(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2019-31277
(P2019-31277A)
(43)公開日　平成31年2月28日(2019.2.28)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
B60W 30/09	(2012.01)	B60W	30/09		3D241
G08G 1/16	(2006.01)	G08G	1/16	C	3D246
B60W 30/095	(2012.01)	B60W	30/095		5H181
B60W 40/107	(2012.01)	B60W	40/107		
B60W 40/109	(2012.01)	B60W	40/109		

審査請求 有　請求項の数 18　ＯＬ　（全 22 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2018-149336 (P2018-149336)
(22)出願日　平成30年8月8日 (2018.8.8)
(31)優先権主張番号　15/673339
(32)優先日　平成29年8月9日 (2017.8.9)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(71)出願人　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号
(74)代理人　110001689
青稜特許業務法人
(72)発明者　横山　篤
アメリカ合衆国カリフォルニア州９５０５４　サンタクララ、スコットブルバード３３１５

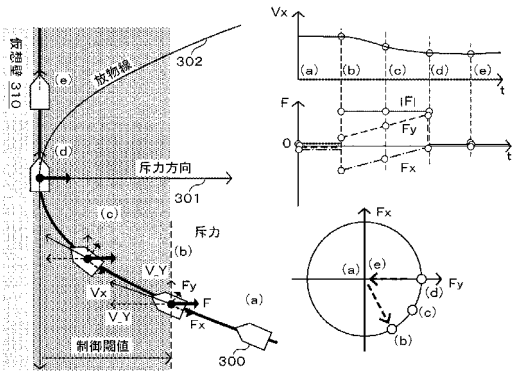
Ｆターム(参考)　3D241 BA32 BA33 BA60 BB01 BB16 CC02 CC09 CC17 CD10 CE04 CE05 CE09 DB01Z DB02Z DB12Z DB20Z DB32Z DC05Z DC07Z DC18Z DC25Z DC26Z DC31Z DC33Z DC35Z DC37Z DC39Z DC40Z DC41Z DC50Z

最終頁に続く

(54)【発明の名称】衝突回避方法、車載コンピュータ及び車載コンピュータが搭載される車両

(57)【要約】
【課題】
多種多様な衝突シナリオに対処し、制御閾値を設定する際に、衝突回避方法が物理学的、かつ、数学的に複雑化しない、衝突回避方法を提供する。
【解決手段】
衝突回避方法は、車両のセンサから検知された１つ以上の障害物に対し１つ以上の仮想壁を投影するステップであって、１つ以上の仮想壁それぞれが、斥力と連関するステップと、車両が、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁に対し閾値距離内にあるように、かつ、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁と衝突するよう判定された軌道にあるようにするステップと、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁の斥力から車両上の横力及び長さ方向力を求めるステップと、横力から車両のためのステアリング制御を判定するステップと、長さ方向力から車両のための減速制御を判定するステップと、ステアリング制御及び減速制御に基づく車両の制御を連関せしめるステップとを有する。
【選択図】　図３

図３



【特許請求の範囲】
【請求項１】
車両のセンサから検知された１つ以上の障害物に対し１つ以上の仮想壁を投影するステップであって、前記１つ以上の仮想壁それぞれが、斥力と連関するステップと、
前記車両が、前記１つ以上の仮想壁の或る仮想壁に対し閾値距離内にあるように、かつ、前記１つ以上の仮想壁の前記或る仮想壁と衝突するよう判定された軌道にあるようにするステップと、
前記１つ以上の仮想壁の前記或る仮想壁の前記斥力から前記車両上の横力及び長さ方向力を求めるステップと、
前記横力から前記車両のためのステアリング制御を判定するステップと、
前記長さ方向力から前記車両のための減速制御を判定するステップと、
前記ステアリング制御及び前記減速制御に基づく前記車両の制御を連関せしめるステップと、
を有することを特徴とする衝突回避方法。
【請求項２】
前記横力からの前記車両のための前記ステアリング制御を判定するステップは、前記横力からのステアリング制御を利用して前記車両のための１つ以上の曲線軌道をトレースすることを特徴とする、請求項１記載の衝突回避方法。
【請求項３】
前記１つ以上の曲線軌道は、放物線軌道及びクロソイド軌道の少なくとも一方から成ることを特徴とする、請求項２記載の衝突回避方法。
【請求項４】
前記１つ以上の曲線軌道は、少なくとも２つの曲線軌道から成り、前記少なくとも２つの曲線軌道は、各々、線形対称放物線軌道及び線形対称クロソイド軌道の少なくとも一方であって、前記少なくとも２つの曲線軌道は、互いに接し合っていることを特徴とする、請求項２記載の衝突回避方法。
【請求項５】
前記減速力は、前記１つ以上の曲線軌道の各々のジョイントにおいて、絶え間なく変化することを特徴とする、請求項２記載の衝突回避方法。
【請求項６】
前記車両のセンサから検知された前記１つ以上の障害物に対し、前記１つ以上の仮想壁を投影するステップは、車両速度、斥力及び距離オフセット量に基づき実行されることを特徴とする、請求項１記載の衝突回避方法。
【請求項７】
車両のセンサから検知された１つ以上の障害物に対し１つ以上の仮想壁を投影する車載コンピュータであって、
前記車載コンピュータは、
前記１つ以上の仮想壁それぞれが、斥力と連関させ、
前記車両が、前記１つ以上の仮想壁の或る仮想壁に対し閾値距離内にあるように、かつ、前記１つ以上の仮想壁の前記或る仮想壁と衝突するよう判定された軌道にあるようにし、
前記１つ以上の仮想壁の前記或る仮想壁の前記斥力から前記車両上の横力及び長さ方向力を求め、
前記横力から前記車両のためのステアリング制御を判定し、
前記長さ方向力から前記車両のための減速制御を判定し、
前記ステアリング制御及び前記減速制御に基づく前記車両の制御を連関せしめる、ことを特徴とする車載コンピュータ。
【請求項８】
前記プロセッサは、前記横力からの前記ステアリング制御を利用して、前記車両のための１つ以上の曲線軌道をトレースすることで前記横力からの前記車両のための前記ステア

リング制御を判定する構成とすることを特徴とする、請求項７記載の車載コンピュータ。
【請求項９】
前記１つ以上の曲線軌道は、放物線軌道及びトロコイダル軌道の少なくとも一方から成ることを特徴とする、請求項８記載の車載コンピュータ。
【請求項１０】
前記１つ以上の曲線軌道は、少なくとも２つの曲線軌道から成り、前記少なくとも２つの曲線軌道は、各々、線形対称放物線軌道及び線形対称トロコイダル軌道の少なくとも一方であって、前記少なくとも２つの曲線軌道は、互いに接し合っていることを特徴とする、請求項８記載の車載コンピュータ。
【請求項１１】
前記減速力は、前記１つ以上の曲線軌道の各々のジョイントにおいて、絶え間なく変化することを特徴とする、請求項８記載の車載コンピュータ。
【請求項１２】
前記プロセッサは、車両速度、斥力及び距離オフセット量に基づき、前記車両のセンサから検知された前記１つ以上の障害物に対し前記１つ以上の仮想壁を投影する構成とすることを特徴とする、請求項７記載の車載コンピュータ。
【請求項１３】
複数のセンサと、
前記複数のセンサから検知された１つ以上の障害物に対し１つ以上の仮想壁を投影するプロセッサとを有する車両であって、
前記プロセッサは、前記複数のセンサが搭載された車両に搭載され、
前記１つ以上の仮想壁それぞれが、斥力と連関し、
前記複数のセンサが搭載された車両が、前記１つ以上の仮想壁の或る仮想壁に対し閾値距離内にあるように、かつ、前記１つ以上の仮想壁の前記或る仮想壁と衝突するよう判定された軌道にあるようにする制御し、
前記１つ以上の仮想壁の前記或る仮想壁の前記斥力から前記車両上の横力及び長さ方向力を求め、
前記横力から前記車両のためのステアリング制御を判定し、
前記長さ方向力から前記車両のための減速制御を判定し、
前記ステアリング制御及び前記減速制御に基づく前記車両の制御を連関せしめる、ことを特徴とする車両。
【請求項１４】
前記プロセッサは、前記横力からの前記ステアリング制御を利用して、前記車両のための１つ以上の曲線軌道をトレースすることで前記横力からの前記車両のための前記ステアリング制御を判定する構成とすることを特徴とする、請求項１３記載の車両。
【請求項１５】
前記１つ以上の曲線軌道は、放物線軌道及びクロソイド軌道の少なくとも一方から成ることを特徴とする、請求項１４記載の車両。
【請求項１６】
前記１つ以上の曲線軌道は、少なくとも２つの曲線軌道から成り、前記少なくとも２つの曲線軌道は、各々、線形対称放物線軌道及び線形対称クロソイド軌道の少なくとも一方であって、前記少なくとも２つの曲線軌道は、互いに接し合っていることを特徴とする、請求項１４記載の車両。
【請求項１７】
前記減速力は、前記１つ以上の曲線軌道の各々のジョイントにおいて、絶え間なく変化することを特徴とする、請求項１４記載の車両。
【請求項１８】
前記プロセッサは、車両速度、斥力及び距離オフセット量に基づき、前記車両のセンサから検知された前記１つ以上の障害物に対し前記１つ以上の仮想壁を投影する構成とすることを特徴とする、請求項１３記載の車両。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、車両を手動で運転（例えば、ドライバーによる運転）あるいは自動で運転（例えば、制御システムにより運転）中、路肩、ガードレール、カーブ、他車両及び歩行者等の障害物に衝突することを防止する制御方法と制御システムに関する。本発明は、特に、衝突回避機能のための軌道画定と力学制御に関する。
【背景技術】
【０００２】
衝突回避制御は、安全にとり重要な機能と見なされることから、衝突回避制御を起動するための閾値と物理的理由をベースとして操作される。衝突回避のための最も単純な軌道画定機能の一つとして、従来は図１に示されるような２つの制御モード、即ち、直線制動及び制動を伴わない平行レーン変更に関するものがある。このような従来に基づく衝突回避方法は、自動車エンジニアにとっては物理学的に理解しやすく、また、能動制御を発動するための閾値決定が楽である。しかしながら、このような従来の衝突回避方法は、直線道路状況と平行レーン変更に適用されるため、多種多様な衝突シナリオについては柔軟性に乏しいことがある。制御開始位置から障害物までの距離は、レーン変更の間制動力を伴う他の方法に比べ長くなりがちである。
【０００３】
より複雑なシナリオを解決するための軌道探索方法がある。特許文献１は、複数の第１次軌道と複数の第２次軌道を設定して、回避ラインを選択する。このような特許文献１に基づく方法は、直線道路に比べより複雑なシナリオにおいて回避軌道を決定できる一方、自動車エンジニアとっても物理学的に理解しやすい。しかしながら、この特許文献１に基づく方法にあっては、同じく、制動力を考慮に入れておらず、制御開始位置から障害物までの距離が、制動力を考慮に入れた制御に比べ長くなる可能性がある。
【０００４】
別の従来技術において、衝突回避のためのＭＰＣ（モデル予測制御）がある。この日特許文献１に記載の衝突回避方法は、当該ＭＰＣにより、非線形物理現象を算定可能であるため、複雑な衝突シナリオの場合の最適軌道を目的に、解決法を示すことができる。当該非特許文献１に基づくシステムが衝突距離を従来の目的関数として設定する場合、この衝突距離は、他の条件に比べ素早く算定できる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】米国特許第８９３５０８８号明細書
【非特許文献】
【０００６】
【非特許文献１】ＧＡＯ, Togo.et.al.,“Spatial Predictive Control for Agile Semi-Autonomous Ground Vehicles”AVEC’12.
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
しかしながら、当該従来技術に基づく衝突回避方法により算定された結果は、最適軌道が非線形状態方程式と複数の目的関数を使って算定されるため、自動車エンジニアにとっては物理学的に理解しがたい場合がある。従って、当該従来技術に基づく衝突回避方法では、各障害物に対し制御位置閾値を明確に定義することが困難な場合があり、この最適化算定が複雑な状況には結びつかない結果となる場合がある。
【０００８】
本発明は、多種多様な衝突シナリオに対処し、制御閾値を設定する際に、衝突回避方法が物理学的、かつ、数学的に複雑化しないようにする、衝突回避方法、車載コンピュータ

及び車載コンピュータが搭載される車両を、提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００９】
上記課題を解決するために、本発明の衝突回避方法は、その一例を挙げるならば、車両のセンサから検知された１つ以上の障害物に対し１つ以上の仮想壁を投影するステップであって、１つ以上の仮想壁それぞれが、斥力と連関するステップと、車両が、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁に対し閾値距離内にあるように、かつ、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁と衝突するよう判定された軌道にあるようにするステップと、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁の斥力から車両上の横力及び長さ方向力を求めるステップと、横力から車両のためのステアリング制御を判定するステップと、長さ方向力から車両のための減速制御を判定するステップと、ステアリング制御及び減速制御に基づく車両の制御を連関せしめるステップとを有する。
【００１０】
上記課題を解決するために、本発明の車載コンピュータは、その一例を挙げるならば、車両のセンサから検知された１つ以上の障害物に対し１つ以上の仮想壁を投影する車載コンピュータ（ＯＢＣ)であって、車載コンピュータは、１つ以上の仮想壁それぞれが、斥力と連関させ、車両が、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁に対し閾値距離内にあるように、かつ、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁と衝突するよう判定された軌道にあるようにし、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁の斥力から車両上の横力及び長さ方向力を求め、横力から車両のためのステアリング制御を判定し、長さ方向力から車両のための減速制御を判定し、ステアリング制御及び減速制御に基づく車両の制御を連関せしめる。
【００１１】
上記課題を解決するために、本発明の衝突回避を備えた車両は、その一例を挙げるならば、複数のセンサと、複数のセンサから検知された１つ以上の障害物に対し１つ以上の仮想壁を投影するプロセッサとを有する車両であって、プロセッサは、複数のセンサが搭載された車両に搭載され、１つ以上の仮想壁それぞれが、斥力と連関し、複数のセンサが搭載された車両が、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁に対し閾値距離内にあるように、かつ、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁と衝突するよう判定された軌道にあるようにする制御し、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁の斥力から車両上の横力及び長さ方向力を求め、横力から車両のためのステアリング制御を判定し、長さ方向力から車両のための減速制御を判定し、ステアリング制御及び減速制御に基づく車両の制御を連関せしめる。
【発明の効果】
【００１２】
本発明によれば、多種多様な衝突シナリオに対処し、制御閾値を設定する際に、衝突回避方法が物理学的、かつ、数学的に複雑化しない、衝突回避方法、車載コンピュータ及び車載コンピュータが搭載される車両を提供することができる。
【図面の簡単な説明】
【００１３】
【図１】従来技術に基づく実施の態様における平行レーン変更乃至直線制動制御を例示する図である。
【図２】本実施例に基づく衝突回避システムを備えた車両を例示する図である。
【図３】本実施例に基づく仮想壁からの斥力を利用した基本的衝突回避制御を例示する図である。
【図４】本実施例に基づく斥力制御例を示す図である。
【図５】本実施例に基づく二方向斥力の適用例を示す図である。
【図６】本実施例に基づく２方向斥力を利用した緊急レーン変更を例示する図である。
【図７】本実施例に基づく二方向衝突回避の適用例を示す図である。
【図８】円形仮想壁に印加される斥力の例を示す図である。
【図９】曲線道路に印加される斥力の例を示す図である。
【図１０】本実施例に基づく障害物への仮想壁の投影に基づき車両を制御するためのフロ

ー例を示す図である。
【図１１】本実施例に基づく仮想壁を投影するための関数例を示す図である。
【図１２】本実施例に基づく仮想壁を投影するための関数例を示す図である。
【図１３】車載コンピュータ（ＯＢＤ)に基づく機器等演算装置例を備えた演算環境例を例示する図である。
【発明を実施するための形態】
【００１４】
以下、本願の図面及び実施例について詳細に説明する。明瞭性のため、図面間の冗長な構成要素の符号並びに説明は割愛する。以下の説明において使用される用語は一例として挙げられるもので、この用語に限定されるものではない。例えば、用語「自動」は、本実施例のある態様に関するユーザー側制御乃至管理者側制御関連の全自動乃至半自動態様を含み、本願の実施態様を実施に移す当業者の所望の態様に依拠するものである。全自動乃至半自動の選択は、ユーザーインターフェース乃至その他の入力手段を介して実行でき、あるいは、所望のアルゴリズムを利用して実行できる。以下詳細に説明する本実施例は、単独若しくはその組合せにおいて利用可能で、また、本実施例の機能面は所望の態様に基づく手段を介して実行可能である。
【００１５】
衝突回避制御は、安全にとり重要な機能であることから、本実施例に基づくシステムにより、制御起動のための明確な閾値と物理的理由が設定されることは有益といえる。現行の従来技術に基づく直線制動と平行レーン変更処置間の切替手法は、多種多様な衝突事象には十分な柔軟性を持つとは言えず、また、制御開始位置から障害物までの距離は、レーン変更の間、制動力を利用しないため、他の従来技術に基づく衝突回避方法に比べ長くなる可能性がある。ＭＰＣ等他の従来技術に基づく代替衝突回避方法は、最適軌道が各ステップで、非線形状態方程式及び複数の目的関数を利用して算定されるため、自動車エンジニアにとっては物理学的に理解しにくい可能性がある。上述した従来技術に基づく衝突回避方法は、各障害物に対する制御閾値を明確に定義する困難性を伴う場合がある。
【００１６】
本発明に基づく実施例は、二次元平面での理解しやすく、かつ、解を得やすい制御アルゴリズムを利用しながらも、多種多様な運転事例及び衝突事例に絡んだシナリオを処理する構成とする。
【００１７】
本実施例は、自車を制御するシステムと方法に関し、直線壁乃至曲面状壁からの垂直斥力に対する車両の動きとして算定され、また、連接される一方、ジョイントでの位置により微分可能な複数の曲線軌道をトレースする自車制御システムとその方法に関する。本実施例において、斥力は、車両の減速力及び横力として作用する。二次元力は減速力を含むため、潜在的衝突までの距離は、減速力を利用しない従来技術に基づく衝突回避方法に比べ短めとなる。直線壁乃至曲面状壁は両横面に設定可能であるため、直線減速制御及びカーブ減速制御の組合せを含み、通常のアルゴリズムを多種多様な衝突シナリオに適用可能である。
【００１８】
曲線軌道は、放物線乃至クロソイドとして定義でき、単純な幾何学状カーブを含み、制御開始のための閾値を幾何学的に決定できる。２つの曲線軌道が、互いに接し合う線対称の放物線乃至クロソイドを含む場合、本実施例に基づくシステムは、対称幾何を利用して曲線軌道を算定できる。
【００１９】
減速力は、このような曲線軌道のジョイントにおいて絶え間なく変化するため、横方向変更の間、車両のモーションを抑制できる。
【００２０】
以下に詳述する本実施例は、高度に信頼のおける柔軟性を有する衝突回避制御を提供可能である。以下に詳述するアルゴリズムは、人工知能（ＡＩ）ベースの制御アルゴリズム

と故障に対するバックアップとを組み合わせることができ、これにより、ＡＩ技術の先進運転乃至先進運転支援システム（ＡＤ/ＡＤＡＳ）コントローラへの埋め込みを簡易化できる。また、この衝突回避制御方法は、ＶＭＣ（車両モーションコントローラ）にも適用可能である。

【００２１】

二次元力は、減速力を含むことから、潜在的衝突までの距離は、減速力を伴わない従来技術に基づく衝突回避方法に比べ本実施例では短めとなる。直線壁乃至曲面状壁は、何れの方向でも設定可能なことから、本実施例に記載の同じアルゴリズムを、直線減速制御及びカーブ減速制御の組合せを含み、多種多様な衝突シナリオに適用可能である。

【００２２】

本実施例において、曲線軌道は、単純な幾何カーブである放物線乃至クロソイドとして定義でき、制御開始のための閾値は、幾何学的に決定できる。２つの曲線軌道が、互いに接し合う線対称放物線乃至クロソイドの設計上の一部である場合、本実施例は、対称幾何を利用することで曲線軌道を算定できる。

【００２３】

本発明に開示の態様として、車両センサから検知された１つ以上の障害物に対し１つ以上の仮想壁を投影するステップであって、この１つ以上の仮想壁を各々斥力と連関するステップと、車両が、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁に対し閾値距離内にあり、かつ、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁と衝突すると判定された軌道にあるようにするため、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁の斥力から車両上の横力及び長さ方向力を求めるステップと、横力から車両のためのステアリング制御を判定するステップと、長さ方向力から車両のための減速制御を判定するステップと、ステアリング制御と減速制御に基づく車両の制御を連関せしめるステップとを含む衝突回避方法を開示する。

【００２４】

本発明に開示の態様として、車両センサから検知された１つ以上の障害物に対し１つ以上の仮想壁を投影する命令であって、この１つ以上の仮想壁を各々斥力と連関する命令と、車両が、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁に対し閾値距離内にあり、かつ、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁と衝突すると判定された軌道にあるようにするため、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁の斥力から車両上の横力及び長さ方向力を求める命令と、横力から車両のためのステアリング制御を判定する命令と、長さ方向力から車両のための減速制御を判定する命令と、ステアリング制御と減速制御に基づく車両の制御を連関せしめる命令とを記憶する非一過性コンピュータ読出可能媒体を開示する。

【００２５】

本発明に開示の態様として、車両センサから検知された１つ以上の障害物に対し１つ以上の仮想壁を投影する手段であって、この１つ以上の仮想壁を各々斥力と連関する手段と、車両が、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁に対し閾値距離内にあり、かつ、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁と衝突すると判定された軌道にあるようにするため、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁の斥力から車両上の横力及び長さ方向力を求める手段と、横力から車両のためのステアリング制御を判定する手段と、長さ方向力から車両のための減速制御を判定する手段と、ステアリング制御と減速制御に基づく車両の制御を連関せしめる手段とを含むシステムを開示する。

【００２６】

本発明に開示の態様として、車両センサから検知された１つ以上の障害物に対し１つ以上の仮想壁を投影する構成であって、この１つ以上の仮想壁を各々斥力と連関する構成とし、車両が、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁に対し閾値距離内にあり、かつ、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁と衝突すると判定された軌道にあるようにするため、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁の斥力から車両上の横力及び長さ方向力を求める構成とし、横力から車両のためのステアリング制御を判定する構成とし、長さ方向力から車両のための減速制御を判定する構成とし、ステアリング制御と減速制御に基づく車両の制御を連関せしめる構成としたプロセッサを含む車両用車載コンピュータ（ＯＢＣ）を開示する。

【００２７】
本発明に開示の態様として、複数のセンサと、複数のセンサから検知された１つ以上の障害物に対し１つ以上の仮想壁を投影する構成であって、この１つ以上の仮想壁を各々斥力と連関する構成とし、車両が、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁に対し閾値距離内にあり、かつ、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁と衝突すると判定された軌道にあるようにするため、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁の斥力から車両上の横力及び長さ方向力を求める構成とし、横力から車両のためのステアリング制御を判定する構成とし、長さ方向力から車両のための減速制御を判定する構成とし、ステアリング制御と減速制御に基づく車両の制御を連関せしめる構成としたプロセッサとを含む車両を開示する。
【００２８】
図２は、本実施例に基づく衝突回避システムを備える車両を例示する。コントローラ１は、マップシステム６に接続され、このマップシステム６から信号を受信する。この信号は、設定ルート、マップデータ、マップ上の車両位置、車両方向、レーン数等のレーン情報、速度制限及び道路種別（例えば、高速道路及び一般道路並びに支道等）を表出する。マップシステム６は、走行ルート並びに交通情報に関する過去データを基にルートを自動的に設定乃至変更できる。
【００２９】
車両は、その運転状態を示すパラメータ値を測定する運転パラメータ測定ユニットを備え、このユニットは、車輪速測定装置７及び車両挙動測定装置８を含む。これらの装置により提供された信号はコントローラ１に送信される。車両挙動測定装置８は、長さ方向加速度、側方加速度及びヨーレートを測定する。
【００３０】
車両は、車両周りの環境状態を測定する環境状態測定装置を備え、この装置は、前方カメラ１０ｆ、前方レーダー１１ｆ、後方カメラ１０ｒ、後方レーダー１１ｒ、左前方カメラ１２L、右前方カメラ１２R、左後方カメラ１３L、右後方カメラ１３Rを含む。これらの環境状態測定装置は、車両周りのレーン標識及び障害物に関する情報をコントローラ１に送信する。
【００３１】
前方カメラ１０ｆは、車両周りの景色イメージを取得するイメージ撮像ユニットと、イメージ撮像ユニットにより取得されたイメージ内に示されるレーン標識乃至道路境界線を基にレーンを同定するレーン同定ユニットと、車両と他の車両及び歩行者を含む障害物等の認知物体との位置関係、レーン標識の種別及び道路境界線の種別を表出する信号を出力する出力ユニットを備える。レーン標識は、交通ルールに基づく走行エリアを示す標識で、レーンライン、キャッツアイ、点石、ラインカラー及びライン種別（例えば、連続線、破線、点線及び陰影線等）を含む。道路境界線は、路肩、側溝、縁石、土手、ガードレール及び保護壁を含む。レーン標識は、車両用エリアと非車両用エリアとの間の境界線を示す。
【００３２】
前方レーダー１１ｆは、他の車両及び歩行者を検知しかつその位置を定め、車両とこれらの物体との間の位置関係を表出する信号を出力する。前方レーダー１１ｆは、前方カメラ１０ｆに比べ遠方の障害物をより正確に検知する。前方カメラ１０ｆは、前方レーダー１１ｆよりも大きめの検知写角を有し、また、障害物の種別を認知できる。後方カメラ１０ｒ、左前方カメラ１２L、右前方カメラ１２R,左後方カメラ１３L及び右後方カメラ１３Rは、機能面、利点及び不利益な点に関し、前方カメラ１０ｆに類似し、また、前方レーダー１１ｆ及び後方レーダー１１ｒは、機能面、利点及び不利益な点に関し類似している。
【００３３】
車両は、エンジン２１、電子制御制動システム２２、電子制御差動機構２３及び電子制御ステアリングシステム２４を備える。コントローラ１は、ドライバーにより提供された操作変数の値と周囲の状況に基づき、これらのシステム２２，２３及び２４に含まれるア

クチュエータに駆動信号を出力する。車両の加速が必要な場合、コントローラ１は、エンジン２１に加速信号を出力する。車両の減速が必要な場合、コントローラ１は、電子制御制動システム２２に減速信号を出力する。車両の旋回が必要な場合、コントローラ１は、電子制御制動システム２２、電子制御差動機構２３及び電子制御ステアリングシステム２４へ少なくとも１つの旋回信号を出力する。

【００３４】

電子制御制動システム２２は、各車輪に印加される制動力を個々に制御可能な油圧式制動システムである。電子制御制動システムは、旋回要求に応じて、右側車輪及び左側車輪の何れかに制動力を印加し、車両に片揺れモーメントを印加する。電子制御差動機構２３は、旋回要求に応じて、電気モーター乃至クラッチを駆動して、右側車軸及び左側車軸との間にトルク差を生みだし、車両に片揺れモーメントを印加する。電子制御ステアリングシステム２４は、例えば、旋回要求に応じて、ハンドルの回転角度とは独立して舵取り角を補正して車両に片揺れモーメントを印加可能なワイヤ操舵舵取りシステムである。

【００３５】

車両は、情報出力ユニット２６を備える。情報出力ユニット２６は、イメージを表示し、音を発し、また、運転支援操作の種別に基づき支援操作に関する情報を表出する警告灯を点灯する。情報出力ユニット２６は、例えば、作り付けのラウドスピーカ―を備えたモニターである。複数の情報出力ユニットを車両内に設置できる。

【００３６】

図３は、本実施例に基づく仮想壁３１０からの斥力を利用した基本的衝突回避制御を例示する。図３は、車両３００が触れることのできない仮想壁３１０に接近する事例を例示する。本実施例において、仮想壁３１０は、車両３００が投影する。車両位置が制御閾値内であれば、仮想壁３１０から車両３００への斥力３０１は、ポイント（ｂ）から（ｄ）へ図示のように発動される。斥力は仮想壁に対し垂直であることから、車両には減速力Ｆｘと横力Ｆｙが生じる。斥力は、仮想壁に向かう成分である速度成分Ｖ＿Ｙを小さくするが、仮想壁に対し平行な速度成分Ｖ＿Ｘを小さくすることはない。仮想壁からの全絶対力Ｆが一定の場合、トレースされる曲線軌道は放物線３０２となる。

【００３７】

制御開始ポイントで、減速力Ｆｘと横力Ｆｙが発動された後、Ｆｘは逓減し、Ｆｙは逓増する。制御終了時点で、Ｆｘはゼロに、Ｆｙは上述した一定の絶対力と同じ値となる。従って、二次元力方向は二次元力円に沿って変化する。この場合、仮想壁に対する制御閾値位置は、次の方程式で算定できる。

Ｄ＝（Ｖ＿Ｙ）の２/（２Ｆ/ｍ）条で表される。

ここで、ｍ＝車両の質量である。

【００３８】

上述のように、車両が仮想壁からの斥力に基づき制御される場合、制御閾値位置は、明確かつ幾何学的に算定可能となる。車両に対して、斥力は、長さ方向力及び横力を含む多方向力である。理論上、斥力制御により、全絶対力が一定の場合、仮想壁と閾値位置との間の距離を最小化できる。また、車両は、減速力により運動エネルギーが小さくなるため、壁への衝突に対し安全となり得る。更に、後方から側方への力方向の変化は、ドライバーは通常、減速後、自動車を旋回することから、ドライバーにとっては自然な力方向変化となる。

【００３９】

図４（ａ）～４（ｄ）は、本実施例に基づく斥力制御の例を示す。この衝突回避制御方法は、仮想壁及び斥力が直線制動から壁への漸次接近までの多種多様なシナリオを網羅可能であることを想定している。図４（ａ）に図示される直線制動の場合、位置閾値Ｌ算定のためには、その他の条件と同じ定理が適用できる。壁への漸次接近の場合、図４（ｂ）及び４（ｃ）に例示の曲線軌道を判定するためには、図３に記載の定理を適用できる。

【００４０】

図４（ｄ）に例示のような変化角度を備える複数壁をコントローラが検知する場合、本

実施例では、各壁に対する制御軌道及び制御閾値を算定する。コントローラは、図４（ｄ）に例示のような現行位置から最も近い閾値位置を選択する。

【００４１】

上述した実施例によって、仮想壁と斥力を利用した本発明に基づく制御方法は、車両の側方障害物との衝突のみならず、直進方向の障害物との衝突を回避可能とする。

【００４２】

図５は、本実施例に基づく二方向斥力５０１－１、５０１－２の適用例を示す。車両が横方向を素早く変更する必要がある場合、二方向斥力５０１－１、５０１－２並びに２つの線形対称接線放物線軌道５０２－１、５０２－２が適用される。車両５００の軌跡が、線形対称で、互いに接し合う一方の放物線から他方への放物線へ軌道をシフトする場合、車両５００の動きは、斥力方向及び加速方向を除き、絶え間なく変化する。従って、車両速度は、恰も車両が一方の放物線をトレースするように、制御の開始から終了まで変化する。

【００４３】

これにより、コントローラは、対称関係を利用し、かつ、線形対称軸５３０を求めて、閾値位置と速度プロファイルを算定できる。放物線の縦横比は、速度に左右され、また、その方向と接点は２つの斥力に左右される。

【００４４】

図６は、本実施例に基づく二方向斥力を利用した緊急レーン変更を例示する。緊急レーン変更の制御方法は、二方向斥力を利用する典型事例を例示する図６に示される。自車６００が前方に障害物を検知し、退出ポイント（ｅ）を見つけた場合、コントローラは右旋回６０１－１放物線と左旋回６０１－２放物線を構成する。右旋回放物線６０１－１の仮想壁６１０は、２つの放物線を左右対称に接続する構成とでき、また、制御開始ポイントの速度は、現在の接近速度に等しい。現在の移動ラインと左旋回放物線との接点は衝突回避制御の閾値となり得る。

【００４５】

制御開始ポイントで減速力Ｆｘ及び横力Ｆｙが発動された後、減速力Ｆｘは逓減する。制御終了ポイントで、減速力Ｆｘはゼロで、また、横力Ｆｙは上述した一定の絶対力と同じ値となる。従って、二次元力方向は、二次元力円に沿って変化する。ポイント（ｃ）での左側から右側への方向変化ポイントで減速力は同じ値を維持する。このため、車両のモーションは大幅に変わることはなく、また、ドライバー及び乗客のモーションを阻止できる。

【００４６】

減速力により、運動エネルギーは小さくなるため、車両は、壁への衝突に対し安全となり得る。減速力を利用した制御により、閾値ポイントと退出ポイントとの間の距離は横力のみを利用した制御に比べ短めとなる。

【００４７】

図７（ａ）及び７（ｂ）は、本実施例に基づく二方向衝突回避の適用例を示す。図７（ａ）に示す例において、右側に壁及び左側前方に壁のある場合、第１の壁を車両が回避するだけでは不十分となる。車両が第１の壁を回避した後、第２の壁に衝突する可能性もある。この場合、本発明に基づくシステムは、第２の壁に対する衝突を回避するための算定を行い、また、第２の右旋回に結合可能な左旋回軌道を作出する。制御開始のための閾値ポイントは、第１壁に対する制御のみの閾値に比べ早めのポイントとする必要がある。

【００４８】

図７（ｂ）の例において、一枚壁ではない雑多な障害物がある場合、本発明に基づくシステムは、各障害物に対し仮想壁を投影する。本発明に基づくシステムは、仮想壁について最も危機的障害物を選択し、かつ、これらの仮想壁との衝突を回避するための軌道と閾値を算定する。例えば、本発明に基づくシステムが、道路を横断する歩行者、道路工事区間及び又は反対車線の接近車両を検知した場合、各障害物に対し仮想壁を投影し、かつ、二方向制御軌道を含む軌道を作出する。

【００４９】
上述した実施例では、雑多な障害物及び複雑な道路状況に対し柔軟で採択可能な解決手段として仮想壁を利用できる。
【００５０】
図８及び９は、本実施例に基づく、円形仮想壁及び曲線道路に印加される斥力の例を示す。仮想壁が円形の場合、斥力の方向は円の中心に向かう。この場合、衝突回避制御中の軌道は、内クロソイドカーブ等のクロソイドカーブとなり得る。
【００５１】
図８の例において、制御開始時点で、減速力Ｆｘ及び横力Ｆｙが車両に発動される。円形仮想壁に対する衝突制御の間、減速力Ｆｘは弱まり、また、横力Ｆｙは強まる。減速力Ｆｘはゼロとなり、また、横力Ｆｙは制御の間一定の絶対力と同じ値に達する。
【００５２】
車両は、壁からの斥力に基づき制御されるので、二次元面上の多方向制御についても、制御閾値位置を幾何学的に算定可能となる。理論上、絶対力が一定の場合、斥力は、壁と閾値位置との間の距離を最小化可能である。減速力により、運動エネルギーは小さくなるため、車両は壁への衝突に対し安全となり得る。更に、減速から旋回への力の方向変化は、通常、ドライバーは旋回前に減速するため、ドライバーにとっては自然である。
【００５３】
図９の例において、車両９００が旋回方向を急に変える必要のある場合、２つの方向斥力９２０－１、９２０－２並びに２つの線形対称接線クロソイドカーブ９０１－１、９０１－２が適用される。車両９００の軌跡が、線形対称で、互いに接し合う一方のクロソイド９０１－１から他方へのクロソイド９０１－２へ軌道をシフトする場合、車両９００の動きは、斥力方向及び加速方向を除き、絶え間なく変化する。従って、車両速度は、恰も車両が一方のクロソイドをトレースするように、制御の開始から終了まで変化する。このため、コントローラは、対称関係を利用して、閾値位置と速度プロファイルを算定可能となる。クロソイドの縦横比は、速度に左右され、また、その方向と接点は２つの斥力に左右される。
【００５４】
図１０は、本実施例に基づく障害物への仮想壁の投影に基づき車両を制御するためのフロー例を示す。ステップ１００１で、本発明に基づくプロセスは、センサから検知された障害物に仮想壁を投影する。ここで、各仮想壁は斥力と連関している。斥力は、所望の態様乃至機能に基づき設定可能である。例えば、斥力は、所望の安全閾値に基づき決定される静的設定値でもよく、障害物に基づき設定してもよく、仮想壁の長さに基づき設定もでき、あるいは、その他所望の態様に基づき設定することもできる。仮想壁は、所望の態様に基づき、障害物に投影可能である。
【００５５】
例えば、仮想壁はｆ（車両速度、斥力、距離オフセット量）＝仮想壁（長さ、位置、角度）についての関数として配置可能である。このような仮想壁の更に他の例については、図１１～図１２に示される。
【００５６】
ステップ１００２で、本発明に基づくプロセスは、車両軌跡に基づき仮想壁に対する衝突の可能性を検知する。ステップ１００３で、衝突の可能性が検知されたか否かを確認の上、判定する。衝突の可能性は、車両軌跡に基づき検知でき、また、投影された仮想壁からの閾値距離に基づき検知することもできる。衝突の可能性が、閾値距離内の車両距離及び仮想壁との衝突を明示する車両軌跡に従って検知される場合（Ｙｅｓ)、フローはステップ１００４に進み、そうでなければ、フローは終了する。
【００５７】
ステップ１００４で、本発明に基づくプロセスは、次に、例えば、図３～図９の図示例で示されるような斥力に基づき車両の横力及び長さ方向力を判定する。ステップ１００５で、本発明に基づくプロセスは、図３～図９の図示例で示されるような仮想壁を回避する

ため、判定された横力からのステアリングを判定可能となる。ステップ１００６で、本発明に基づくプロセスは、図３～図９の図示例で示されるように、判定された長さ方向力に基づき車両の減速力を判定可能となる。ステップ１００７で、本発明に基づくプロセスは、判定１００７に基づき、車両のステアリング及び加速制御を連関させ、次に、ステップ１００２に戻る。

【００５８】

図１１～１２は、本実施例に基づく仮想壁を投影するための関数例を示す。具体的に、図１１（a）及び１０（b）は、任意の角度での車両アプローチのための仮想壁投影関数例を示す。このような例において、幾何学的定義は図１１（a）に示されるように定義でき、ここで、車両のアプローチ条件は、初期速度V_0、アプローチ軌道勾配C及びオフセットDにより定義される。逃避条件について、図１１（a）に示される第２放物線の二次方程式は、Y=aX×Xとして定義される。

【００５９】

図１１（a）に示されるように、以下の方程式が定義される。

【００６０】

【数１】

数１

$$E = 2aX_0 \qquad \cdots(1)$$

【００６１】

【数２】

数２

$$X_1 = \frac{CX_0 + 2D}{2aX_0 - C} \qquad \cdots(2)$$

【００６２】

【数３】

数３

$$X_1 = \frac{C\sqrt{1+E^2} + E\sqrt{1+C^2}}{2a(\sqrt{1+E^2} + \sqrt{1+C^2}} \qquad \cdots(3)$$

【００６３】

【数４】

数４

$$X_0 = \sqrt{\frac{V_0^2}{2aG} - \frac{1}{4a^2}} \qquad \cdots(4)$$

【００６４】

上記の４つの方程式から、a、X_0及びX_1が算定できる。次に、制御開始位置（X_0

'、Ｙ$_0$'）（閾値位置）は、以下のように定義できる。
【００６５】
【数５】

数５

$$A = 2aX_1$$

$$X_0' = \frac{2aAX_0^2 + (1-A^2)X_0 + A^2X_1}{1+A^2}$$

$$Y_0' = \frac{a(A^2-1)X_0^2 + 2AX_0 - AX_1}{1+A^2} \qquad \cdots(5)$$

【００６６】
上記の方程式から、仮想壁の角度は、
【００６７】
【数６】

数６

$$\Psi = 2\times\tan^{-1}(2aX_1)) \qquad \cdots(6)$$

として定義される。
【００６８】
図１１（ｂ）は、Ｖ$_0$２０ｍ／ｓ、２５ｍ／ｓ及び３０ｍ／ｓ例でのプラスアプローチ角度（＋７．５度）を備える軌道に関わる図１１（ａ）に示される態様に基づくシミュレーション結果例を示す。
【００６９】
図１２（ａ）は、本実施例に基づく平行シフト状況における仮想壁の投影例を示す。車両が平行シフト状況にある場合、アプローチ軌道勾配Ｃ＝０と仮定する。次に、図１２（ａ）に示されるように、以下の方程式が導かれる。
【００７０】
【数７】

数７

$$X_1 = \frac{D}{aX_0}$$

$$X_0 = \sqrt{\frac{4aD^2+2D}{a}}$$

$$a = \frac{(L_a-2D) \pm \sqrt{L_a(L_a-4D)}}{8D}, \quad \left(L_a = \frac{V_0^2}{2G}\right) \qquad \cdots(7)$$

【００７１】
制御開始位置（Ｘ$_0$'、Ｙ$_0$'）（閾値位置）は、数式（５）に基づき算定できる。第１仮想壁の角度は、数式（６）により決定できる。平行軌道状況のシミュレーション結果例は、Ｖ$_0$１５ｍ／ｓ、２０ｍ／ｓ及び３０ｍ／ｓ例で、図１２（ｂ）に示されている。
【００７２】

図１３は、本実施例の幾つかにおいて利用に適した図２に示すセンサを管理する構成の車載コンピュータ（ＯＢＤ)又はコントローラ１乃至所望の態様に基づくその他の機器等演算装置例を備えた演算環境例を例示する。

【００７３】

演算環境１１００内の演算装置１１０５は、１つ以上の処理ユニット、コア、乃至プロセッサ１１１０、メモリー１１１５（ＲＡＭ、ＲＯＭ等及び又は類似のメモリー）、内部ストレージ１１２０（磁気ストレージ、光学ストレージ、ソリッドステートストレージ及び又は有機ストレージ等）及び又は入出力インターフェース１１２５を含み、これらはいずれも情報通信のための通信機構乃至バス１１３０と接続でき乃至演算装置１１０５内に埋め込まれる。入出力インターフェース１１２５はまた、所望の態様に基づき、カメラからのイメージを受信しあるいはイメージをプロジェクター乃至ディスプレイに出力する構成とする。

【００７４】

演算装置１１０５は、入力装置乃至ユーザーインターフェース１１３５及び出力装置乃至インターフェース１１４０と通信接続できる。入力装置乃至ユーザーインターフェース１１３５及び出力装置乃至インターフェース１１４０の何れかあるいは双方共に有線乃至無線インターフェースとし、取り外し可能とする。入力装置乃至ユーザーインターフェース１１３５（ボタン、タッチスクリーンインターフェース、キーボード、ポインティング乃至カーソル制御、マイクロフォン、カメラ、ブライユ点字入力装置、モーションセンサ、光学リーダー等及び又は類似の入力装置）は、入力を行うために利用可能な機器、コンポーネント、センサあるいは物理的乃至仮想的インターフェースを含んでよい。出力装置乃至インターフェース１１４０は、ディスプレイ、テレビ、モニター、プリンター、スピーカー、ブライユ点字出力装置乃至類似の出力装置を含んでよい。幾つかの本実施例において、入力装置乃至ユーザーインターフェース１１３５及び出力装置乃至インターフェース１１４０は、演算装置１１０５に埋め込み、あるいは、これと物理的に接続可能である。その他の本実施例においては、その他の機器が演算装置１１０５の入力装置乃至ユーザーインターフェース１１３５及び出力装置乃至インターフェース１１４０として機能し乃至その機能を提供してもよい。

【００７５】

演算装置１１０５の例としては、高移動性装置（スマートフォン、車両内及びその他の機器内に装備される装置、人及び動物の携行する装置及び類似の装置等）、移動性装置（タブレット、ノートブック、ラップトップ、パーソナルコンピュータ、携帯テレビ、ラジオ等並びに類似の装置）及び設計上移動を伴わない装置（デスクトップコンピュータ、その他のコンピュータ、情報キオスク、１つ以上のプロセッサを内部に埋め込んだテレビ及び又は１つ以上のプロセッサを接続したテレビ）、ラジオ並びに類似の装置）等を含んでよい。

【００７６】

演算装置１１０５は、同一乃至異なる構成の１つ以上のコンピュータ機器を含む特定されない数のネットワーク接続コンポーネント、装置及びシステムとの通信のための外部ストレージ１１４５及びネットワーク１１５０に（入出力インターフェース１１２５等を介して）通信接続できる。演算装置１１０５乃至接続されたコンピュータ機器は、サーバー、クライアント、シンサーバー、汎用機器、特定用途機器として機能し、このような役務を提供しあるいはこのように呼称され乃至他の呼び名で称呼される。

【００７７】

入出力インターフェース１１２５は、演算環境１１００内に接続された少なくとも全てのコンポーネント、装置及びネットワークと双方向に情報を通信し合うための通信乃至入出力プロトコール乃至規格（イーサネット（登録商標）、８０２．１１ｘ、ユニバーサルシステムバス、ワイマックス、モデム、セルラーネットワークプロトコール等及び類似のプロトコール乃至規格）を利用した有線乃至無線インターフェースを含むことができる。ネットワーク１１５０は、何れのネットワークであってよく、あるいは、ネットワークの

コンビネーション（インターネット、ローカルエリアネットワーク、ワイドエリアネットワーク、電話網、セルラー網、サテライトネットワーク及び類似のネットワーク等）であってもよい。

【００７８】

演算装置１１０５は、一過性、非一過性媒体を含むコンピュータが使用可能な乃至読出し可能な媒体を利用でき乃至同媒体を利用して通信できる。一過性媒体には、送信媒体（金属ケーブル、オプチカルファイバー等）、信号、搬送波及び類似の媒体が含まれる。非一過性媒体には、磁気媒体（ディスク、テープ等）、光学媒体（ＣＤ ＲＯＭ、デジタルビデオディスク、ブルーレイディスク等）、ソリッドステート媒体（ＲＡＭ、ＲＯＭ、フラッシュメモリー、ソリッドステートストレージ等）及びその他の非揮発性ストレージ乃至メモリーが含まれる。

【００７９】

演算装置１１０５は、 幾つかの演算環境例において、技法、手法、アプリケーション、プロセス乃至コンピュータにより実行可能な命令を実行するために利用可能である。コンピュータにより実行可能な命令は、一過性媒体から読み出し、また、非一過性媒体に記憶し、かつ、これから読み出し可能である。実行可能な命令は、１つ以上のプログラミング言語、スクリプト言語及びマシーン言語（Ｃ、Ｃ++、Ｃ#、Ｊａｖａ（登録商標）、ＶｉｓｕａｌＢａｓｉｃ、Ｐｙｔｈｏｎ，Ｐｅｒｌ，ＪａｖａＳｃｒｉｐｔ（登録商標）他）由来とすることができる。

【００８０】

プロセッサ（複数のプロセッサ）１１１０は、本来の利用環境乃至仮想環境において、何れかの基本ソフトウェア（ＯＳ）（図示なし）に基づき実行可能である。１つ以上のアプリケーションを展開でき、論理ユニット１１６０、アプリケーションプログラミングインターフェース（ＡＰＩ）１１６５、入力ユニット１１７０、出力ユニット１１７５及び異なるユニットがＯＳ及び他のアプリケーション（図示なし）と互いに通信し合うためのユニット間通信機構１１９５が含まれる。前述したユニット及び構成要素は、設計上、機能上、構成上乃至実行上様々で、ここに記載のものに限定されない。

【００８１】

幾つかの実施例において、情報乃至実行命令が、ＡＰＩユニット１１６５により受信されると、１つ以上の他のユニット（論理ユニット１１６０、入力ユニット１１７０、出力ユニット１１７５等）へ通信可能となる。ある場合には、上述した幾つかの実施例において、論理ユニット１１６０は、ユニット間の情報フローを制御し、また、ＡＰＩユニット１６５、入力ユニット１１７０、出力ユニット１１７５により出力された役務を仕向ける構成とすることもできる。例えば、１つ以上のプロセス乃至実行フローは、論理ユニット１１６０単独で乃至ＡＰＩユニット１１６５との連係で制御可能である。入力ユニット１１７０は、本実施例において述べた算定のための入力を取得する構成とし、また、出力ユニット１１７５は、本実施例において述べた算定に基づく出力を行う構成とできる。

【００８２】

メモリー１１１５は、斥力、１つ以上の検知された各障害物に投影された仮想壁の配置と長さ並びに図３～９の図示例において述べた関数から求めた判定曲線軌道を記憶する構成とできる。

【００８３】

プロセッサ（複数のプロセッサ）１１１０は、車両センサから検知された１つ以上の障害物に対し１つ以上の仮想壁を投影するため、図１０に示されるフローを実行する構成とでき、ここで、１つ以上の仮想壁は、各々、斥力と連関している。車両が、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁に対しある閾値距離内にあるように、また、１つ以上の仮想壁のこの或る仮想壁と衝突するよう判定された軌道にあるように、プロセッサ（複数のプロセッサ）１１１０は、１つ以上の仮想壁の或る仮想壁の斥力から車両上の横力及び長さ方向力を求め、横力から車両のためのステアリング制御を判定し、長さ方向力から車両のための減速力を判定し、図１０に例示のようにステアリング制御及び減速制御に基づく車両の制御を

連関せしめる構成とできる。

【００８４】

本実施例において、横力からの車両のためのステアリング制御判定は、図３～図９の図示例に示されるような横力からのステアリング制御を利用して車両の１つ以上の曲線軌道をトレースすることから成る。

【００８５】

本実施例において、１つ以上の曲線軌道は、図３～図９の図示例において示されるような放物線軌道及びクロソイド軌道の少なくとも一方から成る。

【００８６】

本実施例において、１つ以上の曲線軌道は、少なくとも２つの曲線軌道を含み、この少なくとも２つの曲線軌道は、各々、線形対称放物線軌道及び線形対称クロソイド軌道の少なくとも一方であり、この少なくとも２つの曲線軌道は、図５～９の図示例に示されるように互いに接し合っている。

【００８７】

本実施例において、減速力は、例えば、図６に例示されるように、１つ以上の曲線軌道それぞれのジョイントにおいて絶え間なく変化する。

【００８８】

詳細な説明には、アルゴリズムの用語により表現し、また、コンピュータ内の操作を記号的に表現した箇所がある。このアルゴリズム表現と記号的表現は、データ処理技術の当業者により、自己の発明の真髄を他の当業者に伝達するために利用される手段である。アルゴリズムは、所望の終了状態乃至結果に導く一連の定義されたステップである。本実施例において、実行されるステップは、有形の結果を達成するため、有形量の物理的操作を必要とする。

【００８９】

特に指摘の無い限りにおいて、上述した説明から明らかな通り、詳細な説明全体に亘り、「処理」、「演算」、「算定」、「判定」、[表示」等の用語乃至類似の用語を利用する説明は、コンピュータシステムのレジスター及びメモリー内の物理（電子）量として表現されたデータを操作し、コンピュータシステムのメモリー乃至レジスター乃至ストレージ、送信装置乃至ディスプレイ装置内の物理量として同様に表現される他のデータに変換するコンピュータシステム乃至その他の情報処理装置のアクションとプロセスを含むものと理解されたい。

【００９０】

本実施例は、また、ここに述べた操作を実行するための装置に関連する。この装置は、必要とされる目的のため特に構築され乃至１つ以上のコンピュータプログラムにより選択的に起動され乃至再構築される１つ以上の汎用コンピュータを含む。このようなコンピュータプログラムは、コンピュータ読出し可能なストレージ媒体乃至コンピュータ読出し可能な信号媒体等のコンピュータ読出し可能な媒体内に記憶される。コンピュータ読出し可能なストレージ媒体は、電子情報を記憶するために適当な光学ディスク、磁気ディスク、リードオンリーメモリー、ランダムアクセスメモリー、ソリッドステート機器並びにドライブ等の有形媒体乃至その他のタイプの有形乃至非一過性媒体を含むが、これに限定されない。コンピュータ読出し可能な信号媒体は、搬送波などの媒体を含む。ここに述べたアルゴリズム及びディスプレイは、本質的には、如何なる特定のコンピュータ乃至その他装置と関連するものではない。コンピュータプログラムは、所望態様の操作を実行する命令に関わる純粋なソフトウェア実装を含む。

【００９１】

様々な汎用システムを本実施例に基づくプログラム及びモジュールと共に使用でき乃至所望の方法ステップを実行するため更に特化した装置を構築することが便宜上好ましいといえる。更に、本実施例は、何らかの特定のプログラミング言語を参照しつつ説明されたものではない。上述した本実施例の教示内容を実行するため、多種多様なプログラミング言語を利用可能であると理解されたい。プログラミング言語（複数のプログラミング言語

）の命令は、１つ以上の処理装置、例えば、中央処理ユニット（複数ＣＰＵ)、プロセッサ乃至コントローラにより実行されてよい。

【００９２】

従来既知のように、上述した操作は、ハードウェア、ソフトウェア乃至ソフトウェアとハードウェアの何らかのコンビネーションにより実行可能である。本実施例の様々な態様は、回路装置及び論理的装置（ハードウェア）を利用して実行可能である一方、その他の態様では、マシーン読出し可能媒体（ソフトウェア）上に記憶された命令を利用して実行可能で、プロセッサによる実行の場合、このソフトウェアは、本願の態様を実行するための方法をプロセッサに実行させる。更に、本願の実施例の幾つかについては、ハードウェアのみで実行され、その他の実施例については、ソフトウェアのみで実行される。更に、上述した様々な関数は、単一のユニットで実行でき乃至多数のコンポーネントに跨り拡散でき、そのやり方はいくらでもある。ソフトウェアにより実行される場合、本願の態様を実行する方法は、コンピュータ読出し可能な媒体に記憶された命令に基づき、汎用コンピュータ等のプロセッサにより実行できる。所望の場合、命令は、圧縮乃至暗号化フォーマットにより媒体上に記憶できる。

【００９３】

更に、本願のその他の態様については、明細書の考察と本願の教示内容の実地により、当業者には明らかとなる。上述した実施例の様々な態様乃至コンポーネントは、単独で乃至組合せで利用してもよい。明細書及び実施例は単なる例としてのみ斟酌されたく、本願の真の範囲と真髄は以下のクレームにより明確となる。

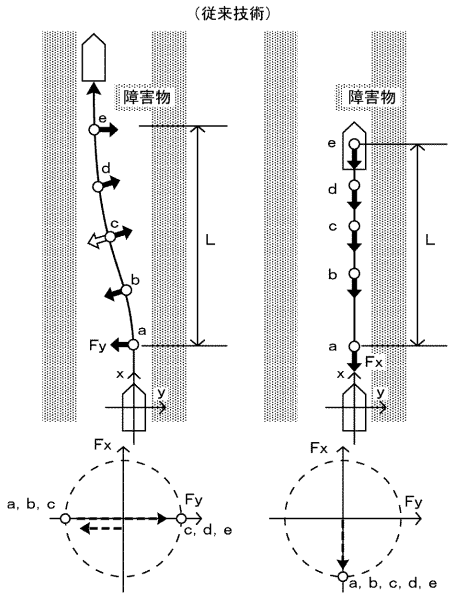
【符号の説明】

【００９４】

1：コントローラ、6：マップシステム、7：車輪速測定装置、8：車両挙動測定装置、10f：前方カメラ、10r：後方カメラ、11f：前方レーダー、11r：後方レーダー、12L：左前方カメラ、12R：右前方カメラ、13L：左後方カメラ、13R：右後方カメラ、21：エンジン、22：電子制御制動システム、23：電子制御差動機構、24：電子制御ステアリングシステム、26：情報出力ユニット、300：車両、301：斥力、302：放物線、500：車両、501：二方向斥力、502：線形対称接線放物線軌道、600：車両、601-1：右旋回放物線、601-2：左旋回放物線、900：車両、901：２つの線形対称接線クロソノイドカーブ、1100：演算環境、1105：演算装置、1110：プロセッサ、1115：メモリー、1120：内部ストレージ、1125：入出力インターフェース、1135：入力装置乃至ユーザーインターフェース、1140：出力装置乃至インターフェース、1145：外部ストレージ。

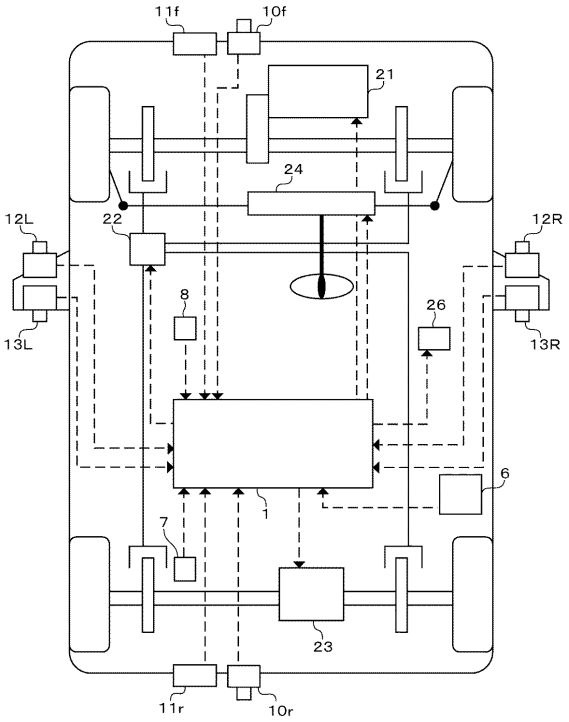
【図１】

図１



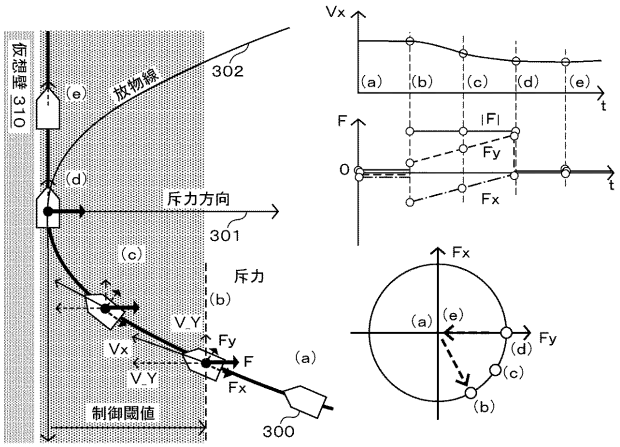
【図２】

図２



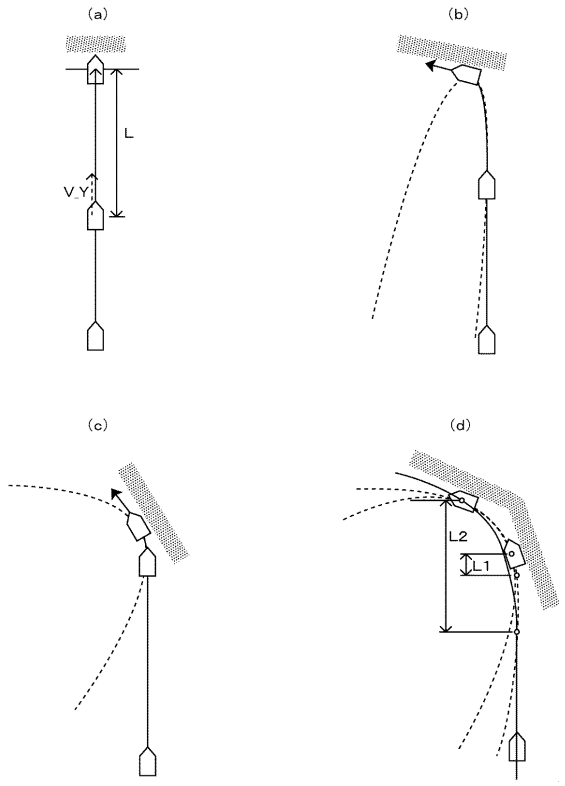
【図３】

図３



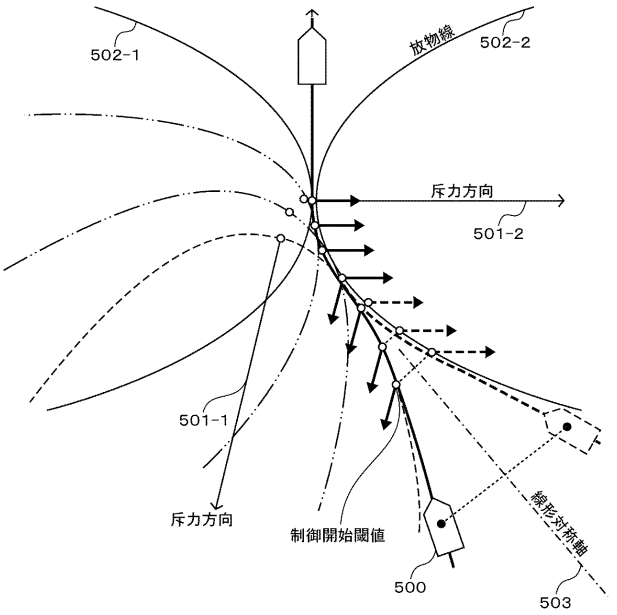
【図４】

図４



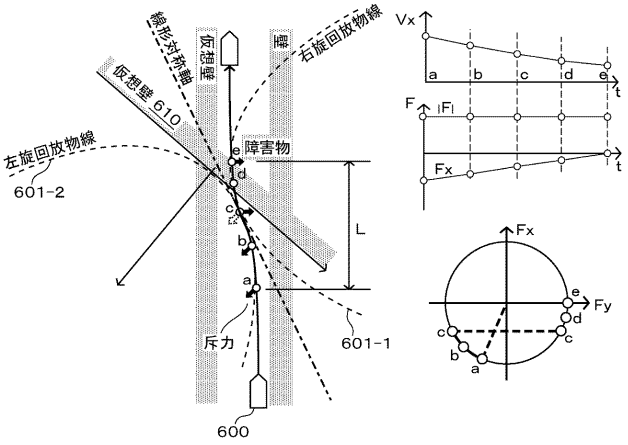
【図５】

図５



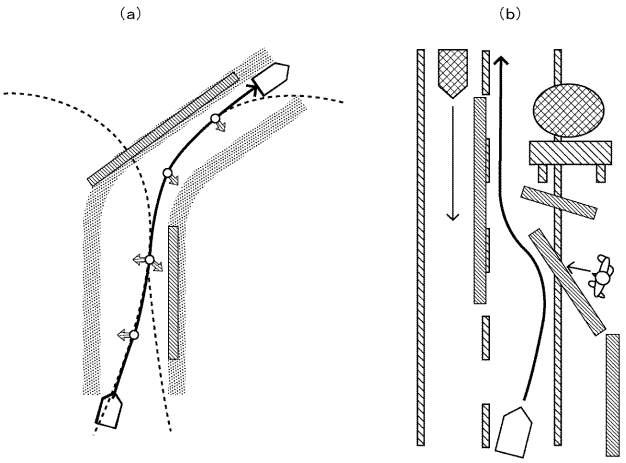
【図６】

図６



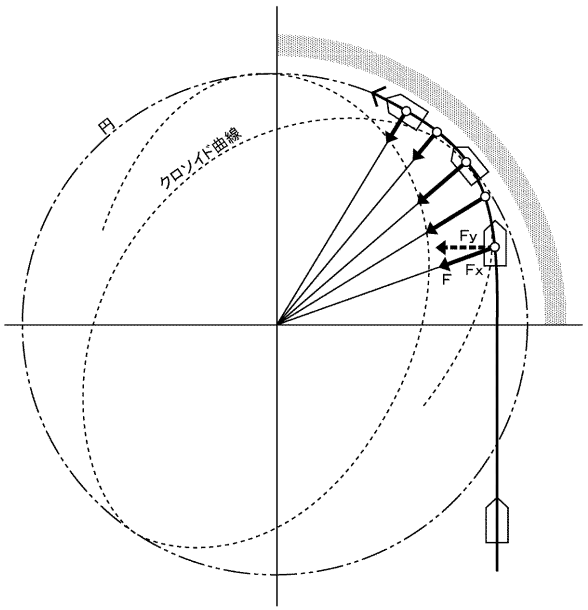
【図７】

図７



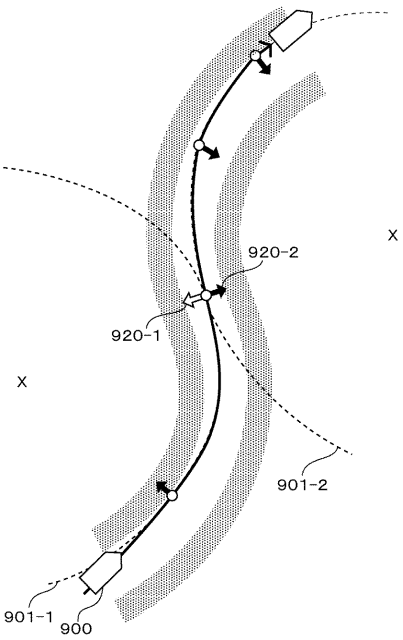
【図８】

図８



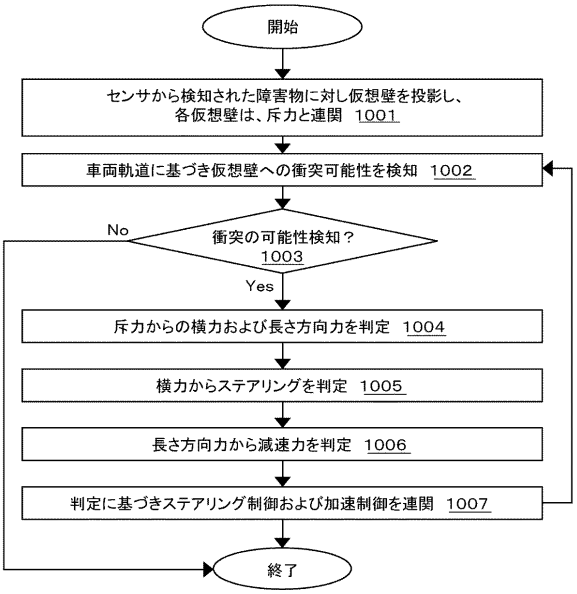
【図９】

図９



【図１０】

図１０



【図１１】

図１１（ａ）

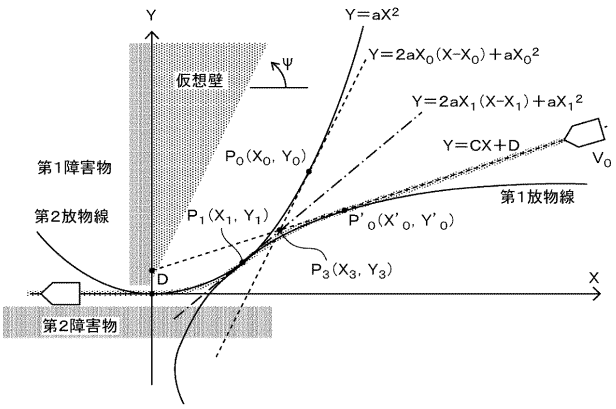
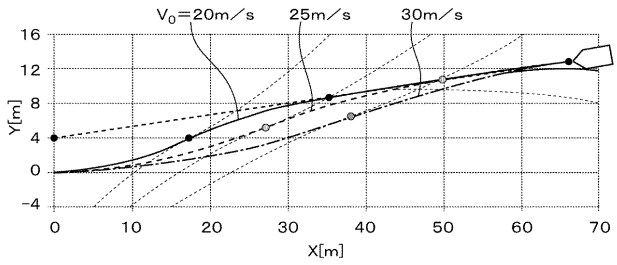


図１１（ｂ）



【図１２】

図１２（ａ）

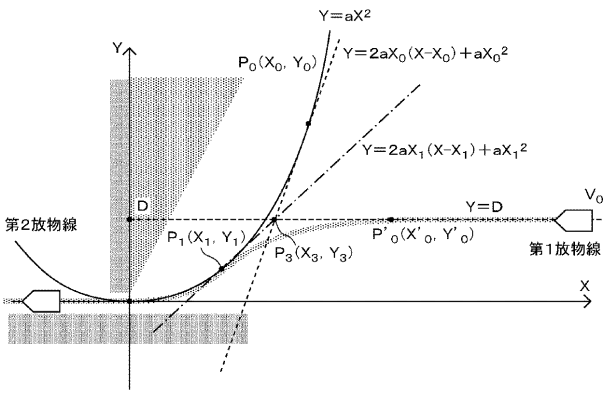
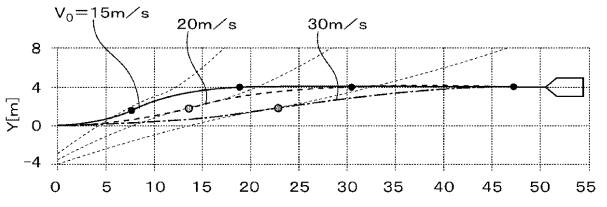
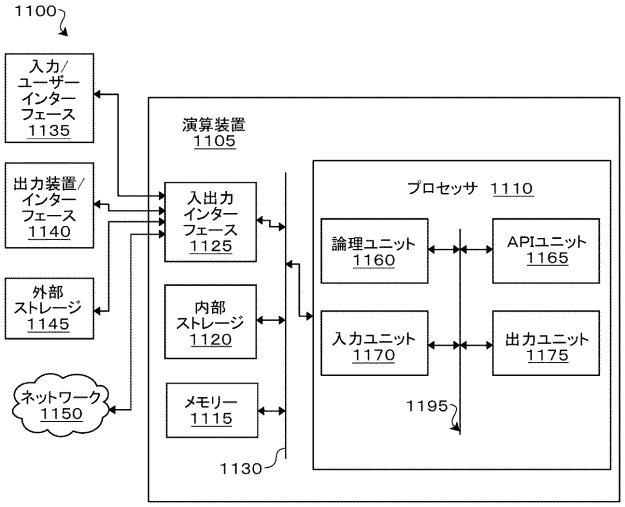


図１２（ｂ）



【図１３】

図１３


1100
入力/
ユーザー
インター
フェース
1135
出力装置/
インター
フェース
1140
外部
ストレージ
1145
ネットワーク
1150
演算装置
1105
入出力
インター
フェース
1125
内部
ストレージ
1120
メモリー
1115
1130
プロセッサ 1110
論理ユニット
1160
APIユニット
1165
入力ユニット
1170
出力ユニット
1175
1195

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
Ｂ６０Ｔ　7/12	*(2006.01)*	Ｂ６０Ｔ	7/12	Ｃ

Ｆターム(参考) 3D246 BA02 DA01 EA18 GA22 GB30 HB11A JB03 JB32
5H181 AA01 BB04 BB05 CC04 CC14 CC24 FF27 LL01 LL07 LL08
LL09