダ1310の体積における変化をもたらすように構成されることが可能である。ブラッダセクタ1317は、(たとえば、ブラッダ1からブラッダnのうちで)どのブラッダ1310をアクティブ化するか(たとえば、展開するか)、およびどのブラッダ1310を非アクティブ化するか(たとえば、展開されていない状態へ戻すか)を選択するように構成されることが可能である。選択されたブラッダ1310は、選択されたブラッダ1310に関するブラッダ展開1314を表すデータをプロセッサが受信すると、展開されることが可能である。選択されたブラッダ1310は、選択されたブラッダ1310に関するブラッダ収縮1316を表すデータをプロセッサが受信すると、展開されていない状態へ戻されることが可能である。プロセッサ1305は、データをブラッダセクタ1317へ通信して、選択されたブラッダ1310を(たとえば、そのブラッダエンジン1311を介して)展開すること、または展開されたブラッダ1310を(たとえば、そのブラッダエンジン1311を介して)展開されていない状態へ戻すことをブラッダセクタ1317に行わせるように構成されることが可能である。

10

20

【0101】

ブラッダ1310は、たとえば、柔軟な材料、弾力性のある材料、膨張可能な材料、たとえばゴムもしくは合成材料、またはその他の任意の適切な材料から作製されることが可能である。いくつかの例においては、ブラッダ1310のための材料は、(たとえば、ブラッダ1310に対する予測される衝撃が発生しない場合、または衝突が発生してもブラッダ1310にダメージを与えない場合には)再利用可能である材料に基づいて選択されることが可能である。一例として、ブラッダ1310は、セミトラクターレーラートラックにおいて実装されるエアスプリングのために使用される材料から作製されることが可能である。ブラッダエンジン1311は、ブラッダ1310を、展開された位置へ膨張させるためにブラッダ1310へと導入されることが可能である加圧流体を生成すること、またはブラッダ1310を、加圧流体の源、加圧ガスのそのようなタンク、またはガス発生器と結合することが可能である。ブラッダエンジン1311は、ブラッダ1310から加圧流体を(たとえば、バルブを介して)解放して、ブラッダ1310を、展開された位置から元の展開されていない位置へ縮小する(たとえば、ブラッダ1310を、展開されていない位置へしぼませる)ように構成されることが可能である。一例として、ブラッダエンジン1311は、そのそれぞれのブラッダ1310内の加圧流体を外気へ放出することができる。展開された位置においては、ブラッダ1310は、自律車両100とのオブジェクトの衝撃によって与えられる力を吸収し、それによって、自律車両および/またはその搭乗者に対するダメージを低減または防止するように構成されることが可能である。たとえば、ブラッダ1310は、自律車両100と衝突する歩行者または自転車運転者によって与えられる衝撃力を吸収するように構成されることが可能である。

30

40

【0102】

ブラッダデータ1319は、ブラッダの特徴、たとえば、ブラッダのサイズ、ブラッダ展開時間、ブラッダ収縮時間(たとえば、ブラッダ1310を、展開された位置から元の

50

展開されていない位置へ収縮させるための時間)、ブラダの数、車両100の外部に配置されているブラダのロケーションなどを決定するために、プロセッサ1305、ブラダセクタ1317、またはブラダエンジン1311のうちの1つまたは複数によってアクセスされることが可能である。ブラダ1310は、サイズおよび自律車両100上のロケーションにおいてさまざまであることが可能であり、したがって、別々の展開時間(たとえば、膨らませる時間)を有することが可能であり、別々の収縮時間(たとえば、しぼませる時間)を有することが可能である。展開時間は、たとえば、プランナーシステム310によって追跡把握されているオブジェクトの衝撃の予測される時間に基づいて、ブラダ1310または複数のブラダ1310を展開するための十分な時間があるかどうかを決定する際に使用されることが可能である。ブラダエンジン1311は、展開された場合および展開されていない場合のブラダ1310内の圧力を決定するために、ならびに衝撃がブラダ1310を破裂させたかまたはその他の形でダメージを与えたかどうか(たとえば、破裂がブラダ1310における漏れをもたらしているかどうか)を決定するために、圧力センサなどのセンサを含むことができる。ブラダエンジン1311および/またはセンサシステム320は、自律車両100に対する衝撃から動きを検知するためのモーションセンサ(たとえば、加速度計、図8におけるMOT888)を含むことができる。衝撃によってダメージを与られていないブラダ1310および/またはそのそれぞれのブラダエンジン1311は、再利用されることが可能である。予測される衝撃が発生しない(たとえば、車両100とオブジェクトとの間における衝突がない)場合には、ブラダ1310は、(たとえば、ブラダエンジン1311を介して)展開されていない状態へ戻されることが可能であり、ブラダ1310は、今後の時間において後で再利用されることが可能である。

【0103】

図13Aに付け加えて、予測されるロケーションLoを有しているオブジェクト1334が、自律車両100にその両側部のうちの一方から近づいていると言うことができ、それによって自律車両100の軌道Tavは、オブジェクト1334の予測されるオブジェクト経路に対してほぼ垂直である。オブジェクト1334は、自律車両100の側部に衝撃を与えると予測されることが可能であり、外部データ325は、予測される衝撃の前に展開するための、自律車両100の側部(たとえば、衝撃が発生すると予測される側部)上に配置されている1つまたは複数のブラダ1310を選択することをブラダセクタ1311に行わせるように構成されているデータを含むことができる。

【0104】

図138は、自律車両の外部安全システムにおけるブラダの例1330および1335を示している。例1330においては、車両100は、車両100の外部表面および/または構造に関連付けられている位置を有しているいくつかのブラダ1310を含むことができる。ブラダ1310は、別々のサイズおよび形状を有することができる。ブラダ1310は、車両のその他の構造の後ろに隠されることが可能であり、または装飾などに見せかけられることが可能である。たとえば、車両100のドアパネルまたはフェンダーは、膜構造を含むことができ、ブラダ1310は、その膜構造の後ろに配置されることが可能である。ブラダ1310の展開によって生成される力は、膜構造を破裂させ、ブラダが車両100の外部の方向へ外側に膨張すること(たとえば、環境へと外側に展開すること)を可能にすることができる。同様に、例1335においては、車両100は、いくつかのブラダ1310を含むことができる。例1330において示されているブラダと、例1335において示されているブラダとは、車両100上のロケーションおよび/またはサイズにおいて対称であることが可能である。

【0105】

図13Cは、自律車両におけるブラダ展開の例1340および1345を示している。例1340においては、オブジェクト1371(たとえば、車)が、車両100との予測される衝突コース上にあり、Loという予測されるロケーションを有している。自律車両100は、軌道Tavを有している。オブジェクト1371との車両100の相対的な

配向に基づいて、車両100上の予測される衝撃ロケーションが、象限2および3にある（たとえば、車両100の側部に対する衝撃）と推定される。車両100の内部100iに位置している2人の搭乗者Pは、車両100の側部から内部100iにおける搭乗者Pの着席位置まで測定されたクランプゾーン距離 z_1 に起因して危険にさらされている可能性がある。プランナーシステム310は、自律車両100を操縦して衝突を回避するかまたは搭乗者Pに対する潜在的な負傷を低減するための十分な時間があるかどうかを決定するために、（たとえば、キネマティクスカリキュレータ384を使用して）オブジェクト1371に関する衝撃までの推定される時間 T_{impact} を算出することができる。車両100を操縦するための時間が衝撃の時間未満である（たとえば、 $T_{manuever} < T_{impact}$ ）とプランナーシステム310が決定した場合には、プランナーシステムは、回避操縦1341を実行して矢印（たとえば、回避操縦1341を表す矢印）の時計周りの方向に車両100を回転させて車両100の端部をオブジェクト1371の経路内に位置させるよう運転システム326に命令することができる。プランナーシステムは、たとえば、シートベルトテンショニングシステム、ブラダシステム、音響ビームステアリングアレイ102、および光エミッタ1202など、その他の内部安全システムおよび外部安全システムのアクティブ化が回避操縦1341と同時に生じるよう命令することもできる。

10

【0106】

例1345においては、車両100は、回避操縦1341を完了しており、オブジェクト1371は、車両100の側部ではなく、車両100の端部から近づいている。車両100とオブジェクト1371との間における新しい相対的な配向に基づいて、プランナーシステム310は、車両100の端部におけるバンパー上に配置されているブラダ1310'の選択および展開を命令することができる。実際の衝撃が発生した場合には、クランプゾーン距離が z_1 から z_2 へ（たとえば、 $z_2 > z_1$ ）増大して、車両100の内部100iにおけるさらに大きなクランプゾーンを搭乗者Pに提供する。回避操縦1341の前に、搭乗者Pによって着用されているシートベルトが、シートベルトテンショニングシステムによって事前に締め付けられて、操縦1341中に、およびオブジェクト1371の潜在的な衝撃に備えて搭乗者Pを保護することが可能である。

20

【0107】

例1345においては、ブラダ1310'の展開時間、 T_{deploy} が、オブジェクト1371の予測される衝撃時間、 T_{impact} 未満であると（たとえば、プランナーシステム310によって）決定されている。したがって、オブジェクト1371の潜在的な衝撃の前にブラダ1310'を展開するための十分な時間がある。その他の安全システム、たとえば、シートベルトテンショニングシステム、シートアクチュエータシステム、音響アレイ、および光エミッタなどに関して、アクティブ化時間と衝撃時間との比較が実行されることが可能である。

30

【0108】

運転システム（たとえば、図3Bにおける326）は、（たとえば、ステアリングシステムを介して）車両のホイールを回転させて、（たとえば、推進システムを介して）車両100を、例1345において示されている構成へ向けるよう（たとえば、プランナーシステム310を介して）命令されることが可能である。運転システムは、車両100が環境におけるその他のオブジェクトと衝突することを防止するために（たとえば、車両100が衝撃からの力の結果としてその他のオブジェクトへと押し出されることを防止するために）（たとえば、制動システムを介して）ブレーキをかけるよう（たとえば、プランナーシステム310を介して）命令されることが可能である。

40

【0109】

図14は、自律車両100の内部安全システム322におけるシートベルトテンショニングシステムの一例1400を示している。図14においては、内部データ323が、シートベルトテンショニングシステム361によって受信されることが可能である。内部データ323は、ベルトテンショナー選択信号1412、シートベルト締め付けトリガー信

50

号1414、およびシートベルト締め付け解除信号1416を表すデータを含むことができるが、それらには限定されない。ベルトテンショナー選択信号1412は、1つまたは複数のベルトテンショナー1411を、それぞれのベルトテンショナー1411がシートベルト1413（B-1、B-2からB-nとしても示されている）を含んでいる状態で選択することができる。それぞれのベルト1413は、ベルトテンショナー1411におけるテンショニングメカニズム（図示せず）と機械的に結合されることが可能である。テンショニングメカニズムは、リール含むことができ、そのリールは、ベルト1413が巻き付けられているそのリール上にベルトの一部を巻き取ってベルト1413のたるみを取るよう構成されている。ベルトテンショナー選択信号1412によって選択されたベルトテンショナー1411は、シートベルト締め付けトリガー信号1414を受信すると、そのそれぞれのベルト1413に張力を加えることができる。たとえば、ベルト1413（B-2）を有しているベルトテンショナー1411は、ベルトB-2を作動させて、（たとえば、ベルトB-2を着用している搭乗者に緊密に結合されていない）たるみ状態から、（破線によって示されている）締め付け状態にすることができる。締め付け状態においては、ベルトB-2は、搭乗者に圧力を加えることができ、その圧力は、たとえば、回避操縦中に、および/またはオブジェクトとの予測される衝突を予想して、搭乗者を座席に緊密に結合することができる。

10

【0110】

ベルトB-2は、シートベルト締め付けトリガー信号1414を解除することによって、またはシートベルト締め付けトリガー信号1414を解除することによってシートベルト締め付け解除信号1416を受信することによって、締め付け状態から、たるみ状態へ、および元のたるみ状態へ戻されることが可能である。センサ（たとえば、圧力センサまたは力センサ）（図示せず）が、自律車両における座席が搭乗者によって占有されているかどうかを検知することができ、座席が占有されていることをセンサが示している場合には、ベルトテンショナー選択信号1412および/またはシートベルト締め付けトリガー信号1414のアクティブ化を可能にすることができる。座席センサが座席の占有を検知していない場合には、ベルトテンショナー選択信号1412および/またはシートベルト締め付けトリガー信号1414が非アクティブ化されることが可能である。ベルトデータ1419は、たとえば、シートベルトシステム361におけるシートベルト1413に関するベルト締め付け時間、ベルト解除時間、およびメンテナンスログを含むがそれらには

20

30

【0111】

図15は、自律車両100の内部安全システム322におけるシートアクチュエータシステム363の一例1500を示している。一例においては、シートアクチュエータシステム363は、車両100とオブジェクト（たとえば、別の車両）との間における衝突に起因して環境1590におけるオブジェクト（図示せず）から車両100に与えられる衝撃力1517からのエネルギーを使用して、座席1518（たとえば、座席-1から座席-n）を作動させて自律車両100の内部における第1の位置から自律車両100の内部における第2の位置にするよう構成されることが可能である。衝撃力1517から座席（たとえば、座席-n）へ機械的に伝達される力1513が、たとえば、第1の位置（たとえば、車両100の端部の付近）から第2の位置へ（たとえば、車両100の内部100iの中心の方へ）座席を移動させることができる。反作用力c-フォース1515が座席（たとえば、座席-n）に加えられて、力1513によってもたらされる加速力をコントロールすることが可能である（図示されてはいないが、図15において示されているc-フォース1515の方向および力1513の方向は、衝撃力1517の実質的に共通の方向にあることが可能であるということに留意されたい）。反作用力c-フォース1515は、力1513に対抗するために縮むよう構成されている、または力1513に対抗

40

50

するために伸びるように構成されているスプリングであることが可能である。その他の例においては、反作用力c - フォース1515は、たとえば、ダンパー（たとえば、ショックアブソーバ）によって、またはエアスプリングによって生成されることが可能である。反作用力c - フォース1515を提供するメカニズムが、シートカブラ1511へ、および座席（たとえば、座席 - n）へ結合されることが可能である。シートカブラ1511は、反作用力c - フォース1515を車両100のシャーシまたはその他の構造に提供するメカニズムを固定するように構成されることが可能である。衝撃力1517が、車両100の構造の機械的変形をもたらす（たとえば、クランプゾーンをつぶす）場合には、座席へ結合されているラムまたはその他の機械的構造が、車両の変形している構造によって前方へ（たとえば、第1の位置から第2の位置へ）促されて、力1513を座席に与えることが可能であり、その一方で反作用力c - フォース1515は、第1の位置から第2の位置への座席の移動に抵抗する。

10

【0112】

その他の例においては、シートカブラ1511は、トリガー信号1516を表すデータに応答して座席1518（たとえば、座席 - n）を電氣的に、機械的に、または電気機械的に作動させて第1の位置から第2の位置にするためのアクチュエータを含むことができる。シートカブラ1511は、反作用力c - フォース1515を提供するメカニズム（たとえば、スプリング、ダンパー、エアスプリング、変形可能な構造など）を含むことができる。座席選択1512を表すデータおよびアーミング信号1514を表すデータが、プロセッサ1505によって受信されることが可能である。座席セクタ1519が、座席選択1512を表すデータに基づいてシートカブラ1511のうちの一つまたは複数を選択することができる。座席セクタ1519は、アーミング信号1514を表すデータが受信されるまで、選択された座席を作動させないことが可能である。アーミング信号1514を表すデータは、高い発生確率を有している車両100との予測される衝突（たとえば、オブジェクトが、その動きおよびロケーションに基づいて、車両と間もなく衝突すると予測されるということ）を示すことができる。アーミング信号1514を表すデータは、シートベルトテンショニングシステムをアクティブ化するための信号として使用されることが可能である。座席1518（たとえば、座席 - 1から座席 - n）は、たとえば、単一の搭乗者を着席させられる座席（たとえば、バケットシート）、または複数の搭乗者を着席させられる座席（たとえば、ベンチシート）であることが可能である。シートアクチュエータシステム363は、車両100のその他の内部安全システムおよび外部安全システムと共同して作動することができる。

20

30

【0113】

図16Aは、自律車両100における運転システム326の一例1600を示している。図16Aにおいては、運転システム326へ通信される運転データ327は、ステアリングコントロール1612、制動コントロール1614、推進コントロール1618、およびシグナルコントロール1620を表すデータを含むことができるが、それらには限定されない。運転データ327は、自律車両100の通常の運転操作（たとえば、搭乗者を乗せること、搭乗者を移送することなど）のために使用されることが可能であるが、環境1690におけるオブジェクトに関連した衝突およびその他の潜在的に危険な事象を緩和または回避するために使用されることも可能である。

40

【0114】

プロセッサ1605は、ステアリングコントロールデータをステアリングシステム361へ、制動コントロールデータを制動システム364へ、推進コントロールデータを推進システム368へ、およびシグナリングコントロールデータをシグナリングシステム362へなど、運転データ327を特定の運転システムへ通信することができる。ステアリングシステム361は、ステアリングデータを処理してホイールアクチュエータWA - 1からWA - nを作動させるように構成されることが可能である。車両100は、マルチホイール独立ステアリング（たとえば、フォーホイールステアリング）用に構成されることが可能である。それぞれのホイールアクチュエータWA - 1からWA - nは、そのホイール

50

アクチュエータと結合されているホイールのステアリング角をコントロールするように構成されることが可能である。制動システム364は、制動データを処理してブレーキアクチュエータSA-1からSA-nを作動させるように構成されることが可能である。制動システム364は、たとえば、差動制動およびアンチロック制動を実施するように構成されることが可能である。推進システム368は、推進データを処理して駆動モータOM-1からOM-n（たとえば、電気モータ）を作動させるように構成されることが可能である。シグナリングシステム362は、シグナリングデータを処理して、シグナル要素5-1から5-n（たとえば、ブレーキライト、ターンシグナル、ヘッドライト、走行用ライトなど）をアクティブ化することができる。いくつかの例においては、シグナリングシステム362は、1つまたは複数の光エミッタ1202を使用してシグナリング機能を実施するよう構成されることが可能である。たとえば、シグナリングシステム362は、1つまたは複数の光エミッタ1202のうちのすべてまたは一部にアクセスしてシグナリング機能（たとえば、ブレーキライト、ターンシグナル、ヘッドライト、走行用ライトなど）を実施するように構成されることが可能である。

10

20

30

40

50

【0115】

図16Bは、自律車両100における障害物回避操縦の一例1640を示している。図168においては、オブジェクト1641（たとえば、自動車）が、自律車両100の軌道Tavと対立状態にある予測されるロケーションLoを有している。プランナーシステムは、運転システムを使用して車両100を前方へ加速させて、軌道Tavに沿って位置している領域1642へ至るための十分な時間はないということを計算することができる。なぜなら、オブジェクト1641が車両100と衝突する可能性があるからである。したがって領域1642は、安全に操縦して入られることが不可能であり、領域1642は、ブロックされた領域1643として（たとえば、プランナーシステムによって）指定されることが可能である。しかしながらプランナーシステムは、（たとえば、知覚システムによって受信されたセンサデータ、およびローカライザシステムからのマップデータを介して）車両100の周囲の環境における利用可能な空いている領域を検知することができる。たとえば領域1644が、安全に操縦して入られることが可能である（たとえば、領域1644は、車両100の軌道と干渉するオブジェクトを、それが移動しているかまたは静的であるかを問わず、有していない）。領域1644は、空いている領域1645として（たとえば、プランナーシステムによって）指定されることが可能である。プランナーシステムは、車両100の軌道をその元の軌道Tavから回避操縦軌道Tmへ変更して、自律車両100を空いている領域1645へと自律的に進行させるよう（たとえば、ステアリングデータ、推進データ、および制動データを介して）運転システムに命令することができる。

【0116】

障害物回避操縦と共同して、プランナーシステムは、オブジェクト1641が速度を変えた場合には、または障害物回避操縦が成功しなかった場合には、車両100の1つまたは複数のその他の内部安全システムおよび/または外部安全システムをアクティブ化して、車両のうちでオブジェクト1641によって衝撃を与えられる可能性がある部分においてブラダを展開することをブラダシステムに行わせることができる。

【0117】

回避操縦に備えて、およびオブジェクト1641との潜在的な衝突に備えるために、シートベルトテンショニングシステムがアクティブ化されて、シートベルトを締め付けることが可能である。図16Bにおいては示されていないが、1つまたは複数の音響アレィ102および1つまたは複数の光エミッタ1202など、その他の安全システムがアクティブ化されて、音響アラートおよび視覚的アラートをオブジェクト1641へ伝達することが可能である。ベルトデータおよびブラダデータは、シートベルトに関する締め付け時間、およびブラダに関するブラダ展開時間を算出するために使用されることが可能であり、それらの算出された時間が、推定される衝撃時間と比較されて、衝撃の前にベルトを締め付けるための、および/またはブラダを展開するための十分な時間がある（たと

えば、 $T_{deploy} < T_{impact}$ および / または $T_{tension} < T_{impact}$) かどうかを決定することが可能である。同様に、空いている領域 1645 への操縦を運転システムが実施するために必要な時間が、推定される衝撃時間と比較されて、回避操縦を実行するための十分な時間がある (たとえば、 $T_{maneuver} < T_{impact}$) かどうかを決定することが可能である。

【0118】

図 16C は、自律車両 100 における障害物回避操縦の別の例 1660 を示している。図 16C においては、オブジェクト 1661 が、自律車両 100 の衝突 (たとえば、追突) を引き起こす可能性がある予測されるロケーション La を有している。プランナーシステムは、予測される衝撃ゾーン (たとえば、オブジェクト動態に基づいて衝突が発生する可能性がある領域または確率) を決定することができる。予測される衝突が発生する前に、プランナーシステムは、(たとえば、センサシステムにおけるセンサの重なり合うセンサフィールドを使用して) 車両 100 の周囲の環境を分析して、車両 100 が操縦して入れられることが可能である空いている領域があるかどうかを決定することができる。予測される衝撃ゾーンは、車両 100 の後ろであり、車両 100 のロケーションへ向かう速度を有している予測されるロケーション La によって事実上ブロックされている (たとえば、車両は、潜在的な衝突を回避するために方向を安全に反転させることができない)。予測される衝撃ゾーンは、ブロックされた領域 1681 として (たとえば、プランナーシステムによって) 指定されることが可能である。車両 100 の左の走行レーンは、利用可能な空いている領域がなく、3つのオブジェクト 1663、1665、および 1673 (たとえば、その隣り合った走行レーンに位置している 2 台の車、および歩道上の 1 人の歩行者) の存在に起因してブロックされている。したがって、この領域は、ブロックされた領域 1687 として指定されることが可能である。車両 100 の前方の (たとえば、軌道 Tav の方向における) 領域は、車両 1667 (たとえば、大型トラック) の接近に起因してブロックされている。車両 100 の右のロケーションは、そのロケーションにおける歩道上の歩行者 1671 に起因してブロックされている。したがって、それらの領域は、ブロックされた領域 1683 および 1689 としてそれぞれ指定されることが可能である。しかしながら、オブジェクトのない領域が、領域 1691 において (たとえば、プランナーシステムおよび知覚システムを介して) 検知されることが可能である。領域 1691 は、空いている領域 1693 として指定されることが可能であり、プランナーシステムは、軌道を軌道 Tav から回避操縦軌道 Tm へ変更するよう運転システムに命令することができる。結果として生じる命令は、オブジェクト 1661 による潜在的な追突を回避するために角を曲がって空いている領域 1693 へ入ることを車両 100 に行わせることができる。

【0119】

空いている領域 1693 内への回避操縦と共同して、たとえば、車両 100 の端部におけるブラダ 1310、シートベルトテンショナー 1411、音響アレイ 102、シートアクチュエータ 1511、および光エミッタ 1202 など、その他の安全システムがアクティブ化されることが可能である。一例として、車両 1661 が、予測されるロケーション Lo 上の車両 100 に近づき続けた場合には、1つまたは複数のブラダ 1301 が (たとえば、展開された位置へのブラダの膨張を十分に可能にするための、予測される衝撃時間よりも前の時間において) 展開されることが可能であり、音響アラートが (たとえば、1つまたは複数の音響ビームステアリングアレイ 102 によって) 伝達されることが可能であり、視覚的アラートが (たとえば、1つまたは複数の光エミッタ 1202 によって) 伝達されることが可能である。

【0120】

プランナーシステムは、オブジェクトタイプを表すデータ (たとえば、車両 100 に追突すると予測されるオブジェクト 1661 などの車両上のデータ) にアクセスし、オブジェクトを表すデータを、オブジェクトタイプを表すデータと比較して、オブジェクトタイプを表すデータを決定すること (たとえば、オブジェクト 1661 に関するオブジェクト

10

20

30

40

50

タイプを決定すること)が可能である。プランナーシステムは、オブジェクトのロケーションを表すデータに基づいてオブジェクトの速度またはスピードを計算すること(たとえば、キネマティクスカリキュレータ384を使用して、ロケーションにおける経時的な変化を追跡把握して、速度またはスピードを計算すること)が可能である。プランナーシステムは、データストア、ルックアップテーブル、データリポジトリ、またはその他のデータソースにアクセスして、オブジェクト制動能力(たとえば、車両1661の制動能力)を表すデータにアクセスすることができる。オブジェクトタイプを表すデータは、オブジェクト制動能力を表すデータと比較されて、推定されるオブジェクト質量を表すデータ、および推定されるオブジェクト制動能力を表すデータを決定することが可能である。推定されるオブジェクト質量を表すデータ、および推定されるオブジェクト制動能力を表すデータは、オブジェクトの特定のクラス(たとえば、自動車、トラック、オートバイなどのさまざまなクラスなど)に関する推定されるデータに基づくことが可能である。たとえば、オブジェクト1661が、中型の4ドアセダンに関連付けられているオブジェクトタイプを有している場合には、車両のそのクラスに関する平均であり得る推定される車両総質量または重量が、オブジェクト1661に関する推定されるオブジェクト質量に相当することが可能である。推定される制動能力も、車両のクラスに関する平均値であることが可能である。

10

【0121】

プランナーシステムは、推定されるオブジェクト制動能力を表すデータ、および推定されるオブジェクト質量を表すデータに基づいて、オブジェクトの推定される運動量を表すデータを計算することができる。プランナーシステムは、推定される運動量を表すデータに基づいて、オブジェクト(たとえば、オブジェクト1661)の制動能力がその推定される運動量によって超過されているということを決断することができる。プランナーシステムは、運動量が制動能力を超過していることに基づいて、車両100を、予測される衝撃ゾーンから遠ざけて、空いている領域1693へと移動させるための図16Cの回避操縦を算出して実行することを決定することができる。

20

【0122】

図17は、自律車両100の光エミッタからの視覚的アラートを使用した、環境におけるオブジェクトとの視覚的通信の例を示している。例1720においては、自律車両100は、自律車両100の外部のさまざまなロケーションに配置されている光エミッタ1202を含む。自律車両100は、車両100の外部の環境1790におけるレーンマーカ1719を有する車道1711を進行していて軌道Tavを有するものとして示されている。(たとえば、車両100の知覚システムによって歩行者オブジェクトとして分類されている)環境1790におけるオブジェクト1710が、車道1711に隣り合った歩道1717のへり1715上に立っているものとして示されている。オブジェクト1710は、車道1711の自転車レーン1713の近くに立っている。はじめに、オブジェクト1710は、(たとえば、車両100の運転システムによる低ノイズ放射、周囲のノイズなどに起因して)車道1711上の自律車両100の接近に気づかない可能性がある。知覚システム(たとえば、図12Aにおける340)は、センサシステム(たとえば、図12Aにおける320)からのセンサ信号に基づいて環境におけるオブジェクト1710の存在を検知することができ、たとえば、オブジェクト分類、オブジェクトトラック、オブジェクトタイプ、環境1790におけるオブジェクトのロケーション、オブジェクトと車両100との間における距離、オブジェクトに対する車両100の配向、オブジェクトのロケーションに対する動きの予測進捗などを含むがそれらには限定されない、オブジェクト1710を表すオブジェクトデータを生成することができる。

30

40

【0123】

例1720に付け加えて、車両100のプランナーシステム(たとえば、図12Aにおける310)は、視覚的アラートとして光Lを放射する光エミッタ1202のうちの1つまたは複数に関連付けられているしきい値事象の推定を実施するように構成されることが可能である。たとえば、オブジェクト1710を検知すると、プランナーシステムは、視

50

覚的アラートが光エミッタ 1202 によってすぐには放射されないようにすることができ、その代わりにプランナーシステムは、環境 1790 におけるオブジェクト 1710 のロケーションを表すデータ、および環境 1790 における車両 100 のロケーションを表すデータ（たとえば、図 12A のローカライズシステム 330 からの体勢データ）に基づいて、視覚的アラートのために光 L を放射することを光エミッタに行わせることに関連付けられているしきい値事象 T_e を推定することができる。

【0124】

一例として、車両 100 が軌道 T_{av} に沿って走行してオブジェクト 1710 を検知した場合、検知時において、車両 100 とオブジェクト 1710 との間における初期距離が距離 D_i であることが可能である。プランナーシステムは、視覚的アラートのために光 L を放射することを光エミッタ 1202 に行わせるための（たとえば、トリガーするための）しきい値事象として、オブジェクトにさらに近い別の距離を算出することができる。例 1720 においては、車両 100 とオブジェクト 1710 との間における距離 D_t が、しきい値事象 T_e に関連付けられている距離であることが可能である。この例に付け加えて、しきい値事象 T_e は、距離 D_t に関連付けられることが可能である。なぜなら、その距離は、さまざまな理由から、視覚的アラートをもたらすためのさらに効果的な距離である可能性があるからであり、それらのさまざまな理由は、たとえば、光 L がオブジェクト 1710 にとって視覚的に知覚可能であるには O_i という初期距離において車両 100 があまりにも遠く離れていること、および / またはオブジェクト 1710 が、光 L が自分に向けられていることを知覚していないことなどを含むが、それらには限定されない。別の例として、初期距離 D_i は、約 150 フィート（45.72 メートル）であることが可能であり、しきい値事象 T_e に関する距離 D_t は、約 100 フィート（30.48 メートル）であることが可能である。

10

20

【0125】

第 2 の例として、車両 100 が軌道 T_{av} に沿って走行してオブジェクト 1710 を検知した場合、検知時において、車両 100 とオブジェクト 1710 との間における距離 O_i を車両 100 が縮めるための初期時間が時間 T_i であることが可能である。プランナーシステムは、時間 T_i の後の時間をしきい値事象 T_e として算出することができる。たとえば、 T_i という初期時間の時間 T_t 後に、しきい値事象 T_e が発生することが可能であり、光エミッタ 1202 は光 L を放射することができる。

30

【0126】

例 1740 においては、車両 100 は、軌道に沿って初期距離 D_i から距離 D_t まで走行しているものとして示されており、その距離 D_t において、光エミッタ 1202 は、光 L を放射することを行わされている。車両 100 におけるさまざまなロケーションに配置されているエミッタ 1202 のうちの 1 つまたは複数は、光パターンを表すデータに従って光 L を放射することができる。たとえば、はじめに、しきい値事象 T_e において（たとえば、時間 T_t または距離 D_t において）、（たとえば、軌道 T_{av} と一直線にされている）走行の方向に面している車両 100 の第 1 の端部における光エミッタ 1202 からの光 L が、光 L を放射することができる。なぜなら、第 1 の端部はオブジェクト 1710 に面しているからである。その一方で、歩道 1717 に面している車両の側部における光エミッタ 1210 は、たとえば、距離 D_t におけるオブジェクト 1710 にとって見えない可能性がある。

40

【0127】

任意選択で、プランナーシステムは、視覚的アラートシステムのアクティブ化の前、間、または後に、車両 100 の 1 つまたは複数のその他の安全システムをアクティブ化することができる。一例として、1 つまたは複数の音響ビームステアリングアレイ 102 がアクティブ化されて、オブジェクト 1710 に向けた音響エネルギーの誘導されるビーム 104 を生成することが可能である。音響エネルギーの誘導されるビーム 104 は、（たとえば、オブジェクト 1710 が車両 100 の方向に自分の頭を向ける 1741 ようにさせることによって、）近づいている車両 100 にオブジェクト 1710 が気づくようにさせ

50

る上で効果的である場合がある。

【0128】

例1760においては、車両100はオブジェクト1710へさらに近くなっており、その他の光エミッタ1202がオブジェクト1710にとって見えることが可能であり、プランナーシステムは、たとえば、歩道1717に面している車両の側部に配置されているさらなる光エミッタ1202をアクティブ化することができる。例1760に付け加えて、視覚的アラート、および/または(たとえば、アレイ102からの)音響アラートと組み合わせた視覚的アラートが、オブジェクト1710を歩道1717上へ、および近づいている車両100の軌道Tavからさらに離れるように(たとえば、安全な距離まで)移動させる1761上で効果的である場合がある。車両100がオブジェクト1710を

10

【0129】

図18は、自律車両100における光エミッタからの視覚的アラートを実施するための流れ図1800の別の例を示している。フロー1800においては、ステージ1802において、環境(たとえば、図17の環境1790)における自律車両100の軌道を表すデータが、環境における自律車両100のロケーションを表すデータに基づいて計算されることが可能である。ステージ1804において、環境におけるオブジェクト(たとえば、図17のオブジェクト1710)のロケーションを表すデータが、(たとえば、知覚システムにおいて受信されたセンサデータを使用して)決定されることが可能である。オブ

20

30

【0130】

ステージ1808において、自律車両100の光エミッタが、光パターンを示す光Lを環境へと放射することを行わされることが可能である。ステージ1808において、光エミッタは、たとえば、オブジェクト(たとえば、図17のオブジェクト1710)に対する車両100の配向に基づいて選択されることが可能である。オブジェクトのロケーションに対する自律車両100の配向を表すデータは、たとえば、オブジェクトのロケーションを表すデータ、および自律車両の軌道を表すデータに基づいて計算されることが可能である。

40

【0131】

光エミッタは、1つまたは複数のサブセクション(図示せず)を含むことができ、光パターンを表すデータは、1つまたは複数のサブパターンを含むことができ、それぞれのサブパターンは、それらのサブセクションのうちの一つに関連付けられている。それぞれのサブセクションは、そのそれぞれのサブパターンを示す光Lを環境へと放射するように構成されることが可能である。自律車両100は、多くの光エミッタを含むことができ、それらの光エミッタのうちいくつかまたはすべては、1つまたは複数のサブセクションを含むことができる。いくつかの例においては、光エミッタのサブセクションは、さまざまな機能を実行するように(たとえば、それらのそれぞれのサブパターンを介して)構成されることが可能である。たとえば、光エミッタの1つまたは複数のサブセクションは、運

50

転システムのシグナリング機能（たとえば、ターンシグナル、ブレーキライト、ハザードライト、走行用ライト、フォグライト、ヘッドライト、サイドマーカライトなど）を実施することができ、その一方で、1つまたは複数のその他のサブセクションは、（たとえば、それらのそれぞれのサブパターンを介して）視覚的アラートを実施することができる。

【0132】

しきい値事象（たとえば、図17のしきい値事象Te）を表すデータは、オブジェクトのロケーションを表すデータ、および自律車両100のロケーションを表すデータに基づいて推定されることが可能である。しきい値事象の発生は、（たとえば、プランナーシステムによって受信されたオブジェクトデータ、体勢データ、または両方によって）検知されることが可能であり、1つまたは複数の光エミッタは、しきい値事象の発生に基づいて光Lを放射することを行わされることが可能である。

10

【0133】

一例においては、しきい値事象を表すデータを推定することは、自律車両のロケーションを表すデータ、およびオブジェクトのロケーションを表すデータに基づいて、自律車両とオブジェクトとの間における距離を表すデータを計算することを含むことができる。自律車両とオブジェクトとの間における距離を表すデータに基づいて、しきい値事象に関連付けられるしきい値距離が決定されることが可能である。ステージ1806において選択される光パターンは、たとえば、しきい値距離に基づいて決定されることが可能である。しきい値距離（たとえば、図17のDt）は、距離（たとえば、図17のDi）未満であることが可能である。

20

【0134】

別の例においては、しきい値事象を表すデータを推定することは、オブジェクトのロケーションを表すデータ、および自律車両100の軌道を表すデータに基づいて、互いに一致している、自律車両100のロケーションおよびオブジェクトのロケーションに関連付けられている時間（たとえば、図17におけるTi）を表すデータを計算することを含むことができる。互いに一致している、自律車両100のロケーションおよびオブジェクトのロケーションに関連付けられている時間を表すデータに基づいて、しきい値時間（たとえば、図17のTt）が決定されることが可能である。しきい値時間（たとえば、図17のTt）は、時間（たとえば、図17のTi）未満であることが可能である。

30

【0135】

図19は、自律車両100の光エミッタからの視覚的アラートを使用した、環境におけるオブジェクトとの視覚的通信の例1900を示している。例1900においては、自律車両100は、（たとえば、知覚システムによって検知および分類されているものとして、）レーンマーカ1915と、自転車専用道路1913と、歩道1917と、横断歩道1920と、交通標識1923、1925、1927、1931、および1933と、交通信号1921とを有している車道1911に沿った軌道Tavを自律的に進行している。2つのオブジェクト1901および1902が、自律車両100によって検知されており、環境1990における予測されるロケーションLoを有している歩行者オブジェクトとして分類されることが可能である。

40

【0136】

交通標識、交通信号、または両方を表すデータに基づいて、自律車両は、オブジェクト1901および1902が車道1911を合法的に（たとえば、交通標識1923、1925、1927、1931、および1933、ならびに/もしくは交通信号1921によって許可されているように）渡っているか、または非合法的に（たとえば、交通標識および/もしくは交通信号によって禁止されているように）渡っているかを決定することができる。どちらのケースにおいても、自律車両100は、車両100の搭乗者の安全、オブジェクト（たとえば、1901および1902）の安全、または両方のために、環境において車両100とオブジェクトとの間における最も安全な相互作用を実施するように（たとえば、プランナーシステムを介して）構成されることが可能である。

50

【0137】

歩行者オブジェクト1901および1902が横断歩道1920を第1のロケーションL1から第2のロケーションL2へ横断しているときに、自律車両100は、オブジェクト1901および1902の予測されるロケーションLaにおける変化を（たとえば、センサシステムおよび知覚システムを介して）検知することができ、（たとえば、オブジェクト1901および1902に対する車両100の配向に基づいて）1つまたは複数の光エミッタ1202によって視覚的アラートが放射されるようにすることができる。環境1990における車両100のロケーションを表すデータが使用されて、環境1990における車両100の軌道（たとえば、車道1911に沿った軌道Tav）を表すデータを計算することが可能である。環境1990におけるオブジェクト1901および1902のロケーションを表すデータは、たとえば、センサシステムからのセンサ信号を表すデータ（たとえば、オブジェクトデータを生成するために知覚システムによって受信されたセンサデータ）に基づいて決定されることが可能である。

10

20

30

40

50

【0138】

視覚的アラートに関連付けられている光パターンが（たとえば、プランナーシステムによって）選択されて、車両100の運転操作における変化をオブジェクト1901および1902に通知することが可能である。たとえば、オブジェクト1901および1902が横断歩道1920を第1のロケーションL1から第2のロケーションL2へ横断しているときに、その歩行者たちは、自律車両100が彼らの存在を認識していないのではないかと、そしてその歩行者たち（たとえば、オブジェクト1901および1902）が横断歩道1920を安全に渡る前に停止または減速しないかもしれないと懸念する可能性がある。したがって歩行者たちは、自律車両100によってひかれることを心配する可能性がある。

【0139】

自律車両100は、歩行者（たとえば、オブジェクト1901および1902）に対して、車両100が彼らの存在を検知しており、横断歩道1920から安全な距離で減速、停止、または両方を行うように作動しているということを通知するように構成されることが可能である。たとえば、車道1911に沿った領域1950において、光パターンLP1940が選択されることが可能であり、車両が減速しているということをオブジェクト1901および1902に（たとえば、光エミッタ1202によって放射される光Lを使用して）視覚的に通知するように構成されることが可能である。車両100の減速は、光パターン1940において実施される車両100の運転操作における変化として示されることが可能である。一例として、車両100が減速するにつれて、光エミッタ1202によって放射される光Lのフラッシュする、ストロボする、またはその他のパターンの割合が、車両100の減速をまねるように変更されること（たとえば、減速されること）が可能である。光パターン1940は、たとえば、ホイールエンコーダからの信号（たとえば、図8のホイール852に関するホイール回転の割合）、（たとえば、GPSおよび/またはIMUからの）ロケーションデータ、運転操作を示す信号を生成するように構成されているマイクロフォン（たとえば、図8の871）等等、車両100の運転操作における変化を示すその他のデータまたは信号に伴って変調されることが可能である。その他の例においては、光パターン1940は、車両100の運転操作における変化をまねるよう

【0140】

領域1950においては、車両100が減速するにつれて、光エミッタ1202によって放射される光Lのパターンは、たとえば、速度、スピード、ホイール回転スピード、またはその他のメトリックの関数として変わることが可能である。その他の例においては、車両100の運転操作は、車両を領域1960において停止させることができ、運転操作が車両を（たとえば、横断歩道1920から安全な距離Dsでまたはその前で）停止させつつあるということをオブジェクト1901および1902に通知するように光パターン1970が選択されることが可能である。破線1961は、車両100と横断歩道1920との間における所定の安全な距離Dsを表すことができ、そのDs内で、車両100は

停止するように構成されている。一例として、車両が領域 1960 において減速して停止する際に、光エミッタ 1202 によって放射される光パターンは、(たとえば、車両 100 の何らかの動きを示す)動的なパターンから(たとえば、車両 100 の動きがないことを示す)静的なパターンへ変わることが可能である。光パターン 1970 は、上述のように車両 100 の運転操作における変化を示すその他のデータまたは信号に伴って変調されて、運転操作における変化をオブジェクトに視覚的に示すことが可能である。

【0141】

図 20 は、自律車両 100 における光エミッタからの視覚的アラートを実施するための流れ図 2000 のさらに別の例を示している。ステージ 2002 において、自律車両 100 の軌道(たとえば、軌道 Tav)を表すデータが、環境における車両 100 のロケーションを表すデータに基づいて計算されることが可能である。ステージ 2004 において、環境におけるオブジェクト(たとえば、オブジェクト 1901 および 1902)のロケーションが決定されることが可能である。検知されるオブジェクトは、オブジェクト分類(たとえば、オブジェクト 1901 および 1902 に関する歩行者オブジェクト分類)を含むことができる。ステージ 2006 において、視覚的アラートに関連付けられていて、かつ車両 100 の運転操作における変化をオブジェクトに通知するように構成されている光パターンを表すデータが選択されることが可能である。ステージ 2008 において、自律車両 100 の光エミッタ 1202 が、光パターンを示す光 L を環境へと放射することを行わされることが可能である。自律車両 100 の配向がオブジェクトのロケーションに対して変わるにつれて、光 L を放射するために選択される光エミッタ 1202 が変わることが可能である。

10

20

【0142】

車両 100 の停止の動きおよび/または減速の動きは、車両 100 の運転操作を変えるようプランナーシステムが運転システムに命令することによって実施されることが可能である。運転システムは、ステアリングシステム、制動システム、推進システム、安全システム、シグナリングシステム、または前述のものの組合せのオペレーションをコントロールすることによって、プランナーシステムからの命令を実施することができる。

【0143】

図 21 は、自律車両 100 の外部に配置されている光エミッタのその他の例 2110 および 2120 の輪郭図を示している。自律車両 100 は、矢印 2180 によって示されているように複数の方向における運転操作用に構成されることが可能である。例 2110 においては、車両 100 の第 1 の端部の部分的な輪郭図(たとえば、矢印 2176 の方向に沿ったビュー)が、車両 100 の外部のさまざまな位置に配置されているいくつかの光エミッタ 1202 を示している。車両 100 の第 1 の端部は、視覚的アラートおよび/またはシグナリング機能、たとえば、ブレーキライト、ターンシグナル、ハザードライト、ヘッドライト、走行用ライト等など、(2101 として示されている)複数の機能を果たすことができる光エミッタ 1202 を含むことができる。光エミッタ 1202 は、たとえば、支柱セクション、ルーフ 100u、ドア、バンパー、ホイール、ホイールカバー、ホイールウェル、ハブキャップ、およびフェンダーを含むがそれらには限定されないさまざまなロケーションに配置されることが可能である。いくつかの例においては、光エミッタ 1202 のうちの 1 つまたは複数は、たとえば、ウィンドウ、レンズ、およびカバリングなどの後ろになど、車両 100 の光学的に透過的な表面または構造の後ろに配置されることが可能である。光エミッタ 1202 によって放射される光 L は、光学的に透過的な表面または構造を通り抜けて環境へと至ることが可能である。

30

40

【0144】

例 2120 においては、車両 100 の第 2 の端部(たとえば、矢印 2176 の逆の方向に沿ったビュー)が、自動車シグナリング機能(2103 として示されている)および/または視覚的アラート機能用に構成されることが可能である光エミッタ 1202 を含むことができる。例 2120 において示されている光エミッタ 1202 は、たとえば、支柱セクション、ルーフ 100u、ドア、バンパー、ホイール、ホイールカバー、ホイールウェ

50

ル、ハブキャップ、およびフェンダーを含むがそれらには限定されないさまざまなロケーションに配置されることも可能である。

【0145】

図22は、自律車両100の外部に配置されている光エミッタのさらなる例2210および2220の輪郭図を示している。自律車両100は、矢印2280によって示されているように複数の方向における運転操作に構成されることが可能である。例2210においては、車両100の第1の端部において（たとえば、矢印2276の方向に沿ったビュー）、円形の形状を有している光エミッタ1202は、シグナリング機能専用構成されることが可能であり、または（たとえば、運転システムへの命令を介してプランナーシステムによって決定されるのに従って）視覚的アラート用に、およびシグナリング機能用に構成されることが可能である。同様に、例2220においては、車両100の第2の端部において（たとえば、矢印2276の逆の方向に沿ったビュー）、円形の形状を有している光エミッタ1202はまた、シグナリング機能専用構成されることが可能であり、または視覚的アラート用に、およびシグナリング機能用に構成されることが可能である。例2210および2220において示されている光エミッタ1202はまた、たとえば、支柱セクション、ルーフ100u、ドア、バンパー、ホイール、ホイールカバー、ホイールウェル、ハブキャップ、およびフェンダーを含むがそれらには限定されないさまざまなロケーションに配置されることが可能である。円形の形状を有している光エミッタ1202のシグナリング機能は、たとえば、ブレーキライト、ターンシグナル、ハザードライト、ヘッドライト、および走行用ライトを含むことができるが、それらには限定されない。図21～図22において示されている光エミッタ1202の形状、サイズ、ロケーション、および数は、示されている例に限定されない。

10

20

【0146】

図23は、自律車両100の光エミッタ1202の例2300および2350を示している。例2300においては、光エミッタ1202が、光パターン2310を表すデータによって1202a～1202cとして示されているサブセクションへと区分されることが可能である。光パターン2310は、光エミッタ1202のサブセクション1202a～1202cにそれぞれ関連付けられているサブセクション2312a～2312cを表すデータを含むことができる。光パターン2310は、光エミッタ1202のサブセクション1202a～1202cに関連付けられているサブパターン2314a～2314cを表すデータを含むことができる。たとえば、それぞれのサブセクションによって放射される光Lは、そのサブセクションに関連付けられているサブパターンを表すデータによって決定されるパターンを有することができる。別の例として、サブセクション2312bを表すデータは、光エミッタ1202のサブセクション1202bを決定し、サブセクション1202bによって放射される光パターンは、サブパターン2314bを表すデータによって決定される。

30

【0147】

例2350においては、光エミッタ1202は、楕円形の形状を有することができ、光エミッタ1202における各エミッタは、1202d～1202gとして示されているサブセクションへと区分されることが可能である。サブセクション1202dは、たとえば、自律車両100のヘッドライトまたはバックアップライトを（たとえば、走行の方向に応じて）実施することができる。サブセクション1202eまたは1202fは、たとえば、ターンシグナルを実施することができる。サブセクション1202gは、たとえば、ブレーキライトを実施することができる。発光素子（たとえば、図12AのE1～En）は、光パターン2320を表すデータに従って回路および/またはソフトウェアによって個々にアドレス可能であり得る。したがって、いくつかの例においては、サブセクション1202d～1202gは、光パターン2320におけるサブセクション2322d～2322gを表すデータによって決定されるように車両100のシグナリング機能を実施することができる。サブパターン2324d～2324gに従ってシグナリング機能を実施することができる。その他の例においては、光パターン2320を表すデータは、視覚的ア

40

50

ラート機能を実施することを光エミッタ1202に再び割り当てることができる。視覚的アラートの実施は、光エミッタの1つまたは複数のエミッタ素子をサブセクションへと区分することを含むことができ、それぞれのサブセクションは、関連付けられているサブパターンを有することができる。別の例においては、光エミッタ1202は、視覚的アラート機能を実施するサブセクションと、シグナリング機能を実施するその他のサブセクションとを含むことができる。

【0148】

図24は、自律車両100の光エミッタに関連付けられている光パターンを表すデータの例2400を示している。例2400においては、光パターン2401を表すデータが、光エミッタ1202の1つまたは複数の発光素子（たとえば、素子E1～En）を駆動するように構成されている、運転手によって受信されるデータ2421を生成するためにデコーダ2420によってデコードされることが可能であるデータを有する1つまたは複数のデータフィールド2402～2414を含むことができる。

10

【0149】

光パターン2401を表すデータは、たとえば、光エミッタ2402を表すデータ（たとえば、特定の光エミッタ1202を選択するためのデータ）、光エミッタ1202に適用されることになる1つまたは複数の光パターン2404、光エミッタ1202の1つまたは複数のサブセクション2406、1つまたは複数のサブセクションに適用されることになる1つまたは複数のサブパターン2408、光エミッタ1202の1つまたは複数の発光素子によって放射されることになる光の1つまたは複数の色2410（たとえば、光の波長）、光エミッタ1202の1つまたは複数の発光素子によって放射される光の強度2412（たとえば、カンデラでの光度）、および光エミッタ1202の1つまたは複数の発光素子に適用されることになるデューティサイクル2414を含むことができるが、それらには限定されない。光パターン2401を表すデータに含まれるデータは、たとえば、データ構造またはデータパケットの形態であることが可能である。

20

【0150】

デコーダ2420が、2407によって示されているような1つまたは複数の光エミッタ1202に関する光パターン2401を表すデータを受信し、そのデータを、ドライバ2430によって受信されるデータフォーマット2421へとデコードすることができる。ドライバ2430は、（たとえば、ホイールエンコーダからの）変調信号2433を表すデータを任意選択で受信することができ、変調機能2435を使用して変調信号2433を用いてデータ2421を変調するように構成されることが可能である。変調機能は、たとえば、車両100が減速すること、停止すること、または車両100のその他の何らかの運転操作を示す光パターンを実施することができる。デコーダ2430は、1つまたは複数の光エミッタ1202における1つまたは複数の発光素子を駆動するように構成されるデータ2431を生成することができる。発光素子（たとえば、E1～En）は、たとえば、発光ダイオード（LED）、有機発光ダイオード（OLEO）、マルチカラーLED（たとえば、RGB LED）、またはその他の発光デバイスを含むがそれらには限定されないさまざまな光源を使用して実装されることが可能である。

30

【0151】

図25は、自律車両100における方向性の視覚的表示を実施するための流れ図2500の一例を示している。ステージ2502において、車両100の外部の環境における自律車両100の軌道を表すデータが、（たとえば、車両100のローライザシステムからの体勢データを使用して）決定されることが可能である。たとえば、環境における自律車両100のロケーションを表すデータが使用されて、自律車両100の軌道を表すデータを決定することが可能である。

40

【0152】

ステージ2504において、自律車両100は、（たとえば、プランナーシステムのコントロールのもとにある運転システムによって、）軌道と同一の広がりをもっている場合がある走行の方向に、自律車両100の部分（たとえば、第1の部分または第2の部分）

50

がその走行の方向に向けられている（たとえば、その走行の方向に面している）状態で推進されることが可能である。一例として、その部分は、車両100の第1の部分（たとえば、車両100の第1の端部）または車両100の第2の部分（たとえば、車両100の第2の端部）であることが可能である。運転システムは、軌道と同一の広がりをもっている走行の方向に第1の部分または第2の部分に向けて推進するようステアリングシステムおよび推進システムに命令することができる。

【0153】

ステージ2506において、自律車両100の走行の方向に関連付けられている走行の方向性を示すように構成されている指向性の光パターンを表すデータが選択されることが可能である。指向性の光パターンは、自律車両100のデータストア（たとえば、メモリ、データストレージなど）からアクセスされることが可能である。自律車両100の走行の別々の方向に関連付けられている別々の指向性の光パターンが存在することが可能である。指向性の光パターンは、自律車両100の別々の光エミッタ1202ごとに別々に構成されることが可能である（たとえば、各エミッタの別々のサイズ、各エミッタの別々のロケーション、各エミッタの発光エリアにおける相違、各エミッタの別々の形状など）。いくつかの例においては、自律車両100の別々の光エミッタ1202ごとに別々の指向性の光パターンが選択されることが可能である。その他の例においては、選択される指向性の光パターンは、自律車両100の複数の光エミッタ1202用に選択されることが可能である（たとえば、複数の光エミッタ1202用の信号指向性の光パターン）。一例として、指向性の光パターンを表すデータは、ステージ2506において、指向性の光パターンのデータを有するデータストア2501からアクセスされることが可能である。

10

20

【0154】

ステージ2508において、指向性の光パターンを示す光を環境へと放射するために、自律車両100の光エミッタ1202が選択されることが可能である。いくつかの例においては、複数の光エミッタ1202が選択されることが可能であり、それぞれの光エミッタ1202に同じ指向性の光パターンが適用されることが可能である。その他の例においては、複数の光エミッタ1202が選択されることが可能であり、複数の光エミッタ1202のうちいくつかまたはすべてに別々の指向性の光パターンが適用されることが可能である。

30

【0155】

ステージ2510において、光エミッタ1202は、自律車両100が進行している走行の方向を視覚的に伝達するために光を放射することを行わされることが可能である。いくつかの例においては、複数の光エミッタ1202が、自律車両100が進行している走行の方向を伝達するために光を放射することを行わされることが可能である。

【0156】

フロー2500は、ステージ2510の後に終わることが可能であり、またはステージ2502へ帰るなど、その他のいずれかのステージへ戻ることが可能である。任意選択で、フロー2500はステージ2512を実施することができる。ステージ2512において、1つまたは複数の光エミッタ1202によって示されている自律車両の走行の方向性がロックされることが可能である。自律車両100が軌道を進行しているときに走行の方向性をロックすることは、光エミッタ1202が車両100の走行の実際方向とは反対の方向に光を放射すること（たとえば、走行の実際方向とは逆である走行の方向を示すこと）を防止するために実施されることが可能である。たとえば、第1の方向に運転している間に、走行の示される方向性を第1の方向にロックすることは、第1の方向とは逆である第2の方向など、走行の反対の方向を自律車両100の光エミッタ1202が視覚的に示したならば生じる可能性がある、歩行者およびその他の車両の運転手に対する潜在的な混乱を防止する上で役立つ場合がある。

40

【0157】

ステージ2514において、自律車両100の運転操作が進んでいる（たとえば、車両100が軌道を進行している）か否かに関して決定が行われることが可能である。車両1

50

00が運転操作に従事している場合には、YES分岐が取られてステージ2512へ帰ることが可能であり、ステージ2512では、光エミッタによって示されている走行の方向性は、ロックされたままであることが可能である。その一方で、車両100の運転操作が止まっている場合には、NO分岐が取られてステージ2516へ進むことが可能である。ステージ2516において、光エミッタ1202によって示される走行の方向性は、ロック解除されることが可能である。ロック解除された後に、フロー2500は、ステージ2502などの別のステージへ戻ることが可能であり、または終わることが可能である。たとえば、運転操作が止まっていて（たとえば、車両100が、搭乗者を乗せるまたは降ろすために停止または駐車して）、走行の方向性がロック解除されている場合には、車両100は、運転操作を再開することができ、光エミッタ1202によって示されている走行の方向性は、同じであることが可能であり、または走行の別の方向を示すために変更されることが可能である。

10

20

30

40

50

【0158】

図26は、自律車両100における情報の視覚的表示を実施するための流れ図2600の一例を示している。ステージ2602において、環境における自律車両100のロケーションを表すデータが、（たとえば、ローカライザシステムからの体勢データを使用して）決定されることが可能である。ステージ2604において、自律車両100のロケーションに基づいて、自律車両100に関連付けられている情報を示すように構成されている光パターンを表すデータが選択されることが可能である。一例として、光パターンを表すデータは、ステージ2604において、光パターンのデータを有するデータストア2601からアクセスされることが可能である。ステージ2606において、自律車両100の光エミッタ1202が、光パターンを示す光を環境へと放射するために選択されることが可能である。ステージ2608において、（たとえば、プランナーシステム、センサシステム、知覚システム、およびローカライザシステムなど、車両100の1つまたは複数のシステムによって）トリガー事象が検知されているか否かに関して決定が行われることが可能である。トリガー事象が検知されていない場合には、ステージ2608からNO分岐が取られることが可能であり、フロー2600は、ステージ2608へ回帰してトリガー事象の検知を待つことが可能である。その一方で、トリガー事象が検知されている場合には、ステージ2608からYES分岐が取られてステージ2610へ進むことが可能である。

【0159】

ステージ2610において、光エミッタ202は、自律車両100に関連付けられている情報を視覚的に伝達するために光を放射することを行わされることが可能である。ステージ2612において、自律車両100の運転操作が進んでいるか否かに関して決定が行われることが可能である。運転操作が進んでいる（たとえば、車両100が軌道を進行している）場合には、ステージ2612からYES分岐が取られてステージ2614へ進むことが可能である。ステージ2614において、（たとえば、情報が他の運転手および/または歩行者を混乱させることを防止するために、）光エミッタ1202からの光の放射が停止されることが可能である。運転操作が進んでいない場合には、ステージ2612からNO分岐が取られてステージ2610へ帰ることが可能であり、ステージ2610では、光エミッタ1202は、自律車両100に関連付けられている情報を視覚的に伝達するために引き続き光を放射することができる。

【0160】

フロー2600においては、自律車両100に関連付けられている光パターンを表すデータによって示される情報は、光エミッタ1202のうちの1つまたは複数によって表示されることが可能である。クライアント/顧客/ユーザ/搭乗者によって作成されたコンテンツ、グラフィック、挨拶、注意書き、警告、イメージ、ビデオ、テキスト、メッセージ、またはその他の形態の情報を含むことができるが、それらには限定されない。一例として、自律車両100に関連付けられている光パターンを表すデータは、自律車両100を、特定の搭乗者にサービス提供することを意図されているものとして、その搭乗者が認

識できるグラフィックまたはその他の視覚的な情報を使用して識別するための情報を含むことができる。この例に付け加えて、光エミッタ1202は、搭乗者固有のイメージを表示することができ、その搭乗者固有のイメージは、車両100を、その搭乗者固有のイメージに関連付けられている搭乗者（たとえば、その搭乗者固有のイメージを作成した可能性がある搭乗者）にサービス提供することを割り当てられているものとして容易に識別する。別の例として、自律車両100に関連付けられている光パターンを表すデータは、光エミッタ1202によって表示される搭乗者固有の挨拶またはメッセージを含むことができる。その挨拶/メッセージを視覚的に知覚する搭乗者は、その挨拶/メッセージを提示している自律車両100が、その搭乗者にサービス提供すること（たとえば、その搭乗者のための移送を提供すること）を割り当てられているということを理解することができる。

10

【0161】

ステージ2608において検知されることが可能であるトリガー事象は、たとえば、ロケーションベースであることが可能である。第1の例として、車両100が、所定のロケーションにおいて搭乗者を乗せることを割り当てられている場合には、所定のロケーションへの到着時に、所定のロケーションを表すデータが、（たとえば、プランナーシステム、ローカライザシステム、知覚システム、およびセンサシステムを使用して）環境における車両100のロケーションを表すデータと比較されることが可能である。所定のロケーションと車両100のロケーションとの間におけるマッチが決定された場合には、トリガー事象が検知された（たとえば、所定のロケーションと合致したロケーションに車両が到着した）ことになる。

20

【0162】

第2の例として、自律車両100は、ワイヤレスコンピューティングデバイス（たとえば、クライアントの/顧客の/搭乗者のスマートフォンまたはタブレット）からの（たとえば、図8におけるCOMS880を使用した）ワイヤレス通信を検知するように構成されることが可能である。車両100は、たとえば、ロケーションへの到着時にその他のデバイスからのワイヤレス通信を傍受するかまたはその他の形でリッスンするように構成されることが可能である。その他の例においては、自律車両100は、車両100が外部ワイヤレスデバイス（たとえば、スマートフォン）のもとに到着したまたはその他の形でその付近にいるということをその外部ワイヤレスデバイスに通知するように構成されている信号をワイヤレスに伝送するように構成されることが可能である。車両100および/または外部ワイヤレスデバイスは、アクセスクレデンシャル（たとえば、サービスセット識別子-SSID、MACアドレス、ユーザ名およびパスワード、Eメールアドレス、バイオメトリック識別子など）をワイヤレスにやり取りすることができる。車両100は、たとえば、BluetoothプロトコルまたはNFCプロトコルを介してなど、（たとえば、RSSIまたはその他の無線周波数メトリックによって決定される）車両100と外部ワイヤレスデバイスとの間における近接を必要とする場合がある。アクセスクレデンシャルの検証は、トリガー事象であり得る。

30

【0163】

図27は、自律車両100の光エミッタによる走行の方向性の視覚的表示の例2701および2702を示している。例2701および2702においては、ライン2721が、（たとえば、図10A~図10Bの象限3および4を占有している）自律車両100の第1の部分と、（たとえば、図10A~図10Bの象限1および2を占有している）自律車両100の第2の部分との境界を定めている。例2710においては、車両100は、軌道Tavに沿って（たとえば、矢印Aの方向に）推進されている。光エミッタ1202は、象限1、3、および2に（たとえば、車両100の外部に）配置されることが可能であり、それらの光エミッタ1202のサブセットが選択されて、車両100の走行の方向を視覚的に伝達するために光を放射することを行わされることが可能である。選択された光エミッタは、12025として示されている。光エミッタ12025に適用される光パターンを表すデータは、第1の部分が向けられている走行の方向を指しているおよび/ま

40

50

たはその方向に動いている1つまたは複数の矢印の光パターンを実施することができる。
例2701においては、選択された光エミッタ12025は、(たとえば、象限2および3における)第1および第2の部分にわたる車両100の第1の側部に配置されることが可能である。

【0164】

例2702においては、車両100は、(たとえば、象限1および4における)第1および第2の部分にわたる車両100の第2の側部に配置されている選択された光エミッタの別のサブセットを示すために時計回りに約90度回転されて示されている。例2701と同様に、例2702においては、光エミッタ12025に適用される光パターンを表すデータは、第1の部分が向けられている走行の方向を指しているおよび/またはその方向に動いている1つまたは複数の矢印の光パターンを実施することができる。

10

【0165】

図28は、自律車両100の光エミッタによる走行の方向性の視覚的表示のその他の例2801および2802を示している。図27の例とは対照的に、例2801および2802は、第2の部分が走行の方向に向けられている状態で(たとえば、ラインBに沿った)軌道Tavを有している車両100を示している。(たとえば、例2801における)車両100の第1の側部における選択された光エミッタ12025、および(たとえば、例2801における)車両100の第2の側部における選択されたエミッタ12025は、車両100の走行の方向を指しているおよび/またはその方向に動いている1つまたは複数の矢印の光パターンを実施するように構成されることが可能である。

20

【0166】

図29は、自律車両100の光エミッタによる走行の方向性の視覚的表示のさらに他の例2901および2902を示している。図29の例においては、車両100は、矢印Cの方向に沿った軌道Tavなど、図27および図28において示されている方向以外の方向に推進されるように構成されることが可能である。たとえば、自律車両100の運転システムは、ステアリングシステムを介して、それぞれのホイール(たとえば、図8のホイール852)を、(たとえば、矢印Cの方向に沿った)軌道Tavに沿って走行の方向性を実施する角度に向けるよう(たとえば、プランナーシステムによって)命令されることが可能である。図27および図28において選択されておくことが可能である光エミッタ1202は、例2901および2902においては、第1の部分の端部(たとえば、第1端部)および第2の部分の端部(たとえば、第2端部)に配置されている光エミッタ1202sの別のサブセットを選択するために、選択解除されることが可能である。光パターンを表すデータは、上述の走行の方向を指しているおよび/またはその方向に動いている矢印を(たとえば、選択された光エミッタ1202sにおいて)実施するように構成されることが可能である。

30

【0167】

図30は、自律車両100の光エミッタによる走行の方向性の視覚的表示のさらなる例3001および3002を示している。図30においては、例3001および3002は、車両の軌道Tavが矢印Dの方向に沿っていること、および選択された光エミッタが、走行の方向を示す光を放射することを示している。図27~図30の例においては、各光エミッタ1202(たとえば、あらゆる選択された光エミッタ1202sを含む)は、車両100の第1の部分および第2の部分に対して対称に配置されることが可能である。たとえば、各光エミッタ1202は、車両100の側部に車両100の第1の部分および第2の部分に対して対称に配置されることが可能であり、ならびに/または車両100の端部に車両100の第1の部分および第2の部分に対して対称に配置されることが可能である。光エミッタ1202の実際の形状、サイズ、構成、ロケーション、および配向は、図27~図30において示されている例によって限定されない。

40

【0168】

図31は、自律車両100の光エミッタによる情報の視覚的表示の例3100および3150を示している。例3100においては、自律車両100は、ホテル3131(たと

50

えば、ロケーション (x , y) を有している) のへり 3 1 3 3 において搭乗者 3 1 2 1 を乗せるためにホテル 3 1 3 1 へ自律的に進行している。自律車両 1 0 0 は、(たとえば、ローカライザシステムおよび/またはプランナーシステムを使用して) 環境における自分のロケーションを決定することができ、そのロケーションに基づいて、自律車両 1 0 0 に関連付けられている情報を示すように構成されている光パターン(たとえば、走行の方向性に関連していないパターン)を表すデータを選択することができる。自律車両 1 0 0 の光エミッタ 1 2 0 2 は、光パターンを示す光を放射するように選択されることが可能である。いくつかの例においては、光パターンを示す光を光エミッタ 1 2 0 2 のうちの1つまたは複数から放射する前に、自律車両 1 0 0 によってトリガー事象が検知されることが可能である。トリガー事象の発生は、光パターンを示す光を放射することを、選択された光エミッタ 1 2 0 2 s に行わせることができる。

10

【 0 1 6 9 】

一例として、トリガー事象は、ホテル 3 1 3 1 のロケーション(たとえば、(x , y)) など、別のロケーションに対する車両 1 0 0 のロケーションに基づいて決定されることが可能である。プランナーシステムは、そのロケーション(たとえば、GPS / IMU データ、マップタイルデータ、体勢データなど)を、ホテル 3 1 3 1 のロケーションを表すデータと比較して、マッチがあるかどうかを決定することができる。完全なマッチは必要ではない場合がある。なぜなら、トリガー事象を満たす条件が満たされているということを決断するには、車両がホテル 3 1 3 1 のロケーションの付近に位置しているという表示で十分であり得るからである。知覚システムによって処理されたセンサシステムからのセンサデータなどのその他のデータが使用されて、車両 1 0 0 の周囲の環境におけるオブジェクト(たとえば、ホテルの看板、ホテルの建物、道路標識、ロードマーキングなど)が、車両 1 0 0 がホテルにいることと整合しているということを決断することが可能である。

20

【 0 1 7 0 】

別の例として、トリガー事象は、車両 1 0 0 および/または搭乗者のコンピューティングデバイス 3 1 2 2 が互いに対してワイヤレスに 3 1 2 3 通信および/または検知を行って、車両 1 0 0 が移送することを割り当てられている搭乗者 3 1 2 2 にコンピューティングデバイス 3 1 2 2 が関連付けられているということをワイヤレス通信 3 1 2 3 が確認している旨を示すアクセスクレデンシャルもしくは所定のコードのやり取りまたは信号のハンドシェイクなどのトリガー事象を示す情報を決定することを含むことができる。

30

【 0 1 7 1 】

例 3 1 0 0 においては、選択された光エミッタ 1 2 0 2 5 によって放射される光パターンは、車両 1 0 0 を、搭乗者 3 1 2 1 の移送ニーズにサービス提供するために派遣された車両であると識別するために提示されると搭乗者 3 1 2 1 が予想するイメージ(たとえば、ウインクしているイメージ 3 1 0 1)に関連付けられることが可能である。選択された光エミッタ 1 2 0 2 5 上にその他の情報が提示されることも可能であり、ウインクしているイメージ 3 1 0 1 は、提示されることが可能である情報の非限定的な例である。

【 0 1 7 2 】

搭乗者 3 1 2 1 は、搭乗者 3 1 2 1 に関連付けられている搭乗者プロフィールまたはその他のデータとともに格納されている、またはその搭乗者プロフィールまたはその他のデータにその他の形で関連付けられている光パターン 3 1 6 1 を有することができる。いくつかの例においては、搭乗者 3 1 2 1 は、光エミッタ 1 2 0 2 のうちの1つまたは複数によって表示されることになる好ましいイメージもしくはその他の情報を作成すること、またはそのイメージもしくはその他の情報にアクセスすることが可能である。一例として、コンピューティングデバイス 3 1 2 2 (たとえば、スマートフォンまたはタブレット)上で実行しているアプリケーション A P P 3 1 2 4 が使用されて、光パターン 3 1 6 1 を表すデータを作成すること、選択すること、またはそのデータにアクセスすることが可能である。コンピューティングデバイス 3 1 2 2 は、光パターン 3 1 6 1 を外部リソース 3 1 5 0 (たとえば、クラウド、インターネット、データウェアハウスなど)へ通信すること

40

50

3 1 5 1 が可能である。車両 1 0 0 は、外部リソース 3 1 5 0 からの光パターン 3 1 6 1 にアクセスすること 3 1 5 3 (たとえば、光パターン 3 1 6 1 にアクセスして、光パターン 3 1 6 1 を車両 1 0 0 のメモリ内にローカルに格納すること) が可能である。

【0 1 7 3】

その他の例においては、音パターン 3 1 6 3 を表すデータ (たとえば、デジタルオーディオファイル) が選択されて、ラウドスピーカー (たとえば、図 8 のスピーカー 8 2 9) を介した音パターン 3 1 6 3 の再生など、車両 1 0 0 のオーディオ機能を使用して聴覚的に提示されること 3 1 0 3 が可能である。音パターン 3 1 6 3 を表すデータは、光パターン 3 1 6 1 を表すデータに関して上述されているのと同様の様式で作成されアクセスされることが可能である。

10

【0 1 7 4】

例 3 1 5 0 においては、車両 1 0 0 の反対側の側部が示されている。車両 1 0 0 の側部、端部、およびその他のロケーションにおける光エミッタは、第 1 の部分および第 2 の部分、または車両 1 0 0 におけるその他の基準ポイント (たとえば、1 0 0 r) に対して対称に配置されることが可能である。車両 1 0 0 の反対側の側部における選択された光エミッタ 1 2 0 2 s は、例 3 1 0 0 を参照して上述されたように、光パターン 3 1 6 1 を示す光を放射することができる。音パターン 3 1 6 3 を示す音が、車両 1 0 0 の他方の側部において聴覚的に提示されること 3 1 0 3 も可能である。一例として、音パターン 3 1 6 3 を表すデータは、「空港までの車が参りました。ご乗車ください!」というメッセージを含むことができる。車両 1 0 0 は、車両 1 0 0 の両方の側部に配置されているドアを含むことができ、車両の両方の側部における光パターンおよび/または音パターンの提示は、車両 1 0 0 のどちらの側部にもいる可能性がある搭乗者に対して、彼らの車両 1 0 0 が到着して、彼らへ割り当てられた車両であることを明らかにしているということ (たとえば、視覚的におよび/または聴覚的に) 知らせるように構成されることが可能である。

20

【0 1 7 5】

光パターン 3 1 6 1 および音パターン 3 1 6 3 は、車両 1 0 0 によって提示されることが可能であるコンテンツの非限定的な例である。いくつかの例においては、コンテンツは、搭乗者などによって作成または選択されることが可能である。APP 3 1 2 4 は、コンテンツ作成および/またはコンテンツ選択を実施するように構成されることが可能である。光エミッタ 1 2 0 2 は、走行の方向性を伝達すること、および/または自律車両 1 0 0 に関連付けられている情報を伝達することを含むがそれらには限定されない 1 つまたは複数の機能を実施するように選択されることが可能である。その他の例においては、運転操作中に (たとえば、車両が軌道を進行している間に)、光エミッタ 1 2 0 2 が選択されて視覚的アラートを実施することが可能である。

30

【0 1 7 6】

図 3 2 は、自律車両 1 0 0 における光エミッタ配置の一例 3 2 0 0 を示している。例 3 2 0 0 においては、光エミッタ 1 2 0 2 が、たとえば、車両 1 0 0 のルーフ 1 0 0 u 上に (たとえば、上から見ると人に情報および/または走行の方向性を伝達するために) 配置されることが可能であり、車両 1 0 0 のホイール 8 5 2 上に (たとえば、ハブキャップまたはホイールカバー上に) 配置されることが可能であり、光学的に透過的な構造 3 2 2 1、3 2 2 3 の後ろに (たとえば、車両 1 0 0 のウィンドウの後ろに) 配置されることが可能である。例 3 2 0 0 において示されている光エミッタ 1 2 0 2 は、車両 1 0 0 上にその他の光エミッタ 1 2 0 2 (図示せず) に対して対称に配置されることが可能である。光エミッタ 1 2 0 2 のうちの 1 つまたは複数は、たとえば、軌道 T a v に関連付けられている方向に自律車両 1 0 0 が移動していることを、動き、ストロボ、またはその他の形で視覚的に伝達する矢印 3 2 5 1 のパターンを有している光を放射することができる。矢印 3 2 5 1 は、静的であることが可能であり、または動的であること (たとえば、走行の方向において光エミッタ 1 2 0 2 全体にわたってストロボされること) が可能である。

40

【0 1 7 7】

図 3 3 は、自律車両における光エミッタ配置の一例 3 3 0 0 を示している。例 3 3 0 0

50

においては、光エミッタ 1202 が、車両 100 と結合されているホイールウェルカバー 3350 上に配置されることが可能である。例 3300 において示されている光エミッタ 1202 は、車両 100 上にその他の光エミッタ 1202 (図示せず) に対して対称に配置されることが可能である。ホイールウェルカバー 3350 は、車両 100 から取り外し可能であるように構成されることが可能である。車両 100 の運転していない操作中に (たとえば、搭乗者を乗せるかまたは降ろすために停止した場合に)、車両 100 におけるホイールウェルカバー 3350 および / またはその他のロケーション上の光エミッタ 1202 は、カーテシ照明を提供すること (たとえば、夜間または悪天候における乗り降りのために地面または車両 100 の周囲のエリアを照らすことなど) を行うように構成されることが可能である。それぞれの光エミッタ 1202 は、いくつかの発光素子 E (たとえば、図 24 の E1 ~ En) を含むことができ、それぞれの素子 E は、たとえば、放射される光の強度、放射される光の色、および放射される光の持続時間をコントロールするために (たとえば、図 24 のドライバ 2430 によって) 個々にアドレス可能である。たとえば、それぞれの素子 E は、行および列アドレスによって定義される光エミッタ 1202 内の特定のアドレスを有することができる。例 3300 においては、光エミッタ 1202 内の暗くされている素子 E が、自律車両 100 の軌道 Tav に沿って向けられている矢印 3351 のイメージを使用して走行の方向を視覚的に伝達することができる。矢印 3351 は、静的であることが可能であり、または動的であること (たとえば、走行の方向において光エミッタ 1202 全体にわたってストロボされること) が可能である。

10

【0178】

20

それぞれの光エミッタ 1202 は、1 つまたは複数のパーティションまたは部分へと区分されることが可能であり、それぞれのパーティションにおける素子 E は、個々にアドレス可能である。サブセクションおよび / またはサブパターン (たとえば、図 23 の 1202a ~ 1202c) を表すデータが、1 つまたは複数のパーティションにおけるエミッタ E に適用されることが可能である。光パターンを表すデータ、指向性の光パターンを表すデータ、または両方が、光エミッタ 1202 の 1 つまたは複数の発光素子 E を駆動するように構成されているドライバによって受信されるデータを生成するためにデコードによってデコードされることが可能であるデータを有している 1 つまたは複数のデータフィールド (たとえば、図 24 の 2402 ~ 2414) を含むことができる。たとえば、光パターン 3161 を表すデータに関する (たとえば、ウインクしているイメージ 3101 に関する) イメージデータが、データフィールドのうちの一つの中に含まれることが可能である。別の例として、(たとえば、図 25 のデータストア 2501 からの) 指向性の光パターンを表すデータが、走行の方向に関連付けられている光の色 (たとえば、第 1 の方向に関してはオレンジ、第 2 の方向に関しては紫) に関するデータフィールドを含むことができる。指向性の光パターンを表すデータは、光エミッタ 1202 によって放射される光のストロボレートまたは動きの割合 (たとえば、図 27 ~ 図 30 において示されている走行の方向を示す矢印 3351 またはその他のイメージもしくはアイコンの動き) に関するデータフィールドを含むことができる。

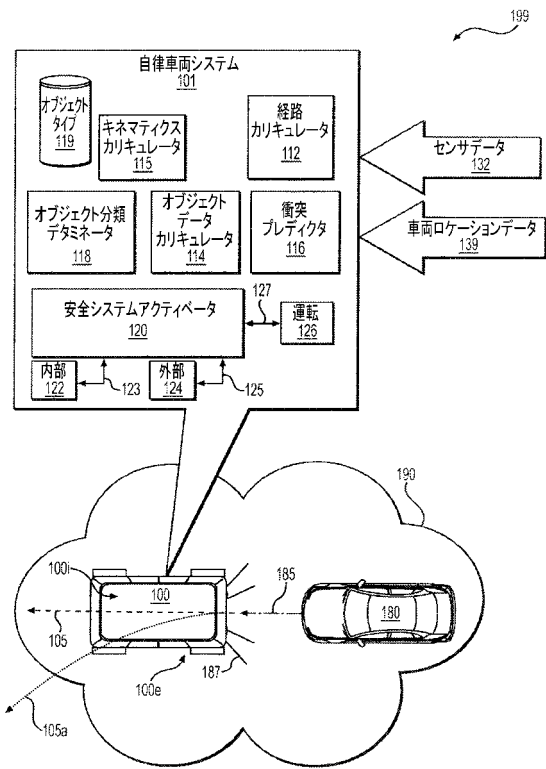
30

【0179】

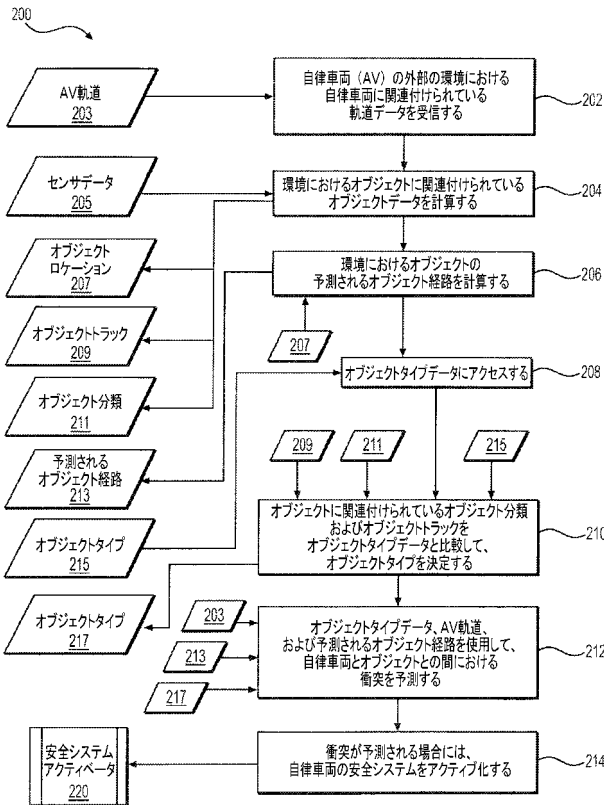
前述の例は、理解の明確さの目的でいくらか詳細に記述されているが、上述のコンセプトの技術は、提供されている詳細には限定されない。上述のコンセプトの技術を実施する多くの代替方法がある。開示されている例は、例示的であり、限定的ではない。

40

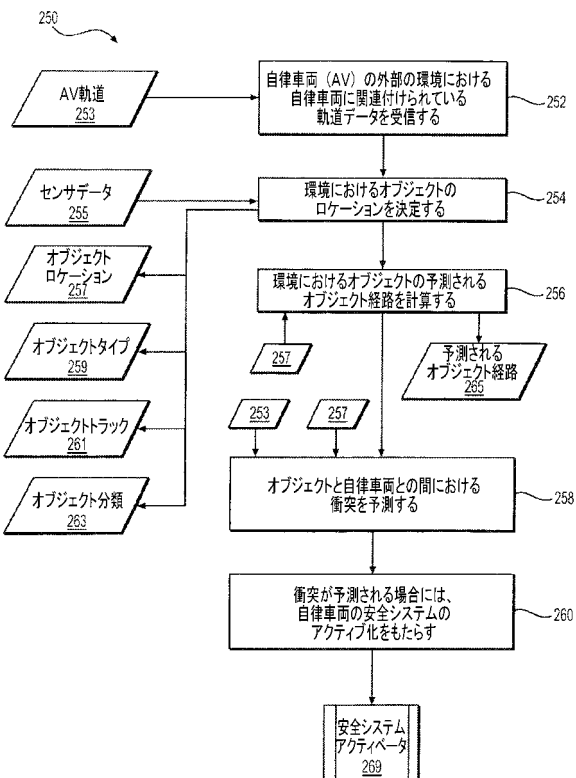
【 図 1 】



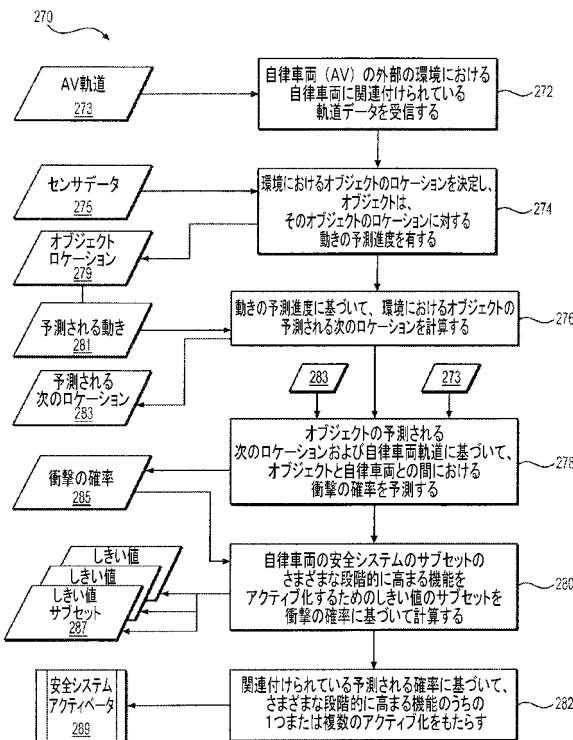
【 図 2 A 】



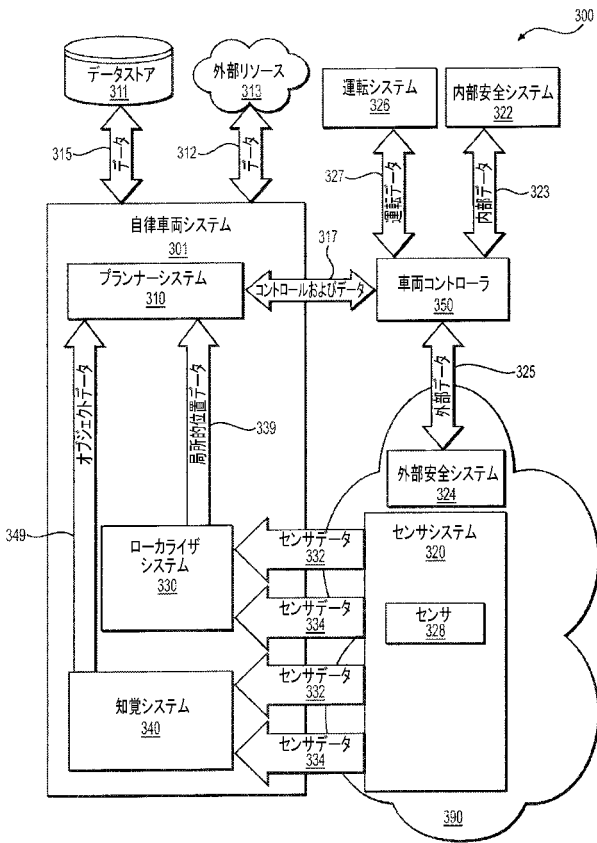
【 図 2 B 】



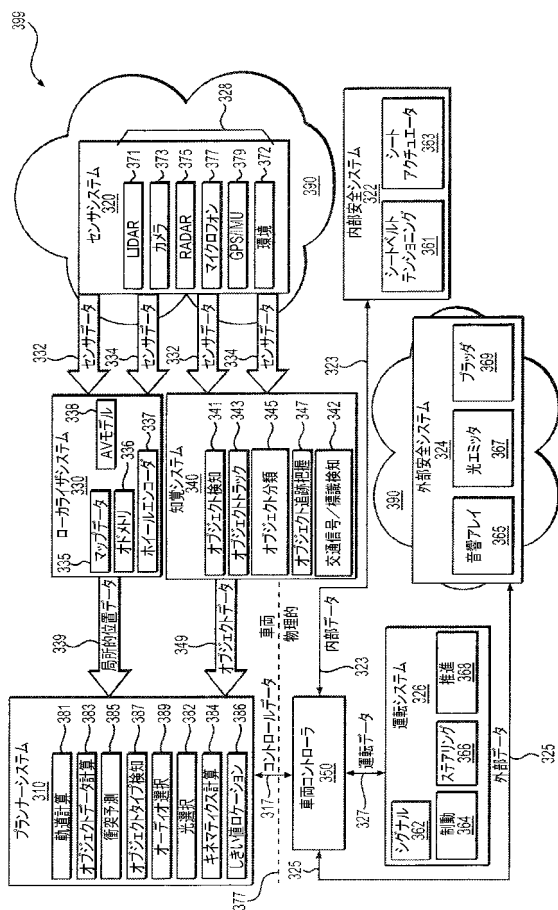
【 図 2 C 】



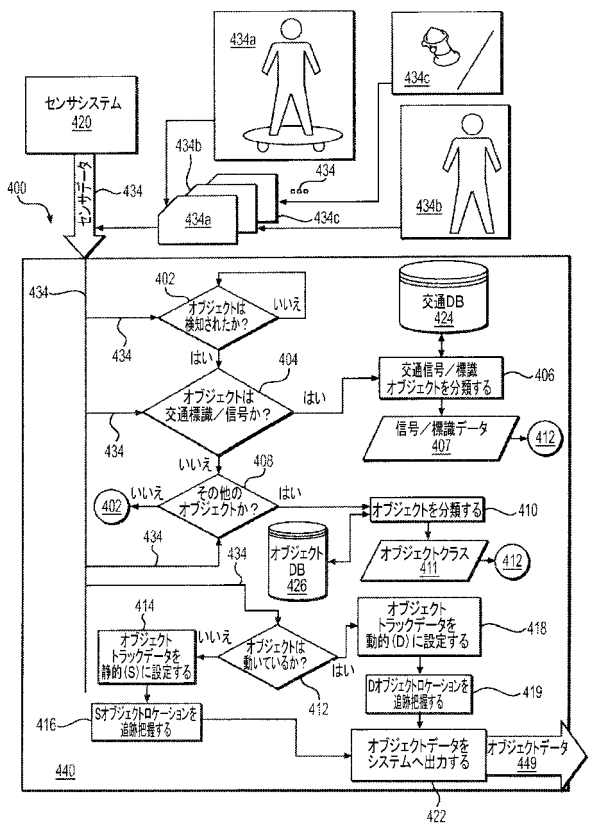
【図3A】



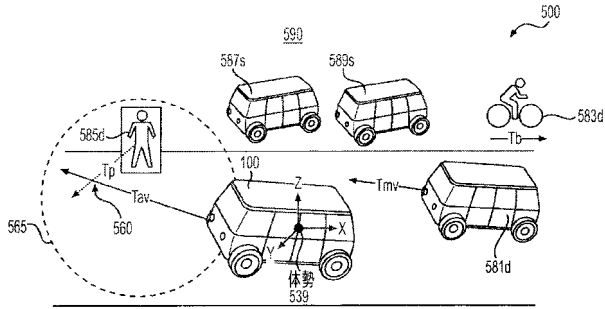
【図3B】



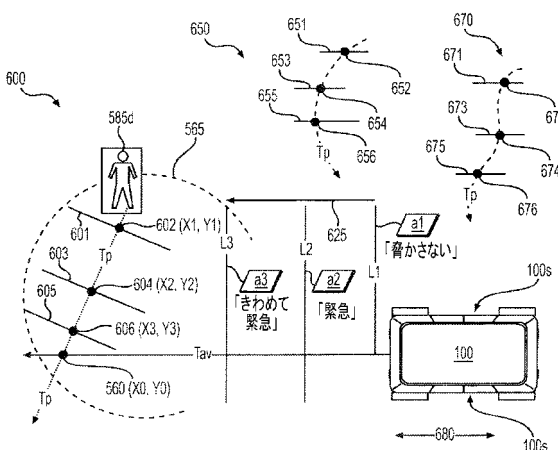
【図4】



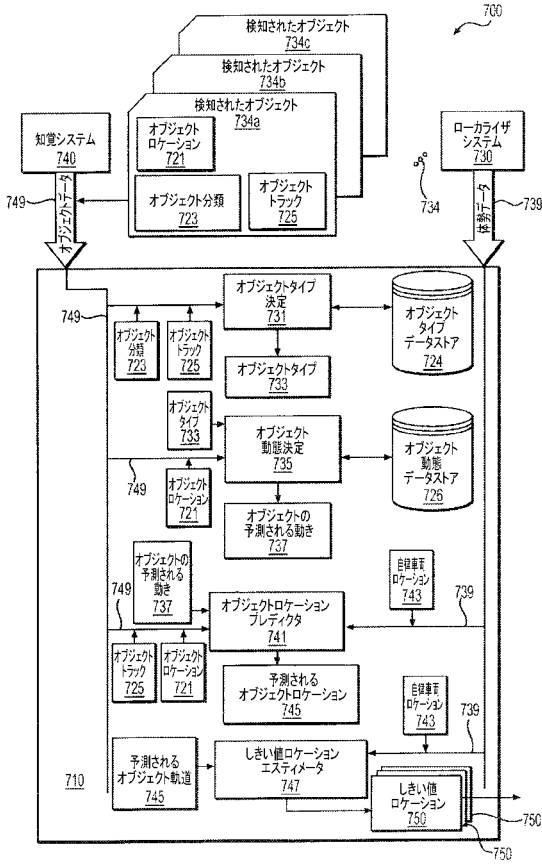
【図5】



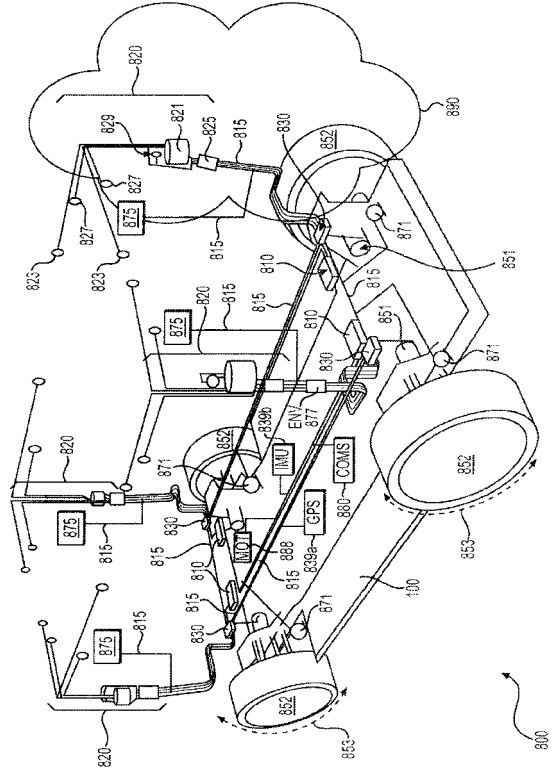
【図6】



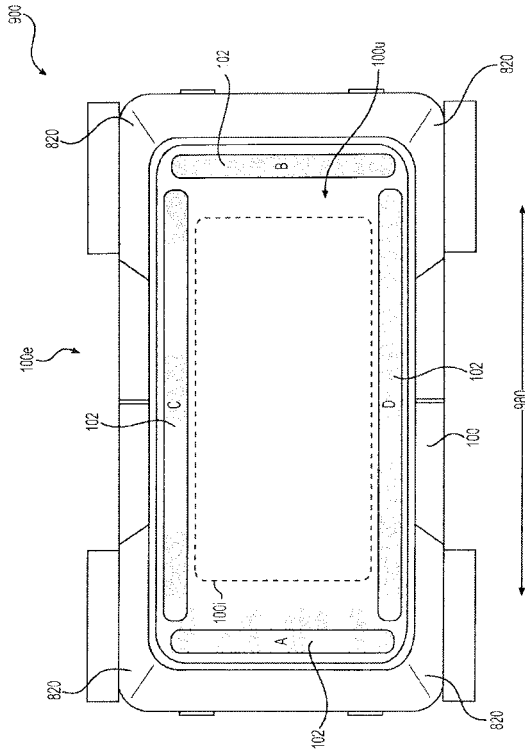
【 図 7 】



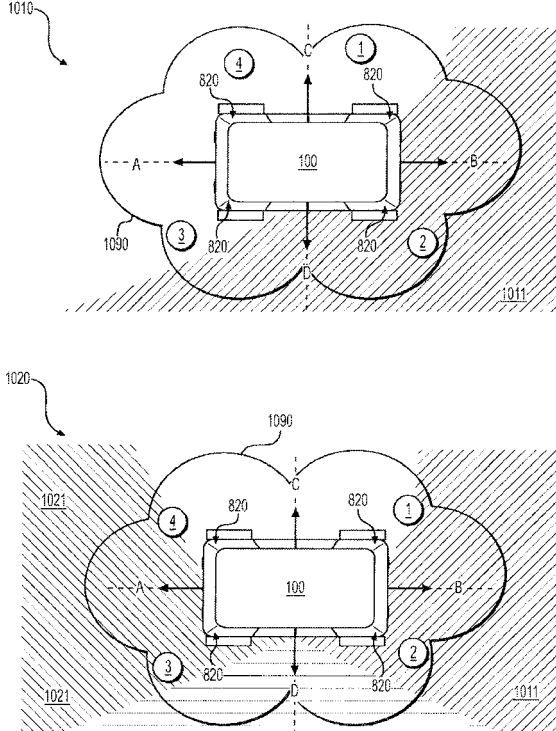
【 図 8 】



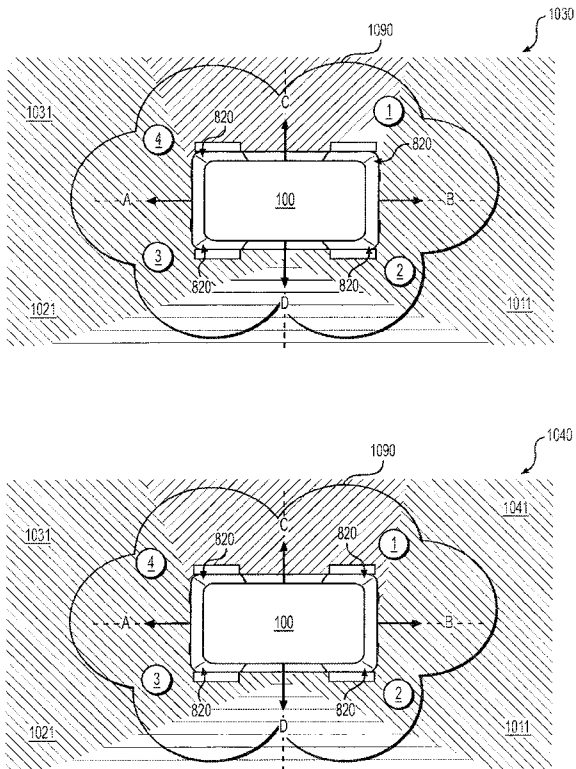
【 図 9 】



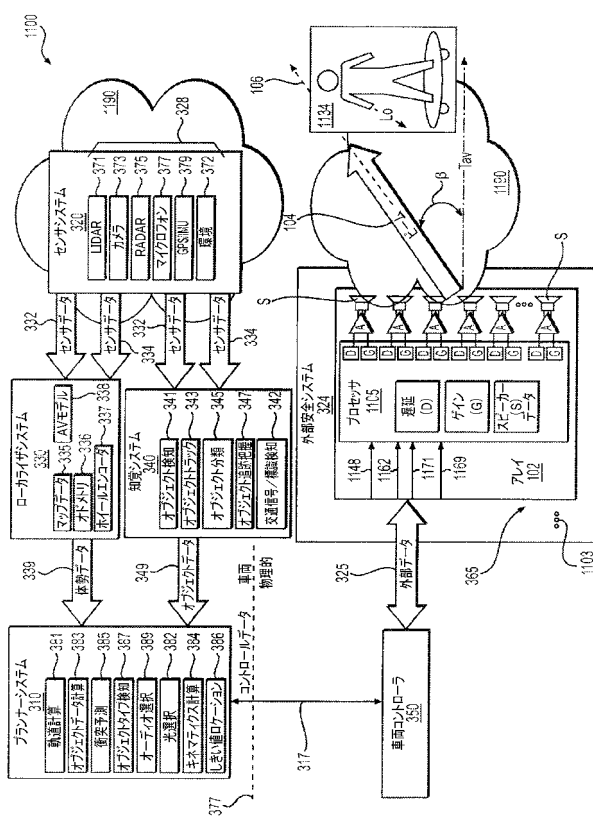
【 図 10 A 】



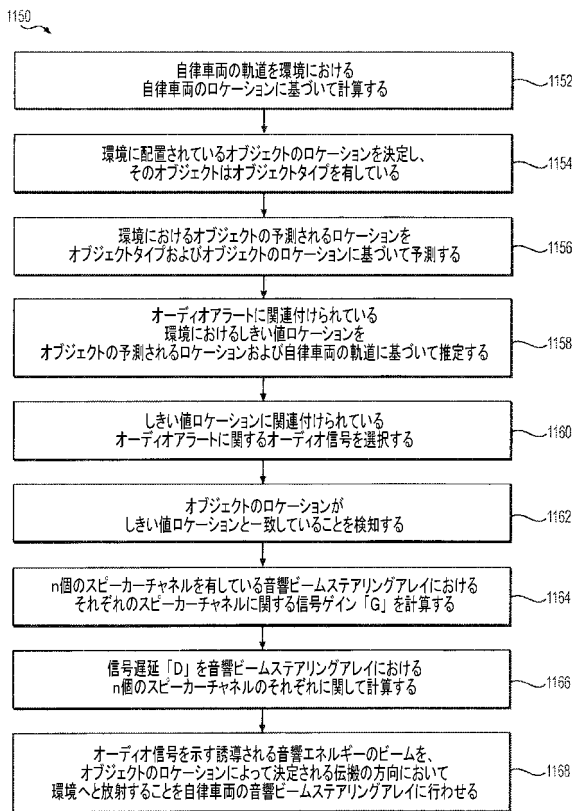
【図10B】



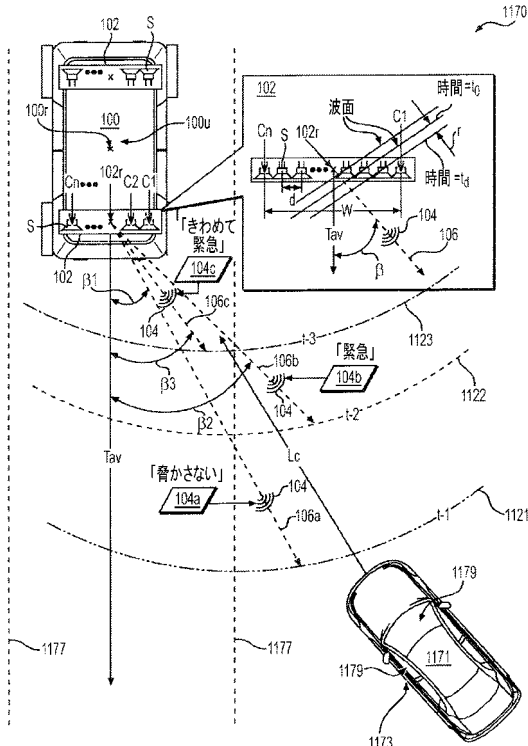
【図11A】



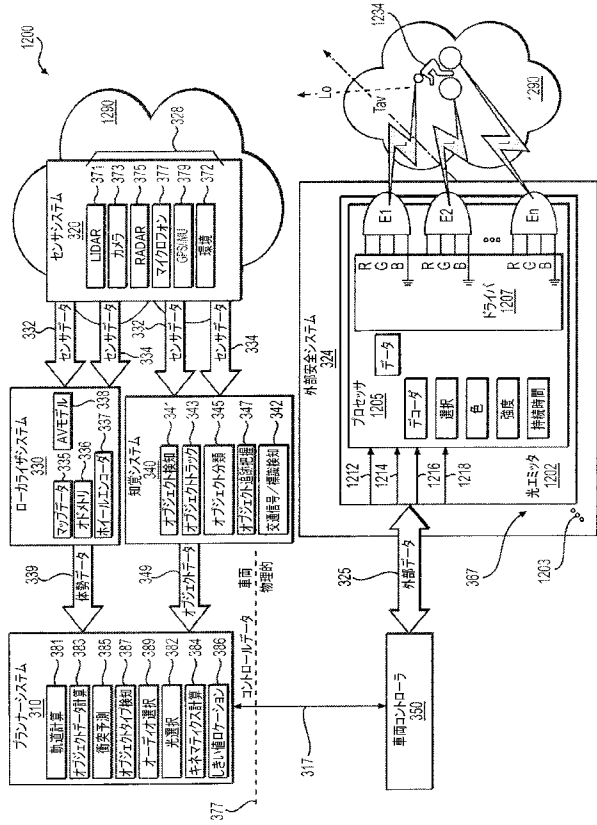
【図11B】



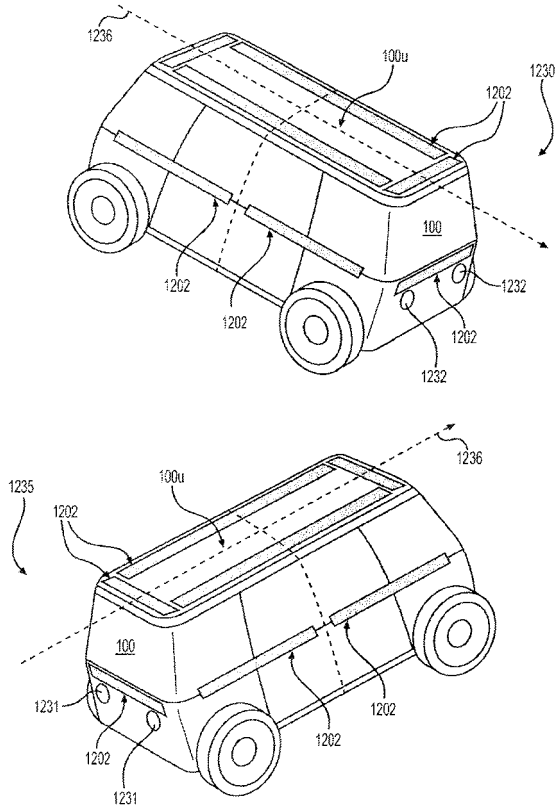
【図11C】



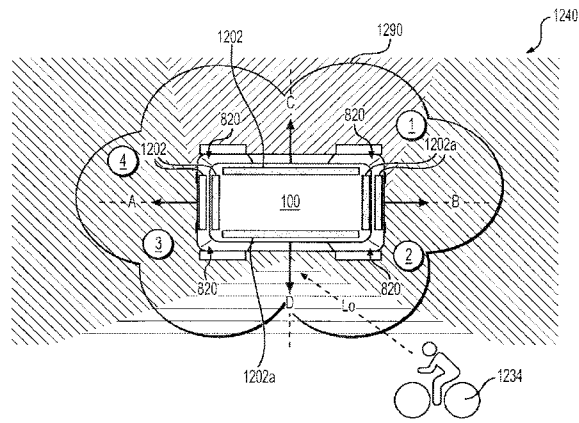
【図12A】



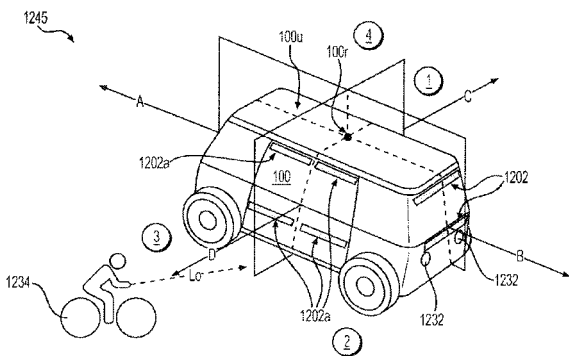
【図12B】



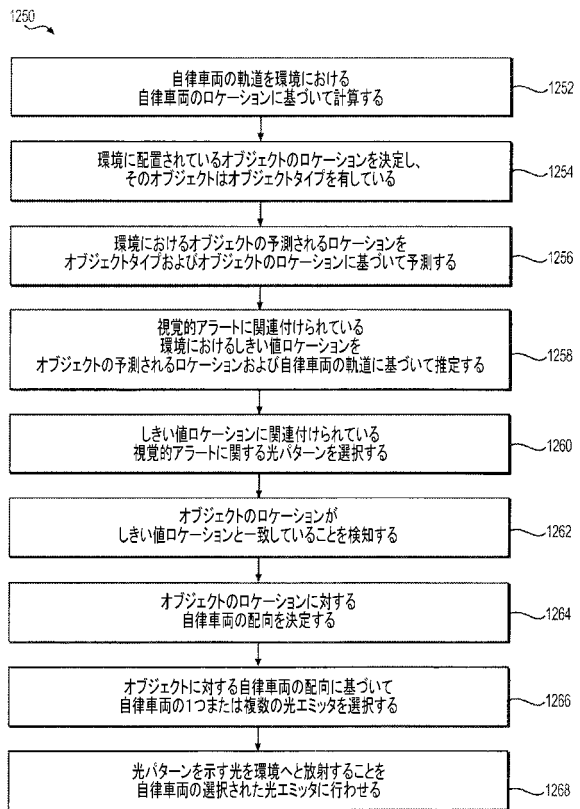
【図12C】



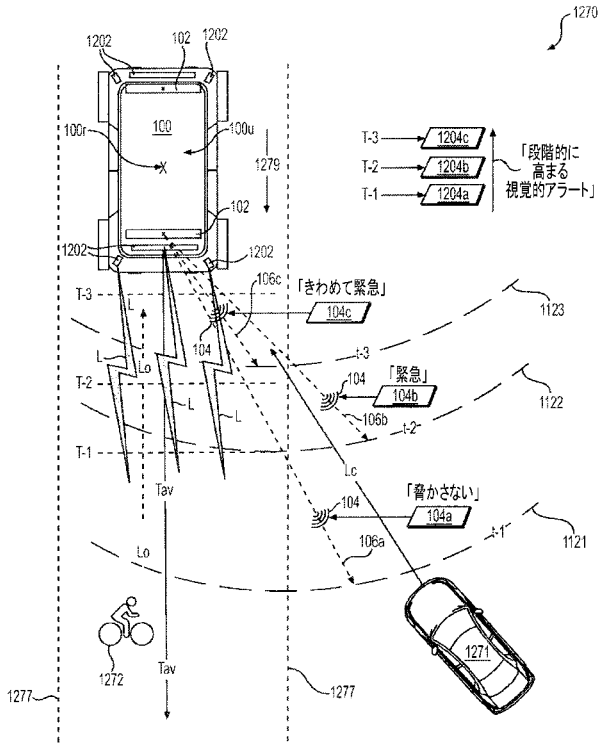
【図12D】



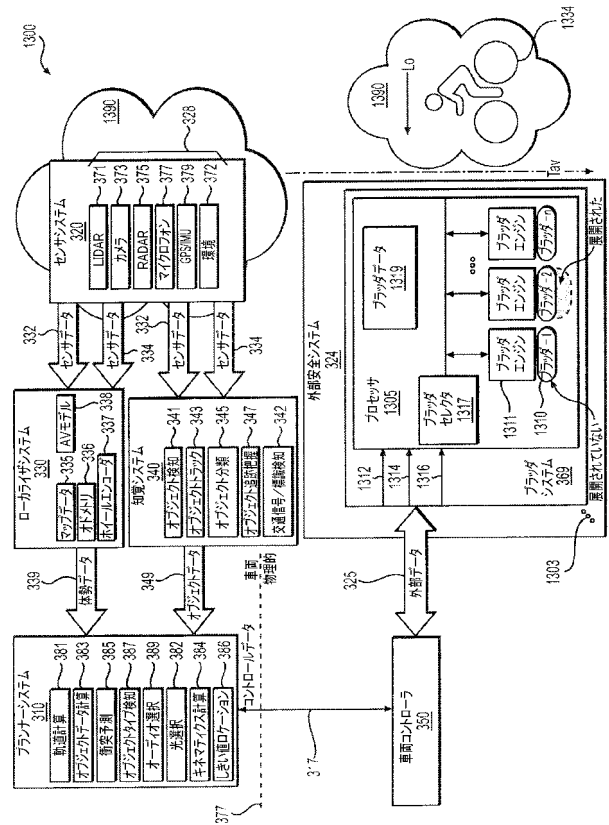
【図12E】



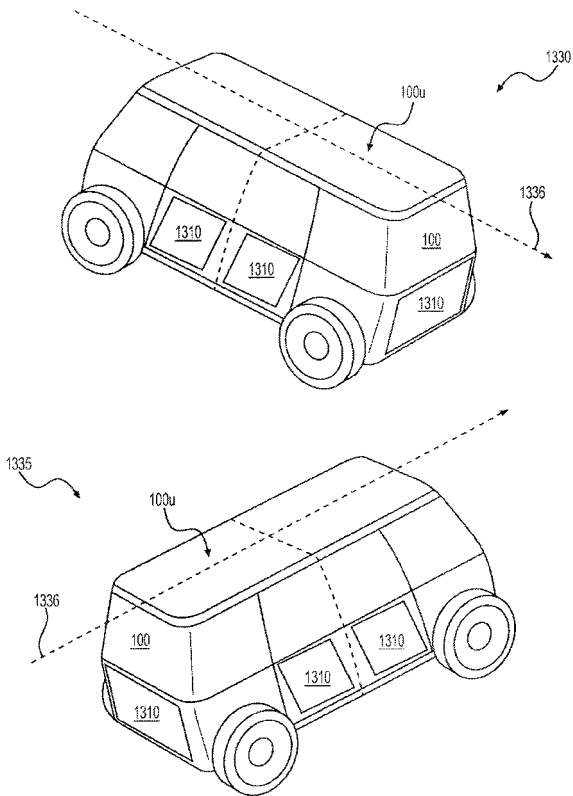
【図12F】



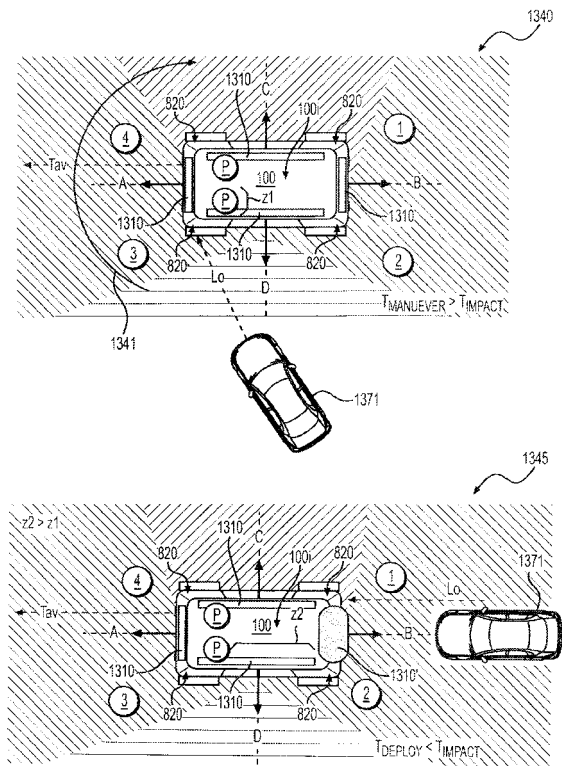
【図13A】



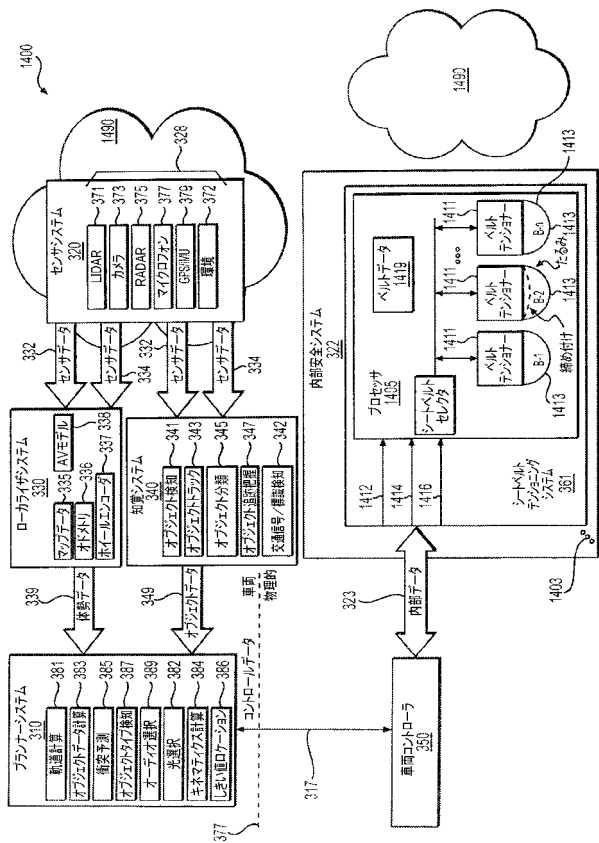
【図13B】



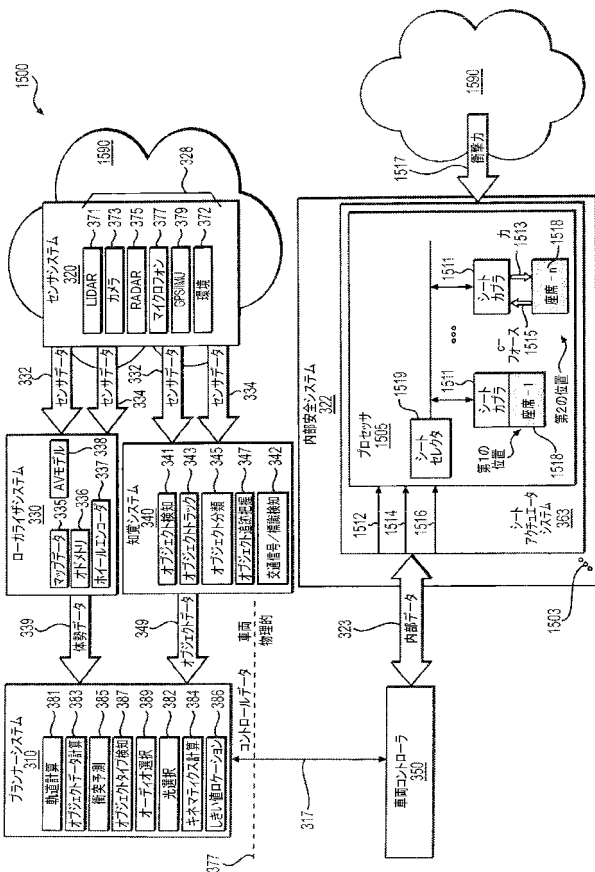
【図13C】



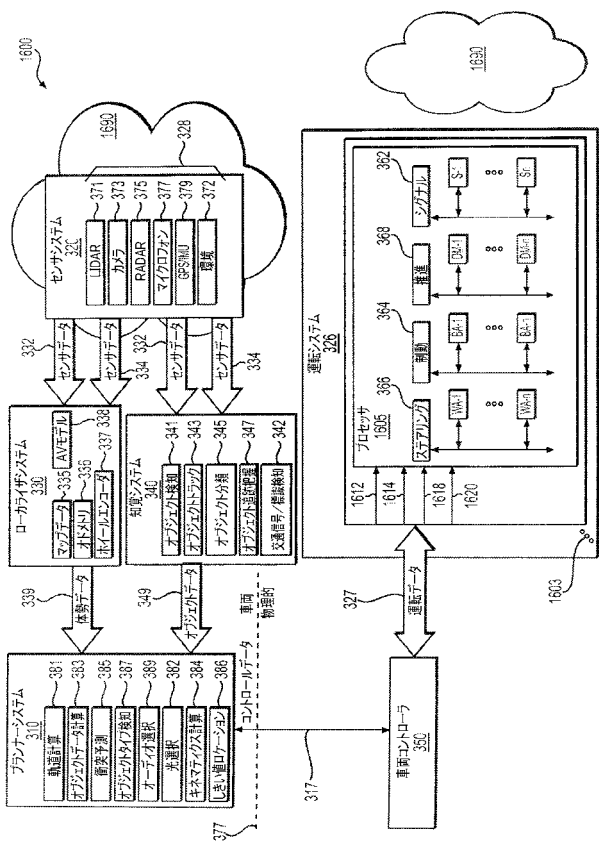
【図14】



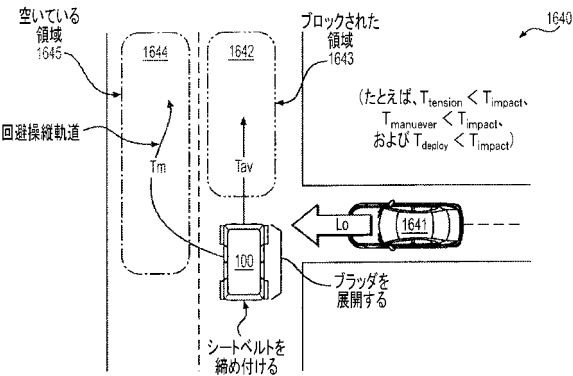
【図15】



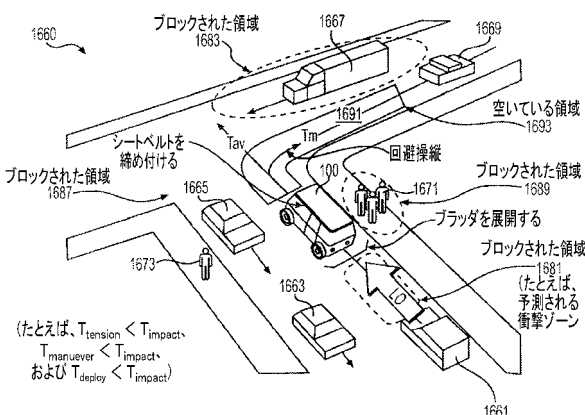
【図16A】



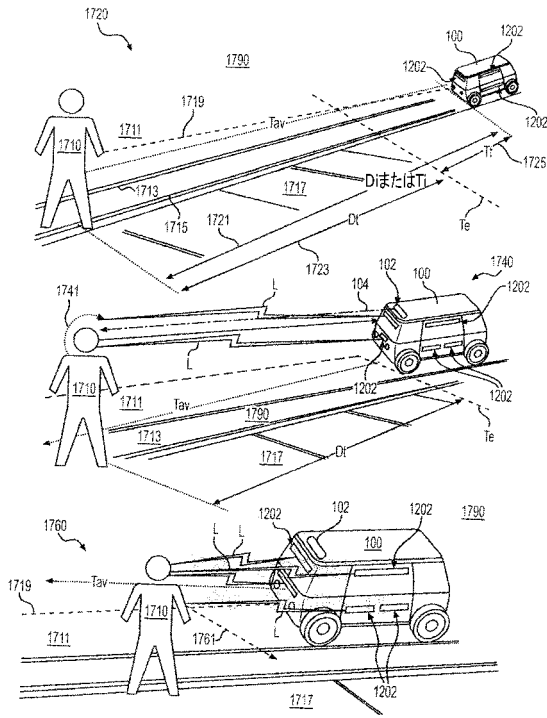
【図16B】



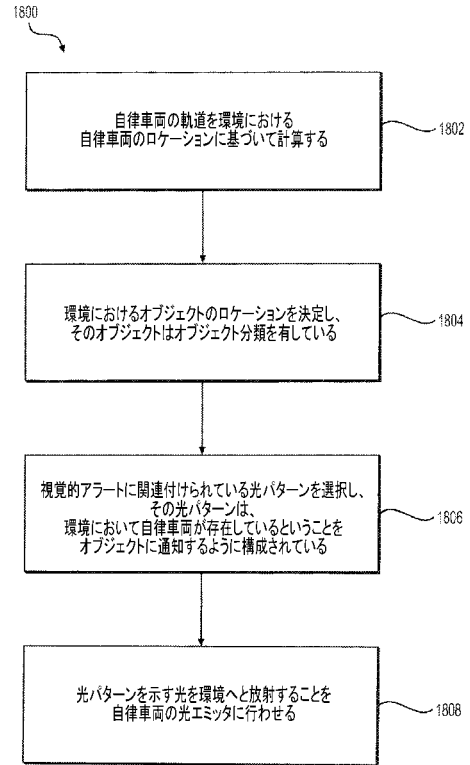
【図16C】



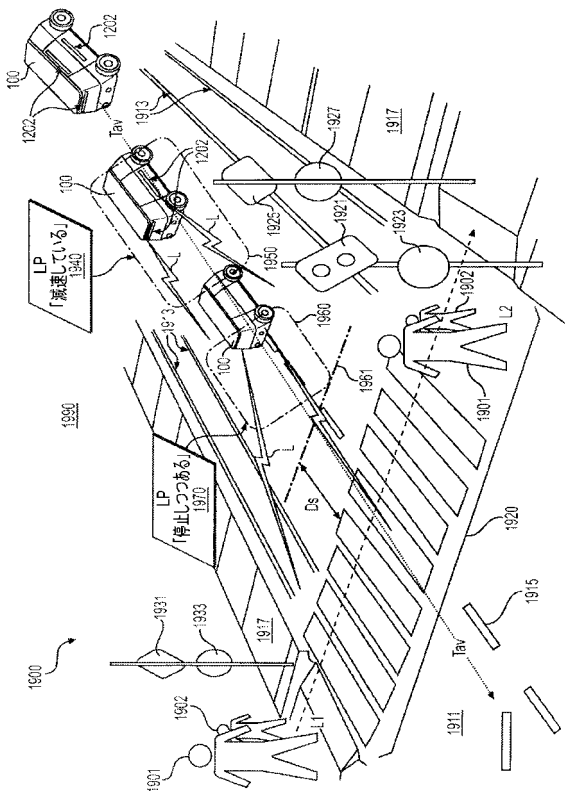
【 図 17 】



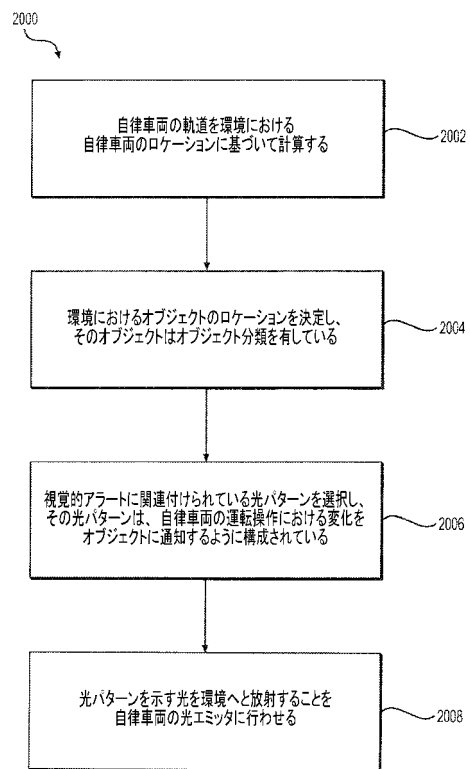
【 図 18 】



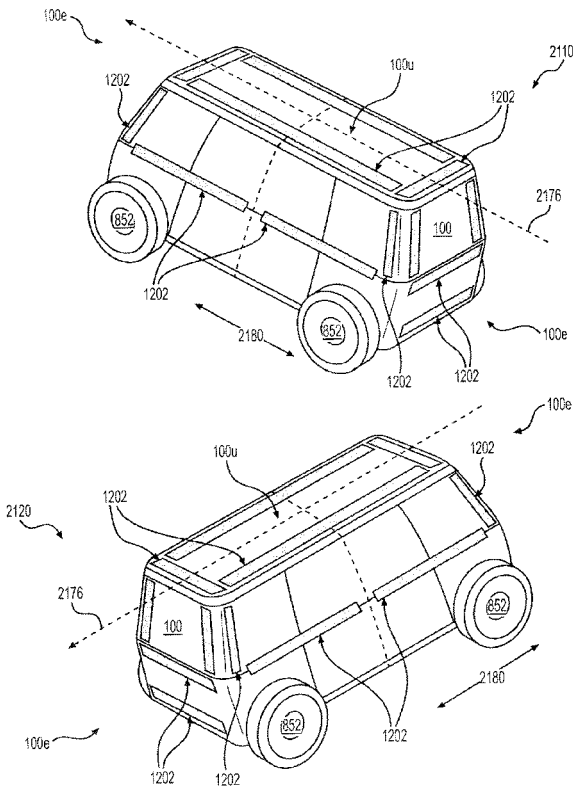
【 図 19 】



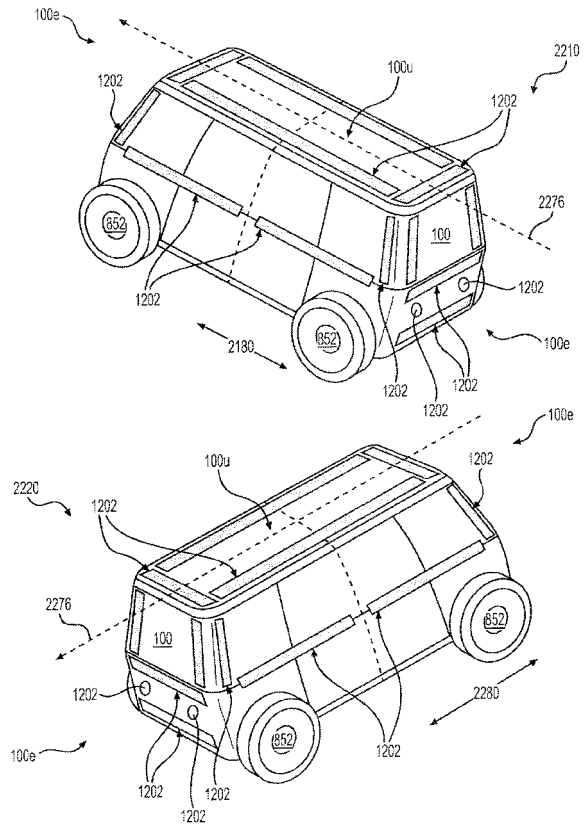
【 図 20 】



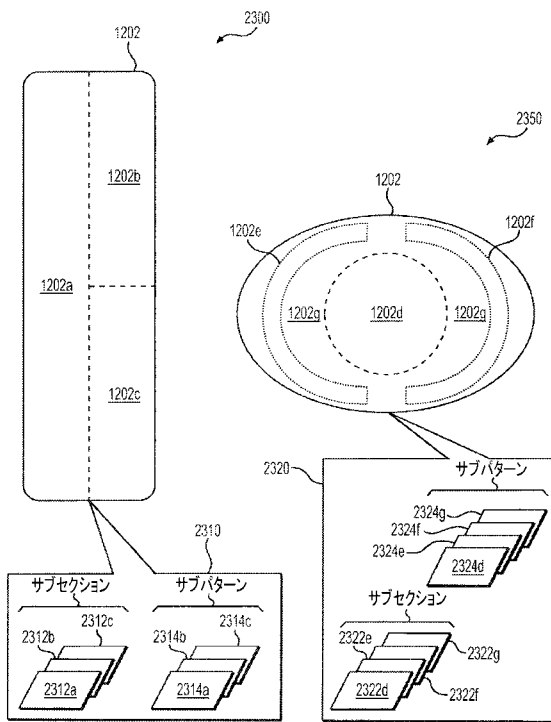
【図 2 1】



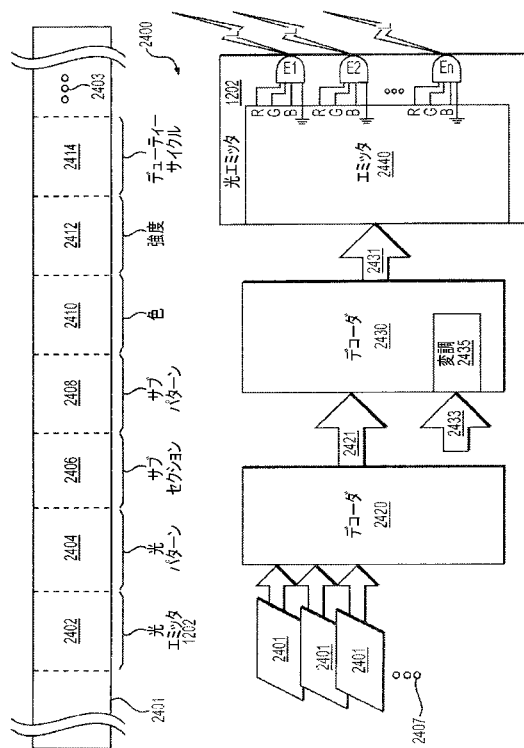
【図 2 2】



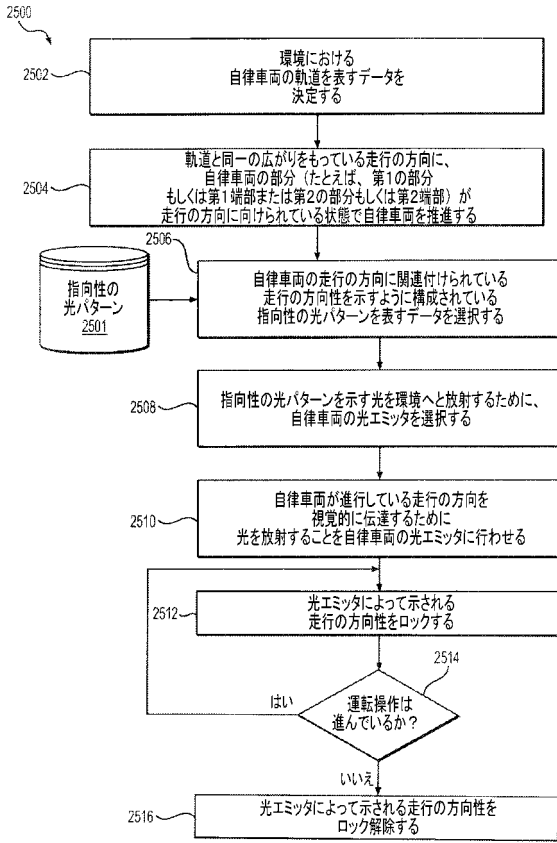
【図 2 3】



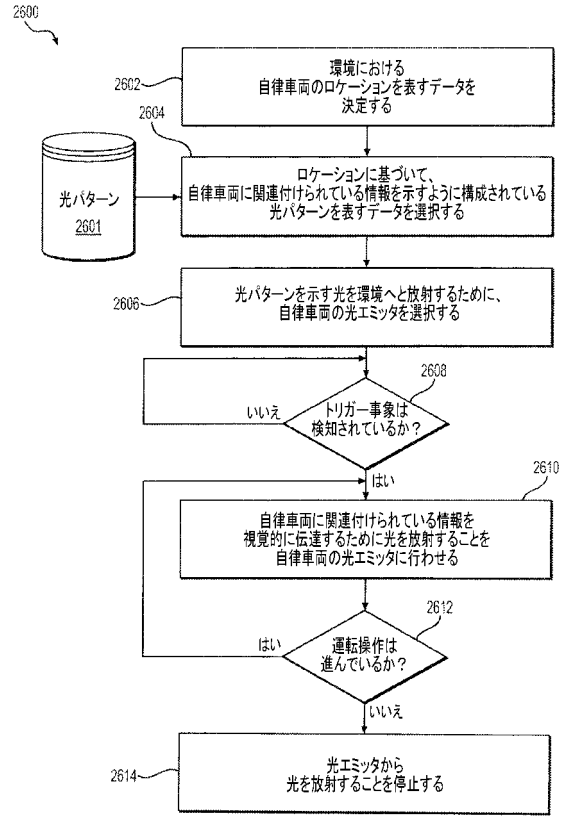
【図 2 4】



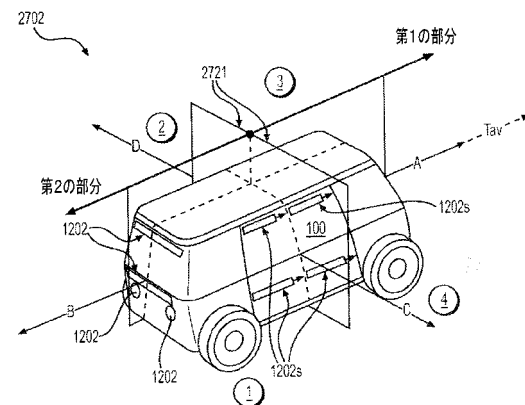
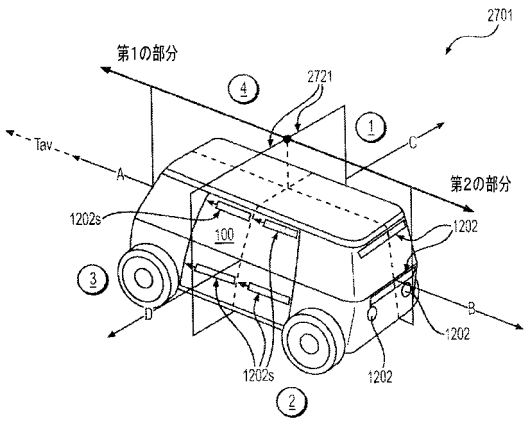
【図 25】



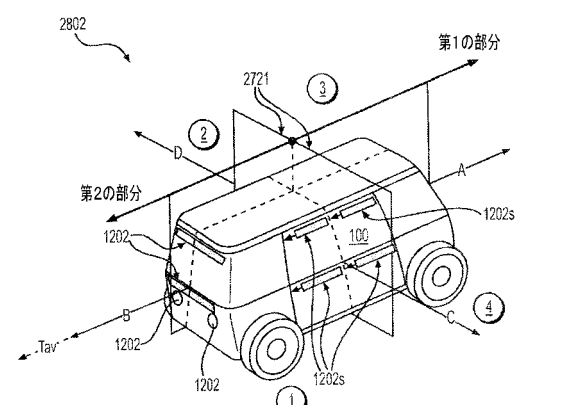
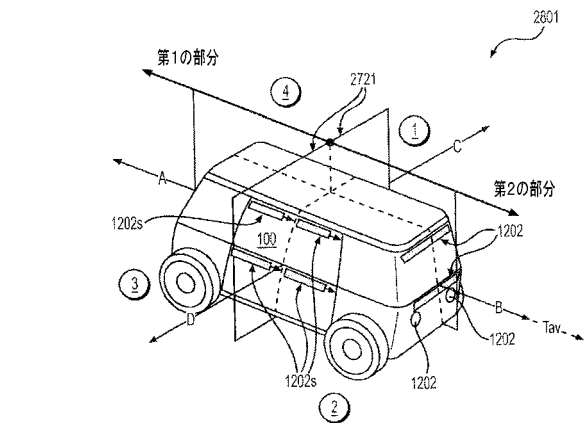
【図 26】



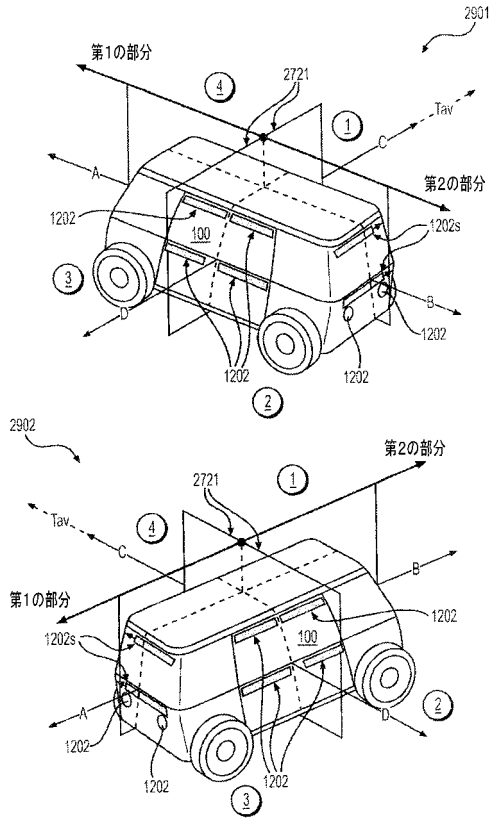
【図 27】



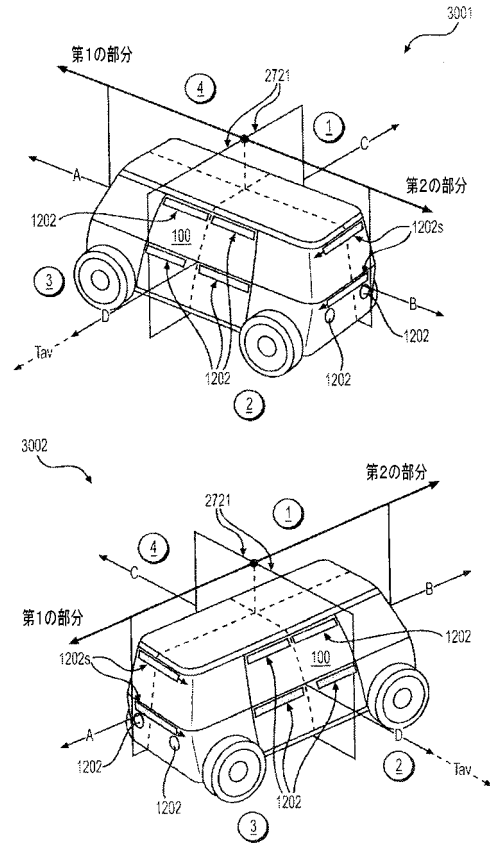
【図 28】



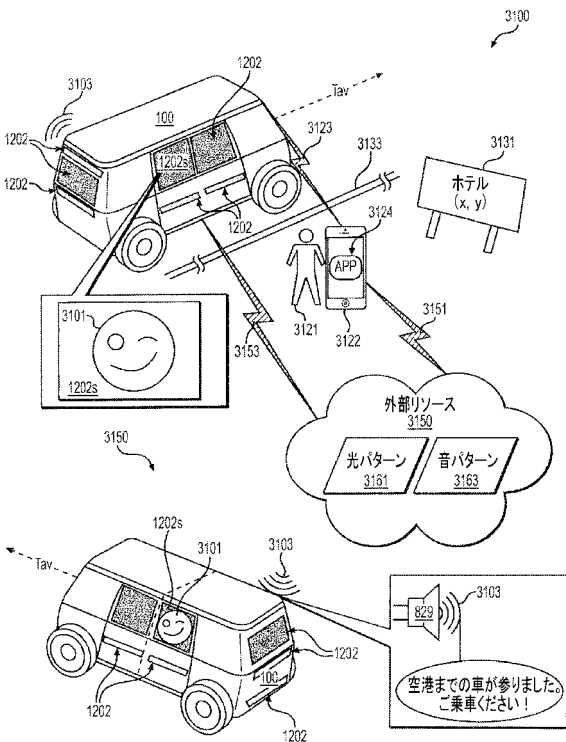
【図29】



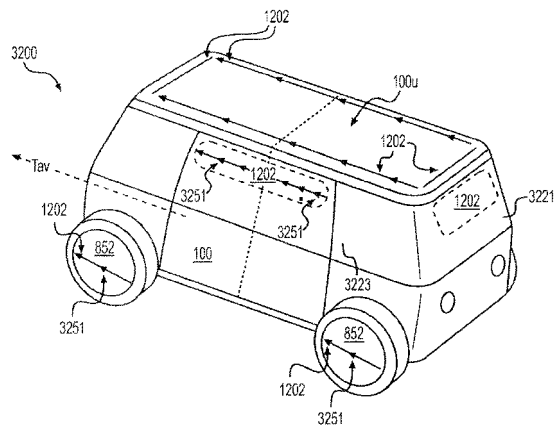
【図30】



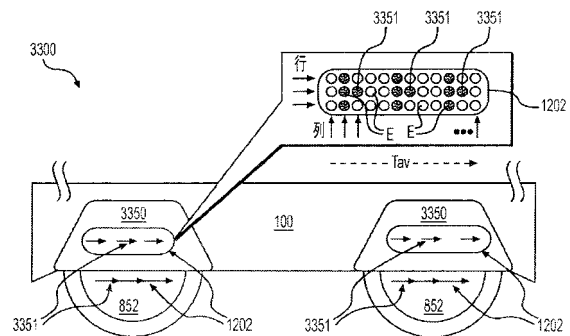
【図31】



【図32】



【図33】



【手続補正書】

【提出日】平成30年7月3日(2018.7.3)

【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】

無人運転の自律車両の外部の環境における前記自律車両の軌道を表す軌道データを受信するステップと、

前記環境におけるオブジェクトを感知するステップと、

前記オブジェクトの位置、前記オブジェクトのオブジェクトタイプ、および前記オブジェクトのオブジェクト分類を含むオブジェクトデータを決定するステップと、

前記オブジェクトデータに基づいて前記環境における前記オブジェクトの1つまたは複数の予測されるロケーションを決定するステップと、

前記環境における前記オブジェクトの前記軌道データおよび前記1つまたは複数の予測されるロケーションに基づいて、予測される衝突ロケーションを決定するステップと、

前記オブジェクトと前記予測される衝突ロケーションとの間での前記環境における第1のしきい値ロケーションを決定するステップと、

前記オブジェクトと前記予測される衝突ロケーションとの間での前記環境における第2のしきい値ロケーションを決定するステップであって、前記第2のしきい値ロケーションは、前記第1のしきい値ロケーションよりも前記衝突ロケーションに近い、ステップと、

前記環境における前記オブジェクトの更新された位置を感知するステップと、

前記更新された位置が前記第1のしきい値ロケーションに相当していることに応答して、安全システムを使用して第1の安全アクションを実施するステップと、

前記更新された位置が前記第2のしきい値ロケーションに相当していることに応答して、前記安全システムを使用して第2の安全アクションを実施するステップと

を含む方法。

【請求項2】

前記安全システムは、音響ビームステアリングアレイを含み、前記第1の安全アクションは、前記自律車両の前記軌道に対して第1の角度で第1のオーディオアラートを放射するステップを含み、前記第2の安全アクションは、前記自律車両の前記軌道に対して第2の角度で第2のオーディオアラートを放射するステップを含む請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記安全システムは、光エミッタを含み、前記第1の安全アクションは、第1の光パターンを放射するステップを含み、前記第2の安全アクションは、第2の光パターンを放射するステップを含む請求項1または2に記載の方法。

【請求項4】

前記軌道から前記自律車両を操縦する際に使用するための衝突回避軌道を送信するステップをさらに含む請求項1乃至3のいずれか一項に記載の方法。

【請求項5】

前記第1の安全アクションは第1の緊急性を有し、前記第2の安全アクションは第2の緊急性を有する請求項1乃至4のいずれか一項に記載の方法。

【請求項6】

車道上を自律的に運転するように構成されている自律車両であって、前記自律車両の周囲の環境におけるオブジェクトを感知するための複数のセンサを有する前記自律車両と、

前記自律車両に通信可能に結合されて、前記複数のセンサからのデータを受信し、前記自律車両のコンポーネントをコントロールするための命令を送信するためのコンピューティングシステムと

を含むシステムであって、前記コンピューティングシステムは、
前記自律車両の軌道を決定し、
前記オブジェクトの第1のロケーションおよび前記オブジェクトのタイプを決定し、
前記オブジェクトの前記第1のロケーションおよび前記オブジェクトの前記タイプに基づいて、前記オブジェクトが走行すると予測される領域を含む予測される領域を決定し、
前記予測される領域内の第1のしきい値境界および前記予測される領域内の第2のしきい値境界を決定し、
前記オブジェクトの更新されたロケーションが前記第1のしきい値境界と一致するという決定に基づいて、第1の緊急性を有する第1のアラートを放射することを前記自律車両に行わせ、
前記オブジェクトの前記更新されたロケーションが前記第2のしきい値境界と一致するという決定に基づいて、第2の緊急性を有する第2のアラートを放射することを前記自律車両に行わせるようにプログラムされている、システム。

【請求項7】

前記コンピューティングシステムは、前記自律車両と前記オブジェクトとの予測される衝突ロケーションと、前記第1のしきい値境界は、前記第2のしきい値境界と比べて前記予測される衝突ロケーションから比較的遠いことを決定するようにさらにプログラムされている請求項6に記載のシステム。

【請求項8】

前記コンピューティングシステムは、前記オブジェクトの前記更新されたロケーションが前記第2のしきい値境界と一致するという決定に基づいて前記自律車両の安全システムをアクティブ化するための命令を生成するようにさらにプログラムされている請求項6または7に記載のシステム。

【請求項9】

前記自律車両は、音響安全システムをさらに含み、前記第1のアラートは、前記音響安全システムによって放射される第1のオーディオアラートを含み、前記第2のアラートは、前記音響安全システムによって放射される第2のオーディオアラートを含む請求項6乃至8のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項10】

前記自律車両は、光エミッタをさらに含み、前記第1のアラートは、前記光エミッタによって放射される第1の放射される光パターンを含み、前記第2のアラートは、前記光エミッタによって放射される第2の放射される光パターンを含む請求項6乃至9のいずれか一項に記載のシステム。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2016/060183

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G06K9/00 G08G1/16 ADD.		
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) G06K G08G		
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) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Christoph Mertz ET AL: "Collision Warning and Sensor Data Processing in Urban Areas", Research showcase @ CMU , robotics commons, 1 June 2005 (2005-06-01), XP055193352, Retrieved from the Internet: URL:http://repository.cmu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1063&context=robotics [retrieved on 2015-06-03] Section 4.1, 6.1, 6.2 -----	1-17
X	EP 2 549 456 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 23 January 2013 (2013-01-23) paragraph [0021] - paragraph [0022] paragraph [0026]; claim 1 abstract ----- -/--	1-17
<input checked="" 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		Date of mailing of the international search report
1 February 2017		30/03/2017
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer
		Isa, Sabine

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2016/060183

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2015/268665 A1 (LUDWICK CHRISTOPHER [US] ET AL) 24 September 2015 (2015-09-24) abstract paragraph [0043] - paragraph [0053] -----	1-17
X	JP 2011 248855 A (DENSO CORP) 8 December 2011 (2011-12-08) the whole document -----	1,9
X	US 2012/035846 A1 (SAKAMOTO HIROSHI [JP] ET AL) 9 February 2012 (2012-02-09) abstract; figures 4,6 -----	1-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2016/060183**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-17

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/US2016/060183

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-17

Method and system for the determination of a predicted collision location between an autonomous vehicle and an object in the environment to determine threshold locations for implementing safety actions

2. claims: 18-42

Method and system for visual indication of direction of travel of an autonomous vehicle

3. claims: 43-59

Method for providing a visual alert for an autonomous vehicle by selecting a light pattern based on the location of the autonomous vehicle and an object in the environment

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2016/060183

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 2549456	A1	23-01-2013	CN 102792349 A EP 2549456 A1 JP 5316698 B2 US 2012330541 A1 WO 2011114442 A1	21-11-2012 23-01-2013 16-10-2013 27-12-2012 22-09-2011
US 2015268665	A1	24-09-2015	NONE	
JP 2011248855	A	08-12-2011	NONE	
US 2012035846	A1	09-02-2012	JP 5210233 B2 JP 2010250501 A US 2012035846 A1 WO 2010119860 A1	12-06-2013 04-11-2010 09-02-2012 21-10-2010

フロントページの続き

(81)指定国 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, JP, KE, KG, 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, TZ, UA

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. B L U E T O O T H

(72)発明者 ラシャド ユーセフ ガマラ

アメリカ合衆国 94025 カリフォルニア州 メンローパーク サンド ヒル ロード 21
80 セカンド フロア ブークス インコーポレイテッド内

Fターム(参考) 5H301 AA03 BB05 CC03 CC06 GG05 LL01 LL03 LL06 LL07 LL14

LL15 LL16 LL17

【要約の続き】

ステムを使用してオブジェクト(180)を検知することができ、自律車両(100)とのオブジェクト(180)の潜在的な衝突を緩和または防止するためにアクションを取ることができる。