

(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
2024年10月3日(03.10.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/201662 A1

(51) 国際特許分類:

G06T 7/70 (2017.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2023/012243

(22) 国際出願日:

2023年3月27日(27.03.2023)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(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3580番地 Yamanashi (JP).

(72) 発明者: 佐藤 大雅 (SATO, Taiga); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).

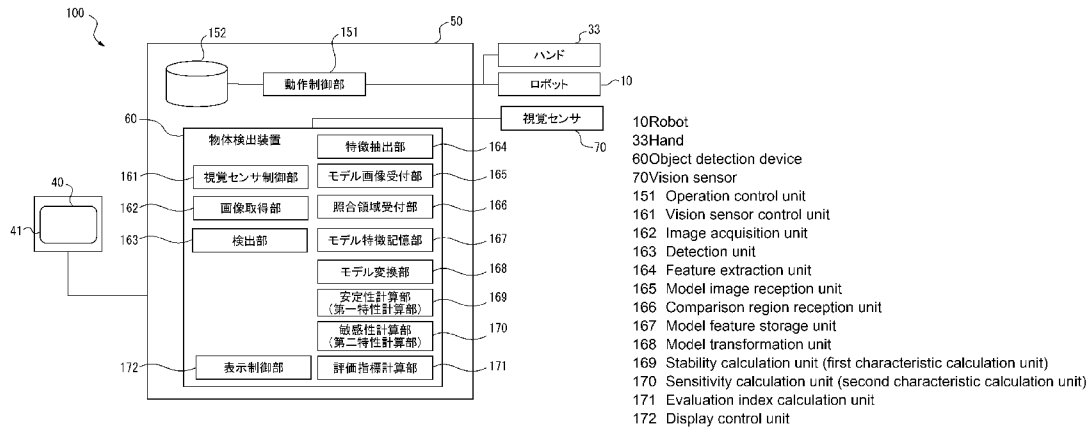
(74) 代理人: 青木 篤, 外 (AOKI, Atsushi et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目23番1号 虎ノ門ヒルズ森タワー 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,

(54) Title: OBJECT DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 物体検出装置

[図2]



(57) Abstract: The present invention provides an object detection device comprising: a model transformation unit that applies one or more transformation processes to a model image and a model feature to generate one or more transformed model images and one or more transformed model features; a first characteristic calculation unit that calculates a first characteristic related to a characteristic of a feature extraction process by a feature extraction unit, on the basis of a transformed model feature and a third image feature extracted from the transformed model image by the feature extraction unit; and an evaluation index calculation unit that calculates an evaluation index for the feature extraction process on the basis of one or more first characteristics calculated by the first characteristic calculation unit on the basis of one or more third image features and one or more transformed model features, wherein the feature extraction unit has a plurality of

LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

feature extraction processes, the first characteristic calculation unit calculates the one or more first characteristics on the basis of the third image feature and the transformed model feature for each of the plurality of feature extraction processes, and the evaluation index calculation unit calculates the evaluation index for determining the feature extraction process to apply to the detection process by the detection unit for each of the plurality of feature extraction processes.

(57) 要約：モデル画像とモデル特徴に1以上の変換処理を加えて1以上の変換モデル画像と1以上の変換モデル特徴とをそれぞれ生成するモデル変換部、特徴抽出部が変換モデル画像から抽出した第三の画像特徴と変換モデル特徴とに基づいて、特徴抽出部による特徴抽出処理の特性に関する第一特性を算出する第一特性計算部、1以上の第三の画像特徴と1以上の変換モデル特徴とに基づいて第一特性計算部が算出した1以上の第一特性に基づいて特徴抽出処理の評価指標を計算する評価指標計算部を備え、特徴抽出部は、複数の特徴抽出処理を有し、第一特性計算部は、複数の特徴抽出処理の各々について、第三の画像特徴と変換モデル特徴とに基づき1以上の第一特性を算出し、評価指標計算部は、複数の特徴抽出処理の各々について、前記検出部の検出処理に適用する特徴抽出処理を決定するための評価指標を算出する、物体検出装置。

明 細 書

発明の名称：物体検出装置

技術分野

[0001] 本開示は、物体検出装置に関する。

背景技術

[0002] 視覚センサで撮像した画像に基づき対象物の位置姿勢を検出し、ロボットに対象物に対する作業を行わせるロボットシステムが知られている。検出では、まず位置姿勢が既知である対象物を撮像した画像から対象物の特定の箇所を表す画像特徴を特徴抽出処理により抽出し位置姿勢と合わせて登録しておく。位置姿勢が不明である対象物に対しては、撮像して得られた画像に対して同様に対象物の特定の箇所を表す画像特徴を特徴抽出処理により抽出して、登録されている画像特徴（モデル特徴）と照合することで得られる画像上の位置姿勢の変化量に基づき対象物の位置姿勢を特定する。

[0003] 特許文献1及び2は、エッジ点を用いて照合処理を行うことで対象物の位置及び姿勢を特定する装置を記載する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2019-211903号公報

特許文献2：特開2017-91079号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 照合に用いる画像特徴は、適用する特徴抽出処理によって変化する。例えば、同じエッジ特徴抽出処理でも、ソーベルフィルタとラプラシアンフィルタでは抽出されるエッジ特徴は異なる。また、撮像条件が変わり対象物の映り具合が変わると、特徴抽出処理により出力される画像特徴は変わってくる。撮像条件が変わる状況においても対象物を安定して検出することのできる特徴抽出処理を決定することのできる物体検出装置が望まれる。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一態様は、画像から画像特徴を抽出する特徴抽出部と、位置及び姿勢が既知である対象物を撮像した第一の画像をモデル画像として受け付けるモデル画像受付部と、前記特徴抽出部が前記モデル画像から抽出した第一の画像特徴をモデル特徴として記憶するモデル特徴記憶部と、位置及び姿勢が未知である前記対象物を撮像した第二の画像から前記特徴抽出部が抽出した第二の画像特徴と前記モデル特徴とを照合することで前記対象物の位置及び姿勢を特定する検出部と、を備える物体検出装置であって、前記物体検出装置は、更に、前記モデル画像と前記モデル特徴に1以上の変換処理を加えて1以上の変換モデル画像と1以上の変換モデル特徴とをそれぞれ生成するモデル変換部と、前記特徴抽出部が前記変換モデル画像から抽出した第三の画像特徴と前記変換モデル特徴とに基づいて、前記特徴抽出部による特徴抽出処理の特性に関する第一特性を算出する第一特性計算部と、前記1以上の前記第三の画像特徴と前記1以上の変換モデル特徴とに基づいて前記第一特性計算部が算出した1以上の第一特性に基づいて前記特徴抽出処理の評価指標を計算する評価指標計算部と、を備え、前記特徴抽出部は、複数の特徴抽出処理を有し、前記第一特性計算部は、前記複数の特徴抽出処理の各々について、前記第三の画像特徴と前記変換モデル特徴とに基づき前記1以上の第一特性を算出し、前記評価指標計算部は、前記複数の特徴抽出処理の各々について、前記検出部の検出処理に適用する特徴抽出処理を決定するための前記評価指標を算出する、物体検出装置である。

[0007] 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

[0008] [図1]一実施形態に係る物体検出装置を備えるロボットシステムの機器構成を示す図である。

[図2]ロボット制御装置の機能ブロック図である。

[図3A]対象物を撮像した画像にソーベルフィルタを適用した結果を示す図である。

[図3B]対象物を撮像した画像にラプラシアンフィルタを適用した結果を示す図である。

[図4]特徴抽出処理決定処理におけるデータの流れを示すデータフロー図である。

[図5]変換処理の例を示す図である。

[図6A]図 6 B と共に特徴抽出処理決定処理を表すフローチャートである。

[図6B]図 6 A と共に特徴抽出処理決定処理を表すフローチャートである。

[図7]評価指標のリストの例を示す図である。

[図8]Shi-Tomasiのコーナー検出器による処理例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 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。

[0010] 図 1 は一実施形態に係る物体検出装置 60 を備えるロボットシステム 100 の機器構成を示す図である。図 1 に示すように、ロボットシステム 100 は、ロボット 10 と、ロボット 10 を制御するロボット制御装置 50 と、視覚センサ 70 と、ロボット制御装置 50 に接続された教示装置 40 とを含む。視覚センサ 70 は、ロボット 10 のアーム先端部に搭載されている。視覚センサ 70 は、ロボット制御装置 50 に接続され、ロボット制御装置 50 からの制御により動作する。ロボット制御装置 50 は、視覚センサ 70 で撮像された画像に基づき例えば作業台 2 に配置された対象物 1 の位置及び姿勢を検出する物体検出装置 60 としての機能を搭載する。ロボット制御装置 50 は、検出された対象物 1 の位置及び姿勢に基づき、ロボット 10 に対象物 1 に対する所定の作業を行うことができる。

[0011] ロボット10は、例示として、6軸の垂直多関節ロボットであるものとする。なお、ロボット10として、水平多関節ロボット、パラレルリンク型ロボット、双腕ロボット等、作業対象に応じて様々なタイプのロボットが用いられても良い。ロボット10は、手首部に取り付けられたエンドエフェクタによって所望の作業を実行することができる。エンドエフェクタは、用途に応じて交換可能な外部装置であり、例えば、ハンド、溶接ガン、工具等である。図1では、エンドエフェクタとしてのハンド33が用いられている例を示す。

[0012] 視覚センサ70は、濃淡画像やカラー画像等の2次元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70は、2次元画像を撮像するカメラである場合を想定する。ロボット制御装置50は、対象物のモデルデータを保持し、撮像画像中の対象物の画像とモデルデータとの照合処理（パターンマッチング）により対象物の位置及び姿勢を特定する検出処理を実行することができる。本実施形態では、視覚センサ70はキャリブレーション済みであるものとし、ロボット制御装置50は、視覚センサ70とロボット10との相対位置関係を定義したキャリブレーションデータを保有しているものとする。これにより、視覚センサ70で撮像した画像上の位置を、作業空間に固定した座標系（ロボット座標系等）上の位置に変換することができる。

[0013] ロボット制御装置50は、動作プログラム或いは教示装置40からの指令に従ってロボット10の動作を制御する。ロボット制御装置50は、プロセッサ、メモリ（ROM、RAM、不揮発性メモリ等）、記憶装置152（図2参照）、操作部、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ハードウェア構成を有していても良い。

[0014] 教示装置40は、ロボット10の教示、各種設定、情報の表示等を行うための操作端末として用いられる。教示装置40として、教示操作盤、タブレット端末等が用いられても良い。教示装置40は、プロセッサ、メモリ（R

OM、RAM、不揮発性メモリ等）、記憶装置、操作部、表示部41（図2参照）、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ハードウェア構成を有していても良い。表示部41は、表示装置として、例えば、液晶ディスプレイを備える。

[0015] 図2は、ロボット制御装置50の機能ブロック図である。図2に示すように、ロボット制御装置50は、ロボット10を制御する機能に加えて、物体検出装置60としての機能を備えている。

[0016] ロボット制御装置50は、動作制御部151と、記憶装置152とを備える。記憶装置152は、例えば、不揮発性メモリ或いはハードディスク装置等からなる記憶装置である。記憶装置152には、ロボット10を制御するロボットプログラム、視覚センサ70により撮像された画像に基づきワークの検出等の画像処理を行うプログラム（ビジョンプログラム）、キャリブレーションデータ、各種設定情報等が格納されている。

[0017] 動作制御部151は、ロボットプログラムにしたがって、或いは教示装置40からの指令に従ってロボットの動作を制御する。ロボット制御装置50は、動作制御部151が生成する各軸に対する指令に従って各軸のサーボモータに対するサーボ制御を実行するサーボ制御部（不図示）を備えている。

[0018] 物体検出装置60は、視覚センサ70で撮像された画像から対象物を検出する機能を有する。対象物の位置及び姿勢を検出する検出処理では、一般に、入力画像に対しフィルタ等の特徴処理を施すことで入力画像中の物体の画像特徴（エッジ点等）を抽出し、抽出された画像特徴と、予め用意された対象物のモデルデータ（画像特徴）とを照合することで入力画像中の対象物の位置及び姿勢を特定する。図1に記載のような対処物をハンドリングするシステムでは、特徴抽出処理として、対象物のエッジ特徴を抽出するためのフィルタが用いられる場合がある。しかしながら、同じエッジ特徴抽出処理でも、ソーベルフィルタ、ラプラシアンフィルタなど複数種類のフィルタが存在する。本実施形態に係る物体検出装置60は、ある対象物に関して、それを安定して検出するのに適した特徴抽出処理を自動的に決定する機能を提供

する。

[0019] 図2に示すように物体検出装置60は、視覚センサ制御部161と、画像取得部162と、検出部163と、特徴抽出部164と、モデル画像受付部165と、照合領域受付部166と、モデル特徴記憶部167と、モデル変換部168と、安定性計算部（第一特性計算部）169と、敏感性計算部（第二特性計算部）170と、評価指標計算部171と、表示制御部172とを含む。これらの機能ブロックは、ロボット制御装置50のプロセッサがプログラム実行することで実現されるものであっても良い。この場合、図2における物体検出装置60の構成部分は、ロボット制御装置50のプロセッサに相当する。

[0020] 視覚センサ制御部161は、視覚センサ70の動作を制御する。例えば、視覚センサ制御部161は、動作プログラム内の視覚センサ70に対する指令に従い視覚センサ70を制御することができる。画像取得部162は、視覚センサ70が視野内を撮像して得た画像情報を取得する機能を有する。本実施形態では、画像取得部162は、視覚センサ70から2次元画像を取得する。

[0021] 検出部163は、位置及び姿勢が未知である対象物を撮像した画像（以下、この画像を第二の画像とも称する）から特徴抽出部164が抽出した画像特徴（以下、この画像特徴をだいに）と、予め用意された対象物のモデル特徴とを照合することで、対象物の位置及び姿勢を特定する検出処理を行うことができる。モデル特徴は、例えば、位置及び姿勢が既知である対象物について撮像した画像から特徴抽出部164が抽出した画像特徴である。

[0022] 特徴抽出部164は、画像から画像特徴を抽出する特徴抽出処理を複数種類有する。特徴抽出処理は、例えば、エッジ特徴を抽出する複数のフィルタを有する。複数種類のフィルタは、例えば、ソーベルフィルタとラプラシアンフィルタとを含む。ソーベルフィルタとラプラシアンフィルタとはいずれも対象物のエッジ特徴を抽出するためのフィルタである。しかしながら、これらのフィルタは異なる性質を有する。ソーベルフィルタは、画像のx方向

(水平方向)の1次微分値と、y方向(垂直方向)の1次微分値とにより表されるエッジの強度に基づき、ある画素がエッジ点であるか否かの判定を行う。他方、ラプラシアンフィルタは、画像の2次微分値に基づいて、ある画素がエッジ点であるか否かの判定を行う。フィルタリングに関するこれらの性質の相違が、フィルタリング処理結果としてのエッジ特徴に相違をもたらす。

[0023] ここで、同一の対象物のモデル画像に対してソーベルフィルタ、ラプラシアンフィルタをそれぞれ適用した場合の処理結果の例を図3A(画像G11)、図3B(画像G12)に示す。ここで使用されるモデル画像は、図5の左側に示した画像IG11である。ただし、画像IG11では、対象物90の鋳肌面のディテールは略されている。図3A(画像G11)及び図3B(画像G12)では、フィルタにより抽出されたエッジ点を黒点で表している。図3A(画像G11)及び図3B(画像G12)から理解されるように、それぞれのフィルタで抽出されるエッジ特徴(エッジ点)は異なるものとなっている。図3B(画像G12)のラプラシアンフィルタによる処理結果では、対象物90の円弧状の段差部分91に良好にエッジ点が出力されていることが分かる。この場合、円弧状の段差部分91を対象物の特徴部分であるとして照合(マッチング)を行い対象物の位置及び姿勢を特定する場合には、ラプラシアンフィルタが好適であるといえる。

[0024] このように、適用する特徴抽出処理によって、検出処理(照合)に利用する画像特徴は変化する。また、同じ対象物を撮像した場合でも、対象物の性質や撮像条件(照明や対象物を写す角度等を含む)により対象物の写り具合が変化する。したがって、図3A、図3Bに示したようなフィルタの出力結果も、対象物の性質や撮像条件に依存して変化する必要がある。本実施形態に係る物体検出装置60は、以下で説明するように、ある対象物に関して撮像条件の変化に対する特徴抽出処理の性質を評価し、当該対象物に適用する好適な特徴抽出処理を決定するように構成される。

[0025] モデル画像受付部165は、位置及び姿勢が既知の対象物を撮像した画像

（以下、この画像を「第一の画像」とも称する）をモデル画像として受け付ける。

[0026] 照合領域受付部 166 は、モデル画像中で対象物との照合に利用する領域を指定する入力を受け付ける機能を提供する。照合領域は、モデル画像の一部であっても良く、或いはその全部であっても良い。例えば、照合領域受付部 166 は、モデル画像中で対象物との照合に利用する領域を指定するユーザ操作を受け付ける。照合領域受付部 166 は、例えば、教示装置 40 の表示部 41 に対象物の撮像画像を表示し、ポインティングデバイス等により撮像画像上で照合領域を指定する操作を受け付けるグラフィカルユーザインタフェースを提供しても良い。

[0027] モデル特徴記憶部 167 は、特徴抽出部 164 がモデル画像から抽出した画像特徴（以下、「第一の画像特徴」とも称する）のうち照合領域に含まれる画像特徴をモデル特徴として記憶する。

[0028] モデル変換部 168 は、入力画像データに対して 1 以上の変換処理を適用する機能を提供する。変換処理は、明るさの変更、射影変換の 1 以上を含む。射影変換は、回転、及びスケール変換等を含む。モデル変換部 168 は、モデル画像に変換処理を適用した「変換モデル画像」を出力することができる。また、モデル変換部 168 は、モデル特徴に変換処理を適用した「変換モデル特徴」を出力することができる。

[0029] 変換モデル画像に特徴抽出処理を適用することで得られる画像特徴を「第三の画像特徴」と称することとする。

[0030] 安定性計算部 169 は、特徴抽出部 164 が変換モデル画像から抽出した第三の画像特徴と変換モデル特徴とに基づいて、特徴抽出処理の特性に関する第一特性を算出する。第三の画像特徴はモデル画像にモデル変換部による変換（明るさ変換、射影変換等）を適用した画像（変換モデル画像）、つまり、対象物の映り具合が変化した画像に対して特徴抽出処理を適用して得られた画像特徴を表す。したがって、変換モデル特徴と第三の画像特徴との対比により、画像の変化に対する特徴抽出処理の特性を表す情報を導き出すこ

とができる。安定性計算部 169 は、第一特性として、画像の変化に対する特徴抽出処理の安定性を表す指標を算出する。以下、この指標を単に安定性とも称することとする。

[0031] 敏感性計算部 170 は、特徴抽出部 164 が変換モデル画像から抽出した第三の画像特徴と変換モデル特徴とに基づいて、特徴抽出処理の特性に関する第二特性を算出する。敏感性計算部 170 は、第二特性として、特徴抽出部による特徴抽出処理の、画像の変化に対する敏感性を表す指標を算出する。以下、この指標を単に敏感性とも称することとする。

[0032] 評価指標計算部 171 は、第三の画像特徴と変換モデル特徴とに基づいて算出された一以上の安定性に基づいて特徴抽出処理を決定するための評価指標を計算することができる。評価指標計算部 171 は、また、一以上の安定性と一以上の敏感性とに基づいて特徴抽出処理を決定するための評価指標を計算することができる。

[0033] 物体検出装置 60 において、モデル画像を入力して特徴抽出処理を決定するための評価指標を計算するまでの処理の概略的な流れを図 4 のデータフロー図を参照して説明する。

[0034] (手順 1) ユーザは、位置及び姿勢が既知の対処物を撮像したモデル画像 201 を入力する。

(手順 2) ユーザは、モデル画像 201 上で照合に用いる領域を指定する。

[0035] (手順 3) 物体検出装置 60 は、複数の特徴抽出処理 164 A の各特徴抽出処理ごとに以下の処理(手順 3-1)から(手順 3-4)を行う。

(手順 3-1) モデル画像 201 に特徴抽出処理を適用する。

(手順 3-2) モデル画像 201 内の照合領域内の画像特徴を選択中の特徴抽出処理のモデル特徴 202 として登録する。

(手順 3-3) 物体検出装置 60 は、複数の変換処理 168 A の各変換処理ごとに以下の処理(a)から(d)を行う。

(a) モデル画像 201 に変換処理を適用し変換モデル画像 203 を得る。

(b) 変換モデル画像 203 に特徴抽出処理を適用し、第三の画像特徴 204 を

得る。

(c)モデル特徴202に変換処理を適用し変換モデル特徴205を得る。

(d)変換モデル画像203から抽出した画像特徴（第三の画像特徴204）と、変換したモデル特徴（変換モデル特徴205）とから安定性と敏感性とを算出し（符号169A）、選択中の変換処理の安定性・敏感性として記憶する。

（手順3-4）次に、複数の変換処理に対応する複数の安定性・敏感性の組から特徴抽出処理を決定するための評価指標を算出する（符号171A）。

（手順4）上記手順3により特徴抽出処理毎に求められた評価指標に基づき、物体検出装置60は、検出処理に適用する特徴抽出処理を決定する。例えば、評価指標計算部171は、最も高い評価指標を有する特徴抽出処理を、検出処理に用いる特徴抽出処理として決定しても良い。

[0036] モデル変換部168による変換処理の例を図5に示す。図5では、対象物90を撮像したモデル画像IG11に射影変換（回転、スケール変換を含む）を適用することで変換後画像IG12が生成されている。

[0037] 安定性計算部169による安定性の計算の具体例について説明する。安定性計算部169は、以下の処理により安定性の計算を行う。ここでは、画像特徴はエッジ点である場合を想定する。

（手順k1）変換モデル特徴と、変換モデル画像から抽出した第三の画像特徴のそれぞれに含まれるエッジ点との対応関係を決定する。

（手順k2）変換モデル特徴に含まれるエッジ点のうち第三の画像特徴に含まれる対応するエッジ点との差が特定の値よりも小さいエッジ点の割合に基づいてモデル特徴の安定性を計算する。

[0038] 上記手順k1では、例えば、以下のようなルールで変換モデル特徴と第三の画像特徴のそれぞれに含まれるエッジ点の対応を決定しても良い。

（ルール）変換モデル特徴及び第三の画像特徴内のエッジ点をその位置及び輝度勾配の方向の2つの変数からなる点として定義する。そして、変換モデル特徴内のあるエッジ点からの距離（（位置，輝度勾配）の2変数で定義さ

れる空間内の距離)が、所定の閾値内にある第三の画像特徴内のエッジ点を、変換モデル特徴のエッジ点に対応するエッジ点と決定する。

[0039] 上記手順k 2では、安定性計算部169は、一例として、以下の様に安定性を計算する。変換モデル特徴において現れているエッジ点の総数を H_{total} とする。第三の画像特徴に表れたエッジ点のうち、変換モデル特徴の対応点との距離が特定の値よりも小さいエッジ点の総数を G_1 とする。この場合、安定性計算部169は、以下により安定性を算出しても良い。

$$(\text{安定性}) = G_1 / H_{total}$$

[0040] 上記内容から、安定性とは、変換モデル特徴からみて、第三の画像特徴の対応する画像特徴が似ている割合とすることができる。別の表現では、安定性は、第三の画像特徴において目的の位置(変換モデル特徴内の対応点の位置)にどれだけ多くのエッジ点が抽出されているかを表す指標である。このように、安定性計算部169は、評価対象の特徴抽出処理が抽出する画像特徴に関し、画像の変化(変換)に対する画像特徴の安定性を表す指標を提供する。

[0041] 敏感性計算部170による敏感性の計算の具体例について説明する。敏感性計算部170は、以下の処理により敏感性の計算を行う。ここでは、画像特徴はエッジ点である場合を想定する。

(手順m 1) 変換モデル特徴と、変換モデル画像から抽出した第三の画像特徴のそれぞれに含まれるエッジ点の対応関係を決定する。

(手順m 2) 第三の画像特徴に含まれるエッジ点のうち、変換モデル特徴に含まれる対応するエッジ点との差が特定の値よりも小さい画像特徴の割合に基づいてモデル特徴の敏感性を算出する。

[0042] 上記手順m 1における対応点の決定は、上記手順k 1の場合と同じとする。

[0043] 手順m 2では、敏感性計算部170は、一例として、以下の様に敏感性を計算する。第三の画像特徴に表れているエッジ点の総数を G_{total} とする。そのうち、変換モデル特徴の対応点との距離が特定の値よりも小さいエッジ点

の総数を G_1 とする。この場合、敏感性計算部は、以下により敏感性を算出しても良い。

$$(\text{敏感性}) = G_1 / G_{\text{total}}$$

[0044] 以上の内容から、敏感性は、第三の画像特徴には変換モデル特徴と似たものの以外がどれだけ少ないかを表す指標とすることができる。別の表現では、敏感性とは、評価対象の特徴抽出処理が抽出する画像特徴に関し、画像の変化（変換）があってもモデル特徴だけに敏感に反応する度合いを表す指標である。

[0045] 例えば、第三の画像特徴に表れているエッジ点自体の数（ G_{total} ）が増加すると、変換モデル特徴のエッジ点の位置に同じようにエッジ点が現れる可能性が高くなり安定性は高くなる傾向となる一方、敏感性は低くなる傾向となる。

[0046] 図 6 A－図 6 B は、物体検出装置 6 0 において実行される、特徴抽出処理を決定するための処理（特徴抽出処理決定処理）を表すフローチャートである。本処理は、プロセッサによる制御の下で実行される。

[0047] はじめに、モデル画像受付部 1 6 5 は、位置及び姿勢が既知の対象物を視覚センサ 7 0 が撮像することで取得されたモデル画像の入力を受け付ける（ステップ S 1）。次に、照合領域受付部 1 6 6 は、ユーザによる、モデル画像上で画像特徴を抽出する領域に相当する照合領域を指定する操作を受け付ける（ステップ S 2）。

[0048] ステップ S 4 から S 1 6 に至る一連の処理は、特徴抽出処理毎に繰り返し実行される（ステップ S 3 のループ 1）。モデル特徴記憶部 1 6 7 は、モデル画像に特徴抽出処理を適用する（ステップ S 4）。そして、モデル特徴記憶部 1 6 7 は、モデル画像中の照合領域内の画像特徴を、ループ 1 において選択中の特徴抽出処理のモデル特徴として保存する（ステップ S 5）。

[0049] ステップ S 7 から S 1 5 に至る一連の処理は、明るさ変換パラメータを変更しながら所定回数繰り返し実行される（ステップ S 6 のループ 2）。また、ステップ S 8 から S 1 5 に至る一連の処理は、射影変換パラメータを切り

替えながら所定回数繰り返し実行される（ステップS 7のループ3）。

[0050] ステップS 8では、モデル変換部168は、モデル画像に明るさを変更する処理を適用する。さらに、モデル変換部168は、明るさを変更したモデル画像に射影変換を適用する（ステップS 9）。射影変換は、例えば、モデル画像に対する回転、スケール変換を含む。

[0051] 次に、特徴抽出部164は、明るさ変更及び射影変換を適用したモデル画像（変換モデル画像）に対して選択中の特徴抽出処理を適用する（ステップS 10）。

[0052] 図6Bに示すように、次に、モデル変換部168は、選択中の特徴抽出処理によるモデル特徴に射影変換を適用する（ステップS 11）。次に、安定性計算部169は、変換モデル画像から抽出した画像特徴（第三の画像特徴）と、射影変換を適用したモデル特徴（変換モデル特徴）とから上述した安定性を算出する（ステップS 12）。そして、安定性計算部169は、算出した安定性を、選択中の特徴抽出処理の安定性の一つとして記憶する。

[0053] 次に、ステップS 14において、敏感性計算部170は、変換モデル画像から抽出した画像特徴（第三の画像特徴）と、変換モデル特徴とから上述した敏感性を算出する。そして、敏感性計算部170は、算出した敏感性を、選択中の特徴抽出処理の敏感性の一つとして記憶する（ステップS 15）。

[0054] ループ2及びループ3によるループ処理が、複数の明るさ変更パラメータ及び射影変換パラメータについて実行され、安定性及び敏感性の各々は明るさ変更パラメータの数に射影変換パラメータの数を乗じた数の分生成されることとなる。ループ2によるループ処理が終了すると、処理はステップS 16に進む。ステップS 16では、評価指標計算部171は、現在選択中の特徴抽出処理について生成されている安定性の組と敏感性の組から、当該特徴抽出処理についての評価指標を計算する。

[0055] 例えば、選択中の特徴抽出処理について、それぞれ n 個の安定性 $ST(i)$ 、敏感性 $SE(i)$ が算出されているとする（ i は、1から n ）。この場合、評価指標計算部171は、安定性 $ST(1)$ から $ST(n)$ 及び敏感性 $SE(1)$ から $SE(n)$ についての

、平均値、重み付き調和平均、その他の統計量を、選択中の特徴抽出処理の評価指標としても良い。

[0056] ループ1によるループ処理が終了すると、評価指標計算部171は、例えば、複数の特徴抽出処理のそれぞれについて計算された評価指標のうち、評価指標が最も高い特徴抽出処理を検出処理に用いる特徴抽出処理として決定する（ステップS17）。

[0057] 上述の実施形態では、複数種類の変換（明るさ変換、射影変換）を適用して安定性、感受性を複数計算し、それらに基づいて評価指標を計算する構成とすることで、様々な環境要因により対象物の見え方、写り具合等が変化する状況においても適切な特徴抽出処理を選択して検出に適用することが可能になる。

[0058] 上記特徴抽出処理決定処理は、画像の変化に対する画像特徴の安定性に基づいて特徴抽出処理を決定するための評価指標を算出する構成となっている。それにより決定された特徴抽出処理を検出処理に適用することで、安定した検出を行うことが可能となる。検出処理が安定化するため、検出パラメータ（検出スコア等）の調整も容易になる。

[0059] 上記特徴抽出処理決定処理は、画像の変化に対する画像特徴の感受性を基に特徴抽出処理を決定するための評価指標を算出する構成となっている。それにより決定された特徴抽出処理を検出処理に適用することで、検出の安定化をすることが可能となる。また、この場合、検出処理時間の短縮を図ることも可能となる。

[0060] 上記特徴抽出処理決定処理は、1枚の画像（モデル画像）で特徴抽出処理を決定する評価指標を算出することができる構成となっている。この構成は、特徴抽出処理決定処理に必要なユーザの手間を軽減できるメリットをもたらす。

[0061] 以上で説明した実施形態では、評価指標計算部171は、安定性と感受性とに基づいて特徴抽出処理を決定するための評価指標を算出する構成となっているが、評価指標計算部171は、安定性により評価指標を算出しても良

い。この場合においても、画像の変化に対しても安定して検出を行うことのできる特徴抽出処理を決定することができる。或いは、評価指標計算部 171 は、敏感性により評価指標を算出しても良い。この場合においても、安定した検出をもたらす得る特徴抽出処理を決定することは可能である。

[0062] 上述の実施形態では、ある特徴抽出処理について、1 以上の変換処理により 1 以上の安定性及び敏感性の組が得られている場合に、それらの重みづけ調和平均等の統計量をその特徴抽出処理の評価指標とする例を示した。他の動作例として、評価指標計算部 171 は、1 以上の変換処理の各々について（すなわち、1 以上の第三の画像特徴と 1 以上の変換モデル特徴のそれぞれの組について）評価指標を算出し、算出された 1 以上の評価指標のうち最小値を、特徴抽出処理の評価指標として決定しても良い。各特徴抽出処理についてこのように評価指標を計算して検出に用いる特徴抽出処理を決定するようにすることで、対象物の映り具合が最悪となるケースでも安定して検出を行うことのできる特徴抽出処理を決定することが可能となる。

[0063] 表示制御部 172 は、評価指標計算部 171 により算出された各特徴抽出処理についての評価指標を表示するように動作しても良い。図 7 は、表示制御部 172 により各特徴抽出処理（フィルタ）の評価指標を表すリスト 250 を表示部 41 に表示した例を示す。このように、評価指標を表示することで、ユーザは、どの特徴抽出処理が好適であるかを認識することができる。このリスト 250 を参照することで、ユーザが、検出に適用する特徴抽出処理を選択することもできる。リスト 250 は、複数の特徴抽出処理から検出に用いる特徴抽出処理を選択するユーザ操作を受け付けるユーザインタフェースとしての機能を有していても良い。

[0064] 上述の実施形態では、特徴抽出処理の一例としてエッジ検出を行うフィルタを挙げて説明を行ったが、特徴抽出処理を決定するための上述の内容は様々な種類の特徴抽出処理について適用することができる。例えば、画像内のコーナーを検出するコーナー検出器をとりあげる。コーナー検出器として、Harris のコーナー検出器、Shi-Tomasi のコーナー検出器、FAST (Features fro

m Accelerated Segment Test) コーナー検出器等がある。

[0065] Harrisのコーナー検出器及びShi-Tomasiのコーナー検出器は、画像の位置をずらしたときの変化量（下記式(1)のE）が大きい点をコーナーとして検出する。下記式(1)で、 $I(x, y)$ は画像の画素の輝度、 $I(x+u, y+v)$ はずらした画像の画素の輝度、 $w(x, y)$ は窓関数である。

[0066] [数1]

$$E(u, v) = \sum_{x, y} w(x, y) [I(x+u, y+v) - I(x, y)]^2 \quad \cdots (1)$$

[0067] Harrisのコーナー検出器及びShi-Tomasiのコーナー検出器は、上記式を簡略化した場合の下記式(2), (3)のMの固有値からコーナーかどうかの判定を行うが判定方法が異なる。

[0068] [数2]

$$E(u, v) \approx \begin{bmatrix} u & v \end{bmatrix} M \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} \quad \cdots (2)$$

[0069] [数3]

$$M = \sum_{x, y} w(x, y) \begin{bmatrix} I_x I_x & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y I_y \end{bmatrix} \quad \cdots (3)$$

[0070] Shi-Tomasiのコーナー検出器により対象物の画像を処理した結果の一例を図8に示す。図8に示す画像1 G 2 0は、対象物1 9 0が写る画像（対象物の一部に符号1 9 0を付している）にShi-Tomasiのコーナー検出器を適用した結果を示す。画像1 G 2 0では、検出されたコーナーC Pが黒点で表されている（一部のみに符号C Pを付している）。

[0071] FASTコーナー検出器は、候補点が実際にコーナーであるかどうかを16ピクセルの円の輝度値の差で分類を行う。差が連続して閾値よりも大きい、又は小さい場合にコーナーとする。FASTコーナー検出器は、高速に動作することができるとされている。

[0072] このような各コーナー検出器の検出手法の相違から、エッジ検出器の場合

と同様に、コーナー検出器による画像特徴の抽出も対象物の映り具合の変化による影響を受けると考えられる。したがって、コーナー検出器に関しても、上述の安定性や感受性を計算し評価指標を得て、安定した検出をもたらすコーナー検出器を決定することは可能である。したがって、上述の実施形態における特徴抽出処理を決定するための各種処理をコーナー検出器に関しても適用することができる。

[0073] 以上説明したように本実施形態によれば、撮像条件が変化する状況においても安定して検出を行うことのできる特徴抽出処理を決定することができる。

[0074] 上述の実施形態では、物体検出装置をロボット制御装置の機能として実現する構成例を示しているが、物体検出装置をロボット制御装置と別個の独立した装置として実現することもできる。例えば、物体検出装置をロボット制御装置に接続されたパーソナルコンピュータ等の情報処理装置により構成しても良い。

[0075] 図2に示したロボット制御装置の機能ブロックは、ロボット制御装置のプロセッサが、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 Circuit) 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。

[0076] 上述した実施形態における特徴抽出処理決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。

[0077] 本開示について詳述したが、本開示は上述した個々の実施形態に限定されるものではない。これらの実施形態は、本開示の要旨を逸脱しない範囲で、または、特許請求の範囲に記載された内容とその均等物から導き出される本開示の趣旨を逸脱しない範囲で、種々の追加、置き換え、変更、部分的削除等が可能である。また、これらの実施形態は、組み合わせて実施することもできる。例えば、上述した実施形態において、各動作の順序や各処理の順序

は、一例として示したものであり、これらに限定されるものではない。また、上述した実施形態の説明に数値又は数式が用いられている場合も同様である。

[0078] 上記実施形態および変形例に関し更に以下の付記を記載する。

(付記 1)

画像から画像特徴を抽出する特徴抽出部 (164) と、

位置及び姿勢が既知である対象物を撮像した第一の画像をモデル画像として受け付けるモデル画像受付部 (165) と、

前記特徴抽出部が前記モデル画像から抽出した第一の画像特徴をモデル特徴として記憶するモデル特徴記憶部 (167) と、

位置及び姿勢が未知である前記対象物を撮像した第二の画像から前記特徴抽出部が抽出した第二の画像特徴と前記モデル特徴とを照合することで前記対象物の位置及び姿勢を特定する検出部 (163) と、を備える物体検出装置 (60) であって、

前記物体検出装置 (60) は、更に、

前記モデル画像と前記モデル特徴に 1 以上の変換処理を加えて 1 以上の変換モデル画像と 1 以上の変換モデル特徴とをそれぞれ生成するモデル変換部 (168) と、

前記特徴抽出部が前記変換モデル画像から抽出した第三の画像特徴と前記変換モデル特徴とに基づいて、前記特徴抽出部による特徴抽出処理の特性に関する第一特性を算出する第一特性計算部 (169) と、

前記 1 以上の前記第三の画像特徴と前記 1 以上の変換モデル特徴とに基づいて前記第一特性計算部が算出した 1 以上の第一特性に基づいて前記特徴抽出処理の評価指標を計算する評価指標計算部 (171) と、を備え、

前記特徴抽出部 (164) は、複数の特徴抽出処理を有し、

前記第一特性計算部 (169) は、前記複数の特徴抽出処理の各々について、前記第三の画像特徴と前記変換モデル特徴とに基づき前記 1 以上の第一特性を算出し、

前記評価指標計算部（１７１）は、前記複数の特徴抽出処理の各々について、前記検出部の検出処理に適用する特徴抽出処理を決定するための前記評価指標を算出する、物体検出装置（６０）。

（付記２）

前記モデル画像に写った前記対象物の一部又は全部を照合領域として受け付ける照合領域受付部（１６６）を更に備え、

前記モデル特徴記憶部（１６７）は、前記第一の画像特徴のうち前記照合領域に含まれる画像特徴を前記モデル特徴として記憶する、付記１に記載の物体検出装置（６０）。

（付記３）

前記評価指標計算部（１７１）は、前記複数の特徴抽出処理の各々について算出された前記評価指標に基づいて、前記検出部（１６３）による検出処理において前記特徴抽出部が用いる特徴抽出処理を決定する、付記１又は２に記載の物体検出装置（６０）。

（付記４）

前記評価指標計算部（１７１）は、前記複数の特徴抽出処理の各々について算出された前記評価指標のうち最も高い評価指標を有する特徴抽出処理を、前記検出部（１６３）による検出処理において前記特徴抽出部（１６４）が用いる特徴抽出処理として決定する、付記３に記載の物体検出装置（６０）。

（付記５）

前記モデル変換部（１６８）による前記１以上の変換処理は、前記モデル画像の明るさを変換する処理を含む、付記１から４のいずれか一項に記載の物体検出装置（６０）。

（付記６）

前記モデル変換部（１６８）による前記１以上の変換処理は、前記モデル画像と前記モデル特徴の各々に対して射影変換を行うことを含む、付記１から５のいずれか一項に記載の物体検出装置（６０）。

(付記 7)

前記第一特性計算部 (169) が算出する前記第一特性は、画像の変化に対する前記特徴抽出処理の安定性を表す、付記 1 から 6 のいずれか一項に記載の物体検出装置 (60)。

(付記 8)

前記第一特性計算部 (169) は、

前記変換モデル特徴と前記第三の画像特徴のそれぞれに含まれる画像特徴の対応関係を決定し、

前記変換モデル特徴に含まれる画像特徴のうち前記第三の画像特徴に含まれる対応する画像特徴との差が特定の値よりも小さい画像特徴の割合に基づいて前記第一特性を算出する、付記 7 に記載の物体検出装置 (60)。

(付記 9)

前記第三の画像特徴と前記変換モデル特徴とに基づいて、前記特徴抽出部 (164) による特徴抽出処理の、画像の変化に対する敏感性を表す第二特性を算出する第二特性計算部 (170) を更に備え、

前記評価指標計算部 (171) は、前記 1 以上の第一特性と、前記 1 以上の前記第三の画像特徴と前記 1 以上の変換モデル特徴とに基づいて前記第二特性計算部 (170) が算出した 1 以上の第二特性とに基づいて、前記複数の特徴抽出処理の各々について、前記評価指標を算出する、付記 1 から 8 のいずれか一項に記載の物体検出装置 (60)。

(付記 10)

前記第二特性計算部 (170) は、

前記変換モデル特徴と前記第三の画像特徴のそれぞれに含まれる画像特徴の対応関係を決定し、

前記第三の画像特徴に含まれる画像特徴のうち前記変換モデル特徴に含まれる対応する画像特徴との差が特定の値よりも小さい画像特徴の割合に基づいて前記第二特性を算出する付記 9 に記載の物体検出装置 (60)。

(付記 11)

前記評価指標計算部（１７１）は、前記複数の特徴抽出処理の各々について、前記１以上の第一特性と前記１以上の第二特性の重み付き調和平均を前記評価指標として算出する付記９又は１０に記載の物体検出装置（６０）。

（付記１２）

前記評価指標計算部（１７１）は、前記複数の特徴抽出処理の各々に関し、

前記１以上の前記第三の画像特徴と前記１以上の変換モデル特徴のそれぞれの組で前記特徴抽出処理を決定するための指標を算出し、

前記それぞれの組で算出された前記指標のうちの最小値を前記特徴抽出処理の評価指標とする、付記１から１１のいずれか一項に記載の物体検出装置（６０）。

（付記１３）

前記複数の特徴抽出処理のそれぞれについて算出された前記評価指標を表示装置に表示する表示制御部（１７２）を更に備える、付記１から１２のいずれか一項に記載の物体検出装置（６０）。

符号の説明

[0079]	１０	ロボット
	３３	ハンド
	４０	教示装置
	４１	表示部
	５０	ロボット制御装置
	６０	物体検出装置
	７０	視覚センサ
	１００	ロボットシステム
	１５１	動作制御部
	１６１	視覚センサ制御部
	１６２	画像取得部
	１６３	検出部

1 6 4	特徴抽出部
1 6 5	モデル画像受付部
1 6 6	照合領域受付部
1 6 7	モデル特徴記憶部
1 6 8	モデル変換部
1 6 9	安定性計算部
1 7 0	敏感性計算部
1 7 1	評価指標計算部
1 7 2	表示制御部
2 0 1	モデル画像
2 0 2	モデル特徴
2 0 3	変換モデル画像
2 0 4	第三の画像特徴
2 0 5	変換モデル特徴

請求の範囲

[請求項1]

画像から画像特徴を抽出する特徴抽出部と、
位置及び姿勢が既知である対象物を撮像した第一の画像をモデル画像として受け付けるモデル画像受付部と、
前記特徴抽出部が前記モデル画像から抽出した第一の画像特徴をモデル特徴として記憶するモデル特徴記憶部と、
位置及び姿勢が未知である前記対象物を撮像した第二の画像から前記特徴抽出部が抽出した第二の画像特徴と前記モデル特徴とを照合することで前記対象物の位置及び姿勢を特定する検出部と、を備える物体検出装置であって、
前記物体検出装置は、更に、
前記モデル画像と前記モデル特徴に1以上の変換処理を加えて1以上の変換モデル画像と1以上の変換モデル特徴とをそれぞれ生成するモデル変換部と、
前記特徴抽出部が前記変換モデル画像から抽出した第三の画像特徴と前記変換モデル特徴とに基づいて、前記特徴抽出部による特徴抽出処理の特性に関する第一特性を算出する第一特性計算部と、
前記1以上の前記第三の画像特徴と前記1以上の変換モデル特徴とに基づいて前記第一特性計算部が算出した1以上の第一特性に基づいて前記特徴抽出処理の評価指標を計算する評価指標計算部と、を備え、
前記特徴抽出部は、複数の特徴抽出処理を有し、
前記第一特性計算部は、前記複数の特徴抽出処理の各々について、前記第三の画像特徴と前記変換モデル特徴とに基づき前記1以上の第一特性を算出し、
前記評価指標計算部は、前記複数の特徴抽出処理の各々について、前記検出部の検出処理に適用する特徴抽出処理を決定するための前記評価指標を算出する、物体検出装置。

[請求項2]

前記モデル画像に写った前記対象物の一部又は全部を照合領域とし

て受け付ける照合領域受付部を更に備え、

前記モデル特徴記憶部は、前記第一の画像特徴のうち前記照合領域に含まれる画像特徴を前記モデル特徴として記憶する、請求項 1 に記載の物体検出装置。

[請求項3] 前記評価指標計算部は、前記複数の特徴抽出処理の各々について算出された前記評価指標に基づいて、前記検出部による検出処理において前記特徴抽出部が用いる特徴抽出処理を決定する、請求項 1 又は 2 に記載の物体検出装置。

[請求項4] 前記評価指標計算部は、前記複数の特徴抽出処理の各々について算出された前記評価指標のうち最も高い評価指標を有する特徴抽出処理を、前記検出部による検出処理において前記特徴抽出部が用いる特徴抽出処理として決定する、請求項 3 に記載の物体検出装置。

[請求項5] 前記モデル変換部による前記 1 以上の変換処理は、前記モデル画像の明るさを変換する処理を含む、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の物体検出装置。

[請求項6] 前記モデル変換部による前記 1 以上の変換処理は、前記モデル画像と前記モデル特徴の各々に対して射影変換を行うことを含む、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の物体検出装置。

[請求項7] 前記第一特性計算部が算出する前記第一特性は、画像の変化に対する前記特徴抽出処理の安定性を表す、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の物体検出装置。

[請求項8] 前記第一特性計算部は、
前記変換モデル特徴と前記第三の画像特徴のそれぞれに含まれる画像特徴の対応関係を決定し、
前記変換モデル特徴に含まれる画像特徴のうち前記第三の画像特徴に含まれる対応する画像特徴との差が特定の値よりも小さい画像特徴の割合に基づいて前記第一特性を算出する、請求項 7 に記載の物体検出装置。

[請求項9] 前記第三の画像特徴と前記変換モデル特徴とに基づいて、前記特徴抽出部による特徴抽出処理の、画像の変化に対する敏感性を表す第二特性を算出する第二特性計算部を更に備え、

前記評価指標計算部は、前記1以上の第一特性と、前記1以上の前記第三の画像特徴と前記1以上の変換モデル特徴とに基づいて前記第二特性計算部が算出した1以上の第二特性とに基づいて、前記複数の特徴抽出処理の各々について、前記評価指標を算出する、請求項1から8のいずれか一項に記載の物体検出装置。

[請求項10] 前記第二特性計算部は、
前記変換モデル特徴と前記第三の画像特徴のそれぞれに含まれる画像特徴の対応関係を決定し、

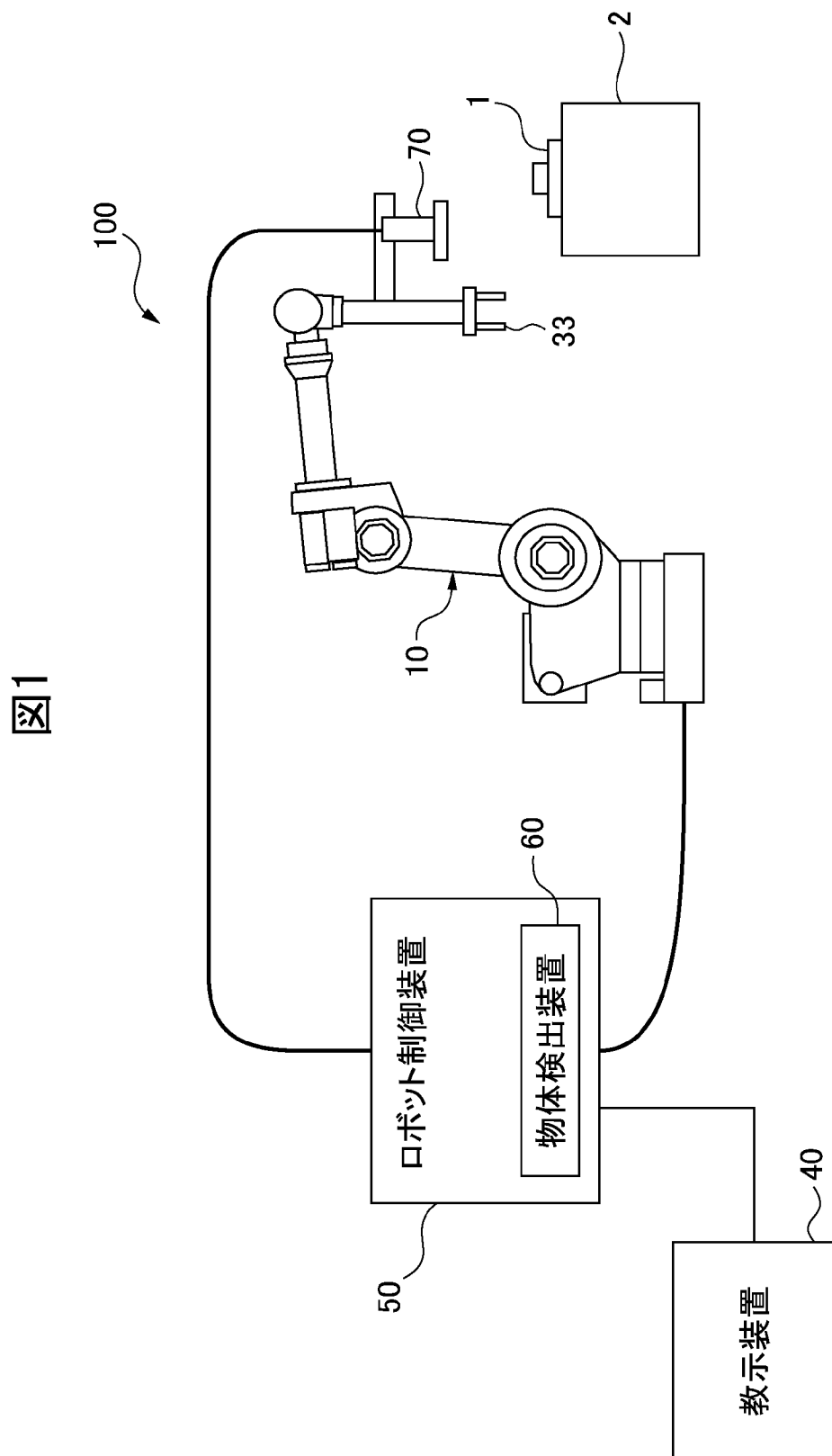
前記第三の画像特徴に含まれる画像特徴のうち前記変換モデル特徴に含まれる対応する画像特徴との差が特定の値よりも小さい画像特徴の割合に基づいて前記第二特性を算出する請求項9に記載の物体検出装置。

[請求項11] 前記評価指標計算部は、前記複数の特徴抽出処理の各々について、前記1以上の第一特性と前記1以上の第二特性の重み付き調和平均を前記評価指標として算出する請求項9又は10に記載の物体検出装置。

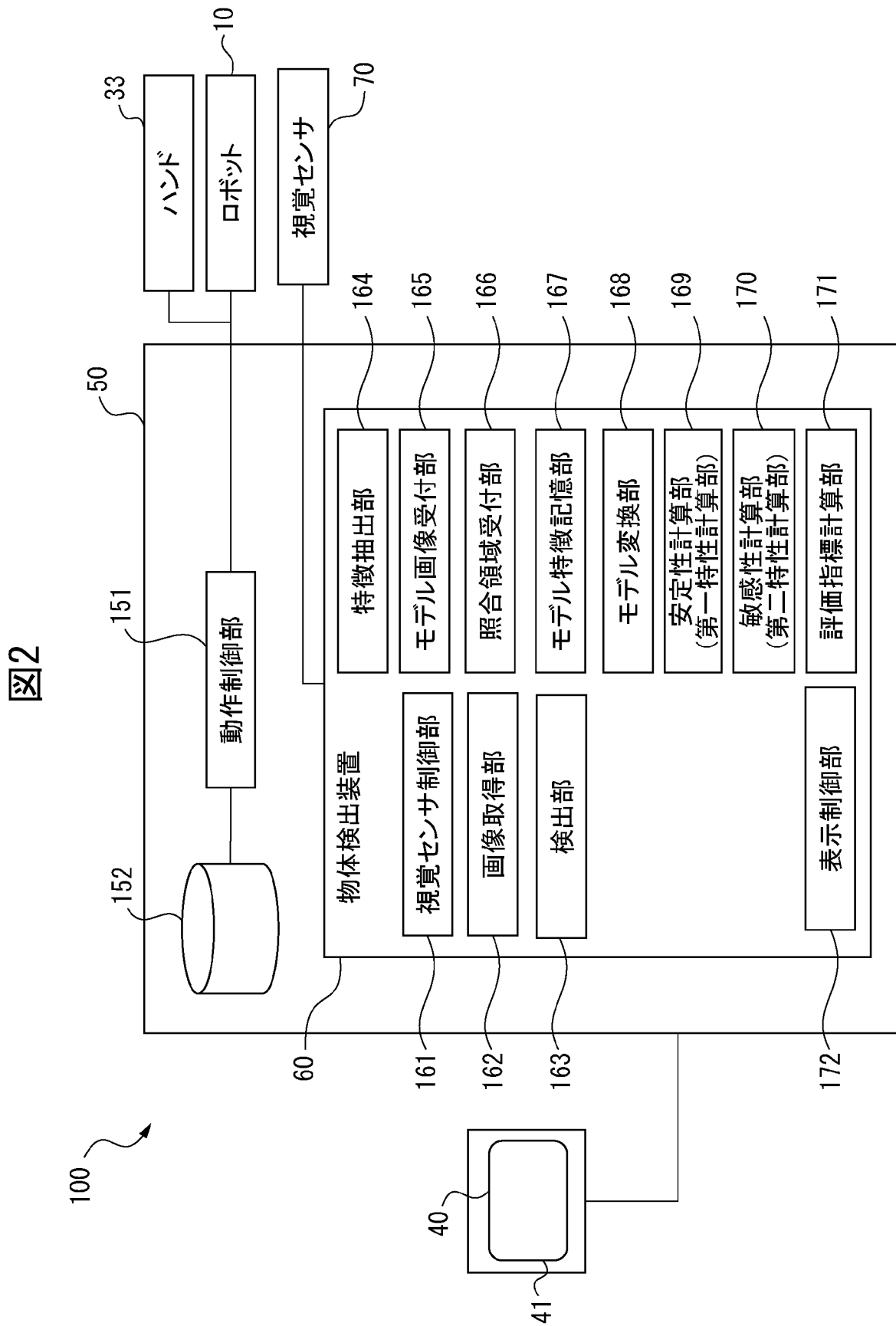
[請求項12] 前記評価指標計算部は、前記複数の特徴抽出処理の各々に関し、
前記1以上の前記第三の画像特徴と前記1以上の変換モデル特徴のそれぞれの組で前記特徴抽出処理を決定するための指標を算出し、
前記それぞれの組で算出された前記指標のうちの最小値を前記特徴抽出処理の評価指標とする、請求項1から11のいずれか一項に記載の物体検出装置。

[請求項13] 前記複数の特徴抽出処理のそれぞれについて算出された前記評価指標を表示装置に表示する表示制御部を更に備える、請求項1から12のいずれか一項に記載の物体検出装置。

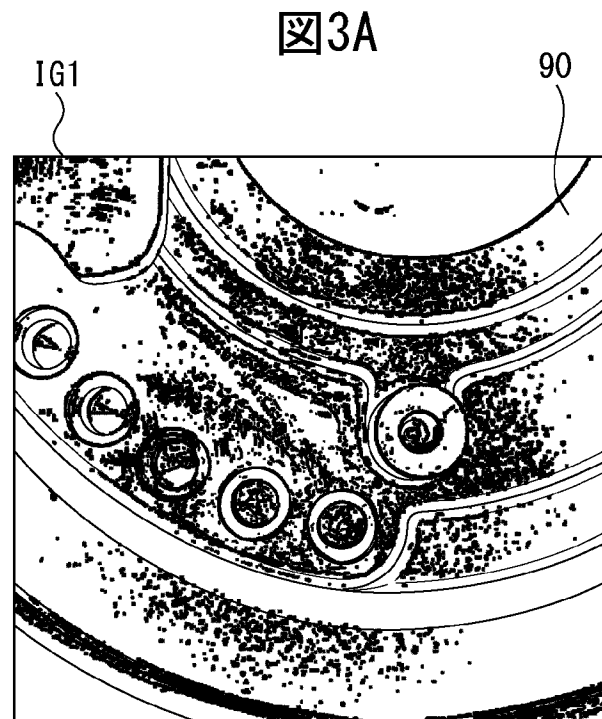
[図1]



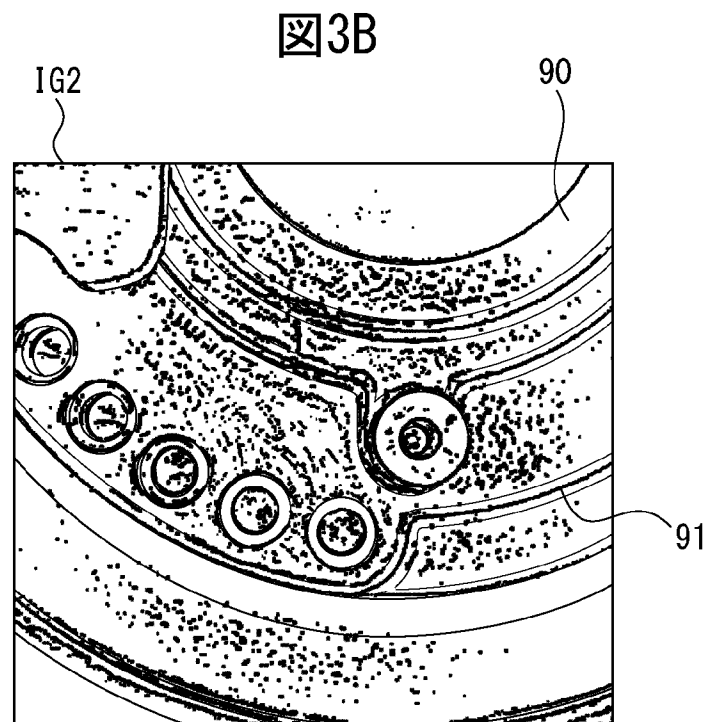
[図2]



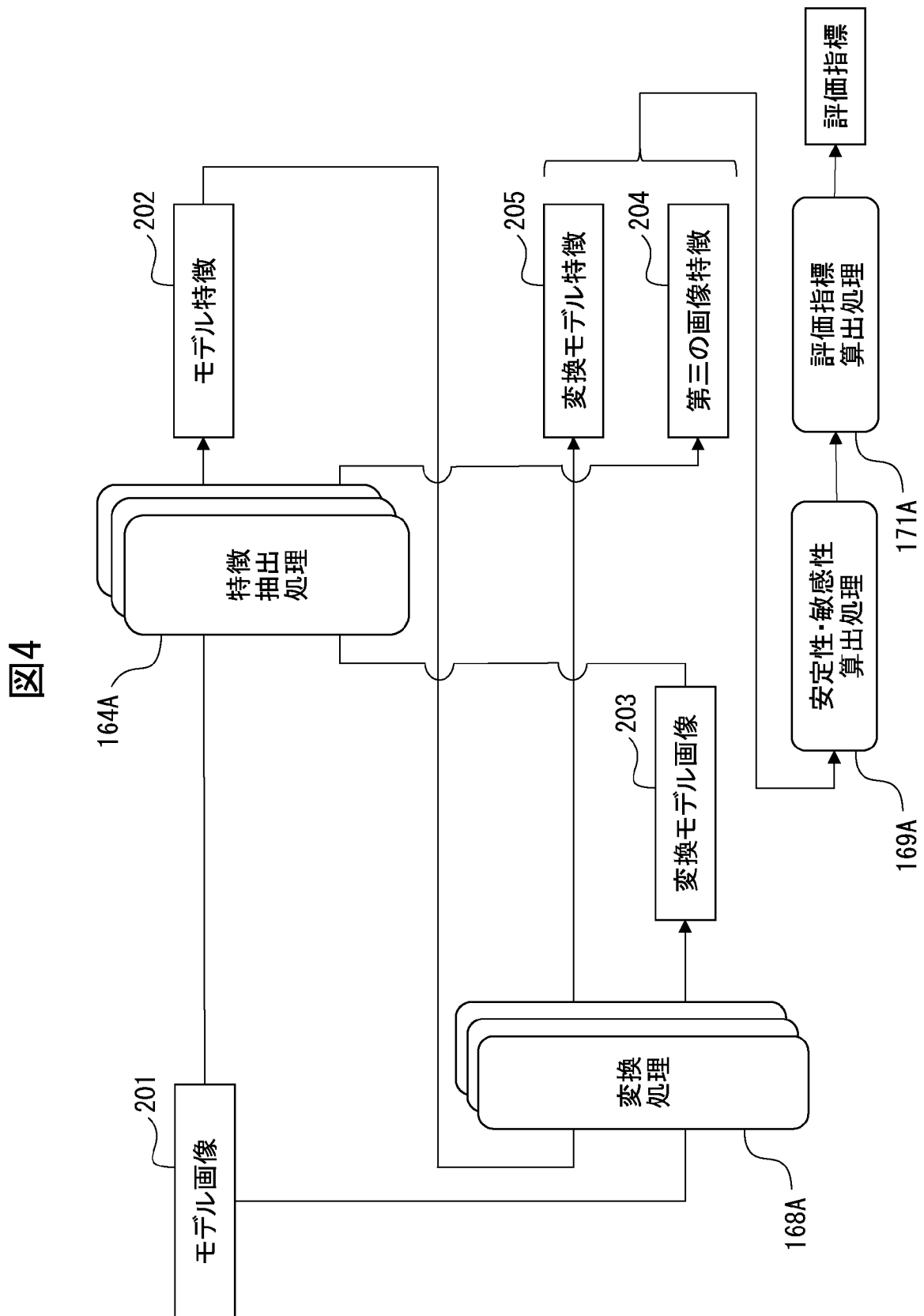
[図3A]



[図3B]

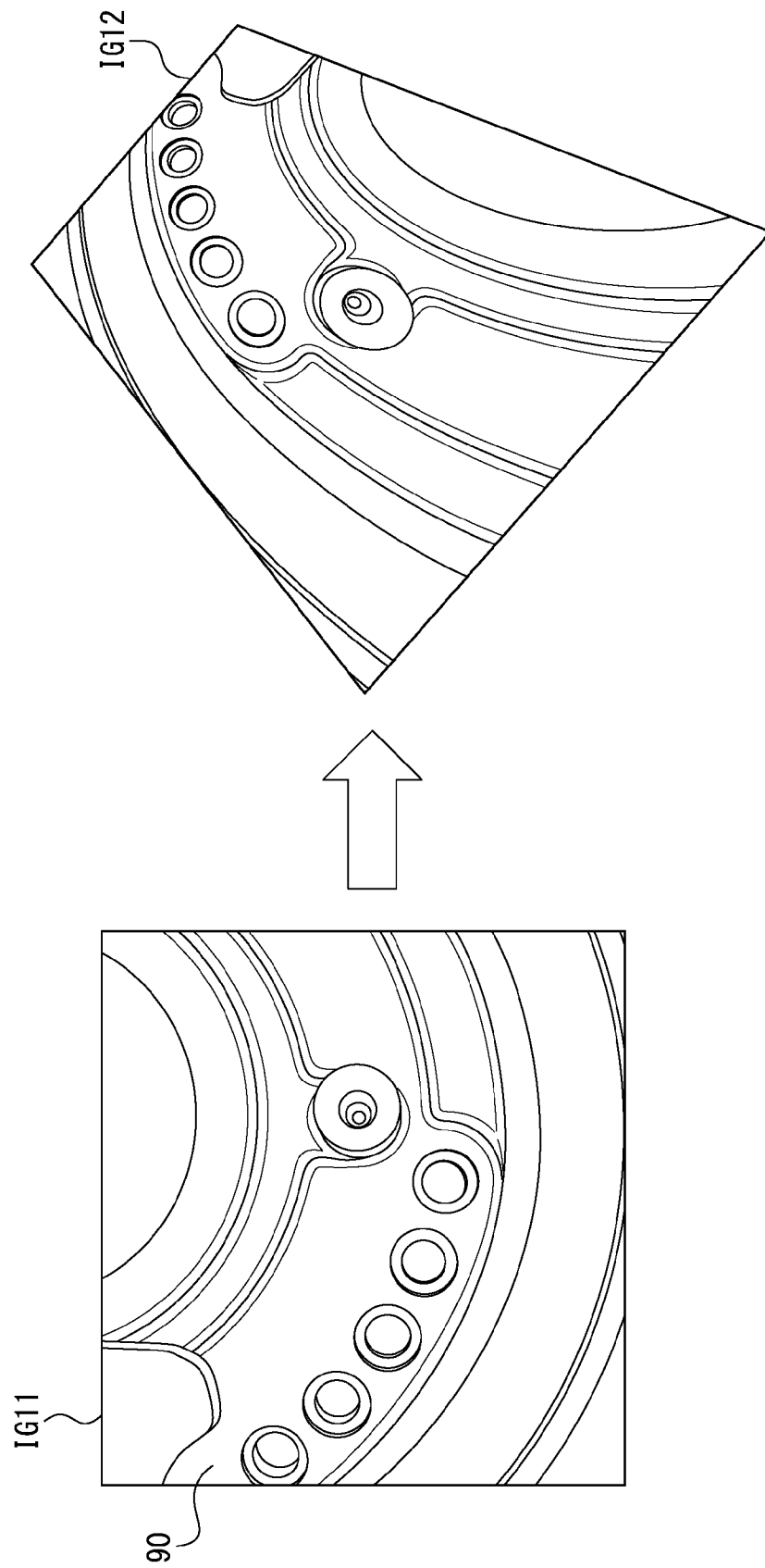


[図4]



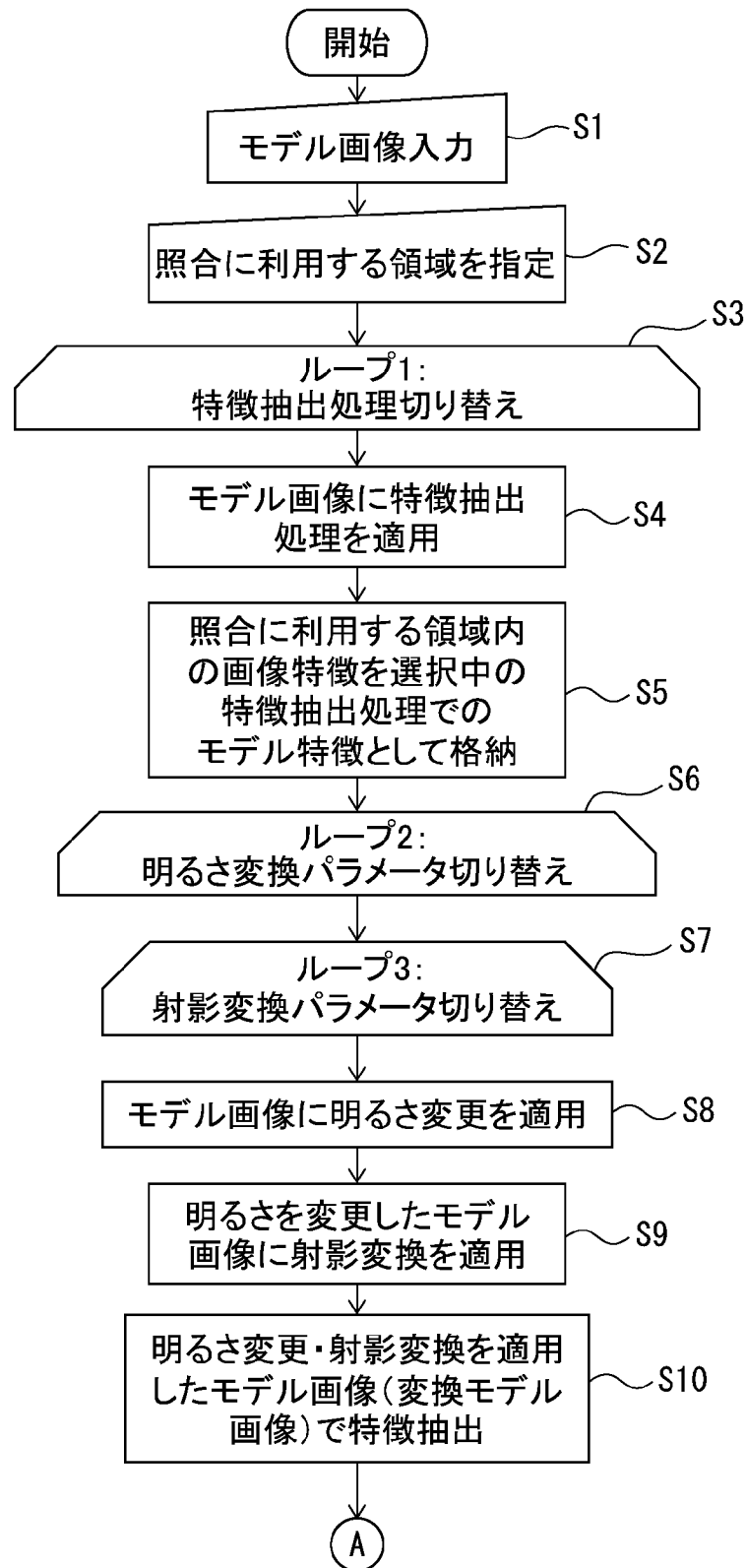
[図5]

図5



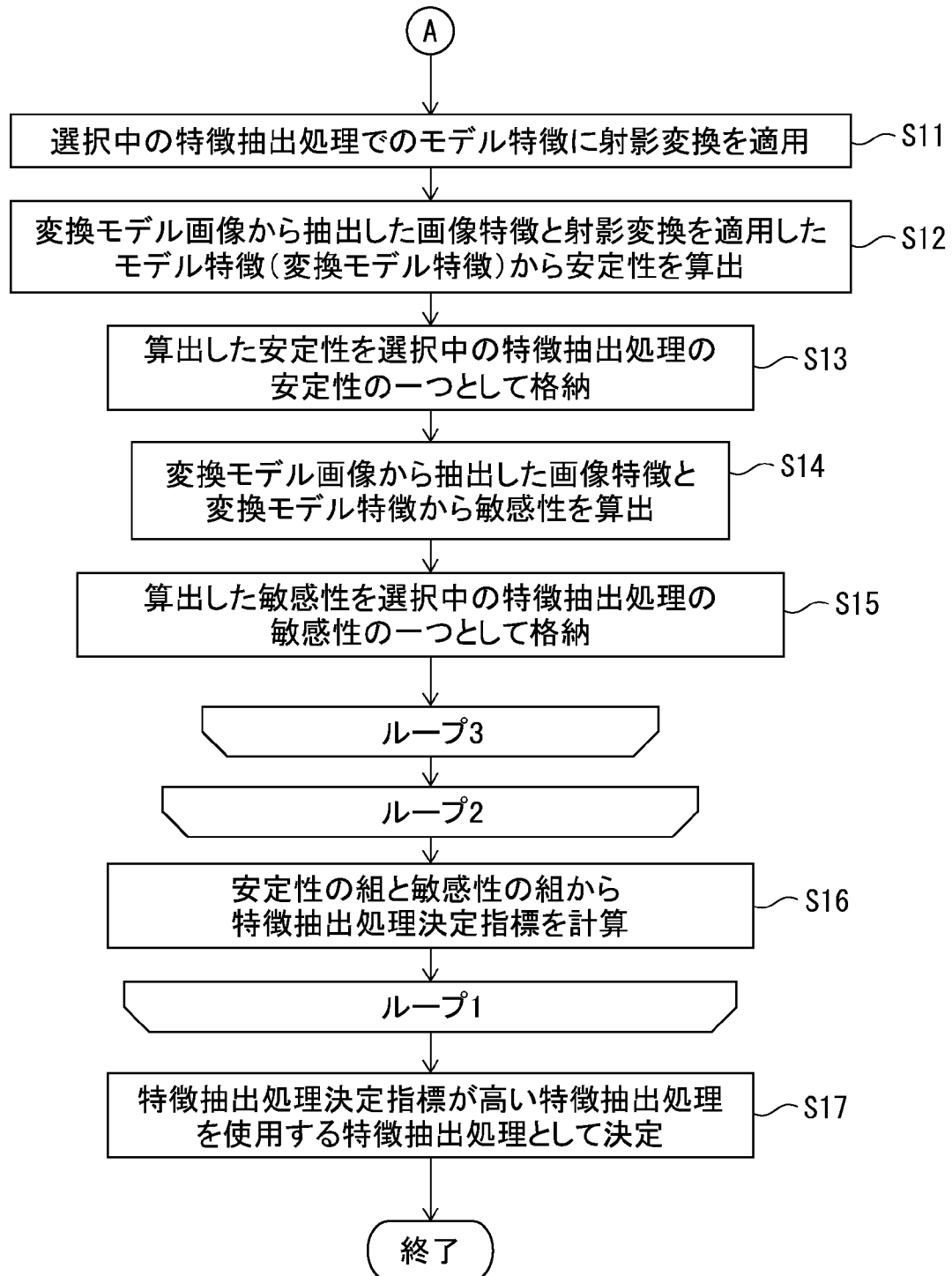
[図6A]

図6A



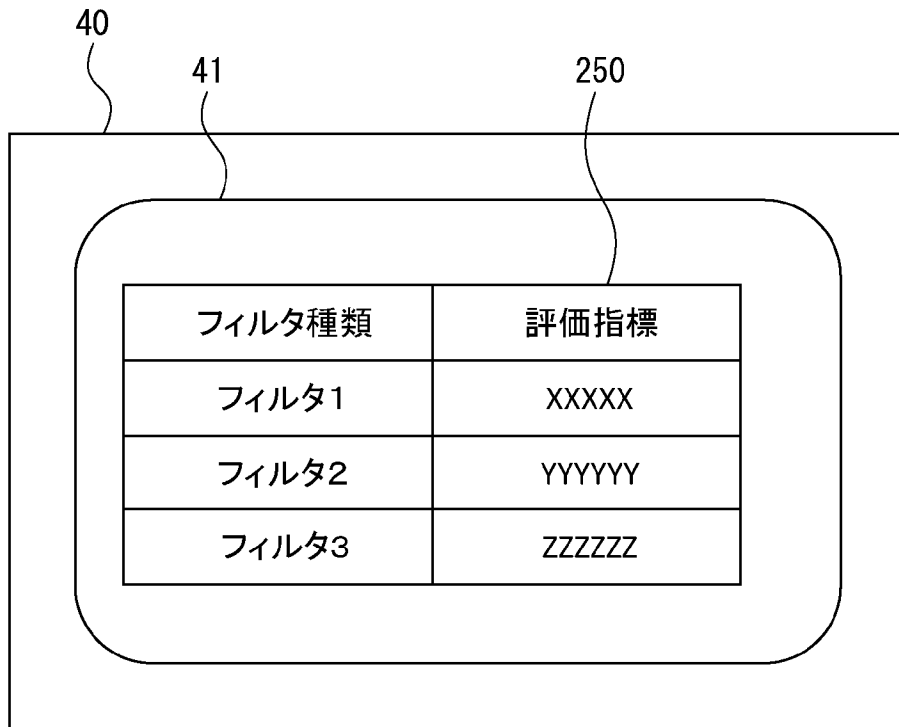
[図6B]

図6B



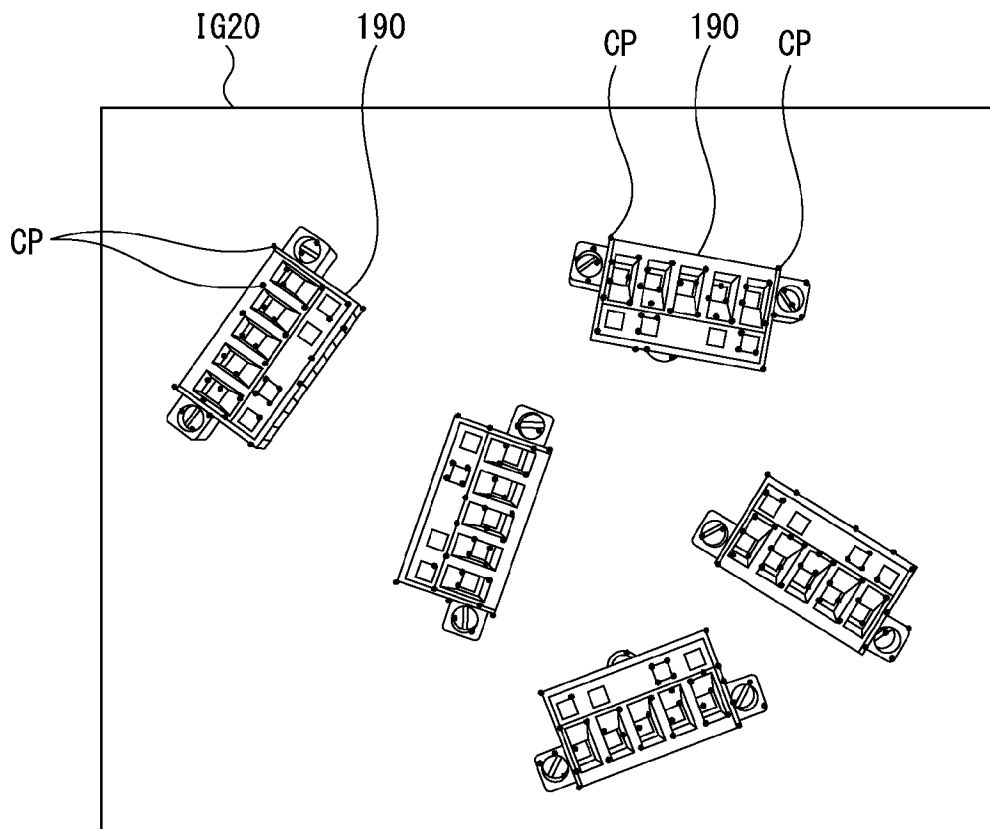
[図7]

図7



[図8]

図8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/012243

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G06T 7/70**(2017.01)i

FI: G06T7/70 Z

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)

G06T7/70

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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 2020-82273 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 04 June 2020 (2020-06-04) paragraph [0045], fig. 6	1-13
A	JP 2016-103230 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 02 June 2016 (2016-06-02) paragraphs [0122]-[0129]	1-13
A	JP 2014-199584 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 23 October 2014 (2014-10-23) paragraphs [0024]-[0025]	1-13



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

10 May 2023

Date of mailing of the international search report

23 May 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/012243

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2020-82273	A	04 June 2020	US	2020/0167886	A1	
				paragraph [0052], fig. 6			
				CN	111225142	A	
JP	2016-103230	A	02 June 2016	US	2016/0155235	A1	
				paragraphs [0160]-[0168]			
				DE	102015015194	A1	
				CN	105654464	A	
JP	2014-199584	A	23 October 2014	US	2014/0294292	A1	
				paragraphs [0047]-[0050]			
				US	2017/0004385	A1	
				US	2019/0114508	A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06T 7/70(2017.01)i FI: G06T7/70 Z		
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）） G06T7/70		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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 2020-82273 A（キヤノン株式会社）04.06.2020（2020-06-04） 段落[0045]，図6	1-13
A	JP 2016-103230 A（キヤノン株式会社）02.06.2016（2016-06-02） 段落[0122]-[0129]	1-13
A	JP 2014-199584 A（キヤノン株式会社）23.10.2014（2014-10-23） 段落[0024]-[0025]	1-13
☐ 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。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 10.05.2023		国際調査報告の発送日 23.05.2023
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/JP2023/012243

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2020-82273	A	04.06.2020	US	2020/0167886	A1	
				段落[0052], 図6			
				CN	111225142	A	
JP	2016-103230	A	02.06.2016	US	2016/0155235	A1	
				段落[0160]-[0168]			
				DE	102015015194	A1	
				CN	105654464	A	
JP	2014-199584	A	23.10.2014	US	2014/0294292	A1	
				段落[0047]-[0050]			
				US	2017/0004385	A1	
				US	2019/0114508	A1	