

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2007年1月25日 (25.01.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/010893 A1(51) 国際特許分類:
G06T 7/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2006/314161

(22) 国際出願日: 2006年7月18日 (18.07.2006)

(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2005-208240 2005年7月19日 (19.07.2005) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 池田 浩雄 (IKEDA, Hiroo) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 工藤 実 (KUDOH, Minoru); 〒1400013 東京都品川区南大井六丁目24番10号カドヤビル6階 Tokyo (JP).

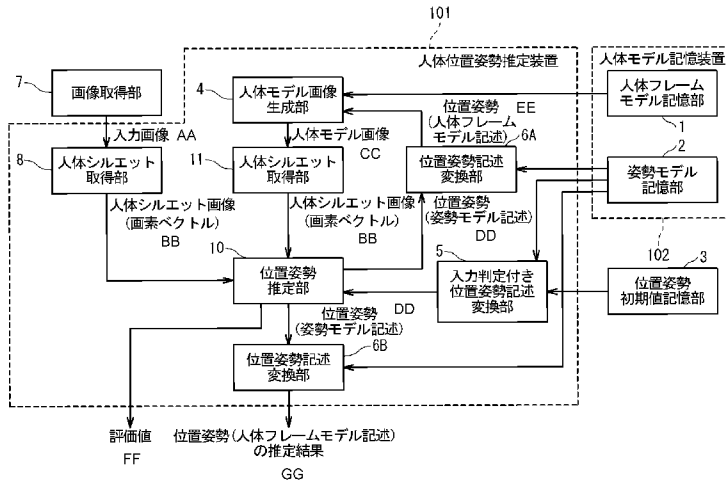
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

[続葉有]

(54) Title: JOINT OBJECT POSITION AND POSTURE ESTIMATING DEVICE, ITS METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 関節物体位置姿勢推定装置及びその方法ならびにプログラム



7... IMAGE ACQUIRING SECTION
 AA... INPUTTED IMAGE
 8... HUMAN BODY SILHOUETTE CAPTURING SECTION
 BB... HUMAN BODY SILHOUETTE IMAGE (PIXEL VECTOR)
 4... HUMAN MODEL IMAGE CREATING SECTION
 CC... HUMAN BODY MODEL IMAGE
 11... HUMAN BODY SILHOUETTE CAPTURING SECTION
 10... POSITION AND POSTURE ESTIMATING SECTION
 DD... POSITION AND POSTURE (POSTURE MODEL DESCRIPTION)
 6B... POSITION AND POSTURE DESCRIPTION CONVERTING SECTION
 101... HUMAN BODY POSITION AND POSTURE ESTIMATING DEVICE
 EE... POSITION AND POSTURE (HUMAN BODY FRAME MODEL DESCRIPTION)
 6A... POSITION AND POSTURE DESCRIPTION CONVERTING SECTION
 5... POSITION AND POSTURE DESCRIPTION CONVERTING SECTION PROVIDED WITH INPUT JUDGMENT
 102... HUMAN BODY MODEL STORAGE DEVICE
 1... HUMAN BODY FRAME MODEL STORAGE SECTION
 2... POSTURE MODEL STORAGE SECTION
 3... POSITION AND POSTURE INITIAL VALUE STORAGE SECTION
 FF... EVALUATED VALUE
 GG... RESULT OF ESTIMATION OF POSITION AND POSTURE (HUMAN BODY FRAME MODEL DESCRIPTION)

(57) Abstract: A joint object position and posture estimating device enabling reduction of the cost of model fitting computation for estimating the position and posture and having an improved estimation speed. A posture model storage section (2) stores information on a posture model having low-dimension parameters under the movement restraint. The information is determined by analyzing the main components of the time-series postures of the joint object frame model corresponding to a predetermined limited movement of the joint object of a human body or the like. A human body position and posture estimating device (101) has a human model image creating section (4) which creates images of the postures of the joint object frame model within the range of the postures which the posture model takes on and a position and posture estimating section (10) which estimates a posture by matching with the joint object image to be estimated.

(57) 要約: 位置姿勢を推定する為のモデルフィッティングの計算コストを削減し、推定速度を向上できる関節物体位置姿勢推定装置を提供することを目的とする。姿勢モデル記

憶部2は、人体などの関節物体の予め定められた限定された動きに対応する関節物体フレームモデルの時

[続葉有]

WO 2007/010893 A1



CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

系列姿勢を主成分分析して求めた動作拘束による低次元パラメータの姿勢モデルに関する情報を記憶する。人体位置姿勢推定装置101は、姿勢モデルが取り得る姿勢の範囲内で、人体モデル画像生成部4による関節物体フレームモデルの各姿勢の画像生成と、位置姿勢推定部10による推定対象関節物体画像とのマッチングを行って、姿勢を推定する。

明 細 書

関節物体位置姿勢推定装置及びその方法ならびにプログラム 技術分野

[0001] 本発明は、関節物体位置姿勢推定装置、関節物体位置姿勢推定方法、及び関節物体位置姿勢推定用プログラムに関し、特に関節物体モデルを用いる関節物体位置姿勢推定装置、関節物体位置姿勢推定方法、及び関節物体位置姿勢推定用プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、この種の関節物体位置姿勢推定技術は、単眼カメラやその蓄積映像などから取得した画像中の関節物体、例えば人体に対して、3次元の位置姿勢を推定するものである。関節物体位置姿勢推定技術は、監視分野での人体行動解析、不審者検出、仮想現実世界でのアバタ動作合成、機械の遠隔操作インタフェースなどの為に用いられる。従来の関節物体位置姿勢推定技術の一例が、亀田能成、美濃導彦、池田克夫、著、「シルエット画像からの関節物体の姿勢推定法」、電子情報通信学会論文誌D-II, Vol. J79-D-II, No.1, 1996年1月、pp.26-35に記載されている。

[0003] 「シルエット画像からの関節物体の姿勢推定法」に記載された関節物体位置姿勢推定技術は、単眼カメラから取得した人体(多関節物体)の2次元画像に対し、3次元の位置姿勢を推定する技術で、次のような構成および動作となる。単眼カメラから取得した入力画像に対し人体シルエット画像を取得する。推定対象となる正確な形状を反映した人体(多関節物体)モデルの位置姿勢を操作し、モデルの人体シルエット画像を取得する。両人体シルエット画像が一致するモデルの位置姿勢を探索し、一致後のモデルの3次元位置姿勢から、入力画像の人体(多関節物体)の3次元位置姿勢を推定する。また探索処理は、人体(多関節物体)モデルの木構造を利用し、各部位ごとにサブ探索処理を行うことにより、全部位を同時に探索する方法より、探索処理量を削減している。

[0004] 「シルエット画像からの関節物体の姿勢推定法」に記載された関節物体位置姿勢推定技術では、関節物体モデルを操作するパラメータの組み合わせ数が非常に多く

、関節物体の位置姿勢を推定する為のモデルフィッティングを行う際の計算コストが非常に大きくなる。関節物体のあらゆる姿勢の推定を目的としているためである。

[0005] 従来の関節物体位置姿勢推定技術を実時間処理へ適応させるためには解決しなければならない課題がある。

[0006] 関節物体位置姿勢推定技術に関連する他の技術としては、以下のものがある。

[0007] 特開平7-302341号公報は、遺伝的アルゴリズムを用いて人体の姿勢を検出する姿勢検出装置を開示している。

[0008] 特開2002-63567号公報は、対象物体の表面の色情報を利用して対象物体の位置姿勢を推定する物体位置姿勢推定装置を開示している。

[0009] 特開2003-109015号公報は、隠された身体部位の姿勢の変化を、測定可能な身体部位の姿勢の変化から、姿勢を表す変数間の従属関係を利用して推定する身体動作測定方法を開示している。

[0010] 特開2003-150977号公報は、3次元モデルの関節角の時系列信号を少数のパラメータで表現することを可能とするシステムを開示している。このシステムは、2次元動画内の人物から、人体の3次元モデルを構成する各オブジェクトの姿勢パラメータを取得する。取得した姿勢パラメータから動作の独立成分を抽出する。抽出した動作の独立成分による空間を利用して3次元モデルの動作を生成する。生成した3次元モデルの動作から、2次元の動画を生成する。

[0011] 特開2004-213589号公報は、入力画像の明るさに影響されず、短時間に姿勢を検出することが可能な姿勢推定装置を開示している。この装置は、マッチング画像生成部と、パターン・マッチング部とを備えている。マッチング画像生成部は、特定部分の入力画像の各画素を2値化し、更に大きさが設定範囲内である部品を特定して2値画像を得る。パターン・マッチング部は、2値画像と所定のテンプレートとを照合して姿勢を検出する。

発明の開示

[0012] 本発明の目的は、モデルフィッティングの計算コストを大幅に削減でき、推定速度を向上できる関節物体位置姿勢推定装置及びその方法を提供することにある。

[0013] 本発明の別の目的は、限定された動作の範囲内で関節物体の姿勢推定を効率良

く行うことのできる関節物体位置姿勢推定装置及びその方法を提供することにある。

- [0014] 本発明の関節物体位置姿勢推定装置は、記憶部と、位置姿勢推定装置とを備える。記憶部は、関節物体の予め定められた限定された動きに対応する関節物体フレームモデルの時系列姿勢を主成分分析して求めた動作拘束による低次元パラメータの姿勢モデルに関する情報を記憶する。位置姿勢推定装置は、姿勢モデルが取り得る姿勢の範囲内で関節物体フレームモデルの各姿勢の画像生成と推定対象関節物体画像とのマッチングを行って姿勢を推定する。
- [0015] 本発明の関節物体位置姿勢推定装置において、姿勢モデルに関する情報は、時系列姿勢の平均姿勢と主成分分析で求まる固有ベクトルである基底姿勢ベクトルとを含む。
- [0016] 本発明の関節物体位置姿勢推定装置において、位置姿勢推定装置は、変換部と、モデル画像生成部と、シルエット取得部と、位置姿勢推定部とを含む。変換部は、姿勢モデルによる姿勢記述を関節物体フレームモデルによる姿勢記述に変換する。モデル画像生成部は、変換部で変換された姿勢記述で示される姿勢に調整した関節物体フレームモデルの画像を生成する。シルエット取得部は、モデル画像生成部で生成された関節物体フレームモデルの画像から推定対象関節物体画像とのマッチングに使う画像を生成する。位置姿勢推定部は、シルエット取得部で生成された画像と推定対象関節物体画像とが適合するように変換部に与える姿勢モデルによる姿勢記述を変更する。
- [0017] 本発明の関節物体位置姿勢推定装置は、位置姿勢初期値記憶部を備える。位置姿勢初期値記憶部は、位置姿勢推定部が使用する位置姿勢の推定初期値を記憶する。
- [0018] 本発明の関節物体位置姿勢推定装置において、位置姿勢推定装置は、入力判定付き位置姿勢記述変換部を備える。入力判定付き位置姿勢記述変換部は、位置姿勢初期値記憶部から位置姿勢の推定初期値を取得し、記述形式を判定して、姿勢モデルによる姿勢記述ならそのまま、関節物体フレームモデルによる姿勢記述なら姿勢モデルによる姿勢記述に変換して位置姿勢推定部に出力する。
- [0019] 本発明の関節物体位置姿勢推定装置において、位置姿勢推定装置は、推定対象

関節物体画像として推定対象関節物体をそれぞれ異なる視点から撮像した複数の画像を使用し、複数の画像と各視点毎に作成した関節物体フレームモデルの複数の画像とのマッチングにより姿勢を推定する。

[0020] 本発明の関節物体位置姿勢推定装置において、位置姿勢推定装置は、輪郭スムーズ処理部を備える。輪郭スムーズ処理部は、マッチングを行う双方の画像に現れる関節物体画像の輪郭部分にぼかし処理を行う。

[0021] 本発明の関節物体位置姿勢推定装置は、関節物体フレームモデル記憶部と、姿勢モデル記憶部と、位置姿勢初期値記憶部と、画像取得部と、第1の関節物体シルエット取得部と、入力判定付き位置姿勢記述変換部と、関節物体モデル画像生成部と、第2の関節物体シルエット取得部と、位置姿勢推定部と、位置姿勢記述変換部と、を備える。関節物体フレームモデル記憶部は、関節物体を球・円筒等の剛体による多関節木構造でモデル化した関節物体フレームモデルの、各部位の剛体の大きさを体型パラメータとして記憶する。姿勢モデル記憶部は、複数関節物体の予め定められた限定された動作における関節物体フレームモデルの時系列姿勢を、主成分分析し求めた動作拘束による低次元パラメータでモデル化した姿勢モデルの、基底姿勢ベクトルと基準姿勢ベクトルを記憶する。位置姿勢初期値記憶部は、位置姿勢の推定初期値を記憶する。画像取得部は、対象関節物体の入力画像を取得する。第1の関節物体シルエット取得部は、入力画像から関節物体シルエット画像(画素ベクトル)を取得する。入力判定付き位置姿勢記述変換部は、位置姿勢初期値記憶部から位置姿勢の推定初期値を取得し記述形式を判定、姿勢モデル記述ならそのまま、関節物体フレームモデル記述なら姿勢モデルを用い姿勢モデル記述に変換する。関節物体モデル画像生成部は、位置姿勢(姿勢モデル記述)に基づき姿勢モデルと関節物体フレームモデルから画像取得部のカメラパラメータに合わせた関節物体モデル画像を生成する。第2の関節物体シルエット取得部は、関節物体モデル画像から関節物体シルエット画像(画素ベクトル)を取得する。位置姿勢推定部は、入力される2つの画素ベクトルから評価関数を計算し、評価関数の値が最小になるよう最適化手法により位置姿勢(姿勢モデル記述)の推定を繰り返し、最終的な推定結果を評価値と位置姿勢(姿勢モデル記述)として出力する。評価関数は、画素ベクトル差分の大

きさの二乗で表される。位置姿勢記述変換部は、推定結果である位置姿勢(姿勢モデル記述)を関節物体フレームモデル記述に変換する。

[0022] 本発明の関節物体位置姿勢推定装置は、関節物体フレームモデル記憶部と、姿勢モデル記憶部と、位置姿勢初期値記憶部と、第1の画像取得部と、第2の画像取得部と、第1の関節物体シルエット取得部と、第2の関節物体シルエット取得部と、第1の画素ベクトル連結部と、入力判定付き位置姿勢記述変換部と、関節物体モデル画像生成部と、第3の関節物体シルエット取得部と、第4の関節物体シルエット取得部と、第2の画素ベクトル連結部と、位置姿勢推定部と、位置姿勢記述変換部と、を備える。関節物体フレームモデル記憶部は、関節物体を球・円筒等の剛体による多関節木構造でモデル化した関節物体フレームモデルの、各部位の剛体の大きさを体型パラメータとして記憶する。姿勢モデル記憶部は、複数関節物体の予め定められた限定された動作における関節物体フレームモデルの時系列姿勢を、主成分分析し求めた動作拘束による低次元パラメータでモデル化した姿勢モデルの、基底姿勢ベクトルと基準姿勢ベクトルを記憶する。位置姿勢初期値記憶部は、位置姿勢の推定初期値を記憶する。第1の画像取得部は、対象関節物体の入力画像を取得する。第2の画像取得部は、対象関節物体の別の入力画像を取得する。第1の関節物体シルエット取得部は、第1の画像取得部の入力画像から関節物体シルエット画像(画素ベクトル)を取得する。第2の関節物体シルエット取得部は、第2の画像取得部の入力画像から関節物体シルエット画像(画素ベクトル)を取得する。第1の画素ベクトル連結部は、画像取得部側からの2つの関節物体シルエット画素ベクトルを決められた順番に連結し1つの画素ベクトルとする。入力判定付き位置姿勢記述変換部は、位置姿勢初期値記憶部から位置姿勢の推定初期値を取得し記述形式を判定、姿勢モデル記述ならそのまま、関節物体フレームモデル記述なら姿勢モデルを用い姿勢モデル記述に変換する。関節物体モデル画像生成部は、位置姿勢(姿勢モデル記述)に基づき姿勢モデルと関節物体フレームモデルから2つの画像取得部のカメラパラメータに合わせた各関節物体モデル画像を生成する。第3の関節物体シルエット取得部は、関節物体モデル画像の1つから関節物体シルエット画像(画素ベクトル)を取得する。第4の関節物体シルエット取得部は、関節物体モデル画像のもう1つから関節

物体シルエット画像(画素ベクトル)を取得する。第2の画素ベクトル連結部は、関節物体モデル画像生成部側からの2つの関節物体シルエット画素ベクトルを決められた順番に連結し1つの画素ベクトルとする。位置姿勢推定部は、入力される2つの画素ベクトルから評価関数を計算し、評価関数の値が最小になるよう最適化手法により位置姿勢(姿勢モデル記述)の推定を繰り返し、最終的な推定結果を評価値と位置姿勢(姿勢モデル記述)として出力する。評価関数は、画素ベクトル差分の大きさの二乗で表される。位置姿勢記述変換部は、推定結果である位置姿勢(姿勢モデル記述)を関節物体フレームモデル記述に変換する。

- [0023] 本発明の関節物体位置姿勢推定装置は、関節物体フレームモデル記憶部と、姿勢モデル記憶部と、位置姿勢初期値記憶部と、画像取得部と、第1の関節物体シルエット取得部と、第1の輪郭スムーズ処理部と、入力判定付き位置姿勢記述変換部と、関節物体モデル画像生成部と、第2の関節物体シルエット取得部と、第2の輪郭スムーズ処理部と、位置姿勢推定部と、位置姿勢記述変換部と、を備える。関節物体フレームモデル記憶部は、関節物体を球・円筒等の剛体による多関節木構造でモデル化した関節物体フレームモデルの、各部位の剛体の大きさを体型パラメータとして記憶する。姿勢モデル記憶部は、複数関節物体の予め定められた限定された動作における関節物体フレームモデルの時系列姿勢を、主成分分析し求めた動作拘束による低次元パラメータでモデル化した姿勢モデルの、基底姿勢ベクトルと基準姿勢ベクトルを記憶する。位置姿勢初期値記憶部は、位置姿勢の推定初期値を記憶する。画像取得部は、対象関節物体の入力画像を取得する。第1の関節物体シルエット取得部は、入力画像から関節物体シルエット画像(画素ベクトル)を取得する。第1の輪郭スムーズ処理部は、関節物体シルエット画像に対してぼかし処理を施した処理画像(画素ベクトル)を生成する。入力判定付き位置姿勢記述変換部は、位置姿勢初期値記憶部から位置姿勢の推定初期値を取得し記述形式を判定、姿勢モデル記述ならそのまま、関節物体フレームモデル記述なら姿勢モデルを用い姿勢モデル記述に変換する。関節物体モデル画像生成部は、位置姿勢(姿勢モデル記述)に基づき姿勢モデルと関節物体フレームモデルから画像取得部のカメラパラメータに合わせた関節物体モデル画像を生成する。第2の関節物体シルエット取得部は、関節物体

モデル画像から関節物体シルエット画像(画素ベクトル)を取得する。第2の輪郭スムーズ処理部は、関節物体シルエット画像に対してぼかし処理を施して処理画像(画素ベクトル)を生成する。位置姿勢推定部は、入力される2つの画素ベクトルから評価関数を計算し、評価関数の値が最小になるよう最適化手法により位置姿勢(姿勢モデル記述)の推定を繰り返し、最終的な推定結果を評価値と位置姿勢(姿勢モデル記述)として出力する。評価関数は、画素ベクトル差分の大きさの二乗で表される。位置姿勢記述変換部は、推定結果である位置姿勢(姿勢モデル記述)を関節物体フレームモデル記述に変換する。

- [0024] 本発明の関節物体位置姿勢推定方法は、位置姿勢推定装置により、関節物体の予め定められた限定された動きに対応する関節物体フレームモデルの時系列姿勢を主成分分析して求めた動作拘束による低次元パラメータの姿勢モデルに関する情報を記憶部から読み出し、姿勢モデルが取り得る姿勢の範囲内で関節物体フレームモデルの各姿勢の画像生成と推定対象関節物体画像とのマッチングを行って姿勢を推定する。
- [0025] 本発明の関節物体位置姿勢推定方法において、姿勢モデルに関する情報は、時系列姿勢の平均姿勢と主成分分析で求まる固有ベクトルである基底姿勢ベクトルを含む。
- [0026] 本発明の関節物体位置姿勢推定方法において、位置姿勢推定装置は、姿勢モデルによる姿勢記述を関節物体フレームモデルによる姿勢記述に変換する処理と、変換された姿勢記述で示される姿勢に調整した関節物体フレームモデルの画像を生成する処理と、生成された関節物体フレームモデルの画像から推定対象関節物体画像とのマッチングに使う画像を生成する処理と、生成された画像と推定対象関節物体画像とが適合するように変換を行う姿勢モデルによる姿勢記述を変更する処理とを行う。
- [0027] 本発明の関節物体位置姿勢推定方法において、位置姿勢推定装置は、位置姿勢の推定初期値を位置姿勢初期値記憶部から読み込む処理を行う。
- [0028] 本発明の関節物体位置姿勢推定方法において、位置姿勢推定装置は、位置姿勢初期値記憶部から位置姿勢の推定初期値を取得し、記述形式を判定して、関節物

体フレームモデルによる姿勢記述なら姿勢モデルによる姿勢記述に変換して用いる。
。

- [0029] 本発明の関節物体位置姿勢推定方法において、位置姿勢推定装置は、推定対象関節物体画像として推定対象関節物体をそれぞれ異なる視点から撮像した複数の画像を使用し、複数の画像と各視点毎に作成した関節物体フレームモデルの複数の画像とのマッチングにより姿勢を推定する。
- [0030] 本発明の関節物体位置姿勢推定方法において、位置姿勢推定装置は、マッチングを行う双方の画像に現れる関節物体画像の輪郭部分にぼかし処理を行う。
- [0031] 関節物体のあらゆる姿勢の推定を目的とする場合には関節物体モデルの位置姿勢を表すパラメータの組み合わせ数が非常に多くなるが、「歩く動作」や「物を掴む動作」などの限定された動作の範囲内で関節物体の姿勢を推定するようにすれば、自ずとパラメータの組み合わせ数が少なくなる。そして、このように限定された動作の場合、その姿勢の分布範囲はある規則的な分布を示すため、その動作の時系列姿勢を基に主成分分析すれば、パラメータ数を削減した姿勢モデルが構築できる。また、姿勢モデルによる姿勢記述と関節物体モデルによる姿勢記述とは相互に記述変換できる。このため、姿勢モデルによる姿勢記述を変更し、この変更された姿勢記述を関節物体モデルによる姿勢記述に変換して関節物体モデルの姿勢を調整することにより、パラメータ数の少ない姿勢モデルを通じて関節物体モデルの姿勢を調整できる。その結果、モデルフィッティングの計算コストが削減でき、推定速度を向上することができる。
- [0032] 本発明による第1の効果は、関節物体の位置姿勢を推定する為のモデルフィッティングの計算コストを削減できると共に推定速度を向上できることである。
- [0033] その理由は、動作拘束による低次元パラメータの姿勢モデルを通じて関節物体モデルの姿勢を制御し、関節物体モデル画像の生成と推定対象関節物体画像とのマッチングを行って姿勢を推定するためである。
- [0034] 本発明による第2の効果は、単眼での自己オクルージョンが生じた関節物体シルエット画像に対し推定精度を高められることである。
- [0035] その理由は、動作拘束による姿勢モデルを用いることにより、非自己オクルージョン

部分の推定から自己オクルージョン部分の推定が誘発、動作拘束され、多数存在する位置姿勢の推定候補が限定されるためである。

図面の簡単な説明

[0036] [図1]図1は、本発明の第1の実施の形態に係るブロック図である。

[図2]図2は、本発明の第1の実施の形態に係る人体フレームモデルの説明図である。

。

[図3]図3は、本発明の第1の実施の形態に係る姿勢モデルの作成例を示す図である。

[図4A]図4Aは、本発明の第1の実施の形態に係る動作を示すフローチャートである。

。

[図4B]図4Bは、本発明の第1の実施の形態に係る動作を示すフローチャートである。

。

[図5]図5は、本発明の第2の実施の形態に係るブロック図である。

[図6A]図6Aは、本発明の第2の実施の形態に係る動作を示すフローチャートである。

。

[図6B]図6Bは、本発明の第2の実施の形態に係る動作を示すフローチャートである。

。

[図7]図7は、本発明の第3の実施の形態に係るブロック図である。

[図8]図8は、本発明の第3の実施の形態に係る輪郭スムーズ処理の説明図で、(a)は注目輪郭画素における輪郭スムーズ処理を示す図、(b)は輪郭スムーズ処理前の輝度値を示す図、(c)は輪郭スムーズ処理後の輝度値を示す図である。

[図9A]図9Aは、本発明の第3の実施の形態に係る動作を示すフローチャートである。

。

[図9B]図9Bは、本発明の第3の実施の形態に係る動作を示すフローチャートである。

。

[図10]図10は、本発明の第4の実施の形態に係るブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

[0037] 次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0038] (第1の実施の形態)

図1を参照すると、本発明の第1の実施の形態にかかる関節物体位置姿勢推定装置は、画像取得部7と、人体位置姿勢推定装置101と、位置姿勢初期値記憶部3と、人体モデル記憶装置102とを備えている。画像取得部7は、姿勢推定対象の人物の画像を取得するカメラ等である。人体位置姿勢推定装置101は、画像取得部7で取得された人物画像に対し位置姿勢の推定を行いその結果を出力する。位置姿勢初期値記憶部3は、人体位置姿勢推定装置101が位置姿勢を推定する際に使用する、位置姿勢の推定初期値を記憶する。人体モデル記憶装置102は、人体位置姿勢推定装置101が位置姿勢を推定する際に使用する人体モデルの情報を記憶する。

[0039] 人体モデル記憶装置102に記憶される人体モデルの情報は、人体フレームモデルに関する情報と姿勢モデルに関する情報とに分けられる。前者は人体フレームモデル記憶部1に記憶され、後者は姿勢モデル記憶部2に記憶される。以下、人体フレームモデルと姿勢モデルについて説明する。

[0040] 人体フレームモデルは、人体を球・円筒等の剛体による多関節木構造でモデル化したものである。図2に人体フレームモデルのワイヤーフレーム312とローカル座標系300を示す。なお、人体フレームモデルは、実際はソリッドモデルである。図2に示す人体フレームモデルのワイヤーフレーム312は、人体フレームモデルとローカル座標系300の関係を視覚的に分かりやすくするために示したものである。

[0041] 図2に示される人体フレームモデルは、301～311の合計11の部位で構成される。各部位の形状と大きさは、体型パラメータとして数値化され、人体フレームモデル記憶部1に記憶されている。また、ローカル座標系300に示されるように、各部位のローカル座標系は、各部位の関節位置に設定されている。各部位は親と子の関係で連結されており、子の部位の姿勢は親の部位のローカル座標系を基準に、xyz軸回転の3パラメータで決定される。親の最上位部位(ルート部位)は、ワールド座標系を基準に、xyz軸回転の3パラメータで決定されると共に、位置(人体位置)がxyz座標位置の3パラメータで決定される。よって、人体フレームモデルの位置姿勢は、以下のよう

[0042] まず、人体位置 p (ルート部位の位置)は、

[数1]

$$p = (p_x, p_y, p_z) \quad \dots (1)$$

のベクトルとして示される。また、各部位の姿勢(関節の角度)は、

[数2]

$$\theta_i = (\theta_{ix}, \theta_{iy}, \theta_{iz}) \quad i = 1 \sim n \quad \dots (2)$$

のベクトルとして示される。ここで、nは部位数であり、i=1はルート部位の姿勢を表す。

[0043] 人体フレームモデルの位置姿勢は、式(1)、式(2)より、

[数3]

$$x = (p, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n)^T \quad i = 1 \sim n \quad \dots (3)$$

のベクトルとして示され、これを、人体フレームモデル記述における位置姿勢と呼び、位置姿勢(人体フレームモデル記述)と記す。ここで、nは部位数であり、Tは転置を表す。

[0044] 人体フレームモデルの場合、式(3)で与えられる位置姿勢と、人体フレームモデル記憶部1に記憶されている各部位の形状および大きさを定める体型パラメータとから、人体モデルの位置姿勢が一意に定められる。

[0045] 次に姿勢モデルについて説明する。

[0046] 姿勢モデルは、図3に示されるような手順により、以下のようにして作成される。

[0047] まず、式(3)で与えられる位置姿勢(人体フレームモデル記述)における人体位置pとルート部位姿勢 θ_1 を除いた、

[数4]

$$s = (\theta_2, \theta_3, \dots, \theta_n)^T \quad \dots (4)$$

を、姿勢ベクトルとして定義する。ここで、nは部位数である。

[0048] 次に、或る人物kが所定の動作を行った際の時系列の姿勢ベクトル $s_k^{(1)}, \dots, s_k^{(u)}$ を

集め、時系列に対して平均姿勢ベクトル501を求める。ここで、所定の動作とは、歩行動作、座る動作、物を掴む動作などの予め定められた限定された動作のことである。平均姿勢ベクトル501は、例えば所定の動作が歩く動作であれば、人物kの直立不動の姿勢に相当する。直立不動の姿勢でも個人により姿勢が異なるため、平均姿勢ベクトル501は人物kの体型による手足等のつき方を表すベクトルに相当する。

[0049] 次に、個人別の姿勢オフセットを削除するために、時系列の各姿勢ベクトル $s_k^{(1)}, \dots, s_k^{(w)}$ から平均姿勢ベクトル501を減算する。これにより、個人による体型の影響を除いた、上述の所定動作にかかる姿勢ベクトルであるデータセット502が生成される。

[0050] 以上と同様な平均姿勢ベクトル501とデータセット502の組を複数の人物1～qについて生成する。

[0051] 次に、複数の人物について生成したデータセット502に対し、主成分分析503を行い、求めた固有ベクトルを基底姿勢ベクトル B_j 504とする。データセット502に含まれる姿勢ベクトルsの変数は、 $\theta_2 \sim \theta_n$ であり、その各々が3次元なので、変数は $3(n-1)$ 個ある。主成分分析503では、この $3(n-1)$ 個の変数からなる多変量データ行列から、新たに、互いに直交する $3(n-1)$ 個の合成変数からなる多変量データ行列を生成する。この合成変数のことを主成分といい、データセット502の元の変数の重み付き線形結合で表現され、その重みが固有ベクトルになる。

[0052] 他方、各人物の平均姿勢ベクトル501の平均を求め、その結果を基準姿勢ベクトル S_{std} 505とする。なお、基準姿勢ベクトル505は、平均姿勢ベクトル501を求める前の全姿勢ベクトルの平均でも良い。

[0053] さて、動作の再現性と次元削減量とのバランスを考慮して事前に定めた累積寄与率を満たす主成分数を $m < 3(n-1)$ とすると、姿勢モデルは次式(5)で与えられる。

[数5]

$$s(\lambda) = s_{std} + \sum_{j=1}^m \lambda_j B_j \quad m < 3(n-1) \quad \dots (5)$$

ここで、 S_{std} は基準姿勢ベクトル、 B_j は基底姿勢ベクトル(固有ベクトル)、 λ_j は基底姿勢ベクトルの係数、 m は基底姿勢ベクトルの個数、 n は部位数である。

[0054] 式(5)で与えられる姿勢モデルを、動作拘束による低次元パラメータの姿勢モデルと

言う。

- [0055] 式(3)に式(4)を適用すると、 $\mathbf{x} = (\mathbf{p}, \theta_1, \mathbf{s}^T)^T$ となる。 $\mathbf{s}$ は式(5)により、 $\mathbf{S}_{std}$ と $\mathbf{B}_j$ を既知とすると、 λ の変数として表現できるため、次式(6)が導出される。

[数6]

$$\mathbf{x}' = (\mathbf{p}, \theta_1, \lambda_j)^T \quad j = 1 \sim m \quad m < 3(n-1) \quad \dots(6)$$

- [0056] 上記の式(6)で表現される位置姿勢を、姿勢モデル記述による位置姿勢と呼び、位置姿勢(姿勢モデル記述)と表記する。式(5)における基底姿勢ベクトル $\mathbf{B}_j$ と基準姿勢ベクトル $\mathbf{S}_{std}$ が、姿勢モデル記憶部2に記憶されている。
- [0057] このように姿勢モデルは、人体フレームモデルの姿勢を動作拘束による低次元パラメータで表現したモデルと言える。
- [0058] なお、位置姿勢は、式(5)より、位置姿勢(人体フレームモデル記述)と位置姿勢(姿勢モデル記述)とに相互に記述変換することが可能である。
- [0059] 以上で人体フレームモデルと姿勢モデルの説明を終える。
- [0060] 再び図1を参照すると、人体位置姿勢推定装置101は、人体モデル画像生成部4と、人体シルエット取得部8および11と、入力判定付き位置姿勢記述変換部5と、位置姿勢記述変換部6Aおよび6Bと、位置姿勢推定部10とを備えている。
- [0061] 位置姿勢記述変換部6Aは、位置姿勢推定部10から与えられる式(6)による位置姿勢(姿勢モデル記述)を式(3)による位置姿勢(人体フレームモデル記述)に変換して人体モデル画像生成部4に出力する。変換に必要な、姿勢モデルの基底姿勢ベクトルと基準姿勢ベクトルは、姿勢モデル記憶部2から取得する。
- [0062] 人体モデル画像生成部4は、位置姿勢記述変換部6Aから与えられる式(3)による位置姿勢(人体フレームモデル記述)と人体フレームモデル記憶部1に記憶された体型パラメータとに基づいて作成した人体フレームモデルから、画像取得部7のカメラパラメータに合わせた人体モデル画像を生成し、人体シルエット取得部11に出力する。ここで、カメラパラメータとは、ワールド座標系原点からのカメラの位置(カメラ座標系原点の位置)、ワールド座標系を基準としたカメラの姿勢(xyz回転角度)、カメラの焦点距離、カメラの垂直画角、二次元画像への投影スクリーン幅、二次元画像への

投影スクリーン高さなどである。つまり、ワールド座標系に存在する3次元人体モデルをカメラから見た投影二次元画像に変換する際に必要なパラメータである。

- [0063] 人体シルエット取得部8は、画像取得部7から入力したカメラによる撮像画像に対して濃淡化処理、背景差分、2値化、ラベリング等の処理を施し、人体シルエット画像(画素ベクトル)を取得する。カメラ画像から人体シルエット画像を取得する方法は、その他にも種々存在し、それらの任意の方法を使用することができる。同様に、人体シルエット取得部11は、人体モデル画像生成部4で生成された人体モデル画像から人体シルエット画像(画素ベクトル)を取得する。
- [0064] 位置姿勢初期値記憶部3は、姿勢モデル記述と人体フレームモデル記述の何れかの記述形式で記述された、位置姿勢の推定初期値を記憶している。
- [0065] 入力判定付き位置姿勢記述変換部5は、位置姿勢初期値記憶部3からの位置姿勢の推定初期値に対し、その記述形式を判定し、姿勢モデル記述ならそのまま位置姿勢推定部10へ出力し、人体フレームモデル記述なら姿勢モデル式(5)を用いて姿勢モデル記述に変換して位置姿勢推定部10へ出力する。変換に必要な、姿勢モデルの基底姿勢ベクトルと基準姿勢ベクトルは、姿勢モデル記憶部2から取得する。
- [0066] 位置姿勢推定部10は、人体シルエット取得部11から入力される人体シルエット画像が人体シルエット取得部8から入力される人体シルエット画像に一致するように、人体モデル画像生成部4で生成する人体フレームモデルを更新することにより、人体シルエット取得部8で取得された人体シルエット画像にかかる人物の位置姿勢を推定する。具体的には、人体シルエット取得部8および11から入力される2つの画素ベクトルから評価関数を計算し、評価関数の値が最小になるよう最適化手法により位置姿勢(姿勢モデル記述)を更新して位置姿勢記述変換部6Aに与える操作を繰り返し、最終的な推定結果を評価値(評価関数の値)と位置姿勢(姿勢モデル記述)として出力する。位置姿勢推定部10は、入力判定付き位置姿勢記述変換部5から与えられる位置姿勢を初期の位置姿勢として位置姿勢記述変換部6Aに与える。評価関数は、式(7)に示されるように、画素ベクトル差分の大きさの二乗で表される。

[数7]

$$x'^* = \arg \min (|I_t - I_m(x')|^2) \quad \dots (7)$$

ここで、 I_t は人体シルエット取得部8側(画像取得部側)からの画素ベクトル、 $I_m(x')$ は人体シルエット取得部11側(人体モデル画像生成部側)からの画素ベクトルである。

- [0067] 本実施の形態では、最適化手法として非線形最小二乗法を用いたが、他の様々な方法を利用することも可能である。
- [0068] 位置姿勢記述変換部6Bは、位置姿勢推定部10からの位置姿勢(姿勢モデル記述)に対し、姿勢モデル式(5)を用い、人体フレームモデル記述に変換する。変換に必要な姿勢モデルの基底姿勢ベクトルと基準姿勢ベクトルは、姿勢モデル記憶部2から取得する。
- [0069] 次に、図1、図4A、及び図4Bを参照して本実施の形態の動作について詳細に説明する。
- [0070] まず準備処理として、人体モデル画像生成部4は、人体フレームモデル記憶部1より人体フレームモデルの体型パラメータを取得し、人体フレームモデルに設定する(ステップS1)。また、入力判定付き位置姿勢記述変換部5、位置姿勢記述変換部6Aおよび6Bは、姿勢モデル記憶部2より姿勢モデルの基底姿勢ベクトルと基準姿勢ベクトルを取得し、各姿勢モデルに設定する(ステップS2)。
- [0071] 画像取得部7で取得された入力画像が人体位置姿勢推定装置101に入力されると、以下の処理が実行される。
- [0072] まず、画像取得部7からの入力画像は人体シルエット取得部8に供給される。人体シルエット取得部8は、入力画像から人体シルエット画像(画素ベクトル)を取得する(ステップS3)。
- [0073] 次に、位置姿勢初期値記憶部3から位置姿勢の推定初期値が取得され、入力判定付き位置姿勢記述変換部5へ供給される(ステップS5)。ここで、位置姿勢の推定初期値を設定する方法としては、以下の3つの例などが考えられる。例(1)においては、両シルエットが重なるように、人体フレームモデル記述の x または姿勢モデル記述の x' をGUIにて手動設定する。例(2)においては、動画による姿勢推定の場合、前フレームで決定した人体フレームモデル記述の x から線形的に次の人体フレームモデル記

述の x を予測し、その値を初期姿勢として設定する。例(3)においては、歩行動作における姿勢モデル記述の x' の場合、シルエットの重心 x 座標とその高さの上下部位が最小になるように自動で p を設定し、シルエットの重心移動方向から簡易的に求めた進行方向に θ_1 のZ軸回転を設定し、その他の θ_1 の軸回転を0とし、係数 λ の一番影響力がある第1成分 λ_1 を例えば ± 30 に設定し、他の成分を0とする。

[0074] 入力判定付き位置姿勢記述変換部5は、供給された位置姿勢の推定初期値が姿勢モデル記述か否かを調べ(ステップS6)、姿勢モデル記述の場合は、そのまま位置姿勢推定部10へ供給し、人体フレームモデル記述の場合は、姿勢モデル記述に変換して位置姿勢推定部10へ供給する(ステップS7)。

[0075] 次に、位置姿勢推定部10は、入力判定付き位置姿勢記述変換部5から位置姿勢(姿勢モデル記述)を取得すると、そのまま、位置姿勢記述変換部6Aへ供給する。位置姿勢記述変換部6Aは、位置姿勢(姿勢モデル記述)を位置姿勢(人体フレームモデル記述)に変換して人体モデル画像生成部4へ供給する。人体モデル画像生成部4は、位置姿勢(人体フレームモデル記述)に基づき、人体フレームモデルから画像取得部7のカメラパラメータに合わせた人体モデル画像を生成する(ステップS8)。人体モデル画像生成部4で生成された人体モデル画像は、人体シルエット取得部11に供給され、そこで人体シルエット画像(画素ベクトル)が取得される(ステップS9)。人体シルエット取得部11は、人体シルエット画像(画素ベクトル)を位置姿勢推定部10へ出力する。

[0076] 位置姿勢推定部10は、人体シルエット取得部8および人体シルエット取得部11から入力される2つの画素ベクトルを用い、画素ベクトル差分の大きさの二乗という評価関数(式(7))を計算する(ステップS11)。計算された評価関数の値が、最小を示す終了条件を満たしたかどうかを調べ(ステップS12)、終了条件を満たさない場合は、評価関数の値が最小になるよう最適化手法により位置姿勢(姿勢モデル記述)の修正量を計算し、新たな位置姿勢(姿勢モデル記述)を取得する(ステップS14)。そして、取得した位置姿勢(姿勢モデル記述)を位置姿勢記述変換部6Aにより位置姿勢(人体フレームモデル記述)に変換して人体モデル画像生成部4へ供給する。終了条件を満たすまで、ステップS8、S9、S11、S12およびS14による処理が繰り返される。

[0077] 終了条件が満たされた場合、位置姿勢推定部10は、評価関数の値(評価値)とその時点の位置姿勢(姿勢モデル記述)を結果として位置姿勢記述変換部6Bへ出力する。位置姿勢記述変換部6Bは、位置姿勢(姿勢モデル記述)を位置姿勢(人体フレームモデル記述)に変換し、位置姿勢の推定結果として出力する(ステップS13)。

[0078] 次に、本実施の形態の効果について説明する。

[0079] 1) 本実施の形態によれば、人体の位置姿勢を推定する為のモデルフィッティングの計算コストを削減できると共に、推定速度も高めることができる。

[0080] その第1の理由は、限定された動作から導出した姿勢モデルを使って、限定された動作の範囲内で位置姿勢を推定するようにしているため、人体モデルの位置姿勢の調整範囲が狭くなり、その分だけ計算コストが削減でき、推定速度が早まるからである。第2の理由は、人体モデルの位置姿勢を調整するためのパラメータ数が削減されるためである。より具体的には、本実施の形態では、式(6)で示される位置姿勢(姿勢モデル記述)を変更することによって、間接的に式(3)で示される位置姿勢(人体フレームモデル記述)を変更している。式(3)の位置姿勢(人体フレームモデル記述)を直接変更する場合には $\theta_2 \sim \theta_n$ の部分だけで $3(n-1)$ 個のパラメータを変更しなければならないのに対して、位置姿勢(姿勢モデル記述)では式(6)中の λ_j を変更すれば良い。 λ_j に関するパラメータ数 m は、主成分分析の作用により、一般的に $3(n-1)$ より小さくできる。第3の理由は、本実施の形態では、球や円筒等の剛体によって近似した人体フレームモデルを使用するため、モデルの各部位を正確に表現する「シルエット画像からの関節物体の姿勢推定法」に記載された関節物体位置姿勢推定技術に比べて計算量が削減できるからである。

[0081] 2) 「シルエット画像からの関節物体の姿勢推定法」に記載された関節物体位置姿勢推定技術でも「限定された動作」の範囲内で姿勢推定するようにすれば計算コストが削減されるが、本実施の形態によれば、より効率的に計算コストの削減が可能である。その理由は次の通りである。

[0082] 「シルエット画像からの関節物体の姿勢推定法」に記載された関節物体位置姿勢推定技術で、「限定された動作」を表現する場合、各関節1つずつに対して独立に関節可動範囲を与えることになる。例えば、「歩行動作」について「限定された動作」を

表現するならば、歩行動作について各関節の可動範囲を調べ、それぞれの関節に可動範囲をつける。こうして可動範囲を制限すると、ある程度、姿勢の組み合わせを小さくすることができ、その分だけ計算コストが削減されるが、無駄な姿勢も多く含まれる。何故なら、例えば歩行動作の場合、同じ側の手足が同時に前にでる姿勢は除外して差し支えないが、各関節1つずつに対して独立に関節可動範囲を与える方法では、このような姿勢を除外できないためである。これに対して本実施の形態では、反対側の手足が同時に前にでるという一般的な歩行動作に基づいて主成分分析により、その関係性を姿勢モデルで表現しているため、左腕が前に出る時左脚が前に出るといった姿勢などは評価対象外となる。これにより、より計算コストの削減が可能になると共に、推定ミスも少なくなる。

[0083] 3) 本実施の形態によれば、自己オクルージョンが生じた推定対象の入力画像に対し推定精度を高めることができる。

[0084] その理由は、限定された動作から導出した姿勢モデルを使って、限定された動作の範囲内で位置姿勢を推定するため、非自己オクルージョン部分(見える部分)によって姿勢が推定されると、自己オクルージョン部分(体に隠れて見えない部分)の姿勢が限定されるからである。例えば、カメラの左から右に歩行動作を行い、左腕が自分の体に隠れた自己オクルージョン状態を考える場合、左腕の姿勢は、色々な姿勢に想像できる。しかし、姿勢モデルを用いた場合、左腕の姿勢は、姿勢モデルの性質上、他の部分を見ることで限定される。つまり、左腕以外の部分で姿勢推定が行われると、左腕がどのようなになっているかが限定され推定されるということになる。

[0085] 4) 位置姿勢の推定初期値として、姿勢モデル記述と人体フレームモデル記述の2つの記述形式のどちらでも記述することができる。その理由は、入力判定付き位置姿勢記述変換部5を備えているためである。

[0086] なお、本実施の形態は限定された動作の範囲内で位置姿勢を推定するため、限定された動作の姿勢を検知する行動監視などの利用で特に有効である。例えば、禁煙場所での喫煙行為の監視、自動車運転中での携帯電話使用行為の監視などが考えられる。

[0087] また、本実施の形態の変形例として、複数の動作のそれぞれに対応する姿勢モデ

ルを作成して外部記憶装置に保存しておき、外部記憶装置から姿勢モデルを適宜読み出して姿勢モデル記憶部2のデータを入れ替えることとしてもよい。このようにすることで限定された動作の範囲をより拡大することが可能である。例えば、ある姿勢推定したい映像における1フレーム画像について、全ての姿勢モデルを利用して姿勢推定し、評価値の低い姿勢モデルを除き、次のフレーム画像について同様に姿勢推定する処理を繰り返すことにより、より広い範囲の動作の姿勢推定が可能である。

[0088] (第2の実施の形態)

次に、本発明の第2の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0089] 図5を参照すると、本発明の第2の実施の形態にかかる関節物体位置姿勢推定装置は、以下の点で第1の実施の形態と相違する。すなわち、画像取得部7とは別の視点で同じ姿勢推定対象物を撮像するもう1つの画像取得部13が用いられている。これに伴って、人体シルエット取得部14および15と、画素ベクトル連結部16および17とが追加されている。また、人体モデル画像生成部4のかわりに人体モデル画像生成部18が設けられている。人体モデル画像生成部18の機能は人体モデル画像生成部4と一部相違している。

[0090] 画像取得部13は、姿勢推定に利用できる有効な画像情報を増やすという観点から、画像取得部7とは異なる視点から同じ姿勢対象物である人物を撮像する。画像取得部13が人物を撮像する視点と、画像取得部7がこの人物を撮像する視点とは、大きく異なっていることが望ましい。人体シルエット取得部14は、人体シルエット取得部8と同様の方法で、画像取得部13の入力画像から人体シルエット画像(画素ベクトル)を取得する。画素ベクトル連結部16は、人体シルエット取得部8から入力された画素ベクトルと人体シルエット取得部14から入力された画素ベクトルとを予め決められた順番に連結して1つの画素ベクトルを生成し、これを位置姿勢推定部10へ出力する。

[0091] 人体モデル画像生成部18は、位置姿勢記述変換部6Aから与えられる式(3)による位置姿勢(人体フレームモデル記述)と人体フレームモデル記憶部1に記憶された体型パラメータとに基づいて人体フレームモデルを作成する。人体モデル画像生成部18は、作成した人体フレームモデルから、画像取得部7のカメラパラメータに合わせ

た人体モデル画像を生成して人体シルエット取得部11に出力すると共に、画像取得部13のカメラパラメータに合わせた人体モデル画像を生成して人体シルエット取得部15に出力する。人体シルエット取得部15は、人体シルエット取得部11と同様の方法で、人体モデル画像生成部18で生成された人体モデル画像から人体シルエット画像(画素ベクトル)を取得する。画素ベクトル連結部17は、人体シルエット取得部11から入力された画素ベクトルと人体シルエット取得部15から入力された画素ベクトルとを、画素ベクトル連結部16と同じ方法で連結して1つの画素ベクトルを生成し、これを位置姿勢推定部10へ出力する。

[0092] その他の構成要素は第1の実施の形態と同じである。

[0093] 次に、図5、図6A、及び図6Bを参照して本実施の形態の動作について説明する。

[0094] 第1の実施の形態と同様な準備処理が行われた後(ステップS1、S2)、画像取得部7および13で取得された入力画像が人体位置姿勢推定装置103に入力されると、以下の処理が実行される。

[0095] まず、画像取得部7からの入力画像は人体シルエット取得部8に、画像取得部13からの入力画像は人体シルエット取得部14にそれぞれ供給され、その各々で人体シルエット画像(画素ベクトル)を取得される(ステップS3、S15)。

[0096] 次に画素ベクトル連結部16は、人体シルエット取得部8で取得された画素ベクトルと人体シルエット取得部14で取得された画素ベクトルとを連結して1つの画素ベクトルを生成し、位置姿勢推定部10へ出力する。

[0097] 次に、位置姿勢初期値記憶部3から位置姿勢の推定初期値が取得され、入力判定付き位置姿勢記述変換部5へ供給される(ステップS5)。入力判定付き位置姿勢記述変換部5は、供給された位置姿勢の推定初期値が姿勢モデル記述か否かを調べ(ステップS6)、姿勢モデル記述の場合は、そのまま位置姿勢推定部10へ供給し、人体フレームモデル記述の場合は、姿勢モデル記述に変換して位置姿勢推定部10へ供給する(ステップS7)。

[0098] 次に、位置姿勢推定部10は、入力判定付き位置姿勢記述変換部5から位置姿勢(姿勢モデル記述)を取得すると、そのまま、位置姿勢記述変換部6Aへ供給する。位置姿勢記述変換部6Aは、位置姿勢(姿勢モデル記述)を位置姿勢(人体フレームモ

デル記述)に変換して人体モデル画像生成部18へ供給する。人体モデル画像生成部18は、この位置姿勢(人体フレームモデル記述)に基づき、人体フレームモデルから画像取得部7のカメラパラメータに合わせた人体モデル画像と画像取得部13のカメラパラメータに合わせた人体モデル画像とを生成する(ステップS17)。人体モデル画像生成部18で生成された2つの人体モデル画像は、人体シルエット取得部11および15に供給され、その各々で人体シルエット画像(画素ベクトル)が取得される(ステップS18)。人体シルエット取得部11および15の各々は、取得した人体シルエット画像(画素ベクトル)を画素ベクトル連結部17に出力する。

[0099] 次に画素ベクトル連結部17は、人体シルエット取得部11で取得された画素ベクトルと人体シルエット取得部15で取得された画素ベクトルとを連結して1つの画素ベクトルを生成し、これを位置姿勢推定部10へ出力する(ステップS19)。

[0100] 位置姿勢推定部10は、画素ベクトル連結部16および17から入力される2つの画素ベクトルを用い、評価関数(式(7))を計算する(ステップS11)。評価関数は画素ベクトル差分の大きさの二乗で表される。位置姿勢推定部10は、計算された評価関数の値が、最小を示す終了条件を満たしたかどうかを調べ(ステップS12)、終了条件を満たさない場合は、評価関数の値が最小になるよう最適化手法により位置姿勢(姿勢モデル記述)の修正量を計算し、新たな位置姿勢(姿勢モデル記述)を取得する(ステップS14)。そして、取得した位置姿勢(姿勢モデル記述)を位置姿勢記述変換部6Aにより位置姿勢(人体フレームモデル記述)に変換して人体モデル画像生成部18へ供給する。終了条件を満たすまで、ステップS17、S18、S19、S11、S12およびS14による処理が繰り返される。

[0101] 終了条件が満たされた場合、位置姿勢推定部10は、評価関数の値(評価値)とその時点の位置姿勢(姿勢モデル記述)を結果として位置姿勢記述変換部6Bへ出力する。位置姿勢記述変換部6Bは、位置姿勢(姿勢モデル記述)を位置姿勢(人体フレームモデル記述)に変換し、位置姿勢の推定結果として出力する(ステップS13)。

[0102] 次に、本実施の形態の効果について説明する。

[0103] 本実施の形態によれば、第1の実施の形態と同様の効果が得られると共に、位置姿勢の推定精度をより高めることができる。その理由は、互いに視点の異なる2つの

画像取得部7、13によって撮像して得た画素ベクトルを連結した画素ベクトルは、1つの画像取得部で撮像して得た画素ベクトルに比べて、位置姿勢推定に利用できる有効な画像情報が多いためである。

[0104] なお、本実施の形態では、2つの画像取得部を用いる場合について説明したが、画像取得部の数に制限はなく、3つ以上の画像取得部を使用しても良い。

[0105] (第3の実施の形態)

次に、本発明の第3の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0106] 図7を参照すると、本発明の第3の実施の形態にかかる関節物体位置姿勢推定装置は、人体シルエット取得部8と位置姿勢推定部10との間に輪郭スムーズ処理部9が設けられ、人体シルエット取得部11と位置姿勢推定部10との間に輪郭スムーズ処理部12が設けられている点で、第1の実施の形態と相違する。

[0107] 輪郭スムーズ処理部9は、人体シルエット取得部8で取得された人体シルエット画像の人体シルエット輪郭部分に対してぼかし処理を施し、処理画像(画素ベクトル)として位置姿勢推定部10に出力する。同様に、輪郭スムーズ処理部12は、人体シルエット取得部11で取得された人体シルエット画像の人体シルエット輪郭部分に対してぼかし処理を施し、処理画像(画素ベクトル)として位置姿勢推定部10に出力する。

[0108] 輪郭スムーズ処理部9および12の処理の内容を図8を参照して説明する。

[0109] まず、図8(a)に示されるように、人体シルエット画像の任意の輪郭画素(注目輪郭画素601)に注目し、その周囲の8画素のうち背景画像画素(処理対象画素602)を、次の式(8)により計算される輝度値に設定する。

[数8]

$$\text{設定輝度値} = 255 - \{255 / (\text{ステップ総数} + 1)\} \times \text{ステップNo} \quad \dots (8)$$

但し、ステップ総数は固定値、ステップNoの初期値は1、設定輝度値は小数点以下切り捨てとする。

[0110] 上記処理を全ての人体シルエット画像の輪郭画素601について行う。全ての人体シルエット画像の輪郭画素601を処理するまでを1つのステップ処理とし、次は、処理された画像に対して、同様のステップ処理を行う。これを設定したステップ総数分

繰り返す。また、最初のステップ処理をステップNo=1とし、ステップ処理が進む毎に、ステップNoをインクリメントする。

[0111] 図8(b)(c)に、輪郭スムーズ処理前後の輝度値の遷移例を示す。このように輪郭スムーズ処理部9および12は、人体シルエット情報を欠かすことなくぼかし効果を高速かつ広域に行う。

[0112] 本実施の形態の動作を図7、図9A、及び図9Bを参照して詳細に説明する。

[0113] 図9AのステップS1～S3、S5～S7、図9BのステップS8、S9、S11～S14で示される、本実施の形態における画像取得部7、人体シルエット取得部8および11、人体モデル画像生成部4、位置姿勢推定部10、入力判定付き位置姿勢記述変換部5、位置姿勢記述変換部6Aおよび6Bの動作は、第1の実施の形態における対応する構成の動作と同一である為、説明は省略する。

[0114] 第1の実施の形態では、人体シルエット取得部8および11で取得した人体シルエット画像(画素ベクトル)を位置姿勢推定部10に供給していたが、本実施の形態では、人体シルエット取得部8で取得した人体シルエット画像を輪郭スムーズ処理部9へ、人体シルエット取得部11で取得した人体シルエット画像を輪郭スムーズ処理部12へ供給する。

[0115] 輪郭スムーズ処理部9は、取得した人体シルエット画像を輪郭スムーズ処理で加工し、処理画像(画素ベクトル)を生成して(ステップS4)、位置姿勢推定部10に供給する。

[0116] 輪郭スムーズ処理部12は、取得した人体シルエット画像を輪郭スムーズ処理で加工し、処理画像(画素ベクトル)を生成して(ステップS10)、位置姿勢推定部10に供給する。

[0117] 次に、本実施の形態の効果について説明する。

[0118] 本実施の形態によれば、第1の実施の形態と同様の効果が得られると共に、人体シルエット画像に輪郭スムーズ処理を施すため、体型変動を吸収でき、人体フレームモデルの体型パラメータに平均体型等を用いても、任意の人物や体型が変動した人体に対する姿勢推定が可能になる。つまり、推定対象人物の正確なモデル体型を必要としない。また、最適化手法におけるモデルフィッティングの収束速度も向上する。さ

らに、初期姿勢をロバストにする効果がある。

[0119] (第4の実施の形態)

次に、本発明の第4の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0120] 図10を参照すると、本発明の第4の実施の形態にかかる関節物体位置姿勢推定装置は、第1の実施の形態と同様な画像取得部7、人体モデル記憶装置102、位置姿勢初期値記憶部3、コンピュータ203、人体位置姿勢推定用プログラム201を記憶するコンピュータ可読記録媒体202を備えている。画像取得部7、人体モデル記憶装置102、位置姿勢初期値記憶部3、コンピュータ可読記録媒体202は、コンピュータ203に接続されている。人体モデル記憶装置102は、人体フレームモデル記憶部1および姿勢モデル記憶部2を有している。

[0121] コンピュータ可読記録媒体202は、磁気ディスクや半導体メモリ等で構成されている。人体位置姿勢推定用プログラム201は、コンピュータ203の立ち上げ時などにコンピュータ203に読み取られる。人体位置姿勢推定用プログラム201は、コンピュータ203の動作を制御することにより、コンピュータ203を前述した第1の実施の形態における人体位置姿勢推定装置101が備える構成要素4、5、6A、6B、8、10、11として機能させ、また、図4A、図4Bに示される処理を行わせる。

[0122] 本実施の形態は第1の実施の形態にかかる関節物体位置姿勢推定装置をコンピュータとプログラムとで実現したが、第2および第3の実施の形態にかかる関節物体位置姿勢推定装置をコンピュータとプログラムとで実現することも可能である。

[0123] 以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は以上の例に限定されず、その他各種の付加変更が可能である。例えば、上記した各実施の形態では、人体の位置姿勢を推定したが、本発明はそれだけに限定されず、犬や猫、昆虫類などの関節物体に広く適用可能である。また、画像取得部から入力される画像を処理対象としたが、画像蓄積部に蓄積されている画像やコンピュータグラフィック画像などを処理対象とすることも可能である。

[0124] 上記実施形態は、カメラやその蓄積映像から人体などの関節物体の3次元位置姿勢を推定する関節物体位置姿勢推定装置や、関節物体位置姿勢推定装置をコンピュータで実現する為のプログラムといった用途に適用できる。また、カメラやその蓄積

映像から人体などの関節物体の3次元位置姿勢を必要とする監視分野での人体行動解析、不審者検出、迷子探しを行う場合などに適用できる。さらに、カメラやその蓄積映像からの関節物体の3次元位置姿勢を入力とする仮想現実世界でのアバタ動作合成や機械の遠隔操作インタフェースといった用途に適用できる。この他、関節物体の3次元位置姿勢や動作を検索キーとするビデオ検索といった用途に適用できる。

請求の範囲

- [1] 関節物体の予め定められた限定された動きに対応する関節物体フレームモデルの時系列姿勢を主成分分析して求めた動作拘束による低次元パラメータの姿勢モデルに関する情報を記憶する記憶部と、
前記姿勢モデルが取り得る姿勢の範囲内で前記関節物体フレームモデルの各姿勢の画像生成と推定対象関節物体画像とのマッチングを行って姿勢を推定する位置姿勢推定装置と
を備える
関節物体位置姿勢推定装置。
- [2] 前記姿勢モデルに関する情報は、前記時系列姿勢の平均姿勢と前記主成分分析で求まる固有ベクトルである基底姿勢ベクトルとを含む
請求の範囲1記載の関節物体位置姿勢推定装置。
- [3] 前記位置姿勢推定装置は、
前記姿勢モデルによる姿勢記述を前記関節物体フレームモデルによる姿勢記述に変換する変換部と、
前記変換部で変換された姿勢記述で示される姿勢に調整した前記関節物体フレームモデルの画像を生成するモデル画像生成部と、
前記モデル画像生成部で生成された前記関節物体フレームモデルの画像から前記推定対象関節物体画像とのマッチングに使う画像を生成するシルエット取得部と、
前記シルエット取得部で生成された画像と前記推定対象関節物体画像とが適合するように前記変換部に与える前記姿勢モデルによる姿勢記述を変更する位置姿勢推定部と
を含む
請求の範囲1または2記載の関節物体位置姿勢推定装置。
- [4] 前記位置姿勢推定部が使用する位置姿勢の推定初期値を記憶する位置姿勢初期値記憶部を備える
請求の範囲3記載の関節物体位置姿勢推定装置。
- [5] 前記位置姿勢推定装置は、前記位置姿勢初期値記憶部から位置姿勢の推定初期

値を取得し、記述形式を判定して、前記姿勢モデルによる姿勢記述ならそのまま、前記関節物体フレームモデルによる姿勢記述なら前記姿勢モデルによる姿勢記述に変換して前記位置姿勢推定部に出力する入力判定付き位置姿勢記述変換部を備える

請求の範囲4記載の関節物体位置姿勢推定装置。

- [6] 前記位置姿勢推定装置は、前記推定対象関節物体画像として推定対象関節物体をそれぞれ異なる視点から撮像した複数の画像を使用し、前記複数の画像と各視点毎に作成した前記関節物体フレームモデルの複数の画像とのマッチングにより姿勢を推定する

請求の範囲1乃至5の何れかに記載の関節物体位置姿勢推定装置。

- [7] 前記位置姿勢推定装置は、マッチングを行う双方の画像に現れる関節物体画像の輪郭部分にぼかし処理を行う輪郭スムーズ処理部を備える

請求の範囲1乃至5の何れかに記載の関節物体位置姿勢推定装置。

- [8] 関節物体を剛体による多関節木構造でモデル化した関節物体フレームモデルの、各部位の剛体の大きさを体型パラメータとして記憶する関節物体フレームモデル記憶部と、

複数関節物体の予め定められた限定された動作における関節物体フレームモデルの時系列姿勢を、主成分分析し求めた動作拘束による低次元パラメータでモデル化した姿勢モデルの、基底姿勢ベクトルと基準姿勢ベクトルを記憶する姿勢モデル記憶部と、

位置姿勢の推定初期値を記憶する位置姿勢初期値記憶部と、

対象関節物体の入力画像を取得する画像取得部と、

入力画像から関節物体シルエット画像(画素ベクトル)を取得する第1の関節物体シルエット取得部と、

位置姿勢初期値記憶部から位置姿勢の推定初期値を取得し記述形式を判定、姿勢モデル記述ならそのまま、関節物体フレームモデル記述なら姿勢モデルを用い姿勢モデル記述に変換する入力判定付き位置姿勢記述変換部と、

位置姿勢(姿勢モデル記述)に基づき姿勢モデルと関節物体フレームモデルから

画像取得部のカメラパラメータに合わせた関節物体モデル画像を生成する関節物体モデル画像生成部と、

関節物体モデル画像から関節物体シルエット画像(画素ベクトル)を取得する第2の関節物体シルエット取得部と、

入力される2つの画素ベクトルを用い、画素ベクトル差分の大きさの二乗という評価関数を計算、評価関数の値が最小になるよう最適化手法により位置姿勢(姿勢モデル記述)の推定を繰り返し、最終的な推定結果を評価値と位置姿勢(姿勢モデル記述)として出力する位置姿勢推定部と、

推定結果である位置姿勢(姿勢モデル記述)を関節物体フレームモデル記述に変換する位置姿勢記述変換部と、

を備える

関節物体位置姿勢推定装置。

- [9] 関節物体を剛体による多関節木構造でモデル化した関節物体フレームモデルの、各部位の剛体の大きさを体型パラメータとして記憶する関節物体フレームモデル記憶部と、

複数関節物体の予め定められた限定された動作における関節物体フレームモデルの時系列姿勢を、主成分分析し求めた動作拘束による低次元パラメータでモデル化した姿勢モデルの、基底姿勢ベクトルと基準姿勢ベクトルを記憶する姿勢モデル記憶部と、

位置姿勢の推定初期値を記憶する位置姿勢初期値記憶部と、

対象関節物体の入力画像を取得する第1の画像取得部と、

対象関節物体の別の入力画像を取得する第2の画像取得部と、

第1の画像取得部の入力画像から関節物体シルエット画像(画素ベクトル)を取得する第1の関節物体シルエット取得部と、

第2の画像取得部の入力画像から関節物体シルエット画像(画素ベクトル)を取得する第2の関節物体シルエット取得部と、

画像取得部側からの2つの関節物体シルエット画素ベクトルを決められた順番に連結し1つの画素ベクトルとする第1の画素ベクトル連結部と、

位置姿勢初期値記憶部から位置姿勢の推定初期値を取得し記述形式を判定、姿勢モデル記述ならそのまま、関節物体フレームモデル記述なら姿勢モデルを用い姿勢モデル記述に変換する入力判定付き位置姿勢記述変換部と、

位置姿勢(姿勢モデル記述)に基づき姿勢モデルと関節物体フレームモデルから2つの画像取得部のカメラパラメータに合わせた各関節物体モデル画像を生成する関節物体モデル画像生成部と、

前記関節物体モデル画像の1つから関節物体シルエット画像(画素ベクトル)を取得する第3の関節物体シルエット取得部と、

前記関節物体モデル画像のもう1つから関節物体シルエット画像(画素ベクトル)を取得する第4の関節物体シルエット取得部と、

関節物体モデル画像生成部側からの2つの関節物体シルエット画素ベクトルを前記決められた順番に連結し1つの画素ベクトルとする第2の画素ベクトル連結部と、

入力される2つの画素ベクトルを用い、画素ベクトル差分の大きさの二乗という評価関数を計算、評価関数の値が最小になるよう最適化手法により位置姿勢(姿勢モデル記述)の推定を繰り返し、最終的な推定結果を評価値と位置姿勢(姿勢モデル記述)として出力する位置姿勢推定部と、

推定結果である位置姿勢(姿勢モデル記述)を関節物体フレームモデル記述に変換する位置姿勢記述変換部と、

を備える

関節物体位置姿勢推定装置。

- [10] 関節物体を剛体による多関節木構造でモデル化した関節物体フレームモデルの、各部位の剛体の大きさを体型パラメータとして記憶する関節物体フレームモデル記憶部と、

複数関節物体の予め定められた限定された動作における関節物体フレームモデルの時系列姿勢を、主成分分析し求めた動作拘束による低次元パラメータでモデル化した姿勢モデルの、基底姿勢ベクトルと基準姿勢ベクトルを記憶する姿勢モデル記憶部と、

位置姿勢の推定初期値を記憶する位置姿勢初期値記憶部と、

対象関節物体の入力画像を取得する画像取得部と、
入力画像から関節物体シルエット画像(画素ベクトル)を取得する第1の関節物体シルエット取得部と、
前記関節物体シルエット画像に対してぼかし処理を施した処理画像(画素ベクトル)を生成する第1の輪郭スムーズ処理部と、
位置姿勢初期値記憶部から位置姿勢の推定初期値を取得し記述形式を判定、姿勢モデル記述ならそのまま、関節物体フレームモデル記述なら姿勢モデルを用い姿勢モデル記述に変換する入力判定付き位置姿勢記述変換部と、
位置姿勢(姿勢モデル記述)に基づき姿勢モデルと関節物体フレームモデルから画像取得部のカメラパラメータに合わせた関節物体モデル画像を生成する関節物体モデル画像生成部と、
関節物体モデル画像から関節物体シルエット画像(画素ベクトル)を取得する第2の関節物体シルエット取得部と、
前記関節物体シルエット画像に対してぼかし処理を施して処理画像(画素ベクトル)を生成する第2の輪郭スムーズ処理部と、
入力される2つの画素ベクトルを用い、画素ベクトル差分の大きさの二乗という評価関数を計算、評価関数の値が最小になるよう最適化手法により位置姿勢(姿勢モデル記述)の推定を繰り返し、最終的な推定結果を評価値と位置姿勢(姿勢モデル記述)として出力する位置姿勢推定部と、
推定結果である位置姿勢(姿勢モデル記述)を関節物体フレームモデル記述に変換する位置姿勢記述変換部と、
を備える
関節物体位置姿勢推定装置。

- [11] 位置姿勢推定装置により、関節物体の予め定められた限定された動きに対応する関節物体フレームモデルの時系列姿勢を主成分分析して求めた動作拘束による低次元パラメータの姿勢モデルに関する情報を記憶部から読み出し、
前記姿勢モデルが取り得る姿勢の範囲内で前記関節物体フレームモデルの各姿勢の画像生成と推定対象関節物体画像とのマッチングを行って姿勢を推定する

- 関節物体位置姿勢推定方法。
- [12] 前記姿勢モデルに関する情報は、前記時系列姿勢の平均姿勢と前記主成分分析で求まる固有ベクトルである基底姿勢ベクトルとを含む
請求の範囲11記載の関節物体位置姿勢推定方法。
- [13] 前記位置姿勢推定装置は、前記姿勢モデルによる姿勢記述を前記関節物体フレームモデルによる姿勢記述に変換する処理と、前記変換された姿勢記述で示される姿勢に調整した前記関節物体フレームモデルの画像を生成する処理と、前記生成された前記関節物体フレームモデルの画像から前記推定対象関節物体画像とのマッチングに使う画像を生成する処理と、前記生成された画像と前記推定対象関節物体画像とが適合するように前記変換を行う前記姿勢モデルによる姿勢記述を変更する処理とを行う
請求の範囲11または12記載の関節物体位置姿勢推定方法。
- [14] 前記位置姿勢推定装置は、位置姿勢の推定初期値を位置姿勢初期値記憶部から読み込む処理を行う
請求の範囲13記載の関節物体位置姿勢推定方法。
- [15] 前記位置姿勢推定装置は、前記位置姿勢初期値記憶部から位置姿勢の推定初期値を取得し、記述形式を判定して、前記関節物体フレームモデルによる姿勢記述なら前記姿勢モデルによる姿勢記述に変換して用いる
請求の範囲14記載の関節物体位置姿勢推定方法。
- [16] 前記位置姿勢推定装置は、前記推定対象関節物体画像として推定対象関節物体をそれぞれ異なる視点から撮像した複数の画像を使用し、前記複数の画像と各視点毎に作成した前記関節物体フレームモデルの複数の画像とのマッチングにより姿勢を推定する
請求の範囲11乃至15の何れかに記載の関節物体位置姿勢推定方法。
- [17] 前記位置姿勢推定装置は、マッチングを行う双方の画像に現れる関節物体画像の輪郭部分にぼかし処理を行う
請求の範囲11乃至15の何れかに記載の関節物体位置姿勢推定方法。
- [18] 関節物体の予め定められた限定された動きに対応する関節物体フレームモデルの

時系列姿勢を主成分分析して求めた動作拘束による低次元パラメータの姿勢モデルに関する情報を記憶する記憶部を備えたコンピュータを、前記姿勢モデルが取得する姿勢の範囲内で前記関節物体フレームモデルの各姿勢の画像生成と推定対象関節物体画像とのマッチングを行って姿勢を推定する位置姿勢推定部として機能させるためのプログラム。

- [19] 前記姿勢モデルに関する情報は、前記時系列姿勢の平均姿勢と前記主成分分析で求まる固有ベクトルである基底姿勢ベクトルとを含む
請求の範囲18記載のプログラム。
- [20] 前記位置姿勢推定部は、
前記姿勢モデルによる姿勢記述を前記関節物体フレームモデルによる姿勢記述に変換する変換部と、
前記変換部で変換された姿勢記述で示される姿勢に調整した前記関節物体フレームモデルの画像を生成するモデル画像生成部と、
前記モデル画像生成部で生成された前記関節物体フレームモデルの画像から前記推定対象関節物体画像とのマッチングに使う画像を生成するシルエット取得部と、
前記シルエット取得部で生成された画像と前記推定対象関節物体画像とが適合するように前記変換部に与える前記姿勢モデルによる姿勢記述を変更する位置姿勢推定部と
を含む
請求の範囲18または19記載のプログラム。
- [21] 前記位置姿勢推定部は、位置姿勢の推定初期値を位置姿勢初期値記憶部から読み出して使用する
請求の範囲20記載のプログラム。
- [22] 前記位置姿勢推定部は、前記位置姿勢初期値記憶部から位置姿勢の推定初期値を取得し、記述形式を判定して、前記姿勢モデルによる姿勢記述ならそのまま、前記関節物体フレームモデルによる姿勢記述なら前記姿勢モデルによる姿勢記述に変換して前記位置姿勢推定部に出力する入力判定付き位置姿勢記述変換部を備える
請求の範囲21記載のプログラム。

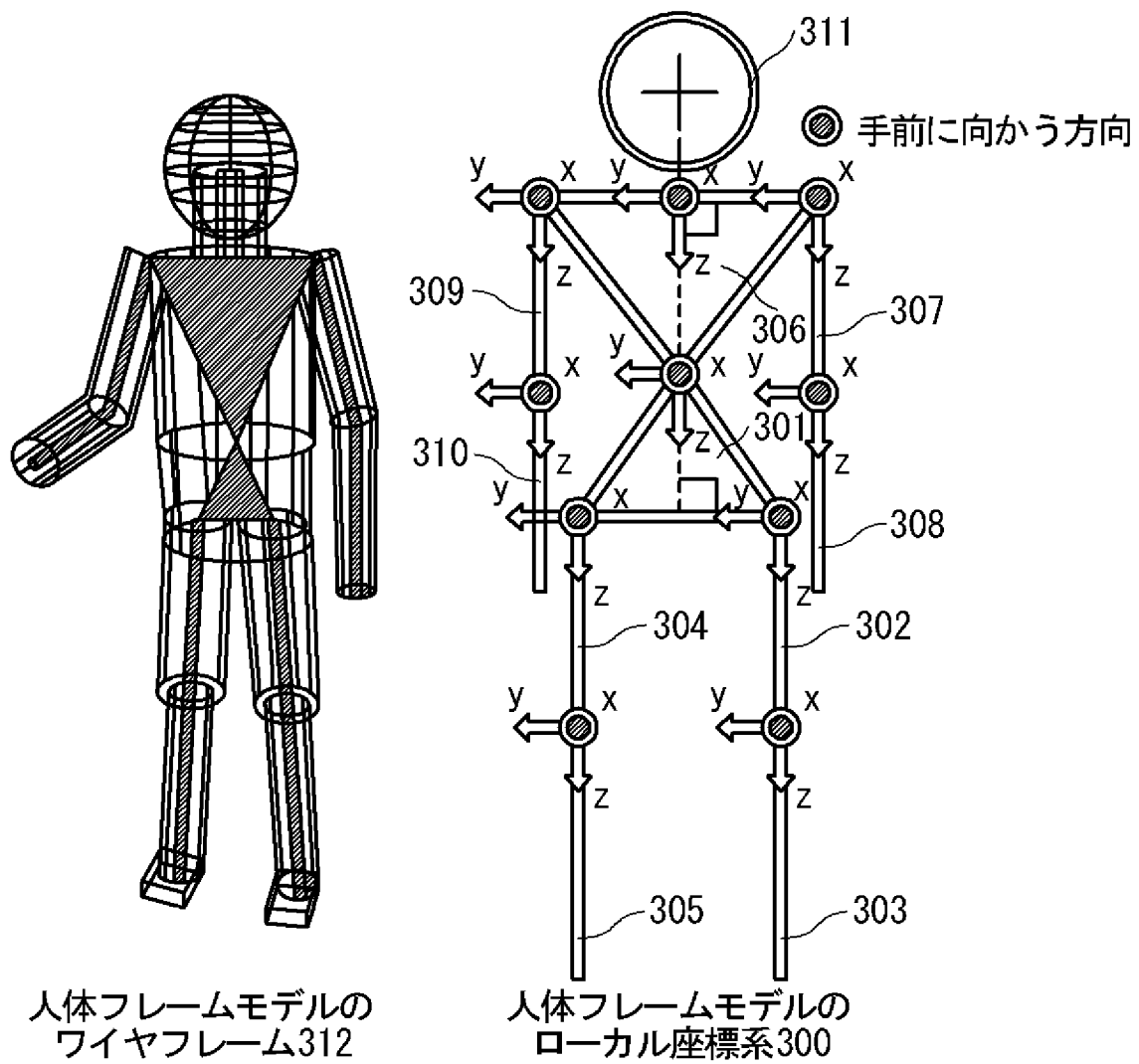
- [23] 前記位置姿勢推定部は、前記推定対象関節物体画像として推定対象関節物体をそれぞれ異なる視点から撮像した複数の画像を使用し、前記複数の画像と各視点毎に作成した前記関節物体フレームモデルの複数の画像とのマッチングにより姿勢を推定する

請求の範囲18乃至22の何れかに記載のプログラム。

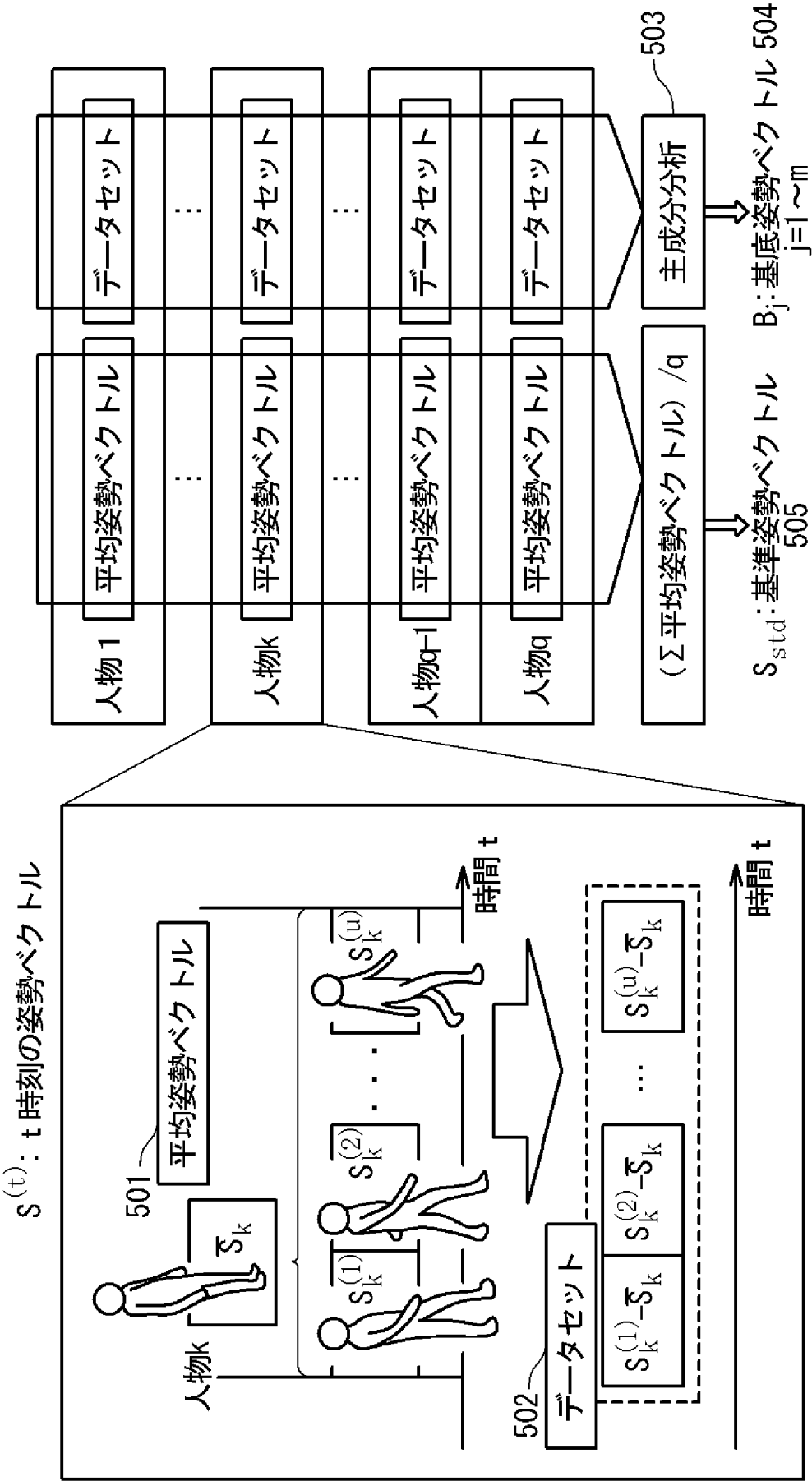
- [24] 前記位置姿勢推定部は、マッチングを行う双方の画像に現れる関節物体画像の輪郭部分にぼかし処理を行う部を備える

請求の範囲18乃至22の何れかに記載のプログラム。

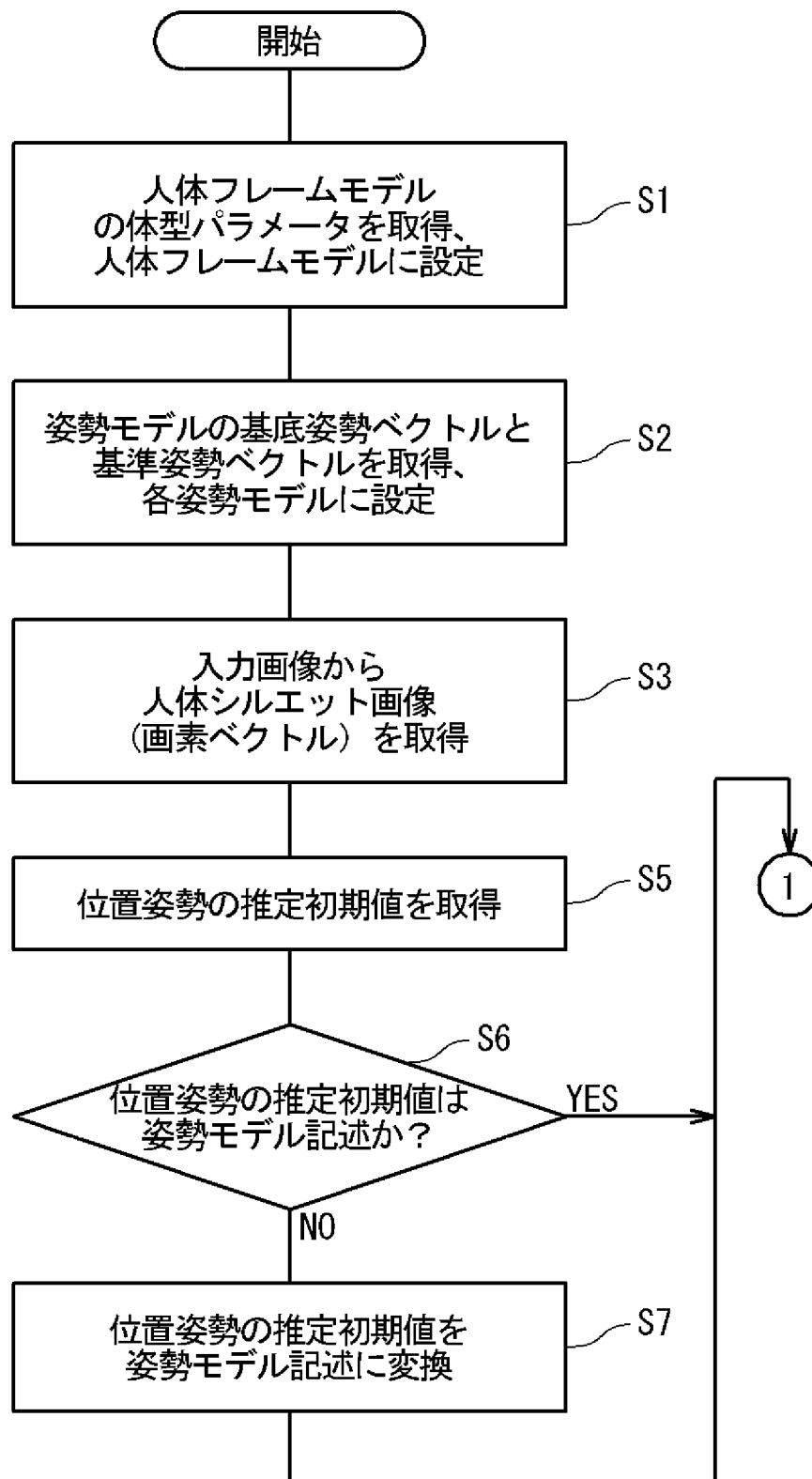
[図2]



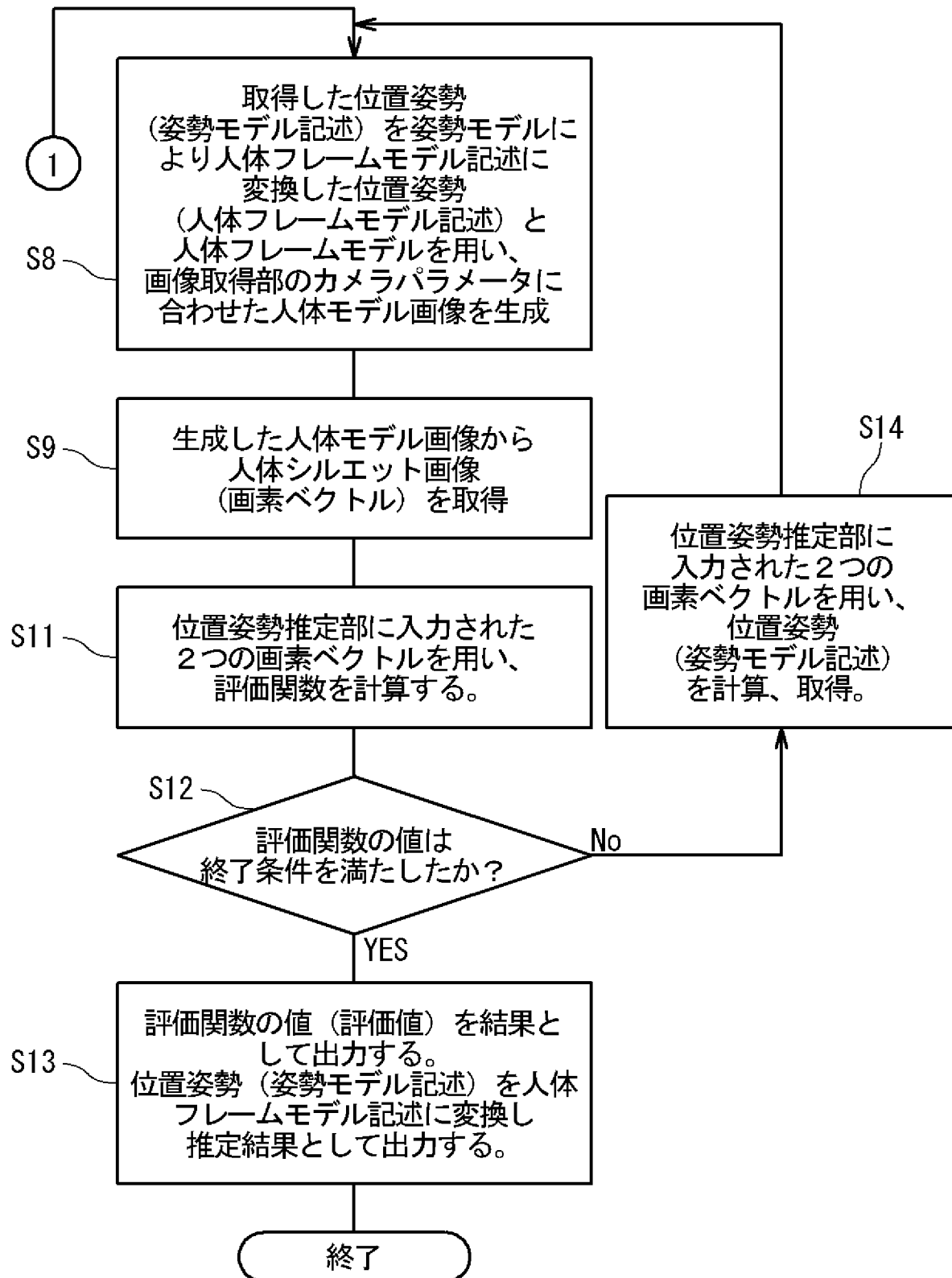
[図3]



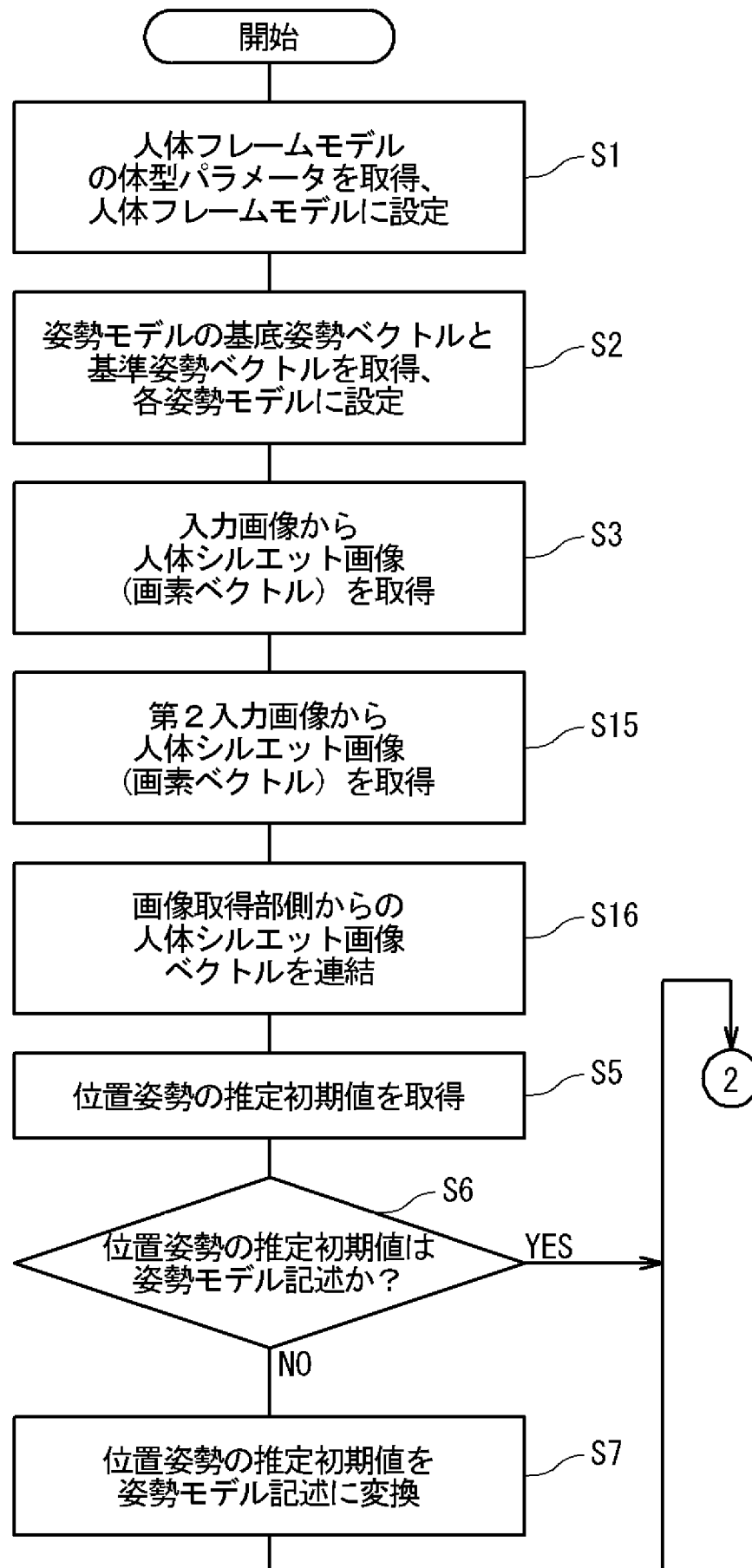
[図4A]



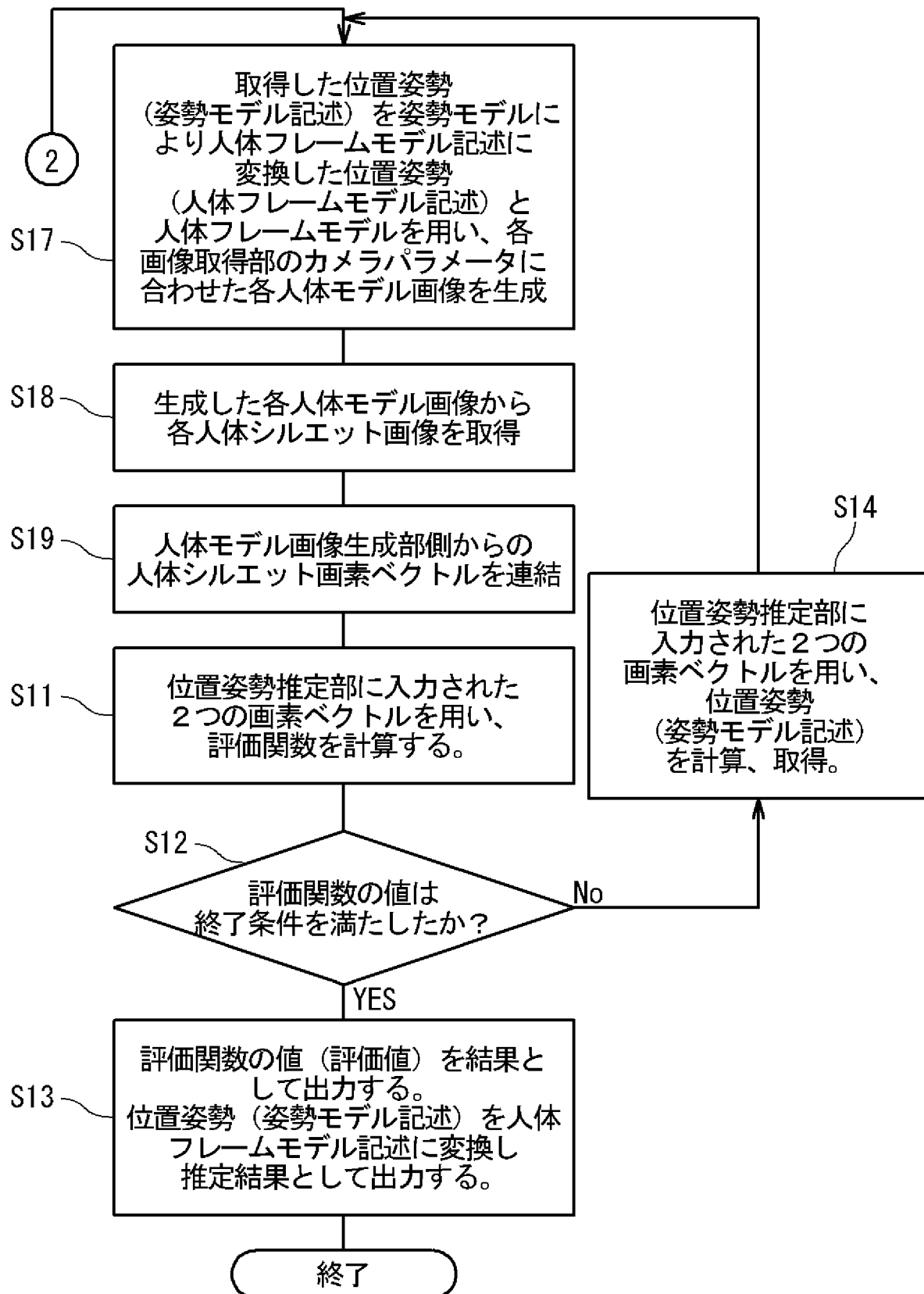
[図4B]



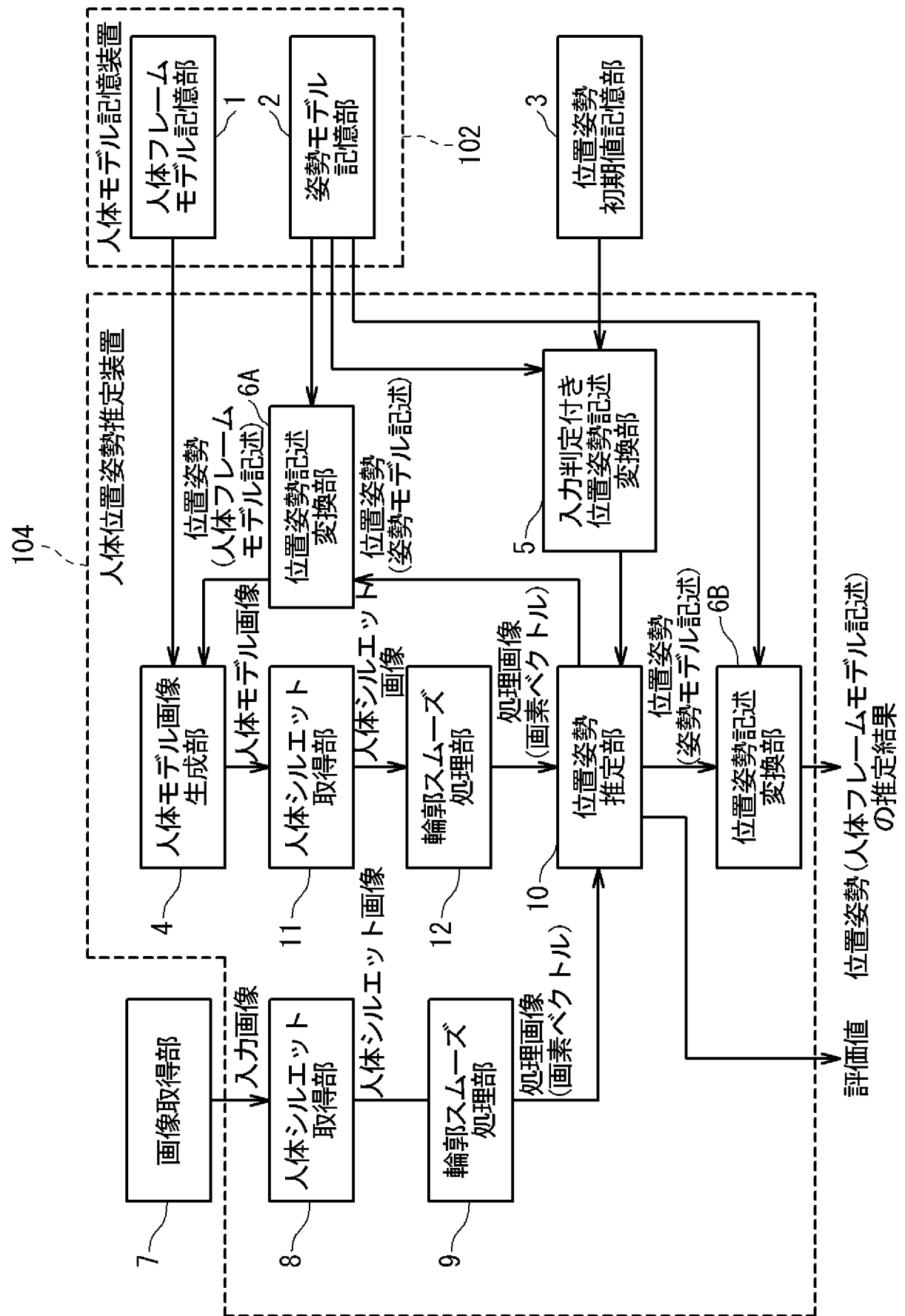
[図6A]



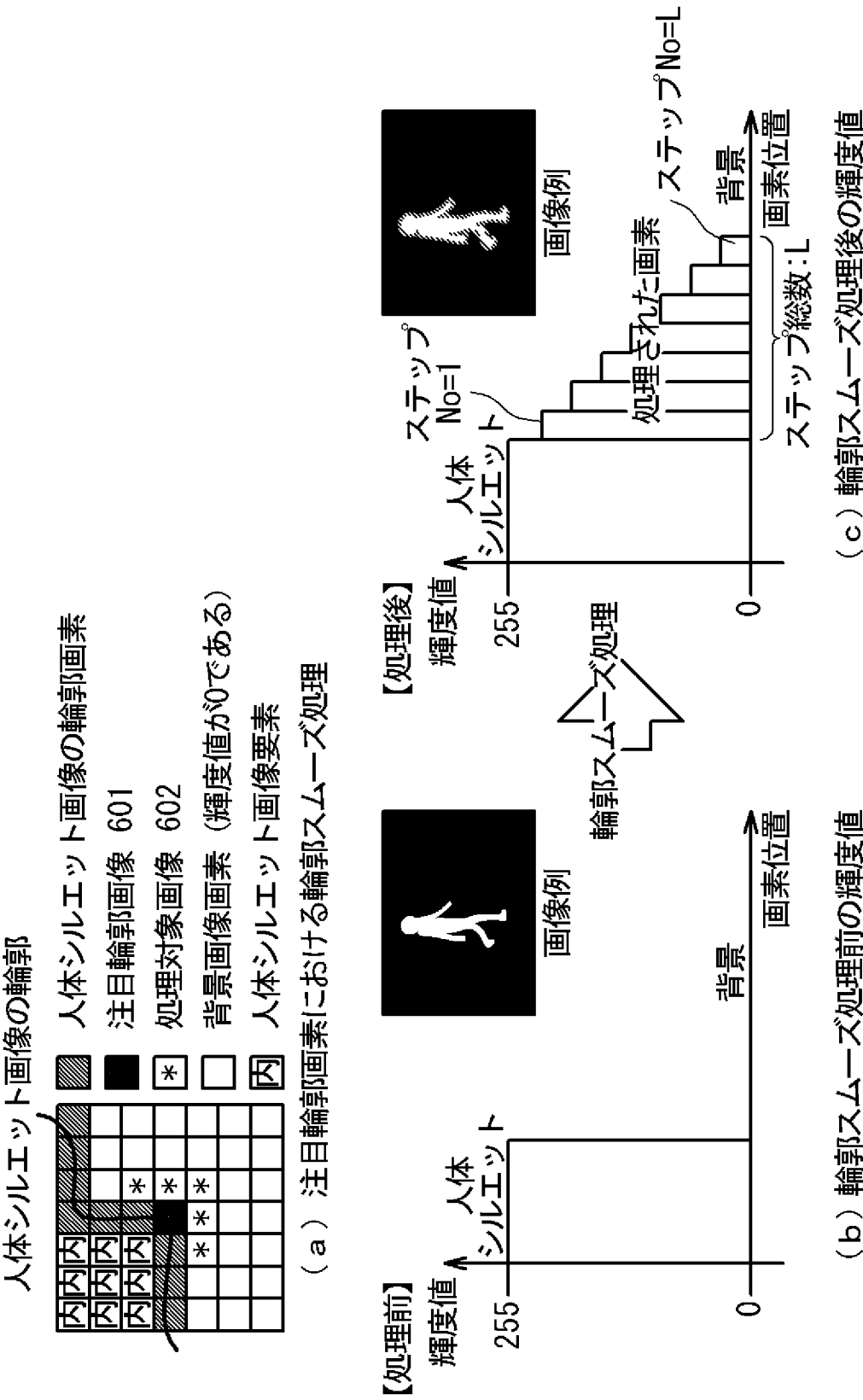
[図6B]



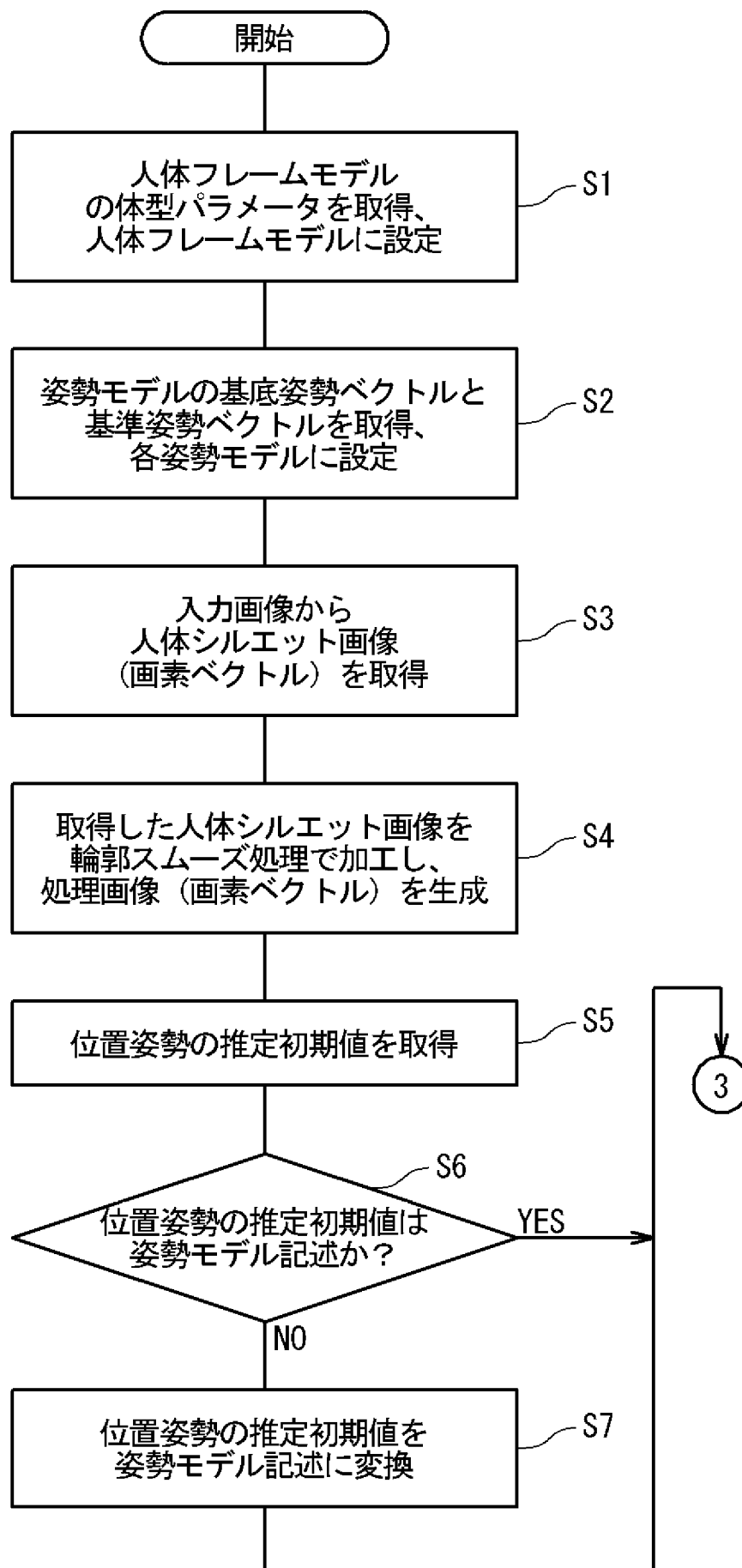
[図7]



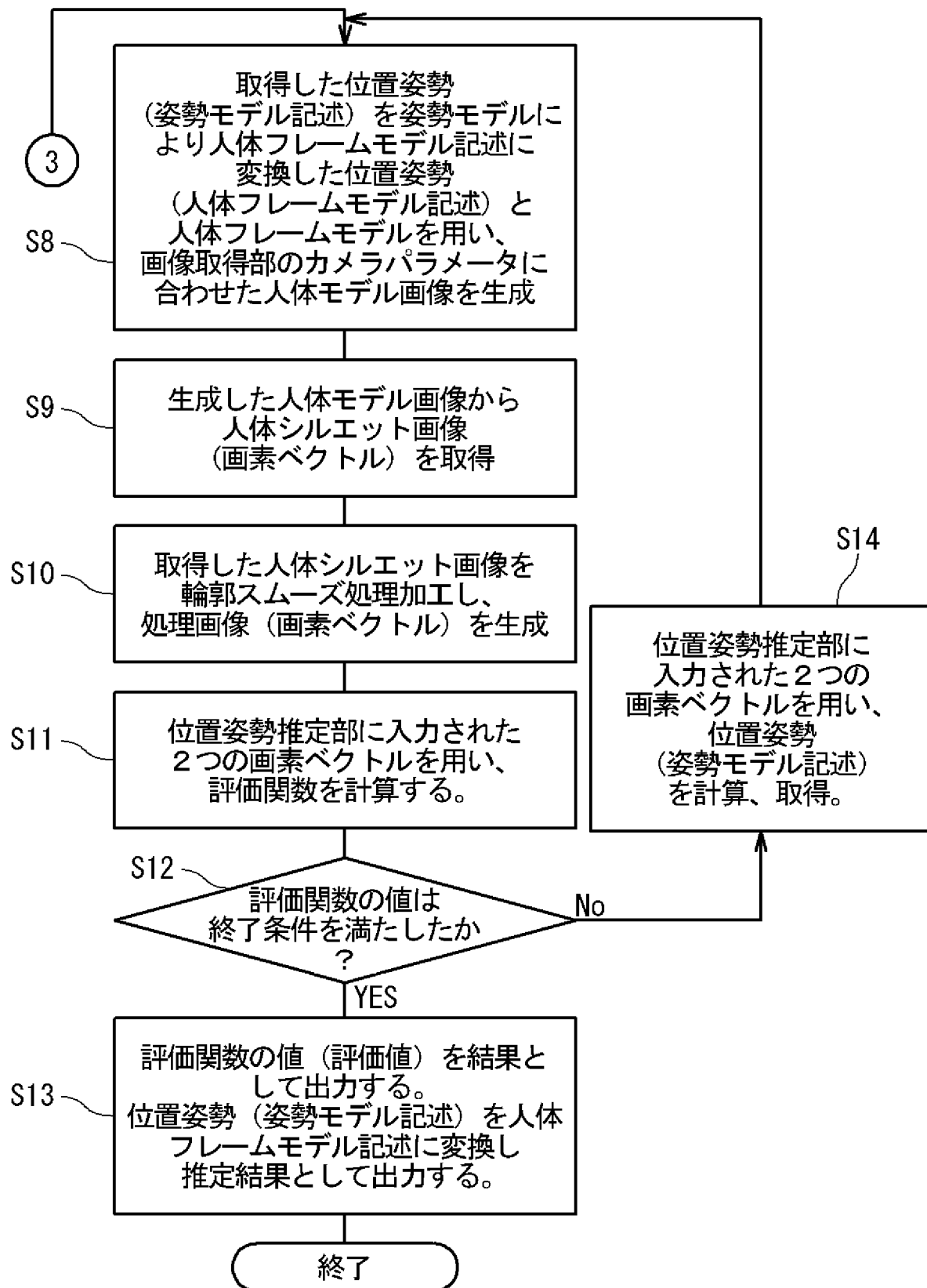
[図8]



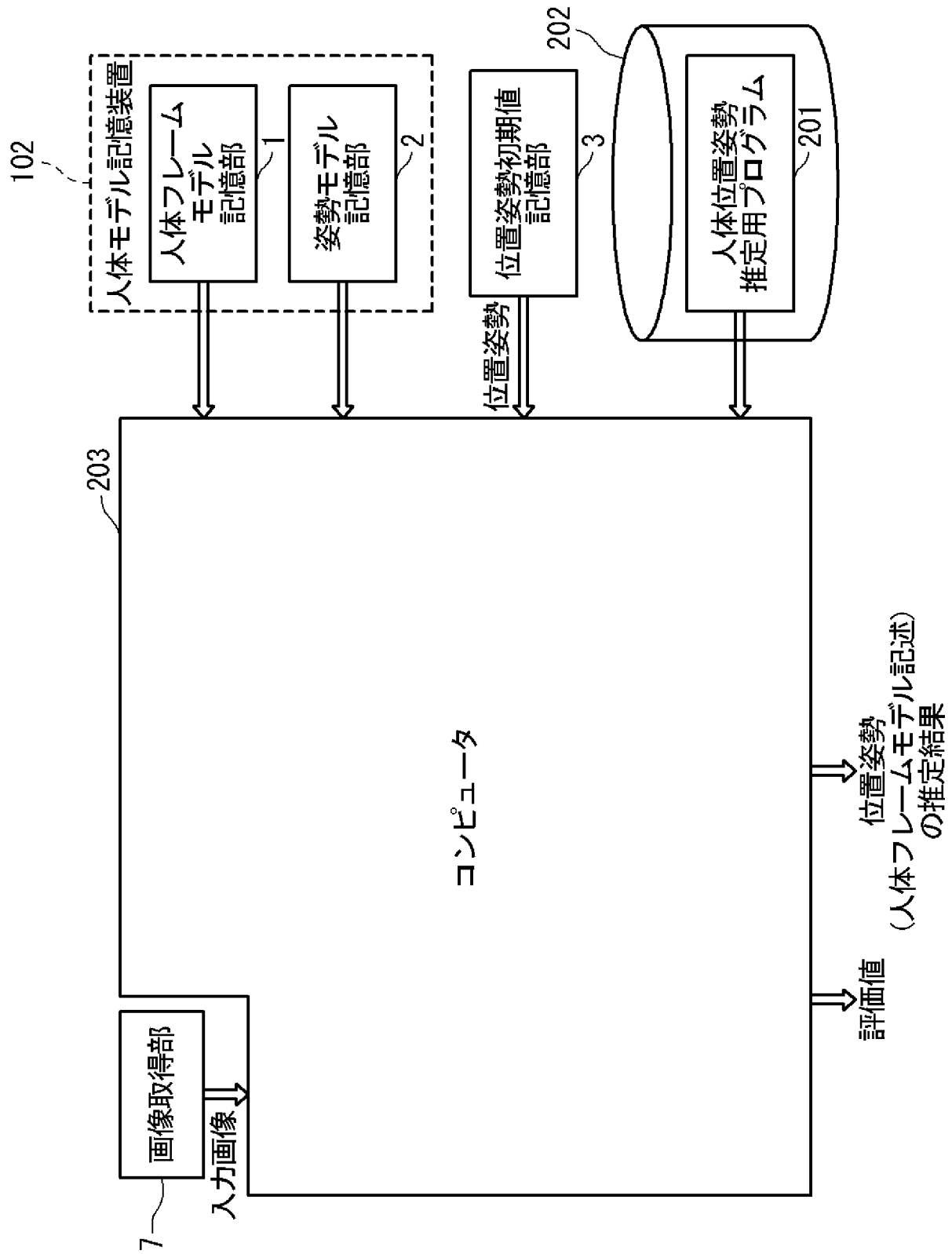
[図9A]



[図9B]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/314161

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T7/00(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)

G06T7/00, G06T1/00

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	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Yoshinari KAMEDA et al., "Silhouette Gazo kara no Kansetsu Buttai no Shisei Suiteiho", The Transactions of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, D-II, Vol.J79-D-II, No.1, 1996, pages 26 to 35	1-24
Y	JP 2001-56861 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Director General of Communications Research Laboratory), 27 February, 2001 (27.02.01), Par. Nos. [0007] to [0009] & US 6819782 B1 & EP 1059608 A2 & CN 1276572 A	1-24

☒ 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
07 August, 2006 (07.08.06)

Date of mailing of the international search report
15 August, 2006 (15.08.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/314161

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-302070 A (Fujitsu Ltd.), 13 November, 1998 (13.11.98), Par. No. [0011] (Family: none)	6, 9, 16, 23
Y	JP 2-176878 A (Sankyo Seiki Mfg. Co., Ltd.), 10 July, 1990 (10.07.90), Full text; all drawings (Family: none)	7, 10, 17, 24

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06T7/00(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（I P C））

Int.Cl. G06T7/00
G06T1/00

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	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006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）

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 請求の範囲の番号
Y	亀田能成 外2名, シルエット画像からの関節物体の姿勢推定法, 電子情報通信学会論文誌, D-II Vol. J79-D-II No. 1, 1996, pp. 26-35	1-24
Y	JP 2001-56861 A (松下電器産業株式会社、郵政省通信総合研究所長) 2001.02.27, 【0007】-【0009】 & US 6819782 B1 & EP 1059608 A2 & CN 1276572 A	1-24

☒ 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

07.08.2006

国際調査報告の発送日

15.08.2006

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

佐藤 実

5H

3247

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

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 請求の範囲の番号
Y	JP 10-302070 A (富士通株式会社) 1 9 9 8 . 1 1 . 1 3 , 【 0 0 1 1 】 (ファミリーなし)	6 , 9 , 1 6 , 2 3
Y	JP 2-176878 A (株式会社三協精機製作所) 1 9 9 0 . 0 7 . 1 0 , 全文、全図 (ファミリーなし)	7 , 1 0 , 1 7 , 2 4