

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7298434号
(P7298434)

(45)発行日 令和5年6月27日(2023.6.27)

(24)登録日 令和5年6月19日(2023.6.19)

(51)国際特許分類	F I	
B 6 0 W 30/06 (2006.01)	B 6 0 W 30/06	
F 0 2 D 29/02 (2006.01)	F 0 2 D 29/02	3 0 1 Z
B 6 0 W 40/105 (2012.01)	B 6 0 W 40/105	
B 6 0 W 40/107 (2012.01)	B 6 0 W 40/107	
G 0 5 B 11/36 (2006.01)	G 0 5 B 11/36	G
請求項の数 4 (全14頁)		

(21)出願番号	特願2019-187820(P2019-187820)	(73)特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22)出願日	令和1年10月11日(2019.10.11)	(74)代理人	100106150 弁理士 高橋 英樹
(65)公開番号	特開2021-62704(P2021-62704A)	(74)代理人	100082175 弁理士 高田 守
(43)公開日	令和3年4月22日(2021.4.22)	(74)代理人	100113011 弁理士 大西 秀和
審査請求日	令和3年9月17日(2021.9.17)	(72)発明者	福田 裕樹 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72)発明者	東條 惇 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 運転支援装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両の運動状態を表す制御量の実値を目標値に一致させるように制動アクチュエータと駆動アクチュエータの各操作量を演算するフィードバック制御系を有し、前記車両を目標停止位置に停止させるように前記制御量の前記目標値を設定する運転支援装置であって、前記車両の現在位置から前記目標停止位置までの残距離が第1の距離の場合、前記残距離が前記第1の距離より大きい第2の距離の場合と比較して、前記フィードバック制御系のフィードバックゲインを大きくするように構成され、前記フィードバックゲインは、上限値を有し、前記残距離が閾値未満の場合には前記上限値に設定される、

ことを特徴とする運転支援装置。

【請求項2】

前記フィードバックゲインは、前記残距離の減少につれて単調増加することを特徴とする請求項1に記載の運転支援装置。

【請求項3】

前記フィードバック制御系は、前記車両の速度をフィードバックする速度フィードバック系と、前記車両の加速度をフィードバックする加速度フィードバック系の少なくとも一方を含み、

前記フィードバックゲインは、前記速度フィードバック系の速度フィードバックゲインと、前記加速度フィードバック系の加速度フィードバックゲインの少なくとも一方を含む

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の運転支援装置。

【請求項 4】

前記運転支援装置は、前記車両の現在位置から前記車両の目的地までの走行経路と、外部センサによって取得された前記車両の周辺情報と、に基づき、現在時刻から将来時刻までに前記車両が通るべき目標軌道を演算するように構成され、

前記目標軌道は、所定タイミングごとの前記車両の運転状態を表す前記制御量の前記目標値として、少なくとも前記車両の目標速度と目標加速度と目標操舵角とを含み、

前記運転支援装置は、更に、

前記車両と前記目標軌道との間の偏差として、横偏差とヨー角偏差と速度偏差と加速度偏差とを算出し、

前記周辺情報に基づいて、前記所定タイミングごとに前記残距離を算出するか、又は、前記車両の移動量に基づいて前記残距離を取得し、

前記偏差が小さくなるように、前記車両の速度フィードバック制御、加速度フィードバック制御、及び、舵角フィードバック制御を行う

ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の運転支援装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両の運転を支援する運転支援装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 は、車両を目標軌道に沿って走行させる軌道追従制御を行う運転支援装置を開示している。この運転支援装置は、まず、時間に対する車両の目標位置を設定する。そして、この運転支援装置は、目標位置と実走行位置との位置偏差を表す状態量が少なくなるように車両速度をフィードバック制御する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2000 - 177428 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、軌道追従制御は、車両を目標停止位置に停止させる停止制御にも利用可能である。具体的には、目標停止位置までの目標軌道を引き、目標軌道に沿って車両を走行させ、最終的には、目標停止位置で車両を停止させる。目標停止位置に精度よく車両を停止させる方法としては、軌道追従制御で行うフィードバック制御のフィードバックゲインを大きくすることが考えられる。しかし、そのようにフィードバックゲインを設定する場合、車両速度が高周波で振動するようになるため、乗心地が悪化する虞がある。

【0005】

本発明は、運転支援装置において、目標停止位置への到達精度と乗心地を両立させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

第 1 の観点において、車両の運転を支援する、車両に搭載された運転支援装置が提供される。運転支援装置は、車両の運動状態を表す制御量の実値を目標値に一致させるように制動アクチュエータと駆動アクチュエータの各操作量を演算するフィードバック制御系を有し、前記車両を目標停止位置に停止させるように前記制御量の目標値を設定する。運転支援装置は、前記車両の現在位置から前記目標停止位置までの残距離が第 1 の距離の場合、前記残距離が前記第 1 の距離より大きい第 2 の距離の場合と比較して、前記フィードバック制御系のフィードバックゲインを大きくする。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

第2の観点において、第1の観点に加えて、次の特徴を更に有する。前記フィードバックゲインは、前記残距離の減少につれて単調増加する。

【 0 0 0 8 】

第3の観点において、第2の観点に加えて、次の特徴を更に有する。前記フィードバックゲインは、上限値を有する。

【 0 0 0 9 】

第4の観点において、第1乃至3の何れかの観点に加えて、次の特徴を更に有する。前記フィードバック制御系は、前記車両の速度をフィードバックする速度フィードバック系と、前記車両の加速度をフィードバックする加速度フィードバック系の少なくとも一方を含む。前記フィードバックゲインは、前記速度フィードバック系の速度フィードバックゲインと、前記加速度フィードバック系の加速度フィードバックゲインの少なくとも一方を含む。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 1 0 】

第1の観点によれば、残距離が相対的に小さい場合、すなわち残距離が第1の距離である場合にフィードバックゲインを相対的に大きくすることで目標停止位置への到達精度を高めることができ、残距離が相対的に大きい場合、すなわち残距離が第2の距離である場合にフィードバックゲインを相対的に小さくすることで車両速度の高周波での振動を抑えて乗心地の悪化を抑制することができる。

20

【 0 0 1 1 】

第2の観点によれば、乗心地が過度に悪化することを抑制しつつ、徐々に目標停止位置への到達精度を高めることができる。

【 0 0 1 2 】

第3の観点によれば、乗心地の過度な悪化を抑制することができる。

【 0 0 1 3 】

第4の観点によれば、車両の速度と加速度の少なくとも一方は車両運動を表す変数であるため、目標停止位置への到達精度を高めるとともに、乗心地の悪化を抑制することができる。

【 図面の簡単な説明 】

30

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 本発明の実施形態に係る運転支援装置の一例の構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 本発明の実施形態の軌道追従制御の概要について説明する図である。

【 図 3 】 本発明の実施形態における軌道追従制御の速度・加速度制御系のブロック線図である。

【 図 4 】 本発明の実施形態の軌道追従制御で実施される停止制御について説明する図である。

【 図 5 】 本発明の実施形態の停止制御で用いられる目標値の一例を示す図である。

【 図 6 】 本発明の実施形態の速度・加速度制御系におけるフィードバックゲインの大きさと、車両の速度の振動及び目標停止位置に対する到達精度との関係を示す図である。

40

【 図 7 】 本発明の実施形態の速度・加速度制御系の速度FB制御器の構成の一例を示す図である。

【 図 8 】 本発明の実施形態における速度フィードバックゲイン K_v と残距離 $L(t)$ との関係の一例を示す図である。

【 図 9 】 本発明の実施形態において制御装置が実行する停止制御の一連の処理を示すフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 5 】

以下、本発明を適用した具体的な実施形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。但し、本発明は以下の実施形態に限定される訳ではない。また、説明を明確にするた

50

め、以下の記載及び図面は適宜簡略化されている。尚、以下の説明において、同一または相当要素に同一符号を用いて重複する説明を省略する。

【0016】

図1は、本発明の実施形態に係る運転支援装置の一例の構成を示すブロック図を示す。運転支援装置1は、自動運転が可能な車両100に備えられる。運転支援装置1は、一つ又は複数のECU(Electronic Control Unit)で構成された制御装置20を備える。制御装置20には、種々のセンサ10 - 14、例えば、速度センサ10と、加速度センサ11と、カメラ12と、クリアランスソナー13と、舵角センサ14とから信号が入力される。また、制御装置20からは、車両100アクチュエータ30、具体的には駆動アクチュエータ31と、制動アクチュエータ32と、舵角アクチュエータ33とに操作信号が出力される。尚、ここでいう運転支援装置1には制御装置20のみが含まれても良いし、制御装置20と種々のセンサ10 - 14と車両アクチュエータ30とを含むシステムを運転支援装置1と称しても良い。

10

【0017】

速度センサ10は、車両100の速度、すなわち車速を取得するセンサである。速度センサ10は、図示しない車輪速センサとその信号を処理して車両100の速度を演算する演算器とから構成される。速度センサ10は、車両100の速度を制御装置20に逐次送信する。

【0018】

加速度センサ11は、車両100の加速度を取得するセンサである。加速度センサ11は図示しない車輪速センサとその信号を処理して車両100の加速度を演算する演算器とから構成される。加速度センサ11は、車両100の加速度を制御装置20に逐次送信する。

20

【0019】

カメラ12は、車両100を鉛直上方向から見た場合における鳥瞰画像の撮像画像データを取得する撮像装置である。カメラ12は、例えば、車両100のフロントグリル付近、トランクルーム付近、双方のサイドミラー付近に設置されている。そのため、カメラ12は、それらの撮像画像データを合成して、車両100の鳥瞰画像を表す撮像画像データを取得することができる。尚、各カメラの配置の詳細について、図示を省略する。

【0020】

撮像画像データは、撮像時点の撮像画像上における、車両100に対する撮像画像上の物体の相対座標を含む。撮像画像には、障害物、区画線、駐車枠等、種々の物体が含まれるため、撮像画像データは、撮像時点の撮像画像上における、車両100に対するそれら物体の相対座標を含む。カメラ12は、撮像画像データを、カメラ情報として制御装置20に逐次送信する。

30

【0021】

クリアランスソナー13は、車両100の外部に配置された複数のソナーの位置から車両100外部に存在する障害物までの距離を、音波を用いて検出するセンサである。クリアランスソナー13は、各ソナーから取得した障害物までの距離を、ソナー情報として制御装置20に逐次送信する。

40

【0022】

舵角センサ14は、車両100の舵角を取得するセンサである。舵角センサは、車両100の転舵角や操舵角に基づいて取得した車両100の舵角を、制御装置20に逐次送信する。

【0023】

駆動アクチュエータ31は、制御装置20から送信された要求駆動力に応じて、車両100の駆動輪に駆動トルクを作用させるアクチュエータである。駆動アクチュエータ31の例として、エンジン、モータ、或いはエンジンとモータが組み合わされたハイブリッドシステム等のパワートレインが挙げられる。

【0024】

50

制動アクチュエータ 32 は、制御装置 20 から送信された要求制動力に応じて、車両 100 の車輪の制動力を発生させるアクチュエータである。制動アクチュエータ 32 の具体例は、車両 100 の 4 輪に備えられる摩擦ブレーキである。

【0025】

舵角アクチュエータ 33 は、制御装置 20 から送信された要求舵角に応じて、車両 100 の操舵輪を操舵するアクチュエータである。電動ステアリングは、舵角アクチュエータ 33 の 1 つの具体例である。

【0026】

一又は複数の ECU からなる制御装置 20 は、プロセッサ 21 と記憶装置 22 を備える。制御装置 20 は、記憶装置 22 に格納された各種プログラムをプロセッサ 21 で実行することで、各種処理を実現する。各種処理の実現には、前述のセンサで取得された車両 100 の速度、加速度、カメラ情報、ソナー情報、舵角等の各種情報が用いられる。制御装置 20 で実現される各種処理の一つが、車両 100 を目標軌道に沿って追従させる軌道追従制御である。

10

【0027】

軌道追従制御では、制御装置 20 は、後述する目標軌道に基づいて車両 100 の運動状態を表す制御量の目標値を設定し、車両 100 の運動状態を表す制御量の実値を目標値に一致させるように車両 100 アクチュエータ 30 の各操作量を演算する。制御装置 20 は、駆動アクチュエータ 31 に対する操作量として要求駆動力を演算し、制動アクチュエータ 32 に対する操作量として要求制動力を演算し、そして、舵角アクチュエータ 33 に対する操作量として要求舵角を演算する。制御装置 20 から車両アクチュエータ 30 へは、制御装置 20 で演算された各操作量に応じた信号が逐次送信される。

20

【0028】

図 2 を用いて、本実施の形態の軌道追従制御の概要について説明する。制御装置 20 は、車両 100 の現在位置から車両 100 の目的地までの走行経路と、カメラ 12 等の外部センサによって取得した車両 100 の周辺情報とに基づき、現在時刻から将来時刻までに車両 100 が通るべき目標軌道 TT を演算する。目標軌道 TT は、例えば、車両 100 の進行方向を X 軸、幅方向を Y 軸とする座標系で表される。目標軌道 TT には、所定タイミング毎の車両 100 の運動状態を表す制御量の目標値が含まれる。車両 100 の運動状態を表す制御量の目標値は、車両 100 の目標速度 $v_t(t)$ 、目標加速度 $a_t(t)$ 、目標舵角等を含む。尚、タイミング t_2 は、タイミング t_1 よりも 1 ステップ将来のタイミングであり、タイミング t_3 は、タイミング t_2 よりも 1 ステップ将来のタイミングである。

30

【0029】

軌道追従制御では、制御装置 20 は、車両 100 と目標軌道 TT との間の偏差を算出する。偏差としては、横偏差 (Y 方向偏差)、ヨー角偏差 (方位角偏差)、及び速度偏差並びに加速度偏差が挙げられる。そして、制御装置 20 は、車両 100 と目標軌道 TT との間の偏差が減少するように車両アクチュエータ 30 を制御する。図 2 は、制御装置 20 が所定タイミング毎に目標速度 $v_t(t)$ と目標加速度 $a_t(t)$ とを設定し、実速度 $v_r(t)$ と実加速度 $a_r(t)$ とを取得する一例を示している。また、横偏差 $Y(t)$ は、所定タイミング t における車両 100 の目標軌道 TT に対する横偏差である。

40

【0030】

図 3 は、本発明の実施形態における軌道追従制御の速度・加速度制御系のブロック線図を示す。速度・加速度制御系は、車両 100 の目標加速度 $a_t(t)$ に基づいて車両 100 の操作量を演算する加速度フィードフォワード系と、車両 100 の実速度 $v_r(t)$ をフィードバックする速度フィードバック系と、車両 100 の実加速度 $a_r(t)$ をフィードバックする加速度フィードバック系を含む。この速度・加速度制御系を用いて、制御装置 20 は目標軌道 TT に対する軌道追従制御を実行する。尚、車両 100 の舵角制御系 (舵角フィードフォワード系、舵角フィードバック系) については、説明を省略する。また、本実施の形態では目標速度 $v_t(t)$ と目標加速度 $a_t(t)$ がそれぞれ別に演算されて

50

いるが、制御装置 20 は、目標速度 $v_t(t)$ を微分して目標加速度 $a_t(t)$ を演算しても良いし、目標加速度 $a_t(t)$ を積分して目標速度 $v_t(t)$ を演算しても良い。

【0031】

加速度フィードフォワード系では、制御装置 20 は、目標加速度 $a_t(t)$ に基づいて車両 100 の操作量を演算する。すなわち、制御装置 20 は、目標加速度 $a_t(t)$ を実現するために必要な、駆動アクチュエータ 31 に対する要求駆動力と、制動アクチュエータ 32 に対する要求制動力とを操作量演算器で演算する。

【0032】

加速度フィードバック系では、制御装置 20 は、車両 100 の制御量の一つである加速度の実値（実加速度） $a_r(t)$ を加速度センサ 11 から取得し、実加速度 $a_r(t)$ を加速度フィードフォワード系にフィードバックする。具体的には、制御装置 20 は、目標加速度 $a_t(t)$ と実加速度 $a_r(t)$ の偏差を演算し、その偏差に応じた加速度 F_B 補正量を加速度 F_B 制御器で演算し、加速度 F_B 補正量を目標加速度 $a_t(t)$ に加算する。加速度 F_B 制御器は、目標加速度 $a_t(t)$ と車両 100 の実加速度 $a_r(t)$ の偏差に対する加速度フィードバックゲイン K_a を含む。

10

【0033】

速度フィードバック系では、制御装置 20 は、車両 100 の制御量の一つである速度の実値（実速度） $v_r(t)$ を速度センサ 10 から取得し、実速度 $v_r(t)$ を加速度フィードフォワード系にフィードバックする。具体的には、制御装置 20 は、目標速度 $v_t(t)$ と実速度 $v_r(t)$ の偏差を演算し、その偏差に応じた速度 F_B 補正量を速度 F_B 制御器で演算し、速度 F_B 補正量を目標加速度 $a_t(t)$ に加算する。速度 F_B 制御器は、目標速度 $v_t(t)$ と車両 100 の加速度 $v_r(t)$ の偏差に対する速度フィードバックゲイン K_v を含む。

20

【0034】

加速度フィードバック系によるフィードバック制御には、P 制御や P I 制御、P I D 制御、状態フィードバック制御等の、公知のフィードバック制御を適用することができる。同様に、速度フィードバック系によるフィードバック制御にも、P 制御や P I 制御、P I D 制御、状態フィードバック制御等の、公知のフィードバック制御を適用することができる。尚、本発明のフィードバック制御系は、図 3 に限定されず、車両 100 に対する外乱や、フィードバック制御系に関する各制御器の内部状態に基づいて、操作量を演算してもよい。

30

【0035】

次に、本実施の形態の軌道追従制御で実施される停止制御の概要について説明する。制御装置 20 は、カメラ 12 から取得したカメラ情報に基づいて、車両 100 の目標停止位置と車両 100 の現在位置を取得する。車両 100 の目標停止位置は、例えば、車両 100 を駐車したい位置である。所定位置への駐車用途で停止制御が用いられる場合、その停止制御は特に駐車制御と称される。

【0036】

カメラ情報から車両 100 の目標停止位置と車両 100 の現在位置を取得する場合、撮像画像データ上で、車両 100 の現在位置に対する相対座標（相対位置）として、車両 100 の目標停止位置を取得している。この際、適宜撮像画像データ上の相対座標を、車両座標系等に変換して車両 100 の目標停止位置と車両 100 の現在位置を取得しても良い。制御装置 20 は、車両 100 の H M I（Human Machine Interface）を介して、車両 100 のユーザの指示に応じて目標位置を取得してもよい。例えば、車両 100 が備えるタッチパネルディスプレイ等に鳥瞰画像が表示され、制御装置 20 は、表示された鳥瞰画像から車両 100 のユーザが指定した場所を車両 100 の目標停止位置として取得する。制御装置 20 は、取得した目標停止位置と車両 100 の現在位置とに基づいて、車両 100 の現在位置から車両 100 の目標停止位置までの目標軌道を演算する。

40

【0037】

図 4 を用いて、本実施の形態の軌道追従制御で実施される停止制御について具体的に説

50

明する。図4は、車両100の目標停止位置までの目標軌道TTを示す。制御装置20は、カメラ12から制御装置20に送信された撮像画像データに基づいて、車両100の現在位置から目標停止位置までの残距離 $L(t)$ を所定タイミング毎に逐次演算する。制御装置20は、タイミング t における目標加速度 $a_t(t)$ 、目標速度 $v_t(t)$ を、速度・加速度制御系の目標値として設定する。タイミング t における加速度 $a_r(t)$ と速度 $v_r(t)$ は、タイミング t において加速度センサ11または速度センサ10が取得した実値である。図4に示す例の場合、制御装置20は、速度・加速度制御系の目標値を設定し、残距離 $L(t)$ を取得する。タイミング t_2 は、タイミング t_1 の1ステップ将来のタイミングであり、タイミング t_3 は、タイミング t_2 の1ステップ将来のタイミングである。

10

【0038】

制御装置20は、車両100の移動量に基づいて残距離 $L(t)$ を取得しても良い。例えば、タイミング t_1 における車両100の現在位置から目標停止位置までの残距離 $L(t_1)$ が記憶されている場合、タイミング t_1 から積算された車両100の移動量を残距離 $L(t_1)$ から減算することにより、各タイミング t における残距離 $L(t)$ を取得しても良い。また、制御装置20は、速度センサ10から取得した実速度 $v_r(t)$ と、舵角センサ14から取得した車両100の実舵角に基づいて、車両100の移動量を取得してもよい。

【0039】

図5は、本発明の実施形態の停止制御で用いられる目標値の一例を示す。停止制御では、目標停止位置において唐突感なく滑らかに車両100を停止させることができるように、目標加速度 $a_t(t)$ と目標速度 $v_t(t)$ の設定が行われる。また、図5に示す例では、目標加速度 $a_t(t)$ と目標速度 $v_t(t)$ は、目標停止位置までの残距離 $L(t)$ に応じて設定されている。この場合、制御装置20は、目標軌道TTを残距離 $L(t)$ の離散値毎に演算し、残距離 $L(t)$ に応じて目標加速度 $a_t(t)$ と目標速度 $v_t(t)$ とを設定する。

20

【0040】

停止制御では、車両100の目標停止位置への到達精度が求められる。例えば、障害物等が車両100の近くに存在する環境において、車両100を障害物等の手前で停止させる駐車制御に本発明を適用する場合、車両100が実際に停止した位置と目標停止位置との間に許容される誤差は10cm程度である。車両100の目標停止位置への到達精度を向上させるための方法としては、軌道追従制御で行うフィードバック制御系のフィードバックゲインを大きくすることが考えられる。具体的には、速度フィードバックゲイン K_v と加速度フィードバックゲイン K_a の少なくとも一方を大きくすることが考えられる。しかし、単にフィードバックゲインを大きく設定する場合、車両100の速度が高周波で振動するため、乗心地が悪化する虞がある。一方、乗心地を優先してフィードバックゲインを小さく設定した場合には、車両100を目標停止位置へ精度よく停止させることができない虞がある。

30

【0041】

図6は、本発明の実施形態の速度・加速度制御系におけるフィードバックゲインの大きさと、車両100の速度の振動及び目標停止位置に対する到達精度との関係を示す図である。上段のグラフはフィードバックゲイン K を相対的に小さい K_S に設定した場合を示し、下段のグラフはフィードバックゲイン K を相対的に大きい K_B ($K_S < K_B$)に設定した場合を示している。各グラフには、目標軌道TTに関連付けられた目標速度 $v_t(t)$ と、残距離 $L(t)$ と、車両100の実速度 $v_r(t)$ との関係が示されている。破線は目標速度 $v_t(t)$ を示し、実線は車両100の実速度 $v_r(t)$ を示す。一点鎖線は、目標停止位置、すなわち残距離 $L(t) = 0$ の位置を示す。

40

【0042】

図6の上段のグラフに示すようにフィードバックゲイン K が K_S に設定された場合、車両100の速度に振動が生じるとしてもそれは低周波であるため、乗心地への影響は比較

50

的小さい。しかし、実速度 $v_r(t)$ の目標速度 $v_t(t)$ への追従性が低下するため、目標停止位置への到達精度が低下する虞がある。すなわち、車両 100 の停止位置が目標停止位置を超えてしまう虞や、逆に車両 100 が目標停止位置に到達しない虞がある。

【0043】

一方で、図 6 の下段のグラフに示すようにフィードバックゲイン K が K_B に設定された場合、目標停止位置への到達精度が向上する反面、目標速度 $v_t(t)$ に対する実速度 $v_r(t)$ が高周波で振動するようになるため、乗心地が悪化する虞がある。そこで、本発明の実施形態に係る運転支援装置では、目標停止位置への到達精度と乗心地を両立させるための以下の構成を備えている。

【0044】

図 7 は、本発明の実施形態の速度・加速度制御系の速度 F_B 制御器の構成の一例を示す図である。この例では、速度 F_B 制御器は、比例制御器として構成されている。速度 F_B 制御器は、目標速度 $v_t(t)$ と実速度 $v_r(t)$ の偏差に速度フィードバックゲイン K_{v0} を乗じ、さらに、残距離 $L(t)$ の関数として定義された補正係数 C_L を乗じることによって、速度 F_B 補正量を演算する。速度フィードバックゲイン K_{v0} に補正係数 C_L を乗じたものが、速度フィードバック系の速度フィードバックゲイン K_v として定義される。このような定義により、速度フィードバックゲイン K_v は、残距離 $L(t)$ の関数として表される。

【0045】

図 8 は、本発明の実施形態における速度フィードバックゲイン K_v と残距離 $L(t)$ との関係の一例を示す図である。図 8 に示す例の場合、残距離 $L(t)$ の距離区間、すなわち速度フィードバックゲイン $K_v(L(t))$ の定義域に応じて、速度フィードバックゲイン $K_v(L(t))$ は下記の数式 (1) 乃至数式 (3) で表現される。但し、フィードバックゲイン K_{th_h} はフィードバックゲイン K_{th_l} よりも大きい。また、フィードバックゲイン K_{th_l} は、通常の軌道追従制御、すなわち、停止制御が行われていないときの軌道追従制御で用いられる速度フィードバックゲインである。尚、数式 (1) 乃至数式 (3) における残距離 $L(t)$ の距離区間は、閉区間と开区間の何れであってもよい。

【0046】

【数 1】

$$K(L(t)) = K_{th_h} \quad \{L(t) | [0, LA]\} \quad \dots (1)$$

【0047】

【数 2】

$$K(L(t)) = \left(L(t) - \frac{(LA + LB)}{2} \right) \frac{K_{th_l} - K_{th_h}}{LB - LA} + \frac{K_{th_l} + K_{th_h}}{2} \quad \{L(t) | [LA, LB]\} \quad \dots (2)$$

【0048】

【数 3】

$$K(L(t)) = K_{th_l} \quad \{L(t) | [Lb, +\infty)\} \quad \dots (3)$$

【0049】

尚、数式 (2) について、必ずしも線形的に速度フィードバックゲイン $K_v(L(t))$ が変化する必要はなく、残距離 $L(t)$ の減少につれて速度フィードバックゲイン $K_v(L(t))$ が単調増加していればよい。

【0050】

図 8 及び数式 (1) 乃至数式 (3) に示すように、本発明の実施形態に係る運転支援装

10

20

30

40

50

置では、制御装置 20 は、残距離 $L(t)$ が相対的に小さい場合の速度フィードバックゲイン $K_v(L(t))$ を、残距離 $L(t)$ が相対的に大きい場合の速度フィードバックゲイン $K_v(L(t))$ よりも大きく設定する。この特徴は、請求項 1 に相当する。また、図 8 及び数式 (2) に示すように、制御装置 20 は、距離区間 $[L_A, L_B]$ 内では、残距離 $L(t)$ の減少につれて単調増加するように速度フィードバックゲイン $K_v(L(t))$ を設定する。この特徴は、請求項 2 に相当する。また、図 8 及び数式 (1) に示すように、制御装置 20 は、距離区間 $[0, L_A]$ 内では、速度フィードバックゲイン $K_v(L(t))$ を上限値 K_{th_h} に固定する。この特徴は、請求項 3 に相当する。

【0051】

図 9 は、本発明の実施形態において制御装置 20 が軌道追従制御において実行する停止制御の一連の処理を示すフローチャートである。

10

【0052】

S100 において、制御装置 20 は、カメラ 12 から取得したカメラ情報に基づいて、車両 100 の目標停止位置を取得する。カメラ情報から車両 100 の目標停止位置と車両 100 の現在位置を取得する場合、撮像画像データ上で、車両 100 の現在位置に対する相対座標として、車両 100 の目標停止位置を取得している。この際、適宜撮像画像データ上の相対座標を、車両座標系等に置換して車両 100 の目標停止位置と車両 100 の現在位置を取得しても良い。

【0053】

S101 において、制御装置 20 は、車両 100 の目標停止位置と、車両 100 の現在位置とに基づいて、車両 100 の現在位置から車両 100 の目標停止位置までの目標軌道 TT を演算する。目標軌道 TT には、所定タイミング t 毎の車両 100 の目標速度 $v_t(t)$ と目標加速度 $a_t(t)$ が含まれる。

20

【0054】

S102 において、制御装置 20 は、カメラ 12 から取得した撮像画像データに基づいて、車両 100 の現在位置から目標停止位置までの残距離 $L(t)$ を、所定タイミング毎に逐次取得する。

【0055】

S103 において、制御装置 20 は、残距離 $L(t)$ に応じて設定された速度フィードバックゲイン $K_v(L(t))$ を用いて、目標軌道 TT に対する軌道追従制御を実行する。

30

【0056】

S104 において、車両 100 の現在位置が車両 100 の目標停止位置に到達した場合、すなわち残距離 $L(t)$ が 0 となった場合 (S104; Yes)、制御装置 20 は、目標軌道 TT に対する軌道追従制御を終了する。一方、車両 100 の現在位置が車両 100 の目標停止位置に到達していない場合 (S104; No)、制御装置 20 による処理は S100 へ戻る。

【0057】

S100 から S104 の一連の処理を実行することで、制御装置 20 は、車両 100 を目標停止位置へと近づけていく。その際、目標停止位置までの残距離 $L(t)$ が相対的に大きい場合、すなわち残距離 $L(t)$ が第 2 の距離である場合には、制御装置 20 は、速度フィードバックゲイン $K_v(L(t))$ を相対的に小さくすることで、車両速度の高周波での振動を抑えて乗心地の悪化を抑制している。そして、残距離 $L(t)$ が相対的に小さくなった場合、すなわち残距離が第 1 の距離である場合には、制御装置 20 は、速度フィードバックゲイン $K_v(L(t))$ を相対的に大きくすることで、車両 100 の目標停止位置への到達精度を高めている。

40

【0058】

以上説明したように、本発明の実施形態に係る運転支援装置によれば、目標停止位置への到達精度と乗心地を両立させることができる。また、速度フィードバックゲイン K_v を残距離 $L(t)$ の減少につれて単調増加させるので、乗心地が過度に悪化することを抑制しつつ、徐々に目標停止位置への到達精度を高めることができる。さらに、速度フィード

50

バックゲイン K_v に上限値を設けることで、乗心地の過度な悪化を抑制することができる。

【0059】

以下、本発明の実施形態に係る運転支援装置の変形例を例示する。

【0060】

(a) 上記実施形態では、軌道追従制御で実施される停止制御の一例として駐車制御を挙げたが、駐車以外の用途にも本発明を適用しても良い。例えば、信号機の手前の所定位置（例えば停止線）で車両100を停止させる用途や、車両100が路線バスである場合において車両100を停留所で停止させる用途や、車両100がタクシーである場合において車両100を乗客の前で停止させる用途等にも、本発明を適用することは可能である。

【0061】

(b) 上記実施形態において、車両100の目標停止位置をユーザ指示に基づいて取得する場合の例として、タッチパネルディスプレイを用いる例を挙げたが、その他HMIや情報端末からの入力、外部装置からの指示に基づいて車両100の目標停止位置を取得してもよい。例えば、音声入力やハードウェアスイッチに基づいて、目標停止位置を取得してもよい。また、制御装置20は、外部装置から送信された情報やGPS情報に基づいて車両100の現在位置を取得してもよい。

【0062】

(c) 上記実施形態では速度フィードバックゲイン K_v を残距離 $L(t)$ に応じて可変としているが、加速度フィードバックゲイン K_a を残距離 $L(t)$ に応じて可変としてもよい。或いは、速度フィードバックゲイン K_v と加速度フィードバックゲイン K_a の両方を残距離 $L(t)$ に応じて可変としてもよい。また、上記実施形態のフィードバック制御はP制御であるが、フィードバック制御がD制御を含んでいる場合には、D制御のフィードバックゲインも残距離 $L(t)$ に応じて可変としてもよい。フィードバック制御がI制御を含んでいる場合には、I制御のフィードバックゲインも残距離 $L(t)$ に応じて可変としてもよい。ただし、フィードバックゲインが残距離 $L(t)$ に応じて可変であるとは、目標停止位置までの残距離 $L(t)$ が第1の距離の場合、残距離 $L(t)$ が第1の距離より大きい第2の距離の場合と比較して、フィードバックゲインを大きくすることを意味する。

【符号の説明】

【0063】

- 100 ... 車両
- 1 ... 運転支援装置
- 10 ... 速度センサ
- 11 ... 加速度センサ
- 12 ... カメラ
- 13 ... クリアランスソナー
- 14 ... 舵角センサ
- 20 ... 制御装置
- 21 ... プロセッサ
- 22 ... 記憶装置
- 30 ... 車両アクチュエータ
- 31 ... 駆動アクチュエータ
- 32 ... 制動アクチュエータ
- 33 ... 舵角アクチュエータ
- TT ... 目標軌道

10

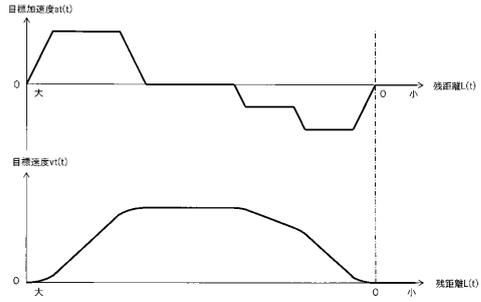
20

30

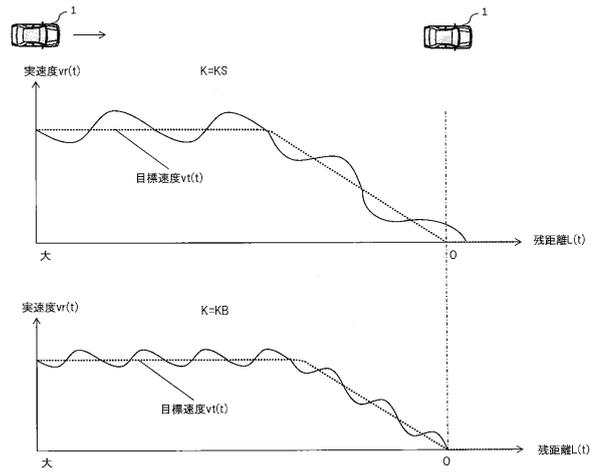
40

50

【 図 5 】

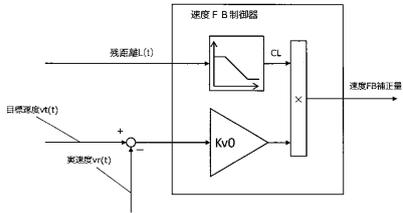


【 図 6 】

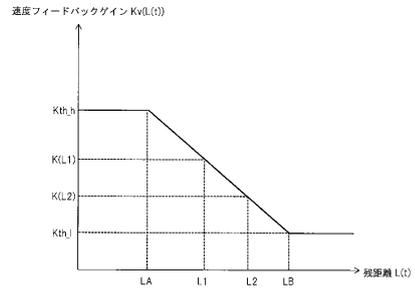


10

【 図 7 】



【 図 8 】



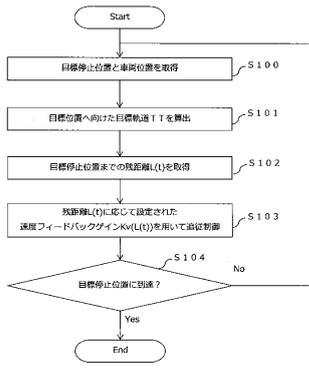
20

30

40

50

【 図 9 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 二之湯 正俊

- (56)参考文献 特開2008-137442(JP,A)
特開2013-049389(JP,A)
特開平08-282330(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|---------------|
| B60W | 10/00 - 10/30 |
| B60W | 30/00 - 60/00 |
| G08G | 1/00 - 99/00 |