

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6874834号
(P6874834)

(45) 発行日 令和3年5月19日(2021.5.19)

(24) 登録日 令和3年4月26日(2021.4.26)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 8 G 1/00 (2006.01) G 0 8 G 1/00 J

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2019-518628 (P2019-518628)	(73) 特許権者	000003997
(86) (22) 出願日	平成29年5月16日 (2017.5.16)		日産自動車株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/018297		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(87) 国際公開番号	W02018/211582	(74) 代理人	100083806
(87) 国際公開日	平成30年11月22日 (2018.11.22)		弁理士 三好 秀和
審査請求日	令和1年12月27日 (2019.12.27)	(74) 代理人	100101247
			弁理士 高橋 俊一
		(74) 代理人	100095500
			弁理士 伊藤 正和
		(74) 代理人	100098327
			弁理士 高松 俊雄
		(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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 走行支援装置の動作予測方法及び動作予測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自車両の周囲における他車両の動作を予測した結果に基づいて自車両の走行を支援する走行支援装置の動作予測方法において、

前記他車両の周囲における路面上の轍を示す情報を取得し、

前記路面上の轍を示す情報に基づいて前記轍に沿って走行する前記他車両の動作を予測する

ことを特徴とする走行支援装置の動作予測方法。

【請求項 2】

前記路面上の轍の上に物体が存在するか否かを判断し、

前記路面上の轍を示す情報及び前記路面上の轍の上に物体が存在するか否かの判断結果に基づいて、前記他車両の動作を予測する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の走行支援装置の動作予測方法。

【請求項 3】

前記他車両は停車していることを特徴とする請求項 1 に記載の走行支援装置の動作予測方法。

【請求項 4】

自車両の周囲における他車両の位置に基づいて前記他車両の動作を予測する制御部を備える走行支援装置の動作予測装置において、

前記制御部は、

10

20

前記他車両の周囲における路面上の轍を示す情報を取得し、
前記路面上の轍を示す情報に基づいて前記轍に沿って走行する前記他車両の動作を予測する

ことを特徴とする走行支援装置の動作予測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自車両の周囲における他車両の動作を予測した結果に基づいて自車両の走行を支援する走行支援装置の動作予測方法及び動作予測装置に関する。

【背景技術】

10

【0002】

従来から、先行車の前方のコーナーの情報と、先行車のコーナーへのアプローチ速度とに基づいて、先行車がコーナーを逸脱する可能性を推定し、推定結果に基づいて自車両を制御する車両用制御装置が知られていた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-240444号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

しかしながら、特許文献1の車両用制御装置は、道路形状に基づいて他車の動作を予測するため、路面の状態に応じた他車両の動作を正しく予測することは難しい。

【0005】

本発明は、このような従来の課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、他車両の動作の予測精度を向上させる走行支援装置の動作予測方法及び動作予測装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様に関わる走行支援装置の動作予測方法は、他車両の周囲における路面上の轍を示す情報を取得し、路面上の轍を示す情報に基づいて轍に沿って走行する他車両の動作を予測する。

30

【発明の効果】

【0007】

本発明の一形態によれば、他車両の動作の予測精度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、実施形態に係わる走行支援装置及び動作予測装置の構成を示すブロック図である。

【図2】図2は、図1の走行支援装置及び動作予測装置の動作の一例を示すフローチャートである。

40

【図3】図3は、図2のステップ06の詳細な手順の一例を示すフローチャートである。

【図4】図4は、二車線の一方通行路において、自車両51が右側車線を走行し、自車両51の斜め前方の左側車線を他車両52が並走している走行シーンにおいて、水たまり53付近の歩道に歩行者55がいる場合を示す天頂図である。

【図5】図5は、二車線の一方通行路において、自車両51が右側車線を走行し、自車両51の斜め前方の左側車線を先行車両52が並走している走行シーンにおいて、水たまり53付近の隣接車線に先行車両56が存在する場合を示す天頂図である。

【図6】図6は、交差点内で停車している他車両52及びその周囲の路面に形成された轍54a及び轍54bを示す天頂図である。

50

【図 7 A】図 7 A は、二車線のカーブ路を走行する他車両 5 2 の基本軌道（直進）6 1 及び実効軌道（直進）7 1 を示す天頂図である。

【図 7 B】図 7 B は、二車線のカーブ路を走行する他車両 5 2 の基本軌道（車線変更）6 2 及び実効軌道（車線変更）7 2 を示す天頂図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

次に、図面を参照して、実施形態を詳細に説明する。

【0010】

実施形態に係わる走行支援装置は、例えば、図 4 に示すような走行シーンにおいて有効に機能する。図 4 に示すように、二車線の一方通行路において、自車両 5 1 が右側車線を走行し、自車両 5 1 の斜め前方の左側車線を他車両 5 2 が並走している。他車両 5 2 の進行方向前方の左側車線には水たまり 5 3 があり、左側車線に沿って走行する軌道 6 3 と水たまり 5 3 とは交差している。つまり、他車両 5 2 は左側車線に沿って走行した場合、水たまり 5 3 の上を通過することになる。

10

【0011】

しかし、図 4 の軌道 6 4 に示すように、他車両 5 2 は、一時的に進路を右側に変更することにより、水たまり 5 3 を避け且つ進行方向を維持することができる。よって、他車両 5 2 は、軌道 6 3 よりも軌道 6 4 を選択する可能性（尤度）がある。

【0012】

このように、例えば、路面上の水たまり 5 3 のような路面の状態を考慮して他車両の軌道を予測することにより、他車両の動作予測の精度が高まる。よって、自車両 5 1 は、自車線にはみ出してくる他車両 5 2 の動作を予測できるため、自らの挙動を急変させる必要がなくなり、自車両 5 1 の乗員に与える違和感を低減することができる。

20

【0013】

図 1 を参照して、実施形態に係わる走行支援装置の構成を説明する。走行支援装置は、物体検出装置 1 と、自車位置推定装置 3 と、地図取得装置 4 と、マイクロコンピュータ 100 とを備える。

【0014】

物体検出装置 1 は、自車両 5 1 に搭載された、レーザレーダやミリ波レーダ、カメラなど、自車両 5 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 は、複数の物体検出センサを用いて、自車両 5 1 の周囲における物体を検出する。物体検出装置 1 は、他車両、バイク、自転車、歩行者を含む移動物体、及び駐車車両を含む静止物体を検出する。例えば、移動物体及び静止物体の自車両 5 1 に対する位置、姿勢、大きさ、速度、加速度、減速度、ヨーレートを検出する。なお、物体の位置、姿勢（ヨー角）、大きさ、速度、加速度、減速度、ヨーレートを纏めて、物体の「挙動」と呼ぶ。物体検出装置 1 は、検出結果として、例えば自車両 5 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。

30

【0015】

自車位置推定装置 3 は、自車両 5 1 に搭載された、GPS（グローバル・ポジショニング・システム）やオドメトリなど自車両 5 1 の絶対位置を計測する位置検出センサを備える。自車位置推定装置 3 は、位置検出センサを用いて、自車両 5 1 の絶対位置、すなわち、所定の基準点に対する自車両 5 1 の位置、姿勢及び速度を計測する。

40

【0016】

地図取得装置 4 は、自車両 5 1 が走行する道路の構造を示す地図情報を取得する。地図取得装置 4 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いし、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構わない。地図取得装置 4 が取得する地図情報には、車線の絶対位置や車線の接続関係、相対位置関係などの道路構造の情報が含まれる。

【0017】

更に、地図取得装置 4 は、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

50

め込まれている情報)を取得する。具体的には、地図取得装置4は、1秒以下の時間の周期で更新される動的情報、1分以下の時間の周期で更新される准動的情報、1時間以下の時間の周期で更新される准静的情報を自車両51の外部から無線通信により取得する。例えば、動的情報には、周辺車両、歩行者、信号機の情報が含まれ、准動的情報には、事故情報、渋滞情報、狭域気象情報が含まれ、准静的情報には、交通規制情報、道路工事情報、広域気象情報が含まれる。これに対して、上記した「道路の構造を示す地図情報」は、1時間以上の時間の周期で更新される静的情報に相当する。

【0018】

マイクロコンピュータ100(制御部の一例)は、物体検出装置1及び自車位置推定装置3による検出結果及び地図取得装置4による取得情報に基づいて、他車両52の動作を予測し、他車両52の動作から自車両51の経路を生成し、生成した経路に従って自車両51を制御する。

10

【0019】

なお、実施形態では、マイクロコンピュータ100は、自車両51を制御する走行支援装置の例として説明する。しかし、本発明はこれに限定されない。例えば、マイクロコンピュータ100は、他車両の動作を予測する動作予測装置としても実施可能である。つまり、マイクロコンピュータ100は、自車両51の経路生成及び経路に沿った走行支援を行わず、予測した他車両の動作を最終出力してもよい。

【0020】

マイクロコンピュータ100は、CPU(中央処理装置)、メモリ、及び入出力部を備える汎用のマイクロコンピュータである。マイクロコンピュータ100には、走行支援装置として機能させるためのコンピュータプログラム(走行支援プログラム)がインストールされている。コンピュータプログラムを実行することにより、マイクロコンピュータ100は、走行支援装置が備える複数の情報処理回路(2a、2b、5、10、21、22)として機能する。なお、ここでは、ソフトウェアによって走行支援装置が備える複数の情報処理回路(2a、2b、5、10、21、22)を実現する例を示すが、もちろん、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を用意して、情報処理回路(2a、2b、5、10、21、22)を構成することも可能である。また、複数の情報処理回路(2a、2b、5、10、21、22)を個別のハードウェアにより構成してもよい。更に、情報処理回路(2a、2b、5、10、21、22)は、車両にかかわる他の制御に用いる電子制御ユニット(ECU)と兼用してもよい。

20

30

【0021】

マイクロコンピュータ100は、複数の情報処理回路(2a、2b、5、10、21、22)として、検出統合部2aと、物体追跡部2bと、地図内位置演算部5と、動作予測部10と、自車経路生成部21と、車両制御部22とを備える。更に、動作予測部10は、挙動判定部11と、動作候補予測部12と、第1動作候補修正部13と、第2動作候補修正部15と、軌道予測部16と、尤度推定部17と、路面状態取得部18と、前方物体判定部19とを備える。なお、他車両の動作を予測する動作予測装置として実施する場合、情報処理回路(自車経路生成部21及び車両制御部22)は不要である。

【0022】

検出統合部2aは、物体検出装置1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。具体的には、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など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。具体的には、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る。

40

【0023】

物体追跡部2bは、物体検出装置1によって検出された物体を追跡する。具体的に、検出統合部2aにより統合された検出結果から、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、かつ、その対応付けを基

50

に、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、マイクロコンピュータ100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。

【0024】

地図内位置演算部5は、自車位置推定装置3により得られた自車両51の絶対位置、及び地図取得装置4により取得された地図データから、地図上における自車両51の位置及び姿勢を推定する。例えば、自車両51が走行している道路、更に当該道路のうちで自車両51が走行する車線を特定する。

【0025】

動作予測部10では、検出統合部2aにより得られた検出結果と、地図内位置演算部5により特定された自車両51の位置に基づいて、自車両51の周囲における移動物体の動作を予測する。以下に、動作予測部10の具体的な構成を説明する。

10

【0026】

挙動判定部11は、地図上における自車両51の位置と、検出統合部2a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11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、当該物体は「移動物体」と判断し、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）を判断する。そして、移動物体が走行中の「他車両」と判断した場合、挙動判定部11は、当該他車両が走行する道路及び車線と判定する。

【0027】

なお、物体の地図上の位置が時間の経過と共に変化しない場合、静止物体であると判断し、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、歩行者など）を判定する。

20

【0028】

動作候補予測部12は、地図に基づく他車両の動作候補を予測する。動作候補予測部12は、地図情報に含まれる道路構造及び他車両が属している車線情報から、他車両が次のように走行するの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いて演算する。「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。

【0029】

30

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12は、車線の形状に沿って走行する動作意図（直進）を予測し、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12は、動作意図（直進）と、右側もしく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いて車線変更する軌道である。さらに、交差点を走行する場合、動作候補予測部12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。なお、「基本軌道」の演算において、道路構造を考慮するが、検出統合部2aにより統合された他車両の挙動は考慮しない。

40

【0030】

図4に示す走行シーンにおいて、動作候補予測部12は、左側車線に沿って走行する動作意図（直進）及び基本軌道63を演算することができる。しかし、動作候補予測部12は、水たまり53を避け且つ進行方向を維持する軌道64は、演算しない。

【0031】

第1動作候補修正部13は、物体検出装置1により検出された静止物体を考慮して、動作候補予測部12により予測された動作候補を修正する。具体的に、第1動作候補修正部13は、他車両の基本軌道と静止物体の位置が干渉するか否かを判断する。干渉する場合、静止物体を回避する他車両52の動作意図及び基本軌道を新たに追加する。

【0032】

50

図4に示す他車両52と同時に、他の移動物体が物体検出装置1により検出されている場合（図示省略）、第1動作候補修正部13は、他の移動物体を考慮して、動作候補予測部12により予測された動作候補を修正する。具体的に、第1動作候補修正部13は、他の移動物体と他車両52の干渉があるか否かを経時的に判断する。移動物体同士の干渉がある場合には、他の移動物体との干渉を回避する他車両52の動作意図及び基本軌道を新たに追加する。

【0033】

路面状態取得部18は、他車両52の周囲における路面の状態を示す情報を取得する。路面の状態を示す情報には、摩擦抵抗が低く滑り易い路面（低ミュー路）の状態を示す情報が含まれる。例えば、路面上の水たまり53を示す情報、路面上の積雪箇所を示す情報、及び路面の凍結箇所を示す情報が含まれる。

10

【0034】

更に、路面の状態を示す情報には、路面上の轍を示す情報が含まれる。「路面上の轍」は、アスファルト、土、或いは雪の上の車輪が通った跡を示し、路面の同じ場所を車輪が何度も通った為にアスファルト又は土が削られてできた路面上の凹みや溝も含まれる。雪の上の車輪が通った跡には、雪面の凹みや溝のみならず、雪面の凹みや溝の底面にアスファルトや土が表出している箇所も含まれる。アスファルト又は土が削られてできた路面上の凹みや溝に溜まっている水を、路面上の轍として検出することも可能である。雨が降り止んだ後に車輪が何度も通った為に部分的に乾燥した箇所を、路面上の轍として検出することも可能である。

20

【0035】

路面状態取得部18は、例えば、自車両51に搭載されたカメラで撮像して取得した画像データから、路面の状態を示す情報を取得することができる。進行方向前方の画像データに対してパターン認識処理を施すことにより、路面の状態を検出することができる。一方、湿潤時又は凍結時に路面が鏡面状態になることに着目して、鏡面時の偏光特性の変化を利用して路面の状態を検出することもできる。具体的には、通常のカメラと偏光レンズを備えた偏光カメラとを併用することにより通常画像と偏光画像の差異が大きい場所を検出してよい。或いは、上記したダイナミックマップなどから得られる情報として、路面の状態を示す情報を自車両51の外部から取得してもよい。実施形態では、路面状態を取得する方法は特に問わず、その他の既知の方法を用いてもよい。

30

【0036】

前方物体判定部19は、他車両52の進行方向前方に物体が存在するか否かを判断する。例えば、物体検出装置1により検出された物体（静止物体及び移動物体）の中に、他車両52の進行方向前方に存在する物体が含まれているか否かを判断すればよい。他車両52の進行方向前方の領域は、他車両52の中心を通り且つ車幅方向に延びる直線よりも進行方向前方側の領域である。例えば、前方物体判定部19は、他車両52が走行する自車線又は隣接車線を走行する先行車両56（図5参照）、自車線又は隣接車線に停車している車両、路側帯や車道に隣接する歩道上の歩行者55（図4参照）を検出する。

【0037】

第2動作候補修正部15は、少なくとも路面状態取得部18により検出された路面の状態を示す情報に基づいて、動作候補予測部12により予測された動作候補を修正する。具体的に、先ず、第2動作候補修正部15は、低ミュー路の状態を示す情報（例えば、図4の水たまり53、積雪箇所、凍結箇所）を取得した場合、低ミュー路の場所を回避する他車両52の動作意図及び基本軌道64を新たに追加する。更に、第2動作候補修正部15は、低ミュー路の場所を低速で通過する他車両52の動作意図及び基本軌道63を新たに追加する。

40

【0038】

更に、第2動作候補修正部15は、路面上の轍を示す情報を取得した場合、路面上の轍に沿って走行する他車両52の動作意図及び基本軌道を新たに追加する。例えば、図6に示すように、交差点の手前或いは交差点内で他車両52が停車している。他車両52の周

50

囲の路面上には轍 5 4 a 及び轍 5 4 b が存在している。路面上の轍 5 4 a 及び轍 5 4 b を示す情報を取得した場合、轍 5 4 a 及び轍 5 4 b に沿って走行する他車両 5 2 の動作意図及び基本軌道をそれぞれ新たに追加する。

【0039】

第 2 動作候補修正部 1 5 は、前方物体判定部 1 9 による判断結果に基づいて、第 2 動作候補修正部 1 5 により新たに追加された動作候補を修正してもよい。具体的には、他車両 5 2 の進行方向前方に物体が存在するか否かに応じて、第 2 動作候補修正部 1 5 により新たに追加された動作候補に対する尤度を推定する。

【0040】

例えば、第 2 動作候補修正部 1 5 は、図 4 に示す水たまり 5 3 付近の歩道に歩行者 5 5 10
がいる場合や、水たまり 5 3 付近の隣接車線（右側車線）に先行車が存在しない場合、他車両 5 2 が、軌道 6 3 よりも軌道 6 4 を選択する可能性（尤度）を高く設定する。

【0041】

これとは逆に、図 5 に示すように、水たまり 5 3 付近の歩道に歩行者 5 5 がいない場合や、水たまり 5 3 付近の隣接車線（右側車線）に先行車両 5 6 が存在する場合、第 2 動作候補修正部 1 5 は、図 4 に示す走行シーンに比べて、軌道 6 4 を選択する可能性（尤度）を低く設定し、軌道 6 3 を選択する可能性（尤度）を高く設定する。

【0042】

図 4 の歩行者 5 5 及び図 5 の先行車両 5 6 の双方が存在する場合、第 2 動作候補修正部 1 5 は、前方物体判定部 1 9 による判断結果に基づいて、水たまり 5 3 の水を跳ね上げない程度に徐行して水たまり 5 3 を通過する他車両 5 2 の動作候補を新たに追加してもよい。 20

【0043】

また、第 2 動作候補修正部 1 5 は、図 6 に示す轍 5 4 a 又は轍 5 4 b 上に、物体（障害物）が存在しなければ、轍 5 4 a 又は轍 5 4 b に沿って走行する他車両 5 2 の動作候補に対する尤度を高く設定する。一方、轍 5 4 a 又は轍 5 4 b 上に、物体（障害物）が存在する場合、第 2 動作候補修正部 1 5 は、轍 5 4 a 又は轍 5 4 b に沿って走行する他車両 5 2 の動作候補に対する尤度を低く設定し、物体（障害物）を回避する動作候補に対する尤度を高く設定する。

【0044】

軌道予測部 1 6 は、挙動判定部 1 1 において検出された挙動に基づいて、他車両 5 2 が取る軌道（実効軌道）を予測する。具体的に、軌道予測部 1 6 は、上記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 5 2 の実効軌道を、例えばカルマンフィルターなどの既知の状態推定技術を用いて演算する。「実効軌道」は、基本軌道と同様にして、異なる時刻における他車両 5 2 の位置を示すのみならず、各位置における他車両 5 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、共に他車両 5 2 が取る軌道である点で共通するが、実効軌道は他車両 5 2 の挙動を考慮して演算されるが、基本軌道は他車両の挙動を考慮しないで演算される点で、両者は相違する。 30

【0045】

図 7 A 及び図 7 B に示す基本軌道（6 1、6 2）は、動作意図及び道路構造に基づいて導出された他車両 5 2 の軌道の例であり、他車両 5 2 の挙動は考慮されていない。よって、例えば、他車両 5 2 の現在の姿勢（ヨー角）が考慮されていないため、他車両 5 2 の現在位置から、異なる方向に向けて、複数の基本軌道（6 1、6 2）が延びている。これに対して、軌道予測部 1 6 は、他車両 5 2 の挙動を考慮して、上記した動作意図に沿った軌道（実効軌道）を演算する。換言すれば、上記した動作意図に沿った動作を取った場合の他車両 5 2 の実効軌道を演算する。 40

【0046】

図 4、図 5 に示す軌道（6 3、6 4）も、他車両 5 2 の動作意図及び道路構造に基づいて導出された他車両 5 2 の基本軌道の一例である。更に、図 6 に示す路面上の轍（5 4 a、5 4 b）も、轍（5 4 a、5 4 b）に沿って走行する他車両 5 2 の基本軌道の一例と言 50

える。

【0047】

図7A及び図7Bにおいて、他車両52の姿勢（ヨー角）は、道路の形状に沿った走行の基本軌道61よりも左側に傾き、他車両52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。つまり、他車両52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52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、図7Aに示すように、基本軌道61から左側に離れた後に、基本軌道61に近づいて一致する実効軌道71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16は、他車両52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71を予測する。

10

【0048】

次に、同じ姿勢及び速度を起点として他車両52が車線変更の動作意図に従って走行する場合、図7Bに示すように、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72となる。つまり、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72を描く。よって、実効軌道72は、車線変更軌道62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、実行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描いてもよい。図7Bに示すように、実効軌道72は車線変更における基本軌道62とほぼ同じ軌道となる。

20

【0049】

図7A及び図7Bと同様にして、図4、図5、図6に示す基本軌道（63、64）及び基本軌道を見なせる轍（54a、54b）についても、軌道予測部16は、他車両52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。

【0050】

例えば、図4及び図5に示す走行シーンにおいて、他車両52の位置、姿勢（ヨー角）及び速度を起点として、低速或いは徐行して水たまり53を通過する動作意図、或いは水たまり53を回避する動作意図に従って走行する他車両52の実効軌道をそれぞれ演算する。

30

【0051】

図6に示す走行シーンでは、他車両52の位置を起点として、交差点を右折する動作意図に従って、轍54aに沿って走行する他車両52の実効軌道、及び交差点を直進する動作意図に従って、轍54bに沿って走行する他車両52の実効軌道をそれぞれ演算する。

【0052】

ここでは、他車両52の挙動の例として、位置、姿勢及び速度を考慮したが、他車両52の加速度、減速度を考慮して、実効軌道を演算してもよい。例えば、直進に比べて、車線変更の時の減速度は大きくなることが予測することができる。

【0053】

尤度推定部17は、動作候補予測部12、第1動作候補修正部13及び第2動作候補修正部15により予測された動作候補と、検出統合部2aにより統合された他車両52の挙動とを対比することにより、他車両52の動作を予測する。更に、尤度推定部17は、第2動作候補修正部15により予測された尤度を考慮して、他車両52の動作を予測する。

40

【0054】

具体的に、尤度推定部17は、動作候補予測部12、第1動作候補修正部13及び第2動作候補修正部15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違から各動作候補の尤度を求める。基本軌道と実効軌道との差違が小さいほど、高い尤度を演算する。

【0055】

更に、尤度推定部17は、第2動作候補修正部15により予測された尤度に基づいて、

50

各動作候補の尤度に重み付けを行う。例えば、第2動作候補修正部15により予測された尤度を、係数として、各動作候補の尤度に乗算する。これにより、第2動作候補修正部15により予測された尤度を、尤度推定部17が推定する尤度に結合させることができる。例えば、尤度推定部17は、図4に示すシーンにおいて、水たまり53を低速で通過する動作候補63の尤度よりも、水たまり53を回避する動作候補64の尤度により大きな係数を乗算する。

【0056】

最も尤度が高く演算された動作候補は、他車両52の挙動及び路面の状態を考慮すれば最も尤もらしい動作候補であると判断することができる。よって、尤度推定部17は、最も尤度が高く評価された動作候補を、他車両52の動作として決定する。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7A及び図7Bに示す面積S1、S2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。面積が狭い程、位置の差違が小さいと判断できるので、高い尤度を演算する。他の例として、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、低い尤度を演算することができる。なお、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。

10

【0057】

尤度推定部17は、図4～図6に示す動作候補(63、64、54a、54b)の各々についても、基本軌道と実効軌道とを比較することにより尤度を算出し、更に当該尤度に係数(第2動作候補修正部15により予測された尤度)を乗算する。そして、尤度が最も大きな動作候補(63、64、54a、54b)を他車両52の動作として決定する。

20

【0058】

以上説明したように、動作予測部10では、尤度推定部17により想定された各動作候補の尤度に基づいて、他車両52の動作を予測する。なお、「他車両の動作」には、他車両の軌道及び速度のプロファイルを含む。他車両52の軌道とは、異なる時刻における他車両52の位置のプロファイルを示す。

【0059】

自車経路生成部21は、動作予測部10により予測された他車両52の動作に基づいて、自車両51の経路を生成する。例えば、動作予測部10が図4に示す動作64を予測した場合、他車両52の車線逸脱を予測した上での自車両51の経路を生成できる。自車両51の経路は、水たまり53を回避した動作(意図)に干渉しない経路であり、具体的には、他車両52を先に水たまり53の脇を通過させるように、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。

30

【0060】

よって、他車両52と接触せず、かつ、他車両52の挙動により自車両51が急減速又は急ハンドルとならない滑らかな自車両51の経路を生成することができる。「自車両51の経路」は、異なる時刻における自車両51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51の速度のプロファイルをも示す。

40

【0061】

ここでは、地図上における他車両52の挙動に基づいて、他車両52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52の軌道を基にして自車両51の経路を生成することは、他車両52との相対距離の変化、加減速度或いは姿勢角の差に基づいて自車両51の経路を生成していることになる。

【0062】

例えば、図4に示す走行シーンにおいて、他車両52が減速して水たまり53の手前で停車する挙動を示す場合、他車両52の挙動は、自車両51を先に行かせ、他車両52はその後に軌道64を選択したい、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52の動作意図を考慮して自車両51の経路を形成し、或いは自車両51を制御す

50

ることにより、自車両 5 1 は減速せず或いは加速して水たまり 5 3 の脇を先に通過することができる。これにより、他車両 5 2 と自車両 5 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。

【0063】

車両制御部 2 2 では、自車経路生成部 2 1 により生成された経路に従って自車両 5 1 が走行するように、地図内位置演算部 5 により演算された自己位置に基づいて、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 5 1 の経路に従って制御する場合を示すが、自車両 5 1 の経路を生成せずに、自車両 5 1 を制御してもよい。この場合、他車両 5 2 との相対距離、或いは、他車両 5 2 と自車両 5 1 との姿勢角の差に基づいて制御を行うことも可能である。

10

【0064】

図 2 及び図 3 を参照して、図 1 の走行支援装置を用いた走行支援方法を説明する。なお、他車両 5 2 の動作を予測する動作予測装置として図 1 のマイクロコンピュータ 1 0 0 を用いることにより、図 2 のステップ S 0 6 に示す処理動作の結果を最終出力する動作予測方法として実施することができる。

【0065】

まず、ステップ S 0 1 において、物体検出装置 1 が、複数の物体検出センサを用いて、自車両 5 1 の周囲における物体の挙動を検出する。ステップ S 0 2 に進み、検出統合部 2 a が、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。そして、物体追跡部 2 b が、検出及び統合された各物体を追跡する。

20

【0066】

ステップ S 0 3 に進み、自車位置推定装置 3 が、位置検出センサを用いて、所定の基準点に対する自車両 5 1 の位置、姿勢及び速度を計測する。ステップ S 0 4 に進み、地図取得装置 4 が、自車両 5 1 が走行する道路の構造を示す地図情報を取得する。

【0067】

ステップ S 0 5 に進み、地図内位置演算部 5 が、ステップ S 0 3 で計測された自車両 5 1 の位置、及びステップ S 0 4 で取得された地図データから、地図上における自車両 5 1 の位置及び姿勢を推定する。ステップ S 0 6 に進み、動作予測部 1 0 が、ステップ S 0 2 で得られた検出結果（他車両 5 2 の挙動）と、ステップ S 0 5 で特定された自車両 5 1 の位置に基づいて、自車両 5 1 の周囲における他車両 5 2 の動作を予測する。

30

【0068】

ステップ S 0 6 の詳細を、図 3 を参照して説明する。まず、ステップ S 6 1 1 において、挙動判定部 1 1 が、地図上における自車両 5 1 の位置と、ステップ S 0 2 で得られた物体の挙動とから、他車両 5 2 が走行する道路及び車線と判定する。ステップ S 6 1 2 に進み、動作候補予測部 1 2 が、地図に基づく他車両 5 2 の動作候補を予測する。例えば、道路構造から動作意図を予測する。

【0069】

ステップ S 6 1 3 に進み、マイクロコンピュータ 1 0 0 は、ステップ S 0 1 で検出された全ての他車両 5 2 についてステップ S 6 1 1 及び S 6 1 2 を実施する。実施した後（S 6 1 3 で Y E S）、ステップ S 6 1 4 に進み、第 1 動作候補修正部 1 3 が、ステップ S 0 1 において同時に検出された静止物体を考慮して、ステップ S 6 1 2 で予測された動作候補を修正する。

40

【0070】

ステップ S 6 1 5 に進み、他車両 5 2 と同時に、他の移動物体がステップ S 0 1 にいて検出されている場合、第 1 動作候補修正部 1 3 が、他の移動物体を考慮して、ステップ S 6 1 2 で予測された動作候補を修正する。

【0071】

ステップ S 6 1 6 に進み、路面状態取得部 1 8 は、他車両 5 2 の周囲における路面の状

50

態を示す情報を取得する。例えば、図4及び図5に示す水たまり53、及び図6に示す轍54a、54bを示す情報を取得する。

【0072】

ステップS617に進み、前方物体判定部19は、物体検出装置1により検出された物体（静止物体及び移動物体）の中に、他車両52の進行方向前方に存在する物体が含まれているか否かを判断する。例えば、前方物体判定部19は、他車両52の前方を走行する先行車両56（図5参照）、車道に隣接する歩道上の歩行者55（図4参照）を検出する。

【0073】

ステップS618に進み、第2動作候補修正部15は、少なくとも路面状態取得部18により検出された路面の状態を示す情報に基づいて、動作候補予測部12により予測された動作候補を修正する。例えば、低ミュー路の状態を示す情報（例えば、図4の水たまり53、積雪箇所、凍結箇所）を取得した場合、低ミュー路の場所を回避する他車両52の動作意図及び基本軌道64、及び低ミュー路の場所を低速で通過する他車両52の動作意図及び基本軌道63を新たに追加する。図6に示すように、路面上の轍54a及び轍54bを示す情報を取得した場合、轍54a及び轍54bに沿って走行する他車両52の動作意図及び基本軌道をそれぞれ新たに追加する。

【0074】

更に、第2動作候補修正部15は、他車両52の進行方向前方に物体が存在するか否かに応じて、第2動作候補修正部15により新たに追加された動作候補に対する尤度を推定する。例えば、第2動作候補修正部15は、図4に示す歩行者55、図5に示す先行車両56に応じて、軌道63及び軌道64の尤度を調整する。

【0075】

ステップS620に進み、マイクロコンピュータ100は、ステップS01で検出された全ての他車両についてステップS614～S618を実施する。実施した後（S620でYES）、ステップS621に進み、軌道予測部16が、他車両52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52の実効軌道（71、72、図7A及び図7B参照）を、例えばカルマンフィルターなどの既知の状態推定技術を用いて演算する。

【0076】

ステップS622に進み、尤度推定部17が、S612、S614、S615及びS618で予測された動作候補の各々について、基本軌道（63、64、54a、54b）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違から各動作候補の尤度を求める。更に、尤度推定部17は、ステップS618で推定された尤度に基づいて、各動作候補の尤度に重み付けを行う。尤度推定部17は、最も尤度が高く評価された動作候補を、他車両52の動作として決定する。

【0077】

ステップS623に進み、マイクロコンピュータ100は、ステップS01で検出された全ての他車両についてステップS621～S622を実施する。これにより、図2のステップS06が終了する。

【0078】

図2のステップS07に進み、自車経路生成部21が、ステップS06で予測された他車両の動作に基づいて、自車両51の経路を生成する。ステップS08に進み、車両制御部22が、ステップS07で生成された経路に従って自車両51が走行するように、自車両51を制御する。

【0079】

以上説明したように、実施形態によれば、以下の作用効果が得られる。

【0080】

マイクロコンピュータ100（制御部の一例）は、路面の状態を示す情報を取得し、それに基づいて他車両52の動作を予測するため、他車両52の動作を高精度に予測するこ

10

20

30

40

50

とができる。よって、路面の状態に応じた他車両 5 2 の動作を考慮して自車両 5 1 の軌道を修正することができ、自車両 5 1 の急操舵や急減速の発生の可能性を抑えることができる。

【0081】

マイクロコンピュータ 100（制御部の一例）は、路面の状態に加えて、他車両 5 2 の進行方向前方に物体が存在するか否かを考慮して他車両 5 2 の動作を予測する。よって、より高精度に他車両 5 2 の動作を予測することができる。自車両 5 1 の急操舵や急減速の発生を抑えることができる。

【0082】

路面上の水たまり 5 3 を示す情報を取得することによって、他車両 5 2 の動作を正確に予測することができるようになる。水たまり 5 3 に応じた他車両 5 2 の動作を予測して自車両 5 1 の軌道を修正することができる。例えば、他車両 5 2 の進行方向前方に物体及び水たまり 5 3 が存在する場合に、水たまり 5 3 を避ける他車両 5 2 の動作或いは水たまり 5 3 を避けて通過する他車両 5 2 の動作をそれぞれ正しく予測することができる。

【0083】

図 6 に示すように、他車両 5 2 が停止している、つまり、他車両 5 2 が静止物体である場合、他車両 5 2 を検出するセンサ構成によっては、他車両 5 2 の姿勢や進行方向を特定することが難しい場合がある。例えば、カメラやレーザレンジファインダを用いて停止している他車両 5 2 を検出した場合、他車両 5 2 の姿勢から他車両 5 2 の進行方向を特定しにくい。そこで、路面の状態（轍 5 4 a、5 4 b）を検出し、それに基づいて他車両 5 2 の動作を予測する。これにより、他車両 5 2 の姿勢や進行方向の特定が困難な場合であっても、他車両 5 2 の動作を高精度に予測することができる。

【0084】

路面上の轍 5 4 a、5 4 b を示す情報に基づいて他車両 5 2 の動作を予測することにより、轍 5 4 a、5 4 b に沿って走行する他車両 5 2 の動作を正確に予測することができる。

【0085】

以上、実施形態に沿って本発明の内容を説明したが、本発明はこれらの記載に限定されるものではなく、種々の変形及び改良が可能であることは、当業者には自明である。

【0086】

実施形態では、自車両 5 1 が自律走行可能な自動運転モードである場合を例示したが、自車両 5 1 がドライバによる手動運転モードであってもよい。この場合、マイクロコンピュータ 100 は、自車両 5 1 の制御（運転サポート）として、音声或いは画像などを用いて、ステアリング、アクセル、ブレーキの操作をドライバに対して案内するためのスピーカ、ディスプレイ、及びこれらのユーザインターフェースを制御すればよい。

【0087】

実施形態では、予測した他車両 5 2 の軌跡に基づいて、自車両 5 1 の軌跡を調整する場合を例示したが、走行支援として自車両で実行する内容をそれに限らず、予測結果に基づいて、自動運転制御や走行支援制御（自動ブレーキ等も含む）の中で、例えば、加減速する、事前に減速する、車線内の位置を制御する、路肩に寄せる、車線を通過する順番、などのような制御を実行するようにしてもよい。これにより、自車両 5 1 において、急制動、急加減速を抑制することができるようになるため、乗員に与える違和感を抑制することができるようになる。

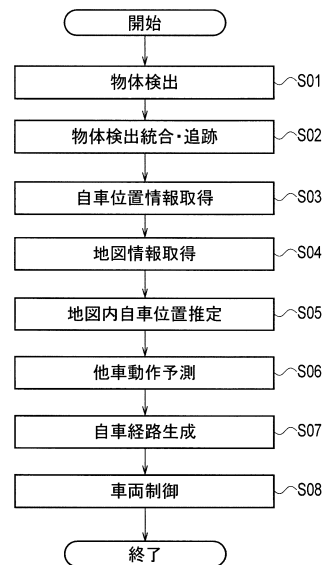
【符号の説明】

【0088】

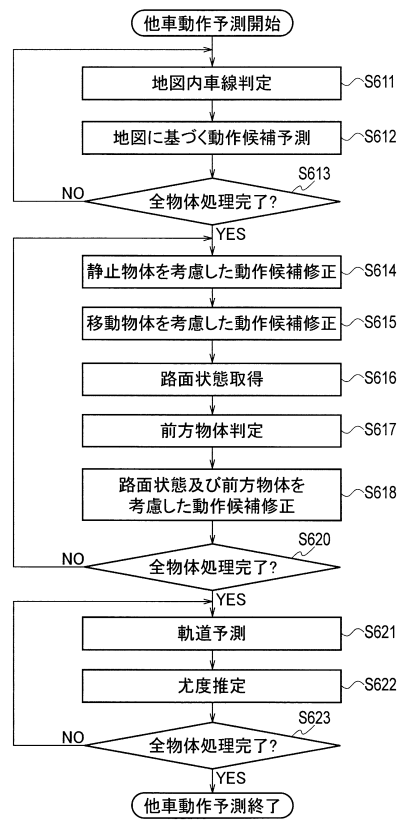
- 5 1 自車両
- 5 2 他車両
- 5 3 水たまり（路面の状態）
- 5 4 a、5 4 b 轍（路面の状態）
- 5 5 歩行者（他車両の進行方向前方の物体）

5 6 先行車両（他車両の進行方向前方の物体）
1 0 0 マイクロコンピュータ（制御部）

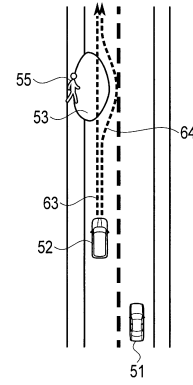
【図 2】



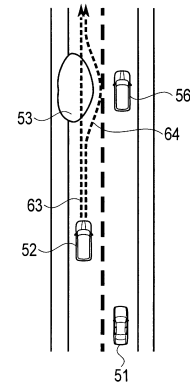
【図 3】



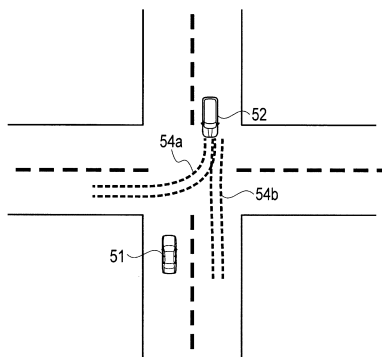
【図 4】



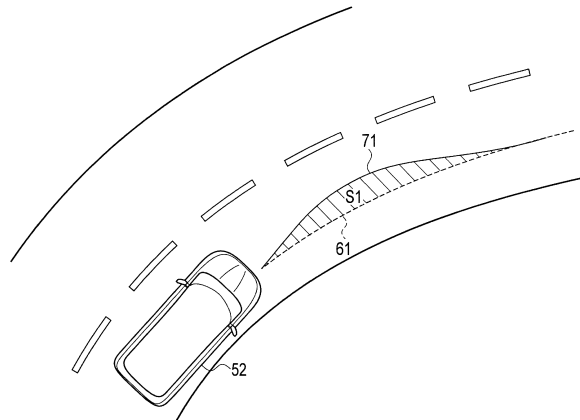
【図 5】



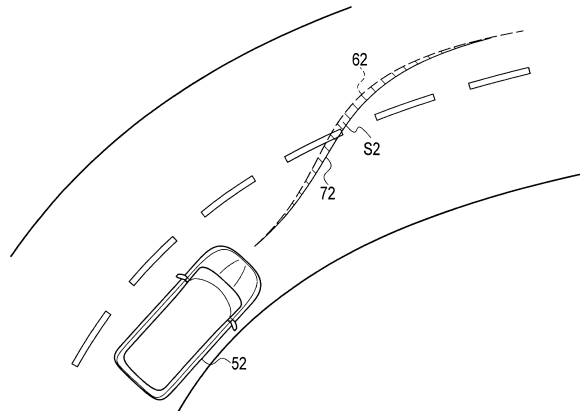
【図 6】



【図 7 A】



【図 7 B】



フロントページの続き

- (72)発明者 方 芳
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
(72)発明者 武井 翔一
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 佐々木 佳祐

- (56)参考文献 特開2014-232508 (JP, A)
特開2015-210609 (JP, A)
特開2010-33441 (JP, A)
特開2008-158598 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B60W 30/00-60/00
G08G 1/00-99/00