

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 12 月 15 日(15.12.2016)

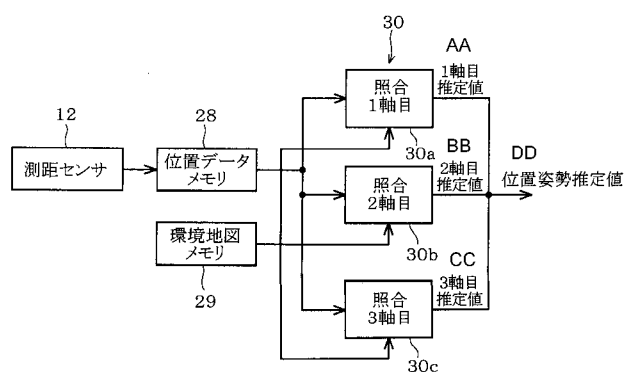


(10) 国際公開番号
WO 2016/199338 A1

- (51) 国際特許分類:
G01C 15/00 (2006.01) *G05D 1/02* (2006.01)
G01C 21/30 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/002189
- (22) 国際出願日: 2016 年 4 月 26 日(26.04.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-119298 2015 年 6 月 12 日(12.06.2015) JP
特願 2015-251499 2015 年 12 月 24 日(24.12.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 三木 彰(MIKI, Akira); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 金 順姫(KIN, Junhi); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦 2 丁目 1 3 番 1 9 号 瀧定ビル 6 階 Aichi (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: MOVING BODY POSITION AND ORIENTATION ESTIMATION DEVICE AND AUTONOMOUS DRIVING SYSTEM FOR MOVING BODY

(54) 発明の名称: 移動体の位置姿勢推定装置及び移動体の自律走行システム



- 12 Distance measurement sensor
28 Position data memory
29 Environment map memory
30a First axis comparison
30b Second axis comparison
30c Third axis comparison
AA First axis estimation value
BB Second axis estimation value
CC Third axis estimation value
DD Position and orientation estimation value

(57) Abstract: In a moving body position and orientation estimation device according to the present invention, a plurality of movement candidates indicating positions and orientations that are possible at a second detection time after a prior first detection time are set on the basis of an environment map consisting of sensing data at the first detection time. A comparison unit (30) estimates a movement candidate having the highest evaluation value by comparing sensing data at the second detection time and the movement candidates and specifies the amount of position and orientation change for reaching the position and orientation indicated by the movement candidate having the highest evaluation value from the position and orientation indicated by the environment map. In this case, divided comparison units (30a-30c) composing the comparison unit estimate the movement candidate having the highest evaluation value by changing a first variable that is different for each divided comparison unit while keeping a second variable that is a different variable fixed.

(57) 要約:

[続葉有]

移動体の位置姿勢推定装置に於いて、前回の第1検出時点でのセンシングデータである環境地図に基づいて次の第2検出時点で可能となる位置姿勢を示す複数の運動候補を設定する。照合部(30)は、第2検出時点でのセンシングデータと運動候補のそれぞれとを照合することにより最大評価値となる運動候補を推定し、環境地図が示す位置姿勢から最大評価値の運動候補が示す位置姿勢に至る位置姿勢変化量を特定する。この場合に、照合部を構成する複数の分割照合部(30a~30c)は、互いに異なる第1変数を変化させる一方、他の変数である第2変数は固定しておき、最大評価値となる運動候補を推定する。

明 細 書

発明の名称：

移動体の位置姿勢推定装置及び移動体の自律走行システム

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2015年6月12日に出願された日本出願番号2015-119298号と、2015年12月24日に出願された日本出願番号2015-251499号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、環境地図に基づいて設定した運動候補とセンシングデータとを照合することにより移動体の現在の位置姿勢を推測する移動体の位置姿勢推定装置及び移動体の自律走行システムに関する。

背景技術

[0003] 車両やロボット等の移動体の現在の位置姿勢を推定する際には、一般的には、前回の検出時点からの移動体の位置姿勢変化量として位置（ x ， y ）と姿勢 θ の3種類の変数（ x ， y ， θ ）を特定する必要がある。この3種類の変数の変化量を求めるには、外部環境に対する移動体の相対的な位置姿勢を例えば測距センサにより検出し、測距センサから取得したセンシングデータと前回の検出時点でのセンシングデータである環境地図との照合を実施する。

[0004] 照合方法としては、環境地図に基づいて次の検出時点での移動体の位置姿勢を示す運動候補を設定し、その運動候補とセンシングデータとを照合することで行われる。運動候補は次の検出時点で可能となる位置姿勢であり、環境地図を所定の（ x ， y ）だけ並行移動させると共に所定の θ だけ回転させて設定する。このような照合を運動候補の数だけ実施し、照合精度を示す評価値が最大となる運動候補を推定することで現在の位置姿勢を特定する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：JP 2009-109200 A

発明の概要

[0006] 上記のような照合方法により最大評価値となる運動候補を推定する場合、運動候補が3種類の変数（ x ， y ， θ ）から構成されるため、環境地図に基づいて設定する運動候補の数が膨大となり、照合の処理量が大きいという課題がある。

[0007] このような課題に対して、特許文献1では、環境地図を作成する対策と位置姿勢を推定する対策とを分離し、位置姿勢を推定する対策での処理量を減らす方法を提案している。また、環境地図の作成では、センシングデータに基づいて有効画素のみ抽出しているため、位置姿勢を推定する対策では、無効画素の判定を省略することで照合の処理量を低減している。

[0008] しかしながら、特許文献1では、全ての運動候補と照合する必要があるため、照合の処理時間が膨大になる欠点がある。また、処理量に関しても、環境地図を作成する処理では、無効画素を判定する処理が存在するため、それらのデータ処理を含めた全体の処理量を大きく低減することはできない。さらに、環境地図の作成を外部のコンピュータで実施して通信により取得する構成なので、外部のコンピュータとの通信時間が発生し、この点でも処理時間を要する。

[0009] 本開示の目的は、環境地図に基づいて設定した運動候補とセンシングデータとを照合することにより移動体の現在の位置姿勢を推測する場合に、移動体の位置姿勢を推定するまでの処理時間を大幅に低減することができる移動体の位置姿勢推定装置及び移動体の自律走行システムを提供することにある。

[0010] 本開示の一つの観点によれば、移動体の位置姿勢推定装置は、検出部、記憶部、運動候補設定部、照合部、推定値出力部、とを備えるように構成される。検出部は、所定の連続する検出時点の各時点で外部環境に対する移動体の相対的な位置姿勢を示す複数の変数から構成されるセンシングデータを検出する。記憶部は、前回の検出時点である第1時点のセンシングデータを複

数の変数から構成される第1時点に対応する環境地図として記憶する。運動候補設定部は、第1時点に対応する環境地図に基づいて、第1時点の次の検出の時点である第2時点で移動体が可能となる位置姿勢を示す、各々が複数の変数から構成される複数の運動候補を設定する。照合部は、第2時点でのセンシングデータと運動候補のそれぞれとを照合し、照合精度を示す評価値が最大である最大評価値となる最大評価運動候補を推定する。推定値出力部は、第1時点に対応する環境地図が示す位置姿勢から最大評価運動候補が示す位置姿勢に至る変化量を位置姿勢推定値として出力する。さらに、照合部は、複数の分割照合部から構成される。分割照合部の各々は、運動候補を構成する複数の変数の内、少なくとも一つを第1変数として選択し、その他全てを第2変数として選択し、ここで、分割照合部の各々が選択する第1変数は互いに異なるように選択されている。分割照合部の各々は、第2変数として所定の初期値を固定値として設定し変化させない状態で第1変数を変化させて評価値を求めることにより最大評価値となる第1変数を推定する。推定値出力部は、分割照合部がそれぞれ推定した最大評価値となる第1変数を位置姿勢推定値として出力する。

[0011] 上記の構成によれば、位置姿勢推定値を累積して合算することで車両の走行軌跡を特定することができる。

図面の簡単な説明

[0012] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。

[図1]第1実施形態における自律走行システムを示す機能ブロック図

[図2]測距センサ部を示す機能ブロック図

[図3]照合部の構成を示す機能ブロック図

[図4]外部環境に対する測距センサの位置姿勢を示す図

[図5]センシングデータと環境地図との関係を示す図

[図6A]最大評価値となる運動候補を推定する第1実施形態における手順を示す図

[図6B]最大評価値となる運動候補を推定する手順を示す比較例を示す図

[図7] $\times 1$ を中心とする正規分布を示す図

[図8]センシングデータと環境地図との照合手順を示す図

[図9]第2実施形態における照合部の構成を示す機能ブロック図

[図10]第3実施形態における照合部の構成を示す機能ブロック図

[図11]第4実施形態における照合部の構成を示す機能ブロック図

[図12A]最大評価値となる運動候補を推定する手順を示す図（その1）

[図12B]最大評価値となる運動候補を推定する手順を示す図（その2）

[図12C]最大評価値となる運動候補を推定する手順を示す図（その3）

[図13]バイナリサーチの手順を示す図

[図14]第5実施形態における照合部の構成を示す機能ブロック図

[図15]運動候補と評価値との関係を示す図

[図16]運動候補と評価値との関係を示す図

[図17]推定値を確定する方法を示すフローチャート

[図18]第6実施形態における照合部の構成を示す機能ブロック図

[図19]第7実施形態における照合部の構成を示す機能ブロック図

[図20A]最大評価値となる運動候補を推定する手順を示す図（その1）

[図20B]最大評価値となる運動候補を推定する手順を示す図（その2）

[図20C]最大評価値となる運動候補を推定する手順を示す図（その3）

[図21A]第8実施形態における最大評価値となる運動候補を推定する手順を示す図（その1）

[図21B]第8実施形態における最大評価値となる運動候補を推定する手順を示す図（その2）

[図21C]第8実施形態における最大評価値となる運動候補を推定する手順を示す図（その3）

[図22A]第9実施形態における最大評価値となる運動候補を推定する手順を示す図（その1）

[図22B]第9実施形態における最大評価値となる運動候補を推定する手順を示す図（その2）

す図（その２）

[図22C]第 9 実施形態における最大評価値となる運動候補を推定する手順を示

す図（その３）

[図23]第 1 0 実施形態における照合部の構成を示す機能ブロック図

[図24]第 1 1 実施形態における照合部の構成を示す機能ブロック図

[図25]第 1 2 実施形態における照合部の構成を示す機能ブロック図

[図26]運動候補と評価値との関係を示す図

[図27]評価値分布の立上りまたは立下りの傾斜角度を求めるための方法を示す図

発明を実施するための形態

[0013] （第 1 実施形態）

第 1 実施形態について図 1 から図 8 を参照して説明する。

[0014] 図 1 に示すように、車両には自律走行システム 1 が搭載されている。この車両は、搭載車、当該車、あるいは自車(Host Vehicle)とも言及される。自律走行システム 1 は、位置姿勢推定装置を構成する外部環境取得部 2、走行環境認識部 3 及びインフラ情報保存部 4 と、自律走行装置を構成する行動選択部 5、車両制御部 6 及び経路計画部 7 とから構成されている。尚、本開示において、自律走行システム 1 を構成する上記の各部は、後述するように、さらに分割されて構成される部、あるいは組合わさって構成される部として提供される。これらの部の各々は、(i)ハードウェアユニット（例えば、CPU、RAM、ROM等を含むコンピュータ）と組み合わせたソフトウェアの部として、あるいは(ii)ハードウェア（例えば、集積回路、配線論理回路）の部として、関連する装置の機能を含みあるいは含まずに実現できる。さらに、ハードウェアの部は、マイクロコンピュータの内部に含まれることもできる。

[0015] 外部環境取得部 2 は、画像撮像部 8、距離算出部 9、速度検出部 10 及び方向検出部 11 から構成されている。

[0016] 画像撮像部 8 及び距離算出部 9 は、図 2 に示す測距センサ部 12（検出部

に相当)の要部を構成するものである。画像撮像部8は発光部13及び受光部14から構成されており、車両の前方方向を中心として扇状の水平方向に首振り運動するようになっている。発光部13はレーザ光をパルス状に照射し、受光部14は、検出領域に位置する外部環境で反射した発光部13からのレーザ光を受光する。距離算出部9は、発光部13がレーザ光を照射してから受光部14が受光するまでの時間差を計測し、その時間差に基づいて算出した外部環境までの距離を首振り角度に対応して距離画像メモリ15に記憶する。距離画像メモリ15は、距離と首振り角度とを対応付けた距離データを出力する。受光部14による受光強度は、首振り角度に対応して強度画像メモリ16に記憶される。強度画像メモリ16は、受光強度と首振り角度とを対応付けた画像データを出力する。この画像データは、距離画像メモリ15から出力される距離データの信頼性を判定するために参照される。

[0017] 速度検出部10は、車両に搭載された速度センサから出力される速度信号に基づいて車両速度を検出する。方向検出部11は、車両に搭載された角度センサから出力される角度信号に基づいて車両の旋回角度を検出する。

[0018] インフラ情報保存部4は、地図情報保存部17及び交通情報保存部18から構成されている。地図情報保存部17は、車両が走行可能な道路を示す地図情報を例えば地図情報センタから受信して保存する。交通情報保存部18は、道路の混雑情報や事故情報等の交通情報を例えば交通情報センタから受信して保存する。尚、情報は、不可算名詞のみならず、可算名詞としても使用される。複数の情報は、複数の情報項目と同等である。

[0019] 走行環境認識部3は、自車位置推定部19、走行可能領域認識部20、障害物認識部21及び道路標識認識部22から構成されている。自車位置推定部19は、本開示が適用される主要部であり、後述する。走行可能領域認識部20は、画像データや距離データから得られた外部環境である静止物と自車位置推定部19が推定した自車位置との間の距離を演算することで静止物情報を求め、その静止物情報に基づいて車両の走行可能領域である走行レーンを認識する。障害物認識部21は、画像データや距離データや静止物情報

から車両の周囲に位置する移動体を検出して追跡することにより、移動体の種別を推定したり移動速度を推定したりする。

[0020] 道路標識認識部 22 は、画像データや地図データのような外部環境取得部 2 が取得した情報に基づいて道路標識を認識する。

[0021] 行動選択部 5 は、レーンキープ部 23、レーンチェンジ部 24 及び障害物回避部 25 から構成されている。レーンキープ部 23 は、走行可能領域認識部 20 が認識した走行レーンを走行したり、前方車両が走行している場合には当該前方車両に追従して走行したりする走行行動を実施する。レーンチェンジ部 24 は、前方車両や後方車両への危険回避行動を実施する。障害物回避部 25 は、レーン上に障害物が存在する場合等に危険を判断し、回避行動を実施する。

[0022] 経路計画部 7 はグローバル経路探索部 26 からなり、目的地を設定すると共に、当該目的地に至る経路を設定する。つまり、地図情報保存部 17 に保存されている地図情報と、交通情報保存部 18 に保存されている交通情報とに基づいて、現在位置から目的地に至るまでの経路を設定する。目的地に至る経路は、所定間隔毎のグリッド毎に経路コストを計算し、経路コストの合計が最小となる経路を設定する。

[0023] 車両制御部 6 はアクチュエータ駆動部 27 からなり、行動選択部 5 による結果を、アクセル、ブレーキ、ステアリング等に反映することで自律走行動作を実施する。

[0024] さて、本開示は、走行環境認識部 3 を構成する自車位置推定部 19 に関することから、以下、自車位置推定部 19 について詳述する。

[0025] 自車位置推定部 19 は、図 3 に示すように、位置データメモリ 28（記憶部に相当）、環境地図メモリ 29 及び照合部 30（照合機とも言及される）から構成されている。照合部 30 は運動候補設定部、運動候補設定機、推定値出力部、推定値出力機に相当する。更に、推定値出力機は、推定値提供機とも言及される。測距センサ部 12 は、図 4 に示すように、車両の前方方向を基準として所定の検出領域（車両の前方方向に対して例えば $-60^{\circ} \sim 6$

0°)内に位置する外部環境に対する車両の相対的な位置姿勢を示すセンシングデータを位置データメモリ28に記憶する。この場合、検出領域に位置する外部環境に対する車両の相対的な位置は(x , y)で示すことができる一方、外部環境に対する車両の相対的な姿勢は回転角 θ で表すことができることから、センシングデータは(x , y , θ)で表すことができる。このように位置データメモリ28にセンシングデータが記憶される場合は、当該センシングデータは環境地図として環境地図メモリ29にも記憶される。測距センサ部12は、測距ディテクタとも言及される。

[0026] 照合部30は、環境地図メモリ29に記憶された環境地図(即ち、前回の検出時点である第1時点のセンシングデータ)に基づいて第1時点の次の検出時点である第2時点において可能となる位置姿勢を示す変数から構成される複数の運動候補(x , y , θ)を設定する。そして、次の検出時点である第2時点となった場合は、位置データメモリ28に新たに記憶される第2時点でのセンシングデータと、第2時点において可能となると設定されたそれぞれの運動候補とを照合する。言い換えると、第1時点のセンシングデータから、次の第2時点での位置姿勢を運動候補として設定し、この運動候補を、第2時点で新たに得られたセンシングデータと照合することとなる。

[0027] 照合部30が運動候補を設定するには、環境地図を構成する3種類の変数(x , y , θ)をそれぞれ変化させることにより運動候補を設定する。この運動候補は、次の検出時点で可能となる位置姿勢範囲で設定される。そして、今回の検出時点でのセンシングデータと運動候補とを照合し、環境地図が示す位置姿勢から最大評価値の運動候補が示す位置姿勢に至る位置姿勢変化量を位置姿勢推定値(以下、推定値)として特定する。つまり、図5に示す環境地図に推定値を合算するとセンシングデータとなることから、センシングデータと運動候補とを照合することで推定値を特定することが可能となる。

[0028] さて、運動候補を空間座標の3軸に割り当てると、比較例の図6Bに丸印で示すように、運動候補を立体的に表すことができる。このように設定した

運動候補の中にセンシングデータと一致または近似する最大評価値の運動候補が存在し、環境地図が示す位置姿勢から最大評価値の運動候補が示す位置姿勢に至る位置姿勢変化量が推定値ということになる。

[0029] ところで、従来手法の推定値の推測方法では、センシングデータと、比較例の図6Bに丸印で示す全ての運動候補とを3次元的に照合していたことから、推定値を特定するまでの処理時間が長いという課題がある。

[0030] また、次の検出時点での位置姿勢を推測し、推測した位置姿勢を中心として運動候補と照合するのが望ましいものの、本実施形態のように次の検出時点での位置姿勢を推定しない構成の場合は、環境地図を初期値として設定することになる。

[0031] 即ち、運動候補を構成する3種類の変数の内、 x 以外の2種類の変数 y 、 θ に関して、初期値として $y_0 = 0$ 、 $\theta_0 = 0^\circ$ と設定して y と θ を固定すると、変数は x のみとなる。 $x = x_1$ が最大評価値と仮定すると、 x の運動候補は、 x を横軸、評価値を縦軸で示すと、図7に実線で示すように、 $x = x_1$ の評価値が最大となり、 $x = x_1$ から離間するにしたがって評価値が減少する正規分布を示すようになる。

[0032] ここで、運動候補の探索範囲に位置するように横軸に平行な第2横軸を想定すると、第2横軸上の運動候補も $x = x_1$ が最大評価値となる正規分布を示すようになる。これは、 $x = x_1$ を中心として評価値が正規分布を示していることから、第2横軸が評価値の正規分布領域を通過する場合には、図7に点線で示すように、第2横軸上の運動候補も $x = x_1$ が最大評価値となる正規分布を示すようになる。従って、初期値として $y = y_0$ 、 $\theta = \theta_0$ （第2変数）を設定することにより、本実施形態においては、図6Aに示すように、最大評価値となる運動候補 $x = x_1$ （第1変数）を求めることができる。同様にして、初期値として $x = x_0$ 、 $\theta = \theta_0$ （第2変数）を設定することにより、最大評価値となる運動候補 $y = y_2$ （第1変数）を求めることができる。さらに、初期値として変数 $x = x_0$ 、 $y = y_0$ （第2変数）を設定することにより、最大評価値となる運動候補として $\theta = \theta_3$ （第1変数）を求めることができる。

。そして、以上のようにしてそれぞれ求めた最大評価値となる運動候補 (x_1 , y_2 , θ_3) (最大評価値となる第1変数) を推定値 (x_1 , y_2 , θ_3) として特定することができる。

[0033] このような推定方法を実現するために、照合部30は、照合部1軸目30a、照合部2軸目30b及び照合部3軸目30cから構成されており、1次元的に運動候補と照合するようになっている。1軸目は x に対応し、2軸目は y に対応し、3軸目は θ に対応する。 x , y に関しては、その単位は距離となる。 θ に関しては、その単位は角度 ($-60^\circ \sim +60^\circ$) となる。

[0034] 説明の簡略化のために、図8に示すように、各軸の運動候補が3個ずつ設定されているものとして説明する。

[0035] 照合部1軸目30aは、初期値として $y=0$ 、 $\theta=0^\circ$ を設定することで、照合対象となる運動候補を x のみを変数とする1次元として評価値を判定する。図8に示す例では、 $x=1$ 、 $x=0$ 、 $x=-1$ の評価値を判定している。この場合、 $x=0$ のときに最大評価値となることから、1軸上で最大評価値となる運動候補は $x=0$ であると推定する。

[0036] 照合部2軸目30bは、 $x=0$ 、 $\theta=0^\circ$ を設定することで、照合対象となる運動候補を y のみを変数とする1次元として評価値を判定する。図8に示す例では、 $y=1$ 、 $y=0$ 、 $y=-1$ の評価値を求めている。この場合、 $y=0$ のときに最大評価値となることから、2軸上で最大評価値となる運動候補は $y=0$ であると推定する。

[0037] 照合部3軸目30cは、 $x=0$ 、 $y=0$ を設定することで、照合対象となる運動候補を z のみを変数とする1次元として評価値を判定する。図8に示す例では、 $\theta=90^\circ$ 、 $\theta=0^\circ$ 、 $\theta=-90^\circ$ の評価値を判定している。この場合、 $\theta=-90^\circ$ のときに最大評価値となることから、3軸上で最大評価値となる運動候補は $\theta=-90^\circ$ であると推定する。

[0038] 以上のようにして、各照合部1～3軸目（以下、分割照合部あるいは分割照合機とも言及される）30a～30cにより、最大評価値となる運動候補として $x=0$ 、 $y=0$ 、 $\theta=-90^\circ$ を推定したことから、位置姿勢変化量

を示す推定値として（0， 0， -90° ）を特定する。

[0039] 要するに、各軸に対応した運動候補が図8に示すような場合、従来の手法では各軸の全ての運動候補を3次元的に組み合わせた数である27（ $=3 \times 3 \times 3$ ）回だけセンシングデータと運動候補とを照合する必要があったが、本実施形態では、1次元的に組み合わせた9（ $=3 + 3 + 3$ ）回で済み、センシングデータと運動候補との照合回数を減少させて処理時間を大幅に低減することができる。この場合、従来の手法では、運動候補の数が照合回数となることから、運動候補が多くなる程、それだけ処理時間の低減効果が大きくなると言える。

[0040] 尚、最大評価値となる運動候補が複数存在した場合、その数が奇数個の場合は中央の値（例えば5個の場合は3番目）、偶数個の場合は中央側の値（例えば6個の場合は3番目か4番目）の運動候補を推定値とする。これは、評価値は最大評価値を中心として正規分布していることから、正規分布の中央に位置する運動候補となる程、最大評価値の信頼性が高くなるからである。

[0041] そして、上述のような処理を繰り返すことにより車両の走行軌跡を特定することができるので、車両の出発位置における絶対的な位置姿勢（緯度、経度、進行方位）に基づいて現在の絶対的な位置姿勢（緯度、経度、進行方位）を特定することができる。

[0042] このような実施形態によれば、次のような効果を奏することができる。

[0043] 照合部30は、前回の検出時点でのセンシングデータである環境地図に基づいて次の検出時点で可能となる位置姿勢を示す複数の変数から構成される運動候補を3次元的に設定し、センシングデータと運動候補とを照合することにより最大評価値となる運動候補を推定し、環境地図が示す位置姿勢から最大評価値の運動候補が示す位置姿勢に至る位置姿勢変化量を示す推定値を特定する場合に、2種類の変数を固定して1種類の変数のみを変化させることで最大評価値となる運動候補を1次元的に推定するようにしたので、全ての運動候補と3次元的に照合する構成に比較して、最大評価値となる運動候

補を推定するまでの処理時間を大幅に低減することができる。

[0044] 前回の検出時点でのセンシングデータである環境地図のみを記憶すれば良いことから、多数の環境地図を記憶する構成に比較して、環境地図メモリ 29 の記憶容量を大幅に削減できる共に環境地図を記憶したり読出したりするのに要する時間を大幅に低減することができる。

[0045] (第 2 実施形態)

第 2 実施形態について図 9 を参照して説明する。第 1 実施形態では、分割照合部 30 a ~ 30 c において、2 種類の変数を固定し、1 種類の変数の評価値を求めたが、本実施形態では、1 種類の変数を固定し、2 種類の変数の評価値を求めることを特徴とする。

[0046] 図 9 に示すように、第 1 実施形態の照合部 1 軸目 30 a、照合部 2 軸目 30 b に代えて、それらを統合した照合部 1 軸目・2 軸目 30 d (分割照合部に相当) が設けられている。照合部 1 軸目・2 軸目 30 d は、運動候補との照合を 2 次元的に行うものである。

[0047] 即ち、2 種類の変数 (x, y) は車両の位置を 2 次元的に示すものであり、互いに関連するものであることから、1 種類の変数毎に照合するのに比較して、2 種類の変数 (x, y) を組み合わせて 2 次元的に照合する方が推定値の精度が高くなると言える。

[0048] そこで、初期値として $\theta = 0^\circ$ と設定し、x, y の 2 種類の変数の評価値を求めるようにした。この場合、照合部 1 軸目・2 軸目 30 d が照合する運動候補は 3×3 の 9 個であることから、照合回数は 9 回となり、照合部 3 軸目 30 c の照合回数の 3 回を加えると全体の照合回数は 12 回となる。これにより、第 1 実施形態の照合回数よりも増加することになるものの、従来の照合回数に対しては低減することができる。

[0049] このような実施形態によれば、運動候補を構成する変数の内、複数の変数の組み合わせを考慮しないと推定値の精度が低下するような場合に、推定精度が低減することを抑制しながら、第 1 実施形態と同様に、推定値を特定するまでの処理時間を低減することができる。

[0050] (第3実施形態)

第3実施形態について図10を参照して説明する。本実施形態は、照合部30で特定した推定値を初期値として照合部30に再設定することを特徴とする。

[0051] 初期値としては、次の検出時点での位置姿勢に極力近い値を設定することが重要である。つまり、初期値が次の検出時点での位置姿勢に近い程、正規分布の精度が高くなり、特定した推定値 (x_1 , y_2 , θ_3) の精度が高くなるからである。

[0052] そこで、図10に示すように、分割照合部30a~30cから出力される推定値を初期値として分割照合部30a~30c再設定するようにした。この場合、分割照合部30a~30cは、環境地図メモリ29に記憶されている環境地図を1回目の初期値として設定することで推定値を特定すると共に、初期値に対応する分割照合部30a~30cからの推定値を2回目の初期値として再設定するようになっている。

[0053] このような実施形態によれば、初期値に対応する分割照合部30a~30cからの推定値を初期値として再設定するようにしたので、次の検出時点での位置姿勢により近い値を初期値として設定でき、分割照合部30a~30cによる推定値の精度を高めることができる。尚、初期値の再設定を2回以上行うようにしても良い。

[0054] (第4実施形態)

第4実施形態について図11から図13を参照して説明する。第1実施形態では、初期値として環境地図を設定したが、本実施形態では、カルマンフィルタ、パーティクルフィルタ等の時系列フィルタによる予測値を初期値として設定することを特徴とする。

[0055] 上述したように、初期値としては、次の検出時点での位置姿勢に極力近い値を設定することが重要である。

[0056] そこで、本実施形態では、次の検出時点での位置姿勢を時系列フィルタで予測するようにした。尚、時系列フィルタについては特徴がないことから、

その説明は省略する。

[0057] 図 1 1 に示すように、自転車位置推定部 1 9 には、照合部 3 0 の後段に時系列フィルタ部 3 1 が設けられている。この時系列フィルタ部 3 1 は、分割照合部 3 0 a ~ 3 0 c からの推定値を入力するように設けられており、入力した過去の推定値を時系列に記憶している。このような時系列的な推定値は統計情報であることから、その統計情報からノイズを除去することで車両の動きを精度良く予測（旋回時は加速度運動を想定）可能となる。つまり、図 1 2 A, 図 1 2 B, 図 1 2 C に示すように、次の検出時点での位置姿勢を精度良く推定することができる。

[0058] ここで、図 1 3 に示すように、運動候補の探索範囲は、時系列フィルタ部 3 1 による予測値を中心とした所定範囲に制限することが有効であることから、車両の加減速の限界値である 9.8 m/s^2 若しくは走行結果から求めた最大の変化幅に設定する。このように探索範囲を制限することにより、最大評価値となる運動候補を探索するまでの処理時間を低減することができる。

[0059] さらに、最大評価値となる運動候補を求める場合、センシングデータを探索範囲の全ての運動候補と照合する必要はなく、最大評価値となる運動候補をバイナリサーチにより検出することで処理時間の一層の低減化を図ることができる。

[0060] 具体的には、時系列フィルタ予測値が図 1 3 に示す a であった場合、a の右側か左側のいずれかに最大評価値となる運動候補が存在することになる。a の右側に最大評価値となる運動候補が存在すると仮定し、時系列フィルタ予測値から所定値だけ加算した b で示す運動候補を評価する。この場合、評価値が減少することから、最大評価値となる運動候補は a の右側には存在せず、左側に存在すると判断し、a から所定値だけ減算した c で示す運動候補を評価する。この場合、評価値が上昇することから、最大評価値はさらに左側に存在する可能性があるとして判断し、さらに所定値だけ減算した d で示す運動候補を評価する。評価値がさらに上昇することから、最大評価値となる運動候補は a の左側に存在する可能性があるとして判断し、さらに所定値だけ減算

した e で示す運動候補を評価する。今度は評価値が減少することから、最大評価値となる運動候補は e よりも右側から c までの範囲に存在すると判断し、まず、c と d の中間となる f で示す運動候補を評価する。すると、d の評価値よりも低下することから、最大評価値となる運動候補は d と e との中間に存在すると判断し、d と e との中間となる g で示す運動候補を評価する。

[0061] 以上のようにして運動候補の探索範囲を徐々に制限し、探索範囲が所定の限界値以下となった場合、若しくは探索を指定回数実行した場合に最大評価値となる運動候補を探索して推定値として出力する。

[0062] このような実施形態によれば、時系列フィルタ部 31 による予測値を初期値として設定するようにしたので、推定値の精度を高めることができる。

[0063] 運動候補の探索範囲を時系列フィルタ部 31 による予測値を中心とした所定範囲に制限すると共に最大評価値となる運動候補をバイナリサーチにより検出するようにしたので、最大評価値となる運動候補を探索するまでの処理時間を一層低減することができる。

[0064] (第 5 実施形態)

第 5 実施形態について図 14～17 を参照して説明する。実際の走行シーンでは、アクセル制御やステアリング操作により自車の動きが変動し、周辺環境にある静止物の配置も動的に変動するため、その変動に対応するのが望ましい。しかし、上記の第 3 及び第 4 実施形態では、分割照合部 30a～30c に対して推定値を初期値として再設定するループ回数は固定されており、変動に対して適切に対応できないことが予測される。

[0065] そこで、本実施形態は、分割照合部 30a～30c に対して推定値を初期値として再設定するループ回数を変動可能としたことを特徴とし、そのための対策として、図 14 に示すように再設定制御部 32 を設けた。この再設定制御部 32 は、分割照合部 30a～30c から推定値及びその評価値を入力し、それらに基づいて初期値を再設定するか否かを判断し、初期値を再設定すると判断した場合は、初期値を分割照合部 30a～30c に再設定するものである。

[0066] 初期値を再設定するか否かの判断方法について説明する。図 15 に示すような運動候補に対する評価値分布が得られた場合、軸毎に収束回数は異なるものの、初期値の再設定を繰り返すことにより図中に丸数字で示す順番で真値に向かって収束するものと考えられる。

[0067] ここで、図 16 に示すように、初期値を再設定した結果、得られた評価値の変動幅（図 16 中に示す Δ 評価値）が所定値内となれば、最大評価値となる運動候補であることを確定することができる。そこで、図 17 に示すように、分割照合部 30a ~ 30c において、評価値の変動幅が所定値を上回る場合は初期値を再設定し、全ての軸において評価値の変動幅が所定値内となった場合は、初期値の再設定を終了して推定値を最終的に確定する。

[0068] このような実施形態によれば、最大評価値となる運動候補を特定するまで初期値を再設定するループ回数を変動可能としたので、初期値の再設定するループ回数が固定している構成に比較して、周囲環境の変動に対して動的に対応可能となり、推定値の精度を常に高めることができる。

[0069] （第 6 実施形態）

第 6 実施形態について図 18 を参照して説明する。本実施形態は、車両制御 ECU 33 からの位置姿勢情報に基づいて初期値を設定することを特徴とする。

[0070] 図 18 に示すように、照合部 30 は、車両制御 ECU 33（情報出力部、制御部に相当）から車両速度及び回転角に基づく位置姿勢情報が入力するようになっており、入力した位置姿勢情報を初期値として設定するようになっている。尚、情報出力部は、情報出力機、情報提供部、情報提供機とも言及される。

[0071] 即ち、照合部 30 は、車両制御 ECU 33 からの位置姿勢情報に基づいて次の検出時点での x 方向位置 $x = x_0$ 、 y 方向位置 $y = y_0$ 、回転角 $\theta = \theta_0$ を、分割照合部 30a ~ 30c に初期値として設定した状態で最大評価値となる運動候補を推測する。

[0072] このような実施形態によれば、車両制御 ECU 33 からの位置姿勢情報に

基づいて初期値を適切に設定することができるので、推定値の精度を高めることができる。

[0073] (第7実施形態)

第7実施形態について図19及び図20A、図20B、図20Cを参照して説明する。第1実施形態では、分割照合部30a～30cを並列動作するように構成したが、本実施形態では、分割照合部30a～30cを直列動作するように構成したことを特徴とする。

[0074] 図19に示すように、照合部1軸目30aは、位置データメモリ28からのセンシングデータと環境地図メモリ29からの環境地図とを入力する。照合部2軸目30bは、位置データメモリ28からのセンシングデータと環境地図メモリ29からの環境地図と照合部1軸目30aからの1軸目推定値とを入力する。照合部3軸目30cは、位置データメモリ28からのセンシングデータと環境地図メモリ29からの環境地図と照合部2軸目30bからの2軸目推定値とを入力する。この場合、分割照合部30a～30cにおいて、環境地図メモリ29からの環境地図と前段側からの推定値との両方が入力する場合には、初期値として前段側からの推定値を設定するようになっている。これは、前段側からの推定値の方が環境地図よりも精度が高いからである。

[0075] 図20Aに示すように、照合部1軸目30aは、初期値として環境地図による $y = y_0$ と $\theta = \theta_0$ とを設定して y と θ の運動候補を固定し、 x のみを変化させて最大評価値となる運動候補として $x = x_1$ を推定する。

[0076] 次に図20Bに示すように、照合部2軸目30bは、初期値として環境地図による $\theta = \theta_0$ と照合部1軸目30aからの1軸目推定値 x_1 とを設定して x と θ の運動候補を固定し、 y のみを変化させて最大評価値となる運動候補として $y = y_2$ を推定する。

[0077] 最後に図20Cに示すように、照合部3軸目30cは、初期値として照合部1軸目30aからの1軸目推定値 $x = x_1$ と照合部2軸目30bからの2軸目推定値 $y = y_2$ とを設定して x と y の運動候補を固定し、 θ のみを変化させ

て最大評価値となる運動候補として $\theta = \theta 3$ を推定する。

[0078] このような実施形態によれば、分割照合部 30 a ~ 30 c において、環境地図メモリ 29 からの環境地図と前段側からの推定値との両方が入力する場合は、前段側からの推定値を初期値として設定するようにしたので、環境地図を初期値として設定する場合に比較して、推定値の精度を高めることができる。

[0079] (第 8 実施形態)

第 8 実施形態について図 21 A, 図 21 B, 図 21 C を参照して説明する。本実施形態は、第 7 実施形態で示す照合部 30 に対して、環境地図メモリ 29 からの環境地図に代えて時系列フィルタ部 31 による予測値が入力することを特徴とする。この場合、分割照合部 30 a ~ 30 c において、時系列フィルタ部 31 による予測値と前段側からの推定値との両方が入力する場合は、初期値として前段側からの推定値を設定するようになっている。これは、前段側からの推定値の方が時系列フィルタ部 31 による予測値よりも精度が高いからである。

[0080] 図 21 A に示すように、照合部 1 軸目 30 a は、初期値として時系列フィルタ部 31 による予測値 $y = y_0$ 、 $\theta = \theta_0$ を設定して y と θ の運動候補を固定し、 x のみを変化させて最大評価値となる運動候補として $x = x_1$ を推定する。

[0081] 次に図 21 B に示すように、照合部 2 軸目 30 b は、初期値として時系列フィルタ部 31 による予測値 $\theta = \theta_0$ と照合部 1 軸目 30 a からの 1 軸目推定値 $x = x_1$ とを設定して x と θ の運動候補を固定し、 y のみを変化させて最大評価値となる運動候補として $y = y_2$ を推定する。

[0082] 最後に図 21 C に示すように、照合部 3 軸目 30 c は、初期値として照合部 1 軸目 30 a からの 1 軸目推定値 $x = x_1$ と照合部 2 軸目 30 b からの 2 軸目推定値 $y = y_2$ を設定して x と y の運動候補を固定し、 θ のみを変化させて最大評価値となる運動候補として $\theta = \theta_3$ を推定する。

[0083] このような実施形態によれば、分割照合部 30 a ~ 30 c において、時系

列フィルタ部 31 による予測値と前段側からの推定値とが入力する場合は、前段側からの推定値を初期値として設定するようにしたので、時系列フィルタ部 31 による予測値を初期値として設定する構成に比較して、推定値の精度を高めることができる。

[0084] (第 9 実施形態)

第 9 実施形態について図 22A、図 22B、図 22C を参照して説明する。本実施形態は、第 7 実施形態で示す照合部 30 には、環境地図メモリ 29 からの環境地図に代えて車両制御 ECU 33 から位置姿勢情報が入力することを特徴とする。この場合、分割照合部 30a ~ 30c において、車両制御 ECU 33 からの位置姿勢情報と前段側からの推定値との両方が入力する場合は、初期値として前段側からの推定値を設定するようになっている。これは、前段側からの推定値の方が車両制御 ECU 33 からの位置姿勢情報よりも精度が高いからである。

[0085] 図 22A に示すように、照合部 1 軸目 30a は、初期値として車両制御 ECU 33 から得られる車両の y 方向の値 $y = y_0$ と回転角の値 $\theta = \theta_0$ を設定して y と θ の運動候補を固定し、 x のみを変化させて最大評価値となる運動候補として $x = x_1$ を推定する。

[0086] 次に図 22B に示すように、照合部 2 軸目 30b は、初期値として車両制御 ECU 33 から得られる回転角の値 $\theta = \theta_0$ と照合部 1 軸目 30a からの 1 軸目推定値 $x = x_1$ とを設定して x と θ の運動候補を固定し、 y のみを変化させて最大評価値となる運動候補として $y = y_2$ を推定する。

[0087] 最後に図 22C に示すように、照合部 3 軸目 30c は、初期値として照合部 1 軸目 30a からの 1 軸目推定値 $x = x_1$ と照合部 2 軸目 30b からの 2 軸目推定値 $y = y_2$ を設定して x と y の運動候補を固定し、 θ のみを変化させて最大評価値となる運動候補として $\theta = \theta_3$ を推定する。

[0088] このような実施形態によれば、分割照合部 30a ~ 30c において、車両制御 ECU 33 からの位置姿勢情報と前段側からの推定値との両方が入力する場合は、前段側からの推定値を初期値として設定するようにしたので、車

両制御ECU33からの位置姿勢情報を初期値として設定する構成に比較して、推定値の精度を高めることができる。

[0089] (第10実施形態)

第10実施形態について図23を参照して説明する。本実施形態は、直列動作する分割照合部30a～30cの照合順序が互いに異なる照合部30を複数設け、それらを並列動作するように構成したことを特徴とする。

[0090] 第7実施形態のように分割照合部30a～30cを直列動作させることで分割照合部30a～30cに照合順序を設定した場合、前段側からの推定値（初期値）の精度が低い場合には後段側の照合結果に影響を及ぼすことが考えられる。

[0091] そこで、本実施形態では、図23に示すように、分割照合部30a～30cが直列動作するように設定された第1照合部30Aと、当該第1照合部の分割照合部30a～30cとは照合順序が異なる第2照合部30Bとを設け、第1照合部30Aと第2照合部30Bとを並列動作するように構成した。

[0092] 即ち、第2照合部30Bとして、第1照合部30Aの分割照合部30a～30cの照合順序と異なるように、照合部3軸目30c、照合部1軸目30a、照合部2軸目30bの順で照合するようにした。選択部34は、第1照合部30Aからの推定値と第2照合部30Bからの推定値とを変数毎に比較し、評価値の大きい方の推定値を変数に対応した推定値として特定する。

[0093] このような実施形態によれば、第1照合部30A及び第2照合部30Bにおいて分割照合部30a～30cの照合順序が互いに異なるように設定し、それらを並列動作するように構成したので、一の照合部30A、30Bのみで推定値を特定する構成に比較して、推定値の精度を高めることができる。

[0094] (第11実施形態)

第11実施形態について図24を参照して説明する。本実施形態は、時系列フィルタ部31による予測値を構成する変数の精度の高い順番に応じて分割照合部30a～30cの照合順序を設定したことを特徴とする。

[0095] 時系列フィルタ部31による予測値は、精度が比較的高いもののロバスト

性が低いことから、予測値が一旦大きく外れると、それ以後の予測値に大きな影響を及ぼす。このため、時系列フィルタ部31による予測値が本来の予測値から大きく外れたことを判定する必要がある。

[0096] このような事情から、時系列フィルタ部31による予測値の精度を判定するために車両制御ECU33からの位置姿勢情報と比較するようにした。つまり、車両制御ECU33からの位置姿勢情報の精度は時系列フィルタ部31による予測値よりも低いもののロバスト性は格段に高いことから、時系列フィルタ部31による予測値と車両制御ECU33からの位置姿勢情報との差が大きくなる程、時系列フィルタ部31による予測値の精度が低下したと推定することができる。

[0097] そこで、本実施形態では、時系列フィルタ部31による予測値と車両制御ECU33からの位置姿勢情報とを変数毎に比較し、その差が小さい順（精度の高い順）に変数の順番を決定し、その変数の順番に応じて分割照合部30a～30cの照合順序を設定するようにした。

[0098] 即ち、照合部1軸目30aが初期値として設定する予測値の精度が最も高く、照合部3軸目30cが初期値として設定する予測値の精度が最も低いと仮定した場合、順序選択部35は、図24に示すように、照合部1軸目30a、照合部2軸目30b、照合部3軸目30cの照合順序となるように決定する。

[0099] 最初の照合部1軸目30aにおいて、時系列フィルタ部31による予測値の精度が高い2軸目予測値及び3軸目予測値を初期値として設定した状態で1軸目推定値を特定する。つまり、1軸目予測値よりも2軸目予測値及び3軸目予測値の精度の方が高いことから、照合部1軸目30aにおいて、初期値として2軸目予測値及び3軸目予測値を設定するのである。

[0100] 次に照合部2軸目30bにおいて、時系列フィルタ部31による3軸目予測値と照合部1軸目30aからの1軸目推定値を初期値として設定した状態で2軸目推定値を特定する。

[0101] 最後に照合部3軸目30cにおいて、初期値として照合部1軸目30aか

らの 1 軸目推定値及び照合部 2 軸目 3 0 b からの 2 軸目推定値を設定した状態で 3 軸目推定値を特定する。

[0102] このような実施形態によれば、時系列フィルタ部 3 1 による予測値を構成する変数の精度の高い順番に応じて分割照合部 3 0 a ~ 3 0 c の照合順序を設定するようにしたので、推定値の精度を高めることができる。

[0103] (第 1 2 実施形態)

第 1 2 実施形態について図 2 5 から図 2 7 を参照して説明する。実際の走行シーンでは、アクセル制御やステアリング操作により自車の動きが変動し、周辺環境にある静止物の配置も動的に変動することから、その変動に対応するのが望ましい。しかし、上記の第 7 ~ 1 1 実施形態では、分割照合部 3 0 a ~ 3 0 c の照合順序は固定されており、変動に対して適切に対応できないことが予測される。

[0104] そこで、本実施形態は、分割照合部 3 0 a ~ 3 0 c の照合順序を変動可能とすることを特徴とし、そのための対策として、図 2 5 に示すように順序制御部 3 6 を設けた。この順序制御部 3 6 は、分割照合部 3 0 a ~ 3 0 c から評価値と推定値とを入力し、それらに基づいて分割照合部 3 0 a ~ 3 0 c の照合順序を決定し、その照合順序を分割照合部 3 0 a ~ 3 0 c に指示するものである。

[0105] 照合順序を決定する方法について説明する。図 2 6 に示すように、運動候補に対する評価値の分布を示す評価値分布を得られた場合、その評価値分布の立上りまたは立下りの傾斜角度は軸毎に異なる。この場合、傾斜角度が小さい程、最大評価値がノイズの影響を受けやすくなることから、最大評価値となる運動候補の精度が低いと言える。図 2 6 に示す例では、x 軸の傾斜角度が最も小さいことから、最大評価値となる運動候補の精度が最も低くなる。このため、x 軸から最大評価値となる運動候補を特定した場合には後段に与える影響が大きくなることから、傾斜角度が最大である y 軸から順に θ 軸、x 軸の順番で照合順序を設定するのが望ましい。

[0106] ここで、傾斜角度を判定するには、図 2 7 に示すように、最大評価値と所

定の運動候補とを頂点とする直角三角形の斜辺の傾きで判定する。直角三角形の高さ寸法としては最大評価値の例えば $1/2$ に設定すれば良いが、 $1/3$ や $2/3$ 等に設定しても良い。この場合、直角三角形の斜辺の傾きが大きくなる程、最大評価値の精度が高くなることから、斜辺の傾きが大きい順序となるように分割照合部 30a ~ 30c の照合順序を設定する。

[0107] このような実施形態によれば、評価値分布の立上りまたは立下りの傾斜角度が大きい順に分割照合部 30a ~ 30c の照合順序を設定するようにしたので、後段側の分割照合部 30a ~ 30c に対して精度の高い初期値を設定することができ、推定値の精度を常に高めることができる。

[0108] (その他の実施形態)

本開示は、上記実施形態に限定されることなく、次のように変形または拡張できる。

[0109] 上記実施形態では、センシングデータ及び環境地図並びに運動候補を 3 種類の変数で構成したが、4 種類以上の変数で構成するようにしても良い。その場合、変数の数を N とすると、固定する変数（第 2 変数）は $1 \sim N - 1$ の範囲となる。

[0110] GPS による位置姿勢情報の精度が極めて高い場合には、その位置姿勢情報に基づいて現在の絶対的な位置姿勢（緯度、経度、進行方位）を補正するようにしても良い。

[0111] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

請求の範囲

[請求項1]

所定の連続する検出時点の各時点で外部環境に対する移動体の相対的な位置姿勢を示す複数の変数から構成されるセンシングデータを検出する検出部（12）と、

前回の検出時点である第1時点のセンシングデータを前記複数の変数から構成される前記第1時点に対応する環境地図として記憶する記憶部（28）と、

前記第1時点に対応する環境地図に基づいて、前記第1時点の次の検出の時点である第2時点で前記移動体が可能となる位置姿勢を示す、各々が前記複数の変数から構成される複数の運動候補を設定する運動候補設定部（30）と、

前記第2時点でのセンシングデータと、前記第1時点に対応する環境地図に基づいて設定された前記運動候補のそれぞれとを照合し、照合精度を示す評価値が最大である最大評価値となる最大評価運動候補を推定する照合部（30）と、

前記第1時点に対応する環境地図が示す位置姿勢から前記最大評価運動候補が示す位置姿勢に至る変化量を位置姿勢推定値として出力する推定値出力部（30）と、を備え、

前記照合部は、複数の分割照合部（30a～30d）から構成され、

前記分割照合部の各々は、前記運動候補を構成する前記複数の変数の内、少なくとも一つを第1変数として選択し、その他全てを第2変数として選択し、ここで、前記分割照合部の各々が選択する前記第1変数は互いに異なるように選択されており、

前記分割照合部の各々は、前記第2変数として所定の初期値を固定値として設定し変化させない状態で前記第1変数を変化させて評価値を求めることにより最大評価値となる第1変数を推定し、

前記推定値出力部は、前記分割照合部がそれぞれ推定した最大評価

値となる第 1 変数を前記位置姿勢推定値として出力する
移動体の位置姿勢推定装置。

[請求項2] 前記分割照合部の各々は、前記初期値として前記環境地図を構成する第 2 変数を設定する
請求項 1 に記載の移動体の位置姿勢推定装置。

[請求項3] 過去の時系列の統計情報に基づいて前記第 2 時点での位置姿勢を示す予測値を推定する時系列フィルタ部（31）を備え、
前記分割照合部の各々は、前記初期値として前記予測値を構成する第 2 変数を設定する
請求項 1 または 2 に記載の移動体の位置姿勢推定装置。

[請求項4] 前記第 2 時点での位置姿勢を示す位置姿勢情報を出力する情報出力部（33）を備え、
前記分割照合部の各々は、前記初期値として前記位置姿勢情報が示す第 2 変数を設定する
請求項 1 または 2 に記載の移動体の位置姿勢推定装置。

[請求項5] 前記分割照合部のそれぞれは、並列動作するように設けられている
請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の移動体の位置姿勢推定装置
。

[請求項6] 前記分割照合部の各々は、前記初期値として前記位置姿勢推定値を構成する第 2 変数を再設定する
請求項 5 に記載の移動体の位置姿勢推定装置。

[請求項7] 前記分割照合部の各々が前記第 2 変数を再設定した場合における最大評価値と前回の最大評価値との差が所定値を上回る場合は、前記第 2 変数を再設定することを前記分割照合部の各々に指示する再設定制御部（32）を備えた
請求項 6 に記載の移動体の位置姿勢推定装置。

[請求項8] 前記分割照合部のそれぞれは、直列動作するように設けられ、
後段側の分割照合部は、前段側の分割照合部が推定した第 1 変数を

前記初期値として設定する

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の移動体の位置姿勢推定装置

。

[請求項9] 前記分割照合部の各々は、前記初期値として前段側の分割照合部が推定した第 1 変数及び前記環境地図の内のいずれか一方が入力する場合は当該一方を設定し、前段側の分割照合部が推定した第 1 変数及び前記環境地図の両方が入力する場合は当該第 1 変数を設定する

請求項 8 に記載の移動体の位置姿勢推定装置。

[請求項10] 過去の時系列な統計情報に基づいて前記第 2 時点での位置姿勢を示す予測値を推定する時系列フィルタ部（31）を備え、

前記分割照合部の各々は、前記初期値として前段側の分割照合部が推定した第 1 変数及び前記時系列フィルタ部が推定した予測値の内のいずれか一方が入力する場合は当該一方を設定し、前記第 1 変数及び前記予測値の両方が入力する場合は当該第 1 変数を設定する

請求項 8 に記載の移動体の位置姿勢推定装置。

[請求項11] 前記第 2 時点での位置姿勢を示す位置姿勢情報を出力する情報出力部（33）を備え、

前記分割照合部の各々は、前記初期値として前段側の分割照合部が推定した第 1 変数及び前記位置姿勢情報の内のいずれか一方が入力する場合は当該一方を設定し、前記第 1 変数及び前記位置姿勢情報の両方が入力する場合は当該第 1 変数を設定する

請求項 8 に記載の移動体の位置姿勢推定装置。

[請求項12] 前記照合部と同等な少なくとも一つの別照合部を、更に、備え、

前記初期値として前記分割照合部の各々に設定される第 2 変数の順序が前記照合部と前記別照合部とで互いに異なるように設定され、

前記推定値出力部は、前記位置姿勢推定値の評価値を変数毎に比較し、一の変数において最大評価値となる変数を位置姿勢推定値として出力する

請求項 8 に記載の移動体の位置姿勢推定装置。

[請求項13] 前記初期値として設定される過去の時系列な統計情報に基づいて前記第 2 時点での位置姿勢を示す予測値を推定する時系列フィルタ部（31）と、

前記第 2 時点での位置姿勢を示す位置姿勢情報を出力する情報出力部（33）と、

前記予測値と前記位置姿勢情報とを変数毎に比較し、その差が小さい変数が第 2 変数として設定された分割照合部から順に照合順序を選択する順序選択部（35）と、

を備えた請求項 8 に記載の移動体の位置姿勢推定装置。

[請求項14] 前記運動候補に対する前記評価値の分布の立上りまたは立下りの傾斜角度が大きい順に前記分割照合部の各々の照合順序を制御する順序制御部（36）を備えた

請求項 8 に記載の移動体の位置姿勢推定装置。

[請求項15] 所定の連続する検出時点の各時点で外部環境に対する移動体の相対的な位置姿勢を示す複数の変数から構成されるセンシングデータを検出する検出部（12）と、

前回の検出時点である第 1 時点でのセンシングデータを前記複数の変数から構成される前記第 1 時点に対応する環境地図として記憶する記憶部（28）と、

前記第 1 時点に対応する環境地図に基づいて、前記第 1 時点の次の検出時点である第 2 時点で前記移動体が可能となる位置姿勢を示す、各々が前記複数の変数から構成される複数の運動候補を設定する運動候補設定部（30）と、

前記第 2 時点のセンシングデータと、前記第 1 時点に対応する環境地図に基づいて設定された前記運動候補のそれぞれとを照合し、照合精度を示す評価値が最大である最大評価値となる最大評価運動候補を推定する照合部（30）と、

前記第 1 時点の環境地図が示す位置姿勢から前記最大評価運動候補が示す位置姿勢に至る変化量を位置姿勢推定値として出力する推定値出力部（30）と、

前記位置姿勢推定値に基づいて現在位置を推測しながら前記移動体を移動制御する制御部（33）と、を備え、

前記照合部は、複数の分割照合部（30a～30d）から構成され、

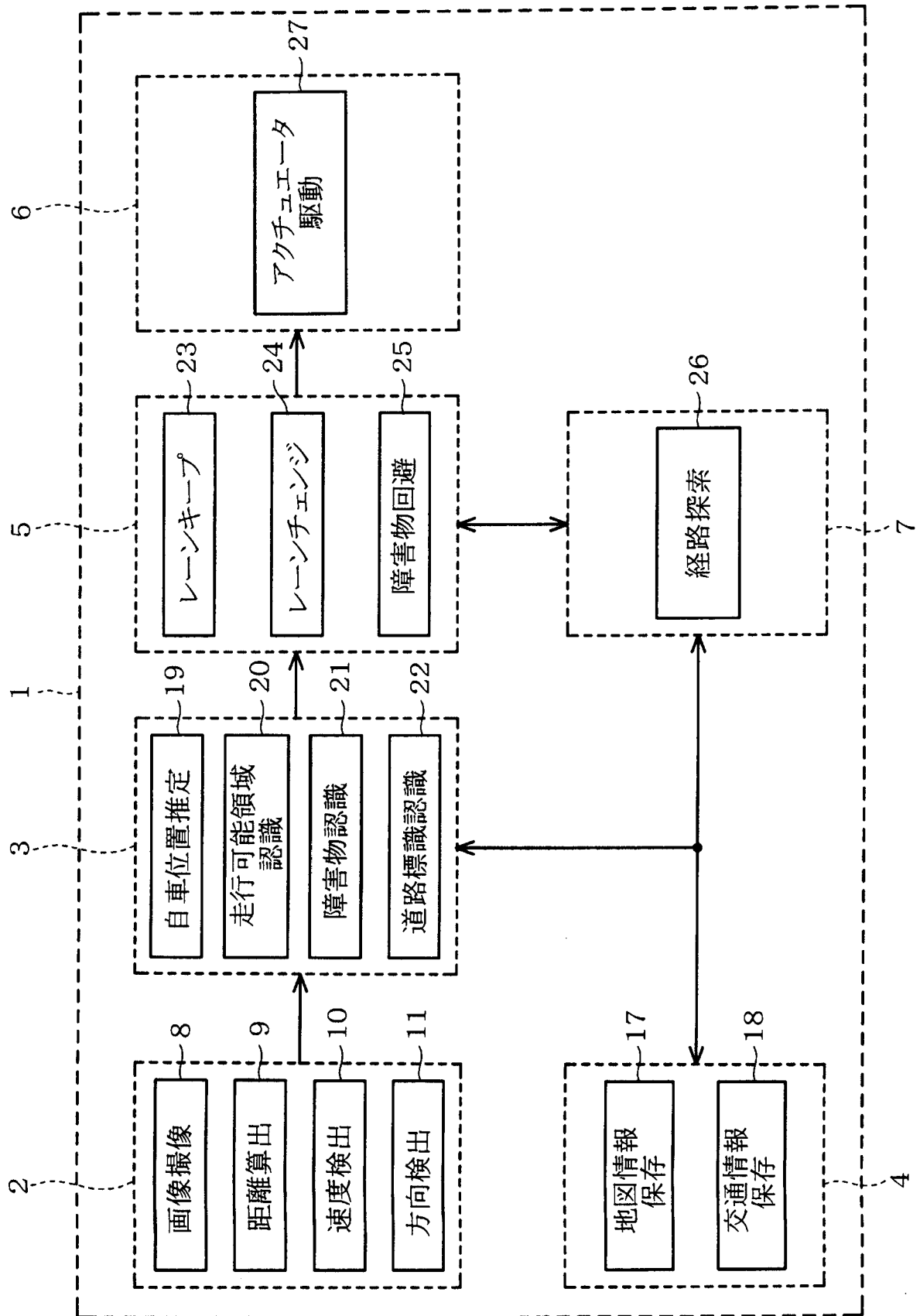
前記分割照合部の各々は、前記運動候補を構成する前記複数の変数の内、少なくとも一つを第 1 変数として選択し、その他全てを第 2 変数として選択し、ここで、前記分割照合部の各々が選択する前記第 1 変数は互いに異なるように選択されており、

前記分割照合部の各々は、前記第 2 変数として所定の初期値を固定値として設定し変化させない状態で前記第 1 変数を変化させて評価値を求めることにより最大評価値となる第 1 変数を推定し、

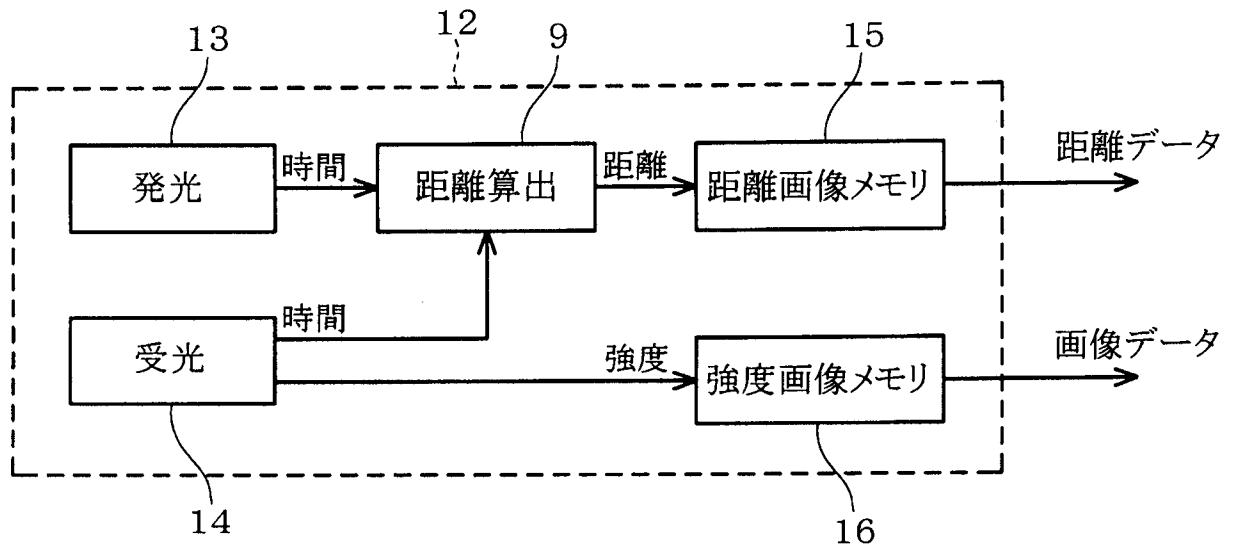
前記推定値出力部は、前記分割照合部がそれぞれ推定した最大評価値となる第 1 変数を前記位置姿勢推定値として出力する

移動体の自立走行システム。

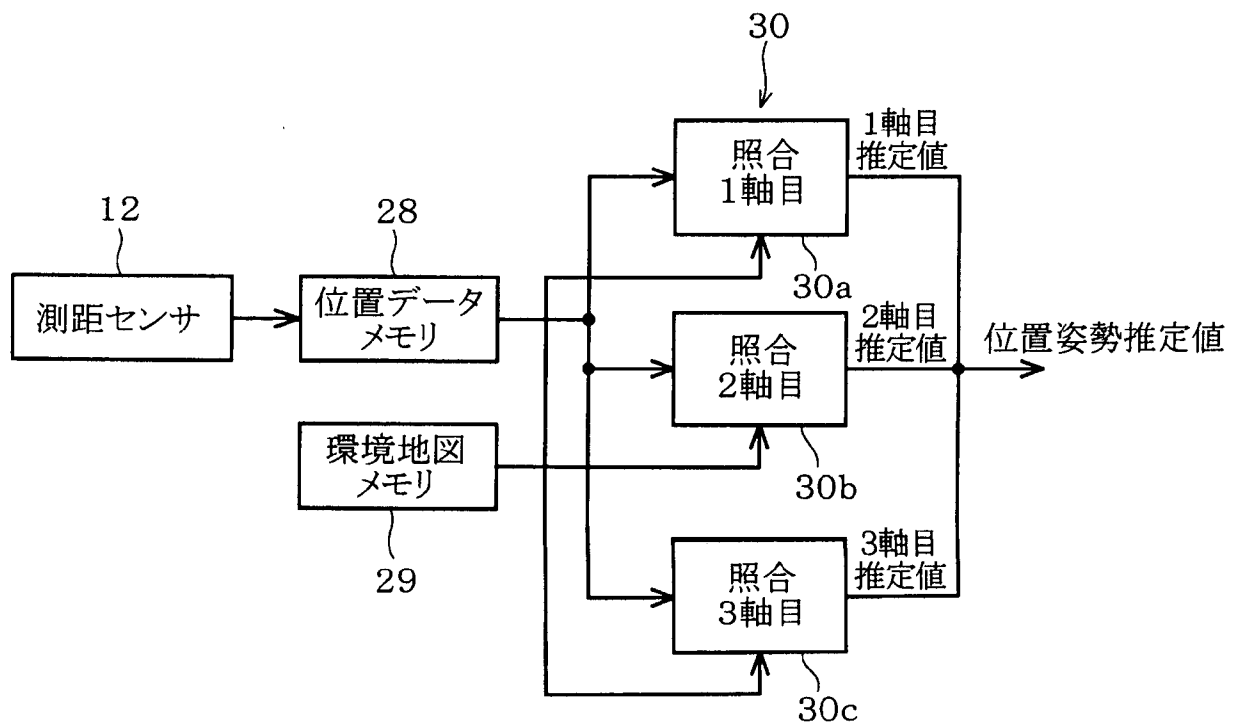
[図1]



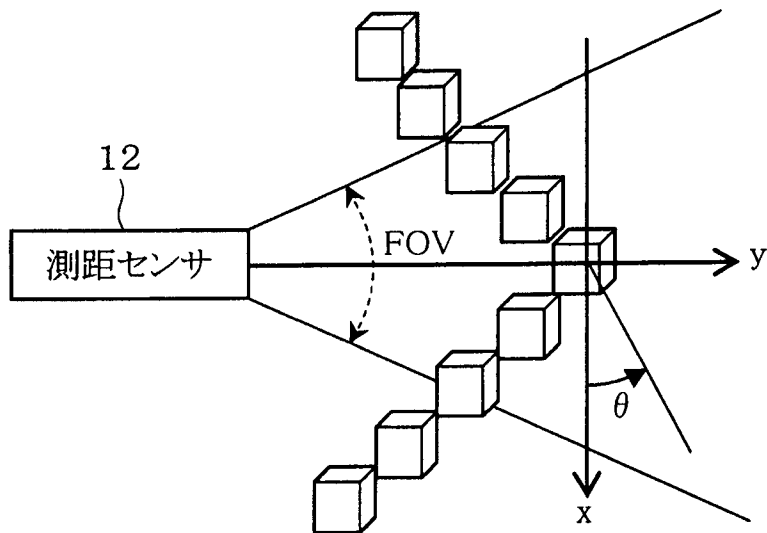
[図2]



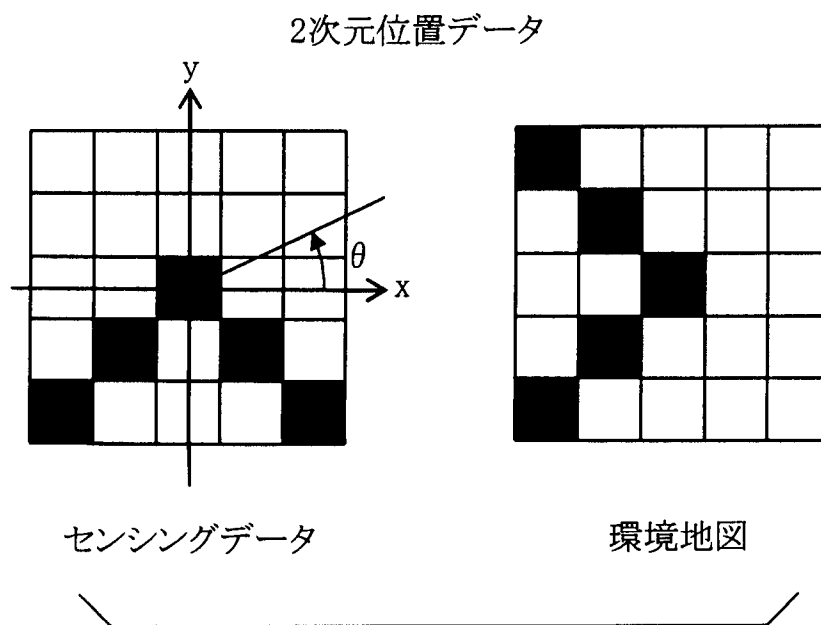
[図3]



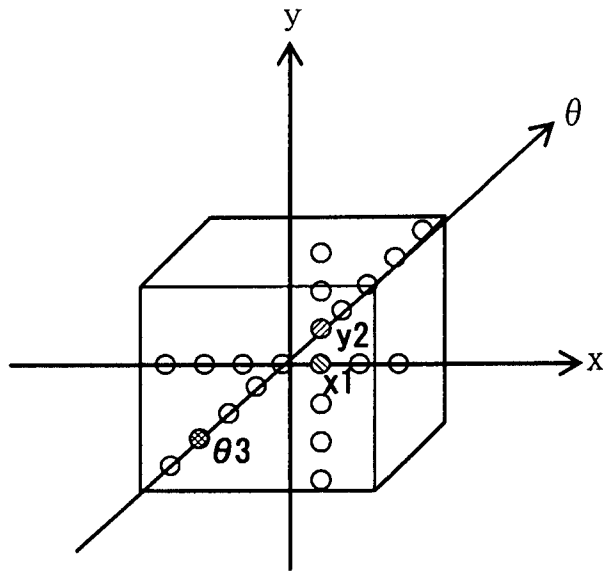
[図4]



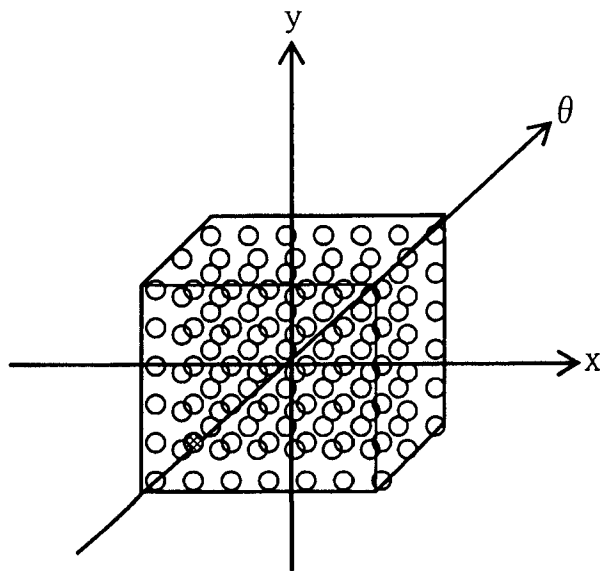
[図5]



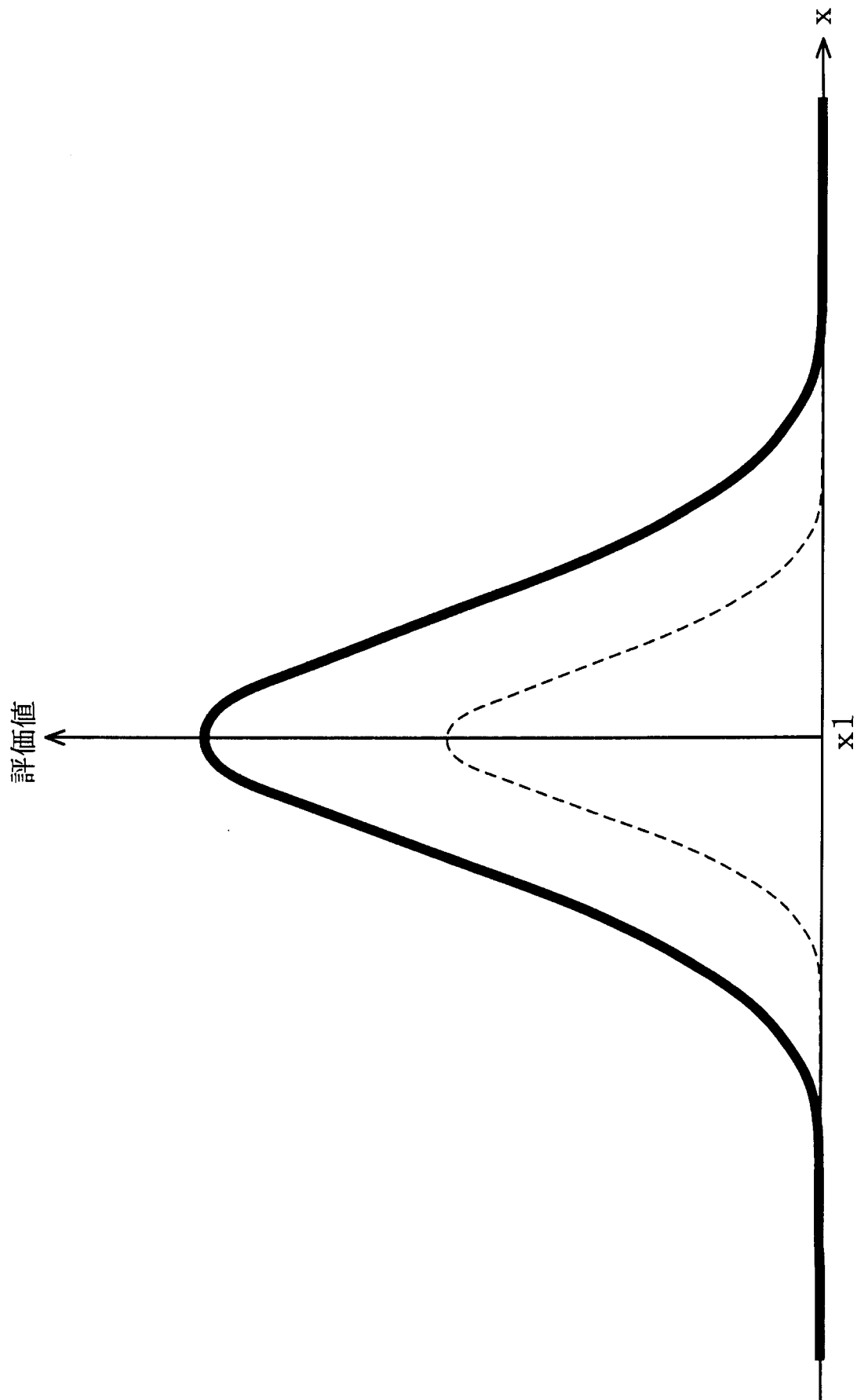
[図6A]



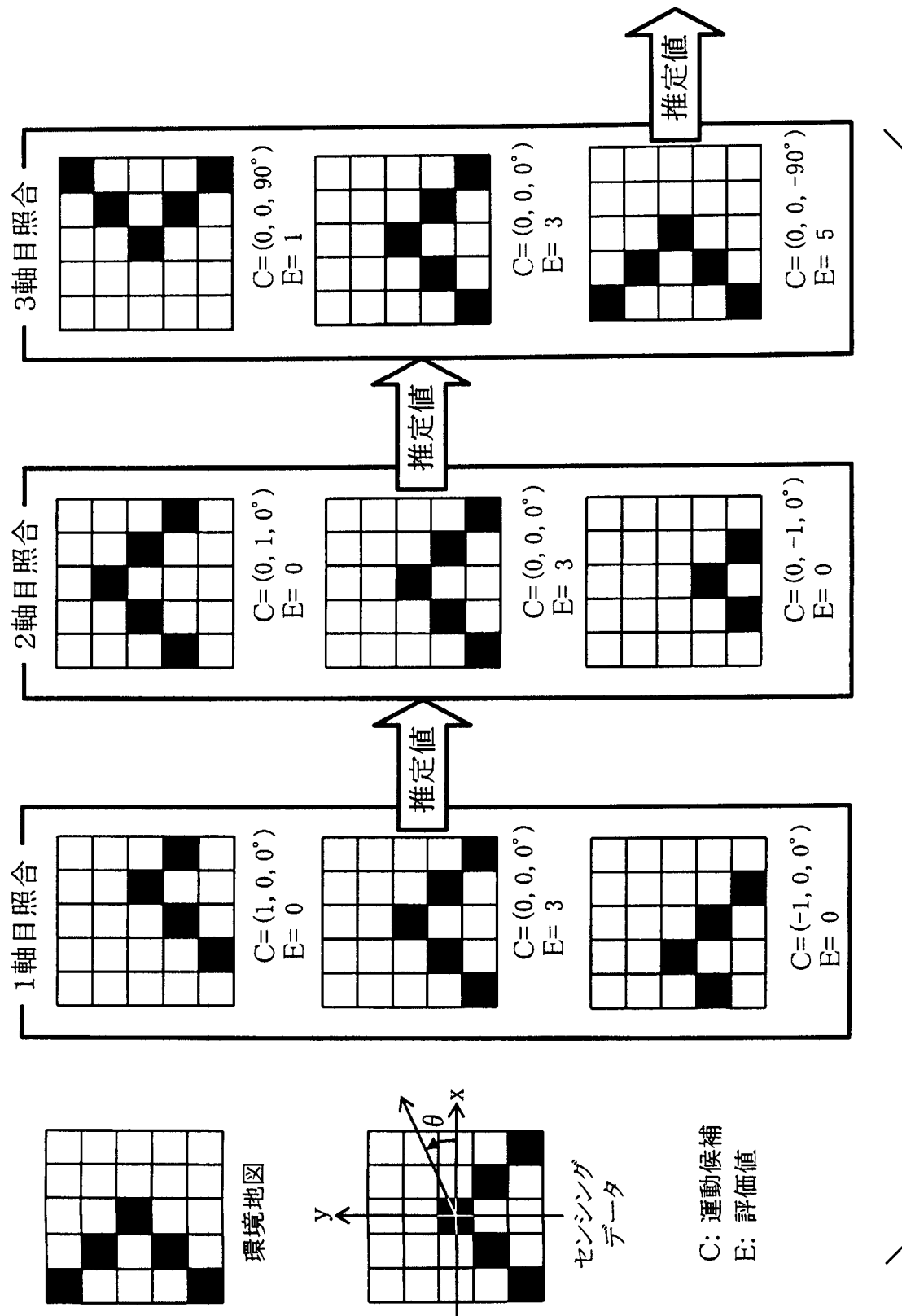
[図6B]

比較例

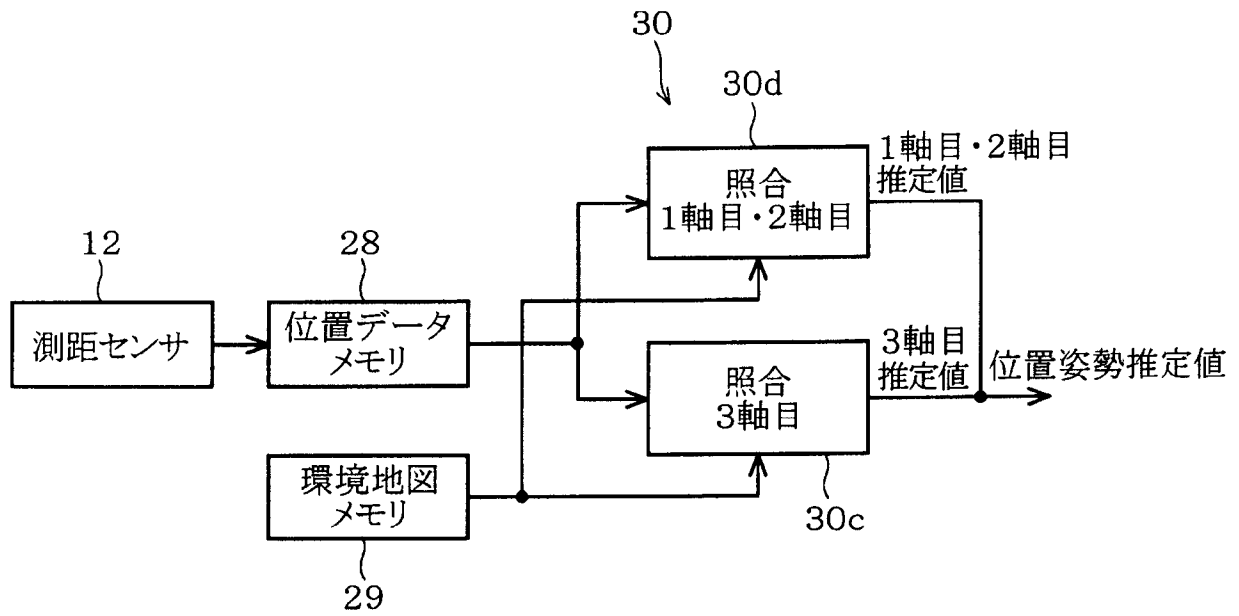
[図7]



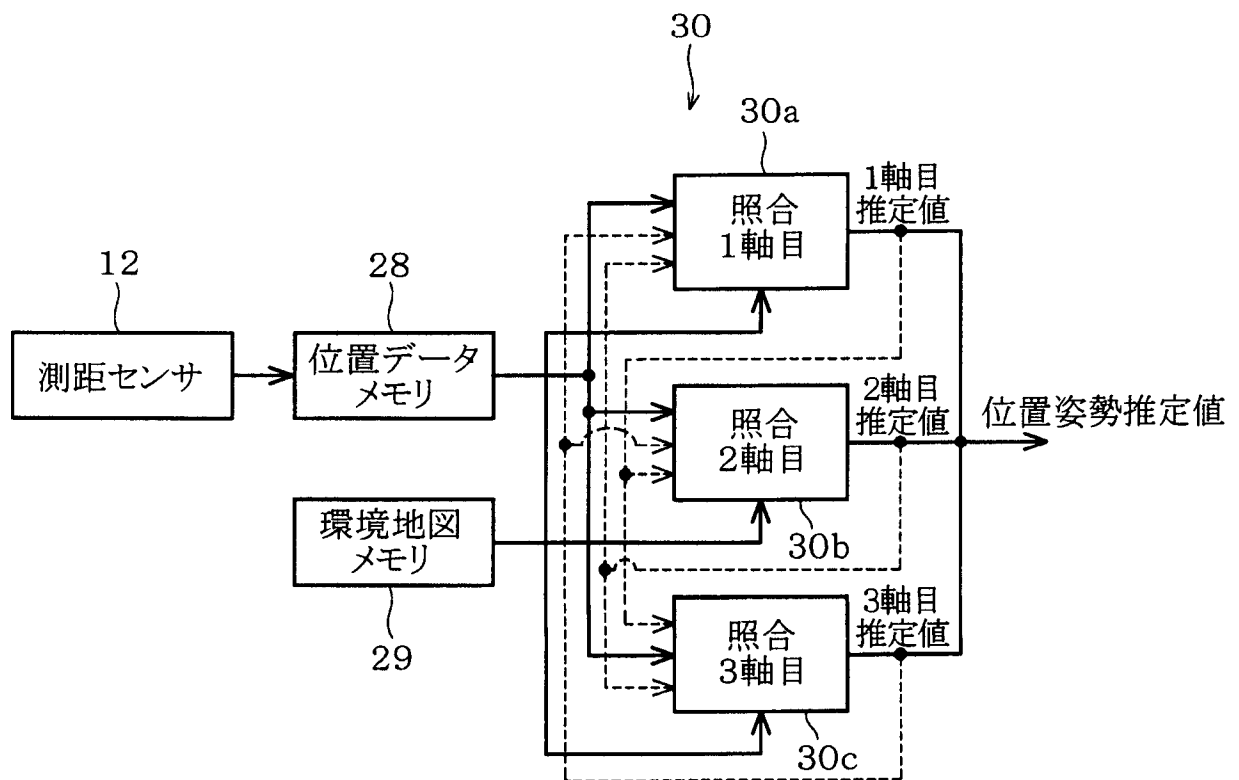
[図8]



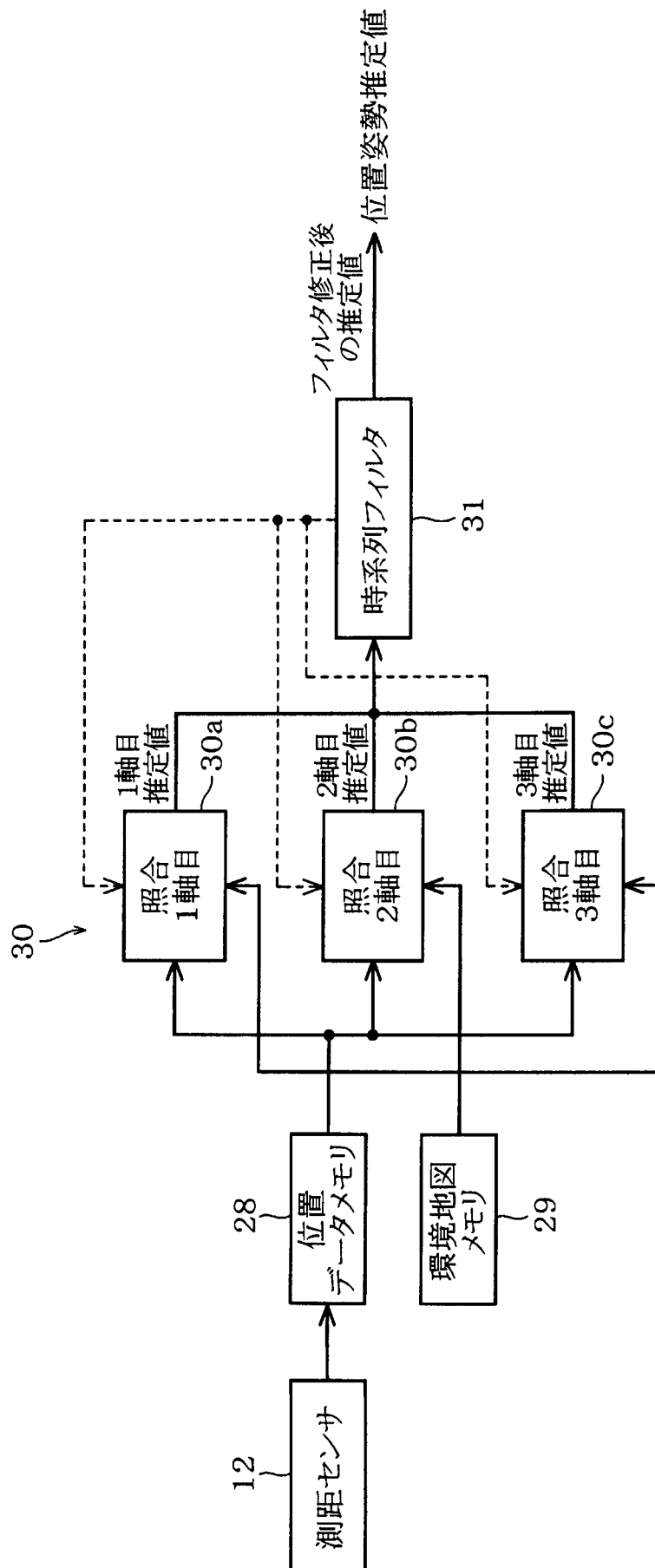
[図9]



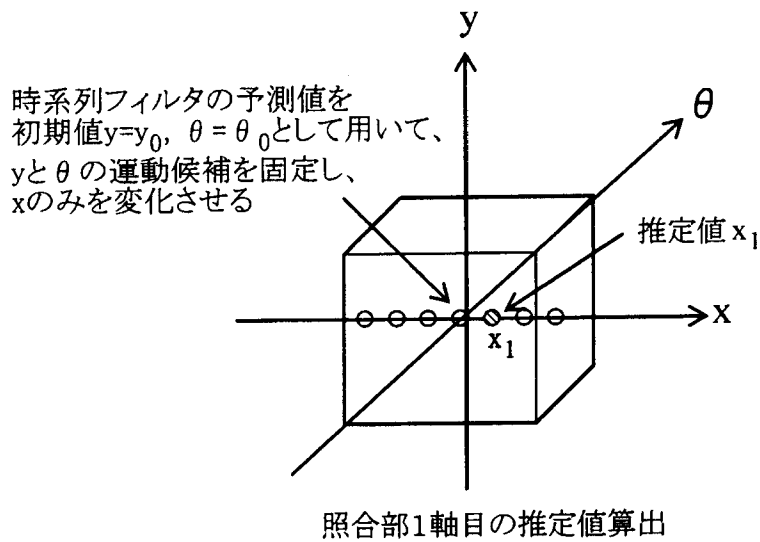
[図10]



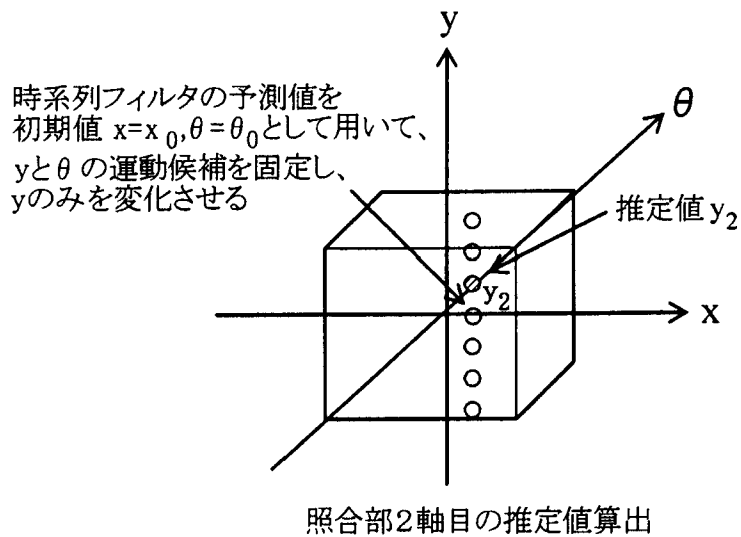
[図11]



[図12A]



[図12B]



[図12C]

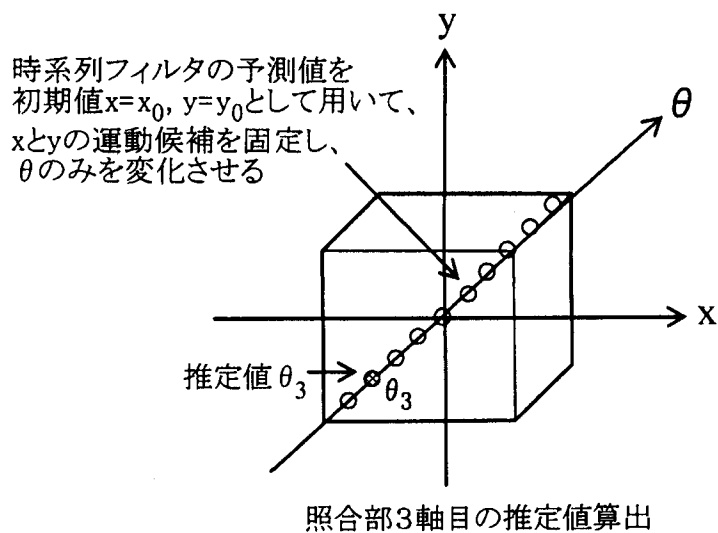
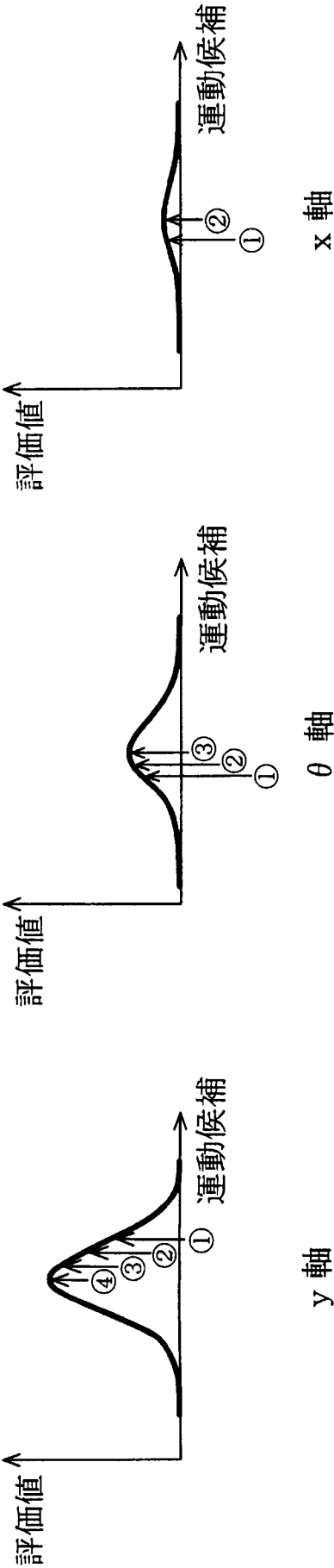


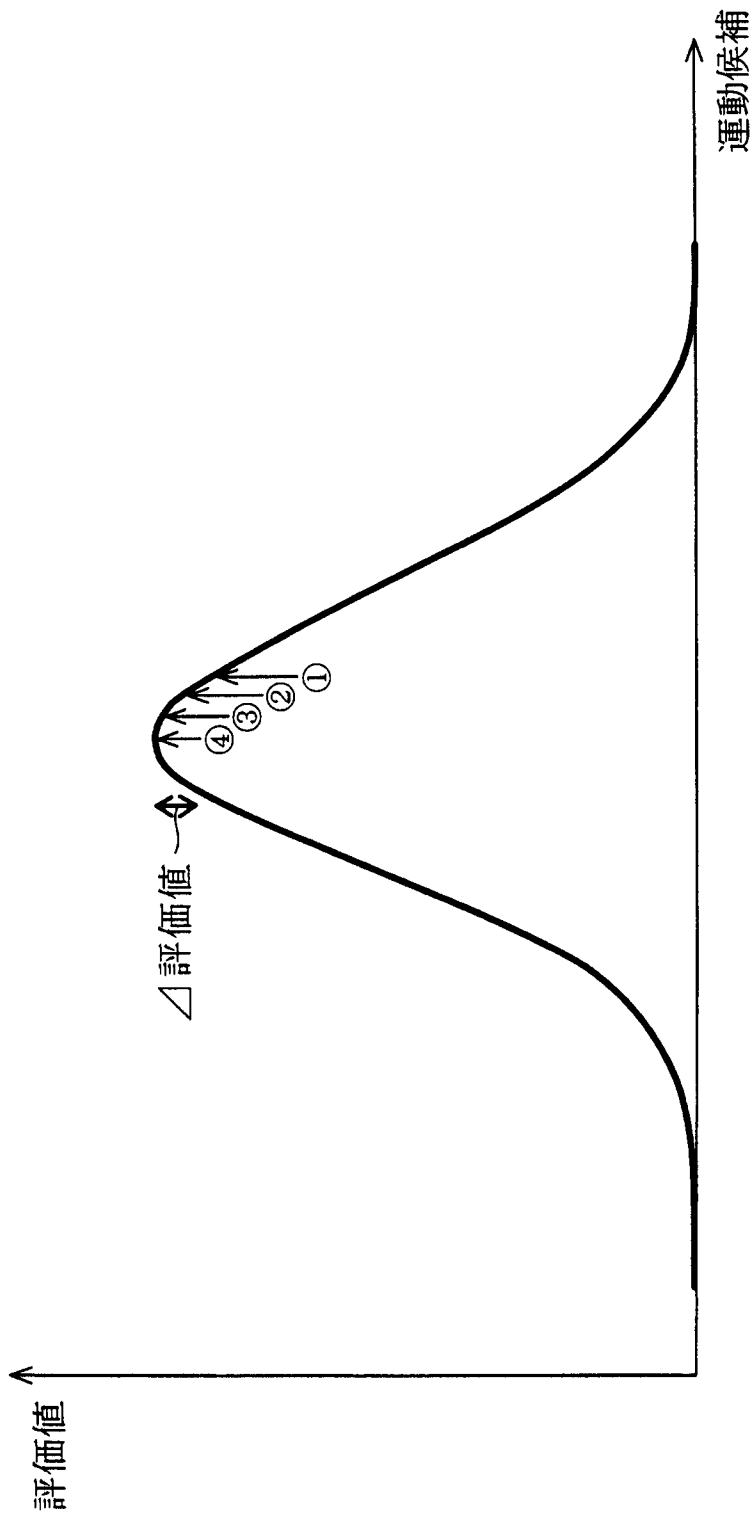
Figure 1 is a graph illustrating the relationship between the evaluation value (評価値) and the search range (探索範囲). The vertical axis represents the evaluation value, and the horizontal axis represents the search range. A bell-shaped curve is shown, representing the probability distribution. Points a, b, c, d, e, f, and g are marked on the curve. A vertical dashed line indicates the Kalman filter prediction value (カルマンフィルタ予測値).

Figure 1 is a block diagram of a position and posture estimation system 30. The system includes a distance sensor 12, a position data memory 28, an environment map memory 29, a reset control unit 32, and three matching units 30a, 30b, and 30c. The distance sensor 12 outputs data to the position data memory 28. The environment map memory 29 provides data to the matching units. The reset control unit 32 receives feedback from the matching units and outputs control signals to them. The matching units 30a, 30b, and 30c process the data to produce 1-axis, 2-axis, and 3-axis estimated values, respectively. These values are combined to produce the final position and posture estimation value.

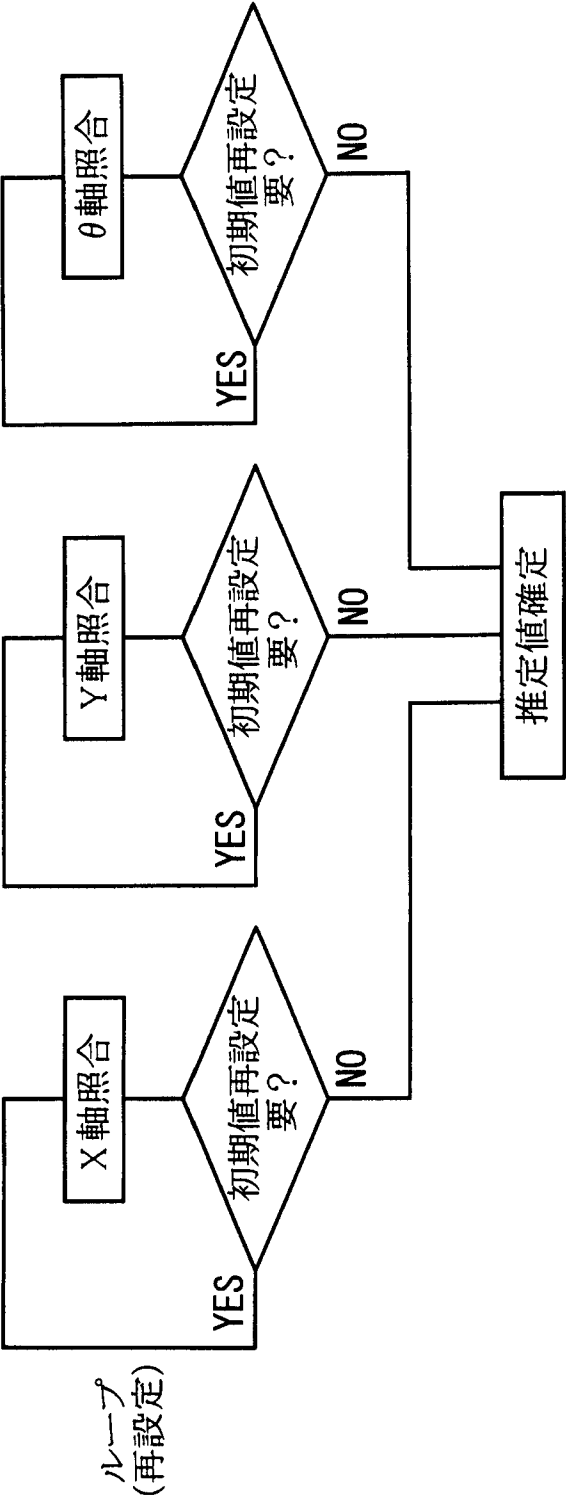
[図15]



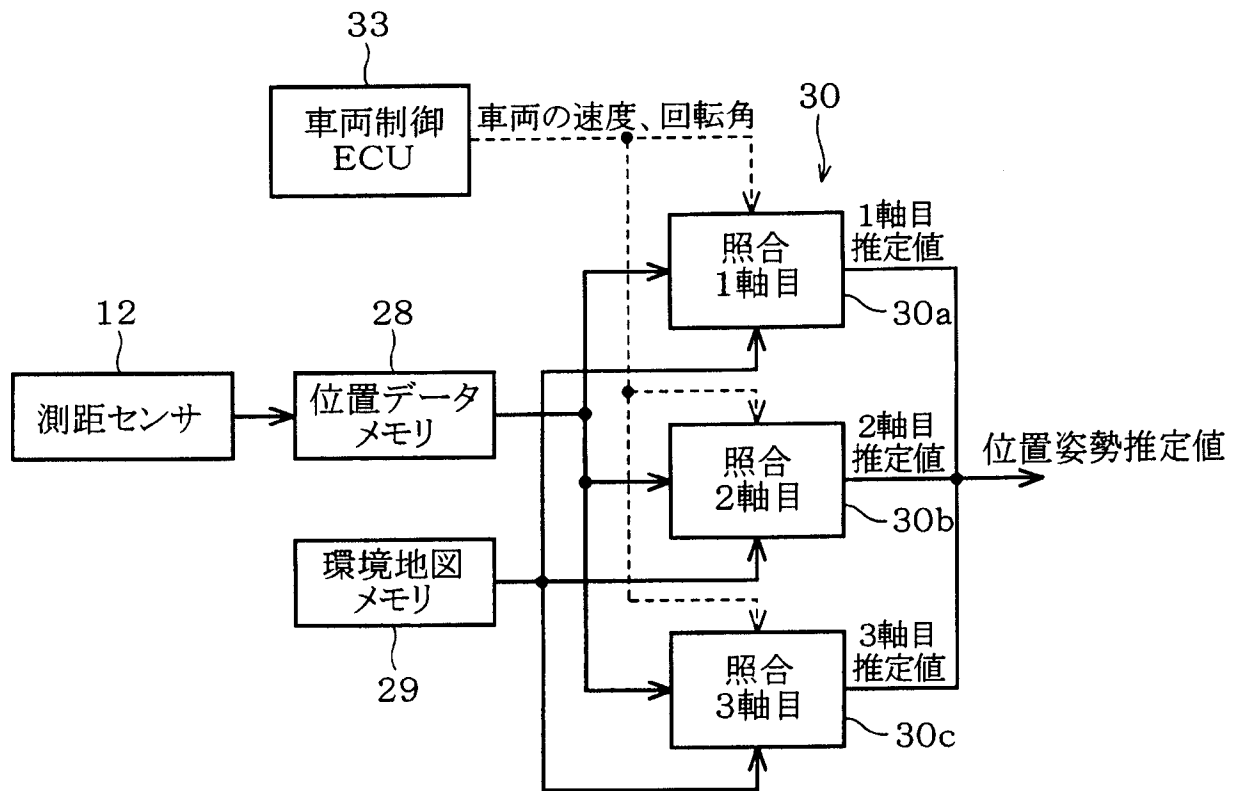
[図16]



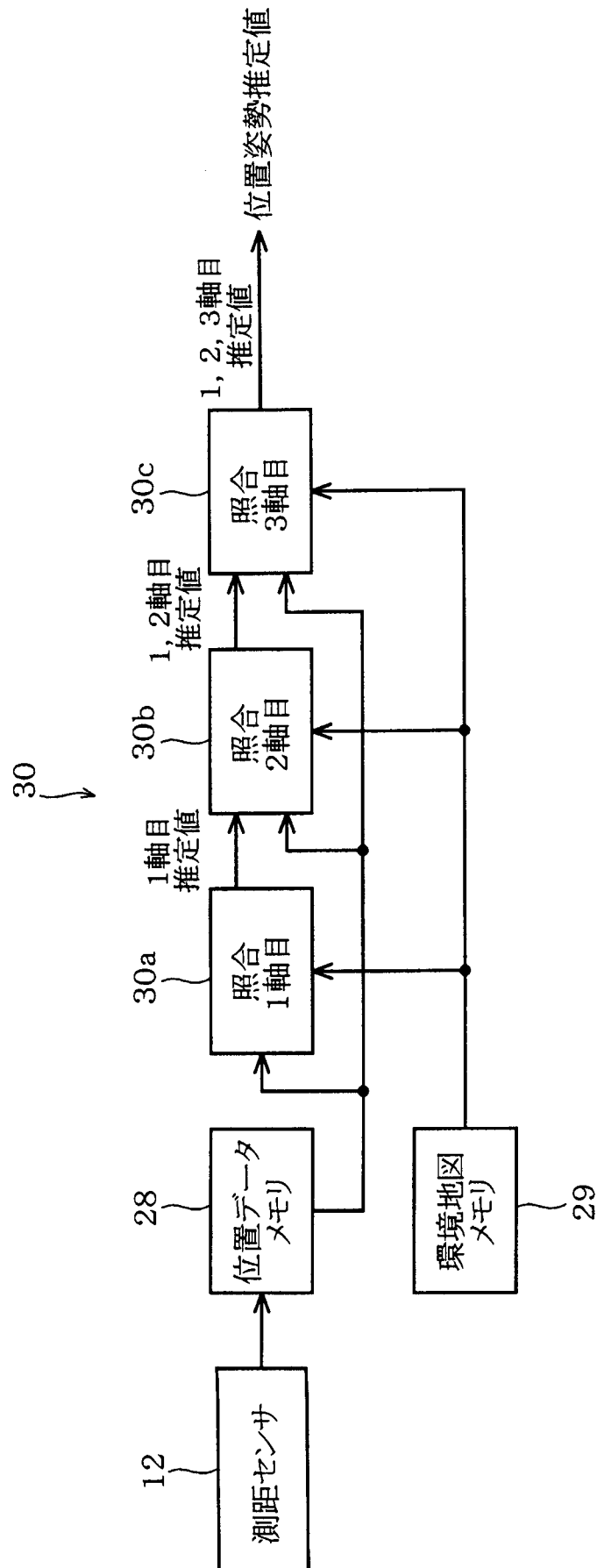
[図17]



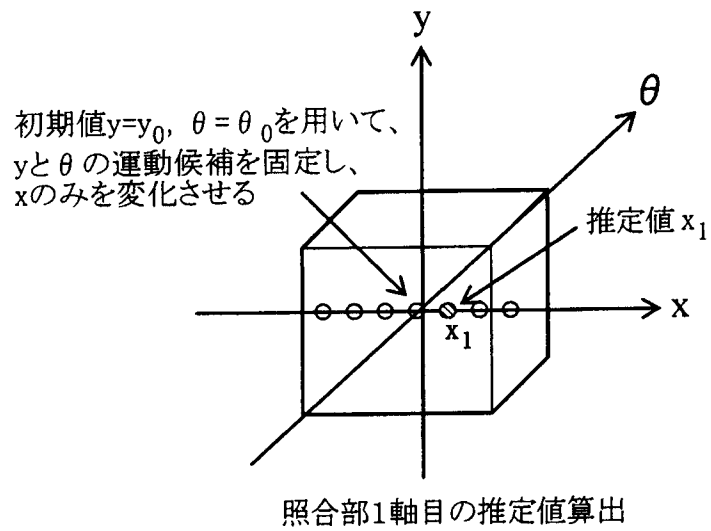
[図18]



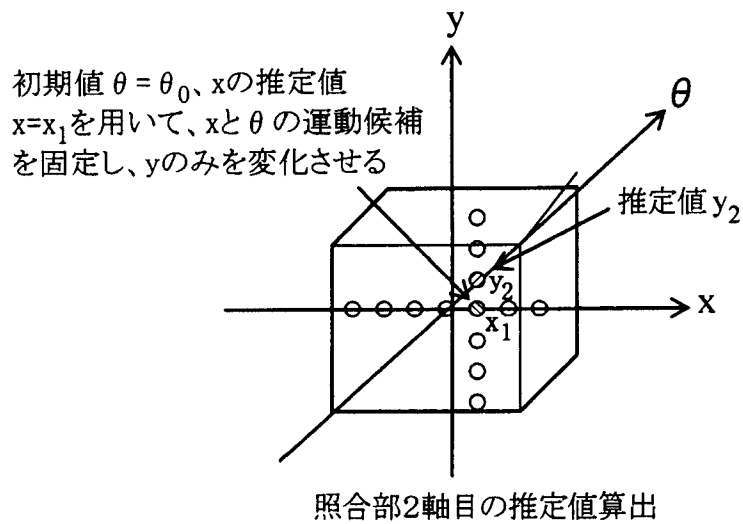
[図19]



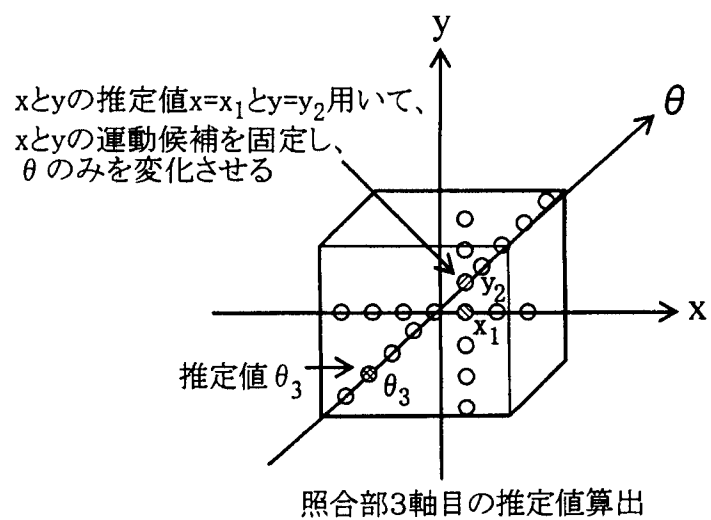
[図20A]



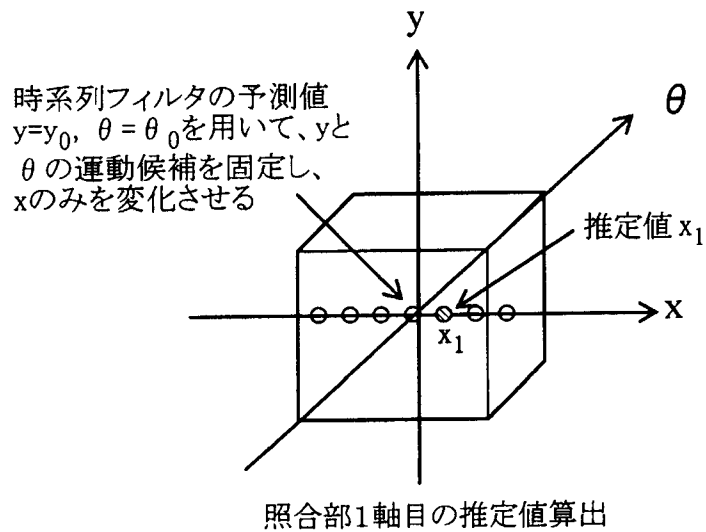
[図20B]



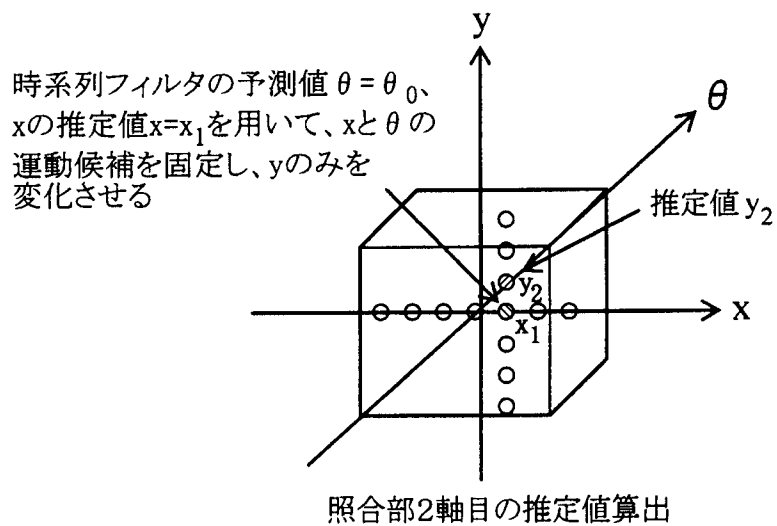
[図20C]



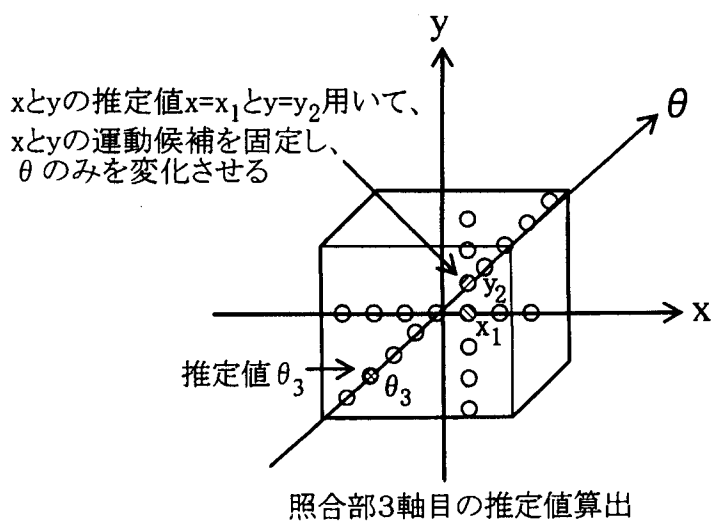
[図21A]



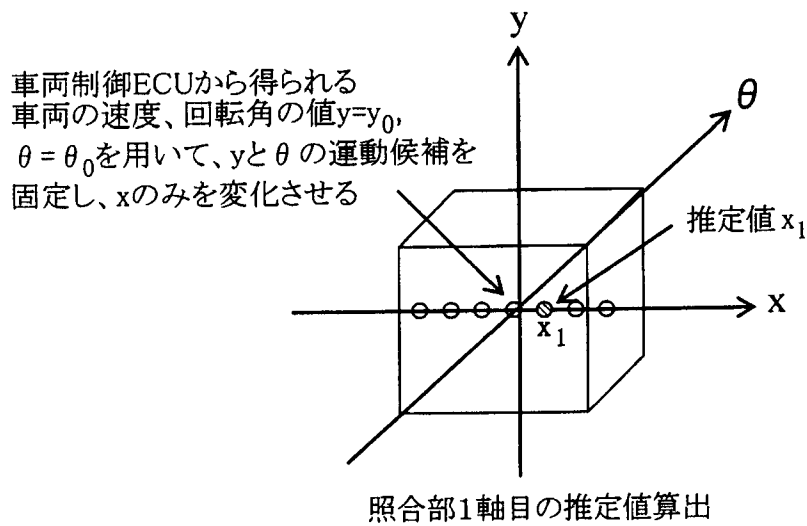
[図21B]



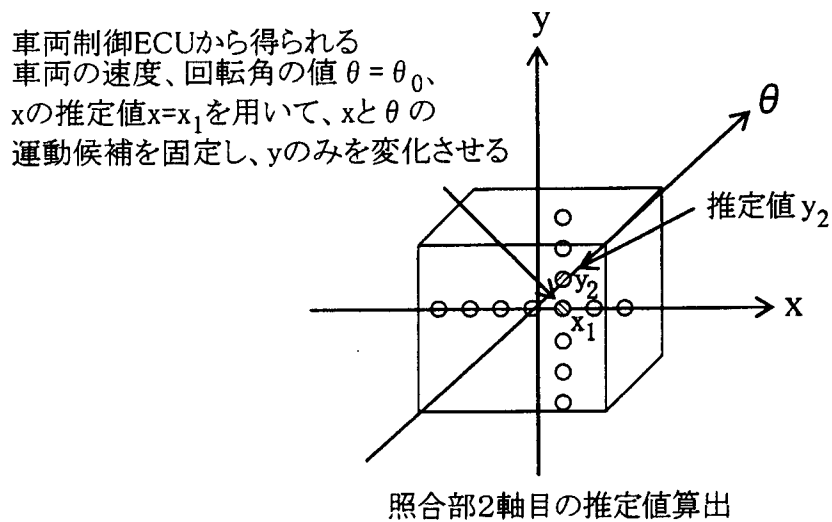
[図21C]



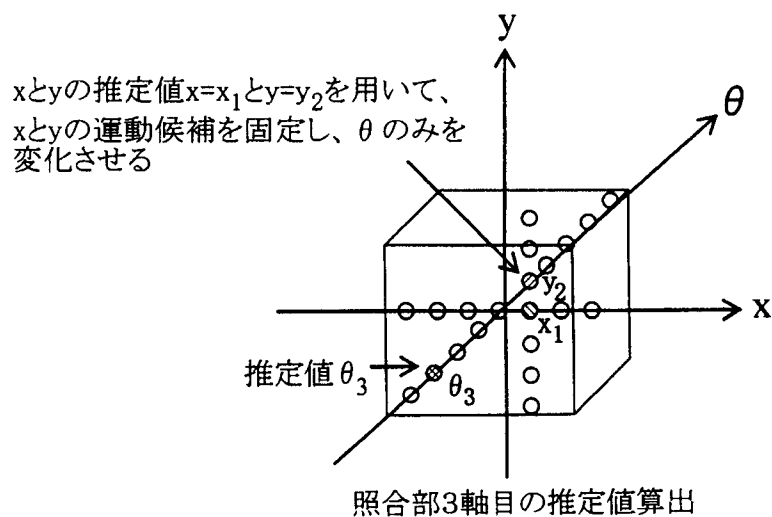
[図22A]



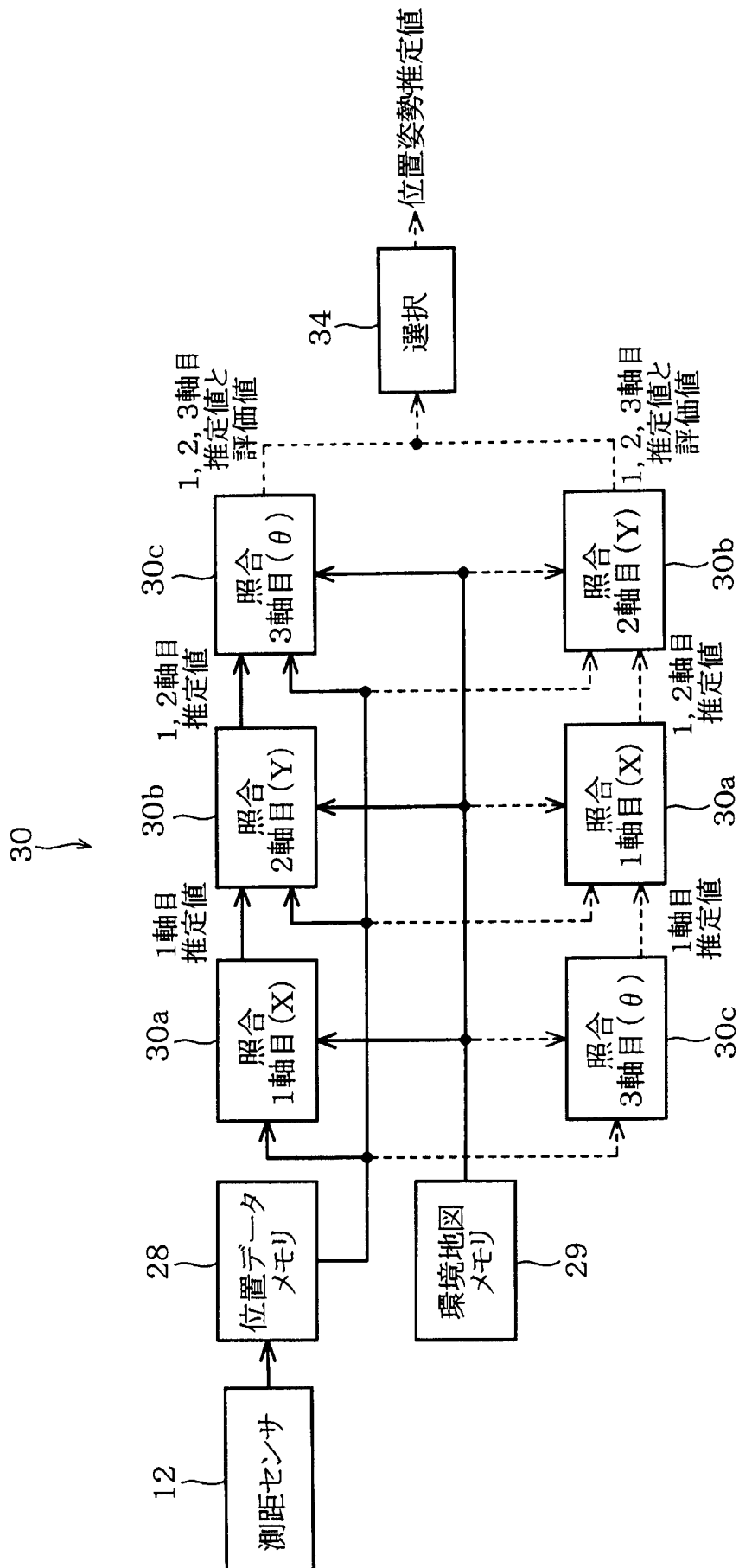
[図22B]



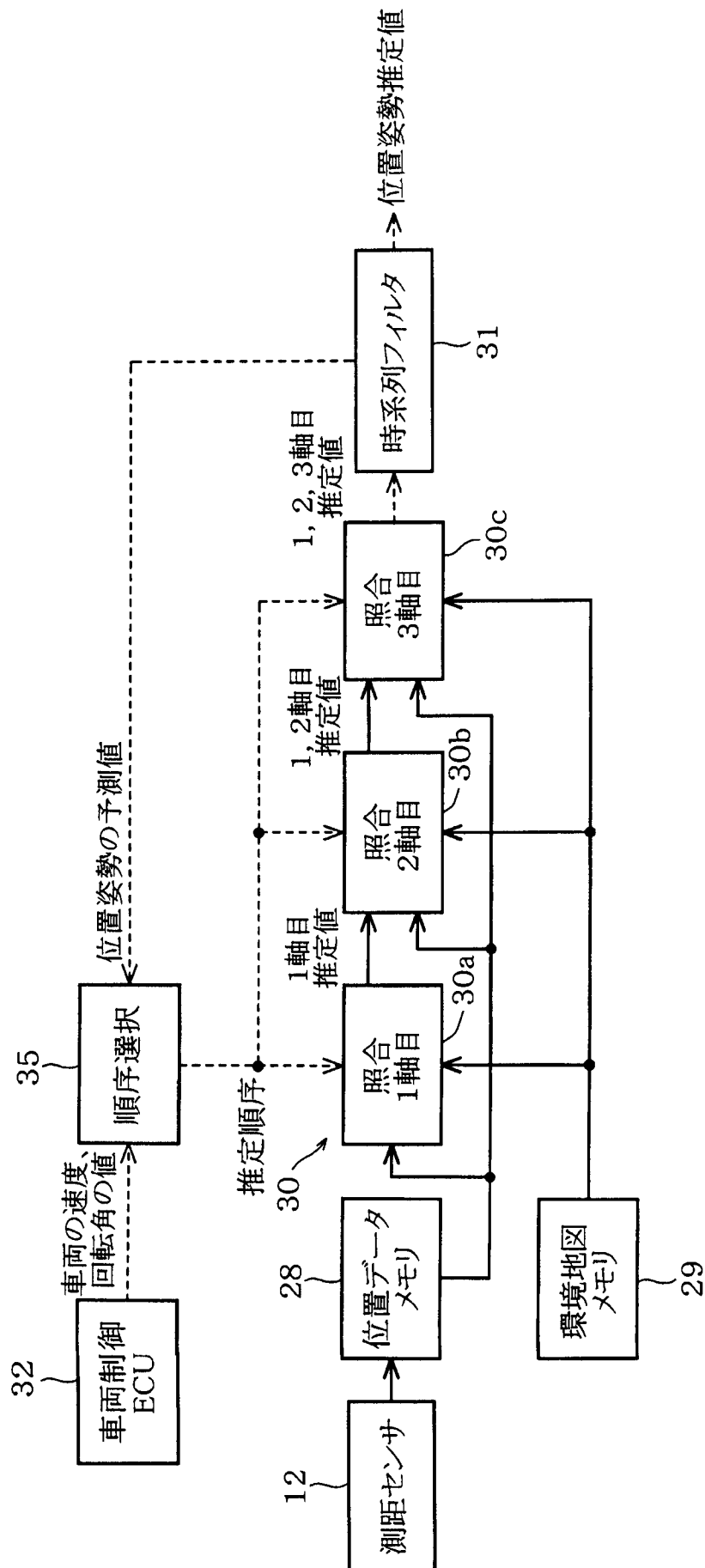
[図22C]



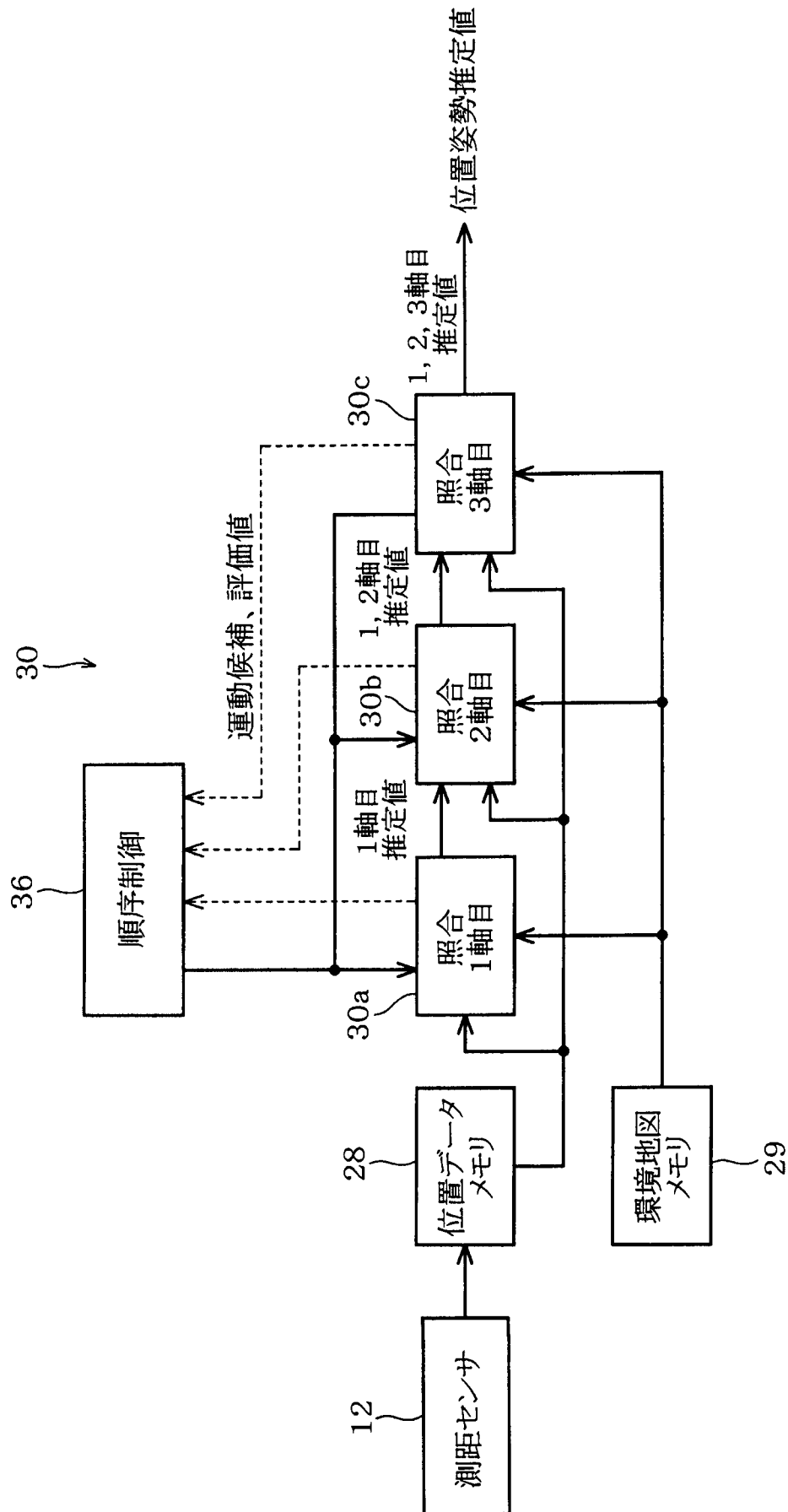
[図23]



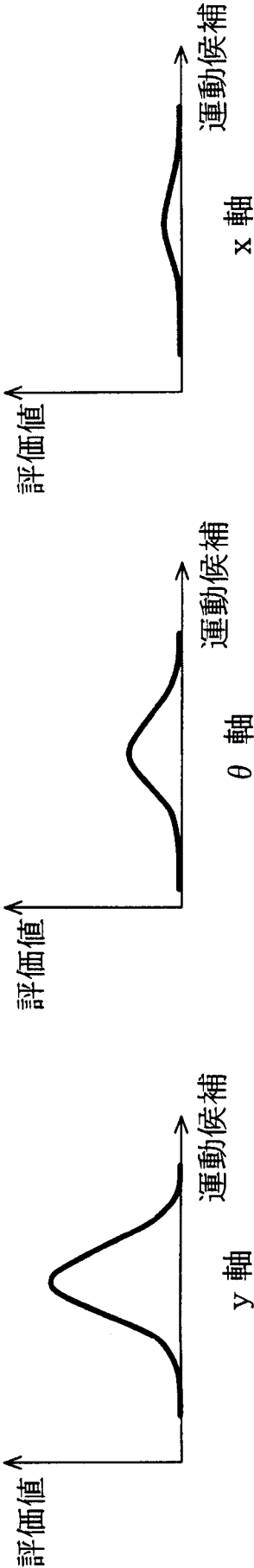
[図24]



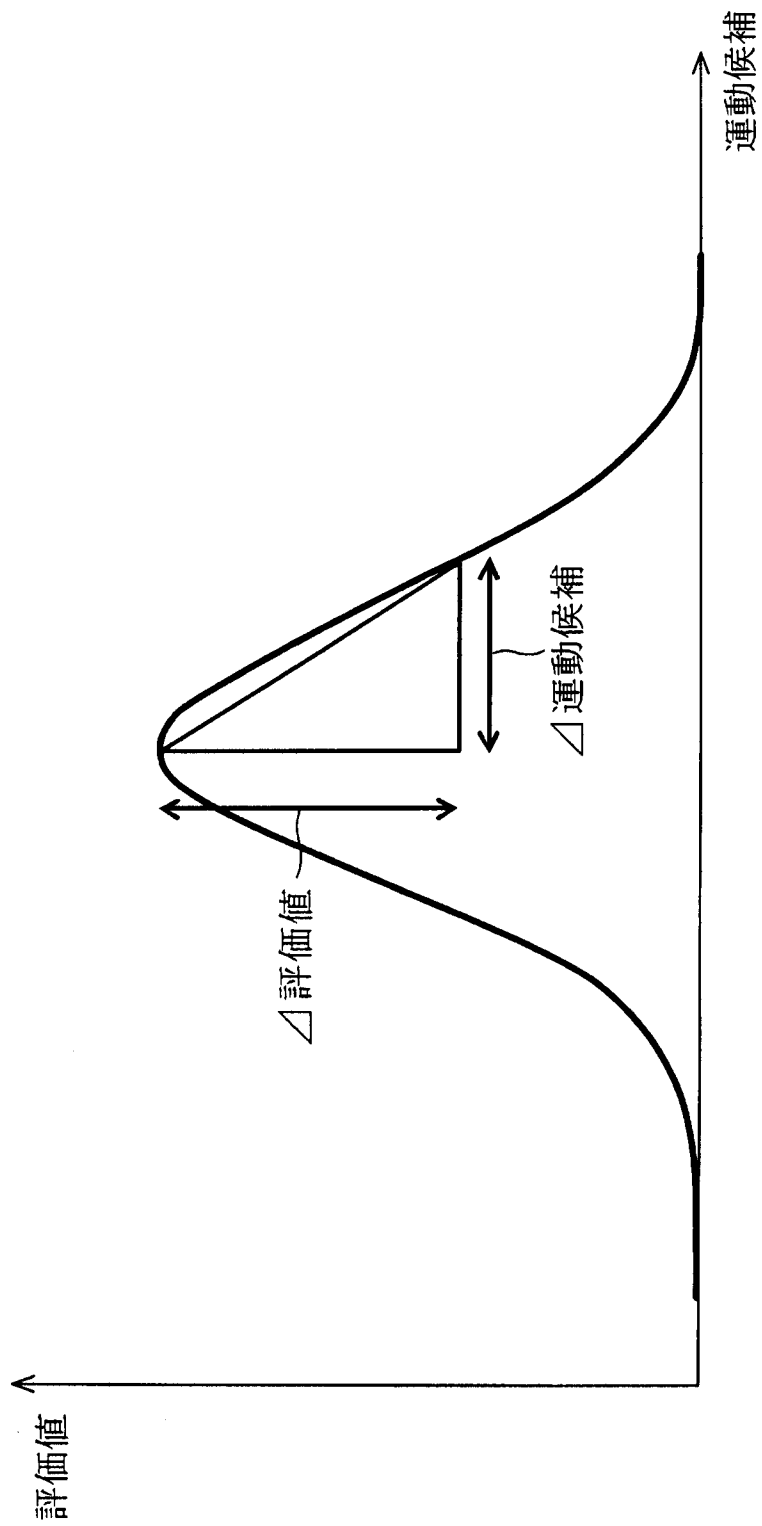
[図25]



[図26]



[図27]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/002189

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C15/00(2006.01)i, G01C21/30(2006.01)i, G05D1/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01C1/00-1/14, 5/00-15/14, 21/00-21/36, 23/00-25/00, G05D1/00-1/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus/JST7580(JDreamIII) & keyword: CHIZU, SHOGO, ICHI, SHISEI, SUITEI
(in Japanese) and related terms

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-109200 A (Hitachi, Ltd.), 21 May 2009 (21.05.2009), paragraphs [0001] to [0015]; fig. 13 to 16 (Family: none)	1-15
A	JP 2012-026888 A (Daihatsu Motor Co., Ltd.), 09 February 2012 (09.02.2012), paragraphs [0027] to [0041]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-15
A	JP 2012-194860 A (Murata Machinery Ltd.), 11 October 2012 (11.10.2012), paragraphs [0013] to [0031] & US 2012/0239239 A1 paragraphs [0024] to [0060]	1-15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 July 2016 (21.07.16)

Date of mailing of the international search report
02 August 2016 (02.08.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/002189

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-094669 A (Hitachi Industrial Equipment System Co., Ltd.), 18 May 2015 (18.05.2015), paragraphs [0009] to [0016], [0030] to [0050] (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01C15/00(2006.01)i, G01C21/30(2006.01)i, G05D1/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01C 1/00- 1/14, 5/00-15/14, 21/00-21/36, 23/00-25/00
G05D 1/00- 1/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPlus/JST7580 (JDreamIII) & キーワード：地図、照合、位置、姿勢、推定、及びそれに類する用語

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-109200 A（株式会社日立製作所）2009.05.21, 段落[0001]-[0015], 図13-16（ファミリーなし）	1-15
A	JP 2012-026888 A（ダイハツ工業株式会社）2012.02.09, 段落[0027]-[0041], 図1-3（ファミリーなし）	1-15
A	JP 2012-194860 A（村田機械株式会社）2012.10.11, 段落[0013]-[0031] & US 2012/0239239 A1 段落[0024]-[0060]	1-15

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21.07.2016

国際調査報告の発送日

02.08.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

神谷 健一

2S

5551

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2015-094669 A (株式会社日立産機システム) 2015.05.18, 段落[0009]-[0016], [0030]-[0050] (ファミリーなし)	1-15