

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年8月12日(12.08.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/157528 A1

(51) 国際特許分類:
G06T 7/00 (2017.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/003552

(22) 国際出願日: 2021年2月1日(01.02.2021)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2020-017190 2020年2月4日(04.02.2020) JP

(71) 出願人: ファナック株式会社 (**FANUC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 Yamanashi (JP).

(72) 発明者: 小倉 翔太郎 (**OGURA, Shoutarou**); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).

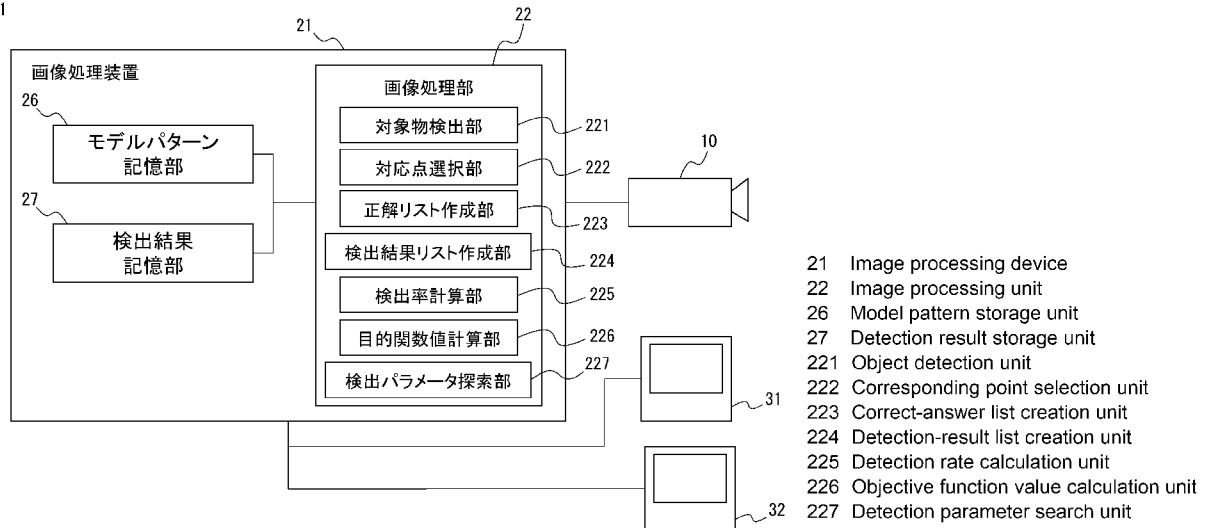
(74) 代理人: 青木 篤, 外 (**AOKI, Atsushi et al.**); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目 2 3 番 1 号 虎ノ門ヒルズ森タワー 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) **Title:** IMAGE PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 画像処理装置

図1



(57) **Abstract:** Provided is an image processing device with which it is possible to automate the setting of a detection parameter that is suitable for obtaining a desired detection result. An image processing device 21 is provided with: an object detection unit 221 for detecting the image of an object from input image data using a detection parameter; a detection rate calculation unit 225 for comparing the result of detection by the object detection unit with information that represents a desired detection result so as to calculate at least one of a non-detection rate and a false detection rate in object detection by the object detection unit; an objective function value calculation unit 226 for calculating the value of an objective function, the input variable of which is at least one of the non-detection rate and the false detection rate; and a detection parameter search unit 227 for performing a search of the detection parameter by changing the value of the detection

MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

parameter and repeating object detection, calculation of at least one of the non-detection rate and the false detection rate, and calculation of the value of the objective function until the value of the objective function satisfies a prescribed condition or the number of times a search of the detection parameter is performed reaches a prescribed count.

(57) 要約：所望の検出結果を得るのに適した検出パラメータの設定を自動化するこのできる画像処理装置を提供する。画像処理装置21であって、検出パラメータを用いて入力画像データから対象物の像を検出する対象物検出部221と、対象物検出部による検出結果と所望の検出結果を表す情報とを比較することで、対象物検出部による対象物の検出における未検出率と誤検出率の少なくともいずれかを算出する検出率計算部225と、未検出率と誤検出率の少なくとも一方を入力変数とする目的関数の値を算出する目的関数値計算部226と、目的関数の値が所定の条件を満たすか又は検出パラメータの探索回数が規定数に達するまで検出パラメータの値を変更して対象物の検出、未検出率と前記誤検出率の少なくともいずれかの算出、及び目的関数の値の算出を繰り返すことにより検出パラメータの探索を行う検出パラメータ探索部227と、を備える。

明 細 書

発明の名称：画像処理装置

技術分野

[0001] 本発明は画像処理装置に関する。

背景技術

[0002] 撮像装置の視野内の画像の中から特定の対象物の像を検出する画像処理装置が知られている。このような画像処理装置では、対象物を表す基準情報（一般に、モデルパターン、テンプレート等と称される）と撮像装置で取得した入力画像との間で特徴量のマッチングを行い、一致度が所定のレベルを超えたときに対象物の検出に成功したと判定すること一般的である（例えば、特許文献1参照）。

[0003] また、特許文献2は、パラメタ制御装置の構成として、「照合第1段目照合1段目では、高速ではあるが低精度の照合処理によって登録データの絞り込みを行う。続いて、照合2段目では、中速かつ中精度の照合処理によって、照合1段目からさらに登録データの絞り込みを行う。そして、照合m段目では、前段の複数の照合処理で絞り込まれた少数の登録データに対して低速ではあるが高精度の照合処理を行い、一の登録データの特定を行う。各照合段階の登録データの絞り込みの精度及び速度を調整するパラメタを登録データに合わせて照合速度及び／又は照合精度が最適になるよう自動的に算出する。」と記載する（要約書）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2017-91079号公報

特許文献2：特開2010-92119号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特徴量のマッチングでは、例えば、モデルパターンの特徴点と、それに対

応する入力画像中の対応点との距離の許容範囲が検出パラメータとして用いられる。このような検出パラメータを用いて対象物の検出を行う場合に、検出したい対象物の未検出が生じないようにする、或いは誤検出が出ないようにするといった所望の検出結果を得るためには操作者の試行錯誤による検出パラメータの調整が必要になる。所望の検出結果を得るのに適した検出パラメータの設定を自動化するこのできる画像処理装置が望まれる。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一態様は、対象物のモデルパターンに基づいて1以上の入力画像データ中の前記対象物の像を検出する画像処理装置であって、検出パラメータを用いて前記モデルパターンの特徴量と前記1以上の入力画像データから抽出された特徴量とのマッチングを行い前記1以上の入力画像データから前記対象物の像を検出する対象物検出部と、前記検出パラメータの値の設定前に予め準備された前記1以上の入力画像データに対する前記対象物検出部による検出結果と、前記1以上の入力画像データに対し前記対象物の像の検出を行った場合の所望の検出結果を表す情報とを比較することで、前記対象物検出部による前記対象物の検出における未検出率と誤検出率の少なくともいずれかを算出する検出率計算部と、前記未検出率と前記誤検出率の少なくとも一方を入力変数とする関数として定義される目的関数の値を算出する目的関数値計算部と、前記目的関数の値が所定の条件を満たすか又は前記検出パラメータの探索回数が規定数に達するまで前記検出パラメータの値を変更して前記対象物検出部による前記対象物の検出、前記検出率計算部による前記未検出率と前記誤検出率の少なくともいずれかの算出、及び前記目的関数値計算部による前記目的関数の値の算出を繰り返すことにより前記検出パラメータの探索を行う検出パラメータ探索部と、を備える画像処理装置である。

発明の効果

[0007] 上記構成によれば、所望の検出結果を得るのに適した検出パラメータの設定を自動化することができる。

[0008] 添付図面に示される本発明の典型的な実施形態の詳細な説明から、本発明

のこれらの目的、特徴および利点ならびに他の目的、特徴および利点がさらに明確になるであろう。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]一実施形態に係る画像処理装置の構成を表すブロック図である。
- [図2]画像処理装置を有する視覚センサ制御装置及び視覚センサにより対象物を検出する構成例を示す図である。
- [図3]ロボットのアーム先端部に設置した視覚センサの画像から対象物を検出する構成例を表す図である。
- [図4]検出パラメータ設定処理のフローチャートである。
- [図5]モデルパターンの作成手順を示すフローチャートである。
- [図6]対象物のモデルパターンの例を示す図である。
- [図7]撮像した画像におけるモデルパターン指定領域の例を示す図である。
- [図8]正解リストを作成するために検出された各像にラベル付けを行った状態を表す図である。

発明を実施するための形態

- [0010] 次に、本開示の実施形態について図面を参照して説明する。参照する図面において、同様の構成部分または機能部分には同様の参照符号が付けられている。理解を容易にするために、これらの図面は縮尺を適宜変更している。また、図面に示される形態は本発明を実施するための一つの例であり、本発明は図示された形態に限定されるものではない。

- [0011] 図1は一実施形態に係る画像処理装置21の構成を表すブロック図である。図1に示すように、画像処理装置21には、視覚センサ10、操作盤31、及び表示装置32が接続されている。画像処理装置21は、視覚センサ10の視野内の画像から特定の対象物の像を検出する機能を具備する。画像処理装置21は、CPU、ROM、RAM、記憶装置、入出力インタフェース、ネットワークインタフェース等を有する一般的なコンピュータとしての構成を有していても良い。操作盤31及び表示装置32は画像処理装置21に一体に設けられていても良い。

- [0012] 視覚センサ１０は、濃淡画像やカラー画像を撮像するカメラでも、距離画像や３次元点群を取得できるステレオカメラや３次元センサでもよい。本実施形態では、視覚センサ１０としてカメラを用い、視覚センサ１０が濃淡画像を出力するものとして説明を行う。カメラは、例えばＣＣＤ（Charge Coupled Device）等の撮像素子を有する電子カメラであり、撮像面（ＣＣＤアレイ面上）で２次元画像を検出する機能を持つ周知の受光デバイスである。撮像面における２次元座標系を以下では画像座標系と呼ぶ。
- [0013] 図２は、画像処理装置２１を有する視覚センサ制御装置２０及び視覚センサ１０により対象物を検出する構成例を示す図である。図２に示すように、視覚センサ１０を対象物１が撮像できる位置に固定設置し、対象物１は作業台２に載置する。この構成において、視覚センサ１０により撮像された画像内で対象物１の検出を行う。
- [0014] 図３は、ロボット制御装置１３により制御されるロボット１１のハンド１２で、作業台２上の対象物１をハンドリングする場合に、ロボット１１のアーム先端部に設置した視覚センサ１０の画像から対象物１を検出する構成例を表す図である。図３の構成例では、視覚センサ１０で撮像された画像を視覚センサ制御装置２０に搭載した画像処理装置２１で処理して対象物１を検出し、検出した対象物１の位置情報をロボット制御装置１３に供給する。本構成例のように、視覚センサ１０は、ロボット１１のアーム先端部などの可動部に設置してもよい。
- [0015] 図１に示すように、画像処理装置２１は、画像処理部２２と、モデルパターン記憶部２６と、検出結果記憶部２７とを有する。画像処理部２２は、対象物検出部２２１と、対応点選択部２２２と、正解リスト作成部２２３と、検出結果リスト作成部２２４と、検出率計算部２２５と、目的関数値計算部２２６と、検出パラメータ探索部２２７とを有する。図１に示す画像処理装置２１が有する各機能は、画像処理装置２１のＣＰＵが、記憶装置に格納された各種ソフトウェアを実行することで実現されても良く、或いは、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated IC）等のハードウェアを主体とした

構成により実現されても良い。

[0016] 対象物検出部 221 は、対象物が撮像された一乃至複数の入力画像（入力画像データ）のそれぞれについて、該入力画像から抽出した複数の第 2 の特徴点と、モデルパターンを構成する複数の第 1 の特徴点とのマッチングを行って対象物の一乃至複数の像を検出する。対応点選択部 222 は、一乃至複数の入力画像から検出した一乃至複数の対象物の像のそれぞれについて、該像を構成する複数の第 2 の特徴点からモデルパターンを構成する複数の第 1 の特徴点に対応する第 2 の特徴点を選択し、該第 2 の特徴点を対応点として該第 1 の特徴点に関連付けて記憶する。

[0017] 正解リスト作成部 223 は、検出対象が写った画像が含まれる一乃至複数の入力画像に対して検出処理を行うことで取得された検出結果に対して、操作者による正しい検出結果か、間違った検出結果かを入力する操作を受け付け、正しい検出結果のみで構成される正解リスト（すなわち、操作者にとって所望の検出結果を表す情報）を作成する。検出結果リスト作成部 224 は、設定した検出パラメータを使って、検出対象が写った画像が含まれる一乃至複数の入力画像に対して検出処理を行うことで取得された検出結果と、当該検出処理にかかった処理時間とを記録した検出結果リストを作成する。

[0018] 検出率計算部 225 は、検出結果リスト作成部 224 が作成した検出結果リストと正解リストとを比較し、未検出率と誤検出率の少なくともいずれかを計算する。目的関数値計算部 226 は、未検出率と誤検出率の少なくとも一方を入力変数とする関数として定義される目的関数の値を算出する。検出パラメータ探索部 227 は、目的関数の値が所定の条件を満たすか又は検出パラメータの探索回数が規定数に達するまで、検出パラメータの値を変更して、対象物の検出、未検出率及び誤検出率の計算、及び目的関数の値の計算を繰り返すことにより検出パラメータの探索を行う。

[0019] 視覚センサ 10 は、画像処理装置 21 に通信ケーブルで接続されている。視覚センサ 10 は、撮像した画像データを画像処理装置 21 に供給する。操作盤 31 は、画像処理装置 21 に通信ケーブルで接続されている。操作盤 3

1は、画像処理装置21で対象物1を検出するために必要な視覚センサ10の設定を行うのに使用される。表示装置32は、画像処理装置21に通信ケーブルで接続されている。表示装置32には、視覚センサ10で撮像した画像や操作盤31で設定する設定内容が表示される。

[0020] 画像処理装置21は、対象物を表す基準情報（モデルパターン、テンプレート等と称される）と視覚センサ10によって取得した入力画像との間で特徴量のマッチングを行い、一致度が所定のレベル（閾値）を超えたときに対象物の検出に成功したと判断する構成をとる。例えば、特徴量のマッチングで、モデルパターンの特徴点と対応する入力画像の対応点との距離の範囲（以下、「対応点の許容距離」と記載する）を検出パラメータとして設定する場合を想定する。この場合、検出パラメータとして小さい値を設定すると一致度が低下し検出したい対象物が見つからなくなってしまうことがある。それとは逆に検出パラメータとして大きい値を設定すると、モデルパターンの特徴点に対応する特徴点として妥当でない入力画像の特徴点に誤対応し誤検出の原因となる場合がある。本実施形態に係る画像処理装置21は、操作者の試行錯誤なしに、操作者が期待する検出結果を得るのに適した検出パラメータを自動的に設定する機能を有する。

[0021] 画像処理装置21は、以下のアルゴリズムで、操作者が期待した検出結果を得るのに適した検出パラメータを設定する。

（手順A11）検出対象が写った画像が含まれる一乃至複数の入力画像に対する、操作者の期待通りの検出結果のリスト（正解リスト）を作成する。

（手順A12）新たに検出パラメータを設定し、上記（手順A11）で使用した入力画像（すなわち、検出パラメータの値の設定前に予め準備された一乃至複数の入力画像）に対して検出を行うことで、新たに検出結果を取得する。その際に、検出にかかった処理時間を記録する（検出リストの作成）。

（手順A13）新たに取得した検出結果を正解リストと比較することで、新たに設定した検出パラメータで上記（手順A11）で使用した入力画像に対して検出を行った時の未検出率、誤検出率を計算する。

(手順 A 1 4) 計算した未検出率、誤検出率及び記録した検出にかかった処理時間から目的関数の値を計算する。目的関数は、未検出率、誤検出率及び検出にかかる処理時間を操作者が任意の値で重みづけしたものを使用する。

(手順 A 1 5) 目的関数の値が設定した値より小さくなった時、または規定数の検出パラメータを探索した時に、検出パラメータの探索を終了する。条件を満たさない場合は、新しい検出パラメータの探索を行う(手順 A 1 2に戻る)。

(手順 A 1 6) 探索した検出パラメータの中で、目的関数の値が最小の時の検出パラメータを画像処理装置に設定する。

[0022] 目的関数を最小化する検出パラメータの探索には、当分野で知られたベイズ最適化、グリッドサーチ、ランダムサーチ等の各種探索法を用いることができる。ベイズ最適化では既に検討したパラメータから、良い目的関数の値を得られる可能性が高いパラメータの候補を確率的に求め、効率的にパラメータを探索するため、グリッドサーチやランダムサーチよりも少ない探索数で検出パラメータを最適化できる。ベイズ最適化はブラックボックス最適化手法の一つであり、入力に対する出力値は分かるが数式化の困難な関数(ブラックボックス関数)に対して、出力が最小となる入力を探る手法である。なお、ランダムサーチは、検出パラメータの値をランダムに設定する探索手法である。本実施形態では、検出パラメータの探索にベイズ最適化を用いるものとする。

[0023] 目的関数は、未検出率、誤検出率及び検出にかかる処理時間を重みづけしたものを使用する。操作者は重みづけの値を変えることで、未検出率、誤検出率及び検出にかかる処理時間のどの値を優先して最小化するかを決めることができる。例えば誤検出率の重みを大きくすると、未検出が発生したとしても誤検出をゼロにするフェールセーフな検出を行う検出パラメータを優先して探索する。他方、未検出率の重みを大きくすると、特に未検出の発生を抑制するのに適した検出パラメータを得ることができる。また、処理時間の重みを増加させることで、特に処理時間を低減させるのに適した検出パラメ

ータを得ることができる。

[0024] 正解リスト作成部 223 は、以下のアルゴリズムで、検出対象が写った画像が含まれる一乃至複数の入力画像に対する、操作者の期待通りの検出結果のリスト（正解リスト）を作成する。

（手順 A 2 1）検出対象が写った画像が含まれる一乃至複数の入力画像に対して検出を行い、検出結果を取得する。検出結果には検出した画像、検出位置、姿勢、サイズの情報が含まれる。ここでは、誤検出が多くても未検出がないまたは少ないことが望ましいので、比較的多くの検出結果が得られるように検出パラメータを比較的緩い値に設定して検出を行う。

（手順 A 2 2）操作者による各検出結果に対するラベル付けの操作を受け付ける。通常は操作者が目視で確認して、正解／不正解（正しく検出できたか、誤検出だったか）のラベルを付ける。

（手順 A 2 3）検出結果から正解のラベルを付けた検出結果だけを抜き出し、入力画像に対する操作者の期待通りの検出結果のリスト（正解リスト）を作成する。

[0025] 検出率計算部 225 は、以下のアルゴリズムで、新たに設定した検出パラメータで画像データセットに対して検出を行った時の未検出率、誤検出率を計算する。

（手順 A 3 1）入力画像に対し新たに取得した検出結果が、正解リストに含まれる検出結果と一致するかを判定する。検出位置、姿勢、サイズの差が設定した閾値内に収まっている時に、その検出結果が一致すると判定する。

（手順 A 3 2）全ての判定結果を合計し、未検出率、誤検出率を計算する。正解リストに含まれる全ての検出結果が新たに取得した検出結果のリストに含まれる場合に未検出率をゼロとし、正解リストに含まれない検出結果が新たに取得した検出結果のリストの一つも含まれない場合に誤検出率をゼロとする。操作者の期待したものが適切に検出される場合、未検出率、誤検出率は共にゼロになる。

[0026] このように、検出対象が写った画像が含まれる一乃至複数の入力画像に対

する正解ラベルの付いた検出結果のリストを作成することで、検出パラメータを変更した時に、操作者による確認を必要とせず、入力画像に対して検出を行った時の未検出率及び誤検出率を計算できる。そして、一例として、誤検出率をゼロにし、かつ、未検出率及び検出にかかる処理時間を最小化することを目的とし、検出パラメータの値を入力としたベイズ最適化による探索を行うことで、操作者が意図したものだけが検出される最適な検出パラメータを操作者の試行錯誤なしに設定することができる。

[0027] 図4は、操作者が期待する検出結果を得るのに適した検出パラメータを設定する上述のアルゴリズムを具体的に実現する処理（以下、検出パラメータ設定処理と記す）を表すフローチャートである。検出パラメータ設定処理は、画像処理装置21のCPUによる制御の下で実行される。検出パラメータとしては、上述の「対応点の許容距離」、及び、モデルパターンの特徴量と入力画像から抽出される特徴量との間の「一致度の閾値」を用いる。

[0028] はじめに、モデルパターンの教示を行う（ステップS1）。すなわち、ステップS1で、画像処理部22がモデルパターンを作成し、作成したモデルパターンをモデルパターン記憶部26に記憶する。

[0029] 本実施形態におけるモデルパターンは複数の特徴点から構成される。特徴点としては様々な物が使用できるが、本実施形態ではエッジ点を特徴点として用いる。エッジ点は、画像中で輝度勾配が大きな点であり、対象物1の輪郭形状を取得するために使用できる。エッジ点を抽出する方法としては当分野で知られる各種手法を用いることができる。

[0030] エッジ点の物理量としては、そのエッジ点の位置、輝度勾配方向、輝度勾配の大きさなどがある。エッジ点の輝度勾配の方向を特徴点の姿勢と定義すると、位置とあわせて特徴点の位置姿勢を定義することができる。本実施形態では、特徴点の物理量としてエッジ点の物理量、すなわちエッジ点の位置、姿勢（輝度勾配の方向）、輝度勾配の大きさを記憶する。

[0031] 図6は、対象物1のモデルパターンの例を示す図である。図6に示されるように、対象物1のモデルパターンは複数の第1の特徴点 P_i ($i=1\sim NP$) で

構成される。モデルパターンを構成する第1の特徴点 P_i の位置姿勢はどのような形式で表してもよいが、一例としては、モデルパターンに座標系100を定義し（以下、モデルパターン座標系100）、モデルパターンを構成する特徴点の位置 t_{Pi} ($i=1\sim NP$) や姿勢 v_{Pi} ($i=1\sim NP$) をモデルパターン座標系100から見た位置ベクトルや方向ベクトルなどで表現する方法が挙げられる。

[0032] モデルパターン座標系100の原点はどのように定義してもよい。例えば、モデルパターンを構成する第1の特徴点から任意の1点を選択して、その点を原点として定義してもよく、モデルパターンを構成するすべての特徴点の重心を原点として定義してもよい。

[0033] モデルパターン座標系100の姿勢（軸の方向）もどのように定義してもよい。例えば、モデルパターンの作成を行った画像において画像座標系とモデルパターン座標系100とが平行になるように定義してもよいし、モデルパターンを構成する特徴点から任意の2点を選択して、その一方から他方に向かう方向がX軸方向となるように定義してもよい。

[0034] モデルパターンを構成する第1の特徴点 P_i は、モデルパターン記憶部26に、例えば、下記表1のような形式（位置、姿勢、輝度勾配の大きさを含む）で記憶される。

[0035] [表1]

	位置	姿勢	輝度勾配の大きさ
特徴点 P_1	(tx_{P1}, ty_{P1})	(vx_{P1}, vy_{P1})	α_{P1}
特徴点 P_2	(tx_{P2}, ty_{P2})	(vx_{P2}, vy_{P2})	α_{P2}
⋮			
特徴点 P_{NP}	(tx_{PNP}, ty_{PNP})	(vx_{PNP}, vy_{PNP})	α_{PNP}

[0036] 図5は、図4のステップS1における画像処理部22によるモデルパターンの作成手順を示すフローチャートである。ステップS201で、モデルパターンとして教示したい対象物1を視覚センサ10の視野内に配置し、対象物1の画像を撮像する。この時の視覚センサ10と対象物1の位置関係は、対象物1を検出するときと同じになるようにして行うことが望ましい。

[0037] ステップS 2 0 2で、撮像した画像において対象物 1 が映った領域を矩形や円形でモデルパターン指定領域として指定する。図 7 は、撮像した画像におけるモデルパターン指定領域の例を示す図である。図 7 に示すように、撮像した画像において画像座標系 2 1 0 が定義され、その中で対象物 1 の像 1 A を含むようにモデルパターン指定領域（ここでは矩形領域）2 2 0 が指定される。モデルパターン指定領域 2 2 0 は、使用者が表示装置 3 2 で画像を見ながら操作盤 3 1 により入力した指示を画像処理部 2 2 が受けて設定しても、画像処理部 2 2 が画像における輝度勾配の大きい箇所を像 1 A の輪郭として求め、像 1 A が内部に含まれるように自動的に指定してもよい。

[0038] 次に、ステップS 2 0 3で、モデルパターン指定領域 2 2 0 の範囲内でエッジ点を特徴点として抽出し、エッジ点の位置、姿勢（輝度勾配の方向）、輝度勾配の大きさなどの物理量を求める。また、指定された領域内にモデルパターン座標系 1 0 0 を定義し、エッジ点の位置や姿勢を、画像座標系 2 1 0 で表現された値から、モデルパターン座標系 1 0 0 で表現された値に変換する。

[0039] 次に、ステップS 2 0 4で、抽出されたエッジ点の物理量を、モデルパターンを構成する第 1 の特徴点 P_i としてモデルパターン記憶部 2 6 に記憶する。本実施形態では、特徴点としてエッジ点を用いたが、本実施形態で使用可能な特徴点がエッジ点に限定されるわけではなく、たとえば当分野で知られた S I F T (Scale-Invariant Feature Transform) のような特徴点を使用してもよい。

[0040] また、対象物 1 の画像からエッジ点や S I F T 特徴点などを抽出して、モデルパターンを構成する第 1 の特徴点とするのではなく、画像に写った対象物の輪郭線に合うように線分、矩形、円などの幾何図形を配置することでモデルパターンを作成してもよい。その場合、輪郭線を構成する幾何図形上に適当な間隔で特徴点を設ければよい。さらに、CADデータなどに基づいてモデルパターンを作成することもできる。

[0041] 図 4 のフローに戻り、次に、画像処理部 2 2 は、ステップS 2 ~ S 5 にお

いて、検出対象が写った画像が含まれる一乃至複数の入力画像に対する、操作者の期待通りの検出結果のリスト（正解リスト）を作成する。ステップS 2～S 5の処理は上述の正解リスト作成のアルゴリズム（手順A 2 1～A 2 3）に対応する。検出対象が写った画像が含まれる一乃至複数の入力画像を用意する。入力画像のそれぞれについて、適当な一致度の閾値及び対応点の許容距離を設定して対象物の検出を行い、検出結果を取得する。ここでは、誤検出が多くても未検出がないまたは少ないことが望ましいので、一致度の閾値を低く、対応点の許容距離を大きく設定する（ステップS 2）。そして、検出対象が映った画像が含まれる一乃至複数の入力画像のそれぞれについて対象物1の像1 A（以下、単に対象物1と称する場合がある）の検出を行い、検出結果を取得する（ステップS 3）。検出結果には検出した画像、検出位置、姿勢、サイズの情報が含まれる。

[0042] ステップS 3における対象物1の検出について詳細に説明する。対象物の検出は以下の手順で行う。

手順1 0 1：対象物の検出

手順1 0 2：対応点の選択

手順1 0 3：検出パラメータに基づく評価

[0043] 以下、手順1 0 1～手順1 0 3を説明する。これらの手順は対象物検出部2 2 1による制御の下で実行される。手順1 0 1（対象物の検出）で、入力画像 I_j （ $j=1\sim NI$ ）のそれぞれについて対象物1の像1 A（以下、単に対象物1と称する場合がある）の検出を行う。まず、入力画像 I_j から第2の特徴点を抽出する。第2の特徴点はモデルパターンを作成する際に第1の特徴点を抽出した方法と同じ方法で抽出すればよい。本実施形態では、入力画像からエッジ点を抽出し、第2の特徴点とする。説明のため、入力画像 I_j から抽出された NQ_j 個の第2の特徴点を Q_{jk} （ $k=1\sim NQ_j$ ）とする。第2の特徴点 Q_{jk} は入力画像 I_j に関連づけて検出結果記憶部2 7に記憶する。この時点では、第2の特徴点 Q_{jk} の位置や姿勢は画像座標系2 1 0で表現されている。

[0044] 次に、入力画像 I_j から抽出した第2の特徴点 Q_{jk} とモデルパターンを構成

する第1の特徴点 P_i とのマッチングを行い、対象物1の検出を行う。対象物を検出する方法は様々なものがあるが、たとえば、当分野で知られた、一般化ハフ変換、RANSAC (Random Sample Consensus)、ICP (Iterative Closest Point) アルゴリズムなどが利用できる。

[0045] 検出を行った結果、入力画像 I_j から対象物の像が NT_j 個検出されたとする。また、検出された像を T_{jg} ($g=1\sim NT_j$)、像 T_{jg} の検出位置を R_{Tjg} とする。検出位置 R_{Tjg} は、画像座標系210から見た対象物の像 T_{jg} の位置姿勢、すなわち像 T_{jg} にモデルパターンを重ね合わせた時の、画像座標系210から見たモデルパターン座標系100の位置姿勢を表す同次変換行列であり、次の式で表される。

[0046] [数1]

$$R_{Tjg} = \begin{bmatrix} a_{00} & a_{01} & a_{02} \\ a_{10} & a_{11} & a_{12} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

[0047] たとえば、対象物がカメラの光軸に対して傾くことがなく、画像に写る対象物の像の移動として合同変換だけを考えればよい場合には、 $a_{00}\sim a_{12}$ は以下のようなになる。

$$a_{00} = \cos \theta$$

$$a_{01} = -\sin \theta$$

$$a_{02} = x$$

$$a_{10} = \sin \theta$$

$$a_{11} = \cos \theta$$

$$a_{12} = y$$

ただし、 (x, y) は画像上での位置、 θ は画像上での回転移動量である。

[0048] また、対象物がカメラの光軸に対して傾くことはないが、対象物とカメラの距離が一定でない場合は、距離に応じて画像に映る対象物の像の大きさが変わるため、画像に写る対象物の像の移動としては相似変換となる。その場合、 $a_{00}\sim a_{12}$ は以下のようなになる。

$$a_{00} = s \cdot \cos \theta$$

$$a_{01} = -s \cdot \sin \theta$$

$$a_{02} = x$$

$$a_{10} = s \cdot \sin \theta$$

$$a_{11} = s \cdot \cos \theta$$

$$a_{12} = y$$

ただし、 s は教示されたモデルパターンの大きさと対象物の像 T_{jg} の大きさの比である。

[0049] 入力画像 I_j ($j=1 \sim NI$)のそれぞれについて同様の処理を行い、トータルで N 個の像が検出されたものとする。なお、トータルの個数 NT は次の式で表される。

[0050] [数2]

$$NT = \sum_{j=0}^{NI} NT_j$$

[0051] 検出位置 R_{Tjg} を、入力画像 I_j に関連付けて検出結果記憶部27に記憶しておく。

[0052] 次に手順102（対応点の選択）について説明する。手順102の処理機能は、対応点選択部222により提供される。手順102において、各入力画像 I_j ($j=1 \sim NI$)から検出された対象物の像 T_{jg} ($j=1 \sim NI$ 、 $g=1 \sim NT_j$)の検出位置 R_{Tjg} に基づいて、入力画像 I_j から抽出された第2の特徴点 Q_{jk} ($j=1 \sim NI$ 、 $k=1 \sim NQ_j$)のうち、モデルパターンを構成する第1の特徴点 P_i に対応するものを対応点として選択する。

[0053] 説明のため、モデルパターンを構成する第1の特徴点 P_i の位置姿勢をそれぞれ同次変換行列 R_{Pi} で表すことにする。 R_{Pi} は以下のように記述できる。

[0054]

[数3]

$$R_{Pi} = \begin{bmatrix} b_{00} & b_{01} & b_{02} \\ b_{10} & b_{11} & b_{12} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

[0055] $b_{00} = vx_Pi$

$b_{01} = -vy_Pi$

$b_{02} = tx_Pi$

$b_{10} = vy_Pi$

$b_{11} = vx_Pi$

$b_{12} = ty_Pi$

ただし、 $t_Pi = (tx_Pi, ty_Pi)$ はモデルパターン座標系での P_i の位置、 $v_Pi = (vx_Pi, vy_Pi)$ はモデルパターン座標系での P_i の姿勢である。

[0056] なお、 P_i の姿勢をベクトルではなく角度 r_Pi で表現することもできる。 v_Pi は r_Pi を使って、 $v_Pi = (vx_Pi, vy_Pi) = (\cos r_Pi, \sin r_Pi)$ と表現できる。同様に、入力画像 I_j から抽出した第2の特徴点 Q_jk の位置姿勢も、同次変換行列 R_Qjk で表すことにする。

[0057] ここで、モデルパターンを構成する第1の特徴点 P_i の位置姿勢 R_Pi はモデルパターン座標系で表現されており、入力画像 I_j から抽出された第2の特徴点 Q_jk の位置姿勢 R_Qjk は画像座標系で表現されていることに注意が必要である。そこで、両者の関係を明確にしておく。

[0058] 画像 I_j に写った対象物の像 T_jg にモデルパターンを重ねた時の、画像座標系から見た第1の特徴点 P_i の位置姿勢を R_Pi' とすると、 R_Pi' は、モデルパターン座標系からみた第1の特徴点 P_i の位置姿勢 R_Pi と、画像座標系から見た像 T_jg の検出位置 R_Tjg を用いて、以下のように表せる。

$$R_Pi' = R_Tjg \cdot R_Pi \quad \cdots (1)$$

[0059] 同様に、対象物の像 T_jg にモデルパターンを重ねた時の、モデルパターン座標系から見た第2の特徴点 Q_jk の位置姿勢を R_Qjk' とすると、 R_Qjk' は、画像座標系から見た Q_jk の位置姿勢 R_Qjk と、画像座標系から見た像 T_jg の

検出位置 R_Tjg を用いて、以下のように表せる。

$$R_Qjk' = R_Tjg^{-1} \cdot R_Qjk \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

[0060] なお、後の説明のため、画像座標系から見た P_i の位置を t_Pi' 、画像座標系から見た P_i の姿勢を v_Pi' 、画像座標系から見た Q_jk の位置を t_Qjk 、画像座標系から見た Q_jk の姿勢を v_Qjk 、モデルパターン座標系から見た Q_jk の位置を t_Qjk' 、モデルパターン座標系から見た Q_jk の姿勢を v_Qjk' とする。

[0061] 以上を踏まえて、モデルパターンを構成する第1の特徴点 P_i と、入力画像 I_j から抽出された第2の特徴点 Q_jk ($j=1 \sim NI$, $k=1 \sim NQ_j$) の対応付けを、以下の手順で行う。

[0062] B 1. 入力画像 I_j から検出された対象物の像 T_jg の検出位置 R_Tjg に基づいて、モデルパターンを構成する第1の特徴点 P_i の位置姿勢 R_Pi を、式(1)により、画像座標系から見た位置姿勢 R_Pi' に変換する。

[0063] B 2. 第1の特徴点 P_i のそれぞれについて、第2の特徴点 Q_jk の中から最も近いものを探索する。探索には以下のような手法を使うことができる。

(ア) 第1の特徴点の位置姿勢 R_Pi' と全ての第2の特徴点の位置姿勢 R_Qjk との距離を計算し、最も距離が近い第2の特徴点 Q_jk を選択する。

(イ) 入力画像 I_j の画素数と同じ要素数の2次元配列に、第2の特徴点の位置姿勢 R_Qjk をその位置の画素に対応する2次元配列の要素に格納し、2次元配列の第1の特徴点の位置姿勢 R_Pi に対応する画素近傍を2次的に探索し、最初に見つかった第2の特徴点 Q_jk を選択する。

[0064] B 3. 選択された第2の特徴点 Q_jk が、その第1の特徴点 P_i の対応点として妥当であるか評価する。たとえば、第1の特徴点 P_i の位置姿勢 R_Pi' と第2の特徴点 Q_jk の位置姿勢 R_Qjk の距離を計算し、距離が閾値以下であれば、選択された第2の特徴点 Q_jk はその第1の特徴点 P_i の対応点として妥当であるとする。

[0065] さらに、第1の特徴点 P_i と第2の特徴点 Q_jk の姿勢や輝度勾配の大きさなどの物理量の差も合わせて評価して、それらも閾値以下または閾値以上であ

るときに選択された第2の特徴点 Q_{jk} はその第1の特徴点 P_i の対応点として妥当であると判断するようにしてもよい。

[0066] B4. 選択された第2の特徴点 Q_{jk} が、その第1の特徴点 P_i の対応点として妥当であると判断した場合は、選択された第2の特徴点 Q_{jk} をその第1の特徴点 P_i の対応点 O_{im} として、 P_i に関連付けて検出結果記憶部27に記憶する。対応点 O_{im} の画像座標系から見た位置姿勢 R_{Oim} とすると、 $R_{Oim}=R_{Qjk}$ であり、これは画像座標系から見た位置姿勢であるので、モデルパターン座標系から見た位置姿勢 R_{Oim}' に変換してから記憶するようにする。 R_{Oim}' は、式(2)により、以下のようにして計算できる。

[0067] [数4]

$$R'_{Oim} = R_{Tji}^{-1} R_{Oim}$$

[0068] 以上の処理を、入力画像 I_j ($j=1\sim NI$)から検出されたNT個の検出位置 R_{Tjg} ($j=1\sim NI$ 、 $g=1\sim NQ_j$)のそれぞれについて行うことにより、モデルパターンの i 番目の特徴点 P_i に対応すると判定された対応点が $N0_i$ 個見つかったものとする。また、モデルパターンの i 番目の特徴点 P_i に対応する m 個目の対応点を O_{im} ($m=1\sim N0_i$)とする。なお、入力画像 I_j から検出された対象物の像の総数がNTであるので、 $N0_i \leq NT$ である。得られた対応点は下記表2のような形態でモデルパターン記憶部26に記憶する。

[0069] [表2]

	モデルパターン	検出パターン1	・ ・ ・	検出パターンNT
特徴点 P_1	$(tx_{P1}, ty_{P1}), (vx_{P1}, vy_{P1})$	$(tx_{O1m1}, ty_{O1m1}), (vx_{O1m1}, vy_{O1m1})$		$(tx_{O1mNT}, ty_{O1mNT}), (vx_{O1mNT}, vy_{O1mNT})$
特徴点 P_2	$(tx_{P2}, ty_{P2}), (vx_{P2}, vy_{P2})$	$(tx_{O2m1}, ty_{O2m1}), (vx_{O2m1}, vy_{O2m1})$		$(tx_{O2mNT}, ty_{O2mNT}), (vx_{O2mNT}, vy_{O2mNT})$
⋮				
特徴点 P_{NP}	$(tx_{PNP}, ty_{PNP}), (vx_{PNP}, vy_{PNP})$	$(tx_{ONPm1}, ty_{ONPm1}), (vx_{ONPm1}, vy_{ONPm1})$		$(tx_{ONPmNT}, ty_{ONPmNT}), (vx_{ONPmNT}, vy_{ONPmNT})$

[0070] 次に、手順103（検出パラメータに基づく評価）について説明する。こ

ここでは、上記手順102（対応点の選択）により選択された第2の特徴点が第1の特徴点 P_i の対応点として妥当であるかを確認する。ここで検出パラメータとしての「対応点の許容距離」を用いる。像 T_j にモデルパターンを重ね合わせた時の、第1の特徴点 P_i とそれに対応する第2の特徴点 Q_{jk} との距離が「対応点の許容距離」以下のときに当該対応点（第2の特徴点）は妥当であるとする。妥当である対応点は P_i の対応点 O_i として検出結果記憶部27に記憶する。

[0071] 上記手順102及び手順103を全ての第1の特徴点 P_i ($i=1\sim NP$) に対して行うことで、 $N0$ 個の対応点を選択できたものとする。モデルパターンを構成する第1の特徴点の総数 NP と見つかった対応点の数 $N0$ を使用して、 $N0/NP$ を求めることで、モデルパターンと像 T_x の一致度を0.0から1.0の間の値で表現できる。一致度が「一致度の閾値」未満の像 T_x は検出結果から除外する。

[0072] 図4のフローに戻り、次にステップS4では、検出結果にラベルを付ける。通常は操作者が目視で確認して、正解／不正解（正しく検出できたか、誤検出だったか）のラベルを付ける。図8は、上記ステップS3での検出処理（手順101～103）により、一例として、入力画像から8個の対象物の像 $A11-A18$ が検出され、表示装置32に表示されている状態を表す。操作者は、検出された像の一つ一つに正解（OK）／不正解（NG）のラベルを付ける。ラベル付けは、画像上のラベル画像301の部分をクリック操作することでOK／NGが切り替わるようになっていても良い。図8の例では、操作者は、像 $A11$ 、 $A13-A16$ 、 $A18$ については正解とし、像 $A12$ 、 $A17$ については不正解としている。

[0073] 次に、ステップS5では、検出結果から正解のラベルを付けた検出結果だけを抜き出し、抜き出した検出結果を、入力画像に対する操作者の期待する検出結果（正解リスト）とする。図8の例の場合には、正解リストには、像 $A11$ 、 $A13-A16$ 、 $A18$ が含まれる。

[0074] 次に、ステップS6-S11のループ処理では、ベイズ最適化により検出パラメータを探索する。まず、新たな検出パラメータ（一致度の閾値及び対

応点の許容距離)を設定し(ステップS 6)、正解リスト作成に用いた入力画像に対して上述の検出処理(手順101~103)を行うことで検出結果を取得する(ステップS 7)。検出結果には検出した画像、検出位置、姿勢、サイズの情報が含まれる。また、この際、検出にかかった処理時間を記録する。

[0075] 次に、ステップS 8では、検出率計算部225は、ステップS 7で得られた検出結果を正解リストと比較することで、ステップS 6で新たに設定した検出パラメータ(一致度の閾値及び対応点の許容距離)で入力画像に対して検出を行った時の未検出率、誤検出率を計算する。この際、検出率計算部225は、検出対象とされた画像が同じものであり(画像に付したID番号が同じであること)、かつ検出位置、姿勢、サイズの差が事前に設定した閾値内に収まっている時に、検出結果が一致したと判定する。

[0076] 検出率計算部225は、正解リストに含まれる全ての検出結果が新たに取得した検出結果に含まれる場合に未検出率がゼロとなるように未検出率を算出する。また、検出率計算部225は、正解リストに含まれない検出結果が新たに取得した検出結果のリストの一つも含まれない場合に誤検出率がゼロとなるように誤検出率を算出する。具体的には、正解リストに含まれる像の数をN個、新たな検出パラメータにより検出された像のうち正解リストに含まれる像の数を m_0 個とすると、検出率計算部225は、以下の数式により未検出率を算出しても良い。

$$(\text{未検出率}) = (N - m_0) / N$$

また、正解リストに含まれる像の数をN個、新たな検出パラメータで検出にされた像のうち正解リストに含まれない像の数を m_1 個とすると、また、検出率計算部225は、以下の数式により誤検出率を算出しても良い。

$$(\text{誤検出率}) = m_1 / N$$

[0077] 次に、ステップS 9では、目的関数値計算部226は、ステップS 8で計算された未検出率、誤検出率と、ステップS 7における検出にかかった処理時間とに対して、重み値入力操作によって入力された重み値によって重み付

けた目的関数の値を計算する。この場合、目的関数値計算部 226 は、操作者による操作盤 31 を介した操作による重み値の入力を受け付ける。ここで、 x_1 、 x_2 、 x_3 をそれぞれ未検出率、誤検出率、処理時間とし、 w_1 、 w_2 、 w_3 をそれぞれ x_1 、 x_2 、 x_3 に対する重み値とすると、目的関数 f は、以下の数式により表される。

[数5]

$$f = \sum_{i=1}^3 w_i \cdot x_i$$

[0078] 以上のように目的関数を計算し、目的関数の値が予め設定した設定値より小さくなった時（S10：YES）、または規定数の探索をした時（S11：YES）、探索を終了する。目的関数が設定値以上であり未だ規定数の探索が終了していない場合（S10：NO、S11：NO）、新たな検出パラメータを設定して検出を行うステップS6からS11の一連の処理を再び実行する。

[0079] 上記のようにパラメータ探索処理では、上述のように目的関数を計算し、目的関数の値が最小化乃至は十分に低下したときに検出パラメータの探索を終了させる。以上説明したように、パラメータ設定処理によれば、操作者の試行錯誤なしに、操作者が期待する検出結果を得るのに最適な検出パラメータを自動的に設定することができる。

[0080] 画像処理装置 21 は、以上の処理により得られた検出パラメータを対象物の検出に用いる検出パラメータとして設定する。

[0081] 以上説明したように、本実施形態によれば、所望の検出結果を得るのに適した検出パラメータの設定を自動化することができる。

[0082] 以上、典型的な実施形態を用いて本発明を説明したが、当業者であれば、本発明の範囲から逸脱することなしに、上述の各実施形態に変更及び種々の他の変更、省略、追加を行うことができるのを理解できるであろう。

[0083] 上述の実施形態では、検出パラメータとして「対応点の許容距離」及び「

一致度の閾値」を用いたが、これは例示であり、これらに代えて又はこれらに加えて他の検出パラメータが用いられても良い。例えば、検出パラメータとして、エッジ点の輝度勾配方向に許容範囲を設定したり、エッジ点の輝度勾配の大きさに許容範囲を設定しても良い。

[0084] 図4に示した検出パラメータ設定処理におけるステップS6～S11のループ処理（すなわち、ベイズ最適化における検出パラメータの探索処理）においては操作者が予めいくつかの検出パラメータと目的関数の値の計算値を与え、探索処理の時間（探索回数）を低減するようにしても良い。

[0085] 上述の実施形態では、目的関数 f として未検出率、誤検出率、及び処理時間の3つの入力変数を有する関数を用いているが、これらの入力変数の少なくともいずれか一つを入力変数とする目的関数を用いても良い。例えば、未検出率を入力変数とする目的変数を用いた場合、未検出率の低減に適した検出パラメータを探索することができる。検出率計算部225は、未検出率、誤検出率のいずれか一方を算出する構成であっても良い。

[0086] 上述した実施形態における検出パラメータ設定処理等の各種の処理を実行するプログラムは、コンピュータに読み取り可能な各種記録媒体（例えば、ROM、EEPROM、フラッシュメモリ等の半導体メモリ、磁気記録媒体、CD-ROM、DVD-ROM等の光ディスク）に記録することができる。

符号の説明

- [0087]
- | | |
|----|-----------|
| 1 | 対象物 |
| 10 | 視覚センサ |
| 11 | ロボット |
| 12 | ハンド |
| 20 | 視覚センサ制御装置 |
| 21 | 画像処理装置 |
| 22 | 画像処理部 |
| 31 | 操作盤 |

- 3 2 表示装置
- 2 2 1 対象物検出部
- 2 2 2 対応点選択部
- 2 2 3 正解リスト作成部
- 2 2 4 検出結果リスト作成部
- 2 2 5 検出率計算部
- 2 2 6 目的関数値計算部
- 2 2 7 検出パラメータ探索部

請求の範囲

- [請求項1] 対象物のモデルパターンに基づいて1以上の入力画像データ中の前記対象物の像を検出する画像処理装置であって、
- 検出パラメータを用いて前記モデルパターンの特徴量と前記1以上の入力画像データから抽出された特徴量とのマッチングを行い前記1以上の入力画像データから前記対象物の像を検出する対象物検出部と、
- 前記検出パラメータの値の設定前に予め準備された前記1以上の入力画像データに対する前記対象物検出部による検出結果と、前記1以上の入力画像データに対して前記対象物の像の検出を行った場合の所望の検出結果を表す情報とを比較することで、前記対象物検出部による前記対象物の検出における未検出率と誤検出率の少なくともいずれかを算出する検出率計算部と、
- 前記未検出率と前記誤検出率の少なくとも一方を入力変数とする関数として定義される目的関数の値を算出する目的関数値計算部と、
- 前記目的関数の値が所定の条件を満たすか又は前記検出パラメータの探索回数が規定数に達するまで前記検出パラメータの値を変更して前記対象物検出部による前記対象物の検出、前記検出率計算部による前記未検出率と前記誤検出率の少なくともいずれかの算出、及び前記目的関数値計算部による前記目的関数の値の算出を繰り返すことにより前記検出パラメータの探索を行う検出パラメータ探索部と、
- を備える画像処理装置。
- [請求項2] 前記目的関数は、前記未検出率、前記誤検出率、及び前記対象物検出部による前記対象物の像の検出に要した処理時間のそれぞれに対して重み値を乗じて加算した値として定義される請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項3] 前記対象物検出部は、前記モデルパターンの第1の特徴点と前記1以上の入力画像データから抽出される第2の特徴点との間でマッチン

グを行い、

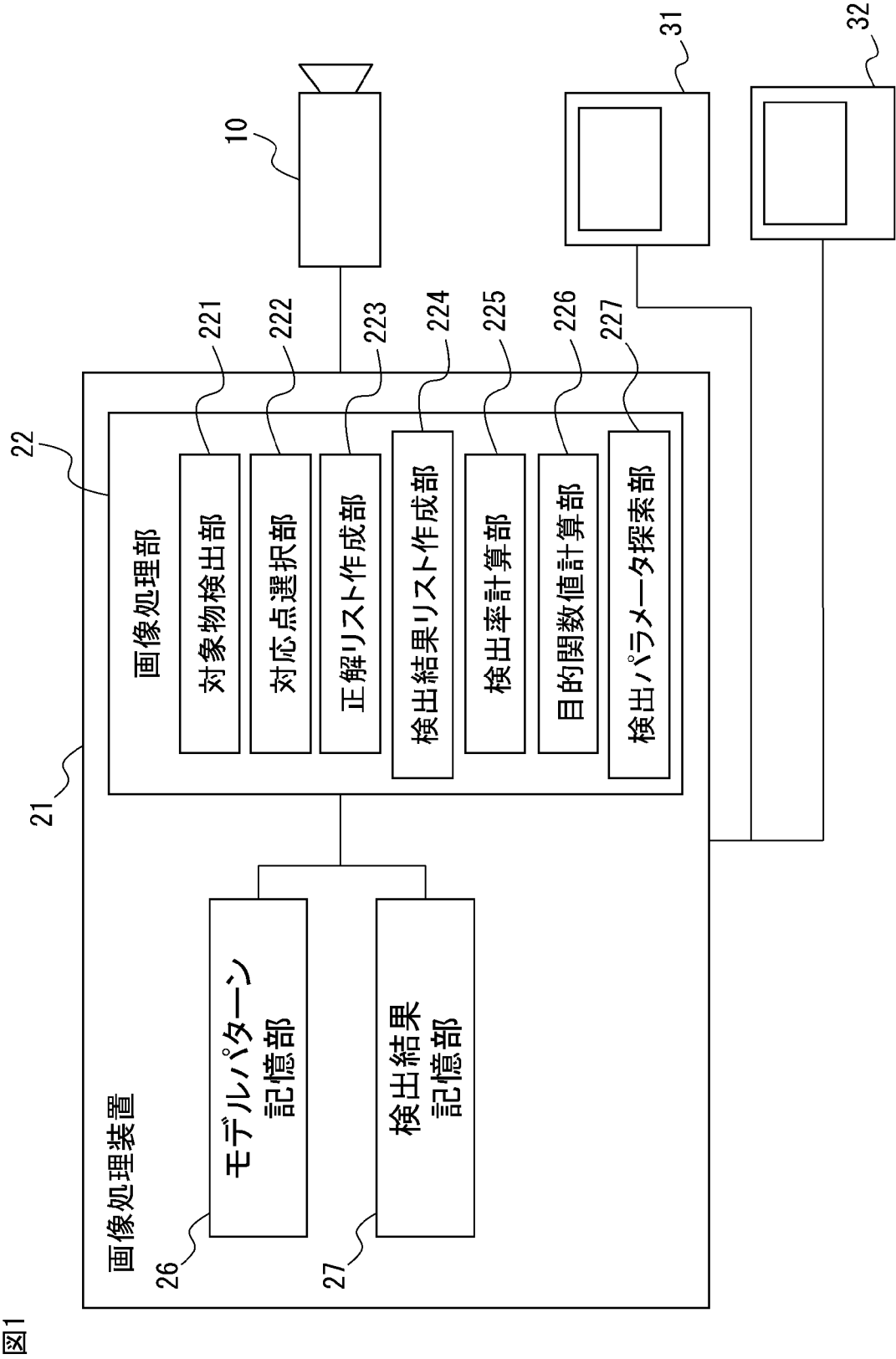
前記検出パラメータは、前記第 1 の特徴点と当該第 1 の特徴点に対応する前記 1 以上の入力画像データ中の前記第 2 の特徴点との間の許容距離を含む、請求項 1 又は 2 に記載の画像処理装置。

[請求項4] 前記検出パラメータは、前記モデルパターンの前記第 1 の特徴点の総数に対する、前記第 1 の特徴点に対応する前記第 2 の特徴点として前記許容距離内にあるものの数の比率として定義される一致度についての閾値を更に含む、請求項 3 に記載の画像処理装置。

[請求項5] 前記所定の条件は、前記目的関数の値が予め設定した設定値よりも低くなることである、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

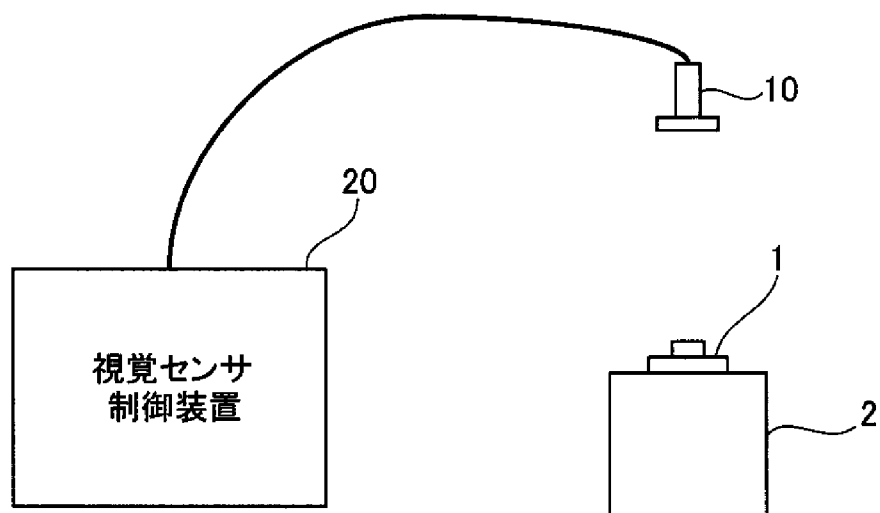
[請求項6] 前記検出パラメータ探索部は、前記検出パラメータの探索にベイズ最適化、ランダムサーチのいずれかを用いる、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

[図1]



[図2]

図2



[図3]

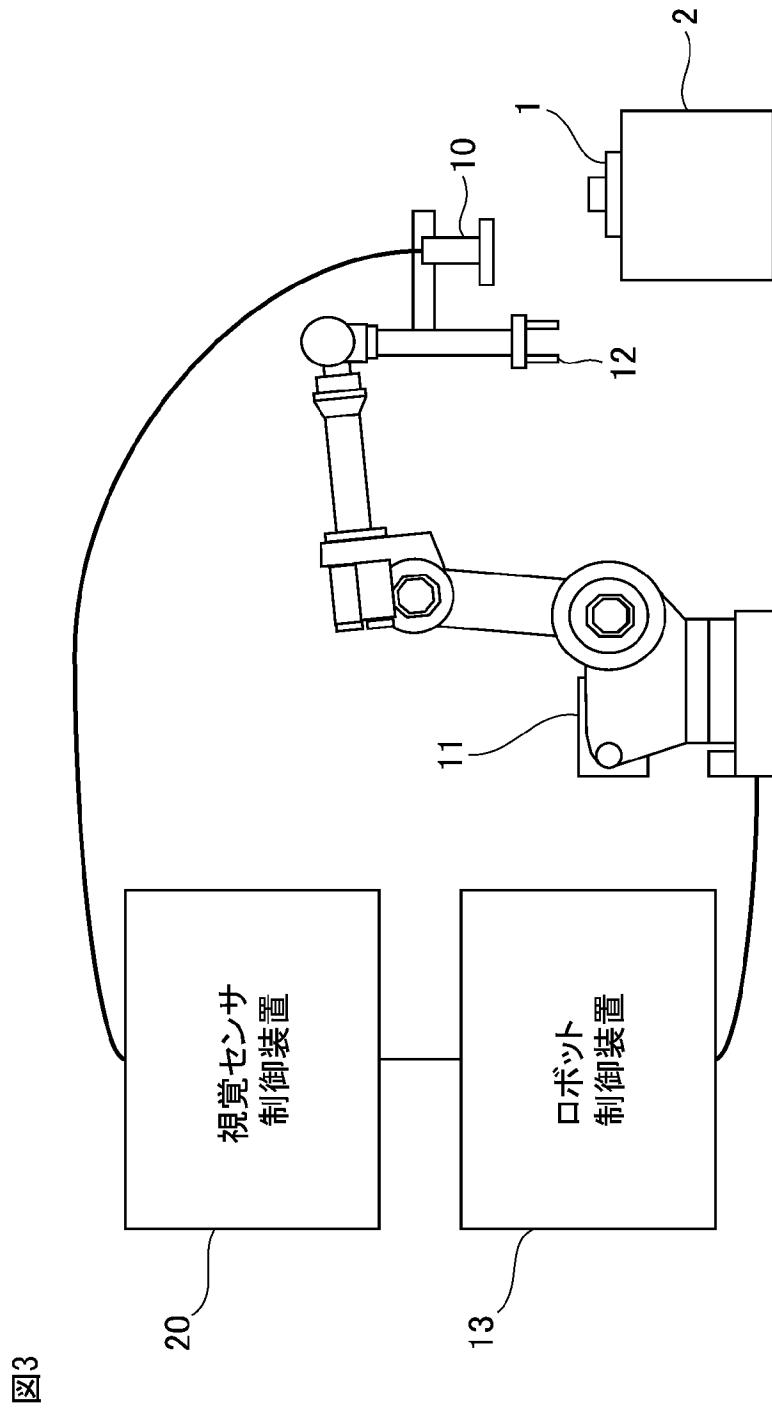
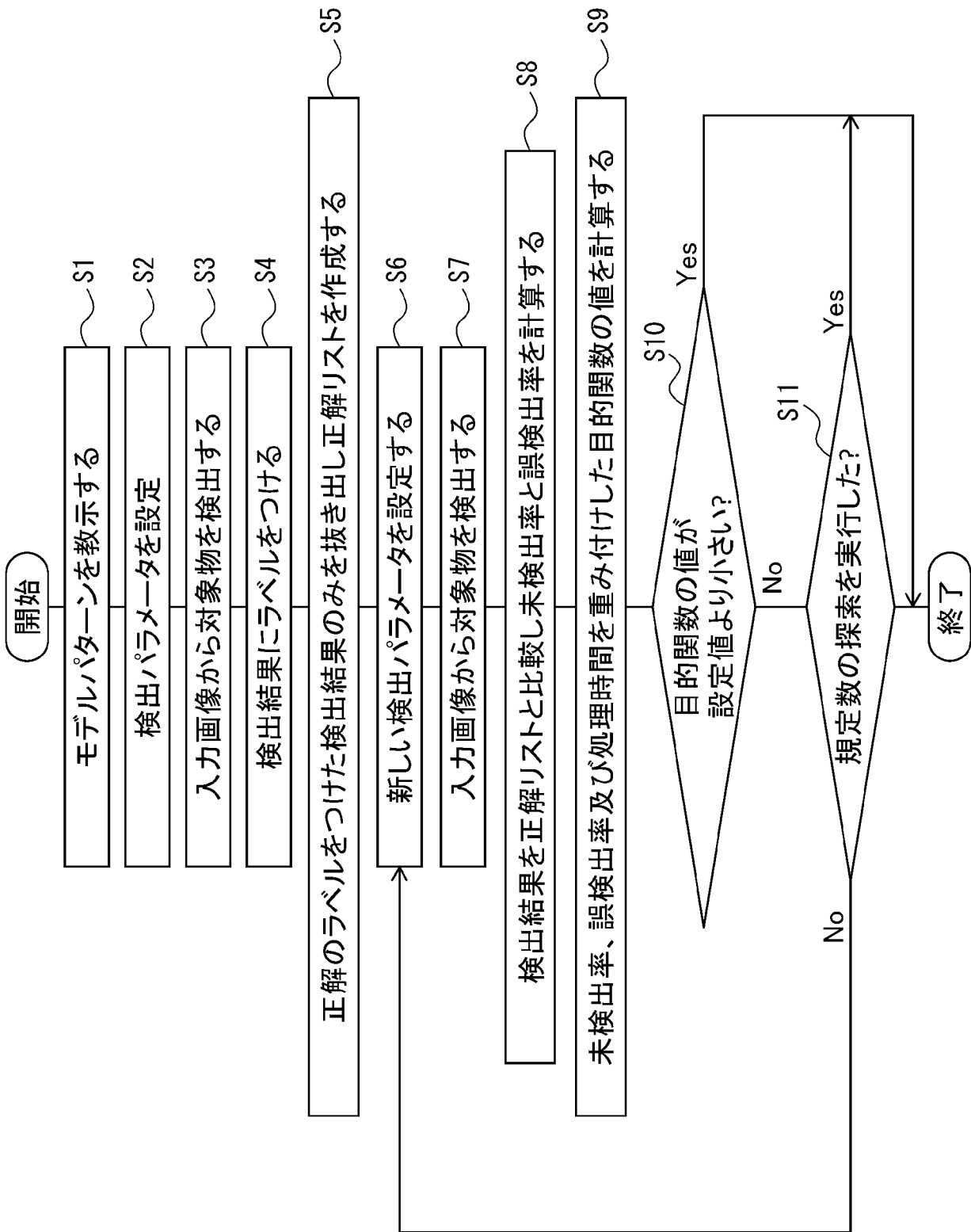


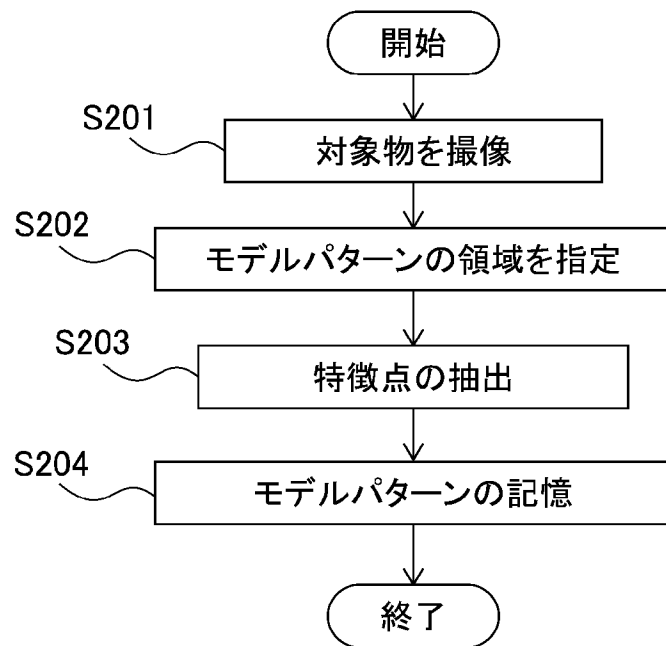
図4

[図4]



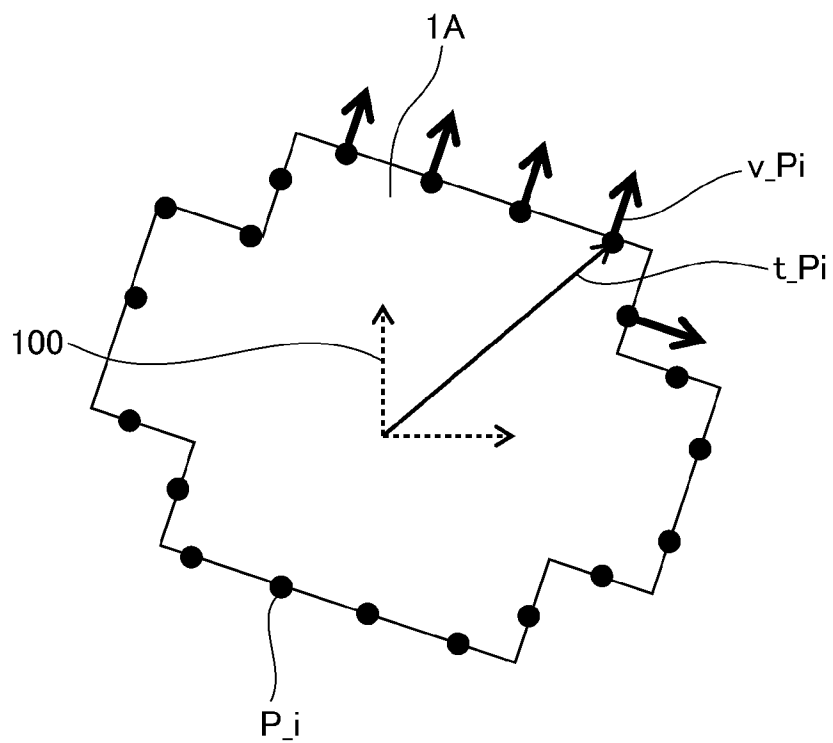
[図5]

図5

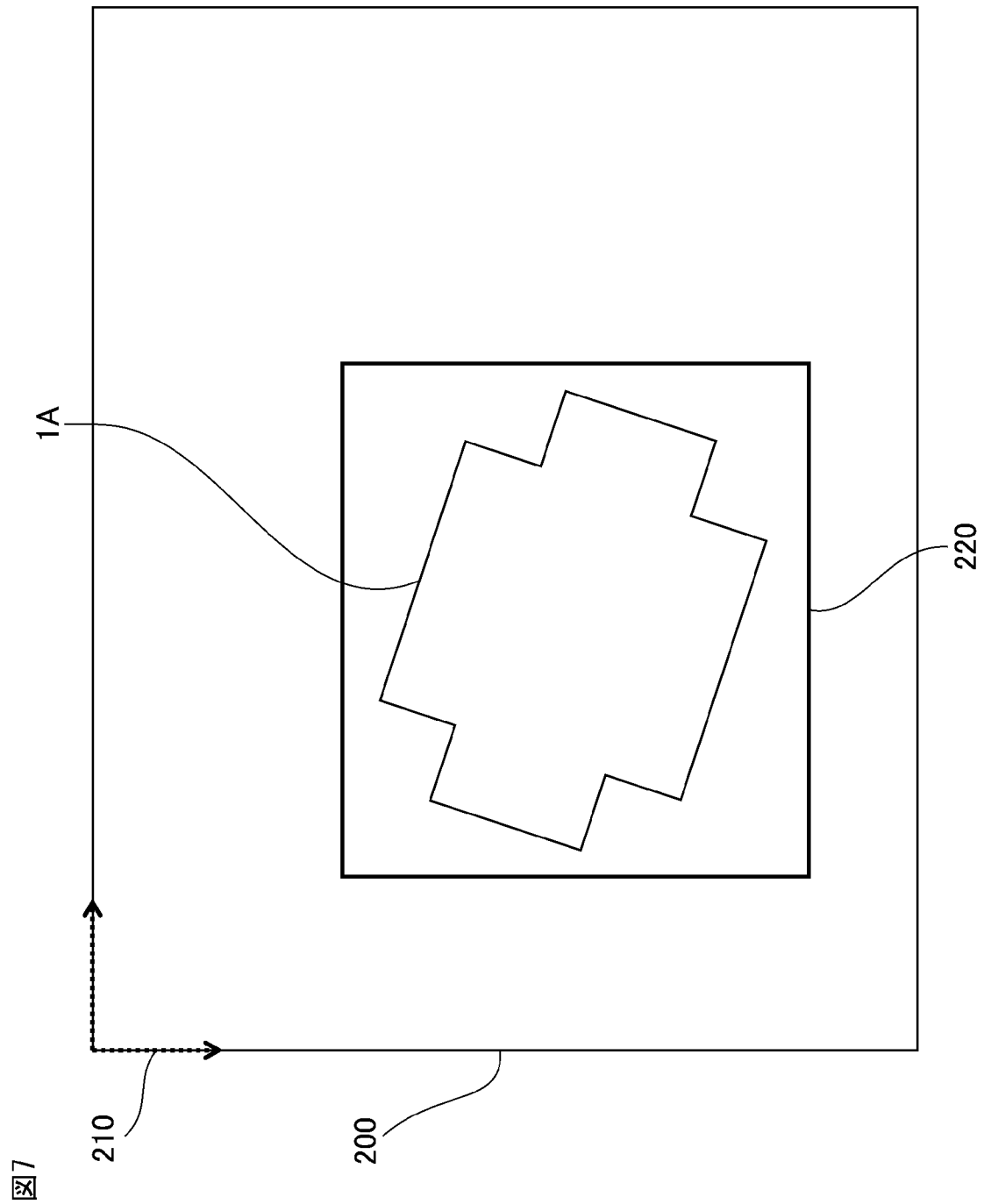


[図6]

図6

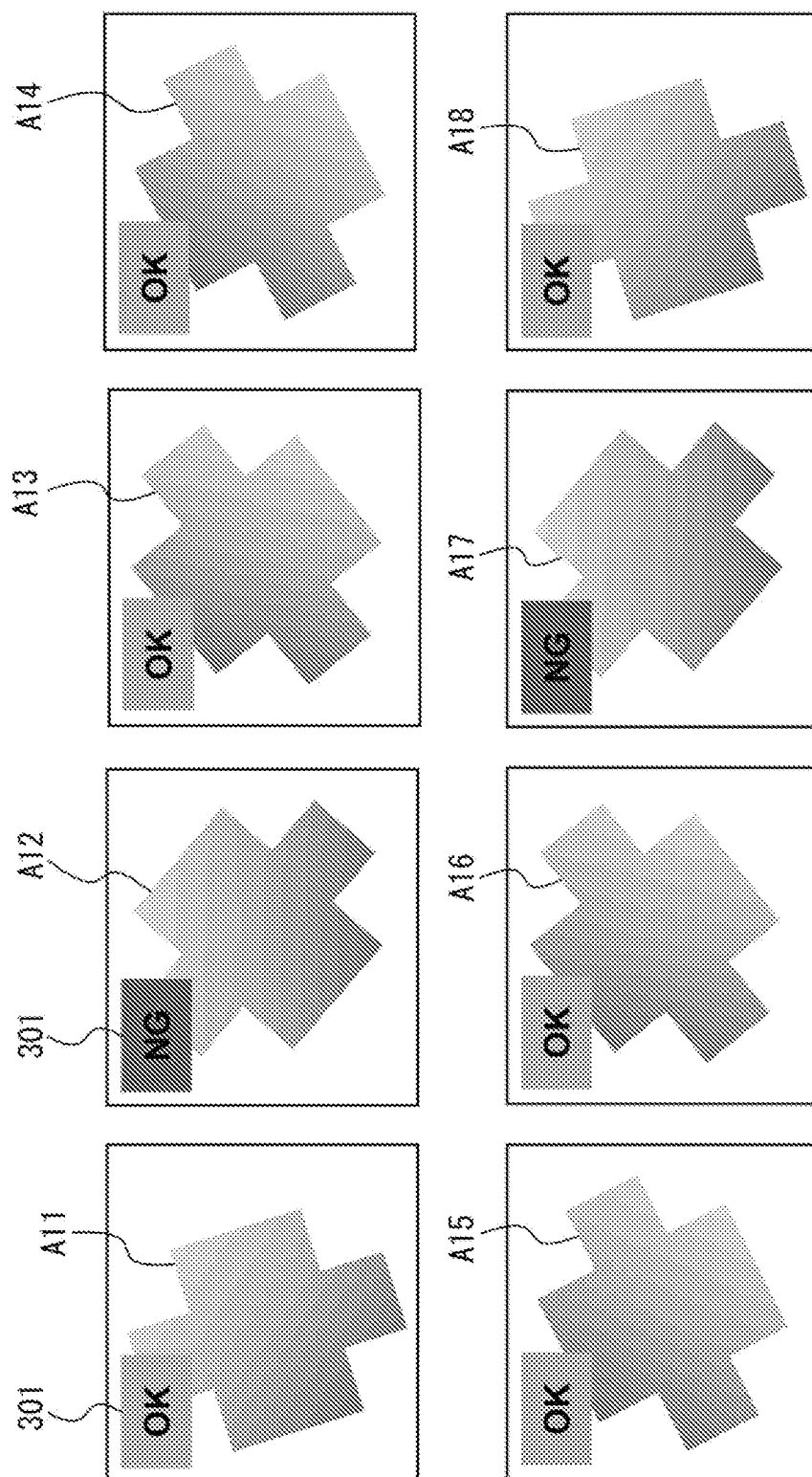


[図7]



[図8]

図8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/003552

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T7/00 (2017.01) i

FI: G06T7/00 300F

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2017-151813 A (FANUC CORPORATION) 31 August 2017 (2017-08-31) paragraphs [0002]-[0003]	1-6
A	JP 2017-91079 A (FANUC CORPORATION) 25 May 2017 (2017-05-25) claim 1, fig. 1	1-6
A	JP 2005-128628 A (TOSHIBA CORP.) 19 May 2005 (2005-05-19) paragraph [0023]	1-6
A	JP 2001-525579 A (QUALIA COMPUTING, INC.) 11 December 2001 (2001-12-11) paragraphs [0087]-[0089]	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

01 April 2021 (01.04.2021)

Date of mailing of the international search report

13 April 2021 (13.04.2021)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/003552

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2017-151813 A	31 Aug. 2017	US 2017/0249766 A1 paragraphs [0004]- [0005] DE 102017001667 A1 CN 107123106 A	
JP 2017-91079 A	25 May 2017	US 2017/0132451 A1 claim 1, fig. 1 DE 102016013274 A1 CN 106682673 A	
JP 2005-128628 A	19 May 2005	(Family: none)	
JP 2001-525579 A	11 Dec. 2001	US 5999639 A column 14, line 65 to column 15, line 44 WO 1999/009887 A1 EP 1009283 A1 CN 1273516 A KR 10-2001-0023427 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06T 7/00(2017.01)i FI: G06T7/00 300F														
B. 調査を行った分野														
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G06T7/00														
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年													
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）														
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
A	JP 2017-151813 A（ファナック株式会社）31.08.2017（2017 - 08 - 31） 段落[0002]-[0003]	1-6												
A	JP 2017-91079 A（ファナック株式会社）25.05.2017（2017 - 05 - 25） 請求項1, 第1図	1-6												
A	JP 2005-128628 A（株式会社東芝）19.05.2005（2005 - 05 - 19） 段落[0023]	1-6												
A	JP 2001-525579 A（クアリア・コンピューティング・インコーポレーテッド） 11.12.2001（2001 - 12 - 11） 段落[0087]-[0089]	1-6												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 01.04.2021	国際調査報告の発送日 13.04.2021													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 千葉 久博 5H 3991 電話番号 03-3581-1101 内線 3531													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/003552

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2017-151813	A	31.08.2017	US 2017/0249766 A1 段落[0004]-[0005] DE 102017001667 A1 CN 107123106 A	
JP	2017-91079	A	25.05.2017	US 2017/0132451 A1 請求項1, 第1図 DE 102016013274 A1 CN 106682673 A	
JP	2005-128628	A	19.05.2005	(ファミリーなし)	
JP	2001-525579	A	11.12.2001	US 5999639 A 第14欄第65行-第15欄第44行 WO 1999/009887 A1 EP 1009283 A1 CN 1273516 A KR 10-2001-0023427 A	