



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119790410 A

(43) 申请公布日 2025. 04. 08

(21) 申请号 202280099673.X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2022.10.25

G06N 20/00 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2025.02.28

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/039766 2022.10.25

(87) PCT国际申请的公布数据
W02024/089772 JA 2024.05.02

(71) 申请人 富士通株式会社
地址 日本

(72) 发明人 山尾创辅

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

专利代理师 王海奇

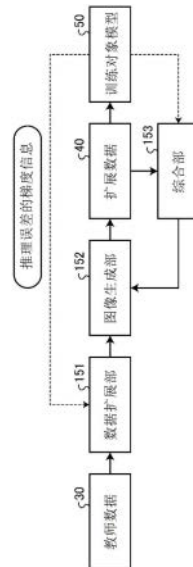
权利要求书2页 说明书10页 附图13页

(54) 发明名称

数据生成方法、数据生成程序以及数据生成装置

(57) 摘要

本发明的数据生成装置获取将多个教师数据输入到机器学习模型时的针对各教师数据的骨架信息的推理结果,该推理结果包含骨架的各部位的误差。数据生成装置根据推理结果,从多个教师数据确定第一部位的误差比其它教师数据的第一部位的误差大的第一教师数据。数据生成装置根据推理结果,从多个教师数据确定第二部位的误差比其它教师数据的第二部位的误差大的第二教师数据。数据生成装置将第一教师数据所包含的与第二部位相关的信息替换为第二教师数据所包含的与第二部位相关的信息,从而生成第三教师数据。



1. 一种数据生成程序,其特征在于,使计算机执行下述处理:

获取将多个教师数据输入到机器学习模型时的针对各教师数据的骨架信息的推理结果,所述推理结果包含骨架的各部位的误差,

根据所述推理结果,从所述多个教师数据确定第一部位的误差比其它教师数据的第一部位的误差大的第一教师数据,

根据所述推理结果,从所述多个教师数据确定第二部位的误差比其它教师数据的第二部位的误差大的第二教师数据,

将所述第一教师数据所包含的与第二部位相关的信息置换为所述第二教师数据所包含的与第二部位相关的信息,从而生成第三教师数据。

2. 根据权利要求1所述的数据生成程序,其特征在于,

还使计算机执行下述处理:将所述第二教师数据所包含的与第一部位相关的信息置换为所述第一教师数据所包含的与第一部位相关的信息,从而生成第四教师数据。

3. 根据权利要求1所述的数据生成程序,其特征在于,

还使计算机执行下述处理:根据所述第三教师数据,执行所述机器学习模型的机器学习。

4. 根据权利要求3所述的数据生成程序,其特征在于,

还使计算机执行下述处理:判定由所述第三教师数据所包含的所述第一部位以及所述第二部位构成的骨架是否合理,在由所述第一部位以及所述第二部位构成的骨架合理的情况下,执行所述机器学习的处理根据所述第三教师数据,执行所述机器学习模型的机器学习。

5. 一种数据生成方法,其特征在于,由计算机执行下述处理:

获取将多个教师数据输入到机器学习模型时的针对各教师数据的骨架信息的推理结果,所述推理结果包含骨架的各部位的误差,

根据所述推理结果,从所述多个教师数据确定第一部位的误差比其它教师数据的第一部位的误差大的第一教师数据,

根据所述推理结果,从所述多个教师数据确定第二部位的误差比其它教师数据的第二部位的误差大的第二教师数据,

将所述第一教师数据所包含的与第二部位相关的信息置换为所述第二教师数据所包含的与第二部位相关的信息,从而生成第三教师数据。

6. 根据权利要求5所述的数据生成方法,其特征在于,

还使计算机执行下述处理:将所述第二教师数据所包含的与第一部位相关的信息置换为所述第一教师数据所包含的与第一部位相关的信息,从而生成第四教师数据。

7. 根据权利要求5所述的数据生成方法,其特征在于,

还由计算机执行下述处理:根据所述第三教师数据,执行所述机器学习模型的机器学习。

8. 根据权利要求7所述的数据生成方法,其特征在于,

还由计算机执行下述处理:判定由所述第三教师数据所包含的所述第一部位以及所述第二部位构成的骨架是否合理,在由所述第一部位以及所述第二部位构成的骨架合理的情况下,执行所述机器学习的处理根据所述第三教师数据,执行所述机器学习模型的机器学习。

习。

9. 一种数据生成装置,具有控制部,所述控制部执行下述处理:

获取将多个教师数据输入到机器学习模型时的针对各教师数据的骨架信息的推理结果,所述推理结果包含骨架的各部位的误差,

根据所述推理结果,从所述多个教师数据确定第一部位的误差比其它教师数据的第一部位的误差大的第一教师数据,

根据所述推理结果,从所述多个教师数据确定第二部位的误差比其它教师数据的第二部位的误差大的第二教师数据,

将所述第一教师数据所包含的与第二部位相关的信息替换为所述第二教师数据所包含的与第二部位相关的信息,从而生成第三教师数据。

10. 根据权利要求9所述的数据生成装置,其特征在于,

所述控制部还执行下述处理:将所述第二教师数据所包含的与第一部位相关的信息替换为所述第一教师数据所包含的与第一部位相关的信息,从而生成第四教师数据。

11. 根据权利要求9所述的数据生成装置,其特征在于,

所述控制部还执行下述处理:根据所述第三教师数据,执行所述机器学习模型的机器学习。

12. 根据权利要求11所述的数据生成装置,其特征在于,

所述控制部还执行下述处理:判定由所述第三教师数据所包含的所述第一部位以及所述第二部位构成的骨架是否合理,在由所述第一部位以及所述第二部位构成的骨架合理的情况下,执行所述机器学习的处理根据所述第三教师数据,执行所述机器学习模型的机器学习。

数据生成方法、数据生成程序以及数据生成装置

技术领域

[0001] 本发明涉及数据生成方法等。

背景技术

[0002] 确立有使用由相机拍摄到的人的图像数据来检测人的骨架信息的技术。骨架信息是表示人的各关节的坐标的信息。在上述的技术中,准备多个教师数据,对深度学习网络等机器学习模型执行有教师学习。通过向学习完毕的机器学习模型输入时间序列的人的图像数据,从而能够检测时间序列的人的骨架信息。

[0003] 此处,对现有的教师数据进行加工,追加进行了加工后的教师数据作为新的教师数据,从而能够提高机器学习模型的通用性能、可靠性。例如,存在对教师数据施加几何变换、噪声或使身体部位的图像补片移动从而生成新的教师数据的技术。

[0004] 另外,存在对教师数据进行扩展而生成新的教师数据的技术。在该数据扩展技术中,对学习中的机器学习模型的推理误差的梯度信息进行反馈,在各学习阶段,生成将机器学习模型的性能最大化的教师数据。例如,在数据扩展技术中,将人的三维模型投影到二维平面,生成教师数据的图像数据。在数据扩展技术中,根据梯度信息,进行三维模型的旋转、平移等,生成机器学习模型的推理误差变大的图像数据。在数据扩展技术中,具备识别器,该识别器在图像数据的人的姿势是人所不可取的姿势的情况下,排除上述的图像数据。使用梯度信息,根据三维模型生成图像数据的处理被称为可微分的数据扩展。

[0005] 例如,在上述的数据扩展技术中存在以下进行说明的数据扩展技术(1)~(3)。

[0006] 对数据扩展技术(1)进行说明。在数据扩展技术(1)中,使用Neural Radiance Fields(NeRF),生成提高机器学习模型(物体检测模型)的推理误差的图像数据。例如,在数据扩展技术(1)中,将成为图像生成的控制参数的摄影角度的定义域(360°)分割为 $k=8$ 个bin,用Gambel-softmax将bin的选择概率(分类分布)公式化。在数据扩展技术(1)中,学习机器学习模型,并且向将推理误差最大化的方向同时学习bin的选择概率。

[0007] 对数据扩展技术(2)进行说明。在数据扩展技术(2)中,关于将2D骨架信息变换为3D骨架信息的机器学习模型,生成提高机器学习模型的推理误差的2D骨架信息和3D骨架信息的配对数据。例如,在数据扩展技术(2)中,通过多层感知器,表现针对现有的3D骨架信息的可学习的扩展运算。扩展运算包含关节角的扰动、骨长度的扰动、旋转平移的扰动。在数据扩展技术(2)中,执行机器学习模型的学习,并且向将推理误差最大化的方向执行扩展运算的学习。

[0008] 对数据扩展技术(3)进行说明。在数据扩展技术(3)中,根据现有的3D骨架组生成以及追加新的3D骨架组,增加教师数据集。例如,在数据扩展技术(3)中,执行更换两个3D骨架信息的部分骨架的处理、扰动关节角的处理。

[0009] 专利文献1:日本特开2019-212106号公报。

[0010] 非专利文献1:Y.Ge et al.“Neural-Sim:Learning to Generate Training Data with NeRF,”ECCV 2022

[0011] 非专利文献2:Gong et al.,“PoseAug:A Differentiable Pose Augmentation Framework for 3D Human Pose Estimation,”CVPR 2021

[0012] 非专利文献3:S.Li et al.,“Cascaded Deep Monocular 3D Human Pose Estimation with Evolutionary Training Data,”CVPR 2020

[0013] 然而,在上述的现有技术中,存在新的教师数据容易停留在现有的教师数据的附近,不能生成从现有的教师数据的分布分离的新的教师数据的问题。

[0014] 例如,假定根据体操领域中的教师数据,生成其它领域中的新的教师数据的情况。其它领域是体操以外的竞技、复健等领域。在体操领域中的教师数据中,限于人在体操中可取的一定的3D骨架信息。因此,在其它领域中使用基于体操领域中的教师数据的机器学习模型的情况下,有时关于教师数据中未包含的骨架信息,推理精度降低。

[0015] 为了抑制其它领域中的推理精度的降低,优选通过从现有的教师数据的分布分离的新的教师数据,对机器学习模型进行再训练。此外,在此处,使用体操领域中的教师数据进行了说明,但并不限于此。

发明内容

[0016] 在一个方面中,本发明的目的在于提供能够生成从现有的教师数据的分布分离的新的教师数据的数据生成方法、数据生成程序以及数据生成装置。

[0017] 在第一案中,使计算机执行以下处理。计算机获取将多个教师数据输入到机器学习模型时的针对各教师数据的骨架信息的推理结果,所述推理结果包含骨架的各部位的误差。计算机根据推理结果,从多个教师数据确定第一部位的误差比其它教师数据的第一部位的误差大的第一教师数据。计算机根据推理结果,从多个教师数据确定第二部位的误差比其它教师数据的第二部位的误差大的第二教师数据。计算机将第一教师数据所包含的与第二部位相关的信息置换为第二教师数据所包含的与第二部位相关的信息,从而生成第三教师数据。

[0018] 能够生成从现有的教师数据的分布分离的新的教师数据。

附图说明

[0019] 图1是表示人体模型的一个例子的图。

[0020] 图2是表示关节名的一个例子的图。

[0021] 图3是用于说明本实施例所涉及的数据生成装置的处理的图。

[0022] 图4A是用于说明属性的图。

[0023] 图4B是表示属性和扩展数据的一个例子的图。

[0024] 图5是用于说明身体部位p的图。

[0025] 图6是用于说明综合部的处理的图(1)。

[0026] 图7是用于说明综合部的处理的图(2)。

[0027] 图8是表示由属性以及弱点属性生成的扩展数据的一个例子的图。

[0028] 图9是表示本实施例所涉及的数据生成装置的结构的功能框图。

[0029] 图10是表示本实施例所涉及的数据生成装置的处理步骤的流程图。

[0030] 图11是表示综合处理的处理步骤的流程图。

[0031] 图12是用于说明本实施例所涉及的数据生成装置的效果的图。

[0032] 图13是表示实现与实施例的数据生成装置相同的功能的计算机的硬件结构的一个例子的图。

具体实施方式

[0033] 以下,基于附图对本申请公开的数据生成方法、数据生成程序以及数据生成装置的实施例进行详细说明。此外,不通过本实施例限定本发明。

[0034] 实施例

[0035] 在进行本实施例的说明之前,对人体模型的一个例子进行说明。图1是表示人体模型的一个例子的图。如图1所示,人体模型由21个关节ar0~ar20定义。在本实施例所利用的骨架信息中,对由人体模型定义的各关节ar0~ar20设定二维或者三维的坐标。

[0036] 图1所示的各关节ar0~ar20和关节名的关系如图2所示。图2是表示关节名的一个例子的图。例如,关节ar0的关节名是“SPINE_BASE”。关节ar1~a20的关节名如图2所示,省略说明。

[0037] 接着,对本实施例所涉及的数据生成装置的处理进行说明。图3是用于说明本实施例所涉及的数据生成装置的处理的图。数据生成装置利用教师数据30。

[0038] 教师数据30是现有的数据。例如,教师数据包含人的图像数据和属性。属性包含骨架信息、相机参数、外观。骨架信息是图1中说明的关节的坐标,表示图像数据所包含的人的各关节的坐标。各关节的坐标是二维的坐标或者三维的坐标。相机参数表示拍摄到图像数据的相机的视点位置。外观是图像数据所包含的与人的容貌、人的背景相关的信息。

[0039] 图4A是用于说明属性的图。例如,某个教师数据的属性 A_1 包含骨架信息a1-1、相机参数a1-2、外观a1-3、a1-4。在图4A中,用概念的插图示出相机参数a1-2,但实际上,包含拍摄到图像数据的相机的视点位置的信息。外观a1-3设定了人的容貌(体型、制服的颜色等)。外观a1-4设定了人的背景信息。

[0040] 返回到图3的说明。数据生成装置将教师数据30输入到数据扩展部151。

[0041] 数据扩展部151设定有参数 θ_1 ,基于上述的参数 θ_1 ,扩展教师数据30的属性。数据扩展部151将扩展后的属性的信息输出到图像生成部152。后述的图像生成部152根据由参数 θ_1 扩展后的属性,生成扩展数据40,上述的扩展数据40被输入到训练对象模型50,计算推理误差。

[0042] 数据扩展部151根据从训练对象模型50反馈的推理误差的梯度信息,向将扩展数据40输入到训练对象模型50时的推理误差变大的方向训练参数 θ_1 。

[0043] 例如,数据扩展部151根据参数 θ_1 ,向推理误差变大的方向变更属性所包含的骨架信息的关节角度、关节间的骨的长度。数据扩展部151也可以根据参数 θ_1 ,向推理误差变大的方向,对相机参数、外观施加变更,来进行数据扩展。

[0044] 数据扩展部151在扩展属性的情况下,保证数据的合理性。例如,数据扩展部151在骨架信息的关节的可运转的范围内变更关节角度。数据扩展部151在变更骨的长度的情况下,在规定的范围内变更骨的长度。

[0045] 图像生成部152根据由数据扩展部151或者综合部153扩展后的属性的信息,生成扩展数据40。图像生成部152是NeRF等的可微分的图像生成器等。在与图像生成部152相关

的以下的说明中,将“扩展后的属性”仅标记为“属性”。

[0046] 图像生成部152根据属性所包含的骨架信息和外观,生成人的模型以及背景的模式。图像生成部152针对将人的模型和背景的模式合成而得到的模型,生成基于属性信息的相机参数的来自视点的图像数据(扩展数据40)。

[0047] 图4B是表示属性和扩展数据的一个例子的图。属性 A_1 包含骨架信息 $a1-1$ 、相机参数 $a1-2$ 、外观 $a1-3$ 、 $a1-4$ 。图像生成部152根据属性 A_1 ,生成扩展数据40-1。

[0048] 属性 A_2 包含骨架信息 $a2-1$ 、相机参数 $a2-2$ 、外观 $a2-3$ 、 $a2-4$ 。图像生成部152根据属性 A_2 ,生成扩展数据40-2。

[0049] 属性 A_3 包含骨架信息 $a3-1$ 、相机参数 $a3-2$ 、外观 $a3-3$ 、 $a2-4$ 。图像生成部152根据属性 A_3 ,生成扩展数据40-3。

[0050] 数据生成装置根据扩展数据40和生成扩展数据40时所使用的骨架信息(扩展后的属性的骨架信息),执行训练对象模型50的机器学习。例如,生成扩展数据40时所使用的骨架信息被利用为正解标签。训练对象模型50是NN(Neural Network:神经网络)等。在训练对象模型50中设定有参数 θ_2 。

[0051] 数据生成装置将扩展数据40输入到训练对象模型50,获取从训练对象模型50输出的推理结果。数据生成装置更新训练对象模型50的参数 θ_2 ,使得推理结果与正解标签的推理误差变小。数据生成装置将推理误差的梯度信息反馈给数据扩展部151。

[0052] 数据生成装置针对骨架信息的各关节,将表示推理结果与真值(正解标签)的关系的推理结果信息和生成扩展数据40时所使用的属性(扩展后的属性)的信息的组建立对应,并输出到综合部153。

[0053] 综合部153根据推理结果信息和扩展后的属性的信息,执行以下处理。在与综合部153相关的以下的说明中,将“扩展后的属性”仅标记为“属性”。例如,综合部153对训练对象模型50多次待机,直到更新参数 θ_2 为止,并获取多个推理结果信息和属性的信息的组。

[0054] 综合部153根据推理结果信息,确定每个身体部位 p 的推理误差。图5是用于说明身体部位 p 的图。在本实施例中,在关节的层次结构中,将从末端关节到分支点关节之前的关节组定义为身体部位 p 。例如,作为身体部位 p ,有“head”、“armL”、“armR”、“legL”、“legR”。即,定义为 $p \in \{\text{head}, \text{armL}, \text{armR}, \text{legL}, \text{legR}\}$ 。

[0055] 身体部位“head”与关节 $ar3$ 、 $ar18$ 对应。身体部位“armL”与关节 $ar4$ 、 $ar5$ 、 $ar6$ 、 $ar19$ 对应。身体部位“armR”与关节 $ar7$ 、 $ar8$ 、 $ar9$ 、 $ar20$ 对应。身体部位“legL”与关节 $ar10$ 、 $ar11$ 、 $ar12$ 、 $ar13$ 对应。身体部位“legR”与关节 $ar14$ 、 $ar15$ 、 $ar16$ 、 $ar17$ 对应。

[0056] 综合部153对每个推理结果信息确定每个身体部位 p 的推理误差。即,根据一个推理结果信息分别确定身体部位“head”、“armL”、“armR”、“legL”、“legR”的推理误差。

[0057] 例如,身体部位“head”的推理误差是关节 $ar3$ 、 $ar18$ 的推理结果与真值的MSE(Mean Squared Error:均方误差)。身体部位“armL”的推理误差是关节 $ar4$ 、 $ar5$ 、 $ar6$ 、 $ar19$ 的推理结果与真值的MSE。身体部位“armR”的推理误差是关节 $ar7$ 、 $ar8$ 、 $ar9$ 、 $ar20$ 的推理结果与真值的MSE。身体部位“legL”的推理误差是关节 $ar10$ 、 $ar11$ 、 $ar12$ 、 $ar13$ 的推理结果与真值的MSE。身体部位“legR”的推理误差是关节 $ar14$ 、 $ar15$ 、 $ar16$ 、 $ar17$ 的推理结果与真值的MSE。

[0058] 综合部153将根据各推理结果信息计算出的每个身体部位 p 的推理误差分别进行比较,确定每个身体部位 p 的推理误差的最大值和与推理误差成为最大值的推理结果信息

对应的属性。

[0059] 图6是用于说明综合部的处理的图(1)。在图6所示的例子中,将根据属性 A_1 生成的扩展数据输入到训练对象模型50得到的推理结果信息设为推理结果信息 R_1 。将根据推理结果 R_1 得到的身体部位“head”的推理误差设为推理误差 $E1-1$ 。将根据推理结果 R_1 得到的身体部位“armL”的推理误差设为推理误差 $E1-2$ 。将根据推理结果 R_1 得到的身体部位“armR”的推理误差设为推理误差 $E1-3$ 。将根据推理结果 R_1 得到的身体部位“legR”的推理误差设为推理误差 $E1-4$ 。将根据推理结果 $R1$ 得到的身体部位“legL”的推理误差设为推理误差 $E1-5$ 。

[0060] 将根据属性 $A2$ 生成的扩展数据输入到训练对象模型50得到的推理结果信息设为推理结果信息 $R2$ 。将根据推理结果 $R2$ 得到的身体部位“head”的推理误差设为推理误差 $E2-1$ 。将根据推理结果 $R2$ 得到的身体部位“armL”的推理误差设为推理误差 $E2-2$ 。将根据推理结果 $R2$ 得到的身体部位“armR”的推理误差设为推理误差 $E2-3$ 。将根据推理结果 $R2$ 得到的身体部位“legR”的推理误差设为推理误差 $E2-4$ 。将根据推理结果 $R2$ 得到的身体部位“legL”的推理误差设为推理误差 $E2-5$ 。

[0061] 将根据属性 A_n 生成的扩展数据输入到训练对象模型50得到的推理结果信息设为推理结果信息 R_n 。 n 是3以上的自然数。将根据推理结果 R_n 得到的身体部位“head”的推理误差设为推理误差 E_n-1 。将根据推理结果 R_n 得到的身体部位“armL”的推理误差设为推理误差 E_n-2 。将根据推理结果 R_n 得到的身体部位“armR”的推理误差设为推理误差 E_n-3 。将根据推理结果 R_n 得到的身体部位“legR”的推理误差设为推理误差 E_n-4 。将根据推理结果 R_n 得到的身体部位“legL”的推理误差设为推理误差 E_n-5 。

[0062] 综合部153将身体部位“head”的推理误差 $E1-1 \sim E_n-1$ 进行比较,确定取最大值的推理误差。在本实施例中,作为一个例子,将推理误差 $E1-1 \sim E_n-1$ 中的推理误差 $E1-1$ 的推理误差设为最大值。与推理误差 $E1-1$ 对应的属性是属性 A_1 。在该情况下,综合部153将身体部位“head”的弱点属性确定为弱点属性 A_1 。

[0063] 综合部153将身体部位“armL”的推理误差 $E1-2 \sim E_n-2$ 进行比较,确定取最大值的推理误差。在本实施例中,作为一个例子,将推理误差 $E1-2 \sim E_n-2$ 中的推理误差 $E2-2$ 的推理误差设为最大值。与推理误差 $E2-2$ 对应的属性是属性 A_2 。在该情况下,综合部153将身体部位“armL”的弱点属性确定为弱点属性 A_2 。

[0064] 综合部153将身体部位“armR”的推理误差 $E1-3 \sim E_n-3$ 进行比较,确定取最大值的推理误差。在本实施例中,作为一个例子,将推理误差 $E1-3 \sim E_n-3$ 中的推理误差 $E3-3$ 的推理误差设为最大值。与推理误差 $E3-3$ 对应的属性是属性 A_3 。在该情况下,综合部153将身体部位“armR”的弱点属性确定为弱点属性 A_3 。在图6中,省略属性 A_3 的图示。

[0065] 综合部153将身体部位“legL”的推理误差 $E1-4 \sim E_n-4$ 进行比较,确定取最大值的推理误差。在本实施例中,作为一个例子,将推理误差 $E1-4 \sim E_n-4$ 中的推理误差 $E4-4$ 的推理误差设为最大值。与推理误差 $E4-4$ 对应的属性是属性 A_4 。在该情况下,综合部153将身体部位“legL”的弱点属性确定为弱点属性 A_4 。在图6中,省略属性 A_4 的图示。

[0066] 综合部153将身体部位“legR”的推理误差 $E1-5 \sim E_n-5$ 进行比较,确定取最大值的推理误差。在本实施例中,作为一个例子,将推理误差 $E1-5 \sim E_n-5$ 中的推理误差 $E5-5$ 的推理误差设为最大值。与推理误差 $E5-5$ 对应的属性是属性 A_5 。在该情况下,综合部153将

身体部位“legR”的弱点属性确定为弱点属性 A_5 。在图6中,省略属性 A_5 的图示。

[0067] 综合部153通过执行图6所示的处理,分别确定各身体部位p的弱点属性。在以下的说明中,作为一个例子,将身体部位“head”的弱点属性设为弱点属性 A_1 。将身体部位“armL”的弱点属性设为弱点属性 A_2 。将身体部位“armR”的弱点属性设为弱点属性 A_3 。将身体部位“legL”的弱点属性设为弱点属性 A_4 。将身体部位“legR”的弱点属性设为弱点属性 A_5 。

[0068] 图7是用于说明综合部的处理的图(2)。综合部153以弱点属性 A_1 为基础,综合弱点属性 $A_1 \sim$ 弱点属性 A_5 ,从而生成弱点属性 A'_1 。在弱点属性 A'_1 中,与属性同样,包含骨架信息、相机参数、外观。弱点属性 A'_1 的骨架信息是将弱点属性 A_1 的身体部位“head”的各关节坐标、弱点属性 A_2 的身体部位“armL”的各关节坐标、弱点属性 A_3 的身体部位“armR”的各关节坐标、弱点属性 A_4 的身体部位“legL”的各关节坐标、弱点属性 A_5 的身体部位“legR”的各关节坐标组合而成的骨架信息。弱点属性 A'_1 的相机参数、外观应用基础的弱点属性 A_1 的相机参数、外观。

[0069] 综合部153以弱点属性 A_2 为基础,综合弱点属性 $A_1 \sim$ 弱点属性 A_5 ,从而生成弱点属性 A'_2 。在弱点属性 A'_2 中,与属性同样,包含骨架信息、相机参数、外观。弱点属性 A'_2 的骨架信息是将弱点属性 A_1 的身体部位“head”的各关节坐标、弱点属性 A_2 的身体部位“armL”的各关节坐标、弱点属性 A_3 的身体部位“armR”的各关节坐标、弱点属性 A_4 的身体部位“legL”的各关节坐标、弱点属性 A_5 的身体部位“legR”的各关节坐标组合而成的骨架信息。弱点属性 A'_2 的相机参数、外观应用基础的弱点属性 A_2 的相机参数、外观。

[0070] 综合部153以弱点属性 A_3 为基础,综合弱点属性 $A_1 \sim$ 弱点属性 A_5 ,从而生成弱点属性 A'_3 。在弱点属性 A'_3 中,与属性同样,包含骨架信息、相机参数、外观。弱点属性 A'_3 的骨架信息是将弱点属性 A_1 的身体部位“head”的各关节坐标、弱点属性 A_2 的身体部位“armL”的各关节坐标、弱点属性 A_3 的身体部位“armR”的各关节坐标、弱点属性 A_4 的身体部位“legL”的各关节坐标、弱点属性 A_5 的身体部位“legR”的各关节坐标组合而成的骨架信息。弱点属性 A'_3 的相机参数、外观应用基础的弱点属性 A_3 的相机参数、外观。

[0071] 综合部153以弱点属性 A_4 为基础,综合弱点属性 $A_1 \sim$ 弱点属性 A_5 ,从而生成弱点属性 A'_4 。在弱点属性 A'_4 中,与属性同样,包含骨架信息、相机参数、外观。弱点属性 A'_4 的骨架信息是将弱点属性 A_1 的身体部位“head”的各关节坐标、弱点属性 A_2 的身体部位“armL”的各关节坐标、弱点属性 A_3 的身体部位“armR”的各关节坐标、弱点属性 A_4 的身体部位“legL”的各关节坐标、弱点属性 A_5 的身体部位“legR”的各关节坐标组合而成的骨架信息。弱点属性 A'_4 的相机参数、外观应用基础的弱点属性 A_4 的相机参数、外观。

[0072] 综合部153以弱点属性 A_5 为基础,综合弱点属性 $A_1 \sim$ 弱点属性 A_5 ,从而生成弱点属性 A'_5 。在弱点属性 A'_5 中,与属性同样,包含骨架信息、相机参数、外观。弱点属性 A'_5 的骨架信息是将弱点属性 A_1 的身体部位“head”的各关节坐标、弱点属性 A_2 的身体部位“armL”的各关节坐标、弱点属性 A_3 的身体部位“armR”的各关节坐标、弱点属性 A_4 的身体部位“legL”的各关节坐标、弱点属性 A_5 的身体部位“legR”的各关节坐标组合而成的骨架信息。弱点属性 A'_5 的相机参数、外观应用基础的弱点属性 A_5 的相机参数、外观。

[0073] 综合部153通过执行图7中说明的处理,生成弱点属性 $A'_1 \sim A'_5$ 。综合部153将弱点属性 $A'_1 \sim A'_5$ 输入到图像生成部152,从而生成与弱点属性 $A'_1 \sim A'_5$ 分别对应的扩展数据。

[0074] 图8是表示由属性以及弱点属性生成的扩展数据的一个例子的图。例如,将扩展数

据Im10设为将属性 A_2 输入到图像生成部152而得到的图像数据。若将扩展数据Im10输入到训练对象模型50,则身体部位“armL”的推理误差与其它推理误差相比,取最大值。扩展数据Im11是将弱点属性 A'_2 输入到图像生成部152而得到的图像数据。若将扩展数据Im11输入到训练对象模型50,则各身体部位“head”、“armL”、“armR”、“legL”、“legR”的推理误差取最大值。即,能够生成从现有的教师数据的分布分离的新的教师数据。

[0075] 数据生成装置生成将弱点属性输入到图像生成部152得到的扩展数据和弱点属性所包含的骨架信息的组作为教师数据,并用于训练对象模型50的机器学习。

[0076] 如上述那样,本实施例所涉及的数据生成装置根据将扩展数据40输入到训练对象模型50得到的推理结果信息,确定每个身体部位p的推理误差。数据生成装置将根据各推理结果信息计算出的每个身体部位p的推理误差分别进行比较,确定推理误差成为最大值的推理结果信息的属性(弱点属性)。数据生成装置综合每个身体部位p的弱点属性,根据综合后的弱点属性,生成扩展数据。由此,能够生成从现有的教师数据的分布分离的新的教师数据。

[0077] 此外,在上述的说明中,数据生成装置根据将扩展数据40输入到训练对象模型50得到的结果得到的推理结果信息,确定弱点属性并进行综合,但并不限于此。例如,也可以将教师数据30直接输入到训练对象模型50,根据输入到训练对象模型50而得到的结果得到的推理结果信息,确定弱点属性并进行综合。

[0078] 接下来,对执行上述的处理的数据生成装置的结构例进行说明。图9是表示本实施例所涉及的数据生成装置的结构的功能框图。如图9所示,该数据生成装置100具有通信部110、输入部120、显示部130、存储部140以及控制部150。

[0079] 通信部110经由网络在与外部装置等之间执行数据通信。通信部110是NIC(Network Interface Card:网络接口卡)等。后述的控制部150经由通信部110在与外部装置之间交换数据。

[0080] 输入部120是向数据生成装置100的控制部150输入各种信息的输入装置。例如,输入部120与键盘、鼠标、触摸面板等对应。

[0081] 显示部130是显示从控制部150输出的信息的显示装置。

[0082] 存储部140具有训练对象模型50和教师数据集141。存储部140是存储器等存储装置。

[0083] 训练对象模型50是将图像数据(扩展数据)设为输入,将骨架信息的推理结果设为输出的机器学习模型。训练对象模型50是NN等。

[0084] 教师数据集141具有多个教师数据。教师数据包含人的图像数据和属性。属性包含骨架信息、相机参数、外观。

[0085] 控制部150具有数据扩展部151、图像生成部152、综合部153、学习部154。控制部150是CPU(Central Processing Unit:中央处理器)、GPU(Graphics Processing Unit:图形处理器)等。

[0086] 数据扩展部151设定有参数 θ_1 ,基于上述的参数 θ_1 ,扩展教师数据的属性。数据扩展部151将扩展后的属性的信息输出到图像生成部152。数据扩展部151根据从训练对象模型50反馈的推理误差的梯度信息,在将扩展数据输入到训练对象模型50时的推理误差变大的方向训练参数 θ_1 。与数据扩展部151相关的其它说明与图3中说明的与数据扩展部151相关

的说明相同。

[0087] 图像生成部152根据由数据扩展部151扩展后的属性的信息,生成扩展数据。另外,图像生成部152根据由综合部153生成的弱点属性的信息,生成扩展数据。图像生成部152也可以将弱点属性的信息和扩展数据的组作为新的教师数据追加到教师数据集141。

[0088] 综合部153对每个推理结果信息确定每个身体部位p的推理误差。综合部153将根据各推理结果信息计算出的每个身体部位p的推理误差分别进行比较,确定每个身体部位p的推理误差的最大值和与推理误差成为最大值的推理结果信息对应的属性(弱点属性)。综合部153通过综合每个身体部位p的弱点属性,生成弱点属性。与综合部153相关的其它说明与图3、图5~图7中说明的与综合部153相关的说明相同。

[0089] 学习部154根据教师数据集141,执行训练对象模型50的机器学习。例如,学习部154基于误差反向传播法,更新训练对象模型50的参数 θ_2 ,使得在将图像数据输入到训练对象模型50时,从训练对象模型50输出的推理结果和正解标签的误差变小。

[0090] 在学习部154中,输入到训练对象模型50的图像数据和正解标签的组成为接下来说明的第一图像数据和第一正解标签的组、或者第二图像数据和第二正解标签的组。

[0091] 第一正解标签是数据扩展部151扩展教师数据的属性时的骨架信息。第一图像数据是基于数据扩展部151扩展后的教师数据的属性,由图像生成部152生成的扩展数据。

[0092] 第二正解标签是综合部153综合后的弱点属性的骨架信息。第二图像数据是基于弱点属性,由图像生成部152生成的扩展数据。

[0093] 学习部154将推理误差的梯度信息反馈到数据扩展部151。学习部154针对骨架信息的各关节,将表示推理结果和真值(正解标签)的关系的推理结果信息和属性的信息的组输出到综合部153。

[0094] 接下来,对本实施例所涉及的数据生成装置100的处理步骤的一个例子进行说明。图10是表示本实施例所涉及的数据生成装置的处理步骤的流程图。如图10所示,数据生成装置100的数据扩展部151从教师数据集141获取教师数据(步骤S101)。数据扩展部151基于参数 θ_1 ,向基于训练对象模型50的推理误差变大的方向扩展教师数据的属性(步骤S102)。

[0095] 数据生成装置100的图像生成部152根据扩展后的属性,生成扩展数据(步骤S103)。数据生成装置100的学习部154根据扩展数据和正解标签,执行训练对象模型50的机器学习(步骤S104)。

[0096] 数据生成装置100的综合部153执行综合处理(步骤S105)。

[0097] 数据生成装置100的数据扩展部151接受推理结果的梯度信息的反馈,更新参数 θ_1 (步骤S106)。

[0098] 数据生成装置100在继续处理的情况下(步骤S107:是),移至步骤S101。另一方面,数据生成装置100在不继续处理的情况下(步骤S107:否),结束处理。

[0099] 接下来,对图10的步骤S105所示的综合处理的一个例子进行说明。图11是表示综合处理的处理步骤的流程图。如图11所示,数据生成装置100的综合部153对每个推理结果信息确定每个身体部位p的推理误差(步骤S201)。

[0100] 综合部153将每个身体部位p的推理误差分别进行比较,确定每个身体部位p的弱点属性(步骤S202)。综合部153综合每个身体部位p的弱点属性(步骤S203)。

[0101] 数据生成装置100的图像生成部152根据综合后的弱点属性,生成扩展数据(步骤

S204)。

[0102] 数据生成装置100的学习部154根据扩展数据和正解标签(弱点属性的骨架信息),执行训练对象模型50的机器学习(步骤S205)。

[0103] 接下来,对本实施例所涉及的数据生成装置100的效果进行说明。数据生成装置100根据将扩展数据输入到训练对象模型而得到的推理结果信息,确定每个身体部位p的推理误差。数据生成装置100将根据各推理结果信息计算出的每个身体部位p的推理误差分别进行比较,确定推理误差成为最大值的推理结果信息的属性(弱点属性)。数据生成装置100综合每个身体部位p的弱点属性,根据综合后的弱点属性,生成扩展数据。由此,能够生成从现有的教师数据的分布分离的新的教师数据。

[0104] 图12是用于说明本实施例所涉及的数据生成装置的效果的图。图12的图像数据Im20是图像生成部152根据综合后的弱点属性而生成的扩展数据。学习部154若将图像数据Im20输入到训练对象模型50,则输出推理结果60。在推理结果60中,关节ar9、ar20和关节ar5、ar6、ar7的推理失败。即,使用成为新的教师数据的图像数据Im20、即从现有的教师数据的分布分离的新的图像数据(教师数据)执行机器学习,从而能够提高训练对象模型50的推理精度。

[0105] 例如,通过训练使用从现有的教师数据的分布分离的新的图像数据(教师数据)进行机器学习的情况下的训练对象模型50,从而能够获得推理结果60a、60b。在推理结果60a中,在关节ar19中,推理失败,但在关节ar5、ar6中,推理精度提高。在推理结果60b中,关节ar9、ar20、关节ar5、ar6、ar19、关节ar11的推理精度提高。

[0106] 此外,本实施例所涉及的数据生成装置100的处理并不限定于上述的内容。例如,数据生成装置100能够执行来自图像数据的身体检测任务、身体区域提取(分割)任务。数据生成装置100执行身体检测任务、身体区域提取,参照推理误差大的身体部位,从而能够确定每个身体部位的弱点属性,应用上述的处理。

[0107] 数据生成装置100的处理也能够应用于不是人的身体,以四腿步行动物等更一般的多关节体为对象的任务。数据生成装置100的处理既应用于2D身体骨架推断任务也应用于3D身体骨架推断任务。数据生成装置100的处理也能够应用于不需要图像数据的2D-to-3D骨架推断任务。

[0108] 数据生成装置100关于综合弱点属性而得到的骨架信息,也可以使用评价骨架信息的合理性的结构,放弃或者修正合成为不合理的骨架信息的数据。数据生成装置100利用评价姿势生成器的潜在空间中的距离的VPoser、评价身体模型的穿透的Penetration损失、评价肘、膝盖向相反方向的弯曲的hyper-bending损失,作为评价骨架信息的合理性的结构。例如,与VPoser相关的技术是文献“G.Pavlakos et al.,“Expressive Body Capture: 3D Hands,Face,and Body from a Single Image,”CVPR 201”所记载的技术。

[0109] 数据生成装置100也可以直接放弃不合理的骨架信息。或者,数据生成装置100也可以将不合理的骨架信息投影到合理的骨架的多样体(例如,VPoser的潜在空间),修正为合理的骨架信息。数据生成装置100也可以通过贪婪算法等的组合最佳化,在合理的骨架的范围内,仅选择一部分部位,以使全部部位总计的推理误差最大化。

[0110] 图像生成部152在获取到由综合部153生成的弱点属性(综合后的弱点属性)的信息的情况下,判定综合后的弱点属性的骨架信息是否是合理的骨架信息。例如,图像生成部

152保持每个关节的运转区域的信息,在骨架信息的各关节在运转区域的范围内的情况下,判定为合理的骨架信息。

[0111] 数据生成装置100可以按每个身体部位,按推理误差从大到小的顺序来确定 $N_w (> 1)$ 个的多个弱点属性并使用。数据生成装置100还可以按全部的组合 $N_w \hat{N}_p$ (N_p 为部位数)生成新的弱点属性。数据生成装置100也可以通过以上述的骨架信息的合理性为制约的组合最佳化,从全部的组合 $N_w \hat{N}_p$ 中选择最佳的弱点属性的组合。

[0112] 接下来,对实现与上述的数据生成装置100相同的功能的计算机的硬件结构的一个例子进行说明。图13是表示实现与实施例的数据生成装置相同的功能的计算机的硬件结构的一个例子的图。

[0113] 如图13所示,计算机200具有执行各种运算处理的CPU201、接受来自用户的数据的输入的输入装置202、显示器203。另外,计算机200具有经由有线或者无线网络在与相机15、外部装置等之间进行数据的收发的通信装置204、接口装置205。另外,计算机200具有暂时存储各种信息的RAM206、硬盘装置207。而且,各装置201~207与总线208连接。

[0114] 硬盘装置207具有数据扩展程序207a、图像生成程序207b、综合程序207c、学习程序207d。另外,CPU201读出各程序207a~207d并在RAM206中展开。

[0115] 数据扩展程序207a作为数据扩展过程206a发挥功能。图像生成程序207b作为图像生成过程206b发挥功能。综合程序207c作为综合过程206c发挥功能。学习程序207d作为学习过程206d发挥功能。

[0116] 数据扩展过程206a的处理与数据扩展部151的处理对应。图像生成过程206b的处理与图像生成部152的处理对应。综合过程206c的处理与综合部153的处理对应。学习过程206d的处理与学习部154的处理对应。

[0117] 此外,关于各程序207a~207d,也可以不一定从最初起存储于硬盘装置207中。例如,使各程序存储于插入于计算机200的软盘(FD)、CD-ROM、DVD、光磁盘、IC卡等“便携式物理介质”。而且,也可以计算机200读出各程序207a~207d来执行。

[0118] 附图标记说明

[0119] 50...训练对象模型;100...数据生成装置;110...通信部;120...输入部;130...显示部;140...存储部;141...教师数据集;150...控制部;151...数据扩展部;152...图像生成部;153...综合部;154...学习部。

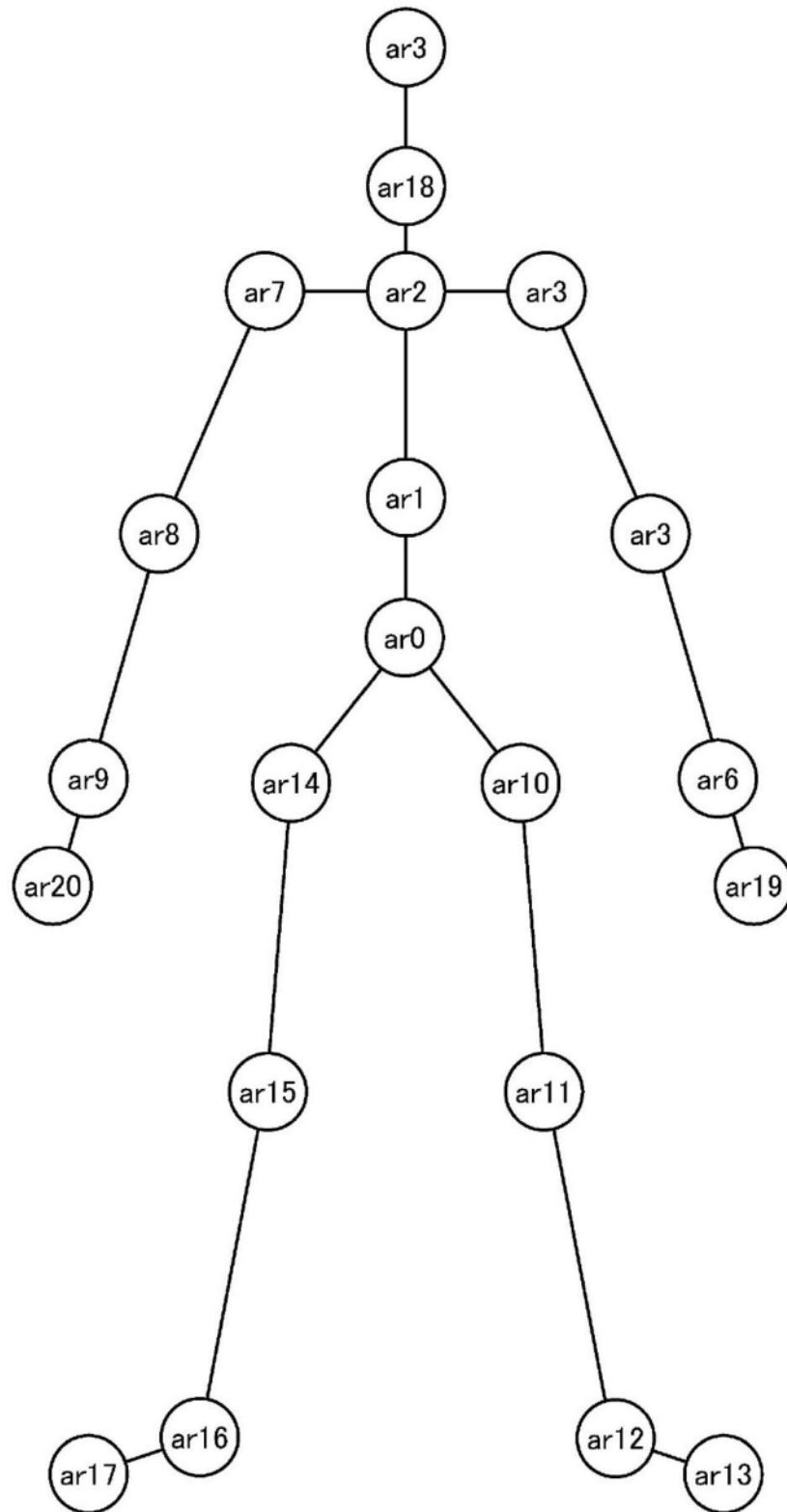


图1

附图标记	关节名
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

图2

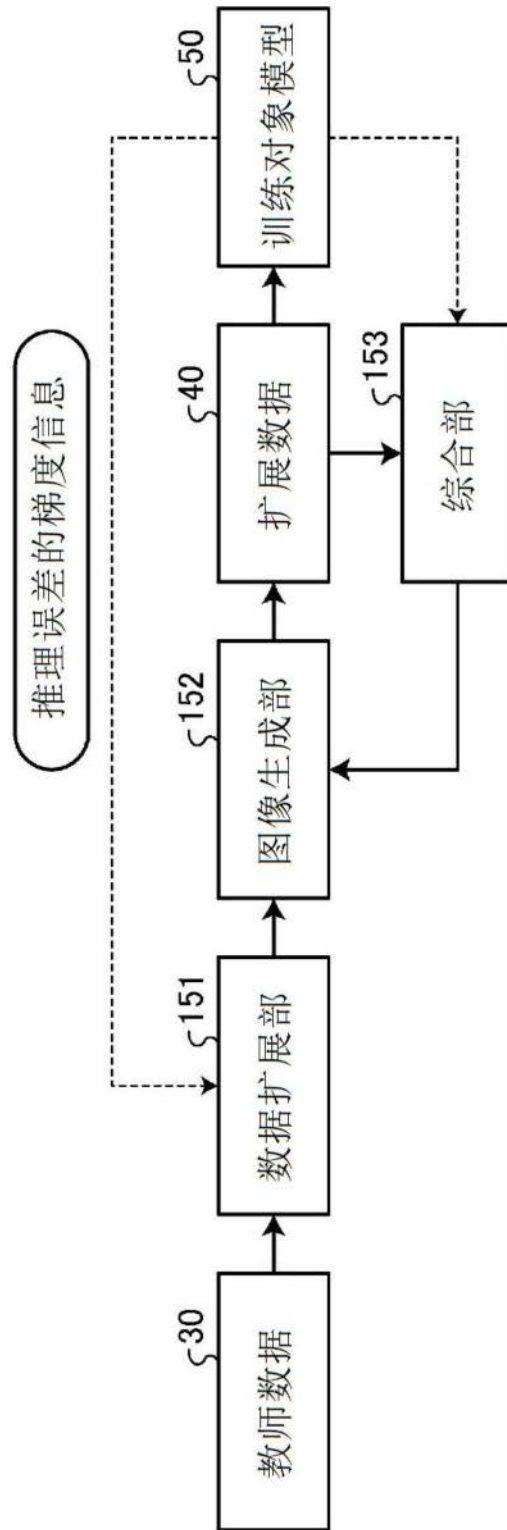


图3

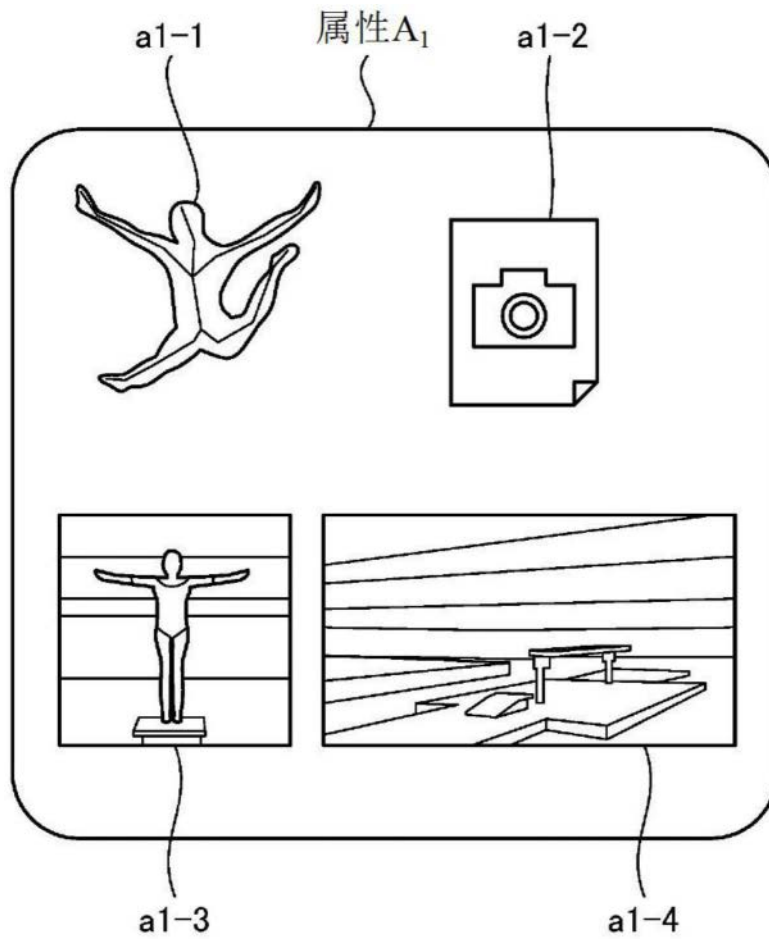


图4A

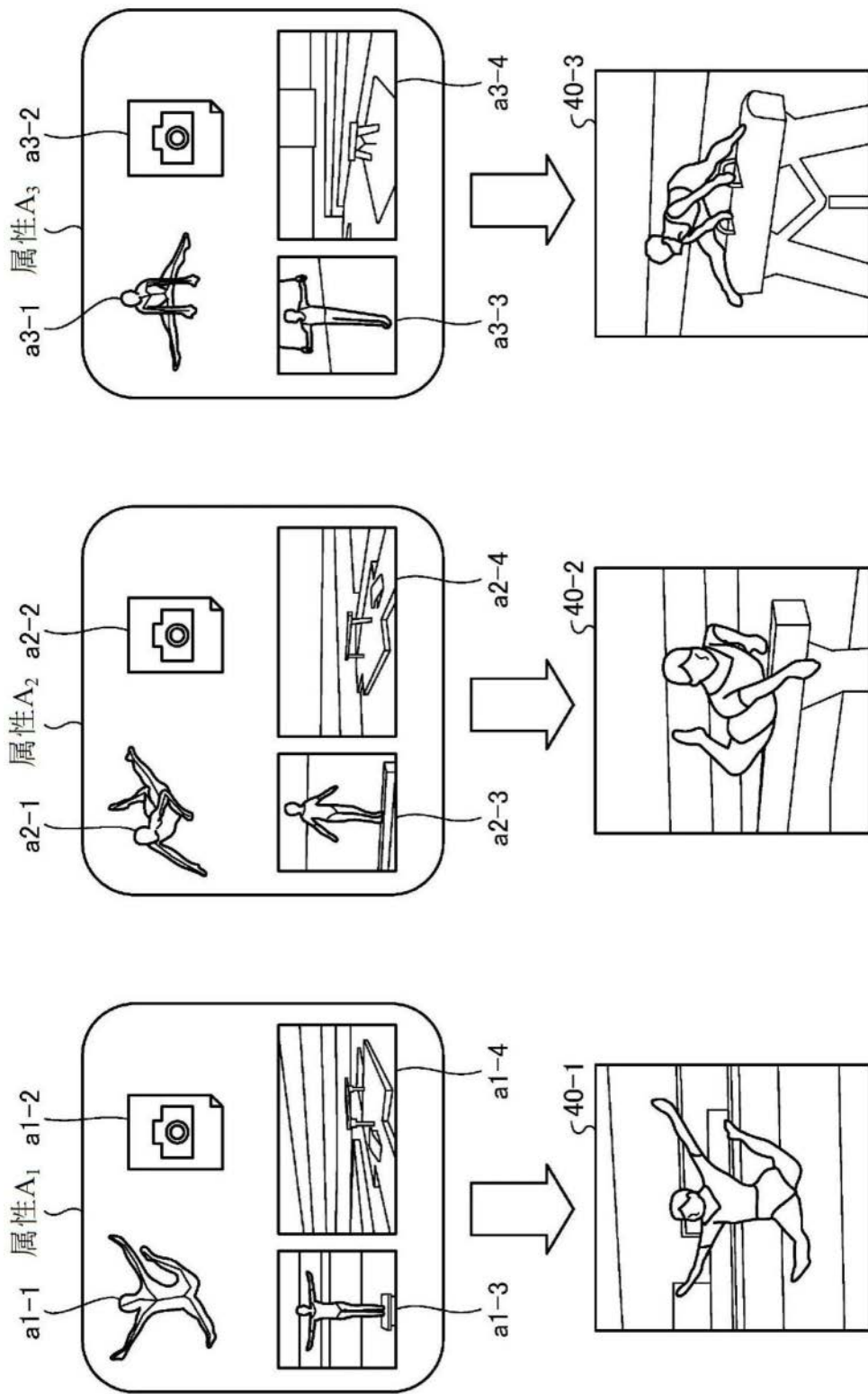


图4B

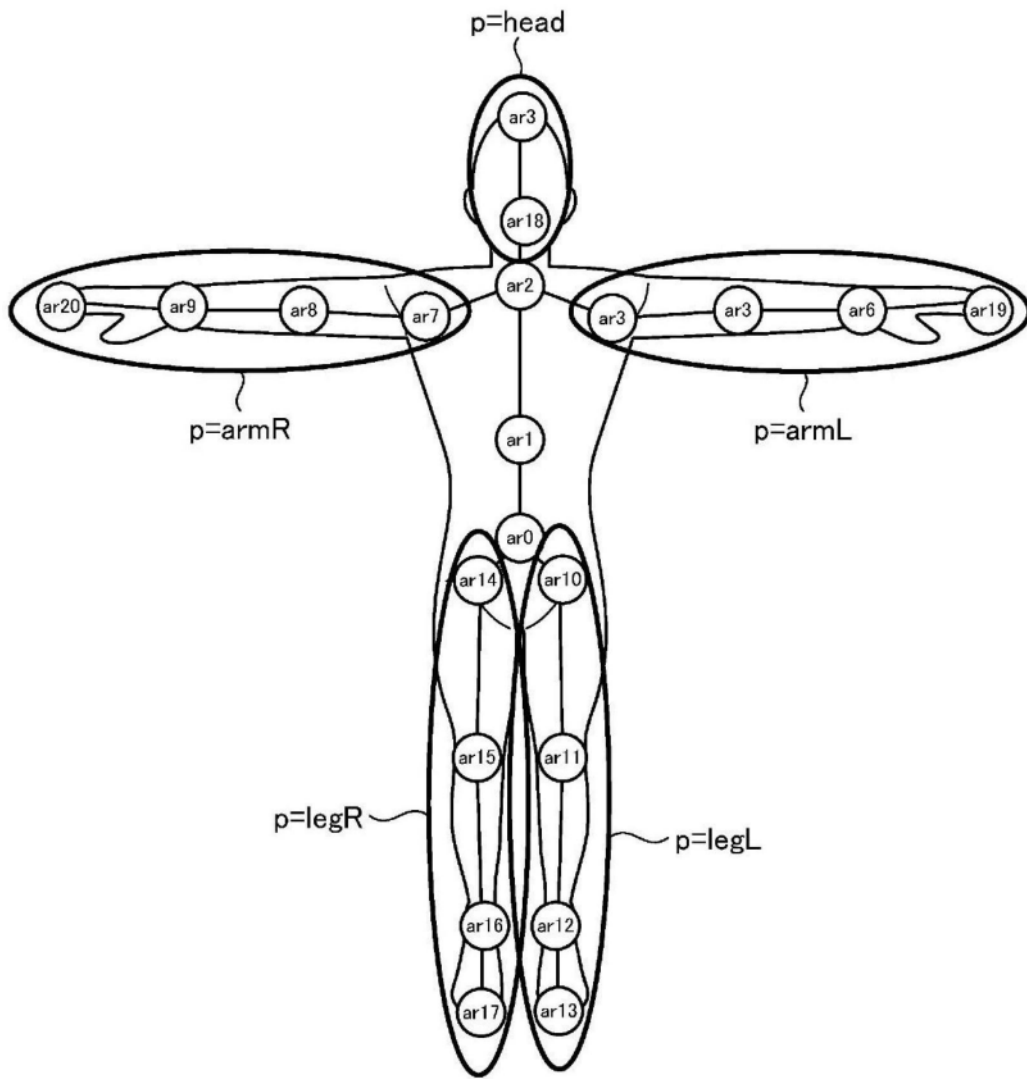


图5

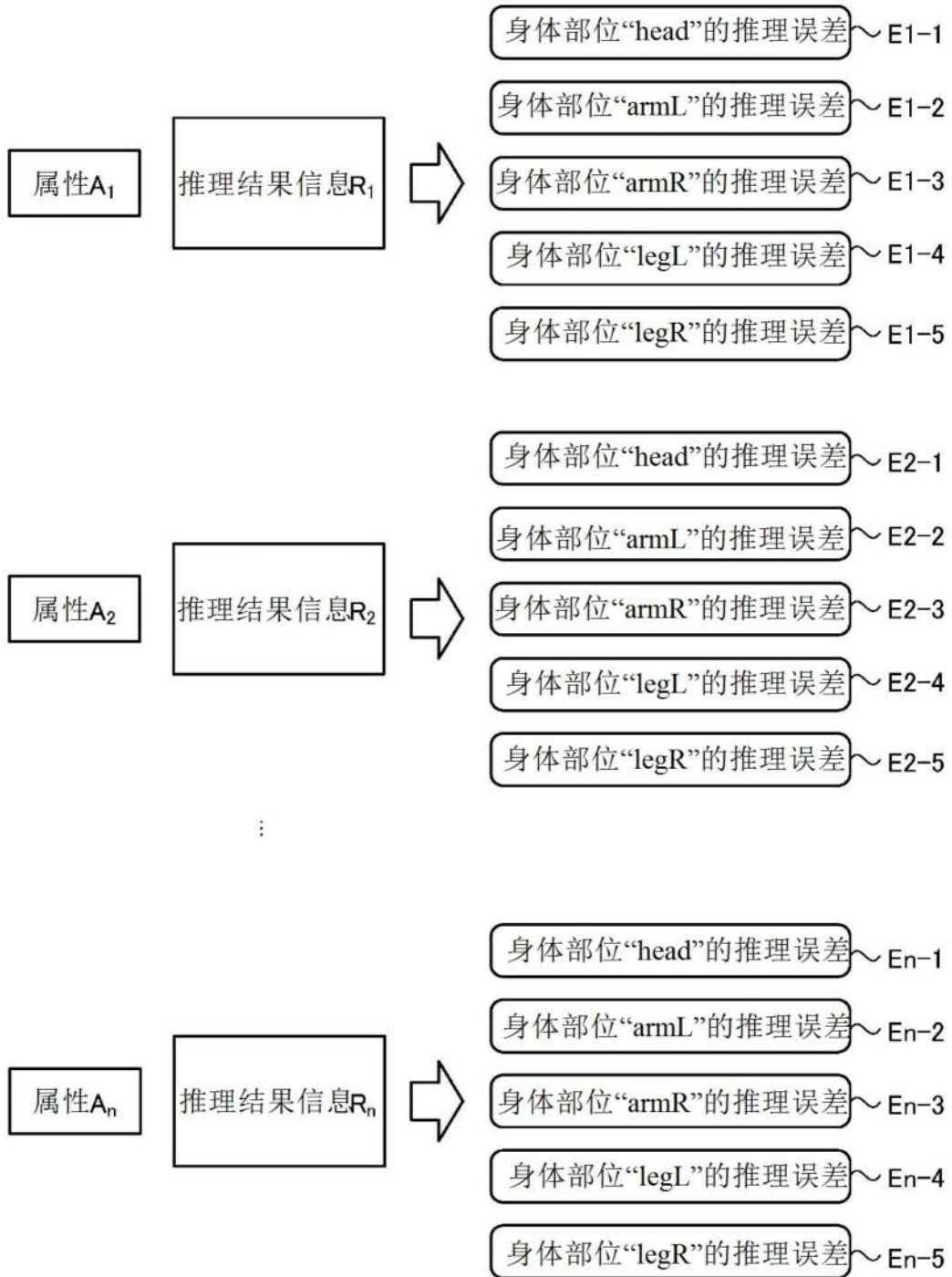


图6

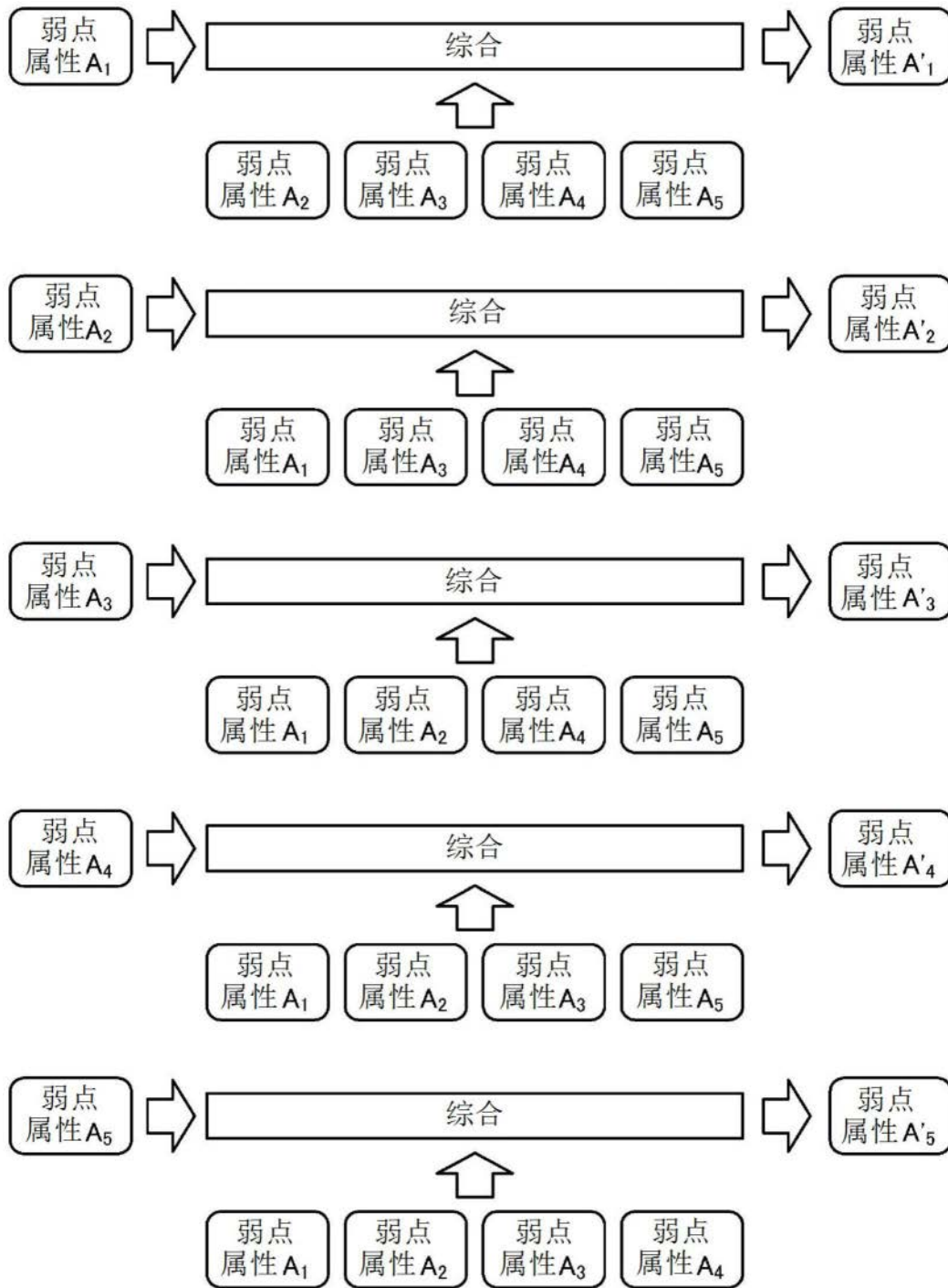


图7

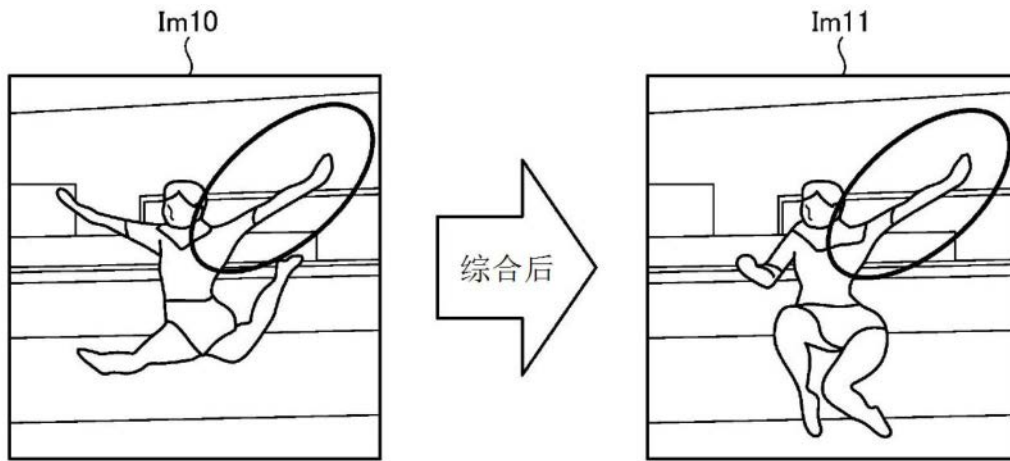


图8

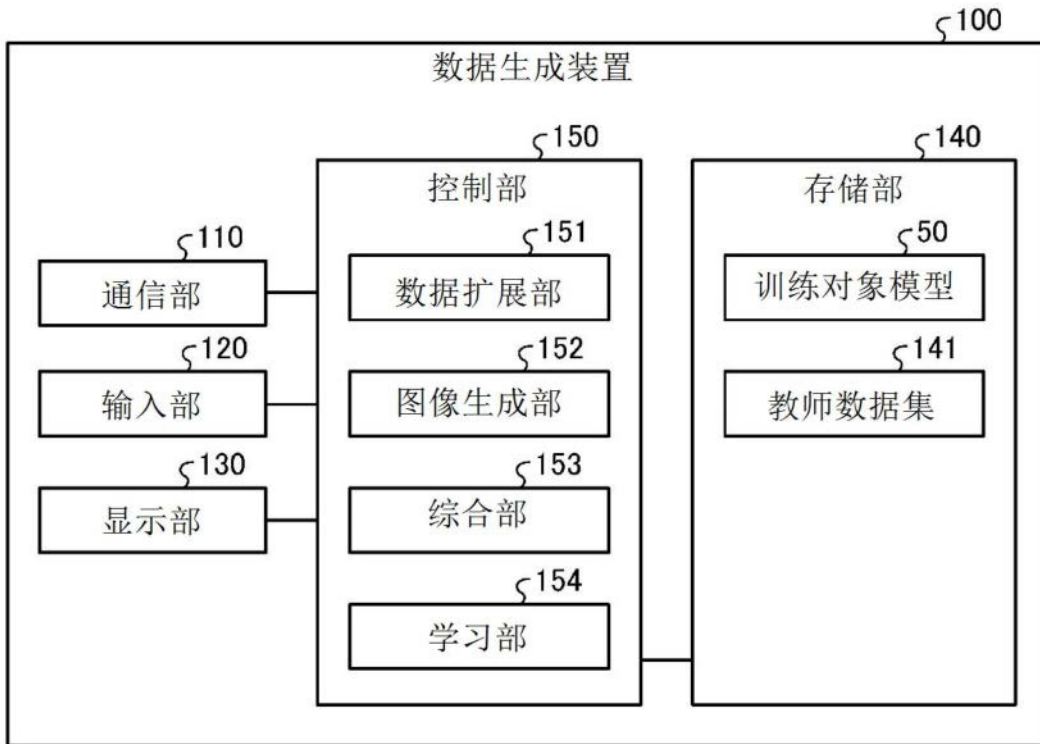


图9

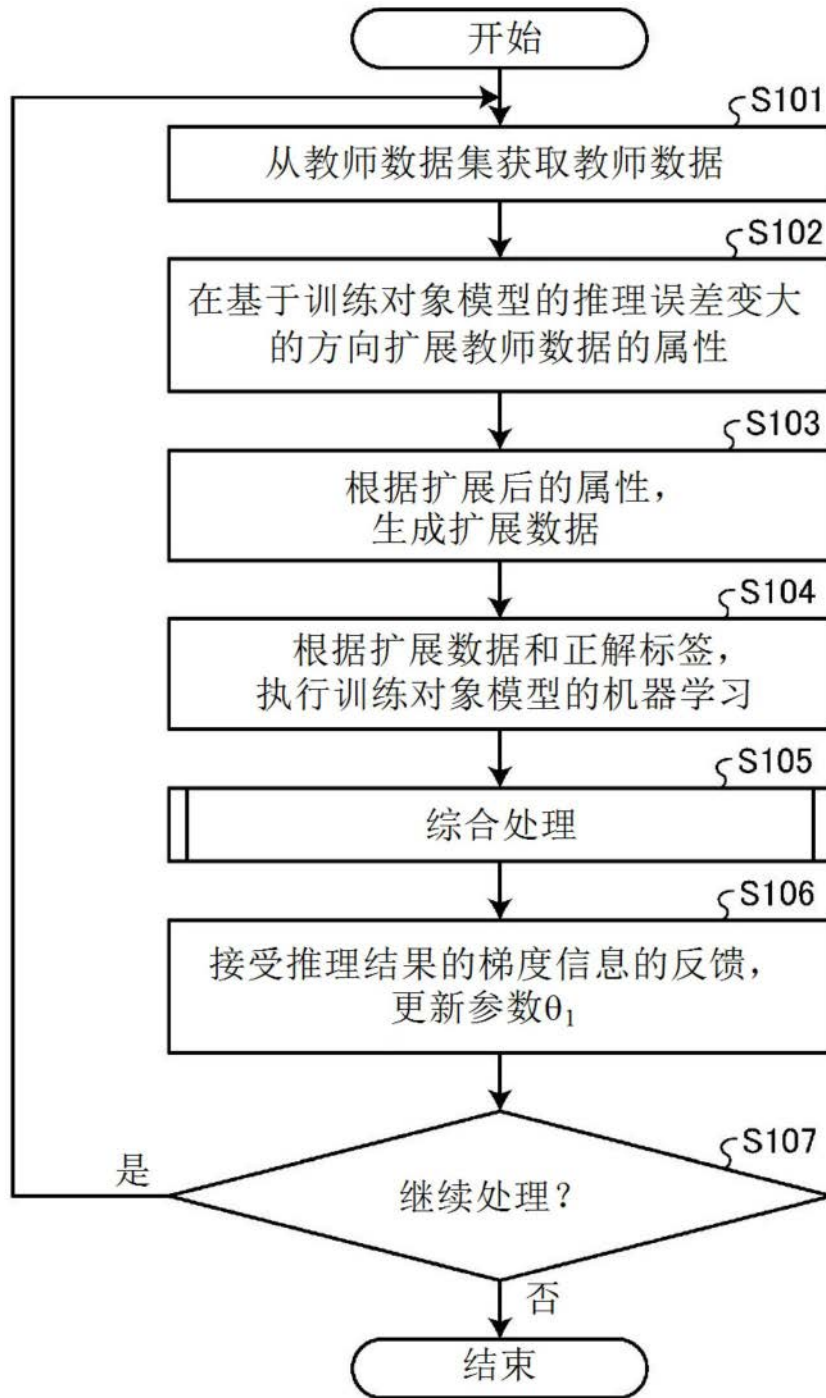


图10

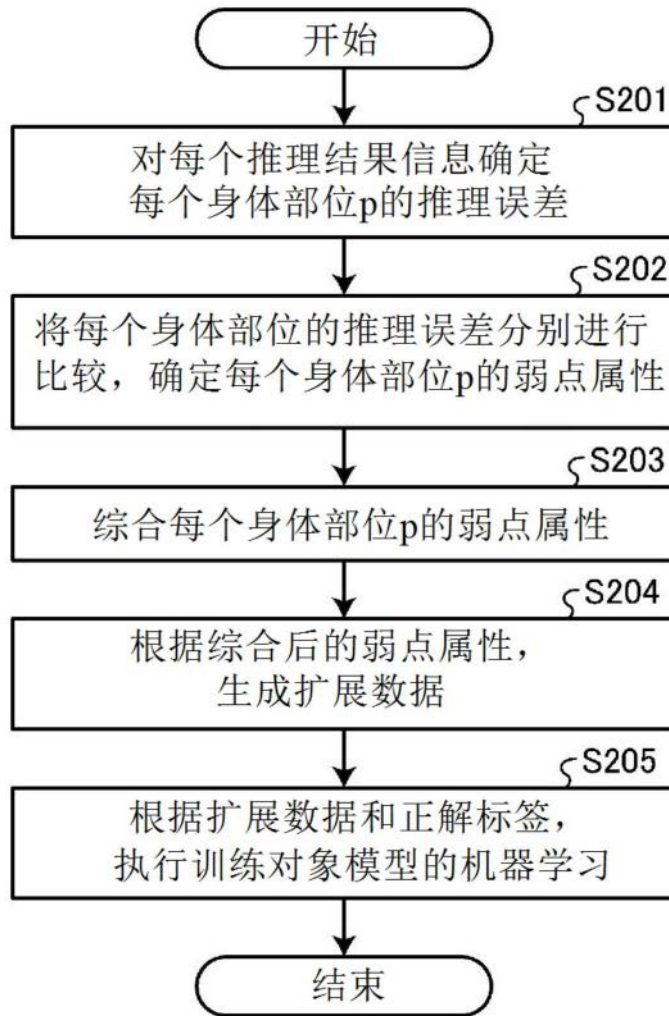


图11

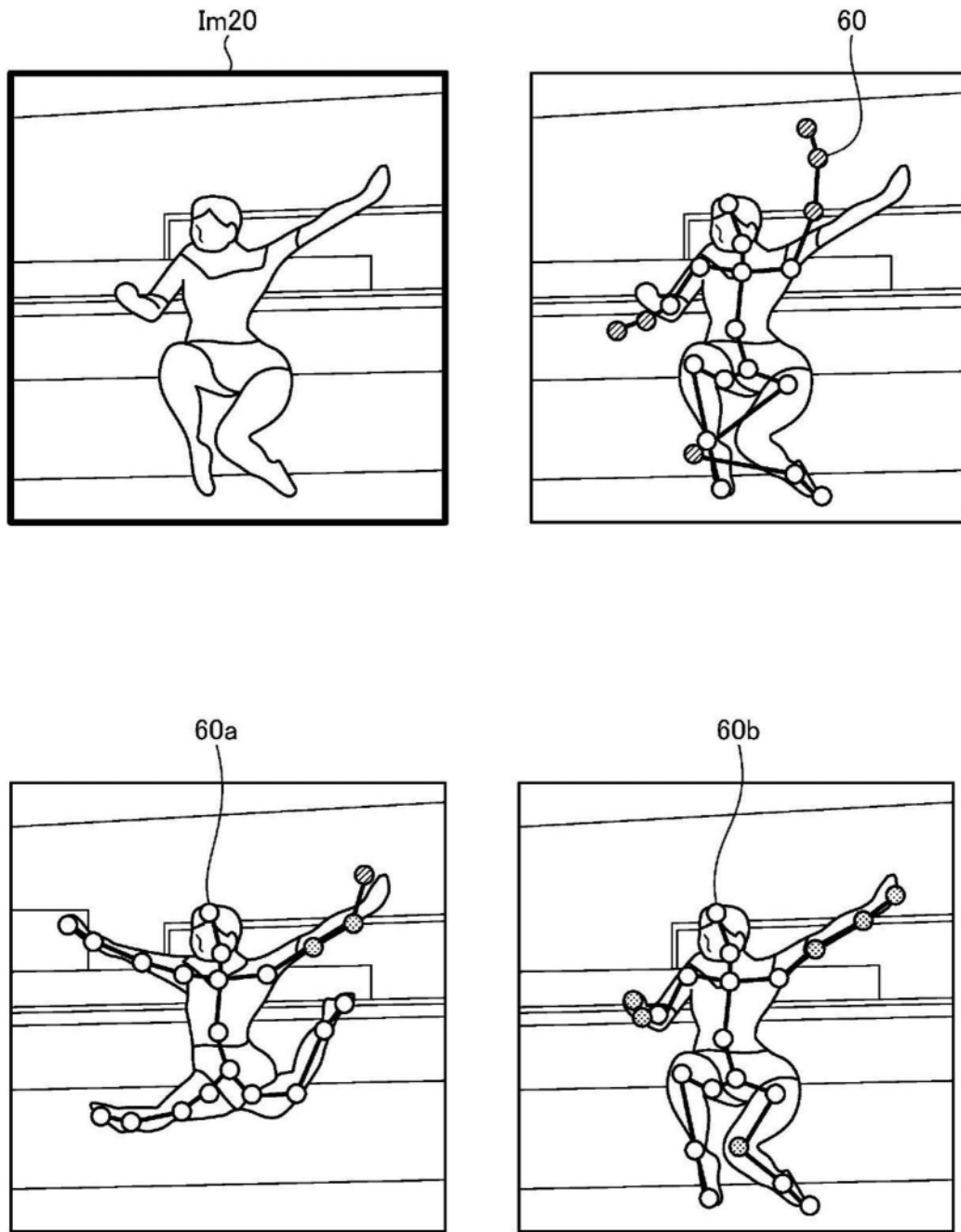


图12

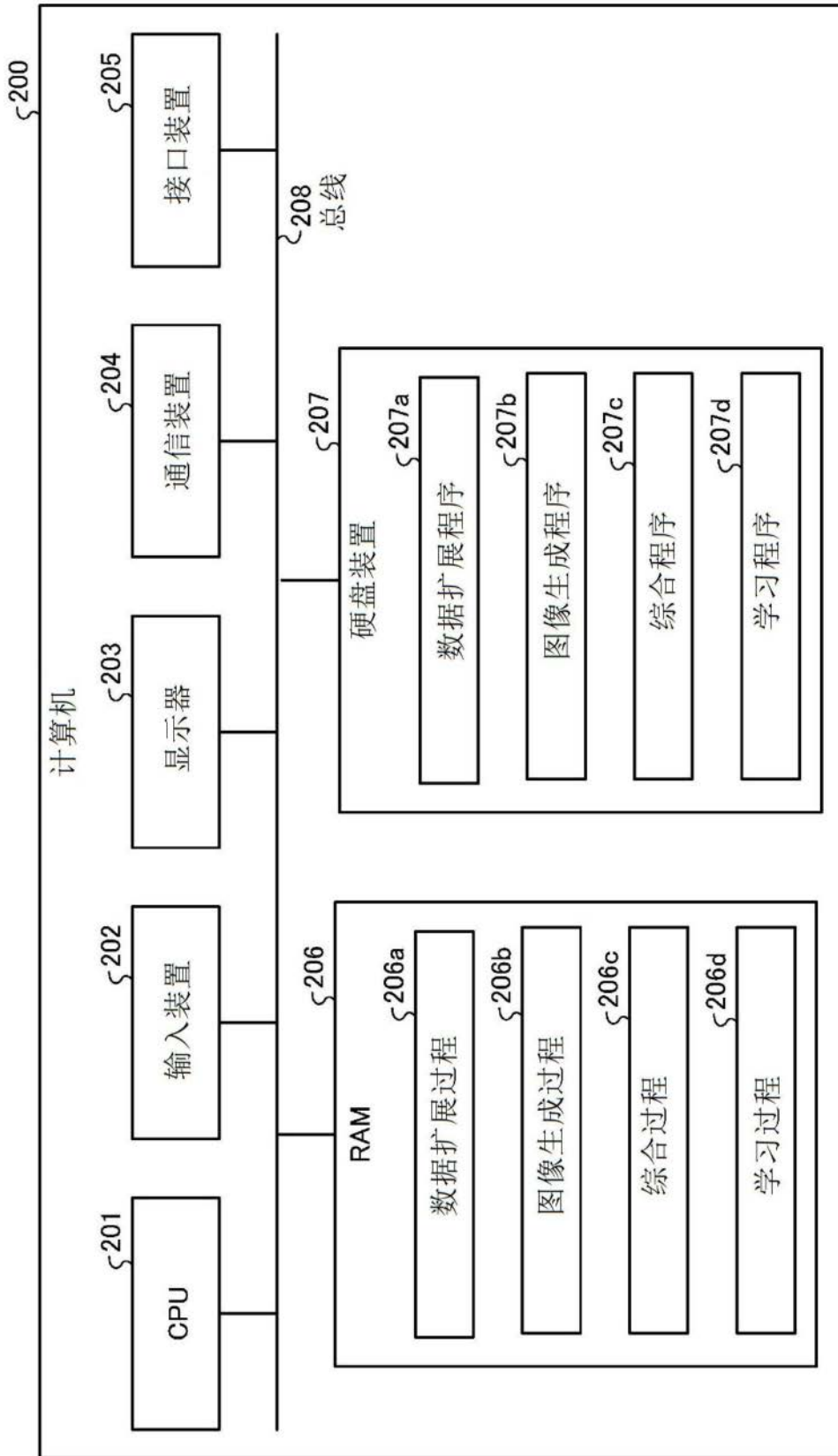


图13