

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7460458号
(P7460458)

(45)発行日 令和6年4月2日(2024.4.2)

(24)登録日 令和6年3月25日(2024.3.25)

(51)国際特許分類	F I	
B 6 0 W 40/10 (2012.01)	B 6 0 W	40/10
B 6 0 W 40/06 (2012.01)	B 6 0 W	40/06
B 6 0 W 60/00 (2020.01)	B 6 0 W	60/00
G 0 8 G 1/0968(2006.01)	G 0 8 G	1/0968
G 0 8 G 1/16 (2006.01)	G 0 8 G	1/16
		C
請求項の数 9 (全14頁)		

(21)出願番号	特願2020-104290(P2020-104290)	(73)特許権者	509186579 日立Astemo株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(22)出願日	令和2年6月17日(2020.6.17)	(74)代理人	110000350 ポレール弁理士法人
(65)公開番号	特開2021-195066(P2021-195066 A)	(72)発明者	奈須 真吾 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
(43)公開日	令和3年12月27日(2021.12.27)	(72)発明者	平尾 隆介 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
審査請求日	令和5年1月27日(2023.1.27)	(72)発明者	上野 健太郎 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 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 車両運動制御装置、および、車両運動制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両が進路上の所定領域に向かう基準経路を維持する時に生じる車両挙動に関する物理量と、前記車両が前記所定領域を回避する回避経路に移行する時に生じる車両挙動に関する物理量を予測する車両挙動予測部と、

前記物理量が規定値より小さい前記基準経路または前記回避経路で規定される走行軌道を生成する軌道生成部と、を備え、

前記軌道生成部は、前記物理量の和が最小になる走行軌道を生成するものであり、

前記軌道生成部は、前記基準経路を維持する時に生じる車両挙動に関する物理量の和と、前記回避経路に移行する時に生じる車両挙動に関する物理量の和が等しい場合は、前記基準経路を維持する走行軌道を生成することを特徴とする車両運動制御装置。

10

【請求項2】

車両が進路上の所定領域に向かう基準経路を維持する時に生じる車両挙動に関する物理量と、前記車両が前記所定領域を回避する回避経路に移行する時に生じる車両挙動に関する物理量を予測する車両挙動予測部と、

前記物理量が規定値より小さい前記基準経路または前記回避経路で規定される走行軌道を生成する軌道生成部と、を備え、

前記軌道生成部は、分子を前記車両挙動予測部が予測した物理量とし、分母を車両挙動に関する係数とした評価関数で算出した評価値が最小になる走行軌道を生成することを特徴とする車両運動制御装置。

20

【請求項 3】

請求項 2 に記載の車両運動制御装置において、

前記軌道生成部は、前記基準経路を維持する時の評価値と、前記回避経路に移行する時の評価値が等しい場合は、前記基準経路を維持する走行軌道を生成することを特徴とする車両運動制御装置。

【請求項 4】

請求項 2 または請求項 3 に記載の車両運動制御装置において、

前記係数は、走行路面状態と、車両状態と、乗り心地のうち、少なくとも 1 つを考慮した係数であることを特徴とする車両運動制御装置。

【請求項 5】

車両が進路上の所定領域に向かう基準経路を維持する時に生じる車両挙動に関する物理量と、前記車両が前記所定領域を回避する回避経路に移行する時に生じる車両挙動に関する物理量を予測する車両挙動予測部と、

前記物理量が規定値より小さい前記基準経路または前記回避経路で規定される走行軌道を生成する軌道生成部と、を備え、

前記軌道生成部は、前記基準経路を維持する時に生じる車両挙動に関する物理量と、前記回避経路に移行する時に生じる車両挙動に関する物理量が、いずれも規定値より大きい場合は、前記基準経路を通り、かつ、前記物理量が最小になる走行軌道を生成することを特徴とする車両運動制御装置。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 の何れか一項に記載の車両運動制御装置において、前記物理量は、時間、変位、速度、加速度、加加速度、角度、角速度、角加速度のいずれかであることを特徴とする車両運動制御装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の車両運動制御装置において、

前記加速度は、前後加速度、横加速度、上下加速度の何れかであることを特徴とする車両運動制御装置。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の車両運動制御装置において、

前記物理量は、最大値または積分値であることを特徴とする車両運動制御装置。

【請求項 9】

車両が進路上の所定領域に向かう基準経路を維持する時に生じる車両挙動に関する物理量を予測するステップと、

前記車両が前記所定領域を回避する回避経路に移行する時に生じる車両挙動に関する物理量を予測するステップと、

前記物理量が規定値より小さい前記基準経路または前記回避経路で規定される走行軌道を生成するステップと、

を備え、

前記走行軌道を生成するステップでは、前記物理量の和が最小になる走行軌道を生成するとともに、前記基準経路を維持する時に生じる車両挙動に関する物理量の和と、前記回避経路に移行する時に生じる車両挙動に関する物理量の和が等しい場合は、前記基準経路を維持する走行軌道を生成することを特徴とする車両運動制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両の目標となる走行軌道を生成し、生成した走行軌道に基づいて車両の運動を制御する車両運動制御装置、および、車両運動制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

地図や通信、センサを用いて取得した車両の進路上の道路状況や車両の状態に基づいて

10

20

30

40

50

、車両の目標となる走行経路や速度といった情報で構成される走行軌道を生成し、生成した走行軌道に車両が追従して走行するようにパワートレインやブレーキ、ステアリングを制御する自動運転技術が知られている。

【0003】

車両の進路上に通過可能な凹凸がある場合の走行軌道の生成方法として、特許文献1には、凹凸を通過する際に生じる振動が車両のばね上と共振することを避けるように車速を増減する車速制御を行うことで、車両のばね上に生じる上下加速度を低減し、乗り心地を改善する方法が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0004】

【文献】特開2009-248909号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載された方法は、車速の増減によって生じる前後加速度が考慮されていないため、車速の増減や凹凸の大きさによっては前後加速度が著大になり、車速制御を行わない場合より乗り心地が悪化する可能性がある。また、凹凸を回避する走行軌道の生成や、凹凸を通過する際に車両のばね下に生じる振動によってサスペンションが破損する可能性等は考慮されておらず、車両の進路上の道路状況や車両の状態に対して必要十分な乗り心地や安全性が得られない可能性がある。

20

【0006】

そこで、本発明では、車両の進路上の凹凸等の所定領域に対して、通過または回避する際に生じる前後加速度や横加速度、上下加速度等の車両挙動に関する物理量が小さい快適な乗り心地と高い安全性を実現可能な走行軌道を生成する車両運動制御装置、および、車両運動制御方法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】

【0007】

以上の課題を解決するため、本発明の車両運動制御装置は、車両が進路上の所定領域に向かう基準経路を維持する時に生じる車両挙動に関する物理量と、前記車両が前記所定領域を回避する回避経路に移行する時に生じる車両挙動に関する物理量を予測する車両挙動予測部と、前記物理量が規定値より小さい前記基準経路または前記回避経路で規定される走行軌道を生成する軌道生成部と、を備えた。

30

【0008】

また、本発明の車両運動制御方法は、車両が進路上の所定領域に向かう基準経路を維持する時に生じる車両挙動に関する物理量を予測するステップと、前記車両が前記所定領域を回避する回避経路に移行する時に生じる車両挙動に関する物理量を予測するステップと、前記物理量が規定値より小さい前記基準経路または前記回避経路で規定される走行軌道を生成するステップと、を備えた。

【発明の効果】

40

【0009】

本発明の車両運動制御装置、または、車両運動制御方法によれば、車両の進路上の凹凸等の所定領域に対して、通過または回避する際に生じる前後加速度や横加速度、上下加速度といった車両挙動に関する物理量が小さい快適な乗り心地と高い安全性を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】一実施例に係る車両運動制御装置2を含む車載システム1の構成例を示す図。

【図2】一実施例に係る走行軌道生成ユニット22の機能ブロックの一例を示す図。

【図3】一実施例に係る走行軌道生成ユニット22に入力される走行状況情報の一例を示

50

す図。

【図 4】一実施例に係る前後二輪モデルを示す図。

【図 5】行動決定部 2 2 e の処理概要を示すフローチャート。

【図 6】行動決定部 2 2 e の処理概要を示すフローチャート。

【図 7】行動決定部 2 2 e の処理概要を示すフローチャート。

【図 8】一実施例に係る走行軌道生成ユニット 2 2 による処理結果の一例を示す図。

【図 9】一実施例に係る車両運動制御装置 2 を含む車載システム 1 を搭載した車両 6 0 による処理結果の一例を示す図。

【図 10】行動決定部 2 2 e の処理概要を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の一実施例に係る車両運動制御装置を含む車載システムについて、図 1 ~ 図 10 を用いて詳細に説明する。

【0012】

<車載システム 1>

図 1 は、本実施例の車両運動制御装置 2 を含む車載システム 1 の構成例を示した図である。ここに示すように、車載システム 1 は、車外通信装置 1 1、GNSS 1 2、地図情報記憶部 1 3、センサ 1 4、HMI ユニット 1 5、車両運動制御装置 2、パワートレインシステム 3、ブレーキシステム 4、ステアリングシステム 5 を備えている。

【0013】

車載システム 1 は、車両に搭載され、車両の自動運転や運転支援等の車両運動制御を行う。

【0014】

車外通信装置 1 1 は、無線通信によって他車両との車車間通信、路車間通信を行い、車両や周辺環境等の情報の送受信を行う。

【0015】

GNSS 1 2 は、準天頂衛星や GPS 衛星等の人工衛星から発信される電波を受信し、車両の位置等の情報を取得する。

【0016】

地図情報記憶部 1 3 は、ナビゲーションシステム等で用いられる一般的な道路情報の他に、道路の幅や曲率等の道路情報、他車両の走行状態や路面状況、交通状況等の周辺環境情報を記憶する。周辺環境情報は、車外通信装置 1 1 を用いた車車間通信や路車間通信で取得した情報により逐次更新する。

【0017】

センサ 1 4 は、画像センサ、ミリ波レーダ、ライダー等の周辺環境の情報を検出する外界認識センサの他、ドライバによる操作や車両の速度、加速度、角速度、操舵角等を検出するセンサを備える。外界認識センサで検出する周辺環境情報は、車両周辺に存在する障害物、他車両、歩行者、標識、車線境界線、建造物等の各種物体を検出する。例えばセンサ 1 4 は、画像センサが撮像した画像データの白線と路面の輝度の差に基づいて車線境界線や車線外側線等を認識する。

【0018】

HMI ユニット 1 5 は、走行モードの選択や目的地の設定等のユーザの入力操作の受付の他、車外通信装置 1 1 やセンサ 1 4 等で得られる各種情報からユーザに必要な情報をディスプレイで表示、スピーカで音声案内や警報等を発生させる。

【0019】

車両運動制御装置 2 は、運行管理ユニット 2 1、走行軌道生成ユニット 2 2、走行制御ユニット 2 3 を備えている。運行管理ユニット 2 1、走行軌道生成ユニット 2 2、走行制御ユニット 2 3 は、CPU 等の演算装置、半導体メモリ等の主記憶装置、補助記憶装置、および、通信装置等のハードウェアを備えた、車両を統括制御する計算機であり、主記憶装置にロードされたプログラムを演算装置が実行することで、様々な機能を実現するもの

10

20

30

40

50

であるが、以下では、このような周知技術を適宜省略しながら説明する。なお、本実施例では、本発明を理解しやすくするために、運行管理ユニット 2 1、走行軌道生成ユニット 2 2、走行制御ユニット 2 3 が分離した構成を例示しているが、本発明を実車両に採用する際には、上位コントローラでそれらの機能を実現しても良い。

【 0 0 2 0 】

運行管理ユニット 2 1 は、車外通信装置 1 1、GNSS 1 2、地図情報記憶部 1 3、センサ 1 4 で取得した情報に基づいて車両の位置情報、車両周辺に存在する各種物体や車両の挙動に関する情報を生成する。また、運行管理ユニット 2 1 は、これら位置情報や周辺環境情報、車両挙動に関する情報を、車外通信装置 1 1 を介して定期的に送信すると共に、地図情報記憶部 1 3 を逐次更新する。更に、運行管理ユニット 2 1 は、これら位置情報や周辺環境情報、車両挙動に関する情報の他、HMI ユニット 1 5 で取得した目的地等の情報に基づいて、車両の現在位置から目的地までの経路を設定する。以降では、運行管理ユニット 2 1 で生成や設定された情報を、走行状況情報と称することにする。

10

【 0 0 2 1 】

走行制御ユニット 2 3 は、走行軌道生成ユニット 2 2 から出力される走行軌道に車両が追従して走行するように目標駆動力、目標制動力、目標操舵角等を設定し、パワートレインシステム 3、ブレーキシステム 4、ステアリングシステム 5 を制御する。

【 0 0 2 2 】

パワートレインシステム 3 は、ドライバの操作や走行制御ユニット 2 3 から出力される目標駆動力に基づいて、内燃機関や電動機等で発生させる駆動力を制御する。

20

【 0 0 2 3 】

ブレーキシステム 4 は、ドライバの操作や走行制御ユニット 2 3 から出力される目標制動力に基づいて、ブレーキキャリパ等で発生させる制動力を制御する。

【 0 0 2 4 】

ステアリングシステム 5 は、ドライバの操作や走行制御ユニット 2 3 から出力される目標操舵角に基づいて、車輪の操舵角を制御する。

【 0 0 2 5 】

< 走行軌道生成ユニット 2 2 >

次に、図 2 ~ 図 4 を用いて、走行軌道生成ユニット 2 2 の機能ブロックの一例を概説する。

30

【 0 0 2 6 】

走行軌道生成ユニット 2 2 は、前述の走行状況情報を入力として、車両の目標となる走行経路や速度といった情報で規定される走行軌道を生成するものであり、情報取得部 2 2 a、走行領域情報演算部 2 2 b、車両挙動予測部 2 2 c、行動抽出部 2 2 d、行動決定部 2 2 e、走行軌道生成部 2 2 f を備えている。

【 0 0 2 7 】

情報取得部 2 2 a は、運行管理ユニット 2 1 から走行状況情報を取得する。

【 0 0 2 8 】

走行領域情報演算部 2 2 b は、情報取得部 2 2 a から出力された走行状況情報を入力として、車両が進路上に存在する他車両、歩行者、建造物等の障害物と接触せずに走行が可能な領域や凹凸等を回避するために必要な車両の横移動距離や目標速度、路面摩擦係数等を演算する。図 3 を用いて走行領域情報演算部 2 2 b から出力される走行領域情報の一例を概説する。

40

【 0 0 2 9 】

図 3 に示す状況では、車両 6 0 は二車線で構成される路面 7 0 を図 3 の左側から右側に向かって走行しており、車両 6 0 の進路上には凹凸等の悪路（以下、「所定領域 7 1」と称する）がある。ここで、走行領域情報の一例として、車両 6 0 からセンサ 1 4 で検出可能な最遠端までの距離を L 、図 3 の状況において走行可能領域の幅でもある路面 7 0 の幅を W 、車両 6 0 から所定領域 7 1 までの距離を L_a 、所定領域 7 1 の長さを L_b 、所定領域 7 1 からセンサ 1 4 で検出可能な最遠端までの距離を L_c 、所定領域 7 1 を回避するた

50

めに必要な車両 60 の横移動距離を W_n 、所定領域 71 の幅を W_b 、所定領域 71 の凸部高さを H_b 、車両 60 の現在の速度を V_0 、予め定めた路面 70 を走行する際の上限速度と下限速度をそれぞれ V_U 、 V_L とする。走行軌道生成ユニット 22 では、これらの走行領域情報に基づいて所定領域 71 に向かう基準経路 81、または、所定領域 71 を回避する回避経路 82 を生成する。

【0030】

なお、所定領域 71 は、通過可能な凹凸や水たまり、凍結路等の悪路の他、車両 60 より低速の他車両等の通過不可能な障害物であっても良く、所定領域 71 の種類は限定しない。また、所定領域 71 が低速の他車両である場合、車両 60 が基準経路 81 を維持しても所定領域 71 と接触しないように、所定領域 71 との相対速度が 0 になる目標速度を定義する。また、走行領域情報演算部 22 b は、他車両の移動範囲や歩行者が飛び出した時の到達範囲を考慮して算出したリスクポテンシャルマップを走行可能領域として出力しても良い。また、図 3 に示す回避経路 82 は、所定領域 71 を左車線へ車線変更することで回避した後、元の右車線に戻る経路を示しているが、元の車線に戻らない経路や同一車線内で回避や所定領域 71 を跨ぐ経路であっても良く、回避経路 82 の形状は限定しない。

10

【0031】

車両挙動予測部 22 c は、情報取得部 22 a から出力された走行状況情報と、走行領域情報演算部 22 b から出力された走行領域情報を入力として、基準経路 81 を維持する場合と、回避経路 82 に切り替える場合の、加速度等の車両挙動に関する物理量を予測する。図 4 を用いて車両挙動予測部 22 c で予測する車両挙動に関する物理量の一例を概説する。図 4 は、路面上下変位を伴う車両 60 を左側から見た図であり、車体や車輪等を質点で表し、各質点をばねやショックアブソーバで接続した前後二輪モデルを示す図である。座標系は車両の前後方向を x 軸、車両の左右方向を y 軸、車両の上下方向を z 軸とし、ばね下質量の前軸側と後軸側を m_{1f} 、 m_{1r} 、ばね上質量を m_2 、ばね上重心 61 の上下変位を z_{2cg} 、各輪上のばね上上下変位を z_{2f} 、 z_{2r} 、ばね下上下変位を z_{1f} 、 z_{1r} 、路面上下変位を z_{0f} 、 z_{0r} 、ばね上重心 61 のピッチ角をそれぞれ θ 、サスペンションばね定数を k_{sf} 、 k_{sr} 、サスペンション減衰係数を c_{sf} 、 c_{sr} 、前輪軸と後輪軸の距離であるホイールベースを l 、前後輪軸からばね上重心までの車両前後方向の距離を l_f 、 l_r 、ばね上重心 61 の高さを h として表記している。

20

【0032】

車両挙動予測部 22 c では、このモデルに走行領域情報の一部である路面の高さに関する情報を入力し、ばね上重心や各輪上のばね上、ばね下の上下加速度、ばね上とばね下の上下方向の相対変位であるサスペンションストローク量を算出する。また、車両挙動予測部 22 c で予測する車両挙動に関する物理量は、ばね上重心に生じる前後加速度や横加速度、上下加速度の他、車両の各自由度の速度や加速度、角加速度、角度、角速度、角加速度であっても良く、車両挙動予測部 22 c で予測する車両挙動に関する物理量は限定しない。また、車両挙動予測部 22 c で予測する車両挙動に関する物理量は、通過と回避の行動に対してそれぞれ 1 つだけでなく、図 3 に示す上限速度 V_U と下限速度 V_L の間で定義した複数の速度候補や、走行可能領域の幅 W の間で定義した回避に必要な複数の横移動量候補に対して実施しても良く、車両挙動予測部 22 c の予測対象とする条件は限定しない。また、本実施例では車両挙動予測部 22 c の演算負荷を考慮して前後二輪モデルを用いる場合を概説したが、車両 60 の左右輪が通過する所定領域 71 の凹凸高さが異なる場合には図 4 に示す y 軸方向や x 軸および z 軸周りの運動が考慮できる四輪フルビークルモデルを用いることが上下運動の予測精度の観点で望ましく、車両挙動に関する物理量の予測方法は限定しない。

30

40

【0033】

行動抽出部 22 d は、情報取得部 22 a から出力された走行状況情報と、車両挙動予測部 22 c から出力された加速度等の車両挙動に関する物理量を入力として、車両挙動予測部 22 c から出力された候補の中から車両挙動に関する物理量が車両限界以下になる行動を抽出し、出力する。ここで、車両限界の具体例を説明する。まず、車両の平面運動に関

50

してはエンジンやタイヤ等の車両性能や路面摩擦係数を超える加速度は発生させることができないため、この車両性能や路面摩擦係数に基づく加速度が車両限界となる。なお、車両の平面運動に関する加速度である平面合成加速度は、前後加速度と横加速度の二乗和平方根で算出できる。次に、車両の上下運動に関しては、車両のサスペンションが破損しない各車輪上のばね上、ばね下の上下加速度、サスペンションストローク量の上限值が車両限界となる。なお、この上限値は例えば各輪上のばね上上下加速度は約1 G、各輪上のばね下上下加速度は約2.0 G、サスペンションストローク量はサスペンションの形状によって異なるが約0.1 mになる。このように行動抽出部22dでは、安全かつ実現可能な行動のみを抽出し、出力する。なお、車両挙動に関する物理量が車両限界以下になる行動が1つもない場合は、安全性を考慮して車両限界の前後加速度で減速する通過行動を抽出し、出力する。

10

【0034】

走行軌道生成部22fは、情報取得部22aから出力された走行状況情報と、行動決定部22eから出力された行動に関する情報を入力として、行動決定部22eで決定した行動を行う走行経路および速度を設定し、走行軌道として走行制御ユニット23に出力する。

【0035】

< 行動決定部22eの処理 >

次に、図5を用いて、行動決定部22eの処理概要を説明する。

【0036】

まず、ステップS1では、行動決定部22eは、情報取得部22aから出力された走行状況情報、行動抽出部22dから出力された車両挙動に関する物理量が車両限界以下になる行動、あるいは、車両限界の前後加速度で減速する通過行動で生じる車両挙動に関する物理量を取得する。

20

【0037】

次に、ステップS11では、行動決定部22eは、ステップS1で取得した情報に基づいて、回避経路82の走行時の車両挙動に関する物理量が規定値より大きいかなかを判定し、規定値より大きい場合は(ステップS11、YES)ステップS12に進み、規定値以下の場合は(ステップS11、NO)ステップS13に進む。ここで、規定値とは、乗り心地等を考慮して予め定めた所定値や、センサ14などで取得した路面摩擦係数に基づく車両限界の値であっても良く、規定値の定義は限定しない。

30

【0038】

ステップS12では、行動決定部22eは、車両60の行動として基準経路81の維持を選択する。なお、行動抽出部22dで抽出された回避経路82が1つもない場合も、ステップS12に進んで基準経路81の維持を選択する。

【0039】

一方、ステップS13では、行動決定部22eは、ステップS1で取得した情報に基づいて、基準経路時の車両挙動に関する物理量が規定値より大きいかなかを判定し(ステップS13)、規定値より大きい場合は(ステップS13、YES)ステップS14に進み、規定値以下の場合は(ステップS13、NO)、ステップS15に進む。

【0040】

ステップS14では、行動決定部22eは、車両60の行動として回避経路82への移行を選択する。なお、行動抽出部22dで抽出された基準経路81が1つもない場合も、ステップS14に進んで回避経路82への移行を選択する。

40

【0041】

一方、ステップS15では、行動決定部22eは、ステップS1で取得した情報に基づいて、基準経路時の車両挙動に関する物理量が回避経路時の車両挙動に関する物理量以下か否かを判定し、前者が後者以下の場合は(ステップS15、YES)ステップS12に進み、前者が後者より大きい場合は(ステップS15、NO)、ステップS14に進む。

【0042】

以上の処理により、行動決定部22eは、車両60の行動として基準経路81の維持と

50

回避経路 8 2 への移行の何れか選択する。

【 0 0 4 3 】

< 行動決定部 2 2 e の図 5 と異なる処理 >

次に、図 6 を用いて、行動決定部 2 2 e の処理概要を説明する。ここで、図 5 との差分について説明し、図 5 と同じ説明は省略する。なお、図 6 と図 5 の主な違いは、行動選択処理を、加速度等の車両挙動に関する物理量と規定値との大小関係に基づいて行う方法から、加速度等から算出した車両挙動に関する物理量の和に基づいて行う方法に変更したことである。

【 0 0 4 4 】

まず、行動決定部 2 2 e は、ステップ S 1 で、図 5 と同様に、情報取得部 2 2 a と行動抽出部 2 2 d から出力された情報を取得し、ステップ S 2 1 で、取得した情報に基づいて、加速度等の同一次元の車両挙動に関する物理量の和を算出する。

【 0 0 4 5 】

次にステップ S 2 2 では、行動決定部 2 2 e は、ステップ S 2 1 で算出した基準経路時の車両挙動に関する物理量の和が回避経路時の車両挙動に関する物理量の和以下か否かを判定し（ステップ S 2 2）、前者が後者以下の場合は（ステップ S 2 2、YES）、ステップ S 2 3 に進んで基準経路 8 1 の維持を選択し、前者が後者より大きい場合は（ステップ S 2 2、NO）、ステップ S 2 4 に進んで回避経路 8 2 への移行を選択する。

【 0 0 4 6 】

< 行動決定部 2 2 e の図 5 や図 6 と異なる処理 >

次に、図 7 を用いて、行動決定部 2 2 e の処理概要を説明する。ここで、図 5 や図 6 との差分について説明し、図 5 や図 6 と同じ説明は省略する。なお、図 7 と図 5 や図 6 の主な違いは、行動選択処理を、加速度等の車両挙動に関する物理量と規定値との大小関係や加速度等から算出した車両挙動に関する物理量の和に基づいて行う方法から、加速度等から算出した評価値に基づいて行う方法に変更したことである。

【 0 0 4 7 】

まず、行動決定部 2 2 e は、ステップ S 1 で、図 5 や図 6 と同様に、情報取得部 2 2 a と行動抽出部 2 2 d から出力された情報を取得し、ステップ S 3 1 で、取得した情報に基づいて、加速度等の車両挙動に関する物理量を入力とする（式 1）や（式 2）で表される評価関数を用いて評価値 Q を算出する。

【 0 0 4 8 】

【数 1】

$$Q = \sqrt{A \left(\frac{G_{xm}}{G_{xs}} \right)^2 + B \left(\frac{G_{ym}}{G_{ys}} \right)^2 + C \left(\frac{G_{zm}}{G_{zs}} \right)^2} \quad (\text{式1})$$

【 0 0 4 9 】

【数 2】

$$Q = \sqrt{A \left(\frac{G_{xm}}{G_{xs}} \right)^2 + B \left(\frac{G_{ym}}{G_{ys}} \right)^2 + C \left(\frac{G_{zm}}{G_{zs}} \right)^2 + D \left(\frac{t_m}{t_s} \right)^2} \quad (\text{式2})$$

【 0 0 5 0 】

ここで、（式 1）や（式 2）の A、B、C、D は重み係数、 G_{xm} 、 G_{ym} 、 G_{zm} は最大加速度（前後、横、上下）、 t_m は車両 6 0 が所定領域 7 1 を通過または回避する行動で生じる移動時間、 G_{xs} 、 G_{ys} 、 G_{zs} は加速度規定値（前後、横、上下）、 t_s は車両 6 0 が所定領域 7 1 を現在の速度 V_0 で通過または回避する行動で生じる移動時間である。なお、（式 1）や（式 2）に示す G_{xm} 等の評価関数の分子は、加速度だけでなく距離

10

20

30

40

50

や速度、加加速度、角速度、角加速度であっても良く、また最大値だけでなく積分値であっても良く、評価関数の分子に定義する車両挙動に関する物理量は限定しない。また、(式1)や(式2)に示す G_{x_s} 等の評価関数の分母は、加速度だけでなく距離や速度、加加速度、角速度、角加速度であっても良く、また予め定めた規定値だけでなく、走行領域情報演算部22bから出力される路面摩擦係数や乗り心地、車両状態等に基づく値であっても良く、評価関数の分母に定義する車両挙動に関する係数は限定しない。

【0051】

次にステップ32では、行動決定部22eは、ステップS31で算出した基準経路時の評価値が回避経路時の評価値以下か否かを判定し(ステップS32)、前者が後者以下の場合には(ステップS32、YES)、ステップS33に進んで基準経路81の維持を選択し、前者が後者より大きい場合は(ステップS32、NO)、ステップS34に進んで回避経路82への移行を選択する。

10

【0052】

<本実施例の効果>

次に、図8と図9を用いて、以上で説明した車両運動制御装置2を含む車載システム1を搭載した車両60により達成される効果の一例を説明する。図8と図9は、図3で示した状況で、本実施例の図6に示すフローチャートを適用した場合の効果を示すグラフである。

【0053】

図8の各グラフにおいて、横軸は目標速度を示しており、縦軸は左上から順に、(a)最大加速度の和、(b)最大平面合成加速度、(c)移動時間、(d)最大前後加速度、(e)最大横加速度、(f)最大上下加速度、(g)最大ばね上上下下加速度、(h)最大ばね下上下下加速度、(i)最大サスペンションストローク量を示している。また、各グラフ中の「白丸」と「黒丸」は基準経路81に対応するデータ、「白四角」と「黒四角」は回避経路に対応するデータ、一点鎖線は規定値または上限値を示している。

20

【0054】

まず、これらの状況下で、(b)(g)(h)(i)が車両限界である上限値以下になる安全に基準経路および回避経路を走行できる車両挙動は、図8の「黒丸」と「黒四角」の2つである。従って、行動抽出部22dは、この2つの行動を抽出する。

【0055】

そして、この2つの車両挙動の最大加速度の和は、図8の(a)に示すように「黒丸」の基準経路が「黒四角」の回避経路より小さいため、行動決定部22eは、この「黒丸」で示される目標速度での基準経路81の走行を、安全かつ乗り心地が最も良い行動と決定する。

30

【0056】

図9は、図8で選択された通過の車両挙動を示すグラフであり、(a)速度、(b)前後加速度、(c)路面上下変位(前輪側)、(d)上下加速度の距離に対する変化を示したものである。図9の一点鎖線は規定範囲の上限と下限を示しており、(c)に示す所定領域71を通過する際に生じる前後加速度と横加速度は、(b)(d)に示すように規定値の範囲内になっており、設定した乗り心地を安全に実現する走行軌道を生成できている。

40

【0057】

<行動決定部22eの図5~図7と異なるフローチャートの一例>

次に、図10を用いて、行動決定部22eの処理概要を説明する。ここで、図5~図7との差分について説明し、図5~図7と同じ説明は省略する。なお、図10と図5~図7の主な違いは、運行管理ユニット21で設定された走行モードの内、移動時間優先モードに対応した行動選択を行う処理を追加したことである。

【0058】

まず、ステップS1では、行動決定部22eは、図5~図7と同様に、情報取得部22aと行動抽出部22dから出力された情報を取得する。

【0059】

50

次にステップ S 4 1 では、行動決定部 2 2 e は、運行管理ユニット 2 1 で設定された走行モードが移動時間優先モードであるか否かを判定し、走行モードが移動時間優先モードである場合は（ステップ S 4 1、YES）、ステップ S 4 2 に進んで最短時間の行動を選択し、走行モードが移動時間優先モードでない場合は、ステップ S 4 3 に進んで行動選択処理を行う。ステップ S 4 3 では、図 5 に示すルーチン R 1、図 6 に示すルーチン R 2、または、図 7 に示すルーチン R 3 の何れかの行動選択処理を行う。なお、ステップ S 4 2 で選択される最短時間の行動は、例えば図 8 と同様の状況であった場合、車両限界以下かつ図 8 の（c）移動時間が最も小さい「黒四角」で示す回避経路の走行になる。

【 0 0 6 0 】

以上が本発明における車両の目標とする走行軌道の生成方法と車両の運動制御方法の一
例であり、このような構成の車両運動制御装置 2 を含む車載システム 1 を用いることで、
車両の進路上の所定領域に対して、通過または回避する際に生じる前後加速度や横加速度
、上下加速度等の車両挙動に関する物理量が小さい快適な乗り心地と高い安全性を実現で
きる。

10

【符号の説明】

【 0 0 6 1 】

1：車載システム

2：車両運動制御装置

2 1：運行管理ユニット

2 2：走行軌道生成ユニット

2 2 a：情報取得部

2 2 b：走行領域情報演算部

2 2 c：車両挙動予測部

2 2 d：行動抽出部

2 2 e：行動決定部

2 2 f：走行軌道生成部

2 3：走行制御ユニット

3：パワートレインシステム

4：ブレーキシステム

5：ステアリングシステム

1 1：車外通信装置

1 2：GNSS

1 3：地図情報記憶部

1 4：センサ

1 5：HMIユニット

6 0：車両

7 0：路面

7 1：所定領域

8 1：基準経路

8 2：回避経路

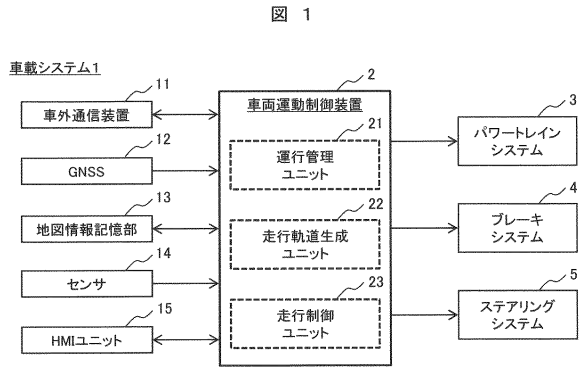
20

30

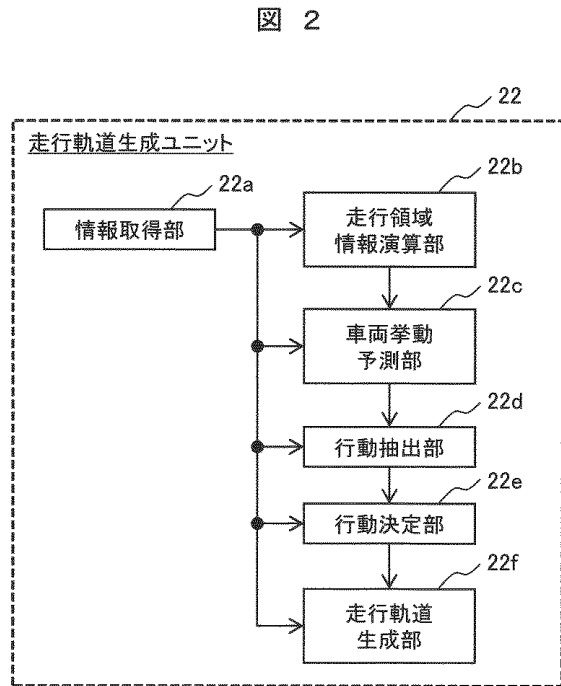
40

【 図面 】

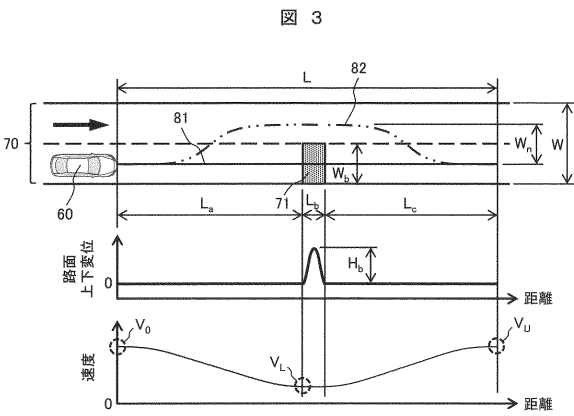
【 図 1 】



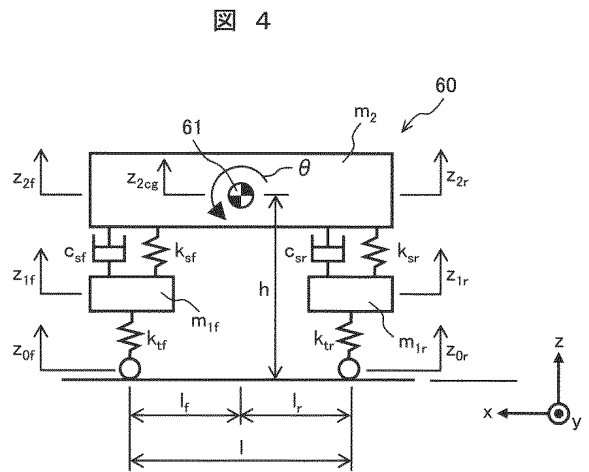
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



10

20

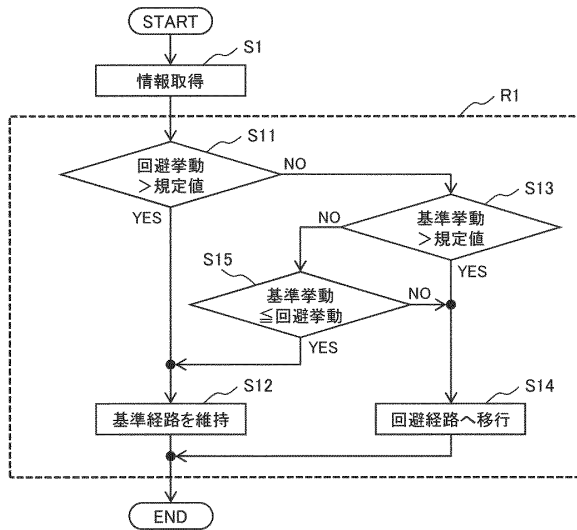
30

40

50

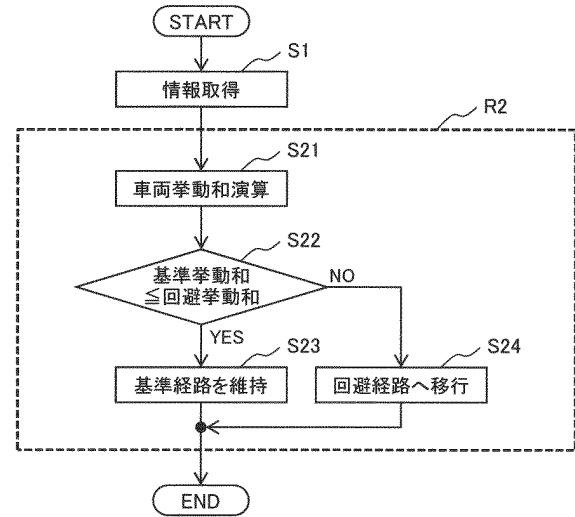
【図5】

図5



【図6】

図6

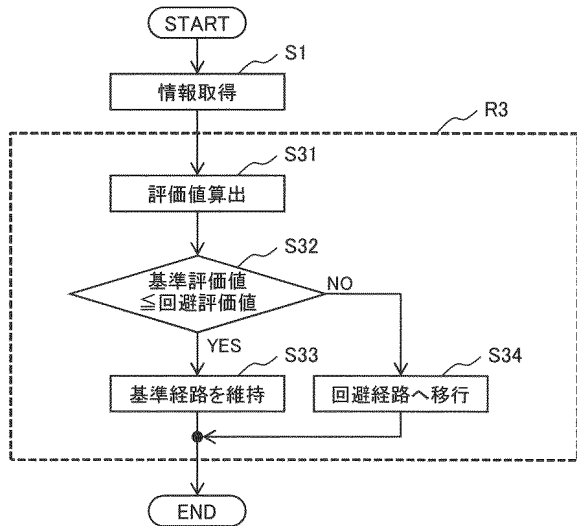


10

20

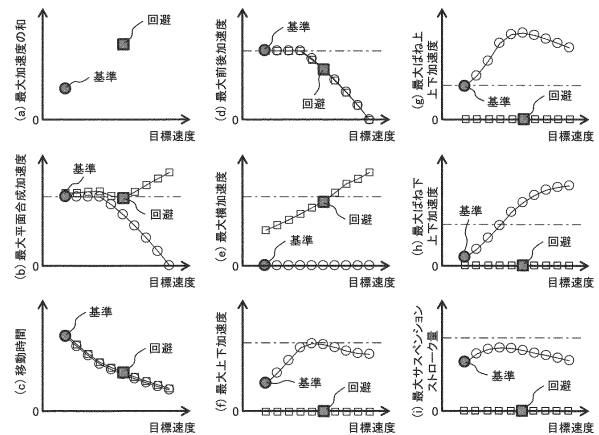
【図7】

図7



【図8】

図8

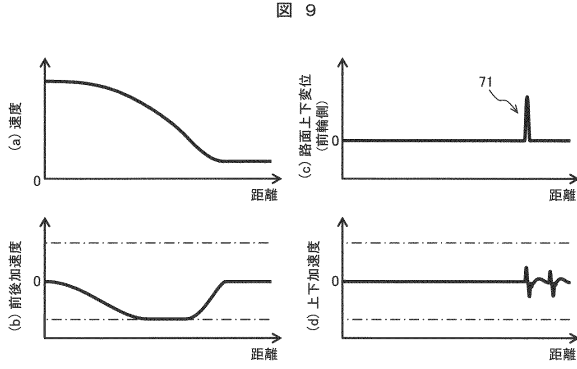


30

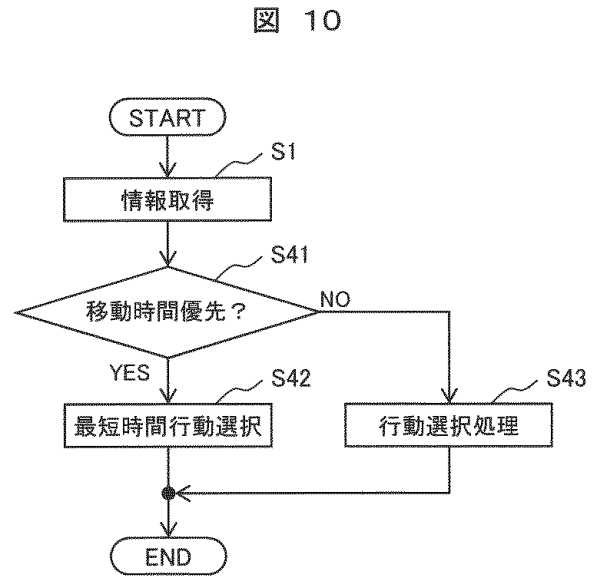
40

50

【 図 9 】



【 図 10 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

内

(72)発明者 山崎 勝

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

審査官 佐々木 佳祐

(56)参考文献 特開2017-165184(JP,A)

特開2016-053846(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B60W 40/10

B60W 40/06

B60W 60/00

G08G 1/00-99/00