

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7206048号
(P7206048)

(45)発行日 令和5年1月17日(2023.1.17)

(24)登録日 令和5年1月6日(2023.1.6)

(51)国際特許分類 F I
 B 6 0 W 40/09 (2012.01) B 6 0 W 40/09
 G 0 8 G 1/16 (2006.01) G 0 8 G 1/16 C

請求項の数 5 (全22頁)

(21)出願番号	特願2018-38810(P2018-38810)	(73)特許権者	000003997 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(22)出願日	平成30年3月5日(2018.3.5)	(73)特許権者	507308902 ルノー エス.ア.エス. RENAULT S.A.S. フランス国 92100 プーローニュー- ピヤンクール, アヴェニュー デュ ジ ェネラル ルクレール, 122-122 ビス 122-122 bis, avenue du General Leclerc, 92100 Boulogne-Bil lancourt, France
(65)公開番号	特開2019-151261(P2019-151261 A)	(74)代理人	100103850
(43)公開日	令和1年9月12日(2019.9.12)		
審査請求日	令和2年11月12日(2020.11.12)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 運転特性推定方法及び運転特性推定装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

センサが、自車両の周囲における他車両を検出し、
 コントローラが、前記他車両の周囲環境から前記他車両がウインカ操作を要する進入エリ
 アを推定し、

前記他車両が前記進入エリアに進入する前に、
 前記コントローラが、前記他車両の前記進入エリアへ進入するタイミングを推定し、
 前記コントローラが、前記推定した進入エリアへ進入するタイミングに対して、前記他車
 両のウインカの点灯開始タイミングが早いか遅いかに基づき、前記他車両の運転特性を推
 定する

ことを特徴とする運転特性推定方法。

【請求項2】

前記コントローラが、前記他車両の前記進入エリアまでの距離、速度及び加速度に基づき
 、前記進入エリアへ進入するタイミングを推定することを特徴とする請求項1に記載の運
 転特性推定方法。

【請求項3】

前記コントローラが、前記自車両が前記進入エリアへ進入する自車両進入時間を推定し、
 前記コントローラが、前記他車両の前記進入エリアへ進入するタイミングと前記自車両進
 入時間との差分が閾値未満か否かを判定し、

前記差分が前記閾値未満と判定された場合、前記コントローラが、前記運転特性を推定

する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の運転特性推定方法。

【請求項 4】

前記コントローラが、前記自車両の予想経路及び前記他車両の予測軌道に基づき、前記自車両と前記他車両が交差する交差エリアを前記進入エリアとすることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の運転特性推定方法。

【請求項 5】

自車両の周囲における他車両を検出するセンサと、

前記他車両の周囲環境から前記他車両がウインカ操作を要する進入エリアを推定し、前記他車両が前記進入エリアに進入する前に、前記他車両の前記進入エリアへ進入するタイミングを推定し、前記推定した進入エリアへ進入するタイミングに対して、前記他車両のウインカの点灯開始タイミングが早いか遅いかに基づき、前記他車両の運転特性を推定するコントローラと、

10

を備えることを特徴とする運転特性推定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、運転特性推定方法及び運転特性推定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、他車両の動作に応じて自車両を制御する車両走行制御装置が開示されている。車両走行制御装置は、隣接車両が自車両の走行車線に車線変更した場合、隣接車両と自車両との車間距離が設定車間距離よりも短くても、隣接車両は自車両から遠ざかる相対速度であるとき、自車両を減速するための制御を制限する制限手段を備える。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2005 - 199930 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

ここで、他車両の運転特性、即ち、他車両の運転者による運転操作の傾向は個別に異なり、他車両の運転特性に応じて他車両が選択する動作が異なる。しかしながら、特許文献 1 では、他車両の運転特性を考慮していないため、他車両の動作を適切に予測することができない場合がある。

【0005】

本発明は、自車両の周囲における他車両の動作を適切に予測することができる運転特性推定方法及び運転特性推定装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様によれば、自車両の周囲における他車両を検出し、他車両の周囲環境から他車両がウインカ操作を要する進入エリアを推定し、推定された進入エリアに対する他車両のウインカの点灯状態に基づき、他車両の運転特性を推定することを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、自車両の周囲における他車両の動作を適切に予測することができる運転特性推定方法及び運転特性推定装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】本発明の実施形態に係る走行支援装置を適用する運転シーンの一例を示す概略図

50

である。

【図 2】本発明の実施形態に係る走行支援装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図 3】本発明の実施形態に係る運転特性推定処理を説明するための概略図である。

【図 4】本発明の実施形態に係る基本軌道と実効軌道との差の一例を説明するための概略図である。

【図 5】本発明の実施形態に係る基本軌道と実効軌道との差の他の一例を説明するための概略図である。

【図 6】本発明の実施形態に係る走行支援方法の一例を示すフローチャートである。

【図 7】本発明の実施形態に係る動作予測方法の一例を示すフローチャートである。

【図 8】本発明の実施形態に係る運転特性推定方法の一例を示すフローチャートである。

10

【図 9】その他の実施形態に係る走行支援装置を適用する運転シーンの一例を示す概略図である。

【図 10】その他の実施形態に係る走行支援装置を適用する運転シーンの他の一例を示す概略図である。

【図 11】その他の実施形態に係る走行支援装置を適用する運転シーンの更に他の一例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しつつ説明する。なお、各図面は模式的なものであって、現実のものとは異なる場合がある。また、以下に示す本発明の実施形態は、本発明の技術的思想を具体化するための装置や方法を例示するものであって、本発明の技術的思想は、構成部品の構造、配置等を下記のものに特定するものではない。本発明の技術的思想は、特許請求の範囲に記載された請求項が規定する技術的範囲内において、種々の変更を加えることができる。

20

【0010】

本発明の実施形態に係る走行支援装置は、車両に搭載可能である（以下、本発明の実施形態に係る走行支援装置を搭載した車両を「自車両」という。）。本発明の実施形態に係る走行支援装置は、自車両の他車両の運転特性を予測し、予測した他車両の運転特性に基づき他車両の動作を予測し、予測した他車両の動作に基づき自車両の走行支援を行う。本明細書において、「走行支援」は、乗員（運転者）による運転操作を伴わない自動運転制御の他、運転者による運転操作に介入することにより自車両の走行を支援する走行支援を含んでよい。

30

【0011】

また、本明細書において、「他車両の運転特性」は、他車両が運転者による手動運転制御の場合には、他車両の運転者による運転操作の傾向を意味する。「他車両の運転特性」は、他車両が運転者による運転操作を伴わない自動運転制御の場合には、自動運転制御の傾向を意味する。「他車両の運転特性」は、他車両が運転者による運転操作に介入する走行支援制御を含む場合には、他車両の運転者による運転操作と走行支援制御による総合的な制御の傾向を意味する。他車両の運転特性として、例えば、自己中心的に急な運転操作を行う傾向、他車両の周囲の車両に配慮して慎重に運転操作を行う傾向、他車両の周囲環境に対する認知機能が比較的低い傾向、及び他車両の周囲環境する認知機能が比較的高い傾向等が挙げられる。

40

【0012】

先ず、本発明の実施形態に係る走行支援装置を適用する運転シーンの一例を説明する。図 1 に示すように、片道二車線道路の右側車線を自車両 1 が走行し、左側車線の自車両 1 の左前方の位置を他車両 2 が並走している。左側車線の他車両 2 の前方には駐車車両 3 が存在し、他車両 2 が駐車車両 3 に接近している。このような走行シーンでは、他車両 2 が駐車車両 3 を追い越す動作として、自車両 1 に先を譲り、減速しながら左側車線での走行を継続し、自車両 1 が他車両 2 を追い抜いてから右側車線へ車線変更を行う軌道 t 1 と、自車両 1 に先行して右側車線へ車線変更を行う軌道 t 2 が考えられる。

50

【 0 0 1 3 】

他車両 2 の動作が軌道 t 1 , t 2 のいずれになるかは、他車両 2 の運転特性に依存する。例えば、運転者が運転初心者等であり慎重な運転を行う傾向を有する場合には、自車両 1 に先を譲る軌道 t 1 が選択される可能性が高いと推定される。また、他車両 2 の周囲環境に対する認知機能が比較的高い傾向を有する場合には、自車両 1 を早期に認知することで、自車両 1 に先を譲る軌道 t 1 が選択される可能性が高いと推定される。一方、運転者が自己中心的であり比較的急な運転操作を行う傾向を有する場合には、自車両 1 に先行して車線変更を行う軌道 t 2 が選択される可能性が高いと推定される。また、他車両 2 の周囲環境に対する認知機能が比較的低い傾向を有する場合には、自車両 1 の認知が遅いため、自車両 1 に先行して車線変更を行う軌道 t 2 が選択される可能性が高いと推定される。本発明の実施形態に係る走行支援装置は、このような他車両 2 の運転特性を推定することで、他車両 2 の動作を適切に予測可能とするものである。

10

【 0 0 1 4 】

本発明の実施形態に係る走行支援装置 1 0 は、図 2 に示すように、物体検出装置 1 1 、自車両位置推定装置 1 2 、地図取得装置 1 3 及びコントローラ 1 4 を備える。物体検出装置 1 1 は、自車両 1 に搭載された、レーザレーダやミリ波レーダ、カメラ等、自車両 1 の周囲の物体を検出する、複数の異なる種類の物体検出センサを備える。物体検出装置 1 1 は、複数の物体検出センサを用いて、自車両 1 の周囲における物体を周囲環境として検出する。

【 0 0 1 5 】

物体検出装置 1 1 は、他車両や自転車、歩行者を含む移動物体と、駐車車両や落下物を含む静止物体を周囲環境として検出する。他車両は、二輪車及び四輪車を含む。物体検出装置 1 1 は、例えば、移動物体及び静止物体の自車両 1 に対する位置、姿勢（ヨー角）、大きさ、速度、加速度、減速度、ヨーレートを検出する。以下の説明において、物体の位置、姿勢、大きさ、速度、加速度、減速度、ヨーレートを総称して、物体の「挙動」と呼ぶ。物体検出装置 1 1 は、検出結果として、例えば自車両 1 の上方の空中から眺める天頂図（平面図ともいう）における、2次元の物体の挙動を出力する。物体検出装置 1 1 は更に、他車両の方向指示器（ウインカ）の点灯状態（点灯又は消灯）を検出する。例えば、物体検出装置 1 1 は、他車両を含む撮像画像からパターンマッチングにより他車両のウインカ領域を抽出し、抽出したウインカ領域の明度に基づいて、ウインカの点灯状態を判断

20

30

【 0 0 1 6 】

自車両位置推定装置 1 2 は、自車両 1 に搭載された全地球測位システム（GPS）受信機や、オドメトリ等の自車両 1 の絶対位置を計測する位置検出センサを備える。自車両位置推定装置 1 2 は、位置検出センサを用いて、自車両 1 の絶対位置、即ち、所定の基準点に対する自車両 1 の位置、姿勢及び速度を計測する。

【 0 0 1 7 】

地図取得装置 1 3 は、自車両 1 が走行する道路の構造を示す地図情報を取得する。道路の構造を示す地図情報は、例えば、1時間以下の頻度で更新される静的情報に相当する。地図取得装置 1 3 は、地図情報を格納した地図データベースを所有してもよく、クラウドコンピューティングにより地図情報を外部の地図データサーバから取得してもよい。地図取得装置 1 3 が取得する地図情報は、車線の絶対位置や車線の接続関係、相対位置関係等の道路構造の情報を含む。地図取得装置 1 3 は更に、更新頻度の高い地図情報（例えば、ダイナミックマップに埋め込まれている情報）を取得する。例えば、地図取得装置 1 3 は、1秒以下の頻度で更新される動的情報、1分以下の頻度で更新される准動的情報、1時間以下の頻度で更新される准静的情報を自車両 1 の外部から無線通信により取得する。動的情報は、周囲車両、歩行者、信号機の情報を含む。准動的情報は、事故情報、渋滞情報、狭域気象情報を含む。准静的情報は、交通規制情報、道路工事情報、広域気象情報を含む。

40

【 0 0 1 8 】

50

コントローラ 14 は、プロセッサと、記憶装置等の周辺部品とを含む電子制御ユニット（ECU）等の処理回路で構成することができる。プロセッサは、例えば中央演算処理装置（CPU）やマイクロプロセッサ（MPU）であってよい。記憶装置は、半導体記憶装置、磁気記憶装置及び光学記憶装置のいずれかを備えてよい。記憶装置は、レジスタ、キャッシュメモリ、主記憶装置として使用される ROM（Read Only Memory）及び RAM（Random Access Memory）等のメモリを含んでよい。なお、コントローラ 14 を、以下に示す各情報処理を実行するための専用のハードウェアにより形成してもよい。例えば、汎用の半導体集積回路中に設定される機能的な論理回路でコントローラ 14 を実現してもよい。例えば、コントローラ 14 はフィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ（FPGA）等のプログラマブル・ロジック・デバイス（PLD）等を有していてもよい。

10

【0019】

コントローラ 14 は、物体検出装置 11 による物体の検出結果、自車両位置推定装置 12 による自車両 1 の位置等の推定結果、及び地図取得装置 13 による地図情報の取得結果に基づき、他車両 2 の運転特性を推定する。コントローラ 14 は更に、他車両 2 の運転特性等に基づき他車両 2 の動作を予測し、他車両 2 の動作等から自車両 1 の経路を生成し、生成した経路に従って自車両 1 を制御する。なお、実施形態では、コントローラ 14 を、自車両 1 を制御する走行支援装置として例示するが、これに限定されない。例えば、コントローラ 14 は、他車両 2 の運転特性を推定する運転特性推定装置であってもよく、他車両 2 の動作を予測する動作予測装置であってもよい。即ち、コントローラ 14 は、自車両 1 の経路生成及び経路に沿った走行支援を行わず、他車両 2 の運転特性の推定結果、又はこの推定結果に基づく他車両 2 の動作の予測結果を最終的な出力としてもよい。

20

【0020】

コントローラ 14 は、検出統合部 20、物体追跡部 21、地図内位置演算部 22、動作予測部 23、自車両経路生成部 24 及び車両制御部 25 を備える。コントローラ 14 は、所定の記憶装置に格納されたコンピュータプログラムをプロセッサで実行することにより、検出統合部 20、物体追跡部 21、地図内位置演算部 22、動作予測部 23、自車両経路生成部 24 及び車両制御部 25 の機能を実現してよい。

【0021】

検出統合部 20 は、物体検出装置 11 が備える複数の物体検出センサの各々から得られた複数の検出結果を統合して、各物体に対して一つの検出結果を出力する。例えば、検出統合部 20 は、物体検出センサの各々から得られた物体の挙動から、各物体検出センサの誤差特性等を考慮した上で最も誤差が少なくなる最も合理的な物体の挙動を算出する。検出統合部 20 は、既知のセンサ・フュージョン技術を用いることにより、複数種類のセンサで取得した検出結果を総合的に評価して、より正確な検出結果を得てもよい。

30

【0022】

物体追跡部 21 は、物体検出装置 11 により検出された物体を追跡する。例えば、物体追跡部 21 は、検出統合部 20 により統合された検出結果としての異なる時刻に出力された物体の挙動から、異なる時刻間における物体の同一性の検証（対応付け）を行い、その対応付けに基づき物体の挙動を予測する。なお、異なる時刻に出力された物体の挙動は、コントローラ 14 内のメモリに記憶され、後述する軌道予測の際に用いられる。

40

【0023】

地図内位置演算部 22 は、自車両位置推定装置 12 により得られた自車両 1 の絶対位置、及び地図取得装置 13 により取得された地図情報から、地図上における自車両 1 の位置及び姿勢を推定する。また、地図内位置演算部 22 は、自車両 1 が走行している道路、更に当該道路のうちで自車両 1 が走行する車線を特定する。

【0024】

動作予測部 23 は、検出統合部 20 により得られた検出結果と、地図内位置演算部 22 により特定された自車両 1 の位置に基づき、自車両 1 の周囲における移動物体の動作を予測する。動作予測部 23 は、挙動判定部 30、動作候補予測部 31、動作候補修正部 32、軌道予測部 33、運転特性推定部 34 及び尤度推定部 35 を備える。

50

【 0 0 2 5 】

挙動判定部 3 0 は、地図上における自車両 1 の位置と、検出統合部 2 0 により得られた物体の挙動とから、地図上における物体の位置及び挙動を特定する。更に、挙動判定部 3 0 は、物体の地図上の位置が時間の経過と共に変化する場合、当該物体を「移動物体」と判定し、移動物体の大きさ及び速度から、当該移動物体の属性（走行中の他車両、歩行者）を判定する。移動物体を走行中の「他車両」と判定した場合、挙動判定部 3 0 は、当該他車両が走行する道路及び車線を判定する。一方、物体の地図上の位置が時間の経過と共にしない場合、挙動判定部 3 0 は、この物体を静止物体と判定し、静止物体の地図上の位置、姿勢及び大きさから、静止物体の属性（停止中の他車両、駐車車両、歩行者等）を判定する。

10

【 0 0 2 6 】

動作候補予測部 3 1 は、地図取得装置 1 3 に取得された地図情報に基づき他車両の動作候補を予測する。動作候補予測部 3 1 は、地図情報に含まれる道路構造及び他車両が属する車線情報から、他車両が次にどのように走行するのかという動作意図を予測し、当該動作意図に基づく他車両の基本軌道を道路構造に基づき演算する。ここで、「動作候補」とは、動作意図及び基本軌道を含む上位概念である。基本軌道は、異なる時刻における他車両の位置のプロファイルのみならず、各位置における他車両の速度のプロファイルをも示す。なお、基本軌道の演算では道路構造を考慮するが、検出統合部 2 0 により統合された移動物体や静止物体は考慮しない。

20

【 0 0 2 7 】

例えば、他車両が単車線の単路及びカーブ路を走行する場合、動作候補予測部 3 1 は、車線の形状に沿って走行する動作意図（直進）を予測すると共に、基本軌道として、地図上の車線に沿った軌道を演算する。また、他車両が複数車線の単路及びカーブ路を走行する場合、動作候補予測部 3 1 は、動作意図（直進）と、右側或いは左側へ車線変更する動作意図（車線変更）を予測する。動作意図（車線変更）における他車両の基本軌道は、道路構造及び所定の車線変更時間に基づき車線変更する軌道である。また、他車両が交差点を走行する場合、動作候補予測部 3 1 は、直進、右折及び左折の動作意図を予測し、地図上の交差点における道路構造に基づく直進軌道、右折軌道、左折軌道を基本軌道として演算する。

30

【 0 0 2 8 】

例えば図 3 に示す走行シーンは、図 1 に示した走行シーンと同様であるが、動作候補予測部 3 1 は、他車両 2 の動作候補として、左側車線に沿って走行する動作意図（直進）及び基本軌道 t_3 を演算する。なお、動作候補予測部 3 1 は、自車両 1 の周囲における静止物体である駐車車両 3 に起因する動作意図（車線変更）と、車線変更の基本軌道 t_1 , t_2 は演算しない。また、自車両 1 の周囲における移動物体が有る場合には、動作候補予測部 3 1 は、移動物体に起因する動作意図（車線変更）と、車線変更の基本軌道を演算しない。

40

【 0 0 2 9 】

動作候補修正部 3 2 は、物体検出装置 1 1 により検出された静止物体及び移動物体を考慮して、動作候補予測部 3 1 により予測された動作候補を修正する。例えば、動作候補修正部 3 2 は、他車両の基本軌道と静止物体又は移動物体の位置が干渉するか否かを判定する。他車両の基本軌道と静止物体又は移動物体の位置が干渉すると判定された場合、動作候補修正部 3 2 は、静止物体又は移動物体を回避するための他車両 2 の動作意図及び基本軌道を新たに生成する。

【 0 0 3 0 】

例えば図 3 に示すように、物体検出装置 1 1 により静止物体である駐車車両 3 が検出されている場合、動作候補修正部 3 2 は、駐車車両 3 と他車両 2 の基本軌道 t_3 との干渉があるか否かを経時的に判定する。駐車車両 3 と他車両 2 の基本軌道 t_3 との干渉があると判定された場合には、動作候補修正部 3 2 は、駐車車両 3 との干渉を回避する他車両 2 の動作意図（車線変更）及び基本軌道 t_1 , t_2 を新たに生成する。基本軌道 t_1 は、自車

50

両 1 に先を譲る軌道であり、基本軌道 t_2 は、自車両 1 に先行して車線変更を行う軌道である。基本軌道 t_2 は、例えば、地図情報が示す車線変更前の他車両 2 の走行レーンの中心と、車線変更後の他車両 2 の走行レーンの中心に基づき、クロソイド曲線を用いて生成してよいが、これに限定されない。

【0031】

軌道予測部 33 は、挙動判定部 30 により検出された他車両 2 の実際の挙動に基づき、他車両 2 が実際に走行する軌道（実効軌道）を予測する。例えば、軌道予測部 33 は、動作候補予測部 31 により予測された動作意図にしたがって動作する場合の他車両 2 の実効軌道を、カルマンフィルター等の既知の状態推定技術を用いて演算する。実効軌道は、基本軌道と同様に、異なる時刻における他車両 2 の位置を示すのみならず、各位置における他車両 2 の速度のプロファイルをも示す。実効軌道と基本軌道は、他車両 2 が走行する軌道である点で共通するが、実効軌道は他車両 2 の挙動を考慮して演算されるのに対して、基本軌道は他車両の挙動を考慮しないで演算される点が相違する。

10

【0032】

図 4 及び図 5 は、他車両 2 がカーブを走行している様子を示す。図 4 及び図 5 にそれぞれ示す他車両 2 の基本軌道 t_{21} 、 t_{22} は、動作意図及び道路構造に基づき導出された他車両 2 の軌道の例であり、他車両 2 の挙動は考慮されていない。よって、例えば、他車両 2 の現在の姿勢（ヨー角）が考慮されていないため、他車両 2 の現在位置から、異なる方向に向けて、複数の基本軌道 t_{21} 、 t_{22} が延びている。これに対して、軌道予測部 33 は、他車両 2 の挙動を考慮して、動作候補予測部 31 により予測された動作意図に沿った軌道（実効軌道） t_{31} 、 t_{32} を演算する。換言すれば、動作候補予測部 31 により予測された動作意図に沿った動作を取った場合の他車両 2 の実効軌道 t_{31} 、 t_{32} を演算する。

20

【0033】

図 4 において、他車両 2 の姿勢（ヨー角）は、道路の形状に沿った走行の基本軌道 t_{21} よりも左側に傾き、他車両 2 の速度は、進行方向の速度成分のみからなり、車幅方向の速度成分はゼロである。即ち、他車両 2 は直進状態である。よって、この姿勢及び速度を起点として他車両 2 が道路の形状に沿った走行の動作意図に従って走行する場合、基本軌道 t_{21} から左側に離れた後に、基本軌道 t_{21} に近づいて一致する実効軌道 t_{31} となる。換言すれば、走行車線からの逸脱を修正するような修正軌道（オーバーシュート軌道）を描くことが予測される。軌道予測部 33 は、他車両 2 の姿勢（ヨー角）及び速度を起点として、道路の形状に沿った走行の動作意図（直進）に従って走行する実効軌道 t_{31} を予測する。

30

【0034】

また、図 5 に示すように、図 4 と同じ姿勢及び速度を起点として他車両 2 が車線変更の動作意図に従って走行する場合、左方向への旋回を開始し、左側車線へ移動した後に、右へ旋回して左側車線に沿った軌道へ修正する実効軌道 t_{32} となる。即ち、舵角が中立位置の状態から始まる左旋回のクロソイド曲線及び右旋回のクロソイド曲線からなる実効軌道 t_{32} を描く。よって、実効軌道 t_{32} は、車線変更軌道 t_{22} を演算するときの所定の車線変更時間とほぼ同じ時間をかけて車線変更が完了する軌道となる。なお、実効軌道を描く際の曲線は必ずしもクロソイド曲線である必要はなく、その他の曲線を用いてもよい。図 5 の例では、実効軌道 t_{32} は車線変更における基本軌道 t_{22} とほぼ同じ軌道となる。

40

【0035】

図 4 及び図 5 と同様に、図 3 に示す基本軌道 t_1 、 t_2 についても、軌道予測部 33 は、他車両 2 の挙動を考慮して、動作意図に沿った軌道（実効軌道）を演算する。例えば、軌道予測部 33 は、他車両 2 の位置、姿勢（ヨー角）、速度及び加速度に基づき、自車両 1 の前で車線変更を行う動作意図に従って走行する他車両 2 の実効軌道と、自車両 1 が追い抜くまで右側車線への車線変更を行わずに減速しながら左側車線を走行し続ける動作意図に従って走行する他車両 2 の実効軌道とをそれぞれ演算する。

50

【 0 0 3 6 】

運転特性推定部 3 4 は、物体検出装置 1 1 等から得られる他車両 2 の周囲環境から、他車両 2 がウインカ操作を要する進入エリアを推定する。ウインカ操作を要する進入エリアとは、例えば障害物の回避等のために車線変更が必要な区間や、右左折時の交差点等の、他車両 2 が進入時にウインカ操作を要する領域である。運転特性推定部 3 4 は更に、推定された進入エリアに対する他車両 2 のウインカの点灯状態に基づき、他車両 2 の運転特性を推定する。進入エリアに対するウインカ点灯状態は、例えば他車両 2 のウインカの点灯開始から、他車両 2 の進入エリアへ進入するまでの進入時間である。進入時間は、他車両 2 の進入エリアまでの距離、速度及び加速度等に基づき推定することができる。

【 0 0 3 7 】

例えば図 3 に示した運転シーンにおいて、運転特性推定部 3 4 は、自車両位置推定装置 1 2 により推定された自車両 1 の位置や、車速センサにより検出される自車両 1 の車速及び加速度等に基づき、自車両 1 の予想経路 t_0 を推定する。運転特性推定部 3 4 は更に、自車両 1 の予想経路 t_0 と、他車両 2 の予測軌道 t_2 とに基づき、他車両 2 がウインカ操作を要する進入エリア A 1 を推定する。進入エリア A 1 は、他車両 2 が駐車車両 3 を回避するための車線変更時にウインカ操作を要する領域である。進入エリア A 1 の範囲は、道路の幅員や他車両 2 の車幅等を考慮して適宜設定可能である。進入エリア A 1 は、自車両 1 の予想経路 t_0 と他車両 2 の予測軌道 t_2 とが交差する交差エリアである。なお、運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 がウインカ操作を要する進入エリア A 1 を推定する代わりに、自車両 1 の予想経路 t_0 と、他車両 2 の予測軌道 t_2 とに基づき、自車両 1 と他車両 2 が交差する交差エリアを推定し、推定した交差エリアを進入エリアとしてもよい。

【 0 0 3 8 】

運転特性推定部 3 4 は、自車両 1 の進入エリア A 1 までの距離、速度及び加速度等に基づき、自車両 1 が例えば現在時刻から進入エリア A 1 へ進入するまでの時間（以下、「自車両進入時間」という。）を推定する。運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 が自車両 1 との進入エリア A 1 へ進入する進入時間と、自車両 1 が進入エリア A 1 へ進入する自車両進入時間との差分が、所定の閾値未満か否かを判定する。所定の閾値は適宜設定可能である。進入時間と自車両進入時間との差分が所定の閾値未満と判定された場合、運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 の運転特性を推定する処理を行う。一方、進入時間と自車両進入時間との差分が所定の閾値以上と判定された場合、他車両 2 の運転特性を推定する処理を行わない。なお、運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 が自車両 1 との進入エリア A 1 へ進入すると推定される時刻と、自車両 1 が進入エリア A 1 へ進入すると推定される時刻との差分が、所定の閾値未満か否かを判定してもよい。この場合の差分が所定の閾値未満と判定された場合には他車両 2 の運転特性を推定する処理を行い、差分が所定の閾値以上と判定された場合には他車両 2 の運転特性を推定する処理を行わなくてもよい。

【 0 0 3 9 】

運転特性推定部 3 4 は、自車両 1 の他車両 2 に対する衝突予測時間（TTC）又は車間時間（THW）を算出してもよい。TTC は、車間距離を他車両 2 との相対速度で除算した値である。THW は、車間距離を他車両 2 の速度で除算した値である。コントローラ 1 は、例えば THW 及び TTC が所定の閾値以上である場合に、他車両 2 の運転特性を推定する処理を行わず、THW 又は TTC が所定の閾値未満である場合に、他車両 2 の運転特性を推定する処理を行ってもよい。

【 0 0 4 0 】

運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 のウインカの点灯開始から進入エリア A 1 へ進入するまでの進入時間を推定する。他車両 2 のウインカの点灯開始のタイミングは物体検出装置 1 1 により検出されるウインカの点灯状態等から判断できる。他車両 2 が進入エリア A 1 へ進入するタイミングは、他車両 2 の進入エリア A 1 までの距離、速度及び加速度等に基づき推定可能である。他車両 2 が進入エリア A 1 へ進入するタイミングは、例えば他車両 2 の一部が進入エリア A 1 に進入したタイミングであってもよく、他車両 2 が進入エリア A 1 へ進入するための動作（例えば車線変更）を開始したタイミングであってもよい。な

10

20

30

40

50

お、運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 が進入エリア A 1 へ進入するタイミングとして、物体検出装置 1 1 による検出結果等から得られる他車両 2 が実際に進入したタイミングを用いて進入時間を算出してもよい。

【 0 0 4 1 】

運転特性推定部 3 4 は、推定又は算出した進入時間に基づき、他車両 2 の運転特性を推定する。例えば、運転特性推定部 3 4 は、推定又は算出した進入時間が所定の閾値（所定）以上か否かを判定する。進入時間が所定の閾値以上の場合、車線変更のタイミングよりも比較的早いタイミングからウインカが点灯しているため、運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 の運転特性を「Cautious」と推定する。一方、進入時間が所定の閾値未満の場合、車線変更のタイミングの比較的直前でウインカの点灯が開始しているため、運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 の運転特性を「Aggressive」と推定する。

10

【 0 0 4 2 】

「Aggressive」は、自己中心的の運転を行う傾向を有する運転特性であり、比較的急な運転操作を行う傾向を有する。換言すれば、安全運転の傾向が比較的弱く、動作の予測可能性が比較的低い。これとは逆に、「Cautious」は、慎重な運転を行う傾向を有する運転特性であり、比較的緩慢な運転操作を行ったり、平均的な周囲車両や法定速度よりも低い速度で走行したりする傾向を有する。換言すれば、安全運転の傾向が比較的強く、また動作の予測可能性が比較的高い。なお、運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 の運転特性が推定されていない場合には、運転特性が未推定であることを示す状態として「Unknown」を使用してもよい。なお、他車両 2 の動作の予測に使用される運転特性はこれら例示した運転特性に限られず、他車両 2 の動作の予測に有用な他の運転特性を採用してもよい。

20

【 0 0 4 3 】

運転特性推定部 3 4 は、進入エリア A 1 へ進入すると推定される時刻（第 1 時刻）より所定の閾値（所定時間）前の時刻（第 2 時刻）における他車両 2 のウインカの点灯状態に基づき、他車両 2 の運転特性を推定してもよい。例えば、運転特性推定部 3 4 は、進入エリア A 1 へ進入すると推定される時刻（第 1 時刻）より所定の閾値（所定時間）前の時刻（第 2 時刻）において他車両 2 のウインカが点灯しているか否かを判定する。所定の閾値は、例えば 3 秒程度であり、適宜設定可能である。そして、第 2 時刻において他車両 2 のウインカが点灯していると判定された場合、車線変更のタイミングよりも比較的早いタイミングからウインカが点灯しているため、運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 の運転特性を「Cautious」と推定する。一方、第 2 時刻において他車両 2 のウインカが点灯していない（消灯している）と判定された場合、車線変更のタイミングの比較的直前でウインカの点灯が開始しているため、運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 の運転特性を「Aggressive」と推定する。

30

【 0 0 4 4 】

運転特性推定部 3 4 は、進入エリア A 1 に対する他車両 2 のウインカの点灯状態に基づき、他車両 2 の運転特性を推定する代わりに、他車両 2 の運転特性が「Aggressive」である可能性（尤もらしさ）、及び「Cautious」である可能性（尤もらしさ）をそれぞれ推定してもよい。以下、他車両 2 の運転特性が「Aggressive」である可能性を「「Aggressive」尤度」、「Cautious」である可能性を「「Cautious」尤度」と表記する。例えば、運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 が進入エリア A 1 へ進入する進入時間が所定の閾値以上の場合、「Cautious」尤度を相対的に高く推定すると共に、「Aggressive」尤度を相対的に低く推定する。一方、他車両 2 が進入エリア A 1 へ進入する進入時間が所定の閾値未満の場合、「Cautious」尤度を相対的に低く推定すると共に、「Aggressive」尤度を相対的に高く推定する。

40

【 0 0 4 5 】

運転特性推定部 3 4 は、「Aggressive」尤度及び「Cautious」尤度を、動作予測部 2 3 及び動作候補修正部 3 2 が予測した複数の動作候補が他車両 2 の動作となるそれぞれの尤度（即ち他車両 2 の動作として選択される尤度）として記憶装置に保持する。例えば、「Aggressive」尤度は、他車両 2 が基本軌道 t 2 を選択する尤度に対応し、「Cautious

50

」尤度は基本軌道 t_1 を選択する尤度に対応する。これら他車両 2 の運転特性の推定に基づき予測される各動作候補が他車両 2 の動作となる尤度を「第 1 尤度 1」と表記する。

【 0 0 4 6 】

運転特性推定部 3 4 は、進入エリア A 1 へ進入すると推定される第 1 時刻より前の第 2 時刻における他車両 2 のウインカの点灯状態に基づき、他車両 2 の運転特性を推定した後に、他車両 2 のウインカの点灯開始から進入エリア A 1 へ進入するまでの進入時間に基づき、推定した他車両 2 の運転特性を補正してもよい。例えば、進入時間が所定の閾値以上と判定された場合、運転特性推定部 3 4 は、推定されていた他車両 2 の運転特性である「Cautious」尤度を増加させると共に、「Aggressive」尤度を減少させる。一方、進入時間が所定の閾値未満と判定された場合、運転特性推定部 3 4 は、推定されていた他車両 2 の運転特性である「Cautious」尤度を増加させると共に、「Aggressive」尤度を減少させる。なお、これとは逆に、運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 のウインカの点灯開始から進入エリア A 1 へ進入するまでの進入時間に基づき、他車両 2 の運転特性を推定した後に、進入エリア A 1 へ進入すると推定される第 1 時刻より前の第 2 時刻における他車両 2 のウインカの点灯状態に基づき、推定した他車両 2 の運転特性を補正してもよい。更に、運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 の運転特性を推定した後に、他車両 2 のウインカの点灯開始時刻から進入エリア A 1 へ実際に進入するまでの進入時間に基づき、推定した他車両 2 の運転特性を補正してもよい。

10

【 0 0 4 7 】

尤度推定部 3 5 は、運転特性推定部 3 4 により推定された他車両 2 の運転特性と、動作候補予測部 3 1 及び動作候補修正部 3 2 が予測した動作候補と軌道予測部 3 3 が予測した実効軌道との比較結果と、に基づき他車両 2 の動作を予測する。他車両の動作は、他車両の軌道及び速度のプロファイルを含む。他車両 2 の軌道は、異なる時刻における他車両 2 の位置のプロファイルを示す。

20

【 0 0 4 8 】

例えば、尤度推定部 3 5 は、動作候補予測部 3 1 及び動作候補修正部 3 2 により予測された動作候補の各々について基本軌道と実効軌道とを対比する。そして、基本軌道と実効軌道との差分から、各動作候補が他車両 2 の動作として選択されるそれぞれの尤度を求める。基本軌道と実効軌道との差違は、例えば、両軌道間の位置や速度のプロファイルの差異の総和を基に算出する。図 4 及び図 5 に示す面積 S_1 、 S_2 は、基本軌道と実効軌道との位置の差違を積分した総和の一例である。面積 S_1 、 S_2 が狭い程、位置の差違が小さいと判定できるので、高い尤度を演算する。或いは、位置の差違が小さくても、速度のプロファイルが大きく異なる場合には、低い尤度を演算してもよい。基本軌道と実効軌道との差分に基づき予測される、各動作候補が他車両 2 の動作となる尤度を「第 2 尤度 2」と表記する。尤度推定部 3 5 は、基本軌道と実効軌道との差違が小さいほど第 2 尤度 2 が高くなるように第 2 尤度 2 を演算する。

30

【 0 0 4 9 】

更に、尤度推定部 3 5 は、運転特性推定部 3 4 により推定された他車両 2 の運転特性と、第 2 尤度 2 とに基づき、他車両 2 の動作を予測する。たとえば、尤度推定部 3 5 は、運転特性推定部 3 4 により推定された他車両 2 の運転特性と、動作候補予測部 3 1 及び動作候補修正部 3 2 により予測された動作候補を対応付ける。この際、運転特性推定部 3 4 により推定された他車両 2 の運転特性である「Cautious」或いは「Cautious」尤度を、各動作候補のうちの自車両 1 よりも先に進入エリア A 1 に進入する動作候補に対応付けることができる。また、運転特性推定部 3 4 により推定された他車両 2 の運転特性である「Aggressive」或いは「Aggressive」尤度を、自車両 1 よりも跡に進入エリア A 1 に進入する動作候補に対応付けることができる。例えば図 3 に示す走行シーンでは、「Cautious」或いは「Cautious」尤度を、自車両 1 に先を譲る軌道 t_1 に対応付け、「Aggressive」或いは「Aggressive」尤度を、自車両 1 に先行する軌道 t_2 に対応付ける。

40

【 0 0 5 0 】

更に、尤度推定部 3 5 は、他車両 2 の運転特性として第 1 尤度 1 (例えば、「Aggres

50

sive」尤度又は「Cautious」尤度)が推定される場合には、第1尤度 1に基づき各動作候補の第2尤度 2に重み付けを行う。例えば、動作候補毎に、第1尤度 1を係数として第2尤度 2に乘算して最終的な尤度(最終尤度)を算出する。或いは、動作候補毎に、第1尤度 1及び第2尤度 2をそれぞれ重み付けし、重み付けした第1尤度 1及び第2尤度 2を加算して最終尤度 を算出する。これにより、運転特性推定部34により予測された第1尤度 1と尤度推定部35が推定する第2尤度 2に結合させた最終尤度 を得ることができる。

【0051】

例えば、図3に示す走行シーンにおいて、他車両2の運転特性が「Aggressive」である場合、軌道t2の第2尤度 2よりも、軌道t1の第2尤度 2により大きな係数(第1尤度 1)を乗算する。最高の尤度が演算された動作候補は、他車両2の運転特性と挙動を考慮した最も尤もらしい動作候補であると判定できる。このため尤度推定部35は、最終尤度 が最も高い動作候補を他車両2の動作として決定してもよい。なお、第1尤度 1、第2尤度 2及び最終尤度 は、その動作候補が実際に発生する可能性を表す指標の一例であって、尤度以外の表現であっても構わない。このようにして、動作予測部23では、尤度推定部35により想定された各動作候補の尤度に基づき、他車両2の動作を予測する。

10

【0052】

自車両経路生成部24は、動作予測部23により予測された他車両2の動作に基づき、自車両1の経路を生成する。「自車両1の経路」は、異なる時刻における自車両1の位置のプロファイルのみならず、各位置における自車両1の速度のプロファイルをも示す。ここでは、地図上における他車両2の挙動に基づき、他車両2の軌道を含む他車両の動作を予測している。このため、他車両2の軌道を基にして自車両1の経路を生成することは、他車両2との相対距離の変化、加減速度或いは姿勢角の差に基づき自車両1の経路を生成していることになる。

20

【0053】

例えば、図3に示した走行シーンにおいて、動作予測部23により軌道t2を予測した場合、或いは、動作予測部23により算出された軌道2の最終尤度 が所定の閾値以上である場合、他車両2の車線逸脱を予測した上での自車両1の経路を生成できる。自車両1の経路は、車線変更に干渉しない経路であり、他車両2を自車両1の前に車線変更させるように減速する経路である。或いは、レーン幅(車線幅)が十分に広ければ、右側車線内の右側に寄って走行する経路であってもよい。更に右側に隣接レーンがある場合、事前にレーンチェンジを行う経路であってもよい。よって、他車両2と接触せず、且つ、他車両2の挙動により自車両1が急減速又は急ハンドルとならない滑らかな自車両1の経路を生成することができる。

30

【0054】

図3に示す走行シーンにおいて、他車両2が減速して左側車線で走行し続ける挙動を示す場合、他車両2の挙動は、自車両1を先に行かせ、他車両2はその後に右側車線へ車線変更したいという動作意図を示していると解釈できる。この場合、他車両2の動作意図を考慮して自車両1の経路を形成し、或いは自車両1を制御することにより、自車両1は減速せず或いは加速して駐車車両3の脇を先に通過することができる。これにより、他車両2と自車両1の双方が譲り合ってしまう状況を回避できるので円滑な交通流を実現可能となる。自車両経路生成部24は、図3に示す走行シーンを通じた後も、他車両2が自車両1の周囲を走行しているシーンにおいては、動作予測部23により予測された他車両2の動作に基づき、自車両1の経路を生成してもよい。

40

【0055】

車両制御部25では、自車両経路生成部24により生成された経路に従って自車両1が走行するように、地図内位置演算部22により演算された自己位置に基づき、ステアリングアクチュエータ、アクセルペダルアクチュエータ、及びブレーキペダルアクチュエータの少なくとも1つを駆動する。なお、実施形態では、自車両1の経路に従って制御する場

50

合を示すが、自車両 1 の経路を生成せずに、自車両 1 を制御してもよい。この場合、他車両 2 との相対距離、或いは、他車両 2 と自車両 1 との姿勢角の差に基づき制御を行うことも可能である。

【 0 0 5 6 】

(走行支援方法)

次に、図 6 のフローチャートを参照して、実施形態に係る走行支援装置 1 0 による走行支援方法の一例を説明する。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 1 において、物体検出装置 1 1 は、複数の物体検出センサを用いて、自車両 1 の周囲における他車両等の物体の挙動を検出する。物体検出装置 1 1 は更に、他車両のウインカの点灯状態を検出する。ステップ S 2 において、検出統合部 2 0 は、複数の物体検出センサの各々から得られた複数の検出結果を統合して、各物体に対して一つの検出結果を出力する。物体追跡部 2 1 は、検出統合部 2 0 により検出及び統合された各物体を追跡する。

10

【 0 0 5 8 】

ステップ S 3 において、自車両位置推定装置 1 2 は、位置検出センサを用いて、所定の基準点に対する自車両 1 の位置、姿勢及び速度を計測する。ステップ S 4 において、地図取得装置 1 3 は、自車両 1 が走行する道路の構造を示す地図情報を取得する。ステップ S 5 において、地図内位置演算部 2 2 は、ステップ S 3 で計測された自車両 1 の位置、及びステップ S 4 で取得された地図情報から、地図上における自車両 1 の位置及び姿勢を推定する。

20

【 0 0 5 9 】

ステップ S 6 において、動作予測部 2 3 は、ステップ S 2 で得られた検出結果に含まれる他車両 2 の挙動と、ステップ S 5 で推定された自車両 1 の位置に基づき、自車両 1 の周囲における他車両 2 の動作を予測する動作予測処理を行う。ここで、動作予測部 2 3 は、他車両 2 の運転特性を推定し、推定された他車両 2 の運転特性に基づき、他車両 2 の動作を予測する(ステップ S 6 の詳細は後述する)。ステップ S 7 において、自車両経路生成部 2 4 は、ステップ S 6 で予測された他車両の動作に基づき、自車両 1 の経路を生成する。ステップ S 8 において、車両制御部 2 5 は、ステップ S 7 で生成された自車両 1 の経路に従って走行するように自車両 1 を制御する。

30

【 0 0 6 0 】

(動作予測処理)

次に、図 6 のステップ S 6 の動作予測処理(動作予測方法)の一例を、図 7 のフローチャートを参照して説明する。

【 0 0 6 1 】

ステップ S 1 0 において、挙動判定部 3 0 は、地図上における自車両 1 の位置と、ステップ S 2 で得られた物体の挙動とから、他車両 2 が走行する道路及び車線を判定する。ステップ S 1 1 において、動作候補予測部 3 1 は、地図に基づく他車両 2 の動作候補を予測する。例えば、動作候補予測部 3 1 は、地図情報に含まれる道路構造から動作意図を予測する。動作候補予測部 3 1 は、他車両 2 について予測された様々な動作意図(例えば、直進や車線変更、又は交差点での直進や右左折)のいずれかを選択する。動作候補予測部 3 1 は、選択した動作意図における他車両 2 の基本軌道を演算し、選択した動作意図及びこれに対応する基本軌道を動作候補として生成する。

40

【 0 0 6 2 】

ステップ S 1 2 において、コントローラ 1 4 は、ステップ S 1 で検出された全ての他車両についてステップ S 1 0 及び S 1 1 の処理が行われたか否かを判定する。全ての他車両 2 について処理が行われていないと判定された場合、ステップ S 1 0 へ戻る。一方、全ての他車両 2 について処理が行われたと判定された場合、ステップ S 1 3 に移行する。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 1 3 において、動作候補修正部 3 2 は、ステップ S 1 において他車両 2 と同

50

時に検出された静止物体を考慮して、ステップ S 1 1 で予測された動作候補を修正し、修正された動作候補を生成する。ステップ S 1 4 において、動作候補修正部 3 2 は、ステップ S 1 において検出された他車両 2 以外の移動物体を考慮して、ステップ S 1 1 で予測された動作候補を修正し、修正された動作候補を生成する。

【 0 0 6 4 】

ステップ S 1 5 において、運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 の車両挙動に基づき他車両 2 の運転特性を推定する運転特性推定処理を行う。例えば運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 の運転特性として、「Aggressive」尤度及び「Cautious」尤度を推定する（ステップ S 1 5 の詳細は後述する）。ステップ S 1 6 において、動作予測部 2 3 は、運転特性推定部 3 4 により推定された「Cautious」尤度及び「Aggressive」尤度を、動作候補予測部 3 1 及び動作候補修正部 3 2 が予測した複数の動作候補に対応する第 1 尤度 1 として決定する。

10

【 0 0 6 5 】

ステップ S 1 7 において、コントローラ 1 4 は、ステップ S 1 で検出された全ての他車両 2 についてステップ S 1 3 ~ S 1 6 の処理が行われたか否かを判定する。全ての他車両 2 について処理が行われていないと判定された場合、ステップ S 1 3 へ戻る。一方、全ての他車両 2 について処理が行われたと判定された場合、ステップ S 1 8 へ移行する。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 1 8 において、軌道予測部 3 3 は、他車両 2 が挙動を維持し、且つ予測された動作意図にしたがって動作する場合の他車両 2 の実効軌道を、例えばカルマンフィルタ等の既知の状態推定技術を用いて演算する。ステップ S 1 9 において、尤度推定部 3 5 は、動作候補予測部 3 1 及び動作候補修正部 3 2 が予測した動作候補の基本軌道と実効軌道とを対比する。尤度推定部 3 5 は、基本軌道と実効軌道との差分に基づき、動作候補予測部 3 1 及び動作候補修正部 3 2 が予測した動作候補が他車両 2 の動作となるそれぞれの第 2 尤度 2 を推定する。ステップ S 2 0 において、尤度推定部 3 5 は、第 1 尤度 1 に基づき各動作候補の第 2 尤度 2 に重み付けを行い、各動作候補について、他車両 2 と動作となり得る尤もらしさとして最終的な尤度（最終尤度）をそれぞれ決定する。

20

【 0 0 6 7 】

ステップ S 2 1 において、コントローラ 1 4 は、動作候補予測部 3 1 及び動作候補修正部 3 2 が予測した動作候補の全てについてステップ S 1 8 ~ S 2 0 の処理が行われたか否かを判定する。いずれか動作候補について処理が行っていないと判定された場合、ステップ S 1 8 へ戻る。一方、全動作候補について処理が行われたと判定された場合、ステップ S 2 2 へ移行する。全動作候補について最終尤度 が決定されると、尤度推定部 3 5 は、尤も最終尤度 が高い動作候補を他車両 2 の動作として決定してもよい。

30

【 0 0 6 8 】

ステップ S 2 2 において、コントローラ 1 4 は、ステップ S 1 で検出された全ての他車両 2 についてステップ S 1 8 ~ S 2 1 の処理が行われたか否かを判定する。全ての他車両 2 について処理が行われていないと判定された場合、ステップ S 1 8 へ戻る。一方、全ての他車両 2 について処理が行われたと判定された場合、処理を完了する。

【 0 0 6 9 】

（運転特性推定処理）

次に、図 7 のステップ S 1 5 における運転特性推定処理（運転特性推定方法）の一例を、図 8 のフローチャートを参照して説明する。

40

【 0 0 7 0 】

ステップ S 3 0 において、運転特性推定部 3 4 は、図 7 のステップ S 1 1、S 1 3、S 1 4 で予測された他車両 2 の動作候補のいずれかを選択する。ステップ S 3 1 において、運転特性推定部 3 4 は、自車両 1 の予想経路を取得する。ステップ S 3 2 において、運転特性推定部 3 4 は、選択された他車両 2 の動作候補の基本軌道 t 2 に基づき、他車両 2 が進入する際にウインカ操作を要する進入エリア A 1 を推定する。進入エリア A 1 は、例えば選択された他車両 2 の動作候補の基本軌道 t 2 と自車両 1 の予想経路とが交差する交差

50

エリアである。なお、他車両 2 の基本軌道と自車両 1 の予想経路とが交差しない場合には、ステップ S 4 3 に移行してもよい。なお、他車両 2 の基本軌道のいずれも自車両 1 の予想経路と交差しない場合には、他車両 2 の運転特性を推定する処理を行わず、他車両 2 の運転特性を Unknown (未推定) としてもよい。

【0071】

ステップ S 3 3 において、運転特性推定部 3 4 は、自車両 1 が進入エリア A 1 へ進入するまでの自車両進入時間を推定する。運転特性推定部 3 4 は更に、他車両 2 が進入エリア A 1 へ進入するまでの進入時間を推定する。ステップ S 3 4 において、運転特性推定部 3 4 は、自車両 1 が進入エリア A 1 へ進入すると推定される時刻と、他車両 2 が進入エリア A 1 へ進入すると推定される時刻との時間差が閾値未満か否かを判定することにより、自車両 1 と他車両 2 が接近しているか否かを判定する。時間差が閾値以上の場合、自車両 1 と他車両 2 が接近していないため、ステップ S 4 3 へ移行する。一方、時間差が閾値未満の場合、自車両 1 と他車両 2 が接近しているため、ステップ S 3 5 へ移行する。

10

【0072】

ステップ S 3 5 ~ S 4 2 において、運転特性推定部 3 4 は、進入エリア A 1 に対する他車両 2 のウインカの点灯状態に基づき、他車両 2 の運転特性を推定する。ステップ S 3 5 において、運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 のウインカの点灯状態を検出する。ステップ S 3 6 において、運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 が進入エリア A 1 へ進入すると推定される第 1 時刻よりも所定の閾値前の第 2 時刻における他車両 2 のウインカの点灯状態に基づき、第 2 時刻において他車両 2 のウインカが点灯したか否かを判定する。第 2 時刻において他車両 2 のウインカが点灯したと判定した場合、ステップ S 3 7 へ移行する。ステップ S 3 7 において、運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 の運転特性を「Cautious」に設定する。例えば、他車両 2 の運転特性の「Aggressive」尤度を相対的に低く設定すると共に、他車両 2 の運転特性の「Cautious」尤度を相対的に高く設定する。一方、ステップ S 3 6 において、第 2 時刻において他車両 2 のウインカが点灯していないと判定された場合、ステップ S 3 8 に移行する。ステップ S 3 8 において、運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 の運転特性を「Aggressive」に設定する。例えば、他車両 2 の運転特性の「Aggressive」尤度を相対的に高く設定すると共に、他車両 2 の運転特性の「Cautious」尤度を相対的に低く設定する。

20

【0073】

なお、ステップ S 3 6 において、運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 のウインカの点灯開始から、他車両 2 が進入エリア A 1 に進入するまでの進入時間を推定し、推定した進入時間が所定の閾値以上か否かを判定してもよい。進入時間が所定の閾値以上と判定した場合、ステップ S 3 7 へ移行する。ステップ S 3 7 において、運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 の運転特性を「Cautious」に設定する。例えば、他車両 2 の運転特性の「Aggressive」尤度を相対的に低く設定すると共に、他車両 2 の運転特性の「Cautious」尤度を相対的に高く設定する。一方、ステップ S 3 6 において、進入時間が所定の閾値未満と判定された場合、ステップ S 3 8 に移行する。ステップ S 3 8 において、運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 の運転特性を「Aggressive」に設定する。例えば、他車両 2 の運転特性の「Aggressive」尤度を相対的に高く設定すると共に、他車両 2 の運転特性の「Cautious」尤度を相対的に低く設定する。

30

40

【0074】

ステップ S 3 9 において、運転特性推定部 3 4 は、進入エリア A 1 へ進入するための車線変更等の他車両 2 の動作を検出する。運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 が進入エリア A 1 へ進入する時刻を算出する。他車両 2 が進入エリア A 1 へ進入する時刻は、例えば他車両 2 が進入エリア A 1 へ進入した時刻であってもよい。或いは、他車両 2 が進入エリア A 1 へ進入する時刻は、例えば他車両 2 が進入エリア A 1 へ進入した時刻より前の、他車両 2 が進入エリア A 1 へ進入するための動作 (車線変更) の開始時刻であってもよい。

【0075】

ステップ S 4 0 において、運転特性推定部 3 4 は、他車両 2 のウインカの点灯開始時刻

50

から、他車両2が進入エリアA1へ進入する時刻までの進入時間（点灯時間）を算出する。運転特性推定部34は、算出した進入時間が所定の閾値（例えば3秒程度）未満か否かを判定する。進入時間が所定の閾値未満と判定された場合、ステップS41に移行する。ステップS41において、運転特性推定部34は、他車両2の運転特性の「Cautious」尤度を増加させると共に、他車両2の運転特性の「Aggressive」尤度を減少させるように、他車両2の推定された運転特性を補正する。一方、ステップS40において進入時間が所定の閾値以上と判定された場合、ステップS42に移行する。ステップS42において、運転特性推定部34は、他車両2の運転特性の「Aggressive」尤度を増加させると共に、他車両2の運転特性の「Cautious」尤度を減少させるように、他車両2の推定された運転特性を補正する。

10

【0076】

ステップS43において、運転特性推定部34は、予測された他車両2の動作候補の全てがステップS30で選択されたか否かを判定する。全ての動作候補がステップS30で選択されたと判定された場合、処理を完了する。一方、全ての動作候補がステップS30で選択されていないと判定された場合、ステップS30に戻り、未選択の動作候補についてステップS30～S42の手順を繰り返す。

【0077】

なお、ステップS36～S38の手順を省略してもよい。その場合、ステップS36～S38で推定された他車両2の運転特性をステップS40～S42で補正する代わりに、ステップS40～S42で他車両2の運転特性を推定してもよい。即ち、ステップS40において、運転特性推定部34は、他車両2のウインカの点灯開始時刻から、他車両2が進入エリアA1へ進入する時刻までの進入時間（点灯時間）を算出する。運転特性推定部34は、算出した進入時間が所定の閾値（例えば3秒程度）未満か否かを判定する。進入時間が所定の閾値未満と判定された場合、ステップS41に移行する。ステップS41において、運転特性推定部34は、他車両2の運転特性を「Cautious」に設定する。例えば、他車両2の運転特性の「Aggressive」尤度を相対的に低く設定すると共に、他車両2の運転特性の「Cautious」尤度を相対的に高く設定する。一方、ステップS40において進入時間が所定の閾値以上と判定された場合、ステップS42に移行する。ステップS42において、他車両2の運転特性を「Aggressive」に設定する。例えば、他車両2の運転特性の「Aggressive」尤度を相対的に高く設定すると共に、他車両2の運転特性の「Cautious」尤度を相対的に低く設定する。

20

30

【0078】

以上説明したように、実施形態によれば、運転特性推定部34が、他車両2の周囲環境から他車両2がウインカ操作を要する進入エリアA1を推定し、推定された進入エリアA1に対する他車両2のウインカの点灯状態に基づき、他車両2の運転特性を推定する。これにより、他車両2の運転特性を考慮して、急な車線変更や右左折等の他車両2の動作を事前に適切に予測することができる。この結果、自車両1がより安全な挙動を取ることができると共に、自車両1の乗員に与える違和感を低減することができる。

【0079】

更に、進入エリアA1に対する他車両2のウインカ点灯状態は、他車両2のウインカの点灯開始から、他車両2の進入エリアA1へ進入するまでの進入時間であって、運転特性推定部34は、この進入時間に基づき、他車両2の運転特性を推定する。これにより、他車両2の進入エリアA1へ進入する進入時間に基づいて、他車両2の運転特性を適切に推定することができる。

40

【0080】

更に、他車両2の進入エリアA1までの距離、速度及び加速度に基づき、他車両2のウインカの点灯開始から、他車両2の進入エリアA1へ進入するまでの進入時間を推定する。これにより、他車両2の進入エリアA1までの距離、速度及び加速度に基づき、他車両2の運転特性を適切に推定することができる。

【0081】

50

更に、自車両 1 が進入エリア A 1 へ進入する自車両進入時間を推定し、他車両 2 が進入エリア A 1 へ進入する進入時間と自車両進入時間との差分が閾値未満か否かを判定する。進入時間と自車両進入時間との差分が閾値未満と判定された場合、他車両 2 の運転特性を推定し、進入時間と自車両進入時間との差分が閾値以上と判定された場合、他車両 2 の運転特性を推定する処理を行わない。これにより、処理時間を削減し、より早いタイミングで他車両 2 の運転特性を推定することができる。

【 0 0 8 2 】

更に、他車両 2 のウインカの点灯開始時刻から他車両 2 の動作開始時刻までのウインカ点灯時間を算出し、算出したウインカ点灯時間に基づき、推定した他車両 2 の運転特性を補正することにより、他車両 2 の運転特性を精度良く推定することができる。

10

【 0 0 8 3 】

更に、他車両 2 の地図に基づく第 1 予測軌道を推定し、他車両 2 の挙動に基づく第 2 予測軌道を推定し、第 1 予測軌道と第 2 予測軌道との比較結果と、他車両 2 の運転特性とに基づき、他車両 2 の動作を予測する。これにより、他車両 2 の急な車線変更や右左折を適切に予測することができ、自車両 1 がより安全な挙動を取ることができる。

【 0 0 8 4 】

更に、予測された他車両 2 の動作に応じて、自車両 1 の走行を制御する。例えば図 3 に示すように、他車両 2 が自車両 1 に先行する軌道 t 2 を選択すると予測された場合、或いは他車両 2 が自車両 1 に先行する軌道 t 2 を選択する最終尤度が所定の閾値以上の場合に、自車両 1 が事前に減速、停止、車線変更等を行う。このように、適切に予測された他車両 2 の動作に応じて、自車両 1 が事前に安全な挙動を取ることができる。

20

【 0 0 8 5 】

(その他の実施形態)

上記のように、本発明は実施形態によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面は本発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替の実施形態、実施例及び運用技術が明らかとなる。

【 0 0 8 6 】

例えば、本発明の実施形態に係る走行支援装置 10 は、図 9 に示す走行シーンにも適用可能である。図 9 では、片側一車線の左側車線を自車両 1 が走行し、右側車線を対向車である他車両 2 が走行している。他車両 2 の前方には、駐車車両 3 が存在する。この場合、軌道予測部 33 は、他車両 2 が駐車車両 3 を追い越す動作として、自車両 1 が駐車車両 3 の側方を通過するまで駐車車両 3 の後方で減速又は停止して待機し、自車両 1 が通過後に左側車線に進入する軌道 t 4 1 と、自車両 1 が駐車車両 3 の側方を通過する前に、他車両 2 が左側車線に進入して駐車車両 3 の側方を通過するための軌道 t 4 2 を予測する。

30

【 0 0 8 7 】

運転特性推定部 34 は、他車両 2 が駐車車両 3 を回避すべく車線変更のためにウインカ操作(他車両 2 の右側のウインカ点灯)を要する進入エリア A 2 を推定し、推定された進入エリア A 2 に対する他車両 2 のウインカの点灯状態に基づき、他車両 2 の運転特性を推定する。尤度推定部 35 は、運転特性推定部 34 により推定された他車両 2 の運転特性に基づき、軌道 t 4 1、t 4 2 を選択する尤度を算出し、他車両 2 の動作を予測する。この際、他車両 2 の運転特性の「Cautious」又は「Cautious」尤度は軌道 t 4 1 に対応付けられ、他車両 2 の運転特性の「Aggressive」又は「Aggressive」尤度は軌道 t 4 2 に対応付けられる。

40

【 0 0 8 8 】

また、本発明の実施形態に係る走行支援装置 10 は、図 10 に示すように、交差点に自車両 1 が進入する場合の走行シーンにも適用可能である。図 10 に示すように、交差点に自車両 1 が進入する際に、対向車である他車両 2 が右折を予定している。この場合、軌道予測部 33 は、他車両 2 が右折する動作として、自車両 1 が交差点を通過するまで待機し、自車両 1 が通過後に右折する軌道 t 5 1 と、自車両 1 が交差点を通過する前に、他車両 2 が右折する軌道 t 5 2 を予測する。運転特性推定部 34 は、他車両 2 が右折のためにウ

50

インカ操作（他車両 2 の右側のウインカ点灯）を要する進入エリア A 3 を推定し、推定された進入エリア A 3 に対する他車両 2 のウインカの点灯状態に基づき、他車両 2 の運転特性を推定する。所定の閾値は、例えば 10 m を他車両 2 の推定速度で除算した値を使用可能であり、適宜設定可能である。

【0089】

また、運転特性推定部 34 は、他車両 2 のウインカの点灯開始から他車両 2 が推定エリア A 3 に進入するまでの進入時間が所定の閾値以上と判定された場合、他車両 2 の運転特性を「Cautious」尤度を増加させると共に、「Aggressive」尤度を減少させる。一方、他車両 2 のウインカの点灯開始から他車両 2 が推定エリア A 3 に進入するまでの進入時間が所定の閾値未満と判定された場合、「Cautious」尤度を増加させると共に、「Aggressive」尤度を減少させてもよい。所定の閾値は、例えば 10 m を他車両 2 の推定速度で除算した値を使用可能であり、適宜設定可能である。尤度推定部 35 は、運転特性推定部 34 により推定された他車両 2 の運転特性に基づき、軌道 t 51, t 52 を選択する尤度を算出し、他車両 2 の動作を予測する。この際、他車両 2 の運転特性の「Cautious」又は「Cautious」尤度は軌道 t 51 に対応付けられ、他車両 2 の運転特性の「Aggressive」又は「Aggressive」尤度は軌道 t 52 に対応付けられる。

10

【0090】

また、本発明の実施形態に係る走行支援装置 10 は、図 11 に示す走行シーンにも適用可能である。図 11 では、片側二車線の左側車線を自車両 1 が走行し、自車両 1 が走行している車線に他車両 2 が合流予定である。この場合、軌道予測部 33 は、他車両 2 が合流する動作として、自車両 1 が通過後に自車両 1 に後続するように合流する軌道 t 61 と、自車両 1 が通過する前に、自車両 1 に先行するように合流する軌道 t 62 を予測する。

20

【0091】

運転特性推定部 34 は、他車両 2 が合流のためにウインカ操作（他車両 2 の右側のウインカ点灯）を要する進入エリア A 4 を推定し、推定された進入エリア A 4 に対する他車両 2 のウインカの点灯状態に基づき、他車両 2 の運転特性を推定する。尤度推定部 35 は、運転特性推定部 34 により推定された他車両 2 の運転特性に基づき、軌道 t 61, t 62 を選択する尤度を算出し、他車両 2 の動作を予測する。この際、他車両 2 の運転特性の「Cautious」又は「Cautious」尤度は軌道 t 61 に対応付けられ、他車両 2 の運転特性の「Aggressive」又は「Aggressive」尤度は軌道 t 62 に対応付けられる。

30

【0092】

また、本発明の実施形態に係る走行支援装置 10 は、図示を省略するが、他車両がラウンドアバウトに進入する場合、他車両が駐車場から道路に進入する場合、狭路において対向車が駐車車両を追い越す場合等の、他車両がウインカ操作を要する進入エリアが存在する種々の走行シーンに適用できる。

【0093】

このように、本発明は、ここで記載していない様々な実施形態等を含むことは勿論である。したがって、本発明の技術的範囲は上記の説明から妥当な特許請求の範囲に係る発明特定事項によってのみ定められるものである。

【符号の説明】

40

【0094】

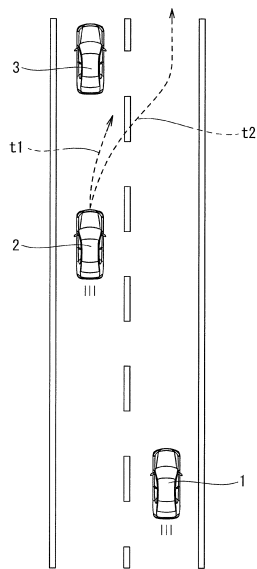
- 1 ... 自車両
- 2 ... 他車両
- 3 ... 駐車車両
- 10 ... 走行支援装置
- 11 ... 物体検出装置
- 12 ... 自車両位置推定装置
- 13 ... 地図取得装置
- 14 ... コントローラ
- 20 ... 検出統合部

50

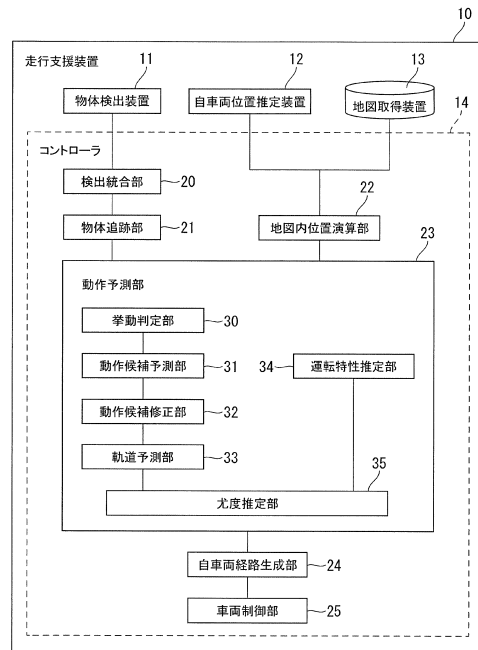
- 2 1 ... 物体追跡部
- 2 2 ... 地図内位置演算部
- 2 3 ... 動作予測部
- 2 4 ... 自車両経路生成部
- 2 5 ... 車両制御部
- 3 0 ... 挙動判定部
- 3 1 ... 動作候補予測部
- 3 2 ... 動作候補修正部
- 3 3 ... 軌道予測部
- 3 4 ... 運転特性推定部
- 3 5 ... 尤度推定部

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

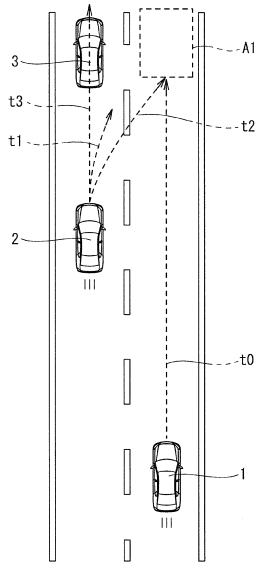
20

30

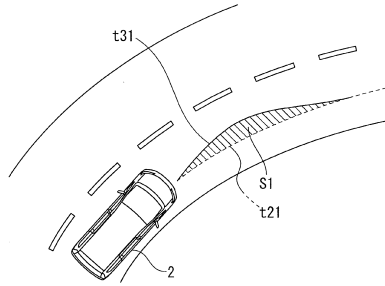
40

50

【 図 3 】



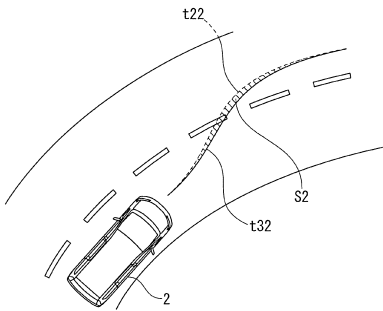
【 図 4 】



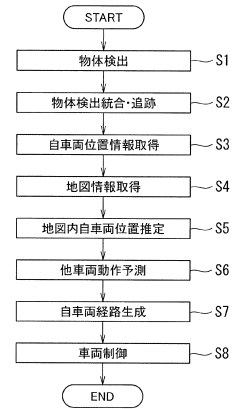
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

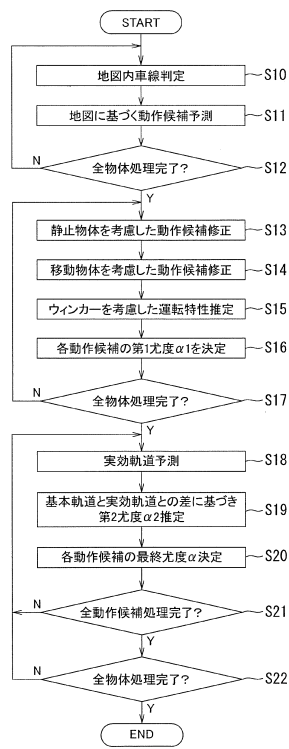


30

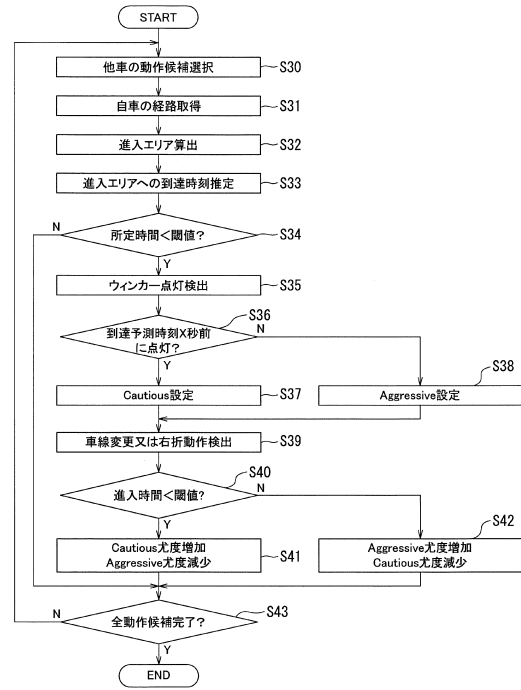
40

50

【 図 7 】



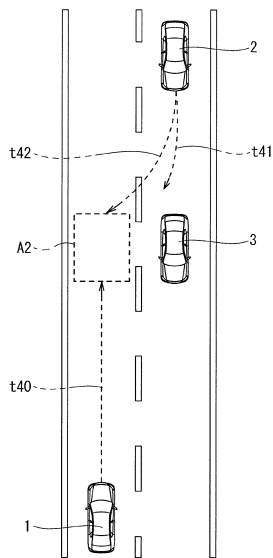
【 図 8 】



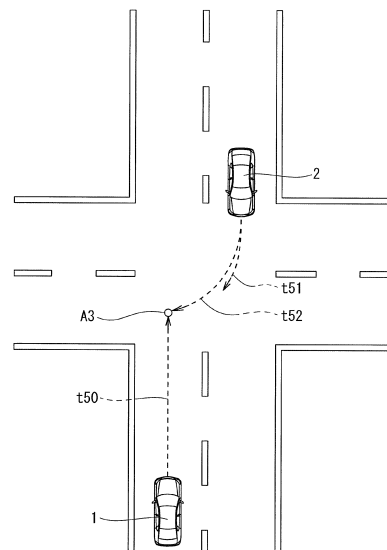
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

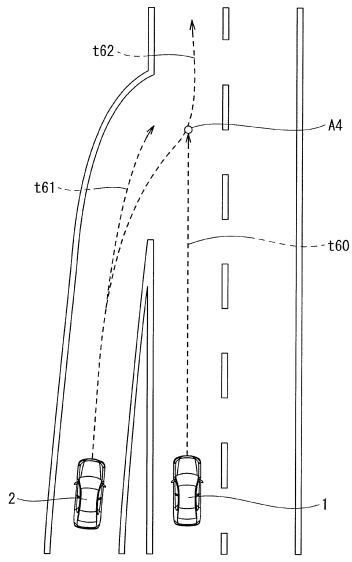


30

40

50

【 図 1 1 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 弁理士 田中 秀 てつ
(74)代理人 100114177
弁理士 小林 龍
(74)代理人 100066980
弁理士 森 哲也
(72)発明者 南里 卓也
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
審査官 竹村 秀康
(56)参考文献 国際公開第2007/069568(WO, A1)
特開2009-096361(JP, A)
特開2014-232508(JP, A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B60W 40/09
G08G 1/16