

(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  
2025年2月27日(27.02.2025)



(10) 国際公開番号

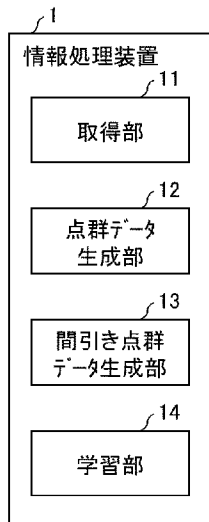
WO 2025/041215 A1

- (51) 国際特許分類:  
*G06T 7/10* (2017.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/029921
- (22) 国際出願日: 2023年8月21日(21.08.2023)
- (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: 山口 真弘 (YAMAGUCHI, Masahiro); 〒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). 比嘉 恭太 (HIGA, Kyota); 〒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: 弁理士法人 H A R A K E N Z O W O R L D P A T E N T & T R A D E M A R K (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル Osaka (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: INFORMATION PROCESSING DEVICE, INFORMATION PROCESSING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 情報処理装置、情報処理方法、及びプログラム

図 1



- 1 Information processing device  
11 Acquiring unit  
12 Point cloud data generating unit  
13 Thinned point cloud data generating unit  
14 Training unit

(57) Abstract: This information processing device comprises: an acquiring means that acquires input data; a point cloud data generating means that generates three-dimensional point cloud data from the input data; a thinned point cloud data generating means that generates three-dimensional thinned point cloud data by using thinning processing on the input data and/or the three-dimensional point cloud data; and a training means that refers to the three-dimensional point point cloud data and the three-dimensional thinned point cloud data to train an estimation model that uses point cloud data as input and uses completed point cloud data and a segmentation label pertaining to the completed point cloud data as output.

WO 2025/041215 A1

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))

---

(57) 要約: 情報処理装置は、入力データを取得する取得手段と、前記入力データから3次元点群データを生成する点群データ生成手段と、前記入力データ及び前記3次元点群データの少なくとも何れかに対して間引き処理を適用することによって3次元間引き点群データを生成する間引き点群データ生成手段と、点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルを、前記3次元点群データと、前記3次元間引き点群データとを参照して学習させる学習手段とを備えている。

## 明 細 書

発明の名称：情報処理装置、情報処理方法、及びプログラム

### 技術分野

[0001] 本発明は、情報処理装置、情報処理方法、及びプログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 点群データ等の対象データに含まれる各データ点に対して、当該データ点が複数の領域候補のうち何れの領域に属するものであるかを示すラベルを付すことにより、当該対象データのセグメンテーションを行う技術が知られている（非特許文献1等）。

### 先行技術文献

#### 非特許文献

[0003] 非特許文献1：Angela Dai et. al., ScanComplete: Large-Scale Scene Completion and Semantic Segmentation for 3D Scans, 2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Salt Lake City, UT, USA, 2018 pp. 4578-4587.

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 非特許文献1に記載の技術は、合成データを欠損させたデータを用いて、欠損又は遮蔽領域の補完とセマンティックセグメンテーションとを共に学習することにより、識別精度の向上を図るというものである。

[0005] しかしながら、非特許文献1に記載の技術では、予め合成データを準備しておく必要があるため、学習データの作成や事前処理に要する時間や労力（すなわち、学習のためのコスト）が上昇するという問題があった。

[0006] 本開示は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、コストの上昇を抑制しつつ、精度の高いセグメンテーション技術を提供することにある。

#### 課題を解決するための手段

[0007] 本開示の一側面に係る情報処理装置は、入力データを取得する取得手段と、前記入力データから3次元点群データを生成する点群データ生成手段と、前記入力データ及び前記3次元点群データの少なくとも何れかに対して間引き処理を適用することによって3次元間引き点群データを生成する間引き点群データ生成手段と、点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルを、前記3次元点群データと、前記3次元間引き点群データとを参照して学習させる学習手段とを備えている。

[0008] 本開示の一側面に係る情報処理装置は、入力データを取得する取得手段と、前記入力データから3次元点群データを生成する点群データ生成手段と、点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルであって、3次元点群データと、当該3次元点群データに対して間引き処理を適用することによって得られた3次元間引き点群データとを参照して機械学習された推定モデルを用いて、前記点群データ生成手段が生成した3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する推定手段とを備えている。

[0009] 本開示の一側面に係る情報処理方法は、入力データを取得することと、前記入力データから3次元点群データを生成することと、前記入力データ及び前記3次元点群データの少なくとも何れかに対して間引き処理を適用することによって3次元間引き点群データを生成することと、点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルを、前記3次元点群データと、前記3次元間引き点群データとを参照して学習させることとを含んでいる。

[0010] 本開示の一側面に係る情報処理方法は、入力データを取得することと、前記入力データから3次元点群データを生成することと、点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルであって、3次元点群データと、

当該3次元点群データに対して間引き処理を適用することによって得られた3次元間引き点群データとを参照して機械学習された推定モデルを用いて、前記生成する工程にて生成された3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定することを含んでいる。

[0011] 本開示の一側面に係るプログラムは、コンピュータに、入力データを取得する取得処理と、前記入力データから3次元点群データを生成する点群データ生成処理と、前記入力データ及び前記3次元点群データの少なくとも何れかに対して間引き処理を適用することによって3次元間引き点群データを生成する間引き点群データ生成処理と、点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルを、前記3次元点群データと、前記3次元間引き点群データとを参照して学習させる学習処理とを実行させる。

[0012] 本開示の一側面に係るプログラムは、コンピュータに、入力データを取得する取得処理と、前記入力データから3次元点群データを生成する点群データ生成処理と、点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルであって、3次元点群データと、当該3次元点群データに対して間引き処理を適用することによって得られた3次元間引き点群データとを参照して機械学習された推定モデルを用いて、前記点群データ生成処理にて生成した3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する推定処理とを実行させる。

### 発明の効果

[0013] 本開示によれば、コストの上昇を抑制しつつ、精度の高いセグメンテーション技術を提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0014] [図1]本開示に係る情報処理装置の構成を示すブロック図である。

[図2]本開示に係る情報処理方法の流れを示すフロー図である。

[図3]本開示に係る情報処理装置の構成を示すブロック図である。

[図4]本開示に係る情報処理方法の流れを示すフロー図である。

[図5]本開示に係る情報処理装置の構成を示すブロック図である。

[図6]本開示に係る情報処理装置におけるデータの流れを説明するための図である。

[図7]本開示に係る情報処理装置におけるデータの流れを説明するための図である。

[図8]本開示に係る情報処理装置におけるデータの流れを説明するための図である。

[図9]本開示に係る情報処理装置におけるデータの流れを説明するための図である。

[図10]本開示に係る情報処理装置の構成を示すブロック図である。

[図11]本開示に係る情報処理装置におけるデータの流れを説明するための図である。

[図12]本開示に係る情報処理装置の構成を示すブロック図である。

[図13]本開示に係る情報処理装置が実行する処理を説明するための図である。

[図14]本開示に係る情報処理装置の構成を示すブロック図である。

[図15]本開示に係る情報処理装置の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

[0015] 以下、本発明の実施形態を例示する。ただし、本発明は、以下に例示する各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。例えば、以下に例示する各実施形態において採用される技術的手段を適宜組み合わせることにより得られる実施形態についても、本発明の範疇に含まれ得る。或いは、以下に例示する実施形態において採用される技術的手段の一部を適宜省略することにより得られる実施形態についても、本

発明の範疇に含まれる。また、以下に示す各例示的实施形態において言及する効果は、その例示的实施形態において期待される効果の一例であり、本発明の外延を規定するものではない。すなわち、以下に示す各例示的实施形態において言及する効果を奏さない実施形態についても、本発明の範疇に含まれ得る。

[0016] 〔第 1 の実施形態〕

本発明の実施形態の一例である第 1 の例示的实施形態について、図面を参照して詳細に説明する。本例示的实施形態は、後述する各例示的实施形態の基本となる形態である。なお、本例示的实施形態において採用する各技術的手段の適用範囲は、本例示的实施形態に限定されない。すなわち、本例示的实施形態において採用する各技術的手段は、特段の技術的支障が生じない範囲で、本開示に含まれる他の例示的实施形態においても採用可能である。また、本例示的实施形態を説明するために参照する図面に示される各技術的手段も、特段の技術的支障が生じない範囲で、本開示に含まれる他の例示的实施形態においても採用可能である。

[0017] (情報処理装置 1 の構成)

本例示的实施形態に係る情報処理装置 1 の構成について、図 1 を参照して説明する。図 1 は、情報処理装置 1 の構成を示すブロック図である。情報処理装置 1 は、図 1 に示すように、取得部 1 1 と、点群データ生成部 1 2 と、間引き点群データ生成部 1 3 と、学習部 1 4 とを備えている。

[0018] (取得部 1 1)

取得部 1 1 は、入力データを取得する。ここで、当該入力データは、一例として学習フェーズ用の入力データである。また、取得部 1 1 が取得する入力データの具体例は本例示的实施形態を限定するものではないが、一例として、

- ・各ピクセル（データ点）が RGB 値を表現する RGB データ
- ・各ピクセル（データ点）がデプス値（奥行値）を表現するデプスデータ、及び

・各データ点が3次元座標を表現する3次元点群データ  
の少なくとも何れかを含むよう構成され得る。また、3次元点群データは、一例としてLiDAR (Light Detection and Ranging、又はLaser Imaging Detection and Ranging) 装置によって取得された点群データであり得るが、当該例は本例示的实施形態を限定するものではない。

[0019] (点群データ生成部12)

点群データ生成部12は、取得部11が取得した入力データから3次元点群データを生成する。一例として、点群データ生成部12は、取得部11が取得した入力データであって、RGBデータ及びデプスデータの少なくとも何れかを含む入力データから、3次元点群データを生成する。一例として、点群データ生成部12は、

・RGBデータに含まれる各ピクセルの3次元座標を、デプスデータにおける各ピクセルのデプスデータを参照することによって特定し、  
・特定した3次元座標が各ピクセル(各データ点)に割り当てられた3次元点群データを生成する

という構成とすることができる。ここで、当該3次元点群データは、各データ点に割り当てられた3次元座標に加え、各データ点の特徴量を含む構成としてもよい。ここで、各特徴量は、各データ点のRGB値、及び法線値(法線ベクトル)の少なくとも何れかを含む構成としてもよい。或いは、点群データ生成部12は、各データ点の特徴量(例えば、RGB値、及び法線値(法線ベクトル)の少なくとも何れか等)を含む属性データを、各データ点の3次元座標を含む3次元点群データに付随して生成する構成としてもよい。

[0020] また、点群データ生成部12は、Structure from Motion (SfM) やSLAM (Simultaneous Localization and Mapping) 等のアルゴリズムを用いて、上記3次元点群データを生成してもよい。

[0021] 点群データ生成部12は、上述の構成により、取得部11が取得した入力データに含まれる1又は複数のフレーム(1又は複数のデータセット)から上記3次元点群データを生成することができる。

[0022] また、取得部 1 1 が、3次元点群データを含む入力データを取得した場合、点群データ生成部 1 2 は、当該3次元点群データを、そのまま出力する構成としてもよい。或いは、当該3次元点群データに、上述の各データ点の特徴量（例えば、RGB値、及び法線値（法線ベクトル）の少なくとも何れか等）を含めたうえで出力する構成としてもよい。或いは、上述の各データ点の特徴量を含む属性データを、各データ点の3次元座標を含む3次元点群データに付随して出力する構成としてもよい。

[0023] なお、取得部 1 1 が、3次元点群データを含む入力データを取得し、点群データ生成部 1 2 が当該3次元点群データをそのまま出力する構成とする場合、情報処理装置 1 は、当該点群データ生成部 1 2 を備えない構成としてもよい。このような構成も本例示的实施形態に含まれる。

[0024] （間引き点群データ生成部 1 3）

間引き点群データ生成部 1 3 は、取得部 1 1 が取得した前記入力データ及び前記点群データ生成部 1 2 が生成した前記3次元点群データの少なくとも何れかに対して間引き処理を適用することによって3次元間引き点群データを生成する。ここで、上記間引き処理には、一例として、

- ・前記入力データに含まれる複数のフレームのうち、一部のフレームのみを用いて、前記3次元間引き点群データを生成する処理

が含まれる。或いは、上記間引き処理には、

- ・前記入力データ及び前記3次元点群データの少なくとも何れかに含まれる複数のデータ点のうち、一部のデータ点のみを用いて、前記3次元間引き点群データを生成する処理

が含まれる構成としてもよい。

[0025] （学習部 1 4）

学習部 1 4 は、点群データが入力される推定モデルであって、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力する推定モデルを学習させる。一例として、学習部 1 4 は、前記3次元点群データと、前記3次元間引き点群データとを参照して、前記推定モ

デルを学習させる。なお、本例示的实施形態に係る「補完」との表現は一例として「点群補完 (Point Cloud Completion)」に由来するが、当該文言は本例示的实施形態を限定するものではない。

- [0026] より具体的には、一例として、学習部 14 は、
- ・前記 3 次元点群データと、前記 3 次元間引き点群データとを含む教師データを参照し、
  - ・上記教師データに含まれる前記 3 次元間引き点群データを前記推定モデルに入力することによって、当該推定モデルに 3 次元点群データを生成させ、
  - ・前記推定モデルが生成した 3 次元点群データと、前記教師データに含まれる 3 次元点群データとの相違が小さくなるように、前記推定モデルを機械学習させる。
- [0027] ここで、上記教師データに含まれる 3 次元点群データが、セグメンテーションに関する正解ラベル（真値ラベルとも呼ぶ）を含むか、又は、上記教師データに含まれる 3 次元点群データに、セグメンテーションに関する正解ラベルを付随させる（関連付ける）構成としてもよい。そして、学習部 14 は、推定モデルが出力（推定）するセグメンテーションラベルと、セグメンテーションに関する正解ラベルとの相違が小さくなるように、前記推定モデルを学習させる構成としてもよい。ここで、当該正解ラベルは、一例として、上記入力データに含まれるか、又は上記入力データに付随させる構成とし、上記取得部 11 が、当該正解ラベルを取得する構成とすることができる。
- [0028] 以上のように構成された学習部 14 によれば、点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする上記推定モデルを好適に学習させることができる。なお、上記の説明において「補完」との文言には、いわゆる欠損領域の補完、及びオクルージョン領域の補完も含まれるが当該文言は本例示的实施形態を限定するものではない。
- [0029] （情報処理装置 1 の効果）
- 以上のように、情報処理装置 1 においては、

- ・入力データを取得し、
- ・前記入力データから3次元点群データを生成し、
- ・前記入力データ及び前記3次元点群データの少なくとも何れかに対して間引き処理を適用することによって3次元間引き点群データを生成し、
- ・点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルを、前記3次元点群データと、前記3次元間引き点群データとを参照して学習させるという構成が採用されている。上記のように構成された情報処理装置1によれば、前記入力データ及び前記3次元点群データの少なくとも何れかに対して間引き処理を適用することによって3次元間引き点群データを生成し、当該3次元間引き点群データを参照して、前記推定モデルの学習を行うので、コストの上昇を抑制しつつ、精度の高い推定モデルを生成することができる。したがって、上記の構成によれば、コストの上昇を抑制しつつ、精度の高いセグメンテーション技術を提供することができる。

[0030] (情報処理装置1に関する付記事項)

上述のように、取得部11が3次元点群データを取得する構成の場合、情報処理装置1は、点群データ生成部12を備えない構成としてもよい。換言すれば、情報処理装置1は、

- ・3次元点群データを含む入力データを取得する取得部11と、
- ・前記入力データに対して間引き処理を適用することによって3次元間引き点群データを生成する間引き点群データ生成部13と、
- ・点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルを、前記3次元点群データと、前記3次元間引き点群データとを参照して学習させる学習部14と

を備える構成としてもよい。このように構成された情報処理装置1によっても、上述の効果を奏することができる。

[0031] (情報処理方法S1の流れ)

続いて、本例示的实施形態に係る情報処理方法S1の流れについて、図2を参照して説明する。図2は、情報処理方法S1の流れを示すフロー図である。情報処理方法S1は、図2に示すように、入力データを取得するステップ(処理)S11と、3次元点群データを生成するステップ(処理)S12と、3次元間引き点群データを生成するステップ(処理)S13と、推定モデルを学習させるステップ(処理)S14とを含んでいる。

[0032] (ステップS11)

ステップS11において、取得部11は、入力データを取得する。取得部11による具体的な処理については、上述したためここでは説明を省略する。

[0033] (ステップS12)

続いて、ステップS12において、点群データ生成部12は、取得部11が取得した入力データから3次元点群データを生成する。点群データ生成部12による具体的な処理については、上述したためここでは説明を省略する。

[0034] (ステップS13)

続いて、ステップS13において、間引き点群データ生成部13は、取得部11が取得した前記入力データ及び前記点群データ生成部12が生成した前記3次元点群データの少なくとも何れかに対して間引き処理を適用することによって3次元間引き点群データを生成する。間引き点群データ生成部13による具体的な処理については、上述したためここでは説明を省略する。

[0035] (ステップS14)

続いて、ステップS14において、学習部14は、点群データが入力される推定モデルであって、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力する推定モデルを学習させる。一例として、学習部14は、前記3次元点群データと、前記3次元間引き点群データとを参照して、前記推定モデルを学習させる。学習部14による具体的な処理については、上述したためここでは説明を省略する。

## [0036] (情報処理方法 S 1 の効果)

以上のように、情報処理方法 S 1 においては、

- ・ 入力データを取得し、
- ・ 前記入力データから 3 次元点群データを生成し、
- ・ 前記入力データ及び前記 3 次元点群データの少なくとも何れかに対して間引き処理を適用することによって 3 次元間引き点群データを生成し、
- ・ 点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルを、前記 3 次元点群データと、前記 3 次元間引き点群データとを参照して学習させるという構成が採用されている。上記のように構成された情報処理方法 S 1 によれば、前記入力データ及び前記 3 次元点群データの少なくとも何れかに対して間引き処理を適用することによって 3 次元間引き点群データを生成し、当該 3 次元間引き点群データを参照して、前記推定モデルの学習を行うので、コストの上昇を抑制しつつ、精度の高い推定モデルを生成することができる。したがって、上記の構成によれば、コストの上昇を抑制しつつ、精度の高いセグメンテーション技術を提供することができる。

## [0037] (情報処理方法 S 1 に関する付記事項)

ステップ S 1 1 において、取得部 1 1 が 3 次元点群データを取得する構成の場合、情報処理方法 S 1 は、ステップ S 1 2 を含まない構成としてもよい。換言すれば、情報処理方法 S 1 は、

- ・ 3 次元点群データを含む入力データを取得する取得ステップ S 1 1 と、
- ・ 前記入力データに対して間引き処理を適用することによって 3 次元間引き点群データを生成する間引き点群データ生成ステップ S 1 3 と、
- ・ 点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルを、前記 3 次元点群データと、前記 3 次元間引き点群データとを参照して学習させる学習ステップ S 1 4 と

を含む構成としてもよい。このように構成された情報処理方法 S 1 によって

も、上述の効果を奏することができる。

[0038] (情報処理装置 2 の構成)

続いて、本例示的实施形態に係る情報処理装置 2 の構成について、図 3 を参照して説明する。図 3 は、情報処理装置 2 の構成を示すブロック図である。情報処理装置 2 は、図 3 に示すように、取得部 2 1 と、点群データ生成部 2 2 と、推定部 2 3 を備えている。

[0039] (取得部 2 1 )

取得部 1 1 は、入力データを取得する。ここで、当該入力データは、一例として、推論フェーズ（推定フェーズ、テストフェーズ）用の入力データである。また、取得部 2 1 が取得する入力データの具体例は本例示的实施形態を限定するものではないが、一例として、

- ・各ピクセル（データ点）が RGB 値を表現する RGB データ
- ・各ピクセル（データ点）がデプス値（奥行値）を表現するデプスデータ、及び
- ・各データ点が 3 次元座標を表現する 3 次元点群データ

の少なくとも何れかを含むよう構成され得る。また、3 次元点群データは、一例として L i D A R（Light Detection and Ranging、又は Laser Imaging Detection and Ranging）装置によって取得された点群データであり得るが、当該例は本例示的实施形態を限定するものではない。

[0040] このように、取得部 2 1 は、上述した情報処理装置 1 が備える取得部 1 1 が取得する入力データと同様の形式のデータを取得する構成とすることができるが、取得部 2 1 は、情報処理装置 1 において説明したセグメンテーションに関する正解ラベルを取得する必要はない。

[0041] (点群データ生成部 2 2 )

点群データ生成部 1 2 は、取得部 2 1 が取得した入力データから 3 次元点群データを生成する。

[0042] 一例として、点群データ生成部 2 2 は、取得部 2 1 が取得した入力データであって、RGB データ及びデプスデータの少なくとも何れかを含む入力デ

ータから、3次元点群データを生成する。一例として、点群データ生成部22は、

- ・RGBデータに含まれる各ピクセルの3次元座標を、デプスデータにおける各ピクセルのデプスデータを参照することによって特定し、
- ・特定した3次元座標が各ピクセル（各データ点）に割り当てられた3次元点群データを生成する

という構成とすることができる。ここで、当該3次元点群データは、各データ点に割り当てられた3次元座標に加え、各データ点のRGB値、及び法線値（法線ベクトル）の少なくとも何れかを含む構成としてもよい。或いは、各データ点のRGB値、及び法線値（法線ベクトル）の少なくとも何れかを含む属性データを、各データ点の3次元座標を含む3次元点群データに付随して生成する構成としてもよい。

[0043] また、取得部21が、3次元点群データを含む入力データを取得した場合、点群データ生成部22は、当該3次元点群データを、そのまま出力する構成としてもよい。或いは、当該3次元点群データに、上述の各データ点のRGB値、及び法線値（法線ベクトル）の少なくとも何れかを含めたうえで出力する構成としてもよい。或いは、上述の各データ点のRGB値、及び法線値（法線ベクトル）の少なくとも何れかを含む属性データを、各データ点の3次元座標を含む3次元点群データに付随して出力する構成としてもよい。

[0044] なお、取得部21が、3次元点群データを含む入力データを取得し、点群データ生成部22が当該3次元点群データをそのまま出力する構成とする場合、情報処理装置2は、当該点群データ生成部22を備えない構成としてもよい。このような構成も本例示的实施形態に含まれる。

[0045] このように、点群データ生成部22は、一例として、情報処理装置1が備える点群データ生成部12と同様の処理を行う構成とすることができるが、これは本例示的实施形態を限定するものではない。

[0046] （推定部23）

推定部23は、機械学習された推定モデルを用いて、前記点群データ生成

部22が生成した3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する。ここで、上記機械学習された推定モデルは、一例として、上述した情報処理装置1が備える学習部14によって学習された推定モデルを用いることができる。換言すれば、上記機械学習された推定モデルは、一例として、点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルであって、3次元点群データと、当該3次元点群データに対して間引き処理を適用することによって得られた3次元間引き点群データとを参照して機械学習された推定モデルである。

[0047] (情報処理装置2の効果)

以上のように、情報処理装置2においては、

- ・入力データを取得し、
- ・前記入力データから3次元点群データを生成し、
- ・点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルであって、3次元点群データと、当該3次元点群データに対して間引き処理を適用することによって得られた3次元間引き点群データとを参照して機械学習された推定モデルを用いて、前記点群データ生成処理にて生成した3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する

という構成が採用されている。上記のように構成された情報処理装置2によれば、3次元点群データに対して間引き処理を適用することによって生成された3次元間引き点群データを参照して機械学習された前記推定モデルを用いて、前記点群データ生成処理にて生成した3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定するので、コストの上昇を抑制しつつ、精度の高い推定モデルを用いた推定処理を行うことができる。したがって、上記の構成によれ

ば、コストの上昇を抑制しつつ、精度の高いセグメンテーション技術を提供することができる。

[0048] (情報処理装置2に関する付記事項)

上述のように、取得部21が3次元点群データを取得する構成の場合、情報処理装置2は、点群データ生成部22を備えない構成としてもよい。換言すれば、情報処理装置2は、

- ・ 3次元点群データを含む入力データを取得する取得部21と、
- ・ 点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルであって、3次元点群データと、当該3次元点群データに対して間引き処理を適用することによって得られた3次元間引き点群データとを参照して機械学習された推定モデルを用いて、前記取得部21が取得した3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する推定部23と

を備える構成としてもよい。このように構成された情報処理装置2によっても、上述の効果を奏することができる。

[0049] (情報処理方法S2の流れ)

続いて、本例示的实施形態に係る情報処理方法S2の流れについて、図4を参照して説明する。図4は、情報処理方法S2の流れを示すフロー図である。情報処理方法S2は、図4に示すように、入力データを取得するステップ(処理)S21と、3次元点群データを生成するステップ(処理)S22と、推定モデルを用いた推定を行うステップ(処理)S23とを含んでいる。

[0050] (ステップS21)

ステップS21において、取得部21は、入力データを取得する。取得部21による具体的な処理については、上述したためここでは説明を省略する。

[0051] (ステップS22)

続いて、ステップS 2 2において、点群データ生成部 2 2は、取得部 2 1が取得した入力データから3次元点群データを生成する。点群データ生成部 2 2による具体的な処理については、上述したためここでは説明を省略する。

[0052] (ステップS 2 3)

続いて、ステップS 2 3において、推定部 2 3は、機械学習された推定モデルを用いて、ステップS 2 2において生成された3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する。ここで、上記機械学習された推定モデルは、一例として、上述した情報処理方法S 1によって学習された推定モデルを用いることができる。換言すれば、上記機械学習された推定モデルは、一例として、点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルであって、3次元点群データと、当該3次元点群データに対して間引き処理を適用することによって得られた3次元間引き点群データとを参照して機械学習された推定モデルである。

[0053] (情報処理方法S 2の効果)

以上のように、情報処理方法S 2においては、

- ・入力データを取得し、
- ・前記入力データから3次元点群データを生成し、
- ・点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルであって、3次元点群データと、当該3次元点群データに対して間引き処理を適用することによって得られた3次元間引き点群データとを参照して機械学習された推定モデルを用いて、前記点群データ生成処理にて生成した3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する

という構成が採用されている。上記のように構成された情報処理方法S 2に

よれば、3次元点群データに対して間引き処理を適用することによって生成された3次元間引き点群データを参照して機械学習された前記推定モデルを用いて、前記点群データ生成処理にて生成した3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定するので、コストの上昇を抑制しつつ、精度の高い推定モデルを用いた推定処理を行うことができる。したがって、上記の構成によれば、コストの上昇を抑制しつつ、精度の高いセグメンテーション技術を提供することができる。

[0054] (情報処理方法S2に関する付記事項)

ステップS21において3次元点群データを取得する構成の場合、情報処理方法S2は、ステップS22を含まない構成としてもよい。換言すれば、情報処理方法S2は、

- ・ 3次元点群データを含む入力データを取得する取得ステップS21と、
- ・ 点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルであって、3次元点群データと、当該3次元点群データに対して間引き処理を適用することによって得られた3次元間引き点群データを参照して機械学習された推定モデルを用いて、前記取得ステップS21にて取得した3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する推定ステップS23と

を含む構成としてもよい。このように構成された情報処理方法S2によっても、上述の効果を奏することができる。

[0055] [第2の実施形態]

本発明の実施形態の一例である第2の例示的实施形態について、図面を参照して詳細に説明する。上述した例示的实施形態にて説明した構成要素と同じ機能を有する構成要素については、同じ符号を付し、その説明を適宜省略する。なお、本例示的实施形態において採用する各技術的手段の適用範囲は、本例示的实施形態に限定されない。すなわち、本例示的实施形態において

採用する各技術的手段は、特段の技術的支障が生じない範囲で、本開示に含まれる他の例示的实施形態においても採用可能である。また、本例示的实施形態を説明するために参照する各図面に示される各技術的手段は、特段の技術的支障が生じない範囲で、本開示に含まれる他の例示的实施形態においても採用可能である。

[0056] (情報処理装置 1 A の構成)

本例示的实施形態に係る情報処理装置 1 A の構成について、図 5 を参照して説明する。図 5 は、情報処理装置 1 A の構成を示すブロック図である。図 5 に示すように、情報処理装置 1 A は、制御部 1 0 A、記憶部 2 0 A、通信部 3 0、及び入出力部 4 0 を備えている。

[0057] (通信部 3 0)

通信部 3 0 は、ネットワークを介して、情報処理装置 1 A の外部の装置と通信を行う。一例として通信部 3 0 は、制御部 1 0 A から供給されたデータを外部の装置に送信したり、外部の装置から受信したデータを制御部 1 0 A に供給したりする。なお、上記ネットワークの具体的構成は本例示的实施形態を限定するものではないが、一例として、無線 LAN (Local Area Network)、有線 LAN、WAN (Wide Area Network)、公衆回線網、モバイルデータ通信網、又は、これらのネットワークの組み合わせを用いることができる。

[0058] (入出力部 4 0)

入出力部 4 0 は、キーボード、マウス、ディスプレイ、プリンタ、タッチパネル等の入出力装置の少なくとも何れかを備えて構成される。或いは、入出力部 4 0 には、キーボード、マウス、ディスプレイ、プリンタ、タッチパネル等の入出力機器が接続される構成としてもよい。当該構成の場合、入出力部 4 0 は、接続された入力機器から情報処理装置 1 A に対する各種の情報の入力を受け付ける。また、入出力部 4 0 は、制御部 1 0 A の制御の下、接続された出力機器に各種の情報を出力する。入出力部 4 0 としては、例えば USB (Universal Serial Bus) などのインタフェースが挙げられる。

[0059] (記憶部20A)

記憶部20Aには、制御部10Aが参照する各種のデータ、及び制御部10Aによって生成された各種のデータが格納される。一例として、記憶部20Aには、

- ・入力データIND
- ・3次元点群データPCD
- ・3次元間引き点群データTPCD
- ・第1の特徴量F1
- ・第2の特徴量F2
- ・推定モデルPM
- ・セグメンテーションデータSG

ここで、入力データINDは、後述する取得部11(21)が取得したデータである。入力データINDの具体例については後述する。3次元点群データPCDは、後述する点群データ生成部12(22)が生成したデータである。3次元点群データPCDの具体例については後述する。3次元間引き点群データTPCDは、後述する間引き点群データ生成部13が生成したデータである。3次元間引き点群データTPCDの具体例については後述する。

[0060] 第1の特徴量F1は、後述する第1の特徴量選択部151によって参照されるデータである。第1の特徴量F1の具体例については後述する。第2の特徴量F2は、後述する第2の特徴量選択部152によって参照されるデータである。第2の特徴量F2の具体例については後述する。

[0061] 推定モデルPMは、後述する学習部14によって機械学習され、推定部23によって参照される推論用のモデルである。記憶部20Aには、当該推定モデルPMを構成する各種のプログラム及びパラメータが格納される。推定モデルPMの具体例については後述する。

[0062] (制御部10A)

制御部10Aは、図5に示すように、例示的实施形態1において説明した、取得部11、点群データ生成部12、間引き点群データ生成部13、学習

部14, 及び推定部23を備えている。ここで、取得部11は、例示的实施形態1において説明した取得部21と同様の構成である表現することもできるので、取得部11のことを取得部11(21)とも表記することがある。また、点群データ生成部12は、例示的实施形態1において説明した点群データ生成部22と同様の構成である表現することもできるので、点群データ生成部12のことを点群データ生成部12(22)とも表記することがある。

[0063] また、制御部10Aは、図5に示すように、特徴量選択部15を備えている。ここで、当該特徴量選択部15は、図5に示すように、第1の特徴量選択部151、及び第2の特徴量選択部152を備えている。

[0064] (取得部11(21))

取得部11(21)は、入力データINDを取得する。ここで、取得部11は、学習フェーズにおいては、学習用の入力データを取得し、推論フェーズ(推定フェーズ、テストフェーズ)においては、推論用の入力データを取得する。取得部11(21)が取得する入力データの具体例は本例示的实施形態を限定するものではないが、一例として、例示的实施形態と同様に、

- ・各ピクセル(データ点)がRGB値を表現するRGBデータ
- ・各ピクセル(データ点)がデプス値(奥行値)を表現するデプスデータ、及び
- ・各データ点が3次元座標を表現する3次元点群データ

の少なくとも何れかを含むよう構成され得る。また、3次元点群データは、一例としてLiDAR(Light Detection and Ranging、又はLaser Imaging Detection and Ranging)装置によって取得された点群データであり得るが、当該例は本例示的实施形態を限定するものではない。

[0065] なお、取得部11(21)は、一例として、学習フェーズにおいては、セグメンテーションに関する正解ラベルを含む入力データ(セグメンテーションに関する正解ラベルが各データ点に付された入力データ)を取得し、推論フェーズにおいては、当該正解ラベルを含まない入力データを取得する構成

とすることができる。

[0066] 取得部 11 (21) が取得した入力データ IND は、一例として記憶部 20A に記憶され、点群データ生成部 12 (22)、間引き点群データ生成部 13、学習部 14、推定部 23 等によって参照される。

[0067] (点群データ生成部 12 (22))

点群データ生成部 12 (22) は、取得部 11 (21) が取得した入力データ IND から 3次元点群データ PCD を生成する。一例として、点群データ生成部 12 (22) は、取得部 11 (21) が取得した入力データで IND あって、RGB データ及びデプスデータの少なくとも何れかを含む入力データ IND から、3次元点群データ PCD を生成する。一例として、点群データ生成部 12 (22) は、

- ・ RGB データに含まれる各ピクセルの 3次元座標を、デプスデータにおける各ピクセルのデプスデータを参照することによって特定し、
- ・ 特定した 3次元座標が各ピクセル (各データ点) に割り当てられた 3次元点群データ PCD を生成する

という構成とすることができる。ここで、当該 3次元点群データ PCD は、各データ点に割り当てられた 3次元座標に加え、各データ点の RGB 値、及び法線値 (法線ベクトル) の少なくとも何れかを含む構成としてもよい。或いは、各データ点の RGB 値、及び法線値 (法線ベクトル) の少なくとも何れかを含む属性データを、各データ点の 3次元座標を含む 3次元点群データに付随して生成する構成としてもよい。

[0068] また、取得部 11 (21) が、3次元点群データを含む入力データを取得した場合、点群データ生成部 12 (22) は、当該 3次元点群データを、そのまま 3次元点群データ PCD として出力する構成としてもよい。或いは、取得部 11 (21) が取得した 3次元点群データに、上述の各データ点の RGB 値、及び法線値 (法線ベクトル) の少なくとも何れかを含めたうえで 3次元点群データ PCD として出力する構成としてもよい。或いは、上述の各データ点の RGB 値、及び法線値 (法線ベクトル) の少なくとも何れかを含

む属性データを、各データ点の3次元座標を含む3次元点群データPCDに付随して出力する構成としてもよい。

[0069] また、取得部11(21)が、RGBデータ、デプスデータRGB、3次元点群データの少なくとも何れかを含む複数フレームの入力データINDを取得した場合、点群データ生成部12(22)は、一例として当該入力データINDに含まれる全てのフレームを参照して、3次元点群データPCDを生成する構成とすることができる。

[0070] また、取得部11(21)が、3次元点群データを含む入力データを取得し、点群データ生成部12(22)が当該入力データに含まれる3次元点群データを3次元点群データPCDとしてそのまま出力する構成とする場合、情報処理装置1Aは、当該点群データ生成部12(22)を備えない構成としてもよい。このような構成も本例示の実施形態に含まれる。

[0071] (間引き点群データ生成部13)

間引き点群データ生成部13は、例示の実施形態1と同様に、取得部11(21)が取得した前記入力データIND及び前記点群データ生成部12(22)が生成した前記3次元点群データPCDの少なくとも何れかに対して間引き処理を適用することによって3次元間引き点群データをTPCD生成する。ここで、上記間引き処理には、一例として、

- ・前記入力データINDに含まれる複数のフレームのうち、一部のフレームのみを用いて、前記3次元間引き点群データTPCDを生成する処理が含まれる。より具体的には、上記間引き処理には、一例として、入力データINDに含まれる複数のフレームのうちN%(Nは100未満の実数)のフレームのみを用いて前記3次元間引き点群データTPCDを生成する処理が含まれ得る。

ここで、間引き点群データ生成部13は、上記N%のフレームを選択する処理として、

- ・取り除くフレームをランダムに選択する
- ・入力データINDが示す画像又は対象物において、特定の領域が欠損する

ように、連続するフレームを纏めて取り除く  
という処理を行ってもよい。

[0072] 或いは、上記間引き処理には、

- ・前記入力データ I N D 及び前記 3 次元点群データ P C D の少なくとも何れかに含まれる複数のデータ点のうち、一部のデータ点のみを用いて、前記 3 次元間引き点群データ T P C D を生成する処理

が含まれる構成としてもよい。より具体的には、上記間引き処理には、

- ・入力データ I N D に含まれるデプス画像を低解像度化する処理
- ・入力データ I N D に含まれる 3 次元点群データに対して、L i D A R 装置の受光センサ密度が低くなるような間引き方を適用する処理

の少なくとも何れかが含まれる構成としてもよい。

[0073] (学習部 1 4)

学習部 1 4 は、例示的实施形態 1 と同様に、点群データ I N D が入力される推定モデル P M であって、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力する推定モデルを学習させる。一例として、学習部 1 4 は、前記 3 次元点群データ P C D と、前記 3 次元間引き点群データ T P C D とを参照して、前記推定モデル P M を学習させる。

[0074] より具体的には、一例として、学習部 1 4 は、

- ・前記 3 次元点群データ P C D 1 と、当該 3 次元点群データ P C D 1 を間引き処理して得られる 3 次元間引き点群データ T P C D 1 とを含む教師データ T D を参照し、

- ・上記教師データ T D に含まれる前記 3 次元間引き点群データ T P C D 1 を前記推定モデル P M に入力することによって、当該推定モデル P M に 3 次元点群データ P C D 2 (補完された 3 次元点群データ I P C D 1 と呼ぶことがある) を生成させ、

- ・前記推定モデル P M が生成した 3 次元点群データ P C D 2 と、前記教師データ T D に含まれる 3 次元点群データ P C D 1 との相違が小さくなるように

、前記推定モデルPMを機械学習させる。

[0075] ここで、上記教師データTDに含まれる3次元点群データPCD1が、セグメンテーションに関する正解ラベルGTL1を含むか、又は、上記教師データTDに含まれる3次元点群データPCD1に、セグメンテーションに関する正解ラベルGTL1を付随させる（関連付ける）構成としてもよい。そして、学習部14は、推定モデルPMが出力（推定）するセグメンテーションラベルPL1と、セグメンテーションに関する正解ラベルGTL1との相違が小さくなるように、前記推定モデルPMを学習させる構成としてもよい。ここで、当該正解ラベルGTL1は、一例として、上記入力データINDに含まれるか、又は上記入力データINDに付随させる（関連付けられる）構成とし、上記取得部11が、当該正解ラベルGTL1を取得する構成とすることができる。

[0076] また、学習部14は、前記入力データIND、前記3次元点群データPCD、及び前記3次元間引き点群データTPCDの少なくとも何れかに付随する第1の特徴量F1を更に参照して、前記推定モデルPMを学習させる構成としてもよい。

[0077] ここで、当該第1の特徴量F1の具体例は本例示的实施形態を限定するものではないが、一例として、第1の特徴量F1として、

- ・入力データIND又は3次元点群データPCDに含まれる（又は付随する）各データ点のRGB値、及び法線値（法線ベクトル）の少なくとも何れかを用いることができる。第1の特徴量F1を参照した具体的な推定モデルPMの学習のさせ方については後述する。

[0078] また、本例示的实施形態では、推定モデルPMは一例として、

- ・点群データを入力が入力され、補完された点群データを出力する第1の推定モデルPM1と、
- ・前記補完された点群データが少なくとも入力され、前記補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする第2の推定モデルPM2と

を含んで構成されている。推定モデルPMのより具体的な構成例については参照する図面を代えて後述する。

[0079] 以上のように構成された学習部14によれば、点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする上記推定モデルPMを好適に学習させることができる。

[0080] また、以上のように構成された学習部14によれば、前記入力データIND及び前記3次元点群データPCDの少なくとも何れかに対して間引き処理を適用することによって生成された3次元間引き点群データTPCDを参照して、前記推定モデルPMの学習を行うので、コストの上昇を抑制しつつ、精度の高い推定モデルを生成することができる。したがって、上記の構成によれば、コストの上昇を抑制しつつ、精度の高いセグメンテーション技術を提供することができる。

[0081] (推定部23)

推定部23は、例示的实施形態2と同様に、機械学習された推定モデルを用いて、前記点群データ生成部12(22)が生成した3次元点群データPCDに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する。ここで、上記機械学習された推定モデルは、一例として、上述した学習部14によって学習された推定モデルPMを用いることができる。換言すれば、上記機械学習された推定モデルは、一例として、点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルであって、3次元点群データと、当該3次元点群データに対して間引き処理を適用することによって得られた3次元間引き点群データとを参照して機械学習された推定モデルPMである。

[0082] また、推定部23は、入力データIND、及び前記点群データ生成部12(22)が生成した3次元点群データPCDの少なくとも何れかに付随する第2の特徴量F2を更に参照して、前記点群データ生成部12(22)が生

成した3次元点群データPCDに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する構成としてもよい。

[0083] ここで、当該第2の特徴量F2の具体例は本例示的实施形態を限定するものではないが、一例として、第2の特徴量F2として、

・入力データIND又は3次元点群データPCDに含まれる（又は付随する）各データ点のRGB値、及び法線値（法線ベクトル）の少なくとも何れかを用いることができる。第2の特徴量F2の種別（例：RGB値か法線値か）は、一例として、上述した第1の特徴量F1の種別と同じ種別とすることができる。第2の特徴量F2を参照した具体的な推定の仕方については後述する。

[0084] また、推定部23によって推定（生成）された「補完された点群データ」及び「当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベル」を含むデータは、一例として、図5に示したセグメンテーションデータSDとして記憶部20Aに記憶され、通信部30及び入出力部40等を介して、情報処理装置100Aの外部に提供される。セグメンテーションデータSDは、本例示的实施形態において、セグメンテーション画像、セグメンテーション結果などと表現されることもある。

[0085] 一例として、推定部23は、当該推定部23によって推定されたセグメンテーションラベルに応じた表示色や表示テクスチャを有するオブジェクトを含むセグメンテーション画像を、入出力部40が備えるディスプレイを介してユーザに提示する提示手段としても機能する。

[0086] 以上のように構成された推定部23によれば、前記入力データIND及び前記3次元点群データPCDの少なくとも何れかに対して間引き処理を適用することによって生成された3次元間引き点群データTPCDを参照して学習された前記推定モデルPMを用いて推定処理を行うので、コストの上昇を抑制しつつ、精度の高い推定を行うことができる。したがって、上記の構成によれば、コストの上昇を抑制しつつ、精度の高いセグメンテーション技術

を提供することができる。

[0087] (特徴量選択部15)

図5に示すように、特徴量選択部15は、第1の特徴量選択部151、及び第2の特徴量選択部152を備えている。第1の特徴量選択部151は、一例として、学習部14が推定モデルPMを学習させる際に参照する第1の特徴量F1を選択する。一方、第2の特徴量選択部152は、一例として、推定部23が推定モデルPMを用いた推定処理を行う際に参照する第2の特徴量F2を選択する。

[0088] 第1の特徴量F1及び第2の特徴量F2の具体例としては、

・入力データIND又は3次元点群データPCDに含まれる(又は付随する)各データ点のRGB値、及び法線値(法線ベクトル)の少なくとも何れかが挙げられる。第1の特徴量選択部151、及び第2の特徴量選択部152が行う処理の具体例については、参照する図面を代えて後述する。

[0089] (学習フェーズにおけるデータの流れ)

続いて、情報処理装置1Aの学習フェーズにおけるデータの流れについて、図6～図7を参照して説明する。

[0090] 図6は、情報処理装置1Aの学習フェーズにおけるデータの流れの例を説明するための図である。図6に示すように、まず、取得部11は入力データINDを取得する。ここで、当該入力データINDは、一例として学習用の入力データであり、当該入力データに含まれる各データ点には一例としてセグメンテーションに関する正解ラベルGTL1が付与されている。そして、点群データ生成部12は、当該入力データINDを参照して3次元点群データPCDを生成する。ここで、生成された3次元点群データPCDは、間引き点群データ生成部13及び学習部14が備える第1の推定モデル学習部141に供給される。

[0091] 一方、間引き点群データ生成部13は、一例として、3次元点群データPCDから3次元間引き点群データTPCDを生成し、生成した3次元間引き点群データTPCDを、第1の推定モデル学習部141に供給する。ここで

、当該第1の推定モデル学習部141は、推定モデルPMに含まれる第1の推定モデルPM1を学習させるための構成である。

[0092] また、間引き点群データ生成部13は、入力データIND又は3次元点群データPCDに含まれる（又は付随する）各データ点のRGB値、及び法線値（法線ベクトル）の少なくとも何れかのうち、間引き点群データ生成部13が生成した3次元間引き点群データTPCDに含まれる各データ点に対応するRGB値、及び法線値（法線ベクトル）の少なくとも何れかを、当該データ点の座標に関連付けて、第1の特徴量F1として記憶部20Aに格納する。

[0093] 第1の推定モデル学習部141は、第1の推定モデルPM1に対して、間引き点群データ生成部13が生成した3次元間引き点群データTPCD1を入力し、当該第1の推定モデルPM1が出力する補完された3次元点群データIPC1を取得する。そして、当該補完された3次元点群データIPC1を、第2の推定モデル学習部142に供給する。

[0094] また、第1の推定モデル学習部141は、上記補完された3次元点群データIPC1と、点群データ生成部12が生成した3次元点群データPCDとの相違を示す第1の損失値（第1の損失関数）（BCE\_Lossとも表記）を算出する。

[0095] また、第1の推定モデル学習部141は、補完された3次元点群データIPC1に含まれる各データ点の座標を第1の特徴量選択部151に供給する。そして、第1の特徴量選択部151は、

- ・記憶部20Aに格納されている第1の特徴量F1に関連付けられた座標と、補完された3次元点群データIPC1に含まれる各データ点の座標とを対比し、

- ・記憶部20Aに格納されている第1の特徴量F1のうち、補完された3次元点群データIPC1に含まれる各データ点に対応する第1の特徴量F1を特定し、

- ・特定した第1の特徴量F1を、第2の推定モデル学習部142に供給する

- 。
- [0096] 第2の推定モデル学習部142は、
- ・第1の推定モデル学習部141が第1の推定モデルPM1を用いて算出した補完された3次元点群データIPCD1と、
  - ・第1の特徴量選択部151から供給された第1の特徴量F1と
- を第2の推定モデルPM2に入力し、当該第2の推定モデルPM2が出力するセグメンテーションに関する推定ラベルPL1を取得する。
- [0097] また、第2の推定モデル学習部142は、上記推定ラベルPL1と、一例として取得部11が取得したセグメンテーションに関する正解ラベルGTL1との相違を示す第2の損失値（第2の損失関数）（CE\_Lossとも表示）を算出する。
- [0098] そして、学習部14は、第1の損失値BCE\_Lossと第2の損失値CE\_Lossとの線形和
- $$\text{Loss\_total} = \text{CE\_Loss} + \alpha \times \text{BCE\_Loss}$$
- によって、トータルの損失値Loss\_totalを算出し、当該損失値Loss\_totalがより小さくなるよう、第1の推定モデルPM1及び第2の推定モデルPM2のパラメータを更新する。ここで、 $\alpha$ は、適宜設定可能な重み係数を示す。
- [0099] このように、学習部14が、統合された損失値Loss\_totalを参照して、第1の推定モデルPM1と第2の推定モデルPM2とを更新する（学習させる）ことによって、補完処理の精度と、セグメンテーション処理の精度とを好適に向上させることができる。なお、このように、統合された損失値Loss\_totalを参照して、第1の推定モデルPM1と第2の推定モデルPM2とを更新する（学習させる）ことと、「第1の推定モデルPM1と第2の推定モデルPM2とを同時に学習させる」と表現することもある。
- [0100] このようにして、学習部14は、点群データを入力が入力され、補完された点群データを出力する第1の推定モデルPMと、前記補完された点群デー

タが少なくとも入力され、前記補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする第2の推定モデルPM2とを学習させる。

[0101] 図7は、学習フェーズにおけるネットワークに関するデータの流れの例を説明するための図である。図7に示すように、取得部11及び点群データ生成部12の少なくとも何れかにより、3次元点群データPCD1と、当該3次元点群データPCD1の各データ点に付与された正解ラベルGTL1（図7では真値ラベルGTL1とも表記）を含む教師データTDが取得される。

[0102] 続いて、教師データTDに含まれる3次元点群データPCD1のうち、RGB値及び法線値等の属性データが取り除かれた3次元点群データBPCD1が、間引き点群データ生成部13に入力され、当該間引き点群データ生成部13によって3次元間引き点群データBTPCD1が生成される。そして、当該3次元間引き点群データBTPCD1が、第1の推定モデルPM1（図7では補完ネットワークとも表記）に入力される。

[0103] そして、第1の推定モデルPM1は、補完された3次元点群データIPCD1を出力する。当該補完された3次元点群データIPCD1は、第1の特徴量F1（図7では第1の特徴量データF1と表記）と共に、第2の推定モデルPM2（図7ではセマンティックセグメンテーションネットワークとも表記）に入力される。ここで、第1の特徴量F1は、上述した第1の特徴量選択部151によって選択された第1の特徴量F1である。当該第1の特徴量F1は、一例として、マスク特徴量の形式で第2の推定モデルPM2に入力される。ここで、当該マスク特徴量とは、第1の特徴量選択部151によって選択された第1の特徴量F1が存在するデータ点には当該特徴量の値を有し、それ以外のデータ点は空の特徴量（特徴量としての値が0、255、-1等の所定の値）が割り当てられたデータ群のことを指す。

[0104] また、補完された3次元点群データIPCD1と、上述の3次元点群データBPCD1との相違が、第1の損失値(BCE\_Loss)として算出される。

- [0105] そして、第2の推定モデルPM2は、補完された3次元点群データPCD1の各データ点のセグメンテーションに関する推定ラベルPL1を出力する。また、推定ラベルPL1と、正解ラベルGTL1との相違が、第2の損失値(CE\_Loss)として算出される。
- [0106] 学習部14は上述したように、第1の損失値と第2の損失値とによって表されるトータルの損失値がより小さくなるよう、第1の推定モデルPM1及び第2の推定モデルPM2のパラメータを更新する。
- [0107] (推定フェーズにおけるデータの流れ)  
続いて、情報処理装置1Aの推定フェーズにおけるデータの流れについて、図8～図9を参照して説明する。
- [0108] 図8は、情報処理装置1Aの推定フェーズにおけるデータの流れの例を説明するための図である。図8に示すように、まず、取得部21は入力データINDを取得する。ここで、当該入力データINDは、一例として推定用の入力データであり、上述した学習用の入力データとは異なり、当該入力データに含まれる各データ点にはセグメンテーションに関する正解ラベルGTL1が付与されていない。そして、点群データ生成部22は、当該入力データINDを参照して3次元点群データPCDを生成する。ここで、生成された3次元点群データPCDは、推定部23が備える第1の推定モデルPM1に供給される。
- [0109] また、点群データ生成部22は、入力データIND又は3次元点群データPCDに含まれる(又は付随する)各データ点のRGB値、及び法線値(法線ベクトル)の少なくとも何れかを、当該データ点の座標に関連付けて、第2の特徴量F2として記憶部20Aに格納する。
- [0110] 推定部23は、点群データ生成部22が生成した3次元点群データPCDを、第1の推定モデルPM1に入力する。ここで、当該第1の推定モデルPM1は、一例として、学習フェーズにおいて上述した第1の推定モデル学習部141によって機械学習された第1の推定モデルPM1である。
- [0111] 上記3次元点群データPCDが入力された第1の推定モデルPM1は、補

完された3次元点群データ I P C D 2 を出力する。また、推定部 2 3 は、当該補完された3次元点群データ I P C D 2 に含まれる各データ点の座標を第2の特徴量選択部 1 5 2 に供給する。そして、第2の特徴量選択部 1 5 2 は、

- ・ 記憶部 2 0 A に格納されている第2の特徴量 F 2 に関連付けられた座標と、補完された3次元点群データ I P C D 2 に含まれる各データ点の座標とを対比し、
- ・ 記憶部 2 0 A に格納されている第2の特徴量 F 2 のうち、補完された3次元点群データ I P C D 2 に含まれる各データ点に対応する第2の特徴量 F 2 を特定し、
- ・ 特定した第2の特徴量 F 2 を、第2の推定モデル P M 2 に供給する。

[0112] 推定部 2 3 は、

- ・ 第1の推定モデル P M 1 を用いて算出した補完された3次元点群データ I P C D 2 と、
  - ・ 第2の特徴量選択部 1 5 2 から供給された第2の特徴量 F 2 と
- を第2の推定モデル P M 2 に入力し、当該第2の推定モデル P M 2 が出力するセグメンテーションに関する推定ラベル P L 2 (換言すれば、補完された3次元点群データ I P C D 2 に関するセグメンテーションラベル) を取得する。

[0113] そして、推定部 2 3 によって推定 (生成) された「補完された3次元点群データ I P C D 2」及び「当該補完された3次元点群データ I P C D 2 に関するセグメンテーションラベル」を含むデータは、一例として、図 5 に示したセグメンテーションデータ S D として記憶部 2 0 A に記憶され、通信部 3 0 及び入出力部 4 0 等を介して、情報処理装置 1 0 0 A の外部に提供される。

[0114] 図 9 は、推定フェーズにおけるネットワークに関するデータの流れの例を説明するための図である。図 9 に示すように、取得部 2 1 及び点群データ生成部 2 2 の少なくとも何れかにより、3次元点群データ P C D 2 が取得され

る。

[0115] 続いて、3次元点群データPCD2のうち、RGB値及び法線値等の属性データが取り除かれた3次元点群データBPCD2が、第1の推定モデルPM1（図9では補完ネットワークとも表記）に入力される。

[0116] そして、第1の推定モデルPM1は、補完された3次元点群データIPCD2を出力する。当該補完された3次元点群データIPCD2は、第2の特徴量F2（図9では第2の特徴量データF2と表記）と共に、第2の推定モデルPM2（図7ではセマンティックセグメンテーションネットワークとも表記）に入力される。ここで、第2の特徴量F2は、上述した第2の特徴量選択部152によって選択された第2の特徴量F2である。当該第2の特徴量F2は、一例として、マスク特徴量の形式で第2の推定モデルPM2に入力される。ここで、当該マスク特徴量とは、第2の特徴量選択部152によって選択された第2の特徴量F2が存在するデータ点には当該特徴量の値を有し、それ以外のデータ点は空の特徴量（特徴量としての値が0、255、-1等の所定の値）が割り当てられたデータ群のことを指す。

[0117] そして、第2の推定モデルPM2は、補完された3次元点群データIPCD2の各データ点のセグメンテーションに関する推定ラベルPL2を出力する。

[0118] （情報処理装置1Aによる効果）

以上のように、情報処理装置1Aにおいては、学習フェーズにおいて、

- ・入力データを取得し、
- ・前記入力データから3次元点群データを生成し、
- ・前記入力データ及び前記3次元点群データの少なくとも何れかに対して間引き処理を適用することによって3次元間引き点群データを生成し、
- ・点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルを、前記3次元点群データと、前記3次元間引き点群データとを参照して学習させるという構成が採用されている。

- [0119] また、情報処理装置 1 A においては、推定フェーズにおいて、
- ・ 入力データを取得し、
  - ・ 前記入力データから 3 次元点群データを生成し、
  - ・ 点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルであって、3 次元点群データと、当該 3 次元点群データに対して間引き処理を適用することによって得られた 3 次元間引き点群データとを参照して機械学習された推定モデルを用いて、前記点群データ生成処理にて生成した 3 次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する
- という構成が採用されている。
- [0120] 上記のように構成された情報処理装置 1 A によれば、学習フェーズにおいて、3 次元点群データに対して間引き処理を適用することによって生成された 3 次元間引き点群データを参照して前記推定モデルを学習させる。そして、推定フェーズにおいて、当該機械学習済みの推定モデルを用いて、前記点群データ生成処理にて生成した 3 次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する。したがって、上記の構成によれば、コストの上昇を抑制しつつ、精度の高い推定モデルを用いた推定処理を行うことができる。
- [0121] また、上記のように構成された情報処理装置 1 A によれば、学習フェーズにおいて、入力データ、3 次元点群データ、及び 3 次元間引き点群データの少なくとも何れかに付随する第 1 の特徴量を更に参照して推定モデル PM を学習させ、推定フェーズにおいて、入力データ、及び 3 次元点群データの少なくとも何れかに付随する第 2 の特徴量を更に参照して推定モデル PM を用いた推定処理を行う。したがって、上記の構成によれば、上記の構成によれば、コストの上昇を抑制しつつ、より精度の高い推定モデルを用いた推定処理を行うことができる。
- [0122] (例示的实施形態 2 に関する付記事項)

上記の説明では、推定モデルPMを構成する第1の推定モデルPM1と第2の推定モデルPM2との関係が直列的である構成を例に挙げたが、当該例は本例示的实施形態を限定するものではない。例えば、第1の推定モデルPM1と第2の推定モデルPM2とが並列的又は部分的に並列的である構成を採用し、当該第1の推定モデルPM1と第2の推定モデルPM2とを同時に学習させる構成としてもよい。一例として、推定モデルPMが、

- ・第1のネットワークと、
- ・当該第1のネットワークの途中から枝分かれした第2のネットワークとを備える構成とし、当該第1のネットワークの出力を参照して、上述した損失値CE\_\_Loss（又はBCE\_\_Loss）が算出され、当該第2のネットワークの出力を参照して、上述した損失値BCE\_\_Loss（又はCE\_\_Loss）が算出され、これらの損失値を含むトータルの損失値を参照して、上記第1のネットワーク及び第2のネットワークのパラメータを更新する構成としてもよい。このような構成によっても、本例示的实施形態に係る各種の効果を得ることができる。本明細書に記載の他の例示的实施形態についても同様である。

[0123]     〔第3の実施形態〕

本発明の実施形態の一例である第3の例示的实施形態について、図面を参照して詳細に説明する。上述した例示的实施形態にて説明した構成要素と同じ機能を有する構成要素については、同じ符号を付し、その説明を適宜省略する。なお、本例示的实施形態において採用する各技術的手段の適用範囲は、本例示的实施形態に限定されない。すなわち、本例示的实施形態において採用する各技術的手段は、特段の技術的支障が生じない範囲で、本開示に含まれる他の例示的实施形態においても採用可能である。また、本例示的实施形態を説明するために参照する各図面に示される各技術的手段は、特段の技術的支障が生じない範囲で、本開示に含まれる他の例示的实施形態においても採用可能である。

[0124]     （情報処理装置1Bの構成）

本例示的实施形態に係る情報処理装置1Bの構成について、図10を参照して説明する。図10は、情報処理装置1Bの構成を示すブロック図である。図10に示すように、情報処理装置1Bは、例示的实施形態2に係る情報処理装置1Aが備える各部に加え、投影部16を備えている。

[0125] また、情報処理装置1Bが備える記憶部20Bには、例示的实施形態2に係る情報処理装置1Aが備える記憶部20Aに格納された各データに加え、投影された点群データPPCD（投影後の点群データPPCDとも表記する）が格納されている。以下の説明では、情報処理装置1Aとは異なる点を中心に説明を行う。

[0126] （投影部16）

投影部16は、推定モデルPMが生成する補完された点群データを2次元面に投影することによって、投影後の点群データPPCDを生成する。ここで、当該2次元面は、一例として、学習フェーズにおいて間引き点群データ生成部13が3次元間引き点群データTPCDを生成する際には用いられなかったカメラ位置（視点）への投影に対応する2次元面である。

[0127] 換言すれば、投影部16は、推定モデルPMが生成する補完された点群データを、学習フェーズにおいて間引き点群データ生成部13が3次元間引き点群データTPCDを生成する際には用いられなかったカメラ位置（視点）から投影することによって、投影後の点群データPPCDを生成するものであると表現してもよい。

[0128] ただし上記の例は、本例示的实施形態を限定するものではなく、投影部16は、推定モデルPMが生成する補完された点群データを、  
・入力データINDに含まれるRGB値、デプス値、及び3次元点群データの少なくとも何れかを撮像装置（LiDARも含む）が取得する際の、当該撮像装置の位置（視点）とは異なる位置（視点）へ投影することによって投影後の点群データPPCDを生成する構成であると表現してもよい。或いは、投影部16は、推定モデルPMが生成する補完された点群データを、

・点群データ生成部12(22)が3次元点群データPCDを生成する際に参照する、入力データINDに含まれるRGB値、デプス値、及び3次元点群データの少なくとも何れかに関する視点とは異なる視点へ投影することによって投影後の点群データPPCDを生成する構成であると表現してもよい。

[0129] (学習部14)

本例示的实施形態に係る学習部14は、前記投影後の点群データPPCDと、当該投影後の点群データに対応するセグメンテーション正解ラベルGTLとを更に参照して、前記推定モデルを学習させる。

[0130] 一例として、学習部14は、前記投影後の点群データPPCDに対して推定モデルPMが推定した推定ラベルと、前記取得部11が取得したセグメンテーション正解ラベルGTLとの相違を示す第3の損失値(第3の損失関数)CE\_2D\_Lossを算出する。そして、学習部14は、例示的实施形態2において説明した第1の損失値BCE\_Loss、第2の損失値CE\_Loss、及び前記第3の損失値CE\_2D\_Lossの線形和を用いて、トータルの損失値(Loss\_total)を

$$\text{Loss\_total} = \text{CE\_Loss} + \alpha \times \text{BCE\_Loss} + \beta \times \text{CE\_2D\_Loss}$$

によって算出する。そして、学習部14は、当該トータルの損失値(Loss\_total)の値がより小さくなるよう、第1の推定モデルPM1及び第2の推定モデルPM2のパラメータを更新する。ここで、 $\alpha$ 及び $\beta$ は、適宜設定可能な重み係数を示す。なお、上記第3の損失値CE\_2D\_Lossは投影部16によって行う構成としてもよい。

[0131] (学習フェーズにおけるデータの流れ)

続いて、情報処理装置1Bの学習フェーズにおけるデータの流れについて、図11を参照して説明する。

[0132] 図11は、情報処理装置1Bの学習フェーズにおけるデータの流れの例を説明するための図である。図11に示すように、情報処理装置1Bの学習フ

エーズでは、図6を用いて説明した情報処理装置1Aの学習フェーズにおけるデータの流れに加え、

- ・取得部11から投影部16へのセグメンテーション正解ラベルGTLが供給され、

- ・第1の推定モデル学習部141から、第1の推定モデルPM1によって生成された補完された3次元点群データIPCDが供給され、

- ・第2の推定モデル学習部142から、第2の推定モデルPM2が推定した推定ラベルであって、投影部16による投影後の3次元点群データPPCDの各データ点に関する推定ラベルPLが供給される。

[0133] そして、投影部16は、セグメンテーション正解ラベルGTLと推定ラベルPLとの相違を示す第3の損失値CE<sub>2D</sub>Lossを算出し、学習部14に供給する。そして、学習部14は、上述したように第1の損失値CE<sub>L</sub>Loss、第2の損失値CE<sub>L</sub>Loss、及び前記第3の損失値CE<sub>2D</sub>Lossの線形和を用いて、トータルの損失値(Loss<sub>total</sub>)を算出する。そして、学習部14は、当該トータルの損失値(Loss<sub>total</sub>)の値がより小さくなるよう、第1の推定モデルPM1及び第2の推定モデルPM2のパラメータを更新する。

[0134] (情報処理装置1Bによる効果)

以上のように構成された情報処理装置1Bによれば、

- ・推定モデルPMが生成する補完された点群データIPCDを2次元面に投影することによって、投影後の点群データPPCDを生成し、

- ・学習部14は、前記投影後の点群データPPCDと、当該投影後の点群データPPCDに対応するセグメンテーション正解ラベルGTLとを更に参照して、前記推定モデルPMを学習させる

という構成が採用されている。当該構成によれば、投影後の点群データPPCDを参照することにより、より好適な損失関数を構成することができるので、学習フェーズにおいて、推定精度のより高い推定モデルPMを生成することができる。また、推定フェーズにおいて、そのような推定モデルPMを

用いて精度の高い推定を行うことができる。

[0135] 〔第４の実施形態〕

本発明の実施形態の一例である第４の例示的实施形態について、図面を参照して詳細に説明する。上述した例示的实施形態にて説明した構成要素と同じ機能を有する構成要素については、同じ符号を付し、その説明を適宜省略する。なお、本例示的实施形態において採用する各技術的手段の適用範囲は、本例示的实施形態に限定されない。すなわち、本例示的实施形態において採用する各技術的手段は、特段の技術的支障が生じない範囲で、本開示に含まれる他の例示的实施形態においても採用可能である。また、本例示的实施形態を説明するために参照する各図面に示される各技術的手段は、特段の技術的支障が生じない範囲で、本開示に含まれる他の例示的实施形態においても採用可能である。

[0136] (情報処理装置１Ｃの構成)

本例示的实施形態に係る情報処理装置１Ｃの構成について、図１２を参照して説明する。図１２は、情報処理装置１Ｃの構成を示すブロック図である。図１２に示すように、情報処理装置１Ｃが備える制御部１０Ｃは、情報処理装置１Ａが備える制御部１０Ａと同様の構成である。一方で、情報処理装置１Ｃが備える記憶部２０Ｃには、例示的实施形態２に係る情報処理装置１Ａが備える記憶部２０Ａに格納された各データに加え、間引き情報Ｔ１が格納されている。

[0137] ここで、当該間引き情報Ｔ１は、間引き点群データ生成部１３が間引き処理を実行する際に、どのような間引き処理を行ったのかを示す情報である。以下の説明では、情報処理装置１Ａとは異なる点を中心に説明を行う。

[0138] (間引き情報Ｔ１)

間引き情報Ｔ１は、間引き点群データ生成部１３が間引き処理を実行する際に、どのような間引き処理を行ったのかを示す情報である。図１３は、間引き情報Ｔ１の例を説明するための図である。

[0139] 図１３の上段には、学習フェーズにおいて取得部１１が取得する入力デー

タ I N D に含まれる複数のフレームが模式的に示されている。図 1 3 の上段に示す例では、一例として、右側に行くにつれて、フレーム番号が増大する。

[0140] 図 1 3 の下段左側には、間引き点群データ生成部 1 3 による間引き処理における間引きパターン 1 が示されている。ここで、網掛けされたフレームは 3 次元間引き点群データ T P C D を生成する際に、間引き点群データ生成部 1 3 が参照するフレームであり、網掛けされていないフレーム（図 1 3 の下段左側における白いフレーム）は 3 次元間引き点群データ T P C D を生成する際に、参照されないフレームである。換言すれば、網掛けされていないフレームは 3 次元間引き点群データ T P C D を生成する際に、間引かれたフレームである。間引きパターン 1 では、ある連続する 1 0 フレームにおいて、

- ・ 2 フレーム連続で参照し、
- ・ その後の 2 フレーム連続で間引き
- ・ その後の 2 フレーム連続で参照し、
- ・ その後の 2 フレーム連続で間引き
- ・ その後の 2 フレーム連続で参照する

という処理が行われる。

[0141] 一方で、図 1 3 の下段右側には、間引き点群データ生成部 1 3 による間引き処理における間引きパターン 2 が示されている。間引きパターン 2 では、ある連続する 1 0 フレームにおいて、

- ・ 3 フレーム連続で参照し、
- ・ その後の 2 フレーム連続で間引き
- ・ その後の 2 フレーム連続で参照し、
- ・ その後の 2 フレーム連続で間引き
- ・ その後の 1 フレームを参照する

という処理が行われる。

[0142] そして、間引き点群データ生成部 1 3 は、一例として、間引いたフレームを示すフレームインデックスを、間引き情報 T 1 を記憶部 2 0 C に格納する

。間引き点群データ生成部13は、そのような間引き情報T1を参照することによって、同一の入力データIND又は同一の3次元点群データPCDに対して、複数の間引きパターンを用いて、互いに異なる複数の3次元間引き点群データTPCDを生成する。

[0143] このように、本例示的实施形態に係る情報処理装置1Cは、間引き点群データ生成部13で3次元間引き点群データTPCDを生成する際に、間引いたフレームインデックスを保持しておくことにより、異なる間引き方の3次元間引き点群データTPCDを一つのデータ入力データから複数作成することで、学習フェーズにおける学習に用いるデータの強を行うというものである。

[0144] (情報処理装置1Cによる効果)

以上のように構成された情報処理装置1Bによれば、学習フェーズにおいてより多くのデータを用いて推定モデルPMを学習させることができるので、より精度の高い推定モデルPMを生成することができる。また、そのような推定モデルPMを用いて、より精度の高い推定を行うことができる。

[0145] [第5の実施形態]

本発明の実施形態の一例である第5の例示的实施形態について、図面を参照して詳細に説明する。上述した例示的实施形態にて説明した構成要素と同じ機能を有する構成要素については、同じ符号を付し、その説明を適宜省略する。なお、本例示的实施形態において採用する各技術的手段の適用範囲は、本例示的实施形態に限定されない。すなわち、本例示的实施形態において採用する各技術的手段は、特段の技術的支障が生じない範囲で、本開示に含まれる他の例示的实施形態においても採用可能である。また、本例示的实施形態を説明するために参照する各図面に示される各技術的手段は、特段の技術的支障が生じない範囲で、本開示に含まれる他の例示的实施形態においても採用可能である。

[0146] (情報処理装置1Dの構成)

本例示的实施形態に係る情報処理装置1Dの構成について、図14を参照

して説明する。図14は、情報処理装置1Dの構成を示すブロック図である。図14に示すように、情報処理装置1Dは、例示的实施形態2~4に係る情報処理装置1A、1B、1Cが備える各部のうち、以下の構成（又はデータ）を有しており、その他の構成について必須ではない。

- ・制御部10Dにおいて、取得部21、点群データ生成部22、推定部23、第2の特徴量選択部152、及び
- ・記憶部20Dにおいて、入力データIND、3次元点群データPCD、第2の特徴量F2、推定モデルPM、セグメンテーションデータSG。

[0147] 換言すれば、情報処理装置1Dは、推定モデルPMを用いた推定フェーズの処理を行うための構成を有しているが、推定モデルPMを学習させるための構成は有していない。情報処理装置1Dが推定処理に用いる推定モデルPMは、一例として、例示的实施形態2~4に係る情報処理装置1A、1B、1Cによって学習された推定モデルPMを用いればよい。

[0148] 上記のように構成された情報処理装置1Dによれば、3次元点群データに対して間引き処理を適用することによって生成された3次元間引き点群データを参照して機械学習された前記推定モデルPMを用いて、前記点群データ生成処理にて生成した3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定するので、コストの上昇を抑制しつつ、精度の高い推定モデルを用いた推定処理を行うことができる。したがって、上記の構成によれば、コストの上昇を抑制しつつ、精度の高いセグメンテーション技術を提供することができる。

[0149] （適用例）

以下では、上述の各例示的实施形態に係る情報処理装置1、1A、1B、1C、1Dの適用例について説明する。

[0150] 上述の各例示的实施形態に係る情報処理装置1、1A、1B、1C、1D（以下、単に情報処理装置1等とも記載）は、一例として、医療・ヘルスケア分野に適用することもできる。当該分野において、本願の技術を利用すれば、患者を撮影した医療画像に基づくセグメンテーションを行うことによる

医療応用が可能となる。

[0151] 情報処理装置1等を、医療・ヘルスケア分野に適用する場合、例えば、以下のような処理フローに沿った処理を行えばよい。

[0152] (ステップS101: スキャンステップ)

医師等医療従事者や医療スタッフは、撮像装置(内視鏡、fMRI等)を使って、患者の臓器(胃や腸等)等、関連する領域を撮像し、医療画像を生成する。そして、当該医療画像を、入力データINDとして、情報処理装置1等に入力する。

[0153] (ステップS102: 3Dモデリングステップ)

続いて、情報処理装置1等が備える点群データ生成部12(22)は、上記入力データINDを参照して、当該入力データINDに対応する3次元点群データPCDを生成する。ここで、点群データ生成部12(22)が生成した3次元点群データPCDは、一例として、入出力部40が備えるディスプレイ等を介して、医療従事者、医療スタッフ、及び患者等に提示される構成としてもよい。なお、本ステップは、学習フェーズ及び推定フェーズの双方に対して適用することが可能である。

[0154] (ステップS103A: 意思決定ステップ)

続いて、情報処理装置1等が備える推定部23は、機械学習された推定モデルPMを用いて、上記医療画像に対してセマンティックセグメンテーションを行い、セグメンテーション結果を出力する。ここで、当該セマンティックセグメンテーションにより、一例として、病変箇所(炎症・潰瘍・ポリープ)・正常箇所、部位、等のセグメンテーション(領域分類)が行われる。これにより、医療従事者は、例えば、治療計画を立てることができる。したがって、本装置は医療従事者による診断の意思決定を支援することができる。

[0155] (ステップS103B: 意思決定ステップ)

ステップS103Aの処理に代えて、又はステップS103Aと共に、情報処理装置1等は以下の処理を行ってもよい。すなわち、情報処理装置1等

の推定部23は、第1の推定モデルPM1によって補完された（一例として欠損補完された）3次元点群データIPCD（または、当該欠損補完された3次元点群データIPCDに基づき構成された3Dモデル）を出力する。当該出力処理は、一例として、入出力部40が備えるディスプレイ等を介して、医療従事者の提示という形式で行われ得る。医療従事者は、当該補完された3次元点群データ（3Dモデル）を参照することで、例えば、患者の臓器の状態を理解することができる。したがって、本装置は医療従事者による診断の意思決定を支援することができる。

[0156] このように、本適用例において、情報処理装置1等の取得部11（21）は、前記入力データとして医療画像を取得し、推定部23は、医療従事者の意思決定を支援するための前記セグメンテーション結果を提示する提示手段として機能する。

[0157] [ソフトウェアによる実現例]

情報処理装置1, 1A, 1B, 1C, 1D（以下、「上記各装置」とも記載する）の一部又は全部の機能は、集積回路（ICチップ）等のハードウェアによって実現してもよいし、ソフトウェアによって実現してもよい。

[0158] 後者の場合、上記各装置は、例えば、各機能を実現するソフトウェアであるプログラムの命令を実行するコンピュータによって実現される。このようなコンピュータの一例（以下、コンピュータCと記載する）を図15に示す。図15は、上記各装置として機能するコンピュータCのハードウェア構成を示すブロック図である。

[0159] コンピュータCは、少なくとも1つのプロセッサC1と、少なくとも1つのメモリC2と、を備えている。メモリC2には、コンピュータCを上記各装置として動作させるためのプログラムPが記録されている。コンピュータCにおいて、プロセッサC1は、プログラムPをメモリC2から読み取って実行することにより、上記各装置の各機能が実現される。

[0160] プロセッサC1としては、例えば、CPU（Central Processing Unit）、GPU（Graphic Processing Unit）、DSP（Digital Signal Processor）

、MPU (Micro Processing Unit)、FPU (Floating point number Processing Unit)、PPU (Physics Processing Unit)、TPU (Tensor Processing Unit)、量子プロセッサ、マイクロコントローラ、又は、これらの組み合わせなどを用いることができる。メモリC2としては、例えば、フラッシュメモリ、HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive)、又は、これらの組み合わせなどを用いることができる。

[0161] なお、コンピュータCは、プログラムPを実行時に展開したり、各種データを一時的に記憶したりするためのRAM (Random Access Memory) を更に備えていてもよい。また、コンピュータCは、他の装置との間でデータを送受信するための通信インタフェースを更に備えていてもよい。また、コンピュータCは、キーボードやマウス、ディスプレイやプリンタなどの入出力機器を接続するための入出力インタフェースを更に備えていてもよい。

[0162] また、プログラムPは、コンピュータCが読み取り可能な、一時的でない有形の記録媒体Mに記録することができる。このような記録媒体Mとしては、例えば、テープ、ディスク、カード、半導体メモリ、又はプログラマブルな論理回路などを用いることができる。コンピュータCは、このような記録媒体Mを介してプログラムPを取得することができる。また、プログラムPは、伝送媒体を介して伝送することができる。このような伝送媒体としては、例えば、通信ネットワーク、又は放送波などを用いることができる。コンピュータCは、このような伝送媒体を介してプログラムPを取得することもできる。

[0163] [付記事項A]

本開示には、以下の各付記に記載の技術が含まれる。ただし、本発明は、以下の各付記に記載の技術に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。

[0164] (付記A1)

入力データを取得する取得手段と、

前記入力データから3次元点群データを生成する点群データ生成手段と、

前記入力データ及び前記3次元点群データの少なくとも何れかに対して間引き処理を適用することによって3次元間引き点群データを生成する間引き点群データ生成手段と、

点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルを、前記3次元点群データと、前記3次元間引き点群データとを参照して学習させる学習手段と

を備えている情報処理装置。

[0165] (付記A2)

前記間引き点群データ生成手段による間引き処理には、

前記入力データに含まれる複数のフレームのうち、一部のフレームのみを用いて、前記3次元間引き点群データを生成する処理が含まれる

付記A1に記載の情報処理装置。

[0166] (付記A3)

前記間引き点群データ生成手段による間引き処理には、

前記入力データ及び前記3次元点群データの少なくとも何れかに含まれる複数のデータ点のうち、一部のデータ点のみを用いて、前記3次元間引き点群データを生成する処理が含まれる

付記A1又はA2に記載の情報処理装置。

[0167] (付記A4)

前記学習手段は、前記3次元間引き点群データに付随する特徴量を更に参照して、前記推定モデルを学習させる

付記A1に記載の情報処理装置。

[0168] (付記A5)

前記推定モデルは、

点群データを入力が入力され、補完された点群データを出力する第1の推定モデルと、

前記補完された点群データが少なくとも入力され、前記補完された点群

データに関するセグメンテーションラベルを出力とする第2の推定モデルとを含んでいる

付記A 1又はA 2に記載の情報処理装置。

[0169] (付記A 6)

前記推定モデルが生成する補完された点群データを2次元面に投影することによって、投影後の点群データを生成する投影手段を更に備え、

前記学習手段は、前記投影後の点群データと、当該投影後の点群データに対応するセグメンテーション正解ラベルとを更に参照して、前記推定モデルを学習させる

付記A 1からA 5の何れか1つに記載の情報処理装置。

[0170] (付記A 7)

前記間引き点群データ生成手段は、同一の前記入力データ又は同一の前記3次元点群データに対して、互いに異なる複数の3次元間引き点群データを生成する

付記A 1からA 6の何れか1つに記載の情報処理装置。

[0171] (付記A 8)

入力データを取得する取得手段と、

前記入力データから3次元点群データを生成する点群データ生成手段と、

点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルであって、3次元点群データと、当該3次元点群データに対して間引き処理を適用することによって得られた3次元間引き点群データとを参照して機械学習された推定モデルを用いて、前記点群データ生成手段が生成した3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する推定手段と

を備えている情報処理装置。

[0172] (付記A 9)

前記推定手段によって推定されたセグメンテーションラベルが示すセグメ

ンテーション結果を提示する提示手段を備えている  
付記 A 8 に記載の情報処理装置。

[0173] (付記 A 1 0)

前記取得手段は、前記入力データとして医療画像を取得し、  
前記提示手段は、医療従事者の意思決定を支援するための前記セグメンテーション結果を提示する  
付記 A 9 に記載の情報処理装置。

[0174] (付記 A 1 1)

前記推定手段は、前記点群データ生成手段が生成した 3 次元点群データに付随する特徴量を更に参照して、前記点群データ生成手段が生成した 3 次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する  
付記 A 8 から A 1 0 の何れか 1 つに記載の情報処理装置。

[0175] (付記 A 1 2)

前記推定モデルは、  
点群データを入力とし、補完された点群データを出力とする第 1 の推定モデルと、  
少なくとも前記補完された点群データが入力され、当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする第 2 の推定モデルとを含んでいる  
付記 A 8 から A 1 1 の何れか 1 つに記載の情報処理装置。

[0176] [付記事項 B]

本開示には、以下の各付記に記載の技術が含まれる。ただし、本発明は、以下の各付記に記載の技術に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。

[0177] (付記 B 1)

入力データを取得する取得工程と、  
前記入力データから 3 次元点群データを生成する点群データ生成工程と、

前記入力データ及び前記3次元点群データの少なくとも何れかに対して間引き処理を適用することによって3次元間引き点群データを生成する間引き点群データ生成工程と、

点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルを、前記3次元点群データと、前記3次元間引き点群データとを参照して学習させる学習工程と

を含んでいる情報処理方法。

[0178] (付記B2)

前記間引き点群データ生成工程による間引き処理には、

前記入力データに含まれる複数のフレームのうち、一部のフレームのみを用いて、前記3次元間引き点群データを生成する処理が含まれる

付記B1に記載の情報処理方法。

[0179] (付記B3)

前記間引き点群データ生成工程による間引き処理には、

前記入力データ及び前記3次元点群データの少なくとも何れかに含まれる複数のデータ点のうち、一部のデータ点のみを用いて、前記3次元間引き点群データを生成する処理が含まれる

付記B1又はB2に記載の情報処理方法。

[0180] (付記B4)

前記学習工程は、前記3次元間引き点群データに付随する特徴量を更に参照して、前記推定モデルを学習させる

付記B1に記載の情報処理方法。

[0181] (付記B5)

前記推定モデルは、

点群データを入力が入力され、補完された点群データを出力する第1の推定モデルと、

前記補完された点群データが少なくとも入力され、前記補完された点群

データに関するセグメンテーションラベルを出力とする第2の推定モデルとを含んでいる

付記B1又はB2に記載の情報処理方法。

[0182] (付記B6)

前記推定モデルが生成する補完された点群データを2次元面に投影することによって、投影後の点群データを生成する投影工程を更に含み、

前記学習工程は、前記投影後の点群データと、当該投影後の点群データに対応するセグメンテーション正解ラベルとを更に参照して、前記推定モデルを学習させる

付記B1からB5の何れか1つに記載の情報処理方法。

[0183] (付記B7)

前記間引き点群データ生成工程は、同一の前記入力データ又は同一の前記3次元点群データに対して、互いに異なる複数の3次元間引き点群データを生成する

付記B1からB6の何れか1つに記載の情報処理方法。

[0184] (付記B8)

入力データを取得する取得工程と、

前記入力データから3次元点群データを生成する点群データ生成工程と、

点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルであって、3次元点群データと、当該3次元点群データに対して間引き処理を適用することによって得られた3次元間引き点群データとを参照して機械学習された推定モデルを用いて、前記点群データ生成工程が生成した3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する推定工程と

を含んでいる情報処理方法。

[0185] (付記B9)

前記推定工程によって推定されたセグメンテーションラベルが示すセグメ

ンテーション結果を提示する提示工程を含んでいる  
付記 B 8 に記載の情報処理方法。

[0186] (付記 B 1 0)

前記取得工程は、前記入力データとして医療画像を取得し、  
前記提示工程は、医療従事者の意思決定を支援するための前記セグメンテーション結果を提示する  
付記 B 9 に記載の情報処理方法。

[0187] (付記 B 1 1)

前記推定工程は、前記点群データ生成工程が生成した 3 次元点群データに付随する特徴量を更に参照して、前記点群データ生成工程が生成した 3 次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する  
付記 B 8 から B 1 0 の何れか 1 つに記載の情報処理方法。

[0188] (付記 B 1 2)

前記推定モデルは、  
点群データを入力とし、補完された点群データを出力とする第 1 の推定モデルと、  
少なくとも前記補完された点群データが入力され、当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする第 2 の推定モデルとを含んでいる  
付記 B 8 から B 1 1 の何れか 1 つに記載の情報処理方法。

[0189] [付記事項 C]

本開示には、以下の各付記に記載の技術が含まれる。ただし、本発明は、以下の各付記に記載の技術に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。

[0190] (付記 C 1)

情報処理装置としてコンピュータを機能させるプログラムであって、前記コンピュータを、

入力データを取得する取得手段と、  
前記入力データから3次元点群データを生成する点群データ生成手段と、  
前記入力データ及び前記3次元点群データの少なくとも何れかに対して間引き処理を適用することによって3次元間引き点群データを生成する間引き点群データ生成手段と、

点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルを、前記3次元点群データと、前記3次元間引き点群データとを参照して学習させる学習手段と

として機能させる情報処理プログラム。

[0191] (付記C2)

前記間引き点群データ生成手段による間引き処理には、  
前記入力データに含まれる複数のフレームのうち、一部のフレームのみを用いて、前記3次元間引き点群データを生成する処理が含まれる  
付記C1に記載の情報処理プログラム。

[0192] (付記C3)

前記間引き点群データ生成手段による間引き処理には、  
前記入力データ及び前記3次元点群データの少なくとも何れかに含まれる複数のデータ点のうち、一部のデータ点のみを用いて、前記3次元間引き点群データを生成する処理が含まれる  
付記C1又はC2に記載の情報処理プログラム。

[0193] (付記C4)

前記学習手段は、前記3次元間引き点群データに付随する特徴量を更に参照して、前記推定モデルを学習させる  
付記C1に記載の情報処理プログラム。

[0194] (付記C5)

前記推定モデルは、  
点群データを入力が入力され、補完された点群データを出力する第1の

推定モデルと、

前記補完された点群データが少なくとも入力され、前記補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする第2の推定モデルとを含んでいる

付記C 1 又はC 2 に記載の情報処理プログラム。

[0195] (付記C 6)

前記コンピュータを、

前記推定モデルが生成する補完された点群データを2次元面に投影することによって、投影後の点群データを生成する投影手段として更に機能させ、

前記学習手段は、前記投影後の点群データと、当該投影後の点群データに対応するセグメンテーション正解ラベルとを更に参照して、前記推定モデルを学習させる

付記C 1 からC 5 の何れか1つに記載の情報処理プログラム。

[0196] (付記C 7)

前記間引き点群データ生成手段は、同一の前記入力データ又は同一の前記3次元点群データに対して、互いに異なる複数の3次元間引き点群データを生成する

付記C 1 からC 6 の何れか1つに記載の情報処理プログラム。

[0197] (付記C 8)

前記コンピュータを、

入力データを取得する取得手段と、

前記入力データから3次元点群データを生成する点群データ生成手段と、

点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルであって、3次元点群データと、当該3次元点群データに対して間引き処理を適用することによって得られた3次元間引き点群データとを参照して機械学習された推定モデルを用いて、前記点群データ生成手段が生成した3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関する

セグメンテーションラベルを推定する推定手段として機能させる情報処理プログラム。

[0198] (付記C9)

前記コンピュータを、

前記推定手段によって推定されたセグメンテーションラベルが示すセグメンテーション結果を提示する提示手段として機能させる付記C8に記載の情報処理プログラム。

[0199] (付記C10)

前記取得手段は、前記入力データとして医療画像を取得し、

前記提示手段は、医療従事者の意思決定を支援するための前記セグメンテーション結果を提示する

付記C9に記載の情報処理プログラム。

[0200] (付記C11)

前記推定手段は、前記点群データ生成手段が生成した3次元点群データに付随する特徴量を更に参照して、前記点群データ生成手段が生成した3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する

付記C8からC10の何れか1つに記載の情報処理プログラム。

[0201] (付記C12)

前記推定モデルは、

点群データを入力とし、補完された点群データを出力とする第1の推定モデルと、

少なくとも前記補完された点群データが入力され、当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする第2の推定モデルとを含んでいる

付記C8からC11の何れか1つに記載の情報処理プログラム。

[0202] [付記事項D]

本開示には、以下の各付記に記載の技術が含まれる。ただし、本発明は、

以下の各付記に記載の技術に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。

[0203] (付記D 1)

少なくとも1つのプロセッサを備え、前記少なくとも1つのプロセッサは、  
、  
入力データを取得する取得処理と、  
前記入力データから3次元点群データを生成する点群データ生成処理と、  
前記入力データ及び前記3次元点群データの少なくとも何れかに対して間引き処理を適用することによって3次元間引き点群データを生成する間引き点群データ生成処理と、  
点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルを、前記3次元点群データと、前記3次元間引き点群データとを参照して学習させる学習処理と  
を実行する情報処理装置。

[0204] (付記D 2)

前記間引き点群データ生成処理による間引き処理には、  
前記入力データに含まれる複数のフレームのうち、一部のフレームのみを用いて、前記3次元間引き点群データを生成する処理が含まれる  
付記D 1に記載の情報処理装置。

[0205] (付記D 3)

前記間引き点群データ生成処理による間引き処理には、  
前記入力データ及び前記3次元点群データの少なくとも何れかに含まれる複数のデータ点のうち、一部のデータ点のみを用いて、前記3次元間引き点群データを生成する処理が含まれる  
付記D 1又はD 2に記載の情報処理装置。

[0206] (付記D 4)

前記学習処理において、前記少なくとも1つのプロセッサは、前記3次元

間引き点群データに付随する特徴量を更に参照して、前記推定モデルを学習させる

付記D 1に記載の情報処理装置。

[0207] (付記D 5)

前記推定モデルは、

点群データを入力が入力され、補完された点群データを出力する第1の推定モデルと、

前記補完された点群データが少なくとも入力され、前記補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする第2の推定モデルとを含んでいる

付記D 1又はD 2に記載の情報処理装置。

[0208] (付記D 6)

前記少なくとも1つのプロセッサが、

前記推定モデルが生成する補完された点群データを2次元面に投影することによって、投影後の点群データを生成する投影処理を更に実行し、

前記学習処理において、前記少なくとも1つのプロセッサは、前記投影後の点群データと、当該投影後の点群データに対応するセグメンテーション正解ラベルとを更に参照して、前記推定モデルを学習させる

付記D 1からD 5の何れか1つに記載の情報処理装置。

[0209] (付記D 7)

前記間引き点群データ生成処理は、同一の前記入力データ又は同一の前記3次元点群データに対して、互いに異なる複数の3次元間引き点群データを生成する

付記D 1からD 6の何れか1つに記載の情報処理装置。

[0210] (付記D 8)

前記少なくとも1つのプロセッサは、

入力データを取得する取得処理と、

前記入力データから3次元点群データを生成する点群データ生成処理と、

点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルであって、3次元点群データと、当該3次元点群データに対して間引き処理を適用することによって得られた3次元間引き点群データとを参照して機械学習された推定モデルを用いて、前記点群データ生成処理が生成した3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する推定処理と  
を実行する情報処理装置。

[0211] (付記D9)

前記少なくとも1つのプロセッサは、  
前記推定処理によって推定されたセグメンテーションラベルが示すセグメンテーション結果を提示する提示処理を実行する  
付記D8に記載の情報処理装置。

[0212] (付記D10)

前記取得処理において、前記少なくとも1つのプロセッサは、前記入力データとして医療画像を取得し、  
前記提示処理において、前記少なくとも1つのプロセッサは、医療従事者の意思決定を支援するための前記セグメンテーション結果を提示する  
付記D9に記載の情報処理装置。

[0213] (付記D11)

前記推定処理において、前記少なくとも1つのプロセッサは、前記点群データ生成処理が生成した3次元点群データに付随する特徴量を更に参照して、前記点群データ生成処理が生成した3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する  
付記D8からD10の何れか1つに記載の情報処理装置。

[0214] (付記D12)

前記推定モデルは、

点群データを入力とし、補完された点群データを出力とする第1の推定モデルと、

少なくとも前記補完された点群データが入力され、当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする第2の推定モデルとを含んでいる

付記D 8からD 11の何れか1つに記載の情報処理装置。

[0215] [付記事項E]

本開示には、以下の各付記に記載の技術が含まれる。ただし、本発明は、以下の各付記に記載の技術に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。

[0216] (付記E 1)

情報処理装置としてコンピュータを機能させるプログラムであって、前記コンピュータに、

入力データを取得する取得処理と、

前記入力データから3次元点群データを生成する点群データ生成処理と、

前記入力データ及び前記3次元点群データの少なくとも何れかに対して間引き処理を適用することによって3次元間引き点群データを生成する間引き点群データ生成処理と、

点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルを、前記3次元点群データと、前記3次元間引き点群データとを参照して学習させる学習処理と

を実行させる情報処理プログラム、を記録した一時的でない記録媒体。

## 符号の説明

- [0217] 1, 2, 1 A, 1 B, 1 C, 1 D . . . 情報処理装置  
 1 1, 2 1 . . . 取得部 (取得手段)  
 1 2, 2 2 . . . 点群データ生成部 (点群データ生成手段)

- 1 3 . . . 間引き点群データ生成部 (間引き点群データ生成手段)
- 1 4 . . . 学習部 (学習手段)
- 2 3 . . . 推定部 (推定手段)
- 1 6 . . . 投影部 (投影手段)



前記補完された点群データが少なくとも入力され、前記補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする第2の推定モデルと  
を含んでいる  
請求項1又は2に記載の情報処理装置。

[請求項6] 前記推定モデルが生成する補完された点群データを2次元面に投影することによって、投影後の点群データを生成する投影手段を更に備え、

前記学習手段は、前記投影後の点群データと、当該投影後の点群データに対応するセグメンテーション正解ラベルとを更に参照して、前記推定モデルを学習させる  
請求項1から5の何れか1項に記載の情報処理装置。

[請求項7] 前記間引き点群データ生成手段は、同一の前記入力データ又は同一の前記3次元点群データに対して、互いに異なる複数の3次元間引き点群データを生成する  
請求項1から6の何れか1項に記載の情報処理装置。

[請求項8] 入力データを取得する取得手段と、  
前記入力データから3次元点群データを生成する点群データ生成手段と、  
点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルであって、3次元点群データと、当該3次元点群データに対して間引き処理を適用することによって得られた3次元間引き点群データとを参照して機械学習された推定モデルを用いて、前記点群データ生成手段が生成した3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する推定手段と  
を備えている情報処理装置。

- [請求項9] 前記推定手段によって推定されたセグメンテーションラベルが示すセグメンテーション結果を提示する提示手段を備えている請求項8に記載の情報処理装置。
- [請求項10] 前記取得手段は、前記入力データとして医療画像を取得し、前記提示手段は、医療従事者の意思決定を支援するための前記セグメンテーション結果を提示する請求項9に記載の情報処理装置。
- [請求項11] 前記推定手段は、前記点群データ生成手段が生成した3次元点群データに付随する特徴量を更に参照して、前記点群データ生成手段が生成した3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する請求項8から10の何れか1項に記載の情報処理装置。
- [請求項12] 前記推定モデルは、  
点群データを入力とし、補完された点群データを出力とする第1の推定モデルと、  
少なくとも前記補完された点群データが入力され、当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする第2の推定モデルと  
を含んでいる  
請求項8から11の何れか1項に記載の情報処理装置
- [請求項13] 入力データを取得することと、  
前記入力データから3次元点群データを生成することと、  
前記入力データ及び前記3次元点群データの少なくとも何れかに対して間引き処理を適用することによって3次元間引き点群データを生成することと、  
点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルを、前記3次元点群データと、前記3次元間引き点群データとを参

照して学習させることと

を含んでいる情報処理方法。

[請求項14]

入力データを取得することと、

前記入力データから3次元点群データを生成することと、

点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルであって、3次元点群データと、当該3次元点群データに対して間引き処理を適用することによって得られた3次元間引き点群データとを参照して機械学習された推定モデルを用いて、前記生成する工程にて生成された3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定することと

を含んでいる情報処理方法。

[請求項15]

コンピュータに、

入力データを取得する取得処理と、

前記入力データから3次元点群データを生成する点群データ生成処理と、

前記入力データ及び前記3次元点群データの少なくとも何れかに対して間引き処理を適用することによって3次元間引き点群データを生成する間引き点群データ生成処理と、

点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルを、前記3次元点群データと、前記3次元間引き点群データとを参照して学習させる学習処理と

を実行させるプログラム。

[請求項16]

コンピュータに、

入力データを取得する取得処理と、

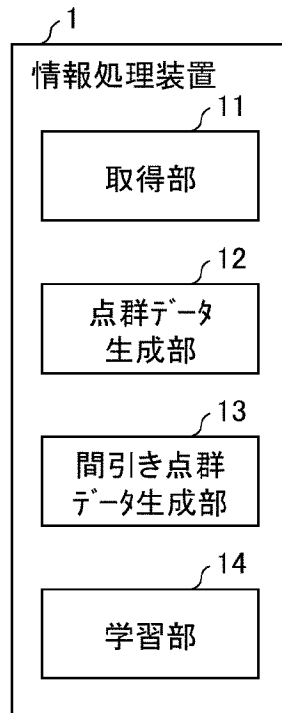
前記入力データから3次元点群データを生成する点群データ生成処

理と、

点群データを入力とし、補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを出力とする推定モデルであって、3次元点群データと、当該3次元点群データに対して間引き処理を適用することによって得られた3次元間引き点群データを参照して機械学習された推定モデルを用いて、前記点群データ生成処理にて生成した3次元点群データに対応する補完された点群データ及び当該補完された点群データに関するセグメンテーションラベルを推定する推定処理と  
を実行させるプログラム。

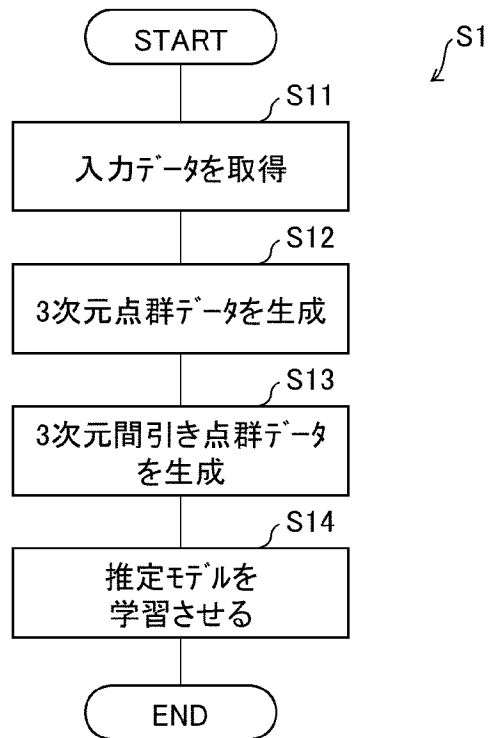
[図1]

図 1



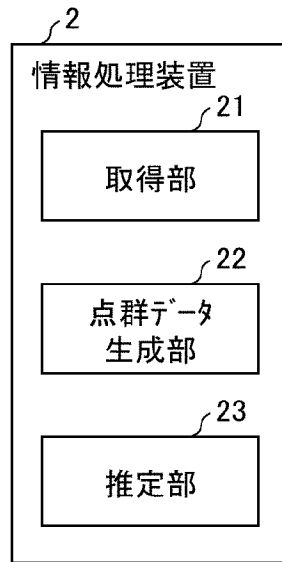
[図2]

図 2



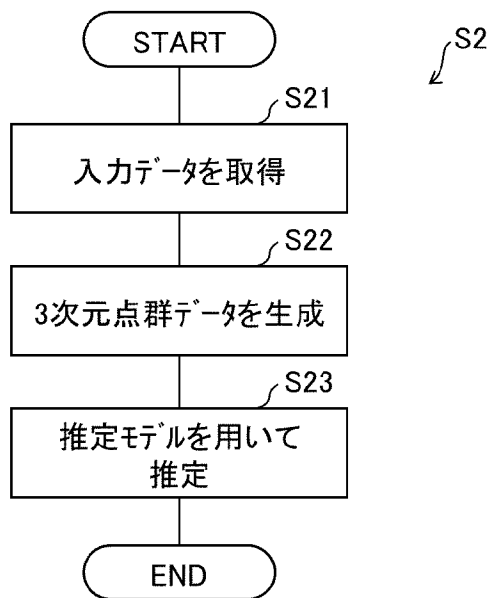
[図3]

図 3



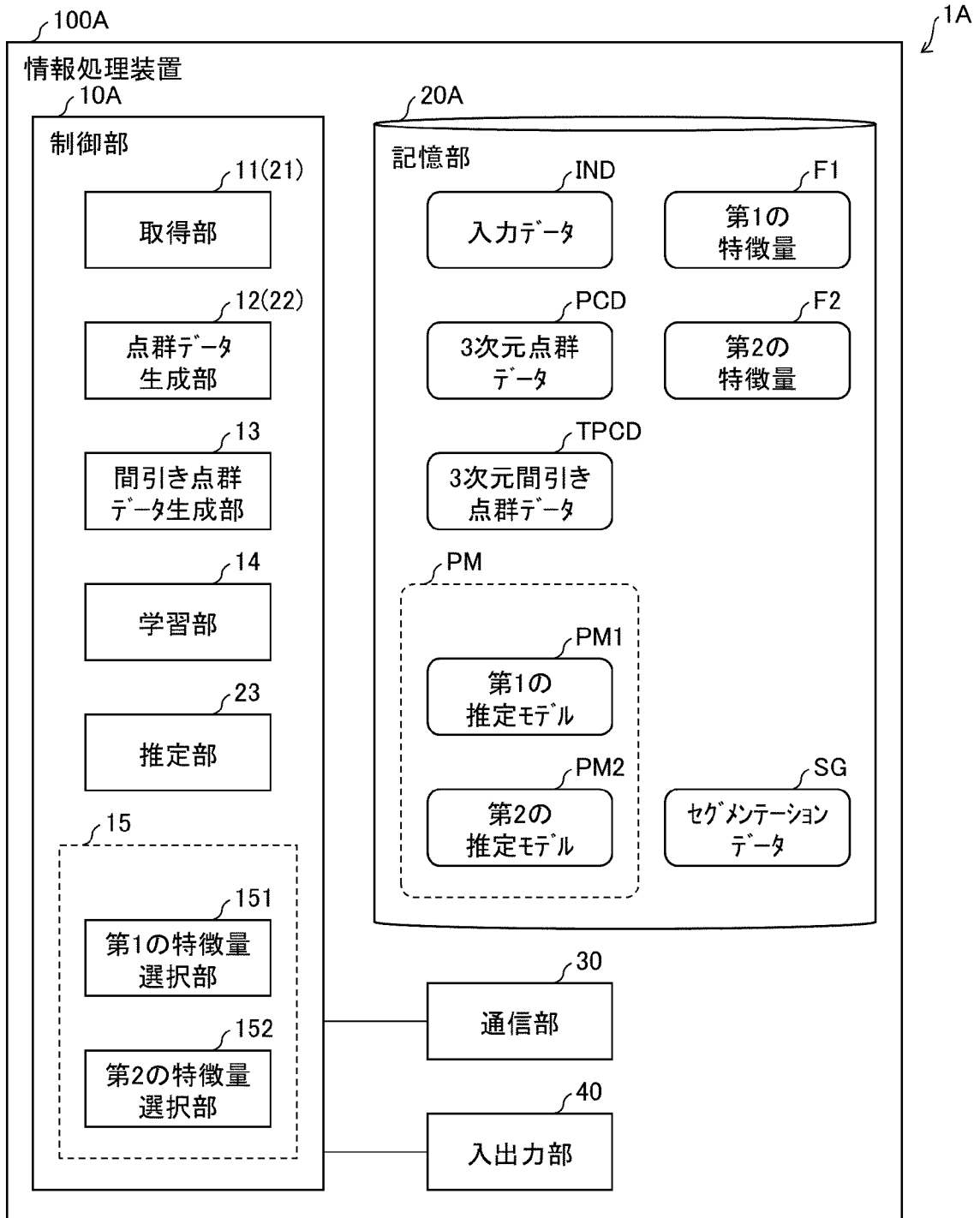
[図4]

図 4



[図5]

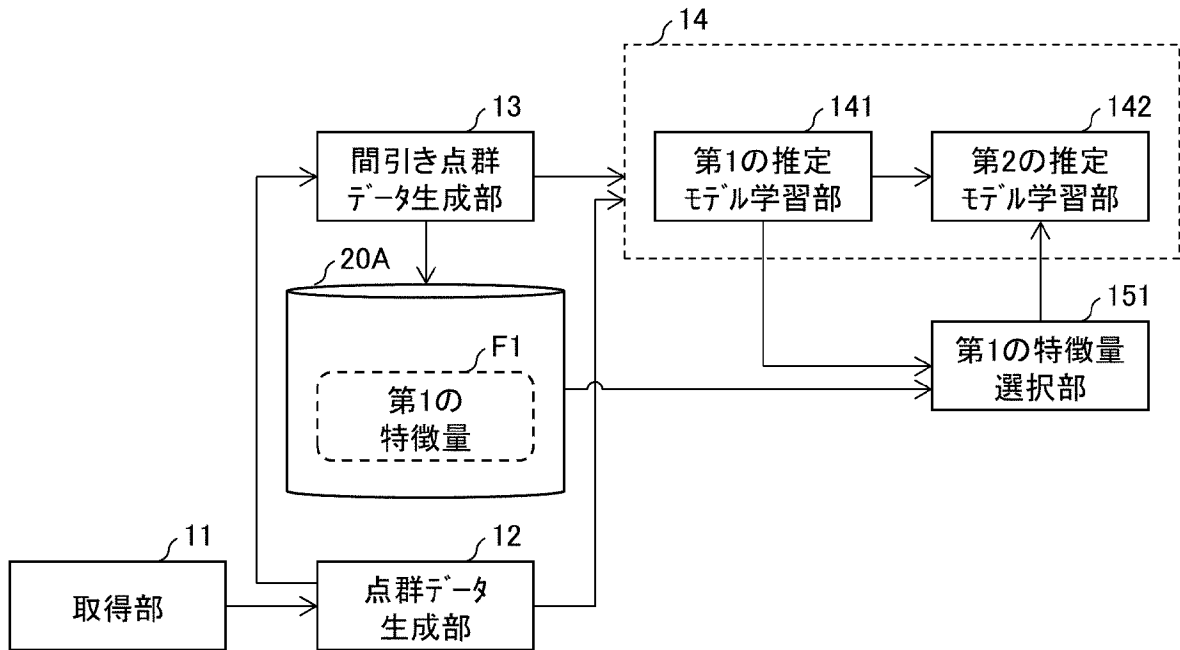
図 5



[図6]

図 6

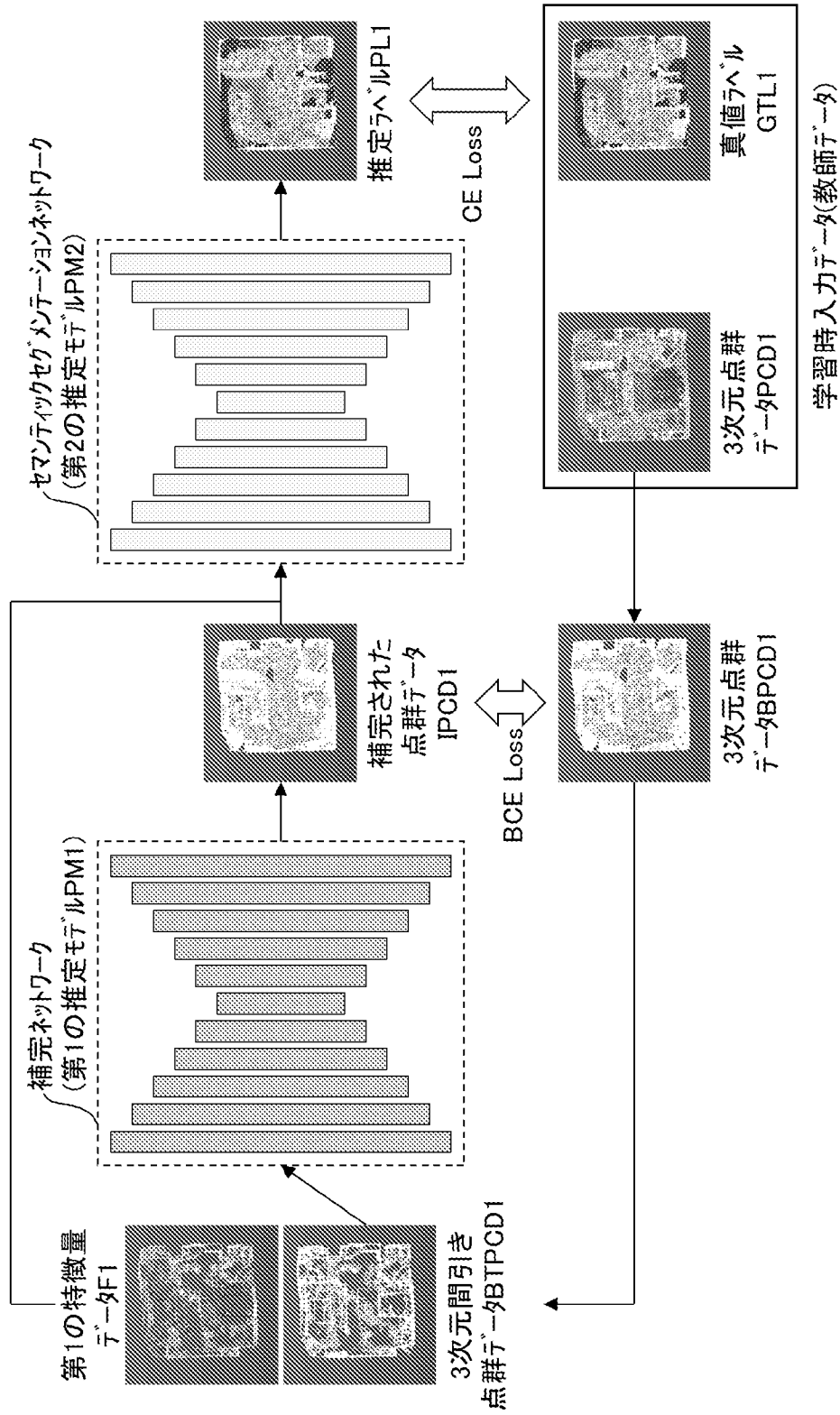
学習フェーズにおけるデータの流れ



[図7]

図 7

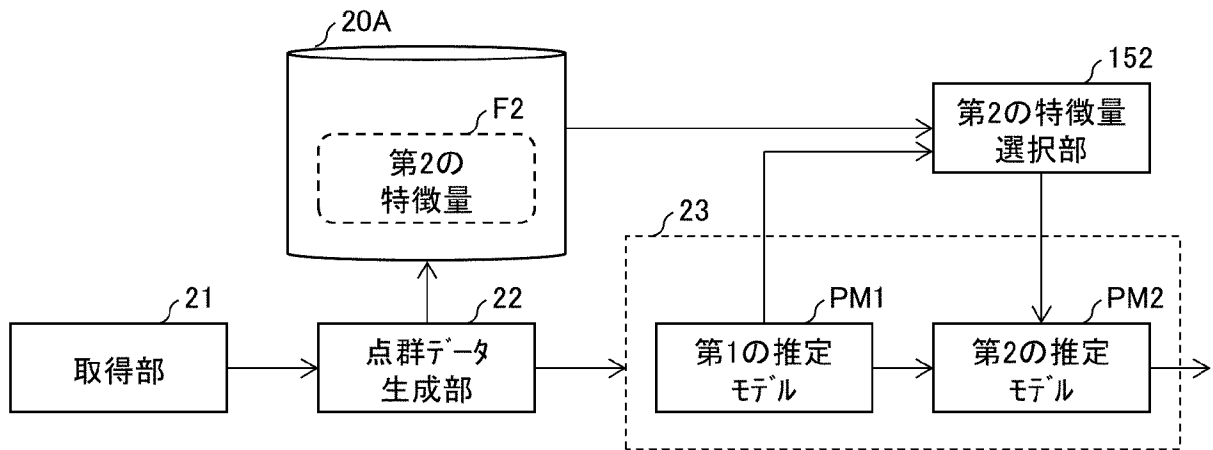
学習フェーズにおけるネットワークのデータの流れ



[図8]

図 8

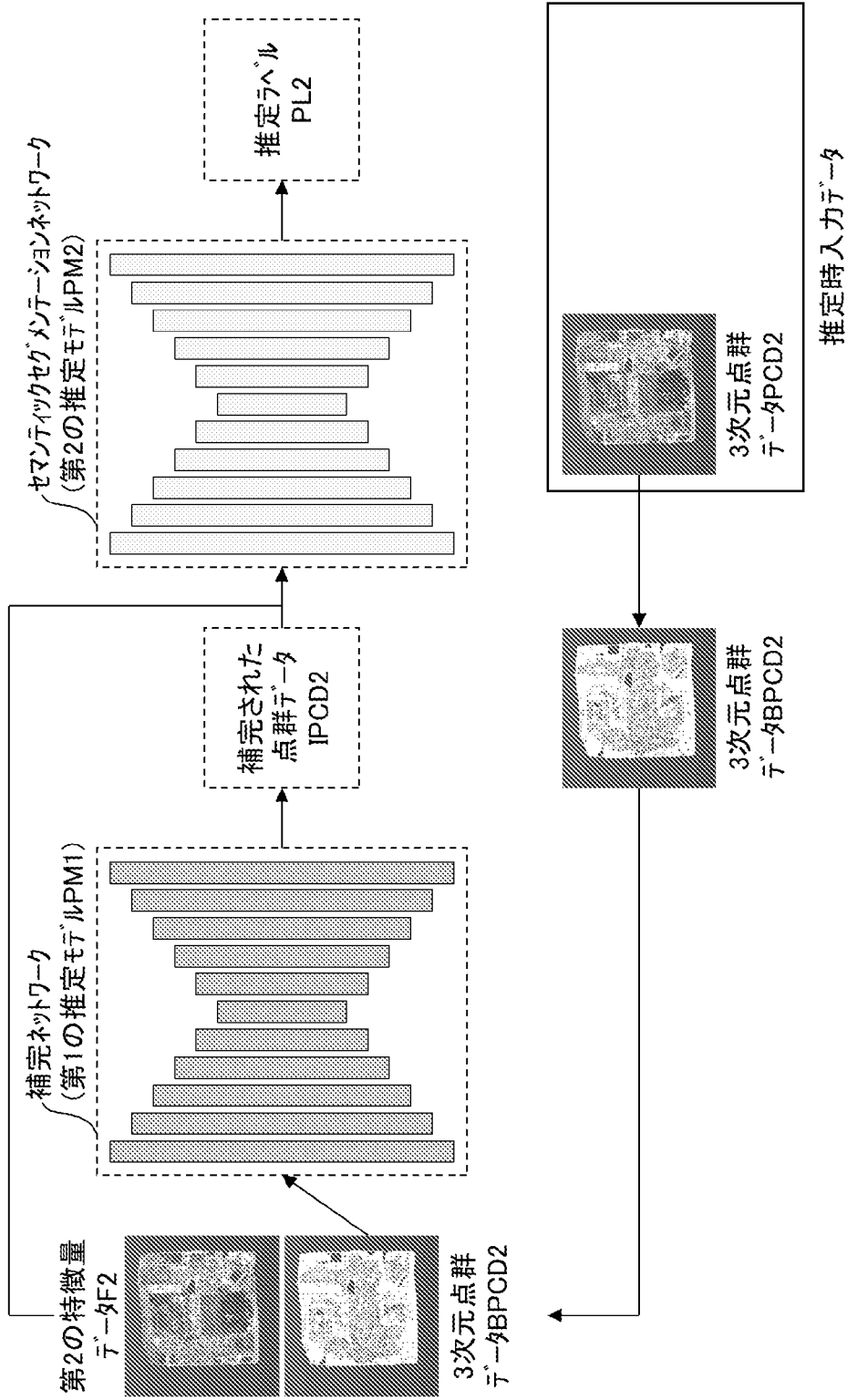
推定フェーズにおけるデータの流れ



[図9]

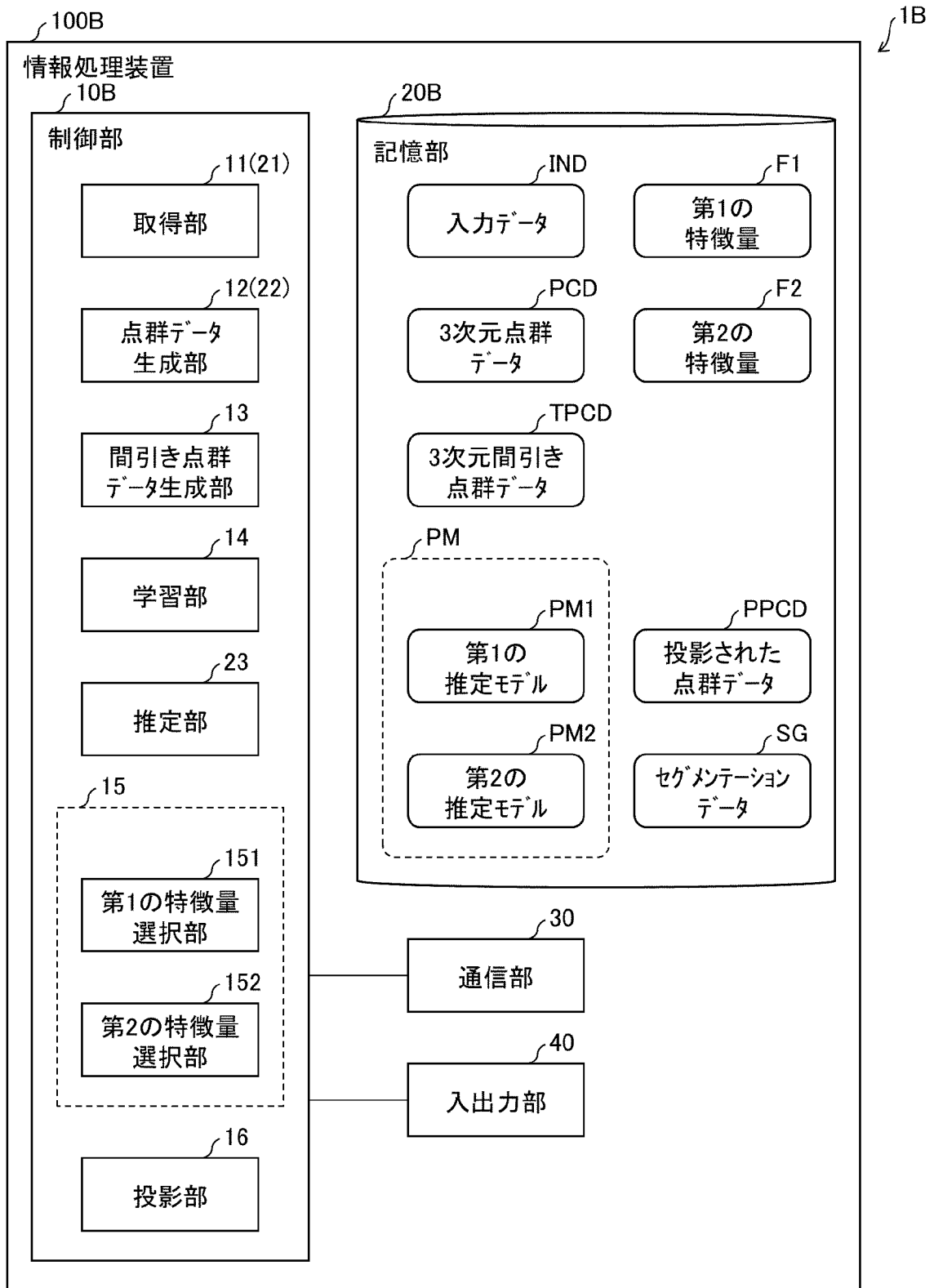
図 9

推定フェースにおけるネットワークのデータの流れ



[図10]

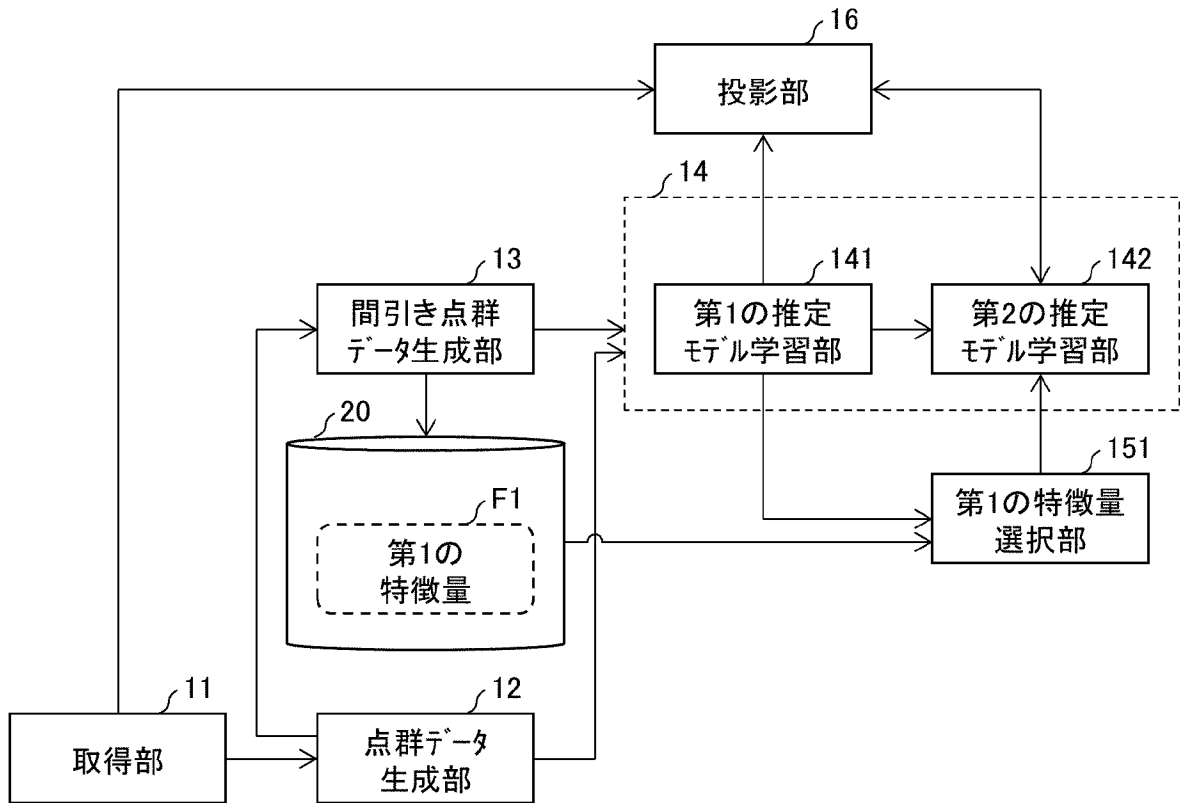
図 10



[図11]

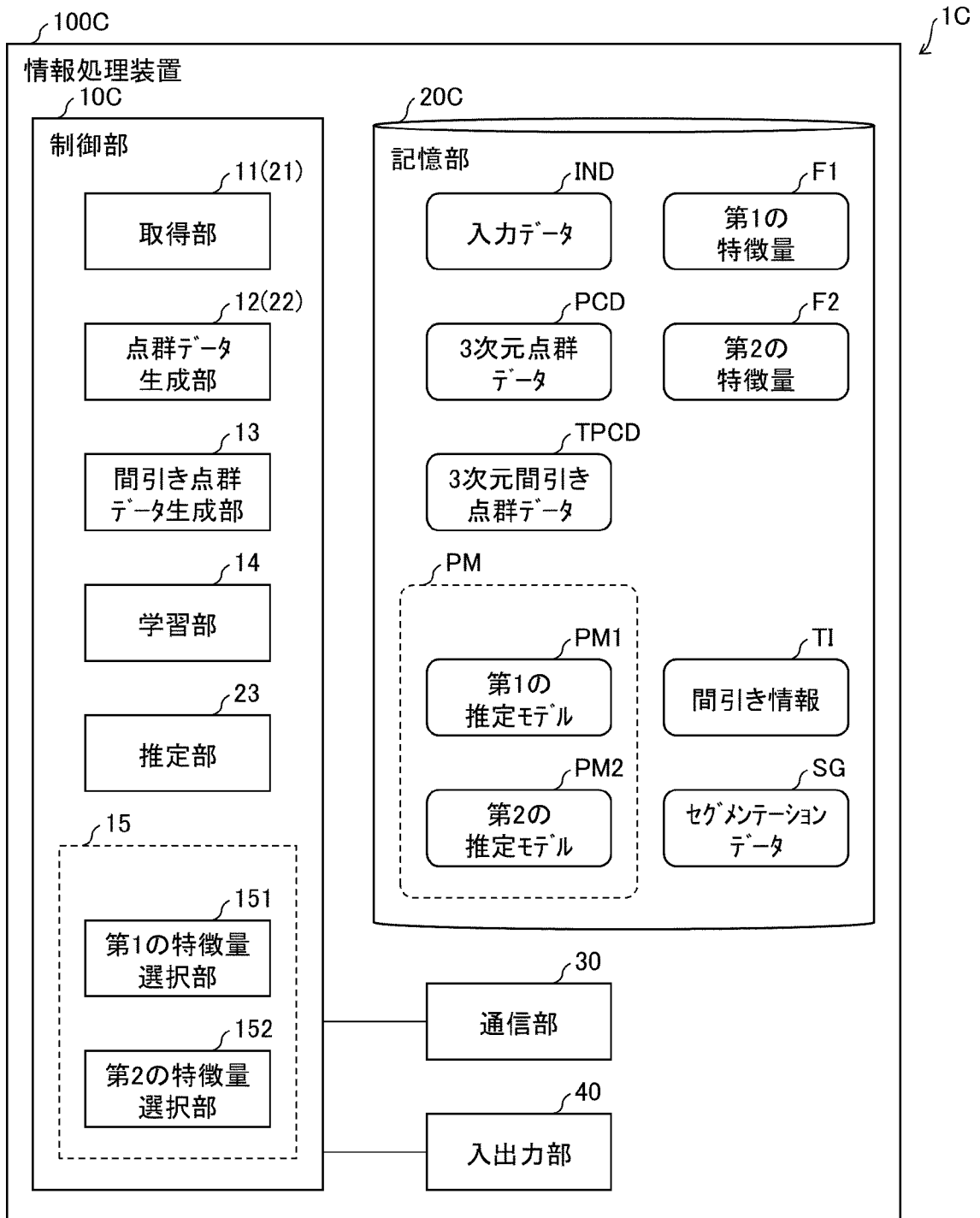
図 11

学習フェーズにおけるデータの流れ



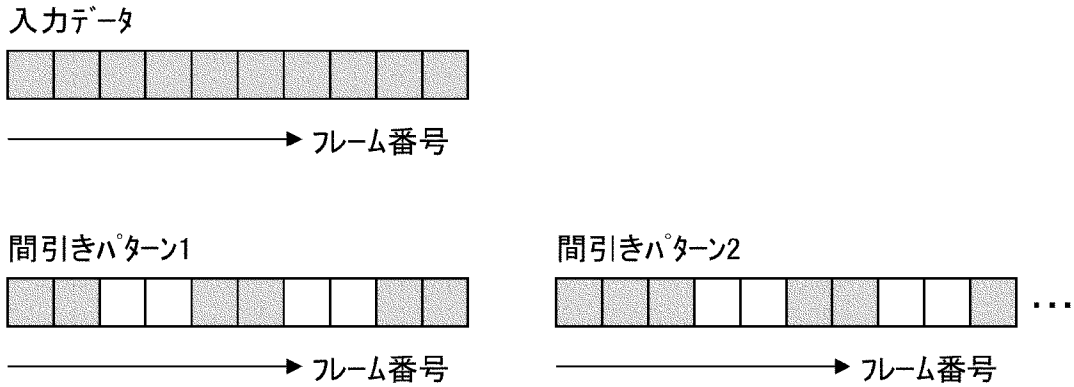
[図12]

図 12



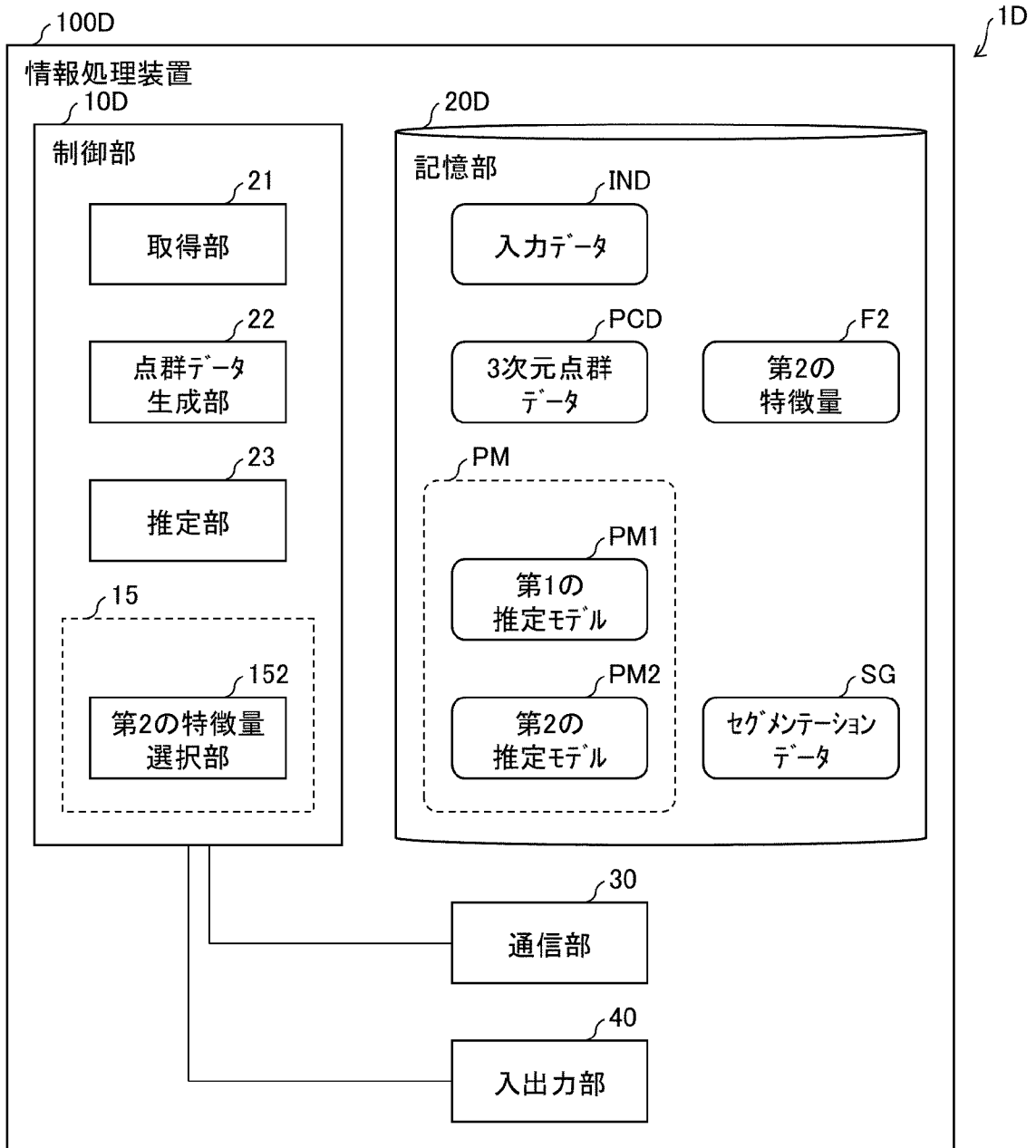
[図13]

図 13



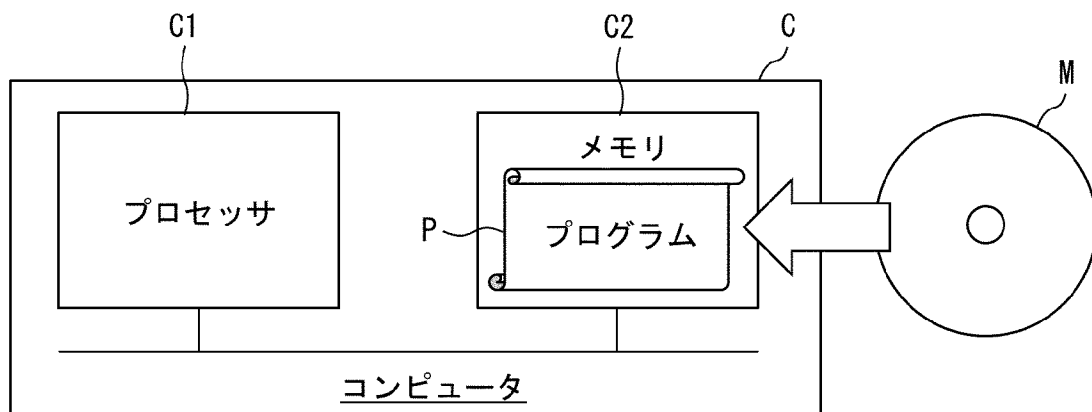
[図14]

図 14



[図15]

図 15



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/029921

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
G06T 7/10(2017.01)i FI: G06T7/10		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06T7/10		
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)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2022-94331 A (YANMAR HOLDINGS CO., LTD.) 24 June 2022 (2022-06-24) paragraphs [0051], [0077]-[0079], [0091]-[0094]	1-4, 7-11, 13-16 5-6, 12
Y A	JP 2020-88658 A (FUJITSU LIMITED) 04 June 2020 (2020-06-04) paragraphs [0064], [0085]	1-4, 7-11, 13-16 5-6, 12
X A	DAI, Angela et al., ScanComplete: Large-Scale Scene Completion and Semantic Segmentation for 3D Scans, 2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2018, pp. 4578-4587 in particular, fig. 1	1-5, 7-16 6
<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>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>16 October 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>31 October 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2023/029921**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2022-94331	A	24 June 2022	(Family: none)	
JP	2020-88658	A	04 June 2020	US 2020/0167888 A1 paragraphs [0080], [0105]- [0106]	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06T 7/10(2017.01)i FI: G06T7/10		
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）） G06T7/10 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
Y A	JP 2022-94331 A（ヤンマーホールディングス株式会社）24.06.2022（2022 - 06 - 24） 段落 [0051]， [0077] - [0079]， [0091] - [0094]	1-4, 7-11, 13-16 5-6, 12
Y A	JP 2020-88658 A（富士通株式会社）04.06.2020（2020 - 06 - 04） 段落 [0064]， [0085]	1-4, 7-11, 13-16 5-6, 12
X A	DAI, Angela et al., ScanComplete: Large-Scale Scene Completion and Semantic Segmentation for 3D Scans, 2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2018, pp.4578-4587 特に図1	1-5, 7-16 6
<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 16.10.2023	国際調査報告の発送日 31.10.2023	
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） ▲広▼島 明芳 5H 9853 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/JP2023/029921

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2022-94331 A	24.06.2022	(ファミリーなし)	
JP 2020-88658 A	04.06.2020	US 2020/0167888 A1 段落[0080],[0105]-[0106]	