

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6766839号
(P6766839)

(45) 発行日 令和2年10月14日(2020.10.14)

(24) 登録日 令和2年9月23日(2020.9.23)

(51) Int. Cl.	F I				
G06N 20/00	(2019.01)	G06N 20/00	130		
G06T 7/00	(2017.01)	G06T 7/00	610C		
G06N 3/02	(2006.01)	G06T 7/00	350C		
G10L 15/16	(2006.01)	G06N 3/02			
G10L 15/10	(2006.01)	G10L 15/16			

請求項の数 11 (全 55 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-47292 (P2018-47292)
 (22) 出願日 平成30年3月14日(2018.3.14)
 (65) 公開番号 特開2019-159961 (P2019-159961A)
 (43) 公開日 令和1年9月19日(2019.9.19)
 審査請求日 令和2年3月5日(2020.3.5)

(73) 特許権者 000002945
 オムロン株式会社
 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
 動堂町801番地
 (74) 代理人 100124039
 弁理士 立花 顕治
 (74) 代理人 100179213
 弁理士 山下 未知子
 (74) 代理人 100170542
 弁理士 榎田 剛
 (72) 発明者 井尻 善久
 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
 動堂町801番地 オムロン株式会社内
 審査官 渡部 博樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 検査システム、画像識別システム、識別システム、識別器生成システム、及び学習データ生成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

製品の良否を検査する検査システムであって、
 前記製品の写る第1画像データ、及び前記第1画像データに写る前記製品の良否の判定に対する正解を示す第1正解データを取得するデータ取得部と、
 前記第1画像データに所定の変換処理を適用することで、それぞれ前記製品の写る複数件の第2画像データを前記第1画像データから生成する第1生成部と、
 与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2画像データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2画像データを学習データとして採用するか否かを判定する判定部と、
 学習データとして採用すると判定された第2画像データに、前記第1正解データに基づいて決定された、前記第2画像データに写る前記製品の良否の判定に対する正解を示す第2正解データを付与することで、当該第2画像データ及び当該第2正解データの対で構成された学習用データセットを生成する第2生成部と、
 生成した前記学習用データセットを利用した機械学習を実施することで、前記製品の良否を判定する能力を習得した学習済みの第2識別器を構築する学習処理部と、
 検査の対象となる前記製品の写る対象画像データを取得する対象データ取得部と、
 取得した前記対象画像データを前記第2識別器に入力することで前記第2識別器から得られる出力に基づいて、前記対象画像データに写る前記製品の良否を判定する良否判定部

と、
を備え、

前記第1識別器は、第3画像データから構成される画像データ群に対して、当該第3画像データに類似する第4画像データを生成するように機械学習する生成モデルと、入力された入力データが、前記生成モデル由来の前記第4画像データであるか、前記画像データ群由来の前記第3画像データであるかを識別するように機械学習する識別モデルとを含むネットワークであって、前記生成モデルは、前記識別モデルが識別を誤るような前記第3画像データに類似する前記第4画像データを生成するように機械学習を繰り返し、前記識別モデルは、繰り返し機械学習された前記生成モデルにより生成される前記第4画像データと前記第3学習データとを識別するように機械学習する、ネットワークのうちの前記識別モデルにより構成される、
検査システム。

【請求項2】

前記第1生成部は、フォトメトリックな変換、ジオメトリックな変換、画像の合成、画像の置換及びこれらの組合せから選択された変換処理を前記第1画像データに適用することで、前記第1画像データから複数件の第2画像データを生成する、
請求項1に記載の検査システム。

【請求項3】

製品の写る第1画像データ、及び前記第1画像データに写る前記製品の良否の判定に対する正解を示す第1正解データを取得するデータ取得部と、

前記第1画像データに所定の変換処理を適用することで、それぞれ前記製品の写る複数件の第2画像データを前記第1画像データから生成する第1生成部と、

与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2画像データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2画像データを学習データとして採用するか否かを判定する判定部と、

学習データとして採用すると判定された第2画像データに、前記第1正解データに基づいて決定された、前記第2画像データに写る前記製品の良否の判定に対する正解を示す第2正解データを付与することで、当該第2画像データ及び当該第2正解データの対で構成された学習用データセットを生成する第2生成部と、

生成した前記学習用データセットを利用した機械学習を実施することで、前記製品の良否を判定する能力を習得した学習済みの第2識別器を構築する学習処理部と、
を備え、

前記第1識別器は、第3画像データから構成される画像データ群に対して、当該第3画像データに類似する第4画像データを生成するように機械学習する生成モデルと、入力された入力データが、前記生成モデル由来の前記第4画像データであるか、前記画像データ群由来の前記第3画像データであるかを識別するように機械学習する識別モデルとを含むネットワークであって、前記生成モデルは、前記識別モデルが識別を誤るような前記第3画像データに類似する前記第4画像データを生成するように機械学習を繰り返し、前記識別モデルは、繰り返し機械学習された前記生成モデルにより生成される前記第4画像データと前記第3学習データとを識別するように機械学習する、ネットワークのうちの前記識別モデルにより構成される、
識別器生成システム。

【請求項4】

製品の写る第1画像データ、及び前記第1画像データに写る前記製品の良否の判定に対する正解を示す第1正解データを取得するデータ取得部と、

前記第1画像データに所定の変換処理を適用することで、それぞれ前記製品の写る複数件の第2画像データを前記第1画像データから生成する第1生成部と、

与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2画像データを入力することで当該第1識別器か

10

20

30

40

50

ら得られる出力に基づいて、各件の第2画像データを学習データとして採用するか否かを判定する判定部と、

学習データとして採用すると判定された第2画像データに、前記第1正解データに基づいて決定された、前記第2画像データに写る前記製品の良否の判定に対する正解を示す第2正解データを付与することで、当該第2画像データ及び当該第2正解データの対で構成された学習用データセットを生成する第2生成部と、
を備え、

前記第1識別器は、第3画像データから構成される画像データ群に対して、当該第3画像データに類似する第4画像データを生成するように機械学習する生成モデルと、入力された入力データが、前記生成モデル由来の前記第4画像データであるか、前記画像データ群由来の前記第3画像データであるかを識別するように機械学習する識別モデルとを含むネットワークであって、前記生成モデルは、前記識別モデルが識別を誤るような前記第3画像データに類似する前記第4画像データを生成するように機械学習を繰り返し、前記識別モデルは、繰り返し機械学習された前記生成モデルにより生成される前記第4画像データと前記第3学習データとを識別するように機械学習する、ネットワークのうちの前記識別モデルにより構成される、
学習データ生成装置。

【請求項5】

所定の被写体の写る第1画像データを取得するデータ取得部と、

前記第1画像データに所定の変換処理を適用することで、それぞれ前記被写体の写る複数件の第2画像データを前記第1画像データから生成する第1生成部と、

与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2画像データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2画像データを学習データとして採用するか否かを判定する判定部と、

学習データとして採用すると判定された第2画像データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の当該第2画像データにより構成された学習用データ群を生成する第2生成部と、

生成した前記学習用データ群を利用した機械学習を実施することで、前記被写体の特徴を識別する能力を習得した学習済みの第2識別器を構築する学習処理部と、

特徴を識別する対象となる前記被写体の写る対象画像データを取得する対象データ取得部と、

取得した前記対象画像データを前記第2識別器に入力することで前記第2識別器から得られる出力に基づいて、前記対象画像データに写る前記被写体の特徴を識別する識別部と、

を備え、

前記第1識別器は、第3画像データから構成される画像データ群に対して、当該第3画像データに類似する第4画像データを生成するように機械学習する生成モデルと、入力された入力データが、前記生成モデル由来の前記第4画像データであるか、前記画像データ群由来の前記第3画像データであるかを識別するように機械学習する識別モデルとを含むネットワークであって、前記生成モデルは、前記識別モデルが識別を誤るような前記第3画像データに類似する前記第4画像データを生成するように機械学習を繰り返し、前記識別モデルは、繰り返し機械学習された前記生成モデルにより生成される前記第4画像データと前記第3学習データとを識別するように機械学習する、ネットワークのうちの前記識別モデルにより構成される、
画像識別システム。

【請求項6】

所定の被写体の写る第1画像データを取得するデータ取得部と、

前記第1画像データに所定の変換処理を適用することで、それぞれ前記被写体の写る複数件の第2画像データを前記第1画像データから生成する第1生成部と、

与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2画像データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2画像データを学習データとして採用するか否かを判定する判定部と、

学習データとして採用すると判定された第2画像データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の当該第2画像データにより構成された学習用データ群を生成する第2生成部と、

生成した前記学習用データ群を利用した機械学習を実施することで、前記被写体の特徴を識別する能力を習得した学習済みの第2識別器を構築する学習処理部と、
を備え、

前記第1識別器は、第3画像データから構成される画像データ群に対して、当該第3画像データに類似する第4画像データを生成するように機械学習する生成モデルと、入力された入力データが、前記生成モデル由来の前記第4画像データであるか、前記画像データ群由来の前記第3画像データであるかを識別するように機械学習する識別モデルとを含むネットワークであって、前記生成モデルは、前記識別モデルが識別を誤るような前記第3画像データに類似する前記第4画像データを生成するように機械学習を繰り返し、前記識別モデルは、繰り返し機械学習された前記生成モデルにより生成される前記第4画像データと前記第3学習データとを識別するように機械学習する、ネットワークのうちの前記識別モデルにより構成される、
識別器生成システム。

【請求項7】

所定の被写体の写る第1画像データを取得するデータ取得部と、

前記第1画像データに所定の変換処理を適用することで、それぞれ前記被写体の写る複数件の第2画像データを前記第1画像データから生成する第1生成部と、

与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2画像データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2画像データを学習データとして採用するか否かを判定する判定部と、

学習データとして採用すると判定された第2画像データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の当該第2画像データにより構成された学習用データ群を生成する第2生成部と、
を備え、

前記第1識別器は、第3画像データから構成される画像データ群に対して、当該第3画像データに類似する第4画像データを生成するように機械学習する生成モデルと、入力された入力データが、前記生成モデル由来の前記第4画像データであるか、前記画像データ群由来の前記第3画像データであるかを識別するように機械学習する識別モデルとを含むネットワークであって、前記生成モデルは、前記識別モデルが識別を誤るような前記第3画像データに類似する前記第4画像データを生成するように機械学習を繰り返し、前記識別モデルは、繰り返し機械学習された前記生成モデルにより生成される前記第4画像データと前記第3学習データとを識別するように機械学習する、ネットワークのうちの前記識別モデルにより構成される、
学習データ生成装置。

【請求項8】

所定の特徴を含む第1データを取得するデータ取得部と、

前記第1データに所定の変換処理を適用することで、前記第1データから複数件の第2データを生成する第1生成部と、

与えられたデータを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2データを学習データとして採用するか否かを判定する判定部と、

10

20

30

40

50

学習データとして採用すると判定された第2データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の当該第2データにより構成された学習用データ群を生成する第2生成部と、

生成した学習用データ群を利用した機械学習を実施することで、前記特徴を識別する能力を習得した学習済みの第2識別器を構築する学習処理部と、

識別する対象となる特徴を含む対象データを取得する対象データ取得部と、

取得した前記対象データを前記第2識別器に入力することで前記第2識別器から得られる出力に基づいて、前記対象データに含まれる前記特徴を識別する識別部と、
を備え、

前記第1識別器は、第3データから構成されるデータ群に対して、当該第3データに類似する第4データを生成するように機械学習する生成モデルと、入力された入力データが、前記生成モデル由来の前記第4データであるか、前記データ群由来の前記第3データであるかを識別するように機械学習する識別モデルとを含むネットワークであって、前記生成モデルは、前記識別モデルが識別を誤るような前記第3データに類似する前記第4データを生成するように機械学習を繰り返し、前記識別モデルは、繰り返し機械学習された前記生成モデルにより生成される前記第4データと前記第3学習データとを識別するように機械学習する、ネットワークのうちの前記識別モデルにより構成される、
識別システム。

【請求項9】

前記第1データは、音データであり、

前記第1生成部は、タイムストレッチ、ピッチシフト、マスキング、振幅の変換、音の合成及びこれらの組合せから選択された変換処理を前記第1データに適用することで、前記第1データから複数件の第2データを生成する、
請求項8に記載の識別システム。

【請求項10】

所定の特徴を含む第1データを取得するデータ取得部と、

前記第1データに所定の変換処理を適用することで、前記第1データから複数件の第2データを生成する第1生成部と、

与えられたデータを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2データを学習データとして採用するか否かを判定する判定部と、

学習データとして採用すると判定された第2データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の当該第2データにより構成された学習用データ群を生成する第2生成部と、

生成した学習用データ群を利用した機械学習を実施することで、前記特徴を識別する能力を習得した学習済みの第2識別器を構築する学習処理部と、
を備え、

前記第1識別器は、第3データから構成されるデータ群に対して、当該第3データに類似する第4データを生成するように機械学習する生成モデルと、入力された入力データが、前記生成モデル由来の前記第4データであるか、前記データ群由来の前記第3データであるかを識別するように機械学習する識別モデルとを含むネットワークであって、前記生成モデルは、前記識別モデルが識別を誤るような前記第3データに類似する前記第4データを生成するように機械学習を繰り返し、前記識別モデルは、繰り返し機械学習された前記生成モデルにより生成される前記第4データと前記第3学習データとを識別するように機械学習する、ネットワークのうちの前記識別モデルにより構成される、
識別器生成システム。

【請求項11】

所定の特徴を含む第1データを取得するデータ取得部と、

前記第1データに所定の変換処理を適用することで、前記第1データから複数件の第2

10

20

30

40

50

データを生成する第1生成部と、

与えられたデータを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2データを学習データとして採用するか否かを判定する判定部と、

学習データとして採用すると判定された第2データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の当該第2データにより構成された学習用データ群を生成する第2生成部と、

を備え、

前記第1識別器は、第3データから構成されるデータ群に対して、当該第3データに類似する第4データを生成するように機械学習する生成モデルと、入力された入力データが、前記生成モデル由来の前記第4データであるか、前記データ群由来の前記第3データであるかを識別するように機械学習する識別モデルを含むネットワークであって、前記生成モデルは、前記識別モデルが識別を誤るような前記第3データに類似する前記第4データを生成するように機械学習を繰り返し、前記識別モデルは、繰り返し機械学習された前記生成モデルにより生成される前記第4データと前記第3学習データとを識別するように機械学習する、ネットワークのうちの前記識別モデルにより構成される、学習データ生成装置。

10

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、検査システム、画像識別システム、識別システム、識別器生成システム、及び学習データ生成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、製造ライン等の製品を製造する場面では、製造される製品を撮影装置により撮影し、得られた画像データに基づいて製品の良否を検査する技術が利用されている。例えば、特許文献1では、学習済みの第1のニューラルネットワークに基づいて画像に写る検査対象物が正常であるか異常であるかを判定し、検査対象物が異常であると判定した場合に、学習済みの第2のニューラルネットワークに基づいて当該異常の種類を分類する検査装置が提案されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-026982号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本件発明者は、特許文献1のようなニューラルネットワーク等の学習モデルで構成された識別器を利用して、画像データから製品の良否を判定する従来の技術には、次のような問題が生じ得ることを見出した。すなわち、製品の良否を判定する能力を学習モデルに習得させる機械学習を行うためには、機械学習として教師あり学習を採用する場合、学習データとして利用する画像データと、その画像データに写る製品の良否の判定に対する正解を示す正解データとの対で構成された学習用データセットを用意することになる。この学習用データセットの件数が少ないと、学習済みの学習モデル(識別器)による良否の判定精度が不十分になってしまう。一方で、識別器の判定精度を高めるために十分な件数の学習用データセットを用意するにはコストがかかってしまう。

40

【0005】

そこで、本件発明者は、学習データとして用意した画像データから複数件の異なる画像

50

データを量産し、量産した複数件の画像データを学習データとして利用することを検討した。しかしながら、量産された複数件の画像データには、製品の良否が正しく表れていない可能性がある。そのため、量産された複数件の画像データは、量産された複数件の画像データは学習データとして適切かどうか不明である。学習データとして適切でない画像データが含まれている場合には、その量産された複数件の画像データを学習データとして利用して機械学習を行っても、精度の高い良否判定を実行可能な識別器を得ることができないという問題点が生じ得る。

【0006】

なお、この問題点は、製品の良否を判定する場面及び教師あり学習を実施する場面に特有のものではない。画像データから被写体の何らかの特徴を識別する場面、画像データ以外のデータから何らかの特徴を識別する場面等、学習データを利用した機械学習により識別器を構築するあらゆる場面で同様の問題点が生じ得る。すなわち、学習モデルの機械学習を行うためには、学習データとして利用するデータを用意することになる。この学習データの件数が少ないと、識別器により対象のデータから所定の特徴を識別する精度が不十分になってしまう。一方で、特徴を識別する精度を高めるために、十分な件数の学習データを用意するにはコストがかかってしまう。

10

【0007】

本発明は、一側面では、このような実情を鑑みてなされたものであり、その目的は、低コストで推論精度の高い識別器を生成可能な技術を提供することである。

【課題を解決するための手段】

20

【0008】

本発明は、上述した課題を解決するために、以下の構成を採用する。

【0009】

すなわち、本発明の一側面に係る検査システムは、製品の良否を検査する検査システムであって、前記製品の写る第1画像データ、及び前記第1画像データに写る前記製品の良否の判定に対する正解を示す第1正解データを取得するデータ取得部と、前記第1画像データに所定の変換処理を適用することで、それぞれ前記製品の写る複数件の第2画像データを前記第1画像データから生成する第1生成部と、与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2画像データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2画像データを学習データとして採用するか否かを判定する判定部と、学習データとして採用すると判定された第2画像データに、前記第1正解データに基づいて決定された、前記第2画像データに写る前記製品の良否の判定に対する正解を示す第2正解データを付与することで、当該第2画像データ及び当該第2正解データの対で構成された学習用データセットを生成する第2生成部と、生成した前記学習用データセットを利用した機械学習を実施することで、前記製品の良否を判定する能力を習得した学習済みの第2識別器を構築する学習処理部と、検査の対象となる前記製品の写る対象画像データを取得する対象データ取得部と、取得した前記対象画像データを前記第2識別器に入力することで前記第2識別器から得られる出力に基づいて、前記対象画像データに写る前記製品の良否を判定する良否判定部と、を備える。

30

40

【0010】

当該構成に係る検査システムは、学習データとして採用するか否かを判定する能力を習得した第1識別器を利用して、第1画像データに所定の変換処理を適用することで生成された各件の第2画像データの学習データとしての適格性を判定する。次に、当該構成に係る検査システムは、学習データとして採用すると判定された第2画像データにより学習用データセットを生成し、生成した学習用データセットを利用した機械学習を実施することで、製品の良否を判定する能力を習得した第2識別器を構築する。そして、当該構成に係る検査システムは、構築された第2識別器を利用して、対象画像データに写る製品の良否を判定する。

【0011】

50

したがって、当該構成によれば、第1画像データに所定の変換処理を適用することで、学習データの候補となる第2画像データを量産することができるため、十分な件数の学習用データセットを低コストで用意することができる。加えて、第1識別器による判定の結果に基づいて、学習データとして不適切な第2画像データを学習データの候補から除外することができる。すなわち、第1識別器を利用することで、学習データとして不適切な第2画像データが第2識別器の機械学習に利用されないようにすることができる。そのため、十分な件数の適切な学習用データセットを低コストで用意することができ、用意した学習用データセットを利用した機械学習を実施することで、製品の良否を判定する精度の比較的高い第2識別器を構築することができる。よって、当該構成によれば、低コストで推論（良否の判定）精度の比較的高い識別器（第2識別器）を生成することができる。

10

【0012】

なお、「製品」は、特に限定されなくてもよく、実施の形態に応じて適宜選択されてよい。「製品」は、例えば、電子部品、自動車部品等の製造ラインで搬送される物であってよい。電子部品は、例えば、基盤、チップコンデンサ、液晶、リレーの巻線等である。自動車部品は、例えば、コンロッド、シャフト、エンジブロック、パワーウィンドウスイッチ、パネル等である。「良否の判定」は、製品に欠陥があるか否かを単に判定することであってもよいし、製品に欠陥がある否かを判定することに加えて、その欠陥の種類を識別することを含んでもよい。欠陥は、例えば、傷、汚れ、クラック、打痕、埃、バリ、色ムラ等である。「学習データ」は、「訓練データ」とも称されてよい。「変換処理」は、第1画像データの少なくとも一部を変更する処理であって、第1画像データと完全には一

20

【0013】

上記一側面に係る検査システムにおいて、前記第1生成部は、フォトメトリックな変換、ジオメトリックな変換、画像の合成、画像の置換及びこれらの組合せから選択された変換処理を前記第1画像データに適用することで、前記第1画像データから複数件の第2画像データを生成してもよい。当該構成によれば、学習データの候補となる第2画像データを低コストで量産することができ、これによって、推論精度の比較的高い識別器（第2識別器）をより低コストで生成することができるようになる。なお、フォトメトリックな変換処理とは、画像の輝度等の明るさを変換する処理であり、例えば、明度の変換処理等である。ジオメトリックな変換処理とは、画像の空間座標を変換する処理であり、例えば

30

【0014】

上記一側面に係る検査システムにおいて、前記第1識別器は、第3画像データから構成される画像データ群に対して、当該第3画像データに類似する第4画像データを生成するように機械学習する生成モデルと、入力された入力データが、前記生成モデル由来の前記第4画像データであるか、前記画像データ群由来の前記第3画像データであるかを識別するように機械学習する識別モデルとを含むネットワークであって、前記生成モデルは、前記識別モデルが識別を誤るような前記第3画像データに類似する前記第4画像データを生成するように機械学習を繰り返し、前記識別モデルは、繰り返し機械学習された前記生成モデルにより生成される前記第4画像データと前記第3学習データとを識別するように機械学習する、ネットワークのうちの前記識別モデルにより構成されてよい。当該構成によれば、第2画像データの画像データとしての適格性を適切に判定可能な第1識別器を用意することができるため、推論精度のより高い識別器（第2識別器）を低コストで生成することができるようになる。

40

【0015】

上記一側面に係る検査システムにおいて、前記判定部は、第5画像データと、前記第5画像データを前記学習データとして採用するか否かの正解を示す第3正解データとを利用

50

した機械学習により生成された学習済みの学習器を前記第1識別器として利用してもよい。当該構成によれば、第2画像データの画像データとしての適格性を適切に判定可能な第1識別器を用意することができるため、推論精度のより高い識別器(第2識別器)を低コストで生成することができるようになる。

【0016】

また、上記各形態に係る検査システムから、例えば、学習データ群を生成する部分、第2識別器を構築する部分等の一部分を抽出して他の形態に係るシステム又は装置を構成してもよい。

【0017】

例えば、本発明の一側面に係る識別器生成システムは、製品の写る第1画像データ、及び前記第1画像データに写る前記製品の良否の判定に対する正解を示す第1正解データを取得するデータ取得部と、前記第1画像データに所定の変換処理を適用することで、それぞれ前記製品の写る複数件の第2画像データを前記第1画像データから生成する第1生成部と、与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2画像データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2画像データを学習データとして採用するか否かを判定する判定部と、学習データとして採用すると判定された第2画像データに、前記第1正解データに基づいて決定された、前記第2画像データに写る前記製品の良否の判定に対する正解を示す第2正解データを付与することで、当該第2画像データ及び当該第2正解データの対で構成された学習用データセットを生成する第2生成部と、生成した前記学習用データセットを利用した機械学習を実施することで、前記製品の良否を判定する能力を習得した学習済みの第2識別器を構築する学習処理部と、を備える。

【0018】

また、例えば、本発明の一側面に係る学習データ生成装置は、製品の写る第1画像データ、及び前記第1画像データに写る前記製品の良否の判定に対する正解を示す第1正解データを取得するデータ取得部と、前記第1画像データに所定の変換処理を適用することで、それぞれ前記製品の写る複数件の第2画像データを前記第1画像データから生成する第1生成部と、与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2画像データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2画像データを学習データとして採用するか否かを判定する判定部と、学習データとして採用すると判定された第2画像データに、前記第1正解データに基づいて決定された、前記第2画像データに写る前記製品の良否の判定に対する正解を示す第2正解データを付与することで、当該第2画像データ及び当該第2正解データの対で構成された学習用データセットを生成する第2生成部と、を備える。

【0019】

また、上記各形態に係る検査システム、製品の写る画像データ以外の画像データから何らかの特徴を識別する場面、画像データ以外の他種のデータを含むデータから何らかの特徴を識別する場面などの、機械学習により識別器を構築するあらゆる場面に適用可能に変更されてよい。

【0020】

例えば、本発明の一側面に係る画像識別システムは、所定の被写体の写る第1画像データを取得するデータ取得部と、前記第1画像データに所定の変換処理を適用することで、それぞれ前記被写体の写る複数件の第2画像データを前記第1画像データから生成する第1生成部と、与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2画像データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2画像データを学習データとして採用するか否かを判定する判定部と、学習データとして採用すると判定された第2画像データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の当該第2画像データにより構成された学習用データ群を生成する第2生成部と、生成した前記学習用データを利

10

20

30

40

50

用した機械学習を実施することで、前記被写体の特徴を識別する能力を習得した学習済みの第2識別器を構築する学習処理部と、特徴を識別する対象となる前記被写体の写る対象画像データを取得する対象データ取得部と、取得した前記対象画像データを前記第2識別器に入力することで前記第2識別器から得られる出力に基づいて、前記対象画像データに写る前記被写体の特徴を識別する識別部と、を備える。

【0021】

なお、「被写体」及び識別の対象となる被写体の「特徴」はそれぞれ、特に限定されなくてもよく、実施の形態に応じて適宜選択されてよい。「被写体」は、例えば、対象者の顔、対象者の身体、作業対象のワーク等であってよい。また、被写体が対象者の顔である場合、識別の対象となる特徴は、例えば、表情の種別、顔のパーツの状態等であってよい。被写体が対象者の身体である場合には、識別の対象となる特徴は、例えば、身体のポーズ等であってよい。被写体が作業対象のワークである場合、識別の対象となる特徴は、例えば、ワークの位置、姿勢等であってよい。

10

【0022】

また、例えば、本発明の一側面に係る識別器生成システムは、所定の被写体の写る第1画像データを取得するデータ取得部と、前記第1画像データに所定の変換処理を適用することで、それぞれ前記被写体の写る複数件の第2画像データを前記第1画像データから生成する第1生成部と、与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2画像データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2画像データを学習データとして採用するか否かを判定する判定部と、学習データとして採用すると判定された第2画像データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の当該第2画像データにより構成された学習用データ群を生成する第2生成部と、生成した前記学習用データ群を利用した機械学習を実施することで、前記被写体の特徴を識別する能力を習得した学習済みの第2識別器を構築する学習処理部と、を備える。

20

【0023】

また、例えば、本発明の一側面に係る学習データ生成装置は、所定の被写体の写る第1画像データを取得するデータ取得部と、前記第1画像データに所定の変換処理を適用することで、それぞれ前記被写体の写る複数件の第2画像データを前記第1画像データから生成する第1生成部と、与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2画像データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2画像データを学習データとして採用するか否かを判定する判定部と、学習データとして採用すると判定された第2画像データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の当該第2画像データにより構成された学習用データ群を生成する第2生成部と、を備える。

30

【0024】

また、例えば、本発明の一側面に係る識別システムは、所定の特徴を含む第1データを取得するデータ取得部と、前記第1データに所定の変換処理を適用することで、前記第1データから複数件の第2データを生成する第1生成部と、与えられたデータを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2データを学習データとして採用するか否かを判定する判定部と、学習データとして採用すると判定された第2データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の当該第2データにより構成された学習用データ群を生成する第2生成部と、生成した学習用データ群を利用した機械学習を実施することで、前記特徴を識別する能力を習得した学習済みの第2識別器を構築する学習処理部と、識別する対象となる特徴を含む対象データを取得する対象データ取得部と、取得した前記対象データを前記第2識別器に入力することで前記第2識別器から得られる出力に基づいて、前記対象データに含まれる前記特徴を識別する識別部と、を備える。

40

【0025】

50

なお、「データ」は、識別器による解析の対象となり得るあらゆる種類のデータを含んでもよく、例えば、画像データの他、音データ（音声データ）、数値データ、テキストデータ、その他センサからの出力データ等であってよい。「特徴」は、データから識別可能なあらゆる特徴を含んでもよい。「データ」が音データである場合、「特徴」は、例えば、特定の音（例えば、機械の異音）が含まれているか否か等であってよい。また、「データ」が、血圧、活動量等の生体データに関する数値データ又はテキストデータである場合、「特徴」は、例えば、対象者の状態等であってよい。また、「データ」が、機械の駆動量等の数値データ又はテキストデータである場合、「特徴」は、例えば、機械の状態等であってよい。「識別器」は、例えば、ニューラルネットワーク、サポートベクタマシン、自己組織化マップ、強化学習モデル等の、機械学習により所定の推論を行う能力を獲得可能な学習モデルにより構成されてよい。

10

【0026】

上記一側面に係る識別システムにおいて、前記第1データは、音データであってよく、前記第1生成部は、タイムストレッチ、ピッチシフト、マスキング、振幅の変換、音の合成及びこれらの組合せから選択された変換処理を前記第1データに適用することで、前記第1データから複数件の第2データを生成してもよい。

【0027】

また、例えば、本発明の一側面に係る識別器生成システムは、所定の特徴を含む第1データを取得するデータ取得部と、前記第1データに所定の変換処理を適用することで、前記第1データから複数件の第2データを生成する第1生成部と、与えられたデータを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2データを学習データとして採用するか否かを判定する判定部と、学習データとして採用すると判定された第2データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の当該第2データにより構成された学習用データ群を生成する第2生成部と、生成した学習用データ群を利用した機械学習を実施することで、前記特徴を識別する能力を習得した学習済みの第2識別器を構築する学習処理部と、を備える。

20

【0028】

また、例えば、本発明の一側面に係る学習データ生成装置は、所定の特徴を含む第1データを取得するデータ取得部と、前記第1データに所定の変換処理を適用することで、前記第1データから複数件の第2データを生成する第1生成部と、与えられたデータを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2データを学習データとして採用するか否かを判定する判定部と、学習データとして採用すると判定された第2データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の当該第2データにより構成された学習用データ群を生成する第2生成部と、を備える。

30

【0029】

なお、上記各形態に係る検査システム、画像識別システム、識別システム、識別器生成システム、及び学習データ生成装置それぞれの別の態様として、本発明の一側面は、以上の各構成の全部又はその一部を実現する情報処理方法であってよいし、プログラムであってよいし、このようなプログラムを記憶した、コンピュータその他装置、機械等が読み取り可能な記憶媒体であってよい。ここで、コンピュータ等が読み取り可能な記憶媒体とは、プログラム等の情報を、電氣的、磁氣的、光学的、機械的、又は、化学的作用によって蓄積する媒体である。

40

【0030】

例えば、本発明の一側面に係る検査方法は、製品の良否を検査する情報処理方法であって、コンピュータが、前記製品の写る第1画像データ、及び前記第1画像データに写る前記製品の良否の判定に対する正解を示す第1正解データを取得するステップと、前記第1画像データに所定の変換処理を適用することで、それぞれ前記製品の写る複数件の第2画

50

像データを前記第1画像データから生成するステップと、与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2画像データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2画像データを学習データとして採用するか否かを判定するステップと、学習データとして採用すると判定された第2画像データに、前記第1正解データに基づいて決定された、前記第2画像データに写る前記製品の良否の判定に対する正解を示す第2正解データを付与することで、当該第2画像データ及び当該第2正解データの対で構成された学習用データセットを生成するステップと、生成した前記学習用データセットを利用した機械学習を実施することで、前記製品の良否を判定する能力を習得した学習済みの第2識別器を構築するステップと、検査の対象となる前記製品の写る対象画像データを取得するステップと、取得した前記対象画像データを前記第2識別器に入力することで前記第2識別器から得られる出力に基づいて、前記対象画像データに写る前記製品の良否を判定するステップと、を実行する、情報処理方法である。

10

【0031】

また、例えば、本発明の一側面に係る識別器生成方法は、コンピュータが、前記製品の写る第1画像データ、及び前記第1画像データに写る前記製品の良否の判定に対する正解を示す第1正解データを取得するステップと、前記第1画像データに所定の変換処理を適用することで、それぞれ前記製品の写る複数件の第2画像データを前記第1画像データから生成するステップと、与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2画像データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2画像データを学習データとして採用するか否かを判定するステップと、学習データとして採用すると判定された第2画像データに、前記第1正解データに基づいて決定された、前記第2画像データに写る前記製品の良否の判定に対する正解を示す第2正解データを付与することで、当該第2画像データ及び当該第2正解データの対で構成された学習用データセットを生成するステップと、生成した前記学習用データセットを利用した機械学習を実施することで、前記製品の良否を判定する能力を習得した学習済みの第2識別器を構築するステップと、を実行する、情報処理方法である。

20

【0032】

また、例えば、本発明の一側面に係る学習データ生成方法は、コンピュータが、前記製品の写る第1画像データ、及び前記第1画像データに写る前記製品の良否の判定に対する正解を示す第1正解データを取得するステップと、前記第1画像データに所定の変換処理を適用することで、それぞれ前記製品の写る複数件の第2画像データを前記第1画像データから生成するステップと、与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2画像データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2画像データを学習データとして採用するか否かを判定するステップと、学習データとして採用すると判定された第2画像データに、前記第1正解データに基づいて決定された、前記第2画像データに写る前記製品の良否の判定に対する正解を示す第2正解データを付与することで、当該第2画像データ及び当該第2正解データの対で構成された学習用データセットを生成するステップと、を実行する、情報処理方法である。

30

40

【0033】

また、例えば、本発明の一側面に係る生成プログラムは、コンピュータに、前記製品の写る第1画像データ、及び前記第1画像データに写る前記製品の良否の判定に対する正解を示す第1正解データを取得するステップと、前記第1画像データに所定の変換処理を適用することで、それぞれ前記製品の写る複数件の第2画像データを前記第1画像データから生成するステップと、与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2画像データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2画像データを学習データとして採用するか否かを判定するステップと、学習データとして採用すると判定された第2

50

画像データに、前記第1正解データに基づいて決定された、前記第2画像データに写る前記製品の良否の判定に対する正解を示す第2正解データを付与することで、当該第2画像データ及び当該第2正解データの対で構成された学習用データセットを生成するステップと、を実行させるための、プログラムである。

【0034】

また、例えば、本発明の一側面に係る画像識別方法は、コンピュータが、所定の被写体の写る第1画像データを取得するステップと、前記第1画像データに所定の変換処理を適用することで、それぞれ前記被写体の写る複数件の第2画像データを前記第1画像データから生成するステップと、与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2画像データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2画像データを学習データとして採用するか否かを判定するステップと、学習データとして採用すると判定された第2画像データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の当該第2画像データにより構成された学習用データ群を生成するステップと、生成した前記学習用データを利用した機械学習を実施することで、前記被写体の特徴を識別する能力を習得した学習済みの第2識別器を構築するステップと、特徴を識別する対象となる前記被写体の写る対象画像データを取得するステップと、取得した前記対象画像データを前記第2識別器に入力することで前記第2識別器から得られる出力に基づいて、前記対象画像データに写る前記被写体の特徴を識別するステップと、を実行する、情報処理方法である。

10

【0035】

また、例えば、本発明の一側面に係る識別器生成方法は、コンピュータが、所定の被写体の写る第1画像データを取得するステップと、前記第1画像データに所定の変換処理を適用することで、それぞれ前記被写体の写る複数件の第2画像データを前記第1画像データから生成するステップと、与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2画像データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2画像データを学習データとして採用するか否かを判定するステップと、学習データとして採用すると判定された第2画像データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の当該第2画像データにより構成された学習用データ群を生成するステップと、生成した前記学習用データを利用した機械学習を実施することで、前記被写体の特徴を識別する能力を習得した学習済みの第2識別器を構築するステップと、を実行する、情報処理方法である。

20

30

【0036】

また、例えば、本発明の一側面に係る学習データ生成方法は、コンピュータが、所定の被写体の写る第1画像データを取得するステップと、前記第1画像データに所定の変換処理を適用することで、それぞれ前記被写体の写る複数件の第2画像データを前記第1画像データから生成するステップと、与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2画像データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2画像データを学習データとして採用するか否かを判定するステップと、学習データとして採用すると判定された第2画像データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の当該第2画像データにより構成された学習用データ群を生成するステップと、を実行する、情報処理方法である。

40

【0037】

また、例えば、本発明の一側面に係る生成プログラムは、コンピュータに、所定の被写体の写る第1画像データを取得するステップと、前記第1画像データに所定の変換処理を適用することで、それぞれ前記被写体の写る複数件の第2画像データを前記第1画像データから生成するステップと、与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2画像データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2画像データを学習データとして採用するか否かを判定するステップと、学習データとして採用すると判定された

50

第2画像データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の当該第2画像データにより構成された学習用データ群を生成するステップと、を実行させるための、プログラムである。

【0038】

また、例えば、本発明の一側面に係る識別方法は、コンピュータが、所定の特徴を含む第1データを取得するステップと、前記第1データに所定の変換処理を適用することで、前記第1データから複数件の第2データを生成するステップと、与えられたデータを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2データを学習データとして採用するか否かを判定するステップと、学習データとして採用すると判定された第2データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の当該第2データにより構成された学習用データ群を生成するステップと、生成した学習用データ群を利用した機械学習を実施することで、前記特徴を識別する能力を習得した学習済みの第2識別器を構築するステップと、識別する対象となる特徴を含む対象データを取得するステップと、取得した前記対象データを前記第2識別器に入力することで前記第2識別器から得られる出力に基づいて、前記対象データに含まれる前記特徴を識別するステップと、を実行する、情報処理方法である。

10

【0039】

また、例えば、本発明の一側面に係る識別器生成方法は、所定の特徴を含む第1データを取得するステップと、前記第1データに所定の変換処理を適用することで、前記第1データから複数件の第2データを生成するステップと、与えられたデータを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2データを学習データとして採用するか否かを判定するステップと、学習データとして採用すると判定された第2データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の当該第2データにより構成された学習用データ群を生成するステップと、生成した学習用データ群を利用した機械学習を実施することで、前記特徴を識別する能力を習得した学習済みの第2識別器を構築するステップと、を実行する、情報処理方法である。

20

【0040】

また、例えば、本発明の一側面に係る学習データ生成方法は、コンピュータが、所定の特徴を含む第1データを取得するステップと、前記第1データに所定の変換処理を適用することで、前記第1データから複数件の第2データを生成するステップと、与えられたデータを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2データを学習データとして採用するか否かを判定するステップと、学習データとして採用すると判定された第2データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の当該第2データにより構成された学習用データ群を生成するステップと、を実行する、情報処理方法である。

30

【0041】

また、例えば、本発明の一側面に係る生成プログラムは、コンピュータに、所定の特徴を含む第1データを取得するステップと、前記第1データに所定の変換処理を適用することで、前記第1データから複数件の第2データを生成するステップと、与えられたデータを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器に各件の第2データを入力することで当該第1識別器から得られる出力に基づいて、各件の第2データを学習データとして採用するか否かを判定するステップと、学習データとして採用すると判定された第2データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の当該第2データにより構成された学習用データ群を生成するステップと、を実行させるための、プログラムである。

40

【発明の効果】

【0042】

50

本発明によれば、低コストで推論精度の高い識別器を生成可能な技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】図1は、本発明が適用される場面の一例を模式的に例示する。

【図2】図2は、実施の形態に係る学習データ生成装置のハードウェア構成の一例を模式的に例示する。

【図3】図3は、実施の形態に係る第1学習装置のハードウェア構成の一例を模式的に例示する。

【図4】図4は、実施の形態に係る第2学習装置のハードウェア構成の一例を模式的に例示する。

10

【図5】図5は、実施の形態に係る検査装置のハードウェア構成の一例を模式的に例示する。

【図6】図6は、実施の形態に係る学習データ生成装置のソフトウェア構成の一例を模式的に例示する。

【図7】図7は、実施の形態に係る第1学習装置のソフトウェア構成の一例を模式的に例示する。

【図8】図8は、実施の形態に係る第2学習装置のソフトウェア構成の一例を模式的に例示する。

【図9】図9は、実施の形態に係る検査装置のソフトウェア構成の一例を模式的に例示する。

20

【図10】図10は、実施の形態に係る学習データ生成装置の処理手順の一例を例示する。

【図11】図11は、実施の形態に係る第1学習装置の処理手順の一例を例示する。

【図12】図12は、実施の形態に係る第2学習装置の処理手順の一例を例示する。

【図13】図13は、実施の形態に係る検査装置の処理手順の一例を例示する。

【図14】図14は、他の形態に係る第1学習装置のソフトウェア構成の一例を模式的に例示する。

【図15】図15は、他の形態に係る第1学習装置の処理手順の一例を例示する。

【図16】図16は、他の形態に係る画像識別装置のハードウェア構成の一例を模式的に例示する。

30

【図17】図17は、他の形態に係る画像識別装置のソフトウェア構成の一例を模式的に例示する。

【図18】図18は、他の形態に係る学習データ生成装置のソフトウェア構成の一例を模式的に例示する。

【図19】図19は、他の形態に係る第1学習装置のソフトウェア構成の一例を模式的に例示する。

【図20】図20は、他の形態に係る第2学習装置のソフトウェア構成の一例を模式的に例示する。

【図21】図21は、他の形態に係る識別装置のハードウェア構成の一例を模式的に例示する。

40

【図22】図22は、他の形態に係る識別装置のソフトウェア構成の一例を模式的に例示する。

【発明を実施するための形態】

【0044】

以下、本発明の一側面に係る実施の形態（以下、「本実施形態」とも表記する）を、図面に基づいて説明する。ただし、以下で説明する本実施形態は、あらゆる点において本発明の例示に過ぎない。本発明の範囲を逸脱することなく種々の改良や変形を行うことができることは言うまでもない。つまり、本発明の実施にあたって、実施形態に応じた具体的な構成が適宜採用されてもよい。なお、本実施形態において登場するデータを自然言語によ

50

り説明しているが、より具体的には、コンピュータが認識可能な疑似言語、コマンド、パラメータ、マシン語等で指定される。

【0045】

§1 適用例

まず、本発明の基本的な構成の一例について説明する。学習データを利用した機械学習により識別器を構築する場合、次のような問題が生じ得る。すなわち、識別器を構成する学習モデルの機械学習を行うためには、学習データとして利用するデータを用意することになる。この学習データの件数が少ないと、識別器により対象のデータから所定の特徴を識別する精度が不十分になってしまう。一方で、特徴を識別する精度を高めるために、十分な件数の学習データを用意するにはコストがかかってしまう。

10

【0046】

そこで、本発明の一例では、所定の特徴を含む第1データを取得し、取得した第1データに所定の変換処理を適用することで、当該第1データから複数件の第2データを生成する。次に、与えられたデータを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器を利用して、各件の第2データを学習データとして採用するか否かを判定する。学習データとして採用すると判定された第2データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の第2データにより構成された学習用データ群を生成する。そして、生成した学習用データ群を利用した機械学習を実施することで、対象の特徴を識別する能力を習得した学習済みの第2識別器を構築する。

【0047】

20

これにより、本発明の一例では、第1データに所定の変換処理を適用することで、学習データの候補となる第2データを量産することができるため、機械学習を実施するのに十分な件数の学習データを低コストで用意することができる。加えて、第1識別器による判定の結果に基づいて、学習データとして不適切な第2データを学習データの候補から除外することができる。そのため、本発明の一例によれば、十分な件数の適切な学習データを低コストで用意することができ、用意した学習用データ群を利用した機械学習を実施することで、対象の特徴を識別する精度の比較的高い第2識別器を構築することができる。したがって、本発明の一例によれば、低コストで推論制度の比較的高い識別器を生成することができる。

【0048】

30

次に、図1を用いて、本発明が適用される場面の一例について説明する。図1は、本発明を製品Rの外観検査に適用した場面の一例を模式的に例示する。ただし、本発明の適用範囲は、以下で例示する外観検査の例に限られる訳ではない。本発明は、学習データを利用した機械学習により識別器を構築するあらゆる場面に適用可能である。

【0049】

図1で例示される検査システム100は、ネットワークを介して接続される学習データ生成装置1、第1学習装置2、第2学習装置3、及び検査装置4を備えており、製品Rの良否を検査するように構成される。学習データ生成装置1、第1学習装置2、第2学習装置3、及び検査装置4の間のネットワークの種類は、特に限定されなくてもよく、例えば、インターネット、無線通信網、移動通信網、電話網、専用網等から適宜選択されてよい。

40

【0050】

なお、図1の例では、学習データ生成装置1、第1学習装置2、第2学習装置3、及び検査装置4はそれぞれ、別個のコンピュータである。しかしながら、検査システム100の構成は、このような例に限定されなくてもよい。学習データ生成装置1、第1学習装置2、第2学習装置3、及び検査装置4のうちの少なくともいずれかのペアは一体のコンピュータであってもよい。また、学習データ生成装置1、第1学習装置2、第2学習装置3、及び検査装置4はそれぞれ複数台のコンピュータにより構成されてもよい。

【0051】

本実施形態に係る学習データ生成装置1は、製品の良否を判定する能力を識別器に習得

50

させる機械学習に利用する学習データを生成するように構成されたコンピュータである。具体的には、学習データ生成装置 1 は、製品の写る第 1 画像データ 1 2 2、及び第 1 画像データ 1 2 2 に写る製品の良否の判定に対する正解を示す第 1 正解データ 1 2 3 を取得する。そして、学習データ生成装置 1 は、取得した第 1 画像データ 1 2 2 に所定の変換処理を適用することで、それぞれ製品の写る複数件の第 2 画像データ 1 2 5 を第 1 画像データ 1 2 2 から生成する。

【 0 0 5 2 】

所定の変換処理は、第 1 画像データ 1 2 2 の少なくとも一部を変更する処理であって、第 1 画像データ 1 2 2 と完全には一致しない第 2 画像データ 1 2 5 を生成可能な処理であれば、特に限定されなくてもよい。所定の変換処理は、例えば、フォトメトリックな変換、ジオメトリックな変換、画像の合成、画像の置換及びこれらの組合せから選択されてよい。学習データ生成装置 1 は、変換処理のパラメータ（例えば、変換する明度の量等）を変更しながら、第 1 画像データ 1 2 2 に所定の変換処理を繰り返し適用することで、それぞれ異なる複数件の第 2 画像データ 1 2 5 を生成する。生成された各件の第 2 画像データ 1 2 5 は、製品の良否を判定する能力を習得するための機械学習に利用する学習データの候補となる。ただし、各件の第 2 画像データ 1 2 5 は、不自然な画像である、正しい状態で製品が写っていない等の理由により、学習データとして適切ではない可能性がある。

【 0 0 5 3 】

そこで、本実施形態に係る学習データ生成装置 1 は、与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第 1 識別器 5 1 に各件の第 2 画像データ 1 2 5 を入力することで、当該第 1 識別器 5 1 から出力を得る。第 1 識別器 5 1 の出力は、製品の良否を判定する能力を習得するための機械学習に利用する学習データとして採用するか否かを判定した結果を示す。そのため、学習データ生成装置 1 は、第 1 識別器 5 1 から得られる出力に基づいて、各件の第 2 画像データ 1 2 5 を学習データとして採用するか否かを判定する。

【 0 0 5 4 】

そして、学習データ生成装置 1 は、学習データとして判定された第 2 画像データ 1 2 5 に、第 1 正解データ 1 2 3 に基づいて決定された、第 2 画像データ 1 2 5 に写る製品の良否の判定に対する正解を示す第 2 正解データ 1 2 6 を付与する。これにより、学習データ生成装置 1 は、第 2 画像データ 1 2 5 及び第 2 正解データ 1 2 6 の対で構成された学習用データセット 1 2 7 を生成する。

【 0 0 5 5 】

一方、本実施形態に係る第 1 学習装置 2 は、学習データ生成装置 1 で利用する第 1 識別器 5 1 を構築するように構成されたコンピュータである。具体的には、第 1 学習装置 2 は、画像データ（後述する画像データ 2 2 2 1）、及び当該画像データを学習データとして採用するか否かの判定の正解を示す正解データ（後述する採否データ 2 2 2 2）の組み合わせで構成された学習用データセット（後述する第 1 学習用データセット 2 2 2）を利用した機械学習を実施することで、与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定する能力を習得した学習済みの第 1 識別器 5 1 を構築する。

【 0 0 5 6 】

また、本実施形態に係る第 2 学習装置 3 は、検査装置 4 で利用する第 2 識別器 5 4 を構築するように構成されたコンピュータである。具体的には、第 2 学習装置 3 は、学習データ生成装置 1 により生成された学習用データセット 1 2 7 を含む複数件の学習用データセットを利用した機械学習を実施することで、製品の良否を判定する能力を習得した学習済みの第 2 識別器 5 4 を構築する。そのため、学習データ生成装置 1 及び第 2 学習装置 3 により、第 2 識別器 5 4 を構築する識別器生成システムが構成される。

【 0 0 5 7 】

これに対して、本実施形態に係る検査装置 4 は、第 2 学習装置 3 で構築された第 2 識別器 5 4 を利用して、製品 R の良否を判定するように構成されたコンピュータである。具体的には、検査装置 4 は、検査の対象となる製品 R の写る対象画像データ 4 2 2 を取得する

10

20

30

40

50

。本実施形態では、検査装置 4 は、カメラ 8 1 に接続されており、このカメラ 8 1 により製品 R を撮影することで、対象画像データ 4 2 2 を取得する。そして、検査装置 4 は、取得した対象画像データ 4 2 2 を第 2 識別器 5 4 に入力することで、第 2 識別器 5 4 から出力を得る。第 2 識別器 5 4 の出力は、製品 R の良否を判定した結果を示す。そのため、検査装置 4 は、第 2 識別器 5 4 から得られる出力に基づいて、対象画像データ 4 2 2 に写る製品 R の良否を判定する。

【 0 0 5 8 】

以上のとおり、本実施形態では、学習データ生成装置 1 により、第 1 画像データ 1 2 2 に所定の変換処理を適用することで、学習データの候補となる第 2 画像データ 1 2 5 を量産することができるため、十分な件数の学習用データセットを低コストで用意することができる。加えて、第 1 識別器 5 1 による判定の結果に基づいて、製品の良否を判定する能力を習得するための学習データとして不適切な第 2 画像データ 1 2 5 を機械学習に利用されないようにすることができる。そのため、本実施形態によれば、製品の良否を判定する能力を習得するための機械学習に利用する十分な件数の適切な学習用データセットを低コストで用意することができる。これにより、第 2 学習装置 3 では、用意した十分な件数の学習用データセットを利用した機械学習を実施することで、製品の良否を判定する精度の比較的高い第 2 識別器 5 4 を構築することができる。したがって、本実施形態によれば、低コストで良否の判定精度の比較的高い第 2 識別器 5 4 を生成することができる。

【 0 0 5 9 】

なお、外観検査の対象となる製品 R は、特に限定されなくてもよく、実施の形態に応じて適宜選択されてよい。製品 R は、例えば、電子部品、自動車部品等の製造ラインで搬送される物であってよい。電子部品は、例えば、基盤、チップコンデンサ、液晶、リレーの巻線等である。自動車部品は、例えば、コンロッド、シャフト、エンジンブロック、パワーウィンドウスイッチ、パネル等である。また、良否の判定は、製品 R に欠陥があるか否かを単に判定することであってもよいし、製品 R に欠陥がある否かを判定することに加えて、その欠陥の種類を識別することを含んでもよい。欠陥は、例えば、傷、汚れ、クラック、打痕、埃、バリ、色ムラ等である。

【 0 0 6 0 】

§ 2 構成例

[ハードウェア構成]

< 学習データ生成装置 >

次に、図 2 を用いて、本実施形態に係る学習データ生成装置 1 のハードウェア構成の一例について説明する。図 2 は、本実施形態に係る学習データ生成装置 1 のハードウェア構成の一例を模式的に例示する。

【 0 0 6 1 】

図 2 に示されるとおり、本実施形態に係る学習データ生成装置 1 は、制御部 1 1、記憶部 1 2、通信インタフェース 1 3、入力装置 1 4、出力装置 1 5、及びドライブ 1 6 が電氣的に接続されたコンピュータである。なお、図 2 では、通信インタフェースを「通信 I / F」と記載している。

【 0 0 6 2 】

制御部 1 1 は、ハードウェアプロセッサである CPU (Central Processing Unit)、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory) 等を含み、プログラム及び各種データに基づいて情報処理を実行するように構成される。記憶部 1 2 は、メモリの一例であり、例えば、ハードディスクドライブ、ソリッドステートドライブ等で構成される。本実施形態では、記憶部 1 2 は、生成プログラム 1 2 1、第 1 画像データ 1 2 2、第 1 正解データ 1 2 3、第 2 画像データ 1 2 5、第 2 正解データ 1 2 6、第 1 学習結果データ 1 2 9 等の各種情報を記憶する。

【 0 0 6 3 】

生成プログラム 1 2 1 は、製品の良否を判定する能力を習得するための機械学習に利用可能な複数件の第 2 画像データ 1 2 5 を第 1 画像データ 1 2 2 から生成する後述の情報処

10

20

30

40

50

理（図10）を学習データ生成装置1に実行させるためのプログラムである。生成プログラム121は、当該情報処理の一連の命令を含む。第1画像データ122は、第2画像データ125を生成する元となる画像データである。第1正解データ123は、第1画像データ122に写る製品の良否の判定に対する正解を示す。各件の第2画像データ125は、第1画像データ122から生成される。各件の第2正解データ126は、各件の第2画像データ125に写る製品の良否の判定に対する正解を示す。第1学習結果データ129は、第1識別器51の設定を行うためのデータである。詳細は後述する。

【0064】

通信インタフェース13は、例えば、有線LAN（Local Area Network）モジュール、無線LANモジュール等であり、ネットワークを介した有線又は無線通信を行うためのインタフェースである。学習データ生成装置1は、この通信インタフェース13を利用することで、ネットワークを介したデータ通信を他の情報処理装置（例えば、第1学習装置2、第2学習装置3）と行うことができる。

10

【0065】

入力装置14は、例えば、マウス、キーボード等の入力を行うための装置である。また、出力装置15は、例えば、ディスプレイ、スピーカ等の出力を行うための装置である。オペレータは、入力装置14及び出力装置15を利用することで、学習データ生成装置1を操作することができる。

【0066】

ドライブ16は、例えば、CDドライブ、DVDドライブ等であり、記憶媒体91に記憶されたプログラムを読み込むためのドライブ装置である。ドライブ16の種類は、記憶媒体91の種類に応じて適宜選択されてよい。上記生成プログラム121、第1画像データ122、第1正解データ123、及び第1学習結果データ129の少なくともいずれかは、この記憶媒体91に記憶されていてもよい。

20

【0067】

記憶媒体91は、コンピュータその他装置、機械等が、記録されたプログラム等の情報を読み取り可能なように、当該プログラム等の情報を、電氣的、磁氣的、光学的、機械的又は化学的作用によって蓄積する媒体である。学習データ生成装置1は、この記憶媒体91から、上記生成プログラム121、第1画像データ122、第1正解データ123、及び第1学習結果データ129の少なくともいずれかを取得してもよい。

30

【0068】

ここで、図2では、記憶媒体91の一例として、CD、DVD等のディスク型の記憶媒体を例示している。しかしながら、記憶媒体91の種類は、ディスク型に限定される訳ではなく、ディスク型以外であってもよい。ディスク型以外の記憶媒体として、例えば、フラッシュメモリ等の半導体メモリを挙げることができる。

【0069】

なお、学習データ生成装置1の具体的なハードウェア構成に関して、実施形態に応じて、適宜、構成要素の省略、置換及び追加が可能である。例えば、制御部11は、複数のハードウェアプロセッサを含んでもよい。ハードウェアプロセッサは、マイクロプロセッサ、FPGA（field-programmable gate array）、DSP（digital signal processor）等で構成されてよい。記憶部12は、制御部11に含まれるRAM及びROMにより構成されてもよい。通信インタフェース13、入力装置14、出力装置15及びドライブ16の少なくともいずれかは省略されてもよい。学習データ生成装置1は、複数台のコンピュータで構成されてもよい。この場合、各コンピュータのハードウェア構成は、一致していてもよいし、一致していなくてもよい。また、学習データ生成装置1は、提供されるサービス専用に設計された情報処理装置の他、汎用のサーバ装置、PC（Personal Computer）等であってもよい。

40

【0070】

<第1学習装置>

次に、図3を用いて、本実施形態に係る第1学習装置2のハードウェア構成の一例につ

50

いて説明する。図3は、本実施形態に係る第1学習装置2のハードウェア構成の一例を模式的に例示する。

【0071】

図3に示されるとおり、本実施形態に係る第1学習装置2は、制御部21、記憶部22、通信インタフェース23、入力装置24、出力装置25、及びドライブ26が電氣的に接続されたコンピュータである。なお、図3では、図2と同様に、通信インタフェースを「通信I/F」と記載している。

【0072】

第1学習装置2の制御部21～ドライブ26はそれぞれ、上記学習データ生成装置1の制御部11～ドライブ16それぞれと同様に構成されてよい。すなわち、制御部21は、ハードウェアプロセッサであるCPU、RAM、ROM等を含み、プログラム及びデータに基づいて各種情報処理を実行するように構成される。記憶部22は、例えば、ハードディスクドライブ、ソリッドステートドライブ等で構成される。記憶部22は、採否学習プログラム221、第1学習用データセット222、第1学習結果データ129等の各種情報を記憶する。

【0073】

採否学習プログラム221は、第1識別器51を構築する後述の機械学習の情報処理(図11)を第1学習装置2に実行させ、その結果として第1学習結果データ129を生成させるためのプログラムである。採否学習プログラム221は、その情報処理の一連の命令を含む。第1学習用データセット222は、第1識別器51の機械学習に利用される。詳細は後述する。

【0074】

通信インタフェース23は、例えば、有線LANモジュール、無線LANモジュール等であり、ネットワークを介した有線又は無線通信を行うためのインタフェースである。第1学習装置2は、この通信インタフェース23を利用することで、ネットワークを介したデータ通信を他の情報処理装置(例えば、学習データ生成装置1)と行うことができる。

【0075】

入力装置24は、例えば、マウス、キーボード等の入力を行うための装置である。また、出力装置25は、例えば、ディスプレイ、スピーカ等の出力を行うための装置である。オペレータは、入力装置24及び出力装置25を利用することで、第1学習装置2を操作することができる。

【0076】

ドライブ26は、例えば、CDドライブ、DVDドライブ等であり、記憶媒体92に記憶されたプログラムを読み込むためのドライブ装置である。上記採否学習プログラム221及び第1学習用データセット222のうちの少なくともいずれかは、記憶媒体92に記憶されていてもよい。また、第1学習装置2は、記憶媒体92から、上記採否学習プログラム221及び第1学習用データセット222のうちの少なくともいずれかを取得してもよい。

【0077】

なお、第1学習装置2の具体的なハードウェア構成に関して、実施形態に応じて、適宜、構成要素の省略、置換及び追加が可能である。例えば、制御部21は、複数のハードウェアプロセッサを含んでもよい。ハードウェアプロセッサは、マイクロプロセッサ、FPGA、DSP等で構成されてよい。記憶部22は、制御部21に含まれるRAM及びROMにより構成されてもよい。通信インタフェース23、入力装置24、出力装置25及びドライブ26の少なくともいずれかは省略されてもよい。第1学習装置2は、複数台のコンピュータで構成されてもよい。この場合、各コンピュータのハードウェア構成は、一致していてもよいし、一致していなくてもよい。また、第1学習装置2は、提供されるサービス専用に設計された情報処理装置の他、汎用のサーバ装置、汎用のPC等であってもよい。

【0078】

< 第 2 学習装置 >

次に、図 4 を用いて、本実施形態に係る第 2 学習装置 3 のハードウェア構成の一例について説明する。図 4 は、本実施形態に係る第 2 学習装置 3 のハードウェア構成の一例を模式的に例示する。

【 0 0 7 9 】

図 4 に示されるとおり、本実施形態に係る第 2 学習装置 3 は、制御部 3 1、記憶部 3 2、通信インタフェース 3 3、入力装置 3 4、出力装置 3 5、及びドライブ 3 6 が電氣的に接続されたコンピュータである。なお、図 4 では、図 2 と同様に、通信インタフェースを「通信 I / F」と記載している。

【 0 0 8 0 】

第 2 学習装置 3 の制御部 3 1 ~ ドライブ 3 6 はそれぞれ、上記学習データ生成装置 1 の制御部 1 1 ~ ドライブ 1 6 それぞれと同様に構成されてよい。すなわち、制御部 3 1 は、ハードウェアプロセッサである CPU、RAM、ROM 等を含み、プログラム及びデータに基づいて各種情報処理を実行するように構成される。記憶部 3 2 は、例えば、ハードディスクドライブ、ソリッドステートドライブ等で構成される。記憶部 3 2 は、学習プログラム 3 2 1、第 2 学習用データセット 3 2 2、第 2 学習結果データ 3 2 3 等の各種情報を記憶する。

【 0 0 8 1 】

学習プログラム 3 2 1 は、第 2 識別器 5 4 を構築する後述の機械学習の情報処理（図 1 2）を第 2 学習装置 3 に実行させ、その結果として第 2 学習結果データ 3 2 3 を生成するためのプログラムである。学習プログラム 3 2 1 は、その情報処理の一連の命令を含む。第 2 学習用データセット 3 2 2 は、第 2 識別器 5 4 の機械学習に利用される。詳細は後述する。

【 0 0 8 2 】

通信インタフェース 3 3 は、例えば、有線 LAN モジュール、無線 LAN モジュール等であり、ネットワークを介した有線又は無線通信を行うためのインタフェースである。第 2 学習装置 3 は、この通信インタフェース 3 3 を利用することで、ネットワークを介したデータ通信を他の情報処理装置（例えば、学習データ生成装置 1、検査装置 4）と行うことができる。

【 0 0 8 3 】

入力装置 3 4 は、例えば、マウス、キーボード等の入力を行うための装置である。また、出力装置 3 5 は、例えば、ディスプレイ、スピーカ等の出力を行うための装置である。オペレータは、入力装置 3 4 及び出力装置 3 5 を利用することで、第 2 学習装置 3 を操作することができる。

【 0 0 8 4 】

ドライブ 3 6 は、例えば、CD ドライブ、DVD ドライブ等であり、記憶媒体 9 3 に記憶されたプログラムを読み込むためのドライブ装置である。上記学習プログラム 3 2 1 及び第 2 学習用データセット 3 2 2 のうちの少なくともいずれかは、記憶媒体 9 3 に記憶されていてもよい。また、第 2 学習装置 3 は、記憶媒体 9 3 から、上記学習プログラム 3 2 1 及び第 2 学習用データセット 3 2 2 のうちの少なくともいずれかを取得してもよい。

【 0 0 8 5 】

なお、第 2 学習装置 3 の具体的なハードウェア構成に関して、実施形態に応じて、適宜、構成要素の省略、置換及び追加が可能である。例えば、制御部 3 1 は、複数のハードウェアプロセッサを含んでもよい。ハードウェアプロセッサは、マイクロプロセッサ、FPGA、DSP 等で構成されてよい。記憶部 3 2 は、制御部 3 1 に含まれる RAM 及び ROM により構成されてもよい。通信インタフェース 3 3、入力装置 3 4、出力装置 3 5 及びドライブ 3 6 の少なくともいずれかは省略されてもよい。第 2 学習装置 3 は、複数台のコンピュータで構成されてもよい。この場合、各コンピュータのハードウェア構成は、一致していてもよいし、一致していなくてもよい。また、第 2 学習装置 3 は、提供されるサービス専用に設計された情報処理装置の他、汎用のサーバ装置、汎用の PC 等であってもよ

10

20

30

40

50

い。

【 0 0 8 6 】

< 検査装置 >

次に、図 5 を用いて、本実施形態に係る検査装置 4 のハードウェア構成の一例について説明する。図 5 は、本実施形態に係る検査装置 4 のハードウェア構成の一例を模式的に例示する。

【 0 0 8 7 】

図 5 に示されるとおり、本実施形態に係る検査装置 4 は、制御部 4 1、記憶部 4 2、通信インタフェース 4 3、外部インタフェース 4 4、入力装置 4 5、出力装置 4 6、及びドライブ 4 7 が電氣的に接続されたコンピュータである。なお、図 5 では、通信インタフェース及び外部インタフェースをそれぞれ「通信 I / F」及び「外部 I / F」と記載している。

10

【 0 0 8 8 】

検査装置 4 の制御部 4 1 ~ 通信インタフェース 4 3 及び入力装置 4 5 ~ ドライブ 4 7 はそれぞれ、上記学習データ生成装置 1 の制御部 1 1 ~ ドライブ 1 6 それぞれと同様に構成されてよい。すなわち、制御部 4 1 は、ハードウェアプロセッサである CPU、RAM、ROM 等を含み、プログラム及びデータに基づいて各種情報処理を実行するように構成される。記憶部 4 2 は、例えば、ハードディスクドライブ、ソリッドステートドライブ等で構成される。記憶部 4 2 は、検査プログラム 4 2 1、第 2 学習結果データ 3 2 3 等の各種情報を記憶する。

20

【 0 0 8 9 】

検査プログラム 4 2 1 は、第 2 識別器 5 4 を利用して、対象画像データ 4 2 2 に写る製品 R の良否を判定する後述の情報処理 (図 1 3) を検査装置 4 に実行させるためのプログラムである。検査プログラム 4 2 1 は、その情報処理の一連の命令を含む。第 2 学習結果データ 3 2 3 は、第 2 識別器 5 4 の設定を行うためのデータである。詳細は後述する。

【 0 0 9 0 】

通信インタフェース 4 3 は、例えば、有線 LAN モジュール、無線 LAN モジュール等であり、ネットワークを介した有線又は無線通信を行うためのインタフェースである。検査装置 4 は、この通信インタフェース 4 3 を利用することで、ネットワークを介したデータ通信を他の情報処理装置 (例えば、第 2 学習装置 3) と行うことができる。

30

【 0 0 9 1 】

外部インタフェース 4 4 は、例えば、USB (Universal Serial Bus) ポート、専用ポート等であり、外部装置と接続するためのインタフェースである。外部インタフェース 4 4 の種類及び数は、接続される外部装置の種類及び数に応じて適宜選択されてよい。本実施形態では、検査装置 4 は、外部インタフェース 4 4 を介して、カメラ 8 1 に接続される。

【 0 0 9 2 】

カメラ 8 1 は、製品 R を撮影することで、対象画像データ 4 2 2 を取得するのに利用される。カメラ 8 1 の種類及び配置場所は、特に限定されなくてもよく、実施の形態に応じて適宜決定されてよい。カメラ 8 1 には、例えば、デジタルカメラ、ビデオカメラ等の公知のカメラが利用されてよい。また、カメラ 8 1 は、製品 R が搬送される製造ラインの近傍に配置されてよい。なお、カメラ 8 1 が通信インタフェースを備える場合、検査装置 4 は、外部インタフェース 4 4 ではなく、通信インタフェース 4 3 を介して、カメラ 8 1 に接続されてもよい。

40

【 0 0 9 3 】

入力装置 4 5 は、例えば、マウス、キーボード等の入力を行うための装置である。また、出力装置 4 6 は、例えば、ディスプレイ、スピーカ等の出力を行うための装置である。オペレータは、入力装置 4 5 及び出力装置 4 6 を利用することで、検査装置 4 を操作することができる。

【 0 0 9 4 】

50

ドライブ４７は、例えば、ＣＤドライブ、ＤＶＤドライブ等であり、記憶媒体９４に記憶されたプログラムを読み込むためのドライブ装置である。上記検査プログラム４２１及び第２学習結果データ３２３のうちの少なくともいずれかは、記憶媒体９４に記憶されていてもよい。また、検査装置４は、記憶媒体９４から、上記検査プログラム４２１及び第２学習結果データ３２３のうちの少なくともいずれかを取得してもよい。

【００９５】

なお、検査装置４の具体的なハードウェア構成に関して、実施形態に応じて、適宜、構成要素の省略、置換及び追加が可能である。例えば、制御部４１は、複数のハードウェアプロセッサを含んでもよい。ハードウェアプロセッサは、マイクロプロセッサ、ＦＰＧＡ、ＤＳＰ等で構成されてよい。記憶部４２は、制御部４１に含まれるＲＡＭ及びＲＯＭにより構成されてもよい。通信インタフェース４３、外部インタフェース４４、入力装置４５、出力装置４６及びドライブ４７の少なくともいずれかは省略されてもよい。検査装置４は、複数台のコンピュータで構成されてもよい。この場合、各コンピュータのハードウェア構成は、一致していてもよいし、一致していなくてもよい。また、検査装置４は、提供されるサービス専用設計された情報処理装置の他、汎用のサーバ装置、汎用のデスクトップＰＣ、ノートＰＣ、タブレットＰＣ、スマートフォンを含む携帯電話等が用いられてよい。

10

【００９６】

[ソフトウェア構成]

<学習データ生成装置>

20

次に、図６を用いて、本実施形態に係る学習データ生成装置１のソフトウェア構成の一例を説明する。図６は、本実施形態に係る学習データ生成装置１のソフトウェア構成の一例を模式的に例示する。

【００９７】

学習データ生成装置１の制御部１１は、記憶部１２に記憶された生成プログラム１２１をＲＡＭに展開する。そして、制御部１１は、ＲＡＭに展開された生成プログラム１２１に含まれる命令をＣＰＵにより解釈及び実行して、各構成要素を制御する。これによって、図６に示されるとおり、本実施形態に係る学習データ生成装置１は、データ取得部１１１、第１生成部１１２、判定部１１３、及び第２生成部１１４をソフトウェアモジュールとして備えるコンピュータとして動作する。すなわち、本実施形態では、各ソフトウェアモジュールは、制御部１１（ＣＰＵ）により実現される。

30

【００９８】

データ取得部１１１は、製品の写る第１画像データ１２２、及び第１画像データ１２２に写る製品の良否の判定に対する正解を示す第１正解データ１２３を取得する。第１生成部１１２は、第１画像データ１２２に所定の変換処理を適用することで、それぞれ製品の写る複数件の第２画像データ１２５を第１画像データ１２２から生成する。

【００９９】

判定部１１３は、与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第１識別器５１を含んでいる。判定部１１３は、この第１識別器５１に各件の第２画像データ１２５を入力することで当該第１識別器５１から得られる出力に基づいて、各件の第２画像データ１２５を学習データとして採用するか否かを判定する。

40

【０１００】

第２生成部１１４は、製品の良否を判定する能力を習得するための機械学習に利用する学習データとして採用すると判定された第２画像データ１２５に第２正解データ１２６を付与する。第２正解データ１２６は、第１正解データ１２３に基づいて決定された、第２画像データ１２５に写る製品の良否の判定に対する正解を示す。これにより、第２生成部１１４は、第２画像データ１２５及び第２正解データ１２６の対で構成された学習用データセット１２７を生成する。

【０１０１】

50

(識別器)

次に、第 1 識別器 5 1 の構成について説明する。図 6 に示されるとおり、第 1 識別器 5 1 は、ニューラルネットワークにより構成されている。具体的には、第 1 識別器 5 1 には、いわゆる畳み込みニューラルネットワークにより構成されており、畳み込み層 5 1 1、プーリング層 5 1 2、全結合層 5 1 3、及び出力層 5 1 4 を備えている。

【 0 1 0 2 】

畳み込みニューラルネットワークは、畳み込み層及びプーリング層を交互に接続した構造を有する順伝搬型ニューラルネットワークである。本実施形態に係る第 1 識別器 5 1 では、複数の畳み込み層 5 1 1 及びプーリング層 5 1 2 が入力側に交互に配置されている。そして、最も出力側に配置されたプーリング層 5 1 2 の出力が全結合層 5 1 3 に入力され、全結合層 5 1 3 の出力が出力層 5 1 4 に入力される。

10

【 0 1 0 3 】

畳み込み層 5 1 1 は、画像の畳み込みの演算を行う層である。画像の畳み込みとは、画像と所定のフィルタとの相関を算出する処理に相当する。そのため、画像の畳み込みを行うことで、例えば、フィルタの濃淡パターンと類似する濃淡パターンを入力される画像から検出することができる。

【 0 1 0 4 】

プーリング層 5 1 2 は、プーリング処理を行う層である。プーリング処理は、画像のフィルタに対する応答の強かった位置の情報を一部捨て、画像内に現れる特徴の微小な位置変化に対する応答の不変性を実現する。

20

【 0 1 0 5 】

全結合層 5 1 3 は、隣接する層の間のニューロン全てを結合した層である。すなわち、全結合層 5 1 3 に含まれる各ニューロンは、隣接する層に含まれる全てのニューロンに結合される。全結合層 5 1 3 は、2 層以上で構成されてもよい。また、全結合層 5 1 3 に含まれるニューロンの個数は、実施の形態に応じて適宜設定されてよい。

【 0 1 0 6 】

出力層 5 1 4 は、第 1 識別器 5 1 の最も出力側に配置される層である。出力層 5 1 4 に含まれるニューロンの個数は、学習データとして採用するか否かを判定した結果の出力形式に応じて適宜設定されてよい。なお、第 1 識別器 5 1 の構成は、このような例に限定されなくてもよく、実施の形態に応じて適宜設定されてよい。

30

【 0 1 0 7 】

各層 5 1 1 ~ 5 1 4 に含まれる各ニューロンには閾値が設定されており、基本的には、各入力と各重みとの積の和が閾値を超えているか否かによって各ニューロンの出力が決定される。判定部 1 1 3 は、第 1 識別器 5 1 の最も入力側に配置された畳み込み層 5 1 1 に第 2 画像データ 1 2 5 を入力し、入力側から順に、各層に含まれる各ニューロンの発火判定を行う。これにより、判定部 1 1 3 は、入力された第 2 画像データ 1 2 5 を学習データとして採用するか否かを判定した結果に対応する出力値を出力層 5 1 4 から取得する。

【 0 1 0 8 】

なお、このような第 1 識別器 5 1 の構成 (ニューラルネットワークの層数、各層におけるニューロンの個数、ニューロン同士の結合関係、各ニューロンの伝達関数)、各ニューロン間の結合の重み、及び各ニューロンの閾値を示す情報は、第 1 学習結果データ 1 2 9 に含まれている。判定部 1 1 3 は、第 1 学習結果データ 1 2 9 を参照して、学習済みの第 1 識別器 5 1 の設定を行う。

40

【 0 1 0 9 】

< 第 1 学習装置 >

次に、図 7 を用いて、本実施形態に係る第 1 学習装置 2 のソフトウェア構成の一例について説明する。図 7 は、本実施形態に係る第 1 学習装置 2 のソフトウェア構成の一例を模式的に例示する。

【 0 1 1 0 】

第 1 学習装置 2 の制御部 2 1 は、記憶部 2 2 に記憶された採否学習プログラム 2 2 1 を

50

R A Mに展開する。そして、制御部 2 1 は、R A Mに展開された採否学習プログラム 2 2 1 に含まれる命令をC P Uにより解釈及び実行して、各構成要素を制御する。これによって、図 7 に示されるとおり、本実施形態に係る第 1 学習装置 2 は、第 1 学習データ取得部 2 1 1、及び第 1 学習処理部 2 1 2 をソフトウェアモジュールとして備えるコンピュータとして構成される。すなわち、本実施形態では、各ソフトウェアモジュールは、制御部 2 1 (C P U) により実現される。

【 0 1 1 1 】

第 1 学習データ取得部 2 1 1 は、製品の写り得る画像データ 2 2 2 1 及び画像データ 2 2 2 1 を学習データとして採用するか否かの判定の正解を示す採否データ 2 2 2 2 の組み合わせでそれぞれ構成された複数件の第 1 学習用データセット 2 2 2 を取得する。画像データ 2 2 2 1 は、採否判定の学習データ (訓練データ) として利用され、採否データ 2 2 2 2 は、教師データ (正解データ) として利用される。画像データ 2 2 2 1 は、本発明の「第 5 画像データ」の一例である。採否データ 2 2 2 2 は、本発明の「第 3 正解データ」の一例である。

10

【 0 1 1 2 】

第 1 学習処理部 2 1 2 は、取得した各件の第 1 学習用データセット 2 2 2 を利用して、ニューラルネットワーク 5 2 の機械学習を実施する。すなわち、第 1 学習処理部 2 1 2 は、画像データ 2 2 2 1 を入力すると、採否データ 2 2 2 2 に対応する出力値を出力するようにニューラルネットワーク 5 2 の学習処理を行う。

【 0 1 1 3 】

ニューラルネットワーク 5 2 は、学習対象となる学習モデルであり、学習前の第 1 識別器 5 1 である。ニューラルネットワーク 5 2 は、上記第 1 識別器 5 1 と同様に構成される。すなわち、ニューラルネットワーク 5 2 は、畳み込み層 5 2 1、プーリング層 5 2 2、全結合層 5 2 3、及び出力層 5 2 4 を備えている。各層 5 2 1 ~ 5 2 4 は、上記第 1 識別器 5 1 の各層 5 1 1 ~ 5 1 4 と同様に構成される。

20

【 0 1 1 4 】

第 1 学習処理部 2 1 2 は、ニューラルネットワークの学習処理により、最も入力側に配置された畳み込み層 5 2 1 に画像データ 2 2 2 1 が入力されると、採否データ 2 2 2 2 に対応する出力値を出力層 5 2 4 から出力するようにニューラルネットワーク 5 2 を学習させる。これにより、第 1 学習処理部 2 1 2 は、与えられた画像データを学習データとして採用するか否かを判定する能力を習得した学習済みの第 1 識別器 5 1 を構築することができる。第 1 学習処理部 2 1 2 は、学習後のニューラルネットワーク 5 2 (すなわち、第 1 識別器 5 1) の構成、各ニューロン間の結合の重み、及び各ニューロンの閾値を示す情報を第 1 学習結果データ 1 2 9 として記憶部 2 2 に格納する。

30

【 0 1 1 5 】

< 第 2 学習装置 >

次に、図 8 を用いて、本実施形態に係る第 2 学習装置 3 のソフトウェア構成の一例について説明する。図 8 は、本実施形態に係る第 2 学習装置 3 のソフトウェア構成の一例を模式的に例示する。

【 0 1 1 6 】

第 2 学習装置 3 の制御部 3 1 は、記憶部 3 2 に記憶された学習プログラム 3 2 1 を R A Mに展開する。そして、制御部 3 1 は、R A Mに展開された学習プログラム 3 2 1 に含まれる命令をC P Uにより解釈及び実行して、各構成要素を制御する。これによって、図 8 に示されるとおり、本実施形態に係る第 2 学習装置 3 は、第 2 学習データ取得部 3 1 1、及び第 2 学習処理部 3 1 2 をソフトウェアモジュールとして備えるコンピュータとして構成される。すなわち、本実施形態では、各ソフトウェアモジュールは、制御部 3 1 (C P U) により実現される。

40

【 0 1 1 7 】

第 2 学習データ取得部 3 1 1 は、製品の写る画像データ 3 2 2 1、及び画像データ 3 2 2 1 に写る製品の良否の判定に対する正解を示す正解データ 3 2 2 2 の組み合わせでそれ

50

ぞれ構成された複数件の第2学習用データセット322を取得する。画像データ3221は、製品の良否判定の学習データ(訓練データ)として利用され、正解データ3222は、教師データとして利用される。

【0118】

複数件の第2学習用データセット322は、学習データ生成装置1により生成された学習用データセット127を含む。すなわち、少なくとも一部の第2学習用データセット322の画像データ3221は、上記第2画像データ125であり、正解データ3222は、上記第2正解データ126である。また、学習用データセット127を生成する元となった第1画像データ122及び第1正解データ123の組み合わせ(データセット)は、複数件の第2学習用データセット322のうちから選択された第2学習用データセット322であってもよい。

10

【0119】

なお、第2学習データ取得部311は、第2学習用データセット322を量産元のデータセット(第1画像データ122及び第1正解データ123)として学習データ生成装置1に送信し、複数件の学習用データセット127を生成させてもよい。これにより、第2学習データ取得部311は、生成された複数件の学習用データセット127を第2学習用データセット322として受信することで、機械学習に利用する第2学習用データセット322の件数を増やすことができる。

【0120】

第2学習処理部312は、取得した各件の第2学習用データセット322を利用して、ニューラルネットワーク53の機械学習を実施する。すなわち、第2学習処理部312は、画像データ3221を入力すると、正解データ3222に対応する出力値を出力するようにニューラルネットワーク53の学習処理を行う。第2学習処理部312は、本発明の「学習処理部」の一例である。

20

【0121】

ニューラルネットワーク53は、学習対象となる学習モデルであり、学習前の第2識別器54である。本実施形態では、ニューラルネットワーク53(及び、第2識別器54)は、いわゆる畳み込みニューラルネットワークである。このニューラルネットワーク53は、上記第1識別器51と同様に構成されてよい。すなわち、ニューラルネットワーク53は、畳み込み層531、プーリング層532、全結合層533、及び出力層534を備えている。各層531~534は、上記第1識別器51の各層511~514と同様に構成されてよい。ただし、ニューラルネットワーク53の構造は、第1識別器51と一致していなくてもよい。例えば、ニューラルネットワーク53の層の数、各層におけるニューロンの個数、及びニューロン同士の結合関係は、第1識別器51と異なってもよい。

30

【0122】

第2学習処理部312は、ニューラルネットワークの学習処理により、最も入力側に配置された畳み込み層531に画像データ3221が入力されると、正解データ3222に対応する出力値を出力層534から出力するようにニューラルネットワーク53を学習させる。これにより、第2学習処理部312は、対象の画像データに写る製品の良否を判定する能力を習得した学習済みの第2識別器54を構築することができる。第2学習処理部312は、学習後のニューラルネットワーク53(すなわち、第2識別器54)の構成、各ニューロン間の結合の重み、及び各ニューロンの閾値を示す情報を第2学習結果データ323として記憶部32に格納する。

40

【0123】

< 検査装置 >

次に、図9を用いて、本実施形態に係る検査装置4のソフトウェア構成の一例について説明する。図9は、本実施形態に係る検査装置4のソフトウェア構成の一例を模式的に例示する。

【0124】

検査装置4の制御部41は、記憶部42に記憶された検査プログラム421をRAMに

50

展開する。そして、制御部 4 1 は、RAM に展開された検査プログラム 4 2 1 に含まれる命令を CPU により解釈及び実行して、各構成要素を制御する。これによって、図 9 に示されるとおり、本実施形態に係る検査装置 4 は、対象データ取得部 4 1 1、良否判定部 4 1 2、及び出力部 4 1 3 をソフトウェアモジュールとして備えるコンピュータとして構成される。すなわち、本実施形態では、各ソフトウェアモジュールは、制御部 4 1 (CPU) により実現される。

【0125】

対象データ取得部 4 1 1 は、検査の対象となる製品 R の写る対象画像データ 4 2 2 を取得する。本実施形態では、対象データ取得部 4 1 1 は、カメラ 8 1 により製品 R を撮影することで、対象画像データ 4 2 2 を取得する。良否判定部 4 1 2 は、対象の画像データに写る製品の良否を判定する能力を習得した学習済みの第 2 識別器 5 4 を含んでいる。良否判定部 4 1 2 は、第 2 識別器 5 4 を利用して、対象画像データ 4 2 2 に写る製品 R の良否を判定する。

10

【0126】

具体的には、良否判定部 4 1 2 は、第 2 学習結果データ 3 2 3 を参照して、学習済みの第 2 識別器 5 4 の設定を行う。次に、良否判定部 4 1 2 は、取得した対象画像データ 4 2 2 を第 2 識別器 5 4 に入力して、第 2 識別器 5 4 の演算処理を実行することで、第 2 識別器 5 4 から出力値を取得する。そして、良否判定部 4 1 2 は、第 2 識別器 5 4 から取得した出力値に基づいて、対象画像データ 4 2 2 に写る製品 R の良否を判定する。出力部 4 1 3 は、製品 R の良否を判定した結果、すなわち、外観検査の結果を出力する。

20

【0127】

なお、上記のとおり、本実施形態に係る第 2 識別器 5 4 は、いわゆる畳み込みニューラルネットワークにより構成されており、上記ニューラルネットワーク 5 3 と同様に構成される。すなわち、第 2 識別器 5 4 は、畳み込み層 5 4 1、プーリング層 5 4 2、全結合層 5 4 3、及び出力層 5 3 4 を備えている。各層 5 4 1 ~ 5 4 4 は、上記ニューラルネットワーク 5 3 の各層 5 3 1 ~ 5 3 4 と同様に構成される。

【0128】

<その他>

学習データ生成装置 1、第 1 学習装置 2、第 2 学習装置 3、及び検査装置 4 の各ソフトウェアモジュールに関しては後述する動作例で詳細に説明する。なお、本実施形態では、学習データ生成装置 1、第 1 学習装置 2、第 2 学習装置 3、及び検査装置 4 の各ソフトウェアモジュールがいずれも汎用の CPU によって実現される例について説明している。しかしながら、以上のソフトウェアモジュールの一部又は全部が、1 又は複数の専用のプロセッサにより実現されてもよい。また、学習データ生成装置 1、第 1 学習装置 2、第 2 学習装置 3、及び検査装置 4 それぞれのソフトウェア構成に関して、実施形態に応じて、適宜、ソフトウェアモジュールの省略、置換及び追加が行われてもよい。

30

【0129】

§ 3 動作例

[第 1 学習データ生成装置]

次に、図 10 を用いて、本実施形態に係る学習データ生成装置 1 の動作例について説明する。図 10 は、本実施形態に係る学習データ生成装置 1 の処理手順の一例を例示するフローチャートである。以下で説明する処理手順は、学習データ生成方法の一例である。ただし、以下で説明する処理手順は一例に過ぎず、各処理は可能な限り変更されてよい。また、以下で説明する処理手順について、実施の形態に応じて、適宜、ステップの省略、置換、及び追加が可能である。

40

【0130】

(ステップ S 101)

ステップ S 101 では、制御部 1 1 は、データ取得部 1 1 1 として動作し、第 1 画像データ 1 2 2、及び第 1 画像データ 1 2 2 に写る製品の良否の判定に対する正解を示す第 1 正解データ 1 2 3 を取得する。

50

【 0 1 3 1 】

第 1 画像データ 1 2 2 及び第 1 正解データ 1 2 3 を取得する方法は、特に限定されていなくてもよく、実施の形態に応じて適宜決定されてよい。例えば、カメラを用意し、検査対象となる製品 R と同種の製品であって、欠陥のある又は欠陥のない製品を用意したカメラにより撮影する。これにより、良否の表れた製品の写る第 1 画像データ 1 2 2 を取得することができる。そして、得られた第 1 画像データ 1 2 2 に対して、その第 1 画像データ 1 2 2 に写る製品に表れた良否（正解）を示す第 1 正解データ 1 2 3 を適宜取得する。これにより、第 1 画像データ 1 2 2 及び第 1 正解データ 1 2 3 の組み合わせ（データセット）を作成することができる。

【 0 1 3 2 】

この第 1 画像データ 1 2 2 及び第 1 正解データ 1 2 3 の組み合わせの作成は、学習データ生成装置 1 により行われてもよい。この場合、制御部 1 1 は、オペレータによる入力装置 1 4 の操作に応じて、第 1 画像データ 1 2 2 及び第 1 正解データ 1 2 3 の組み合わせを作成してもよい。また、制御部 1 1 は、生成プログラム 1 2 1 の処理により、第 1 画像データ 1 2 2 及び第 1 正解データ 1 2 3 の組み合わせを自動的に作成してもよい。この作成処理を実行することで、本ステップ S 1 0 1 では、制御部 1 1 は、第 1 画像データ 1 2 2 及び第 1 正解データ 1 2 3 の組み合わせを取得することができる。

【 0 1 3 3 】

あるいは、第 1 画像データ 1 2 2 及び第 1 正解データ 1 2 3 の組み合わせを作成は、例えば、第 2 学習装置 3 等の、学習データ生成装置 1 以外の他の情報処理装置により行われてもよい。他の情報処理装置では、第 1 画像データ 1 2 2 及び第 1 正解データ 1 2 3 の組み合わせは、オペレータにより手動で作成されてもよいし、プログラムの処理により自動的に作成されてもよい。この場合、本ステップ S 1 0 1 では、制御部 1 1 は、ネットワーク、記憶媒体 9 1 等を介して、他の情報処理装置により作成された第 1 画像データ 1 2 2 及び第 1 正解データ 1 2 3 の組み合わせを取得してもよい。

【 0 1 3 4 】

また、この場合、第 1 画像データ 1 2 2 及び第 1 正解データ 1 2 3 の組み合わせは、第 2 学習装置 3 において利用される複数件の第 2 学習用データセット 3 2 2 から選択された第 2 学習用データセット 3 2 2 であってもよい。複数件の第 2 学習用データセット 3 2 2 は、第 2 学習装置 3 の記憶部 2 2 に格納されていてもよいし、N A S（Network Attached Storage）等の外部の記憶装置に格納されていてもよい。この場合、本ステップ S 1 0 1 では、制御部 1 1 は、ネットワーク、記憶媒体 9 1 等を介して、第 1 画像データ 1 2 2 及び第 1 正解データ 1 2 3 の組み合わせを、第 2 学習装置 3、外部の記憶装置等の記憶領域から取得することができる。

【 0 1 3 5 】

第 1 画像データ 1 2 2 及び第 1 正解データ 1 2 3 の組み合わせ（データセット）の取得が完了すると、制御部 1 1 は、次のステップ S 1 0 2 に処理を進める。なお、本ステップ S 1 0 1 では、複数件のデータセットが取得されてもよい。複数件のデータセットを取得した場合、制御部 1 1 は、各件のデータセットについて、以降のステップ S 1 0 2 ~ S 1 0 4 を実行する。

【 0 1 3 6 】

（ステップ S 1 0 2）

ステップ S 1 0 2 では、制御部 1 1 は、第 1 生成部 1 1 2 として動作し、ステップ S 1 0 1 で取得した第 1 画像データ 1 2 2 に所定の変換処理を適用する。これにより、制御部 1 1 は、それぞれ製品の写る複数件の第 2 画像データ 1 2 5 を第 1 画像データ 1 2 2 から生成する。

【 0 1 3 7 】

所定の変換処理は、実施の形態に応じて適宜選択されてよい。例えば、所定の変換処理は、フォトメトリックな変換処理、ジオメトリックな変換処理、画像の合成処理、画像の置換処理及びこれらの組合せから選択されてよい。なお、フォトメトリックな変換処理と

10

20

30

40

50

は、画像の輝度等の明るさを変換する処理であり、例えば、明度の変換処理等である。明度の変換処理は、第1画像データ122の少なくとも一部の画素値を変更する処理である。ジオメトリックな変換処理とは、画像の空間座標を変換する処理であり、例えば、アフィン変換、射影変換等である。アフィン変換は、第1画像データ122の少なくとも一部を線型変換及び平行移動可能な処理である。画像の合成は、第1画像データ122の少なくとも一部の領域にノイズ等の所定の画像を合成することである。画像置換は、第1画像データ122の少なくとも一部の領域をその他の画像に置き換えることである。これらの変換処理には、機械学習により構築された変換器が利用されてもよい。

【0138】

これらの変換処理により、第1画像データ122から、当該第1画像データ122と完全には一致しない第2画像データ125を生成することができる。制御部11は、変換処理のパラメータ（例えば、変換する明度の量、アフィン変換の変換行列の各値等）を適宜変更しながら、第1画像データ122に当該変換処理を繰り返し適用する。この変換処理のパラメータの値は、複数のテンプレートにより予め与えられていてもよいし、ランダムに又は所定の規則に従って適宜変更されてよい。

10

【0139】

これにより、制御部11は、それぞれ異なる複数件の第2画像データ125を生成することができる。生成する第2画像データ125の件数は、実施の形態に応じて適宜決定されてよい。生成された各件の第2画像データ125は、製品の良否を判定する能力を習得するための機械学習に利用する学習データの候補となる。複数件の第2画像データ125の生成が完了すると、制御部11は、次のステップS103に処理を進める。

20

【0140】

（ステップS103）

ステップS103では、制御部11は、判定部113として動作し、ステップS102で生成した各件の第2画像データ125を第1識別器51に入力することで当該第1識別器51から得られる出力に基づいて、各件の第2画像データ125を学習データとして採用するか否かを判定する。

【0141】

本実施形態では、制御部11は、第1学習結果データ129を参照し、学習済みの第1識別器51の設定を行う。続いて、制御部11は、各件の第2画像データ125を第1識別器51に入力し、第1識別器51の演算処理を実行する。これにより、制御部11は、第1識別器51から出力値を取得する。

30

【0142】

具体的には、制御部11は、ステップS102で生成した各件の第2画像データ125を、第1識別器51の最も入力側に配置された畳み込み層511に入力する。そして、制御部11は、入力側から順に、各層511～514に含まれる各ニューロンの発火判定を行う。これにより、制御部11は、各件の第2画像データ125を学習データとして採用するか否かを判定した結果に対応する出力値を出力層514から取得する。

【0143】

そして、制御部11は、出力層514から取得した出力値に基づいて、各件の第2画像データ125を学習データとして採用するか否かを判定する。ここで、出力層514から得られる出力値の形式は、実施の形態に応じて適宜選択されてよい。例えば、出力層514から得られる出力値は、学習データとして採用するか否かを2値で示してもよい。この場合、制御部11は、出力層514から得られる出力値に応じて、対象の第2画像データ125を学習データとして採用するか否かを特定することができる。また、例えば、出力層514から得られる出力値は、学習データとして適切又は不適切である度合いを連続値で示してもよい。この場合、制御部11は、出力層514から得られる出力値と閾値とを比較することで、対象の第2画像データ125を学習データとして採用するか否かを判定することができる。これにより、各件の第2画像データ125を学習データとして採用するか否かの判定が完了すると、制御部11は、次のステップS104に処理を進める。

40

50

【 0 1 4 4 】

(ステップ S 1 0 4)

ステップ S 1 0 4 では、制御部 1 1 は、第 2 生成部 1 1 4 として動作し、製品の良否を判定する能力を習得するための機械学習に利用する学習データとして採用すると判定された第 2 画像データ 1 2 5 に第 2 正解データ 1 2 6 を付与する。

【 0 1 4 5 】

第 2 正解データ 1 2 6 は、第 2 画像データ 1 2 5 に写る製品の良否の判定に対する正解を示すように適宜設定される。本実施形態では、第 2 正解データ 1 2 6 により示される正解は、第 1 正解データ 1 2 3 に基づいて決定される。例えば、ステップ S 1 0 2 における変換処理を適用しても、製品に表れる良否の状態に変更がない場合には、制御部 1 1 は、第 1 正解データ 1 2 3 をそのまま第 2 正解データ 1 2 6 として利用してもよい。

10

【 0 1 4 6 】

また、例えば、各正解データ (1 2 3 、 1 2 6) は、欠陥のある箇所を示す等のように、上記所定の変換処理により変化し得る値で製品の良否を示してもよい。この場合、制御部 1 1 は、第 1 正解データ 1 2 3 の値に上記所定の変換処理を適用することで、第 2 正解データ 1 2 6 の値を導出してもよい。

【 0 1 4 7 】

また、ステップ S 1 0 2 で適用する変換処理によっては、例えば、欠陥箇所の画像が欠陥のない画像で上書きされる等のように、第 1 画像データ 1 2 2 と第 2 画像データ 1 2 5 との間で、製品に表れる良否の状態が変化する (例えば、入れ替わる) ケースがあり得る。この場合、制御部 1 1 は、ステップ S 1 0 2 において適用した所定の変換処理に基づいて、第 1 正解データ 1 2 3 により示される正解が変化するか否かを判定し、当該判定の結果に基づいて、第 2 正解データ 1 2 6 の内容を決定してもよい。

20

【 0 1 4 8 】

以上により、制御部 1 1 は、製品の写る第 2 画像データ 1 2 5 、及び第 2 画像データ 1 2 5 に写る製品の良否の判定に対する正解を示す第 2 正解データ 1 2 6 の対で構成された学習用データセット 1 2 7 を生成することができる。制御部 1 1 は、学習データとして採用すると判定された複数件の第 2 画像データ 1 2 5 を収集し、収集した各件の第 2 画像データ 1 2 5 に第 2 正解データ 1 2 6 を付与することで、複数件の学習用データセット 1 2 7 により構成された学習用データ群を生成してもよい。

30

【 0 1 4 9 】

なお、第 2 正解データ 1 2 6 を付与する形態は、実施の形態に応じて適宜選択されてよい。例えば、1 件の第 2 画像データ 1 2 5 毎に 1 件の第 2 正解データ 1 2 6 を付与してもよい。また、製品の良否の判定に対する正解が共通である複数件の第 2 画像データ 1 2 5 に 1 件の第 2 正解データ 1 2 6 を一括で付与してもよい。この場合、正解が共通である複数件の第 2 画像データ 1 2 5 をグループにまとめることで、1 件の第 2 正解データ 1 2 6 が付与されていると取り扱ってもよい。

【 0 1 5 0 】

学習用データセット 1 2 7 の生成が完了した後、制御部 1 1 は、生成した学習用データセット 1 2 7 を所定の記憶領域に保存する。所定の記憶領域は、記憶部 1 2 であってもよいし、N A S 等の外部の記憶領域であってもよい。また、制御部 1 1 は、生成した学習用データセット 1 2 7 を第 2 学習装置 3 に配信してもよい。これにより、生成した学習用データセット 1 2 7 の保存処理が完了すると、制御部 1 1 は、本動作例に係る処理を終了する。

40

【 0 1 5 1 】

なお、制御部 1 1 は、生成される学習用データセット 1 2 7 の件数が閾値を超えるまで、ステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 4 の一連の処理を繰り返してもよい。このとき、第 2 画像データ 1 2 5 を生成する元となる第 1 画像データ 1 2 2 は、一連の処理を繰り返す度に更新されてもよいし、少なくとも所定回数の繰り返して共通に利用されてもよい。第 1 画像データ 1 2 2 を共通に利用する場合、ステップ S 1 0 1 の処理は省略されてよい。

50

【0152】

また、学習データとして採用しないと判定された第2画像データ125の処理は、実施の形態に応じて適宜決定されてよい。例えば、制御部11は、学習データとして採用しないと判定された第2画像データ125を削除してもよい。また、例えば、学習データ生成装置1が出力装置15としてディスプレイを備えている場合、制御部11は、学習データとして採用しないと判定された第2画像データ125をディスプレイに表示してもよい。これにより、制御部11は、第2画像データ125を学習データとして利用するか削除するかを選択を受け付けてもよい。この場合、オペレータは、入力装置14を操作することで、第1識別器51により学習データとして採用しないと判定された第2画像データ125を学習データとして利用するか削除するかを選択することができる。

10

【0153】

[第1学習装置]

次に、図11を用いて、本実施形態に係る第1学習装置2の動作例について説明する。図11は、本実施形態に係る第1学習装置2の処理手順の一例を例示するフローチャートである。ただし、以下で説明する処理手順は一例に過ぎず、各処理は可能な限り変更されてよい。また、以下で説明する処理手順について、実施の形態に応じて、適宜、ステップの省略、置換、及び追加が可能である。

【0154】

(ステップS201)

ステップS201では、制御部21は、第1学習データ取得部211として動作し、画像データ2221及び採否データ2222の組み合わせでそれぞれ構成された複数件の第1学習用データセット222を取得する。

20

【0155】

第1学習用データセット222を取得する方法は、特に限定されなくてもよく、実施の形態に応じて適宜決定されてよい。例えば、カメラを用意し、検査対象となる製品Rと同種の製品であって、欠陥のある又は欠陥のない製品を用意したカメラにより撮影する。これにより得られた撮影画像データを画像データ2221として利用してもよい。また、第2学習用データセット322に含まれる画像データ3221を画像データ2221として利用してもよい。更に、撮影画像データ又は画像データ3221に上記所定の変換処理を適用することで、画像データ2221を生成してもよい。

30

【0156】

そして、得られた画像データ2221に対して、製品の良否を判定する能力を習得するための機械学習に利用する学習データとしてその画像データ2221を採用するか否かの正解を示す採否データ2222を組み合わせることで、第1学習用データセット222を作成することができる。この作成を繰り返すことで、複数件の第1学習用データセット222を作成することができる。

【0157】

なお、採否データ2222のデータ形式は、第1識別器51の出力(すなわち、出力層514から得られる出力値)の形式に合わせて適宜決定されてよい。例えば、採否データ2222は、学習データとして採用するか否かを2値で示すように設定されてもよい。また、例えば、採否データ2222は、学習データとして適切又は不適切である度合いを連続値で示すように適宜設定されてよい。一つの指標として、製品の写る画像として不自然である画像データ2221ほど、採否データ2222は、学習データとして採用しないことを示すように設定される。他方、製品の写る画像として自然である画像データ2221ほど、採否データ2222は、学習データとして採用することを示すように設定される。製品の写る画像として不自然であるとは、例えば、現実ではありえない程度に製品の像が変形している、製品の写る領域が判別できないほど不鮮明である等、カメラにより撮影して得られる通常の画像ではない状態を指す。不自然な程度は、適宜決定されてよい。

40

【0158】

この第1学習用データセット222の作成は、第1学習装置2により行われてもよい。

50

この場合、制御部 2 1 は、オペレータによる入力装置 2 4 の操作に応じて、複数件の第 1 学習用データセット 2 2 2 を作成してもよい。また、制御部 2 1 は、採否学習プログラム 2 2 1 の処理により、複数件の第 1 学習用データセット 2 2 2 を自動的に作成してもよい。この作成処理を実行することで、本ステップ S 2 0 1 では、制御部 2 1 は、複数件の第 1 学習用データセット 2 2 2 を取得してもよい。

【 0 1 5 9 】

あるいは、第 1 学習用データセット 2 2 2 の作成は、第 1 学習装置 2 以外の他の情報処理装置により行われてもよい。他の情報処理装置では、複数件の第 1 学習用データセット 2 2 2 は、オペレータにより手動で作成されてもよいし、プログラムの処理により自動的に作成されてもよい。この場合、本ステップ S 2 0 1 では、制御部 2 1 は、ネットワーク、記憶媒体 9 2 等を介して、他の情報処理装置により作成された第 1 学習用データセット 2 2 2 を取得してもよい。

10

【 0 1 6 0 】

取得する第 1 学習用データセット 2 2 2 の件数は、特に限定されなくてもよく、例えば、第 1 識別器 5 1 の機械学習を実施可能な程度に適宜決定されてよい。これにより、複数件の第 1 学習用データセット 2 2 2 の取得が完了すると、制御部 2 1 は、次のステップ S 2 0 2 に処理を進める。

【 0 1 6 1 】

(ステップ S 2 0 2)

ステップ S 2 0 2 では、制御部 2 1 は、第 1 学習処理部 2 1 2 として動作し、取得した各件の第 1 学習用データセット 2 2 2 を利用した機械学習を実行する。本実施形態では、制御部 2 1 は、各件の第 1 学習用データセット 2 2 2 を用いて、画像データ 2 2 2 1 を畳み込み層 5 2 1 に入力すると、採否データ 2 2 2 2 により示される正解に対応する出力値を出力層 5 2 4 から出力するようにニューラルネットワーク 5 2 の機械学習を実行する。

20

【 0 1 6 2 】

具体的には、まず、制御部 2 1 は、学習処理を行う対象となるニューラルネットワーク 5 2 (学習前の第 1 識別器 5 1) を用意する。用意するニューラルネットワーク 5 2 の構成、各ニューロン間の結合の重みの初期値、各ニューロンの閾値の初期値等の各パラメータは、テンプレートにより与えられてもよいし、オペレータの入力により与えられてもよい。再学習を行う場合、制御部 2 1 は、再学習を行う対象の第 1 学習結果データ 1 2 9 に基づいて、学習前のニューラルネットワーク 5 2 を用意してもよい。

30

【 0 1 6 3 】

次に、制御部 2 1 は、ステップ S 2 0 1 で取得した各件の第 1 学習用データセット 2 2 2 に含まれる画像データ 2 2 2 1 を入力データとして用い、採否データ 2 2 2 2 を教師データとして用いて、ニューラルネットワーク 5 2 の学習処理を実行する。このニューラルネットワーク 5 2 の学習処理には、確率的勾配降下法等が用いられてよい。

【 0 1 6 4 】

例えば、制御部 2 1 は、最も入力側に配置された畳み込み層 5 2 1 に画像データ 2 2 2 1 を入力し、入力側から順に各層 5 2 1 ~ 5 2 4 に含まれる各ニューロンの発火判定を行う。これにより、制御部 2 1 は、出力層 5 2 4 から出力値を得る。次に、制御部 2 1 は、出力層 5 2 4 から得た出力値と採否データ 2 2 2 2 により示される正解に対応する値との誤差を算出する。続いて、制御部 2 1 は、誤差逆伝搬 (Back propagation) 法により、算出した出力値の誤差を用いて、各ニューロン間の結合の重み及び各ニューロンの閾値それぞれの誤差を算出する。そして、制御部 2 1 は、算出した各誤差に基づいて、各ニューロン間の結合の重み及び各ニューロンの閾値それぞれの値の更新を行う。

40

【 0 1 6 5 】

各件の第 1 学習用データセット 2 2 2 について、最も入力側に配置された畳み込み層 5 2 1 に画像データ 2 2 2 1 を入力することにより出力層 5 2 4 から得られる出力値が、入力した画像データ 2 2 2 1 に関連付けられた採否データ 2 2 2 2 により示される正解に対応する値と一致するまで、制御部 2 1 は、この一連の処理を繰り返す。これにより、制御

50

部 2 1 は、画像データ 2 2 2 1 を入力すると、採否データ 2 2 2 2 により示される採否の正解に対応する出力値を出力する学習済みのニューラルネットワーク 5 2 (すなわち、第 1 識別器 5 1) を構築することができる。ニューラルネットワーク 5 2 の学習処理が完了すると、制御部 2 1 は、次のステップ S 2 0 3 に処理を進める。

【 0 1 6 6 】

(ステップ S 2 0 3)

ステップ S 2 0 3 では、制御部 2 1 は、第 1 学習処理部 2 1 2 として動作し、機械学習により構築された学習後のニューラルネットワーク 5 2 (すなわち、第 1 識別器 5 1) の構成、各ニューロン間の結合の重み、及び各ニューロンの閾値を示す情報を第 1 学習結果データ 1 2 9 として記憶部 2 2 に格納する。これにより、制御部 2 1 は、本動作例に係る処理を終了する。

10

【 0 1 6 7 】

なお、制御部 2 1 は、上記ステップ S 2 0 3 の処理が完了した後に、作成した第 1 学習結果データ 1 2 9 を学習データ生成装置 1 に転送してもよい。また、制御部 2 1 は、上記ステップ S 2 0 1 ~ S 2 0 3 の学習処理を定期的に行うことで、第 1 学習結果データ 1 2 9 を更新してもよい。そして、制御部 2 1 は、作成した第 1 学習結果データ 1 2 9 を学習処理の実行毎に学習データ生成装置 1 に転送することで、学習データ生成装置 1 の保持する第 1 学習結果データ 1 2 9 を定期的に変更してもよい。また、例えば、制御部 2 1 は、作成した第 1 学習結果データ 1 2 9 を N A S 等の外部の記憶領域に保存してもよい。この場合、学習データ生成装置 1 は、この外部の記憶領域から第 1 学習結果データ 1 2 9 を取得してもよい。また、第 1 学習結果データ 1 2 9 は、学習データ生成装置 1 に予め組み込まれてもよい。

20

【 0 1 6 8 】

[第 2 学習装置]

次に、図 1 2 を用いて、本実施形態に係る第 2 学習装置 3 の動作例について説明する。図 1 2 は、本実施形態に係る第 2 学習装置 3 の処理手順の一例を例示するフローチャートである。ただし、以下で説明する処理手順は一例に過ぎず、各処理は可能な限り変更されてよい。また、以下で説明する処理手順について、実施の形態に応じて、適宜、ステップの省略、置換、及び追加が可能である。

【 0 1 6 9 】

(ステップ S 3 0 1)

ステップ S 3 0 1 では、制御部 3 1 は、第 2 学習データ取得部 3 1 1 として動作し、画像データ 3 2 2 1 及び正解データ 3 2 2 2 の組み合わせでそれぞれ構成された複数件の第 2 学習用データセット 3 2 2 を取得する。

30

【 0 1 7 0 】

第 2 学習用データセット 3 2 2 を取得する方法は、特に限定されなくてもよく、実施の形態に応じて適宜決定されてよい。各件の第 2 学習用データセット 3 2 2 は、上記第 1 画像データ 1 2 2 及び第 1 正解データ 1 2 3 の組み合わせを取得する方法と同様の方法で取得されてよい。すなわち、制御部 3 1 は、オペレータによる入力装置 3 4 の操作に応じて、各件の第 2 学習用データセット 3 2 2 を作成してもよいし、学習プログラム 3 2 1 の処理により、各件の第 2 学習用データセット 3 2 2 を自動的に作成してもよい。あるいは、制御部 3 1 は、ネットワーク、記憶媒体 9 3 等を介して、他の情報処理装置により作成された第 2 学習用データセット 3 2 2 を取得してもよい。

40

【 0 1 7 1 】

また、取得される第 2 学習用データセット 3 2 2 の少なくとも一部は、学習データ生成装置 1 により作成された学習用データセット 1 2 7 である。制御部 3 1 は、ネットワーク、記憶媒体 9 3 等を介して、学習データ生成装置 1 により作成された学習用データセット 1 2 7 を第 2 学習用データセット 3 2 2 として取得してもよい。また、制御部 3 1 は、学習用データセット 1 2 7 の生成に利用された第 1 画像データ 1 2 2 及び第 1 正解データ 1 2 3 の組み合わせを第 2 学習用データセット 3 2 2 として取得してもよい。

50

【 0 1 7 2 】

なお、正解データ 3 2 2 2 のデータ形式は、第 2 識別器 5 4 の出力の形式に合わせて適宜決定されてよい。例えば、正解データ 3 2 2 2 は、製品の良否を 2 値で示すように設定されてもよい。また、例えば、正解データ 3 2 2 2 は、製品が良品である（すなわち、欠陥がない）確率又は製品に欠陥がある確率を連続値で示すように設定されてもよい。また、例えば、正解データ 3 2 2 2 は、製品の良否又は欠陥の種別のインデックスを示すように設定されてもよい。また、例えば、正解データ 3 2 2 2 は、欠陥のある箇所等を示すように設定されてもよい。

【 0 1 7 3 】

取得する第 2 学習用データセット 3 2 2 の件数は、特に限定されなくてもよく、例えば、第 2 識別器 5 4 の機械学習を実施可能な程度に適宜決定されてよい。これにより、複数件の第 2 学習用データセット 3 2 2 の取得が完了すると、制御部 3 1 は、次のステップ S 3 0 2 に処理を進める。

【 0 1 7 4 】

（ステップ S 3 0 2 ）

ステップ S 3 0 2 では、制御部 3 1 は、第 2 学習処理部 3 1 2 として動作し、学習データ生成装置 1 により生成された学習用データセット 1 2 7 を含む複数件の第 2 学習用データセット 3 2 2 を利用した機械学習を実施する。本実施形態では、制御部 3 1 は、各件の第 2 学習用データセット 3 2 2 を用いて、画像データ 3 2 2 1 を畳み込み層 5 3 1 に入力すると、正解データ 3 2 2 2 により示される正解に対応する出力値を出力層 5 3 4 から出力するようにニューラルネットワーク 5 3 の機械学習を実行する。これにより、制御部 3 1 は、製品の良否を判定する能力を習得した学習済みの第 2 識別器 5 4 を構築する。

【 0 1 7 5 】

機械学習の方法は、上記ステップ S 2 0 2 と同様であってよい。制御部 3 1 は、学習処理を行う対象となるニューラルネットワーク 5 3（学習前の第 2 識別器 5 4）を用意する。そして、制御部 3 1 は、ステップ 3 0 1 で取得した各件の第 2 学習用データセット 3 2 2 に含まれる画像データ 3 2 2 1 を入力データとして用い、正解データ 3 2 2 2 を教師データとして用いて、ニューラルネットワーク 5 3 の学習処理を実行する。

【 0 1 7 6 】

これにより、制御部 3 1 は、最も入力側に配置された畳み込み層 5 3 1 に画像データ 3 2 2 1 が入力されると、入力した画像データ 3 2 2 1 に関連付けられた正解データ 3 2 2 2 により示される正解に対応する出力値を出力層 5 3 4 から出力する学習済みのニューラルネットワーク 5 3（すなわち、第 2 識別器 5 4）を構築することができる。ニューラルネットワーク 5 3 の学習処理が完了すると、制御部 3 1 は、次のステップ S 3 0 3 に処理を進める。

【 0 1 7 7 】

（ステップ S 3 0 3 ）

ステップ S 3 0 3 では、制御部 3 1 は、第 2 学習処理部 3 1 2 として動作し、機械学習により構築された学習後のニューラルネットワーク 5 3（すなわち、第 2 識別器 5 4）の構成、各ニューロン間の結合の重み、及び各ニューロンの閾値を示す情報を第 2 学習結果データ 3 2 3 として記憶部 3 2 に格納する。これにより、制御部 3 1 は、本動作例に係る処理を終了する。

【 0 1 7 8 】

なお、制御部 3 1 は、上記ステップ S 3 0 3 の処理が完了した後に、作成した第 2 学習結果データ 3 2 3 を検査装置 4 に転送してもよい。また、制御部 3 1 は、上記ステップ S 3 0 1 ~ 3 0 3 の学習処理を定期的に行うことで、第 2 学習結果データ 3 2 3 を更新してもよい。そして、制御部 3 1 は、作成した第 2 学習結果データ 3 2 3 を学習処理の実行毎に検査装置 4 に転送することで、検査装置 4 の保持する第 2 学習結果データ 3 2 3 を定期的に変更してもよい。また、例えば、制御部 3 1 は、作成した第 2 学習結果データ 3 2 3 を N A S 等の外部の記憶領域に保存してもよい。この場合、検査装置 4 は、この外部

10

20

30

40

50

の記憶領域から第2学習結果データ323を取得してもよい。また、第2学習結果データ323は、検査装置4に予め組み込まれてもよい。

【0179】

更に、制御部31は、評価用データセットを利用して、構築した第2識別器54の判定性能を評価してもよい。評価用データセットは、第2学習用データセット322と同様に構成可能である。すなわち、評価用データセットは、製品の写る画像データ、及び画像データに写る製品の良否の判定に対する正解を示す正解データの組み合わせにより構成されてよい。制御部31は、後述するステップS402のとおり、第2識別器54を利用して、評価用データセットの画像データに写る製品の良否を判定する。制御部31は、この判定結果と正解データにより示される正解とを照合することで、第2識別器54の判定性能を評価することができる。

10

【0180】

この第2識別器54の判定性能が所定の基準以下である(例えば、正答率が閾値以下である)場合には、制御部31は、複数件の第2学習用データセット322から選択した1又は複数件の第2学習用データセット322を学習データ生成装置1に送信してもよい。そして、制御部31は、送信した第2学習用データセット322を第1画像データ122及び第1正解データ123の組み合わせとして利用して、複数件の学習用データセット127を生成する要求を学習データ生成装置1に行ってもよい。これに応じて、学習データ生成装置1により生成された複数件の学習用データセット127を受信することで、制御部31は、機械学習に利用する第2学習用データセット322の件数を増やすことができる。

20

【0181】

[検査装置]

次に、図13を用いて、検査装置4の動作例について説明する。図13は、検査装置4の処理手順の一例を例示するフローチャートである。ただし、以下で説明する処理手順は一例に過ぎず、各処理は可能な限り変更されてよい。また、以下で説明する処理手順について、実施の形態に応じて、適宜、ステップの省略、置換、及び追加が可能である。

【0182】

(ステップS401)

ステップS401では、制御部41は、対象データ取得部411として動作し、検査の対象となる製品Rの写る対象画像データ422を取得する。本実施形態では、検査装置4は、外部インタフェース44を介してカメラ81に接続されている。そのため、制御部41は、カメラ81から対象画像データ422を取得する。この対象画像データ422は、動画データであってもよいし、静止画像データであってもよい。対象画像データ422を取得すると、制御部41は、次のステップS402に処理を進める。

30

【0183】

ただし、対象画像データ422を取得する経路は、このような例に限定されなくてもよく、実施の形態に応じて適宜選択されてよい。例えば、検査装置4とは異なる他の情報処理装置が、カメラ81に接続されていてもよい。この場合、制御部41は、他の情報処理装置から対象画像データ422の送信を受け付けることで、対象画像データ422を取得してもよい。

40

【0184】

(ステップS402)

ステップS402では、制御部41は、良否判定部412として動作し、第2識別器54を利用して、対象画像データ422に写る製品Rの良否を判定する。

【0185】

具体的には、制御部41は、第2学習結果データ323を参照して、学習済みの第2識別器54の設定を行う。続いて、制御部41は、第2識別器54の最も入力側に配置された畳み込み層541に対象画像データ422を入力し、入力側から順に、各層541~544に含まれる各ニューロンの発火判定を行う。これにより、制御部41は、対象画像デ

50

ータ422に写る製品Rの良否を判定した結果に対応する出力値を出力層544から取得する。

【0186】

そして、制御部41は、第2識別器54の出力層544から取得した出力値に基づいて、対象画像データ422に写る製品Rの良否を判定する。製品Rの良否を判定する方法は、第2識別器54の出力形式に応じて適宜決定されてよい。例えば、第2識別器54から得られる出力値が製品Rの良否を2値で示す場合、制御部41は、第2識別器54から得られる出力値に応じて、製品Rの良否を特定することができる。また、例えば、第2識別器54から得られる出力値が、製品Rが良品である確率又は製品Rに欠陥がある確率を連続値で示す場合、制御部41は、第2識別器54から得られる出力値と閾値とを比較することで、製品Rの良否を判定することができる。また、例えば、第2識別器54から得られる出力値が欠陥のある箇所を示す場合、制御部41は、第2識別器54から得られる出力値に基づいて、対象画像データ422に写る製品Rの良否を判定できると共に、欠陥が存在する場合にはその欠陥の箇所を特定することができる。

10

【0187】

また、例えば、第2識別器54から得られる出力値が、製品Rの良否又は欠陥の種別のインデックスを示す場合、検査装置4は、第2識別器54から得られる出力値と製品Rの良否又は欠陥の種別とを対応付けたテーブル形式等の参照情報（不図示）を記憶部42に保持していてもよい。この場合、制御部41は、この参照情報を参照することにより、第2識別器54から得られた出力値に応じて、対象画像データ422に写る製品Rの良否を判定することができる。

20

【0188】

以上により、制御部41は、第2識別器54を利用して、対象画像データ422に写る製品Rの良否を判定することができる。製品Rの良否の判定が完了すると、制御部41は、次のステップS403に進める。

【0189】

（ステップS403）

ステップS403では、制御部41は、出力部413として動作し、ステップS402により製品Rの良否を判定した結果を出力する。

【0190】

製品Rの良否を判定した結果の出力形式は、特に限定されなくてもよく、実施の形態に応じて適宜選択されてよい。例えば、制御部41は、製品Rの良否を判定した結果をそのまま出力装置46に出力してもよい。また、ステップS402において、製品Rに欠陥があると判定した場合、制御部41は、欠陥を発見したことを知らせるための警告を本ステップS403の出力処理として行ってもよい。また、制御部41は、本ステップS403の出力処理として、製品Rの良否を判定した結果に応じた所定の制御処理を実行してもよい。具体例として、製品の搬送を行う製造ラインに検査装置4が接続されている場合、製品Rに欠陥があると判定したときに、制御部41は、欠陥のある製品Rを欠陥のない製品とは異なる経路で搬送する指令を製造ラインに送信する処理を本ステップS403の出力処理として行ってもよい。

30

40

【0191】

製品Rの良否を判定した結果の出力処理が完了すると、制御部41は、本動作例に係る処理を終了する。なお、制御部41は、製造ライン上を搬送される製品Rがカメラ81の撮影範囲に入る度に、ステップS401～S403の一連の処理を実行してもよい。これにより、検査装置4は、製造ライン上を搬送される製品Rの外観検査を行うことができる。

【0192】

〔特徴〕

以上のとおり、本実施形態に係る学習データ生成装置1によれば、上記ステップS102の処理により、第1画像データ122に所定の変換処理を適用することで、学習データ

50

の候補となる第2画像データ125を量産することができる。加えて、学習データ生成装置1は、上記ステップS103の処理により、量産した複数件の第2画像データ125のうち、製品の良否を判定する能力を習得するための学習データとして不適切な第2画像データ125を機械学習に利用されないようにすることができる。そのため、本実施形態に係る学習データ生成装置1によれば、ステップS104により生成した学習用データセット127により第2学習用データセット322の件数を増加させることで、十分な件数の適切な第2学習用データセット322を低コストで用意することができる。これにより、第2学習装置3では、ステップS301～S303の処理により、用意した十分な件数の第2学習用データセット322を利用した機械学習を実施することで、製品の良否を判定する精度の比較的に高い第2識別器54を構築することができる。したがって、本実施形態によれば、低コストで良否の判定精度の比較的に高い第2識別器54を生成することができる。

10

【0193】

§4 変形例

以上、本発明の実施の形態を詳細に説明してきたが、前述までの説明はあらゆる点において本発明の例示に過ぎない。本発明の範囲を逸脱することなく種々の改良や変形を行うことができることは言うまでもない。例えば、以下のような変更が可能である。なお、以下では、上記実施形態と同様の構成要素に関しては同様の符号を用い、上記実施形態と同様の点については、適宜説明を省略した。以下の変形例は適宜組み合わせ可能である。

【0194】

<4.1>

上記実施形態では、各識別器(51、54)は、畳み込みニューラルネットワークにより構成されている。しかしながら、各識別器(51、54)の構成は、このような例に限定されなくてもよく、実施の形態に応じて適宜選択されてよい。例えば、各識別器(51、54)は、多層構造の全結合ニューラルネットワーク、再帰型ニューラルネットワーク等により構成されてよい。

20

【0195】

<4.2>

上記実施形態では、各識別器(51、54)の学習モデルとして、ニューラルネットワークを採用している。しかしながら、各識別器(51、54)の学習モデルは、このような例に限定されなくてもよく、実施の形態に応じて適宜選択されてよい。各識別器(51、54)の学習モデルとして、例えば、サポートベクタマシン、自己組織化マップ、強化学習により機械学習を行う学習モデル等が採用されてよい。

30

【0196】

なお、機械学習として教師あり学習を採用しない場合には、各学習用データセット(222、322)において、各正解データ(2222、3222)は省略されてもよい。この場合、上記ステップS101において、学習データ生成装置1の制御部11は、第1正解データ123の取得を省略し、製品の写る第1画像データ122のみを取得してもよい。また、ステップS104では、制御部11は、第2正解データ126の付与を省略し、学習データとして採用すると判定された第2画像データ125を収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の第2画像データ125により構成された学習用データ群を生成してもよい。第2学習装置3は、この学習用データ群を機械学習に利用して、第2識別器54を構築してもよい。

40

【0197】

<4.3>

上記実施形態では、各学習結果データ(129、323)は、ニューラルネットワークの構成を示す情報を含んでいる。しかしながら、各学習結果データ(129、323)の構成は、このような例に限定されなくてもよく、学習済みの各識別器(51、54)の設定に利用可能であれば、実施の形態に応じて適宜決定されてよい。例えば、利用するニューラルネットワークの構成が各装置で共通化されている場合には、各学習結果データ(1

50

29、323)は、ニューラルネットワークの構成を示す情報を含んでいなくてもよい。

【0198】

<4.4>

上記実施形態では、検査システム100は、第1識別器51を構成する第1学習装置2を含んでいる。しかしながら、第1識別器51は、検査システム100の外部の情報処理装置により構成されてよい。この場合、検査システム100において、第1学習装置2は省略されてもよい。

【0199】

<4.5>

上記実施形態では、学習データ生成装置1の制御部11は、ステップS104において、第1正解データ123に基づいて、第2正解データ126の内容を設定している。しかしながら、第2正解データ126の内容を設定する方法は、このような例に限られなくてもよい。例えば、制御部11は、入力装置14を介して、オペレータによる第2正解データ126の内容の入力を受け付けてもよい。このとき、オペレータが、第2正解データ126の内容を決定するための参考として、制御部11は、出力装置15を介して、第2画像データ125及び第1正解データ123の少なくとも一方を出力してもよい。

10

【0200】

<4.6>

上記実施形態では、第1識別器51は、画像データ2221及び採否データ2222の組み合わせにより構成された第1学習用データセット222を利用した機械学習により構築されている。しかしながら、第1識別器51を構築する方法は、このような例に限定されなくてもよい。

20

【0201】

[構成例]

まず、図14を用いて、上記実施形態とは異なる方法で第1識別器を構築する第1学習装置2Aの構成の一例について説明する。図14は、本変形例に係る第1学習装置2Aのソフトウェア構成の一例を模式的に例示する。本変形例に係る第1学習装置2Aは、上記第1学習装置2と同様のハードウェア構成を有する。すなわち、第1学習装置2Aは、制御部21、記憶部22、通信インタフェース23、入力装置24、出力装置25、及びドライブ26が電気的に接続されたコンピュータである。

30

【0202】

図14に示されるとおり、第1学習装置2Aは、制御部21によりプログラムを実行することで、第1学習データ取得部211A及び第1学習処理部212Aをソフトウェアモジュールとして備えるコンピュータとして動作する。すなわち、本変形例でも、上記実施形態と同様に、各ソフトウェアモジュールは、制御部21(CPU)により実現される。

【0203】

第1学習データ取得部221Aは、複数件の画像データ2223で構成された画像データ群222Aを取得する。画像データ2223は、本発明の「第3画像データ」の一例である。第1学習処理部212Aは、生成モデル61及び識別モデル62それぞれの機械学習を実施する。生成モデル61は、画像データ群222Aに対して、画像データ2223に類似する画像データ611を生成するように機械学習を行う。画像データ611は、本発明の「第4画像データ」の一例である。一方、識別モデル62は、生成モデル61由来の画像データ611であるか、画像データ群222A由来の画像データ2223であるかを識別するように機械学習を行う。

40

【0204】

生成モデル61及び識別モデル62を含むネットワークは、各モデル(61、62)の機械学習を交互に実施する。すなわち、生成モデル61は、識別モデル62が識別を誤るような画像データ2223に類似する画像データ611を生成するように機械学習を繰り返す。これに対して、識別モデル62は、繰り返し機械学習された生成モデル61により生成される画像データ611と画像データ群222A由来の画像データ2223とを識別

50

するように機械学習を行う。

【0205】

生成モデル61及び識別モデル62は、例えば、ニューラルネットワークにより構成される。第1学習処理部212Aは、このネットワークのうち、構築された識別モデル62を第1識別器として保存する。すなわち、第1学習処理部212Aは、学習後の識別モデル62の構成、各ニューロン間の結合の重み、及び各ニューロンの閾値を示す情報を第1学習結果データ129として記憶部22に格納する。

【0206】

[動作例]

次に、図15を用いて、本変形例に係る第1学習装置2Aの動作例について説明する。図15は、本変形例に係る第1学習装置2Aの処理手順の一例を例示するフローチャートである。ただし、以下で説明する処理手順は一例に過ぎず、各処理は可能な限り変更されてよい。また、以下で説明する処理手順について、実施の形態に応じて、適宜、ステップの省略、置換、及び追加が可能である。

10

【0207】

(ステップS501)

ステップS501では、制御部21は、第1学習データ取得部211Aとして動作し、複数件の画像データ2223により構成された画像データ群222Aを取得する。各件の画像データ2223は、上記第1画像データ122と同様の方法により取得されてよい。画像データ群222Aを取得すると、制御部21は、次のステップS502に処理を進める。

20

【0208】

(ステップS502)

ステップS502では、制御部21は、生成モデル61の機械学習を行う。上記のとおり、生成モデル61は、ニューラルネットワークにより構成される。例えば、制御部21は、無意味なデータ(例えば、ノイズ)を入力データとして利用し、画像データ群222Aに含まれる画像データ2223を教師データとして利用して、生成モデル61の機械学習を行う。すなわち、制御部21は、ノイズを入力すると、画像データ2223に対応する画像データを出力するように生成モデル61の機械学習を実施する。機械学習の方法は、上記ステップS202と同様であってよい。これにより、生成モデル61は、画像データ群222Aに対して、画像データ2223に類似する画像データ611を生成するように構築される。生成モデル61の機械学習が完了すると、制御部21は、次のステップS503に処理を進める。

30

【0209】

(ステップS503)

ステップS503では、制御部21は、識別モデル62の機械学習を行う。上記のとおり、識別モデル62は、ニューラルネットワークにより構成される。例えば、制御部21は、画像データ群222Aに含まれる画像データ2223と、その画像データ2223が画像データ群222Aの由来である(すなわち、真である)ことを示す正解データとの組み合わせで構成されたデータセットを生成する。また、制御部21は、生成モデル61により生成される画像データ611と、その画像データ611が生成モデル61由来である(すなわち、偽である)ことを示す正解データとの組み合わせで構成されたデータセットを生成する。

40

【0210】

そして、制御部21は、画像データ2223又は画像データ611を入力データとして利用し、各画像データ(2223、611)に関連付けられた正解データを教師データとして利用して、識別モデル62の機械学習を行う。すなわち、制御部21は、各画像データ(2223、611)を入力すると、各画像データ(2223、611)に関連付けられた正解データに対応する値を出力するように識別モデル62の機械学習を実施する。機械学習の方法は、上記ステップS202と同様であってよい。これにより、識別モデル6

50

2 は、生成モデル 6 1 由来の画像データ 6 1 1 であるか、画像データ群 2 2 2 A 由来の画像データ 2 2 2 3 であるかを識別するように構築される。識別モデル 6 2 の機械学習が完了すると、制御部 2 1 は、次のステップ S 5 0 4 に処理を進める。

【 0 2 1 1 】

(ステップ S 5 0 4)

ステップ S 5 0 4 では、制御部 2 1 は、ステップ S 5 0 2 及び S 5 0 3 の機械学習の処理を繰り返すか否かを判定する。機械学習の処理を繰り返す基準は、実施の形態に応じて適宜決定されてよい。例えば、ステップ S 5 0 2 及び S 5 0 3 の機械学習の実施する回数が設定されていてよい。この場合、制御部 2 1 は、ステップ S 5 0 2 及び S 5 0 3 の機械学習を実施した回数が設定回数に到達したか否かを判定する。ステップ S 5 0 2 及び S 5 0 3 の機械学習を実施した回数が設定回数に到達していないと判定した場合には、制御部 2 1 は、ステップ S 5 0 2 に処理を戻す。一方、ステップ S 5 0 2 及び S 5 0 3 の機械学習を実施した回数が設定回数に到達したと判定した場合には、制御部 2 1 は、次のステップ S 5 0 5 に処理を進める。

10

【 0 2 1 2 】

これにより、生成モデル 6 1 及び識別モデル 6 2 は、互いに交互に機械学習を行う。この過程で、生成モデル 6 1 は、識別モデル 6 2 が識別を誤るような画像データ 2 2 2 3 に類似する画像データ 6 1 1 を生成するように構築される。一方で、識別モデル 6 2 は、繰り返し機械学習された生成モデル 6 1 により生成される画像データ 6 1 1 と画像データ群 2 2 2 A 由来の画像データ 2 2 2 3 とを識別するように構築される。つまり、生成モデル 6 1 は、画像データ 2 2 2 3 により近似した画像データ 6 1 1 を生成することができるように構築され、識別モデル 6 2 は、そのような画像データ 6 1 1 と画像データ 2 2 2 3 とを識別できるように構築される。

20

【 0 2 1 3 】

(ステップ S 5 0 5)

ステップ S 5 0 5 では、制御部 2 1 は、第 1 学習処理部 2 1 2 A として動作し、ステップ S 5 0 2 及び S 5 0 3 の処理を繰り返すことで構築されたネットワークのうち識別モデル 6 2 を第 1 識別器として保存する。すなわち、制御部 2 1 は、学習後の識別モデル 6 2 の構成、各ニューロン間の結合の重み、及び各ニューロンの閾値を示す情報を第 1 学習結果データ 1 2 9 として記憶部 2 2 に格納する。これにより、制御部 2 1 は、本動作例に係る処理を終了する。

30

【 0 2 1 4 】

なお、本変形例では、第 1 識別器 (識別モデル 6 2) の出力は、生成モデル 6 1 由来の画像データ 6 1 1 が画像データ群 2 2 2 A 由来の画像データ 2 2 2 3 であるかを判定した結果を示す。これらのうち、生成モデル 6 1 由来の画像データ 6 1 1 であると判定することが、学習データとして採用しないと判定することに対応する。一方、画像データ群 2 2 2 A 由来の画像データ 2 2 2 3 であると判定することが、学習データとして採用すると判定することに対応する。すなわち、本変形例によれば、ノイズから生成された疑似的な画像データ 6 1 1 を学習データとして採用しないと判定する第 1 識別器を構築することができる。そのため、この第 1 識別器を利用することで、第 1 画像データ 1 2 2 から生成された複数件の第 2 画像データ 1 2 5 から学習データとして適切な第 2 画像データ 1 2 5 を抽出することができるようになる。したがって、本変形例によれば、上記実施形態と同様に、十分な件数の適切な第 2 学習用データセット 3 2 2 を低コストで用意することができるため、低コストで良否の判定精度の比較的に高い第 2 識別器 5 4 を生成することができる。

40

【 0 2 1 5 】

< 4 . 7 >

上記実施形態では、製品 R の外観検査を行う他面に本発明を適用した例を示している。しかしながら、本発明の適用範囲は、このような外観検査の場面に限られなくてもよい。本発明は、画像データに写る被写体の特徴を識別するあらゆる場面に広く適用可能である

50

【 0 2 1 6 】

図 1 6 及び図 1 7 を用いて、被写体の特徴を識別する場面に本発明を適用した変形例について説明する。図 1 6 及び図 1 7 は、本変形例に係る画像識別装置 4 B のハードウェア構成及びソフトウェア構成の一例を模式的に例示する。本変形例に係る画像識別システムは、上記学習データ生成装置 1、第 1 学習装置 2、第 2 学習装置 3、及び画像識別装置 4 B により構成される。処理対象となるデータが、製品の写る画像データから何らかの被写体の画像データに置き換わる点を除き、本変形例に係る画像識別システムは、上記検査システム 1 0 0 と同様に構成されてよい。

【 0 2 1 7 】

すなわち、学習データ生成装置 1 は、被写体の特徴を識別する能力を識別器に習得させる機械学習に利用する学習用データセットを生成する。第 1 学習装置 2 は、与えられた画像データを、被写体の特徴を識別する能力を習得するための機械学習の学習データとして採用するか否かを判定する能力を習得した学習済みの第 1 識別器を構築する。本変形例に係る第 1 識別器は、上記実施形態に係る第 1 識別器 5 1 と同様に構成されてよい。

【 0 2 1 8 】

第 2 学習装置 3 は、学習データ生成装置 1 により生成された学習用データセットを利用した機械学習を実施することで、被写体の特徴を識別する能力を習得した学習済みの第 2 識別器 5 4 B を構築する。本変形例に係る第 2 識別器 5 4 B は、上記実施形態に係る第 2 識別器 5 4 と同様に構成されてよい。画像識別装置 4 B は、第 2 識別器 5 4 B を利用して、対象画像データ 4 2 2 B に写る被写体の特徴を識別する。

【 0 2 1 9 】

本変形例において、被写体、及び識別の対象となる被写体の特徴はそれぞれ、特に限定されなくてもよく、実施の形態に応じて適宜選択されてよい。被写体は、例えば、対象者の顔、対象者の身体、作業対象のワーク等であってよい。また、被写体が対象者の顔である場合、識別の対象となる特徴は、例えば、表情の種別、顔のパーツの状態等であってよい。被写体が対象者の身体である場合には、識別の対象となる特徴は、例えば、身体のポーズ等であってよい。被写体が作業対象のワークである場合、識別の対象となる特徴は、例えば、ワークの位置、姿勢等であってよい。

【 0 2 2 0 】

図 1 6 に示されるとおり、本変形例に係る画像識別装置 4 B は、上記検査装置 4 と同様のハードウェア構成を有する。画像識別装置 4 B の記憶部 4 2 は、画像識別プログラム 4 2 1 B、第 2 学習結果データ 3 2 3 B 等の各種情報を記憶する。画像識別プログラム 4 2 1 B は、上記検査装置 4 と同様の処理手順により、被写体の特徴を識別する情報処理を画像識別装置 4 B に実行させるためのプログラムであり、当該情報処理の一連の命令を含む。第 2 学習結果データ 3 2 3 B は、第 2 識別器 5 4 B の設定を行うためのデータである。

【 0 2 2 1 】

画像識別装置 4 B は、上記検査装置 4 と同様に、外部インタフェース 4 4 を介してカメラ 8 1 に接続されている。カメラ 8 1 は、特徴を識別する対象となる被写体を撮影可能な場所に適宜配置される。例えば、被写体が対象者の顔又は身体である場合、カメラ 8 1 は、被写体となる対象者の存在し得る場所に配置されてよい。また、例えば、被写体が作業対象のワークである場合、カメラ 8 1 は、ワークの存在し得る場所に向けて配置されてよい。

【 0 2 2 2 】

図 1 7 に示されるとおり、画像識別装置 4 B は、制御部 4 1 により画像識別プログラム 4 2 1 B を実行することで、対象データ取得部 4 1 1、識別部 4 1 2 B、及び出力部 4 1 3 をソフトウェアモジュールとして備えるコンピュータとして動作する。すなわち、本変形例でも、上記実施形態と同様に、各ソフトウェアモジュールは、制御部 4 1 (CPU) により実現される。

【 0 2 2 3 】

対象データ取得部 4 1 1 は、特徴を識別する対象となる被写体の写る対象画像データ 4 2 2 B を取得する。識別部 4 1 2 B は、取得した対象画像データ 4 2 2 B を第 2 識別器 5 4 B に入力することで第 2 識別器 5 4 B から得られる出力に基づいて、対象画像データ 4 2 2 B に写る被写体の特徴を識別する。出力部 4 1 3 は、被写体の特徴を識別した結果を出力する。

【 0 2 2 4 】

[動作例]

次に、本変形例に係る画像識別システムの動作例について説明する。本変形例に係る画像識別システムは、上記検査システム 1 0 0 とほぼ同様の処理手順で動作する。

【 0 2 2 5 】

< 学習データ生成装置 >

学習データ生成装置 1 の制御部 1 1 は、ステップ S 1 0 1 では、データ取得部 1 1 1 として動作し、所定の被写体の写る第 1 画像データ、及び第 1 画像データに写る被写体の特徴の識別に対する正解を示す第 1 正解データを取得する。なお、ニューラルネットワーク以外の学習モデルを第 2 識別器 5 4 B に採用し、機械学習として教師あり学習を実施しない等、第 1 正解データが不要である場合、第 1 正解データの取得は省略されてよい。

【 0 2 2 6 】

ステップ S 1 0 2 では、制御部 1 1 は、第 1 生成部 1 1 2 として動作して、第 1 画像データに所定の変換処理を適用することで、それぞれ被写体の写る複数件の第 2 画像データを第 1 画像データから生成する。所定の変換処理は、例えば、フォトメトリックな変換処理、ジオメトリックな変換処理、画像の合成処理、画像の置換処理及びこれらの組合せから選択されてよい。

【 0 2 2 7 】

ステップ S 1 0 3 では、制御部 1 1 は、判定部 1 1 3 として動作して、学習済みの第 1 識別器に各件の第 2 画像データを入力することで当該第 1 識別器から得られる出力に基づいて、各件の第 2 画像データを学習データとして採用するか否かを判定する。

【 0 2 2 8 】

これにより、第 1 画像データから生成した複数件の第 2 画像データのうち、被写体の写る画像として不自然な第 2 画像データを除外することができる。第 1 画像データに写る被写体が対象者の顔である場合に、例えば、現実ではありえないほど歪んだ顔が写る第 2 画像データ、対象者の顔を特定できない第 2 画像データ等を除外することができる。

【 0 2 2 9 】

ステップ S 1 0 4 では、制御部 1 1 は、第 2 生成部 1 1 4 として動作して、被写体の特徴を識別する能力を習得するための機械学習の学習データとして採用すると判定された第 2 画像データに、第 1 正解データに基づいて決定された、第 2 画像データに写る被写体の特徴の識別に対する正解を示す第 2 正解データを付与する。これにより、制御部 1 1 は、第 2 画像データ及び第 2 正解データの対で構成された学習用データセットを生成する。

【 0 2 3 0 】

なお、制御部 1 1 は、学習用データとして採用すると判定された複数件の第 2 画像データを収集し、収集した各件の第 2 画像データに第 2 正解データを付与することで、複数件の学習用データセットにより構成された学習用データ群を生成してもよい。また、上記第 1 正解データと同様に、第 2 正解データが不要である場合、第 2 正解データの付与は省略されてよい。この場合、制御部 1 1 は、学習データとして採用すると判定された第 2 画像データを収集することで、学習データとして採用すると判定された複数件の第 2 画像データにより構成された学習用データ群を生成してもよい。

【 0 2 3 1 】

< 第 1 学習装置 >

第 1 学習装置 2 の制御部 2 1 は、上記ステップ S 2 0 1 ~ S 2 0 3 の処理により、与えられた画像データを、被写体の特徴を識別する能力を習得するための機械学習の学習データとして採用するか否かを判定する能力を習得した学習済みの第 1 識別器を構築する。

10

20

30

40

50

【 0 2 3 2 】

すなわち、ステップ S 2 0 1 では、制御部 2 1 は、第 1 学習データ取得部 2 1 1 として動作し、被写体の写り得る画像データ及び画像データを学習データとして採用するか否かの判定の正解を示す採否データの組み合わせでそれぞれ構成された複数件の第 1 学習用データセットを取得する。ステップ S 2 0 2 及び S 2 0 3 では、制御部 2 1 は、第 1 学習処理部 2 1 2 として動作し、複数件の第 1 学習用データセットを利用した機械学習により第 1 識別器を構築し、構築した第 1 識別器の構成等を示す情報を第 1 学習結果データとして記憶部 2 2 に格納する。

【 0 2 3 3 】

なお、本変形例に係る第 1 識別器は、上記 < 4 . 6 > の変形例と同様に、識別モデル 6 2 により構成されてよい。このとき、上記画像データ 2 2 2 3 には、特徴を識別する対象となる被写体の写る画像データが用いられる。

10

【 0 2 3 4 】

< 第 2 学習装置 >

第 2 学習装置 3 の制御部 3 1 は、上記ステップ S 3 0 1 ~ S 3 0 3 の処理により、対象の画像データに写る被写体の特徴を識別する能力を習得した学習済みの第 2 識別器 5 4 B を構築する。

【 0 2 3 5 】

すなわち、ステップ S 3 0 1 では、制御部 3 1 は、第 2 学習データ取得部 3 1 1 として動作し、対象の被写体の写る画像データ、及び画像データに写る被写体の特徴の識別に対する正解を示す正解データの組み合わせでそれぞれ構成された複数件の第 2 学習用データセットを取得する。複数件の第 2 学習用データセットの少なくとも一部は、学習データ生成装置 1 により生成された学習用データセットである。

20

【 0 2 3 6 】

ステップ S 3 0 2 では、制御部 3 1 は、第 2 学習処理部 3 1 2 として動作し、複数件の第 2 学習用データセットを利用した機械学習を実施することで、被写体の特徴を識別する能力を習得した学習済みの第 2 識別器 5 4 B を構築する。そして、ステップ S 3 0 3 では、制御部 3 1 は、第 2 学習処理部 3 1 2 として動作し、構築した第 2 識別器 5 4 B の構成等を示す情報を第 2 学習結果データ 3 2 3 B として記憶部 3 2 に格納する。

【 0 2 3 7 】

< 画像識別装置 >

画像識別装置 4 B の制御部 4 1 は、ステップ S 4 0 1 では、対象データ取得部 4 1 1 として動作し、特徴を識別する対象となる被写体の写る対象画像データ 4 2 2 B を取得する。本変形例では、制御部 4 1 は、カメラ 8 1 から対象画像データ 4 2 2 B を取得する。

30

【 0 2 3 8 】

ステップ S 4 0 2 では、制御部 4 1 は、識別部 4 1 2 B として動作し、第 2 学習結果データ 3 2 3 B を参照して、学習済みの第 2 識別器 5 4 B の設定を行う。続いて、制御部 4 1 は、ステップ S 4 0 1 により取得した対象画像データ 4 2 2 B を第 2 識別器 5 4 B に入力し、第 2 識別器 5 4 B の演算処理を実行する。これにより、制御部 4 1 は、対象画像データ 4 2 2 B に写る被写体の特徴を識別した結果に対応する出力値を第 2 識別器 5 4 B から取得する。制御部 4 1 は、第 2 識別器 5 4 B から取得した出力値に基づいて、対象画像データ 4 2 2 B に写る被写体の特徴を識別する。

40

【 0 2 3 9 】

ステップ S 4 0 3 では、制御部 4 1 は、出力部 4 1 3 として動作し、対象画像データ 4 2 2 B に写る被写体の特徴を識別した結果を出力する。被写体の特徴を識別した結果の出力形式は、特に限定されなくてもよく、実施の形態に応じて適宜選択されてよい。例えば、制御部 4 1 は、被写体の特徴を識別した結果をそのまま出力装置 4 6 に出力してもよい。また、例えば、制御部 4 1 は、識別結果に応じて所定の出力処理を実行してもよい。具体例として、被写体の特徴として対象者の表情の種別を識別するケースでは、対象者の顔が怒っていると識別したときに、制御部 1 1 は、対象者に向けて気を落ち着かせる音楽を

50

出力装置 4 6 から出力してもよい。

【 0 2 4 0 】

以上により、本変形例では、学習データ生成装置 1 により生成した学習用データセットにより第 2 学習用データセットの件数を増加させることで、十分な件数の適切な第 2 学習用データセットを低コストで用意することができる。これにより、第 2 学習装置 3 では、用意した十分な件数の第 2 学習用データセットを利用した機械学習を実施することで、被写体の特徴を識別する精度の比較的の高い第 2 識別器 5 4 B を構築することができる。したがって、本実施形態によれば、被写体の特徴の識別精度の比較的の高い第 2 識別器 5 4 B を低コストで生成することができる。

【 0 2 4 1 】

< 4 . 8 >

上記実施形態及び変形例では、画像データから何らかの特徴を識別する場面に本発明を提供した例を示している。しかしながら、本発明の適用可能な範囲は、このような画像データから特徴を識別する場面に限られなくてもよい。本発明は、画像データ以外のデータ又は複数種類のデータから何らかの特徴を識別する場面に広く適用可能である。

【 0 2 4 2 】

[構成例]

図 1 8 ~ 図 2 2 を用いて、データに含まれる特徴を識別する場面に本発明を適用した変形例について説明する。図 1 8 は、本変形例に係る学習データ生成装置 1 C のソフトウェア構成の一例を模式的に例示する。図 1 9 は、本変形例に係る第 1 学習装置 2 C のソフトウェア構成の一例を模式的に例示する。図 2 0 は、本変形例に係る第 2 学習装置 3 C のソフトウェア構成の一例を模式的に例示する。図 2 1 及び図 2 2 は、本変形例に係る識別装置 4 C のハードウェア構成及びソフトウェア構成の一例を模式的に例示する。本変形例に係る識別システムは、学習データ生成装置 1 C、第 1 学習装置 2 C、第 2 学習装置 3 C、及び識別装置 4 C により構成される。処理対象となるデータが、製品の写る画像データから何らかの特徴を含む他種のデータに置き換わる点を除き、本変形例に係る識別システムは、上記検査システム 1 0 0 と同様に構成されてよい。

【 0 2 4 3 】

< 学習データ生成装置 >

本変形例に係る学習データ生成装置 1 C は、上記学習データ生成装置 1 と同様のハードウェア構成を有する。すなわち、学習データ生成装置 1 C は、制御部 1 1、記憶部 1 2、通信インタフェース 1 3、入力装置 1 4、出力装置 1 5、及びドライブ 1 6 が電氣的に接続されたコンピュータである。学習データ生成装置 1 C の記憶部 1 2 は、第 1 学習結果データ 1 2 9 C 等の各種情報を記憶する。

【 0 2 4 4 】

第 1 学習結果データ 1 2 9 C は、与えられたデータを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第 1 識別器 5 1 C の設定を行うためのデータである。第 1 識別器 5 1 C は、上記実施形態と同様に、ニューラルネットワークにより構成される。第 1 識別器 5 1 C は、例えば、多層構造の全結合ニューラルネットワーク、再帰型ニューラルネットワーク等により構成されてよい。

【 0 2 4 5 】

図 1 8 に示されるとおり、学習データ生成装置 1 C は、データ取得部 1 1 1、第 1 生成部 1 1 2、判定部 1 1 3、及び第 2 生成部 1 1 4 をソフトウェアモジュールとして備えるコンピュータとして動作する。製品の写る画像データから何らかの特徴を含む他種のデータに置き換わる点を除き、データ取得部 1 1 1、第 1 生成部 1 1 2、判定部 1 1 3、及び第 2 生成部 1 1 4 はそれぞれ、上記実施形態と同様に動作する。

【 0 2 4 6 】

本変形例において、処理対象となるデータは、識別器による解析の対象となり得るあらゆる種類のデータを含んでもよく、例えば、画像データの他、音データ（音声データ）、数値データ、テキストデータ、その他センサからの出力データ等であってよい。また、対

10

20

30

40

50

象のデータから識別される特徴は、データから識別可能なあらゆる特徴を含んでもよい。対象のデータが音データである場合、識別される特徴は、例えば、特定の音（例えば、機械の異音）が含まれているか否か等であってもよい。対象のデータが、活動量等の生体データに関する数値データ又はテキストデータである場合、識別される特徴は、例えば、対象者の状態（例えば、健康であるか否か）等であってもよい。対象のデータが、機械の駆動量等の数値データ又はテキストデータである場合、識別される特徴は、例えば、機械の状態（例えば、機械が所定の状態にあるか否か）等であってもよい。

【0247】

<第1学習装置>

本変形例に係る第1学習装置2Cは、上記第1学習装置2と同様のハードウェア構成を有する。すなわち、第1学習装置2Cは、制御部21、記憶部22、通信インタフェース23、入力装置24、出力装置25、及びドライブ26が電氣的に接続されたコンピュータである。第1学習装置2Cは、学習データ生成装置1Cで利用する、与えられたデータを学習データとして採用するか否かを判定するための機械学習を行った学習済みの第1識別器51Cを構築する。

10

【0248】

図19に示されるとおり、第1学習装置2Cは、第1学習データ取得部211及び第1学習処理部212をソフトウェアモジュールとして備えるコンピュータとして構成される。製品の写る画像データから何らかの特徴を含む他種のデータに置き換わる点を除き、第1学習データ取得部211及び第1学習処理部212はそれぞれ、上記実施形態と同様に動作する。

20

【0249】

<第2学習装置>

本変形例に係る第2学習装置3Cは、上記第2学習装置3と同様のハードウェア構成を有する。すなわち、第2学習装置3Cは、制御部31、記憶部32、通信インタフェース33、入力装置34、出力装置35、及びドライブ36が電氣的に接続されたコンピュータである。第2学習装置3Cは、学習データ生成装置1Cにより生成された学習データを利用した機械学習を実施することで、対象のデータから特徴を識別する能力を習得した学習済みの第2識別器54Cを構築する。

【0250】

図20に示されるとおり、第2学習装置3Cは、第2学習データ取得部311及び第2学習処理部312をソフトウェアモジュールとして備えるコンピュータとして構成される。製品の写る画像データから何らかの特徴を含む他種のデータに置き換わる点を除き、第2学習データ取得部311及び第2学習処理部312はそれぞれ、上記実施形態と同様に動作する。

30

【0251】

<識別装置>

図21に示されるとおり、本変形例に係る識別装置4Cは、上記検査装置4と同様のハードウェア構成を有する。識別装置4Cの記憶部42は、識別プログラム421C、第2学習結果データ323C等の各種情報を記憶する。識別プログラム421Cは、上記検査装置4と同様の処理手順により、対象のデータに含まれる特徴を識別する情報処理を識別装置4Cに実行させるためのプログラムであり、当該情報処理の一連の命令を含む。第2学習結果データ323Cは、学習済みの第2識別器54Cの設定を行うためのデータである。

40

【0252】

本変形例では、識別装置4Cは、外部インタフェース44を介して、計測装置81Cに接続されている。計測装置81Cは、対象のデータを取得可能に適宜構成される。計測装置81Cの種類は、処理対象のデータに応じて適宜決定されてよい。処理対象のデータが音データである場合、計測装置81Cは、例えば、マイクロフォン等である。処理対象のデータが生体データである場合、計測装置81Cは、例えば、活動量計、血圧計等の、生

50

体情報を計測可能に構成された装置である。また、処理対象のデータが、機械の駆動量等の数値データ又はテキストデータである場合、計測装置 8 1 C は、例えば、エンコーダ等の対象の物理量を測定可能に構成された装置である。計測装置 8 1 C の配置は、実施の形態に応じて適宜決定されてよい。

【 0 2 5 3 】

図 2 2 に示されるとおり、識別装置 4 C は、制御部 4 1 により識別プログラム 4 2 1 C を実行することで、対象データ取得部 4 1 1、識別部 4 1 2 C、及び出力部 4 1 3 をソフトウェアモジュールとして備えるコンピュータとして動作する。すなわち、本変形例でも、上記実施形態と同様に、各ソフトウェアモジュールは、制御部 4 1 (C P U) により実現される。

10

【 0 2 5 4 】

対象データ取得部 4 1 1 は、識別する対象となる特徴を含む対象データ 4 2 2 C を取得する。識別部 4 1 2 C は、取得した対象データ 4 2 2 C を第 2 識別器 5 4 C に入力することで第 2 識別器 5 4 C から得られる出力に基づいて、対象データ 4 2 2 C に含まれる特徴を識別する。出力部 4 1 3 は、特徴を識別した結果を出力する。

【 0 2 5 5 】

[動作例]

次に、本変形例に係る識別システムの動作例について説明する。本変形例に係る識別システムは、上記検査システム 1 0 0 とほぼ同様の処理手順で動作する。

【 0 2 5 6 】

20

< 学習データ生成装置 >

学習データ生成装置 1 C の制御部 1 1 は、ステップ S 1 0 1 では、データ取得部 1 1 1 として動作し、所定の特徴を含む第 1 データ 1 2 2 C、及び第 1 データ 1 2 2 C に含まれる特徴の識別に対する正解を示す第 1 正解データ 1 2 3 C を取得する。第 1 データ 1 2 2 C は、適宜取得されてよい。例えば、処理対象となるデータが音データである場合、マイクロフォンを用意し、識別する対象となる特徴を含みうる音データを用意したマイクロフォンにより録音する。これにより、第 1 データ 1 2 2 C を取得することができる。なお、ニューラルネットワーク以外の学習モデルを第 2 識別器 5 4 C に採用し、機械学習として教師あり学習を実施しない等、第 1 正解データ 1 2 3 C が不要である場合、第 1 正解データ 1 2 3 C の取得は省略されてよい。

30

【 0 2 5 7 】

ステップ S 1 0 2 では、制御部 1 1 は、第 1 生成部 1 1 2 として動作し、第 1 データ 1 2 2 C に所定の変換処理を適用することで、第 1 データ 1 2 2 C から複数件の第 2 データ 1 2 5 C を生成する。所定の変換処理は、実施の形態に応じて適宜選択されてよい。第 1 データ 1 2 2 C が音データである場合、所定の変換処理は、例えば、タイムストレッチ、ピッチシフト、マスキング、振幅の変換、ノイズ等の所定の音の合成及びこれらの組合せから選択されてよい。タイムストレッチは、音のピッチはそのまま、テンポ（持続時間）を変更する処理である。ピッチシフトは、音のテンポはそのまま、ピッチを変更する処理である。マスキングは、特定の部分の音を変換（例えば、除去）する処理である。また、第 1 データ 1 2 2 C が数値データ又はテキストデータである場合、所定の変換処理は、例えば、ノイズなどの所定のデータの合成、特定の部分のデータの変換、及びこれらの組み合わせから選択されてよい。

40

【 0 2 5 8 】

ステップ S 1 0 3 では、制御部 1 1 は、判定部 1 1 3 として動作し、第 1 学習結果データ 1 2 9 C を参照し、学習済みの第 1 識別器 5 1 C の設定を行う。そして、制御部 1 1 は、学習済みの第 1 識別器 5 1 に各件の第 2 データ 1 2 5 C を入力することで第 1 識別器 5 1 C から得られる出力に基づいて、各件の第 2 データ 1 2 5 C を学習データとして採用するか否かを判定する。

【 0 2 5 9 】

これにより、第 1 データ 1 2 2 C から生成した複数件の第 2 データ 1 2 5 C のうち、特

50

徴を含むデータとして不自然な第2データ125Cを除外することができる。第1データ122Cが音データであり、機械の異音の有無を特徴として識別する場合、例えば、機械の異音の有無を判別できない第2データ125C等を除外することができる。

【0260】

ステップS104では、制御部11は、第2生成部114として動作し、対象のデータに含まれる特徴を識別する能力を習得するための機械学習の学習データとして採用すると判定された第2データ125Cに、第1正解データ123Cに基づいて決定された、第2データ125Cに含まれる特徴の識別に対する正解を示す第2正解データ126Cを付与する。これにより、制御部11は、第2データ125C及び第2正解データ126Cの対で構成された学習用データセット127Cを生成する。

10

【0261】

なお、制御部11は、学習データとして採用すると判定された複数件の第2データ125Cを収集し、収集した各件の第2データ125Cに第2正解データ126Cを付与することで、複数件の学習用データセット127Cにより構成された学習用データ群を生成してもよい。また、上記第1正解データ123Cと同様に、第2正解データ126Cが不要な場合、第2データ125Cに対する第2正解データ126の付与は省略されてよい。この場合、制御部11は、学習データとして採用すると判定された第2データ125Cを収集して、複数件の第2データ125Cにより構成された学習用データ群を生成してもよい。

【0262】

20

<第1学習装置>

第1学習装置2の制御部21は、上記ステップS201～S203の処理により、与えられたデータを、特徴を識別する能力を習得するための機械学習の学習データとして採用するか否かを判定する能力を習得した学習済みの第1識別器51Cを構築する。

【0263】

すなわち、ステップS201では、制御部21は、第1学習データ取得部211として動作し、識別する対象となる特徴を含みうるデータ2221C、及びデータ2221Cを学習データとして採用するか否かの判定の正解を示す採否データ2222Cの組み合わせでそれぞれ構成された複数件の第1学習用データセット222Cを取得する。

【0264】

30

ステップS202では、制御部21は、第1学習処理部212として動作し、学習処理を行う対象となるニューラルネットワーク52Cを用意する。次に、制御部21は、各件の第1学習用データセット222Cを用いて、データ2221Cを入力すると、採否データ2222Cにより示される正解に対応する出力値を出力するようにニューラルネットワーク52Cの機械学習を行う。これにより、制御部21は、与えられたデータを学習データとして採用するか否かを判定する能力を習得した学習済みのニューラルネットワーク52C(すなわち、第1識別器51C)を構築することができる。

【0265】

ステップS203では、制御部21は、第1学習処理部212として動作し、学習後のニューラルネットワーク52C(すなわち、第1識別器51C)の構成等を示す情報を第1学習結果データ129Cとして記憶部22に格納する。なお、本変形例に係る第1識別器51Cは、上記<4.6>の変形例と同様に、識別モデル62により構成されてよい。このとき、上記画像データ2223に置き換えて、特徴を識別する対象となる所定種類のデータが用いられる。

40

【0266】

<第2学習装置>

第2学習装置3Cの制御部31は、上記ステップS301～S303の処理により、対象のデータに含まれる特徴を識別する能力を習得した学習済みの第2識別器54Cを構築する。

【0267】

50

すなわち、ステップS301では、制御部31は、第2学習データ取得部311として動作し、所定の特徴を含むデータ3221C、及びデータ3221Cに含まれる特徴の識別に対する正解を示す正解データ3222Cの組み合わせでそれぞれ構成された複数件の第2学習用データセット322Cを取得する。複数件の第2学習用データセット322Cの少なくとも一部は、学習データ生成装置1により生成された学習用データ群（学習用データセット127C）である。

【0268】

ステップS302では、制御部31は、第2学習処理部312として動作し、学習処理を行う対象となるニューラルネットワーク53Cを用意する。次に、制御部31は、各件の第2学習用データセット322Cを用いて、データ3221Cを入力すると、正解データ3222Cにより示される正解に対応する出力値を出力するようにニューラルネットワーク53Cの機械学習を行う。これにより、制御部31は、対象のデータに含まれる特徴を識別する能力を習得した学習済みのニューラルネットワーク53C（すなわち、第2識別器54C）を構築することができる。

10

【0269】

ステップS303では、制御部31は、第2学習処理部312として動作し、学習後のニューラルネットワーク53C（すなわち、第2識別器54C）の構成等を示す情報を第2学習結果データ323Cとして記憶部32に格納する。なお、制御部31は、上記実施形態と同様に、複数件の第2学習用データセット322Cから選択した1又は複数件の第2学習用データセット322Cを学習データ生成装置1Cに送信してもよい。そして、制御部31は、送信した第2学習用データセット322Cを第1データ122C及び第1正解データ123Cの組み合わせとして利用して、複数件の学習用データセット127Cを生成する要求を学習データ生成装置1Cに行ってもよい。これに応じて、学習データ生成装置1Cにより生成された複数件の学習用データセット127Cを受信することで、制御部31は、機械学習に利用する第2学習用データセット322Cの件数を増やすことができる。

20

【0270】

< 識別装置 >

識別装置4Cの制御部41は、ステップS401では、対象データ取得部411として動作し、識別する対象となる特徴を含む対象データ422Cを取得する。本変形例では、制御部41は、外部インタフェース44を介して計測装置81Cから対象データ422Cを取得する。ただし、対象データ422Cを取得する経路は、このような例に限定されなくてもよく、実施の形態に応じて適宜選択されてよい。

30

【0271】

ステップS402では、制御部41は、識別部412Cとして動作し、第2学習結果データ323Cを参照して、学習済みの第2識別器54Cの設定を行う。続いて、制御部41は、ステップS401により取得した対象データ422Cを第2識別器54Cに入力し、第2識別器54Cの演算処理を実行する。これにより、制御部41は、対象データ422Cに含まれる特徴を識別した結果に対応する出力値を第2識別器54Cから取得する。制御部41は、第2識別器54Cから取得した出力値に基づいて、対象データ422Cに含まれる特徴を識別する。

40

【0272】

ステップS403では、制御部41は、出力部413として動作し、対象データ422Cに含まれる特徴を識別した結果を出力する。判定した結果の出力形式は、特に限定されなくてもよく、実施の形態に応じて適宜選択されてよい。例えば、制御部41は、対象データ422Cに含まれる特徴を判定した結果をそのまま出力装置46から出力してもよい。また、例えば、制御部41は、判定結果に応じて所定の出力処理を実行してもよい。具体例として、対象データ422Cが音データであり、音データの特徴として機械の異音が含まれるか否かを判定するケースでは、制御部41は、対象データ422Cに機械の異音が含まれると識別したときに、その機械の管理者の携帯端末にそのことを警告する電子メ

50

ールの送信を当該出力処理として行ってもよい。また、識別装置 4 C が対象の機械と接続されている場合、制御部 4 1 は、対象の機械の処理速度を落としたり、対象の機械の動作を停止したりしてもよい。

【 0 2 7 3 】

以上により、本変形例では、学習データ生成装置 1 C により生成した学習用データセットにより第 2 学習用データセット 3 2 2 C の件数を増加させることで、十分な件数の適切な第 2 学習用データセット 3 2 2 C を低コストで用意することができる。これにより、第 2 学習装置 3 C では、用意した十分な件数の第 2 学習用データセット 3 2 2 C を利用した機械学習を実施することで、対象のデータに含まれる特徴を識別する精度の比較的に高い第 2 識別器 5 4 C を構築することができる。したがって、本実施形態によれば、推論精度の高い第 2 識別器 5 4 C を低コストで生成することができる。

10

【符号の説明】

【 0 2 7 4 】

- 1 0 0 ... 検査システム、
- 1 ... 学習データ生成装置、
- 1 1 ... 制御部、 1 2 ... 記憶部、 1 3 ... 通信インタフェース、
- 1 4 ... 入力装置、 1 5 ... 出力装置、 1 6 ... ドライブ、
- 1 1 1 ... データ取得部、 1 1 2 ... 第 1 生成部、
- 1 1 3 ... 判定部、 1 1 4 ... 第 2 生成部、
- 1 2 1 ... 生成プログラム、
- 1 2 2 ... 第 1 画像データ、 1 2 3 ... 第 1 正解データ、
- 1 2 5 ... 第 2 画像データ、 1 2 6 ... 第 2 正解データ、
- 1 2 7 ... 学習用データセット、 1 2 9 ... 第 1 学習結果データ、
- 2 ... 第 1 学習装置、
- 2 1 ... 制御部、 2 2 ... 記憶部、 2 3 ... 通信インタフェース、
- 2 4 ... 入力装置、 2 5 ... 出力装置、 2 6 ... ドライブ、
- 2 1 1 ... 第 1 学習データ取得部、
- 2 1 2 ... 第 1 学習処理部、
- 2 2 1 ... 採否学習プログラム、
- 2 2 2 ... 第 1 学習用データセット、
- 2 2 2 1 ... 画像データ (第 5 画像データ)、
- 2 2 2 2 ... 採否データ (第 3 正解データ)、
- 3 ... 第 2 学習装置、
- 3 1 ... 制御部、 3 2 ... 記憶部、 3 3 ... 通信インタフェース、
- 3 4 ... 入力装置、 3 5 ... 出力装置、 3 6 ... ドライブ、
- 3 1 1 ... 第 2 学習データ取得部、
- 3 1 2 ... 第 2 学習処理部、
- 3 2 1 ... 学習プログラム、
- 3 2 2 ... 第 2 学習用データセット、
- 3 2 2 1 ... 画像データ、 3 2 2 2 ... 正解データ、
- 3 2 3 ... 第 2 学習結果データ、
- 4 ... 検査装置、
- 4 1 ... 制御部、 4 2 ... 記憶部、 4 3 ... 通信インタフェース、
- 4 4 ... 外部インタフェース、 4 5 ... 入力装置、
- 4 6 ... 出力装置、 4 7 ... ドライブ、
- 4 1 1 ... 対象データ取得部、 4 1 2 ... 良否判定部、
- 4 1 3 ... 出力部、
- 4 2 1 ... 検査プログラム、
- 5 1 ... 第 1 識別器、
- 5 2 ... ニューラルネットワーク、

20

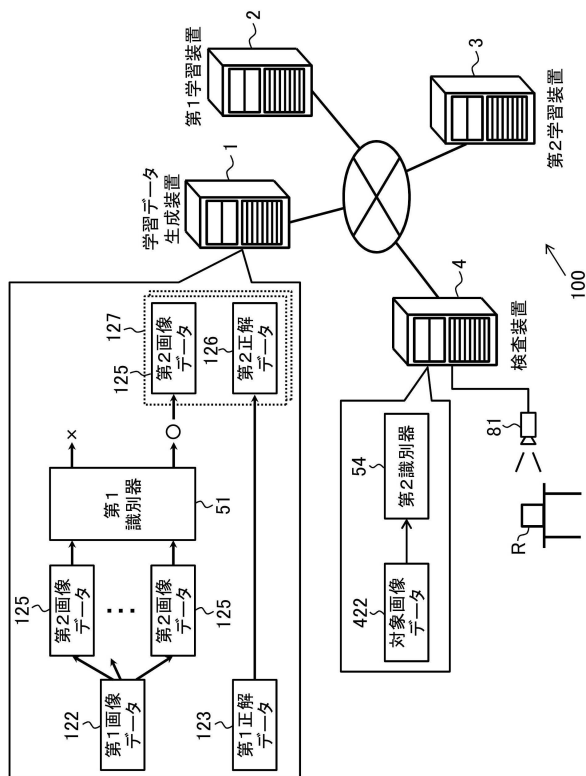
30

40

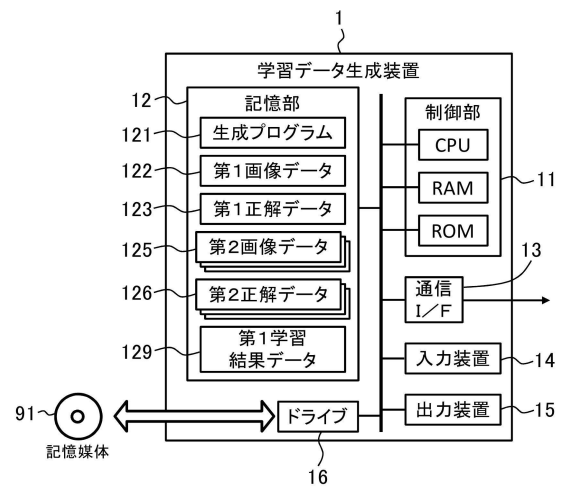
50

- 5 3 ...ニューラルネットワーク、
- 5 4 ...第2 識別器、
- 5 1 1・5 2 1・5 3 1・5 4 1 ...畳み込み層、
- 5 1 2・5 2 2・5 3 2・5 4 2 ...プーリング層、
- 5 1 3・5 2 3・5 3 3・5 4 3 ...全結合層、
- 5 1 4・5 2 4・5 3 4・5 4 4 ...出力層、
- 2 A ...第1 学習装置、
- 2 2 2 A ...画像データ群、
- 2 2 2 3 ...画像データ (第3 画像データ)、
- 6 1 ...生成モデル、6 1 1 ...画像データ (第4 画像データ)、
- 6 2 ...識別モデル、
- 9 1・9 2・9 3・9 4 ...記憶媒体

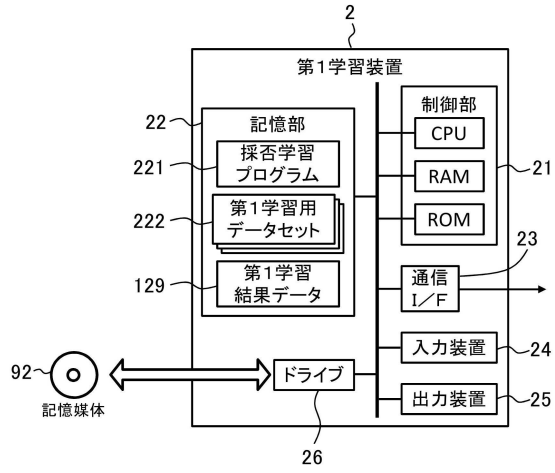
【 図 1 】



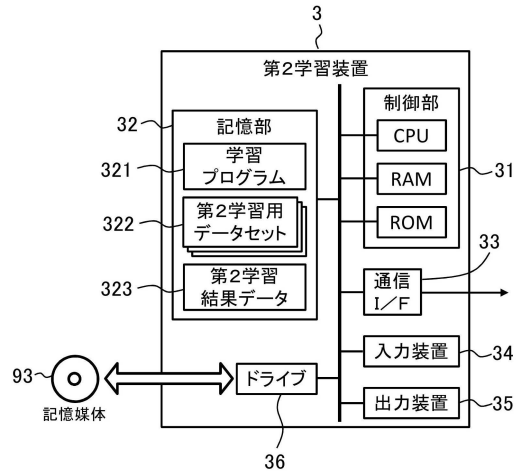
【 図 2 】



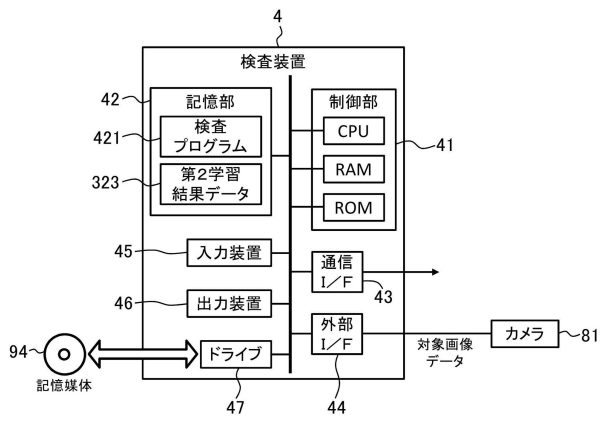
【図3】



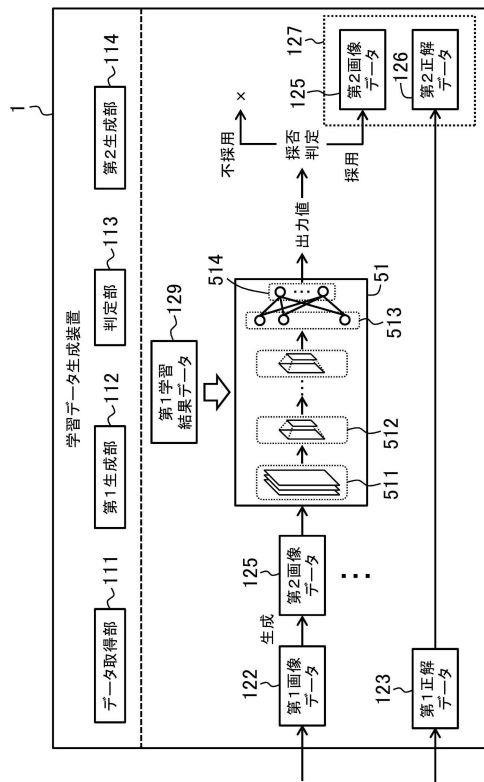
【図4】



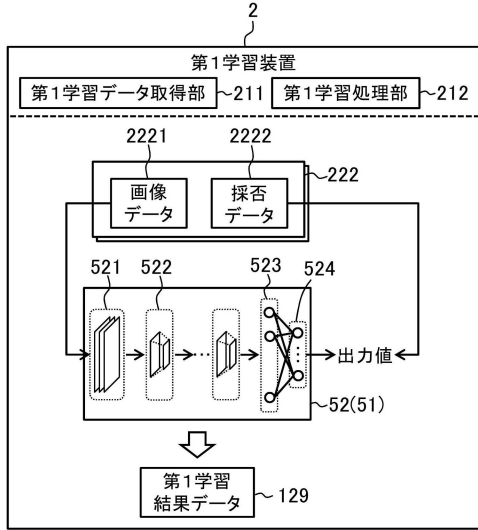
【図5】



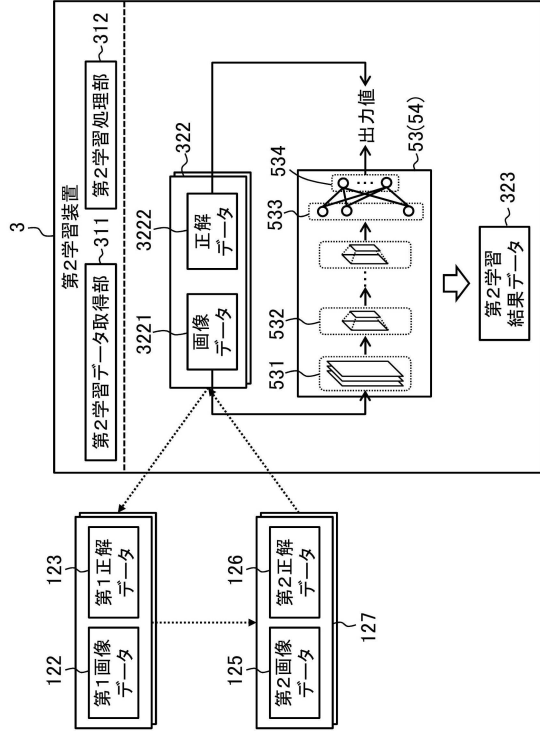
【図6】



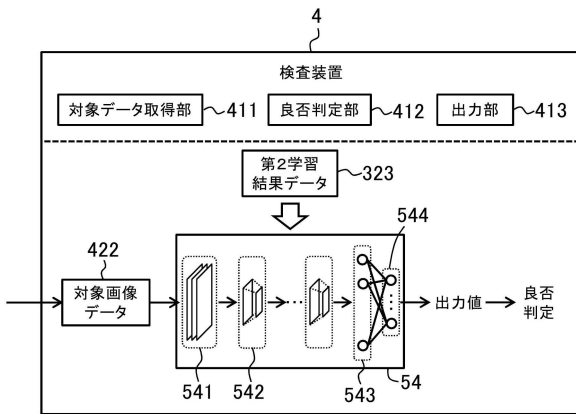
【図7】



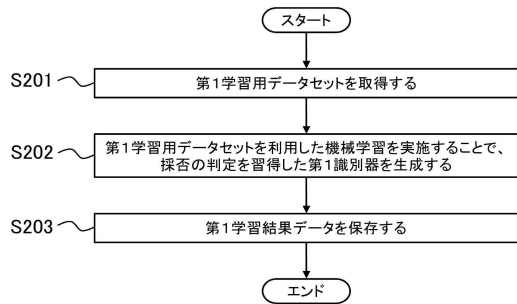
【図8】



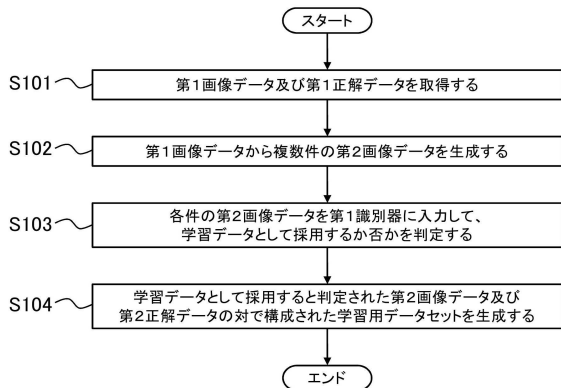
【図9】



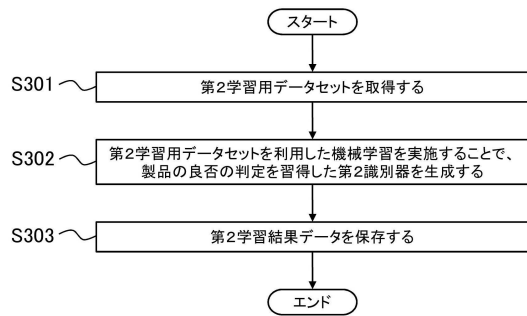
【図11】



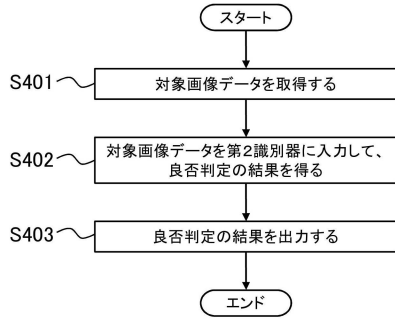
【図10】



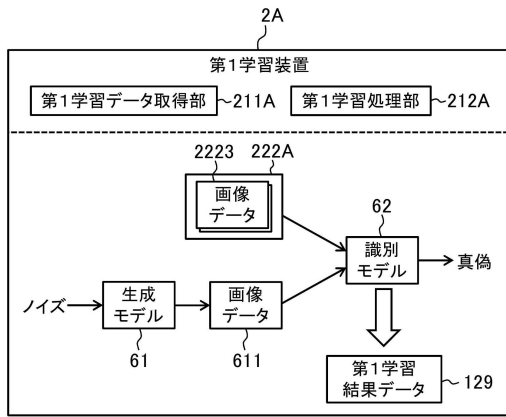
【図12】



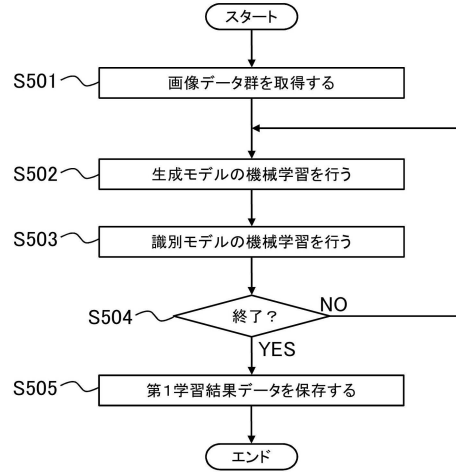
【図13】



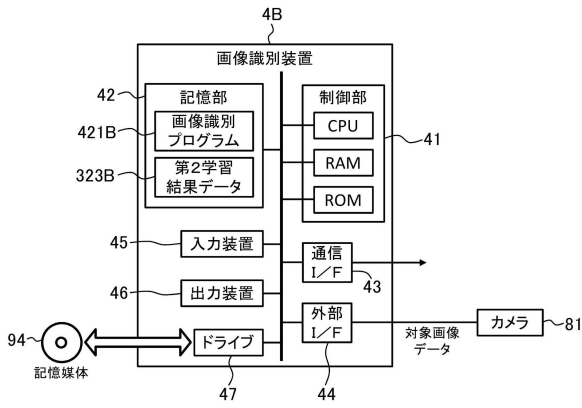
【図14】



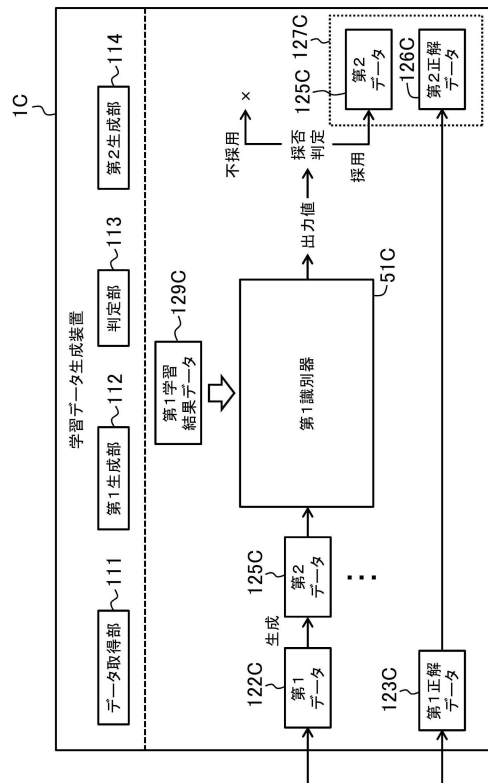
【図15】



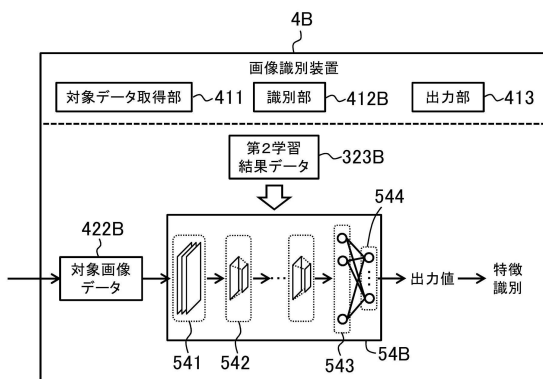
【図16】



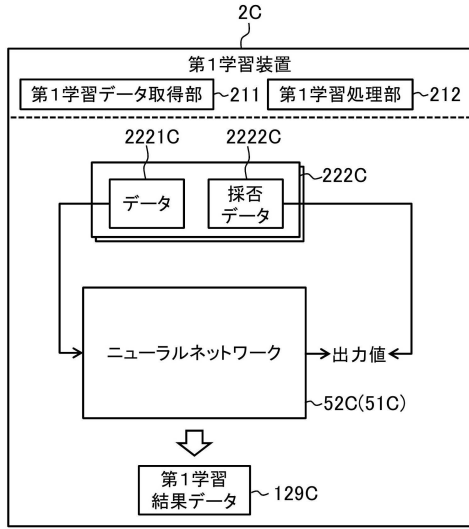
【図18】



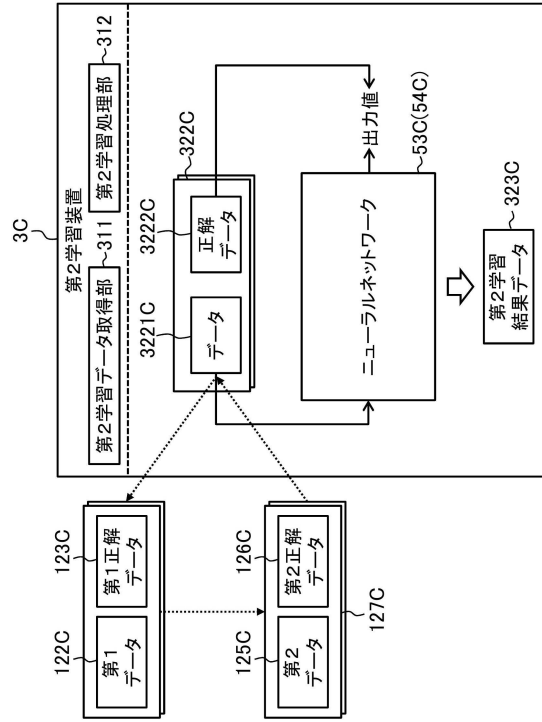
【図17】



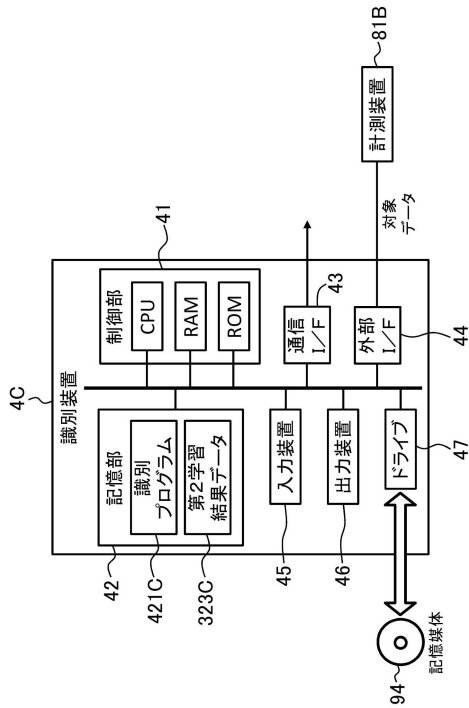
【図19】



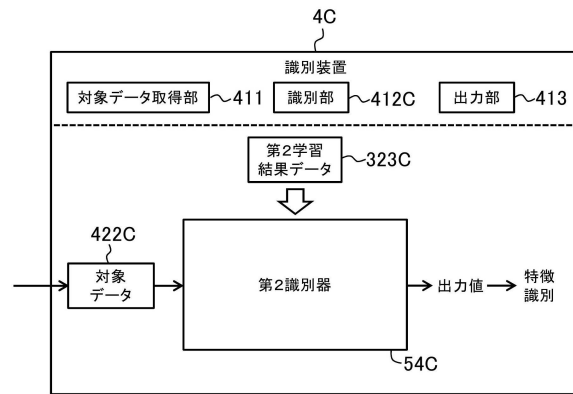
【図20】



【図21】



【図22】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 1 0 L 15/10 5 0 0 Z

- (56)参考文献 特開2015-191426(JP,A)
特開2017-211259(JP,A)
特開2017-168057(JP,A)
SALAMON, Justin et al., Deep Convolutional Neural Networks and Data Augmentation for Environmental Sound Classification, 2016年11月28日, Version 2, p.1-5, インターネット<URL:https://arxiv.org/abs/1608.04363v2>, [検索日: 2019.05.14], <DOI:10.1109/LSP.2017.2657381>
UM T., Terry et al., Data Augmentation of Wearable Sensor Data for Parkinson's Disease Monitoring using Convolutional Neural Networks, Proceedings of the 19th ACM International Conference on Multimodal Interaction, 2017年11月13日, p.216-220, インターネット: <URL:https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3136817 > [検索日: 2019.05.14] <DOI:10.1145/3136755.3136817>
TRAN, Toan et al., A Bayesian Data Augmentation Approach for Learning Deep Models, 2017年10月29日, p.1-10, インターネット<URL:https://arxiv.org/abs/1710.10564>, [検索日: 2019.05.14]

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 6 N 3 / 0 0 - 9 9 / 0 0
G 0 6 T 7 / 0 0
G 1 0 L 1 5 / 1 0
G 1 0 L 1 5 / 1 6