

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5493842号
(P5493842)

(45) 発行日 平成26年5月14日(2014.5.14)

(24) 登録日 平成26年3月14日(2014.3.14)

(51) Int. Cl.	F 1
B 6 O W 30/095 (2012.01)	B 6 O W 30/095
B 6 O W 30/14 (2006.01)	B 6 O W 30/14
B 6 O W 40/08 (2012.01)	B 6 O W 40/08
G O S G 1/16 (2006.01)	G O S G 1/16 E

請求項の数 4 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2009-295201 (P2009-295201)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成21年12月25日(2009.12.25)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2011-131838 (P2011-131838A)	(74) 代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(43) 公開日	平成23年7月7日(2011.7.7)	(74) 代理人	100113435 弁理士 黒木 義樹
審査請求日	平成24年2月20日(2012.2.20)	(74) 代理人	100116920 弁理士 鈴木 光
		(72) 発明者	原田 将弘 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	坂井 克弘 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 走行支援装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自動走行モードから手動走行モードへの切り換えを許可することができる領域である運転許可領域を設定する運転許可領域設定手段と、

自車両の状態が前記運転許可領域に属すると判定された場合に前記切り換えを許可し、自車両の状態が前記運転許可領域に属しないと判定された場合に前記切り換えを許可しない操作制御手段と、を備え、

前記運転許可領域設定手段は、自車両の進路候補と自車両周辺の障害物との干渉が想定されない領域である安全領域を算出し、算出された前記安全領域に基づいて前記運転許可領域を設定し、

前記操作制御手段は、前記自車両の状態が、制御目標となる目標経路に近い領域に属するほど、操作種類の数全体に対して前記切り換えが許可される操作種類の数の割合を高める、又は、操作量全体に対して前記切り換えが許可される操作量の割合を高めることを特徴とする走行支援装置。

【請求項2】

前記自動走行モードにおいてドライバによる運転操作の一部を許可する走行モードを半自動走行モードとし、

当該半自動走行モードで前記運転許可領域を所定時間走行した場合に、前記手動走行モードへの切り換えを行う切換制御手段をさらに備える請求項1に記載の走行支援装置。

【請求項3】

前記進路候補を走行した場合に前記自車両の乗員が感じる快適さを示す指標を快適指標とし、

前記運転許可領域設定手段は、前記快適指標が低くなる前記進路候補よりも前記快適指標が高くなる前記進路候補に基づいて、前記安全領域を算出することを特徴とする請求項1または2に記載の走行支援装置。

【請求項4】

ドライバの運転操作に基づいて、自車両の予測進路を生成し、生成された予測進路が前記安全領域に属する場合に、前記運転操作を許可することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の走行支援装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、ドライバの運転を支援する走行支援装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ドライバの運転を支援する走行支援装置が多く開示されている。例えば、走行中に所定のスイッチ操作が行われた場合に、スイッチ操作時の自車速をクルーズ設定速度とし、その自車速を維持したまま自動走行する走行支援装置がある。

【0003】

このような走行支援装置においては、ドライバの運転操作に基づいて自動走行モードから手動走行モードに切り換わる際、手動走行におけるドライバの勘が鈍っている状態で走行モードの切り換えが行われてしまうという問題がある。このような問題に対し、特許文献1の走行支援装置では、ドライバの運転操作が適切であるか否かを判定した上で自動走行モードの完全な解除を行うことで、手動走行モードへの切り換えを行っている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2007-196809号公報

【特許文献2】特開平09-222922号公報

【特許文献3】特開平10-309961号公報

30

【特許文献4】特開2007-233764号公報

【特許文献5】特開平01-046111号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記従来の走行支援装置では、ドライバが誤って自動走行モードの開始を要求した場合、あるいは、行先変更を要求した場合等、自動走行モードを容易に解除することができないという問題がある。

【0006】

本発明の課題は、自動走行モードから、ドライバの運転操作に基づいて走行を行う手動走行モードへの切り換えを適切に行うことが可能な走行支援装置を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の走行支援装置は、自動走行モードから手動走行モードへの切り換えを許可することができる領域である運転許可領域を設定する運転許可領域設定手段と、自車両の状態が運転許可領域に属すると判定された場合に切り換えを許可し、自車両の状態が運転許可領域に属しないと判定された場合に切り換えを許可しない操作制御手段と、を備え、運転許可領域設定手段は、自車両の進路候補と自車両周辺の障害物との干渉が想定されない領域である安全領域を算出し、算出された安全領域に基づいて運転許可領域を設定し、操作制御手段は、自車両の状態が、制御目標となる目標経路に近い領域に属するほど、操作種

50

類の数全体に対して切り換えが許可される操作種類の数の割合を高める、又は、操作量全体に対して切り換えが許可される操作量の割合を高めることを特徴とする。

【0008】

このような走行支援装置によれば、自動走行モードから手動走行モードへの切り換えを許可することができる領域である運転許可領域が、自車両の進路候補と自車両周辺の障害物との干渉が想定されない領域である安全領域に基づいて設定される。これにより、自車両周辺の安全領域に基づいて、手動走行モードへの切り換えを許可することができる運転許可領域を設定することができるため、常に安全な状態で手動走行モードへの切り換えが許可されることとなる。したがって、自動走行モードから手動走行モードへの切り換えを適切に行うことが可能となる。

10

【0009】

なお、ここでいう自動走行モードとは、目的地を入力すれば目的地まで車両を自動で走行させる完全自動走行モードの他、例えば、車線維持支援機能によって車線内走行時のドライバ負担を軽減するシステム（LKA（Lane Keeping Assist））や、先行車との距離に基づいてスロットル制御・ブレーキ制御を行って速度・車間の制御を行うシステム（ACC（AdaptiveCruise Control））による運転支援を受けた走行モードも含む。

【0010】

また、自動走行モードにおいてドライバによる運転操作の一部を許可する走行モードを半自動走行モードとし、当該半自動走行モードで運転許可領域を所定時間走行した場合に、手動走行モードへの切り換えを行う切換制御手段をさらに備えることが好ましい。これにより、半自動走行モードとしてドライバによる運転操作が所定時間経過した後でなければ、手動走行モードへの切り換えが行えないようにすることができる。この結果、ドライバが運転操作に慣れた状態で、手動走行モードへ切り換えることが可能となる。

20

【0011】

また、進路候補を走行した場合に自車両の乗員が感じる快適さを示す指標を快適指標とし、運転許可領域設定手段は、快適指標が低くなる進路候補よりも快適指標が高くなる進路候補に基づいて、安全領域を算出することが好ましい。これにより、快適指標が高くなる進路候補に基づいて安全領域を算出することで、自車両の乗員にとって快適な進路候補が設定され、安全な進路が設定されることとなる。例えば、乗り心地がよいほど、「快適指標」が高くなるように設定することができる。また、目的地に近づくほど、「快適指標」が高くなるように設定してもよい。また、自車両が目的地に到着する時間に影響を与えない範囲で、周辺車両に進路をゆずった場合に、「快適指標」が高くなるように設定してもよい。

30

【0012】

また、本発明の走行支援装置では、操作制御手段は、自車両の状態が、制御目標となる目標経路に近い領域に属するほど、操作種類の数全体に対して切り換えが許可される操作種類の数の割合を高めているか、又は、操作量全体に対して切り換えが許可される操作量の割合を高めている。これにより、目標経路と自車両との距離が近い場合に、許可される運転要素の割合が高められるので、ドライバの意思に基づく運転操作の自由度を高めつつ、自車両の状態を考慮して手動走行モードへの切り換えを行うことができる。制御目標に近づくように自動的に操作される運転要素と、ドライバの意思に基づいて運転操作される運転要素との割合を変更することで、運転要素の割合を変更し、手動走行モードへの移行を円滑に行うことができる。

40

【0013】

なお、ここでいう「運転要素」とは、自動走行モードにおいて制御対象とされている運転操作の内容である。例えば、自車両の操舵を操作するためのステアリング操作、自車両の加減速を操作するためのアクセル操作、自車両の制動を操作するためのブレーキ操作等の運転操作の種類を増やすことで、許可される運転要素の割合を高める構成としてもよい。また、運転操作における操作量、操作速度を大きくすることで、許可される運転要素の割合を高める構成としてもよい。なお、ドライバの意思に基づく運転操作を、ジョイスティック

50

ック等その他の操作入力手段を用いて入力させる構成としてもよい。

【0014】

例えば、目標経路と自車両との距離が近いほど、アクセルの踏み代を大きくすることで、許可される運転要素の割合を高める構成としてもよい。また、目標経路と自車両との距離が近いほど、ステアリングの操作範囲を大きくすることで、許可される運転要素の割合を高める構成としてもよい。

【0015】

また、ドライバの運転操作に基づいて、自車両の予測進路を生成し、生成された予測進路が安全領域に属する場合に、運転操作を許可してもよい。この走行支援装置では、ドライバの運転操作が所定時間継続されるものとして自車両の進路を予測することができる。これにより、自車両の進路と障害物との干渉が想定されない安全領域を算出するための計算量を大幅に低減することができる。なお、自車両が予測進路を走行した場合に障害物と接触するおそれがある場合には、自車両の進路と障害物との干渉が想定されることになる。また、自車両との接触を回避するための運転操作が必要となる他車両（障害物）が存在する場合には、自車両の進路と障害物との干渉が想定されることになる。

【発明の効果】

【0016】

本発明の走行支援装置によれば、自動走行モードからドライバの運転操作に基づいて走行を行う手動走行モードへの切り換えを適切に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本実施形態に係る走行支援装置の機能構成を示すブロック図である。

【図2】運転許可領域の算出方法を説明するための図である。

【図3】運転許可領域の算出方法を説明するための図である。

【図4】運転許可領域における所定時刻の断面領域を示す図である。

【図5】図1の走行支援装置における動作を示すフローチャートである。

【図6】図1の走行支援装置における走行モード切り換えを説明するための図である。

【図7】変形例の実施形態において算出される最適進路について説明するための図である。

。

【図8】最適進路からの距離に基づいて運転許可領域を段階的に区分する方法を説明するための図である。

【図9】目標経路からの距離に基づいて運転許可領域を段階的に区分する方法を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の一実施形態に係る走行支援装置について、図1～図6を用いて説明する。なお、図面の説明において、同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0019】

図1は、本実施形態に係る走行支援装置の機能構成を示したブロック図である。本実施形態に係る走行支援装置1は、図1に示すように、車両に設置され、車両の走行制御を行うための装置であって、例えば、車両をあらかじめ入力された目的地まで自動走行させる。この走行支援装置1は、車両状態検出部2と、車外環境取得部3と、道路情報取得部4と、操作検出部5と、車両制御ECU（Electronic Control Unit）6と、走行出力部7と、を含んで構成されている。

【0020】

車両状態検出部2は、自車両11の位置情報、進行方向情報、速度情報等の車両状態を検出する手段であり、例えば、GPS（Global Positioning System）、ジャイロセンサ、車輪速センサ等が用いられる。GPSでは、車両の位置情報、進行方向情報を取得する。ジャイロセンサでは、車両の進行方向を取得する。車輪速センサは、例えば、車両のホ

10

20

30

40

50

ール部分に取り付けられており、自車両 1 1 の車輪速度を取得する。車両状態検出部 2 は、車両制御 ECU 6 に接続されており、取得した位置情報、進行方向情報および速度情報等の車両状態を車両制御 ECU 6 へ出力する。

【 0 0 2 1 】

車外環境取得部 3 は、自車両 1 1 の周囲の環境状況情報を取得する環境状況取得手段として機能するものであり、例えば、車車間通信装置、路車間通信装置、ミリ波やレーダを用いたレーダセンサ、カメラ、センシングデバイス等の車載機器が用いられる。また、路上に設置された路上カメラ等から映像を受信する受信装置を用いてもよい。車外環境取得部 3 は、これらの機器により、他車両の位置情報、速度情報、進路上の障害物 1 2 の位置情報、速度情報を取得することができる。車外環境取得部 3 は、車両制御 ECU 6 に接続

10

【 0 0 2 2 】

道路情報取得部 4 は、ノードおよびリンクから構成される道路ネットワーク情報および交通規則情報を取得する。ここでいう道路ネットワーク情報には、ノード詳細情報（十字路、T字路等）、リンク詳細情報（車線数、形状等）といった道路構造情報も含まれる。また、交通規則情報は、交通法規だけでなく、世間で一般的に共有されている交通マナー等も含む概念をいう。道路情報取得部 4 は、これらの情報を保存媒体に格納しておき必要に応じて取得してもよいし、また、ネットワークから必要に応じて取得するようにしてもよい。

【 0 0 2 3 】

操作検出部 5 は、ドライバの運転操作を検出する。ドライバの運転操作には、例えば、ステアリング操作、アクセル操作、ブレーキ操作、ジョイスティック操作がある。なお、操作検出部 5 が、ドライバの運転操作を検出するにあたっては、単にドライバによる運転操作の有無を検出してもよいし、所定の条件（例えば、運転操作の種類、程度、時間）を満たす運転操作を検出してもよい。

20

【 0 0 2 4 】

車両制御 ECU 6 は、走行支援装置 1 の装置全体の制御を行うものであって、例えば、図示しない CPU、ROM、RAM を含むコンピュータを主体として構成されている。車両制御 ECU 6 は、車両状態検出部 2、車外環境取得部 3、道路情報取得部 4、操作検出部 5、走行出力部 7 に接続されており、車両状態検出部 2、車外環境取得部 3、道路情報取得部 4 および操作検出部 5 から各種情報の入力が行われ、走行出力部 7 に各種情報を出力する。

30

【 0 0 2 5 】

また、車両制御 ECU 6 は、機能ブロックとしての運転許可領域設定部（運転許可領域設定手段）6 1 と、領域判定部 6 2 と、操作制御部（切換制御手段）6 3 と、自動走行操作生成部 6 4 とを有している。なお、本明細書に示す「進路」とは、時間、速度等の時間的要素を含む概念をいい、これら時間的要素の概念を含まない「経路」とは異なる。

【 0 0 2 6 】

運転許可領域設定部 6 1 は、自車両 1 1 の進路候補 $R_1 \sim R_n$ を生成し、進路候補 $R_1 \sim R_n$ と障害物 1 2 との干渉が想定されない領域である運転許可領域 A を算出する。なお、ここでいう障害物 1 2 は、他車両や歩行者、二輪車等を含むものとする。

40

【 0 0 2 7 】

ここで、図 2 および図 3 を用いて、運転許可領域設定部 6 1 による運転許可領域 A の算出方法について詳細に説明する。図 2 および図 3 は、運転許可領域の算出方法を説明するための図である。運転許可領域 A は、自車両 1 1 の位置だけではなく、その位置における自車両 1 1 の状態（位置、速度、向き等の要素を含む概念）を考慮して算出される。自車両 1 1 の状態は、車両状態検出部 2 より取得する。

【 0 0 2 8 】

まず、図 2 (a) のように、自車両 1 1 における実現可能な進路の束（進路候補） $R_1 \sim R_n$ が生成される。この進路候補 $R_1 \sim R_n$ は、複数の進路から構成されている。1 本

50

の進路（例えば、 R_1 ）は、自車両11の現在時刻の状態と、自車両11が実現可能な運転操作の組み合わせ（以後、「操作列」と示す）により生成される。ここでいう「操作列」に含まれる運転操作として、自車両11の推進力を調整するための操作（アクセル操作）、自車両11の制動力を調整するための操作（ブレーキ操作）、自車両11の操舵角または操舵角速度を調整するための操作（ステアリング操作）等が挙げられる。自車両11が実現可能な操作列であるか否かは、自車両11の諸元（最大加減速度や車両の応答性）を参照して判定することができる。

【0029】

また、操作列を生成する方法には、例えば、自車両11が実現可能な運転操作の範囲から、運転操作の組み合わせをランダムにサンプリングする方法、固定幅でサンプリングする方法、実施された運転操作の頻度分布を考慮して実施頻度の高い運転操作を優先してサンプリング（重要度サンプリング）する方法がある。

10

【0030】

次に、図2（b）のように、図2（a）の進路候補 $R_1 \sim R_n$ の中から自車両11が安全な第1進路 $R_{11} \sim R_{1n}$ だけが抽出される。自車両11が安全か否かは、自車両11の進路候補 $R_1 \sim R_n$ と障害物（他車両や歩行者、二輪車、構造物）との干渉の有無で判定される。ここで、安全な進路とは、自車両11と障害物12とが干渉しない場合の進路をいう。干渉の有無の判定は、任意の時刻において、自車両11の進路候補 $R_1 \sim R_n$ と障害物12とが衝突するか否かを確認することで行われる。なお、干渉の有無の判定は、障害物12の動きを予測して行われることが好ましい。障害物12の状態は、車外環境取得部3より取得される。

20

【0031】

干渉の有無の判定は、他車両12の進路予測に交通ルールを遵守する仮定を設けて行われてもよい。この場合、図3（a）に示すように、図2（b）の第1進路 $R_{11} \sim R_{1n}$ の中から、自車両11が交通ルールを遵守している第2進路 $R_{21} \sim R_{2n}$ だけが抽出される。交通ルールを遵守しているか否かの判定は、道路情報取得部4が取得する交通規則情報と第1進路 $R_{11} \sim R_{1n}$ とを対比して行われる。交通ルールは、道路情報取得部4より取得される。交通ルールには、車線内を走行すること、道路の進行方向を守ること、速度制限を守ること、一時停止を守ること等が含まれる。

【0032】

30

次に、図3（b）に示すように、図3（a）の第2進路 $R_{21} \sim R_{2n}$ が全て含まれるような領域として安全領域Aが算出され、この安全領域Aに基づいて運転許可領域Aが設定される。これまでの説明で明らかのように、運転許可領域（安全領域）Aは、進路を基に設定される。このため、運転許可領域Aは、単に自車両11の位置だけを考慮して設定されるものではなく、自車両11の速度や向き等の車両状態も考慮して設定される。この運転許可領域Aを設定する際、上述したサンプリングする方法で進路を生成する場合には、補間処理を行うことが好ましい。補間処理は、単純な線形補間でも、任意の関数による近似でもよい。

【0033】

運転許可領域Aは、少なくとも次の運転許可領域Aが設定される時間まで自車両11が属する範囲が含まれる大きさがあればよい。例えば、1回の運転許可領域Aの設定に0.5秒要するのであれば、少なくとも0.5秒の長さの進路候補 $R_1 \sim R_n$ に基づいて運転許可領域Aを設定すればよい。この場合、例えば、0.75秒後の運転許可領域Aは、次の段階で設定される運転許可領域Aに含まれていればよい。なお、運転許可領域Aを設定するにあたって進路候補 $R_1 \sim R_n$ の時間を長くするほど、領域の変化が小さくなり、滑らかな切り換えを実現できるようになる。このため、数秒～10秒分の進路候補 $R_1 \sim R_n$ に基づいて運転許可領域Aが設定されることが好ましい。

40

【0034】

領域判定部62は、自車両11の状態（位置、速度、向き）が運転許可領域Aに属するか否かを判定する。ここで、自車両11の状態が運転許可領域Aに属するか否かを判定す

50

る判定方法について詳細に説明する。例えば、時刻 $t = 0$ で、図 3 (b) に示すような運転許可領域 A が設定されたとする。前述したとおり、運転許可領域 A は、自車両 11 の位置だけでなく、その位置における自車両 11 の状態 (位置、速度、向き等の要素を含む概念) を考慮して設定される。

【0035】

例えば、時刻 $t = 0.1$ において、自車両 11 が運転許可領域 A に属するか否かを判定する場合は、運転許可領域 A の時刻 $t = 0.1$ の断面に着目する。この断面は、運転許可領域 A を算出した際に考慮した自車両 11 の状態の次元を持つ空間である。例えば、位置 (x 、 y)、速度 (v)、向き () を考慮すれば四次元の空間となる。時刻 $t = 0.1$ における運転許可領域 A は、例えば、図 4 に示す領域 B のように、空間上の閉じた領域として設定されている。すなわち、時刻 $t = 0$ において抽出した全ての第 2 進路 $R_{21} \sim R_{2n}$ がこの領域を通過するように設定されている (なお、補間方法や近似方法によっては全ての進路が領域 B を通過しない場合もあり得る)。なお、図 4 は、位置 (x 、 y)、速度 (v)、を考慮して、上記空間上の閉じた領域を 2 次元で表したものである。

10

【0036】

自車両 11 が運転許可領域 A に属しているとは、任意の時刻 (例えば $t = 0.1$) における自車両 11 の状態 (図 4 に示す黒丸) が、この時刻におけるこの閉じた領域 B の中にあることをいう。この判定は、この時刻における自車両 11 の状態 (車両状態検出部 2 より取得したもの) に基づいて行われる。

20

【0037】

また、自車両 11 の状態および運転許可領域 A の少なくとも一方に安全マージンを設けて、自車両 11 の状態が運転許可領域 A に属するか否かを判定してもよい。例えば、速度のマージンとして 0.5 km/h が設定されていれば、自車両 11 の速度が 0.1 km/h 超過していたとしても運転許可領域 A に属していると判定される。なお、これらのマージンは、世間一般にいう安全マージンであったり、車両状態検出部 2 の誤差や自車進路候補生成時における計算誤差を吸収させるためのマージンであったりする。このマージンは、位置、速度、向きについてそれぞれ個別に設定することができる。

【0038】

操作制御部 63 は、領域判定部 62 によって自車両 11 の状態が運転許可領域 A に属すると判定された場合において、ドライバに対して運転操作を許可し、許可されたドライバの運転操作に従って走行出力部 7 を制御する。一方、操作制御部 63 は、自車両 11 の状態が運転許可領域 A に属しないと判定された場合において、ドライバに対して運転操作を許可しないで、後述する自動走行操作生成部 64 が生成する制御内容に従って走行出力部 7 を制御する。

30

【0039】

自動走行操作生成部 64 は、自動走行モードで走行する場合における走行出力部 7 の制御内容を生成する。なお、車両制御 ECU 6 に設けられる運転許可領域設定部 61、領域判定部 62、操作制御部 63 および自動走行操作生成部 64 は、コンピュータにプログラムを導入することで構成してもよいし、個々のハードウェアによって構成してもよい。

【0040】

走行出力部 7 は、図 1 に示すように、車両制御 ECU 6 に接続されており、車両制御 ECU 6 からの制御信号を受けて自車両 11 の走行 (例えば、操舵、加減速、制動) を制御する。走行出力部 7 としては、例えば、操舵トルクを付与するステアリングアクチュエータを制御する操舵用 ECU、エンジンのスロットルバルブの開度を調整するアクチュエータを制御する走行駆動用 ECU、ブレーキ油圧を調整するブレーキアクチュエータを制御する制動用 ECU 等が該当する。

40

【0041】

次に、走行支援装置 1 の動作について、図 5 を用いて説明する。図 5 は、本実施形態に係る走行支援装置 1 が実行する特徴的な処理の流れを示すフローチャートである。なお、ここでは、あらかじめ入力された目的地まで自動走行する自動走行モードから手動走行モ

50

ードに切り換えられる際の制御について説明する。

【0042】

まず、対象となる車両は、ドライバの運転操作によって車両を制御する手動走行モードの状態である。ここで、車両制御ECU6は、ドライバによって自動走行開始のボタンスイッチが押下されたことを検出すると、自動走行操作生成部64が生成する制御内容に従って走行出力部7を制御する自動走行モードを開始する(S01)。同時に、車両制御ECU6に含まれる運転許可領域設定部61は、一定周期(例えば、0.5秒)で、進路候補 $R_1 \sim R_n$ と障害物12との干渉が想定されない領域である安全領域A(図3(b)参照)の算出と運転許可領域Aの設定を開始する。なお、安全領域Aを算出する方法および運転許可領域を設定する方法は、前述したとおりなので、ここではその説明を省略する。

10

【0043】

次に、車両制御ECU6は、ステップS01で開始された自動走行モードにおいてドライバによる運転操作の入力有無の監視を始める(S02)。

【0044】

次に、操作検出部5は、自動走行モードにおいて、例えばステアリング操作、アクセル操作、ブレーキ操作といったドライバによる運転操作を検出した場合(S03:YES)には、車両制御ECU6に検出信号を送出する。一方、自動走行モードにおいてドライバによる運転操作を検出しない場合(S03:NO)には、引き続き、ドライバによる運転操作の入力有無の監視をする(S02)。

【0045】

20

次に、車両制御ECU6が、ステップS03において操作検出部5により送信された検出信号を検出すると、領域判定部62は、当該検出信号を検出した時点での自車両11の状態が運転許可領域Aに属するか否かを判定する(S04)。自車両11の状態が運転許可領域Aに属しない場合(S04:NO)には、操作制御部63は、ドライバに対して運転操作を許可しないで、自動走行操作生成部64が生成する制御内容に従って走行出力部7を制御する。そして、再び、ドライバによる運転操作の入力の有無を監視する(S02)。「運転操作を許可しない」とは、ドライバによって入力された運転操作を、実際の車両の走行に反映させないことを意味する。

【0046】

一方、自車両11の状態が運転許可領域Aに属する場合(S04:YES)には、操作制御部63は、ドライバに対して運転操作を許可する(S05)。これにより、操作制御部63は、ドライバによって入力された運転操作、すなわち、操作検出部5が検出したドライバの運転操作に従って走行出力部7を制御する。操作制御部63は、自動走行モードにおいてドライバに対して運転操作を許可する半自動走行モードを開始すると、自車両11が運転許可領域Aを走行する時間の計測を開始する。そして、操作制御部63において、自車両11が運転許可領域Aを所定時間(例えば10秒~60秒、好ましくは30秒)継続して走行したと判定された場合(S06:YES)には、手動走行モードへ切り換えを行う(S07)。一方、操作制御部63において、自車両11が運転許可領域Aを所定時間継続して走行していないと判定された場合(S06:NO)には、ステップS04に戻り、領域判定部62は、自車両11の状態が運転許可領域Aに属するか否かを判定する。

30

40

【0047】

なお、ステップS01において算出が開始される運転許可領域Aは、1回の運転許可領域Aの設定に要する時間よりも短くなるように設定される。例えば、1回の運転許可領域の設定に0.5秒要するのであれば、短くても0.5秒ごとに運転許可領域Aを設定されるようにする。

【0048】

以上に説明したように、本実施形態の走行支援装置1によれば、自動走行モードから手動走行モードへの切り換えを許可することができる領域である運転許可領域Aが、自車両11の進路候補 $R_1 \sim R_n$ と自車両11周辺の障害物12との干渉が想定されない領域で

50

ある安全領域 A に基づいて設定される。これにより、自車両 1 1 周辺の安全領域 A に基づいて、手動走行モードへの切り換えを許可することができる運転許可領域 A を設定することができるため、常に安全な状態で手動走行モードへの切り換えが許可されることとなる。したがって、自動走行モードから手動走行モードへの切り換えを適切に行うことが可能となる。

【 0 0 4 9 】

本実施形態では、上述したような自動走行モードにおいてドライバに対して運転操作を許可できる走行モードである半自動走行モードを、図 6 に示すように、自動走行モードと手動走行モードとの間に追加している。図 6 は、走行支援装置 1 における走行モードの切り換えを説明するための図である。

10

【 0 0 5 0 】

本実施形態において自動走行モードから半自動走行モードへの移行 (1) は、自車両 1 1 の状態が運転許可領域 A に属する場合にのみドライバによる運転操作 (オバーライド) により行われる。半自動走行モードから自動走行モードへの移行 (2) は、ドライバによる移行操作 (例えば、スイッチの押下) により行われたり、あるいは、自車両 1 1 の運転状態に基づいて自動的に行われたりする。また、半自動走行モードから手動走行モードへの移行 (3) は、半自動走行モードにおいて自車両 1 1 が運転許可領域 A を走行した時間が所定時間継続した場合に、あるいは、ドライバによる移行操作 (例えば、スイッチの押下、音声指示) をした場合に行われる。また、手動走行モードから自動走行モードへの移行 (4) は、ドライバによる移行操作 (例えば、スイッチの押下) により行われる。なお、手動走行モードから自動走行モードへの移行は、一般に多くの処理と長い時間を要する。

20

【 0 0 5 1 】

以下、自動走行モードにおいて、ドライバが道路沿いの看板を読むために自車両 1 1 を道路端に寄せるといった例を用いて説明する。従来の技術では、この場合、道路端に寄せるためにステアリング操作をした段階で自動走行モードから手動走行モードに一律に切り換えるか、所定の手続を踏んで手動走行モードに切り換えることしかできなかった。また、手動走行モードに切り換えられた後に自動走行モードを設定するには、多くの処理と長い時間を要していた。

【 0 0 5 2 】

本実施形態においては、自車両 1 1 の状態が運転許可領域 A に属する場合には、ドライバに対して運転操作が許可されるので、例えば、上記のように看板を読むために、半自動モードで自車両 1 1 を道路端に寄せることが可能となる場合がある。そして、当該ドライバに対して運転操作を許可した時点では、完全に手動走行モードに移行したわけではなく半自動走行モードに移行した状態である。このため、手動走行モードから自動走行モードに切り換えるときのように多くの処理と長い時間を要することもなく、瞬時に自動走行モードに復帰させることができる。また、半自動走行モードにおいては、ドライバが何も運転操作をしなければ、自車両 1 1 の状態に応じて自動的に自動走行モードに復帰させることもできる。

30

【 0 0 5 3 】

同様に、自動走行による制御において、自車両 1 1 が踏んでも問題がないと判断されたビニール袋等の落下物をドライバの判断で避ける場合についても、本実施形態を適用することが可能である。すなわち、自動走行モードにおいては、落下物の回避によって発生する横 G によって快適性が損なわれるのを嫌い、自車両 1 1 が落下物を踏むような経路を選択する場合であっても、ドライバの運転操作によって落下物を回避することが可能となる。また、ドライバの好みを、上記半自動走行モードに追加することも可能である。

40

【 0 0 5 4 】

このように、本実施形態では、自動走行モードと手動走行モードとの間に半自動走行モードを追加したことにより、ドライバによる運転操作の介入を容易にして、自動走行の利便性を向上させている。

50

【 0 0 5 5 】

また、本実施形態の走行支援装置 1 によれば、操作制御部 6 3 は、半自動走行モードで運転許可領域 A を所定時間走行した場合に、手動走行モードへの切り換えを可能としている。これにより、半自動モードとしてドライバによる運転操作が所定時間経過した後でなければ、手動走行モードへの切り換えが行えないようになっている。この結果、ドライバが運転操作に慣れた状態で、手動走行モードへ切り換えることが可能となる。

【 0 0 5 6 】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限られるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

【 0 0 5 7 】

例えば、運転許可領域設定部 6 1 は、自車両の乗員が快適と感じる指標に基づいて最適進路を抽出し、自車両 1 1 の状態が最適進路から離れるほど許可される運転要素の割合を高めるような運転許可領域を設定してもよい。以下、上記変形例について、図 7、図 8 を用いて説明する。図 7 は、最適進路について説明するための図である。図 8 は、最適進路からの距離に基づいて運転許可領域を段階的に区分する方法を説明するための図である。

【 0 0 5 8 】

最適進路 b_t は、図 7 (a) に示すような交通ルールを遵守して安全で実現可能な進路である第 2 進路 $R_{2_1} \sim R_{2_n}$ の中から、自車両 1 1 の乗員が快適と感じる指標である快適指標に基づいて抽出する。なお、第 2 進路 $R_{2_1} \sim R_{2_n}$ の抽出は、上述したとおりであるのでここではその説明を省略する。例えば、乗り心地がよいほど、「快適指標」が高くなるように設定することができる。また、目的地に近づくほど、「快適指標」が高くなるように設定してもよい。また、自車両が目的地に到着する時間に影響を与えない範囲で、周辺車両に進路をゆずった場合に、「快適指標」が高くなるように設定してもよい。

【 0 0 5 9 】

次に、最適進路 b_t と第 2 進路 $R_{2_1} \sim R_{2_n}$ とを比較して、両者の類似度に基づいて運転許可領域 A が段階的に区分される。図 8 においては、一点鎖線で示した進路が最適進路 b_t と類似度の大きな進路、点線で示した進路が最適進路 b_t と類似度の小さな進路を示している。この類似度は、最適進路 b_t と第 2 進路 $R_{2_1} \sim R_{2_n}$ との間で、位置や運転操作といった単一の要素の値の差に基づいて算出されたり、位置、速度、向き、運転操作といった複数の要素の差の線形和（重みつき線形和）に基づいて算出されたりする。また、最適進路 b_t と第 2 進路 $R_{2_1} \sim R_{2_n}$ とを比較して、時系列にその差を積算した値に基づいて算出されてもよい。

【 0 0 6 0 】

操作制御部 6 3 は、自車両 1 1 の状態が、この段階的に区分された運転許可領域のどこに属するかに基づいて、許可される運転要素の割合を決定する。具体的には、操作制御部 6 3 は、自車両 1 1 の状態が最適進路 b_t から離れた領域に属するほど、許可される運転要素の割合を低くする。例えば、自動走行モードにおいてドライバによってステアリング操作が行われた場合、自車両 1 1 の状態が最適進路 b_t に近い領域に属するほど許可されるステアリング操作の割合が大きくなるように走行出力部 7 を制御する。例えば、ドライバのステアリング操作に対して補助トルクがかかる割合が小さくなるように走行出力部 7 を制御する。

【 0 0 6 1 】

この場合、自車両 1 1 が安全で快適な状態を維持できる最適進路 b_t に近いほど許可される運転要素の割合を高められるので、ドライバの意思に基づく運転操作の自由度を高めつつ、自車両 1 1 の状態および自車両 1 1 の乗員の快適性を考慮して手動走行モードへの切り換えを行うことができる。

【 0 0 6 2 】

また、例えば、運転許可領域設定部 6 1 は、図 9 に示すように、自車両 1 1 が目標経路 A c から離れた領域 ($A_4 > A_3 > A_2 > A_1$) に属するほど、許可される運転要素の割合を低くするような運転許可領域 A を設定してもよい。操作制御部 6 3 は、自車両 1 1 の

10

20

30

40

50

状態が、この段階的に区分された運転許可領域のどこに属するかに基づいて、許可される運転要素の割合を決定する。例えば、自動走行モードにおいてドライバによってステアリング操作が行われた場合、操作制御部63は、自車両11の状態が目標経路Acから離れた領域に属するほど許可されるステアリング操作の割合が小さくなるように走行出力部7を制御する。例えば、操作制御部63は、自車両11が領域A3に属している場合よりも領域A4に属している場合の方が、ドライバのステアリング操作に対して補助トルクがかかる割合が大きくなるように走行出力部7を制御する。

【0063】

この場合、制御目標となる目標経路Acと自車両11との距離が近いほど、許可される運転要素の割合を高められるので、ドライバの意思に基づく運転操作の自由度を高めつつ、自車両11の状態を考慮して手動走行モードへの切り換えを行うことができる。また、制御目標となる目標経路Acと自車両11との距離が遠いほど、自動走行の要素の割合を高めることにより、その後、ドライバによる運転操作が行われない場合に自車両11を自動的に目標経路Acに復帰させることができる。

10

【0064】

また、上記実施形態の走行支援装置1では、車両をあらかじめ入力された目的地まで自動走行させる場合に適用した例を挙げて説明したが本発明はこれに限られるものではない。例えば、車線維持支援機能によって車線内走行時のドライバ負担を軽減するシステム(LKA(Lane Keeping Assist))や、ミリ波レーダにより取得される先行車との距離に基づいてスロットル制御・ブレーキ制御を行って速度・車間の制御を行うシステム(ACC(AdaptiveCruise Control))に適用してもよい。例えば、自車両の状態が運転許可領域に属する場合には、車線維持支援中であってもドライバの運転操作を許可してもよい。また、ドライバの運転操作があつて運転許可領域を走行する時間が所定時間継続した場合には、車線維持支援を解除してもよい。

20

【0065】

また、上記実施形態の走行支援装置1では、操作制御部63は、半自動走行モードで自車両11が運転許可領域Aを所定時間走行した場合に、手動走行モードへの切り換えを可能とする例を挙げて説明したがこれに限定されるものではない。例えば、ドライバに対して運転操作が許可された時点で、すぐに手動走行モードに切り換えてもよい。また、例えば、ドライバによる運転操作が許可された後、ドライバによる移行操作(スイッチの押下や音声による入力)をきっかけとして、完全な手動走行モードに切り換えてもよい。

30

【0066】

また、上記実施形態の走行支援装置1では、操作制御部63は、半自動走行モードで自車両11が運転許可領域Aを所定時間走行したことをきっかけとして、手動走行モードへの切換を可能とする例を挙げて説明したが、半自動走行モードで自車両11が運転許可領域Aを所定距離走行した場合をきっかけとして手動走行モードへ切り換えるようにしてもよい。

【0067】

また、上記実施形態の走行支援装置1では、運転許可領域設定部61は、自車両11の進路候補 $R_1 \sim R_n$ を生成し、当該進路候補 $R_1 \sim R_n$ と障害物との干渉が想定されない領域である運転許可領域Aを設定する例を挙げて説明したが、運転許可領域設定部61は、ドライバによる運転操作に限定して進路を生成し、領域判定部62は、当該進路と障害物とが干渉するかどうかを判定してもよい。すなわち、現在の自車両11の状態、あるいは、ドライバによる運転操作が一定時間継続されるものとして自車両11の進路予測を行い、当該進路と障害物とが干渉しない安全領域に属することが確認されれば当該運転操作を許可してもよい。これにより、領域判定部62における計算量を大幅に低減することができる。

40

【符号の説明】

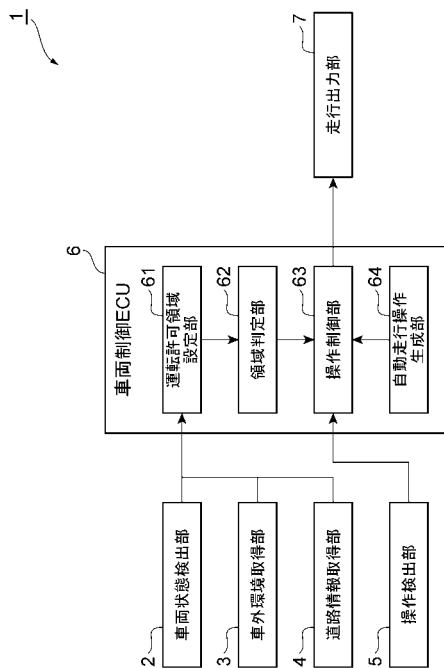
【0068】

1...走行支援装置、2...車両状態検出部、3...車外環境取得部、4...道路情報取得部、

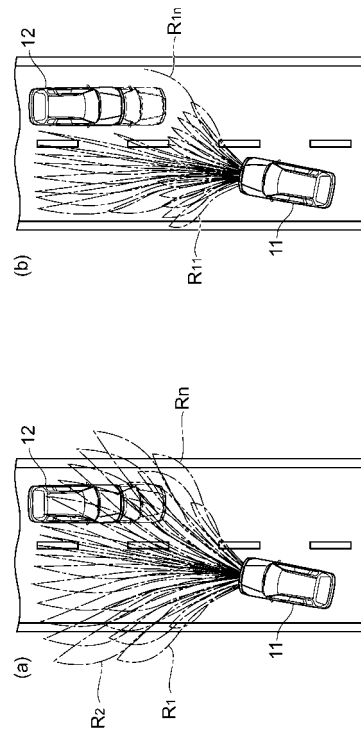
50

5 ... 操作検出部、6 ... 車両制御 ECU、7 ... 走行出力部、11 ... 自車両、12 ... 障害物 (他車両)、61 ... 運転許可領域設定部、62 ... 領域判定部、63 ... 操作制御部、64 ... 自動走行操作生成部、A ... 運転許可領域、B ... 運転許可領域の所定時刻における断面領域、 $R_1 \sim R_n$... 進路候補、 $R_{11} \sim R_{1n}$... 第1進路、 $R_{21} \sim R_{2n}$... 第2進路、bt ... 最適進路。

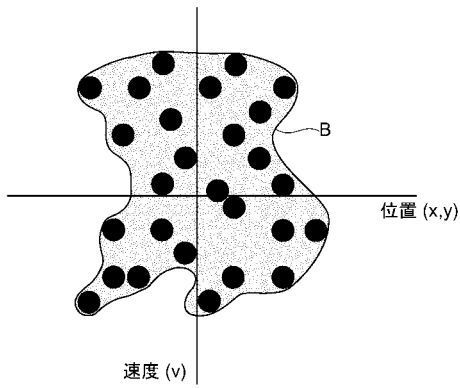
【図1】



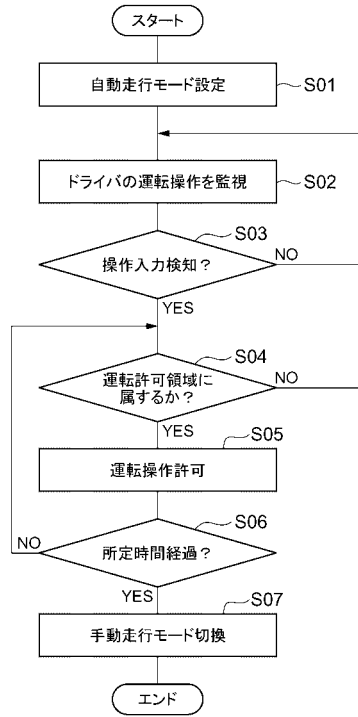
【図2】



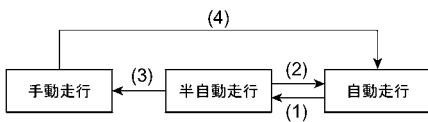
【図4】



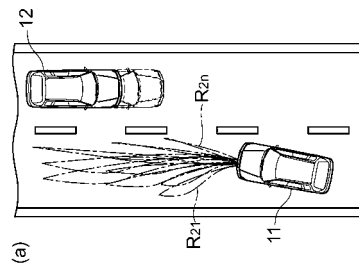
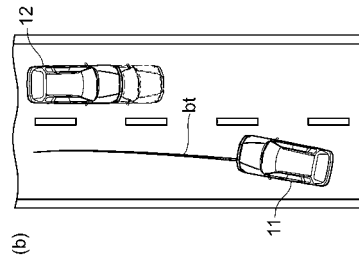
【図5】



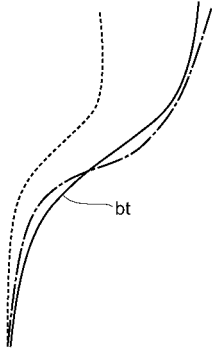
【図6】



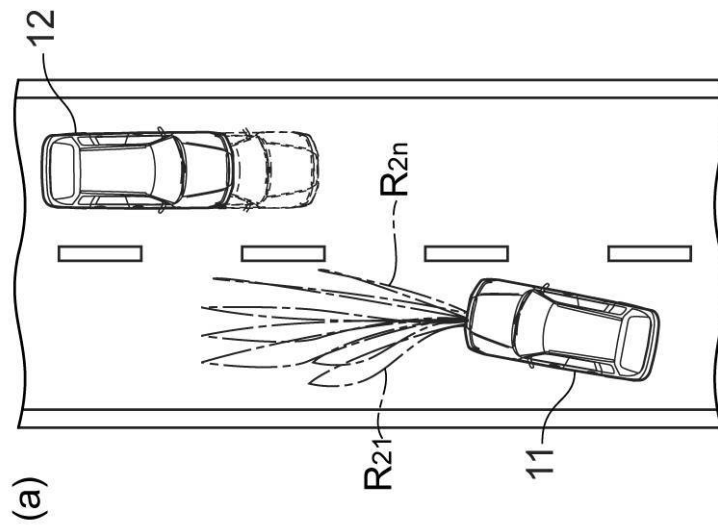
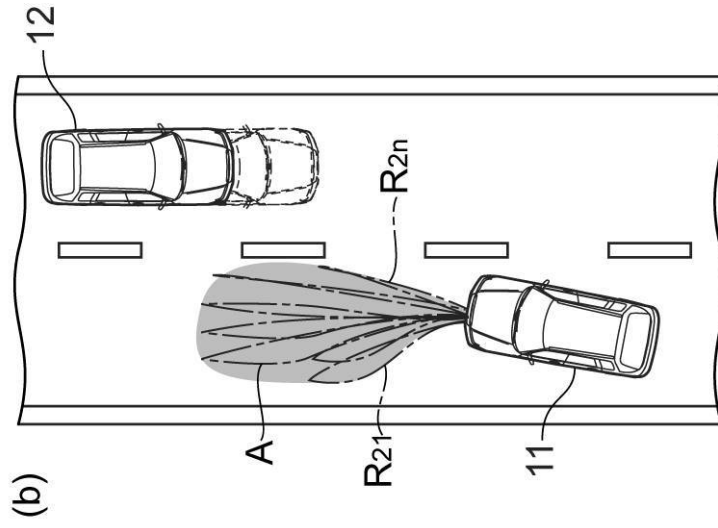
【図7】



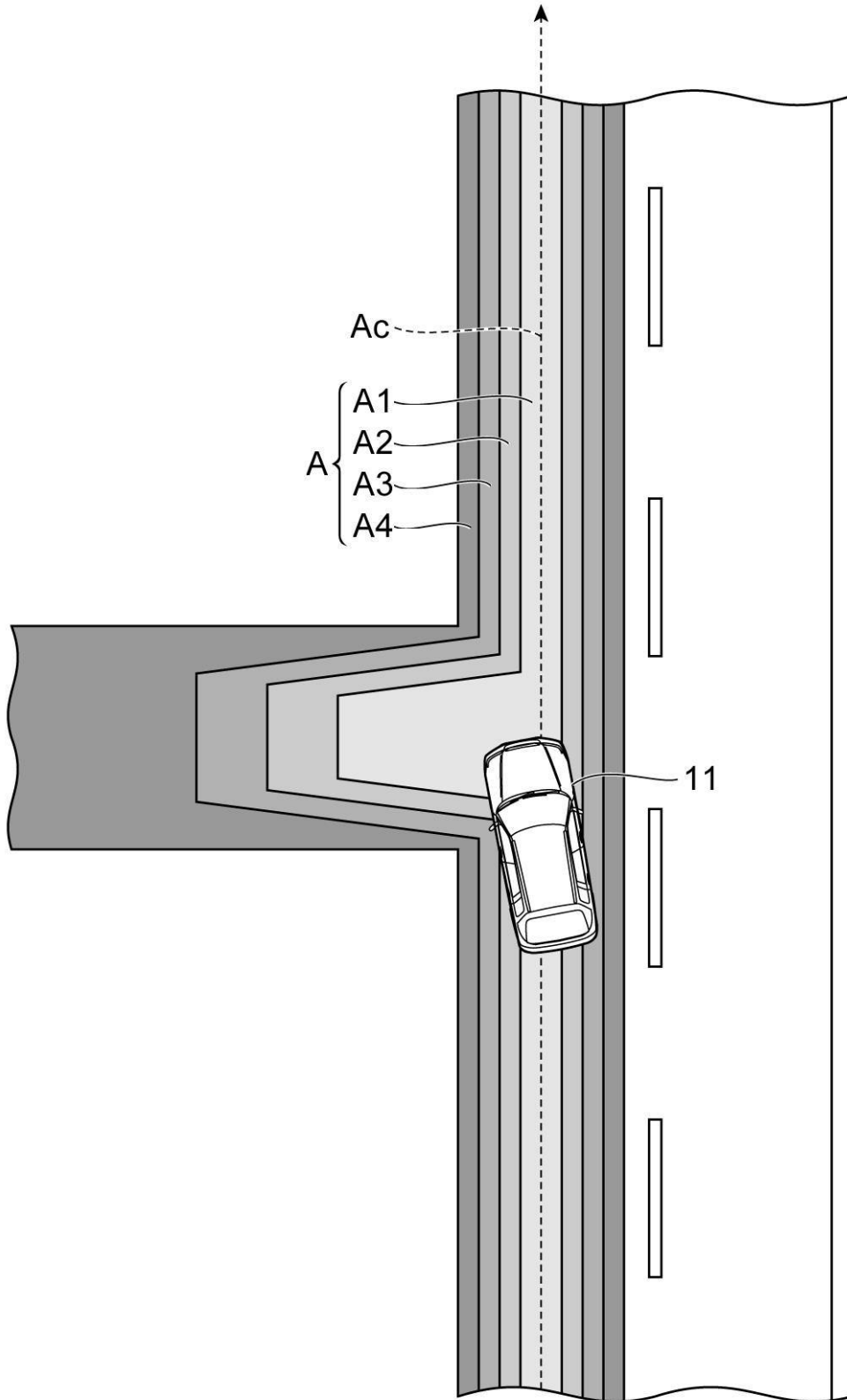
【 図 8 】



【 図 3 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 金道 敏樹
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 星名 真幸

(56)参考文献 特開2007-230454(JP,A)
国際公開第2007/102367(WO,A1)
特開2002-036152(JP,A)
特開平09-222922(JP,A)
特開2007-196809(JP,A)
特開平10-309961(JP,A)
特開2007-205765(JP,A)
特開平07-057182(JP,A)
特開2008-305014(JP,A)
特開2005-339181(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60W	10/00 - 50/16
B60K	31/00 - 31/18
G08G	1/00 - 99/00
B60R	21/00 - 21/13
B60T	7/12 - 8/1769
B60T	8/32 - 8/96
B62D	6/00 - 6/06
G05D	1/00 - 1/12
B60L	15/00 - 15/42