

明 細 書

発明の名称：

画像検査装置、画像検査方法及び画像検査プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、画像検査装置、画像検査方法及び画像検査プログラムに関するものである。

背景技術

[0002] 従来、製品の画像検査にあたり、不良品が良品と誤判定されることを抑制するため、複数の判定アルゴリズムを組み合わせることにより、製品の最終的な合否判定をする画像検査方法があった（例えば、特許文献１）。

[0003] しかしながら、従来の画像検査方法では、判定スコアが不安定な場合があり、良品と不良品とを特定の閾値で明確に区切ることができなかった。そのため、製品の最終的な合否判定の精度を更に向上する余地があった。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：日本国特許第６９９１５０号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明は、合否判定精度の高い画像検査装置、画像検査方法及び画像検査プログラム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

[0006] （１）本発明の一態様に係る画像検査装置は、複数の学習用画像データを含む学習用データセットを取得する学習用データセット取得部と、前記学習用画像データの学習特徴量を導出する学習特徴量導出部と、前記学習特徴量に基づき、前記学習用画像データをクラスタリングして複数のクラスタに分けるクラスタリング処理部と、前記クラスタごとに、前記クラスタに属する複

数の前記学習特徴量の重心及び前記重心と前記学習特徴量との距離を導出し、複数の前記学習特徴量に対応する複数の前記距離の平均 μ 及び分散 σ を導出する指標導出部と、カメラにより撮像された撮像データに基づいて撮像特徴量を抽出する撮像特徴量導出部と、前記撮像特徴量と複数の前記重心との各距離を導出し、前記各距離のうち最小となる最小距離 X を導出する最小距離導出部と、最小距離 X 、前記平均 μ 及び前記分散 σ に基づき、異常度 α を算出する異常度算出部と、前記異常度 α とあらかじめ設定された閾値とを比較する比較部と、を備える。

(2) 上記(1)において、前記異常度 α が前記閾値を上回った場合に、エラー処理を実行するエラー処理部を備えてよい。

(3) 上記(1)又は(2)において、クラスタリング処理部は、乱数を用いて、前記クラスタリングを複数回実行し、前記指標導出部は、前記クラスタリングの都度、前記クラスタごとに前記重心を導出し、前記クラスタにおける前記距離の残差平方和が最小となる代表クラスタを、前記最小距離 X を算出するための母集団としてよい。

(4) 上記(1)又は(2)において、前記特徴量導出部は、リサイズ処理、窓関数処理、FFT処理又はバンドパスフィルタ処理を行ってよい。

(5) 本発明の一態様に係る画像検査方法は、複数の学習用画像データを含む学習用データセットを取得する学習用データセット取得ステップと、前記学習用画像データの学習特徴量を導出する学習特徴量導出ステップと、前記学習特徴量に基づき、前記学習用画像データをクラスタリングして複数のクラスタに分けるクラスタリング処理ステップと、前記クラスタごとに、前記クラスタに属する複数の前記学習特徴量の重心及び前記重心と前記学習特徴量との距離を導出し、複数の前記学習特徴量に対応する複数の前記距離の平均 μ 及び分散 σ を導出する指標導出ステップと、カメラにより撮像された撮像データに基づいて撮像特徴量を抽出する撮像特徴量導出ステップと、前記撮像特徴量と複数の前記重心との各距離を導出し、前記各距離のうち最小となる最小距離 X を導出する最小距離導出ステップと、最小距離 X 、前記平均

μ 及び前記分散 σ に基づき、異常度 α を算出する異常度算出ステップと、前記異常度 α とあらかじめ設定された閾値とを比較する比較ステップと、を含む。

(6) 本発明の一態様に係る画像検査プログラムは、コンピュータに、複数の学習用画像データを含む学習用データセットを取得する学習用データセット取得機能と、前記学習用画像データの学習特徴量を導出する学習特徴量導出機能と、前記学習特徴量に基づき、前記学習用画像データをクラスタリングして複数のクラスタに分けるクラスタリング処理機能と、前記クラスタごとに、前記クラスタに属する複数の前記学習特徴量の重心及び前記重心と前記学習特徴量との距離を導出し、複数の前記学習特徴量に対応する複数の前記距離の平均 μ 及び分散 σ を導出する指標導出機能と、カメラにより撮像された撮像データに基づいて撮像特徴量を抽出する撮像特徴量導出機能と、前記撮像特徴量と複数の前記重心との各距離を導出し、前記各距離のうち最小となる最小距離 X を導出する最小距離導出機能と、最小距離 X 、前記平均 μ 及び前記分散 σ に基づき、異常度 α を算出する異常度算出機能と、前記異常度 α とあらかじめ設定された閾値とを比較する比較機能と、を実行させる。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、合否判定精度の高い画像検査装置、画像検査方法及び画像検査プログラムを提供できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]画像検査装置の概要を説明する図である。

[図2]画像検査方法の概要を説明する図である。

[図3]画像検査方法のフローを説明する図である。

[図4]特徴量導出ステップのフローを説明する図である。

発明を実施するための形態

[0009] (実施形態)

以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。

図1は、画像検査装置100の概要を説明する図である。図2は、画像検

査方法の概要を説明する図である。なお、以下、共通する機能を有する部分には、同じ符号又は記号が付される場合がある。

[0010] (画像検査装置)

実施形態に係る画像検査装置１００は、例えば、電子部品等の製品の外観の検査に用いられる。

[0011] 図１に示すように、画像検査装置１００は、制御手段Ｓを備えている。画像検査装置１００は、カメラＣを備えてよい。

[0012] カメラＣは、適宜、検査対象となる製品（部品）を撮像する。撮像した撮像データ（画像データ）は、制御手段Ｓに送られる。なお、画像検査装置１００に含まれない外部のカメラで撮像した撮像データを画像検査装置１００の制御手段Ｓに入力することで、その後の撮像データに対する検査を画像検査装置１００に実行させてもよい。

[0013] 制御手段Ｓは、ＣＰＵと、ＲＡＭ、ＲＯＭ及び補助記憶装置等のメモリＭ（記憶媒体）と、入出力装置との外部接続インターフェースＩＦと、バスＢと、を含む、コンピュータシステムである。制御手段Ｓは、ネットワークインターフェースを含んでよい。メモリＭには、本実施形態に係る画像検査方法を制御手段Ｓ（コンピュータシステム）に実行させるための画像検査プログラムが格納されている。

[0014] ＣＰＵは、制御手段Ｓを統括制御する演算回路である。ＣＰＵは、ＲＯＭ又は補助記憶装置に記憶されたプログラムをＲＡＭに読み出す。ＣＰＵは、ＲＡＭに読み出されたプログラムにおける種々の処理を実行する。ＲＯＭは、制御手段Ｓの制御に用いられるシステムプログラム等を記憶する。補助記憶装置は、種々の処理を実行するアプリケーションプログラム等を記憶する。補助記憶装置は、例えば、ＨＤＤ、ＳＳＤ等である。外部接続インターフェースＩＦは、制御手段Ｓに種々の機器を接続するためのインターフェースである。外部接続インターフェースＩＦは、例えば、カメラＣ、ディスプレイＤ、キーボードＫ等を制御手段Ｓに接続する。ネットワークインターフェースは、ＣＰＵの制御に基づき、ネットワークを介して通信を行うために機

能する。バスBは、制御手段Sを構成する上述の各機能部の間を、通信可能に接続する。

[0015] 画像検査装置100は、検査対象となる製品をカメラCにより撮像し、撮像した撮像データに基づいて、制御手段Sによって検査対象となる製品の可否（製品が良品であるか不良品であるか、正常品であるか異常品であるか）を判定する。

[0016] 図2に示すように、画像検査装置100は、製品を撮像した撮像データに基づいて検査を行う。

画像検査装置100は、検査対象となる撮像データに対して、良品か不良品かを判定する不良品判定と、正常品か異常品かを判定する異常品判定とを並列的に組み合わせて実施する。そして、画像検査装置100は、判定の結果、良品かつ正常品である場合にOK（合格）とし、不良品又は異常品である場合、不合格（NG）（合格）とする検査結果を出力する。

[0017] 不良品判定は、事前に収集した良品画像及び不良品画像から学習した良／不良のルールに基づいて判定を行う。不良品判定では、学習時に未知な不良品画像が検査対象画像として入力された際、本来不良品と判定されるべきところ、良品と誤判定する可能性がある。

[0018] 不良品判定における誤判定を抑制するため、異常品判定が不良品判定と組み合わせて並列的に実行されることが好ましい。異常品判定は、良品画像のみから良品らしさを特徴量として学習した後、検査対象の画像データに対して異常品判定スコアを算出する工程を含んでいる。異常品判定は、異常品判定スコアが閾値を超えるか否かによってなされる。

この異常品判定スコアは、一定の範囲に正規化される。異常品判定スコアの具体的な算出方法としては、例えば、オートエンコーダを用いたアルゴリズム、カーネル密度推定と投影ヒストグラムを組み合わせたアルゴリズムを用いたものであってよい。

[0019] このようにして、画像検査装置100は、不良品判定と異常品判定とを並列的に組み合わせて実施することで、異常品判定によって不良品判定による

誤判定を救うことができ、精度の高い検査を行うことができる。なお、画像検査装置100は、異常品判定のみを実施してもよい。

[0020] ここで、オートエンコーダを用いたアルゴリズムでは正常な画像の異常品判定スコアが安定しない場合がある。また、検査対象の画像データがカラー画像である場合において、特に、正常な画像と異常な画像で異常品判定スコアが明確に分離されず、異常品判定の精度が出ない場合がある。また、カーネル密度推定と投影ヒストグラムとを組み合わせた手法による場合、異常品判定スコアを適切に正規化する必要がある。

[0021] そこで、画像検査装置100は、複数の学習用画像データを含む学習用データセットを取得する学習用データセット取得部10と、学習用画像データの学習特徴量を導出する学習特徴量導出部20と、学習特徴量に基づき、学習用画像データのクラスタリングを行うクラスタリング処理部30と、クラスタリングにより得られるクラスタに対して、クラスタごとに、クラスタに属する複数の学習特徴量の重心及び重心と学習特徴量との距離を導出し、複数の学習特徴量に対応する複数の前記距離の平均 μ 及び分散 σ を導出する指標導出部40と、カメラCにより撮像された撮像データに基づいて撮像特徴量を抽出する撮像特徴量導出部50と、撮像特徴量と複数の重心との各距離を導出し、各距離のうち最小となる最小距離 X を導出する最小距離導出部60と、最小距離 X 、平均 μ 及び分散 σ に基づき、異常度 α を算出する異常度算出部70と、異常度 α とあらかじめ設定された閾値とを比較する比較部80と、を備えている。これにより、検査対象となる製品が複数のバリエーションを持っていたり、製品の種類によって良品のばらつき度合いが異なる場合にも、適切に正規化された評価スコアとなる異常度 α を算出するので、良品と不良品との閾値の明確な安定した評価スコアに基づいて検査対象となる製品の合否判定を行うことができる。よって、合否判定精度の高い画像検査装置100を提供できる。

[0022] なお、画像検査装置100における上述の各部は、モジュール又はユニットと訳することができる。

- [0023] 異常度 α は、次の計算式、 $\alpha = \{ (X - \mu)^2 / \sigma \}$ で算出することが好ましい。これにより、最小距離 X 、平均 μ 及び分散 σ を考慮して、適切に正規化された評価スコアとなる異常度 α を算出できる。そして、検査対象となる製品の外観のばらつき度合いが製品の種類によって異なることを吸収するとともに、ユーザが目にする異常度 α を常に同じ尺度にすることができる。
- [0024] 画像検査装置100は、異常度 α が閾値を上回った場合に、エラー処理を実行するエラー処理部90を備えてよい。エラー処理は、例えば、検査対象となった製品の検査結果がNG（異常又は不良）である旨をディスプレイに表示することである。これにより、ユーザに対して、製品の検査結果がNGであることを通知できる。
- [0025] クラスタリング処理部30は、乱数を用いて、クラスタリングを複数回行ってよい。そして、指標導出部40は、複数回行われるクラスタリングの都度、クラスごとに重心を導出し、クラスにおける距離の残差平方和が最小となる代表クラスを、最小距離 X を算出するための母集団としてよい。これにより、クラスタリングの試行のたびに結果が変わってしまう場合でも、最も学習用データセットの特徴をとらえた重心を導くことができるので、合否判定精度のより高い画像検査装置100を提供できる。
- [0026] （画像検査方法）
- 次に、画像検査方法のフローを説明する。画像検査方法は、画像検査装置100を用いて実施できる。画像検査方法における各ステップは、画像検査装置100における対応する各部によって実行できる。図3は、画像検査方法のフローを説明する図である。
- [0027] （1）図3に示すように、まず、複数の学習用画像データを含む学習用データセットを取得する（学習用データセット取得ステップ）。学習用画像データは、良品の画像である。すなわち、学習用データセットは、良品画像のみから構成されていてよい。学習用データセット取得ステップは、画像検査装置100における学習用データセット取得部10によって実行できる。
- [0028] （2）次に、学習用データセット取得ステップ（工程）で取得された学習用

画像データの学習特徴量を導出する（学習特徴量導出ステップ）。学習特徴量は、学習用画像データに基づいて、適宜のアルゴリズムで導出されてよい。学習特徴量を導出するアルゴリズムは、例えば、画像内の明暗差の集合を特徴量とする手法（Haar-Like）、グレースケール画像内の輝度の勾配方向の分布に注目した特徴量とする手法（HOG）、特徴点の検出と特徴量の記述の2段階に分けて特徴量を抽出する手法（SIFT）、フィルタ法、ラッパー法等であってよい。学習特徴量導出ステップは、画像検査装置100における学習特徴量導出部20によって実行できる。

- [0029] ここで、学習特徴量導出ステップは、次に示すフローで実行されてよい。なお、後述する撮像特徴量導出ステップについても、ここで示す学習特徴量導出ステップのフローと同様のフローで実行されてよい。図4は、特徴量導出ステップのフローを説明する図である。
- [0030] （2-1）図4に示すように、画像データ（学習用画像データ又は撮像画像データ）に対して、リサイズ処理を行ってよい。リサイズ処理は、機械学習モデルの入力サイズを統一するために行われる、画像データのサイズを変更する操作である。
- [0031] （2-2）次に、適宜リサイズ処理された画像データ（学習用画像データ又は撮像画像データ）に対して、パディング処理を行ってよい。パディング処理は、データを固定長として扱うために、短いデータの前又は後に無意味なデータを追加して長さを合わせる処理である。
- [0032] （2-3）次に、適宜パディング処理された画像データ（学習用画像データ又は撮像画像データ）に対して、窓関数処理を行ってよい。窓関数処理は、有限区間内の情報だけを抽出するため、画像データに窓関数を掛け合わせる処理である。
- [0033] （2-4）次に、適宜窓関数処理された画像データ（学習用画像データ又は撮像画像データ）に対して、FFT処理を行ってよい。FFT処理は、画像データに基づいて空間領域を空間周波数領域に変換して振幅スペクトル分布を得るため、画像データをフーリエ変換する処理である。

- [0034] (2-5) 次に、適宜FFT処理された画像データ（学習用画像データ又は撮像画像データ）に対して、バンドパスフィルタ処理を行ってよい。バンドパスフィルタ処理は、特定範囲の周波数成分のみを通過させることで、判定に影響が少ない成分を除去して、画像データを圧縮する処理である。
- [0035] (3) 図3に戻り、次に、学習特徴量導出ステップで導出した学習特徴量に基づき、学習用画像データをクラスタリングして複数のクラスタに分ける（クラスタリング処理ステップ）。クラスタリングは、データ間の類似度に基づいてデータをグループ分けする機械学習の手法である。クラスタリングは、例えば、最短距離法、最長距離法、平均距離法、重心法、ウォード法等のアルゴリズムによる階層クラスタリングであってよく、k-means法に代表される非階層クラスタリングであってもよい。クラスタリングに用いるアルゴリズムは、クラスタリング処理の都度、乱数を用いて選択されてよい。クラスタリングに用いるアルゴリズムは、クラスタリング処理の都度、乱数を用いて変更されてもよい。具体的には、例えば、アルゴリズムを一つ定め、その中で利用される乱数を振り直してクラスタリングを複数回行ってもよい。クラスタリング処理ステップは、画像検査装置100におけるクラスタリング処理部30によって実行できる。
- [0036] (4) 次に、クラスタリング処理ステップで分けられたクラスタごとに、クラスタに属する複数の学習特徴量の重心及びその重心とそれぞれの学習特徴量との距離を導出する。そして、複数の学習特徴量に対して導出された複数の距離の平均 μ 及び分散 σ を導出する（指標導出ステップ）。指標導出ステップは、画像検査装置100における指標導出部40によって実行できる。
- 以上の各ステップにより、検査の前処理として、基準となる良品の指標を導出できる。
- [0037] (5) 次に、カメラにより撮像された撮像データに基づいて撮像特徴量を抽出する（撮像特徴量導出ステップ）。撮像データは、検査の対象となる製品をカメラにより撮像して得られた画像データである。撮像特徴量は、撮像データに基づいて、適宜のアルゴリズムで導出されてよい。撮像特徴量の抽出

は、学習特徴量導出ステップにおいて学習特徴量を導出する際に用いた手法と同じであってよい。撮像特徴量導出ステップは、画像検査装置１００における撮像特徴量導出部５０によって実行できる。

[0038] （６）次に、撮像特徴量と複数の重心との各距離を導出し、各距離のうち最小となる最小距離 X を導出する（最小距離導出ステップ）。最小距離導出ステップは、画像検査装置１００における最小距離導出部６０によって実行できる。

（７）次に、最小距離導出ステップで導出した最小距離 X 、並びに、指標導出ステップで導出した平均 μ 及び分散 σ に基づき、具体的には、計算式（ $\alpha = \{ (X - \mu)^2 / \sigma \}$ ）で、異常度 α を算出する（異常度算出ステップ）。異常度算出ステップは、画像検査装置１００における異常度算出部７０によって実行できる。

[0039] （８）次に、異常度算出ステップで算出した異常度 α とあらかじめ設定された閾値とを比較する（比較ステップ）。比較ステップは、画像検査装置１００における比較部８０によって実行できる。

[0040] 以上の説明のとおり、画像検査方法は、上記のような各ステップを含んでいる。これにより、判定スコアを安定させることができるとともに、良品と不良品とを特定の閾値で明確に区切ることができる。そのため、製品の最終的な合否判定の精度を高めることができる。

[0041] （９）また、適宜、比較ステップの後に、異常度 α が閾値を上回った場合に、エラー処理を実行してよい（エラー処理ステップ）。エラー処理は、例えば、検査対象となった製品の検査結果がNG（異常又は不良）である旨をディスプレイＤに表示することである。これにより、ユーザに対して、製品の検査結果がNGであることを通知できる。エラー処理ステップは、画像検査装置１００におけるエラー処理部９０によって実行できる。

[0042] （画像検査プログラム）

画像検査プログラムは、上述の画像検査方法における各ステップで行われる各処理をコンピュータに実行させる機能を備えている。具体的には、画像

検査プログラムは、上述の画像検査方法における各ステップに対応して、学習用データセット取得機能、学習特徴量導出機能、クラスタリング処理機能、指標導出機能、撮像特徴量導出機能、最小距離導出機能、異常度算出機能及び比較機能を備えている。これにより、判定スコアを安定させることができるとともに、良品と不良品とを特定の閾値で明確に区切ることができる。そのため、製品の最終的な合否判定の精度を高めることができる。

- [0043] なお、本発明の技術的範囲は上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。
- [0044] その他、本発明の趣旨に逸脱しない範囲で、上述の実施形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能である。また、本発明の趣旨に逸脱しない範囲で、上述した変形例を適宜組み合わせてもよい。
- [0045] 以上説明したように、実施形態に係る画像検査装置100は、複数の学習用画像データを含む学習用データセットを取得する学習用データセット取得部10と、学習用画像データの学習特徴量を導出する学習特徴量導出部20と、学習特徴量に基づき、学習用画像データのクラスタリングを行うクラスタリング処理部30と、クラスタリングにより得られるクラスタに対して、クラスタごとに、クラスタに属する複数の学習特徴量の重心及び重心と学習特徴量との距離を導出し、複数の学習特徴量に対応する複数の距離の平均 μ 及び分散 σ を導出する指標導出部40と、カメラCにより撮像された撮像データに基づいて撮像特徴量を抽出する撮像特徴量導出部50と、撮像特徴量と複数の重心との各距離を導出し、各距離のうち最小となる最小距離 X を導出する最小距離導出部60と、最小距離 X 、平均 μ 及び分散 σ に基づき、異常度 α を算出する異常度算出部70と、異常度 α とあらかじめ設定された閾値とを比較する比較部80と、を備えている。これにより、適切に正規化された評価スコアとなる異常度 α を算出するので、良品と不良品との閾値の明確な安定した評価スコアに基づいて検査対象となる製品の合否判定を行うことができる。よって、合否判定精度の高い画像検査装置100を提供できる。

。

[0046] 実施形態に係る画像検査方法は、複数の学習用画像データを含む学習用データセットを取得する学習用データセット取得ステップと、学習用画像データの学習特徴量を導出する学習特徴量導出ステップと、学習特徴量に基づき、学習用画像データをクラスタリングして複数のクラスタに分けるクラスタリング処理ステップと、クラスタごとに、クラスタに属する複数の学習特徴量の重心及び重心と学習特徴量との距離を導出し、複数の学習特徴量に対応する複数の距離の平均 μ 及び分散 σ を導出する指標導出ステップと、カメラにより撮像された撮像データに基づいて撮像特徴量を抽出する撮像特徴量導出ステップと、撮像特徴量と複数の重心との各距離を導出し、各距離のうち最小となる最小距離 X を導出する最小距離導出ステップと、最小距離 X 、平均 μ 及び分散 σ に基づき、異常度 α を算出する異常度算出ステップと、異常度 α とあらかじめ設定された閾値とを比較する比較ステップと、を含んでいる。これにより、適切に正規化された評価スコアとなる異常度 α を算出するので、良品と不良品との閾値の明確な安定した評価スコアに基づいて検査対象となる製品の合否判定を行うことができる。よって、合否判定精度の高い画像検査方法を提供できる。

[0047] 実施形態に係る画像検査プログラムは、コンピュータに、複数の学習用画像データを含む学習用データセットを取得する学習用データセット取得機能と、学習用画像データの学習特徴量を導出する学習特徴量導出機能と、学習特徴量に基づき、学習用画像データをクラスタリングして複数のクラスタに分けるクラスタリング処理機能と、クラスタごとに、クラスタに属する複数の学習特徴量の重心及び重心と学習特徴量との距離を導出し、複数の学習特徴量に対応する複数の距離の平均 μ 及び分散 σ を導出する指標導出機能と、カメラにより撮像された撮像データに基づいて撮像特徴量を抽出する撮像特徴量導出機能と、撮像特徴量と複数の重心との各距離を導出し、各距離のうち最小となる最小距離 X を導出する最小距離導出機能と、最小距離 X 、平均 μ 及び分散 σ に基づき、異常度 α を算出する異常度算出機能と、異常度 α と

あらかじめ設定された閾値とを比較する比較機能と、を実行させる。これにより、適切に正規化された評価スコアとなる異常度 α を算出するので、良品と不良品との閾値の明確な安定した評価スコアに基づいて検査対象となる製品の合否判定を行うことができる。よって、合否判定精度の高い画像検査プログラムを提供できる。

符号の説明

[0048] 100 画像検査装置、10 学習用データセット取得部、20 学習特徴量導出部、30 クラスタリング処理部、40 指標導出部、50 撮像特徴量導出部、60 最小距離導出部、70 異常度算出部、80 比較部、90 エラー処理部、 α 異常度、 μ 平均、 σ 分散、B バス、C カメラ、D ディスプレイ、K キーボード、M メモリ、S 制御手段、X 最小距離

請求の範囲

- [請求項1] 複数の学習用画像データを含む学習用データセットを取得する学習用データセット取得部と、
- 前記学習用画像データの学習特徴量を導出する学習特徴量導出部と、
- 、
- 前記学習特徴量に基づき、前記学習用画像データをクラスタリングして複数のクラスタに分けるクラスタリング処理部と、
- 前記クラスタごとに、前記クラスタに属する複数の前記学習特徴量の重心及び前記重心と前記学習特徴量との距離を導出し、複数の前記学習特徴量に対応する複数の前記距離の平均 μ 及び分散 σ を導出する指標導出部と、
- カメラにより撮像された撮像データに基づいて撮像特徴量を抽出する撮像特徴量導出部と、
- 前記撮像特徴量と複数の前記重心との各距離を導出し、前記各距離のうち最小となる最小距離 X を導出する最小距離導出部と、
- 最小距離 X 、前記平均 μ 及び前記分散 σ に基づき、異常度 α を算出する異常度算出部と、
- 前記異常度 α とあらかじめ設定された閾値とを比較する比較部と、
- を備える画像検査装置。
- [請求項2] 前記異常度 α が前記閾値を上回った場合に、エラー処理を実行するエラー処理部を備える
- 請求項1に記載の画像検査装置。
- [請求項3] クラスタリング処理部は、乱数を用いて、前記クラスタリングを複数回行い、
- 前記指標導出部は、前記クラスタリングの都度、前記クラスタごとに前記重心を導出し、前記クラスタにおける前記距離の残差平方和が最小となる代表クラスタを、前記最小距離 X を算出するための母集団とする

請求項 1 又は請求項 2 に記載の画像検査装置。

[請求項4] 前記撮像特徴量導出部又は前記学習特徴量導出部は、リサイズ処理、窓関数処理、FFT処理又はバンドパスフィルタ処理を行う

請求項 1 又は請求項 2 に記載の画像検査装置。

[請求項5] 複数の学習用画像データを含む学習用データセットを取得する学習用データセット取得ステップと、

前記学習用画像データの学習特徴量を導出する学習特徴量導出ステップと、

前記学習特徴量に基づき、前記学習用画像データをクラスタリングして複数のクラスタに分けるクラスタリング処理ステップと、

前記クラスタごとに、前記クラスタに属する複数の前記学習特徴量の重心及び前記重心と前記学習特徴量との距離を導出し、複数の前記学習特徴量に対応する複数の前記距離の平均 μ 及び分散 σ を導出する指標導出ステップと、

カメラにより撮像された撮像データに基づいて撮像特徴量を抽出する撮像特徴量導出ステップと、

前記撮像特徴量と複数の前記重心との各距離を導出し、前記各距離のうち最小となる最小距離 X を導出する最小距離導出ステップと、

最小距離 X 、前記平均 μ 及び前記分散 σ に基づき、異常度 α を算出する異常度算出ステップと、

前記異常度 α とあらかじめ設定された閾値とを比較する比較ステップと、

を含む画像検査方法。

[請求項6] コンピュータに、

複数の学習用画像データを含む学習用データセットを取得する学習用データセット取得機能と、

前記学習用画像データの学習特徴量を導出する学習特徴量導出機能と、

前記学習特徴量に基づき、前記学習用画像データをクラスタリングして複数のクラスタに分けるクラスタリング処理機能と、

前記クラスタごとに、前記クラスタに属する複数の前記学習特徴量の重心及び前記重心と前記学習特徴量との距離を導出し、複数の前記学習特徴量に対応する複数の前記距離の平均 μ 及び分散 σ を導出する指標導出機能と、

カメラにより撮像された撮像データに基づいて撮像特徴量を抽出する撮像特徴量導出機能と、

前記撮像特徴量と複数の前記重心との各距離を導出し、前記各距離のうち最小となる最小距離 X を導出する最小距離導出機能と、

最小距離 X 、前記平均 μ 及び前記分散 σ に基づき、異常度 α を算出する異常度算出機能と、

前記異常度 α とあらかじめ設定された閾値とを比較する比較機能と、

を実行させる画像検査プログラム。