

(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
2023年5月4日(04.05.2023)

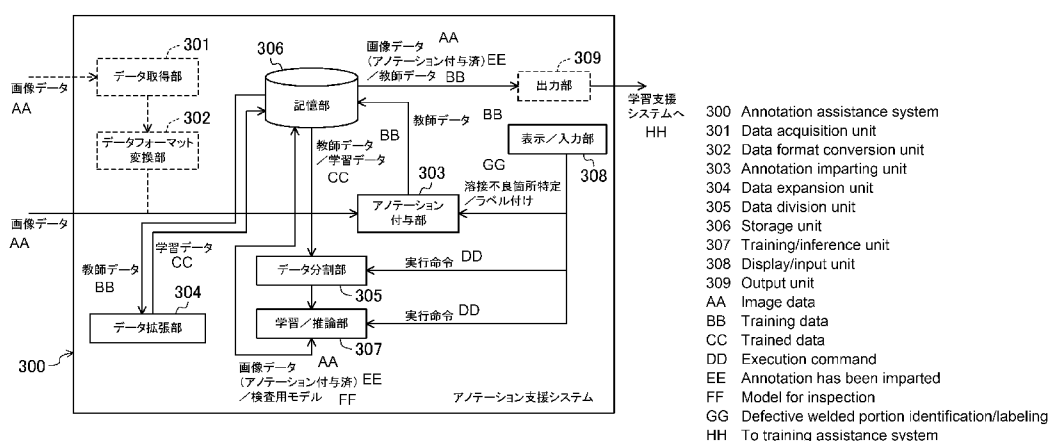


(10) 国際公開番号
WO 2023/074184 A1

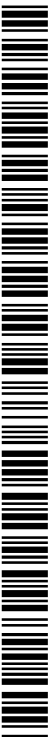
- (51) 国際特許分類:
G01N 21/88 (2006.01) G06T 7/00 (2017.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/034803
- (22) 国際出願日: 2022年9月16日(16.09.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2021-176336 2021年10月28日(28.10.2021) JP
- (71) 出願人: パナソニックIPマネジメント株式会社(PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207 大阪府大阪府中央区城見2丁目1番6-1号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 江口 晴輝 (EGUCHI Haruki). 吉田 成志 (YOSHIDA Masashi). 西本 智隆 (NISHIMOTO Tomotaka).
- (74) 代理人: 弁理士法人前田特許事務所(MAEDA & PARTNERS); 〒5300004 大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番1号 新ダイビル23階 Osaka (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, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE,

(54) Title: ANNOTATION ASSISTANCE SYSTEM AND TRAINING ASSISTANCE SYSTEM THAT IS FOR MODEL FOR INSPECTING APPEARANCE AND THAT USES SAID ANNOTATION ASSISTANCE SYSTEM

(54) 発明の名称: アノテーション支援システム及びそれを利用した外観検査用モデルの学習支援システム



(57) Abstract: An annotation assistance system 300 comprises: an annotation imparting unit 303 for imparting annotation to image data for inspecting the appearance of a welded portion 201; and a display/input unit 308 for visualizing and displaying a process by the annotation imparting unit 303. The annotation assistance system 300 comprises a storage unit 306 for storing the image data to which annotation has been imparted. The annotation imparting unit 303 is configured to: identify a defective welded portion 210 in the image data; and impart annotation to the image data by providing, to the defective welded portion 210, a label regarding the type of defective welding.



WO 2023/074184 A1

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, 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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))
-

(57) 要約: アノテーション支援システム300は、溶接箇所201の外観検査用の画像データにアノテーションを付与するアノテーション付与部303と、アノテーション付与部303での処理を可視化して表示する表示/入力部308と、を備えている。アノテーション支援システム300は、アノテーション付与後の画像データを保存する記憶部306を備えている。アノテーション付与部303は、画像データにおける溶接不良箇所210を特定するとともに、溶接不良箇所210に対し溶接不良の種類をラベル付けすることで、画像データにアノテーションを付与するように構成されている。

明 細 書

発明の名称：

アノテーション支援システム及びそれを利用した外観検査用モデルの学習支援システム

技術分野

[0001] 本開示は、溶接箇所の外観検査に用いられる画像データのアノテーション支援システム及びそれを利用した外観検査用モデルの学習支援システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、物品や物品の加工箇所の外観検査を行うにあたって、学習用画像を用いて機械学習することによって得られた特徴量あるいは外観検査用モデルに基づいて、検査対象を撮像した検査画像から該検査対象の外観検査を行う外観検査装置が開示されている（例えば、特許文献1～4参照）。

[0003] また、特許文献5，6には、前述の特徴量あるいは外観検査用モデルを得るにあたって、学習用画像及び当該学習用画像をデータ拡張して得られる学習データを用いて機械学習を行う例が、開示されている。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1：特開2020-030695号公報
特許文献2：特開2020-042669号公報
特許文献3：特開2020-042755号公報
特許文献4：特開2020-115311号公報
特許文献5：国際公開第2020/129617号
特許文献6：国際公開第2020/129618号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 従来、機械学習により強化された外観検査用モデルが組み込まれた外観検査用ソフトウェア（以下、単に外観検査用ソフトと言う）の多くは、一般に公開されている。例えば、人工知能（Artificial Intelligence；以下、単にAIと言う）や機械学習に関して特別の知識が無い作業員でも、当該ソフトを利用することができる。
- [0006] 一方、外観検査用ソフトを用いて溶接不良の有無等を判定するにあたって、溶接不良の位置やサイズや種類が予め特定されている溶接箇所の画像データ（以下、教師データと呼ぶことがある）が機械学習用に必要となる。また、この教師データを作成するにあたっては、溶接技術に熟達した溶接作業員が、溶接箇所の画像データを目視して、溶接不良の位置やサイズや種類を特定し、特定された情報を画像データに付加する必要がある。
- [0007] しかし、溶接作業においては、溶接箇所や溶接不良のサイズが十数mm以下と小さいことが多い。また、溶接不良の多くが凹凸を有している。このような、微小部分に関する3次元の画像データを目視で解析することは、溶接作業員に負担を強いることになる。また、機械学習の精度を高めるためには、一定数以上の教師データを作成する必要があるが、これを溶接作業員が自力ですべて行うことは工数が増加するとともに、溶接作業員への精神的な負担が高くなっていた。
- [0008] また、前述した従来の外観検査用ソフトでは、3次元データを扱うのが難しく、多くの場合は、何らかの改修が必要となる。また、機械学習のためのデータの前処理機能と機械学習機能とが、それぞれ別個のソフトウェアで実現されている場合、3次元データを扱うために、それぞれのソフトウェアを改修する必要があり、改修作業に多くの時間を要していた。
- [0009] しかし、AIや機械学習の知識に乏しい作業員がこれらの作業を単独で行うことは、非効率であり、多くの時間を要していた。
- [0010] 本開示はかかる点に鑑みてなされたもので、その目的は、溶接作業員、特にAIや機械学習の知識に乏しい溶接作業員が、画像データ中の溶接箇所へのアノテーション付与を容易に行えるアノテーション支援システム及びそれ

を利用した外観検査用モデルの学習支援システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 上記目的を達成するため、本開示に係るアノテーション支援システムは、溶接箇所の外観検査に用いられる画像データのアノテーション支援システムであって、前記画像データにアノテーションを付与するアノテーション付与部と、前記アノテーション付与部で行われる処理を可視化して表示する表示／入力部と、前記アノテーション付与部によりアノテーションが付与された前記画像データを保存する記憶部と、を少なくとも備え、前記アノテーション付与部は、前記画像データにおける溶接不良箇所を特定するとともに、前記溶接不良箇所に対し溶接不良の種類をラベル付けすることで、前記画像データにアノテーションを付与することを特徴とする。

[0012] 本開示に係る外観検査用モデルの学習支援システムは、溶接箇所の外観検査用モデルの学習支援システムであって、前記溶接箇所の画像データを取得するデータ取得部と前記アノテーション支援システムと、前記アノテーション支援システムにより、アノテーションが付与された前記画像データに基づいて生成された複数の学習データ及び前記外観検査用モデルを少なくとも保存する記憶部と、前記複数の学習データをそれぞれ所定のサイズに分割するデータ分割部と、分割された前記学習データ及び前記外観検査用モデルを保存する記憶部と、前記データ分割部でそれぞれ分割された前記複数の学習データと、前記データ取得部から取得されかつ前記データ分割部で前記所定のサイズに分割された前記画像データとに基づいて、前記記憶部から読み出された前記外観検査用モデルに対して機械学習を行い、複数の学習済モデルを生成する学習部と、前記複数の学習済モデルを所定の評価基準に則って評価し、最も成績の良い学習済モデルを選択する評価部と、を少なくとも備えたことを特徴とする。

発明の効果

[0013] 本開示によれば、AIや機械学習の知識に乏しい溶接作業者が、画像データ中の溶接箇所へのアノテーション付与を容易に行うことができる。また、

当該溶接作業者が外観検査用モデルの生成や更新を簡便に行うことができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図 1 は、実施形態 1 に係る外観検査用モデルの学習支援システムの概略構成図である。

[図2]図 2 は、アノテーション支援システムの概略構成図である。

[図3]図 3 は、アノテーションの付与手順を示すフローチャートである。

[図4A]図 4 A は、溶接不良の一例を示す断面模式図である。

[図4B]図 4 B は、溶接不良の別の例を示す断面模式図である。

[図4C]図 4 C は、溶接不良のさらなる別の例を示す断面模式図である。

[図4D]図 4 D は、溶接不良のさらなる別の例を示す平面模式図である。

[図5A]図 5 A は、溶接箇所画像表示の一例を示す図である。

[図5B]図 5 B は、溶接箇所画像表示の別の一例を示す図である。

[図6]図 6 は、溶接箇所の回転表示の一例を示す図である。

[図7A]図 7 A は、表示／入力部上でのアノテーション付与の一例を示す図である。

[図7B]図 7 B は、表示／入力部上でのアノテーション付与の別の一例を示す図である。

[図8]図 8 は、異なる種類の溶接不良に対するラベル付けの一例を示す図である。

[図9]図 9 は、実施形態 2 に係るアノテーションの付与手順を示すフローチャートである。

[図10A]図 10 A は、データ拡張手順の一例を示す模式図である。

[図10B]図 10 B は、データ拡張手順の別の一例を示す模式図である。

[図11A]図 11 A は、画像データの分割手順の一例を示す模式図である。

[図11B]図 11 B は、画像データの分割手順の別の一例を示す模式図である。

[図12]図 12 は、画像データの補間手順の一例を示す模式図である。

[図13A]図 13 A は、アノテーションの修正手順の一例を示す模式図である。

[図13B]図13Bは、アノテーションの修正手順の一例を示す模式図である。

[図14]図14は、検査用モデルの更新手順を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本開示の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。以下の好ましい実施形態の説明は、本質的に例示に過ぎず、本発明、その適用物或いはその用途を制限することを意図するものではない。

[0016] (実施形態1)

[外観検査用モデルの学習支援システム]

図1は、外観検査用モデルの学習支援システムの概略構成図を示し、学習支援システム100は、複数の機能ブロックを有しており、公知のコンピュータを構成要素として含んでいる。コンピュータに含まれるCPU (Central Processing Unit) やGPU (Graphics Processing Unit) 上に実装されたソフトウェアを実行することで、学習支援システム100内の複数の機能ブロックが構成されるとともに、各機能ブロックが動作する。

[0017] 学習支援システム100は、機能ブロックとして、データ取得部101とデータフォーマット変換部102とデータ拡張部104とデータ分割部105とを有している。また、学習支援システム100は、機能ブロックとして、学習部107と評価部108と更新部109とを有している。また、学習支援システム100は、機能ブロックとして、記憶部106と表示/入力部110とを有している。

[0018] データ取得部101は、溶接箇所201 (例えば、図4A~4D参照) の画像データを外部、例えば図示しない外観検査装置から取得する。ここで、画像データは、溶接箇所201及びその周囲の領域の形状を3次元的に撮像した点群データ、つまり、3次元空間上のデータである。

[0019] データフォーマット変換部102は、データ取得部101で取得された画像データを学習部107で処理可能な形式に変換する。なお、データ取得部101で取得された画像データが、既に学習部107で処理可能な形式であれば、データフォーマット変換部102は省略されうる。

- [0020] データ拡張部104は、後で詳述するアノテーション支援システム300によりアノテーションが付与された画像データに基づいてデータ拡張処理を行い、複数の学習データを生成する。なお、本願明細書における「アノテーションの付与」とは、画像データに溶接不良箇所210（図4A～4D参照）の有無情報を付与するとともに、画像データ上で溶接不良箇所210の位置やサイズを特定すること及び溶接不良箇所210に対し溶接不良の種類（例えば、ピット、スマット、穴あき、アンダーカット、スパッタ等）をラベル付けすることを言う。
- [0021] なお、データ拡張処理は、学習支援システム100の外部で実行されてもよい。その場合、データ拡張部104は、学習支援システム100の外部にある別のソフトウェアに実装され、データ拡張処理後に生成された複数の学習データは、有線または無線通信を介して記憶部106に保存される。
- [0022] データ分割部105は、記憶部106から読み出された複数の学習データのそれぞれを、学習部107での機械学習を行うにあたって予め定められたデータサイズに分割する。また、データ分割部105は、データ取得部101で取得され、かつアノテーション支援システム300でアノテーションが付与された画像データを、学習部107での機械学習を行うにあたって予め定められたデータサイズに分割する。
- [0023] 記憶部106は、RAMやSSD等の半導体メモリやハードディスク等で構成される。記憶部106は、サーバー上に構築されていてもよい。
- [0024] 記憶部106は、予め作成された1または複数の外観検査用モデル及びデータ拡張部104で生成された学習データを少なくとも保存する。なお、図示しないが、データ分割部105で分割された学習データも記憶部106に保存される。また、記憶部106には、過去に生成された学習データも保存されている。
- [0025] ここで、外観検査用モデルとは、それぞれ重み付けがなされた複数の識別器の組み合わせであり、公知の物体検出アルゴリズムである。例えば、CNN（Convolutional Neural Network；畳み込みニューラルネットワーク）、

YOLO (You Only Look Once)、Faster R-CNN (Regions with Convolutional Neural Networks) 等で表現される。

[0026] 本願明細書における外観検査用モデルは、溶接不良の有無や種類を判定するために必要な数値群を記述したファイルであり、重みファイルとも呼ばれる。外観検査用モデル（重みファイル）は、前述の教師データに基づいて、学習支援システム100で生成される。また、当該外観検査用モデルは、図示しない外観検査装置に組み込まれて、溶接箇所201の外観検査に用いられる。なお、溶接箇所201の外観検査結果に誤りがある場合等は、学習支援システム100により再度、機械学習を行うことで、外観検査用モデルが更新される。

[0027] 学習部107は、1または複数のGPUで構成される。学習部107は、データ分割部105でそれぞれ分割された複数の学習データと新たに入力された画像データとに基づいて、外観検査用モデルに対して機械学習を行い、複数の学習済モデルを生成する。具体的には、学習部107には公知の推論エンジン、例えば、物体検出アルゴリズムであるYOLOが実装されている。記憶部106から呼び出された外観検査用モデル（重みファイル）を学習部107にセットする。それぞれ分割された複数の学習データと画像データを学習部107に入力して、推論エンジンに対して機械学習を行う。例えば、学習を繰り返す繰り返し回数が所定の回数になる毎に、学習部107は、学習済モデル（重みファイル）を生成し、生成された学習済モデルが都度、記憶部106に保存される。繰り返し回数が一定の値になるまで一連の処理が繰り返し実行される。なお、他の推論エンジンを学習部107に実装してもよい。

[0028] 評価部108は、学習部107で生成された複数の学習済モデルを所定の評価基準に則って評価し、最も成績の良い学習済モデルを選択する。本実施形態では、以下に示す考え方で評価基準を設定している。

[0029] 教師データを学習済モデルに入力した検出結果と教師データにおける実際の評価結果、言い換えると、画像データに溶接作業者がアノテーションを付

与した結果との相関結果から、学習済モデルの良否を判断する。学習済モデルでの検出結果と教師データにおける実際の評価結果とが一致する場合、当該学習済モデルは良好であると評価される。学習済モデルでの検出結果と教師データにおける実際の評価結果とが不一致の場合、当該学習済モデルは誤検出を生じるモデル、つまり、不良と評価される。

[0030] なお、本願明細書において、「溶接作業者」は、実際に溶接作業を行う者だけでなく、溶接作業の管理者や図示しない外観検査装置や溶接装置の管理者も含まれる。

[0031] 溶接箇所201の検査においては、特に、学習済モデルでの検出結果では溶接不良が発生していないとされたのに対し、教師データにおける実際の評価結果では溶接不良が発生していた場合が問題となる。この場合、外観検査用モデルを用いた外観検査では、溶接不良の検出漏れが発生しているからである。この検出漏れが生じないように、評価値として検出率を採用している。ここで、「検出率」とは、教師データにおける実際の評価結果と、教師データを学習済モデルに入力した検出結果とがオーバーラップする度合いを言う。言い換えると、評価値としての検出率は、学習済モデルに入力した検出結果に対する実際の評価結果の一致度合いを言う。検出率が高い程、評価された学習済モデルが良好であると言える。

[0032] つまり、評価部108は、学習部107で生成された複数の学習済モデル（重みファイル）の中から、検出率が最も高い学習済モデル（重みファイル）を外観検査用モデルとして選択する。

[0033] 更新部109は、外観検査用モデルを評価部108で選択された学習済モデルに更新するとともに、更新された外観検査用モデルを記憶部106に保存する。なお、更新後の外観検査用モデルは、元の外観検査用モデルと別のファイル名が付与された上で、記憶部106に保存される。また、更新部109は、評価部108で選択された学習済モデルを外観検査用モデルとして学習支援システム100の外部に出力する出力部として機能してもよい。また、単に外観検査用モデルだけでなく、前述の外観検査用ソフトに当該外観

検査用モデルを組み込んで更新し、学習支援システム100の外部に出力する出力部として機能してもよい。この場合、更新前の外観検査用ソフトは記憶部106に予め保存されている。なお、更新部109の機能は評価部108に組み込まれていてもよい。

[0034] なお、1つの学習済モデル及びその生成に用いられるデータ群はそれぞれ関連付けられて、1つのシーケンスデータ群として記憶部106に保存されているのが好ましい。データ群には、学習に用いられた学習データやデータ分割手順が記述されたデータファイルや評価方法が記述されたデータファイルが含まれる。また、シーケンスデータ群には、外観検査用モデルの生成、更新時のログデータが含まれる。例えば、生成、更新処理時の全条件や、各処理時に入力されたコマンド等も含まれる。また、学習結果や評価結果が記述されたデータファイルもシーケンスデータ群に含まれる。

[0035] 1つのシーケンスデータ群は、1つのシーケンスフォルダとして保存、管理される。このようにすることで、学習支援システム100を起動して、外観検査用モデルの更新等を行う場合、表示/入力部110上で所望のシーケンスフォルダを選択し、画面に表示させた上でそのままあるいは変更を加えて利用することもできる。なお、データ管理上、それぞれのシーケンスフォルダには、名前あるいは番号が付与される。

[0036] また、シーケンスフォルダ内のデータは、テキストデータとして保存されているため、学習支援システム100を使用する溶接作業者が必要に応じて、シーケンスフォルダ内のデータ、例えば、前述の全条件を直接確認することもできる。

[0037] 表示/入力部110は、例えば、カラー画面のタッチパネルディスプレイで構成される。入力デバイスとしてタッチペンがさらに付加されていてもよい。なお、表示/入力部110が、公知の液晶ディスプレイまたは有機ELディスプレイと、学習支援システム100への入力デバイス、例えば、マウスとキーボードとで構成されていてもよい。

[0038] 表示/入力部110は、外観検査用モデルの評価に用いられるデータ及び

外観検査用モデルの更新処理の状況を表示するとともに、当該データを含むシーケンスデータ群を画面上で選択可能に構成されている。

[0039] さらに言うと、表示／入力部110は、少なくとも前述のデータ分割、学習及び評価を実行する際に実行命令を入力するための入力部として機能する。また、表示／入力部110が、外観検査用モデルの更新処理を実行する際に実行命令を入力するための入力部であってもよい。

[0040] また、表示／入力部110は、少なくとも前述のデータ分割、学習及び評価を実行する際に使用されるデータファイル群のファイル名を表示するための表示部として機能する。また、表示／入力部110が、外観検査用モデルの更新処理を実行する際に使用されるデータファイル群のファイル名を表示するための表示部であってもよい。

[0041] [アノテーション支援システムの構成]

図2は、アノテーション支援システムの概略構成図を示し、アノテーション支援システム300は、複数の機能ブロックを有しており、公知のコンピュータを構成要素として含んでいる。コンピュータに含まれるCPUやGPU上に実装されたソフトウェアを実行することで、アノテーション支援システム300内の複数の機能ブロックが構成されるとともに、各機能ブロックが動作する。

[0042] アノテーション支援システム300は、機能ブロックとして、データ取得部301とデータフォーマット変換部302とアノテーション付与部303とを有している。また、アノテーション支援システム300は、機能ブロックとして、データ拡張部304とデータ分割部305と記憶部306と学習／推論部307とを有している。また、アノテーション支援システム300は、機能ブロックとして、表示／入力部308と出力部309とを有している。ただし、後で述べるように、出力部309は省略可能である。

[0043] データ取得部301とデータフォーマット変換部302とは、それぞれ図1に示すデータ取得部101とデータフォーマット変換部102と同様の機能を有している。つまり、データ取得部301は、溶接箇所201の画像デ

ータを外部から取得する。データフォーマット変換部302は、データ取得部301で取得された画像データを学習／推論部307で処理可能な形式に変換する。なお、前述した通り、データフォーマット変換部302は省略されうる。

[0044] アノテーション付与部303は、画像データにアノテーションを付与する。具体的には、画像データにおいて特定された溶接不良箇所210の位置やサイズや種類の情報を当該画像データに付加する。なお、画像データにおける溶接不良箇所210の位置やサイズの特定及び溶接不良の種類のラベル付けは、表示／入力部308を介して、溶接作業に熟達した溶接作業者によって行われる。アノテーションの付与手順については後で詳述する。

[0045] データ拡張部304とデータ分割部305と記憶部306とは、それぞれ図1に示すデータ拡張部104とデータ分割部105と記憶部106と同様の機能を有している。

[0046] データ拡張部304は、アノテーション付与部303によりアノテーションが付与された画像データ、つまり、教師データに基づいてデータ拡張処理を行い、複数の学習データを生成する。データ分割部305は、教師データ及び記憶部306から読み出された複数の学習データのそれぞれを、学習／推論部307での機械学習を行うにあたって予め定められたデータサイズに分割する。

[0047] 記憶部306は、図1に示す記憶部106と同様に、RAMやSSD等の半導体メモリやハードディスク等で構成される。

[0048] 記憶部306は、予め作成された1または複数の教師データ及びデータ拡張部304で生成された学習データを少なくとも保存する。なお、図示しないが、データ分割部305で分割された学習データも記憶部306に保存される。また、記憶部306には、過去に生成された学習データも保存されている。また、記憶部306は、後で述べる検査用モデルを1または複数保存している。本願明細書における「検査用モデル」は、後で述べるアノテーションの半自動付与時に使用されるモデルであり、前述の外観検査用モデルと

区別して呼称される。ただし、外観検査用モデルと同様に、検査用モデルも、公知の物体検出アルゴリズムである。つまり、検査用モデルは、それぞれ重み付けがなされた複数の識別器の組み合わせであり、例えば、CNN、YOLO、Faster R-CNN等で表現される。検査用モデルは、アノテーション付与時に、画像データに含まれる溶接不良箇所210の位置やサイズや種類を判定するのに必要な数値群を記述した重みファイルである。検査用モデル（重みファイル）は、予め作成された教師データに基づいて、アノテーション支援システム300で生成または更新される。

[0049] 学習／推論部307は、図1に示す学習部107と同様に、1または複数のGPUで構成される。学習／推論部307は、データ分割部305でそれぞれ分割された複数の学習データと教師データとに基づいて、検査用モデルに対して機械学習を行い、複数の学習済モデルを生成する。学習／推論部307には例えば、前述の物体検出アルゴリズムであるYOLOが実装されている。記憶部306から呼び出された検査用モデル（重みファイル）を学習／推論部307にセットする。それぞれ分割された複数の学習データと教師データを学習／推論部307に入力して、推論エンジンに対して機械学習を行う。例えば、学習を繰り返す繰り返し回数が所定の回数になる毎に、学習／推論部307は、学習済モデルを生成し、生成された学習済モデルが都度、記憶部306に保存される。繰り返し回数が一定の値になるまで一連の処理が繰り返し実行される。なお、他の推論エンジンを学習／推論部307に実装してもよい。

[0050] また、学習／推論部307は、生成された複数の学習済モデルを所定の評価基準に則って評価し、最も成績の良い学習済モデルを検査用モデルとして選択する。この場合の評価基準は、前述と同様に検出率を用いている。また、後で述べるように、学習／推論部307は、検査用モデルを最も成績の良い学習済モデルに更新して、記憶部306に保存する。

[0051] また、学習／推論部307は、画像データに半自動的にアノテーションを付与する場合、アノテーション付与部303と同様の機能を奏する。つまり

、新たに取得された画像データを検査用モデルに入力し、さらに記憶部306から読み出された分割済の学習データや教師データに基づいてアノテーションを付与する。また、半自動的にアノテーションが付与された画像データは、その結果の妥当性が評価された後に記憶部306に保存される。このことについては後で詳述する。

[0052] 表示／入力部308は、図1に示す表示／入力部110と同様の構成を有しており、例えば、カラー画面のタッチパネルディスプレイや公知の液晶ディスプレイまたは有機ELディスプレイとマウスとキーボード等とで構成されている。

[0053] また、表示／入力部308は、溶接箇所201のアノテーション付与時に、溶接不良箇所210を枠線で囲んでその結果を表示させたり、枠線の内部に溶接不良の種類に応じた色を付与して、その結果を表示させたりする機能を有している。また、表示／入力部308上で、画像データを点群データのまま3次元空間表示させるか、または画像データを、平滑化処理をして3次元空間表示させるかを選択できる。

[0054] つまり、表示／入力部308は、アノテーション付与部303で行われる処理を可視化して表示する表示部として機能する。また、表示／入力部308は、溶接箇所201にアノテーションを付与するための入力部として機能する。また、表示／入力部308は、データ拡張部304やデータ分割部305や学習／推論部307への実行命令を入力するための入力部として機能する。

[0055] また、表示／入力部308は、少なくとも前述のデータ分割、学習あるいは評価を実行する際に使用されるデータファイル群のファイル名を表示するための表示部として機能する

出力部309は、記憶部306に保存された教師データやアノテーション付与済の画像データをアノテーション支援システム300の外部、例えば、学習支援システム100に出力する。なお、学習支援システム100から記憶部306に直接アクセス可能な構成であれば、アノテーション支援システ

ム300の内部に出力部309を設けなくてもよい。

[0056] なお、図1に示す学習支援システム100と図2に示すアノテーション支援システム300とにおいて、それぞれが有する機能ブロックのうち、一部または全部の機能が共通するかまたは類似するブロックが存在する。前述したように、図1に示すデータ取得部101と図2に示すデータ取得部301とは機能が共通する。同様に、データフォーマット変換部102とデータフォーマット変換部302とは機能が共通する。データ拡張部104とデータ拡張部304とは機能が共通する。データ分割部105とデータ分割部305とは機能が共通する。

[0057] また、記憶部106と記憶部306も機能が共通している。学習部107と学習／推論部307も機械学習機能が共通している。表示／入力部110と表示／入力部308も、処理命令の入力機能や処理結果の表示機能が共通している。

[0058] したがって、学習支援システム100とアノテーション支援システム300が、共通のコンピュータ上で実現されていてもよい。また、学習支援システム100とアノテーション支援システム300とにおいて、同じまたは類似の機能を有する機能ブロックが、共通のコンピュータ上で実現されていてもよい。また、これらの場合、コンピュータを構成するハードウェアの一部、例えば、記憶部106や記憶部306が共通のあるいは互いに異なるサーバー上に構築されていてもよい。

[0059] [アノテーションの付与手順]

図3は、アノテーションの付与手順のフローチャートを示す。また、図4Aは、溶接不良の一例を示す断面模式図であり、図4Bは、溶接不良の別の例を示す断面模式図であり、図4Cは、溶接不良のさらなる別の例を示す断面模式図である。図4Dは、溶接不良のさらなる別の例を示す平面模式図である。

[0060] 本実施形態では、溶接作業者が、表示／入力部308を介して、画像データにアノテーションを直接付与する例を説明する。また、具体的な付与手順

を説明する前に、溶接不良の種類について説明する。

[0061] ワーク200にアーク溶接やレーザ溶接を行った場合、溶接部としてのその溶接箇所201には、溶接条件の設定の不具合や低品質のワーク200を用いる等によって種々の形状不良が生じうる。なお、本実施形態では、溶接箇所201は、溶接方向に沿った長尺形状の溶接ビードであるが（例えば、図4D参照）、特にこれに限定されず、溶接箇所201がスポット形状の溶接ビードであってもよい。また、溶接箇所201が曲線や折れ曲がり形状を有する溶接ビードであってもよい。

[0062] 例えば、図4Aに示すように、溶接箇所201の一部が溶け落ちたり（以下、溶接箇所201の一部がワーク200より溶け落ちてワーク200に形成された貫通穴を、穴あき202と呼ぶことがある）、図4Bに示すように、アンダーカット203が生じたりする場合がある。なお、アンダーカット203とは、溶接ビードの際の部分ワーク200の表面よりもへこんでいる状態の不具合部分のことを言う。また、ワーク200が亜鉛めっき鋼板である場合には、図4Cに示すように、溶接箇所201から一部が蒸発してピット205が生じる場合がある。また、図4Dに示すように、溶接ワイヤ（図示せず）の先端に形成された溶滴（図示せず）がワーク200に移行する際に溶滴の一部やワーク200の溶融金属の微粒子が飛び散ってスパッタ204が生じたり、あるいは、ワーク200がアルミ系材料である場合には、溶接箇所201の近傍にスマット206が生じたりする場合がある。

[0063] なお、ピット205は、溶接ビードの表面に開口しているものであり、スマット206は、溶接ビードの近傍に発生する黒いスス状の付着物であり、上述の穴あき202、アンダーカット203、スパッタ204、等も含めて、それぞれ溶接不良箇所210の種類の一つである。溶接不良箇所210における形状不良、つまり溶接不良には様々な種類がある。

[0064] 以下、アノテーションの付与手順について具体的に説明する。

[0065] 溶接箇所201の画像データにアノテーションを付与するにあたって、まず、当該画像データをデータ取得部301から取得する（ステップS1）。

データフォーマット変換部302で、画像データを後で述べる学習処理が可能な形式に変換する（ステップS2）。なお、ステップS1で取得された画像データが既に当該学習処理が可能な形式であれば、ステップS2は省略される。また、アノテーションを半自動的に付与しない場合も、ステップS2は省略されうる。

[0066] 次に、画像データを表示／入力部308に表示させる。その際、画像データの表示形式を必要に応じて選択、変更する（ステップS3）。

[0067] 図5Aは、溶接箇所201の画像表示の一例を、図5Bは、溶接箇所201の別の一例をそれぞれ示す。なお、図5A、5Bでは、溶接不良が穴あき202である例を示している。

[0068] 前述したように、画像データは、3次元空間上の点群データである。画像データを2次元表示する場合、例えば、図5Aに示すように、画素毎に、ワーク200の基準面からの高さがデータ値として割り当てられ、データ値の差を濃淡表示する場合がある。しかし、この場合、溶接作業者にとって、溶接不良箇所210の存在やその位置やサイズを視認しづらいことがある。

[0069] このため、本実施形態のアノテーション支援システム300では、溶接作業者が溶接箇所201及び溶接不良箇所210を視認しやすいように、画像データの表示形式を変更することができる。例えば、図5Bに示すように、画像データをスムージング処理して、処理後の画像を表示／入力部308に表示させることができる。このようにすることで、溶接作業者が溶接箇所201を立体的に視認でき、溶接不良箇所210の有無や溶接不良の種類等を特定しやすくなる。

[0070] また、溶接作業者の視認性を向上させるため、本実施形態のアノテーション支援システム300では、画像データを所定の軸回りに回転させて、表示／入力部308に表示させることができる。具体的には、表示／入力部308のディスプレイ画面上で互いに直交する2方向の軸回りに、それぞれ画像データを回転させて表示できる。また、表示／入力部308のディスプレイ画面に直交する方向の軸回りに、画像データを回転させて表示できる。

- [0071] 図6は、溶接箇所200の回転表示の一例を示す。なお、図6に示すワーク200は、2枚の板材が一部で重ね合わせられた構造である。また、溶接箇所201は、重ね合わせ部分の端面近傍に形成されている。また、図6に示す例では、溶接箇所201が延びる方向の軸回りに所定の角度だけ回転させて、溶接箇所201を表示させている。
- [0072] このような構造のワーク200をワーク200の表面と直交する方向から見て表示させると、溶接不良箇所210が適切に視認できない場合がある。そこで、図6に示すように、溶接箇所201を含め画像データを回転させて表示／入力部308に表示させることで、溶接不良箇所210の有無や溶接不良の種類等を特定しやすくなる。
- [0073] また、これとは別に、本実施形態のアノテーション支援システム300では、画像データの一部を拡大または縮小して、表示／入力部308に表示させることができる。また、画像データを回転表示させた場合にも、さらに画像データの一部の拡大／縮小表示が可能である。このようにすることで、溶接作業者の視認性がさらに向上し、溶接不良箇所210の有無や溶接不良の種類等を特定しやすくなる。
- [0074] 次に、表示／入力部308に表示された溶接不良箇所210を特定する（ステップS4）。具体的には、画像データに含まれる溶接不良箇所210を特定して、その領域を枠線で囲んで区画する。溶接作業者が表示／入力部308上で、画像データに枠線の囲みを入力し、アノテーション付与部303が、入力された囲みを画像データに付加することで、ステップS4が実行される。
- [0075] 図7Aは、表示／入力部上でのアノテーション付与の一例を示し、図7Bは、表示／入力部上でのアノテーション付与の別の一例を示す。なお、図7A、7Bでは、溶接不良が穴あき202である例を示している。
- [0076] 溶接不良箇所210のサイズや形状によっては、図7Aに示すように、溶接不良箇所210を矩形で囲むのが適切な場合もある。また、図7Bに示すように、溶接不良箇所210をn角形（nは3以上の整数）あるいはn個の

頂点を含む多角形で囲むのが適切な場合もある。

[0077] なお、図4A～4Dに示すように、溶接不良の大半は3次元の拡がりを持つ形状である。したがって、溶接不良箇所210を特定するには、3次元的に囲んで特定する必要がある。しかし、本実施形態のアノテーション支援システム300では、表示/入力部308のディスプレイ画面上で溶接不良箇所210を囲むことで、言い換えると、溶接不良箇所210を2次元的に囲むことで、溶接不良箇所210を特定することができる。このことにより、溶接不良箇所210の特定作業が容易になるとともに、特定作業時のデータ処理量を低減でき、アノテーション支援システム300のシステム負荷を低減できる。

[0078] 次に、特定された溶接不良箇所210に溶接不良の種類をラベル付けする(ステップS5)。具体的には、表示/入力部308上で、枠線で囲まれた溶接不良箇所210に対し、溶接作業者が、対応する溶接不良の種類を選択して入力する。アノテーション付与部303が、溶接不良箇所210に溶接不良の種類をラベル付けし、ラベル付けの結果を画像データに付加することで、ステップS5が実行される。なお、溶接不良の種類一覧は予め準備されている。枠線で囲まれた溶接不良箇所210を溶接作業者が選択すると、当該種類一覧が表示され、その中から対応する溶接不良の種類を選択することができる。

[0079] 図8は、異なる種類の溶接不良に対するラベル付けの一例を示し、溶接箇所201に穴あき202とピット205の2種類の溶接不良が存在する例を示している。

[0080] この場合、溶接不良の種類毎に枠線の内部の色を変えて表示し、また、この表示内容を画像データに付加して溶接不良の種類をラベル付けしている。ただし、溶接不良の種類をラベル付けする方法は特にこれに限定されない。例えば、種類名が直接、表示/入力部308に表示されるようにしてもよいし、種類名に対応する番号が表示/入力部308に表示されるようにしてもよい。また、これら全ての方法が同時にラベル付けに用いられてもよい。例

例えば、溶接不良の種類毎に枠線の内部の色を変えて表示するとともに、種類名に対応する番号が表示／入力部308に表示されるようにしてもよい。また、これらの表示内容は画像データに付加される。

[0081] 以上説明したステップS4及びS5の処理が、画像データへのアノテーション付与に相当する。画像データへのアノテーションが付与されることで、教師データが生成される。この教師データは記憶部306に保存される（ステップS6）。

[0082] なお、本実施形態のアノテーション支援システム300では、アノテーション付与時のシステムへの負荷を低減するために、画像データの操作が高負荷となる処理で、画像データから所定の比率でデータを間引いて表示／入力部308に表示させている。このようにすることで、データ処理量を小さくでき、アノテーション付与に要する処理時間を短縮できる。また、溶接作業者が負担を感じることなく快適にアノテーション付与作業を行うことができる。なお、画像データの操作が高負荷となる処理として、画像データを表示／入力部308のディスプレイ画面上で移動、回転、拡大または縮小させる場合が挙げられる。また、画像データにアノテーションを付与する場合、例えば、溶接不良箇所210に対する溶接不良の種類をラベル付けする場合が挙げられる。

[0083] [効果等]

以上説明したように、本実施形態に係るアノテーション支援システム300は、溶接箇所201の外観検査に用いられる画像データへのアノテーション付与を支援するシステムである。

[0084] アノテーション支援システム300は、画像データにアノテーションを付与するアノテーション付与部303と、アノテーション付与部303で行われる処理を可視化して表示する表示／入力部308と、を少なくとも備えている。また、アノテーション支援システム300は、アノテーション付与部303によりアノテーションが付与された画像データ、例えば、教師データを保存する記憶部306を備えている。

- [0085] アノテーション付与部303は、画像データにおける溶接不良箇所210を特定するとともに、溶接不良箇所210に対し溶接不良の種類をラベル付けすることで、画像データにアノテーションを付与するように構成されている。
- [0086] 本実施形態によれば、溶接作業者が表示／入力部308に表示された画像データを見ながら、直感的に溶接不良箇所210を特定することができる。つまり、溶接作業者が、溶接箇所201の画像データに対して溶接不良に関するアノテーションを容易に付与することができる。また、溶接作業者が溶接作業に熟達していると言えないレベルであっても、溶接箇所201の画像データに対してアノテーションを付与することが可能となる。
- [0087] また、アノテーションが付与された画像データを記憶部306に保存できるため、当該データを、別の画像データにアノテーションを付与する際の教師データとして再利用できる。
- [0088] また、表示／入力部308は、画像データを所定の方向に回転または拡大あるいは縮小して表示可能に構成されている。また、表示／入力部308は、画像データの視認性を向上させるように画像データの表示形式を変更して表示可能に構成されている。
- [0089] アノテーションが付与される画像データは、通常、3次元空間上の点群データである。このため、2次的にデータ値を濃淡で表示するのみでは、溶接作業者が溶接不良箇所210を視認することが難しくなる場合がある。
- [0090] 一方、本実施形態によれば、画像データの視認性を向上させるように、画像データを所定の方向に回転または拡大あるいは縮小させたり、あるいは画像データの表示形式を変更して表示させたりできる。このことにより、溶接作業者が溶接箇所201を立体的に視認しやすくなり、溶接不良箇所210の有無や溶接不良の種類等を特定しやすくなる。
- [0091] 表示／入力部308は、画像データの操作が高負荷になる場合は、画像データから所定の比率でデータを間引いて表示するように構成されるのが好ましい。

- [0092] このようにすることで、データ処理量を小さくでき、アノテーション付与に要する時間を短縮できる。また、溶接作業者が負担を感じることなく快適にアノテーション付与作業を行うことができる。
- [0093] なお、画像データの操作が高負荷になる場合の例として、画像データの移動、回転、拡大または縮小時が挙げられる。また、画像データへのアノテーション付与時が挙げられる。
- [0094] 画像データに溶接不良箇所 210 の画像が含まれる場合は、以下のようにアノテーションが付与されることが好ましい。
- [0095] まず、表示／入力部 308 上で溶接不良箇所 210 を枠線で囲う。次に、枠線で囲まれた領域に溶接不良の種類に応じた色付け及び番号付けの少なくとも一方がなされることで、溶接不良箇所 210 に溶接不良の種類がラベル付けされる。
- [0096] このようにすることで、溶接箇所 201 の画像データに対して、溶接作業者が簡便かつ直感的にアノテーションを付与することができる。このことにより、アノテーション付与に要する時間を大幅に短縮できる。
- [0097] 本実施形態に係る学習支援システム 100 は、溶接箇所 201 の外観検査に用いられる外観検査用モデルの学習を支援するシステムである。
- [0098] 学習支援システム 100 は、溶接箇所 201 の画像データを取得するデータ取得部 101 と、アノテーション支援システム 300 によりアノテーションが付与された画像データに基づいて生成された複数の学習データ及び外観検査用モデルを少なくとも保存する記憶部と、を少なくとも備えている。
- [0099] また、学習支援システム 100 は、複数の学習データをそれぞれ所定のサイズに分割するデータ分割部 105 を備えている。学習支援システム 100 は、データ分割部 105 でそれぞれ分割された複数の学習データと、データ取得部 101 から取得されかつデータ分割部 105 で所定のサイズに分割された画像データとに基づいて、外観検査用モデルに対して機械学習を行い、複数の学習済モデルを生成する学習部 107 を備えている。さらに、学習支援システム 100 は、複数の学習済モデルを所定の評価基準に則って評価し

、最も成績の良い学習済モデルを外観検査用モデルとして選択する評価部 108 と、を備えている。

[0100] また、学習支援システム 100 は、外観検査用モデルを評価部 108 で選択された学習済モデルに更新する更新部 109 を備えている。なお、更新部 109 の機能が評価部 108 に組み込まれていてもよい。その場合、評価部 108 は、複数の学習済モデルを所定の評価基準に則って評価し、最も成績の良い学習済モデルを外観検査用モデルとして選択し、さらに、外観検査用モデルを自身で選択した学習済モデルに更新する。

[0101] 本実施形態によれば、AI や機械学習の知識に乏しい溶接作業者が、溶接箇所 201 の外観検査に用いられる外観検査用モデル及び外観検査用ソフトを簡便に取り扱うことができる。また、当該溶接作業者が、外観検査用モデルの生成や更新に要する時間を従来に比べて大幅に短縮することができる。

[0102] 学習支援システム 100 は、アノテーションが付与された画像データに基づいてデータ拡張処理を行い、複数の学習データを生成するデータ拡張部 104 をさらに備えるのが好ましい。

[0103] このようにすることで、教師データの作成時間を大幅に短縮でき、ひいては、外観検査用モデルの生成や更新に要する全体の作業時間を短縮することができる。また、学習支援システム 100 内で、学習データの生成から外観検査用モデルの学習及び評価までの一連の処理を実行でき、溶接作業者が、溶接箇所 201 の外観検査に用いられる外観検査用モデル及び外観検査用ソフトを簡便に取り扱うことができる。

[0104] (実施形態 2)

図 9 は、本実施形態に係るアノテーションの付与手順のフローチャートを示す。なお、本実施形態では、画像データに対して半自動的にアノテーションを付与する例を説明する。したがって、本実施形態におけるアノテーション支援システム 300 及びその内部の機能ブロックは、実施形態 1 に示す構成と同様であり、各部の詳細な説明は省略する。なお、ここで言う「アノテーションの半自動的に付与」とは、所定数以上の教師データが予め準備された

状態から、新たに取得した溶接箇所 201 の画像データに対し、アノテーション支援システム 300 の推論機能を利用してアノテーションを付与することを言う。この場合、教師データ自体は、実施形態 1 に示す手順で溶接作業者により作成される。また、アノテーションを半自動的に付与する場合、推論処理をスムーズに行うために、溶接不良箇所 210 を単純な形状の枠線、例えば、矩形の枠線で囲んだ画像データや教師データが、通常用いられる。

[0105] まず、溶接箇所 201 の画像データをデータ取得部 301 から新たに取得する（ステップ S11）。なお、図示しないが、この画像データが、学習処理が可能な形式でなければ、データフォーマット変換部 302 で、当該画像データを学習処理が可能な形式に変換する。また、新たに取得された画像データは、記憶部 306 に保存される。

[0106] 記憶部 306 に保存された教師データを読み出す（ステップ S12）。なお、教師データがアノテーション支援システム 300 の外部から読み出されてもよい。

[0107] データ拡張部 304 は、読み出された教師データに基づいてデータ拡張処理を行う（ステップ S13）。ステップ S13 を実行することにより、複数の学習データが生成され、学習データは記憶部 306 に保存される。なお、元の教師データは、学習データと区別されてデータ分割部 305 に送られる。

[0108] 教師データのデータ拡張処理は、例えば、以下のように行われる。

[0109] 図 10A は、データ拡張手順の一例を、図 10B は、データ拡張手順の別の一例をそれぞれ模式的に示す。

[0110] 例えば、図 10A に示すように、元となる画像データである教師データに対して、穴あき 202 のサイズや位置を変化させた複数の学習データを生成している。この場合、特徴量として、基準面からの高さ及び溶接箇所 201 内の複数の点間での当該高さの差分を抽出し、これらを変動させている。また、図示しないが、ピット 205 についても同様の処理を行って複数の学習データを生成することができる。また、溶接箇所 201 の周囲において同様

の処理を行い、スパッタ204やスマット206のサイズや位置を変化させた複数の学習データを生成することができる（図10B参照）。

[0111] 次に、データ分割部105は、ステップS11で取得された画像データを学習処理が可能なサイズに分割する。また、データ分割部105は、ステップS13で生成された複数の学習データのそれぞれを学習処理が可能なサイズに分割する。（ステップS14）。

[0112] 図11Aは、画像データの分割手順の一例を、図11Bは、画像データの分割手順の別の一例をそれぞれ模式的に示す。また、図12は、画像データの補間手順の一例を模式的に示す。

[0113] 図11A、11Bに示すように、分割方法は複数の選択肢から選択しうる。図11Aに示すように、画像データまたは学習データを溶接方向に沿って前方から分割してもよいし、後方から分割してもよい。あるいは、前方及び後方の両方から分割してもよい。また、図11Bに示すように、複数に分割された、つまり、分割データが一部重なるように画像データや学習データを分割してもよい。

[0114] 分割方向や分割幅を変えることで、分割データ内での溶接不良箇所210の位置が変更される。したがって、同じ溶接不良箇所210を含む学習データであっても、機械学習に用いられる学習データとしては、異なるデータとして扱われる。つまり、分割方向や分割幅を変えることで一種のデータ拡張処理が行われる。

[0115] また、画像データまたは学習データにおける溶接方向と交差するサイズが大きい場合は、図12に示すように、データ分割が行われてもよい。なお、この場合に、分割されたデータに対し、矢印で示す順番を付して、それぞれのデータに関連付けることがある。

[0116] なお、記憶部306には、学習／推論部307にセットされる推論エンジンの動作を制御する種々のパラメータが記述されたA1設定ファイルが保存されている。このA1設定ファイルには、推論エンジンで学習可能な最大データサイズが記述されている。データ分割部305は、A1設定ファイル中

の最大データサイズを参照して、データ分割時のデータサイズを決定するようにしてもよい。なお、前述した推論エンジンであるYOLOでは、入力データサイズが固定されている。ただし、YOLO以外の推論エンジンを用いる場合、入力データサイズが可変であってもよければ、画像データや学習データは、学習処理が可能な最大サイズ以下のサイズに分割されればよい。

[0117] なお、画像データや教師データを含む学習データにおいて、データ値が存在しない領域（以下、データ無領域と呼ぶことがある）が含まれる。この場合のデータ値とは、例えば、予め設定された基準面からの高さ、あるいは基準面の輝度に対する輝度の差分等である。言い換えると、データ無領域は、画像データ中に欠損値が含まれる領域である。データ値、例えば、ステップS11で取得された画像データや教師データにおいて、溶接箇所201を含まない領域では、データ値が存在しないことがある。後で述べるステップS16で機械学習を行う場合、分割後の画像データや学習データにデータ無領域が含まれていると、学習／推論部307にセットされた推論エンジンでの推論処理が正しく行われない。このため、データ分割後にデータ無領域に対するデータ補間処理が行われる。

[0118] 画像データや学習データを図12に示すように分割する場合、例えば、ワーク200に対応するデータ存在領域にはデータ値が存在するのに対して、ワーク200を含まないデータ無領域には、データ値が存在しない。このデータ無領域に対してデータ補間を行う場合は、次の2つの方法のいずれかが選択される。

[0119] 1つは、データ無領域のデータ値として、分割データ内での最小値を代入する最小値補間方法である。もう1つは、データ無領域のデータ値として、データ無領域と接する画素のデータ値を代入する最近傍値補間方法である。前述したように、画像データは、複数の画像からの画素信号の集合である。したがって、最近傍値補間方法を用いる場合、データ存在領域とデータ無領域との境界において、画素単位で最近傍値補間がそれぞれ行われる。

[0120] また、ステップS14で分割、生成された学習データは、ステップS16

で使用する学習データの一部となる。このため、分割された複数の学習データをそれぞれ関連付ける必要は無い。

[0121] また、ステップS 11で取得された画像データに対しては、ステップS 16で半自動的にアノテーションが付与される。アノテーション付与後の画像データが、教師データとしてのみ利用される場合は、分割後の画像データのそれぞれを関連付ける必要は無い。

[0122] しかし、画像データに対してアノテーションを半自動的に付与する場合、その結果が妥当であったか否かを判定する必要がある（ステップS 17参照）。

[0123] このため、分割された複数の画像データはそれぞれ関連付けられた状態で学習／推論部307に送られる。つまり、分割後の画像データのそれぞれが、同じ溶接箇所201のデータであること及び元の画像データにおける位置情報がそれぞれ付与された状態で学習／推論部307に送られる。この関連付けは、データ分割部305で行われる。

[0124] 次に、過去に作成されたデータも含めて記憶部306に保存された複数の分割済の学習データと、ステップS 14で分割された複数の学習データ及び画像データとを混ぜて統合し、統合データ群を生成する（ステップS 15）。

[0125] 記憶部306から、ワーク200の材質や溶接方式及び溶接箇所201の形状に応じた検査用モデルを学習部107に読み出す。ステップS 15で生成された統合データ群を学習部107に入力した後、アノテーションが付与されていない分割後の画像データに対して、学習／推論部307がアノテーションを付与する（ステップS 16）。なお、検査用モデルは、アノテーションの半自動付与時に使用されるモデルである。具体的には、入力された統合データ群と検査用モデルとに基づいて、アノテーションが付与されていない分割後の画像データに対して、学習／推論部307にセットされた推論エンジンで推論処理が実行される。画像データ中に溶接不良箇所210が存在する場合は、当該溶接不良箇所210が矩形の枠線で囲まれるとともに、枠

線の内部が溶接不良の種類に応じて色分けされる。つまり、溶接不良の種類がラベル付けされる。つまり、画像データにアノテーションが付与される。さらに付与されたアノテーション情報、この場合は、内部に色付けがなされた枠線が画像データに組み込まれる。

[0126] 次に、アノテーション付与結果が妥当であるか否かを判定する（ステップS17）。ステップS17は、溶接作業者が、アノテーション付与前後の画像データを表示／入力部308で目視確認しながら行う。この場合、視認性を向上させて溶接作業者が簡便に対応できるように、アノテーション付与前後の画像データを表示／入力部308上で所定の方法に回転または拡大あるいは縮小させたり、あるいは画像データの表示形式を変更して表示させたりする。

[0127] また、アノテーション付与前の画像データと対比できるように、分割後にアノテーションが付与された画像データは、それぞれに付与された位置情報等に基づき、分割前の配列になるよう結合される。

[0128] ステップS17での判定結果が肯定的、つまり、学習／推論部307によるアノテーション付与結果に誤りが無ければ、アノテーションが付与された画像データを記憶部306に保存し（ステップS18）、アノテーション付与作業を終了する。なお、ステップS18で記憶部306に保存された画像データは、次回以降のアノテーション付与時の教師データとして利用可能である。

[0129] 一方、ステップS17での判定結果が否定的、つまり、学習／推論部307によるアノテーション付与結果に誤りがある場合は、付与されたアノテーション情報を修正する（ステップS19）。

[0130] 図13A及び図13Bは、アノテーションの修正手順の一例をそれぞれ模式的に示す。なお、図13Aにおいて、それぞれ太線で囲まれた複数の領域が、前述の分割データに対応する。また、図13A、13Bにおいて、細線で囲まれた矩形領域は、前述の撮像素子（図示せず）における複数の画素に対応している。

- [0131] 図13Aに示すように、ステップS16の処理でアノテーションが付与された画像データには、前述のデータ無領域とデータ存在領域とが含まれている。また、ステップS16での処理の結果、溶接不良箇所210A、210B及び210Cが特定されている。
- [0132] このうち、溶接不良箇所210Aは、データ存在領域に位置している。つまり、溶接箇所201に溶接不良箇所210Aが位置しており、学習／推論部307によるアノテーション付与が正しく行われていると言える。
- [0133] 一方、溶接不良箇所210Cは、データ無領域に存在している。この場合、ステップS18での判定の結果、溶接不良が発生していない箇所に誤ってアノテーションが付与されていると考えられる。よって、溶接作業者は、表示／入力部308を介して、溶接不良箇所210Cに付与された枠線及び溶接不良の種類を削除する。つまり、学習／推論部307によるアノテーション付与結果を訂正する。また、訂正後の画像データを記憶部306に保存する（ステップS18）。
- [0134] 一方、溶接不良箇所210Bは、データ存在領域とデータ無領域とに跨って区画されている。このような場合、データ無領域に存在する溶接不良箇所210Bは、無効データであると言え、この部分を修正する必要がある。
- [0135] 本実施形態では、図13Bに示すように、溶接不良と認識される領域がデータ存在領域のみに位置するよう、溶接不良箇所210Bを区画する枠線のサイズを修正している。その結果、図13Bに示すように、画像データにおける溶接不良箇所210Bは、溶接不良箇所210B1に修正される。これらの修正が行われ、その結果が組み込まれた画像データを記憶部306に保存する（ステップS18）。
- [0136] 以上説明したように、アノテーション支援システム300を利用して、溶接箇所201の画像データに対して、溶接不良に関するアノテーションを半自動的に付与することができる。また、付与されたアノテーション情報に誤りがある場合は、その誤りが訂正された修正データを記憶部306に保存することで、以降のアノテーション付与で誤りが発生するのを低減できる。な

お、図13A、13Bでは、溶接不良箇所210の位置やサイズに関する誤り訂正の例を示したが、溶接不良の種類ラベル付けに関しても誤りがあれば修正することは言うまでもない。例えば、アンダーカット203と認識されるべき溶接不良が穴あき202であると認識される場合は、溶接作業者が溶接不良の種類を付与し直す。また、修正結果が組み込まれた画像データが記憶部306に保存される。

[0137] なお、外観検査用モデルを利用する顧客での不良検出処理時に、図13A、13Bに示すアノテーションの修正方法が用いられる。また、推論エンジンとしてのAIモデルの評価処理においても、当該修正方法が用いられる。

[0138] また、アノテーション付与結果に誤りがある場合、検査用モデルを再学習して強化する必要がある。

[0139] 図14は、検査用モデルの更新手順のフローチャートを示し、ステップS22～S25までは、図9に示すステップS12～S15と同様の処理であるため、詳細な説明を省略する。ただし、ステップS21では、アノテーション付与結果の誤りが修正された画像データである修正データを記憶部306から読み出す点が、図9に示すステップS11と異なる。また、ステップS22で読み出された修正データに対して、ステップS23でデータ拡張処理が行われる。

[0140] 次に、過去に作成されたデータも含めて記憶部306に保存された複数の分割済の学習データと、ステップS24で分割された複数の学習データ及び修正データとを混ぜて統合し、統合データ群を生成する（ステップS25）。

[0141] 記憶部306から、再学習対象となる検査用モデルを学習／推論部307に読み出す。ステップS25で生成された統合データ群を学習／推論部307に入力した後、検査用モデルに対して機械学習を行う（ステップS26）。言い換えると、データ分割部305でそれぞれ分割された複数の学習データと修正データとに基づいて、記憶部306から読み出された、検査用モデルに対して機械学習を行う。また、機械学習を行う過程で、前述したように

複数の学習済モデルを生成する。これらの学習済モデルは、一旦、記憶部306に保存される。

[0142] なお、通常、機械学習は、所定の回数繰り返して実行され、1回の学習毎に学習済モデルを生成する。学習支援システム100は、これに加えて、関連するシーケンスデータ群を生成する。それぞれのシーケンスデータ群が記憶部306に保存される。推論エンジンとしてYOLOを用いる場合、繰り返し回数は10,000回程度である。また、学習／推論部307が複数のGPU (Graphics Processing Unit) で構成され、かつ推論エンジンとしてYOLOを用いる場合、1つ目のGPUで所定回数、例えば、1,000回程度の学習を行った後、次のGPUを用いて機械学習が繰り返される。本実施形態では、このGPUの切替もアノテーション支援システム300内で自動的に実行される。

[0143] 学習／推論部307は、記憶部106から読み出された複数の学習済モデルを所定の評価基準に則って評価し、最も成績の良い学習済モデルを検査用モデルとして選択する(ステップS27)。具体的には、検出率が最も高いモデルを最適モデルとして選択する。なお、アノテーション支援システム300の機能ブロックとして、図示しない評価部が設けられ、当該評価部でステップS27が実行されてもよい。

[0144] なお、ステップS24～S27までの一連の処理は、表示／入力部308からの操作で一度に実行可能である。例えば、表示／入力部308により、対象となる検査用モデルが含まれるシーケンスデータ群を選択して読み出し、さらに学習データ及び修正データの分割方法を選択する。また、学習準備方法、例えば、一からモデルを生成するか、選択した検査用モデル(重みファイル)を修正、更新するかを選択する。

[0145] この状態で、表示／入力部308に実行命令を入力することで、ステップS24～S27までの一連の処理が実行される。実行命令の入力方法は、例えば、表示／入力部308のディスプレイ画面上に表示された実行ボタンをクリックする等である。

- [0146] なお、ステップS 2 4、ステップS 2 6及びステップS 2 7をそれぞれ個別に実行できるようにしてもよい。
- [0147] 次に、学習／推論部3 0 7または前述の評価部は、検査用モデルをステップS 2 7で選択された学習済モデルに更新する。また、更新された検査用モデルを元の外観検査用モデルと別のファイル名を付して記憶部3 0 6に保存する。（ステップS 2 8）。
- [0148] なお、ステップS 2 8のそれぞれの処理を、表示／入力部3 0 8の操作により、ステップS 2 4～S 2 7の一連の処理と同時に実行してもよい。
- [0149] 図2に示すとともに、本実施形態で説明したように、アノテーション支援システム3 0 0は、画像データと教師データとをそれぞれ所定のサイズに分割するデータ分割部3 0 5と、画像データへのアノテーション付与に用いられる検査用モデルがセットされた学習／推論部3 0 7と、を備えている。学習／推論部3 0 7は、教師データと検査用モデルとに基づいて、新たに取得された画像データにアノテーションを付与する。
- [0150] 本実施形態によれば、溶接箇所2 0 1の画像データに対して、溶接不良に関するアノテーションを半自動的に付与することができる。また、付与されたアノテーション情報に誤りがある場合は、その誤りが訂正された修正データを記憶部3 0 6に保存することで、以降のアノテーション付与で誤りが発生するのを低減できる。
- [0151] また、実施形態1に示す方法では、溶接作業者が溶接箇所2 0 1の全体を見て溶接不良のそれぞれにアノテーションを付与しているため、1サンプル当たり1日程度の作業時間を要する。
- [0152] 一方、本実施形態によれば、アノテーション支援システム3 0 0を利用して半自動的にアノテーションを付与することで、アノテーション付与に要する時間を、1サンプル当たり5分～1時間程度に短縮できる。
- [0153] アノテーション支援システム3 0 0は、教師データに基づいてデータ拡張処理を行い、複数の学習データを生成するデータ拡張部3 0 4をさらに備えていてもよい。

- [0154] 学習／推論部307は、それぞれ分割された学習データに基づいて、新たに取得された画像データに対してアノテーションを付与する。
- [0155] このようにすることで、教師データとして利用可能な学習データの作成時間を大幅に短縮できる。また、大量の学習データを生成できるため、溶接作業者自身が行うアノテーション付与時の作業量や作業時間を大幅に低減できる。また、アノテーション支援システム300内で、学習データの生成から検査用モデルの学習及び評価までの一連の処理を実行でき、溶接作業者が、検査用モデルを簡便に取り扱うことができる。
- [0156] それぞれ分割された画像データ及び学習データにワーク200の画像が含まれていない場合は、ワーク200が存在しないデータ無領域に対して、以下に示すようにデータを補間するのが好ましい。
- [0157] つまり、データ分割部305は、ワーク200が存在しない領域に対して、分割済みの画像データ及び学習データにおける最小値を代入するか、または、ワーク200が存在しない領域に最も近い領域のデータ値を代入するのが好ましい。
- [0158] このようにすることで、それぞれ分割された画像データ及び学習データを学習／推論部307にセットされた公知の推論エンジンに入力した場合、エラーを生じること無く、学習処理を実行できる。このことにより、溶接箇所201に対して半自動的にアノテーションを付与できる。
- [0159] 画像データにおいて、学習／推論部307が、溶接箇所201が存在しないデータ無領域に溶接不良箇所210が存在すると推論することがある。つまり、アノテーション支援システム300によるアノテーションの半自動的付与が失敗した場合である。
- [0160] この場合、学習／推論部307は、画像データに推論結果を反映させないか、または、溶接箇所201のみを含むように画像データにおける溶接不良箇所210のサイズ及び位置を変更する。
- [0161] このようにすることで、アノテーション付与後の画像データを教師データとして利用することができる。なお、学習／推論部307は、画像データに

おける枠線の削除や枠線で囲まれた領域の位置やサイズの変更は、表示／入力部 308 を介して溶接作業者が行う。学習／推論部 307 は、溶接作業者が行った処理結果を画像データに付加し、アノテーション付与結果を修正する。

[0162] また、記憶部 306 は、検査用モデルと学習データとをさらに保存しており、このことにより、アノテーションの半自動的付与や検査用モデルの更新処理をアノテーション支援システム 300 内で連続的に実行可能となる。

[0163] 学習／推論部 307 は、それぞれ分割された画像データと教師データとに基づいて、検査用モデルに対して機械学習を行い、複数の学習済モデルを生成する。さらに、学習／推論部 307 は、複数の学習済モデルを所定の評価基準に則って評価し、検査用モデルを最も成績の良い学習済モデルに更新する。

[0164] 本実施形態によれば、AI や機械学習の知識に乏しい溶接作業者が、溶接不良に関するアノテーション付与に用いられる検査用モデルを簡便に取り扱うことができる。また、当該溶接作業者が、検査用モデルの更新に要する時間を大幅に短縮することができる。

[0165] なお、図 14 では、アノテーション情報が修正された後の修正データを用いて検査用モデルの再学習を行う例を示したが、アノテーションが適切に付与された画像データを新たに取得し、これを用いてもよい。

[0166] また、溶接箇所 201 の画像データへのアノテーション付与や検査用モデルの更新処理は、システム管理者が行ってもよい。システム管理者には、アノテーション支援システム 300 の開発者、設計者だけでなく、アノテーション支援システム 300 の改修等を行うメンテナンス担当者も含まれる。

産業上の利用可能性

[0167] 本開示のアノテーション支援システムは、AI や機械学習の知識に乏しい溶接作業者が、画像データ中の溶接箇所へのアノテーション付与を容易に行えるため、有用である。

符号の説明

- [0168] 1 0 0 学習支援システム
 - 1 0 1 データ取得部
 - 1 0 2 データフォーマット変換部
 - 1 0 4 データ拡張部
 - 1 0 5 データ分割部
 - 1 0 6 記憶部
 - 1 0 7 学習部
 - 1 0 8 評価部
 - 1 0 9 更新部
 - 1 1 0 表示／入力部
- 2 0 0 ワーク
 - 2 0 1 溶接箇所
 - 2 0 2 穴あき
 - 2 0 3 アンダーカット
 - 2 0 4 スパッタ
 - 2 0 5 ピット
 - 2 0 6 スマット
 - 2 1 0 溶接不良箇所
- 3 0 0 アノテーション支援システム
 - 1 0 1 データ取得部
 - 1 0 2 データフォーマット変換部
 - 3 0 3 アノテーション付与部
 - 3 0 4 データ拡張部
 - 3 0 5 データ分割部
 - 3 0 6 記憶部
 - 3 0 7 学習／推論部
 - 3 0 8 表示／入力部
 - 3 0 9 出力部

請求の範囲

- [請求項1] 溶接箇所の外観検査に用いられる画像データのアノテーション支援システムであって、
前記画像データにアノテーションを付与するアノテーション付与部と、
前記アノテーション付与部で行われる処理を可視化して表示する表示／入力部と、
前記アノテーション付与部によりアノテーションが付与された前記画像データを保存する記憶部と、を少なくとも備え、
前記アノテーション付与部は、前記画像データにおける溶接不良箇所を特定するとともに、前記溶接不良箇所に対し溶接不良の種類をラベル付けすることで、前記画像データにアノテーションを付与することを特徴とするアノテーション支援システム。
- [請求項2] 請求項1に記載のアノテーション支援システムにおいて、
前記画像データは3次元空間上の点群データであることを特徴とするアノテーション支援システム。
- [請求項3] 請求項2に記載のアノテーション支援システムにおいて、
前記表示／入力部は、前記画像データを所定の方向に回転または拡大あるいは縮小して表示可能に構成されるとともに、前記画像データの視認性を向上させるように前記画像データの表示形式を変更して表示可能に構成されていることを特徴とするアノテーション支援システム。
- [請求項4] 請求項2または3に記載のアノテーション支援システムにおいて、
前記表示／入力部は、前記画像データの操作が高負荷になる場合は、前記画像データから所定の比率でデータを間引いて表示することを特徴とするアノテーション支援システム。
- [請求項5] 請求項4に記載のアノテーション支援システムにおいて、
前記画像データの操作が高負荷になる場合は、前記画像データの移

動、回転、拡大または縮小時か、前記画像データへのアノテーション付与時であることを特徴とするアノテーション支援システム。

[請求項6] 請求項1ないし5のいずれか1項に記載のアノテーション支援システムにおいて、

前記記憶部は、前記溶接不良箇所の位置及びサイズが特定され、さらに前記溶接不良箇所に溶接不良の種類が予め付与された教師データをさらに保存しており、

前記教師データに基づいて、新たに取得された前記画像データにアノテーションを付与することを特徴とするアノテーション支援システム。

[請求項7] 請求項6に記載のアノテーション支援システムにおいて、

前記画像データと前記教師データとをそれぞれ所定のサイズに分割するデータ分割部と、

前記画像データへのアノテーション付与に用いられる検査用モデルがセットされた学習／推論部と、をさらに備え、

前記学習／推論部は、前記教師データと前記検査用モデルとに基づいて、新たに取得された前記画像データにアノテーションを付与することを特徴とするアノテーション支援システム。

[請求項8] 請求項7に記載のアノテーション支援システムにおいて、

前記学習／推論部は、それぞれ分割された前記画像データと前記教師データとに基づいて、前記検査用モデルに対して機械学習を行い、複数の学習済モデルを生成し、かつ

前記複数の学習済モデルを所定の評価基準に則って評価し、前記検査用モデルを最も成績の良い学習済モデルに更新することを特徴とするアノテーション支援システム。

[請求項9] 請求項8に記載のアノテーション支援システムにおいて、

前記教師データに基づいてデータ拡張処理を行い、複数の学習データを生成するデータ拡張部をさらに備え、

前記学習／推論部は、それぞれ分割された前記複数の学習データに基づいて、新たに取得された前記画像データに対してアノテーションを付与することを特徴とするアノテーション支援システム。

[請求項10]

請求項9に記載のアノテーション支援システムにおいて、

それぞれ分割された前記画像データ及び前記学習データにデータ無領域が含まれている場合は、

前記データ分割部は、前記データ無領域に対して、分割済の前記画像データ及び前記学習データにおける最小値を代入するか、または、前記データ無領域に最も近い領域のデータ値を代入することを特徴とするアノテーション支援システム。

[請求項11]

請求項9または10に記載のアノテーション支援システムにおいて、

前記画像データにおいて、前記学習／推論部が、前記溶接箇所が存在しない領域に前記溶接不良箇所が存在すると推論した場合は、

前記学習／推論部は、前記画像データに推論結果を反映させないか、または、前記溶接箇所のみを含むように前記画像データにおける前記溶接不良箇所のサイズ及び位置を変更することを特徴とするアノテーション支援システム。

[請求項12]

請求項9ないし11のいずれか1項に記載のアノテーション支援システムにおいて、

前記記憶部は、前記検査用モデルと前記学習データとをさらに保存していることを特徴とするアノテーション支援システム。

[請求項13]

請求項1ないし12のいずれか1項に記載のアノテーション支援システムにおいて、

前記画像データに前記溶接不良箇所の画像が含まれる場合は、

前記表示／入力部上で前記溶接不良箇所を枠線で囲い、

前記枠線で囲まれた領域に溶接不良の種類に応じた色付け及び番号付けの少なくとも一方がなされることで、前記溶接不良箇所に溶接不

良の種類がラベル付けされることを特徴とするアノテーション支援システム。

[請求項14]

溶接箇所の外観検査用モデルの学習支援システムであって、
前記溶接箇所の画像データを取得するデータ取得部と、
請求項1ないし13のいずれか1項に記載のアノテーション支援システムと、

前記アノテーション支援システムにより、アノテーションが付与された前記画像データに基づいて生成された複数の学習データ及び前記外観検査用モデルを少なくとも保存する記憶部と、

前記複数の学習データをそれぞれ所定のサイズに分割するデータ分割部と、

分割された前記学習データ及び前記外観検査用モデルを保存する記憶部と、

前記データ分割部でそれぞれ分割された前記複数の学習データと、前記データ取得部から取得されかつ前記データ分割部で前記所定のサイズに分割された前記画像データとに基づいて、前記記憶部から読み出された前記外観検査用モデルに対して機械学習を行い、複数の学習済モデルを生成する学習部と、

前記複数の学習済モデルを所定の評価基準に則って評価し、最も成績の良い学習済モデルを選択する評価部と、を少なくとも備えたことを特徴とする学習支援システム。

[請求項15]

請求項14に記載の学習支援システムにおいて、

前記評価部が前記外観検査用モデルを選択された学習済モデルに更新するか、または、

前記外観検査用モデルを前記評価部で選択された学習済モデルに更新する更新部をさらに備えたことを特徴とする学習支援システム。

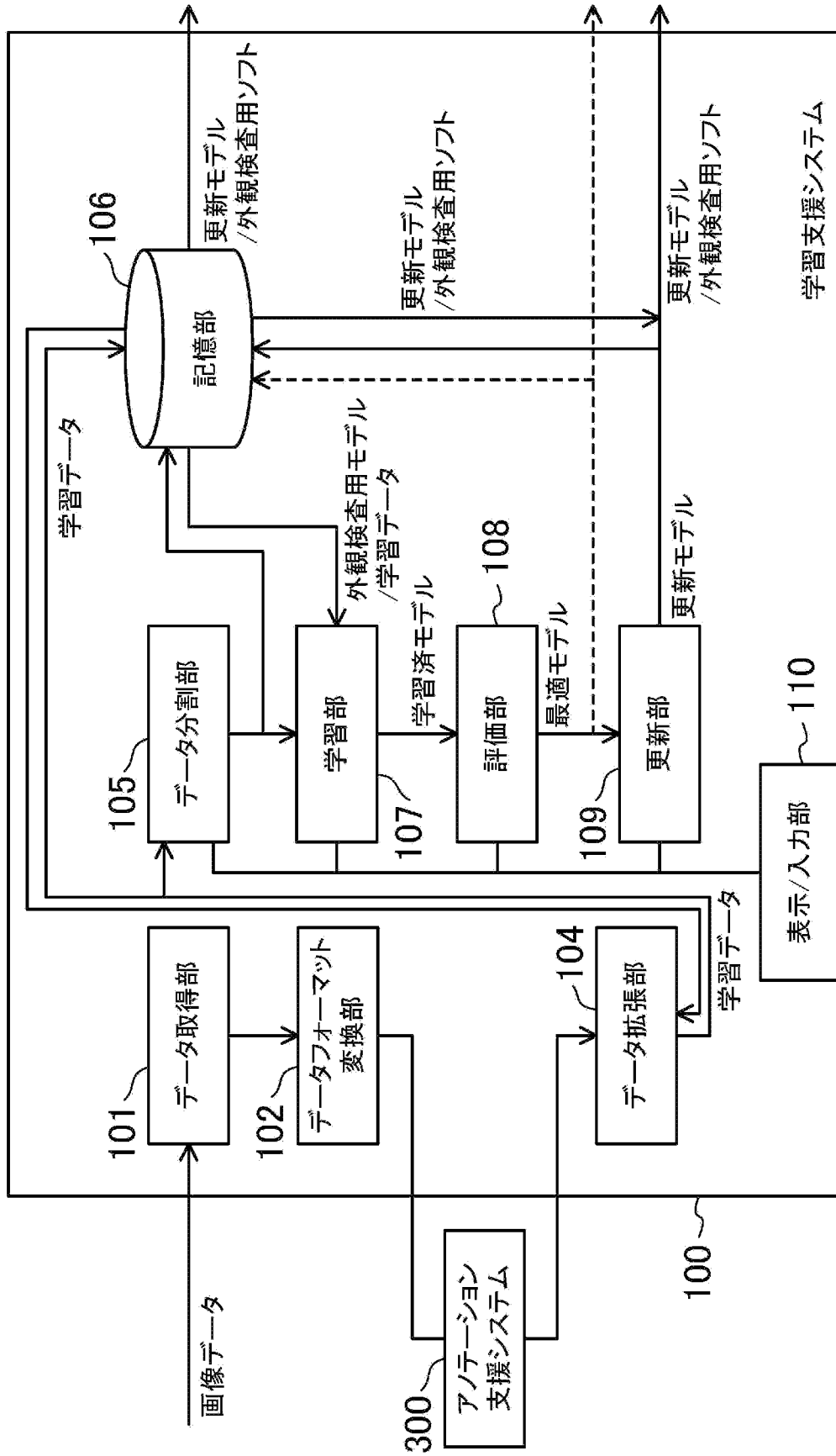
[請求項16]

請求項14または15に記載の学習支援システムにおいて、

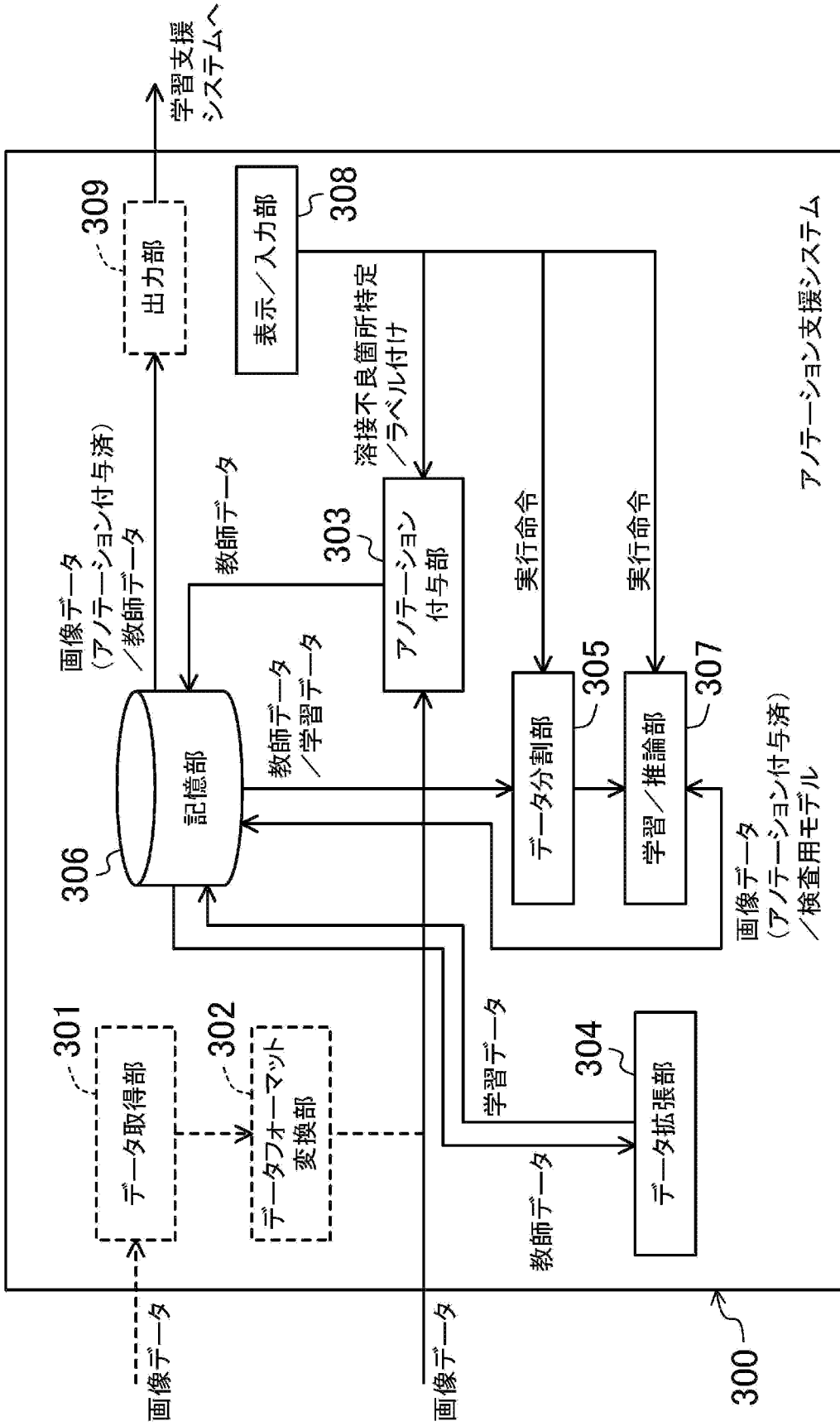
アノテーションが付与された前記画像データに基づいてデータ拡張

処理を行い、前記複数の学習データを生成するデータ拡張部をさらに備えたことを特徴とする学習支援システム。

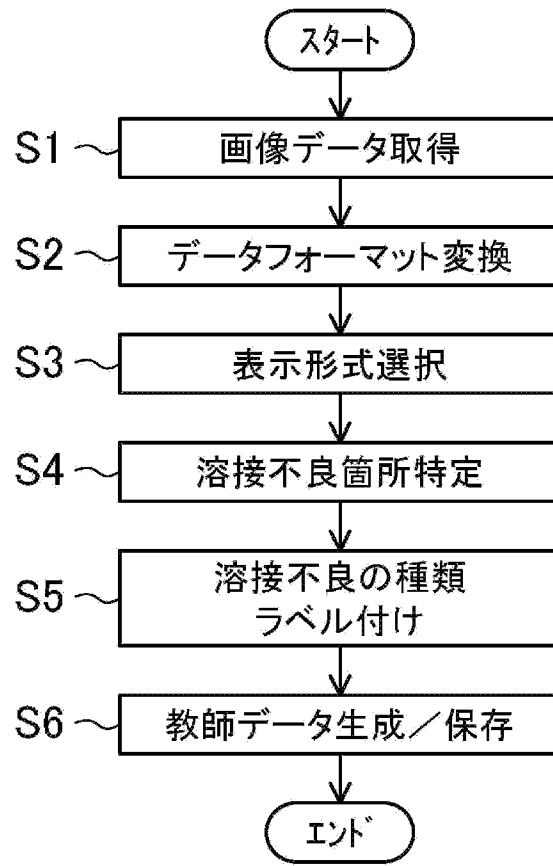
[図1]



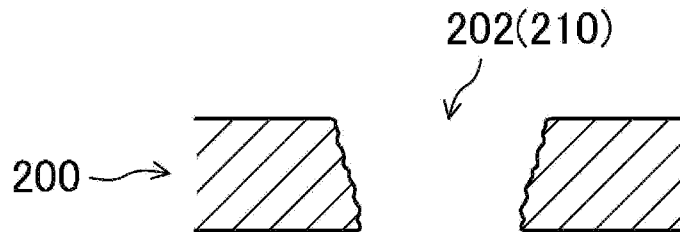
[図2]



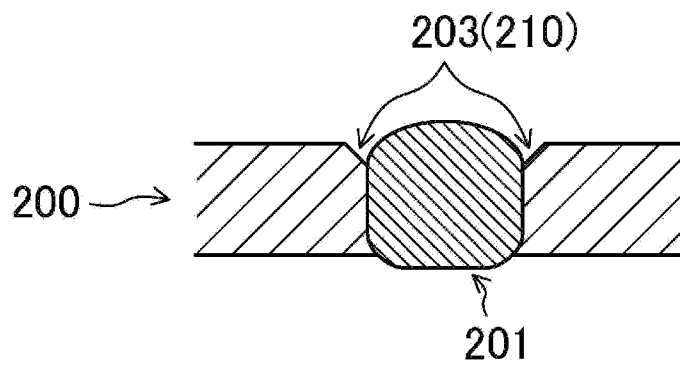
[図3]



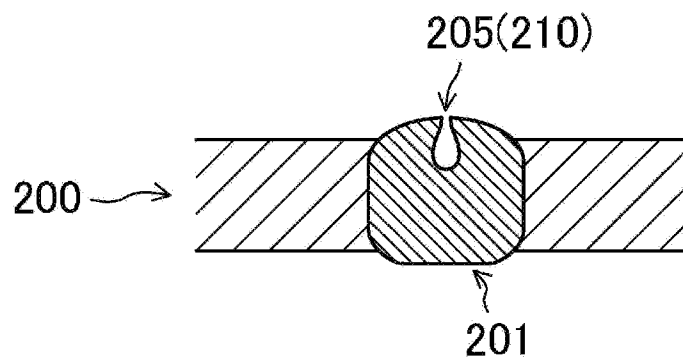
[図4A]



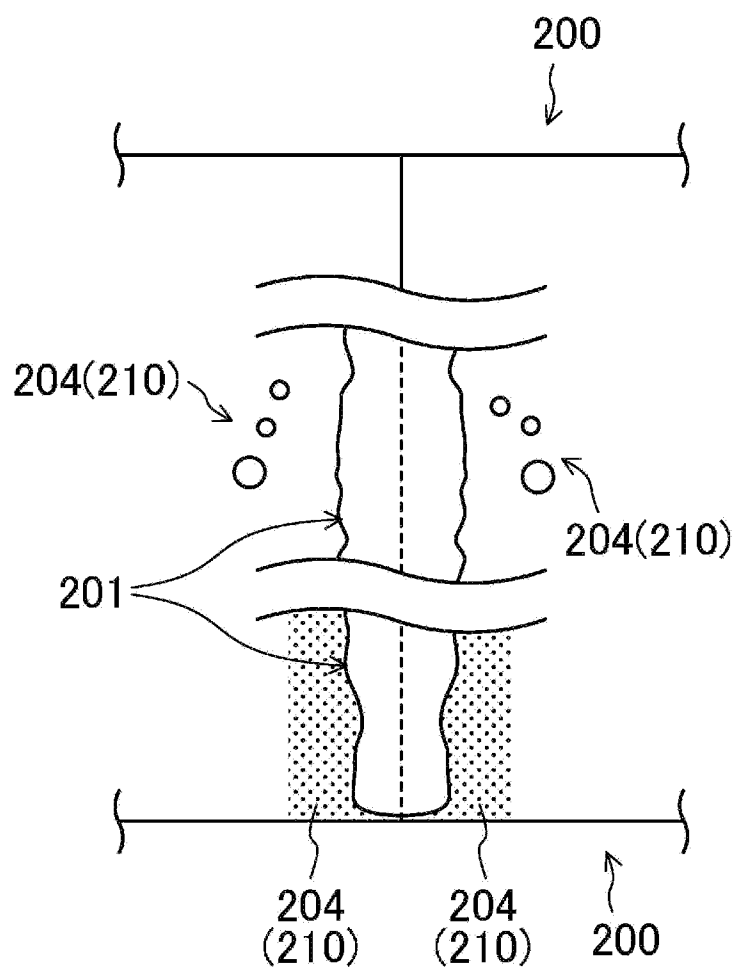
[図4B]



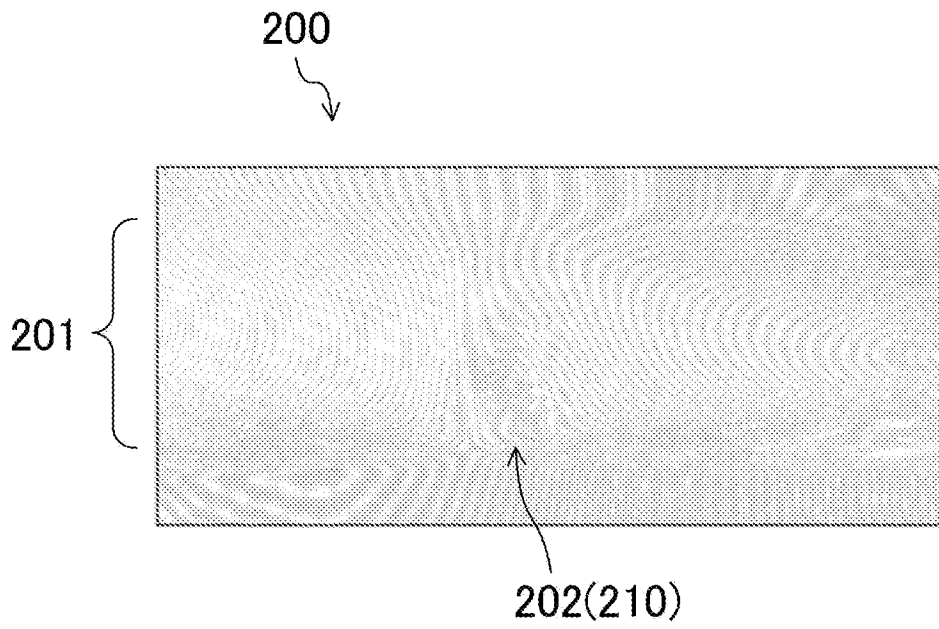
[図4C]



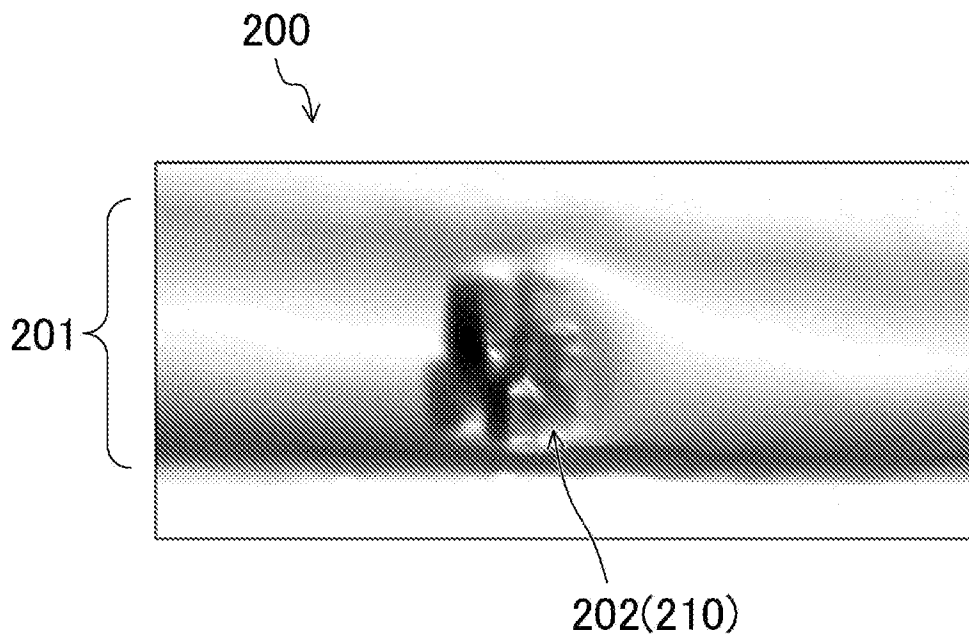
[図4D]



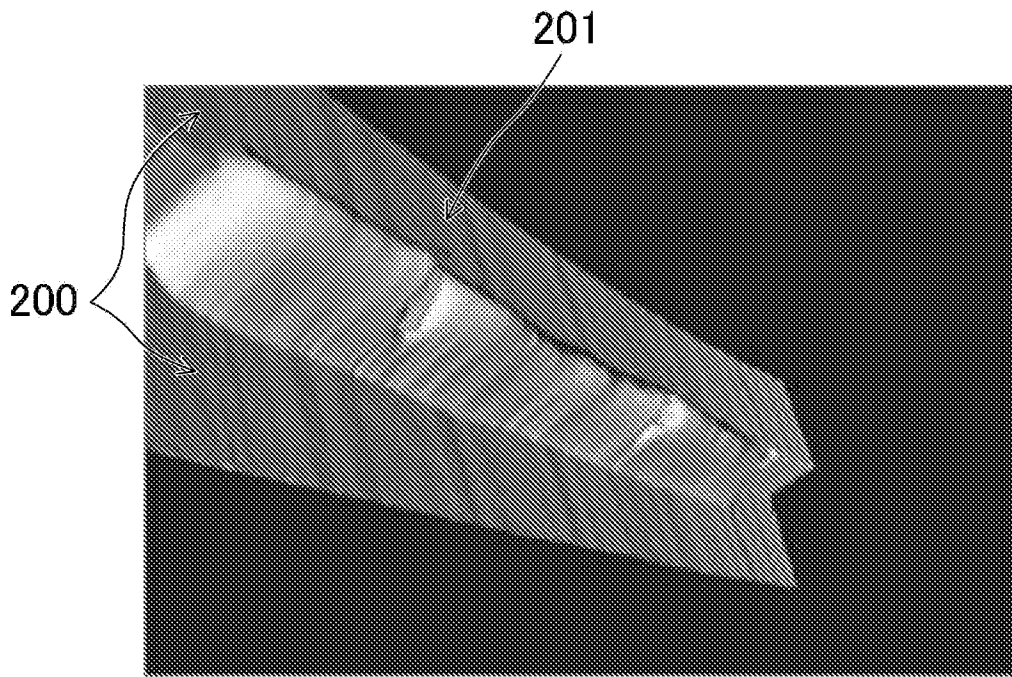
[図5A]



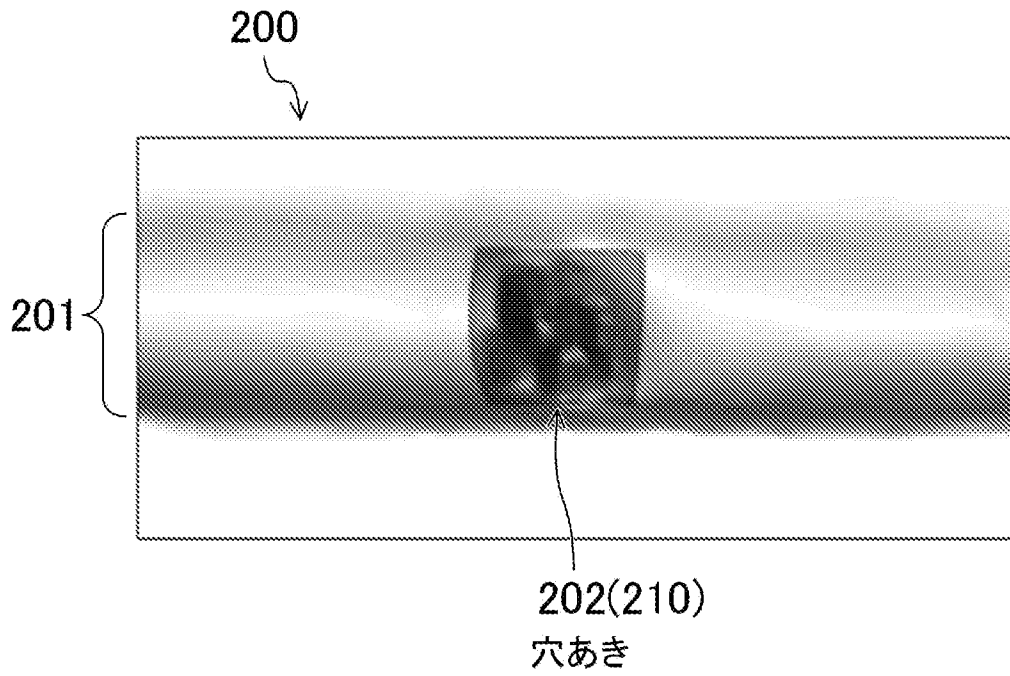
[図5B]



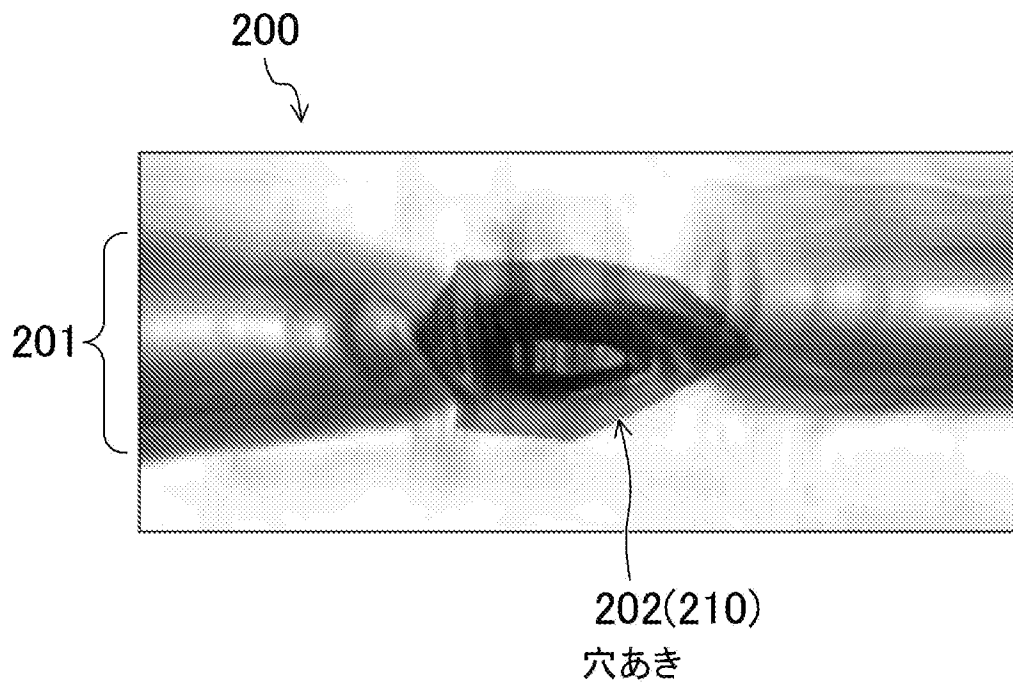
[図6]



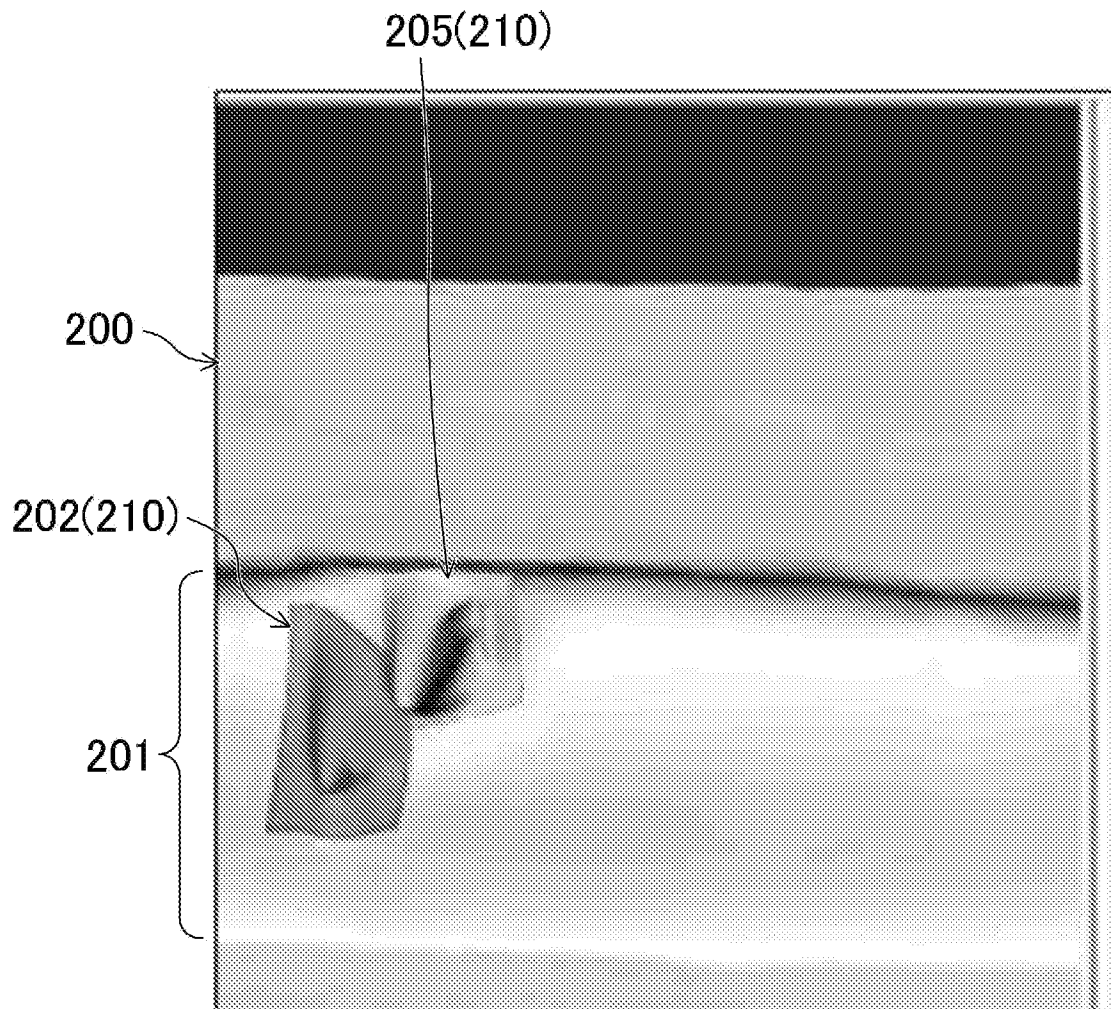
[図7A]



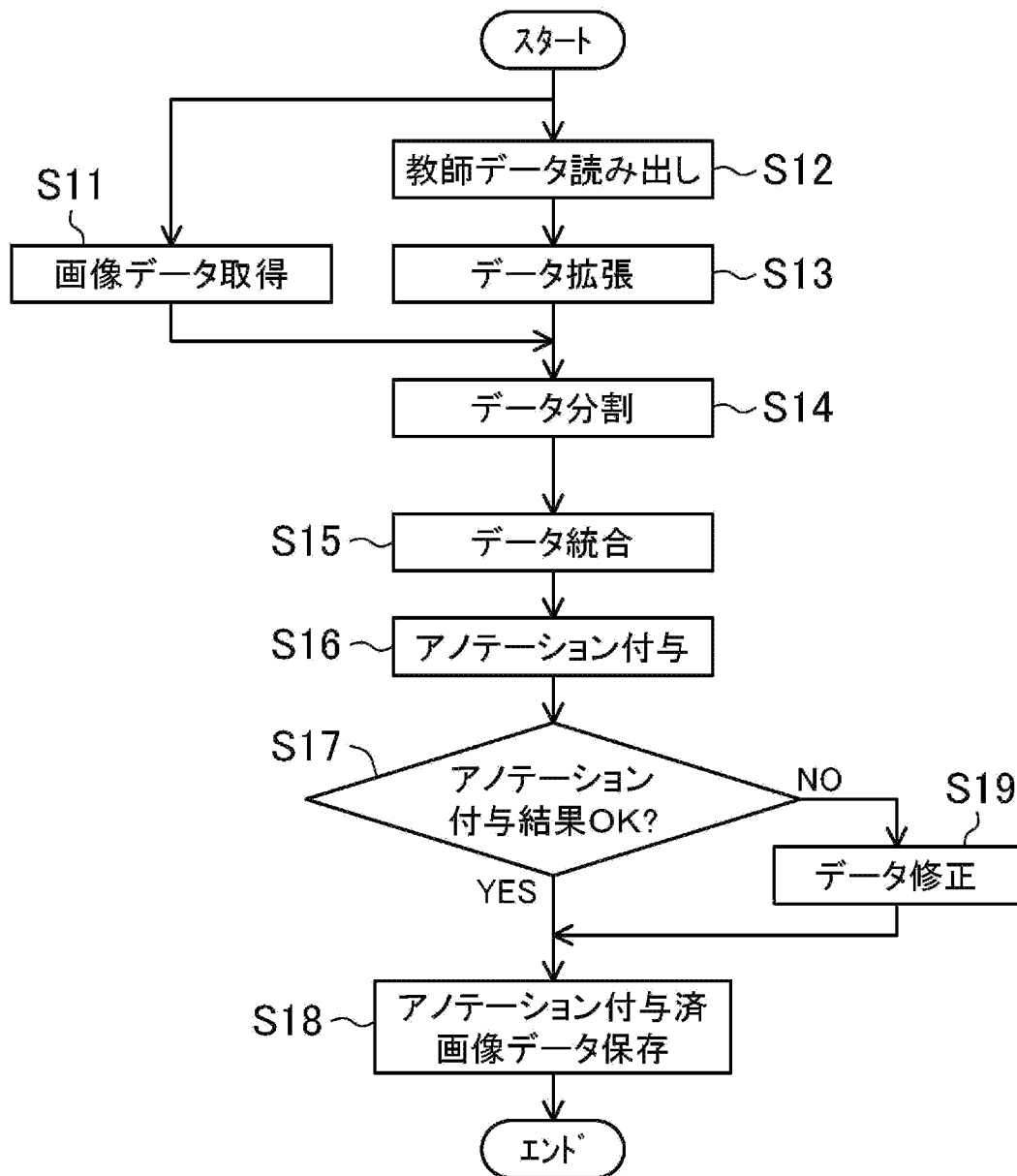
[図7B]



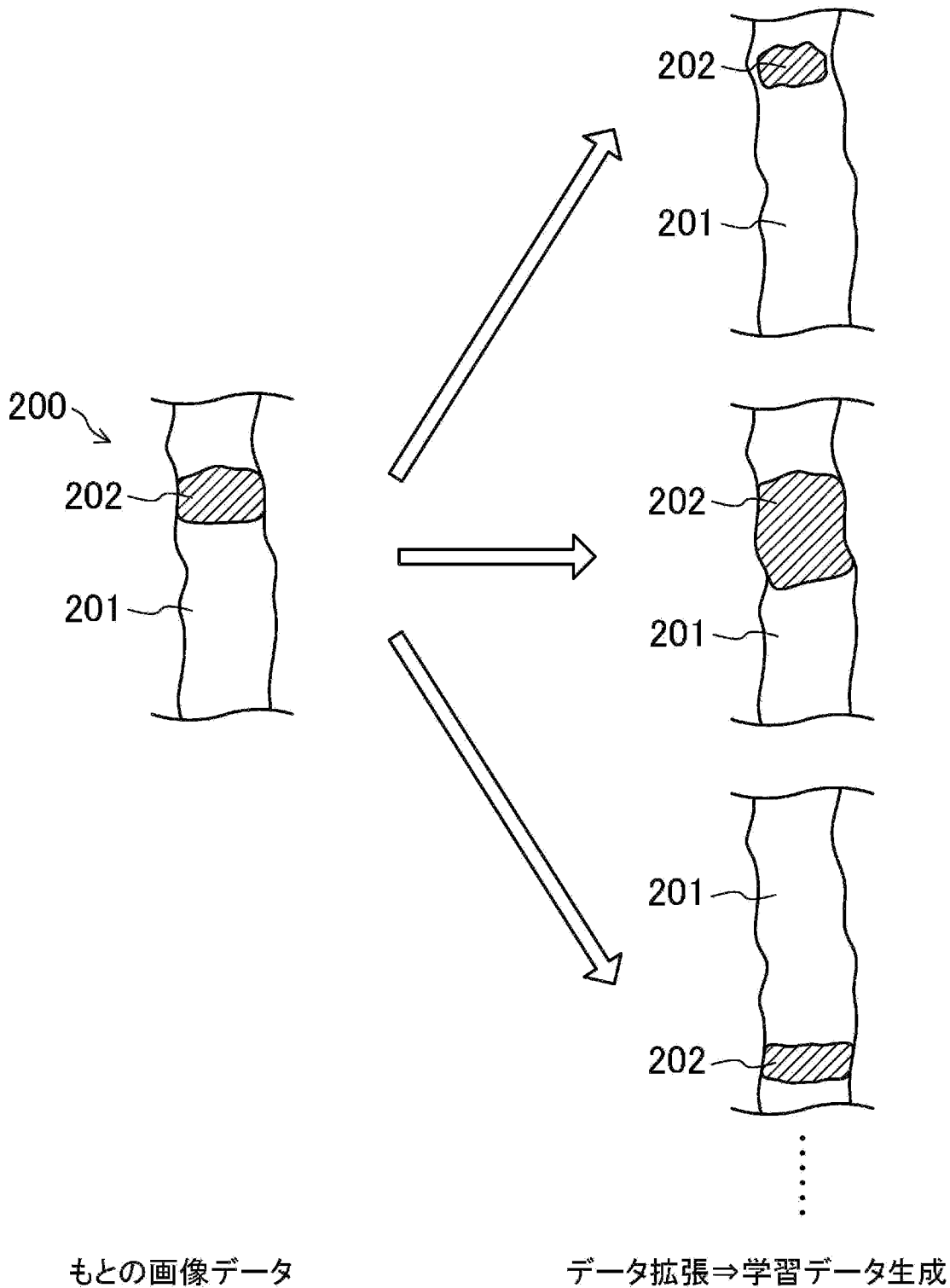
[図8]



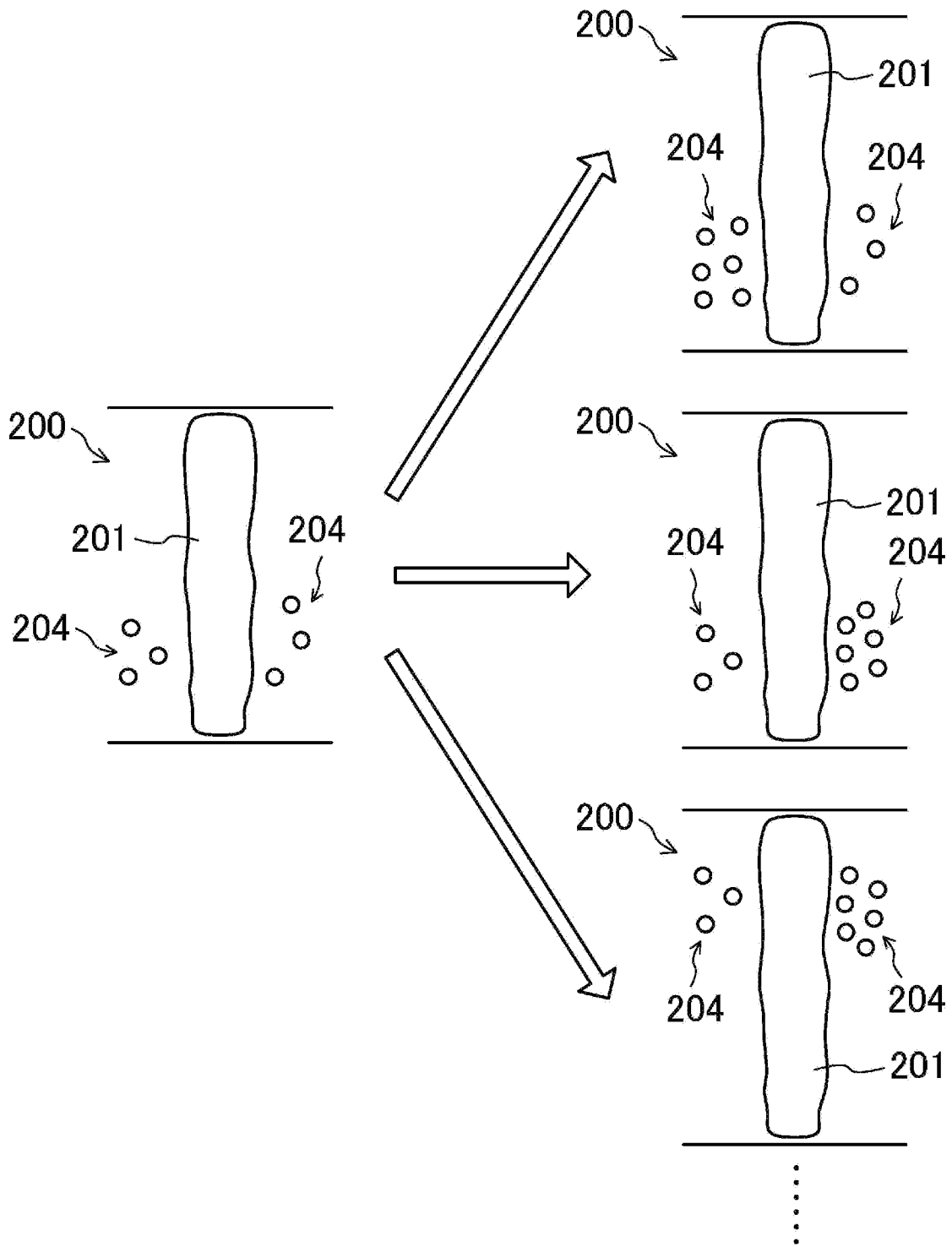
[図9]



[図10A]



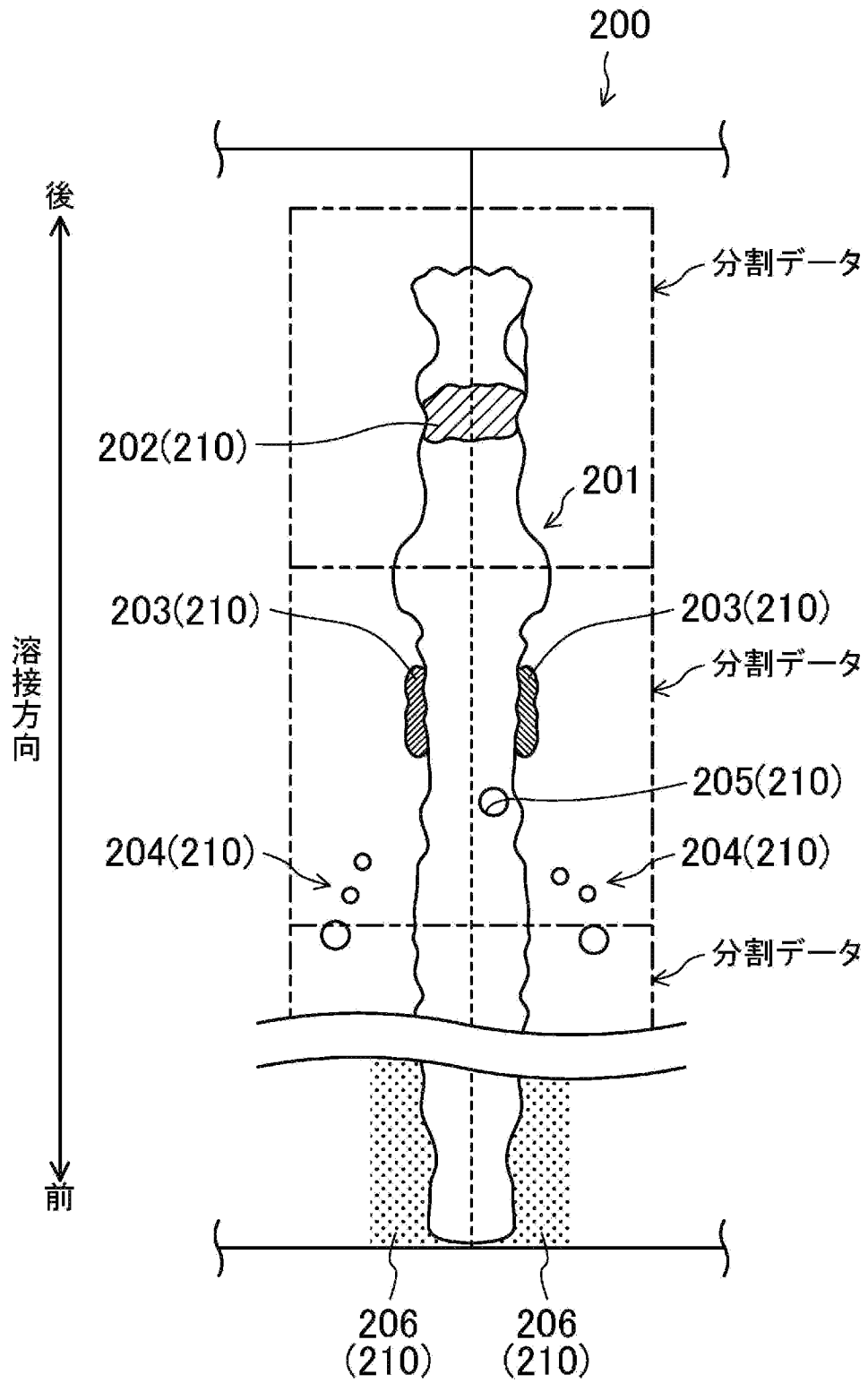
[図10B]



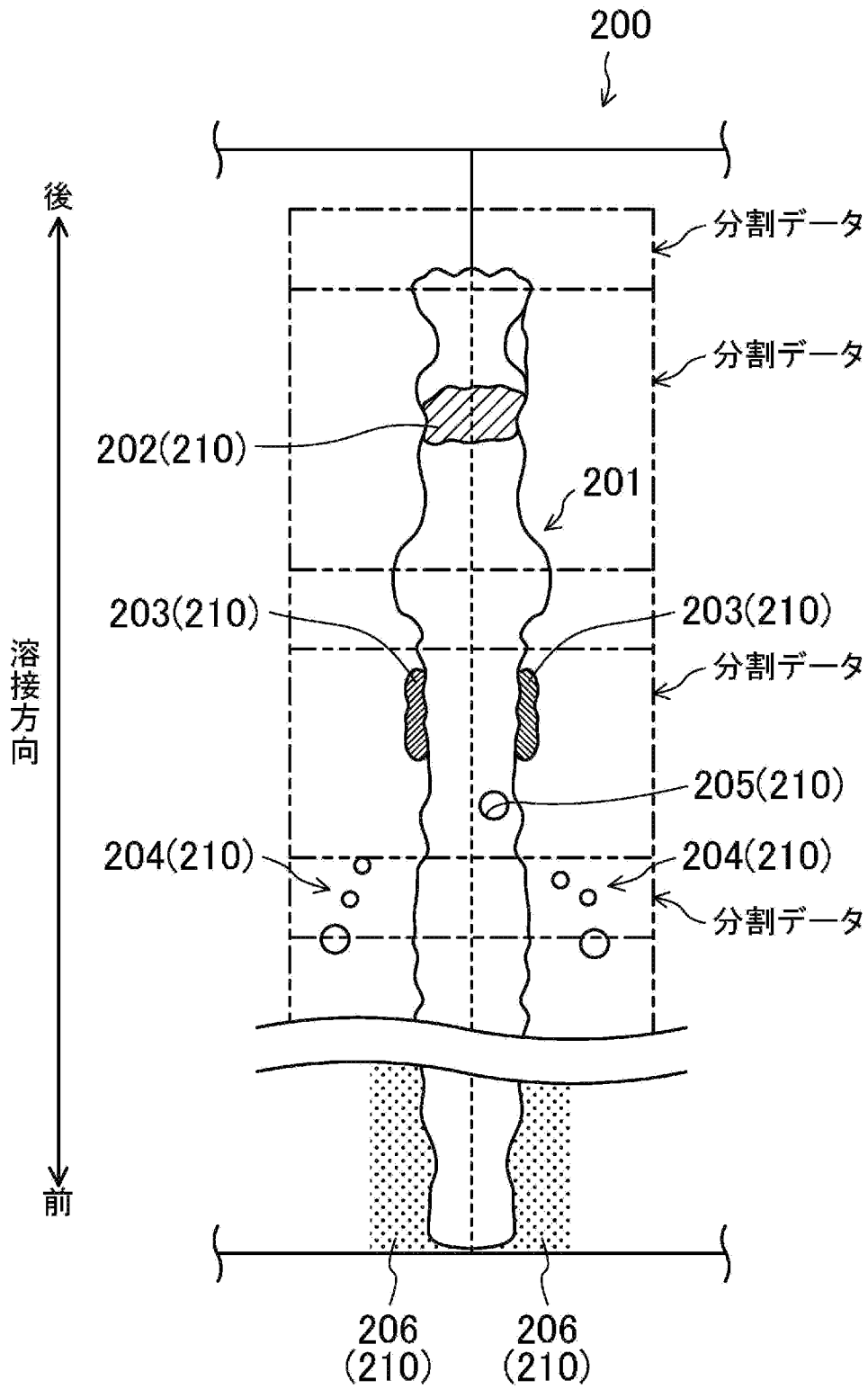
元の画像データ

データ拡張⇒学習データ生成

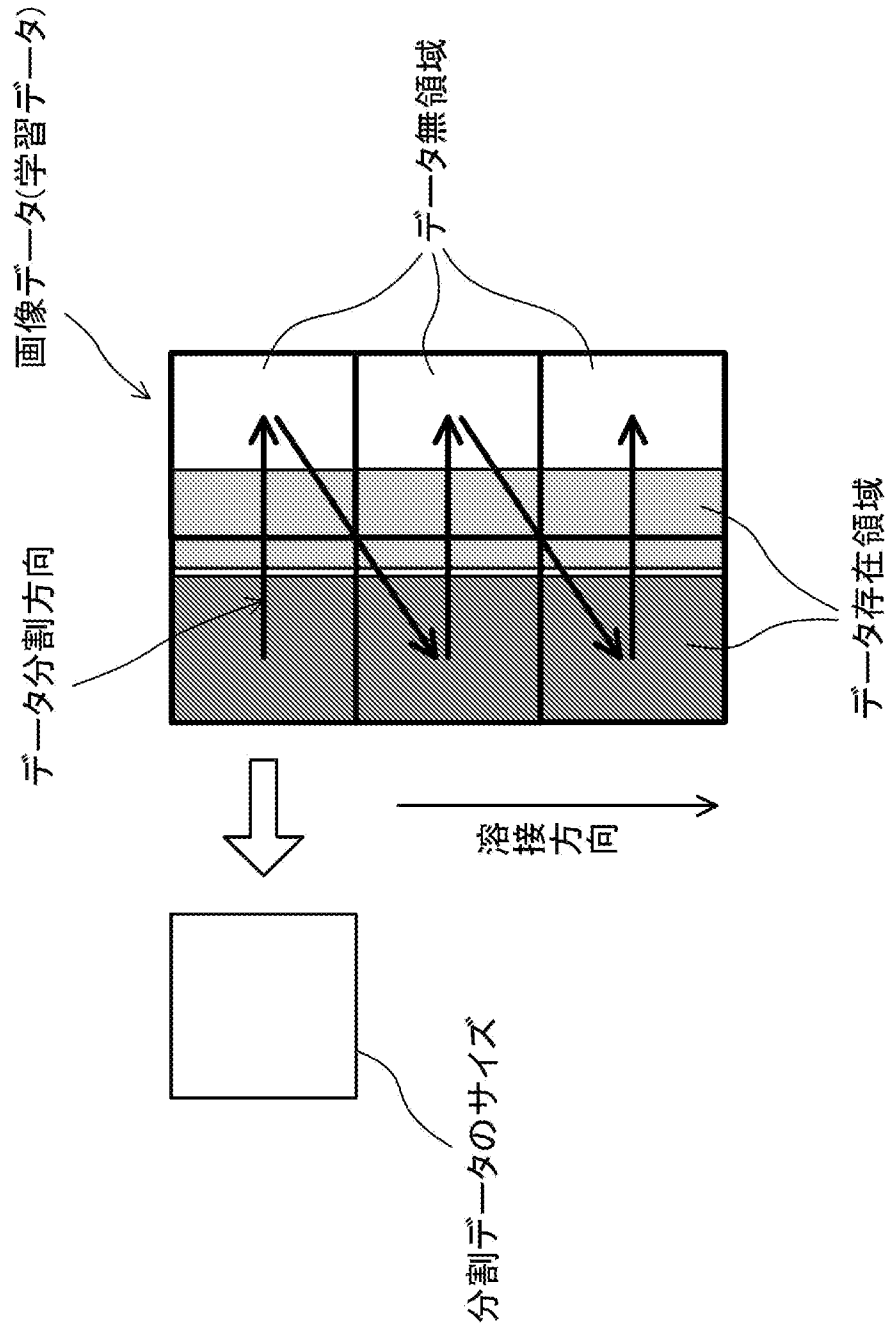
[図11A]



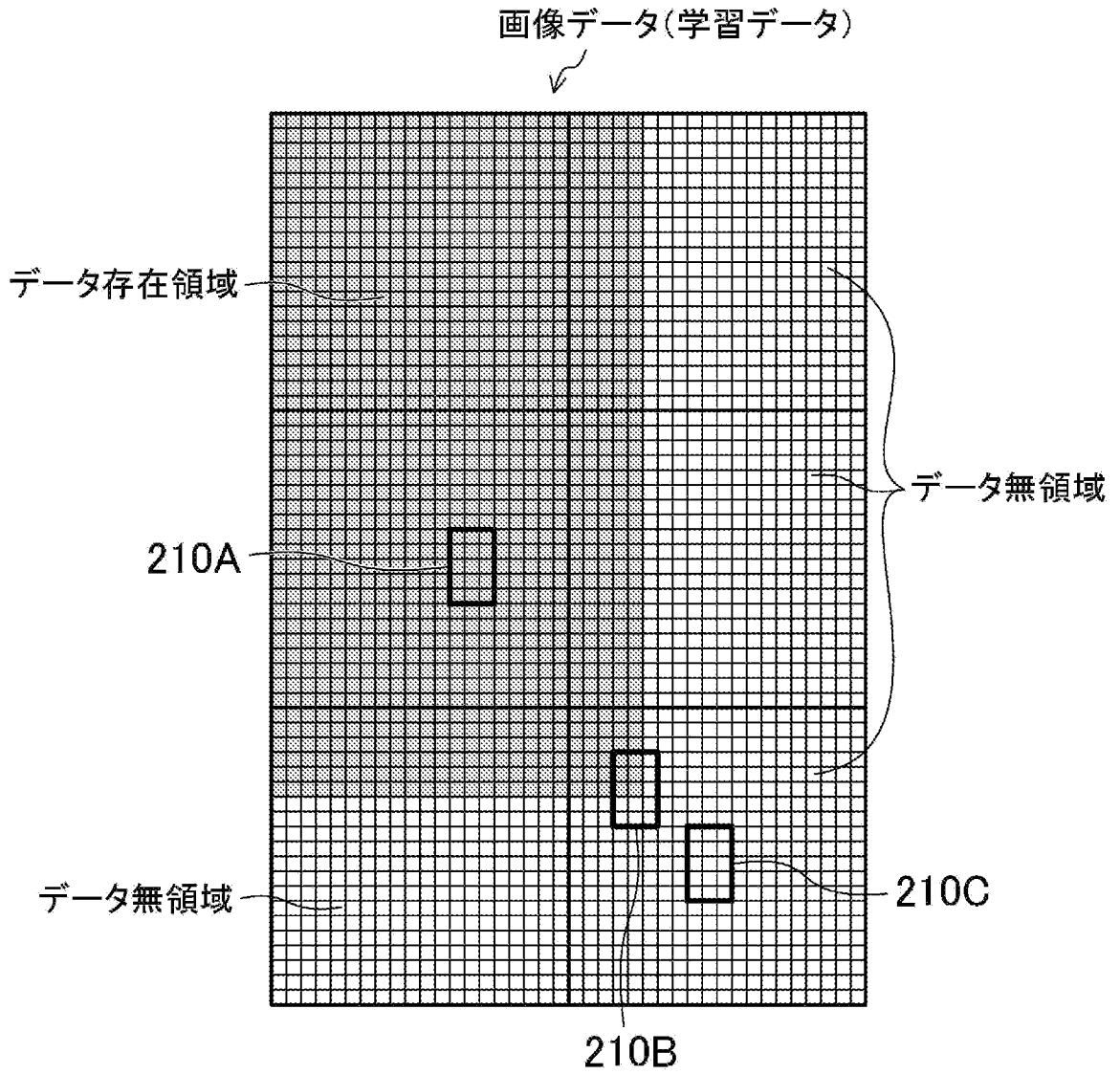
[図11B]



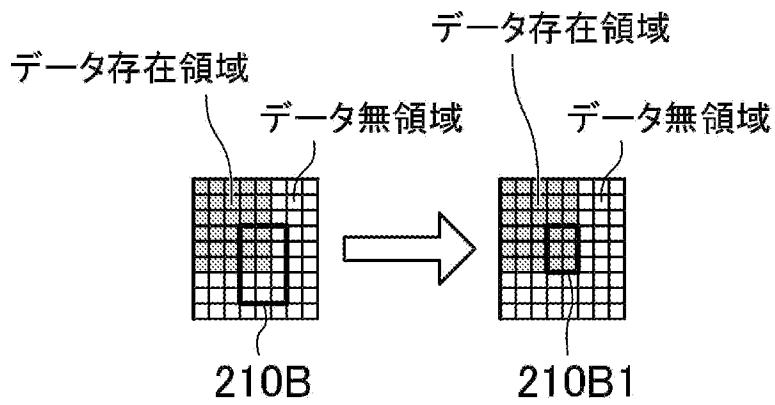
[図12]



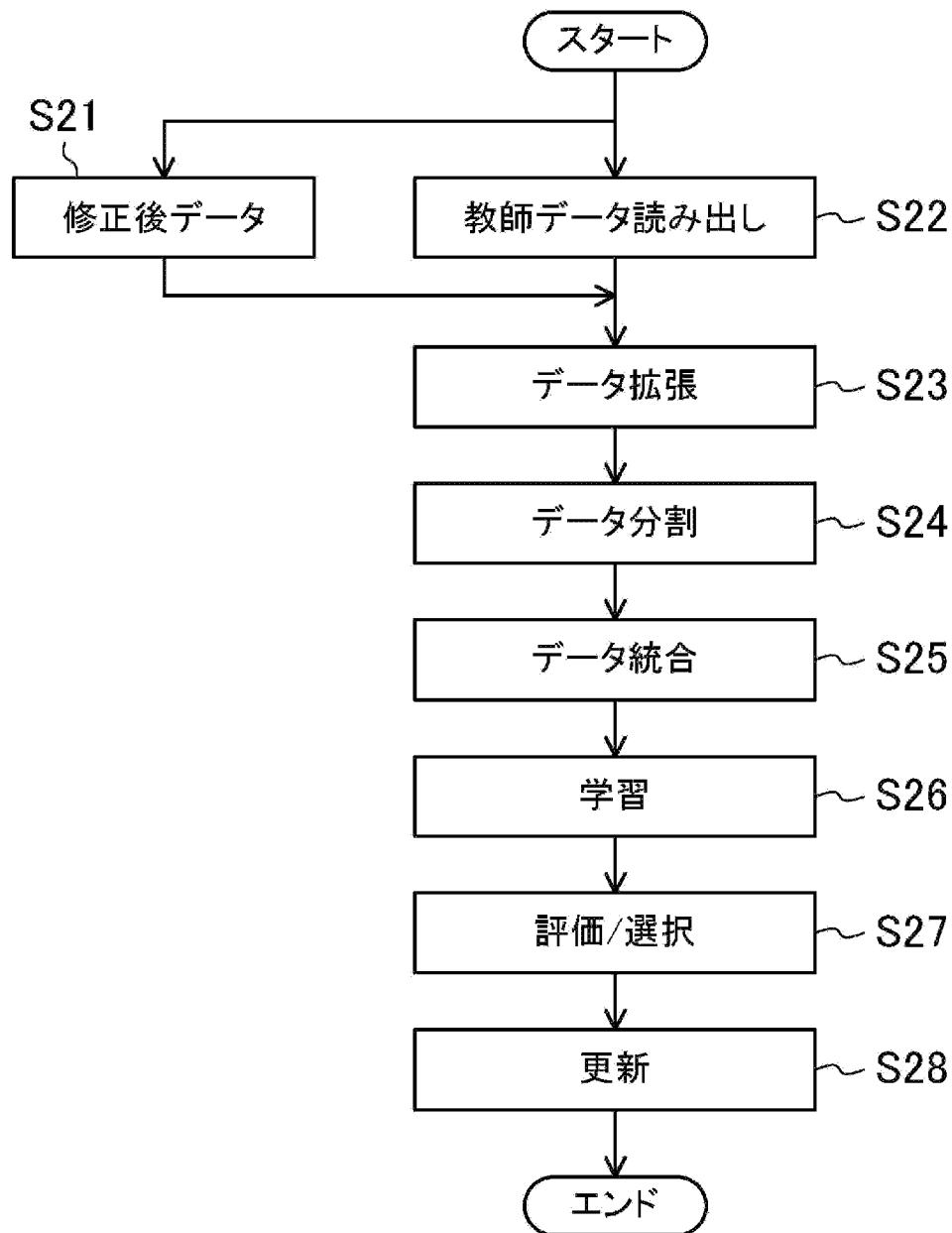
[図13A]



[図13B]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/034803

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G01N 21/88</i> (2006.01)i; <i>G06T 7/00</i> (2017.01)i FI: G01N21/88 Z; G06T7/00 350B; G06T7/00 610Z 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) G01N 21/84-G01N 21/958, G06T 7/00, G01B 11/00-G01B 11/30, B23K 9/12, B23K 31/00		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII); IEEE Xplore		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2020/129617 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 25 June 2020 (2020-06-25) claim 1, paragraphs [0026]-[0028], [0034]-[0040], [0050]-[0063], [0086], fig. 1-5	1-2, 6
Y		3-5, 7-16
Y	JP 2008-32645 A (SUNX LTD.) 14 February 2008 (2008-02-14) paragraphs [0022]-[0023], [0031]	3
Y	JP 2012-108701 A (CANON MARKETING JAPAN INC.) 07 June 2012 (2012-06-07) paragraphs [0081]-[0086]	4-5
Y	JP 2020-125980 A (WEST JAPAN RAILWAY CO.) 20 August 2020 (2020-08-20) paragraphs [0104], [0134]	7-12, 14-16
Y	JP 2020-102111 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 02 July 2020 (2020-07-02) fig. 3-4	7-12, 14-16
Y	JP 2020-191063 A (LUNIT INC.) 26 November 2020 (2020-11-26) paragraph [0055]	8-12, 14-16
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "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 20 October 2022		Date of mailing of the international search report 01 November 2022
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

International application No.

PCT/JP2022/034803

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2019-87229 A (CANON INC.) 06 June 2019 (2019-06-06) paragraphs [0095], [0118]	8-12, 14-16
Y	CN 111666955 A (HANGZHOU ZHIHU IOT TECHNOLOGY CO., LTD.) 15 September 2020 (2020-09-15) paragraph [0072]	13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2022/034803

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2020/129617	A1	25 June 2020	(Family: none)	
JP	2008-32645	A	14 February 2008	(Family: none)	
JP	2012-108701	A	07 June 2012	(Family: none)	
JP	2020-125980	A	20 August 2020	(Family: none)	
JP	2020-102111	A	02 July 2020	(Family: none)	
JP	2020-191063	A	26 November 2020	US 2020/0372299 A1 paragraph [0065]	
JP	2019-87229	A	06 June 2019	US 2019/0130216 A1 paragraph [0052]	
CN	111666955	A	15 September 2020	WO 2021/249140 A1 paragraph [0073]	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01N 21/88(2006.01)i; G06T 7/00(2017.01)i FI: G01N21/88 Z; G06T7/00 350B; G06T7/00 610Z		
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）） G01N 21/84-G01N 21/958, G06T 7/00, G01B 11/00-G01B 11/30, B23K 9/12, B23K 31/00 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語） JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII); IEEE Xplore		
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
X	WO 2020/129617 A1 (パナソニックIPマネジメント株式会社) 25.06.2020 (2020-06-25) [請求項1], [0026]-[0028], [0034]-[0040], [0050]-[0063], [0086], [図1]-[図5]	1-2, 6
Y		3-5, 7-16
Y	JP 2008-32645 A (サンクス株式会社) 14.02.2008 (2008-02-14) [0022]-[0023], [0031]	3
Y	JP 2012-108701 A (キャノンマーケティングジャパン株式会社) 07.06.2012 (2012-06-07) [0081]-[0086]	4-5
Y	JP 2020-125980 A (西日本旅客鉄道株式会社) 20.08.2020 (2020-08-20) [0104], [0134]	7-12, 14-16
Y	JP 2020-102111 A (トヨタ自動車株式会社) 02.07.2020 (2020-07-02) [図3]-[図4]	7-12, 14-16
Y	JP 2020-191063 A (ルニット インコーポレイテッド) 26.11.2020 (2020-11-26) [0055]	8-12, 14-16
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “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	
20.10.2022	01.11.2022	
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） 井上 徹 2W 3607 電話番号 03-3581-1101 内線 3258	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 2019-87229 A (キャノン株式会社) 06.06.2019 (2019 - 06 - 06) [0095], [0118]	8-12, 14-16
Y	CN 111666955 A (HANGZHOU ZHIHU IOT TECHNOLOGY CO., LTD.) 15.09.2020 (2020 - 09 - 15) [0072]	13

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/034803

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2020/129617 A1	25.06.2020	(ファミリーなし)	
JP 2008-32645 A	14.02.2008	(ファミリーなし)	
JP 2012-108701 A	07.06.2012	(ファミリーなし)	
JP 2020-125980 A	20.08.2020	(ファミリーなし)	
JP 2020-102111 A	02.07.2020	(ファミリーなし)	
JP 2020-191063 A	26.11.2020	US 2020/0372299 A1 [0065]	
JP 2019-87229 A	06.06.2019	US 2019/0130216 A1 [0052]	
CN 111666955 A	15.09.2020	WO 2021/249140 A1 [0073]	