

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5378318号
(P5378318)

(45) 発行日 平成25年12月25日(2013.12.25)

(24) 登録日 平成25年10月4日(2013.10.4)

(51) Int.Cl.

F 1

B60T 7/12	(2006.01)	B60T 7/12	F
B60W 40/072	(2012.01)	B60W 40/072	
B60W 40/064	(2012.01)	B60W 40/064	
B60W 30/045	(2012.01)	B60W 30/045	

請求項の数 11 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2010-171304 (P2010-171304)
(22) 出願日	平成22年7月30日 (2010.7.30)
(65) 公開番号	特開2012-30674 (P2012-30674A)
(43) 公開日	平成24年2月16日 (2012.2.16)
審査請求日	平成24年8月29日 (2012.8.29)

(73) 特許権者	509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(74) 代理人	100100310 弁理士 井上 学
(74) 代理人	100098660 弁理士 戸田 裕二
(74) 代理人	100091720 弁理士 岩崎 重美
(72) 発明者	高橋 純也 茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株式会社 日立製作所 機械研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】車両運動制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自車両前方のカーブ形状を取得するカーブ形状取得手段と、
自車両の位置を取得する自車位置取得手段と、
前記カーブ形状及び前記自車両の位置に基づいて、車両に発生させる前後加速度指令値を演算する車両運動制御演算手段と、を有し、

前記車両運動制御演算手段は、自車両進行方向を正とする前後加速度指令値において、自車両がカーブ前からカーブに進入し、カーブ曲率が一定、もしくは最大になる地点まで走行する際に、複数の異なる負の前後加速度指令値を演算し、

前記カーブ前での前後加速度指令値は、自車両の位置のカーブ曲率の時間変化によって異なり、

前記自車両の位置のカーブ曲率の時間変化が負の場合では、自車両の位置のカーブ曲率の時間変化が0以上の場合に比べ、前記カーブ前の前後加速度指令値の絶対値を小さくする車両運動制御装置。

【請求項2】

自車両前方のカーブ形状を取得するカーブ形状取得手段と、
自車両の位置を取得する自車位置取得手段と、
前記カーブ形状及び前記自車両の位置に基づいて、車両に発生させる前後加速度指令値を演算する車両運動制御演算手段と、を有し、

前記車両運動制御演算手段は、自車両進行方向を正とする前後加速度指令値において、

10

20

自車両がカーブ前からカーブに進入し、カーブ曲率が一定、もしくは最大になる地点まで走行する際に、負の前後加速度指令値を演算し、

前記負の前後加速度指令値は、前後加速度の時間変化である前後加加速度が、減速開始直後以外にカーブ進入前からカーブ曲率が一定、もしくは最大になる期間において増減され、且つカーブ進入前からカーブ曲率が一定、もしくは最大になる期間において、前後加速度の時間変化である前後加加速度の増減前よりも、前後加加速度の増減後の前記負の前後加速度指令値の絶対値が増加する車両運動制御装置。

【請求項3】

請求項1記載の車両運動制御装置において、

前記複数の異なる前後加速度指令値は、前記カーブ前に自車両に最初の減速度を発生させ、その後略一定となる第1の前後加速度指令値と、前記カーブ進入開始前に自車両に発生する減速度が増加するよう变化する第2の前後加速度指令値と、を有し、

前記第1の前後加速度指令値の絶対値最大値は、前記第2の前後加速度指令値の絶対値最大値以下となる車両運動制御装置。

【請求項4】

請求項2記載の車両運動制御装置において、

前記カーブ前での前後加速度指令値は、自車両の位置のカーブ曲率の時間変化によって異なり、

前記自車両の位置のカーブ曲率の時間変化が負の場合では、自車両の位置のカーブ曲率の時間変化が0以上の場合に比べ、前記カーブ前の前後加速度指令値の絶対値を小さくする車両運動制御装置。

【請求項5】

請求項1又は請求項2記載の車両運動制御装置において、

前記車両運動制御演算手段は、自車両の位置を原点として、前記自車両の位置から予め定めた距離、もしくは車両速度と予め定めた時間の積により得られる距離の位置におけるカーブ曲率の時間変化に基づいて、前後加加速度の増減を発生させる前後加速度指令値の減少を生成する車両運動制御装置。

【請求項6】

請求項1又は請求項2記載の車両運動制御装置において、

前記車両運動制御演算手段は、前記自車両の前方のカーブ曲率又はカーブ曲率の時間変化割合と車両速度に基づいて、前記前後加加速度の増減を発生させる前後加速度指令値の減少を生成する車両運動制御装置。

【請求項7】

請求項1又は請求項2記載の車両運動制御装置において、

前記車両運動制御演算手段は、

自車両の速度を算出する自車速度算出手段と、

自車両進行方向のコース上に複数の予め定めた前方注視点を設定し、前記自車両の位置から前記前方注視点までの前方注視距離を算出する前方注視距離算出手段と、

前記前方注視距離におけるカーブ曲率及びカーブ曲率の時間変化を算出するカーブ曲率算出手段と、

前記前方注視距離におけるカーブ曲率及びカーブ曲率の時間変化と、前記車両速度と、に基づいて前後加速度指令値を演算する前後加速度指令値演算手段と、を有する車両運動制御装置。

【請求項8】

請求項1又は請求項2記載の車両運動制御装置において、

自車両の速度と前後加速度の少なくとも1つの車両運動情報を取得する車両運動情報取得手段と、

ドライバから要求するドライバ要求前後加速度を取得するドライバ入力情報取得手段と、

車両の横加速度に基づく横運動連係前後加速度を取得する横運動連係前後加速度取得

10

20

30

40

50

手段と、

自車両が走行する路面の路面摩擦係数及び路面縦断勾配の路面情報を取得する路面情報取得手段と、を有し、

前記車両運動制御演算手段は、前記カーブ形状と、前記自車両の位置と、前記車両運動情報と、前記ドライバ要求前後加速度と、前記横運動連係前後加速度と、前記路面情報と、に基づいて、車両に発生させる前後加速度指令値を演算する車両運動制御装置。

【請求項 9】

請求項8記載の車両運動制御装置において、

前記ドライバ入力情報取得手段は、前後加速度制御スイッチのON又はOFFを検知し、前後加速度制御スイッチON/OFF情報を出力し、

10

前記車両運動制御演算手段は、

自車両進行方向のコース上に複数の予め定めた前方注視点を設定し、前記自車両の位置から前記前方注視点までの前方注視距離を算出する前方注視距離算出手段と、

前記前後加速度制御スイッチON/OFF情報と、前記自車両の速度と、前記カーブ形状と、前記自車両の位置と、前記横運動連係前後加速度と、に基づいて前後加速度制御モードを演算する前後加速度制御モード演算手段と、

演算された前記前後加速度制御モードに基づいて、前記前方注視距離におけるカーブ曲率及びカーブ曲率の時間変化を算出するカーブ曲率算出手段と、

前記前方注視距離におけるカーブ曲率及びカーブ曲率の時間変化と、前記車両速度と、に基づいて前後加速度指令値を演算する前後加速度指令値演算手段と、

20

演算された前記前後加速度制御モードに基づいて、演算された前記前後加速度指令値を実現する制御指令値を出力する制御指令値出力手段と、を有する車両運動制御装置。

【請求項 10】

請求項1又は請求項2記載の車両運動制御装置において、

前記車両運動制御演算手段と、前記車両運動制御装置外の車載電子制御器と、情報の通信をする車両通信手段を有する車両運動制御装置。

【請求項 11】

請求項1，2，9の少なくとも1項に記載の車両運動制御装置において、

前方注視点は、車両速度と予め設定される前方注視時間の積により得られる距離、もしくは、車両の前後加速度と前記前方注視時間の積に車両速度を加算して得られた第1の前方注視点速度と、前方注視点位置におけるカーブ曲率、および前方注視距離に基づいて作成される第2の前方注視点速度と、のどちらか小さい方の値を前方注視点速度とし、前記前方注視点速度の積分により得られる距離に基づいて設定される車両運動制御装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

車両の運動状態が好適になるよう車両を加減速する車両運動制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ナビゲーションシステムのカーブ情報や旋回時の横加速度から、車両に発生する横加速度が設定値よりも過大となる際に減速を行うシステムが知られている（例えば特許文献1）。

40

【0003】

このような装置では、カーブを通過する際に発生する横加速度の大きさが設定値以上にならないように、予め設定された横加速度設定値と自車前方のカーブ曲率からカーブ走行時の目標車両速度を設定し、前記目標車両速度と実際の車両速度から、必要な減速度を作成している。このような減速度の作成方法は、車両がカーブを旋回走行可能な限界速度を超えてカーブに進入する場合、路外への逸脱を抑制する上で有効である。

【0004】

しかし、この設定横加速度を旋回可能な限界横加速度ではなく、ドライバが通常旋回時

50

に許容するであろう横加速度に設定し、カーブ前での減速制御を実行した場合、必ずしもドライバの減速フィーリングにあった減速になるとは限らない。この一因として、上述の目標車両速度による減速度作成方法では、カーブ進入前の総減速度量（減速度の積分値）は規定できるが、減速度の時間変化を規定できないことがあげられる。

【0005】

仮にこのカーブ前の減速度が一定となるように減速制御をした場合、カーブや車両速度によってはドライバの減速フィーリングに合わない可能性がある。またカーブ毎にこの減速度の時間変化を設定しようとした場合、莫大な適合工数と膨大なデータが必要となる。

【0006】

ドライバの減速フィーリングにあった加減速度の時間変化を規定する方法として、ドライバ操作により発生する横加速度に基づく加減速度の作成方法が提案されている（例えば特許文献2、非特許文献1）。この方法により、カーブ毎に減速度の時間変化を設定することなくスキルドライバと同様の加減速を行うことができる。10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2009-51487号公報

【特許文献2】特開2008-285066号公報

【非特許文献1】自動車技術会論文集Vol.39, No.3, 2008

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし横加速度に基づく加減速度の作成方法は、車両に横運動が発生した際に、その横運動と連係した加減速度の作成方法であり、カーブ進入前、直線路での減速のような、車両に横運動が発生していない状態での減速度を設定することはできない。20

【0009】

本発明の目的は、上記のような事情に鑑みてなされたものであり、車両に横運動が発生していない状態においても、ドライバフィーリングよく車両を加減速する車両運動制御装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために、本発明の車両運動制御装置は、自車両前方のカーブ形状を取得するカーブ形状取得手段と、自車両の位置を取得する自車位置取得手段と、カーブ形状及び自車両の位置に基づいて、車両に発生させる前後加速度指令値を演算する車両運動制御演算手段と、を有し、車両運動制御演算手段は、自車両進行方向を正とする前後加速度指令値において、自車両がカーブ前からカーブに進入し、カーブ曲率が一定、もしくは最大になる地点まで走行する際に、複数の異なる負の前後加速度指令値を演算し、カーブ前での前後加速度指令値は、自車両の位置のカーブ曲率の時間変化によって異なり、自車両の位置のカーブ曲率の時間変化が負の場合では、自車両の位置のカーブ曲率の時間変化が0以上の場合に比べ、カーブ前の前後加速度指令値の絶対値を小さくする構成とする。40

【0011】

また、自車両前方のカーブ形状を取得するカーブ形状取得手段と、自車両の位置を取得する自車位置取得手段と、カーブ形状及び前記自車両の位置に基づいて、車両に発生させる前後加速度指令値を演算する車両運動制御演算手段と、を有し、車両運動制御演算手段は、自車両進行方向を正とする前後加速度指令値において、自車両がカーブ前からカーブに進入し、カーブ曲率が一定、もしくは最大になる地点まで走行する際に、負の前後加速度指令値を演算し、負の前後加速度指令値は、前後加速度の時間変化である前後加加速度が、減速開始直後以外にカーブ進入前からカーブ曲率が一定、もしくは最大になる期間において増減され、且つカーブ進入前からカーブ曲率が一定、もしくは最大になる期間において、前後加速度の時間変化である前後加加速度の増減前よりも、前後加加速度の増減後

の負の前後加速度指令値の絶対値が増加する構成とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明は、車両に横運動が発生していない状態においても、ドライバフィーリングよく車両を加減速する車両運動制御装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明に係る車両運動制御装置のカーブ前での前後加速度変化を示した概念図である。

【図2】本発明に係る車両運動制御装置の自車両と前方注視点の関係を示した概念図である。 10

【図3】本発明に係る車両運動制御装置の横加速度推定値とカーブ遠方での前後加速度指令値の関係を示す図である。

【図4】本発明に係る車両運動制御装置の前方注視点までの距離との前方注視点の移動速度の関係を示す図である。

【図5】本発明に係るカーブ曲率、速度、前後加速度の時間変化を示す図である。

【図6】本発明に係る車両運動制御装置の第一の実施形態を示す図である。

【図7】図6の車両運動制御装置のフローチャートを示す図である。

【図8】図6の車両運動制御装置の自車位置とノード点位置を示す概念図である。

【図9】図6の車両運動制御装置の距離とカーブ曲率、カーブ曲率変化の関係図である。 20

【図10】図6の車両運動制御装置のカーブ曲率、カーブ曲率変化と、前後加速度の時間変化を示す図である。

【図11】本発明に係る車両運動制御装置の第二の実施形態を示す図である。

【図12】図11の車両運動制御装置のフローチャートを示す図である。

【図13】図11の車両運動制御装置の自車位置とノード点位置の関係を示す概念図である。

【図14】図11の車両運動制御装置の前後加速度の時間変化を示す図である。

【図15】本発明に係る車両運動制御装置の第三の実施形態の一例を示す図である。

【図16】本発明に係る車両運動制御装置の第三の実施形態の他例を示す図である。

【図17】本発明に係る車両運動制御装置の第四の実施形態を示す図である。 30

【図18】本発明に係る車両運動制御装置の第五の実施形態のフローチャートを示す図である。

【図19】本発明に係る車両運動制御装置の第五の実施形態のカーブ曲率、カーブ曲率変化の関係図である。

【図20】本発明に係る車両運動制御装置の第五の前方注視点までの距離との前方注視点の移動速度の関係を示す図である。

【図21】本発明に係る車両運動制御装置の第五の前方注視点までの距離との前方注視点位置でのカーブ曲率の時間変化制限値の関係を示す図である。

【図22】本発明に係る車両運動制御装置の第五のカーブ曲率、速度、前後加速度、前後加速度の時間変化を示す図である。 40

【発明を実施するための形態】

【0014】

図1に本発明によるカーブ前での前後加速度変化の概念図を示す。

【0015】

図1のaおよびa'がそれぞれ従来技術による前後加速度、前後加速度、bおよびb'がそれぞれ本発明による前後加速度、前後加速度である。

【0016】

図1に示すように、従来技術では車両がカーブ前のある地点に達した時間Aからカーブ進入開始の時間Bまでの間、一定の減速となる。この結果、車両速度が高い条件ではドライバがどの程度のカーブ曲率かを明確に認識する前に強い減速度が発生する可能性があり 50

、結果、旋回時に所定の横加速度となっていたとしても、カーブ手前に過度に減速したという感じを受ける。

【0017】

本発明では、前記時間Aからカーブ曲率が一定になる時間Cまで前後加速度が変化し、自車位置がカーブ遠方である時の区間Dにおける、カーブ曲率に基づく減速から、自車位置がカーブ近傍である時の区間Eにおける、カーブ曲率の時間変化による減速へと移行する。この結果、減速開始から減速度が最大となるまでの区間Fにおいて、減速開始直後の区間Gとカーブ近傍での減速へ移行する区間Hの2区間ににおいて、前後加速度の増減が発生するという特徴をもつ。

【0018】

これにより、カーブ遠方にドライバが“カーブがあるから減速が必要”と認識したことによる減速から、カーブ近傍にてドライバがカーブの曲率変化を認識し、“曲率変化が大きいからもう少し減速が必要”といった、カーブ曲率の時間変化に応じた減速へと移行することができ、ドライバフィーリングにあった減速が可能となる。

【0019】

(カーブ曲率およびカーブ曲率変化に基づく前後加速度指令値の演算方法)

実施形態の説明に先立ち、本発明の理解が容易になるよう、以下、図2を用いてカーブ曲率、およびカーブ曲率変化に基づく前後加速度指令値の演算方法について説明する。なお本明細において、前後加速度は加速側が正、減速側が負であり、減速度は減速側が正となる値である。図2に示すように、自車両が車両速度Vにて破線で示す走行コースを走行するシーンを考える。この時ドライバは自車前方の走行コースの形状を見て加減速を行うと考えられる。この時ドライバの見ている点を疑似的に表現した点として、自車両進行方向に前方注視点を設定し、この位置のカーブ曲率 κ_{PP} 、カーブ曲率変化 $d\kappa_{PP}/dx$ とする。ここで前方注視点は、自車両前方のコース上にあって、自車両からある距離 L_{pp} 離れた点であり、 L_{pp} は車両速度Vに予め設定される時間 T_{pp} を積算して得られる値である。またカーブ曲率 κ_{PP} はカーブの方向によらず0以上の値とし、カーブ曲率半径が十分大きければ、カーブ曲率 κ_{PP} を0とする。車両速度Vのままで前方注視点の位置へ進入すると考えた場合、発生するであろう横加速度推定値 G_{yEST} および横加速度の時間変化である横加速度推定値 dG_{yEST} は、それぞれ以下の式(1)(2)で与えられる。ここで横加速度推定値 G_{yEST} は、式(1)からわかるように、右旋回、左旋回によらず、常に0以上の値となる。

【0020】

【数1】

$$G_{yEST} = \kappa_{PP} \cdot V^2 \quad \cdots (1)$$

【0021】

【数2】

$$dG_{yEST} = \frac{d\kappa_{PP}}{dt} \cdot V^2 + \kappa_{PP} \cdot 2V \cdot \frac{dV}{dt} \quad \cdots (2)$$

【0022】

ここで自車位置がカーブ近傍にあり、車両から前方注視点までの距離が短い条件では、ドライバは上述の横加速度に基づく加減速度の作成方法(特許文献2,非特許文献1)と同様のアルゴリズムで加減速すると仮定すると、横加速度推定値 dG_{yEST} に基づく前後加速度指令値 G_{xREQ} は以下の式(3)で与えられる。

【0023】

【数3】

$$G_{xREQ} = -C_{xy} \cdot dG_{yEST} \quad \cdots (3)$$

【0024】

10

20

30

40

50

C_{xy} は比例定数であり、予め設定される値である。ここで式(2)の第二項

$$(\kappa_{PP} \cdot 2V \cdot \frac{dV}{dt})$$

の影響が第一項

$$(\frac{d\kappa_{PP}}{dt} \cdot V^2)$$

と比べ十分小さいとし、式(2)を式(3)に代入すると以下の式(4)が得られる。

【0025】

【数4】

$$G_{xREQ} = -C_{xy} \cdot \frac{d\kappa_{PP}}{dt} \cdot V^2 \quad \cdots(4)$$

【0026】

このように前方注視点におけるカーブ曲率の時間変化($d\kappa_{PP}/dt$)に基づいた前後加速度指令値が得られる。更に($d\kappa_{PP}/dt$)は式(5)のように変形することができる。

【0027】

【数5】

$$\frac{d\kappa_{PP}}{dt} = \frac{d\kappa_{PP}}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} \quad \cdots(5)$$

【0028】

ここで(dx/dt)は前方注視点の移動速度 V_{PP} であるため、式(4)は V_{PP} を用いて以下の式(6)で与えられる。

【0029】

【数6】

$$G_{xREQ} = -C_{xy} \cdot \frac{d\kappa_{PP}}{dx} \cdot V_{PP} \cdot V^2 \quad \cdots(6)$$

【0030】

これによりカーブ近傍における前後加速度指令値が作成できる。

【0031】

一方、自車位置がカーブ遠方にて、車両から前方注視点までの距離が長い条件では、ドライバはカーブ曲率変化のような詳細な情報を把握できず、漠然としたカーブ曲率に応じて減速を行っていると考えられる。この時の前後加速度指令値 $G_{xREQfar}$ は、例えば上述の式(1)により得られた横加速度推定値 G_{yEST} を用いて、図3に示すように、横加速度推定値 G_{yEST} に応じて、ある横加速度設定値 G_{yLMT0} から G_{yLMT1} まで前後加速度指令値 $G_{xREQfar}$ が最小で $G_{xREQfar_min}$ となるように減少(減速度としては増加)するように作成してもよい。また自車両から遠方の前方注視点までの距離を L_{far} とし、ある設定横加速度 G_{ySET} を用いて、前後加速度指令値 $G_{xREQfar}$ を以下の式(7)で与えてもよい。ここで $\min(A, B)$ はAとBの内どちらか小さい値を選択する関数であり、 $\max(A, B)$ はAとBの内どちら大きい方を選択する関数である。

【0032】

【数7】

$$G_{xREQfar} = \max \left(\min \left(C_x \cdot \frac{(G_{ySET}/\kappa_{PP}) - V^2}{2 \cdot L_{far}}, 0 \right), G_{xREQfar_min} \right) \quad \cdots(7)$$

10

20

40

50

【 0 0 3 3 】

ここで L_{far} は、0 より大きい値であれば、予め設定される値であっても、車両速度 V に予め設定される時間 T_{pp} を積算して得られる値であってもよい。また G_{ySET} 、および $G_{xREQfar_min}$ は予め設定される値であっても、路面摩擦係数取得手段やドライバによる設定手段を備える構成であれば、路面摩擦係数やドライバによる設定値に応じて変化する値であってもよい。

【 0 0 3 4 】

また C_x は予め設定される値であっても、ドライバによるアクセル操作等に応じて変化する値であってもよい。 $G_{xREQfar}$ の作成方法はこれらに限定するものではないが、 $G_{xREQfar}$ による減速度は、カーブ近傍での前後加速度 G_{xREQ} による減速度以下となるように作成する。10

【 0 0 3 5 】

以上のようにして得られたカーブ近傍およびカーブ遠方の前後加速度指令に基づいて、最終的な前後加速度指令値を作成することで、図 1 b に示したようにカーブ遠方（区間 D）のカーブ曲率による減速から、カーブ近傍（区間 E）のカーブ曲率変化による減速へと減速度が増加する前後加速度を発生させることができる。

【 0 0 3 6 】

また上述のように自車位置がカーブ近傍の場合と、カーブ遠方の場合で前後加速度指令を別々に作成するのではなく、前記式(6)における前方注視点の移動速度 V_{pp} をカーブまでの距離で変化させることにより、自車位置がカーブ遠方にある時の減速からカーブ近傍での減速へと変化させてよい。例えば前方注視点でのカーブ曲率 ρ_{pp} がある値 ρ_{pp_limt} 以上となった場合、図 4 に示すように、前方注視距離 L_{pp_limt} が L_{pp_near} よりも大きい領域では、前方注視点の移動速度 V_{pp} を V_{pp_min} とし、自車両がカーブに近づき、前方注視距離 L_{pp_near} で車両速度 V となるように、前方注視距離 L_{pp} が小さくなるに応じて前方注視点の移動速度 V_{pp} を増加させる。20

【 0 0 3 7 】

ここで L_{pp_limt} 、 L_{pp_near} は、 L_{pp_limt} が L_{pp_near} 以上となるように、また V_{pp_min} は 0 以上、かつ車両速度 V 以下となるよう予め設定される値である。

【 0 0 3 8 】

これは、自車位置がカーブ遠方で、ドライバが漠然とカーブを認識しているような状態では、ドライバの視線の移動速度が小さく、カーブに近づき、ドライバがカーブにそって視線を移動させるようになるに応じて視線の移動速度が増加するという行動を、前方注視点の移動速度の形で表現したものである。30

【 0 0 3 9 】

これにより、図 5 に示すように、自車位置でのカーブ曲率が ρ_v となるコースを走行した場合、前方注視点でのカーブ曲率 ρ_{pp} 、前方注視点の移動速度 V_{pp} は図 5 に示すように変化し、この結果、カーブ遠方での小さな減速度から、カーブが近づくにつれて徐々に減速度を増加させることができる。

【 0 0 4 0 】**(発明を実施するための実施形態 1)**

以下、図 6～図 10 を用いて、本発明の第 1 の実施形態による車両運動制御装置の構成及び動作について説明する。40

【 0 0 4 1 】

最初に、図 6 を用いて、本発明の第 1 の実施形態による車両運動制御装置の構成について説明する。

【 0 0 4 2 】

図 6 は、本発明の第 1 の実施形態による車両運動制御装置の構成を示すシステムプロック図である。

【 0 0 4 3 】

本実施形態の車両運動制御装置 1 は車両に搭載されるものであり、自車両前方のカーブ50

形状を取得するカーブ形状取得手段 2 と、自車位置を取得する自車位置取得手段 3 と、前記カーブ形状取得手段 2 と前記自車位置取得手段 3 により得られた情報に基づいて車両に発生させる前後加速度を演算する車両運動制御演算手段 4 を備える。また前記車両運動制御演算手段 4 の演算結果は、前後加速度発生手段 5 に送られ、車両に前後加速度を発生可能なアクチュエータの駆動を行う。

【 0 0 4 4 】

カーブ形状取得手段 2 としては、自車両が走行するコースの地図情報からカーブ形状を取得する方法であっても、路車間通信により自車両進行方向のカーブ情報を取得する方法であっても、車車間通信により自車両進行方向の前方を走行する車両から、カーブ情報を取得する方法であっても、撮像手段により自車両前方のカーブ形状を取得する方法であってもよい。また地図情報取得手段、路車間通信手段、もしくは車車間通信手段、もしくは撮像手段との通信によりカーブ形状情報を取得する方法であってもよい。10

【 0 0 4 5 】

自車位置取得手段 3 としては、グローバルポジショニングシステム（ G P S ）により自車両の座標から自車両前方のカーブに対する自車位置を取得する方法であっても、路車間通信により自車両前方のカーブに対する自車位置を取得する方法であっても、撮像手段により自車両前方もしくは周囲、もしくはその両方の画像を取得し、自車両前方のカーブに対する自車位置を取得する方法であってもよい。また G P S 、もしくは路車間通信手段、もしくは撮像手段との通信によりカーブに対する自車位置を取得する方法であってもよい。20

【 0 0 4 6 】

ここでカーブ形状取得手段 2 および自車位置取得手段 3 として、複数の方法を備えていてもよい。例えばカーブ形状取得手段 2 として地図情報および撮像手段によりカーブ形状情報を取得する手段を備え、自車位置取得手段 3 として、 G P S および撮像手段により自車位置を取得する手段を備えていてもよい。複数の方法を組合せることで、カーブ遠方の情報は地図情報、および G P S によるカーブ形状情報および自車位置情報を用い、カーブ近傍では前記地図情報、および G P S によるカーブ形状情報および自車位置情報に加え、撮像手段によるカーブ形状情報および自車位置情報を用いることで、より精度のよいカーブ形状情報および自車位置情報が得られる。30

【 0 0 4 7 】

また、 G P S による自車位置情報を取得困難である際に、撮像手段によりカーブ形状情報、および自車位置情報を取得することで、前後加速度制御に必要なカーブ形状情報、および自車位置情報を取得することができる。逆に撮像手段ではカーブ形状情報、および自車位置情報が取得困難な状況では、 G P S および地図情報によりカーブ形状情報、および自車位置情報を取得することで、前後加速度制御に必要なカーブ形状情報、および自車位置情報を取得することができる。40

【 0 0 4 8 】

前後加速度発生手段 5 として、エンジンのスロットル開度を制御することで前後加速度を発生させるエンジン、もしくはモータの駆動トルクを制御することで前後加速度を発生させるモータ、もしくは動力を各車輪に伝達する際の変速比を変えることで前後加速度を発生させる変速機、もしくは各車輪のブレーキパッドにブレーキディスクを押しつけることで前後加速度を発生させる摩擦ブレーキといった前後加速度を発生可能な加減速アクチュエータである。50

【 0 0 4 9 】

車両運動制御演算手段 4 は、記憶領域、および演算処理能力、および信号の入出力手段をもつ演算装置であり、前記カーブ形状取得手段 2 および前記自車位置取得手段 3 により得られたカーブ形状および自車位置から車両に発生させる前後加速度指令値を演算し、前記前後加速度指令値となる前後加速度を発生可能な前記加減速アクチュエータを前後加速度発生手段 5 とし、前記加減速アクチュエータの駆動制御器へ前記前後加速度指令値を送る。

【 0 0 5 0 】

ここで送る信号は前後加速度ではなく、前記加減速アクチュエータにより前記前後加速度指令値を実現する信号であればよい。

【 0 0 5 1 】

例えば前記加減速アクチュエータが油圧によりブレーキパッドをブレーキディスクに押し付ける油圧式摩擦ブレーキである場合、前後加速度指令値を実現する油圧指令値を油圧式摩擦ブレーキ制御器へ送る。また油圧式摩擦ブレーキ制御器を介さず、前後加速度指令値を実現する油圧式摩擦ブレーキ駆動アクチュエータの駆動信号を油圧式摩擦ブレーキ駆動アクチュエータに直接送ってもよい。

【 0 0 5 2 】

また前後加速度指令値を実現する際に前後加速度指令値に応じて駆動制御を行う前記加減速アクチュエータを変更してもよい。

【 0 0 5 3 】

例えば自車位置がカーブ遠方での減速における前後加速度指令値を実現するために、前記変速機の変速比を変更する指令値を変速機制御器に送り、カーブ近傍での減速における前後加速度指令値を実現するために、油圧指令値を油圧式摩擦ブレーキ制御器へ送ってもよい。

【 0 0 5 4 】

以下、前記カーブ形状取得手段 2 として自車両が走行するコースの地図情報を用い、前記自車位置取得手段 3 として GPS を用いる場合における前後加速度指令値の作成方法を示す。

【 0 0 5 5 】

図 7 に前記車両運動制御装置 1 における演算フロー チャートを示す。

【 0 0 5 6 】

S 0 0 0 では、GPS による自車位置データ $P_v (X_v, Y_v)$ 、および自車位置情報と地図情報からカーブ形状データとして自車両自車両進行方向にあるノード点位置データ $P_n (X_n, Y_n)$ を取得し、演算を行う。ここで n は図 8 に示すように、自車両進行方向と逆方向に最初にあるノード点位置を 0 とし、自車両進行方向に向かって 1, 2, ..., n_{max} と増加する整数である。また n_{max} は取得可能なノード点位置データ番号 n の最大値である。演算後 S 1 0 0 へ進む。

【 0 0 5 7 】

S 1 0 0 では、GPS による自車位置データ $P_v (X_v, Y_v)$ が更新されたか否かの判定を行い、データが更新されていればデータ更新フラグ F_{GPSref} を 1 に、されていなければ 0 とする。演算後 S 2 0 0 へ進む。更新の判定方法として、自車位置データ $P_v (X_v, Y_v)$ の前回値 $P_{v_z1} (X_{v_z1}, Y_{v_z1})$ との比較により更新されたか否かを判定しても、GPS から自車位置データの他に更新フラグを取得することで、更新されたか否かを判定してもよい。

【 0 0 5 8 】

S 2 0 0 では、自車位置の時間変化から、車両速度の算出を行う。ここでデータ更新フラグが 0 の時、前回の車両速度算出結果を車両速度とする。データ更新フラグが 1 の時、前回データ更新フラグが 1 になってから、今回データ更新フラグが 1 になるまでに要した時間 t_p と、前回データ更新フラグが 1 だった時の自車位置データ $P_{v_Pz1} (X_{v_Pz1}, Y_{v_Pz1})$ と今回の自車位置データ $P_v (X_v, Y_v)$ から算出した自車両の移動距離 L_v から、自車両の移動速度である車両速度 V を算出する。

【 0 0 5 9 】

S 3 0 0 では前方注視距離の演算を行う。図 9 に示すように、自車両進行方向のコース上に自車両の極近傍から遠方まで前方注視点 P P 0, P P 1, P P 2 という 3 つの前方注視点を設定し、自車両から前方注視点 P P 0, P P 1, P P 2 までの前方注視距離 L_{PP0} , L_{PP1} , L_{PP2} を算出する。

【 0 0 6 0 】

10

20

30

40

50

ここで L_{PP0} , L_{PP1} , L_{PP2} は以下の式(8)の関係を満たすように予め設定される値であっても、予め設定される前方注視時間 T_{PP0} , T_{PP1} , T_{PP2} (ただし $T_{PP0} < T_{PP1} < T_{PP2}$) と車両速度 V を用いて、それぞれ式(9)に示すように与えてよい。ただし前方注視点 $PP0$ は自車両の極近傍の注視点とし、 L_{max} は自車位置からノード点位置 P_1 までの距離とノード点位置 P_1 からノード点位置 P_{nmax} までの各ノード点間距離を合計した値である。演算後 S 4 0 0 へと進む。

【0061】

【数8】

$$L_{PP0} < L_{PP1} < L_{PP2} \leq L_{max} \quad \cdots(8)$$

10

【0062】

【数9】

$$L_{PPm} = T_{PPm} \cdot V \quad (\text{ただし } m = 0, 1, 2) \quad \cdots(9)$$

【0063】

S 4 0 0 では、前後加速度制御許可フラグの演算を行う。前後加速度制御許可フラグは、その値が 1 の時、前後加速度制御を許可し、0 の時、前後加速度制御を禁止するものとする。前後加速度制御許可フラグの作成方法としては、例えば前記データ更新フラグ $F_{GP_{sref}}$ が 0 となっている時間が所定時間以上となった場合、GPS による自車位置データ取得が困難として前後加速度制御許可フラグを 0 とする。

20

【0064】

また自車位置データによる走行軌跡と地図データ上で自車が走行していると想定しているコース形状との乖離が大きい場合、地図データ上の自車の走行コースが実際のコースと異なるとして、前後加速度制御許可フラグを 0 とする。

【0065】

また車両速度 V により前後加速度制御許可フラグを 0 としてもよい。例えば制御を開始する最低車両速度を予め設定しておき、最低車両速度よりも車両速度 V が小さければ、前後加速度制御許可フラグを 0 とする。

【0066】

また上述のように、複数のカーブ形状データの取得手段、および自車位置データの取得手段を備える場合、その全ての取得手段において、カーブ形状データ、および自車位置データの取得が困難であると判断された場合、前後加速度制御許可フラグを 0 とする。例えば、GPS の他に撮像手段により、カーブ形状データ、および自車位置データを取得している場合、上述のように GPS による自車位置データ取得が困難と判定された上に、更に撮像手段によるカーブ形状データ、および自車位置データの取得が困難と判定された際に、前後加速度制御許可フラグを 0 とする。これら以外の条件では 1 とする。演算後 S 5 0 0 へ進む。

30

【0067】

S 5 0 0 では、ノード点位置データ P_n (X_n , Y_n) から n が 1 以上の点における各ノード点位置のカーブ曲率 κ_n 、および自車位置のカーブ曲率 κ_v と、ノード点間のカーブ曲率変化 $d\kappa_n / dx$ を算出し、前方注視距離 L_{PP0} , L_{PP1} , L_{PP2} でのカーブ曲率 κ_{PP0} , κ_{PP1} , κ_{PP2} 、およびカーブ曲率変化 $d\kappa_{PP0} / dx$, $d\kappa_{PP1} / dx$, $d\kappa_{PP2} / dx$ を算出する。ここでカーブ曲率の算出方法としては、連続する 3 点のノード点 P_{n-1} , P_n , P_{n+1} を通る円弧のカーブ曲率半径を求め、その逆数をとることでノード点 P_n のカーブ曲率 κ_n を求めることができる。

40

【0068】

また自車位置のカーブ曲率 κ_v は、自車位置がノード点位置 P_1 と一致していれば、カーブ曲率 κ_v はカーブ曲率 κ_1 となり、一致していなければ、ノード点 P_0 , P_v , P_1 からカーブ曲率 κ_v を算出することができる。ここでカーブ曲率 κ_n およびカーブ曲率 κ_v はカーブの方向によらず正の値とする。

50

【0069】

またカーブ曲率半径が十分大きければ、カーブ曲率 κ_n を 0 としてもよい。これにより得られた各ノード点のカーブ曲率 κ_n と各ノード点間距離からカーブ曲率変化 $d\kappa_n / dx$ を算出する。図 9 に示すように、ノード点間を線系補完し、ノード点 P_n, P_{n+1} 間の距離を L_n とすると、ノード点 P_n, P_{n+1} 間のカーブ曲率変化 $d\kappa_n / dx$ は以下の式(10)で与えられる。

【0070】

【数10】

$$\frac{d\kappa_n}{dx} = \frac{(\kappa_{n+1} - \kappa_n)}{L_n} \quad \cdots(10) \quad 10$$

【0071】

同様に自車位置 P_v とノード点 P_1 間のカーブ曲率変化 $d\kappa_v / dx$ は、自車位置 P_v とノード点 P_1 間の距離を L_{v1} とすると、以下の式(11)で与えられる。

【0072】

【数11】

$$\begin{aligned} \frac{d\kappa_v}{dx} &= \frac{(\kappa_1 - \kappa_v)}{L_{v1}} & (\text{ } L_{v1} > 0) \\ \frac{d\kappa_v}{dx} &= \frac{d\kappa_1}{dx} & (\text{ } L_{v1} = 0) \end{aligned} \quad \cdots(11) \quad 20$$

【0073】

各ノード点のカーブ曲率 κ_n 、およびカーブ曲率変化 $d\kappa_n / dx$ 算出後、前方注視距離 $L_{PP0}, L_{PP1}, L_{PP2}$ に対応したカーブ曲率 $\kappa_{PP0}, \kappa_{PP1}, \kappa_{PP2}$ 、およびカーブ曲率変化 $d\kappa_{PP0} / dx, d\kappa_{PP1} / dx, d\kappa_{PP2} / dx$ を算出する。例えば図 9 に示すように、 $PP0$ が P_v と P_1 の間、 $PP1$ が P_2 と P_3 の間、 $PP2$ が P_n と P_{n+1} の間にある場合、カーブ曲率 $\kappa_{PP0}, \kappa_{PP1}, \kappa_{PP2}$ 、およびカーブ曲率変化 $d\kappa_{PP0} / dx, d\kappa_{PP1} / dx, d\kappa_{PP2} / dx$ は、以下の式(12)～(17)で与えられる。

【0074】

【数12】

$$\kappa_{PP0} = \kappa_v + \frac{d\kappa_v}{dx} \cdot L_{PP0} \quad \cdots(12) \quad 30$$

【0075】

【数13】

$$\kappa_{PP1} = \kappa_2 + \frac{d\kappa_2}{dx} \cdot \{L_{PP1} - (L_{v1} + L_1)\} \quad \cdots(13)$$

【0076】

【数14】

$$\kappa_{PP2} = \kappa_n + \frac{d\kappa_n}{dx} \cdot \left\{ L_{PP2} - \left(L_{v1} + \sum_{j=1}^n L_j \right) \right\} \quad \cdots(14) \quad 40$$

【0077】

【数15】

$$\frac{d\kappa_{PP0}}{dx} = \frac{d\kappa_v}{dx} \quad \cdots(15)$$

【0078】

【数16】

$$\frac{d\kappa_{PP1}}{dx} = \frac{d\kappa_2}{dx} \quad \cdots(16)$$

【0079】

【数17】

$$\frac{d\kappa_{PP2}}{dx} = \frac{d\kappa_n}{dx} \quad \cdots(17)$$

【0080】

ここで各ノード点のカーブ曲率 κ_n 、およびカーブ曲率変化 $d\kappa_n / dx$ の算出方法は上記方法に限らず、各ノード点でのカーブ曲率、およびカーブ曲率変化を算出可能な方法であればよい。演算後 S 6 0 0 へと進む。

【0081】

S 6 0 0 では前方注視距離 L_{PP0} , L_{PP1} , L_{PP2} でのカーブ曲率 κ_{PP0} , κ_{PP1} , κ_{PP2} 、およびカーブ曲率変化 $d\kappa_{PP0} / dx$, $d\kappa_{PP1} / dx$, $d\kappa_{PP2} / dx$ 、および車両速度 V に基づいて前後加速度指令値初期値を作成する。ここで車両近傍のカーブ曲率変化 $d\kappa_{PP0} / dx$, $d\kappa_{PP1} / dx$ による前後加速度指令値 $G_{xREQiniPP0}$, $G_{xREQiniPP1}$ は上述の式(6)により算出し、車両遠方のカーブ曲率 κ_{PP2} による前後加速度指令値 $G_{xREQiniPP2}$ は、上述の図3に示した方法で作成する。

【0082】

ここで前方注視距離 L_{PP0} , L_{PP1} , L_{PP2} を上述の式(9)で示した前方注視時間 T_{PP0} , T_{PP1} , T_{PP2} で作成するとした場合、前方注視点 $PP0$, $PP1$, $PP2$ の移動速度 V_{PP0} , V_{PP1} , V_{PP2} は、車両速度 V を微分して得られる車両前後加速度 G_x を用いて、以下の式(18)で与えられる。

【0083】

ここで他の制御器との通信や、加速度センサによる直接測定により前後加速度を取得する手段を備える構成であれば、それにより得られた前後加速度から車両前後加速度 G_x を作成してもよい。

【0084】

【数18】

$$V_{PPm} = V + T_{PPm} \cdot G_x \quad (\text{ただし } m=0,1,2) \quad \cdots(18)$$

【0085】

式(6), (18)から、 $G_{xREQiniPP0}$, $G_{xREQiniPP1}$ を以下の式(19)により演算する。また図3から $G_{xREQiniPP2}$ を演算する。

【0086】

【数19】

$$G_{xREQiniPPm} = -C_{xym} \cdot \frac{d\kappa_{PPm}}{dx} \cdot V_{PPm} \cdot V^2 \quad (\text{ただし } m=0,1) \quad \cdots(19)$$

【0087】

ここで C_{xy0} , C_{xy1} は予め設定される定数であっても、他の条件に応じて変更する値であってもよい。例えば $d\kappa_{PPm} / dx$ が正の場合と $d\kappa_{PPm} / dx$ が負の場合で異なる値としてもよい。また路面摩擦係数やドライバのアクセル操作といった他の情報を利用可能であれば、その情報に基づいて値を変更してもよい。例えば圧雪路のように路面摩擦係数が低い場合、アスファルト路のような路面摩擦係数が高い条件よりも、 C_{xy0} , C_{xy1} を小さな値に設定する。

【0088】

またドライバがアクセル操作をしている場合、そのアクセル操作量に応じて $d\kappa_{PPm} / dx$

10

20

30

40

50

$d \times$ が正となる時の値を小さくする。これらカーブ形状や自車位置以外の情報を利用する構成については、実施形態 2 にて説明する。演算後、S 7 0 0 へと進む。

【 0 0 8 9 】

S 7 0 0 では前後加速度指令値初期値 $G_{xREQiniPP0}$, $G_{xREQiniPP1}$, $G_{xREQiniPP2}$ に前後加速度制御の介入閾値による処理や、フィルタ処理、セレクト処理、加算処理等を行い最終的な前後加速度指令値 $G_{xREQfin}$ を作成する。例えば、 $G_{xREQiniPP0}$, $G_{xREQiniPP1}$, $G_{xREQiniPP2}$ に対して、その符号や増減方向に応じた時定数をそれぞれ設定したフィルタ処理を行い、その値に応じたセレクト処理や加算処理を行う。

【 0 0 9 0 】

更に減速側の前後加速度制御介入閾値 G_{xBRKs} 、および加速側の前後加速度制御介入閾値 G_{xACCs} とし、これらの値による前後加速度制御の介入閾値による処理を行う。ここで G_{xBRKs} , G_{xACCs} は予め設定される値である。

10

【 0 0 9 1 】

また $G_{xREQiniPP0}$, $G_{xREQiniPP1}$, $G_{xREQiniPP2}$ の内、2つが同時に 0 以外の値となっている領域では、両者が同符号であれば、その絶対値が大きい方の値とし、異符号であれば、両者を加算した値とする。また $G_{xREQiniPP0}$, $G_{xREQiniPP1}$, $G_{xREQiniPP2}$ の内、3つが同時に 0 以外の値となっている領域では、3つの内同符号の2つの絶対値を比較し、その大きい方の値と、残る異符号の値を加算した値とする。これにより、 $G_{xREQiniPP0}$ が正で $G_{xREQiniPP2}$ が負、すなわち自車両極近傍の位置ではカーブ曲率変化が負で、自車両前方にカーブ曲率変化が正となるカーブが存在する場合での減速度を小さくすることができ、連続カーブを走行している際の減速フィーリングを向上することができる。

20

【 0 0 9 2 】

またここで加算をする際に、その符号に応じて重み付けをしてよい。例えば減速を優先したければ、正となっている値が小さくなるような係数を積算して加算し、逆に加速を優先するのであれば、負となっている値が小さくなるような係数を積算して加算してもよい。

【 0 0 9 3 】

これにより、図 1 0 に示すようなカーブ曲率 $PP0$, $PP1$, $PP2$ 、およびカーブ曲率変化 $d_{PP0} / d \times$, $d_{PP1} / d \times$, $d_{PP2} / d \times$ となるカーブを走行し、点線で示す $G_{xREQiniPP0}$ 、破線で示す $G_{xREQiniPP1}$ 、一点鎖線で示す $G_{xREQiniPP2}$ が得られた場合、実線で示したような前後加速度指令値 $G_{xREQfin}$ が得られる。ここで $G_{xREQiniPP0}$, $G_{xREQiniPP1}$, $G_{xREQiniPP2}$ から $G_{xREQfin}$ を作成する方法は上記内容に限ったものではないが、図 1 0 の T 2 1 で示した、負の前後加速度、すなわち減速している際の $G_{xREQiniPP2}$ から $G_{xREQiniPP1}$ へと遷移する区間ににおいて、減速度が過度に減少しないようにする。

30

【 0 0 9 4 】

同様に図 1 0 の T 1 0 で示した $G_{xREQiniPP1}$ から $G_{xREQiniPP0}$ へと遷移する区間においても、負の前後加速度、すなわち減速している際の $G_{xREQiniPP1}$ から $G_{xREQiniPP0}$ へと遷移する区間ににおいて、減速度が過度に減少しないようにする。演算後 S 8 0 0 へと進む。

【 0 0 9 5 】

S 8 0 0 では、前後加速度制御許可フラグが 1 であれば、前後加速度指令値 $G_{xREQfin}$ を実現する指令値を、前後加速度制御許可フラグが 0 であれば、前後加速度制御を行わないようにする指令値を前記前後加速度発生手段 5 へ送信する。

40

【 0 0 9 6 】

ここで前後加速度制御許可フラグが 1 の時に送信する信号は、上述の通り、前後加速度指令値 $G_{xREQfin}$ を送信することで前記前後加速度発生手段 5 により前後加速度指令値 $G_{xREQfin}$ を実現できる場合、前後加速度指令値 $G_{xREQfin}$ を制御指令値として送信する。

【 0 0 9 7 】

また前記前後加速度発生手段 5 に応じた指令値にする必要があれば、前後加速度指令値 $G_{xREQfin}$ に基づいて前記前後加速度発生手段 5 を制御する指令値を作成し、送信する。例えば前記前後加速度発生手段 5 が油圧式摩擦ブレーキであり、油圧指令値を油圧式摩擦

50

ブレーキ制御器に送ることで前後加速度制御を行う場合、前後加速度指令値 $G_{xREQfin}$ に基づいて油圧指令値を作成し、作成した油圧指令値を制御指令値として送信する。

【0098】

これにより車両に前後加速度指令値 $G_{xREQfin}$ に基づく前後加速度を発生させる。

【0099】

また上述のように、前後加速度指令値を実現する指令を複数の前後加速度発生手段 5 に送信してもよい。例えば、カーブ遠方からの前後加速度指令値である $G_{xREQiniPP2}$ に基いて作成された前後加速度を実現する前後加速度発生手段 5 を前記変速機もしくはエンジン、もしくはその両方とし、カーブ近傍での前後加速度指令値である $G_{xREQiniPP1}$ 、および $G_{xREQiniPP0}$ に基いて作成された前後加速度を実現する前後加速度発生手段 5 として更に前記油圧摩擦ブレーキを加える。
10

【0100】

これによりカーブ遠方の比較的一定な減速をエンジンのスロットル開度や、変速機のギア比を変更することによりエンジンブレーキでの減速を行い、カーブ近傍の変化が大きい減速を油圧摩擦ブレーキにより実現する。これによりドライバがカーブ遠方で進行方向にある程度カーブ曲率の大きいカーブを視認した際に、アクセルをオフにしてエンジンブレーキによる減速を行い、カーブ近傍にてカーブ曲率変化を明確に認識してからブレーキを操作して減速を行うことと同様の減速を実現できる。

【0101】

以上のように、本発明では、車両に発生する減速が、カーブ遠方の減速からカーブ近傍への減速へと減速パターンが変化することで、ドライバが前方のカーブを詳細に認識する前から過度の減速を行うことなく、ドライバフィーリングを向上できる。
20

【0102】

(発明を実施するための実施形態 2)

以下、図 11～図 14 を用いて、本発明の第 2 の実施形態による車両運動制御装置の構成及び動作について説明する。

【0103】

最初に、図 11 を用いて、本発明の第 2 の実施形態による車両運動制御装置の構成について説明する。

【0104】

図 11 は、本発明の第 2 の実施形態による車両運動制御装置の構成を示すシステムプロック図である。
30

【0105】

本実施形態の車両運動制御装置 1 は車両に搭載されるものであり、自車両前方のカーブ形状を取得するカーブ形状取得手段 2 と、自車位置を取得する自車位置取得手段 3 と、車両運動情報取得手段 6 と、ドライバ入力情報取得手段 7 と、横運動連係前後加速度取得手段 8 と、路面情報取得手段 9 と、前記カーブ形状取得手段 2 と前記自車位置取得手段 3 、および前記車両運動情報取得手段 6 、前記ドライバ入力情報取得手段 7 、前記横運動連係前後加速度取得手段 8 と、前記路面情報取得手段 9 により得られた情報に基づいて車両に発生させる前後加速度を演算する車両運動制御演算手段 4 を備える。
40

【0106】

また前記車両運動制御演算手段 4 の演算結果は、前後加速度発生手段 5 、および情報提示器 10 に送られ、車両に前後加速度を発生可能なアクチュエータの駆動、およびドライバへの情報提示を行う。

【0107】

ここでカーブ形状取得手段 2 、自車位置を取得する自車位置取得手段 3 、および前後加速度発生手段 5 は上述の実施形態 1 と同様であるため、説明は省略する。

【0108】

前記車両運動情報取得手段 6 では、車両の運動情報として、少なくとも車両速度 V もしくは前後加速度 G_x 、もしくはその両方を取得する。ここで車両速度 V および前後加速度
50

G_x はセンサ等により直接検出された値を取得しても、他の電子制御器が演算した結果を通信により取得してもよい。

【0109】

また車両速度 V および前後加速度 G_x そのものが入力されなくとも、これらを推定可能な値であればよい。例えば車両速度 V の代わりに各車輪の車輪速度 V_w [wheel] (wheelにはFL(左前輪), FR(右前輪), RL(左後輪), RR(右後輪)がそれぞれ入る) を取得し、車両速度 V を推定してもよい。

【0110】

ドライバ入力情報取得手段7では、ドライバからの入力情報として、少なくともドライバ要求前後加速度 $G_{xDrvREQ}$ を取得する。ここでドライバ要求前後加速度 $G_{xDrvREQ}$ は、ドライバが直接入力した値を取得しても、他の電子制御器が演算した結果を通信により取得してもよい。またドライバ要求加速度 $G_{xDrvREQ}$ そのものが入力されなくとも、これを推定可能な値であればよい。例えばドライバ要求前後加速度 $G_{xDrvREQ}$ の代わりに、アクセルペダル操作量、ブレーキペダル操作量から、ドライバ要求前後加速度 $G_{xDrvREQ}$ を推定してもよい。またアクセルペダル操作量のみから、ブレーキ操作による減速を除いたドライバ要求前後加速度 $G_{xDrvREQ}$ を推定してもよい。

【0111】

またエンジンを駆動源とした車両であれば、エンジントルク、およびシフトポジションを取得し、ドライバ要求前後加速度 $G_{xDrvREQ}$ を推定してもよい。またドライバ要求前後加速度 $G_{xDrvREQ}$ の他に制御のON/OFF情報や、ドライバが制御量を調整、もしくは選択した際の値を取得してもよい。

【0112】

横運動連係前後加速度取得手段8では、例えば特許文献2、非特許文献1に示されている車両の横加速度に基づく前後加速度 G_{xGVC} を取得する。ここで前後加速度 G_{xGVC} そのものが入力されなくとも、これを推定可能な値であればよい。例えば前後加速度 G_{xGVC} の代わりに横加速度を取得し、前後加速度 G_{xGVC} を演算してもよい。また操舵角やヨーレイト、横加速度といった横運動情報を取得し、前後加速度 G_{xGVC} を演算してもよい。

【0113】

路面情報取得手段9では、路面情報として、少なくとも路面摩擦係数 μ および路面縦断勾配 G_{road} を取得する。ここで路面摩擦係数 μ および路面縦断勾配 G_{road} そのものが入力されなくとも、これを推定可能な値であればよい。例えば路面摩擦係数 μ の代わりに前後加速度 G_x 、前記各車輪速 V_w [wheel]、前記車両速度 V を取得し、路面摩擦係数 μ を推定する方法であってもよい。また操舵により発生するセルフアライニングトルクを取得し、路面摩擦係数 μ を推定する方法であってもよい。

【0114】

また各車輪の制駆動力 F_{wx} [wheel]、もしくはそれに代わる情報（例えばエンジントルクやブレーキ圧）を取得し、路面摩擦係数 μ を推定する方法であってもよい。また路面縦断勾配 G_{road} の代わりに、各車輪の制駆動力 F_{wx} [wheel]、もしくはそれに代わる情報（例えばエンジントルクやブレーキ圧）と車両の前後加速度 G_x を取得し、車輪で発生している力と実際に発生した前後加速度の差分から路面縦断勾配 G_{road} を推定してもよい。また平坦路での車両前後方向の加速度を測定するよう取り付けられた加速度センサによる値を取得し、車両速度 V を微分して得られた前後加速度の差分から路面縦断勾配 G_{road} を推定してもよい。

【0115】

車両運動制御演算手段4は、記憶領域、および演算処理能力、および信号の入出力手段をもつ演算装置であり、前記カーブ形状取得手段2と前記自車位置取得手段3、および前記車両運動情報取得手段6、前記ドライバ入力情報取得手段7、前記横運動連係前後加速度取得手段8と、前記路面情報取得手段9により得られた情報に基づいて車両に発生させる前後加速度、およびドライバへの情報提示を演算し、前後加速度発生手段5、および情報提示手段10に指令値を送る。ここで前後加速度発生手段5に送る指令値としては、

10

20

30

40

50

上述の実施形態 1 と同様に対象とする加減速アクチュエータに応じた指令値とする。

【 0 1 1 6 】

また情報提示手段 10 として、ドライバが五感の少なくとも一つにより認識可能な情報を提示する情報提示器とし、情報提示手段 10 に送る指令値として、前記情報提示器を駆動可能な指令値とする。例えば表示ランプやディスプレイのようにドライバの視覚に情報を与える表示器を情報提示手段 10 とする場合、車両に発生させる前後加速度に基づいて表示ランプの点灯やディスプレイへの表示を行う指令値を送る。

【 0 1 1 7 】

またビープ音や音声のようにドライバの聴覚に情報を与える音発生器を情報提示手段 10 とする場合、車両に発生させる前後加速度に基づいてビープ音や音声による案内をする指令値を送る。10

【 0 1 1 8 】

またハンドルやペダル、シートの振動のようにドライバの触覚に情報を与える振動発生器を情報提示手段 10 とする場合、車両に発生させる前後加速度に基づいてハンドルやペダル、シートを振動する振動発生器に指令値を送る。また情報提示手段 10 として、前記表示器、音発生器、振動発生器を組合せて用いてもよい。

【 0 1 1 9 】

以下、前記カーブ形状取得手段 2 として自車両が走行するコースの地図情報、前記自車位置取得手段 3 として GPS を用い、車両運動情報取得手段 6 、ドライバ入力情報取得手段 7 、横運動連係前後加速度取得手段 8 、路面情報取得手段 9 として、他の電子制御器との通信手段を用いて、車両速度 V 、前後加速度 G_x 、ドライバ要求前後加速度 $G_{xDrvREQ}$ 、横運動連係前後加速度 G_{xGVC} 、路面摩擦係数 μ 、路面縦断勾配 G_{rad} を取得し、他の電子制御器との通信手段、もしくはスイッチ等の入力手段を用いて、前後加速度制御スイッチ ON / OFF 情報 F_{ctrlsw} 、ドライバ設定値 G_{DrvSet} を取得する場合での前後加速度指令値の作成方法を示す。20

【 0 1 2 0 】

図 12 に前記車両運動制御装置 1 における演算フロー チャートを示す。

【 0 1 2 1 】

S 0 0 0 では、実施形態 1 と同様にカーブ形状、および自車位置データを取得し、演算を行う。演算後 S 0 1 0 へと進む。30

【 0 1 2 2 】

S 0 1 0 では、車両速度 V 、前後加速度 G_x 、ドライバ要求前後加速度 $G_{xDrvREQ}$ 、横運動連係前後加速度 G_{xGVC} 、路面摩擦係数 μ 、路面縦断勾配 G_{rad} 、前後加速度制御スイッチ ON / OFF 情報 F_{ctrlsw} 、ドライバ設定値 G_{DrvSet} を取得する。また上述のように、これらの値を直接取得せず、推定を行う場合、推定に必要なデータを取得し、演算を行う。演算後 S 1 0 0 へと進む。

【 0 1 2 3 】

S 1 0 0 では、実施形態 1 と同様に GPS による自車位置データ $P_v (X_v, Y_v)$ が更新されたか否かの判定を行い、データが更新されていればデータ更新フラグ F_{GPSref} を 1 に、されていなければ 0 とする。演算後 S 1 1 0 へ進む。40

【 0 1 2 4 】

S 1 1 0 では、S 0 0 0 で得られたカーブ形状・自車位置データの更新を行う。S 1 0 0 にて演算されたデータ更新フラグが 0 である場合、すなわち S 0 0 0 にて取得する GPS による自車位置データが更新されず、S 0 1 0 にて取得する車両運動情報等のデータのみが更新されている場合、S 0 0 0 で得られたカーブ形状・自車位置データと車両運動情報により得られた車両速度 V から演算される自車両の移動距離に基づいて、カーブ形状・自車位置データを更新する。

【 0 1 2 5 】

例えば、ある時間 t_0 においてデータ更新フラグが 1 、すなわち GPS によるデータ更新が行われたとし、この時得られたカーブ形状データを $P_{t0_n} (X_{t0_n}, Y_{t0_n})$ (n は50

0以上nmax_t0以下の整数)、自車位置データを $P_{t0_v}(X_{t0_v}, Y_{t0_v})$ とする。

【0126】

また図13に示すように、この時のノード点 P_{t0_n} , $P_{t0_{n+1}}$ の距離を $D_{t0_{n+1}}$ 、自車位置 P_{t0_v} とノード点 $P_{t0_{-1}}$ の距離を $D_{t0_{-v1}}$ とする。 t_0 の t_v 後である t_1 での演算では、データ更新フラグが0、すなわちGAPSによるデータ更新が行われず、車両運動情報等の更新のみが行われた場合、車両速度Vと t_v から自車両の移動距離 D_{t1_v} を算出し、自車位置と各ノード点の位置関係を更新する。

【0127】

本発明では、上述の通り、自車両の進行方向と逆方向にある最初のノード点を P_0 と設定している。そのため D_v と $D_{t0_{-v1}}$ の大小関係により、各ノード点の番号nが変わることになる。 D_{t1_v} が $D_{t0_{-v1}}$ 以下の場合、図13(a)に示すように、 t_1 においても自車位置はノード点 P_{t0_0} , $P_{t0_{-1}}$ の間にあるため、 t_1 における各ノード点および、ノード点間距離、ノード点番号の最大値nmax_t1、および $D_{t1_{-v1}}$ は以下の式(20)～(23)で与えられる。

【0128】

【数20】

$$P_{t1_n}(X_{t1_n}, Y_{t1_n}) = P_{t0_n}(X_{t0_n}, Y_{t0_n}) \quad (\text{ただし} n \text{は} 0 \text{以上} nmax_t0 \text{以下の整数})$$

…(20)

10

20

【0129】

【数21】

$$D_{t1_n} = D_{t0_n} \quad (\text{ただし} n \text{は} 0 \text{以上} nmax_t0 \text{以下の整数})$$

…(21)

【0130】

【数22】

$$nmax_t1 = nmax_t0$$

…(22)

【0131】

【数23】

$$D_{t1_{-v1}} = D_{t0_{-v1}} - D_{t1_v}$$

…(23)

30

【0132】

また D_{t1_v} が $D_{t0_{-v1}}$ よりも大きい場合、 t_1 において自車位置がノード点 $P_{t0_{-1}}$ よりも先にあるため、 t_1 における各ノード点および、ノード点間距離、および $D_{t1_{-v1}}$ は以下の式(24)～(27)で与えられる。

【0133】

【数24】

$$P_{t1_n}(X_{t1_n}, Y_{t1_n}) = P_{t0_{n+k}}(X_{t0_{n+k}}, Y_{t0_{n+k}}) \quad (\text{ただし} n \text{は} 0 \text{以上} nmax_t0 \text{以下の整数})$$

…(24)

40

【0134】

【数25】

$$D_{t1_n} = D_{t0_{n+k}} \quad (\text{ただし} n \text{は} 0 \text{以上} nmax_t0 \text{以下の整数})$$

…(25)

【0135】

【数26】

$$nmax_t1 = nmax_t0 - k$$

…(26)

【0136】

50

【数27】

$$D_{t1,V1} = D_{t0,V1} + \sum_{j=2}^{k+1} D_{t0,Vj} - D_{t1,V} \quad (1 \leq k \leq nmax_t0 - 1) \quad \dots (27)$$

$$D_{t1,V1} = 0 \quad (k = nmax_t0)$$

【0137】

ここで k は式(25)で得られる $D_{t1,V1}$ が 0 以上、かつ $nmax_t1$ が正となる最小の整数である。

【0138】

例えば、図13(b)に示すように、自車位置がノード点 P_{t0_1}, P_{t0_2} の間にあれば、 k は 1 となる。S000 で得られたカーブ形状データの内、上述の条件を満たす k が存在しない場合、 $nmax_t0$ を k とする。またデータ更新フラグが 1 であれば、S000 で得られた各ノード点でのデータ、および自車位置データを、カーブ形状データ、および自車位置データとする。演算後 S310 へと進む。

10

【0139】

S310 では、前方注視距離の演算を行う。上述の実施形態1と同様に、自車両進行方向のコース上に自車両の極近傍から遠方まで前方注視点 $PP0, PP1, PP2$ という 3 つの前方注視点を設定し、自車両から前方注視点 $PP0, PP1, PP2$ までの前方注視距離 $L_{PP0}, L_{PP1}, L_{PP2}$ を算出する。

20

【0140】

ここで $L_{PP0}, L_{PP1}, L_{PP2}$ は以下の式(8)の関係を満たすように予め設定される値であっても、予め設定される前方注視時間 $T_{PP0}, T_{PP1}, T_{PP2}$ (ただし $T_{PP0} < T_{PP1} < T_{PP2}$) と車両速度 V を用いて、それぞれ式上述の式(9)に示すように与えてよい。

【0141】

また路面摩擦係数 μ に応じて前方注視距離 $L_{PP0}, L_{PP1}, L_{PP2}$ を変更してもよい。例えば路面摩擦係数 μ がある値以下であれば、路面摩擦係数 μ が小さいほど $L_{PP0}, L_{PP1}, L_{PP2}$ が長くなるように変更する。ただし前方注視点 $PP0$ は自車両の極近傍の注視点とし、 L_{max} は自車位置からノード点位置 P_1 までの距離とノード点位置 P_1 からノード点位置 P_{nmax} までの各ノード点間距離を合計した値である。演算後 S410 へと進む。

30

【0142】

S410 では、前後加速度制御モード G_{xMode} の演算を行う。前後加速度制御モード G_x $Mode$ は、その値が 0 の時、前後加速度制御を行わず、1 の時、横運動連係前後加速度 G_{xG} VC に基づく前後加速度制御を行い、2 の時、横運動連係前後加速度 G_{xGVC} および自車位置データ、およびカーブ形状データに基づく前後加速度制御を行うように設定される値である。

30

【0143】

前後加速度制御モード G_{xMode} の作成方法としては、例えば前後加速度制御スイッチ OFF / OFF 情報 F_{ctrlsw} において、前後加速度制御スイッチ OFF の時の F_{ctrlsw} が 0、前後加速度制御スイッチ ON の時の F_{ctrlsw} が 1 とすると、 F_{ctrlsw} が 0 の時、前後加速度制御モード G_{xMode} を 0 とする。

40

【0144】

また車両速度 V により前後加速度制御モード G_{xMode} を 0 としてもよい。

【0145】

例えば制御を開始する最低車両速度を予め設定しておき、最低車両速度よりも車両速度 V が小さければ、前後加速度制御モード G_{xMode} を 0 とする。

【0146】

また横運動連係前後加速度 G_{xGVC} が取得困難、かつ自車位置データ、およびカーブ形状データが取得困難な際に前後加速度制御モード G_{xMode} を 0 とする。前後加速度制御モード G_{xMode} が 0 となる条件にない場合、カーブ形状データ、および自車位置データの状況

50

に応じて、前後加速度制御モード G_{xMode} を 1、もしくは 2 とする。

【0147】

例えは前記データ更新フラグ F_{GPSref} が 0 となっている時間が所定時間以上となった場合、GPS による自車位置データ取得が困難として前後加速度制御モード G_{xMode} を 1 とする。また S110 の式(27)で演算された D_{t1_v1} が 0 の場合、前後加速度制御モード G_{xMode} を 1 とする。また自車位置データによる走行軌跡と地図データ上で自車が走行していると想定しているコース形状との乖離が大きい場合、地図データ上の自車の走行コースが実際のコースと異なるとして、前後加速度制御モード G_{xMode} を 1 とする。

【0148】

また車両運動として車両速度 V に加え、操舵角やヨーレイト、横加速度といった横運動情報が取得可能である場合、これらから推定される走行軌跡と GPS により得られた自車位置軌跡を演算し、これらの乖離が大きければ、GPS の精度が低下しているとして、前後加速度制御モード G_{xMode} を 1 とする。またこれら以外の条件では 2 とする。

10

【0149】

これにより、GPS によるデータ取得が困難な状況においても、横運動連係前後加速度 G_{xGVC} に基づく前後加速度制御を実施することができる。演算後 S510 へ進む。

【0150】

S510 では、前記前後加速度制御モード G_{xMode} が 2 であれば、上述の実施形態 1 の S500 と同様にカーブ曲率、カーブ曲率変化を演算し、それ以外であれば、カーブ曲率、カーブ曲率変化共に 0 とする。演算後、S610 へと進む。

20

【0151】

S610 では前方注視距離 L_{PP0} , L_{PP1} , L_{PP2} でのカーブ曲率 ρ_{PP0} , ρ_{PP1} , ρ_{PP2} 、およびカーブ曲率変化 d_{PP0}/dx , d_{PP1}/dx , d_{PP2}/dx 、および車両速度 V に基づいて前後加速度指令値初期値を作成する。ここで車両近傍のカーブ曲率変化 d_{PP0}/dx , d_{PP1}/dx による前後加速度指令値 $G_{xREQiniPP0}$, $G_{xREQiniPP1}$ は上述の式(6)により算出し、車両遠方のカーブ曲率 ρ_{PP2} による前後加速度指令値 $G_{xREQiniPP2}$ は、上述の式(7)により算出する。

20

【0152】

ここで前方注視距離 L_{PP0} , L_{PP1} , L_{PP2} を上述の式(9)で示した前方注視時間 T_{PP0} , T_{PP1} , T_{PP2} で作成するとした場合、前方注視点 PP0, PP1, PP2 の移動速度 V_{PP0} , V_{PP1} , V_{PP2} は、前後加速度 G_x を用いて、上述の式(18)で与えられる。またこれにより得られた値から、 $G_{xREQiniPP0}$, $G_{xREQiniPP1}$ を上述の式(19)により演算する。また上述の式(7)から $G_{xREQiniPP2}$ を演算する。ここで C_{xy0} , C_{xy1} 、および C_x は、路面摩擦係数 μ やドライバ要求前後加速度 $G_{xDrvREQ}$ により変化する値である。

30

【0153】

その設定方法としては、例えは d_{PPm}/dx が正の場合の定数として予め設定された値 C_{xy0_ini} , C_{xy1_ini} 、および C_{x_ini} と路面摩擦係数 μ よる補正係数 $k\mu$ 、およびドライバ要求前後加速度 $G_{xDrvREQ}$ による補正係数 kG_{xDrv} を用いて以下の式(28)～(29)で与える。

40

【0154】

【数28】

$$C_{xym} = k\mu \cdot kG_{xDrv} \cdot C_{xym_ini} \quad (\text{ただし } m=0,1) \quad \cdots (28)$$

【0155】

【数29】

$$C_x = kG_{xDrv} \cdot C_{x_ini} \quad \cdots (29)$$

【0156】

ここで $k\mu$ および kG_{xDrv} は 0 から 1 の値であり、 $k\mu$ は路面摩擦係数 μ が小さい領域では大きい領域よりもその値が小さくなるように設定し、 kG_{xDrv} はドライバ要求前後加

50

速度 $G_{xDrvREQ}$ がある値以上では、その増加に応じて減少し、最終的に 0 となるように設定する。また $G_{xREQiniPP_2}$ を演算する際、式(7)における G_ySET 、および $G_{xREQfar_min}$ は路面摩擦係数 μ に応じて値を変更する。例えば路面摩擦係数 μ がある値以下では、 G_ySET 、および $G_{xREQfar_min}$ を小さな値に変更する。

【0157】

また実施形態 1 で述べたように、 d_{PPm} / d_x が負の場合では、上述の d_{PPm} / d_x が正の場合と異なる値に設定してもよい。演算後、S 6 2 0 へと進む。

【0158】

S 6 2 0 では前後加速度指令値初期値を路面縦断勾配 G_{Grad} により補正した前後加速度指令値補正值 $G_{xREQhoseiPPm}$ ($m = 0, 1, 2$) を作成する。ここで路面縦断勾配 G_{Grad} により車両に発生する前後加速度 G_{xGrad} を用いて、前後加速度指令値補正值を以下の式(30)で与える。
10

【0159】

【数30】

$$G_{xREQhoseiPPm} = G_{xREQiniPPm} - G_{xGrad} \quad (G_{xREQiniPPm} \neq 0) \quad (\text{ただし } m = 0, 1, 2)$$

$$G_{xREQhoseiPPm} = 0 \quad (G_{xREQiniPPm} = 0) \quad (\text{ただし } m = 0, 1, 2)$$

…(30)

【0160】

ここで G_{xGrad} は上り勾配で負、下り勾配で正となる値である。演算後 S 7 1 0 へと進む。
20

【0161】

S 7 1 0 では、前後加速度指令値補正值 $G_{xREQhoseiPP0}$, $G_{xREQhoseiPP1}$, $G_{xREQhoseiPP2}$ に前後加速度制御の介入閾値による処理や、フィルタ処理、セレクト処理、加算処理等を行って得られた値 $G_{xREQfin}$ に、更に横運動連係前後加速度 G_{xGVC} を組合せることで、最終的な前後加速度指令値 $G_{xREQfinGVC}$ を作成する。ここで $G_{xREQfin}$ の演算は上述の実施形態 1 に示した S 7 0 0 での演算の $G_{xREQiniPP0}$, $G_{xREQiniPP1}$, $G_{xREQiniPP2}$ をそれぞれ $G_{xREQhoseiPP0}$, $G_{xREQhoseiPP1}$, $G_{xREQhoseiPP2}$ として同様の演算を行う。 $G_{xREQfin}$ と G_{xGVC} の組合せ方法としては、例えば図 14 に示すように、両者が同符号であれば、その絶対値の大きい方を $G_{xREQfinGVC}$ とし、異符号であれば、両者を加算した値を $G_{xREQfinGVC}$ とする。
30

【0162】

また両者を加算する際、重み付けをして加算してもよい。

【0163】

ここで $G_{xREQfinGVC}$ の演算方法として、 $G_{xREQfin}$ を演算してから、 G_{xGVC} と組合せる方法について説明したが、この方法に限ったものではない。例えば $G_{xREQfin}$ を演算する際の自車両の極近傍の前方注視点 P P 0 による前後加速度指令値補正值 $G_{xREQhoseiPP0}$ の代わりに、 G_{xGVC} を用いて $G_{xREQfin}$ を演算し、この値を $G_{xREQfinGVC}$ としてもよい。演算後 S 8 1 0 へと進む。

【0164】

S 8 1 0 では、前後加速度制御モードが 1 もしくは 2 であれば、前後加速度指令値 $G_{xREQfinGVC}$ を実現する指令値を、前後加速度制御モードが 0 であれば、前後加速度制御を行わないようにする指令値を前記前後加速度発生手段 5 へ送信し、同時に前後加速度制御状態に応じた情報提示指令値を情報提示器 1 0 へと送信する。
40

【0165】

ここで前後加速度制御モードが 0 以外の時に送信する信号は、上述の通り、前後加速度指令値 $G_{xREQfinGVC}$ を送信することで前記前後加速度発生手段 5 により前後加速度指令値 $G_{xREQfinGVC}$ を実現できる場合、前後加速度指令値 $G_{xREQfinGVC}$ を制御指令値として送信する。

【0166】

10

20

30

40

50

また前記前後加速度発生手段5に応じた指令値にする必要があれば、前後加速度指令値 $G_{xREQfinGVC}$ に基づいて前記前後加速度発生手段5を制御する指令値を作成し、送信する。例えば前記前後加速度発生手段5が油圧式摩擦ブレーキであり、油圧指令値を油圧式摩擦ブレーキ制御器に送ることで前後加速度制御を行う場合、前後加速度指令値 $G_{xREQfinGVC}$ に基づいて油圧指令値を作成し、作成した油圧指令値を制御指令値として送信する。これにより車両に前後加速度指令値 $G_{xREQfinGVC}$ に基づく前後加速度を発生させる。

【0167】

また上述のように、前後加速度指令値を実現する指令を複数の前後加速度発生手段5に送信してもよい。例えば、自車位置がカーブ遠方での前後加速度指令値である $G_{xREQhoseiPP2}$ に基づいて作成された前後加速度を実現する前後加速度発生手段5を、前記変速機もしくはエンジン、もしくはその両方とし、カーブ近傍での前後加速度指令値である $G_{xREQhoseiPP1}$, $G_{xREQhoseiPP0}$ および G_{xGVC} に基づいて作成された前後加速度を実現する前後加速度発生手段5として更に前記油圧摩擦ブレーキを加える。10

【0168】

これによりカーブ遠方の比較的一定な減速をエンジンのスロットル開度や、変速機のギア比を変更することでエンジンブレーキによる減速を行い、カーブ近傍の変化が大きい減速を油圧摩擦ブレーキにより実現する。これによりドライバがカーブ遠方で進行方向にある程度カーブ曲率の大きいカーブを視認した際に、アクセルをオフにしてエンジンブレーキによる減速を行い、カーブ近傍にてカーブ曲率変化を明確に認識してからブレーキを操作して減速を行うことと同様の減速を実現できる。20

【0169】

情報提示器10への指令値としては、例えば前後加速度制御中であることをドライバへ伝えるよう表示器、または音発生器への駆動指令値を送信する。また前後加速度制御モードが1の時、カーブ前での減速が行われないことと、その理由をドライバへ伝えるよう表示器、または音発生器への駆動指令値を送信する。

【0170】

また本実施形態で用いた予め設定する値(例えば前方注視時間 T_{PP0} , T_{PP1} , T_{PP2} や横加速度設定値 G_{ySET})はドライバ設定値 G_{DrvSet} に応じて変更してもよい。例えばドライバ設定値 G_{DrvSet} が0~10の値を取るとし、ドライバ設定値 G_{DrvSet} が0では、前方注視点によるカーブ前からの前後加速度制御を行わず、横運動連係前後加速度 G_{xGVC} による前後加速度制御のみを行うものとし、 G_{DrvSet} が大きいほどカーブ遠方からの減速が大きくなるとした場合、 G_{DrvSet} が0では T_{PP0} , T_{PP1} , T_{PP2} を全て非常に小さな値とし、 G_{DrvSet} の増加に応じて T_{PP2} を大きな値とし、 G_{ySET} を小さな値としてもよい。これによりカーブ遠方からの減速度が変化するため、ドライバの嗜好に応じてカーブ前の減速開始タイミングやその減速度量を変更することができる。30

【0171】

以上のように、本実施形態では、自車位置がカーブ遠方にある時の減速からカーブ近傍に近づいた時の減速へと減速パターンを変化させるにあたり、車両運動情報や路面情報を用いることで、よりドライバフィーリングにあった前後加速度制御が実現できる。

【0172】

(発明を実施するための実施形態3)

以下、図15, 図16を用いて、本発明の第3の実施形態による車両運動制御装置の構成及び動作について説明する。

【0173】

最初に、図15を用いて、本発明の第3の実施形態による車両運動制御装置の構成について説明する。

【0174】

図15は、本発明の第3の実施形態による車両運動制御装置の構成を示すシステムプロック図である。

【0175】

10

20

30

40

50

本実施形態の車両運動制御装置1は、自車両前方のカーブ形状を取得するカーブ形状取得手段2と、自車位置を取得する自車位置取得手段3と、車載電子制御器12と通信する車両通信手段11と、前記カーブ形状取得手段2と前記自車位置取得手段3、および前記車両通信手段11により得られた情報に基づいて車両に発生させる前後加速度を演算する車両運動制御演算手段4を備える。

【0176】

また前記車両運動制御演算手段4の演算結果は、車載電子制御器12を介し前後加速度発生手段5、および情報提示手段10に送られ、車両に前後加速度を発生可能なアクチュエータの駆動を行う。ここで車載電子制御器12は、車両運動制御装置1と通信する手段、および前後加速度発生手段5、および情報提示手段10を駆動制御可能な車載の電子制御器である。また前後加速度発生手段5を駆動制御する際に、車両に前後加速度を発生させる加減速アクチュエータを車載電子制御器12が直接駆動制御しても、加減速アクチュエータを制御する電子制御器との通信により、加減速アクチュエータを駆動制御してもよい。同様に、情報提示手段10を駆動制御する際に、情報提示器を車載電子制御器12が直接駆動制御しても、情報提示器を制御する電子制御器との通信により、情報提示器を駆動制御してもよい。また本実施形態の車両運動制御装置1は、必ずしも車両に組込まれている必要はなく、ドライバが容易に持ち出し可能な形状であってもよい。

10

【0177】

ここでカーブ形状取得手段2、自車位置を取得する自車位置取得手段3、および前後加速度発生手段5、情報提示手段10は上述の実施形態1、2と同様であるため、説明は省略する。

20

【0178】

車両運動制御演算手段4は、前記カーブ形状取得手段2と前記自車位置取得手段3、前記車両通信手段11により得られた情報に基づいて車両に発生させる前後加速度指令値を作成し、前記車両通信手段11を介して、車載電子制御器12と通信することで、車両の前後加速度制御を行う。ここで本実施例での前後加速度指令値の作成方法は、上述の実施形態1、2と同様であるため、説明は省略する。

【0179】

車両通信手段11は、車両に搭載された車載電子制御器12と通信する手段である。例えば車両運動制御装置1と車載電子制御器12をコネクタにより結線することで、車両に搭載された電子制御器と通信する方法であっても、予め車両運動制御装置1の識別符号を車両に搭載された車載電子制御器12に登録し、無線通信により車載電子制御器12と通信する方法であってもよい。

30

【0180】

ここで前後加速度発生手段5、および情報提示手段10が車両通信手段11と通信する手段を備える場合、図16に示すように、車両運動制御装置1が車両通信手段11を介して、直接前後加速度発生手段5、および情報提示手段10と通信して前後加速度発生手段5、および情報提示手段10の駆動制御をしてもよい。

【0181】

これにより、GPS搭載の携帯電話、もしくは小型の携帯ナビゲーション機器等に本発明を組込むことが可能となり、ドライバは自分の携帯電話、もしくは小型の携帯ナビゲーション機器を車両に持ち込むことで、本発明の前後加速度制御を実現できる。

40

【0182】

(発明を実施するための実施形態4)

以下、図17を用いて、本発明の第4の実施形態による車両運動制御装置の構成及び動作について説明する。

【0183】

最初に、図17を用いて、本発明の第4の実施形態による車両運動制御装置の構成について説明する。

【0184】

50

図17は、本発明の第4の実施形態による車両運動制御装置の構成を示すシステムプロック図である。

【0185】

本実施形態の車両運動制御装置1は、自車両前方のカーブ形状を取得するカーブ形状取得手段2と、自車位置を取得する自車位置取得手段3と、車載電子制御器12と通信する車両通信手段11と、設定情報取得手段13と、前記カーブ形状取得手段2と前記自車位置取得手段3、前記設定情報取得手段13、前記車両通信手段11により得られた情報に基づいて車両に発生させる前後加速度を演算する車両運動制御演算手段4を備える。

【0186】

また前記車両運動制御演算手段4の演算結果は、車載電子制御器12を介し前後加速度発生手段5、および情報提示手段10に送られ、車両に前後加速度を発生可能なアクチュエータの駆動を行う。また本実施形態の車両運動制御装置1は、必ずしも車両に組込まれている必要はなく、ドライバが容易に持ち出し可能な形状であってもよい。

【0187】

ここでカーブ形状取得手段2、自車位置を取得する自車位置取得手段3、および前後加速度発生手段5、情報提示手段10、車両通信手段11、車載電子制御器12は上述の実施形態1, 2, 3と同様であるため、説明は省略する。

【0188】

設定情報取得手段13は、上述の前方注視時間 T_{PP0} , T_{PP1} , T_{PP2} や横加速度設定値 G_{ySET} 等、ドライバが設定可能な定数の設定情報、もしくは予めいくつかの設定された定数の組合せにより、複数の制御モードを備える場合は、その制御モードの選択した設定情報を取得する。例えば上記前方注視時間 T_{PP0} , T_{PP1} , T_{PP2} や横加速度設定値 G_{ySET} をある範囲内でドライバが直接入力し、その入力された値を設定情報としてもよい。

【0189】

また“スポーツモード”や“ノーマルモード”といったいくつかの定数の組合せによる制御モードを持ち、ドライバが選択した制御モードに対応する定数を設定情報としてもよい。

【0190】

車両運動制御演算手段4は、前記設定情報取得手段13により取得した設定情報を記憶する手段を備え、前記カーブ形状取得手段2と前記自車位置取得手段3、前記設定情報取得手段13、前記車両通信手段11により得られた情報に基づいて車両に発生させる前後加速度指令値を作成し、前記車両通信手段11を介して、車載電子制御器12と通信することで、車両の前後加速度制御を行う。ここで本実施例での前後加速度指令値の作成方法は、上述の実施形態1, 2と同様であるため、説明は省略する。

【0191】

これにより、GPS搭載の携帯電話、もしくは小型の携帯ナビゲーション機器等に本発明を組込むことが可能となり、更にドライバ毎にその設定を変更することが可能となる。これにより一台の車両を複数人でシェアする状況にあっても、ドライバは自分で定数を設定した携帯電話、もしくは小型の携帯ナビゲーション機器を車両に持ち込むことで、自分で設定した本発明の前後加速度制御を実現できる。

【0192】

(発明を実施するための実施形態5)

以下、図18, 図19を用いて、本発明の第5の実施形態による車両運動制御装置の構成及び動作について説明する。

【0193】

本発明の第5の実施形態による車両運動制御装置の構成は、実施形態1と同様であり、前後加速度指令値を演算する際の前方注視点の数が異なる。

【0194】

図18に前記車両運動制御装置1における演算フロー チャートを示す。

10

20

30

40

50

【0195】

S000では、実施形態1と同様にカーブ形状、および自車位置データを取得し、演算を行う。演算後S010へと進む。

【0196】

S100では、実施形態1と同様にGPSによる自車位置データ $P_v(X_v, Y_v)$ が更新されたか否かの判定を行い、データが更新されていればデータ更新フラグ F_{GPSref} を1に、されていなければ0とする。演算後S200へ進む。

【0197】

S200では、実施形態1と同様に自車位置の時間変化から、車両速度の算出を行う。演算後S320へと進む。

10

【0198】

S320では前方注視距離の演算を行う。図9に示すように、自車両進行方向のコース上に自車両の極近傍から遠方まで前方注視点 PP_0, PP_3 という2つの前方注視点を設定し、自車両から前方注視点 PP_0, PP_3 までの前方注視距離 L_{PP_0}, L_{PP_3} を算出する。

【0199】

ここで L_{PP_0}, L_{PP_3} は、予め設定される前方注視時間 T_{PP_0}, T_{PP_3} (ただし $T_{PP_0} < T_{PP_3}$)と車両速度V、および前方注視点の移動速度 V_{PP_0}, V_{PP_3} を用いて、式(31)により与えられる。

【0200】

20

【数31】

$$\begin{aligned} L_{PP_k} = \min(T_{PP_k} \cdot V, L_{PP_k_z1} + (V_{PP_k} - V) \cdot \Delta t) \quad (\kappa_{PP_k_z1} > 0) \\ L_{PP_k} = T_{PP_k} \cdot V \quad (\kappa_{PP_k_z1} = 0) \quad (\text{ただし } k=0, 3) \end{aligned} \cdots (31)$$

【0201】

ここで L_{PP0_z1}, L_{PP3_z1} は L_{PP0}, L_{PP3} それぞれの前回値、 L_{PP0_z1}, L_{PP3_z1} は L_{PP0}, L_{PP3} それぞれの前回値、tは演算の単位ステップ時間であり、 $\min(A, B)$ はAとBの内小さい方の値を選択する関数である。また前方注視点の移動速度 V_{PP0}, V_{PP3} は、車両速度Vを微分して得られる車両前後加速度 G_x 、および前方注視点の移動速度制限値 V_{PP1mt0}, V_{PP1mt3} を用いて、以下の式(32)で与えられる。ここで他の制御器との通信や、加速度センサによる直接測定により前後加速度を取得する手段を備える構成であれば、それにより得られた前後加速度から車両前後加速度 G_x を作成してもよい。また前方注視点の移動速度制限値 V_{PP1mt0}, V_{PP1mt3} は、前方注視距離の前回値 L_{PP0_z1}, L_{PP3_z1} に基づいて予め設定される値であり、図20に示すように、 L_{PP0_z1}, L_{PP3_z1} が L_{PP_near} より小さければ V_{ppmin}, L_{PP_near} 以上 L_{PP_1mt} 以下では、 L_{PP0_z1}, L_{PP3_z1} の増加に応じて下に凸の曲線で値が減少し、 L_{PP_1mt} より大きければ V_{ppmin} となるよう40に設定してもよい。また図21に示すように、前方注視点位置でのカーブ曲率の時間変化制限値 $d_{PP1mt0}/dt, d_{PP1mt3}/dt$ を、 L_{PP0_z1}, L_{PP3_z1} が L_{PP_near} より小さければ $d_{PPmax}/dt, L_{PP_near}$ 以上 L_{PP_1mt} 以下では、 L_{PP0_z1}, L_{PP3_z1} の増加に応じて下に凸の曲線で値が減少し、 L_{PP_1mt} より大きければ0となるよう設定し、前方注視点の移動速度制限値 V_{PP1mt0}, V_{PP1mt3} を、それぞれ $d_{PP1mt0}/dt, d_{PP1mt3}/dt$ および前方注視点位置でのカーブ曲率変化の前回値 $d_{PP0_z1}/dx, d_{PP3_z1}/dx$ を用いて式(33)で与えてよい。

30

【0202】

40

【数32】

$$\begin{aligned} V_{PP_k} = \min(V + T_{PP_k} \cdot G_x, V_{PP1mtk}) \quad (\kappa_{PP_k_z1} > 0) \\ V_{PP_k} = V + T_{PP_k} \cdot G_x \quad (\kappa_{PP_k_z1} = 0) \quad (\text{ただし } k=0, 3) \end{aligned} \cdots (32)$$

【0203】

【数33】

$$V_{PP\text{Imtk}} = \frac{d \kappa_{PP\text{Imtk}} / dt}{d \kappa_{PPk_z1} / dx} \quad (d \kappa_{PP0_z1} / dx \neq 0) \quad \cdots (33)$$

$$V_{PP\text{Imtk}} = V_{PP\text{max}} \quad (d \kappa_{PP0_z1} / dx = 0) \quad (\text{ただし } k = 0, 3)$$

【0204】

演算後 S 4 0 0 へと進む。

【0205】

S 4 0 0 では、実施形態1と同様に前後加速度制御許可フラグの演算を行う。演算後 S 5 0 0 へ進む。

10

【0206】

S 5 2 0 では、ノード点位置データ $P_n (X_n, Y_n)$ から n が 1 以上の点における各ノード点位置のカーブ曲率 κ_n 、および自車位置のカーブ曲率 κ_v と、ノード点間のカーブ曲率変化 $d \kappa_n / dx$ を算出し、前方注視距離 L_{PP0}, L_{PP3} でのカーブ曲率 $\kappa_{PP0}, \kappa_{PP3}$ 、およびカーブ曲率変化 $d \kappa_{PP0} / dx, d \kappa_{PP3} / dx$ を算出する。ここでカーブ曲率の算出方法としては、連続する3点のノード点 P_{n-1}, P_n, P_{n+1} を通る円弧のカーブ曲率半径を求め、その逆数をとることでノード点 P_n のカーブ曲率 κ_n を求めることができる。

【0207】

上述の実施形態1と同様に各ノード点のカーブ曲率 κ_n 、およびカーブ曲率変化 $d \kappa_n / dx$ 算出後、前方注視距離 L_{PP0}, L_{PP3} に対応したカーブ曲率 $\kappa_{PP0}, \kappa_{PP3}$ 、およびカーブ曲率変化 $d \kappa_{PP0} / dx, d \kappa_{PP3} / dx$ を算出する。例えば図19に示すように、PP0 が P_v と P_1 の間、PP3 が P_n と P_{n+1} の間にある場合、カーブ曲率 $\kappa_{PP0}, \kappa_{PP3}$ 、およびカーブ曲率変化 $d \kappa_{PP0} / dx, d \kappa_{PP3} / dx$ は、以下の式(34)～(37)で与えられる。

20

【0208】

【数34】

$$\kappa_{PP0} = \kappa_v + \frac{d \kappa_v}{dx} \cdot L_{PP0} \quad \cdots (34)$$

【0209】

30

【数35】

$$\kappa_{PP3} = \kappa_n + \frac{d \kappa_n}{dx} \cdot \left\{ L_{PP3} - \left(L_{v1} + \sum_{j=1}^n L_j \right) \right\} \quad \cdots (35)$$

【0210】

【数36】

$$\frac{d \kappa_{PP0}}{dx} = \frac{d \kappa_v}{dx} \quad \cdots (36)$$

40

【0211】

【数37】

$$\frac{d \kappa_{PP3}}{dx} = \frac{d \kappa_n}{dx} \quad \cdots (37)$$

【0212】

ここで各ノード点のカーブ曲率 κ_n 、およびカーブ曲率変化 $d \kappa_n / dx$ の算出方法は上記方法に限らず、各ノード点でのカーブ曲率、およびカーブ曲率変化を算出可能な方法であればよい。演算後 S 6 2 0 へと進む。

【0213】

50

S 6 2 0 では上述の式(4)に示したように、前方注視距離 L_{PP_0} , L_{PP_3} でのカーブ曲率の時間変化および車両速度 V に基づいて前後加速度指令値初期値を作成する。ここで上述の式(5)で示したように、前方注視点でのカーブ曲率の時間変化は、前方注視点でのカーブ曲率変化 d_{PP}/dx 、および前方注視点の移動速度 V_{PP} により表わすことができ、前後加速度指令値初期値 $G_{xREQiniPP_0}$, $G_{xREQiniPP_3}$ は、上述の式(4)～(6), (31)～(37)を用いて以下の式(38)により演算できる。

【0214】

【数38】

$$G_{xREQiniPP_m} = -C_{xym} \cdot \frac{d\kappa_{PPm}}{dx} \cdot V_{PPm} \cdot V^2 \quad (\text{ただし } m=0, 3) \quad \cdots (38)$$

10

【0215】

ここで C_{xy0} , C_{xy3} は予め設定される定数であっても、他の条件に応じて変更する値であってもよい。例えば d_{PPm}/dx が正の場合と d_{PPm}/dx が負の場合で異なる値としてもよい。また路面摩擦係数やドライバのアクセル操作といった他の情報を利用可能であれば、その情報に基づいて値を変更してもよい。例えば圧雪路のように路面摩擦係数が低い場合、アスファルト路のような路面摩擦係数が高い条件よりも、 C_{xy0} , C_{xy3} を小さな値に設定する。

【0216】

またドライバがアクセル操作をしている場合、そのアクセル操作量に応じて d_{PPm}/dx が正となる時の値を小さくする。これらカーブ形状や自車位置以外の情報を利用する構成については、実施形態2にて説明する。演算後、S 7 2 0 へと進む。

20

【0217】

S 7 2 0 では前後加速度指令値初期値 $G_{xREQiniPP_0}$, $G_{xREQiniPP_3}$ に前後加速度制御の介入閾値による処理や、フィルタ処理、セレクト処理、加算処理等を行い最終的な前後加速度指令値 $G_{xREQfin}$ を作成する。例えば、 $G_{xREQiniPP_0}$, $G_{xREQiniPP_3}$ に対して、その符号や増減方向に応じた時定数をそれぞれ設定したフィルタ処理を行い、その値に応じたセレクト処理や加算処理を行う。

【0218】

更に減速側の前後加速度制御介入閾値 G_{xBRKs} 、および加速側の前後加速度制御介入閾値 G_{xACCs} とし、これらの値による前後加速度制御の介入閾値による処理を行う。ここで G_{xBRKs} , G_{xACCs} は予め設定される値である。

30

【0219】

また $G_{xREQiniPP_0}$, $G_{xREQiniPP_3}$ が同時に0以外の値となっている領域では、両者が同符号であれば、その絶対値が大きい方の値とし、異符号であれば、両者を加算した値とする。これにより、 $G_{xREQiniPP_0}$ が正で $G_{xREQiniPP_3}$ が負、すなわち自車両極近傍の位置ではカーブ曲率変化が負で、自車両前方にカーブ曲率変化が正となるカーブが存在する場合での減速度を小さくすることができ、連続カーブを走行している際の減速フィーリングを向上することができる。

【0220】

40

またここで加算をする際に、その符号に応じて重み付けをしてもよい。例えば減速を優先したければ、正となっている値が小さくなるような係数を積算して加算し、逆に加速を優先するのであれば、負となっている値が小さくなるような係数を積算して加算してもよい。

【0221】

これにより、図22に示すようなカーブ曲率 κ_{PP_0} , κ_{PP_3} 、およびカーブ曲率変化 d_{PP_0}/dx , d_{PP_3}/dx となるカーブを走行し、点線で示す $G_{xREQiniPP_0}$ 、一点鎖線で示す $G_{xREQiniPP_3}$ が得られた場合、実線で示したような前後加速度指令値 $G_{xREQfin}$ が得られる。またこの時の前後加速度は、負の前後加速度指令値が最初に演算された際の増減に加え、カーブ進入前からカーブ曲率最大値となる前に再度増減が発生している。ここ

50

で $G_{xREQiniPP0}$, $G_{xREQiniPP3}$ から $G_{xREQfin}$ を作成する方法は上記内容に限ったものではないが、図 22 の T30 示した、負の前後加速度、すなわち減速している際の $G_{xREQiniPP3}$ から $G_{xREQiniPP0}$ へと遷移する区間において、減速度が過度に減少しないようにする。演算後 S800 へと進む。

【0222】

S800 では、実施形態 1 と同様に前後加速度制御許可フラグが 1 であれば、前後加速度指令値 $G_{xREQfin}$ を実現する指令値を、前後加速度制御許可フラグが 0 であれば、前後加速度制御を行わないようにする指令値を前記前後加速度発生手段 5 へ送信する。

【0223】

ここで前後加速度制御許可フラグが 1 の時に送信する信号は、実施形態 1 と同様に、前後加速度指令値 $G_{xREQfin}$ を送信することで前記前後加速度発生手段 5 により前後加速度指令値 $G_{xREQfin}$ を実現できる場合、前後加速度指令値 $G_{xREQfin}$ を制御指令値として送信する。

【0224】

以上のように、前方注視点の移動速度をカーブまでの距離に応じて変化させることで、ドライバがカーブ曲率の時間変化を詳細に認識できないと考えられるカーブ遠方において過度の減速を行うことなく、ドライバがカーブ曲率の時間変化を詳細に認識し始めるカーブ近傍において減速度を増加させることで、ドライバの期待した減速を実現でき、ドライバフィーリングを向上できる。また本実施形態 5 を上述の実施形態 2 ~ 4 の構成において実現することも可能である。

【符号の説明】

【0225】

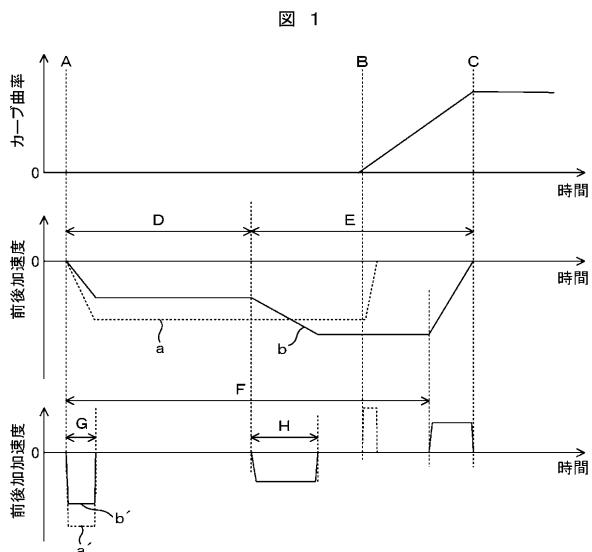
- 1 車両運動制御装置
- 2 カーブ形状取得手段
- 3 自車位置取得手段
- 4 車両運動制御演算手段
- 5 前後加速度発生手段
- 6 車両運動情報取得手段
- 7 ドライバ入力情報取得手段
- 8 横運動連係前後加速度取得手段
- 9 路面情報取得手段
- 10 情報提示器
- 11 車両通信手段
- 12 車載電子制御器
- 13 設定情報取得手段

10

20

30

【図1】

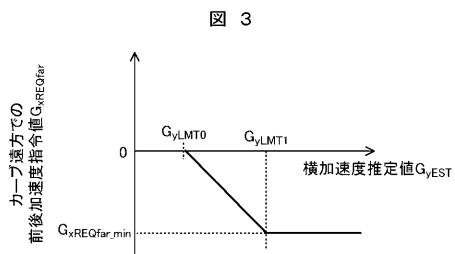


【図2】

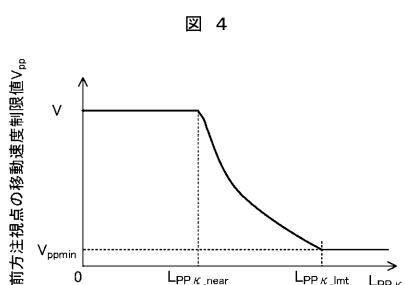
図2



【図3】

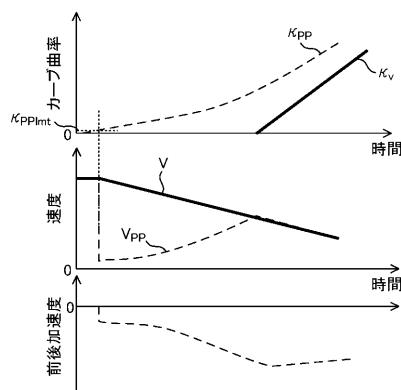


【図4】



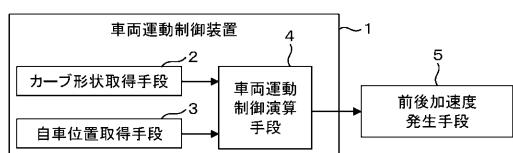
【図5】

図5



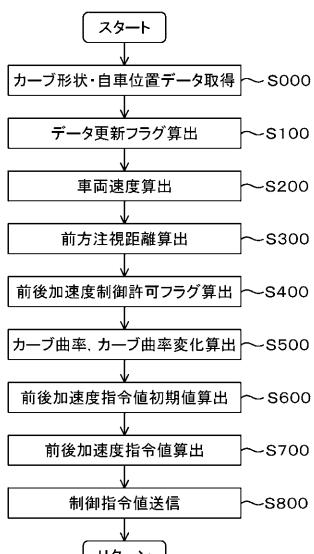
【図6】

図6



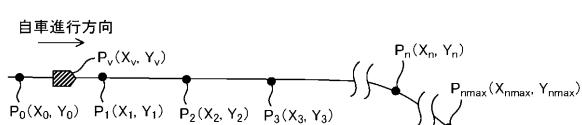
【図7】

図7

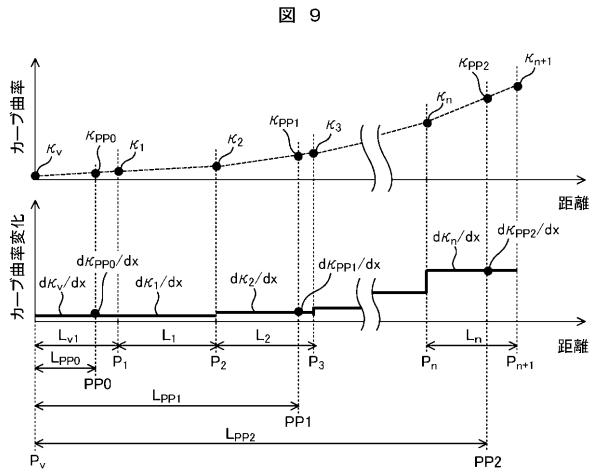


【図8】

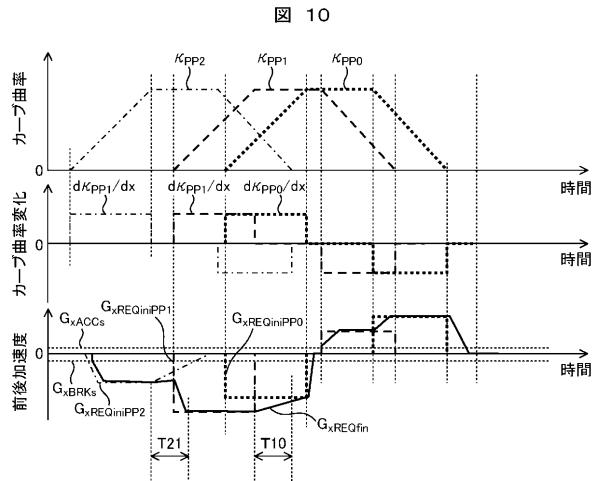
図8



【図9】

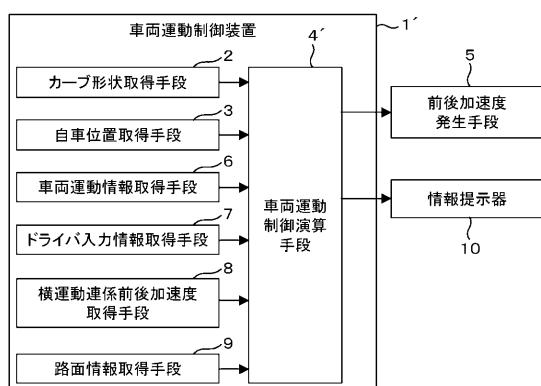


【図10】



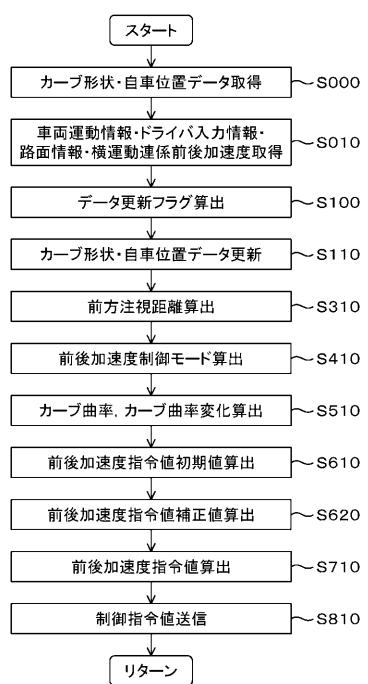
【図11】

図11

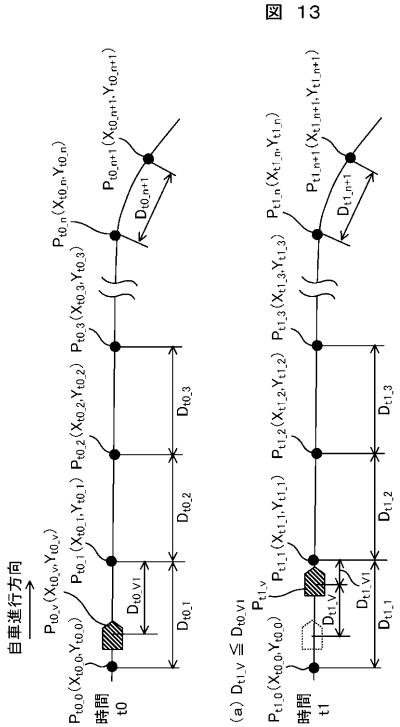


【図12】

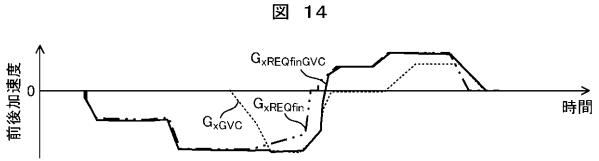
図12



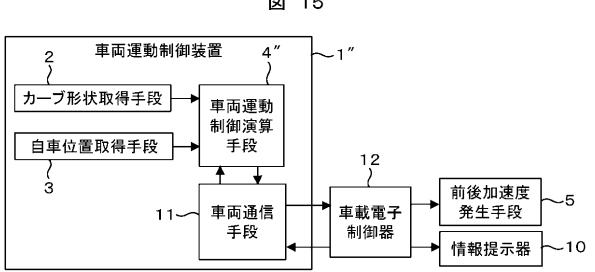
【図13】



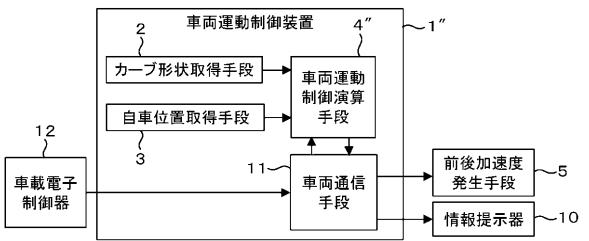
【図14】



【図15】

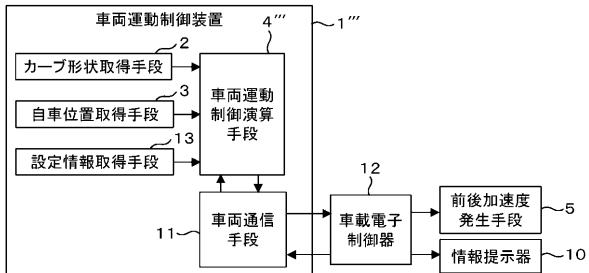


【図16】



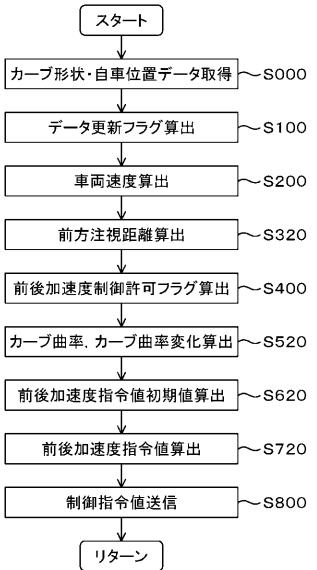
【図17】

図17



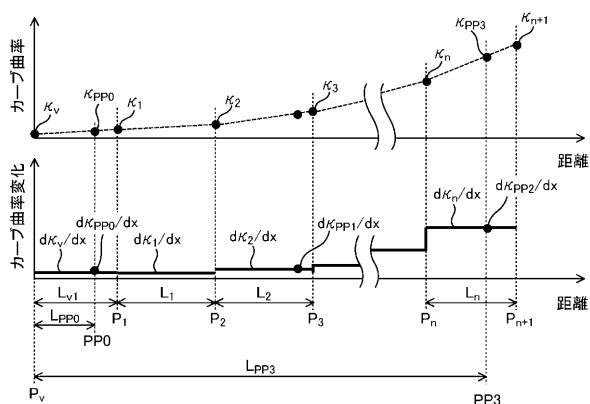
【図18】

図18



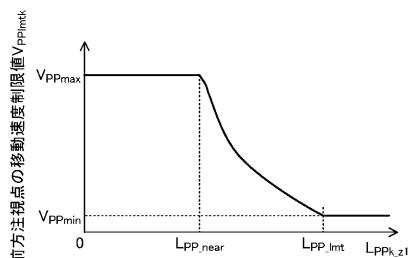
【図 19】

図 19



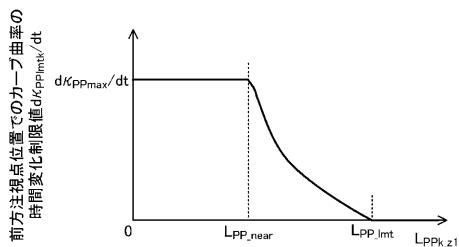
【図 20】

図 20



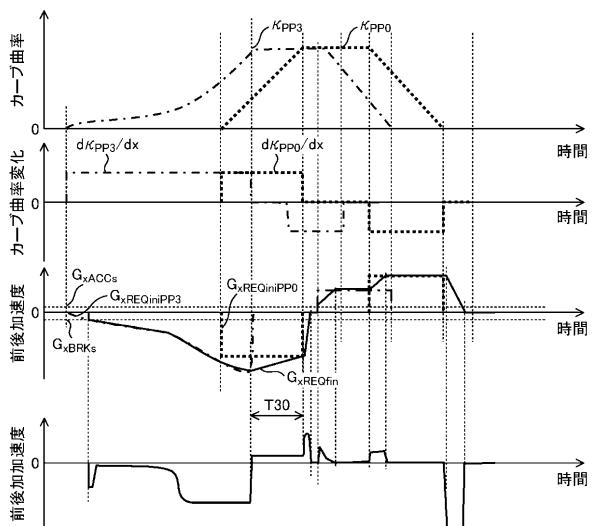
【図 21】

図 21



【図 22】

図 22



フロントページの続き

(72)発明者 山門 誠

茨城県ひたちなか市堀口832番地2
所内

株式会社 日立製作所 機械研究

(72)発明者 斎藤 真二郎

茨城県ひたちなか市堀口832番地2
所内

株式会社 日立製作所 機械研究

審査官 杉 崎 覚

(56)参考文献 特開2008-012975(JP,A)

特開2010-030544(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60T 7/12 - 8/1769

B60T 8/32 - 8/96

B60W 10/00 - 50/16