

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6583183号
(P6583183)

(45) 発行日 令和1年10月2日(2019.10.2)

(24) 登録日 令和1年9月13日(2019.9.13)

(51) Int. Cl.	F 1
G08G 1/16 (2006.01)	G08G 1/16 F
B60W 30/12 (2006.01)	B60W 30/12 ZYW
B60W 40/08 (2012.01)	B60W 40/08
B60W 50/14 (2012.01)	B60W 50/14
B60W 10/184 (2012.01)	B60W 10/184

請求項の数 5 (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-153579 (P2016-153579)	(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	平成28年8月4日(2016.8.4)	(74) 代理人	110000213 特許業務法人プロスペック特許事務所
(65) 公開番号	特開2018-22365 (P2018-22365A)	(72) 発明者	大竹 宏忠 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(43) 公開日	平成30年2月8日(2018.2.8)	審査官	藤村 泰智
審査請求日	平成30年2月21日(2018.2.21)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両の前方の道路を認識して目標走行ラインを設定し、前記車両が前記目標走行ラインに沿って走行するように運転者の運転支援を行うための車線維持支援制御量を演算し、前記車線維持支援制御量に基づいて前記車両の操舵制御を行う車線維持支援手段と、

前記車線維持支援手段によって前記操舵制御が行われている状況において、前記運転者が操舵ハンドルの操作をしていないと推定される手放し状態が予め設定した仮異常判定時間以上継続したか否かを判定し、前記手放し状態が前記仮異常判定時間以上継続したときに、前記運転者が前記車両を運転する能力を失っている異常状態にあるとの仮の判定を行う仮判定手段と、

前記仮判定手段によって前記仮の判定が行われた場合に、前記車両が前記目標走行ラインに沿って走行する車線維持性能を低下させた状態で車線内を走行するように、前記仮の判定が行われる前に比べて、前記車線維持支援制御量を低減する制御量変更手段と、

前記制御量変更手段によって前記車線維持支援制御量が変更された後において、前記運転者が前記異常状態にあると推定される状態が予め設定した設定タイミングまで継続したか否かを判定し、前記運転者が前記異常状態にあると推定される状態が前記設定タイミングまで継続したときに、前記運転者が前記異常状態にあるとの判定を確定させる異常確定手段と、

前記運転者が前記異常状態にあるとの判定が確定したことに基づいて、危険回避用の運転制御である異常時運転制御を実施する異常時運転制御手段と

を備え、

前記車線維持支援手段は、前記目標走行ラインの曲率に基づいて演算される曲率制御量と、前記目標走行ラインと前記車両の位置とにおける道路幅方向の距離偏差に基づいて演算される距離偏差制御量と、前記目標走行ラインの方向と前記車両の向きとのずれ角に基づいて演算されるヨー角偏差制御量とを含んだ車線維持支援制御量を演算し、

前記制御量変更手段は、前記曲率制御量に比べて、前記距離偏差制御量と前記ヨー角偏差制御量との低減度合を大きくして、前記車線維持支援制御量を低減するように構成されている車両制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の車両制御装置において、

前記異常時運転制御手段は、前記車両を停止させるべく目標減速度にて減速させるように構成されている車両制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載の車両制御装置において、

前記異常時運転制御手段は、前記車線維持支援制御量を、それまでの前記車線維持性能を低下させた車線維持支援制御量から、前記車線維持性能を向上させた車線維持支援制御量に変更するように構成されている車両制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 の何れか一項記載の車両制御装置において、

前記制御量変更手段は、前記距離偏差制御量と前記ヨー角偏差制御量とを低減し、前記曲率制御量については低減しないように構成されている車両制御装置。

【請求項 5】

請求項 4 記載の車両制御装置において、

前記制御量変更手段は、前記車線維持支援手段が前記道路を認識できる認識レベルが閾値以下である場合には、前記車線維持支援制御量の変更を実施しないように構成されている車両制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、運転者が車両を運転する能力を失っている異常状態に陥った場合に対処する車両制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、運転者が車両を運転する能力を失っている異常状態（例えば、居眠り運転状態及び心身機能停止状態等）に陥っているか否かを判定し、そのような判定がなされた場合に車両を減速させる装置が提案されている（例えば、特許文献 1 を参照。）。なお、以下において、「運転者が車両を運転する能力を失っている異常状態」を単に「異常状態」とも称呼し、「運転者が異常状態にあるか否かの判定」を、単に「運転者の異常判定」とも称呼する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2009 - 73462 号公報

【発明の概要】

【0004】

例えば、運転者が運転操作をしていないと推定される無操作状態が所定時間継続した場合に、運転者が異常状態にあると判定することができる。しかし、運転者のハンドル操作を支援する機能の一つである車線維持制御が実施されている場合には、運転者が、車線維持制御を過信してハンドル操作を怠ることがある。つまり、手放し運転をしてしまうことがある。そうした場合には、実際には、運転者が異常状態では無いにもかかわらず、異常

10

20

30

40

50

状態にあると判定されてしまうことがある。また、そうした誤った判定がなされた状況において車線維持制御が継続されてしまうと、運転者に車線維持制御を更に過信させることになったり、手放し運転してもよいシステムであると運転者に誤解させることになったりして、手放し運転が継続されてしまう。

【0005】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、運転者に手放し運転をさせないようにして、運転者の異常状態を適正に判定することを目的とする。

【0006】

上記目的を達成するために、本発明の車両制御装置の特徴は、

車両の前方の道路を認識して目標走行ラインを設定し、前記車両が前記目標走行ラインに沿って走行するように運転者の運転支援を行うための車線維持支援制御量を演算し、前記車線維持支援制御量に基づいて前記車両の操舵制御を行う車線維持支援手段(10, 60)と、

前記車線維持支援手段によって前記操舵制御が行われている状況において、前記運転者が操舵ハンドルの操作をしていないと推定される手放し状態が予め設定した仮異常判定時間以上継続したか否かを判定し、前記手放し状態が前記仮異常判定時間以上継続したときに、前記運転者が前記車両を運転する能力を失っている異常状態にあるとの仮の判定を行う仮判定手段(10, S13, S14)と、

前記仮判定手段によって前記仮の判定が行われた場合に、前記車両が前記目標走行ラインに沿って走行する車線維持性能を低下させた状態で車線内を走行するように、前記仮の判定が行われる前に比べて、前記車線維持支援制御量を低減する制御量変更手段(10, S15, S42)と、

前記制御量変更手段によって前記車線維持支援制御量に変更された後において、前記運転者が前記異常状態にあると推定される状態が予め設定した設定タイミングまで継続したか否かを判定し(10, S16, S17, S32)、前記運転者が前記異常状態にあると推定される状態が前記設定タイミングまで継続したときに、前記運転者が前記異常状態にあるとの判定を確定させる異常確定手段(10, S18)と、

前記運転者が前記異常状態にあるとの判定が確定したことに基づいて、前記車両を危険から回避させるための運転制御である異常時運転制御を実施する異常時運転制御手段(10, S19, S20, S33, S43, S52, 30, 40)と

を備え、

前記車線維持支援手段は、前記目標走行ラインの曲率に基づいて演算される曲率制御量($K1 \times$)と、前記目標走行ラインと前記車両の位置とにおける道路幅方向の距離偏差に基づいて演算される距離偏差制御量($K3 \times Dc$)と、前記目標走行ラインの方向と前記車両の向きとのずれ角に基づいて演算されるヨー角偏差制御量($K2 \times y$)とを含んだ車線維持支援制御量(LKA^*)を演算し、

前記制御量変更手段は、前記曲率制御量に比べて、前記距離偏差制御量と前記ヨー角偏差制御量との低減度合を大きくして、前記車線維持支援制御量を低減するように構成されていることにある。

【0007】

本発明においては、車線維持支援手段が、車両の前方の道路を認識して(例えば、道路の両側の白線を認識して)目標走行ラインを設定し、車両が目標走行ラインに沿って走行するように運転者の運転支援を行うための車線維持支援制御量を演算し、車線維持支援制御量に基づいて車両の操舵制御を行う。この車線維持支援制御量に基づいて行われる操舵制御を、車線維持制御と呼ぶ。

【0008】

仮判定手段は、車線維持支援手段によって操舵制御が行われている状況において、運転者が操舵ハンドルの操作をしていないと推定される手放し状態が予め設定した仮異常判定時間以上継続したか否かを判定し、手放し状態が仮異常判定時間以上継続したときに、運転者が車両を運転する能力を失っている異常状態にあるとの仮の判定を行う。運転者が実

10

20

30

40

50

際に異常状態に陥っている場合には、操舵ハンドルが操作されない状態が継続されるため、異常状態にあるとの仮の判定が行われるが、正常な（運転する能力のある）運転者がハンドル操作を怠っている場合にも、異常状態にあるとの仮の判定が行われる。

【0009】

横着してハンドル操作を怠っている運転者に対しては、ハンドルを握らせる必要がある。また、運転者にハンドルを握らせることによって、そうした運転者を異常状態にあると判定されないようにすることができる。

【0010】

そこで、制御量変更手段は、仮判定手段によって仮の判定が行われた場合に、車両が目標走行ラインに沿って走行する車線維持性能を低下させた状態で車線内を走行するように、仮の判定が行われる前に比べて、車線維持支援制御量を低減する。これにより、運転者にとって所望となる走行ラインを車両が走行しなくなり、運転者に対してハンドル操作が促される。これにより、ハンドル操作を怠っていた運転者は、ハンドル操作を開始するとともに、車線維持制御を過信しなくなる。また、例えば、車両を車線内でふらつくように走行させた場合には、この車両の動きによって、居眠りしていた運転者を目覚めさせることができる場合もある。

【0011】

異常確定手段は、制御量変更手段によって車線維持支援制御量に変更された後において、運転者が異常状態にあると推定される状態が予め設定した設定タイミングまで継続したか否かを判定し、運転者が異常状態にあると推定される状態が設定タイミングまで継続したときに、運転者が異常状態にあるとの判定を確定させる。この場合、異常確定手段は、「運転者が異常状態にあると推定される状態」を検出するが、その状態の検出は、例えば、操舵ハンドルの操作を含めた運転者が車両を運転するための操作を行わない状態（運転無操作状態）の検出を採用することができる。また、例えば、特開2013-152700号公報等に開示されている所謂「ドライバモニタ技術」を採用することもできる。また、運転者が確認ボタンの押動操作を促されても当該確認ボタンを押動操作しない状態の検出等を採用してもよい。

【0012】

また、「予め設定した設定タイミングまで」とは、任意の事象の発生するタイミングを設定することができ、例えば、「予め設定した設定継続時間に到達するまで」、あるいは、「車速が設定車速以下に低下するまで」、あるいは、「車速が設定車速以下に低下し、かつ、予め設定した設定継続時間に到達するまで」などを採用することができる。

【0013】

仮判定手段によって運転者が異常状態にあるとの仮の判定が行われた場合、制御量変更手段が、車線維持支援制御量を仮の判定が行われる前に比べて低減する。これにより、車両が目標走行ラインに沿って走行しにくくなり、車線内をふらつくようになる。従って、運転能力を失っていない運転者であれば、車両の走行状態の変化によって何らかの反応を示す。例えば、操舵ハンドル操作、ブレーキペダル操作、あるいは、アクセルペダル操作などの運転者の運転操作が開始される。あるいは、運転者の意識的な姿勢の変化などが現れる。従って、こうした運転者の反応の有無に基づいて、運転者の異常状態の判定を確定させることができる。これにより、運転者の反応が無い状態が、異常確定条件が成立するまで継続したときに、運転者が異常状態にあるとの判定を確定することができる。従って、ハンドル操作を怠って手放し運転をしていた運転者が含まれないようにして、運転者が異常状態にあるとの判定を確定させることができる。異常時運転制御手段は、運転者が異常状態にあるとの判定が確定したことに基づいて、危険回避用の運転制御である異常時運転制御を実施する。

【0014】

また、本発明においては、車線維持支援手段によって演算される車線維持支援制御量は、目標走行ラインの曲率に基づいて演算される曲率制御量と、目標走行ラインと車両の位置とにおける道路幅方向の距離偏差に基づいて演算される距離偏差制御量と、目標走行ラ

10

20

30

40

50

インの方向と車両の向きとのずれ角に基づいて演算されるヨー角偏差制御量とを含んでいる。制御量変更手段は、曲率制御量に比べて、距離偏差制御量とヨー角偏差制御量との低減度合を大きくして、車線維持支援制御量を低減する。従って、車両を車線の外に逸脱させないように車線内で適切にふらつかせることができる。

この結果、本発明によれば、運転者に手放し運転をさせないようにして、運転者の異常状態を適正に判定することができる。

【0015】

この場合、異常時運転制御手段は、車両を停止させるべく目標減速度にて減速させる（S20，S33）ように構成されているとよい。これにより車両を停止させて、安全を確保することができる。

10

【0016】

また、異常時運転制御手段は、車線維持支援制御量を、それまでの車線維持性能を低下させた車線維持支援制御量から、車線維持性能を向上させた車線維持支援制御量に変更する（S19，S43，S52）ように構成されているとよい。これにより、車両を目標走行ラインに沿って走行させることができ、隣接車線に走行する他車両との接触等を回避することができる。

【0021】

この場合、前記制御量変更手段は、前記距離偏差制御量と前記ヨー角偏差制御量とを低減し、前記曲率制御量については低減しないように構成されているとよい。

【0022】

本発明の一側面の特徴は、

前記制御量変更手段は、前記車線維持支援手段が前記道路を認識できる認識レベルが閾値以下である場合には、前記車線維持支援制御量の変更を実施しないように構成されていることにある。

20

【0023】

本発明の一側面においては、車線維持支援手段が道路を認識できる認識レベルが閾値以下である場合、制御量変更手段は、車線維持支援制御量の変更を実施しない。道路を認識できる認識レベルは、例えば、認識できている白線の距離などを用いることができる。この場合、認識できている白線の距離が閾値以下である場合、車線維持支援制御量の変更をしなくても、車両が車線内をふらつきやすい。従って、そうした場合には、制御量変更手段は、車線維持支援制御量の変更を実施しない。これにより、車両の車線維持性能を過剰に低下させないようにすることができる。

30

【0029】

上記説明においては、発明の理解を助けるために、実施形態に対応する発明の構成要件に対して、実施形態で用いた符号を括弧書きで添えているが、発明の各構成要件は、前記符号によって規定される実施形態に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】本発明の実施形態に係る車両制御装置の概略構成図である。

【図2】左白線、右白線、目標走行ラインおよびカーブ半径を表した平面図である。

40

【図3】車線維持制御を説明するための図である。

【図4】車線逸脱防止制御を説明するための図である。

【図5】第1実施形態の異常時運転支援制御ルーチンを表すフローチャートである。

【図6】第2実施形態の異常時運転支援制御ルーチンを表すフローチャートである。

【図7】第2実施形態における異常確定変形例を表すフローチャートの一部である。

【図8】第3実施形態の異常時運転支援制御ルーチンを表すフローチャートである。

【図9】第3実施形態の異常時運転支援制御ルーチンを表すフローチャートである。

【図10】第1、第2実施形態に適用される白線認識不良対応変形例を表すフローチャートの一部である。

【図11】第3に適用される白線認識不良対応変形例を表すフローチャートの一部である

50

。【図12】第4実施形態の異常時運転支援制御処理を表すタイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0031】

以下、本発明の実施形態に係る車両制御装置について図面を参照しながら説明する。

【0032】

本発明の実施形態に係る車両制御装置は、図1に示したように、車両（以下において、他の車両と区別するために、「自車両」と称呼される場合がある。）に適用され、運転支援ECU10、エンジンECU30、ブレーキECU40、電動パーキングブレーキECU50、ステアリングECU60、メータECU70、警報ECU80、および、ボディECU90を備えている。

10

【0033】

これらのECUは、マイクロコンピュータを主要部として備える電気制御装置（Electric Control Unit）であり、図示しないCAN（Controller Area Network）を介して相互に情報を送信可能及び受信可能に接続されている。本明細書において、マイクロコンピュータは、CPU、ROM、RAM、不揮発性メモリ及びインターフェースI/F等を含む。CPUはROMに格納されたインストラクション（プログラム、ルーチン）を実行することにより各種機能を実現するようになっている。これらのECUは、幾つか又は全部が一つのECUに統合されてもよい。

【0034】

20

運転支援ECU10は、以下に列挙するセンサ（スイッチを含む。）と接続されており、それらのセンサの検出信号又は出力信号を受信するようになっている。なお、各センサは、運転支援ECU10以外のECUに接続されていてもよい。その場合、運転支援ECU10は、センサが接続されたECUからCANを介してそのセンサの検出信号又は出力信号を受信する。

【0035】

アクセルペダル操作量センサ11は、自車両のアクセルペダル11aの操作量（アクセル開度）を検出し、アクセルペダル操作量APを表す信号を出力するようになっている。

ブレーキペダル操作量センサ12は、自車両のブレーキペダル12aの操作量を検出し、ブレーキペダル操作量BPを表す信号を出力するようになっている。

30

ストップランプスイッチ13は、ブレーキペダル12aが踏み込まれていないとき（操作されていないとき）にローレベル信号を出力し、ブレーキペダル12aが踏み込まれたとき（操作されているとき）にハイレベル信号を出力するようになっている。

【0036】

操舵角センサ14は、自車両の操舵角を検出し、操舵角をを表す信号を出力するようになっている。

操舵トルクセンサ15は、操舵ハンドルSWの操作により自車両のステアリングシャフトUSに加わる操舵トルクを検出し、操舵トルクTraを表す信号を出力するようになっている。

車速センサ16は、自車両の走行速度（車速）を検出し、車速SPDを表す信号を出力するようになっている。

40

【0037】

レーダセンサ17aは、自車両の前方の道路、及び、その道路に存在する立体物に関する情報を取得するようになっている。立体物は、例えば、歩行者、自転車及び自動車などの移動物、並びに、電柱、樹木及びガードレールなどの固定物を表す。以下、これらの立体物は「物標」と称呼される場合がある。

【0038】

レーダセンサ17aは、何れも図示しない「レーダ送受信部と信号処理部」とを備えている。

レーダ送受信部は、ミリ波帯の電波（以下、「ミリ波」と称呼する。）を自車両の前方

50

領域を含む自車両の周辺領域に放射し、放射範囲内に存在する物標によって反射されたミリ波（即ち、反射波）を受信する。

信号処理部は、送信したミリ波と受信した反射波との位相差、反射波の減衰レベル及びミリ波を送信してから反射波を受信するまでの時間等に基づいて、検出した各物標に対する、車間距離（縦距離）、相対速度、横距離、及び、相対横速度等を所定時間の経過毎に取得する。

【 0 0 3 9 】

カメラ装置 1 7 b は、何れも図示しない「ステレオカメラ及び画像処理部」を備えている。

ステレオカメラは、自車両前方の左側領域及び右側領域の風景を撮影して左右一对の画像データを取得する。

画像処理部は、ステレオカメラが撮影した左右一对の画像データに基づいて、物標の有無及び自車両と物標との相対関係などを演算して出力するようになっている。

【 0 0 4 0 】

なお、運転支援 E C U 1 0 は、レーダセンサ 1 7 a によって得られた自車両と物標との相対関係と、カメラ装置 1 7 b によって得られた自車両と物標との相対関係と、を合成することにより、自車両と物標との相対関係（物標情報）を決定するようになっている。更に、運転支援 E C U 1 0 は、カメラ装置 1 7 b が撮影した左右一对の画像データ（道路画像データ）に基づいて、道路の左及び右の白線などのレーンマーカー（以下、単に「白線」と称呼する。）を認識し、道路の形状（道路の曲がり方の程度を示す曲率半径）、及び、道路と自車両との位置関係等を取得するようになっている。加えて、運転支援 E C U 1 0 は、カメラ装置 1 7 b が撮影した画像データに基づいて、路側壁が存在するか否かについての情報も取得できるようになっている。

【 0 0 4 1 】

操作スイッチ 1 8 は、運転者により操作されるスイッチである。運転者は、操作スイッチ 1 8 を操作することにより、車線維持制御（L K A : レーン・キープ・アシスト制御）を実行するか否かを選択することができる。また、運転者は、操作スイッチ 1 8 を操作することにより、車線逸脱防止制御（L D A : レーン・デパーチャー・アラート制御）を実行するか否かを選択することができる。更に、運転者は、操作スイッチ 1 8 を操作することにより、追従車間距離制御（A C C : アダプティブ・クルーズ・コントロール）を実行するか否かを選択することができる。

【 0 0 4 2 】

確認ボタン 1 9 は、運転者により操作可能な位置に配設されていて、操作されていない場合にはローレベル信号を出力し、押動操作されるとハイレベル信号を出力するようになっている。

【 0 0 4 3 】

運転支援 E C U 1 0 は、車線維持制御、車線逸脱防止制御、及び、追従車間距離制御を実行できるようになっている。更に、運転支援 E C U 1 0 は、後述するように、運転者が車両を運転する能力を失っている異常状態にあるか否かを判定するとともに、運転者が異常状態にあると判定した場合に適切な処理を行うための各種制御を行うようになっている。

【 0 0 4 4 】

エンジン E C U 3 0 は、エンジンアクチュエータ 3 1 に接続されている。エンジンアクチュエータ 3 1 は内燃機関 3 2 の運転状態を変更するためのアクチュエータである。本例において、内燃機関 3 2 はガソリン燃料噴射・火花点火式・多気筒エンジンであり、吸入空気量を調整するためのスロットル弁を備えている。エンジンアクチュエータ 3 1 は、少なくとも、スロットル弁の開度を変更するスロットル弁アクチュエータを含む。エンジン E C U 3 0 は、エンジンアクチュエータ 3 1 を駆動することによって、内燃機関 3 2 が発生するトルクを変更することができる。内燃機関 3 2 が発生するトルクは図示しない変速機を介して図示しない駆動輪に伝達されるようになっている。従って、エンジン E C U 3

10

20

30

40

50

0 は、エンジンアクチュエータ 3 1 を制御することによって、自車両の駆動力を制御し加速状態（加速度）を変更することができる。

【 0 0 4 5 】

ブレーキ ECU 4 0 は、ブレーキアクチュエータ 4 1 に接続されている。ブレーキアクチュエータ 4 1 は、ブレーキペダルの踏力によって作動油を加圧する図示しないマスタシリンダと、左右前後輪に設けられる摩擦ブレーキ機構 4 2 との間の油圧回路に設けられる。摩擦ブレーキ機構 4 2 は、車輪に固定されるブレーキディスク 4 2 a と、車体に固定されるブレーキキャリア 4 2 b とを備える。ブレーキアクチュエータ 4 1 は、ブレーキ ECU 4 0 からの指示に応じてブレーキキャリア 4 2 b に内蔵されたホイールシリンダに供給する油圧を調整し、その油圧によりホイールシリンダを作動させることによりブレーキパッドをブレーキディスク 4 2 a に押し付けて摩擦制動力を発生させる。従って、ブレーキ ECU 4 0 は、ブレーキアクチュエータ 4 1 を制御することによって、自車両の制動力を制御することができる。

10

【 0 0 4 6 】

電動パーキングブレーキ ECU（以下、「EPB・ECU」と称呼される場合がある。）5 0 は、パーキングブレーキアクチュエータ（以下、「PKBアクチュエータ」と称呼される場合がある。）5 1 に接続されている。PKBアクチュエータ 5 1 は、ブレーキパッドをブレーキディスク 4 2 a に押し付けるか、ドラムブレーキを備えている場合には車輪とともに回転するドラムにシューを押し付けるためのアクチュエータである。従って、EPB・ECU 5 0 は、PKBアクチュエータ 5 1 を用いてパーキングブレーキ力を車輪に加え、自車両を停止状態に維持することができる。

20

【 0 0 4 7 】

ステアリング ECU 6 0 は、周知の電動パワーステアリングシステムの制御装置であって、モータドライバ 6 1 に接続されている。モータドライバ 6 1 は、転舵用モータ 6 2 に接続されている。転舵用モータ 6 2 は、図示しない車両の「操舵ハンドル、操舵ハンドルに連結されたステアリングシャフト及び操舵用ギア機構等を含むステアリング機構」に組み込まれている。転舵用モータ 6 2 は、モータドライバ 6 1 から供給される電力によってトルクを発生し、このトルクによって操舵アシストトルクを加えたり、左右の操舵輪を転舵したりすることができる。

【 0 0 4 8 】

メータ ECU 7 0 は、図示しないデジタル表示式メータに接続されるとともに、ハザードランプ 7 1 及びストップランプ 7 2 にも接続されている。メータ ECU 7 0 は、運転支援 ECU 1 0 からの指示に応じて、ハザードランプ 7 1 を点滅させることができ、且つ、ストップランプ 7 2 を点灯させることができる。

30

【 0 0 4 9 】

警報 ECU 8 0 は、ブザー 8 1 及び表示器 8 2 に接続されている。警報 ECU 8 0 は、運転支援 ECU 1 0 からの指示に応じてブザー 8 1 を鳴動させて運転者への注意喚起を行うことができ、且つ、表示器 8 2 に注意喚起用のマーク（例えば、ウォーニングランプ）を点灯させたり、警告メッセージを表示したり、運転支援制御の作動状況を表示したりすることができる。

40

【 0 0 5 0 】

ボディ ECU 9 0 は、ドアロック装置 9 1、および、ホーン 9 2 に接続されている。ボディ ECU 9 0 は、運転支援 ECU 1 0 からの指示に応じて、ドアロック装置 9 1 の解除を行うことができる。また、ボディ ECU 9 0 は、運転支援 ECU 1 0 からの指示に応じて、ホーン 9 2 を鳴動させることができる。

【 0 0 5 1 】

< 運転支援 ECU 1 0 の行う制御処理 >

次に、運転支援 ECU 1 0 の行う制御処理について説明する。運転支援 ECU 1 0 は、車線維持制御（LKA）及び追従車間距離制御（ACC）の両方が実行されている場合に、後述する異常時運転支援制御ルーチン（図 5）を実施する。そこで、先ず、車線維持制

50

御及び追従車間距離制御から説明する。また、後述する変形例において、運転支援 ECU 10 は、異常時運転支援制御ルーチンの実施中に、車線逸脱防止制御 (LDA) を開始する場合もあるため、この車線逸脱防止制御についてもあわせて説明する。

【0052】

<車線維持制御 (LKA) >

車線維持制御 (以下、LKA と呼ぶ) は、自車両の位置が「その自車両が走行しているレーン (走行車線)」内の目標走行ライン付近に維持されるように、操舵トルクをステアリング機構に付与して運転者の操舵操作を支援する制御である。LKA 自体は周知である (例えば、特開 2008-195402 号公報、特開 2009-190464 号公報、特開 2010-6279 号公報、及び、特許第 4349210 号明細書、等を参照。)。従って、以下、簡単に説明する。

10

【0053】

運転支援 ECU 10 は、操作スイッチ 18 の操作によって LKA が要求されている場合、LKA を実行する。より具体的に述べると、図 2 に示したように、運転支援 ECU 10 は、LKA が要求されている場合に、カメラ装置 17b から送信された画像データに基づいて自車両が走行している車線の「左白線 LL 及び右白線 LR」を認識 (取得) し、それらの一対の白線の中央位置を目標走行ライン Ld として決定する。更に、運転支援 ECU 10 は、目標走行ライン Ld のカーブ半径 (曲率半径) R と、左白線 LL と右白線 LR とで区画される走行車線における自車両の位置及び向きと、を演算する。そして、運転支援 ECU 10 は、図 3 に示すように、自車両 C の前端中央位置と目標走行ライン Ld とのあいだの道路幅方向の距離 Dc (以下、「センター距離 Dc」と称呼する。) と、目標走行ライン Ld の方向と自車両 C の進行方向とのずれ角 γ (以下、「ヨー角 γ 」と称呼する。) とを演算する。

20

【0054】

更に、運転支援 ECU 10 は、センター距離 Dc とヨー角 γ と道路曲率 ($= 1 / \text{曲率半径 } R$) とに基づいて、下記の (1) 式により、目標舵角 LKA* を所定の演算周期にて演算する。(1) 式において、K1、K2 及び K3 は制御ゲインである。目標舵角 LKA* は、自車両が目標走行ライン Ld に沿って走行できるように設定される舵角である。

$$LKA^* = K1 \times \quad + K2 \times \gamma + K3 \times Dc \quad \dots (1)$$

30

【0055】

運転支援 ECU 10 は、この目標舵角 LKA* を表す指令信号をステアリング ECU 60 に出力する。ステアリング ECU 60 は、舵角が目標舵角 LKA* に追従するように転舵用モータ 62 を駆動制御する。この場合、運転支援 ECU 10 は、目標舵角 LKA* と実舵角とに基づいて、目標舵角 LKA* を得るための目標トルクを所定の演算周期にて演算する。例えば、運転支援 ECU 10 は、目標舵角 LKA* と実舵角との偏差と、目標トルクとの関係を規定したルックアップテーブルを予め記憶しており、このテーブルを参照することにより目標トルクを演算する。そして、運転支援 ECU 10 は、ステアリング ECU 60 を用いて転舵用モータ 62 で目標トルクを発生するように転舵用モータ 62 を駆動制御する。尚、実舵角は、操舵角センサ 14 によって検出される操舵角 を用いてもよいし、操舵輪の舵角を直接検出するセンサの検出値を用いてもよい。

40

【0056】

尚、LKA で用いる制御量は、この例では、目標舵角 LKA* としているが、それに代えて、自車両の目標ヨーレート、あるいは、目標横加速度としてもよい。つまり、式 (1) の左辺を目標ヨーレート、あるいは、目標横加速度としてもよい。この場合、例えば、運転支援 ECU 10 は、図示しないヨーレートセンサ、あるいは、横加速度センサの検出信号を入力し、目標ヨーレートと実ヨーレート (ヨーレートセンサの検出値) との偏差、あるいは、目標横加速度と実横加速度 (横加速度センサの検出値) との偏差を演算する。そして、運転支援 ECU 10 は、こうした偏差と目標トルクとの関係を規定したルックアップ

50

プテーブルを参照して、目標トルクを演算する。

【0057】

尚、LK Aは、あくまでも自車両の走行位置が目標走行ラインL dに沿って走行するように運転者の運転を支援するものである。従って、LK Aが実施されている場合であっても、手放し運転が許容されるわけではなく、運転者は、操舵ハンドルS Wを握っている必要がある。以上が、LK Aの概要である。

【0058】

このLK Aを実施する運転支援E C U 1 0の機能部が、本発明の車線維持支援手段に相当する。

【0059】

<車線逸脱防止制御(L D A)>

車線逸脱防止制御(以下、L D Aと呼ぶ)は、自車両の位置が「その自車両が走行しているレーン(走行車線)」の外に逸脱しないように、操舵トルクをステアリング機構に付与して運転者の操舵操作を支援する制御である。また、L D Aが実行される場合には、運転者に対してブザー8 1あるいは表示器8 2によって警告が行われる。L D A自体は周知である。従って、以下、簡単に説明する。

【0060】

運転支援E C U 1 0は、操作スイッチ1 8の操作によってL D Aが要求されている場合、L D Aを実行する。より具体的に述べると、運転支援E C U 1 0は、L D Aが要求されている場合に、LK Aの実行時と同様に、図2に示すように、カメラ装置1 7 bから送信された画像データに基づいて自車両が走行している車線の「左白線L L及び右白線L R」を認識(取得)し、それらの一対の白線の中央位置である中央ラインL dのカーブ半径Rを演算する。また、運転支援E C U 1 0は、図4に示すように、中央ラインL dの方向と自車両Cの向いている方向とのずれ角 γ (以下、ヨー角 γ と呼ぶ)とを演算する。更に、運転支援E C U 1 0は、自車両Cの右前輪と右白線L Rとの間、および、左前輪と左白線L Lとの間のそれぞれの道路幅方向の距離D s (サイド距離D s と呼ぶ)を演算する。図4は、右前輪と右白線L Rとの間のサイド距離D sのみを示している。この場合、サイド距離D sは、左右2つ存在するが、L D Aの制御量の演算にあたっては、自車両が車線から逸脱すると推定される方向、つまり、ヨー角 γ によって示されている方向のサイド距離D sを用いればよい。

【0061】

運転支援E C U 1 0は、下記(2)式により、目標舵角 LDA*を所定の演算周期にて演算する。目標舵角 LDA*は、自車両が白線の外側に逸脱しないように設定される舵角である。

$$LDA^* = K4 \times \quad + K5 \times \gamma + K6 \times Ds' \quad \dots (2)$$

【0062】

ここで、K 4、K 5、および、K 6は、それぞれ制御ゲインである。また、 $\frac{1}{R}$ は道路曲率(= 1 / R)である。また、D s 'は、サイド距離D sに対応して設定され、前輪が逸脱回避の対象となる白線よりも内側(道路中央側)に位置する場合には、その前輪が白線よりも内側に位置するほど(D sが大きいほど)小さな値に設定され、前輪が逸脱回避の対象となる白線よりも外側に位置する場合には、その前輪が白線から外方向に離れるほど大きな値に設定される。

【0063】

運転支援E C U 1 0は、この目標舵角 LDA*を表す指令信号をステアリングE C U 6 0に出力する。ステアリングE C U 6 0は、舵角が目標舵角 LDA*に追従するように転舵用モータ6 2を駆動制御する。この場合、運転支援E C U 1 0は、LK Aの実行時と同様に、目標舵角 LDA*と実舵角とに基づいて、目標操舵トルクを所定の演算周期にて演算し、ステアリングE C U 6 0を用いて転舵用モータ6 2で目標トルクを発生するように転舵用

10

20

30

40

50

モータ62を駆動制御する。

【0064】

尚、LDAで用いる制御量は、この例では、目標舵角 LDA*としているが、それに代えて、目標ヨーレート、あるいは、目標横加速度としてもよい。つまり、式(2)の左辺を自車両の目標ヨーレート、あるいは、目標横加速度としてもよい。この場合、例えば、運転支援ECU10は、図示しないヨーレートセンサ、あるいは、横加速度センサの検出信号を入力し、目標ヨーレートと実ヨーレート(ヨーレートセンサの検出値)との偏差、あるいは、目標横加速度と実横加速度との偏差を演算する。そして、運転支援ECU10は、こうした偏差と目標トルクとの関係を規定したルックアップテーブルを参照して、転舵用モータ62の発生させる目標トルクを演算する。以上が、LDAの概要である。

10

【0065】

このLDAを実施する運転支援ECU10の機能部が、本発明の車線逸脱防止手段に相当する。

【0066】

<追従車間距離制御(ACC)>

追従車間距離制御(以下、ACCと呼ぶ)は、物標情報に基づいて、自車両の直前を走行している先行車と自車両との車間距離を所定の距離に維持しながら、自車両を先行車に追従させる制御である。ACC自体は周知である(例えば、特開2014-148293号公報、特開2006-315491号公報、特許第4172434号明細書、及び、特許第4929777号明細書等を参照)。従って、以下、簡単に説明する。

20

【0067】

運転支援ECU10は、操作スイッチ18の操作によってACCが要求されている場合、ACCを実行する。

【0068】

より具体的に述べると、運転支援ECU10は、ACCが要求されている場合、レーダセンサ17aおよびカメラ装置17bにより取得した物標情報に基づいて追従対象車両を選択する。例えば、運転支援ECU10は、検出した物標(n)の横距離Dfy(n)と車間距離Dfx(n)とから特定される物標(n)の相対位置が、車間距離が長くなるほど横距離が短くなるように予め定められた追従対象車両エリア内に存在するか否かを判定する。そして、その物標の相対位置が追従対象車両エリア内に所定時間以上に渡って存在する場合、その物標(n)を追従対象車両として選択する。

30

【0069】

更に、運転支援ECU10は、目標加速度Gtgtを下記(3)式及び(4)式の何れかに従って算出する。(3)式及び(4)式において、Vfx(a)は追従対象車両(a)の相対速度であり、k1及びk2は所定の正のゲイン(係数)であり、D1は「追従対象車両(a)の車間距離Dfx(a)から目標車間距離Dtgt」を減じることにより得られる車間偏差(=Dfx(a)-Dtgt)である。なお、目標車間距離Dtgtは、運転者により操作スイッチ18を用いて設定される目標車間時間Ttgtに自車両の車速SPDを乗じることにより算出される(即ち、Dtgt=Ttgt・SPD)。

40

【0070】

運転支援ECU10は、値(k1・D1+k2・Vfx(a))が正又は「0」の場合に下記(3)式を使用して目標加速度Gtgtを決定する。ka1は、加速用の正のゲイン(係数)であり、「1」以下の値に設定されている。

運転支援ECU10は、値(k1・D1+k2・Vfx(a))が負の場合に下記(4)式を使用して目標加速度Gtgtを決定する。kd1は、減速用のゲイン(係数)であり、本例においては「1」に設定されている。

$$G_{tgt}(\text{加速用}) = k_{a1} \cdot (k_1 \cdot D_1 + k_2 \cdot V_{fx}(a)) \quad \dots (3)$$

$$G_{tgt}(\text{減速用}) = k_{d1} \cdot (k_1 \cdot D_1 + k_2 \cdot V_{fx}(a)) \quad \dots (4)$$

50

【 0 0 7 1 】

なお、追従対象車両エリアに物標が存在しない場合、運転支援 ECU10 は、自車両の車速 SPD が「目標車間時間 T t g t に応じて設定される目標速度」に一致するように、目標速度と車速 SPD に基づいて目標加速度 G t g t を決定する。

【 0 0 7 2 】

運転支援 ECU10 は、自車両の加速度が目標加速度 G t g t に一致するように、エンジン ECU30 を用いてエンジンアクチュエータ 31 を制御するとともに、必要に応じてブレーキ ECU40 を用いてブレーキアクチュエータ 41 を制御する。以上が、ACC の概要である。

【 0 0 7 3 】

< 異常時運転支援制御ルーチン >

次に、運転支援 ECU10 の行う異常時運転支援制御処理について説明する。図 5 は、運転支援 ECU10 の実施する異常時運転支援制御ルーチンを表す。運転支援 ECU10 は、LKA および ACC の両方を実施しているときに、それらと並行して、異常時運転支援制御ルーチンを実施する。

【 0 0 7 4 】

異常時運転支援制御ルーチンが起動すると、運転支援 ECU10 は、ステップ S11 において、運転者の状態を「正常」に設定する。この異常時運転支援制御ルーチンにおいては、運転者の状態に従って、その処理を決定するが、起動時においては運転者の状態が設定されていない。そこで、このステップ S11 では、初期設定を兼ねて、運転者の状態が

【 0 0 7 5 】

続いて、運転支援 ECU10 は、ステップ S12 において、LKA の制御モードを「通常モード」に設定する。LKA は、その制御モードが「通常モード」と「弱めモード」とに分かれており、その一方のモードが選択されて実行される。「通常モード」は、自車両が目標走行ラインに沿って適切に走行できるように舵角が制御されるモードであり、上述した式(1)にて制御量が設定される。一方、「弱めモード」は、「通常モード」に比べて、自車両が目標走行ラインに沿って走行しにくくなるように舵角が制御されるモードである。LKA は、「弱めモード」が設定されない限り、「通常モード」に設定される。この LKA における 2 つの制御モードは、運転者の好みによって設定されるものではなく、この異常時運転支援制御ルーチンによって設定される。

【 0 0 7 6 】

運転支援 ECU10 は、異常時運転支援制御ルーチンと並行して LKA を実施している。従って、ステップ S12 は、異常時運転支援制御ルーチンと並行して実施されている LKA の制御モードを「通常モード」に設定する。従って、自車両は目標走行ラインに沿って走行するように運転者の操舵操作が支援される。

【 0 0 7 7 】

続いて、運転支援 ECU10 は、ステップ S13 において、操舵ハンドル SW が操作されていない手放し時間が第 1 時間以上継続したか否について判定する。つまり、運転支援 ECU10 は、操舵ハンドル SW が操作されていない手放し継続時間を計測し、手放し継続時間が第 1 時間以上であるか否かについて判定する。例えば、操舵ハンドル SW が操作されていない状態は、操舵トルクセンサによって検出された操舵トルク T r a が「0」となっている状態として検出することができる。従って、ステップ S13 においては、操舵トルク T r a が「0」となっている継続時間が第 1 時間以上であるか否かについて判定される。

【 0 0 7 8 】

手放し継続時間の計測は、例えば、所定の演算周期で操舵トルク T r a が「0」となっているか否かを判定し、T r a = 0 が検出されるたびにタイマ値をインクリメントし、T r a ≠ 0 が検出されるたびにそのタイマ値をゼロクリアするようにすればよい。この場合、タイマ値が第 1 時間以上に到達したときに、ステップ S13 の判定が「Yes」となる

10

20

30

40

50

【 0 0 7 9 】

運転支援 ECU 10 は、手放し継続時間が第 1 時間到達するまで、ステップ S 1 3 の判定を繰り返し実施する。こうした処理が繰り返され、手放し継続時間が第 1 時間に到達すると (S 1 3 : Yes)、運転支援 ECU 10 は、ステップ S 1 4 において、運転者が異常状態にあると仮に判定する。後述するように、運転者が異常状態にあるとの判定は、ステップ S 1 4 の判定を含めて、2 回に分けて行われる。最初の判定が、このステップ S 1 4 における判定である。この判定を仮の判定と呼び、このときの運転者の状態を「仮異常」と呼ぶ。

【 0 0 8 0 】

運転者が異常状態にあると仮に判定される場合、運転者が、実際に車両を運転する能力を失っている異常状態である場合と、車両を運転する能力を有しているにもかかわらずハンドル操作を怠っている (手放し運転をしている) 場合とが含まれている。

【 0 0 8 1 】

そこで、運転支援 ECU 10 は、後者のハンドル操作を怠っている運転者に対してハンドル操作を促すために、ステップ S 1 5 において、LKA の制御モードを「通常モード」から「弱めモード」に切り替える (「通常モード」 「弱めモード」)。運転支援 ECU 10 は、LKA の制御モードを「弱めモード」に設定した場合、上記式 (1) における制御ゲイン K_2 , 制御ゲイン K_3 を、「通常モード」で使用する値に比べて小さな値に変更する。つまり、ヨー角 y の大きさに比例したヨー角比例項の制御ゲイン K_2 と、センター距離 D_c の大きさに比例したセンター距離比例項の制御ゲイン K_3 とを、「通常モード」で使用する値に比べて小さな値に変更する。

【 0 0 8 2 】

例えば、制御ゲイン K_2 , 制御ゲイン K_3 について、「通常モード」における値を通常制御ゲイン K_{2a} , 通常制御ゲイン K_{3a} と表し、「弱めモード」における値を弱め制御ゲイン K_{2b} , 弱め制御ゲイン K_{3b} と表した場合、弱め制御ゲイン K_{2b} , K_{3b} は、例えば、以下のように表される。

$$K_{2b} = 0.1 \times K_{2a}$$

$$K_{3b} = 0.1 \times K_{3a}$$

この例では、弱め制御ゲイン K_{2b} , K_{3b} は、それぞれ、通常制御ゲイン K_{2a} , K_{3a} の $1/10$ に設定されるが、弱め度合は任意に設定できるものである。

【 0 0 8 3 】

従って、LKA の制御モードが「弱めモード」に設定されると、「通常モード」に比べて、自車両が目標走行ライン L_d に沿って走行しにくくなり、横方向 (道路幅方向) にふらつくようになる。この場合、道路曲率 ($= 1 / \text{曲率半径 } R$) の大きさに比例した曲率比例項の制御ゲイン K_1 については、変更されない。この理由は、制御ゲイン K_1 を小さくすると、カーブしている道路を走行している場合に、自車両が走行レーンの左右白線の外に逸脱するおそれがあるからである。従って、制御ゲイン K_2 , 制御ゲイン K_3 についてのみ低減することにより、自車両を走行レーン内の外に逸脱させないように走行レーン内で適切にふらつかせることができる。

【 0 0 8 4 】

このように自車両の走行状態が変化すると、運転者にとって所望となる走行ラインを自車両が走行しなくなる。このため、運転能力を失っていない運転者に対してハンドル操作が促される。これにより、ハンドル操作を怠っていた運転者は、ハンドル操作を開始するとともに、LKA を過信しなくなる。また、例えば、自車両をふらつかせることによって、居眠りしていた運転者を目覚めさせることができる場合もある。

【 0 0 8 5 】

従って、運転能力を失っていない運転者であれば、ハンドル操作に限らず、自車両の走行状態の変化によって何らかの反応を示す。例えば、ブレーキペダル操作、あるいは、アクセルペダル操作などの運転者の意識的な運転操作が開始されることもある。あるいは、

10

20

30

40

50

運転者の意識的な姿勢の変化などが現れることもある。従って、こうした運転者の反応の有無に基づいて、運転者が車両を運転する能力を失っている異常状態であるのか、車両を運転する能力を有しているにもかかわらずハンドル操作を怠っている状態であったのかについて判別することができる。

【 0 0 8 6 】

運転支援 ECU 10 は、LKA の制御モードを「弱めモード」に設定すると、続く、ステップ S 16 において、運転者が車両を運転するための操作を行わない状態（運転無操作状態）であるか否かについて判定する。この運転無操作状態とは、運転者の操作（運転操作子への入力）によって変化する「アクセルペダル操作量 AP、ブレーキペダル操作量 BP、操舵トルク T_{ra} 及びストップランプスイッチ 13 の信号レベル」の一つ以上の組み合わせからなるパラメータの何れもが変化しない状態である。

10

【 0 0 8 7 】

運転支援 ECU 10 は、運転無操作状態である場合（S 16 : Yes）には、続くステップ S 17 において、運転無操作状態が予め設定した閾値である第 2 時間以上継続したか否かについて判定する。このステップ S 17 で用いられる運転無操作状態の継続時間は、仮の判定がなされてからの継続時間でもよいし、あるいは、ステップ S 13 で計測された手放し継続時間を引き継いだ時間であってもよい。後者の場合には、第 2 時間は、第 1 時間よりも長い時間に設定される。

【 0 0 8 8 】

運転無操作状態の継続時間が第 2 時間未満である場合（S 17 : No）、運転支援 ECU 10 は、その処理をステップ S 16 に戻す。このようにして、運転支援 ECU 10 は、所定の演算周期でステップ S 16、S 17 の処理を繰り返し実施する。この状況においては、運転支援 ECU 10 が判定している運転者の状態は、「仮異常」に維持されている。

20

【 0 0 8 9 】

運転無操作状態の継続時間が第 2 時間に到達する前に、運転操作が検出された場合（S 16 : No）、運転支援 ECU 10 は、その処理をステップ S 11 に戻す。従って、運転者が異常状態にあるとの仮の判定が取り消され、運転者の状態は、「正常」に設定される。また、LKA の制御モードが「通常モード」に戻される（「弱めモード」「通常モード」）。

【 0 0 9 0 】

例えば、ハンドル操作を怠って手放し運転をしていた運転者が、自車両の走行状態の変化によってハンドル操作を再開した場合には、ステップ S 16 において「No」と判定されて、運転者が異常状態にあるとの仮の判定が取り消される。

30

【 0 0 9 1 】

一方、自車両の走行状態の変化にも関わらず、運転無操作状態の継続時間が第 2 時間に達した場合（S 17 : Yes）、運転支援 ECU 10 は、その処理をステップ S 18 に進めて、運転者が異常状態にあるとの判定を確定させる。これにより、運転支援 ECU 10 が判定している運転者の状態は、「仮異常」から「異常」に切り替わる。続いて、運転支援 ECU 10 は、その処理をステップ S 19 に進めて、LKA の制御モードを「通常モード」に切り替える（「弱めモード」「通常モード」）。これにより、自車両を目標走行ライン Ld に沿って適性に走行させることができる。

40

【 0 0 9 2 】

続いて、運転支援 ECU 10 は、ステップ S 20 において、ACC を中止して、自車両を予め設定された一定の目標減速度 で減速させる。この場合、運転支援 ECU 10 は、車速センサ 16 からの信号に基づいて取得される車速 SPD の単位時間あたりの変化量から自車両の加速度を求め、その加速度を目標減速度 と一致させるための指令信号をエンジン ECU 30 及びブレーキ ECU 40 に出力する。これにより、自車両を一定の目標減速度 にて減速させることができる。従って、LKA と並行して減速制御が実施される。

【 0 0 9 3 】

続いて、運転支援 ECU 10 は、ステップ S 21 において、運転者が車両を運転するた

50

めの操作を行わない運転無操作状態であるか否かについて判定する。運転支援 ECU10 は、運転無操作状態である場合には、ステップ S22 において、車速 SPD に基づいて、自車両が停止したか否かについて判定する。運転支援 ECU10 は、自車両が停止していない場合、その処理をステップ S20 に戻して、自車両を目標減速度 で減速させる制御処理である減速制御を継続する。

【0094】

自車両の減速途中において、運転操作が検出された場合 (S21: No)、運転支援 ECU10 は、その処理をステップ S11 に戻す。従って、運転者が異常状態にあると確定された判定が取り消され、運転者の状態は、「正常」に設定される。また、LKA が「通常モード」に設定され、減速制御が中止される。

10

【0095】

運転支援 ECU10 は、運転操作が検出されないまま減速制御によって自車両が停止すると (S22: Yes)、本ルーチンを終了する。

【0096】

以上説明した本実施形態の車両制御装置によれば、LKA の実行中に、運転者の手放し状態が第 1 時間継続されると、運転者が異常状態にあるとの仮の判定がなされて、LKA の制御モードが「弱めモード」に設定される。これにより、自車両を車線内でふらつかせることができ、これに伴って、運転者にハンドル操作が促される。従って、ハンドル操作を怠っていた運転者は、ハンドル操作を開始するとともに、LKA を過信しなくなる。こうして運転操作が開始された場合には、運転者が異常状態にあるとの仮の判定が取り消される。

20

【0097】

一方、LKA を「弱めモード」に設定しても運転無操作状態が第 2 時間以上継続した場合には、運転者が異常状態にあるとの判定が確定する。従って、運転者が異常状態にあるとする判定精度が高くなった段階で、異常判定が確定し、この異常判定の確定によって、異常時運転制御が開始される。異常時運転制御の一つが、自車両を一定の目標減速度 にて減速させる減速制御であり、もう一つが、「通常モード」で実施される LKA である。こうして、自車両を安全に停止させることができる。

【0098】

< 各種の変形例 >

30

尚、ステップ S16 およびステップ S21 における判定に関して、本実施形態では、運転無操作状態であるか否かについて判定しているが、ここでは、運転者が運転能力を失っている状態であるか否かを判定することができる異常判定処理であればよく、他の異常判定方法を採用することができる。

【0099】

例えば、運転者の異常判定方法の別の例として、特開 2013-152700 号公報等に開示されている所謂「ドライバモニタ技術」を利用してもよい。より具体的に述べると、車室内の部材 (例えば、ステアリングホイール及びピラー等) に運転者を撮影するカメラを設け、運転支援 ECU10 は、カメラの撮影画像を用いて運転者の視線の方向又は顔の向きを監視する。運転支援 ECU10 は、運転者の視線の方向又は顔の向きが車両の通常の運転中には長時間向くことがない方向に所定時間以上継続して向いている場合、運転者が異常状態にあると判定する。

40

【0100】

運転者の異常判定方法の別の例として、確認ボタン 19 を利用してもよい。より具体的に述べると、運転支援 ECU10 は、設定確認時間 T1 の経過毎に確認ボタン 19 の操作を表示及び / 又は音声によって催促し、確認ボタン 19 の操作がない状態が上記設定確認時間 T1 よりも長い時間である設定無応答時間 T2 以上に渡って継続したとき、運転者が異常状態にあると判定する。運転者の異常判定については、こうした方法以外にも、任意の方法を採用することができる。

【0101】

50

尚、後述する他の実施形態（第2～第4実施形態）においても、運転無操作の判定に代えて、上記の運転者の異常判定方法等を採用することができる。

【0102】

<第2実施形態>

次に、第2実施形態の車両制御装置について説明する。第2実施形態の車両制御装置は、運転支援ECU10が、上述した異常時運転支援制御ルーチン（図5）に代えて、図6に示す異常時運転支援制御ルーチンを実施する点においてのみ、上述した実施形態と相違する。以下、上述した実施形態を第1実施形態と呼ぶ。

【0103】

第2実施形態では、運転者が異常状態にあるとの仮の判定が行われた段階から自車両を減速させる点で第1実施形態と相違している。以下、第2実施形態における異常時運転支援制御ルーチン（図6）について説明する。第1実施形態と同一の処理については、図面に共通のステップ符号を付して、その説明を省略、あるいは、簡単な説明に留める。第2実施形態における異常時運転支援制御ルーチンが実施される条件は、第1実施形態と同様である。

【0104】

運転支援ECU10は、手放し時間が第1時間以上継続した場合（S13：Yes）、運転者が異常状態であるとの仮の判定を行い（S14）、LKAの制御モードを「弱めモード」に切り替える（S15）。続いて、運転支援ECU10は、ステップS31において、ACCを中止して、自車両を予め設定された一定の第1目標減速度 V_{1} にて減速させる。この場合、運転支援ECU10は、自車両の加速度を第1目標減速度 V_{1} と一致させるための指令信号をエンジンECU30及びブレーキECU40に出力する。これにより、自車両を一定の第1目標減速度 V_{1} にて減速させることができる。この第1目標減速度 V_{1} は、非常に緩やかな減速度（絶対値の小さな減速度）にすることが好ましい。

【0105】

続いて、運転支援ECU10は、ステップS16において、運転無操作状態であるかについて判定し、運転無操作状態である場合には、続くステップS32において、自車両の車速SPDが予め設定された車速閾値SPDref以下であるか否かについて判定する。

【0106】

車速SPDが車速閾値SPDrefを超えている場合（S32：No）、運転支援ECU10は、その処理をステップS31に戻す。このようにして、運転支援ECU10は、所定の演算周期でステップS31、S16、S32における処理を繰り返し実施する。従って、運転操作が検出されない限り、車速SPDが車速閾値SPDrefに低下するまで、第1目標減速度 V_{1} での減速制御が継続される。

【0107】

車速SPDが車速閾値SPDrefに到達する前に、運転操作が検出された場合（S16：No）、運転支援ECU10は、その処理をステップS11に戻す。これにより、運転者が異常状態にあるとの仮の判定は取り消され、運転者の状態は、「正常」に設定される。例えば、居眠りをしていた運転者が自車両の減速あるいは自車両のふらつきによって覚醒されることがある。この場合には、運転操作が再開されて、運転者の「仮異常」が取り消される。

【0108】

運転操作が検出されることなく、車速SPDが車速閾値SPDrefにまで低下すると（S32：Yes）、運転支援ECU10は、ステップS18において、運転者が異常状態にあるとの判定を確定させる（S18）とともに、LKAの制御モードを「通常モード」に戻す（S19）。続いて、運転支援ECU10は、ステップS33において、目標減速度を第1目標減速度 V_{1} から第2目標減速度 V_{2} に切り替えて（ $V_{1} \rightarrow V_{2}$ ）、自車両を減速させる。この第2目標減速度 V_{2} は、第1目標減速度 V_{1} よりも絶対値の大きな値に設定されている。

【0109】

10

20

30

40

50

運転支援 ECU 10 は、自車両を第 2 目標減速度 2 にて減速させながら、ステップ S 2 1 , S 2 2 の判定を繰り返し、自車両が停止する前に運転操作が検出された場合には (S 2 1 : N o)、運転者の異常判定を取り消す。一方、運転操作が検出されることなく自車両が停止した場合には、本ルーチンを終了する。

【 0 1 1 0 】

以上説明した第 2 実施形態の車両制御装置によれば、運転者の手放し状態が第 1 時間継続されると、運転者が異常状態にあるとの仮の判定がなされて、LKA の制御モードが「弱めモード」に設定されるとともに、第 1 目標減速度にて自車両の減速制御が開始される。これにより、第 1 実施形態と同様に、自車両を車線内でふらつかせることができる。従って、実際には運転者が異常状態に陥ってはいない状況であれば、運転者にハンドル操作を促すことができる。更に、運転者に自車両の減速に気が付けてアクセル操作などの反応を誘導することができる。こうした運転者の反応があれば、運転者が異常状態にあるとの判定を取り消すことができる。

10

【 0 1 1 1 】

また、運転者が異常状態にあると仮に判定されたタイミングから自車両を減速させるため、早いタイミングにて自車両の減速を開始することができ安全性が向上する。

【 0 1 1 2 】

尚、この第 2 実施形態においては、ステップ S 3 2 において、車速 SPD が車速閾値 SPD_{ref}にまで低下したタイミングで、運転者が異常状態にあるとの判定を確定させるが、それに代えて、第 1 実施形態のステップ S 1 7 で示したように、運転無操作状態の継続時間を使って運転者が異常状態にあるとの判定を確定させてもよい。

20

【 0 1 1 3 】

好ましくは、以下に示すタイミングにて運転者が異常状態にあるとの判定を確定させるとよい。

【 0 1 1 4 】

< 異常確定タイミング変形例 >

図 7 は、第 2 実施形態の異常時運転支援制御ルーチン (図 6) における処理を変更する部分を表すフローチャートの一部である。この変形例では、図中における破線で囲んだ処理が追加されている。以下、この変形例を異常確定変形例と呼ぶ。

【 0 1 1 5 】

運転支援 ECU 10 は、運転者の運転操作が検出されない場合には、車速 SPD が車速閾値 SPD_{ref}にまで低下するまで自車両を第 1 目標減速度にて減速させる (S 3 1 , S 1 6 , S 3 2)。そして、運転支援 ECU 10 は、車速が車速 SPD が車速閾値 SPD_{ref}以下に達すると (S 3 2 : Y e s)、ステップ S 1 7 において、運転無操作状態が予め設定した閾値である第 2 時間以上継続したか否かについて判定する。

30

【 0 1 1 6 】

運転無操作状態の継続時間が第 2 時間未満である場合 (S 1 7 : N o)、運転支援 ECU 10 は、その処理をステップ S 3 4 に進めて、車速センサ 1 6 からの信号に基づいて取得される現時点の車速 SPD で自車両を定速走行させるための指令信号をエンジン ECU 3 0 及びブレーキ ECU 4 0 に出力する。これにより、自車両の走行状態は、それまでの減速走行から定速走行に切り替わる。尚、定速走行が継続される場合には、運転支援 ECU 10 は、減速走行から定速走行に切り替わったときの車速を記憶し、その車速を維持させるとよい。

40

【 0 1 1 7 】

運転支援 ECU 10 は、自車両を定速走行させるための指令信号を出力すると、その処理をステップ S 1 6 に戻す。こうした処理が繰り返され、運転無操作状態の継続時間が第 2 時間に到達すると (S 1 7 : Y e s)、運転支援 ECU 10 は、ステップ S 1 8 において、運転者が異常状態にあるとの判定を確定する。

【 0 1 1 8 】

この異常確定タイミング変形例によれば、運転者が異常状態にあるとの判定を確定させ

50

るまでの期間を確実に確保することができる。つまり、第1目標減速度 1での減速制御を開始した時の車速が低い場合には、減速制御の開始から早いタイミングで車速SPDが車速閾値SPDrefにまで低下してしまうが、この変形例によれば、そうした場合でも、運転支援ECU10は、運転無操作状態の継続時間が第2時間に到達するまで自車両を定速走行させて運転無操作状態の有無を確認する。このため、運転者の異常状態が高い精度にて判定された後に、異常時運転制御を開始させることができる。

【0119】

<第3実施形態>

次に、第3実施形態の車両制御装置について説明する。第3実施形態の車両制御装置は、運転支援ECU10が、上述した第1実施形態、あるいは、第2実施形態の異常時運転支援制御ルーチンに代えて、図8あるいは図9に示す異常時運転支援制御ルーチンを実施する点においてのみ、上述した第1実施形態、あるいは、第2実施形態と相違する。

10

【0120】

第1実施形態および第2実施形態においては、運転者の手放し状態が第1時間継続されたときに、LKAの制御モードが「弱めモード」に設定されるように構成されているが、この第3実施形態においては、LKAが中断され、代わりに、LDAが実施されるように構成されている。運転支援ECU10は、操作スイッチ18によってLKAとLDAとの実行が選択されている場合には、図8に示す異常時運転支援制御ルーチンを実施し、操作スイッチ18によってLKAの実行が選択され、LDAの実行が選択されていない場合には、図9に示す異常時運転支援制御ルーチンを実施する。

20

【0121】

この図8に示す異常時運転支援制御ルーチンは、第2実施形態の異常時運転支援制御ルーチン(図6)のステップS12,ステップS15,ステップS19に代えて、ステップS41,ステップS42,ステップS43を組み込んだものである。また、図9に示す異常時運転支援制御ルーチンは、第2実施形態の異常時運転支援制御ルーチン(図6)のステップS12,ステップS15,ステップS19に代えて、ステップS51,ステップS42,ステップS52を組み込んだものである。他の処理については、第2実施形態と同一であるため、図面に共通のステップ符号を付して、その説明を省略、あるいは、簡単な説明に留める。尚、こうした処理の変更は、第1実施形態にも適用することもできる。

【0122】

運転支援ECU10は、操作スイッチ18によって、ACCと、LKAおよびLDAとの実行が選択されている場合に、図8に示す異常時運転支援制御ルーチンを開始する。運転支援ECU10は、ステップS41において、操作スイッチ18による設定どおり、LKAおよびLDAについてON設定、つまり、LKAおよびLDAを作動許可状態に設定する。運転支援ECU10は、LKAおよびLDAがON設定されている場合、自車両の走行レーンに対する位置に応じてLKAとLDAとを切り替えて実施するが、自車両が左右の白線に近づかないあいだはLKAを実施し、何らかの要因で自車両が左右の白線に近づいて車線の外に逸脱するおそれが生じた場合においてのみLDAを実施する。

30

【0123】

本ルーチンが起動した直後においては、LKAおよびLDAについてON設定されているため、ステップS41においては、その設定を変更する処理は行われず、従って、自車両は、基本的には、LKAによって目標走行ラインに沿って走行するように操舵制御される。

40

【0124】

運転支援ECU10は、手放し時間が第1時間以上継続した場合(S13:Yes)、運転者が異常状態にあるとの仮の判定を行い(S14)、その処理をステップS42に進める。運転支援ECU10は、ステップS42において、LKAをOFF設定にする(換言すれば、LKAの制御量をゼロにまで低下させる)。LDAについてはON設定が維持される。これにより、目標走行ラインに沿って走行していた自車両は、目標走行ラインから外れるようになる。この場合、LDAが機能して、自車両が車線の外側(白線の外側)

50

に逸脱しないように操舵制御される。このため、自車両は、左右の白線内をふらつきながら走行することになる。

【0125】

このため、運転能力を失っていない運転者に対してハンドル操作が促される。これにより、ハンドル操作を怠っていた運転者は、ハンドル操作を開始するとともに、LKAを過信しなくなる。また、例えば、自車両をふらつかせることによって、居眠りしていた運転者を目覚めさせることができる場合もある。

【0126】

続いて、運転支援ECU10は、ステップS31において、ACCを中止して、自車両を予め設定された一定の第1目標減速度1にて減速させ、続くステップS16において、運転無操作状態であるかについて判定する。運転無操作状態である場合には、運転支援ECU10は、続くステップS32において、車速SPDが予め設定された車速閾値SPDref以下であるか否かについて判定する。

10

【0127】

車速SPDが車速閾値SPDrefを超えている場合(S32:No)、運転支援ECU10は、その処理をステップS31に戻す。このようにして、運転支援ECU10は、所定の演算周期でステップS31、S16、S32における処理を繰り返し実施する。

【0128】

走行状態の変化(ふらつき、および、減速)に反応して、運転者が運転操作を再開した場合には、ステップS16の判定が「No」となって、その処理がステップS11に戻される。従って、運転者が異常状態にあるとの仮の判定が取り消され、運転者の状態は、「正常」に設定される。また、ステップS41において、LKAがON設定に戻される。これにより、自車両を目標走行ラインLdに沿って適性に走行させることができる。

20

【0129】

一方、運転操作が検出されることなく、車速SPDが車速閾値SPDrefにまで低下すると(S32:Yes)、運転支援ECU10は、ステップS18において、運転者が異常状態にあるとの判定を確定させる(S18)とともに、ステップS43において、LKAをON設定に戻す。続いて、運転支援ECU10は、ステップS33からの処理を実施する。従って、自車両を目標走行ラインLdに沿って適性に走行させながら、第2目標減速度2にて減速させて自車両を停止させることできる。

30

【0130】

次に、操作スイッチ18によってLKAの実行が選択され、LDAの実行が選択されていない場合について説明する。

【0131】

運転支援ECU10は、操作スイッチ18により、ACCとLKAとの実行が選択され、LDAの実行が選択されていない場合に、図9に示す異常時運転支援制御ルーチンを開始する。運転支援ECU10は、ステップS51において、操作スイッチ18による設定どおり、LKAについてはON設定、LDAについてはOFF設定にする。この場合、運転支援ECU10は、LKAのみを実行する。これにより、自車両は目標走行ラインLdに沿って走行するように操舵制御される。

40

【0132】

運転支援ECU10は、手放し時間が第1時間以上継続した場合(S13:Yes)、運転者が異常状態にあるとの仮の判定を行い(S14)、その処理をステップS42に進める。運転支援ECU10は、ステップS42において、LKAをOFF設定し、LDAをON設定する。これにより、LKAが中断され、LDAが開始される。従って、目標走行ラインに沿って走行していた自車両は、目標走行ラインから外れるようになる。この場合、LDAが機能して、自車両が車線の外側(白線の外側)に逸脱しないように操舵制御される。このため、自車両は、左右の白線内をふらつきながら走行することになる。

【0133】

このため、運転能力を失っていない運転者に対してハンドル操作が促される。これによ

50

り、ハンドル操作を怠っていた運転者は、ハンドル操作を開始するとともに、LK Aを過信しなくなる。また、例えば、自車両をふらつかせることによって、居眠りしていた運転者を目覚めさせることができる場合もある。

【0134】

続いて、運転支援ECU10は、上述したステップS31, S16, S32における処理を繰り返し実施する。走行状態の変化(ふらつき、および、減速)に反応して、運転者が運転操作を再開した場合には、ステップS16の判定が「No」となって、その処理がステップS11に戻される。従って、運転者が異常状態にあるとの仮の判定が取り消され、運転者の状態は、「正常」に設定される。また、ステップS51において、操作スイッチ18によって設定されている通りに、LK AがON設定に戻され、LDAがOFF設定

10

【0135】

一方、運転操作が検出されることなく、車速SPDが車速閾値SPDrefにまで低下すると(S32: Yes)、運転支援ECU10は、ステップS18において、運転者が異常状態にあるとの判定を確定させる(S18)とともに、ステップS52において、LK AをON設定に戻し、LDAをOFF設定に戻す。続いて、運転支援ECU10は、上述したステップS33からの処理を実施する。従って、自車両を目標走行ラインLdに沿って適性に走行させながら、第2目標減速度 α_2 にて減速させて自車両を停止させること

20

【0136】

以上説明した第3実施形態の車両制御装置によれば、運転者の手放し状態が第1時間継続されると、運転者が異常状態にあるとの仮の判定がなされて、LK AがOFF設定にされる。つまり、LK Aの制御量がゼロにまで低減される。この場合、LDAについては、それまでOFF設定であればON設定に切り替えられる。これにより、自車両の操舵がLDAのみによって制御されることにより、自車両を車線内においてふらつかせることができる。この結果、第1、第2実施形態と同様に、運転者に対して手放し運転をさせないようにすることができる。また、運転者の異常判定精度が高くなった段階で異常時運転制御を実施することができる。これにより自車両を安全に停止させることができる。

30

【0137】

<白線認識不良対応変形例>

運転支援ECU10は、カメラ装置17bから送信された画像データに基づいて自車両が走行しているレーンの左右の白線を認識し、この白線に基づいてLK AおよびLDAを実施する。そのため、白線の認識状態が悪い場合に、上述したように「仮異常」と判定されている時に、LK Aの制御量を低減した場合には、自車両がレーンから逸脱するおそれがある。また、白線の認識状態が悪い場合には、もともと自車両がレーン内をふらつきやすい。そこで、運転支援ECU10は、白線の認識レベルを演算し、この認識レベルが閾値以下である場合には、LK Aの制御量を低減することを中止する。

【0138】

例えば、運転支援ECU10は、第1実施形態あるいは第2実施形態の異常時運転支援制御ルーチン(図5あるいは図6)において、図10に示すように、ステップS15を実施する前の処理として、ステップS61, S62の処理を行う。この場合、運転支援ECU10は、ステップS61において、白線の認識レベルXを演算し、続くステップS62において、認識レベルXが閾値Xrefより高いか否かについて判定する。この認識レベルXは、例えば、認識できている白線(LLおよびLR)の距離を用いればよい。運転支援ECU10は、認識レベルXが予め設定した閾値Xrefより高ければ(S62: Yes)、その処理をステップS15に進めてLK Aを「弱めモード」に設定する。一方、認識レベルXが閾値Xref以下であれば(S62: No)、ステップS15の処理をスキップする。これにより、自車両がレーンから逸脱することを抑制することができる。同様に、第3実施形態の異常時運転支援制御ルーチン(図8および図9)におい

40

50

うに、運転支援 ECU10 は、ステップ S42 を実施する前の処理として、ステップ S61, S62 の処理を行えばよい。

【0139】

<第4実施形態>

次に、第4実施形態の車両制御装置について説明する。この第4実施形態では、運転支援 ECU10 は、LK A の制御モードの切り替え、減速制御の切り替え等の処理に加えて、運転者への警告、周囲への注意喚起等の処理を実施する。この第4実施形態においては、運転支援 ECU10 の実施する異常時運転支援制御処理について、図12 に示すタイミングチャートを用いて説明する。尚、上述した第1～第3実施形態と同様な処理に関しては、その具体的な方法、および、作用効果について、その説明を省略、あるいは、簡単な説明に留める。

10

【0140】

運転支援 ECU10 は、LK A と ACC とを実行しているときに、操舵ハンドル SW が操作されていない状態（手放し状態）を検出すると、その検出した時刻 t_1 から手放し継続時間を計測する。そして、運転支援 ECU10 は、手放し状態が所定時間（例えば、5 秒間）継続した時点である時刻 t_2 から手放し警告を開始する。この場合、運転支援 ECU10 は、警報 ECU80 に対して手放し警告指令を出力する。これにより警報 ECU80 は、操舵ハンドル SW の保持を促すマークを表示器 82 に表示する。

【0141】

運転支援 ECU10 は、こうした手放し警告を行ったにもかかわらず手放し状態が所定時間（例えば、2 秒間）継続した場合には、その時点である時刻 t_3 において、運転者が異常状態にあるとの仮の判定を行う。この仮の判定に基づいて、運転支援 ECU10 は、LK A の制御モードを「通常モード」から「弱めモード」に切り替える。この時刻 t_1 から時刻 t_3 までの経過時間（例えば、7 秒（5 秒 + 2 秒））が、第1～第3実施形態における第1時間に相当する。図12 の最下段には、走行レーンにおける自車両の走行位置の変化を表す。この場合、時刻 t_3 から自車両が車線内においてふらつき始める。

20

【0142】

また、運転支援 ECU10 は、時刻 t_3 において、警報 ECU80 に対して第1異常警告指令を出力する。これにより警報 ECU80 は、操舵ハンドル SW の保持を促すマークを表示器 82 に表示するとともに、ブザー 81 を第1周期にて鳴動させる。つまり、発音状態と、発音停止状態とを第1周期で交互に繰り返す警告音をブザー 81 発生させる。こうした運転者に対する警告を第1異常警告と呼ぶ。

30

【0143】

運転支援 ECU10 は、運転者が異常状態にあるとの仮の判定を行った時刻 t_3 から、運転無操作状態であるか否かについて所定の演算周期で繰り返し判定し、運転無操作状態が所定時間（例えば、30 秒）継続した場合には、その時点である時刻 t_4 において、それまで実行していた ACC を中止して、第1減速制御を開始する。この第1減速制御は、自車両を第1目標減速度 V_1 にて減速させる制御である。

【0144】

また、運転支援 ECU10 は、時刻 t_4 において、警報 ECU80 に対して第2異常警告指令を出力する。これにより警報 ECU80 は、「運転してください」というメッセージを表示器 82 に表示するとともに、ブザー 81 を鳴動させる。このブザー音は、第1異常警告で用いられるブザー音よりも大きな音量で、かつ、第1周期よりも短い第2周期で鳴動される。こうした運転者に対する警告を第2異常警告と呼ぶ。尚、このメッセージについては、例えば、図示しないスピーカを使って音声アナウンスにより行ってもよい。

40

【0145】

運転支援 ECU10 は、第2異常警告を開始した時刻 t_4 から、更に、運転無操作状態が所定時間（例えば、30 秒）継続した場合には、その時点である時刻 t_5 において、運転者が異常状態にあるという判定を確定させる。異常状態の判定が確定した場合、運転支援 ECU10 は、LK A の制御モードを「弱めモード」から「通常モード」に切り替える

50

。また、運転支援 ECU10 は、減速制御を第 1 減速制御から第 2 減速制御に切り替える。つまり、目標減速度を第 1 減速度 1 から第 2 減速度 2 に切り替えて、自車両を停止させるべく減速させる。これにより、自車両は目標走行ライン Ld に沿って減速走行する。この第 1 減速度 1 および第 2 減速度 2 は、第 2 実施形態と同様な値に設定されている。

【0146】

また、運転支援 ECU10 は、時刻 t5 において、警報 ECU80 に対して減速停止警告指令を出力する。これにより警報 ECU80 は、「停止します」というメッセージを表示器 82 に表示するとともに、連続音にてブザー 81 を鳴動させる。このブザー音の音量は、第 2 異常警告で用いられるブザー音の音量よりも大きい。こうした運転者に対する警告を減速停止警告と呼ぶ。尚、このメッセージについても、例えば、図示しないスピーカを使って音声アナウンスにより行ってもよい。

10

【0147】

また、運転支援 ECU10 は、時刻 t5 において、メータ ECU70 に対して減速停止注意指令を出力する。これによりメータ ECU70 は、ストップランプ 72 を点灯させるとともに、ハザードランプ 71 を点滅させる。

【0148】

こうして第 2 減速制御によって自車両が停止すると、運転支援 ECU10 は、LKA、および、第 2 減速制御を終了するとともに、警報 ECU80 に対して減速停止警告終了指令を出力する。これにより、減速停止警告が終了される。尚、減速停止警告については、自車両が停止した後も継続させてもよい。

20

【0149】

また、運転支援 ECU10 は、自車両が停止すると、メータ ECU70 に対してストップランプ消灯指令を出力する。これによりストップランプ 72 が消灯する。この場合、ハザードランプ 71 の点滅は継続される。

【0150】

更に、運転支援 ECU10 は、自車両が停止すると、電動パーキングブレーキ ECU50 に対して電動パーキングブレーキ (EPB) の作動指令を出力するとともに、ボディ ECU90 に対してドアロック装置 91 のロック解除指令を出力する。これにより、電動パーキングブレーキが作動状態となり、ドアロック装置 91 がアンロック状態となる。従って、自車両を安定的に停止状態に維持することができるとともに、ドアを開けて運転者を救出することが可能となる。尚、運転支援 ECU10 は、予め設定された所定の操作が行われたときに、運転者が異常状態であるとの判定を解除する。

30

【0151】

運転支援 ECU10 は、こうした異常時運転支援制御処理を実施している状況において、例えば、手放し警告を行っているときに、操舵ハンドル SW の操作が検出された場合 (操舵トルク T_{ra} = 0)、手放し警告を終了するとともに、計測していた手放し継続時間をゼロクリアする。また、運転支援 ECU10 は、第 1 異常警告を行っている状況 (時刻 t3 ~ 時刻 t4) において、運転操作が検出された場合には、運転者の異常判定を「正常」に設定して、計測していた無操作継続時間をゼロクリアするとともに、LKA の制御モードを「通常モード」に戻して、第 1 異常警告を終了する。

40

【0152】

また、運転支援 ECU10 は、第 2 異常警告を行っている状況 (時刻 t4 ~ 時刻 t5) において、運転操作が検出された場合には、運転者の異常判定を「正常」に設定して、計測していた無操作継続時間をゼロクリアするとともに、LKA の制御モードを「通常モード」に戻して、第 2 異常警告を終了する。また、第 1 減速制御を終了する。

【0153】

また、運転支援 ECU10 は、運転者が異常状態にあるとの判定が確定する前であれば、運転操作に応じた運転を許容する。しかし、運転者が異常状態にあるとの判定を確定した後 (時刻 t5 以降) においては、運転支援 ECU10 は、運転操作が検出された場合で

50

あっても、第2減速制御を継続して自車両を停止させる。従って、運転支援ECU10は、運転者のアクセル操作が検出されても、アクセルペダルの操作に基づく加速要求を無効化(無視)する。また、運転支援ECU10は、減速停止警告、ストップランプ72の点灯、および、ハザードランプ71の点滅も継続する。

【0154】

以上説明した第4実施形態の車両制御装置によれば、運転無操作時間の経過に合わせて、減速制御、運転者への警告、および、周囲への注意喚起の形態が切り替えられる。従って、減速制御、運転者への警告、および、周囲への注意喚起を適切に実施することができる。

【0155】

尚、上述した手放し警告、第1異常警告、第2異常警告、減速停止警告、ストップランプ72の点灯、ハザードランプ71の点滅、ドアロックの解除、および、電動パーキングブレーキの作動については、第1~第3実施形態においても適用できるものである。例えば、ステップS13の後半の期間において、手放し警告を行うとよい。また、ステップS16の判定が繰り返し実施されている期間において、第1異常警告あるいは第2異常警告を行うとよい。また、ステップS21の判定が繰り返し実施されている期間において、減速停止警告、ストップランプ72の点灯、および、ハザードランプ71の点滅を行うとよい。また、自車両が停止した時点(ステップS22において「Yes」と判定された時点)において、ドアロックの解除、および、電動パーキングブレーキの作動を行うとよい。

【0156】

以上、本実施形態に係る車両制御装置について説明したが、本発明は上記実施形態および変形例に限定されるものではなく、本発明の目的を逸脱しない限りにおいて種々の変更が可能である。

【0157】

例えば、異常確定タイミング変形例については、第2実施形態に限らず、第3実施形態あるいは第4実施形態にも適用することができる。例えば、第3実施形態では、ステップS32とステップS18との間に、図7に示すステップS17およびステップS34の処理を追加すればよい。

【0158】

また、各実施形態においては、LKA及びACCの両方が実施されているときに、異常時運転支援制御ルーチンが実施されるが、ACCについては、必ずしも実施されている必要はない。

【0159】

また、第1~第3実施形態においては、運転者が異常状態にあるとの判定を確定させた後においても、ステップS21において、運転無操作の判定を行って、運転操作が検出された場合に、異常時運転制御(減速制御)を中止して通常状態に戻すが、必ずしも、そのようにする必要はない。例えば、ステップS21の判定処理を省略してもよい。つまり、第4実施形態のように、運転者が異常状態にあるとの判定を確定させた後においては、運転操作の有無に関係なく、自車両が停止するまで減速制御を継続するようにしてもよい。

【0160】

また、第4実施形態の変形例として、第1~第3実施形態のように、運転者が異常状態にあるとの判定を確定させた後においても、運転無操作の判定を行って、運転操作が検出された場合に、第2減速制御、減速停止警告、ストップランプ72の点灯、および、ハザードランプ71の点滅を中止して通常状態に戻すようにしてもよい。

【0161】

また、各実施形態においては、運転者が異常状態にあると仮に判定したときに、LKAの制御モードを「弱めモード」に設定して、LKAの制御量を小さな値に変更するが、それに代えて、自車両が車線から逸脱しない範囲で、目標走行ラインLdを所定距離だけ道路幅方向にオフセットさせるように変更してもよい。例えば、左右白線の中央位置が目標走行ラインLdとして設定されている場合、運転支援ECU10は、その目標走行ライン

10

20

30

40

50

Ldを所定距離だけ右側あるいは左側にずらした走行ラインを仮異常時目標走行ラインに設定する。従って、本来の目標走行ラインLdに沿って自車両が走行するLKAの性能を低下させた状態で、自車両を車線内にて走行させることができる。このようにすることで、運転者にとって所望となる走行ラインを自車両が走行しなくなるため、ハンドル操作を怠っていた運転者に対して、ハンドル操作を促すことができる。

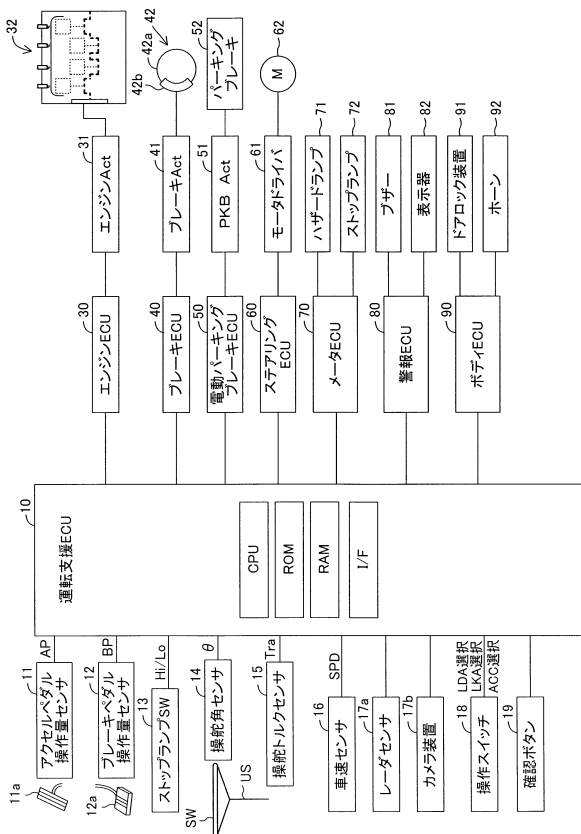
【符号の説明】

【0162】

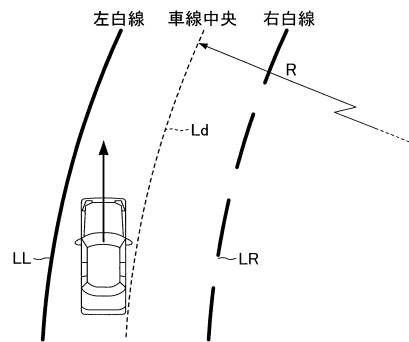
10...運転支援ECU、14...操舵角センサ、15...操舵トルクセンサ、16...車速センサ、17a...レーダセンサ、17b...カメラ装置、18...操作スイッチ、19...確認ボタン、30...エンジンECU、40...ブレーキECU、60...ステアリングECU、61...モータドライバ、62...転舵用モータ、SW...操舵ハンドル、SPD...車速、...目標減速度、1...第1目標減速度、2...第2目標減速度、LKA*...目標舵角、K1、K2、K3...制御ゲイン、Ld...目標走行ライン。

10

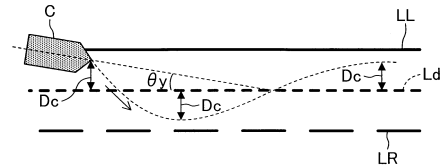
【図1】



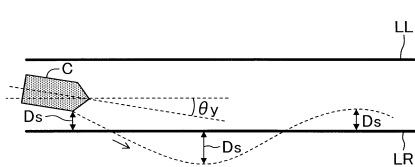
【図2】



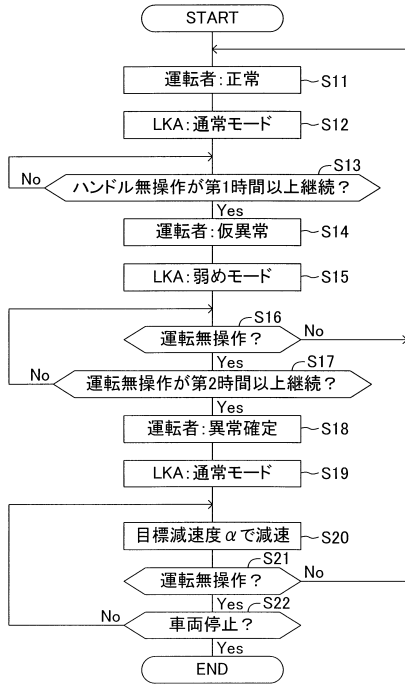
【図3】



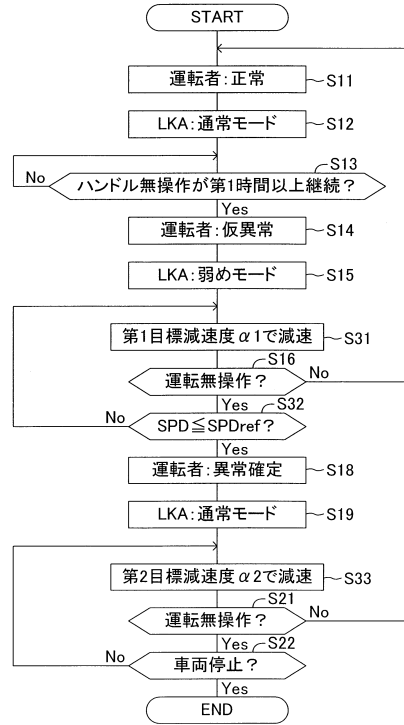
【図4】



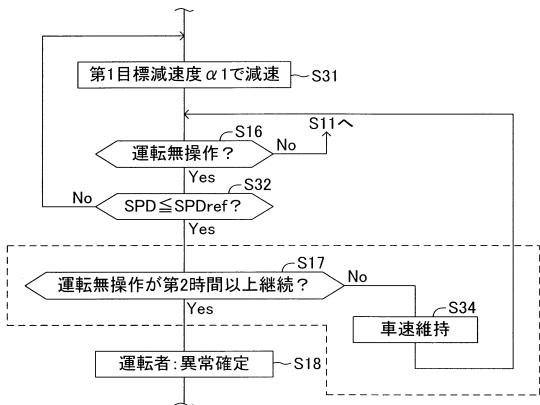
【図5】



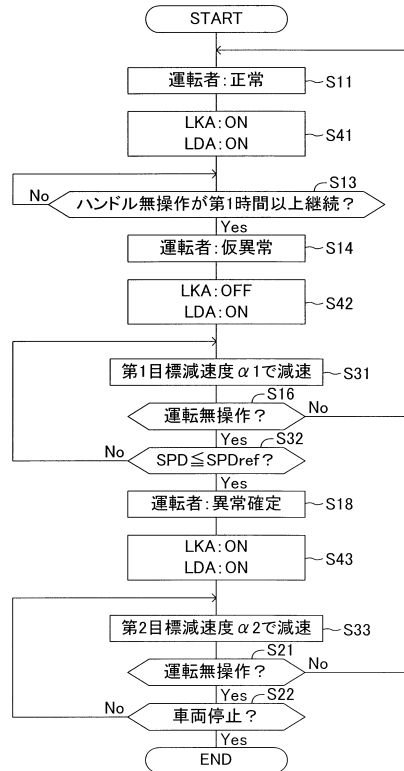
【図6】



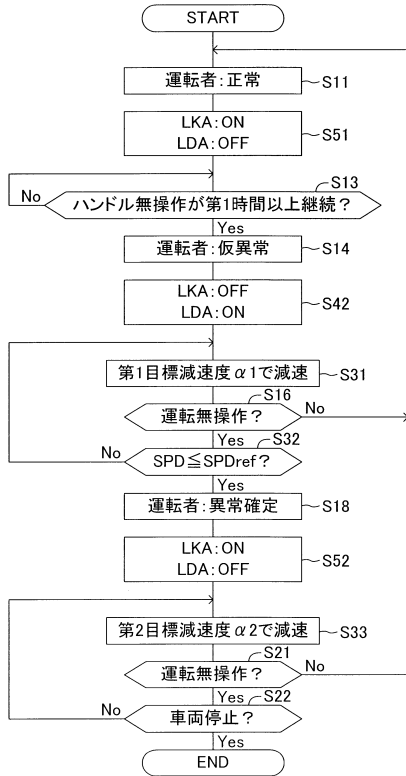
【図7】



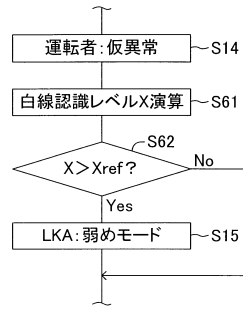
【図8】



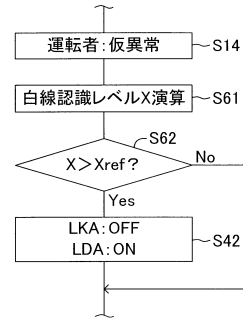
【図9】



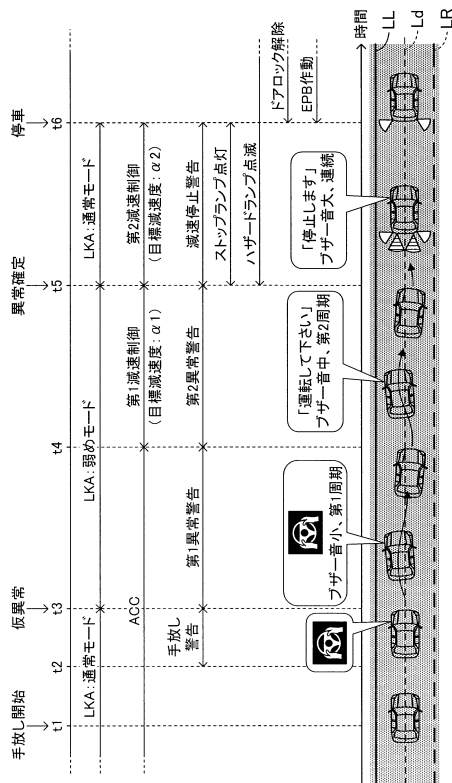
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I	
B 6 0 W	10/20	(2006.01)	B 6 0 W 10/20
B 6 0 T	7/12	(2006.01)	B 6 0 T 7/12 C
B 6 2 D	6/00	(2006.01)	B 6 0 T 7/12 F
B 6 2 D	101/00	(2006.01)	B 6 2 D 6/00
B 6 2 D	103/00	(2006.01)	B 6 2 D 101:00
B 6 2 D	111/00	(2006.01)	B 6 2 D 103:00
B 6 2 D	113/00	(2006.01)	B 6 2 D 111:00
B 6 2 D	119/00	(2006.01)	B 6 2 D 113:00
B 6 2 D	137/00	(2006.01)	B 6 2 D 119:00
			B 6 2 D 137:00

- (56) 参考文献 特開 2016 - 074253 (JP, A)
 特開 2014 - 091380 (JP, A)
 特開 2009 - 248599 (JP, A)
 米国特許出願公開第 2013 / 0231830 (US, A1)
 特開 2008 - 273521 (JP, A)
 特開 2005 - 088806 (JP, A)
 特開 2001 - 266163 (JP, A)
 特開 2010 - 069921 (JP, A)
 特開 2015 - 165368 (JP, A)
 特開 2013 - 097714 (JP, A)
 米国特許出願公開第 2016 / 0167707 (US, A1)

(58) 調査した分野 (Int.Cl., DB 名)

G 0 8 G	1 / 0 0	~	9 9 / 0 0
B 6 0 W	3 0 / 1 0	~	3 0 / 1 4
B 6 0 W	4 0 / 0 8		
B 6 0 W	5 0 / 1 4		
B 6 0 W	1 0 / 1 8	~	1 0 / 1 9 2
B 6 0 W	1 0 / 2 0		
B 6 0 T	7 / 1 2		
B 6 2 D	6 / 0 0		