(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年3月29日(29.03.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/055916 A1

(51) 国際特許分類:
B60W 30/10 (2006.01)　*B60W 40/114* (2012.01)
B60W 10/04 (2006.01)　*B62D 6/00* (2006.01)
B60W 10/06 (2006.01)　*B62D 101/00* (2006.01)
B60W 10/08 (2006.01)　*B62D 103/00* (2006.01)
B60W 10/20 (2006.01)　*B62D 111/00* (2006.01)
B60W 30/02 (2012.01)　*B62D 113/00* (2006.01)
B60W 30/095 (2012.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2017/027611

(22) 国際出願日：　2017年7月31日(31.07.2017)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(30) 優先権データ：
特願 2016-185433　2016年9月23日(23.09.2016)　JP

(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(**HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.**) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 秋山 悠基(**AKIYAMA Yuki**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 高橋 絢也(**TAKAHASHI Junya**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 印南 敏之(**INNAMI Toshiyuki**); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

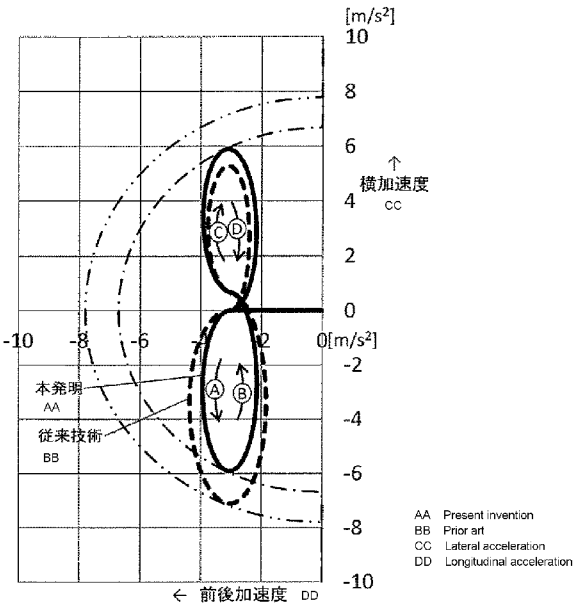
(74) 代理人: 戸田 裕二(**TODA Yuji**); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目６番１号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) **Title:** VEHICLE MOVEMENT CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称： 車両運動制御装置

図13



(57) **Abstract:** The present invention provides a vehicle movement control device which is capable of achieving stable vehicle behavior during the movement of a vehicle in lane changing mode. When calculating a travel path for turning a vehicle to the left side or the right side and then turning the vehicle to the other side, this vehicle movement control device calculates the travel path so that the peak value of the curvature of the travel path decreases in a section where the vehicle speed is higher.

(57) 要約：本発明は、レーンチェンジ様態の車両運動において、安定した車両挙動を実現することができる車両運動制御装置を提供する。本発明に係る車両運動制御装置は、車両を左右一方へ旋回させた後に連続して他方へ旋回させる走行軌道を算出する場合は、車両の車速が高い部分ほど前記走行軌道の曲率のピーク値が小さくなるように、前記走行軌道を算出する。

WO 2018/055916 A1

[続葉有]

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

明　細　書

発明の名称 ： 車両運動制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、車両の運動を制御する車両運動制御装置に関する。

背景技術

[0002] 自動車における先進運転支援システム（Ａｄｖａｎｃｅｄ　Ｄｒｉｖｉｎｇ　Ａｓｓｉｓｔａｎｔ　Ｓｙｓｔｅｍ：以下、ＡＤＡＳと称す）および自動運転関連技術の開発が、近年急速に進められている。

[0003] 運転操作を部分的に自動化する技術は、車両の前後方向の運動を制御するものと、横方向の運動を制御するものとに分類できる。前後運動を制御する技術として、ＡＣＣ（Ａｄａｐｔｉｖｅ　Ｃｒｕｉｓｅ　Ｃｏｎｔｒｏｌ）やＡＥＢ（Ａｕｔｏｍａｔｉｃ　Ｅｍｅｒｇｅｎｃｙ　Ｂｒａｋｅ）などがある。これらは他車や障害物等の不確定な要素に対応することができる。横運動の制御としては、車線に沿って自動的に操舵もしくは操舵を支援する技術であるＬＫＳ（Ｌａｎｅ　Ｋｅｅｐｉｎｇ　Ｓｙｓｔｅｍ）が実用化されている。

[0004] ＬＫＳは、あくまでも車線を保持すること、つまりあらかじめ設定された軌道上を走行させることが目的であり、走行軌道を変化させる必要がある場合には対応できない。あらかじめ走行軌道を設定しておくことができない状況として、レーンチェンジ、障害物緊急回避、合流、分岐などが想定される。そのような状況においては、車線内を走行する場合よりも走行軌道の自由度が高いので、適切な走行軌道の設定とその軌道を走行するための車両運動制御が必要である。この技術は、自動運転において、不確定な状況の変化が避けられない一般公道を支障なく走行するために必須である。またＡＤＡＳにおいても、適切な操舵支援は安全と安心をもたらすという点で重要な機能である。

[0005] 下記特許文献１は、車両運動を制御する技術を開示している。同文献にお

いては、障害物の回避を含むレーンチェンジ様態の車両運動を対象として、走行軌道を設定する方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２００９－０４０２６７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献１に記載のレーンチェンジ様態の軌道は、曲線の滑らかさを考慮した軌道である。しかし、前後・横合成加速度を考慮していないので、乗員に対する慣性力が過大となる可能性があり、乗り心地改善の余地があった。また同じく前後・横合成加速度に起因して、車両に働く力が過大となる可能性があり、設定した軌道からの逸脱や車両挙動が不安定化する恐れがあった。

[0008] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、レーンチェンジ様態の車両運動において、安定した車両挙動を実現することができる車両運動制御装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明に係る車両運動制御装置は、車両を左右一方へ旋回させた後に連続して他方へ旋回させる走行軌道を算出する場合は、車両の車速が高い部分ほど前記走行軌道の曲率のピーク値が小さくなるように、前記走行軌道を算出する。

発明の効果

[0010] 本発明に係る車両運動制御装置によれば、前後・横合成加速度のピーク値が抑制され、安定した車両挙動を実現できる。上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされるであろう。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施形態１に係る自動運転システムを搭載する車両１の構成図である。

[図2]車両運動制御装置１５の内部構成図である。

[図3]走行軌道を動的に設定する必要がある例を示す図である。

[図4]走行軌道を動的に設定する必要がある他例を示す図である。

[図5]隣接車線への移動を目的とするレーンチェンジの横移動量を示す図である。

[図6]片側一車線の道路における追い越しや障害物回避などにおいて、対向車線へのはみ出しや路肩へのはみ出しをともなう場合の横移動量を示す図である。

[図7]レーンチェンジ軌道を設定する従来の方法を説明する図である。

[図8]レーンチェンジ軌道において操舵速度の大きさが連続的に変化する正弦波状の操舵プロファイルの例である。

[図9]点対称形なレーンチェンジ軌道の例である。

[図10]図９に示す走行軌道の“ｇ－ｇ”ダイアグラムの原理的な試算結果を示すグラフである。

[図11]本発明における操舵プロファイルの例である。

[図12]図１１の操舵プロファイルによって得られる走行軌道を図９の点対称軌道に重ねて示す図である。

[図13]図１２に示す軌道を走行したときの“ｇ－ｇ”ダイアグラムの原理的な試算結果を、図１０の点対称な軌道を走行した場合の試算結果と重ねて示したグラフである。

[図14]車両を走行軌道に対して追従させるための制御ブロック図である。

[図15]軌道生成部１５１の内部構成図である。

[図16]レーンチェンジ軌道生成部１５１２による処理を説明するフローチャートである。

[図17]Ｇ－Ｖｅｃｔｏｒｉｎｇ制御によって算出した速度プロファイルの例を示すグラフである。

[図18]レーンチェンジ中のヨー角の変化とタイヤ横すべり角が十分小さいとして近似した車両運動モデルを示す。

[図19]レーンチェンジ軌道の通過点位置と曲率との間の関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] ＜実施の形態１＞

図１は、本発明の実施形態１に係る自動運転システムを搭載する車両１の構成図である。ここでいう自動運転システムとは、操舵と加減速を同時にシステムが司る場合がある形態を指す。例えば、ドライバの指示をトリガとした自動レーンチェンジシステム、緊急時限定の自動制動および操舵回避システム、ドライバ不要の完全自動運転システム、いずれをも指すものとする。車両１は、車両運動制御装置１５の制御指令によって運転者の操作に依存せずに操舵と加減速を制御することができる。

[0013] 操舵装置１８は、ＥＰＳ（電動パワーステアリング）を備える。ＥＰＳは、運転者による操舵力を増幅するパワーステアリングとしての機能に加えて、車両運動制御装置１５が送信する制御指令を受信して、能動的なアクチュエータとして運転者の操作に依存せずに左前輪１１と右前輪１２を操舵する機能を有する。

[0014] 駆動装置１９は、内燃機関または電動モータまたはその両方で構成され、車両運動制御装置１５が送信する制御指令を受信して、減速機２５とドライブシャフト２６を介して駆動輪である左前輪１１と右前輪１２に駆動力を発生させて車両１を走行させる。また、駆動輪に制動力を発生させて車両１を減速させる。駆動装置１９は、制御指令に応じて、運転者の操作に依存せずに加減速を制御することができる。

[0015] 制動制御装置２０は、車両運動制御装置１５が送信する制御指令を受信して、制動装置２１～２４に液圧を作用させて制動力を制御する機能を有する。制動制御装置２０は、制御指令に応じて、運転者の操作に依存せずに減速を制御することができる。制動装置２１～２４は、制動制御装置２０からの液圧を受けて作動し、４輪１１～１４それぞれに制動力を発生させる。

[0016] 車両運動制御装置１５には、ＧＮＳＳ（Ｇｌｏｂａｌ　Ｎａｖｉｇａｔｉ

ｏｎ　Ｓａｔｅｌｌｉｔｅ　Ｓｙｓｔｅｍ）センサ１７、慣性センサ１６、車両前方の外界情報を取得するカメラ２８、側方画像センサ２９、レーザースキャナ３０、および車輪速センサ３１～３４（制動制御装置２０を経由）からの情報が入力される。車両運動制御装置１５はそれら情報に基づいて、操舵装置１８、駆動装置１９、制動制御装置２０、に対して制御指令を送り、車両１の運動を制御する。

[0017] 制駆動装置として、制動装置２１～２４と駆動装置１９が協調して制動力を制御してもよい。操舵装置１８は、操舵機構と操舵制御装置によって構成してもよい、同様にその他装置の構成は、分割あるいは統合することができる。

[0018] 図２は、車両運動制御装置１５の内部構成図である。車両運動制御装置１５は、軌道生成部１５１と走行制御部１５２を備える。

[0019] 軌道生成部１５１には、車両前方を撮影するカメラ２８からリアルタイムに取得される外界情報、レーザースキャナ３０による周囲立体物情報、および現在の車両の位置と進行方向と速度が入力される。軌道生成部１５１は、車線幅を含む道路のカーブ形状の情報として、事前に取得した地図情報と、それに基づいて事前に生成した既定の走行軌道の情報を保持している。軌道生成部１５１は、ＧＮＳＳセンサ１７、加速度および角速度を検出する慣性センサ１６、車輪速センサ３１～３４、操舵角センサ２７、車線あるいは道路端を検出する側方画像センサ２９が検出した情報を統合することにより、車両の位置と進行方向と速度を精度高く取得することができる。

[0020] 軌道生成部１５１は、走行可能範囲を検知し、既定の軌道から外れる必要がある場合には、動的に走行軌道を生成する。軌道生成部１５１は、状況に応じて、動的に生成された軌道と既定の軌道のいずれかを選択し、対応する操舵プロファイルと速度プロファイルとともに目標軌道として走行制御部１５２に対して出力する。操舵プロファイルとは時間に対する操舵角の推移を意味し、速度プロファイルとは時間に対する車速の推移を意味するものとする。

[0021] 走行制御部１５２には、軌道生成部１５１が出力した目標軌道と操舵プロファイルと速度プロファイルが入力されるのに加えて、現在の車両の位置と進行方向と速度が入力される。走行制御部１５２は、目標軌道に追従するように操舵装置１８のアクチュエータに操舵プロファイルに基づくフィードフォワード制御による操舵指令値を算出して送信するとともに、車両の目標軌道からの偏差を検知してフィードバック制御する。同時に速度プロファイルに基づいて加減速指令値または速度指令値を算出して駆動装置１９と制動制御装置２０に対してこれを送信し、加減速あるいは速度を制御する。

[0022] 次に、レーンチェンジ様態の走行における車両運動制御の枠組みについて説明する。レーンチェンジ様態とは、走行中の車線から隣接する車線への移動、もしくはそれと同程度の距離を横方向に移動する一連の車両運動であって、その運動の最中において、右旋回区間の後に左旋回区間、あるいは、左旋回区間の後に右旋回区間が連続するものを指すこととする。レーンチェンジ様態の車両運動としては、片側複数車線の道路におけるレーンチェンジの他、合流、分岐、追い越し、障害物の回避などが含まれる。これらの場面では、既定の車線に沿った走行とは異なり、周囲の状況に応じて適切な軌道を選択、あるいは生成して走行しなければならない。

[0023] 車両１は、基本的には既定の走行軌道に沿って走行するものとするが、必要に応じて動的に走行軌道もしくは操舵プロファイルを設定して、一時的に既定の走行軌道から外れて走行し、再度、既定の走行軌道に戻るものとする。

[0024] 静的な既定の軌道から一時的に外れる際には、大半の場合において、左右に連続して転舵するレーンチェンジ様態の走行軌道となる区間を含むので、車両運動制御装置１５はその区間の軌道を生成し、それに追従するように車両１を制御する。

[0025] 他車や障害物との接触・衝突を避けて走行することができる走行可能範囲にはある程度の自由度があるため、その範囲内で自動運転をする走行軌道を定める必要がある。走行可能範囲を検知するためには、他車や障害物の大き

さ、それら対象物と車両１との間の相対的な位置関係を検知できるステレオカメラ、レーザースキャナ、各種レーダ、あるいはそれらと単眼カメラとの組み合わせ、さらに必要に応じて道路端や車線検出のために地図情報も利用する。

[0026] 図３は、走行軌道を動的に設定する必要がある例を示す図である。例えば図３に示すように、自車がある速度で走行中に、制動距離より近距離に位置する前方の障害物への衝突を避けるため、自動操舵によって既定の軌道から外れて当該障害物の側方を通過する場合は、走行軌道を動的に設定する必要がある。

[0027] 図４は、走行軌道を動的に設定する必要がある他例を示す図である。図４に示すように、高速道路の本線に合流車線から合流する際に、本線を走行中の他車との位置および相対速度の関係によれば、自車が合流車線の末端まで達する前に速度を調整しながら本線に移動した方が安全である場合は、走行軌道を動的に設定する必要がある。図３と図４に例示するように、走行軌道を動的に設定する状況として、既定の走行軌道では対応できない種々の状況が想定される。

[0028] いずれのレーンチェンジ様態においても、衝突リスクの低減と衝突を避け切れなかった際の被害軽減のためには、対象物との間の相対距離を確保する軌道の設定だけでなく、対象物との間の相対速度が小さいことが望ましい。さらに車両の運動特性として、低速である方が大きい曲率で旋回可能となるので、レーンチェンジ様態の車両運動は一般に加減速をともなう。

[0029] 車両運動制御装置１５がレーンチェンジ軌道を生成し、その軌道に沿って車両１を走行させる制御の流れについて説明する。まず、既定の軌道を走行中に、周囲の状況と前述の検知された走行可能範囲に基づいて、現在、レーンチェンジ様態の走行へ移行することが必要か否かを判断する。必要と判断されると、制御に必要な入力情報が設定される。入力情報とは、回避距離、横移動量、現在車速である。回避距離とは、便宜上、レーンチェンジ様態の横移動が完了するまでの前後方向の移動距離を指す。横移動量とは、レーン

チェンジ様態の横移動が完了するまでの横方向への移動距離を指す。レーンチェンジ開始時と終了時で進行方向が異なる必要がある場合は、それらの情報も付加する。現在位置がレーンチェンジ始点となり、そこからの回避距離と横移動量の分だけ移動した点がレーンチェンジ終点となる。

[0030] 図５は、隣接車線への移動を目的とするレーンチェンジの横移動量を示す図である。この場合は、レーンチェンジ終点が隣接車線内に位置するように車線幅分の横移動量を設定する。このような片側複数車線の区間においては、既定の走行軌道を車線毎に平行して用意しておくことにより、レーンチェンジ終点をそれら既定の走行軌道のいずれかに設定することができる。

[0031] 図６は、片側一車線の道路における追い越しや障害物回避などにおいて、対向車線へのはみ出しや路肩へのはみ出しをともなう場合の横移動量を示す図である。この場合は、対象物と車両１との間の距離に最低限の余裕を設けた横移動量を設定する。

[0032] 図７は、レーンチェンジ軌道を設定する従来の方法を説明する図である。従来、レーンチェンジ軌道を設定する方針として、横加速度が連続かつ過剰な横加速度を発生させないことは一般的であった。横加速度を連続とするためには走行軌道の曲率が連続であればよく、過剰な横加速度を発生させないためには横移動量に対して回避距離をなるべく長くとればよい。図７に示す２つの方法においては、これら原則に基づいて、横移動の始点と終点をクロソイドや各種スプライン曲線によって接続している。

[0033] これに対して本発明は、横移動量に対して回避距離をなるべく長くとる点は従来手法と共通するが、走行すべき軌道の形状を、車両に生じる横加速度だけでなく加減速も考慮してより詳細に定める。

[0034] 本発明においては、所定の前後加速度に対して、横運動に連携した前後加速度を重畳することにより、加減速を制御する。車両運動性能の面でも乗り心地の面でも、横加加速度に応じて前後加速度が変化することが望ましいことが分かっている。本発明においては、この関係を実現するＧ－Ｖｅｃｔｏｒｉｎｇ制御を用いて、前後加速度を定める。

[0035] 下記式１は、Ｇ－Ｖｅｃｔｏｒｉｎｇ制御の基礎式である。G_xは前後加速度、G_yは横加速度、dG_y/dtは横加速度の時間変化率である横加加速度、C_{xy}はＧ－Ｖｅｃｔｏｒｉｎｇ制御ゲイン、G_{x_DC}は横運動から独立した前後加速度成分を表す。

[0036] $$G_x = -sgn(G_y \cdot dG_y/dt) \cdot C_{xy} \cdot dG_y/dt + G_{x_DC} \quad (1)$$

[0037] 式１の右辺第１項は、横加加速度にゲインを乗算し、横加速度の大きさが増える際には減速し、横加速度の大きさが減る際には加速するように符号を与えた前後加速度である。

式１の右辺第２項は、横運動にかかわらず加減速が必要な場合に与える所定の前後加速度である。

[0038] 下記式２は、操舵角と車速と横加速度の近似的な関係を示す式である。δは操舵角、Ｖは車速、C_Gは車両運動の簡易的な線形モデルに基づく比例定数を表す。

[0039] $$G_y = \delta V^2 C_G \quad (2)$$

[0040] 式２に示すように、車両に生じる横加速度G_yは、操舵角δと概ね線形関係にある。したがって式１と式２より、スムーズさを欠く操舵を実施すると、横加速度変化に起因して不連続な前後加速度が発生する。Ｇ－Ｖｅｃｔｏｒｉｎｇ制御の効果を活かすためには、操舵に応じた前後加速度の変化がスムーズになるよう、操舵速度の大きさが連続であることが望ましい。そこで本発明においては、操舵速度が連続的に変化するパターンを基にして、操舵プロファイルを生成する。制御プログラムの演算処理における扱い易さを考慮すると、操舵角が正弦波状に推移するパターンが望ましい。

[0041] 図８は、レーンチェンジ軌道において操舵速度の大きさが連続的に変化する正弦波状の操舵プロファイルの例である。操舵プロファイルと初期車速が定まれば、Ｇ－Ｖｅｃｔｏｒｉｎｇ制御によって横運動に応じた加減速が定まる。この加減速に対して、レーンチェンジの終了までに必要な速度変化を与える所定の加速もしくは減速を重畳させることにより、速度プロファイル

が定まる。操舵プロファイルと速度プロファイルとして、車両に対して操舵と制駆動の入力を与えることにより、走行軌道が決定する。

[0042] Ｇ－Ｖｅｃｔｏｒｉｎｇ制御を用いる場合、車両に生じる前後・横合成加速度は、走行軌道の形状によっても影響を受ける。そこで以下では、走行軌道の形状と車両に生じる前後・横合成加速度との関係について説明する。

[0043] 図９は、点対称形なレーンチェンジ軌道の例である。図９に示す走行軌道は、正弦波状の操舵プロファイルに基づいて算出されたものであり、右旋回区間と左旋回区間が軌道の中点を中心として点対称になっている。このような軌道を右旋回区間と左旋回区間とで車速が異なるように走行すると、左右の横加速度が異なることになる。またこの際、Ｇ－Ｖｅｃｔｏｒｉｎｇ制御によって前後加速度が制御されるので、異なる横加速度の変化に対して前後加速度が定められ、結果として前後・横合成加速度も右旋回区間と左旋回区間とで異なることになる。走行軌道がクロソイド曲線やスプライン曲線であっても、点対称な走行軌道であれば同様に、前後・横合成加速度が右旋回区間と左旋回区間とで異なることになる。例えば減速しながら右にレーンチェンジする場合は、前半の右旋回区間Ａ～Ｂの方が後半の左旋回区間Ｃ～Ｄよりも前後・横合成加速度の大きさが大きくなる。

[0044] 図１０は、図９に示す走行軌道の“ｇ－ｇ”ダイアグラムの原理的な試算結果を示すグラフである。図１０に示す各区間と図９に示す走行軌道を対比しながら、前後・横合成加速度の変化について説明する。

[0045] 式１は、横運動と連携せず全体に重畳された減速成分を含んでいる。したがって図９の走行軌道の開始時点においては、横加速度が０で前後加速度が減速側に生じる。その後、前半の右旋回区間においては、右向きの横加速度が増すとともにＧ－Ｖｅｃｔｏｒｉｎｇ制御の作用によって減速度も増していく（Ａ）。右旋回から操舵を切り戻していく過程においては、右向きの横加速度が減少するとともにＧ－Ｖｅｃｔｏｒｉｎｇ制御の作用によって減速度が減少していく（Ｂ）。

[0046] 後半の左旋回区間においては、左向きの横加速度が増すとともにＧ－Ｖｅ

ｃｔｏｒｉｎｇ制御の作用によって減速度が増していくことは右旋回区間と同様であるが、右旋回区間より車速が低下している分、横加速度が小さく、その増加も相対的に緩やかである。したがって右旋回区間よりも減速度が小さい（Ｃ）。左旋回から操舵を切り戻していく過程においても、横加速度は、前半よりも小さい値から前半よりも時間をかけて０に戻るので、やはり減速度の変化は右旋回区間よりも小さい（Ｄ）。

[0047] 後半の左旋回区間Ｃ～Ｄの前後・横合成加速度が小さいにもかかわらず、前半の右旋回区間Ａ～Ｂの前後・横合成加速度が大きいということは、後半の余裕が過剰であり前半の前後・横合成加速度が過大となっていることを意味する。前後・横合成加速度は乗員に作用する慣性力に対応するので、この過大な慣性力は乗り心地の面で改善の余地がある。また、前後・横合成加速度は車両に作用する力にも対応する。その力はほぼ全て路面とタイヤとの間で生じるものである。したがって、車両がこの軌道を走行可能な路面μ（摩擦係数）の下限値は、前後・横合成加速度が相対的に大きい右旋回区間のピーク値によって定まる。

[0048] 図１１は、本発明における操舵プロファイルの例である。本発明は、レーンチェンジにともなって右旋回区間の次に左旋回区間が発生する走行軌道において、右旋回区間Ａ～Ｂの操舵角の最大値を左旋回区間Ｃ～Ｄの操舵角の最大値よりも小さくする。具体的には、図８のような正弦波状の操舵プロファイルを基にして左右の操舵角を変更するとともに、右旋回区間Ａ～Ｂの操舵速度を左旋回区間Ｃ～Ｄの操舵速度よりも遅くする。

[0049] 図１２は、図１１の操舵プロファイルによって得られる走行軌道を図９の点対称軌道に重ねて示す図である。ここでは図９と同様に減速しながら右にレーンチェンジすることを前提とする。

[0050] 本発明における走行軌道は点対称形ではなく、走行軌道の曲率のピーク値は右旋回区間Ａ～Ｂの方が左旋回区間Ｃ～Ｄよりも小さくなる。これにより、曲率が小さい区間の車速が高く、曲率が大きい区間の車速が低くなるので、曲率と車速を適切に調整することにより、前後・横合成加速度のピーク値

が右旋回区間Ａ～Ｂと左旋回区間Ｃ～Ｄとで等しくすることができる。

[0051] 図１３は、図１２に示す軌道を走行したときの“ｇ－ｇ”ダイアグラムの原理的な試算結果を、図１０の点対称な軌道を走行した場合の試算結果と重ねて示したグラフである。

いずれの走行軌道においても、減速しながら右にレーンチェンジすること、およびＧ－Ｖｅｃｔｏｒｉｎｇ制御を実施することは共通である。

[0052] 本発明においては、右旋回区間Ａ～Ｂでは横加速度と前後加速度がいずれも点対称軌道と比較して小さくなり、左旋回区間Ｃ～Ｄでは横加速度と前後加速度がいずれも点対称軌道と比較して大きくなっている。その結果として、前後・横合成加速度のピーク値が右旋回区間Ａ～Ｂと左旋回区間Ｃ～Ｄとで略等しくなっている。これにより、右旋回区間と左旋回区間の前後・横合成加速度のピーク値が互いに異なる走行軌道と比較して、乗り心地が改善される。また、車両がこの軌道を走行可能な路面μ（摩擦係数）の下限値は、上記合成加速度のピーク値によって定まるので、より小さい路面μでも安定したレーンチェンジが可能となる。

[0053] 前後加速度と横加速度は、時間に対して走行軌道上のどの位置まで進行するかによって定まる。したがって、加速度を適切に制御するためには、設定した軌道どおりに走行することが肝要である。軌道生成部１５１は、操舵プロファイルと速度プロファイルに基づいて走行軌道を算出するので、車両運動モデルが十分正確であれば操舵と加減速のフィードフォワード制御のみで目標軌道に沿って走行できる。しかし実際にはずれが生じるので、純粋なフィードフォワード制御では目標軌道を必要な追従精度で走行させることができるとは限らない。そこで目標軌道を正確に追従するためには、フィードバック制御を併用する必要がある。

[0054] 図１４は、車両を走行軌道に対して追従させるための制御ブロック図である。本制御ブロックは、例えば走行制御部１５２によって実装することができる。本制御ブロックは、既定の操舵プロファイルで操舵するフィードフォワード制御に対して、横方向位置偏差と角度偏差を抑制するフィードバック

制御を加えたものである。

[0055] 本制御ブロックにおいて、操舵プロファイルによるフィードフォワード制御を省いて、一般的な前方注視モデルを用いてもよい。ただしその場合は、操舵プロファイルの情報を用いない分、軌道追従性を確保するためには詳細な調整を要する可能性がある。

[0056] 図１５は、軌道生成部１５１の内部構成図である。レーンチェンジ判断部１５１１は、自車周辺情報／位置／進行方向／速度を入力として受け取り、回避距離と横移動量を算出して現在車速とともにレーンチェンジ軌道生成部１５１２に対して出力する。レーンチェンジ軌道生成部１５１２はこれら情報を用いて、操舵プロファイル／目標軌道／速度プロファイルを算出する。

[0057] 図１６は、レーンチェンジ軌道生成部１５１２による処理を説明するフローチャートである。以下図１６の各ステップについて説明する。

[0058] （図１６：ステップＳ１０１）

レーンチェンジ軌道生成部１５１２は、横運動とは独立して必要な加減速の程度に基づいてレーンチェンジ終点の車速を設定するとともに、左右の操舵角の最大値が均等な暫定操舵プロファイルを設定する。この暫定操舵プロファイルは、例えば図８で例示したようなものである。

[0059] （図１６：ステップＳ１０２）

レーンチェンジ軌道生成部１５１２は、レーンチェンジ始点における車速と連チェンジ終点における車速が異なるか否かを判定する。終点の車速が始点の車速と異なる場合はステップＳ１０３へ進み、同じである場合はステップＳ１０４へスキップする。車速が同じである場合は合成加速度のピークが左右で均等になるので、後述のステップＳ１０３を実施する必要はないからである。

[0060] （図１６：ステップＳ１０３）

レーンチェンジ軌道生成部１５１２は、暫定操舵プロファイルの左右の操舵角の最大値を変更する。例えば図１２に例示するように、走行軌道のうち車速が大きい区間の曲率が小さくなるように、操舵角最大値を変更する。

[0061] （図１６：ステップＳ１０４）

レーンチェンジ軌道生成部１５１２は、暫定操舵プロファイルと式１に基づき、Ｇ－Ｖｅｃｔｏｒｉｎｇ制御を作用させた場合の走行軌道と速度プロファイルを算出する。

[0062] （図１６：ステップＳ１０５）

レーンチェンジ軌道生成部１５１２は、左旋回区間における前後・横合成加速度と右旋回区間における前後・横合成加速度が平準化されるか否かを判定する。平準化される場合はステップＳ１０６へ進み、平準化されない場合はステップＳ１０３に戻って同様の処理を繰り返す。

[0063] （図１６：ステップＳ１０５：補足その１）

本ステップにおいて、必ずしも前後・横合成加速度のピーク値が左右の旋回区間で等しくなくても、左右旋回区間が点対称軌道である場合と比較して、左右旋回区間間の前後・横合成加速度の差分が小さくなるのであれば、平準化されたとみなすことができる。差分がどの程度まで小さくなれば平準化されたとみなすかについては、適当な閾値を用いて判定すればよい。

[0064] （図１６：ステップＳ１０５：補足その２）

ステップＳ１０２において、レーンチェンジ始点の車速と終点の車速が等しいと判断した場合、本ステップにおいて前後・横合成加速度のピーク値は既に平準化されているとみなされることになる。

[0065] （図１６：ステップＳ１０６）

レーンチェンジ軌道生成部１５１２は、操舵プロファイルとしてその時点の暫定操舵プロファイルを採用し、走行軌道と速度プロファイルについてはステップＳ１０４において算出したものを採用する。レーンチェンジ軌道生成部１５１２は、これらを制御目標として用いる。

[0066] 図１７は、Ｇ－Ｖｅｃｔｏｒｉｎｇ制御によって算出した速度プロファイルの例を示すグラフである。２段目は車両の横運動に応じて算出する加減速成分に基づく速度であり、Ｇ－Ｖｅｃｔｏｒｉｎｇ制御ゲインによって定まる。３段目は横運動と連携しない加減速成分に基づく速度であり、レーンチ

エンジの始点と終点の速度差を与えるために設定するものである。１段目は最終的に用いる速度プロファイルであり、これらを合成することにより得られる。

[0067] ３段目の加減速成分は必ずしも一定でなくてもよい。ただし３段目の加減速度を変化させる場合は、Ｇ－Ｖｅｃｔｏｒｉｎｇ制御による横運動と前後運動の連携を損なわないように、左右操舵の周期よりも長い周期の加減速度変化とする。このとき、レーンチェンジ終点の車速を設定してその車速を実現するように加減速度を定めてもよい。あるいは加減速の程度を設定した結果としてレーンチェンジ終点の車速を定めてもよい。

[0068] 車両運動モデルを用いることにより、所定の加減速、正弦波状の操舵、Ｇ－Ｖｅｃｔｏｒｉｎｇ制御に起因する加減速、をパラメータとして、車両の走行軌道と前後・横合成加速度を算出することができる。このことを利用して、レーンチェンジ終点において車両の位置とヨー角が合致し、なおかつ前後・横合成加速度が前後半間で平準化されるような左右の操舵角の最大値（すなわち正弦波状の操舵角変化の振幅）と操舵周波数を逆問題として求め、その際の操舵プロファイルと走行軌道を制御目標として設定することができる。

[0069] 実際にはこの逆問題を解析的に解くことは難しいので、順問題として軌道を算出し、条件を満たすものを探索して目標軌道として採用するのが現実的である。探索方針は、車両を加速しながらレーンチェンジする場合は、前半の旋回操舵角の最大値を、前半とは逆方向の後半の旋回操舵角の最大値よりも大きくすることを繰り返し、減速しながらレーンチェンジする場合は、前半の旋回操舵角の最大値を、前半とは逆方向の後半の旋回操舵角の最大値よりも小さくすることを繰り返せばよい。この探索にあたって、目標軌道を簡易的な車両運動モデルを用いて算出する方法について、以下説明する。

[0070] 図１８は、レーンチェンジ中のヨー角の変化とタイヤ横すべり角が十分小さいとして近似した車両運動モデルを示す。このモデルにおいては、操舵角の走行距離による積分値がヨー角となり、ヨー角の走行距離による積分値が

横方向位置となる。したがって、操舵角の走行距離による２階積分値が横方向位置となる簡潔な関係とみなすことができ、演算負荷が最低限に抑えられる。

[0071] 簡易的なモデルであるので、目標軌道に追従するための修正舵や切り増しによって、実際の操舵角の推移は必ずしも正弦波状にならない可能性がある。しかし、軌道追従のフィードバック制御によって実軌道が目標軌道に十分追従できれば、前後・横合成加速度の推移は目標値からさほど乖離しないと考えられる。

[0072] 制御装置の演算性能に応じてより詳細な車両運動モデルを用いることもできる。例えばタイヤ横すべり角を考慮した平面２輪モデルや、さらに精緻に上下運動の影響まで加味した多自由度モデルなどを用いることができる。モデルの精度が高いほど事前の予測とのずれが小さく、フィードバック制御による修正舵が少なくなるので、実際に走行した結果としての操舵プロファイルがより正弦波状に近くなり、スムーズな操舵となる。

[0073] ＜実施の形態２＞

実施形態１においては、オンラインで目標軌道を探索することが必要である。本発明の実施形態２では、オフラインの計算に基づいてあらかじめマップ化しておいた対応関係を参照することにより、目標軌道を算出する手順を説明する。その他構成は実施形態１と同様である。

[0074] 本発明はレーンチェンジ様態の車両運動を対象としており、操舵プロファイルを定めるために必要な入力パラメータ数が限られている。そこで本実施形態２においては、その操舵プロファイルに対する最終的な横方向位置とヨー角を、あらかじめ作成したマップを参照することにより求める。

[0075] 具体的には、例えば、回避距離と横移動量とレーンチェンジ軌道の始点終点それぞれの車速の４つの入力パラメータの組み合わせを離散値で複数パターン設定し、前後・横合成加速度のピーク値を小さくする正弦波状の操舵プロファイルを、設定した全ての組み合わせについてあらかじめ求めておく。実際には各入力パラメータは連続した値をとるので、離散値として設定した

近傍の値に基づいてデータ点を補間することにより、連続的な４次元マップを作成する。このマップから操舵プロファイルと走行軌道を求め、操舵プロファイルに基づくフィードフォワード制御をフィードバック制御で補う。

[0076] 目標軌道は、途中の通過点を設定することによって算出することもできる。前後・横合成加速度のピーク値が平準化されるようにレーンチェンジ軌道を設定すると、減速しながらレーンチェンジする場合は目標軌道が点対称軌道と比較して外側にずれ、加速しながらレーンチェンジする場合は内側にずれる。この特徴を利用して、レーンチェンジ軌道の中点における目標通過点を、点対称軌道よりも外側か内側に設定し、その点を通過するように操舵を制御することができる。

[0077] 図１９は、レーンチェンジ軌道の通過点位置と曲率との間の関係を示す図である。左旋回と右旋回が一度ずつである走行軌道においては、目標通過点を外側に設定すると前半の曲率のピーク値が後半のそれよりも小さくなり、内側に設定すると後半の曲率のピーク値が前半のそれよりも小さくなる。

[0078] （１）始点の位置、（２）始点における走行方向、（３）通過点の位置、（４）終点の位置、（５）終点における走行方向、を入力パラメータとして定め、例えば軌道の前後方向位置ｘを引数とした関数によって軌道の横方向位置ｙを表すことができる。例えば当該関数を４次関数$y = ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e$として定義することにより、上記５つの入力パラメータを満たす４次関数を一意に求めることができるので、計算負荷を抑制することができる。さらに、始点における走行方向をその直前までの既定軌道の走行方向と一致させるとともに、終点における走行方向をその直後からの既定軌道の走行方向と一致させることにより、曲率の連続性を保つことができる。

[0079] さらに、（６）始点における軌道の曲率の変化率をその直前までの既定軌道の曲率の変化率と一致させ、（７）終点における軌道の曲率の変化率をその直後からの既定軌道の曲率の変化率と一致させる場合は、これら７つの入力パラメータを満たす６次関数形状の走行軌道を一意に求めることができる。これにより曲率の変化が連続となり、Ｇ－Ｖｅｃｔｏｒｉｎｇ制御を適用

することにより前後・横合成加速度が滑らかに推移するので、乗り心地が向上する。

[0080] 点対称軌道と比較して目標通過点を外側もしくは内側へどの程度ずらすかについては、回避距離と横移動量とレーンチェンジ軌道の始点終点それぞれの車速の４つの入力パラメータに対して目標通過点を定義したマップをあらかじめ用意しておき、このマップを参照することによって定めることができる。

[0081] ＜実施の形態３＞

以上の実施形態において説明した走行軌道は、レーンチェンジ様態以外の動的軌道生成と組み合わせることもできる。本発明の実施形態３では、その組み合わせの１例について説明する。

[0082] 本発明により設定したレーンチェンジ軌道の終点が既定の走行軌道上にある場合は、レーンチェンジの終点に達した時点でレーンチェンジ制御を終了し、既定軌道に追従する走行制御に復帰する。本発明により設定したレーンチェンジ軌道の終点が既定の走行軌道上にない場合は、さらにその前方の軌道を生成する必要がある。この場合、車両運動制御装置１５は、周囲の状況に基づいて、レーンチェンジ様態の走行が必要か否かを改めて判断する。このとき、レーンチェンジ様態の走行軌道を用いて既定軌道に戻るのであれば、レーンチェンジの終点を既定軌道上に設定すればよい。

[0083] レーンチェンジ様態でない操舵を要する場合には、左右いずれか一方向のみにカーブを描く軌道を用いて走行し、既定の静的な走行軌道上に復帰する。あるいは、レーンチェンジ様態が適する状況になるまで、直進か左右いずれかへの旋回状態を継続させる。一方向への旋回状態においてもＧ－Ｖｅｃｔｏｒｉｎｇ制御を適用する場合、レーンチェンジ様態の区間と同様に、操舵に応じた前後加速度の変化がスムーズになるよう、望ましくは操舵速度を連続とする。

[0084] ＜本発明の変形例について＞

本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含ま

れる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0085] 以上の実施形態においては、図９（点対称軌道）と図１２（本発明）のいずれの軌道を走行する場合でも、Ｇ－Ｖｅｃｔｏｒｉｎｇ制御を作用させることにより乗り心地と車両運動性能を向上させることを説明した。これに代えて式１におけるG_{x_DC}のみを与える場合は、横運動によらず前後加速度は一定であるので、“ｇ－ｇ”ダイアグラムは図１０や図１３とは異なり偏平形状となる。この場合であっても、点対称軌道は前後・横合成加速度ピーク値が左右旋回間で異なることに変わりはないので、本発明を適用することにより左右旋回間の合成加速度ピーク値を平準化して乗り心地を向上させることができる。

[0086] 以上の実施形態において、多項式を用いて走行軌道を求める例を説明したが、これに限らず例えば正弦波その他の一般的な関数の組み合わせに対して必要十分な拘束条件を設定することにより、走行軌道を求めることもできる。

[0087] 本発明に係る車両運動制御装置１５が生成する走行軌道は、レーンチェンジ前の時点でレーンチェンジの終点まで生成した軌道であるので、回避対象が予測と異なる運動をして接触の恐れが生じた場合などには、あらかじめ算出した走行軌道の途中で軌道を変更しなければならない。この場合、必ずしも前後・横合成加速度のピーク値が最小化されるとは限らない。これは、加減速の程度や操舵角を増すと、前後・横合成加速度が増すことになるからである。しかし、前後・横合成加速度のピーク値を抑えるようにあらかじめ走行軌道を生成しておくことにより、タイヤと路面の摩擦限界までの余裕が充分に確保されているので、たとえ前後・横合成加速度が増したとしても、軌

道からの逸脱や車両挙動が不安定となるリスクは、本発明を適用しない場合よりも低減されると考えられる。

[0088] 以上の実施形態において、正弦波状の操舵プロファイルや４次・６次関数形状の走行軌道を用いることを説明した。これらプロファイルを用いることにより、レーンチェンジ始点から終点までの縦走行距離（回避距離）が長いほど操舵角の最大値や操舵速度の最大値が小さくなり、レーンチェンジ始点から終点までの横移動量が小さいほど操舵角の最大値や操舵速度の最大値が小さくなる。これにより、前後・横合成加速度のピーク値そのものが小さくなるので、乗員に対して与える負担を軽減することができる。前後・横合成加速度のピーク値そのものを小さくできるのであれば、その他操舵プロファイルや走行軌道を用いてもよい。

[0089] 上記各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリ、ハードディスク、ＳＳＤ（Ｓｏｌｉｄ　Ｓｔａｔｅ　Ｄｒｉｖｅ）等の記録装置、ＩＣカード、ＳＤカード、ＤＶＤ等の記録媒体に格納することができる。

符号の説明

[0090] １　車両

１１　左前輪

１２　右前輪

１３　左後輪

１４　右後輪

１５　車両運動制御装置

１６　慣性センサ

１７　ＧＮＳＳセンサ

１８　操舵装置

１９　駆動装置

２０　制動制御装置

２１　制動装置（左前輪）

２２　制動装置（右前輪）

２３　制動装置（左後輪）

２４　制動装置（右後輪）

２５　減速機

２６　ドライブシャフト

２７　操舵角センサ

２８　カメラ

２９　側方画像センサ

３０　レーザースキャナ

３１　車輪速センサ（左前輪）

３２　車輪速センサ（右前輪）

３３　車輪速センサ（左後輪）

３４　車輪速センサ（右後輪）

請求の範囲

[請求項1] 車両の操舵と加減速を制御する車両運動制御装置であって、

前記車両の走行軌道を算出する軌道生成部、

前記走行軌道にしたがって前記車両の操舵角を制御する操舵角制御部、

前記走行軌道にしたがって前記車両の加速度を制御する加速度制御部、

を備え、

前記軌道生成部は、前記車両を左右一方へ旋回させた後に連続して他方へ旋回させる前記走行軌道を算出する場合は、前記走行軌道のうち前記車両の車速が高い部分ほど前記走行軌道の曲率のピーク値が小さくなるように、前記走行軌道を算出する ことを特徴とする車両運動制御装置。

[請求項2] 前記加速度制御部は、前記走行軌道において前記車両が左右一方へ旋回するときとその後に連続して他方へ旋回するときとの間で、前記車両の車速が互いに異なるように、前記車両の前後加速度を制御し、

前記軌道生成部は、前記車両が左右一方へ旋回している間における前記車両の前後・横合成加速度の最大値と他方へ旋回している間における前記車両の前後・横合成加速度の最大値との間の差分を算出し、

前記軌道生成部は、前記車両が点対称な軌道に沿って左右へ旋回する場合よりも前記差分が小さくなるように、前記走行軌道を算出する

ことを特徴とする請求項１記載の車両運動制御装置。

[請求項3] 前記軌道生成部は、前記走行軌道において前記車両が左右一方へ旋回し始めた後に連続して他方へ旋回し終えるまでの間に前記車両が走行する縦移動距離が長いほど、前記走行軌道を前記車両が走行している間の操舵角の最大値または操舵速度の最大値が小さくなるように、前記走行軌道を算出する

ことを特徴とする請求項１記載の車両運動制御装置。

[請求項4] 前記軌道生成部は、前記走行軌道において前記車両が左右一方へ旋回し始めた後に連続して他方へ旋回し終えるまでの間における前記車両の横移動量が小さいほど、前記走行軌道を前記車両が走行している間の操舵角の最大値または操舵速度の最大値が小さくなるように、前記走行軌道を算出する

ことを特徴とする請求項１記載の車両運動制御装置。

[請求項5] 前記軌道生成部は、前記走行軌道において前記車両が左右一方へ旋回する間とその後に連続して他方へ旋回する間のいずれにおいても、前記車両の操舵角が正弦波状に変化するように、前記走行軌道を算出する

ことを特徴とする請求項１記載の車両運動制御装置。

[請求項6] 前記軌道生成部は、４次関数によって表される曲線を用いて、前記車両を左右一方へ旋回させた後に連続して他方へ旋回させる前記走行軌道を算出する

ことを特徴とする請求項１記載の車両運動制御装置。

[請求項7] 前記加速度制御部は、前記車両の横運動に応じて前記車両の前後加速度を制御する

ことを特徴とする請求項１記載の車両運動制御装置。

[請求項8] 前記軌道生成部は、前記走行軌道の曲率の変化率が連続となるように前記走行軌道を算出する

ことを特徴とする請求項７記載の車両運動制御装置。

[請求項9] 前記軌道生成部は、６次関数によって表される曲線を用いて、前記車両を左右一方へ旋回させた後に連続して他方へ旋回させる前記走行軌道を算出する

ことを特徴とする請求項８記載の車両運動制御装置。

[請求項10] 前記加速度制御部は、前記車両に作用する横加速度絶対値が増える際には前記車両を減速させ、減る際には加速させる

ことを特徴とする請求項７記載の車両運動制御装置。

[請求項11] 車両の操舵と加減速を制御する車両運動制御方法であって、

前記車両の走行軌道を算出する軌道生成ステップ、

前記走行軌道にしたがって前記車両の操舵角を制御する操舵角制御ステップ、

前記走行軌道にしたがって前記車両の加速度を制御する加速度制御ステップ、

を有し、

前記軌道生成ステップにおいて、前記車両を左右一方へ旋回させた後に連続して他方へ旋回させる前記走行軌道を算出する場合は、前記走行軌道のうち前記車両の車速が高い部分ほど前記走行軌道の曲率のピーク値が小さくなるように、前記走行軌道を算出する ことを特徴とする車両運動制御方法。

[請求項12] 車両の操舵と加減速を制御する制御演算を車両運動制御装置に実行させる車両運動制御プログラムであって、前記車両運動制御装置に、

前記車両の走行軌道を算出する軌道生成ステップ、

前記走行軌道にしたがって前記車両の操舵角を制御する制御指令値を算出する操舵角制御ステップ、

前記走行軌道にしたがって前記車両の加速度を制御する制御指令値を算出する加速度制御ステップ、

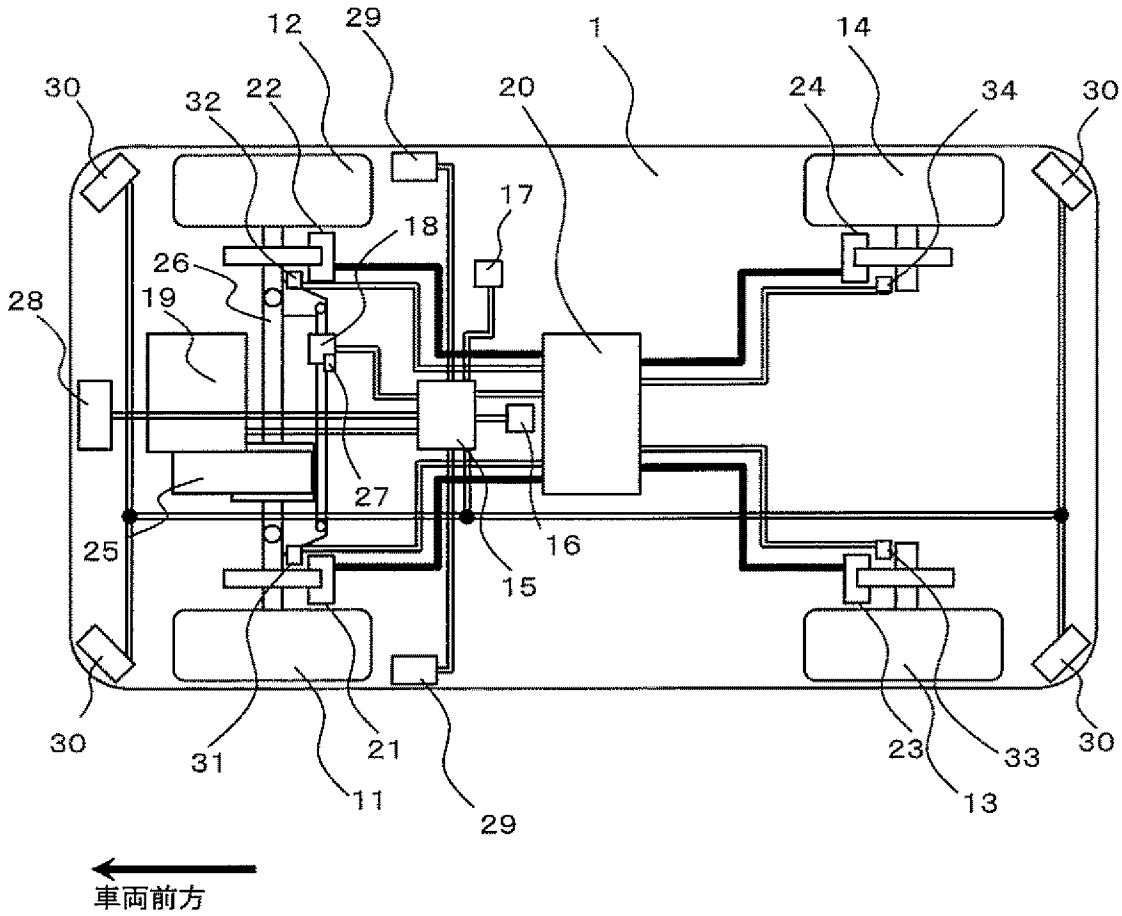
を実行させ、

前記軌道生成ステップにおいて、前記車両運動制御装置に、前記車両を左右一方へ旋回させた後に連続して他方へ旋回させる前記走行軌道を算出させる場合は、前記走行軌道のうち前記車両の車速が高い部分ほど前記走行軌道の曲率のピーク値が小さくなるように、前記走行軌道を算出させる

ことを特徴とする車両運動制御プログラム。

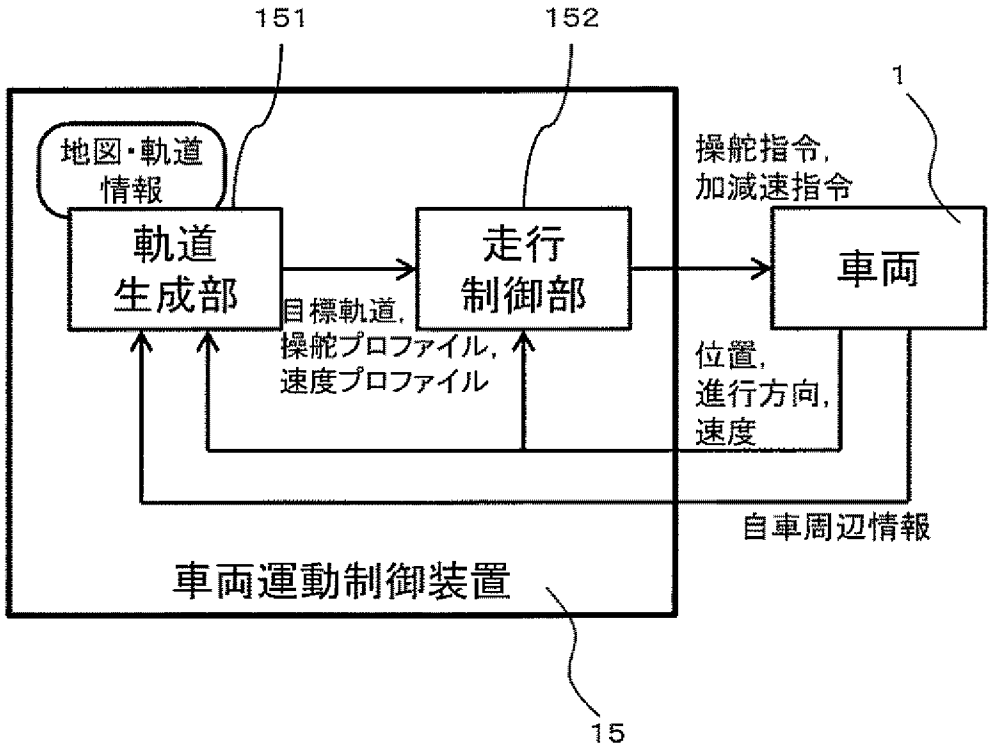
[図1]

図1


12
29
1
14
30
32
22
20
24
34
30
17
18
26
19
28
27
25
16
15
30
31
21
11
29
23
33
13
30
車両前方

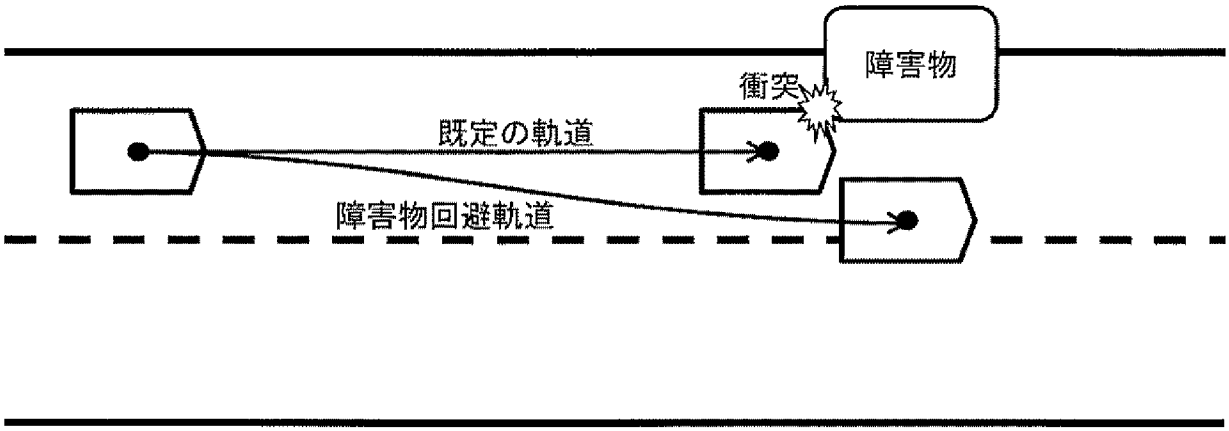
[図2]

図2


151
152
1
地図・軌道
情報
軌道
生成部
走行
制御部
車両
操舵指令,
加減速指令
目標軌道,
操舵プロファイル,
速度プロファイル
位置,
進行方向,
速度
自車周辺情報
車両運動制御装置
15

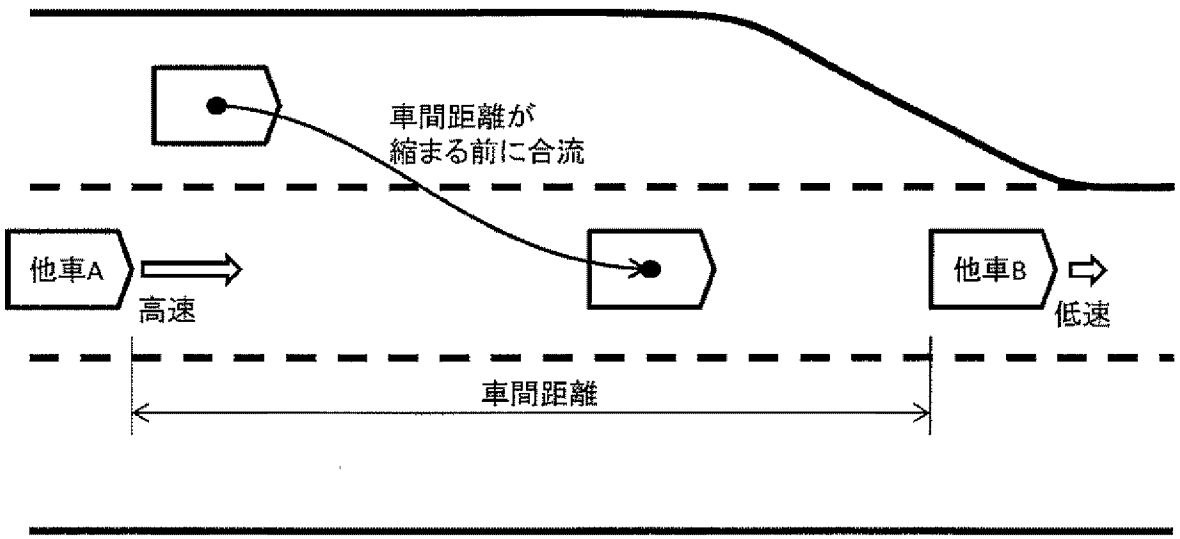
[図3]

図3


障害物
衝突
既定の軌道
障害物回避軌道

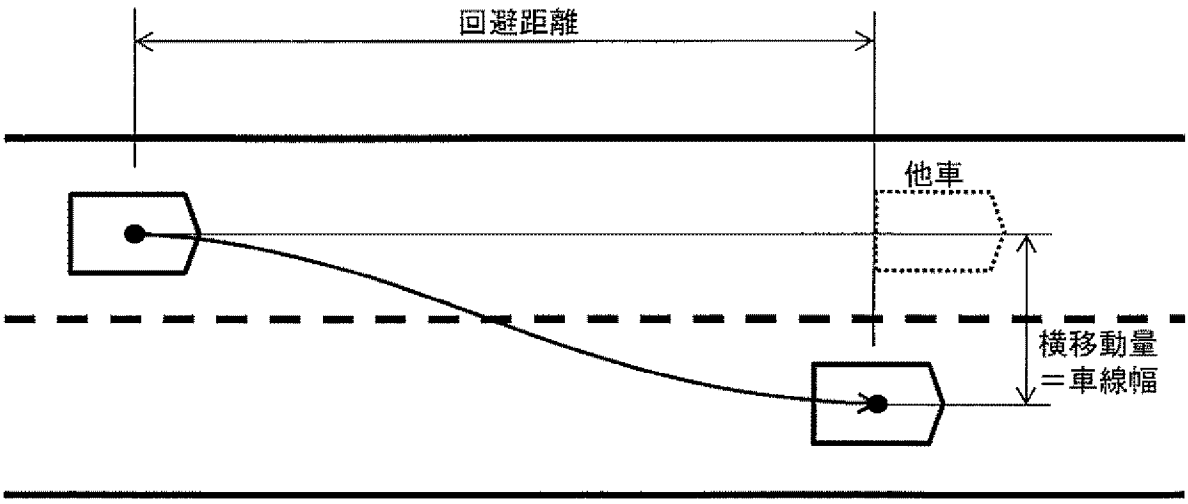
[図4]

図4



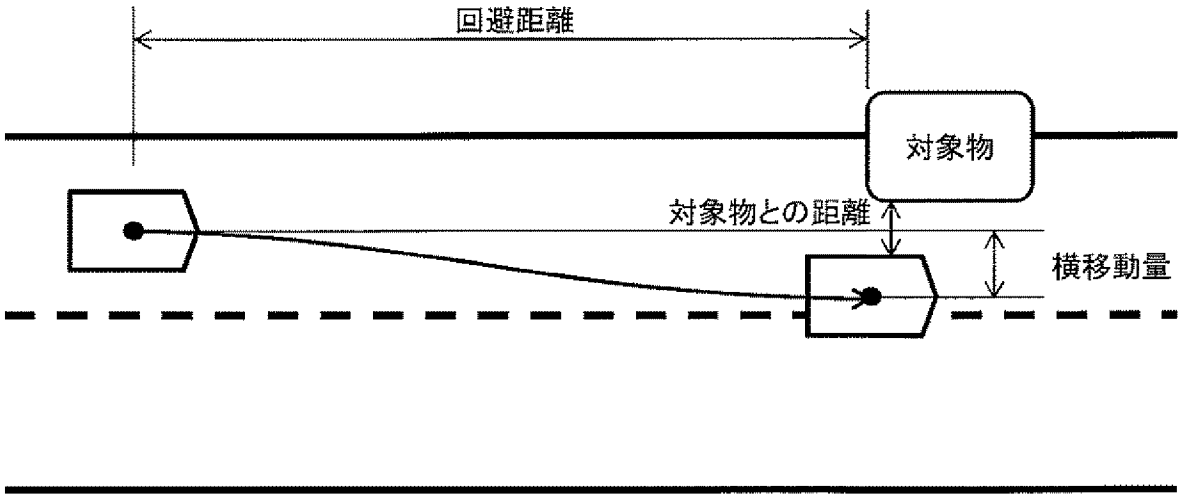
[図5]

図5



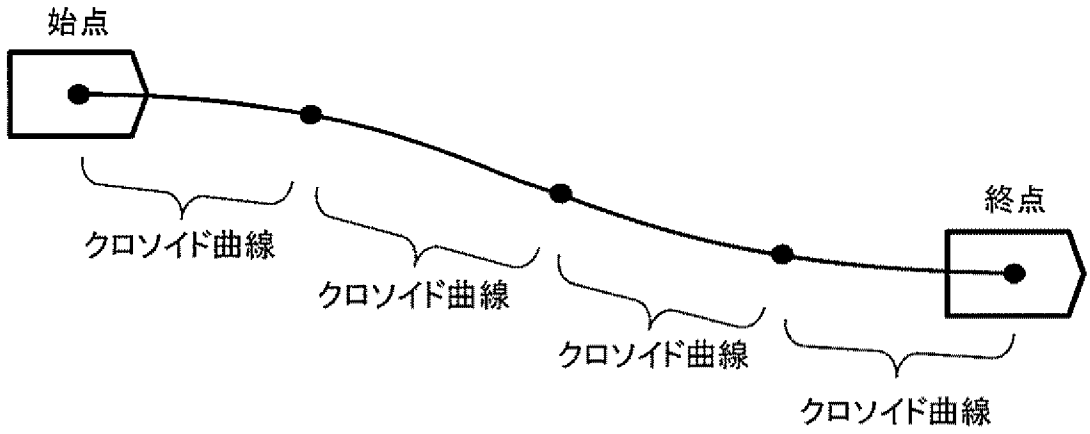
[図6]

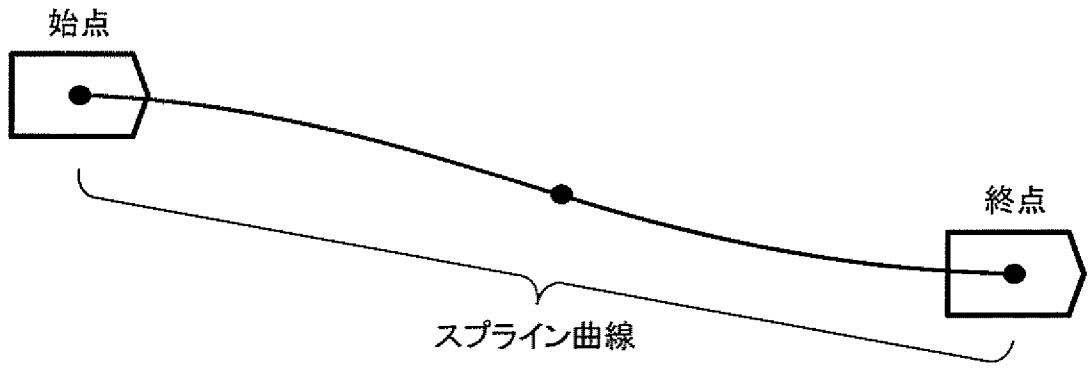
図6


回避距離
対象物
対象物との距離
横移動量

[図7]

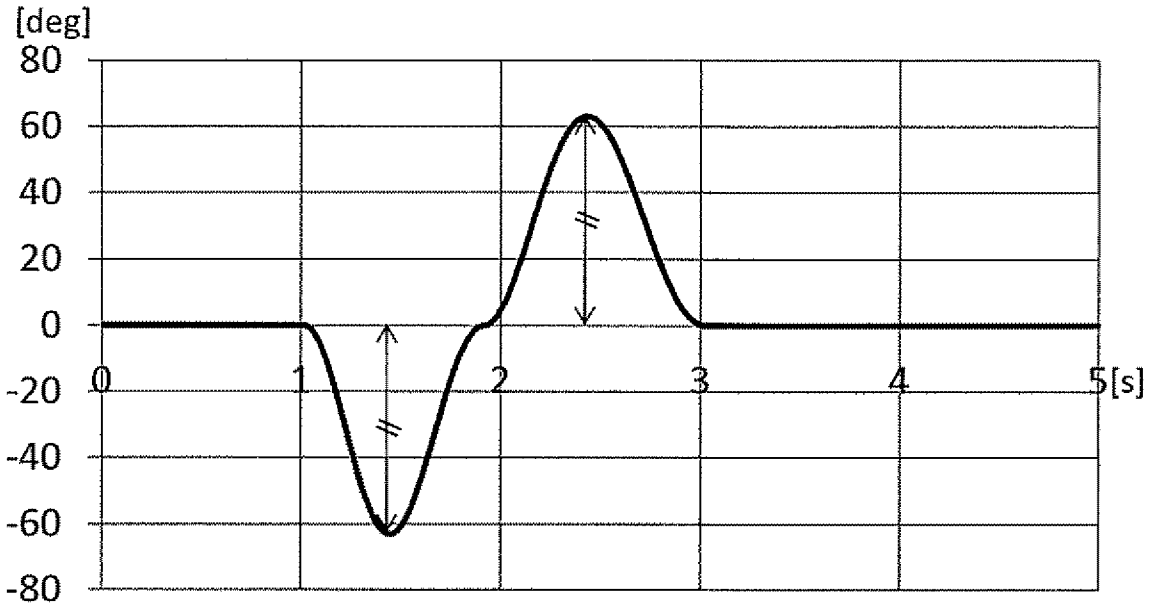
図7


始点
クロソイド曲線
クロソイド曲線
クロソイド曲線
クロソイド曲線
終点


始点
スプライン曲線
終点

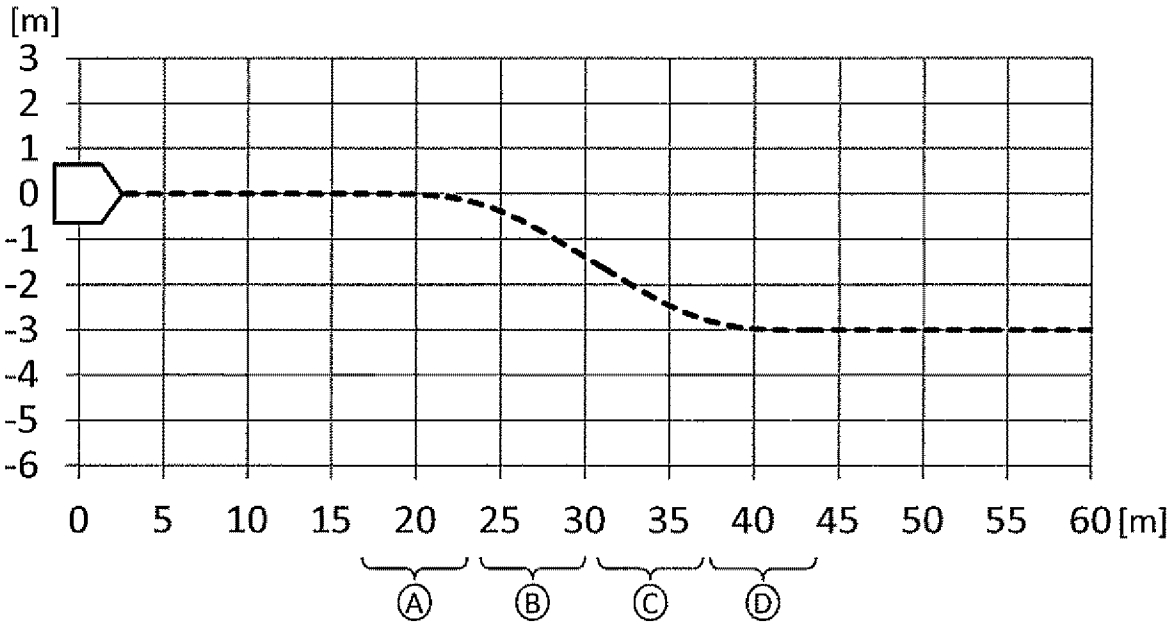
[図8]

図8


[deg]
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
0
1
2
3
4
5[s]

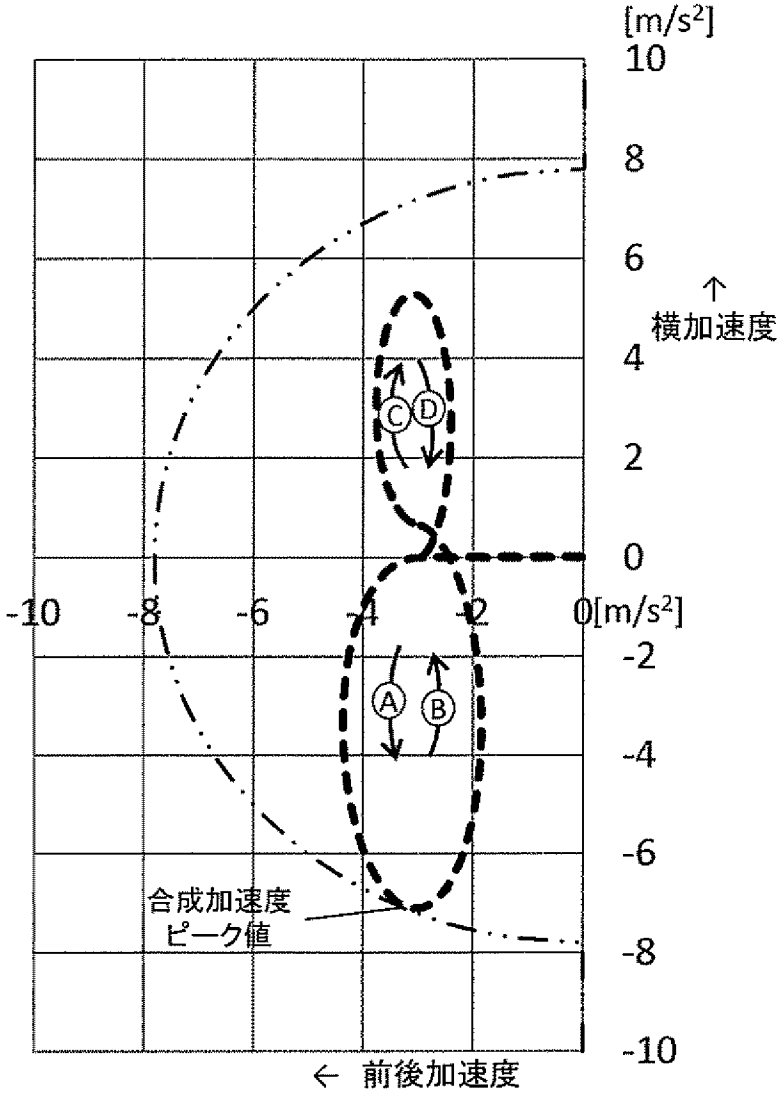
[図9]

図9


[m]
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60[m]
Ⓐ
Ⓑ
Ⓒ
Ⓓ

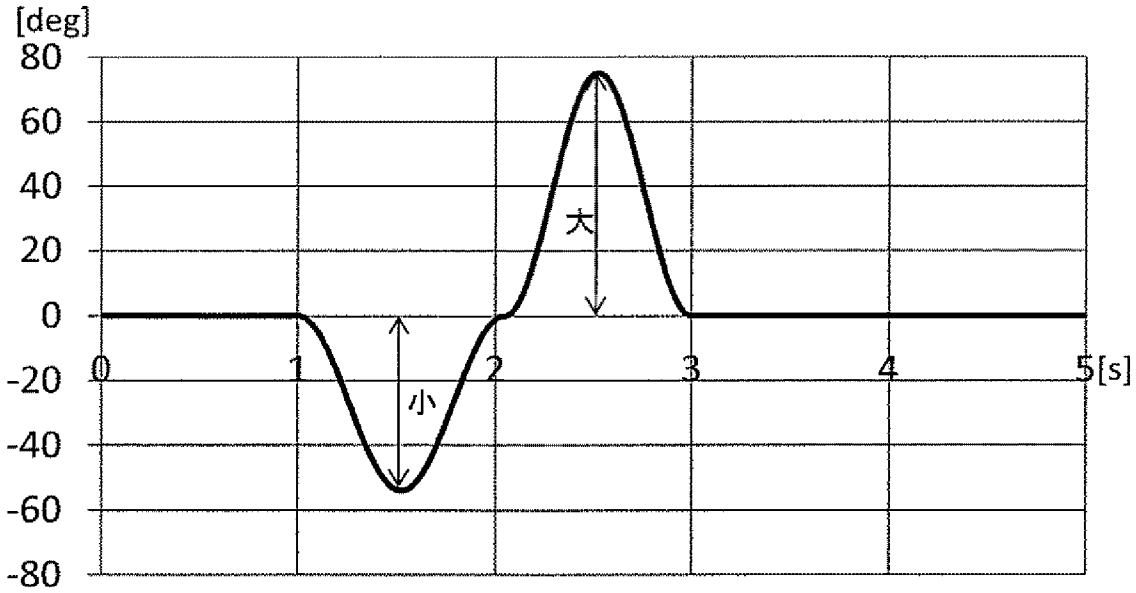
[図10]

図10



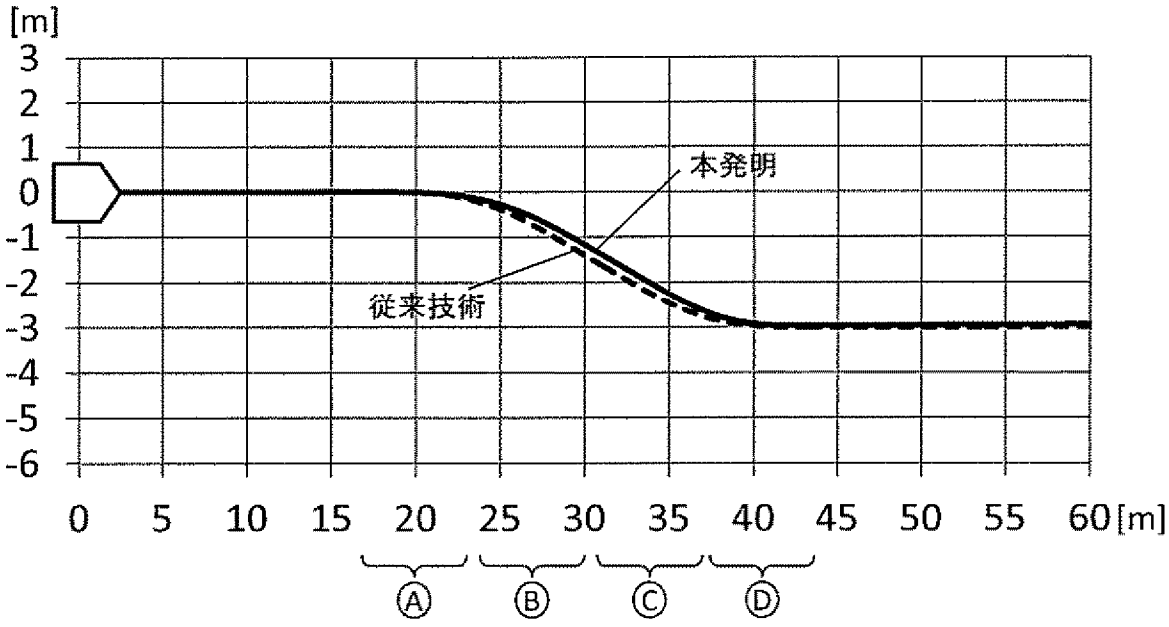
[図11]

図11



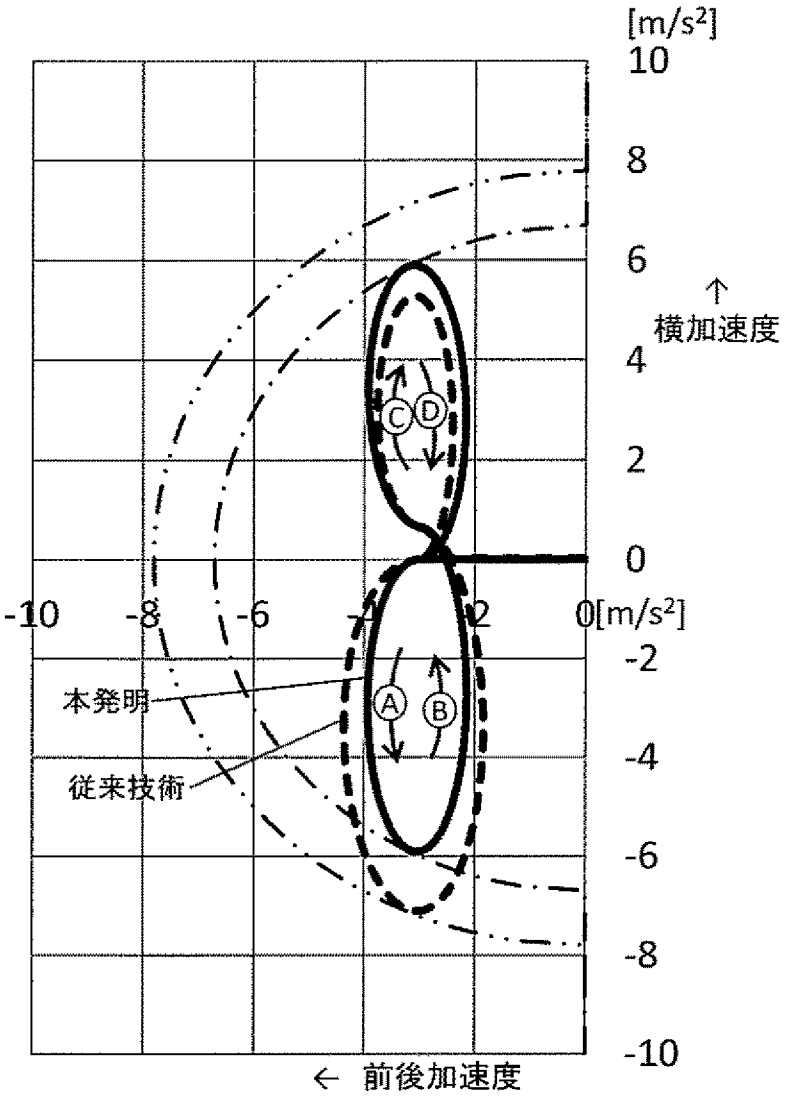
[図12]

図12



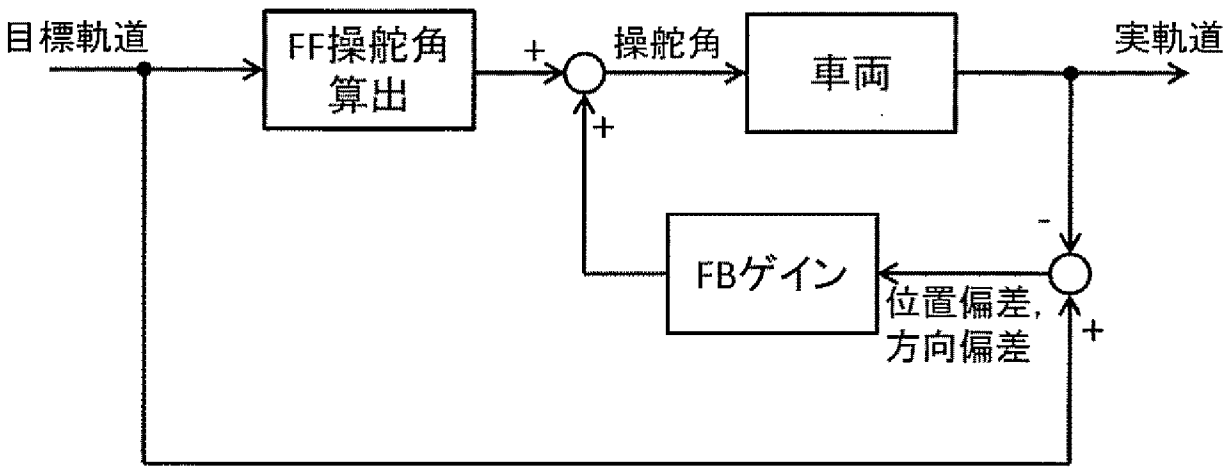
[図13]

図13



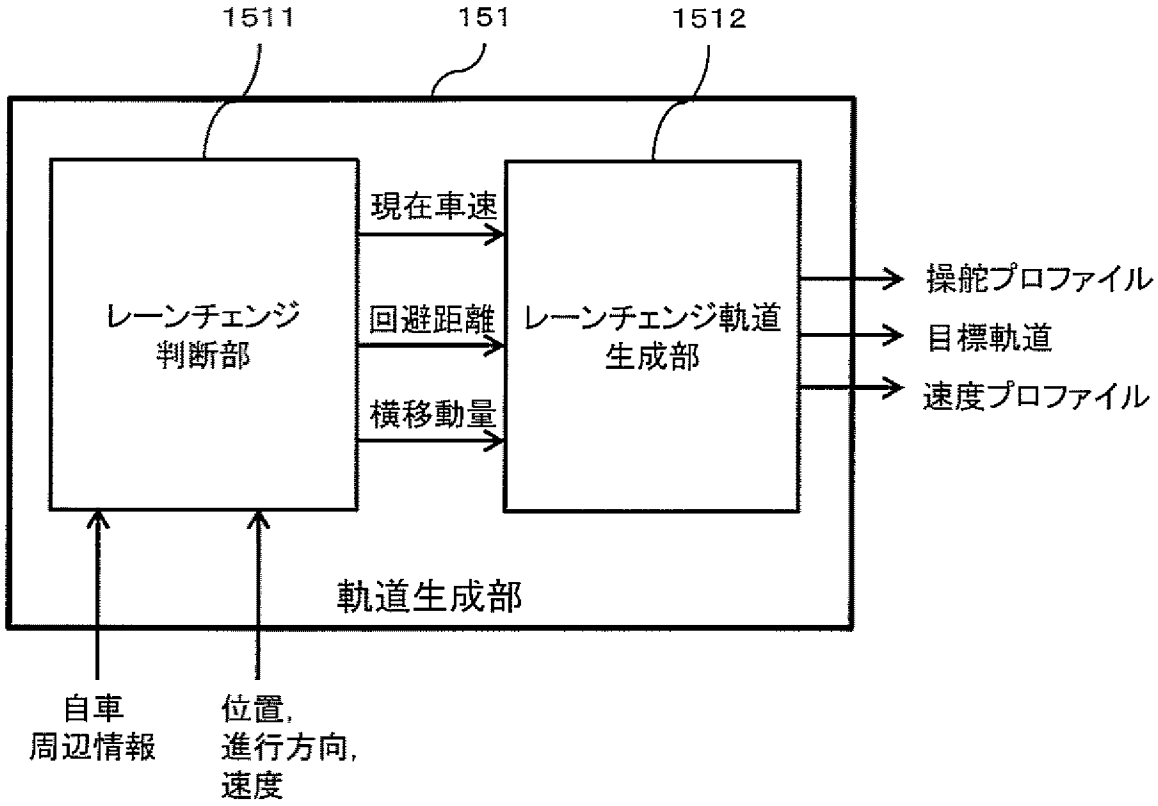
[図14]

図14



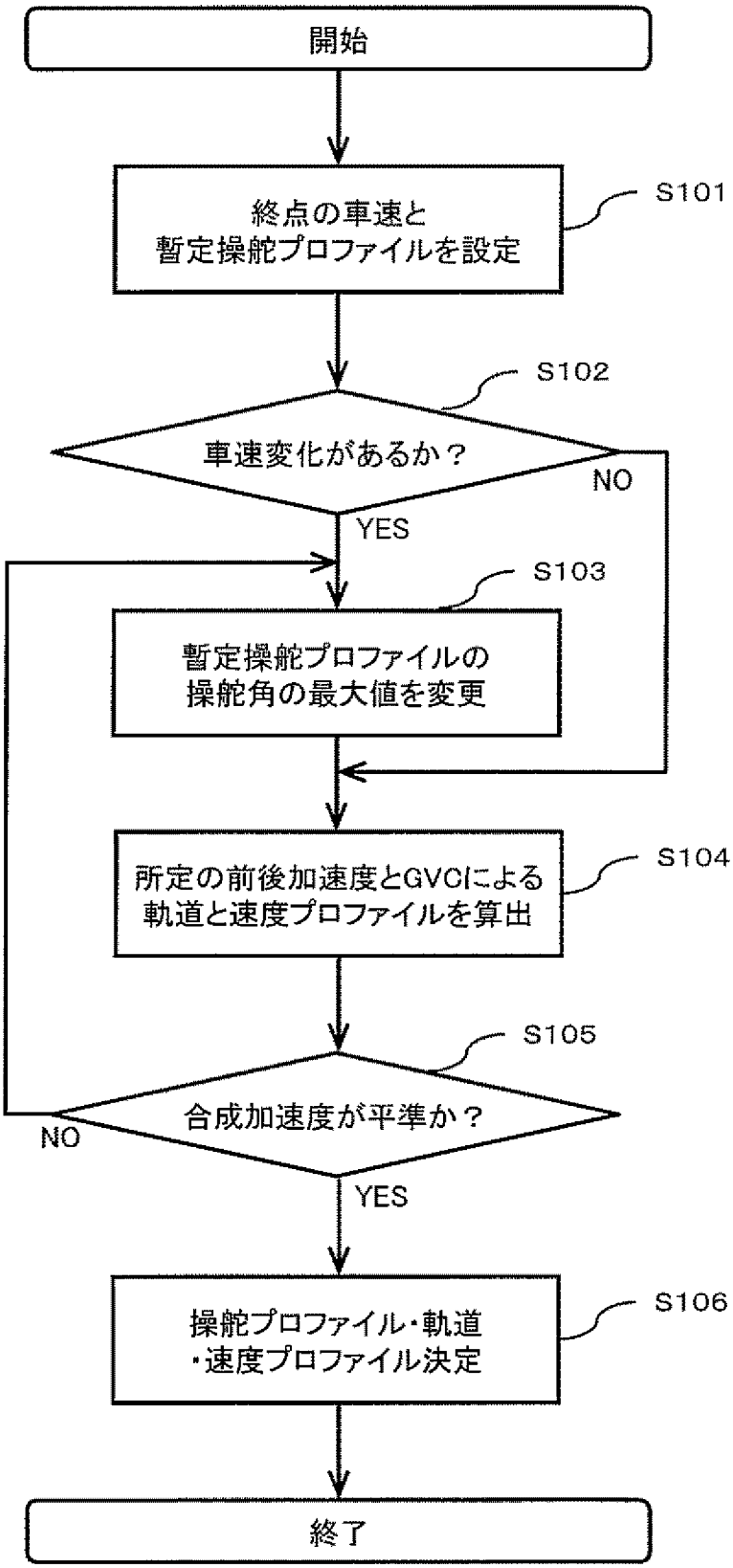
[図15]

図15


1511
151
1512
レーンチェンジ
判断部
現在車速
回避距離
横移動量
レーンチェンジ軌道
生成部
操舵プロファイル
目標軌道
速度プロファイル
軌道生成部
自車
周辺情報
位置,
進行方向,
速度

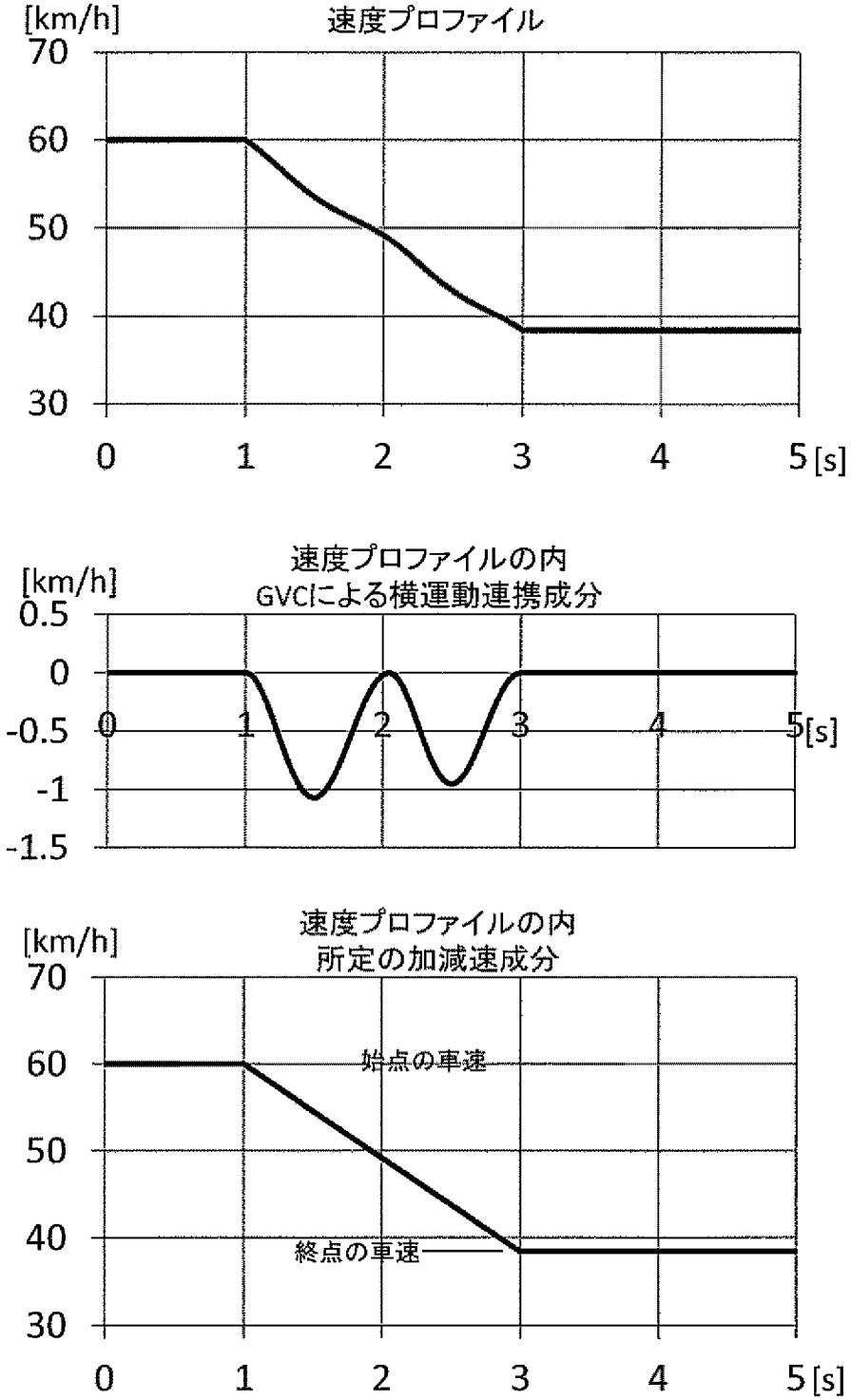
[図16]

図16


開始
終点の車速と
暫定操舵プロファイルを設定
S101
S102
車速変化があるか？
NO
YES
S103
暫定操舵プロファイルの
操舵角の最大値を変更
所定の前後加速度とGVCによる
軌道と速度プロファイルを算出
S104
S105
合成加速度が平準か？
NO
YES
操舵プロファイル・軌道
・速度プロファイル決定
S106
終了

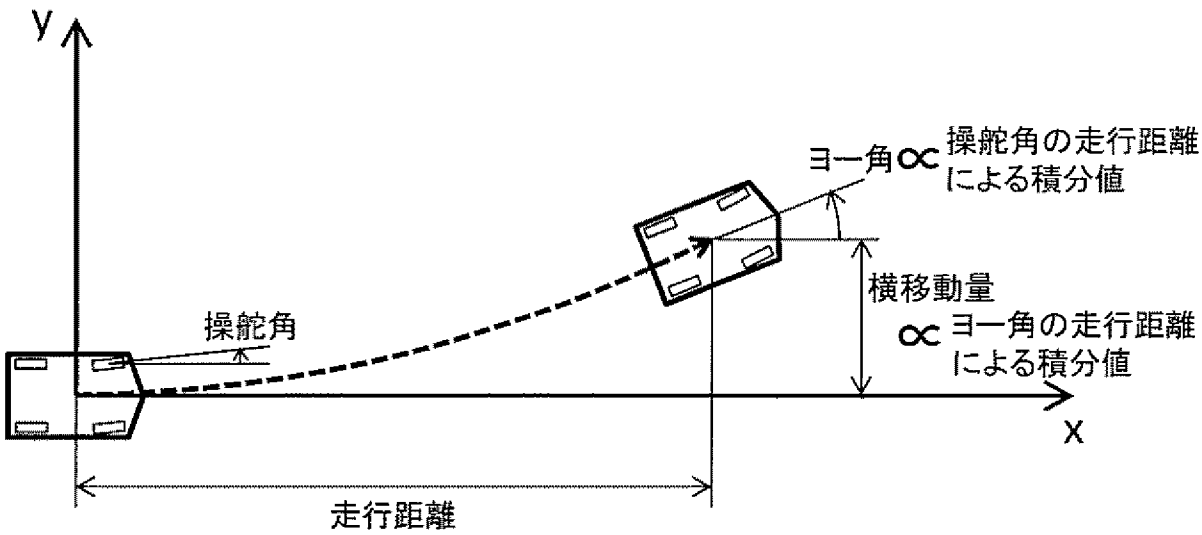
[図17]

図17


[km/h]
速度プロファイル
70
60
50
40
30
0
1
2
3
4
5 [s]
速度プロファイルの内
GVCによる横運動連携成分
[km/h]
0.5
0
-0.5
-1
-1.5
0
1
2
3
4
5[s]
速度プロファイルの内
所定の加減速成分
[km/h]
70
60
50
40
30
始点の車速
終点の車速
0
1
2
3
4
5 [s]

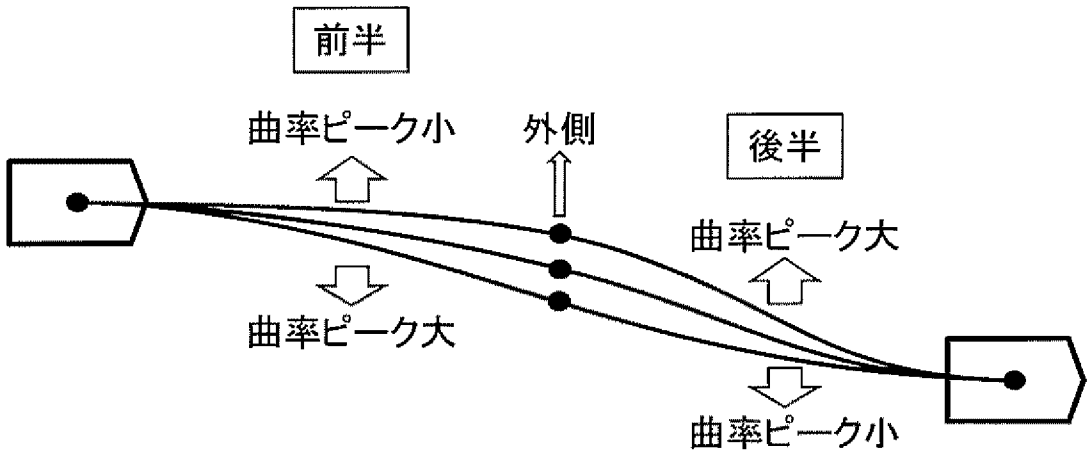
[図18]

図18



[図19]

図19



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/027611

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
See extra sheet.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B60W30/10, B60W10/04, B60W10/06, B60W10/08, B60W10/20, B60W30/02, B60W30/095, B60W40/114, B62D6/00, B62D101/00, B62D103/00, B62D111/00, B62D113/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-297516 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 10 November 1998 (10.11.1998), paragraphs [0046], [0051] to [0054], [0100]; fig. 2 to 3 (Family: none)	1-12
Y	JP 2014-76689 A (Toyota Motor Corp.), 01 May 2014 (01.05.2014), paragraph [0036] (Family: none)	1-12
Y	JP 2015-217848 A (Mazda Motor Corp.), 07 December 2015 (07.12.2015), paragraph [0026] (Family: none)	2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
12 October 2017 (12.10.17)	24 October 2017 (24.10.17)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/027611

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-76584 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 08 April 2010 (08.04.2010), paragraphs [0065] to [0066] (Family: none)	10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/027611

Continuation of A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
(International Patent Classification (IPC))

B60W30/10(2006.01)i, *B60W10/04*(2006.01)i, *B60W10/06*(2006.01)i, *B60W10/08*(2006.01)i, *B60W10/20*(2006.01)i, *B60W30/02*(2012.01)i, *B60W30/095*(2012.01)i, *B60W40/114*(2012.01)i, *B62D6/00*(2006.01)i, *B62D101/00*(2006.01)n, *B62D103/00*(2006.01)n, *B62D111/00*(2006.01)n, *B62D113/00*(2006.01)n

(According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC)

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０２７６１１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　特別ページ参照

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B60W30/10, B60W10/04, B60W10/06, B60W10/08, B60W10/20, B60W30/02, B60W30/095, B60W40/114, B62D6/00, B62D101/00, B62D103/00, B62D111/00, B62D113/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 10-297516 A（日産自動車株式会社）1998.11.10，段落［0046］，［0051］－［0054］，［0100］，第2-3図（ファミリーなし）	1-12
Y	JP 2014-76689 A（トヨタ自動車株式会社）2014.05.01，段落［0036］（ファミリーなし）	1-12
Y	JP 2015-217848 A（マツダ株式会社）2015.12.07，段落［0026］（ファミリーなし）	2

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１２．１０．２０１７	２４．１０．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｚ　５０６９
田中　将一
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３９５

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2010-76584 A（日立オートモティブシステムズ株式会社） 2010.04.08，段落［0065］－［0066］（ファミリーなし）	10

発明の属する分野の分類
B60W30/10(2006.01)i, B60W10/04(2006.01)i, B60W10/06(2006.01)i, B60W10/08(2006.01)i,
B60W10/20(2006.01)i, B60W30/02(2012.01)i, B60W30/095(2012.01)i,
B60W40/114(2012.01)i, B62D6/00(2006.01)i, B62D101/00(2006.01)n,
B62D103/00(2006.01)n, B62D111/00(2006.01)n, B62D113/00(2006.01)n