

(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1月9日(09.01.2025)



(10) 国際公開番号

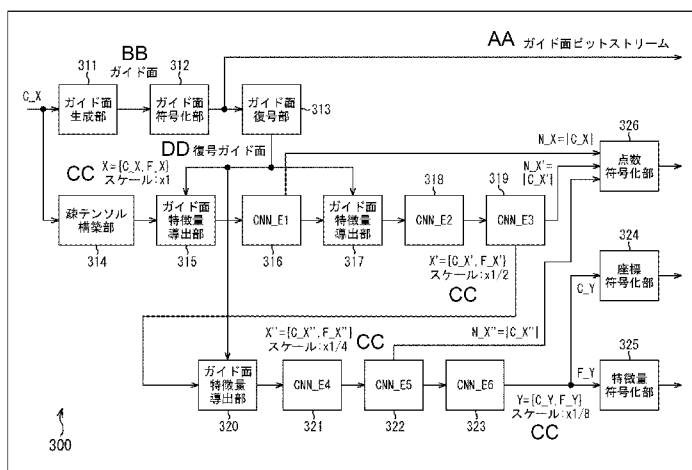
WO 2025/009366 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 9/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/021822
- (22) 国際出願日: 2024年6月17日(17.06.2024)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2023-111216 2023年7月6日(06.07.2023) JP
- (71) 出願人:ソニーグループ株式会社(SONY GROUP CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者:河合 航(KAWAI Wataru); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP). 中神 央二
- (74) 代理人: 西川 孝, 外 (NISHIKAWA Takashi et al.); 〒1700013 東京都豊島区東池袋3丁目9番10号 池袋F Nビル4階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,

(54) Title: INFORMATION PROCESSING DEVICE AND METHOD

(54) 発明の名称: 情報処理装置および方法

【図7】
FIG. 7



- 311 Guide surface generating unit
- 312 Guide surface encoding unit
- 313 Guide surface decoding unit
- 314 Sparse tensor constructing unit
- 315, 317, 320 Guide surface feature quantity deriving unit
- 324 Coordinate encoding unit
- 325 Feature quantity encoding unit
- 326 Score encoding unit
- AA Guide surface bit stream
- BB Guide surface
- CC Scale
- DD Decoded guide surface

(57) Abstract: The present disclosure relates to an information processing device and method which make it possible to suppress a reduction in coding efficiency. The method includes: using a first coordinate set, which is a set of coordinates of points forming a point cloud, a first feature quantity set, which is a set of feature quantities of the coordinates, and a guide surface, which is a reference surface formed in a three-dimensional space, to derive a guide surface feature quantity, which is a feature quantity based on a positional relationship between the guide surface and the points; performing a predetermined calculation using the first coordinate set and the first feature quantity set reflecting the guide surface feature quantity to derive a second coordinate set and a second feature quantity set; encoding the derived second coordinate set; and encoding the derived second feature quantity set. The present disclosure is applicable, for example, to information processing devices, electronic instruments, information processing methods and programs.

WO 2025/009366 A1

LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約：本開示は、符号化効率の低減を抑制することができるようにする情報処理装置および方法に関する。ポイントクラウドを形成する点の座標の集合である第1の座標集合、その座標の特徴量の集合である第1の特徴量集合、および、3次元空間に形成される基準面であるガイド面を用いて、そのガイド面および点の位置関係に基づく特徴量であるガイド面特徴量を導出し、その第1の座標集合と、そのガイド面特徴量を反映させた第1の特徴量集合とを用いて所定の演算を行い、第2の座標集合および第2の特徴量集合を導出し、その導出された第2の座標集合を符号化し、その導出された第2の特徴量集合を符号化する。本開示は、例えば、情報処理装置、電子機器、情報処理方法、またはプログラム等に適用することができる。

明 細 書

発明の名称：情報処理装置および方法

技術分野

[0001] 本開示は、情報処理装置および方法に関し、特に、符号化効率の低減を抑制することができるようにした情報処理装置および方法に関する。

背景技術

[0002] 昨今、エンコーダまたはデコーダにニューラルネットワークをもつ点群圧縮手法であるAI (Artificial Intelligence) ベース点群圧縮手法 (以下、AI-PCC (Artificial Intelligence - Point Cloud Compression) とも称する) が開発されている。このようなAI-PCCの一手法として、例えば、非特許文献1に記載の手法が知られている。この手法はエンコーダとデコーダにスパース3D-CNN (3-dimensional Convolutional Neural Network) (ニューラルネットワークの一種) を使用する。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1: Jianqiang Wang, Dandan Ding, Zhu Li, and Zhan Ma, "Multi scale Point Cloud Geometry Compression", 2021 Data Compression Conference (DCC), 2021 Data Compression Conference (DCC), <https://ieeexplore.ieee.org/document/9418789/figures#figures>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、非特許文献1に記載の方法が常に最善の手法であるとは限らず、他の方法が求められていた。換言するに、従来の方法では、符号化効率が低減するおそれがあった。

[0005] 本開示は、このような状況に鑑みてなされたものであり、符号化効率の低減を抑制することができるようにするものである。

課題を解決するための手段

[0006] 本技術の一側面の情報処理装置は、ポイントクラウドを形成する点の座標の集合である第1の座標集合、前記座標の特徴量の集合である第1の特徴量集合、および、3次元空間に形成される基準面であるガイド面を用いて、前記ガイド面および前記点の位置関係に基づく特徴量であるガイド面特徴量を導出するガイド面特徴量導出部と、前記第1の座標集合と、前記ガイド面特徴量を反映させた前記第1の特徴量集合とを用いて所定の演算を行い、第2の座標集合および第2の特徴量集合を導出する演算部と、導出された前記第2の座標集合を符号化する座標符号化部と、導出された前記第2の特徴量集合を符号化する特徴量符号化部とを備え、前記第2の座標集合および前記第2の特徴量集合の符号化データの符号量は、前記第1の座標集合および前記第1の特徴量集合の符号化データの符号量よりも少ない情報処理装置である。

[0007] 本技術の一側面の情報処理方法は、ポイントクラウドを形成する点の座標の集合である第1の座標集合、前記座標の特徴量の集合である第1の特徴量集合、および、3次元空間に形成される基準面であるガイド面を用いて、前記ガイド面および前記点の位置関係に基づく特徴量であるガイド面特徴量を導出し、前記第1の座標集合と、前記ガイド面特徴量を反映させた前記第1の特徴量集合とを用いて所定の演算を行い、第2の座標集合および第2の特徴量集合を導出し、導出された前記第2の座標集合を符号化し、導出された前記第2の特徴量集合を符号化し、前記第2の座標集合および前記第2の特徴量集合の符号化データの符号量は、前記第1の座標集合および前記第1の特徴量集合の符号化データの符号量よりも少ない情報処理方法である。

[0008] 本技術の他の側面の情報処理装置は、符号化データを復号して、ポイントクラウドを形成する点の座標の集合である第1の座標集合を生成する座標復号部と、符号化データを復号して、前記座標の特徴量の集合である第1の特徴量集合を生成する特徴量復号部と、生成された前記第1の座標集合、生成された前記第1の特徴量集合、および、3次元空間に形成される基準面であるガイド面を用いて、前記ガイド面および前記点の位置関係に基づく特徴量

であるガイド面特徴量を導出するガイド面特徴量導出部と、前記第1の座標集合と、前記ガイド面特徴量を反映させた前記第1の特徴量集合とを用いて所定の演算を行い、第2の座標集合および第2の特徴量集合を導出する演算部とを備える情報処理装置である。

[0009] 本技術の他の側面の情報処理方法は、符号化データを復号して、ポイントクラウドを形成する点の座標の集合である第1の座標集合を生成し、符号化データを復号して、前記座標の特徴量の集合である第1の特徴量集合を生成し、生成された前記第1の座標集合、生成された前記第1の特徴量集合、および、3次元空間に形成される基準面であるガイド面を用いて、前記ガイド面および前記点の位置関係に基づく特徴量であるガイド面特徴量を導出し、前記第1の座標集合と、前記ガイド面特徴量を反映させた前記第1の特徴量集合とを用いて演算を行い、第2の座標集合および第2の特徴量集合を導出する情報処理方法である。

[0010] 本技術の一側面の情報処理装置および方法においては、ポイントクラウドを形成する点の座標の集合である第1の座標集合、その座標の特徴量の集合である第1の特徴量集合、および、3次元空間に形成される基準面であるガイド面を用いて、そのガイド面および点の位置関係に基づく特徴量であるガイド面特徴量が導出され、その第1の座標集合と、そのガイド面特徴量を反映させた第1の特徴量集合とを用いて演算が行われ、第2の座標集合および第2の特徴量集合が導出され、その導出された第2の座標集合が符号化され、その導出された第2の特徴量集合が符号化される。

[0011] 本技術の他の側面の情報処理装置および方法においては、符号化データが復号されて、ポイントクラウドを形成する点の座標の集合である第1の座標集合が生成され、符号化データが復号されて、その座標の特徴量の集合である第1の特徴量集合が生成され、その生成された第1の座標集合、その生成された第1の特徴量集合、および、3次元空間に形成される基準面であるガイド面を用いて、そのガイド面および点の位置関係に基づく特徴量であるガイド面特徴量が導出され、第1の座標集合と、ガイド面特徴量を反映させた

第1の特徴量集合とを用いて所定の演算が行われ、第2の座標集合および第2の特徴量集合が導出される。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1]従来の演算部の主な構成例を示す図である。
- [図2]従来の符号化装置の主な構成例を示す図である。
- [図3]従来の符号化装置の主な構成例を示す図である。
- [図4]本技術を適用した符号化・復号方法の例を示す図である。
- [図5]演算部の主な構成例を示す図である。
- [図6]ガイド面の例を示す図である。
- [図7]符号化装置の主な構成例を示すブロック図である。
- [図8]符号化処理の流れの例を説明するフローチャートである。
- [図9]符号化処理の流れの例を説明する、図8に続くフローチャートである。
- [図10]ガイド面特徴量集合導出処理の流れの例を説明するフローチャートである。
- [図11]復号装置の主な構成例を示すブロック図である。
- [図12]復号処理の流れの例を説明するフローチャートである。
- [図13]復号処理の流れの例を説明する、図12に続くフローチャートである。
- [図14]ガイド面特徴量の例を示す図である。
- [図15]フィッティングの例を示す図である。
- [図16]復号装置の主な構成例を示すブロック図である。
- [図17]復号処理の流れの例を説明するフローチャートである。
- [図18]Trisoupの例を示す図である。
- [図19]符号化装置の主な構成例を示すブロック図である。
- [図20]符号化処理の流れの例を説明するフローチャートである。
- [図21]符号化処理の流れの例を説明する、図8に続くフローチャートである。
- [図22]符号化装置の主な構成例を示すブロック図である。

[図23]符号化処理の流れの例を説明するフローチャートである。

[図24]符号化装置の主な構成例を示すブロック図である。

[図25]符号化処理の流れの例を説明するフローチャートである。

[図26]符号化処理の流れの例を説明する、図8に続くフローチャートである。
。

[図27]ガイド面特徴量集合導出処理の流れの例を説明するフローチャートである。

[図28]復号装置の主な構成例を示すブロック図である。

[図29]復号処理の流れの例を説明するフローチャートである。

[図30]復号処理の流れの例を説明する、図29に続くフローチャートである。
。

[図31]シミュレーション結果の例を示す図である。

[図32]コンピュータの主な構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本開示を実施するための形態（以下実施の形態とする）について説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 技術内容・技術用語をサポートする文献等
2. ポイントクラウドの符号化・復号
3. ガイド面を用いたポイントクラウドの符号化・復号
4. 付記

[0014] <1. 技術内容・技術用語をサポートする文献等>

本技術で開示される範囲は、実施の形態に記載されている内容だけではなく、出願当時において公知となっている以下の非特許文献等に記載されている内容や以下の非特許文献において参照されている他の文献の内容等も含まれる。

[0015] 非特許文献1：（上述）

非特許文献2：Michael Kazhdan, Matthew Bolitho, Hugues Hoppe, "Poisson Surface Reconstruction", Eurographics Symposium on Geometry Proce

ssing (2006), Konrad Polthier, Alla Sheffer (Editors)

非特許文献3 : Stoll Carsten, Karni Zachi, Rossl Christian, Yamauchi Hitoshi, Seidel Hans-Peter, "Template Deformation for Point Cloud Fitting",

非特許文献4 : Danhang Tang, Philip A. Chou, Christian Hane, Mingson Dou, Sean Fanello, Jonathan Taylor, Philip Davidson, Onur G. Guleryuz, Yinda Zhang, Shahram Izadi, Andrea Tagliasacchi, Sofien Bouaziz, Cem Keskin, "Deep Implicit Volume Compression", Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2020, pp. 1293-1303

[0016] つまり、上述の非特許文献に記載されている内容や、上述の非特許文献において参照されている他の文献の内容等も、サポート要件を判断する際の根拠となる。

[0017] <2. ポイントクラウドの符号化・復号>

<ポイントクラウド>

従来、立体構造物（3次元形状のオブジェクト）の3次元構造を表す3Dデータとして、そのオブジェクトを多数のポイントの集合として表現するポイントクラウド（点群とも称する）が存在した。ポイントクラウドのデータ（ポイントクラウドデータとも称する）は、そのポイントクラウドを構成する各ポイントのジオメトリ（位置情報）とアトリビュート（属性情報）とにより構成される。ジオメトリは、そのポイントの3次元空間における位置を示す。アトリビュートは、そのポイントの属性を示す。このアトリビュートは任意の情報を含むことができる。例えば、各ポイントの色情報、反射率情報、法線情報等がアトリビュートに含まれるようにしてもよい。このようにポイントクラウドは、データ構造が比較的単純であるとともに、十分に多くの点を用いることにより任意の立体構造物を十分な精度で表現することができる。

[0018] <AI-PCC>

昨今、エンコーダまたはデコーダにニューラルネットワークをもつ点群圧縮手法であるAIベース点群圧縮手法（以下、AI-PCC（Artificial Intelligence - Point Cloud Compression）とも称する）が開発されている。このようなAI-PCCの一手法として、例えば、非特許文献1に記載の手法が知られている。本明細書において、この手法を「従来のAI-PCC手法」とも称する。この従来のAI-PCC手法は、エンコーダとデコーダにスパース3D-CNN（3-dimensional Convolutional Neural Network）（ニューラルネットワークの一種）を使用する。例えば、この従来のAI-PCC手法の場合、図1に示されるように、入力疎テンソルを出力疎テンソルに変換するCNN（Convolution Neural Network）11が用いられる。その他の一般的なAI-PCC手法の場合、3D-CNN、多層パーセプトロン、または、その他のニューラルネットワーク等の、入力座標集合および入力特徴量集合を出力座標集合および出力特徴量集合に変換するなんらかの演算部21が用いられる。

[0019] この従来のAI-PCC手法のエンコーダの主な構成例を図2に示す。図2に示されるように、このエンコーダ50においては、疎テンソル構築部51が、入力点群 C_X から入力疎テンソル $X = \{C_X, F_X\}$ を構築する。入力特徴量集合 F_X には1を並べたダミーの特徴量を使う。CNN52（CNN_E1）、CNN53（CNN_E2）、CNN54（CNN_E3）、CNN55（CNN_E4）、CNN56（CNN_E5）、およびCNN57（CNN_E6）は、疎テンソルを受け取り、変換後の疎テンソルを返す。点数符号化部58は、 C_X の点数、 C_X を1/2ダウンスケールした座標集合の点数、1/4ダウンスケールした座標集合の点数をそれぞれ符号化し、点数ビットストリームを出力する。座標符号化部59は、入力点群 C_X を1/8ダウンスケールした座標集合 C_Y を符号化（Octree符号化）し、座標ビットストリームを出力する。特徴量符号化部60は、その座標集合 C_Y の各座標に結び付いた特徴量集合 F_Y を符号化し、特徴量ビットストリームを出力する。

[0020] この従来のAI-PCC手法のデコーダの主な構成例を図3に示す。このデコーダ70において、点数復号部71は、点数ビットストリームを復号する。座標復号部72は、G-PCC復号器であり、座標集合ビットストリームをLossless

復号し、座標集合 C_Y を生成（復元）する。特徴量復号部73は、特徴量ビットストリームをエントロピ復号し、特徴量集合 F_Y を生成（復元）する。ただし、特徴量ビットストリームは、Lossy圧縮されており、厳密には、復元された特徴量集合 F_Y は、符号化前の F_Y と異なり得る。CNN74（CNN_D1）、CNN75（CNN_D2）、CNN77（CNN_D3）、CNN78（CNN_D4）、CNN80（CNN_D5）、およびCNN81（CNN_D6）は、スパース3D-CNNであり、疎テンソルを受け取り、変換後の疎テンソルを返す。これらは、主にスパース3D畳み込み層や非線形変換層により構成される。占有状態分類部76、占有状態分類部79、占有状態分類部82は、一層のスパース3D畳み込み層から構成される。このスパース3D畳み込み層は、疎テンソルを入力し、演算結果の疎テンソルを出力する。なお、このスパース3D畳み込み層の演算結果の疎テンソルの特徴量は、その座標の占有確率値を表す。占有状態分類部76、占有状態分類部79、占有状態分類部82は、その占有確率値が高い上位 k 個の座標のみを残し、それ以外の座標を削除する。つまり、占有状態分類部76、占有状態分類部79、占有状態分類部82は、入力疎テンソルの座標集合の内の上位 k 個以外を削除した座標集合と、その座標集合に対応する特徴量集合（つまり、入力疎テンソルの特徴量集合のうち、削除された座標に対応する特徴量を削除したもの）とを出力する。 k は、 $N_X, N_{X'}, N_{X''}$ のうち、対応するスケールのものを使用する。 \hat{F}^{out} 中の削除される座標に対応する特徴量も削除される。

[0021] しかしながら、非特許文献1に記載の方法が常に最善の手法であるとは限らず、他の方法が求められていた。換言するに、従来の方法では、符号化効率が低減するおそれがあった。

[0022] <3. ガイド面を用いたポイントクラウドの符号化・復号>

<方法1>

そこで、図4の表の最上段に示されるように、ガイド面特徴量を用いて導出した座標集合および特徴量集合を伝送する（方法1）。つまり、送信側において、このガイド面特徴量を用いて導出した座標集合および特徴量集合を

符号化してビットストリームを送信し、受信側においてそのビットストリームを受信して復号する。

[0023] 例えば、上述の従来のAI-PCC手法のようにCNNを用いる演算器100の場合、図5に示されるように、ガイド面特徴量導出部101によってガイド面の特徴量の集合 $g(\hat{C}^{in})$ を入力疎テンソル $\{\hat{C}^{in}, \hat{F}^{in}\}$ に反映させ、入力疎テンソル $\{\hat{C}^{in}, [\hat{F}^{in}, g(\hat{C}^{in})]\}$ をCNN102へ入力する。従来のAI-PCC手法以外の演算器120の場合も同様に、ガイド面特徴量導出部121によってガイド面の特徴量の集合 $g(\hat{C}^{in})$ を入力座標集合および入力特徴量集合 $\{\hat{C}^{in}, \hat{F}^{in}\}$ に反映させ、入力座標集合および入力特徴量集合 $\{\hat{C}^{in}, [\hat{F}^{in}, g(\hat{C}^{in})]\}$ を演算部122へ入力する。この演算部122は、3D-CNN、多層パーセプトロン、その他のニューラルネットワーク等、どのような構成を有してもよい。

[0024] 例えば、図6に示されるような3次元空間140においてポイント141が存在する場合、従来の方法では、各ポイント141の情報がそれぞれ符号化されていた。これに対して、方法1の場合、ガイド面142が設けられる。このガイド面142は、各ポイント141の情報を変換するために利用される、本技術において設定する3次元空間上の仮想的な面である。このガイド面142は、どのような面であってもよく、平面であってもよいし、曲面であってもよい。また、このガイド面142は、ポイントクラウドと同一の3Dオブジェクトの3次元形状（外形）を所定の精細度で表現するものであってもよいし、その3Dオブジェクトの外形とは無関係の面であってもよい。そして、方法1の場合、各ポイント141の情報が、このガイド面142を基準とする情報（ガイド面特徴量）に変換されて符号化される。したがって、2D符号化において、予測残差を符号化する場合のように、符号化する情報量を低減させることができる。したがって、符号化効率の低減を抑制することができる。

[0025] 例えば、第1の情報処理装置が、ポイントクラウドを形成する点の座標の集合である第1の座標集合、その座標の特徴量の集合である第1の特徴量集

合、および、3次元空間に形成される基準面であるガイド面を用いて、そのガイド面および点の位置関係に基づく特徴量であるガイド面特徴量を導出するガイド面特徴量導出部と、その第1の座標集合と、そのガイド面特徴量を反映させた第1の特徴量集合とを用いて所定の演算を行い、第2の座標集合および第2の特徴量集合を導出する演算部と、その導出された第2の座標集合を符号化する座標符号化部と、その導出された第2の特徴量集合を符号化する特徴量符号化部とを備えるようにする。

[0026] また、第1の情報処理装置が実行する第1の情報処理方法において、ポイントクラウドを形成する点の座標の集合である第1の座標集合、その座標の特徴量の集合である第1の特徴量集合、および、3次元空間に形成される基準面であるガイド面を用いて、そのガイド面および点の位置関係に基づく特徴量であるガイド面特徴量を導出し、その第1の座標集合と、そのガイド面特徴量を反映させた第1の特徴量集合とを用いて所定の演算を行い、第2の座標集合および第2の特徴量集合を導出し、その導出された第2の座標集合を符号化し、その導出された第2の特徴量集合を符号化する。

[0027] このようにすることにより、上述のように、符号化する情報量を低減させることができ、符号化効率の低減を抑制することができる。

[0028] なお、第2の座標集合および第2の特徴量集合のスケールが、第1の座標集合および第1の特徴量集合のスケールよりも小さくてもよい。また、第1の情報処理装置において、演算部が、所定の演算を再帰的に複数回繰り返すことにより、第2の座標集合および第2の特徴量集合を導出してもよい。また、演算部が、複数回の全部または一部の所定の演算において、入力される座標集合および特徴量集合をダウンスケールしてもよい。また、スケール毎にガイド面特徴量を導出してもよい。例えば、ガイド面特徴量導出部は、座標集合および特徴量集合の一部のスケールまたは全てのスケールについて、それぞれガイド面特徴量を導出してもよい。

[0029] また、ガイド面を符号化してもよい。また、ビットストリームを復号してガイド面を生成（復元）してもよい。また、ガイド面を生成してもよい。例

例えば、第1の情報処理装置が、ポイントクラウドを用いてガイド面を生成するガイド面生成部と、そのガイド面を符号化し、ガイド面の符号化データを生成するガイド面符号化部と、そのガイド面の符号化データを復号し、ガイド面を生成するガイド面復号部とをさらに備えてもよい。

[0030] また、第1の情報処理装置が、点数を符号化する点数符号化部をさらに備えてもよい。

また、その点数符号化部が、スケール毎の点数を符号化してもよい。

[0031] また、第1の情報処理装置において、演算部がCNN (Convolution Neural Network) により構成されてもよい。その場合、第1の情報処理装置が、ポイントクラウドから疎テンソルを構築する疎テンソル構築部をさらに備えてもよい。その場合、CNNがその構築された疎テンソルを入力してもよい。

[0032] また、第2の情報処理装置が、符号化データを復号して、ポイントクラウドを形成する点の座標の集合である第1の座標集合を生成する座標復号部と、符号化データを復号して、その座標の特徴量の集合である第1の特徴量集合を生成する特徴量復号部と、その生成された第1の座標集合、その生成された第1の特徴量集合、および、3次元空間に形成される基準面であるガイド面を用いて、ガイド面および点の位置関係に基づく特徴量であるガイド面特徴量を導出するガイド面特徴量導出部と、その第1の座標集合と、ガイド面特徴量を反映させた第1の特徴量集合とを用いて所定の演算を行い、第2の座標集合および第2の特徴量集合を導出する演算部とを備え前記第1の座標集合および前記第1の特徴量集合の符号化データの符号量は、前記第2の座標集合および前記第2の特徴量集合の符号化データの符号量よりも少ないようにする。

[0033] また、第2の情報処理装置が実行する第2の情報処理方法において、符号化データを復号して、ポイントクラウドを形成する点の座標の集合である第1の座標集合を生成し、符号化データを復号して、座標の特徴量の集合である第1の特徴量集合を生成し、その生成された第1の座標集合、その生成された第1の特徴量集合、および、3次元空間に形成される基準面であるガイ

ド面を用いて、そのガイド面および点の位置関係に基づく特徴量であるガイド面特徴量を導出し、その第1の座標集合と、ガイド面特徴量を反映させた第1の特徴量集合とを用いて所定の演算を行い、新たな座標集合および特徴量集合を導出し、第1の座標集合および第1の特徴量集合の符号化データの符号量は、第2の座標集合および第2の特徴量集合の符号化データの符号量よりも少ないようにする。

[0034] このようにすることにより、上述のように、符号化する情報量を低減させることができ、符号化効率の低減を抑制することができる。

[0035] なお、第2の座標集合および第2の特徴量集合のスケールは、第1の座標集合および第1の特徴量集合のスケールよりも大きくてもよい。また、第2の情報処理装置において、演算部が、所定の演算を再帰的に複数回繰り返すことにより、第2の座標集合および第2の特徴量集合を導出してもよい。また、演算部が、複数回の全部または一部の所定の演算において、入力される座標集合および特徴量集合をアップスケールしてもよい。また、スケール毎にガイド面特徴量を導出してもよい。例えば、ガイド面特徴量導出部は、座標集合および特徴量集合の一部のスケールまたは全てのスケールについて、それぞれガイド面特徴量を導出してもよい。

[0036] また、第2の情報処理装置が、復号してガイド面を生成（復元）してもよい。例えば、第2の情報処理装置が、ガイド面の符号化データを復号し、そのガイド面を生成するガイド面復号部をさらに備えてもよい。

[0037] また、第2の情報処理装置が、各座標の占有確率値を予測し、占有確率値の高い一部の座標および特徴量を抽出する占有状態分類部を備えてもよい。また、第2の情報処理装置が、復号して点数を生成（復元）する点数復号部を備えてもよい。また、その点数復号部が、復号してスケール毎の点数を生成（復元）してもよい。

[0038] また、第2の情報処理装置において、演算部がCNN（Convolution Neural Network）により構成されてもよい。

[0039] <符号化装置>

第1の情報処理装置は、どのような装置であってもよい。例えば、3Dデータ（例えばポイントクラウド）を符号化する符号化装置であってもよい。図7は、本技術を適用した情報処理装置の一態様である符号化装置の構成の一例を示すブロック図である。図7に示される符号化装置300は、ポイントクラウド（3Dデータ）のジオメトリを符号化する装置である。符号化装置300は、上述した方法1を適用してそのジオメトリを符号化する。

[0040] なお、図7においては、処理部やデータの流れ等の主なものを示しており、図7に示されるものが全てとは限らない。つまり、符号化装置300において、図7においてブロックとして示されていない処理部が存在したり、図7において矢印等として示されていない処理やデータの流れが存在したりしてもよい。

[0041] 図7に示されるように、符号化装置300は、ガイド面生成部311、ガイド面符号化部312、ガイド面復号部313、疎テンソル構築部314、ガイド面特徴量導出部315、CNN316（CNN_E1）、ガイド面特徴量導出部317、CNN318（CNN_E2）、CNN319（CNN_E3）、ガイド面特徴量導出部320、CNN321（CNN_E4）、CNN322（CNN_E5）、CNN323（CNN_E6）、座標符号化部324、特徴量符号化部325、および点数符号化部326を有する。

[0042] ガイド面生成部311は、入力点群 C_X からガイド面を生成する。ガイド面は、3次元空間に形成される基準面であり、ポイントクラウドの符号化に利用される。例えば、ガイド面生成部311は、ポイントクラウドからメッシュを生成し、そのメッシュをガイド面としてもよい。このポイントクラウドからメッシュを生成する手法は任意であり、例えば、非特許文献2に記載のPoisson surface reconstructionといった既存の手法が適用されてもよい。ただし、この手法は法線データを必要とするので、点群の法線を計算する必要がある。ガイド面生成部311は、生成したガイド面を示すデータをガイド面符号化部312へ供給する。

[0043] ガイド面符号化部312は、供給されたガイド面を符号化し、ガイド面の

符号化データ（ガイド面ビットストリームとも称する）を生成する。この符号化方法はどのようなものであってもよい。例えばガイド面がメッシュにより構成される場合、ガイド面符号化部312は、メッシュ用の符号化方法を適用してガイド面を符号化してもよい。例えば、Mesh decimationによる三角形数削減後にDraco符号化する等の既存の手法を適用してもよい。ガイド面符号化部312は、生成したガイド面ビットストリームを符号化装置300の外部に出力してもよい。また、ガイド面符号化部312は、生成したガイド面ビットストリームをガイド面復号部313へ供給してもよい。

[0044] ガイド面復号部313は、供給されたガイド面ビットストリームを復号し、ガイド面を生成（復元）する。この復号方法は、ガイド面符号化部312が適用する符号化方法に対応するものであればどのようなものであってもよい。例えばガイド面がメッシュにより構成される場合、ガイド面復号部313は、メッシュ用の復号方法を適用してガイド面ビットストリームを復号してもよい。この復号方法は既存の手法であってもよい。例えば、ガイド面がメッシュの場合、Draco復号を適用してもよい。なお、このガイド面の符号化・復号は、ロスレスな方式であってもよいし、ロッキーな方式であってもよい。つまり、ガイド面復号部313が生成（復元）するガイド面（復号ガイド面とも称する）は、符号化前のガイド面（例えばガイド面生成部311が生成したガイド面）と完全に一致しなくてもよい。ガイド面復号部313は、生成した復号ガイド面をガイド面特徴量導出部315、ガイド面特徴量導出部317、およびガイド面特徴量導出部320へ供給してもよい。

[0045] 疎テンソル構築部314は、入力点群 C_X から入力疎テンソル $X = \{C_X, F_X\}$ を構築する。疎テンソルは、空間中に配置された特徴量ベクトルの集合を表すためのデータ構造である。各特徴量ベクトルは空間中のある1つの座標に結び付けられる。具体的には、3次元空間中の疎テンソルは座標集合 $C = \{(x_i, y_i, z_i)\}_i$ と特徴量集合 $F = \{f_i\}_i$ の組 $\{C, F\}$ により表現される。ここに特徴量 f_i が座標 (x_i, y_i, z_i) に配置されている。なお、入力特徴量集合 F_X には値「1」を並べたダミーの特徴量が適用される。疎テンソル構

築部314により構築された入力疎テンソル $X = \{C_X, F_X\}$ のスケールは、1倍 (x1) である。疎テンソル構築部314は、構築した入力疎テンソル $X = \{C_X, F_X\}$ をガイド面特徴量導出部315へ供給してもよい。

[0046] ガイド面特徴量導出部315は、ガイド面特徴量の導出に関する処理を行う。例えば、ガイド面特徴量導出部315は、処理対象の疎テンソル $\{C^{in}, F^{in}\}$ を受け取り、その処理対象の座標集合 C^{in} の各座標 $c_i \in C^{in}$ についてガイド面特徴量 $g(c_i)$ を導出する。そして、ガイド面特徴量導出部315は、得られたガイド面特徴量集合 $g(C^{in}) = \{g(c_i)\}_i$ を処理対象の特徴量集合 F^{in} に連結し、演算結果の疎テンソル $\{C^{in}, [F^{in}, g(C^{in})]\}$ を返す。ここで、 $[F^{in}, g(C^{in})]$ は各特徴量 $f_i \in F^{in}$ に対応する座標値から計算したガイド面特徴量 $g(c_i)$ を連結して得られる特徴量集合である。 $[F^{in}, g(C^{in})] = \{[f_i, g(c_i)]\}_i$ と定義する。ガイド面特徴量を計算する方法 $g(c_i)$ としては、例えば、座標値 c_i から見てガイド面上の最近傍点 p_i を検索し、 $g(c_i) = p_i - c_i \in R^3$ とする方法がある。つまり、この場合、演算結果の特徴量集合 $[F^{in}, g(C^{in})]$ の次元は処理対象の特徴量集合 F^{in} の次元よりも3だけ増える。

[0047] ガイド面特徴量導出部315は、疎テンソル構築部314から供給される入力疎テンソル $X = \{C_X, F_X\}$ を処理対象の疎テンソルとして取得してもよい。また、ガイド面特徴量導出部315は、ガイド面復号部313から供給される復号ガイド面を取得してもよい。そして、ガイド面特徴量導出部315は、その復号ガイド面を用いて、その入力疎テンソルに対して上述のような処理を行い、演算結果の疎テンソルを生成してもよい。また、ガイド面特徴量導出部315は、その生成した演算結果の疎テンソルをCNN316 (CNN_E1) へ供給してもよい。

[0048] CNN316 (CNN_E1) は、スパース3D-CNNである。スパース3D-CNNは、スパース3D畳み込み層を持つ3D-CNNであり、処理対象の疎テンソル $\{C^{in}, F^{in}\}$ を入力し、演算結果の出力疎テンソル $\{C^{out}, F^{out}\}$ を出力する。3D-CNNは、主に3D畳み込み層と非線形変換層などから構成されるニューラルネットワ

ークである。3D畳み込み層は、3次元空間中に配置された特徴量集合に対して、カーネルを畳み込む演算を行い、演算結果の特徴量集合を出力する。大まかには、3D畳み込み層は、各特徴量について3次元空間中で近傍の特徴量群を対応するカーネル値で重み付けて集約する演算を行う。これにより、近傍の特徴量を考慮した特徴量変換を実現する。3D-CNNは、3D畳み込み層と非線形変換層を積み上げることで、より非線形で複雑な特徴量変換を実現する。スパース3D畳み込み層は、入出力が疎テンソルである3D畳み込み層である。スパース3D畳み込み層は、通常の3D畳み込み層（対比するためにデンス3D畳み込み層とも称する）と比較して演算効率が良い（対応する特徴量がない空の座標は無視するため）という特徴を有する。例えば、スパース3D畳み込み層の演算は、以下の式（1）のように表すことができる。

[0049] [数1]

$$f_u^{out} = \sum_{i \in N^3(u, C^{in})} W_i f_{u+i}^{in} \quad \text{for } u \in C^{out}$$

. . . (1)

[0050] なお、 C^{in} は入力座標集合（処理対象の座標集合とも称する）であり、 C^{out} は出力座標集合（演算結果の座標集合とも称する）である。 f_u^{in} は、座標 u における入力特徴量ベクトル（処理対象の特徴量ベクトルとも称する）であり、 f_u^{out} は座標 u における出力特徴量ベクトル（演算結果の特徴量ベクトルとも称する）である。 $N^3(u, C^{in}) = \{i | u + i \in C^{in}, i \in N^3\}$ は3D畳み込みカーネルを定義し、座標 u を中心とする C^{in} 中の近傍座標へのオフセット値 i の集合である。 W_i はオフセット値 i におけるカーネル値を表す。また、処理対象の座標集合 C^{in} および演算結果の座標集合 C^{out} は常に等しくなるとは限らない。例えばダウンスケールやアップスケールをする場合に C^{out} は C^{in} と異なる。

[0051] CNN 3 1 6 (CNN_E1) は、ガイド面特徴量導出部 3 1 5 の演算結果の疎テンソルを処理対象の疎テンソルとして取得してもよい。つまり、ガイド面特徴量の分だけ特徴量の次元が増えるため、それに応じて各スパース3D-CNNの入

出力次元も変更される。このことは、以下のCNN (CNN 3 1 8、CNN 3 1 9、CNN 3 2 1、CNN 3 2 2、およびCNN 3 2 3) についても同様である。CNN 3 1 6 (CNN_E1) は、2層のスパース3D畳み込み層と、非線形変換層の一種である2層のReLU (Rectified Linear Unit) 層により構成され、処理対象の疎テンソルに対して1/2ダウンスケールを行ってもよい。CNN 3 1 6 (CNN_E1) は、得られた演算結果の疎テンソルをガイド面特徴量導出部 3 1 7 に供給してもよい。CNN 3 1 6 (CNN_E1) は、座標集合 C_X の点数に対応する $N_X = |C_X|$ を点数符号化部 3 2 6 へ供給してもよい。

[0052] ガイド面特徴量導出部 3 1 7 は、ガイド面特徴量導出部 3 1 5 と同様の処理部であり、ガイド面特徴量の導出に関する処理を行う。つまり、ガイド面特徴量導出部 3 1 7 は、上述したように、処理対象の疎テンソル $\{C^{in}, F^{in}\}$ を取得し、その処理対象の座標集合 C^{in} の各座標 $c_i \in C^{in}$ についてガイド面特徴量 $g(c_i)$ を導出し、得られたガイド面特徴量集合 $g(C^{in}) = \{g(c_i)\}_i$ を処理対象の特徴量集合 F^{in} に連結し、演算結果の疎テンソル $\{C^{in}, [F^{in}, g(C^{in})]\}$ を返す。

[0053] ガイド面特徴量導出部 3 1 7 は、CNN 3 1 6 (CNN_E1) の演算結果の疎テンソルを処理対象の疎テンソルとして取得してもよい。また、ガイド面特徴量導出部 3 1 7 は、ガイド面復号部 3 1 3 から供給される復号ガイド面を取得してもよい。そして、ガイド面特徴量導出部 3 1 7 は、その復号ガイド面を用いて、取得した疎テンソルに対して上述のような処理を行い、演算結果の疎テンソルを生成してもよい。ガイド面特徴量導出部 3 1 7 は、その生成した演算結果の疎テンソルをCNN 3 1 8 (CNN_E2) へ供給してもよい。

[0054] CNN 3 1 8 (CNN_E2) は、CNN 3 1 6 (CNN_E1) と同様に、スパース3D-CNNである。CNN 3 1 8 (CNN_E2) は、ガイド面特徴量導出部 3 1 7 の演算結果の疎テンソルを処理対象の疎テンソルとして取得してもよい。CNN 3 1 8 (CNN_E2) は、3層のIRN (Inception-Residual Network) により構成されてもよい。IRNもスパース3D-CNNであり、スパース3D畳み込み層と非線形変換層により構成される。CNN 3 1 8 (CNN_E2) は、処理対象の疎テンソルに対してその3

層のIRNを用いた演算を行ってもよい。CNN 3 1 8 (CNN_E2) は、得られた演算結果の疎テンソル $X' = [C_X', F_X']$ をCNN 3 1 9 (CNN_E3) へ供給してもよい。なお、この疎テンソル $X' = [C_X', F_X']$ のスケールは、 $1/2$ 倍 ($\times 1/2$) である。

[0055] CNN 3 1 9 (CNN_E3) は、CNN 3 1 6 (CNN_E1) と同様に、スパース3D-CNNである。CNN 3 1 9 (CNN_E3) は、CNN 3 1 8 (CNN_E2) の演算結果の疎テンソルを処理対象の疎テンソルとして取得してもよい。CNN 3 1 9 (CNN_E3) は、2層のスパース3D畳み込み層と2層のReLU層により構成され、処理対象の疎テンソルに対して $1/2$ ダウンスケールを行ってもよい。CNN 3 1 9 (CNN_E3) は、得られた演算結果の疎テンソルをガイド面特徴量導出部 3 2 0 へ供給してもよい。CNN 3 1 9 (CNN_E3) は、座標集合 C_X を $1/2$ ダウンスケールした座標集合 C_X' の点数に対応する $N_X' = |C_X'|$ を点数符号化部 3 2 6 へ供給してもよい。

[0056] ガイド面特徴量導出部 3 2 0 は、ガイド面特徴量導出部 3 1 5 と同様の処理部であり、ガイド面特徴量の導出に関する処理を行う。つまり、ガイド面特徴量導出部 3 2 0 は、上述したように、処理対象の疎テンソル $\{C^{\wedge}in, F^{\wedge}in\}$ を取得し、その処理対象の座標集合 $C^{\wedge}in$ の各座標 $c_i \in C^{\wedge}in$ についてガイド面特徴量 $g(c_i)$ を導出し、得られたガイド面特徴量集合 $g(C^{\wedge}in) = \{g(c_i)\}_i$ を処理対象の特徴量集合 $F^{\wedge}in$ に連結し、演算結果の疎テンソル $\{C^{\wedge}in, [F^{\wedge}in, g(C^{\wedge}in)]\}$ を返す。

[0057] ガイド面特徴量導出部 3 2 0 は、CNN 3 1 9 (CNN_E3) の演算結果の疎テンソルを処理対象の疎テンソルとして取得してもよい。また、ガイド面特徴量導出部 3 2 0 は、ガイド面復号部 3 1 3 から供給される復号ガイド面を取得してもよい。そして、ガイド面特徴量導出部 3 2 0 は、その復号ガイド面を用いて、処理対象の疎テンソルに対して上述のような処理を行い、演算結果の疎テンソルを生成してもよい。ガイド面特徴量導出部 3 2 0 は、その生成した演算結果の疎テンソルをCNN 3 2 1 (CNN_E4) へ供給してもよい。

[0058] CNN 3 2 1 (CNN_E4) は、CNN 3 1 8 (CNN_E2) と同様に、スパース3D-CNN

である。CNN 3 2 1 (CNN_E4) は、ガイド面特徴量導出部 3 2 0 の演算結果の疎テンソルを処理対象の疎テンソルとして取得してもよい。CNN 3 2 1 (CNN_E4) は、3層のIRNにより構成され、その処理対象の疎テンソルに対してその3層のIRNを用いた演算を行ってもよい。CNN 3 2 1 (CNN_E4) は、得られた演算結果の疎テンソル $X'' = [C_{X''}, F_{X''}]$ をCNN 3 2 2 (CNN_E5) へ供給してもよい。なお、この疎テンソル $X'' = [C_{X''}, F_{X''}]$ のスケールは、1/4倍 ($\times 1/4$) である。

[0059] CNN 3 2 2 (CNN_E5) は、CNN 3 1 6 (CNN_E1) と同様に、スパース3D-CNNである。CNN 3 2 2 (CNN_E5) は、CNN 3 2 1 (CNN_E4) の演算結果の疎テンソルを処理対象の疎テンソルとして取得してもよい。CNN 3 2 2 (CNN_E5) は、2層のスパース3D畳み込み層と2層のReLU層により構成され、処理対象の疎テンソルに対して1/2ダウンスケールを行ってもよい。CNN 3 2 2 (CNN_E5) は、得られた演算結果の疎テンソルをCNN 3 2 3 (CNN_E6) へ供給してもよい。CNN 3 2 2 (CNN_E5) は、座標集合 C_X を1/4ダウンスケールした座標集合 $C_{X''}$ の点数に対応する $N_{X''} = |C_{X''}|$ を点数符号化部 3 2 6 へ供給してもよい。

[0060] CNN 3 2 3 (CNN_E6) は、CNN 3 1 8 (CNN_E2) と同様に、スパース3D-CNNである。CNN 3 2 3 (CNN_E6) は、CNN 3 2 2 (CNN_E5) の演算結果の疎テンソルを処理対象の疎テンソルとして取得してもよい。CNN 3 2 3 (CNN_E6) は、3層のIRNと1層のスパース3D畳み込み層により構成され、その処理対象の疎テンソルに対してその3層のIRNおよび1層のスパース3D畳み込み層を用いた演算を行ってもよい。CNN 3 2 3 (CNN_E6) は、得られた演算結果の疎テンソル $Y = \{C_Y, F_Y\}$ を座標符号化部 3 2 4 および特徴量符号化部 3 2 5 へ供給してもよい。また、CNN 3 2 3 (CNN_E6) は、演算結果の座標集合 C_Y を座標符号化部 3 2 4 へ供給し、演算結果の特徴量集合 F_Y を特徴量符号化部 3 2 5 へ供給してもよい。なお、この疎テンソル $Y = \{C_Y, F_Y\}$ のスケールは、1/8倍 ($\times 1/8$) である。

[0061] 座標符号化部 3 2 4 は、G-PCC (Geometry-based Point Cloud Compression

) 符号化器であり、座標 (座標集合) の符号化に関する処理を行う。座標符号化部 3 2 4 は、CNN 3 2 3 (CNN_E6) から供給される疎テンソル $Y = \{C_Y, F_Y\}$ (またはその座標集合 C_Y) を取得してもよい。座標符号化部 3 2 4 は、その座標集合 C_Y を符号化し、その座標集合の符号化データ (座標ビットストリームとも称する) を生成してもよい。その際、座標符号化部 3 2 4 は、座標集合 C_Y をロスレス方式で符号化してもよい。例えば、座標符号化部 3 2 4 は、座標集合 C_Y を、オクツリー (Octree) を用いて符号化してもよい。座標符号化部 3 2 4 は、生成した座標ビットストリームを符号化装置 3 0 0 の外部に出力してもよい。

[0062] 特徴量符号化部 3 2 5 は、特徴量 (特徴量集合) の符号化に関する処理を行う。特徴量符号化部 3 2 5 は、CNN 3 2 3 (CNN_E6) から供給される疎テンソル $Y = \{C_Y, F_Y\}$ (またはその特徴量集合 F_Y) を取得してもよい。特徴量符号化部 3 2 5 は、その特徴量集合 F_Y を量子化してエントロピ符号化し、その特徴量集合の符号化データ (特徴量ビットストリームとも称する) を生成してもよい。つまり、特徴量符号化部 3 2 5 は、特徴量集合 F_Y をロッシー方式で符号化する。特徴量符号化部 3 2 5 は、生成した特徴量ビットストリームを符号化装置 3 0 0 の外部に出力してもよい。

[0063] 点数符号化部 3 2 6 は、各スケールの座標集合の点数の符号化に関する処理を行う。点数符号化部 3 2 6 は、CNN 3 1 6 (CNN_E1) から供給される座標集合 C_X の点数に対応する $N_X = |C_X|$ を取得してもよい。点数符号化部 3 2 6 は、CNN 3 1 9 (CNN_E3) から供給される座標集合 C_X を $1/2$ ダウンスケールした座標集合 $C_{X'}$ の点数に対応する $N_{X'} = |C_{X'}|$ を取得してもよい。点数符号化部 3 2 6 は、CNN 3 2 2 (CNN_E5) から供給される座標集合 C_X を $1/4$ ダウンスケールした座標集合 $C_{X''}$ の点数に対応する $N_{X''} = |C_{X''}|$ を取得してもよい。点数符号化部 3 2 6 は、それらの N_X 、 $N_{X'}$ 、および $N_{X''}$ を符号化し、点数の符号化データ (点数ビットストリームとも称する) を生成してもよい。点数符号化部 3 2 6 は、生成した点数ビットストリームを符号化装置 3 0 0 の外部に出力してもよい。

[0064] つまり、符号化装置300において、ガイド面特徴量導出部315、ガイド面特徴量導出部317、およびガイド面特徴量導出部320は、ポイントクラウドを形成する点の座標の集合である第1の座標集合、その座標の特徴量の集合である第1の特徴量集合、および、3次元空間に形成される基準面であるガイド面を用いて、ガイド面および点の位置関係に基づく特徴量であるガイド面特徴量を導出する。また、CNN316、CNN318、CNN319、CNN321、CNN322、およびCNN323は、その第1の座標集合と、そのガイド面特徴量を反映させた第1の特徴量集合とを用いて（ガイド面特徴量を含む特徴量を用いて）所定の演算を行い、第2の座標集合および第2の特徴量集合を導出する。したがって、CNN316、CNN318、CNN319、CNN321、CNN322、およびCNN323は、演算部とも言える。また、座標符号化部324は、導出された第2の座標集合を符号化する。また、特徴量符号化部325は、導出された第2の特徴量集合を符号化する。そして、第2の座標集合および第2の特徴量集合の符号化データの符号量は、第1の座標集合および第1の特徴量集合の符号化データの符号量よりも少ない。

[0065] このような構成を有することにより、符号化装置300は、符号化する情報量を低減させることができ、符号化効率の低減を抑制することができる。

[0066] なお、CNNやガイド面特徴量導出部の構成はどのようなものであってもよく、図7の例に限定されない。例えば、CNNやガイド面特徴量導出部の数はいくつであってもよい。また、ダウンスケールの回数や各回の変換率はいくつであってもよい。また、図7においては演算部が3D-CNNの場合を例に説明したが、演算部は、図5の演算部122のように、3D-CNN、多層パーセプトロン、その他のニューラルネットワーク等、どのような構成を有してもよい。

[0067] また、ガイド面特徴量導出部は、少なくともCNN列の先頭に設けられていればよい。その他に、CNN列の何処に設けられていてもよい。例えば、上述したように、ガイド面特徴量は、スケール毎に導出されてもよい。例えば、図7に示されるように、ガイド面特徴量導出部315は1/1スケールにおいてガイド面特徴量を導出し、ガイド面特徴量導出部317は1/2スケールにおいてガ

イド面特徴量を導出し、ガイド面特徴量導出部320は1/4スケールにおいてガイド面特徴量を導出してもよい。なお、図7の例では省略されているが、1/8スケールについてもガイド面特徴量を導出してもよい。つまり、第2の座標集合および第2の特徴量集合のスケールが、第1の座標集合および第1の特徴量集合のスケールよりも小さくてもよい。また、演算部は、所定の演算を再帰的に複数回繰り返すことにより、第2の座標集合および第2の特徴量集合を導出してもよい。また、演算部は、その複数回の全部または一部の所定の演算において、入力される座標集合および特徴量集合をダウンスケールしてもよい。そして、ガイド面特徴量導出部が、座標集合および特徴量集合の一部のスケールまたは全てのスケールについて、それぞれガイド面特徴量を導出してもよい。

[0068] また、ガイド面を符号化してもよい。また、ビットストリームを復号してガイド面を生成（復元）してもよい。また、ガイド面を生成してもよい。例えば、図7に示されるように、ガイド面生成部311がポイントクラウドを用いてガイド面を生成し、ガイド面符号化部312がそのガイド面を符号化してガイド面の符号化データを生成し、ガイド面復号部313がそのガイド面の符号化データを復号し、ガイド面を生成してもよい。

[0069] <符号化処理の流れ>

符号化装置300は、符号化処理を実行することにより、上述のようにジオメトリを符号化する。この符号化処理の流れの例を、図8および図9のフローチャートを参照して説明する。

[0070] 符号化処理が開始されると、ガイド面生成部311および疎テンソル構築部314は、図8のステップS301において、符号化装置300へ入力されるポイントクラウドである入力点群C_Xを取得する。

[0071] ステップS302において、ガイド面生成部311は、その入力点群C_Xからガイド面を生成する。

[0072] ステップS303において、ガイド面符号化部312は、その生成されたガイド面を符号化し、ガイド面ビットストリームを生成する。ガイド面符号

化部312は、そのガイド面ビットストリームを符号化装置300の外部へ出力する。

- [0073] ステップS304において、ガイド面復号部313は、そのガイド面ビットストリームを復号し、復号ガイド面を生成（復元）する。
- [0074] ステップS305において、疎テンソル構築部314は、入力点群 C_X から入力疎テンソル $X=\{C_X, F_X\}$ （スケール1倍）を生成する。
- [0075] ステップS306において、ガイド面特徴量導出部315は、 $\{C^{in}, F^{in}\} \leftarrow (C_X, F_X)$ とする。つまり、ガイド面特徴量導出部315は、入力疎テンソル $X=\{C_X, F_X\}$ を、処理対象の疎テンソル (C^{in}, F^{in}) とする。
- [0076] ステップS307において、ガイド面特徴量導出部315、ガイド面特徴量導出部317、または、ガイド面特徴量導出部320は、次の3D-CNNにガイド面特徴量を入力するか否かを判定する。次の3D-CNNにガイド面特徴量を入力すると判定された場合、処理はステップS308へ進む。
- [0077] ステップS308において、ガイド面特徴量導出部315、ガイド面特徴量導出部317、または、ガイド面特徴量導出部320は、ガイド面特徴量集合導出処理を実行し、処理対象の疎テンソルと復号ガイド面とを用いてガイド面特徴量集合 $g(C^{in})$ を導出する。
- [0078] ステップS309において、ガイド面特徴量導出部315、ガイド面特徴量導出部317、または、ガイド面特徴量導出部320は、 $F^{in} \leftarrow [F^{in}, g(C^{in})]$ とする。つまり、ガイド面特徴量導出部315、ガイド面特徴量導出部317、または、ガイド面特徴量導出部320は、処理対象の特徴量集合およびガイド面特徴量集合 $g(C^{in})$ を連結したものを次の3D-CNNの処理対象の特徴量集合とする。
- [0079] ステップS309の処理が終了すると、処理は図9へ進む。また、ステップS307において、次の3D-CNNにガイド面特徴量を入力しないと判定された場合、処理は図9へ進む。つまり、3D-CNNの直前にガイド面特徴量導出部が存在しない場合、ステップS308およびステップS309の処理が省略される。例えば符号化装置300が図7に示される構成例である場合、次の3

D-CNNがCNN 3 1 6 (CNN_E1)、CNN 3 1 8 (CNN_E2)、またはCNN 3 2 1 (CNN_E4) のとき、ステップS 3 0 8およびステップS 3 0 9の処理が実行され、次の3D-CNNがCNN 3 1 9 (CNN_E3)、CNN 3 2 2 (CNN_E5)、またはCNN 3 2 3 (CNN_E6) のとき、ステップS 3 0 8およびステップS 3 0 9の処理が省略される。

[0080] 図9のステップS 3 2 1において、CNN 3 1 6 (CNN_E1)、CNN 3 1 8 (CNN_E2)、CNN 3 1 9 (CNN_E3)、CNN 3 2 1 (CNN_E4)、CNN 3 2 2 (CNN_E5)、またはCNN 3 2 3 (CNN_E6) は、処理対象の疎テンソル $\{\hat{C}^{in}, \hat{F}^{in}\}$ に3D-CNN演算を行い、演算結果の疎テンソル $\{\hat{C}^{out}, \hat{F}^{out}\}$ を導出する。

[0081] ステップS 3 2 2において、CNN 3 2 3 (CNN_E6) は、全ての3D-CNNについて処理を行ったか否かを判定する。全ての3D-CNNについて処理を行っていない（すなわち、未処理の3D-CNNが存在する（少なくともCNN 3 2 3 (CNN_E6) が未処理である））と判定された場合、処理はステップS 3 2 3へ進む。

[0082] ステップS 3 2 3において、CNN 3 1 6 (CNN_E1)、CNN 3 1 8 (CNN_E2)、CNN 3 1 9 (CNN_E3)、CNN 3 2 1 (CNN_E4)、またはCNN 3 2 2 (CNN_E5) は、 $\{\hat{C}^{in}, \hat{F}^{in}\} \leftarrow \{\hat{C}^{out}, \hat{F}^{out}\}$ とする。つまり、CNN 3 1 6 (CNN_E1)、CNN 3 1 8 (CNN_E2)、CNN 3 1 9 (CNN_E3)、CNN 3 2 1 (CNN_E4)、またはCNN 3 2 2 (CNN_E5) は、自身が導出した演算結果の疎テンソル $\{\hat{C}^{out}, \hat{F}^{out}\}$ を、次の処理部（ガイド面特徴量導出部または3D-CNN）の処理対象の疎テンソル $\{\hat{C}^{in}, \hat{F}^{in}\}$ とする。

[0083] ステップS 3 2 3の処理が終了すると、処理は図8のステップS 3 0 7へ戻り、それ以降の処理が実行される。つまり、図8のステップS 3 0 7乃至ステップS 3 0 9の各処理、並びに、図9のステップS 3 2 1乃至ステップS 3 2 3の各処理が、各3D-CNN（3D-CNNの直前にガイド面特徴量導出部が存在する場合は、そのガイド面特徴量導出部も含む）に対して実行される。

[0084] そして、図9のステップS 3 2 2において、全ての3D-CNNについて処理を行った（すなわち、CNN 3 2 3 (CNN_E6) について処理が行われた）と判定された場合、処理はステップS 3 2 4へ進む。

[0085] ステップS 3 2 4において、CNN 3 2 3 (CNN_E6) は、 $\{C_Y, F_Y\} \leftarrow \{\hat{C}^{out}, \hat{F}^{out}\}$ とする。つまり、最後のCNN 3 2 3 (CNN_E6) は、自身が導出した演算結果の疎テンソル $\{\hat{C}^{out}, \hat{F}^{out}\}$ を、出力疎テンソル $\{C_Y, F_Y\}$ とする。

[0086] ステップS 3 2 5において、座標符号化部 3 2 4は、その出力疎テンソル $\{C_Y, F_Y\}$ の座標集合 C_Y を符号化し、座標ビットストリームを生成する。また、その座標ビットストリームを符号化装置 3 0 0の外部へ出力する。

[0087] ステップS 3 2 6において、特徴量符号化部 3 2 5は、その出力疎テンソル $\{C_Y, F_Y\}$ の特徴量集合 F_Y を符号化し、特徴量ビットストリームを生成する。また、その特徴量ビットストリームを符号化装置 3 0 0の外部へ出力する。

[0088] ステップS 3 2 7において、スケール毎の点数を符号化し、点数ビットストリームを生成する。また、その点数ビットストリームを符号化装置 3 0 0の外部へ出力する。

[0089] ステップS 3 2 7の処理が終了すると、符号化処理が終了する。

[0090] <ガイド面特徴量集合導出処理の流れ>

次に、図 8のステップS 3 0 8において実行されるガイド面特徴量集合導出処理の流れの例を、図 1 0のフローチャートを参照して説明する。

[0091] ガイド面特徴量集合導出処理が開始されると、ステップS 3 3 1において、ガイド面特徴量導出部 3 1 5、ガイド面特徴量導出部 3 1 7、または、ガイド面特徴量導出部 3 2 0は、座標 $c_i \in \hat{C}^{in}$ を取り出す。つまり、ガイド面特徴量導出部 3 1 5、ガイド面特徴量導出部 3 1 7、または、ガイド面特徴量導出部 3 2 0は、処理対象の座標集合 \hat{C}^{in} から1つの座標 c_i を選択し、それを処理対象とする。

[0092] ステップS 3 3 2において、ガイド面特徴量導出部 3 1 5、ガイド面特徴量導出部 3 1 7、または、ガイド面特徴量導出部 3 2 0は、その選択した座標 c_i から見て、復号ガイド面上の最近傍点 p_i を検索する。

[0093] ステップS 3 3 3において、ガイド面特徴量導出部 3 1 5、ガイド面特徴

量導出部317、または、ガイド面特徴量導出部320は、 $g(c_i) = p_i - c_i$ を返す。つまり、ガイド面特徴量導出部315、ガイド面特徴量導出部317、または、ガイド面特徴量導出部320は、ガイド面および点の位置関係（この例では、 $p_i - c_i$ ）に基づくガイド面特徴量 $g(c_i)$ を導出する。

[0094] ステップS334において、ガイド面特徴量導出部315、ガイド面特徴量導出部317、または、ガイド面特徴量導出部320は、全ての座標 $c_i \in C^{\text{in}}$ について処理を行ったか否かを判定する。未処理の座標 c_i が存在すると判定された場合、処理はステップS331に戻り、それ以降の処理が実行される。つまり、処理対象の座標集合 C^{in} の各座標値 c_i について、ステップS331乃至ステップS334の各処理が実行される。

[0095] そして、ステップS334において、全ての座標値 c_i について処理を行ったと判定された場合、ガイド面特徴量集合導出処理が終了し、処理は図8に戻る。

[0096] このように各処理を実行することにより、符号化装置300は、符号化する情報量を低減させることができ、符号化効率の低減を抑制することができる。

[0097] <復号装置>

図11は、本技術を適用した情報処理装置の一態様である復号装置の構成の一例を示すブロック図である。図11に示される復号装置350は、ポイントクラウド（3Dデータ）のジオメトリが符号化されたビットストリームを復号する装置である。例えば、復号装置350は、符号化装置300によりポイントクラウド（のジオメトリ）が符号化されて生成されたビットストリーム（ガイド面ビットストリーム、座標ビットストリーム、特徴量ビットストリーム、および点数ビットストリーム）を復号し、ポイントクラウド（のジオメトリ）を生成（復元）する。

[0098] なお、図11においては、処理部やデータの流れ等の主なものを示しており、図11に示されるものが全てとは限らない。つまり、復号装置350において、図11においてブロックとして示されていない処理部が存在したり

、図11において矢印等として示されていない処理やデータの流が存在したりしてもよい。

[0099] 図11に示されるように、復号装置350は、点数復号部361、座標復号部362、特徴量復号部363、ガイド面復号部364、CNN365 (CNN_D1)、ガイド面特徴量導出部366、CNN367 (CNN_D2)、占有状態分類部368、CNN369 (CNN_D3)、ガイド面特徴量導出部370、CNN371 (CNN_D4)、占有状態分類部372、CNN373 (CNN_D5)、ガイド面特徴量導出部374、CNN375 (CNN_D6)、および占有状態分類部376を有する。

[0100] 点数復号部361は、点数ビットストリームの復号に関する処理を実行する。例えば、点数復号部361は、復号装置350に入力される点数ビットストリームを取得してもよい。点数復号部361は、その取得した点数ビットストリームを復号し、各スケールの座標集合の点数を示す情報を生成（復元）してもよい。例えば、点数復号部361は、点数ビットストリームを復号し、点数符号化部326（図7）により符号化された、符号化前の座標集合 C_X の点数に対応する $N_X = |C_X|$ 、符号化前の座標集合 C_X を1/2ダウンスケールした座標集合 $C_{X'}$ の点数に対応する $N_{X'} = |C_{X'}|$ 、符号化前の座標集合 C_X を1/4ダウンスケールした座標集合 $C_{X''}$ の点数に対応する $N_{X''} = |C_{X''}|$ を生成（復元）してもよい。点数復号部361は、生成した N_X を占有状態分類部376へ供給してもよい。点数復号部361は、生成した $N_{X'}$ を占有状態分類部372へ供給してもよい。点数復号部361は、生成した $N_{X''}$ を占有状態分類部368へ供給してもよい。

[0101] 座標復号部362は、G-PCC復号器であり、座標ビットストリームの復号に関する処理を実行する。例えば、座標復号部362は、復号装置350に入力される座標ビットストリームを取得してもよい。座標復号部362は、その取得した座標ビットストリームを復号し、座標集合 C_Y を生成（復元）してもよい。その際、座標復号部362は、座標ビットストリームをロスレス方式で復号してもよい。例えば、座標復号部362は、座標ビットストリームを、オクツリー (Octree) を用いて復号してもよい。座標復号部362は、

生成した座標集合C_YをCNN 3 6 5 (CNN_D1) へ供給してもよい。

[0102] 特徴量復号部3 6 3は、特徴量ビットストリームの復号に関する処理を実行する。例えば、特徴量復号部3 6 3は、復号装置3 5 0に入力される特徴量ビットストリームを取得してもよい。特徴量復号部3 6 3は、その取得した特徴量ビットストリームをエントロピ復号し、特徴量集合F_Yを生成（復元）してもよい。その際、特徴量復号部3 6 3は、特徴量ビットストリームをロッシー方式で復号する。したがって、特徴量復号部3 6 3により生成される特徴量集合F_Yは、特徴量符号化部3 2 5（図7）により符号化される前の特徴量集合F_Yと完全に一致しなくてもよい。特徴量復号部3 6 3は、生成した特徴量集合F_YをCNN 3 6 5 (CNN_D1) へ供給してもよい。

[0103] ガイド面復号部3 6 4は、ガイド面復号部3 1 3（図7）と同様の処理部であり、ガイド面ビットストリームの復号に関する処理を実行する。例えば、ガイド面復号部3 6 4は、復号装置3 5 0に入力されるガイド面ビットストリームを取得してもよい。ガイド面復号部3 6 4は、その取得したガイド面ビットストリームを復号し、復号ガイド面を生成してもよい。この復号方法は、ガイド面符号化部3 1 2（図7）が適用する符号化方法に対応するものであればどのようなものであってもよい。例えばガイド面がメッシュにより構成される場合、ガイド面復号部3 6 4は、メッシュ用の復号方法を適用してガイド面ビットストリームを復号してもよい。この復号方法は既存の手法であってもよい。例えば、ガイド面がメッシュの場合、Draco復号を適用してもよい。なお、このガイド面の符号化・復号は、ロスレスな方式であってもよいし、ロッシーな方式であってもよい。つまり、ガイド面復号部3 6 4が生成（復元）するガイド面（復号ガイド面とも称する）は、符号化前のガイド面（例えばガイド面生成部3 1 1が生成したガイド面）と完全に一致しなくてもよい。ガイド面復号部3 6 4は、生成した復号ガイド面を、ガイド面特徴量導出部3 6 6、ガイド面特徴量導出部3 7 0、およびガイド面特徴量導出部3 7 4へ供給してもよい。

[0104] CNN 3 6 5 (CNN_D1) は、スパース3D-CNNであり、主にスパース3D畳み込み

層や非線形変換層により構成され、疎テンソルを処理対象として取得し、その処理対象の疎テンソルに対して所定の演算を行い、その演算結果の疎テンソルを出力する。例えば、CNN 3 6 5 (CNN_D1) は、座標復号部 3 6 2 から供給される座標集合 C_Y と、特徴量復号部 3 6 3 から供給される特徴量集合 F_Y を、処理対象の疎テンソル $Y = \{C_Y, F_Y\}$ として取得してもよい。この疎テンソル $Y = \{C_Y, F_Y\}$ のスケールは、符号化前の $1/8$ 倍 ($\times 1/8$) である。CNN 3 6 5 (CNN_D1) は、2層のスパース3D畳み込み層と2層のReLU層により構成され、処理対象の疎テンソルに対して2倍のアップスケールを行ってもよい。CNN 3 6 5 (CNN_D1) は、得られた演算結果の疎テンソルをガイド面特徴量導出部 3 6 6 へ供給してもよい。

[0105] ガイド面特徴量導出部 3 6 6 は、ガイド面特徴量導出部 3 1 5 等の符号化装置 3 0 0 のガイド面特徴量導出部と同様の処理部であり、ガイド面特徴量の導出に関する処理を行う。ガイド面特徴量導出部 3 6 6 は、処理対象の疎テンソル $\{\hat{C}^in, \hat{F}^in\}$ を取得し、その処理対象の座標集合 \hat{C}^in の各座標 $c_i \in \hat{C}^in$ についてガイド面特徴量 $g(c_i)$ を導出し、得られたガイド面特徴量集合 $g(\hat{C}^in) = \{g(c_i)\}_i$ を処理対象の特徴量集合 \hat{F}^in に連結し、演算結果の疎テンソル $\{\hat{C}^in, [\hat{F}^in, g(\hat{C}^in)]\}$ を返す。ガイド面特徴量を計算する方法 $g(c_i)$ としては、符号化装置 3 0 0 の場合と同様、座標値 c_i から見てガイド面上の最近傍点 p_i を検索し、 $g(c_i) = p_i - c_i \in R^3$ とする方法がある。つまり、この場合、演算結果の特徴量集合 $[\hat{F}^in, g(\hat{C}^in)]$ の次元は処理対象の特徴量集合 \hat{F}^in の次元よりも3だけ増える。

[0106] ガイド面特徴量導出部 3 6 6 は、CNN 3 6 5 (CNN_D1) の演算結果の疎テンソルを処理対象の疎テンソルとして取得してもよい。また、ガイド面特徴量導出部 3 6 6 は、ガイド面復号部 3 6 4 から供給される復号ガイド面を取得してもよい。そして、ガイド面特徴量導出部 3 6 6 は、その復号ガイド面を用いて、その処理対象の疎テンソルに対して上述のような処理を行い、演算結果の疎テンソルを生成してもよい。また、ガイド面特徴量導出部 3 6 6 は、その生成した演算結果の疎テンソルをCNN 3 6 7 (CNN_D2) へ供給してもよ

い。

[0107] CNN 3 6 7 (CNN_D2) は、CNN 3 6 5 (CNN_D1) と同様に、スパース3D-CNN であり、主にスパース3D畳み込み層や非線形変換層により構成される。つまり、CNN 3 6 7 (CNN_D2) は、疎テンソルを処理対象として取得し、その処理対象の疎テンソルに対して所定の演算を行い、その演算結果の疎テンソルを出力する。例えば、CNN 3 6 7 (CNN_D2) は、ガイド面特徴量導出部 3 6 6 の演算結果の疎テンソルを処理対象の疎テンソルとして取得してもよい。ただし、その処理対象の疎テンソルは、ガイド面特徴量の分だけ次元が増えているため、CNN 3 6 7 (CNN_D2) の入出力次元もそれに合わせて変更される。CNN 3 6 7 (CNN_D2) は、3層のIRNにより構成され、処理対象の疎テンソルに対してその3層のIRNを用いた演算を行ってもよい。CNN 3 6 7 (CNN_D2) は、得られた演算結果の疎テンソル $\{Up(C_Y), F_{X'}\}$ を占有状態分類部 3 6 8 へ供給してもよい。なお、 $Up()$ はxyz方向に2倍ずつアップサンプルする処理を表す。例えば $Up(C_Y)$ の点数は C_Y の点数の8倍となる。

[0108] 占有状態分類部 3 6 8 は、1層のスパース3D畳み込み層により構成される。このスパース3D畳み込み層は、処理対象の疎テンソルを入力し、演算結果の疎テンソルを出力する。なお、このスパース3D畳み込み層の演算結果の疎テンソルの特徴量はその座標の占有確率値を表す。占有状態分類部 3 6 8 は、占有確率値が高い方から所定数の座標（上位k個の座標）を抽出し、それ以外の座標を削除する。つまり、占有状態分類部 3 6 8 は、入力疎テンソルの座標集合の内の上位k個以外を削除した座標集合と、その座標集合に対応する特徴量集合（つまり、入力疎テンソルの特徴量集合のうち、削除された座標に対応する特徴量を削除したもの）とを出力する。なお、このkには、 N_X 、 $N_{X'}$ 、 $N_{X''}$ のうちの、処理対象の疎テンソルに対応するスケールの値が適用される。また、占有状態分類部 3 6 8 は、 F^{out} 中の削除される座標に対応する特徴量も削除する。

[0109] 占有状態分類部 3 6 8 は、CNN 3 6 7 (CNN_D2) の演算結果の疎テンソル $\{Up(C_Y), F_{X'}\}$ を処理対象の疎テンソルとして取得してもよい。占有状態分

類部368は、点数復号部361から供給される、符号化前の座標集合 C_X を1/4ダウンスケールした座標集合 $C_{X'}$ の点数に対応する $N_{X'} = |C_{X'}|$ を取得してもよい。占有状態分類部368は、その処理対象の疎テンソルを用いて占有確率値を予測し、占有確率値の上位 $N_{X'}$ 個の座標値を抽出し、それ以外の座標値を削除し、演算結果の疎テンソル $X' = \{C_{X'}, F_{X'}\}$ を生成してもよい。占有状態分類部368は、その演算結果の疎テンソル $X' = \{C_{X'}, F_{X'}\}$ をCNN369 (CNN_D3)へ供給してもよい。

[0110] CNN369 (CNN_D3) は、CNN365 (CNN_D1)と同様に、スパース3D-CNNであり、主にスパース3D畳み込み層や非線形変換層により構成される。つまり、CNN369 (CNN_D3) は、疎テンソルを処理対象として取得し、その処理対象の疎テンソルに対して所定の演算を行い、その演算結果の疎テンソルを出力する。例えば、CNN369 (CNN_D3) は、占有状態分類部368の演算結果の疎テンソル $X' = \{C_{X'}, F_{X'}\}$ を処理対象の疎テンソルとして取得してもよい。この疎テンソル $X' = \{C_{X'}, F_{X'}\}$ のスケールは、符号化前の1/4倍 ($x1/4$)である。CNN369 (CNN_D3) は、2層のスパース3D畳み込み層と2層のReLU層により構成され、処理対象の疎テンソルに対して2倍のアップスケールを行ってもよい。CNN369 (CNN_D3) は、得られた演算結果の疎テンソルをガイド面特徴量導出部370へ供給してもよい。

[0111] ガイド面特徴量導出部370は、ガイド面特徴量導出部366と同様の処理部であり、ガイド面特徴量の導出に関する処理を行う。ガイド面特徴量導出部370は、ガイド面特徴量導出部366の場合と同様に、処理対象の疎テンソル $\{C^{in}, F^{in}\}$ を取得し、その処理対象の座標集合 C^{in} の各座標 $c_i \in C^{in}$ についてガイド面特徴量 $g(c_i)$ を導出し、得られたガイド面特徴量集合 $g(C^{in}) = \{g(c_i)\}_i$ を処理対象の特徴量集合 F^{in} に連結し、演算結果の疎テンソル $\{C^{in}, [F^{in}, g(C^{in})]\}$ を返す。

[0112] ガイド面特徴量導出部370は、CNN369 (CNN_D3)の演算結果の疎テンソルを処理対象の疎テンソルとして取得してもよい。また、ガイド面特徴量導出部370は、ガイド面復号部364から供給される復号ガイド面を取得

してもよい。そして、ガイド面特徴量導出部370は、その復号ガイド面を用いて、その処理対象の疎テンソルに対して上述のような処理を行い、演算結果の疎テンソルを生成してもよい。また、ガイド面特徴量導出部370は、その生成した演算結果の疎テンソルをCNN371 (CNN_D4) へ供給してもよい。

[0113] CNN371 (CNN_D4) は、CNN367 (CNN_D2) と同様に、スパース3D-CNNであり、主にスパース3D畳み込み層や非線形変換層により構成される。つまり、CNN371 (CNN_D4) は、疎テンソルを処理対象として取得し、その処理対象の疎テンソルに対して所定の演算を行い、その演算結果の疎テンソルを出力する。例えば、CNN371 (CNN_D4) は、ガイド面特徴量導出部370の演算結果の疎テンソルを処理対象の疎テンソルとして取得してもよい。ただし、その処理対象の疎テンソルは、ガイド面特徴量の分だけ次元が増えているため、CNN371 (CNN_D4) の入出力次元もそれに合わせて変更される。CNN371 (CNN_D4) は、3層のIRNにより構成され、処理対象の疎テンソルに対してその3層のIRNを用いた演算を行ってもよい。CNN371 (CNN_D4) は、得られた演算結果の疎テンソル $\{Up(C_{X'}), F_{X'}\}$ を占有状態分類部372へ供給してもよい。

[0114] 占有状態分類部372は、占有状態分類部368と同様の処理部であり、1層のスパース3D畳み込み層により構成され、処理対象の疎テンソルの占有確率値を予測し、その占有確率値が高い方から所定数の座標（上位k個の座標）を抽出し、それ以外の座標を削除する。また、占有状態分類部372は、 \hat{F}_{out} 中の削除される座標に対応する特徴量も削除する。

[0115] 例えば、占有状態分類部372は、CNN371 (CNN_D4) の演算結果の疎テンソル $\{Up(C_{X'}), F_{X'}\}$ を処理対象の疎テンソルとして取得してもよい。占有状態分類部372は、点数復号部361から供給される、符号化前の座標集合 C_X を1/2ダウンスケールした座標集合 $C_{X'}$ の点数に対応する $N_{X'} = |C_{X'}|$ を取得してもよい。占有状態分類部372は、その処理対象の疎テンソルを用いて占有確率値を予測し、占有確率値の上位 $N_{X'}$ 個の座標値を抽出し、

それ以外の座標値を削除し、演算結果の疎テンソル $X' = \{C_X', F_X'\}$ を生成してもよい。占有状態分類部372は、その演算結果の疎テンソル $X' = \{C_X', F_X'\}$ をCNN373 (CNN_D5) へ供給してもよい。

[0116] CNN373 (CNN_D5) は、CNN365 (CNN_D1) と同様に、スパース3D-CNNであり、主にスパース3D畳み込み層や非線形変換層により構成される。つまり、CNN373 (CNN_D5) は、疎テンソルを処理対象として取得し、その処理対象の疎テンソルに対して所定の演算を行い、その演算結果の疎テンソルを出力する。例えば、CNN373 (CNN_D5) は、占有状態分類部372の演算結果の疎テンソル $X' = \{C_X', F_X'\}$ を処理対象の疎テンソルとして取得してもよい。この疎テンソル $X' = \{C_X', F_X'\}$ のスケールは、符号化前の1/2倍 ($\times 1/2$) である。CNN373 (CNN_D5) は、2層のスパース3D畳み込み層と2層のReLU層により構成され、処理対象の疎テンソルに対して2倍のアップスケールを行ってもよい。CNN373 (CNN_D5) は、得られた演算結果の疎テンソルをガイド面特徴量導出部374へ供給してもよい。

[0117] ガイド面特徴量導出部374は、ガイド面特徴量導出部366と同様の処理部であり、ガイド面特徴量の導出に関する処理を行う。ガイド面特徴量導出部374は、ガイド面特徴量導出部366の場合と同様に、処理対象の疎テンソル $\{C^{\wedge}in, F^{\wedge}in\}$ を取得し、その処理対象の座標集合 $C^{\wedge}in$ の各座標 $c_i \in C^{\wedge}in$ についてガイド面特徴量 $g(c_i)$ を導出し、得られたガイド面特徴量集合 $g(C^{\wedge}in) = \{g(c_i)\}_i$ を処理対象の特徴量集合 $F^{\wedge}in$ に連結し、演算結果の疎テンソル $\{C^{\wedge}in, [F^{\wedge}in, g(C^{\wedge}in)]\}$ を返す。

[0118] ガイド面特徴量導出部374は、CNN373 (CNN_D5) の演算結果の疎テンソルを処理対象の疎テンソルとして取得してもよい。また、ガイド面特徴量導出部374は、ガイド面復号部364から供給される復号ガイド面を取得してもよい。そして、ガイド面特徴量導出部374は、その復号ガイド面を用いて、その処理対象の疎テンソルに対して上述のような処理を行い、演算結果の疎テンソルを生成してもよい。また、ガイド面特徴量導出部374は、その生成した演算結果の疎テンソルをCNN375 (CNN_D6) へ供給してもよ

い。

[0119] CNN 3 7 5 (CNN_D6) は、CNN 3 6 7 (CNN_D2) と同様に、スパース3D-CNN であり、主にスパース3D畳み込み層や非線形変換層により構成される。つまり、CNN 3 7 5 (CNN_D6) は、疎テンソルを処理対象として取得し、その処理対象の疎テンソルに対して所定の演算を行い、その演算結果の疎テンソルを出力する。例えば、CNN 3 7 5 (CNN_D6) は、ガイド面特徴量導出部 3 7 4 の演算結果の疎テンソルを処理対象の疎テンソルとして取得してもよい。ただし、その処理対象の疎テンソルは、ガイド面特徴量の分だけ次元が増えているため、CNN 3 7 5 (CNN_D6) の入出力次元もそれに合わせて変更される。CNN 3 7 5 (CNN_D6) は、3層のIRNにより構成され、処理対象の疎テンソルに対してその3層のIRNを用いた演算を行ってもよい。CNN 3 7 5 (CNN_D6) は、得られた演算結果の疎テンソル $\{Up(C_X'), F_X\}$ を占有状態分類部 3 7 6 へ供給してもよい。

[0120] 占有状態分類部 3 7 6 は、占有状態分類部 3 6 8 と同様の処理部であり、1層のスパース3D畳み込み層により構成され、処理対象の疎テンソルの占有確率値を予測し、その占有確率値が高い方から所定数の座標（上位k個の座標）を抽出し、それ以外の座標を削除する。また、占有状態分類部 3 7 6 は、 F_{out} 中の削除される座標に対応する特徴量も削除する。

[0121] 例えば、占有状態分類部 3 7 6 は、CNN 3 7 5 (CNN_D6) の演算結果の疎テンソル $\{Up(C_X'), F_X\}$ を処理対象の疎テンソルとして取得してもよい。占有状態分類部 3 7 6 は、点数復号部 3 6 1 から供給される、符号化前の座標集合 C_X の点数に対応する $N_X = |C_X|$ を取得してもよい。占有状態分類部 3 7 6 は、その処理対象の疎テンソルを用いて占有確率値を予測し、占有確率値の上位 N_X 個の座標値を抽出し、それ以外の座標値を削除し、演算結果の疎テンソル $X = \{C_X, F_X\}$ を生成してもよい。この疎テンソル $X = \{C_X, F_X\}$ のスケールは、符号化前の1倍 (x1) である。つまり、占有状態分類部 3 7 6 は、ビットストリーム群（点数ビットストリーム、ガイド面ビットストリーム、座標ビットストリーム、および特徴量ビットストリーム）を復号して得

られるポイントクラウドを生成（復元）してもよい。このポイントクラウドを復号点群 C^X とも称する。占有状態分類部376は、その演算結果の復号点群 C_X を復号装置350の外部へ出力してもよい。

[0122] つまり、復号装置350において、座標復号部362が、符号化データを復号して、ポイントクラウドを形成する点の座標の集合である第1の座標集合を生成する。特徴量復号部363が、符号化データを復号して、その座標の特徴量の集合である第1の特徴量集合を生成する。ガイド面特徴量導出部366、ガイド面特徴量導出部370、およびガイド面特徴量導出部374が、第1の座標集合、第1の特徴量集合、および、3次元空間に形成される基準面であるガイド面を用いて、ガイド面および点の位置関係に基づく特徴量であるガイド面特徴量を導出する。CNN365、CNN367、CNN369、CNN371、CNN373、およびCNN375が、第1の座標集合と、ガイド面特徴量を反映させた前記第1の特徴量集合とを用いて所定の演算を行い、第2の座標集合および第2の特徴量集合を導出する。したがって、CNN365、CNN367、CNN369、CNN371、CNN373、およびCNN375は、演算部とも言える。

[0123] このような構成を有することにより、復号装置350は、符号化効率の低減を抑制することができる。

[0124] なお、CNN、ガイド面特徴量導出部、占有状態分類部等の構成はどのようなものであってもよく、図11の例に限定されない。例えば、CNN、ガイド面特徴量導出部、占有状態分類部のそれぞれの数はいくつであってもよい。また、ダウンスケールの回数や各回の変換率はいくつであってもよい。また、図11においては演算部が3D-CNNの場合を例に説明したが、演算部は、図5の演算部122のように、3D-CNN、多層パーセプトロン、その他のニューラルネットワーク等、どのような構成を有してもよい。

[0125] また、ガイド面特徴量導出部は、CNN列の何処に設けられていてもよい。例えば、上述したように、ガイド面特徴量は、スケール毎に導出されてもよい。例えば、図11に示されるように、ガイド面特徴量導出部366は1/4スケ

ールにおいてガイド面特徴量を導出し、ガイド面特徴量導出部370は1/2スケールにおいてガイド面特徴量を導出し、ガイド面特徴量導出部374は1/1スケールにおいてガイド面特徴量を導出してもよい。なお、図11の例では省略されているが、1/8スケールについてもガイド面特徴量を導出してもよい。つまり、第2の座標集合および第2の特徴量集合のスケールは、第1の座標集合および第1の特徴量集合のスケールよりも大きくてもよい。また、演算部が、所定の演算を再帰的に複数回繰り返すことにより、第2の座標集合および第2の特徴量集合を導出してもよい。また、演算部が、複数回の全部または一部の所定の演算において、入力される座標集合および特徴量集合をアップスケールしてもよい。そして、ガイド面特徴量導出部が、座標集合および特徴量集合の一部のスケールまたは全てのスケールについて、それぞれガイド面特徴量を導出してもよい。

[0126] また、復号してガイド面を生成（復元）してもよい。例えば、図11に示されるように、ガイド面復号部364が、ガイド面の符号化データを復号し、そのガイド面を生成してもよい。

[0127] <復号処理の流れ>

復号装置350は、復号処理を実行することにより、上述のようにビットストリームを復号してジオメトリを生成（復元）する。この復号処理の流れの例を、図12および図13のフローチャートを参照して説明する。

[0128] 復号処理が開始されると、点数復号部361は、図12のステップS351において、点数ビットストリームを復号し、各スケールの点数（ N_X 、 N_X' 、 N_X'' ）を生成する。

[0129] ステップS352において、座標復号部362は、座標ビットストリームを復号し、座標集合 C_Y を生成する。

[0130] ステップS353において、特徴量復号部363は、特徴量ビットストリームを復号し、特徴量集合 F_Y を生成する。

[0131] ステップS354において、ガイド面復号部364は、ガイド面ビットストリームを復号し、復号ガイド面を生成する。

- [0132] ステップS 3 5 5において、CNN 3 6 5 (CNN_D1) は、 $\{\hat{C}^{in}, \hat{F}^{in}\} \leftarrow \{C_{_Y}, F_{_Y}\}$ とする。つまり、CNN 3 6 5 (CNN_D1) は、疎テンソル $Y = \{C_{_Y}, F_{_Y}\}$ を処理対象の疎テンソル $\{\hat{C}^{in}, \hat{F}^{in}\}$ とする。
- [0133] ステップS 3 5 6において、CNN 3 6 5 (CNN_D1)、CNN 3 6 7 (CNN_D2)、CNN 3 6 9 (CNN_D3)、CNN 3 7 1 (CNN_D4)、CNN 3 7 3 (CNN_D5)、またはCNN 3 7 5 (CNN_D6) は、自身の3D-CNNにガイド面特徴量を入力するか否かを判定する。入力すると判定された場合、処理はステップS 3 5 7へ進む。つまり処理対象のCNNが、CNN 3 6 7 (CNN_D2)、CNN 3 7 1 (CNN_D4)、またはCNN 3 7 5 (CNN_D6)である場合、処理はステップS 3 5 7へ進む。
- [0134] ステップS 3 5 7において、ガイド面特徴量導出部 3 6 6、ガイド面特徴量導出部 3 7 0、またはガイド面特徴量導出部 3 7 4は、ガイド面特徴量集合導出処理を実行し、ガイド面特徴量集合 $g(\hat{C}^{in})$ を導出する。このガイド面特徴量集合導出処理は、図 1 0のフローチャートを参照して説明した場合と同様に実行される。
- [0135] ステップS 3 5 8において、ガイド面特徴量導出部 3 6 6、ガイド面特徴量導出部 3 7 0、またはガイド面特徴量導出部 3 7 4は、 $\hat{F}^{in} \leftarrow [F^{in}, g(\hat{C}^{in})]$ とする。つまり、ガイド面特徴量導出部 3 6 6、ガイド面特徴量導出部 3 7 0、またはガイド面特徴量導出部 3 7 4は、処理対象の特徴量集合およびガイド面特徴量集合 $g(\hat{C}^{in})$ を連結したものを次の3D-CNNの処理対象の特徴量集合とする。
- [0136] ステップS 3 5 8の処理が終了すると処理は図 1 3へ進む。また、図 1 2のステップS 3 5 6において、自身の3D-CNNにガイド面特徴量を入力しないと判定された場合、ステップS 3 5 7およびステップS 3 5 8の処理が省略され、処理は図 1 3へ進む。つまり処理対象のCNNが、CNN 3 6 5 (CNN_D1)、CNN 3 6 9 (CNN_D3)、またはCNN 3 7 3 (CNN_D5)である場合、ステップS 3 5 7およびステップS 3 5 8の処理が省略され、処理は図 1 3へ進む。
- [0137] 図 1 3のステップS 3 7 1において、CNN 3 6 5 (CNN_D1)、CNN 3 6 7 (CNN_D2)、CNN 3 6 9 (CNN_D3)、CNN 3 7 1 (CNN_D4)、CNN 3 7 3 (CNN_D5

)、またはCNN 375 (CNN_D6) は、処理対象の疎テンソル $\{\hat{C}^{in}, \hat{F}^{in}\}$ に3D-CNN演算を行い、演算結果の疎テンソル $\{\hat{C}^{out}, \hat{F}^{out}\}$ を導出する。

[0138] ステップS 372において、占有状態分類部368、占有状態分類部372、または占有状態分類部376は、占有状態の分類を行うか否かを判定する。占有状態の分類を行うと判定された場合、処理はステップS 373へ進む。つまり、ステップS 371の処理をCNN 367 (CNN_D2)、CNN 371 (CNN_D4)、またはCNN 375 (CNN_D6) が実行する場合、処理はステップS 373へ進む。

[0139] ステップS 373において、占有状態分類部368、占有状態分類部372、または占有状態分類部376は、座標集合 \hat{C}^{out} 中の各座標の占有確率を予測し、占有確率の高い方から上位k個の座標を抽出し、それ以外の座標を削除する。その際、このkには、 N_X 、 $N_{X'}$ 、 $N_{X''}$ のうちの、処理対象の疎テンソルに対応するスケールの値が適用される。また、占有状態分類部368、占有状態分類部372、または占有状態分類部376は、 \hat{F}^{out} 中の削除される座標に対応する特徴量も削除する。

[0140] ステップS 373の処理が終了すると処理はステップS 374へ進む。また、ステップS 372において、占有状態の分類を行わないと判定された場合、ステップS 373の処理が省略され、処理はステップS 374へ進む。つまり、ステップS 371の処理をCNN 365 (CNN_D1)、CNN 369 (CNN_D3)、またはCNN 373 (CNN_D5) が実行する場合、ステップS 373の処理が省略され、処理はステップS 374へ進む。

[0141] ステップS 374において、CNN 375 (CNN_D6) は、全ての3D-CNNについて処理を行ったか否かを判定する。全ての3D-CNNについて処理を行っていない（すなわち、未処理の3D-CNNが存在する（少なくともCNN 375 (CNN_D6) が未処理である））と判定された場合、処理はステップS 375へ進む。

[0142] ステップS 375において、CNN 365 (CNN_D1)、CNN 367 (CNN_D2)、CNN 369 (CNN_D3)、CNN 371 (CNN_D4)、CNN 373 (CNN_D5)、またはCNN 375 (CNN_D6) は、 $\{\hat{C}^{in}, \hat{F}^{in}\} \leftarrow \{\hat{C}^{out}, \hat{F}^{out}\}$ とする。つまり

、CNN 3 6 5 (CNN_D1)、CNN 3 6 7 (CNN_D2)、CNN 3 6 9 (CNN_D3)、CNN 3 7 1 (CNN_D4)、CNN 3 7 3 (CNN_D5)、またはCNN 3 7 5 (CNN_D6)は、自身が導出した演算結果の疎テンソル $\{C^{\wedge}out, F^{\wedge}out\}$ を、次の処理部(ガイド面特徴量導出部または占有状態分類部)の処理対象の疎テンソル $\{C^{\wedge}in, F^{\wedge}in\}$ とする。ステップS 3 7 5の処理が終了すると、処理は図12のステップS 3 5 6へ戻り、それ以降の処理が実行される。つまり、図12のステップS 3 5 6乃至ステップS 3 5 8の各処理、並びに、図13のステップS 3 7 1乃至ステップS 3 7 5の各処理が、各3D-CNN(ガイド面特徴量導出部や占有状態分類部を含み得る)に対して実行される。

[0143] そして、図13のステップS 3 7 4において、全ての3D-CNNについて処理が行われたと判定された場合、処理はステップS 3 7 6へ進む。

[0144] ステップS 3 7 6において、占有状態分類部3 7 6は、 $C_X \leftarrow C^{\wedge}out$ とする。つまり、占有状態分類部3 7 6は、演算結果の座標集合 $C^{\wedge}out$ を復号結果(復号点群 C_X)とする。

[0145] ステップS 3 7 7において、占有状態分類部3 7 6は、その復号点群 C_X を復号装置3 5 0の外部に出力する。

[0146] ステップS 3 7 7の処理が終了すると復号処理が終了する。

[0147] このように各処理を実行することにより、復号装置3 5 0は、符号化効率の低減を抑制することができる。

[0148] <方法1-1>

また、上述の方法1が適用される場合において、図4の表の上から2段目に示されるように、ガイド面特徴量は、点からのガイド面最近傍点に基づく特徴量であってもよい(方法1-1)。

[0149] 例えば、第1の情報処理装置や第2の情報処理装置において、ガイド面特徴量は、点を基準とするガイド面上の最近傍点に基づく特徴量であってもよい。

[0150] <方法1-1-1>

また、上述の方法1-1が適用される場合において、図4の表の上から3

段目に示されるように、ガイド面特徴量は、点から最近傍点に向かうベクトルであってもよい（方法1-1-1）。例えば、図14に示されるように、座標集合 C^i の各座標 $c_i = (x_i, y_i, z_i)$ に対して、ガイド面142上の最近傍点 p_i を導出する。ベクトル $p_i - c_i \in R^3$ をガイド面特徴量とする。つまり、この場合 $g(c_i) = p_i - c_i$ となる。このようにすることにより、大まかには、デコーダは、その座標がガイド面を基準にしてどれくらい離れているのか等の情報を活用できるようになる。

[0151] <方法1-1-2>

また、上述の方法1-1が適用される場合において、図4の表の上から4段目に示されるように、ガイド面特徴量は、点と最近傍点との距離に関する特徴量であってもよい（方法1-1-2）。

[0152] 例えば、ガイド面特徴量は、符号付き距離（signed distance）であってもよい。符号付き距離（signed distance）は、ある点からある境界面までの距離に、その点はその境界内に含まれれば+1を、そうでなければ-1を掛けたスカラー値である。つまり、座標 c_i からガイド面上の最近傍点 p_i までの距離を $\|p_i - c_i\|$ と表すと、 $g(c_i)$ は次の式（2）のように定義される。

[0153] [数2]

$$g(c_i) = \begin{cases} \|p_i - c_i\| & (c_i \text{ がガイド面の内側にある場合}) \\ -\|p_i - c_i\| & (c_i \text{ がガイド面の外側にある場合}) \end{cases}$$

・・・ (2)

[0154] ただし、符号付き距離は、内側と外側が存在する面に対してのみ定義できる。例えば、ガイド面がメッシュであれば、そのメッシュは水密（平易に言うところには穴がないメッシュ）である必要がある。メッシュが水密ではない場合、符号付き距離の代わりに、符号なし距離（unsigned distance） $g(c_i) = \|p_i - c_i\|$ を適用してもよい。符号なし距離は、単純に距離のみを示し、水密ではないメッシュに対しても計算できる。

[0155] また、ガイド面特徴量として、符号付き距離において絶対値の範囲を限定した切り捨て符号付き距離（truncated signed distance）を適用してもよい

。つまり、ある最大絶対値 τ を決めておき、符号付き距離の絶対値が τ より大きければ $-\tau$ または τ に切り捨てる。

[0156] <方法 1-1-3>

また、上述の方法 1-1 が適用される場合において、図 4 の表の上から 5 段目に示されるように、ガイド面特徴量は、最近傍点の特徴量であってもよい（方法 1-1-3）。

[0157] つまり、ガイド面上の最近傍点 p_i におけるなんらかの特徴量 $h(p_i)$ をガイド面特徴量 $g(c_i)$ として適用してもよい。つまりこの場合 $g(c_i) = h(p_i)$ と定義される。この特徴量 $h(p_i)$ は、どのようなものであってもよい。例えば、最近傍点 p_i における法線ベクトルであってもよいし、最近傍点 p_i におけるガイド面の曲率（曲面の曲がり具合を表す数値で、ガウス曲率や平均曲率が具体的に計算できる）であってもよい。

[0158] <方法 1-2>

なお、3次元空間に形成される基準面であるガイド面は、どのような3Dデータにより構成されてもよい。例えば、上述の方法 1 が適用される場合において、図 4 の表の上から 6 段目に示されるように、ガイド面がメッシュであってもよい（方法 1-2）。

[0159] 例えば、第 1 の情報処理装置や第 2 の情報処理装置において、ガイド面はメッシュであってもよい。

[0160] 一般的に、メッシュはポイントクラウドよりも情報量が少ない。そのメッシュをガイド面（基準面）とするガイド面特徴量を符号化することにより、ポイントクラウドのまま符号化する場合よりも、符号化する情報量を低減させることができる。したがって、符号化効率の低減を抑制することができる。

[0161] <方法 1-2-1>

また、ガイド面がメッシュである場合、そのガイド面を復号結果の3Dデータとして出力してもよい。例えば、ポイントクラウドの復元を省略し、復号ガイド面を復号結果として出力してもよい。このようにすることにより、復

号処理の負荷の増大を抑制することができる。また、復号ガイド面を復元したポイントクラウドでフィッティングしてもよい。つまり、上述の方法1-2が適用される場合において、図4の表の上から7段目に示されるように、ガイド面をポイントクラウドにフィッティングしてもよい（方法1-2-1）。

[0162] 例えば、図15の3次元空間380Aおよび3次元空間380Bは、3次元空間を2次元で表現したものである。これらの3次元空間380Aおよび3次元空間380Bにおいてグレー地の四角381は、復元されたポイントクラウドの点を示す。図15においては、1つの四角のみに符号を付しているが、グレー地の四角は、全てポイントクラウドの点を示す。これに対して、ガイド面382Aが3次元空間380Aのように復元されるとする。ガイド面がメッシュである場合、この例のように、ポイントクラウドに対してメッシュの面や頂点の位置ずれてしまう場合があり得る。つまり、そのようなガイド面を復号結果とすると、ポイントクラウドの場合よりも精細度が低減し、復号結果の品質が低減するおそれがあった。

[0163] そこで、3次元空間380Bのガイド面382Bのように、ガイド面に対して、ポイントクラウドの点を用いて（ガイド面の面や頂点をポイントクラウドの点に近づけるように）フィッティングを行ってもよい。このようにすることにより、ガイド面の精細度の低減を抑制することができ、復号結果の品質の低減を抑制することができる。

[0164] 例えば、第2の情報処理装置が、ガイド面をポイントクラウドにフィッティングするフィッティング部をさらに備えてもよい。

[0165] <復号装置>

このような方法1-2-1を適用する場合も、符号化装置の構成や復号処理の流れは、図7乃至図10を参照して説明した場合と同様である。

[0166] 図16は、この方法1-2-1を適用する場合の復号装置の主な構成例を示すブロック図である。図16に示される復号装置400は、復号装置350と同様に、ポイントクラウド（3Dデータ）のジオメトリが符号化されたビ

ットストリームを復号する装置である。例えば、復号装置400は、符号化装置300によりポイントクラウド（のジオメトリ）が符号化されて生成されたビットストリーム（ガイド面ビットストリーム、座標ビットストリーム、特徴量ビットストリーム、および点数ビットストリーム）を復号する。ただし、復号装置400は、復号結果として復号ガイド面（メッシュ）を出力する。

[0167] なお、図16においては、処理部やデータの流れ等の主なものを示しており、図16に示されるものが全てとは限らない。つまり、復号装置400において、図16においてブロックとして示されていない処理部が存在したり、図16において矢印等として示されていない処理やデータの流れが存在したりしてもよい。

[0168] 図16に示されるように、復号装置400は、復号部411およびフィッティング部412を有する。

[0169] 復号部411は、復号装置350（図11）と同様の構成を有し、同様の処理を行う。すなわち、図11乃至図13を用いて上述した説明を復号部411の説明として適用することができる。復号部411は、点数ビットストリーム、座標ビットストリーム、特徴量ビットストリーム、およびガイド面ビットストリームを復号し、復号点群C_Xをフィッティング部412へ供給する。また、復号部411は、生成した復号ガイド面（この場合、ガイド面はメッシュであるので、復号ガイドメッシュとも称する）をフィッティング部412へ供給する。

[0170] フィッティング部412は、その復号点群C_Xおよび復号ガイドメッシュを取得する。フィッティング部412は、その復号ガイドメッシュを復号点群C_Xにフィッティングする。

[0171] このフィッティングの方法は、どのような方法であってもよい。例えば、メッシュを点群にフィッティングさせる既存手法が適用されてもよい。例えば、フィッティング部412は、ガイドメッシュに対してポリゴンを細分化するメッシュサブディビジョン（mesh subdivision）とスムージング処理で

あるメッシュスムージング (mesh smoothing) を行ってもよい。そして、フィッティング部412は、その三角形数を増やして面形状を滑らかにしたガイドメッシュに対して、非特許文献3に記載のTemplate Deformation for Point Cloud Fittingによるフィッティングを行ってもよい。この手法はテンプレートメッシュを点群にフィッティングする処理である。ここではテンプレートメッシュがガイドメッシュ、点群が復号した点群に対応する。

[0172] ただし、初期条件として、少数の対応点ペア（テンプレートメッシュのある頂点が点群中のどの点と対応するかを示す情報）が必要になる。ここでは、テンプレートメッシュの各頂点から点群中の最近傍点を検索し、最近傍点までの距離が近い上位数個のペアを初期対応点ペアして適用してもよい。なお、ここでは、局所回転は行われないので、回転の入力はせず、回転角は0としてフィッティングを行ってもよい。そのためには例えばアルゴリズム中の回転行列をすべて単位行列とすればよい。

[0173] フィッティング部412は、フィッティング後のガイドメッシュを復号結果として復号装置400の外部に出力する。

[0174] このような構成を有することにより、復号装置400は、復号結果の品質の低減を抑制しながら、ガイドメッシュを復号結果として出力することができる。

[0175] <復号処理の流れ>

復号装置400により実行される復号処理の流れの例を図17のフローチャートを参照して説明する。

[0176] 復号処理が開始されると、復号部411は、ステップS401において、図8および図9を参照して説明した復号処理を実行し、ビットストリームを復号して復号点群およびガイドメッシュを生成する。

[0177] ステップS402において、フィッティング部412は、そのガイドメッシュを復号点群にフィッティングする。ステップS403において、フィッティング部412は、そのフィッティング結果のメッシュを復号結果として復号装置400の外部に出力する。ステップS403の処理が終了すると復

号処理が終了する。

[0178] このように各処理を実行することにより、復号装置400は、復号結果の品質の低減を抑制しながら、ガイドメッシュを復号結果として出力することができる。

[0179] <方法1-3>

また、上述の方法1が適用される場合において、図4の表の上から8段目に示されるように、ガイド面がTriangle soupであってもよい（方法1-3）。

[0180] 例えば、第1の情報処理装置や第2の情報処理装置において、ガイド面はTriangle soupであってもよい。

[0181] この場合、ガイド面をTriangle soupというメッシュの一種として保持し、Trisoup符号化により符号化する。Trisoup符号化は密な点群を符号化するためのG-PCCの1つのオプションである。エンコーダは、図18に示されるような入力点群を近似する三角形集合 (=Triangle soup) を推定し、Triangle soupを符号化する。Triangle soupは、低解像度Octreeと各Octreeノード内の三角形データである。低解像度OctreeはOctree符号化により符号化され、各ノード内の三角形と各エッジとの交点（頂点とも称する）が符号化される。デコーダはTriangle soupを復号し、その面上から点群をサンプルして出力する。

[0182] <符号化装置>

この方法1-3を適用する場合の符号化装置300の主な構成例を図19に示す。図19に示されるように、この場合、符号化装置300は、図7の例のガイド面生成部311およびガイド面符号化部312の代わりに、Trisoup符号化部431を有する。また、符号化装置300は、図7の例のガイド面復号部313の代わりに、Trisoup復号部432を有する。

[0183] Trisoup符号化部431は、入力点群C_XをTrisoup符号化し、内部でTriangle soupを推定し、符号化データ（ガイド面ビットストリーム）を生成する。Trisoup符号化部431は、その生成したガイド面ビットストリームをTrisou

p復号部432へ供給する。また、Trisoup符号化部431は、そのガイド面ビットストリームを符号化装置300の外部に出力する。つまりTrisoup符号化部431は、ガイド面生成部311およびガイド面符号化部312の両方の機能を有する。

[0184] Trisoup復号部432は、Trisoup符号化部431から供給されるガイド面ビットストリームを取得する。Trisoup復号部432は、そのガイド面ビットストリームをTrisoup復号し、内部でTriangle soupを生成し、その面からサンプリングした点群を生成する。ただし、Trisoup復号部432は、その点群ではなく、復号の途中に内部で生成したTriangle soupを復号ガイド面とし、ガイド面特徴量導出部315、ガイド面特徴量導出部317、およびガイド面特徴量導出部320へ供給する。

[0185] このような構成を有することにより、符号化装置300は、ガイド面をTriangle soupとして符号化することができる。つまり、この場合も、符号化装置300は、符号化する情報量を低減させることができ、符号化効率の低減を抑制することができる。

[0186] なお、上述したように、Trisoup符号化部431は、低解像度Octreeを符号化する。また、座標符号化部324は、Octree符号化を行い、座標集合C_Yに対応するOctreeを符号化する。これら2つのOctreeは必ずしも同一とはならないが、もし2つのOctreeが一致する場合、符号化装置300が、いずれか一方のOctreeを符号化して出力してもよい。この場合、復号装置350は、復号して得られた一方のOctreeを他方のOctreeとして流用すればよい。このようにすることにより、符号量の増大を抑制し、符号化効率の低減をさらに抑制することができる。

[0187] また、一方のOctreeが他方のOctreeをダウンスケールしたOctreeと一致する場合も、符号化装置300は、高解像度のOctreeのみを符号化して出力してもよい。その場合、復号装置350は、復号して得られたその高解像度のOctreeをダウンスケールして低解像度のOctreeを復元すればよい。このようにすることにより、符号量の増大を抑制し、符号化効率の低減をさらに抑制す

ることができる。

[0188] <符号化処理の流れ>

この方法1-3を適用する場合の符号化装置300により実行される符号化処理の流れの例を、図20および図21のフローチャートを参照して説明する。

[0189] 符号化処理が開始されると、Trisoup符号化部431および疎テンソル構築部314は、図20のステップS431において、符号化装置300へ入力されるポイントクラウドである入力点群C_Xを取得する。

[0190] ステップS432において、Trisoup符号化部431は、その入力点群C_XをTrisoup符号化し、ガイド面ビットストリームを生成する。Trisoup符号化部431は、そのガイド面ビットストリームを符号化装置300の外部へ出力する。

[0191] ステップS433において、Trisoup復号部432は、そのガイド面ビットストリームを復号し、復号ガイド面としてTriangle soupを生成する。

[0192] 図20のステップS434乃至ステップS438の各処理、並びに、図21のステップS441乃至ステップS447の各処理は、図8のステップS305乃至ステップS309の各処理、並びに、図9のステップS321乃至ステップS327の各処理と同様に実行される。そして、図21のステップS447の処理が終了すると、符号化処理が終了する。

[0193] このように各処理を実行することにより、符号化装置300は、符号化する情報量を低減させることができ、符号化効率の低減を抑制することができる。

[0194] <復号側について>

なお、この方法1-3を適用する場合の復号装置350は、図11のガイド面復号部364の代わりにTrisoup復号部を備えればよい。このTrisoup復号部は、符号化装置300のTrisoup復号部432と同様の処理部であり、同様の処理を行う。つまり、このTrisoup復号部は、復号装置350に供給されたガイド面ビットストリームを取得し、そのガイド面ビットストリームをTri

soup復号し、内部でTriangle soupを生成し、それを復号ガイド面とし、ガイド面特徴量導出部366、ガイド面特徴量導出部370、およびガイド面特徴量導出部374へ供給する。その他の構成は、図11の場合と同様である。

[0195] この場合の復号装置350により実行される復号処理の流れは、図12および図13のフローチャートを参照して説明した場合と基本的に同様である。ただし、ステップS364において、Trisoup復号部が、ガイド面ビットストリームをTrisoup復号し、得られたTriangle soupを復号ガイド面とすればよい。

[0196] <方法1-4>

また、上述の方法1が適用される場合において、図4の表の上から9段目に示されるように、ガイド面が3次元形状を表現する陰関数であってもよい（方法1-4）。

[0197] 例えば、第1の情報処理装置や第2の情報処理装置において、ガイド面は陰関数であってもよい。

[0198] 3次元形状の陰関数表現は、3次元座標値 (x, y, z) についてのある関数 $f(x, y, z)$ を用いて、 $f(x, y, z) = 0$ となる座標集合により3次元形状を表現する手法である。例えば、単位球面は $f(x, y, z) = x^2 + y^2 + z^2 - 1$ と表現することができる。一般的な3次元形状を表現する場合、例えば、点 (x, y, z) からガイド面までの符号付き距離を $f(x, y, z)$ としてもよい。同様に、符号なし距離や切り捨て符号付き距離を $f(x, y, z)$ としてもよい。また、点 (x, y, z) における占有確率値を $f(x, y, z)$ としてもよい。ただし、占有確率値の取りうる範囲は $[0, 1]$ であるため、実際には占有確率値を適当にスケールした値を $f(x, y, z)$ としてもよい。

[0199] <方法1-4-1>

なお、ガイド面が陰関数の場合、ガイド面上の最近傍点を検索する処理は一般的に容易ではない。そこで、上述の方法1-4が適用される場合において、図4の表の上から10段目に示されるように、ガイド面特徴量が、その

座標での陰関数の出力やその出力の勾配ベクトルであってもよい（方法1-4-1）。

[0200] 例えば、点の座標 $c_i = (x_i, y_i, z_i)$ における陰関数値 $f(x_i, y_i, z_i)$ をガイド面特徴量 $g(c_i)$ としてもよい（ $g(c_i) = f(x_i, y_i, z_i)$ ）。また、陰関数 f のその座標値での勾配ベクトル ∇f の値や、ラプラシアン値 Δf を合わせて適用してもよい。大まかな説明としては、陰関数 f が符号付き距離関数の場合、ガイド面上での勾配ベクトル ∇f は法線ベクトルと一致する。例えば、以上の特徴量をすべて連結したベクトルをガイド面特徴量として適用してもよい（ $g(c_i) = [f(x_i, y_i, z_i), \nabla f(x_i, y_i, z_i), \Delta f(x_i, y_i, z_i)]$ ）。

[0201] <符号化装置について>

この方法1-4-1を適用する場合の符号化装置300の構成は、図7を参照して説明した場合と同様である。ただし、ガイド面生成部311は、入力点群 C_X からガイド面として陰関数を推定する。例えば、ガイド面生成部311は、入力点群 C_X からメッシュを生成し、適当な解像度で3次元空間を量子化し（つまり3次元配列を初期化し）、各セルの中心から推定したメッシュまでの符号付き距離（または符号なし距離）を計算し、符号付き距離を表す3次元配列を生成する。この3次元配列が陰関数のガイド面としてガイド面符号化部312へ供給される。この陰関数のガイド面をガイド陰関数とも称する。

[0202] ガイド面符号化部312は、そのガイド陰関数を符号化し、ガイド面ビットストリームを生成する。この符号化方法はどのようなものであってもよい。例えば、ガイド面符号化部312は、既存の陰関数符号化手法を適用してもよい。例えば、非特許文献4に記載のDeep implicit volume compressionが適用されてもよい。この手法は切り捨て符号付き距離を符号化することができる。

[0203] ガイド面復号部313は、そのガイド面ビットストリームを復号し、ガイド陰関数を生成（復元）する。したがって得られた復号ガイド面を復号ガイ

ド陰関数とも称する。ガイド面符号化部 312 の符号化方法に対応するものであれば、どのような復号方法を適用してもよい。

[0204] ガイド面特徴量導出部 315、ガイド面特徴量導出部 317、およびガイド面特徴量導出部 320 には、復号ガイド陰関数が供給される。ガイド面特徴量導出部 315、ガイド面特徴量導出部 317、およびガイド面特徴量導出部 320 は、その復号ガイド陰関数を用いて、ガイド面特徴量を導出する。ガイド面特徴量導出部 315、ガイド面特徴量導出部 317、およびガイド面特徴量導出部 320 は、点の座標での陰関数の出力やその出力の勾配ベクトルをこのガイド面特徴量としてもよい。

[0205] <符号化処理について>

この場合の符号化処理の流れは、図 8 乃至図 10 のフローチャートを参照して説明した場合と同様である。ただし、符号化装置の説明において上述したように、ステップ S302 においては、入力点群からガイド陰関数が生成される。ステップ S303 においては、ガイド陰関数が符号化されてガイド面ビットストリームが生成される。ステップ S304 においては、ガイド面ビットストリームが復号されて復号ガイド陰関数が生成される。

[0206] また、ステップ S308 においては、点の座標での陰関数の出力やその出力の勾配ベクトルがガイド面特徴量として導出される。

[0207] <復号装置について>

この方法 1-4-1 を適用する場合の復号装置 350 の構成は、図 11 を参照して説明した場合と同様である。ただし、ガイド面復号部 364 は、取得したガイド面ビットストリームを復号し、ガイド陰関数を生成（復元）する。この復号方法は、ガイド面符号化部 312 の符号化方法に対応するものであれば、どのような復号方法を適用してもよい。ガイド面復号部 364 は、生成した復号ガイド陰関数をガイド面特徴量導出部 366、ガイド面特徴量導出部 370、およびガイド面特徴量導出部 374 へ供給する。

[0208] ガイド面特徴量導出部 366、ガイド面特徴量導出部 370、およびガイド面特徴量導出部 374 は、その復号ガイド陰関数を用いて、ガイド面特徴

量を導出する。ガイド面特徴量導出部366、ガイド面特徴量導出部370、およびガイド面特徴量導出部374は、点の座標での陰関数の出力やその出力の勾配ベクトルをこのガイド面特徴量としてもよい。

[0209] <復号処理について>

この場合の符号化処理の流れは、図12および図13のフローチャートを参照して説明した場合と同様である。ただし、復号装置の説明において上述したように、ステップS354においては、ガイド面ビットストリームが復号されて復号ガイド陰関数が生成される。また、ステップS357においては、点の座標での陰関数の出力やその出力の勾配ベクトルがガイド面特徴量として導出される。

[0210] <方法1-5>

また、上述の方法1が適用される場合において、図4の表の上から11段目に示されるように、適用するパラメータセットを選択してもよい（方法1-5）。

[0211] 例えば、第1の情報処理装置が、ポイントクラウドの符号化に適用するパラメータセットを選択するパラメータセット選択部をさらに備えてもよい。また、第1の情報処理装置が、ポイントクラウドを用いてガイド面を生成するガイド面生成部と、その選択されたパラメータセットを適用してガイド面を符号化し、そのガイド面の符号化データを生成するガイド面符号化部とをさらに備えてもよい。

[0212] ガイド面符号化において、ガイド面の符号化効率と復号誤差に影響するパラメータセットが存在する場合がある。例えばメッシュのデシメーション (Mesh decimation) とDraco符号化を使用する場合、デシメーション (Decimation) における目標三角形数 (小さいほど符号化効率は向上するが誤差が大きくなる) やDraco符号化器における量子化パラメータ (QP (Quantization Parameter)) (小さいほど符号化効率は向上するが誤差が大きくなる) が符号化パラメータセットとして挙げられる。エンコーダは、そのようなガイド面の符号化に適用されるパラメータセット (ガイド面符号化パラメータセット

とも称する)の候補集合の中から、点群の符号化効率が最高となるパラメータセットを選択し、適用してもよい。

[0213] このようにすることにより、適用するパラメータセットによる符号化効率の低減を抑制することができる。

[0214] <符号化装置>

図22は、方法1-5を適用する場合の符号化装置の主な構成例を示すブロック図である。図22に示される符号化装置500は、符号化装置300の場合と同様に、ポイントクラウド(3Dデータ)のジオメトリを符号化する装置である。符号化装置500は、上述した方法1-5を適用してそのジオメトリを符号化する。

[0215] なお、図22においては、処理部やデータの流れ等の主なものを示しており、図22に示されるものが全てとは限らない。つまり、符号化装置500において、図22においてブロックとして示されていない処理部が存在したり、図22において矢印等として示されていない処理やデータの流れが存在したりしてもよい。

[0216] 図22に示されるように、符号化装置500は、パラメータセット供給部511、符号化部512、復号部513、およびパラメータセット選択部514を有する。

[0217] パラメータセット供給部511は、ガイド面符号化パラメータセットの候補集合から、1つのパラメータセットを処理対象として選択し、符号化部512およびパラメータセット選択部514へ供給する。

[0218] 符号化部512は、符号化装置500に入力される入力点群C_Xを取得する。また、符号化部512は、パラメータセット供給部511から供給されるガイド面符号化パラメータセットを取得する。また、符号化部512は、そのガイド面符号化パラメータセットを適用して、入力点群C_Xを符号化し、ビットストリームを生成する。符号化部512は、例えば、符号化装置300(図7)と同様の構成を有し、同様の処理を行ってもよい。つまり、符号化部512は、入力点群C_Xを符号化し、点数ビットストリーム、座標ビットス

トリーム、特徴量ビットストリーム、およびガイド面ビットストリームを生成する。その際、符号化部512は、ガイド面符号化部312において、パラメータセット供給部511から供給されたガイド面符号化パラメータセットを適用する。つまり、符号化部512のガイド面符号化部312は、パラメータセット供給部511から供給されたガイド面符号化パラメータセットを用いて、ガイド面を符号化し、ガイド面ビットストリームを生成する。符号化部512は、このようにして生成したビットストリーム（点数ビットストリーム、座標ビットストリーム、特徴量ビットストリーム、およびガイド面ビットストリーム）を、復号部513およびパラメータセット選択部514へ供給する。

[0219] 復号部513は、符号化部512から供給されるビットストリームを取得する。復号部513は、そのビットストリームを復号し、復号点群C_Xを生成（復元）する。復号部513は、例えば、復号装置350（図11）と同様の構成を有し、同様の処理を行ってもよい。つまり、復号部513は、点数ビットストリーム、座標ビットストリーム、特徴量ビットストリーム、およびガイド面ビットストリームを復号し、復号点群C_Xを生成する。復号部513は、生成した復号点群C_Xをパラメータセット選択部514へ供給する。

[0220] パラメータセット選択部514は、パラメータセット供給部511から供給されるガイド面符号化パラメータセットを取得する。パラメータセット選択部514は、符号化装置500に入力される入力点群C_Xを取得する。パラメータセット選択部514は、符号化部512から供給されるビットストリーム（例えば、点数ビットストリーム、座標ビットストリーム、特徴量ビットストリーム、およびガイド面ビットストリーム）を取得する。パラメータセット選択部514は、復号部513から供給される復号点群C_Xを取得する。

[0221] パラメータセット選択部514は、それらに基づいて、入力点群C_Xの符号化効率を最大化するガイド面符号化パラメータセットを選択する。パラメータセット選択部514は、選択したガイド面符号化パラメータセットに対応

するビットストリームを選択し、符号化装置500の外部に出力する。

[0222] このパラメータセットの選択において、パラメータセット選択部514は、例えば、RDコスト関数の値 $C = R + \lambda \cdot D$ を最小とするパラメータセットを選択してもよい。ここで、 R はビットストリームの合計サイズを示す。 D は復号したジオメトリと入力ジオメトリの誤差を示す。係数 λ はビットサイズと復号誤差のどちらを重視するかを決めるパラメータである。点群間の誤差の指標としては、例えば、点群間の距離を測る指標であるD1 metricや、さらに法線方向も考慮するD2 metricが適用されてもよい。

[0223] このようにRDコストを用いて最適化するように、適用するガイド面符号化パラメータセットを選択することにより、符号化装置500は、符号化効率の低減を抑制することができる。

[0224] <符号化処理の流れ>

この符号化装置500により実行される符号化処理の流れの例を、図23のフローチャートを参照して説明する。

[0225] 符号化処理が開始されると、ステップS501において、パラメータセット供給部511が、RDコスト関数の係数 λ とガイド面符号化パラメータセットの候補集合をセットする。

[0226] ステップS502において、パラメータセット供給部511は、そのセットされた候補集合の中から i 番目のガイド面符号化パラメータセットを選択する。つまり、パラメータセット供給部511は、未処理のガイド面符号化パラメータセットを1組選択する。

[0227] ステップS503において、符号化部512は、例えば図8および図9のフローチャートを参照して説明した符号化処理を実行する。その際、符号化部512は、ステップS502において選択されたガイド面符号化パラメータを適用してガイド面を符号化し、ガイド面ビットストリームを生成する。そして、符号化部512は、そのガイド面ビットストリームを復号して生成した復号ガイド面を用いて点群の符号化を行い、点数ビットストリーム、座標ビットストリーム、および特徴量ビットストリームを生成する。適用する

ガイド面符号化パラメータセットが変化すると、ガイド面ビットストリームのサイズと復号ガイド面が変化する。つまり、全体のビットストリームサイズと復号点群 C_X も変化する。そのため、符号化部512は、ガイド面ビットストリームだけでなく、全てのビットストリームを導出する。

- [0228] ステップS504において、パラメータセット選択部514は、ステップS503において生成された全てのビットストリーム（点数ビットストリーム、座標ビットストリーム、特徴量ビットストリーム、およびガイド面ビットストリーム）の合計サイズ R_i を計算する。
- [0229] ステップS505において、復号部513は、図12および図13のフローチャートを参照して説明した復号処理を実行し、ステップS503において生成されたビットストリーム（点数ビットストリーム、座標ビットストリーム、特徴量ビットストリーム、およびガイド面ビットストリーム）を復号し、復号点群 C_X を生成する。
- [0230] ステップS506において、パラメータセット選択部514は、復号されたジオメトリ（ステップS505において生成された復号点群 C_X ）と入力ジオメトリ（入力点群 C_X ）との誤差 D_i を導出する。
- [0231] ステップS507において、パラメータセット選択部514は、ステップS501においてセットされた係数 λ 、ステップS504において導出されたビットストリームのサイズ R_i 、およびステップS506において導出された誤差 D_i を用いて、RDコスト関数の値 $C_i = R_i + \lambda \cdot D_i$ を導出する。
- [0232] ステップS508において、パラメータセット選択部514は、全てのパラメータセットについて処理したか否かを判定する。未処理のパラメータセットが存在すると判定された場合、処理はステップS502に戻り、それ以降の処理が実行される。つまり、各パラメータセットについて、ステップS502乃至ステップS508の処理が実行され、RDコスト関数の値 C_i が導出される。
- [0233] そして、ステップS508において、全てのパラメータセットについて処理が行われたと判定された場合、処理はステップS509へ進む。

[0234] ステップS509において、パラメータセット選択部514は、以上のよう
に導出された各パラメータセットに対応するRDコスト関数の値 C_i を比較し
、そのRDコスト関数の値 C_i が最小となるパラメータセットを選択する。

[0235] ステップS510において、パラメータセット選択部514は、その選択
したパラメータセットに対応するビットストリームを符号化装置500の外
部に出力する。

[0236] ステップS510の処理が終了すると、復号処理が終了する。

[0237] 以上のように各処理を実行することにより、符号化装置500は、RDコス
トが最適となるガイド面符号化パラメータセットを選択し、入力点群 C_X の符
号化（のためのガイド面の符号化）に適用することができる。したがって、
符号化装置500は、符号化効率の低減を抑制することができる。

[0238] <復号について>

なお、方法1-5が適用される場合も、復号装置350は、図11と同様
の構成を有し、同様の復号処理を行う。つまり、図11乃至図13を参照し
て行った説明は、この場合にも適用することができる。

[0239] <方法1-6>

また、上述の方法1が適用される場合において、図4の表の最下段に示さ
れるように、アトリビュートを伝送してもよい（方法1-6）。つまり、以
上においては、ジオメトリの伝送（符号化・復号）について説明したが、ジ
オメトリだけでなくアトリビュートも伝送（符号化・復号）されるようにし
てもよい。

[0240] 例えば、第1の情報処理装置において、ガイド面特徴量導出部が、座標集
合、アトリビュートの情報を含む特徴量集合、およびテクスチャを含むガイ
ド面を用いて、ガイド面特徴量を導出してもよい。そして、演算部が、その
ガイド面特徴量を用いて演算を行い、新たな座標集合、および、アトリビ
ュートを含む特徴量集合を導出してもよい。そして、座標符号化部が、座標集
合を符号化して座標ビットストリームを生成してもよい。また、特徴量符号
化部が、アトリビュートを含む特徴量集合を符号化して特徴量ビットストリ

ームを生成してもよい。また、ガイド面符号化部が、テクスチャを含むガイド面を符号化して、ガイド面ビットストリームを生成してもよい。また、点数符号化部が各スケールの点数を示す情報を符号化し、点数ビットストリームを生成してもよい。

[0241] 例えば、第2の情報処理装置において、座標復号部が座標ビットストリームを復号して座標集合を生成してもよい。また、特徴量復号部が特徴量ビットストリームを復号してアトリビュートの情報を含む特徴量集合を生成してもよい。また、ガイド面復号部がガイド面ビットストリームを復号し、テクスチャを含む復号ガイド面を生成してもよい。また、ガイド面特徴量導出部が、座標集合、アトリビュートを含む特徴量集合、およびテクスチャを含む復号ガイド面を用いて、ガイド面特徴量を導出してもよい。そして、演算部が、その導出されたガイド面特徴量を用いて演算を行い、新たな座標集合、および、アトリビュートを含む特徴量集合を導出してもよい。

[0242] 入力点群の各点にアトリビュートが付随している場合を考える。アトリビュートは、どのような情報であってもよい。例えば、色情報や反射輝度が含まれていてもよい。このような点群のアトリビュートは、ジオメトリと同様の枠組みで伝送する（符号化・復号する）ことができる。

[0243] <符号化装置>

図24は、方法1-6を適用する場合の符号化装置の主な構成例を示すブロック図である。図24に示される符号化装置600は、符号化装置300の場合と同様に、ポイントクラウド（3Dデータ）を符号化する装置である。符号化装置600は、上述した方法1-6を適用して符号化を行う。つまり、符号化装置600は、ジオメトリとともにアトリビュートを符号化する。

[0244] なお、図24においては、処理部やデータの流れ等の主なものを示しており、図24に示されるものが全てとは限らない。つまり、符号化装置600において、図24においてブロックとして示されていない処理部が存在したり、図24において矢印等として示されていない処理やデータの流れが存在したりしてもよい。

- [0245] 図24に示されるように、符号化装置600は、ガイド面生成部611、ガイド面符号化部612、ガイド面復号部613、疎テンソル構築部614、ガイド面特徴量導出部615、CNN616 (CNN_E1)、ガイド面特徴量導出部617、CNN618 (CNN_E2)、CNN619 (CNN_E3)、ガイド面特徴量導出部620、CNN621 (CNN_E4)、CNN622 (CNN_E5)、CNN623 (CNN_E6)、座標符号化部624、特徴量符号化部625、および点数符号化部626を有する。
- [0246] 符号化装置600に入力される入力点群は、ジオメトリとアトリビュートにより構成される。つまり、各点は座標値(x, y, z)とアトリビュート値(例えば色情報の場合RGB値)を持つ。
- [0247] ガイド面生成部611は、ガイド面生成部311(図7)と同様の処理部であり、同様の処理を行う。ただし、ガイド面生成部611は、ジオメトリとアトリビュートにより構成される入力点群を取得し、アトリビュートを含むガイド面を生成する。例えば、ガイド面がメッシュにより構成されるとすると、アトリビュートはテクスチャとして形成される。したがって、その場合、ガイド面生成部611は、テクスチャを含むガイド面を生成する。
- [0248] テクスチャを保持する方法としては、例えば、テクスチャデータを画像として保持し、メッシュの各頂点にテクスチャ座標値(その頂点がテクスチャ画像中のどこに位置するのかを表す値)(UV座標とも称する)を追加する方法がある。
- [0249] ガイド面生成部611は、入力点群からガイド面(メッシュ)を生成するのに加えて、入力アトリビュートからテクスチャを生成する必要がある。ガイド面生成部611は、入力点群中の各点について、ガイドメッシュ上の最近傍点を検索し、その最近傍点に対応するテクセル(テクスチャデータにおける1画素をテクセルと称する)にその点のアトリビュートをコピーする。しかしながら、上述の処理後には空のテクセルが存在する可能性がある。その場合、ガイド面生成部611は、近傍値を使って空のテクセル値を補完してもよい。

[0250] ガイド面符号化部 6 1 2 は、ガイド面符号化部 3 1 2 (図 7) と同様の処理部であり、同様の処理を行う。ただし、ガイド面符号化部 6 1 2 は、ガイド面生成部 6 1 1 から供給された、テクスチャを含むガイド面を符号化し、ガイド面ビットストリームを生成する。つまり、ガイド面符号化部 6 1 2 は、メッシュデータを符号化するのに加えて、テクスチャデータも符号化する必要がある。つまり、ガイド面符号化部 6 1 2 は、ジオメトリを符号化するだけでなく、各頂点のテクスチャ座標とテクスチャ画像も符号化する。各頂点のテクスチャ座標の符号化には、どのような符号化方法が適用されてもよい。例えば、Draco符号化が適用されてもよい (Draco符号化器はメッシュに加えてテクスチャ座標も符号化することができる)。また、テクスチャ画像の符号化には、既存の画像圧縮手法 (例えば、JPEG (Joint Photographic Experts Group) やPNG (Portable Network Graphics) 等) が適用されてもよい。したがって、この場合のガイド面ビットストリームは、メッシュを符号化したビットストリームに加えて、テクスチャを符号化したビットストリームも含まれる。

[0251] ガイド面復号部 6 1 3 は、ガイド面復号部 3 1 3 (図 7) と同様の処理部であり、同様の処理を行う。ただし、ガイド面復号部 6 1 3 は、ガイド面ビットストリームを復号し、テクスチャを含む復号ガイド面を生成する。つまり、ガイド面復号部 6 1 3 は、ビットストリームを復号して、ジオメトリを生成するだけでなく、各頂点のテクスチャ座標とテクスチャ画像も生成する。各頂点のテクスチャ座標を生成する際の復号には、どのような復号方法が適用されてもよい。例えば、Draco復号が適用されてもよい (Draco復号器はメッシュに加えてテクスチャ座標も生成することができる)。また、テクスチャ画像を生成する際の復号には、既存の画像復号手法 (例えば、JPEGやPNG等) が適用されてもよい。

[0252] 疎テンソル構築部 6 1 4 は、疎テンソル構築部 3 1 4 (図 7) と同様の処理部であり、同様の処理を行う。ただし、疎テンソル構築部 6 1 4 は、ジオメトリとアトリビュートにより構成される入力点群から入力疎テンソル $X = \{$

C_X, F_X を構築する。この場合、アトリビュートを入力するために、特徴量集合 F_X は、各座標のアトリビュートを並べたベクトルとする。つまり、各特徴量 $f_i \in F_X$ は、各点のアトリビュート値（例えば、RGB値）である。また、特徴量ベクトルの次元が増えるため、CNN 6 1 6 (CNN_E1) の入力次元もその分増やす必要がある。

[0253] ガイド面特徴量導出部 6 1 5 は、ガイド面特徴量導出部 3 1 5 (図 7) と同様の処理部であり、同様の処理を行う。ただし、ガイド面特徴量導出部 6 1 5 は、テクスチャ上のアトリビュートの情報も符号化と復号に利用するために、ガイド面特徴量にテクスチャから抽出した特徴量も含める。具体的には、ガイド面特徴量導出部 6 1 5 は、ガイドメッシュ上の最近傍点 p_i におけるテクスチャ値 a_i （例えば色情報であればRGB値）を連結する。つまり、ベクトルを連結して $g(c_i) = [p_i - c_i, a_i]$ となる。

[0254] CNN 6 1 6 (CNN_E1) は、CNN 3 1 6 (CNN_E1) (図 7) と同様の処理部であり、同様の処理を行う。ただし、この場合、CNN 6 1 6 (CNN_E1) の処理対象の疎テンソルにおいて、 F_X は各座標のアトリビュートを並べたベクトルに変更される。つまり、各特徴量 $f_i \in F_X$ は各点のアトリビュート値（例えばRGB値）である。また、特徴量ベクトルの次元が増えるため、CNN 6 1 6 (CNN_E1) の入力次元もその分増やす必要がある。

[0255] ガイド面特徴量導出部 6 1 7 は、ガイド面特徴量導出部 3 1 7 (図 7) と同様の処理部であり、同様の処理を行う。ただし、ガイド面特徴量導出部 6 1 7 は、ガイド面特徴量導出部 6 1 5 の場合と同様に、テクスチャ上のアトリビュートの情報も符号化と復号に利用するために、ガイド面特徴量にテクスチャから抽出した特徴量も含める。

[0256] CNN 6 1 8 (CNN_E2) は、CNN 3 1 8 (CNN_E2) (図 7) と同様の処理部であり、同様の処理を行う。ただし、この場合、CNN 6 1 6 (CNN_E1) の場合と同様に、CNN 6 1 8 (CNN_E2) の入力次元を増やす必要がある。

[0257] CNN 6 1 9 (CNN_E3) は、CNN 3 1 9 (CNN_E3) (図 7) と同様の処理部であり、同様の処理を行う。

[0258] ガイド面特徴量導出部620は、ガイド面特徴量導出部320（図7）と同様の処理部であり、同様の処理を行う。ただし、ガイド面特徴量導出部620は、ガイド面特徴量導出部615の場合と同様に、テクスチャ上のアトリビュートの情報も符号化と復号に利用するために、ガイド面特徴量にテクスチャから抽出した特徴量も含める。

[0259] CNN621（CNN_E4）は、CNN321（CNN_E4）（図7）と同様の処理部であり、同様の処理を行う。ただし、この場合、CNN616（CNN_E1）の場合と同様に、CNN621（CNN_E4）の入力次元を増やす必要がある。

[0260] CNN622（CNN_E5）は、CNN322（CNN_E5）（図7）と同様の処理部であり、同様の処理を行う。

[0261] CNN623（CNN_E6）は、CNN323（CNN_E6）（図7）と同様の処理部であり、同様の処理を行う。

[0262] 座標符号化部624は、座標符号化部324（図7）と同様の処理部であり、同様の処理を行う。特徴量符号化部625は、特徴量符号化部325（図7）と同様の処理部であり、同様の処理を行う。ただし、この場合、特徴量符号化部625が符号化する特徴量集合には、ジオメトリ情報だけでなくアトリビュート情報も含まれる。点数符号化部626は、点数符号化部326（図7）と同様の処理部であり、同様の処理を行う。

[0263] このような構成を有することにより、符号化装置600は、ジオメトリだけでなくアトリビュートも符号化することができる。

[0264] <符号化処理の流れ>

符号化装置600により実行される符号化処理の流れの例を、図25および図26のフローチャートを参照して説明する。

[0265] この場合、符号化処理が開始されると、ガイド面生成部611および疎テンソル構築部614は、図25のステップS601において、符号化装置600へ入力されるポイントクラウドである入力点群C_Xとそのアトリビュートを取得する。

[0266] ステップS602において、ガイド面生成部611は、その入力点群C_Xと

アトリビュートからガイド面とテクスチャデータを生成する。

- [0267] ステップS 6 0 3において、ガイド面符号化部6 1 2は、その生成されたガイド面とテクスチャデータを符号化し、ガイド面ビットストリームを生成する。ガイド面符号化部6 1 2は、そのガイド面ビットストリームを符号化装置6 0 0の外部へ出力する。
- [0268] ステップS 6 0 4において、ガイド面復号部6 1 3は、そのガイド面ビットストリームを復号し、復号ガイド面と復号テクスチャデータを生成（復元）する。
- [0269] ステップS 6 0 5において、疎テンソル構築部6 1 4は、入力点群 C_X とアトリビュートから入力疎テンソル $X=\{C_X, F_X\}$ （スケール1倍）を生成する。
- [0270] ステップS 6 0 6において、ガイド面特徴量導出部6 1 5は、 $\{C^{in}, F^{in}\} \leftarrow (C_X, F_X)$ とする。つまり、ガイド面特徴量導出部6 1 5は、入力疎テンソル $X=\{C_X, F_X\}$ を、処理対象の疎テンソル (C^{in}, F^{in}) とする。
- [0271] ステップS 6 0 7において、ガイド面特徴量導出部6 1 5、ガイド面特徴量導出部6 1 7、または、ガイド面特徴量導出部6 2 0は、次の3D-CNNにガイド面特徴量を入力するか否かを判定する。次の3D-CNNにガイド面特徴量を入力すると判定された場合、処理はステップS 6 0 8へ進む。
- [0272] ステップS 6 0 8において、ガイド面特徴量導出部6 1 5、ガイド面特徴量導出部6 1 7、または、ガイド面特徴量導出部6 2 0は、ガイド面特徴量集合導出処理を実行し、処理対象の疎テンソルと、復号ガイド面と、復号テクスチャデータとを用いて、ガイド面特徴量集合 $g(C^{in})$ を導出する。
- [0273] ステップS 6 0 9において、ガイド面特徴量導出部6 1 5、ガイド面特徴量導出部6 1 7、または、ガイド面特徴量導出部6 2 0は、 $F^{in} \leftarrow [F^{in}, g(C^{in})]$ とする。つまり、ガイド面特徴量導出部6 1 5、ガイド面特徴量導出部6 1 7、または、ガイド面特徴量導出部6 2 0は、処理対象の特徴量集合およびガイド面特徴量集合 $g(C^{in})$ を連結したものを次の3D-CNNの処理対象の特徴量集合とする。

- [0274] ステップS 6 0 9の処理が終了すると、処理は図 2 6へ進む。また、図 2 5のステップS 6 0 7において、次の3D-CNNにガイド面特徴量を入力しないと判定された場合、処理は図 2 6へ進む。つまり、3D-CNNの直前にガイド面特徴量導出部が存在しない場合、ステップS 6 0 8およびステップS 6 0 9の処理が省略される。例えば符号化装置 6 0 0が図 2 4に示される構成例である場合、次の3D-CNNがCNN 6 1 6 (CNN_E1)、CNN 6 1 8 (CNN_E2)、またはCNN 6 2 1 (CNN_E4) のとき、ステップS 6 0 8およびステップS 6 0 9の処理が実行され、次の3D-CNNがCNN 6 1 9 (CNN_E3)、CNN 6 2 2 (CNN_E5)、またはCNN 6 2 3 (CNN_E6) のとき、ステップS 6 0 8およびステップS 6 0 9の処理が省略される。
- [0275] 図 2 6のステップS 6 2 1において、CNN 6 1 6 (CNN_E1)、CNN 6 1 8 (CNN_E2)、CNN 6 1 9 (CNN_E3)、CNN 6 2 1 (CNN_E4)、CNN 6 2 2 (CNN_E5)、またはCNN 6 2 3 (CNN_E6) は、処理対象の疎テンソル $\{C^{\wedge}in, F^{\wedge}in\}$ に3D-CNN演算を行い、演算結果の疎テンソル $\{C^{\wedge}out, F^{\wedge}out\}$ を導出する。
- [0276] ステップS 6 2 2において、CNN 6 2 3 (CNN_E6) は、全ての3D-CNNについて処理を行ったか否かを判定する。全ての3D-CNNについて処理を行っていない（すなわち、未処理の3D-CNNが存在する（少なくともCNN 6 2 3 (CNN_E6) が未処理である））と判定された場合、処理はステップS 6 2 3へ進む。
- [0277] ステップS 6 2 3において、CNN 6 1 6 (CNN_E1)、CNN 6 1 8 (CNN_E2)、CNN 6 1 9 (CNN_E3)、CNN 6 2 1 (CNN_E4)、またはCNN 6 2 2 (CNN_E5) は、 $\{C^{\wedge}in, F^{\wedge}in\} \leftarrow \{C^{\wedge}out, F^{\wedge}out\}$ とする。つまり、CNN 6 1 6 (CNN_E1)、CNN 6 1 8 (CNN_E2)、CNN 6 1 9 (CNN_E3)、CNN 6 2 1 (CNN_E4)、またはCNN 6 2 2 (CNN_E5) は、自身が導出した演算結果の疎テンソル $\{C^{\wedge}out, F^{\wedge}out\}$ を、次の処理部（ガイド面特徴量導出部または3D-CNN）の処理対象の疎テンソル $\{C^{\wedge}in, F^{\wedge}in\}$ とする。
- [0278] ステップS 6 2 3の処理が終了すると、処理は図 2 5のステップS 6 0 7へ戻り、それ以降の処理が実行される。つまり、図 2 5のステップS 6 0 7乃至ステップS 6 0 9の各処理、並びに、図 2 6のステップS 6 2 1乃至ス

ステップS 6 2 3の各処理が、各3D-CNN（3D-CNNの直前にガイド面特徴量導出部が存在する場合は、そのガイド面特徴量導出部も含む）に対して実行される。

[0279] そして、図26のステップS 6 2 2において、全ての3D-CNNについて処理を行った（すなわち、CNN 6 2 3（CNN_E6）について処理が行われた）と判定された場合、処理はステップS 6 2 4へ進む。

[0280] ステップS 6 2 4において、CNN 6 2 3（CNN_E6）は、 $\{C_Y, F_Y\} \leftarrow \{\hat{C}^{out}, \hat{F}^{out}\}$ とする。つまり、最後のCNN 6 2 3（CNN_E6）は、自身が導出した演算結果の疎テンソル $\{\hat{C}^{out}, \hat{F}^{out}\}$ を、出力疎テンソル $\{C_Y, F_Y\}$ とする。

[0281] ステップS 6 2 5において、座標符号化部6 2 4は、その出力疎テンソル $\{C_Y, F_Y\}$ の座標集合 C_Y を符号化し、座標ビットストリームを生成する。また、その座標ビットストリームを符号化装置6 0 0の外部へ出力する。

[0282] ステップS 6 2 6において、特徴量符号化部6 2 5は、その出力疎テンソル $\{C_Y, F_Y\}$ の特徴量集合 F_Y を符号化し、特徴量ビットストリームを生成する。また、その特徴量ビットストリームを符号化装置6 0 0の外部へ出力する。

[0283] ステップS 6 2 7において、スケール毎の点数を符号化し、点数ビットストリームを生成する。また、その点数ビットストリームを符号化装置6 0 0の外部へ出力する。

[0284] ステップS 6 2 7の処理が終了すると、符号化処理が終了する。

[0285] <ガイド面特徴量集合導出処理の流れ>

次に、図25のステップS 6 0 8において実行されるガイド面特徴量集合導出処理の流れの例を、図27のフローチャートを参照して説明する。

[0286] ガイド面特徴量集合導出処理が開始されると、ステップS 6 3 1において、ガイド面特徴量導出部6 1 5、ガイド面特徴量導出部6 1 7、または、ガイド面特徴量導出部6 2 0は、座標 $c_i \in \hat{C}^{in}$ を取り出す。つまり、ガイド面特徴量導出部6 1 5、ガイド面特徴量導出部6 1 7、または、ガイド面特

微量導出部620は、処理対象の座標集合 C^in から1つの座標 c_i を選択し、それを処理対象とする。

[0287] ステップS632において、ガイド面特徴量導出部615、ガイド面特徴量導出部617、または、ガイド面特徴量導出部620は、その選択した座標 c_i から見て、復号ガイド面上の最近傍点 p_i を検索する。

[0288] ステップS633において、ガイド面特徴量導出部615、ガイド面特徴量導出部617、または、ガイド面特徴量導出部620は、検索した最近傍点までのベクトルとアトリビュート値を並べたベクトル $g(c_i) = [p_i - c_i, a_i]$ を返す。つまり、ガイド面特徴量導出部615、ガイド面特徴量導出部617、または、ガイド面特徴量導出部620は、ガイド面および点の位置関係（この例では、 $p_i - c_i$ ）とアトリビュート値（この例では a_i ）に基づくガイド面特徴量 $g(c_i)$ を導出する。

[0289] ステップS634において、ガイド面特徴量導出部615、ガイド面特徴量導出部617、または、ガイド面特徴量導出部620は、全ての座標 $c_i \in C^in$ について処理を行ったか否かを判定する。未処理の座標 c_i が存在すると判定された場合、処理はステップS631に戻り、それ以降の処理が実行される。つまり、処理対象の座標集合 C^in の各座標値 c_i について、ステップS631乃至ステップS634の各処理が実行される。

[0290] そして、ステップS634において、全ての座標値 c_i について処理を行ったと判定された場合、ガイド面特徴量集合導出処理が終了し、処理は図25に戻る。

[0291] このように各処理を実行することにより、符号化装置600は、ジオメトリだけでなくアトリビュートも符号化することができる。

[0292] <復号装置>

図28は、方法1-6を適用する場合の復号装置の主な構成例を示すブロック図である。図28に示される復号装置650は、復号装置350の場合と同様に、ポイントクラウド（3Dデータ）のジオメトリが符号化されたビットストリームを復号する装置である。例えば、復号装置650は、符号化装

置600によりポイントクラウド（のジオメトリおよびアトリビュート）が符号化されて生成されたビットストリーム（ガイド面ビットストリーム、座標ビットストリーム、特徴量ビットストリーム、および点数ビットストリーム）を復号し、ポイントクラウド（のジオメトリおよびアトリビュート）を生成（復元）する。

[0293] なお、図28においては、処理部やデータの流れ等の主なものを示しており、図28に示されるものが全てとは限らない。つまり、復号装置650において、図28においてブロックとして示されていない処理部が存在したり、図28において矢印等として示されていない処理やデータの流れが存在したりしてもよい。

[0294] 図28に示されるように、復号装置650は、点数復号部661、座標復号部662、特徴量復号部663、ガイド面復号部664、CNN665（CNN_D1）、ガイド面特徴量導出部666、CNN667（CNN_D2）、占有状態分類部668、CNN669（CNN_D3）、ガイド面特徴量導出部670、CNN671（CNN_D4）、占有状態分類部672、CNN673（CNN_D5）、ガイド面特徴量導出部674、CNN675（CNN_D6）、および占有状態分類部676を有する。

[0295] 点数復号部661は、点数復号部361（図11）と同様の処理部であり、同様の処理を行う。例えば、点数復号部661は、復号装置650に入力される点数ビットストリームを取得し、復号し、各スケールの座標集合の点数を示す情報（ N_X 、 $N_{X'}$ 、 $N_{X''}$ ）を生成（復元）してもよい。点数復号部661は、 N_X を占有状態分類部676へ供給し、 $N_{X'}$ を占有状態分類部672へ供給し、 $N_{X''}$ を占有状態分類部668へ供給してもよい。

[0296] 座標復号部662は、座標復号部362（図11）と同様の処理部であり、同様の処理を行う。例えば、座標復号部662は、復号装置650に入力される座標ビットストリームを取得し、復号し、座標集合 C_Y を生成（復元）してもよい。座標復号部662は、生成した座標集合 C_Y をCNN665（CNN_D1）へ供給してもよい。

[0297] 特徴量復号部663は、特徴量復号部363（図11）と同様の処理部で

あり、同様の処理を行う。例えば、特徴量復号部663は、復号装置650に入力される特徴量ビットストリームを取得し、エントロピ復号し、特徴量集合F_Yを生成（復元）してもよい。特徴量復号部663は、生成した特徴量集合F_YをCNN665（CNN_{D1}）へ供給してもよい。

[0298] ガイド面復号部664は、ガイド面復号部613（図24）と同様の処理部であり、ガイド面ビットストリームの復号に関する処理を実行する。例えば、ガイド面復号部664は、復号装置650に入力されるガイド面ビットストリームを取得し、復号し、テクスチャを含む復号ガイド面を生成する。つまり、ガイド面復号部664は、ビットストリームを復号して、ジオメトリを生成するだけでなく、各頂点のテクスチャ座標とテクスチャ画像も生成する。この復号方法はガイド面復号部613（図24）の場合と同様に任意である。ガイド面復号部664は、生成した復号ガイド面（テクスチャを含む）を、ガイド面特徴量導出部666、ガイド面特徴量導出部670、およびガイド面特徴量導出部674へ供給してもよい。

[0299] CNN665（CNN_{D1}）は、CNN365（CNN_{D1}）（図11）と同様の処理部であり、同様の処理を行う。ただし、この場合、CNN665（CNN_{D1}）の処理対象の疎テンソルにおいて、特徴量集合には、ジオメトリ情報だけでなくアトリビュート情報も含まれる。

[0300] ガイド面特徴量導出部666は、ガイド面特徴量導出部366（図11）と同様の処理部であり、同様の処理を行う。ただし、ガイド面特徴量導出部666は、テクスチャ上のアトリビュートの情報も符号化と復号に利用するために、ガイド面特徴量にテクスチャから抽出した特徴量も含める。具体的には、ガイド面特徴量導出部666は、ガイドメッシュ上の最近傍点 p_i におけるテクスチャ値 a_i （例えば色情報であればRGB値）を連結する。つまり、ベクトルを連結して $g(c_i) = [p_i - c_i, a_i]$ となる。

[0301] CNN667（CNN_{D2}）は、CNN367（CNN_{D2}）（図11）と同様の処理部であり、同様の処理を行う。ただし、この場合、ガイド面特徴量の次元数がアトリビュート値の次元数の分だけ増えるため、CNN667（CNN_{D2}）の入力

次元を増やす必要がある。

- [0302] 占有状態分類部 668 は、占有状態分類部 368 (図 11) と同様の処理部であり、同様の処理を行う。例えば、占有状態分類部 668 は、処理対象の疎テンソルを用いて占有確率値を予測し、占有確率値の上位 $N_{X'}$ 個の座標値を抽出し、それ以外の座標値を削除し、演算結果の疎テンソル $X'' = \{C_{X'}, F_{X'}\}$ を生成してもよい。占有状態分類部 668 は、その演算結果の疎テンソル $X'' = \{C_{X'}, F_{X'}\}$ を CNN 669 (CNN_D3) へ供給してもよい。
- [0303] CNN 669 (CNN_D3) は、CNN 369 (CNN_D3) (図 11) と同様の処理部であり、同様の処理を行う。
- [0304] ガイド面特徴量導出部 670 は、ガイド面特徴量導出部 370 (図 11) と同様の処理部であり、同様の処理を行う。ただし、ガイド面特徴量導出部 670 は、ガイド面特徴量導出部 666 の場合と同様に、テクスチャ上のアトリビュートの情報も符号化と復号に利用するために、ガイド面特徴量にテクスチャから抽出した特徴量も含める。
- [0305] CNN 671 (CNN_D4) は、CNN 371 (CNN_D4) (図 11) と同様の処理部であり、同様の処理を行う。ただし、この場合、ガイド面特徴量の次元数がアトリビュート値の次元数の分だけ増えるため、CNN 671 (CNN_D4) の入力次元を増やす必要がある。
- [0306] 占有状態分類部 672 は、占有状態分類部 372 (図 11) と同様の処理部であり、同様の処理を行う。例えば、占有状態分類部 672 は、処理対象の疎テンソルを用いて占有確率値を予測し、占有確率値の上位 $N_{X'}$ 個の座標値を抽出し、それ以外の座標値を削除し、演算結果の疎テンソル $X' = \{C_{X'}, F_{X'}\}$ を生成してもよい。占有状態分類部 672 は、その演算結果の疎テンソル $X' = \{C_{X'}, F_{X'}\}$ を CNN 673 (CNN_D5) へ供給してもよい。
- [0307] CNN 673 (CNN_D5) は、CNN 373 (CNN_D5) (図 11) と同様の処理部であり、同様の処理を行う。
- [0308] ガイド面特徴量導出部 674 は、ガイド面特徴量導出部 374 (図 11) と同様の処理部であり、同様の処理を行う。ただし、ガイド面特徴量導出部

674は、ガイド面特徴量導出部666の場合と同様に、テクスチャ上のアトリビュートの情報も符号化と復号に利用するために、ガイド面特徴量にテクスチャから抽出した特徴量も含める。

[0309] CNN675 (CNN_D6) は、CNN375 (CNN_D6) (図11) と同様の処理部であり、同様の処理を行う。ただし、この場合、ガイド面特徴量の次元数がアトリビュート値の次元数の分だけ増えるため、CNN675 (CNN_D6) の入力次元を増やす必要がある。さらに、CNN675 (CNN_D6) は、アトリビュート値の分だけ出力次元を増やす必要があります。

[0310] 占有状態分類部676は、占有状態分類部376 (図11) と同様の処理部であり、同様の処理を行う。例えば、占有状態分類部676は、処理対象の疎テンソルを用いて占有確率値を予測し、占有確率値の上位 N_X 個の座標値を抽出し、それ以外の座標値を削除し、演算結果の疎テンソル $X = \{C_X, F_X\}$ を生成してもよい。占有状態分類部676は、その演算結果の復号点群 C_X を復号装置650の外部へ出力してもよい。また、占有状態分類部676は、その演算結果のアトリビュートを復号装置650の外部へ出力してもよい。

[0311] 例えばアトリビュートがRGB値の場合、CNN675 (CNN_D6) が出力する特徴量ベクトル集合 F_X の各特徴量ベクトル $f_i \in F_X$ を3次元増やし、RGB値とする。占有状態分類部676は、そのアトリビュート値を復号点群 C_X の各点のアトリビュートとして設定し、出力する。

[0312] このような構成を有することにより、復号装置650は、ジオメトリだけでなくアトリビュートの復号も行うことができる。

[0313] <復号処理の流れ>

復号装置650により実行される復号処理の流れの例を、図29および図30のフローチャートを参照して説明する。

[0314] この場合、復号処理が開始されると、点数復号部661は、図29のステップS651において、点数ビットストリームを復号し、各スケールの点数 $(N_X, N_{X'}, N_{X''})$ を生成する。

- [0315] ステップS 6 5 2において、座標復号部 6 6 2は、座標ビットストリームを復号し、座標集合 C_Y を生成する。
- [0316] ステップS 6 5 3において、特徴量復号部 6 6 3は、特徴量ビットストリームを復号し、特徴量集合 F_Y を生成する。
- [0317] ステップS 6 5 4において、ガイド面復号部 6 6 4は、ガイド面ビットストリームを復号し、復号ガイド面と復号テクスチャデータを生成する。
- [0318] ステップS 6 5 5において、CNN 6 6 5 (CNN_D1) は、 $\{C^{in}, F^{in}\} \leftarrow \{C_Y, F_Y\}$ とする。つまり、CNN 6 6 5 (CNN_D1) は、疎テンソル $Y = \{C_Y, F_Y\}$ を処理対象の疎テンソル $\{C^{in}, F^{in}\}$ とする。
- [0319] ステップS 6 5 6において、CNN 6 6 5 (CNN_D1)、CNN 6 6 7 (CNN_D2)、CNN 6 6 9 (CNN_D3)、CNN 6 7 1 (CNN_D4)、CNN 6 7 3 (CNN_D5)、またはCNN 6 7 5 (CNN_D6) は、自身の3D-CNNにガイド面特徴量を入力するか否かを判定する。入力すると判定された場合、処理はステップS 6 5 7へ進む。つまり処理対象のCNNが、CNN 6 6 7 (CNN_D2)、CNN 6 7 1 (CNN_D4)、またはCNN 3 7 5 (CNN_D6)である場合、処理はステップS 6 5 7へ進む。
- [0320] ステップS 6 5 7において、ガイド面特徴量導出部 6 6 6、ガイド面特徴量導出部 6 7 0、またはガイド面特徴量導出部 6 7 4は、ガイド面特徴量集合導出処理を実行し、ガイド面特徴量集合 $g(C^{in})$ を導出する。このガイド面特徴量集合導出処理は、図 2 7のフローチャートを参照して説明した場合と同様に実行される。つまり、ガイド面特徴量導出部 6 6 6、ガイド面特徴量導出部 6 7 0、またはガイド面特徴量導出部 6 7 4は、処理対象の疎テンソルと、復号ガイド面と、復号テクスチャデータとを用いて、ガイド面特徴量集合 $g(C^{in})$ を導出する。
- [0321] ステップS 6 5 8において、ガイド面特徴量導出部 6 6 6、ガイド面特徴量導出部 6 7 0、またはガイド面特徴量導出部 6 7 4は、 $F^{in} \leftarrow [F^{in}, g(C^{in})]$ とする。つまり、ガイド面特徴量導出部 6 6 6、ガイド面特徴量導出部 6 7 0、またはガイド面特徴量導出部 6 7 4は、処理対象の特徴量集合およびガイド面特徴量集合 $g(C^{in})$ を連結したものを次の3D-CNNの処理対象の特

微量集合とする。

- [0322] ステップS 6 5 8の処理が終了すると処理は図30へ進む。また、図29のステップS 6 5 6において、自身の3D-CNNにガイド面特徴量を入力しないと判定された場合、ステップS 6 5 7およびステップS 6 5 8の処理が省略され、処理は図30へ進む。つまり処理対象のCNNが、CNN 6 6 5 (CNN_D1)、CNN 6 6 9 (CNN_D3)、またはCNN 6 7 3 (CNN_D5)である場合、ステップS 6 5 7およびステップS 6 5 8の処理が省略され、処理は図30へ進む。
- [0323] 図30のステップS 6 7 1において、CNN 6 6 5 (CNN_D1)、CNN 6 6 7 (CNN_D2)、CNN 6 6 9 (CNN_D3)、CNN 6 7 1 (CNN_D4)、CNN 6 7 3 (CNN_D5)、またはCNN 6 7 5 (CNN_D6)は、処理対象の疎テンソル $\{C^{\wedge}in, F^{\wedge}in\}$ に3D-CNN演算を行い、演算結果の疎テンソル $\{C^{\wedge}out, F^{\wedge}out\}$ を導出する。
- [0324] ステップS 6 7 2において、占有状態分類部6 6 8、占有状態分類部6 7 2、または占有状態分類部6 7 6は、占有状態の分類を行うか否かを判定する。占有状態の分類を行うと判定された場合、処理はステップS 6 7 3へ進む。つまり、ステップS 6 7 1の処理をCNN 6 6 7 (CNN_D2)、CNN 6 7 1 (CNN_D4)、またはCNN 6 7 5 (CNN_D6)が実行する場合、処理はステップS 6 7 3へ進む。
- [0325] ステップS 6 7 3において、占有状態分類部6 6 8、占有状態分類部6 7 2、または占有状態分類部6 7 6は、座標集合 $C^{\wedge}out$ 中の各座標の占有確率を予測し、占有確率の高い方から上位k個の座標を抽出し、それ以外の座標を削除する。その際、このkには、 N_X 、 $N_{X'}$ 、 $N_{X''}$ のうちの、処理対象の疎テンソルに対応するスケールの値が適用される。また、占有状態分類部6 6 8、占有状態分類部6 7 2、または占有状態分類部6 7 6は、 $F^{\wedge}out$ 中の削除される座標に対応する特徴量も削除する。
- [0326] ステップS 6 7 3の処理が終了すると処理はステップS 6 7 4へ進む。また、ステップS 6 7 2において、占有状態の分類を行わないと判定された場合、ステップS 6 7 3の処理が省略され、処理はステップS 6 7 4へ進む。つまり、ステップS 6 7 1の処理をCNN 6 6 5 (CNN_D1)、CNN 6 6 9 (CNN_D

3)、またはCNN 673 (CNN_D5) が実行する場合、ステップS 673の処理が省略され、処理はステップS 674へ進む。

[0327] ステップS 674において、CNN 675 (CNN_D6) は、全ての3D-CNNについて処理を行ったか否かを判定する。全ての3D-CNNについて処理を行っていない(すなわち、未処理の3D-CNNが存在する(少なくともCNN 675 (CNN_D6) が未処理である))と判定された場合、処理はステップS 675へ進む。

[0328] ステップS 675において、CNN 665 (CNN_D1)、CNN 667 (CNN_D2)、CNN 669 (CNN_D3)、CNN 671 (CNN_D4)、CNN 673 (CNN_D5)、またはCNN 675 (CNN_D6) は、 $\{C^{\text{in}}, F^{\text{in}}\} \leftarrow \{C^{\text{out}}, F^{\text{out}}\}$ とする。つまり、CNN 665 (CNN_D1)、CNN 667 (CNN_D2)、CNN 669 (CNN_D3)、CNN 671 (CNN_D4)、CNN 673 (CNN_D5)、またはCNN 675 (CNN_D6) は、自身が導出した演算結果の疎テンソル $\{C^{\text{out}}, F^{\text{out}}\}$ を、次の処理部(ガイド面特徴量導出部または占有状態分類部)の処理対象の疎テンソル $\{C^{\text{in}}, F^{\text{in}}\}$ とする。ステップS 675の処理が終了すると、処理は図29のステップS 656へ戻り、それ以降の処理が実行される。つまり、図29のステップS 656乃至ステップS 658の各処理、並びに、図30のステップS 671乃至ステップS 675の各処理が、各3D-CNN(ガイド面特徴量導出部や占有状態分類部を含み得る)に対して実行される。

[0329] そして、図30のステップS 674において、全ての3D-CNNについて処理が行われたと判定された場合、処理はステップS 676へ進む。

[0330] ステップS 676において、占有状態分類部676は、 $C_X \leftarrow C^{\text{out}}$ とする。つまり、占有状態分類部676は、演算結果の座標集合 C^{out} を復号結果(復号点群 C_X)とする。また、占有状態分類部676は、 F^{out} からアトリビュート値を取り出す。例えば、アトリビュートがRGB値の場合、占有状態分類部676は、 F^{out} の各特徴量ベクトルの最後の3次元を取り出し、そのベクトルをアトリビュートとする。

[0331] ステップS 677において、占有状態分類部676は、得られた復号点群 C_X を復号装置650の外部に出力する。また、占有状態分類部676は、得

られたアトリビュートを復号装置650の外部に出力する。

[0332] ステップS677の処理が終了すると復号処理が終了する。

[0333] このように各処理を実行することにより、復号装置350は、ジオメトリだけでなくアトリビュートの復号も行うことができる。

[0334] <比較>

以上に説明した本技術を適用した場合と従来の方法を適用した場合とで、RDコストの比較結果の例を図31に示す。

[0335] 図31のグラフは、所定の人物をスキャンした、ある1つの点群（1フレーム、約90万点、ビット精度10ビット）をイントラ符号化・イントラ復号した場合のRDカーブのプロット例を示す。

[0336] 図31のグラフにおいて、縦軸は、mseF PSNR (p2point)、所謂D1 MetricのPSNRを示す。つまり、横軸方向の位置が同一であれば、縦軸方向の位置が高いほど、復号結果は高品質と言える。横軸は、1点あたりのビットサイズ (bpp (bit per point)) を示す。つまり、縦軸方向の位置が同一であれば、横軸方向の位置が左側である程、符号量が少ないと言える。

[0337] 図31のグラフに示される実線は、ガイド面を用いずに従来の方法でポイントクラウドを符号化する場合の、ビットサイズおよびPSNRの関係を示すRDカーブである。図31のグラフに示される点線は、本技術を適用し、ガイド面を用いてポイントクラウドを符号化する場合の、ビットサイズおよびPSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) の関係を示すRDカーブである。

[0338] 図31に示されるように、全体的に、点線の方が実線よりも上に位置している。したがって、本技術を適用する手法（ガイド面を用いる手法）で符号化する方が、従来手法（ガイド面を用いない手法）よりも、好適な結果（高品質・低符号量）を得ることができる。つまり、本技術を適用することにより、符号化効率の低減を抑制することができる。

[0339] <4. 付記>

<コンピュータ>

上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行させることもできるし、

ソフトウェアにより実行させることもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行する場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、コンピュータにインストールされる。ここでコンピュータには、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータや、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータ等が含まれる。

- [0340] 図32は、上述した一連の処理をプログラムにより実行するコンピュータのハードウェアの構成例を示すブロック図である。
- [0341] 図32に示されるコンピュータ900において、CPU (Central Processing Unit) 901、ROM (Read Only Memory) 902、RAM (Random Access Memory) 903は、バス904を介して相互に接続されている。
- [0342] バス904にはまた、入出力インタフェース910も接続されている。入出力インタフェース910には、入力部911、出力部912、記憶部913、通信部914、およびドライブ915が接続されている。
- [0343] 入力部911は、例えば、キーボード、マウス、マイクロホン、タッチパネル、入力端子などよりなる。出力部912は、例えば、ディスプレイ、スピーカ、出力端子などよりなる。記憶部913は、例えば、ハードディスク、RAMディスク、不揮発性のメモリなどよりなる。通信部914は、例えば、ネットワークインタフェースよりなる。ドライブ915は、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、または半導体メモリなどのリムーバブルメディア921を駆動する。
- [0344] 以上のように構成されるコンピュータでは、CPU901が、例えば、記憶部913に記憶されているプログラムを、入出力インタフェース910およびバス904を介して、RAM903にロードして実行することにより、上述した一連の処理が行われる。RAM903にはまた、CPU901が各種の処理を実行する上において必要なデータなども適宜記憶される。
- [0345] コンピュータが実行するプログラムは、例えば、パッケージメディア等としてのリムーバブルメディア921に記録して適用することができる。その

場合、プログラムは、リムーバブルメディア 9 2 1 をドライブ 9 1 5 に装着することにより、入出カインタフェース 9 1 0 を介して、記憶部 9 1 3 にインストールすることができる。

[0346] また、このプログラムは、ローカルエリアネットワーク、インターネット、デジタル衛星放送といった、有線または無線の伝送媒体を介して提供することもできる。その場合、プログラムは、通信部 9 1 4 で受信し、記憶部 9 1 3 にインストールすることができる。

[0347] その他、このプログラムは、ROM 9 0 2 や記憶部 9 1 3 に、あらかじめインストールしておくこともできる。

[0348] <本技術の適用対象>

本技術は、任意の構成に適用することができる。例えば、本技術は、様々な電子機器に適用され得る。

[0349] また、例えば、本技術は、システムLSI (Large Scale Integration) 等としてのプロセッサ (例えばビデオプロセッサ)、複数のプロセッサ等を用いるモジュール (例えばビデオモジュール)、複数のモジュール等を用いるユニット (例えばビデオユニット)、または、ユニットにさらにその他の機能を付加したセット (例えばビデオセット) 等、装置の一部の構成として実施することもできる。

[0350] また、例えば、本技術は、複数の装置により構成されるネットワークシステムにも適用することもできる。例えば、本技術を、ネットワークを介して複数の装置で分担、共同して処理するクラウドコンピューティングとして実施するようにしてもよい。例えば、コンピュータ、AV (Audio Visual) 機器、携帯型情報処理端末、IoT (Internet of Things) デバイス等の任意の端末に対して、画像 (動画像) に関するサービスを提供するクラウドサービスにおいて本技術を実施するようにしてもよい。

[0351] なお、本明細書において、システムとは、複数の構成要素 (装置、モジュール (部品) 等) の集合を意味し、全ての構成要素が同一筐体中にあるか否かは問わない。したがって、別個の筐体に収納され、ネットワークを介して

接続されている複数の装置、および、1つの筐体の中に複数のモジュールが収納されている1つの装置は、いずれも、システムである。

[0352] <本技術を適用可能な分野・用途>

本技術を適用したシステム、装置、処理部等は、例えば、交通、医療、防犯、農業、畜産業、鉱業、美容、工場、家電、気象、自然監視等、任意の分野に利用することができる。また、その用途も任意である。

[0353] 本技術は、例えば、建設現場の生産性・安全性の向上、人手不足の解消を目的とする技術（所謂スマートコンストラクション）として、3次元測量による建設現場のデジタルツイン作成や、それらを用いた施工管理などに利用することができる。例えば、本技術は、ドローンや建機に搭載されたセンサによる3次元測量と、測量により得られる3次元データ（例えばポイントクラウド）に基づくフィードバック（例えば施工進捗管理や土量管理等）に適用し得る。

[0354] このような測量は、一般的に、異なる時刻（例えば、1日おき等）にて複数回行われる。つまり、異なる時刻での測量により得られた点群データが蓄積していく。したがって、測量回数が増加するに従い、点群データ列の保存容量や伝送コストの増大が問題となる場合がある。このような異なる時刻の点群間には、類似した構造を持つなどの冗長性がある。つまり、時間的な冗長性が存在する。本技術を適用することにより、時間方向の冗長性を利用した点群圧縮、つまり点群列圧縮が有効であると期待される。

[0355] <その他>

なお、本明細書において「フラグ」とは、複数の状態を識別するための情報であり、真(1)または偽(0)の2状態を識別する際に用いる情報だけでなく、3以上の状態を識別することが可能な情報も含まれる。したがって、この「フラグ」が取り得る値は、例えば1/0の2値であってもよいし、3値以上であってもよい。すなわち、この「フラグ」を構成するbit数は任意であり、1bitでも複数bitでもよい。また、識別情報（フラグも含む）は、その識別情報をビットストリームに含める形だけでなく、ある基準となる情報に対する識

別情報の差分情報をビットストリームに含める形も想定されるため、本明細書においては、「フラグ」や「識別情報」は、その情報だけではなく、基準となる情報に対する差分情報も包含する。

[0356] また、符号化データ（ビットストリーム）に関する各種情報（メタデータ等）は、符号化データに関連付けられていれば、どのような形態で伝送または記録されるようにしてもよい。ここで、「関連付ける」という用語は、例えば、一方のデータを処理する際に他方のデータを利用し得る（リンクさせ得る）ようにすることを意味する。つまり、互いに関連付けられたデータは、1つのデータとしてまとめられてもよいし、それぞれ個別のデータとしてもよい。例えば、符号化データ（画像）に関連付けられた情報は、その符号化データ（画像）とは別の伝送路上で伝送されるようにしてもよい。また、例えば、符号化データ（画像）に関連付けられた情報は、その符号化データ（画像）とは別の記録媒体（または同一の記録媒体の別の記録エリア）に記録されるようにしてもよい。なお、この「関連付け」は、データ全体でなく、データの一部であってもよい。例えば、画像とその画像に対応する情報とが、複数フレーム、1フレーム、またはフレーム内の一部分などの任意の単位で互いに関連付けられるようにしてもよい。

[0357] なお、本明細書において、「合成する」、「多重化する」、「付加する」、「一体化する」、「含める」、「格納する」、「入れ込む」、「差し込む」、「挿入する」等の用語は、例えば符号化データとメタデータとを1つのデータにまとめるといった、複数の物を1つにまとめることを意味し、上述の「関連付ける」の1つの方法を意味する。

[0358] また、本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

[0359] 例えば、1つの装置（または処理部）として説明した構成を分割し、複数の装置（または処理部）として構成するようにしてもよい。逆に、以上において複数の装置（または処理部）として説明した構成をまとめて1つの装置（または処理部）として構成されるようにしてもよい。また、各装置（また

は各処理部)の構成に上述した以外の構成を付加するようにしてももちろんよい。さらに、システム全体としての構成や動作が実質的に同じであれば、ある装置(または処理部)の構成の一部を他の装置(または他の処理部)の構成に含めるようにしてもよい。

[0360] また、例えば、上述したプログラムは、任意の装置において実行されるようにしてもよい。その場合、その装置が、必要な機能(機能ブロック等)を有し、必要な情報を得ることができるようになればよい。

[0361] また、例えば、1つのフローチャートの各ステップを、1つの装置が実行するようにしてもよいし、複数の装置が分担して実行するようにしてもよい。さらに、1つのステップに複数の処理が含まれる場合、その複数の処理を、1つの装置が実行するようにしてもよいし、複数の装置が分担して実行するようにしてもよい。換言するに、1つのステップに含まれる複数の処理を、複数のステップの処理として実行することもできる。逆に、複数のステップとして説明した処理を1つのステップとしてまとめて実行することもできる。

[0362] また、例えば、コンピュータが実行するプログラムは、プログラムを記述するステップの処理が、本明細書で説明する順序に沿って時系列に実行されるようにしても良いし、並列に、あるいは呼び出しが行われたとき等の必要なタイミングで個別に実行されるようにしても良い。つまり、矛盾が生じない限り、各ステップの処理が上述した順序と異なる順序で実行されるようにしてもよい。さらに、このプログラムを記述するステップの処理が、他のプログラムの処理と並列に実行されるようにしても良いし、他のプログラムの処理と組み合わせて実行されるようにしても良い。

[0363] また、例えば、本技術に関する複数の技術は、矛盾が生じない限り、それぞれ独立に単体で実施することができる。もちろん、任意の複数の本技術を併用して実施することもできる。例えば、いずれかの実施の形態において説明した本技術の一部または全部を、他の実施の形態において説明した本技術の一部または全部と組み合わせて実施することもできる。また、上述した任

意の本技術の一部または全部を、上述していない他の技術と併用して実施することもできる。

[0364] なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1) ポイントクラウドを形成する点の座標の集合である第1の座標集合、前記座標の特徴量の集合である第1の特徴量集合、および、3次元空間に形成される基準面であるガイド面を用いて、前記ガイド面および前記点の位置関係に基づく特徴量であるガイド面特徴量を導出するガイド面特徴量導出部と、

前記第1の座標集合と、前記ガイド面特徴量を反映させた前記第1の特徴量集合とを用いて所定の演算を行い、第2の座標集合および第2の特徴量集合を導出する演算部と、

導出された前記第2の座標集合を符号化する座標符号化部と、

導出された前記第2の特徴量集合を符号化する特徴量符号化部と

を備え、

前記第2の座標集合および前記第2の特徴量集合の符号化データの符号量は、前記第1の座標集合および前記第1の特徴量集合の符号化データの符号量よりも少ない

情報処理装置。

(2) 前記第2の座標集合および前記第2の特徴量集合のスケールは、前記第1の座標集合および前記第1の特徴量集合のスケールよりも小さい

(1)に記載の情報処理装置。

(3) 前記演算部は、前記所定の演算を再帰的に複数回繰り返すことにより、前記第2の座標集合および前記第2の特徴量集合を導出する

(2)に記載の情報処理装置。

(4) 前記演算部は、前記複数回の全部または一部の前記所定の演算において、入力される座標集合および特徴量集合をダウンスケールする

(3)に記載の情報処理装置。

(5) 前記ガイド面特徴量導出部は、前記座標集合および前記特徴量集

合の一部のスケールまたは全てのスケールについて、それぞれ前記ガイド面特徴量を導出する

(4) に記載の情報処理装置。

(6) 前記ポイントクラウドを用いて前記ガイド面を生成するガイド面生成部と、

前記ガイド面を符号化し、前記ガイド面の符号化データを生成するガイド面符号化部と、

前記ガイド面の符号化データを復号し、前記ガイド面を生成するガイド面復号部と

をさらに備える(1)乃至(5)のいずれかに記載の情報処理装置。

(7) 前記ガイド面特徴量は、前記点を基準とする前記ガイド面上の最近傍点に基づく特徴量である

(1)乃至(6)のいずれかに記載の情報処理装置。

(8) 前記ガイド面は、メッシュである

(1)乃至(7)のいずれかに記載の情報処理装置。

(9) 前記ガイド面は、Triangle soupである

(1)乃至(7)のいずれかに記載の情報処理装置。

(10) 前記ガイド面は、陰関数である

(1)乃至(7)のいずれかに記載の情報処理装置。

(11) 前記ポイントクラウドの符号化に適用するパラメータセットを選択するパラメータセット選択部

をさらに備える(1)乃至(10)のいずれかに記載の情報処理装置。

(12) 前記ポイントクラウドを用いて前記ガイド面を生成するガイド面生成部と、

選択された前記パラメータセットを適用して前記ガイド面を符号化し、前記ガイド面の符号化データを生成するガイド面符号化部と

をさらに備える(11)に記載の情報処理装置。

(13) 前記ガイド面特徴量導出部は、前記座標集合、アトリビュート

の情報を含む前記特徴量集合、およびテクスチャを含む前記ガイド面を用いて、前記ガイド面特徴量を導出する

(1) 乃至 (12) のいずれかに記載の情報処理装置。

(14) ポイントクラウドを形成する点の座標の集合である第1の座標集合、前記座標の特徴量の集合である第1の特徴量集合、および、3次元空間に形成される基準面であるガイド面を用いて、前記ガイド面および前記点の位置関係に基づく特徴量であるガイド面特徴量を導出し、

前記第1の座標集合と、前記ガイド面特徴量を反映させた前記第1の特徴量集合とを用いて演算を行い、第2の座標集合および第2の特徴量集合を導出し、

導出された前記第2の座標集合を符号化し、

導出された前記第2の特徴量集合を符号化する

情報処理方法。

[0365] (21) 符号化データを復号して、ポイントクラウドを形成する点の座標の集合である第1の座標集合を生成する座標復号部と、

符号化データを復号して、前記座標の特徴量の集合である第1の特徴量集合を生成する特徴量復号部と、

生成された前記第1の座標集合、生成された前記第1の特徴量集合、および、3次元空間に形成される基準面であるガイド面を用いて、前記ガイド面および前記点の位置関係に基づく特徴量であるガイド面特徴量を導出するガイド面特徴量導出部と、

前記第1の座標集合と、前記ガイド面特徴量を反映させた前記第1の特徴量集合とを用いて所定の演算を行い、第2の座標集合および第2の特徴量集合を導出する演算部と

を備え、

前記第1の座標集合および前記第1の特徴量集合の符号化データの符号量は、前記第2の座標集合および前記第2の特徴量集合の符号化データの符号量よりも少ない

情報処理装置。

(22) 前記第2の座標集合および前記第2の特徴量集合のスケールは、前記第1の座標集合および前記第1の特徴量集合のスケールよりも大きい

(21)に記載の情報処理装置。

(23) 前記演算部は、前記所定の演算を再帰的に複数回繰り返すことにより、前記第2の座標集合および前記第2の特徴量集合を導出する

(22)に記載の情報処理装置。

(24) 前記演算部は、前記複数回の全部または一部の前記所定の演算において、入力される座標集合および特徴量集合をアップスケールする

(23)に記載の情報処理装置。

(25) 前記ガイド面特徴量導出部は、前記座標集合および前記特徴量集合の一部のスケールまたは全てのスケールについて、それぞれ前記ガイド面特徴量を導出する

(24)に記載の情報処理装置。

(26) 前記ガイド面の符号化データを復号し、前記ガイド面を生成するガイド面復号部

をさらに備える(21)乃至(25)のいずれかに記載の情報処理装置。

(27) 前記ガイド面特徴量は、前記点を基準とする前記ガイド面上の最近傍点に基づく特徴量である

(21)乃至(26)のいずれかに記載の情報処理装置。

(28) 前記ガイド面は、メッシュである

(21)乃至(27)のいずれかに記載の情報処理装置。

(29) 前記ガイド面を前記ポイントクラウドにフィッティングするフィッティング部を備える

(28)に記載の情報処理装置。

(30) 前記ガイド面は、Triangle soupである

(21)乃至(27)のいずれかに記載の情報処理装置。

(31) 前記ガイド面は、陰関数である

(21)乃至(27)のいずれかに記載の情報処理装置。

(32) 前記ガイド面特徴量導出部は、前記座標集合、アトリビュートの情報を含む前記特徴量集合、およびテクスチャを含む前記ガイド面を用いて、前記ガイド面特徴量を導出する

(21)乃至(31)のいずれかに記載の情報処理装置。

(33) 符号化データを復号して、ポイントクラウドを形成する点の座標の集合である第1の座標集合を生成し、

符号化データを復号して、前記座標の特徴量の集合である第1の特徴量集合を生成し、

生成された前記第1の座標集合、生成された前記第1の特徴量集合、および、3次元空間に形成される基準面であるガイド面を用いて、前記ガイド面および前記点の位置関係に基づく特徴量であるガイド面特徴量を導出し、

前記第1の座標集合と、前記ガイド面特徴量を反映させた前記第1の特徴量集合とを用いて所定の演算を行い、第2の座標集合および第2の特徴量集合を導出し、

前記第1の座標集合および前記第1の特徴量集合の符号化データの符号量は、前記第2の座標集合および前記第2の特徴量集合の符号化データの符号量よりも少ない

情報処理方法。

符号の説明

[0366] 100 演算器, 101 ガイド面特徴量導出部, 102 CNN, 120 演算器, 121 ガイド面特徴量導出部, 122 演算部, 300 符号化装置, 311 ガイド面生成部, 312 ガイド面符号化部, 313 ガイド面復号部, 314 疎テンソル構築部, 315 ガイド面特徴量導出部, 316 CNN (CNN_E1), 317 ガイド面特徴量導出部, 318 CNN (CNN_E2), 319 CNN (CNN_E3), 320 ガイド面特徴量導出部, 321 CNN (CNN_E4), 322 CNN (CNN_E5), 323 CNN (CNN_E6), 324 座標符号化部, 325 特徴

量符号化部, 326 点数符号化部, 350 復号装置, 361 点数復号部, 362 座標復号部, 363 特徴量復号部, 364 ガイド面復号部, 365 CNN (CNN_D1), 366 ガイド面特徴量導出部, 367 CNN (CNN_D2), 368 占有状態分類部, 369 CNN (CNN_D3), 370 ガイド面特徴量導出部, 371 CNN (CNN_D4), 372 占有状態分類部, 373 CNN (CNN_D5), 374 ガイド面特徴量導出部, 375 CNN (CNN_D6), 376 占有状態分類部, 900 コンピュータ

請求の範囲

[請求項1] ポイントクラウドを形成する点の座標の集合である第1の座標集合、前記座標の特徴量の集合である第1の特徴量集合、および、3次元空間に形成される基準面であるガイド面を用いて、前記ガイド面および前記点の位置関係に基づく特徴量であるガイド面特徴量を導出するガイド面特徴量導出部と、

 前記第1の座標集合と、前記ガイド面特徴量を反映させた前記第1の特徴量集合とを用いて所定の演算を行い、第2の座標集合および第2の特徴量集合を導出する演算部と、

 導出された前記第2の座標集合を符号化する座標符号化部と、

 導出された前記第2の特徴量集合を符号化する特徴量符号化部とを備え、

 前記第2の座標集合および前記第2の特徴量集合の符号化データの符号量は、前記第1の座標集合および前記第1の特徴量集合の符号化データの符号量よりも少ない

 情報処理装置。

[請求項2] 前記演算部は、前記所定の演算を再帰的に複数回繰り返し、前記複数回の全部または一部の前記所定の演算において、入力される座標集合および特徴量集合をダウンスケールすることにより、前記第1の座標集合および前記第1の特徴量集合よりもスケールが小さい前記第2の座標集合および前記第2の特徴量集合を導出し、

 前記ガイド面特徴量導出部は、前記座標集合および前記特徴量集合の一部のスケールまたは全てのスケールについて、それぞれ前記ガイド面特徴量を導出する

 請求項1に記載の情報処理装置。

[請求項3] 前記ポイントクラウドを用いて前記ガイド面を生成するガイド面生成部と、

 前記ガイド面を符号化し、前記ガイド面の符号化データを生成する

ガイド面符号化部と、

前記ガイド面の符号化データを復号し、前記ガイド面を生成するガイド面復号部と

をさらに備える請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項4] 前記ガイド面特徴量は、前記点を基準とする前記ガイド面上の最近傍点に基づく特徴量である

請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項5] 前記ガイド面は、メッシュである

請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項6] 前記ガイド面は、Triangle soupである

請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項7] 前記ガイド面は、陰関数である

請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項8] 前記ポイントクラウドの符号化に適用するパラメータセットを選択するパラメータセット選択部

をさらに備える請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項9] 前記ガイド面特徴量導出部は、前記座標集合、アトリビュートの情報を含む前記特徴量集合、およびテクスチャを含む前記ガイド面を用いて、前記ガイド面特徴量を導出する

請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項10] ポイントクラウドを形成する点の座標の集合である第 1 の座標集合、前記座標の特徴量の集合である第 1 の特徴量集合、および、3次元空間に形成される基準面であるガイド面を用いて、前記ガイド面および前記点の位置関係に基づく特徴量であるガイド面特徴量を導出し、

前記第 1 の座標集合と、前記ガイド面特徴量を反映させた前記第 1 の特徴量集合とを用いて所定の演算を行い、第 2 の座標集合および第 2 の特徴量集合を導出し、

導出された前記第 2 の座標集合を符号化し、

導出された前記第2の特徴量集合を符号化し、

前記第2の座標集合および前記第2の特徴量集合の符号化データの符号量は、前記第1の座標集合および前記第1の特徴量集合の符号化データの符号量よりも少ない

情報処理方法。

[請求項11]

符号化データを復号して、ポイントクラウドを形成する点の座標の集合である第1の座標集合を生成する座標復号部と、

符号化データを復号して、前記座標の特徴量の集合である第1の特徴量集合を生成する特徴量復号部と、

生成された前記第1の座標集合、生成された前記第1の特徴量集合、および、3次元空間に形成される基準面であるガイド面を用いて、前記ガイド面および前記点の位置関係に基づく特徴量であるガイド面特徴量を導出するガイド面特徴量導出部と、

前記第1の座標集合と、前記ガイド面特徴量を反映させた前記第1の特徴量集合とを用いて所定の演算を行い、第2の座標集合および第2の特徴量集合を導出する演算部と

を備え、

前記第1の座標集合および前記第1の特徴量集合の符号化データの符号量は、前記第2の座標集合および前記第2の特徴量集合の符号化データの符号量よりも少ない

情報処理装置。

[請求項12]

前記演算部は、前記所定の演算を再帰的に複数回繰り返し、前記複数回の全部または一部の前記所定の演算において、入力される座標集合および特徴量集合をアップスケールすることにより、前記第1の座標集合および前記第1の特徴量集合よりもスケールが大きい前記第2の座標集合および前記第2の特徴量集合を導出し、

前記ガイド面特徴量導出部は、前記座標集合および前記特徴量集合の一部のスケールまたは全てのスケールについて、それぞれ前記ガイ

ド面特徴量を導出する

請求項 1 1 に記載の情報処理装置。

[請求項13] 前記ガイド面の符号化データを復号し、前記ガイド面を生成するガイド面復号部

をさらに備える請求項 1 1 に記載の情報処理装置。

[請求項14] 前記ガイド面特徴量は、前記点を基準とする前記ガイド面上の最近傍点に基づく特徴量である

請求項 1 1 に記載の情報処理装置。

[請求項15] 前記ガイド面は、メッシュである

請求項 1 1 に記載の情報処理装置。

[請求項16] 前記ガイド面を前記ポイントクラウドにフィッティングするフィッティング部を備える

請求項 1 1 に記載の情報処理装置。

[請求項17] 前記ガイド面は、Triangle soupである

請求項 1 1 に記載の情報処理装置。

[請求項18] 前記ガイド面は、陰関数である

請求項 1 1 に記載の情報処理装置。

[請求項19] 前記ガイド面特徴量導出部は、前記座標集合、アトリビュートの情報を含む前記特徴量集合、およびテクスチャを含む前記ガイド面を用いて、前記ガイド面特徴量を導出する

請求項 1 1 に記載の情報処理装置。

[請求項20] 符号化データを復号して、ポイントクラウドを形成する点の座標の集合である第 1 の座標集合を生成し、

符号化データを復号して、前記座標の特徴量の集合である第 1 の特徴量集合を生成し、

生成された前記第 1 の座標集合、生成された前記第 1 の特徴量集合、および、3次元空間に形成される基準面であるガイド面を用いて、前記ガイド面および前記点の位置関係に基づく特徴量であるガイド面

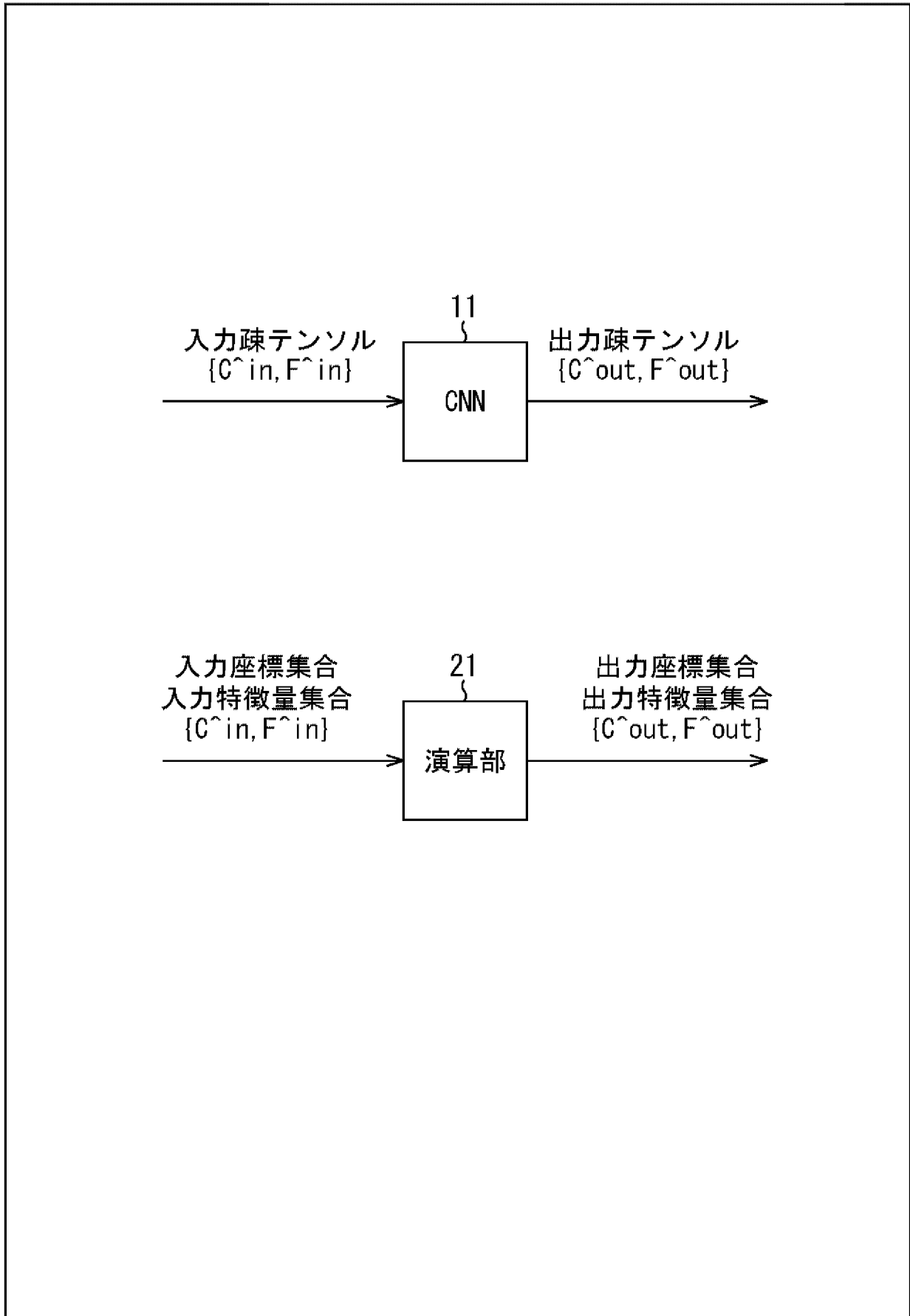
特徴量を導出し、

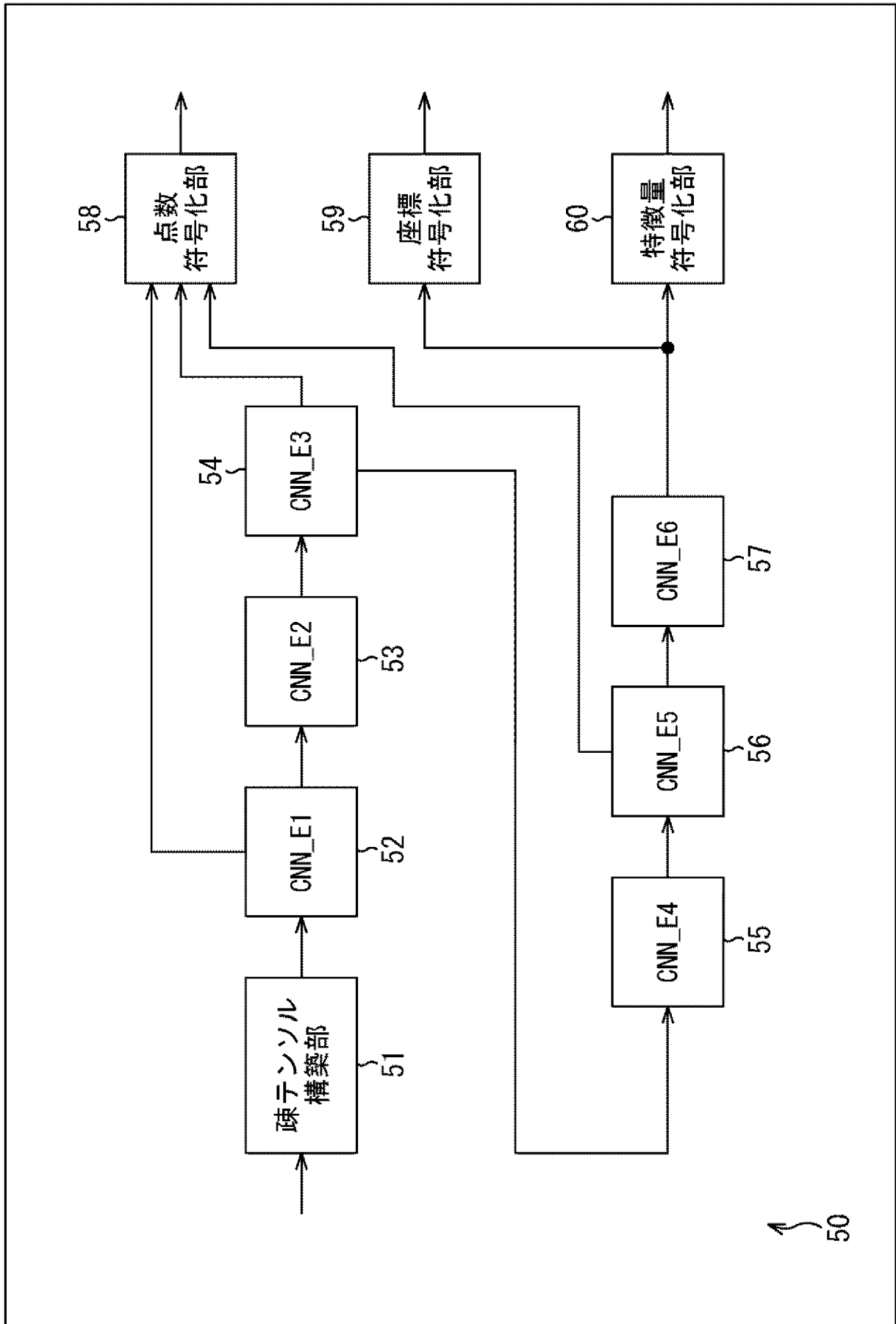
前記第1の座標集合と、前記ガイド面特徴量を反映させた前記第1の特徴量集合とを用いて所定の演算を行い、第2の座標集合および第2の特徴量集合を導出し、

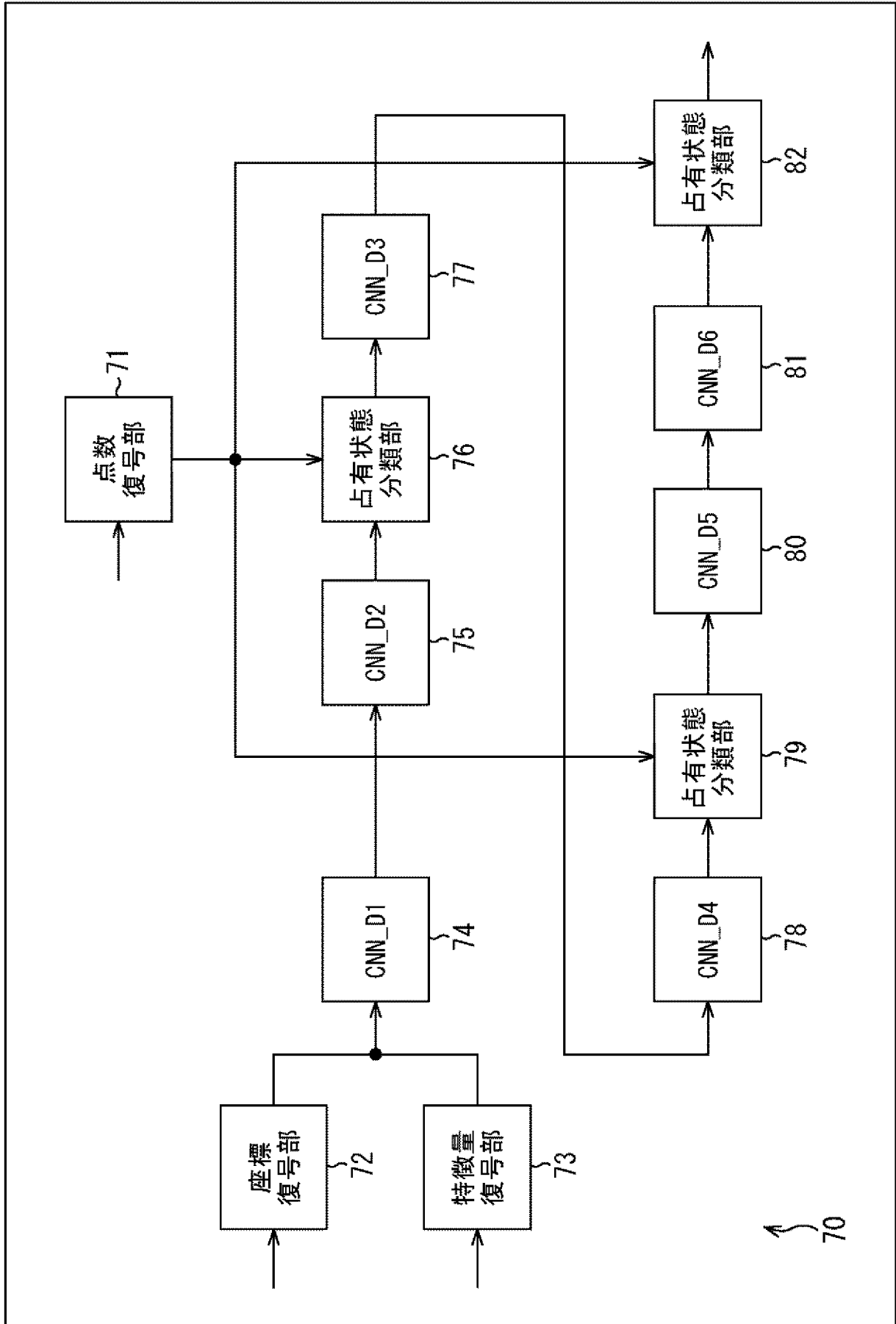
前記第1の座標集合および前記第1の特徴量集合の符号化データの符号量は、前記第2の座標集合および前記第2の特徴量集合の符号化データの符号量よりも少ない

情報処理方法。

[図1]
FIG. 1

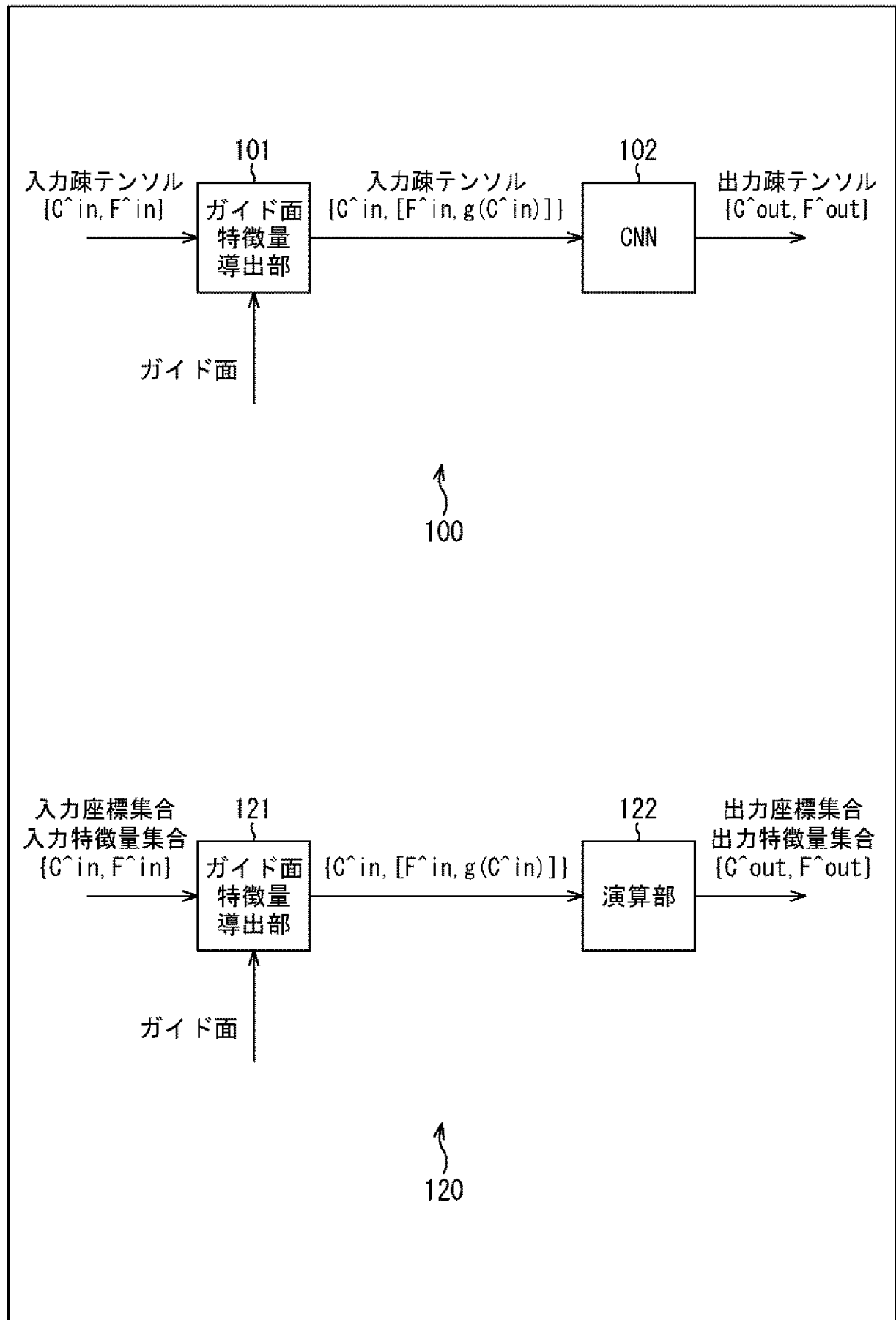


[図2]
FIG. 2

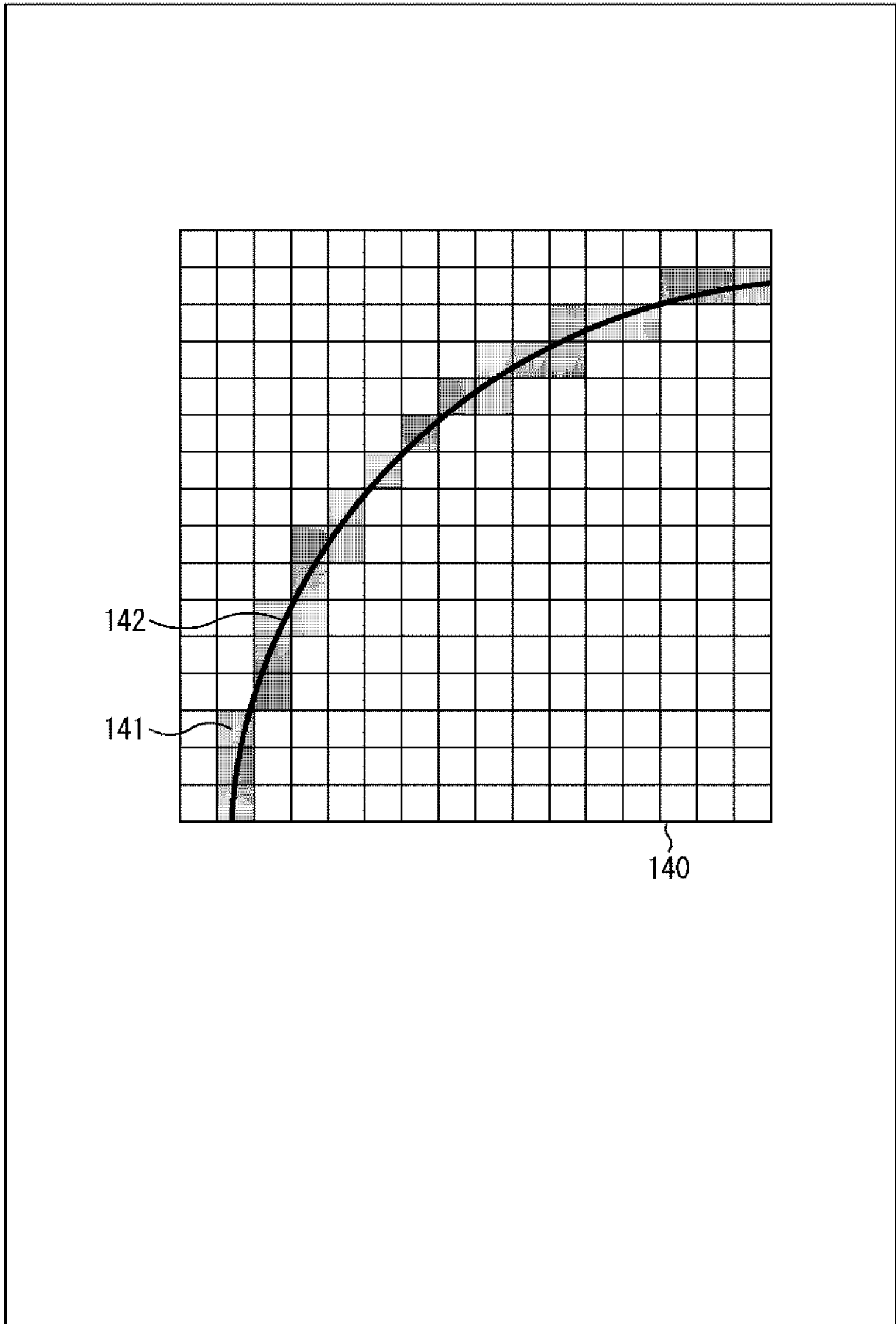
[図3]
FIG. 3

[図4]
FIG. 4

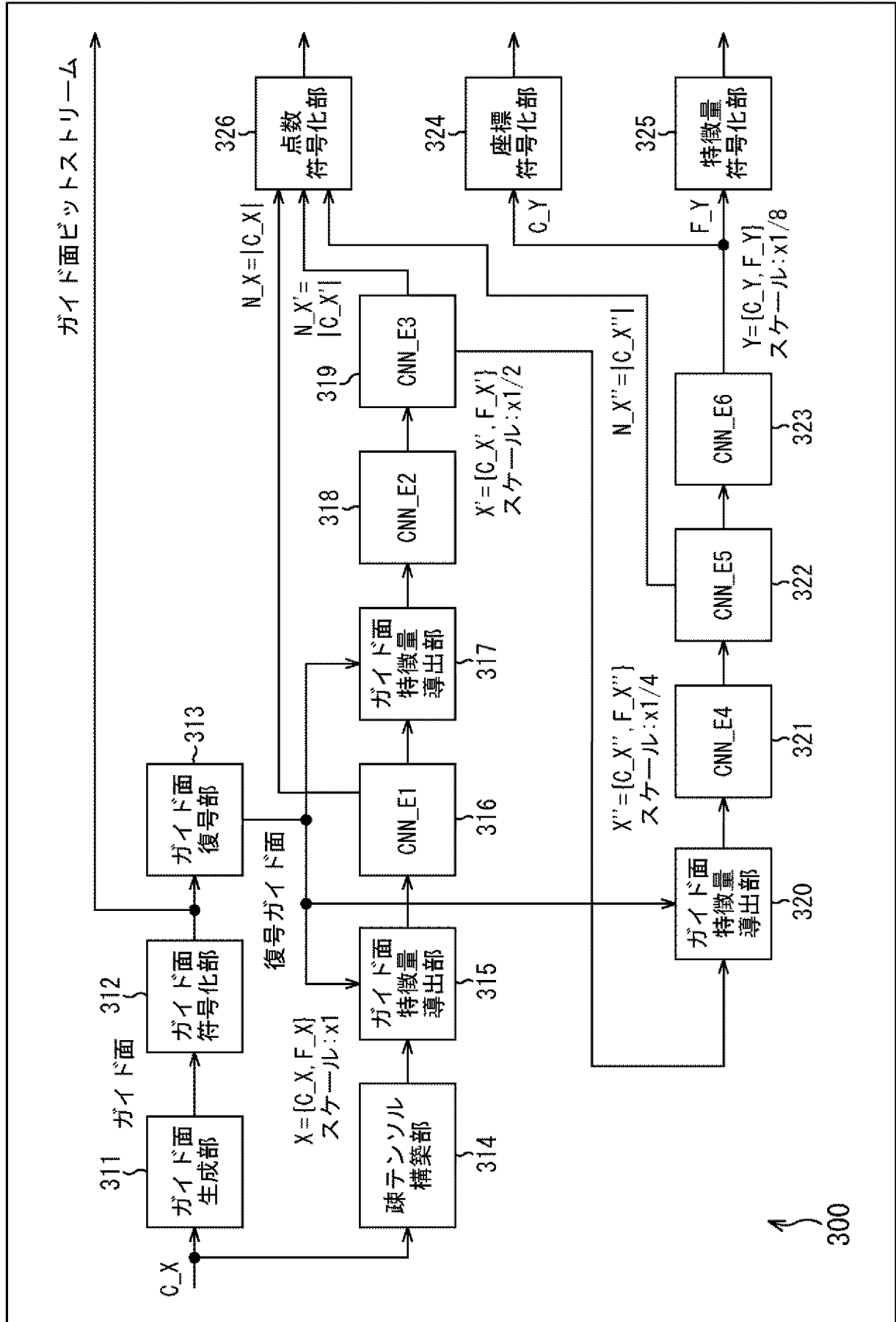
方法1	ガイド面特徴量を用いて導出した座標集合および特徴量集合を伝送する	
方法1-1	ガイド面特徴量は、点からのガイド面最近傍点に基づく特徴量である	
方法1-1-1	ガイド面特徴量は、点から最近傍点に向かうベクトルである	
方法1-1-2	ガイド面特徴量は、点と最近傍点との距離に関する特徴量である	
方法1-1-3	ガイド面特徴量は、最近傍点の特徴量である	
方法1-2	ガイド面はメッシュである	
方法1-2-1	ガイド面をポイントクラウドにフィッティングする	
方法1-3	ガイド面はTriangle soupである	
方法1-4	ガイド面は陰関数である	
方法1-4-1	ガイド面特徴量は、その座標での陰関数の出力やその出力の勾配ベクトルである	
方法1-5	適用するパラメータセットを選択する	
方法1-6	アトリビュートを伝送する	

[図5]
FIG. 5

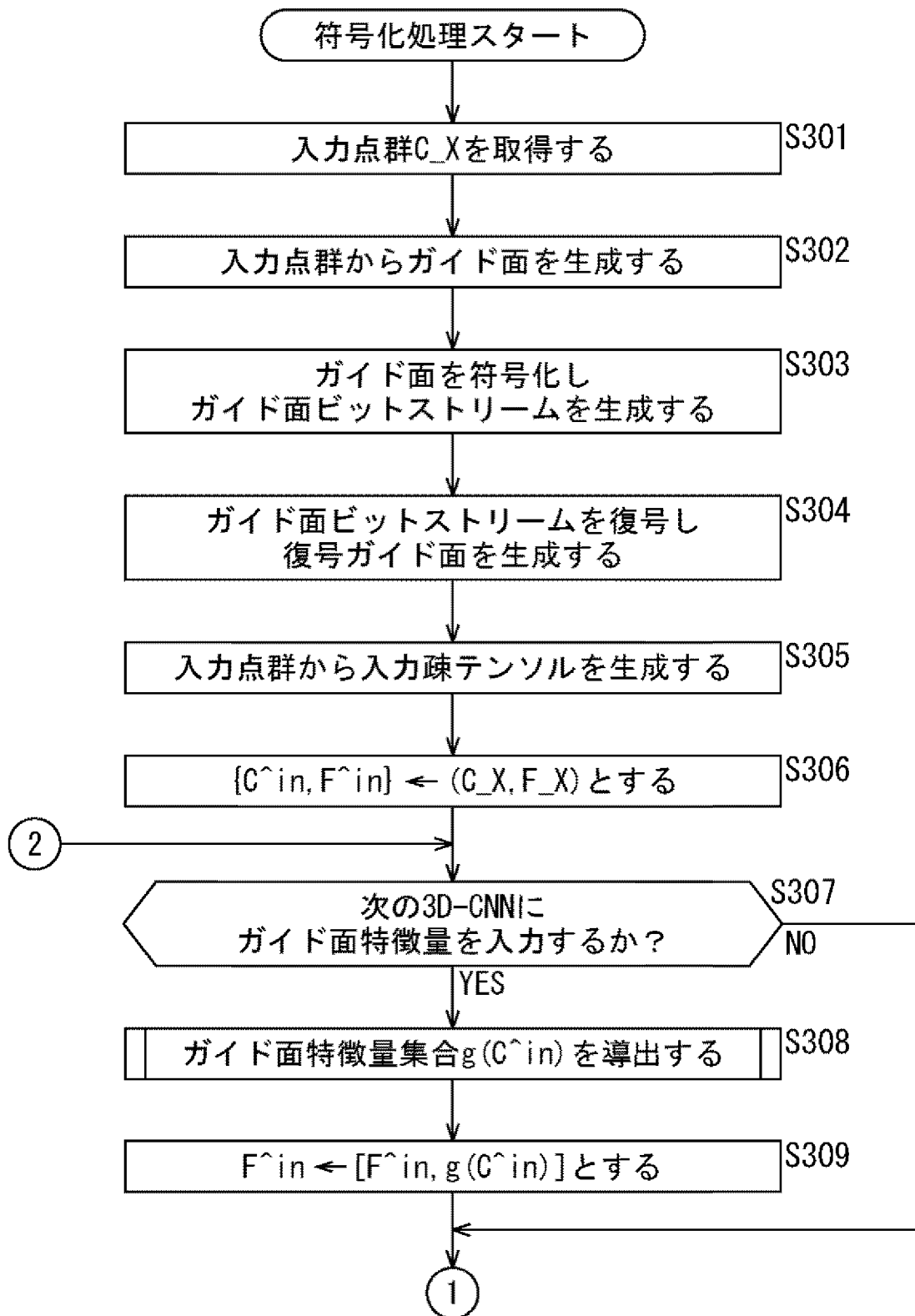
[図6]
FIG. 6

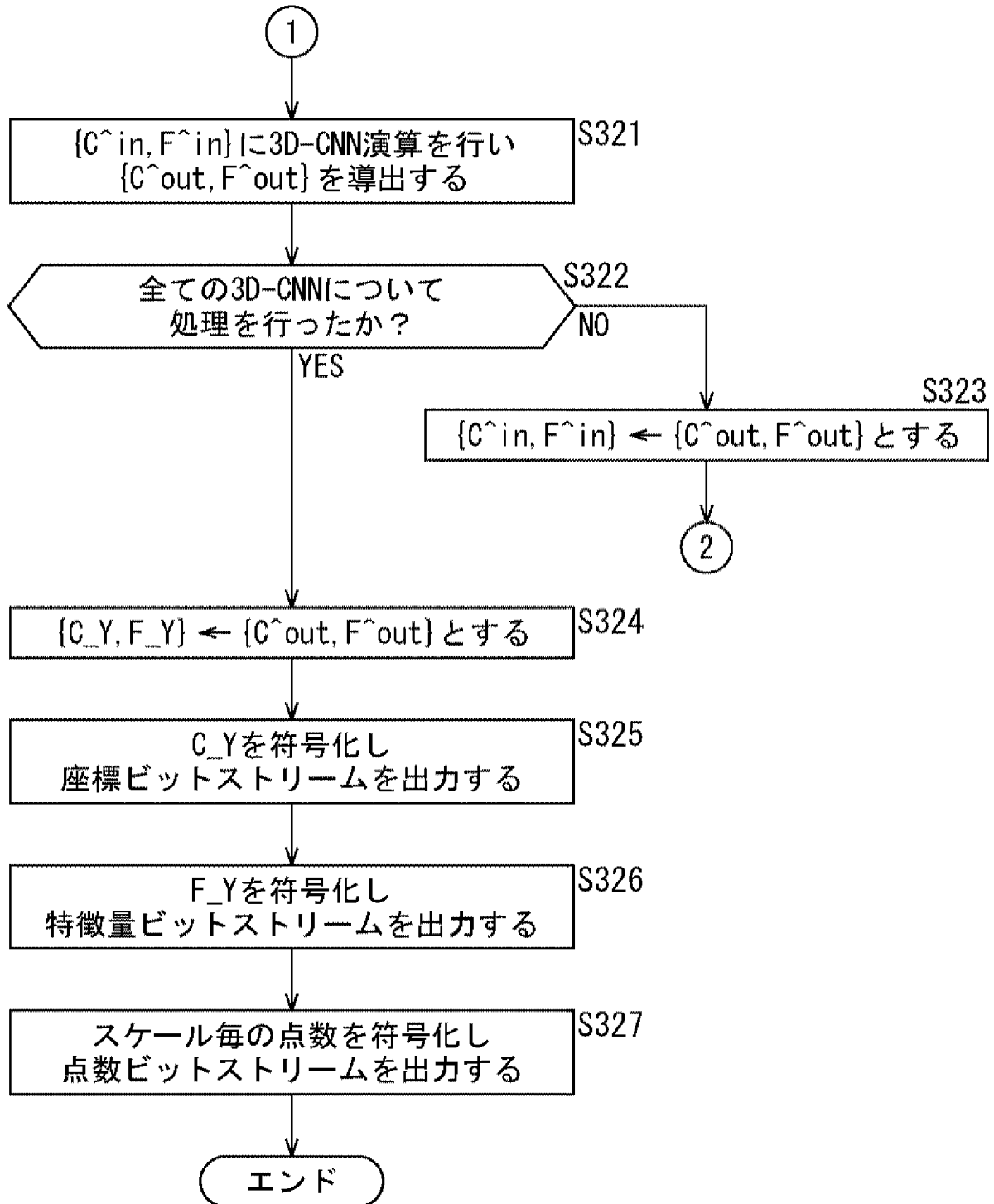


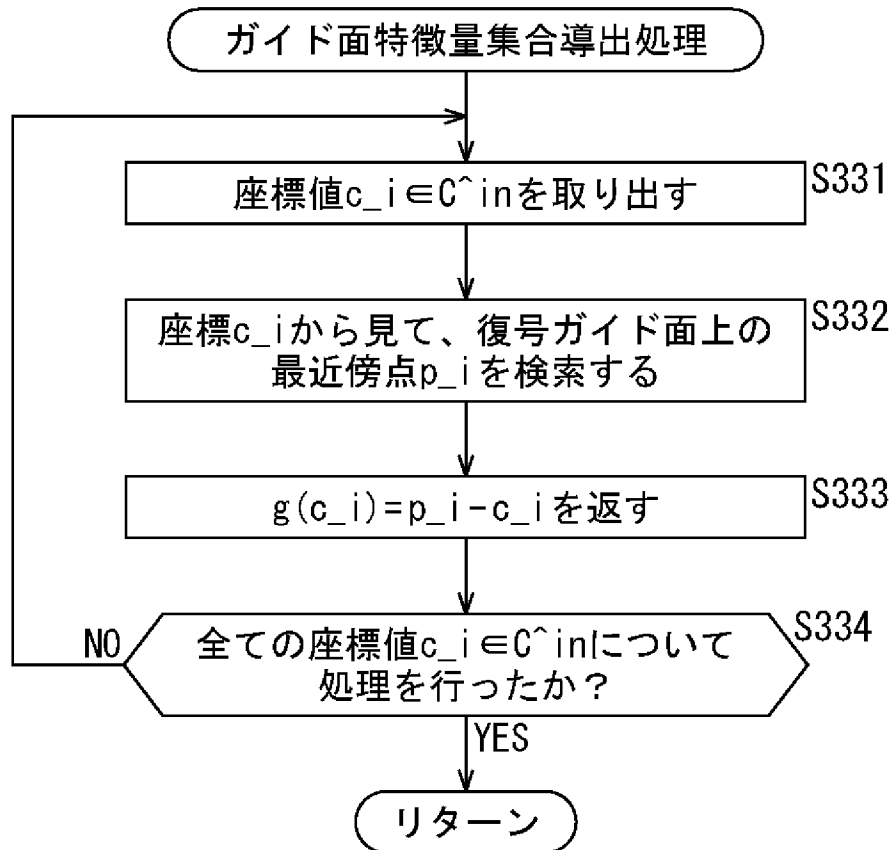
[図7]
FIG. 7



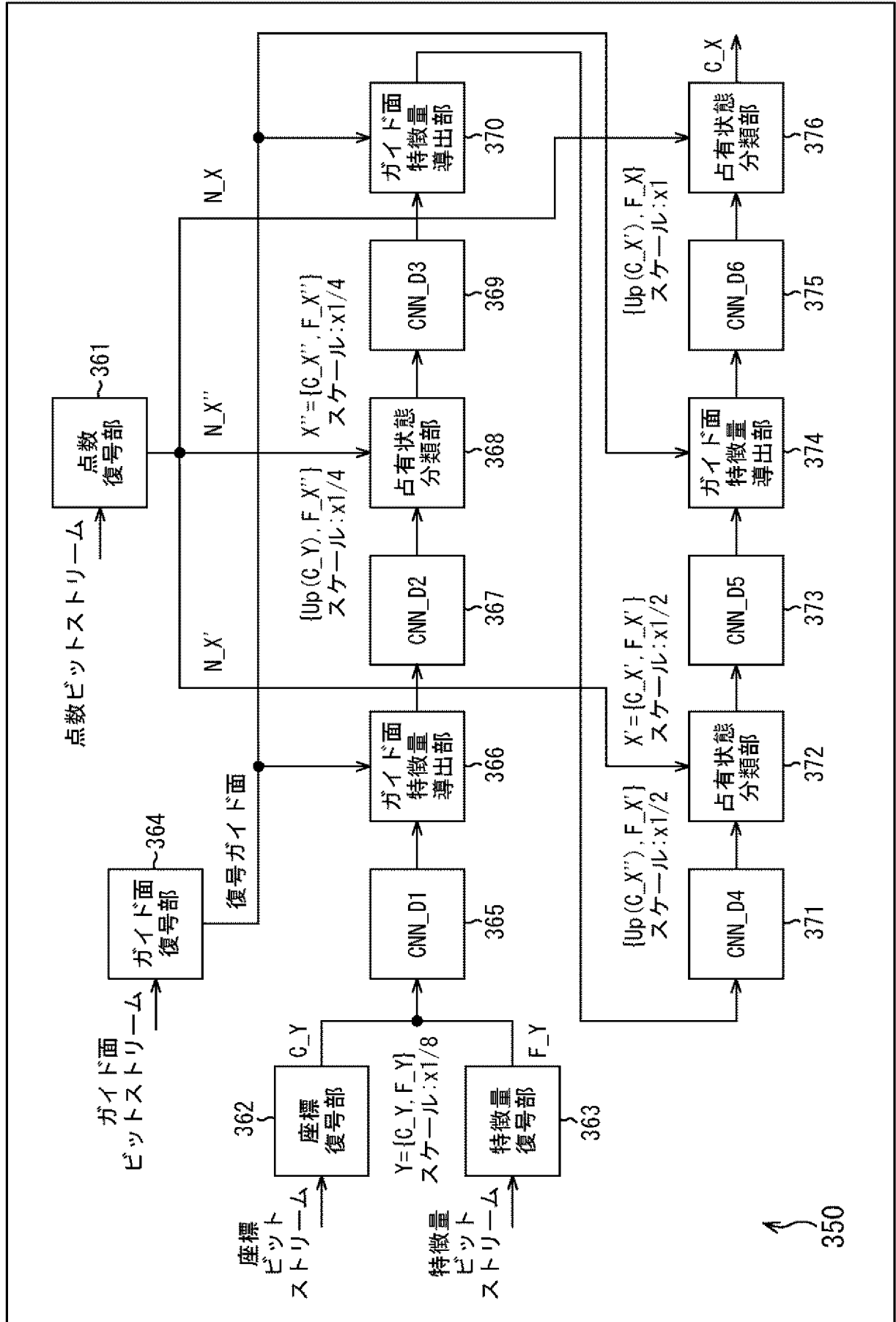
[図8]
FIG. 8

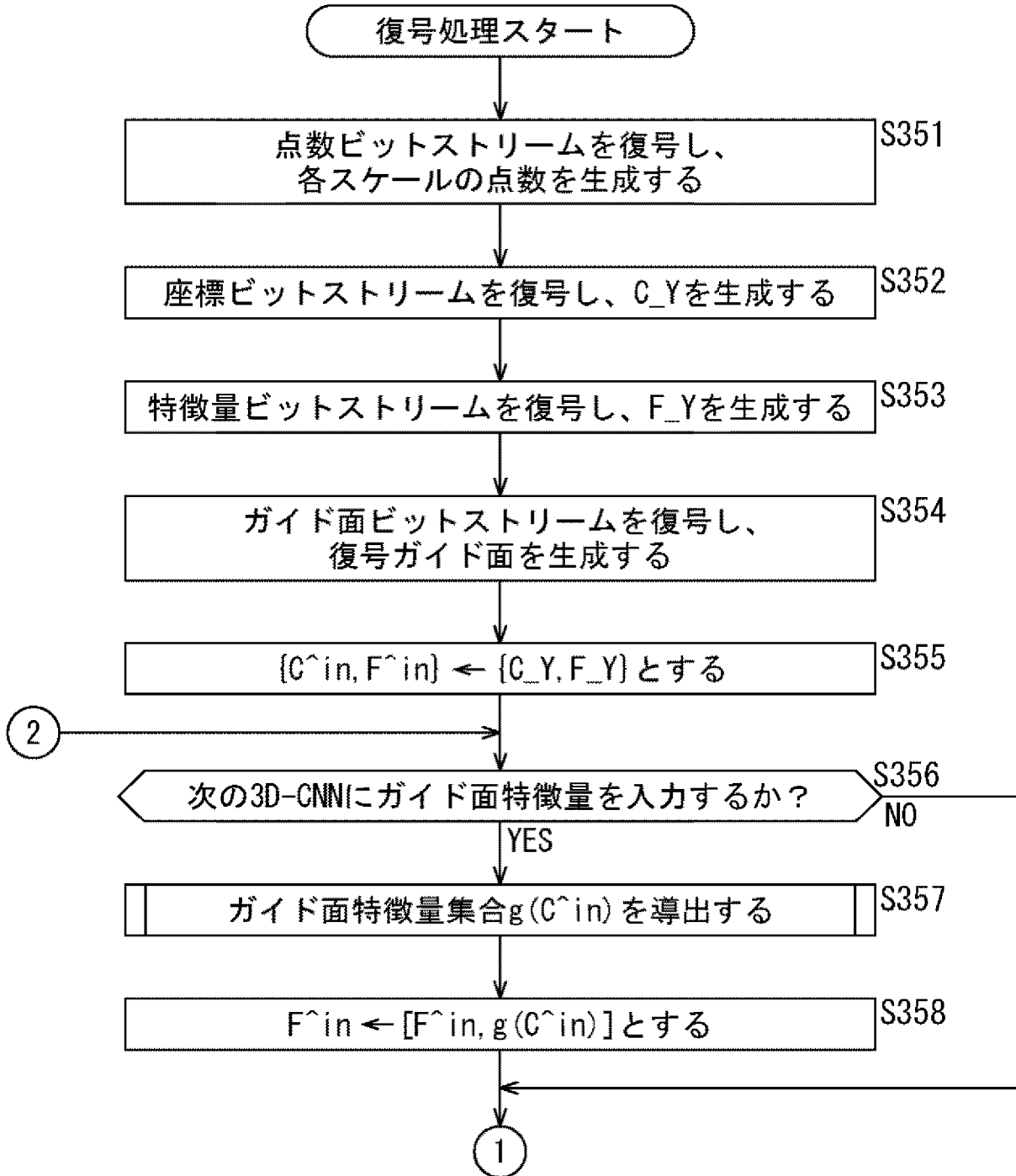


[図9]
FIG. 9

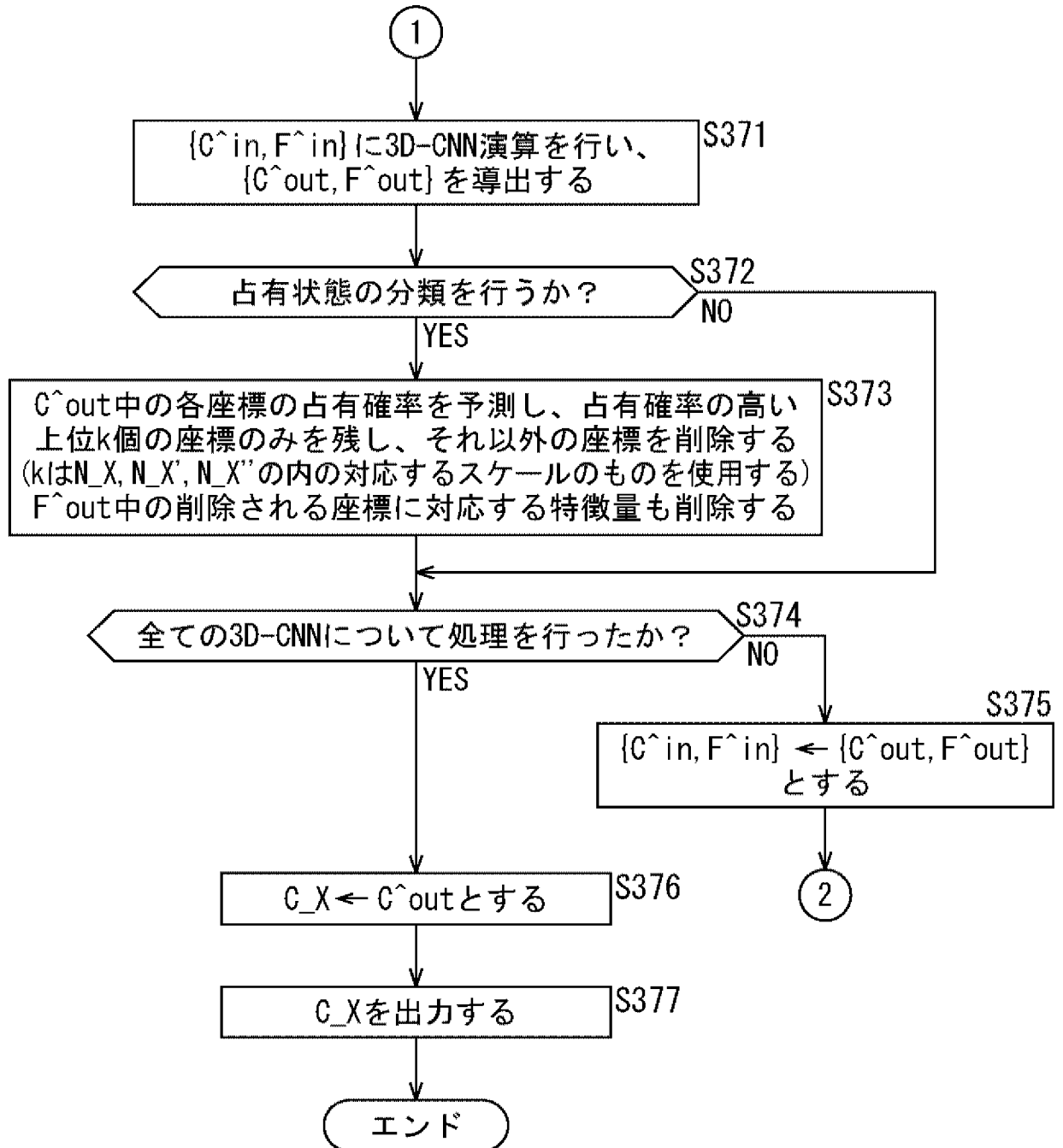
[図10]
FIG. 10


[図11]
FIG. 11

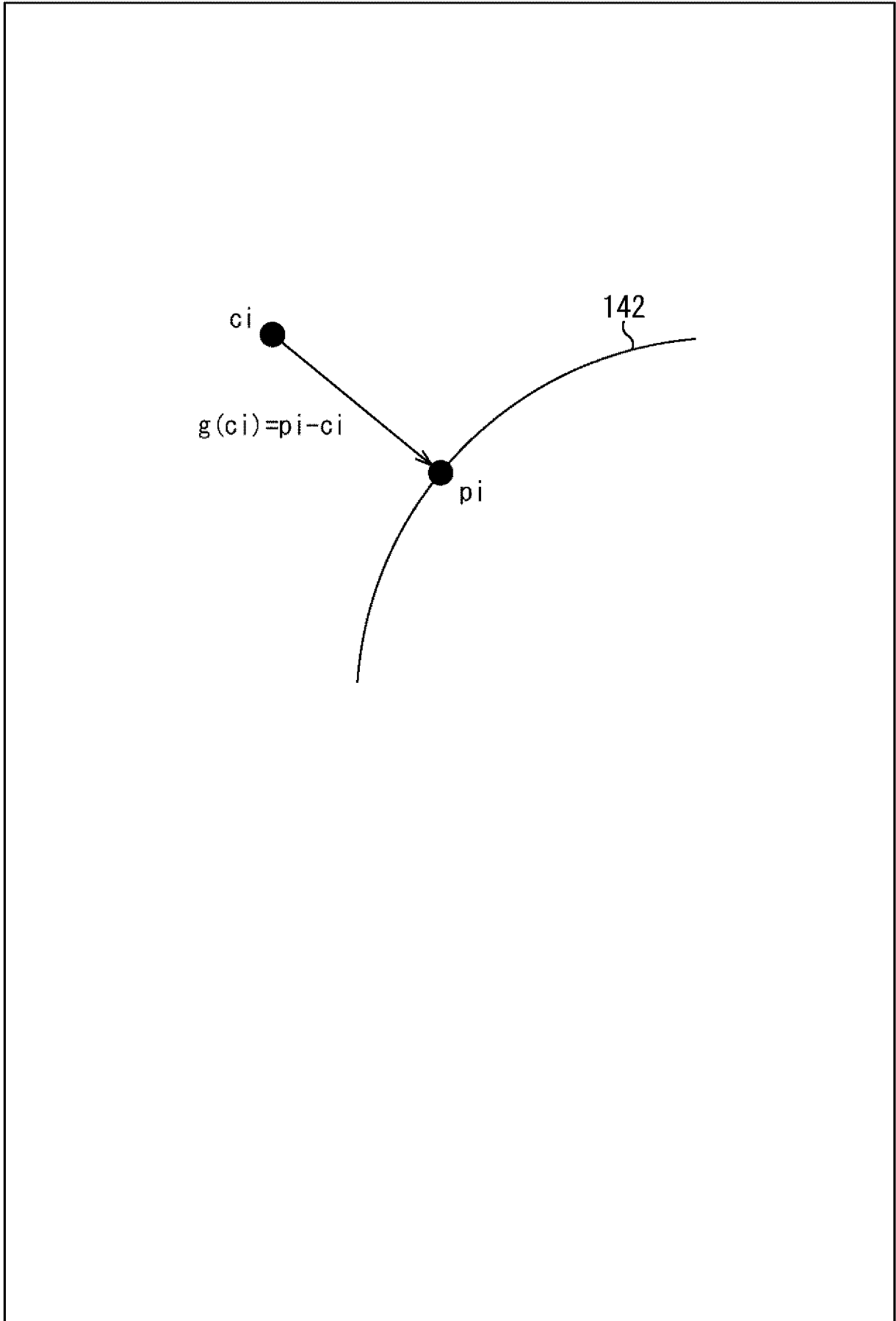


[図12]
FIG. 12

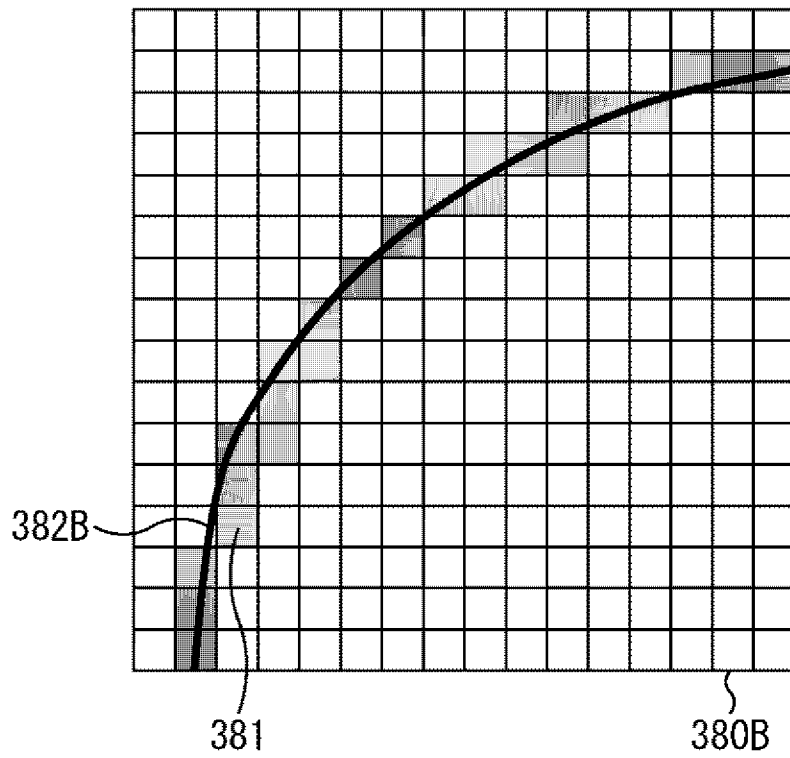
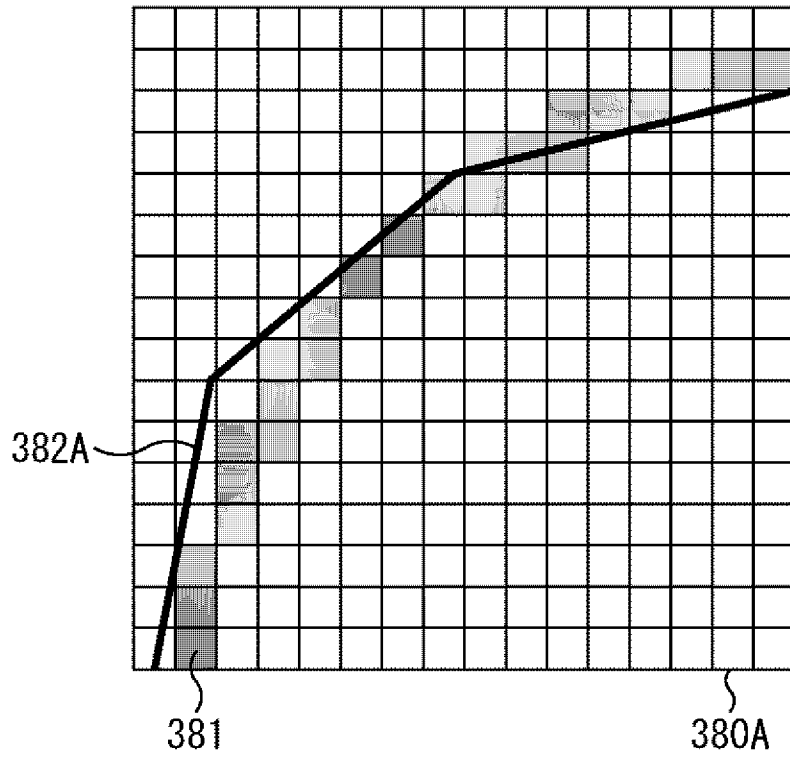
[図13]
FIG. 13



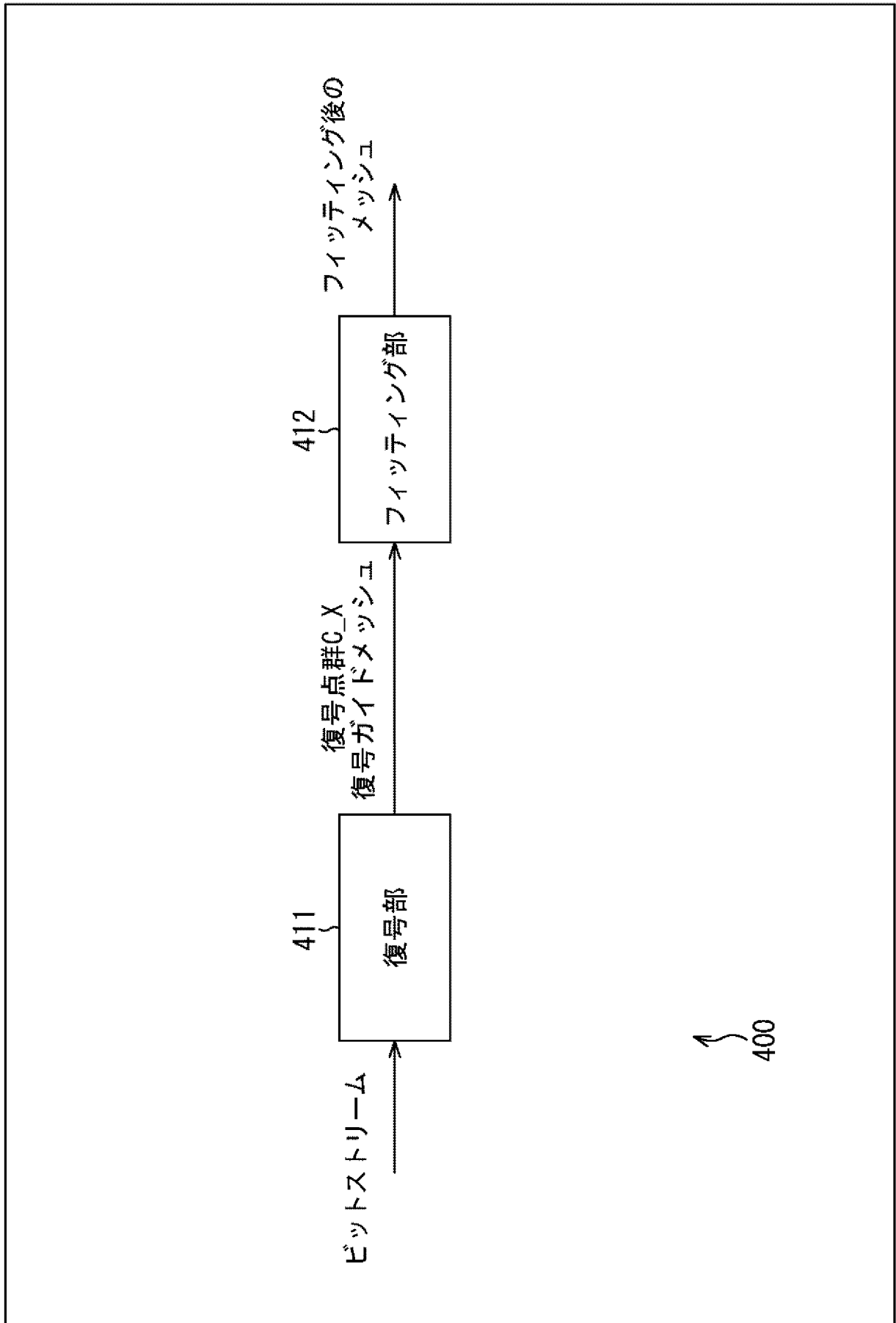
[14]
FIG. 14



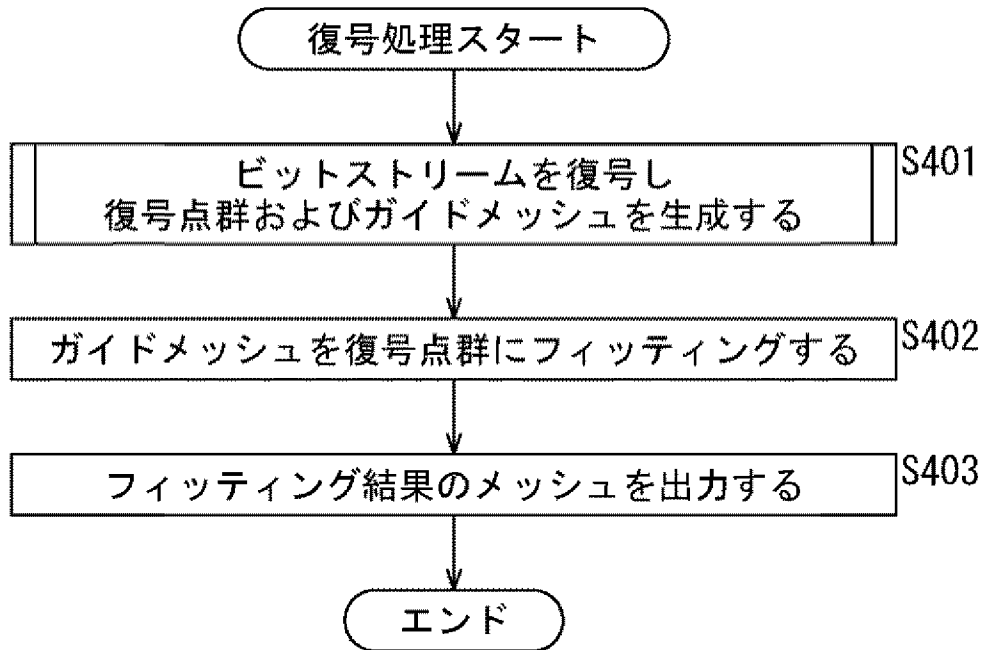
[図15]
FIG. 15




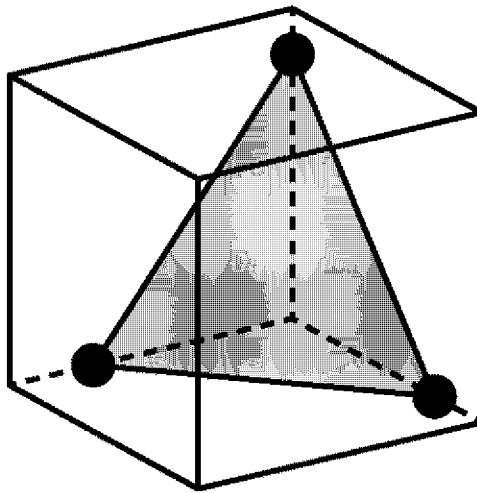
[図16]
FIG. 16

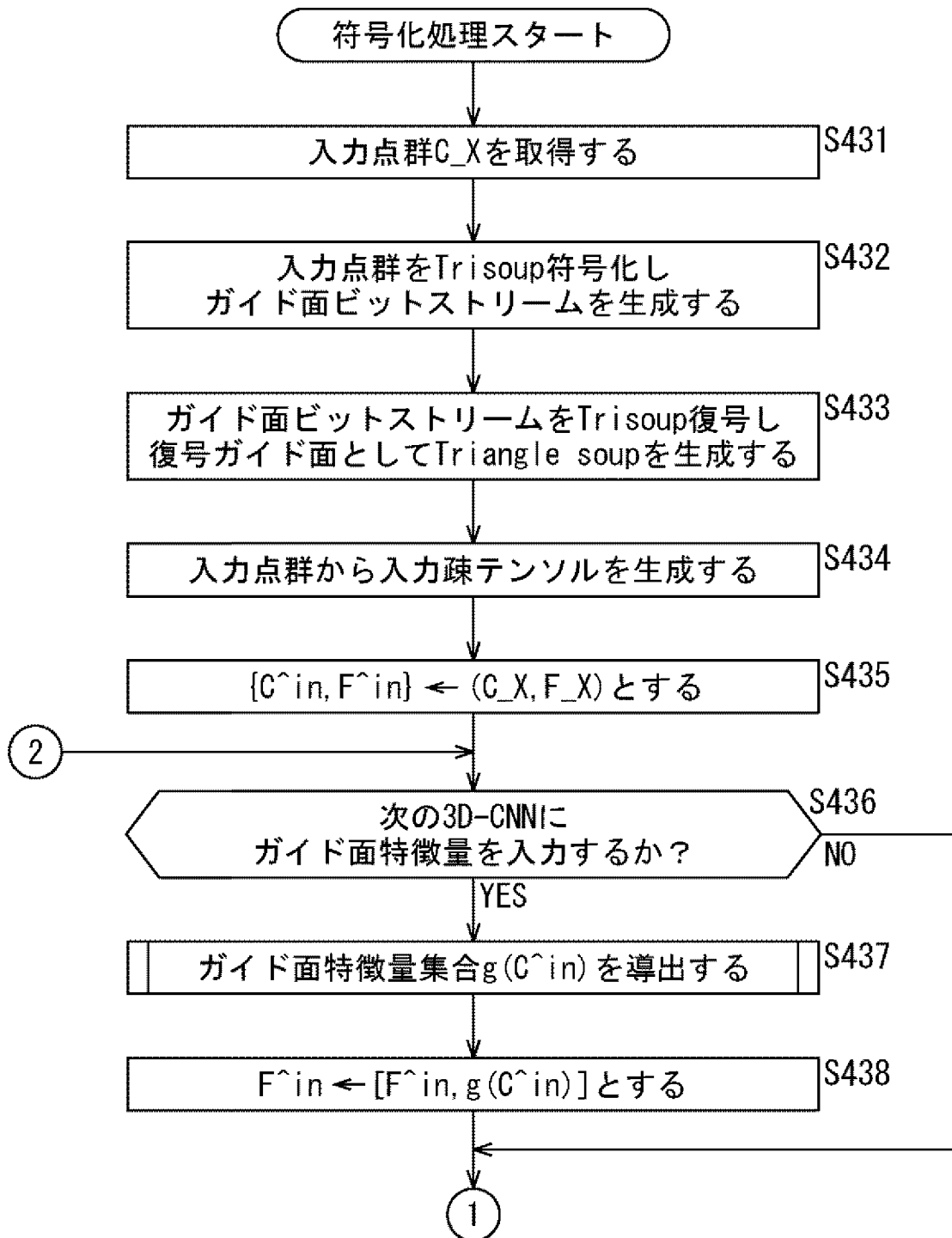


[図17]
FIG. 17

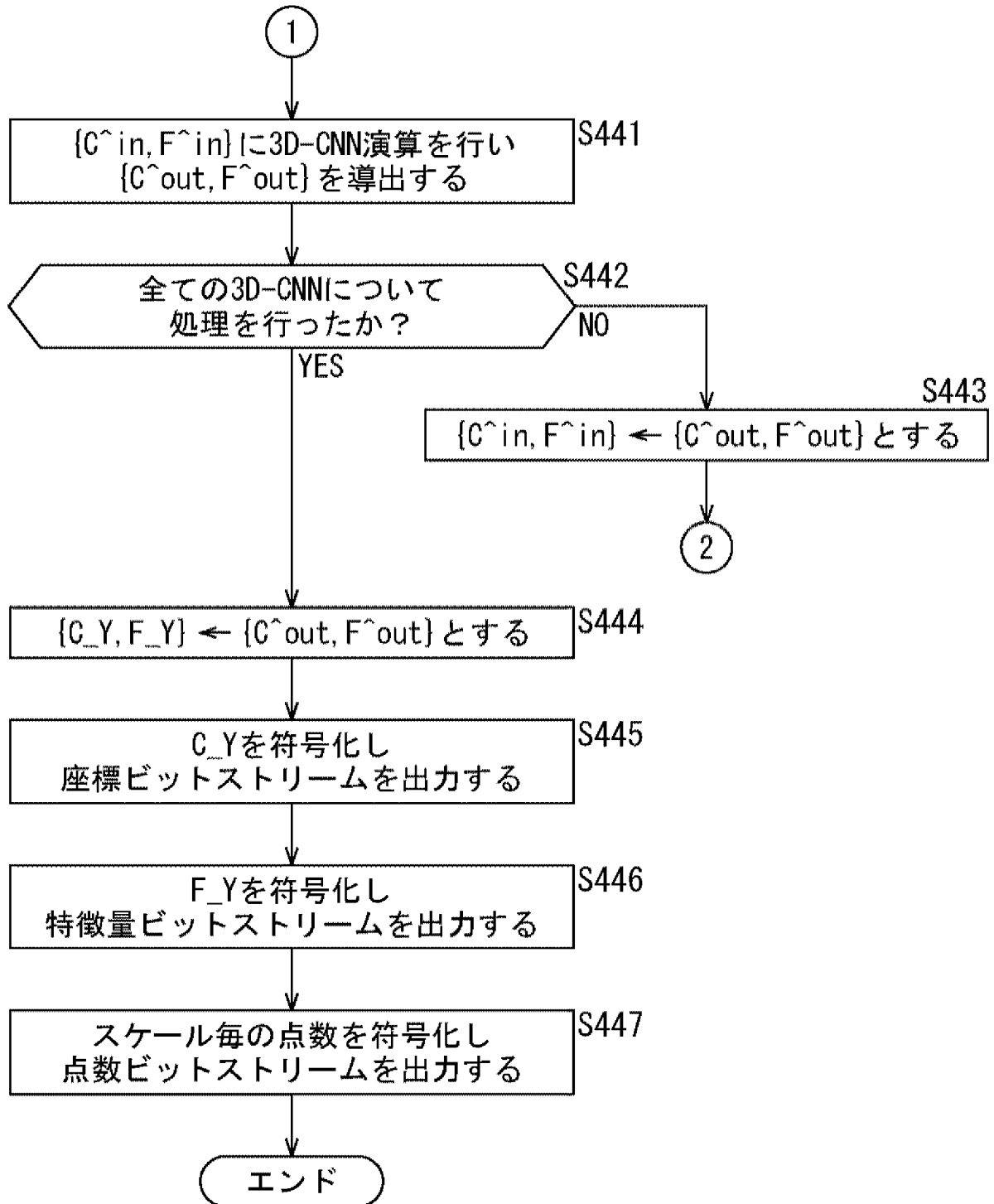


[18]
FIG. 18

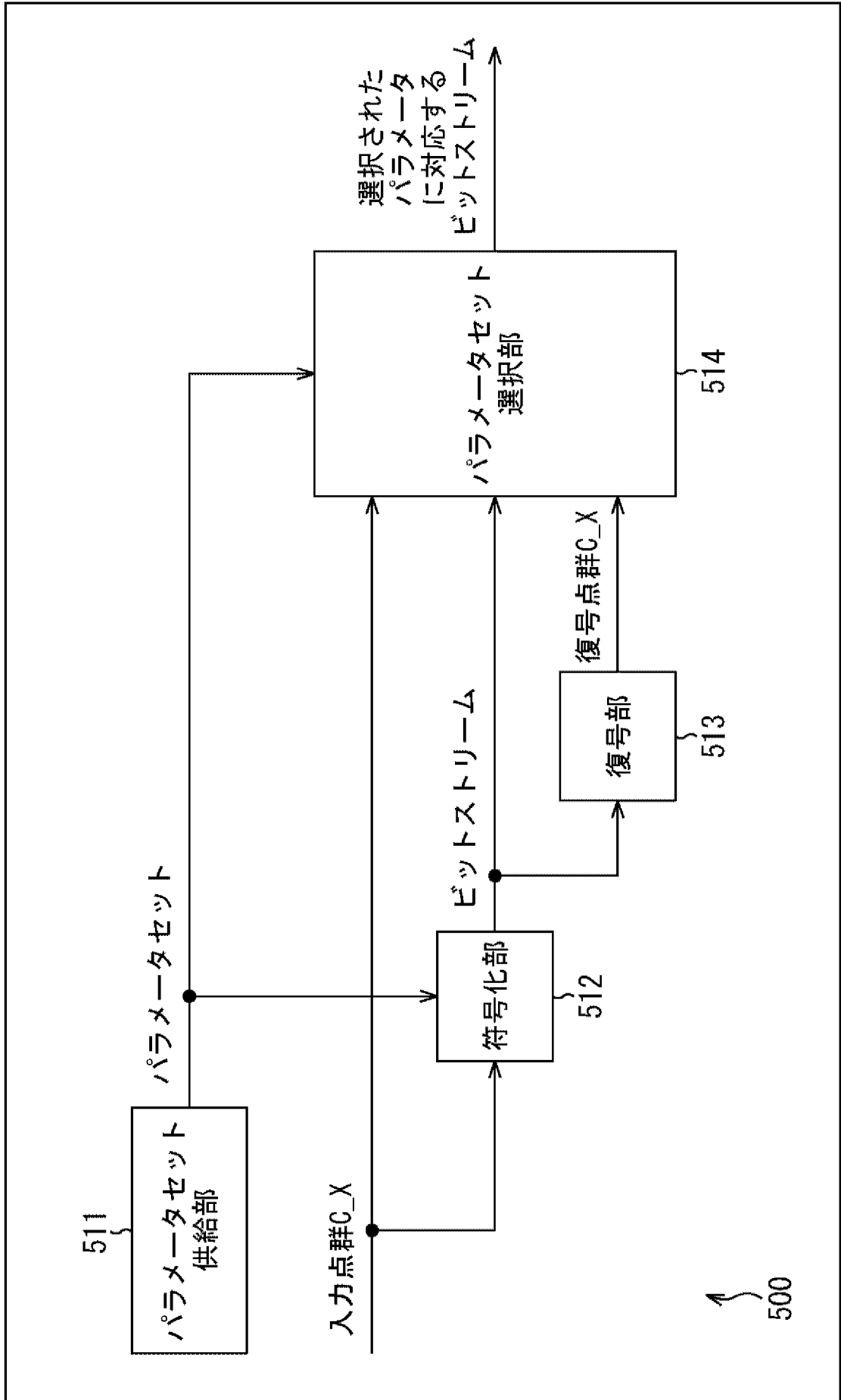


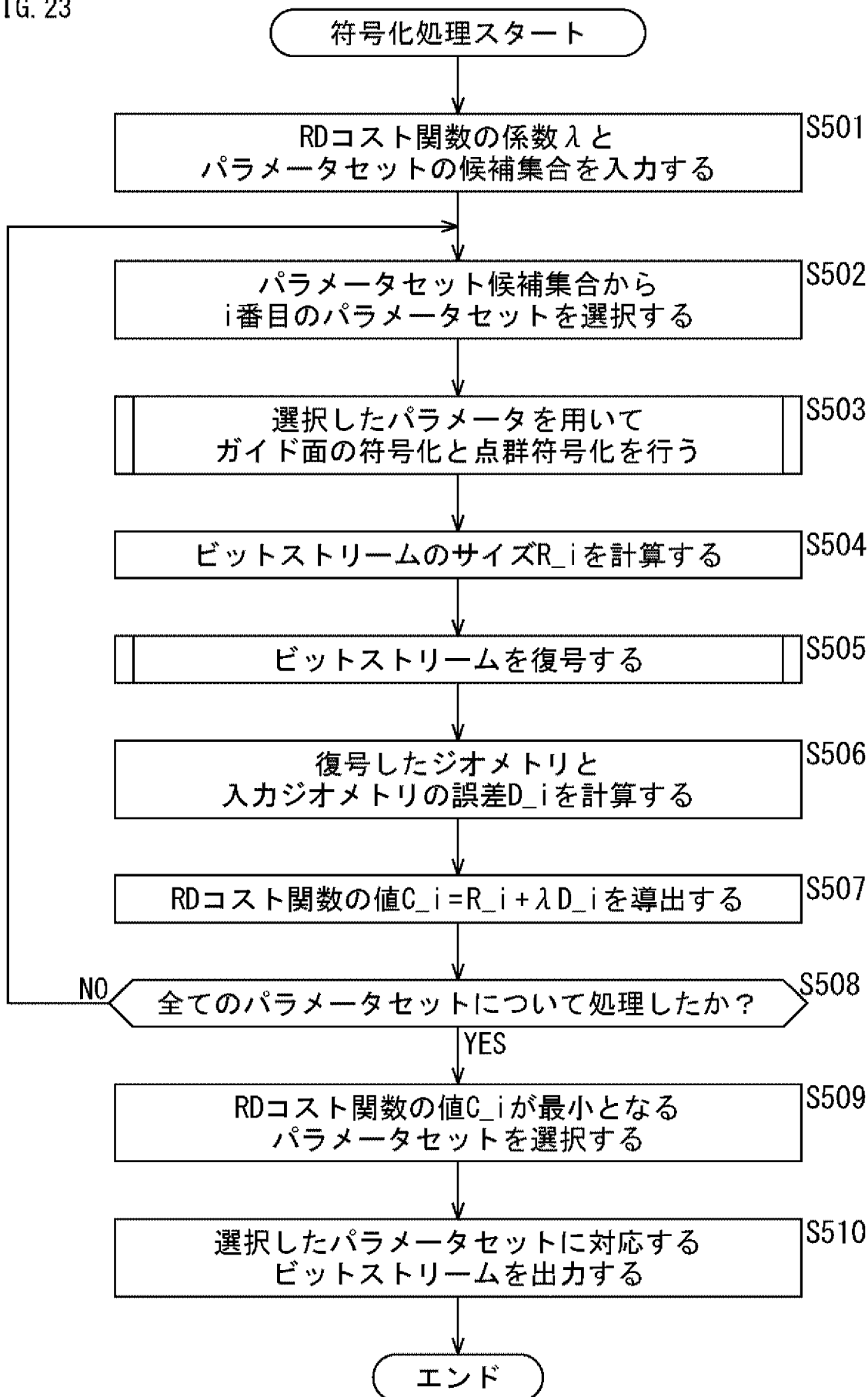
[図20]
FIG. 20

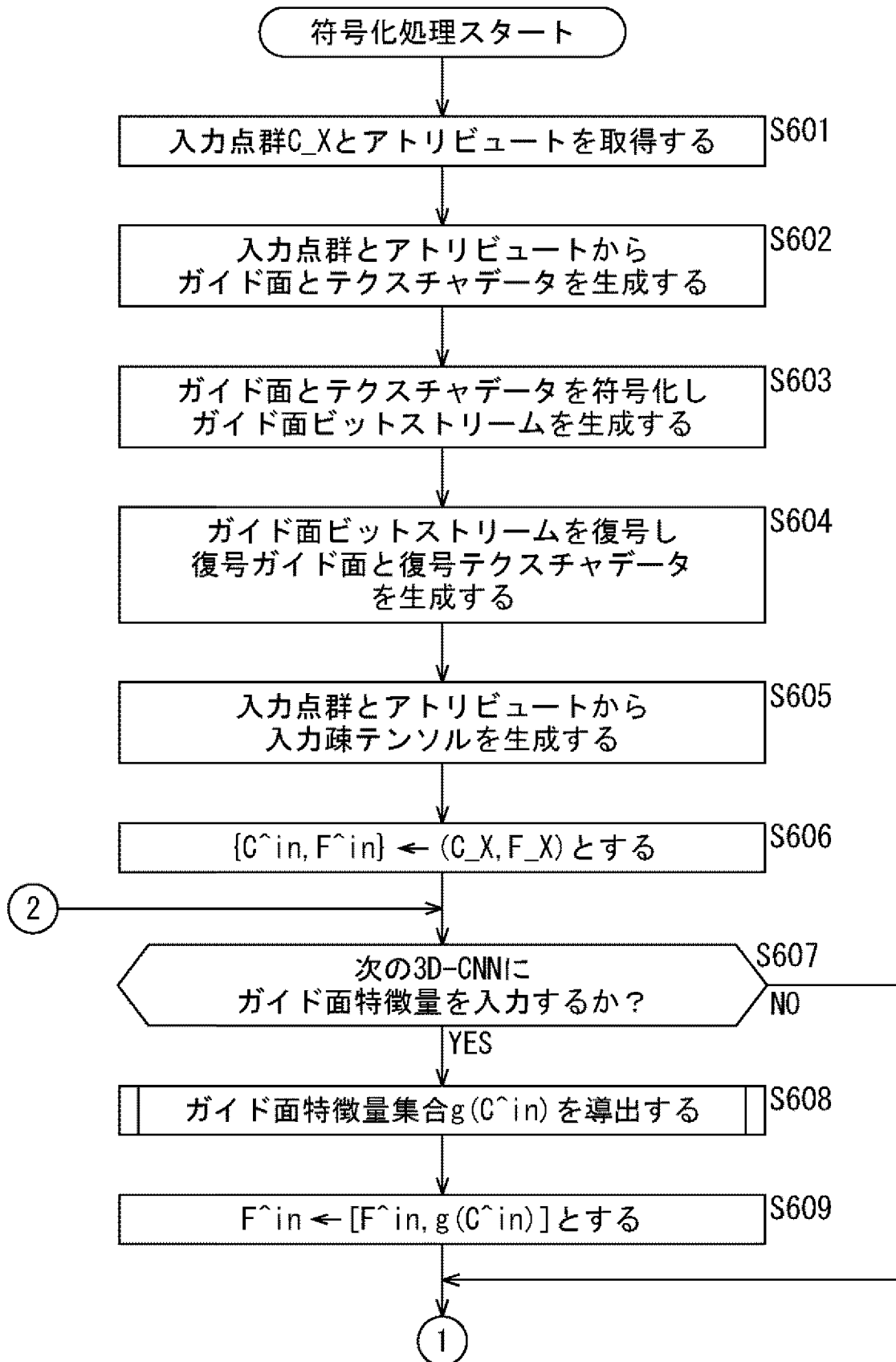
[図21]
FIG. 21

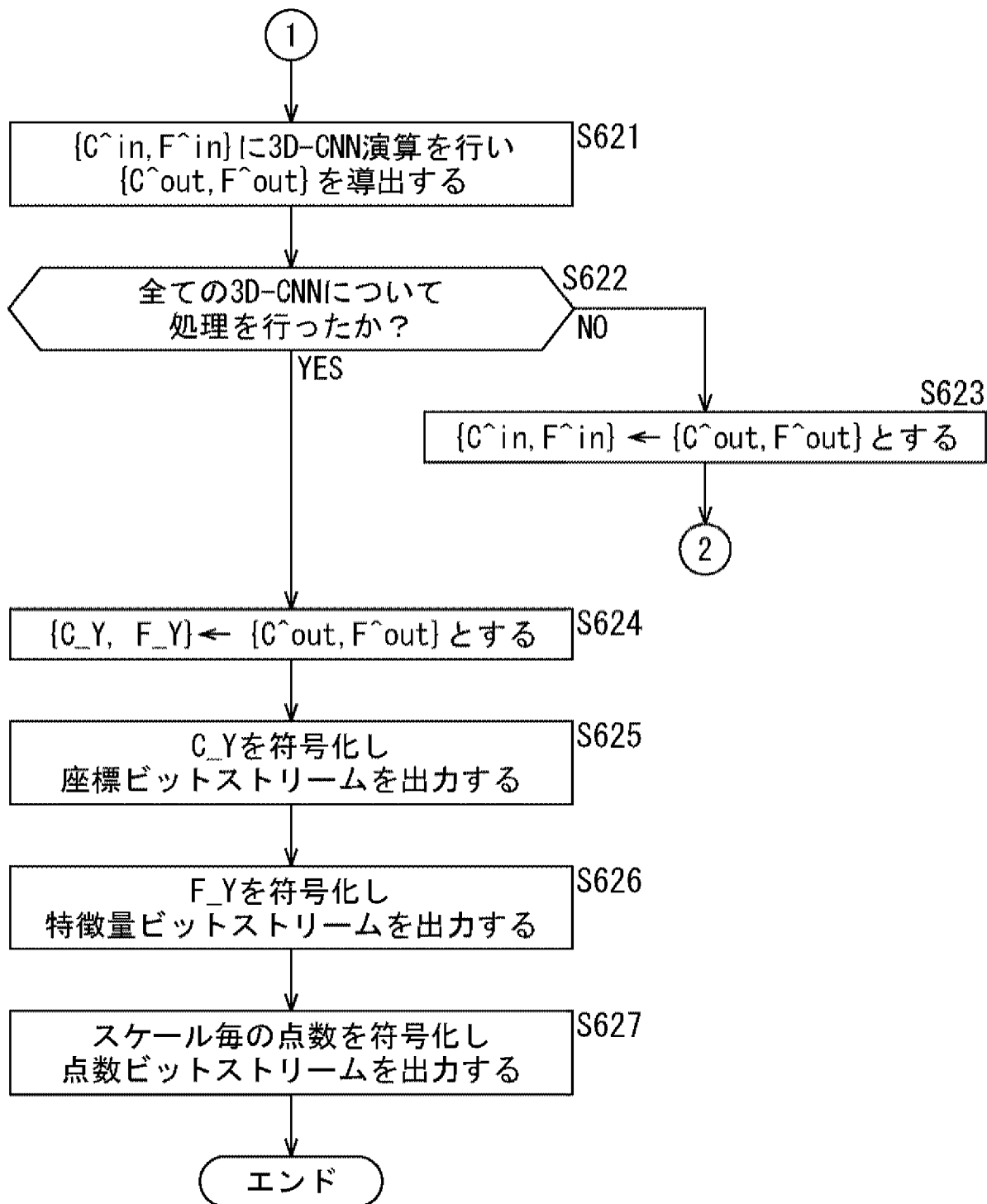


[図22]
FIG. 22

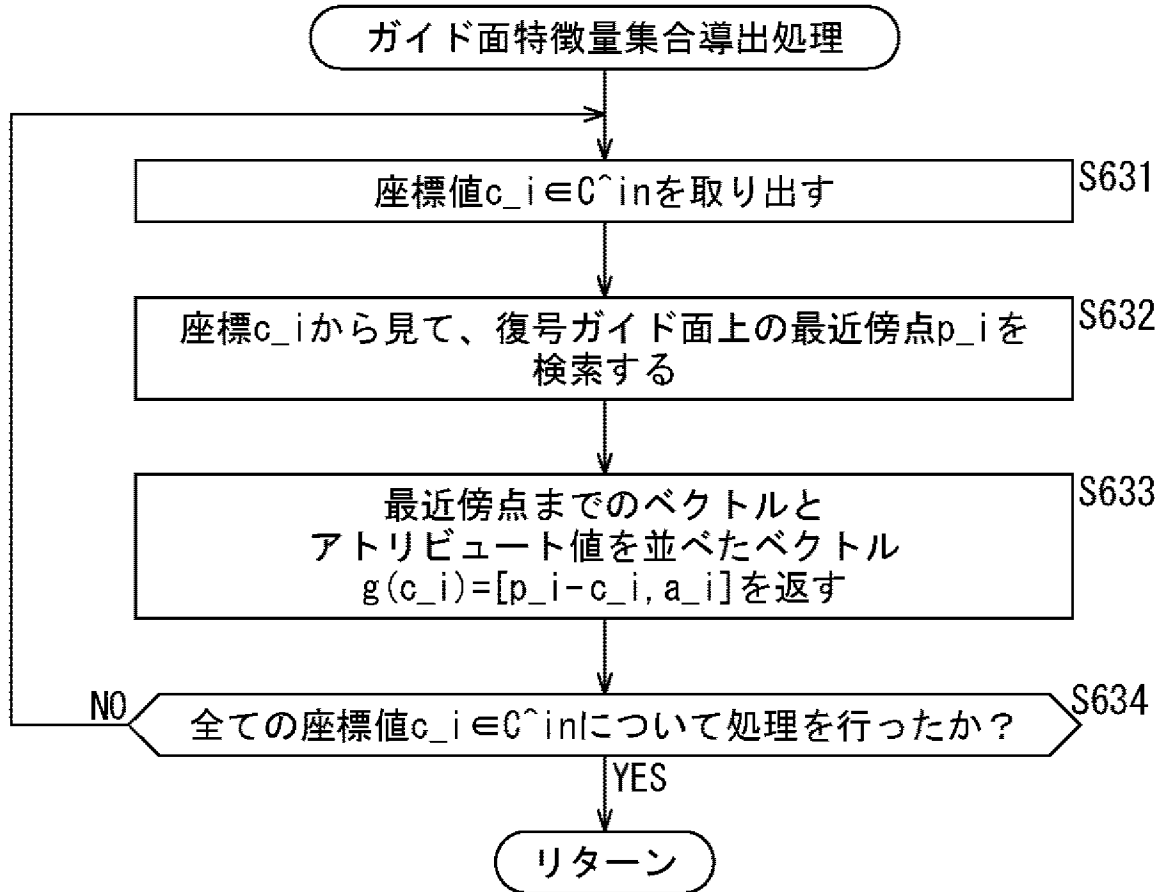


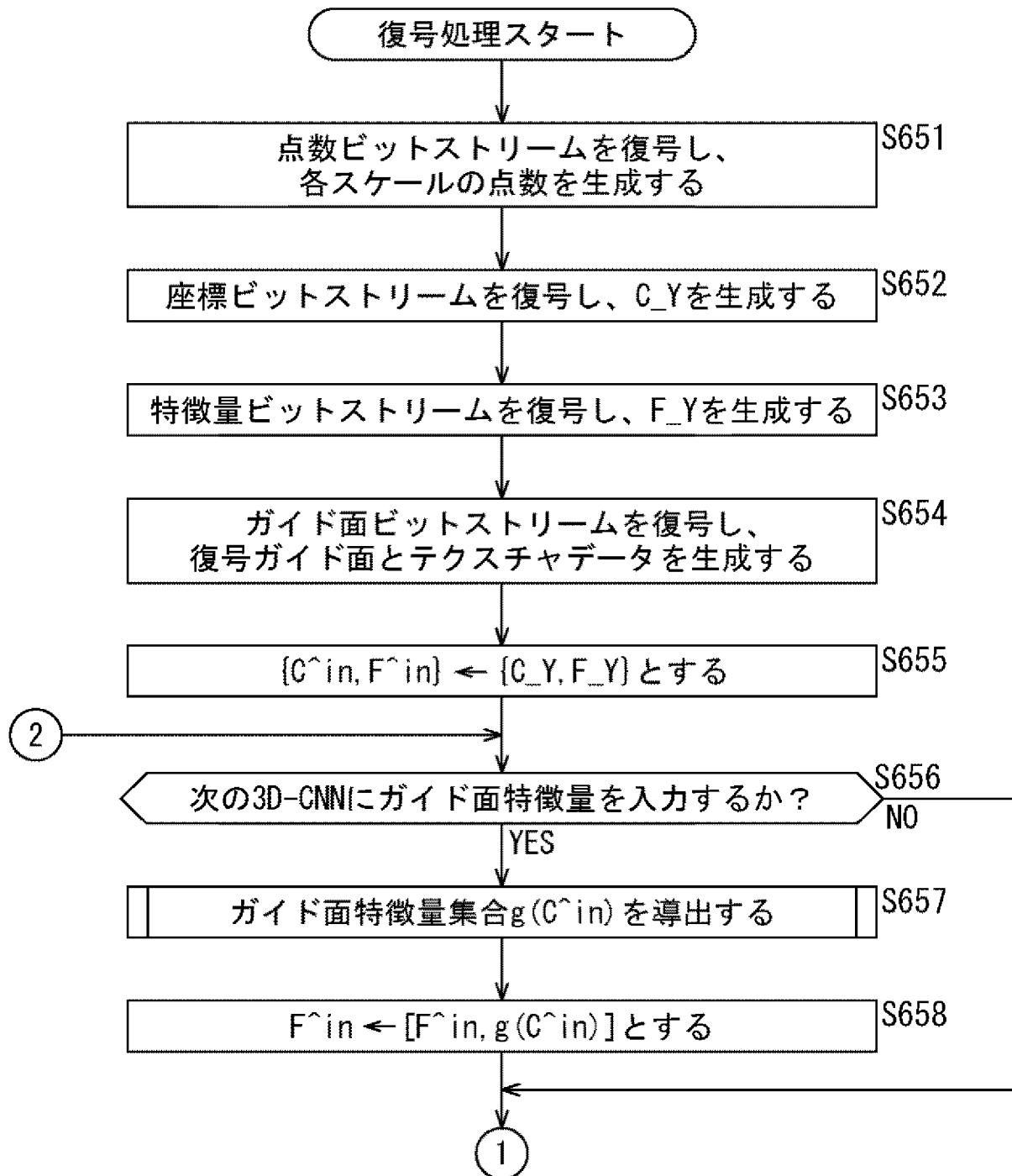
[図23]
FIG. 23

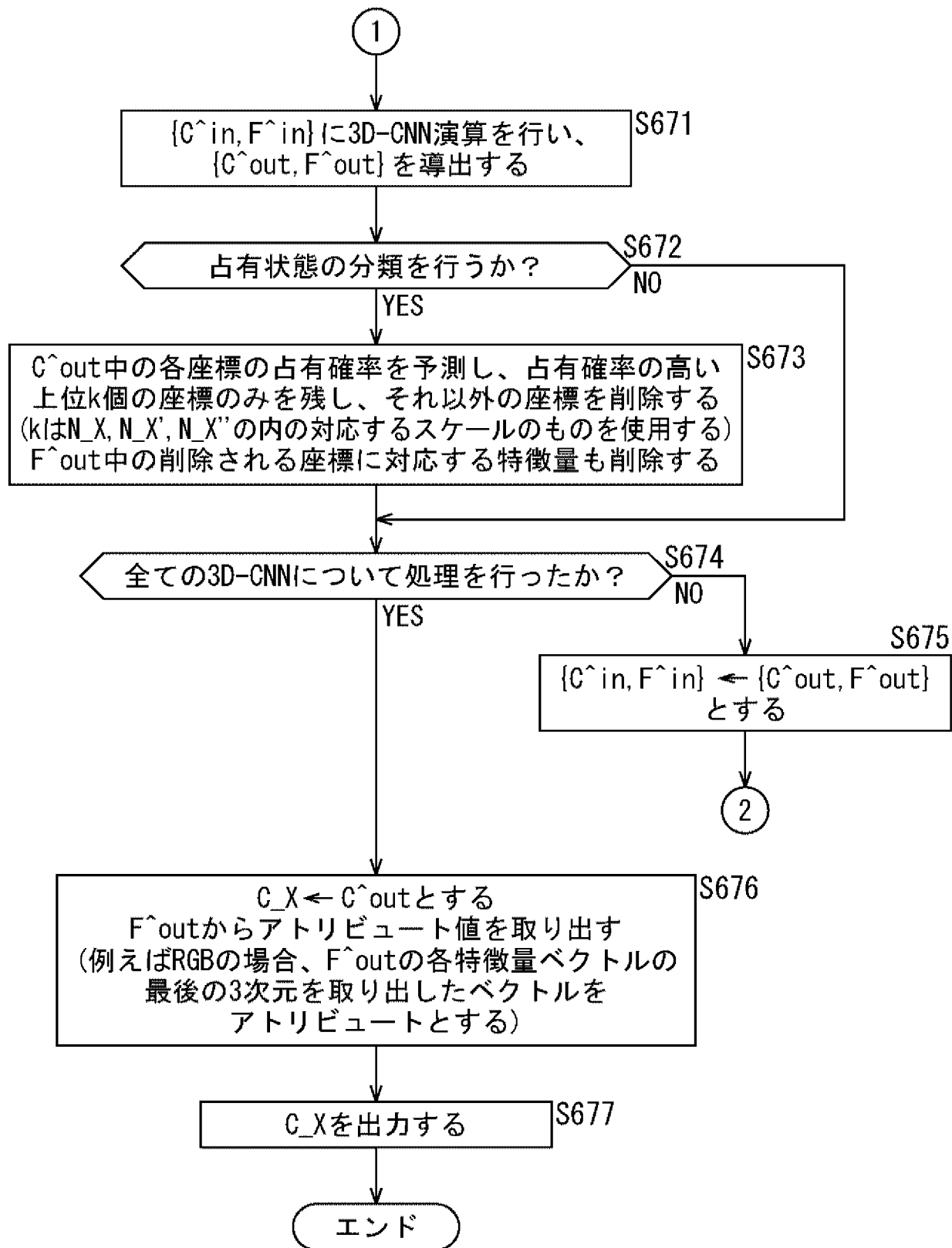
[図25]
FIG. 25

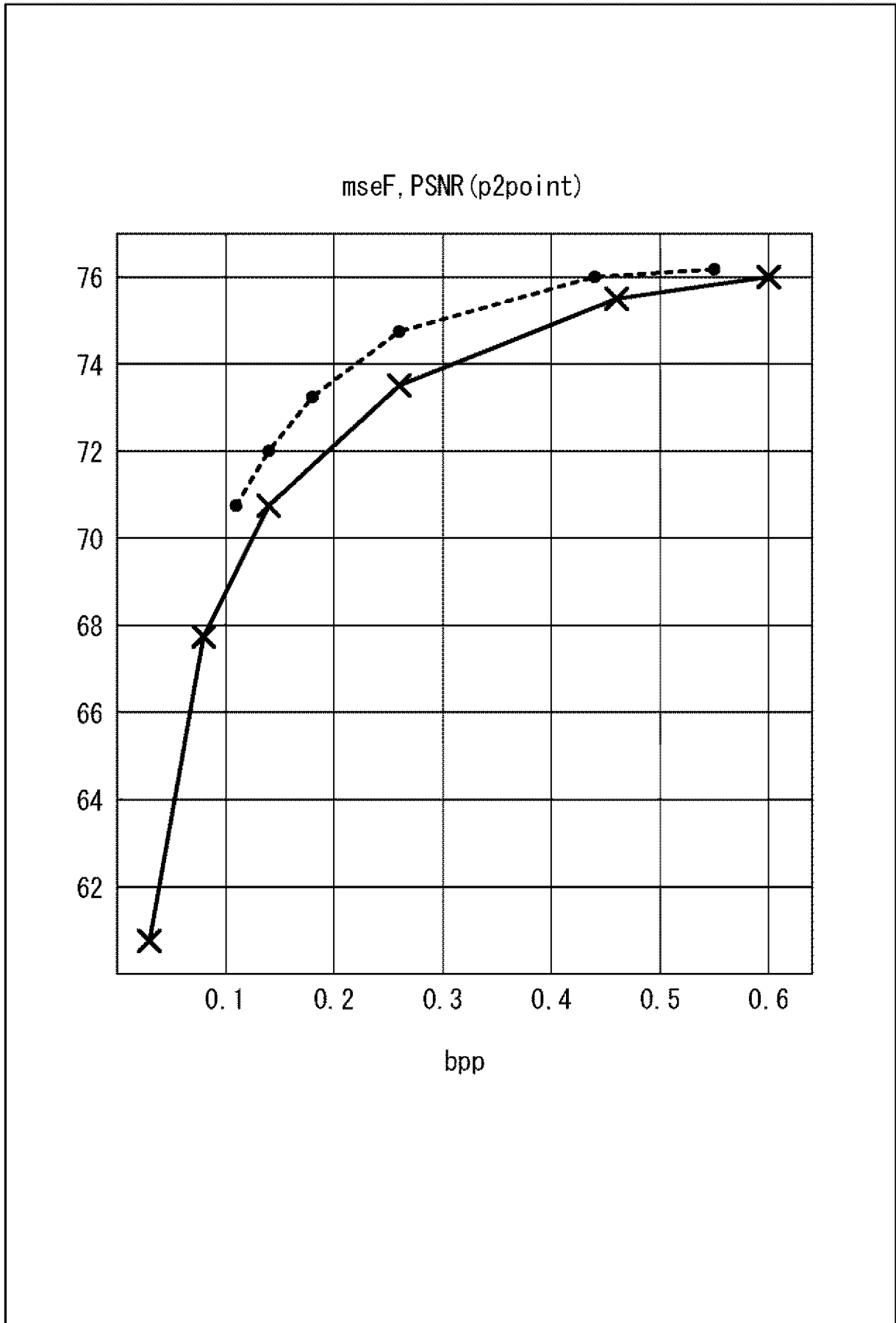
[図26]
FIG. 26

[図27]
FIG. 27

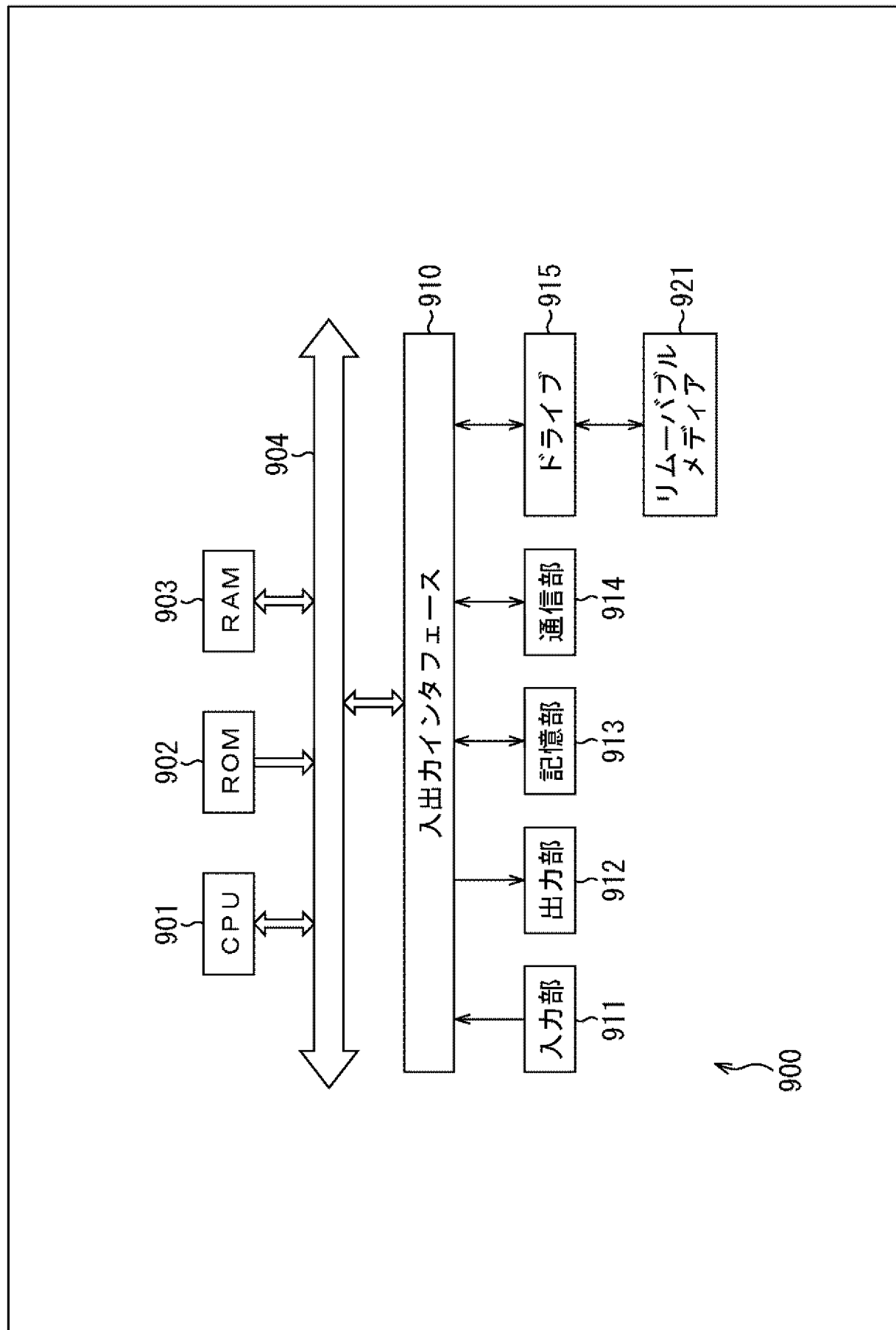


[図29]
FIG. 29

[図30]
FIG. 30

[31]
FIG. 31

[図32]
FIG. 32



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/021822

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G06T 9/00</i> (2006.01)i FI: G06T9/00 200		
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) G06T9/00-19/20; G06T1/00; G06T7/00-7/90; G06V10/00-20/90; G06V30/418; G06V40/16; G06V40/20; H04N7/12; H04N19/00-19/98		
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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2020/071114 A1 (SONY CORPORATION) 09 April 2020 (2020-04-09) paragraphs [0011]-[0198], fig. 1-20	1-6, 9-15, 17, 19-20
Y		7-8, 16, 18
Y	JP 2020-515937 A (INTERDIGITAL VC HOLDINGS, INC.) 28 May 2020 (2020-05-28) paragraphs [0001]-[0106], fig. 1-13	7, 18
Y	WO 2021/065536 A1 (SONY CORPORATION) 08 April 2021 (2021-04-08) paragraphs [0013]-[0250], fig. 1-25	8
Y	JP 2022-540569 A (GUANGDONG OPPO MOBILE TELECOMMUNICATIONS CORP., LTD.) 16 September 2022 (2022-09-16) paragraphs [0019]-[0202], fig. 1-26	16
A	JP 2023-522702 A (SONY GROUP CORPORATION) 31 May 2023 (2023-05-31) paragraphs [0012]-[0080], fig. 1-16	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 05 August 2024		Date of mailing of the international search report 13 August 2024
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/JP2024/021822

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2020/071114	A1	09 April 2020	US 2022/0036654 A1 paragraphs [0033]-[0273], fig. 1-20	
				US 2023/0126000 A1	
				EP 3843046 A1	
				CN 112771582 A	
				KR 10-2021-0070271 A	
				CA 3115203 A1	

JP	2020-515937	A	28 May 2020	US 2019/0371051 A1 paragraphs [0001]-[0194], fig. 1-13	
				WO 2018/130491 A1	
				EP 3349182 A1	
				KR 10-2019-0105011 A	
				CN 110383342 A	

WO	2021/065536	A1	08 April 2021	US 2022/0414940 A1 paragraphs [0038]-[0365], fig. 1-25	

JP	2022-540569	A	16 September 2022	US 2022/0124371 A1 paragraphs [0049]-[0290], fig. 1-26	
				US 2022/0329858 A1	
				WO 2021/000205 A1	
				EP 3993424 A1	
				CN 113875254 A	
				CN 114363634 A	
				KR 10-2022-0027882 A	

JP	2023-522702	A	31 May 2023	US 2021/0400280 A1 paragraphs [0027]-[0112], fig. 1-16	
				WO 2021/262559 A1	
				CN 114600163 A	
				KR 10-2022-0127323 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06T 9/00(2006.01)i FI: G06T9/00 200		
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）） G06T9/00-19/20; G06T1/00; G06T7/00-7/90; G06V10/00-20/90; G06V30/418; G06V40/16; G06V40/20; H04N7/12; H04N19/00-19/98 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 1971-2024年 日本国実用新案登録公報 1996-2024年 日本国登録実用新案公報 1994-2024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
X	WO 2020/071114 A1 (ソニー株式会社) 09.04.2020 (2020-04-09) 段落 [0011] - [0198]、[図1] - [図20]	1-6, 9-15, 17, 19-20
Y		7-8, 16, 18
Y	JP 2020-515937 A (インターデジタル ヴィシー ホールディングス, インコーポレイテッド) 28.05.2020 (2020-05-28) 段落 [0001] - [0106]、[図1] - [図13]	7, 18
Y	WO 2021/065536 A1 (ソニー株式会社) 08.04.2021 (2021-04-08) 段落 [0013] - [0250]、[図1] - [図25]	8
Y	JP 2022-540569 A (オッポ広東移動通信有限公司) 16.09.2022 (2022-09-16) 段落 [0019] - [0202]、[図1] - [図26]	16
A	JP 2023-522702 A (ソニーグループ株式会社) 31.05.2023 (2023-05-31) 段落 [0012] - [0080]、[図1] - [図16]	1-20
<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、一般的技术水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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 05.08.2024		国際調査報告の発送日 13.08.2024
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） 田中 純一 5C 9074 電話番号 03-3581-1101 内線 3539

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/JP2024/021822

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2020/071114 A1	09.04.2020	US 2022/0036654 A1 段落[0033]-[0273], 図1-20 US 2023/0126000 A1 EP 3843046 A1 CN 112771582 A KR 10-2021-0070271 A CA 3115203 A1	
JP 2020-515937 A	28.05.2020	US 2019/0371051 A1 段落[0001]-[0194], 図1-13 WO 2018/130491 A1 EP 3349182 A1 KR 10-2019-0105011 A CN 110383342 A	
WO 2021/065536 A1	08.04.2021	US 2022/0414940 A1 段落[0038]-[0365], 図1-25	
JP 2022-540569 A	16.09.2022	US 2022/0124371 A1 段落[0049]-[0290], 図1-26 US 2022/0329858 A1 WO 2021/000205 A1 EP 3993424 A1 CN 113875254 A CN 114363634 A KR 10-2022-0027882 A	
JP 2023-522702 A	31.05.2023	US 2021/0400280 A1 段落[0027]-[0112], 図1-16 WO 2021/262559 A1 CN 114600163 A KR 10-2022-0127323 A	