

(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
2022年6月16日(16.06.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/123786 A1

(51) 国際特許分類:
G06T 7/70 (2017.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/046360

(22) 国際出願日: 2020年12月11日(11.12.2020)

(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: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

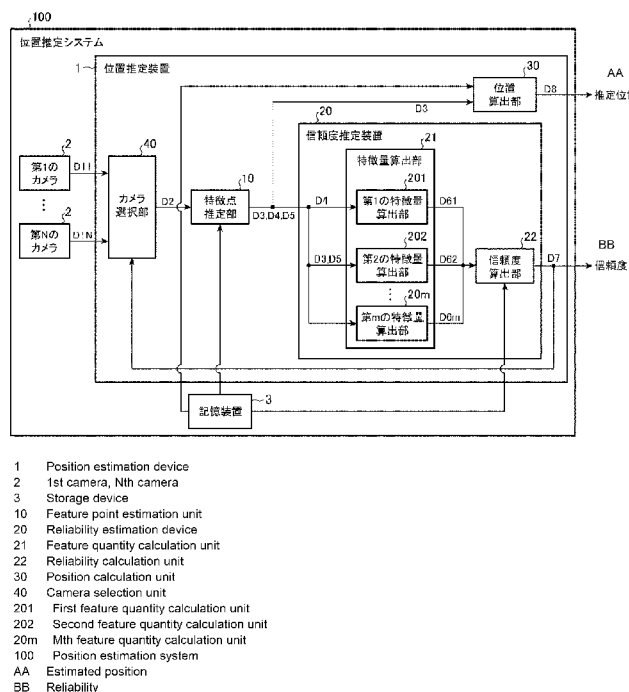
(72) 発明者: 芳川 昇之(YOSHIKAWA, Nobuyuki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人山王内外特許事務所 (SANNO PATENT ATTORNEYS OFFICE); 〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目12番4号 赤坂山王センタービル5階 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, 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,

(54) Title: RELIABILITY ESTIMATION DEVICE, POSITION ESTIMATION DEVICE, AND RELIABILITY ESTIMATION METHOD

(54) 発明の名称: 信頼度推定装置、位置推定装置、及び信頼度推定方法



(57) Abstract: A reliability estimation device (20) estimates the reliability of an estimated position of an object estimated on the basis of a camera image, and is provided with: a feature quantity calculation unit (21) that calculates a feature quantity of the object on the basis of feature point information pertaining to a plurality of feature points of the object in the camera image; and a reliability calculation unit (22) that calculates a reliability on the basis of the feature quantity calculated by the feature quantity calculation unit (21).

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))

(57) 要約: 信頼度推定装置(20)は、カメラ画像に基づいて推定された物体の推定位置の信頼度を推定する信頼度推定装置(20)であって、カメラ画像における物体の複数の特徴点に関する特徴点情報に基づいて、物体の特徴量を算出する特徴量算出部(21)と、特徴量算出部(21)が算出した特徴量に基づいて、信頼度を算出する信頼度算出部(22)と、を備えている。

明 細 書

発明の名称：

信頼度推定装置、位置推定装置、及び信頼度推定方法

技術分野

[0001] 本開示は、信頼度推定装置に関する。

背景技術

[0002] 画像に基づいて、物体の3次元位置を推定する3次元位置推定アルゴリズムが開発されている（なお、本明細書において、物体の3次元位置は、3次元姿勢と同義とする）。例えば、非特許文献1には、単眼カメラが物体を撮影することにより得られたカメラ画像に対してニューラルネットワークモデルを適用することにより、カメラ画像における物体を認識し、当該物体の特徴点の位置を推定し、推定した特徴点の位置に基づいて物体の3次元位置を推定する3次元位置推定方法が記載されている。なお、以下では、このような3次元位置推定方法によって推定した物体の位置（例えば、物体の特徴点の位置又は物体の3次元位置等）を推定位置と呼称する。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：S. Peng, Y. Liu, Q. Huang, H. Bao, X. Zhou, "PVNet: Pixel-wise Voting Network for 6DoF Pose Estimation," In Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2019.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 画像に対してニューラルネットワークモデルを適用する上記のような従来の3次元位置推定方法では、推定位置を推定する際に用いた機械学習モデルと同じニューラルネットワークモデルを用いて、推定位置の信頼度を算出し

、算出した信頼度を推定位置の評価に用いることがある。

[0005] その場合、推定位置の信頼性と、信頼度自体の信頼性とは相関があると考えられる。従って推定位置の信頼性が乏しい場合、信頼度自体の信頼性も乏しくなり、信頼度を用いた推定位置の評価の妥当性が不確かになってしまうという問題がある。

本開示は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、推定位置の信頼度自体の信頼性を向上させる技術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] 本開示に係る信頼度推定装置は、カメラ画像に基づいて推定された物体の推定位置の信頼度を推定する信頼度推定装置であって、カメラ画像における物体の複数の特徴点に関する特徴点情報に基づいて、物体の特徴量を算出する特徴量算出部と、特徴量算出部が算出した特徴量に基づいて、信頼度を算出する信頼度算出部と、を備えている。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、推定位置の信頼度自体の信頼性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態1に係る位置推定システムの構成を示すブロック図である。

[図2]実施の形態1に係る位置推定装置による信頼度推定方法を示すフローチャートである。

[図3]実施の形態1に係る位置推定装置による信頼度推定方法における特徴量算出方法の詳細を示すフローチャートである。

[図4]図4 Aは、実施の形態1に係る位置推定装置の機能を実現するハードウェア構成を示すブロック図である。図4 Bは、実施の形態1に係る位置推定装置の機能を実現するソフトウェアを実行するハードウェア構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本開示をより詳細に説明するため、本開示を実施するための形態について、添付の図面に従って説明する。

実施の形態 1.

図 1 は、実施の形態 1 に係る位置推定システム 100 の構成を示すブロック図である。図 1 が示すように、位置推定システム 100 は、位置推定装置 1、N 個のカメラ 2（N は正の整数）、及び記憶装置 3 を含む。位置推定装置 1 は、カメラ選択部 40、特徴点推定部 10、信頼度推定装置 20、及び位置算出部 30 を備えている。信頼度推定装置 20 は、特徴量算出部 21、及び信頼度算出部 22 を備えている。

[0010] N 個のカメラ 2 は、第 1 のカメラ 2 から第 N のカメラ 2 までの各カメラ 2 から構成されている。N 個のカメラ 2 は、それぞれ、物体を撮影することによりカメラ画像（カメラ画像 D11～D1N）を取得する。N 個のカメラ 2 は、それぞれ、取得したカメラ画像を位置推定装置 1 のカメラ選択部 40 に出力する。

[0011] カメラ選択部 40 は、複数のカメラ画像のうちから少なくとも 1 つのカメラ画像 D2 を選択する。より詳細には、実施の形態 1 では、カメラ選択部 40 は、N 個のカメラ 2 が取得した複数のカメラ画像 D11～D1N のうちから少なくとも 1 つのカメラ画像 D2 を選択する。カメラ選択部 40 の詳細な構成については後述する。カメラ選択部 40 は、選択したカメラ画像 D2 を特徴点推定部 10 及び特徴量算出部 21 にそれぞれ出力する。

[0012] 特徴点推定部 10 は、カメラ画像に基づいて、物体の複数の特徴点に関する特徴点情報を推定する。より詳細には、実施の形態 1 では、特徴点推定部 10 は、カメラ選択部 40 が選択したカメラ画像 D2 に基づいて、特徴点情報を推定する。

[0013] さらに詳細には、実施の形態 1 では、記憶装置 3 が物体位置検出用畳み込みニューラルネットワークモデルである P V N e t を記憶している。特徴点推定部 10 は、カメラ選択部 40 が選択したカメラ画像 D2 に対して、記憶

装置 3 が記憶している P V N e t を適用することにより、特徴点情報として、複数の特徴点の各推定位置 D 3、特徴点の候補点群の分散 D 4、及びカメラ画像において物体が占める領域である物体領域 D 5 を推定する。

[0014] 特徴点推定部 1 0 は、推定した複数の特徴点の各推定位置 D 3 を位置算出部 3 0 に出力する。また、特徴点推定部 1 0 は、推定した複数の特徴点の各推定位置 D 3、特徴点の候補点群の分散 D 4 及び物体領域 D 5 を特徴量算出部 2 1 に出力する。

[0015] 特徴量算出部 2 1 は、カメラ画像における物体の複数の特徴点に関する特徴点情報に基づいて、物体の特徴量を算出する。より詳細には、実施の形態 1 では、特徴量算出部 2 1 は、特徴点推定部 1 0 が推定した特徴点情報に基づいて、物体の特徴量を算出する。

[0016] さらに詳細には、実施の形態 1 では、特徴量算出部 2 1 は、第 1 の特徴量算出部 2 0 1 から第 m の特徴量算出部 2 0 m までの m 個の特徴量算出部を備えている。

第 1 の特徴量算出部 2 0 1 は、特徴点推定部 1 0 が推定した特徴点の候補点群の分散 D 4 に基づいて、物体の特徴量 D 6 1 を算出する。なお、実施の形態 1 では、第 1 の特徴量算出部 2 0 1 が算出する特徴量 D 6 1 は、特徴点の候補点群の分散 D 4 の逆数に比例する特徴量である。換言すれば、第 1 の特徴量算出部 2 0 1 が算出する特徴量 D 6 1 は、特徴点の候補点群の分散 D 4 に逆比例する特徴量である。第 1 の特徴量算出部 2 0 1 は、算出した特徴量 D 6 1 を信頼度算出部 2 2 に出力する。

[0017] 第 2 の特徴量算出部 2 0 2 は、特徴点推定部 1 0 が推定した複数の特徴点の各推定位置 D 3 及び物体領域 D 5 に基づいて、複数の特徴点から構成される領域と物体領域とを入力にとる関数となる特徴量 D 6 2 を算出する。より詳細には、実施の形態 1 では、第 2 の特徴量算出部 2 0 2 は、特徴点推定部 1 0 が推定した複数の特徴点の各推定位置 D 3 及び物体領域 D 5 に基づいて、複数の特徴点から構成される凸平面と物体領域との面積比を算出し、算出した面積比の逆数に比例する特徴量、又は算出した面積比と 1 との差の逆数

に比例する特徴量 D_{62} を算出する。ここにおける「複数の特徴点から構成される凸平面」は、例えば、複数の特徴点が張る最大の凸平面、又は複数の特徴点を全て内包する最小の凸平面等である。第2の特徴量算出部202は、算出した特徴量 D_{62} を信頼度算出部22に出力する。

[0018] 図示しない第3の特徴量算出部から第 m の特徴量算出部20 m までの各特徴量算出部は、カメラ選択部40が選択したカメラ画像 D_2 並びに特徴点推定部10が推定した複数の特徴点の各推定位置 D_3 、特徴点の候補点群の分散 D_4 及び物体領域 D_5 のうちの少なくとも1つの情報に基づいて、当該少なくとも1つの情報から算出可能な特徴量（特徴量 $D_{63} \sim D_{6m}$ ）を算出する。図示しない第3の特徴量算出部から第 m の特徴量算出部20 m までの各特徴量算出部は、算出した特徴量を信頼度算出部22に出力する。

[0019] 信頼度算出部22は、特徴量算出部21が算出した特徴量に基づいて、物体の推定位置の信頼度を算出する。より詳細には、実施の形態1では、信頼度算出部22は、特徴量算出部21が複数算出した特徴量（特徴量 $D_{61} \sim D_{6m}$ ）に基づいて、物体の推定位置の推定誤差に相関する信頼度 D_7 （例えば、推定誤差に正の相関を有する信頼度 D_7 ）を算出する。

[0020] さらに詳細には、実施の形態1では、記憶装置3が特徴量から信頼度を算出するニューラルネットワークモデルを記憶している。信頼度算出部22は、特徴量算出部21が複数算出した特徴量（特徴量 $D_{61} \sim D_{6m}$ ）に対して、記憶装置3が記憶しているニューラルネットワークモデルを適用することにより、物体の推定位置の推定誤差に逆比例する信頼度 D_7 を算出する。信頼度算出部22は、算出した信頼度 D_7 を、カメラ選択部40、及び位置推定装置1の外部にそれぞれ出力する。

[0021] 上述のカメラ選択部40は、信頼度算出部22が算出した信頼度 D_7 に基づいて、 N 個のカメラ画像 $D_{11} \sim D_{1N}$ のうちから少なくとも1つのカメラ画像 D_2 を選択する。カメラ選択部40は、信頼度 D_7 に基づいて選択したカメラ画像 D_2 を特徴点推定部10及び特徴量算出部21にそれぞれ出力する。

[0022] 位置算出部30は、特徴点推定部10が推定した特徴点情報に基づいて、物体の推定位置D8を算出する。より詳細には、実施の形態1では、記憶装置3が物体の特徴点位置を記憶している。位置算出部30は、特徴点推定部10が推定した複数の特徴点の各推定位置D3、及び記憶装置3が記憶している物体の特徴点位置に基づいて、PnP問題を解くことにより、物体の推定位置D8を算出する。位置算出部30が算出する推定位置D8の例として、物体の3次元位置（3次元姿勢）等が挙げられる。位置算出部30は、算出した推定位置D8を位置推定装置1の外部に出力する。

なお、信頼度算出部22が位置推定装置1の外部に出力した信頼度D7は、例えば、位置算出部30が位置推定装置1の外部に出力した推定位置D8の評価に用いられる。

[0023] 以下で、実施の形態1に係る位置推定装置1の動作について図面を参照して説明する。図2は、実施の形態1に係る位置推定装置1による信頼度推定方法を示すフローチャートである。なお、以下で説明する各ステップの前に、N個のカメラ2は、それぞれ、物体を撮影することによりカメラ画像を取得し、取得したカメラ画像をカメラ選択部40に出力したものとする。

[0024] 図2が示すように、カメラ選択部40は、複数のカメラ画像のうちから少なくとも1つのカメラ画像D2を選択する（ステップST1）。カメラ選択部40は、選択したカメラ画像D2を特徴点推定部10及び特徴量算出部21にそれぞれ出力する。

[0025] なお、ステップST1において、カメラ選択部40は、後述するステップST4の工程によって信頼度D7がまだ算出されていない場合、複数のカメラ画像のうちから任意のカメラ画像D2を選択する。または、ステップST1において、カメラ選択部40は、後述するステップST4の工程によって信頼度D7が既に算出されている場合、当該信頼度D7に基づいて、N個のカメラ画像D11～D1Nのうちから少なくとも1つのカメラ画像D2を選択する。

[0026] 次に、特徴点推定部10は、カメラ選択部40が選択したカメラ画像D2

に基づいて、特徴点情報として、複数の特徴点の各推定位置D 3、特徴点の候補点群の分散D 4、及び物体領域D 5を推定する（ステップS T 2）。特徴点推定部1 0は、推定した複数の特徴点の各推定位置D 3、特徴点の候補点群の分散D 4及び物体領域D 5を特徴量算出部2 1に出力する。

[0027] 次に、特徴量算出部2 1は、カメラ選択部4 0が選択したカメラ画像D 2並びに特徴点推定部1 0が推定した複数の特徴点の各推定位置D 3、特徴点の候補点群の分散D 4及び物体領域D 5を特徴量算出部2 1のうちの少なくとも1つの情報に基づいて、物体の特徴量D 6 1～D 6 mを算出する（ステップS T 3）。特徴量算出部2 1は、算出した特徴量D 6 1～D 6 mを信頼度算出部2 2に出力する。

[0028] 次に、信頼度算出部2 2は、特徴量算出部2 1が算出した特徴量D 6 1～D 6 mに基づいて、物体の推定位置の推定誤差に相関する信頼度D 7を算出する（ステップS T 4）。なお、図示しないが、位置推定装置1は、上記のステップS T 1からステップS T 4までの一連の工程を繰り返し実行する。

[0029] 以下で、ステップS T 3の詳細について説明する。図3は、ステップS T 3の特徴量算出方法の詳細を示すフローチャートである。

図3が示すように、第1の特徴量算出部2 0 1は、特徴点推定部1 0が推定した特徴点の候補点群の分散D 4に基づいて、当該分散D 4の逆数に比例する物体の特徴量D 6 1を算出する（ステップS T 3 1）。第1の特徴量算出部2 0 1は、算出した特徴量D 6 1を信頼度算出部2 2に出力する。

[0030] 第2の特徴量算出部2 0 2は、特徴点推定部1 0が推定した複数の特徴点の各推定位置D 3及び物体領域D 5に基づいて、複数の特徴点から構成される凸平面と物体領域との面積比を算出し、算出した面積比の逆数に比例する特徴量、又は算出した面積比と1との差の逆数に比例する特徴量D 6 2を算出する（ステップS T 3 2）。第2の特徴量算出部2 0 2は、算出した特徴量D 6 2を信頼度算出部2 2に出力する。

[0031] 第3の特徴量算出部から第mの特徴量算出部2 0 mまでの各特徴量算出部は、カメラ選択部4 0が選択したカメラ画像D 2並びに特徴点推定部1 0が

推定した複数の特徴点の各推定位置D 3、特徴点の候補点群の分散D 4 及び物体領域D 5のうちの少なくとも1つの情報に基づいて、その他の特徴量D 6 3～D 6 mを算出する（ステップS T 3 3）。第3の特徴量算出部から第mの特徴量算出部2 0 mまでの各特徴量算出部は、算出した特徴量を信頼度算出部2 2に出力する。

[0032] 以下で、実施の形態1に係る位置推定装置1による信頼度推定方法におけるカメラ選択方法（ステップS T 1）の具体例について詳細に説明する。なお、以下で説明するステップS T 1の工程は、ステップS T 1からステップS T 4までの一連の工程を1回以上行った後に、再度行われたものとする。

[0033] 当該具体例では、ステップS T 1において、カメラ選択部4 0は、信頼度算出部2 2が上述のステップS T 4において算出した信頼度D 7に基づいて、N個のカメラ画像D 1 1～D 1 Nのうちから少なくとも1つのカメラ画像D 2を選択する。より詳細には、当該具体例では、カメラ選択部4 0は、N個のカメラ画像D 1 1～D 1 N、及び信頼度算出部2 2が算出した信頼度D 7に基づいて、1つのカメラ画像を用いて以降の位置推定を行うモード、又は全てのカメラ画像を順次用いて位置推定を行うモードの何れか1つのモードを選択する。

[0034] さらに詳細には、当該具体例では、ステップS T 1において、カメラ選択部4 0は、信頼度算出部2 2が算出した信頼度D 7が閾値以上の場合、前回選択したカメラ画像に対応するカメラ2からのカメラ画像D 2を選択する。換言すれば、カメラ選択部4 0は、信頼度算出部2 2が算出した信頼度D 7が閾値以上の場合、前回選択したカメラ画像を撮影したカメラ2からのカメラ画像D 2を選択する。その場合、上述のステップS T 2において、上述の通り、特徴点推定部1 0は、カメラ選択部4 0が選択したカメラ画像D 2に基づいて、特徴点情報を推定する。

[0035] 一方で、ステップS T 1において、カメラ選択部4 0は、信頼度算出部2 2が算出した信頼度が閾値未満の場合、N個のカメラ画像D 1 1～D 1 Nを全て選択する。次に、上述のステップS T 2において、特徴点推定部1 0は

、カメラ選択部40がステップST1においてN個のカメラ画像D11～D1Nを全て選択した場合、カメラ画像毎に、特徴点情報を推定する。

[0036] 次に、上述のステップST3において、特徴量算出部21は、特徴点推定部10がステップST2においてカメラ画像毎に推定した特徴点情報に基づいて、カメラ画像毎に、物体の特徴量を算出する。

次に、上述のステップST4において、信頼度算出部22は、特徴量算出部21がカメラ画像毎に算出した特徴量に基づいて、カメラ画像毎に、物体の推定位置の信頼度を算出する。

[0037] 次に、位置推定装置1は、上述のステップST1の工程に戻り、カメラ選択部40は、信頼度算出部22がカメラ画像毎に信頼度を算出した場合、信頼度算出部22が算出したカメラ画像毎の信頼度のうちの最大の信頼度に基づいて、N個のカメラ画像D11～D1Nのうちから少なくとも1つのカメラ画像D2を選択する。より詳細には、例えば、カメラ選択部40は、信頼度算出部22がカメラ画像毎に信頼度を算出した場合、信頼度算出部22が算出したカメラ画像毎の信頼度のうちの最大の信頼度に対応するカメラ2が撮影したカメラ画像D2を選択する。

[0038] 位置推定装置1における、カメラ選択部40、特徴点推定部10、信頼度推定装置20の特徴量算出部21及び信頼度算出部22、並びに位置算出部30の各機能は、処理回路により実現される。すなわち、位置推定装置1は、図2及び図3に示した各ステップの処理を実行するための処理回路を備える。この処理回路は、専用のハードウェアであってもよいが、メモリに記憶されたプログラムを実行するCPU（Central Processing Unit）であってもよい。

[0039] 図4Aは、位置推定装置1の機能を実現するハードウェア構成を示すブロック図である。図4Bは、位置推定装置1の機能を実現するソフトウェアを実行するハードウェア構成を示すブロック図である。

[0040] 上記処理回路が図4Aに示す専用のハードウェアの処理回路50である場合、処理回路50は、例えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロ

セッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field-Programmable Gate Array) 又はこれらを組み合わせたものが該当する。

[0041] 位置推定装置 1 における、カメラ選択部 40、特徴点推定部 10、信頼度推定装置 20 の特徴量算出部 21 及び信頼度算出部 22、並びに位置算出部 30 の各機能を別々の処理回路で実現してもよいし、これらの機能をまとめて 1 つの処理回路で実現してもよい。

[0042] 上記処理回路が図 4 B に示すプロセッサ 51 である場合、位置推定装置 1 における、カメラ選択部 40、特徴点推定部 10、信頼度推定装置 20 の特徴量算出部 21 及び信頼度算出部 22、並びに位置算出部 30 の各機能は、ソフトウェア、ファームウェア又はソフトウェアとファームウェアとの組み合わせによって実現される。

なお、ソフトウェア又はファームウェアは、プログラムとして記述されてメモリ 52 に記憶される。

[0043] プロセッサ 51 は、メモリ 52 に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、位置推定装置 1 における、カメラ選択部 40、特徴点推定部 10、信頼度推定装置 20 の特徴量算出部 21 及び信頼度算出部 22、並びに位置算出部 30 の各機能を実現する。すなわち、位置推定装置 1 は、これらの各機能がプロセッサ 51 によって実行されるときに、図 2 及び図 3 に示した各ステップの処理が結果的に実行されるプログラムを記憶するためのメモリ 52 を備える。

[0044] これらのプログラムは、位置推定装置 1 における、カメラ選択部 40、特徴点推定部 10、信頼度推定装置 20 の特徴量算出部 21 及び信頼度算出部 22、並びに位置算出部 30 の各手順又は方法をコンピュータに実行させる。メモリ 52 は、コンピュータを、位置推定装置 1 における、カメラ選択部 40、特徴点推定部 10、信頼度推定装置 20 の特徴量算出部 21 及び信頼度算出部 22、並びに位置算出部 30 として機能させるためのプログラムが

記憶されたコンピュータ可読記憶媒体であってもよい。

[0045] プロセッサ51には、例えば、CPU (Central Processing Unit)、処理装置、演算装置、プロセッサ、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、またはDSP (Digital Signal Processor) などが該当する。

[0046] メモリ52には、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM (Electrically EPROM) などの不揮発性又は揮発性の半導体メモリ、ハードディスク、フレキシブルディスク等の磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、CD (Compact Disc)、DVD (Digital Versatile Disc) などが該当する。

[0047] 位置推定装置1における、カメラ選択部40、特徴点推定部10、信頼度推定装置20の特徴量算出部21及び信頼度算出部22、並びに位置算出部30の各機能について一部を専用のハードウェアで実現し、一部をソフトウェア又はファームウェアで実現してもよい。

[0048] 例えば、カメラ選択部40、特徴点推定部10及び位置算出部30の機能は、専用のハードウェアとしての処理回路で機能を実現する。信頼度推定装置20の特徴量算出部21及び信頼度算出部22については、プロセッサ51がメモリ52に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより機能を実現してもよい。

このように、処理回路は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア又はこれらの組み合わせにより上記機能のそれぞれを実現することができる。

[0049] 以上のように、実施の形態1に係る信頼度推定装置20は、カメラ画像に基づいて推定された物体の推定位置の信頼度を推定する信頼度推定装置20

であって、カメラ画像における物体の複数の特徴点に関する特徴点情報に基づいて、物体の特徴量を算出する特徴量算出部 21 と、特徴量算出部 21 が算出した特徴量に基づいて、物体の推定位置の信頼度を算出する信頼度算出部 22 と、を備えている。

[0050] 上記の構成によれば、特徴点情報から算出した物体の特徴量に基づいて物体の推定位置の信頼度を算出する。これにより、推定位置から直接信頼度を算出する場合よりも、推定位置の信頼度自体の信頼性が推定位置の信頼性に依存しないため、推定位置の信頼度自体の信頼性を向上させることができる。よって、例えば、推定位置を推定することが困難な画像が入力された場合でも、推定位置の信頼度自体の信頼性を向上させることができる。

[0051] 実施の形態 1 に係る信頼度推定装置 20 における特徴点情報は、特徴点の候補点群の分散を含み、特徴量算出部 21 は、特徴点の候補点群の分散に基づいて、物体の特徴量を算出する。

上記の構成によれば、特徴点の候補点群の分散から算出した物体の特徴量に基づいて物体の推定位置の信頼度を算出する。これにより、推定位置の信頼度自体の信頼性を好適に向上させることができる。

[0052] 実施の形態 1 に係る信頼度推定装置 20 における特徴量算出部 21 は、分散の逆数に比例する特徴量を算出する。

上記の構成によれば、分散の逆数に比例する特徴量に基づいて物体の推定位置の信頼度を算出する。これにより、推定位置の信頼度自体の信頼性を好適に向上させることができる。

[0053] 実施の形態 1 に係る信頼度推定装置 20 における特徴点情報は、複数の特徴点の各推定位置、及びカメラ画像において物体が占める領域である物体領域を含み、特徴量算出部 21 は、複数の特徴点の各推定位置、及び物体領域に基づいて、複数の特徴点から構成される領域と当該物体領域とを入力にとる関数となる特徴量を算出する。

[0054] 上記の構成によれば、複数の特徴点から構成される領域と当該物体領域とを入力にとる関数となる特徴量に基づいて物体の推定位置の信頼度を算出す

る。これにより、推定位置の信頼度自体の信頼性を好適に向上させることができる。

[0055] 実施の形態 1 に係る信頼度推定装置 20 における特徴点情報は、複数の特徴点の各推定位置、及びカメラ画像において物体が占める領域である物体領域を含み、特徴量算出部 21 は、複数の特徴点の各推定位置、及び物体領域に基づいて、複数の特徴点から構成される凸平面と当該物体領域との面積比を算出し、算出した面積比の逆数に比例する特徴量、又は算出した面積比と 1 との差の逆数に比例する特徴量を算出する。

[0056] 上記の構成によれば、複数の特徴点の各推定位置、及び物体領域から算出した面積比の逆数に比例する特徴量又は当該面積比と 1 との差の逆数に比例する特徴量に基づいて物体の推定位置の信頼度を算出する。これにより、推定位置の信頼度自体の信頼性を好適に向上させることができる。

[0057] 実施の形態 1 に係る信頼度推定装置 20 における特徴量算出部 21 は、物体の特徴量を複数算出し、信頼度算出部 22 は、特徴量算出部 21 が複数算出した特徴量に基づいて、物体の推定位置の推定誤差に相関する信頼度を算出する。

上記の構成によれば、物体の推定位置の推定誤差に相関する信頼度を用いて、物体の推定位置を評価することができる。

[0058] 実施の形態 1 に係る位置推定装置 1 は、実施の形態 1 に係る信頼度推定装置 20 と、カメラ画像に基づいて、特徴点情報を推定する特徴点推定部 10 と、特徴点推定部 10 が推定した特徴点情報に基づいて、物体の推定位置を算出する位置算出部 30 と、を備え、特徴量算出部 21 は、特徴点推定部 10 が推定した特徴点情報に基づいて、物体の特徴量を算出する。

[0059] 上記の構成によれば、実施の形態 1 に係る信頼度推定装置 20 が奏する上述の各効果を位置推定装置 1 において実現することができる。例えば、実施の形態 1 に係る位置推定装置 1 は、カメラ画像による物体の位置推定に適用可能なものである。例えば、自動炎天車両又はロボットアーム等の F A 機器などに利用することが可能である。

[0060] 例えば、ロボットアームにより物体の把持を行う場合、当該物体の位置検出が必要となる。そこで、アームに取り付けた単眼カメラなどで撮影した画像を上述のカメラ画像として実施の形態１に係る信頼度推定装置２０に適用することにより、撮影条件の悪い位置推定困難な画像が入力された場合でも、信頼性が高い上述の信頼度を算出することができ、当該信頼度に基づいて、推定位置の評価を行うことができる。よって、安定したロボット制御を実現することが可能となる。

[0061] 実施の形態１に係る位置推定装置１は、信頼度算出部２２が算出した信頼度に基づいて、複数のカメラ画像のうちから少なくとも１つのカメラ画像を選択するカメラ選択部４０をさらに備え、特徴点推定部１０は、カメラ選択部４０が選択したカメラ画像に基づいて、特徴点情報を推定する。

[0062] 上記の構成によれば、推定位置の信頼度に基づいて選択したカメラ画像から特徴点情報を推定する。これにより、推定した特徴点情報の信頼性を向上させることができる。よって、特徴点情報に基づく推定位置及び信頼度の各信頼性を向上させることができる。

[0063] 実施の形態１に係る位置推定装置１におけるカメラ選択部４０は、信頼度算出部２２が算出した信頼度が閾値以上の場合、前回選択したカメラ画像に対応するカメラ２からのカメラ画像を選択し、信頼度算出部２２が算出した信頼度が閾値未満の場合、複数のカメラ画像を全て選択する。

[0064] 上記の構成によれば、推定位置の推定に適したカメラ画像を好適に選択することができる。よって、当該カメラ画像に基づく特徴点情報、推定位置及び信頼度の各信頼性を向上させることができる。

[0065] 実施の形態１に係る位置推定装置１における特徴点推定部１０は、カメラ選択部４０が複数のカメラ画像を全て選択した場合、カメラ画像毎に、特徴点情報を推定し、特徴量算出部２１は、特徴点推定部１０がカメラ画像毎に推定した特徴点情報に基づいて、カメラ画像毎に、物体の特徴量を算出し、信頼度算出部２２は、特徴量算出部２１がカメラ画像毎に算出した特徴量に基づいて、カメラ画像毎に、物体の推定位置の信頼度を算出し、カメラ選択

部40は、信頼度算出部22がカメラ画像毎に信頼度を算出した場合、信頼度算出部22が算出したカメラ画像毎の信頼度のうちの最大の信頼度に基づいて、複数のカメラ画像のうちから少なくとも1つのカメラ画像を選択する。

[0066] 上記の構成によれば、前回選択したカメラ画像が推定位置の推定に適していない場合でも、次回では、推定位置の推定に適したカメラ画像を選ぶことができる。よって、当該カメラ画像に基づく特徴点情報、推定位置及び信頼度の各信頼性を向上させることができる。

[0067] 実施の形態1に係る信頼度推定方法は、カメラ画像に基づいて推定された物体の推定位置の信頼度を推定する信頼度推定方法であって、カメラ画像における物体の複数の特徴点に関する特徴点情報に基づいて、物体の特徴量を算出する特徴量算出ステップと、特徴量算出ステップで算出した特徴量に基づいて、信頼度を算出する信頼度算出ステップと、を含む。

上記の構成によれば、実施の形態1に係る信頼度推定装置20が奏する上述の効果と同様の効果を奏する。

なお、実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは実施の形態の任意の構成要素の省略が可能である。

産業上の利用可能性

[0068] 本開示に係る信頼度推定装置は、推定位置の信頼度自体の信頼性を向上させることができるため、位置推定装置に利用可能である。

符号の説明

[0069] 1 位置推定装置、2 カメラ、3 記憶装置、10 特徴点推定部、20 信頼度推定装置、21 特徴量算出部、22 信頼度算出部、30 位置算出部、40 カメラ選択部、50 処理回路、51 プロセッサ、52 メモリ、100 位置推定システム、201 第1の特徴量算出部、202 第2の特徴量算出部、20m 第mの特徴量算出部。

請求の範囲

- [請求項1] カメラ画像に基づいて推定された物体の推定位置の信頼度を推定する信頼度推定装置であって、
- 前記カメラ画像における前記物体の複数の特徴点に関する特徴点情報に基づいて、前記物体の特徴量を算出する特徴量算出部と、
- 前記特徴量算出部が算出した特徴量に基づいて、前記信頼度を算出する信頼度算出部と、を備えていることを特徴とする、信頼度推定装置。
- [請求項2] 前記特徴点情報は、前記特徴点の候補点群の分散を含み、
- 前記特徴量算出部は、前記特徴点の候補点群の分散に基づいて、前記特徴量を算出することを特徴とする、請求項1に記載の信頼度推定装置。
- [請求項3] 前記特徴量算出部は、前記分散の逆数に比例する特徴量を算出することを特徴とする、請求項2に記載の信頼度推定装置。
- [請求項4] 前記特徴点情報は、複数の特徴点の各推定位置、及び前記カメラ画像において前記物体が占める領域である物体領域を含み、
- 前記特徴量算出部は、前記複数の特徴点の各推定位置、及び前記物体領域に基づいて、前記複数の特徴点から構成される領域と当該物体領域とを入力にとる関数となる特徴量を算出することを特徴とする、請求項1に記載の信頼度推定装置。
- [請求項5] 前記特徴量算出部は、前記特徴量を複数算出し、
- 前記信頼度算出部は、前記特徴量算出部が複数算出した特徴量に基づいて、前記物体の推定位置の推定誤差に相関する信頼度を算出することを特徴とする、請求項1に記載の信頼度推定装置。
- [請求項6] 請求項1に記載の信頼度推定装置と、
- 前記カメラ画像に基づいて、前記特徴点情報を推定する特徴点推定部と、
- 前記特徴点推定部が推定した特徴点情報に基づいて、前記物体の推

定位置を算出する位置算出部と、を備え、

前記特徴量算出部は、前記特徴点推定部が推定した特徴点情報に基づいて、前記特徴量を算出することを特徴とする、位置推定装置。

[請求項7] 前記信頼度算出部が算出した信頼度に基づいて、複数のカメラ画像のうちから少なくとも1つのカメラ画像を選択するカメラ選択部をさらに備え、

前記特徴点推定部は、前記カメラ選択部が選択したカメラ画像に基づいて、前記特徴点情報を推定することを特徴とする、請求項6に記載の位置推定装置。

[請求項8] 前記カメラ選択部は、

前記信頼度算出部が算出した信頼度が閾値以上の場合、前回選択したカメラ画像に対応するカメラからのカメラ画像を選択し、

前記信頼度算出部が算出した信頼度が閾値未満の場合、前記複数のカメラ画像を全て選択することを特徴とする、請求項7に記載の位置推定装置。

[請求項9] 前記特徴点推定部は、前記カメラ選択部が前記複数のカメラ画像を全て選択した場合、カメラ画像毎に、前記特徴点情報を推定し、

前記特徴量算出部は、前記特徴点推定部がカメラ画像毎に推定した特徴点情報に基づいて、カメラ画像毎に、前記特徴量を算出し、

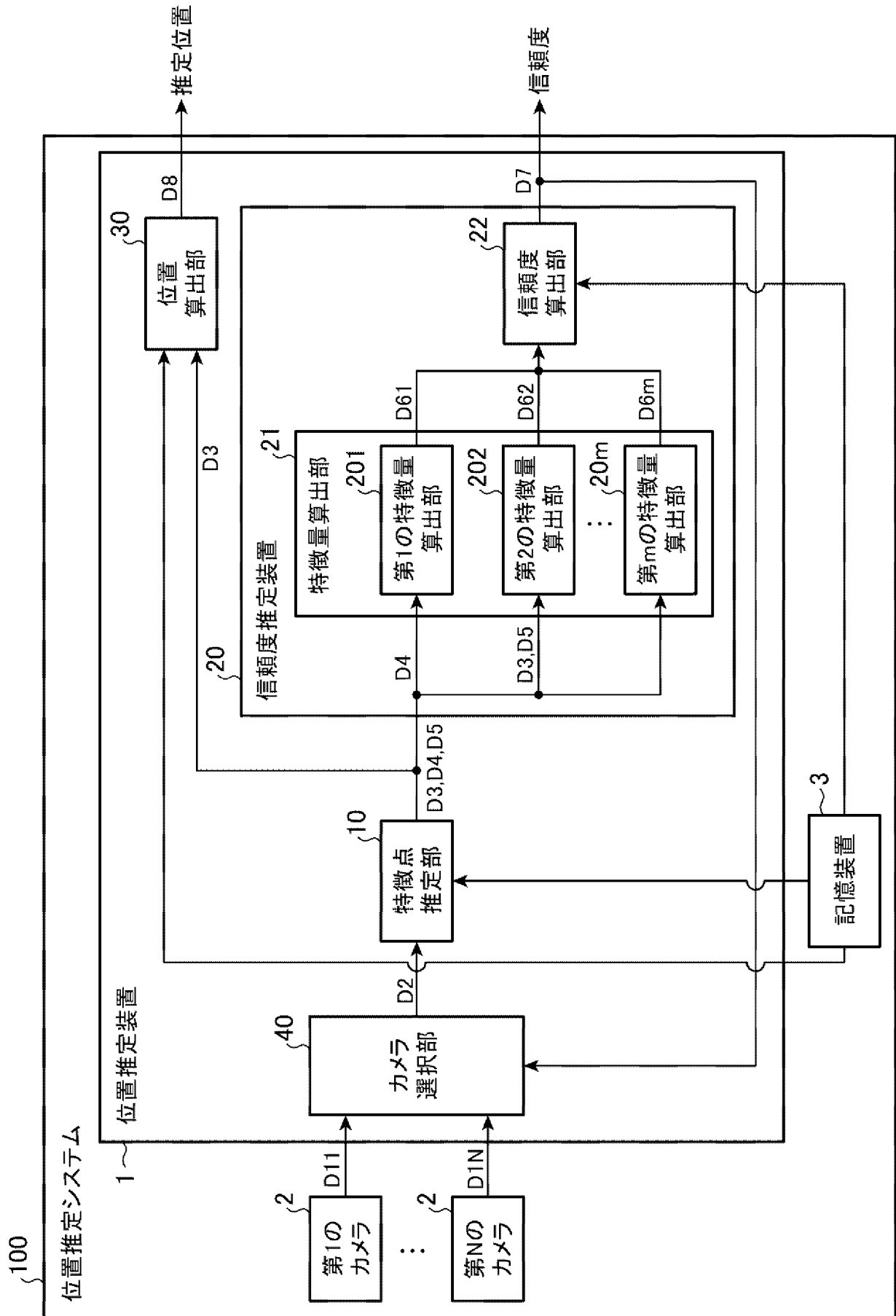
前記信頼度算出部は、前記特徴量算出部がカメラ画像毎に算出した特徴量に基づいて、カメラ画像毎に、前記信頼度を算出し、

前記カメラ選択部は、前記信頼度算出部がカメラ画像毎に前記信頼度を算出した場合、前記信頼度算出部が算出したカメラ画像毎の信頼度のうちの最大の信頼度に基づいて、前記複数のカメラ画像のうちから少なくとも1つのカメラ画像を選択することを特徴とする、請求項8に記載の位置推定装置。

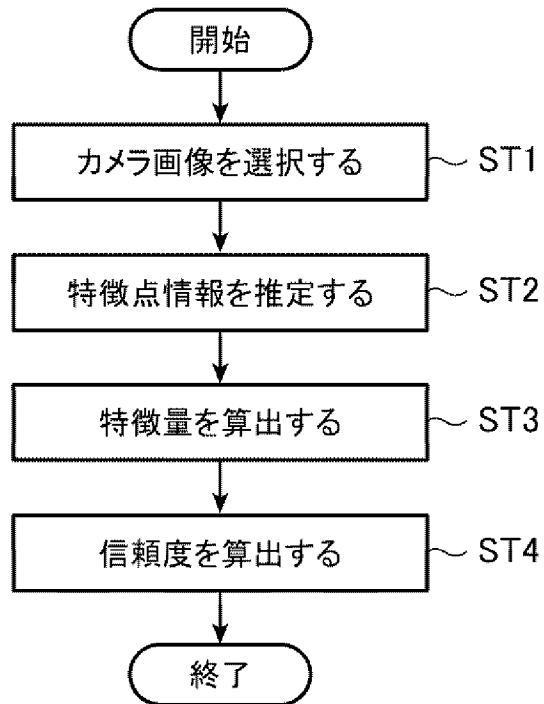
[請求項10] カメラ画像に基づいて推定された物体の推定位置の信頼度を推定する信頼度推定方法であって、

前記カメラ画像における前記物体の複数の特徴点に関する特徴点情報に基づいて、前記物体の特徴量を算出する特徴量算出ステップと、
前記特徴量算出ステップで算出した特徴量に基づいて、前記信頼度を算出する信頼度算出ステップと、を含むことを特徴とする、信頼度推定方法。

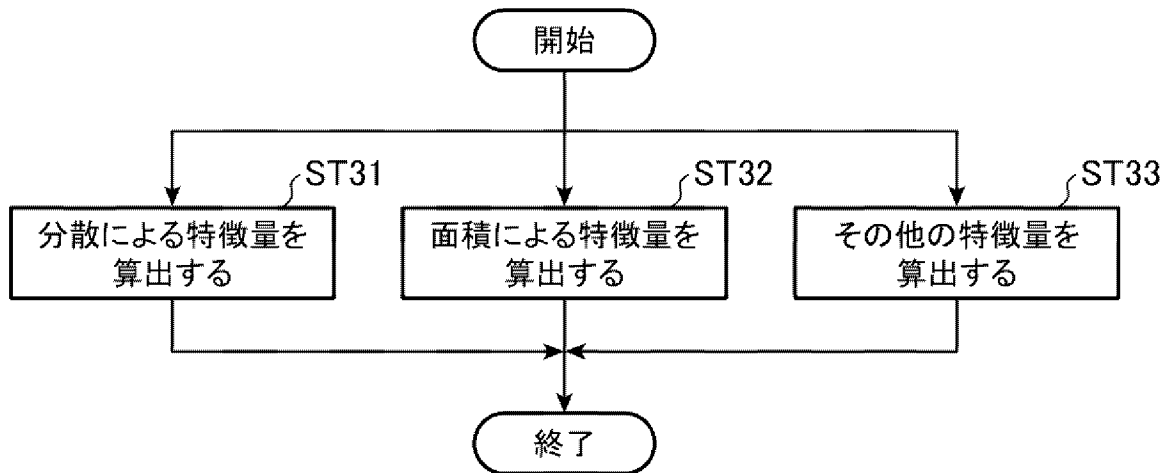
[図1]



[図2]



[図3]



[図4]

図4A

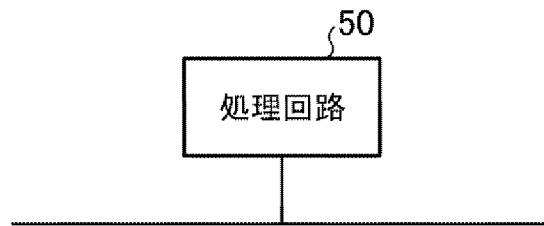
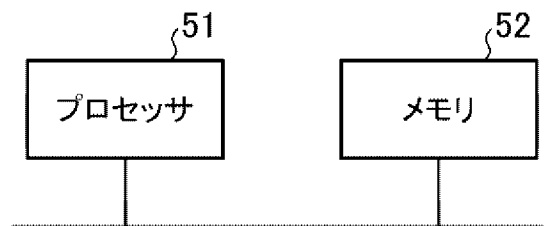


図4B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/046360

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T7/70 (2017.01) i

FI : G06T7/70 A

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	1971-2021
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.
X A	JP 2008-186246 A (AISIN SEIKI CO., LTD.) 14 August 2008 (2008-08-14) claims 1-8, paragraphs [0118]-[0122]	1-3, 5-10 4
A	JP 2008-310775 A (CANON INC.) 25 December 2008 (2008-12-25) paragraphs [0031]-[0032]	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
12 February 2021 (12.02.2021)

Date of mailing of the international search report
22 February 2021 (22.02.2021)

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/JP2020/046360

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2008-186246 A	14 Aug. 2008	US 2010/0027844 A1 claim 12, paragraphs [0211]-[0219] WO 2008/093585 A1 EP 2128821 A1	
JP 2008-310775 A	25 Dec. 2008	US 2010/0189358 A1 paragraphs [0097]- [0099] WO 2008/156184 A1 EP 2168097 A1 CN 101689303 A	

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 A														
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 <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> 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）			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													
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												
X	JP 2008-186246 A（アイシン精機株式会社）14.08.2008（2008 - 08 - 14） [請求項1] - [請求項8]，段落 [0118] - [0122]	1-3, 5-10												
A		4												
A	JP 2008-310775 A（キヤノン株式会社）25.12.2008（2008 - 12 - 25） 段落 [0031] - [0032]	1-10												
☐ 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 12.02.2021	国際調査報告の発送日 22.02.2021													
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） 佐藤 実 5H 3247 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/JP2020/046360

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2008-186246	A	14.08.2008	US 2010/0027844 A1	
				請求項12, 段落[0211]-[0219]	
				WO 2008/093585 A1	
JP	2008-310775	A	25.12.2008	EP 2128821 A1	
				US 2010/0189358 A1	
				段落[0097]-[0099]	
JP	2008-310775	A	25.12.2008	WO 2008/156184 A1	
				EP 2168097 A1	
				CN 101689303 A	