

(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2018-9833
(P2018-9833A)

(43) 公開日 平成30年1月18日(2018.1.18)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
GO 1 C	21/28	(2006.01)	GO 1 C	21/28		2 F 1 2 9	
GO 1 C	11/06	(2006.01)	GO 1 C	11/06		5 B 0 5 7	
GO 6 T	7/20	(2017.01)	GO 6 T	7/20	1 0 0	5 L 0 9 6	
GO 6 T	1/00	(2006.01)	GO 6 T	1/00	3 3 0 Z		

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2016-137478 (P2016-137478)	(71) 出願人	000004695
(22) 出願日	平成28年7月12日 (2016.7.12)		株式会社 S O K E N
		(71) 出願人	000004260
			株式会社デンソー
		(74) 代理人	100121821
			弁理士 山田 強
		(74) 代理人	100139480
			弁理士 日野 京子
		(74) 代理人	100125575
			弁理士 松田 洋
		(74) 代理人	100175134
			弁理士 北 裕介

最終頁に続く

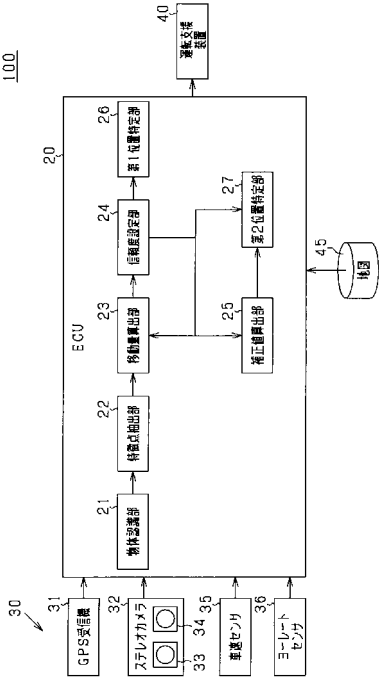
(54) 【発明の名称】 自転車位置特定装置、及び自転車位置特定方法

(57) 【要約】

【課題】地図上で特定される自転車位置精度の低下を抑制することができる自転車位置特定装置、及び自転車位置特定方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 ECU 20 は、特徴点の自車両を基準とする相対位置の変化を追跡し、追跡した相対位置の変化に基づいて自車両の第 1 の移動量を算出する移動量算出部 26 と、第 1 の移動量の信頼度を設定する信頼度設定部 24 とを備える。また、信頼度が閾値以上の場合に、第 1 の移動量に基づいて、自車両に搭載された车速検出部 35 の出力を補正するための车速補正值を算出する補正值算出部 25 と、信頼度が閾値以上の場合に、第 1 の移動量に基づいて、地図上の自転車位置を特定する第 1 位置特定部 26 と、信頼度が閾値未満の場合に、车速補正值による補正後の车速検出部の出力により第 2 の移動量を算出し、算出された第 2 の移動量に基づいて地図上の自転車位置を特定する第 2 位置特定部 27 と、を備える。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 撮像部 (3 3) と第 2 撮像部 (3 2) とによる自車周囲の撮像結果に基づいて物体の三次元情報を認識する物体認識部と、

認識された前記物体の特徴点を抽出する特徴点抽出部と、

前記特徴点の自車両を基準とする相対位置の変化を追跡し、追跡した前記相対位置の変化に基づいて前記自車両の第 1 の移動量を算出する移動量算出部と、

前記第 1 の移動量の信頼度を設定する信頼度設定部と、

前記信頼度が閾値以上の場合に、前記第 1 の移動量に基づいて、前記自車両に搭載された車速検出部 (3 5) の出力を補正するための車速補正值を算出する補正值算出部と、

前記信頼度が閾値以上の場合に、前記第 1 の移動量に基づいて、地図上の自車位置を特定する第 1 位置特定部と、

前記信頼度が閾値未満の場合に、前記車速補正值による補正後の前記車速検出部の出力により第 2 の移動量を算出し、算出された前記第 2 の移動量に基づいて前記地図上の前記自車位置を特定する第 2 位置特定部と、を備える自車位置特定装置。

【請求項 2】

前記特徴点が抽出された物体が移動を伴わない所定の静止物であるか否かを判定する物体判定部を有し、

前記移動量算出部は、前記静止物として判定された前記物体における前記特徴点の前記相対位置の変化に基づいて、前記自車両の第 1 の移動量を算出する、請求項 1 に記載の自車位置特定装置。

【請求項 3】

前記信頼度設定部は、前記移動量算出部が追跡した前記特徴点の数を算出し、算出した前記特徴点の数が少ない程、前記信頼度を低く設定する、請求項 1 又は請求項 2 に記載の自車位置特定装置。

【請求項 4】

前記移動量算出部は、前記第 1 撮像部と前記第 2 撮像部とによる前記撮像結果の時系列が異なる前記物体間でのテクスチャを比較し、類似する前記テクスチャを有する各物体から抽出された前記特徴点の前記相対位置の変化を追跡することで、前記第 1 の移動量を算出し、

前記信頼度設定部は、前記特徴点が抽出された前記物体間の前記テクスチャの類似度が低い程、前記信頼度を低く設定する、請求項 1 又は請求項 2 に記載の自車位置特定装置。

【請求項 5】

今回算出された前記第 1 の移動量に基づいて、前回又は前回より前の前記特徴点の前記相対位置を前記特徴点の現在の相対座標での位置として算出するとともに、算出した位置と今回の撮像結果により抽出された同一の前記特徴点の相対位置とのずれ量を算出する位置算出部を備え、

前記信頼度設定部は、算出された前記ずれ量が大きいか、前記信頼度を低く設定する、請求項 2 に記載の自車位置特定装置。

【請求項 6】

前記移動量算出部は、前記第 1 の移動量として前記自車両の進行方向成分を算出し、

前記補正值算出部は、前記移動量算出部により算出された前記進行方向成分に基づいて、前記車速補正值を算出する、請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の自車位置特定装置。

【請求項 7】

前記自車両の向きを算出する向き算出部を備え、

前記補正值算出部は、前記信頼度が閾値以上の場合に、前記移動量算出部により算出された前記向きに基づいて、前記自車両に搭載された向き検出部 (3 6) の出力を補正するための向き補正值を算出し、

前記第 2 位置特定部は、前記車速補正值による補正後の前記車速検出部の出力と前記向

10

20

30

40

50

き補正值による補正後の前記向き検出部の出力とに基づいて、前記第 2 の移動量を算出し、算出された前記第 2 の移動量に基づいて前記地図上の前記自転車位置を特定する、請求項 6 に記載の自転車位置特定装置。

【請求項 8】

衛星から送信される当該衛星の位置と前記衛星の位置の誤差情報とを含む衛星情報を取得する衛星情報取得部を備え、

前記第 2 位置特定部は、前記第 2 の移動量に基づいて特定した前記自転車位置が前記誤差情報に基づいて算出した誤差範囲を超える場合に、特定した前記自転車位置を前記誤差範囲に含まれるよう変更する、請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の自転車位置特定装置。

10

【請求項 9】

前記物体認識部は、前記第 1 撮像部と前記第 2 撮像部とのそれぞれで撮像した各画像に基づいて前記物体の三次元情報を示す情報が付与された距離画像を生成し、前記距離画像に基づいて前記物体の前記三次元情報を認識し、

前記第 1 の移動量又は前記第 2 の移動量に基づいて前回特定された前記地図上での前記自転車位置と前回算出された前記第 1 の移動量とに基づいて前記自転車の移動方向を予測し、予測した前記自転車の移動方向に基づいて、今回生成された前記距離画像に対して、前記移動量算出部が前記第 1 の移動量を算出するために追跡する前記特徴点の探索領域を設定する探索領域設定部を備える、請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の自転車位置特定装置。

20

【請求項 10】

第 1 撮像部と第 2 撮像部とによる自転車周囲の撮像結果に基づいて物体の三次元情報を認識する物体認識工程と、

認識された前記物体の特徴点を抽出する特徴点抽出工程と、

前記特徴点の自転車を基準とする相対位置の変化を追跡し、追跡した前記相対位置の変化に基づいて前記自転車の第 1 の移動量を算出する移動量算出工程と、

前記第 1 の移動量の信頼度を設定する信頼度設定工程と、

前記信頼度が閾値以上の場合に、前記第 1 の移動量に基づいて、前記自転車で搭載された車速検出部の出力を補正するための車速補正值を算出する補正值算出工程と、

前記信頼度が閾値以上の場合に、前記第 1 の移動量に基づいて、地図上の自転車位置を特定する第 1 位置特定工程と、

30

前記信頼度が閾値未満の場合に、前記車速補正值による補正後の前記車速検出部の出力により第 2 の移動量を算出し、算出された前記第 2 の移動量に基づいて前記地図上の前記自転車位置を特定する第 2 位置特定工程と、を備える自転車位置特定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、地図上の自転車位置を特定する自転車位置特定装置、及び自転車位置特定方法に関する。

【背景技術】

40

【0002】

従来、地図上の自転車位置を特定する自転車位置特定装置が知られている。例えば、自転車位置特定装置は、自転車が備える車速センサの出力を積分することでこの自転車の移動量を算出し、算出した移動量に基づいて地図上での自転車位置を特定する。

【0003】

また、自転車の周囲に存在する物体の当該自転車を基準とする相対位置の変化に基づいて、地図上の自転車位置を特定する自転車位置特定装置も知られている。特許文献 1 には、自転車が備えるステレオカメラによる撮像結果に基づいて、自転車を基準とした物体の相対位置の変化を算出し、算出した相対位置の変化に基づいて自転車の移動量を算出する。そして、この移動量を用いて地図上の自転車位置を特定する。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平11-51650号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

車速センサの出力に基づいて算出される移動量は、車輪のスリップ等に起因して定常的に誤差を生じさせる。一方で、ステレオカメラを用いることで物体の三次元情報の変化に基づく自車両の移動量を算出することができるが、周囲の明度や物体を検出するための特徴の有無に応じて物体の検出精度が変化する場合がある。そのため、車速センサとステレオカメラとのいずれを用いて自車両の移動量を算出する場合においても、自車位置を特定するために算出される移動量の精度を低下させる場合がある。

10

【0006】

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、地図上で特定される自車位置精度の低下を抑制することができる自車位置特定装置、及び自車位置特定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】

【0007】

上記課題を解決するために本発明では、第1撮像部と第2撮像部とによる自車周囲の撮像結果に基づいて物体の三次元情報を認識する物体認識部と、認識された前記物体の特徴点を抽出する特徴点抽出部と、前記特徴点の自車両を基準とする相対位置の変化を追跡し、追跡した前記相対位置の変化に基づいて前記自車両の第1の移動量を算出する移動量算出部と、前記第1の移動量の信頼度を設定する信頼度設定部と、前記信頼度が閾値以上の場合に、前記第1の移動量に基づいて、前記自車両に搭載された車速検出部の出力を補正するための車速補正值を算出する補正值算出部と、前記信頼度が閾値以上の場合に、前記第1の移動量に基づいて、地図上の自車位置を特定する第1位置特定部と、前記信頼度が閾値未満の場合に、前記車速補正值による補正後の前記車速検出部の出力により第2の移動量を算出し、算出された前記第2の移動量に基づいて前記地図上の前記自車位置を特定する第2位置特定部と、を備える。

20

30

【0008】

第1撮像部と第2撮像部とによる撮像結果に基づいて自車両の移動量を算出する場合、物体の検出精度が低下することでこの物体の相対位置の変化を適正に検出できなくなる場合がある。一方で、各撮像部に代えて車速検出部からの出力に基づいて自車両の移動量を算出する場合、車輪のスリップ等により定常的に誤差が生じるものの、各撮像部による検出精度を低下させる条件の影響を受けることなく自車両の移動量を算出できるという利点がある。この点、上記構成では、特徴点の時系列での相対位置の変化により算出される第1の移動量の信頼度を算出する。そして、この信頼度が閾値以上の場合には、第1の移動量に基づいて車速検出部の出力を補正するための車速補正值を算出するとともに、第1の移動量を用いて自車位置を特定する。一方、信頼度が閾値未満の場合には、車速検出部の出力を車速補正值で補正することにより算出される第2の移動量を用いて自車位置を特定することとした。この場合、各撮像部の検出精度が低下する条件下では、この条件の影響を受け難い車速検出部の補正後の出力により自車位置を特定できるため、自車位置の精度の低下を抑制することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】車両制御装置100の構成図。

【図2】自車位置の特定を説明する図。

【図3】地図上での自車位置CPの特定方法を説明するフローチャート。

【図4】図3のステップS16の処理を詳細に示すフローチャート。

50

【図 5】エッジ点 P の追跡を説明する図。

【図 6】エッジ点 P の追跡を説明する図。

【図 7】自車両 C S の移動量を説明する図。

【図 8】第 1 実施形態に係る信頼度の設定を説明する図。

【図 9】特定された自車位置 C P の変更を説明する図。

【図 10】第 2 実施形態に係る物体の類似度 D S と第 1 の移動量の信頼度との関係を説明する図。

【図 11】図 3 のステップ S 17 で実施される処理を詳細に示すフローチャート。

【図 12】第 3 実施形態における信頼度の算出手法を説明する図。

【発明を実施するための形態】

10

【0010】

本発明にかかる自車位置特定装置、及び自車位置特定方法の実施形態を図面と共に説明する。なお、以下の実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、図中、同一符号を付しており、同一符号の部分についてはその説明を援用する。

【0011】

（第 1 実施形態）

図 1 は、自車位置特定装置、及び自車位置特定方法を適用した車両制御装置 100 を示している。車両制御装置 100 は、例えば、車両に搭載される車両システムの一例であり、地図上での自車位置を特定し、特定結果に基づいて自車両の運転を支援する。

【0012】

20

図 1 に示すように、車両制御装置 100 は、各種センサ 30 と、自車位置特定装置として機能する ECU 20 と、運転支援装置 40 と、を備えている。

【0013】

各種センサ 30 は、GPS 受信機 31、ステレオカメラ 32、車速センサ 35、ヨーレートセンサ 36、を備えている。

【0014】

GPS 受信機 31 は、周知の衛星測位システム (GNSS) の一部として機能することで、衛星から送信される電波を GPS 情報として受信する。GPS 情報には、衛星の位置や電波が送信された時刻や、衛星の位置の誤差を示す情報である DOP (誤差情報) が含まれている。GPS 受信機 31 は、GPS 情報を受信した受信時刻と GPS 情報に含まれる発信時刻との差に基づいて、衛星から自車両 C S までの距離を算出する。そして、算出した距離と衛星の位置とを ECU 20 に出力する。

30

【0015】

ステレオカメラ 32 は、自車両 C S の進行方向前方を撮像できるよう撮像軸を自車両 C S の前方に向けた状態で車室内に設置されている。また、ステレオカメラ 32 は、車両横方向での位置の異なる第 1 撮像部 33 及び第 2 撮像部 34 を備えている。第 1 撮像部 33 及び第 2 撮像部 34 は、例えば、それぞれが CCD イメージセンサや CMOS イメージセンサで構成されており、車両中心から横方向 (X 軸方向) にそれぞれ左右にずれて配置されている。そのため、各撮像部 33、34 で撮像された右画像及び左画像とは、物体の見える角度が異なり、画像内の物体に対して両眼視差を生じさせている。また、各撮像部 33、34 で撮像された画像は、それぞれ所定周期で ECU 20 に出力される。

40

【0016】

車速センサ 35 は、自車両 C S の車輪に動力を伝達する回転軸に設けられており、その回転軸の回転数に基づいて自車両 C S の速度を検出する。ヨーレートセンサ 36 は、自車両 C S の単位時間当たりでの向きの変化を、自車両 C S に実際に発生したヨーレート、すなわち車両の重心点回りの角速度により検出する。車速センサ 35 が車速検出部として機能し、ヨーレートセンサ 36 が向き検出部として機能する。

【0017】

ECU 20 は、CPU、ROM、RAM を備えたコンピュータとして構成されている。そして、CPU が、内部メモリに記憶されているプログラムを実行することにより、図 1

50

に示す各部として機能することができる。また、ECU20は、地図が記録された外部メモリ45に接続されており、この外部メモリ45から地図に記録された情報を読み出すことができる。

【0018】

また、ECU20は、現在の地図上での自車位置CPを特定する。図2(a)は、時刻 t_1 における自車位置CP(t_1)を基準とする物体Obの相対位置 Y_{r1} と、時刻 t_2 における自車位置CP(t_2)を基準とする物体の相対位置 Y_{r2} と、を示している。物体Obの位置が移動しなければ、時刻 t_1 から時刻 t_2 での自車両CSの移動量TAは、時刻 t_1 での相対位置 Y_{r1} と時刻 t_2 での相対位置 Y_{r2} との差分と等しい関係となる。そのため、ECU20は、図2(b), (c)に示すように、ステレオカメラ32による時系列の異なる撮像結果に基づいて、物体Obの自車両CSを基準とする相対位置をそれぞれ算出する。そして、算出された相対位置の変化により、自車両CSの移動量を算出する。図2(a)の例では、時刻 t_1 における自車位置CPに移動量TAを加えることで、時刻 t_2 での自車位置CP(t_2)を特定することができる。

10

【0019】

運転支援装置40は、ECU20が特定した自車位置CPに基づいて、自車両CSの走行を制御する。例えば、運転支援装置40は、自車位置CP、車速及びヨーレートにより自車両CSの将来の位置を予測し、予測した将来の位置と道路の認識結果とを用いて、自車両CSが区画白線等を逸脱するおそれがあるか否かを判断する。例えば、運転支援装置40が警報機能を有していれば、自車両が区画白線を逸脱するおそれがあると判断した場合、自車両CSが備えるディスプレイにより警告表示を行ったり、自車両CSが備えるスピーカにより警告音を発生させたりする。また、運転支援装置40が運転補助機能を有していれば、自車両CSが区画白線を逸脱するおそれがあると判断した場合、操舵装置に操舵力を加える。

20

【0020】

上述した、ステレオカメラ32の撮像結果を用いた自車位置CPの特定において、周囲の明度や物体を検出するための特徴の有無に応じてステレオカメラ32の検出精度が低下する場合がある。物体Obの検出精度が低下することで、物体Obの自車両CSを基準とする相対位置に誤差が生じ、算出される自車両CSの移動量の精度を低下させる。一方で、車速センサ35の出力に基づいて算出される移動量は、車輪のスリップ等に起因して定

30

【0021】

図1に戻り、物体認識部21は、ステレオカメラ32による自車周囲の撮像結果に基づいて物体の三次元情報を認識する。物体認識部21は、第1撮像部33及び第2撮像部34により撮像された右画像と左画像とから、画素ブロック毎の視差情報を算出し、この視差情報に基づいて画素毎に三次元情報(X, Y, Z)を備える距離画像を生成する。そして、各画素を三次元情報に基づいてグループ化し、グループ化された各画素を物体として認識する。この時、各画素の三次元情報に加えて、各画素の輝度分布や画素毎に算出された移動方向ベクトルの向きを用いて各画素を物体としてグループ化してもよい。

40

【0022】

特徴点抽出部22は、物体認識部21により三次元情報が認識された物体の特徴点としてエッジ点Pを抽出する。例えば、特徴点抽出部22は、距離画像における三次元情報が認識された物体に対して周知のエッジ点抽出フィルタを用いて、濃度勾配が所定値以上の画素をエッジ点Pとして抽出する。

【0023】

移動量算出部23は、三次元情報が認識された物体におけるエッジ点Pの自車両CSを基準とする相対位置の変化を追跡し、追跡した相対位置の変化に基づいて自車両CSの第1の移動量を算出する。

【0024】

50

信頼度設定部 24 は、第 1 の移動量の信頼度を設定する。ここで、信頼度とは、第 1 の移動量の算出精度を示す指標値である。この信頼度が高い程、第 1 の移動量の算出精度が高くなり、逆に、信頼度が低い程、第 1 の移動量の算出精度が低くなる。信頼度の算出方法としては、例えば、第 1 の移動量を算出する際に用いたエッジ点 P の数や、このエッジ点 P を抽出した物体の類似度に基づいて算出される。

【 0 0 2 5 】

補正值算出部 25 は、信頼度が閾値 $T_h 1$ 以上の場合に、第 1 の移動量に基づいて、自車両 CS に搭載された車速センサ 35 の出力を補正するための補正值を算出する。この実施形態では、補正值として車速センサ 35 の出力におけるゲインを変更する補正係数を用いる。また、閾値 $T_h 1$ は、例えば、第 1 の移動量の算出精度として必要とされる値に基づいて、実験的に算出される値である。

【 0 0 2 6 】

第 1 位置特定部 26 は、信頼度が閾値 $T_h 1$ 以上の場合に、第 1 の移動量に基づいて地図上の自車位置 CP を特定する。また、第 2 位置特定部 27 は、信頼度が閾値 $T_h 1$ 未満の場合に、車速補正值 α による補正後の車速センサ 35 の出力により第 2 の移動量を算出し、算出されたこの第 2 の移動量に基づいて地図上の自車位置 CP を特定する。

【 0 0 2 7 】

次に、ECU 20 により実施される地図上での自車位置 CP の特定方法を、図 3 を用いて説明する。図 3 で示されるフローチャートは、ECU 20 により所定周期で実施される処理である。なお、以下では、ECU 20 が現在実施している図 3 の処理を今回の処理と記載し、前回の処理と区別する。

【 0 0 2 8 】

ステップ S 11 では、GPS 情報を取得する。ECU 20 は、GPS 受信機 31 で受信された GPS 情報を取得する。ステップ S 11 が衛星情報取得部として機能する。

【 0 0 2 9 】

ステップ S 12 では、ステップ S 11 で取得した GPS 情報の誤差を判定する。例えば、ECU 20 は、GPS 情報に含まれる DOP に基づいて GPS 情報の精度を判定する。これ以外にも、外部メモリ 45 に記録された地図を参照し、自車両 CS の現在位置がトンネル等の GPS 情報の受信精度が低下する位置である場合に、GPS 情報の精度が低いと判定してもよい。

【 0 0 3 0 】

GPS 情報の精度が高い場合（ステップ S 12：YES）、ステップ S 13 に進み、GPS 情報に基づいて自車両 CS の地図上の位置を補正する。即ち、GPS 情報の精度が高い場合は、この GPS 情報に基づいて地図上での自車位置 CP を特定する。そして、図 3 の処理を一旦終了する。

【 0 0 3 1 】

一方、GPS 情報の精度が低い場合（ステップ S 12：NO）、ステレオカメラ 32 又は車速センサ 35 の出力に基づいて、地図上での自車位置 CP を特定する。まず、ステップ S 14 では、自車両 CS の周囲の物体の三次元情報を認識する。ECU 20 は、ステレオカメラ 32 の第 1 撮像部 33 と第 2 撮像部 34 とにより撮像された一対の画像に基づいて距離画像を生成し、この距離画像内での物体の三次元情報（X，Y，Z）を認識する。ステップ S 14 が物体認識工程として機能する。

【 0 0 3 2 】

ステップ S 15 では、三次元情報が認識された物体におけるエッジ点 P を距離画像から抽出する。ステップ S 15 が特徴点抽出工程として機能する。

【 0 0 3 3 】

ステップ S 16 では、ステップ S 15 で抽出されたエッジ点 P の自車両 CS を基準とする相対位置の変化を追跡し、追跡した相対位置の変化に基づいて自車両 CS の第 1 の移動量を算出する。ステップ S 16 が移動量算出工程として機能する。

【 0 0 3 4 】

10

20

30

40

50

図 4 は、図 3 のステップ S 1 6 の処理を詳細に示すフローチャートである。ステップ S 3 1 では、ステップ S 1 5 でエッジ点 P を抽出した物体に所定の静止物が含まれているか否かを判定する。例えば、E C U 2 0 は、静止物として、電柱、ガードレール、標識、縁石等を識別するための辞書を記録しており、この辞書に基づいてエッジ点 P を抽出した物体が静止物であるか否かを判定する。これ以外にも、各物体を構成する画素の移動ベクトルを用いて物体が静止物であるか否かを判定してもよい。ステップ S 3 1 が物体判定部として機能する。

【 0 0 3 5 】

図 5 (a) で一例として示す距離画像には、エッジ点 P が抽出された物体の内、ステップ S 3 1 の処理において静止物として判定された物体 O b 1 ~ O b 3 が含まれている。図 5 (b) は、図 5 (a) に示す物体 O b 2 の一部を拡大して示しており、物体 O b 2 の外形やテクスチャを示す画素の濃度勾配に応じてエッジ点 P が抽出されている。

10

【 0 0 3 6 】

エッジ点 P を抽出した物体に静止物が含まれていない場合 (ステップ S 3 1 : N O) 、図 4 の処理を一旦終了する。この場合、エッジ点 P における相対位置の変化の探索を実施できないため、図 3 , 4 の処理を一旦終了する。

【 0 0 3 7 】

一方、静止物が含まれている場合 (ステップ S 3 1 : Y E S) 、ステップ S 3 2 では、今回生成された距離画像でのエッジ点 P の探索領域を設定する。例えば、E C U 2 0 は、前回特定された地図上での自車位置 C P と前回算出された第 1 の移動量とを記録しており、各情報に基づいて今回の自車両 C S の移動方向を予測する。そして、予測した自車両 C S の移動方向に基づいて今回生成された距離画像におけるエッジ点 P の探索領域を設定する。図 5 (c) では、探索領域として E A 1 ~ E A 3 が設定されている。ステップ S 3 2 が探索領域設定部として機能する。

20

【 0 0 3 8 】

ステップ S 3 3 ~ S 3 5 では、エッジ点 P の追跡処理を実施する。この追跡処理では、図 6 (a) に示すように、時系列が異なる距離画像間において、エッジ点 P を対応付ける。そして、対応づけられたエッジ点 P の相対位置の変化を算出する。この実施形態では、一例として、異なる距離画像に含まれる物体間のテクスチャの類似度を判定し、類似度に応じて異なる距離画像内のエッジ点 P を対応付ける。

30

【 0 0 3 9 】

まず、ステップ S 3 3 では、物体のテクスチャの類似度を判定するために、前回生成された距離画像内において、各探索領域 E A に含まれるエッジ点 P 周囲の輝度分布を示すヒストグラムを算出する。図 6 (b) は、前回生成された距離画像において、探索領域 E A 1 に含まれるエッジ点 P の周囲の輝度分布を示すヒストグラムである。このヒストグラムでは、横軸を輝度 B (例えば 0 ~ 2 5 5 の階調数) とし、縦軸を各輝度の画素数 P N とすることで、エッジ点 P 周囲の輝度分布を示している。

【 0 0 4 0 】

ステップ S 3 4 では、今回生成された距離画像の各探索領域 E A に対して、ステップ S 3 3 で算出したエッジ点 P の輝度分布に近い輝度分布の領域を探索する。例えば、E C U 2 0 は、今回生成された距離画像内の各探索領域に対して、ステップ S 3 3 で算出された輝度分布との相関係数を算出する。そして、この相関係数が最も高い画素群をテクスチャの類似度が高い領域として判定し、判定した画素群に含まれるエッジ点 P を対応づける。例えば、図 6 (c) では、今回生成された距離画像において、探索領域 E A 1 1 に含まれるエッジ点 P の周囲の輝度分布が、図 6 (b) に示す輝度分布と最も相関係数が高く、各画素群のエッジ点 P が対応づけられている。

40

【 0 0 4 1 】

ステップ S 3 5 では、エッジ点 P の相対位置の変化を算出する。E C U 2 0 は、ステップ S 3 4 において対応付けが行われた時系列が異なる距離画像内での各エッジ点 P の三次元情報の差を算出し、この差を相対位置の変化値とする。

50

【 0 0 4 2 】

各探索領域 E A 内での全てのエッジ点 P の追跡が実施されていない場合（ステップ S 3 6 : N O）、ステップ S 3 3 に戻り、エッジ点 P の追跡を継続する。一方、各探索領域 E A 内での全てのエッジ点 P の追跡が実施された場合（ステップ S 3 6 : Y E S）、ステップ S 3 7 に進む。

【 0 0 4 3 】

ステップ S 3 7 では、ステップ S 3 5 で算出された相対位置の変化に基づいて自車両 C S の第 1 の移動量を算出する。図 7 に示すように、E C U 2 0 は、第 1 の移動量として、自車両 C S の進行方向成分 $V f y$ 、横方向成分 $V f x$ 、回転方向成分 $V f \phi$ （角速度）と、を算出する。ここで、回転方向成分 $V f \phi$ の算出は、例えば、ステレオカメラ 3 2 による撮像結果に基づいて自車両 C S が走行する道路の中心線を認識し、この中心線を基準とする自車両 C S の進行方向の傾きにより算出する。

10

【 0 0 4 4 】

なお、複数のエッジ点 P において相対位置の変化の追跡が成功している場合、各エッジ点 P の相対位置の変化を平均し、平均値に基づいて第 1 の移動量を算出してもよい。

【 0 0 4 5 】

図 3 に戻り、ステップ S 1 7 では、ステップ S 1 6 で算出した移動量の信頼度を設定する。この第 1 実施形態では、E C U 2 0 は、ステップ S 1 6 で追跡したエッジ点 P の数 E N を算出し、算出したエッジ点 P の数 E N が少ない程、信頼度を低く設定する。例えば、E C U 2 0 は、追跡に用いたエッジ点 P の数 E N と信頼度との対応関係を規定するテーブルを記録している。図 8 に示すテーブルでは、追跡に用いたエッジ点 P の数 E N が増加する程、信頼度 R 1 が増加するようその値が定められている。ステップ S 1 7 が信頼度設定工程として機能する。

20

【 0 0 4 6 】

ステップ S 1 8 では、ステップ S 1 7 で算出した信頼度を、閾値 $T h 1$ を用いて比較する。信頼度が閾値 $T h 1$ 以上であれば（ステップ S 1 8 : Y E S）、ステップ S 1 9 では、車速センサ 3 5 の出力を補正するための車速補正值 α を算出する。例えば、車速補正值 α は、下記式（1）を用いて算出される。

$$\alpha = V f y / V p y \quad \dots \quad (1)$$

ここで、 $V f y$ は、第 1 の移動量の内、進行方向成分の車速であり、 $V p y$ は、車速センサの計測値（出力）である。

30

【 0 0 4 7 】

ステップ S 2 0 では、ヨーレートセンサ 3 6 の出力を補正するための向き補正值 β を算出する。例えば、向き補正值 β は、下記式（2）を用いて算出される。

$$\beta = V f \phi / V p \phi \quad \dots \quad (2)$$

ここで、 $V f \phi$ は、第 1 の移動量の内、回転方向成分（角速度）であり、 $V p \phi$ は、ヨーレートセンサの計測値（出力）である。ステップ S 1 9、S 2 0 が補正值算出工程として機能する。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 2 1 では、ステップ S 1 6 で算出された第 1 の移動量に基づいて、自車位置 C P を特定する。E C U 2 0 は、前回特定された自車位置 C P から、ステップ S 1 6 で算出された第 1 の移動量だけ地図上で変更した位置を今回の自車位置 C P として特定する。ステップ S 2 1 が第 1 位置特定工程として機能する。

40

【 0 0 4 9 】

一方、第 1 の移動量の信頼度が閾値 $T h 1$ 未満であれば（ステップ S 1 8 : N O）、ステップ S 2 2 に進む。この場合、信頼度が閾値 $T h 1$ 未満であるため、第 1 の移動量を自車位置 C P の特定に用いると、地図上の自車位置 C P の精度が低下するおそれがある。そのため、ステップ S 2 2 以下では、E C U 2 0 は、車速センサ 3 5 の出力を用いて自車位置 C P を特定する。

【 0 0 5 0 】

50

ステップ S 2 2 では、各補正值による補正後の車速センサ 3 5 の出力を第 2 の移動量として算出し、この第 2 の移動量に基づいて地図上の前記自車位置 C P を特定する。具体的には、E C U 2 0 は、向き補正值 β による補正後のヨーレートセンサ 3 6 の出力を積分した値に基づいて、自車両 C S の向きを特定する。次に、車速補正值 α による補正後の車速センサ 3 5 の出力を積分した値に基づいて、自車両 C S の進行方向での移動量を算出する。例えば、補正後のヨーレートセンサ 3 6 の出力と補正後の車速センサ 3 5 の出力とは、下記式 (3) , (4) を用いて算出される。

【 0 0 5 1 】

$$A V p \phi = \beta V p \phi \quad \dots \quad (3)$$

$$A V p y = \alpha V p y \quad \dots \quad (4)$$

10

ここで、 $A p \phi$ は、ヨーレートセンサ 3 6 の出力を向き補正值 β で補正した値を示し、 $A V p y$ は、車速センサの出力を車速補正值 α で補正した値を示す。

【 0 0 5 2 】

ステップ S 2 3 では、ステップ S 2 2 で特定された自車位置が G P S 情報の誤差に基づいて算出される誤差範囲に含まれるか否かを判定する。例えば、E C U 2 0 は、ステップ S 1 1 で受信した G P S 情報に含まれる D O P に基づいて、G P S 情報のみに基づいて特定される自車位置 C P の誤差範囲を設定する。図 9 では、G P S 情報に基づいて測位される位置を中心 M として、同心円状に誤差範囲 E R が設定されている。

【 0 0 5 3 】

ステップ S 2 2 で特定した自車位置 C P が誤差範囲内であれば (ステップ S 2 3 : Y E S) 、図 3 の処理を一旦終了する。この場合、ステップ S 2 2 で特定された地図上の自車位置 C P は、G P S 情報に基づく誤差範囲に収まるため、算出された位置を現在の自車位置 C P とする。

20

【 0 0 5 4 】

一方、ステップ S 2 2 で特定した自車位置 C P が誤差範囲を超える場合 (ステップ S 2 3 : N O) 、ステップ S 2 4 では、この自車位置 C P を誤差範囲に収まるよう変更する。この場合、E C U 2 0 は、ステップ S 2 2 で特定された自車位置 C P を G P S 情報に基づく誤差範囲の値に変更する。図 9 では、誤差範囲から外れていた自車位置 C P が誤差範囲に収まるよう地図上での位置が変更されている。

【 0 0 5 5 】

30

ステップ S 2 2 ~ S 2 4 が第 2 位置特定工程として機能する。ステップ S 2 3 の処理、又はステップ S 2 4 の処理が終了すると、図 3 の処理を一旦終了する。

【 0 0 5 6 】

以上説明したように、この第 1 実施形態では、E C U 2 0 は、エッジ点 P の時系列での相対位置の変化により算出される第 1 の移動量の信頼度を算出する。そして、この信頼度が閾値 $T h 1$ 以上の場合は、第 1 の移動量に基づいて車速センサ 3 5 の出力を補正するための車速補正值 α を算出するとともに、第 1 の移動量を用いて地図上での自車位置 C P を特定する。一方、信頼度が閾値未満の場合は、車速補正值 α による補正後の車速センサ 3 5 の出力を第 2 の移動量として算出し、算出した第 2 の移動量に基づいて自車位置を特定することとした。この場合、各撮像部の検出精度が低下する条件下では、この条件の影響を受け難い車速センサ 3 5 の補正後の出力により自車位置 C P を特定できるため、自車位置 C P の精度の低下を抑制することができる。

40

【 0 0 5 7 】

E C U 2 0 は、エッジ点 P を抽出した物体が移動を伴わない所定の静止物であるか否かを判定し、静止物として判定された物体のエッジ点 P を追跡した相対位置の変化に基づいて、自車両 C S の第 1 の移動量を算出する。静止物から抽出されるエッジ点 P の地図上の位置は変化することがないため、このエッジ点 P を追跡することで自車両 C S と物体との間の相対位置の変化に起因する誤差を低減することができる。その結果、第 1 の移動量における信頼度の判定精度を高めることができる。

【 0 0 5 8 】

50

第 1 の移動量を算出するのに用いるエッジ点 P の数を比較した場合に、追跡した数が多いほど、算出される第 1 の移動量の頑健性が高くなり、その算出精度が向上する。この点、上記構成では、第 1 の移動量に対する信頼度を ECU20 が追跡したエッジ点 P の数に応じて設定することとした。この場合、算出精度が低い第 1 の移動量ほど、車速センサ 35 の出力を用いた第 2 の移動量に置き換えられ易くすることで、自車位置の精度の低下を抑制することができる。

【0059】

車速センサ 35 で取得される計測値に対して、この計測値の補正を算出する際に用いられる移動量の向きを揃えることで、補正された車速センサ 35 の出力により算出される第 2 の移動量の精度を高めることができる。この点、上記構成では、ECU20 は、第 1 の移動量として算出された自車両 CS の進行方向成分により車速センサ 35 の出力を補正するための車速補正值 α を算出することとした。この場合、各撮像部の検出精度が低下する条件下において、地図上での自車両 CS の進行方向での位置精度の低下を抑制することができる。

10

【0060】

車速センサ 35 による進行方向での移動量に加えて、ヨーレートセンサの出力により自車両 CS の向きを加味することで、地図上の自車位置 CP を精度良く特定することができる。この点、上記構成では、ECU20 は、第 1 の移動量として算出された向きにより、ヨーレートセンサ 36 の出力を補正するための向き補正值 β を算出し、車速補正值 α による補正後の車速センサ 35 の出力に加えて向き補正值による補正後の向き検出部の出力に基づいて、第 2 の移動量を算出することとした。この場合、自車両 CS の移動時における向きを加味して自車位置を特定することができるため、自車両 CS の走行時において向きが変化する場合でも、地図上での自車位置精度の低下を適正に抑制することができる。

20

【0061】

衛星から送信される衛星情報に基づいて地図上での自車両 CS の位置を推定し、この位置と第 2 の移動量とを用いて自車位置を特定する場合、特定した自車位置がこの衛星情報により求められる誤差範囲を超えて特定される可能性がある。この点、上記構成では、ECU20 は、第 2 の移動量に基づいて特定された自車位置 CP を誤差範囲と比較し、特定された自車位置 CP が誤差範囲を超えている場合は、この誤差範囲に含まれるよう変更することとした。そのため、特定した自車位置 CP が衛星から送信される情報の誤差以上に悪化することを抑制することができる。

30

【0062】

前回生成された距離画像でエッジ点 P が抽出された領域と今回生成された距離画像でエッジ点 P が抽出される領域とは近い位置となる可能性が高い。この点、上記構成では、ECU20 は、前回特定された地図上の位置と前回算出された第 1 の移動量とに基づいて予測し、予測された自車両 CS の移動方向に基づいて今回生成された距離画像において相対位置の変化を追跡するためのエッジ点 P の探索領域を設定することとした。この場合、追跡に用いるエッジ点 P の探索領域を絞り込むことができるため、第 1 の移動量の算出に要する時間を短縮することができる。

40

【0063】

(第 2 実施形態)

この第 2 実施形態では、第 1 の移動量の算出の際に追跡したエッジ点 P が属する物体 Ob のテクスチャの類似度に応じて信頼度を設定する。

【0064】

第 1 の移動量の算出に用いられる物体におけるテクスチャの類似度 DS が高い程、ECU20 によるエッジ点 P の対応づけのミスが減少する。そのため、この第 2 実施形態では、エッジ点 P が抽出された物体 Ob におけるテクスチャの類似度 DS が高い程、第 1 の移動量の信頼度を高く設定する。

【0065】

この場合、図 3 のステップ S17 において、三次元情報を認識した時系列が異なる物体

50

間での物体 O b 間のテクスチャの類似度 D S を算出し、算出した類似度 D S に応じて第 1 の移動量の信頼度を設定する。物体 O b のテクスチャの類似度 D S の算出方法は、例えば、図 6 のステップ S 3 4 で用いた輝度分布間の相関係数を算出することで行う。そして、この相関係数が小さい程、類似度 D S を低い値に算出し、相関係数が大きい程、類似度 D S を高い値に算出する。

【 0 0 6 6 】

そして、E C U 2 0 は、テクスチャの類似度 D S から第 1 の移動量の信頼度を算出する当たり、類似度 D S と信頼度との対応関係を規定するテーブルを記録している。図 1 0 に示すテーブルでは、異なる距離画像間での物体の類似度 D S が低い程、信頼度 R 2 が低下するようその値が定められている。

10

【 0 0 6 7 】

以上説明したようにこの第 2 実施形態では、追跡に用いる物体のテクスチャの類似度を比較した場合、この類似度が高い程、エッジ点間の対応付けのミスが低減し、第 1 の移動量を適正に算出する可能性が高くなる。この点、上記構成では、E C U 2 0 は、第 1 の移動量に対する信頼度を第 1 撮像部 3 3 と第 2 撮像部 3 4 とによる撮像結果の異なる物体間におけるテクスチャの類似度に応じて設定することとした。この場合、エッジ点 P 間の対応付けのミスが高い第 1 の移動量ほど、第 2 の移動量に置き換えられ易くなるため、エッジ点 P の対応付けミスに起因する自車位置精度の低下を抑制することができる。

【 0 0 6 8 】

(第 3 実施形態)

20

この第 3 実施形態では、異なる自車位置 C P から同一のエッジ点 P の位置をそれぞれ算出し、この位置のずれ量に基づいて第 1 の移動量の信頼度を算出する。

【 0 0 6 9 】

図 1 1 は、図 3 のステップ S 1 7 で実施される処理を詳細に示すフローチャートである。図 1 2 は、第 3 実施形態における信頼度の算出手法を説明する図である。

【 0 0 7 0 】

図 1 1 のステップ S 4 1 では、図 3 のステップ S 1 6 において今回算出された第 1 の移動量に基づいて今回の自車位置 C P を特定する。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 4 2 では、前回生成された距離画像内におけるエッジ点 P の現在の相対座標上での位置 A P (n - 1) を算出する。E C U 2 0 は、前回の距離画像において三次元情報により認識されたエッジ点 P の相対位置を、今回特定された自車位置 C P (n) を基準とする相対座標に投影することで、エッジ点 P の位置 A P (n - 1) を算出する。例えば、今回算出された第 1 の移動量に基づいて前回生成された距離画像内でのエッジ点 P の各位置を変更することで、各位置を相対座標内の位置 A P (n - 1) とする。ステップ S 4 1 , ステップ S 4 2 が位置算出部として機能する。

30

【 0 0 7 2 】

ステップ S 4 3 では、ステップ S 4 2 で算出したエッジ点 P の相対座標上での位置 A P (n - 1) と、今回生成された距離画像内で抽出された同一のエッジ点 P の位置 A P (n) とのずれ量を算出する。図 1 2 (a) では、各位置におけるそれぞれのエッジ点 P の相対座標上での位置を示している。E C U 2 0 は、算出された相対座標上の各エッジ点 P の位置のずれ量を、全てのエッジ点で総和する。

40

【 0 0 7 3 】

ここで、エッジ点 P を静止物から抽出している場合、現在の相対座標上に投影される各エッジ点 P の位置は同じ位置となるはずである。そのため、相対座標上の各エッジ点 P の位置がずれている場合、ステップ S 4 1 での自車位置 C P の算出に用いた第 1 の移動量に誤差が生じている可能性が高くなる。また、第 1 の移動量の誤差が大きい程、地図上のエッジ点 P の位置のずれ量の総和が大きくなると考えられる。

【 0 0 7 4 】

そのため、ステップ S 4 4 では、ステップ S 4 3 で算出された各エッジ点 P のずれ量の

50

総和に応じて、信頼度を設定する。現在の相対座標上での各エッジ点 P のずれ量の総和が大きくなる程、第 1 の移動量の誤差が大きいとみなし、信頼度を低い値に設定する。例えば、ECU20 は、ステップ S43 で算出されたずれ量の総和 PE と第 1 の移動量の信頼度 R3 との対応関係を規定するテーブルを記録している。図 12 (b) に示すテーブルでは、ずれ量の総和 PE が増加する程、信頼度 R3 が低下するようその値が定められている。

【0075】

図 3 のステップ S18 に戻り、設定した信頼度 R3 に応じて、第 1 の移動量を用いた自車位置 CP の特定、又は、第 2 の移動量を用いた自車位置 CP の特定を行う。

【0076】

ステップ S42 において、ECU20 は、今回算出された第 1 の移動量に基づいて、前回より前のエッジ点 P の相対位置をエッジ点 P の現在の相対座標での位置として算出し、算出した位置と今回の撮像結果により抽出された同一のエッジ点 P の相対位置とのずれ量を算出してもよい。

【0077】

以上説明したようにこの第 3 実施形態では、静止物から抽出されるエッジ点 P の位置は変化することがないため、時系列の異なる距離画像内での各エッジ点 P の位置が異なる場合、自車位置 CP を特定するために用いた第 1 の移動量に誤差が生じている可能性がある。この点、上記構成では、ECU20 は、今回算出された第 1 の移動量に基づいて、前回又は前回より前のエッジ点 P の相対位置をエッジ点 P の現在の相対座標での位置として算出するとともに、算出した位置と今回の撮像結果により抽出された同一のエッジ点 P の相対位置とのずれ量を算出する。そして、算出されたずれ量大きい程、信頼度を低く設定することとした。この場合、地図上の静止物から抽出されたエッジ点 P を基準とすることで、第 1 の移動量における信頼度の判定精度を高めることができる。

【0078】

(その他の実施形態)

ECU20 は、GPS 受信機 31 を備える構成としがこれに限定されず、GPS 受信機 31 を備えていなくともよい。この場合、ECU20 は、図 3 のステップ S13 で示した GPS 情報により自車位置を特定する機能を有しないこととなる。

【0079】

自車両 CS の進行方向での移動量のみに基づいて地図上の自車位置 CP を特定するものであってもよい。この場合、図 3 のステップ S22 において、自車両 CS の向きの特定は実施されず、車速補正值 α による補正後の車速センサ 35 の主力を積分した値に基づいて自車両 CS の進行方向での移動量のみを算出する。

【0080】

上述した第 1 実施形態及び第 2 実施形態において、エッジ点 P を抽出する物体は所定の静止物に限定されず、隣接する走行レーンを低速で走行する他車両、又は歩行者であってもよい。例えば、低速で走行する物体から抽出したエッジ点 P に基づいて地図上の自車位置 CP を特定する場合、ECU20 は、物体から抽出されたエッジ点 P により算出される物体の相対位置の変化に車速センサ 35 の出力を加えて、自車両の第 1 の移動量を算出する。そして、算出した第 1 の移動量に基づいて、地図上の自車位置を特定する。

【0081】

ECU20 が参照する地図は、この ECU20 に接続された外部メモリ 45 に記録されている以外にも、ネットワークを経由して不図示のサーバーからダウンロードするものであってもよい。また、ECU20 が I/F を介してスマートフォン等の端末にアクセスできる場合に、この端末を介して地図を取得するものであってもよい。

【符号の説明】

【0082】

21 ... 物体認識部、22 ... 特徴点抽出部、23 ... 移動量算出部、24 ... 信頼度設定部、25 ... 補正值算出部、26 ... 第 1 位置特定部、27 ... 第 2 位置特定部、33 ... 第 1 撮像部

10

20

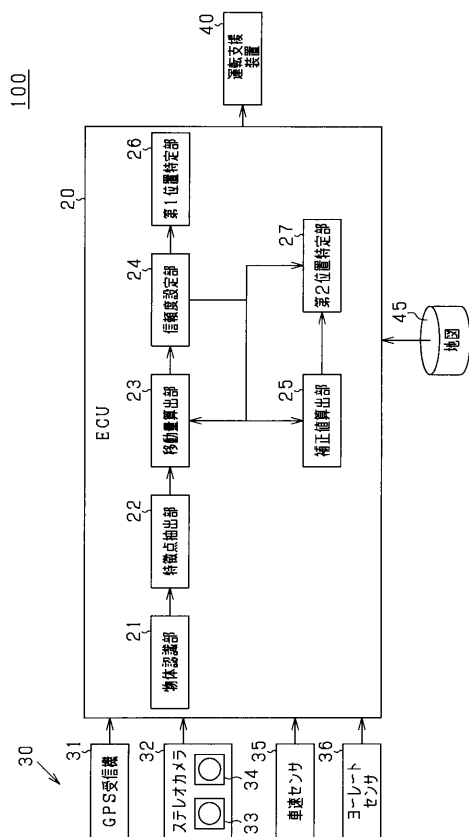
30

40

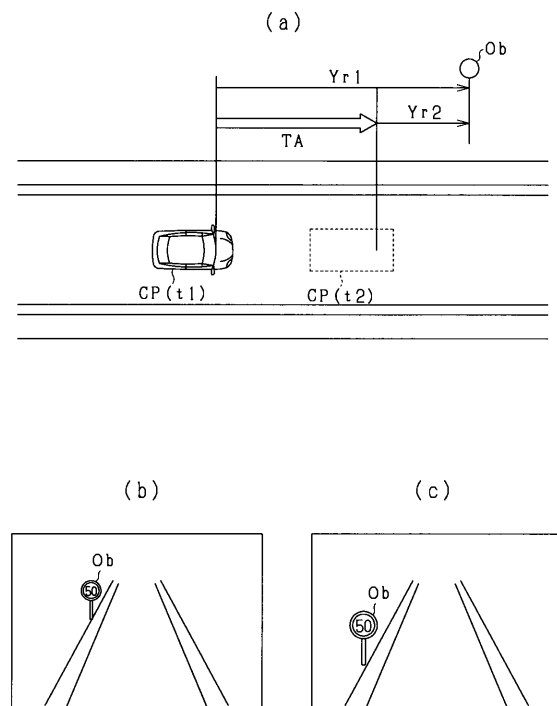
50

、 3 4 ... 第 2 撮像部、 C P ... 自車位置、 C S ... 自車両。

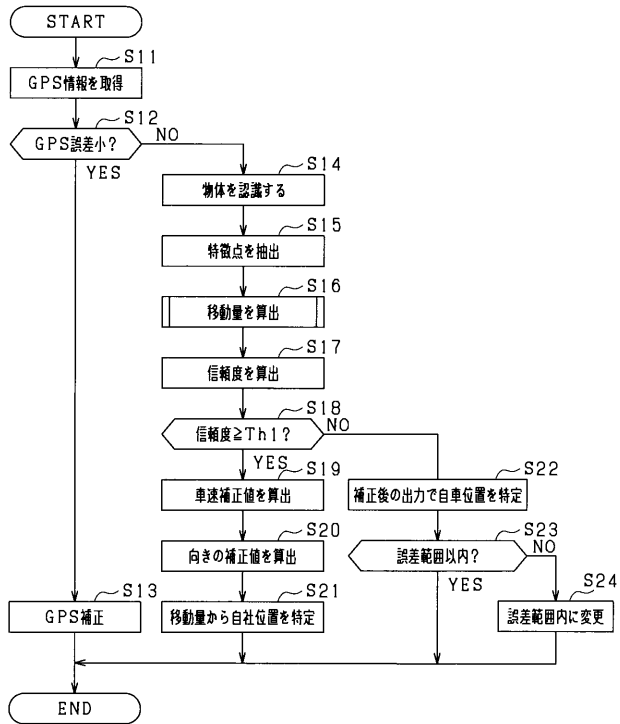
【図 1】



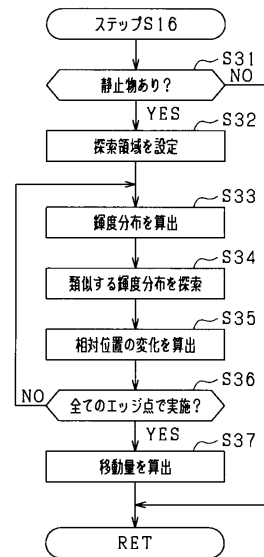
【図 2】



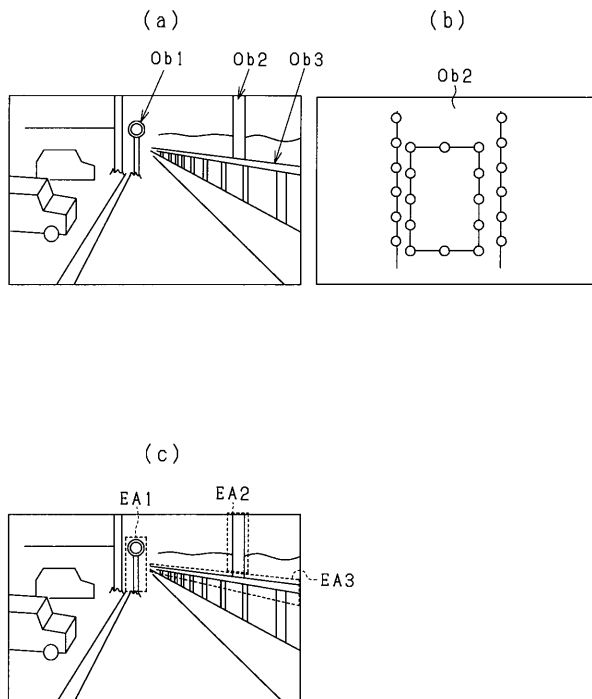
【図 3】



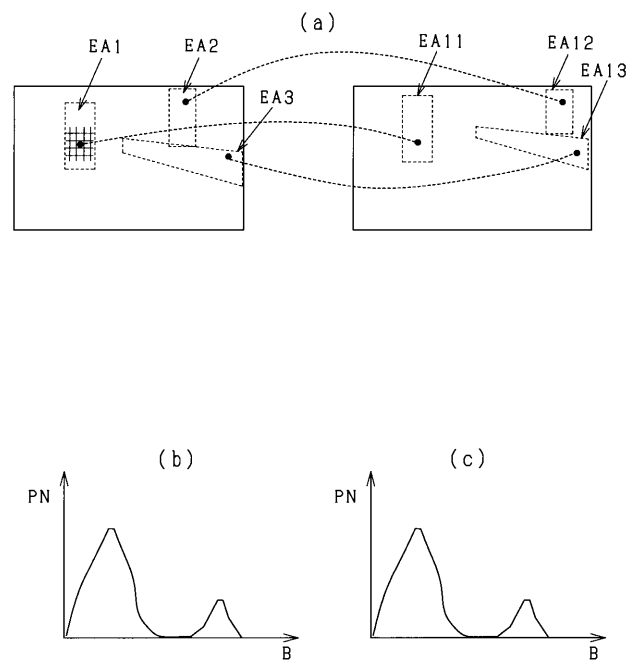
【図 4】



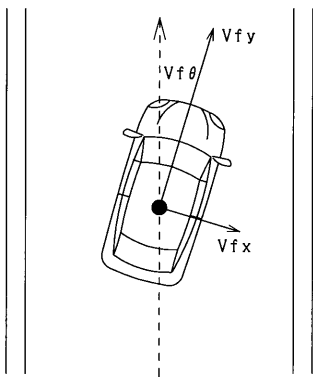
【図 5】



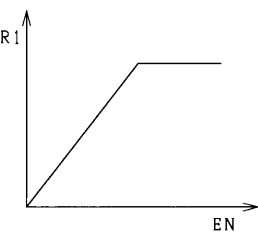
【図 6】



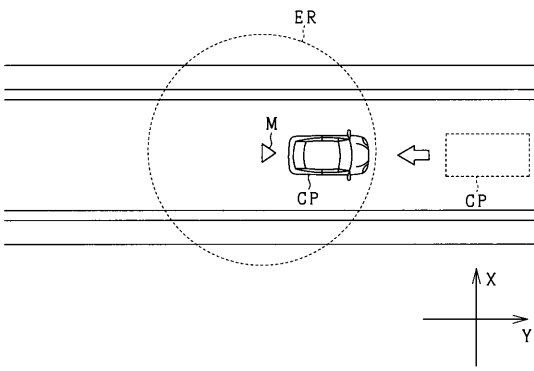
【図 7】



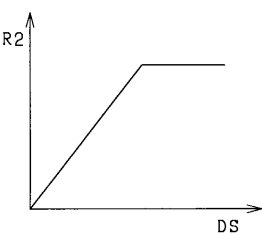
【図 8】



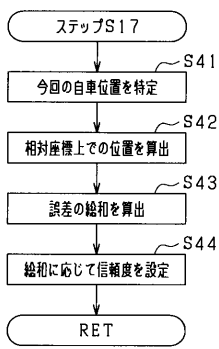
【図 9】



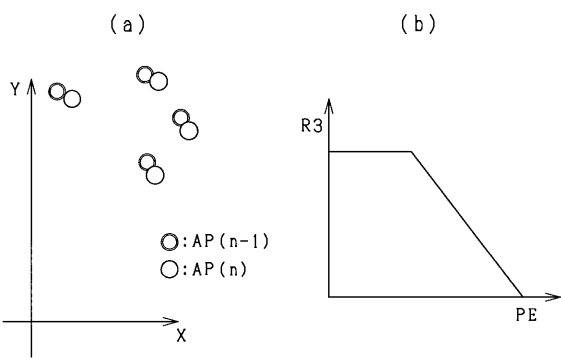
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

- (72)発明者 立石 宏次郎
愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内
- (72)発明者 川崎 直輝
愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内
- (72)発明者 鈴木 俊輔
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 水野 広
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 式町 健
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
- F ターム(参考) 2F129 AA03 BB03 BB15 BB20 BB23 BB33 EE43 EE95 GG17 HH12
5B057 AA16 CA08 CA13 CA16 CF05 CH20 DA07 DB03 DB09 DC03
DC08 DC14 DC16 DC23 DC32 DC36
5L096 AA09 BA04 CA05 FA06 FA32 FA35 FA52 FA66 FA67 FA69
GA08 GA51 HA04 JA03 JA11 JA16 MA07