

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4612804号
(P4612804)

(45) 発行日 平成23年1月12日(2011.1.12)

(24) 登録日 平成22年10月22日(2010.10.22)

(51) Int.Cl.		F I			
GO 1 B	11/00	(2006.01)	GO 1 B	11/00	H
GO 1 B	11/26	(2006.01)	GO 1 B	11/26	H

請求項の数 5 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2004-144894 (P2004-144894)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成16年5月14日(2004.5.14)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2005-326283 (P2005-326283A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成17年11月24日(2005.11.24)	(74) 代理人	100126240
審査請求日	平成19年5月14日(2007.5.14)		弁理士 阿部 琢磨
		(74) 代理人	100124442
			弁理士 黒岩 創吾
		(72) 発明者	佐藤 清秀
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
		(72) 発明者	内山 晋二
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
		審査官	清藤 弘晃

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置姿勢計測方法および情報処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体の位置姿勢を算出する情報処理装置であって、
 前記物体に配置された指標を、固定された位置が既知である客観視点位置姿勢から、撮像した撮像画像を入力する画像入力手段と、
 前記物体の姿勢計測値を計測する姿勢計測手段と、
 前記姿勢計測手段の方位ドリフト誤差補正值、前記指標の前記物体に対する位置、および前記客観視点位置を保持する保持手段と、
 前記姿勢計測値および前記方位ドリフト誤差補正值に基づいて、前記物体の姿勢予測値を計算する姿勢予測手段と、
 前記撮像画像に撮像された指標の画像座標を検出する指標検出手段と、
 前記姿勢予測値、前記検出された指標の画像座標、該指標の前記物体に対する位置、および前記客観視点位置姿勢に基づいて、前記物体の位置姿勢を算出する位置姿勢算出手段と、
 前記算出された位置姿勢に基づいて、前記保持された方位ドリフト誤差補正值を更新する更新手段と、
 を有し、
 前記位置姿勢算出手段が、
 前記物体の位置姿勢の設定値を入力する設定値入力手段と、
 前記検出した指標が2点以上あるか否かを判定する指標判定手段と、

10

20

前記検出した指標が2点以上あると判定された場合に、前記姿勢予測値、前記設定値、前記指標の前記物体に対する位置、および前記客観視点位置姿勢に基づいて、該指標の画像座標の推定値を算出する推定値算出手段と、

前記検出された指標の画像座標と当該指標の画像座標の推定値との誤差を算出する誤差算出手段と、

前記算出された誤差に基づいて、前記物体の位置姿勢の補正値を算出する補正値算出手段と、

前記算出された補正値に基づいて、前記設定値を補正する補正手段と、
を有することを特徴とする情報処理装置。

【請求項2】

前記位置姿勢算出手段が、前記算出された誤差もしくは前記算出された補正値が、予め保持された閾値よりも小さいか否かを判定する収束判定手段とを有し、

前記設定値入力手段が、前記前記算出された誤差もしくは前記算出された補正値が、予め保持された閾値よりも小さくないと判定された場合に、前記算出された位置姿勢を前記設定値として再入力することを特徴とする請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項3】

物体の位置姿勢を算出する情報処理装置が行う位置姿勢計測方法であって、

前記情報処理装置が有する画像入力手段が、前記物体に配置されて該物体に対する位置が既知である指標を、固定された位置が既知である客観視点位置姿勢から、撮像した撮像画像を入力する画像入力工程と、

前記情報処理装置が有する姿勢計測手段が、前記物体の姿勢計測値を計測する姿勢計測工程と、

前記姿勢計測値および予め保持された前記姿勢計測手段の方位ドリフト誤差補正値に基づいて、前記物体の姿勢予測値を計算する姿勢予測工程と、

前記情報処理装置が有する指標検出手段が、前記撮像画像に撮像された指標の画像座標を検出する指標検出工程と、

前記情報処理装置が有する位置姿勢算出手段が、前記姿勢予測値、前記検出された指標の画像座標、該指標の前記物体に対する位置、および前記客観視点位置姿勢に基づいて、前記物体の位置姿勢を算出する位置姿勢算出工程と、

前記情報処理装置が有する更新手段が、前記算出された位置姿勢に基づいて、前記保持された方位ドリフト誤差補正値を更新する更新工程と、
を有し、

前記位置姿勢算出工程では、

前記位置姿勢算出手段が有する設定値入力手段が、前記物体の位置姿勢の設定値を入力する設定値入力工程と、

前記位置姿勢算出手段が有する指標判定手段が、前記検出した指標が2点以上あるか否かを判定する指標判定工程と、

前記位置姿勢算出手段が有する推定値算出手段が、前記検出した指標が2点以上あると判定された場合に、前記姿勢予測値、前記設定値、前記指標の前記物体に対する位置、および前記客観視点位置姿勢に基づいて、該指標の画像座標の推定値を算出する推定値算出工程と、

前記位置姿勢算出手段が有する誤差算出手段が、前記検出された指標の画像座標と当該指標の画像座標の推定値との誤差を算出する誤差算出工程と、

前記位置姿勢算出手段が有する補正値算出手段が、前記算出された誤差に基づいて、前記物体の位置姿勢の補正値を算出する補正値算出工程と、

前記位置姿勢算出手段が有する補正手段が、前記算出された補正値に基づいて、前記設定値を補正する補正工程と、
を有することを特徴とする位置姿勢計測方法。

【請求項4】

請求項3に記載の位置姿勢計測方法が有する各工程をコンピュータに実行させるための

10

20

30

40

50

プログラム。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のプログラムを格納するコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、物体の位置及び姿勢を計測するものに関する。

【背景技術】

【0002】

物体の位置及び姿勢を計測する方法として、環境に磁場発生装置を固定して設置し、物体に装着した磁場検出装置によってその磁場を計測することで物体の位置及び姿勢を計測する磁気式センサが広く用いられている。しかし、磁気式センサは周辺の磁場環境の影響を大きく受けるため、鉄骨に囲まれたオフィスビル内等の環境においては、満足な計測精度を得ることができなかつた（特許文献 1）。

10

【0003】

一方、本出願人は、特願 2003-004945 号において、物体上に 3 点以上の指標を設置し、天井等に固定して配置した撮像装置（以下、客観視点カメラと呼ぶ）によってこれを撮影し、得られた画像から指標の画像座標を検出することで、物体の位置及び姿勢を算出することを提案している。

【特許文献 1】特開平 11-136706 号公報

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

この方法は環境に対する制約が少ないという利点を有しているが、画像上における指標間の距離（あるいは指標によって構成される凸包の面積）が不十分な場合に、期待するような性能を得ることができなかつた。特に姿勢に関しては精度及び安定性の両面で非常に性能が悪く、その改善のためには、画像上における指標がなす凸包が十分に大きくなるように工夫する必要があつた。しかし、指標が大写しになるように画角の狭いカメラを用いて物体を撮影すると、移動に対する計測範囲が極度に限定されてしまうという問題が発生する。また、物体上における指標の配置間隔を広く設けることである程度の改善も期待できるが、物体の大きさによってはそれを行うことが困難であつた。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

物体の位置姿勢を算出する情報処理装置であつて、前記物体に配置された指標を、固定された位置が既知である客観視点位置姿勢から、撮像した撮像画像を入力する画像入力手段と、前記物体の姿勢計測値を計測する姿勢計測手段と、前記姿勢計測手段の方位ドリフト誤差補正值、前記指標の前記物体に対する位置、および前記客観視点位置を保持する保持手段と、前記姿勢計測値および前記方位ドリフト誤差補正值に基づいて、前記物体の姿勢予測値を計算する姿勢予測手段と、前記撮像画像に撮像された指標の画像座標を検出する指標検出手段と、前記姿勢予測値、前記検出された指標の画像座標、該指標の前記物体に対する位置、および前記客観視点位置姿勢に基づいて、前記物体の位置姿勢を算出する位置姿勢算出手段と、前記算出された位置姿勢に基づいて、前記保持された方位ドリフト誤差補正值を更新する更新手段と、を有し、前記位置姿勢算出手段が、前記物体の位置姿勢の設定値を入力する設定値入力手段と、前記検出した指標が 2 点以上あるか否かを判定する指標判定手段と、前記検出した指標が 2 点以上あると判定された場合に、前記姿勢予測値、前記設定値、前記指標の前記物体に対する位置、および前記客観視点位置姿勢に基づいて、該指標の画像座標の推定値を算出する推定値算出手段と、前記検出された指標の画像座標と当該指標の画像座標の推定値との誤差を算出する誤差算出手段と、前記算出された誤差に基づいて、前記物体の位置姿勢の補正值を算出する補正值算出手段と、前記算出された補正值に基づいて、前記設定値を補正する補正手段と、を有することを特徴とす

40

50

る。

【発明の効果】

【0007】

本発明に係る位置姿勢計測装置によれば、画像上における指標のなす凸包が小さい場合であっても、物体の位置及び姿勢の計測を安定かつ高精度に行うことが可能となる。すなわち、同じ配置の指標を用いる場合であれば、従来手法と比べて安定した位置及び姿勢を得ることが可能であるし、指標の配置の制約が少ないので、従来手法よりも多種の物体を計測することができる。また、より広範囲をカバーする広角の客観視点カメラを用いることができるので、移動に対する計測範囲を広く保つことが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下添付図面を参照して、本発明を好適な実施形態に従って詳細に説明する。

【0009】

[第1の実施形態]

本実施形態に係る位置姿勢計測装置は、任意の計測対象物体の位置及び姿勢の計測を行う。以下、本実施形態に係る位置姿勢計測装置及び位置姿勢計測方法について説明する。

【0010】

図1は、本実施形態における位置姿勢計測装置の構成を示している。同図に示したように、本実施形態における位置姿勢計測装置100は、客観視点カメラ180(180a, 180b, 180c, 180d)、画像入力部160、データ記憶部170、指標検出部110、姿勢センサ140、姿勢予測部150、及び位置姿勢算出部120によって構成されており、計測対象物体130に接続されている。

【0011】

姿勢センサ140上の複数の位置には、客観視点カメラ180によって撮影するための指標として、物体座標系(計測対象物体130上の1点を原点として定義し、更に互いに直交する3軸を夫々X軸、Y軸、Z軸として定義した座標系)上における位置 $x_c^{P_k}$ が既知である指標 P_k ($k=1, \dots, K$)が設定されている。

【0012】

これらの指標は、位置及び姿勢を計測しようとする計測対象範囲内の各々の地点に計測対象物体130を位置させた時に、客観視点カメラ180によって取得される客観視点画像上において観測される指標の総数が常に少なくとも2個以上となるように設置されていることが望ましい。図1の例は、2個の指標 P_1, P_2 が設定されており、そのうちの指標 P_1 が客観視点カメラ180cの視野内に、指標 P_2 が客観視点カメラ180c及び180dの視野内に含まれている状況を示している。

【0013】

なお、指標 P_k は、例えば、それぞれが異なる色を有する円形状のマーカによって構成してもよいし、それぞれが異なるテクスチャ特徴を有する自然特徴等の特徴点によって構成してもよい。撮影画像上における投影像の画像座標が検出可能であって、かついずれの指標であるかが識別可能であるような指標であれば、何れの形態であってもよい。また指標は故意に設定されたものであってもよいし、故意に設定されたものではない、自然形状のものを用いてもよい。

【0014】

客観視点カメラ180(180a, 180b, 180c, 180d)は、計測対象範囲内に計測対象物体130が位置するとき、そのいずれかが計測対象物体130を撮像可能な位置に固定して配置されている。ここで、各客観視点カメラ180の世界座標系における位置及び姿勢は、データ記憶部170に既知の値として予め保持されているものとする。客観視点カメラ180が出力する画像(以下、これを客観視点画像と呼ぶ)は、画像入力部160に入力される。

【0015】

画像入力部160は、客観視点画像の夫々をデジタルデータに変換し、データ記憶部1

10

20

30

40

50

70に保存する。

【0016】

姿勢センサ140は、計測対象物体130に装着されており、姿勢センサ140自身の現在の姿勢を計測して姿勢予測部150へと出力する。姿勢センサ140は、ジャイロセンサをベースとしたセンサユニットであり、例えば、株式会社トキメックのT I S S - 5 - 40や、米国InterSense社のInertiaCube2等によって構成される。これらのセンサによって計測される姿勢計測値は、真の姿勢とは異なった、誤差を有する姿勢である。ただし、これらの姿勢センサは、地球の重力方向を観測するセンサを構成要素として有しており、傾斜角方向のドリフト誤差の蓄積をキャンセルする機能を有しているため、傾斜角方向（ピッチ角及びロール角）に関してはドリフト誤差を発生しないという性質を有している。言い換えれば、方位角方向（ヨー角方向）に関しては時間の経過に伴って蓄積されるドリフト誤差を有している。

10

【0017】

姿勢予測部150は、方位ドリフト誤差補正值をデータ記憶部170から入力し、姿勢センサ140から入力した姿勢計測値を補正して計測対象物体130の姿勢を予測し、データ記憶部170へと出力する。

【0018】

指標検出部110は、データ記憶部170より客観視点画像を入力し、入力した画像中に撮影されている指標の画像座標を検出する。例えば、指標の各々が異なる色を有するマーカによって構成されている場合には、客観視点画像上から各々のマーカ色に対応する領域を検出し、その重心位置を指標の検出座標とする。また、指標の各々が異なるテクスチャ特徴を有する特徴点によって構成されている場合には、既知の情報として予め保持している各々の指標のテンプレート画像によるテンプレートマッチングを客観視点画像上に施すことにより、指標の位置を検出する。なお、計測対象物体130の位置の算出値（位置姿勢算出部120の出力）及び姿勢の予測値（姿勢予測部150の出力）をデータ記憶部170からさらに入力し、これらの値に基づいて画像上における指標の位置を予測し探索範囲を限定することにより、指標検出処理の計算負荷を軽減したり、指標の誤検出や誤同定を低減させたりすることが可能である。

20

【0019】

指標検出部110は、さらに、検出された指標の画像座標とその指標の識別子をデータ記憶部170へと出力する。以下では、客観視点カメラ180（ a, b, c, d ）の撮影画像に対して指標検出部110によって検出された指標を、カメラの識別子 x （ $x = a, b, c, d$ ）と、検出された指標の夫々に付けられた識別子 m （ $m = 1, \dots, M_x$ ）を用いて、 $P_{k \times m}$ と表記する。ここで、 M_x は夫々の客観視点画像に対して検出された指標の数を表している。また、検出された指標 $P_{k \times m}$ の画像座標を、その画像を撮影した客観視点カメラの識別子に応じて、各々 $u_a^{P_{k \times a m}}, u_b^{P_{k \times b m}}, u_c^{P_{k \times c m}}, u_d^{P_{k \times d m}}$ と表記する。また、 M を、各画像上で検出された指標の総和とする。例えば図1の場合には、 $M_a = 0, M_b = 0, M_c = 2, M_d = 1, M = 3$ であり、指標の識別子 $k_{c1} = 1, k_{c2} = 2, k_{d1} = 2$ と、これらを撮影したカメラの識別子と、これらに対応する画像座標 $u_c^{P_{k \times c 1}}, u_c^{P_{k \times c 2}}, u_d^{P_{k \times d 1}}$ が出力される。

30

40

【0020】

位置姿勢算出部120は、計測対象物体130の姿勢の予測値と、指標検出部110によって検出された各々の指標の画像座標 $u_a^{P_{k \times a m}}, u_b^{P_{k \times b m}}, u_c^{P_{k \times c m}}, u_d^{P_{k \times d m}}$ とそれに対応する物体座標（物体座標系における座標値） $x_c^{P_{k \times a m}}, x_c^{P_{k \times b m}}, x_c^{P_{k \times c m}}, x_c^{P_{k \times d m}}$ の組とをデータ記憶部170から入力し、これらの情報に基づいて計測対象物体130の位置及び姿勢を算出し、I/Fを介して外部へ出力する。また、算出した計測対象物体130の位置をデータ記憶部170に出力し、さらに、位置及び姿勢の算出工程で導出される姿勢センサ140の方位ドリフト誤差補正值の更新値によって、データ記憶部170が保持する方位ドリフト誤差補正值を更新する。

【0021】

50

データ記憶部 170 は、方位ドリフト誤差補正值、画像入力部 160 から入力される画像、姿勢予測部 150 から入力される姿勢の予測値、位置姿勢算出部 120 から入力される位置の算出値、指標検出部 110 から入力される指標の画像座標及び識別子、さらに、既知の値である指標の物体座標（物体座標系における座標値）等のデータを保持し、必要に応じてこれらを入出力する。

【0022】

なお、図 1 に示した画像入力部 160、データ記憶部 170、指標検出部 110、姿勢予測部 150、及び位置姿勢算出部 120 の夫々は、独立した装置として扱っても良いし、夫々ソフトウェアとして一つもしくは複数のコンピュータにインストールし、夫々のコンピュータの CPU により実行することで、その機能を実現するようにしても良い。本実施形態では、各部（画像入力部 160、データ記憶部 170、指標検出部 110、姿勢予測部 150、及び位置姿勢算出部 120）は 1 台のコンピュータ内で実行対象となるソフトウェアとして扱う。

10

【0023】

図 2 は画像入力部 160、データ記憶部 170、指標検出部 110、姿勢予測部 150、及び位置姿勢算出部 120 の夫々をソフトウェアとして実行するコンピュータの基本構成を示す図である。

【0024】

1001 は CPU で、RAM 1002 や ROM 1003 に格納されたプログラムやデータを用いてコンピュータ全体の制御を行うと共に、画像入力部 160、指標検出部 110、姿勢予測部 150、及び位置姿勢算出部 120 の夫々のソフトウェアの実行を制御して、各部の機能を実現する。

20

【0025】

1002 は RAM で、外部記憶装置 1007 や記憶媒体ドライブ 1008 からロードされたプログラムやデータを一時的に記憶するエリアを備えると共に、CPU 1001 が各種の処理を行うために必要とするワークエリアを備える。データ記憶部 170 の機能は、RAM 1002 によって実現される。

【0026】

1003 は ROM で、一般にコンピュータの記憶プログラムや設定データなどが格納されている。1004、1005 は夫々キーボード、マウスで、操作者は夫々を用いて、各種の指示を CPU 1001 に入力することができる。

30

【0027】

1006 は表示部で、CRT や液晶画面などにより構成されており、例えば、計測対象物体 130 の位置姿勢計測のために表示すべきメッセージ等を表示することができる。

【0028】

1007 は外部記憶装置で、ハードディスクなどの大容量情報記憶装置として機能する装置であって、ここに OS（オペレーティングシステム）やソフトウェアのプログラム等を保存する。また本実施形態の説明において、既知であると説明する情報はここに保存されており、必要に応じて RAM 1002 にロードされる。

【0029】

1008 は記憶媒体ドライブで、CD-ROM や DVD-ROM などの記憶媒体に記憶されているプログラムやデータを CPU 1001 からの指示に従って読み出して、RAM 1002 や外部記憶装置 1007 に出力する。

40

【0030】

1009 は I/F で、計測対象物体 130 を接続するためのアナログビデオポートあるいは IEEE 1394 等のデジタル入出力ポート、姿勢センサ 140 を接続するための RS 232C あるいは USB シリアルポート、また、算出した計測対象物体 130 の位置及び姿勢を外部へ出力するためのイーサネット（登録商標）ポート等によって構成される。夫々が入力したデータは I/F 1009 を介して RAM 1002 に取り込まれる。画像入力部 160 の機能の一部は、I/F 1009 によって実現される。

50

【 0 0 3 1 】

1 0 1 0 は上述の各部を繋ぐバスである。

【 0 0 3 2 】

図 3 は、姿勢予測部 1 5 0 の処理手順を示すフローチャートであり、CPU 1 0 0 1 が姿勢予測部 1 5 0 のソフトウェアのプログラムを実行することで行われる。なお、以下の処理を行う前段で、同フローチャートに従ったプログラムコードは、RAM 1 0 0 2 に既にロードされているものとする。

【 0 0 3 3 】

なお、姿勢を表現する方法には様々なものが存在するが、ここでは、 3×3 の回転行列 R によって表現されているものとする。

10

【 0 0 3 4 】

ステップ S 3 0 0 0 において、姿勢予測部 1 5 0 は、姿勢センサ 1 4 0 から姿勢計測値 $R^{\#}$ ($\#$ はセンサによる計測値を表す記号) を入力する。

【 0 0 3 5 】

ステップ S 3 0 1 0 において、姿勢予測部 1 5 0 は、データ記憶部 1 7 0 から方位ドリフト誤差補正值 $*$ を入力する。

【 0 0 3 6 】

ステップ S 3 0 2 0 において、姿勢予測部 1 5 0 は、姿勢計測値 $R^{\#}$ (姿勢センサ 1 4 0 の姿勢を表している) に、姿勢センサ 1 4 0 から計測対象物体 1 3 0 への姿勢変換と、方位ドリフト誤差補正值 $*$ によるドリフト誤差補正を反映させ、方位ドリフト誤差補正後の計測対象物体 1 3 0 の姿勢を算出し、これを、姿勢の予測値 R^* とする。

20

【 0 0 3 7 】

【数 1】

$$\mathbf{R}^* = \Delta\mathbf{R}(\phi^*) \cdot \mathbf{R}^{\#} \cdot \mathbf{R}_{SC}$$

【 0 0 3 8 】

ここで、 $R(\)$ は、方位方向に ϕ だけの回転を加える回転行列であり、 ϕ の関数として次式によって定義される。

【 0 0 3 9 】

【数 2】

$$\Delta\mathbf{R}(\phi) = \begin{bmatrix} l_1 l_1 (1 - \cos \phi) + \cos \phi & l_2 l_1 (1 - \cos \phi) - l_3 \sin \phi & l_3 l_1 (1 - \cos \phi) + l_2 \sin \phi \\ l_1 l_2 (1 - \cos \phi) + l_3 \sin \phi & l_2 l_2 (1 - \cos \phi) + \cos \phi & l_3 l_2 (1 - \cos \phi) - l_1 \sin \phi \\ l_1 l_3 (1 - \cos \phi) - l_2 \sin \phi & l_2 l_3 (1 - \cos \phi) + l_1 \sin \phi & l_3 l_3 (1 - \cos \phi) + \cos \phi \end{bmatrix}$$

30

【 0 0 4 0 】

ここで、 $\mathbf{l} = (l_1, l_2, l_3)$ は、世界座標系における鉛直上方向 (地球の重力の反対方向) を表す既知のベクトルを表している。

【 0 0 4 1 】

また、 R_{SC} は、物体座標系 (計測対象物体 1 3 0 の位置及び姿勢を表す座標系) からセンサ座標系 (姿勢センサ 1 4 0 の位置及び姿勢を表す座標系) へ姿勢を変換する 3×3 の行列であり、固定値である姿勢センサ 1 4 0 と計測対象物体 1 3 0 の相対姿勢に基づいて、既知の値として予め設定されている。

40

【 0 0 4 2 】

ステップ S 3 0 3 0 において、姿勢予測部 1 5 0 は、姿勢の予測値 R^* をデータ記憶部 1 7 0 へと出力する。

【 0 0 4 3 】

ステップ S 3 0 4 0 において、姿勢予測部 1 5 0 は、処理を終了するか否かの判定を行い、処理を終了しない場合には、処理をステップ S 3 0 0 0 へと進める。

【 0 0 4 4 】

図 4 は、計測対象物体 1 3 0 の位置及び姿勢を示すパラメータを算出する処理のフロー

50

チャートであり、CPU 1001が位置姿勢算出部120のソフトウェアのプログラムを実行することで行われる。なお、以下の処理を行う前段で、同フローチャートに従ったプログラムコードは、RAM 1002に既にロードされているものとする。

【0045】

位置姿勢算出部120は、計測対象物体130の位置 $t = [x \ y \ z]^T$ と、姿勢センサ140の方位ドリフト誤差補正值の更新値の合計4パラメータを、算出すべき未知パラメータとして取り扱う。すなわち、本実施形態では、姿勢についてはその全てを未知とするのではなく、姿勢の予測値 R^* には方位方向のドリフト誤差のみが含まれており、その方位ドリフト誤差補正值の更新値のみを求めることで、計測対象物体130の姿勢が得られるというモデルを適用する。以下では、求めるべき未知パラメータを4値の状態ベクトル $s = [x \ y \ z \]^T$ によって記述する。

10

【0046】

ステップS4000において、位置姿勢算出部120は、計測対象物体130の姿勢の予測値 R^* (姿勢予測部150の出力)をデータ記憶部170から入力する。

【0047】

ステップS4010において、位置姿勢算出部120は、状態ベクトル s の初期値を、 $s = [x_{-1} \ y_{-1} \ z_{-1} \ 0]^T$ と設定する。ここで、 x_{-1} 、 y_{-1} 、 z_{-1} は、1ループ前の処理(時刻 -1 とおく)におけるステップS4110において算出された計測対象物体130の位置を表している。

【0048】

ステップS4020において、位置姿勢算出部120は、指標検出部110によって検出された指標の画像座標とその世界座標の組を、データ記憶部170から入力する。例えば図1の場合には、画像座標 u_c^{P1} 、 u_c^{P2} 、 u_d^{P2} 及びそれらに対応する物体座標(物体座標系における座標値) x_c^{P1} 、 x_c^{P2} が入力される。

20

【0049】

ステップS4030において、位置姿勢算出部120は、入力された指標の情報が位置及び姿勢の推定に十分な情報を含むか否かを判定し、それに応じて処理の分岐を行う。具体的には、入力した指標の実体の総数が2点以上の場合にはステップS4040に処理を進め、2点未満の場合はステップS4100に処理を進める。例えば図1の場合には、2つの指標(投影像は3点であるが、指標の実体は2つ)が検出されているので、ステップS4040へと処理が進められる。

30

【0050】

ステップS4040において、位置姿勢算出部120は、各々の指標 P_{km} に対して、その画像座標の推定値 $u^{P_{km}*}$ を算出する。 $u^{P_{km}*}$ の算出は、既知な情報として予め保持している指標 P_{km} 各々の物体座標(物体座標系における座標値) $x_c^{P_{km}}$ と、現在の状態ベクトル s の関数:

【0051】

【数3】

$$u^{P_{km}*} = F_B(x_c^{P_{km}}, s)$$

40

【0052】

に基づいて行われる。具体的には、関数 $F_B(\)$ は、世界座標系上における当該指標の座標 $x_w^{P_{km}}$ を $x_c^{P_{km}}$ と s から求める次式、

【0053】

【数4】

$$\mathbf{x}_W^{P_{km}} = \begin{bmatrix} x_W^{P_{km}} \\ y_W^{P_{km}} \\ z_W^{P_{km}} \end{bmatrix} = \Delta \mathbf{R}(\phi) \cdot \mathbf{R}^* \cdot \mathbf{x}_C^{P_{km}} + \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

【0054】

及び、世界座標系 $x_W^{P_{km}}$ から客観視点カメラ座標（客観視点カメラ座標系（客観視点カメラ180上の1点を原点として定義し、更に互いに直交する3軸を夫々X軸、Y軸、Z軸として定義した座標系）上における当該指標の座標） $x_B^{P_{km}}$ を求める次式、

10

【0055】

【数5】

$$\mathbf{x}_B^{P_{km}} = \begin{bmatrix} x_B^{P_{km}} \\ y_B^{P_{km}} \\ z_B^{P_{km}} \end{bmatrix} = \mathbf{R}_{WB}^{-1} (\mathbf{x}_W^{P_{km}} - \mathbf{t}_{WB})$$

【0056】

及び、客観視点カメラ座標 $x_B^{P_{km}}$ から画像座標 $u^{P_{km}*}$ を求める次式、

20

【0057】

【数6】

$$\mathbf{u}^{P_{km}*} = \begin{bmatrix} u_x^{P_{km}*} & u_y^{P_{km}*} \end{bmatrix}^T = \begin{bmatrix} -f_x^B \frac{x_B^{P_{km}}}{z_B^{P_{km}}} & -f_y^B \frac{y_B^{P_{km}}}{z_B^{P_{km}}} \end{bmatrix}^T$$

【0058】

によって構成されている。ここで、 \mathbf{R}^* は、ステップS4000で入力した姿勢の予測値を表している。また、 $\mathbf{R}(\)$ は、方位方向に だけの回転を加える回転行列を表しており、式2によって定義される。また、 f_x^B 及び f_y^B は夫々の客観視点カメラ180のx軸方向及びy軸方向における焦点距離、 \mathbf{R}_{WB} は夫々の客観視点カメラ180の世界座標系における姿勢を表す3×3行列、 \mathbf{t}_{WB} は夫々の客観視点カメラ180の世界座標系における位置を表す3次元ベクトルであり、客観視点カメラ180の夫々に対して既知の値として予め保持されている。

30

【0059】

ステップS4050において、位置姿勢算出部120は、各々の指標 P_{km} に対して、画像座標の推定値 $u^{P_{km}*}$ と実測値 $u^{P_{km}}$ との誤差 $u^{P_{km}}$ を、式7に基づいて算出する。

40

【0060】

【数7】

$$\Delta \mathbf{u}^{P_{km}} = \mathbf{u}^{P_{km}} - \mathbf{u}^{P_{km}*}$$

【0061】

ステップS4060において、位置姿勢算出部120は、各々の指標 P_{km} に対して、状態ベクトル s に関する画像ヤコビアン（すなわち、式3の関数 $F_b(\)$ を状態ベクトル s の各要素で偏微分した解を各要素を持つ2行×4列のヤコビ行列） $J_{u_s}^{P_{km}} (=$

50

u / s) を算出する。具体的には、式 6 の右辺を客観視点カメラ座標 $x_B^{P k m}$ の各要素で偏微分した解を各要素に持つ 2 行 × 3 列のヤコビ行列 $J_{u \times B}^{P k m} (= u / x_B)$ と、式 5 の右辺を世界座標 $x_W^{P k m}$ の各要素で偏微分した解を各要素に持つ 3 行 × 3 列のヤコビ行列 $J_{x_B \times W}^{P k m} (= x_B / x_W)$ と、式 4 の右辺を状態ベクトル s の各要素で偏微分した解を各要素に持つ 3 行 × 4 列のヤコビ行列 $J_{x_W s}^{P k m} (= x_W / s)$ を算出し、次式によって $J_{u s}^{P k m}$ を算出する。

【 0 0 6 2 】

【数 8】

$$J_{us}^{P_{km}} = J_{ux_B}^{P_{km}} \cdot J_{x_B x_W}^{P_{km}} \cdot J_{x_W s}^{P_{km}}$$

10

【 0 0 6 3 】

ステップ S 4 0 7 0 において、位置姿勢算出部 1 2 0 は、ステップ S 4 0 5 0 及びステップ S 4 0 6 0 において算出した誤差 $u^{P k m}$ 及び画像ヤコビアン $J_{u s}^{P k m}$ に基づいて、状態ベクトル s の補正值 s を算出する。具体的には、各々の指標 $P_{k m}$ に対して求めた誤差 $u^{P k m}$ を垂直に並べた 2 M 次元の誤差ベクトル U 及び、各々の指標 $P_{k m}$ に対して求めた画像ヤコビアン $J_{u s}^{P k m}$ を垂直に並べた 2 M 行 × 4 列の行列 を作成し、 の擬似逆行列 ' を用いて、

【 0 0 6 4 】

【数 9】

$$\Delta s = \Theta' U$$

20

【 0 0 6 5 】

として算出する。図 1 の例では $M = 3$ であるので、 U は 6 次元ベクトル、 は 6 行 × 4 列の行列となる。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 4 0 8 0 において、位置姿勢算出部 1 2 0 は、ステップ S 4 0 7 0 において算出した補正值 s を用いて、式 1 0 に従って状態ベクトル s を補正し、得られた値を s の新たな推定値とする。

【 0 0 6 7 】

【数 1 0】

$$s + \Delta s \rightarrow s$$

30

【 0 0 6 8 】

ステップ S 4 0 9 0 において、位置姿勢算出部 1 2 0 は、誤差ベクトル U が予め定めた閾値より小さいかどうか、あるいは、補正值 s が予め定めた閾値より小さいかどうかといった何らかの判定基準を用いて、計算が収束しているか否かの判定を行う。収束していない場合には、補正後の状態ベクトル s を用いて、再度ステップ S 4 0 4 0 以降の処理を行う。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 4 0 9 0 において計算が収束したと判定されると、ステップ S 4 1 0 0 において、位置姿勢算出部 1 2 0 は、得られた状態ベクトル s から、計測対象物体 1 3 0 の姿勢を算出する。具体的には、前ステップまでで得られた状態ベクトル s から方位ドリフト誤差補正值の更新値 を得て、次式：

40

【 0 0 7 0 】

【数 1 1】

$$R = \Delta R(\phi) \cdot R^*$$

【 0 0 7 1 】

によって、計測対象物体 1 3 0 の姿勢 R を算出する。

50

【 0 0 7 2 】

ステップ S 4 1 1 0 において、位置姿勢算出部 1 2 0 は、得られた計測対象物体 1 3 0 の位置及び姿勢の情報を I / F 1 0 0 9 を介して外部へ出力する。また、計測対象物体 1 3 0 の位置 t をデータ記憶部 1 7 0 へと出力する。なお、位置及び姿勢の出力形態は例えば姿勢を表す 3×3 行列 R と位置を表す 3 次元ベクトル t の組であってもよいし、姿勢成分をオイラー角に変換したものでよいし、位置及び姿勢から算出したモデリング変換行列でもよいし、他のいずれの位置姿勢記述方法によるものでよい。

【 0 0 7 3 】

ステップ S 4 1 2 0 において、位置姿勢算出部 1 2 0 は、以上の算出工程で得られた方位ドリフト誤差補正值の更新値 を用いて、データ記憶部 1 7 0 が保持している方位ドリフト誤差補正值 * を次式によって更新する。

【 0 0 7 4 】

【 数 1 2 】

$$\phi^* + \phi \rightarrow \phi^*$$

【 0 0 7 5 】

ステップ S 4 1 3 0 において、位置姿勢算出部 1 2 0 は、処理を終了するか否かの判定を行い、終了しない場合には再びステップ S 4 0 0 0 へと進み、次フレーム以降の入力データに対して同様の処理を実行する。

【 0 0 7 6 】

以上によって、計測対象物体の位置及び姿勢が計測される。

【 0 0 7 7 】

なお、上記の実施形態では複数台の客観視点カメラ 1 8 0 を用いていたが、必ずしも複数台の客観視点カメラが必要ではなく、客観視点カメラが 1 台の場合であっても本実施形態と同様の効果が得られることはいうまでもない。

【 0 0 7 8 】

[第 2 の実施形態]

上記の実施形態では、姿勢センサの方位ドリフト誤差補正值の更新値 を未知数として求めていたが、姿勢センサの精度が良い場合や、使用時間が短時間である場合や、あるいは、方位ドリフト誤差補正值の更新値の入力を手作業で行うことが可能な場合には、位置姿勢算出部 1 2 0 で求めるべきパラメータを計測対象物体 1 3 0 の位置のみに限定してもよい。本実施形態に係る位置姿勢計測装置は、任意の計測対象物体の位置及び姿勢を計測することを目的とした位置姿勢計測装置であって、第 1 の実施形態における位置姿勢計測装置の位置姿勢算出部 1 2 0 の機能を変更した構成となっている。以下、本実施形態に係る位置姿勢計測装置及び位置姿勢計測方法について説明する。

【 0 0 7 9 】

本実施形態では、第 1 の実施形態における をすべて 0 とおく。すなわち、本実施形態における位置姿勢算出部 1 2 0 では、求めるべき未知パラメータを 3 値の状態ベクトル $s' = [x \ y \ z]^T$ によって記述する。また、本実施形態における位置姿勢算出部 1 2 0 では、第 1 の実施形態における位置姿勢算出部 1 2 0 の各処理工程（各ヤコビ行列や式 4 等）から に関する項を取り除いたものを用いればよい。例えば式 4 は次式に変更する。

【 0 0 8 0 】

【 数 1 3 】

$$\mathbf{x}_W^{P_{km}} = \begin{bmatrix} x_W^{P_{km}} \\ y_W^{P_{km}} \\ z_W^{P_{km}} \end{bmatrix} = \mathbf{R}^* \cdot \mathbf{x}_C^{P_{km}} + \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

【 0 0 8 1 】

10

20

30

40

50

本実施形態に係る位置姿勢計測装置によれば、求めるべき未知パラメータ数が少なくなるため、得られる解（計測対象物体 130 の位置及び姿勢）の安定性のさらなる向上が期待できる。

【0082】

なお、手作業で方位ドリフト誤差補正值の更新値を入力するためには、例えば、図1の構成に補正值更新手段を更に追加すればよい。補正值更新手段は、オペレータの入力に従って方位ドリフト誤差補正值の更新値を得て、式12にしたがってデータ記憶部170に保存された方位ドリフト誤差補正值^{*}を更新する。補正值更新手段は、例えば、キーボード1004の特定のキーをインターフェイスとして用いることで実現される。例えば、[+]キーにより+0.1度を、[-]キーにより-0.1度を更新値として設定する
10

【0083】

[第3の実施形態]

上記の実施形態の各々では、未知の値として求めるパラメータを、位置及び方位ドリフト誤差補正值の更新値か、位置のみかのいずれかに固定していた。しかし、何れのパラメータを未知とするかは必ずしも固定である必要はなく、夫々のパラメータの特性に応じて未知とするパラメータを適宜変更することにより、より好適な位置姿勢の推定を行うことができる。本実施形態に係る位置姿勢計測装置は、任意の計測対象物体の位置及び姿勢
20

【0084】

本実施形態における位置姿勢算出部は、第1の実施形態における位置姿勢算出部と第2の実施形態における位置姿勢算出部の夫々の機能を併せ持っており、通常は位置のみを未知のパラメータとする第2の実施形態における位置姿勢算出部の処理を行い、一定時間間隔（例えば10秒（300フレーム）に1回）毎に、位置と方位ドリフト誤差補正值の更新値を未知のパラメータとする第1の実施形態における位置姿勢算出部の処理を実行する。
30

【0085】

本実施形態に係る位置姿勢計測装置によれば、姿勢センサ140として、短時間であれば方位ドリフト誤差を無視できる程度の精度が得られる姿勢センサを用いる場合に、方位ドリフト誤差を補正しつつ、得られる解の安定性を向上させることが期待できる。

【0086】

[第4の実施形態]

上記の実施形態の各々では、ある1時刻の画像情報から方位ドリフト誤差補正值の更新値を求めていた。しかし、方位ドリフト誤差の値はフレーム間での相関性が高いので、複数フレームの情報を利用することで、より高精度に求めることができる。本実施形態に係る位置姿勢計測装置は、任意の計測対象物体の位置及び姿勢を計測することを目的とした位置姿勢計測装置であり、第1の実施形態における位置姿勢計測装置の位置姿勢算出部120の機能を変更した構成となっている。以下、本実施形態に係る位置姿勢計測装置及び位置姿勢計測方法について説明する。
40

【0087】

本実施形態における位置姿勢算出部520は、第1の実施形態における位置姿勢算出部と第2の実施形態における位置姿勢算出部の夫々の機能を併せ持っており、夫々のパラメータ推定処理を共に実行する。図5は、計測対象物体130の位置及び姿勢を示すパラメータを算出する処理のフローチャートであり、CPU1001が位置姿勢算出部520の
50

ソフトウェアのプログラムを実行することで行われる。なお、以下の処理を行う前段で、同フローチャートに従ったプログラムコードは、RAM 1002に既にロードされているものとする。

【0088】

ステップS5000において、位置姿勢算出部520は、第1の実施形態におけるステップS4000と同様に、計測対象物体130の姿勢の予測値 R^* （姿勢予測部150の出力）をデータ記憶部170から入力する。

【0089】

ステップS5010において、位置姿勢算出部520は、第1の実施形態におけるステップS4020と同様に、指標検出部110によって検出された指標の画像座標とその世界座標を、データ記憶部170から入力する。

10

【0090】

ステップS5020において、位置姿勢算出部520は、計測対象物体130の位置 $t = [x\ y\ z]^T$ と姿勢センサ140の方位ドリフト誤差補正值の更新値を未知のパラメータとして、第1の実施形態におけるステップS4010及びステップS4030からステップS4090と同様な処理によってこれらを推定する。

【0091】

ステップS5030において、位置姿勢算出部520は、ステップS5020で算出された方位ドリフト誤差補正值の更新値を積算し、積算値 S_{UM} を求める。

【0092】

20

ステップS5040において、位置姿勢算出部520は、予め定めたフレーム数（例えば30フレーム）の積算処理を行ったか否かの判定を行い、行っている場合は処理をステップS5050に進め、行っていない場合は処理をステップS5080へと進める。

【0093】

ステップS5050において、位置姿勢算出部520は、ステップS5030で求めた積算値 S_{UM} を処理フレーム数で除算することで、各フレームで得られた方位ドリフト誤差補正值の更新値の平均値を算出し、これを新たに、方位ドリフト誤差補正值の更新値とする。このあと、積算値 S_{UM} は0にクリアされる。

【0094】

ステップS5060において、位置姿勢算出部520は、第1の実施形態におけるステップS4120と同様に、ステップS5050で得られた方位ドリフト誤差補正值の更新値を用いて、データ記憶部170が保持している方位ドリフト誤差補正值 $*$ を式12によって更新する。

30

【0095】

ステップS5070において、位置姿勢算出部520は、ステップS5050で得られた方位ドリフト誤差補正值の更新値を用いて、式11によって計測対象物体130の姿勢を算出し、得られた姿勢を新たな姿勢の予測値とする。

【0096】

ステップS5080において、位置姿勢算出部520は、計測対象物体130の位置 $t = [x\ y\ z]^T$ を未知のパラメータとして、第2の実施形態と同様な処理によってこれを推定する。

40

【0097】

ステップS5090において、位置姿勢算出部520は、第1の実施形態におけるステップS4110と同様に、得られた計測対象物体130の位置及び姿勢の情報を出力する。

【0098】

ステップS5100において、位置姿勢算出部520は、処理を終了するか否かの判定を行い、終了しない場合には再びステップS5000へと進み、次フレーム（時刻 + 1）以降の入力データに対して同様の処理を実行する。

【0099】

50

以上によって、複数フレームの情報を用いることによる、方位ドリフト誤差の補正値の更新値の精度向上が実現される。なお、本実施形態では各フレームで得られる更新値の平均値を用いていたが、各フレームで得られる更新値の中央値を用いても良いし、他のいずれのローパスフィルタを用いても良い。また、第3の実施形態における位置とドリフト誤差補正値の更新値とを未知パラメータとする位置姿勢算出処理手段として、本実施形態における位置姿勢算出部を用いることも、もちろん可能である。

【0100】

(変形例1)

上記の実施形態において、誤差ベクトル U と行列に基づき状態ベクトルの補正値 s の算出に式9で表現される最急降下法を用いているが、補正値 s の算出は必ずしも最急降下法によって行わなくてもよい。例えば公知の非線形方程式の反復解法であるLM法(Levenberg-Marquardt法)を用いて求めてもよいし、公知のロバスト推定手法であるM推定等の統計的手法を組み合わせてもよいし、他の何れの数値計算手法を適用しても構わない。

10

【0101】

また、上記の実施形態では、各入力画像に対して最適な(誤差を最小化する)解を求める非線形最適化手法を用いていたが、画像上での指標の誤差に基づいてその誤差を解消するような解を求める手法はこれに限られるものではなく、客観視点カメラによって撮影される画像情報から、計測対象物体の位置及び姿勢センサの方位ドリフト誤差補正値とを算出することにより、計測対象物体の位置及び姿勢を安定かつ高精度に得るといふ本発明の本質は、他の手法を用いた場合であっても損なわれるものではない。例えば、画像上での指標の誤差に基づいてその誤差を解消するような解を求める手法として知られている、拡張カルマンフィルタ(Extended Kalman Filter)や反復拡張カルマンフィルタ(Iterative Extended Kalman Filter)(これらについては"J. Park, B. Jiang, and U. Neumann, Vision-based pose computation: robust and accurate augmented reality tracking, Proc. Second International Workshop on Augmented Reality (IWAR'99), pp. 3-12, 1999."に詳細が述べられている)を用いた場合、上記の実施形態における s を状態ベクトルと定義し、式3を観測方程式と定義することで、本発明の効果を有したフィルタを構成することができる。

20

30

【0102】

(変形例2)

上記の実施形態において、指標 P として一つの指標が一つの座標を表すような指標(以下、これを点指標と呼ぶ)を用いていた。しかし、他の指標の種類を適用することも可能である。

【0103】

例えば、公知の位置姿勢計測装置(例えば、“高橋, 石井, 牧野, 中静, VRインターフェースのための単眼による長方形マーカ位置・姿勢の高精度実時間推定法, 3次元画像コンファレンス96公演論文集, pp. 167-172, 1996.”を参照)に用いられているような、特定の幾何形状をもつマーカを指標として用いることも出来る。例えば、四角形のマーカを指標として用いる場合、四角形の各頂点の世界座標を既知の値として保持しておき(あるいは、マーカの位置、向き、サイズからこれらの値を演算し)、画像から各頂点の画像座標を検出することで、上記実施形態における4点の指標と同様の効果を得ることができる。特に、ID情報を有する一つの四角形マーカ(例えば、“加藤, M. Billinghurst, 浅野, 橘, マーカー追跡に基づく拡張現実感システムとそのキャリブレーション, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, vol. 4, no. 4, pp. 607-616, 1999.”を参照)を計測対象物体に設置する構成(あるいは、姿勢センサに予め一つの四角形マーカを設置しておく構成)は、画像からのマーカの検

40

50

出精度及び同定精度の良さが期待できるため、特に好適な形態といえる。

【0104】

また、別の公知の位置姿勢計測装置（例えば、“D. G. Lowe: Fitting parameterized three-dimensional models to images, IEEE Transactions on PAMI, vol. 13, no. 5, pp. 441-450, 1991.”を参照）に用いられているような、線特徴によって構成される指標（以下、これを線指標と呼ぶ）を用いてもよい。例えば、直線の原点からの距離を評価のための基準として、画像からの検出値 d と状態ベクトル s からの推定値 d^* から算出する誤差 d によって誤差ベクトル U を構成し、 d^* の算出式を状態ベクトル s の各要素で偏微分した解を各要素に持つ 1 行 \times 4 列のヤコビ行列 J_d ($= d / s$) によって行列 を構成することで、上記実施形態と同様な枠組みによって位置及び姿勢の計測を行うことが出来る。また、線指標と点指標、その他の指標から得られる誤差及び画像ヤコビアンを積み重ねることによって、それらの特徴を併用することが可能である。

10

【0105】

（変形例 3）

上記の実施形態では、方位ドリフト誤差を有する姿勢センサを用いていたが、姿勢センサとして方位方向にのみ顕著な誤差を有する他の姿勢センサを用いることも可能である。例えば、加速度センサによって傾斜方向の角度を計測し、地磁気センサによって方位方向の角度を計測するタイプの姿勢センサにおいても、位置と方位誤差補正値の更新値を未知パラメータとして、上記実施形態と同様な処理によって計測対象の位置と姿勢の計測を行うことができる。ただし、この場合、方位ドリフト誤差とは誤差の性質が異なるため、第 3 の実施形態や、第 4 の実施形態のような形態に用いるには適していない。また、傾斜方向のみを計測する姿勢センサを用いる場合でも、方位方向の計測値が常に 0 となる 3 軸の姿勢センサと仮定すると、同様な処理によって計測対象の位置と姿勢の計測を行うことができる。

20

【0106】

〔他の実施形態〕

本発明の目的は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体（または記録媒体）を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（または CPU や MPU）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成される。この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているオペレーティングシステム（OS）などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

30

【0107】

さらに、記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張カードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張カードや機能拡張ユニットに備わる CPU などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

40

【0108】

本発明を上記記憶媒体に適用する場合、その記憶媒体には先に説明したフローチャートに対応するプログラムコードが格納されることになる。

【図面の簡単な説明】

【0109】

【図 1】第 1 の実施形態における位置姿勢計測装置の構成を示す図である。

50

【図2】コンピュータの基本構成を示す図である。

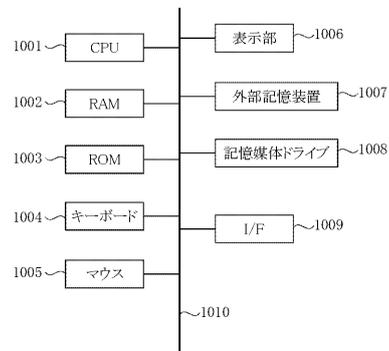
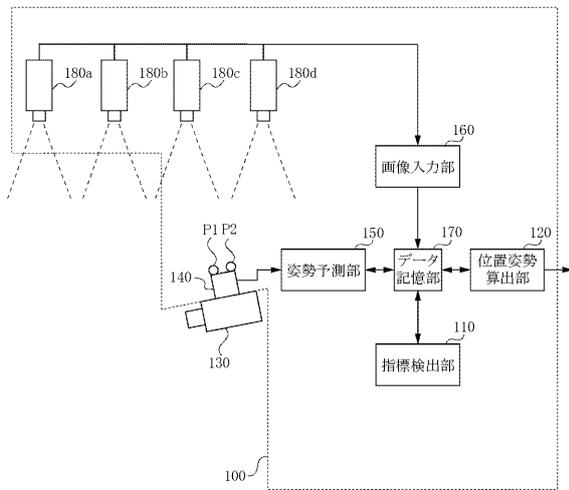
【図3】CPU1001が姿勢予測部150のソフトウェアのプログラムを実行することで行われる、計測対象物体130の位置及び姿勢を示すパラメータを算出する処理のフローチャートである。

【図4】CPU1001が位置姿勢算出部120のソフトウェアのプログラムを実行することで行われる、計測対象物体130の位置及び姿勢を示すパラメータを算出する処理のフローチャートである。

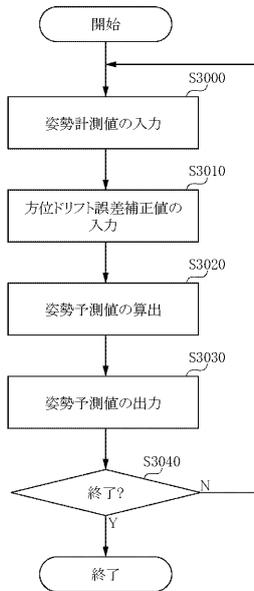
【図5】CPU1001が位置姿勢算出部520のソフトウェアのプログラムを実行することで行われる、計測対象物体130の位置及び姿勢を示すパラメータを算出する処理のフローチャートである。

【図1】

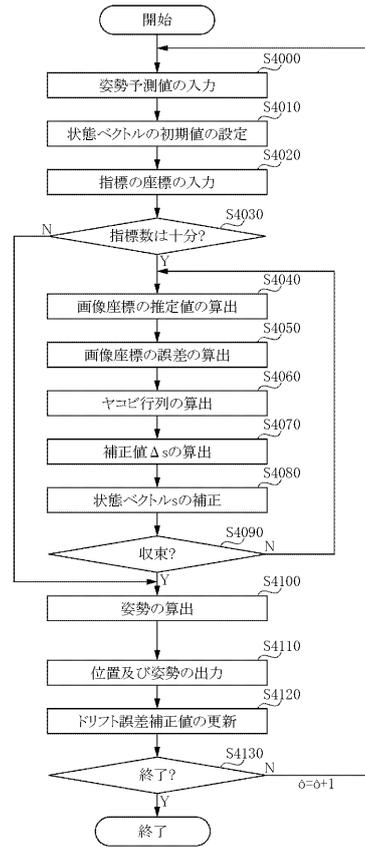
【図2】



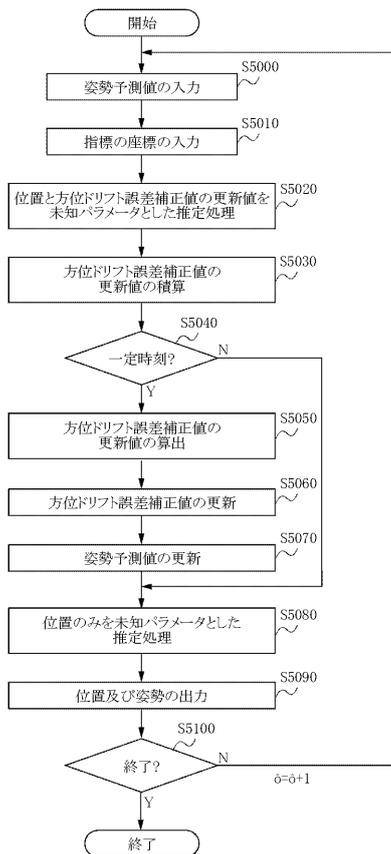
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-241928(JP,A)
特開平09-189513(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01B 11/00 - 11/30