

(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  
2019年8月8日(08.08.2019)



(10) 国際公開番号

**WO 2019/150431 A1**

(51) 国際特許分類:

**G06T 7/70** (2017.01) **G06T 7/50** (2017.01)  
**G06T 7/00** (2017.01)

番 1 号 株式会社ソニー・インタラクティブ  
エンタテインメント内 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/002971

(22) 国際出願日: 2018年1月30日(30.01.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント (**SONY INTERACTIVE ENTERTAINMENT INC.**) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 掛 智一 (**KAKE, Tomokazu**); 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント内 Tokyo (JP). 中島 聡 (**NAKAJIMA, Satoshi**); 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7

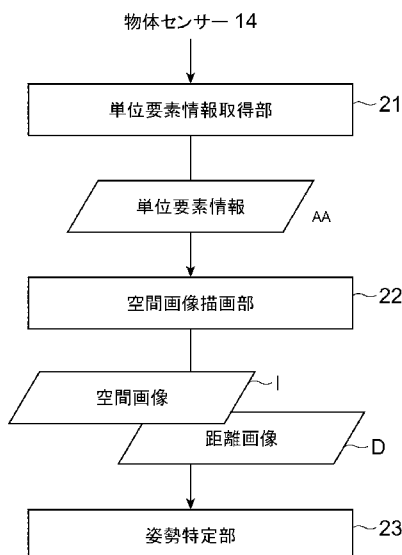
(74) 代理人: 竹 居 信 利 (**TAKEI Nobutoshi**); 〒1600022 東京都新宿区新宿 6 丁目 7 - 1 エルプリメント新宿 3 0 8 Tokyo (JP).

(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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: INFORMATION PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 情報処理装置



14 Object sensor  
21 Unit element information obtaining unit  
22 Space image rendering unit  
23 Orientation determining unit  
D Distance image  
I Space image  
AA Unit element information

(57) Abstract: The present invention provides an information processing device that: with respect to a target object in a three-dimensional space, obtains unit element information including information related to the position, in the space, of each of a plurality of unit elements constituting the target object; by using the unit element information, renders a space image indicating the appearance of a virtual space in which the plurality of unit elements are arranged; and determines the orientation of the target object in the three-dimensional space on the basis of the result of executing, with respect to the rendered space image, orientation estimation processing for a two-dimensional image.

(57) 要約: 三次元空間内の対象物について、当該対象物を構成する複数の単位要素それぞれの空間内における位置の情報を含む単位要素情報を取得し、当該単位要素情報を用いて、複数の単位要素が配置された仮想空間の様子を示す空間画像を描画し、描画された空間画像に対して二次元画像を対象とした姿勢推定処理を実行した結果に基づいて、対象物の三次元空間内における姿勢を特定する情報処理装置である。

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：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

## 明 細 書

**発明の名称：** 情報処理装置

**技術分野**

[0001] 本発明は、三次元空間内における物体の姿勢を特定する情報処理装置、情報処理方法、及びプログラムに関する。

**背景技術**

[0002] 三次元の仮想空間を構築し、その内部の様子をユーザーに提示する技術が知られている。このような技術において、仮想空間内の物体は、ポリゴンメッシュなどの面要素の集合によって表現される。あるいは、ボクセルやポイントクラウドなどと呼ばれる体積要素を仮想空間に積み重ねることによって表現される場合もある。さらに、現実空間に存在する人などの物体を仮想空間内で再現するために、現実空間の物体に対して、その表面を構成する面要素や体積要素などの単位要素ごとに、その現実空間内における位置を特定するセンサー技術が知られている。

**発明の概要**

**発明が解決しようとする課題**

[0003] 仮想空間内において物体同士の相互作用等の処理を行う場合、その物体の姿勢を特定したい場合がある。例えば人の身体を表現するオブジェクトが仮想空間内に配置される場合に、その人の頭部や腕、胴体、脚などがそれぞれの位置にあり、どのようなポーズをとっているのか知りたいことがある。しかしながら、面要素や体積要素といった単位要素の集合によって物体が表現されている場合、個々の単位要素の位置情報からその物体の全体形状や姿勢を特定することは、必ずしも容易でない。

[0004] 本発明は上記実情を考慮してなされたものであって、その目的の一つは、物体を構成する単位要素の情報をを用いてその物体の姿勢を効果的に特定することのできる情報処理装置、情報処理方法、及びプログラムを提供することにある。

## 課題を解決するための手段

- [0005] 本発明に係る情報処理装置は、三次元空間内の対象物について、当該対象物を構成する複数の単位要素それぞれの空間内における位置の情報を含む単位要素情報を取得する単位要素情報取得部と、前記単位要素情報を用いて、前記複数の単位要素が配置された仮想空間の様子を示す空間画像を描画する空間画像描画部と、前記描画された空間画像に対して二次元画像を対象とした姿勢推定処理を実行した結果に基づいて、前記対象物の三次元空間内における姿勢を特定する姿勢特定部と、を含むことを特徴とする。
- [0006] 本発明に係る情報処理方法は、三次元空間内の対象物について、当該対象物を構成する複数の単位要素それぞれの空間内における位置の情報を含む単位要素情報を取得するステップと、前記単位要素情報を用いて、前記複数の単位要素が配置された仮想空間の様子を示す空間画像を描画するステップと、前記描画された空間画像に対して二次元画像を対象とした姿勢推定処理を実行した結果に基づいて、前記対象物の三次元空間内における姿勢を特定するステップと、を含むことを特徴とする。
- [0007] 本発明に係るプログラムは、三次元空間内の対象物について、当該対象物を構成する複数の単位要素それぞれの空間内における位置の情報を含む単位要素情報を取得するステップと、前記単位要素情報を用いて、前記複数の単位要素が配置された仮想空間の様子を示す空間画像を描画するステップと、前記描画された空間画像に対して二次元画像を対象とした姿勢推定処理を実行した結果に基づいて、前記対象物の三次元空間内における姿勢を特定するステップと、をコンピュータに実行させるためのプログラムである。このプログラムは、コンピュータ読み取り可能で非一時的な情報記憶媒体に格納されて提供されてよい。

## 図面の簡単な説明

- [0008] [図1]本発明の実施形態に係る情報処理装置を含む情報処理システムの全体概要図である。
- [図2]情報処理システムを利用するユーザーの様子を示す図である。

[図3]本発明の実施の形態に係る情報処理装置の機能を示す機能ブロック図である。

[図4]本発明の実施の形態に係る情報処理装置によって推定される骨格モデルの一例を示す図である。

[図5]本発明の実施の形態に係る情報処理装置が設定する視点位置と対象物との位置関係の一例を説明する図である。

[図6]複数回の描画処理、及び姿勢特定処理を実行する具体例について説明する図である。

[図7]本発明の実施の形態に係る情報処理装置が実行する処理の流れの一例を示すフロー図である。

### 発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の実施形態について、図面に基づき詳細に説明する。

[0010] 図1は、本発明の一実施形態に係る情報処理装置を含む情報処理システム1の全体構成を示す構成ブロック図である。また、図2は、本情報処理システム1を利用するユーザーの様子の一例を示す図である。情報処理システム1は、ユーザーの身体を表すオブジェクトが配置された仮想空間を構築する。

[0011] 情報処理システム1は、図1に示すように、情報処理装置10と、1又は複数の物体センサー14と、を含んで構成されている。情報処理装置10は、パーソナルコンピュータや家庭用ゲーム機などの情報処理装置であって、制御部11と、記憶部12と、インタフェース部13と、を含んで構成されている。

[0012] 制御部11は、少なくとも一つのプロセッサを含んで構成され、記憶部12に記憶されているプログラムを実行して各種の情報処理を実行する。本実施形態において制御部11が実行する処理の具体例については、後述する。記憶部12は、RAM等のメモリデバイスを少なくとも一つ含み、制御部11が実行するプログラム、及び当該プログラムによって処理されるデータを格納する。インタフェース部13は、物体センサー14から情報を受信するための通信インタフェースである。情報処理装置10は、インタフェース

部 1 3 を介して無線又は有線で複数の物体センサー 1 4 と通信接続される。

[0013] 物体センサー 1 4 は、現実空間の様子を観測して、処理対象となる物体（以下、対象物 O という）を構成する複数の単位要素それぞれの位置を特定するための情報を取得する。本実施形態では、対象物 O は人（情報処理装置 1 0 のユーザー）であるものとする。また、単位要素とは、対象物 O の少なくとも表面を所定の基準で細分して得られる個々の要素であって、平板状の面要素、又は 3 次元的な形状を有する体積要素であってよい。この単位要素の集合によって対象物 O の全体形状が表現される。単位要素は、対象物 O の形状を再現するために、対象物 O 全体の大きさに対して十分小さく、比較的単純な形状を有するものとする。ただし、各単位要素は、完全に同じ形状や同じサイズを有しておらずともよい。本実施形態では、単位要素は所定の形状（例えば立方体形状）を有する体積要素（ポイントクラウド）であるものとする。

[0014] 具体的に本実施形態では、物体センサー 1 4 は距離画像センサーであって、対象物 O を含む現実空間を測定範囲とし、測定範囲内を分割して得られる複数の単位領域ごとに、当該単位領域に存在する物体までの距離を計測する。また、本実施形態では、図 2 に示すように、対象物 O の周囲を取り囲むように複数の物体センサー 1 4 が配置されている。これら複数の物体センサー 1 4 で計測される情報を統合することによって、死角をなくし、対象物 O の全体形状を特定することができる。なお、距離画像センサーは各種の方式で対象物 O までの距離を計測するものであってよい。例えば距離画像センサーは、視差を利用して対象物 O までの距離を計測するステレオカメラであってもよいし、TOF 方式で距離を計測するセンサーであってもよい。あるいは、赤外線等のパターンを対象物 O に照射し、対象物 O 表面に照射されたパターンの大きさや分布に基づいて対象物 O までの距離を計測するセンサーであってもよい。また、本実施形態において物体センサー 1 4 は、可視光を対象とするイメージセンサーを含み、対象物 O の表面を構成する各単位要素の色を特定してもよい。

[0015] 以下、本実施形態において情報処理装置 10 が実現する機能について説明する。図 3 に示すように、情報処理装置 10 は機能的に、単位要素情報取得部 21 と、空間画像描画部 22 と、姿勢特定部 23 と、を含んで構成されている。これらの機能は、制御部 11 が記憶部 12 に格納されたプログラムを実行することによって実現できる。このプログラムは、インターネット等の通信回線を経由して情報処理装置 10 に提供されてもよいし、光ディスク等、コンピュータで読み取り可能で非一時的な情報記憶媒体に格納されて提供されてもよい。

[0016] 単位要素情報取得部 21 は、物体センサー 14 の計測結果を用いて、対象物 O を構成する複数の単位要素に関する情報（以下、単位要素情報という）を取得する。単位要素情報には、対象物 O の表面を構成する複数の単位要素それぞれの位置、及び色を示す情報が含まれるものとする。前述したように、本実施形態ではユーザーの外周を囲むように複数の物体センサー 14 が配置されているので、この単位要素情報によって、前後左右任意の方向から見た対象物 O の外観を特定することができる。

[0017] 空間画像描画部 22 は、単位要素情報取得部 21 が取得した単位要素情報を用いて、複数の単位要素が配置された仮想空間内の様子を示す空間画像 I を描画する。具体的に、まず空間画像描画部 22 は、単位要素情報を用いて、複数の単位要素を仮想空間内に配置する。次に空間画像描画部 22 は、配置された単位要素の位置情報に基づいて、描画条件を決定する。この描画条件には、少なくとも空間画像 I を描画する際における仮想空間内における視点位置 VP、及び視線方向 VD の情報が含まれるものとする。続いて空間画像描画部 22 は、決定された描画条件に従って、単位要素が配置された仮想空間内の様子を描画する。この描画処理は、一般的な仮想オブジェクトが配置された仮想空間内の様子を示す画像のレンダリング処理と同様の処理であってよい。これにより、現実空間と対応する姿勢、及び外観を有するユーザーの姿を含んだ二次元の空間画像 I が生成される。

[0018] ここで、空間画像描画部 22 が空間画像 I を描画する際における仮想空間

内の視点位置VPは、現実空間における物体センサー14の配置位置と対応している必要はなく、後述するように各種の条件に基づいて任意に設定された位置であってよい。すなわち、空間画像描画部22は、単位要素情報を用いることによって、現実には撮影できていない位置から対象物Oをカメラで撮影した場合に得られる撮影画像に近い空間画像Iを描画することができる。

[0019] さらに空間画像描画部22は、空間画像Iとともに、空間画像Iを描画した際の視点位置VPから対象物Oまでの距離の情報を含んだ距離画像（デプスマップ）Dを生成する。この距離画像Dは、空間画像Iと同様の視野範囲を対象として、その内部を分割して得られる単位領域ごとに、視点位置VPから当該単位領域に写っている単位要素までの距離の情報を含んでいる。すなわち、空間画像描画部22は、空間画像Iと同様に、視点位置VPに対応する現実空間内の位置に実際には距離画像センサーが配置されていないにも拘わらず、その位置に距離画像センサーが配置された場合に取得可能な距離画像Dを生成することができる。

[0020] 姿勢特定部23は、空間画像描画部22が描画した空間画像I、及び距離画像Dを用いて、対象物Oの姿勢を特定する。ここで姿勢の特定とは、対象物Oを構成する各部位の位置関係を特定することを指しており、対象物Oが人型の場合には、その顔や腕、脚などの部位の位置を特定したり、主要な関節等の位置を含んだ骨格モデルを特定したりすることを含んでよい。

[0021] 写真画像等の二次元画像に関しては、その画像内に写っている人物について、機械学習等を用いて比較的精度よく姿勢を推定することのできる推定エンジンが存在する。そこで姿勢特定部23は、まず空間画像描画部22が描画した二次元の空間画像Iに対してこのような推定エンジンを適用した姿勢推定処理を実行することによって、空間画像I内にける対象物Oの姿勢を推定する。この推定結果は、空間画像I内における人の頭部や腰、肘、膝、手先や足先などの位置（以下、関節位置という）の情報を含んだ二次元的な骨格モデルであってよい。図4は、このように空間画像Iに対して推定エンジ

ンを適用して得られる骨格モデルの一例を示している。ここで利用する推定エンジンは、入力データ、及び出力データのいずれも二次元のデータなので、三次元の単位要素情報の集合に対して直接機械学習等による推定処理を適用する場合と比較して、取り扱うデータ量や処理負荷を小さくすることができる。

[0022] さらに姿勢特定部23は、この推定エンジンによって得られた姿勢推定結果に基づいて、三次元空間内における対象物Oの姿勢を特定する。具体的に姿勢特定部23は、空間画像1内の各関節位置が、三次元の仮想空間内でどの位置に存在するかを、空間画像描画部22が生成した距離画像Dを用いて特定する。すなわち、各関節位置に対応する距離画像D内の位置に設定された視点位置VPからの距離の情報を参照することによって、各関節位置の三次元空間内における位置が決定される。このようにして姿勢特定部23は、二次元画像を対象とした推定エンジンの推定結果を利用して、対象物Oの三次元の骨格モデルを特定することができる。

[0023] 姿勢特定部23によって特定された対象物Oの姿勢の情報は、仮想空間内における対象物Oやその他のオブジェクトの挙動を決定するために利用される。例えば空間画像描画部22は、姿勢特定部23によって特定された骨格モデルのデータを参照して、仮想空間内に配置されているその他のオブジェクトと対象物Oとの間の相互作用が発生するか否かを判定する。この場合におけるその他のオブジェクトは、予め用意された仮想的なオブジェクトであってもよいし、現実空間に存在する対象物O以外の物体を認識した結果に基づいて仮想空間に配置されるオブジェクトであってもよい。

[0024] また、空間画像描画部22は、姿勢特定部23の特定結果を参照して、単位要素によって構成される対象物Oを予め用意されたオブジェクトに置換してもよい。例えば情報処理装置10の記憶部12内には、予めポリゴンメッシュ等によってユーザーの外観を表すオブジェクトのモデルデータが格納されていることとする。空間画像描画部22は、姿勢特定部23によって特定された姿勢と、予め格納されているモデルデータとを用いて、実際のユーザ

一の姿勢と同じ姿勢に変化させたオブジェクトを仮想空間内に配置する。こうすれば、現実のユーザーと同じ姿勢をとる、高精細な人型のオブジェクトを仮想空間内に配置することができる。

[0025] 以下、空間画像描画部22が空間画像1を描画する際の描画条件の決定方法のいくつかの具体例について、説明する。前述したように、空間画像描画部22が描画した空間画像1は、推定エンジンによる対象物Oの姿勢推定に用いられる。そのため空間画像描画部22は、この推定エンジンによる推定結果の精度を高めることができるように描画条件を決定することが望ましい。

[0026] 描画条件の決定方法の第1の具体例として、物体センサー14の検出結果や単位要素情報に基づいて視点位置VP、及び視線方向VDを決定する方法について、説明する。空間画像描画部22は、対象物Oの全体が空間画像1に含まれるように、視点位置VP、及び視線方向VDを決定することが望ましい。具体的に空間画像描画部22は、対象物Oを構成する単位要素が視野範囲内に収まるように、視点位置VPの地面からの高さや位置などを決定する。

[0027] また、空間画像描画部22は、対象物Oの正面と相対する位置に視点位置VPを配置することが望ましい。対象物Oがユーザーの場合、物体センサー14に含まれるイメージセンサーが撮影した画像データに対して顔認識処理を実行するなどして、現実空間内におけるユーザーの顔の位置、及び向きを特定することができる。そこで空間画像描画部22は、特定された顔の正面方向に視点位置VPを配置することで、たとえユーザーが物体センサー14の方を向いておらずとも、そのユーザーを正面から見た空間画像1を描画することができる。

[0028] また、空間画像描画部22は、対象物Oを構成する単位要素の分布を解析することによって、対象物Oの正面方向を特定してもよい。具体的に、例えば空間画像描画部22は、対象物Oを上方から見た際の単位要素の分布に対して主成分分析を行うことによって、対象物Oの正面方向を特定する。図5

はこの場合の視点位置V P及び視線方向V Dと対象物Oとの位置関係を示す図であって、対象物Oを天頂方向から見た様子を示している。図中において対象物Oと重なる破線は、単位要素の分布に基づいて決定される体平面を示している。この体平面と交差する向きに視線方向V Dを設定することにより、対象物Oを正面から見た空間画像Iを描画することができる。

[0029] 第2の具体例として、仮想空間内に配置する単位要素を所与の制限条件に従って制限する例について、説明する。物体センサー14によって検出される単位要素の中には、対象物Oの周囲に背景として存在している他の物体を構成するものが含まれる場合がある。このような単位要素が空間画像I内に含まれると、推定エンジンによる推定の精度が悪くなる場合がある。そこで空間画像描画部22は、単位要素の分布や各単位要素の配置位置に基づいて対象物Oを構成する単位要素を特定して、対象物Oを構成するものと特定された単位要素だけを仮想空間内に配置し、それ以外の単位要素の配置を制限することとしてもよい。これにより、背景や障害物を排除し、対象物Oだけが写っている空間画像Iを描画することができる。

[0030] また、空間画像描画部22は、空間内の領域を対象として、空間画像Iを描画する対象とする単位要素を制限してもよい。すなわち、空間画像描画部22は、特定の空間領域に存在する単位要素のみを仮想空間内に配置して、空間画像Iを描画する。これにより、対象物Oが注目する領域に存在する場合のみ姿勢の特定を行うことができる。

[0031] また、対象物Oの全体ではなく、一部だけを姿勢特定の対象としたい場合、空間画像描画部22は、姿勢特定の対象としたい部分が存在すると想定される領域にある単位要素だけを仮想空間に配置して、空間画像Iを描画してもよい。具体例として、ユーザーの上半身のみを姿勢特定の対象としたい場合、所定の高さ以上の高さに存在する単位要素だけを仮想空間に配置して、空間画像Iを描画してもよい。また、顔認識によってユーザーの顔の位置が特定される場合、その位置を基準として単位要素を配置する対象とする領域を決定してもよい。また、空間画像描画部22は、特定の領域を特定の色を

持つ単位要素や、法線が特定の方向を向いている面を構成する単位要素などを、描画対象や描画対象から除外する対象として限定してもよい。

[0032] 第3の具体例として、空間画像1を描画する際の色やライティングに関する条件を変化させる例について、説明する。例えば空間画像描画部22は、単位要素が有する色の明度が暗過ぎる場合など、所定の条件を満たす場合に、各色の明度を明るく変化させたり、グレースケールに変化させたりするなど、色を変化させる補正処理を実行してもよい。

[0033] また、空間画像描画部22は、空間画像1を描画する際に仮想空間内に設定する光源の数や位置、光の色などを、視点位置VPや視線方向VDと同様に、単位要素の分布や対象物Oの正面方向の推定結果等に基づいて決定してもよい。具体的に、例えば空間画像描画部22は、ユーザーの正面から光が当たるように光源を仮想空間内に配置して、空間画像1を描画してもよい。また、空間画像描画部22は、セルフシャドウやキャストシャドウなど、空間画像1内に現れる影の内容を、推定エンジンによる推定の精度を高めるように変更してもよい。

[0034] 第4の具体例として、物体センサー14以外のセンサー等によって得られる情報を用いて描画条件を決定する例について、説明する。例えば、対象物Oであるユーザーが、その位置や向きの変化を検出可能なトラッキングデバイスを装着していることがある。このようなトラッキングデバイスとしては、モーションセンサーを備え、その検出結果から自身の移動方向等を検出可能なデバイスなど、各種のものが知られている。空間画像描画部22は、このようなトラッキングデバイスによる検出結果を利用して、ユーザーの身体的位置や向きを特定することができる。そして、特定された身体的位置及び向きに応じて、ユーザーの正面に相対するように視点位置VP及び視線方向VDを設定する。これにより、ユーザーを正面から見た空間画像1を描画することができる。また、空間画像描画部22は、このようなデバイスの検出結果に基づいて、単位要素を配置する領域を決定し、決定された領域内に存在する単位要素のみを仮想空間内に配置することとしてもよい。

- [0035] 第5の具体例として、同じ単位要素情報から複数の空間画像Ⅰを描画する例について、説明する。この例では、異なる描画条件で複数の空間画像Ⅰが描画され、描画された複数の空間画像Ⅰのそれぞれに対して推定エンジンによる姿勢の推定が行われる。
- [0036] 例えば空間画像描画部22は、互いに離れた位置に複数の視点位置VPを設定し、そのそれぞれから対象物Oを見た様子を示す空間画像Ⅰを描画する。ここで設定される複数の視点位置VPは、例えば対象物Oを中心に互いに同じ角度ずつ離れた位置に設定されてもよい。次に姿勢特定部23が、描画された複数の空間画像Ⅰのそれぞれに対して、推定エンジンを用いて姿勢の特定処理を実行する。そして、複数の姿勢特定結果を統合して、対象物Oの姿勢を特定する。この場合の姿勢特定結果の統合処理とは、例えば、同じ間接位置について、複数の姿勢特定結果のそれぞれで得られる位置座標の代表値を算出することによって、各間接位置の位置座標を決定する処理である。
- [0037] 第6の具体例として、同じ単位要素情報を用いて、複数回にわたって空間画像Ⅰを描画し、姿勢特定を行う例について、説明する。この例では、空間画像描画部22は、まずこれまで説明したような方法によって最初の描画条件を決定し、決定した描画条件に従って空間画像Ⅰを描画する。すなわち、第5の具体例とは異なり、最初に描画されるのは1個の空間画像Ⅰだけである。そして、描画された空間画像Ⅰに基づいて対象物Oの姿勢の特定が成功すれば、空間画像描画部22はあらためて空間画像Ⅰを描画する必要はなく、そのまま姿勢の特定処理が終了する。
- [0038] これに対して、初回の姿勢特定処理に問題があると判定された場合、空間画像描画部22は描画条件を初回のものとは変更して、初回と同じ単位要素情報を用いて2個目の空間画像Ⅰを描画する再描画処理を実行する。例えば空間画像描画部22は、初回の姿勢特定処理で特定に失敗した関節位置が存在する場合に、再描画処理を行う。このとき空間画像描画部22は、失敗した関節位置を特定しやすいように、再描画処理を行う際の視点位置VP及び視線方向VDを初回のものから変化させる。

[0039] 図6は、以上説明した描画条件の変更内容の一例を説明する図であって、図6(a)は初回に描画された空間画像Iの具体例を示している。この例では、ユーザーの正面方向に視点位置VPが設定されているが、ユーザーが正面に向かって右手を伸ばしているため、右肘が隠れており、図6(a)の空間画像Iに対する姿勢特定処理では右肘の関節位置が特定できなかったものとする。このとき空間画像描画部22は、初回とは視点位置VP及び視線方向VDを変化させて再描画処理を実行する。図6(b)は2回目の空間画像Iの例を示しており、図6(c)は初回と2回目の描画処理時における視点位置VP及び視線方向VDの位置関係を示している。なお、図6(c)はユーザーを天頂方向から見た図であって、VP1及びVD1が初回の描画処理時における視点位置VP及び視線方向VDを、VP2及びVD2が2回目の再描画処理時における視点位置VP及び視線方向VDを、それぞれ示している。この図の例では再描画処理において視点位置VP及び視線方向VDが平面視において反時計回りに45度回転しており、右肘が見えやすくなっている。

[0040] 以上の説明では、特定に失敗した関節位置が存在する場合に再描画処理を実行することとしたが、空間画像描画部22はこれ以外の場合にも再描画処理を実行してよい。例えば空間画像描画部22は、初回の姿勢特定処理で特定された関節位置の中に、人体の構造上不自然な位置にある関節位置が存在する場合に、再描画処理を実行することとする。本実施形態では、二次元の空間画像Iを対象とする推定エンジンによる推定結果と距離画像Dとを用いて三次元の仮想空間内における関節位置を特定している。そのため、空間画像I内では不自然な位置ではないと推定エンジンが判定した場合であっても、距離画像Dによる距離情報と整合せず、不自然な位置に人体の部位が存在すると推定されてしまう場合があり得る。このような場合に再描画処理を実行することで、姿勢特定の精度を高めることができる。

[0041] なお、以上説明したような再描画処理を実行し、その結果得られる空間画像Iを用いて姿勢特定処理が再実行された場合、姿勢特定部23は、初回の

姿勢特定処理において特定に失敗した関節位置や、不自然な位置にあると推定された関節位置についてのみ、2回目の姿勢特定処理の結果得られる位置情報で置き換えてもよい。あるいは、前述した第5の具体例と同様に、複数の姿勢特定処理によって得られる姿勢特定結果を統合して、対象物Oの姿勢を決定してもよい。

[0042] また、空間画像描画部22は、再描画処理を実行する際には、初回の姿勢特定処理の結果を参照して新たな描画条件を決定することとする。例えば初回の姿勢特定処理が実行されると、その結果としてユーザーの顔がどちらを向いているか、どの方向がユーザーの身体の正面方向かを特定することができる。そこで、初回の描画処理時における視点位置VP及び視線方向VDがユーザーの正面から大きくずれていると判定された場合、空間画像描画部22は、初回の姿勢特定処理によって特定されたユーザーの正面方向に応じて再描画処理時の視点位置VP及び視線方向VDを決定してもよい。

[0043] ここで、再描画処理が実行される場合において制御部11が実行する処理の流れの一例について、図7のフロー図を用いて説明する。

[0044] まず単位要素情報取得部21が、物体センサー14の検出結果を用いて対象物Oの姿勢を特定するために必要な単位要素情報を取得する(S1)。続いて空間画像描画部22が、S1で取得された単位要素情報を用いて対象物Oを構成する単位要素を仮想空間内に配置する(S2)。そして、初回の描画条件を決定し(S3)、決定された描画条件に従って空間画像I、及び距離画像Dを描画する(S4)。

[0045] 次に姿勢特定部23が、S4で描画された空間画像Iに対して推定エンジンを適用し、推定結果として二次元の骨格モデルを算出する(S5)。そして、算出された骨格モデルとS4で描画された距離画像Dとに基づいて、三次元の骨格モデルを算出する(S6)。その後、姿勢特定部23は、姿勢特定処理の再実行を行うべきか否かを判定する(S7)。前述したように特定に失敗した関節位置が存在するなど、S6で算出された骨格モデルの精度が十分でないと判断される要因がある場合、姿勢特定部23は再実行を行うべ

きと判定する。その場合、空間画像描画部 22 は、S6 で算出された骨格モデルの情報に基づいて、再描画処理のための新たな描画条件を決定する（S8）。その後空間画像描画部 22 は、再描画処理を実行して新たな空間画像 I、及び距離画像 D を描画する（S9）。続いて姿勢特定部 23 は、再描画処理によって得られた新たな空間画像 I に基づいて前述した S5 と同様にして二次元の骨格モデルを算出し（S10）、S6 と同様にして三次元の骨格モデルを算出する（S11）。その後、S6、及び S11 で算出された三次元の骨格モデルを統合して、対象物 O の姿勢を特定する（S12）。

[0046] なお、ここでは再描画処理は一度しか行わないこととしたが、二回目の姿勢特定処理の結果得られる骨格モデルにも問題があると判定される場合、三回目以降の描画処理、及び姿勢特定処理を実行することとしてもよい。

[0047] また、姿勢特定部 23 は、空間画像描画部 22 が描画した空間画像 I に限らず、イメージセンサーによって直接撮影された撮影画像も、姿勢特定処理に利用してもよい。例えば姿勢特定部 23 は、撮影画像と空間画像 I の双方に対して姿勢特定処理を実行し、その結果得られる複数の骨格モデルを統合して対象物 O の姿勢を特定してもよい。また、初回は撮影画像を用いて姿勢特定処理を実行し、一部の関節位置の特定に失敗した場合など所定の条件を満たした場合に、空間画像描画部 22 が描画した空間画像 I を用いて姿勢特定処理を実行してもよい。

[0048] また、空間画像描画部 22 は、以上説明した複数の具体例を任意に組み合わせて描画条件を決定してもよい。例えば空間画像描画部 22 は、主成分分析の結果と、トラッキングデバイスの測定結果の双方を用いて視点位置 VP 及び視線方向 VD を決定してもよい。また、それぞれの結果に基づいて決定される描画条件に従って複数の空間画像 I を描画し、それぞれの空間画像 I を用いて姿勢特定処理を実行した結果を統合してもよい。

[0049] 以上説明した本実施形態に係る情報処理装置 10 によれば、単位要素情報を用いて描画した空間画像 I に対して姿勢特定処理を実行することにより、二次元画像を対象とした推定エンジンを利用して三次元空間内における対象

物〇の姿勢を特定することができる。また、描画条件を任意に決定することで、現実には撮影できない視点からの画像や、周囲の物体を排除した画像など、姿勢特定に適した空間画像Ⅰを描画することができる。

[0050] なお、本発明の実施の形態は、以上説明した物に限られない。例えば以上の説明では、単位要素は立体的な形状を有する体積要素であることとしたが、ポリゴンメッシュ等の平板的な面要素であってもよい。また、以上の説明では対象物〇は人であることとしたが、人形等の人を模した形状を有する物体や、動物などの複数の可動部位を有する物体を対象としてその姿勢を特定することとしてもよい。

[0051] また、以上の説明では現実に存在する対象物〇を対象とした物体センサー 14 の検出結果を用いてリアルタイムで単位要素情報を取得することとした。これにより、ユーザー等の現在の姿勢をリアルタイムで特定し、その動きを仮想空間内で再現したりすることができる。しかしながら本発明の実施の形態はこのようなものに限られず、過去に記録された単位要素情報を取得して、姿勢特定処理を実行してもよい。また、仮想空間内におけるオブジェクトを表すポリゴンメッシュ等の単位要素の情報を取得して、姿勢特定処理を実行してもよい。

## 符号の説明

[0052] 1 情報処理システム、10 情報処理装置、11 制御部、12 記憶部、13 インタフェース部、14 物体センサー、21 単位要素情報取得部、22 空間画像描画部、23 姿勢特定部。

## 請求の範囲

- [請求項1]           三次元空間内の対象物について、当該対象物を構成する複数の単位要素それぞれの空間内における位置の情報を含む単位要素情報を取得する単位要素情報取得部と、
- 前記単位要素情報を用いて、前記複数の単位要素が配置された仮想空間の様子を示す空間画像を描画する空間画像描画部と、
- 前記描画された空間画像に対して二次元画像を対象とした姿勢推定処理を実行した結果に基づいて、前記対象物の三次元空間内における姿勢を特定する姿勢特定部と、
- を含むことを特徴とする情報処理装置。
- [請求項2]           請求項1に記載の情報処理装置において、
- 前記空間画像描画部は、前記単位要素情報に基づいて決定した描画条件に従って前記空間画像を描画することを特徴とする情報処理装置。
- [請求項3]           請求項2に記載の情報処理装置において、
- 前記空間画像描画部は、前記単位要素情報に基づいて決定した視点位置、及び視線方向から前記複数の単位要素を見た空間画像を描画することを特徴とする情報処理装置。
- [請求項4]           請求項3に記載の情報処理装置において、
- 前記対象物は人であって、
- 前記空間画像描画部は、前記人の正面方向に前記視点位置を配置することを特徴とする情報処理装置。
- [請求項5]           請求項4に記載の情報処理装置において、
- 前記空間画像描画部は、前記人の顔の位置を特定することによって、前記人の正面方向を特定することを特徴とする情報処理装置。

- [請求項6]           請求項4に記載の情報処理装置において、  
前記空間画像描画部は、前記複数の単位要素の分布に基づいて、前記人の正面方向を特定することを特徴とする情報処理装置。
- [請求項7]           請求項2から6のいずれか一項に記載の情報処理装置において、  
前記空間画像描画部は、同じ単位要素情報を用いて、複数の描画条件に従って複数の空間画像を描画し、  
前記姿勢特定部は、前記複数の空間画像に基づいて、前記対象物の姿勢を特定することを特徴とする情報処理装置。
- [請求項8]           請求項2から6のいずれか一項に記載の情報処理装置において、  
前記空間画像描画部は、初回に描画した前記空間画像を用いて前記姿勢特定部が前記対象物の姿勢を特定した後、当該特定の結果に応じて、初回の描画条件とは異なる描画条件に従って前記空間画像を再描画し、  
前記姿勢特定部は、前記再描画された空間画像に基づいて、前記対象物の姿勢を特定することを特徴とする情報処理装置。
- [請求項9]           請求項2から8のいずれか一項に記載の情報処理装置において、  
前記描画条件は、前記仮想空間内に配置する単位要素を特定の単位要素に制限する制限条件を含み、  
前記空間画像描画部は、前記描画条件に従って特定された一部の単位要素を配置した仮想空間の様子を示す空間画像を描画することを特徴とする情報処理装置。
- [請求項10]          請求項2から9のいずれか一項に記載の情報処理装置において、  
前記描画条件は、前記仮想空間内に配置する光源に関する条件を含み、  
前記空間画像描画部は、前記描画条件に従って光源が配置された仮

想空間の様子を示す空間画像を描画する

ことを特徴とする情報処理装置。

[請求項11] 請求項2から10のいずれか一項に記載の情報処理装置において、  
前記空間画像描画部は、前記対象物の位置を検出可能なセンサーの  
検出結果を用いて、前記描画条件を決定する

ことを特徴とする情報処理装置。

[請求項12] 三次元空間内の対象物について、当該対象物を構成する複数の単位  
要素それぞれの空間内における位置の情報を含む単位要素情報を取得  
するステップと、

前記単位要素情報を用いて、前記複数の単位要素が配置された仮想  
空間の様子を示す空間画像を描画するステップと、

前記描画された空間画像に対して二次元画像を対象とした姿勢推定  
処理を実行した結果に基づいて、前記対象物の三次元空間内における  
姿勢を特定するステップと、

を含むことを特徴とする情報処理方法。

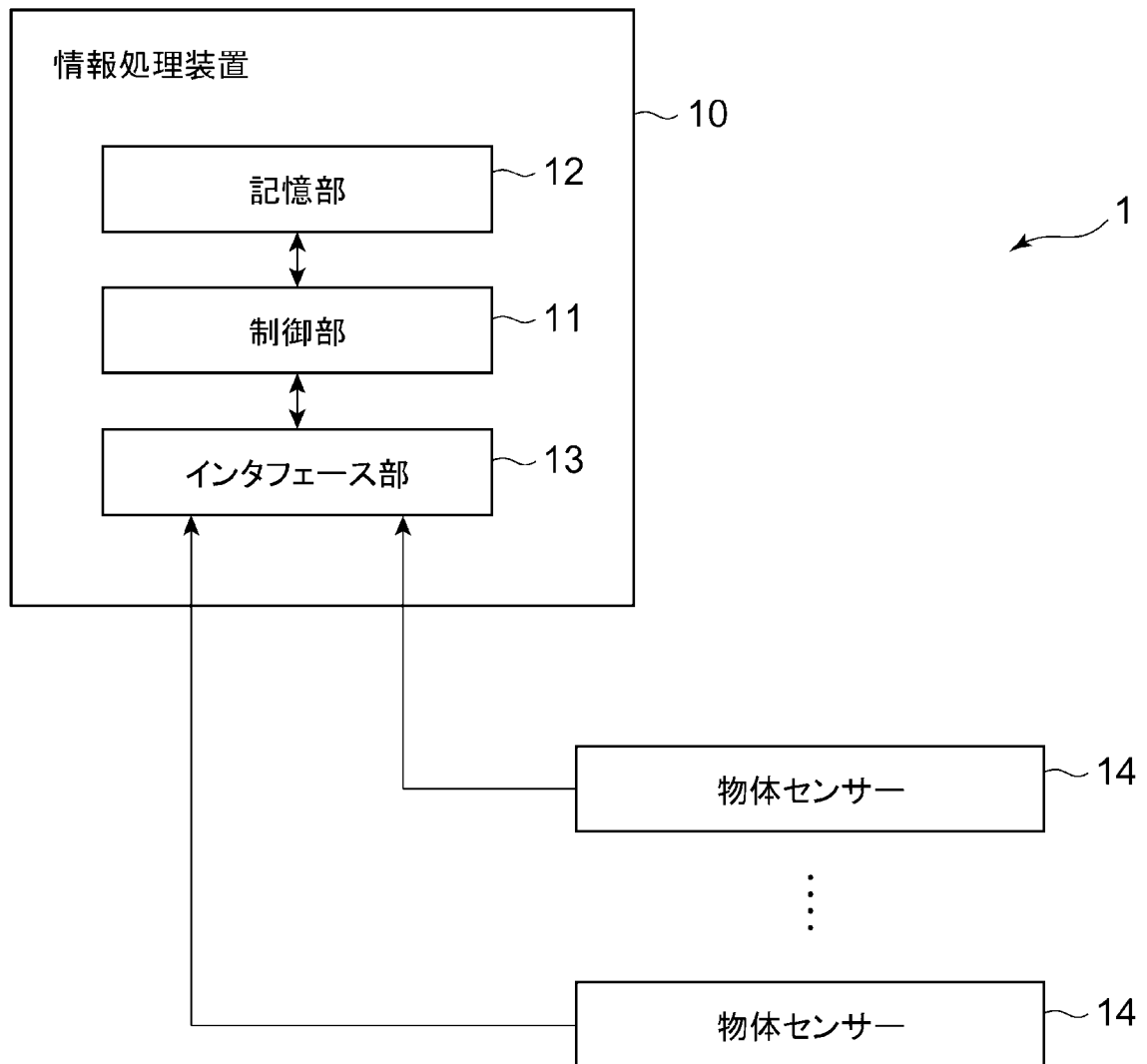
[請求項13] 三次元空間内の対象物について、当該対象物を構成する複数の単位  
要素それぞれの空間内における位置の情報を含む単位要素情報を取得  
するステップと、

前記単位要素情報を用いて、前記複数の単位要素が配置された仮想  
空間の様子を示す空間画像を描画するステップと、

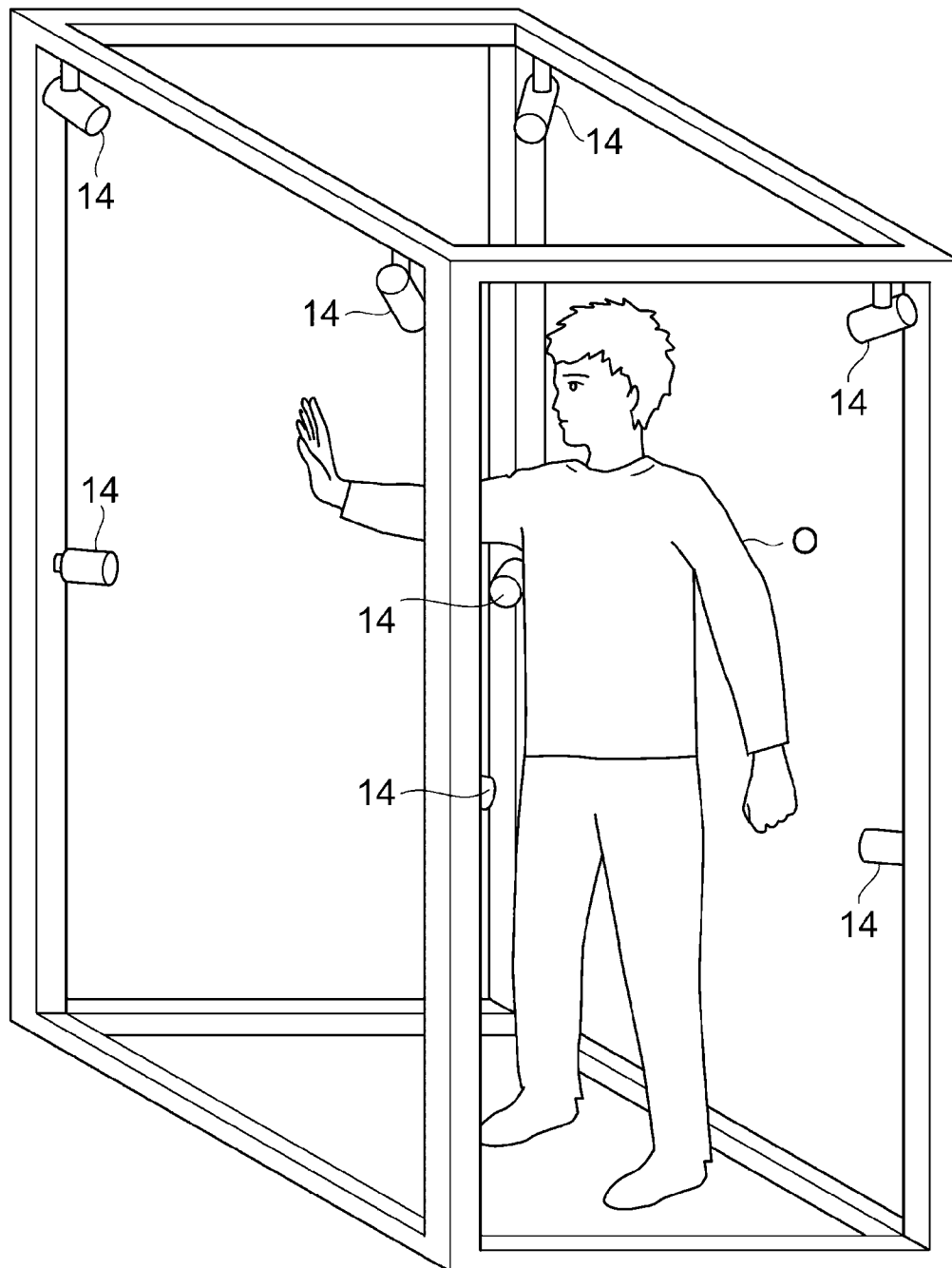
前記描画された空間画像に対して二次元画像を対象とした姿勢推定  
処理を実行した結果に基づいて、前記対象物の三次元空間内における  
姿勢を特定するステップと、

をコンピュータに実行させるためのプログラム。

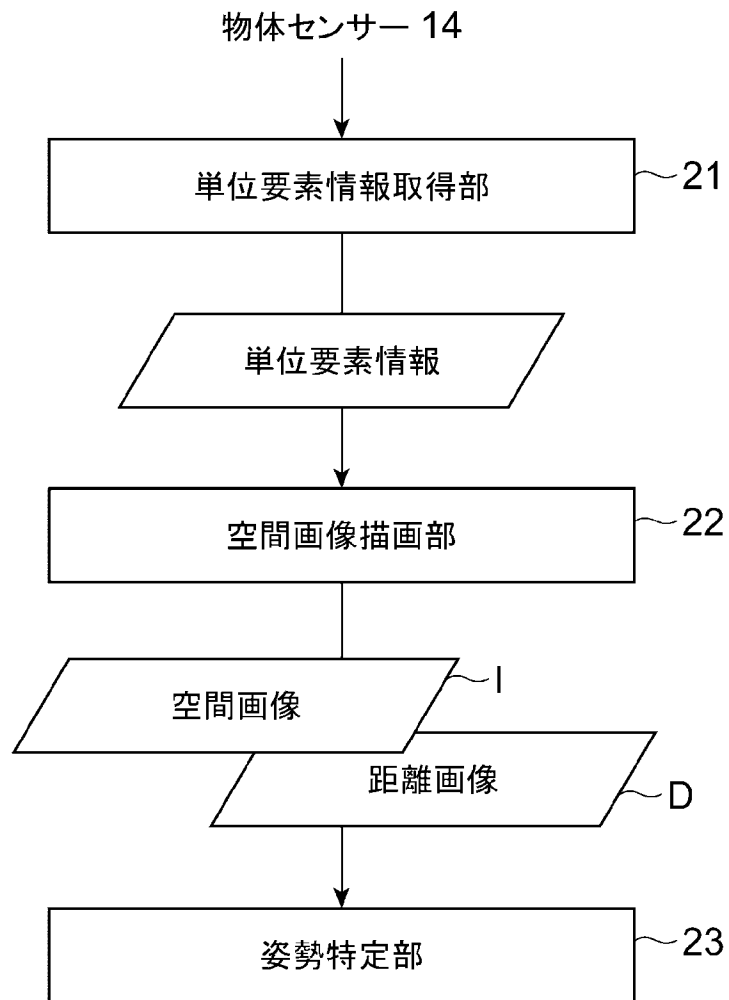
[図1]



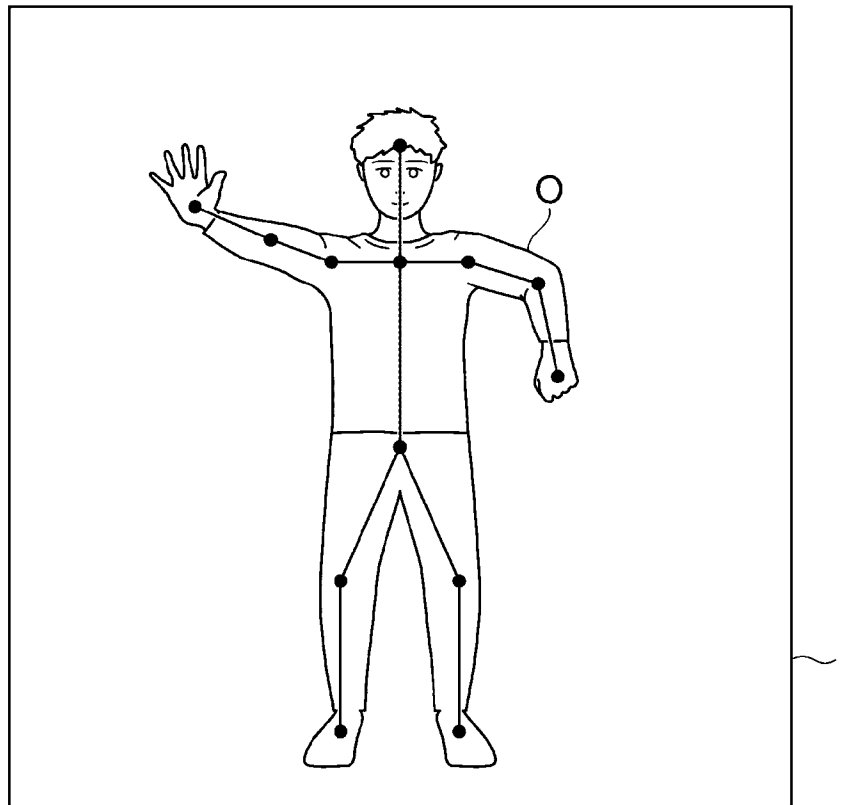
[図2]



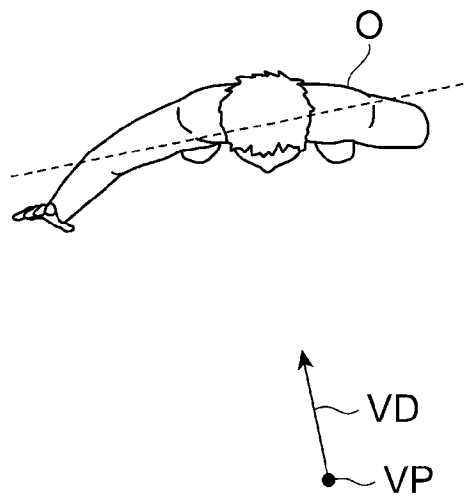
[図3]



[図4]

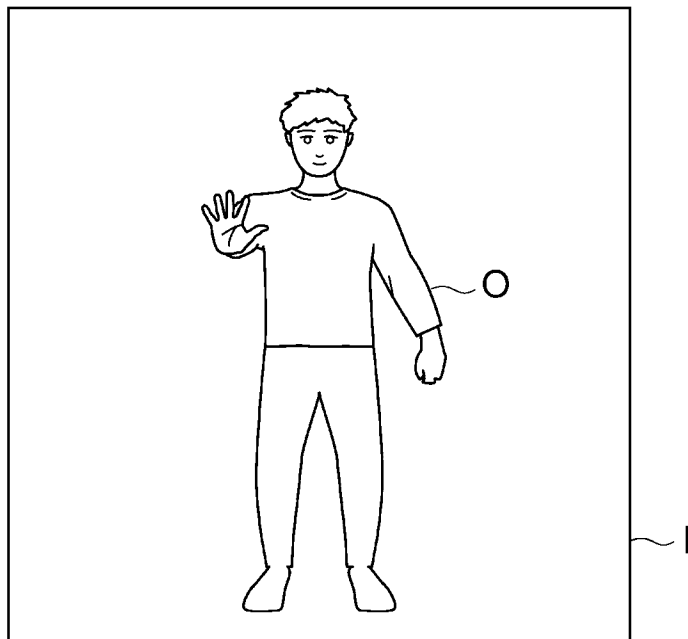


[図5]

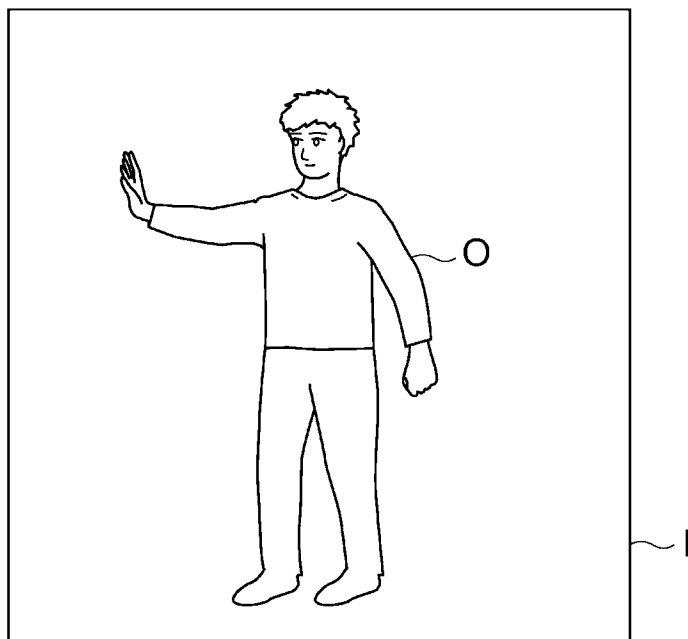


[図6]

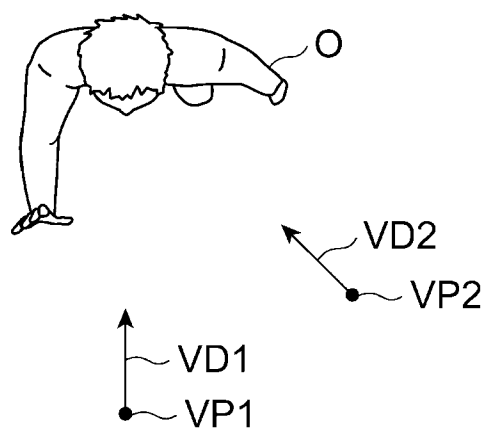
(a)



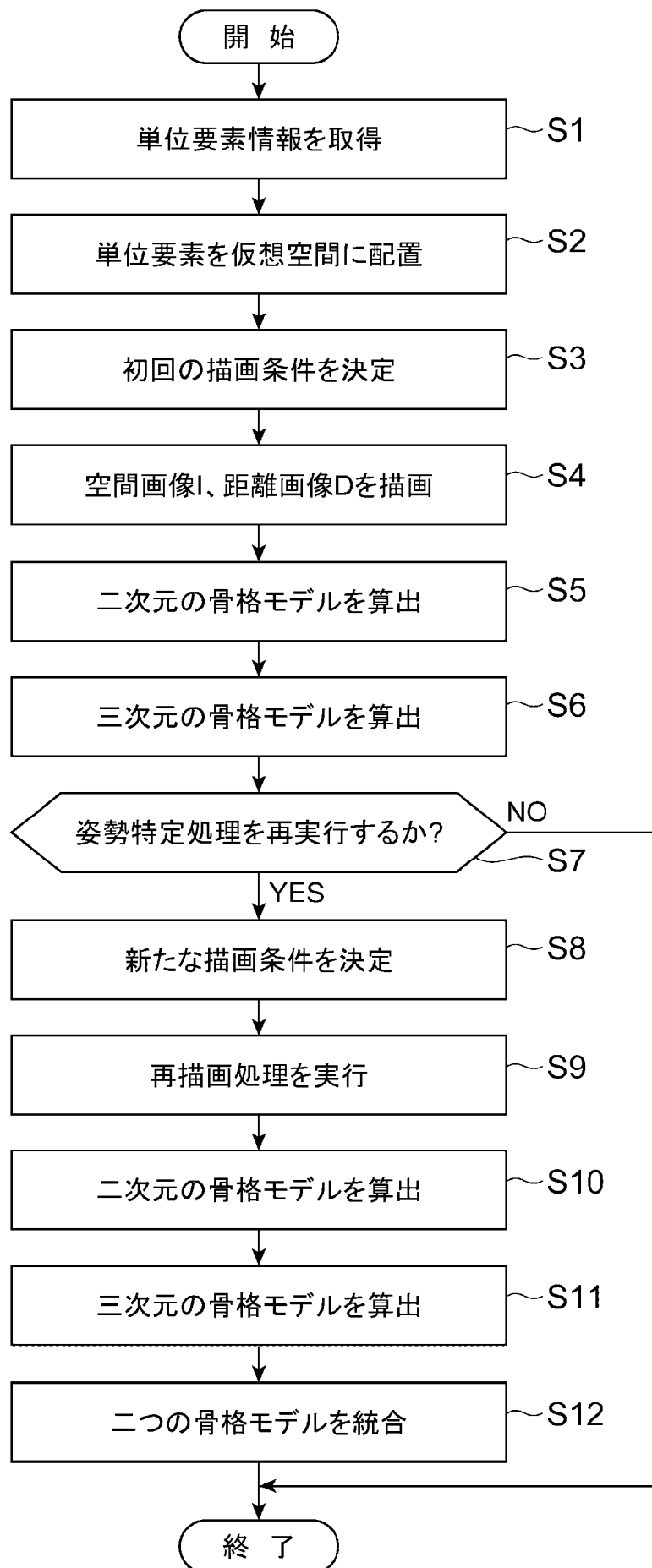
(b)



(c)



[図7]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/002971

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G06T7/70 (2017.01) i, G06T7/00 (2017.01) i, G06T7/50 (2017.01) 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)

Int. Cl. G06T7/70, G06T7/00, G06T7/50

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2017-182274 A (SEIKO EPSON CORP.) 05 October 2017, entire text, all drawings & US 2017/0286750 A1, whole document & EP 3226208 A1                                                                              | 1-13                  |
| A         | JP 2013-020578 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 31 January 2013, entire text, all drawings (Family: none)                                                                                                 | 1-13                  |
| A         | SAGAWA, Yuichi, SHIMOSAKA, Masamichi, MORI, Taketoshi, SATO, Tomomasa, Fast Online Human Pose Estimation via 3D Voxel Data, Journal of the Robotics Society of Japan, 15 December 2008, vol. 26, no. 8, pp. 55-66 | 1-13                  |

☐ 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  
29.03.2018

Date of mailing of the international search report  
10.04.2018

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

Authorized officer

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06T7/70(2017.01)i, G06T7/00(2017.01)i, G06T7/50(2017.01)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. G06T7/70, G06T7/00, G06T7/50

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 | 1971-2018年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2018年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2018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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 2017-182274 A（セイコーエプソン株式会社）2017.10.05, 全文、<br>全図 & US 2017/0286750 A1, whole document & EP 3226208 A1 | 1-13           |
| A               | JP 2013-020578 A（日本電信電話株式会社）2013.01.31, 全文、全<br>図（ファミリーなし）                                               | 1-13           |

☒ 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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

29.03.2018

国際調査報告の発送日

10.04.2018

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）

鍛 利孝

5H

5094

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<br>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<br>請求項の番号 |
| A                   | 佐川 裕一，下坂 正倫，森 武俊，佐藤 知正，三次元ボクセルに基づく高速オンライン人体姿勢推定，日本ロボット学会誌，2008.11.15，第26巻 第8号，第55－66頁<br>(SAGAWA, Yuichi, SHIMOSAKA, Masamichi, MORI, Taketoshi, SATO, Tomomasa, Fast Online Human Pose Estimation via 3D Voxel Data, Journal of the Robotics Society of Japan) | 1-13           |