(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
2022年2月3日(03.02.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/024165 A1

(51) 国際特許分類:
G06T 7/00 (2017.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/028622

(22) 国際出願日： 2020年7月27日(27.07.2020)

(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: 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: 渡 邊 義 和 (**WATANABE Yoshikazu**); 〒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).

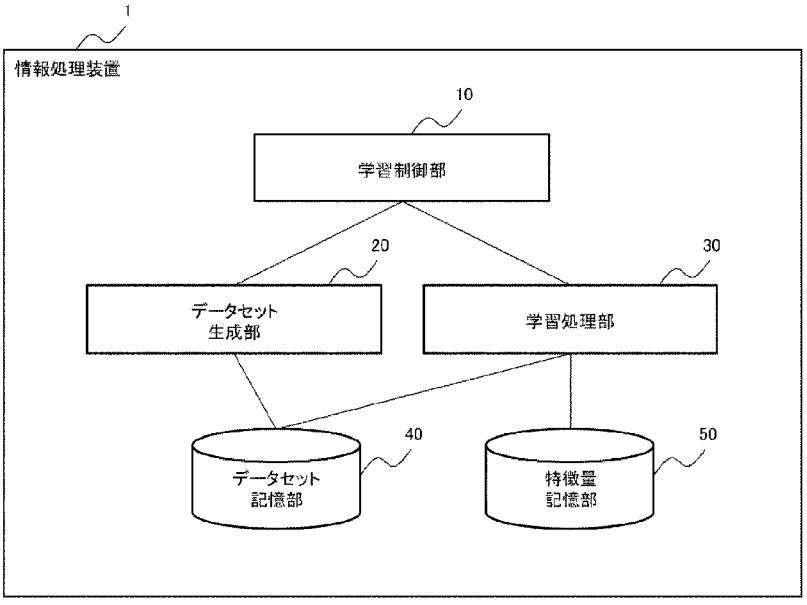
(74) 代理人: 下 坂 直 樹 (**SHIMOSAKA Naoki**); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社 知的財産本部 Tokyo (JP).

(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, IT, 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,

WO 2022/024165 A1

(54) **Title:** INFORMATION PROCESSING DEVICE, INFORMATION PROCESSING METHOD, AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称： 情報処理装置、情報処理方法、及び、記録媒体



1 Information processing device
10 Training control unit
20 Dataset generation unit
30 Training processing unit
40 Dataset storage unit
50 Feature quantity storage unit

(57) **Abstract:** In order to reduce a processing load in machine learning, an information processing device according to the present invention includes: a base image selection means for generating a processing target image by duplicating an image of a base dataset that is a set of images each including a target object; a target region selection means for selecting the target region including the target object in another image in the base dataset; an image synthesis means for synthesizing the target region and information about the target object included in the target region with the processing target image; a

[続葉有]

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, GH, GM, KE, LR, LS, 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))

dataset generation control means for generating a dataset that is a set of the processing target images by controlling the base image selection means, the target region selection means, and the image synthesis means; a feature quantity calculation means for calculating feature quantities of the images; a training execution means for generating a trained model by using machine learning using the feature quantities and the dataset; and a training processing control means for outputting the trained model generated through controlling the feature quantity calculation means and the training execution means.

(57) 要約:機械学習における処理の負荷の低減のため、本発明の情報処理装置は、対象物体を含む画像の集合であるベースデータセットの画像を複製して処理対象画像を生成するベース画像選択手段と、ベースデータセットにおける他の画像における対象物体を含む対象領域を選択する対象領域選択手段と、対象領域と対象領域に含まれる対象物体の情報とを処理対象画像に合成する画像合成手段と、ベース画像選択手段と対象領域選択手段と画像合成手段とを制御して処理対象画像の集合であるデータセットを生成するデータセット生成制御手段と、画像の特徴量を計算する特徴量計算手段と、特徴量とデータセットとを用いた機械学習を用いて学習済みモデルを生成する学習実行手段と、特徴量計算手段と学習実行手段とを制御して生成した学習済みモデルを出力する学習処理制御手段とを含む。

明　細　書

発明の名称 ： 情報処理装置、情報処理方法、及び、記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、情報の処理に関し、特に、機械学習におけるデータの生成及び学習に関する。

背景技術

[0002] 各種の検出及び予測の処理において、機械学習が用いられている（例えば、特許文献１及び２を参照）。

[0003] 特許文献１に記載の学習データ生成装置は、機械学習に用いる学習用のデータ（学習データ）として、検出対象における不良部の画像データを、良品の画像データに合成した画像データを生成する。

[0004] 特許文献２に記載の特徴量準備の方法は、予め格納されているモデルの特徴量と、患者データの特徴量との類似性を用いた機械学習に基づいて、患者の健康ニーズを予測するモデルを生成する。

[0005] 機械学習を用いた主要なタスクの一つとして、画像を用いる物体検出（Ｏｂｊｅｃｔ　Ｄｅｔｅｃｔｉｏｎ）タスクがある。物体検出タスクとは、画像の中に存在する検出対象物体の位置とクラス（種別）との組を生成するタスクである。

[0006] 物体検出タスクの機械学習では、正解データとして、学習用の画像群と、各画像に含まれる検出対象物体に関する情報とが与えられる。

[0007] 検出対象物体に関する情報は、物体検出タスクの仕様に沿って選択される。例えば、検出対象物体に関する情報は、検出対象物体が映っている矩形領域の４つの頂点の座標（バウンディングボックス（Ｂｏｕｎｄｉｎｇ　Ｂｏｘ：ＢＢ））及び検出対象物体のクラス（種別）を含む。なお、以下の説明でも、検出対象物体に関する情報の一例として、ＢＢ及びクラスを用いて説明する。

[0008] そして、物体検出タスクは、学習用の画像群と、検出対象物体に関する情

報とを用いた機械学習の結果として、学習済みモデルを生成する。

[0009] そして、物体検出タスクは、検出対象物体を含む画像に対して学習済みモデルを適用し、画像中の検出対象物体を推論し、画像に含まれる検出対象物体それぞれについて、ＢＢとクラスとを出力する。なお、物体検出タスクは、ＢＢ及びクラスとともに、物体検出の結果についての評価結果（例えば、確実性（ｃｏｎｆｉｄｅｎｃｅ））を出力することもある。

[0010] 例えば、人及び車の監視システムは、監視カメラからの画像を物体検出タスクに入力し、物体検出タスクが検出した監視カメラの画像に映っている人及び車の位置及びクラスを用いて、構築可能である。

[0011] 近年、物体検出タスクにおいて、深層学習（Ｄｅｅｐ－Ｌｅａｒｎｉｎｇ）を用いた物体検出タスクが、広く利用されている（例えば、非特許文献１ないし３を参照）。

[0012] 深層学習を用いた機械学習の一例として、非特許文献３に記載されたニューラルネットワーク（Ｎｅｕｒａｌ　Ｎｅｔｗｏｒｋ（ＮＮ））を用いた例を簡単に説明する。

[0013] 図１７は、非特許文献３におけるＮＮの概要を示すブロック図である。

[0014] 図１７に示すＮＮは、次のような構成を備える。

Ｒｅｓｉｄｕａｌ　Ｎｅｔｏｗｒｋ（ＲｅｓＮｅｔ）；

ピラミッド型特徴量ネットワーク（Ｆｅａｔｕｒｅ　Ｐｙｒａｍｉｄ　Ｎｅｔｗｏｒｋ（ＦＰＮ））；

クラス分類層（Ｃｌａｓｓｉｆｉｃａｔｉｏｎ）；及び

回帰層（Ｒｅｇｒｅｓｓｉｏｎ）。

[0015] ＲｅｓＮｅｔ及びＦＰＮを合わせた構成は、「Ｆｕｌｌｙ　Ｃｏｎｖｏｌｕｔｉｏｎａｌ　Ｎｅｔｗｏｒｋ（ＦＣＮ）」と呼ばれる手法を用いて特徴量を抽出する層（以下、「特徴量抽出層」とも呼ぶ）を構成する。

[0016] また、クラス分類層及び回帰層は、それぞれを一つずつ含む組（ｓｅｔ）を構成する。図１７に示されている構成は、クラス分類層及び回帰層で構成された複数の組を含む。なお、クラス分類層及び回帰層は、それぞれも、ネ

ットワーク構成となっているため、図１７において「ｓｕｂｎｅｔ」と表示されている。また、ＢＢを用いる例示となっているため、図１７において、回帰層は、「Ｂｏｘ　Ｒｅｇｒｅｓｓｉｏｎ」と表示されている。

[0017] 非特許文献３において、処理対象の画像（Ｉｍａｇｅ）は、特徴量抽出層（ＦＣＮ）のＲｅｓＮｅｔに入力される。ＲｅｓＮｅｔ及びＦＰＮは、協働して、入力された画像の特徴量を計算する。

[0018] 算出された特徴量は、各組を構成するクラス分類層及び回帰層に入力される。各組のクラス分類層及び回帰層は、それぞれ、クラスの分類処理及び回帰処理（位置の検出処理）を実行する。そして、クラス分類層及び回帰層は、それぞれ、検出対象物体のクラス及び位置（ＢＢ）を出力する。ただし、各組のクラス分類層及び回帰層は、組ごとに、異なる領域及びサイズの対象物に対するクラス及び位置を出力する。

[0019] 図１８は、非特許文献３における機械学習の動作の概要を説明するためのフロー図である。なお、実際の機械学習においては、所定の装置又はプログラムが、機械学習の処理を実行する。つまり、機械学習の動作の主体は、ハードウェアの場合もあり、ソフトウェアの場合もある。ただし、以下の図１８を用いた説明では、説明の便宜のため、動作の主体の示す用語として、「機械学習」を用いる。実際の動作においては、「機械学習」として説明した動作を、ハードウェア（例えば、コンピュータ）又はソフトウェア（例えば、コンピュータ上で動作する仮想マシン）が実行する。

[0020] 図１８において、機械学習は、正解データとして、学習用の画像群と、各画像における検出対象物体に関する情報とを取得する。そして、機械学習は、所定の終了条件を満足するまで、以下で説明する動作を繰り返し実行する。なお、以下の説明において、繰り返し実行される処理における各サイクルを、「イテレーション（ｉｔｅｒａｔｉｏｎ）」と呼ぶ場合もある。

[0021] 終了条件は、所定の知見に基づいて決定される。例えば、終了条件として、次のような条件が用いられる。

（１）繰り返し回数（イテレーションの回数）が、所定の閾値を超える。

（２）イテレーション間において、学習結果における学習精度の改善量が、所定の閾値未満となる。

（３）学習結果と正解データとの誤差（ロス）が、所定の閾値未満となる。

（４）イテレーション間において、学習結果と正解データとの誤差（ロス）の減少量が、所定の閾値未満となる。

[0022] まず、機械学習は、正解データを取得する（ステップＳ９０１）。そして、機械学習は、正解データから学習用の画像と、各画像内における検出対象物体に関する情報とを取得する。なお、機械学習は、画像ごとに処理してもよく、複数の画像をまとめて処理してもよい。

[0023] さらに、機械学習は、異なるイテレーションにおいて、同じ画像を用いてもよい。つまり、機械学習は、学習データとして、同じ画像を複数回使用してもよい。なお、機械学習は、一般的に、学習フェーズにおいて、同じ画像を複数回使用する場合が多い。

[0024] 機械学習は、取得した学習用の画像に対して、前処理を実行する（ステップＳ９０２）。前処理は、機械学習の結果の精度を改善するために実行される。そのため、前処理は、検出対象物体、機械学習に用いられる画像、及び機械学習の手法に対応して決定される。例えば、前処理は、画像のサイズの変更、所定方向の拡大又は縮小、画像の変形、歪みの補正、ノイズの除去、画像の一部の切り出し、反転（左右及び／又は上下）、及び／又は、色味の変更である。

[0025] 機械学習は、前処理を施した画像を、特徴量抽出層に入力する。特徴量抽出層は、画像における特徴量を抽出する（ステップＳ９０３）。

[0026] クラス分類層及び回帰層は、抽出された特徴量を用いて、それぞれ、クラスの分類処理、及び、回帰処理を実行する（ステップＳ９０４）。なお、この動作の結果が、機械学習の推論結果である。

[0027] 機械学習は、推論結果（例えば、クラス及びＢＢ）と、学習に用いた画像における検出対象物体に関する情報（例えば、正解のクラス及び正解のＢＢ）とを比較し、誤差（ロス）を計算する（ステップＳ９０５）。

[0028] 機械学習は、ロスに基づいて、クラス分類層及び回帰層における勾配を計算し、勾配に基づいてクラス分類層及び回帰層の重みを更新する（ステップＳ９０６）。なお、ここにおける勾配とは、各層に対応した評価関数（例えば、損失関数）の勾配である。

[0029] さらに、機械学習は、特徴量抽出層についても勾配を計算し、勾配に基づいて特徴量抽出層における重みを更新する（ステップＳ９０７）。

[0030] ステップＳ９０６及びＳ９０７の動作は、機械学習における誤差逆伝搬（ｂａｃｋｐｒｏｐａｇａｔｉｏｎ）である。機械学習は、誤差逆伝搬を用いて、各層の重みを更新する（重みを学習する）。

[0031] なお、重みの更新は、全ての層においてではなく、一部の層において実行されてもよい。

[0032] 例えば、特徴量抽出層の重みは、更新されなくてもよい（学習されなくてもよい）。この場合、機械学習は、ステップＳ９０７を含まなくてもよい。

[0033] このような機械学習の結果として得られた重みを持つＮＮが、学習済みモデルである。

先行技術文献

特許文献

[0034] 特許文献1：特開２０２０－０２７４２４号公報
特許文献2：特開２０１９－１８５７５１号公報

非特許文献

[0035] 非特許文献1：Shaoqing Ren, Kaiming He, Ross Girshick, Jian Sun, "Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks", [online], 6 January 2016, Cornel University, [２０１９年１０月１６日検索], インターネット<URL:https://arxiv.org/abs/1506.01497>
非特許文献2：Wei Liu, Dragomir Anguelov, Dumitru Erhan, Christian Szegedy, Scott Reed, Cheng-Yang Fu, Alexander C. Berg, "SSD: Single Shot MultiBox Detector", [online], 29 December 2016, Cornel University, [２０１９年１０月１６日検索], インターネット, <URL:https://arxiv.org/a

bs/1512.02325>

非特許文献3：Tsung-Yi Lin, Priya Goyal, Ross Girshick, Kaiming He, Piotr Dollar, "Focal Loss for Dense Object Detection", [online], 2 February 2018, Cornel University, [２０１９年１０月１６日検索], インターネット, <URL:https//arxiv.org/abs/1708.02002>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0036] 物体検出タスクにおける機械学習は、一般に、計算の負荷が高く、長い処理時間を必要とする。

[0037] 例えば、図１８を用いて説明した機械学習では、ステップＳ９０３、Ｓ９０４、Ｓ９０６、及びＳ９０７の動作が、計算の負荷が高い動作である。

[0038] 計算の負荷を減らす手法として、次のような手法がある。

[0039] 画像を用いる機械学習は、学習フェーズにおいて、同じ画像を複数回使用する場合が多い。そこで、各画像の機械学習における計算結果を保存し、保存した計算結果を再利用して計算処理の負荷を削減する手法が、用いられている。

[0040] ここで、図１７及び図１８を用いて説明した機械学習において、上記の手法を適用する場合を想定する。例えば、特徴量抽出層の計算結果に、上記の手法を適用する場合を想定する。具体的には、特徴量抽出層が計算した特徴量を再利用する場合を想定する。つまり、特徴量抽出層が、画像に対して特徴量を算出すると、それ以降、機械学習は、その画像については学習済みの画像として特徴量を計算せずに、算出済みの特徴量を用いる動作を想定する。

[0041] この場合、特徴量抽出層の計算結果である特徴量が、再利用の対象である。特徴量を再利用する場合、機械学習は、算出済みの画像に対して、ステップＳ９０３の動作を省略できる。つまり、機械学習は、ステップＳ９０３の実行回数を減らすことができる。その結果、機械学習における計算負荷が、低減される。

[0042] 機械学習は、同じ画像を複数回（一般的に、数十回から数百回）使用する場合多い。画像に対する特徴量を再利用した場合、機械学習は、特徴量の計算の回数を（例えば、数十分の一から数百分の一に）減らすことができる。

[0043] しかし、図１８において、機械学習は、特徴量の抽出の前に、画像の前処理を実行する。

[0044] そして、学習用のデータの生成において、前処理は、各イテレーションにおいて同じ処理とは限らない。前処理は、各イテレーションにおいて異なる処理となる場合が多い。そのため、前処理が実行された画像は、各イテレーションにおいて、異なる画像となる。

[0045] このように、同じ画像を用いた場合でも、各イテレーションにおいて、特徴量抽出層に入力される画像は、異なる画像となる。その結果、特徴量抽出層が算出する特徴量は、イテレーションごとに異なる。つまり、図１７及び図１８に示される機械学習は、特徴量抽出層が抽出する特徴量を再利用できない。

[0046] 画像の前処理を行わない場合、機械学習は、特徴量抽出層が抽出する特徴量を再利用できる。

[0047] しかし、画像の前処理を行わない場合、学習結果の精度が悪くなる可能性がある。

[0048] 特に、物体検出タスクは、画像における前処理の影響が大きい。

[0049] 例えば、クラス分類のタスクは、画像におけるクラス分類の対象となる物体の位置及び向きがある程度既知となっている場合が多い。

[0050] そのため、クラス分類のタスクにおいて、画像の前処理は、クラス分類の結果の精度に対する影響が比較的小さい。

[0051] 例えば、特許文献１において、不良部の位置は、良品（例えば、缶）の範囲内である。また、不良部の形状の変化は、回転と、拡大又は縮小との組み合わせである。

[0052] これに対し、物体検出タスクは、検出対象物体のクラスに加え、位置を検出する。そして、物体検出タスクにおいて、検出対象物体の位置及び向きは

、バリエーションの範囲が広くなる場合が多い。例えば、道路の画像における車が検出対象物体の場合、事故及び違反などを想定すると、車の位置及び向きは、画像中において決定できない。例えば、車は、逆走する場合もあり、道路外に飛び出すこともあり、転倒する場合もある。

[0053] そのため、物体検出タスクでは、検出対象物体の検出精度に対する画像の前処理の影響が、比較的大きくなる。

[0054] このように、物体検出タスクは、クラス分類のタスクなどに比べ、画像の前処理の影響が大きい。つまり、一般的な物体検出タスクにおいては、学習結果の精度を確保するため、画像の前処理が必要となる。

[0055] このように、一般的な物体検出タスクは、画像の前処理が必要なため、学習結果における計算結果の再利用が難しい。そのため、一般的な物体検出タスクは、処理（特に、画像の前処理）に関連する負荷の軽減が難しいという問題点があった。

[0056] 特許文献１に記載の技術は、不良部の画像データを良品の画像データに合成するものであり、機械学習における画像の前処理の負荷に関連する技術ではない。

[0057] 特許文献２に記載の技術は、モデルの特徴量と患者のデータの特徴量とを用いて機械学習のモデルを生成するものであり、機械学習における前処理の負荷に関連する技術ではない。

[0058] 非特許文献１ないし３に記載の技術は、画像を用いた学習処理に関連する技術であり、画像の前処理に関連するものではない。

[0059] このように、特許文献１及び２、並びに、非特許文献１ないし３に記載の技術は、上記問題点を解決できない。

[0060] 本発明の目的は、上記問題点を解決し、機械学習における処理の負荷を軽減する情報処理装置などを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0061] 本発明の一形態における情報処理装置は、

機械学習の対象となる物体を含む対象領域と、機械学習の対象となる物体

を含まない背景領域とを含む画像の集合であるベースデータセットから、ベース画像を選択し、選択したベース画像の複製である処理対象画像を生成するベース画像選択手段と、

ベースデータセットに含まれる他の画像に含まれる対象領域を選択する対象領域選択手段と、

選択した対象領域の画像と対象領域の画像に含まれる機械学習の対象となる物体に関する情報とを処理対象画像に合成する画像合成手段と、

ベース画像選択手段と、対象領域選択手段と、画像合成手段とを制御して、所定数の対象領域を合成した処理対象画像の集合であるデータセットを生成するデータセット生成制御手段と、

データセットに含まれる画像の特徴量を計算する特徴量計算手段と、

特徴量とデータセットとを用いた機械学習である第１の機械学習を用いて、学習済みモデルを生成する学習実行手段と、

特徴量計算手段と学習実行手段とを制御して生成した学習済みモデルを出力する学習処理制御手段と

を含む。

[0062] 本発明の一形態における情報処理方法は、

機械学習の対象となる物体を含む対象領域と、機械学習の対象となる物体を含まない背景領域とを含む画像の集合であるベースデータセットから、ベース画像を選択し、選択したベース画像の複製である処理対象画像を生成し、

ベースデータセットに含まれる他の画像に含まれる対象領域を選択し、

選択した対象領域の画像と対象領域の画像に含まれる機械学習の対象となる物体に関する情報とを処理対象画像に合成し、

所定数の対象領域を合成した処理対象画像の集合であるデータセットを生成し、

データセットに含まれる画像の特徴量を計算し、

特徴量とデータセットとを用いた機械学習である第１の機械学習を用いて

、学習済みモデルを生成し、

生成した学習済みモデルを出力する。

[0063] 本発明の一形態における記録媒体は、

機械学習の対象となる物体を含む対象領域と、機械学習の対象となる物体を含まない背景領域とを含む画像の集合であるベースデータセットから、ベース画像を選択し、選択したベース画像の複製である処理対象画像を生成する処理と、

ベースデータセットに含まれる他の画像に含まれる対象領域を選択する処理と、

選択した対象領域の画像と対象領域の画像に含まれる機械学習の対象となる物体に関する情報とを処理対象画像に合成する処理と、

所定数の対象領域を合成した処理対象画像の集合であるデータセットを生成する処理と、

データセットに含まれる画像の特徴量を計算する処理と、

特徴量とデータセットとを用いた機械学習である第１の機械学習を用いて、学習済みモデルを生成する処理と、

生成した学習済みモデルを出力する処理と

をコンピュータに実行させるプログラムを記録する。

発明の効果

[0064] 本発明を用いれば、機械学習における処理の負荷を軽減するとの効果を奏することができる。

図面の簡単な説明

[0065] [図1]図１は、第１の実施形態にかかる情報処理装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図2]図２は、第１の実施形態にかかるデータセット生成部の構成の一例を示すブロック図である。

[図3]図３は、第１の実施形態にかかる学習処理部の構成の一例を示すブロック図である。

[図4]図４は、第１の実施形態にかかる情報処理装置における機械学習の動作の一例を示すフロー図である。

[図5]図５は、第１の実施形態にかかる情報処理装置におけるデータセット生成部の動作の一例を示すフロー図である。

[図6]図６は、第２の実施形態にかかる情報処理装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図7]図７は、第２の実施形態にかかるデータセット生成部の構成の一例を示すブロック図である。

[図8]図８は、第２の実施形態にかかる情報処理装置における機械学習の動作の一例を示すフロー図である。

[図9]図９は、第３の実施形態にかかる情報処理装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図10]図１０は、第３の実施形態にかかる学習処理部の構成の一例を示すブロック図である。

[図11]図１１は、第３の実施形態にかかる学習処理部におけるプロファイリングを用いた機械学習の動作の一例を示すフロー図である。

[図12]図１２は、サブセットの一例を示す図である。

[図13]図１３は、第１の実施形態にかかるデータセット生成部が生成する画像を説明するための図である。

[図14]図１４は、情報処理装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

[図15]図１５は、実施形態の概要の一例を示すブロック図である。

[図16]図１６は、情報処理装置を含む情報処理システムの構成の一例を示すブロック図である。

[図17]図１７は、非特許文献３におけるＮｅｕｒａｌ　Ｎｅｔｗｏｒｋ（ＮＮ）の概要を示すブロック図である。

[図18]図１８は、非特許文献３における機械学習の動作の概要を説明するためのフロー図である。

発明を実施するための形態

[0066] 以下、本発明の実施形態について、図面を用いて説明する。

[0067] なお、各図面は、実施形態を説明するためのものである。ただし、本発明は、各図面の記載に限られるわけではない。また、各図面の同様の構成には、同じ番号を付し、その繰り返しの説明を、省略する場合がある。また、以下の説明に用いる図面において、実施形態の説明に関係しない部分の構成については、記載を省略し、図示しない場合もある。また、図面中の矢印の方向は、一例を示すものであり、ブロック間の信号の向きを限定するものではない。

[0068] ＜第１の実施形態＞

以下、図面を用いて、第１の実施形態について説明する。

[0069] ［構成の説明］

まず、第１の実施形態の構成について、図面を用いて説明する。

[0070] 図１は、第１の実施形態にかかる情報処理装置１の構成の一例を示すブロック図である。

[0071] 情報処理装置１は、学習制御部１０と、データセット生成部２０と、学習処理部３０と、データセット記憶部４０と、特徴量記憶部５０とを含む。なお、図１に示す構成要素の数及び接続関係は、一例である。例えば、情報処理装置１は、複数のデータセット生成部２０、及び／又は、複数の学習処理部３０を含んでもよい。

[0072] なお、情報処理装置１は、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）、メインメモリ、及び二次記憶装置を含むコンピュータ装置を用いて構成されてもよい。この場合、図１に示されている情報処理装置１の構成要素は、ＣＰＵなどを用いて実現される機能の構成要素である。ハードウェア構成については、後ほど説明する。

[0073] 学習制御部１０は、情報処理装置１が機械学習（例えば、物体検出タスクにおける機械学習）を実行するために、各構成を制御する。

[0074] 詳細には、学習制御部１０は、データセット生成部２０に対して、機械学

習に用いるデータセットの生成を指示する。そして、学習制御部１０は、学習処理部３０に対して、生成されたデータセットを用いた機械学習の実行を指示する。

[0075] 学習制御部１０の制御の開始の契機、及び、学習制御部１０が各構成に送付する指示にともなうパラメタは、任意である。学習制御部１０は、例えば、オペレータから契機及びパラメタを与えられてもよい。あるいは、学習制御部１０は、情報処理装置１と通信可能に接続された他の装置（図示されない）からのパラメタなどの情報の送付を契機として、制御を実行してもよい。

[0076] データセット記憶部４０は、指示に基づいて、データセット生成部２０及び／又は学習処理部３０が用いる情報を保存する。データセット記憶部４０は、データセット生成部２０及び／又は学習処理部３０が生成した情報を保存してもよい。さらに、データセット記憶部４０は、パラメタを保存してもよい。

[0077] 例えば、データセット記憶部４０は、データセット生成部２０が生成したデータセットを保存してもよい。あるいは、データセット記憶部４０は、情報処理装置１のオペレータから与えられたベースデータセット（詳細は後述）を保存してもよい。あるいは、データセット記憶部４０は、情報処理装置１が、必要に応じて、通信可能に接続された他の装置（図示されない）から受信した情報（例えば、パラメタ、及び／又は、ベースデータセット）を保存してもよい。

[0078] データセット記憶部４０は、機械学習に用いられる情報（例えば、データセット）の保存に加え、機械学習の結果を評価するための情報（例えば、比較用のデータセット）を保存してもよい。

[0079] なお、以下の説明では、データセット生成部２０は、データセット記憶部４０が保存するベースデータセットを用いて、データセットを生成する。ただし、第１の実施形態は、これに限定されない。

[0080] 例えば、データセット生成部２０は、ベースデータセットの少なくとも一

部を、データセット記憶部４０とは異なる構成又は外部の装置から取得してもよい。あるいは、データセット生成部２０は、ベースデータセットに含まれる検出対象物体に関する情報を、図示しない外部の装置から取得してもよい。

[0081] なお、ベースデータセット及びデータセットが含む情報は、情報処理装置１における機械学習に沿って設定される。ベースデータセット及びデータセットは、例えば、以下の情報を含む。

（１） 画像（例えば、Ｊｏｉｎｔ Ｐｈｏｔｏｇｒａｐｈｉｃ Ｅｘｐｅｒｔｓ Ｇｒｏｕｐ(ＪＰＥＧ)データ）。

（２） 画像のメタ情報（例えば、タイムスタンプ、データサイズ、画像サイズ、及び／又は、色情報）。

（３） 画像に含まれる検出対象物体（機械学習の対象となる物体）に関する情報。

なお、検出対象物体に関する情報は、任意であるが、例えば、以下の情報を含む。

（３）－１ 検出対象物体が含まれる領域（対象領域）の位置：例えば、物体が映っている矩形領域（ＢＢ）の４つの頂点の座標。

（３）－２ 検出対象物体のクラス（例えば、クラスの識別子、又は、クラスの名称）。

（３）－３ 画像当たりの検出対象物体の数。

（４） クラスの識別子と名称との対応関係。

[0082] データセットは、機械学習に用いられるデータ（例えば、正解データ）である。そのため、データセットに含まれる画像は、一般的に、複数である。例えば、データセットは、数千～数万の画像を含む。

[0083] なお、画像は、圧縮されたデータでもよい。

[0084] また、画像の保存の単位は、任意である。画像は、それぞれ、単一のデータファイルとして保存されてもよい。あるいは、複数の画像が、一つのデータのファイルにまとめて保存されてもよい。

[0085] また、画像は、ディレクトリ又はフォルダのような、階層構造を用いて保存及び管理されてもよい。なお、ベースデータセット及び／又はデータセットが複数の場合、ベースデータセット及び／又はデータセットも、ディレクトリ又はフォルダのような、階層構造を用いて保存及び管理されてもよい。

[0086] データセット生成部２０は、検出対象物体の画像を含むデータ（以下、「ベースデータセット」と呼ぶ）に基づいて、学習処理部３０における機械学習に用いられるデータセットを生成する。データセット生成部２０は、生成したデータセットを、データセット記憶部４０に保存してもよい。

[0087] より詳細には、データセット生成部２０は、ベースデータセットの指定と、データセットの生成に係るパラメタとを、学習制御部１０から受け取り、データセットを生成する。

[0088] なお、ベースデータセットは、機械学習の対象となる検出対象物体を含む画像の領域（対象領域）と、機械学習の対象となる検出対象物体を含まない領域（以下、「背景領域」と呼ぶ）とを含む画像の集合である。

[0089] データセット生成部２０は、ベースデータセットに基づいて、以下に示す動作を用いて、機械学習に用いられるデータセットを生成する。

（１） データセット生成部２０は、ベースデータセットから、以下の処理において基礎（ベース）となる画像（以下、「ベース画像」と呼ぶ）を選択する。なお、データセット生成部２０は、複数のベース画像を選択してよい。そして、データセット生成部２０は、選択したベース画像の複製（以下、「処理対象画像」と呼ぶ）を生成する。なお、データセット生成部２０は、処理対象画像の検出対象物体に関する情報として、ベース画像に含まれる検出対象物体に関する情報を複製する。

（２） データセット生成部２０は、処理対象画像に対して、以下の動作を適用して、処理対象画像に対象領域を合成する。

（２）－１ データセット生成部２０は、ベースデータセットに含まれる他の画像（選択したベース画像とは異なる画像）を選択し、選択した他の画像から機械学習の対象となる検出対象物体を含む領域（対象領域）を選択する

。選択した他の画像が複数の対象領域を含む場合、データセット生成部２０は、１つの対象領域を選択してもよく、複数の対象領域を選択してもよい。

（２）－２　データセット生成部２０は、選択した対象領域の画像を、処理対象画像に合成する。

（３）　データセット生成部２０は、合成後の処理対象画像の集合であるデータセットを生成する。

（４）　データセット生成部２０は、生成したデータセットを、学習処理部３０に送信、又は、データセット記憶部４０に保存する。

[0090]　なお、データセット生成部２０は、対象領域を処理対象画像に合成する前に、対象領域を変形してもよい。

[0091]　例えば、データセット生成部２０は、対象領域の形状（例えば、幅、高さ、サイズ、又は、アスペクト比（画像の高さと幅の比率））を変形してよい。あるいは、データセット生成部２０は、対象領域に対して、上記以外の変形（例えば、画像の回転（向きの変更）、画像の傾斜、台形変形、樽型・糸巻型収差補正、及び／又は、色収差補正）を適用してもよい。あるいは、データセット生成部２０は、対象領域に対して、所定の画像処理（例えば、ノイズ除去、及び／又は、エッジ強調処理）を実行してもよい。

[0092]　なお、データセット生成部２０は、対象領域に含まれる検出対象物体の領域（以下、「前景」と呼ぶ）と、検出対象物体を含まない領域（以下、「背景」と呼ぶ）とを切り分けて、処理してもよい。例えば、データセット生成部２０は、対象領域から前景を切り出し、切り出した前景を処理対象画像に合成してもよい。つまり、データセット生成部２０は、背景を処理対象画像に合成しなくてもよい。

[0093]　なお、データセット生成部２０は、切り出した前景に所定の処理を実行し、処理後の前景を処理対象画像に合成してもよい。

[0094]　なお、前景と背景とを切り分ける手法については、後ほど説明する。

[0095]　あるいは、データセット生成部２０は、対象領域に対して、合成先の画像に合わせるための処理（例えば、合成先に合わせるための回転、変形、及び

／又は、色（色味、明度、彩度など）の修正）を適用してもよい。

[0096] あるいは、データセット生成部２０は、学習処理部３０で実行する機械学習の精度を向上するような変形を用いて、対象領域を変形してもよい。

[0097] 処理対象画像に対象画像を合成後、データセット生成部２０は、処理対象画像における検出対象物体に関する情報に、合成した対象領域における検出対象物体に関する情報（例えば、検出対象物体のＢＢ、及び、クラス）を追加する。このように、データセット生成部２０が生成するデータセットは、処理対象画像に追加された検出対象物体に関する情報を含んでいる。

[0098] このような動作を用いて、データセット生成部２０は、一般的な機械学習における前処理において得られる効果（機械学習の精度向上）に相当する効果が得られるように、データセットを生成する。

[0099] そのため、学習処理部３０は、画像に対する前処理を実行しなくて、検出対象物体に関する情報を用いてデータセットに含まれる画像の特徴量の算出処理、クラス分類処理、回帰処理を精度よく実行できる。

[0100] なお、対象領域に対して所定の処理を実行している場合、データセット生成部２０は、処理の結果を反映した検出対象物体に関する情報を、処理対象画像の検出対象物体に関する情報に追加する。

[0101] データセット生成部２０における動作の詳細については、後述する。

[0102] 学習処理部３０は、データセット生成部２０が生成したデータセットを用いて、以下に示す動作を用いて、機械学習を実行する。

（１）学習処理部３０は、データセット生成部２０が生成したデータセット（例えば、データセット記憶部４０に保存されたデータセット）に含まれる各画像に対する特徴量を計算する。学習処理部３０は、計算した特徴量を、データセットの画像に関連付けて、特徴量記憶部５０に保存する。なお、学習処理部３０は、特徴量を特徴量記憶部５０に保存する前に、特徴量に対して所定の処理（例えば、圧縮処理）を実行してもよい。

（２）学習処理部３０は、算出した特徴量を用いて、データセット生成部２０が生成したデータセットの機械学習を実行し、学習済みモデル（例えば、

物体検出モデル）を生成する。

[0103] このように、学習処理部３０は、実際の学習処理の実行に先立ち、データセットに含まれる各画像に対する特徴量を計算する。そして、学習処理部３０は、算出した特徴量と、データセットとを用いて、機械学習を実行する。

[0104] なお、情報処理装置１が用いる特徴量は、任意である。例えば、情報処理装置１は、ＣＮＮ（Ｃｏｎｖｏｌｕｔｉｏｎａｌ Ｎｅｕｒａｌ Ｎｅｔｗｏｒｋ）を用いて計算した特徴量を用いてもよい。あるいは、他の例として、情報処理装置１は、「Ｈｉｓｔｏｇｒａｍｓ ｏｆ Ｏｒｉｅｎｔｅｄ Ｇｒａｄｕｉｅｎｔｓ（ＨＯＧ）特徴量」、又は、「Ｓｃａｌｅ－Ｉｎｖａｒｉａｎｔ Ｆｅａｔｕｒｅ Ｔｒａｎｓｆｏｒｍ（ＳＩＦＴ）特徴量」を用いてもよい。

[0105] 学習処理部３０における動作の詳細は後述する。

[0106] なお、学習処理部３０は、機械学習として、深層学習を用いてもよい。

[0107] さらに、学習処理部３０は、機械学習の結果を評価してもよい。例えば、学習処理部３０は、機械学習の結果における検出対象物体の認識精度を算出してもよい。

[0108] そして、学習処理部３０は、生成した学習済みモデルを所定の記憶部（例えば、データセット記憶部４０）に保存する。あるいは、学習処理部３０は、生成した学習済みモデルを所定の装置（例えば、学習済みモデルを用いて画像中の検出対象物体を検出する装置）に送信する。

[0109] 特徴量記憶部５０は、指示に基づいて、学習処理部３０が計算した特徴量、つまり、データセットに含まれる画像の特徴量を保存する。

[0110] なお、特徴量記憶部５０は、特徴量に加え、特徴量に関連する情報を保存してもよい。例えば、特徴量記憶部５０は、特徴量に関連する情報として、特徴量を算出した画像に関連する情報、及び／又は、特徴量を算出した画像を含むデータセットに関連する情報を保存してもよい。

[0111] あるいは、特徴量記憶部５０は、特徴量を算出した処理（例えば、ＮＮの層）に関連する情報を保存してもよい。

[0112] なお、データセット記憶部４０が、データセットに含まれる画像の特徴量を保存してもよい。つまり、データセット記憶部４０が、特徴量記憶部５０の機能を含んでもよい。この場合、情報処理装置１は、物理的な構成として、特徴量記憶部５０を含まなくてもよい。

[0113] 次に、第１の実施形態におけるデータセット生成部２０の構成について、図面を用いて説明する。

[0114] 図２は、第１の実施形態にかかるデータセット生成部２０の構成の一例を示すブロック図である。

[0115] データセット生成部２０は、データセット生成制御部２１と、ベース画像選択部２２と、対象領域選択部２３と、画像合成部２４とを含む。

[0116] データセット生成制御部２１は、データセット生成部２０に含まれる各構成を制御して、ベースデータセットから、所定数の処理対象画像を生成し、生成した処理対象画像の集合であるデータセットを生成する。

[0117] 例えば、データセット生成制御部２１は、学習制御部１０から、ベースデータセット及びデータセットの生成に係るパラメタを受け取り、データセット生成部２０における各部を制御し、データセットを生成する。

[0118] なお、パラメタは、生成するデータセットに合わせて決定される。データセット生成制御部２１は、例えば、データセットの生成にかかるパラメタとして、以下の情報を用いてもよい。

（１） 生成する処理対象画像の数（生成するデータセットに含まれる画像の数）。

（２） 合成する対象領域の最大数。

（３） 合成する対象領域の変形に関連する情報。

[0119] 変形に関連する情報は、適用する変形に応じて、設定されればよい。変形に関連する情報は、例えば、対象領域を変形するか否かを示す情報と、変形する場合の変形に関連する値とである。

[0120] なお、変形に関連する値は、個別の値ではなく、範囲を示す値でもよい。例えば、データセット生成制御部２１が乱数を用いて対象領域を変形する場

合、変形に関連する値は、乱数のシード、及び、その乱数値（例えば、乱数のシードを用いる乱数発生関数（又はモジュール）が発生する値）の範囲でもよい。なお、乱数のシードとしては、固定値、又は、乱数を生成する構成（例えば、乱数生成モジュール）の標準値（デフォルト（ｄｅｆａｕｌｔ）値）が用いられてもよい。この場合、データセット生成制御部２１は、変形に関連する値として、乱数値の範囲を用いてもよい。

[0121] なお、対象領域の変形に関連する乱数値の範囲としては、例えば、次のような範囲がある。

（１） 対象領域の幅を変更する場合、幅に乗じる乱数値の範囲。

（２） 対象領域の高さを変更する場合、高さに乗じる乱数値の範囲。

（３） 対象領域のサイズを変更する場合、サイズに乗じる乱数値の範囲。

（４） 対象領域のアスペクト比を変更する場合、変更後のアスペクト比として用いる乱数値の範囲。

（５） 対象領域を回転させる場合、回転させる角度として用いる乱数値の範囲。

（６） 対象領域を傾斜させる場合、傾斜の角度として用いる乱数値の範囲。

[0122] さらに、データセット生成制御部２１は、対象領域の変形に関連する情報として、次のような情報を用いてもよい。

（１） 対象領域を合成する際に、左右を反転させるか否か示す情報。

（２） 対象領域を合成する際に、上下を反転させるか否か示す情報。

[0123] なお、データセット生成制御部２１は、対象領域の左右及び／又は上下の反転を、固定的ではなく、ランダム的に、実行するように制御してもよい。例えば、データセット生成制御部２１は、図示しない構成から乱数値を取得し、取得した乱数値が所定の閾値を超えた場合に反転を実行し、閾値以下の場合に反転を実行しないように制御してもよい。

[0124] さらに、データセット生成制御部２１は、対象領域の前景を用いるか、対象領域のすべてを用いるかを示す情報を用いてもよい。

[0125] なお、対象領域の最大数の設定範囲は、任意である。例えば、最大数は、データセット当たりの最大数、後述するサブセット当たりの最大数、画像当たりの最大数、クラス当たりの最大数、又は、画像のサイズ当たりの最大数である。

[0126] データセット生成制御部２１は、データセットの生成において、合成する対象領域の最大数として、パラメタとして受信した値を用いればよい。

[0127] ただし、データセット生成制御部２１は、パラメタとして、最大値を算出するための値を受信してもよい。例えば、データセット生成制御部２１は、最大値として、受信したパラメタの値をシードとする乱数値を用いてもよい。

[0128] データセット生成制御部２１は、処理対象画像ごとに、乱数値を用いた最大値の算出を実行してもよい。

[0129] なお、データセット生成制御部２１は、パラメタとして、受信したパラメタを最大値として用いるか、最大値を算出するための値として用いるかを指定するパラメタを受信してもよい。

[0130] ベース画像選択部２２は、ベースデータセットからベース画像を選択して、ベース画像の複製である処理対象画像を生成する。なお、ベース画像選択部２２は、処理対象画像の検出対象物体に関する情報に、ベース画像に含まれる検出対象物体に関する情報を複製する。

[0131] なお、ベース画像選択部２２は、ベース画像を選択する前に、所定の処理を実行してもよい。

[0132] 例えば、ベース画像選択部２２は、ベースデータセットに含まれる画像を、所定の基準（例えば、背景領域の類似度）に基づいて、複数の画像群（以下、「サブセット」と呼ぶ）に分割してもよい。

[0133] ベース画像選択部２２における背景領域の類似の判定手法は、対象となる画像に沿って選択されればよい。

[0134] ベース画像選択部２２は、例えば、以下の情報、又は、情報の組合せを用いて、背景領域の類似を判定してもよい。

（１）　情報処理装置１のオペレータの指定（指定された画像は、背景が類似しているとみなす）。

（２）　ベースデータセットの画像に設定されている情報（例えば、撮影位置が同じ画像は、背景が類似しているとみなす）。

（３）　画像が保存されている論理的な位置（例えば、同じディレクトリに保存されている画像は、背景が類似しているとみなす）。

（４）　画像の取得情報（例えば、タイムスタンプが近い画像は、背景が類似しているとみなす）。

（５）　画素値の差（例えば、画像間の画素値を比較し、差異が所定の閾値以下の画像は、背景が類似しているとみなす）。

（６）　背景部分の類似度（例えば、画像における背景領域を抜き出し、抜き出した背景領域の画像の特徴量における類似度が所定の閾値以上の画像は、背景が類似しているとみなす）。

[0135]　なお、ベース画像選択部２２は、所定の情報（例えば、対象領域からの距離、又は、背景領域に含まれる物体）を用いて、比較する背景領域の範囲を選択してもよい。ただし、ベース画像選択部２２は、背景領域として、対象領域以外の全ての領域を用いてもよい。

[0136]　図１２は、サブセットの一例を示す図である。

[0137]　図１２に示されているサブセットは、９枚の画像を含む。そして、図１２に示されている画像は、３つのサブセットに分割されている。

[0138]　サブセット１及びサブセット２は、同じカメラが撮影した画像である。ただし、サブセット１に含まれる画像は、サブセット２に含まれる画像とは、撮影された時間帯が異なる。その結果、サブセット１に含まれる画像の背景は、サブセット２に含まれる画像の背景とは異なる。そのため、サブセット１に含まれる画像は、サブセット２に含まれる画像とは、別のサブセットとなる。

[0139]　サブセット３に含まれる画像は、サブセット１及び２を撮影したカメラとは別のカメラが撮影した画像である。サブセット３に含まれる画像の背景は

、サブセット１及び２に含まれる画像の背景とは異なる。そのため、サブセット３に含まれる画像は、サブセット１及びサブセット２に含まれる画像とは、別のサブセットに分割されている。

[0140] なお、セブセットの数は、任意である。セブセットの数は、２つでもよく、４つ以上でもよい。

[0141] ベース画像選択部２２は、ランダムにベース画像を選択してもよい。あるいは、ベース画像選択部２２は、ベース画像の選択において、所定の基準を用いてもよい。ただし、ベース画像選択部２２が用いる基準は、任意である。例えば、ベース画像選択部２２は、以下のいずれかの基準、又は、基準の組合せを用いて、ベース画像を選択してもよい。

[0142] （１） サブセットの画像の数

ベース画像選択部２２は、ベース画像の選択において、各サブセットから選択する画像の数が、同じ数、又は、所定の差の範囲に入るように選択してもよい。

[0143] 例えば、ベース画像選択部２２は、サブセットから選択する画像の数として、選択するベース画像の数をサブセットの数で割った値を、各サブセットに割り当てる。なお、整数に割り切れない場合、ベース画像選択部２２は、合計数が選択するベース画像の数となるように、割った値を適切な整数に丸め、サブセットに割り当てればよい。

[0144] そして、ベース画像選択部２２は、ベース画像の選択において、各サブセットの中から、サブセットに割り当てた値の数の画像を選択する。なお、ベース画像選択部２２は、所定の規則（例えば、ラウンドロビン、又は、ランダム）に沿って、サブセットにおける画像を選択する。

[0145] なお、サブセットから選択する画像の数は、情報処理装置１のオペレータから指定されてもよい。あるいは、サブセットから選択する画像の数は、サブセットに含まれる画像の数に比例した値でもよい。

[0146] （２） ベース画像の分散

ベース画像選択部２２は、使用するベース画像が分散するようにベース画

像を選択してもよい。例えば、ベース画像選択部２２は、選択したベース画像の履歴を保存し、履歴に保存されたベース画像（過去に選択したベース画像）を選択しないように、ベース画像を選択してもよい。

[0147] ただし、ベース画像選択部２２は、他の情報（例えば、時間帯、又は、場所）が分散するように、ベース画像を選択してよい。

[0148] （３） 対象領域の数

ベース画像選択部２２は、ベース画像として、対象領域を多く含む画像を選択してもよい。

[0149] あるいは、ベース画像選択部２２は、所定のクラスの物体を含む対象領域を多く含む画像を優先的に選択してもよい。

[0150] なお、所定のクラスは、例えば、下記である。

(a) オペレータに指定されたクラス。

(b) ベースデータセット又は生成中のデータセットにおいて出現頻度が少ないクラス。

[0151] （４） 対象領域の種類

ベース画像選択部２２は、画像に含まれる対象領域の種類（例えば、含まれる検出対象物体のクラス、サイズ、及び／又は画質）が多くなるように、ベース画像を選択してもよい。

[0152] 例えば、背景領域が少ない画像が多い場合、画像に含まれる対象領域が多いと想定される。そして、対象領域が多い場合、対象領域の種類も多くなる場合が多い。そこで、ベース画像選択部２２は、背景領域が少ない画像が多くなるように、ベース画像を選択してもよい。

[0153] そして、ベース画像選択部２２は、選択したベース画像の複製(処理対象画像)を生成する。なお、ベース画像選択部２２は、処理対象画像の検出対象物体に関する情報として、ベース画像に含まれる検出対象物体に関する情報を複製する。

[0154] 対象領域選択部２３は、処理対象画像に合成する対象領域を選択する。より詳細には、対象領域選択部２３は、ベースデータセットにおいて、処理対

象画像の複製元のベース画像とは異なる画像を選択し、選択した画像において、処理対象画像の背景領域に合成する対象領域を選択する。

[0155] 対象領域選択部２３は、予め設定された規則に沿って対象領域を選択する。対象領域選択部２３は、例えば、以下のいずれかの選択、又は、選択の組合せを用いて、対象領域を選択する。

（１） 対象領域選択部２３は、生成中の処理対象画像の背景部分に収まる対象領域を選択する。

（２） 対象領域選択部２３は、ベース画像と同じサブセットに含まれる他の画像から、対象領域を選択する。

（３） 対象領域選択部２３は、検出対象物体のクラスの選択回数が可能な範囲で均等となるように、対象領域を選択する。

（４） 対象領域選択部２３は、各対象領域の選択回数が、可能な範囲で均等となるように、対象領域を選択する。

（５） 対象領域選択部２３は、所定のクラスの検出対象物体を含む対象領域を優先的に選択する。例えば、対象領域選択部２３は、学習処理部３０における機械学習の対象として適切な検出対象物体に関連するクラスに含まれる検出対象物体を含む対象領域を、優先的に選択してもよい。なお、所定のクラスは、任意であるが、例えば、下記のようなクラスでもよい。

(a) 情報処理装置１のオペレータが指定したクラス。

(b) ベースデータセット又は生成中のデータセットにおいて出現頻度が少ないクラス。

（６） 対象領域選択部２３は、所定のサイズの対象領域を優先的に選択する。例えば、対象領域選択部２３は、学習処理部３０における機械学習において有効となるサイズの対象領域を選択してもよい。なお、所定のサイズは、任意であるが、例えば、下記のようなサイズでもよい。

(a) 情報処理装置１のオペレータが指定したサイズ。

(b) ベースデータセット又は生成中のデータセットにおいて出現頻度が少ないサイズ。

（７）　対象領域選択部２３は、機械学習に有効な形状（例えば、矩形の縦横比）の対象領域を優先的に選択してもよい。

[0156]　なお、対象領域選択部２３は、選択した対象領域の形状を変更してもよい。

[0157]　対象領域の形状を変更する処理は、任意である。例えば、対象領域選択部２３は、以下の形状の変更のいずれか、又は、組み合わせを用いてもよい。

（１）　対象領域の幅を、元の幅に乱数値を乗算した幅とする。

（２）　対象領域の高さを、元の高さに乱数値を乗算した高さとする。

（３）　対象領域のサイズを、元のサイズに乱数値を乗算したサイズとする。

（４）　対象領域のアスペクト比を、元のアスペクト比に乱数値を乗算したアスペクト比とする。

（５）　対象領域を、乱数値の角度で回転する。

（６）　対象領域を、乱数値の角度で傾斜させる（例えば、台形変形）。

[0158]　なお、対象領域選択部２３は、上記の処理における乱数値を、パラメタとして受信してもよく、図示しない構成（例えば、図示しない乱数生成モジュール）から取得してもよい。さらに、対象領域選択部２３は、対象領域の選択ごとに乱数値を取得してもよく、少なくとも一部の又はすべての対象領域に対して同じ乱数値を用いてもよい。

[0159]　対象領域選択部２３は、画像合成部２４における対象領域に対する処理に基づいて、対象領域を選択してもよい。例えば、対象領域が合成において拡大される場合、対象領域選択部２３は、拡大可能なサイズの対象領域を選択してもよい。

[0160]　なお、画像合成部２４における対象領域の処理については、後ほど説明する。

[0161]　画像合成部２４は、対象領域選択部２３が選択した対象領域を、処理対象画像に合成する。

[0162]　なお、画像合成部２４は、対象領域を処理対象画像に合成する位置として

、対象領域が含まれていたベース画像における位置と同じ位置に合成してもよく、ベース画像における位置とは異なる位置に合成してもよい。

[0163] 画像合成部２４が用いる合成の手法は、任意である。

[0164] 例えば、画像合成部２４は、選択された対象領域の画像で、処理対象画像の対応する領域の画像を差し替えても（上書きしても）よい。

[0165] あるいは、画像合成部２４は、処理対象画像の画素値と、対象領域の画像の画素値とを用いて算出した画素値（例えば、平均値）を、処理対象画像に適用してもよい。

[0166] さらに、画像合成部２４は、画像の合成において、所定の画像処理を実行してもよい。所定の画像処理の一例は、画像が合成される領域の境界及びその近辺における画素の補正（ぼかし及び／又は平滑化等）である。

[0167] なお、対象領域選択部２３ではなく、画像合成部２４が、合成前に、対象領域に所定の処理を適用してもよい。

[0168] 例えば、画像合成部２４は、所定の処理として、処理対象画像を拡大又は縮小してもよい。

[0169] あるいは、画像合成部２４は、所定の処理として、左右反転及び上下反転を対象領域に適用してもよい。画像合成部２４は、反転の適用を、ランダムに実行してもよい。例えば、画像合成部２４は、０～１の間の乱数値を生成し、生成された値が０．５未満の場合に反転を適用せず、０．５以上の場合に反転を適用してもよい。

[0170] また、画像合成部２４は、対象領域内の前景（検出対象物体）と背景とを切り分け、前景を処理対象画像に合成してもよい。

[0171] なお、前景を合成する手法は、処理対象画像に合成する対象領域のサイズ又は位置が、対象領域が含まれていたベース画像におけるサイズ又は位置と異なる場合に、特に有効である。

[0172] 画像合成部２４が用いる前景と背景との切り分けの手法は、任意である。例えば、画像合成部２４は、次のような手法を用いてもよい。

[0173] まず、画像合成部２４は、対象領域の画像の画素値と、処理対象画像にお

ける対象領域を合成する位置の画像（つまり、合成後の背景となる画像）とにおける画素値を比較する。なお、対象領域に画像処理を適用する場合、画像合成部２４は、対象領域の画像の画素値として、画像処理を適用後の対象領域の画像の画素値を用いる。

[0174] そして、画像合成部２４は、画素値の差が所定の閾値以下である画素を背景とし、画素値の差が所定の閾値を超える画素を前景とする。

[0175] なお、上記の比較に用いられる所定の閾値は、任意である。例えば、画像合成部２４は、情報処理装置１のオペレータから、閾値を指定されてよい。

[0176] さらに、比較に用いる閾値は、対象領域内の位置（例えば、対象領域の外形が多角形の場合、角部（辺の端部）の近傍部分、辺（辺の中央部）の近傍部分、及び、中央部分）において、異なっていてもよい。

[0177] 画像合成部２４は、対象領域と比較する画像として、処理対象画像とは異なる画像を用いてもよい。例えば、画像合成部２４は、オペレータから指定された画像を、前景と背景とを切り分けるための比較画像として、用いてもよい。

[0178] 画像合成部２４は、画素値の比較において、複数の画素における画素値の比較を用いてもよい。例えば、画像合成部２４は、比較用の画素値として、比較対象の画素の値と、その画素を取り囲む８つの画素の値との平均値を用いてもよい。

[0179] 図１３は、第１の実施形態にかかるデータセット生成部２０が生成する画像を説明するための図である。なお、図１３は、理解の補助として、対象領域を矩形で囲っている。ただし、これは、説明の便宜のためである。データセット生成部２０が生成する画像は、対象領域を囲う矩形を含まなくてもよい。

[0180] 図１３の左側の画像は、ベース画像（処理対象画像の初期状態）の一例である。図１３の右側の画像は、画像合成部２４が合成した画像（対象領域を合成後の処理対象画像）の一例である。

[0181] なお、画像合成部２４は、対象領域を合成後の処理対象画像において、処

理対象画像の全体としての整合性を確保しなくてもよい。

[0182] 例えば、図１３の右側の画像において、追加した対象領域における検出対象物体である車は、向き及びサイズが、必ずしも整合していない。さらに、追加された対象領域における車の少なくとも一部は、処理対象画像（図１３のベース画像）の道路に対して、不自然な向きとなっている。

[0183] ただし、これらの不整合は、学習処理部３０における機械学習の結果に対して、あまり影響を与えない。これは、学習処理部３０が、データセットに含まれている検出対象物体に関する情報（例えば、ＢＢ及びクラス）を用いて、機械学習を実行するためである。

[0184] 次に、第１の実施形態における学習処理部３０の構成について、図面を用いて説明する。

[0185] 図３は、第１の実施形態にかかる学習処理部３０の構成の一例を示すブロック図である。

[0186] 学習処理部３０は、学習処理制御部３１と、特徴量計算部３２と、学習実行部３３とを含む。

[0187] 学習処理制御部３１は、学習制御部１０からの指示に基づき、学習処理部３０に含まれる各構成を制御して、データセットを用いた機械学習を実行する。より詳細には、学習処理制御部３１は、特徴量計算部３２におけるデータセットに含まれる各画像に関する特徴量の計算と、学習実行部３３における特徴量とデータセットとを用いた機械学習の実行とを制御する。

[0188] 特徴量計算部３２は、データセットに含まれる各画像に関する特徴量を計算する。そして、特徴量計算部３２は、計算した特徴量を、特徴量記憶部５０に保存する。

[0189] なお、データセット生成部２０が生成するデータセットは、処理対象画像に含まれる検出対象物体に関する情報を含んでいる。そのため、画像に対する前処理を実行しなくても、特徴量計算部３２は、検出対象物体に関する情報を用いて、データセットに含まれる各画像における特徴量を精度よく計算できる。つまり、特徴量計算部３２は、画像の前処理を必要としない。

[0190] なお、特徴量計算部３２が計算する特徴量は、学習実行部３３が実行する機械学習に対応して決定される。さらに、特徴量計算部３２が用いる特徴量の計算の手法は、特徴量に対応して選択されればよい。例えば、学習実行部３３が図１７に示されているような構成のＮＮを用いる場合、特徴量計算部３２は、そのＮＮにおける特徴量抽出層を用いて、データセットに含まれる各画像に関する特徴量を計算してもよい。

[0191] なお、図１７に示されているようなＮＮの特徴量抽出層を用いる場合、特徴量計算部３２は、特徴量抽出層に画像を入力する前に、画像の前処理を実行しなくてもよい。

[0192] 学習実行部３３は、データセットを用いて、所定の機械学習（例えば、物体検出タスクにおける深層学習）を実行する。

[0193] ただし、学習実行部３３は、特徴量計算部３２が算出した特徴量を用いて、所定の機械学習を実行する。

[0194] 一般的な物体検出タスクは、機械学習の前において画像の前処理を実行する。例えば、図１７及び図１８に示されている機械学習は、データセットから画像を読み込み、読み込んだ画像に対して前処理を適用する。そして、特徴量抽出層が、前処理を適用した画像を用いて、特徴量を計算する。そして、クラス分類層及び回帰層は、計算された特徴量を用いて、クラスの分類処理及び回帰処理を実行する。

[0195] これに対し、学習実行部３３は、特徴量計算部３２が算出した特徴量（例えば、特徴量記憶部５０に保存されている特徴量）を用いて機械学習を実行する。つまり、学習実行部３３は、機械学習の実行に際して、画像から特徴量を計算しなくても、機械学習を実行できる。そのため、学習実行部３３は、機械学習において、画像の前処理を必要としない。

[0196] なお、学習実行部３３は、すでに説明した通り、全ての層でなく、一部の層の学習（例えば、重みの更新）を実行してもよい。例えば、学習実行部３３が図１７に示されているＮＮと同様の構成を用いる場合、学習実行部３３は、クラス分類層及び回帰層の重みの更新し、特徴量抽出層の重みを更新し

なくてもよい。

[0197] ［動作の説明］

次に、第１の実施形態にかかる情報処理装置１における動作の一例を、図面を用いて説明する。

[0198] （Ａ）機械学習の動作

図４は、第１の実施形態にかかる情報処理装置１における機械学習の動作の一例を示すフロー図である。

[0199] 情報処理装置１は、所定の条件が充足されたことを契機に動作を開始する。情報処理装置１は、例えば、情報処理装置１のオペレータからの指示を契機に、機械学習を開始する。この場合、機械学習の開始において、情報処理装置１は、オペレータから機械学習に必要なパラメタを受信してもよい。なお、情報処理装置１は、機械学習に必要なパラメタに加え、他のパラメタ及び情報を受信してもよい。例えば、情報処理装置１は、オペレータから、ベースデータセットを受け取ってもよく、データセットの生成に関連するパラメタを受け取ってもよい。

[0200] 学習制御部１０は、データセット生成部２０に、データセットの生成を指示する。データセット生成部２０は、データセットを生成する（ステップＳ１００）。なお、データセット生成部２０は、データセットを生成するためのパラメタを受信してもよい。

[0201] 学習制御部１０は、学習処理部３０に、データセット生成部２０が生成したデータセットの各画像について特徴量の計算を指示する。学習処理部３０は、データセットの各画像について特徴量を計算する（ステップＳ１０１）。そして、学習処理部３０は、算出した特徴量を特徴量記憶部５０に保存する。なお、学習処理部３０は、特徴量の算出に用いるパラメタを受信してもよい。

[0202] 学習制御部１０は、さらに、学習処理部３０に、データセットと特徴量とを用いた機械学習を指示する。学習処理部３０は、データセット生成部２０が生成したデータセットと、学習処理部３０が計算した特徴量とを用いて、

機械学習を実行する（ステップＳ１０２）。なお、学習処理部３０は、機械学習に用いるパラメタを受信してもよい。

[0203] 情報処理装置１は、学習処理部３０での機械学習が終了すると、動作を終了する。

[0204] なお、学習処理部３０は、学習の結果である学習済みモデルを、所定の装置に送信してもよく、データセット記憶部４０に保存してもよい。

[0205] あるいは、学習処理部３０は、機械学習の結果を評価してもよい。

[0206] （Ｂ）データセットの生成の動作

次に、図面を用いて、図４のステップＳ１００において、データセット生成部２０がデータセットを生成する動作について説明する。

[0207] 図５は、第１の実施形態にかかる情報処理装置１におけるデータセット生成部２０の動作の一例を示すフロー図である。なお、以下の説明では、一例として、データセット生成部２０は、データセットの生成のためのパラメタを受信しているとする。ただし、第１の実施形態は、これに限定されるものではない。

[0208] データセット生成制御部２１は、対象領域を合成後の処理対象画像を保存するデータセットを生成する（ステップＳ１１０）。例えば、データセット生成制御部２１は、処理対象画像を保存するファイル、フォルダ、又はデータベースを生成する。

[0209] なお、データセット生成制御部２１は、処理対象画像に対象領域を合成後に、データセットを生成するように制御してもよい。例えば、データセット生成制御部２１は、生成した処理対象画像を個別のファイルとして保存しておき、すべての処理対象画像の生成後に処理対象画像をまとめてデータセットを生成してもよい。

[0210] なお、データセット生成制御部２１は、必要に応じて、データセットを初期化してもよい。あるいは、データセット生成制御部２１は、生成したデータセットをデータセット記憶部４０に保存してもよい。

[0211] なお、生成されるデータセットは、図４のステップＳ１０１で実行される

特徴量の計算及びステップＳ１０２で実行される機械学習に用いられる。そのため、データセット生成制御部２１は、用いられる特徴量及び実行される機械学習に対応したデータセットを生成すればよい。

[0212] 例えば、機械学習が物体のクラスの識別子とクラスの名称との対応関係とを用いる場合、データセット生成制御部２１は、ベースデータセットに含まれるクラスの識別子とクラスの名称との対応関係を引き継いだデータセットを生成する。この場合、データセット生成制御部２１は、ベースデータセットに含まれる他の情報（例えば、メタ情報）の少なくとも一部を引き継がないデータセットを生成してもよい。

[0213] あるいは、データセット生成制御部２１は、学習処理部３０で用いる特徴量の計算、又は、機械学習の実行が容易な形式の画像を含むデータセットを生成してもよい。

[0214] データセット生成制御部２１は、所定の条件（例えば、パラメタで指定された条件（以下、「条件１」と呼ぶ））を満たすまで、ループＡ（ステップＳ１１２からＳ１１６）を繰り返すように、各構成を制御する（ステップＳ１１１）。例えば、データセット生成制御部２１は、条件１として、「生成された処理対象画像の数がパラメタで指定された数に達する」との条件を用いてもよい。この場合、データセット生成制御部２１は、パラメタで指定された数の処理対象画像を生成するまでループＡを繰り返すように、各構成を制御する。

[0215] ベース画像選択部２２は、以下の動作の対象となるベース画像を選択し、選択したベース画像の複製（処理対象画像）を生成する（ステップＳ１１２）。

[0216] そして、データセット生成制御部２１は、所定の条件（例えば、パラメタで指摘された条件（以下、「条件２」と呼ぶ））を満たすまで、ループＢ（ステップＳ１１４からＳ１１５）を繰り返すように、各構成を制御する（ステップＳ１１３）。例えば、データセット生成制御部２１は、条件２として、「合成された対象領域の数が、パラメタで指定された数に達する」との条

件を用いてもよい。この場合、データセット生成制御部２１は、パラメタで指定された数の対象領域を処理対象画像に合成するまでループＢを繰り返すように、各構成を制御する。

[0217] ただし、データセット生成制御部２１は、ステップＳ１１４からＳ１１５までの動作を実行できなくなった場合には、条件２を満たさなくても、ループＢを終了してよい。

[0218] 例えば、処理対象画像の背景範囲が狭く、パラメタで指定された数の対象領域を合成できない場合、データセット生成制御部２１は、合成可能な範囲で対象領域を合成して、ループＢを終了してもよい。

[0219] 対象領域選択部２３は、ベースデータセットに含まれる画像の中で対象となっているベース画像以外の画像から、処理対象画像に合成する対象領域を選択する（ステップＳ１１４）。なお、サブセットの範囲で対象領域を選択する場合、対象領域選択部２３は、サブセットに含まれる画像から対象領域を選択する。

[0220] 対象領域選択部２３は、対象領域の形状などを変更してもよい。例えば、対象領域選択部２３は、形状などの変更として、対象領域の幅、高さ、サイズ、アスペクト比、回転の角度、傾斜の角度、及び、これの少なくとも一部の項目の組合せを変更してもよい。

[0221] 画像合成部２４は、処理対象画像に、ステップＳ１１４において選択された対象領域の画像を合成する（ステップＳ１１５）。画像合成部２４は、さらに、対象領域における検出対象物体に関連する情報（例えば、クラス及びＢＢ）を、処理対象画像における検出対象物体に関連する情報に追加する。

[0222] なお、合成において、画像合成部２４は、対象領域に対して、所定の処理を実行してもよい。例えば、画像合成部２４は、対象領域の画像の前景と背景との切り分け、前景を対象処理画像に合成してもよい。

[0223] 条件２が満たされてループＢが終了する（例えば、所定数の対象領域が合成される）と、データセット生成制御部２１は、処理対象画像、及び、処理対象画像に含まれる検出対象物体に関連する情報を、データセットに追加す

る（ステップＳ１１６）。

[0224] 条件１が満たされてループＡが終了する（例えば、所定数の処理対象画像をデータセットに追加する）と、データセット生成部２０は、データセットを出力して、動作を終了する。

[0225] 上記の動作に基づいて、データセット生成部２０は、学習処理部３０が機械学習に用いるデータセットを生成する。

[0226] ［効果の説明］

次に、第１の実施形態の効果について説明する。

[0227] 第１の実施形態にかかる情報処理装置１は、機械学習における処理の負荷を低減するとの効果を奏することができる。

[0228] その理由は、次のとおりである。

[0229] 情報処理装置１は、データセット生成部２０と、学習処理部３０とを含む。データセット生成部２０は、データセット生成制御部２１と、ベース画像選択部２２と、対象領域選択部２３と、画像合成部２４とを含む。学習処理部３０は、学習処理制御部３１と、特徴量計算部３２と、学習実行部３３とを含む。ベース画像選択部２２は、機械学習の対象となる物体を含む対象領域と、機械学習の対象となる物体を含まない背景領域とを含む画像の集合であるベースデータセットから、ベース画像を選択し、選択したベース画像の複製である処理対象画像を生成する。対象領域選択部２３は、ベースデータセットに含まれる他の画像に含まれる対象領域を選択する。画像合成部２４は、選択した対象領域の画像と対象領域の画像に含まれる機械学習の対象となる物体に関する情報とを処理対象画像に合成する。データセット生成制御部２１は、ベース画像選択部２２と、対象領域選択部２３と、画像合成部２４とを制御して、所定数の対象領域を合成した処理対象画像の集合であるデータセットを生成する。特徴量計算部３２は、データセットに含まれる画像の特徴量を計算する。学習実行部３３は、特徴量とデータセットとを用いた機械学習である第１の機械学習を用いて、学習済みモデルを生成する。学習処理制御部３１は、特徴量計算部３２と学習実行部３３とを制御して生成し

た学習済みモデルを出力する。

[0230] 上記のように構成された第１の実施形態のデータセット生成部２０は、ベースデータセットを基に、機械学習に用いられるデータセットを生成する。データセット生成部２０は、ベースデータセット中から画像（ベース画像）を選択し、選択したベース画像の背景部分（対象領域ではない領域）に、ベースデータセットに含まれる他の画像における対象領域の画像を合成した処理対象画像を生成する。

[0231] さらに、データセット生成部２０は、処理対象画像の検出対象物体に関する情報に、合成した対象領域に含まれる検出対象物体に関する情報を追加する。

[0232] そして、データセット生成部２０は、機械学習の対象として、生成した処理対象画像を含むデータセットを生成する。

[0233] データセット生成部２０は、複製元のベース画像に比べ、背景領域が少なく、対象領域を多く含む処理対象画像を生成し、生成した処理対象画像を含むデータセットを生成する。つまり、データセット生成部２０が生成するデータセットは、ベースデータセットに比べ、機械学習における計算リソースの利用効率の低下の原因となる背景部分が少ない画像を含む。

[0234] さらに、データセット生成部２０は、データセットに含まれる処理対象画像における検出対象物体に関する情報に、合成した対象領域に含まれる検出対象物体に関する情報を追加する。

[0235] そのため、学習処理部３０は、データセットの画像の特徴量の算出において、データセットに含まれる処理対象画像の検出対象物体に関する情報を用いることができる。

[0236] 一般的な機械学習は、機械学習（特に、クラス分類層及び回帰層）の精度向上の効果を得るために、学習時のイテレーションごとに前処理で実行している。

[0237] これに対し、情報処理装置１のデータセット生成部２０は、一般的な機械学習における前処理において得られる効果（機械学習の精度向上）に相当す

る効果が得られるように、データセットを生成する。

[0238] そのため、学習処理部３０は、データセットに含まれる処理対象画像に前処理を実行しなくても、精度のよい機械学習を実行できる。その結果、情報処理装置１は、前処理などの処理の負荷を低減できる。

[0239] さらに、データセット生成部２０が生成するデータセットは、予め、拡大、縮小、アスペクト比変更、回転、傾斜、並びに、左右及び／又は上下反転などの処理が施された検出対象の物体の画像を含む。そして、学習処理部３０は、このようなデータセットを用いて機械学習を実行する。そのため、データセットの前処理を省略した場合でも、情報処理装置１は、学習処理部３０における学習の精度の低下を回避できる。

[0240] さらに、学習処理部３０は、前処理を用いないため、算出した特徴量を再利用できる。そのため、学習処理部３０は、一度特徴量を算出すれば、機械学習の実行における各イテレーションにおける特徴量の算出の処理を実行しなくてもよい。このように、情報処理装置１は、機械学習における処理の負荷を低減するとの効果を得ることができる。

[0241] なお、処理対象画像は、複製元であるベース画像より、機械学習に用いられる対象領域を多く含む。そのため、学習処理部３０は、データセットを用いると、ベースデータセットを用いる場合に比べ、より少ない数の画像を用いても、同様の数の対象領域を学習することができる。つまり、データセットが含む画像の数は、ベースデータセットに含まれる画像の数より少なくてもよい。その結果、第１の実施形態にかかる情報処理装置１は、機械学習における処理時間をさらに短縮することができる。

[0242] なお、処理対象画像と、処理対象画像に合成する対象領域とにおいて、背景のずれが大きい場合、画像合成部２４における前景と背景との切り分けの精度が、悪くなる。この場合、画像合成部２４は、処理対象画像に合成する前景として、検出対象物体を適切に含まない前景を切り出す可能性が高くなる。その結果、学習処理部３０における機械学習の精度が、低くなってしまう可能性が高くなる。

[0243] そのため、画像合成部２４が前景と背景とを切り分ける場合、データセット生成部２０が用いるベースデータセットは、背景が似た画像を多く含むデータセット（例えば、固定されたカメラで撮影された画像のデータセット）であることが望ましい。

[0244] そこで、ベースデータセットが異なる背景の画像を含む場合、データセット生成部２０は、背景を基に画像をサブセット（背景が類似している画像群）に分割し、サブセット内の画像を用いて、処理対象画像を生成すればよい。

[0245] この場合、合成するために選択される対象領域は、処理対象画像における合成位置において、境界及び周辺での画素との差異が少ないと想定される。そのため、生成される処理対象画像は、画像合成部２４における前景と背景との切り分けの精度の低下を低減する画像となる。このような画像を用いて処理対象画像を生成する場合、データセット生成部２０は、より適切に前景を合成したデータセットを生成できる。

[0246] なお、対象領域選択部２３は、機械学習に適するように、対象領域の形状（例えば、幅、高さ、サイズ、又は、アスペクト比）、角度、及び／又は、傾斜を変更してもよい。あるいは、画像合成部２４は、機械学習に適するように、対象領域に所定の処理（例えば、拡大、縮小、左右の反転、及び／又は、上下の反転）を適用してもよい。

[0247] データセット生成部２０は、これらの処理を用いて、学習処理部３０における機械学習の精度を向上できる。

[0248] ［バリエーション］

上記の説明では、データセット生成部２０が用いるベースデータセットは、一つである。しかし、第１の実施形態は、これに限定されない。データセット生成部２０は、複数のベースデータセットを用いて、機械学習の対象となるデータセットを生成してもよい。

[0249] また、上記の説明では、データセット生成部２０は、パラメタとして、生成するデータセットに含まれる画像の数を受信する。しかし、第１の実施形

態は、これに限定されない。

[0250] データセット生成部２０は、生成する画像の数を動的に決定してもよい。

[0251] 例えば、データセット生成部２０は、機械学習に用いられるデータセットとして、ベースデータセットに含まれる画像の数に対する所定の比率の画像を、生成してもよい。

[0252] あるいは、例えば、データセット生成部２０は、「データセットの生成の動作（具体的には、図５に示したループＡ）」において、以下のいずれかの条件、又は、条件の組合せが成立したときに、処理対象画像の生成を終了してもよい。

（１） 生成中のデータセット全体において、処理対象画像に合成した対象領域の総数、又は、処理対象画像に元から含まれている対象領域を含めた対象領域の総数が所定の値を超えた場合。

（２） 生成中のデータセット全体において、処理対象画像に合成した対象領域の面積の合計、又は、処理対象画像に元から含まれている対象領域の面積を含めた対象領域の面積の合計が所定の値を超えた場合。

（３） 生成中のデータセット全体において、対象領域と背景領域との面積の比が所定の値を超えた場合。

[0253] データセット生成部２０は、上記の条件における判定のための値を、パラメタとして受信してもよく、予め保持してもよい。例えば、データセット生成部２０は、動作に先立ち、判定のための値を、オペレータから受信してもよい。あるいは、データセット生成部２０は、受信したいずれかのパラメタを用いて上記の値を計算してもよい。

[0254] なお、データセット生成部２０は、上記のデータセットに含まれる画像の数以外のパラメタについても、動的に、決定又は変更してもよい。

[0255] なお、ここまでの説明として、第１の実施形態の情報処理装置１が、一般的なタスクのより負荷が高い物体検出タスクのようなタスクに用いられるデータセットを生成する場合を説明した。しかし、情報処理装置１の利用は、物体検出タスクに限定されるものではない。情報処理装置１は、物体検出タ

スクとは異なるタスクに用いられてもよい。

[0256] また、ここまでの説明では、情報処理装置１が、特徴量計算部３２において、データセットの画像に対して計算した特徴量を再利用する例を示した。

[0257] しかし、情報処理装置１における再利用は、画像の特徴量に限定されるものではない。例えば、情報処理装置１が再利用する特徴量は、画像の特徴量のような一般的な意味での特徴量とは異なる値でもよい。

[0258] 例えば、図１７に示す構成では、特徴量は、特徴量抽出層の出力であり、クラス分類層及び回帰層の入力である。しかし、特徴量抽出層は、具体的な実装においては、複数の層を含む。このように、機械学習は、一般的に階層的な構造を用いる。そこで、情報処理装置１は、最終的に出力される特徴量ではなく、特徴量の算出に用いられる構成における途中の層において算出された特徴量を再利用してもよい。あるいは、情報処理装置１は、特徴量を算出する構成に限らず、クラス分類の処理を実行する構成、及び／又は、回帰処理を実行する構成における途中の層の出力を再利用してもよい。このように、情報処理装置１は、再利用する特徴量として、機械学習として用いられる構成の所定の層の出力を用いてもよい。

[0259] つまり、情報処理装置１は、特徴量に限らず、機械学習におけるいずれかの層における処理結果を再利用してもよい。

[0260] なお、これまでの説明では、深層学習のＮＮに関連する特徴量の再利用を用いて説明した。しかし、情報処理装置１における機械学習は、深層学習のＮＮに限定されない。例えば、情報処理装置１は、機械学習として、サポートベクタマシン（Ｓｕｐｐｏｒｔ　Ｖｅｃｔｏｒ　Ｍａｃｈｉｎｅ（ＳＶＭ））を用いてもよい。

[0261] ［ハードウェア構成］

上記の説明では、学習制御部１０、データセット生成部２０、学習処理部３０、データセット記憶部４０、及び、特徴量記憶部５０が、同じ装置（情報処理装置１）に含まれる例を用いて説明した。しかし、第１の実施形態は、これに限定されない。

[0262] 例えば、情報処理装置１は、各構成に相当する機能を備えた装置を、所定のネットワークを介して接続して、構成されてもよい。あるいは、情報処理装置１は、クラウドコンピューティングのような、ハードウェア資源を限定しないサービスを用いて実現されてもよい。

[0263] あるいは、情報処理装置１の各構成部は、ハードウェア回路で構成されてもよい。

[0264] あるいは、情報処理装置１において、複数の構成部が、１つのハードウェアで構成されてもよい。

[0265] あるいは、情報処理装置１は、各機能を実現するソフトウェアを実行するハードウェアとして構成されてもよい。

[0266] あるいは、情報処理装置１は、ＣＰＵと、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）と、ＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）とを含むコンピュータ装置として実現されてもよい。情報処理装置１は、上記構成に加え、さらに、入出力接続回路（ＩＯＣ：Ｉｎｐｕｔ　ａｎｄ　Ｏｕｔｐｕｔ　Ｃｉｒｃｕｉｔ）を含むコンピュータ装置として実現されてもよい。情報処理装置１は、上記構成に加え、さらに、ネットワークインターフェース回路（ＮＩＣ：Ｎｅｔｗｏｒｋ　Ｉｎｔｅｒｆａｃｅ　Ｃｉｒｃｕｉｔ）を含むコンピュータ装置として実現されてもよい。さらに、情報処理装置１は、上記の構成に加え、機械学習の一部又はすべての計算を行う演算回路を含むコンピュータ装置として実現されてもよい。

[0267] 図１４は、情報処理装置１のハードウェア構成の一例である情報処理装置６００の構成を示すブロック図である。

[0268] 情報処理装置６００は、ＣＰＵ６１０と、ＲＯＭ６２０と、ＲＡＭ６３０と、内部記憶装置６４０と、ＩＯＣ６５０と、ＮＩＣ６８０と、演算ユニット６１１とを含み、コンピュータ装置を構成している。

[0269] ＣＰＵ６１０は、ＲＯＭ６２０及び／又は内部記憶装置６４０からプログラムを読み込む。そして、ＣＰＵ６１０は、読み込んだプログラムに基づいて、ＲＡＭ６３０と、内部記憶装置６４０と、ＩＯＣ６５０と、ＮＩＣ６８

０と、演算ユニット６１１とを制御する。そして、ＣＰＵ６１０を含むコンピュータ装置は、これらの構成を制御し、図１に示されている、学習制御部１０と、データセット生成部２０と、学習処理部３０としての各機能を実現する。さらに、ＣＰＵ６１０を含むコンピュータ装置は、これらの構成を制御し、図２に示されている、データセット生成制御部２１と、ベース画像選択部２２と、対象領域選択部２３と、画像合成部２４としての各機能を実現する。さらに、ＣＰＵ６１０を含むコンピュータ装置は、これらの構成を制御し、図３に示されている、学習処理制御部３１と、特徴量計算部３２と、学習実行部３３としての各機能を実現する。

[0270] ＣＰＵ６１０は、各機能を実現する際に、ＲＡＭ６３０又は内部記憶装置６４０を、プログラムの一時記憶用の媒体として使用してもよい。

[0271] また、ＣＰＵ６１０は、コンピュータで読み取り可能にプログラムを記憶した記録媒体６９０が含むプログラムを、図示しない記録媒体読み取り装置を用いて読み込んでもよい。あるいは、ＣＰＵ６１０は、ＮＩＣ６８０を介して、図示しない外部の装置からプログラムを受け取り、ＲＡＭ６３０又は内部記憶装置６４０に保存して、保存したプログラムを基に動作してもよい。

[0272] 演算ユニット６１１は、ＣＰＵ６１０が実行するプログラムに制御されて、機械学習の一部又は全部における計算を実行する演算回路である。

[0273] 演算ユニット６１１の構成は、任意である。例えば、演算ユニット６１１は、回路、又は、次のような素子でもよい。

ＧＰＵ（Ｇｒａｐｈｉｃｓ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）；

ＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ－Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｇａｔｅ Ａｒｒａｙ）；又は

ＡＳＩＣ（Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎ Ｓｐｅｃｉｆｉｃ Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ Ｃｉｒｃｕｉｔｔ）。

[0274] なお、ＣＰＵ６１０は、必要に応じて、演算ユニット６１１の実行の前に、演算ユニット６１１に、演算ユニットに６１１の実行に必要な情報（例え

ば、データ、プログラム、及び、回路情報）を送信する。なお、これらの情報は、予め、ＲＯＭ６２０、又は、内部記憶装置６４０に保存されていてもよい。あるいは、ＣＰＵ６１０が、必要に応じて、図示しない外部の装置から取得してもよい。

[0275] ＲＯＭ６２０は、ＣＰＵ６１０が実行するプログラム及び固定的なデータを記憶する。ＲＯＭ６２０は、例えば、Ｐ－ＲＯＭ（Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ－ＲＯＭ）又はフラッシュＲＯＭである。

[0276] ＲＡＭ６３０は、ＣＰＵ６１０が実行するプログラム及びデータを一時的に記憶する。ＲＡＭ６３０は、例えば、Ｄ－ＲＡＭ（Ｄｙｎａｍｉｃ－ＲＡＭ）である。

[0277] 内部記憶装置６４０は、情報処理装置６００が長期的に保存するデータ及びプログラムを記憶する。内部記憶装置６４０は、データセット記憶部４０及び特徴量記憶部５０として動作する。また、内部記憶装置６４０は、ＣＰＵ６１０の一時記憶装置として動作してもよい。内部記憶装置６４０は、例えば、ハードディスク装置、光磁気ディスク装置、ＳＳＤ（Ｓｏｌｉｄ Ｓｔａｔｅ Ｄｒｉｖｅ）又はディスクアレイ装置である。

[0278] ＲＯＭ６２０と内部記憶装置６４０とは、不揮発性（ｎｏｎ－ｔｒａｎｓｉｔｏｒｙ）の記録媒体である。一方、ＲＡＭ６３０は、揮発性（ｔｒａｎｓｉｔｏｒｙ）の記録媒体である。そして、ＣＰＵ６１０は、ＲＯＭ６２０、内部記憶装置６４０、又は、ＲＡＭ６３０に記憶されているプログラムを基に動作可能である。つまり、ＣＰＵ６１０は、不揮発性記録媒体又は揮発性記録媒体を用いて動作可能である。

[0279] ＩＯＣ６５０は、ＣＰＵ６１０と、入力機器６６０及び表示機器６７０とのデータを仲介する。ＩＯＣ６５０は、例えば、ＩＯインターフェースカード又はＵＳＢ（Ｕｎｉｖｅｒｓａｌ Ｓｅｒｉａｌ Ｂｕｓ）カードである。さらに、ＩＯＣ６５０は、ＵＳＢのような有線に限らず、無線を用いてもよい。

[0280] 入力機器６６０は、情報処理装置６００のオペレータからの指示を受け取

る機器である。例えば、入力機器６６０は、パラメタを受け取り、情報処理装置６００に送信する。入力機器６６０は、例えば、キーボード、マウス又はタッチパネルである。

[0281] 表示機器６７０は、情報処理装置６００のオペレータに情報を表示する機器である。表示機器６７０は、例えば、液晶ディスプレイ、有機エレクトロルミネッセンス・ディスプレイ、又は、電子ペーパーである。

[0282] ＮＩＣ６８０は、ネットワークを介した図示しない外部の装置とのデータのやり取りを中継する。ＮＩＣ６８０は、例えば、ＬＡＮ（Ｌｏｃａｌ Ａｒｅａ Ｎｅｔｗｏｒｋ）カードである。さらに、ＮＩＣ６８０は、有線に限らず、無線を用いてもよい。

[0283] このように構成された情報処理装置６００は、情報処理装置１と同様の効果を得ることができる。

[0284] その理由は、情報処理装置６００のＣＰＵ６１０が、プログラムに基づいて情報処理装置１と同様の機能を実現できるためである。あるいは、情報処理装置６００のＣＰＵ６１０及び演算ユニット６１１が、プログラムに基づいて情報処理装置１と同様の機能を実現できるためである。

[0285] ＜第２の実施形態＞

第２の実施形態にかかる情報処理装置１Ｂは、ベースデータセットを用いた機械学習の結果に基づいて、データセットを生成する。

[0286] 第２の実施形態について図面を用いて説明する。なお、第２の実施形態の説明に用いる各図面において、第１の実施形態と同様の構成及び動作には同一の符号を付して、詳細な説明を省略する。

[0287] ［構成の説明］

第２の実施形態にかかる情報処理装置１Ｂの構成について、図面を用いて説明する。なお、情報処理装置１Ｂは、第１の実施形態と同様に、図１４に示したようなコンピュータ装置を用いて構成されてもよい。

[0288] 図６は、第２の実施形態にかかる情報処理装置１Ｂの構成の一例を示すブロック図である。

[0289] 図６に例示する情報処理装置１Ｂは、学習制御部１０Ｂと、データセット生成部２０Ｂと、学習処理部３０Ｂと、データセット記憶部４０と、特徴量記憶部５０とを含む。

[0290] データセット記憶部４０及び特徴量記憶部５０は、第１の実施形態と同様のため、詳細な説明を省略する。

[0291] 学習制御部１０Ｂは、第１の実施形態の学習制御部１０における制御に加え、次のような制御を実行する。

[0292] まず、学習制御部１０Ｂは、学習処理部３０Ｂに、ベースデータセットを用いた機械学習、及び、機械学習の結果についての評価を実行させる。そして、学習制御部１０Ｂは、データセット生成部２０Ｂに、学習処理部３０Ｂにおける評価に基づいたデータセットの生成を指示する。そして、学習制御部１０Ｂは、学習処理部３０Ｂに、生成されたデータセットを用いた機械学習を実行させる。

[0293] なお、学習制御部１０Ｂは、学習処理部３０Ｂにおけるベースデータセットに対する機械学習、及び、データセット生成部２０Ｂにおけるデータセットの生成を、ベースデータセットのサブセットごとに動作するように、制御してもよい。

[0294] 学習処理部３０Ｂは、第１の実施形態の学習処理部３０と同様に、機械学習を実行する。ただし、学習処理部３０Ｂは、データセットを用いた機械学習に加え、ベースデータセットを用いた機械学習を実行する。

[0295] なお、学習処理部３０Ｂは、ベースデータセットを用いた機械学習において、データセットを用いた機械学習とは異なる機械学習を実行してもよい。

[0296] 例えば、学習処理部３０Ｂは、ベースデータセットの含まれる画像に対して前処理を実行してから、機械学習を実行してもよい。あるいは、学習処理部３０Ｂは、ベースデータセットを用いた機械学習として、ベースデータセットに含まれる画像から算出した特徴量の一部又はすべてを再利用しない機械学習を実行してよい。あるいは、学習処理部３０Ｂは、ベースデータセットを用いた機械学習として、データセットを用いる機械学習とは異なる機械

学習（例えば、異なる構造を備えたＮＮ）を用いてもよい。

[0297] このように、学習処理部３０Ｂは、ベースデータセットを用いた機械学習に、データセットを用いた機械学習とは異なる機械学習を用いてもよい。以下、機械学習を区別する場合、データセットを用いた機械学習を「第１の機械学習」と呼ぶ。そして、学習処理部３０Ｂが、ベースデータセットを用いた機械学習として、第１の機械学習とは異なる機械学習を実行する場合、第１の機械学習とは異なる機械学習を「第２の機械学習」と呼ぶ。

[0298] さらに、学習処理部３０Ｂは、ベースデータセットを用いた機械学習の結果を評価する。例えば、学習処理部３０Ｂは、ベースデータセットを用いた機械学習の結果の評価として、機械学習の対象となる物体の認識の精度を評価してもよい。

[0299] データセット生成部２０Ｂは、第１の実施形態のデータセット生成部２０と同様に、データセットを生成する。ただし、データセット生成部２０Ｂは、学習処理部３０Ｂにおけるベースデータセットを用いた機械学習の評価の結果を用いて、データセットを生成する。

[0300] 次に、第２の実施形態におけるデータセット生成部２０Ｂの構成について、図面を用いて説明する。

[0301] 図７は、第２の実施形態にかかるデータセット生成部２０Ｂの構成の一例を示すブロック図である。

[0302] データセット生成部２０Ｂは、データセット生成制御部２１Ｂと、ベース画像選択部２２Ｂと、対象領域選択部２３Ｂと、画像合成部２４とを含む。

[0303] データセット生成制御部２１Ｂは、第１の実施形態のデータセット生成制御部２１における制御に加え、学習処理部３０Ｂにおけるベースデータセットを用いた機械学習の結果の評価に基づくように、データセットの生成を制御する。

[0304] なお、データセット生成制御部２１Ｂは、ベースデータセットを用いた機械学習の結果の評価を参照して、データセットの生成にかかるパラメタを決定してもよい。

[0305] 例えば、データセット生成制御部２１Ｂは、以下のような動作を実行してもよい。

（１） データセット生成制御部２１Ｂは、ベースデータセットを用いた機械学習の評価において、機械学習の対象となる物体の認識精度が低いサブセットについて、生成する画像の数を変更する。例えば、データセット生成制御部２１Ｂは、認識精度が低いサブセットについて、生成するデータセットの含まれる画像の数を増やしてもよい。つまり、データセット生成制御部２１Ｂは、認識精度が低いサブセットの画像を優先的に使用して、機械学習の対象となるデータセットを生成してもよい。この場合、学習処理部３０Ｂは、認識精度が低いサブセットに含まれる画像を多く含むデータセットを学習する。その結果、認識精度が低いサブセットにおける認識精度は、向上する。

（２） データセット生成制御部２１Ｂは、ベースデータセットを用いた機械学習の評価において、認識精度が低いサブセット、又は、クラスなどについて、合成する対象領域の最大数を変更する。例えば、データセット生成制御部２１Ｂは、認識精度が低いサブセットについて、合成する対象領域の数を増やしてもよい。この場合も、認識精度が低いサブセットにおける認識精度は、向上する。

[0306] ベース画像選択部２２Ｂは、第１の実施形態のベース画像選択部２２における動作に加え、ベースデータセットを用いた機械学習の結果を用いて、ベース画像を選択する。例えば、ベース画像選択部２２Ｂは、以下のいずれかの選択又は選択の組合せを用いて、ベース画像を選択してもよい。

（１） ベースデータセットを用いた機械学習の評価において、認識精度が低い画像が含まれるサブセット内の画像を優先的に選択。

（２） ベースデータセットを用いた機械学習の評価において、認識精度が低いサブセット内の画像を優先的に選択。

（３） ベースデータセットを用いた機械学習の評価において、認識精度が低い検出対象物体のクラスと同じクラスの検出対象物体を含む対象領域を、

多く含む画像を優先的に選択。

（４） ベースデータセットを用いた機械学習の評価において、認識精度が低いサイズの対象領域を多く含む画像を優先的に選択。

[0307] 対象領域選択部２３Ｂは、第１の実施形態の対象領域選択部２３における動作に加え、ベースデータセットを用いた機械学習の結果を用いて、対象領域を選択する。例えば、対象領域選択部２３Ｂは、以下のいずれかの選択又は選択の組合せを用いて、対象領域を選択してもよい。

（１） ベースデータセットを用いた機械学習の評価において、認識精度が低い画像に含まれる対象領域を優先的に選択。

（２） ベースデータセットを用いた機械学習の評価において、認識精度が低いクラスに含まれる画像の対象領域を優先的に選択。

（３） ベースデータセットを用いた機械学習の評価において、認識精度が低いサイズの対象領域を優先的に選択。

（４） ベースデータセットを用いた機械学習の評価において、認識精度が低い対象領域を優先的に選択。

[0308] さらに、対象領域選択部２３Ｂは、対象領域の形状などを変更する場合、第１の実施形態の対象領域選択部２３における動作に加え、ベースデータセットを用いた機械学習の結果を用いて、対象領域の形状などの変更を決定してもよい。

[0309] 例えば、対象領域選択部２３Ｂは、以下のいずれかの選択又は選択の組合せを用いて、対象領域の形状の変更を決定してもよい。

（１） ベースデータセットを用いた機械学習の評価において認識精度が低い幅、高さ、及び/又は、サイズが多くなるように、対象領域の幅、高さ、及び／又は、サイズの変更を決定。

（２） ベースデータセットを用いた機械学習の評価において認識精度が低いアスペクト比が多くなるように、対象領域のアスペクト比の変更を決定。

（３） ベースデータセットを用いた機械学習の評価において認識精度が低い物体の向きが多くなるように、対象領域の向きの変更を決定。

（４） ベースデータセットを用いた機械学習の評価において認識精度が低い物体の角度、及び／又は、傾斜が多くなるように、対象領域の角度、及び／又は、傾斜の変更を決定。

[0310] なお、対象領域選択部２３Ｂは、上記の決定の判断基準を、動的に変更してもよい。例えば、対象領域選択部２３Ｂは、判断基準に用いる乱数値の上限値及び下限値を、別の乱数を用いて動的に調整してもよい。あるいは、対象領域選択部２３Ｂは、判断基準に用いる乱数値を生成する際の乱数値の分布を、別の乱数を用いて調整してもよい。

[0311] なお、ベース画像選択部２２Ｂ及び対象領域選択部２３Ｂは、「認識精度が低い」という判定条件の代わりに、「機械学習における損失（例えば、情報損失）が大きい」という条件を用いてもよい。

[0312] 画像合成部２４は、上記で説明したベースデータセットの評価結果に基づいて選択された処理対象画像と対象領域とを合成する。ただし、すでに説明したように、画像合成部２４は、ベースデータセットを用いた機械学習の結果の評価に基づいて選択された処理対象画像と、対象領域とを合成する。

[0313] その結果、データセット生成部２０Ｂは、学習処理部３０Ｂにおける機械学習の対象として適切な画像を含むデータセットを生成する。

[0314] なお、ベース画像選択部２２Ｂ及び対象領域選択部２３Ｂのいずれか１つが、ベースデータセットを用いた機械学習の評価の結果を用いてもよい。

[0315] ［動作の説明］

次に、図面を用いて、第２の実施形態にかかる情報処理装置１Ｂの動作を説明する。

[0316] 図８は、第２の実施形態にかかる情報処理装置１Ｂにおける機械学習の動作の一例を示すフロー図である。

[0317] 情報処理装置１Ｂは、所定の条件が充足されたことを契機に動作を開始する。情報処理装置１Ｂは、例えば、オペレータからの指示を契機として、機械学習を開始する。この場合、機械学習の開始において、情報処理装置１Ｂは、機械学習に係るパラメタとして、オペレータから、機械学習に必要なパ

ラメタに加え、他のパラメタを受信してもよい。例えば、情報処理装置１Ｂは、ベースデータセット及びデータセットの生成にかかるパラメタを、オペレータから受け取ってもよい。

[0318] 学習制御部１０Ｂは、学習処理部３０Ｂに、ベースデータセットを用いた機械学習を指示する。学習処理部３０Ｂは、ベースデータセットを用いて、機械学習を実行する（ステップＳ２００）。さらに、学習処理部３０Ｂは、ベースデータセットを用いた機械学習の結果を評価する。なお、学習処理部３０Ｂは、ベースデータセットの機械学習に用いるパラメタを受信してもよい。

[0319] 学習制御部１０Ｂは、データセット生成部２０Ｂに、ベースデータセットと、ステップＳ２００におけるベースデータセットを用いた機械学習の結果の評価とに基づいたデータセットの生成を指示する。データセット生成部２０Ｂは、ベースデータセットと、ベースデータセットを用いた機械学習の結果の評価とに基づいて、データセットを生成する（ステップＳ２０１）。なお、データセット生成部２０は、データセットを生成するためのパラメタを受信してもよい。

[0320] 学習制御部１０Ｂは、学習処理部３０Ｂに、生成されたデータセットの各画像について特徴量の計算を指示する。学習処理部３０Ｂは、生成されたデータセットの各画像について特徴量を計算する（ステップＳ２０２）。学習処理部３０Ｂは、算出した特徴量を特徴量記憶部５０に保存する。なお、学習処理部３０Ｂは、特徴量の計算に用いるパラメタを受信してもよい。

[0321] そして、学習制御部１０Ｂは、学習処理部３０Ｂに、データセットと特徴量とを用いた機械学習を指示する。学習処理部３０Ｂは、生成されたデータセットと、算出した特徴量とを用いて機械学習を実行する（ステップＳ２０３）。なお、学習処理部３０Ｂは、データセットの機械学習に用いるパラメタを受信してもよい。

[0322] 上記のように、データセット生成部２０Ｂは、ベースデータセットを用いた機械学習の結果の評価に基づいて、データセットを生成する。そして、学

習処理部３０Ｂは、生成されたデータセットを用いて機械学習を実行する。

[0323] ［効果の説明］

次に、第２の実施形態の効果について説明する。

[0324] 第２の実施形態は、第１の実施形態と同様の効果（機械学習における処理の負荷の低減など）に加え、次のような効果を実現することができる。

[0325] 第２の実施形態は、ベースデータセットを用いた機械学習の結果を用いてデータセットを生成する。そのため、第２の実施形態は、より適切なデータセットを生成するとの効果を奏する。

[0326] 例えば、第２の実施形態は、ベースデータセットの機械学習の評価において認識精度が低いサブセットの対象領域、認識精度の低いクラスの対象領域、又は、認識精度が低い画像の対象領域を優先的に使用して、機械学習の対象となるデータセットを生成する。

[0327] あるいは、第２の実施形態は、ベースデータセットの機械学習の評価において認識精度が低い形状（例えば、幅、高さ、サイズ、及び／又は、アスペクト比）、向き、及び／又は、傾斜の対象領域を多く含むデータセットを生成する。

[0328] 第２の実施形態は、このように、認識精度が低く、学習の対象とした方が望ましい対象領域を多く含むデータセットを生成する。そのため、第２の実施形態は、生成されたデータセットを用いた機械学習において、学習結果における認識精度を向上できる。

[0329] ［バリエーション］

なお、ここまでの第２の実施形態の説明では、データセット生成部２０Ｂは、一回、データセットを生成した。しかし、第２の実施形態は、これに限定されない。

[0330] 例えば、学習処理部３０Ｂは、データセットを用いた機械学習（第１の機械学習）の結果を評価してもよい。そして、学習制御部１０Ｂは、データセットを用いた機械学習の結果の評価を用いて、データセット生成部２０Ｂを、再度、データセットを生成するよう制御してもよい。この場合、データセ

ット生成部２０Ｂは、学習処理部３０Ｂにおけるデータセットを用いた機械学習の評価結果を用いて、データセットを再生成する。その結果、データセット生成部２０Ｂは、さらに機械学習に適切なデータセットを再生成できる。学習処理部３０Ｂは、再生成されたデータセットを用いて、機械学習を実行すればよい。情報処理装置１Ｂは、所定の条件を満足するまで、上記動作を繰り返してもよい。

[0331] ＜第３の実施形態＞

第３の実施形態にかかる情報処理装置１Ｃは、動的に、再利用する特徴量を変更する。例えば、再利用する特徴量がＮＮを構成する層の出力の場合、情報処理装置１Ｃは、動的に、再利用する特徴量を出力するＮＮの層を変更する。

[0332] 第３の実施形態について図面を用いて説明する。なお、第３の実施形態の説明に用いる各図面において、第１の実施形態と同様の構成及び動作には同一の符号を付して、詳細な説明を省略する。なお、情報処理装置１Ｃは、第２の実施形態と同様に、ベースデータセットを用いた機械学習を実行してもよい。

[0333] ［構成の説明］

第３の実施形態にかかる情報処理装置１Ｃの構成について、図面を用いて説明する。なお、情報処理装置１Ｃは、第１の実施形態と同様に、図１４に示したようなコンピュータ装置を用いて構成されてもよい。

[0334] 図９は、第３の実施形態にかかる情報処理装置１Ｃの構成の一例を示すブロック図である。

[0335] 図９に例示する情報処理装置１Ｃは、学習制御部１０と、データセット生成部２０と、学習処理部３０Ｃと、データセット記憶部４０と、特徴量記憶部５０とを含む。

[0336] 学習制御部１０、データセット生成部２０、データセット記憶部４０、及び、特徴量記憶部５０は、第１の実施形態と同様のため、詳細な説明を省略する。

[0337] 学習処理部３０Ｃは、データセットを用いて、２種類の機械学習を実行する。

[0338] まず、学習処理部３０Ｃは、１回目の機械学習において、特徴量を再利用しないで、データセットを用いた機械学習（以下、「第３の機械学習」と呼ぶ場合もある）を実行する。

[0339] そして、学習処理部３０Ｃは、１回目の機械学習（第３の機械学習）の実行状況を確認する。例えば、学習処理部３０Ｃは、１回目の機械学習に関連する計算処理の実行状況を確認する。以下、この確認動作を「プロファイリング（ｐｒｏｆｉｌｉｎｇ）」と呼び、その動作の実行を「プロファイルする（ｐｒｏｆｉｌｅ）」と呼ぶ。

[0340] そして、学習処理部３０Ｃは、１回目の機械学習（第３の機械学習）のプロファイリングの結果を用いて、２回目の機械学習において再利用する特徴量を決定する。そして、学習処理部３０Ｃは、決定した特徴量を再利用して、２回目のデータセットの機械学習（第１の機械学習）を実行する。つまり、学習処理部３０Ｃは、２回目の機械学習として、１回目の機械学習のプロファイリングの結果を用いて再利用する特徴量を選択する点を除いて、第１の実施形態と同様の機械学習（第１の機械学習）を実行する。

[0341] さらに、学習処理部３０Ｃは、３回目以降の機械学習において、前回の機械学習のプロファイリングの結果を用いて、再利用する特徴量を再決定する。そして、学習処理部３０Ｃは、再決定した特徴量を再利用して、データセットの機械学習（第１の機械学習）を実行する。このように、学習処理部３０Ｃは、前回の機械学習のプロファイリングの結果を用いて、再利用する特徴量を再決定しながら（つまり、再利用する特徴量を動的に変更しながら）、所定の終了条件を満足するまで、機械学習を繰り返し実行する。

[0342] なお、学習処理部３０Ｃは、１回目の機械学習において、すべての特徴量を計算するが再利用しない機械学習を実行してもよい。この場合、学習処理部３０Ｃは、２回目以降の機械学習で再利用するため、１回目の機械学習において計算した特徴量を特徴量記憶部５０に保存してもよい。

[0343] あるいは、学習処理部３０Ｃは、１回目の機械学習において、特徴量計算部３２Ｃにおける特徴量の計算を実行しなくてもよい。この場合、学習処理制御部３１Ｃは、１回目の機械学習として、特徴量計算部３２Ｃが算出する特徴量を利用しない機械学習を実行するように、学習実行部３３Ｃを制御する。

[0344] あるいは、学習処理部３０Ｃは、処理の負荷を低減するため、１回目の機械学習において用いる特徴量の範囲を限定して機械学習を実行してもよい。

[0345] なお、一部又はすべての特徴量を計算しない場合、２回目以降の機械学習において、再利用と決定された特徴量が、特徴量記憶部５０に保存されていない場合がある。

[0346] そのような場合、学習処理部３０Ｃは、再利用すると決定した特徴量の中で保存されていない特徴量（未計算の特徴量）については、特徴量を計算して、特徴量記憶部５０に保存してから、特徴量を再利用した機械学習（第１の機械学習）を実行すればよい。このように、学習処理部３０Ｃは、再利用すると決定した特徴量の中で未計算の特徴量について、計算して追加しながら、第１の機械学習を実行してもよい。

[0347] 次に、第３の実施形態における学習処理部３０Ｃの構成について、図面を用いて説明する。

[0348] 図１０は、第３の実施形態にかかる学習処理部３０Ｃの構成の一例を示すブロック図である。

[0349] 学習処理部３０Ｃは、学習処理制御部３１Ｃと、特徴量計算部３２Ｃと、学習実行部３３Ｃとを含む。

[0350] 学習処理制御部３１Ｃは、第１の実施形態の学習処理制御部３１における制御に加え、次のような制御を実行する。

[0351] 学習処理制御部３１Ｃは、１回目の機械学習では、すべての特徴量を再利用しないで、機械学習（第３の機械学習）を実行するように、特徴量計算部３２Ｃと、学習実行部３３Ｃとを制御する。

[0352] なお、１回目の機械学習において特徴量を計算しない場合、学習処理制御

部３１Ｃは、特徴量計算部３２Ｃを制御しなくてもよい。

[0353] そして、学習処理制御部３１Ｃは、特徴量計算部３２Ｃ及び学習実行部３３Ｃにおける計算処理の実行状況をプロファイルする。

[0354] そして、学習処理制御部３１Ｃは、２回目以降の機械学習では、プロファイリングの結果を用いて、再利用する特徴量を決定する。そして、学習処理制御部３１Ｃは、決定した特徴量を再利用した機械学習（第１の機械学習）を実行するよう、特徴量計算部３２Ｃ及び学習実行部３３Ｃを制御する。

[0355] なお、学習処理制御部３１Ｃにおけるプロファイリングに用いる情報の生成元は、任意である。例えば、学習処理制御部３１Ｃが、特徴量計算部３２Ｃ及び学習実行部３３Ｃが動作するときに出力する情報を収集して、実行状況をプロファイルしてもよい。あるいは、特徴量計算部３２Ｃ及び学習実行部３３Ｃが、学習処理制御部３１Ｃに、実行状況を通知してもよい。あるは、学習処理部３０Ｃの機能を構成するソフトウェア（例えば、仮想マシンの管理モジュール）又はハードウェア（例えば、負荷監視装置）が、プロファイリングに必要な情報を、学習処理制御部３１Ｃに通知してもよい。

[0356] 次に、学習処理制御部３１Ｃが収集する情報の一例を説明する。

[0357] 例えば、学習処理制御部３１Ｃは、プロファイリングに必要な情報として、次に示すＮＮの層に関連する情報、又は、少なくとも一部の情報の組み合わせを収集してもよい。ただし、本実施形態におけるプロファイリングに必要な情報は、下記に限定されない。

（１） 層ごとの計算時間。

（２） 層ごとのＧＦＬＯＰＳ（Ｇｉｇａ Ｆｌｏａｔｉｎｇ ｐｏｉｎｔ ｎｕｍｂｅｒ Ｏｐｅｒａｔｉｏｎｓ Ｐｅｒ Ｓｅｃｏｎｄ）値。

（３） 層ごとのハードウェアリソース割り当て率。

（４） 層ごとのハードウェアリソース使用効率。

（５） 層ごとのバスにおける通信量。

（６） 層ごとのメモリの使用量。

（７） 層ごとの特徴量のサイズ。

[0358] 学習処理制御部３１Ｃは、層ごとではなく、ＮＮ内のチャネルごとに、プロファイリングに用いる情報を収集してもよい。つまり、学習処理制御部３１Ｃは、ＮＮ内のチャネルをプロファイルしてもよい。

[0359] 学習処理制御部３１Ｃは、上記情報の一部を、事前に与えられた静的情報（例えば、設定上のリソース量）で補完してもよい。例えば、学習処理制御部３１Ｃは、予め、オペレータなどから補完用の静的情報を取得していてもよい。

[0360] 学習処理制御部３１Ｃは、プロファイリングの結果を用いて、処理の負荷を低減するように、再利用する特徴量を決定する。

[0361] 例えば、学習処理制御部３１Ｃは、収集したプロファイリングの結果を用いて、どの層の出力を、再利用する特徴量として用いるかを決定する。より詳細には、例えば、学習処理制御部３１Ｃは、各層について、その層の出力を再利用した場合における、学習処理の全体の処理の負荷（例えば、処理の時間）の低減量を計算する。そして、学習処理制御部３１Ｃは、全体の処理の負荷（例えば、全体の処理時間）が少なくなるように、再利用する層の出力を決定する。

[0362] なお、再利用の対象となる層の範囲は、予め、決定されていてもよい。例えば、学習処理制御部３１Ｃは、事前に指定された層群（例えばオペレータから与えられる）を対象として、再利用する特徴量（再利用する層の出力）を決定してもよい。

[0363] あるいは、学習処理制御部３１Ｃは、情報処理装置１Ｃを構成するハードウェアのリソース（例えば、メモリ容量、ディスク容量、及び／又は、バス帯域幅）に基づいて、再利用する特徴量を決定してもよい。例えば、学習処理制御部３１Ｃは、リソースの利用効率が高くなるように、再利用する特徴量を決定してもよい。なお、決定に用いるリソースは、予め、学習処理制御部３１Ｃに設定されていればよい。例えば、オペレータが、予め、学習処理制御部３１Ｃに、決定に使用するリソースを設定する。

[0364] このように、学習処理制御部３１Ｃは、プロファイリングの結果を用いて

、動的に、再利用する特徴量を決定する。

[0365] 特徴量計算部３２Ｃは、第１の実施形態の特徴量計算部３２と同様に、特徴量を計算する。ただし、特徴量計算部３２Ｃは、学習処理制御部３１Ｃにおいて再利用すると決定された特徴量の中で、特徴量記憶部５０に保存されていない特徴量を計算する。

[0366] なお、特徴量計算部３２Ｃが計算する特徴量は、画像の特徴量のような一般的な意味での特徴量に限られない。例えば、特徴量計算部３２Ｃは、深層学習における所定の層の出力を計算対象として用いてもよい。

[0367] 学習実行部３３Ｃは、第１の実施形態の学習実行部３３と同様に、特徴量を再利用して、機械学習を実行する。ただし、学習実行部３３Ｃは、学習処理制御部３１Ｃが再利用すると決定した特徴量を再利用して、機械学習を実行する。

[0368] なお、学習実行部３３Ｃは、１回目の機械学習において、学習処理制御部３１Ｃの指示に基づいて、特徴量を再利用しない機械学習（第３の機械学習）を実行する。

[0369] ［動作の説明］

次に、図面を用いて、第３の実施形態にかかる学習処理部３０Ｃの動作を説明する。

[0370] 図１１は、第３の実施形態にかかる学習処理部３０Ｃにおけるプロファイリングの結果を用いた機械学習（２回目以降の機械学習）の動作の一例を示すフロー図である。

[0371] まず、学習処理制御部３１Ｃは、前回の機械学習の実行状況をプロファイルする（ステップＳ３００）。

[0372] 学習処理制御部３１Ｃは、プロファイリングの結果に基づいて、再利用する特徴量を決定する（ステップＳ３０１）。

[0373] 学習処理制御部３１Ｃは、特徴量計算部３２Ｃが、再利用すると決定した特徴量を対象として、データセットの含まれる画像の特徴量の計算を指示する。特徴量計算部３２Ｃは、データセットに含まれる画像において、指示さ

れた特徴量を計算する（ステップＳ３０２）。特徴量計算部３２Ｃは、計算した特徴量を、特徴量記憶部５０に保存する。

[0374] なお、既に特徴量記憶部５０に保存済みの特徴量を再利用すると決定した場合、学習処理制御部３１Ｃは、ステップＳ３０２の動作を省略する。

[0375] 学習処理制御部３１Ｃは、学習実行部３３Ｃに、データセットと、再利用すると決定した特徴量とを用いた機械学習の実行を指示する。学習実行部３３Ｃは、データセットと特徴量とを用いて機械学習を実行する（ステップＳ３０３）。

[0376] 所定の条件を満足するまで上記の動作を繰り返して、学習処理部３０Ｃは、機械学習を実行する。

[0377] なお、プロファイリングに、時間が掛かる場合がある。例えば、２回目の機械学習を実行する時点において、プロファイリングに必要な情報が集まらない場合がある。このような場合、学習処理部３０Ｃは、プロファイリングが終了するまで、特徴量を再利用しない機械学習（第３の機械学習）を実行してもよい。あるいは、学習処理部３０Ｃは、第１の実施形態と同様に、すべての特徴量を再利用するように動作してもよい。

[0378] そして、プロファイリングが終了すると、学習処理制御部３１Ｃは、特徴量計算部３２Ｃ及び学習実行部３３Ｃの動作を所定の時点で終了させて、プロファイリングを用いた動作を開始すればよい。

[0379] ただし、学習処理制御部３１Ｃは、すべてのプロファイリングの完了の前において、一部のプロファイリングの結果を用いて再利用する特徴量を決定可能な場合がある。例えば、部分的なプロファイリングの結果を用いて、処理の負荷を低減できるように再利用する特徴量を決定できる場合がある。そこで、学習処理制御部３１Ｃは、プロファイリングの一部が完了した段階で、プロファイリングを用いた動作を開始してもよい。

[0380] ただし、学習処理制御部３１Ｃは、十分なプロファイリングの結果が集まってから（例えば、計算処理の実行状況が安定してから）、プロファイリングを用いた動作を開始してもよい。なお、計算処理の実行状況の安定とは、

計算処理の実行状況を示す値の少なくとも一部の値の変動が、所定の期間において所定の範囲内となっている場合である。

[0381] ［効果の説明］

次に、第３の実施形態の効果について説明する。

[0382] 第３の実施形態は、第１の実施形態と同様の効果（機械学習における処理の負荷の低減など）に加え、次のような効果を実現することができる。

[0383] 第３の実施形態は、プロファイリングに基づいて、再利用する特徴量を決定する。そのため、第３の実施形態は、機械学習の実行状況に対応して、再利用する特徴量を決定できるとの効果を奏する。特徴量の再利用は、機械学習の負荷を低減する。つまり、第３の実施形態は、機械学習の実行状況に対応して、機械学習の負荷を低減する。

[0384] ［バリエーション］

なお、ここまでの説明において、第３の実施形態は、データセットの機械学習に、プロファイリングの結果を用いた。しかし、プロファイリングの結果を用いる動作は、これに限定されない。例えば、情報処理装置１Ｃが第２の実施形態と同様にベースデータセットを用いる機械学習を実行する場合、情報処理装置１Ｃは、プロファイリングの結果を用いて、ベースデータセットを用いる機械学習を実行してもよい。

[0385] なお、情報処理装置１Ｃは、外部からプロファイリングの結果を受け取ってもよい。例えば、情報処理装置１Ｃは、負荷監視装置から、プロファイリングの結果を受け取ってもよい。この場合、情報処理装置１Ｃは、プロファイリングの結果を算出する処理を実行しなくてもよい。

[0386] ＜第４の実施形態＞

上記の実施形態の概要を第４の実施形態として説明する。

[0387] 図１５は、実施形態の概要の一例である情報処理装置２００の構成を示すブロック図である。なお、情報処理装置２００は、第１ないし第３の実施形態と同様に、図１４に示したようなコンピュータ装置を用いて構成されてもよい。

[0388] 情報処理装置２００は、データセット生成制御部２１と、ベース画像選択部２２と、対象領域選択部２３と、画像合成部２４と、学習処理制御部３１と、特徴量計算部３２と、学習実行部３３とを含む。情報処理装置２００に含まれる各構成は、情報処理装置１におけるデータセット生成部２０及び学習処理部３０に含まれる各構成と同様に動作する。

[0389] すなわち、情報処理装置２００は、図示しない外部の装置などに保存されているベースデータセットを用いて、機械学習用のデータセットを生成する。情報処理装置２００は、生成したデータセットの特徴量を計算する。そして、情報処理装置２００は、生成したデータセットと計算した特徴量とを用いて機械学習を実行し、学習済みモデルを生成する。

[0390] なお、情報処理装置２００は、生成したデータセットを図示しない外部の装置（例えば、データセット記憶部４０と同様の機能を備えた、図示しない記憶装置）に保存してもよい。あるいは、情報処理装置２００は、計算した特徴量を外部の装置（例えば、特徴量記憶部５０と同様の機能を備えた、図示しない記憶装置）に保存してもよい。

[0391] ［効果の説明］

情報処理装置２００は、第１の実施形態の情報処理装置１と同様に、機械学習における処理の負荷を軽減するとの効果を奏することができる。

[0392] その理由は、次のとおりである。

[0393] 情報処理装置２００は、データセット生成制御部２１と、ベース画像選択部２２と、対象領域選択部２３と、画像合成部２４と、学習処理制御部３１と、特徴量計算部３２と、学習実行部３３とを含む。ベース画像選択部２２は、機械学習の対象となる物体を含む対象領域と、機械学習の対象となる物体を含まない背景領域とを含む画像の集合であるベースデータセットから、ベース画像を選択し、選択したベース画像の複製である処理対象画像を生成する。対象領域選択部２３は、ベースデータセットに含まれる他の画像に含まれる対象領域を選択する。画像合成部２４は、選択した対象領域の画像と対象領域の画像に含まれる機械学習の対象となる物体に関する情報とを処理

対象画像に合成する。データセット生成制御部２１は、ベース画像選択部２２と、対象領域選択部２３と、画像合成部２４とを制御して、所定数の対象領域を合成した処理対象画像の集合であるデータセットを生成する。特徴量計算部３２は、データセットに含まれる画像の特徴量を計算する。学習実行部３３は、特徴量とデータセットとを用いた機械学習である第１の機械学習を用いて、学習済みモデルを生成する。学習処理制御部３１は、特徴量計算部３２と学習実行部３３とを制御して生成した学習済みモデルを出力する。

[0394] 上記のように、情報処理装置２００は、第１の実施形態におけるデータセット生成部２０及び学習処理部３０と同様に動作する。そのため、情報処理装置２００は、機械学習における処理の負荷を軽減できる。

[0395] なお、情報処理装置２００は、第１の実施形態などの最小構成である。

[0396] ［情報処理システム］

次に、情報処理装置２００の説明として、情報処理装置２００が生成した学習済みモデルを用いる情報処理システム１００について説明する。

[0397] 図１６は、情報処理装置２００を含む情報処理システム１００の構成の一例を示すブロック図である。

[0398] 情報処理システム１００は、情報処理装置２００と、学習用データセット記憶装置２５０と、特徴量記憶装置２７０と、撮像装置３００と、ベースデータセット記憶装置３５０と、検出装置４００とを含む。なお、以下の説明において、動作に必要なパラメタは、予め、情報処理装置２００に設定されているとする。

[0399] 撮像装置３００は、ベースデータセットとなる画像を撮影する。

[0400] ベースデータセット記憶装置３５０は、ベースデータセットとして、撮影された画像を保存する。なお、情報処理システム１００のオペレータなどが、ベースデータセットに必要な情報を追加する。例えば、オペレータなどは、ベースデータセットに含まれる機械学習の対象となる物体（検出対象物体）に関する情報を、ベースデータセットに追加する。なお、このような情報の追加において、オペレータなどは、ベースデータセットに所定の機械学習

を適用してもよい。

[0401] 情報処理装置２００は、ベースデータセット記憶装置３５０が保存しているベースデータセットを用いて、データセットを生成する。そして、情報処理装置２００は、生成したデータセットを学習用データセット記憶装置２５０に保存する。

[0402] そして、情報処理装置２００は、データセットに含まれる画像の特徴量を計算し、計算した特徴量を特徴量記憶装置２７０に保存する。

[0403] そして、情報処理装置２００は、特徴量記憶装置２７０が保存している特徴量と、学習用データセット記憶装置２５０が保存しているデータセットとを用いて機械学習を実行する。

[0404] そして、情報処理装置２００は、機械学習の結果として学習済みモデルを生成し、生成した学習用データセット記憶装置２５０に保存する。

[0405] 学習用データセット記憶装置２５０は、情報処理装置２００が生成したデータセットと学習済みモデルとを保存する。このように、学習用データセット記憶装置２５０は、データセット記憶部４０に相当する機能を実現する装置である。

[0406] 特徴量記憶装置２７０は、情報処理装置２００が計算した特徴量を保存する。このように、特徴量記憶装置２７０は、特徴量記憶部５０に相当する機能を実現する装置である。

[0407] なお、図１６は、ベースデータセット記憶装置３５０と、学習用データセット記憶装置２５０と、特徴量記憶装置２７０とを別装置として示している。ただし、これらの記憶装置の一部又はすべては、１つの装置に含まれていてもよい。また、これらの記憶装置は、上記以外の機能を実現してもよい。例えば、いずれかの記憶装置が、パラメタを保存してもよい。

[0408] 検出装置４００は、情報処理装置２００が生成した学習済みモデルを用いて、所定の検出処理（例えば、取得した画像における物体の検出）を実行する。

[0409] 情報処理装置２００は、学習済みモデルの生成において、機械学習の処理

の負荷を軽減する。そのため、情報処理システム１００は、検出装置４００が用いる学習済みモデルの生成における処理の負荷を軽減できる。

[0410] なお、情報処理システム１００は、情報処理装置２００に替えて、情報処理装置１、１Ｂ、及び１Ｃのいずれかを用いてもよい。

[0411] 以上、上述した実施形態を模範的な例として本発明を説明した。しかしながら、本発明は、上述した実施形態には限定されない。即ち、本発明は、本発明のスコープ内において、当業者が理解し得る様々な態様を適用することができる。

符号の説明

[0412] １　情報処理装置
１Ｂ　情報処理装置
１Ｃ　情報処理装置
１０　学習制御部
１０Ｂ　学習制御部
２０　データセット生成部
２０Ｂ　データセット生成部
２１　データセット生成制御部
２１Ｂ　データセット生成制御部
２２　ベース画像選択部
２２Ｂ　ベース画像選択部
２３　対象領域選択部
２３Ｂ　対象領域選択部
２４　画像合成部
３０　学習処理部
３０Ｂ　学習処理部
３０Ｃ　学習処理部
３１　学習処理制御部
３１Ｃ　学習処理制御部

３２　特徴量計算部

３２Ｃ　特徴量計算部

３３　学習実行部

３３Ｃ　学習実行部

４０　データセット記憶部

５０　特徴量記憶部

１００　情報処理システム

２００　情報処理装置

２５０　学習用データセット記憶装置

２７０　特徴量記憶装置

３００　撮像装置

３５０　ベースデータセット記憶装置

４００　検出装置

６００　情報処理装置

６１０　ＣＰＵ

６１１　演算ユニット

６２０　ＲＯＭ

６３０　ＲＡＭ

６４０　内部記憶装置

６５０　ＩＯＣ

６６０　入力機器

６７０　表示機器

６８０　ＮＩＣ

６９０　記録媒体

請求の範囲

[請求項1] 機械学習の対象となる物体を含む対象領域と、機械学習の対象となる物体を含まない背景領域とを含む画像の集合であるベースデータセットから、ベース画像を選択し、選択した前記ベース画像の複製である処理対象画像を生成するベース画像選択手段と、

前記ベースデータセットに含まれる他の画像に含まれる前記対象領域を選択する対象領域選択手段と、

選択した前記対象領域の画像と前記対象領域の画像に含まれる機械学習の対象となる物体に関する情報とを前記処理対象画像に合成する画像合成手段と、

前記ベース画像選択手段と、対象領域選択手段と、前記画像合成手段とを制御して、所定数の前記対象領域を合成した前記処理対象画像の集合であるデータセットを生成するデータセット生成制御手段と、

前記データセットに含まれる画像の特徴量を計算する特徴量計算手段と、

前記特徴量と前記データセットとを用いた機械学習である第１の機械学習を用いて、学習済みモデルを生成する学習実行手段と、

前記特徴量計算手段と前記学習実行手段とを制御して生成した前記学習済みモデルを出力する学習処理制御手段と

を含む情報処理装置。

[請求項2] 前記対象領域選択手段が、選択した前記対象領域の形状を変更する

請求項１に記載の情報処理装置。

[請求項3] 前記対象領域選択手段が、前記対象領域の形状の変更として、幅の変更、高さの変更、サイズの変更、アスペクト比の変更、画像の回転、及び、画像の傾斜の変更の少なくともいずれか一つを変更する

請求項２に記載の情報処理装置。

[請求項4] 前記画像合成手段が、前記対象領域から、機械学習の対象となる物体の領域である前景を切り出し、切り出した前記前景を前記処理対象

画像に合成する

請求項１ないし３のいずれか１項に記載の情報処理装置。

[請求項5] 前記学習処理制御手段が、前記学習実行手段を制御して、前記ベースデータセットを用いた前記第１の機械学習、又は、前記第１の機械学習とは異なる第２の機械学習を実行し、前記ベースデータセットを用いた前記第１の機械学習又は前記第２の機械学習の結果を評価し、

前記データセット生成制御手段が、前記学習処理制御手段における評価に基づいて、前記ベース画像選択手段、前記対象領域選択手段、及び、前記画像合成手段を制御して、評価に対応した前記データセットを生成する

請求項１ないし４のいずれか１項に記載の情報処理装置。

[請求項6] 前記学習処理制御手段が、前記ベースデータセットを用いた前記第１の機械学習又は前記第２の機械学習の評価の結果として、機械学習の対象となる物体の認識の精度を評価し、

前記データセット生成制御手段が、前記データセットが認識の精度が低い物体を多く含むように、前記ベース画像選択手段、前記対象領域選択手段、及び前記画像合成手段を制御して、前記データセットを生成する

請求項５に記載の情報処理装置。

[請求項7] 前記学習処理制御手段が、

前記データセットを用いた機械学習であるが前記特徴量を再利用しない機械学習である第３の機械学習を実行するように、前記特徴量計算手段及び前記学習実行手段を制御し、

前記第３の機械学習の実行状況のプロファイリングの結果を用いて再利用する前記特徴量を決定し、決定した前記特徴量と前記データセットとを用いた前記第１の機械学習を実行するように、前記特徴量計算手段及び前記学習実行手段を制御する

請求項１ないし６のいずれか１項に記載の情報処理装置。

[請求項8] 前記学習処理制御手段が、再利用すると決定した前記特徴量と前記データセットとを用いた前記第１の機械学習のプロファイリングの結果を用いて、再利用する前記特徴量を再決定し、再決定した前記特徴量と前記データセットとを用いた前記第１の機械学習を実行するように、前記特徴量計算手段及び前記学習実行手段を制御する

請求項７に記載の情報処理装置。

[請求項9] 機械学習の対象となる物体を含む対象領域と、機械学習の対象となる物体を含まない背景領域とを含む画像の集合であるベースデータセットから、ベース画像を選択し、選択した前記ベース画像の複製である処理対象画像を生成し、

前記ベースデータセットに含まれる他の画像に含まれる前記対象領域を選択し、

選択した前記対象領域の画像と前記対象領域の画像に含まれる機械学習の対象となる物体に関する情報とを前記処理対象画像に合成し、

所定数の前記対象領域を合成した前記処理対象画像の集合であるデータセットを生成し、

前記データセットに含まれる画像の特徴量を計算し、

前記特徴量と前記データセットとを用いた機械学習である第１の機械学習を用いて、学習済みモデルを生成し、

生成した前記学習済みモデルを出力する

情報処理方法。

[請求項10] 機械学習の対象となる物体を含む対象領域と、機械学習の対象となる物体を含まない背景領域とを含む画像の集合であるベースデータセットから、ベース画像を選択し、選択した前記ベース画像の複製である処理対象画像を生成する処理と、

前記ベースデータセットに含まれる他の画像に含まれる前記対象領域を選択する処理と、

選択した前記対象領域の画像と前記対象領域の画像に含まれる機械

学習の対象となる物体に関する情報とを前記処理対象画像に合成する処理と、

所定数の前記対象領域を合成した前記処理対象画像の集合であるデータセットを生成する処理と、

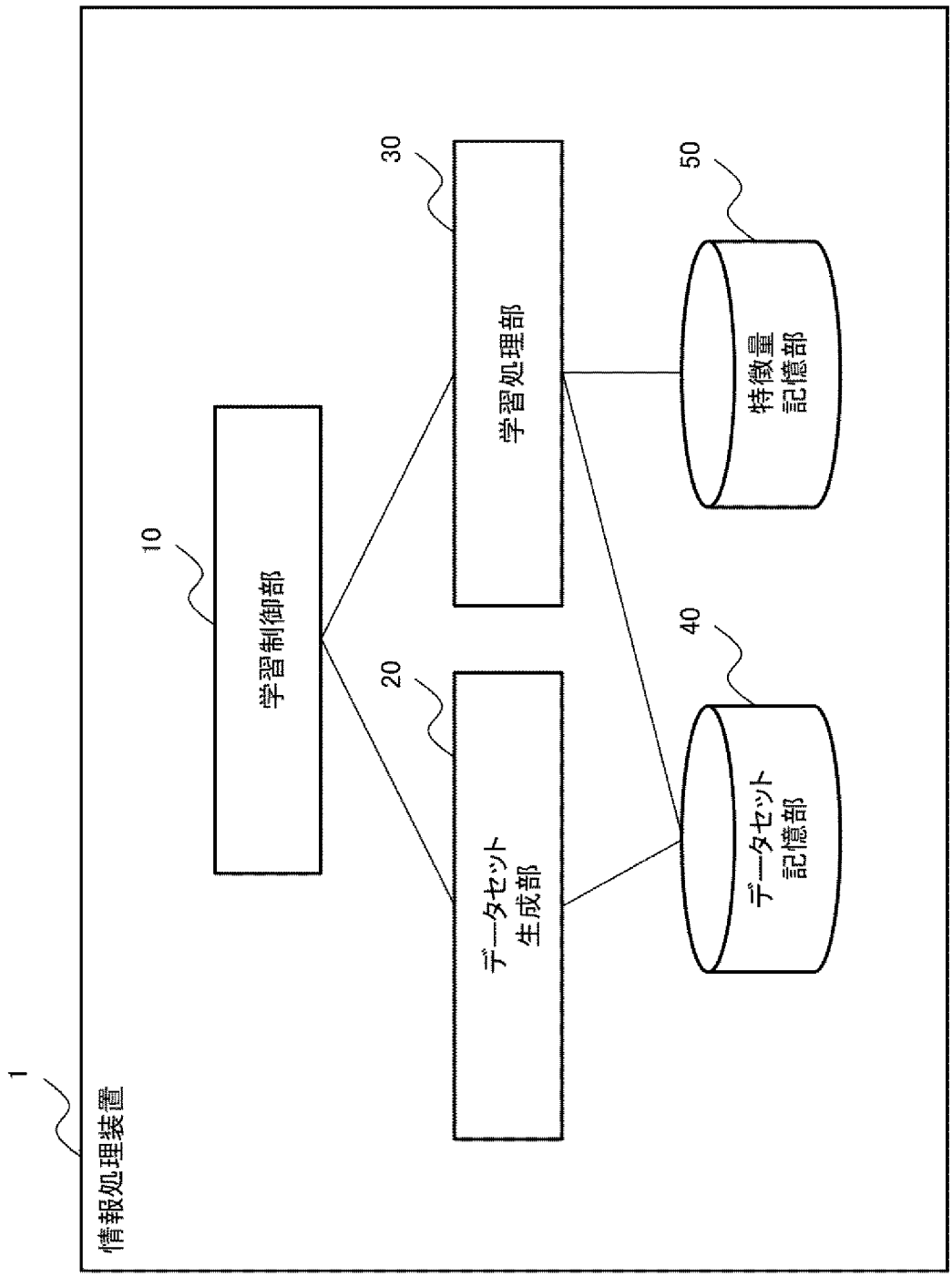
前記データセットに含まれる画像の特徴量を計算する処理と、

前記特徴量と前記データセットとを用いた機械学習である第１の機械学習を用いて、学習済みモデルを生成する処理と、

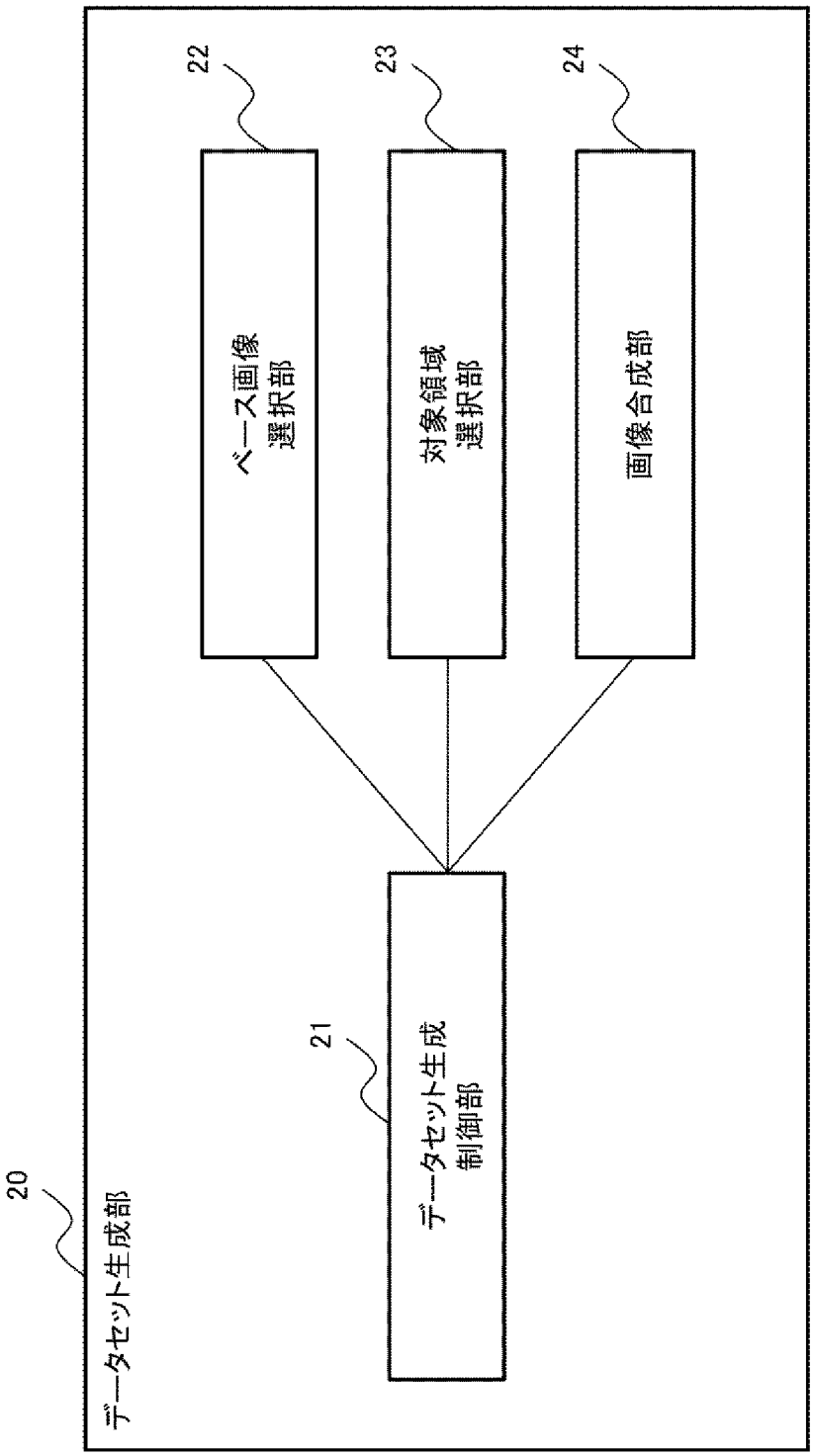
生成した前記学習済みモデルを出力する処理と

をコンピュータに実行させるプログラムをコンピュータ読み取り可能に記録する記録媒体。

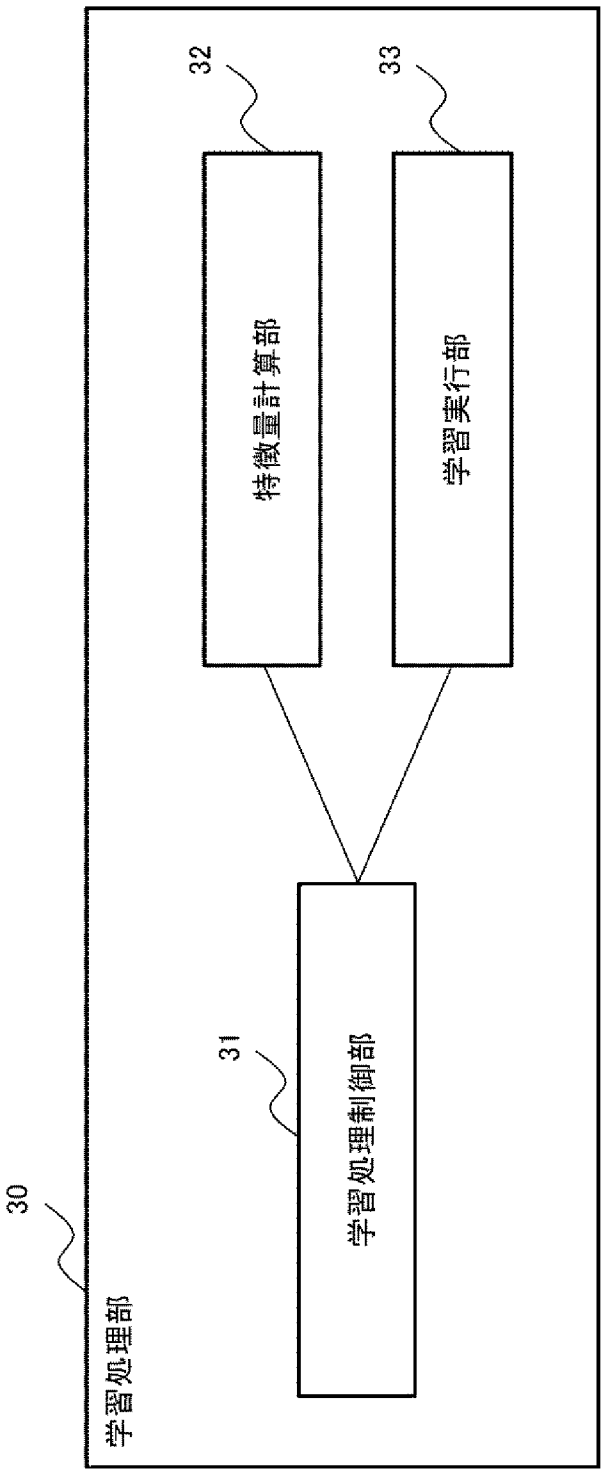
[図1]


1
情報処理装置
10
学習制御部
20
データセット
生成部
30
学習処理部
40
データセット
記憶部
50
特徴量
記憶部

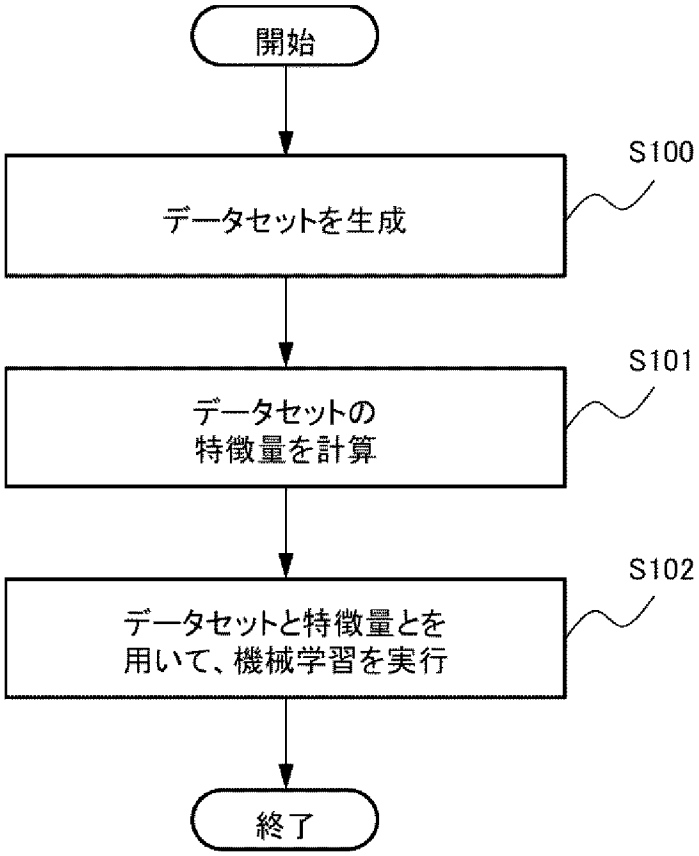
[図2]


20
データセット生成部
21
データセット生成
制御部
22
ベース画像
選択部
23
対象領域
選択部
24
画像合成部

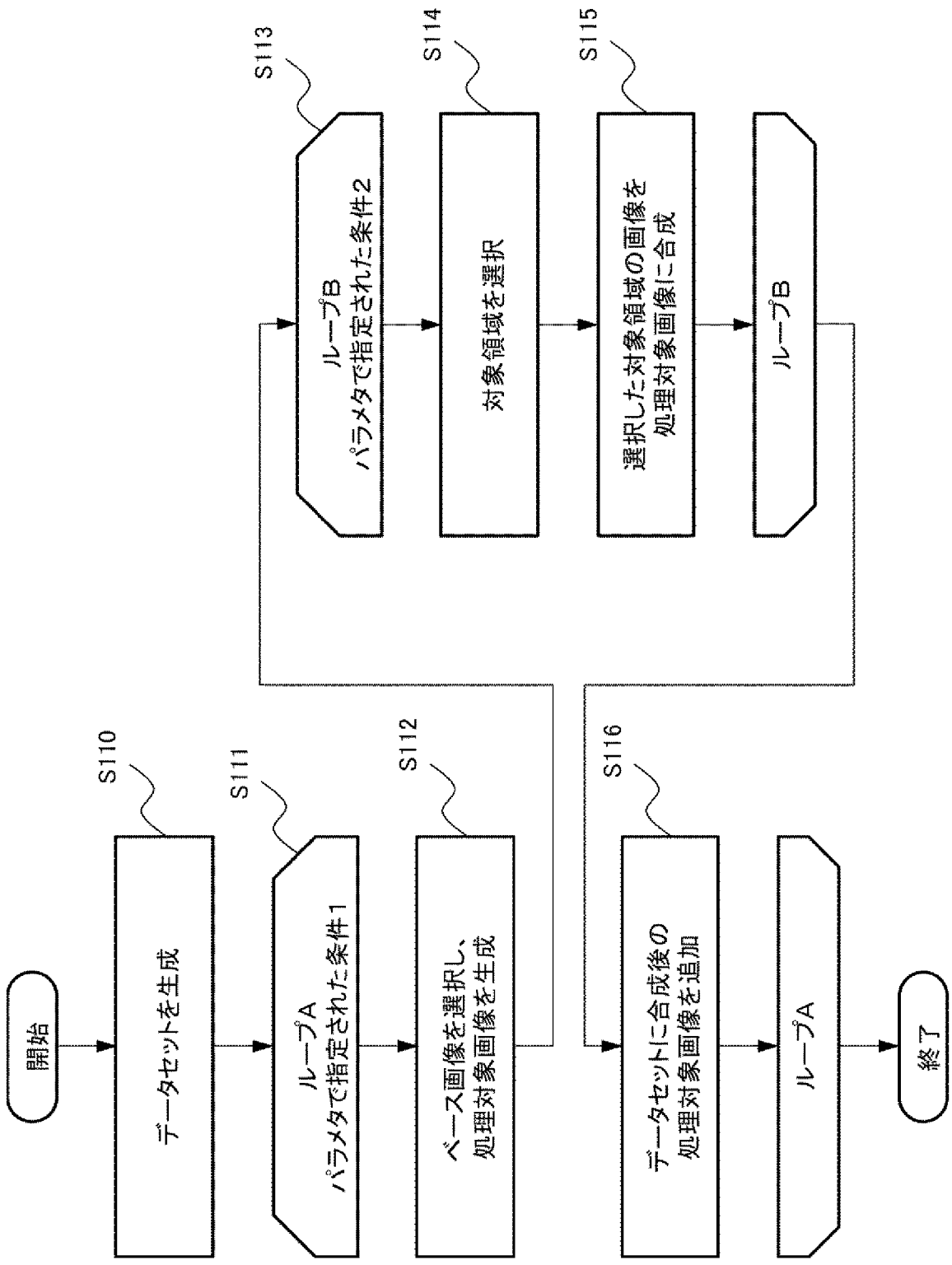
[図3]



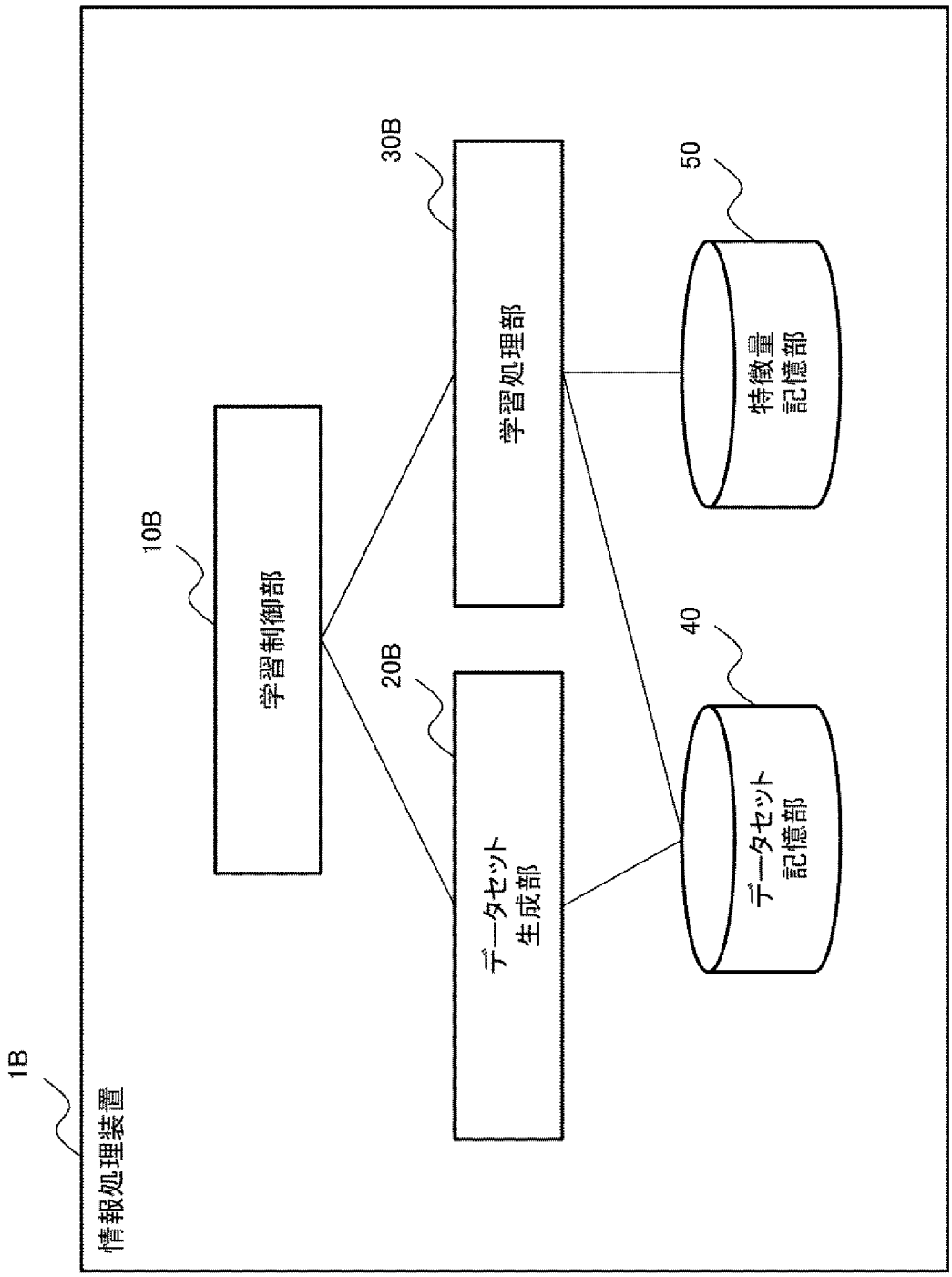
[図4]


開始
S100
データセットを生成
S101
データセットの
特徴量を計算
S102
データセットと特徴量とを
用いて、機械学習を実行
終了

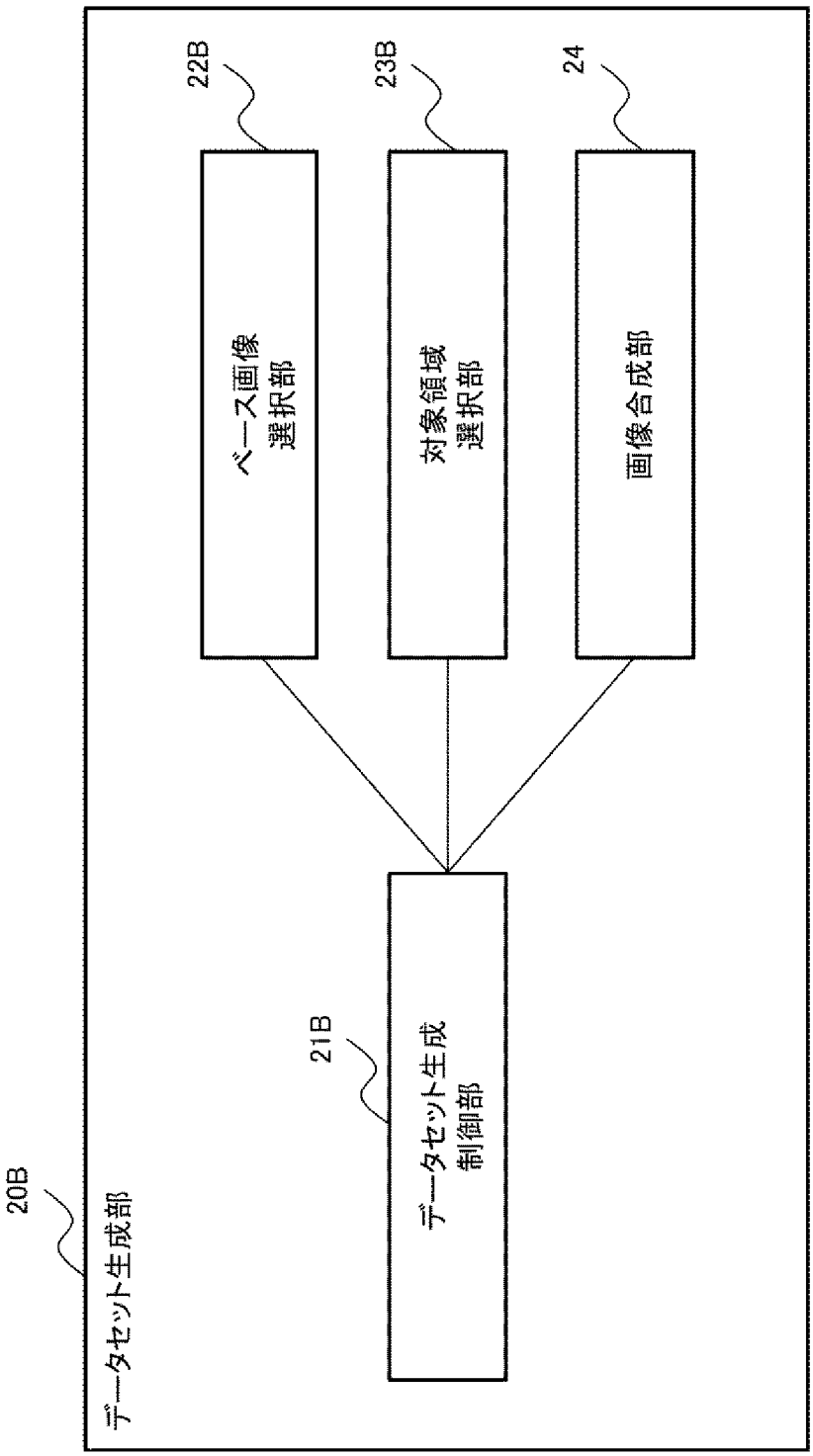
[図5]


開始
データセットを生成
S110
ループA
パラメタで指定された条件1
S111
ベース画像を選択し、
処理対象画像を生成
S112
ループB
パラメタで指定された条件2
S113
対象領域を選択
S114
選択した対象領域の画像を
処理対象画像に合成
S115
ループB
データセットに合成後の
処理対象画像を追加
S116
ループA
終了

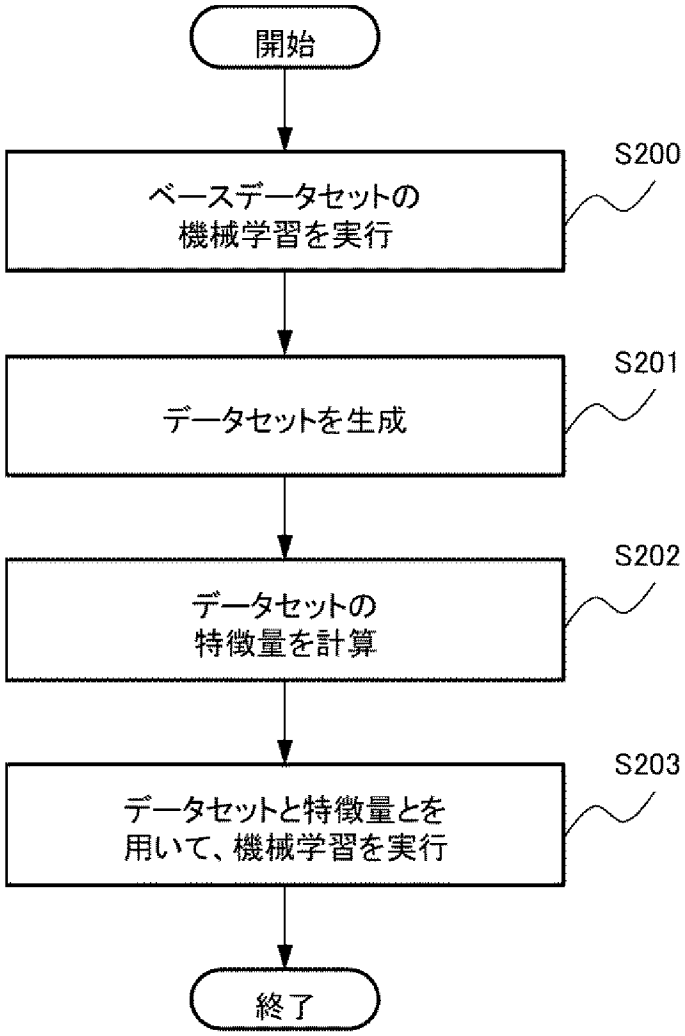
[図6]


1B
情報処理装置
10B
学習制御部
20B
データセット
生成部
30B
学習処理部
40
データセット
記憶部
50
特徴量
記憶部

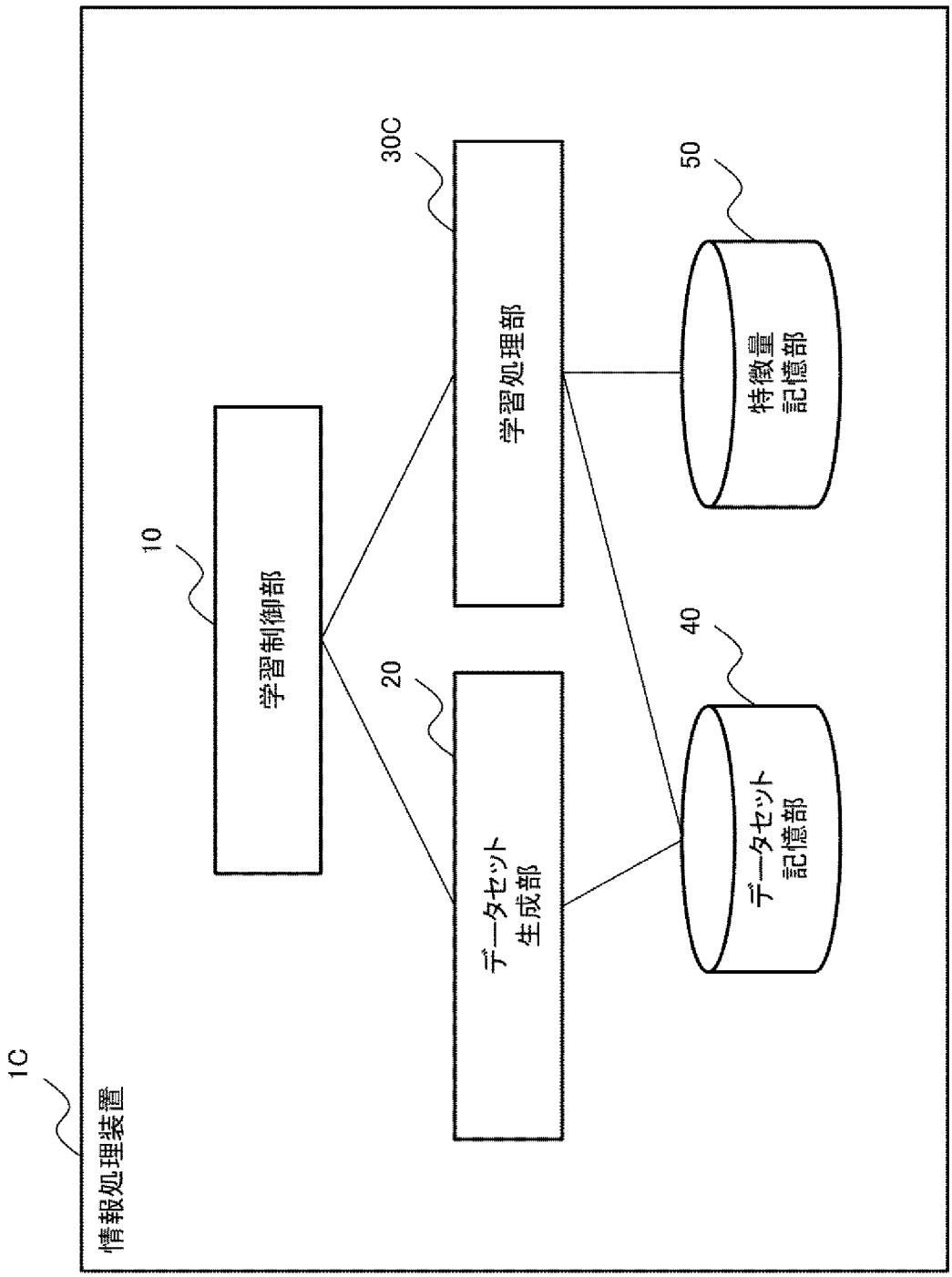
[図7]


20B
データセット生成部
21B
データセット生成
制御部
22B
ベース画像
選択部
23B
対象領域
選択部
24
画像合成部

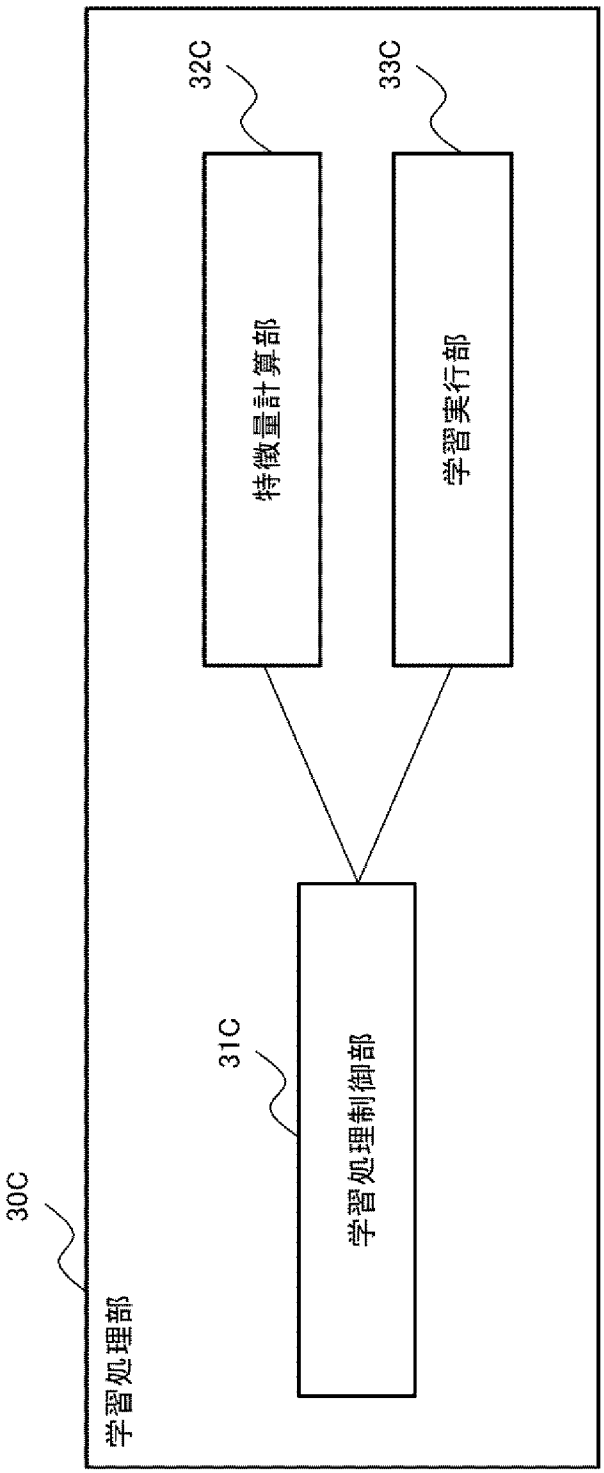
[図8]


開始
ベースデータセットの
機械学習を実行
S200
データセットを生成
S201
データセットの
特徴量を計算
S202
データセットと特徴量とを
用いて、機械学習を実行
S203
終了

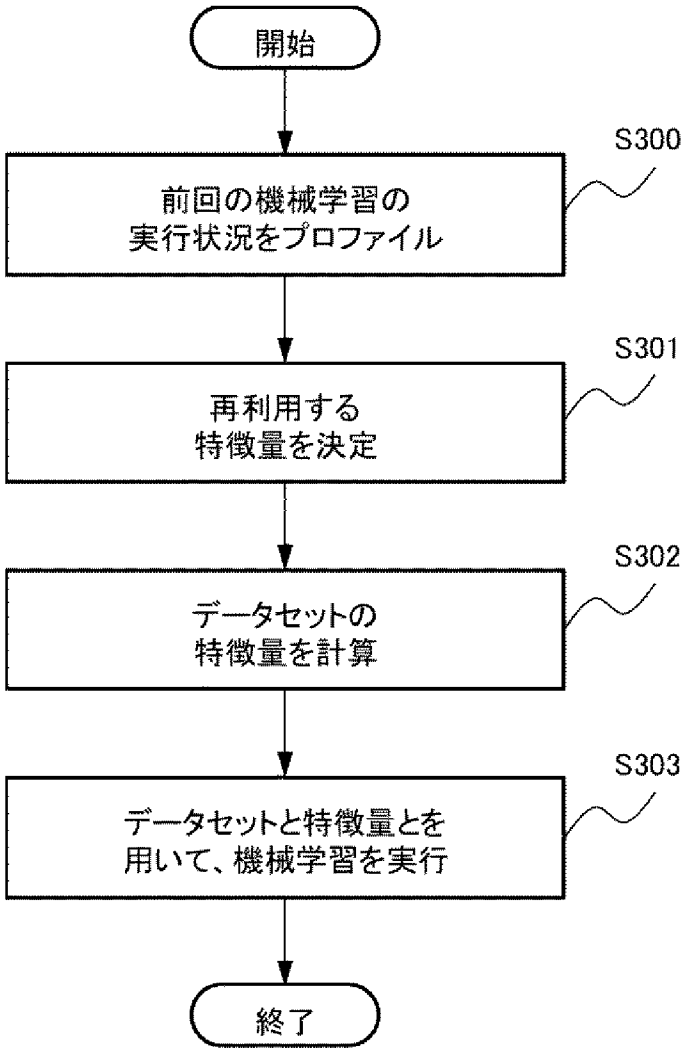
[図9]


1C
情報処理装置
10
学習制御部
20
データセット
生成部
30C
学習処理部
40
データセット
記憶部
50
特徴量
記憶部

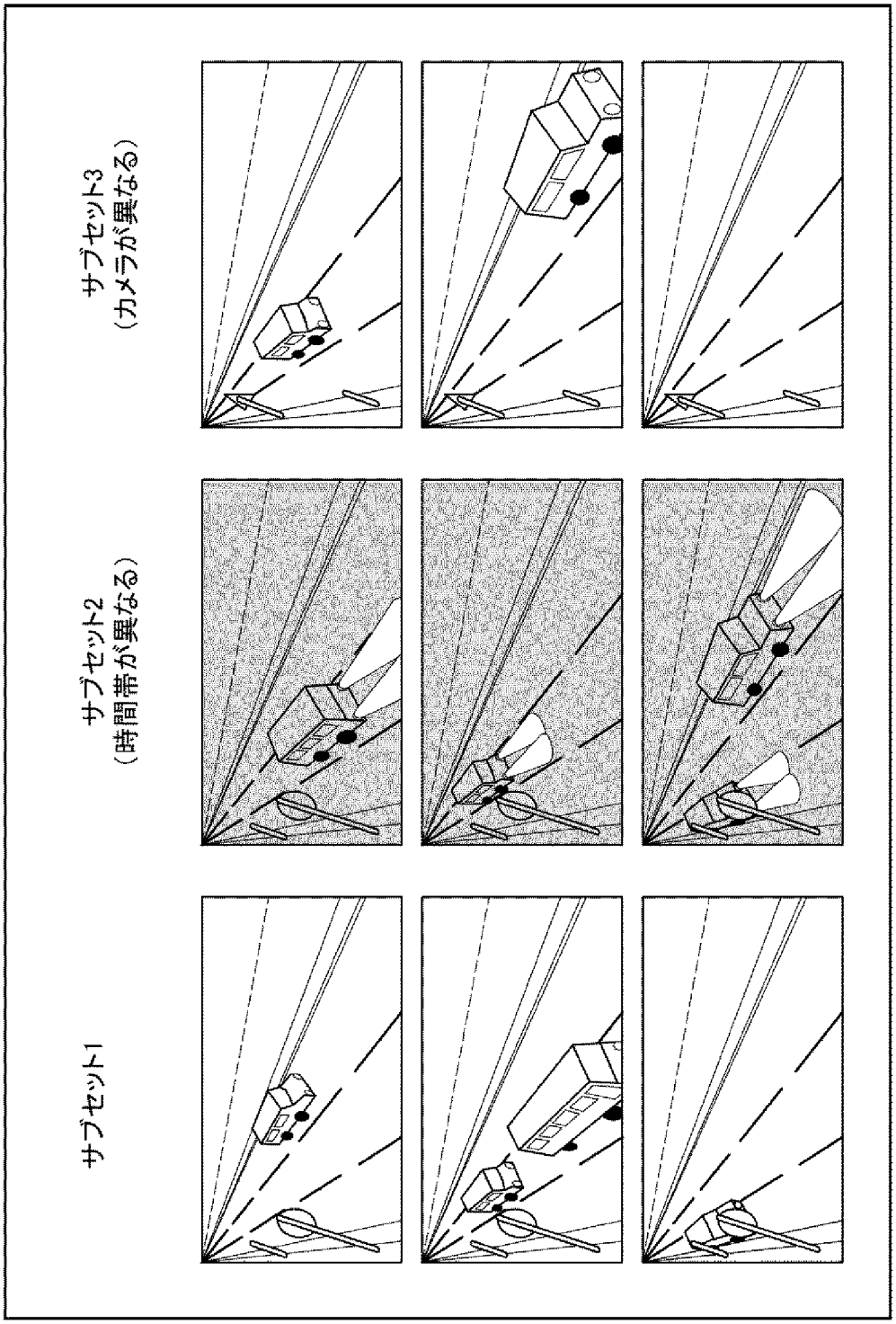
[図10]



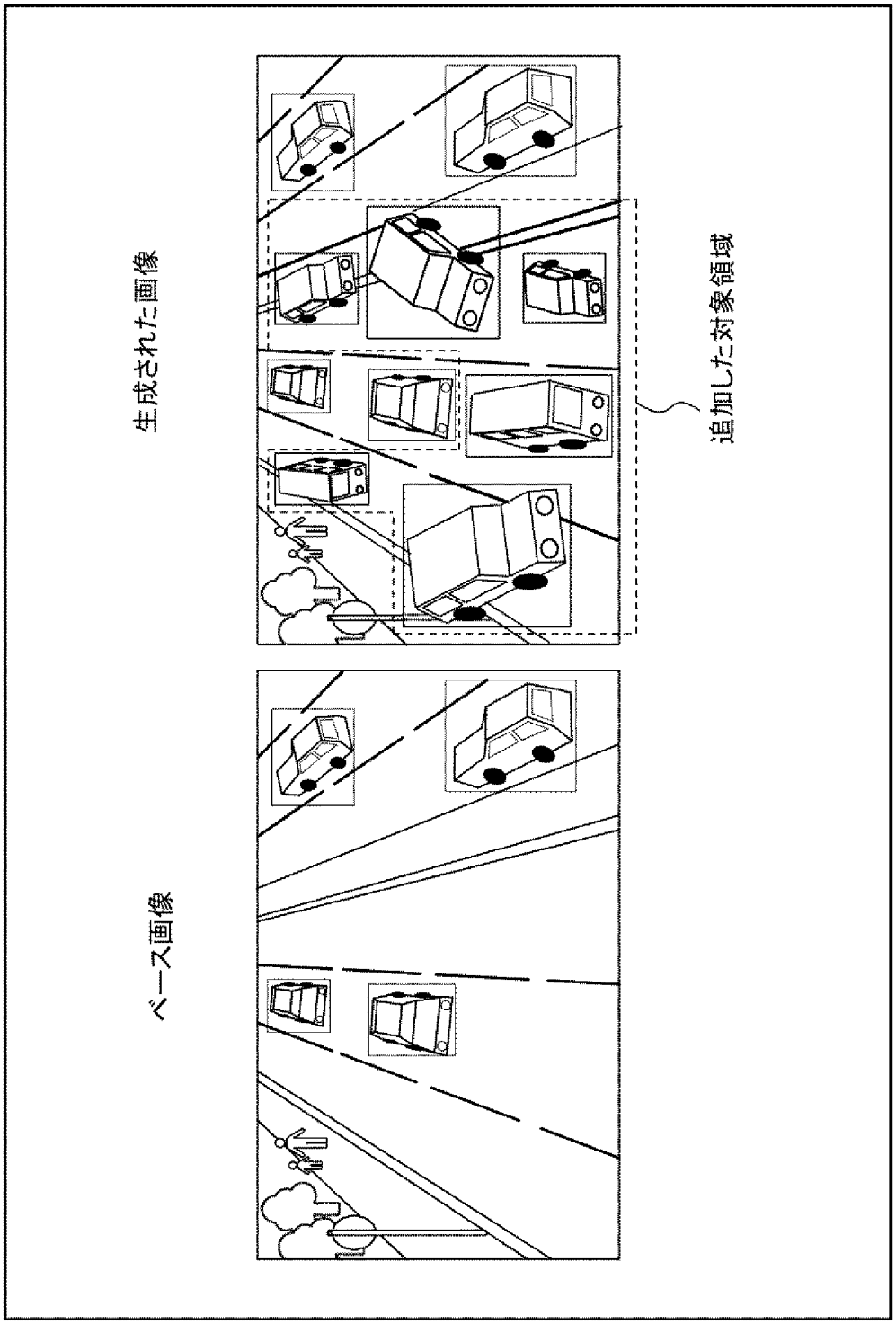
[図11]


開始
S300
前回の機械学習の
実行状況をプロファイル
S301
再利用する
特徴量を決定
S302
データセットの
特徴量を計算
S303
データセットと特徴量とを
用いて、機械学習を実行
終了

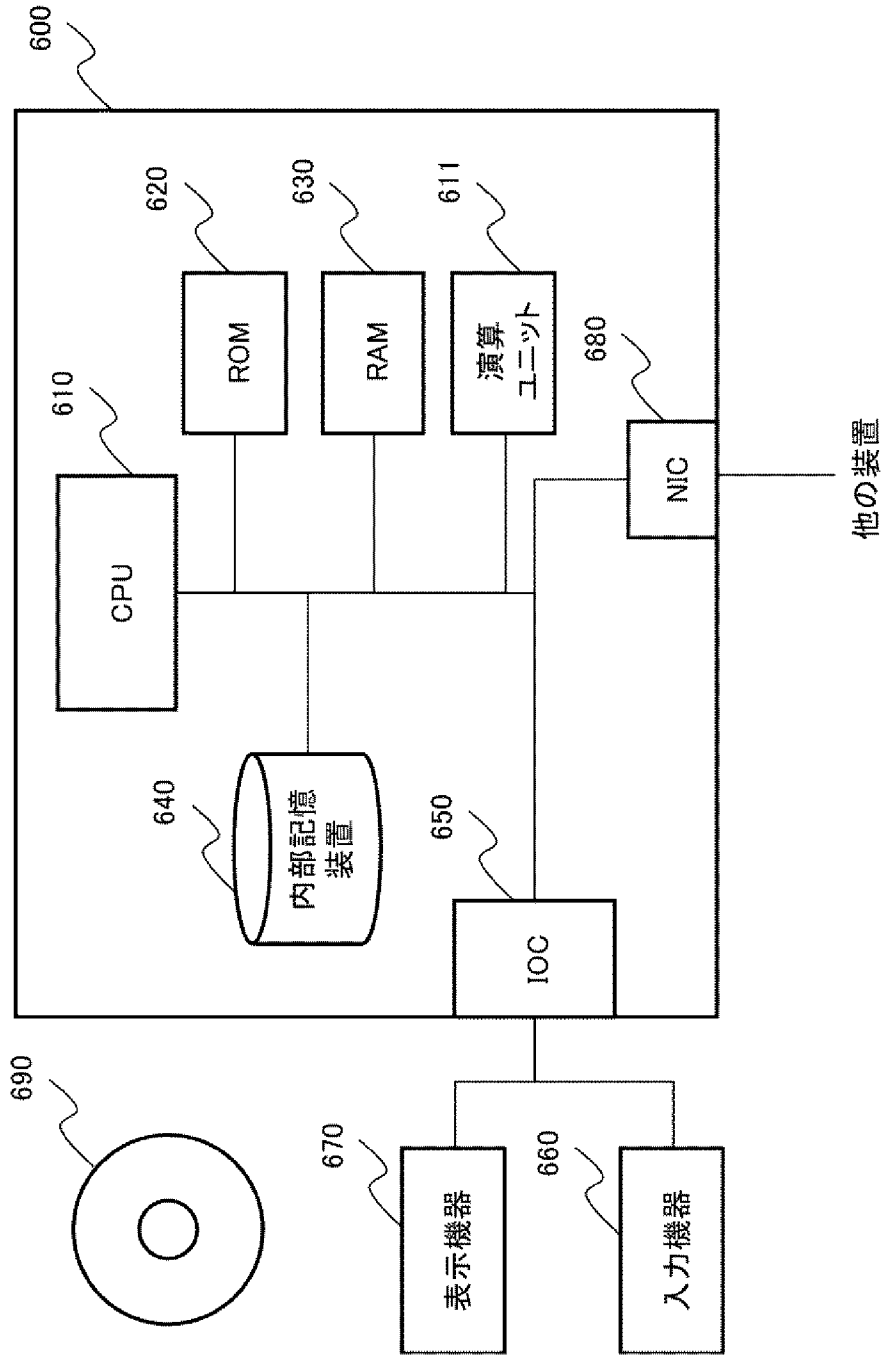
[図12]



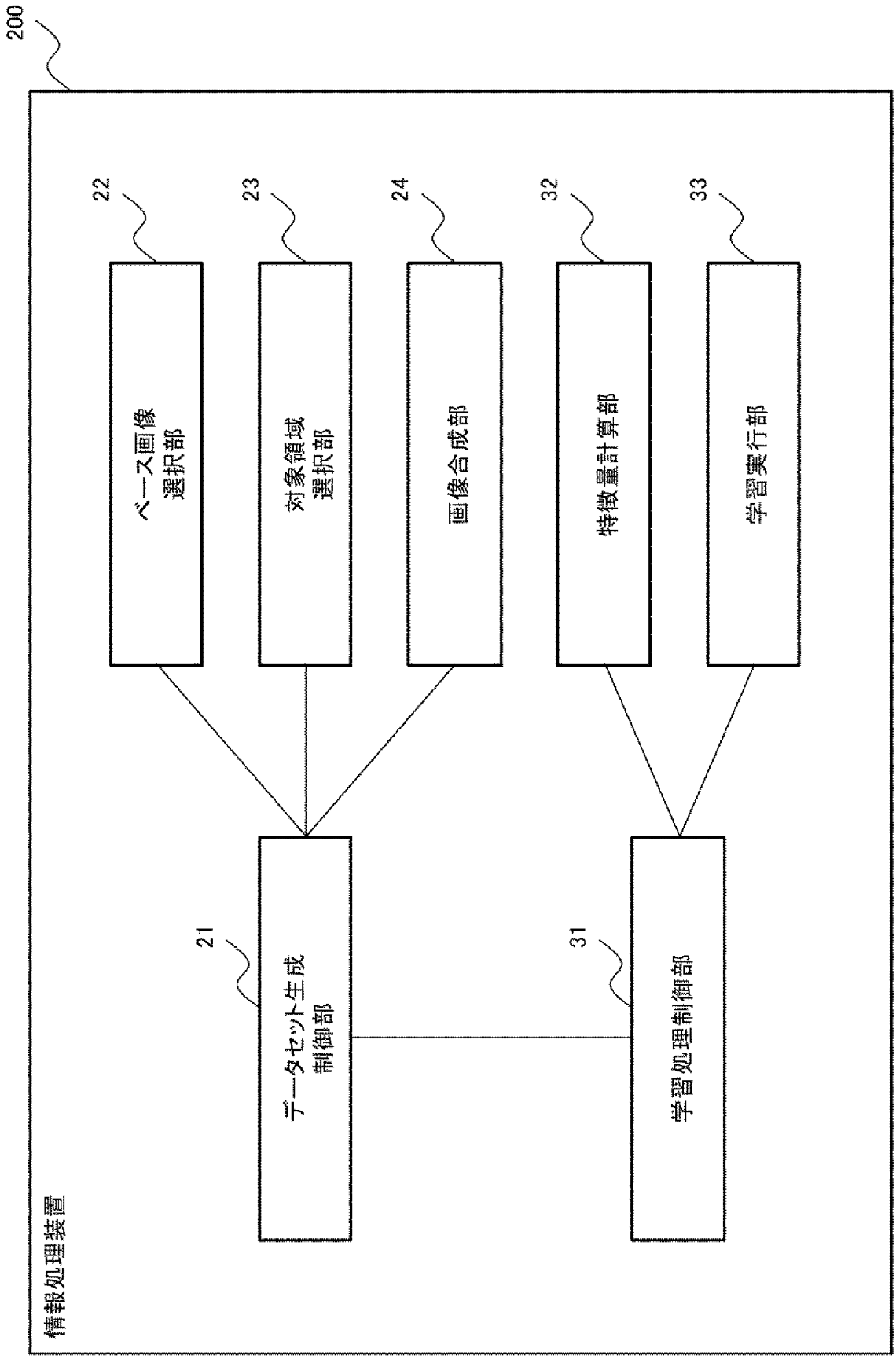
[図13]



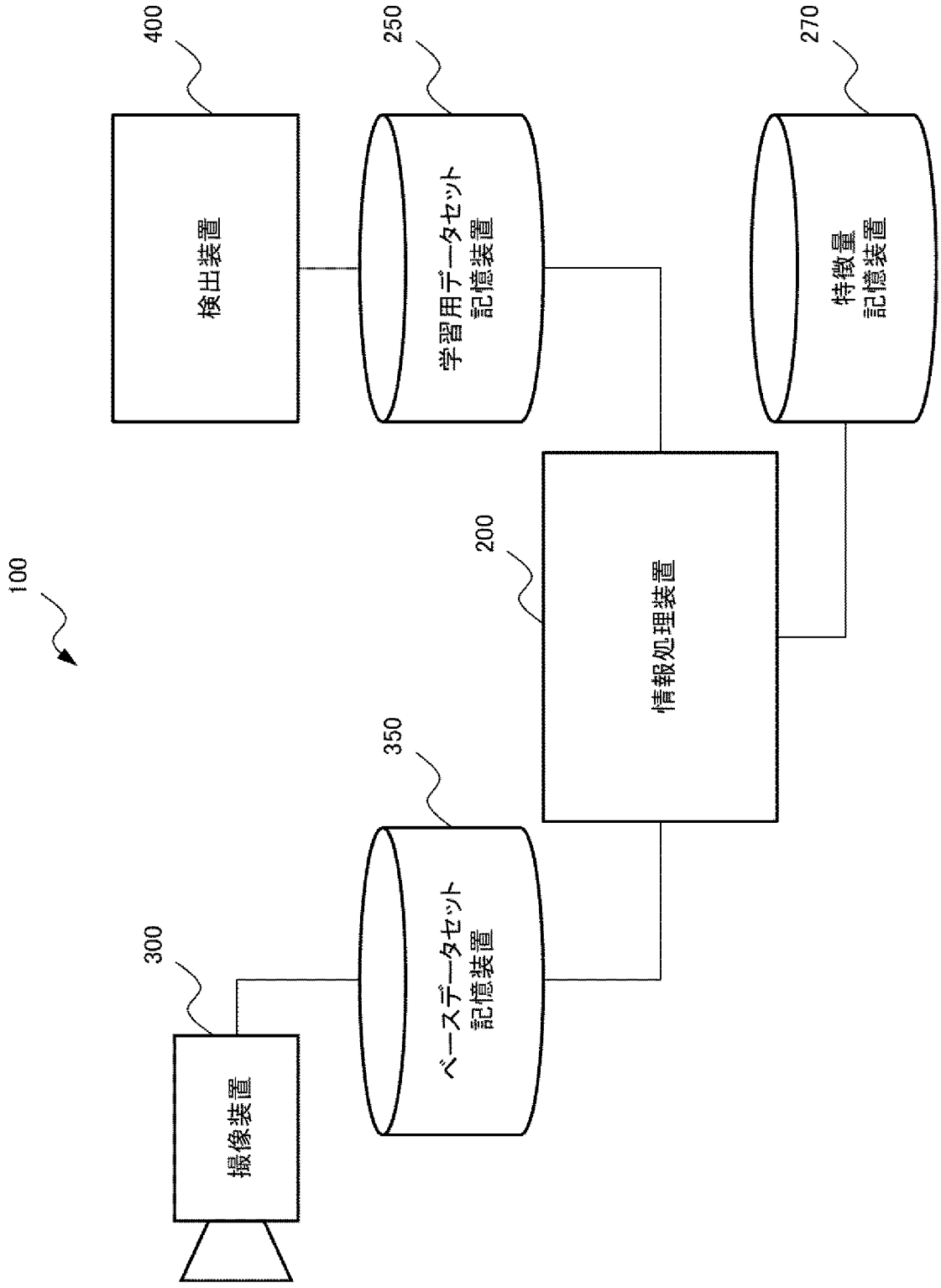
[図14]


600
620
ROM
630
RAM
611
演算ユニット
680
NIC
他の装置
610
CPU
640
内部記憶装置
650
IOC
690
670
表示機器
660
入力機器

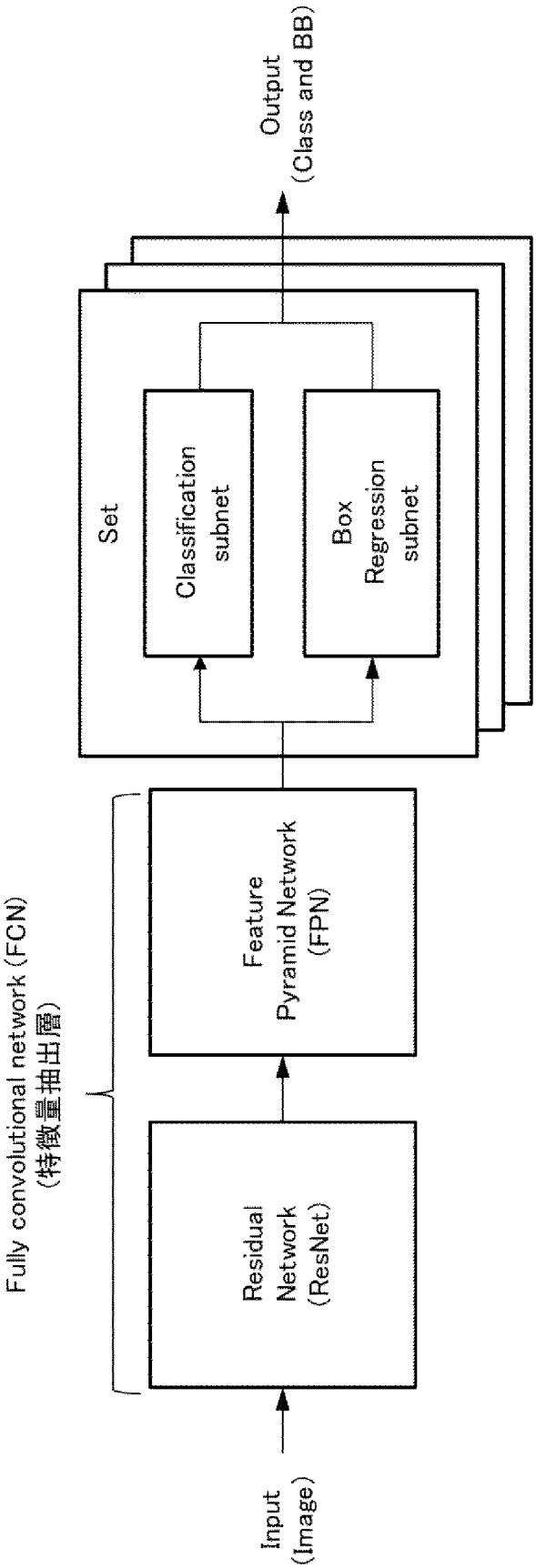
[図15]


200
情報処理装置
21
データセット生成
制御部
22
ベース画像
選択部
23
対象領域
選択部
24
画像合成部
31
学習処理制御部
32
特徴量計算部
33
学習実行部

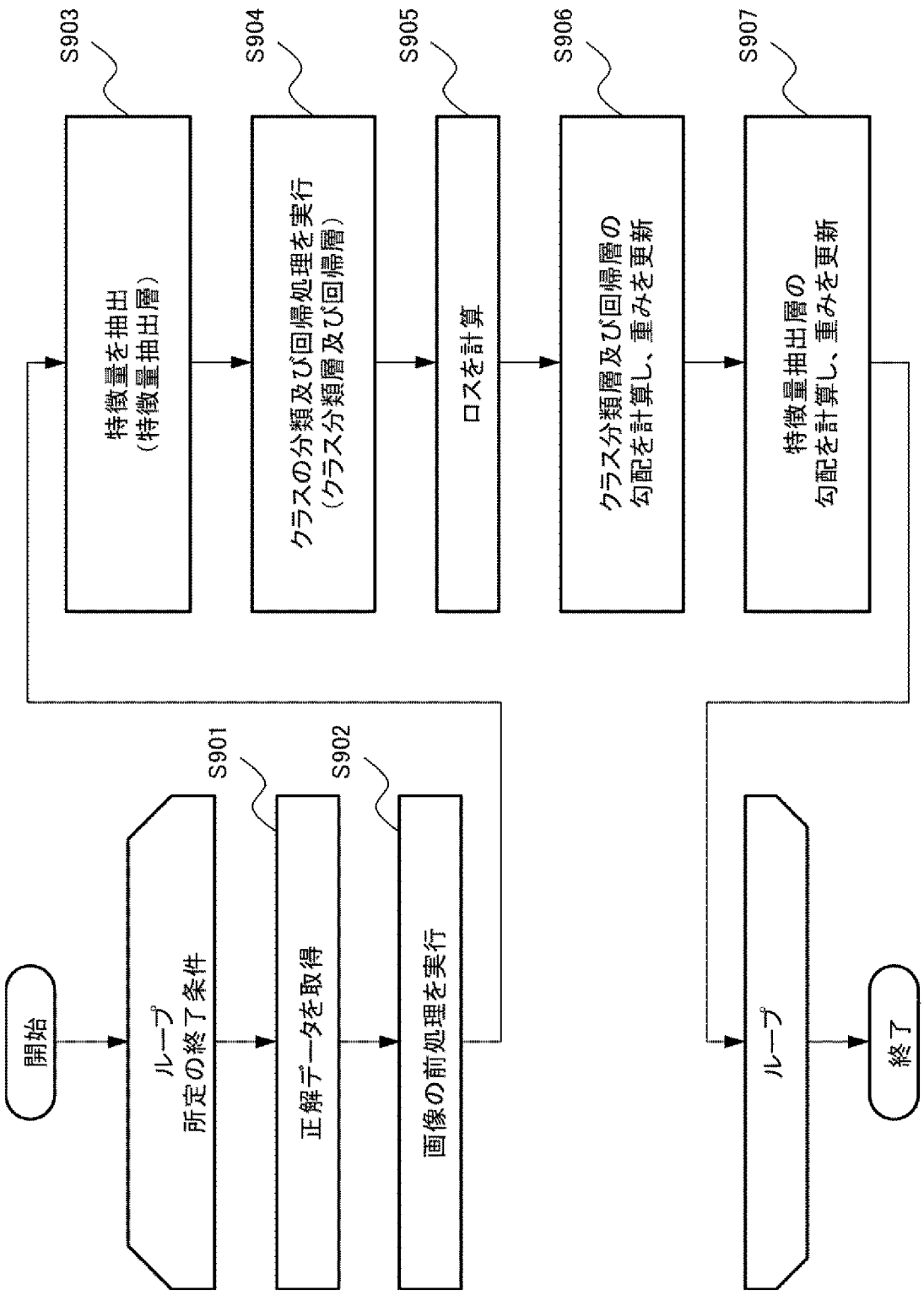
[図16]


100
200
情報処理装置
250
学習用データセット
記憶装置
270
特徴量
記憶装置
300
撮像装置
350
ベースデータセット
記憶装置
400
検出装置

[図17]


Output
(Class and BB)
Set
Classification
subnet
Box
Regression
subnet
Feature
Pyramid Network
(FPN)
Residual
Network
(ResNet)
Fully convolutional network (FCN)
(特徴量抽出層)
Input
(Image)

[図18]


開始
ループ
所定の終了条件
S901
正解データを取得
S902
画像の前処理を実行
S903
特徴量を抽出
（特徴量抽出層）
S904
クラスの分類及び回帰処理を実行
（クラス分類層及び回帰層）
S905
ロスを計算
S906
クラス分類層及び回帰層の
勾配を計算し、重みを更新
S907
特徴量抽出層の
勾配を計算し、重みを更新
ループ
終了

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/028622

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. G06T7/00(2017.01)i
FI: G06T7/00 350C

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. G06T7/00

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 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
IEEE Xplore; JSTPlus (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2019-114116 A (OMRON CORP.) 11 July 2019, paragraphs [0038], [0039], [0050]-[0056], [0082]-[0094], [0106]-[0123], fig. 8, 9, entire text, all drawings	1-6, 9-10 7-8
Y A	JP 2015-148895 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 20 August 2015, paragraphs [0012]-[0082], fig. 8-12, entire text, all drawings	1-6, 9-10 7-8
A	WO 2019/021855 A1 (MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) 31 January 2019, entire text, all drawings	1-10

☐ 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	Date of mailing of the international search report
07.10.2020	20.10.2020
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/028622

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-114116 A	11.07.2019	US 2019/0197356 A1 paragraphs [0050], [0051], [0062]-[0068], [0094]-[0106], [0118]-[0135], fig. 8, 9 EP 3502966 A1 CN 109961421 A	
JP 2015-148895 A	20.08.2015	(Family: none)	
WO 2019/021855 A1	31.01.2019	KR 10-2020-0017521 A entire text, all drawings	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/028622

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G06T 7/00(2017.01)i
FI: G06T7/00 350C

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））

G06T7/00

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	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０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）

IEEE Xplore; JSTPlus (JDreamIII)

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	関連する請求項の番号
Y	JP 2019-114116 A (オムロン株式会社) 11.07.2019 (2019-07-11) 段落[0038]-[0039],[0050]-[0056],[0082]-[0094],[0106]-[0123], 図8-9	1-6, 9-10
A	全文, 全図	7-8
Y	JP 2015-148895 A (日本電信電話株式会社) 20.08.2015 (2015-08-20) 段落[0012]-[0082], 図8-12	1-6, 9-10
A	全文, 全図	7-8
A	WO 2019/021855 A1 (三菱日立パワーシステムズ株式会社) 31.01.2019 (2019-01-31) 全文, 全図	1-10

☐ 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
"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	国際調査報告の発送日
07.10.2020	20.10.2020

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
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）
合田　幸裕 5H 4689
電話番号 03-3581-1101 内線 3531

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/JP2020/028622

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-114116 A	11.07.2019	US 2019/0197356 A1 段落[0050]-[0051],[0062]-[0068],[0094]-[0106],[0118]-[0135], 図8-9 EP 3502966 A1 CN 109961421 A	
JP 2015-148895 A	20.08.2015	（ファミリーなし）	
WO 2019/021855 A1	31.01.2019	KR 10-2020-0017521 A 全文, 全図	