

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

道路の区画線を認識する認識部と、

前記認識部により認識された区間線のうち、自車両が走行する走行車線を区画する区画線に基づいて、前記自車両を前記走行車線から逸脱しないように第 1 操舵制御を行う操舵制御部と、を備え、

前記操舵制御部は、前記自車両の前方において、前記認識部により前記走行車線を区画する区画線が認識されない場合、または前記区画線の認識の度合いを示す指標値が閾値未満の場合、

前記第 1 操舵制御を制限し、

前記自車両の直進時の舵角を基準とした所定角度の範囲で目標舵角を決定し、

前記決定した目標舵角で第 2 操舵制御を行う、

車両制御システム。

10

【請求項 2】

前記操舵制御部は、前記走行車線を区画する区画線が認識されない状態から認識された状態に復帰した場合、または前記指標値が閾値未満の状態から閾値以上の状態に復帰した場合、前記第 2 操舵制御を制限し、前記第 1 操舵制御を行う、

請求項 1 に記載の車両制御システム。

【請求項 3】

前記操舵制御部は、前記自車両が高速道路を走行している場合に、前記第 2 操舵制御を行う、

請求項 1 または 2 に記載の車両制御システム。

20

【請求項 4】

前記自車両の乗員により運転操作子が操作されたことを検出する操作検出部を更に備え、

前記操舵制御部は、前記操作検出部により前記運転操作子が操作されたことが検出された場合、前記第 2 操舵制御を行う、

請求項 1 から 3 のうちいずれか 1 項に記載の車両制御システム。

【請求項 5】

前記自車両の前方において、前記認識部により前記走行車線を区画する区画線が認識されない場合、または前記指標値が閾値未満の場合、前記自車両の乗員に前記運転操作子の操作を要求するための所定情報を報知する報知部を更に備え、

前記操舵制御部は、

前記報知部により前記所定情報が報知されてから所定時間が経過するまで、前記第 2 操舵制御を継続し、

前記所定時間内に、前記操作検出部により前記運転操作子が操作されたことが検出されない場合、前記第 2 操舵制御を制限する、

請求項 4 に記載の車両制御システム。

30

【請求項 6】

前記操舵制御部により前記第 2 操舵制御が制限された場合、前記自車両を減速させる減速制御を行う速度制御部を更に備える、

請求項 1 から 5 のうちいずれか 1 項に記載の車両制御システム。

40

【請求項 7】

前記自車両の操舵および加減速を自動的に制御する自動運転制御を行う自動運転制御部を更に備え、

前記自動運転制御部は、

前記認識部により前記走行車線を区画する区画線が認識された場合、または前記指標値が閾値以上の場合、前記自車両の乗員により運転操作子が把持されることを要しない前記自動運転制御を行い、

前記認識部により前記走行車線を区画する区画線が認識されない場合、または前記指

50

標値が閾値未満の場合、前記自動運転制御を制限すると共に、前記操舵制御部に前記第 2 操舵制御を行わせる、

請求項 1 から 6 のうちいずれか 1 項に記載の車両制御システム。

【請求項 8】

前記自車両の乗員により運転操作子が操作されたことを検出する操作検出部と、

前記自車両の操舵および加減速を自動的に制御する自動運転制御を行う自動運転制御部と、を更に備え、

前記自動運転制御部は、

前記認識部により前記走行車線を区画する区画線が認識された場合、または前記指標値が閾値以上の場合、前記自車両の乗員により運転操作子が把持されることを要しない前記自動運転制御を行い、

前記認識部により前記走行車線を区画する区画線が認識されない場合、または前記指標値が閾値未満の場合に、更に前記操作検出部により前記運転操作子が操作されたことが検出されない場合、前記自車両の乗員により運転操作子が把持されることを要する前記自動運転制御を行う、

請求項 1 から 6 のうちいずれか 1 項に記載の車両制御システム。

【請求項 9】

道路の区画線を認識する認識部と、

前記認識部により認識された区間線のうち、自車両が走行する走行車線を区画する区画線に基づいて、目標軌道を生成する生成部と、

前記生成部により生成された目標軌道の曲率に基づいて目標舵角を決定し、前記決定した目標舵角に基づいて操舵制御を行う操舵制御部と、を備え、

前記生成部は、前記自車両の前方において、前記認識部により前記走行車線を区画する区画線が認識されない場合、または前記区画線の認識の度合いを示す指標値が閾値未満の場合、前記自車両の直進時の舵角を基準とした所定角度に基づいて、前記目標軌道の曲率を決定する、

車両制御システム。

【請求項 10】

前記操舵制御部は、前記走行車線を区画する区画線が認識されない場合、または前記指標値が閾値未満の場合、所定時間あたりの舵角の変化量に制限を設けながら現在の舵角を前記目標舵角に近づける、

請求項 1 から 9 のうちいずれか 1 項に記載の車両制御システム。

【請求項 11】

前記操舵制御部は、前記走行車線を区画する区画線が認識されない場合、または前記指標値が閾値未満の場合、所定時間経過するまで、または所定距離走行するまで現在の舵角を維持し、所定時間経過または所定距離走行した後、現在の舵角を前記目標舵角に近づける、

請求項 1 から 10 のうちいずれか 1 項に記載の車両制御システム。

【請求項 12】

車載コンピュータが、

道路の区画線を認識し、

前記認識した区間線のうち、自車両が走行する走行車線を区画する区画線に基づいて、前記自車両を前記走行車線から逸脱しないように第 1 操舵制御を行い、

前記自車両の前方において、前記走行車線を区画する区画線を認識しない場合、または前記区画線の認識の度合いを示す指標値が閾値未満の場合、前記第 1 操舵制御を制限すると共に、前記自車両の直進時の舵角を基準とした所定角度の範囲で目標舵角を決定し、

前記決定した目標舵角で第 2 操舵制御を行う、

車両制御方法。

【請求項 13】

車載コンピュータに、

10

20

30

40

50

道路の区画線を認識させ、

前記認識させた区間線のうち、自車両が走行する走行車線を区画する区画線に基づいて、前記自車両を前記走行車線から逸脱しないように第 1 操舵制御を行わせ、

前記自車両の前方において、前記走行車線を区画する区画線が認識されない場合、または前記区画線の認識の度合いを示す指標値が閾値未満の場合、前記第 1 操舵制御を制限させると共に、前記自車両の直進時の舵角を基準とした所定角度の範囲で目標舵角を決定させ、

前記決定させた目標舵角で第 2 操舵制御を行わせる、
車両制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両制御システム、車両制御方法、および車両制御プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、車線情報が利用できない又は信頼性がない場合、自車両と隣接車両との距離を、あらかじめ定めた最小距離に維持するように自動的に制御する技術が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0003】

【特許文献 1】特表 2015 - 523256 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来の技術では、車線情報を取得できずに、隣接車線に他の車両が存在しない場合、制御を継続することが困難であることから、制御を終了させて手動運転に切り替える場合があった。手動運転に切り替える場合、ステアリングホイールに操舵トルクを与えなくなることから、ステアリングホイールを把持した乗員に違和感を感じさせる場合があった。

30

【0005】

本発明は、このような事情を考慮してなされたものであり、より自然に制御を切り替えることができる車両制御システム、車両制御方法、および車両制御プログラムを提供することを目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

（ 1 ）：道路の区画線を認識する認識部と、前記認識部により認識された区間線のうち、自車両が走行する走行車線を区画する区画線に基づいて、前記自車両を前記走行車線から逸脱しないように第 1 操舵制御を行う操舵制御部と、を備え、前記操舵制御部は、前記自車両の前方において、前記認識部により前記走行車線を区画する区画線が認識されない場合、または前記区画線の認識の度合いを示す指標値が閾値未満の場合、前記第 1 操舵制御を制限し、前記自車両の直進時の舵角を基準とした所定角度の範囲で目標舵角を決定し、前記決定した目標舵角で第 2 操舵制御を行う車両制御システムである。

40

【0007】

（ 2 ）：（ 1 ）に記載の車両制御システムにおいて、前記操舵制御部が、前記走行車線を区画する区画線が認識されない状態から認識された状態に復帰した場合、または前記指標値が閾値未満の状態から閾値以上の状態に復帰した場合、前記第 2 操舵制御を制限し、前記第 1 操舵制御を行うものである。

【0008】

（ 3 ）：（ 1 ）または（ 2 ）に記載の車両制御システムにおいて、前記操舵制御部が、

50

前記自車両が高速道路を走行している場合に、前記第 2 操舵制御を行うものである。

【 0 0 0 9 】

(4) : (1) から (3) のうちいずれか 1 つに記載の車両制御システムにおいて、前記自車両の乗員により運転操作子が操作されたことを検出する操作検出部を更に備え、前記操舵制御部が、前記操作検出部により前記運転操作子が操作されたことが検出された場合、前記第 2 操舵制御を行うものである。

【 0 0 1 0 】

(5) : (4) に記載の車両制御システムにおいて、前記自車両の前方において、前記認識部により前記走行車線を区画する区画線が認識されない場合、または前記指標値が閾値未満の場合、前記自車両の乗員に前記運転操作子の操作を要求するための所定情報を報知する報知部を更に備え、前記操舵制御部が、前記報知部により前記所定情報が報知されてから所定時間が経過するまで、前記第 2 操舵制御を継続し、前記所定時間内に、前記操作検出部により前記運転操作子が操作されたことが検出されない場合、前記第 2 操舵制御を制限するものである。

【 0 0 1 1 】

(6) : (1) から (5) のうちいずれか 1 つに記載の車両制御システムにおいて、前記操舵制御部により前記第 2 操舵制御が制限された場合、前記自車両を減速させる減速制御を行う速度制御部を更に備えるものである。

【 0 0 1 2 】

(7) : (1) から (6) のうちいずれか 1 つに記載の車両制御システムにおいて、前記自車両の操舵および加減速を自動的に制御する自動運転制御を行う自動運転制御部を更に備え、前記自動運転制御部が、前記認識部により前記走行車線を区画する区画線が認識された場合、または前記指標値が閾値以上の場合、前記自車両の乗員により運転操作子が把持されることを要しない前記自動運転制御を行い、前記認識部により前記走行車線を区画する区画線が認識されない場合、または前記指標値が閾値未満の場合、前記自動運転制御を制限すると共に、前記操舵制御部に前記第 2 操舵制御を行わせるものである。

【 0 0 1 3 】

(8) : (1) から (6) のうちいずれか 1 つに記載の車両制御システムにおいて、前記自車両の乗員により運転操作子が操作されたことを検出する操作検出部と、前記自車両の操舵および加減速を自動的に制御する自動運転制御を行う自動運転制御部と、を更に備え、前記自動運転制御部が、前記認識部により前記走行車線を区画する区画線が認識された場合、または前記指標値が閾値以上の場合、前記自車両の乗員により運転操作子が把持されることを要しない前記自動運転制御を行い、前記認識部により前記走行車線を区画する区画線が認識されない場合、または前記指標値が閾値未満の場合に、更に前記操作検出部により前記運転操作子が操作されたことが検出されない場合、前記自車両の乗員により運転操作子が把持されることを要する前記自動運転制御を行うものである。

【 0 0 1 4 】

(9) : 道路の区画線を認識する認識部と、前記認識部により認識された区間線のうち、自車両が走行する走行車線を区画する区画線に基づいて、目標軌道を生成する生成部と、前記生成部により生成された目標軌道の曲率に基づいて目標舵角を決定し、前記決定した目標舵角に基づいて操舵制御を行う操舵制御部と、を備え、前記生成部は、前記自車両の前方において、前記認識部により前記走行車線を区画する区画線が認識されない場合、または前記区画線の認識の度合いを示す指標値が閾値未満の場合、前記自車両の直進時の舵角を基準とした所定角度に基づいて、前記目標軌道の曲率を決定する車両制御システムである。

【 0 0 1 5 】

(1 0) : (1) から (9) のうちいずれか 1 つに記載の車両制御システムにおいて、前記操舵制御部が、前記走行車線を区画する区画線が認識されない場合、または前記指標値が閾値未満の場合、所定時間あたりの舵角の変化量に制限を設けながら現在の舵角を前記目標舵角に近づけるものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 6 】

(1 1) : (1) から (1 0) のうちいずれか 1 つに記載の車両制御システムにおいて、前記操舵制御部が、前記走行車線を区画する区画線が認識されない場合、または前記指標値が閾値未満の場合、所定時間経過するまで、または所定距離走行するまで現在の舵角を維持し、所定時間経過または所定距離走行した後、現在の舵角を前記目標舵角に近づけるものである。

【 0 0 1 7 】

(1 2) : 車載コンピュータが、道路の区画線を認識し、前記認識した区間線のうち、自車両が走行する走行車線を区画する区画線に基づいて、前記自車両を前記走行車線から逸脱しないように第 1 操舵制御を行い、前記自車両の前方において、前記走行車線を区画する区画線を認識しない場合、または前記区画線の認識の度合いを示す指標値が閾値未満の場合、前記第 1 操舵制御を制限すると共に、前記自車両の直進時の舵角を基準とした所定角度の範囲で目標舵角を決定し、前記決定した目標舵角で第 2 操舵制御を行う車両制御方法である。

10

【 0 0 1 8 】

(1 3) : 車載コンピュータに、道路の区画線を認識させ、前記認識させた区間線のうち、自車両が走行する走行車線を区画する区画線に基づいて、前記自車両を前記走行車線から逸脱しないように第 1 操舵制御を行わせ、前記自車両の前方において、前記走行車線を区画する区画線が認識されない場合、または前記区画線の認識の度合いを示す指標値が閾値未満の場合、前記第 1 操舵制御を制限させると共に、前記自車両の直進時の舵角を基準とした所定角度の範囲で目標舵角を決定させ、前記決定させた目標舵角で第 2 操舵制御を行わせる車両制御プログラムである。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 1 9 】

(1)、(9)、(1 2)、(1 3) によれば、より自然に制御を切り替えることができる。

【 0 0 2 0 】

(2) によれば、乗員が専用のスイッチなどを操作するなどして車線維持制御または路外逸脱抑制制御が可能な状態へと復帰させる手間を減らすことができる。

【 0 0 2 1 】

30

(3) によれば、直進時の舵角を基準に目標舵角を設定することにより生じる乗員の違和感を低減することができる。

【 0 0 2 2 】

(4) によれば、乗員が操舵を速やかに行うことができ、乗員の意図しない操舵制御が行われることを抑制することができる。

【 0 0 2 3 】

(5) によれば、乗員にステアリングホイールの操作を促すとともに、乗員のステアリングホイールの操作によって操舵制御が行われるまでは直進制御 (第 2 操舵制御) を行うことで、認識された区画線の信頼度が閾値未満の場合であっても制御を継続することができる。

40

【 0 0 2 4 】

(6) によれば、乗員が手動で操舵制御を行うことができない場合、或いは操舵制御の意思がない場合に、乗員の意図しない車両走行の継続を制限することができる。

【 0 0 2 5 】

(7)、(8) によれば、車線検出状態および操舵状態に基づき適切な自動運転に遷移することができる。

【 0 0 2 6 】

(1 0) によれば、急激な舵角変化を抑制することができ、乗員の違和感を低減することができる。

【 0 0 2 7 】

50

(1 1) によれば、自車両が走行車線の外側に移動するまでの時間をより長くすることができ、乗員がステアリングホイールを把持できない状態かどうかを検知するまでの十分な時間を稼ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 8 】

【図 1】第 1 実施形態の車両制御システム 1 の構成図である。

【図 2】自車位置認識部 1 2 2 により走行車線 L 1 に対する自車両 M の相対位置および姿勢が認識される様子を示す図である。

【図 3】道路の途中で区画線 L M が認識されなくなる場面の一例を示す図である。

【図 4】第 1 実施形態における運転支援制御ユニット 1 0 0 による一連の処理を示すフローチャートである。

10

【図 5】第 2 操舵制御に伴う自車両 M の挙動の様子を模式的に示す図である。

【図 6】舵角 と経過時間 t との関係の一例を示す図である。

【図 7】舵角 と経過時間 t との関係の他の例を示す図である。

【図 8】第 2 実施形態の車両制御システム 2 の構成図である。

【図 9】推奨車線に基づいて目標軌道が生成される様子を示す図である。

【図 1 0】第 2 実施形態における自動運転制御ユニット 1 0 0 A による一連の処理を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 9 】

20

以下、図面を参照し、本発明の車両制御システム、車両制御方法、および車両制御プログラムの実施形態について説明する。

【 0 0 3 0 】

< 第 1 実施形態 >

[全体構成]

図 1 は、第 1 実施形態の車両制御システム 1 の構成図である。車両制御システム 1 が搭載される車両（以下、自車両 M と称する）は、例えば、二輪や三輪、四輪等の車両であり、その駆動源は、ディーゼルエンジンやガソリンエンジンなどの内燃機関、電動機、或いはこれらの組み合わせである。電動機は、内燃機関に連結された発電機による発電電力、或いは二次電池や燃料電池の放電電力を使用して動作する。

30

【 0 0 3 1 】

車両制御システム 1 は、例えば、カメラ 1 0 と、レーダ 1 2 と、ファインダ 1 4 と、物体認識装置 1 6 と、H M I (Human Machine Interface) 2 0 と、車両センサ 3 0 と、運転操作子 8 0 と、運転支援制御ユニット 1 0 0 と、走行駆動力出力装置 2 0 0 と、ブレーキ装置 2 1 0 と、ステアリング装置 2 2 0 とを備える。これらの装置や機器は、C A N (Controller Area Network) 通信線等の多重通信線やシリアル通信線、無線通信網等によって互いに接続される。なお、図 1 に示す構成はあくまで一例であり、構成の一部が省略されてもよいし、更に別の構成が追加されてもよい。

【 0 0 3 2 】

カメラ 1 0 は、例えば、C C D (Charge Coupled Device) や C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の固体撮像素子を利用したデジタルカメラである。カメラ 1 0 は、自車両 M の任意の箇所に一つまたは複数に取り付けられる。前方を撮像する場合、カメラ 1 0 は、フロントウインドシールド上部やルームミラー裏面等に取り付けられる。カメラ 1 0 は、例えば、周期的に繰り返し自車両 M の周辺を撮像する。カメラ 1 0 は、ステレオカメラであってもよい。

40

【 0 0 3 3 】

レーダ 1 2 は、自車両 M の周辺にミリ波などの電波を放射すると共に、物体によって反射された電波（反射波）を検出して少なくとも物体の位置（距離および方位）を検出する。レーダ 1 2 は、自車両 M の任意の箇所に一つまたは複数に取り付けられる。レーダ 1 2 は、F M - C W (Frequency Modulated Continuous Wave) 方式によって物体の位置およ

50

び速度を検出してもよい。

【0034】

ファインダ14は、照射光に対する散乱光を測定し、対象までの距離を検出するL I D A R (Light Detection and Ranging、或いはLaser Imaging Detection and Ranging)である。ファインダ14は、自車両Mの任意の箇所に一つまたは複数に取り付けられる。

【0035】

物体認識装置16は、カメラ10、レーダ12、およびファインダ14のうち一部または全部による検出結果に対してセンサフュージョン処理を行って、物体の位置、種類、速度、移動方向などを認識する。認識される物体は、例えば、車両や、ガードレール、電柱、歩行者、道路標識といった種類の物体である。物体認識装置16は、認識結果を運転支援制御ユニット100に出力する。また、物体認識装置16は、カメラ10、レーダ12、またはファインダ14から入力された情報の一部を、そのまま運転支援制御ユニット100に出力してもよい。

10

【0036】

H M I 20は、自車両Mの乗員に対して各種情報を提示すると共に、乗員による入力操作を受け付ける。H M I 20は、例えば、L C D (Liquid Crystal Display) や有機E L (Electroluminescence) ディスプレイなどの各種表示装置や、モード切替ボタン20aなどの各種ボタン、スピーカ、ブザー、タッチパネル等を含む。

【0037】

モード切替ボタン20aは、例えば、運転支援モードと、手動運転モードとを相互に切り替えるためのボタンである。運転支援モードは、例えば、ステアリングホイールが乗員により操作されている場合に、運転支援制御ユニット100によって、走行駆動力出力装置200およびブレーキ装置210と、ステアリング装置220とのいずれか一方または双方が制御されるモードである。手動運転モードは、運転操作子80の操作量に応じて、走行駆動力出力装置200、ブレーキ装置210、およびステアリング装置220が制御されるモードである。H M I 20の各機器は、例えば、インストルメントパネルの各部、助手席や後部座席の任意の箇所に取り付けられる。

20

【0038】

車両センサ30は、例えば、自車両Mの速度を検出する車速センサ、加速度を検出する加速度センサ、鉛直軸回りの角速度を検出するヨーレートセンサ、自車両Mの向きを検出する方位センサ等を含む。

30

【0039】

運転操作子80は、例えば、アクセルペダル、ブレーキペダル、シフトレバー、ステアリングホイール、ウィンカーレバー、その他の操作子を含む。運転操作子80の各操作子には、例えば、操作量を検出する操作検出部が取り付けられている。操作検出部は、アクセルペダルやブレーキペダルの踏込量や、シフトレバーの位置、ステアリングホイールの操舵角などを検出する。そして、操作検出部は、検出した各操作子の操作量を示す検出信号を運転支援制御ユニット100、もしくは、走行駆動力出力装置200、ブレーキ装置210、およびステアリング装置220のうち一方または双方に出力する。

【0040】

40

例えば、ステアリングホイールには、操作検出部として、把持検出センサ80aおよび操舵トルク検出センサ80bのいずれか一方または双方が取り付けられる。把持検出センサ80aは、ステアリングホイールに乗員が触れることで発生した微弱な電流を検出した場合、所定の検出信号を運転支援制御ユニット100に出力する。操舵トルク検出センサ80bは、ステアリングホイールの回転軸(シャフト)回りに与えられた操舵トルクを検出し、その検出した操舵トルクが閾値以上となった場合、所定の検出信号を運転支援制御ユニット100に出力する。

【0041】

以下、把持検出センサ80aまたは操舵トルク検出センサ80bにより出力された検出信号に基づいて、ステアリングホイールが乗員により操作されていること(握られている

50

こと)が検知された状態を「ハンズオン(Hands ON)状態」と称し、そうでない状態を「ハンズオフ(Hands OFF)状態」と称して説明する。

【0042】

運転支援制御ユニット100の説明に先立って、走行駆動力出力装置200、ブレーキ装置210、およびステアリング装置220を説明する。走行駆動力出力装置200は、自車両Mが走行するための走行駆動力(トルク)を駆動輪に出力する。走行駆動力出力装置200は、例えば、内燃機関、電動機、および変速機などの組み合わせと、これらを制御するパワーECUとを備える。パワーECUは、運転支援制御ユニット100から入力される情報、或いは運転操作子80から入力される情報に従って、上記の構成を制御する。

10

【0043】

ブレーキ装置210は、例えば、ブレーキキャリパーと、ブレーキキャリパーに油圧を伝達するシリンダと、シリンダに油圧を発生させる電動モータと、ブレーキECUとを備える。ブレーキECUは、運転支援制御ユニット100から入力される情報、或いは運転操作子80から入力される情報に従って電動モータを制御し、制動操作に応じたブレーキトルクが各車輪に出力されるようにする。ブレーキ装置210は、運転操作子80に含まれるブレーキペダルの操作によって発生させた油圧を、マスターシリンダを介してシリンダに伝達する機構をバックアップとして備えてよい。なお、ブレーキ装置210は、上記説明した構成に限らず、運転支援制御ユニット100から入力される情報に従ってアクチュエータを制御して、マスターシリンダの油圧をシリンダに伝達する電子制御式油圧ブレーキ装置であってもよい。

20

【0044】

ステアリング装置220は、例えば、ステアリングECUと、電動モータとを備える。電動モータは、例えば、ラックアンドピニオン機構に力を作用させて転舵輪の向きを変更する。ステアリングECUは、運転支援制御ユニット100から入力される情報、或いは運転操作子80から入力される情報に従って、電動モータを駆動し、転舵輪の向きを変更させる。

【0045】

運転支援制御ユニット100は、例えば、第1制御部120と、第2制御部140と、切替制御部150とを備える。第1制御部120、第2制御部140、および切替制御部150の構成要素のうち一部または全部は、それぞれ、CPU(Central Processing Unit)やGPU(Graphics Processing Unit)などのプロセッサがプログラム(ソフトウェア)を実行することで実現される。また、第1制御部120、第2制御部140、および切替制御部150の構成要素のうち一部または全部は、LSI(Large Scale Integration)やASIC(Application Specific Integrated Circuit)、FPGA(Field-Programmable Gate Array)などのハードウェアによって実現されてもよいし、ソフトウェアとハードウェアの協働によって実現されてもよい。

30

【0046】

第1制御部120は、例えば、外界認識部121と、自車位置認識部122とを備える。外界認識部121および自車位置認識部122は、例えば、運転支援モードおよび手動運転モードの双方において動作する。

40

【0047】

外界認識部121は、物体認識装置16を介してカメラ10、レーダ12、およびファインダ14から入力された情報に基づいて、周辺車両の位置、および速度、加速度等の状態を認識する。周辺車両の位置は、その周辺車両の重心やコーナー等の代表点で表されてもよいし、周辺車両の輪郭で表現された領域で表されてもよい。周辺車両の「状態」とは、周辺車両の加速度やジャーク、あるいは「行動状態」(例えば車線変更をしている、またはしようとしているか否か)を含んでもよい。また、外界認識部121は、周辺車両に加えて、ガードレールや電柱、駐車車両、歩行者といった他の種類の物体の位置を認識してよい。

50

【 0 0 4 8 】

自車位置認識部 1 2 2 は、例えば、自車両 M が走行している車線（走行車線）、並びに走行車線に対する自車両 M の相対位置および姿勢を認識する。自車位置認識部 1 2 2 は、例えば、カメラ 1 0 によって撮像された画像から道路の区画線 L M を認識し、認識した区画線 L M の中で自車両 M に最も近い 2 本の区画線 L M により区画された車線を走行車線として認識する。そして、自車位置認識部 1 2 2 は、認識した走行車線に対する自車両 M の位置や姿勢を認識する。

【 0 0 4 9 】

図 2 は、自車位置認識部 1 2 2 により走行車線 L 1 に対する自車両 M の相対位置および姿勢が認識される様子を示す図である。自車位置認識部 1 2 2 は、例えば、区画線 L M 1 から L M 3 を認識し、自車両 M に最も近い区画線 L M 1 および L M 2 の間の領域を自車両 M の走行車線 L 1 として認識する。そして、自車位置認識部 1 2 2 は、自車両 M の基準点（例えば重心）の走行車線中央 C L からの乖離 O S、および自車両 M の進行方向の走行車線中央 C L を連ねた線に対してなす角度 θ を、走行車線 L 1 に対する自車両 M の相対位置および姿勢として認識する。なお、これに代えて、自車位置認識部 1 2 2 は、自車線 L 1 のいずれかの側端部に対する自車両 M の基準点の位置などを、走行車線に対する自車両 M の相対位置として認識してもよい。

【 0 0 5 0 】

また、自車位置認識部 1 2 2 は、区画線 L M の認識と共に、認識した区画線 L M がどの程度確からしいのかを示す指標値（以下、信頼度を称する）を導出してもよい。例えば、自車位置認識部 1 2 2 は、カメラ 1 0 の撮像画像上で線上に並ぶ区画線 L M の特徴量の多さ（密集度合）や、区画線 L M として抽出された線の平行性などから信頼度を数値として導出し、これを第 2 制御部 1 4 0 または切替制御部 1 5 0 に出力する。これを受けて、第 2 制御部 1 4 0 または切替制御部 1 5 0 は、自車位置認識部 1 2 2 による認識結果がどの程度確からしいのかを判断する。

【 0 0 5 1 】

第 2 制御部 1 4 0 は、例えば、速度支援制御部 1 4 1 と、操舵支援制御部 1 4 2 とを備える。速度支援制御部 1 4 1 および操舵支援制御部 1 4 2 は、例えば、運転支援モード時に動作し、手動運転モード時に停止する。

【 0 0 5 2 】

速度支援制御部 1 4 1 は、走行駆動力出力装置 2 0 0 およびブレーキ装置 2 1 0 を制御することで、自車両 M の速度制御を行う。例えば、速度支援制御部 1 4 1 は、外界認識部 1 2 1 により認識された周辺車両のうち、自車両 M の前方に存在する周辺車両（前走車両）に追従するように、予め決められた設定車速の範囲内で自車両 M を加速または減速させる。また、外界認識部 1 2 1 により前走車両が認識されていない場合、速度支援制御部 1 4 1 は、設定車速で自車両 M を加速または減速させる。

【 0 0 5 3 】

操舵支援制御部 1 4 2 は、ステアリング装置 2 2 0 を制御することで、自車両 M の操舵制御を行う。例えば、操舵支援制御部 1 4 2 は、自車位置認識部 1 2 2 により認識された走行車線の中央を維持するように自車両 M の操舵を制御する。例えば、操舵支援制御部 1 4 2 は、走行車線を区画する 2 本の区画線 L M の其々と自車両 M とが等距離となるように自車両 M の操舵を制御する。以下、走行車線中央を維持させる操舵制御のことを「車線維持制御」と称して説明する。

【 0 0 5 4 】

また、操舵支援制御部 1 4 2 は、走行車線中央から左右いずれかに偏した位置を走行している場合、走行車線から自車両 M が逸脱しないように自車両 M を走行車線中央に戻すように操舵を制御する。より具体的には、操舵支援制御部 1 4 2 は、走行車線を区画する区画線 L M と自車両 M との距離が所定距離以下となった場合に、H M I 2 0 に所定の画像を表示させると共に、ステアリングホイールを振動させることで乗員に注意を促す。ステアリングホイールを振動させた後に、ステアリングホイールに対して乗員の操作が無い場合

10

20

30

40

50

、操舵支援制御部 142 は、ステアリング装置 220 を制御することで、転舵輪の向きを車線中央側に変更し、自車両 M が車線中央側へと復帰するように操舵を制御する。以下、走行車線の逸脱を抑制する操舵制御のことを「路外逸脱抑制制御」と称して説明する。車線維持制御および路外逸脱抑制制御は、「第 1 操舵制御」の一例である。

【0055】

操舵支援制御部 142 は、車線維持制御または路外逸脱抑制制御を実施している過程で、自車位置認識部 122 により区画線 LM が認識されなくなった場合、或いは、区画線 LM の信頼度が閾値以下となった場合、実施している制御を制限（停止）し、第 2 操舵制御を行う。第 1 実施形態における第 2 操舵制御は、自車両 M の直進時の舵角（以下、基準舵角 θ_{REF} ）を基準とした所定角度の範囲で目標舵角 θ_{TGT} を決定し、その決定した目標舵角 θ_{TGT} で自車両 M の操舵を制御することである。例えば、操舵支援制御部 142 は、基準舵角 θ_{REF} を $0 [^\circ]$ とした場合、この $0 [^\circ]$ を基準にプラスマイナス $5 [^\circ]$ 程度の角度の範囲内で目標舵角を決定し、この目標舵角 θ_{TGT} に現在の舵角を近づけるように制御する。

【0056】

切替制御部 150 は、モード切替ボタン 20a に対する操作に応じて運転支援モードと手動運転モードとを相互に切り替える。例えば、切替制御部 150 は、ハンズオン状態あるときに、手動運転モードから運転支援モードに切り替える。また、切替制御部 150 は、運転支援モード時において、ハンズオフ状態が所定時間以上継続した場合、運転支援モードから手動運転モードに切り替えてよい。このとき、切替制御部 150 は、運転モードが切り替わることを、HMI 20 を用いて乗員に報知してよい。手動運転モード時には、運転操作子 80 からの入力信号（操作量がどの程度かを示す検出信号）が、走行駆動力出力装置 200、ブレーキ装置 210、およびステアリング装置 220 に出力される。また、運転操作子 80 からの入力信号は、運転支援制御ユニット 100 を介して走行駆動力出力装置 200、ブレーキ装置 210、およびステアリング装置 220 に出力されてもよい。走行駆動力出力装置 200、ブレーキ装置 210、およびステアリング装置 220 の各 ECU（Electronic Control Unit）は、運転操作子 80 等からの入力信号に基づいて、それぞれの動作を行う。

【0057】

図 3 は、道路の途中で区画線 LM が認識されなくなる場面の一例を示す図である。図示の例では、高速道路における料金所を通過するときの場面を示している。例えば、料金所付近では、一部または全部の車線の区画線が形成されていない区間（図中 P1 から P2 の区間）が存在する。例えば、自車両 M が P1 の地点に近づくと、自車位置認識部 122 が走行車線を認識できなくなる。この場合、操舵支援制御部 142 は、P1 手前の区間で車線維持制御または路外逸脱抑制制御を実施していた場合、この制御を停止し、第 2 操舵制御を行う。

【0058】

自車両 M が料金所を通過し P2 の地点に近づくと、自車位置認識部 122 が走行車線を再度認識することになる。この場合、操舵支援制御部 142 は、第 2 操舵制御を停止し、自車位置認識部 122 により認識された区画線 LM に基づいて、車線維持制御または路外逸脱抑制制御を再開する。

【0059】

図 4 は、第 1 実施形態における運転支援制御ユニット 100 による一連の処理を示すフローチャートである。例えば、本フローチャートの処理は、運転支援モード時に所定周期で繰り返し行われてよい。

【0060】

まず、操舵支援制御部 142 は、自車位置認識部 122 により区画線 LM が認識されたか否か、或いは区画線 LM の信頼度が閾値以上か否かを判定する（ステップ S100）。

【0061】

例えば、自車位置認識部 122 により区画線 LM が認識された場合、或いは区画線 LM

10

20

30

40

50

の信頼度が閾値以上である場合、操舵支援制御部 142 は、第 2 操舵制御を停止して、認識された区画線 LM に基づいて、車線維持制御または路外逸脱抑制制御を行う（ステップ S102）。

【0062】

一方、自車位置認識部 122 により区画線 LM が認識されていない場合、或いは区画線 LM の信頼度が閾値未満である場合、操舵支援制御部 142 は、車線維持制御または路外逸脱抑制制御を停止し、第 2 操舵制御を行う（ステップ S104）。第 2 操舵制御が行われている間、第 1 制御部 120 は、区画線の認識などの各種処理を継続する。

【0063】

図 5 は、第 2 操舵制御に伴う自車両 M の挙動の様子を模式的に示す図である。例えば、操舵支援制御部 142 は、車線維持制御または路外逸脱抑制制御から第 2 操舵制御に切り替えるときの舵角、すなわち車線維持制御または路外逸脱抑制制御を停止する直前に決定した目標舵角 θ_{TG} をキャンセルするためのマイナス成分の角度を、第 2 操舵制御を行う際の目標舵角 θ_{TG} に決定する。これによって、ステアリングホイールの回転軸には現在の舵角から基準舵角 θ_{REF} に戻すための操舵トルクが加えられ、ステアリングホイールが直進時のニュートラルなポジションに移動する。

【0064】

一般的に、車線維持制御または路外逸脱抑制制御のように、車両制御システム 1 側が能動的に自車両 M の操舵を制御した場合、転舵輪の向き（転がる方向）と自車両 M の進行方向とに角度差（スリップ角度）が生じて、転舵輪にコーナリングフォース（自車両 M の進行方向に対する直交方向の力）と横力（転舵輪の向きに対する直交方向の力）が発生する。これらの力を受けることで車体には、セルフアライニングトルク（ヨー軸回りのモーメント）が働く。このとき操舵制御が停止した場合、転舵輪は、セルフアライニングトルクの作用を受けて基準舵角 θ_{REF} の位置まで戻ろうとする。しかしながら、セルフアライニングトルクは、転舵輪の方向と車両の進行方向などによって自然に発生するものであり、予め定めた制御量によって制御されるものではないため、操舵制御を停止したときに、操舵制御による舵角変化に対してセルフアライニングトルクにより舵角変化が連続しない場合があり、操舵トルクの抜けを違和感として感じる事が考えられる。

【0065】

これに対して、操舵支援制御部 142 は、区画線 LM が認識されない場合であっても、すぐさま操舵制御を終了するのではなく、目標舵角 θ_{TG} を直進時の基準舵角 θ_{REF} として操舵制御を行い、直進時の位置に戻すようにステアリングホイールを回すため、ステアリングホイールを乗員が把持していた場合、把持した手の中でホイールが自らの意思とは関係なく移動することになる。これにより、乗員は操舵トルクが抜けていないことを感じ取ることができる。このように、手動運転時にも生じるセルフアライニングトルク（受動的な力）とは異なり、能動的な力をステアリングホイールに作用させながら自車両 M の操舵制御を継続するため、制御が切り替わったことを乗員に感じさせ難くすることができる。この結果、より自然に制御を切り替えることができる。

【0066】

図 6 は、舵角 θ と経過時間 t との関係の一例を示す図である。例えば、操舵支援制御部 142 は、第 2 操舵制御を行う場合、現時刻 t_0 の舵角 θ_0 を経過時間 t に応じて目標舵角 θ_{TG} に近づけていく。この際、操舵支援制御部 142 は、取り得る舵角 θ の所定時間 d_t あたりの変化量（ $d\theta/dt$ ）に、急激な舵角変化を抑制するために制限を設ける。これによって、図示のように、操舵支援制御部 142 は、実際の舵角 θ を目標舵角 θ_{TG} に漸近させていく。

【0067】

図 7 は、舵角 θ と経過時間 t との関係の他の例を示す図である。図示のように、例えば、操舵支援制御部 142 は、所定時間 t 経過するまで、或いは所定時間 t に相当する所定距離を走行するまで、現在の舵角 θ を維持し、所定時間 t 経過した後（所定距離走行した後）、現在の舵角 θ を目標舵角 θ_{TG} に近づけてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 8 】

以上説明した第1実施形態によれば、道路の区画線を認識する自車位置認識部122と、自車位置認識部122により認識された区画線のうち、自車両Mが走行する走行車線を区画する区画線に基づいて、車線維持制御または路外逸脱抑制制御（第1操舵制御の一例）を行う操舵支援制御部142と、を備え、操舵支援制御部142が、自車両Mの前方において、走行車線を区画する区画線が自車位置認識部122により認識されない場合、または認識された区画線の信頼度が閾値未満の場合、車線維持制御または路外逸脱抑制制御を制限し、自車両Mの直進時の舵角を基準とした所定角度の範囲で目標舵角 θ_{TGT} を決定し、決定した目標舵角 θ_{TGT} で第2操舵制御を行うことにより、ステアリングホイールに操舵トルクを作用させながら自車両Mの操舵制御を継続するため、より自然に制御を切り替えることができる。

10

【 0 0 6 9 】

また、上述した第1実施形態によれば、区画線が認識されなくなった間（第2操舵制御が行われている間）も第1制御部120が区画線の認識処理を継続するため、区画線が再度認識されるようになった場合、車線維持制御または路外逸脱抑制制御（第1操舵制御の一例）を自動で復帰させることができる。この結果、乗員が専用のスイッチなどを操作するなどして車線維持制御または路外逸脱抑制制御が可能な状態へと復帰させる手間を減らすことができる。

【 0 0 7 0 】

また、上述した第1実施形態によれば、高速道路の料金所付近において第2操舵制御を行い、単に右左折やカーブ等、転舵する機会が多い一般道路では第2操舵制御を行わないため、直進時の舵角を基準に目標舵角 θ_{TGT} を設定することにより生じる乗員の違和感を低減することができる。

20

【 0 0 7 1 】

また、上述した第1実施形態によれば、取り得る舵角の時間あたりの変化量に制限を設けながら目標舵角 θ_{TGT} を決定するため、急激な舵角変化を抑制することができ、乗員の違和感を低減することができる。

【 0 0 7 2 】

また、上述した第1実施形態によれば、所定時間 t 経過するまで、或いは所定時間 t に相当する所定距離を走行するまで、現在の舵角を維持し、所定時間 t 経過した後或いは所定距離走行した後、現在の舵角を目標舵角 θ_{TGT} に近づけるため、自車両Mが走行車線の外側に移動するまでの時間をより長くすることができる。この結果、乗員がステアリングホイールを把持できない状態かどうかを検知するまでの十分な時間を稼ぐことができる。

30

【 0 0 7 3 】

なお、上述した実施形態では、操舵支援制御部142は、高速道路の料金所付近で区画線LMが認識されなくなった場合に、第2操舵制御を行うものとして説明したがこれに限られない。例えば、操舵支援制御部142は、単に直線状またはカーブ状の経路において、区画線LMが認識されなくなった場合に、第2操舵制御を行ってよい。例えば、自車両Mがカーブ状の経路を走行しているときに区画線LMが認識されなくなった場合、操舵支援制御部142は、区画線LMが認識されなくなる前に行っていた操舵制御時の目標舵角 θ_{TGT} に基づいて、第2操舵制御時の目標舵角 θ_{TGT} を決定する。

40

【 0 0 7 4 】

< 第2実施形態 >

以下、第2実施形態について説明する。第2実施形態では、上述した前走車両を追従する追従制御や、車線維持制御、路外逸脱抑制制御などに加えて、車線変更などの速度制御および操舵制御の双方を組み合わせた複雑な制御を自動的に行う点で、上述した第1実施形態と異なる。以下、第1実施形態との相違点を中心に説明し、第1実施形態と共通する機能等についての説明は省略する。

【 0 0 7 5 】

50

図 8 は、第 2 実施形態の車両制御システム 2 の構成図である。第 2 実施形態の車両制御システム 2 は、例えば、カメラ 1 0 と、レーダ 1 2 と、ファインダ 1 4 と、物体認識装置 1 6 と、H M I 2 0 と、車両センサ 3 0 と、通信装置 4 0 と、ナビゲーション装置 5 0 と、M P U (Map position Unit) 6 0 と、運転操作子 8 0 と、自動運転制御ユニット 1 0 0 A と、走行駆動力出力装置 2 0 0 と、ブレーキ装置 2 1 0 と、ステアリング装置 2 2 0 とを備える。これらの装置や機器は、C A N 通信線等の多重通信線やシリアル通信線、無線通信網等によって互いに接続される。なお、図 8 に示す構成はあくまで一例であり、構成の一部が省略されてもよいし、更に別の構成が追加されてもよい。

【 0 0 7 6 】

第 2 実施形態の H M I 2 0 のモード切替ボタン 2 0 a は、例えば、自動運転モード、運転支援モード、および手動運転モードのいずれかのモードに切り替えるためのボタンである。自動運転モードは、自動運転制御ユニット 1 0 0 A によって、走行駆動力出力装置 2 0 0 およびブレーキ装置 2 1 0 と、ステアリング装置 2 2 0 との双方が制御されるモードである。

【 0 0 7 7 】

通信装置 4 0 は、例えば、セルラー網や W i - F i 網、B l u e t o o t h (登録商標)、D S R C (Dedicated Short Range Communication) などを利用して、自車両 M の周辺に存在する他車両と通信したり、無線基地局を介して各種サーバ装置と通信したりする。

【 0 0 7 8 】

ナビゲーション装置 5 0 は、例えば、G N S S (Global Navigation Satellite System) 受信機 5 1 と、ナビ H M I 5 2 と、経路決定部 5 3 とを備え、H D D (Hard Disk Drive) やフラッシュメモリなどの記憶装置に第 1 地図情報 5 4 を保持している。G N S S 受信機 5 1 は、G N S S 衛星から受信した信号に基づいて、自車両 M の位置を特定する。自車両 M の位置は、車両センサ 3 0 の出力を利用した I N S (Inertial Navigation System) によって特定または補完されてもよい。ナビ H M I 5 2 は、表示装置、スピーカ、タッチパネル、キーなどを含む。ナビ H M I 5 2 は、前述した H M I 2 0 と一部または全部が共通化されてもよい。経路決定部 5 3 は、例えば、G N S S 受信機 5 1 により特定された自車両 M の位置 (或いは入力された任意の位置) から、ナビ H M I 5 2 を用いて乗員により入力された目的地までの経路を、第 1 地図情報 5 4 を参照して決定する。

【 0 0 7 9 】

第 1 地図情報 5 4 は、例えば、道路を示すリンクと、リンクによって接続されたノードとによって道路形状が表現された情報である。第 1 地図情報 5 4 は、道路の曲率や P O I (Point Of Interest) 情報などを含んでもよい。経路決定部 5 3 により決定された経路は、M P U 6 0 に出力される。また、ナビゲーション装置 5 0 は、経路決定部 5 3 により決定された経路に基づいて、ナビ H M I 5 2 を用いた経路案内を行ってもよい。なお、ナビゲーション装置 5 0 は、例えば、ユーザの保有するスマートフォンやタブレット端末等の端末装置の機能によって実現されてもよい。また、ナビゲーション装置 5 0 は、通信装置 4 0 を介してナビゲーションサーバに現在位置と目的地を送信し、ナビゲーションサーバから返信された経路を取得してもよい。

【 0 0 8 0 】

M P U 6 0 は、例えば、推奨車線決定部 6 1 として機能し、H D D やフラッシュメモリなどの記憶装置に第 2 地図情報 6 2 を保持している。推奨車線決定部 6 1 は、ナビゲーション装置 5 0 から提供された経路を複数のブロックに分割し (例えば、車両進行方向に関して 1 0 0 [m] 毎に分割し)、第 2 地図情報 6 2 を参照してブロックごとに推奨車線を決定する。推奨車線決定部 6 1 は、左から何番目の車線を推奨車線に決定する、といった処理を行う。推奨車線決定部 6 1 は、経路において分岐箇所や合流箇所などが存在する場合、自車両 M が、分岐先に進行するための合理的な経路を走行できるように、推奨車線を決定する。

【 0 0 8 1 】

10

20

30

40

50

第2地図情報62は、第1地図情報54よりも高精度な地図情報である。第2地図情報62は、例えば、車線の中央の情報あるいは車線の境界の情報等を含んでいる。また、第2地図情報62には、道路情報、交通規制情報、住所情報（住所・郵便番号）、施設情報、電話番号情報などが含まれてよい。道路情報には、高速道路、有料道路、国道、都道府県道といった道路の種別を表す情報や、道路の基準速度、車線数、各車線の幅員、道路の勾配、道路の位置（経度、緯度、高さを含む3次元座標）、道路またはその道路の各車線のカーブの曲率、車線の合流および分岐ポイントの位置、道路に設けられた標識等の情報が含まれる。基準速度は、例えば、法定速度や、その道路を過去に走行した複数の車両の平均速度などである。第2地図情報62は、通信装置40を用いて他装置にアクセスすることにより、随時、アップデートされてよい。

10

【0082】

自動運転制御ユニット100Aは、例えば、第1制御部120Aと、第2制御部140と、切替制御部150と、自動運転制御部160とを備える。これらの構成要素のうち一部または全部は、それぞれ、CPUなどのプロセッサがプログラム（ソフトウェア）を実行することで実現される。また、上記の構成要素のうち一部または全部は、LSIやASIC、FPGAなどのハードウェアによって実現されてもよいし、ソフトウェアとハードウェアの協働によって実現されてもよい。

【0083】

第1制御部120は、例えば、上述した外界認識部121および自車位置認識部122と、行動計画生成部123とを備える。

20

【0084】

第2実施形態における自車位置認識部122は、例えば、第2地図情報62から得られる道路区画線のパターン（例えば実線と破線の配列）と、カメラ10によって撮像された画像から認識される自車両Mの周辺の道路区画線のパターンとを比較することで、走行車線を認識する。この認識において、ナビゲーション装置50から取得される自車両Mの位置やINSによる処理結果が加味されてもよい。そして、自車位置認識部122は、例えば、走行車線に対する自車両Mの位置や姿勢を認識する。自車位置認識部122により認識された自車両Mの相対位置は、推奨車線決定部61および行動計画生成部123に提供（出力）される。

【0085】

行動計画生成部123は、例えば、推奨車線決定部61により決定されて推奨車線を走行するように、且つ、自車両Mの周辺状況に対応できるように、自動運転において順次実行されるイベントを決定する。イベントには、例えば、一定速度で同じ走行車線を走行する定速走行イベント、自車両Mの走行車線を変更する車線変更イベント、前走車両を追い越す追い越しイベント、前走車両に追従して走行する追従走行イベント、合流地点で自車両Mを支線から本線へと合流させる合流イベント、道路の分岐地点で自車両Mを目的側の車線に進行させる分岐イベント、自車両Mを緊急停車させる緊急停車イベント、自動運転を終了して手動運転に切り替えるための切替イベント等がある。また、これらのイベントの実行中に、自車両Mの周辺状況（周辺車両や歩行者の存在、道路工事による車線狭窄等）に基づいて、回避のためのイベントが計画される場合もある。

30

40

【0086】

行動計画生成部123は、決定したイベント（経路に応じて計画された複数のイベントの集合）に基づいて、経路決定部53により決定された経路を自車両Mが将来走行させるときの目標軌道を生成する。目標軌道は、自車両Mの到達すべき地点（軌道点）を順に並べたものとして表現される。軌道点は、所定の走行距離ごとの自車両Mの到達すべき地点であり、それとは別に、所定のサンプリング時間（例えば0コンマ数[sec]程度）ごとの目標速度が、目標軌道の一部（一要素）として決定される。目標速度には、目標加速度や目標躍度などの要素が含まれてよい。また、軌道点は、所定のサンプリング時間ごとの、そのサンプリング時刻における自車両Mの到達すべき位置であってもよい。この場合、目標速度は軌道点の間隔で決定される。

50

【 0 0 8 7 】

例えば、行動計画生成部 1 2 3 は、目的地までの経路に予め設定された基準速度（例えば法定速度など）や走行時の周辺車両との相対速度に基づいて、目標軌道に沿って自車両 M を走行させる際の目標速度を決定する。また、行動計画生成部 1 2 3 は、軌道点の位置関係に基づいて、目標軌道の曲率（軌道のカーブの度合）を決定する。そして、行動計画生成部 1 2 3 は、目標速度および曲率を決定した目標軌道を、自動運転制御部 1 6 0 に出力する。

【 0 0 8 8 】

図 9 は、推奨車線に基づいて目標軌道が生成される様子を示す図である。図示するように、推奨車線は、目的地までの経路に沿って走行するのに都合が良いように設定される。行動計画生成部 1 2 3 は、推奨車線が決定されると、その推奨車線の切り替わり地点の所定距離手前（イベントの種類に応じて決定されてよい）に差し掛かると、車線変更イベント、分岐イベント、合流イベントなどを起動する。各イベントの実行中に、障害物 O B を回避する必要がある場合には、図示するように回避軌道が生成される。

【 0 0 8 9 】

切替制御部 1 5 0 は、モード切替ボタン 2 0 a に対する操作に応じて、自動運転モード、運転支援モード、および手動運転モードのうちいずれかのモードに切り替える。また、切替制御部 1 5 0 は、自動運転の開始予定地点で、運転モードを他の運転モードから自動運転モードに切り替える。また、切替制御部 1 5 0 は、自動運転の終了予定地点（例えば目的地）で、運転モードを自動運転モードから他の運転モードに切り替える。

【 0 0 9 0 】

また、切替制御部 1 5 0 は、運転操作子 8 0 から入力される検出信号に基づいて、運転モードを自動運転モードから手動運転モードに切り換えてもよい。例えば、切替制御部 1 5 0 は、検出信号が示す操作量が閾値を超える場合、すなわち運転操作子 8 0 が閾値を超えた操作量で乗員から操作を受けた場合、運転モードを自動運転モードから手動運転モードに切り換える。例えば、運転モードが自動運転モードに設定されている場合において、乗員によってステアリングホイールと、アクセルペダルまたはブレーキペダルとが閾値を超える操作量で操作された場合、切替制御部 1 5 0 は、運転モードを自動運転モードから手動運転モードに切り換える。

【 0 0 9 1 】

自動運転制御部 1 6 0 は、例えば、自動運転モード時に動作し、他のモード時に動作を停止する。自動運転制御部 1 6 0 は、例えば、行動計画生成部 1 2 3 によって生成された目標軌道を、予定の時刻通りに自車両 M が通過するように、走行駆動力出力装置 2 0 0、ブレーキ装置 2 1 0、およびステアリング装置 2 2 0 を制御する。以下、目標軌道に基づいて走行駆動力出力装置 2 0 0、ブレーキ装置 2 1 0、およびステアリング装置 2 2 0 を制御することを「自動運転制御」と称して説明する。

【 0 0 9 2 】

例えば、自動運転制御部 1 6 0 は、目標軌道に含まれる目標速度に従って、走行駆動力出力装置 2 0 0 およびブレーキ装置 2 1 0 を制御する。また、自動運転制御部 1 6 0 は、目標軌道の曲率に基づいて目標舵角 θ_{GT} を決定し、決定した目標舵角 θ_{GT} に基づいて、ステアリング装置 2 2 0 を制御する。

【 0 0 9 3 】

図 10 は、第 2 実施形態における自動運転制御ユニット 1 0 0 A による一連の処理を示すフローチャートである。例えば、本フローチャートの処理は、自動運転モード時に所定周期で繰り返し行われてよい。

【 0 0 9 4 】

まず、行動計画生成部 1 2 3 は、自車位置認識部 1 2 2 により区画線 L M が認識されたか否か、或いは区画線 L M の信頼度が閾値以上か否かを判定する（ステップ S 2 0 0）。

【 0 0 9 5 】

例えば、自車位置認識部 1 2 2 により区画線 L M が認識された場合、或いは区画線 L M

10

20

30

40

50

の信頼度が閾値以上である場合、行動計画生成部 123 は、目標軌道を生成する。これを受けて、自動運転制御部 160 は、目標軌道に基づいて自動運転制御を行う（ステップ S202）。

【0096】

一方、自車位置認識部 122 により区画線 LM が認識されていない場合、或いは区画線 LM の信頼度が閾値未満である場合、切替制御部 150 は、自動運転モードからハンズオンが必要な運転支援モードに切り替える。これを受けて、自動運転制御部 160 は、目標軌道に基づく自動運転制御を停止し、操舵支援制御部 142 に第 2 操舵制御を行うよう指示する（ステップ S204）。

【0097】

次に、自動運転制御部 160 は、把持検出センサ 80a または操舵トルク検出センサ 80b により出力された検出信号に基づいて、乗員がハンズオフ状態であるのか、またはハンズオン状態であるのかを判定する（ステップ S206）。

【0098】

乗員がハンズオン状態である場合、自動運転制御部 160 は、操舵支援制御部 142 に第 2 操舵制御を継続させながら、本フローチャートの処理を終了する。

【0099】

一方、乗員がハンズオフ状態である場合、自動運転制御部 160 は、HMI 20 を用いて、ハンズオンを要求する情報（ステアリングホイールを把持することを促す情報）を出力する（ステップ S208）。

【0100】

次に、自動運転制御部 160 は、把持検出センサ 80a または操舵トルク検出センサ 80b により出力された検出信号に基づいて、乗員がハンズオフ状態であるのか、またはハンズオン状態であるのかを判定する（ステップ S210）。

【0101】

乗員がハンズオフ状態である場合、自動運転制御部 160 は、ハンズオンを要求してから所定時間が経過したか否かを判定する（ステップ S212）。所定時間が経過しない場合、自動運転制御部 160 は、ハンズオフ状態の判定を継続する。

【0102】

所定時間内に乗員がハンズオン状態となった場合、自動運転制御部 160 は、操舵支援制御部 142 に第 2 操舵制御を継続させながら、本フローチャートの処理を終了する。

【0103】

一方、所定時間内に乗員がハンズオン状態とならなかった場合、自動運転制御部 160 は、第 2 操舵制御に代わる代替制御を行う（ステップ S214）。例えば、行動計画生成部 123 は、所定時間内に乗員がハンズオン状態とならなかった場合、自車両 M を減速させて停車させるための目標軌道を生成する。これを受けて、自動運転制御部 160 は、減速制御を行う。これによって、本フローチャートの処理が終了する。

【0104】

なお、上述した S204 の処理において、自動運転制御部 160 は、操舵支援制御部 142 に第 2 操舵制御を指示する代わりに、自らが第 2 操舵制御に相当する制御として、ハンズオンを要する自動運転制御を行ってもよい。例えば、自車位置認識部 122 により区画線 LM が認識されていない場合、或いは区画線 LM の信頼度が閾値未満である場合、行動計画生成部 123 は、自車両 M の直進時の基準舵角 θ_{REF} を基準とした所定角度に基づいて目標軌道の曲率を決定する。より具体的には、行動計画生成部 123 は、基準舵角 θ_{REF} によって示される方向（方位）に向けて延伸させた、曲率が略ゼロの目標軌道を生成する。このとき、行動計画生成部 123 は、基準舵角 θ_{REF} からずれた角度（所定角度内の一角度）によって示される方向に向けて目標軌道を延伸させる場合、その方位から基準舵角 θ_{REF} によって示される方位へとカーブするように目標軌道の曲率を決定してよい。すなわち、行動計画生成部 123 は、目標軌道の延伸方向として決めた角度と、基準舵角 θ_{REF} との角度差に応じて目標軌道の曲率を決定する。自動運転制御部 160

10

20

30

40

50

は、この目標軌道の曲率に基づいて目標舵角 T_{GT} を決定し、決定した目標舵角 T_{GT} に従って第2操舵制御に相当する自動運転制御を行う。なお、自動運転制御部160が、操舵支援制御部142に第2操舵制御を指示しない場合、切替制御部150は、自動運転モードを維持し続けるものとする。

【0105】

以上説明した第2実施形態によれば、自動運転制御部160が、走行車線を区画する区画線が認識された場合、または信頼度が閾値以上の場合、ハンズオンを要しない自動運転制御を行い、走行車線を区画する区画線が認識されない場合、または信頼度が閾値未満の場合、自動運転制御を制限すると共に、操舵支援制御部142に第2操舵制御を行わせたり、自らがハンズオンを要する自動運転制御を行ったりするため、ステアリングホイールに操舵トルクを作用させながら自車両Mの操舵制御を継続することができる。この結果、上述した第1実施形態と同様に、より自然に制御を切り替えることができる。

【0106】

また、上述した第2実施形態によれば、乗員がステアリングホイールに少なくとも触れている場合に第2操舵制御を行うため、乗員が操舵を速やかに行うことができる。この結果、乗員の意図しない操舵制御が行われることを抑制することができる。

【0107】

また、上述した第2実施形態によれば、区画線が認識されなくなった場合に、第2操舵制御として自車両Mを直進させるため、自車両Mが走行車線の外側に移動するまでの時間をより長くすることができる。この結果、乗員がステアリングホイールを把持できない状態かどうかを検知するまでの十分な時間を稼ぐことができる。

【0108】

また、上述した第2実施形態によれば、ハンズオンの要求により乗員にステアリングホイールの操作を促すとともに、乗員のステアリングホイールの操作によって操舵制御が行われるまでは直進制御を行うことで、認識された区画線の信頼度が閾値未満の場合であっても制御を継続することができる。

【0109】

また、上述した第2実施形態によれば、ハンズオンを要求した後に、乗員によるステアリングホイールの操作が所定時間ない場合、自車両Mを減速させて停止させるため、乗員が手動で操舵制御を行うことができない場合、或いは操舵制御の意思がない場合に、乗員の意図しない車両走行の継続を制限することができる。

【0110】

また、上述した第2実施形態によれば、自車位置認識部122により区画線LMが認識されていない場合、或いは区画線LMの信頼度が閾値未満である場合、運転支援モードに切り替えずに自動運転モードを継続させて、行動計画生成部123に曲率が略ゼロの目標軌道を生成させるため、目標舵角 T_{GT} を略ゼロに設定することができる。これにより、自動運転モードの自動運転制御から運転支援モードの第2操舵制御に切り替えることなく、ステアリングホイールに操舵トルクを作用させながら自車両Mの操舵制御を継続することができる。この結果、上述した第1実施形態と同様に、より自然に制御を切り替えることができる。

【0111】

以上、本発明を実施するための形態について実施形態を用いて説明したが、本発明はこうした実施形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の変形及び置換を加えることができる。

【符号の説明】

【0112】

1、2 車両制御システム、10...カメラ、12...レーダ、14...ファインダ、16...物体認識装置、20...HMI、20a...モード切替ボタン、30...車両センサ、40...通信装置、50...ナビゲーション装置、51...GNSS受信機、52...ナビHMI、53...経路決定部、54...第1地図情報、60...MPU、61...推奨車線決定部、62...第2地図

10

20

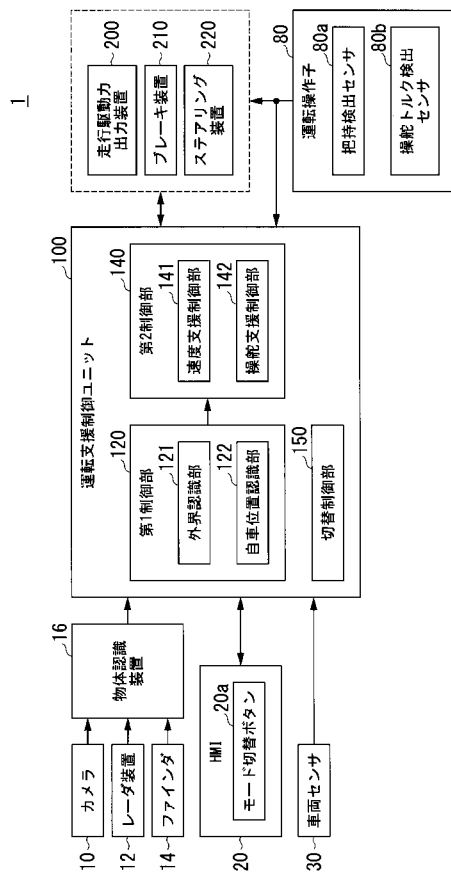
30

40

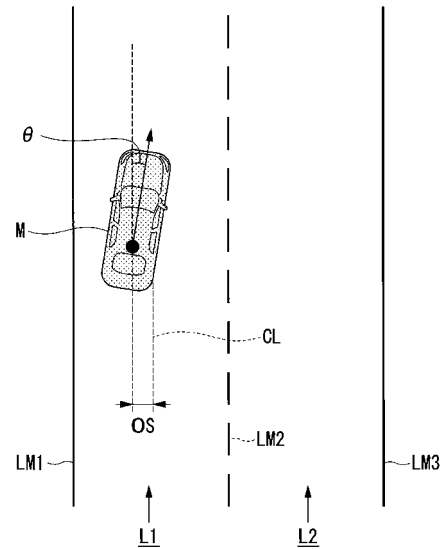
50

情報、80...運転操作子、80a...把持検出センサ、80b...操舵トルク検出センサ、100...運転支援制御ユニット、100A...自動運転制御ユニット、120、120A...第1制御部、121...外界認識部、122...自車位置認識部、123...行動計画生成部、140...第2制御部、141...速度支援制御部、142...操舵支援制御部、150...切替制御部、160...自動運転制御部、200...走行駆動力出力装置、210...ブレーキ装置、220...ステアリング装置、200...走行駆動力出力装置、210...ブレーキ装置、220...ステアリング装置

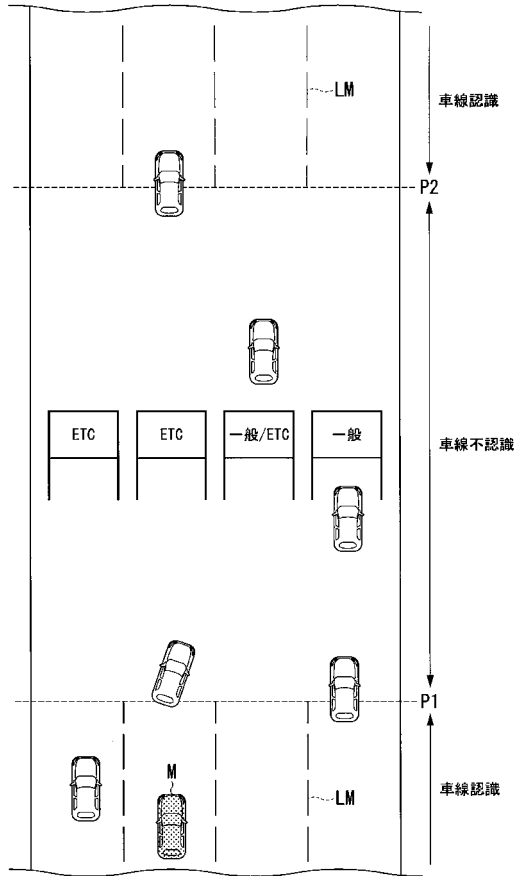
【図1】



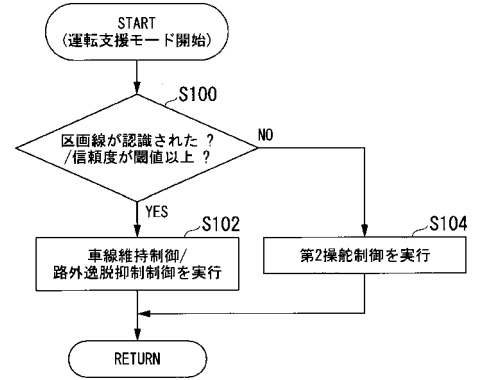
【図2】



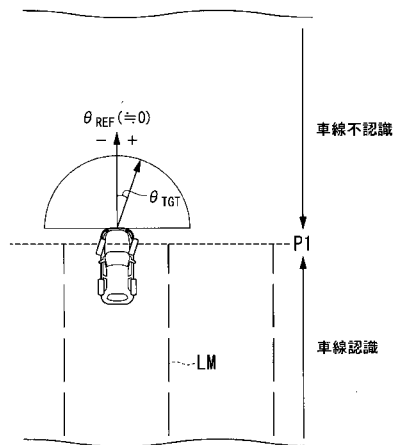
【図3】



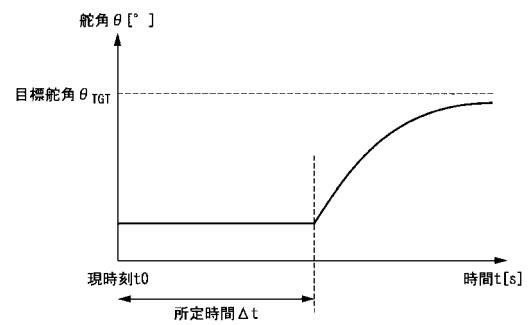
【図4】



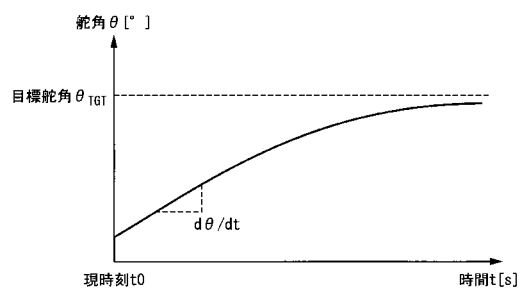
【図5】



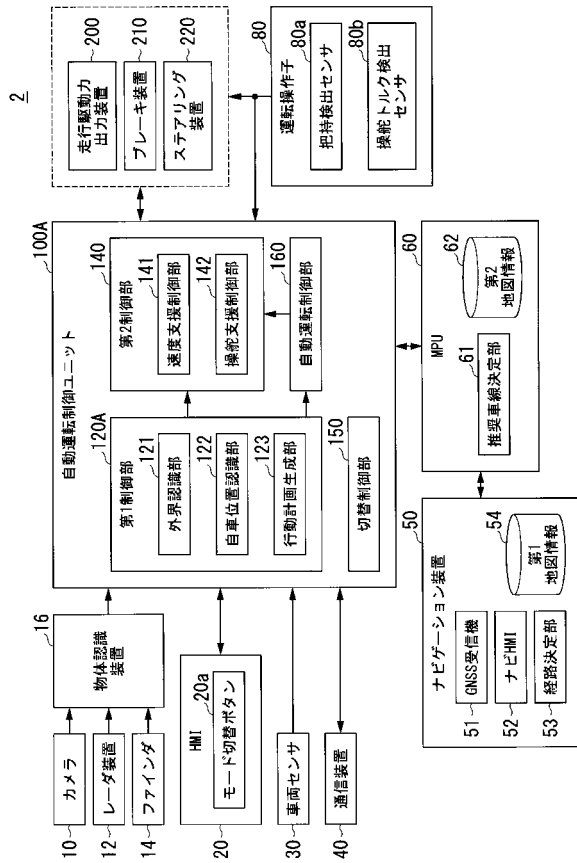
【図7】



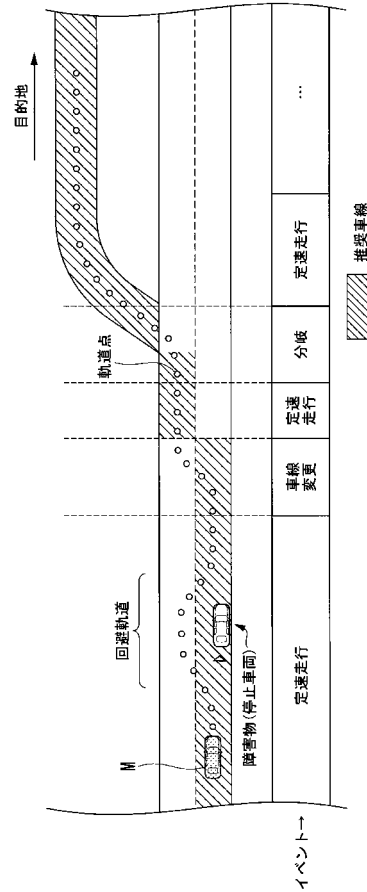
【図6】



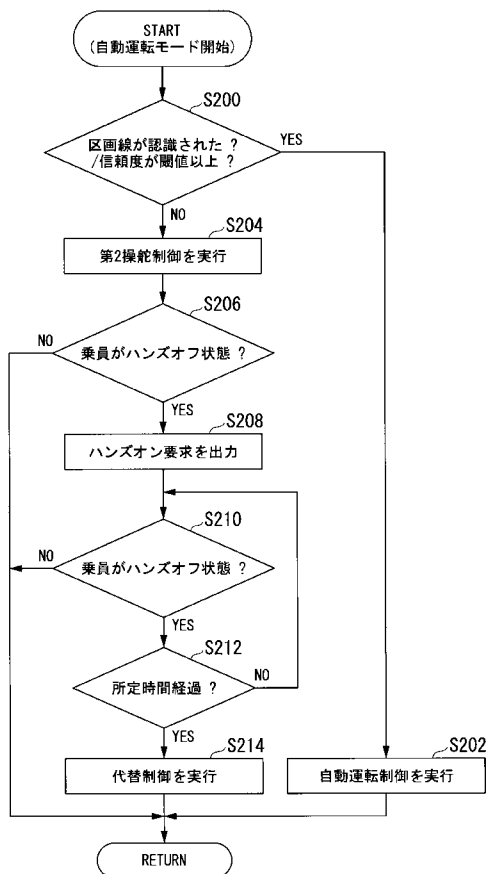
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)

B 6 0 R 21/00 (2006.01)

B 6 0 R 21/00 6 2 4 F

B 6 2 D 6/00 (2006.01)

B 6 0 R 21/00 6 2 4 G

B 6 0 R 21/00 6 2 7

B 6 0 R 21/00 6 2 4 B

B 6 0 R 21/00 6 2 4 C

B 6 0 R 21/00 6 2 4 D

B 6 2 D 6/00

(74)代理人 100175802

弁理士 寺本 光生

(74)代理人 100094400

弁理士 鈴木 三義

(72)発明者 大庭 吉裕

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

F ターム(参考) 3D232 CC20 DA15 DA77 DA78 DA84 DA87 DA90 DA91 DA92 DA93

DA95 DC34 DC38 DD03 DD14 DE02 DE09 DE14 EB04 EC34

FF07 GG01

3D241 BA10 BA13 BA15 BA30 BA60 BB40 BB42 BB43 BC01 BC04

CC02 CC03 CC08 CC17 CD09 CD13 CD15 CD28 CE04 CE05

DA13Z DA23Z DA39Z DA49Z DA52Z DA53Z DA58B DA58Z DA60Z DB02Z

DB05Z DB07Z DB12Z DB20Z DC02Z DC04Z DC05Z DC26Z DC35B DC35Z

DC36Z DC37Z DC38Z DC39Z DC40Z DC43Z DC44Z DC45Z DC50Z DD11B

DD11Z

5H181 AA01 CC03 CC04 CC12 CC14 CC24 LL01 LL07 LL08 LL09