

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-146153

(P2017-146153A)

(43) 公開日 平成29年8月24日(2017.8.24)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
GO 1 S 13/93 (2006.01)	GO 1 S 13/93 2 2 0	5 H 1 8 1
GO 8 G 1/015 (2006.01)	GO 8 G 1/015 A	5 J 0 7 0
GO 1 S 7/41 (2006.01)	GO 1 S 7/41	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2016-26902 (P2016-26902)
(22) 出願日 平成28年2月16日 (2016.2.16)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人 100088155
弁理士 長谷川 芳樹
(74) 代理人 100113435
弁理士 黒木 義樹
(74) 代理人 100187311
弁理士 小飛山 悟史
(74) 代理人 100161425
弁理士 大森 鉄平
(72) 発明者 小山 渚
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

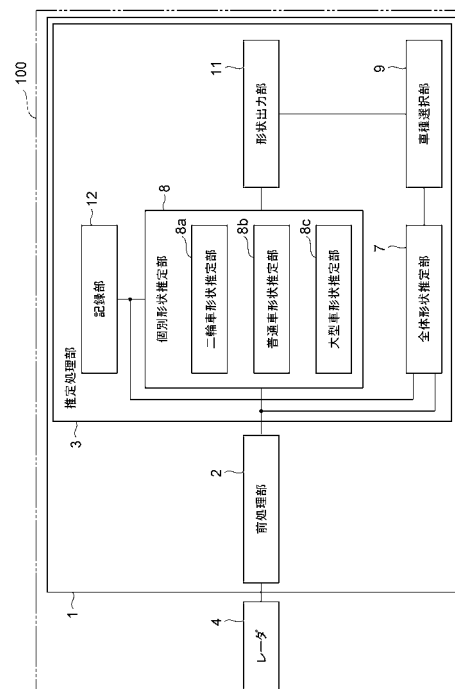
(54) 【発明の名称】 車両形状推定装置

(57) 【要約】

【課題】 他車両の形状推定において推定の信頼度を高める。

【解決手段】 他車両の幅と長さとを推定する車両形状推定装置1は、他車両の計測車両幅と計測車両長さを得る前処理部2と、計測車両幅及び計測車両長さを利用して推定車両幅及び推定車両長さを推定する全体形状推定部7と、推定車両幅と推定車両長さを利用して、他車両が二輪車、普通車及び大型車のいずれであるかを選択する車種選択部9と、計測車両幅及び計測車両長さを利用して推定二輪車幅及び推定二輪車長さを推定する二輪車形状推定部8aと、計測車両幅及び計測車両長さを利用して推定普通車幅及び推定普通車長さを推定する普通車形状推定部8bと、計測車両幅及び計測車両長さを利用して推定大型車幅及び推定大型車長さを推定する大型車形状推定部8cと、推定出力幅と推定出力長さを出力する形状出力部11と、を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自車両の周囲に存在する他車両の幅と長さとを推定する車両形状推定装置であって、
前記自車両に搭載されたレーダを利用して、前記他車両の計測車両幅と計測車両長さとを得る前処理部と、

前記計測車両幅を利用して前記他車両が取り得る車両幅の範囲において推定車両幅を推定すると共に、前記計測車両長さを利用して前記他車両が取り得る車両長さの範囲において推定車両長さを推定する全体形状推定部と、

前記推定車両幅と前記推定車両長さを利用して、前記他車両の車種が二輪車、普通車及び大型車のいずれであるかを選択する車種選択部と、

前記計測車両幅を利用して前記二輪車が取り得る二輪車幅の範囲において推定二輪車幅を推定すると共に、前記計測車両長さを利用して前記二輪車が取り得る二輪車長さの範囲において推定二輪車長さを推定する二輪車形状推定部と、

前記計測車両幅を利用して前記普通車が取り得る普通車幅の範囲において推定普通車幅を推定すると共に、前記計測車両長さを利用して前記普通車が取り得る普通車長さの範囲において推定普通車長さを推定する普通車形状推定部と、

前記計測車両幅を利用して前記大型車が取り得る大型車幅の範囲において推定大型車幅を推定すると共に、前記計測車両長さを利用して前記大型車が取り得る大型車長さの範囲において推定大型車長さを推定する大型車形状推定部と、

前記他車両の車種が二輪車であると選択された場合に、前記推定二輪車幅と前記推定二輪車長さとを出力し、前記他車両の車種が普通車であると選択された場合に、前記推定普通車幅と前記推定普通車長さとを出力し、前記他車両の車種が大型車であると選択された場合に、前記推定大型車幅と前記推定大型車長さとを出力する形状出力部と、を備える車両形状推定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自車両の周囲に存在する他車両の幅と長さとを推定する車両形状推定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

レーダにより取得した計測値を利用して自車両の周囲に存在する他車両の形状を推定することがある。特許文献 1 には、自車両に搭載されたレーダによって、自車両の周囲にある他車両の輪郭を検出する方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特表 2007-505298 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 の装置では、レーダにより取得した計測値を算術平均し、当該平均値を利用して他車両の形状を推定する。ここで、レーダを用いて他車両に関する計測値を得るとき、レーダが照射された部分の状態によっては計測値が得られないことがあり得る。算術平均処理では、計測値が得られていない部分の情報を補完できない。従って、算術平均処理の結果を利用した推定によれば、実際他車両の形状とは異なる形状が得られてしまうので、形状推定の信頼度を高めることが困難であった。

【0005】

そこで、本発明は、他車両の形状推定において推定の信頼度を高めることを目的とする。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一形態は、自車両の周囲に存在する他車両の幅と長さとを推定する車両形状推定装置であって、自車両に搭載されたレーダを利用して、他車両の計測車両幅と計測車両長さとの得る前処理部と、計測車両幅を利用して他車両が取り得る車両幅の範囲において推定車両幅を推定すると共に、計測車両長さを利用して他車両が取り得る車両長さの範囲において推定車両長さを推定する全体形状推定部と、推定車両幅と推定車両長さを利用して、他車両が二輪車、普通車及び大型車のいずれであるかを選択する車種選択部と、計測車両幅を利用して二輪車が取り得る二輪車幅の範囲において推定二輪車幅を推定すると共に、計測車両長さを利用して二輪車が取り得る二輪車長さの範囲において推定二輪車長さを推定する二輪車形状推定部と、計測車両幅を利用して普通車が取り得る普通車幅の範囲において推定普通車幅を推定すると共に、計測車両長さを利用して普通車が取り得る普通車長さの範囲において推定普通車長さを推定する普通車形状推定部と、計測車両幅を利用して大型車が取り得る大型車幅の範囲において推定大型車幅を推定すると共に、計測車両長さを利用して大型車が取り得る大型車長さの範囲において推定大型車長さを推定する大型車形状推定部と、他車両の車種が二輪車であると選択された場合に、推定二輪車幅と推定二輪車長さを出力し、他車両の車種が普通車であると選択された場合に、推定普通車幅と推定普通車長さを出力し、他車両の車種が大型車であると選択された場合に、推定大型車幅と推定大型車長さを出力する形状出力部と、を備える。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、他車両の形状推定において推定の信頼度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、本発明の一形態である車両形状推定装置の機能ブロック図である。

【図2】図2は、車両形状推定装置の動作を示すフロー図である。

【図3】図3は、車両形状推定装置の作用効果を説明するための図である。

【図4】図4は、計測車両幅と計測車両長さを説明するための図である。

【図5】図5は、全体形状推定部の構成を示す機能ブロック図である。

【図6】図6は、全体形状推定部の動作を説明するための図である。

【図7】図7は、全体形状推定部の動作を説明するための図である。

【図8】図8は、全体形状推定部の動作を示すフロー図である。

【図9】図9は、車種選択部の動作を示すフロー図である。

【図10】図10は、変形例に係る車両形状推定装置に用いられるヒストグラムを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、添付図面を参照しながら本発明を実施するための形態を詳細に説明する。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。

【0010】

図1は、本発明の一形態である車両形状推定装置1の機能ブロック図である。車両形状推定装置1は、自車両100に搭載されて、当該自車両100の周囲に存在する他車両の形状を推定する。ここでいう他車両の形状とは、他車両の全幅と全長とをいう。従って、車両形状の推定とは、他車両の幅と長さとを推定することをいう。車両は、二輪車、乗用車等の普通車、及びトラック等の大型車を含む。自車両に対する他車両の位置は特に制限されるものではない。

【0011】

車両形状推定装置1は、前処理部2と、推定処理部3とを有する。車両形状推定装置1は、ECU(Electric Control Unit)上でプログラムを実行することにより実現される。ECUは、いわゆるコンピュータであり、中央演算処理装置(CPU)、プログラムや

各種データが記録される R O M、データが一時的に記録される R A M、入出力装置などが一つのユニットとして構成される。

【 0 0 1 2 】

前処理部 2 は、自車両 1 0 0 に搭載されたレーダ 4 の出力を利用して他車両の形状推定に利用される計測車両幅と計測車両長さを取得すると共に、これらを推定処理部 3 に出力する。計測車両幅とは、レーダ 4 により直接的に計測された他車両の幅である。計測車両長さとは、レーダ 4 により直接的に計測された他車両の長さである。

【 0 0 1 3 】

前処理部 2 は、レーダ 4 と推定処理部 3 とに接続されている。レーダ 4 は、他車両に向けて送信波を照射すると共に他車両によって送信波が反射されて生じた反射波を受信することにより、他車両に関するデータを取得する。自車両 1 0 0 の前端に設けられたレーダ 4 は、送信波を車両前方に送信し、他車両等の物体で反射した反射波を受信することにより、送信波が反射された位置を計測点として複数取得すると共に、複数の計測点を含む計測点群を前処理部 2 に出力する。このようなレーダ 4 として、例えばミリ波レーダや L I D A R [Laser Imaging Detection and Ranging] が挙げられる。

【 0 0 1 4 】

前処理部 2 は、レーダ 4 の計測点群に基づいて、他車両の位置や姿勢に関する情報を取得する。具体的には、前処理部 2 は、他車両における最近傍角の位置座標と、他車両の姿勢とを取得する。ここで、他車両の最近傍角とは、他車両を平面視したときの形状を矩形枠に単純化し、当該矩形枠の四隅の角において自車両 1 0 0 に最も近い角をいう。また、最近傍角の位置座標は、自車両 1 0 0 の位置を原点 O R (図 4 参照)とした座標系における最近傍角の位置を示す。図 4 に示す座標の X 軸方向は自車両 1 0 0 の進行方向(前後方向)、Y 軸方向は自車両 1 0 0 の横方向(車幅方向)である。他車両の姿勢とは、上記矩形枠における他車両の長さに対応する辺と、自車両 1 0 0 の位置を原点 O R とした座標系の X 軸とのなす角度(θ)をいう。

【 0 0 1 5 】

前処理部 2 は、計測点群と最近傍角の位置座標と姿勢とを利用して、他車両の形状推定に利用される計測車両幅と計測車両長さを算出すると共に、計測車両幅と計測車両長さを推定処理部 3 に出力する。

【 0 0 1 6 】

推定処理部 3 は、前処理部 2 から提供された計測車両幅と計測車両長さを利用して、他車両の形状推定を行う。すなわち、他車両の幅と長さとの推定値を得る。推定処理部 3 は、機能的構成要素として、全体形状推定部 7 と、個別形状推定部 8 と、車種選択部 9 と、形状出力部 1 1 と、記録部 1 2 と、を有する。推定処理部 3 は、計測車両幅と計測車両長さを利用して全体形状推定部 7 が車種を特定するための情報を算出し、その結果に基づいて車種選択部 9 が他車両の車種を選択する。また、個別形状推定部 8 は、他車両が個別の車種である場合における形状推定を行う。そして、形状出力部 1 1 は、車種選択部 9 における選択の結果と個別形状推定部 8 における形状推定の結果とを利用して、推定処理部 3 から出力すべき結果を取得する。

【 0 0 1 7 】

全体形状推定部 7 は、他車両の車種を選択するために利用される情報を算出する。他車両の車種を選択するために利用される情報は、推定車両幅と推定車両長さを含む。推定車両幅とは、車種を限定せずに推定される他車両の幅である。推定車両長さとは、車種を限定せずに推定される他車両の長さである。全体形状推定部 7 は、前処理部 2 と車種選択部 9 と記録部 1 2 とに接続される。全体形状推定部 7 には、前処理部 2 から計測車両幅と計測車両長さが入力されると共に、記録部 1 2 から推定に用いるヒストグラムが入力される。ヒストグラムについては後述する。また、全体形状推定部 7 は、計測車両幅を利用して他車両が取り得る車両幅の範囲において推定車両幅を推定すると共に、計測車両長さを利用して他車両が取り得る車両長さの範囲において推定車両長さを推定する。そして、全体形状推定部 7 は、車種選択部 9 へ推定車両幅と推定車両長さを出力する。なお、推

10

20

30

40

50

定車両幅と推定車両長さを推定する具体的構成については、後述する。

【0018】

車種選択部9は、他車両の車種を選択する。上述したように、他車両の車種には、二輪車、普通車、及び大型車が含まれる。車種選択部9は、他車両がこれらの車種のうち、いずれに該当するかを選択する。車種選択部9は、全体形状推定部7と形状出力部11とに接続されている。車種選択部9には、全体形状推定部7から推定車両幅と推定車両長さが入力される。車種選択部9は、推定車両幅と推定車両長さを利用して、他車両が二輪車、普通車及び大型車のいずれであるかを選択する。車種選択部9は、形状出力部11へ車種の選択結果を出力する。なお、車種を選択する具体的な構成については、後述する。

【0019】

個別形状推定部8は、車両形状推定装置1から出力される結果の候補を算出する。個別形状推定部8は、前処理部2と形状出力部11と記録部12とに接続されている。個別形状推定部8には、前処理部2から計測車両幅と計測車両長さが入力されると共に、記録部12から推定に用いるヒストグラムが入力される。ヒストグラムについては後述する。個別形状推定部8は、二輪車形状推定部8aと、普通車形状推定部8bと、大型車形状推定部8cと、を有する。

【0020】

二輪車形状推定部8aは、計測車両幅を利用して二輪車を取り得る二輪車幅の範囲において推定二輪車幅を推定すると共に、計測車両長さを利用して二輪車を取り得る二輪車長さの範囲において推定二輪車長さを推定する。推定二輪車幅は、他車両の車種を二輪車であるとして推定される他車両の幅である。推定二輪車長さは、他車両の車種が二輪車であるとして推定される他車両の長さである。

【0021】

普通車形状推定部8bは、計測車両幅を利用して普通車を取り得る普通車幅の範囲において推定普通車幅を推定すると共に、計測車両長さを利用して普通車を取り得る普通車長さの範囲において推定普通車長さを推定する。推定普通車幅は、他車両の車種が普通車であるとして推定される他車両の幅である。推定普通車長さは、他車両の車種が普通車であるとして推定される他車両の長さである。

【0022】

大型車形状推定部8cは、計測車両幅を利用して大型車を取り得る大型車幅の範囲において推定大型車幅を推定すると共に、計測車両長さを利用して大型車を取り得る大型車長さの範囲において推定大型車長さを推定する。推定大型車幅は、他車両の車種が大型車であるとして推定される他車両の幅である。推定大型車長さは、他車両の車種が大型車であるとして推定される他車両の長さである。なお、二輪車形状推定部8a、普通車形状推定部8b、及び大型車形状推定部8cにおける推定車両幅と推定車両長さを推定する具体的構成については、後述する。

【0023】

個別形状推定部8は、形状出力部11に推定二輪車幅、推定二輪車長さ、推定普通車幅、推定普通車長さ、推定大型車幅、推定大型車長さを出力する。

【0024】

形状出力部11は、車両形状推定装置1から出力される結果としての推定出力幅と推定出力長さとを出力する。形状出力部11は、車種選択部9と、個別形状推定部8とに接続される。形状出力部11には、車種選択部9から車種の選択結果が入力される。また、形状出力部11には、個別形状推定部8から個別車種に対応する推定値が入力される。個別車種に対応する推定値は、推定二輪車幅、推定二輪車長さ、推定普通車幅、推定普通車長さ、推定大型車幅、及び推定大型車長さを含む。形状出力部11は、車種の選択結果を利用して、車両形状推定装置1から出力される結果としての推定出力幅と推定出力長さとを決定する。

【0025】

形状出力部11は、他車両の車種が二輪車であると選択された場合、推定二輪車幅を推

10

20

30

40

50

定出力幅とし、推定二輪車長さを推定出力長さであるとする。形状出力部 11 は、他車両の車種が普通車であると選択された場合、推定普通車幅を推定出力幅とし、推定普通車長さを推定出力長さであるとする。形状出力部 11 は、他車両の車種が大型車であると選択された場合、推定大型車幅を推定出力幅とし、推定大型車長さを推定出力長さであるとする。そして、形状出力部 11 は、決定された推定出力幅と推定出力長さを他の装置（例えば運転支援装置）に出力する。

【0026】

車両形状推定装置 1 は、図 2 に示されるフロー図に示される動作を行う。また車両形状推定装置 1 は、図 2 に示されたステップ S1～S8 を繰り返し実行する。

【0027】

まず、前処理を実行する（ステップ S1）。このステップ S1 は、前処理部 2 によって実行される。ステップ S1 では、前処理部 2 がレーダ 4 から計測点群を受け取ると共に計測点群から最近傍角の位置座標と姿勢とを算出する。次に、ステップ S1 では、前処理部 2 が計測点群と最近傍角の位置座標と姿勢とを利用して、計測車両幅と計測車両長さを算出する。そして、ステップ S1 では、計測車両幅と計測車両長さを推定処理部 3 に出力する。

【0028】

次に、推定車両幅と推定車両長さを算出する（ステップ S2）。このステップ S2 は、全体形状推定部 7 によって実行される。ステップ S2 では、全体形状推定部 7 が前処理部 2 から計測車両幅と計測車両長さを受け取ると共に記録部 12 から推定に用いるヒストグラムを受け取る。続いて、ステップ S2 では、全体形状推定部 7 が推定車両幅と推定車両長さを算出する。そして、ステップ S2 では、全体形状推定部 7 が推定車両幅と推定車両長さを車種選択部 9 に出力する。

【0029】

次に、推定二輪車幅と推定二輪車長さを算出する（ステップ S3）。このステップ S3 は、二輪車形状推定部 8a によって実行される。ステップ S3 では、二輪車形状推定部 8a が前処理部 2 から計測車両幅と計測車両長さを受け取ると共に、記録部 12 から推定に用いるヒストグラムを受け取る。続いて、ステップ S3 では、二輪車形状推定部 8a が推定二輪車幅と推定二輪車長さを算出する。そして、ステップ S3 では、二輪車形状推定部 8a が推定二輪車幅と推定二輪車長さを形状出力部 11 に出力する。

【0030】

次に、推定普通車幅と推定普通車長さを推定する（ステップ S4）。このステップ S4 は、普通車形状推定部 8b によって実行される。ステップ S4 では、普通車形状推定部 8b が前処理部 2 から計測車両幅と計測車両長さを受け取ると共に、記録部 12 から推定に用いるヒストグラムを受け取る。続いて、ステップ S4 では、普通車形状推定部 8b が推定普通車幅と推定普通車長さを算出する。そして、ステップ S4 では、普通車形状推定部 8b が推定普通車幅と推定普通車長さを形状出力部 11 に出力する。

【0031】

次に、推定大型車幅と推定大型車長さを推定する（ステップ S5）。このステップ S5 は、大型車形状推定部 8c によって実行される。ステップ S5 では、大型車形状推定部 8c が前処理部 2 から計測車両幅と計測車両長さを受け取り、記録部 12 から推定に用いるヒストグラムを受け取る。続いて、ステップ S5 では、大型車形状推定部 8c が推定大型車幅と推定大型車長さを算出する。そして、ステップ S5 では、大型車形状推定部 8c が推定大型車幅と推定大型車長さを形状出力部 11 に出力する。

【0032】

次に、車種を選択する（ステップ S6）。このステップ S6 は、車種選択部 9 によって実行される。ステップ S6 では、車種選択部 9 が全体形状推定部 7 から推定車両幅と推定車両長さを受け取り、推定車両幅と推定車両長さを利用して他車両が二輪車、普通車及び大型車のいずれであるかを選択する。そして、ステップ S6 では、車種選択部 9 が車種の選択結果を形状出力部 11 に出力する。

【0033】

次に、推定値を選択する（ステップS7）。このステップS7は、形状出力部11によって実行される。ステップS7では、形状出力部11が車種選択部9から車種の選択結果を受け取ると共に、二輪車形状推定部8aから推定二輪車幅と推定二輪車長さを受け取り、普通車形状推定部8bから推定普通車幅と推定普通車長さを受け取り、大型車形状推定部8cから推定大型車幅と推定大型車長さを受け取る。そして、ステップS7では、形状出力部11が車種の選択結果を利用して、推定二輪車幅及び推定二輪車長さ、推定普通車幅及び推定普通車長さ、又は、推定大型車幅及び推定大型車長さのいずれかの組み合わせを選択し、選択した組み合わせの値を車両形状推定装置1の動作結果（形状推定結果）として出力する。

10

【0034】

以上説明した車両形状推定装置1によれば、自車両の周囲に存在する他車両の車種が二輪車であるか普通車であるか大型車であるかを選択し、選択した他車両の車種の取り得る範囲内で他車両の幅及び長さを推定するため、他車両の車種を考慮しない場合と比べて、他車両の形状（幅及び長さ）の推定の信頼度を高めることができる。ここで、図3は、車両形状推定装置の作用効果を説明するための図である。図3に示されるように、上述した車両形状推定装置1によれば、表面の反射率が低く、計測点Pが得られていない部分 R_n を有する他車両について、全体形状推定部7において見えている形状 R_{1a} を指定し、車種選択部9において見えている形状 R_{1a} から車種を選択する（図3の符号 R_1 参照）。そして、個別の車種が取り得る幅及び長さの範囲で形状 R_{2a} 、 R_{2b} 、 R_{2c} を推定し（図3の符号 R_2 参照）、選択された車種の情報を利用して、該当する車種が取り得る幅及び長さの範囲でその結果を出力する（図3の符号 R_3 参照）。従って、計測点が得られていない場合であっても、推定によって妥当な形状 R_{2a} を得られるので、他車両の形状推定において推定の信頼度を高めることができる。

20

【0035】

続いて、上述した前処理部2、全体形状推定部7及び車種選択部9についてさらに具体的に説明する。

【0036】

上述したように前処理部2には、計測点群と最近傍角Aの位置座標（ x_c, y_c ）と姿勢（ θ ）が入力される（図4参照）。前処理部2は、入力された計測点群を利用して、計測車両幅（ $Z_{w,t}$ ）と、計測車両長さ（ $Z_{L,t}$ ）と、を算出する。具体的には、前処理部2は、位置座標（ x_c, y_c ）と姿勢（ θ ）とを用いて、矩形枠とした他車両の近傍二面（自車両100に近傍する矩形枠の二辺に相当）に対して、L字グリッドGを設定する。そして、前処理部2は、L字グリッドGに対して複数の計測点を投票する。続いて、前処理部2は、L字の交点（最近傍角A）から最も離れている幅方向の計測点を探索し、L字の交点から探索された計測点 P_w までの距離を計測車両幅（ $Z_{w,t}$ ）として得る。また、前処理部2は、L字の交点（最近傍角A）から最も離れている長さ方向の計測点を探索し、L字の交点から探索された計測点 P_L までの距離を計測車両長さ（ $Z_{L,t}$ ）として得る。これらの計測点の探索では、計測点を含まないグリッドが一定以上連続すると、探索を終了することを探索条件としてもよい。前処理部2は、取得した計測車両幅（ $Z_{w,t}$ ）と計測車両長さ（ $Z_{L,t}$ ）とを、全体形状推定部7と個別形状推定部8とに出力する。

30

40

【0037】

全体形状推定部7は、他車両の見えている部分（レーダ4で計測できた部分）について、その幅と長さを推定する。全体形状推定部7は、図5に示される構成を有する。全体形状推定部7は、計測車両幅（ $Z_{w,t}$ ）を利用して、他車両が取り得る車両幅の範囲（値域）において推定車両幅（ $W_{a11,t}$ ）を算出する。また、全体形状推定部7は、計測車両長さ（ $Z_{L,t}$ ）を利用して他車両が取り得る車両長さの範囲において推定車両長さ（ $L_{a11,t}$ ）を算出する。すなわち、全体形状推定部7は、他車両が取り得る幅の最小値と最大値との範囲を予め設定し、その範囲内において計測車両幅（ $Z_{w,t}$ ）から推定される推定車両幅（ $W_{a11,t}$ ）を得る。同様に、全体形状推定部7は、他車両が取り得る長さの最小値と最大値と

50

の範囲を予め設定し、その範囲内において計測車両長さ ($Z_{L,t}$) から推定される推定車両長さ ($L_{all,t}$) を得る。全体形状推定部 7 が行う推定処理の具体例として、ヒストグラムフィルタが挙げられる。ヒストグラムフィルタは、推定する状態 (すなわち幅と長さ) の分布を二次元ヒストグラムとして表現する。二次元ヒストグラムフィルタによれば、他車両が取り得る幅の範囲と長さの範囲とを、二次元ヒストグラムが有するそれぞれの軸におけるビンの範囲として実現できる。また、二次元ヒストグラムの各ビンの高さは、そのビンの占める確率を示す。ビンの高さの総和は 1 である。なお、二次元ヒストグラムは、ステップ S 1 ~ S 8 を繰り返し実施することにより逐次更新されてもよい。二次元ヒストグラムを逐次更新することにより、計測値の急変に対してロバストな推定を実現できる。

【0038】

全体形状推定部 7 において利用する二次元ヒストグラムは、記録部 12 から読み出される。全体形状推定部 7 において利用する二次元ヒストグラムを、前車両ヒストグラム ($P_{all,t-1}$) と呼ぶ。前車両ヒストグラム ($P_{all,t-1}$) は、前回の S 1 ~ S 8 の処理で算出されて記録部 12 に記録されていたものである。「 $t-1$ 」は、前回の S 1 ~ S 8 の処理で算出されたものであることを示す。なお、今回の S 1 ~ S 8 の処理で算出された結果は、「 t 」によって示す。また、「all」は、二輪車、普通車及び大型車を含む車両を示す。全体形状推定部 7 における推定の範囲は、最小値がゼロであり、最大値が大型車の最大値である。具体的には、全体形状推定部 7 の推定において、他車両の取り得る幅の範囲は、最小値がゼロであり、最大値が大型車が取り得る幅の最大値である。また、他車両の取り得る長さの範囲は、最小値がゼロであり最大値が大型車が取り得る長さの最大値である。この推定の範囲は、前車両ヒストグラム ($P_{all,t-1}$) におけるビンの範囲を、最小値をゼロとし、最大値を大型車の最大値とすることにより設定される。

【0039】

全体形状推定部 7 は、機能的構成要素として、推定分布更新部 13 と、推定値抽出部 14 と、を有する。推定分布更新部 13 は、記録部 12 から入力された前車両ヒストグラム ($P_{all,t-1}$) を更新する。推定分布更新部 13 は、前処理部 2 と、記録部 12 と、推定値抽出部 14 と、に接続される。推定分布更新部 13 には、前処理部 2 から計測車両幅 ($Z_{w,t}$) と計測車両長さ ($Z_{L,t}$) と、が入力されると共に、記録部 12 から前車両ヒストグラム ($P_{all,t-1}$) が入力される。推定分布更新部 13 は、前車両ヒストグラム ($P_{all,t-1}$) に対して予測処理を行うと共に、前車両ヒストグラム ($P_{all,t-1}$) に対して計測結果を利用した更新処理を行う。

【0040】

推定分布更新部 13 は、ヒストグラム予測部 16 と、重み算出部 17 と、ヒストグラム更新部 18 とを有する。ヒストグラム予測部 16 は、予測処理を行う。重み算出部 17 とヒストグラム更新部 18 とは、更新処理を行う。

【0041】

ヒストグラム予測部 16 は、記録部 12 とヒストグラム更新部 18 とに接続されている。ヒストグラム予測部 16 には、記録部 12 から前車両ヒストグラム ($P_{all,t-1}$) が入力される (図 6 の (a) 部参照)。ヒストグラム予測部 16 は、前車両ヒストグラム ($P_{all,t-1}$) に対してガウシアンフィルタによるぼかし処理を施す (図 6 の (b) 部参照)。このぼかし処理により、予測ヒストグラム $[(P_{all,t-1})_f]$ を取得する。この処理によれば、前回のステップ S 1 ~ S 8 の処理から今回のステップ S 1 ~ S 8 の処理までの間に、他車両の形状が変動する可能性を前車両ヒストグラム ($P_{all,t-1}$) に反映させることができる。また、前回のステップ S 1 ~ S 8 の処理において、計測値が急変して前車両ヒストグラム ($P_{all,t-1}$) の分布を歪めるような影響があった場合に、その影響を低減することができる。そして、ヒストグラム予測部 16 は、ヒストグラム更新部 18 に予測ヒストグラム $[(P_{all,t-1})_f]$ を出力する。

【0042】

重み算出部 17 は、前処理部 2 とヒストグラム更新部 18 とに接続される。重み算出部 17 には、前処理部 2 から計測車両幅 ($Z_{w,t}$) と、計測車両長さ ($Z_{L,t}$) と、が入力され

10

20

30

40

50

る。重み算出部 17 は、計測車両幅 ($Z_{w,t}$) と計測車両長さ ($Z_{L,t}$) とを利用して、予測ヒストグラム $[(P_{a11,t-1})_f]$ の各ビンに適用される重み値 ($v_{i,j}$) を含む重み群 (V_t) を算出する。重み群 (V_t) に含まれた重み値 ($v_{i,j}$) は、予測ヒストグラム $[(P_{a11,t-1})_f]$ の幅 i 番目、長さ j 番目のビンに対応する重みである。各ビンの重みは、各ビンの代表する幅と長さが、計測点群とどの程度一致しているかを基に決定される。

【0043】

まず、予測ヒストグラム $[(P_{a11,t-1})_f]$ において、幅が i 番目であるビンの代表幅 ($W_{i,j}$) は式 (1A) に示される。また、長さが j 番目であるビンの代表長さ ($L_{i,j}$) は式 (1B) に示される。

【数 1】

$$w_{i,j} = w_{\min} + (i-1) \frac{w_{\max} - w_{\min}}{M} \dots (1A)$$

$$l_{i,j} = l_{\min} + (j-1) \frac{l_{\max} - l_{\min}}{N} \dots (1B)$$

$W_{\min}$: 幅の最小値

$W_{\max}$: 幅の最大値

$L_{\min}$: 長さの最小値

$L_{\max}$: 長さの最大値

M : 予測ヒストグラム $[(P_{a11,t-1})_f]$ の幅方向の解像度

N : 予測ヒストグラム $[(P_{a11,t-1})_f]$ の長さ方向の解像度

【0044】

そして、重み値 ($v_{i,j}$) は、式 (2) により得られる。

【数 2】

$$v_{i,j} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_L^2}} e^{-\frac{(Z_{L,j}-L_{i,j})^2}{2\sigma_L^2}} * \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_W^2}} e^{-\frac{(Z_{W,j}-L_{i,j})^2}{2\sigma_W^2}} \dots (2)$$

σ_L : 幅の標準偏差

σ_W : 長さの標準偏差

【0045】

上記式 (1A)、(1B) 及び (2) による処理を詳細に説明する。図 6 の (a) 部の前車両ヒストグラム ($P_{a11,t-1}$) は、長さが j 番目である幅のヒストグラムに対応する。従って、図 6 の (b) 部に示された予測ヒストグラム $[(P_{a11,t-1})_f]$ も長さが j 番目である幅のヒストグラムに対応する。この予測ヒストグラム $[(P_{a11,t-1})_f]$ には、5 個のビン B1, B2, B3, B4, B5 が含まれ、それぞれの代表値が 1, 2, 3, 4, 5 であるとする。これらの代表値は、L 字グリッド G における幅方向のグリッドセル G_{w1} , G_{w2} , G_{w3} , G_{w4} , G_{w5} と対応している。例えば、代表値が「3」であるビン G1 は、グリッドセル G_{w3} に対応する。

【0046】

まず、代表値「1」のビン B1 ($i=1$) を選択する。次に、選択した「1」を平均値とする正規分布 N1 を得る (図 7 の (a) 部参照)。そして、当該正規分布 N1 に対して、L 字グリッド G において計測車両幅 ($Z_{w,t}$) を示す計測点 P_w を含むグリッドセル G_{w4} を当てはめると、確率密度 (PD1) を得る。この確率密度 (PD1) が重み値 ($v_{1,j}$) である。

【0047】

次に、代表値「2」のビン B2 ($i=2$) を選択する。次に、選択した「2」を平均値

10

20

30

40

50

とする正規分布 N_2 を得る（図 7 の（b）部参照）。そして、当該正規分布 N_2 に対して、グリッドセル G_{w_4} を当てはめると、確率密度（PD2）を得る。この確率密度（PD2）が重み値（ $v_{2,j}$ ）である。このように、代表値「3」、「4」、「5」のビン B_3 （ $i=3$ ）、 B_4 （ $i=4$ ）、 B_5 （ $i=5$ ）についても、図 7 の（b）部及び同（c）部に示されるように、正規分布 N_3 、 N_4 、 N_5 を算出し、それぞれの正規分布 N_3 、 N_4 、 N_5 における確率密度（PD3）、（PD4）、（PD5）を重み値（ $v_{3,j}$ ）、（ $v_{4,j}$ ）、（ $v_{5,j}$ ）として得る。

【0048】

上述した処理によれば、L 字グリッドの端点を探索して計測車両幅（ $Z_{w,t}$ ）と計測車両長さ（ $Z_{L,t}$ ）とを抽出し、それを基に重み値（ $v_{i,j}$ ）を計算することで、計測点の粗密の影響を受けにくい重み計算を実現できる。そして、重み算出部 17 は、ヒストグラム更新部 18 に算出した重み群（ V_t ）を出力する。

【0049】

再び図 5 に示されるように、ヒストグラム更新部 18 は、ヒストグラム予測部 16 と、重み算出部 17 と、推定値抽出部 14 と、に接続される。ヒストグラム更新部 18 には、ヒストグラム予測部 16 から予測ヒストグラム $[(P_{all,t-1})_f]$ が入力されると共に、重み算出部 17 から重み群（ V_t ）が入力される。ヒストグラム更新部 18 は、予測ヒストグラム $[(P_{all,t-1})_f]$ を重み群（ V_t ）を用いて重み付けすると共に、正規化することで更新車両ヒストグラム（ $P_{all,t}$ ）を得る。具体的には、式（3）に示されるように、重み値（ $v_{i,j}$ ）に係数（ η ）を乗算し、当該乗算によって得た値を予測ヒストグラム $[(P_{all,t-1})_f]$ のビン（ i,j ）の確率にさらに乗算することにより、更新された新しいビンの確率を得る（図 6 の（c）部参照）。そして、ヒストグラム更新部 18 は、推定値抽出部 14 へ更新車両ヒストグラム（ $P_{all,t}$ ）を出力する。

【数 3】

$$P_{all,t} = \eta V_t \circ (P_{all,t})_f \cdots (3)$$

$P_{all,t}$ ：更新車両ヒストグラム

η ：更新車両ヒストグラム（ $P_{all,t}$ ）を正規化する係数

V_t ：重み群

$\circ$ ：行列の要素ごとの積

$(P_{all,t})_f$ ：予測ヒストグラム

【0050】

推定値抽出部 14 は、ヒストグラム更新部 18 と車種選択部 9 とに接続される。推定値抽出部 14 には、ヒストグラム更新部 18 から更新車両ヒストグラム（ $P_{all,t}$ ）が入力される。推定値抽出部 14 は、更新車両ヒストグラム（ $P_{all,t}$ ）の中で最大の確率を有するビンを探索し、当該ビンの代表値を推定車両幅（ $W_{all,t}$ ）及び推定車両長さ（ $L_{all,t}$ ）として抽出する。このような処理によれば、最大の確率を有するビンの代表値を推定値とするので、ヒストグラム（ $P_{all,t}$ ）の最小値に近い幅と長さが、周囲のビンの影響で正しく推定できなくなる問題を回避できる。推定値抽出部 14 は、推定車両幅（ $W_{all,t}$ ）と推定車両長さ（ $L_{all,t}$ ）とを車種選択部 9 に出力する。また、推定値抽出部 14 は、更新車両ヒストグラム（ $P_{all,t}$ ）を記録部 12 に出力する。

【0051】

全体形状推定部 7 は、図 8 に示されるフロー図に示された動作を行う。まず、ヒストグラムの予測を行う（ステップ S2a）。このステップ S2a は、ヒストグラム予測部 16 によって実行される。次に、重み群（ V_t ）を計算する（ステップ S2b）。このステップ S2b は、重み算出部 17 によって実行される。次に、ヒストグラムを更新する（ステップ S2c）。このステップ S2c は、ヒストグラム更新部 18 によって実行される。そして、推定値を得る（ステップ S2d）。このステップ S2d は、推定値抽出部 14 によって実行される。

【0052】

なお、二輪車形状推定部8a、普通車形状推定部8b、及び大型車形状推定部8cの具体的な構成及び処理も全体形状推定部7と同様である。つまり、これらの形状を推定する構成要素で行われる処理では、利用されるヒストグラムが異なるのみであり、処理のプロセスは共通である。

【0053】

二輪車形状推定部8aでは、前二輪車ヒストグラム($P_{bike,t-1}$)が用いられる。前二輪車ヒストグラム($P_{bike,t-1}$)では、二輪車の取り得る幅の範囲と、長さの範囲とが設定されている。普通車形状推定部8bでは、前普通車ヒストグラム($P_{car,t-1}$)が用いられる。前普通車ヒストグラム($P_{car,t-1}$)では、普通車の取り得る幅の範囲と、長さの範囲とが設定されている。例えば、普通車の取り得る幅の範囲は二輪車の取り得る幅の範囲よりも大きく、普通車の取り得る長さの範囲は二輪車の取り得る長さの範囲よりも大きい。大型車形状推定部8cでは、前大型車ヒストグラム($P_{truck,t-1}$)が用いられる。前大型車ヒストグラム($P_{truck,t-1}$)では、大型車の取り得る幅の範囲と、長さの範囲とが設定されている。例えば、大型車の取り得る幅の範囲は普通車の取り得る幅の範囲よりも大きく、大型車の取り得る長さの範囲は普通車の取り得る長さの範囲よりも大きい。

【0054】

なお、全体形状推定部7で用いられる前車両ヒストグラム($P_{all,t-1}$)では、例えば、車両が取り得る幅の範囲は、二輪車の取り得る幅の範囲と普通車の取り得る幅の範囲と大型車の取り得る幅の範囲とを包含する。つまり、他車両が取り得る幅の範囲の最小値は二輪車の取り得る幅の最小値以下であり、他車両が取り得る幅の範囲の最大値は大型車の取り得る幅の最大値以上である。長さについても同様である。

【0055】

続いて、車種選択部9と形状出力部11とについて具体的に説明する。車種選択部9は、全体形状推定部7の推定値抽出部14と形状出力部11とに接続される(図1及び図5参照)。車種選択部9には、推定値抽出部14から推定車両幅($W_{all,t}$)と推定車両長さ($L_{all,t}$)とが入力される。車種選択部9では、他車両が二輪車、普通車、大型車のうちどれかに該当するかを判断する。判断基準として、推定車両幅($W_{all,t}$)と推定車両長さ($L_{all,t}$)を利用する。これは、他車両において、部分的に見えている幅と長さから、その車種を判断することに相当する。

【0056】

車種選択部9と形状出力部11は、図9に示されるフロー図に示される動作を行う。図9に示されたフローにおいて、ステップS6a～S6dに係る処理は、式(4)により示される。また、図9に示されたフローにおいて、ステップS7a～S7cに係る処理は、式(5A)及び式(5B)により示される

【数4】

$$category = \begin{cases} bike & \text{when } (L_{all,t} < L_{car,min}) \cap (W_{all,t} < W_{car,min}) \\ truck & \text{when } (L_{all,t} > L_{car,max}) \cup (W_{all,t} > W_{car,max}) \cdots \\ car & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

$L_{all,t}$: 推定車両幅

$W_{all,t}$: 推定車両幅

$W_{car,min}$: 普通車の幅の最小値

$W_{car,max}$: 普通車の幅の最大値

$L_{car,min}$: 普通車の長さの最小値

$L_{car,max}$: 普通車の長さの最大値

category : 判断された車種を特定する車種選択情報

10

20

30

40

【数 5】

$$W_{e,t} = \begin{cases} W_{bike,t} & \text{when } category = bike \\ W_{car,t} & \text{when } category = car \\ W_{truck,t} & \text{when } category = truck \end{cases} \quad \cdots (5A)$$

$$L_{e,t} = \begin{cases} L_{bike,t} & \text{when } category = bike \\ L_{car,t} & \text{when } category = car \\ L_{truck,t} & \text{when } category = truck \end{cases} \quad \cdots (5B)$$

【0057】

10

まず、車種選択部 9 は、推定車両長さ ($L_{all,t}$) が推定普通車長さの最大値 ($L_{car,max}$) より大きいかなんかを判断する (ステップ S 6 a)。推定車両長さ ($L_{all,t}$) が推定普通車長さの最大値 ($L_{car,max}$) より小さい場合 (ステップ S 6 a: NO) には、ステップ S 6 b に移行する。一方、推定車両長さ ($L_{all,t}$) が推定普通車長さの最大値 ($L_{car,max}$) より大きい場合 (ステップ S 6 a: YES) には、他車両は大型車であると判断される。続いて、大型車であることを特定する車種選択情報 (category) が形状出力部 11 に入力されて、形状出力部 11 において推定出力幅 ($W_{e,t}$) を推定大型車幅 ($W_{truck,t}$) とすると共に、推定主力長さ ($L_{e,t}$) を推定大型車長さ ($L_{truck,t}$) とする (ステップ S 7 a)。

【0058】

20

ステップ S 6 a の結果が NO であるとき、車種選択部 9 は、推定車両幅 ($W_{all,t}$) が推定普通車幅の最大値 ($W_{car,max}$) より大きいかなんかを判断する (ステップ S 6 b)。推定車両幅 ($W_{all,t}$) が推定普通車幅の最大値 ($W_{car,max}$) より小さい (ステップ S 6 b: NO) 場合には、ステップ S 6 c に移行する。一方、推定車両幅 ($W_{all,t}$) が推定普通車幅の最大値 ($W_{car,max}$) より大きい (ステップ S 6 b: YES) 場合には、他車両は大型車であると判断され、ステップ S 7 a に移行する。

【0059】

ステップ S 6 b の結果が NO であるとき、車種選択部 9 は、推定車両幅 ($W_{all,t}$) が推定普通車幅の最小値 ($W_{car,min}$) より小さいかなんかを判断する (ステップ S 6 c)。推定車両幅 ($W_{all,t}$) が推定普通車幅の最小値 ($W_{car,min}$) より小さい (ステップ S 6 c: YES) 場合には、ステップ S 6 d に移行する。一方、推定車両幅 ($W_{all,t}$) が推定普通車幅の最小値 ($W_{car,min}$) より大きい (ステップ S 6 c: NO) 場合には、他車両は普通車であると判断される。続いて、普通車であることを特定する車種選択情報 (category) が形状出力部 11 に入力されて、形状出力部 11 において推定出力幅 ($W_{e,t}$) を推定普通車幅 ($W_{car,t}$) とすると共に、推定車両長さ ($L_{e,t}$) を推定普通車長さ ($L_{car,t}$) とする (ステップ S 7 b)。

30

【0060】

ステップ S 6 c の結果が YES であるとき、車種選択部 9 は、推定車両長さ ($L_{all,t}$) が推定普通車長さの最小値 ($L_{car,min}$) より小さいかなんかを判断する (ステップ S 6 d)。推定車両長さ ($L_{all,t}$) が推定普通車長さの最小値 ($L_{car,min}$) より小さい (ステップ S 6 d: YES) 場合には、他車両は二輪車であると判断される。続いて、二輪車であることを特定する車種選択情報 (category) が形状出力部 11 に入力されて、形状出力部 11 において推定出力幅 ($W_{e,t}$) を推定二輪車幅 ($W_{bike,t}$) とすると共に、推定出力長さ ($L_{e,t}$) を推定二輪車長さ ($L_{bike,t}$) とする (ステップ S 7 c)。一方、推定車両長さ ($L_{all,t}$) が推定普通車長さの最小値 ($L_{car,min}$) より大きい (ステップ S 6 d: NO) 場合には、他車両は普通車であると判断され、ステップ S 7 b が実行される。最後に、形状出力部 11 は、推定出力幅 ($W_{e,t}$) と推定出力長さ ($L_{e,t}$) とを出力する (ステップ S 7 d)。

40

【0061】

以上、本発明をその実施形態に基づいて詳細に説明した。しかし、本発明は上記実施形

50

態に限定されるものではない。本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変形が可能である。

【0062】

上記実施形態では、二輪車形状推定部8a、普通車形状推定部8b、及び大型車形状推定部8cがそれぞれ推定値を算出し、車種選択部9において選択された車種選択情報を用いて、いずれか一つの推定値を出力した。例えば、二輪車形状推定部8a、普通車形状推定部8b、及び大型車形状推定部8cがそれぞれ推定値を算出する前に、車種選択部9が車種選択情報を算出し、車種選択情報によって選択された車種のみについて推定値を算出してもよい。

【0063】

また、上記実施形態では、全体形状推定部7、二輪車形状推定部8a、普通車形状推定部8b、及び大型車形状推定部8cにおいて用いられるヒストグラムをそれぞれについて準備していた。例えば、車両形状推定装置1では、単一のヒストグラムを利用するものであってもよい。この変形例では、全体形状推定部7、二輪車形状推定部8a、普通車形状推定部8b、及び大型車形状推定部8cは、一つのヒストグラムを共有する。

【0064】

このヒストグラムフィルタの持つヒストグラムを図10に示す。ヒストグラムの範囲の最小値は、ゼロ、最大値は大型車の最大値とする。ヒストグラムの更新処理は、本発明の実施例の全体形状推定部7と同じである。全体形状推定部7の推定値を得る場合には、図10の範囲 D_{all} の中で、最大の確率を示すピンを選択し、その代表値を出力する。二輪車形状推定部8aの推定値を得る場合には、図10の範囲 D_{bike} の中で最大の確率を示すピンを選択し、その代表値を出力する。普通車形状推定部8bの推定値を得る場合には、範囲 D_{car} の中で最大の確率を示すピンを選択し、その代表値を出力する。大型車形状推定部8cの推定値を得る場合には、図10の範囲 D_{truck} の中で最大の確率を示すピンを選択し、その代表値を出力する。このようなヒストグラムを利用した車両形状推定装置によれば、全体形状推定部7、二輪車形状推定部8a、普通車形状推定部8b、大型車形状推定部8cのすべてを一つのヒストグラムフィルタで実装できる。これにより、重複する計算が削減されるので、車両形状推定装置1の動作に必要な計算時間とメモリサイズとを削減できる。

【符号の説明】

【0065】

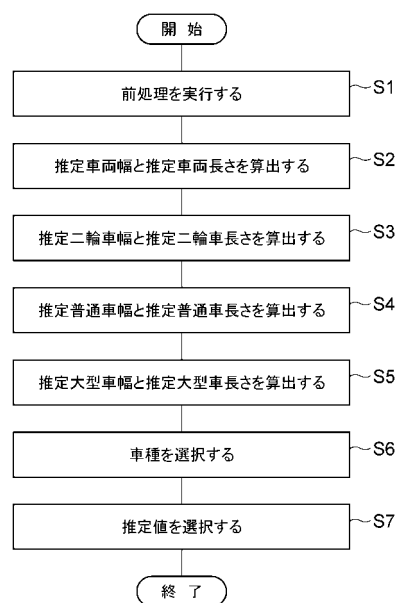
1…車両形状推定装置、2…前処理部、3…推定処理部、4…レーダ、7…形状推定部、8…個別形状推定部、9…車種選択部、11…形状出力部、12…記録部、8a…二輪車形状推定部、8b…普通車形状推定部、8c…大型車形状推定部、13…推定分布更新部、14…推定値抽出部、16…ヒストグラム予測部、17…重み算出部、18…ヒストグラム更新部、100…自車両。

10

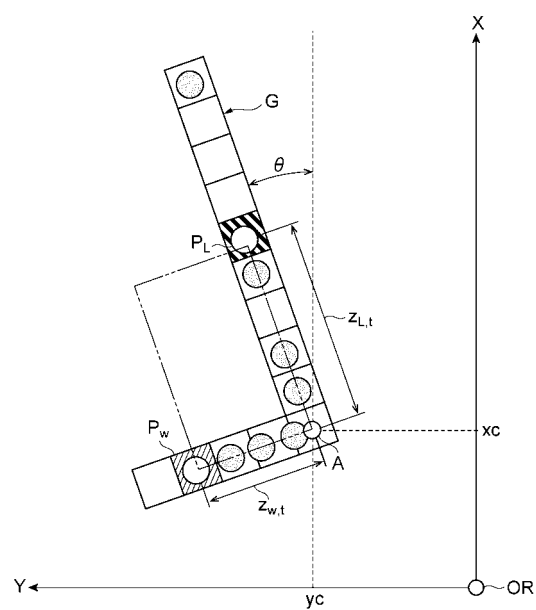
20

30

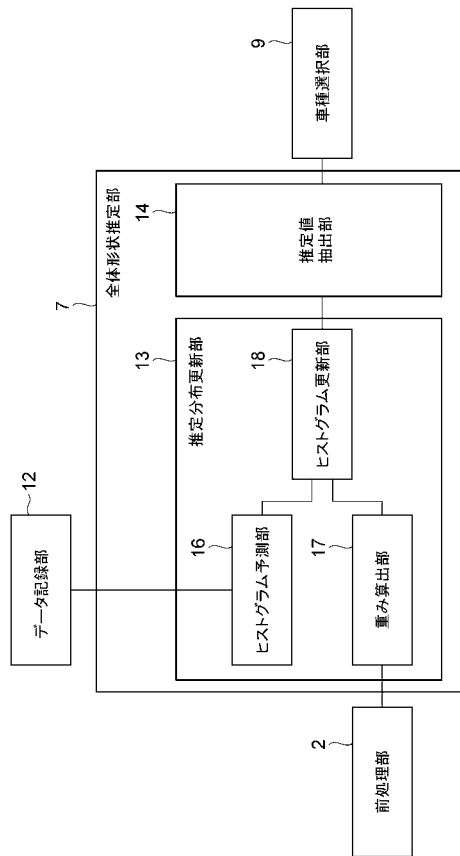
【図 2】



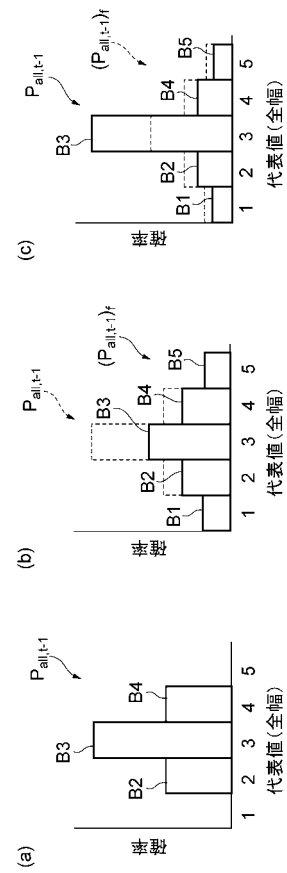
【図 4】



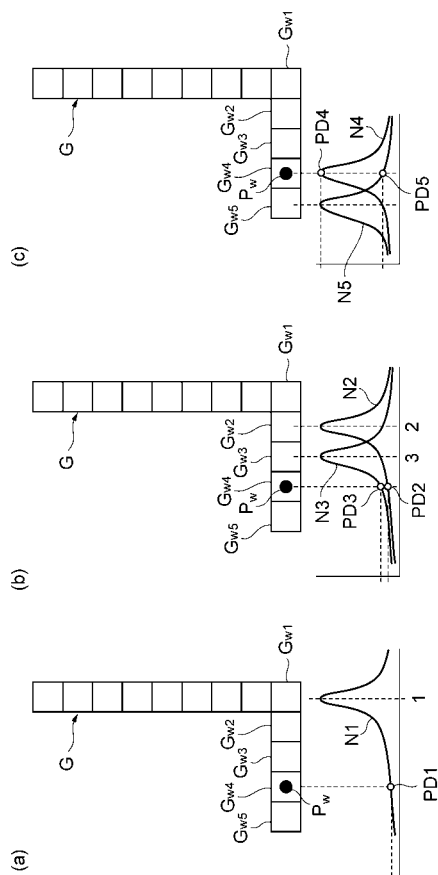
【図 5】



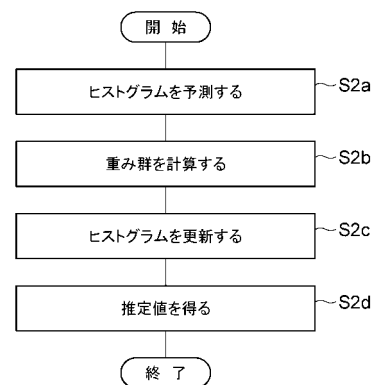
【图 6】



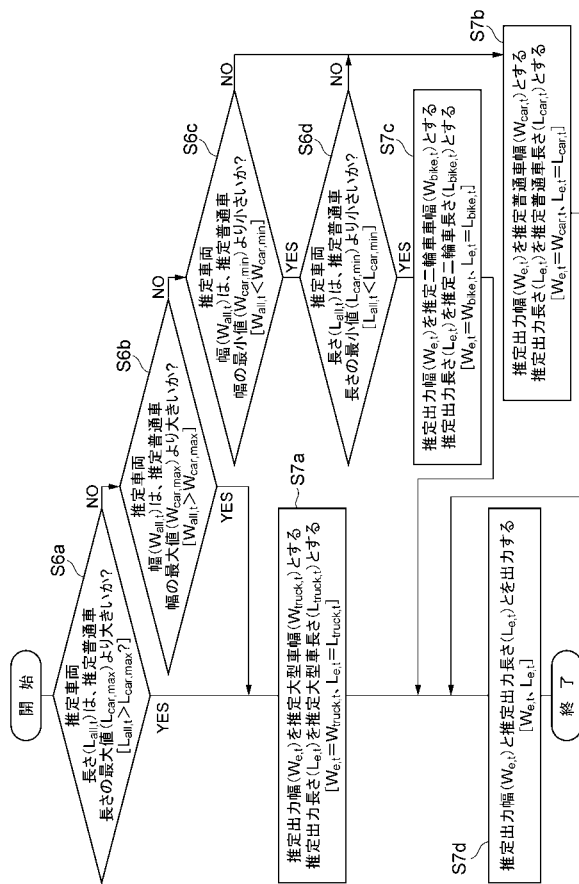
【图 7】



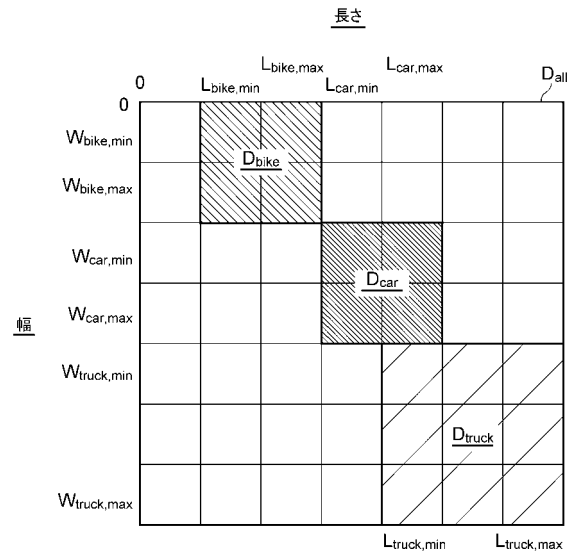
【图 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 小森 照元
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 伊藤 誠悟
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
Fターム(参考) 5H181 AA01 CC03 CC12 CC14 EE07
5J070 AC01 AC02 AE01 AF03 AK15 AK40