

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5212838号

(P5212838)

(45) 発行日 平成25年6月19日 (2013. 6. 19)

(24) 登録日 平成25年3月8日 (2013. 3. 8)

(51) Int. Cl.

F 1

B 6 O W 30/04 (2006. 01)**B 6 O T 8/1755 (2006. 01)****B 6 O K 23/04 (2006. 01)****F 1 6 H 48/34 (2012. 01)****B 6 O W 10/12 (2012. 01)**

B 6 O W 30/04

B 6 O T 8/1755 Z

B 6 O K 23/04 E

F 1 6 H 48/30 2 O 1

B 6 O W 10/12

請求項の数 6 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-508531 (P2009-508531)
 (86) (22) 出願日 平成19年5月3日 (2007. 5. 3)
 (65) 公表番号 特表2009-535264 (P2009-535264A)
 (43) 公表日 平成21年10月1日 (2009. 10. 1)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2007/001146
 (87) 国際公開番号 W02007/125409
 (87) 国際公開日 平成19年11月8日 (2007. 11. 8)
 審査請求日 平成22年2月16日 (2010. 2. 16)
 (31) 優先権主張番号 60/797, 165
 (32) 優先日 平成18年5月3日 (2006. 5. 3)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390033020
 イートン コーポレーション
 EATON CORPORATION
 アメリカ合衆国 44122 オハイオ州
 クリーヴランド イートン ブールバー
 ド 1000
 (74) 代理人 100068618
 弁理士 粁 経夫
 (74) 代理人 100104145
 弁理士 宮崎 嘉夫
 (74) 代理人 100109690
 弁理士 小野塚 薫
 (74) 代理人 100135035
 弁理士 田上 明夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の横転防止及び警告システムのための予測横荷重伝達比の特定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

次式：

【数 1】

$$PLTR_q(\Delta t) = \frac{2}{T} \cdot \frac{A_{y_meas}(t_0) \cdot h_{CG}}{g} + \frac{2}{T} \cdot \frac{h_{CG}}{g} \left(\frac{s}{\tau s + 1} A_{y_meas}(t_0) + \frac{\tau s}{\tau s + 1} TF_{model}(s) \cdot s \frac{1}{\tau_{sw} s + 1} \cdot \frac{1}{SR} \delta_d(t_0) \right) \cdot \Delta t$$

ここで、

T は車両のトレッド

 Δt は未来の対象時間 A_{y_meas} は横加速度 h_{CG} は車両重心 (CG) 高

g は重力加速度

 τ は時定数 $TF_{model}(s)$ は、線形モデルに基づく操舵角及び横加速度の線形伝達関数 $\delta_w / \delta_d = (1 / (\tau_{sw} s + 1)) \cdot (1 / SR)$ δ_w は実際の平均操舵車輪角度 δ_d は運転者の操舵角度 τ_{sw} は操舵 1 次時定数

S Rは操舵比

から一定時間にわたる車両運動因子を測定することによって車両の予測横荷重伝達比を決定するステップと、予測横荷重伝達比に基づいて車両の運転を制御するステップとを含むことを特徴とする車両の安定性制御方法。

【請求項2】

前記車両は、一对の車輪間又は一对の車軸間でトルクの配分を制御するためのトルクバイアス装置を含み、前記車両の運転を制御するステップは、前記トルクバイアス装置を結合して前記一对の車輪間又は前記一对の車軸間のトルク配分を制御することを含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記車両は、横転警告装置を含み、前記車両の運転を制御するステップは、前記横転警告装置を作動させて車両運転者に車両の横転の切迫を警告することを含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記予測横荷重伝達比を決定するステップは、線形モデル：

【数2】

$$\frac{\dot{A}_y}{\dot{\delta}_w} = TF_{Model}(s)$$

ここで、 $TF_{Model}(s)$ は、線形モデルに基づく操舵角及び横加速度の線形伝達関数であり、また、 δ_w は、実際の平均操舵車輪角度である、
を使用して車両操舵角との関係から車両横加速度を予測することを含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項5】

更に、測定された横加速度についてフィルタ $s / (\tau s + 1)$ を使用し、また、運転者の操舵角度についてフィルタ $\tau s^2 / (\tau s + 1) (\tau_{sw} s + 1) \cdot TF_{model}(s)$ を使用するステップを含むことを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の方法。

【請求項6】

前記車両は、制御システムを含み、前記予測横荷重伝達比を決定するステップは、少なくとも車両横転防止システムの応答時間と同等の長さとした未来の対象時間 Δt を選択することを含むことを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両の横転防止及び警告システムのための予測横荷重伝達比の特定方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

車両の横転は、非衝突車両事故の中で最も高い死亡率を有している。車両の横転を防止するため、車両の横転の傾向を検出するために横荷重伝達比(LTR)と呼ばれる横転指数が用いられてきた。一般的に、LTRは、時間的に固定された点で測定された車両情報から予測される。これは、動的システムのスナプシューツを撮るようなものであり、また、その(固定された時間の)情報を使用して車両の横転の虞を判断するようなものである。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

LTRの閾値が過度に低く設定されると、通常の運転中に警告を発し、又は、車両横転防

10

20

30

40

50

止システムが早過ぎる作動を行なうことになる。この閾値が過度に高く設定されると、遅すぎて車両の横転を防止できないかもしれない。L T R 閾値の決定は、車両運転における動的変化、すなわち、予測不能な外乱によって困難であり、これらは、静的な L T R のみを使用して捕捉することができない。

【課題を解決するための手段】

【0004】

一定時間にわたる車両運動因子を測定することにより車両の予測横荷重伝達比を決定するステップと、この予測横荷重伝達比に基づいて車両の作動を制御するステップとを含む車両の安定性制御方法が提供される。本発明の一実施形態においては、予測横荷重伝達比は、車両の横転を誘発する状態で車両が運転される前に、車両の横転の傾向を検出するために使用することができる。その予測の可能性によって、車両横転警告システムの作動を改善して、車両運転者に高度な横転切迫の警告をすることができる。更に、電子式リミテッドスリップディファレンシャル等のトルクバイアス装置を含む横転防止システムは、車両の横転を防止するために作動させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0005】

本発明の限定を意図しない図面を参照して、図1は、横置きされたエンジン22を含む例示的な全輪駆動車両20を概略的に示している。エンジン22は、一对の前輪24a、24bに前車軸26すなわちトランスアクスル26を介して連結され、また、一对の後輪28a、28bに後車軸30を介して連結されている。前車軸26は、エンジン22によって第一次的に、かつ、直接的に駆動される。後車軸30は、パワートランスファユニット（図示せず）及びセンタカップリング装置すなわちカプラ32を介して間接的に駆動される。後車軸30は、1又はそれ以上の駆動軸すなわち推進軸を介してトランスアクスル26に機械的にリンク結合されている。付加的な電氣的に制御されるリミテッドスリップディファレンシャル（E L S D）34を使用してリヤ推進軸トルクを後輪28a、28bにバイアストルクとして作用させる。カプラ32及びE L S D 34は、従来技術において公知のものとすることができ、車両電子制御ユニット（E C U）その他のコントローラ等の車両制御システム58（図2に示される）によって制御することができる。車両20は、図示の構造に限定されず、他の構造を含み、2輪駆動構造も限定されることなく含むことが分かる。

【0006】

図2に示されるように、制御システム58は、例えば車両運転パラメータ情報を内容とする1又はそれ以上のマップが格納されたメモリデバイスを含むマイクロプロセッサベースのE C U等の制御ユニット60と、これらに限定されないがヨーレートセンサ、車輪速度センサ、横加速度センサ及び／又は操舵角センサ等の車両運動因子を測定するための少なくとも1つの車両センサ62とを含むことができる。制御ユニット60は、入力信号をセンタカプラ32及び／又はE L S D 34に供給して、これらの装置の結合及び離脱を制御して、車輪間又は車軸間でトルクを分配する。また、制御ユニット60は、例えば可聴警告装置又は車両ダッシュボードの可視表示器等の横転警告装置64の作動を制御して、車両の横転の切迫を車両運転者に警告することができる。

【0007】

図3及び図4を参照して、車両L T Rは、車両非線形モデル

【数1】

$$LTR := \frac{F_{zL} - F_{zR}}{F_{zL} + F_{zR}} \quad (1)$$

から決定することができる。

【0008】

10

20

30

40

50

車両の横方向の力学を考慮すると、
【数 2】

$$m\dot{v} = F_{yrl} + F_{yrr} + (F_{xfl} + F_{xfr})\sin\delta + (F_{yfl} + F_{yfr})\cos\delta - mru + mg\sin\phi_r \\ - mh\sin\phi_v r^2 - mh\dot{\phi}_v^2 \sin\phi_v + mh\cos\phi_v \ddot{\phi}_v$$

or

$$m\dot{v} + mru - mg\sin\phi_r + mh\sin\phi_v r^2 + mh\dot{\phi}_v^2 \sin\phi_v - mh\cos\phi_v \ddot{\phi}_v = mA_y \\ = F_{yrl} + F_{yrr} + (F_{xfl} + F_{xfr})\sin\delta + (F_{yfl} + F_{yfr})\cos\delta = \sum F_y \quad (2)$$

10

ここで、 m は車両重量、 v は車両横方向速度、 r は車両ヨーレート、 u は車両縦方向速度、 g は重力加速度、 A_y は車両横加速度、 h は図4に示されるようにロールセンタ（vehicle rotational point）に対する重心の高さである。

【0009】

車両のロールの力学を考慮すると、

【数 3】

$$(I_{xx} + mh^2 \sin^2 \phi_v)(\ddot{\phi}_v - \ddot{\phi}_r) = (F_{zL} - F_{zR}) \cdot \frac{T}{2} + \sum F_y \cdot h_R + (m\dot{v} + mru) \cdot h \cos \phi_v + mg \cdot h \sin \phi_v \cos \phi_r \\ - mg \cdot h \cos \phi_v \sin \phi_r + [(I_{yy} - I_{zz}) - mh^2] r^2 \cdot \sin(\dot{\phi}_v - \dot{\phi}_r) \cos(\dot{\phi}_v - \dot{\phi}_r) \quad (3)$$

20

ここで、 T は車両のトレッド（図3のdに等しい）である。

【0010】

車両の垂直方向の力学を考慮すると、

【数 4】

$$m\ddot{z} = m(\dot{\phi}_v^2 h \cos \phi_v + \ddot{\phi}_v h \sin \phi_v) = (F_{zL} + F_{zR}) - mg \cos \phi_r \quad (4)$$

30

ここで、 z は車両の垂直加速度である。

【0011】

したがって、数式（1）－（4）を考慮すると、LTRは、次のように表すことができる。

【数 5】

$$LTR = \frac{2 \{ (I_{xx} + mh^2 \sin^2 \phi_v)(\ddot{\phi}_v - \ddot{\phi}_r) - mA_y \cdot h_R + mA_{y2} h \cos \phi_v - mg \cdot h \sin \phi_v \cos \phi_r + mg \cdot h \cos \phi_v \sin \phi_r - [(I_{yy} - I_{zz}) - mh^2] r^2 \cdot \sin(\dot{\phi}_v - \dot{\phi}_r) \cos(\dot{\phi}_v - \dot{\phi}_r) \}}{m(\dot{\phi}_v^2 h \cos \phi_v + \ddot{\phi}_v h \sin \phi_v) + mg \cos \phi_r} \quad (5)$$

40

ここで、 I_{xx} 、 I_{yy} 及び I_{zz} は、それぞれx、y及びz軸回りの慣性モーメントであり、また、

$$A_{y2} = v' + ru - g \sin \phi_r + h \sin \phi_v r^2 + h \dot{\phi}_v^2 \sin \phi_v - h \cos \phi_v \dot{\phi}_v$$

また、

$$A_{y2} = v' + ru$$

である

【0012】

ϕ_v 、 $\dot{\phi}_v$ 、 $\ddot{\phi}_v$ 、 ϕ_r 、 $\dot{\phi}_r$ は充分小さい値なので、LTRは、次のように表すことができる。

50

【数 6】

$$LTR = \frac{2}{T} \cdot \frac{-mA_{y2} \cdot (h_R + h) + mg \cdot h_R \sin \phi_r + mg \cdot h \sin \phi_r}{mg} \quad (6)$$

すなわち、

【数 7】

$$LTR = \frac{2}{T} \cdot \frac{-A_{y2} \cdot (h_R + h)}{g} + \frac{2}{T} \cdot (h_R + h) \sin \phi_r \quad (7)$$

10

【0013】

ϕ_r は、充分小さいので、LTRは、更につぎのように概算することができる。

【数 8】

$$LTR = \frac{2}{T} \cdot \frac{-A_{y_meas} \cdot h_{CG}}{g} \quad (8)$$

20

ここで、 A_{y_meas} は、横加速度であり、加速度計を用いて得ることができ、また、 h_{CG} は、車両重心 (CG) 全高である。

【0014】

本発明の一実施形態によれば、固定された時点ではなく、ある時間にわたって車両運動因子を測定する予測LTR (PLTR) を含む車両のLTRの決定方法が提供される。この方法は、広範囲の車両運転状態の下で、横転に向けて正確に「カウントダウン」し、すなわち、横転前の車両の動作を測定するように設計されている。PLTRの微分は次のように示される。

【数 9】

30

$$PLTR_{t_0}(\Delta t) = LTR(t_0) + \dot{LTR}(t_0) \cdot \Delta t \quad (9)$$

【数 10】

$$PLTR_{t_0}(\Delta t) = \frac{2}{T} \cdot \frac{A_{y_meas}(t_0) \cdot h_{CG}}{g} + \frac{2}{T} \cdot \frac{h_{CG}}{g} \frac{d}{dt}(A_{y_meas}) \cdot \Delta t \quad (10)$$

ここで、 A_{y_meas} は、測定された車両横加速度である。

【0015】

40

等式 (10) は、未来の対象時間 (a future time horizon) Δt に対して予測された時間 t_0 でのPLTRを表す。検証の目的のためのこの微分においては、測定された横加速度の符号の影響は、無視することができる。等式 (10) における測定された横加速度 A_{y_meas} は、一般的にノイズを含み、そのため、微分した後、平滑な値を得ることは困難である。次のフィルター処理技術を使用してノイズを減少させる。

【0016】

測定された横加速度は、更に、次の線形モデルを使用して操舵角との関係から予測することができる。

【数 3】

$$\frac{\dot{A}_y}{\dot{\delta}_w} = TF_{Model}(s)$$

ここで、 $TF_{Model}(s)$ は、線形モデルに基づく操舵角及び横加速度の線形伝達関数であり、また、 δ_w は、実際の平均操舵車輪角度である。このモデルベースのフィルタを使用することにより、横加速度の微分のノイズは、ローパスフィルタを使用して除去することができる。更に、運転者の操舵入力情報は、操舵システムの遅れによる横転の指標を予測するのに重要な役割を果たす。

10

【0017】

したがって、PLTRは、次のように与えられる。

【数 4】

$$PLTR_o(\Delta t) = \frac{2}{T} \cdot \frac{A_{y_max}(t_0) \cdot h_{CG}}{g} + \frac{2}{T} \cdot \frac{h_{CG}}{g} \left(\frac{s}{\tau_s + 1} A_{y_max}(t_0) + \frac{\tau_s}{\tau_s + 1} TF_{model}(s) \cdot s \frac{1}{\tau_{sw} s + 1} \cdot \frac{1}{SR} \delta_d(t_0) \right) \cdot \Delta t \quad (13)$$

ここで、

$$\delta_w / \delta_d = (1 / SR) \cdot 1 / (\tau_{sw} s + 1) = (1 / (\tau_{sw} s + 1)) \cdot (1 / SR)$$

20

、 δ_d は運転者の操舵角度、 τ_{sw} は操舵1次時定数、SRは操舵比である。

【0018】

フィルタ、 $s / (\tau s + 1)$ を測定された横加速度に使用し、また、フィルタ、 $\tau s^2 / (\tau s + 1) (\tau_{sw} s + 1) \cdot TF_{model}(s)$ を運転者の操舵角度に使用することができる。選択された Δt は、横転防止システム応答時間をカバーするのに充分長くする必要がある。

【0019】

さらに、従来のLTRを決定する方法とは異なり、このPLTRを決定する新しい方法は、制御システム58に使用し、車両トルクバイアス装置（例えば、センタカップリング32及びELSD34）を制御して、車両の安定性を改善して車両の横転を防止することができる。例えば図1及び図2に示される実施形態では、コントローラ60によってPLTRを使用して、いつ、どの程度にトルクバイアス装置を結合させて車両のヨーダンピングを増大させるかを決定して、車両の横転を防止することができる。例えば、限定ではないが、制御ユニット60は、一旦、PLTRが所定の閾値を超えたとき、又は、PLTRの変化率が所定の閾値を超えたとき、センタカップラ32及び／又はELSD34を作動させるように構成することができる。また、PLTRは、横転警告装置64の作動を制御して、車両運転者に車両の横転が切迫していることを警告するのに使用することができる。また、PLTRの使用は、車両トルクバイアス装置又は横転警告装置の作動の制御に限定されず、PLTRは、車両ブレーキシステム又はパワーステアリングシステム等の他の車両システムの制御に使用して、車両の横転を防止することができることが分かるであろう。

30

40

【0020】

以上の明細書に本発明を詳細に説明してきたが、この明細書を読んで理解することにより、当業者には、本発明の様々な変更及び修正が明らかになるはずである。そのような全ての変更及び修正は、添付の特許請求の範囲の範囲内に帰する限り、本発明に含まれるものとする。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】図1は、本発明の一実施形態による車両安定性制御システムを用いた例示的な全輪駆動車両を概略的に示す図である。

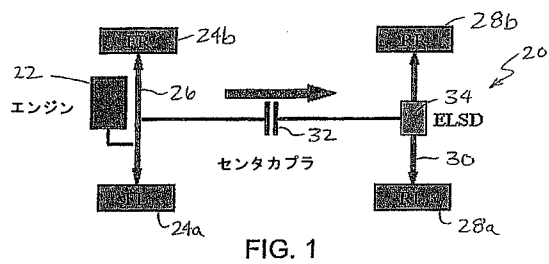
50

【図 2】 本発明の一実施形態による車両安定性制御システムを概略的に示す図である。

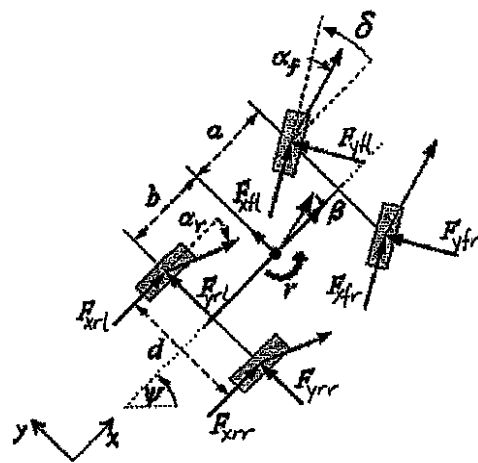
【図 3】 横方向運動中の車両力学モデルを示す図である。

【図 4】 車両ロール中の車両力学モデルを示す図である。

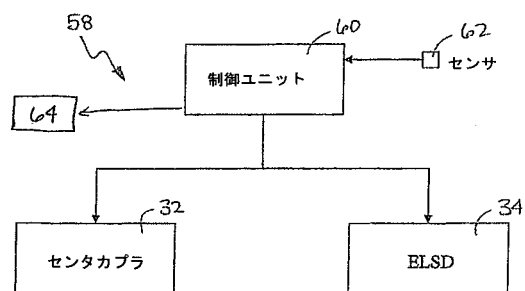
【図 1】



【図 3】



【図 2】



【図 4】

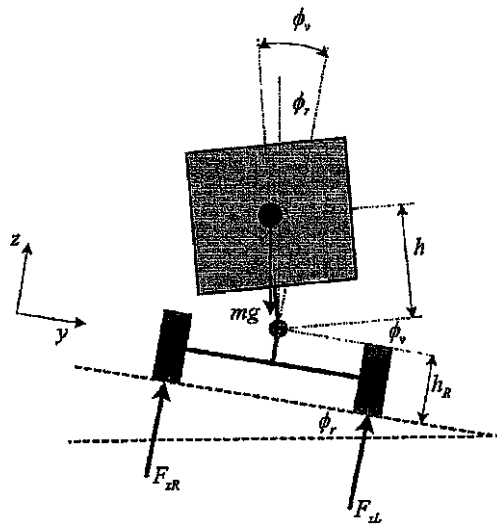


FIG. 4

フロントページの続き

- (51)Int.Cl. F I
B 6 0 W 10/18 (2012.01) B 6 0 W 10/18
B 6 0 W 10/20 (2006.01) B 6 0 W 10/20
- (74)代理人 100131266
 弁理士 ▲高▼ 昌宏
- (74)代理人 100104385
 弁理士 加藤 勉
- (72)発明者 ピヤボンカーン, ダムロンリット
 アメリカ合衆国、ミネソタ 5 5 3 4 0、メディナ、チェリー ヒル トレイル 3 1 9
- (72)発明者 ユアン, チンホエ
 アメリカ合衆国、ミネソタ 5 5 3 1 1、メープル グローブ、ティンバー クレスト ドライブ
 6 8 7 9
- (72)発明者 ルー, ジェ, ワイ.
 アメリカ合衆国、ミネソタ 5 5 3 3 1、ショアウッド、ウォーターフォード プレイス 1 9 8
 4 0

審査官 有賀 信

- (56)参考文献 特開2000-168526 (JP, A)
 特開2001-050973 (JP, A)
 国際公開第99/028172 (WO, A1)
 特開2006-027570 (JP, A)
 特表2005-528265 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 B 6 0 W 1 0 / 0 0 — 5 0 / 0 8
 B 6 0 K 2 3 / 0 0 — 2 3 / 0 8
 B 6 0 T 7 / 1 2 — 8 / 1 7 6 9
 B 6 0 T 8 / 3 2 — 8 / 9 6
 F 1 6 H 1 / 2 8 — 1 / 4 8
 F 1 6 H 4 8 / 0 0 — 4 8 / 3 0