

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5573780号
(P5573780)

(45) 発行日 平成26年8月20日(2014.8.20)

(24) 登録日 平成26年7月11日(2014.7.11)

(51) Int.Cl. F1
G08G 1/16 (2006.01) G08G 1/16 C

請求項の数 5 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2011-129490 (P2011-129490)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成23年6月9日(2011.6.9)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2012-256241 (P2012-256241A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成24年12月27日(2012.12.27)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成25年7月1日(2013.7.1)		弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100113435
			弁理士 黒木 義樹
		(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】 進路評価装置及び進路評価方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自車両の進路候補を生成する進路候補生成手段と、
前記自車両の走行道路上の前走車の移動軌跡に関する移動軌跡情報を取得する移動軌跡情報取得手段と、
前記移動軌跡情報に基づいて、前記前走車の移動軌跡を標準化した標準軌跡の演算を行う標準軌跡演算手段と、
前記自車両の進路候補と前記標準軌跡との類似度の演算を行う類似度演算手段と、
前記類似度に基づいて前記自車両の進路候補の評価を行う評価手段と、
を備える進路評価装置。

【請求項2】

前記移動軌跡情報取得手段は、前記自車両の周辺の道路地図情報に基づいて、前記自車両の走行車線上の前走車の移動軌跡に関する移動軌跡情報を取得する請求項1に記載の進路評価装置。

【請求項3】

前記自車両の周囲の他車両の進路を予測する進路予測手段と、
前記自車両の進路候補と前記他車両の予測進路との干渉形態を判定する判定手段と、を更に備え、
前記評価手段は、前記判定手段の判定結果に基づいて前記自車両の進路候補の評価を行う請求項1又は2に記載の進路評価装置。

【請求項 4】

前記判定手段は、前記自車両の進路候補と前記他車両の予測進路との干渉形態を数値化した干渉パラメータが判定しきい値を超えたか否かによって、前記他車両が前記自車両に干渉する形態であるか否か又は前記自車両が前記他車両に干渉する形態であるか否かを判定すると共に、前記判定しきい値を前記類似度に基づいて変更する請求項 3 に記載の進路評価装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の進路評価装置による進路評価方法であって、
前記進路候補生成手段により、前記自車両の進路候補を生成する進路候補生成工程と、
前記移動軌跡情報取得手段により、前記自車両の走行道路上の前走車の移動軌跡に関する移動軌跡情報を取得する移動軌跡情報取得工程と、
前記標準軌跡演算手段により、前記移動軌跡情報に基づいて、前記前走車の移動軌跡を標準化した標準軌跡の演算を行う標準軌跡演算工程と、
前記類似度演算手段により、前記自車両の進路候補と前記標準軌跡との類似度の演算を行う類似度演算工程と、
前記評価手段により、前記類似度に基づいて前記自車両の進路候補の評価を行う評価工程と、

10

を備える進路評価方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、自車両の進路候補を評価する進路評価装置及び進路評価方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、このような分野の技術として、特許文献 1 に開示されたものが知られている。特許文献 1 に記載の装置は、自車両の状態及び周囲の他車両の状態から自車両の運転操作の望ましさを算出する評価関数を構成し、当該評価関数と他車両の挙動の予測結果とに基づき自車両にとって望ましい操作を計算している。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0003】

【特許文献 1】特開 2004 - 152125 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、前述した装置のように自車両と他車両の関係に注目するだけでは、混雑状況下などで交通の流れを乱す操作を選択するおそれがある。具体的には、混雑状況下で自車両が車線変更を行う際に、自車両が入れるだけの車間距離が車線変更先に確保されていなければ車線変更を完了できずに他車両の交通の妨げとなり、短い車間距離でも車線変更を行うこととすれば、無理に車線変更を行うことで交通の流れを乱すおそれがある。

40

【0005】

そこで、本発明は、前走車の移動軌跡を標準化した標準軌跡と自車両の進路候補との類似度に基づいて進路評価を行うことで、交通の流れを考慮した進路評価を行うことができる進路評価装置及び進路評価方法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】

上記課題を解決するため、本発明に係る進路評価装置は、自車両の進路候補を生成する進路候補生成手段と、自車両の走行道路上の前走車の移動軌跡に関する移動軌跡情報を取得する移動軌跡情報取得手段と、移動軌跡情報に基づいて、前走車の移動軌跡を標準化した標準軌跡の演算を行う標準軌跡演算手段と、自車両の進路候補と標準軌跡との類似度の

50

演算を行う類似度演算手段と、類似度に基づいて自車両の進路候補の評価を行う評価手段と、を備える。

【0007】

本発明に係る進路評価装置によれば、前走車の動きに近い進路候補は周囲の交通の流れに沿っている可能性が高いことから、前走車の移動軌跡を標準化した標準軌跡と自車両の進路候補との類似度に基づいて進路候補を評価することで、交通の流れを考慮した進路評価を行うことができる。

【0008】

本発明に係る進路評価装置において、移動軌跡情報取得手段は、自車両の周辺の道路地図情報に基づいて、自車両の走行車線上の前走車の移動軌跡に関する移動軌跡情報を取得することが好ましい。

本発明に係る進路評価装置によれば、道路地図情報を参照することにより、道路外に位置する他車両などの不必要な移動軌跡情報の取得を避けることができるので、標準軌跡の演算処理対象となる情報を絞り込むことができ、進路評価に係る演算処理の速度向上を図ることができる。

【0009】

本発明に係る進路評価装置において、自車両の周囲の他車両の進路を予測する進路予測手段と、自車両の進路候補と他車両の予測進路との干渉形態を判定する判定手段と、を更に備え、評価手段は、判定手段の判定結果に基づいて自車両の進路候補の評価を行うことが好ましい。

本発明に係る進路評価装置によれば、自車両の進路候補と他車両の予測進路との干渉形態に基づいて自車両の進路候補を評価するので、自車両が他車両に対して干渉するような回避すべき状況を考慮して進路評価を行うことができる。

【0010】

本発明に係る進路評価装置において、判定手段は、自車両の進路候補と他車両の予測進路との干渉形態を数値化した干渉パラメータが判定しきい値を超えたか否かによって、他車両が自車両に干渉する形態であるか否か又は自車両が他車両に干渉する形態であるか否かを判定すると共に、判定しきい値を類似度に基づいて変更することが好ましい。

本発明に係る進路評価装置によれば、自車両の進路候補と前走車の標準軌跡との類似度が高い場合には、進路候補が交通の流れに沿っており自車両が他車両に干渉する確率が低くなることから、類似度に基づいて判定しきい値を変更することで、交通の流れを考慮した干渉形態の判定を行うことができる。

【0011】

本発明は、上述の進路評価装置による進路評価方法であって、進路候補生成手段により、自車両の進路候補を生成する進路候補生成工程と、移動軌跡情報取得手段により、自車両の走行道路上の前走車の移動軌跡に関する移動軌跡情報を取得する移動軌跡情報取得工程と、標準軌跡演算手段により、移動軌跡情報に基づいて、前走車の移動軌跡を標準化した標準軌跡の演算を行う標準軌跡演算工程と、類似度演算手段により、自車両の進路候補と標準軌跡との類似度の演算を行う類似度演算工程と、評価手段により、類似度に基づいて自車両の進路候補の評価を行う評価工程と、を備える。

【0012】

本発明に係る進路評価方法によれば、前走車の動きに近い進路候補は周囲の交通の流れに沿っている可能性が高いことから、前走車の移動軌跡を標準化した標準軌跡と自車両の進路候補との類似度に基づいて進路候補を評価することで、交通の流れを考慮した進路評価を行うことができる。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、前走車の移動軌跡を標準化した標準軌跡と自車両の進路候補との類似度に基づいて進路評価を行うことで、交通の流れを考慮した進路評価を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】第1の実施形態に係る進路評価装置を示すブロック図である。

【図2】片側三車線の道路における前走車の移動軌跡の例及び標準軌跡の例を示す図である。

【図3】混雑状況下で自車両が車線変更する場合の進路候補及び標準軌跡を示す図である。

【図4】第1の実施形態で用いられる干渉パラメータ及び干渉形態判定マップを説明するための図である。

【図5】第1の実施形態に係る進路評価方法を示すフローチャートである。

10

【図6】進路評価装置の評価結果に基づき実現される走行支援の例を示す図である。

【図7】進路評価装置の評価結果に基づき実現される走行支援の他の例を示す図である。

【図8】進路評価装置の評価結果に基づき実現される走行支援の他の例を示す図である。

【図9】第2の実施形態に係る進路評価装置を示すブロック図である。

【図10】第2の実施形態に係る進路評価方法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】

【0015】

以下、本発明の好適な実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、各図において同一又は相当部分には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

【0016】

20

[第1の実施形態]

図1に示されるように、第1の実施形態に係る進路評価装置1は、自車両周囲の交通状況に基づいて自車両Mの進路評価を行うものである。進路評価装置1は、例えば自車両Mの走行支援装置に組み込まれることで進路評価結果に基づく自車両Mの走行支援を可能にする。

【0017】

進路評価装置1は、前走車の移動軌跡Kに関する移動軌跡情報を利用することで、交通の流れを考慮した進路評価を実現する。前走車とは、自車両Mが走行する走行道路上を自車両Mより前に走行した車両を意味する。

【0018】

30

進路評価装置1は、まず自車両Mの進路候補Rを生成する。進路評価装置1は、予め設定された目的地や周囲の交通状況などに基づいて、進路候補Rを生成する。進路評価装置1は、状況に応じて複数の進路候補Rを生成する。なお、ここでいう「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」とは異なるものである。

【0019】

進路評価装置1は、進路候補Rを生成した場合、自車両Mの走行道路上の前走車の移動軌跡情報を取得する。

【0020】

40

前走車の移動軌跡情報は、例えばカメラやレーダセンサなどの車載機器により前走車の動きを追跡することで取得できる。車載機器を使用する場合には、走行距離で100m程度又は時間で1分程度の間、前走車を追跡することで移動軌跡情報を取得可能である。特にカメラの画像情報から移動軌跡情報を取得する際には、正確な追跡を行うために前走車の同じ位置（例えば、後部ナンバープレートの右上の角）を追跡対象とすることが好ましい。前走車の追跡には、カルマンフィルタやパーティクルフィルタによる推定を利用する方法が知られている。その他、車々間通信により受信した前走車の走行履歴から移動軌跡情報を取得することもできる。

【0021】

また、進路評価装置1は、道路交通情報を扱う交通情報センターとの路車間通信を利用して前走車の移動軌跡情報を取得する。交通情報センターでは、自車両Mの走行する走行

50

道路の道路交通情報に基づき前走車の移動軌跡情報を生成する。交通情報センターは、道路に設置された交通監視カメラの画像情報や道路に埋め込まれたループコイルの検出情報などから、前走車の移動軌跡の検出することで移動軌跡情報を生成する。交通監視カメラの画像情報から移動軌跡情報を生成する場合には、前走車が路面と接している部位（例えば、右後輪）を追跡対象とすることが好ましい。進路評価装置1は、路車間通信により、交通情報センターの生成した移動軌跡情報を取得する。なお、交通情報センターは道路交通情報の提供のみを行い、進路評価装置1が移動軌跡情報の生成（取得）を行う態様であっても良い。

【0022】

次に、進路評価装置1は、取得した移動軌跡情報の逐次記憶を行う。進路評価装置1は、移動軌跡Kを一定の距離間隔で離散化したパラメータとして記憶する。例えば、進路評価装置1は、移動軌跡Kを離散化した各点を、平面上の位置X、Y及び前走車の向き の三要素からなるパラメータとして記憶することで、記憶容量の大幅な節約を行う。或いは、進路評価装置1は、移動軌跡Kを、直線や円弧、クロソイド曲線などの線分の組み合わせとして記憶することで、記憶容量の節約を実現しても良い。この場合、進路評価装置1は、移動軌跡Kを曲率c及び線分長dの二要素を順番に並べた行列のパラメータとして記憶することができる。

【0023】

更に、進路評価装置1は、不必要な移動軌跡情報を削除することで記憶容量の節約を図る。不必要な移動軌跡情報とは、自車両Mが通りすぎた箇所の情報や時間的に古くなった情報である。なお、移動軌跡情報の記憶や削除は、軌跡単位ではなく、区分単位でおこなうことが好ましい。ある前走車の移動軌跡情報に対して、自車両が通り過ぎた区分の移動軌跡は削除され、新たに取得した移動軌跡が順に追加される。

【0024】

続いて、進路評価装置1は、取得した前走車の移動軌跡情報に基づき、前走車の移動軌跡Kを標準化した標準軌跡Hの演算を行う。移動軌跡Kの標準化は、例えば統計的手法による移動軌跡Kの標準化処理（平均化処理）や移動軌跡Kを滑らかな線となるように整える処理などによって行われる。

【0025】

移動軌跡Kを標準化する統計的手法としては、例えばクラスタリング手法が用いられる。以下、クラスタリング手法のうちk-means法を用いた手法について説明する。ここで、図2(a)は、片側三車線の道路における前走車の移動軌跡の例を示す図、図2(b)は図2(a)の移動軌跡Kから演算された標準軌跡Hの例を示す図である。前走車の移動軌跡を細線K、標準軌跡を黒丸Hとして示す。

【0026】

k-means法では、始めにクラスタ数の上限を決定する。クラスタ数の上限は、自車両前方の走行道路の車線数以上の値として決められる。図2(a)に示す片側三車線の場合では、クラスタ数の上限は例えば5に決定される。車線数が不明な場合には、一般的な道路を想定してクラスタ数の上限が決定される。

【0027】

続いて、1から上限値までのクラスタ数についてk-means法による分類が順次行われる。その後、異なるクラスタ数におけるk-means法の分類結果を比較し、クラスタ内分散の和又は最大値が最も小さいクラスタ数を標準軌跡の数として取得する。図2(a)に示す場合では五つのクラスタに分類したときにクラスタ内の分散が最小となり、標準軌跡の数は6となる。

【0028】

このk-means法では、各クラスタの中心（平均）が標準軌跡を示すパラメータとして算出される。図2(a)に示す移動軌跡Kの束は、五つのクラスタに分類され、各クラスタの中心として図2(b)に示す6つの標準軌跡Hが演算される。標準軌跡Hは、適切なデータ形式で演算される。例えば、標準軌跡Hは、一定距離間隔で離散化された点の集まり

10

20

30

40

50

として表されても良く、連続した線分の組み合わせとして表されても良い。

【 0 0 2 9 】

進路評価装置 1 は、標準軌跡 H の演算後、前走車の標準軌跡 H と自車両 M の進路候補 R との類似度の演算を行う。ここで、図 3 (a) は、自車両 M が混雑状況下で車線変更する状況を説明する図である。また、図 3 (b) は、図 3 (a) の状況下で演算された標準軌跡 H を説明する図である。図 3 (b) では、前走車の移動軌跡 K に基づいて三本の標準軌跡 H 1 ~ H 3 が演算されている。なお、図 3 において走行車線上の前走車を F、隣接車線を走行する他車両を N として示す。

【 0 0 3 0 】

図 3 (a) 及び図 3 (b) に示す状況において、進路評価装置 1 は、自車両 M の進路候補 R と標準軌跡 H 1 ~ H 3 とをそれぞれ比較し、進路候補 R と最も近い標準軌跡 H 2 について類似度の演算を行う。なお、全ての標準軌跡 H 1 ~ H 3 について類似度の演算を行っても良い。また、進路候補 R と標準軌跡 H とは、予め比較可能なデータ形式で生成されることが好ましい。データ形式が異なる場合には、いずれかを比較可能なデータ形式に変換する必要がある。

10

【 0 0 3 1 】

進路評価装置 1 は、標準軌跡 H が統計的処理によって演算された場合、いわゆるマハラビノス距離を利用して進路候補 R 及び標準軌跡 H の類似度を演算することができる。各標準軌跡 H についてマハラビノス距離を演算することで、進路候補 R が属する確率が最も高いクラスターの標準軌跡 H を求めることができ、当該標準軌跡 H と進路候補 R とのマハラビノス距離から類似度を演算することができる。

20

【 0 0 3 2 】

また、進路評価装置 1 は、進路候補 R 及び標準軌跡 H が一定の距離間隔で離散化されている場合、離散化された各点について、最も近い点同士のユークリッド距離の差及び角度（向き）の差を用いて類似度を演算しても良い。この場合、例えば角度の差に適切な係数をかけてユークリッド距離と単位を合わせることで、ユークリッド距離の差及び角度の差の総和に応じた類似度の演算を実現できる。

【 0 0 3 3 】

また、進路評価装置 1 は、演算した類似度について所定の閾値より低いかなんかを判定しても良い。進路評価装置 1 は、類似度が所定の閾値より低い場合には、当該類似度による進路評価への影響が小さいと判断して当該類似度による進路評価を行わないことで、余分な演算処理作業を回避することができる。なお、類似度の演算にマハラビノス距離を用いた場合には、例えば進路候補 R が標準軌跡 H のクラスター内で標準偏差 3 以内に納まっていないときに進路評価を行わない態様とすることで余分な演算処理作業を回避できる。

30

【 0 0 3 4 】

また、進路評価装置 1 は、自車両 M の周囲の他車両について進路の予測を行う。進路評価装置 1 は、他車両の位置及び進行方向に基づいて、他車両の進路予測を行う。進路評価装置 1 は、他車両の進路予測を行った場合、他車両の予測進路と自車両の進路候補との干渉形態の判定を行う。なお、ここでいう「干渉」とは、車両幅、車両長さを考慮した自車両と他車両の進路が、平面的に交差することを意味する。

40

【 0 0 3 5 】

次に、進路評価装置 1 は、自車両 M の進路候補 R と他車両の予測進路との干渉形態について判定する。進路評価装置 1 は、自車両 M に対して他車両が干渉する形態であるか、他車両に対して自車両 M が干渉する形態であるかを判定する。また、進路評価装置 1 は、自車両 M と他車両との干渉の程度について判定する。

【 0 0 3 6 】

なお、自車両 M に対して他車両が干渉する形態とは、例えば他車両が車線変更で自車両 M の前方に入り込んでくる場合であり、他車両に対して自車両 M が干渉する形態とは、逆に自車両 M が車線変更で他車両の前方に入り込む場合である。

【 0 0 3 7 】

50

干渉形態の判定は、例えば干渉形態パラメータを用いて行うことが好ましい。干渉形態パラメータは、自車両Mと他車両の干渉形態を数値化したパラメータであって、例えば自車両Mの干渉程度が大きいほど大きい数値になるもの、または他車両の干渉程度が大きいほど大きい数値になるものが用いられる。干渉形態パラメータとしては、干渉形態に応じた車両の走行情報数値が用いられ、例えば自車両Mと他車両の車間距離、自車両Mと他車両の相対速度、またはそれらの数値を用いた値などが用いられる。

【0038】

なお、この干渉形態判定パラメータとしては、異なる複数の干渉形態判定パラメータを用いてもよい。例えば、車間距離と相対速度の二つを干渉形態パラメータとして用いる場合もある。

10

【0039】

この干渉形態パラメータを用いた干渉形態の判定は、干渉形態判定マップを用いて行うことが好ましい。図4に示すように、干渉形態判定マップは、干渉形態パラメータに基づいて、自車両が他車両に干渉しているのか、他車両が自車両に干渉しているのかを判定するためのマップである。この干渉形態判定マップには、干渉形態を判別するための判定しきい値Tが予め設定されており、干渉形態判定パラメータが判定しきい値Tを超えるか否かによって干渉形態の判定が行われる。

【0040】

判定しきい値Tは、自車両Mと他車両の干渉形態を判定する際の判定基準値として用いられるものである。この判定しきい値Tの値は、自車両Mと他車両との位置関係などに応じて初期値が設定されている。

20

【0041】

進路評価装置1は、自車両の進路候補Rと前走車の標準軌跡Hとの類似度を判定した場合、当該類似度に基づいて判定しきい値Tを変更する。例えば、進路評価装置1は、前走車の標準軌跡Hと自車両の進路候補Rの類似度が高いほど、進路候補Rが交通の流れに沿っており自車両が他車両に干渉する可能性は低くなると考えられることから、判定しきい値Tを図3の右寄りの値に変更することで、他車両が自車両Mに干渉すると判定されやすい状態にする。

【0042】

進路評価装置1は、上述した類似度及び干渉形態の判定結果に基づいて、進路候補Rの評価を行う。進路評価装置1は、自車両の進路候補Rと前走車の標準軌跡Hとの類似度が高いほど、進路候補Rを高く評価する。また、進路評価装置1は、自車両が他車両に干渉する形態と判定した場合より、他車両が自車両に干渉する形態と判定した場合の進路候補Rを高く評価する。また、進路評価装置1は、自車両が他車両に干渉する程度が小さいほど、進路候補Rを高く評価する。

30

【0043】

次に、第1の実施形態に係る進路評価装置1の構成について説明する。

【0044】

図1に示されるように、進路評価装置1は、装置を統括的に制御する進路評価ECU [Electronic Control Unit] 2を有している。進路評価ECU 2は、CPU [Central Processing Unit]、ROM [Read Only Memory]、RAM [Random Access Memory] などからなる電子制御ユニットである。

40

【0045】

進路評価ECU 2は、レーダセンサ3、カメラ4、路車間通信部5、及び車両状態検出部6と接続されている。

【0046】

レーダセンサ3は、電波を利用して物体を検出するセンサである。レーダセンサ3では、所定時間毎に電波を出射し、物体からの反射波を受信することで物体の検出を行う。レーダセンサ3は、物体の検出結果に関する物体検出情報を進路評価ECU 2に出力する。カメラ4は、自車両Mの周囲を撮像する車載カメラである。カメラ4は、撮像した自車両

50

周囲の画像情報を進路評価 ECU2 に出力する。

【0047】

路車間通信部5は、無線通信ネットワークを利用して、道路交通情報を扱う交通情報センターとの間で路車間通信を行うものである。路車間通信部5は、路車間通信によって交通情報センターの生成した前走車の移動軌跡情報を取得する。路車間通信部5は、取得した移動軌跡情報を進路評価 ECU2 に出力する。

【0048】

車両状態検出部6は、自車両Mの位置情報、車速情報などの車両状態情報を検出するものであり、例えば、GPS [Global Positioning System] や車輪速センサ等が用いられる。GPSは、車両の位置情報を取得する。車輪速センサは、例えば、車両のホイール部分に取り付けられており、車輪の回転速度から車速情報を取得する。車両状態検出部6は、取得した車両状態情報を進路評価 ECU2 へ出力する。

10

【0049】

図1に示されるように、進路評価 ECU2 は、進路候補生成部(進路候補生成手段)11、移動軌跡情報取得部(移動軌跡情報取得手段)12、情報記憶部13、及び標準軌跡演算部(標準軌跡演算手段)14を有している。また、進路評価 ECU2 は、類似度演算部(類似度演算手段)15、進路予測部16、干渉形態判定部(判定手段)17、及び進路評価部(進路評価手段)18を有している。

【0050】

進路候補生成部11は、自車両の進路候補Rを生成する。進路候補Rの生成は様々な周知の方法により行うことができる。進路候補生成部11は、予め入力された目的地情報や車両状態検出部6の車両状態情報に基づいて進路候補Rを生成する。進路候補生成部11は、自車両Mの安全性、交通ルール、乗員の快適性などを考慮して進路候補Rの生成を行うことが好ましい。

20

【0051】

移動軌跡情報取得部12は、前走車の移動軌跡情報を取得する。移動軌跡情報取得部12は、レーダセンサ3の物体検出情報やカメラ4の画像情報を利用して、前走車の追跡を行うことで移動軌跡情報を取得する。例えば、レーダセンサ3の物体検出情報から電波の強度や物体の速度に関する情報を抽出することで前走車の検出及び追跡を行うことができる。また、カメラ4の画像情報について、テンプレートマッチングによる前走車の検出及び追跡を行うことができる。或いは、前走車を特徴量(前走車外形のコーナーやエッジ、輝度の差など)の集まりとして定義し、画像から当該特徴量を抽出することにより前走車を検出しても良い。

30

【0052】

また、移動軌跡情報取得部12は、路車間通信部5からの出力により前走車の移動軌跡情報を取得する。

【0053】

情報記憶部13は、移動軌跡情報を記憶するデータベースである。情報記憶部13は、記憶容量の節約のため適切なデータ形式で情報を記憶する。また、情報記憶部13は、車両状態検出部6の車両状態情報に基づき、自車両Mが通過した箇所の移動軌跡情報など不必要な情報を所定時間ごとに削除することでも記憶容量の節約を行う。

40

【0054】

標準軌跡演算部14は、情報記憶部13に記憶された移動軌跡情報に基づいて、前走車の移動軌跡を標準化した標準軌跡Hを演算する。標準軌跡演算部14は、上述したクラスタリング手法などを用いて移動軌跡の標準化を行うことにより標準軌跡Hを演算する。

【0055】

類似度演算部15は、進路候補生成部11の生成した自車両Mの進路候補Rと標準軌跡演算部14の演算した前走車の標準軌跡Hとの類似度を演算する。類似度演算部15は、例えば進路候補R及び標準軌跡Hを一定の距離間隔で離散化した各点についてパラメータを比較することで類似度の演算を行う。

50

【 0 0 5 6 】

進路予測部 1 6 は、自車両 M の周囲を走行する他車両の進路予測を行う。進路予測部 1 6 は、レーダセンサ 3 の物体検出情報やカメラ 4 の画像情報に基づいて、自車両 M の周囲の他車両を検出する。進路予測部 1 6 は、検出した他車両の位置及び向きに基づいて進路を予測する。他車両の進路予測は様々な周知の方法により行うことができる。

【 0 0 5 7 】

干渉形態判定部 1 7 は、進路予測部 1 6 が他車両の進路を予測した場合に、他車両の予測進路と自車両 M の進路候補との干渉形態を判定するものである。なお、ここでいう「干渉」とは、車両幅、車両長さを考慮した自車両 M と他車両の進路が、平面的に交差することを意味する。

【 0 0 5 8 】

干渉形態判定部 1 7 は、自車両 M の進路候補 R と他車両の予測進路との干渉形態の判定を行う。干渉形態判定部 1 7 は、自車両 M の進路候補 R 及び他車両の予測進路に基づいて、上述した干渉形態パラメータを演算する。

【 0 0 5 9 】

次に、干渉形態判定部 1 7 は、自車両 M と他車両との位置関係などに基づいて、上述した判定しきい値 T の初期値を取得する。干渉形態判定部 1 7 は、類似度演算部 1 5 の演算した類似度に基づいて、判定しきい値 T を変更する。干渉形態判定部 1 7 は、干渉形態パラメータ及び判定しきい値 T に基づいて干渉形態の判定を行う。

【 0 0 6 0 】

進路評価部 1 8 は、類似度演算部 1 5 の演算した類似度及び干渉形態判定部 1 7 の判定結果に基づいて、進路候補生成部 1 1 の生成した進路候補 R を評価する。進路評価の方法は様々な周知の方法により行うことができる。

【 0 0 6 1 】

次に、進路評価装置 1 による進路評価方法について説明する。

【 0 0 6 2 】

図 5 に示されるように、まず、ステップ S 1 において、進路候補生成部 1 1 による進路候補 R の生成が行われる（進路候補生成工程）。次に、ステップ S 2 において、移動軌跡情報取得部 1 2 による前走車の移動軌跡情報の取得と情報記憶部 1 3 による移動軌跡情報の記憶が行われる（移動軌跡情報取得工程）。移動軌跡情報取得部 1 2 は、レーダセンサ 3 やカメラ 4 により前走車の追跡を行うことで移動軌跡情報を取得する。また、移動軌跡情報取得部 1 2 は、路車間通信部 5 からの出力により移動軌跡情報を取得する。情報記憶部 1 3 は、適切なデータ形式で移動軌跡情報を記憶する。なお、移動軌跡情報のデータ形式の変換は、移動軌跡情報取得部 1 2 で予め行われていても良い。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 3 では、標準軌跡演算部 1 4 による前走車の標準軌跡 H の演算が行われる（標準軌跡演算工程）。標準軌跡演算部 1 4 は、クラスタリング手法などを用いて移動軌跡 K の標準化することで標準軌跡 H を演算する。その後、ステップ S 4 において、類似度演算部 1 5 による類似度の演算が行われる（類似度演算工程）。

【 0 0 6 4 】

ステップ S 5 において、進路予測部 1 6 による他車両の進路予測が行われる。進路予測部 1 6 は、レーダセンサ 3 の物体検出情報やカメラ 4 の画像情報により検出された他車両について進路予測を行う。このステップ S 5 はフローの他の段階で行われても良い。

【 0 0 6 5 】

ステップ S 6 では、干渉形態判定部 1 7 による判定しきい値 T の変更が行われる。干渉形態判定部 1 7 は、まず判定しきい値 T の初期値を取得する。干渉形態判定部 1 7 は、類似度演算部 1 5 の演算した類似度に基づいて、判定しきい値 T の変更を行う。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 7 では、干渉形態判定部 1 7 による干渉形態の判定が行われる。干渉形態判定部 1 7 は、自車両 M の進路候補 R 及び他車両の予測進路に基づいて干渉形態パラメータ

10

20

30

40

50

を演算する。干渉形態判定部 17 は、演算した干渉パラメータ及び判定しきい値 T を用いて、自車両 M の進路候補 R と他車両の予測進路との干渉形態を判定する。

【 0 0 6 7 】

その後、ステップ S 8 において、進路評価部 18 による自車両 M の進路候補 R の評価が行われる（進路評価工程）。進路評価部 18 は、類似度演算部 15 が演算した類似度及び干渉形態判定部 17 の判定結果に基づいて、自車両 M の進路候補 R を評価する。その後、当該進路候補 R に対する進路評価を終了する。以上説明した進路評価は、進路候補 R ごとに繰り返し行われる。なお、複数の進路候補 R について一括して評価を行う態様であっても良い。

【 0 0 6 8 】

以上説明した第 1 の実施形態に係る進路評価装置 1 によれば、前走車の動きに近い進路候補 R は周囲の交通の流れに沿っている可能性が高いことから、前走車の移動軌跡 K を標準化した標準軌跡 H と自車両 M の進路候補 R との類似度に基づいて進路候補 R を評価することで、交通の流れを考慮した進路評価を行うことができる。

【 0 0 6 9 】

また、この進路評価装置 1 によれば、前走車の移動軌跡を標準化した標準軌跡を類似度判断の対象とすることで、多数の移動軌跡に基づく適切な進路評価を短時間で行うことが可能になる。

【 0 0 7 0 】

更に、この進路評価装置 1 によれば、自車両 M の進路候補 R と他車両の予測進路との干渉形態に基づいて自車両 M の進路候補 R を評価するので、自車両 M が他車両に対して干渉するような回避すべき状況を考慮して進路評価を行うことができる。

【 0 0 7 1 】

また、この進路評価装置 1 によれば、自車両 M の進路候補 R と前走車の標準軌跡 H との類似度が高い場合には、進路候補 R が交通の流れに沿っており自車両 M が他車両に干渉する確率が低くなると考えられることから、類似度に基づいて判定しきい値 T を変更することで、交通の流れを考慮した干渉形態の判定を実現することができる。従って、この進路評価装置 1 によれば、交通の流れを考慮した干渉形態の判定を実現できるので、この判定結果に基づいて実社会の交通状況に対応した適切な進路評価を行うことができる。

【 0 0 7 2 】

ここで、進路評価装置 1 の評価結果を用いた走行支援の例について図面を参照して説明する。図 6 ~ 図 8 は、自車両 M の車線変更に係る走行支援の例を示している。

【 0 0 7 3 】

図 6 (a) は、車線変更先の隣接車線上に他車両 N が一台存在する状況を示す図である。図 6 (b) は、図 6 (a) の状況下の走行支援結果を示す図である。図 6 (a) に示す状況において、進路評価装置 1 は、車線変更に係る自車両 M の進路候補 R 1 が他車両 N の予測進路 L に干渉する形態であると判定する。

【 0 0 7 4 】

この場合、進路評価装置 1 は、判定結果に基づいて進路候補 R 1 を低く評価することにより、進路候補 R 1 に基づく走行支援を避けることができる。その後、図 6 (b) に示されるように、進路評価装置 1 は、他車両 N が自車両 M を追い越したタイミングで車線変更を行う進路候補 R 2 を生成する。進路評価装置 1 は、進路候補 R 2 が他車両 N の予測進路 L と干渉しないと判定し、進路候補 R 2 を進路候補 R 1 より高く評価する。これにより、進路評価装置 1 は、他車両 N に干渉する進路候補 R 1 に基づく走行支援を避け、他車両 N の追い越しを待って車線変更を行う進路候補 R 2 に基づく走行支援を実施させることができる。

【 0 0 7 5 】

図 7 (a) は、車線変更先の隣接車線上に他車両 N が渋滞している状況を示す図である。図 7 (b) は、図 7 (a) の状況下の走行支援結果を示す図である。図 7 (a) に示す状況において、進路評価装置 1 は、取得した前走車の移動標準情報に基づいて標準軌跡

10

20

30

40

50

H 4 , H 5 を演算する。標準軌跡 H 4 は現在の走行車線を直進する軌跡であり、標準軌跡 H 5 は走行車線から隣接車線に車線変更を行う軌跡である。

【 0 0 7 6 】

この場合、進路評価装置 1 は、車線変更に係る自車両 M の進路候補 R 3 と近い標準軌跡 H 5 について、進路候補 R 3 との類似度を演算する。進路評価装置 1 は、進路候補 R 3 は他車両 N の予測進路に干渉する形態であるが、進路候補 R 3 と標準軌跡 H 5 との類似度が高いことから、進路候補 R 3 を高く評価する。これにより、進路評価装置 1 は、自車両 M が他車両 N に干渉するというだけで車線変更を諦めることなく、進路候補 R 3 に基づく走行支援を実施させることができる。しかも、前走車の標準軌跡 H 5 と類似した進路で車線変更を行うことで、交通の流れを乱すことなく他車両 N への影響の少ない車線変更を実現することができる。

10

【 0 0 7 7 】

図 8 (a) は、車線変更先の隣接車線上に他車両 N が渋滞している状況を示す図である。図 8 (a) は、図 7 (a) と比べて隣接車線が右折専用車線である点が異なる。また、図 8 (b) は、図 8 (a) の状況下の走行支援結果を示す図である。図 8 (a) に示す状況において、進路評価装置 1 は、取得した前走車の移動標準情報に基づいて標準軌跡 H 6 を演算する。標準軌跡 H 6 は現在の走行車線を直進する軌跡である。

【 0 0 7 8 】

この場合、進路評価装置 1 は、車線変更に係る自車両 M の進路候補 R 4 と標準軌跡 H 6 との類似度を演算する。進路評価装置 1 は、進路候補 R 4 と標準軌跡 H 6 とが類似しないことから類似度を低く演算する。進路評価装置 1 は、進路候補 R 4 が他車両 N の予測進路に干渉する形態であり、標準軌跡 H 6 との類似度が低いことから、進路候補 R 4 を低く評価することで、進路候補 R 4 に基づく走行支援を避けることができる。

20

【 0 0 7 9 】

その後、図 8 (b) に示されるように、進路評価装置 1 は、自車両 M の走行車線に沿った進路候補 R 5 を生成する。進路評価装置 1 は、進路候補 R 5 が他車両 N の予測進路 L と干渉せず、標準軌跡 H 6 との類似度が高いことから、進路候補 R 5 を高く評価する。これにより、進路評価装置 1 は、交通の流れを乱すような無理な車線変更を行う走行支援を避けることができ、他の前走車と同様に走行車線を直進する進路候補 R 5 に基づく走行支援を実施させることができる。

30

【 0 0 8 0 】

[第 2 の実施形態]

図 9 に示されるように、第 2 の実施形態に係る進路評価装置 2 0 は、道路地図情報を記憶する道路地図情報記憶部 2 3 を有する点と、移動軌跡情報取得部 2 4 が道路地図情報を利用して移動軌跡情報を取得する点と、標準軌跡演算部 2 5 が道路地図情報を利用して標準軌跡 H を演算する点と、が異なる。

【 0 0 8 1 】

具体的には、進路評価装置 2 0 に係る進路評価 E C U 2 1 は、道路地図情報記憶部 2 3 を有している。道路地図情報記憶部 2 3 には、道路の車線数、道路形状、車線の走行方向などの情報を含む道路地図情報が記憶されている。道路地図情報記憶部 2 3 は、車両状態検出部 6 からの車両状態情報に含まれる自車両 M の位置情報に基づいて、自車両周囲の道路地図情報を取得する。

40

【 0 0 8 2 】

移動軌跡情報取得部 2 4 は、自車両周囲の道路地図情報に基づいて、前走車の移動軌跡情報を取得する。移動軌跡情報取得部 2 4 は、自車両周囲の道路地図情報を参照することで、不要な移動軌跡情報の取得を回避する。ここでいう不要な移動軌跡情報とは、対向車線を走行する車両の移動軌跡情報や道路外を走行する車両の移動軌跡情報などである。移動軌跡情報取得部 2 4 は、自車両周囲の道路地図情報に基づいて、必要な移動軌跡情報を選択的に取得する。

【 0 0 8 3 】

50

標準軌跡演算部 25 は、自車両周囲の道路地図情報と情報記憶部 13 に記憶された移動軌跡情報に基づいて、前走車の移動軌跡を標準化した標準軌跡 H を演算する。このように自車両周囲の道路地図情報を参照することで、上述したクラスタリング手法の k - means 法を用いた標準化において、クラスタ数の上限を車線数に応じて適切に決めることができる。また、一般的に移動軌跡 K は車線に沿って形成されるので、道路地図情報から車線形状などを認識することで、クラスタリングにおける適切な初期値として利用することができる。これにより、k - means 法による統計的処理の安定性を向上させることができ、標準軌跡 H の演算に係る信頼性の向上を図ることができる。

【 0 0 8 4 】

次に、第 2 の実施形態に係る進路評価装置 21 による進路評価方法について説明する。

10

【 0 0 8 5 】

図 10 に示されるように、まず、ステップ S 11 において、進路候補生成部 11 による進路候補 R の生成が行われる（進路候補生成工程）。次に、ステップ S 12 において、道路地図情報記憶部 23 による道路地図情報の取得が行われる。道路地図情報記憶部 23 は、車両状態検出部 6 からの車両状態情報に含まれる自車両 M の位置情報に基づいて、自車両周囲の道路地図情報を取得する。

【 0 0 8 6 】

続いて、ステップ S 13 では、移動軌跡情報取得部 24 による前走車の移動軌跡情報の取得と情報記憶部 13 による移動軌跡情報の記憶が行われる（移動軌跡情報取得工程）。移動軌跡情報取得部 24 は、自車両周囲の道路地図情報に基づいて、必要な移動軌跡情報を選択的に取得する。

20

【 0 0 8 7 】

ステップ S 14 では、標準軌跡演算部 25 による前走車の標準軌跡 H の演算が行われる（標準軌跡演算工程）。標準軌跡演算部 25 は、クラスタリング手法などを用いて移動軌跡 K の標準化を行うことで標準軌跡 H を演算する。標準軌跡演算部 25 は、自車両周囲の道路地図情報を参照して移動軌跡 K の標準化を行う。その後、ステップ S 15 において、類似度演算部 15 による類似度の演算が行われる（類似度演算工程）。

【 0 0 8 8 】

ステップ S 16 において、進路予測部 16 による他車両の進路予測が行われる。進路予測部 16 は、レーダセンサ 3 の物体検出情報やカメラ 4 の画像情報により検出された他車両について進路予測を行う。このステップ S 16 は他の段階で行われても良い。

30

【 0 0 8 9 】

ステップ S 17 では、干渉形態判定部 17 による判定しきい値 T の変更が行われる。干渉形態判定部 17 は、まず判定しきい値 T の初期値を取得する。干渉形態判定部 17 は、類似度演算部 15 の演算した類似度に基づいて、判定しきい値 T の変更を行う。

【 0 0 9 0 】

ステップ S 18 では、干渉形態判定部 17 による干渉形態の判定が行われる。干渉形態判定部 17 は、自車両 M の進路候補 R 及び他車両の予測進路に基づいて干渉形態パラメータを演算する。干渉形態判定部 17 は、演算した干渉パラメータ及び判定しきい値 T を用いて、自車両 M の進路候補 R と他車両の予測進路との干渉形態を判定する。

40

【 0 0 9 1 】

その後、ステップ S 19 において、進路評価部 18 による自車両 M の進路候補 R の評価が行われる（進路評価工程）。進路評価部 18 は、類似度演算部 15 が演算した類似度及び干渉形態判定部 17 の判定結果に基づいて、自車両 M の進路候補 R を評価する。その後、当該進路候補 R に対する進路評価を終了する。以上説明した進路評価は、進路候補 R ごとに繰り返し行われる。なお、複数の進路候補 R について一括して評価を行う方法であっても良い。

【 0 0 9 2 】

以上説明した第 2 の実施形態に係る進路評価装置 21 によれば、第 1 の実施形態に係る進路評価装置 1 と同様の効果を得ることができる。また、この進路評価装置 21 によれば

50

、移動軌跡情報取得部 24 が道路地図情報を参照することで、不要な移動軌跡情報の取得を避けて必要な移動軌跡情報を選択的に取得することができるので、標準軌跡 H の演算処理対象となる情報を絞り込むことができ、進路評価に係る演算処理の速度向上を図ることができる。また、進路評価に係る演算処理の計算負荷を低減できるので、少ない計算処理能力でも十分な結果を得ることが可能になる。

【0093】

また、この進路評価装置 21 によれば、標準軌跡演算部 25 が道路地図情報を参照することで、統計的処理の安定性を向上させることができ、標準軌跡 H の演算に係る信頼性の向上を図ることができる。

【0094】

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではない。

【0095】

例えば、移動軌跡情報取得部 12、情報記憶部 13、及び標準軌跡演算部 14 の機能を交通情報センターが有する態様であっても良い。この場合、自車両 M は路車間通信により標準軌跡 H の演算結果を取得する。このように、交通情報センターなどで標準軌跡 H の演算を行うことで、演算速度の向上及び車載装置の計算負荷の低減を図ることができる。

【0096】

また、進路評価装置 1 は、必ずしもレーダセンサ 3 などの車載装置による移動軌跡情報の取得と路車間通信による移動軌跡情報の取得との両方を行う必要はなく、どちらか一方のみであっても良い。

【符号の説明】

【0097】

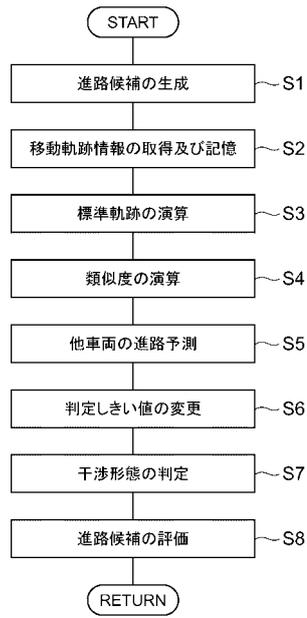
1 ... 進路評価装置 2 ... 進路評価 ECU 3 ... レーダセンサ 4 ... カメラ 5 ... 路車間通信部 6 ... 車両状態検出部 11 ... 進路候補生成部 (進路候補生成手段) 12, 24 ... 移動軌跡情報取得部 (移動軌跡情報取得手段) 13 ... 情報記憶部 14, 25 ... 標準軌跡演算部 (標準軌跡演算手段) 15 ... 類似度演算部 類似度演算手段 16 ... 進路予測部 (進路予測手段) 17 ... 干渉形態判定部 (干渉形態判定手段) 18 ... 進路評価部 (進路評価手段) 23 ... 道路地図情報記憶部 H ... 標準軌跡 K ... 移動軌跡 M ... 自車両 R ... 進路候補 T ... 判定しきい値

10

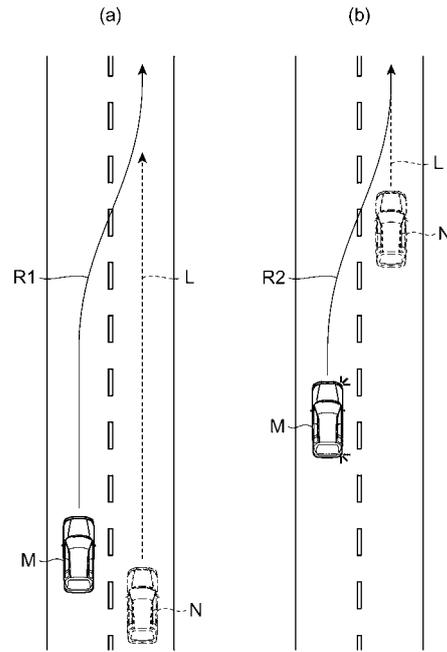
20

30

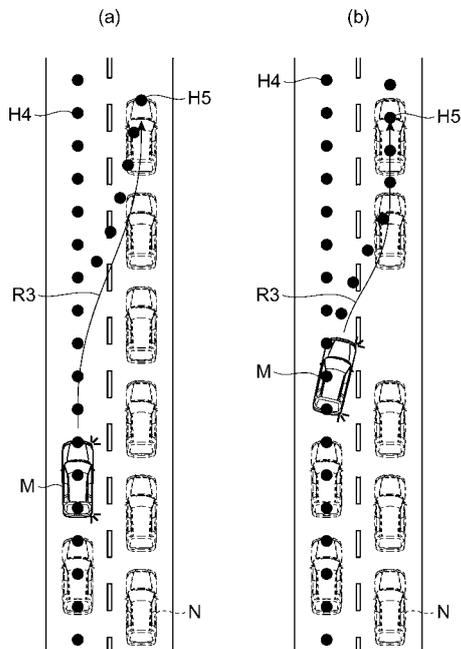
【 図 5 】



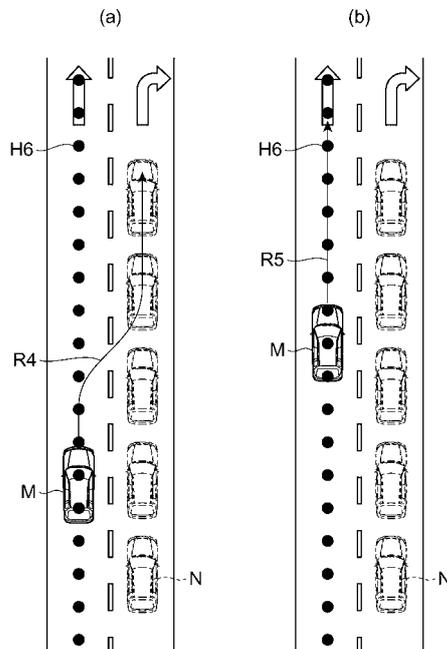
【 図 6 】



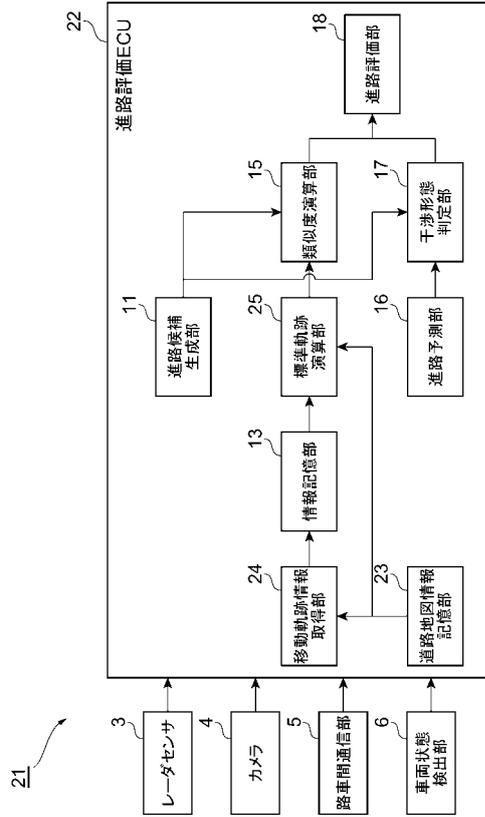
【 図 7 】



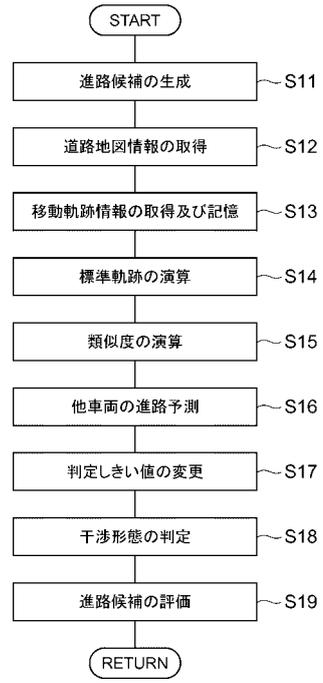
【 図 8 】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

- (72)発明者 市川 健太郎
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 浦野 博充
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 奥隅 隆

- (56)参考文献 特開2008-250775(JP,A)
特開2009-157502(JP,A)
特開2010-287109(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G08G 1/00 - 1/16