

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年2月8日(08.02.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/029347 A1

(51) 国際特許分類:
G06N 3/045 (2023.01)

神奈川県厚木市旭町四丁目14番
1号 Kanagawa (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/026530

(22) 国際出願日: 2023年7月20日(20.07.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

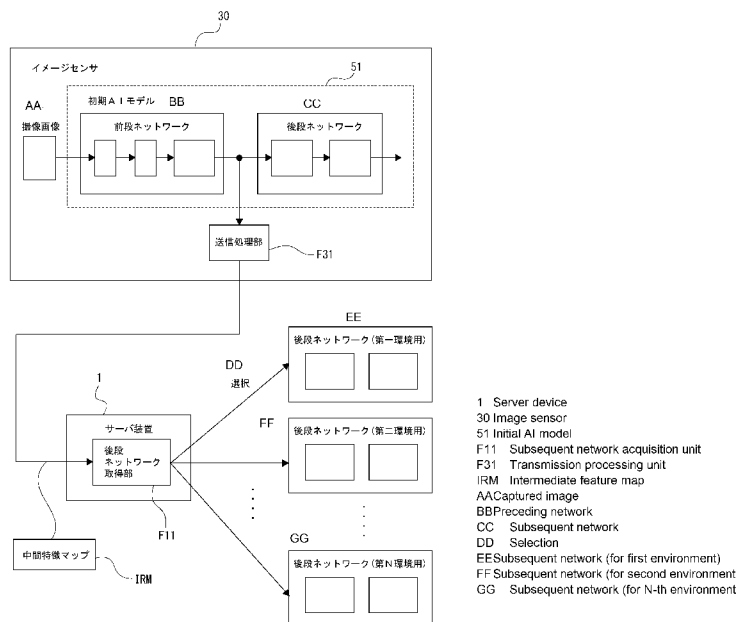
(30) 優先権データ:
特願 2022-125012 2022年8月4日(04.08.2022) JP
特願 2022-170177 2022年10月24日(24.10.2022) JP

(71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014

(72) 発明者: 山川 健 司 (YAMAKAWA, Kenji); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 川崎 凌平(KAWASAKI, Ryohei); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 浴 良仁(EKI, Ryoji); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 柳沢 英太 (YANAGISAWA, Eita); 〒2430014 神奈川県厚木

(54) Title: INFORMATION PROCESSING DEVICE, INFORMATION PROCESSING METHOD, AND INFORMATION PROCESSING SYSTEM

(54) 発明の名称: 情報処理装置、情報処理方法、及び情報処理システム



(57) Abstract: An information processing device according to the present technology comprises: a subsequent network acquisition unit to which an intermediate feature map is inputted from an external device, said map being obtained in a prescribed intermediate layer of an artificial intelligence model that includes a neural network and takes detection data from a sensor device as input data when input data was passed to the artificial intelligence model, the subsequent network acquisition unit either selecting one subsequent network from among a plurality of candidates for a subsequent network

市旭町四丁目 1 4 番 1 号 ソニーセミコンダクタ
ソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人テクノピア国際
特許事務所 (TECHNOPEER PATENTS &
TRADEMARKS); 〒1030001 東京都中央区日本
橋小伝馬町 1 番 3 号 7 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

that is a network of a later stage than the prescribed intermediate layer in the artificial intelligence model on the basis of the intermediate feature map, or generating one subsequent network on the basis of a trained network that serves as a base and on the basis of the intermediate feature map; and a transmission processing unit for performing processing to transmit, to the exterior, setting data for the subsequent network selected or generated by the subsequent network acquisition unit.

(57) 要約: 本技術に係る情報処理装置は、ニューラルネットワークを有しセンサ装置による検出データを入力データとする人工知能モデルに対し入力データを与えた際に人工知能モデルの所定中間層で得られる中間特徴マップを外部装置より入力し、中間特徴マップに基づき、人工知能モデルにおける所定中間層よりも後段のネットワークである後段ネットワークの複数の候補のうちから一の後段ネットワークを選択する、又はベースとなる学習済みネットワークと中間特徴マップとに基づいて一の後段ネットワークを生成する後段ネットワーク取得部と、後段ネットワーク取得部が選択又は生成した後段ネットワークの設定データを外部に送信する処理を行う送信処理部と、を備えている。

明 細 書

発明の名称：

情報処理装置、情報処理方法、及び情報処理システム

技術分野

[0001] 本技術は、情報処理装置とその方法、及び情報処理システムに関するものであり、特に、ニューラルネットワークを有しセンサ装置による検出データを入力データとする人工知能モデルについて、センサ装置の使用環境条件に対する適合化を行うための技術に関する。

背景技術

[0002] 撮像画像についてA I（Artificial Intelligence：人工知能）モデルを用いた処理であるA I処理を行う撮像装置（以下「A Iカメラ」と表記する）を用いたソリューションビジネスが考えられる。例えば、A Iカメラを店舗内に1又は複数台配置し、例えば画像認識処理により顧客の属性（例えば性別、年齢層等）や行動パターンについての認識結果を得、この認識結果をインターネット等を介してユーザに提示するといったシステムを提供するビジネス等が考えられる。

A Iカメラ側（エッジ側）でA I処理を行うことから、サーバ装置側（クラウド側）が各カメラから取得した撮像画像に基づきA I処理を行うシステムと比較して、処理分散が図られると共に、通信データ量の低減を図ることができる。

[0003] このとき、A Iカメラが有するA Iモデルについて、サーバ装置が再学習を行うサービスを考えることができる。この再学習サービスでは、A Iカメラが置かれる環境、例えば日本国等の顧客の人種が限られている国の店舗に配置されるか、或いは米国等の顧客の人種が多様な国の店舗に配置されるか等といった使用地域の差等、A Iカメラの使用環境条件に応じた適合化のための再学習を行うことが想定される。

[0004] なお、関連する従来技術については下記特許文献1を挙げることができる

。下記特許文献1には、DNN（Deep Neural Network）を有するAIモデルを第一DNN処理部と第二DNN処理部とに分割し、前段の第一DNN処理部で得られる特徴マップを入力データとして、後段の第二DNN処理部が推論処理（例えば物体認識処理）を行う構成が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2020-47191号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ここで、上記した再学習サービスでは、AIモデル全体を再学習するという手法を採ることが考えられる。

しかしながら、AIモデル全体を再学習するには必要な学習回数が増大する傾向となり、その結果、AIカメラ（エッジ側）におけるAIモデルをAIカメラの使用環境条件に適合させるために多くの時間を要するものになってしまう。また、必要な学習回数が増大するということは、用意すべき学習用入力データの数も増大化することになる。再学習のための学習用入力データを再学習対象のAIモデルの利用者がクラウド側にアップロードすることを前提とした場合、学習用入力データ数が増大するということは、利用者がクラウド側に送信すべきデータ量の増大化を招くものとなり、結果、AIモデルをAIカメラの使用環境条件に適合化させるために要する通信データ量の増大化を招来してしまう。

[0007] さらに、AIモデルをAIカメラの使用環境条件に適合化させるための再学習を実現する上では、AIカメラによる実際の撮像画像をクラウド側に送信するということも考えられるが、撮像画像そのものを送信することは個人情報情報の流出を招来する虞があり望ましくない。

[0008] 本技術は上記事情に鑑み為されたものであり、エッジ側の人工知能モデルをセンサ装置の使用環境条件に適合化するにあたっての所要時間の短縮化、

及び通信データ量の削減、及び個人情報の流出可能性の低減を図ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本技術に係る第一の情報処理装置は、ニューラルネットワークを有しセンサ装置による検出データを入力データとする人工知能モデルに対し前記入力データを与えた際に前記人工知能モデルの所定中間層で得られる中間特徴マップを外部装置より入力し、前記中間特徴マップに基づき、前記人工知能モデルにおける前記所定中間層よりも後段のネットワークである後段ネットワークの複数の候補のうちから一の前記後段ネットワークを選択する、又はベースとなる学習済みネットワークと前記中間特徴マップとに基づいて一の前記後段ネットワークを生成する後段ネットワーク取得部と、前記後段ネットワーク取得部が選択又は生成した前記後段ネットワークの設定データを外部に送信する処理を行う送信処理部と、を備えるものである。

上記構成によれば、エッジ側の人工知能モデルをセンサ装置の使用環境条件に適合化するにあたり、人工知能モデルのネットワーク全体ではなく後段ネットワークについてのみ選択の候補を作成しておけばよい。又は、ベースとなる学習済みネットワークから例えば蒸留等により対応する後段ネットワークを生成すればよい。このとき、候補となる後段ネットワークの生成に要する学習回数は、前段ネットワークを含むネットワーク全体の再学習に要する学習回数よりも少なくすることが可能である。また、ベースとなる学習済みネットワークから対応する後段ネットワークを生成するのに要する学習回数についても、ネットワーク全体の再学習に要する学習回数よりも少なくすることが可能である。必要な学習回数を少なくできることで、センサ装置の使用環境条件に適した後段ネットワークの生成に要する時間の短縮化が図られる。また、必要な学習回数を少なくできることで、センサ装置の使用環境条件に適した後段ネットワークの生成に要する学習用入力データ数の削減が図られる。

また、上記構成によれば、センサ装置の使用環境条件に適した一の後段ネ

ットワークを取得するにあたっては、エッジ側より中間特徴マップを取得すればよい。中間特徴マップは入力データが中間層で処理されて得られたデータであるため、そのままでは個人情報を特定することが困難なデータとなる。

[0010] また、本技術に係る第一の情報処理方法は、情報処理装置が、ニューラルネットワークを有しセンサ装置による検出データを入力データとする人工知能モデルに対し前記入力データを与えた際に前記人工知能モデルの所定中間層で得られる中間特徴マップを外部装置より入力し、前記中間特徴マップに基づき、前記人工知能モデルにおける前記所定中間層よりも後段のネットワークである後段ネットワークの複数の候補のうちから一の前記後段ネットワークを選択する、又はベースとなる学習済みネットワークと前記中間特徴マップとに基づいて一の前記後段ネットワークを生成する後段ネットワーク取得処理と、前記後段ネットワーク取得処理で選択又は生成した前記後段ネットワークの設定データを外部に送信する送信処理と、を行う情報処理方法である。

このような第一の情報処理方法によっても、上記した本技術に係る第一の情報処理装置と同様の作用が得られる。

[0011] 本技術に係る第二の情報処理装置は、ニューラルネットワークを有しセンサ装置による検出データを入力データとする人工知能モデルに対し前記入力データを与えた際に前記人工知能モデルの所定中間層で得られる中間特徴マップを外部に送信する処理を行う送信処理部と、前記送信処理部が送信した前記中間特徴マップに基づき、外部装置が、前記人工知能モデルにおける前記所定中間層よりも後段のネットワークである後段ネットワークの複数の候補のうちから選択した一の前記後段ネットワーク、又は、外部装置が、ベースとなる学習済みネットワークと前記送信処理部が送信した前記中間特徴マップとに基づいて生成した一の前記後段ネットワークの何れかの後段ネットワークの設定データを受信する処理を行う受信処理部と、前記受信処理部が受信した前記設定データにより実現される前記後段ネットワークを用いた推

論処理を行う推論処理部と、を備えるものである。

上記構成によれば、センサ装置の検出データに基づく推論処理を行うエッジ側の情報処理装置として、外部装置がセンサ装置の使用環境条件に適した後段ネットワークを求めるための手法に、中間特徴マップに基づき複数の後段ネットワークの候補のうちから一の後段ネットワークを選択するという手法、又は、ベースとなる学習済みネットワークと中間特徴マップとに基づいて一の後段ネットワークを生成するという手法の何れかを採用することを可能とする情報処理装置が提供される。

[0012] また、本技術に係る第二の情報処理方法は、情報処理装置が、ニューラルネットワークを有しセンサ装置による検出データを入力データとする人工知能モデルに対し前記入力データを与えた際に前記人工知能モデルの所定中間層で得られる中間特徴マップを外部に送信する送信処理と、前記送信処理で送信した前記中間特徴マップに基づき、外部装置が、前記人工知能モデルにおける前記所定中間層よりも後段のネットワークである後段ネットワークの複数の候補のうちから選択した一の前記後段ネットワーク、又は、外部装置が、ベースとなる学習済みネットワークと前記送信処理で送信した前記中間特徴マップとに基づいて生成した一の前記後段ネットワークの何れかの後段ネットワークの設定データを受信する受信処理と、前記受信処理で受信した前記設定データにより実現される前記後段ネットワークを用いた推論処理を行う推論処理と、を行う情報処理方法である。

このような第二の情報処理方法によっても、上記した本技術に係る第二の情報処理装置と同様の作用が得られる。

[0013] 本技術に係る情報処理システムは、ニューラルネットワークを有しセンサ装置による検出データを入力データとする人工知能モデルに対し前記入力データを与えた際に前記人工知能モデルの所定中間層で得られる中間特徴マップを外部に送信する処理を行う第一送信処理部と、前記第一送信処理部を有する装置の外部装置に設けられ、前記第一送信処理部が送信した前記中間特徴マップに基づき、前記人工知能モデルにおける前記所定中間層よりも後段

のネットワークである後段ネットワークの複数の候補のうちから一の前記後段ネットワークを選択する、又はベースとなる学習済みネットワークと前記第一送信処理部が送信した前記中間特徴マップとに基づいて一の前記後段ネットワークを生成する後段ネットワーク取得部と、前記第一送信処理部を有する装置の外部装置に設けられ、前記後段ネットワーク取得部が選択又は生成した前記後段ネットワークの設定データを外部に送信する処理を行う第二送信処理部と、前記第一送信処理部を有する装置に設けられ前記設定データを受信する処理を行う受信処理部と、前記第一送信処理部を有する装置に設けられ前記受信処理部が受信した前記設定データにより実現される前記後段ネットワークを用いた推論処理を行う推論処理部と、を備えるものである。

このような情報処理システムによっても、上記した本技術に係る第一、第二の情報処理装置と同様の作用が得られる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]実施形態としての情報処理システムの概要構成例を示したブロック図である。

[図2]実施形態としての情報処理システムが備える情報処理装置のハードウェア構成例を示したブロック図である。

[図3]実施形態としてのセンサ装置を備えたカメラの構成例を示したブロック図である。

[図4]実施形態としてのセンサ装置の構造例についての説明図である。

[図5]実施形態におけるA Iモデルの概要の説明図である。

[図6]実施形態における初期A Iモデルの説明図である。

[図7]初期A Iモデルの分断、及び前段ネットワークと後段ネットワークの説明図である。

[図8]後段ネットワークの候補の生成手法例についての説明図である。

[図9]再学習により生成された後段ネットワークの複数の候補についての説明図である。

[図10]後段ネットワークの選択に係るサーバ装置、イメージセンサそれぞれ

の機能を説明するための図である。

[図11]中間特徴マップに基づき一の後段ネットワークを選択する手法の一例についての説明図である。

[図12]選択した後段ネットワークのデプロイに係るサーバ装置、イメージセンサそれぞれが有する機能の説明図である。

[図13]初期A Iモデルについて二つの異なる分断位置で得られる中間特徴マップの可視化イメージを例示した図である。

[図14]中間特徴マップにおける個人情報に係る画像領域についての説明図である。

[図15]分断位置の別の設定手法についての説明図である。

[図16]実施形態としての適合化手法を実現するための処理手順例を示したフローチャートである。

[図17]アクティブラーニングを適用した後段ネットワークの生成手法についての説明図である。

[図18]知識蒸留による小型後段ネットワークの生成手法の一例についての説明図である。

[図19]知識蒸留による小型後段ネットワークの生成手法の別例についての説明図である。

[図20]知識蒸留による小型後段ネットワークの生成を行う場合に対応した適合化手法実現のための処理手順例を示したフローチャートである。

[図21]実施形態としての情報処理システムの運用例について説明するための図である。

[図22]実施形態としての情報処理システムの別の運用例について説明するための図である。

[図23]A Iカスタマイズの変形例についての説明図である。

[図24]前段ネットワークの出力を撮像設定の制御にフィードバックする変形例の説明図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、添付図面を参照し、本技術に係る実施形態を次の順序で説明する。

- < 1. 情報処理システムの概要 >
- < 2. 情報処理装置の構成 >
- < 3. 実施形態としての適合化手法 >
- < 4. 処理手順 >
- < 5. 後段ネットワークの小型化について >
- < 6. システム運用例 >
- < 7. AIカスタマイズの変形例 >
- < 8. 変形例 >
- < 9. 実施形態のまとめ >
- < 10. 本技術 >

[0016] < 1. 情報処理システムの概要 >

図1は、本技術に係る実施形態としての情報処理システム100の概略構成例を示したブロック図である。

図示のように情報処理システム100は、サーバ装置1と、1又は複数のユーザ端末2と、複数のカメラ3と、フォグサーバ4とを備えている。本例において、サーバ装置1は、ユーザ端末2及びフォグサーバ4との間で例えばインターネット等とされたネットワーク5を介した相互通信を行うことが可能に構成されている。

[0017] サーバ装置1、ユーザ端末2、及びフォグサーバ4は、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、及びRAM (Random Access Memory)を有するマイクロコンピュータを備えた情報処理装置として構成されている。

[0018] ここで、ユーザ端末2は、情報処理システム100を用いたサービスの受け手であるユーザによって使用されることが想定される情報処理装置である。また、サーバ装置1は、サービスの提供者によって使用されることが想定される情報処理装置である。

[0019] 各カメラ3は、例えばCCD (Charge Coupled Device) 型イメージセンサ

やCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 型イメージセンサ等のイメージセンサを備え、被写体を撮像してデジタルデータとしての画像データ (撮像画像データ) を得る。また、後述するように各カメラ3は、撮像画像についてAI (Artificial Intelligence: 人工知能) モデルを用いた処理であるAI処理を行う機能も有している。

各カメラ3は、fogサーバ4とデータ通信可能に構成され、例えばAIモデルを用いた画像処理の結果を示す処理結果情報等の各種データをfogサーバ4に送信したり、fogサーバ4から各種データを受信したりすることが可能とされる。

[0020] ここで、図1に示す情報処理システム100については、各カメラ3のAI処理で得られるAI処理結果を示す情報 (以下、「処理結果情報」と表記する) に基づき、fogサーバ4又はサーバ装置1が被写体の分析情報を生成し、生成した分析情報をユーザ端末2を介してユーザに閲覧させるといった用途が想定される。

この場合、各カメラ3の用途としては、各種の監視カメラの用途が考えられる。例えば、店舗やオフィス、住宅等の屋内についての監視カメラ、駐車場や街中等の屋外を監視するための監視カメラ (交通監視カメラ等を含む)、FA (Factory Automation) やIA (Industrial Automation) における製造ラインの監視カメラ、車内や車外を監視する監視カメラ等の用途を挙げることができる。

[0021] 例えば、店舗における監視カメラの用途であれば、複数のカメラ3を店舗内の所定位置にそれぞれ配置し、ユーザが来店客の客層 (性別や年齢層など) や店舗内での行動 (動線) 等を確認できるようにすることが考えられる。その場合、上記した分析情報としては、これら来店客の客層の情報や店舗内での動線の情報、及び精算レジにおける混雑状態の情報 (例えば、精算レジの待ち時間情報) 等を生成することが考えられる。

或いは、交通監視カメラの用途であれば、各カメラ3を道路近傍の各位置に配置し、ユーザが通過車両についてのナンバー (車両番号) や車の色、車

種等の情報を認識できるようにすることが考えられ、その場合、上記した分析情報としては、これらナンバーや車の色、車種等の情報を生成することが考えられる。

[0022] また、駐車場に交通監視カメラを用いた場合は、駐車されている各車両を監視できるようにカメラを配置し、不審な行動をしている不審者が各車両の周りにいないかなどを監視し、不審者がいた場合には、不審者がいることやその不審者の属性（性別や年齢層、服装等）などを通知することが考えられる。

さらに、街中や駐車場の空きスペースを監視して、ユーザに車を駐車できるスペースの場所を通知すること等も考えられる。

[0023] フォグサーバ4は、例えば上記した店舗の監視用途においては各カメラ3と共に監視対象の店舗内に配置される等、監視対象ごとに配置されることが想定される。このように店舗などの監視対象ごとにフォグサーバ4を設けることで、監視対象における複数のカメラ3からの送信データをサーバ装置1が直接受信する必要がなくなり、サーバ装置1の処理負担軽減が図られる。

[0024] なお、フォグサーバ4は、監視対象とする店舗が複数あり、それら店舗が全て同一系列に属する店舗である場合には、店舗ごとに設けるのではなく、それら複数の店舗につき一つ設けることも考えられる。すなわち、フォグサーバ4は、監視対象ごとに一つ設けることに限定されず、複数の監視対象に対して一つのフォグサーバ4を設けることも可能なものである。

[0025] また、情報処理システム100としては、フォグサーバ4を省略し、各カメラ3を直接ネットワーク5に接続させて、複数のカメラ3からの送信データをサーバ装置1が直接受信するような構成も採り得る。

[0026] サーバ装置1は、情報処理システム100を統括的に管理する機能を有する情報処理装置とされる。

サーバ装置1は、情報処理システム100の管理に係る機能として、図示のようにライセンスオーソリ機能F1、アカウントサービス機能F2、及びAIサービス機能F3を有する。

[0027] ライセンスオーソリ機能F 1は、各種の認証に係る処理を行う機能である。具体的に、ライセンスオーソリ機能F 1では、各カメラ3のデバイス認証に係る処理や、カメラ3で使用されるA Iモデル等のデータについての認証に係る処理が行われる。

[0028] ライセンスオーソリ機能F 1において、カメラ3の認証については、カメラ3とネットワーク5を介して接続された場合（本例ではfogサーバ4を介した接続となる）に、カメラ3ごとにデバイスIDを発行する処理が行われる。

また、A Iモデルの認証については、登録申請されたA Iモデルについて、固有のID（A IモデルID）を発行する処理が行われる。

[0029] また、ライセンスオーソリ機能F 1では、カメラ3とサーバ装置1との間でセキュアな通信が行われるようにするための各種の鍵や証明書等をカメラ3の製造業者（特に後述するイメージセンサ30の製造業者）に発行する処理が行われると共に、証明効力の停止や更新のための処理も行われる。

さらに、ライセンスオーソリ機能F 1では、以下で説明するアカウントサービス機能F 2によりユーザ登録（ユーザIDの発行を伴うアカウント情報の登録）が行われた場合に、ユーザが購入したカメラ3（上記デバイスID）とユーザIDとを紐付ける処理も行われる。

[0030] アカウントサービス機能F 2は、ユーザのアカウント情報の生成や管理を行う機能である。アカウントサービス機能F 2では、ユーザ情報の入力を受け付け、入力されたユーザ情報に基づいてアカウント情報を生成する（少なくともユーザIDとパスワード情報とを含むアカウント情報の生成を行う）。

[0031] A Iサービス機能F 3は、A Iカメラとしてのカメラ3の利用に関するサービスをユーザに提供するための機能とされる。

このA Iサービス機能F 3の一つとしては、ユーザからの指示に基づき、カメラ3に対してA Iモデルをデプロイする機能を挙げることができる。ここで言うデプロイとは、対象装置にA Iモデルを使用可能にインストールさ

せるための送信処理を意味する。

また、A I サービス機能F 3の一つには、前述した分析情報の生成に係る機能を挙げることできる。すなわち、カメラ3におけるA I 処理の処理結果情報に基づき被写体の分析情報を生成し、生成した分析情報をユーザ端末2を介してユーザに閲覧させるための処理を行う機能である。

さらに、A I サービス機能F 3の一つには、A I モデルの再学習機能を挙げることができる。すなわち、カメラ3にインストールされたA I モデルについての再学習機能である。本実施形態では、この再学習機能により、A I モデルをカメラ3（イメージセンサ）の使用環境条件に適合させるための処理が行われるが、この点については後に改めて説明する。

[0032] ここで、上記では、サーバ装置1単体でライセンスオーソリ機能F 1、アカウントサービス機能F 2、及びA I サービス機能F 3を実現する構成を例示したが、これらの機能を複数の情報処理装置が分担して実現する構成とすることも可能である。例えば、上記の機能をそれぞれ1台の情報処理装置が担う構成とすることが考えられる。或いは、上記した機能のうちの一つの機能を複数の情報処理装置が分担するといった構成を採ることも可能である。

[0033] <2. 情報処理装置の構成>

図2は、サーバ装置1のハードウェア構成例を示したブロック図である。

なお、ユーザ端末2及びフォグサーバのハードウェア構成例もこの図2に示すものと同様となる。

[0034] 図示のようにサーバ装置1は、CPU11を備えている。CPU11は、これまでにサーバ装置1の処理として説明した各種の処理を行う演算処理部として機能し、ROM12や例えばEEPROM（Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory）などの不揮発性メモリ部14に記憶されているプログラム、又は記憶部19からRAM13にロードされたプログラムに従って各種の処理を実行する。RAM13にはまた、CPU11が各種の処理を実行する上において必要なデータなども適宜記憶される。

[0035] CPU11、ROM12、RAM13、及び不揮発性メモリ部14は、バ

ス 2 3 を介して相互に接続されている。このバス 2 3 にはまた、入出力インタフェース (I/F) 1 5 も接続されている。

[0036] 入出力インタフェース 1 5 には、操作子や操作デバイスよりなる入力部 1 6 が接続される。例えば、入力部 1 6 としては、キーボード、マウス、キー、ダイヤル、タッチパネル、タッチパッド、リモートコントローラ等の各種の操作子や操作デバイスが想定される。

入力部 1 6 によりユーザの操作が検知され、入力された操作に応じた信号は CPU 1 1 によって解釈される。

[0037] また入出力インタフェース 1 5 には、LCD (Liquid Crystal Display) 或いは有機 EL (Electro-Luminescence) ディスプレイなどよりなる表示部 1 7 や、スピーカなどよりなる音声出力部 1 8 が一体又は別体として接続される。

表示部 1 7 は各種の情報表示に用いられ、例えばコンピュータ装置の筐体に設けられるディスプレイデバイスや、コンピュータ装置に接続される別体のディスプレイデバイス等により構成される。

[0038] 表示部 1 7 は、CPU 1 1 の指示に基づいて表示画面上に各種の画像処理のための画像や処理対象の動画等の表示を実行する。また表示部 1 7 は CPU 1 1 の指示に基づいて、各種操作メニュー、アイコン、メッセージ等、即ち GUI (Graphical User Interface) としての表示を行う。

[0039] 入出力インタフェース 1 5 には、HDD (Hard Disk Drive) や固体メモリなどより構成される記憶部 1 9 や、モデムなどより構成される通信部 2 0 が接続される場合もある。

[0040] 通信部 2 0 は、インターネット等の伝送路を介しての通信処理や、各種機器との有線／無線通信、バス通信などによる通信を行う。

[0041] 入出力インタフェース 1 5 にはまた、必要に応じてドライブ 2 1 が接続され、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、或いは半導体メモリなどのリムーバブル記録媒体 2 2 が適宜装着される。

[0042] ドライブ 2 1 により、リムーバブル記録媒体 2 2 から各処理に用いられる

プログラム等のデータファイルなどを読み出すことができる。読み出されたデータファイルは記憶部 19 に記憶されたり、データファイルに含まれる画像や音声が表示部 17 や音声出力部 18 で出力されたりする。またリムーバブル記録媒体 22 から読み出されたコンピュータプログラム等は必要に応じて記憶部 19 にインストールされる。

[0043] 上記のようなハードウェア構成を有するコンピュータ装置では、例えば本実施形態の処理のためのソフトウェアを、通信部 20 によるネットワーク通信やリムーバブル記録媒体 22 を介してインストールすることができる。或いは、当該ソフトウェアは予め ROM 12 や記憶部 19 等に記憶されていてもよい。

[0044] CPU 11 が各種のプログラムに基づいて処理動作を行うことで、サーバ装置 1 としての必要な情報処理や通信処理が実行される。

なお、サーバ装置 1 は、図 2 のようなコンピュータ装置が単一で構成されることに限らず、複数のコンピュータ装置がシステム化されて構成されてもよい。複数のコンピュータ装置は、LAN (Local Area Network) 等によりシステム化されていてもよいし、インターネット等を利用した VPN (Virtual Private Network) 等により遠隔地に配置されたものでもよい。複数のコンピュータ装置には、クラウドコンピューティングサービスによって利用可能なサーバ群 (クラウド) としてのコンピュータ装置が含まれてもよい。

[0045] 図 3 は、カメラ 3 の構成例を示したブロック図である。

図示のようにカメラ 3 は、イメージセンサ 30、撮像光学系 31、光学系駆動部 32、制御部 33、メモリ部 34、通信部 35、及びセンサ部 36 を備えている。イメージセンサ 30、制御部 33、メモリ部 34、通信部 35、及びセンサ部 36 は、バス 37 を介して接続され、相互にデータ通信を行うことが可能とされている。

[0046] 撮像光学系 31 は、カバーレンズ、ズームレンズ、フォーカスレンズ等のレンズや絞り (アイリス) 機構を備える。この撮像光学系 31 により、被写体からの光 (入射光) が導かれ、イメージセンサ 30 の受光面に集光される

。

[0047] 光学系駆動部 3 2 は、撮像光学系 3 1 が有するズームレンズ、フォーカスレンズ、及び絞り機構の駆動部を包括的に示したものである。具体的に、光学系駆動部 3 2 は、これらズームレンズ、フォーカスレンズ、絞り機構それぞれを駆動するためのアクチュエータ、及び該アクチュエータの駆動回路を有している。

[0048] 制御部 3 3 は、例えば CPU、ROM、及び RAM を有するマイクロコンピュータを備えて構成され、CPU が ROM に記憶されているプログラム、又は RAM にロードされたプログラムに従って各種の処理を実行することで、カメラ 3 の全体制御を行う。

[0049] また、制御部 3 3 は、光学系駆動部 3 2 に対してズームレンズ、フォーカスレンズ、絞り機構等の駆動指示を行う。光学系駆動部 3 2 はこれらの駆動指示に応じてフォーカスレンズやズームレンズの移動、絞り機構の絞り羽根の開閉等を実行させることになる。

[0050] また、制御部 3 3 は、メモリ部 3 4 に対する各種データの書き込みや読み出しについての制御を行う。

メモリ部 3 4 は、例えば HDD やフラッシュメモリ装置等の不揮発性の記憶デバイスとされ、制御部 3 3 が各種処理を実行する上で用いるデータの記憶に用いられる。また、メモリ部 3 4 は、イメージセンサ 3 0 から出力された画像データの保存先（記録先）としても用いることができる。

[0051] 制御部 3 3 は、通信部 3 5 を介して外部装置との間で各種データ通信を行う。本例における通信部 3 5 は、少なくとも図 1 に示した Fog サーバ 4 との間でのデータ通信を行うことが可能に構成されている。

或いは、通信部 3 5 としては、ネットワーク 5 を介した通信が可能とされて、サーバ装置 1 との間でデータ通信が行われる場合もある。

[0052] センサ部 3 6 は、カメラ 3 が備えるイメージセンサ 3 0 以外のセンサを包括的に表している。センサ部 3 6 が有するセンサとしては、例えば、カメラ 3 の位置や高度を検出するための GNSS (Global Navigation Satellite S

ystem) センサや高度センサ、環境温度を検出するための温度センサ、カメラ 3 の動きを検出するための加速度センサや角速度センサ等の動きセンサ等を挙げることができる。

[0053] イメージセンサ 30 は、例えば CCD 型、CMOS 型等の固体撮像素子として構成され、図示のように撮像部 41、画像信号処理部 42、センサ内制御部 43、AI 処理部 44、メモリ部 45、コンピュータビジョン処理部 46、及び通信インタフェース (I/F) 47 を備えている。これら各部はそれぞれがバス 48 を介して相互にデータ通信可能とされている。

このイメージセンサ 30 は、本技術に係る情報処理装置の一実施形態である。

[0054] 撮像部 41 は、フォトダイオード等の光電変換素子を有する画素が二次元に配列された画素アレイ部と、画素アレイ部が備える各画素から光電変換によって得られた電気信号を読み出す読み出し回路とを備えている。読み出し回路では、光電変換により得られた電気信号について、例えば CDS (Correlated Double Sampling) 処理、AGC (Automatic Gain Control) 処理などを実行し、さらに A/D (Analog to Digital) 変換処理を行う。

[0055] 画像信号処理部 42 は、A/D 変換処理後のデジタルデータとしての撮像画像信号に対して、前処理、同時化処理、YC 生成処理、解像度変換処理、コーデック処理等を行う。

前処理では、撮像画像信号に対して R (赤)、G (緑)、B (青) の黒レベルを所定のレベルにクランプするクランプ処理や、R、G、B の色チャンネル間の補正処理等を行う。同時化処理では、各画素についての画像データが、R、G、B 全ての色成分を有するようにする色分離処理を施す。例えば、ベイヤー配列のカラーフィルタを用いた撮像素子の場合は、色分離処理としてデモザイク処理が行われる。YC 生成処理では、R、G、B の画像データから、輝度 (Y) 信号および色 (C) 信号を生成 (分離) する。解像度変換処理では、各種の信号処理が施された画像データに対して、解像度変換処理を実行する。

コーデック処理では、上記の各種処理が施された画像データについて、例えば記録用や通信用の符号化処理、ファイル生成を行う。コーデック処理では、動画のファイル形式として、例えばMPEG-2 (MPEG: Moving Picture Experts Group) やH. 264などの形式によるファイル生成を行うことが可能とされる。また静止画ファイルとしてJPEG (Joint Photographic Experts Group)、TIFF (Tagged Image File Format)、GIF (Graphics Interchange Format) 等の形式のファイル生成を行うことも考えられる。

[0056] センサ内制御部43は、例えばCPU、ROM、RAM等を有して構成されたマイクロコンピュータを備えて構成され、イメージセンサ30の動作を統括的に制御する。例えばセンサ内制御部43は、撮像部41に対する指示を行って撮像動作の実行制御を行う。また、AI処理部44や画像信号処理部42、コンピュータビジョン処理部46に対しても処理の実行制御を行う。

また、センサ内制御部43は、後述するようにサーバ装置1からイメージセンサ30にAIモデル (AIモデルの設定データ) がデプロイされた際に、該AIモデルがAI処理部44に設定されるようにする処理を行う。すなわち、AI処理部44が該AIモデルを使用したAI処理を実行可能となるように、AI処理部44に該AIモデルをセッティングする処理である。

[0057] AI処理部44は、例えばCPUやFPGA (Field Programmable Gate Array)、DSP (Digital Signal Processor) 等、プログラマブルな演算処理装置を有して構成され、撮像画像についてAI処理を行う。

AI処理部44によるAI処理としては、画像認識処理を挙げることができる。ここで言う画像認識処理とは、画像内容の認識を行う処理を広く意味するものであり、例えば被写体の種別 (例えば人、動物、車、建物等) の認識処理や、被写体の存在有無や範囲の認識処理 (いわゆる物体検出処理) 等を挙げることができる。

[0058] AI処理部44によるAI処理の機能は、AI処理部44に設定するAI

モデル（A I 処理のアルゴリズム）を変更することにより切り替えることが可能である。

[0059] メモリ部 4 5 は、不揮発性メモリにより構成され、A I 処理部 4 4 による A I 処理を行う上で必要なデータの記憶に用いられる。具体的には、A I モデルの設定データ（例えば、ニューラルネットワークに畳み込み演算で用いる各種の重み係数や、ニューラルネットワークの構造を示すデータ等）は、メモリ部 4 5 に記憶される。

また、本例において、メモリ部 4 5 は、画像信号処理部 4 2 で処理された撮像画像データの保持にも用いられる。

[0060] コンピュータビジョン処理部 4 6 は、撮像画像データに対する画像処理として、ルールベースによる画像処理を施す。ここでのルールベースによる画像処理としては、例えば超解像処理等を挙げることができる。

[0061] 通信インタフェース 4 7 は、イメージセンサ 3 0 外部における制御部 3 3 やメモリ部 3 4 等、バス 3 7 を介して接続された各部との間で通信を行うインタフェースである。例えば通信インタフェース 4 7 は、センサ内制御部 4 3 の制御に基づき、A I 処理部 4 4 が用いる A I モデルなどを外部から取得するための通信を行う。

また、通信インタフェース 4 7 を介して、A I 処理部 4 4 による A I 処理の処理結果情報がイメージセンサ 3 0 の外部に出力される。

[0062] ここで、イメージセンサ 3 0 において、センサ内制御部 4 3 は、通信インタフェース 4 7、通信部 3 5、及びフォグサーバ 4 を介して、サーバ装置 1 との間でデータ通信を行うことが可能とされている。これによりセンサ内制御部 4 3 は、後述するように A I モデルの設定データ等の各種データをサーバ装置 1 から受信したり、A I 処理部 4 4 による処理結果情報等の各種データをサーバ装置 1 に対して送信したりすることが可能とされる。

[0063] ところで、上記説明のように本例では、イメージセンサ 3 0 が、画素アレイ部を有する撮像部 4 1 以外に、A I 処理を行う A I 処理部 4 4 や、コンピュータ装置としてのセンサ内制御部 4 3 等を有するものとされている。この

ようなイメージセンサ30の構造例を図4を参照して説明しておく。なお、図4に示す構造はあくまで一例であり、もちろん他の構造を採ることも可能である。

[0064] 図4に示すように、本例におけるイメージセンサ30は、ダイD1とダイD2の二つのダイを積層した二層構造（積層構造）を有するものとされる。具体的に、本例におけるイメージセンサ30は、ダイD1とダイD2とを貼り合わせた1チップの半導体装置として構成されている。ダイD1は、撮像部41が形成されたダイであり、ダイD2は、画像信号処理部42、センサ内制御部43、AI処理部44、メモリ部45、コンピュータビジョン処理部46、及び通信インタフェース47を備えたダイである。

ダイD1とダイD2は、例えば、Cu-Cu接合等のチップ間接合技術により物理的且つ電氣的に接続されている。

[0065] <3. 実施形態としての適合化手法>

まずは図5を参照し、本実施形態のカメラ3で用いられるAIモデル（以下「AIモデル50」と表記）の概要を説明しておく。

本実施形態において、AIモデル50としては、ニューラルネットワーク、具体的にはDNN（Deep Neural Network）を有するAIモデルを想定している。より具体的には、イメージセンサ30における撮像部41で得られる撮像画像（本例ではRGB画像）を入力データとし、画像認識処理としての推論処理を行うAIモデルとされる。

[0066] 図中、後処理部55は、AIモデル50の出力データに基づき画像認識処理の結果を示す認識結果情報をデコードする。本例では、画像認識処理としては人物としてのターゲット被写体の年齢や性別等といった属性を認識する処理とされており、これに応じ後処理部55は、AIモデルからの出力データに基づき、これら年齢や性別といった属性の認識結果を示す情報をデコードする。

また、本例においてAIモデル50では、認識結果についてのスコア（尤度）を表す値が算出され、後処理部55はこの値をデコードし、認識結果情

報として該スコアを含む情報を得る。

[0067] 本実施形態では、上記のような画像認識処理としての推論処理を行う A I モデル 5 0 について、カメラ 3 におけるイメージセンサ 3 0 に対し、先ずは初期 A I モデル 5 1 としての A I モデル 5 0 をデプロイする前提とされる。

[0068] 図 6 は、初期 A I モデル 5 1 の説明図である。

初期 A I モデル 5 1 としては、イメージセンサ 3 0 の多様な使用環境条件に対応可能となるように機械学習された、汎用的な A I モデル 5 0 を準備しておく。

図 6 A は、初期 A I モデル 5 1 を生成するための機械学習についての説明図である。この場合の機械学習においては、画像認識処理としての推論処理を実現するための所定のネットワーク構造を有する D N N ネットワーク 5 0 n を用意すると共に、学習用入力データとしての複数の画像データと、それら画像データごとに画像認識結果の正解情報を示すラベルデータとで成る学習用データセットを用意する。

この場合、学習用入力データとして用意する画像データについては、学習後の初期 A I モデル 5 1 が汎用性を有するように、イメージセンサ 3 0 の使用環境条件として想定される各条件に対応した画像データを用意する。すなわち、それぞれの使用環境条件で撮像が行われた場合に得られる撮像画像を用意する。例えば、想定する使用環境条件が例えば日本国、米国、欧州等の使用地域に係る条件である場合には、それら使用地域ごとに、その地域で撮像が行われた場合に得られる撮像画像を用意する。

[0069] 上記のような想定される各使用環境条件に対応した画像データと、そのラベルデータとを含む学習用データセットを用いて、D N N ネットワーク 5 0 n について機械学習を行うことで、汎用性を有する初期 A I モデル 5 1 を生成する（図 6 B）。

[0070] ここで、このように生成した初期 A I モデル 5 1 を、イメージセンサ 3 0 の使用環境条件に適したモデルにカスタマイズ（適合化）することを考える。

このカスタマイズについては、初期A Iモデル51のネットワーク全体を再学習するという手法で実現することが考えられる。しかしながら前述したように、ネットワーク全体を再学習するためには必要な学習回数が増大化し、カスタマイズに要する時間の増大化を招き、また、再学習のためにユーザがサーバ装置1にアップロードすべき学習用画像データの数も増大して、カスタマイズに要する通信データ量の増大化を招くことになる。

[0071] そこで、本実施形態では、初期A Iモデルを所定位置で分断し、所定中間層よりも後段のネットワークである後段ネットワークのみをカスタマイズの対象とするという手法を採る。

[0072] 図7は、初期A Iモデル51の分断、及び前段ネットワークと後段ネットワークの説明図である。

初期A Iモデル51が有する複数の中間層について、所定の層間位置を分断位置D vとして初期A Iモデル51を分断する（図7 A）。この分断位置D vよりも前段側のネットワークを「前段ネットワーク」、後段側のネットワークを「後段ネットワーク」とする（図7 B）。

この場合、前段ネットワークは、分断位置D vの直前の中間層で得られる特徴マップを出力する。このように前段ネットワークが出力することになる、分断位置D vの直前の中間層で得られる特徴マップのことを以下「中間特徴マップI RM」と表記する。

[0073] 以降で説明するように、本実施形態では、後段ネットワークのカスタマイズにあたり、イメージセンサ30側（エッジ側）からサーバ装置1側（クラウド側）に対して中間特徴マップI RMを送信するものとされる。

中間特徴マップI RMは、そのままでは個人情報を特定することが困難なデータとされる。このため、上記のようにイメージセンサ30側からサーバ装置1側に中間特徴マップI RMを送信することを要する場合であっても、個人情報の流出可能性の低減を図ることができる。すなわち、エッジ側の人工知能モデルをセンサ装置の使用環境条件に適合化するにあたり、個人情報の流出可能性の低減が図られる。

[0074] 本実施形態において、分断位置D_vとしては、初期A₁モデル51における中間層の層間位置のうち、二番目以降の層間位置に定めるものとしている。換言すれば、中間特徴マップIRMは、初期A₁モデル51における二層目以降の中間層の出力データとされるものである。

二層目以降の中間層においては、出力データとして、一層目の中間層の出力データよりも個人情報の特定が困難となるデータが得られると言える（入力データがより次元圧縮されるため）。

従って、上記のような分断位置D_vの設定により、個人情報の流出可能性の低減効果を高めることができる。

[0075] 本実施形態では、初期A₁モデル51のカスタマイズ手法として、後段ネットワークの候補を複数用意しておき、それら候補としての後段ネットワークのうちから一の後段ネットワークを、対象とするイメージセンサ30より取得した中間特徴マップIRMに基づいて選択するという手法を採る。

[0076] 図8は、後段ネットワークの候補の生成手法例についての説明図である。

後段ネットワークの複数の候補は、初期A₁モデル51における後段ネットワークのみを、それぞれ異なる学習用データセットを用いて再学習することで生成する。

図示のように本例では、再学習のための学習用データセットとして、N種類の学習用データセット（第一学習用データセットから第N学習用データセット）を用意するものとし、初期A₁モデル51における後段ネットワークの再学習として、これらN種類の学習用データセットのうちそれぞれ対応する一つを用いたN通りの再学習を行い、N種類の後段ネットワークを生成する。このとき、後段ネットワークのみの再学習は、前段ネットワークにおける重み係数を固定として行うことができる。

[0077] この場合、各学習用データセットとしては、それら学習用データセット間で学習用入力データとして含まれる画像データの種類が異なるものが用いられる。具体的には、それぞれが異なる環境で撮像された画像データを学習用入力データとして含む学習用データセットが用いられるものである。例えば

、第一学習用データセットには、学習用入力データとして第一の環境で撮像された複数の画像データが含まれ、第二学習用データセットには、学習用入力データとして第一の環境とは異なる第二の環境で撮像された複数の画像データが含まれるといったものである。

[0078] このようなN種類の学習用データセットを用いた後段ネットワークの再学習が行われることで、図9に示すように、それぞれがN種類の環境のうちの一つに適合する、N個の後段ネットワークの候補が生成される。

[0079] 本実施形態において、このように生成されたN種類の後段ネットワークの候補は、サーバ装置1における記憶部19等、サーバ装置1のCPU11が読み出し可能な記憶装置に記憶される。

[0080] サーバ装置1は、これら候補としての後段ネットワークのうちから、対象とするイメージセンサ30より取得した中間特徴マップIRMに基づき、該イメージセンサ30の使用環境条件に適した一の後段ネットワークを選択する。

[0081] 図10は、このような後段ネットワークの選択に係るサーバ装置1、イメージセンサ30それぞれの機能を説明するための図である。

図示のようにサーバ装置1は後段ネットワーク取得部F11としての機能を有し、イメージセンサ30は送信処理部F31としての機能を有する。本例において、後段ネットワーク取得部F11としての機能は、サーバ装置1のCPU11によるソフトウェア処理で実現される機能とされ、送信処理部F31としての機能はイメージセンサ30におけるセンサ内制御部43のソフトウェア処理で実現される機能とされる。

[0082] イメージセンサ30において、送信処理部F31は、初期AIモデル51に対し入力データを与えた際に得られる中間特徴マップIRMを外部に送信する処理を行う。具体的には、撮像部41により得られる撮像画像（つまりイメージセンサ30の使用環境において撮像された画像）を初期AIモデル51の入力データとして与えた際に得られる中間特徴マップIRMをサーバ装置1に送信するための処理を行うものである。この場合、送信処理部F3

1（センサ内制御部43）は、中間特徴マップIRMを通信インタフェース47を介してイメージセンサ30外に出力する処理を行うと共に、例えば制御部33に対し、該中間特徴マップIRMをサーバ装置1に対して送信する処理を実行するように指示を行う。これにより該中間特徴マップIRMは、カメラ3における通信部35を経由し、fogサーバ4を介してサーバ装置1に送信される。

[0083] サーバ装置1において、後段ネットワーク取得部F11は、このようにイメージセンサ30側から送信された中間特徴マップIRMを入力し、入力した中間特徴マップIRMに基づき、複数の後段ネットワークの候補のうちから一の後段ネットワークを選択する。

[0084] このとき、複数の後段ネットワークの候補から、中間特徴マップIRMに基づき一の後段ネットワークを選択する手法については種々の手法が考えられる。

一例としては、例えば図11に示すように、後段ネットワークの候補ごとに中間特徴マップIRMを入力データとして与えて推論処理を実行させ、後処理部55により計算される推論結果についてのスコアに基づき、一の後段ネットワークを選択するという手法が挙げられる。具体的には、最もスコアが良好であった後段ネットワークを、対象とするイメージセンサ30の使用環境に適した後段ネットワークとして選択するものである。

なお、後段ネットワークの候補数が多い場合等には、例えば二分探索法等を採用して選択に係る処理量の低減を図ることが考えられる。

[0085] 或いは、N個の候補について所定の順番で中間特徴マップIRMを入力データとして与えてスコアの計算を行い、スコアが所定の閾値以上となった後段ネットワークが検出された時点で、その後段ネットワークを適合する後段ネットワークとして選択するということも考えられる。

[0086] また、スコアに基づく選択とするのではなく、中間特徴マップIRMの解析結果に基づいて、適合する後段ネットワークを選択するということも考えられる。例えば、予め中間特徴マップIRMにおける値の分布とそれに適合

する後段ネットワークとの対応関係を求めておき、該分布の解析結果に基づいて適合する後段ネットワークを選択することが考えられる。

[0087] 或いは、中間特徴マップIRMに基づく後段ネットワークの選択は、AIを用いて行うことも考えられる。具体的には、例えば中間特徴マップIRMを学習用入力データとし、その中間特徴マップIRMに対して選択されるべき後段ネットワークの正解情報を教師データとして機械学習したAIモデルを用いる等が考えられる。

[0088] 図12は、選択した後段ネットワークのデプロイに係るサーバ装置1、イメージセンサ30それぞれが有する機能を説明するための図である。

選択した後段ネットワークのデプロイに係る機能として、図示のようにサーバ装置1は送信処理部F12としての機能を有し、イメージセンサ30は受信処理部F32としての機能を有している。なお本例において、これら送信処理部F12、受信処理部F32の機能としても、それぞれ、サーバ装置1のCPU11によるソフトウェア処理、イメージセンサ30におけるセンサ内制御部43のソフトウェア処理で実現される機能とされる。

[0089] サーバ装置1において、送信処理部F12は、後段ネットワーク取得部F11が選択した後段ネットワークの設定データを外部に送信する処理を行う。具体的には、後段ネットワーク取得部F11が選択した後段ネットワークの設定データを通信部20を介してイメージセンサ30に送信するための処理を行う。この処理が行われることで、当該後段ネットワークの設定データはfogサーバ4を経由してイメージセンサ30に送信されるものとなる。

[0090] イメージセンサ30において、受信処理部F32は、送信処理部F12により送信された後段ネットワークの設定データを受信する処理を行う。これは、先に説明した送信処理部F31（図10参照）が送信した中間特徴マップIRMに基づき、サーバ装置1が後段ネットワークの複数の候補のうちから選択した一の後段ネットワークの設定データを受信する処理を行うものであると換言できる。

[0091] 図示による説明は省略するが、イメージセンサ30においては、このよう

に受信処理部 F 3 2 により受信された設定データに基づき、A 1 処理部 4 4 に設定された初期 A 1 モデル 5 1 における後段ネットワークの更新が行われる。これにより以降、A 1 処理部 4 4 においては、更新後の後段ネットワーク、すなわち、イメージセンサ 3 0 の使用環境条件に適合するものとしてサーバ装置 1 側で選択された後段ネットワークを用いた推論処理が行われるものとなる。

[0092] ここで、上記では前段ネットワークと後段ネットワークの分断位置 D v について、二番目以降の層間位置に設定することを言及した。

図 1 3 は、初期 A 1 モデル 5 1 について、二つの異なる分断位置 D v で得られる中間特徴マップ I R M の可視化イメージを例示している。具体的には、分断位置 D v を一番目と二番目の中間層の層間位置とした際の中間特徴マップ I R M の可視化イメージと、分断位置 D v を三番目と四番目の中間層の層間位置とした際の中間特徴マップ I R M の可視化イメージとを例示している。

この図 1 3 より、一番目の中間層よりも後段側の中間層では、中間特徴マップ I R M の画サイズが小さくなる傾向となり、また可視化した際の画像内容としても個人情報が特定し難くなることが分かる。

[0093] このような中間特徴マップ I R M の特性に鑑み、分断位置 D v については、以下のように設定することも考えられる。

[0094] 一つは、中間特徴マップ I R M を可視化した際の個人情報に係る画像領域の画素数が所定画素数未満となるように定めるという手法が考えられる。

図 1 4 は、初期 A 1 モデル 5 1 に対する入力データとしての撮像画像と、該撮像画像を入力データとして与えた際に初期 A 1 モデル 5 1 において得られる中間特徴マップ I R M の可視化イメージとを対比して示している。ここでは、撮像画像には個人情報に係る画像領域として人の顔が写された画像領域（「画像領域 A r 1」とする）が存在している例を示している。この場合、中間特徴マップ I R M の可視化イメージには、図中に示す画像領域 A r 2 のように、この画像領域 A r 1 に対応した、個人情報に係る画像領域が存在

することになるが、この場合において、該画像領域 A_r2 の画素数が、所定画素数未満となるように分断位置 D_v を定めるものである。

このとき、「所定画素数」は、中間特徴マップ I_{RM} を可視化した際に個人情報の特定が困難となるような画素数を定めればよく、実験的には、例えば 12×12 画素に対応した 144 画素とすることが望ましく、また、 8×8 画素に対応した 64 画素とすることがより望ましいものとなる。

[0095] また、分断位置 D_v の別の設定手法としては、中間特徴マップ I_{RM} が、対象とする A_I モデルの自己符号化学習により得られるオートエンコーダのデコード部によりデコード不能なデータとなるように定めることが考えられる。

ここで、自己符号化学習とは、オートエンコーダ作成のための事前学習であり、具体的には、出力データを入力データと一致させる教師なし学習のことを意味する。

[0096] 図 15 は、該別の設定手法についての説明図である。

この場合は図 15 A に示すように、先ず、初期 A_I モデル 51 に用いる DN ネットワーク 50n について、自己符号化学習を行って、オートエンコーダ 60 を生成する。そして、図 15 B に示すように、このオートエンコーダ 60 のデコード部 60a に中間特徴マップ I_{RM} を入力して、該中間特徴マップ I_{RM} がデコードできたか否かを判定する。この判定は、該中間特徴マップ I_{RM} を得るにあたって入力データとして用いた画像データと、デコード部 60a の出力データとを比較した結果に基づき行うことが考えられる。

例えば、初期 A_I モデル 51 について、分断位置 D_v を順に後段側に遷移させていき、分断位置 D_v ごとに、中間特徴マップ I_{RM} について上記のようなデコード部 60a を用いた判定を行う。このとき、中間特徴マップ I_{RM} のデコードが不能となったと判定されたときの分断位置 D_v を、採用する分断位置 D_v として定めることが考えられる。

[0097] <4. 処理手順>

図16は、上記により説明した実施形態としての適合化手法を実現するための処理手順例を示したフローチャートである。

図16において、「サーバ装置」として示す処理は、サーバ装置1におけるCPU11が例えばROM12等の所定の記憶装置に記憶されたプログラムに基づき実行するものであり、「イメージセンサ」として示す処理はイメージセンサ30におけるセンサ内制御部43のCPUがセンサ内制御部43のROM等の所定の記憶装置に記憶されたプログラムに基づき実行する。

[0098] 先ず、サーバ装置1側において、CPU11はステップS101で、対象エッジの指示、すなわち、後段ネットワークの適合化対象とするイメージセンサ30の指示が行われるまで待機する。この対象エッジの指示は、本例では、ユーザがユーザ端末2に対して行った操作入力に基づき、ユーザ端末2がサーバ装置1に対して行うものとされる。

[0099] 対象エッジの指示があった場合、CPU11はステップS102で、対象となるイメージセンサ30に中間特徴マップ生成動作の実行指示を行う。すなわち、中間特徴マップIRMの生成動作の実行指示を行うものである。

[0100] イメージセンサ30側において、センサ内制御部43は、このような中間特徴マップ生成動作の実行指示を、ステップS201において待機しており、該実行指示があった場合は、ステップS202で生成動作実行処理を行う。すなわち、撮像部41による撮像動作を実行させると共に、該撮像動作により得られた撮像画像をAI処理部44における初期AIモデル51の入力データとして与えることで、中間特徴マップIRMを生成させるものである。

[0101] ステップS202に続くステップS203でセンサ内制御部43は、中間特徴マップIRMをサーバ装置1に送信する処理を行う。これは、前述した送信処理部F31の処理に相当するものである。

[0102] サーバ装置1側において、CPU11は、イメージセンサ30側からの中間特徴マップIRMの受信をステップS103で待機しており、中間特徴マップIRMを受信した場合は、ステップS104で、受信した中間特徴マッ

プIRMに基づく後段ネットワークの選択処理を実行する。具体的には、先の後段ネットワーク取得部F11として説明したように、複数の後段ネットワークの候補のうちから、受信した中間特徴マップIRMに基づき一の後段ネットワークを選択する処理を行うものである。なお、受信した中間特徴マップIRMに基づく後段ネットワークの選択手法の具体例については既に説明済みであるため重複説明を避ける。

[0103] ステップS104に続くステップS105でCPU11は、選択した後段ネットワークの設定データをイメージセンサ30に送信する処理（つまり前述した送信処理部F12に相当する処理）を行い、図16に示す一連の処理を終える。

[0104] イメージセンサ30側において、センサ内制御部43は、ステップS105で送信された設定データの受信をステップS204で待機しており、該設定データを受信した場合は、ステップS205で、該設定データに基づく後段ネットワークの設定処理を行う。すなわち、AI処理部44における初期AIモデル51の後段ネットワークを、該設定データに基づき更新するものである。

センサ内制御部43は、ステップS205の処理を実行したことに応じて図16に示す一連の処理を終える。

[0105] なお、上記では、サーバ装置1が選択した後段ネットワークをそのままエッジ側に送信する例を挙げたが、選択した後段ネットワークについて、ファインチューニングとしての再学習を行い、該再学習後の後段ネットワークをエッジ側に送信するということも考えられる。

[0106] <5. 後段ネットワークの小型化について>

ここで、本実施形態のようにイメージセンサ30のAI処理部44においてAI処理を行う構成においては、AI処理に用いることのできるハードウェアリソースが乏しい場合が想定され、これに伴い、AI処理に用いるニューラルネットワークについてもサイズの制限を受けることが想定される。

このため、後段ネットワークについて小型化が図られることが望ましい。

[0107] ただし、ネットワークが小型となると、画像認識精度の低下等、推論処理の精度低下を招く虞がある。

そこで、後段ネットワークについて、ネットワークサイズの小型化を推論処理の精度低下の抑制を図りながら実現するための手法として、以下のようなアクティブラーニングを適用した手法を採ることが考えられる。

[0108] 図 17 は、アクティブラーニングを適用した後段ネットワークの生成手法についての説明図である。

この場合は、後段ネットワークとして小型ネットワークを用いることを前提とする。

初期 A I モデル 51 における前段ネットワークと、小型の後段ネットワークとを組み合わせた学習器の機械学習として、イメージセンサ 30 の使用環境として想定する N 種の環境ごとに、それぞれ対応する環境画像を学習用入力データとして用いた機械学習を行う。これにより、小型の後段ネットワークとして、N 個の環境対応学習済みネットワークが得られる。

[0109] ただし、この場合の後段ネットワークは小型ネットワークであるため、上記のような環境対応学習が行われたとしても、高い推論性能を期待することはできない。

そこで、小型でも環境に特化した後段ネットワークが生成できるように、アクティブラーニングによる機械学習を行う。具体的には、上記した環境対応学習を行った際に後処理部 55 で算出されたスコアを参照し、スコアが中程度（例えば、約 0.5 から約 0.7 の範囲等）であった入力画像データを、アノデータに提示する（図 17 A 参照）。図中では、このようにスコアが中程度となる種別の画像データを「種別 B」の画像データとして表している。

この種別 B に該当する画像データを学習用入力データとして含む再学習用データセットを用いて、小型ネットワークによる後段ネットワークを含むネットワーク全体について、再学習を行う（図 17 B 参照）。

[0110] 上記のようなアクティブラーニングによる後段ネットワーク生成を、想定

するN種の環境ごとにそれぞれ行う。

これにより、想定するN種の環境ごとの後段ネットワークについて、小型でも環境に特化したものを効率的に生成することができる。

[0111] この場合のサーバ装置1における後段ネットワーク取得部F11は、上記のようなアクティブラーニングにより生成された複数の後段ネットワークの候補のうちから、対象とするイメージセンサ30より入力した中間特徴マップIRMに基づき、一の後段ネットワークを選択する。

[0112] また、後段ネットワークの小型の手法としては、蒸留（知識蒸留：Knowledge Distillation）を挙げることができる。

具体的な手法の一つとしては、汎用且つ大型のマスターAIを教師モデルとして用意しておき、それに対して蒸留を行うという手法を挙げることができる。

具体的には、図18に示すように、初期AIモデル51における後段ネットワークを、汎用且つ大型のマスターAIとしての、教師モデルとして用いるものとし、該教師モデルに対する蒸留を行って、小型後段ネットワークを生成する。

この場合の蒸留においては、ネットワークの小型化のみでなく、対象とするイメージセンサ30の使用環境条件に応じたモデル適合化も行われるようにする。公知のように蒸留は、基本的には、同じ入力データに対する教師モデルの推論結果をソフトターゲットとして用いて、生徒モデルの推論結果が該ソフトターゲットに近づくように生徒モデルの学習を行うものとなるが、このとき、教師モデル、生徒モデルに共通の入力データとして、対象とするイメージセンサ30側から入力した中間特徴マップIRMを用いることで、ネットワークの小型化と共に、該イメージセンサ30の使用環境条件に応じたモデル適合化も行われるようにする。

[0113] この図18に示すような蒸留を行う場合には、後段ネットワークの複数の候補を予め生成しておく必要はない。すなわち、イメージセンサ30側の使用環境条件に適した後段ネットワークをデプロイするにあたり、予め用意さ

れた複数の後段ネットワークの候補から一の後段ネットワークを選択するということは行わない。

[0114] 上記説明から理解されるように、この場合における後段ネットワーク取得部 F 1 1 は、ベースとなる学習済みネットワークと中間特徴マップ I R M とに基づいて、一の後段ネットワークを生成するという処理を行うことになる。具体的に、この場合における後段ネットワーク取得部 F 1 1 は、初期 A I モデル 5 1 の後段ネットワークを教師モデルとして、イメージセンサ 3 0 側から入力された中間特徴マップ I R M に基づく蒸留を行うことで、イメージセンサ 3 0 側の使用環境条件に適した小型後段ネットワークを生成するものである。

[0115] また、蒸留を適用した小型後段ネットワーク生成の別手法としては、汎用の後段ネットワークを教師モデルとするのではなく、或る程度環境に特化するように学習された後段ネットワークを教師モデルとして用いる手法も挙げることができる。

[0116] 図 1 9 は、該別手法についての説明図である。

この場合は、蒸留における教師モデルの候補として、それぞれが別の使用環境に適合するように学習された、複数の大型後段ネットワークを用意しておく（図 1 9 A 参照）。

そして、この場合における後段ネットワーク取得部 F 1 1 は、このように用意された複数の大型後段ネットワークの候補のうちから、対象とするイメージセンサ 3 0 側から入力した中間特徴マップ I R M に基づき、対応する一の大型後段ネットワークを教師モデルとして選択する（図 1 9 B 参照）。すなわち、入力した中間特徴マップ I R M の例えば数値分布等から、イメージセンサ 3 0 の使用環境を推定し、該推定した使用環境に対応する大型後段ネットワークを選択する。

その上で、この場合の後段ネットワーク取得部 F 1 1 は、選択した大型後段ネットワークを教師モデルとした蒸留として、教師モデル、生徒モデルの入力データをイメージセンサ 3 0 側から入力した中間特徴マップ I R M とし

た蒸留の処理を行うことで、該イメージセンサ 30 の使用環境に適した一の後段ネットワークを生成する（図 19C 参照）。

[0117] 上記のような別手法としての蒸留を行うことで、図 18 に示したように汎用の大型後段ネットワークを教師モデルとした蒸留を行う場合よりも、幅広い使用環境に対応可能となるようにすることができる。

[0118] なお、上記では後段ネットワークの小型化の例としてアクティブラーニングや蒸留を行う例を挙げたが、後段ネットワークの小型化としては、プルーニング（Pruning）や量子化を行うことも考えられる。

[0119] 確認のため、図 20 のフローチャートに、上記のような蒸留による小型後段ネットワークの生成を行う場合に対応したサーバ装置 1、イメージセンサ 30 の処理手順例を示す。

なお、イメージセンサ 30 側の処理手順例については先の図 16 で説明したものと同様となることから重複説明は避ける。

[0120] サーバ装置 1 側において、この場合の CPU 11 は、先の図 16 に示したステップ S 104 の処理に代えてステップ S 110 の処理を、ステップ S 105 の処理に代えてステップ S 111 の処理を実行する。

ステップ S 110 で CPU 11 は、大型後段ネットワークについて、受信した中間特徴マップ I RM に基づき蒸留処理を行う。この蒸留処理としては、先の図 18 で説明したような、汎用の大型後段ネットワークを教師モデルとした蒸留処理、又は、図 19 で説明したような複数の教師モデル候補としての大型後段ネットワークから選択した大型後段ネットワークを教師モデルとした蒸留処理の何れかとする考えられる。

[0121] ステップ S 110 に続くステップ S 111 で CPU 11 は、蒸留処理により得た小型後段ネットワークの設定データをイメージセンサ 30 に送信する処理を行う。

[0122] ＜6. システム運用例＞

図 21 を参照して、情報処理システム 100 の運用例について説明する。

ここでは、中間特徴マップ I RM に基づき選択された後段ネットワークを

含む全体 A I モデルがエッジ端末（本例ではイメージセンサ 30）にデプロイされる例を前提とする。図 21 では、このデプロイが行われるまでの運用のステップを S t e p 1 から S t e p 5 に分けて説明を行う。

[0123] 「初期学習」として示す S t e p 1 は、初期 A I モデル 51 の学習である。例えば、A 国のデータベース（D B）# 0 に記憶された学習用データセットを用いて、B 国の運営者クラウドにて初期 A I モデル 51 の学習を行う。このとき、学習に用いる画像データについて、国間の越境（A 国→B 国）が生じる。

S t e p 1 について、運営者クラウドに対する初期 A I モデル 51 の学習の実行指示は、C 国の A I ベンダが行うことが考えられる。

[0124] 「後段学習」として示す S t e p 2 は、カスタマイズされた複数の後段ネットワークを準備するためのステップであり、B 国における運営者クラウドにおいて、S t e p 1 で得られた初期 A I モデル 51 の前段ネットワークと後段ネットワーク（暫定版）とを用いて、後段ネットワークの再学習としてそれぞれ異なる学習用データセットを用いた機械学習（後段学習 # 1、# 2、# 3、・・・）を行って、用途別の複数の後段ネットワークを準備する。後段学習については、例えば D 国向けの学習として D 国のデータベース # 1 に記憶された D 国用の学習用データセットを用いた学習、E 国向けの学習として E 国のデータベース # 2 に記憶された E 国用の学習用データセットを用いた学習、F 国向けの学習として F 国のデータベース # 2 に記憶された F 国用の学習用データセットを用いた学習等を行う（このとき、画像データの越境：D から F → B 国が発生）。

S t e p 2 において、後段学習の実行指示は、例えば C 国の A I ベンダが行うことが考えられる。

なお、S t e p 2 の後段学習は、B 国ではなく G 国の運営者クラウドにて行うことも考えられる（つまり S t e p 1 とは異なる国で実行することもある）。

[0125] 「I R M 生成」として示す S t e p 3 は、I 国（A I 利用現場）における

エッジ（本例ではカメラ3）が撮像画像に基づき中間特徴マップIRMを生成するステップである。中間特徴マップIRMの生成には前段ネットワークが必要であるが、本例では、前段ネットワークは、B国の運営者クラウドよりエッジにおけるイメージセンサ30に事前に送信されており、イメージセンサ30内（AI処理部44）において、撮像画像に基づく中間特徴マップIRMの生成が行われる。生成された中間特徴マップIRMは、CPU（制御部33）からfogサーバ（fogサーバ4）に送信された後、fogサーバからI国における顧客クラウドに送信され、顧客クラウドから運営者クラウドに対して送信される。

このとき、画像データの越境は発生しない（中間特徴マップIRMとなりサニタイズされているため）。

[0126] Step 3において、中間特徴マップIRMの生成実行指示は、例えばI国のAI利用者が行うことが考えられる。

なお、エッジにおいて、後述のようにAI処理は、CPUやfogサーバが行うことも考えられ、その場合、中間特徴マップIRM生成のための前段ネットワークの送信は、CPUやfogサーバを対象として行われる。

また、顧客クラウドは、AI利用現場としてのI国とは別のJ国に存在する場合も考えられる。

[0127] 「後段選択」として示すStep 4は、中間特徴マップIRMに基づく後段ネットワークの選択を意味する。B国（又はG国又はH国）における運営者クラウドが、Step 3でエッジ側から送信された中間特徴マップIRMに基づき、Step 2で準備した複数の後段ネットワークのうちから対応する後段ネットワークを選択する。

このとき、運営者クラウドに対する後段ネットワークの選択実行指示は、I国におけるAI利用者が行うことが考えられる。

[0128] Step 5の本運用では、運営者クラウドが、選択した後段ネットワークと前段ネットワークとを結合した結合ネットワーク（つまり全体AIモデル）をエッジ（イメージセンサ30、又はCPUやfogサーバ）に対してデ

プロイし、エッジにおいてA Iモデルを用いた推論処理を行う。

このとき、運営者クラウドに対するデプロイの実行指示やエッジに対する推論処理の開始指示は、I国におけるA I利用者が行うことが考えられる。

[0129] ここで、上記ではS t e p 2の「後段学習」において、学習用入力データとして画像データを用いた学習を行う前提としたが、図22の運用例に示すように、S t e p 2の「後段学習」は、画像データではなく中間特徴マップI R Mを学習用入力データとして用いて行うことも考えられる。

この場合は、D国、E国、F国における学習用データ収集現場に対してS t e p 1で得られた初期A Iモデル51の前段ネットワークを予め配信しておき、それぞれの国で学習用入力データとしての中間特徴マップI R Mを生成しておく。そして、この場合のS t e p 2の「後段学習」では、初期A Iモデル51の後段ネットワーク（暫定版）についての再学習を、これらそれぞれの国で得られた中間特徴マップI R Mを含む学習用データセットを用いて実行して、複数のカスタム後段ネットワークを生成する。

[0130] <7. A Iカスタマイズの変形例>

これまでの説明では、初期A Iモデル51について、後段ネットワークのカスタマイズを行う例を説明したが、初期A Iモデル51としての全体A Iモデルを再学習することでカスタマイズされた複数の全体A Iモデルを生成し、さらに、それらカスタマイズされた全体A Iモデルごとに、後段ネットワークの再学習を行うということも考えられる。

[0131] 図23に、具体例を示す。

図23Aは、初期A Iモデル51の生成について示している。ここでは初期A Iモデル51として、カメラ3におけるイメージセンサ30の特性ばらつきを吸収できるA Iモデルを作成する例としている。具体的に、この場合における初期A Iモデル51の生成では、学習用データセットにおける画像データとして、イメージセンサ30の特性ばらつきを反映させた画像データを用いることが考えられる。具体的には、該画像データのセットとして、例えば複数のイメージセンサ30が撮像した画像データが混在するセットを用

意することが考えられる。

これにより、イメージセンサ30の特性ばらつきに起因して推論精度がばらついてしまうことの防止を図ることができる。

なお、推論精度のばらつきを吸収するための学習用データセットとして、イメージセンサ30のセンサ特性以外のばらつきがあるデータセットを用いてもよい。例えば、カメラ設置条件や環境条件に関してばらつきがあるデータセットを用いること等が考えられる。

[0132] 当該変形例においては、上記のように生成した初期A1モデル51について、図23Bに示すように全体カスタム用の学習用データセットを用いた再学習を行う。具体的には、カスタム用の異なる学習用データセット（図中では#Aと#Bの二種としている）を用いた再学習を行って、それぞれ別用途向けにカスタマイズされた全体A1モデルとしての、カスタム全体モデルを生成する。図中では、学習用データセット#Aを用いた再学習によりカスタム全体モデル51-1が、学習用データセット#Bを用いた再学習によりカスタム全体モデル51-2がそれぞれ生成された例を示している。

[0133] さらに、当該変形例では、生成されたカスタム全体モデルごとに、その後段ネットワークについて、カスタム用の学習用データセットを用いた再学習を行って、複数の後段ネットワークを生成する（図23C）。図中では、カスタム全体モデル51-1の後段ネットワークに対するカスタム用の学習用データセットとして学習用データセット#a、#b、・・・が用意され、カスタム全体モデル51-2の後段ネットワークに対するカスタム用の学習用データセットとして学習用データセット# α 、# β 、・・・が用意されて、これらの学習用データセットを用いた後段ネットワークの再学習を行うことで、カスタム全体モデル51-1の後段ネットワークについてはカスタム後段ネットワーク#a、#b、・・・が生成され、カスタム全体モデル51-2の後段ネットワークについてはカスタム後段ネットワーク# α 、# β 、・・・が生成された例を示している。

[0134] 当該変形例において、図23Bで説明した全体A1モデルの再学習につい

ては、例えば屋内監視用途、屋外監視用途等の用途ごとのカスタマイズのための再学習を行うことが考えられ、また図 23C で説明した後段ネットワークの再学習については、国や地域ごと（被写体となる人物の人種の違い等）のカスタマイズのための再学習を行うこと等が考えられる。

[0135] ここで、当該変形例において、図 23C で説明した再学習により得られた後段ネットワークを、さらに再学習することも考えられる。そしてこの場合、2 段階目の再学習においては、1 段階目の再学習と前段ネットワーク／後段ネットワークの分断位置 D v を異ならせることも考えられる。

例えば、全体 A 1 モデル（カスタム全体モデル）が[A][B][C]のネットワーク構造で成るものとした場合において、1 段階目の後段再学習時の分断位置 D v を[A]／[B][C]とするに対し、2 段階目の後段再学習時の分断位置 D v をより後段の[A][B]／[C]とすることが考えられる。これにより、2 段階目の後段再学習に要する時間や通信データ量を、1 段階目の後段再学習時よりも削減することができる。

なお、上記のような段階的な後段ネットワーク再学習の例としては、1 段階目では例えば米国／欧州／日本等の大まかな地域ごとのカスタマイズを行い、2 段階目では、例えば米国について、州単位等のより小区分の単位でのカスタマイズを行う等が考えられる。

[0136] < 8. 変形例 >

以上、本技術に係る実施形態について説明したが、実施形態としては上記した具体例に限定されるものでなく、多様な変形例としての構成を採り得る。

例えば、上記では、後段ネットワークを用いた推論処理をイメージセンサ 30 内部で行う場合に対応して、送信処理部 F 31 や受信処理部 F 32 としての処理をセンサ内制御部 43 が実行する例を挙げたが、後段ネットワークを用いた推論処理は、制御部 33 としてのプロセッサ（カメラ 3 内におけるイメージセンサ 30 外のプロセッサ）で行う構成も考えられ、その場合、送信処理部 F 31 や受信処理部 F 32 としての処理は制御部 33 としてのプロ

セッサが行うことになる。

或いは、後段ネットワークを用いた推論処理をフォグサーバ4のプロセッサが行う構成も考えられ、その場合、送信処理部F31や受信処理部F32としての処理はフォグサーバ4のプロセッサが行うことになる。

[0137] また、上記では、AIモデルの入力データがRGB画像とされる例を挙げたが、本技術において、AIモデルの入力データには撮像センサによる撮像画像を広く用いることができる。ここで、本明細書において「撮像」とは、被写体を捉えた画像データを得ることを広く意味する。ここで言う画像データは、複数の画素データで成るデータを総称したもので、画素データとしては、被写体からの受光量の強度を示すデータのみでなく、例えば被写体まで距離や偏光情報、温度の情報等を広く含む概念である。すなわち、「撮像センサ」により得られる「撮像画像」には、画素ごとに受光量の強度の情報を示す階調画像としてのデータや、画素ごとに被写体までの距離の情報を示す距離画像としてのデータ、或いは画素ごとに入射光の偏光情報を示す偏光画像としてのデータ、画素ごとに温度の情報を示すサーマル画像としてのデータ等を含むものである。

[0138] また、AIモデルの入力データとしては、撮像センサによる撮像画像に限らず、例えばマイクロフォンにより収音された音データ等、撮像画像以外のデータを用いることも考えられる。

本技術は、AIモデルの入力データとして、個人特定が可能な情報内容を有するデータが用いられる場合に好適となる。

[0139] また、上記では、前段ネットワークの構成を不変とする前提としたが、前段ネットワークを複数の候補から選択できるようにしてもよい。

例えば、撮像センサの種類（例えば、RGBセンサ、IR（赤外）センサの別等）に応じて前段ネットワークの構成を変えるべき場合が考えられ、また、画像に写る人種の種類等に応じて前段ネットワークの構成を変えるべき場合が考えられる。従って、これらの条件に適した前段ネットワークの選択を行うことで、推論性能の向上を図ることができる。

[0140] なお、初期 A I モデル 5 1 を生成するための機械学習、及び候補となる複数の後段ネットワーク生成のための機械学習は、同一国内で行われる場合もあれば、それぞれが異なる国において行われる場合も考えられる。また、候補となる複数の後段ネットワーク生成のための機械学習は、異なる国で分担して行われることも考えられる。

[0141] また、図 2 4 に示すように、前段ネットワークの出力として得られる推定情報 I S を、撮像制御に用いることも考えられる。ここで言う推定情報 I S とは、前段ネットワークとしての A I モデルが入力画像に基づく A I 処理を行った結果得られる被写体に係る推定情報を意味するものであり、例えば、屋内での撮像／屋外での撮像や、晴天下での撮像／雨天下での撮像等、撮像シーンについての推定情報や、R O I (Region of Interest) 等の対象被写体存在範囲の推定情報等を挙げることができる。

前段ネットワークで得られるこのような推定情報 I S を、カメラ 3 における撮像制御部 6 5 に与えて、例えばシャッタースピードや絞り値、I S O 感度等の明るさに係る撮像設定や、フォーカス、ホワイトバランス、ノイズリダクション強度の撮像設定等、所定の撮像設定についての制御を行う。

なお、推定情報 I S には、前段ネットワークから後段ネットワークの Input Tensor として出力される中間特徴マップ I R M が用いられることもあり得る。例えば、該中間特徴マップ I R M のみを推定情報 I S とすることや、該中間特徴マップ I R M と別の推定情報とを推定情報 I S として撮像設定の制御にフィードバックすることも考えられる。

[0142] < 9. 実施形態のまとめ >

以上で説明したように実施形態としての第一の情報処理装置（サーバ装置 1）は、ニューラルネットワークを有しセンサ装置（イメージセンサ 3 0）による検出データを入力データとする人工知能モデルに対し入力データを与えた際に人工知能モデルの所定中間層で得られる中間特徴マップを外部装置より入力し、中間特徴マップに基づき、人工知能モデルにおける所定中間層よりも後段のネットワークである後段ネットワークの複数の候補のうちから

一の後段ネットワークを選択する、又はベースとなる学習済みネットワークと中間特徴マップとに基づいて一の後段ネットワークを生成する後段ネットワーク取得部（同F 1 1）と、後段ネットワーク取得部が選択又は生成した後段ネットワークの設定データを外部に送信する処理を行う送信処理部（同F 1 2）と、を備えるものである。

上記構成によれば、エッジ側の人工知能モデルをセンサ装置の使用環境条件に適合化するにあたり、人工知能モデルのネットワーク全体ではなく後段ネットワークについてのみ選択の候補を作成しておけばよい。又は、ベースとなる学習済みネットワークから例えば蒸留等により対応する後段ネットワークを生成すればよい。このとき、候補となる後段ネットワークの生成に要する学習回数は、前段ネットワークを含むネットワーク全体の再学習に要する学習回数よりも少なくすることが可能である。また、ベースとなる学習済みネットワークから対応する後段ネットワークを生成するのに要する学習回数についても、ネットワーク全体の再学習に要する学習回数よりも少なくすることが可能である。必要な学習回数を少なくできることで、センサ装置の使用環境条件に適した後段ネットワークの生成に要する時間の短縮化が図られる。また、必要な学習回数を少なくできることで、センサ装置の使用環境条件に適した後段ネットワークの生成に要する学習用入力データ数の削減が図られる。

また、上記構成によれば、センサ装置の使用環境条件に適した一の後段ネットワークを取得するにあたっては、エッジ側より中間特徴マップを取得すればよい。中間特徴マップは入力データが中間層で処理されて得られたデータであるため、そのままでは個人情報等を特定することが困難なデータとなる。

上記より、実施形態の第一の情報処理装置によれば、エッジ側の人工知能モデルをセンサ装置の使用環境条件に適合化するにあたっての所要時間の短縮化を図ることができ、また、人工知能モデルの利用者が人工知能モデルの適合化のためにクラウド側に送信すべき学習用入力データのデータ量の削減

が図られるため、人工知能モデルの適合化に要する通信データ量の削減を図ることができる。

さらに、上記のように中間特徴マップはそのままでは個人情報に特定することが困難なデータとされるため、エッジ側の人工知能モデルをセンサ装置の使用環境条件に適合化するにあたり、個人情報の流出可能性の低減を図ることができる。

また、エッジ側の人工知能モデルをセンサ装置の使用環境条件に適合化するにあたり、エッジ側に対しては後段ネットワークの設定データのみを送信すればよく、前段ネットワークの設定データの送信は不要となり、この点でも、エッジ側の人工知能モデルをセンサ装置の使用環境条件に適合化させるために要する通信データ量の削減を図ることができる。

[0143] また、実施形態としての第一の情報処理装置においては、中間特徴マップは、人工知能モデルにおける二層目以降の中間層の出力データとされている。

二層目以降の中間層においては、出力データとして、一層目の中間層の出力データよりも個人情報の特定が困難となるデータが得られると言える。

従って、個人情報の流出可能性の低減効果を高めることができる。

[0144] さらに、実施形態としての第一の情報処理装置においては、センサ装置は撮像センサであり、人工知能モデルは撮像センサにより得られる撮像画像を入力データとして画像認識処理を行うための人工知能モデルとされている。

上記構成によれば、撮像画像を入力データとして画像認識処理を行う人工知能モデルについて、センサ装置の使用環境条件に適合化するにあたっての所要時間の短縮化、及び通信データ量の削減、及び個人情報の流出可能性の低減を図ることができる。

[0145] さらにまた、実施形態としての第一の情報処理装置においては、中間特徴マップは、可視化した際の個人情報に係る画像領域の画素数が144画素未満となるデータとされている。

すなわち、例えば対象被写体が人である場合における顔の画像領域等、個

人情報に係る画像領域の画素数が144画素未満となる程度まで次元圧縮が行われる中間層の出力データである。

これにより、個人情報の流出可能性の低減効果を高めることができる。

[0146] また、実施形態としての第一の情報処理装置においては、中間特徴マップは、可視化した際の個人情報に係る画像領域の画素数が64画素未満となるデータとされている。

すなわち、個人情報に係る画像領域の画素数が64画素未満となる程度まで次元圧縮が行われる中間層の出力データである。

これにより、個人情報の流出可能性の低減効果をさらに高めることができる。

[0147] さらに、実施形態としての第一の情報処理装置においては、中間特徴マップは、人工知能モデルの自己符号化学習により得られるオートエンコーダのデコード部によりデコード不能なデータとされている（図15等参照）。

これにより、悪意の第三者がオートエンコーダを入手できたとしても、該オートエンコーダのデコード部を用いて中間特徴マップから個人情報を特定するということを不能とすることが可能となる。

従って、個人情報の流出可能性の低減効果を高めることができる。

[0148] さらにまた、実施形態としての第一の情報処理装置においては、後段ネットワーク取得部は、中間特徴マップに基づき、後段ネットワークの複数の候補のうちから一の後段ネットワークを選択している（図10、図16等参照）。

これにより、エッジ側の人工知能モデルをセンサ装置の使用環境条件に適合化するにあたっては、人工知能モデルのネットワーク全体ではなく後段ネットワークについてのみ選択の候補を作成しておけばよく、前段ネットワークを含むネットワーク全体の再学習を行う場合よりも必要な学習回数を少なくすることが可能となる。

従って、エッジ側の人工知能モデルをセンサ装置の使用環境条件に適合化するにあたっての所要時間の短縮化を図ることができ、また、人工知能モデ

ルの利用者が人工知能モデルの適合化のためにクラウド側に送信すべき学習用入力データのデータ量の削減が図られるため、人工知能モデルの適合化に要する通信データ量の削減を図ることができる。

[0149] また、実施形態としての第一の情報処理装置においては、後段ネットワークの複数の候補は、アクティブラーニングとしての機械学習により生成されている（図17等参照）。

これにより、後段ネットワークの各候補として小型ネットワークを生成することが可能となる。

従って、後段ネットワークを用いた推論処理を行う装置がハードウェアリソースの乏しい装置である場合に好適となる。

[0150] さらに、実施形態としての第一の情報処理装置においては、後段ネットワーク取得部は、ベースとなる学習済みネットワークと中間特徴マップとに基づいて一の後段ネットワークを生成している（図18から図20等参照）。

これにより、エッジ側の人工知能モデルをセンサ装置の使用環境条件に適合化するにあたっては、ベースとなる学習済みネットワークから対応する後段ネットワークを生成すればよく、前段ネットワークを含むネットワーク全体の再学習を行う場合よりも必要な学習回数を少なくすることが可能となる。

従って、エッジ側の人工知能モデルをセンサ装置の使用環境条件に適合化するにあたっての所要時間の短縮化を図ることができ、また、人工知能モデルの利用者が人工知能モデルの適合化のためにクラウド側に送信すべき学習用入力データのデータ量の削減が図られるため、人工知能モデルの適合化に要する通信データ量の削減を図ることができる。

[0151] さらにまた、実施形態としての第一の情報処理装置においては、後段ネットワーク取得部は、中間特徴マップに基づき、ベースとなる学習済みネットワークを教師モデルとして用いた知識蒸留を行うことで一の後段ネットワークを生成している。

上記構成によれば、ベースとなる学習済みネットワークを教師モデルとし

て用いた知識蒸留として、外部装置より入力した中間特徴マップに基づく知識蒸留が行われる。

このような知識蒸留を行うことで、センサ装置の使用環境条件に適した小型な後段ネットワークを生成することができ、後段ネットワークを用いた推論処理を行う装置がハードウェアリソースの乏しい装置である場合に好適となる。

[0152] 実施形態としての第一の情報処理方法は、情報処理装置が、ニューラルネットワークを有しセンサ装置による検出データを入力データとする人工知能モデルに対し入力データを与えた際に人工知能モデルの所定中間層で得られる中間特徴マップを外部装置より入力し、中間特徴マップに基づき、人工知能モデルにおける所定中間層よりも後段のネットワークである後段ネットワークの複数の候補のうちから一の後段ネットワークを選択する、又はベースとなる学習済みネットワークと中間特徴マップとに基づいて一の後段ネットワークを生成する後段ネットワーク取得処理と、後段ネットワーク取得処理で選択又は生成した後段ネットワークの設定データを外部に送信する送信処理と、を行う情報処理方法である。

このような第一の情報処理方法によっても、上記した実施形態に係る第一の情報処理装置と同様の作用及び効果を得ることができる。

[0153] 実施形態としての第二の情報処理装置（イメージセンサ30）は、ニューラルネットワークを有しセンサ装置による検出データを入力データとする人工知能モデルに対し入力データを与えた際に人工知能モデルの所定中間層で得られる中間特徴マップを外部に送信する処理を行う送信処理部（同F31）と、送信処理部が送信した中間特徴マップに基づき、外部装置が、人工知能モデルにおける所定中間層よりも後段のネットワークである後段ネットワークの複数の候補のうちから選択した一の後段ネットワーク、又は、外部装置が、ベースとなる学習済みネットワークと送信処理部が送信した中間特徴マップとに基づいて生成した一の後段ネットワークの何れかの後段ネットワークの設定データを受信する処理を行う受信処理部（同F32）と、受信処

理部が受信した設定データにより実現される後段ネットワークを用いた推論処理を行う推論処理部（A1処理部44）と、を備えるものである。

上記構成によれば、センサ装置の検出データに基づく推論処理を行うエッジ側の情報処理装置として、外部装置がセンサ装置の使用環境条件に適した後段ネットワークを求めるための手法に、中間特徴マップに基づき複数の後段ネットワークの候補のうちから一の後段ネットワークを選択するという手法、又は、ベースとなる学習済みネットワークと中間特徴マップとに基づいて一の後段ネットワークを生成するという手法の何れかを採用することを可能とする情報処理装置が提供される。

従って、実施形態の第二の情報処理装置によっても、前述した第一の情報処理装置と同様に、エッジ側の人工知能モデルをセンサ装置の使用環境条件に適合化するにあたっての所要時間の短縮化を図ることができ、また、人工知能モデルの利用者が人工知能モデルの適合化のためにクラウド側に送信すべき学習用入力データのデータ量の削減が図られ、人工知能モデルの適合化に要する通信データ量の削減を図ることができる。

さらに、中間特徴マップを用いるため、エッジ側の人工知能モデルをセンサ装置の使用環境条件に適合化するにあたり個人情報の流出可能性の低減を図ることができる。

[0154] また、実施形態としての第二の情報処理装置においては、中間特徴マップは、人工知能モデルにおける二層目以降の中間層の出力データとされている。

二層目以降の中間層においては、出力データとして、一層目の中間層の出力データよりも個人情報の特定が困難となるデータが得られる傾向となる。

従って、個人情報の流出可能性の低減効果を高めることができる。

[0155] さらに、実施形態としての第二の情報処理装置においては、センサ装置は撮像センサであり、人工知能モデルは撮像センサにより得られる撮像画像を入力データとして画像認識処理を行うための人工知能モデルとされている。

上記構成によれば、撮像画像を入力データとして画像認識処理を行う人工

知能モデルについて、センサ装置の使用環境条件に適合化するにあたっての所要時間の短縮化、及び通信データ量の削減、及び個人情報の流出可能性の低減を図ることができる。

[0156] さらにまた、実施形態としての第二の情報処理装置においては、中間特徴マップは、可視化した際の個人情報に係る画像領域の画素数が144画素未満となるデータとされている。

すなわち、例えば対象被写体が人である場合における顔の画像領域等、個人情報に係る画像領域の画素数が144画素未満となる程度まで次元圧縮が行われる中間層の出力データである。

これにより、個人情報の流出可能性の低減効果を高めることができる。

[0157] また、実施形態としての第二の情報処理装置においては、中間特徴マップは、可視化した際の個人情報に係る画像領域の画素数が64画素未満となるデータとされている。

すなわち、個人情報に係る画像領域の画素数が64画素未満となる程度まで次元圧縮が行われる中間層の出力データである。

これにより、個人情報の流出可能性の低減効果をさらに高めることができる。

[0158] さらに、実施形態としての第二の情報処理装置においては、中間特徴マップは、人工知能モデルの自己符号化学習により得られるオートエンコーダのデコード部によりデコード不能なデータとされている。

これにより、悪意の第三者がオートエンコーダを入手できたとしても、該オートエンコーダのデコード部を用いて中間特徴マップから個人情報を特定するということを不能とすることが可能となる。

従って、個人情報の流出可能性の低減効果を高めることができる。

[0159] 実施形態としての第二の情報処理方法は、情報処理装置が、ニューラルネットワークを有しセンサ装置による検出データを入力データとする人工知能モデルに対し入力データを与えた際に人工知能モデルの所定中間層で得られる中間特徴マップを外部に送信する送信処理と、送信処理で送信した中間特

徴マップに基づき、外部装置が、人工知能モデルにおける所定中間層よりも後段のネットワークである後段ネットワークの複数の候補のうちから選択した一の後段ネットワーク、又は、外部装置が、ベースとなる学習済みネットワークと送信処理で送信した中間特徴マップとに基づいて生成した一の後段ネットワークの何れかの後段ネットワークの設定データを受信する受信処理と、受信処理で受信した設定データにより実現される後段ネットワークを用いた推論処理を行う推論処理と、を行う情報処理方法である。

このような第二の情報処理方法によっても、上記した実施形態に係る第二の情報処理装置と同様の作用及び効果を得ることができる。

[0160] 実施形態としての情報処理システム（同100）は、ニューラルネットワークを有しセンサ装置による検出データを入力データとする人工知能モデルに対し入力データを与えた際に人工知能モデルの所定中間層で得られる中間特徴マップを外部に送信する処理を行う第一送信処理部（送信処理部F31）と、第一送信処理部を有する装置の外部装置に設けられ、第一送信処理部が送信した中間特徴マップに基づき、人工知能モデルにおける所定中間層よりも後段のネットワークである後段ネットワークの複数の候補のうちから一の後段ネットワークを選択する、又はベースとなる学習済みネットワークと第一送信処理部が送信した中間特徴マップとに基づいて一の後段ネットワークを生成する後段ネットワーク取得部（同F11）と、第一送信処理部を有する装置の外部装置に設けられ、後段ネットワーク取得部が選択又は生成した後段ネットワークの設定データを外部に送信する処理を行う第二送信処理部（送信処理部F12）と、第一送信処理部を有する装置に設けられ設定データを受信する処理を行う受信処理部（同F32）と、第一送信処理部を有する装置に設けられ受信処理部が受信した設定データにより実現される後段ネットワークを用いた推論処理を行う推論処理部（A1処理部44）と、を備えるものである。

このような情報処理システムによっても、上記した実施形態の第一、第二の情報処理装置と同様の作用及び効果を得ることができる。

[0161] なお、本明細書に記載された効果はあくまでも例示であって限定されるものではなく、また他の効果があってもよい。

[0162] < 10. 本技術 >

本技術は以下のような構成を採ることもできる。

(1)

ニューラルネットワークを有しセンサ装置による検出データを入力データとする人工知能モデルに対し前記入力データを与えた際に前記人工知能モデルの所定中間層で得られる中間特徴マップを外部装置より入力し、前記中間特徴マップに基づき、前記人工知能モデルにおける前記所定中間層よりも後段のネットワークである後段ネットワークの複数の候補のうちから一の前記後段ネットワークを選択する、又はベースとなる学習済みネットワークと前記中間特徴マップとに基づいて一の前記後段ネットワークを生成する後段ネットワーク取得部と、

前記後段ネットワーク取得部が選択又は生成した前記後段ネットワークの設定データを外部に送信する処理を行う送信処理部と、を備える

情報処理装置。

(2)

前記中間特徴マップは、前記人工知能モデルにおける二層目以降の中間層の出力データである

前記(1)に記載の情報処理装置。

(3)

前記センサ装置は撮像センサであり、前記人工知能モデルは前記撮像センサにより得られる撮像画像を入力データとして画像認識処理を行うための人工知能モデルとされた

前記(1)又は(2)に記載の情報処理装置。

(4)

前記中間特徴マップは、可視化した際の個人情報に係る画像領域の画素数が144画素未満となるデータとされた

前記（３）に記載の情報処理装置。

（５）

前記中間特徴マップは、可視化した際の個人情報に係る画像領域の画素数が６４画素未満となるデータとされた

前記（３）に記載の情報処理装置。

（６）

前記中間特徴マップは、前記人工知能モデルの自己符号化学習により得られるオートエンコーダのデコード部によりデコード不能なデータとされた

前記（１）から（５）の何れかに記載の情報処理装置。

（７）

前記後段ネットワーク取得部は、前記中間特徴マップに基づき、前記後段ネットワークの複数の候補のうちから一の前記後段ネットワークを選択する

前記（１）から（６）の何れかに記載の情報処理装置。

（８）

前記後段ネットワークの複数の候補は、アクティブラーニングとしての機械学習により生成された

前記（７）に記載の情報処理装置。

（９）

前記後段ネットワーク取得部は、前記ベースとなる学習済みネットワークと前記中間特徴マップとに基づいて一の前記後段ネットワークを生成する

前記（１）から（６）の何れかに記載の情報処理装置。

（１０）

前記後段ネットワーク取得部は、前記中間特徴マップに基づき、前記ベースとなる学習済みネットワークを教師モデルとして用いた知識蒸留を行うことで一の前記後段ネットワークを生成する

前記（９）に記載の情報処理装置。

（１１）

情報処理装置が、

ニューラルネットワークを有しセンサ装置による検出データを入力データとする人工知能モデルに対し前記入力データを与えた際に前記人工知能モデルの所定中間層で得られる中間特徴マップを外部装置より入力し、前記中間特徴マップに基づき、前記人工知能モデルにおける前記所定中間層よりも後段のネットワークである後段ネットワークの複数の候補のうちから一の前記後段ネットワークを選択する、又はベースとなる学習済みネットワークと前記中間特徴マップとに基づいて一の前記後段ネットワークを生成する後段ネットワーク取得処理と、

前記後段ネットワーク取得処理で選択又は生成した前記後段ネットワークの設定データを外部に送信する送信処理と、を行う

情報処理方法。

(12)

ニューラルネットワークを有しセンサ装置による検出データを入力データとする人工知能モデルに対し前記入力データを与えた際に前記人工知能モデルの所定中間層で得られる中間特徴マップを外部に送信する処理を行う送信処理部と、

前記送信処理部が送信した前記中間特徴マップに基づき、外部装置が、前記人工知能モデルにおける前記所定中間層よりも後段のネットワークである後段ネットワークの複数の候補のうちから選択した一の前記後段ネットワーク、又は、外部装置が、ベースとなる学習済みネットワークと前記送信処理部が送信した前記中間特徴マップとに基づいて生成した一の前記後段ネットワークの何れかの後段ネットワークの設定データを受信する処理を行う受信処理部と、

前記受信処理部が受信した前記設定データにより実現される前記後段ネットワークを用いた推論処理を行う推論処理部と、を備える

情報処理装置。

(13)

前記中間特徴マップは、前記人工知能モデルにおける二層目以降の中間層

の出力データである

前記（１２）に記載の情報処理装置。

（１４）

前記センサ装置は撮像センサであり、前記人工知能モデルは前記撮像センサにより得られる撮像画像を入力データとして画像認識処理を行うための人工知能モデルとされた

前記（１２）又は（１３）に記載の情報処理装置。

（１５）

前記中間特徴マップは、可視化した際の個人情報に係る画像領域の画素数が１４４画素未満となるデータとされた

前記（１４）に記載の情報処理装置。

（１６）

前記中間特徴マップは、可視化した際の個人情報に係る画像領域の画素数が６４画素未満となるデータとされた

前記（１４）に記載の情報処理装置。

（１７）

前記中間特徴マップは、前記人工知能モデルの自己符号化学習により得られるオートエンコーダのデコード部によりデコード不能なデータとされた

前記（１２）から（１６）の何れかに記載の情報処理装置。

（１８）

情報処理装置が、

ニューラルネットワークを有しセンサ装置による検出データを入力データとする人工知能モデルに対し前記入力データを与えた際に前記人工知能モデルの所定中間層で得られる中間特徴マップを外部に送信する送信処理と、

前記送信処理で送信した前記中間特徴マップに基づき、外部装置が、前記人工知能モデルにおける前記所定中間層よりも後段のネットワークである後段ネットワークの複数の候補のうちから選択した一の前記後段ネットワーク、又は、外部装置が、ベースとなる学習済みネットワークと前記送信処理で

送信した前記中間特徴マップとに基づいて生成した一の前記後段ネットワークの何れかの後段ネットワークの設定データを受信する受信処理と、

前記受信処理で受信した前記設定データにより実現される前記後段ネットワークを用いた推論処理を行う推論処理と、を行う

情報処理方法。

(19)

ニューラルネットワークを有しセンサ装置による検出データを入力データとする人工知能モデルに対し前記入力データを与えた際に前記人工知能モデルの所定中間層で得られる中間特徴マップを外部に送信する処理を行う第一送信処理部と、

前記第一送信処理部を有する装置の外部装置に設けられ、前記第一送信処理部が送信した前記中間特徴マップに基づき、前記人工知能モデルにおける前記所定中間層よりも後段のネットワークである後段ネットワークの複数の候補のうちから一の前記後段ネットワークを選択する、又はベースとなる学習済みネットワークと前記第一送信処理部が送信した前記中間特徴マップとに基づいて一の前記後段ネットワークを生成する後段ネットワーク取得部と、

前記第一送信処理部を有する装置の外部装置に設けられ、前記後段ネットワーク取得部が選択又は生成した前記後段ネットワークの設定データを外部に送信する処理を行う第二送信処理部と、

前記第一送信処理部を有する装置に設けられ前記設定データを受信する処理を行う受信処理部と、

前記第一送信処理部を有する装置に設けられ前記受信処理部が受信した前記設定データにより実現される前記後段ネットワークを用いた推論処理を行う推論処理部と、を備える

情報処理システム。

符号の説明

[0163] 100 情報処理システム

- 1 サーバ装置
- 3 カメラ
- 4 フォグサーバ
- 5 ネットワーク
 - 1 1 C P U
 - 3 0 イメージセンサ
 - 3 3 制御部
 - 3 5 通信部
 - 3 7 バス
 - 4 1 撮像部
 - 4 3 センサ内制御部
 - 4 4 A I 処理部
 - 4 7 通信インタフェース
 - 4 8 バス
- D 1、D 2 ダイ
- 5 0 A I モデル
- 5 0 n D N N ネットワーク
- 5 1 初期 A I モデル
- 5 5 後処理部
- 6 0 オートエンコーダ
- 6 0 a デコード部
- D v 分断位置
- F 1 1 後段ネットワーク取得部
- F 1 2 送信処理部
- F 3 1 送信処理部
- F 3 2 受信処理部

請求の範囲

- [請求項1] ニューラルネットワークを有しセンサ装置による検出データを入力データとする人工知能モデルに対し前記入力データを与えた際に前記人工知能モデルの所定中間層で得られる中間特徴マップを外部装置より入力し、前記中間特徴マップに基づき、前記人工知能モデルにおける前記所定中間層よりも後段のネットワークである後段ネットワークの複数の候補のうちから一の前記後段ネットワークを選択する、又はベースとなる学習済みネットワークと前記中間特徴マップとに基づいて一の前記後段ネットワークを生成する後段ネットワーク取得部と、前記後段ネットワーク取得部が選択又は生成した前記後段ネットワークの設定データを外部に送信する処理を行う送信処理部と、を備える情報処理装置。
- [請求項2] 前記中間特徴マップは、前記人工知能モデルにおける二層目以降の中間層の出力データである請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項3] 前記センサ装置は撮像センサであり、前記人工知能モデルは前記撮像センサにより得られる撮像画像を入力データとして画像認識処理を行うための人工知能モデルとされた請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項4] 前記中間特徴マップは、可視化した際の個人情報に係る画像領域の画素数が144画素未満となるデータとされた請求項3に記載の情報処理装置。
- [請求項5] 前記中間特徴マップは、可視化した際の個人情報に係る画像領域の画素数が64画素未満となるデータとされた請求項3に記載の情報処理装置。
- [請求項6] 前記中間特徴マップは、前記人工知能モデルの自己符号化学習により得られるオートエンコーダのデコード部によりデコード不能なデー

タとされた

請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項7] 前記後段ネットワーク取得部は、前記中間特徴マップに基づき、前記後段ネットワークの複数の候補のうちから一の前記後段ネットワークを選択する

請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項8] 前記後段ネットワークの複数の候補は、アクティブラーニングとしての機械学習により生成された

請求項 7 に記載の情報処理装置。

[請求項9] 前記後段ネットワーク取得部は、前記ベースとなる学習済みネットワークと前記中間特徴マップとに基づいて一の前記後段ネットワークを生成する

請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項10] 前記後段ネットワーク取得部は、前記中間特徴マップに基づき、前記ベースとなる学習済みネットワークを教師モデルとして用いた知識蒸留を行うことで一の前記後段ネットワークを生成する

請求項 9 に記載の情報処理装置。

[請求項11] 情報処理装置が、

ニューラルネットワークを有しセンサ装置による検出データを入力データとする人工知能モデルに対し前記入力データを与えた際に前記人工知能モデルの所定中間層で得られる中間特徴マップを外部装置より入力し、前記中間特徴マップに基づき、前記人工知能モデルにおける前記所定中間層よりも後段のネットワークである後段ネットワークの複数の候補のうちから一の前記後段ネットワークを選択する、又はベースとなる学習済みネットワークと前記中間特徴マップとに基づいて一の前記後段ネットワークを生成する後段ネットワーク取得処理と、

前記後段ネットワーク取得処理で選択又は生成した前記後段ネット

ワークの設定データを外部に送信する送信処理と、を行う
情報処理方法。

[請求項12] ニューラルネットワークを有しセンサ装置による検出データを入力データとする人工知能モデルに対し前記入力データを与えた際に前記人工知能モデルの所定中間層で得られる中間特徴マップを外部に送信する処理を行う送信処理部と、

前記送信処理部が送信した前記中間特徴マップに基づき、外部装置が、前記人工知能モデルにおける前記所定中間層よりも後段のネットワークである後段ネットワークの複数の候補のうちから選択した一の前記後段ネットワーク、又は、外部装置が、ベースとなる学習済みネットワークと前記送信処理部が送信した前記中間特徴マップとに基づいて生成した一の前記後段ネットワークの何れかの後段ネットワークの設定データを受信する処理を行う受信処理部と、

前記受信処理部が受信した前記設定データにより実現される前記後段ネットワークを用いた推論処理を行う推論処理部と、を備える
情報処理装置。

[請求項13] 前記中間特徴マップは、前記人工知能モデルにおける二層目以降の中間層の出力データである

請求項12に記載の情報処理装置。

[請求項14] 前記センサ装置は撮像センサであり、前記人工知能モデルは前記撮像センサにより得られる撮像画像を入力データとして画像認識処理を行うための人工知能モデルとされた

請求項12に記載の情報処理装置。

[請求項15] 前記中間特徴マップは、可視化した際の個人情報に係る画像領域の画素数が144画素未満となるデータとされた

請求項14に記載の情報処理装置。

[請求項16] 前記中間特徴マップは、可視化した際の個人情報に係る画像領域の画素数が64画素未満となるデータとされた

請求項 1 4 に記載の情報処理装置。

[請求項17] 前記中間特徴マップは、前記人工知能モデルの自己符号化学習により得られるオートエンコーダのデコード部によりデコード不能なデータとされた

請求項 1 2 に記載の情報処理装置。

[請求項18] 情報処理装置が、
ニューラルネットワークを有しセンサ装置による検出データを入力データとする人工知能モデルに対し前記入力データを与えた際に前記人工知能モデルの所定中間層で得られる中間特徴マップを外部に送信する送信処理と、

前記送信処理で送信した前記中間特徴マップに基づき、外部装置が、前記人工知能モデルにおける前記所定中間層よりも後段のネットワークである後段ネットワークの複数の候補のうちから選択した一の前記後段ネットワーク、又は、外部装置が、ベースとなる学習済みネットワークと前記送信処理で送信した前記中間特徴マップとに基づいて生成した一の前記後段ネットワークの何れかの後段ネットワークの設定データを受信する受信処理と、

前記受信処理で受信した前記設定データにより実現される前記後段ネットワークを用いた推論処理を行う推論処理と、を行う
情報処理方法。

[請求項19] ニューラルネットワークを有しセンサ装置による検出データを入力データとする人工知能モデルに対し前記入力データを与えた際に前記人工知能モデルの所定中間層で得られる中間特徴マップを外部に送信する処理を行う第一送信処理部と、

前記第一送信処理部を有する装置の外部装置に設けられ、前記第一送信処理部が送信した前記中間特徴マップに基づき、前記人工知能モデルにおける前記所定中間層よりも後段のネットワークである後段ネットワークの複数の候補のうちから一の前記後段ネットワークを選択

する、又はベースとなる学習済みネットワークと前記第一送信処理部が送信した前記中間特徴マップとに基づいて一の前記後段ネットワークを生成する後段ネットワーク取得部と、

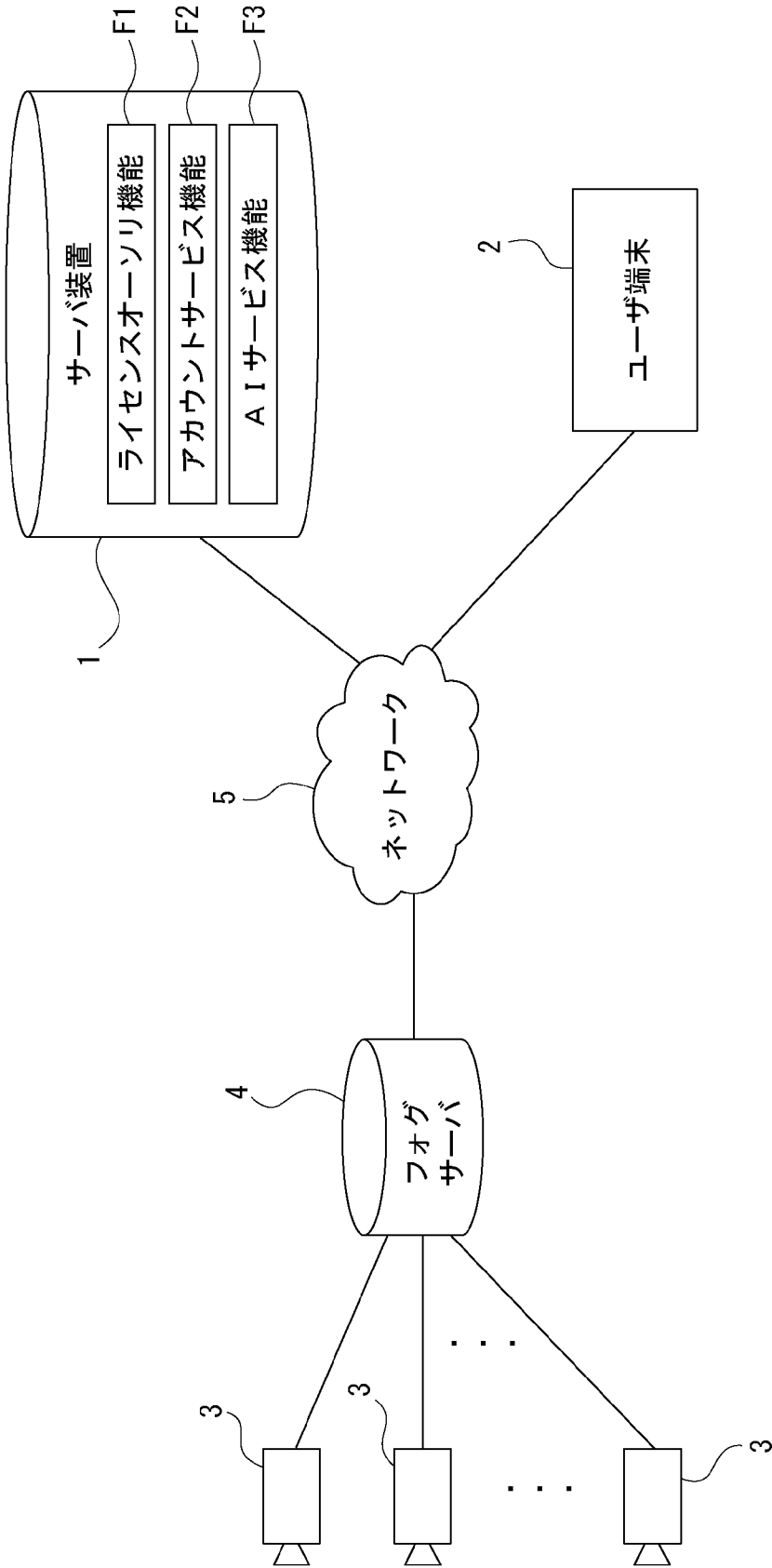
前記第一送信処理部を有する装置の外部装置に設けられ、前記後段ネットワーク取得部が選択又は生成した前記後段ネットワークの設定データを外部に送信する処理を行う第二送信処理部と、

前記第一送信処理部を有する装置に設けられ前記設定データを受信する処理を行う受信処理部と、

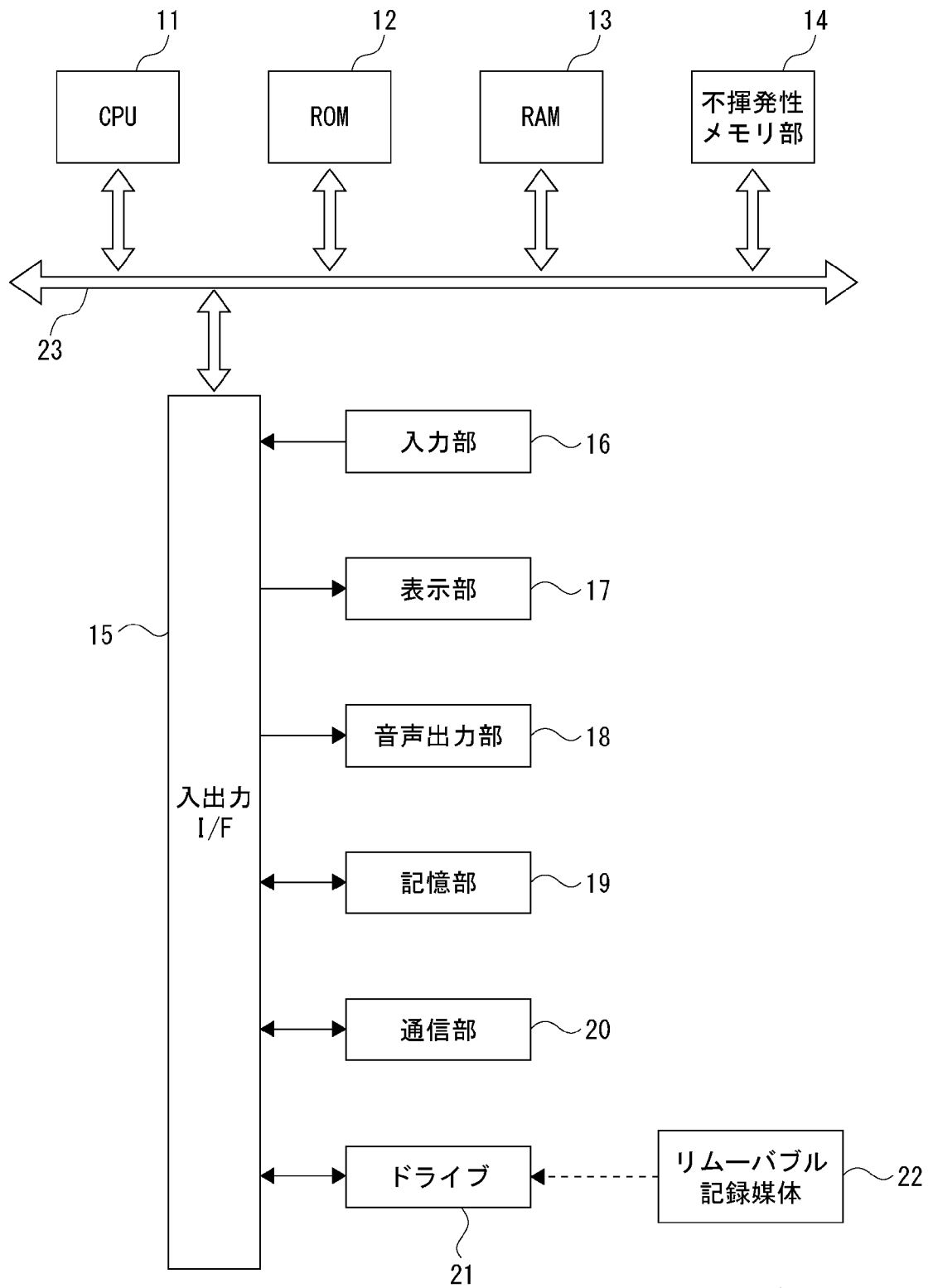
前記第一送信処理部を有する装置に設けられ前記受信処理部が受信した前記設定データにより実現される前記後段ネットワークを用いた推論処理を行う推論処理部と、を備える

情報処理システム。

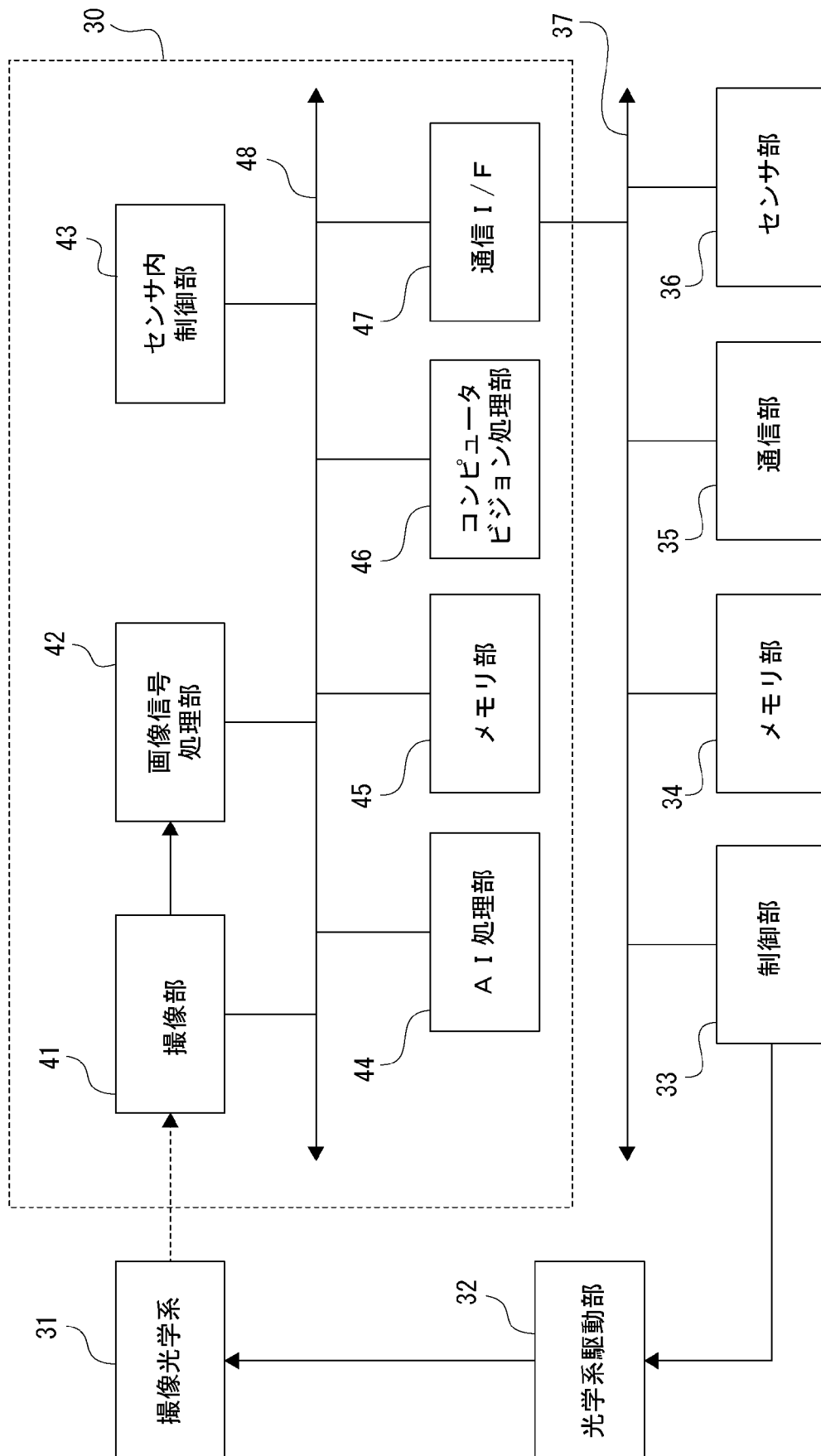
[図1]



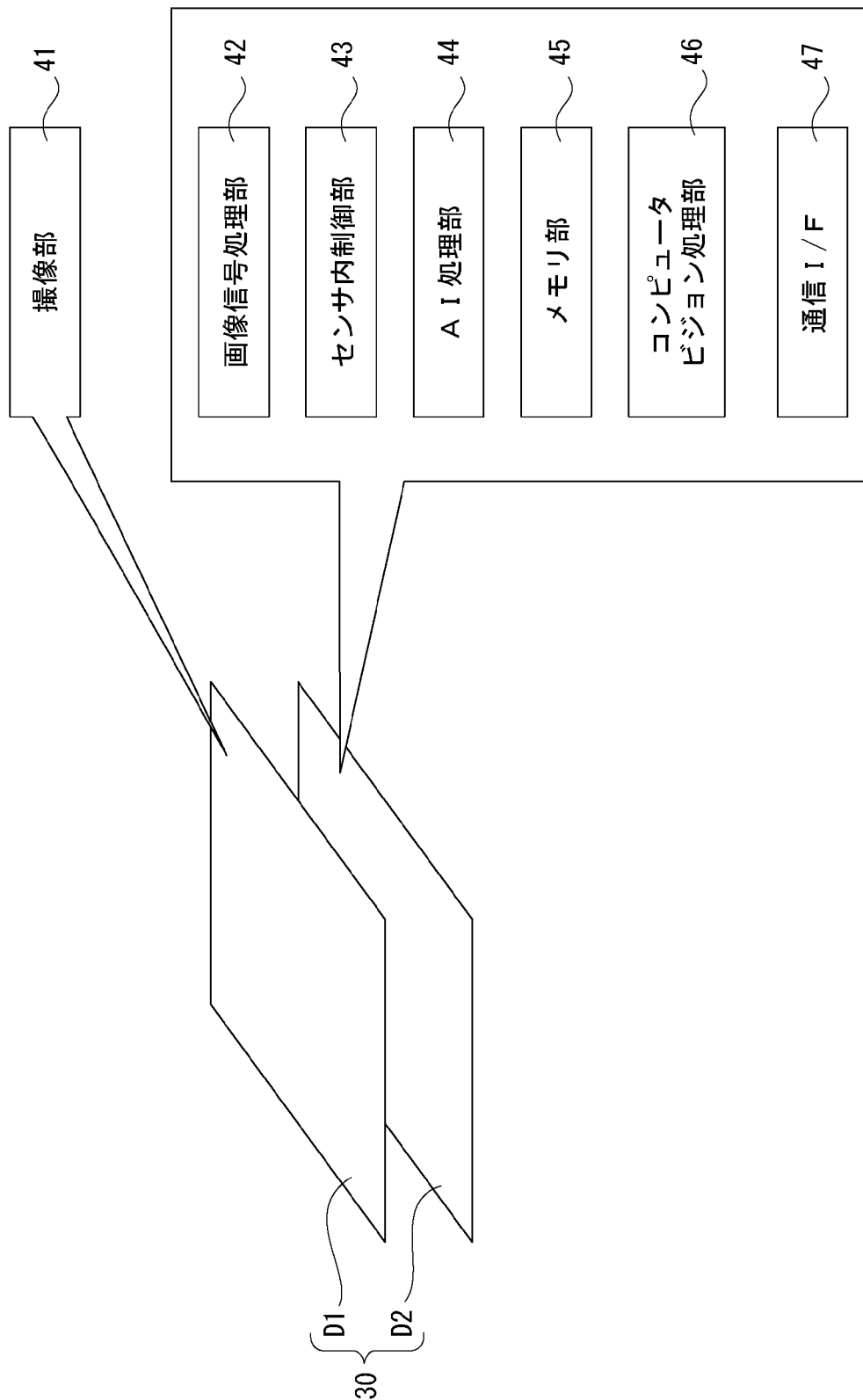
[図2]



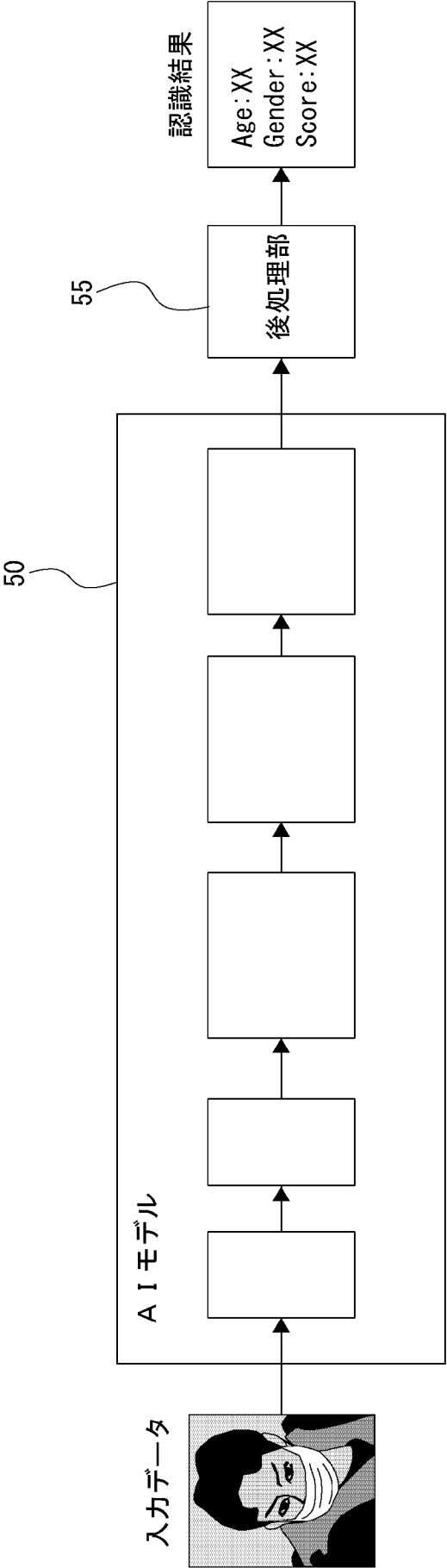
[図3]



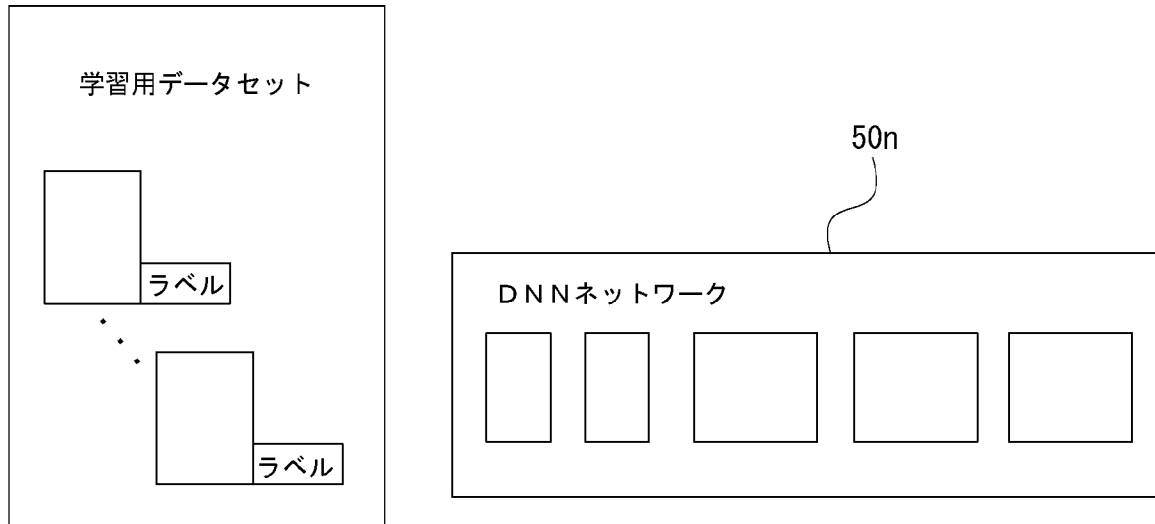
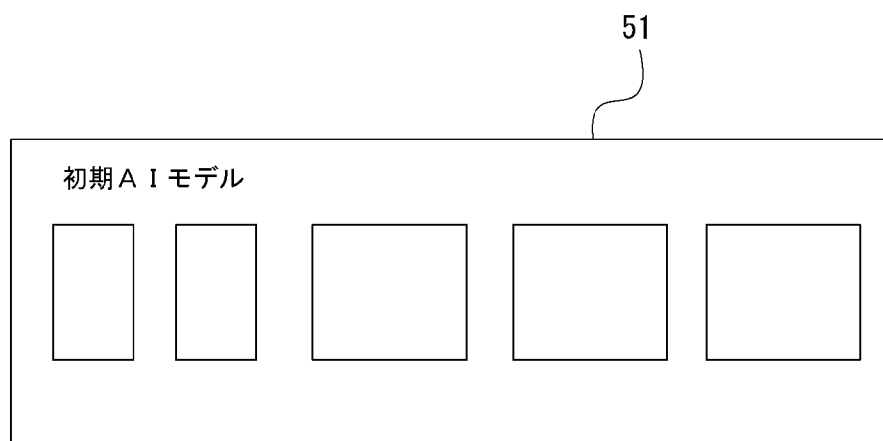
[図4]



[図5]

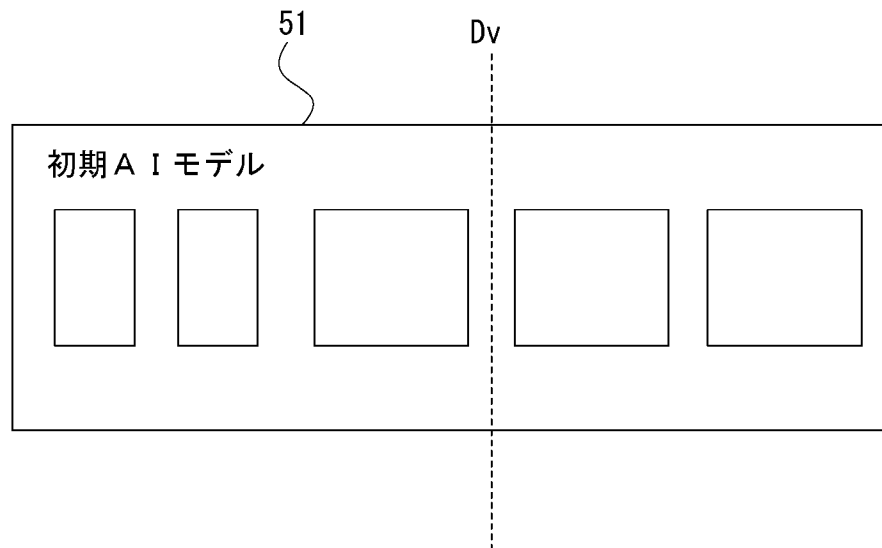


[図6]

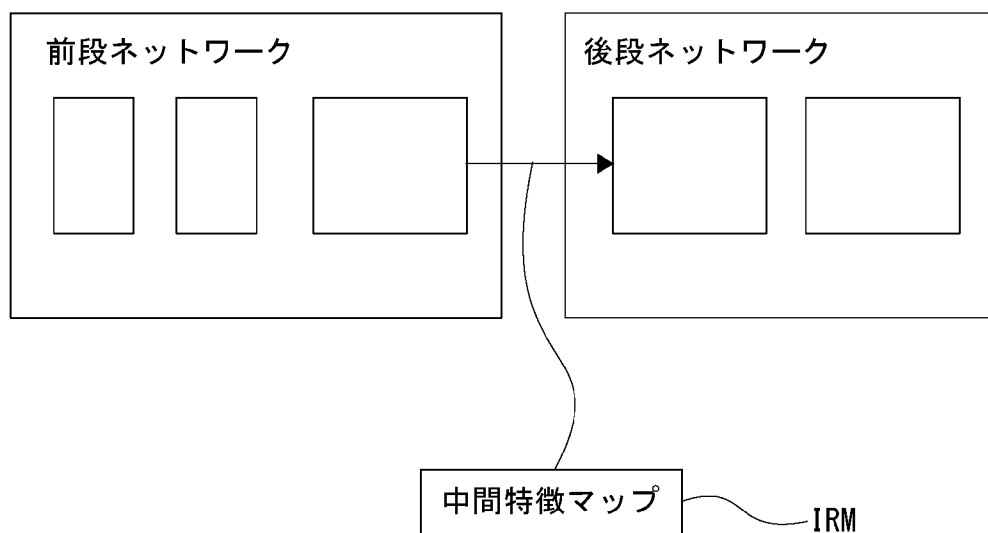
A**B**

[図7]

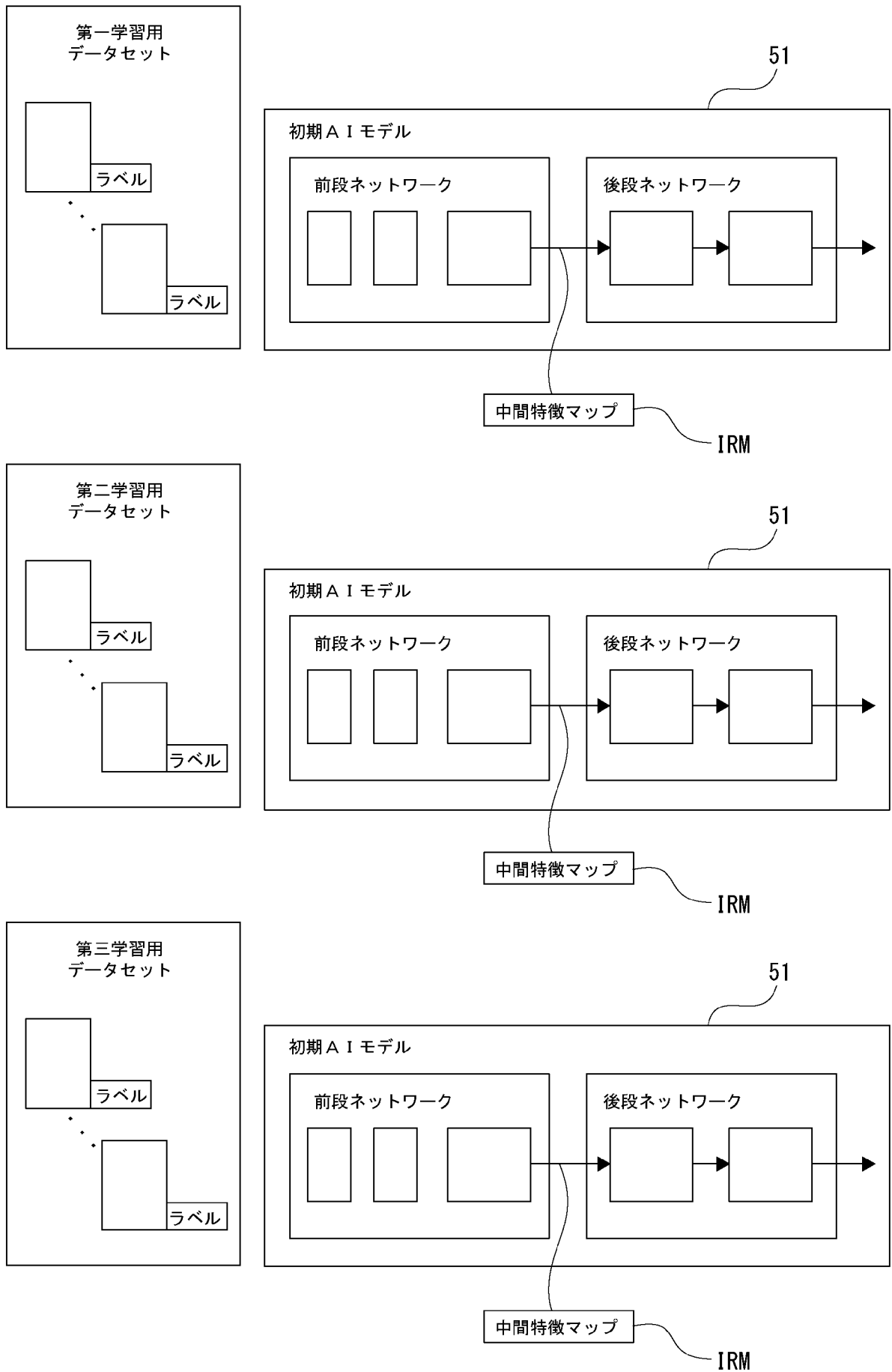
A



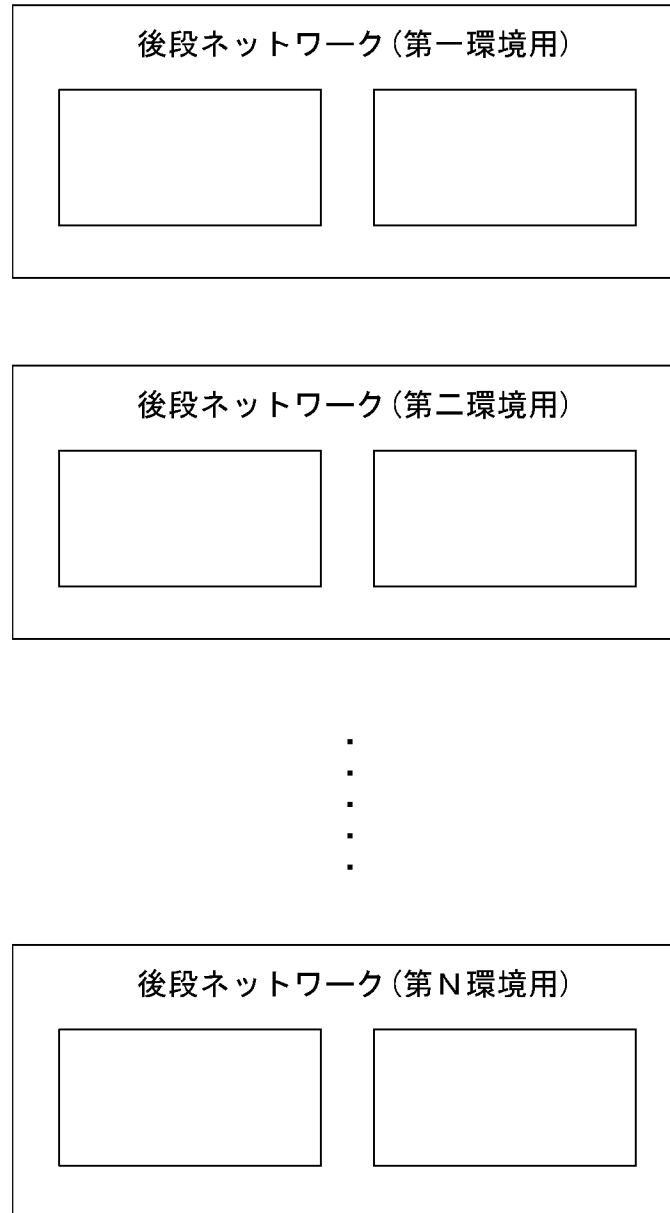
B



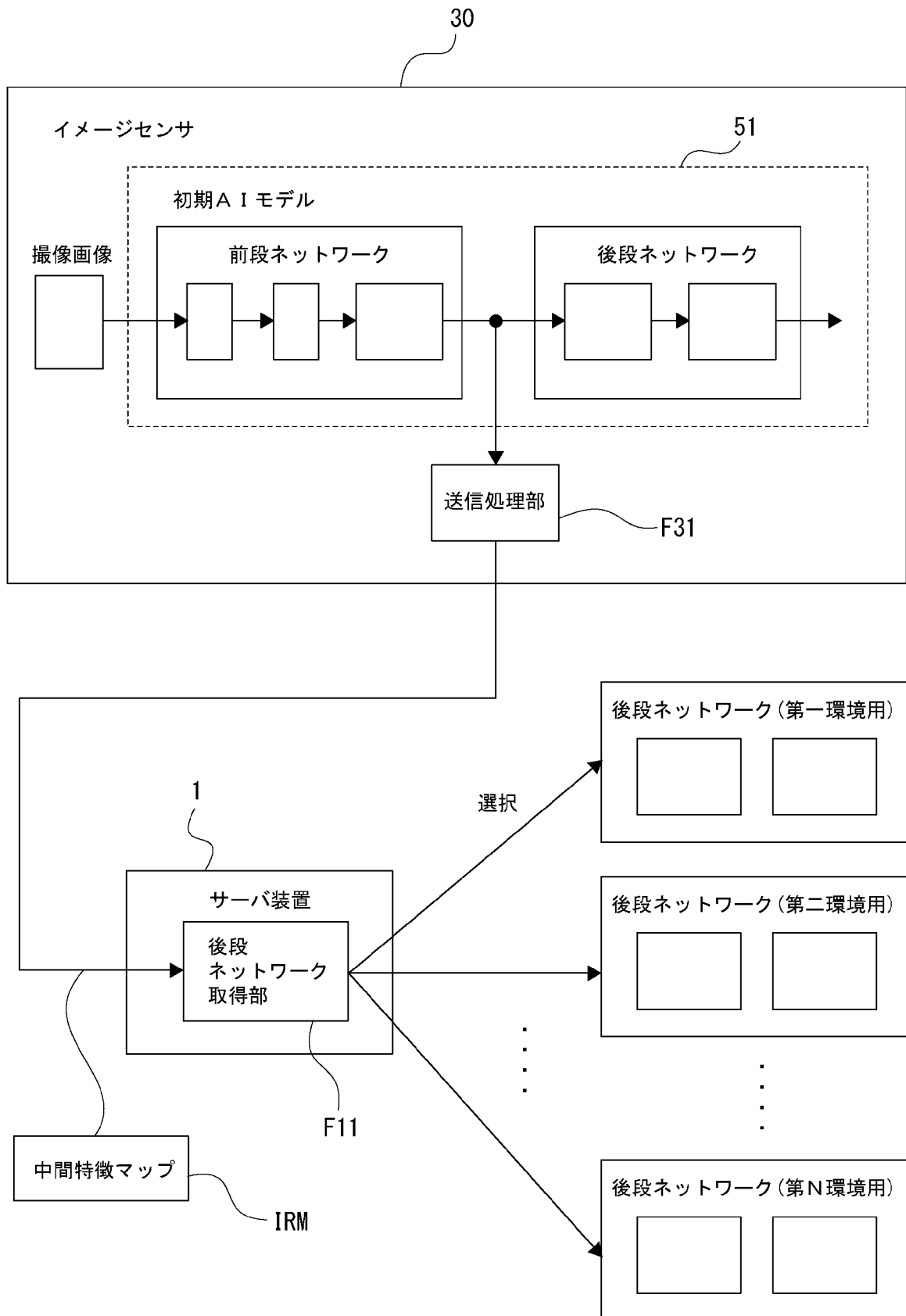
[図8]



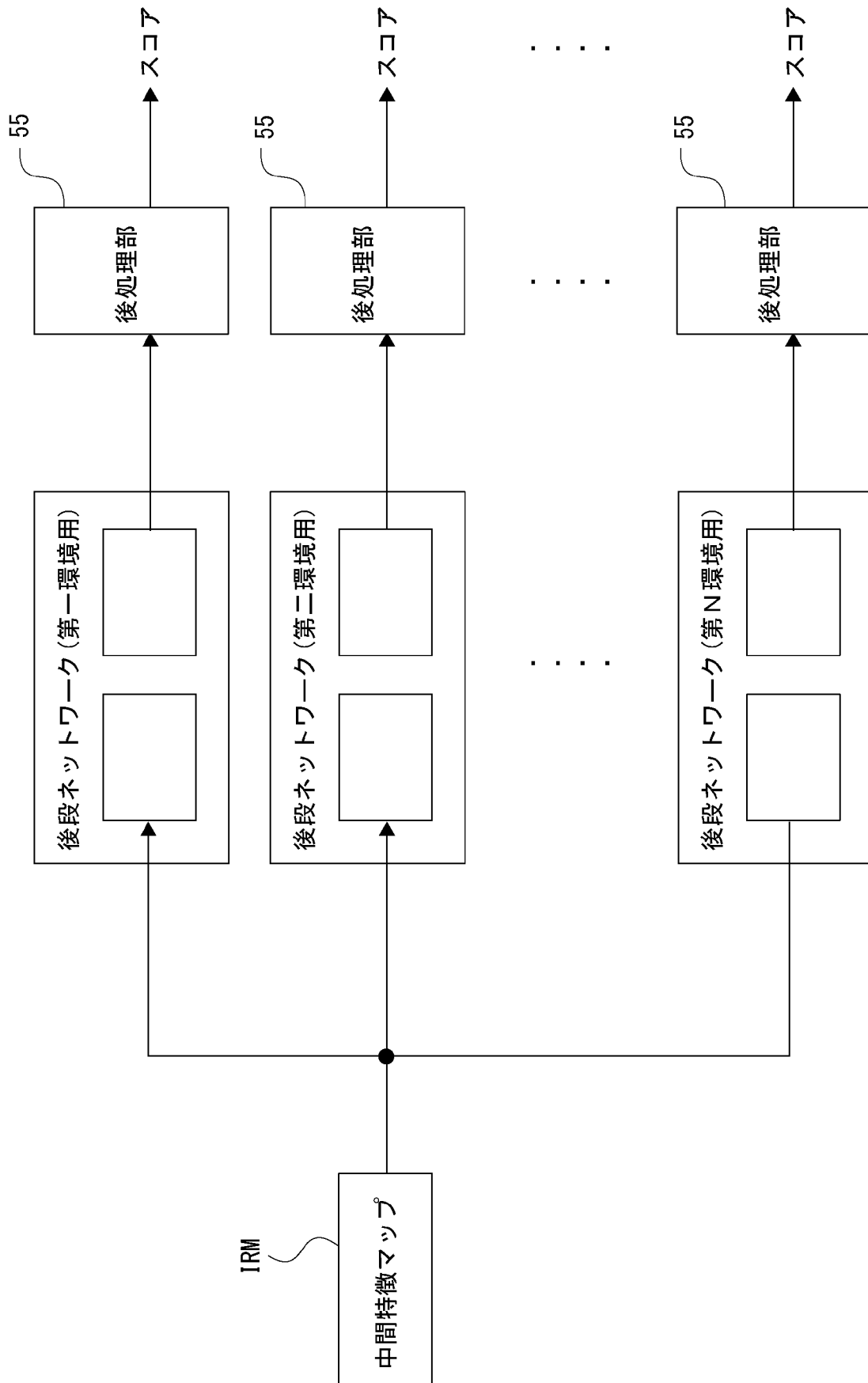
[図9]



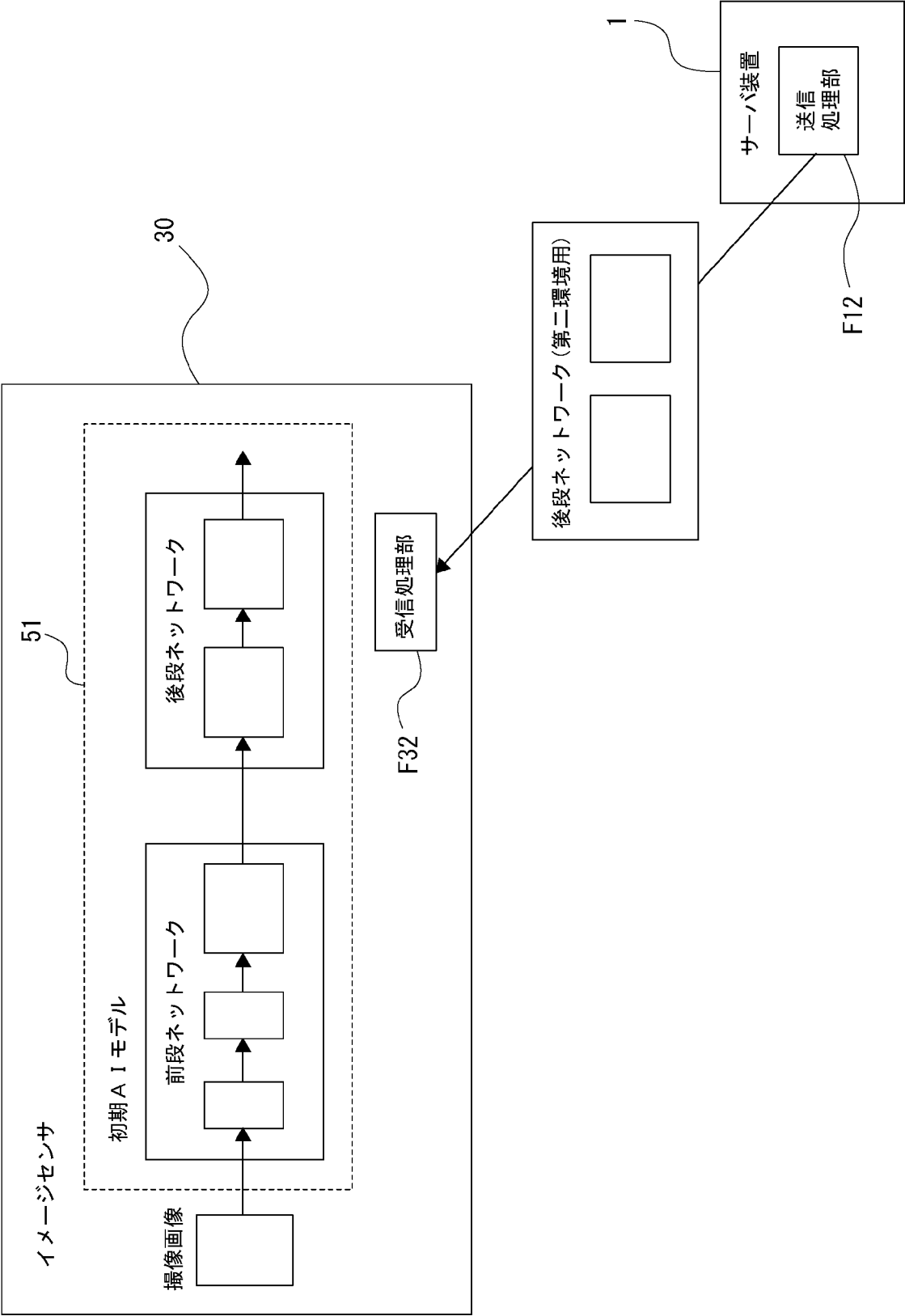
[図10]



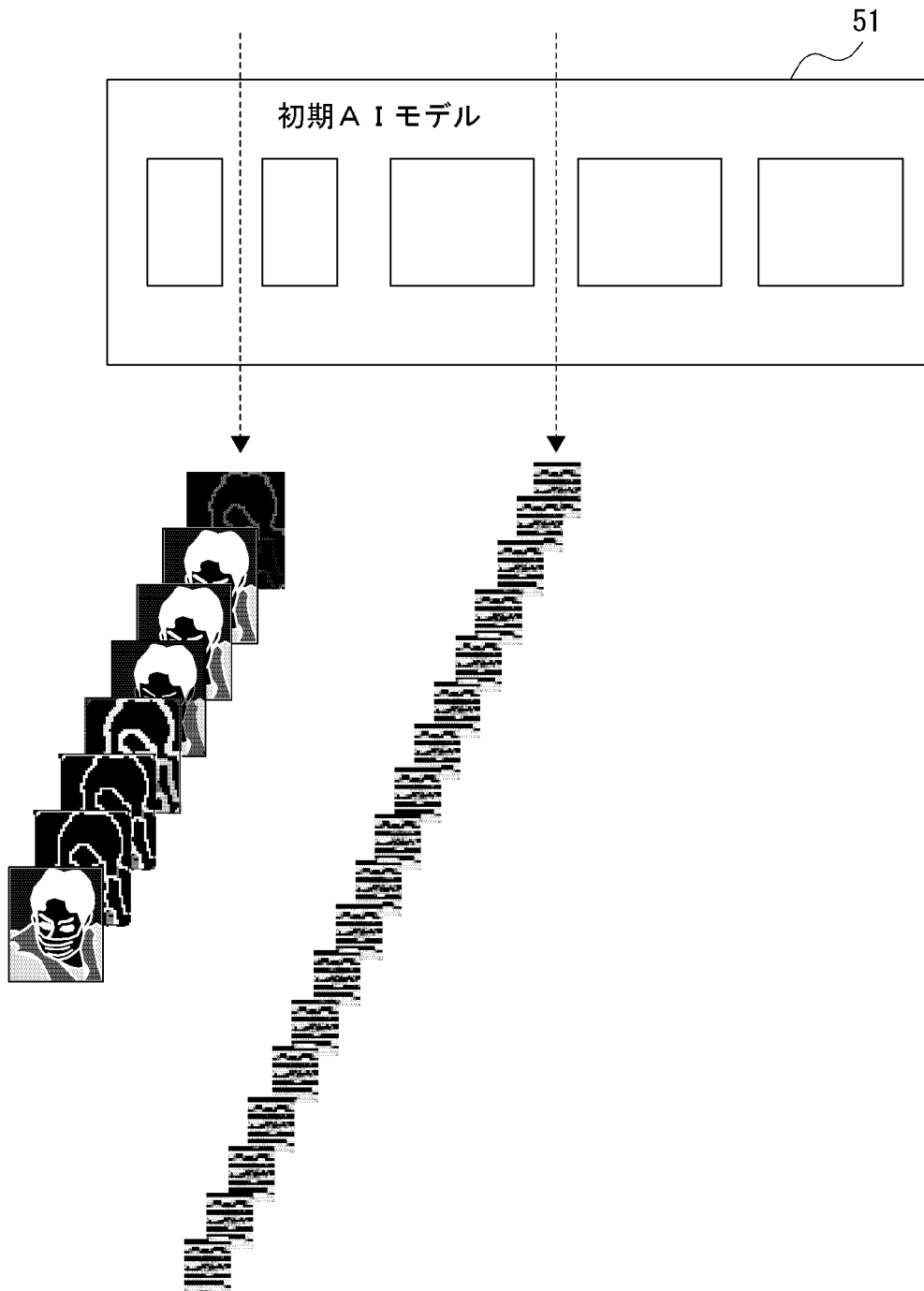
[図11]



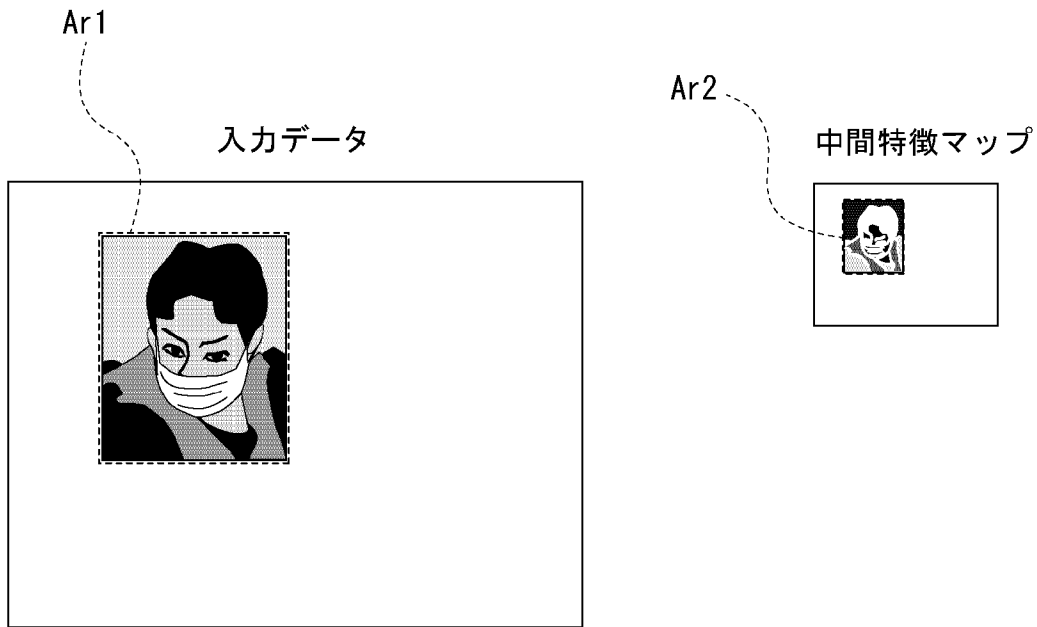
[図12]



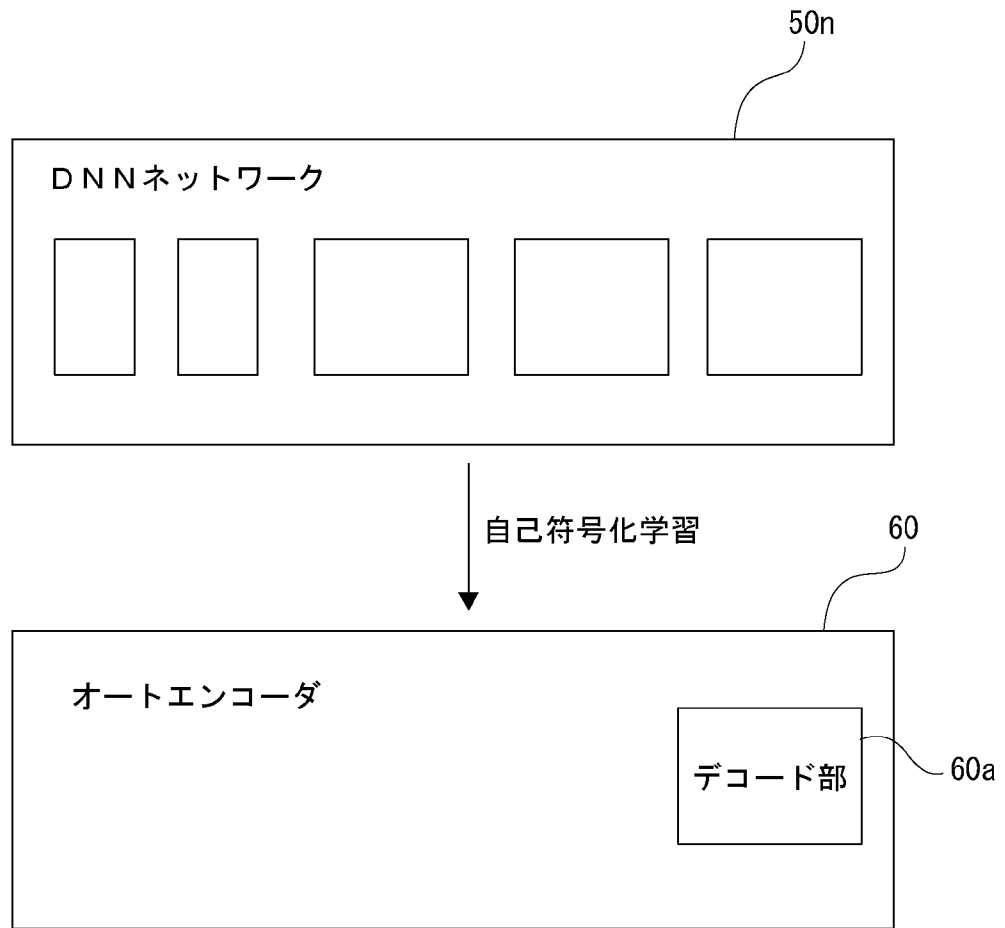
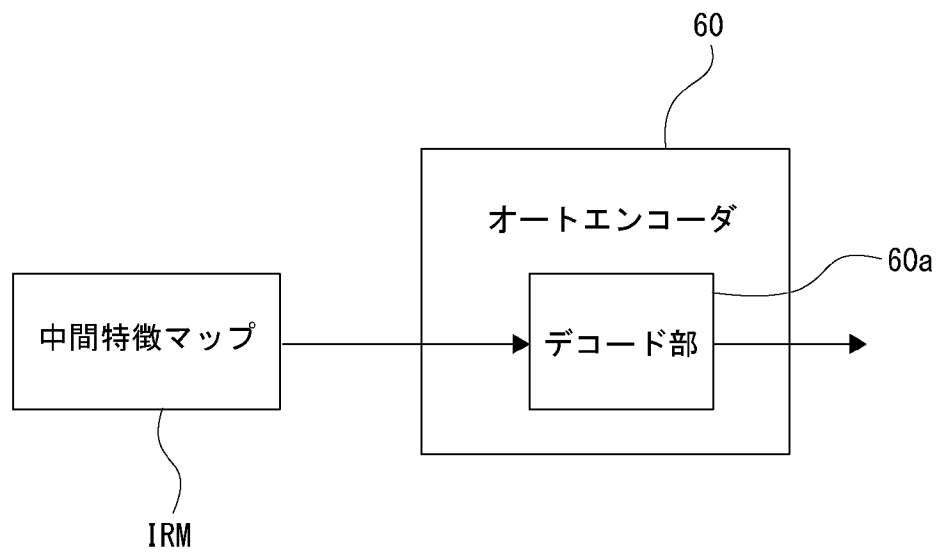
[図13]



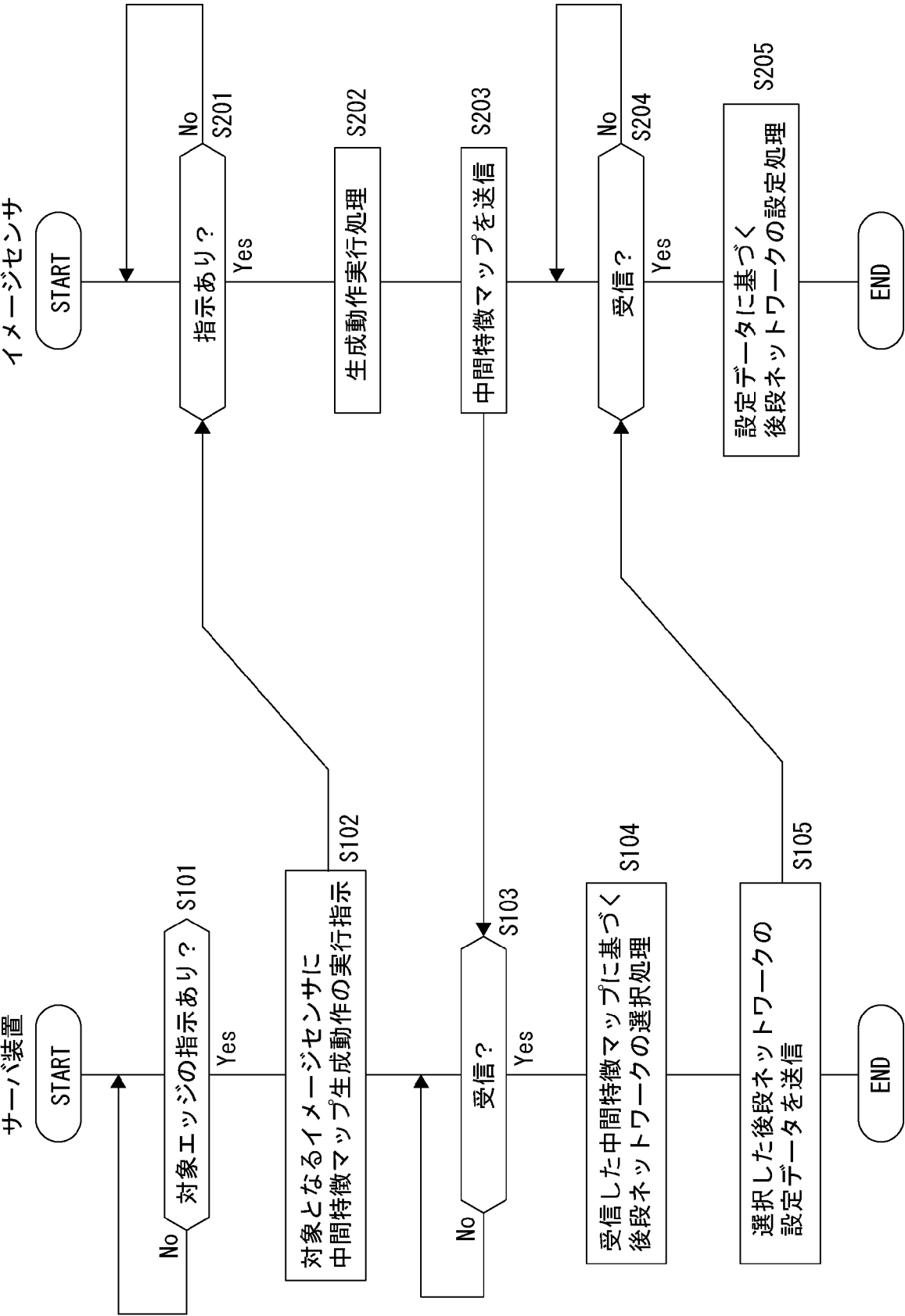
[図14]



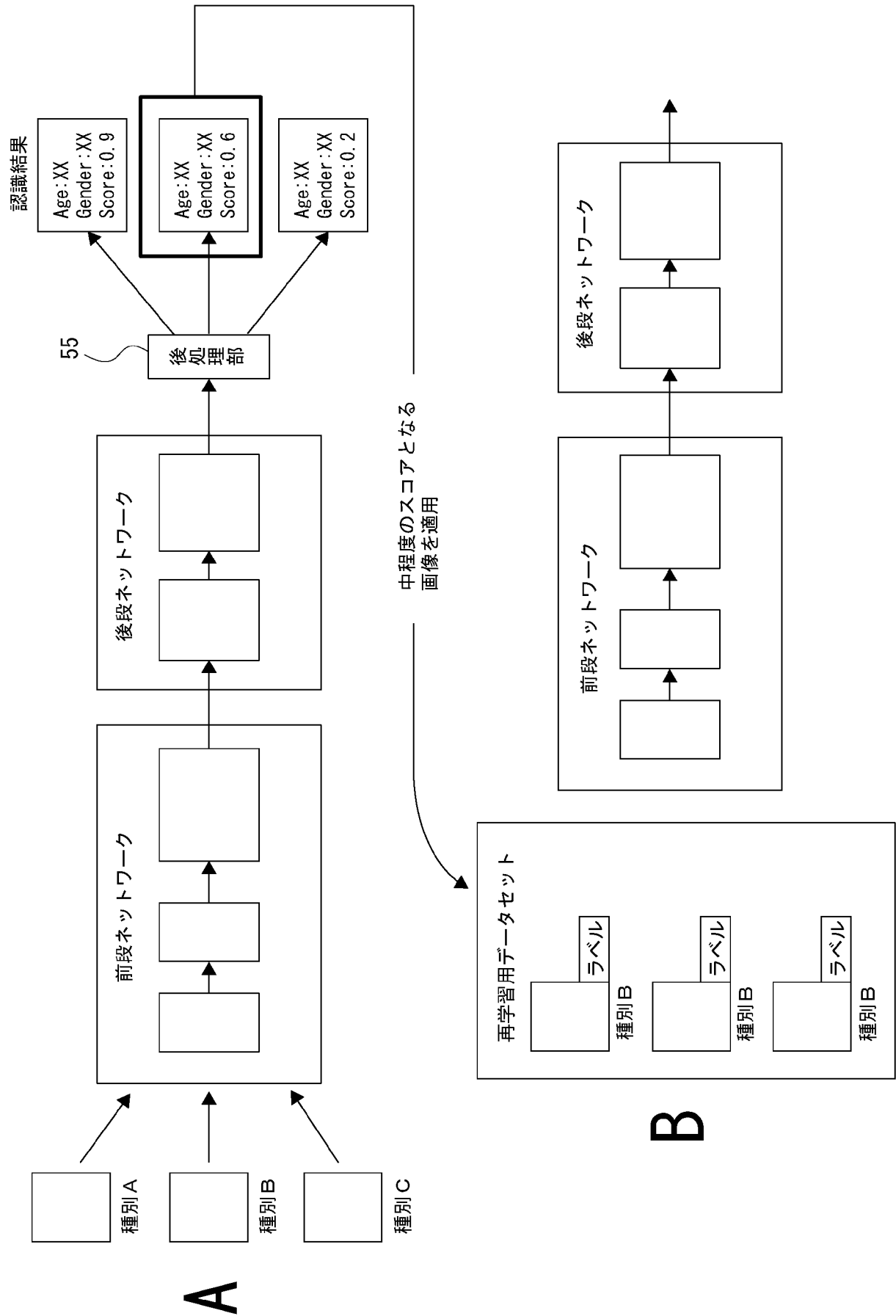
[図15]

A**B**

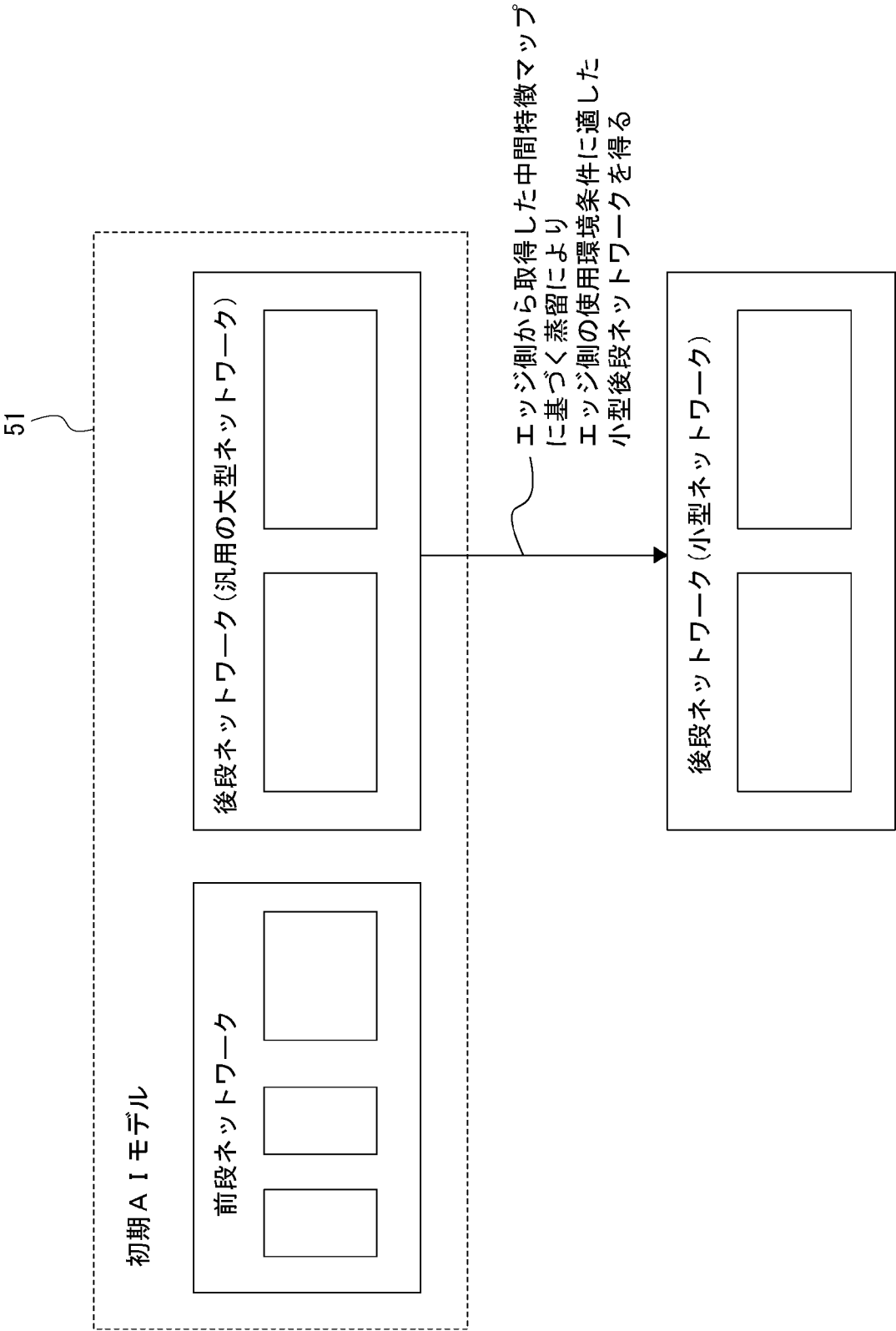
[図16]



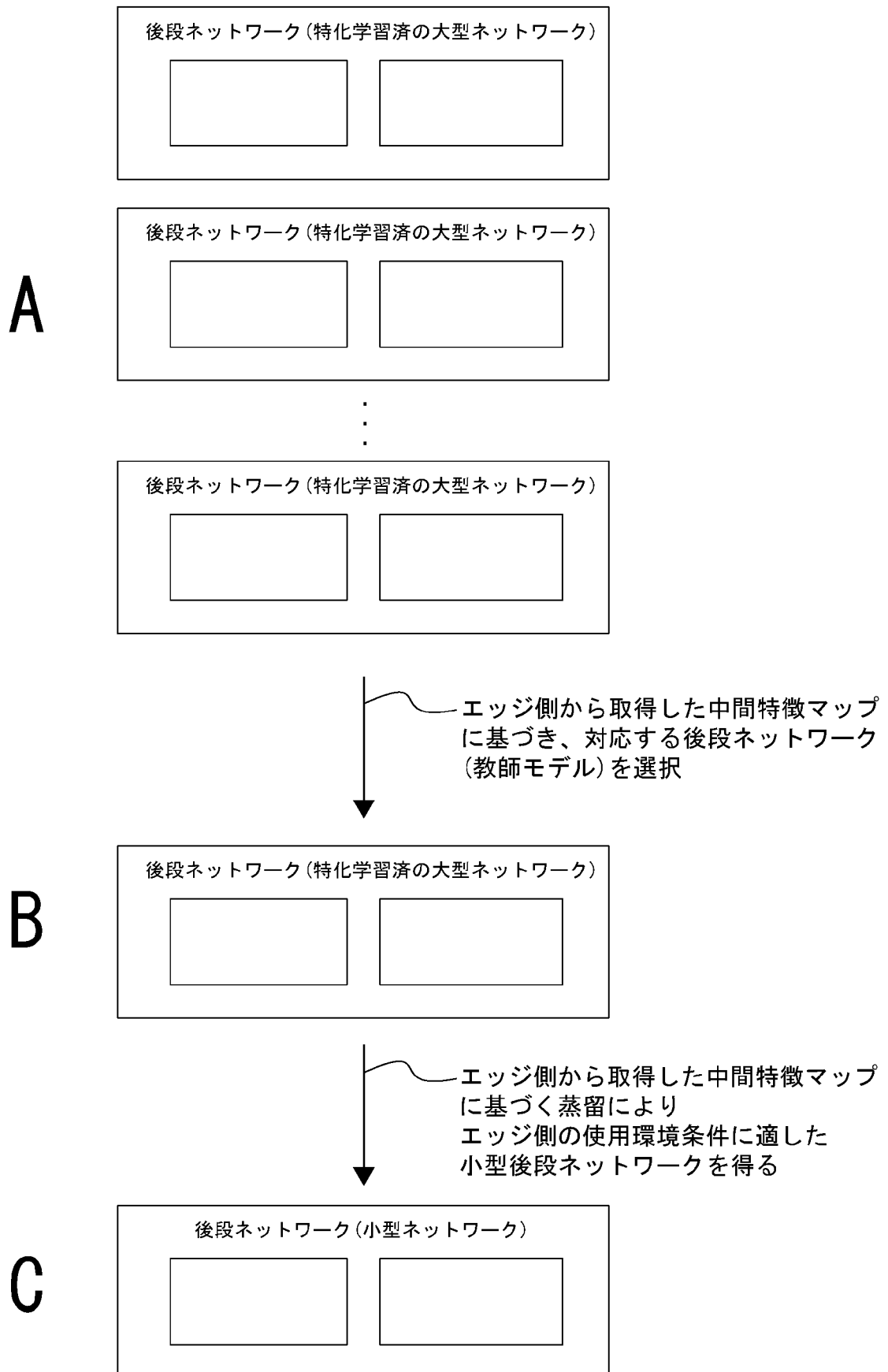
[図17]



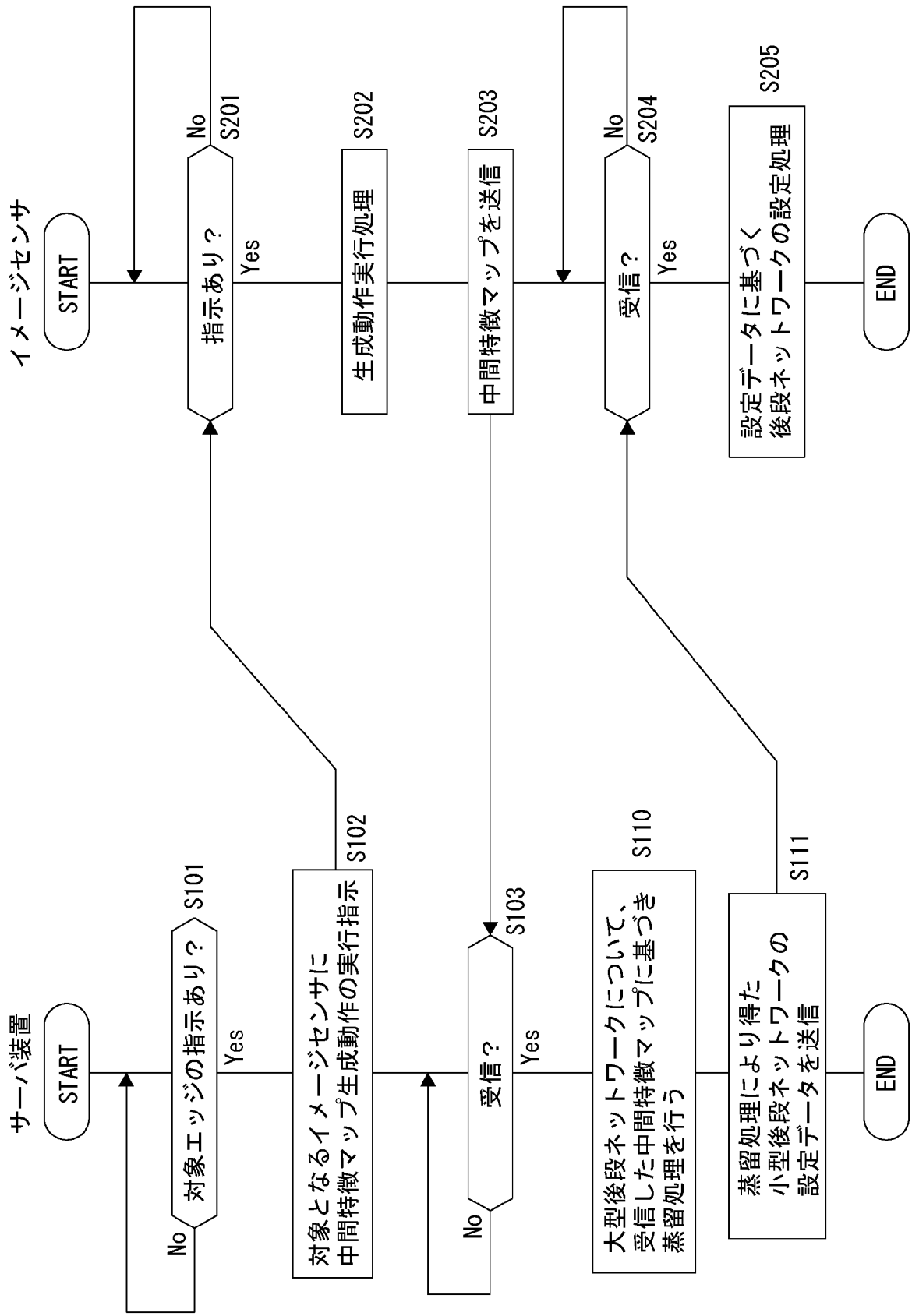
[図18]



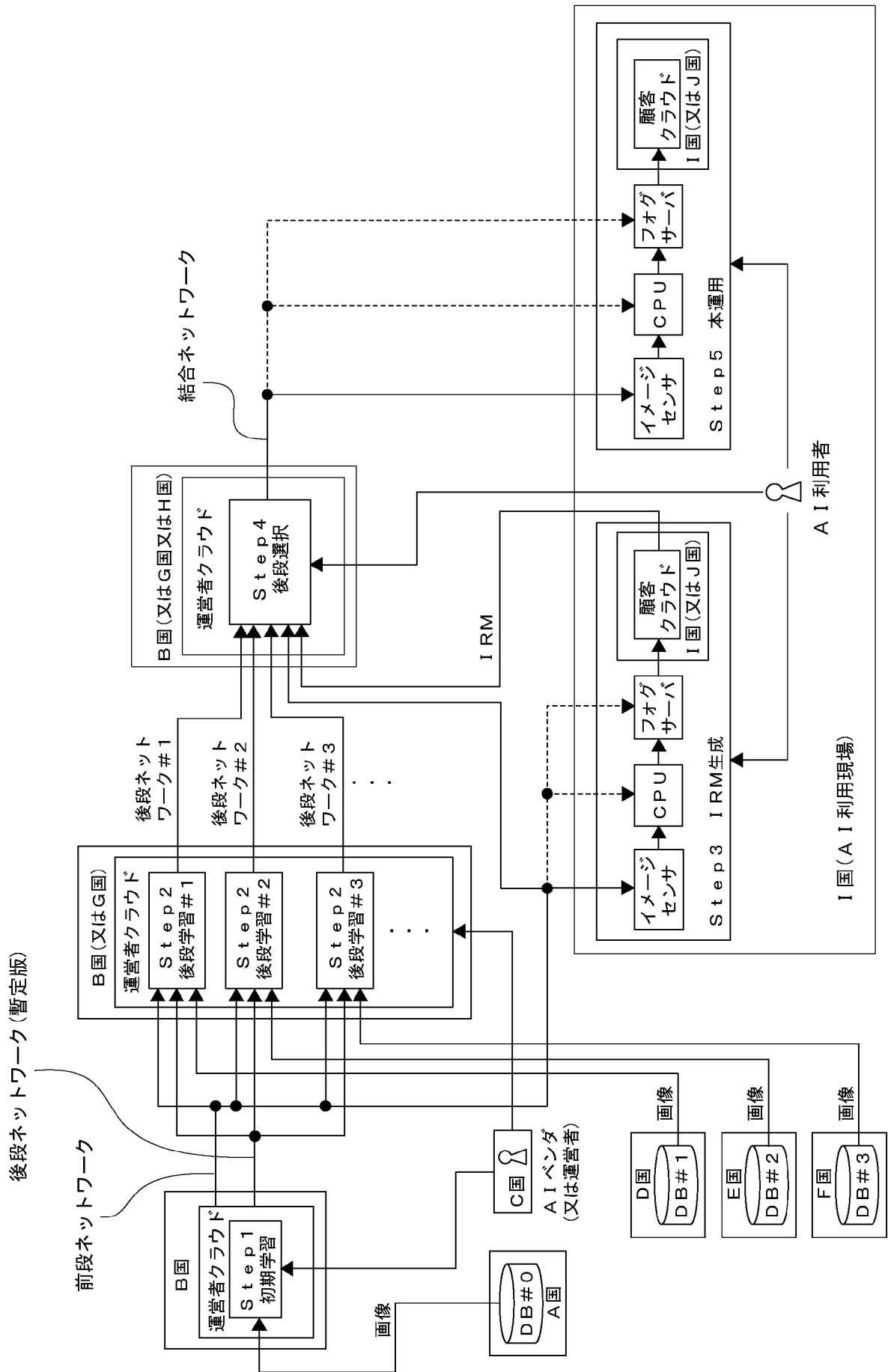
[図19]



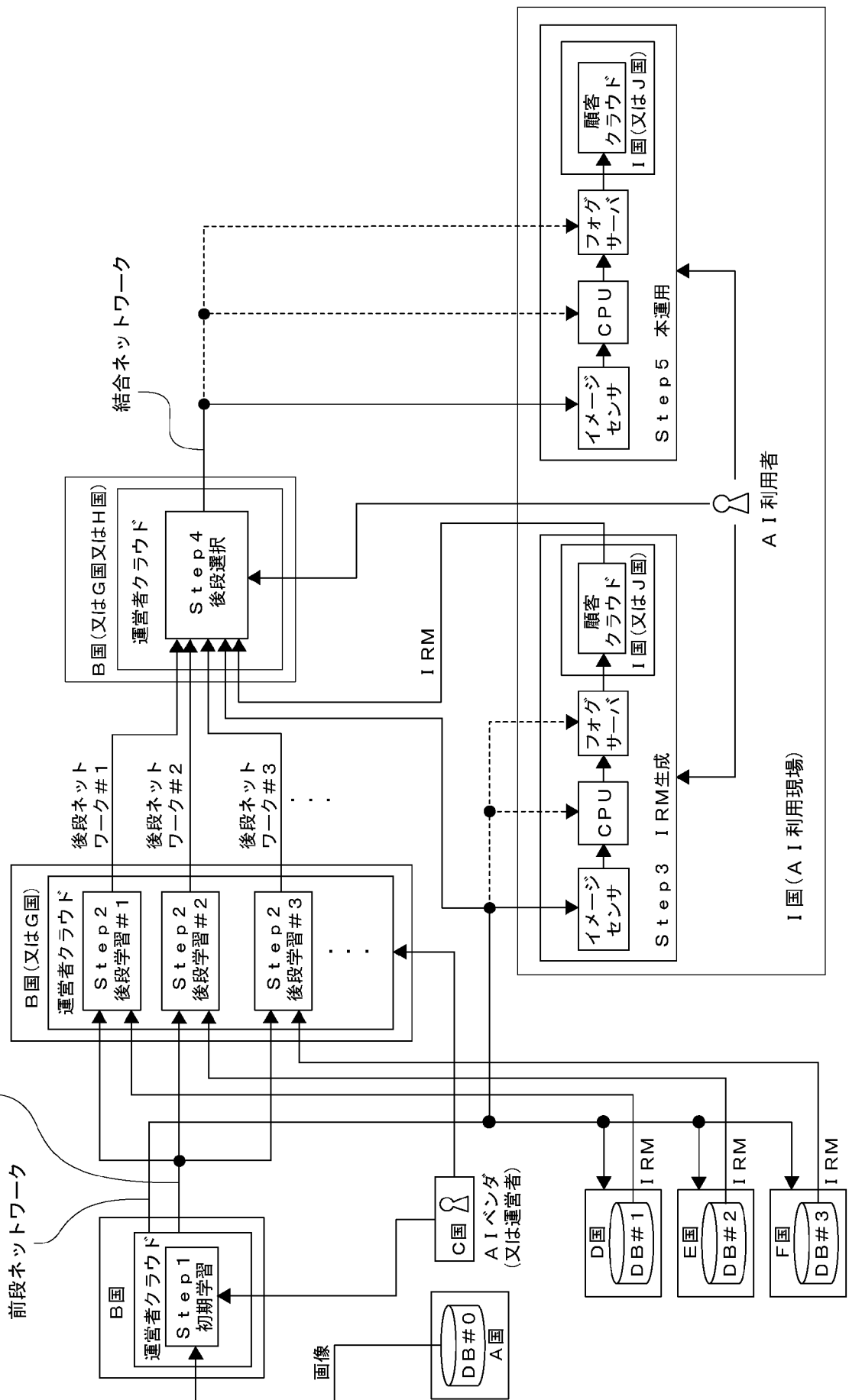
[図20]



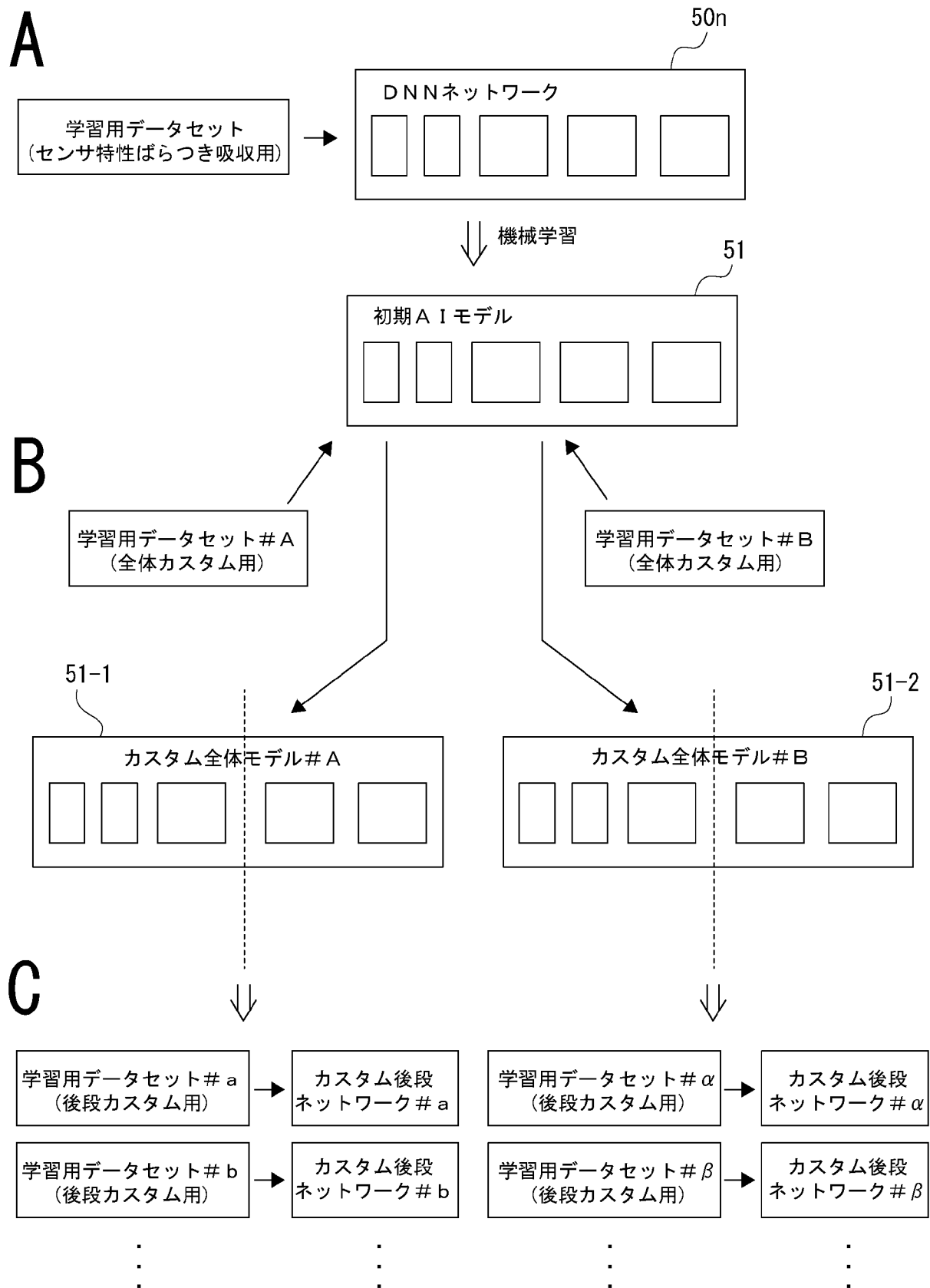
[図21]



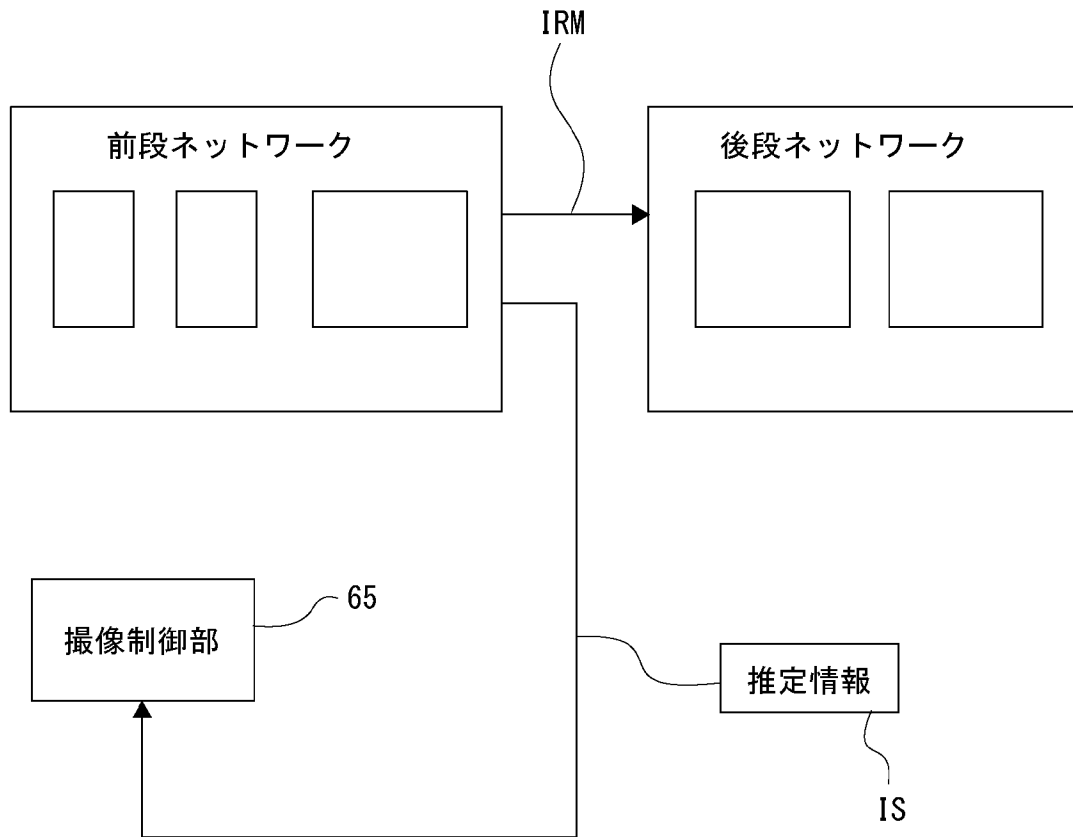
後段ネットワーク(暫定版)



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/026530

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G06N 3/045**(2023.01)i

FI: G06N3/045

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)

G06N 3/02-3/10; G06N 20/00-99/00

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2021-135739 A (HITACHI, LTD.) 13 September 2021 (2021-09-13) paragraphs [0019]-[0036]	1-19
A	WO 2022/064656 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 31 March 2022 (2022-03-31) paragraphs [0012]-[0036], fig. 2-2	1-19
A	JP 9-120434 A (SUZUKI MOTOR CORP.) 06 May 1997 (1997-05-06) paragraphs [0020]-[0030]	1-19



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

22 September 2023

Date of mailing of the international search report

03 October 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

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/JP2023/026530

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-135739	A	13 September 2021	US 2023/0091068 A1 paragraphs [0033]-[0053] CN 115066693 A	
WO	2022/064656	A1	31 March 2022	CN 116194933 A paragraphs [0031]-[0058], fig. 2-2	
JP	9-120434	A	06 May 1997	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06N 3/045(2023.01)i FI: G06N3/045		
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）） G06N 3/02-3/10; G06N 20/00-99/00 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2021-135739 A（株式会社日立製作所）13.09.2021（2021-09-13） [0019]-[0036]	1-19
A	WO 2022/064656 A1（日本電信電話株式会社）31.03.2022（2022-03-31） [0012]-[0036], 図2-2	1-19
A	JP 9-120434 A（スズキ株式会社）06.05.1997（1997-05-06） [0020]-[0030]	1-19
☐ 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、一般的技术水準を示すもの “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 22.09.2023	国際調査報告の発送日 03.10.2023	
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） 坂庭 剛史 5B 1976 電話番号 03-3581-1101 内線 3545	

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/026530

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2021-135739	A	13.09.2021	US	2023/0091068	A1	
				[0033]-[0053]			
				CN	115066693	A	
WO	2022/064656	A1	31.03.2022	CN	116194933	A	
				[0031]-[0058], 図2-2			
JP	9-120434	A	06.05.1997	(ファミリーなし)			