

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6754155号
(P6754155)

(45) 発行日 令和2年9月9日(2020.9.9)

(24) 登録日 令和2年8月25日(2020.8.25)

(51) Int.Cl.		F I		
GO 1 N 23/18	(2018.01)	GO 1 N	23/18	
GO 1 N 23/04	(2018.01)	GO 1 N	23/04	
GO 1 N 21/88	(2006.01)	GO 1 N	21/88	Z
GO 6 T 7/00	(2017.01)	GO 6 T	7/00	6 1 O B

請求項の数 14 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2020-511540 (P2020-511540)	(73) 特許権者	598105802
(86) (22) 出願日	令和1年9月20日(2019.9.20)		株式会社 システムスクエア
(86) 国際出願番号	PCT/JP2019/037047		新潟県長岡市喜多町金輪157
審査請求日	令和2年2月25日(2020.2.25)	(74) 代理人	100166545
(31) 優先権主張番号	特願2018-186778 (P2018-186778)		弁理士 折坂 茂樹
(32) 優先日	平成30年10月1日(2018.10.1)	(72) 発明者	中川 幸寛
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		新潟県長岡市喜多町金輪157 株式会社 システムスクエア内
早期審査対象出願		審査官	佐藤 仁美

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 教師データ生成装置、検査装置およびコンピュータプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

機械学習に用いられる教師データを生成する教師データ生成装置であって、
前記教師データを用いて前記機械学習により生成される学習済みモデルは、被検査物を撮像した画像を当該学習済みモデルに入力することにより前記被検査物が正常品か否かの検査を行う検査装置で用いられるものであり、

前記被検査物を搬送する搬送部と、

前記搬送部により搬送される前記被検査物が写る画像を構成する画像構成部と、

前記画像構成部により構成された前記被検査物が写る画像を入力画像として、前記入力画像から、所定の条件を満たす判定対象を含んだ1以上の判定対象画像を抽出する判定対象画像抽出部と、

前記判定対象画像に写る前記被検査物を正常品と非正常品のいずれかに振り分ける振分操作に基づき、それぞれの前記判定対象画像と振り分けの結果とを対応付ける振分処理部と、

それぞれの前記判定対象画像と振り分けの結果とが対応付けられた教師データを記憶する教師データ記憶部とを備える

ことを特徴とする教師データ生成装置。

【請求項2】

前記判定対象画像抽出部は、前記入力画像に対し画像処理を行い、処理済み画像を出力する画像処理部と、

所定の判定条件に基づき、前記処理済み画像に含まれる前記判定対象を特定する判定対象特定部と、

前記判定対象特定部が特定した前記判定対象を含む前記判定対象画像を、前記処理済み画像から切り出して出力する画像切出し部と

を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の教師データ生成装置。

【請求項 3】

前記画像切出し部は、前記判定対象特定部が特定した前記判定対象を含む最小矩形を特定し、当該最小矩形に含まれる画像を所定のサイズにリサイズした画像を前記判定対象画像として、出力することを特徴とする請求項 2 に記載の教師データ生成装置。

【請求項 4】

前記判定対象画像抽出部は、前記判定対象画像の明暗を正規化して出力することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の教師データ生成装置。

【請求項 5】

ディスプレイと、前記ディスプレイによる表示を制御する表示制御手段とをさらに備え、

前記表示制御手段は、前記ディスプレイの第 1 領域に複数の前記判定対象画像を並べて表示させるとともに、前記ディスプレイの第 2 領域に前記入力画像を、前記判定対象画像に対応する領域を指し示す表示を重畳しつつ表示させることを特徴とする、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の教師データ生成装置。

【請求項 6】

前記表示制御手段は、前記ディスプレイの第 1 領域に表示された複数の前記判定対象画像のうちの 1 つが選択されると、前記ディスプレイの第 2 領域に表示された前記入力画像における当該選択された判定画像に対応する領域を指し示す表示をさせることを特徴とする、請求項 5 に記載の教師データ生成装置。

【請求項 7】

コンピュータを請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の教師データ生成装置として機能させるコンピュータプログラム。

【請求項 8】

被検査物を搬送する搬送部と、

前記搬送部により搬送される前記被検査物が写る画像を構成する画像構成部と、

前記画像構成部により構成された前記被検査物が写る画像を入力画像として、前記入力画像から、所定の条件を満たす判定対象を含んだ 1 以上の判定対象画像を抽出する判定対象画像抽出部と、

前記判定対象画像に写る前記被検査物を正常品と非正常品のいずれかに振り分ける振分操作に基づき、それぞれの前記判定対象画像と振り分けの結果とを対応付ける振分処理部と、

それぞれの前記判定対象画像と振り分けの結果とが対応付けられた教師データを記憶する教師データ記憶部と、

前記教師データ記憶部に記憶された前記教師データを用いて機械学習により学習済みモデルを生成する機械学習実行部と、

前記機械学習実行部が生成した当該学習済みモデルに前記画像構成部が構成した画像を入力することにより前記被検査物が正常品か否かの検査を行う検査部と

を備える

ことを特徴とする検査装置。

【請求項 9】

前記判定対象画像抽出部は、前記入力画像に対し画像処理を行い、処理済み画像を出力する画像処理部と、

所定の判定条件に基づき、前記処理済み画像に含まれる前記判定対象を特定する判定対象特定部と、

前記判定対象特定部が特定した前記判定対象を含む前記判定対象画像を、前記処理済み

10

20

30

40

50

画像から切り出して出力する画像切出し部と
を備えることを特徴とする請求項 8 に記載の検査装置。

【請求項 10】

前記画像切出し部は、前記判定対象特定部が特定した前記判定対象を含む最小矩形を特定し、当該最小矩形に含まれる画像を所定のサイズにリサイズした画像を前記判定対象画像として、出力することを特徴とする請求項 9 に記載の検査装置。

【請求項 11】

前記判定対象画像抽出部は、前記判定対象画像の明暗を正規化して出力することを特徴とする請求項 8 から 10 のいずれか 1 項に記載の検査装置。

【請求項 12】

ディスプレイと、前記ディスプレイによる表示を制御する表示制御手段とをさらに備え

前記表示制御手段は、前記ディスプレイの第 1 領域に複数の前記判定対象画像を並べて表示させるとともに、前記ディスプレイの第 2 領域に前記入力画像を、前記判定対象画像に対応する領域を指し示す表示を重畳しつつ表示させることを特徴とする、請求項 8 から 11 のいずれか 1 項に記載の検査装置。

【請求項 13】

前記表示制御手段は、前記ディスプレイの第 1 領域に表示された複数の前記判定対象画像のうちの 1 つが選択されると、前記ディスプレイの第 2 領域に表示された前記入力画像における当該選択された判定画像に対応する領域を指し示す表示をさせることを特徴とする、請求項 12 に記載の検査装置。

【請求項 14】

コンピュータを請求項 8 から請求項 13 のいずれか 1 項に記載の検査装置として機能させるコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検査物を撮影した画像に基づき被検査物を検査する検査装置において、被検査物の良否判定を行うための学習済みモデルを生成すべく機械学習させる教師データを生成する教師データ生成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

X線検査装置は、X線発生部とX線検出部とを対向させ、これらの間を通るように被検査物をコンベア等の搬送装置で順次搬送し、被検査物がX線発生部とX線検出部との間を通過する際に得られるX線透過データを用いて、被検査物のX線透過画像を構築し、当該X線透過画像を用いて被検査物を非破壊で検査する装置である。その用途としては、例えば、包装された商品の内容物に異物が混入していないかを検査する異物混入検査、内容物が所定の個数を備えているかを検査する個数検査、内容物にひび割れ等の欠陥が発生していないかを検査する欠陥検査などがある。これらの検査は食品、医薬品、工業部品等の様々な物品に対して行われる。また、X線検査装置以外にも、被検査物を撮影した画像に基づき被検査物を検査する検査装置が実用化されている。

【0003】

この種の検査装置では、所定の判定基準に基づき、被検査物を良品と不良品とに振り分ける。従来、この判定基準は予め定義されたものであったが、昨今の機械学習技術の発達により、学習用プログラムに教師データ(学習用データ)を入力することにより生成される学習済みモデルを判定基準として用いるものが提案されている(例えば特許文献1を参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開2011-089920号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

学習済みモデルは、多数の教師データを入力して学習を繰り返すことにより判定の精度を改善することが可能であるが、これまで教師データを効率よく大量に準備することは容易でなかった。特に画像を教師データとする場合には、その画像の条件（サイズ、コントラスト等）を揃えつつ、可否の判定結果を伴った画像を大量に準備するために、多大な労力が必要とされていた。

【0006】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、学習用プログラムに入力する教師データを素早く大量に生成することが可能な教師データ生成装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の教師データ生成装置は機械学習に用いられる教師データを生成する。教師データ生成装置が生成した教師データを用いて機械学習により生成される学習済みモデルは、被検査物を撮像した画像を当該学習済みモデルに入力することにより被検査物が正常品か否かの検査を行う検査装置で用いられるものである。教師データ生成装置は、被検査物が写る入力画像から、所定の条件を満たす判定対象を含んだ1以上の判定対象画像を抽出する判定対象画像抽出部と、判定対象画像に写る被検査物を正常品と非正常品のいずれかに振り分ける振分操作に基づき、それぞれの判定対象画像と振り分けの結果とを対応付ける振分処理部と、それぞれの判定対象画像と振り分けの結果とが対応付けられた教師データを記憶する教師データ記憶部とを備える。

【0008】

本発明では、判定対象画像抽出部は、入力画像に対し画像処理を行い、処理済み画像を出力する画像処理部と、所定の判定条件に基づき、処理済み画像に含まれる判定対象を特定する判定対象特定部と、判定対象特定部が特定した判定対象を含む判定対象画像を、処理済み画像から切り出して出力する画像切出し部とを備えるとよい。

【0009】

本発明では、画像切出し部は、判定対象特定部が特定した判定対象を含む最小矩形を特定し、当該最小矩形に含まれる画像を所定のサイズにリサイズした画像を判定対象画像として、出力するとよい。

【0010】

本発明では、判定対象画像抽出部は、判定対象画像の明暗を正規化して出力するとよい。

【0011】

本発明では、ディスプレイと、ディスプレイによる表示を制御する表示制御手段とをさらに備えるとよい。そして、表示制御手段は、ディスプレイの第1領域に複数の判定対象画像を並べて表示させるとともに、ディスプレイの第2領域に入力画像を、判定対象画像に対応する領域を指し示す表示を重畳しつつ表示させるとよい。

【0012】

本発明では、表示制御手段は、ディスプレイの第1領域に表示された複数の判定対象画像のうちの1つが選択されると、ディスプレイの第2領域に表示された入力画像における当該選択された判定画像に対応する領域を指し示す表示をさせるとよい。

【0013】

本発明に係るコンピュータプログラムは、コンピュータを上記のいずれかの教師データ生成装置として機能させるとよい。

【図面の簡単な説明】

【0014】

10

20

30

40

50

- 【図 1】検査装置 1 の構成を示すブロック図である。
 【図 2】検査部 10 の構成の一例を示す図である。
 【図 3】教師データ生成部 12 の構成を示すブロック図である。
 【図 4】判定対象特定部における所定の判定条件の一例を示す図である。
 【図 5】判定対象特定部における所定の判定条件の他の例を示す図である。
 【図 6】判定対象画像の明度の正規化における入出力の関係を示すグラフである。
 【図 7】判定対象以外のものの映り込みを削除する処理を示す図である。
 【図 8】判定対象画像を表示する画面の一例を示す図である。
 【図 9】判定対象画像表示領域における判定結果を示す情報の表示例を示す図である。
 【図 10】情報表示領域におけるスコアや判定結果等の表示例を示す図である。
 【図 11】学習モードでの検査装置 1 の動作の手順を示すフローチャートである。
 【図 12】検査モードでの検査装置 1 の動作の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、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。なお、以下の説明では、同一の部材には同一の符号を付し、一度説明した部材については適宜その説明を省略する。

【0016】

〔検査装置 1 の構成〕

図 1 は、被検査物 2 が正常品か否かを検査する検査装置 1 の構成を示すブロック図である。検査装置 1 は、検査部 10、制御部 11、ディスプレイ 16 及び操作インタフェース 18 を備える。検査装置 1 が検査する被検査物 2 は、正常品 2A の中に除去すべき不良品（例えば欠け、割れ等のある製品、相対質量や形状が異常な製品、シール部に噛み込みが生じた製品等）、異物（例えば、小石、骨等）が混入したものである。以下では、これらの不良品、異物等の被検査物 2 から除去すべきものを総称して除去対象物 2B と呼ぶ。除去対象物 2B は本発明における非正常品に相当する。

【0017】

検査装置 1 は、検査モードと学習モードを備える。検査モードでは、検査部 10 にて撮影した被検査物 2 の画像に対し機械学習実行部 14 により生成される学習済みモデルを適用して被検査物 2 に混入した除去対象物 2B を検出する検査を行う。検査モードにおいて、検査装置 1 は、被検査物 2 を撮影した画像を解析することにより被検査物 2 に混入している除去対象物 2B を検出する。一方、学習モードでは、検査部 10 等で撮影した被検査物 2 の画像をもとに教師データ生成部 12 により教師データを生成して、この教師データを機械学習実行部 14 に入力し、学習済みモデルに学習を行わせる。

【0018】

検査部 10 は、検査を行うために必要な被検査物 2 の画像を撮影する。検査部 10 の例としては、被検査物 2 の X 線透過画像を撮像する X 線検査装置が挙げられるが、被検査物 2 の画像に基づき検査を行う検査装置であればこれに限定されない。検査モードにおいて、検査部 10 は、撮影した被検査物 2 の画像に対して機械学習実行部 14 により予め生成された学習済みモデルを適用して被検査物 2 の検査を行う。また、検査部 10 は、撮影した被検査物 2 の画像を、学習モードにおいて教師データ生成部 12 への入力画像として提供する。

【0019】

図 2 は、検査部 10 の構成の一例を示している。この例では、電磁波として X 線を照射して X 線透過画像を検査のための画像として取得する。検査部 10 は、搬送部 101、電磁波照射部 102、電磁波検出部 103、画像構成部 104、記憶部 105、及び判定部 106 を備える。

【0020】

搬送部 101 は、1 または複数のベルトコンベアで構成され、画像を撮影する検査領域まで被検査物 2 を搬送し、検査領域から被検査物 2 を排出させる。電磁波照射部 102 は、画像を撮影するのに必要な電磁波（例えば、X 線、可視光等）を、検査領域に照射する

10

20

30

40

50

。電磁波照射部 102 は、例えば搬送部 101 における被検査物 2 が載置される搬送面に垂直に、電磁波を照射するように配置される。検査対象領域は、電磁波照射部 102 から照射される電磁波が外部に漏れるのを防ぐべく、必要に応じて遮蔽カバーで覆われる。

【0021】

電磁波検出部 103 は、搬送部 101 を挟んで電磁波照射部 102 と対向する位置に配置される。電磁波検出部 103 は、電磁波照射部 102 が照射した電磁波を検出可能な検出素子を複数備え、検査領域を通過して電磁波検出部 103 に到達する電磁波の空間的分布を検出する。電磁波検出部 103 は、例えば、ラインセンサ、エリアセンサ、T D I (Time Delay Integration) センサ等とするとよい。

【0022】

電磁波照射部 102 と電磁波検出部 103 の間の検査領域に被検査物 2 が存在すると、電磁波照射部 102 から照射された電磁波は被検査物 2 の各位置における当該電磁波の透過率に応じて減衰されて電磁波検出部 103 に到達することになり、被検査物 2 の内部の状態が電磁波検出部 103 によって検出される電磁波強度のコントラストの分布として観測される。

【0023】

画像構成部 104 は、電磁波検出部 103 で検出した電磁波強度のコントラストの分布を 2 次元の画像として構成し、記憶部 105 に当該画像のデータを格納する。記憶部 105 は、RAM、ハードディスク等の記憶装置により構成される。

【0024】

判定部 106 は、画像構成部 104 が構成した被検査物 2 の画像に機械学習実行部 14 により予め生成された学習済みモデルを適用して、被検査物 2 の検査（良否の判定）を行う。なお、画像構成部 104 及び判定部 106 は、後述する制御部 11 の一部として構成されてもよい。

【0025】

ディスプレイ 16 は、液晶ディスプレイ等の表示装置であり、検査装置 1 の操作画面や各種画像を表示する。操作インタフェース 18 は、スイッチ、マウス、キーボード等の入力手段であり、ユーザによる検査装置の操作入力を受け付ける。

【0026】

制御部 11 は検査装置 1 の各構成要素の制御を司る。制御部 11 は、例えば CPU、記憶素子等により構成されるコンピュータにより構成される。制御部 11 は、教師データ生成部 12 と機械学習実行部 14 とを含んでいる。教師データ生成部 12 は本発明の教師データ生成装置に相当し、機械学習実行部 14 は本発明の学習済みモデル生成装置に相当する。

【0027】

教師データ生成部 12 は、検査装置 1 の学習モードにおいて、機械学習実行部 14 にて実施される機械学習に用いられる教師データを生成する。図 3 は、教師データ生成部 12 の構成を示すブロック図である。図 3 に示すように、教師データ生成部 12 は、判定対象画像抽出部 120、表示制御部 124、振分処理部 125、及び教師データ記憶部 126 を備える。

【0028】

判定対象画像抽出部 120 は、被検査物 2 が写る入力画像から除去対象物 2 B として検出すべきものの候補が写る 1 以上の判定対象画像を抽出する。図 3 に示したように、判定対象画像抽出部 120 は、画像処理部 121、判定対象特定部 122、及び画像切出し部 123 を備える。

【0029】

画像処理部 121 は、入力画像に対しフィルタリング等の画像処理を行い、処理済み画像を出力する。画像処理部 121 が行う画像処理は、例えば、平均化フィルタ、ガウシアンフィルタ等で画像をぼかしノイズを軽減する処理や、微分フィルタ (Robert s フィルタ、Prewitt フィルタ、Sobel フィルタ等) やラプラシアンフィルタなど

10

20

30

40

50

の特徴抽出フィルタにより例えばエッジを強調する処理等とするとよい。

【0030】

判定対象特定部122は、所定の判定条件に基づき、処理済み画像に含まれる判定対象を特定する。所定の判定条件としては、例えば、一定の明るさの基準レベルを設定し、それよりも暗い（あるいは明るい）部分を判定対象とする方法（図4）や、画像内における明るさの大まかな変化（被検査物2の厚さの変化とほぼ一致する）に沿って位置によって変化する基準レベルを設定し、基準レベルよりも暗い（あるいは明るい）部分を判定対象とする方法（図5）が挙げられる。基準レベルを明るさの大まかな変化からどの程度離すかは、想定する除去対象物2B（異物）の密度やサイズに応じて設定するとよい。これらの明るさに基づく判定に加え、検出したい除去対象物2Bに応じて、形状、面積などの条件を

10

【0031】

画像処理部121にて行われる画像処理の種類や条件（以下、これらを総称して画像処理条件と呼ぶ）、及び判定対象特定部122における判定条件は、入力画像の中から抽出しようとする除去対象物2Bの候補の種類に応じて選択される。例えば、厚みが一定の被検査物2に対しては、一定の明るさの基準レベルに基づく判定条件を用いるとよく、厚みが一定でない被検査物2に対しては、明るさの大まかな変化に沿って変化する基準レベルを用いるとよい。

【0032】

画像切出し部123は、判定対象特定部122が特定した判定対象を含む判定対象画像を、処理済み画像から切り出して出力する。画像切出し部123が行う処理の具体例としては、画像切出し部123は、判定対象特定部122が特定した判定対象を含む最小矩形を特定し、当該最小矩形に含まれる画像を所定のサイズにリサイズした画像を判定対象画像として出力するとよい。あるいは、設定画面等から切り出しサイズ（矩形の縦及び横のピクセル数）をユーザが設定できるようにして、この設定された切り出しサイズで画像切出し部123が判定対象を含む画像を切出すとともに所定のサイズにリサイズして判定対象画像として出力してもよい。判定対象特定部122が特定した判定対象の中に設定された切り出しサイズに収まらない大きさのものが含まれる場合、画像切出し部123は、そのような判定対象が設定されたサイズの領域に含まれるように画像を縮小した上で、設定された切り出しサイズで画像を切り出すとよい。サイズの揃った画像は機械学習の教師データとして好適である。

20

30

【0033】

画像切出し部123は、判定対象画像に対しさらに画像処理を施してもよい。例えば、画像切出し部123は、判定対象画像の明暗を正規化して出力するとよい。具体的には、図6に示したように、画像切出し部123は、もとの判定対象画像内に含まれる最も暗い画素の明度を最大限暗くなるように（最小明度 I_{min} となるように）、かつ、最も明るい画素の明度を最大限明るくなるように（最大明度 I_{max} となるように）、明度を正規化するとよい。このようにすれば、各判定対象画像を明るさが揃ったコントラストの強い画像とすることができ、機械学習に適した画像とすることができる。なお、正規化の方法は上記に限定されない。また、画像切出し部123は、判定対象画像に写りこんだ判定対象以外のものを削除する処理を行ってもよい。具体的には、図7に示したように、画像切出し部123は、もとの判定対象画像内に含まれる最も大きなプロブ（BLOB；明度が所定値以下（二値化した場合には値が0）となる一塊の画素群）以外のプロブを消去する処理を行うとよい。このようにすれば、判定対象以外のものの映り込みが判定に影響することを防ぐことができる。

40

【0034】

表示制御部124は、ディスプレイでの表示を制御する。なお、表示制御部124は、検査装置1は検査装置1内で教師データ生成部12以外の構成と共用されるものであってもよい。表示制御部124は、判定対象画像抽出部120により抽出された判定対象画像を、ディスプレイ16に選択可能に表示させる。図8は、判定対象画像をディスプレイ1

50

6 に表示する際の表示例を示している。判定対象表示画面は、入力画像表示 R 2、判定対象画像表示領域 R 1、情報表示領域 R 3 を備えている。判定対象画像表示領域 R 1 は、判定対象画像が並べて表示される領域である。判定対象画像表示領域 R 1 には、判定対象画像のほか、各判定対象画像に対する合否の振り分けを行うためのユーザインタフェース等が表示される。入力画像表示 R 2 は入力画像が表示される領域である。情報表示領域 R 3 は、選択された判定対象画像に関する情報（例えば、画像ファイルの名称、格納場所等）が表示される領域である。

【 0 0 3 5 】

入力画像表示 R 2 に入力画像を表示する際、抽出された判定対象画像に対応する領域（つまり、判定対象を含む最小矩形）を指し示す表示を重畳して表示するとよい。具体的には、判定対象を含む最小矩形の枠を、入力画像に重畳して表示するとよい。この判定対象画像に対応する領域を示す表示は、ユーザが表示 / 非表示を選択できるように構成されるとよい。

10

【 0 0 3 6 】

判定対象画像表示領域 R 1 に判定対象画像を並べて表示する際、既存の学習済みモデルにて各判定対象画像の判定を行った場合のスコア（このスコアが高いほど（あるは低いほど）正常品 2 A である可能性が高いという判定結果を意味する）の順にソートして、判定対象画像を表示するとよい。

【 0 0 3 7 】

また、判定対象画像表示領域 R 1 に並べて表示する個々の判定対象画像に対し、図 9 に示すように判定結果を示す情報を視認可能に表示してもよい。具体的には、個々の判定対象画像に重畳または隣接する位置にスコアや判定結果（正常品 / 除去対象物の別）等を表示してもよい。また、個々の判定対象画像について、正常品か除去対象物かを示す表示上の演出をしてもよい。例えば、正常品か除去対象物かに応じて、異なる色の枠で囲む等とするとよい。

20

【 0 0 3 8 】

判定対象画像表示領域 R 1 に表示された判定対象画像の 1 つをクリックすることで、その判定対象画像を選択することができる。判定対象画像表示領域 R 1 で判定対象画像を選択すると、判定対象画像表示領域 R 1 においては選択された判定対象画像が枠で囲まれて表示され、入力画像表示 R 2 においては、選択された判定対象画像に対応する最小矩形が、他とは区別できるよう（例えば、二重の枠で囲まれて）に表示される。

30

【 0 0 3 9 】

上記とは反対に、入力画像表示 R 2 に表示された判定対象画像に対応する最小矩形の 1 つをクリックすることで、当該最小矩形に対応する判定対象画像を選択することができる。このようにして入力画像表示 R 2 をクリックすると、判定対象画像表示領域 R 1 においては選択された最小矩形に対応する判定対象画像が枠で囲まれて表示され、入力画像表示 R 2 においては、選択された最小矩形が、他とは区別できるよう（例えば、二重の枠で囲まれて）に表示される。このような入力画像と選択した判定対象画像とを対応付けた表示を行うことにより、選択した判定対象画像が入力画像においてどのように映っているのかを一見して把握することが可能になる。

40

【 0 0 4 0 】

また、判定対象画像が選択されると、入力画像表示 R 2 において、選択された判定対象画像に対応する部分を拡大して表示するとよい。このようにすれば、着目した判定対象画像に対応する部分を、容易に詳しく確認することができる。また、選択された判定対象画像について、情報表示領域 R 3 において、図 10 に示すようにスコアや判定結果（正常品 / 除去対象物の別）等を表示してもよい。

【 0 0 4 1 】

振分処理部 1 2 5 は、切出された判定対象画像について、判定対象画像に写る被検査物 2 が正常品 2 A なのか除去対象物 2 B なのかをユーザが目視に基づいて振り分ける。ユーザによる被検査物に対する判定結果を振り分ける操作が行われると、振分処理部 1 2 5 は

50

その操作に応じて選択されている判定対象画像を正常品 2 A と除去対象物 2 B のいずれかに振り分け、それぞれの判定対象画像と判定結果とを対応付けた教師データを教師データ記憶部 1 2 6 に記憶させる。被検査物に対する判定結果を振り分ける操作とは、例えば、ユーザがディスプレイ 1 6 を見ながら操作インタフェース 1 8 を操作して判定対象画像を選択し、選択中の判定対象画像に写る被検査物 2 が正常品 2 A なのか除去対象物 2 B なのかをユーザが目視して判定し、正常品 2 A の場合には OK ボタンをクリックし、除去対象物 2 B の場合には NG ボタンをクリックするといった操作である。なお、ユーザが操作して判定対象画像を選択するのではなく、振分処理部 1 2 5 により自動的に決定された順番に従って複数の判定対象画像に対して順次振り分ける操作を行うように構成してもよい。

【 0 0 4 2 】

教師データ記憶部 1 2 6 は、RAM、ハードディスク等の記憶装置により構成される。教師データ記憶部 1 2 6 は、検査部 1 0 における記憶部 1 0 5 を兼用してもよい。教師データ記憶部 1 2 6 が教師データを記憶する方法は、判定対象画像に写る被検査物 2 が正常品 2 A と除去対象物 2 B とのいずれであるかを識別可能に記憶してさえいれればいかなる方法であってもよい。例えば、教師データ記憶部 1 2 6 は、正常品 2 A と判定された判定対象画像と除去対象物 2 B と判定された判定対象画像とを、互いに異なるフォルダに分けて記憶するとよい。あるいは、教師データ記憶部 1 2 6 は、判定対象画像に写る被検査物 2 が正常品 2 A と除去対象物 2 B とのいずれであることを示す情報を、判定対象画像のファイル名や付加情報としてファイルに埋め込んでもよい。なお、教師データ記憶部 1 2 6 は、検査装置 1 が各種情報を記憶するために備える記憶媒体を共用する形で用いてもよい。

【 0 0 4 3 】

機械学習実行部 1 4 は、学習済みモデルに機械学習を実行させるための学習用プログラムを実行する。機械学習実行部 1 4 は、上記のように教師データ生成部 1 2 が生成して教師データ記憶部 1 2 6 に記憶した教師データを学習用プログラムに入力して機械学習を行い、学習済みモデルを生成する。機械学習実行部 1 4 は、新規に機械学習を行い新たな学習済みモデルを生成することもできるし、既存の学習済みモデルに対して追加的に機械学習を行うことにより新たな学習済みモデルを生成することもできる。新規に学習済みモデルを生成する場合には、予め準備した初期の（未学習の）学習済みモデルに対して機械学習を行うとよい。機械学習実行部 1 4 は、生成する学習済みモデルについて、教師データ生成部 1 2 が教師データを生成する際の画像処理部 1 2 1 での画像処理条件、判定対象特

【 0 0 4 4 】

続いて、以上のように構成される検査装置 1 の動作を、学習モードと検査モードのそれぞれについて説明する。

【 0 0 4 5 】

〔学習モードにおける動作〕

図 1 1 は、学習モードでの検査装置 1 の動作の手順を示すフローチャートである。学習モードは、検査装置 1 の操作インタフェース 1 8 にて学習モードを選択することにより開始される。学習モードが開始されると、ディスプレイ 1 6 に学習モード用の操作画面が表示される。ユーザは、この学習モード用の操作画面を以下の手順で操作することによって、教師データの生成及び、学習済みモデルに対する機械学習を行うことができる。

【 0 0 4 6 】

はじめに、教師データ生成部 1 2 は、ユーザによる入力画像を選択する操作を受け付ける（ステップ S 1 0 0 ）。入力画像は、検査部 1 0 にて実際に撮影された被検査物 2 の画像であってもよいし、学習用に別途準備された画像であってもよい。続いて、教師データ生成部 1 2 は、ユーザによる学習済みモデルを選択する操作を受け付ける（ステップ S 1 1 0 ）。ここで選択される学習済みモデルは、後段の機械学習において追加の学習が行われる対象となる。なお、新規に学習済みモデルを生成する場合には、ステップ S 1 1 0 を省略してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

続いて、教師データ生成部 1 2 は、画像処理条件を選択する操作を受け付け、選択に応じた画像処理を実施する（ステップ S 1 2 0）。具体的には、操作画面に表示される画像処理条件の選択項目をユーザが選ぶことにより、画像処理条件が選択される。このとき、教師データ生成部 1 2 は、選択された画像処理条件での画像処理を入力画像に施した結果を、選択が確定する前に確認しやすくすべく、プレビュー画像をディスプレイ 1 6 に表示させるとよい。選択が確定されると、画像処理部 1 2 1 は、選択内容に応じた画像処理を実施して処理済み画像を出力する。

【 0 0 4 8 】

続いて、教師データ生成部 1 2 は、判定対象特定部 1 2 2 での判定条件を設定する操作を受け付け、設定に応じた判定を実施する（ステップ S 1 3 0）。具体的には、操作画面に表示される判定条件の選択項目をユーザが選ぶことにより、画像処理条件が設定される。このとき、教師データ生成部 1 2 は、選択された判定条件での除去対象物 2 B の候補の抽出結果を、選択が確定する前に確認しやすくすべく、抽出結果を入力画像に重畳したプレビュー画像をディスプレイ 1 6 に表示させるとよい。選択が確定されると、判定対象特定部 1 2 2 は、選択内容に応じた判定（除去対象物 2 B の候補の抽出）を実施する。

【 0 0 4 9 】

続いて、教師データ生成部 1 2 は、画像切出し部 1 2 3 で判定対象画像を切出す条件の設定を受け付け、設定に応じた判定対象画像の切出しを実施する（ステップ S 1 4 0）具体的には、操作画面に表示される、判定対象画像のサイズ、正規化の要否等の設定項目に所望の設定を入力することにより、判定対象画像を切出す条件が設定される。切出す条件の設定が確定されると、画像切出し部 1 2 3 は、設定内容に応じて判定対象画像の切出し処理を実施する。このとき切出された判定対象画像は、正常品 2 A か除去対象物 2 B かの振り分けがされていない判定対象画像用のフォルダに格納される。

【 0 0 5 0 】

なお、ステップ S 1 1 0 において選択した学習済みモデルに画像処理条件、判定条件、及び切出し条件が関連付けられている場合、教師データ生成部 1 2 はステップ S 1 2 0 ~ ステップ S 1 4 0 を省略しつつ、学習済みモデルに関連付けられている画像処理条件、判定条件及び切出し条件が選択・されたものとして以後の処理を行うようにしてもよい。このようにすれば、学習済みモデルに対する過去に行われた機械学習と同じ条件で、追加の機械学習を行うことができ、学習済みモデルの高精度化が期待できる。

【 0 0 5 1 】

続いて、教師データ生成部 1 2 は、ステップ S 1 4 0 で切り出した判定対象画像のそれぞれについて、正常品 2 A と除去対象物 2 B のいずれに振り分けるかを選択する操作を受け付け、選択に応じて判定対象画像と判定結果とを対応付けた教師データとして記録する（ステップ S 1 5 0）。

【 0 0 5 2 】

ステップ S 1 5 0 に続いて、機械学習実行部 1 4 は、ステップ S 1 5 0 で生成した教師データに基づく機械学習を実行する指示を受け付け、当該指示に応じて学習用プログラムを実行して学習済みモデルに対する機械学習を実施する（ステップ S 1 6 0）。このとき、機械学習実行部 1 4 は、既存の学習済みモデルに対して追加的に機械学習を実施するか、新規に学習済みモデルを生成するのかをユーザに選択させるインタフェースを操作画面に表示する。既存の学習済みモデルに追加的に機械学習を実施する場合、ユーザに学習済みモデルを選択させるメニューを提示するとよい。なお、この段階での学習済みモデルの選択を省略し、ステップ S 1 1 0 で選択した学習済みモデルに対して機械学習を実施するように構成してもよい。そして、ステップ S 1 6 0 での機械学習を終了すると、学習モードでの一連の処理が完了となる。

【 0 0 5 3 】

〔 検査モードにおける動作 〕

図 1 2 は、検査モードでの検査装置 1 の動作の手順を示すフローチャートである。検査

10

20

30

40

50

モードは、検査装置 1 の操作インタフェース 1 8 にて検査モードを選択することにより開始される。検査モードが開始されると、ディスプレイ 1 6 に検査モード用の操作画面が表示される。ユーザは、この検査モード用の操作画面を以下の手順で操作することによって、被検査物 2 の検査を行うことができる。

【 0 0 5 4 】

はじめに、検査装置 1 は、ユーザによる検査条件を設定する操作を受け付ける（ステップ S 2 0 0）。検査条件としては、画像撮影時の X 線や可視光等の照射強度、露光時間、搬送速度等の一般的な検査装置の条件に加え、除去対象物 2 B の判定に用いる学習済みモデルの選択が含まれる。

【 0 0 5 5 】

検査条件の設定が完了すると、ユーザによる所定の操作に応じて、検査部 1 0 は被検査物 2 の検査を開始する。すなわち、検査部 1 0 は、被検査物 2 を撮影位置まで搬送して撮影を行い（ステップ S 2 1 0）、撮影した画像を学習済みモデルに入力して画像中に除去対象物 2 B が含まれているか否かを判定する。具体的には、学習済みモデルは画像中に写る被検査物 2 のそれぞれに対して 0 から 1 の数値（スコア）を出力する。このスコアは、例えば 1 に近いほど除去対象物 2 B である可能性が高いという判定結果を表している。検査部 1 0 では、学習済みモデルが出力するスコアに対して所定の閾値を設け、当該閾値以上のスコアの被検査物 2 を除去対象物 2 B とし、この除去対象物 2 B について必要な処理を行う（ステップ S 2 2 0）。ここで、必要な処理とは、例えば、撮影した画像とともに除去対象物 2 B を示す図形（例えば枠）をディスプレイ 1 6 に表示する処理、除去対象物 2 B を除去する処理、除去対象物 2 B と正常品 2 A とを振り分ける処理等である。以上で 1 単位の被検査物 2 に対する検査が完了となる。なお、被検査物 2 が連続して検査装置 1 に送り込まれる場合、検査装置 1 は上記の一連の工程を繰り返すことで連続的に被検査物 2 の検査を実施する。

【 0 0 5 6 】

以上のような構成により、検査装置 1 は、学習モードにおいて学習用プログラムを入力する教師データを素早く大量に生成することができ、生成した教師データを入力として機械学習することにより学習済みモデルを生成することができる。そして検査モードにおいては、学習モードで生成した学習済みモデルを用いて精度の高い検査を行うことが可能となる。

【 0 0 5 7 】

〔実施形態の変形〕

なお、上記に本実施形態を説明したが、本発明はこれらの例に限定されるものではない。

例えば、上記実施形態では、教師データ生成部 1 2 及び機械学習実行部 1 4 は、検査装置 1 に内蔵されていたが、教師データ生成部 1 2 及び機械学習実行部 1 4 は、検査装置 1 に内蔵されずに個別の教師データ生成装置、あるいは学習済みモデル生成装置として提供されてもよい。例えば、上記の教師データ生成部 1 2 及び機械学習実行部 1 4 として機能させるコンピュータプログラムをコンピュータに実行させることにより教師データ生成部 1 2 及び機械学習実行部 1 4 を実現してもよい。

【 0 0 5 8 】

また、上記の実施形態では、判定対象画像抽出部 1 2 0 は画像切出し部 1 2 3 を備え、この画像切出し部 1 2 3 が入力画像から判定対象を含む判定対象画像を切り出して出力したが、判定対象画像抽出部 1 2 0 が判定対象画像を切り出すことなく処理する構成としてもよい。例えば、入力画像に含まれる判定対象を判定対象特定部 1 2 2 で特定し、特定した判定対象について入力画像内にてラベリング処理を行うように（つまり、別画像として切り出すことなく入力画像内で特定された判定対象を識別できるように）構成してもよい。この場合、入力画像内に含まれる各判定対象について、それぞれ正常品か非正常品かを振り分けるように構成するとよい。

【 0 0 5 9 】

また、前述の各実施形態に対して、当業者が適宜、構成要素の追加、削除、設計変更を行ったものや、各実施形態の特徴を適宜組み合わせたものも、本発明の要旨を備えている限り、本発明の範囲に含有される。

【符号の説明】

【0060】

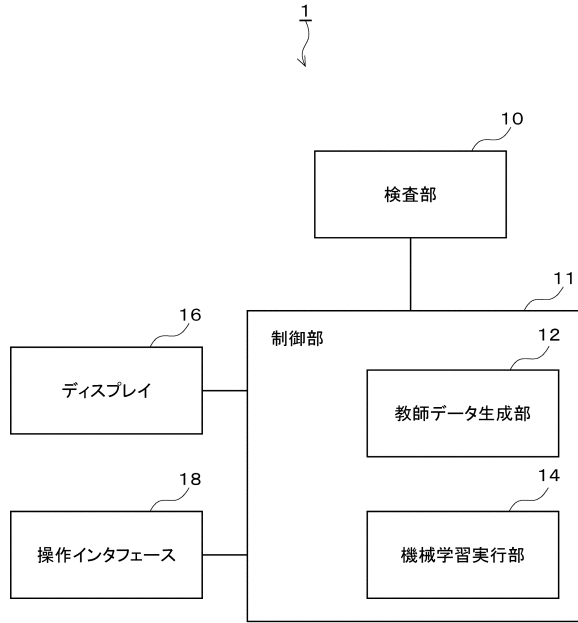
1	検査装置	
10	検査部	
12	教師データ生成部	
120	判定対象画像抽出部	
121	画像処理部	10
122	判定対象特定部	
123	画像切出し部	
124	表示制御部	
125	振分処理部	
126	教師データ記憶部	
14	機械学習実行部	
16	ディスプレイ	
18	操作インタフェース	
2	被検査物	
2A	正常品	20
2B	除去対象物	

【要約】

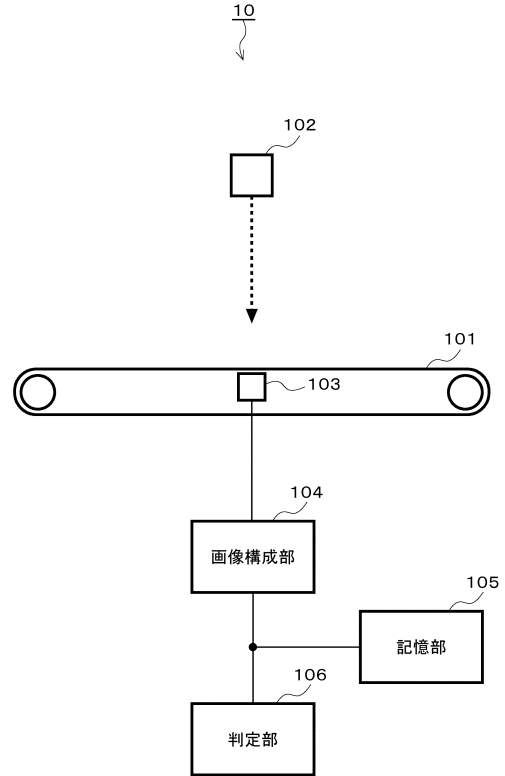
学習用プログラムに入力する教師データを素早く大量に生成することが可能な教師データ生成装置を提供する。

本発明の教師データ生成装置(12)は、機械学習に用いられる教師データを生成する。教師データ生成装置が生成した教師データを用いて機械学習により生成される学習済みモデルは、被検査物を撮像した画像を当該学習済みモデルに入力することにより被検査物が正常品か否かの検査を行う検査装置で用いられる。教師データ生成装置は、被検査物が写る入力画像から、所定の条件を満たす判定対象を含んだ1以上の判定対象画像を抽出する判定対象画像抽出部(120)と、判定対象画像に写る被検査物を正常品と非正常品のいずれかに振り分ける振分操作に基づき、それぞれの判定対象画像と振り分けの結果とを対応付ける振分処理部(25)と、それぞれの判定対象画像と振り分けの結果とが対応付けられた教師データを記憶する教師データ記憶部(126)とを備える。

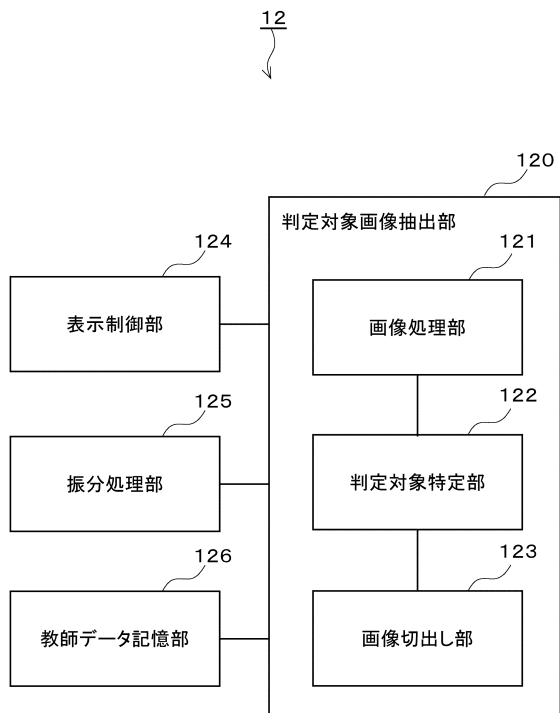
【図1】



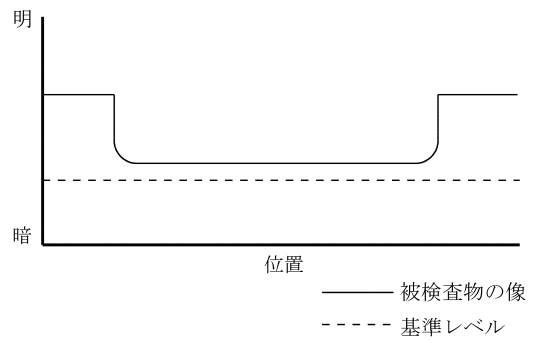
【図2】



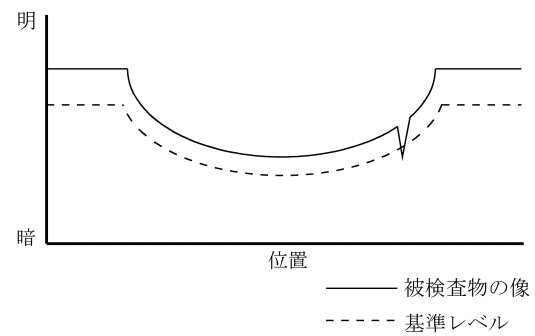
【図3】



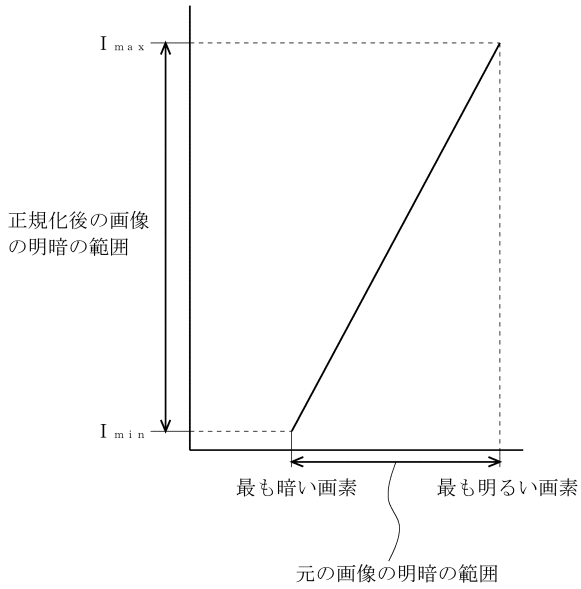
【図4】



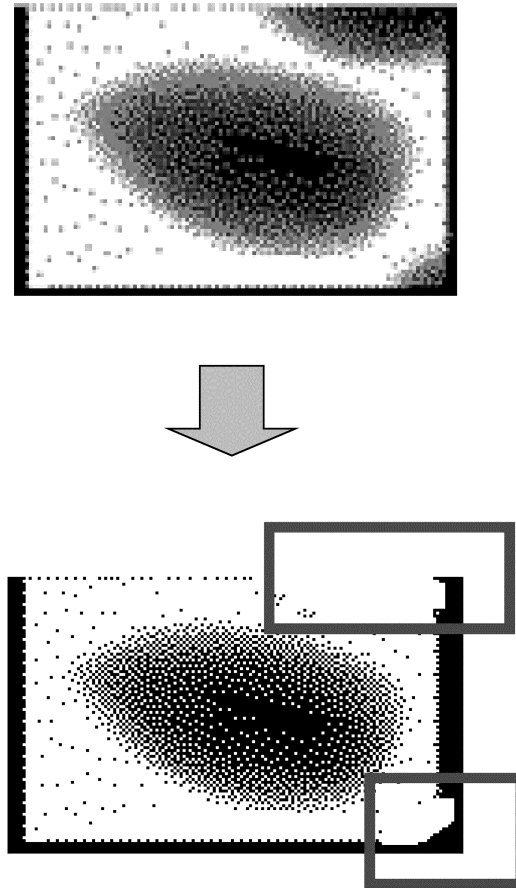
【図5】



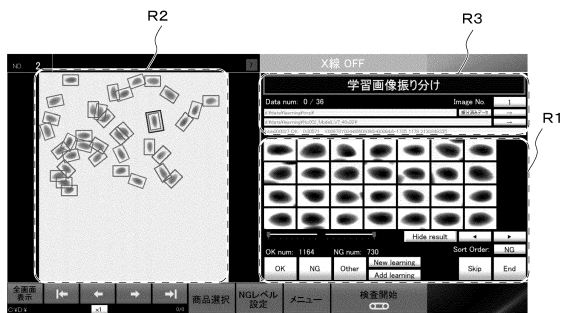
【図6】



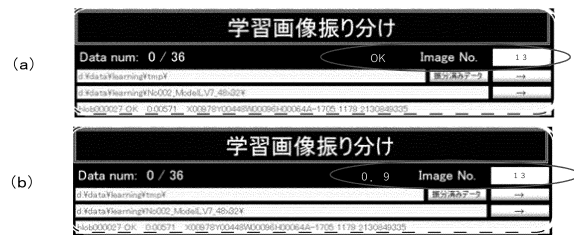
【図7】



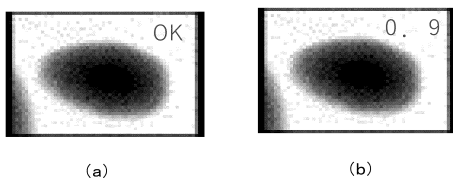
【図8】



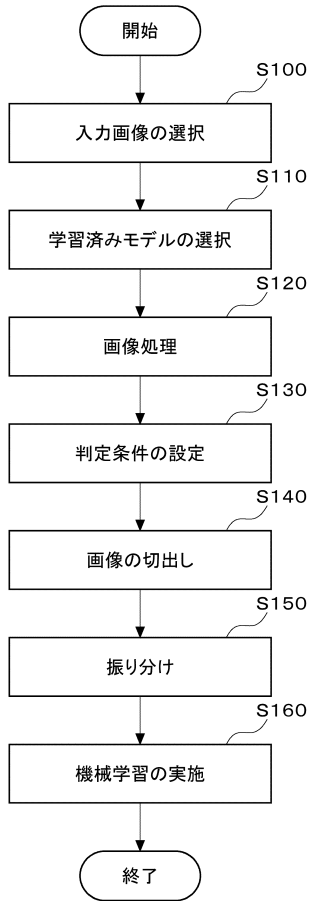
【図10】



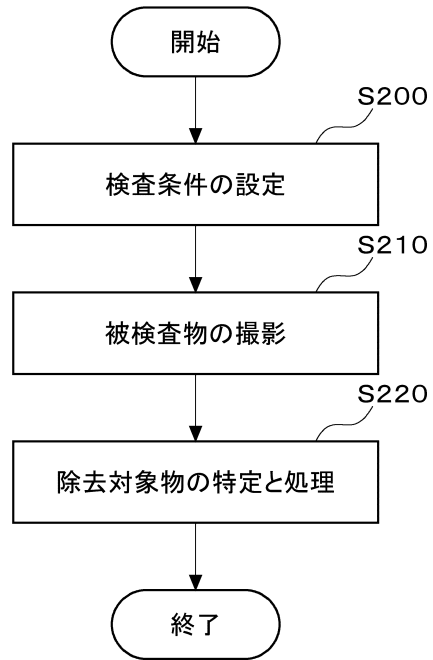
【図9】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2014-153906(JP,A)
特開2018-5639(JP,A)
国際公開第2018/150607(WO,A1)
特開2011-89920(JP,A)
特開2016-156647(JP,A)
特表2017-509903(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

- ・IPC
- G01N 21/00 - 21/01、21/17 - 21/61、
21/84 - 21/958、
23/00 - 23/2276
- G06T 1/00 - 1/40、3/00 - 9/40