

(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  
2024年5月2日(02.05.2024)



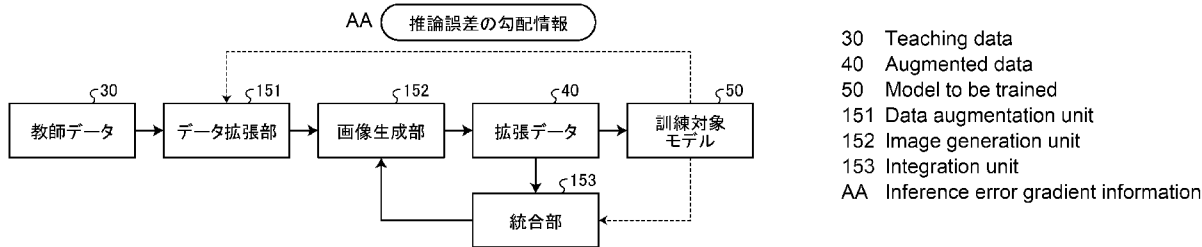
(10) 国際公開番号

WO 2024/089772 A1

- (51) 国際特許分類:  
G06N 20/00 (2019.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/039766
- (22) 国際出願日: 2022年10月25日(25.10.2022)
- (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: 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 山尾 創輔 (YAMAOKI, Sosuke); 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎ノ門ダイビルイースト 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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,

(54) Title: DATA-GENERATING METHOD, DATA-GENERATING PROGRAM, AND DATA-GENERATING DEVICE

(54) 発明の名称: データ生成方法、データ生成プログラムおよびデータ生成装置



(57) Abstract: The present invention provides a data-generating device that obtains skeletal information inference results for each piece of teaching data when a plurality of teaching data is input to a machine learning model, the inference results including an error for each part of a skeleton. The data-generating device uses the inference results as a basis for identifying, from the plurality of teaching data, first teaching data in which the error of a first part is greater than the error of the first part in other teaching data. The data-generating device uses the inference results as a basis for identifying, from the plurality of teaching data, second teaching data in which the error of a second part is greater than the error of the second part in other teaching data. The data-generating device generates third teaching data by replacing information about the second part included in the first teaching data with information about the second part included in the second teaching data.

(57) 要約: データ生成装置は、複数の教師データを機械学習モデルに入力した際の各教師データに対する骨格情報の推論結果であって、骨格の各部位の誤差を含む推論結果を取得する。データ生成装置は、推論結果を基にして、複数の教師データから、第1部位の誤差が他の教師データの第1部位の誤差よりも大きい第1教師データを特定する。データ生成装置は、推論結果を基にして、複数の教師データから第2部位の誤差が他の教師データの第2部位の誤差よりも大きい第2教師データを特定する。データ生成装置は、第1教師データに含まれる第2部位に関する情報を、第2教師データに含まれる第2部位に関する情報に置換することで、第3教師データを生成する。

WO 2024/089772 A1

SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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：

データ生成方法、データ生成プログラムおよびデータ生成装置

技術分野

[0001] 本発明は、データ生成方法等に関する。

背景技術

[0002] カメラで撮影した人物の画像データを用いて、人物の骨格情報を検出する技術が確立されている。骨格情報は、人物の各関節の座標を示す情報である。かかる技術では、複数の教師データを準備し、深層学習ネットワーク等の機械学習モデルに対して、教師あり学習を実行する。学習済みの機械学習モデルに、時系列の人物の画像データを入力することで、時系列の人物の骨格情報を検出することができる。

[0003] ここで、既存の教師データを加工し、加工した教師データを、新しい教師データとして追加することで、機械学習モデルの汎用性能や、ロバスト性を向上させることができる。たとえば、教師データに対し、幾何変換やノイズを加えたり、身体部位の画像パッチを移動させたりすることで、新しい教師データを生成する技術がある。

[0004] また、教師データを拡張して新しい教師データを生成する技術がある。このデータ拡張技術では、学習中の機械学習モデルの推論誤差の勾配情報をフィードバックし、各学習段階で、機械学習モデルの性能を最大化するような教師データを生成する。たとえば、データ拡張技術では、人物の3次元モデルを2次元平面に投影して、教師データの画像データを生成する。データ拡張技術では、勾配情報を基にして、3次元モデルの回転、並進等を行い、機械学習モデルの推論誤差が大きくなるような画像データを生成する。データ拡張技術では、画像データの人物の姿勢が、人物のとりえない姿勢である場合に、係る画像データを除外する識別器が備えられている。勾配情報を用いて、3次元モデルから、画像データを生成する処理は、微分可能なデータ拡

張と呼ばれる。

[0005] たとえば、上述したデータ拡張技術には、以下に説明するようなデータ拡張技術（１）～（３）がある。

[0006] データ拡張技術（１）について説明する。データ拡張技術（１）では、Neural Radiance Fields (NeRF) を用いて、機械学習モデル（物体検出モデル）の推論誤差を高める画像データを生成する。たとえば、データ拡張技術（１）では、画像生成の制御パラメータとなるカメラアングルの定義域（ $360^\circ$ ）を  $k = 8$  個の bin に分割し、bin の選択確率（カテゴリカル分布）を Gumbel-softmax で定式化する。データ拡張技術（１）では、機械学習モデルを学習しつつ、推論誤差を最大化する方向に bin の選択確率を同時に学習する。

[0007] データ拡張技術（２）について説明する。データ拡張技術（２）では、２D 骨格情報を ３D 骨格情報に変換する機械学習モデルに関し、機械学習モデルの推論誤差を高める ２D 骨格情報と ３D 骨格情報とのペアデータを生成する。たとえば、データ拡張技術（２）では、多層パーセプトロンにより、既存の ３D 骨格情報に対する学習可能な拡張演算を表現する。拡張演算には、関節角の摂動、骨長さの摂動、回転並進の摂動が含まれる。データ拡張技術（２）では、機械学習モデルの学習を実行しつつ、推論誤差を最大化する方向に、拡張演算の学習を実行する。

[0008] データ拡張技術（３）について説明する。データ拡張技術（３）では、既存の ３D 骨格群から新しい ３D 骨格群を生成および追加し、教師データセットを増やす。たとえば、データ拡張技術（３）では、２つの ３D 骨格情報の部分骨格を交換する処理、関節角を摂動する処理を実行する。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0009] 特許文献１：特開 2019-212106 号公報

### 非特許文献

[0010] 非特許文献１：Y. Ge et al. "Neural-Sim: Learning to Generate Training Data with NeRF," ECCV 2022

非特許文献2 : Gong et al., “PoseAug: A Differentiable Pose Augmentation Framework for 3D Human Pose Estimation,” CVPR 2021

非特許文献3 : S. Li et al., “Cascaded Deep Monocular 3D Human Pose Estimation with Evolutionary Training Data,” CVPR 2020

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0011] しかしながら、上述した従来技術では、新しい教師データが、既存の教師データの近傍にとどまりやすく、既存の教師データの分布から離れたような新しい教師データを生成することができないという問題がある。

[0012] たとえば、体操の分野における教師データを基にして、他の分野における新たな教師データを生成する場合を想定する。他の分野は、体操以外の競技や、リハビリ等の分野である。体操の分野における教師データでは、人物が体操で取りうるような一定の3D骨格情報に限定される。このため、体操の分野における教師データを基にした機械学習モデルを他の分野で用いた場合には、教師データに含まれていないような骨格情報に関して推論精度が低下する場合がある。

[0013] 他の分野における推論精度の低下を抑止するためには、既存の教師データの分布から離れた新しい教師データによって、機械学習モデルを再訓練することが望ましい。なお、ここでは、体操の分野における教師データを用いて説明したが、これに限定されるものではない。

[0014] 1つの側面では、本発明は、既存の教師データの分布から離れたような新しい教師データを生成することができるデータ生成方法、データ生成プログラムおよびデータ生成装置を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0015] 第1の案では、コンピュータに次の処理を実行させる。コンピュータは、複数の教師データを機械学習モデルに入力した際の各教師データに対する骨格情報の推論結果であって、骨格の各部位の誤差を含む推論結果を取得する。コンピュータは、推論結果を基にして、複数の教師データから、第1部位

の誤差が他の教師データの第1部位の誤差よりも大きい第1教師データを特定する。コンピュータは、推論結果を基にして、複数の教師データから第2部位の誤差が他の教師データの第2部位の誤差よりも大きい第2教師データを特定する。コンピュータは、第1教師データに含まれる第2部位に関する情報を、第2教師データに含まれる第2部位に関する情報に置換することで、第3教師データを生成する。

## 発明の効果

[0016] 既存の教師データの分布から離れた新しい教師データを生成することができる。

## 図面の簡単な説明

[0017] [図1]図1は、人体モデルの一例を示す図である。

[図2]図2は、関節名の一例を示す図である。

[図3]図3は、本実施例に係るデータ生成装置の処理を説明するための図である。

[図4A]図4Aは、属性を説明するための図である。

[図4B]図4Bは、属性と拡張データとの一例を示す図である。

[図5]図5は、身体部位pを説明するための図である。

[図6]図6は、統合部の処理を説明するための図(1)である。

[図7]図7は、統合部の処理を説明するための図(2)である。

[図8]図8は、属性および弱点属性によって生成される拡張データの一例を示す図である。

[図9]図9は、本実施例に係るデータ生成装置の構成を示す機能ブロック図である。

[図10]図10は、本実施例に係るデータ生成装置の処理手順を示すフローチャートである。

[図11]図11は、統合処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図12]図12は、本実施例に係るデータ生成装置の効果を説明するための図である。

[図13]図13は、実施例のデータ生成装置と同様の機能を実現するコンピュータのハードウェア構成の一例を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0018] 以下に、本願の開示するデータ生成方法、データ生成プログラムおよびデータ生成装置の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。

### 実施例

[0019] 本実施例の説明を行う前に、人体モデルの一例について説明する。図1は、人体モデルの一例を示す図である。図1に示すように、人体モデルは、21個の関節 $a_{r0} \sim a_{r20}$ によって定義される。本実施例で利用する骨格情報には、人体モデルで定義された各関節 $a_{r0} \sim a_{r20}$ に対して、2次元または3次元の座標が設定される。

[0020] 図1に示す各関節 $a_{r0} \sim a_{r20}$ と、関節名との関係は、図2に示すものとなる。図2は、関節名の一例を示す図である。たとえば、関節 $a_{r0}$ の関節名は「SPINE\_BASE」である。関節 $a_{r1} \sim a_{r20}$ の関節名は、図2に示すとおりであり、説明を省略する。

[0021] 続いて、本実施例に係るデータ生成装置の処理について説明する。図3は、本実施例に係るデータ生成装置の処理を説明するための図である。データ生成装置は、教師データ30を利用する。

[0022] 教師データ30は、既存のデータである。たとえば、教師データには、人物の画像データと、属性とが含まれる。属性には、骨格情報、カメラパラメータ、アピアランスが含まれる。骨格情報は、図1で説明した関節の座標であって、画像データに含まれる人物の各関節の座標を示す。各関節の座標は、2次元の座標または3次元の座標である。カメラパラメータは、画像データを撮影したカメラの視点位置を示す。アピアランスは、画像データに含まれる人物の容貌や、人物の背景に関する情報である。

[0023] 図4Aは、属性を説明するための図である。たとえば、ある教師データの属性 $A_1$ には、骨格情報 $a_{1-1}$ 、カメラパラメータ $a_{1-2}$ 、アピアランス

a 1 - 3, a 1 - 4 が含まれる。図 4 A では、カメラパラメータ a 1 - 2 を概念的なイラストで示しているが、実際には、画像データを撮影したカメラの視点位置の情報が含まれる。アピアランス a 1 - 3 は、人物の容貌（体格、ユニフォームの色等）が設定される。アピアランス a 1 - 4 は、人物の背景情報が設定される。

[0024] 図 3 の説明に戻る。データ生成装置は、教師データ 30 を、データ拡張部 151 に入力する。

[0025] データ拡張部 151 は、パラメータ  $\theta_1$  が設定されており、かかるパラメータ  $\theta_1$  に基づいて、教師データ 30 の属性を拡張する。データ拡張部 151 は、拡張した属性の情報を、画像生成部 152 に出力する。後述する画像生成部 152 は、パラメータ  $\theta_1$  によって拡張された属性を基にして、拡張データ 40 を生成し、かかる拡張データ 40 が、訓練対象モデル 50 に入力されて、推論誤差が算出される。

[0026] データ拡張部 151 は、訓練対象モデル 50 からフィードバックされる推論誤差の勾配情報を基にして、拡張データ 40 を訓練対象モデル 50 に入力した際の推論誤差が大きくなる方向に、パラメータ  $\theta_1$  を訓練する。

[0027] たとえば、データ拡張部 151 は、パラメータ  $\theta_1$  を基にして、推論誤差が大きくなる方向に、属性に含まれる骨格情報の関節角度、関節間の骨の長さを変更する。データ拡張部 151 は、パラメータ  $\theta_1$  を基にして、推論誤差が大きくなる方向に、カメラパラメータ、アピアランスに変更を加えて、データ拡張を行ってもよい。

[0028] データ拡張部 151 は、属性を拡張する場合には、データの尤もらしさを保証する。たとえば、データ拡張部 151 は、骨格情報の関節の稼働可能な範囲で、関節角度を変更する。データ拡張部 151 は、骨の長さを変更する場合には、所定の範囲内で、骨の長さを変更する。

[0029] 画像生成部 152 は、データ拡張部 151 または統合部 153 によって拡張された属性の情報を基にして、拡張データ 40 を生成する。画像生成部 152 は、NeRF 等の微分可能な画像生成器等である。画像生成部 152 に関する

る以下の説明では、「拡張された属性」を、単に「属性」と表記する。

- [0030] 画像生成部152は、属性に含まれる骨格情報と、アピアランスとを基にして、人物のモデルおよび背景のモデルを生成する。画像生成部152は、人物のモデルと、背景のモデルとを合成したモデルに対し、属性情報のカメラパラメータに基づく視点からの画像データ（拡張データ40）を生成する。
- [0031] 図4Bは、属性と拡張データとの一例を示す図である。属性 $A_1$ には、骨格情報 $a_{1-1}$ 、カメラパラメータ $a_{1-2}$ 、アピアランス $a_{1-3}$ 、 $a_{1-4}$ が含まれる。画像生成部152は、属性 $A_1$ を基にして、拡張データ $40-1$ を生成する。
- [0032] 属性 $A_2$ には、骨格情報 $a_{2-1}$ 、カメラパラメータ $a_{2-2}$ 、アピアランス $a_{2-3}$ 、 $a_{2-4}$ が含まれる。画像生成部152は、属性 $A_2$ を基にして、拡張データ $40-2$ を生成する。
- [0033] 属性 $A_3$ には、骨格情報 $a_{3-1}$ 、カメラパラメータ $a_{3-2}$ 、アピアランス $a_{3-3}$ 、 $a_{2-4}$ が含まれる。画像生成部152は、属性 $A_3$ を基にして、拡張データ $40-3$ を生成する。
- [0034] データ生成装置は、拡張データ40と、拡張データ40を生成する際に用いた骨格情報（拡張された属性の骨格情報）とを基にして、訓練対象モデル50の機械学習を実行する。たとえば、拡張データ40を生成する際に用いた骨格情報は、正解ラベルとして利用される。訓練対象モデル50は、NN（Neural Network）等である。訓練対象モデル50には、パラメータ $\theta_2$ が設定される。
- [0035] データ生成装置は、拡張データ40を、訓練対象モデル50に入力し、訓練対象モデル50から出力される推論結果を取得する。データ生成装置は、推論結果と、正解ラベルとの推論誤差が小さくなるように、訓練対象モデル50のパラメータ $\theta_2$ を更新する。データ生成装置は、推論誤差の勾配情報を、データ拡張部151にフィードバックする。
- [0036] データ生成装置は、骨格情報の各関節について、推論結果と真値（正解ラ

ベル)との関係を示す推論結果情報と、拡張データ40を生成する際に用いた属性(拡張された属性)の情報との組を対応付けて、統合部153に出力する。

- [0037] 統合部153は、推論結果情報と、拡張された属性の情報とを基にして、次の処理を実行する。統合部153に関する以下の説明では、「拡張された属性」を、単に「属性」と表記する。たとえば、統合部153は、訓練対象モデル50に対して、複数回、パラメータ $\theta_2$ が更新されるまで待機し、推論結果情報と、属性の情報との組を複数取得する。
- [0038] 統合部153は、推論結果情報を基にして、身体部位pごとの推論誤差を特定する。図5は、身体部位pを説明するための図である。本実施例では、関節の階層構造において、末端関節から分岐点関節の直前までの関節群を身体部位pと定義する。たとえば、身体部位pとして「head」、「armL」、「armR」、「legL」、「legR」がある。すなわち、 $p \in \{\text{head}, \text{armL}, \text{armR}, \text{legL}, \text{legR}\}$ と定義する。
- [0039] 身体部位「head」は、関節ar3, ar18に対応する。身体部位「armL」は、関節ar4, ar5, ar6, ar19に対応する。身体部位「armR」は、関節ar7, ar8, ar9, ar20に対応する。身体部位「legL」は、関節ar10, ar11, ar12, ar13に対応する。身体部位「legR」は、関節ar14, ar15, ar16, ar17に対応する。
- [0040] 統合部153は、推論結果情報毎に、身体部位p毎の推論誤差を特定する。すなわち、一つの推論結果情報から、身体部位「head」、「armL」、「armR」、「legL」、「legR」の推論誤差がそれぞれ特定される。
- [0041] たとえば、身体部位「head」の推論誤差は、関節ar3, ar18の推論結果と真値とのMSE (Mean Squared Error)である。身体部位「armL」の推論誤差は、関節ar4, ar5, ar6, ar19の推論結果と真値とのMSEである。身体部位「armR」の推論誤差は、関節ar7, ar8, ar9, ar20の推論結果と真値とのMSEである。身体部位「legL」の推論誤差は、関節ar10, ar11, ar12, ar13の推論結果と真値

とのMSEである。身体部位「legR」の推論誤差は、関節 $a_{r14}$ ,  $a_{r15}$ ,  $a_{r16}$ ,  $a_{r17}$ の推論結果と真値とのMSEである。

[0042] 統合部153は、各推論結果情報から算出した身体部位 $p$ 毎の推論誤差をそれぞれ比較し、身体部位 $p$ 毎の推論誤差の最大値と、推論誤差が最大値となる推論結果情報に対応する属性とを特定する。

[0043] 図6は、統合部の処理を説明するための図(1)である。図6に示す例では、属性 $A_1$ を基に生成された拡張データを、訓練対象モデル50に入力して得られる推論結果情報を、推論結果情報 $R_1$ とする。推論結果 $R_1$ を基にして得られる、身体部位「head」の推論誤差を、推論誤差 $E_{1-1}$ とする。推論結果 $R_1$ を基にして得られる、身体部位「armL」の推論誤差を、推論誤差 $E_{1-2}$ とする。推論結果 $R_1$ を基にして得られる、身体部位「armR」の推論誤差を、推論誤差 $E_{1-3}$ とする。推論結果 $R_1$ を基にして得られる、身体部位「legR」の推論誤差を、推論誤差 $E_{1-4}$ とする。推論結果 $R_1$ を基にして得られる、身体部位「legL」の推論誤差を、推論誤差 $E_{1-5}$ とする。

[0044] 属性 $A_2$ を基に生成された拡張データを、訓練対象モデル50に入力して得られる推論結果情報を、推論結果情報 $R_2$ とする。推論結果 $R_2$ を基にして得られる、身体部位「head」の推論誤差を、推論誤差 $E_{2-1}$ とする。推論結果 $R_2$ を基にして得られる、身体部位「armL」の推論誤差を、推論誤差 $E_{2-2}$ とする。推論結果 $R_2$ を基にして得られる、身体部位「armR」の推論誤差を、推論誤差 $E_{2-3}$ とする。推論結果 $R_2$ を基にして得られる、身体部位「legR」の推論誤差を、推論誤差 $E_{2-4}$ とする。推論結果 $R_2$ を基にして得られる、身体部位「legL」の推論誤差を、推論誤差 $E_{2-5}$ とする。

[0045] 属性 $A_n$ を基に生成された拡張データを、訓練対象モデル50に入力して得られる推論結果情報を、推論結果情報 $R_n$ とする。 $n$ は、3以上の自然数である。推論結果 $R_n$ を基にして得られる、身体部位「head」の推論誤差を、推論誤差 $E_{n-1}$ とする。推論結果 $R_n$ を基にして得られる、身体部位「armL」の推論誤差を、推論誤差 $E_{n-2}$ とする。推論結果 $R_n$ を基にして得られる、身体部位「armR」の推論誤差を、推論誤差 $E_{n-3}$ とする。推論結果 $R_n$ を基に

して得られる、身体部位「legR」の推論誤差を、推論誤差  $E_{n-4}$  とする。  
推論結果  $R_n$  を基にして得られる、身体部位「legL」の推論誤差を、推論誤差  $E_{n-5}$  とする。

[0046] 統合部 153 は、身体部位「head」の推論誤差  $E_{1-1} \sim E_{n-1}$  を比較し、最大値をとる推論誤差を特定する。本実施例では、一例として、推論誤差  $E_{1-1} \sim E_{n-1}$  のうち、推論誤差  $E_{1-1}$  の推論誤差を最大値とする。推論誤差  $E_{1-1}$  に対応する属性は、属性  $A_1$  である。この場合、統合部 153 は、身体部位「head」の弱点属性を、弱点属性  $A_1$  として特定する。

[0047] 統合部 153 は、身体部位「armL」の推論誤差  $E_{1-2} \sim E_{n-2}$  を比較し、最大値をとる推論誤差を特定する。本実施例では、一例として、推論誤差  $E_{1-2} \sim E_{n-2}$  のうち、推論誤差  $E_{2-2}$  の推論誤差を最大値とする。推論誤差  $E_{2-2}$  に対応する属性は、属性  $A_2$  である。この場合、統合部 153 は、身体部位「armL」の弱点属性を、弱点属性  $A_2$  として特定する。

[0048] 統合部 153 は、身体部位「armR」の推論誤差  $E_{1-3} \sim E_{n-3}$  を比較し、最大値をとる推論誤差を特定する。本実施例では、一例として、推論誤差  $E_{1-3} \sim E_{n-3}$  のうち、推論誤差  $E_{3-3}$  の推論誤差を最大値とする。推論誤差  $E_{3-3}$  に対応する属性は、属性  $A_3$  である。この場合、統合部 153 は、身体部位「armR」の弱点属性を、弱点属性  $A_3$  として特定する。図 6 では、属性  $A_3$  の図示を省略する。

[0049] 統合部 153 は、身体部位「legL」の推論誤差  $E_{1-4} \sim E_{n-4}$  を比較し、最大値をとる推論誤差を特定する。本実施例では、一例として、推論誤差  $E_{1-4} \sim E_{n-4}$  のうち、推論誤差  $E_{4-4}$  の推論誤差を最大値とする。推論誤差  $E_{4-4}$  に対応する属性は、属性  $A_4$  である。この場合、統合部 153 は、身体部位「legL」の弱点属性を、弱点属性  $A_4$  として特定する。図 6 では、属性  $A_4$  の図示を省略する。

[0050] 統合部 153 は、身体部位「legR」の推論誤差  $E_{1-5} \sim E_{n-5}$  を比較し、最大値をとる推論誤差を特定する。本実施例では、一例として、推論誤差  $E_{1-5} \sim E_{n-5}$  のうち、推論誤差  $E_{5-5}$  の推論誤差を最大値とする

。推論誤差 $E_{5-5}$ に対応する属性は、属性 $A_5$ である。この場合、統合部153は、身体部位「legR」の弱点属性を、弱点属性 $A_5$ として特定する。図6では、属性 $A_5$ の図示を省略する。

[0051] 統合部153は、図6に示した処理を実行することで、各身体部位 $p$ の弱点属性をそれぞれ特定する。以下の説明では、一例として、身体部位「head」の弱点属性を、弱点属性 $A_1$ とする。身体部位「armL」の弱点属性を、弱点属性 $A_2$ とする。身体部位「armR」の弱点属性を、弱点属性 $A_3$ とする。身体部位「legL」の弱点属性を、弱点属性 $A_4$ とする。身体部位「legR」の弱点属性を、弱点属性 $A_5$ とする。

[0052] 図7は、統合部の処理を説明するための図(2)である。統合部153は、弱点属性 $A_1$ をベースとし、弱点属性 $A_1$ ～弱点属性 $A_5$ を統合することで、弱点属性 $A'_1$ を生成する。弱点属性 $A'_1$ には、属性と同様にして、骨格情報、カメラパラメータ、アピアランスが含まれる。弱点属性 $A'_1$ の骨格情報は、弱点属性 $A_1$ の身体部位「head」の各関節座標、弱点属性 $A_2$ の身体部位「armL」の各関節座標、弱点属性 $A_3$ の身体部位「armR」の各関節座標、弱点属性 $A_4$ の身体部位「legL」の各関節座標、弱点属性 $A_5$ の身体部位「legR」の各関節座標を組み合わせた骨格情報である。弱点属性 $A'_1$ のカメラパラメータ、アピアランスは、ベースの弱点属性 $A_1$ のカメラパラメータ、アピアランスを流用する。

[0053] 統合部153は、弱点属性 $A_2$ をベースとし、弱点属性 $A_1$ ～弱点属性 $A_5$ を統合することで、弱点属性 $A'_2$ を生成する。弱点属性 $A'_2$ には、属性と同様にして、骨格情報、カメラパラメータ、アピアランスが含まれる。弱点属性 $A'_2$ の骨格情報は、弱点属性 $A_1$ の身体部位「head」の各関節座標、弱点属性 $A_2$ の身体部位「armL」の各関節座標、弱点属性 $A_3$ の身体部位「armR」の各関節座標、弱点属性 $A_4$ の身体部位「legL」の各関節座標、弱点属性 $A_5$ の身体部位「legR」の各関節座標を組み合わせた骨格情報である。弱点属性 $A'_2$ のカメラパラメータ、アピアランスは、ベースの弱点属性 $A_2$ のカメラパラメータ、アピアランスを流用する。

- [0054] 統合部153は、弱点属性 $A_3$ をベースとし、弱点属性 $A_1$ ～弱点属性 $A_5$ を統合することで、弱点属性 $A'_3$ を生成する。弱点属性 $A'_3$ には、属性と同様にして、骨格情報、カメラパラメータ、アピアランスが含まれる。弱点属性 $A'_3$ の骨格情報は、弱点属性 $A_1$ の身体部位「head」の各関節座標、弱点属性 $A_2$ の身体部位「armL」の各関節座標、弱点属性 $A_3$ の身体部位「armR」の各関節座標、弱点属性 $A_4$ の身体部位「legL」の各関節座標、弱点属性 $A_5$ の身体部位「legR」の各関節座標を組み合わせた骨格情報である。弱点属性 $A'_3$ のカメラパラメータ、アピアランスは、ベースの弱点属性 $A_3$ のカメラパラメータ、アピアランスを流用する。
- [0055] 統合部153は、弱点属性 $A_4$ をベースとし、弱点属性 $A_1$ ～弱点属性 $A_5$ を統合することで、弱点属性 $A'_4$ を生成する。弱点属性 $A'_4$ には、属性と同様にして、骨格情報、カメラパラメータ、アピアランスが含まれる。弱点属性 $A'_4$ の骨格情報は、弱点属性 $A_1$ の身体部位「head」の各関節座標、弱点属性 $A_2$ の身体部位「armL」の各関節座標、弱点属性 $A_3$ の身体部位「armR」の各関節座標、弱点属性 $A_4$ の身体部位「legL」の各関節座標、弱点属性 $A_5$ の身体部位「legR」の各関節座標を組み合わせた骨格情報である。弱点属性 $A'_4$ のカメラパラメータ、アピアランスは、ベースの弱点属性 $A_4$ のカメラパラメータ、アピアランスを流用する。
- [0056] 統合部153は、弱点属性 $A_5$ をベースとし、弱点属性 $A_1$ ～弱点属性 $A_5$ を統合することで、弱点属性 $A'_5$ を生成する。弱点属性 $A'_5$ には、属性と同様にして、骨格情報、カメラパラメータ、アピアランスが含まれる。弱点属性 $A'_5$ の骨格情報は、弱点属性 $A_1$ の身体部位「head」の各関節座標、弱点属性 $A_2$ の身体部位「armL」の各関節座標、弱点属性 $A_3$ の身体部位「armR」の各関節座標、弱点属性 $A_4$ の身体部位「legL」の各関節座標、弱点属性 $A_5$ の身体部位「legR」の各関節座標を組み合わせた骨格情報である。弱点属性 $A'_5$ のカメラパラメータ、アピアランスは、ベースの弱点属性 $A_5$ のカメラパラメータ、アピアランスを流用する。
- [0057] 統合部153は、図7で説明した処理を実行することで、弱点属性 $A'_1$ ～

A' <sub>5</sub>を生成する。統合部153は、弱点属性A' <sub>1</sub>~A' <sub>5</sub>を、画像生成部152に入力することで、弱点属性A' <sub>1</sub>~A' <sub>5</sub>にそれぞれ対応する拡張データを生成させる。

[0058] 図8は、属性および弱点属性によって生成される拡張データの一例を示す図である。たとえば、拡張データ1m10を、属性A<sub>2</sub>を画像生成部152に入力することで得られる画像データとする。拡張データ1m10を訓練対象モデル50に入力すると、身体部位「armL」の推論誤差が、他の推論誤差と比較して、最大値をとる。拡張データ1m11は、弱点属性A' <sub>2</sub>を、画像生成部152に入力することで得られる画像データである。拡張データ1m11を訓練対象モデル50に入力すると、各身体部位「head」、「armL」、「armR」、「legL」、「legR」の推論誤差が、最大値をとる。すなわち、既存の教師データの分布から離れた新しい教師データを生成することができる。

[0059] データ生成装置は、弱点属性を画像生成部152に入力して得られる拡張データと、弱点属性に含まれる骨格情報との組を、教師データとして生成し、訓練対象モデル50の機械学習に利用する。

[0060] 上記のように、本実施例に係るデータ生成装置は、拡張データ40を訓練対象モデル50に入力することで得られる推論結果情報を基にして、身体部位pごとの推論誤差を特定する。データ生成装置は、各推論結果情報から算出した身体部位p毎の推論誤差をそれぞれ比較し、推論誤差が最大値となる推論結果情報の属性（弱点属性）を特定する。データ生成装置は、身体部位pごとの弱点属性を統合し、統合した弱点属性を基にして、拡張データを生成する。これによって、既存の教師データの分布から離れた新しい教師データを生成することができる。

[0061] なお、上記の説明では、データ生成装置は、拡張データ40を訓練対象モデル50に入力した結果得られる推論結果情報を基にして、弱点属性を特定し、統合していたがこれに限定されるものではない。たとえば、教師データ30を、直接、訓練対象モデル50に入力し、訓練対象モデル50に入力した結果得られる推論結果情報を基にして、弱点属性を特定し、統合してもよ

い。

- [0062] 次に、上述した処理を実行するデータ生成装置の構成例について説明する。図9は、本実施例に係るデータ生成装置の構成を示す機能ブロック図である。図9に示すように、このデータ生成装置100は、通信部110と、入力部120と、表示部130と、記憶部140と、制御部150とを有する。
- [0063] 通信部110は、ネットワークを介して、外部装置等との間でデータ通信を実行する。通信部110は、NIC (Network Interface Card) 等である。後述する制御部150は、通信部110を介して、外部装置との間でデータをやり取りする。
- [0064] 入力部120は、データ生成装置100の制御部150に各種の情報を入力する入力装置である。たとえば、入力部120は、キーボードやマウス、タッチパネル等に対応する。
- [0065] 表示部130は、制御部150から出力される情報を表示する表示装置である。
- [0066] 記憶部140は、訓練対象モデル50と、教師データセット141とを有する。記憶部140は、メモリなどの記憶装置である。
- [0067] 訓練対象モデル50は、画像データ（拡張データ）を入力、骨格情報の推論結果を出力とする機械学習モデルである。訓練対象モデル50は、NN等である。
- [0068] 教師データセット141は、複数の教師データを有する。教師データは、人物の画像データと、属性とが含まれる。属性には、骨格情報、カメラパラメータ、アピアランスが含まれる。
- [0069] 制御部150は、データ拡張部151、画像生成部152、統合部153、学習部154を有する。制御部150は、CPU (Central Processing Unit)、GPU (Graphics Processing Unit) 等である。
- [0070] データ拡張部151は、パラメータ $\theta_1$ が設定されており、かかるパラメータ $\theta_1$ に基づいて、教師データの属性を拡張する。データ拡張部151は、拡

張した属性の情報を、画像生成部152に出力する。データ拡張部151は、訓練対象モデル50からフィードバックされる推論誤差の勾配情報を基にして、拡張データを訓練対象モデル50に入力した際の推論誤差が大きくなる方向に、パラメータ $\theta_1$ を訓練する。データ拡張部151に関するその他の説明は、図3で説明したデータ拡張部151に関する説明と同様である。

[0071] 画像生成部152は、データ拡張部151によって拡張された属性の情報を基にして、拡張データを生成する。また、画像生成部152は、統合部153によって生成された弱点属性の情報を基にして、拡張データを生成する。画像生成部152は、弱点属性の情報と、拡張データとの組を、新たな教師データとして、教師データセット141に追加してもよい。

[0072] 統合部153は、推論結果情報毎に、身体部位 $p$ 毎の推論誤差を特定する。統合部153は、各推論結果情報から算出した身体部位 $p$ 毎の推論誤差をそれぞれ比較し、身体部位 $p$ 毎の推論誤差の最大値と、推論誤差が最大値となる推論結果情報に対応する属性（弱点属性）とを特定する。統合部153は、身体部位 $p$ 毎の弱点属性を統合することで、弱点属性を生成する。統合部153に関するその他の説明は、図3、図5～図7で説明した統合部153に関する説明と同様である。

[0073] 学習部154は、教師データセット141を基にして、訓練対象モデル50の機械学習を実行する。たとえば、学習部154は、誤差逆伝播法に基づき、画像データを訓練対象モデル50に入力した際に、訓練対象モデル50から出力される推論結果と、正解ラベルとの誤差が小さくなるように、訓練対象モデル50のパラメータ $\theta_2$ を更新する。

[0074] 学習部154が、訓練対象モデル50に入力する画像データと、正解ラベルとの組は、次に説明する第1画像データと第1正解ラベルとの組、または、第2画像データと第2正解ラベルとの組となる。

[0075] 第1正解ラベルは、データ拡張部151が教師データの属性を拡張した際の骨格情報である。第1画像データは、データ拡張部151が拡張した教師データの属性に基づいて、画像生成部152によって生成される拡張データ

である。

[0076] 第2正解ラベルは、統合部153が統合した弱点属性の骨格情報である。第2画像データは、弱点属性に基づいて、画像生成部152によって生成される拡張データである。

[0077] 学習部154は、推論誤差の勾配情報を、データ拡張部151にフィードバックする。学習部154は、骨格情報の各関節について、推論結果と真値（正解ラベル）との関係を示す推論結果情報と、属性の情報との組を、統合部153に出力する。

[0078] 次に、本実施例に係るデータ生成装置100の処理手順の一例について説明する。図10は、本実施例に係るデータ生成装置の処理手順を示すフローチャートである。図10に示すように、データ生成装置100のデータ拡張部151は、教師データセット141から、教師データを取得する（ステップS101）。データ拡張部151は、パラメータ $\theta_1$ に基づいて、訓練対象モデル50による推論誤差が大きくなる方向に、教師データの属性を拡張する（ステップS102）。

[0079] データ生成装置100の画像生成部152は、拡張された属性を基にして、拡張データを生成する（ステップS103）。データ生成装置100の学習部154は、拡張データと正解ラベルとを基にして、訓練対象モデル50の機械学習を実行する（ステップS104）。

[0080] データ生成装置100の統合部153は、統合処理を実行する（ステップS105）。

[0081] データ生成装置100のデータ拡張部151は、推論結果の勾配情報のフィードバックを受け、パラメータ $\theta_1$ を更新する（ステップS106）。

[0082] データ生成装置100は、処理を継続する場合には（ステップS107, Yes）、ステップS101に移行する。一方、データ生成装置100は、処理を継続しない場合には（ステップS107, No）、処理を終了する。

[0083] 次に、図10のステップS105に示した統合処理の一例について説明する。図11は、統合処理の処理手順を示すフローチャートである。図11に

示すように、データ生成装置100の統合部153は、推論結果情報毎に、身体部位p毎の推論誤差を特定する（ステップS201）。

[0084] 統合部153は、身体部位p毎の推論誤差をそれぞれ比較し、身体部位p毎の弱点属性を特定する（ステップS202）。統合部153は、身体部位p毎の弱点属性を統合する（ステップS203）。

[0085] データ生成装置100の画像生成部152は、統合した弱点属性を基にして、拡張データを生成する（ステップS204）。

[0086] データ生成装置100の学習部154は、拡張データと正解ラベル（弱点属性の骨格情報）とを基にして、訓練対象モデル50の機械学習を実行する（ステップS205）。

[0087] 次に、本実施例に係るデータ生成装置100の効果について説明する。データ生成装置100は、拡張データを訓練対象モデルに入力することで得られる推論結果情報を基にして、身体部位pごとの推論誤差を特定する。データ生成装置100は、各推論結果情報から算出した身体部位p毎の推論誤差をそれぞれ比較し、推論誤差が最大値となる推論結果情報の属性（弱点属性）を特定する。データ生成装置100は、身体部位pごとの弱点属性を統合し、統合した弱点属性を基にして、拡張データを生成する。これによって、既存の教師データの分布から離れた新しい教師データを生成することができる。

[0088] 図12は、本実施例に係るデータ生成装置の効果の説明するための図である。図12の画像データ1m20は、画像生成部152が、統合された弱点属性を基にして生成した拡張データである。学習部154が、画像データ1m20を訓練対象モデル50に入力すると、推論結果60が出力される。推論結果60では、関節ar9, ar20と、関節ar5, ar6, ar7との推論に失敗している。すなわち、新たな教師データとなる画像データ1m20であって、既存の教師データの分布から離れた新しい画像データ（教師データ）を用いて機械学習を実行することで、訓練対象モデル50の推論精度を向上させることができる。

- [0089] たとえば、既存の教師データの分布から離れた新しい画像データ（教師データ）を用いて機械学習させた場合の訓練対象モデル50を訓練することで、推論結果60a, 60bが得られる。推論結果60aでは、関節ar19において、推論に失敗しているが、関節ar5, ar6において、推論精度が向上している。推論結果60bでは、関節ar9, ar20、関節ar5, ar6, ar19, 関節ar11の推論精度が向上している。
- [0090] なお、本実施例に係るデータ生成装置100の処理は、上記のものに限定されるものではない。たとえば、データ生成装置100は、画像データからの身体検出タスクや身体領域抽出（セグメンテーション）タスクを実行することができる。データ生成装置100は、身体検出タスクや身体領域抽出を実行し、推論誤差が大きい身体部位を参照することで、身体部位ごとの弱点属性を特定し、上述した処理を適用することができる。
- [0091] データ生成装置100の処理は、人物の身体ではなく、四足歩行動物などのより一般的な多関節体を対象とするタスクにも適用できる。データ生成装置100の処理は、2D身体骨格推定タスクにも3D身体骨格推定タスクにも適用できる。データ生成装置100の処理は、画像データを必要としない2D-to-3D骨格推定タスクにも適用できる。
- [0092] データ生成装置100は、弱点属性を統合することで得られる骨格情報に関し、骨格情報の尤もらしさを評価する仕組みを使って、尤もらしくない骨格情報に合成されたデータを棄却または補正しても良い。データ生成装置100は、骨格情報の尤もらしさを評価する仕組みとして、姿勢生成器の潜在空間における距離を評価するVPoserや、身体モデルの突き抜けを評価するPenetrationロス、ヒジやヒザの逆方向への曲がりを経験するhyper-bendingロスを利用する。たとえば、VPoserに関する技術は、文献「G. Pavlakos et al., “Expressive Body Capture: 3D Hands, Face, and Body from a Single Image,” CVPR 201」に記載された技術である。
- [0093] データ生成装置100は、尤もらしくない骨格情報を直ちに棄却しても良い。または、データ生成装置100は、尤もらしくない骨格情報を尤もらし

い骨格の多様体（たとえば、VPoserの潜在空間）に射影して、尤もらしい骨格情報に補正しても良い。データ生成装置100は、貪欲法等の組み合わせ最適化により、尤もらしい骨格の範囲内で、全部位トータルでの推論誤差を最大化するように、一部の部位だけを選んでも良い。

[0094] 画像生成部152は、統合部153によって生成された弱点属性（統合された弱点属性）の情報を取得した場合に、統合された弱点属性の骨格情報が、尤もらしい骨格情報であるか否かを判定する。たとえば、画像生成部152は、関節毎の稼働領域の情報を保持しており、骨格情報の各関節が、稼働領域の範囲内である場合に、尤もらしい骨格情報と判定する。

[0095] データ生成装置100は、身体部位ごとに、推論誤差が大きい順に $N_w$  ( $> 1$ ) 個の複数の弱点属性を特定して利用してもよい。データ生成装置100は、全ての組み合わせ $N_w \times N_p$  ( $N_p$ は部位数) で新しい弱点属性を生成しても良い。データ生成装置100は、上述した骨格情報の尤もらしさを制約とする組み合わせ最適化により、全ての組み合わせ $N_w \times N_p$ の中から最適な弱点属性の組み合わせを選択しても良い。

[0096] 次に、上述したデータ生成装置100と同様の機能を実現するコンピュータのハードウェア構成の一例について説明する。図13は、実施例のデータ生成装置と同様の機能を実現するコンピュータのハードウェア構成の一例を示す図である。

[0097] 図13に示すように、コンピュータ200は、各種演算処理を実行するCPU201と、ユーザからのデータの入力を受け付ける入力装置202と、ディスプレイ203とを有する。また、コンピュータ200は、有線または無線ネットワークを介して、カメラ15、外部装置等との間でデータの授受を行う通信装置204と、インタフェース装置205とを有する。また、コンピュータ200は、各種情報を一時記憶するRAM206と、ハードディスク装置207とを有する。そして、各装置201~207は、バス208に接続される。

[0098] ハードディスク装置207は、データ拡張プログラム207a、画像生成

プログラム207b、統合プログラム207c、学習プログラム207dを有する。また、CPU201は、各プログラム207a~207dを読み出してRAM206に展開する。

[0099] データ拡張プログラム207aは、データ拡張プロセス206aとして機能する。画像生成プログラム207bは、画像生成プロセス206bとして機能する。統合プログラム207cは、統合プロセス206cとして機能する。学習プログラム207dは、学習プロセス206dとして機能する。

[0100] データ拡張プロセス206aの処理は、データ拡張部151の処理に対応する。画像生成プロセス206bの処理は、画像生成部152の処理に対応する。統合プロセス206cの処理は、統合部153の処理に対応する。学習プロセス206dの処理は、学習部154の処理に対応する。

[0101] なお、各プログラム207a~207dについては、必ずしも最初からハードディスク装置207に記憶させておかなくても良い。例えば、コンピュータ200に挿入されるフレキシブルディスク(FD)、CD-ROM、DVD、光磁気ディスク、ICカードなどの「可搬用の物理媒体」に各プログラムを記憶させておく。そして、コンピュータ200が各プログラム207a~207dを読み出して実行するようにしてもよい。

## 符号の説明

- |        |     |          |
|--------|-----|----------|
| [0102] | 50  | 訓練対象モデル  |
|        | 100 | データ生成装置  |
|        | 110 | 通信部      |
|        | 120 | 入力部      |
|        | 130 | 表示部      |
|        | 140 | 記憶部      |
|        | 141 | 教師データセット |
|        | 150 | 制御部      |
|        | 151 | データ拡張部   |
|        | 152 | 画像生成部    |

1 5 3 統合部

1 5 4 学習部

## 請求の範囲

- [請求項1] 複数の教師データを機械学習モデルに入力した際の各教師データに対する骨格情報の推論結果であって、骨格の各部位の誤差を含む前記推論結果を取得し、
- 前記推論結果を基にして、前記複数の教師データから、第1部位の誤差が他の教師データの第1部位の誤差よりも大きい第1教師データを特定し、
- 前記推論結果を基にして、前記複数の教師データから第2部位の誤差が他の教師データの第2部位の誤差よりも大きい第2教師データを特定し、
- 前記第1教師データに含まれる第2部位に関する情報を、前記第2教師データに含まれる第2部位に関する情報に置換することで、第3教師データを生成する
- 処理をコンピュータに実行させることを特徴とするデータ生成プログラム。
- [請求項2] 前記第2教師データに含まれる第1部位に関する情報を、前記第1教師データに含まれる第1部位に関する情報に置換することで、第4教師データを生成する処理を更にコンピュータに実行させることを特徴とする請求項1に記載のデータ生成プログラム。
- [請求項3] 前記第3教師データを基にして、前記機械学習モデルの機械学習を実行する処理を更にコンピュータに実行させることを特徴とする請求項1に記載のデータ生成プログラム。
- [請求項4] 前記第3教師データに含まれる前記第1部位および前記第2部位からなる骨格が尤もらしいか否かを判定する処理を更にコンピュータに実行させ、前記機械学習を実行する処理は、前記第1部位および前記第2部位からなる骨格が尤もらしい場合に、前記第3教師データを基にして、前記機械学習モデルの機械学習を実行することを特徴とする請求項3に記載のデータ生成プログラム。

- [請求項5] 複数の教師データを機械学習モデルに入力した際の各教師データに対する骨格情報の推論結果であって、骨格の各部位の誤差を含む前記推論結果を取得し、
- 前記推論結果を基にして、前記複数の教師データから、第1部位の誤差が他の教師データの第1部位の誤差よりも大きい第1教師データを特定し、
- 前記推論結果を基にして、前記複数の教師データから第2部位の誤差が他の教師データの第2部位の誤差よりも大きい第2教師データを特定し、
- 前記第1教師データに含まれる第2部位に関する情報を、前記第2教師データに含まれる第2部位に関する情報に置換することで、第3教師データを生成する
- 処理をコンピュータが実行することを特徴とするデータ生成方法。
- [請求項6] 前記第2教師データに含まれる第1部位に関する情報を、前記第1教師データに含まれる第1部位に関する情報に置換することで、第4教師データを生成する処理を更にコンピュータに実行させることを特徴とする請求項5に記載のデータ生成方法。
- [請求項7] 前記第3教師データを基にして、前記機械学習モデルの機械学習を実行する処理を更にコンピュータが実行することを特徴とする請求項5に記載のデータ生成方法。
- [請求項8] 前記第3教師データに含まれる前記第1部位および前記第2部位からなる骨格が尤もらしいか否かを判定する処理を更にコンピュータが実行し、前記機械学習を実行する処理は、前記第1部位および前記第2部位からなる骨格が尤もらしい場合に、前記第3教師データを基にして、前記機械学習モデルの機械学習を実行することを特徴とする請求項7に記載のデータ生成方法。
- [請求項9] 複数の教師データを機械学習モデルに入力した際の各教師データに対する骨格情報の推論結果であって、骨格の各部位の誤差を含む前記

推論結果を取得し、

前記推論結果を基にして、前記複数の教師データから、第1部位の誤差が他の教師データの第1部位の誤差よりも大きい第1教師データを特定し、

前記推論結果を基にして、前記複数の教師データから第2部位の誤差が他の教師データの第2部位の誤差よりも大きい第2教師データを特定し、

前記第1教師データに含まれる第2部位に関する情報を、前記第2教師データに含まれる第2部位に関する情報に置換することで、第3教師データを生成する

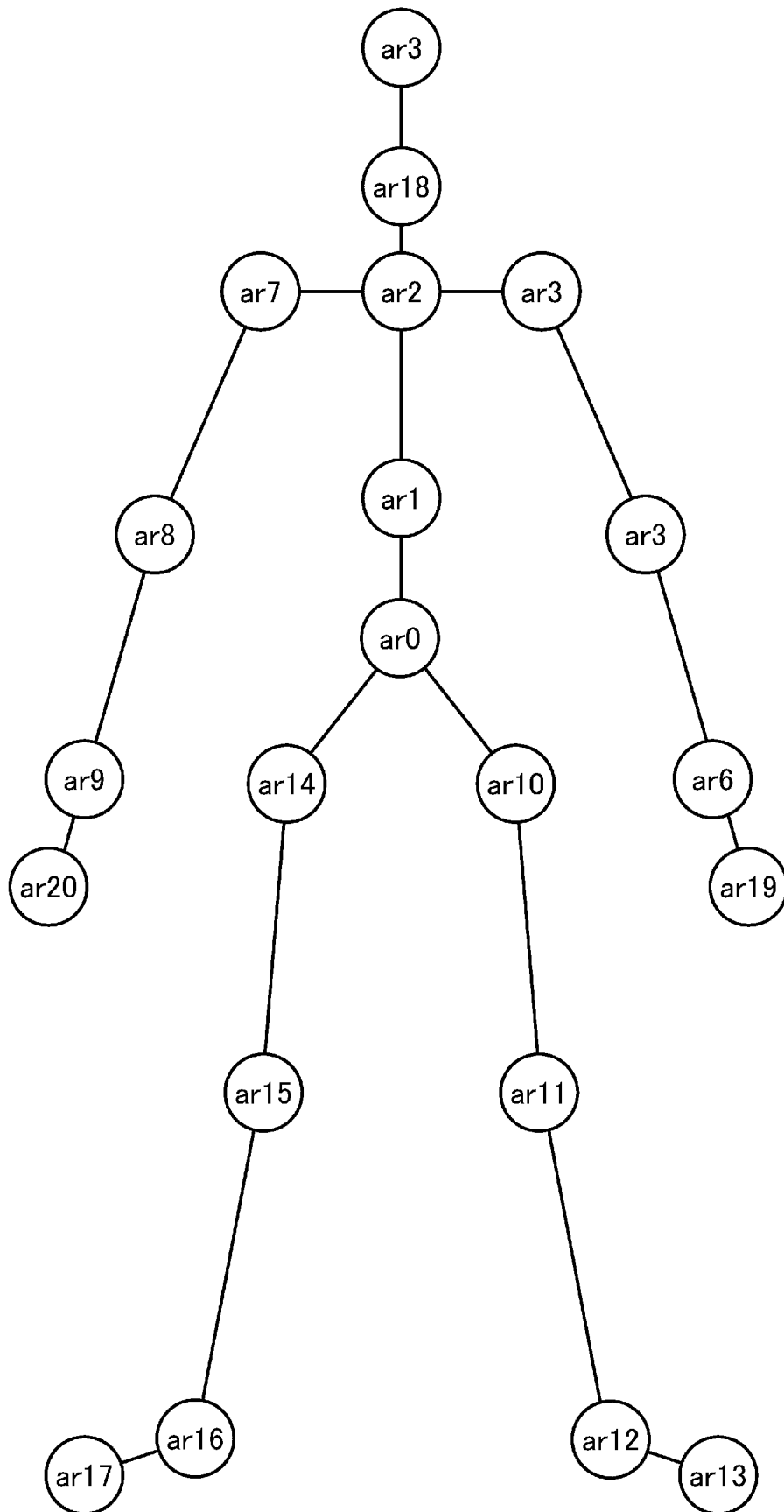
処理を実行する制御部を有するデータ生成装置。

[請求項10] 前記制御部は、前記第2教師データに含まれる第1部位に関する情報を、前記第1教師データに含まれる第1部位に関する情報に置換することで、第4教師データを生成する処理を更に実行することを特徴とする請求項9に記載のデータ生成装置。

[請求項11] 前記制御部は、前記第3教師データを基にして、前記機械学習モデルの機械学習を実行する処理を更に実行することを特徴とする請求項9に記載のデータ生成装置。

[請求項12] 前記制御部は、前記第3教師データに含まれる前記第1部位および前記第2部位からなる骨格が尤もらしいか否かを判定する処理を更に実行し、前記機械学習を実行する処理は、前記第1部位および前記第2部位からなる骨格が尤もらしい場合に、前記第3教師データを基にして、前記機械学習モデルの機械学習を実行することを特徴とする請求項11に記載のデータ生成装置。

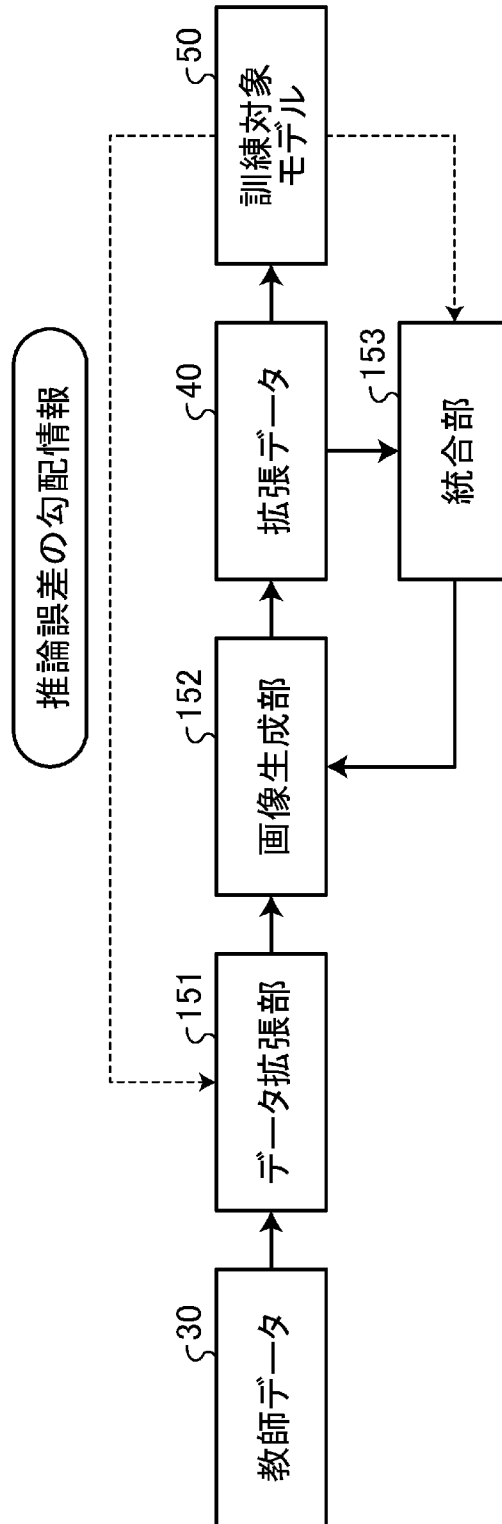
[図1]



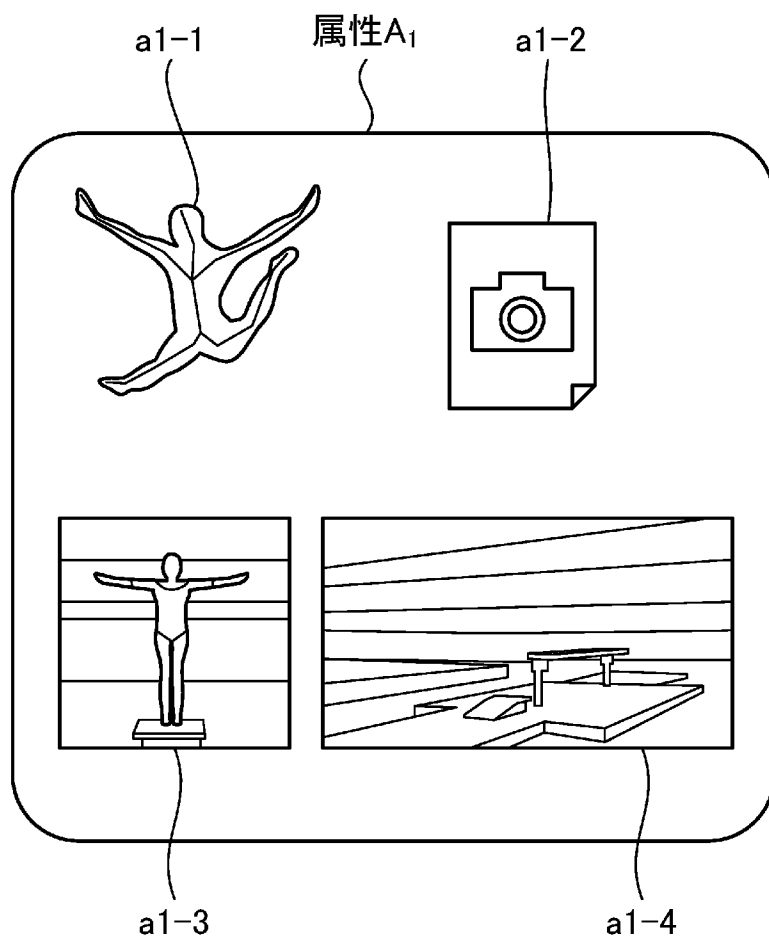
[図2]

| 符号   | 関節名             |
|------|-----------------|
| ar0  | SPINE_BASE      |
| ar1  | SPINE_MID       |
| ar2  | SPINE_SHOULDER  |
| ar3  | HEAD            |
| ar4  | SHOURLDER_LEFT  |
| ar5  | ELBOW_LEFT      |
| ar6  | WRIST_LEFT      |
| ar7  | SHOURLDER_RIGHT |
| ar8  | ELBOW_RIGHT     |
| ar9  | WRIST_RIGHT     |
| ar10 | HIP_LEFT        |
| ar11 | KNEE_LEFT       |
| ar12 | ANKLE_LEFT      |
| ar13 | FOOT_LEFT       |
| ar14 | HIP_RIGHT       |
| ar15 | KNEE_RIGHT      |
| ar16 | ANKLE_RIGHT     |
| ar17 | FOOT_RIGHT      |
| ar18 | NECK            |
| ar19 | HAND_TIP_LEFT   |
| ar20 | HAND_TIP_RIGHT  |

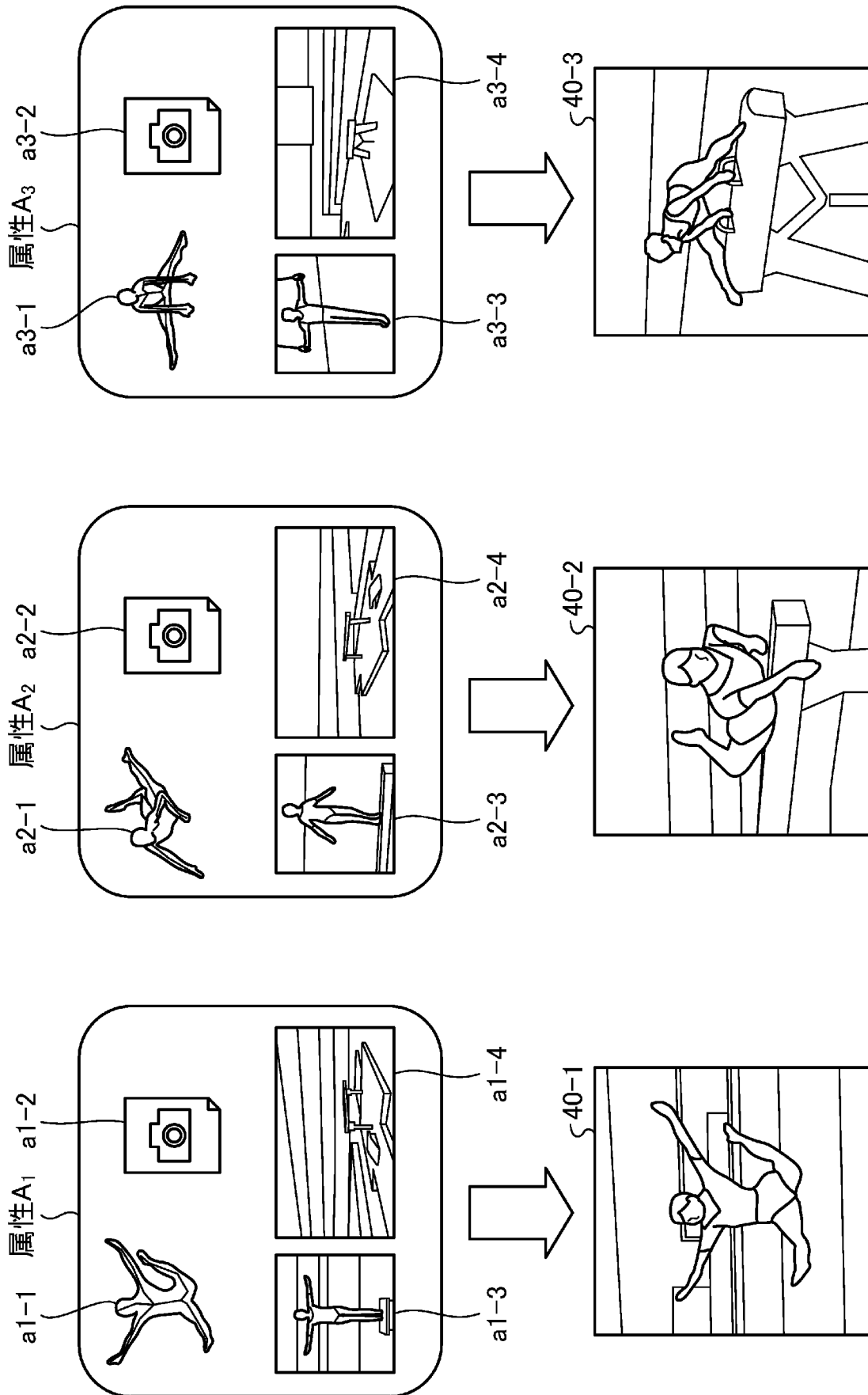
[図3]



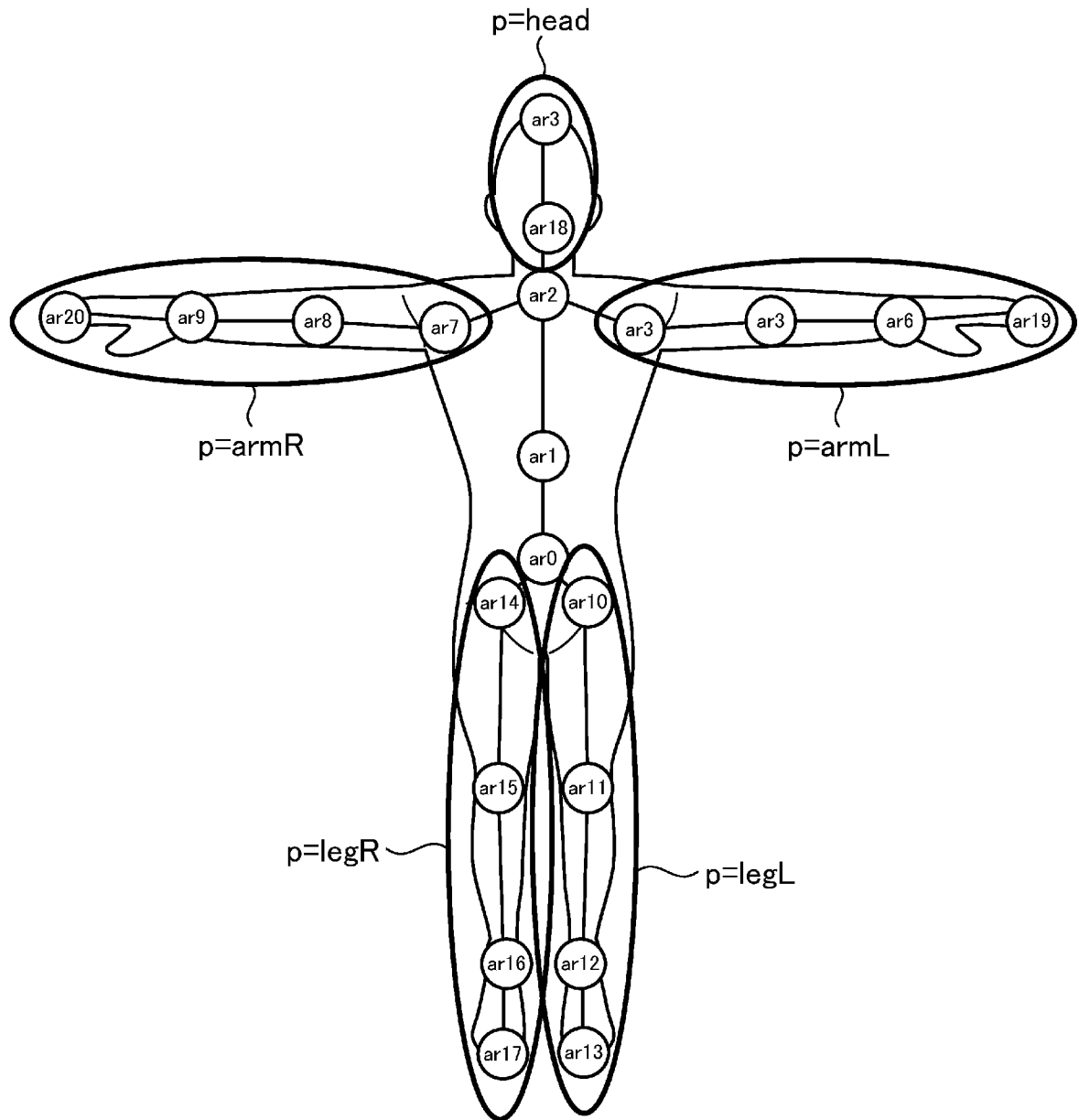
[図4A]



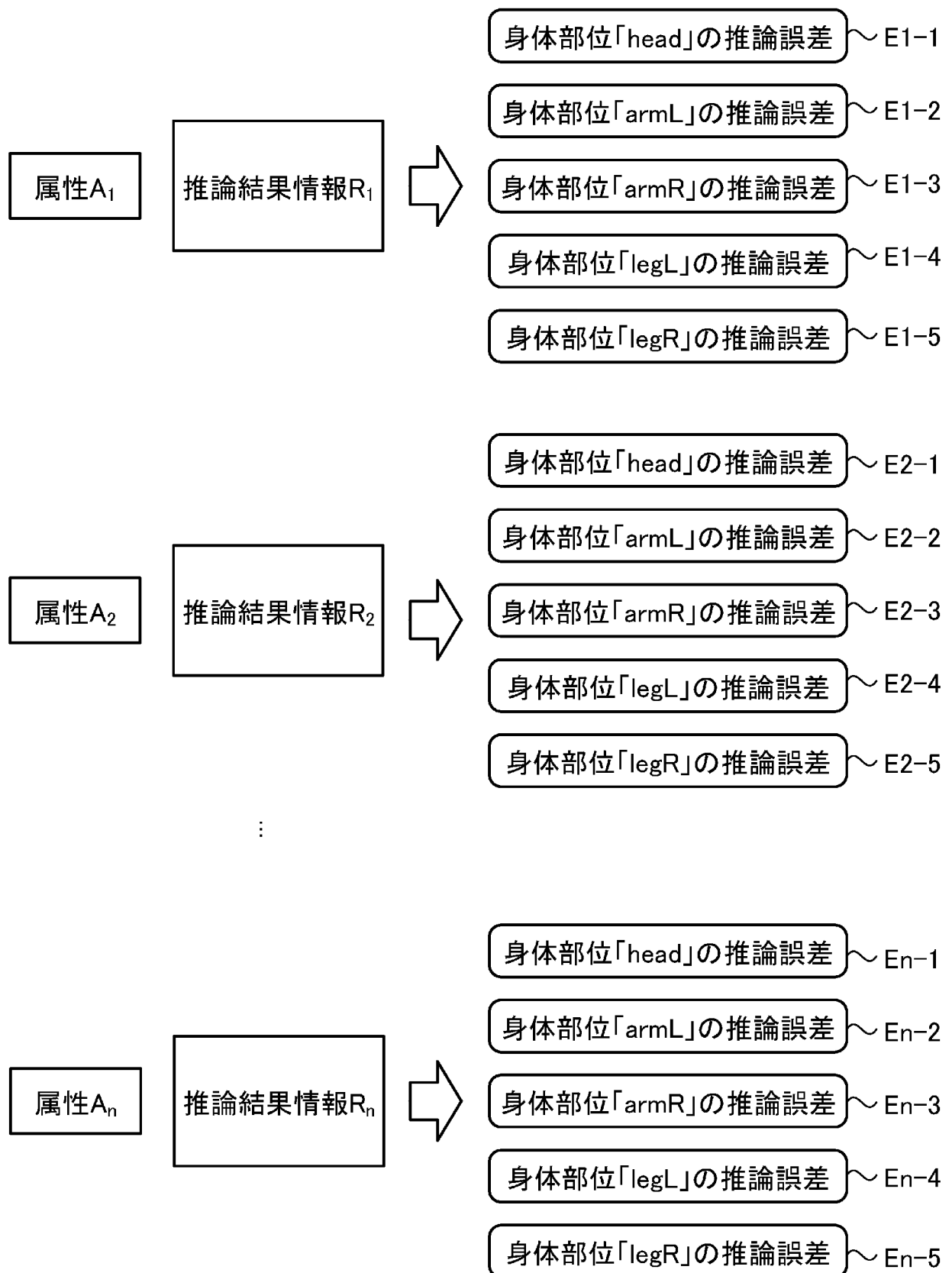
[図4B]



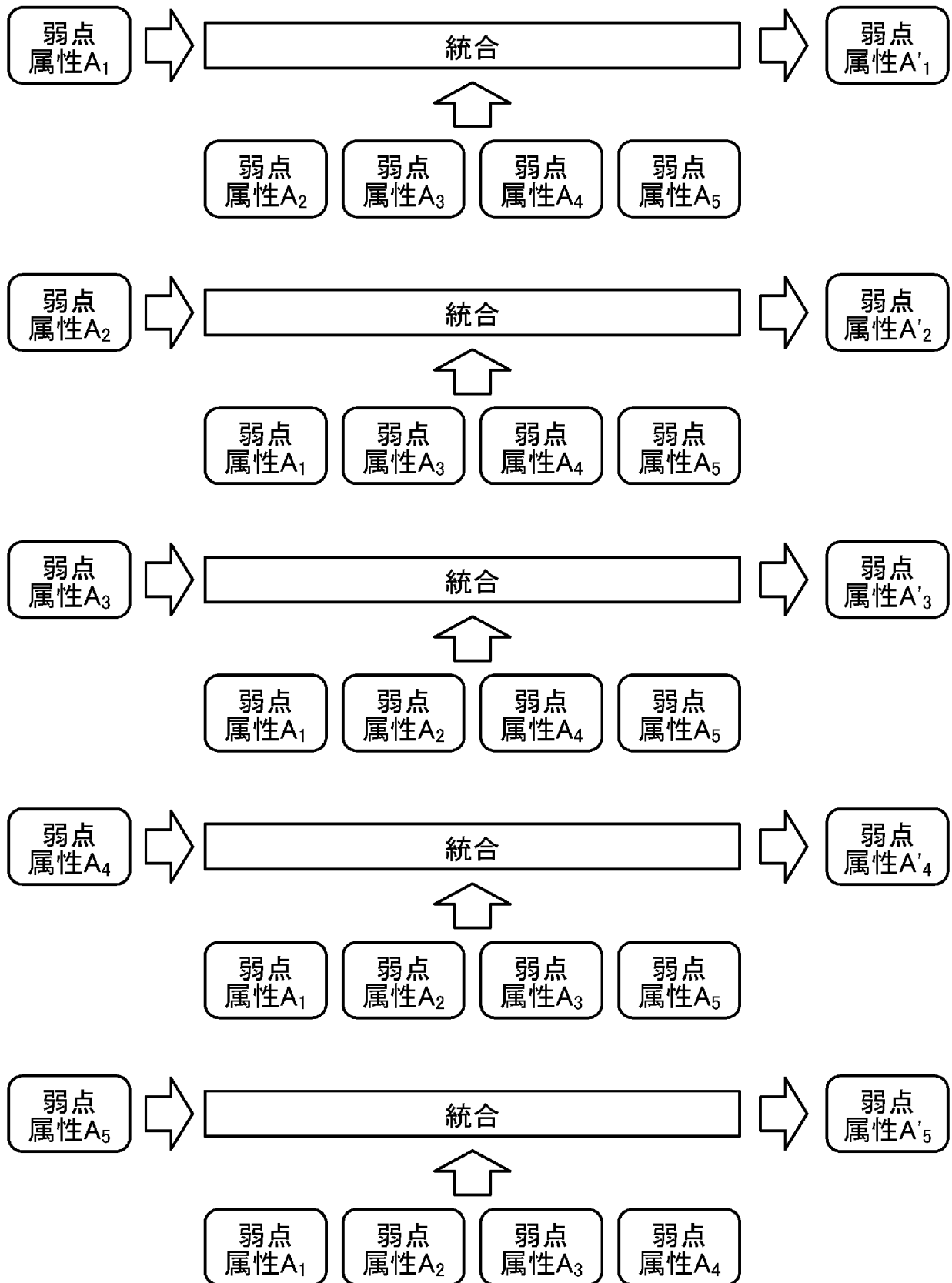
[図5]



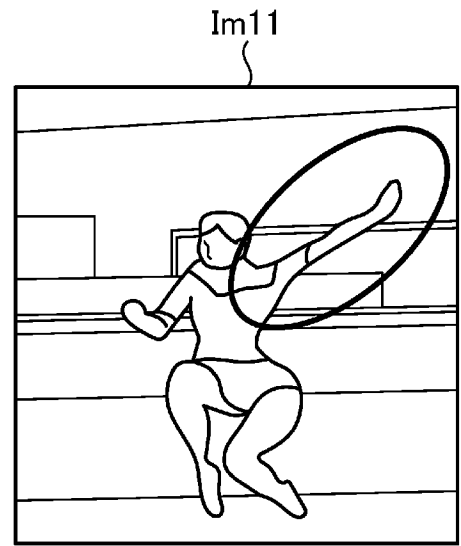
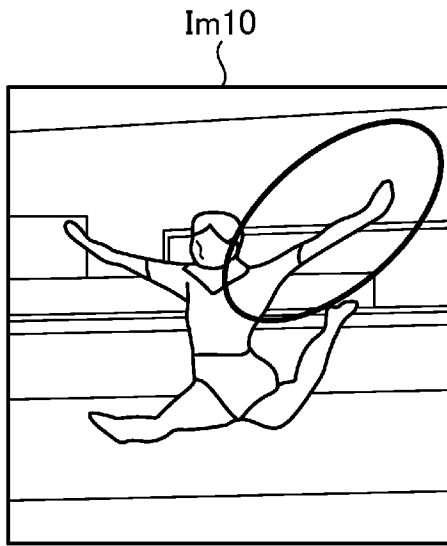
[図6]



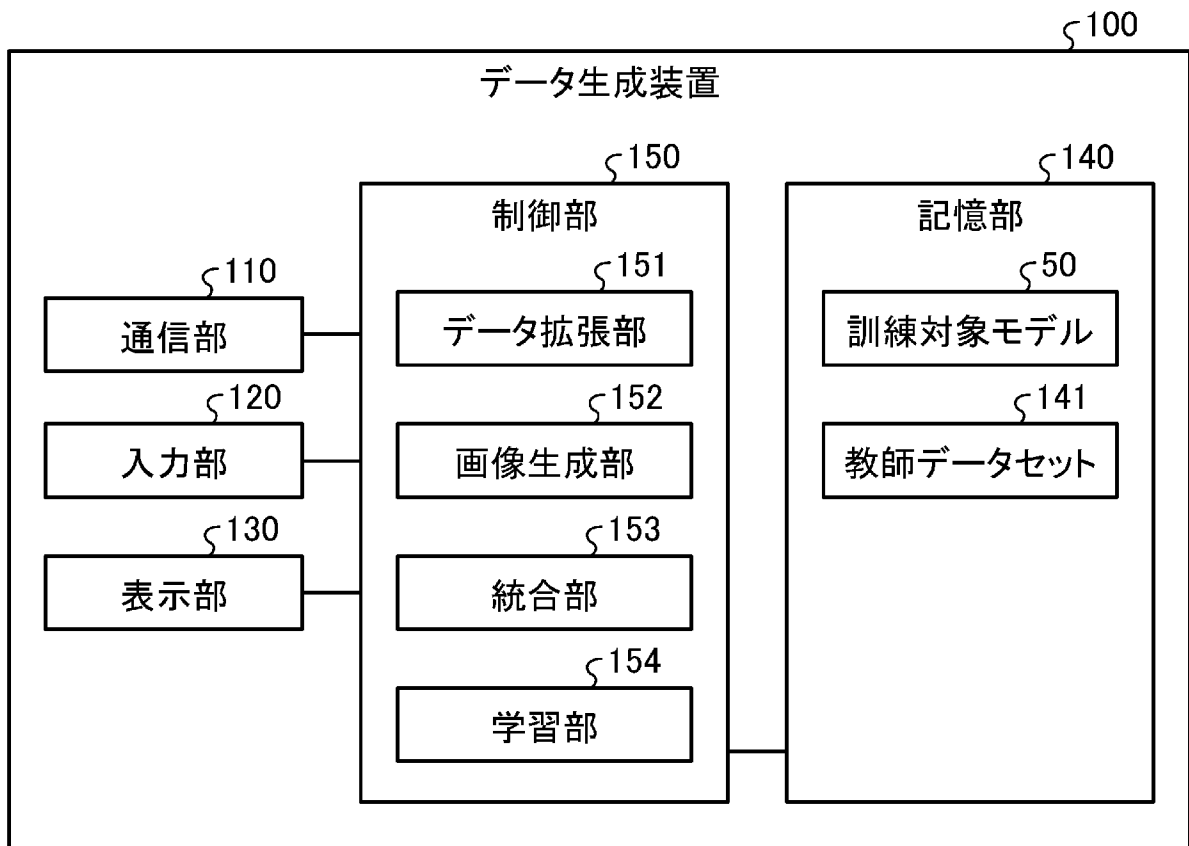
[図7]



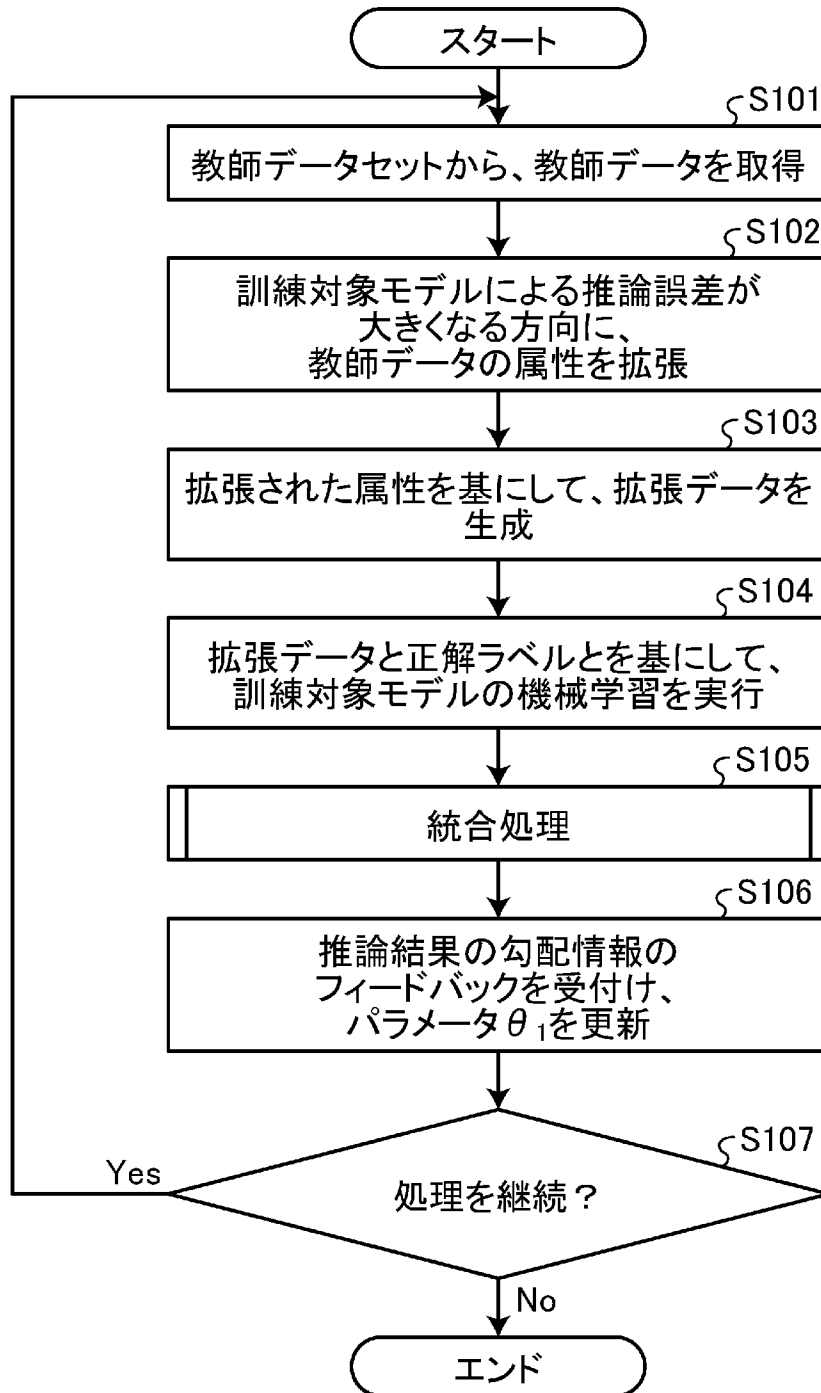
[図8]



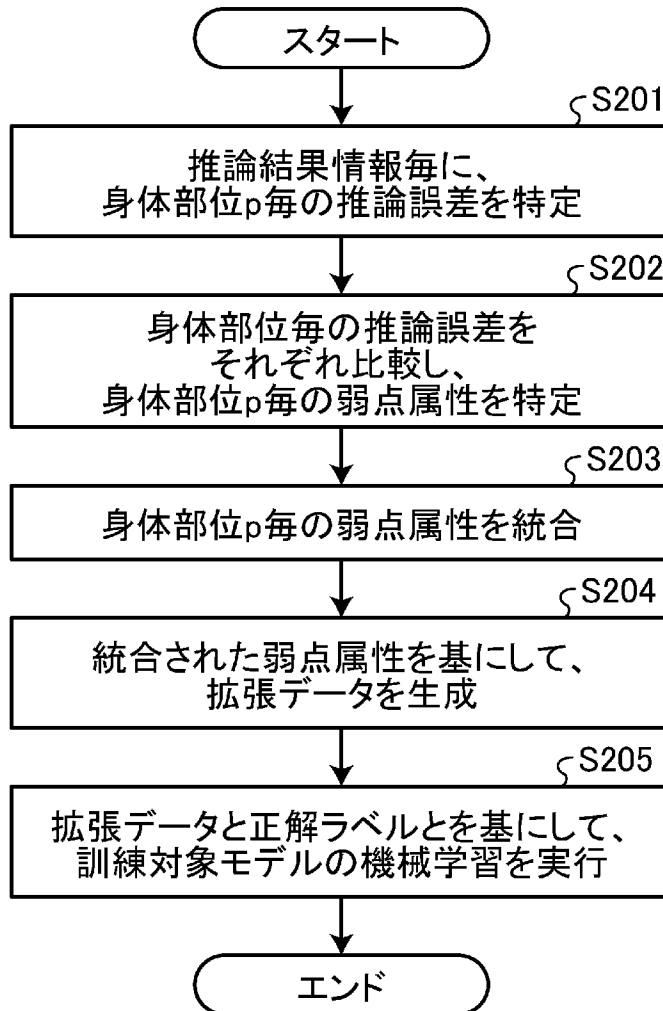
[図9]



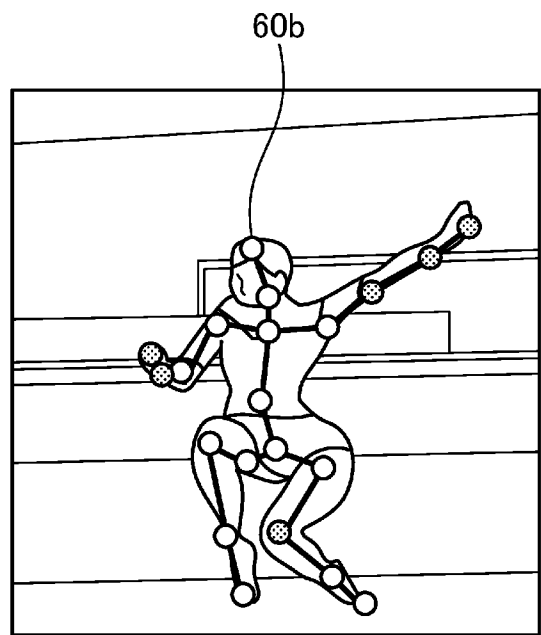
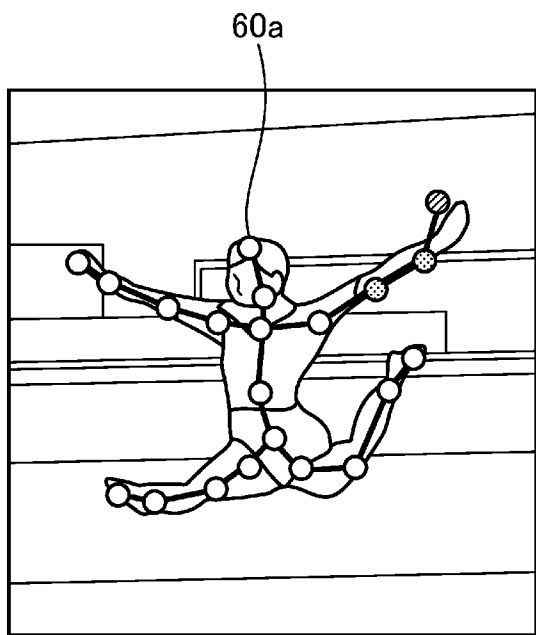
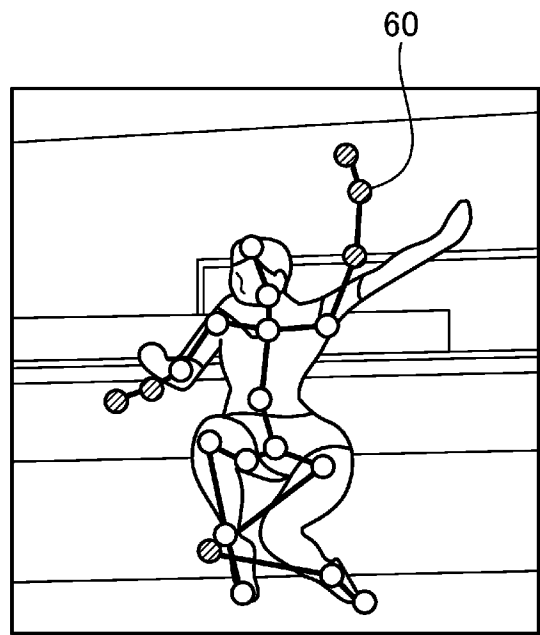
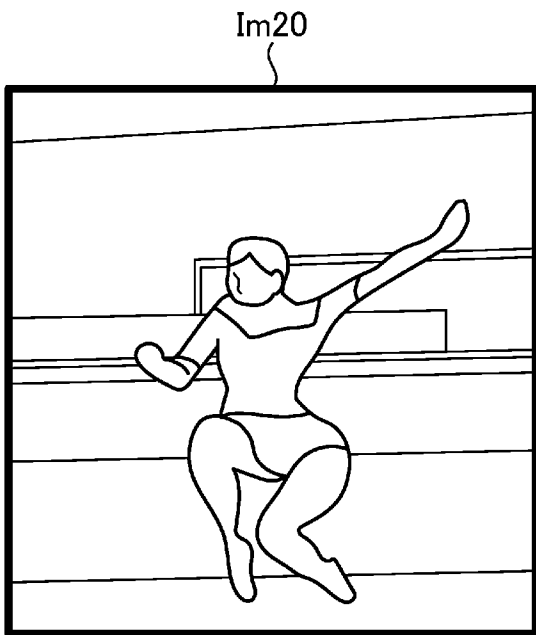
[図10]



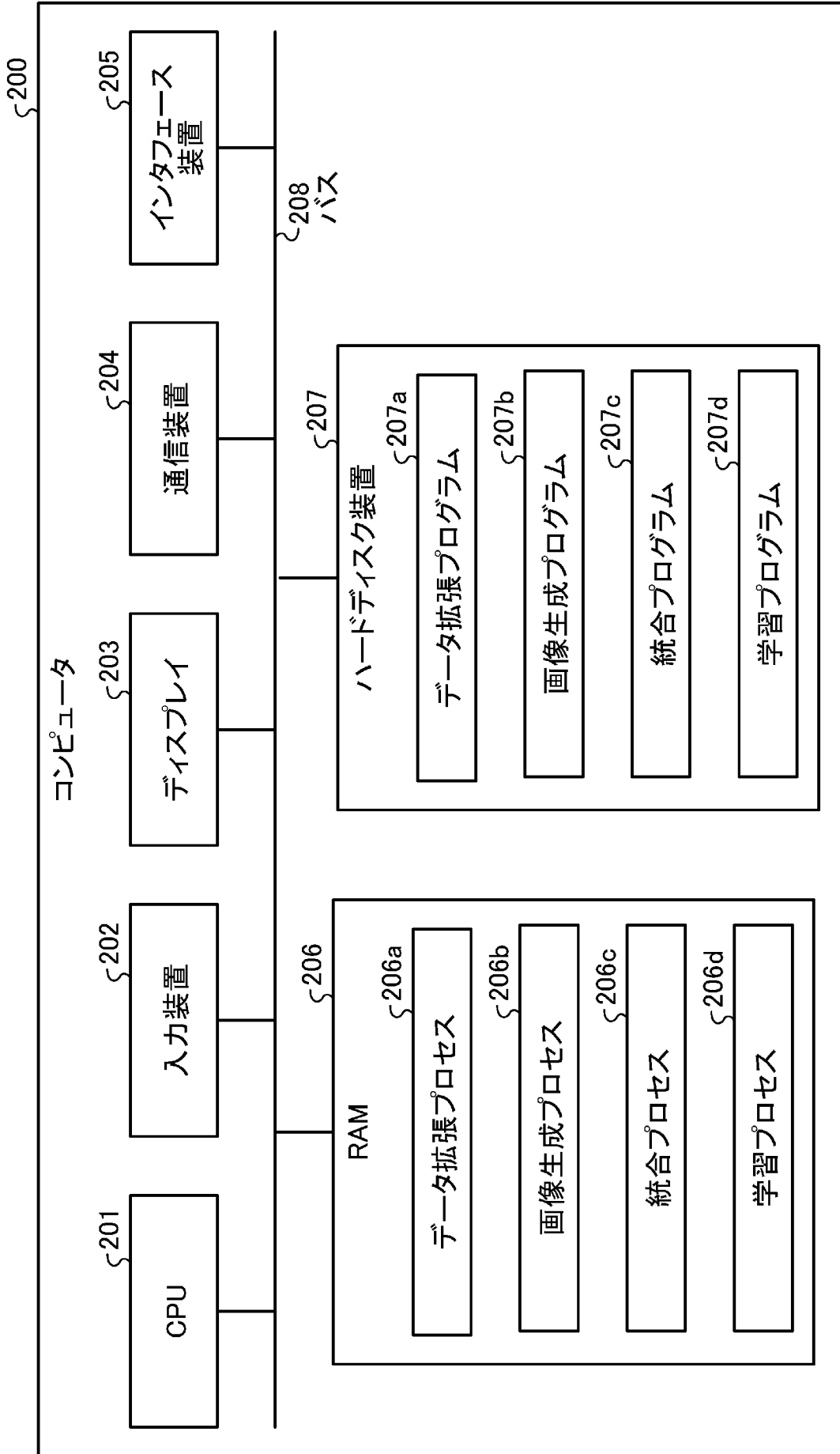
[図11]



[図12]



[図13]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/039766

| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>   |  |  |
|--|--|--|
| G06N 20/00(2019.01);<br>FI: G06N20/00 130  |  |  |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC  |  |  |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b>  |  |  |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>G06N20/00; G06N3/02; G06T7/00   |  |  |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br>Published examined utility model applications of Japan 1922-1996<br>Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022<br>Registered utility model specifications of Japan 1996-2022<br>Published registered utility model applications of Japan 1994-2022  |  |  |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)   |  |  |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>  |  |  |
| Category*  | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No.  |
| A  | PENG, Xi et al. Jointly Optimize Data Augmentation and Network Training: Adversarial Data Augmentation in Human Pose Estimation. arXiv.org [online]. 24 May 2018, [retrieval date 19 December 2022], Internet: <URL:https://arxiv.org/pdf/1805.09707v1.pdf>, <DOI: 10.48550/arXiv.1805.09707><br>entire text, all drawings | 1-12   |
| A  | JP 2020-34998 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 05 March 2020 (2020-03-05)<br>entire text, all drawings   | 1-12   |
| A  | US 2022/0156511 A1 (WAYMO LLC) 19 May 2022 (2022-05-19)<br>entire text, all drawings   | 1-12   |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.   |  |  |
| * Special categories of cited documents:<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"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)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br>"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<br>"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<br>"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<br>"&" document member of the same patent family |  |  |
| Date of the actual completion of the international search<br><b>19 December 2022</b>   |  | Date of mailing of the international search report<br><b>10 January 2023</b> |
| Name and mailing address of the ISA/JP<br><b>Japan Patent Office (ISA/JP)<br/>3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915<br/>Japan</b>   |  | Authorized officer<br><br>Telephone No.                                      |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2022/039766**

| Patent document<br>cited in search report | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s)  | Publication date<br>(day/month/year) |
|---|--------------------------------------|--|--------------------------------------|
| JP 2020-34998 A                           | 05 March 2020                        | US 2021/0334706 A1<br>entire text, all drawings<br>WO 2020/045236 A1 |                                      |
| US 2022/0156511 A1                        | 19 May 2022                          | (Family: none)   |                                      |

|   |   |                |
|---|---|----------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>G06N 20/00(2019.01)i<br>FI: G06N20/00 130  |   |                |
| B. 調査を行った分野<br>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））<br>G06N20/00; G06N3/02; G06T7/00<br>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<br>日本国実用新案公報 1922 - 1996年<br>日本国公開実用新案公報 1971 - 2022年<br>日本国実用新案登録公報 1996 - 2022年<br>日本国登録実用新案公報 1994 - 2022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   | PENG, Xi, et al., Jointly Optimize Data Augmentation and Network Training: Adversarial Data Augmentation in Human Pose Estimation, arXiv.org [online], 2018.05.24, [検索日 2022.12.19], インターネット: <URL:https://arxiv.org/pdf/1805.09707v1.pdf>, <DOI: 10.48550/arXiv.1805.09707><br>全文、全図 | 1-12           |
| A   | JP 2020-34998 A (日本電信電話株式会社) 05.03.2020 (2020 - 03 - 05)<br>全文、全図   | 1-12           |
| A   | US 2022/0156511 A1 (WAYMO LLC) 19.05.2022 (2022 - 05 - 19)<br>全文、全図   | 1-12           |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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<br>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの<br>“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<br>“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）<br>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>“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<br>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>“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<br>“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<br>“&” 同一パテントファミリー文献 |   |                |
| 国際調査を完了した日  | 国際調査報告の発送日  |                |
| 19.12.2022  | 10.01.2023  |                |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号  | 権限のある職員（特許庁審査官）<br><br>北川 純次 5B 3650<br><br>電話番号 03-3581-1101 内線 3545   |                |

国際調査報告  
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/039766

| 引用文献               | 公表日        | パテントファミリー文献                                      | 公表日 |
|--------------------|------------|--|-----|
| JP 2020-34998 A    | 05.03.2020 | US 2021/0334706 A1<br>全文、全図<br>WO 2020/045236 A1 |     |
| US 2022/0156511 A1 | 19.05.2022 | (ファミリーなし)  |     |