

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6187090号
(P6187090)

(45) 発行日 平成29年8月30日(2017.8.30)

(24) 登録日 平成29年8月10日(2017.8.10)

(51) Int. Cl.		F 1	
B 6 2 D	6/00	(2006.01)	B 6 2 D 6/00
B 6 2 D	5/04	(2006.01)	B 6 2 D 5/04
B 6 2 D	101/00	(2006.01)	B 6 2 D 101:00
B 6 2 D	117/00	(2006.01)	B 6 2 D 117:00
B 6 2 D	119/00	(2006.01)	B 6 2 D 119:00

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2013-198737 (P2013-198737)
 (22) 出願日 平成25年9月25日(2013.9.25)
 (65) 公開番号 特開2015-63244 (P2015-63244A)
 (43) 公開日 平成27年4月9日(2015.4.9)
 審査請求日 平成28年3月28日(2016.3.28)

(73) 特許権者 000003997
 日産自動車株式会社
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
 (74) 代理人 100066980
 弁理士 森 哲也
 (74) 代理人 100103850
 弁理士 田中 秀▲てつ▼
 (74) 代理人 100116012
 弁理士 宮坂 徹
 (72) 発明者 岡野 敏彦
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
 自動車株式会社内
 (72) 発明者 佐々木 牧子
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
 自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用運転制御装置及び車両用運転制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両を自動的に走行させる自動走行制御を行う自動運転モードと、前記自動走行制御を解除して運転者による手動運転を可能とする手動運転モードとを切り替え可能な車両用運転制御装置であって、

運転者がステアリングホイールに加えた操舵トルクを検出する操舵トルク検出部と、

運転者が操舵した操舵角速度を検出する操舵角速度検出部と、

前記操舵トルク検出部で検出した操舵トルクと、前記操舵角速度検出部で検出した操舵角速度とに基づいて、運転者がステアリングホイールを操舵したことによる操舵仕事を演算する操舵仕事量演算部と、

前記自動走行制御を行う自動運転モード中に前記操舵仕事量演算部で演算した操舵仕事量の正の成分が予め設定した判定閾値を越えたとき、前記自動運転モードから前記手動運転モードへ切り替える運転モード切替部と、を備えることを特徴とする車両用運転制御装置。

【請求項2】

車両を自動的に走行させる自動走行制御を行う自動運転モードと、前記自動走行制御を解除して運転者による手動運転を可能とする手動運転モードとを切り替え可能な車両用運転制御装置であって、

運転者がステアリングホイールに加えた操舵トルクを検出する操舵トルク検出部と、

運転者が操舵した操舵角速度を検出する操舵角速度検出部と、

前記操舵トルク検出部で検出した操舵トルクと、前記操舵角速度検出部で検出した操舵角速度とに基づいて、運転者がステアリングホイールを操舵したことによる操舵仕事を演算する操舵仕事量演算部と、

前記自動走行制御を行う自動運転モード中に前記操舵仕事量演算部で演算した操舵仕事量が予め設定した判定閾値を越えたとき、前記自動運転モードから前記手動運転モードへ切り替える運転モード切替部と、

自車両が自車両近傍の対象物に到達するまでの到達時間を演算する到達時間演算部と、を備え、

前記操舵仕事量演算部は、

前記操舵トルク検出部で検出した操舵トルクと、前記操舵角速度検出部で検出した操舵角速度との積を、単位時間あたりの前記操舵仕事量である操舵仕事率として演算する操舵仕事率演算部を備え、

前記操舵仕事率演算部で演算した操舵仕事率を積分することで、前記操舵仕事量を演算し、

前記操舵仕事量演算部は、前記操舵仕事率演算部で演算した操舵仕事率を積分する積分時間を、前記到達時間演算部で演算した到達時間よりも短く設定することを特徴とする車両用運転制御装置。

【請求項 3】

自車両の車速を検出する車速検出部を備え、

前記運転モード切替部は、前記車速検出部で検出した車速が速いほど、前記判定閾値を小さく設定することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の車両用運転制御装置。

【請求項 4】

前記運転モード切替部は、自動運転モードから手動運転モードへ徐々に切り替えることを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の車両用運転制御装置。

【請求項 5】

運転者がステアリングホイールに加えた操舵トルクと運転者が操舵した操舵角速度とに基づいて、運転者がステアリングホイールを操舵したことによる操舵仕事を演算し、自車両を自動的に走行させる自動走行制御を行う自動運転モード中に演算した操舵仕事量の正の成分が、予め設定した判定閾値を越えたとき、前記自動運転モードから、前記自動走行制御を解除して運転者による手動運転を可能とする手動運転モードへ切り替えることを

【請求項 6】

自車両が自車両近傍の対象物に到達するまでの到達時間を演算し、

運転者がステアリングホイールに加えた操舵トルクと運転者が操舵した操舵角速度との積を操舵仕事率として演算し、

前記到達時間よりも短く設定された積分時間で前記操舵仕事率を積分することで、運転者がステアリングホイールを操舵したことによる操舵仕事を演算し、

自車両を自動的に走行させる自動走行制御を行う自動運転モード中に演算した前記操舵仕事量が、予め設定した判定閾値を越えたとき、前記自動運転モードから、前記自動走行制御を解除して運転者による手動運転を可能とする手動運転モードへ切り替えることを

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自車両を自動的に走行させる自動走行制御を行う自動運転モードと、運転者による手動運転を行う手動運転モードとを切り替え可能な車両用運転制御装置及び車両用運転制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ステアリングホイールの操作に応じて舵取機構を動作する手動操舵と、ステアリ

10

20

30

40

50

ングホイールの操作によらずに舵取機構を動作する自動操舵とが切替可能な舵取装置として、例えば特許文献 1 に記載の技術がある。この技術は、自動操舵の実施中に、トルクセンサの検出トルクが所定値を超えたとき、ドライバがオーバーライドしていると判定して手動操舵へ強制的に切り替えるものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 10 - 194150 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献 1 に記載の技術にあつては、操舵トルクを用いてドライバがオーバーライドしているか否かを判定しているため、操舵周波数が低い（操舵角速度が低い）場合には適切にオーバーライド判定を行うことが期待できる。しかしながら、操舵周波数が高い（操舵角速度が高い）場合には、タイヤの弾性によりステアリングホイールと機械的に連結されているタイヤホイールとタイヤの接地面との間の回転位相差が生じることにより、操舵角と操舵トルクとの位相差が大きくなるため、操舵トルクの大きさのみでは適切なオーバーライド判定は困難である。

【0005】

そこで、本発明は、ドライバのオーバーライドを適切に判定し、運転モードの切り替えを適切に行うことができる車両用運転制御装置及び車両用運転制御方法を提供することを課題としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明の一態様は、操舵トルク検出部で運転者がステアリングホイールに加えた操舵トルクを検出し、操舵角速度検出部で運転者が操舵した操舵角速度を検出する。また、操舵仕事量演算部で、操舵トルク検出部で検出した操舵トルクと、操舵角速度検出部で検出した操舵角速度とに基づいて、運転者がステアリングホイールを操舵したことによる操舵仕事量を演算する。そして、運転モード切替部は、ステアリングホイールと転舵輪との間のトルク伝達経路を機械的に分離した状態で車両を自動的に走行させる自動走行制御を行う自動運転モード中に操舵仕事量演算部で演算した操舵仕事量が予め設定した判定閾値を越えたとき、前記自動走行制御を解除して、自動運転モードから運転者による手動運転を行う手動運転モードへ切り替える。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、操舵トルクと操舵角速度とに基づいて演算した操舵仕事量が予め設定した判定閾値を越えているとき、自動運転モードから手動運転モードへ切り替えることができる。したがって、操舵周波数が高く、操舵角と操舵トルクとの位相差が大きくなる状況であっても、運転者がオーバーライドした場合にはこれを適切に検知し、運転モードの切り替えを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】本実施形態に係る車両用運転制御装置を搭載した車両のステアリングシステムを示す図である。

【図 2】本実施形態に係る車両用運転制御装置の構成を示す概念図である。

【図 3】ドライバ状態判定処理手順を示すフローチャートである。

【図 4】ドライバの操舵力と操舵仕事との関係を示す図である。

【図 5】操舵仕事率の符号を説明する図である。

【図 6】周期的操舵をしたときの操舵状態と操舵仕事率との関係を示す図である。

【図 7】車両 A についての修正操舵時の計測結果である。

10

20

30

40

50

【図 8】車両 B についての修正操舵時の計測結果である。

【図 9】車両姿勢と修正操舵との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

(第 1 の実施の形態)

(構成)

図 1 は、本実施形態に係る車両用運転姿勢制御装置を搭載した車両のステアリングシステムを示す図である。

【0010】

図中、符号 1 は運転者が操舵操作可能なステアリングホイールである。このステアリングホイール 1 は、転舵輪 7 とは機械的に切り離して設ける。ステアリングホイール 1 は、ステアリングシャフト 2 に連結する。ステアリングシャフト 2 には、反力モータ 3 を設ける。なお、特に図示しないが、ステアリングシャフト 2 には、後述する操舵角センサや、操舵トルクセンサも設ける。

【0011】

反力モータ 3 は、ステアリングシャフト 2 にトルクを付加することにより、ステアリングホイール 1 に操舵反力を与えるためのものである。ここで、上記操舵反力は、タイヤ側からステアリング系に作用するねじりトルクの大きさに応じて決定するものである。この反力モータ 3 は、ブラシレスモータ等で構成し、コントローラ 10 が出力する反力モータ

駆動電流に応じて駆動する。

【0012】

また、ピニオンシャフト 4 の他端にはピニオンギア（不図示）を設け、当該ピニオンギアとラック軸 5 の両端部間に設けたラックギアとを噛合する。ラック軸 5 の両端は、それぞれタイロッド及びナックルアームを介して、転舵輪 7 に連結する。すなわち、転舵輪 7 は、ピニオンギアの回転に応じてラック軸 5 が車幅方向へ変位することで、タイロッド及びナックルアームを介して転舵し、車両の進行方向を変化可能となっている。

【0013】

転舵モータ 6 は、反力モータ 3 と同様にブラシレスモータ等で構成し、コントローラ 10 が出力する転舵モータ駆動電流に応じて駆動する。この転舵モータ 6 は、転舵モータ駆動電流に応じて駆動することにより、転舵輪 7 を転舵するための転舵トルクを出力する。また、ラック軸力センサ 8 は、転舵に伴う路面反力を検出する。

コントローラ 10 は、ステアリングホイール 1 の操舵状態に応じて転舵モータ 6 を駆動制御し、転舵輪 7 を転舵する。これにより、転舵輪 7 の転舵角は、操舵状態に応じた転舵角に一致する。また同時に、コントローラ 10 は、転舵輪 7 の転舵状態に応じて反力モータ 3 を駆動制御し、ステアリングホイール 1 に操舵反力を付与する。これにより、ステアリングホイール 1 に路面反力を模擬した操舵反力を与える。このようにして、コントローラ 10 は、ステアバイワイヤ制御（S B W 制御）を行う。

【0014】

図 2 は、本実施形態に係る車両用運転姿勢制御装置の構成を示す概念図である。

図中、符号 101 は外部走行環境検出装置、符号 102 は自車両状態検出装置である。外部走行環境検出装置 101 は、例えばカメラやレーザーレーダ、GPS センサなどを備え、前方車両との車間距離や自車走行位置などの走行中の自車両の外部状況を認識する。外部走行環境検出装置 101 で認識した外部状況の情報は、自動運転走行コントローラ 103（図 1 のコントローラ 10 に対応）に入力する。

【0015】

また、自車両状態検出装置 102 は、例えば G センサや車速センサなどを備え、現在の自車両の走行状態情報を検出する。自車両状態検出装置 102 で検出した情報も、自動運転走行コントローラ 103 に入力する。

自動運転走行コントローラ 103 は、例えば CPU やメモリ等からなるマイクロコンピ

10

20

30

40

50

ユータで構成する。

【 0 0 1 6 】

この自動運転走行コントローラ 1 0 3 は、外部走行環境検出装置 1 0 1 と自車両状態検出装置 1 0 2 とから受けとった情報に基づいて車内外の状況を判断し、その判断結果に応じて自車両が自動的に走行するように舵角や車速を制御する自動走行制御を行う。

具体的には、自動運転走行コントローラ 1 0 3 は、外部走行環境検出装置 1 0 1 と自車両状態検出装置 1 0 2 とから、目的地までのルートや交通状況、交通規制などの道路状況、他車両や障害物の有無などの走行環境の情報と共に、走行レーンの状況と自車両の位置や速度などを取得する。そして、自動運転走行コントローラ 1 0 3 は、これらの情報に基づいて走行軌跡を算出し、その走行軌跡に沿って走行するための目標舵角や目標車速を設定する。このとき、自車両前方に先行車両が存在する場合には、走行速度設定装置 1 1 0 で運転者が予め設定した速度を超えない範囲で、先行車両との車間距離を速度に応じて一定に保つような目標車速を設定する。一方、先行車両が存在しない場合には、走行速度設定装置 1 1 0 で設定した速度を保つように目標車速を設定する。

10

【 0 0 1 7 】

自動運転走行コントローラ 1 0 3 は、自動走行制御の目標舵角や目標車速を実現するために、ブレーキ制御指令をブレーキ液圧制御アクチュエータ 1 0 4 に対して出力し、アクセル制御指令をスロットル開度制御アクチュエータ 1 0 5 に出力する。また、自動運転走行コントローラ 1 0 3 は、転舵制御指令を舵角制御アクチュエータ 1 0 6 (図 1 の転舵モータ 6 に対応) に出力する。

20

【 0 0 1 8 】

これにより、ブレーキ液圧制御アクチュエータ 1 0 4 はブレーキ装置 1 0 7 を制御し、スロットル開度制御アクチュエータ 1 0 5 はアクセル装置 1 0 8 を制御する。また、舵角制御アクチュエータ 1 0 6 は転舵装置 1 0 9 を制御する。このように、ステアリングホイール 1 と転舵輪 7 とを機械的に切り離れた状態で、アクセル、ブレーキ、或いはステアリングを自動的に作動して、運転者が運転操作をしなくても自車両が自律的に走行するようにする。

【 0 0 1 9 】

また、自動 / 手動走行切り替えスイッチ 1 1 1 は、運転者が操作可能なスイッチであって、自動走行制御を行う自動運転モードと運転者による手動運転を行う手動運転モードとを適宜切り替え可能となっている。手動運転モードでは、上述した通常の S B W 制御を行い、運転者がタイヤの設置状態を常に感じ取りながら運転操作をすることができるようにする。

30

【 0 0 2 0 】

上記自動走行制御は、運転者が自動 / 手動走行切り替えスイッチ 1 1 1 を操作して自動運転モードを示す状態になっており、且つ自動運転走行コントローラ 1 0 3 が、種々の情報から自動走行制御が可能であると判断したときのみ行う。ここで、自動走行制御が不可能な状況とは、運転者の都合による目的地や経路の変更、他車両の急な割り込み、天候の急変などがある。

【 0 0 2 1 】

また、本実施形態では、高速道路の直進区間や大 R カーブ区間で自動走行制御を行い、一般道では運転者による手動運転を行うようにする。

40

さらに、自動運転走行コントローラ 1 0 3 は、緊急時や報知が必要な場合に、ブザーや警報装置などの報知装置 1 1 2 により、運転者および同乗者にこれを報知する。

さらに、自動運転走行コントローラ 1 0 3 は、ドライバ状態判定コントローラ 1 1 3 による判定結果も入力する。ここで、ドライバ状態判定コントローラ 1 1 3 は、操舵トルクセンサ 1 1 4 で検出した操舵トルクと、操舵角センサ 1 1 5 で検出した操舵角とに基づいて、運転者が自動走行制御中にオーバーライドしているか否かを判定するものである。

【 0 0 2 2 】

そして、自動運転走行コントローラ 1 0 3 は、自動走行制御中に、ドライバ状態判定コ

50

ントローラ 113 から運転者がオーバーライドしていることを示す判定結果を入力すると、自動運転モードから手動運転モードへ切り替えるようになっている。

ドライバ状態判定コントローラ 113 は、例えば CPU やメモリ等からなるマイクロコンピュータで構成する。当該ドライバ状態判定コントローラ 113 は、自動運転走行コントローラ 103 と同じコンピュータで共用することもできる。

【0023】

図 3 は、ドライバ状態判定コントローラ 113 で実行するドライバ状態判定処理手順を示すフローチャートである。このドライバ状態判定処理は、自動走行制御中、予め設定したサンプリング時間毎に繰り返し実行する。

まずステップ S1 で、ドライバ状態判定コントローラ 113 は、各種データを読み込み、ステップ S2 に移行する。ここでは、具体的には、操舵トルクセンサ 114 で検出した操舵トルク T と、操舵角センサ 115 で検出した操舵角 θ を読み込む。ここで、自動走行制御中は、ステアリングホイール 1 と転舵輪 7 とは機械的に切り離れた状態となっているため、操舵トルクセンサ 114 で検出した操舵トルク T は運転者がステアリングホイール 1 に加えた操舵トルクである。また、操舵角センサ 115 で検出した操舵角 θ は運転者がステアリングホイール 1 を操作した操舵角である。

【0024】

ステップ S2 では、ドライバ状態判定コントローラ 113 は、前記ステップ S1 で読み込んだ操舵角 θ に基づいて操舵角速度 $\dot{\theta}$ を演算し、ステップ S3 に移行する。

ステップ S3 では、ドライバ状態判定コントローラ 113 は、前記ステップ S1 で読み込んだ操舵トルク T と、前記ステップ S2 で演算した操舵角速度 $\dot{\theta}$ とに基づいて、運転者がステアリングホイールを操作したときの操舵仕事率 W [Nm/s] を演算する。

【0025】

図 4 は、ドライバの操舵力と操舵仕事との関係を示す図である。

操舵仕事率 W とは、単位時間あたりの操舵仕事量である。ここで、操舵仕事量は、運転者によるステアリング操作の仕事量であり、操舵仕事率 W は、ステアリングホイールに作用する運転者の操舵力 F [N] と操舵速度 V [m/s] との積として定義する ($W = F \times V$)。ここで、操舵速度 V は、ステアリングホイールの半径を R [m] とすると、半径 R [m] と操舵角速度 $\dot{\theta}$ [rad/s] との積となる ($W = F \times R \times \dot{\theta}$)。

【0026】

したがって、操舵仕事率 W は、結果として操舵トルク T [Nm] と操舵角速度 $\dot{\theta}$ [rad/s] との積で表すことができる ($W = T \times \dot{\theta}$)。

一般に、運転者がステアリング操作を行い転舵輪が転舵すると、タイヤ側からステアリングホイールをニュートラル方向に戻そうとする復元トルクが生じる。このとき、図 5 (a) に示すように、ステアリングホイールの操作方向 (実線) と、タイヤ側からの復元トルク方向 (破線) とが異なる場合、操舵トルク T と操舵角速度 $\dot{\theta}$ とは同符号となるため、操舵仕事率の符号は「正」となる。一方、図 5 (b) に示すように、ステアリングホイールの操作方向 (実線) と、タイヤ側からの復元トルク方向 (破線) とが同じである場合、操舵仕事率の符号は「負」となる。

【0027】

すなわち、図 6 に示すように、運転者が、タイヤ側からの復元トルクに打ち勝つ方向にステアリングホイールを操作しているときに生じる操舵仕事率 W を、「正」の操舵仕事率 W と定義することができる。

ここで、図 6 は、運転者が周期的にステアリング操作を行ったときの操舵状態と操舵仕事率との関係を示している。本実施形態では、左右の方向性のあるデータは、左方向を正方向としている。このように、操舵トルク T と操舵角速度 $\dot{\theta}$ が共に正の値、或いは共に負の値であるとき、運転者は操舵の手応えを感じ、操舵仕事率 W は正の値となる。

【0028】

図 3 に戻って、ステップ S4 では、ドライバ状態判定コントローラ 113 は、自車両近傍の対象物までの到達時間 TTC を演算する。ここで、到達時間 TTC とは、一般的な自

10

20

30

40

50

車両が前方車両に到達するまでの時間に限定するものではなく、側方車両、後方車両などを含む自車両の近傍に位置する車両、自転車、歩行者などの近傍対象物までの到達時間とする。この到達時間 TTC は、近傍対象物との相対距離と相対速度とから換算した相対到達余裕時間と定義することができる。

【0029】

次に、ステップ $S5$ で、ドライバ状態判定コントローラ 113 は、前記ステップ $S3$ で演算した操舵仕事率 W を積分するための積分時間を設定する。ここで、積分時間は、前記ステップ $S4$ で演算した到達時間 TTC よりも短い時間に設定する。例えば、予め設定した積分時間を、前記ステップ $S4$ で演算した到達時間 TTC を上限として制限するようにする。

10

【0030】

ステップ $S6$ では、ドライバ状態判定コントローラ 113 は、前記ステップ $S3$ で演算した操舵仕事率 W を、前記ステップ $S5$ で設定した積分時間に亘って積分し、操舵仕事量 $W [Nm]$ を演算する ($W = W dt$)。

次にステップ $S7$ では、ドライバ状態判定コントローラ 113 は、運転者のオーバーライド判定を行うための判定閾値 W_{TH} を設定する。

【0031】

図7、図8は、所定の実験コースにおいて、うねりによって乱された車両姿勢（進路）を目標ラインに沿うように修正操舵したときの計測結果である。このうち、図7は、車両Aに乗車した運転者が「修正操舵しやすい」、「ライントレース性が高い」と回答した事例である。一方、図8は、車両Bに乗車した運転者が「操舵感が軽い」、「操舵に対してヨーが遅れる」、「修正操舵しにくい」と回答した事例である。

20

【0032】

これら2つの事例について、図示した時刻0秒～6秒の区間にわたり操舵仕事率 W を積分し、それぞれ操舵仕事量 W を演算した結果、表1のようになった。

【0033】

【表1】

	車両A	車両B
「正」の成分	+157 [Nm]	+121 [Nm]
「負」の成分	-69 [Nm]	-100 [Nm]

30

【0034】

この表1からも明らかなように、修正操舵しやすい車両Aは、修正操舵しにくい車両Bと比較して操舵仕事量 W の正の成分が大きく、負の成分が小さくなっている。

40

これにより、操舵仕事量 W の正の成分が大きいほど、運転者の修正操舵が、車両姿勢を目標ラインに沿うように修正するために費やされたと考えることができる。

そこで、判定閾値 W_{TH} は正の値とし、運転者が修正操舵をしていると判断できる程度の大きさに設定する。また、判定閾値 W_{TH} は、自車速が速いほど小さい値に設定する。

【0035】

次にステップ $S8$ では、ドライバ状態判定コントローラ 113 は、前記ステップ $S6$ で演算した操舵仕事量 W が、前記ステップ $S7$ で設定した判定閾値 W_{TH} よりも大きいかな否かを判定する。

そして、このステップ $S8$ で、操舵仕事量 W が判定閾値 W_{TH} よりも大きいと判定した場合、運転者がオーバーライドしたと判定してステップ $S9$ に移行し、その判定結果を

50

自動運転走行コントローラ 103 へ出力してからドライバ状態判定処理を終了する。

【0036】

一方、前記ステップ S8 で $W > W_{TH}$ であると判定した場合には、運転者がオーバーライドしていないと判定してステップ S10 に移行し、その判定結果を自動運転走行コントローラ 103 へ出力してからドライバ状態判定処理を終了する。

【0037】

(動作)

次に、本実施形態の動作について説明する。

ここでは、高速道路を自動運転モードで直進走行しているときに、路面不整や路面カント(横断勾配)、横風などにより車両の姿勢(向き)が進行方向とずれた場合について説明する。

10

このとき、運転者がステアリングホイールを操作せず、自動走行制御車両に運転を任せられているものとする、操舵仕事量 W は 0 となる(図 3 のステップ S8 で No)。そのため、この場合には、ドライバ状態判定コントローラ 113 は、運転者がオーバーライドしていないと判定し(ステップ S10)、その判定結果を自動運転走行コントローラ 103 に出力する。

【0038】

すると、ドライバ状態判定コントローラ 113 からの判定結果を受けた自動運転走行コントローラ 103 は、運転モードの切り替えを行わず、そのまま自動走行制御を継続する。したがって、自動走行制御による自律走行によって、車両姿勢を目標ラインに沿うように修正することになる。

20

一方、車両姿勢が進行方向とずれたとき、これを修正するために運転者が修正操舵を行った場合には、操舵仕事量 W は正となる。例えば、図 9 の点線に示すように自車両が直進走行している状態から、実線に示すようにリアが左に流れた場合(自車両に時計回りのヨー角がついた場合)、その修正操舵は左向き(反時計回り)のカウンターステアとなる。

【0039】

このとき、前輪の横力は紙面左向きに生じるため、タイヤ側からはステアリングホイールをニュートラル方向(時計回り)に戻す復元トルクが生じる。すなわち、このときのカウンターステア(左向き)は、タイヤ側からのトルク(右向き)に打ち勝つ方向の操舵であるため、操舵仕事率 W (操舵仕事量 W) は「正」となる。

30

そして、ドライバ状態判定コントローラ 113 は、この操舵仕事量 W が判定閾値 W_{TH} よりも大きいと判定すると(ステップ S8 で Yes)、運転者がオーバーライドしたと判定し、その判定結果を自動運転走行コントローラ 103 に出力する(ステップ S9)。

【0040】

すると、ドライバ状態判定コントローラ 113 からの判定結果を受けた自動運転走行コントローラ 103 は、運転モードを自動運転モードから手動運転モードへ切り替える。これにより、車両姿勢は、運転者による修正操舵によって目標ラインに沿うように修正することになる。

ここで、操舵仕事量 W の算出に際し、操舵仕事率 W を積分する積分時間は、自車両近傍の対象物に到達するまでの到達時間 TTC よりも短く設定する。自車両近傍の対象物(例えば、前方車両)との車間距離が短くなった場面で自動運転モードから手動運転モードに移行する場合、オーバーライドの許容判定時間は、最大でも自車両が前方車両に到達するまでの時間よりも短くなるためである。

40

【0041】

このように、操舵仕事率 W の積分時間を到達時間 TTC よりも短く設定することにより、適切なタイミングでの手動運転モードへの移行が可能となり、自車両近傍の対象物に接近した際の回避動作を確実に行うことができる。

また、オーバーライド判定に用いる判定閾値 W_{TH} は、自車速が速いほど小さい値に設定する。すなわち、自車速が速いほどオーバーライドしていると判定し易くする。高速道

50

路走行中は、自車速が速くなるほど前方車両や路上障害物などへの接近に対して注意が必要であり、オーバーライドを精度良く検出して、運転者が修正操舵した場合には確実に手動運転モードへ移行する必要があるためである。

【 0 0 4 2 】

このように、自車速が速いほど判定閾値 W_{TH} を小さい値に設定することで、より僅かなオーバーライドであっても検出することが可能となるため、運転者が修正操舵を行ってから、運転モードを手動運転モードへ切り替えるまでの時間を短縮することができる。

以上のように、本実施形態では、操舵トルク T と操舵角速度 $\dot{\theta}$ との積を操舵仕事率 W として演算し、これを自車両近傍の対象物までの到達時間 TTC を考慮して設定した積分時間で積分することで、操舵仕事量 W を演算する。そして、操舵仕事量 W の正の成分が判定閾値 W_{TH} よりも大きい場合、運転者がオーバーライドしていると判定する。したがって、運転者がオーバーライドしたことを適切に判定して、自動運転モードから手動運転モードへ切り替えることができる。

10

【 0 0 4 3 】

特に、直進区間や大 R カーブ区間を走行しているときのオーバーライド判定に効果的である。直進走行時における運転者のオーバーライドは、車両の進路を車線内にとどめるため、すなわち進路維持を目的とした修正操舵であると考えられる。直進走行時は、タイヤのスリップ角の絶対値が小さいため、路面不整などによって容易にタイヤのスリップ角の向きが反転する。そのため、直進区間や大 R カーブ区間を走行しているときに運転者のオーバーライドを適切に判定し、自動運転モードから手動運転モードへ切り替えることで、運転者の修正操舵により自車両の姿勢や進路方向を適切に修正することができる。

20

【 0 0 4 4 】

また、直進走行時は、路面不整などにより車両姿勢が進行方向からずれた場合、運転者がステアリング操作を行ってそのずれ量を修正するが、このとき、操舵トルクは小さくても、修正操舵に必要な操舵角速度が大きくなることがある。本実施形態では、操舵トルク T と操舵角速度 $\dot{\theta}$ の双方の影響を考慮することができるので、このような状況であっても、運転者の修正操舵が、車両の姿勢を修正するために費やされたか否かを適切に判定することができる。

【 0 0 4 5 】

このように、運転者がタイヤ側からのトルクに打ち勝つ方向のステアリング操作を行っている場合に、運転者がオーバーライドしていると判定することができる。そのため、例えば、自車両が直進走行中に外乱によって車両姿勢（向き）が進行方向とずれた場合に、運転者が車両姿勢を修正するための操舵を行った場合には、この修正操舵を適切に検出することができる。

30

【 0 0 4 6 】

すなわち、自動運転モード中には、転舵モータ 6 が自動運転に必要なタイヤのステア操作を実行しながらも、運転者のオーバーライドの検出が可能となる。

なお、図 2 において、自動運転走行コントローラ 103 が運転モード切替部に対応している。さらに、操舵トルクセンサ 114 が操舵トルク検出部に対応している。

また、図 3 において、ステップ S2 が操舵角速度検出部に対応し、ステップ S3 が操舵仕事率演算部に対応し、ステップ S4 が到達時間演算部に対応している。また、ステップ S3、S5 及び S6 が操舵仕事量演算部に対応し、ステップ S7 ~ S10 が運転モード切替部に対応している。

40

【 0 0 4 7 】

(効果)

本実施形態では、以下の効果が得られる。

(1) ドライバ状態判定コントローラ 113 は、運転者がステアリングホイールに加えた操舵トルク T と運転者が操舵した操舵角速度 $\dot{\theta}$ とに基づいて、運転者がステアリングホイールを操舵したことによる操舵仕事量 W を演算する。そして、自動運転走行コントローラ 103 は、自動運転モード中に操舵仕事量 W がオーバーライド判定閾値 W_{TH} を越

50

えたとき、自動走行制御を行う自動運転モードから、運転者による手動運転を行う手動運転モードへ切り替える。

【 0 0 4 8 】

このように、操舵トルクと操舵角速度とに基づいて演算した操舵仕事量を用いて、運転者がオーバーライドしているか否かを判定する。したがって、操舵周波数が高く、操舵角と操舵トルクとの位相差が大きくなる状況であっても、適切に運転者がオーバーライドしているか否かを判定し、運転モードの切り替えを行うことができる。すなわち、運転者が車両姿勢や進行方向を修正するためにオーバーライドした場合には、運転者によるステアリング操作を優先することができる。

【 0 0 4 9 】

(2) ドライバ状態判定コントローラ 1 1 3 は、操舵トルク T と操舵角速度 $\dot{\theta}$ との積を、単位時間あたりの操舵仕事量 W である操舵仕事率 W として演算し、これを積分することで、操舵仕事量 W を演算する。

このように、操舵トルク T と操舵角速度 $\dot{\theta}$ との積を操舵仕事率 W とするので、操舵仕事率 W の符号から、運転者がタイヤ側からのトルクに打ち勝つ方向のステアリング操作を行っているか否かを判定することができる。また、瞬時瞬時に検出した操舵仕事率 W を時間積分して操舵仕事量 W を演算するので、操舵に要するエネルギーを適切に求めることができる。

【 0 0 5 0 】

(3) ドライバ状態判定コントローラ 1 1 3 は、自車両が自車両近傍の対象物に到達するまでの到達時間 TTC を演算する。そして、ドライバ状態判定コントローラ 1 1 3 は、操舵仕事率 W の演算に際し、操舵仕事率 W を積分する積分時間を、上記到達時間 TTC よりも短く設定する。

これにより、自車両が自車両近傍の対象物に到達する前に、運転者がオーバーライドしているか否かの判定を終えることができる。

【 0 0 5 1 】

(4) ドライバ状態判定コントローラ 1 1 3 は、自車速が速いほど、オーバーライド判定閾値 W_{TH} を小さく設定する。

これにより、自車速が速いほど、より僅かなオーバーライドでも検出可能となる。また、その検出に要する時間を短縮することができる。

(5) 運転者がステアリングホイールに加えた操舵トルクと運転者が操舵した操舵角速度とに基づいて、運転者がステアリングホイールを操舵したことによる操舵仕事量を演算する。そして、ステアリングホイールと転舵輪との間のトルク伝達経路を機械的に分離した状態で自車両を自動的に走行させる自動走行制御を行う自動運転モード中に演算した操舵仕事量が、オーバーライド判定閾値 W_{TH} を越えたとき、自動運転モードから、自動走行制御を解除して運転者による手動運転を可能とする手動運転モードへ切り替える。

これにより、運転者のオーバーライドを適切に検出し、運転モードを適切に切り替えることができる。

【 0 0 5 2 】

(応用例)

(1) 上記実施形態においては、ドライバ状態判定コントローラ 1 1 3 で運転者のオーバーライドを検出したとき、自動運転走行コントローラ 1 0 3 で、自動運転モードから手動運転モードへ徐々に移行するようにすることもできる。この場合、自動走行制御で設定した目標経路を走行するために必要な運転操作量 (ステアリング操作量、アクセル操作量、ブレーキ操作量) を、徐々に運転者による運転操作量に近づけるようにする。換言すると、目標経路を走行するために必要な運転操作量に対する自動運転モードの比率を、徐々に低下するようにする。

これにより、運転者のオーバーライドを検出した後、自動運転モードから手動運転モードへ滑らかに移行することができる。そのため、自動運転モードでの運転操作量と運転者による運転操作量とが異なる場合でも、運転者に違和感を与えるのを抑制する効果がある

10

20

30

40

50

【0053】

(2) 上記実施形態においては、手動運転モードで通常のS B W制御を実施する場合について説明したが、これに限定されるものではない。ステアリングシャフト2とピニオンシャフト4との間に、操舵部と転舵部とを機械的に連結及び連結解除可能なクラッチを介挿したシステムの場合、手動運転モードでは当該クラッチを締結して運転者による手動運転を可能とするようにしてもよい。

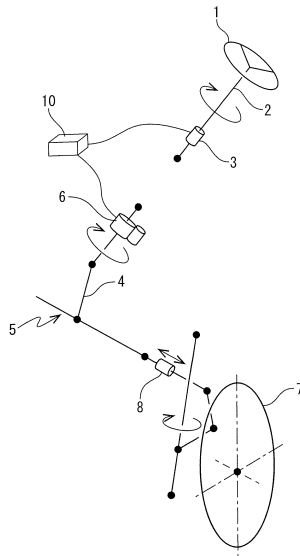
【符号の説明】

【0054】

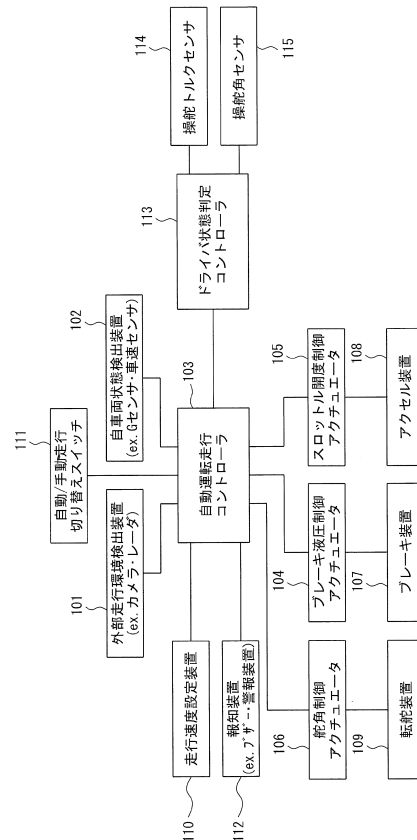
10...運転席、101...外部走行環境検出装置、102...自車両状態検出装置、103...自動運転走行コントローラ、104...ブレーキ液圧制御アクチュエータ、105...スロットル開度制御アクチュエータ、106...舵角制御アクチュエータ、107...ブレーキ装置、108...アクセル装置、109...転舵装置、110...走行速度設定装置、111...自動/手動走行切り替えスイッチ、112...報知装置、113...ドライバ状態判定コントローラ、114...操舵トルクセンサ、115...操舵角センサ

10

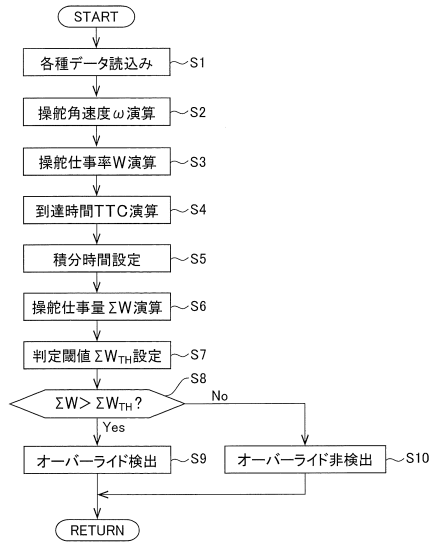
【図1】



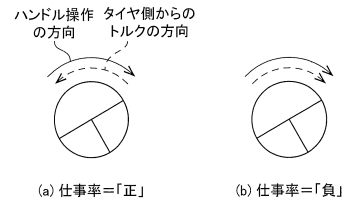
【図2】



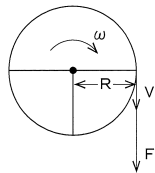
【図3】



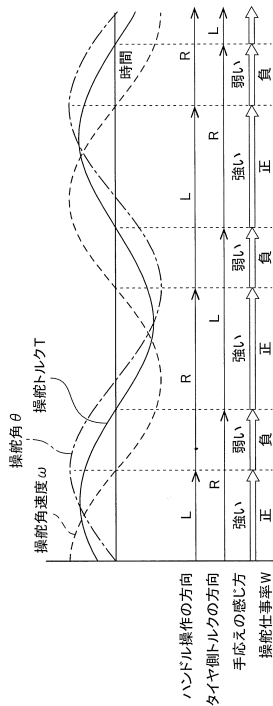
【図5】



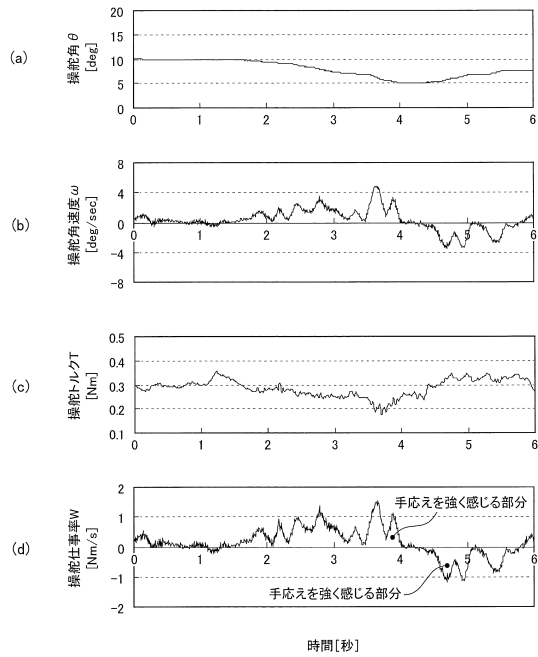
【図4】



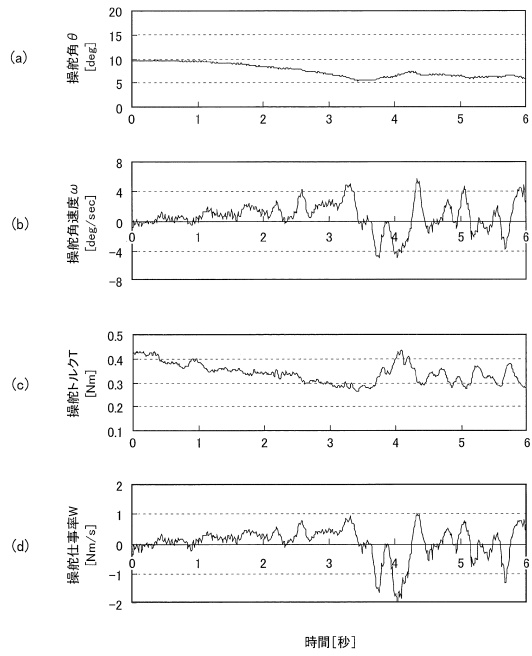
【図6】



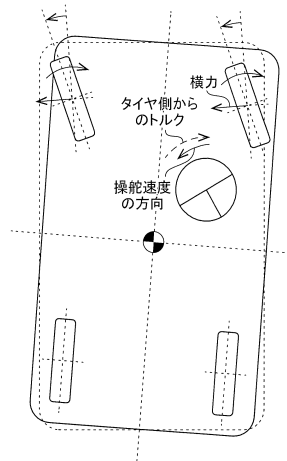
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

審査官 三宅 龍平

- (56)参考文献 特開2007-326453(JP,A)
特開2000-168599(JP,A)
特開平07-040756(JP,A)
特開2011-031769(JP,A)
特開平11-078940(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B62D 5/00 - 6/10
B62D 101/00
B62D 117/00
B62D 119/00