

(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6月6日(06.06.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/116415 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 17/89 (2020.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/044631
- (22) 国際出願日: 2022年12月2日(02.12.2022)
- (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: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: ウ 小軍(WU, Xiaojun); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 谷田 隆一(TANIDA,

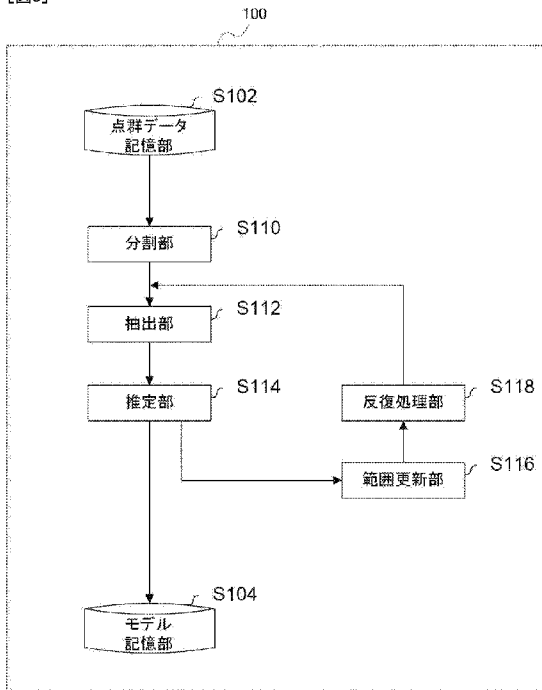
Ryuichi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 渡邊 真由子 (WATANABE, Mayuko); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 五十嵐 勇(IGARASHI, Isamu); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 島村 潤(SHIMAMURA, Jun); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人太陽国際特許事務所(TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 Tokyo (JP).

(54) Title: ESTIMATION DEVICE, ESTIMATION METHOD, AND ESTIMATION PROGRAM

(54) 発明の名称: 推定装置、推定方法、及び推定プログラム

[図3]



S102... Point cloud data storage unit
S104... Model storage unit
S110... Division unit
S112... Extraction unit
S114... Estimation unit
S116... Range update unit
S118... Iterative processing unit

(57) Abstract: An estimation device comprising: a division unit that uses a predetermined space division method to divide point cloud data to be modeled into voxel groups each formed from a plurality of voxels in accordance with the depth of a specified hierarchical level; an estimation unit that performs model estimation using the divided voxel groups and outputs an estimation result obtained by modeling the point cloud data; a range update unit that uses the divided voxel groups and the output estimation result to obtain a set of intersections and obtain partial voxel groups in which a processing subject

WO 2024/116415 A1

(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, 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))

of the voxel groups has been updated; and an iterative processing unit that repeats the model estimation and the update of the partial voxel groups until the hierarchical level of the depth of the process subject satisfies a predetermined condition.

(57) 要約: 推定装置は、モデル化の対象とする点群データを所定の空間分割の手法を用いて、指定された階層の深さに応じて、複数のボクセルの各々からなるボクセル群に分割する分割部と、分割された前記ボクセル群を用いてモデル推定を行い、前記点群データをモデル化した推定結果を出力する推定部と、分割された前記ボクセル群と、出力された前記推定結果とを用いて、交差の集合を求めて前記ボクセル群の処理対象を更新した部分ボクセル群を求める範囲更新部と、処理対象の前記深さの階層が所定の条件を満たすまで、前記モデル推定、及び前記部分ボクセル群の更新を繰り返す反復処理部と、を含む。

明 細 書

発明の名称：推定装置、推定方法、及び推定プログラム

技術分野

[0001] 開示の技術は、推定装置、推定方法、及び推定プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、LiDAR (Light Detection And Ranging) 等の測定器により実空間を測定し、3次元の点群データで表すことが行われている（例えば非特許文献1参照）。このように実空間の位置をデータ化することにより、社会インフラの維持管理等に活用される。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：Graziosi, D., Nakagami, O., Kuma, S., Zagheto, A., Suzuki, T., & Tabatabai, A., "An overview of ongoing point cloud compression standardization activities: video-based (V-PCC) and geometry-based (G-PCC)", MPEG Point Cloud Compression, April 7, 2020

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 点群データを活用するためのモデル化でモデル推定を行う場合、点群のサイズが大きくなるにつれて膨大な処理コストがかかる、という問題がある。

[0005] 開示の技術は、上記の点に鑑みてなされたものであり、処理コストを抑えて高効率かつ高速なモデル推定を実現できる推定装置、推定方法、及び推定プログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の第1態様は、推定装置であって、モデル化の対象とする点群データを所定の空間分割の手法を用いて、指定された階層の深さに応じて、複数のボクセルの各々からなるボクセル群に分割する分割部と、分割された前記ボクセル群を用いてモデル推定を行い、前記点群データをモデル化した推定

結果を出力する推定部と、分割された前記ボクセル群と、出力された前記推定結果とを用いて、交差の集合を求めて前記ボクセル群の処理対象を更新した部分ボクセル群を求める範囲更新部と、処理対象の前記深さの階層が所定の条件を満たすまで、前記モデル推定、及び前記部分ボクセル群の更新を繰り返す反復処理部と、を含む。

[0007] 本開示の第2態様は、推定方法であって、モデル化の対象とする点群データを所定の空間分割の手法を用いて、指定された階層の深さに応じて、複数のボクセルの各々からなるボクセル群に分割し、分割された前記ボクセル群を用いてモデル推定を行い、前記点群データをモデル化した推定結果を出力し、分割された前記ボクセル群と、出力された前記推定結果とを用いて、交差の集合を求めて前記ボクセル群の処理対象を更新した部分ボクセル群を求め、処理対象の前記深さの階層が所定の条件を満たすまで、前記モデル推定、及び前記部分ボクセル群の更新を繰り返す、処理をコンピュータが実行する。

[0008] 本開示の第3態様は、推定プログラムであって、モデル化の対象とする点群データを所定の空間分割の手法を用いて、指定された階層の深さに応じて、複数のボクセルの各々からなるボクセル群に分割し、分割された前記ボクセル群を用いてモデル推定を行い、前記点群データをモデル化した推定結果を出力し、分割された前記ボクセル群と、出力された前記推定結果とを用いて、交差の集合を求めて前記ボクセル群の処理対象を更新した部分ボクセル群を求め、処理対象の前記深さの階層が所定の条件を満たすまで、前記モデル推定、及び前記部分ボクセル群の更新を繰り返す、処理をコンピュータに実行させる。

発明の効果

[0009] 開示の技術によれば、処理コストを抑えて高効率かつ高速なモデル推定を実現できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、従来手法の点群データのモデル推定を用いたモデル化の一例を

示す図である。

[図2]図2は、推定装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

[図3]図3は、推定装置の機能的な構成を示すブロック図である。

[図4]図4は、推定装置による推定処理の流れを示すフローチャートである。

[図5]図5は、指定された階層の深さが6階層の場合の推定前後のボクセル群である。

[図6]図6は、指定された階層の深さが8階層の場合の推定後のボクセル群である。

[図7]図7は、従来手法と本手法との推定対象の点数及びモデル推定時間の比較を示す表である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、開示の技術の実施形態の一例を、図面を参照しつつ説明する。なお、各図面において同一又は等価な構成要素及び部分には同一の参照符号を付与している。また、図面の寸法比率は、説明の都合上誇張されており、実際の比率とは異なる場合がある。

[0012] 図1に従来手法の点群データのモデル推定を用いたモデル化の一例を示す。従来手法では、単に点群データからRANSACのモデル推定を行い、モデル化を行っていた。このようなモデル推定においては、メモリ消費及び処理時間が過大であり、膨大なコストがかかっていた。

[0013] そこで本実施形態では、点群データの八分木階層構造とモデル推定を組み合わせることにより、高効率なモデル推定を実現する。本実施形態の手法では、モデル化対象とする点群データを八分木分割して得られたボクセル群に対し、予め定めた開始と終了の階層に対し、各階層を順にモデル推定し、当該階層のモデル外のボクセルの除外処理を繰り返す。これにより、処理コストを抑えて高効率かつ高速なモデル推定を可能とする。

[0014] 以下、本実施形態の構成について説明する。図2は、推定装置100のハードウェア構成を示すブロック図である。

[0015] 図2に示すように、推定装置100は、CPU (Central Pro

cessing Unit) 11、ROM (Read Only Memory) 12、RAM (Random Access Memory) 13、ストレージ14、入力部15、表示部16及び通信インタフェース (I/F) 17を有する。各構成は、バス19を介して相互に通信可能に接続されている。

[0016] CPU 11は、中央演算処理ユニットであり、各種プログラムを実行したり、各部を制御したりする。すなわち、CPU 11は、ROM 12又はストレージ14からプログラムを読み出し、RAM 13を作業領域としてプログラムを実行する。CPU 11は、ROM 12又はストレージ14に記憶されているプログラムに従って、上記各構成の制御及び各種の演算処理を行う。本実施形態では、ROM 12又はストレージ14には、推定プログラムが格納されている。

[0017] ROM 12は、各種プログラム及び各種データを格納する。RAM 13は、作業領域として一時的にプログラム又はデータを記憶する。ストレージ14は、HDD (Hard Disk Drive) 又はSSD (Solid State Drive) 等の記憶装置により構成され、オペレーティングシステムを含む各種プログラム、及び各種データを格納する。

[0018] 入力部15は、マウス等のポインティングデバイス、及びキーボードを含み、各種の入力を行うために使用される。

[0019] 表示部16は、例えば、液晶ディスプレイであり、各種の情報を表示する。表示部16は、タッチパネル方式を採用して、入力部15として機能してもよい。

[0020] 通信インタフェース17は、端末等の他の機器と通信するためのインタフェースである。当該通信には、例えば、イーサネット (登録商標) 若しくはFDDI等の有線通信の規格、又は、4G、5G、若しくはWi-Fi (登録商標) 等の無線通信の規格が用いられる。

[0021] 次に、推定装置100の各機能構成について説明する。図3は、本実施形態の推定装置の構成を示すブロック図である。各機能構成は、CPU 11が

ROM 12 又はストレージ 14 に記憶された推定プログラムを読み出し、RAM 13 に展開して実行することにより実現される。図 3 に示すように、推定装置 100 は、点群データ記憶部 102 と、分割部 110 と、抽出部 112 と、推定部 114 と、範囲更新部 116 と、反復処理部 118 とを含んで構成されている。

[0022] 点群データ記憶部 102 には、推定対象の点群データが格納される。推定装置 100 の各部の処理では、点群データ記憶部 102 から点群データを読み出して処理が実行される。

[0023] 分割部 110 は、点群データを入力として、八分木による空間分割法を用いることにより、指定された階層の深さに応じて、当該点群データを複数のボクセルの各々からなるボクセル群に分割する。八分木による空間分割法は、点群データが存在する三次元空間に対して、親ノードの空間に八つの子ノードの空間が属するように再帰的に分割していく手法である。指定する階層の深さ (depth) を d とし、階層の深さ d に対応するボクセル群 (すなわちボクセルの各々) を $V(d)$ とする。階層の深さ d はユーザからの入力により指定すればよい。なお、八分木による空間分割法は一例であり、点群をボクセル群に分割できる任意の手法を用いることができる。

[0024] 抽出部 112 は、分割されたボクセル群であって処理対象の階層 d のボクセル群 $V(d)$ のボクセルの各々から中心点を抽出することで点群を間引いた各ボクセルの中心点の集合 $C(d)$ を抽出する。抽出部 112 で抽出される集合の各中心点は、ボクセル群のボクセルの各々に対応する。なお、ボクセル群に含まれる点の数が少なく一定数以下の場合等の条件を元に抽出部 112 の処理を省略し、ボクセル群 $V(d)$ を用いて後述するモデル推定をしてもよい。

[0025] 推定部 114 は、抽出部 112 で抽出された中心点の集合 $C(d)$ を用いてモデル推定を行い、点群データをモデル化した推定結果 $P(d)$ を出力する。推定結果 $P(d)$ は範囲更新部 116 に出力すると共にモデル記憶部 104 に保存する。なお、 $P(d)$ はモデルのパラメータである。例えば、モ

デル化を平面モデルとする場合、平面の方程式を $ax + by + cz + d = 0$ とするのであれば、 P の実態はパラメータ $\{a, b, c, d\}$ となる。本実施形態ではモデル推定の手法は RANSAC を用いるが、点群データのモデル化が可能な任意の手法を用いればよい。

[0026] 範囲更新部 116 は、分割されたボクセル群 $V(d)$ と、出力された推定結果 $P(d)$ とを用いて、 $V(d)$ 及びの交差するものの集合を求めてボクセル群の処理対象を更新した部分ボクセル群 $V'(d)$ を求める。範囲更新部 116 の処理により、階層 d のモデル外のボクセルの除外処理が行われた部分ボクセル群 $V'(d)$ が求められる。すなわち、反復で階層が深くなるにつれて処理対象の範囲のボクセルが絞り込まれる。

[0027] 反復処理部 118 は、部分ボクセル群 $V'(d)$ が所定の条件を満たすまで、抽出部 112 の抽出、推定部 114 のモデル推定、及び範囲更新部 116 のボクセル群の更新を繰り返す。反復処理部 118 では、階層の深さ d をアップカウント ($d = d + 1$) して次の階層の深さとし、部分ボクセル群 $V'(d)$ から次の階層のボクセル群 $V(d)$ を作成して処理を繰り返す。

[0028] 次に、推定装置 100 の作用について説明する。図 4 は、推定装置 100 による推定処理の流れを示すフローチャートである。CPU 11 が ROM 12 又はストレージ 14 から推定処理プログラムを読み出して、RAM 13 に展開して実行することにより、推定処理が行なわれる。推定装置 100 は、ユーザから推定対象の点群データ及び階層の深さの指定を受け付けて、点群データ記憶部 102 から点群データを読み出して、以下の処理を行う。

[0029] ステップ S100 において、CPU 11 は、分割部 110 として、点群データを入力として、八分木による空間分割法を用いることにより、指定された階層の深さに応じて、当該点群データを複数のボクセルの各々からなるボクセル群 $V(d)$ に分割する。

[0030] ステップ S102 において、CPU 11 は、抽出部 112 として、分割されたボクセル群であって処理対象の階層 d のボクセル群 $V(d)$ のボクセルの各々から中心点を抽出することで、点群を間引いた各ボクセルの中心点の

集合C (d) を抽出する。

- [0031] ステップS 1 0 4において、CPU 1 1は、推定部 1 1 4として、抽出された中心点の集合C (d) を用いてモデル推定を行い、点群データをモデル化した推定結果P (d) を出力する。
- [0032] ステップS 1 0 6において、CPU 1 1は、範囲更新部 1 1 6として、分割されたボクセル群V (d) と、出力された推定結果P (d) とを用いて、V (d) 及びP (d) の交差するものの集合を求めてボクセル群の処理対象を更新した部分ボクセル群V' (d) を求める。
- [0033] ステップS 1 0 8において、CPU 1 1は、反復処理部 1 1 8として、部分ボクセル群V' (d) が条件を満たすか否かを判定する。条件を満たす場合は、例えば、交差するものの集合、すなわち部分ボクセル群V' (d) の点の数がモデル推定に必要なサンプル数を下回った場合である。必要なサンプル数は所定の要求精度に従い、終了条件として指定すればよい。なお、平面モデルの場合であれば、「3」等が当該必要なサンプル数である。条件を満たす場合には、最終的にステップS 1 0 4で推定されたモデルの推定結果及び階層の深さdを出力して処理を終了する。条件を満たさない場合にはステップS 1 1 0へ移行する。
- [0034] ステップS 1 1 0において、CPU 1 1は、反復処理部 1 1 8として、階層の深さdをアップカウント ($d = d + 1$) して次の階層の深さとし、部分ボクセル群V' (d) から次の階層のボクセル群V (d) を作成する。そして、ステップS 1 0 2に戻って処理を繰り返す。
- [0035] 以上説明したように本実施形態の推定装置 1 0 0によれば、処理コストを抑えて高効率かつ高速なモデル推定を実現できる。
- [0036] 図5は、指定された階層の深さが6階層の場合の推定前後のボクセル群である。指定された階層の深さは $d = 6$ の場合である。図5に示す (a) は、推定前のボクセル群であり、推定後のモデル化されたボクセル群である。(a) から推定してモデル化したのが (b) のボクセル群である。(a) では推定前であるため、建物及び道路などの点群がすべてボクセルに含まれてい

る。(b)では、平面をモデル化で求めており、建物の高い箇所(point群)がボクセル群に含まれていないことが確認できる。

[0037] 図6は、指定された階層の深さが8階層の場合の推定後のボクセル群である。指定された階層の深さは $d = 8$ の場合である。図6に示す例は、8階層まで、反復してモデル化した推定結果のボクセル群を表している。ボクセルサイズが6階層の $1 / 64$ と小さくなり、ボクセルに含まれる点群はより平面に近づくことを表している。推定結果の平面が描画されており、大きな建物の大部分の点群がボクセルに含まれていないことが確認できる。言い換えれば、ボクセルに含まれるものは建物以外のものであり、道路に近い箇所を表している。本実施形態の手法では、高速にこのようなオブジェクト検出、すなわちモデル推定が可能となる。

[0038] 図7に、従来手法と本手法との推定対象の点数及びモデル推定時間の比較を示す。比較は同様の点群データを用いて、本手法では指定した階層の深さ d について八分木の階層を $d = 4$ 及び $d = 6$ をそれぞれ指定した場合としている。従来手法では、推定対象の点数が約300万個であり、モデル推定時間に25分46秒529 msecを要している。一方で、本手法では、八分木の階層 $d = 4$ とした場合、推定対象の点数が531個であり、モデル推定時間が1 msecである。また、本手法では、八分木の階層 $d = 6$ とした場合、推定対象の点数が20195個であり、モデル推定時間が7 msecである。このように本手法は、八分木の構造を用いたため、推定対象の点の数を大幅に削減でき、モデル推定に掛かる時間も高速化することが可能である。

[0039] なお、本実施形態の手法は、モデルの種類を増やし、複雑な形状に対応することも可能である。例えば、階層4-6であれば平面モデルに対応できる。階層7-9であれば円柱モデルに対応できる。

[0040] また、上記範囲更新部116によるボクセルの除外処理によって、点群のセグメンテーション機能とすることができる。除外されたボクセルは別集合とみなし、階層的モデル推定を適用することで、広域点群のセグメンテーシ

ョンが可能である。

[0041] なお、上記実施形態でCPUがソフトウェア（プログラム）を読み込んで実行した推定処理を、CPU以外の各種のプロセッサが実行してもよい。この場合のプロセッサとしては、FPGA（Field-Programmable Gate Array）等の製造後に回路構成を変更可能なPLD（Programmable Logic Device）、GPU（Graphics Processing Unit）、及びASIC（Application Specific Integrated Circuit）等の特定の処理を実行させるために専用に設計された回路構成を有するプロセッサである専用電気回路等が例示される。また、推定処理を、これらの各種のプロセッサのうちの1つで実行してもよいし、同種又は異種の2つ以上のプロセッサの組み合わせ（例えば、複数のFPGA、及びCPUとFPGAとの組み合わせ等）で実行してもよい。また、これらの各種のプロセッサのハードウェア的な構造は、より具体的には、半導体素子等の回路素子を組み合わせた電気回路である。

[0042] また、上記実施形態では、推定プログラムがストレージ14に予め記憶（インストール）されている態様を説明したが、これに限定されない。プログラムは、CD-ROM（Compact Disk Read Only Memory）、DVD-ROM（Digital Versatile Disk Read Only Memory）、及びUSB（Universal Serial Bus）メモリ等の非一時的（non-transitory）記憶媒体に記憶された形態で提供されてもよい。また、プログラムは、ネットワークを介して外部装置からダウンロードされる形態としてもよい。

[0043] 以上の実施形態に関し、更に以下の付記を開示する。

[0044] （付記項1）

メモリと、

前記メモリに接続された少なくとも1つのプロセッサと、

を含み、

前記プロセッサは、

モデル化の対象とする点群データを所定の空間分割の手法を用いて、指定された階層の深さに応じて、複数のボクセルの各々からなるボクセル群に分割し、

分割された前記ボクセル群を用いてモデル推定を行い、前記点群データをモデル化した推定結果を出力し、

分割された前記ボクセル群と、出力された前記推定結果とを用いて、交差の集合を求めて前記ボクセル群の処理対象を更新した部分ボクセル群を求め、

処理対象の前記深さの階層が所定の条件を満たすまで、前記モデル推定、及び前記部分ボクセル群の更新を繰り返す、

ように構成されている推定装置。

[0045] (付記項2)

推定処理を実行するようにコンピュータによって実行可能なプログラムを記憶した非一時的記憶媒体であって、

モデル化の対象とする点群データを所定の空間分割の手法を用いて、指定された階層の深さに応じて、複数のボクセルの各々からなるボクセル群に分割し、

分割された前記ボクセル群を用いてモデル推定を行い、前記点群データをモデル化した推定結果を出力し、

分割された前記ボクセル群と、出力された前記推定結果とを用いて、交差の集合を求めて前記ボクセル群の処理対象を更新した部分ボクセル群を求め、

処理対象の前記深さの階層が所定の条件を満たすまで、前記モデル推定、及び前記部分ボクセル群の更新を繰り返す、

非一時的記憶媒体。

符号の説明

- [0046] 1 0 0 推定装置
- 1 0 2 点群データ記憶部
- 1 0 4 モデル記憶部
- 1 1 0 分割部
- 1 1 2 抽出部
- 1 1 4 推定部
- 1 1 6 範囲更新部
- 1 1 8 反復処理部

請求の範囲

- [請求項1] モデル化の対象とする点群データを所定の空間分割の手法を用いて、指定された階層の深さに応じて、複数のボクセルの各々からなるボクセル群に分割する分割部と、
- 分割された前記ボクセル群を用いてモデル推定を行い、前記点群データをモデル化した推定結果を出力する推定部と、
- 分割された前記ボクセル群と、出力された前記推定結果とを用いて、交差の集合を求めて前記ボクセル群の処理対象を更新した部分ボクセル群を求める範囲更新部と、
- 処理対象の前記深さの階層が所定の条件を満たすまで、前記モデル推定、及び前記部分ボクセル群の更新を繰り返す反復処理部と、
- を含む推定装置。
- [請求項2] 分割された前記ボクセル群のボクセルの各々から中心点を抽出することで点群を間引いた中心点の集合を抽出する抽出部を更に含み、
- 前記推定部は、前記ボクセル群に対応する前記集合を用いてモデル推定を行い、前記推定結果を出力し、
- 前記反復処理部は、前記深さの指定が所定の条件を満たすまで、前記抽出、前記モデル推定、及び前記ボクセル群の更新を繰り返す請求項1に記載の推定装置。
- [請求項3] 前記空間分割の手法には、前記深さに応じた階層ごとに、前記点群データが存在する三次元空間に対して、親ノードの空間に八つの子ノードの空間が属するように再帰的に分割していく八分木による空間分割法を用いることにより、前記ボクセルの各々に分割する請求項1に記載の推定装置。
- [請求項4] モデル化の対象とする点群データを所定の空間分割の手法を用いて、指定された階層の深さに応じて、複数のボクセルの各々からなるボクセル群に分割し、
- 分割された前記ボクセル群を用いてモデル推定を行い、前記点群デ

ータをモデル化した推定結果を出力し、

分割された前記ボクセル群と、出力された前記推定結果とを用いて、交差の集合を求めて前記ボクセル群の処理対象を更新した部分ボクセル群を求め、

処理対象の前記深さの階層が所定の条件を満たすまで、前記モデル推定、及び前記部分ボクセル群の更新を繰り返す、

処理をコンピュータが実行する推定方法。

[請求項5]

モデル化の対象とする点群データを所定の空間分割の手法を用いて、指定された階層の深さに応じて、複数のボクセルの各々からなるボクセル群に分割し、

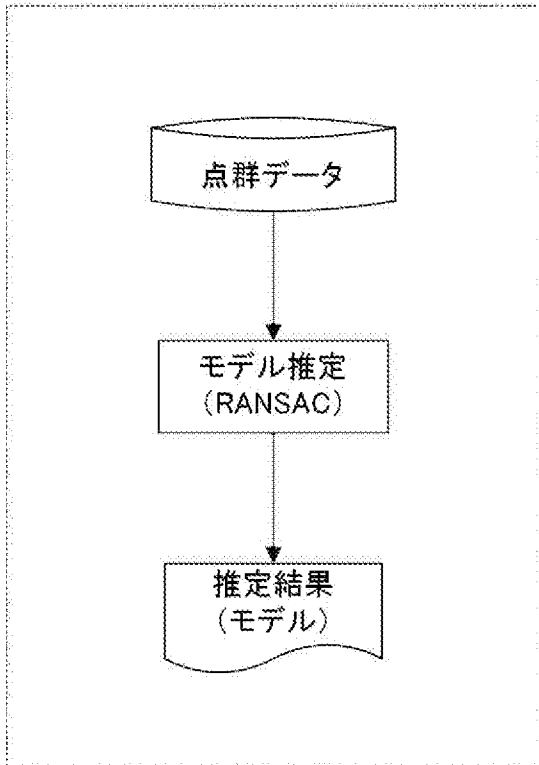
分割された前記ボクセル群を用いてモデル推定を行い、前記点群データをモデル化した推定結果を出力し、

分割された前記ボクセル群と、出力された前記推定結果とを用いて、交差の集合を求めて前記ボクセル群の処理対象を更新した部分ボクセル群を求め、

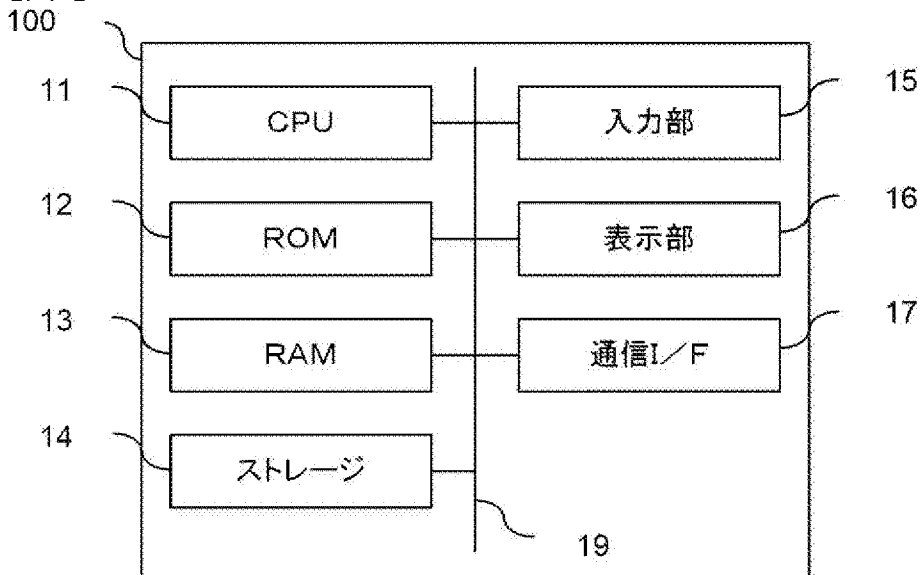
処理対象の前記深さの階層が所定の条件を満たすまで、前記モデル推定、及び前記部分ボクセル群の更新を繰り返す、

処理をコンピュータに実行させる推定プログラム。

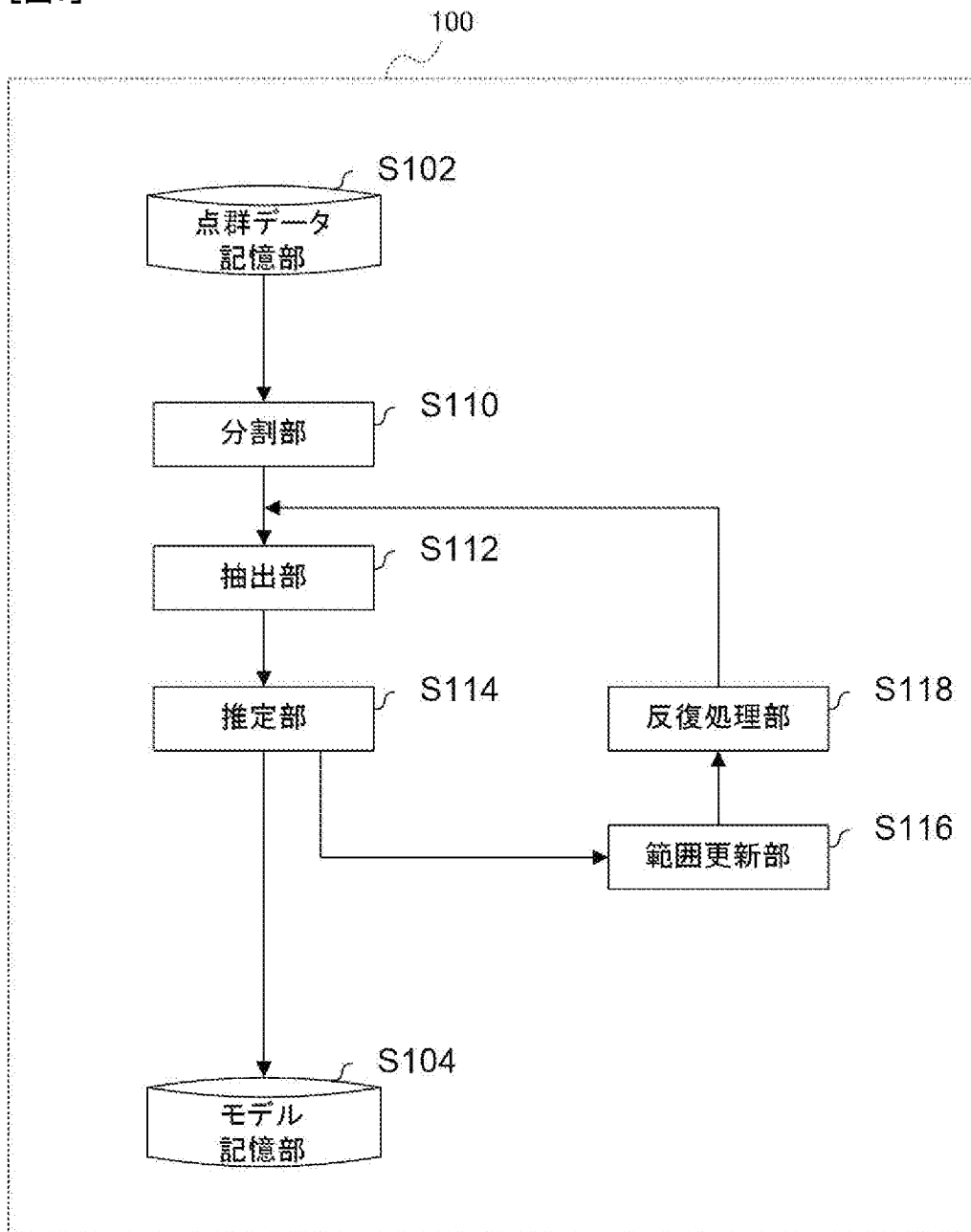
[図1]
従来手法



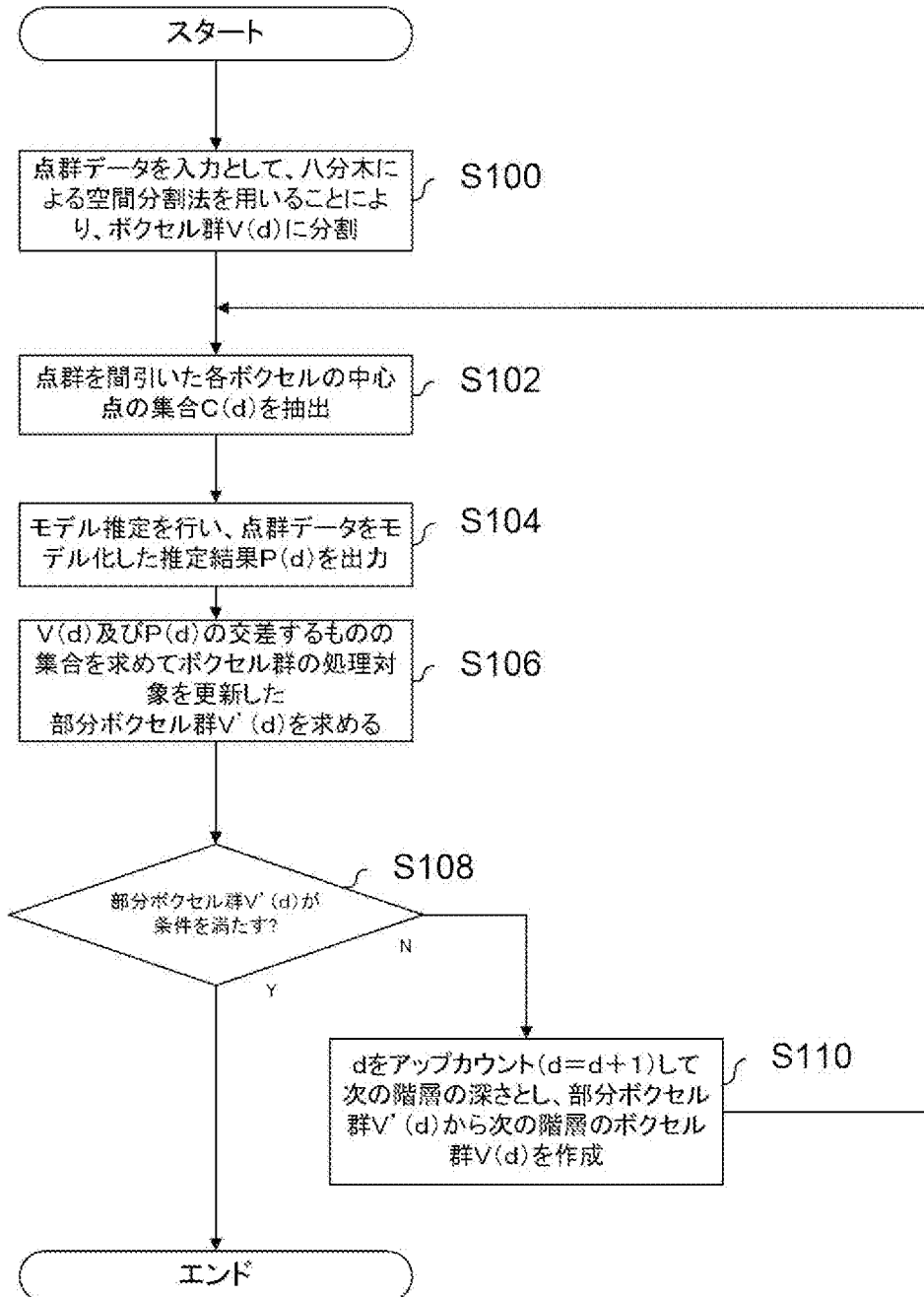
[図2]



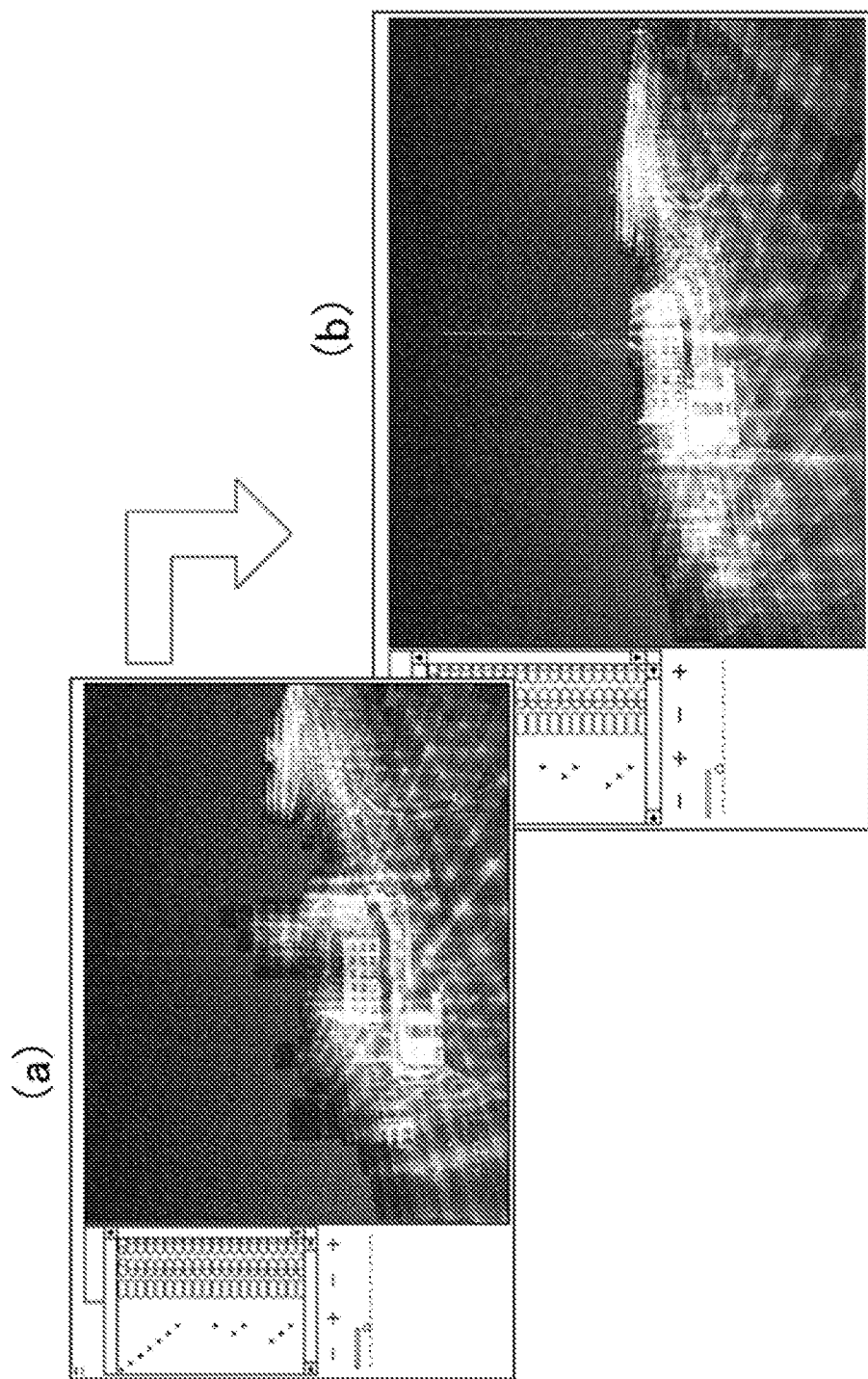
[図3]



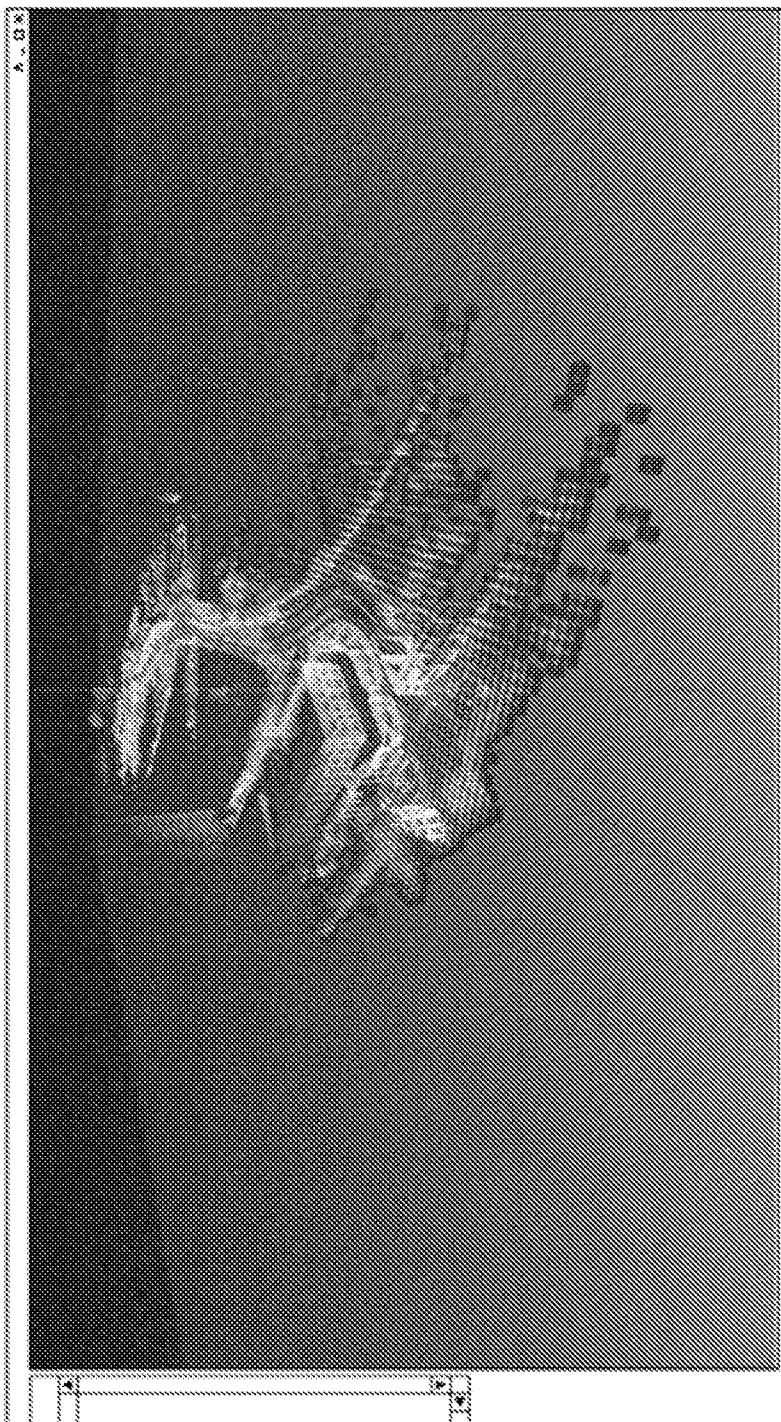
[図4]



[図5]



[6]



[図7]

	推定対象の点数	モデル推定時間
従来手法	約300万	25分46秒529msec
本手法	八分木の階層 $d = 4$	1msec
	八分木の階層 $d = 6$	7msec

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/044631

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G01S 17/89</i> (2020.01)i FI: G01S17/89		
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) G01S7/48-7/51; G01S17/00-17/95; G06T1/00-1/40; G06T9/00-9/40		
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 2021-196977 A (KDDI CORP) 27 December 2021 (2021-12-27) entire text, all drawings	1-5
A	WO 2021/066162 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORPORATION OF AMERICA) 08 April 2021 (2021-04-08) entire text, all drawings	1-5
A	CN 112414309 A (UNIV. BEIJING JIAOTONG) 26 February 2021 (2021-02-26) entire text, all drawings	1-5
A	US 2020/0372603 A1 (NVIDIA CORP.) 26 November 2020 (2020-11-26) entire text, all drawings	1-5
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 03 February 2023		Date of mailing of the international search report 21 February 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/JP2022/044631

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2021-196977 A	27 December 2021	(Family: none)	
WO 2021/066162 A1	08 April 2021	US 2022/0198719 A1 entire text, all drawings CN 114303376 A	
CN 112414309 A	26 February 2021	(Family: none)	
US 2020/0372603 A1	26 November 2020	DE 102020103893 A1 CN 111986279 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01S 17/89(2020.01)i FI: G01S17/89		
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）） G01S7/48-7/51; G01S17/00-17/95; G06T1/00-1/40; G06T9/00-9/40 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 2021-196977 A (KDDI株式会社) 27.12.2021 (2021 - 12 - 27) 全文,全図	1-5
A	WO 2021/066162 A1 (パナソニック インテレクチュアル プロパティ コーポレーション オブ アメリカ) 08.04.2021 (2021 - 04 - 08) 全文,全図	1-5
A	CN 112414309 A (UNIV. BEIJING JIAOTONG) 26.02.2021 (2021 - 02 - 26) 全文,全図	1-5
A	US 2020/0372603 A1 (NVIDIA CORP.) 26.11.2020 (2020 - 11 - 26) 全文,全図	1-5
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な技術水準を示すもの “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	03.02.2023	国際調査報告の発送日 21.02.2023
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） 佐藤 宙子 2M 9316 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	

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/JP2022/044631

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2021-196977 A	27.12.2021	(ファミリーなし)	
WO 2021/066162 A1	08.04.2021	US 2022/0198719 A1 全文, 全図 CN 114303376 A	
CN 112414309 A	26.02.2021	(ファミリーなし)	
US 2020/0372603 A1	26.11.2020	DE 102020103893 A1 CN 111986279 A	