

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7300516号  
(P7300516)

(45)発行日 令和5年6月29日(2023.6.29)

(24)登録日 令和5年6月21日(2023.6.21)

(51)国際特許分類 F I  
 G 0 8 G 1/16 (2006.01) G 0 8 G 1/16 C  
 B 6 0 W 30/08 (2012.01) B 6 0 W 30/08  
 B 6 0 W 40/04 (2006.01) B 6 0 W 40/04

請求項の数 20 (全19頁)

(21)出願番号	特願2021-557966(P2021-557966)	(73)特許権者	317015065 ウェイモ エルエルシー アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 0 4 3 マウンテン ビュー アンフィシ アター パークウェイ 1 6 0 0
(86)(22)出願日	令和2年4月10日(2020.4.10)	(74)代理人	100079108 弁理士 稲葉 良幸
(65)公表番号	特表2022-526376(P2022-526376 A)	(74)代理人	100126480 弁理士 佐藤 睦
(43)公表日	令和4年5月24日(2022.5.24)	(72)発明者	リ, ドン アメリカ合衆国, カリフォルニア州 9 4 0 4 3, マウンテン ビュー, アンフ イシアター パークウェイ 1 6 0 0
(86)国際出願番号	PCT/US2020/027662	(72)発明者	マクノートン, マシュー, ポール アメリカ合衆国, カリフォルニア州 9 最終頁に続く
(87)国際公開番号	WO2020/210618		
(87)国際公開日	令和2年10月15日(2020.10.15)		
審査請求日	令和3年11月25日(2021.11.25)		
(31)優先権主張番号	16/383,096		
(32)優先日	平成31年4月12日(2019.4.12)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

(54)【発明の名称】 自律型車両の例外処理

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両の例外処理の方法であって、

コンピューティングデバイスの1つまたは複数のプロセッサによって、前記車両の現在の軌道を受信すること、

センサを有する前記車両の知覚システムによって生成されたセンサデータを、前記1つまたは複数のプロセッサによって受信することであって、前記センサデータは、車両を取り巻く領域の1つまたは複数の物体に対応する、受信すること、

前記受信したセンサデータに基づいて、前記1つまたは複数のプロセッサによって、前記1つまたは複数の物体の推定された軌道を判定すること、

前記推定された軌道および前記現在の軌道に基づいて、前記1つまたは複数のプロセッサによって、前記1つまたは複数の物体との潜在的な衝突を判定すること、

前記1つまたは複数のプロセッサによって、時間的に最も早い前記潜在的な衝突の1つを特定すること、

前記潜在的な衝突の前記1つに基づいて、前記1つまたは複数のプロセッサによって、安全時間範囲(S T H)を判定すること、および

前記コンピューティングデバイスが期待どおりに動作できなくなる状況に対応するランタイム例外が発生した場合、衝突を回避するための予防的操作を実行する前に、前記1つまたは複数のプロセッサが、前記ランタイム例外の解決を、前記S T Hほど長くない時間待機すること、を含む方法。

## 【請求項 2】

前記 S T H を判定することは、前記潜在的な衝突のうちの前記 1 つの時間より前の所定の期間に基づく、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記 S T H を判定することは、例外処理速度プロファイルに基づく、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記例外処理速度プロファイルは、前記車両の一定量の減速である、請求項 3 に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記例外処理速度プロファイルは、前記車両の減速量に対する 1 つまたは複数の変更に対応する、請求項 3 に記載の方法。

10

## 【請求項 6】

前記ランタイム例外が前記 S T H 後に解決されなかった場合に、前記例外処理速度プロファイルを使用して前記車両を制御することによって、前記予防的操作を実行することをさらに含む、請求項 3 に記載の方法。

## 【請求項 7】

前記 S T H を定期的に再判定することをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 8】

前記ランタイム例外は、前記センサからの通信遅延に対応する、請求項 1 に記載の方法。

20

## 【請求項 9】

前記センサがレーダユニットである、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 10】

前記ランタイム例外は、前記知覚システムの前記センサからの所定の期間の通信の欠如に対応する、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 11】

車両の例外処理のためのシステムであって、前記システムは、1 つまたは複数のプロセッサを有するコンピューティングデバイスを備え、前記 1 つまたは複数のプロセッサは、前記車両の現在の軌道を受信し、

センサを有する前記車両の知覚システムによって生成されたセンサデータを受信することであって、前記センサデータは、車両を取り巻く領域の 1 つまたは複数の物体に対応する、受信し、

30

前記受信したセンサデータに基づいて、前記 1 つまたは複数の物体の推定された軌道を判定し、

前記推定された軌道と前記現在の軌道に基づいて、前記 1 つまたは複数の物体との潜在的な衝突を判定し、

時間的に最も早い前記潜在的な衝突の 1 つを特定し、

前記潜在的な衝突の前記 1 つに基づいて、安全時間範囲 ( S T H ) を判定し、前記コンピューティングデバイスが期待どおりに動作できなくなる状況に対応するランタイム例外が発生した場合、衝突を回避するための予防的操作を実行する前に、前記ランタイム例外の解決を、前記 S T H ほど長くない時間待機するように構成される、システム。

40

## 【請求項 12】

前記 S T H は、前記潜在的な衝突のうちの前記 1 つの時間より前の所定の期間に基づくことを判定するように前記 1 つまたは複数のプロセッサがさらに構成される、請求項 11 に記載のシステム。

## 【請求項 13】

前記 1 つ以上のプロセッサは、前記 S T H が、例外処理速度プロファイルに基づいていることを判定するようにさらに構成されている、請求項 11 に記載のシステム。

## 【請求項 14】

前記例外処理速度プロファイルは、前記車両の一定量の減速である、請求項 13 に記載

50

のシステム。

【請求項 15】

前記 1 つまたは複数のプロセッサは、前記ランタイム例外が前記 S T H 後に解決されなかったときに、前記例外処理速度プロファイルを使用して前記車両を制御することによって前記予防的操作を実行することを判定するようにさらに構成される、請求項 13 に記載のシステム。

【請求項 16】

前記 1 つ以上のプロセッサは、前記 S T H を定期的に再判定するようにさらに構成される、請求項 11 に記載のシステム。

【請求項 17】

前記ランタイム例外は、前記センサからの通信遅延に対応する、請求項 11 に記載のシステム。

【請求項 18】

前記センサをさらに含み、前記センサがレーダユニットである、請求項 11 に記載のシステム。

【請求項 19】

前記ランタイム例外は、前記知覚システムのセンサからの所定の期間の通信の欠如に対応する、請求項 11 に記載のシステム。

【請求項 20】

前記車両をさらに備える、請求項 11 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本願は、2019年4月12日に出願された米国出願第16/383,096号の利益を主張し、その開示全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【背景技術】

【0002】

人間の運転者を必要としない車両などの自律型車両が、ある場所から別の場所への乗客または物品の輸送を支援するために使用される場合がある。そのような車両は、ユーザがピックアップ場所または目的地のようないくつかの初期入力を提供し得、かつ車両がその場所へ車両自体を操縦する、完全な自律モードで動作し得る。自律型車両は通常、タイマーでまとまりのある方法で動作するソフトウェアおよびハードウェアシステムに依存して、ある地点から別の地点へ車両を首尾よくかつ安全に操縦することができる。車両のコンピューティングデバイスが、システムが期待どおりに動作するのを妨げるか、さもなければ遅延させるランタイム例外に遭遇した場合、車両の安全な動作が損なわれる可能性がある。

【発明の概要】

【0003】

本開示の一態様は、車両の例外処理の方法であって、1つまたは複数のプロセッサによって、車両の現在の軌道を受信すること；センサを有する車両の知覚システムによって生成されたセンサデータを、1つまたは複数のプロセッサによって受信することであって、センサデータは、車両を取り巻く領域の1つまたは複数の物体に対応する、受信すること；受信したセンサデータに基づいて、1つまたは複数のプロセッサによって、1つまたは複数の物体の推定された軌道を判定すること、；推定された軌道および現在の軌道に基づいて、1つまたは複数のプロセッサによって、1つまたは複数の物体との潜在的な衝突を判定すること；1つまたは複数のプロセッサによって、時間的に最も早い潜在的な衝突の1つを特定すること；潜在的な衝突の1つに基づいて、1つまたは複数のプロセッサによって、安全時間範囲(S T H)を判定すること；およびランタイム例外が発生した場合、衝突を回避するための予防的操作を実行する前に、1つまたは複数のプロセッサが、ラン

10

20

30

40

50

タイム例外の解決を、S T Hほど長くない時間待機すること、を含む方法を提供する。

【0004】

一例では、S T Hを判定することは、潜在的な衝突のうちの1つの時間より前の所定の期間に基づく。別の例では、S T Hを判定することは、例外処理速度プロファイルに基づいている。この例では、例外処理速度プロファイルは、車両の一定量の減速である。あるいは、例外処理速度プロファイルは、車両の減速量に対する1つ以上の変更に対応する。さらに、またはその代わりに、この方法は、ランタイム例外がS T H後に解決されない場合、例外処理速度プロファイルを使用して車両を制御することによって、予防的操作を実行することを含む。別の例では、この方法は、S T Hを定期的に再判定することを含む。別の例では、ランタイム例外はセンサからの通信遅延に対応する。別の例では、センサはレーダユニットである。別の例では、ランタイム例外は、知覚システムのセンサからの所定の期間の通信の欠如に対応する。

10

【0005】

本開示の他の態様は、車両用の例外処理のシステムを提供する。システムは、1つまたは複数のプロセッサに、車両の現在の軌道を受信すること；センサを有する車両の知覚システムによって生成されたセンサデータを受信することであって、センサデータは、車両を取り巻く領域の1つまたは複数の物体に対応する、受信すること；受信したセンサデータに基づいて、1つまたは複数の物体の推定された軌道を判定すること；推定された軌道と現在の軌道に基づいて、1つまたは複数の物体との潜在的な衝突を判定すること；時間的に最も早い潜在的な衝突の1つを特定すること；潜在的な衝突の1つに基づいて、安全時間範囲(S T H)を判定すること；ランタイム例外が発生した場合、衝突を回避するための予防的操作を実行する前に、ランタイム例外の解決を、S T Hほど長くない時間待機すること、に対して構成させることを含む。

20

【0006】

一例では、1つまたは複数のプロセッサは、潜在的な衝突のうちの1つの時間より前の所定の期間に基づいてS T Hが判定されるようにさらに構成される。別の例では、1つまたは複数のプロセッサは、例外処理速度プロファイルに基づいて、S T Hを判定するようにさらに構成される。この例では、例外処理速度プロファイルは、車両の一定量の減速である。さらに、または代わりに、1つまたは複数のプロセッサは、ランタイム例外がS T H後に解決されなかったときに、例外処理速度プロファイルを使用して車両を制御することによって予防的操作を実行することを判定するようにさらに構成される。別の例では、1つまたは複数のプロセッサは、S T Hを定期的に再判定するようにさらに構成される。別の例では、ランタイム例外はセンサからの通信遅延に対応する。別の例では、システムはセンサも含み、センサはレーダユニットである。別の例では、ランタイム例外は、知覚システムのセンサからの所定の期間の通信の欠如に対応する。他の例では、システムはまた、車両を含む。

30

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】図1は、例示的な実施形態による例示的な車両の機能図である。

【0008】

【図2】図2は、本開示の態様による地図情報の例である。

40

【0009】

【図3】図3は、本開示の態様による車両の例示的な外観図である。

【0010】

【図4】図4は、本開示の態様による、道路の一部の例示的な図である。

【0011】

【図5】図5は、本開示の態様による付加的なデータを伴う、図4の例を続けている。

【0012】

【図6】図6は、本開示の態様による付加的なデータを伴う、図5の例を続けている。

【0013】

50

【図7】図7は、図6の例の態様の例示的な図解で、本開示の態様による付加的なデータを伴うものである。

【0014】

【図8】図8は、本開示の態様による付加的なデータを伴う、図7の例を続けている。

【0015】

【図9】図9は、本開示の態様による例示的なフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

#### 概要

このテクノロジーは、自動車両のランタイム例外の処理に関する。自律型車両は通常、タイムリーでまとまりのある方法で動作するソフトウェアおよびハードウェアシステムに依存して、ある地点から別の地点へ車両を首尾よくかつ安全に操縦することができる。いくつかの例では、車両のコンピューティングデバイスは、システムが期待どおりに動作するのを妨げるか、さもなければ遅延させるランタイム例外に遭遇する可能性がある。このような場合、車両は、迅速な停止や路肩に寄せるなどの予防的操作を実行することにより、ランタイム例外の根本的な原因によってもたらされるリスクを軽減することを余儀なくされる可能性がある。そのような予防的操作は、車両の乗客に不快な経験をもたらす可能性があり、車両の近くにいる他の車両の運転手などの周囲の道路利用者に対し、全リスクを軽減しない可能性がある。また、そのような操作は、ランタイム例外のかなりの部分が最終的には自動的に解決される可能性があるため、実際には不要な場合がある。これらの問題に対処するために、自律型車両は、予防的操作を実行する前に、ランタイム例外がそれ自体で解決するための期間または安全時間範囲（「STH」）を設けることができる。

【0017】

コンピューティングデバイスは、自律型車両の動きを制御することができる。この点で、コンピューティングデバイスは、車両の様々な構成要素と通信することができる場合がある。コンピューティングデバイスは、様々なシステム構成要素から受信したデータに基づいて、車両の様々な構成要素に命令を送信することによって、車両の方向、速度、加速度などを制御してもよい。

【0018】

自律型車両のコンピューティングデバイスまたはシステムの1つが、処理するようにプログラムされていない、または処理するのに十分な情報を受信していない状況に遭遇した場合、ランタイム例外を生成することができる。このようなランタイム例外は、処理の遅延、通信の遅延または一定期間の通信の欠如、ソフトウェアまたはハードウェアの障害、またはコンピューティングデバイスが期待どおりに動作できなくなるその他のこうした状況によって、引き起こされる可能性がある。

【0019】

例えば、車両の知覚システムは、10Hzの速度で信号を送受信するレーダシステムを含み得る。そのため、知覚システムは、100msごとにレーダ信号を受信することを予期し、場合によってはそれに頼ることがある。ただし、通信の遅延により、知覚システムが150msの間レーダ信号を受信しない場合がある。この50ミリ秒の遅延により、ランタイム例外がトリガーされる場合がある。別の例では、知覚システム車両は、障害のある電源コードの結果としてレーダが電力を失うため、予想される100ミリ秒の速度でレーダ信号を受信しない場合がある。また、メッセージが妥当な制限時間（例えば、タイマーを使用して判定）内に受信されなかったため、ランタイム例外がトリガーされる場合もある。これは、同じまたは別のソフトウェアモジュールによって処理される場合がある。

【0020】

一部のランタイム例外は、一定期間後に自動的に解決する場合があるが、他のものは外部の介入を必要とする場合がある。例えば、レーダの通信遅延によって引き起こされるランタイム例外は、レーダ信号をレーダが受信するのを物体が阻止している結果、またはコンピューティングデバイスが処理タスクで過負荷になっている場合などの、レーダおよび

10

20

30

40

50

／または知覚システムのコンピューティングデバイスの処理の遅延からの結果である可能性がある。最初の例では、物体が動かされるとそれによってレーダがレーダ信号を再び受信できるようになり、ランタイム例外が解決される場合がある。第二の例では、コンピューティングデバイスの負荷が正常になる可能性があり、これにより、レーダはセンサデータを車両の知覚システムおよび／または他のシステムに提供し続けることができる。前述の例はレーダに関連しているが、同様のランタイム例外と解決が車両の他のセンサとコンピューティングデバイスで発生する可能性がある。その他のランタイム例外、例えば障害のある電源コードによって引き起こされるランタイム例外は、技術者が障害のある電源コードを交換するなどの、解決するための外部の介入が必要となる場合がある。

#### 【 0 0 2 1 】

ただし、車両のコンピューティングデバイスは、ランタイム例外をトリガーした根本的な原因を認識していない可能性があり、そのため、車両のコンピューティングデバイスは、ランタイム例外がそれ自体で解決する可能性があるか、外部の介入が必要かどうかを認識しない可能性がある。コンピューティングデバイスがランタイム例外の原因を認識している場合でも、コンピューティングデバイスはランタイム例外が解決され得るまでの時間の程度を知らない場合がある。

#### 【 0 0 2 2 】

車両のコンピューティングデバイスは、予防的操作を実行する前にランタイム例外を回復するため、一定期間（または予想される時点）を設けることにより、ランタイム例外が自動的に解決される可能性を活用する場合がある。ランタイム例外が回復するために提供される時点、または S T H により、ランタイム例外が回復された場合に、車両は、予防的操作を実行する必要性を回避できる場合がある。したがって、自律型車両は、S T H 中にランタイム例外が解決されるのを待つ間、現在の軌道を維持することができる。その結果、自律型車両は、ランタイム例外が解決された場合に不必要な操作をするのを回避し、またそれによって、乗客の快適さのレベルを維持することができる。

#### 【 0 0 2 3 】

車両のコンピューティングデバイスは、自律型車両の現在の軌道、および自律型車両の外部の物体の推定された軌道に基づいて、S T H を判定することができる。車両の現在の軌道は、車両のプランニングシステムによって生成することができる。各軌道には、車両の未来の物理的経路を説明するジオメトリコンポーネントと、車両の未来の速度と時間の経過に伴う速度の変化を説明する速度プロファイルが含まれ得る。次に、現在の軌道は、車両のコンピューティングデバイスが車両を制御するのを有効にするために運転および他の判定を行うために、車両の他の様々なシステムに送信され、処理され得る。

#### 【 0 0 2 4 】

車両の行動モデリングシステムは、継続的に、または所定の期間に、自律型車両の外部の観測された物体ごとに、1つまたは複数の推定された軌道を生成することができる。行動モデリングシステムは、知覚システムから受信したセンサデータを1つまたは複数のモデルに入力し、物体の1つまたは複数の推定された軌道を判定または生成することができる。推定された各軌道は、物体が潜在的に通過する可能性のあるパス、および物体がそのパスに沿った様々なポイントにあると予想される時間に対応する場合がある。次に、これらの計画された軌道は、車両の運転および他の決定を行うために、車両の他の様々なシステムに送信され、処理され得る。

#### 【 0 0 2 5 】

潜在的な衝突を特定するために、物体の推定された軌道を自律型車両の現在の軌道と比較することができる。この比較から、車両のコンピューティングデバイスは、自律型車両の現在の軌道が物体の軌道と交差する潜在可能性のある場所と時間を判定することができる。このような場所と時間は、潜在可能性のある衝突の場所と時間、または未来のある時点で衝突が発生すると予測される場所と時間に対応する場合がある。

#### 【 0 0 2 6 】

次に、車両のコンピューティングデバイスは、時間内に起こり得る最も早い衝突を識別

10

20

30

40

50

し得る。車両のコンピューティングデバイスは、時間内の可能な最も早い衝突の S T H を判定する。ランタイム例外が S T H 中に自動的に解決された場合、車両のコンピューティングデバイスは、予防的操作を行ったり、その他の何らかの例外処理機能を実行したりすることなく、車両を制御し続けることができる。ランタイム例外がそれ自体で解決しない場合でも、車両のコンピューティングデバイスは依然として、予防的操作を行うか、その他の何らかの例外処理機能を実行する時間がある。

#### 【 0 0 2 7 】

本明細書で説明する機能により、自律型車両は、自己解決するランタイム例外が発生した場合に、不必要な、または過度に慎重な予防措置を講じることが回避できる。そうすることで、自律型車両は期待どおりに動作し続けることができ、それによって、遅延や予期しない不快な操作を回避できる。それは、車両とその乗客の安全性を依然維持しながら、乗客の不快感につながる可能性がある。

10

#### 【 0 0 2 8 】

##### 例示的なシステム

図 1 に示されるように、本開示の一態様による車両 1 0 0 は、様々な構成要素を含む。本開示の特定の態様は、特定のタイプの車両に関して特に有用であるが、車両は、どのタイプの車両であってもよく、乗用車、トラック、オートバイ、バス、レクリエーション用車両などを含むが、これらに限定されない。車両は、1 つ以上のプロセッサ 1 2 0、メモリ 1 3 0、および汎用コンピューティングデバイスに典型的に存在する他の構成要素を含むコンピューティングデバイス 1 1 0 のような 1 つ以上の制御コンピューティングデバイスを有し得る。

20

#### 【 0 0 2 9 】

メモリ 1 3 0 は、1 つ以上のプロセッサ 1 2 0 によってアクセス可能な情報を記憶し、その情報には、プロセッサ 1 2 0 によって実行または別様に使用され得る命令 1 3 2 およびデータ 1 3 4 が含まれる。メモリ 1 3 0 は、プロセッサによってアクセス可能な情報を記憶することができる任意のタイプのメモリであってもよく、それらには、コンピューティングデバイス可読媒体、またはハードドライブ、メモリカード、ROM、RAM、DVD、もしくは他の光ディスク、ならびに他の書き込み可能および読み取り専用メモリなどの電子デバイスを用いて読み取ることができるデータを記憶する他の媒体が含まれる。システムおよび方法は、前述の様々な組み合わせを含むことができ、それにより、命令およびデータの様々な部分が様々なタイプの媒体に記憶される。

30

#### 【 0 0 3 0 】

命令 1 3 2 は、プロセッサによって直接的に（マシンコードなど）または間接的に（スクリプトなど）実行される任意の命令セットであってもよい。例えば、命令は、コンピューティングデバイス可読媒体上にコンピューティングデバイスコードとして記憶されてもよい。その点について、「ソフトウェア」、「命令」、および「プログラム」という用語は、本明細書では、互換的に使用され得る。命令は、プロセッサによる直接処理のための物体コード形式で、または要求に応じて解釈されるか、もしくは予めコンパイルされる、スクリプトもしくは独立したソースコードモジュールのコレクションを含む、任意の他のコンピューティングデバイス言語で記憶されてもよい。命令の機能、方法、およびルーチンについては、以下に詳細に説明される。

40

#### 【 0 0 3 1 】

データ 1 3 4 は、命令 1 3 2 に従って、プロセッサ 1 2 0 によって検索、記憶、または修正され得る。例えば、特許請求の範囲の主題は、いかなる特定のデータ構造にも限定されないが、データは、コンピューティングデバイスレジスタ内に、すなわち、複数の異なるフィールドおよびレコードを有する表、XML ドキュメント、またはフラットファイルとしてリレーショナルデータベース内に記憶されてもよい。データはまた、任意のコンピューティングデバイス可読形式でフォーマットされてもよい。

#### 【 0 0 3 2 】

1 つ以上のプロセッサ 1 2 0 は、市販の CPU など任意の従来のプロセッサであっても

50

よい。代替的に、1つ以上のプロセッサは、ASICまたは他のハードウェアベースプロセッサなどの専用デバイスであってもよい。図1は、プロセッサ、メモリ、およびコンピューティングデバイス110の他の要素を同じブロック内にあるものとして機能的に示しているが、プロセッサ、コンピューティングデバイス、またはメモリは、実際には、同じ物理的な筐体内に記憶されていてもいなくてもよい、複数のプロセッサ、コンピューティングデバイス、またはメモリを含むことができることは、当業者により、理解されるであろう。例えば、メモリは、ハードドライブ、またはコンピューティングデバイス110の筐体とは異なる筐体内に位置する他の記憶媒体であってもよい。したがって、プロセッサまたはコンピューティングデバイスへの言及は、並列に動作してもしなくてもよいプロセッサまたはコンピューティングデバイスまたはメモリの集合への言及を含むことが理解されよう。

10

#### 【0033】

コンピューティングデバイス110は、上述したプロセッサおよびメモリ、ならびにユーザ入力装置150（例えば、マウス、キーボード、タッチスクリーン、および/またはマイクロフォン）および様々な電子ディスプレイ（例えば、スクリーンを有するモニタ、または情報を表示するように動作可能である任意の他の電気デバイス）などの、コンピューティングデバイスと接続して通常使用されるすべての構成要素を含み得る。この例では、車両は、情報または視覚体験を提供するために、内部電子ディスプレイ152、ならびに1つ以上のスピーカ154を含む。この点について、内部電子ディスプレイ152は、車両100の車内に位置していてもよく、コンピューティングデバイス110によって使用されて、車両100内の乗客に情報を提供してもよい。

20

#### 【0034】

コンピューティングデバイス110はまた、1つ以上のワイヤレスネットワーク接続156も含むことにより、以下に詳細に説明するクライアントコンピューティングデバイスおよびサーバコンピューティングデバイスなどの他のコンピューティングデバイスと容易に通信することができる。無線ネットワーク接続には、Bluetooth、Bluetoothローエネルギー（LE）、携帯電話接続などの短距離通信プロトコル、ならびにインターネット、World Wide Web、イントラネット、仮想プライベートネットワーク、ワイドエリアネットワーク、ローカルネットワーク、1つ以上の企業に専用の通信プロトコルを使用するプライベートネットワーク、イーサネット、WiFi、およびHTTPを含む様々な構成およびプロトコル、ならびに上記の様々な組み合わせが含まれ得る。

30

#### 【0035】

一例では、コンピューティングデバイス110は、自律運転コンピューティングシステムの制御コンピューティングデバイスであり得るか、または車両100に組み込まれ得る。この自律運転コンピューティングシステムは、以下でさらに考察されるように、メモリ130の自律制御ソフトウェアに従って車両100の動きを制御するために、車両の様々な構成要素と通信することが可能であってもよい。例えば、図1に戻ると、コンピューティングデバイス110は、メモリ130の命令132に従って車両100の動き、速度などを制御するために、減速システム160、加速システム162、ステアリングシステム164、シグナリングシステム166、プランニングシステム168、ルーティングシステム170、測位システム172、知覚システム174、行動モデリングシステム176、およびパワーシステム178（すなわち、車両のエンジンまたはモータ）など、車両100の様々なシステムと通信し得る。これらのシステムのそれぞれは、これらのシステムが様々なタスクを実行できるようにするために、ソフトウェアだけでなく、様々なハードウェア（プロセッサ120およびメモリ130と同様のプロセッサおよびメモリ）を含み得る。この場合も、これらのシステムは、コンピューティングデバイス110の外部にあるものとして示されているが、実際には、これらのシステムもまた、車両100を制御するための自律運転コンピューティングシステムとしてここでも、コンピューティングデバイス110の中に組み込まれてもよい。

40

50

## 【 0 0 3 6 】

一例として、コンピューティングデバイス 1 1 0 は、車両の速度を制御するために、車両のブレーキ、アクセルペダル、および/またはエンジンもしくはモータなど、減速システム 1 6 0 および/または加速システム 1 6 2 の 1 つ以上のアクチュエータと相互作用することができる。同様に、ハンドル、操縦シャフト、ならびに/またはラックアンドピニオンシステムのピニオンおよびラックなど、ステアリングシステム 1 6 4 の 1 つ以上のアクチュエータは、車両 1 0 0 の方向を制御するために、コンピューティングデバイス 1 1 0 によって使用され得る。例えば、乗用車またはトラックなどの車両 1 0 0 が道路上で使用するために構成される場合、ステアリングシステムは、車両の向きを変えるために車輪の角度を制御するための 1 つ以上のアクチュエータを含んでもよい。シグナリングシステム 1 6 6 は、例えば、必要に応じて方向指示器またはブレーキライトを点灯させることによって、車両の意図を他の運転者または車両に知らせるために、コンピューティングデバイス 1 1 0 によって使用され得る。

10

## 【 0 0 3 7 】

プランニングシステム 1 6 8 は、ある場所までのルーティングシステム 1 7 0 によって生成された経路を判定し、これをたどるために、コンピューティングデバイス 1 1 0 によって使用され得る。例えば、ルーティングシステム 1 7 0 は、地図情報を使用して、車両の現在の場所から目的地の場所までのルートを判定することができる。プランニングシステム 1 6 8 は、目的地へのルートをたどるために、定期的に軌道、または未来のある期間にわたって車両を制御するための短期計画を生成することができる。この点について、プランニングシステム 1 6 8、ルーティングシステム 1 7 0 および/またはデータ 1 3 4 が、詳細な地図情報、例えば、道路の形状および上昇、車線境界線、交差点、横断歩道、速度制限、交通信号、建物、標識、リアルタイム交通情報、植生、または他のそのような物体および情報を特定する高精度地図、を記憶してよい。

20

## 【 0 0 3 8 】

図 2 は、交差点 2 0 2 を含む、車道のセクションに関する地図情報 2 0 0 の例である。地図情報 2 0 0 は、車線 2 1 0、2 1 1、2 1 2、2 1 3、2 1 4、交通管制装置 2 2 0、2 2 2 (例えば、信号灯、一時停止標識などを含み得る)、横断歩道 2 3 0、2 3 2、歩道 2 4 0、2 4 2、道路標示、例えば矢印 2 5 0、2 5 1、2 5 2、ならびに特徴、例えば 2 6 0、2 6 1、2 6 2、2 6 3、2 6 4、2 6 5 を含む様々な特徴の形状、位置、および他の特性を識別する情報を含む。いくつかの特徴のみが示され、識別されているが、地図情報 2 0 0 は非常に詳細であり、様々な追加の特徴を含み得る。

30

## 【 0 0 3 9 】

本明細書では、地図情報を画像ベースの地図として描いているが、地図情報は、完全に画像ベースである必要はない(例えば、ラスタ)。例えば、地図情報は、1 つ以上の道路グラフ、または道路、車線、交差点、およびこれらの特徴間の関係などの情報のグラフネットワークを含むことができる。各特徴は、グラフデータとして記憶され得、地理的場所などの情報と関連付けられ得、他の関連する特徴にリンクされているかどうかにかかわらず、例えば、一時停止標識は、道路および交差点などにリンクされ得る。いくつかの例では、関連付けられたデータは、道路グラフのグリッドベースのインデックスを含んで、特定の道路グラフの特徴の効率的な検索を可能にできる。

40

## 【 0 0 4 0 】

測位システム 1 7 2 は、コンピューティングデバイス 1 1 0 により、地図上または地球上の車両の相対的または絶対的位置を判定するために使用され得る。例えば、測位システム 1 7 2 は、デバイスの緯度、経度、および/または高度の位置を判定するための GPS 受信機を含んでいてもよい。レーザを利用した位置特定システム、慣性支援 GPS、またはカメラを利用した位置特定などの他の位置特定システムも、車両の位置を識別するために使用することができる。車両の位置には、緯度、経度、高度などの絶対的な地理的位置情報の他に、すぐ周りの他の車両に対する位置などの相対的な位置情報が含まれてもよく、これは、多くの場合、絶対的な地理的位置よりも少ないノイズで判定することができる。

50

## 【 0 0 4 1 】

測位システム 1 7 2 はまた、加速度計、ジャイロスコープ、または別の方向 / 速度検出デバイスなどの、コンピューティングデバイス 1 1 0 と通信する他のデバイスも含んで、車両の方向および速度、またはそれらの変化を判定するようにしてもよい。例示に過ぎないが、加速デバイスは、重力の方向、または重力に対して垂直な平面に対する車両の縦揺れ、偏揺れ、または横揺れ（またはそれらの変化）を判定してもよい。このデバイスはまた、速度の増減、およびそのような変化の方向を追跡することもできる。本明細書で述べたような、デバイスによる位置および配向データの提供は、コンピューティングデバイス 1 1 0、他のコンピューティングデバイス、および上記の組み合わせに自動的に提供されてもよい。

10

## 【 0 0 4 2 】

知覚システム 1 7 4 はまた、他の車両、車道内の障害物、交通信号、標識、樹木などの車両の外部にある物体を検出するために 1 つ以上の構成要素を含む。例えば、知覚システム 1 7 4 は、レーザ、ソナー、レーダ、カメラ、および / またはコンピューティングデバイス 1 1 0 が処理することができるデータを記録する任意の他の検出デバイスを含むことができる。車両がミニバンなどの乗客車両である場合には、ミニバンは、ルーフまたは他の都合の良い位置に搭載されるレーザまたは他のセンサを含んでもよい。例えば、図 3 は、車両 1 0 0 の例示的な外観図である。この例では、ルーフ上部筐体 3 1 0 およびドーム状筐体 3 1 2 は、L I D A R センサ、ならびに様々なカメラおよびレーダユニットを含み得る。加えて、車両 1 0 0 の前端部に位置する筐体 3 2 0、ならびに車両の運転手側および助手席側の筐体 3 3 0、3 3 2 は、各々、L I D A R センサを格納し得る。例えば、筐体 3 3 0 は、運転手ドア 3 5 0 の前部に位置している。車両 1 0 0 はまた、これも車両 1 0 0 のルーフに位置するレーダユニットおよび / またはカメラのための筐体 3 4 0、3 4 2 を含む。追加のレーダユニットおよびカメラ（図示せず）は、車両 1 0 0 の前端および後端に、ならびに / またはルーフもしくはルーフ上部筐体 3 1 0 に沿った他の位置上に位置し得る。車両 1 0 0 はまた、ドア 3 5 0、3 5 2、車輪 3 6 0、3 6 2 などの典型的な乗用車両の多くの特徴を含む。

20

## 【 0 0 4 3 】

車両の様々なシステムは、どのように車両を制御するかを判定するためおよび制御するために、自律型車両制御ソフトウェアを使用して機能し得る。例として、知覚システム 1 7 4 の知覚システムソフトウェアモジュールは、カメラ、L I D A R センサ、レーダユニット、ソナーユニットなどの自律型車両の 1 つ以上のセンサによって生成されたセンサデータを使用して、物体およびその特徴を検出および識別することができる。これらの特徴には、位置、タイプ、進行方向、配向、速度、加速度、加速度の変化、サイズ、形状などを含み得る。場合によっては、物体タイプに基づいて様々なモデルを使用する動作予測システムソフトウェアモジュールに特徴を入力して、検出された物体の予測される未来の動作を出力する。他の例では、特徴は、車両の 1 つ以上のセンサによって生成されたセンサデータから建設ゾーンを検出するように構成された建設ゾーン検出システムソフトウェアモジュール、ならびに車両のセンサによって生成されたセンサデータから緊急車両を検出するように構成された緊急車両検出システムなどの 1 つ以上の検出システムソフトウェアモジュールに入れることができる。これらの検出システムソフトウェアモジュールの各々は、様々なモデルを使用して、建設ゾーンまたは物体が緊急車両である可能性を出力し得る。検出された物体、予測された未来の行動、検出システムソフトウェアモジュールからの様々な可能性、車両の環境を識別する地図情報、車両の位置および方位を識別する測位システム 1 7 2 からの位置情報、車両の目的地、ならびに車両の様々な他のシステム（ルーティングシステム 1 7 0 によって生成されたルートを含む）からのフィードバックをプランニングシステム 1 6 8 のプランニングシステムソフトウェアモジュールに入力し得る。プランニングシステムは、この入力を使用して、車両が未来のある短い期間にわたってたどる軌道を生成し得る。コンピューティングデバイス 1 1 0 の制御システムソフトウェアモジュールは、例えば、軌道をたどるために、車両の制動、加速、およびステアリング

30

40

50

を制御することによって、車両の動きを制御するように構成し得る。

#### 【 0 0 4 4 】

コンピューティングデバイス 1 1 0 は、様々な構成要素を制御することによって車両の方向および速度を自動的に制御してもよい。そうするために、コンピューティングデバイス 1 1 0 は、車両を、加速させ（例えば、加速システム 1 6 2 により、エンジンに提供される燃料または他のエネルギーを増加させることによって）、減速させ（例えば、エンジンに供給される燃料を減少させ、ギヤを切り替え、および/または減速システム 1 6 0 により制動をかけることによって）、方向転換させ（例えば、ステアリングシステム 1 6 4 により、車両 1 0 0 の前輪または後輪の向きを変えることによって）、これらの変更を合図（例えば、シグナリングシステム 1 6 6 の方向指示器を点灯することによって）させ得る。このため、加速システム 1 6 2 および減速システム 1 6 0 は、車両のエンジンと車両の車輪との間に様々なコンポーネントを含む、動力伝達装置の一部であり得る。ここでも、これらのシステムを制御することによって、コンピューティングデバイス 1 1 0 はまた、車両を自律的に操作するために、車両の動力伝達装置を制御し得る。

10

#### 【 0 0 4 5 】

##### 例示的な方法

上述し、図に示した動作に加えて、様々な動作を、ここで説明する。以下の動作は、以下に説明する正確な順序で実行される必要がないことを理解されたい。むしろ、様々な工程が、異なる順序で、または同時に処理されてもよく、工程もまた、追加または省略されてもよい。

20

#### 【 0 0 4 6 】

車両のコンピューティングデバイスは、予防的操作を実行する前にランタイム例外を回復するため、一定期間（または予想される時点）を設けることにより、ランタイム例外が自動的に解決される可能性を活用する場合がある。ランタイム例外が回復するために提供される時点、または S T H により、ランタイム例外が回復された場合、車両は、予防的操作を実行する必要性を回避できる場合がある。したがって、自律型車両は、S T H 中にランタイム例外が解決されるのを待つ間、現在の軌道を維持することができる。その結果、自律型車両は、ランタイム例外が解決された場合に不必要な操作をするのを回避し、またそれによって、乗客の快適さのレベルを維持することができる。

#### 【 0 0 4 7 】

図 4 は、地図情報 2 0 0 に対応する道路 4 0 0 のセクションを走行する車両 1 0 0 を表す。道路 4 0 0 は、交差点 2 0 2 に対応する交差点 4 0 2、車線 2 1 0、2 1 1、2 1 2、2 1 3、2 1 4 に対応する車線 4 1 0、4 1 1、4 1 2、4 1 3、4 1 4、交通管制装置 2 2 0、2 2 2 に対応する交通制御装置 4 2 0、4 2 2、横断歩道 2 3 0、2 3 2 に対応する横断歩道 4 3 0、4 3 4、横断歩道 2 4 0、2 4 2 に対応する歩道 4 4 0、4 4 2、矢印 2 5 0、2 5 1、2 5 2 に対応する矢印 4 5 0、4 5 1、4 5 4、ならびに車線 2 6 0、2 6 1、2 6 2、2 6 3、2 6 4、2 6 5 に対応する車線 4 6 0、4 6 1、4 6 2、4 6 5、4 6 3、4 6 4 を含む様々な特徴の形状、位置、および他の特性を識別する情報を含む。この例では、車両 1 0 0 は、車線 4 6 5 の交差点 4 0 2 に近づいている。さらにまた、車両 4 8 0 は、車線 4 6 5 内で交差点 4 0 2 に接近しており、車両 4 9 0 は、交差点 4 0 2 におり、車両 1 0 0 に接近している（ただし、車線 4 6 3 と一直線上にある）。この例は、位置  $l_1$  および時間  $t_1$  における車両 1 0 0 を示している。

30

40

#### 【 0 0 4 8 】

図 9 は、コンピューティングデバイス 1 1 0 のプロセッサ 1 2 0 などの車両の 1 つまたは複数のコンピューティングデバイスの 1 つまたは複数のプロセッサによって実行され得る、車両 1 0 0 などの車両の例外処理について本明細書に記載された技術の態様の例示的なフロー図 9 0 0 である。ブロック 9 1 0 で、車両の現在の軌道が受信される。車両の現在の軌道は、ルーティングシステム 1 7 0 によって生成されたルート、行動モデリングシステム 1 7 6 によって生成された予測軌道、ならびに知覚システム 1 7 4 によって生成されたセンサデータおよび他のデータに基づいて、プランニングシステム 1 6 8 によって生

50

成され得る。各軌道には、車両の未来の物理的経路を説明するジオメトリコンポーネントと、車両の未来の速度および時間の経過に伴う速度の変化を説明する速度プロファイルが含まれ得る。次に、現在の軌道は、例えば、コンピューティングデバイス 110 などの車両のコンピューティングデバイスを含む、車両の運転および他の判定を行うために、車両の他の様々なシステムに送信され、システムによって処理され得る。図 5 の例に目を向けると、車両 100 は現在、軌道 500 をたどっている。

【0049】

図 9 に戻ると、ブロック 920 で、車両の知覚システムによって生成されたセンサデータが受信される。このセンサデータは、車両の周囲の領域にある 1 つ以上の物体に対応する。例えば、知覚システム 174 は、車両の様々なセンサを使用してセンサデータを生成することができる。センサデータは、生または処理されたセンサデータ、ならびに車両 100 の周囲の領域内の物体の特性に関する他の情報であり得る。これには、例えば、位置、方位、向き、速度、加速 / 減速、加速 / 減速の変化などが含まれ得る。

10

【0050】

車両の行動モデリングシステム 176 は、継続的に、または 100 ミリ秒ごと、またはそれより多いまたは少ないミリ秒ごとなどの所定の期間に、自律型車両の外部の観測された各物体に、1 つまたは複数の推定された軌道を生成し得る。例えば、行動モデリングシステム 176 は、物体の知覚システム 174 からセンサデータおよび他のデータを受信することができる。この場合も、センサデータは、生または処理されたセンサデータ、ならびに車両 100 の周囲の領域内の物体の特性に関する他の情報であり得る。

20

【0051】

ブロック 930 において、1 つまたは複数の物体の推定された軌道を、受信されたセンサデータに基づいて判定し得る。例えば、行動モデリングシステム 176 は、知覚システム 174 から受信したセンサデータを 1 つまたは複数のモデルに入力し、物体の 1 つまたは複数の推定された軌道を判定または生成することができる。次に、これらの推定された軌道は、例えば、コンピューティングデバイス 110 などの車両のコンピューティングデバイスを含む、車両の運転および他の判定を行うために、車両の他の様々なシステムに送信され、処理され得る。

【0052】

モデルは、同様の物体の一般的な操作手順に基づいている場合がある。例えば、ライトで停止した車両の推定された軌道は、同じライトまたは同様のライトでの他の車両の一般的な操作（例えば、速度、加速度、進行方向など）に基づく場合がある。場合によっては、モデルは同様の物体の不規則な操作に基づいていることもある。例えば、ライトで停止した車両の推定された軌道には、停止した車両の後退、急速加速、移動開始後の急速停止などに対応する軌道が含まれる場合がある。不規則な操作に基づく推定された軌道は、物理的に実行可能な可能性に限定される場合がある。言い換えれば、推定された軌道を生成するために使用される不規則な操作は、物体が実行できることが知られているアクションである可能性がある。

30

【0053】

推定された各軌道は、物体が潜在的に通過する可能性のあるパス、および物体がそのパスに沿った様々なポイントにあると予想される時間に対応する場合がある。例えば、行動モデリングシステムは、知覚システムによって提供される前述のデータを使用して、交差点で停止した車両、および交差点を通過する車両の推定された軌道を生成することができる。図 5 に戻ると、交差点 402 で停止する可能性のある車両 480 について、行動モデリングシステムは、推定された軌道 580、582、584 を生成することができる。交差点 402 を通過し得る車両 490 の場合、行動モデリングシステムは、推定された軌道 590、592 を生成し得る。推定された軌道は 5 つしか表示されていないが、物体ごとにそれより多いまたは少ない生成された推定された軌道が存在する場合がある。場合によっては、道路標識や樹木などの静止物体は、行動モデリングシステムによってフィルタリングされるか、さもなければ無視されるか、処理されないことがある。

40

50

## 【 0 0 5 4 】

図 9 に戻ると、ブロック 9 4 0 において、1 つまたは複数の物体との潜在的な衝突を、( 車両の ) 推定された軌道および現在の軌道に基づいて判定し得る。例えば、潜在的な衝突を特定するために、物体の推定された軌道を自律型車両の現在の軌道と比較することができる。この比較から、コンピューティングデバイス 1 1 0 などの車両のコンピューティングデバイスは、自律型車両の現在の軌道、例えば軌道 5 0 0 が物体の軌道と交差する潜在可能性のある場所と時間を判定することができる。このような場所と時間は、潜在可能性のある衝突の場所と時間、または未来のある時点で衝突が発生すると予測される場所と時間に対応する場合がある。

## 【 0 0 5 5 】

例えば、図 6 に目を向けると、自律型車両の現在の軌道は、それぞれ位置ドット 6 0 0、6 1 0 で表されるように、停止した車両と交差点を通過する車両の推定された軌道と、衝突するに至る可能性がある。言い換えれば、これらの位置ドットは、軌道 5 0 0 が車両 4 8 0 および 4 9 0 の推定された軌道と交差する位置および時間の組み合わせを表すことができる。例えば、位置ドット 6 0 0 は、時間  $t_2$  および位置  $l_2$  で起こり得る衝突を表し得、同様に、位置ドット 6 1 0 は、時間  $t_3$  および位置  $l_3$  で起こり得る衝突を表し得る。したがって、位置ドット 6 1 0 は、推定された軌道 5 8 2 に近いが、車両 4 8 0 と車両 1 0 0 は時間という点では交差しない(位置においてのみ)ので、この位置ドットは、車両 4 8 0 との潜在的な衝突を表さない。

## 【 0 0 5 6 】

図 9 に戻ると、ブロック 9 5 0 で、時間の最も早い潜在的な衝突の 1 つが識別され得る。例えば、コンピューティングデバイス 1 1 0 などの車両のコンピューティングデバイスは、時間内に起こり得る最も早い衝突を識別し得る。上述したように、例えば、車両の現在の位置は、図 4、図 5 および図 6 の例で示されるように、時刻  $t_1$  において、 $l_1$  である。この例では、時間内の第一の潜在的な衝突は、位置  $l_2$  および時間  $t_2$  (すなわち、位置ドット 6 0 0) で車両 4 8 0 と発生する可能性があり、時間内の第二の潜在的な衝突は、位置  $l_3$  および時間  $t_3$  (すなわち、位置ドット 6 1 0) で、車両 4 9 0 と発生する可能性が高い。

## 【 0 0 5 7 】

図 9 に戻ると、ブロック 9 6 0 で、安全時間範囲は、潜在的な衝突に基づいて判定される。車両のコンピューティングデバイスは、時間において可能な最も早い衝突の S T H を判定できる。上記の例のように、時間内に起こり得る最も早い衝突は、時間  $t_2$  および位置  $l_2$  で発生する可能性がある。この点で、S T H は特定の時点  $t'$  または現在の時刻  $t_1$  から時刻  $t'$  までの一定の時間であり得る。時間  $t'$  は ランタイム例外を処理するために自律型車両が少なくとも所定の時間待機することができるようにするために、可能な限り最も早い衝突の時間(この場合は  $t_2$ )の時間前の、ある所定の期間である時点であり得る。次に、車両のコンピューティングデバイスは、次の方程式を使用して時間  $t'$  を解くことができる。

## 【 0 0 5 8 】

一例として、例外処理速度プロファイルは、車両が完全に停止するまで一定量の減速を適用することを含み得る。例として、減速のこの一定量は、 $-6 \text{ m} / \text{S}^2$  またはそれより多くまたは少なくともよい。ただし、この減速率は緊急時に使用されるため、乗客にとってはかなり不快な場合がある。当然、加速度が時間とともに変化する、より複雑な速度プロファイルも使用できる。例えば、速度プロファイルは、ランタイム例外の原因となるデータのタイプ(遅延しているデータなど)に基づいている場合がある。例えば、ランタイム例外の原因の優先度が高い場合、知覚システムからのセンサデータが欠落しているか、タイムリーに受信されていない場合、速度プロファイルにより、車両が自動的にブレーキを「叩く」可能性がある。別の例として、リモートコンピューティングデバイスへの接続など、ランタイム例外の原因の優先度が低い場合、速度プロファイルにより、車両がより妥当な速度で減速する可能性がある。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 9 】

図 9 に戻ると、ブロック 970 で、ランタイム例外が発生したとき、衝突を回避するための予防的操作を実行する前に、ランタイム例外が解決するのを安全時間範囲ほど長く待機しない。ランタイム例外が発生した場合には、車両のコンピューティングデバイスは、解決するために、STH の期間待つ、そうでなければむしろランタイム例外のための  $t_1$  から  $t'$  までの期間待つことがある。STH が過ぎ、ランタイム例外が解決されない場合、車両のコンピューティングデバイスは例外処理応答を実行する可能性がある。この例外処理応答には、例外処理速度プロファイルが含まれる場合がある。

## 【 0 0 6 0 】

図 7 は、図 4、図 5、および図 6 の例に対応する車両 100 の例示的な動作状況を示している。この例では、時間  $t_1$  において、車両 100 は、 $10 \text{ m/s}$  (すなわち、 $f(t)$ ) の一定の (すなわち、加速または減速しない) 速度で移動する位置  $l_1$  にある。車両 480 は、位置  $l_2$  で距離  $D$  (例えば、 $100$  メートル) 前方に配置され、停止している。上記のように、車両のコンピューティングデバイスは、時間内に可能な最も早い衝突が位置ドット 600、または車両 480 の現在の位置  $l_2$  であると判定することができる。可能な最も早い衝突、 $t_2$  の推定時間は、この例では、現在時刻  $t_1$  から 5 秒であり得る。さらに、車両 100 は、 $-5 \text{ m/s}^2$  の速度で減速する (または、例えば、確実に減速する) ことができる可能性がある。この情報を考慮して、コンピューティングデバイス 110 などのコンピューティングデバイスは、車両 480 との衝突を回避するために、車両 100 が  $20 \text{ m/s}$  から  $0$  に減速しなければならないと判定することができる。このレベルの減速は、例外処理速度プロファイルである可能性がある。

## 【 0 0 6 1 】

上記のデータを使用して、コンピューティングデバイス 110 などの車両のコンピューティングデバイスは、自律型車両が車両 480 (車両 480 は静止したままであることを想定) の前に完全に停止するのに少なくとも 4 秒 ( $20 \text{ m/s} / -5 \text{ m/s}^2$ ) かかると判定し得る。したがって、車両 100 は、衝突を回避するために、車両 480 の 40 メートル後ろ、または別の言い方をすれば、現在位置  $l_1$  の 60 メートル前方で、減速を開始しなければならない。この点で、車両は、いずれかのランタイム例外を安全に無視しながら、次の 3 秒間 ( $60 \text{ m} / 20 \text{ m/s}$ ) 現在の速度で続行できる可能性がある。したがって、STH は 3 秒になり得る。言い換えれば、時間  $t_1$  で発生するランタイム例外について、車両のコンピューティングデバイスは、ランタイム例外が解決するのを 3 秒間待つことができる。

## 【 0 0 6 2 】

上記のように、ランタイム例外が STH 中に自動的に解決された場合、車両のコンピューティングデバイスは、予防的操作を行ったり、その他の何らかの例外処理機能を実行したりすることなく、車両を制御し続けることができる。ランタイム例外がそれ自体で解決しない場合でも、車両のコンピューティングデバイスは依然として、予防的操作を行うか、その他の何らかの例外処理機能を実行する時間がある。例えば、図 7 に戻ると、コンピューティングデバイス 110 などの車両のコンピューティングデバイスは、例外処理速度プロファイルに従って減速し、車両 480 の前に停止する時間  $t_s$  (この場合、 $t_s = 2 \text{ s}$ ) を有し得る。

## 【 0 0 6 3 】

時間  $t_1$  の後の 2 秒に対応する時間  $t_n$  を表す図 8 の例に目を向けると、車両 100 は、図 7 の例よりも車両 480 に近づいている。この時点でランタイム例外が発生した場合、STH はわずか  $1 \text{ s}$  になる。例えば、 $\text{STH} = 3 \text{ s} - 2 \text{ s} = 1 \text{ s}$  である。したがって、車両のコンピューティングデバイスは、例外処理速度プロファイルに従って減速を開始する前に 1 秒だけ待機し、車両 480 の前に停止することができる。言い換えれば、車両 100 が位置  $l_n$  に到達すると、車両 100 は、例外処理速度プロファイルに従って減速し始めなければならない。

## 【 0 0 6 4 】

10

20

30

40

50

S T Hは、定期的に、例えば、100ミリ秒より長くまたはそれより短い時間ごとに、または知覚システムから新しいセンサデータが受信されるたびに、判定（または再判定）され得る。この点で、コンピューティングデバイス110などの車両のコンピューティングデバイスは、新しい期間が判定されるまで、この期間を継続的にカウントダウンすることができる。あるいは、ランタイム例外にตอบสนองしてS T Hを判定することができ、S T Hが判定されると、カウントダウンを開始することができる。これに関して、ランタイム例外が発生すると、車両のコンピューティングデバイスは、ランタイム例外がそれ自体で解決するのを少なくともS T Hで待機する場合がある。この場合も、S T Hの最中にランタイム例外が自動的に解決しない場合、車両のコンピューティングデバイスが自動的に、すばやく停止したり、路肩に寄せたりするなどの予防策を開始することができる。

10

**【0065】**

ここで説明する機能により、自律型車両は、自己解決するランタイム例外が発生した場合に、不必要または過度に慎重な予防措置を講じることを回避できる。そうすることで、自律型車両は期待どおりに動作し続けることができ、それにより、乗客の不快感につながる可能性のある遅延や予期しない不快な操作を回避でき、車両とその乗客の安全性を依然維持できる。

**【0066】**

特段の記述がない限り、前述の代替的な例は、相互に排他的ではないが、独自の有益点を達成するために様々な組み合わせで実施され得る。上述した特徴のこれらおよび他の変形および組み合わせは、特許請求の範囲によって定義される主題から逸脱することなく利用することができるので、実施形態の前述の説明は、特許請求の範囲によって定義される主題を限定するものとしてではなく、例示としてみなされるべきである。加えて、本明細書に記載された例、ならびに「など」、「含む」などと表現された語句の提示は、特許請求の範囲の主題を特定の例に限定するものと解釈されるべきではなく、むしろ、例は、多くの可能な実施形態のうちの1つだけを例示することが意図される。さらに、異なる図面の同じ参照符号は、同じまたは類似の要素を特定することができる。

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

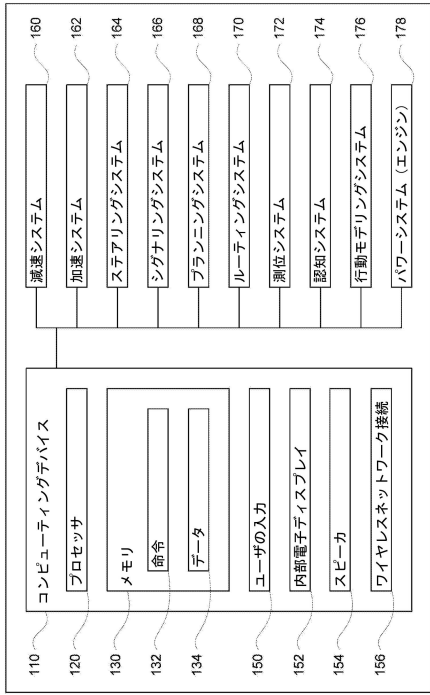
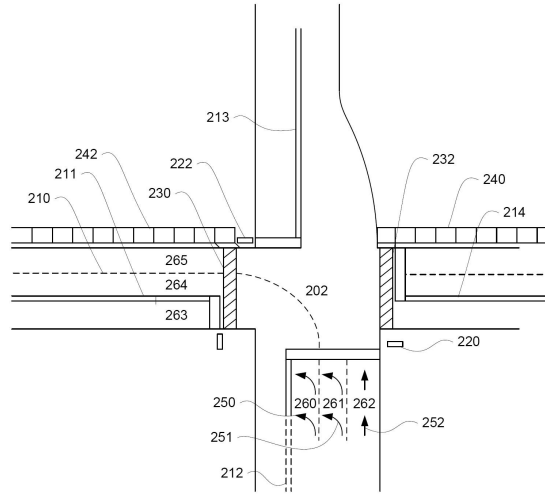


図 1

【図 2】



200

【図 3】

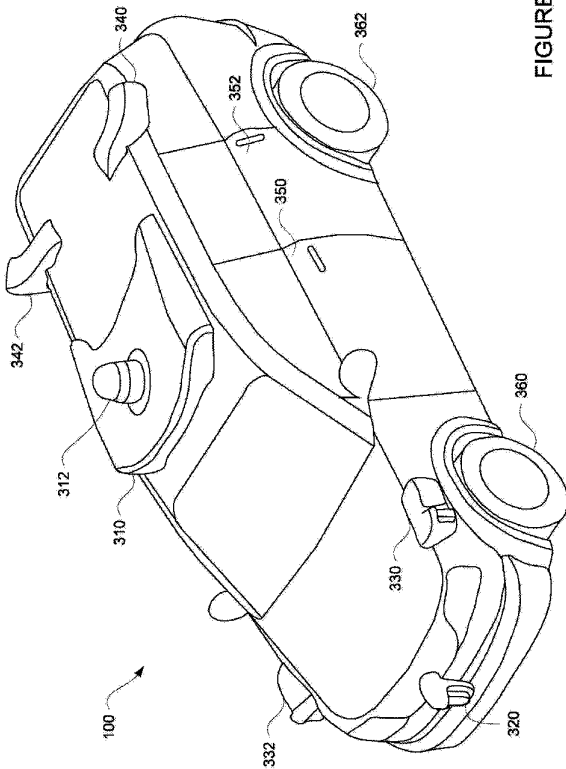
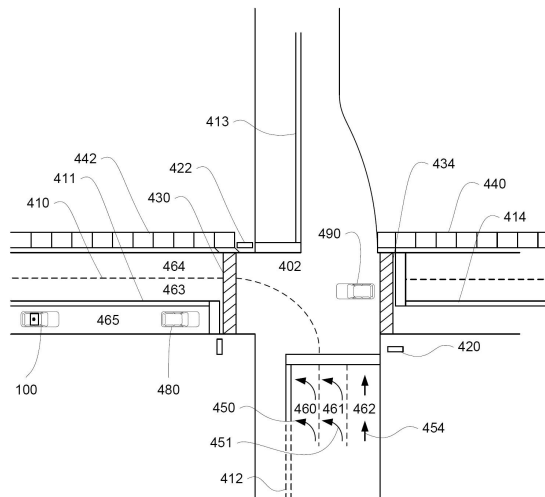


FIGURE 3

【図 4】



400

10

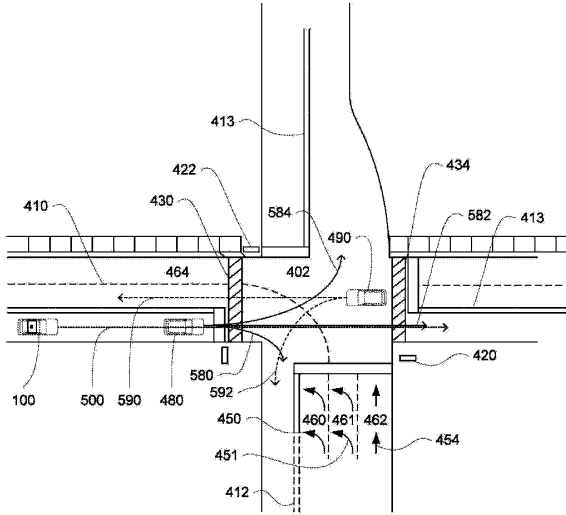
20

30

40

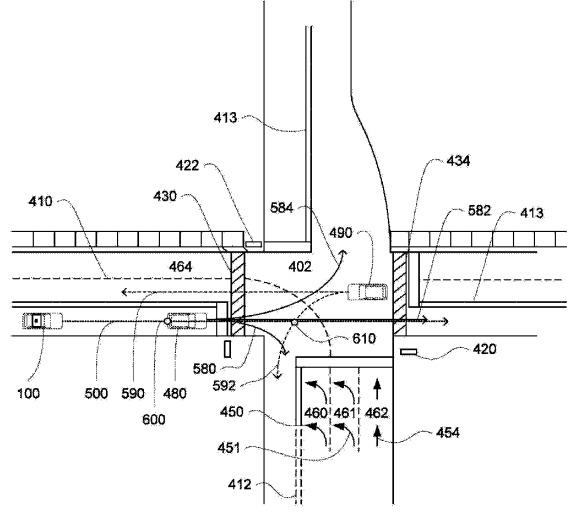
50

【 図 5 】



400  
FIGURE 5

【 図 6 】



400  
FIGURE 6

10

20

【 図 7 】

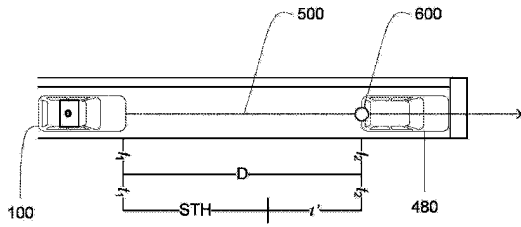


FIGURE 7

【 図 8 】

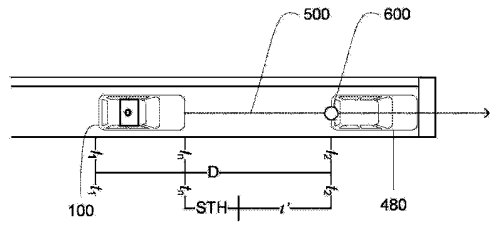


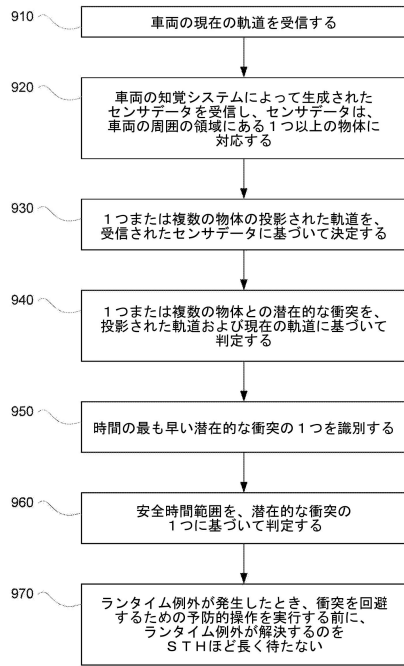
FIGURE 8

30

40

50

【 図 9 】



900

図 9

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- 4 0 4 3 , マウンテン ビュー , アンフィシアター パークウェイ 1 6 0 0
- (72)発明者 イェホシュア , シル  
アメリカ合衆国 , カリフォルニア州 9 4 0 4 3 , マウンテン ビュー , アンフィシアター パーク  
ウェイ 1 6 0 0
- (72)発明者 コスロシャヒ , アイーダ  
アメリカ合衆国 , カリフォルニア州 9 4 0 4 3 , マウンテン ビュー , アンフィシアター パーク  
ウェイ 1 6 0 0
- (72)発明者 スーキャン , ヨアン - アレクサンドル  
アメリカ合衆国 , カリフォルニア州 9 4 0 4 3 , マウンテン ビュー , アンフィシアター パーク  
ウェイ 1 6 0 0
- 審査官 佐々木 佳祐
- (56)参考文献 特表 2 0 1 9 - 5 2 7 3 9 7 ( J P , A )  
特開 2 0 0 9 - 8 5 7 6 1 ( J P , A )  
米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 2 5 6 8 5 2 ( U S , A 1 )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- G 0 8 G 1 / 0 0 - 9 9 / 0 0  
B 6 0 W 1 0 / 0 0 - 1 0 / 3 0  
B 6 0 W 3 0 / 0 0 - 6 0 / 0 0