

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7586295号
(P7586295)

(45)発行日 令和6年11月19日(2024.11.19)

(24)登録日 令和6年11月11日(2024.11.11)

(51)国際特許分類	F I	
B 6 0 W 30/08 (2012.01)	B 6 0 W 30/08	
B 6 0 W 40/02 (2006.01)	B 6 0 W 40/02	
G 0 8 G 1/09 (2006.01)	G 0 8 G 1/09	F
B 6 0 W 50/14 (2020.01)	G 0 8 G 1/09	H
	B 6 0 W 50/14	
請求項の数 13 (全31頁)		

(21)出願番号	特願2023-508790(P2023-508790)	(73)特許権者	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(86)(22)出願日	令和4年2月17日(2022.2.17)	(74)代理人	矢作 和行
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/006439	(74)代理人	100121991 弁理士 野々部 泰平
(87)国際公開番号	WO2022/202002	(74)代理人	100145595 弁理士 久保 貴則
(87)国際公開日	令和4年9月29日(2022.9.29)	(72)発明者	松崎 秀則 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式 会社デンソー内
審査請求日	令和5年6月1日(2023.6.1)	(72)発明者	安岡 宏俊 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式 会社デンソー内
(31)優先権主張番号	特願2021-53970(P2021-53970)		
(32)優先日	令和3年3月26日(2021.3.26)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 処理方法、処理システム、処理プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ターゲット移動体(2b, 2a)と通信可能なホスト移動体(2a, 2b)の運転に関する処理を遂行するために、プロセッサ(12)により実行される処理方法であって、

前記ホスト移動体において前記ターゲット移動体以外の他道路ユーザ(3)との間での意図された機能の安全性を設定した安全エンベロップの、違反であるエンベロップ違反を監視することと、

前記ホスト移動体において前記エンベロップ違反が認識された場合に、前記エンベロップ違反を警告する警告情報(Iw)を、前記ターゲット移動体へ送信するように生成することと、

前記ターゲット移動体から前記警告情報の取得をフィードバックするフィードバック情報(I f)を、取得することと、

前記フィードバック情報が取得されない場合に、前記ホスト移動体の運転制御に対する制約を設定することとを、含む処理方法。

【請求項2】

プロセッサ(12)を含み、ターゲット移動体(2b, 2a)と通信可能なホスト移動体(2a, 2b)の運転に関する処理を遂行する処理システム(1)であって、

前記プロセッサは、

前記ホスト移動体において前記ターゲット移動体以外の他道路ユーザ(3)との間での意図された機能の安全性を設定した安全エンベロップの、違反であるエンベロップ違反を

監視することと、

前記ホスト移動体において前記エンベロープ違反が認識された場合に、前記エンベロープ違反を警告する警告情報（Iw）を、前記ターゲット移動体へ送信するように生成することと、

前記ターゲット移動体から前記警告情報の取得をフィードバックするフィードバック情報（If）を、取得することと、

前記フィードバック情報が取得されない場合に、前記ホスト移動体の運転制御に対する制約を設定することとを、実行するように構成される処理システム。

【請求項 3】

記憶媒体（10）に記憶され、ターゲット移動体（2b, 2a）と通信可能なホスト移動体（2a, 2b）の運転に関する処理を遂行するために、プロセッサ（12）に実行させる命令を含む処理プログラムであって、

前記命令は、

前記ホスト移動体において前記ターゲット移動体以外の他道路ユーザ（3）との間での意図された機能の安全性を設定した安全エンベロープの、違反であるエンベロープ違反を監視させることと、

前記ホスト移動体において前記エンベロープ違反が認識された場合に、前記エンベロープ違反を警告する警告情報（Iw）を、前記ターゲット移動体へ送信するように生成させることと、

前記ターゲット移動体から前記警告情報の取得をフィードバックするフィードバック情報（If）を、取得することと、

前記フィードバック情報が取得されない場合に、前記ホスト移動体の運転制御に対する制約を設定することとを、含む処理プログラム。

【請求項 4】

ターゲット移動体（2a, 2b）と通信可能なホスト移動体（2b, 2a）の運転に関する処理を遂行するために、プロセッサ（12）により実行される処理方法であって、

前記ターゲット移動体において前記ホスト移動体以外の他道路ユーザ（3）との間での意図された機能の安全性を設定した、前記ターゲット移動体と前記他道路ユーザとの間での安全エンベロープの違反であるエンベロープ違反を警告する警告情報（Iw）を、前記ターゲット移動体から取得することと、

前記警告情報の取得にตอบสนองして、前記ホスト移動体と前記他道路ユーザとの間での安全エンベロープの違反であるエンベロープ違反の有無を判定することとを、含む処理方法。

【請求項 5】

前記エンベロープ違反の有無を判定することは、

意図された機能の安全性をモデリングした安全モデルに基づく前記ホスト移動体と前記他道路ユーザとの間での前記安全エンベロープとしてのモデルエンベロープ（Em）に関して、前記ホスト移動体と前記他道路ユーザとの間での前記エンベロープ違反の有無を判定することを、含む請求項 4 に記載の処理方法。

【請求項 6】

前記エンベロープ違反の有無を判定することは、

意図された機能の安全性をモデリングした安全モデルに基づく前記ホスト移動体と前記他道路ユーザとの間での前記安全エンベロープに、物理ベースのマージンを付加した拡張エンベロープ（Ee）に関して、前記ホスト移動体と前記他道路ユーザとの間での前記エンベロープ違反の有無を判定することを、含む請求項 4 又は 5 に記載の処理方法。

【請求項 7】

前記エンベロープ違反の有無を判定することは、

前記ホスト移動体において前記他道路ユーザが検知外であった場合に、前記警告情報の取得にตอบสนองして、前記ホスト移動体と前記他道路ユーザとの間での前記エンベロープ違反の有無を判定することを、含む請求項 4 ~ 6 のいずれか一項に記載の処理方法。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

前記警告情報を取得することは、

前記ターゲット移動体から前記ターゲット移動体と前記他道路ユーザとの間での前記エンベロープ違反をプッシュ通知する前記警告情報を、取得することを、含む請求項 4 ~ 7 のいずれか一項に記載の処理方法。

【請求項 9】

前記警告情報を取得することは、

前記ターゲット移動体において設定された前記ターゲット移動体と前記他道路ユーザとの間での前記安全エンベロープに関するエンベロープ情報 (I s e) の、付加された前記警告情報を取得することを、含む請求項 4 ~ 8 のいずれか一項に記載の処理方法。

【請求項 10】

取得した前記警告情報を記憶することを、さらに含む請求項 4 ~ 9 のいずれか一項に記載の処理方法。

【請求項 11】

前記警告情報の取得を前記ターゲット移動体へフィードバックするフィードバック情報 (I f) を、送信するように生成することを、さらに含む請求項 4 ~ 10 のいずれか一項に記載の処理方法。

【請求項 12】

プロセッサ (1 2) を含み、ターゲット移動体 (2 a , 2 b) と通信可能なホスト移動体 (2 b , 2 a) の運転に関する処理を遂行する処理システム (1) であって、

前記プロセッサは、

前記ターゲット移動体において前記ホスト移動体以外の他道路ユーザ (3) との間での意図された機能の安全性を設定した、前記ターゲット移動体と前記他道路ユーザとの間での安全エンベロープの違反であるエンベロープ違反を警告する警告情報 (I w) を、前記ターゲット移動体から取得することと、

前記警告情報の取得に回答して、前記ホスト移動体と前記他道路ユーザとの間での安全エンベロープの違反であるエンベロープ違反の有無を判定することとを、実行するように構成される処理システム。

【請求項 13】

記憶媒体 (1 0) に記憶され、ターゲット移動体 (2 a , 2 b) と通信可能なホスト移動体 (2 b , 2 a) の運転に関する処理を遂行するために、プロセッサ (1 2) に実行させる命令を含む処理プログラムであって、

前記命令は、

前記ターゲット移動体において前記ホスト移動体以外の他道路ユーザ (3) との間での意図された機能の安全性を設定した、前記ターゲット移動体と前記他道路ユーザとの間での安全エンベロープの違反であるエンベロープ違反を警告する警告情報 (I w) を、前記ターゲット移動体から取得させることと、

前記警告情報の取得に回答して、前記ホスト移動体と前記他道路ユーザとの間での安全エンベロープの違反であるエンベロープ違反の有無を判定させることとを、含む処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【関連出願の相互参照】

【0001】

この出願は、2021年3月26日に日本に出願された特許出願第2021-53970号を基礎としており、基礎の出願の内容を、全体的に、参照により援用している。

【技術分野】

【0002】

本開示は、移動体の運転に関する処理を遂行するための、処理技術に関する。

【背景技術】

【0003】

特許文献1に開示される技術は、ホスト車両のナビゲーション動作に関する運転制御を

10

20

30

40

50

、ホスト車両の内外環境に関する検知情報に応じて計画している。そこで、運転ポリシーに従う安全モデルと検知情報とに基づき潜在的な事故責任があると判断される場合には、運転制御に対して制約が与えられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特許第6708793号公報

【発明の概要】

【0005】

しかし、特許文献1の開示技術では、ホスト車両からターゲット車両以外の他道路ユーザが検知されても、当該他道路ユーザがホスト車両により遮られてターゲット車両からは検知困難となる場合が想定される。この場合には、他道路ユーザに対する対応に影響の出るおそれがある。

10

【0006】

本開示の課題は、他道路ユーザに対する対応力の向上を促進する処理方法を、提供することにある。本開示のさらに別の課題は、他道路ユーザに対する対応力の向上を促進する処理システムを、提供することにある。本開示のまたさらに別の課題は、他道路ユーザに対する対応力の向上を促進する処理プログラムを、提供することにある。

【0007】

以下、課題を解決するための本開示の技術的手段について、説明する。

20

【0008】

本開示の第一態様は、

ターゲット移動体と通信可能なホスト移動体の運転に関する処理を遂行するために、プロセッサにより実行される処理方法であって、

ホスト移動体においてターゲット移動体以外の他道路ユーザとの間での意図された機能の安全性を設定した安全エンベロープの、違反であるエンベロープ違反を監視することと、

ホスト移動体においてエンベロープ違反が認識された場合に、エンベロープ違反を警告する警告情報を、ターゲット移動体へ送信するように生成することと、

ターゲット移動体から警告情報の取得をフィードバックするフィードバック情報を、取得することと、

30

フィードバック情報が取得されない場合に、ホスト移動体の運転制御に対する制約を設定することとを、含む。

【0009】

本開示の第二態様は、

プロセッサを含み、ターゲット移動体と通信可能なホスト移動体の運転に関する処理を遂行する処理システムであって、

プロセッサは、

ホスト移動体においてターゲット移動体以外の他道路ユーザとの間での意図された機能の安全性を設定した安全エンベロープの、違反であるエンベロープ違反を監視することと、

ホスト移動体においてエンベロープ違反が認識された場合に、エンベロープ違反を警告する警告情報を、ターゲット移動体へ送信するように生成することと、

40

ターゲット移動体から警告情報の取得をフィードバックするフィードバック情報を、取得することと、

フィードバック情報が取得されない場合に、ホスト移動体の運転制御に対する制約を設定することとを、実行するように構成される。

【0010】

本開示の第三態様は、

記憶媒体に記憶され、ターゲット移動体と通信可能なホスト移動体の運転に関する処理を遂行するために、プロセッサに実行させる命令を含む処理プログラムであって、

命令は、

50

ホスト移動体においてターゲット移動体以外の他道路ユーザとの間での意図された機能の安全性を設定した安全エンベロープの、違反であるエンベロープ違反を監視させることと、

ホスト移動体においてエンベロープ違反が認識された場合に、エンベロープ違反を警告する警告情報を、ターゲット移動体へ送信するように生成させることと、

ターゲット移動体から警告情報の取得をフィードバックするフィードバック情報を、取得すること、

フィードバック情報が取得されない場合に、ホスト移動体の運転制御に対する制約を設定することとを、含む。

【 0 0 1 1 】

10

これら第一～第三態様のホスト移動体では、ターゲット移動体以外の他道路ユーザとの間での安全エンベロープの、違反であるエンベロープが監視される。そこで、他道路ユーザとの間のエンベロープ違反が認識された場合にホスト移動体は、当該エンベロープ違反を警告する警告情報を、ターゲット移動体へと送信するように生成する。これによれば、他道路ユーザに関してホスト移動体の警告するエンベロープ違反がターゲット移動体においても共通認識され得るので、他道路ユーザに対する対応力の向上を促進することが可能となる。

【 0 0 1 2 】

本開示の第四態様は、

ターゲット移動体と通信可能なホスト移動体の運転に関する処理を遂行するために、プロセッサにより実行される処理方法であって、

20

ターゲット移動体においてホスト移動体以外の他道路ユーザとの間での意図された機能の安全性を設定した、ターゲット移動体と他道路ユーザとの間での安全エンベロープの違反である安全エンベロープの、違反であるエンベロープ違反を警告する警告情報を、ターゲット移動体から取得することと、

警告情報の取得にตอบสนองして、ホスト移動体と他道路ユーザとの間での安全エンベロープの違反であるエンベロープ違反の有無を判定することとを、含む。

【 0 0 1 3 】

本開示の第五態様は、

プロセッサを含み、ターゲット移動体と通信可能なホスト移動体の運転に関する処理を遂行する処理システムであって、

30

プロセッサは、

ターゲット移動体においてホスト移動体以外の他道路ユーザとの間での意図された機能の安全性を設定した、ターゲット移動体と他道路ユーザとの間での安全エンベロープの違反であるエンベロープ違反を警告する警告情報を、ターゲット移動体から取得することと、

警告情報の取得にตอบสนองして、ホスト移動体と他道路ユーザとの間での安全エンベロープの違反であるエンベロープ違反の有無を判定することとを、実行するように構成される。

【 0 0 1 4 】

本開示の第六態様は、

記憶媒体に記憶され、ターゲット移動体と通信可能なホスト移動体の運転に関する処理を遂行するために、プロセッサに実行させる命令を含む処理プログラムであって、

40

命令は、

ターゲット移動体においてホスト移動体以外の他道路ユーザとの間での意図された機能の安全性を設定した、ターゲット移動体と他道路ユーザとの間での安全エンベロープの違反であるエンベロープ違反を警告する警告情報を、ターゲット移動体から取得させることと、

警告情報の取得にตอบสนองして、ホスト移動体と他道路ユーザとの間での安全エンベロープの違反であるエンベロープ違反の有無を判定させることとを、含む。

【 0 0 1 5 】

これら第四～第六態様のホスト移動体では、ターゲット移動体においてホスト移動体以

50

他の他道路ユーザとの間での意図された機能の安全性を設定した安全エンベロープの、違反であるエンベロープ違反を警告する警告情報が、ターゲット移動体から取得される。そこで、警告情報の取得に回答してホスト移動体では、他道路ユーザとの間でのエンベロープ違反の有無が判定される。これによれば、他道路ユーザに関してターゲット移動体の警告するエンベロープ違反がホスト移動体においても共通認識されて、エンベロープ違反の有無判定に反映され得るので、他道路ユーザに対する対応力の向上を促進することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0016】

- 【図1】本開示における用語の説明を示す説明表である。 10
- 【図2】本開示における用語の説明を示す説明表である。
- 【図3】本開示における用語の説明を示す説明表である。
- 【図4】本開示における用語の定義を示す説明表である。
- 【図5】本開示における用語の定義を示す説明表である。
- 【図6】第一実施形態の処理システムを示すブロック図である。
- 【図7】第一実施形態の適用される車両の走行環境を示す模式図である。
- 【図8】第一実施形態の適用される車両の走行環境を示す模式図である。
- 【図9】第一実施形態の処理システムを示すブロック図である。
- 【図10】第一実施形態の車線構造例及び処理方法を示す模式図である。
- 【図11】第一実施形態の車線構造例及び処理方法を示す模式図である。 20
- 【図12】第一実施形態の車線構造例及び処理方法を示す模式図である。
- 【図13】第一実施形態の車線構造例及び処理方法を示す模式図である。
- 【図14】第一実施形態の車線構造例及び処理方法を示す模式図である。
- 【図15】第一実施形態の車線構造例及び処理方法を示す模式図である。
- 【図16】第一実施形態の処理方法を示すフローチャートである。
- 【図17】第一実施形態の処理方法を示すフローチャートである。
- 【図18】第二実施形態の処理方法を示すフローチャートである。
- 【図19】第二実施形態の処理方法を示すフローチャートである。
- 【図20】第三実施形態の処理システムを示すブロック図である。
- 【図21】第四実施形態の処理システムを示すブロック図である。 30
- 【図22】第五実施形態の処理システムを示すブロック図である。
- 【図23】第六実施形態の処理システムを示すブロック図である。
- 【図24】第六実施形態の処理システムを示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本開示による複数の実施形態を、図面に基づき説明する。尚、各実施形態において対応する構成要素には同一の符号を付すことにより、重複する説明を省略する場合がある。また、各実施形態において構成の一部のみを説明している場合、当該構成の他の部分については、先行して説明した他の実施形態の構成を適用することができる。さらに、各実施形態の説明において明示している構成の組み合わせばかりではなく、特に組み合わせに支障が生じなければ、明示していなくても複数の実施形態の構成同士を部分的に組み合わせることができる。

【0018】

図1～5は、本開示の各実施形態に関連する用語の説明を、示している。但し、用語の定義は、図1～5に示される説明に限定して解釈されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲内において解釈されるものである。

【0019】

(第一実施形態)

図6に示される第一実施形態の処理システム1は、移動体の運転に関する処理(以下、運転関連処理と表記)を、遂行する。処理システム1が運転関連処理の対象とする移動体

は、図 7 , 8 に示される車両 2 である。第一実施形態では、処理システム 1 の適用される車両 2 として、互いに直接的に又は通信インフラを介して間接的に通信可能な、第一車両 2 a 及び第二車両 2 b が想定される。図 7 に示される第一車両 2 a の視点では、自車両 (ego-vehicle) 2 a がホスト移動体に相当する一方、当該自車両 2 a の走行環境に存在する他道路ユーザ 3 でもある第二車両 2 b がターゲット移動体に相当する。これに対して、図 8 に示される第二車両 2 b の視点では、自車両 2 b がホスト移動体に相当する一方、当該自車両 2 b の走行環境に存在する他道路ユーザ 3 でもある第一車両 2 a がターゲット移動体に相当する。

【 0 0 2 0 】

図 7 , 8 に示される車両 2 は、自動運転の実行される、例えば自動車、又はトラック等の道路ユーザである。自動運転は、動的運転タスク (Dynamic Driving Task : 以下、D D T と表記) における乗員の手動介入度に応じて、レベル分けされる。自動運転は、条件付運転自動化、高度運転自動化、又は完全運転自動化といった、作動時のシステムが全ての D D T を実行する自律走行制御により、実現されてもよい。自動運転は、運転支援、又は部分運転自動化といった、乗員としてのドライバが一部若しくは全ての D D T を実行する高度運転支援制御において、実現されてもよい。自動運転は、それら自律走行制御と高度運転支援制御とのいずれか一方、組み合わせ、又は切り替えにより実現されてもよい。

【 0 0 2 1 】

車両 2 には、図 6 , 9 に示されるセンサ系 5、通信系 6、及び地図 D B (Data Base) 7、及び情報提示系 4 が搭載される。センサ系 5 は、処理システム 1 により利用可能なセンサデータを、車両 2 における外界及び内界の検出により取得する。そのためにセンサ系 5 は、外界センサ 5 0 及び内界センサ 5 2 を含んで構成される。

【 0 0 2 2 】

外界センサ 5 0 は、車両 2 の外界に存在する物標を、検出してもよい。物標検出タイプの外界センサ 5 0 は、例えばカメラ、L i D A R (Light Detection and Ranging / Laser Imaging Detection and Ranging)、レーザレーダ、ミリ波レーダ、及び超音波ソナー等のうち、少なくとも一種類である。外界センサ 5 0 は、車両 2 の外界における大気の状態を、検出してもよい。大気検出タイプの外界センサ 5 0 は、例えば外気温センサ、及び湿度センサ等のうち、少なくとも一種類である。

【 0 0 2 3 】

内界センサ 5 2 は、車両 2 の内界において車両運動に関する特定の物理量 (以下、運動物理量と表記) を、検出してもよい。物理量検出タイプの内界センサ 5 2 は、例えば速度センサ、加速度センサ、及びジャイロセンサ等のうち、少なくとも一種類である。内界センサ 5 2 は、車両 2 の内界における乗員の状態を、検出してもよい。乗員検出タイプの内界センサ 5 2 は、例えばアクチュエータセンサ、ドライバステータスマニタ、生体センサ、着座センサ、及び車内機器センサ等のうち、少なくとも一種類である。ここで特にアクチュエータセンサとしては、車両 2 の運動アクチュエータに関する乗員の操作状態を検出する、例えばアクセルセンサ、ブレーキセンサ、及び操舵センサ等のうち、少なくとも一種類が採用される。

【 0 0 2 4 】

通信系 6 は、処理システム 1 により利用可能な通信データを、無線通信により取得する。通信系 6 は、車両 2 の外界に存在する G N S S (Global Navigation Satellite System) の人工衛星から、測位信号を受信してもよい。測位タイプの通信系 6 は、例えば G N S S 受信機等である。通信系 6 は、車両 2 の外界に存在する V 2 X システムとの間において、通信信号を送受信してもよい。V 2 X タイプの通信系 6 は、例えば D S R C (Dedicated Short Range Communications) 通信機、及びセルラ V 2 X (C-V2X) 通信機等のうち、少なくとも一種類である。第一実施形態において想定される車両 2 (2 a , 2 b) 間の通信は、それら車両 2 の各々における V 2 X タイプの通信系 6 を介して実現可能となる。通信系 6 は、車両 2 の内界に存在する端末との間において、通信信号を送受信してもよい。端末通信タイプの通信系 6 は、例えばブルートゥース (Bluetooth : 登録商標) 機

10

20

30

40

50

器、Wi-Fi（登録商標）機器、及び赤外線通信機器等のうち、少なくとも一種類である。

【0025】

地図DB7は、処理システム1により利用可能な地図データを、記憶する。地図DB7は、例えば半導体メモリ、磁気媒体、及び光学媒体等のうち、少なくとも一種類の非遷移的実体的記憶媒体（non-transitory tangible storage medium）を含んで構成される。地図DB7は、自己位置を含んだ車両2の自己状態量を推定するロケータの、DBであってもよい。地図DBは、車両2の走行経路をナビゲートするナビゲーションユニットの、DBであってもよい。地図DB7は、複数種類のDBの組み合わせにより、構築されてもよい。

10

【0026】

地図DB7は、例えばV2Xタイプの通信系6を介した外部センタとの通信等により、最新の地図データを取得して記憶する。地図データは、車両2の走行環境を表すデータとして、二次元又は三次元にデータ化されている。三次元の地図データとしては、高精度地図のデジタルデータが採用されてもよい。地図データは、例えば道路構造の位置座標、形状、及び路面状態等のうち、少なくとも一種類を表した道路データを含んでいてもよい。地図データは、例えば道路に付属する道路標識、道路表示、及び区画線の、位置座標並びに形状等のうち、少なくとも一種類を表した標示データを含んでいてもよい。地図データに含まれる標示データは、ランドマークのうち、例えば交通標識、矢印マーキング、車線マーキング、停止線、方向標識、ランドマークピーコン、長方形標識、ビジネス標識、又は道路のラインパターン変化等を表していてもよい。地図データは、例えば道路に面する建造物及び信号機の、位置座標並びに形状等のうち、少なくとも一種類を表した構造物データを含んでいてもよい。地図データに含まれる標示データは、ランドマークのうち、例えば街灯、道路のエッジ、反射板、ポール、又は道路標識の裏側等を表していてもよい。

20

【0027】

情報提示系4は、車両2のドライバを含む乗員へ向けた報知情報を提示する。情報提示系4は、視覚提示ユニット、聴覚提示ユニット、及び皮膚感覚提示ユニットを含んで構成される。視覚提示ユニットは、乗員の視覚を刺激することにより、報知情報を提示する。視覚提示ユニットは、例えばHUD（Head-up Display）、MFD（Multi Function Display）、コンビネーションメータ、ナビゲーションユニット、及び発光ユニット等のうち、少なくとも一種類である。聴覚提示ユニットは、乗員の聴覚を刺激することにより、報知情報を提示する。聴覚提示ユニットは、例えばスピーカ、ブザー、及びバイブレーションユニット等のうち、少なくとも一種類である。皮膚感覚提示ユニットは、乗員の皮膚感覚を刺激することにより、報知情報を提示する。皮膚感覚提示ユニットにより刺激される皮膚感覚には、例えば触覚、温度覚、及び風覚等のうち、少なくとも一種類が含まれる。皮膚感覚提示ユニットは、例えばステアリングホイールのバイブレーションユニット、運転席のバイブレーションユニット、ステアリングホイールの反力ユニット、アクセルペダルの反力ユニット、ブレーキペダルの反力ユニット、及び空調ユニット等のうち、少なくとも一種類である。

30

【0028】

図6に示されるように処理システム1は、例えばLAN（Local Area Network）、ワイヤハーネス、内部バス、及び無線通信回線等のうち、少なくとも一種類を介してセンサ系5、通信系6、地図DB7、及び情報提示系4に接続される。処理システム1は、少なくとも一つの専用コンピュータを含んで構成される。処理システム1を構成する専用コンピュータは、車両2の運転制御を統合する、統合ECU（Electronic Control Unit）であってもよい。処理システム1を構成する専用コンピュータは、車両2の運転制御におけるDDTを判断する、判断ECUであってもよい。処理システム1を構成する専用コンピュータは、車両2の運転制御を監視する、監視ECUであってもよい。処理システム1を構成する専用コンピュータは、車両2の運転制御を評価する、評価ECUであってもよい。

40

【0029】

50

処理システム 1 を構成する専用コンピュータは、車両 2 の走行経路をナビゲートする、ナビゲーション ECU であってもよい。処理システム 1 を構成する専用コンピュータは、車両 2 の自己位置を含む自己状態量を推定する、ロケータ ECU であってもよい。処理システム 1 を構成する専用コンピュータは、車両 2 の運動アクチュエータを制御する、アクチュエータ ECU であってもよい。処理システム 1 を構成する専用コンピュータは、車両 2 における情報提示を制御する、HCU (HMI (Human Machine Interface) Control Unit) であってもよい。処理システム 1 を構成する専用コンピュータは、例えば通信系 6 を介して通信可能な外部センタ又はモバイル端末等を構築する、少なくとも一つの外部コンピュータであってもよい。

【0030】

処理システム 1 を構成する専用コンピュータは、メモリ 10 及びプロセッサ 12 を、少なくとも一つずつ有している。メモリ 10 は、コンピュータにより読み取り可能なプログラム及びデータ等を非一時的に記憶する、例えば半導体メモリ、磁気媒体、及び光学媒体等のうち、少なくとも一種類の非遷移的実体的記憶媒体 (non-transitory tangible storage medium) である。プロセッサ 12 は、例えば CPU (Central Processing Unit)、GPU (Graphics Processing Unit)、及び RISC (Reduced Instruction Set Computer) - CPU 等のうち、少なくとも一種類をコアとして含む。

【0031】

プロセッサ 12 は、ソフトウェアとしてメモリ 10 に記憶された処理プログラムに含まれる複数の命令を、実行する。これにより処理システム 1 は、車両 2 の運転関連処理を遂行するための機能ブロックを、複数構築する。このように処理システム 1 では、車両 2 の運転関連処理を遂行するためにメモリ 10 に記憶された処理プログラムが複数の命令をプロセッサ 12 に実行させることにより、複数の機能ブロックが構築される。処理システム 1 により構築される複数の機能ブロックには、図 8 に示されるように検知ブロック 100、計画ブロック 120、リスク監視ブロック 140、及び制御ブロック 160 が含まれる。

【0032】

検知ブロック 100 は、センサ系 5 の外界センサ 50 及び内界センサ 52 からセンサデータを取得する。検知ブロック 100 は、通信系 6 から通信データを取得する。検知ブロック 100 は、地図 DB 7 から地図データを取得する。検知ブロック 100 は、これらの取得データを入力としてフュージョンすることにより、車両 2 の内外環境を検知する。内外環境の検知により検知ブロック 100 は、後段の計画ブロック 120 とリスク監視ブロック 140 とへ与える検知情報を生成する。このように検知情報の生成に当たって検知ブロック 100 は、センサ系 5 及び通信系 6 からデータを取得し、取得データの意味を認識又は理解し、車両 2 の外界状況及びその中での自己の置かれた状況、並びに車両 2 の内界状況を含む状況全般を、取得データを統合して把握するといえる。検知ブロック 100 は、計画ブロック 120 とリスク監視ブロック 140 とへ実質同一の検知情報を与えてもよい。検知ブロック 100 は、計画ブロック 120 とリスク監視ブロック 140 とへ相異なる検知情報を与えてもよい。

【0033】

検知ブロック 100 が生成する検知情報は、車両 2 の走行環境においてシーン毎に検知される状態を、記述している。検知ブロック 100 は、車両 2 の外界における他道路ユーザ 3、障害物、及び構造物を含んだ物体を検知することにより、当該物体の検知情報を生成してもよい。物体の検知情報は、例えば物体までの距離、物体の相対速度、物体の相対加速度、物体の追尾検知による推定状態等のうち、少なくとも一種類を表してもよい。物体の検知情報はさらに、検知された物体の状態から認識又は特定される種別を、表してもよい。検知ブロック 100 は、車両 2 の現在及び将来に走行する走路を検知することにより、当該走路の検知情報を生成してもよい。走路の検知情報は、例えば路面、車線、道路端、及びフリースペース等のうち、少なくとも一種類の状態を表してもよい。

【0034】

検知ブロック 100 は、車両 2 の自己位置を含む自己状態量を推定的に検知するローカ

10

20

30

40

50

リゼーションにより、当該自己状態量の検知情報を生成してもよい。検知ブロック100は、自己状態量の検知情報と同時に、車両2の走路に関する地図データの更新情報を生成して、当該更新情報を地図DB7へフィードバックしてもよい。検知ブロック100は、車両2の走路に関連付けられた標示を検知することにより、当該標示の検知情報を生成してもよい。標示の検知情報は、例えば標識、区画線、及び信号機等のうち、少なくとも一種類の状態を表していてもよい。標示の検知情報はさらに、標示の状態から認識又は特定される交通ルールを、表していてもよい。検知ブロック100は、車両2の走行するシーン毎の気象状況を検知することにより、当該気象状況の検知情報を生成してもよい。検知ブロック100は、車両2の走行シーン毎の時刻を検知することにより、当該時刻の検知情報を生成してもよい。

10

【0035】

計画ブロック120は、検知ブロック100から検知情報を取得する。計画ブロック120は、取得した検知情報に応じて車両2の運転制御を計画する。運転制御の計画では、車両2のナビゲーション動作及びドライバの支援動作に関する制御指令が生成される。即ち計画ブロック120は、車両2の運動制御要求として制御指令を生成する、DDT機能を実現する。計画ブロック120が生成する制御指令は、車両2の運動アクチュエータを制御するための制御パラメータを、含んでいてもよい。制御指令の出力対象となる運動アクチュエータとしては、例えば内燃機関、電動モータ、及びそれらが組み合わされたパワートレイン、ブレーキ装置、並びに操舵装置等のうち、少なくとも一種類が挙げられる。

【0036】

計画ブロック120は、運転ポリシーとその安全性に従って記述された安全モデルを用いることにより、当該運転ポリシーと適合するように制御指令を生成してもよい。安全モデルの従う運転ポリシーとは、例えば意図された機能の安全性(Safety Of The Intended Functionality: 以下、SOTIFと表記)を保証する車両レベル安全戦略を踏まえて、規定される。換言すれば安全モデルは、車両レベル安全戦略の実装となる運転ポリシーに従うことにより、且つSOTIFをモデリングすることにより、記述される。計画ブロック120は、運転制御結果を安全モデルに逆伝播させる機械学習アルゴリズムにより、安全モデルをトレーニングしてもよい。トレーニングされる安全モデルとしては、例えばDNN(Deep Neural Network)といったニューラルネットワークによるディープラーニング、及び強化学習等のうち、少なくとも一種類の学習モデルが、用いられてもよい。ここでいう安全モデルは、安全関連モデル(safety-related models)そのものであってもよく、安全関連モデルのうちの一部を構成するモデルであってもよい。

20

30

【0037】

計画ブロック120は、運転制御によって車両2に将来走行させる経路を、制御指令の生成に先立って計画してもよい。経路計画は、検知情報に基づいて車両2をナビゲートするために、例えばシミュレーション等の演算によって実行されてもよい。即ち計画ブロック120は、車両2の戦術的行動として経路を計画する、DDT機能を実現してもよい。計画ブロック120はさらに、計画経路を辿る車両2に対して、取得した検知情報に基づく適正な軌道を、制御指令の生成に先立って計画してもよい。即ち計画ブロック120は、車両2の軌道を計画する、DDT機能を実現してもよい。計画ブロック120が計画する軌道は、車両2に関する運動物理量として、例えば走行位置、速度、加速度、及びヨーレート等のうち、少なくとも一種類を時系列に規定してもよい。時系列な軌道計画は、車両2のナビゲートによる将来走行のシナリオを、構築する。計画ブロック120は、安全モデルを用いた計画によって軌道を生成してもよい。この場合には、生成された軌道に対してコストを与えるコスト関数が演算されることにより、当該演算結果に基づく機械学習アルゴリズムによって安全モデルがトレーニングされてもよい。

40

【0038】

計画ブロック120は、車両2における自動運転レベルの調整を、取得した検知情報に応じて計画してもよい。自動運転レベルの調整には、自動運転と手動運転との間での引き継ぎも含まれていてもよい。自動運転と手動運転との間での引き継ぎは、自動運転を実行

50

する運行設計領域の設定により、当該運行設計領域に対する進入又は退出に伴うシナリオにおいて実現されてもよい。運行設計領域からの退出シナリオ、即ち自動運転から手動運転への引き継ぎシナリオでは、例えば安全モデル等に基づき不合理なリスクが存在すると判断される不合理な状況が、ユースケースとして挙げられる。このユースケースにおいて計画ブロック120は、フォールバック予備ユーザとなるドライバが最小リスク操作を車両2に与えて車両2を最小リスク状態へ移行させるためのDDTフォールバックを、計画してもよい。

【0039】

自動運転レベルの調整には、車両2の縮退走行が含まれてもよい。縮退走行のシナリオでは、手動運転への引き継ぎによっては不合理なリスクが存在すると、例えば安全モデル等に基づき判断される不合理な状況が、ユースケースとして挙げられる。このユースケースにおいて計画ブロック120は、自律走行及び自律停止により車両2を最小リスク状態へ移行させるためのDDTフォールバックを、計画してもよい。車両2を最小リスク状態へ移行させるためのDDTフォールバックは、自動運転レベルを引き下げる調整において実現されるだけでなく、自動運転レベルを維持して縮退走行させる調整、例えばMRM (Minimum Risk Maneuver) 等において実現されてもよい。車両2を最小リスク状態へ移行させるためのDDTフォールバックでは、例えば照明、ホーン音、信号、及びジェスチャー等のうち、少なくとも一種類により当該移行状況の目立ち易さが高められてもよい。

【0040】

リスク監視ブロック140は、検知ブロック100から検知情報を取得する。リスク監視ブロック140は、取得した検知情報に基づくことにより、車両2と他道路ユーザ3との間におけるリスクを、シーン毎に監視する。リスク監視ブロック140は、他道路ユーザ3に対して車両2のSOTIFを保証するように、検知情報に基づくリスク監視を時系列に実行する。リスク監視において想定される他道路ユーザ3には、例えば自動車、トラック、バイク、及び自転車といった脆弱性のない道路ユーザと、歩行者といった脆弱な道路ユーザとが、含まれる。リスク監視において想定される他道路ユーザ3にはさらに、動物が含まれてもよい。

【0041】

リスク監視ブロック140は、車両2においてSOTIFを保証する、例えば車両レベル安全戦略等を踏まえた安全エンベロープを、取得したシーン毎の検知情報に基づき設定する。リスク監視ブロック140は、上述の運転ポリシに従う安全モデルを用いて、車両2及び他道路ユーザ3間における安全エンベロープを設定してもよい。安全エンベロープの設定に用いられる安全モデルは、不合理なリスク又は道路ユーザの誤用に起因する潜在的な事故責任を、事故責任規則に則って回避するように設計されてもよい。換言すれば安全モデルは、運転ポリシに従う事故責任規則を車両2が遵守するように設計されてもよい。こうした安全モデルとしては、例えば特許文献1に開示されるような責任敏感型安全性モデル (Responsibility Sensitive Safety model) 等が、挙げられる。

【0042】

安全エンベロープの設定では、運転ポリシに従うと仮定した車両2及び他道路ユーザ3に対する安全モデルに基づくことにより、少なくとも一種類の運動物理量に関するプロファイルから、安全距離が想定されてもよい。安全距離は、予測される他道路ユーザ3の運動に対して、車両2の周囲に物理ベースのマージンを確保した境界を、画定する。安全距離は、車両2及び他道路ユーザ3の各々により適切な応答が実行されるまでの反応時間を加味して、想定されてもよい。安全距離は、事故責任規則を遵守するように、想定されてもよい。例えば車線等の車線構造が存在するシーンでは、車両2の縦方向において追突及び正面衝突のリスクを回避する安全距離と、車両2の横方向において側面衝突のリスクを回避する安全距離とが、演算されてもよい。一方、車線構造が存在しないシーンでは、車両2の任意方向において軌道の衝突するリスクを回避する安全距離が、演算されてもよい。

【0043】

リスク監視ブロック140は、車両2及び他道路ユーザ3間における相対運動のシーン

毎での状況を、上述した安全エンベロープの設定に先立って特定してもよい。例えば車線等の車線構造が存在するシーンでは、縦方向において追突及び正面衝突のリスクが想定される状況と、横方向において側面衝突のリスクが想定される状況とが、特定されてもよい。これら縦方向及び横方向の状況特定では、直線状の車線を前提とする座標系へ、車両2及び他道路ユーザ3に関する状態量に変換されてもよい。一方、車線構造が存在しないシーンでは、車両2の任意方向において軌道が衝突するリスクの想定される状況が、特定されてもよい。尚、以上の状況特定機能については、検知ブロック100により少なくとも一部が実行されることにより、状況特定結果が検知情報としてリスク監視ブロック140に与えられてもよい。

【0044】

リスク監視ブロック140は、車両2及び他道路ユーザ3間における安全判定を、設定した安全エンベロープと、取得したシーン毎の検知情報とに基づき、実行する。即ちリスク監視ブロック140は、車両2及び他道路ユーザ3間において検知情報に基づき解釈される走行シーンには、安全エンベロープの違反となるエンベロープ違反があるか否かをテストすることにより、安全判定を実現する。安全エンベロープの設定において安全距離が想定される場合には、車両2及び他道路ユーザ3間の現実距離が当該安全距離超過となることにより、エンベロープ違反はないとの判定が下されてもよい。一方、車両2及び他道路ユーザ3間の現実距離が安全距離以下となることにより、エンベロープ違反があるとの判定が下されてもよい。

【0045】

リスク監視ブロック140は、エンベロープ違反ありの判定を下した場合に、適切な応答として取るべき適正な行動を車両2へ与えるための合理的なシナリオを、シミュレーションにより演算してもよい。合理的シナリオのシミュレーションでは、車両2及び他道路ユーザ3間での状態遷移が推定されることにより、遷移する状態毎に取るべき行動が、車両2に対する制約（後に詳述）として設定されてもよい。行動の設定では、車両2へ与える少なくとも一種類の運動物理量を、車両2に対する制約として制限するように、当該運動物理量に対して仮定される制限値が演算されてもよい。

【0046】

リスク監視ブロック140は、運転ポリシーに従うと仮定した車両2及び他道路ユーザ3に対しての安全モデルに基づくことにより、少なくとも一種類の運動物理量に関するプロファイルから、事故責任規則を遵守するための制限値を直接的に演算してもよい。直接的な制限値の演算は、それ自体が安全エンベロープの設定であって、運転制御に対する制約の設定でもあるといえる。そこで、制限値よりも安全側の現実値が検知される場合、エンベロープ違反なしの判定が下されてもよい。一方、制限値を外れる側の現実値が検知される場合、エンベロープ違反ありの判定が下されてもよい。

【0047】

リスク監視ブロック140は、例えば安全エンベロープの設定に用いられた検知情報、安全エンベロープの判定結果を表す判定情報、当該判定結果を左右した検知情報、及びシミュレートしたシナリオ等のうち、少なくとも一種類のエビデンス情報をメモリ10に記憶してもよい。エビデンス情報の記憶されるメモリ10は、処理システム1を構成する専用コンピュータの種類に応じて、車両2内に搭載されていてもよいし、例えば車両2外の外部センタ等に設置されていてもよい。エビデンス情報は、非暗号化状態で記憶されてもよいし、暗号化又はハッシュ化されて記憶されてもよい。エビデンス情報の記憶は、エンベロープ違反ありの判定の場合に、少なくとも実行される。勿論、エンベロープ違反なしの判定の場合にも、エビデンス情報の記憶は実行されてもよい。エンベロープ違反なしの判定の場合におけるエビデンス情報は、記憶時点では遅行型指標として利活用可能であり、将来に対しては先行型指標としても利活用可能となる。

【0048】

制御ブロック160は、計画ブロック120から制御指令を取得する。制御ブロック160は、リスク監視ブロック140から安全エンベロープに関する判定情報を取得する。

10

20

30

40

50

制御ブロック 160 は、車両 2 の運動を制御する、DDT 機能を実現する。制御ブロック 160 は、エンベロープ違反なしの判定情報を取得した場合に、計画された車両 2 の運転制御を、制御指令に従って実行する。

【0049】

これに対して制御ブロック 160 は、エンベロープ違反ありの判定情報を取得した場合に、計画された車両 2 の運転制御に対して、判定情報に基づき運転ポリシに従う制約を与える。運転制御に対する制約は、機能的な制約 (functional restriction) であってもよい。運転制御に対する制約は、縮退した制約 (degraded constraints) であってもよい。運転制御に対する制約は、これらとは別の制約であってもよい。運転制御に対して制約は、制御指令の制限によって与えられる。合理的なシナリオがリスク監視ブロック 140 によりシミュレートされている場合に制御ブロック 160 は、当該シナリオに従って制御指令を制限してもよい。このとき、車両 2 の運動物理量に関して制限値が設定されている場合には、制御指令に含まれる運動アクチュエータの制御パラメータが、当該制限値に基づき補正されてもよい。

10

【0050】

以下、第一実施形態の詳細を説明する。

【0051】

図 7, 8, 10 ~ 15 に示されるように第一実施形態は、車線の区切られた車線構造 Ls を、想定する。車線構造 Ls は、車線の延伸する方向を縦方向として、車両 2 及び他道路ユーザ 3 の運動を規制する。車線構造 Ls は、車線の幅方向又は並ぶ方向を横方向として、車両 2 及び他道路ユーザ 3 の運動を規制する。

20

【0052】

車線構造 Ls における運転ポリシは、例えば車両 2 として想定される一方に対して他方が他道路ユーザ 3 となる、第一車両 2a 及び第二車両 2b の間では、次の (A) ~ (E) 等に規定される。尚、車両 2 を基準とする前方とは、例えば車両 2 の現在舵角における旋回円上の進行方向、車両 2 における車軸と直交する車両重心を通る直線の進行方向、又は車両 2 におけるセンサ系 5 のうちフロントカメラモジュールから同カメラの FOE (Focus of Expansion) の軸線上における進行方向等を、意味する。

(A) 車両 2 は、前方を走行している車両 2 に、後方から追突しない。

(B) 車両 2 は、他の車両 2 間に強引な割り込みをしない。

(C) 車両 2 は、自己が優先の場合でも、状況に応じて他の車両 2 と譲り合う。

(D) 車両 2 は、見通しの悪い場所では、慎重に運転する。

(E) 車両 2 は、自責他責に関わらず、自己で事故を防止可能な状況であれば、そのために合理的行動を取る。

30

【0053】

運転ポリシに従うモデルであって、SOTIF のモデリングされた安全モデルは、不合理な状況には至らない道路ユーザの行動を、取るべき適正な合理的行動として想定する。車線構造 Ls における車両 2 及び他道路ユーザ 3 間での不合理な状況とは、正面衝突、追突、及び側面衝突である。正面衝突における合理的行動は、例えば車両 2 のうち、一方に対して他方が他道路ユーザ 3 となる第一車両 2a 及び第二車両 2b の間では、逆走している車両 2a 又は 2b がブレーキを掛けること等を、含む。追突における合理的行動は、例えば第一車両 2a 及び第二車両 2b の間では、前方を走行している車両 2a 又は 2b が一定以上の急ブレーキを掛けないこと、及びそれを前提として後方を走行している車両 2b 又は 2a が追突を回避すること等を、含む。側面衝突における合理的行動は、例えば第一車両 2a 及び第二車両 2b の間では、並走する車両 2a, 2b 同士が互いの離間方向へ操舵すること等を、含む。合理的行動の想定に際して車両 2 及び他道路ユーザ 3 に関する状態量は、車線がカーブする車線構造 Ls と、車線が高低する車線構造 Ls とのいずれであっても、直線状且つ平面状の車線構造 Ls を仮定して縦方向及び横方向を規定する、直交座標系に変換される。

40

【0054】

50

安全モデルは、合理的行動を取らなかった移動体が事故責任を負うとする、事故責任規則に則って設計されるとよい。車線構造 L s での事故責任規則下、車両 2 及び他道路ユーザ 3 間のリスクを監視するために用いられる安全モデルは、合理的行動によって潜在的な事故責任を回避するように、車両 2 に対する安全エンベロープを設定する。そこで、車両 2 において処理システム 1 の全体が正常な状況でのリスク監視ブロック 1 4 0 は、車両 2 及び他道路ユーザ 3 間の現実距離に対して、走行シーン毎に安全モデルに基づく安全距離を照らし合わせることにより、エンベロープ違反の有無を判定する。エンベロープ違反がある場合にリスク監視ブロック 1 4 0 は、合理的行動を車両 2 へ与えるためのシナリオを、シミュレーションする。シミュレーションによりリスク監視ブロック 1 4 0 は、制御ブロック 1 6 0 での運転制御に対する制約として、例えば速度及び加速度等のうち少なくとも一方に関する制限値を、設定する。

10

【 0 0 5 5 】

図 1 0 ~ 1 5 に示されるようにリスク監視ブロック 1 4 0 は、S O T I F を運転ポリシーに従って設定した安全エンベロープのうち、以上説明の安全モデルに基づく安全エンベロープとして、モデルエンベロープ E m を想定する。さらにリスク監視ブロック 1 4 0 は、モデルエンベロープ E m に物理ベースのマージンを付加した安全エンベロープとして、拡張エンベロープ E e を想定する。これらの想定下では、拡張エンベロープ E e を規定する安全距離が、モデルエンベロープ E m を規定する安全距離よりも、大きく設定される。即ち拡張エンベロープ E e は、モデルエンベロープ E m を包含する広い範囲に、設定される。そこでマージンは、モデルエンベロープ E m の安全距離に対して、一定距離、又は例えば安全モデル等に基づく可変距離を、付加するように設定されてるとよい。

20

【 0 0 5 6 】

第一実施形態において、直接的又は間接的に相互間通信をするペア車両 2 として想定 of 第一車両 2 a 及び第二車両 2 b では、各々の処理システム 1 が構築する機能ブロックの共同により運転関連処理を遂行する処理方法が、それぞれ図 1 6 , 1 7 に示されるフローチャートに従って実行される。第一実施形態の処理方法は、第一車両 2 a と第二車両 2 b との相互間距離が設定範囲内となる間、それら各車両 2 a , 2 b において繰り返し実行される。尚、以下の説明における処理方法の各「S」は、各車両 2 a , 2 b の処理システム 1 において処理プログラムに含まれた複数命令によって実行される複数ステップを、それぞれ意味する。

30

【 0 0 5 7 】

図 1 6 , 1 7 に示される S 1 0 0 , S 1 1 0 において、第一車両 2 a 及び第二車両 2 b の各リスク監視ブロック 1 4 0 は、認証キーを含むユーザ ID を、相互間通信を通じて交換することにより、相互認証する。この相互認証は、単なるセキュリティの確認及び通信可否の確認であってもよい。この相互認証は、セキュリティの確認及び通信可否の確認に加えて、採用されている安全モデル又は運転ポリシーが安全エンベロープの設定機能を有しているかどうかの確認を伴っていてもよい。

【 0 0 5 8 】

図 1 6 に示されるように、処理方法の S 1 0 0 に続く S 1 0 1 において第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 は、第一車両 2 a との間の相互間距離が安全エンベロープの監視範囲内となる、第二車両 2 b 以外の他道路ユーザ 3 が認識されているか否かを、判定する。第二車両 2 b 以外の他道路ユーザ 3 は、第一車両 2 a の検知ブロック 1 0 0 による検知情報に基づき、認識の有無を判定される。第一車両 2 a において安全エンベロープの監視範囲は、図 1 0 ~ 1 2 に示されるモデルエンベロープ E m 及び拡張エンベロープ E e を包含する広い範囲に、設定される。そこで、第一車両 2 a での監視範囲では第二車両 2 b 以外の他道路ユーザ 3 が認識されているとの判定を、S 1 0 1 において第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 が下した場合には、図 1 6 に示されるように第一車両 2 a での今回フローが S 1 0 2 へ移行する。

40

【 0 0 5 9 】

S 1 0 2 において第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 は、第一車両 2 a において

50

第二車両 2 b 以外の他道路ユーザ 3 との間での安全エンベロープに関するエンベロープ違反を、第一車両 2 a の安全モデルに基づくことにより監視する。図 1 0 に示されるように第一車両 2 a では、拡張エンベロープ E e の範囲外且つモデルエンベロープ E m の範囲外に第二車両 2 b 以外の他道路ユーザ 3 の全体が存在している場合、エンベロープ違反は認識されない。そこで S 1 0 2 において、エンベロープ違反の無判定を第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 が下した場合には、図 1 6 に示されるように、第一車両 2 a での今回フローが終了する。

【 0 0 6 0 】

一方、図 1 1 に示されるように第一車両 2 a では、モデルエンベロープ E m の範囲外において、拡張エンベロープ E e の範囲内に第二車両 2 b 以外の他道路ユーザ 3 の少なくとも一部分が存在している場合、エンベロープ違反としての拡張エンベロープ違反が認識される。また、図 1 2 に示されるように第一車両 2 a では、拡張エンベロープ E e の範囲内のうち、モデルエンベロープ E m の範囲内に第二車両 2 b 以外の他道路ユーザ 3 の少なくとも一部分が存在している場合、エンベロープ違反としてのモデルエンベロープ違反が認識される。

【 0 0 6 1 】

そこで S 1 0 2 において、モデルエンベロープ違反及び拡張モデル違反のいずれかに関する有判定を、第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 が下した場合には、図 1 6 に示されるように、第一車両 2 a での今回フローが S 1 0 3 , S 1 0 4 へ順次移行する。即ち S 1 0 3 , S 1 0 4 は、第一車両 2 a において検知された、第二車両 2 b 以外の他道路ユーザ 3 との間でのエンベロープ違反が認識された場合に、実行される。

【 0 0 6 2 】

S 1 0 3 において第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 は、他道路ユーザ 3 との間でのエンベロープ違反を第二車両 2 b へ警告するための警告情報 I w を、生成する。警告情報 I w は、エンベロープ違反という事象の発生を、第一車両 2 a から第二車両 2 b に対してプッシュ通知する、通知情報 I n を含んでもよい。警告情報 I w は、通知情報 I n に対して状況情報 I s の付加された、複合的な情報であってもよい。状況情報 I s は、第一車両 2 a において設定された安全エンベロープに関するエンベロープ情報 I s e を、含んでもよい。

【 0 0 6 3 】

エンベロープ情報 I s e は、第一車両 2 a においてエンベロープ違反の判定基準となった、安全距離を含む安全エンベロープの範囲を、表していてもよい。エンベロープ情報 I s e は、エンベロープ違反の判定基準となった安全エンベロープを規定する安全モデルにより、第一車両 2 a 及び他道路ユーザ 3 間での相対状態として想定された、例えば追突リスク、正面衝突リスク、側面衝突リスク、交差リスク、死角リスク、及びそれらの詳細状況のうち、少なくとも一種類のリスク種別を表していてもよい。

【 0 0 6 4 】

エンベロープ情報 I s e は、エンベロープ違反のシーンにおいて第一車両 2 a の検知ブロック 1 0 0 により検知された第一車両 2 a の検知情報として、例えば位置を含む自己状態量（即ち、ローカリゼーション推定値）、距離、速度、加減速度、相対速度、相対加速度、及びそれらのベクトルを含む推定状態、並びに種別等のうち、少なくとも一種類を表していてもよい。特にエンベロープ情報 I s e は、第一車両 2 a においてリスク監視ブロック 1 4 0 の制約設定による制限値から外れた、エンベロープ違反の運動物理量として、第一車両 2 a の速度、及び加減速度等のうち、第一車両 2 a の検知ブロック 1 0 0 により検知された少なくとも一種類の検出情報を表していてもよい。

【 0 0 6 5 】

エンベロープ情報 I s e は、エンベロープ違反のシーンにおいて第一車両 2 a の検知ブロック 1 0 0 により検知された他道路ユーザ 3 の検知情報として、例えば位置、距離、速度、加減速度、相対速度、相対加速度、及びそれらのベクトルを含む推定状態、並びに種別等のうち、少なくとも一種類を表していてもよい。特にエンベロープ情報 I s e は、第

10

20

30

40

50

一車両 2 a においてリスク監視ブロック 1 4 0 の制約設定による制限値から外れた、エンベロープ違反の運動物理量として、他道路ユーザ 3 の速度、及び加減速度等のうち、第一車両 2 a の検知ブロック 1 0 0 により検知された少なくとも一種類の検出情報を表していてもよい。エンベロープ情報 I s e は、エンベロープ違反のシーンにおいて第一車両 2 a の外界センサ 5 0 であるカメラによって撮影された、他道路ユーザ 3 を含む画像又は映像を、含んでいてもよい。

【 0 0 6 6 】

エンベロープ情報 I s e 以外として、状況情報 I s は、エンベロープ違反のシーンにおける第一車両 2 a の計画ブロック 1 2 0 での計画状況として、例えば経路、軌道、制御パラメータ、自動運転レベル（手動運転をレベル 0 とした場合を含む）等のうち、少なくとも一種類を表していてもよい。状況情報 I s は、エンベロープ違反のシーンにおける道路状況として、例えば交通ルール、標示、道路構造、ロケーション、区間、路面状態、明暗状況、工事状況、渋滞状況、落下物を含む障害物の存在状況、道路周辺の地物構造、及び当該地物構造又は移動体種別に起因する死角等のうち、少なくとも一種類を表していてもよい。状況情報 I s は、エンベロープ違反のシーンにおける、例えば時刻、昼夜の区別を含む違反シーンの時間帯、及び違反シーンの気象状況（即ち、天候）等のうち、少なくとも一種類を表していてもよい。

10

【 0 0 6 7 】

S 1 0 3 において生成された警告情報 I w は、第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 による通信系 6 の制御に従って、第一車両 2 a から第二車両 2 b へ送信可能となる。換言すれば、第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 は、エンベロープ違反の警告情報 I w を、エンベロープ違反ありの判定に応答して第一車両 2 a から第二車両 2 b へとリアルタイムに送信するように、生成する。ここで、本実施形態において各車両 2 a , 2 b 間での送信は、V 2 V タイプ等の通信系 6 同士により直接的に実現されてもよいし、クラウドサーバ等のリモートセンタを経由して間接的に実現されてもよいし、車両 2 a , 2 b を含む複数の車両間において構成されたメッシュネットワークを経由して実現されてもよい。

20

【 0 0 6 8 】

S 1 0 4 において第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 は、生成した警告情報 I w を、第一車両 2 a のメモリ 1 0 に記憶する。警告情報 I w は、第一車両 2 a での生成時刻又は送信時刻を表すタイムスタンプと関連付けて記憶されることにより、複数時点での警告情報 I w が蓄積されていてもよい。警告情報 I w は、第一車両 2 a での暗号化処理又はハッシュ化処理を経て、記憶されてもよい。警告情報 I w は、エビデンス情報として記憶されてもよい。警告情報 I w は、第一車両 2 a での生成時刻又は送信時刻から設定期間の経過により、削除されてもよい。S 1 0 4 の実行が完了すると、第一車両 2 a での今回フローが終了する。

30

【 0 0 6 9 】

図 1 7 に示されるように上述の S 1 1 0 に続く S 1 1 1 では、第二車両 2 b のリスク監視ブロック 1 4 0 は、第二車両 2 b との間の相互間距離が安全エンベロープの監視範囲内となる、第一車両 2 a 以外の他道路ユーザ 3 が認識されているか否かを、判定する。第一車両 2 a 以外の他道路ユーザ 3 は、第二車両 2 b の検知ブロック 1 0 0 による検知情報に基づき、認識の有無を判定される。第二車両 2 b において安全エンベロープの監視範囲は、図 1 3 ~ 1 5 に示されるモデルエンベロープ E m 及び拡張エンベロープ E e を包含する広い範囲に、設定される。ここで、第二車両 2 b における安全エンベロープの監視範囲、モデルエンベロープ E m の範囲、及び拡張エンベロープ E e の範囲は、それぞれ第一車両 2 a における場合と同一又は相異の範囲に設定される。そこで、第二車両 2 b での監視範囲では第一車両 2 a 以外の他道路ユーザ 3 が認識されていないとの判定を、S 1 1 1 において第二車両 2 b のリスク監視ブロック 1 4 0 が下した場合には、図 1 7 に示されるように第二車両 2 b での今回フローが S 1 1 5 へ移行する。

40

【 0 0 7 0 】

S 1 1 5 において第二車両 2 b のリスク監視ブロック 1 4 0 は、第一車両 2 a からの警

50

告情報 I w を、第二車両 2 b の通信系 6 を通じた受信により取得したか否かを、判定する。S 1 1 5 において、警告情報 I w を取得していないとの判定を第二車両 2 b のリスク監視ブロック 1 4 0 が下した場合には、第二車両 2 b での今回フローが終了する。

【 0 0 7 1 】

一方で S 1 1 5 において、警告情報 I w を取得したとの判定を第二車両 2 b のリスク監視ブロック 1 4 0 が下した場合には、第二車両 2 b での今回フローが S 1 1 6 , S 1 1 7 へ順次移行する。即ち S 1 1 6 , S 1 1 7 は、図 1 1 , 1 2 に示されるように第一車両 2 a において第二車両 2 b 以外の他道路ユーザ 3 との間のエンベロープ違反が認識されたにも関わらず、当該違反対象の他道路ユーザ 3 が第二車両 2 b において検知外であった場合に、警告情報 I w の取得にリアルタイムに対して応答して実行される。

10

【 0 0 7 2 】

図 1 7 に示されるように S 1 1 6 では、第二車両 2 b のリスク監視ブロック 1 4 0 は、取得した警告情報 I w を、第二車両 2 b のメモリ 1 0 に記憶する。警告情報 I w は、第一車両 2 a での生成時刻若しくは送信時刻、又は第二車両 2 b での取得時刻（即ち受信時刻）を表すタイムスタンプと関連付けて記憶されることにより、複数時点での警告情報 I w が蓄積されていてもよい。警告情報 I w は、第二車両 2 b での暗号化処理又はハッシュ化処理を経て、記憶されてもよい。警告情報 I w は、エビデンス情報として記憶されてもよい。警告情報 I w は、第一車両 2 a での生成時刻若しくは送信時刻、又は第二車両 2 b での取得時刻から設定期間の経過により、削除されてもよい。

【 0 0 7 3 】

S 1 1 7 における第二車両 2 b のリスク監視ブロック 1 4 0 は、第一車両 2 a での違反対象として警告情報 I w の通知された、第二車両 2 b では検知外の他道路ユーザ 3 と、第二車両 2 b との間での安全エンベロープに関して、エンベロープ違反の有無を判定する。図 1 1 に示されるように第二車両 2 b では、拡張エンベロープ E e の範囲外且つモデルエンベロープ E m の範囲外に検知外の他道路ユーザ 3 の全体が存在している場合、エンベロープ違反は認識されない。そこで S 1 1 7 において、エンベロープ違反の無判定を第二車両 2 b のリスク監視ブロック 1 4 0 が下した場合には、第二車両 2 b での今回フローが終了する。

20

【 0 0 7 4 】

一方、図 1 2 に示されるように第二車両 2 b では、モデルエンベロープ E m の範囲外において、拡張エンベロープ E e の範囲内に検知外の他道路ユーザ 3 の少なくとも一部分が存在している場合、エンベロープ違反としての拡張エンベロープ違反が認識される。また、図示はないが第二車両 2 b では、拡張エンベロープ E e の範囲内のうち、モデルエンベロープ E m の範囲内に検知外の他道路ユーザ 3 の少なくとも一部分が存在している場合、エンベロープ違反としてのモデルエンベロープ違反が認識される。これらの認識のため、状況情報 I s 、又はそのうちの特にエンベロープ情報 I s e として、第一車両 2 a での違反対象である他道路ユーザ 3 に関する情報が、警告情報 I w に付加されているとよい。第一車両 2 a での違反対象である他道路ユーザ 3 に関する情報は、第二車両 2 b の通信系 6 を通じて、例えばリモートセンタ等から取得されてもよい。

30

【 0 0 7 5 】

そこで S 1 1 7 において、モデルエンベロープ違反及び拡張モデル違反のいずれかに関する有判定を、第二車両 2 b のリスク監視ブロック 1 4 0 が下した場合には、第二車両 2 b での今回フローが S 1 1 8 へ移行する。

40

【 0 0 7 6 】

S 1 1 8 の第二車両 2 b においてリスク監視ブロック 1 4 0 は、不合理なリスクを回避させるための制約を、第二車両 2 b の運動制御に対して設定する。リスク回避のための制約は、第二車両 2 b を最小リスク状態へと移行させるための制約を与える、第二車両 2 b の制御ブロック 1 6 0 に対する制限指令であってもよい。但し、S 1 1 7 において認識されたエンベロープ違反が少なくとも拡張エンベロープ違反の場合には、そうした制約が S 1 1 8 において設定されず、例えば拡張エンベロープ違反の他道路ユーザ 3 に関する情報

50

が、第二車両 2 b での検知ブロック 1 0 0 による検知情報として、第一車両 2 a と共通認識されてもよい。S 1 1 8 の実行が完了すると、第二車両 2 b での今回フローが終了する。

【 0 0 7 7 】

ここまで、第一車両 2 a が警告情報 I w の送信側且つ第二車両 2 b が警告情報 I w の受信側となる場合を、説明した。続いて、第二車両 2 b が警告情報 I w の送信側且つ第一車両 2 a が警告情報 I w の受信側となる場合を、説明する。

【 0 0 7 8 】

図 1 7 に示されるように、第二車両 2 b での監視範囲では第一車両 2 a 以外の他道路ユーザ 3 が認識されているとの判定を、S 1 1 1 において第二車両 2 b のリスク監視ブロック 1 4 0 が下した場合には、第二車両 2 b での今回フローが S 1 1 2 へ移行する。

10

【 0 0 7 9 】

S 1 1 2 において第二車両 2 b のリスク監視ブロック 1 4 0 は、第二車両 2 b において第一車両 2 a 以外の他道路ユーザ 3 との間での安全エンベロープに関するエンベロープ違反を、第二車両 2 b の安全モデルに基づくことにより監視する。図 1 3 に示されるように第二車両 2 b では、拡張エンベロープ E e の範囲外且つモデルエンベロープ E m の範囲外に第二車両 2 b 以外の他道路ユーザ 3 の全体が存在している場合、エンベロープ違反は認識されない。そこで S 1 1 2 において、エンベロープ違反の無判定を第二車両 2 b のリスク監視ブロック 1 4 0 が下した場合には、図 1 7 に示されるように、第二車両 2 b での今回フローが終了する。

【 0 0 8 0 】

20

S 1 1 2 でのエンベロープ違反の無判定後となる今回フロー終了前に、第二車両 2 b のリスク監視ブロック 1 4 0 は、S 1 1 5 に準じて警告情報 I w の取得判定処理を実行することにより、第一車両 2 a との共通認識を図ってもよい。それと同様に、上述した S 1 0 2 でのエンベロープ違反の無判定後となる今回フロー終了前に、第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 は、S 1 1 5 に準じて警告情報 I w の取得判定処理を実行することにより、第二車両 2 b との共通認識を図ってもよい。

【 0 0 8 1 】

一方、図 1 4 に示されるように第二車両 2 b では、モデルエンベロープ E m の範囲外において、拡張エンベロープ E e の範囲内に第一車両 2 a 以外の他道路ユーザ 3 の少なくとも一部分が存在している場合、エンベロープ違反としての拡張エンベロープ違反が認識される。また、図 1 5 に示されるように第二車両 2 b では、拡張エンベロープ E e の範囲内のうち、モデルエンベロープ E m の範囲内に第一車両 2 a 以外の他道路ユーザ 3 の少なくとも一部分が存在している場合、エンベロープ違反としてのモデルエンベロープ違反が認識される。

30

【 0 0 8 2 】

そこで S 1 1 2 において、モデルエンベロープ違反及び拡張モデル違反のいずれかに関する有判定を、第二車両 2 b のリスク監視ブロック 1 4 0 が下した場合には、図 1 7 に示されるように、第二車両 2 b での今回フローが S 1 1 3 , S 1 1 4 へ順次移行する。即ち S 1 1 3 , S 1 1 4 は、第二車両 2 b において検知された、第一車両 2 a 以外の他道路ユーザ 3 との間のエンベロープ違反が認識された場合に、実行される。

40

【 0 0 8 3 】

S 1 1 3 において第二車両 2 b のリスク監視ブロック 1 4 0 は、警告情報 I w の生成処理として、S 1 0 3 の説明における第一車両 2 a と第二車両 2 b とを逆に読み替えた処理を、実行する。S 1 1 4 において第二車両 2 b のリスク監視ブロック 1 4 0 は、警告情報 I w の記憶処理として、S 1 0 4 の説明における第一車両 2 a と第二車両 2 b とを逆に読み替えた処理を、実行する。S 1 1 4 の実行が完了すると、第二車両 2 b での今回フローが終了する。

【 0 0 8 4 】

S 1 1 4 の実行前、又は S 1 1 4 の実行後の今回フロー終了前に第二車両 2 b のリスク監視ブロック 1 4 0 は、S 1 1 5 に準じて警告情報 I w の取得判定処理を実行することに

50

より、第一車両 2 a との共通認識を図ってもよい。それと同様に、上述した S 1 0 4 の実行前、又は上述した S 1 0 4 の実行後の今回フロー終了前に第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 は、S 1 1 5 に準じて警告情報 I w の取得判定処理を実行することにより、第二車両 2 b との共通認識を図ってもよい。

【 0 0 8 5 】

図 1 6 に示されるように、第一車両 2 a での監視範囲では第二車両 2 b 以外の他道路ユーザ 3 が認識されていないとの判定を、S 1 0 1 において第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 が下した場合には、第一車両 2 a での今回フローが S 1 0 5 へ移行する。

【 0 0 8 6 】

S 1 0 5 において第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 は、警告情報 I w の取得判定処理として、S 1 1 5 の説明における第一車両 2 a と第二車両 2 b とを逆に読み替えた処理を、実行する。そこで S 1 0 5 において、警告情報 I w を取得していないとの判定を第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 が下した場合には、第一車両 2 a での今回フローが終了する。

10

【 0 0 8 7 】

一方で S 1 0 5 において、警告情報 I w を取得したとの判定を第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 が下した場合には、第一車両 2 a での今回フローが S 1 0 6 , S 1 0 7 へ順次移行する。即ち S 1 0 6 , S 1 0 7 は、図 1 4 , 1 5 に示されるように第二車両 2 b において第一車両 2 a 以外の他道路ユーザ 3 との間のエンベロープ違反が認識されたにも関わらず、当該違反対象の他道路ユーザ 3 が第一車両 2 a において検知外であった場合には、警告情報 I w の取得にリアルタイムに対して応答して実行される。

20

【 0 0 8 8 】

図 1 6 に示されるように、S 1 0 6 において第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 は、警告情報 I w の記憶処理として、S 1 1 6 の説明における第一車両 2 a と第二車両 2 b とを逆に読み替えた処理を、実行する。S 1 0 7 において第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 は、エンベロープ違反の判定処理として、S 1 1 7 の説明における第一車両 2 a と第二車両 2 b とを逆に読み替えた処理を、実行する。

【 0 0 8 9 】

図 1 4 に示されるように第一車両 2 a では、拡張エンベロープ E e の範囲外且つモデルエンベロープ E m の範囲外に検知外の他道路ユーザ 3 の全体が存在している場合、エンベロープ違反は認識されない。そこで S 1 0 7 において、エンベロープ違反の無判定を第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 が下した場合には、第一車両 2 a での今回フローが終了する。

30

【 0 0 9 0 】

一方、図 1 5 に示されるように第一車両 2 a では、モデルエンベロープ E m の範囲外において、拡張エンベロープ E e の範囲内に検知外の他道路ユーザ 3 の少なくとも一部分が存在している場合、エンベロープ違反としての拡張エンベロープ違反が認識される。また、図示はないが第一車両 2 a では、拡張エンベロープ E e の範囲内のうち、モデルエンベロープ E m の範囲内に検知外の他道路ユーザ 3 の少なくとも一部分が存在している場合、エンベロープ違反としてのモデルエンベロープ違反が認識される。これらの認識のため、状況情報 I s 、又はそのうちの特にエンベロープ情報 I s e として、第二車両 2 b での違反対象である他道路ユーザ 3 に関する情報が、警告情報 I w に付加されているとよい。第二車両 2 b での違反対象である他道路ユーザ 3 に関する情報は、第一車両 2 a の通信系 6 を通じて、例えばリモートセンタ等から取得されてもよい。

40

【 0 0 9 1 】

そこで S 1 0 7 において、モデルエンベロープ違反及び拡張モデル違反のいずれかに関する有判定を、第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 が下した場合には、第一車両 2 a での今回フローが S 1 0 8 へ移行する。S 1 0 8 の第一車両 2 a においてリスク監視ブロック 1 4 0 は、制約設定処理として、S 1 1 8 の説明における第一車両 2 a と第二車両 2 b とを逆に読み替えた処理を、実行する。S 1 0 8 の実行が完了すると、第一車両 2 a

50

での今回フローが終了する。

【 0 0 9 2 】

以上説明したように、第一実施形態において第一車両 2 a の視点によると、ホスト移動体としての第一車両 2 a では、ターゲット移動体としての第二車両 2 b 以外の他道路ユーザ 3 との間での S O T I F を設定した安全エンベロープの、違反であるエンベロープが監視される。そこで、他道路ユーザ 3 との間でのエンベロープ違反が認識された場合に第一車両 2 a は、当該エンベロープ違反を警告する警告情報 I w を、第二車両 2 b へと送信するように生成する。これによれば、他道路ユーザ 3 に関して第一車両 2 a の警告するエンベロープ違反が第二車両 2 b においても共通認識され得るので、他道路ユーザに対する対応力の向上を促進することが可能となる。

10

【 0 0 9 3 】

一方、第一実施形態において第二車両 2 b の視点によると、ホスト移動体としての第二車両 2 b では、ターゲット移動体としての第一車両 2 a において第二車両 2 b 以外の他道路ユーザ 3 との間での S O T I F を設定した安全エンベロープの、違反であるエンベロープ違反を警告する警告情報 I w が、第一車両 2 a から取得される。そこで、警告情報 I w の取得に回答して第二車両 2 b では、他道路ユーザ 3 との間でのエンベロープ違反の有無が判定される。これによれば、他道路ユーザ 3 に関して第一車両 2 a の警告するエンベロープ違反が第二車両 2 b においても共通認識されて、エンベロープ違反の有無判定に反映され得るので、他道路ユーザに対する対応力の向上を促進することが可能である。

【 0 0 9 4 】

また、第一実施形態において第二車両 2 b の視点によると、ホスト移動体としての第二車両 2 b では、ターゲット移動体としての第一車両 2 a 以外の他道路ユーザ 3 との間での S O T I F を設定した安全エンベロープの、違反であるエンベロープが監視されることになる。そこで、他道路ユーザ 3 との間でのエンベロープ違反が認識された場合に第二車両 2 b は、当該エンベロープ違反を警告する警告情報 I w を、第一車両 2 a へと送信するように生成することにもなる。これによれば、他道路ユーザ 3 に関して第二車両 2 b の警告するエンベロープ違反が第一車両 2 a においても共通認識され得るので、他道路ユーザに対する対応力の向上を促進することが可能となる。

20

【 0 0 9 5 】

一方、第一実施形態において第一車両 2 a の視点によると、ホスト移動体としての第一車両 2 a では、ターゲット移動体としての第二車両 2 b において第一車両 2 a 以外の他道路ユーザ 3 との間での S O T I F を設定した安全エンベロープの、違反であるエンベロープ違反を警告する警告情報 I w が、第二車両 2 b から取得されることになる。そこで、警告情報 I w の取得に回答して第一車両 2 a では、他道路ユーザ 3 との間でのエンベロープ違反の有無が判定されることにもなる。これによれば、他道路ユーザ 3 に関して第二車両 2 b の警告するエンベロープ違反が第一車両 2 a においても共通認識されて、エンベロープ違反の有無判定に反映され得るので、他道路ユーザに対する対応力の向上を促進することが可能である。

30

【 0 0 9 6 】

(第二実施形態)

第二実施形態は、第一実施形態の変形例である。

40

【 0 0 9 7 】

図 1 8 , 1 9 にそれぞれ第一車両 2 a 及び第二車両 2 b の場合が示される第二実施形態の処理方法では、S 1 0 0 , S 1 1 0 の実行が省かれている。それに応じて処理方法では、第一車両 2 a での S 2 1 0 9 , S 2 1 2 0 , S 2 1 2 1 及び第二車両 2 b での S 2 1 1 9 , S 2 1 3 0 , S 2 1 3 1 が追加されている。

【 0 0 9 8 】

図 1 9 に示されるように、S 1 1 7 でのエンベロープ違反の無判定後にも S 1 1 8 の実行後にも、S 2 1 1 9 において第二車両 2 b のリスク監視ブロック 1 4 0 は、警告情報 I w の取得を第一車両 2 a へフィードバックするためのフィードバック情報 I f を、生成す

50

る。フィードバック情報 I f は、警告情報 I w の取得を第二車両 2 b から第一車両 2 a に対してプッシュ通知する、通知情報 I n を含んでいてもよい。フィードバック情報 I f は、S 1 0 3 の説明において第一車両 2 a と第二車両 2 b とを逆に読み替えた状況情報 I s が通知情報 I n に付加された、複合的な情報であってもよい。即ち状況情報 I s は、第二車両 2 b において設定された安全エンベロープに関するエンベロープ情報 I s e を、含んでいてもよい。

【 0 0 9 9 】

S 2 1 1 9 において生成された警告情報 I w は、第二車両 2 b のリスク監視ブロック 1 4 0 による通信系 6 の制御に従って、第二車両 2 b から第一車両 2 a へ送信可能となる。換言すれば、第二車両 2 b のリスク監視ブロック 1 4 0 は、警告情報 I w に対するフィードバック情報 I f を、警告情報 I w の取得に応答して第二車両 2 b から第一車両 2 a へとリアルタイムに送信するように、生成する。S 2 1 1 9 の実行が完了すると、第二車両 2 b での今回フローが終了する。

10

【 0 1 0 0 】

図 1 8 に示されるように、S 1 0 4 に続く S 2 1 2 0 において第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 は、警告情報 I w の送信から設定時間内において第二車両 2 b からのフィードバック情報 I f を、第一車両 2 a の通信系 6 を通じた受信により取得したか否かを、判定する。S 2 1 2 0 において、フィードバック情報 I f は取得されたとの判定を第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 が下した場合には、第一車両 2 a での今回フローが終了する。

20

【 0 1 0 1 】

こうした S 2 1 2 0 により第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 は、第二車両 2 b との共通認識が図られたことを、チェック可能となる。尚、S 2 1 2 0 において第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 は、フィードバック情報 I f の取得に応答して、当該取得に対応する警告情報 I w を第一車両 2 a のメモリ 1 0 から削除してもよい。あるいは S 2 1 2 0 において第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 は、S 1 0 4 の警告情報 I w に対応して取得されたフィードバック情報 I f を、第一車両 2 a のメモリ 1 0 に記憶してもよい。

【 0 1 0 2 】

一方で S 2 1 2 0 において、フィードバック情報 I f は取得されていないとの判定を第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 が下した場合には、第一車両 2 a での今回フローが S 2 1 2 1 へ移行する。S 2 1 2 1 において第一車両 2 a のリスク監視ブロック 1 4 0 は、違反対象の他道路ユーザ 3 が第二車両 2 b において検知外、又は当該他道路ユーザ 3 のエンベロープ違反が第二車両 2 b において認識外である可能性に対して、不合理なリスクを回避させるための制約を、第一車両 2 a の運動制御に対して設定する。リスク回避のための制約は、第一車両 2 a を最小リスク状態へと移行させるための制約を与える、第一車両 2 a の制御ブロック 1 6 0 に対する制限指令であってもよい。また、リスク回避のための制約は、第一車両 2 a の速度の制限、加速度の制限、及び第一車両 2 a が第二車両 2 b から遠ざかることのうち少なくとも一つの、軽微な制約であってもよい。このような制約設定処理は、例えば第二車両 2 b に処理システム 1 が非適用、又は第二車両 2 b に通信系 6 が非搭載等の要因により、第一車両 2 a が自らからの警告情報 I w の送信に対してフィードバック情報 I f を取得できなかった場合には、より安全側のリスク回避行動を可能にする。S 2 1 2 1 の実行が完了すると、第一車両 2 a での今回フローが終了する。尚、こうしてフィードバック情報 I f が取得されずに今回フローが終了した第一車両 2 a では、次回フローの S 1 0 2 においてもエンベロープ違反が継続している場合、次回フローの S 1 0 3 において警告情報 I w の生成及び送信が繰り返される。

30

40

【 0 1 0 3 】

ここまで、第二車両 2 b がフィードバック情報 I f の送信側且つ第一車両 2 a がフィードバック情報 I f の受信側となる場合を、説明した。続いて、第一車両 2 a がフィードバック情報 I f の送信側且つ第二車両 2 b がフィードバック情報 I f の受信側となる場合を

50

、説明する。

【0104】

図18に示されるように、S107でのエンベロープ違反の無判定後にもS108の実行後にも、S2109において第一車両2aのリスク監視ブロック140は、フィードバック情報Ifの生成処理として、S2119の説明における第一車両2aと第二車両2bとを逆に読み替えた処理を、実行する。S2109の実行が完了すると、第一車両2aでの今回フローが終了する。

【0105】

図19に示されるように、S114に続くS2130において第二車両2bのリスク監視ブロック140は、フィードバック情報Ifの取得判定処理として、S2120の説明における第一車両2aと第二車両2bとを逆に読み替えた処理を、実行する。そこでS2130において、フィードバック情報Ifは取得されたとの判定を第二車両2bのリスク監視ブロック140が下した場合には、第二車両2bでの今回フローが終了する。

10

【0106】

こうしたS2130により第二車両2bのリスク監視ブロック140は、第一車両2aとの共通認識が図られたことを、チェック可能となる。尚、S2130において第二車両2bのリスク監視ブロック140は、フィードバック情報Ifの取得に応答して、当該取得に対応する警告情報Iwを第二車両2bのメモリ10から削除してもよい。あるいはS2130において第二車両2bのリスク監視ブロック140は、S114の警告情報Iwに対応して取得されたフィードバック情報Ifを、第二車両2bのメモリ10に記憶して

20

【0107】

一方でS2130において、フィードバック情報Ifは取得されていないとの判定を第二車両2bのリスク監視ブロック140が下した場合には、第二車両2bでの今回フローがS2131へ移行する。S2131において第二車両2bのリスク監視ブロック140は、違反対象の他道路ユーザ3が第一車両2aにおいて検知外、又は当該他道路ユーザ3のエンベロープ違反が第一車両2aにおいて認識外である可能性に対する、リスク回避のための制約設定処理として、S2121の説明における第一車両2aと第二車両2bとを逆に読み替えた処理を、実行する。このような制約設定処理は、例えば第一車両2aに処理システム1が非適用、又は第一車両2aに通信系6が非搭載等の要因により、第二車両2bが自らの警告情報Iwの送信に対してフィードバック情報Ifを取得できなかった場合には、より安全側のリスク回避行動を可能にする。S2131の実行が完了すると、第二車両2bでの今回フローが終了する。尚、こうしてフィードバック情報Ifが取得されずに今回フローが終了した第二車両2bでは、次回フローのS112においてもエンベロープ違反が継続している場合、次回フローのS113において警告情報Iwの生成及び送信が繰り返される。

30

【0108】

このような第二実施形態では、第一車両2a及び第二車両2bの各リスク監視ブロック140を主体として、第一実施形態にS2109、S2120、S2121及びS2119、S2130、S2131のそれぞれ追加された処理方法が、実行される。故に、他道路ユーザに対する対応力の向上を促進することが可能である。

40

【0109】

(第三実施形態)

第三実施形態は、第一実施形態の変形例である。

【0110】

図20に示されるように第三実施形態の制御ブロック3160では、リスク監視ブロック140から安全エンベロープに関する判定情報の取得処理が、省かれている。そこで第三実施形態の計画ブロック3120は、リスク監視ブロック140から安全エンベロープに関する判定情報を取得する。計画ブロック3120は、エンベロープ違反なしとの判定情報を取得した場合に、計画ブロック120に準じて車両2の運転制御を計画する。一方

50

、エンベロープ違反ありとの判定情報を取得した場合に計画ブロック 3 1 2 0 は、計画ブロック 1 2 0 に準じた運転制御を計画する段階において、判定情報に基づく制約を当該運転制御に与える。即ち計画ブロック 3 1 2 0 は、計画する運転制御に対して制限を与える。いずれの場合においても、計画ブロック 3 1 2 0 により計画された車両 2 の運転制御を、制御ブロック 3 1 6 0 が実行する。

【 0 1 1 1 】

このような第三実施形態では、第一車両 2 a 及び第二車両 2 b の各リスク監視ブロック 1 4 0 を主体として、第一実施形態に準ずる処理方法がそれぞれ実行される。故に、他道路ユーザに対する対応力の向上を促進することが可能である。尚、ここまでの第三実施形態は、第二実施形態と組み合わせられてもよい。

10

【 0 1 1 2 】

(第四実施形態)

第四実施形態は、第三実施形態の変形例である。

【 0 1 1 3 】

図 2 1 に示されるように第四実施形態の計画ブロック 4 1 2 0 には、リスク監視ブロック 1 4 0 による機能がリスク監視サブブロック 4 1 4 0 として取り込まれている。計画ブロック 4 1 2 0 は、リスク監視サブブロック 4 1 4 0 によりエンベロープ違反なしとの判定情報を取得した場合に、計画ブロック 1 2 0 に準じて車両 2 の運転制御を計画する。一方、リスク監視サブブロック 4 1 4 0 によりエンベロープ違反ありとの判定情報を取得した場合に計画ブロック 4 1 2 0 は、計画ブロック 1 2 0 に準じた運転制御を計画する段階において、判定情報に基づく制約を当該運転制御に与える。即ち計画ブロック 4 1 2 0 は、計画する運転制御に対して制限を与える。いずれの場合においても、計画ブロック 4 1 2 0 により計画された車両 2 の運転制御を、制御ブロック 3 1 6 0 が実行する。

20

【 0 1 1 4 】

このような第四実施形態では、第一車両 2 a 及び第二車両 2 b の各リスク監視サブブロック 4 1 4 0 を主体として、第一実施形態に準ずる処理方法がそれぞれ実行される。故に、他道路ユーザに対する対応力の向上を促進することが可能である。尚、ここまでの第四実施形態は、第二実施形態と組み合わせられてもよい。

【 0 1 1 5 】

(第五実施形態)

第五実施形態は、第一実施形態の変形例である。

30

【 0 1 1 6 】

図 2 2 に示されるように第五実施形態の制御ブロック 5 1 6 0 では、リスク監視ブロック 5 1 4 0 から安全エンベロープに関する判定情報の取得処理が、省かれている。そこで第四実施形態のリスク監視ブロック 5 1 4 0 は、車両 2 に対して制御ブロック 5 1 6 0 により実行された運転制御の結果を表す情報を、取得する。リスク監視ブロック 5 1 4 0 は、運転制御の結果に対してエンベロープ違反の判定を実行することにより、当該運転制御を評価する。

【 0 1 1 7 】

このような第五実施形態では、第一車両 2 a 及び第二車両 2 b の各リスク監視ブロック 5 1 4 0 を主体として、第一実施形態に準ずる処理方法がそれぞれ実行される。故に、他道路ユーザに対する対応力の向上を促進することが可能である。尚、ここまでの第五実施形態は、第二実施形態と組み合わせられてもよい。但し、第五実施形態が第二実施形態と組み合わせられる場合、S 2 1 2 1 , S 2 1 3 1 では、設定された制約に基づく運転制御の評価が実行される。

40

【 0 1 1 8 】

(第六実施形態)

第六実施形態は、第一実施形態の変形例である。

【 0 1 1 9 】

図 2 3 , 2 4 に示されるように第六実施形態には、制御ブロック 1 6 0 による運転制御

50

を、例えば安全性認可用等にテストするテストブロック 6 1 8 0 が、追加されている。テストブロック 6 1 8 0 には、検知ブロック 1 0 0 及びリスク監視ブロック 1 4 0 に準ずる機能が、与えられる。テストブロック 6 1 8 0 は、各ブロック 1 0 0 , 1 2 0 , 1 4 0 , 1 6 0 を構築する処理プログラムに追加されるテストプログラムを、図 2 3 に示される処理システム 1 が実行することにより、構築されてもよい。テストブロック 6 1 8 0 は、各ブロック 1 0 0 , 1 2 0 , 1 4 0 , 1 6 0 を構築する処理プログラムとは異なるテスト用の処理プログラムを、図 2 4 に示されるように処理システム 1 とは異なるテスト用の処理システム 6 0 0 1 が実行することにより、構築されてもよい。ここでテスト用の処理システム 6 0 0 1 は、運転制御をテストするために処理システム 1 と接続される（通信系 6 を通じた接続の場合の図示は省略）、メモリ 1 0 及びプロセッサ 1 2 を有した少なくとも一つの専用コンピュータにより、構成されるとよい。

10

【 0 1 2 0 】

このような第六実施形態では、第一車両 2 a 及び第二車両 2 b の各テストブロック 6 1 8 0 を主体として、第一実施形態に準ずる処理方法がそれぞれ実行される。故に、他道路ユーザに対する対応力の向上を促進することが可能である。尚、ここまでの第六実施形態は、第二実施形態と組み合わせられてもよい。但し、第六実施形態が第二実施形態と組み合わせられる場合、S 2 1 2 1 , S 2 1 3 1 では、設定された制約に基づくことにより、テストとしての運転制御の評価が実行される。

（他の実施形態）

【 0 1 2 1 】

以上、複数の実施形態について説明したが、本開示は、それらの実施形態に限定して解釈されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲内において種々の実施形態及び組み合わせに適用することができる。

20

【 0 1 2 2 】

変形例において処理システム 1 を構成する専用コンピュータは、デジタル回路、及びアナログ回路のうち、少なくとも一方をプロセッサとして含んでいてもよい。ここでデジタル回路とは、例えば A S I C (Application Specific Integrated Circuit)、F P G A (Field Programmable Gate Array)、S O C (System on a Chip)、P G A (Programmable Gate Array)、及び C P L D (Complex Programmable Logic Device) 等のうち、少なくとも一種類である。またこうしたデジタル回路は、プログラムを記憶したメモリを、有していてもよい。

30

【 0 1 2 3 】

変形例の処理方法において S 1 0 2 , S 1 0 7 , S 1 1 2 , S 1 1 7 では、安全エンベロップとしてのモデルエンベロップ E m 及び拡張エンベロップ E e のうち、一方のみに関してエンベロップ違反の有無が判定されてもよい。この場合の処理方法において S 1 0 1 , S 1 1 0 では、エンベロップ違反の判定対象となる、モデルエンベロップ E m 又は拡張エンベロップ E e を包含する範囲に、安全エンベロップの監視範囲が設定されるとよい。

【 0 1 2 4 】

変形例の処理方法では、S 1 0 4 , S 1 1 4 による警告情報 I w の記憶処理が省かれてもよい。変形例の処理方法では、S 1 0 6 , S 1 1 6 による警告情報 I w の記憶処理が省かれてもよい。変形例の処理方法では、第二実施形態に準じて第一実施形態においても、S 1 0 0 , S 1 1 0 による相互認証処理が省かれてもよい。

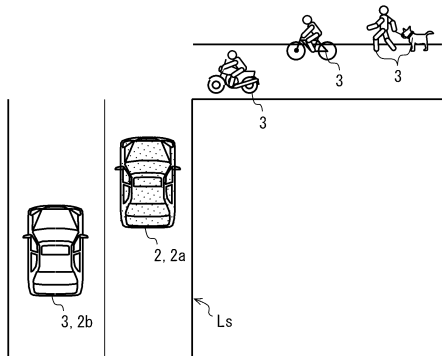
40

【 図 5 】

用語	説明
ユーザー (user)	ユーザーは、「運転自動化での人間の役割を示す一般用語」と定義されてもよい。
フォールバック準備ユーザー (fallback ready user)	フォールバック準備ユーザーは、「必要に応じて、および定義された非運転の業務に通じた時間内に、DDTフォールバックを実行するために、車両を操作することができ、介入することができるユーザー」と定義されてもよい。
道路ユーザー (road user)	道路ユーザーは、「歩道およびその他の隣接するスペースを含む道路を使用する人」と定義されてもよい。
脆弱な道路ユーザー (vulnerable road user, VRU)	道路ユーザーは、歩行者、サイクリスト、他のVRU、および車両（例えば人間が運転する自動車、ADSを装備した車両）を含むものであってもよい。
脆弱性のない道路ユーザー (non vulnerable road user)	脆弱な道路ユーザーは、「モーターサイクリスト、サイクリスト、歩行者、障害をもつ、または移動性と方向性が低下している人など、保護されていない道路ユーザー」と定義されてもよい。
他の道路ユーザー (other road user)	脆弱性のない道路ユーザーは、「他の車両、トラック、建築機械として構築機械のユーザーなど」の保護された道路ユーザー」と定義されてもよい。
反応時間 (response time)	他の道路ユーザーは、「自分が自動車の役割をもたない、脆弱な道路ユーザーまたは脆弱でない道路ユーザー」と定義されてもよい。
	反応時間は、「与えられたシナリオでの特定の刺激を原因として、道路ユーザーが適切な応答（ブレーキング/加速/停止など）を開始するのにかかる時間」と定義されてもよい。

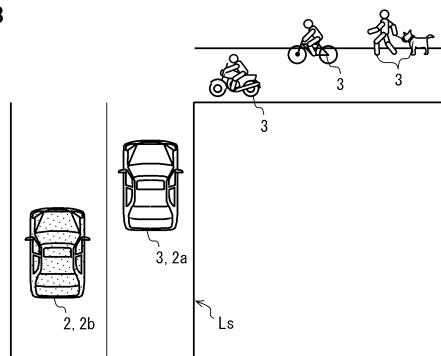
【 図 7 】

図 7



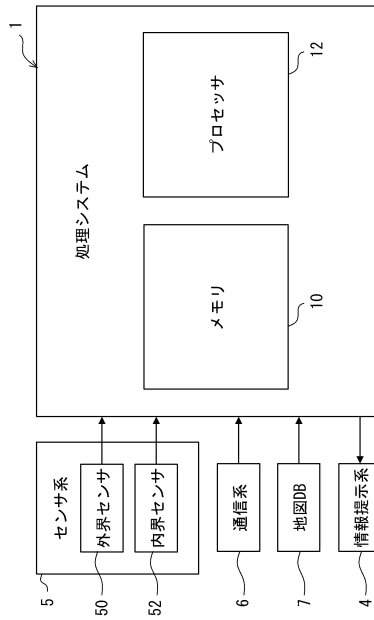
【 図 8 】

図 8

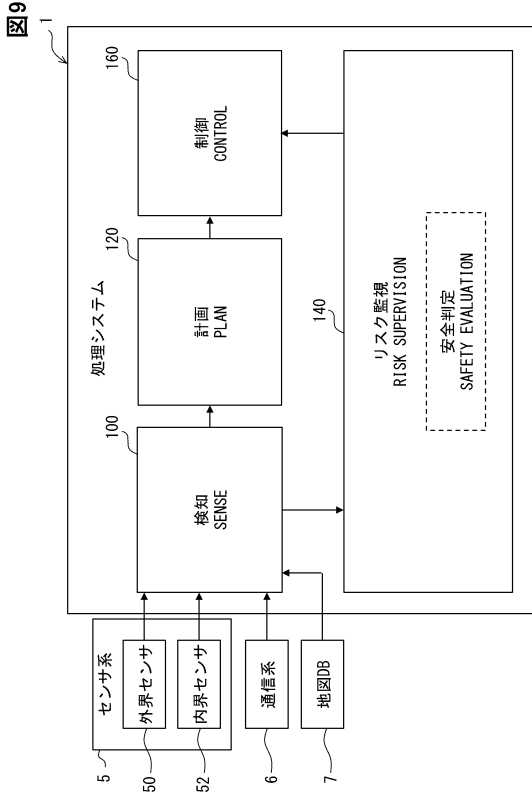


【 図 6 】

図 6

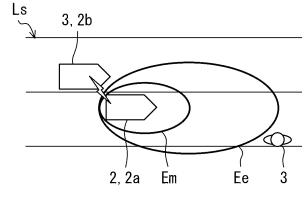


【図9】



【図10】

図10

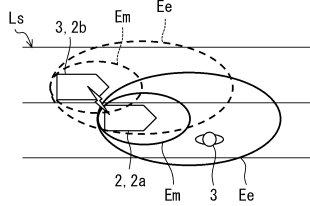


10

20

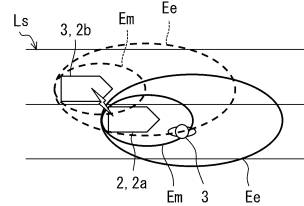
【図11】

図11



【図12】

図12

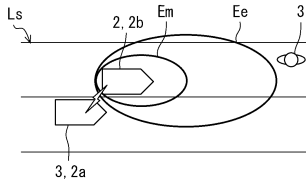


30

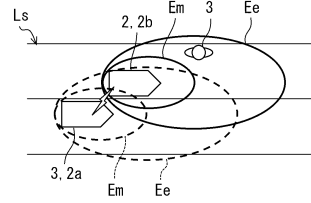
40

50

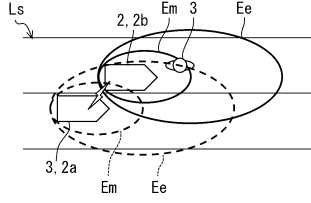
【図13】
図13



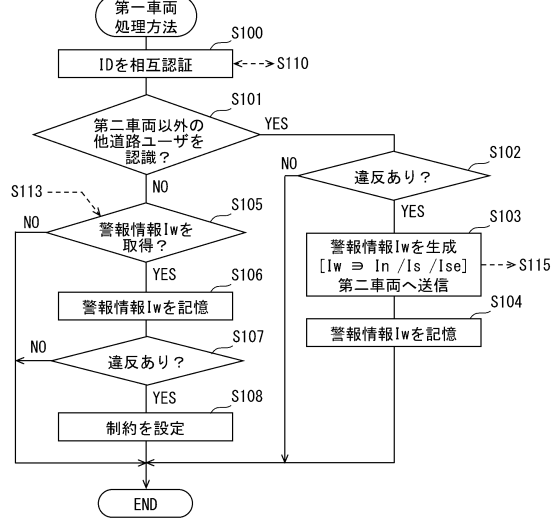
【図14】
図14



【図15】
図15



【図16】
図16



10

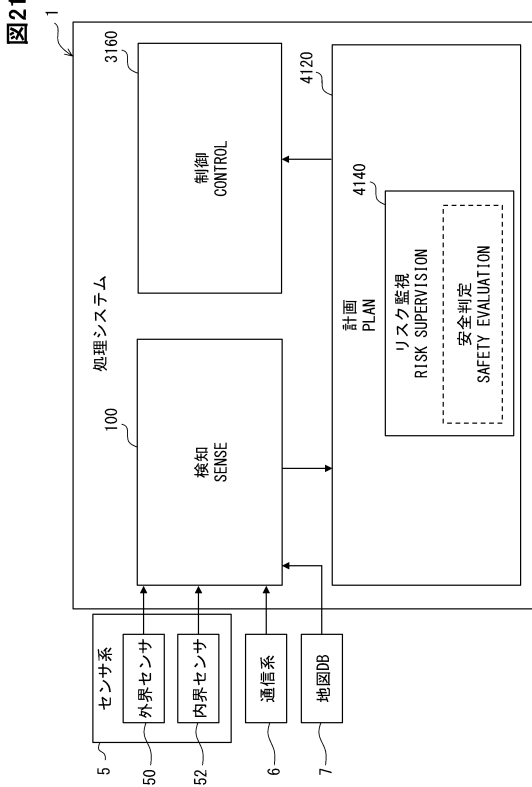
20

30

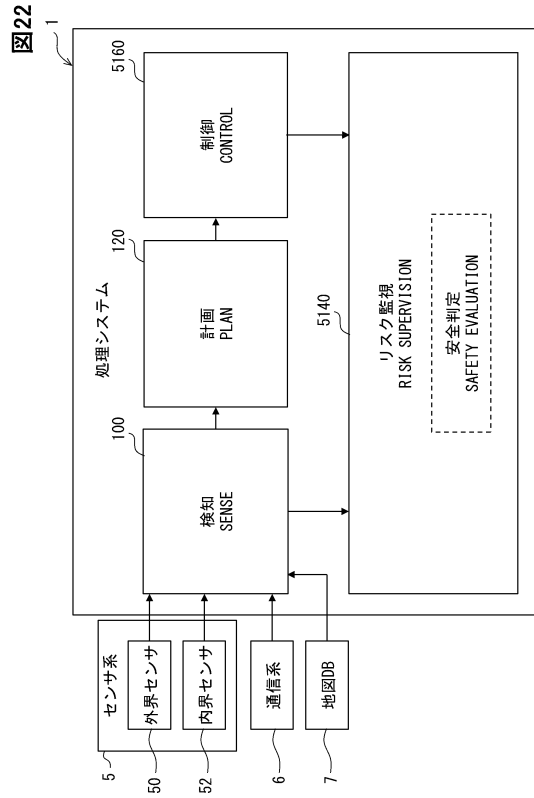
40

50

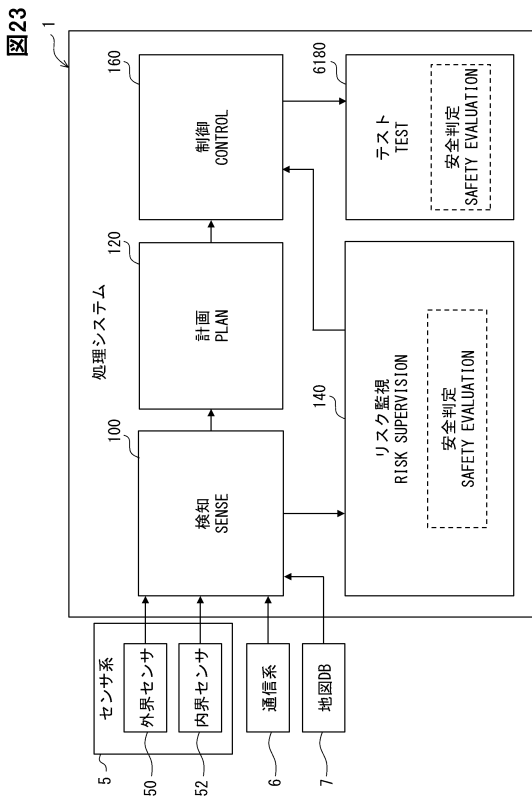
【図21】



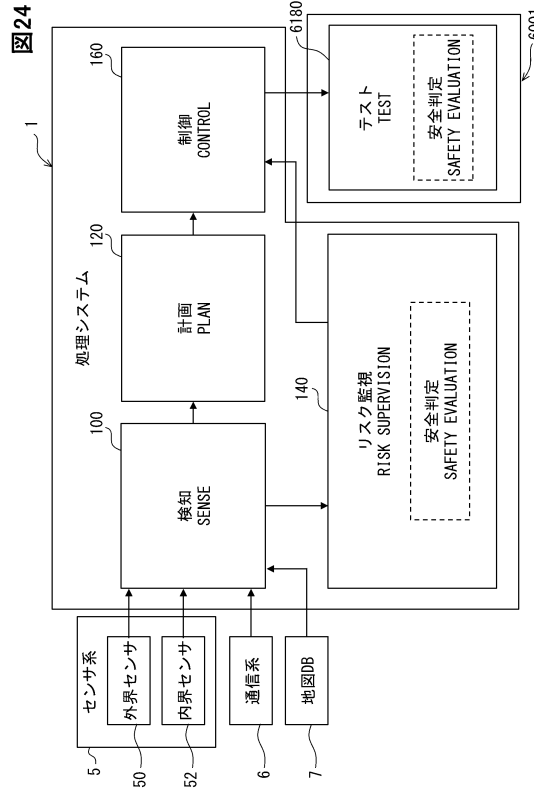
【図22】



【図23】



【図24】



フロントページの続き

審査官 鶴江 陽介

- (56)参考文献 特開平10-250510(JP,A)
特開2019-109795(JP,A)
特開2009-059200(JP,A)
特開2002-168640(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B60W 30/00 - 60/00
G08G 1/00 - 1/16