

(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12月12日(12.12.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/252615 A1

(51) 国際特許分類:
G06T 7/00 (2017.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/021343

(22) 国際出願日: 2023年6月8日(08.06.2023)

(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: 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 中野谷 学 (NAKANOYA, Manabu); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).

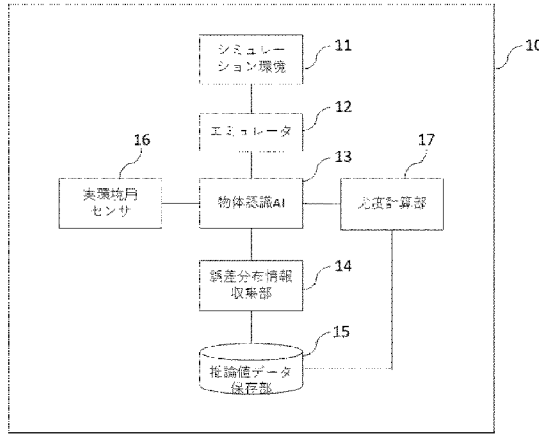
(74) 代理人: 加藤 朝道(KATO, Asamichi); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜2丁目17番19号加藤内外特許事務所内 Kanagawa (JP).

(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, 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,

(54) Title: OBJECT RECOGNITION DEVICE, OBJECT RECOGNITION METHOD, AND OBJECT RECOGNITION PROGRAM

(54) 発明の名称: 物体認識装置、物体認識方法および物体認識プログラム

[図1]



11... SIMULATION ENVIRONMENT
12... EMULATOR
13... OBJECT RECOGNITION AI
14... ERROR DISTRIBUTION INFORMATION COLLECTION UNIT
15... INFERENCE VALUE DATA PRESERVATION UNIT
16... REAL ENVIRONMENT SENSOR
17... LIKELIHOOD CALCULATION UNIT

(57) Abstract: This object recognition device comprises: an error distribution information collection unit that executes a trained object recognition AI in a simulation environment and accumulates a distribution of inference values from an inference result including confidence scores; and a likelihood calculation unit that calculates the likelihood of an inference result sequence in each of the position and orientation of an object from the distribution of the inference values accumulated for each of the position/orientation by executing the object recognition AI in the simulation environment and the inference result sequence of the object recognition AI in the real environment.

(57) 要約: 物体認識装置は、学習済み物体認識AIをシミュレーション環境で実行して、Confidence scoreを含む推論結果から推論値の分布を蓄積する誤差分布情報収集部と、前記シミュレーション環境における前記物体認識AIの実行によって物体の位置・姿勢ごとに蓄積された推論値の分布と実環境での前記物体認識AIの推論結果列とから各位置および姿勢における推論結果列の尤度を計算する尤度計算部と、を備える。

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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

物体認識装置、物体認識方法および物体認識プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、物体認識装置、物体認識方法および物体認識プログラムに関するものである。

背景技術

[0002] 人工知能の応用例の一つに空間内の物体認識がある。空間内の物体認識では、光学カメラ、LiDAR(Light Detection And Ranging)などから取得したデータに対して特定の物体（ヒト、車両など）の位置・姿勢をバウンディングボックスで推論することが行われる。そして、この推論結果は、物流倉庫や屋外土木作業現場における作業ロボットの制御や作業の監視に活用される。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：Guo, Chuan, et al. "On calibration of modern neural networks." International conference on machine learning. PMLR, 2017.
非特許文献2：Kueppers, Fabian, et al. "Multivariate confidence calibration for object detection." Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition workshops. 2020.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] なお、上記先行技術文献の各開示を、本書に引用をもって組み込むものとする。以下の分析は、本発明者らによってなされたものである。

[0005] ところで、認識モデルの訓練には、一般にドメインごとに大量のアノテーション（バウンディングボックス）付きデータセットが必要であるので、物体認識の結果を活用する現場環境でのアノテーション（バウンディングボックス）付きデータセットが大量に必要となる。しかしながら実環境における

アノテーション（バウンディングボックス）付きデータセットを大量に取得することは容易ではないことも多く、物体認識の精度を向上させることの障害になってしまう。

[0006] また、物体認識の結果は誤差を含み得るものであるが、物体認識の結果自体は、誤差の量に対する情報が提供されていない。例えば、誤差の見込み値は、衝突リスクの見積もりや制御に必要な精度が見込める推論であるかの判断に利用できるので、物体認識の結果の応用では、推論値だけでなく推論の信頼性（誤差の見込み値）についての情報も必要とされている。

[0007] 物体認識の結果は位置・姿勢の推定だけではなく、confidence scoreを含んでいるが、confidence scoreと推論結果の信頼性との相関はゆるい。また、推論結果自体のばらつき（安定しない推論結果は信頼性が低い）も参考になるが、安定していても高精度時の必要条件に過ぎない（ばらついていなくても高精度とは限らない）。例えば、非特許文献1は、画像分類AI(Artificial Intelligence)において、confidence scoreと実際の尤度(likelihood)の乖離を指摘し、偏りを是正する方法としてNNの出力(logit)のソフトマックス適用時に温度パラメータを適用することでconfidence scoreのばらつきを調整する方法を提案している。また、非特許文献2は、尤度(likelihood)の定義を推論したbounding boxとground truthが特定のIOU閾値内である確率として、多次元の検出結果（位置、ボックスサイズ、物体種類）を使ってcalibrationする方法を具体化して評価し、2次元の物体認識AIのconfidence scoreのキャリブレーションを提案している。なお、物体認識などの回帰系のタスクでは本来“外れ具合”は連続量だが、物体検出タスクの非特許文献2においても正解／不正解の2値推論に対するキャリブレーションとなっており、キャリブレーション関数のパラメータ推定に追加データが必要である。

[0008] 本発明の目的は、上述した課題を鑑み、物体認識AIの推論値（物体位置・姿勢 confidence score）に対する誤差（ばらつき）の評価を提供することに寄与する物体認識装置、物体認識方法および物体認識プログラムを提供することである。

課題を解決するための手段

- [0009] 本発明の第1の視点では、学習済み物体認識A Iをシミュレーション環境で実行して、Confidence scoreを含む推論結果から推論値の分布を蓄積する誤差分布情報収集部と、前記シミュレーション環境における前記物体認識A Iの実行によって物体の位置・姿勢ごとに蓄積された推論値の分布と実環境での前記物体認識A Iの推論結果列とから各位置および姿勢における推論結果列の尤度を計算する尤度計算部と、を備える物体認識装置が提供される。
- [0010] 本発明の第2の視点では、学習済み物体認識A Iをシミュレーション環境で実行して、Confidence scoreを含む推論結果から推論値の分布を蓄積し、前記シミュレーション環境における前記物体認識A Iの実行によって物体の位置・姿勢ごとに蓄積された推論値の分布と実環境での前記物体認識A Iの推論結果列とから各位置および姿勢における推論結果列の尤度を計算する、物体認識方法が提供される。
- [0011] 本発明の第3の視点は、学習済み物体認識A Iをシミュレーション環境で実行して、Confidence scoreを含む推論結果から推論値の分布を蓄積し、前記シミュレーション環境における前記物体認識A Iの実行によって物体の位置・姿勢ごとに蓄積された推論値の分布と実環境での前記物体認識A Iの推論結果列とから各位置および姿勢における推論結果列の尤度を計算する、処理を情報処理装置に実行させる物体認識プログラムが提供される。

なお、このプログラムは、コンピュータが読み取り可能な記憶媒体に記録することができる。記憶媒体は、半導体メモリ、ハードディスク、磁気記録媒体、光記録媒体等の非トランジェント（non-transient）なものとすることができる。本発明は、コンピュータプログラム製品として具現することも可能である。

発明の効果

- [0012] 本発明の各視点によれば、物体認識A Iの推論値（物体位置・姿勢 confidence score）に対する誤差（ばらつき）の評価を提供することに寄与する物体認識装置、物体認識方法および物体認識プログラムを提供することができる。

る。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、第1実施形態に係る物体認識装置の機能ブロック図である。

[図2]図2は、サンプル空間の例を示す図である。

[図3]図3は、サンプル空間上で実行した物体認識の推論値の例を示す図である。

[図4]図4は、実環境上で得られた推論値 p_i の分布の例を示す図である。

[図5]図5は、第1実施形態に係る物体認識方法の手順を示すフローチャートである。

[図6]図6は、第2実施形態に係る物体認識装置の機能ブロック図である。

[図7]図7は、第2実施形態に係る物体認識方法の手順を示すフローチャートである。

[図8]図8は、第2実施形態における尤度マップの可視化の一例を示す図である。

[図9]図9は、実施形態に用いられる物体認識装置のハードウェア構成例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。ただし、以下に説明する実施形態により本発明が限定されるものではない。また、各図面において、同一または対応する要素には適宜同一の符号を付している。さらに、図面は模式的なものであり、各要素の寸法の関係、各要素の比率などは、現実のものとは異なる場合があることに留意する必要がある。図面の相互間においても、互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれている場合がある。

[0015] (第1実施形態)

図1は、第1実施形態に係る物体認識装置の機能ブロック図である。図1に示すように、物体認識装置10は、シミュレーション環境11とエミュレータ12と物体認識A113と誤差分布情報収集部14と推論値データ保存

部 1 5 と実環境用センサ 1 6 と尤度計算部 1 7 とを備えている。

[0016] シミュレーション環境 1 1 は、物体認識装置 1 0 を適用する実環境を仮想的に構築したものであり、例えば、空間ベクトルの各要素を離散化してその組み合わせで構成することができる。なお、各要素の離散化を細分化するほど近似精度が向上するが、計算負荷との兼ね合いで要素数を適切に制限することが好ましい。

[0017] エミュレータ 1 2 は、実環境用センサ 1 6 の特性を模倣するプログラムである。実環境用センサ 1 6 は実環境のデータを検知する際に誤差ないし偏りを含むことがあり、この誤差ないし偏りが物体認識 A 1 1 3 の推論結果に誤差を生じさせる原因にもなってしまう。エミュレータ 1 2 は、実環境用センサ 1 6 が有する誤差の原因となる特性を模倣し、シミュレーション環境 1 1 で物体認識 A 1 1 3 を実行した場合でも実環境用センサ 1 6 の特性に起因する誤差の情報を取得することができるようにする。なお、エミュレータ 1 2 は、シミュレーション環境 1 1 と別のプログラムとして実装することもできるが、シミュレーション環境 1 1 の一部として実装することも可能である。

[0018] 物体認識 A 1 1 3 は、空間に対する検出データを入力として、その空間内に存在する物体の位置および姿勢ならびに物体の種類などを推定する人工知能である。入力に用いられる検出データは、例えば画像や映像を用いることができるが、レーザー光を照射して、その反射光の情報をもとに対象物までの距離や対象物の形などを計測するLiDAR(Light Detection And Ranging)技術の出力を用いることもできる。

[0019] 誤差分布情報収集部 1 4 は、学習済み物体認識 A 1 1 3 をシミュレーション環境 1 1 で実行して、Confidence scoreを含む推論結果から推論値の分布を推測・蓄積する。誤差分布情報収集部 1 4 が取得した推論値は、シミュレーション環境 1 1 に構築した物体の真の位置および姿勢と共に推論値データ保存部 1 5 に蓄積する。

[0020] 実環境用センサ 1 6 は、物体認識装置 1 0 を適用する実環境の空間情報を検出するセンサであり、例えば光学機器とCMOSなどの撮像素子を組み合わせ

た装置やレーザー光を照射して、その反射光の情報をもとに対象物までの距離や対象物の形などを計測するLiDAR装置を用いることができる。

[0021] 尤度計算部17は、シミュレーション環境11における物体認識A113の実行によって物体の位置・姿勢ごとに蓄積された推論値の分布と実環境での物体認識A113の推論結果列とから各位置および姿勢における推論結果列の尤度を計算する。尤度とは、観測値が与えられたとき、それを説明するモデルや分布などの母数（パラメーター）の値の尤もらしさのことであり、この場合、物体認識A113の推論結果から、その推論値を説明する物体の位置および姿勢の尤もらしさを意味する。物体認識A113の推論結果は、物体の真の位置および姿勢を正しく推論できていることもあるが、実環境用センサ16が取得したデータに含まれる誤差の影響や物体認識A113の不完全さに起因して、物体の真の位置および姿勢とは異なる推論値が得られることもある。尤度計算部17は、尤度の計算をすることで、物体認識A113の推論結果から、その推論値を説明する物体の位置および姿勢の尤もらしい位置および姿勢を計算する。

[0022] このように、物体認識A113の推論結果から、その推論値を説明する物体の位置および姿勢の尤もらしい位置および姿勢を尤度は意味しているので、物体認識装置10は物体認識A113の推論値（物体位置・姿勢 confidence score）に対する誤差の情報を提供することができる。すなわち、物体認識装置10は物体認識A113の推論値に尤度の情報を付加して提供することで、物体認識に含まれる誤差の影響を踏まえて推論値を活用することができる。

[0023] ここで、尤度の計算方法についてより詳しく説明を行う。

（記号の定義）

・ p : 位置・姿勢、確信度を含む推論値ベクトル (e.g. $[c, l_x, l_y, l_z, dx, dy, dz, rz, s]$ 、ここで、 c は物体種類、 l_x, l_y, l_z は物体位置、 dx, dy, dz は物体サイズ、 rz は回転角、 s は確信度である。)

・ p_i : 一定時間に認識モデルから出力された $i (=1, 2, \dots, N)$ 番目の推論値

・ g : 真の物体位置・姿勢ベクトル (e.g. $[c, l_x, l_y, l_z, dx, dy, dz, rz]$)

以下の説明では簡単のために $g = [l_x, l_y, rz] \in \mathbb{R}^3$

・ G : g の集合 (i.e. $G = \{g_k \mid k=1, 2, \dots, K\}$)

・ $f(p|g)$: 真の物体位置が g の時の推論値 p の確率密度関数

[0024] (シミュレーション環境での物体認識)

1. g の集合となるサンプル空間 G を定義する。

・ ベクトルの各要素を離散化しその組み合わせを生成

・ サンプリング効率、近似精度確保のため要素を制限

図 2 はサンプル空間の例を示す図である。図 2 に示すサンプル空間の例では、 $g_1 = [1, 1, 0]$, $g_2 = [1, 2, 0]$, $g_3 = [-1, 1, 0]$, $g_4 = [-1, 2, 0]$ が定義されている。

[0025] 2. シミュレーション環境上で各 g に対して物体認識 $A \mid 1 \ 3$ を実行して $f(p|g)$ を計算する。

・ 推論値 p_i からカーネル密度推定 (or 多次元正規分布近似) によって $f(p|g)$ を得る。

・ 得られた $f(p|g)$ は基本的に正規分布の和の分布のため高速に計算が可能である。

図 3 は、サンプル空間上で実行した物体認識の推論値の例を示す図である。図 3 には、推論が正確な典型例として g_1 に対する推論結果 $f(p|g_1)$ と、自信満々に間違えている典型例として g_2 に対する推論結果 $f(p|g_2)$ が記載されている。 g_1 に対する推論結果 $f(p|g_1)$ は真の物体位置 $g_1 = [1, 1, 0]$ を正確に推論できているうえで、確信度 s も 1 に近い。つまり、推論結果 $f(p|g_1)$ を信頼することができる例である。一方、 g_2 に対する推論結果 $f(p|g_2)$ は真の物体位置 $g_2 = [1, 2, 0]$ を正確に推論できていないのに、確信度 s が 1 に近い。つまり、確信度 s が高いものの推論結果を信頼することができない例である。

[0026] 3. (option) サンプル空間上で隣接する $f(p|g)$ 間の分布間距離を計算し、この距離が閾値を超えた場合、中間点 $(g_k + g_l)/2$ をサンプル空間 G に追加して再

シミュレーションを行うことで、推定精度を向上させることも可能である。

[0027] (実環境での物体認識の尤度計算)

4. 実環境上で得られた推論値 p_i とシミュレーション環境上で得られた確率密度関数 $f(p|g)$ とを基に、真の物体位置 g の尤度の分布を近似的に計算する。

図4は、実環境上で得られた推論値 p_i の分布の例を示す図である。図4に示す例では、実環境上で得られた推論値は $p_1=[1.1, 1.5, 0, 0.7]$, $p_2=[0.9, 1.2, 0, 0.9]$, $p_3=[1.0, 1.1, 0, 0.8]$ である。これらの推論値 p_1 , p_2 , p_3 とシミュレーション環境上で得られた確率密度関数 $f(p|g)$ とを用いて下記の同時確率を計算することで、真の物体位置 g の尤度を得る。

[数1]

$$P(g|p_i) = \frac{\prod_i f(p_i|g)}{\sum_{g \in G} \prod_i f(p_i|g)}$$

[0028] 上記同時確率を計算した結果、例えば以下のような尤度を得られた場合、真の物体位置が g_1 である尤度は0.54であるので最も尤もらしいが、真の物体位置が g_2 である尤度は0.44であるので真の物体位置が g_2 であることも尤もらしい。つまり、真の物体位置は g_1 である可能性が高いが y 軸方向に誤差が大きいのだろうという判断をすることができる。この誤差の情報を実環境における作業の制御に反映することで、制御のミスを削減することも可能である。

[数2]

$$P(g|p) = \begin{pmatrix} 0.54 \\ 0.44 \\ 0.01 \\ 0.01 \end{pmatrix}$$

[0029] (物体認識方法)

図5は、第1実施形態に係る物体認識方法の手順を示すフローチャートである。図5に示すように、物体認識方法は、誤差分布情報収集ステップ（ステップS1）と、尤度計算ステップ（ステップS2）を有している。

[0030] 誤差分布情報収集ステップ（ステップS1）では、学習済み物体認識A1

をシミュレーション環境で実行して、Confidence scoreを含む推論結果から推論値の分布を蓄積する。シミュレーション環境の構成や推論結果から推論値の分布を計算する方法は物体認識装置 10 と同様の方法を用いることができる。

[0031] 尤度計算ステップ（ステップ S2）では、シミュレーション環境における物体認識 A1 の実行によって物体の位置・姿勢ごとに蓄積された推論値の分布と実環境での物体認識 A1 の推論結果列とから各位置および姿勢における推論結果列の尤度を計算する。尤度計算の方法は物体認識装置 10 と同様の方法を用いることができる。

[0032] （第 2 実施形態）

図 6 は、第 2 実施形態に係る物体認識装置の機能ブロック図である。図 6 に示すように、物体認識装置 20 は、シミュレーション環境 11 とエミュレータ 12 と物体認識 A113 と誤差分布情報収集部 14 と推論値データ保存部 15 と実環境用センサ 16 と尤度計算部 17 と尤度マップ作成部 18 を備えている。シミュレーション環境 11 とエミュレータ 12 と物体認識 A113 と誤差分布情報収集部 14 と推論値データ保存部 15 と実環境用センサ 16 と尤度計算部 17 は第 1 実施形態に係る物体認識装置 10 と同様に構成することができるので、ここでは説明を省略し、尤度マップ作成部 18 についての説明を行う。

[0033] 尤度マップ作成部 18 は、尤度の分布をマップに可視化する。先述したように、推論値を説明する物体の位置および姿勢の尤もらしい位置および姿勢を尤度は意味しているので、尤度自体が既に推論値を活用することに資する情報である。しかしながら、利便性を考えるならば、尤度を単なる数値として出力するのではなく、マップに可視化の方が利便性は高い。そこで尤度マップ作成部 18 は、ドロネー図を用いて尤度の分布を可視化すること、またはヒートマップを用いて尤度の分布を可視化することが考えられる。

[0034] ドロネー図を用いて尤度の分布を可視化する方法は、サンプル空間 G に対してドロネー図を作成し（ドロネー三角形分割）、三角形の線分を高さ（今

回は尤度)を表す点の集合として同じ高さを持つ点を線分で結び、XY平面に射影すると等高線となる。また、ヒートマップを用いて尤度の分布を可視化する方法は、XY平面上に色を表示するグリッドを定義し、グリッド内の1つのセルの中心点から近い順にn個の点をサンプルする。そして、中心点からの距離で加重平均した高さ(今回は尤度)をそのセルの高さとしてカラーマップから色をマッピングする。

[0035] (物体認識方法)

図7は、第2実施形態に係る物体認識方法の手順を示すフローチャートである。図7に示すように、物体認識方法は、誤差分布情報収集ステップ(ステップS1)と、尤度計算ステップ(ステップS2)と尤度マップ作成ステップ(ステップS3)を有している。

[0036] 誤差分布情報収集ステップ(ステップS1)では、学習済み物体認識AIをシミュレーション環境で実行して、Confidence scoreを含む推論結果から推論値の分布を蓄積する。シミュレーション環境の構成や推論結果から推論値の分布を計算する方法は物体認識装置10と同様の方法を用いることができる。

[0037] 尤度計算ステップ(ステップS2)では、シミュレーション環境における物体認識AIの実行によって物体の位置・姿勢ごとに蓄積された推論値の分布と実環境での物体認識AIの推論結果列とから各位置および姿勢における推論結果列の尤度を計算する。尤度計算の方法は物体認識装置10と同様の方法を用いることができる。

[0038] 尤度マップ作成ステップ(ステップS3)では、尤度の分布をマップに可視化する。尤度の分布をマップに可視化する方法は、上述のように、ドロネー図を用いて尤度の分布を可視化すること、またはヒートマップを用いて尤度の分布を可視化することが考えられる。先述したように、推論値を説明する物体の位置および姿勢の尤もらしい位置および姿勢を尤度は意味しているが、利便性を考えるならば、尤度を単なる数値として出力するのではなく、マップに可視化の方が利便性は高い。例えば図8のように、尤度の高い位

置の領域をマップに可視化すると、 y 軸方向に誤差が大きいことが容易に理解できる。なお、図8は第2実施形態における尤度マップの可視化の一例を示す図であり、尤度マップの可視化の方法は、用途に応じて適宜選択することができる。

[0039] (ハードウェア構成例)

図9は、実施形態に用いられる物体認識装置のハードウェア構成例を示す図である。すなわち、物体認識装置10、20は、図9に示すハードウェア構成を採用した情報処理装置（コンピュータ）30にて、上記説明した物体認識方法をプログラムとして実行させることで、物体認識装置10、20における各機能を実現することを可能にする。ただし、図9に示すハードウェア構成例は、物体認識装置10、20の各機能を実現するハードウェア構成の一例であり、物体認識装置10、20のハードウェア構成を限定する趣旨ではない。物体認識装置10、20は、図9に示さないハードウェアを含むことができる。

[0040] 図9に示すように、物体認識装置10、20が採用し得るハードウェア構成は、例えば内部バスにより相互に接続される、CPU（Central Processing Unit）31、主記憶装置32、補助記憶装置33、およびIF（Interface）部34を備える。

[0041] CPU31は、情報処理装置（コンピュータ）30が実行する物体認識プログラムに含まれる各指令を実行する。主記憶装置32は、例えばRAM（Random Access Memory）であり、情報処理装置（コンピュータ）30が実行する物体認識プログラムなどの各種プログラムなどをCPU31が処理するために一時記憶する。

[0042] 補助記憶装置33は、例えば、HDD（Hard Disk Drive）であり、情報処理装置（コンピュータ）30が実行する物体認識プログラムなどの各種プログラムなどを中長期的に記憶しておくことが可能である。物体認識プログラムなどの各種プログラムは、非一時的なコンピュータ可読記録媒体（non-transitory computer-readable storage medium）に記録されたプログラム製品

として提供することができる。

[0043] IF部34は、例えば物体認識装置10、20の入出力に関するインターフェイスを提供する。

[0044] 上記のようなハードウェア構成を採用した情報処理装置（コンピュータ）30は、先述した物体認識方法をプログラムとして実行することで、物体認識装置10、20の各機能を実現する。

[0045] 上記の実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載され得るが、以下には限られない。

[付記1]

学習済み物体認識AIをシミュレーション環境で実行して、Confidence scoreを含む推論結果から推論値の分布を蓄積する誤差分布情報収集部と、

前記シミュレーション環境における前記物体認識AIの実行によって物体の位置・姿勢ごとに蓄積された推論値の分布と実環境での前記物体認識AIの推論結果列とから各位置および姿勢における推論結果列の尤度を計算する尤度計算部と、

を備える物体認識装置。

[付記2]

前記尤度の分布をマップに可視化する尤度マップ作成部を備える付記1に記載の物体認識装置。

[付記3]

前記尤度マップ作成部は、ドロネー図を用いて前記尤度の分布を可視化する付記2に記載の物体認識装置。

[付記4]

前記尤度マップ作成部は、ヒートマップを用いて前記尤度の分布を可視化する付記2に記載の物体認識装置。

[付記5]

前記誤差分布情報収集部は、前記実環境の物体認識に用いるセンサの特性を模倣するエミュレータを介して前記シミュレーション環境のデータを取得

する付記 1 ～ 4 のいずれかに記載の物体認識装置。

[付記 6]

前記尤度計算部は、前記各位置および姿勢における推論結果列から同時確率を計算することで前記尤度を計算する付記 1 ～ 5 のいずれかに記載の物体認識装置。

[付記 7]

前記尤度の結果を前記実環境における作業の制御に活用する付記 1 ～ 6 のいずれかに記載の物体認識装置。

[付記 8]

学習済み物体認識 A I をシミュレーション環境で実行して、Confidence scoreを含む推論結果から推論値の分布を蓄積し、

前記シミュレーション環境における前記物体認識 A I の実行によって物体の位置・姿勢ごとに蓄積された推論値の分布と実環境での前記物体認識 A I の推論結果列とから各位置および姿勢における推論結果列の尤度を計算する、物体認識方法。

[付記 9]

前記尤度の分布をマップに可視化する付記 8 に記載の物体認識方法。

[付記 10]

学習済み物体認識 A I をシミュレーション環境で実行して、Confidence scoreを含む推論結果から推論値の分布を蓄積し、

前記シミュレーション環境における前記物体認識 A I の実行によって物体の位置・姿勢ごとに蓄積された推論値の分布と実環境での前記物体認識 A I の推論結果列とから各位置および姿勢における推論結果列の尤度を計算する、処理を情報処理装置に実行させる物体認識プログラム。

[0046] なお、引用した上記の特許文献等の各開示は、本書に引用をもって繰り込むものとする。本発明の全開示（請求の範囲を含む）の枠内において、さらにその基本的技術思想に基づいて、実施形態ないし実施例の変更・調整が可能である。また、本発明の全開示の枠内において種々の開示要素（各請求項

の各要素、各実施形態ないし実施例の各要素、各図面の各要素等を含む)の多様な組み合わせ、ないし、選択(部分的削除を含む)が可能である。すなわち、本発明は、請求の範囲を含む全開示、技術的思想にしたがって当業者であればなし得るであろう各種変形、修正を含むことは勿論である。特に、本書に記載した数値範囲については、当該範囲内に含まれる任意の数値ないし小範囲が、別段の記載のない場合でも具体的に記載されているものと解釈されるべきである。さらに、上記引用した文献の各開示事項は、必要に応じ、本発明の趣旨に則り、本発明の開示の一部として、その一部又は全部を、本書の記載事項と組み合わせて用いることも、本願の開示事項に含まれるものと、みなされる。

符号の説明

- [0047] 1 0, 2 0 物体認識装置
- 1 1 シミュレーション環境
- 1 2 エミュレータ
- 1 3 物体認識 A I
- 1 4 誤差分布情報収集部
- 1 5 推論値データ保存部
- 1 6 実環境用センサ
- 1 7 尤度計算部
- 1 8 尤度マップ作成部
- 3 0 情報処理装置
- 3 1 C P U
- 3 2 主記憶装置
- 3 3 補助記憶装置
- 3 4 I F 部

請求の範囲

- [請求項1] 学習済み物体認識 A I をシミュレーション環境で実行して、Confidence scoreを含む推論結果から推論値の分布を蓄積する誤差分布情報収集部と、
- 前記シミュレーション環境における前記物体認識 A I の実行によって物体の位置・姿勢ごとに蓄積された推論値の分布と実環境での前記物体認識 A I の推論結果列とから各位置および姿勢における推論結果列の尤度を計算する尤度計算部と、
- を備える物体認識装置。
- [請求項2] 前記尤度の分布をマップに可視化する尤度マップ作成部を備える請求項 1 に記載の物体認識装置。
- [請求項3] 前記尤度マップ作成部は、ドロネー図を用いて前記尤度の分布を可視化する請求項 2 に記載の物体認識装置。
- [請求項4] 前記尤度マップ作成部は、ヒートマップを用いて前記尤度の分布を可視化する請求項 2 に記載の物体認識装置。
- [請求項5] 前記誤差分布情報収集部は、前記実環境の物体認識に用いるセンサの特性を模倣するエミュレータを介して前記シミュレーション環境のデータを取得する請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の物体認識装置。
- [請求項6] 前記尤度計算部は、前記各位置および姿勢における推論結果列から同時確率を計算することで前記尤度を計算する請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の物体認識装置。
- [請求項7] 前記尤度の結果を前記実環境における作業の制御に活用する請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の物体認識装置。
- [請求項8] 学習済み物体認識 A I をシミュレーション環境で実行して、Confidence scoreを含む推論結果から推論値の分布を蓄積し、
- 前記シミュレーション環境における前記物体認識 A I の実行によって物体の位置・姿勢ごとに蓄積された推論値の分布と実環境での前記物体認識 A I の推論結果列とから各位置および姿勢における推論結果

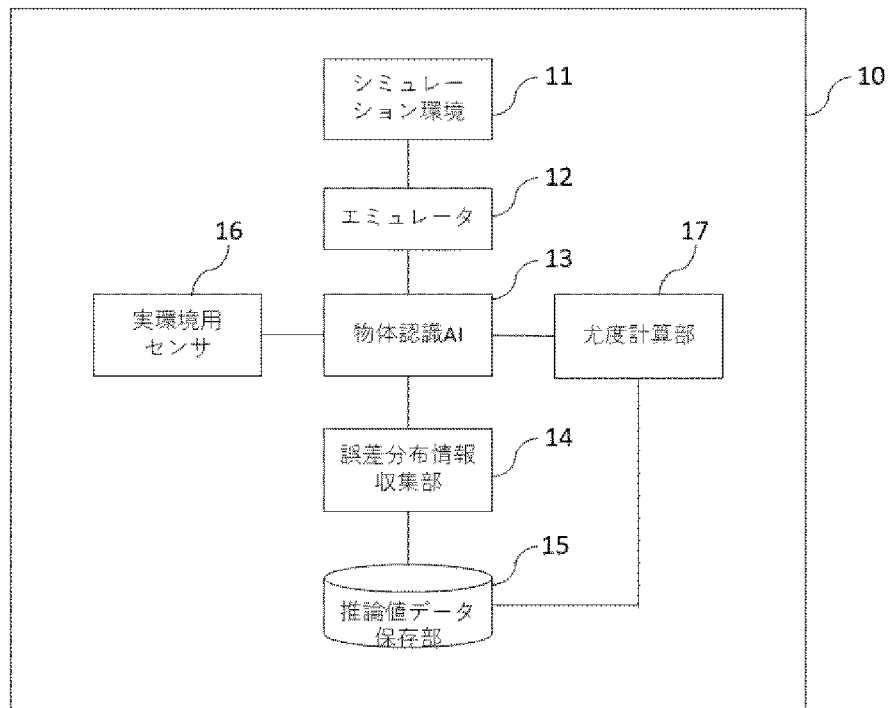
列の尤度を計算する、物体認識方法。

[請求項9] 前記尤度の分布をマップに可視化する請求項8に記載の物体認識方法。

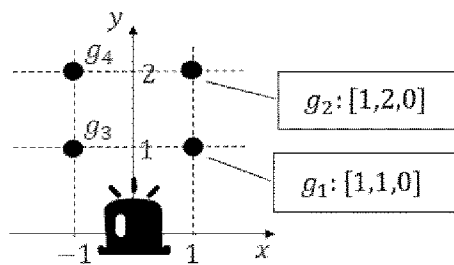
[請求項10] 学習済み物体認識A Iをシミュレーション環境で実行して、Confidence scoreを含む推論結果から推論値の分布を蓄積し、

前記シミュレーション環境における前記物体認識A Iの実行によって物体の位置・姿勢ごとに蓄積された推論値の分布と実環境での前記物体認識A Iの推論結果列とから各位置および姿勢における推論結果列の尤度を計算する、処理を情報処理装置に実行させる物体認識プログラム。

[図1]

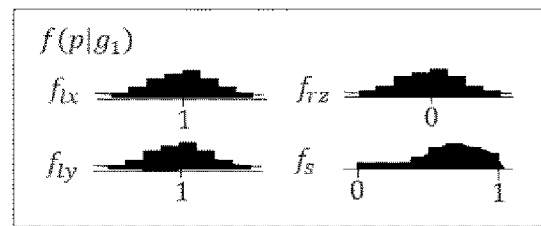


[図2]

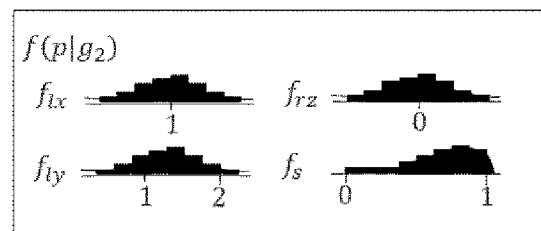


[図3]

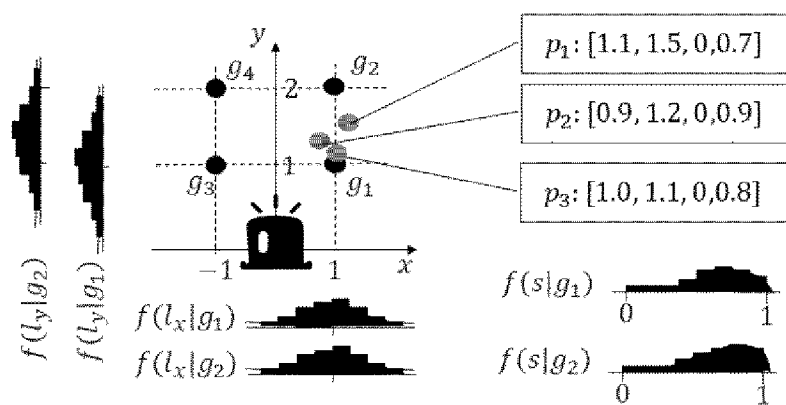
(推論が正確な典型例)



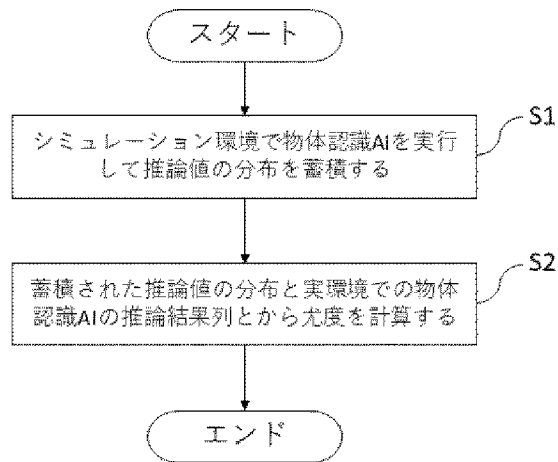
(自信満々に間違えている典型例)



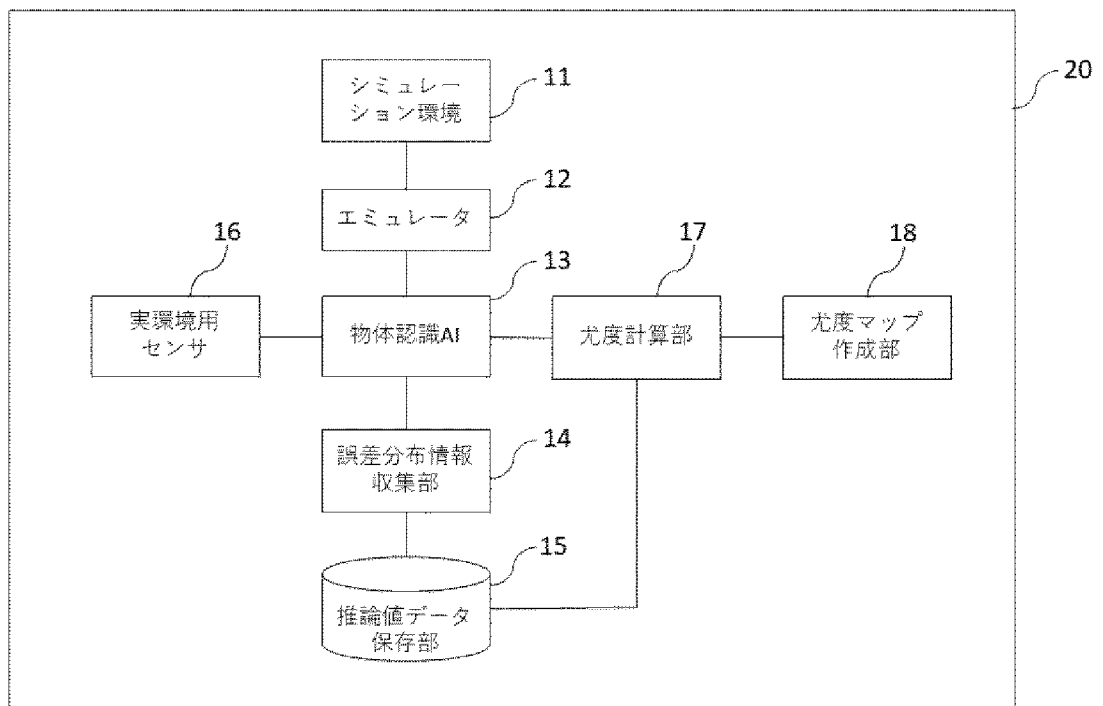
[図4]



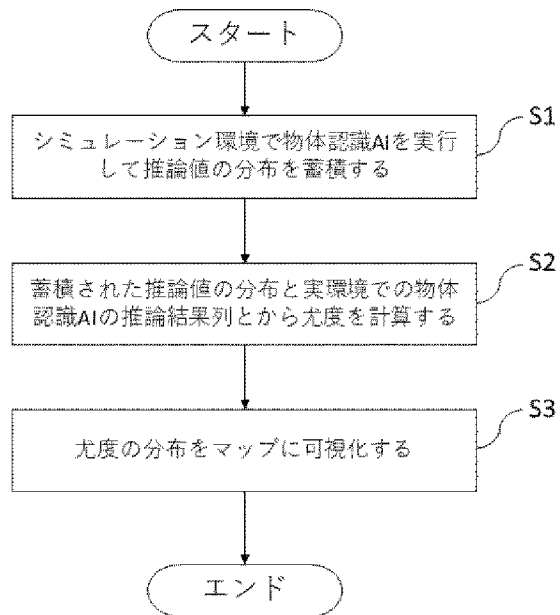
[図5]



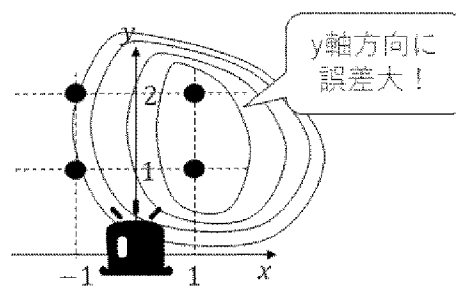
[図6]



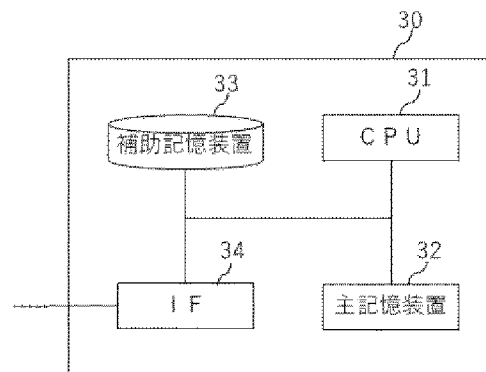
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/021343

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G06T 7/00**(2017.01)i

FI: G06T7/00 350C

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 1971-2023

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	NAKANOYA, Manabu et al. Personalized Federated Learning of Driver Prediction Models for Autonomous Driving. [online]. 02 December 2021, Retrieved from the Internet:<URL: https://arxiv.org/abs/2112.00956 >, [retrieved on: 10 July 2023] particularly, sections I-IV	1-10
A	NAKANOYA, Manabu et al. Environment-Adaptive Sizing and Placement of NFV Service Chains with Accelerated Reinforcement Learning. [online]. 2019, Retrieved from the Internet:<URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/8717919 >, [retrieved on: 10 July 2023] particularly, sections I-IV	1-10



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 July 2023

Date of mailing of the international search report

18 July 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.

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 350C										
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 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023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 - 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
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	NAKANOYA, Manabu et al., Personalized Federated Learning of Driver Prediction Models for Autonomous Driving, [online], 2021.12.02, Retrieved from the Internet:<URL: https://arxiv.org/abs/2112.00956>, [retrieved on : 2023.07.10] 特に、第I~IV項	1-10								
A	NAKANOYA, Manabu et al., Environment-Adaptive Sizing and Placement of NFV Service Chains with Accelerated Reinforcement Learning, [online], 2019, Retrieved from the Internet:<URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/8717919>, [retrieved on : 2023.07.10] 特に、第I~IV項	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 “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 </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 “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 </td> </tr> </table>			* 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						
* 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 10.07.2023	国際調査報告の発送日 18.07.2023									
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） 片岡 利延 5H 4881 電話番号 03-3581-1101 内線 3531									