

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年12月19日(19.12.2024)



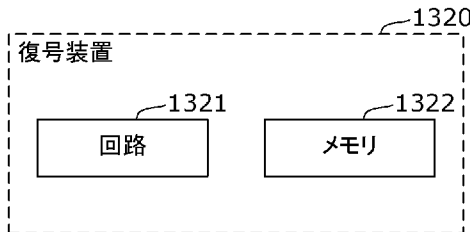
(10) 国際公開番号

WO 2024/257786 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 19/597 (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/021298
- (22) 国際出願日: 2024年6月12日(12.06.2024)
- (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:
63/472,413 2023年6月12日(12.06.2023) US
- (71) 出願人: パナソニック インテレクチュアル
プロパティ コーポレーション オブ アメ
リカ(PANASONIC INTELLECTUAL PROPER-
TY CORPORATION OF AMERICA) [US/US];
90504 カリフォルニア州, トーランス, ス
- イト 450, ウェスト 190 ストリ
ート 2050 California (US).
- (72) 発明者: 井 口 賀 敬 (IGUCHI, Noritaka);
〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番
地 パナソニックホールディングス株式会社内
Osaka (JP). 杉尾 敏康(SUGIO, Toshiyasu). 西
孝啓(NISHI, Takahiro). 伊藤 敦(ITO, Atsushi).
- (74) 代理人: 新 居 広 守, 外 (NII, Hiromori et al.);
〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島 5 丁
目 3 番 1 0 号イトーピア新大阪ビル 6 階新
居国際特許事務所内 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,

(54) Title: DECODING DEVICE, DECODING METHOD, ENCODING DEVICE, ENCODING METHOD, AND DE-
VICE

(54) 発明の名称: 復号装置、復号方法、符号化装置、符号化方法、及び、装置



1320 Decoding device
1321 Circuit
1322 Memory

(57) Abstract: A decoding device (1320) comprises a circuit (1321) and a memory (1322) connected to the circuit (1321). During operation, the circuit (1321): restores a plurality of first vertices on the basis of encoded data (S1311); connects the plurality of restored first vertices to generate first face information that includes a first face (S1313); restores a plurality of second vertices on the basis of the encoded data and the first face (S1314); connects a point group that includes the plurality of restored first vertices and the plurality of restored second vertices to generate second face information that includes a second face (S1315); and outputs the plurality of first vertices, the plurality of second vertices, the first face information, and the second face information (S1316).

(57) 要約: 復号装置 (1320) は、回路 (1321) と、回路 (1321) に接続されるメモリ (1322) とを備え、回路 (1321) は、動作において、符号化データに基づいて複数の第1頂点を復元し (S1311)、復元した複数の第1頂点を接続して第1面を含む第1面情報を生成し (S1313)、符号化データ及び第1面に基づいて複数の第2頂点を復元し (S1314)、復元した複数の第1頂点及び複数の第2頂点を含む点群を接続して第2面を含む第2面情報を生成し (S1315)、複数の第1頂点、複数の第2頂点、第1面情報、及び、第2面情報を出力する (S1316)。

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
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))

明 細 書

発明の名称：

復号装置、復号方法、符号化装置、符号化方法、及び、装置

技術分野

[0001] 本開示は、復号装置、復号方法、符号化装置、符号化方法、及び、装置に関する。

背景技術

[0002] 自動車或いはロボットが自律的に動作するためのコンピュータビジョン、マップ情報、監視、インフラ点検、又は、映像配信など、幅広い分野において、今後、三次元データを活用した装置又はサービスの普及が見込まれる。三次元データは、レンジファインダなどの距離センサ、ステレオカメラ、又は複数の単眼カメラの組み合わせなど様々な方法で取得される。

[0003] 三次元データの表現方法の1つとして、三次元空間内の点群によって三次元構造の形状を表すポイントクラウドと呼ばれる表現方法がある。ポイントクラウドでは、点群の位置と色とが格納される。ポイントクラウドは三次元データの表現方法として主流になると予想されるが、点群はデータ量が非常に大きい。よって、三次元データの蓄積又は伝送においては二次元の動画像（一例として、MPEGで規格化されたMPEG-4 AVC又はHEVCなどがある）と同様に、符号化によるデータ量の圧縮が必須となる。

[0004] また、ポイントクラウドの圧縮については、ポイントクラウド関連の処理を行う公開のライブラリ（Point Cloud Library）などによって一部サポートされている。

[0005] また、三次元の地図データを用いて、車両周辺に位置する施設を検索し、表示する技術が知られている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開第2014/020663号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本開示は、異なる解像度の三次元データを出力することができる復号装置などを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の一態様に係る復号装置は、回路と、前記回路に接続されるメモリとを備え、前記回路は、動作において、符号化データを取得し、前記符号化データに基づいて複数の第1頂点を復元し、復元した前記複数の第1頂点を接続して第1面を含む第1面情報を生成し、前記符号化データ及び前記第1面に基づいて複数の第2頂点を復元し、復元した前記複数の第1頂点及び前記複数の第2頂点を含む点を接続して第2面を含む第2面情報を生成し、前記複数の第1頂点、前記複数の第2頂点、前記第1面情報、及び、前記第2面情報を出力する。

[0009] 本開示の一態様に係る符号化装置は、回路と、前記回路に接続されるメモリとを備え、前記回路は、動作において、三次元オブジェクトの複数の第1頂点を決定し、前記複数の第1頂点を接続して第1面を含む第1面情報を生成し、前記第1面に基づいて複数の第2頂点を決定し、前記複数の第1頂点及び前記複数の第2頂点を含む点群を接続して第2面を含む第2面情報を生成し、前記複数の第1頂点、前記複数の第2頂点、前記第1面情報、及び、前記第2面情報を含む符号化データを生成する。

[0010] 本開示の一態様に係る装置は、回路と、前記回路に接続されるメモリとを備え、前記回路は、動作において、復号する三次元データの種類を決定し、符号化データのうち、決定された種類の三次元データを抽出し、前記符号化データは、(1) 三次元オブジェクトの複数の第1頂点と、(2) 前記複数の第1頂点を接続して生成された第1面を含む第1面情報と、(3) 前記第1面に基づいて決定された複数の第2頂点と、(4) 前記複数の第1頂点及び前記複数の第2頂点を含む点群を接続して生成された第2面とを含み、抽出される前記三次元データの種類の、第1のフォーマットと、第2のフォー

マットとを含み、復号する三次元データの種類が前記第1のフォーマットと決定された場合、前記複数の第1頂点及び前記第1面情報を含む第1符号化データが抽出され、復号する三次元データの種類が前記第2のフォーマットと決定された場合、前記第1符号化データ、及び、前記複数の第2頂点及び前記第2面を復号するための拡張情報を含む第2符号化データが抽出される。

[0011] なお、これらの包括的または具体的な態様は、システム、集積回路、コンピュータプログラムまたはコンピュータ読み取り可能なCD-ROMなどの記録媒体で実現されてもよく、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラム及び記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

発明の効果

[0012] 本開示の復号装置などは、異なる解像度の三次元データを出力することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、実施の形態1における、実施の形態に係る三次元データ符号化復号システムの構成例を示す図である。

[図2]図2は、実施の形態1における、点群データの構成を示す図である。

[図3]図3は、実施の形態1における、点群データの情報が記述されたデータファイルの構成例を示す図である。

[図4]図4は、実施の形態1における、三次元メッシュデータの構成を示す図である。

[図5]図5は、実施の形態1における、三次元メッシュデータの情報が記述されたデータファイルの構成例を示す図である。

[図6]図6は、実施の形態1における、三次元モデルについて説明するための図である。

[図7]図7は、実施の形態1における、三次元データの種類を示す図である。

[図8]図8は、実施の形態1における、三次元データの符号化処理について説明するための図である。

[図9]図9は、実施の形態1における、三次元データの復号処理について説明するための図である。

[図10]図10は、実施の形態1における、三次元データのタイル及びスライスを二次元的に模式的に示した図である。

[図11]図11は、実施の形態1における、ユーザの要求に応じて切り替えられる端末提示画面の一例を示す図である。

[図12]図12は、実施の形態1における、ユーザの操作に応じて自動的に切り替えられる端末提示画面の一例を示す図である。

[図13]図13は、実施の形態1における、サーバ及び端末の機能構成の一例を示すブロック図である。

[図14]図14は、実施の形態1における、サーバのデータ生成部の他の一例を示すブロック図である。

[図15]図15は、実施の形態1における、座標系の同期処理について説明するための図である。

[図16]図16は、実施の形態1における、座標系の同期処理について説明するための図である。

[図17]図17は、実施の形態1における、三次元空間と符号化データとの関係について説明するための図である。

[図18]図18は、実施の形態1における、符号化方式ユニットのシンタックスの一例を示す図である。

[図19]図19は、実施の形態1における、符号化点群のシンタックスの一例を示す図である。

[図20]図20は、実施の形態1における、符号化メッシュのシンタックスの一例を示す図である。

[図21]図21は、実施の形態1における、符号化三次元モデルのシンタックスの一例を示す図である。

[図22]図22は、実施の形態1における、三次元データ情報のシンタックスの一例を示す図である。

[図23]図23は、実施の形態1における、符号化点群のデータ構造について説明するための図である。

[図24]図24は、実施の形態1における、符号化メッシュのデータ構造について説明するための図である。

[図25]図25は、実施の形態1における、符号化三次元モデルのデータ構造について説明するための図である。

[図26]図26は、実施の形態1における、複数の三次元空間の一例を二次元的に示した図である。

[図27]図27は、実施の形態1における、バウンディングボックスの一例を示す図である。

[図28]図28は、実施の形態1における、三次元空間情報のシンタックスの一例を示す図である。

[図29]図29は、実施の形態1における、部分復号の一例を示すフローチャートである。

[図30]図30は、実施の形態1における、部分復号の対象となる三次元空間領域の一例を示す図である。

[図31]図31は、実施の形態1における、部分復号される符号化点群のデータ構造の一例を示す図である。

[図32]図32は、実施の形態1における、部分復号される符号化メッシュのデータ構造の一例を示す図である。

[図33]図33は、実施の形態1における、部分復号される符号化三次元モデルのデータ構造の一例を示す図である。

[図34]図34は、実施の形態1における、空間同期が取れていない異なる種類の三次元データの座標系の一例を示す図である。

[図35]図35は、実施の形態1における、三次元データ情報のシンタックスの一例を示す図である。

[図36]図36は、実施の形態1における、三次元空間情報のシンタックスの一例を示す図である。

[図37]図37は、実施の形態1における、端末の機能構成の一例を示す図である。

[図38]図38は、実施の形態1における、空間同期処理の一例を示すフローチャートである。

[図39]図39は、実施の形態1における、復号装置の構成の一例を示す図である。

[図40]図40は、実施の形態1における、復号装置による復号方法の一例を示すフローチャートである。

[図41]図41は、復号装置による復号方法の他の一例を示すフローチャートである。

[図42]図42は、符号化装置の構成の一例を示す図である。

[図43]図43は、符号化装置による符号化方法の一例を示すフローチャートである。

[図44]図44は、実施の形態2における、三次元データの一部を復号する部分復号について説明するための図である。

[図45]図45は、実施の形態2における、三次元データの一部を抽出して復号する例について説明するための図である。

[図46]図46は、実施の形態2における、サーバ及び端末の機能構成の一例を示すブロック図である。

[図47]図47は、実施の形態2における、端末による処理の一例を示すフローチャートである。

[図48]図48は、実施の形態2における、元点群の例を示す図である。

[図49]図49は、実施の形態2における、剪定8分木の例を示す図である。

[図50]図50は、実施の形態2における、リーフノードを二次元表示した例である。

[図51]図51は、実施の形態2における、セントロイド頂点の生成方法を説明するための図である。

[図52]図52は、実施の形態2における、セントロイド頂点の生成方法を説

明するための図である。

[図53]図53は、実施の形態2における、頂点情報の例を示す図である。

[図54]図54は、実施の形態2における、トライソープ・サーフェスの例を示す図である。

[図55]図55は、実施の形態2における、点群の復元処理を説明するための図である。

[図56]図56は、実施の形態2における、復号部の構成の一例を示す図である。

[図57]図57は、実施の形態2における、出力可能なフォーマットのメタデータ（SEI）のシンタックスの一例を示す図である。

[図58]図58は、実施の形態2における、format_typeの一例を示す図である。

[図59]図59は、実施の形態2における、format_typeの他の一例を示す図である。

[図60]図60は、実施の形態2における、所定の方法で指示されたフォーマットの三次元データを復号する処理の詳細の一例を示すフローチャートである。

[図61]図61は、実施の形態2における、サーバ及び端末の機能構成の他の一例を示すブロック図である。

[図62]図62は、実施の形態2における、端末による処理の他の一例を示すフローチャートである。

[図63]図63は、実施の形態2における、データユニットの構造の一例を示す図である。

[図64]図64は、実施の形態2における、符号化方式ユニットのシンタックスの一例を示す図である。

[図65]図65は、実施の形態2における、タイプ情報の一例を示す図である。

[図66]図66は、実施の形態2における、部分伝送用のデータユニット構造

の一例を示す図である。

[図67]図 6 7 は、実施の形態 2 における、部分伝送用のデータユニット構造の一例を示す図である。

[図68]図 6 8 は、実施の形態 2 における、部分伝送用のデータユニット構造の一例を示す図である。

[図69]図 6 9 は、実施の形態 2 における、部分伝送用の符号化方式ユニットのシンタックスの一例を示す図である。

[図70]図 7 0 は、実施の形態 2 における、部分伝送用の実施の形態 2 における、タイプ情報の一例を示す図である。

[図71]図 7 1 は、実施の形態 2 における、グループ ID について説明するための図である。

[図72]図 7 2 は、実施の形態 2 における、復号装置の構成の一例を示す図である。

[図73]図 7 3 は、実施の形態 2 における、復号装置による復号方法の一例を示すフローチャートである。

[図74]図 7 4 は、実施の形態 2 における、符号化装置の構成の一例を示す図である。

[図75]図 7 5 は、実施の形態 2 における、符号化装置による符号化方法の一例を示すフローチャートである。

[図76]図 7 6 は、実施の形態 2 における、復号装置または符号化装置による方法の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0014] 本開示の第 1 態様に係る復号装置は、回路と、前記回路に接続されるメモリとを備え、前記回路は、動作において、符号化データを取得し、前記符号化データに基づいて複数の第 1 頂点を復元し、復元した前記複数の第 1 頂点を接続して第 1 面を含む第 1 面情報を生成し、前記符号化データ及び前記第 1 面に基づいて複数の第 2 頂点を復元し、復元した前記複数の第 1 頂点及び前記複数の第 2 頂点を含む点を接続して第 2 面を含む第 2 面情報を生成し、

前記複数の第1頂点、前記複数の第2頂点、前記第1面情報、及び、前記第2面情報を入力する。

[0015] これによれば、複数の第1頂点及び第1面情報を含む低解像度情報と、複数の第2頂点及び第2面情報を含む高解像度情報を2段階で生成して、出力するため、例えば、低解像度情報に基づいて低解像度三次元データを入力したり、低解像度情報及び高解像度情報に基づいて低解像度三次元データよりも高解像度な高解像度三次元データを入力したりすることができる。

[0016] 本開示の第2態様に係る復号装置は、第1態様に係る復号装置であって、前記回路は、さらに、前記第2面に基づいて複数の点を含む点群データを生成し、前記点群データを入力する。

[0017] 本開示の第3態様に係る復号装置は、第1態様または第2態様に係る復号装置であって、前記符号化データは、前記複数の第1頂点及び前記第1面情報を含む第1符号化データと、前記複数の第2頂点及び前記第2面を復号するための拡張情報を含む第2符号化データとを含む。

[0018] 本開示の第4態様に係る復号装置は、第3態様に係る復号装置であって、前記符号化データは、ヘッダ及びデータユニットを含み、前記データユニットは、前記第1符号化データと、前記第2符号化データとを順に含む。

[0019] 本開示の第5態様に係る復号装置は、第3態様に係る復号装置であって、前記符号化データは、第1ヘッダ及び前記第1符号化データを含む第1データユニットと、第2ヘッダ及び前記第2符号化データを含む第2データユニットとを含む。

[0020] 本開示の第6態様に係る復号装置は、第3態様に係る復号装置であって、前記回路は、さらに、前記第1符号化データと前記第2符号化データの一部を復号し、(1)前記第1符号化データと、(2)前記第1符号化データ及び前記第2符号化データとのいずれかを入力する。

[0021] 本開示の第7態様に係る復号装置は、第6態様に係る復号装置であって、前記回路は、さらに、出力可能なフォーマットの数を示す数情報を取得し、前記数情報に基づいて、出力するデータを決定する。

- [0022] 本開示の第 8 態様に係る復号装置は、第 6 態様に係る復号装置であって、前記回路は、さらに、出力可能なフォーマットの種別を示す種別情報を取得し、前記種別情報、出力するデータを決定する。
- [0023] 本開示の第 9 態様に係る復号装置は、第 3 態様に係る復号装置であって、前記回路は、さらに、(1) 前記第 1 符号化データと、(2) 前記第 1 符号化データ及び前記第 2 符号化データのいずれかを取得し、取得した(1) 前記第 1 符号化データ、又は(2) 前記第 1 符号化データ及び前記第 2 符号化データを復号して出力する。
- [0024] 本開示の第 10 態様に係る符号化装置は、回路と、前記回路に接続されるメモリとを備え、前記回路は、動作において、三次元オブジェクトの複数の第 1 頂点を決定し、前記複数の第 1 頂点を接続して第 1 面を含む第 1 面情報を生成し、前記第 1 面に基づいて複数の第 2 頂点を決定し、前記複数の第 1 頂点及び前記複数の第 2 頂点を含む点群を接続して第 2 面を含む第 2 面情報を生成し、前記複数の第 1 頂点、前記複数の第 2 頂点、前記第 1 面情報、及び、前記第 2 面情報を含む符号化データを生成する。
- [0025] これによれば、複数の第 1 頂点及び第 1 面情報を含む低解像度情報と、複数の第 2 頂点及び第 2 面情報を含む高解像度情報を 2 段階で生成して得られた符号化データを出力するため、当該符号化データを取得した復号装置は、例えば、低解像度情報に基づいて低解像度三次元データを出力したり、低解像度情報及び高解像度情報に基づいて低解像度三次元データよりも高解像度な高解像度三次元データを出力したりすることができる。
- [0026] 本開示の第 11 態様に係る符号化装置は、第 10 態様に係る符号化装置であって、前記回路は、さらに、前記第 2 面に基づいて複数の点を含む点群データを生成し、前記符号化データは、さらに、前記点群データを含む。
- [0027] 本開示の第 12 態様に係る符号化装置は、第 10 態様に係る符号化装置であって、前記回路は、さらに、前記複数の第 1 頂点及び前記第 1 面情報を含む第 1 符号化データを生成し、前記複数の第 2 頂点及び前記第 2 面情報を含む第 2 符号化データを生成し、前記符号化データは、前記第 1 符号化データ

及び前記第2符号化データを含む。

[0028] このため、符号化データを取得した復号装置は、解像度が異なる複数の三次元データを復元することができる。

[0029] 本開示の第13態様に係る符号化装置は、第12態様に係る符号化装置であって、前記符号化データは、ヘッダ及びデータユニットを含み、前記データユニットは、前記第1符号化データと、前記第2符号化データとを順に含む。

[0030] 本開示の第14態様に係る符号化装置は、第12態様に係る符号化装置であって、前記符号化データは、第1ヘッダ及び前記第1符号化データを含む第1データユニットと、第2ヘッダ及び前記第2符号化データを含む第2データユニットとを含む。

[0031] 本開示の第15態様に係る符号化装置は、第14態様に係る符号化装置であって、前記符号化データは、出力可能なフォーマットの数を示す数情報を含む。

[0032] 本開示の第16態様に係る符号化装置は、第14態様に係る符号化装置であって、前記符号化データは、出力可能なフォーマットの種別を示す種別情報を含む。

[0033] 本開示の第17態様に係る符号化装置は、第10態様に係る符号化装置であって、前記回路は、さらに、(1)前記第1符号化データと、(2)前記第1符号化データ及び前記第2符号化データのいずれかを出力する。

[0034] 本開示の第18態様に係る復号方法は、符号化データに基づいて複数の第1頂点を復元し、復元した前記複数の第1頂点を接続して第1面を含む第1面情報を生成し、前記符号化データ及び前記第1面に基づいて複数の第2頂点を復元し、復元した前記複数の第1頂点及び前記複数の第2頂点を含む点群を接続して第2面を含む第2面情報を生成し、前記複数の第1頂点、前記複数の第2頂点、前記第1面情報、及び、前記第2面情報を出力する。

[0035] これによれば、複数の第1頂点及び第1面情報を含む低解像度情報と、複数の第2頂点及び第2面情報を含む高解像度情報を2段階で生成して、出力

するため、例えば、低解像度情報に基づいて低解像度三次元データを出力したり、低解像度情報及び高解像度情報に基づいて低解像度三次元データよりも高解像度な高解像度三次元データを出力したりすることができる。

[0036] 本開示の第19態様に係る符号化方法は、三次元オブジェクトの複数の第1頂点を決定し、前記複数の第1頂点を接続して第1面を含む第1面情報を生成し、前記第1面に基づいて複数の第2頂点を決定し、前記複数の第1頂点及び前記複数の第2頂点を含む点群を接続して第2面を含む第2面情報を生成し、前記複数の第1頂点、前記複数の第2頂点、前記第1面情報、及び、前記第2面情報を含む符号化データを生成する。

[0037] これによれば、複数の第1頂点及び第1面情報を含む低解像度情報と、複数の第2頂点及び第2面情報を含む高解像度情報を2段階で生成して得られた符号化データを出力するため、当該符号化データを取得した復号装置は、例えば、低解像度情報に基づいて低解像度三次元データを出力したり、低解像度情報及び高解像度情報に基づいて低解像度三次元データよりも高解像度な高解像度三次元データを出力したりすることができる。

[0038] 本開示の第20態様に係る装置は、回路と、前記回路に接続されるメモリとを備え、前記回路は、動作において、復号する三次元データの種類を決定し、符号化データのうち、決定された種類の三次元データを抽出し、前記符号化データは、(1) 三次元オブジェクトの複数の第1頂点と、(2) 前記複数の第1頂点を接続して生成された第1面を含む第1面情報と、(3) 前記第1面に基づいて決定された複数の第2頂点と、(4) 前記複数の第1頂点及び前記複数の第2頂点を含む点群を接続して生成された第2面とを含み、抽出される前記三次元データの種類の、第1のフォーマットと、第2のフォーマットとを含み、復号する三次元データの種類の前記第1のフォーマットと決定された場合、前記複数の第1頂点及び前記第1面情報を含む第1符号化データが抽出され、復号する三次元データの種類の前記第2のフォーマットと決定された場合、前記第1符号化データ、及び、前記複数の第2頂点及び前記第2面を復号するための拡張情報を含む第2符号化データが抽出さ

れる。

[0039] このため、決定されたフォーマットに基づいて復号に必要な符号化データを抽出できる。よって、復号に必要なデータ量が少ないフォーマットが選択された場合には、抽出するデータ量を低減できるため、例えば、符号化データの伝送に要する伝送量を低減でき、当該符号化データを取得した復号装置による復号処理の処理負荷を低減できる。

[0040] なお、これらの包括的または具体的な態様は、システム、集積回路、コンピュータプログラムまたはコンピュータ読み取り可能なＣＤ－ＲＯＭなどの記録媒体で実現されてもよく、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラム及び記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

[0041] 以下、実施の形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも本開示の一具体例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、本開示を限定する主旨ではない。また、以下の実施の形態における構成要素のうち、最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

[0042] （実施の形態１）

本実施の形態に係る三次元データ符号化復号システムの構成を説明する。図１は、本実施の形態に係る三次元データ符号化復号システムの構成例を示す図である。図１に示すように、三次元データ符号化復号システムは、三次元データ符号化システム１００１と、三次元データ復号システム１００２と、センサ端末１００３と、外部接続部１００４とを含む。

[0043] 三次元データ符号化システム１００１は、三次元データを符号化することで符号化データ又は多重化データを生成する。なお、三次元データ符号化システム１００１は、単一の装置により実現される三次元データ符号化装置であってもよいし、複数の装置により実現されるシステムであってもよい。また、三次元データ符号化装置は、三次元データ符号化システム１００１に含

まれる複数の処理部のうち一部を含んでもよい。

- [0044] 三次元データ符号化システム１００１は、三次元データ生成システム１０１１と、提示部１０１２と、符号化部１０１３と、多重化部１０１４と、入出力部１０１５と、制御部１０１６とを含む。三次元データ生成システム１０１１は、センサ情報取得部１０１７と、三次元データ生成部１０１８とを含む。
- [0045] センサ情報取得部１０１７は、センサ端末１００３からセンサ信号を取得し、センサ信号を三次元データ生成部１０１８に出力する。三次元データ生成部１０１８は、センサ信号から三次元データを生成し、三次元データを符号化部１０１３へ出力する。
- [0046] 提示部１０１２は、センサ信号又は三次元データをユーザに提示する。例えば、提示部１０１２は、センサ信号又は三次元データに基づく情報又は画像を表示する。
- [0047] 符号化部１０１３は、三次元データを符号化（圧縮）し、得られた符号化データと、符号化過程において得られた制御情報と、その他の付加情報とを多重化部１０１４へ出力する。付加情報は、例えば、センサ信号を含む。
- [0048] 多重化部１０１４は、符号化部１０１３から入力された符号化データと、制御情報と、付加情報とを多重することで多重化データを生成する。多重化データのフォーマットは、例えば蓄積のためのファイルフォーマット、又は伝送のためのパケットフォーマットである。
- [0049] 入出力部１０１５（例えば、通信部又はインタフェース）は、多重化データを外部へ出力する。または、多重化データは、内部メモリ等の蓄積部に蓄積される。制御部１０１６（またはアプリ実行部）は、各処理部を制御する。つまり、制御部１０１６は、符号化及び多重化等の制御を行う。制御部１０１６は、逆多重化、復号、または、提示の制御を行ってもよい。
- [0050] なお、センサ信号が符号化部１０１３又は多重化部１０１４へ入力されてもよい。また、入出力部１０１５は、三次元データ又は符号化データをそのまま外部へ出力してもよい。

- [0051] 三次元データ符号化システム１００１から出力された伝送信号（多重化データ）は、外部接続部１００４を介して、三次元データ復号システム１００２に入力される。
- [0052] 三次元データ復号システム１００２は、符号化データ又は多重化データを復号することで三次元データを生成する。なお、三次元データ復号システム１００２は、単一の装置により実現される三次元データ復号装置であってもよいし、複数の装置により実現されるシステムであってもよい。また、三次元データ復号装置は、三次元データ復号システム１００２に含まれる複数の処理部のうち一部を含んでもよい。
- [0053] 三次元データ復号システム１００２は、センサ情報取得部１０２１と、入出力部１０２２と、逆多重化部１０２３と、復号部１０２４と、提示部１０２５と、ユーザインタフェース１０２６と、制御部１０２７とを含む。
- [0054] センサ情報取得部１０２１は、センサ端末１００３からセンサ信号を取得する。
- [0055] 入出力部１０２２は、伝送信号を取得し、伝送信号から多重化データ（ファイルフォーマット又はパケット）を復号し、多重化データを逆多重化部１０２３へ出力する。
- [0056] 逆多重化部１０２３は、多重化データから符号化データ、制御情報及び付加情報を取得し、符号化データ、制御情報及び付加情報を復号部１０２４へ出力する。
- [0057] 復号部１０２４は、符号化データを復号することで点群データを再構成する。
- [0058] 提示部１０２５は、点群データをユーザに提示する。例えば、提示部１０２５は、点群データに基づく情報又は画像を表示する。ユーザインタフェース１０２６は、ユーザの操作に基づく指示を取得する。制御部１０２７（またはアプリ実行部）は、各処理部を制御する。つまり、制御部１０２７は、逆多重化、復号及び提示等の制御を行う。
- [0059] なお、入出力部１０２２は、点群データ又は符号化データをそのまま外部

から取得してもよい。また、提示部1025は、センサ信号などの付加情報を取得し、付加情報に基づいた情報を提示してもよい。また、提示部1025は、ユーザインタフェース1026で取得されたユーザの指示に基づき、提示を行ってもよい。

[0060] センサ端末1003は、センサで得られた情報であるセンサ信号を生成する。センサ端末1003は、センサ又はカメラを搭載した端末であり、例えば、自動車などの移動体、飛行機などの飛行物体、携帯端末、又はカメラなどがある。

[0061] センサ端末1003で取得可能なセンサ信号は、例えば、(1) L I D A R、ミリ波レーダ、又は赤外線センサから得られる、センサ端末1003と対象物との距離、又は対象物の反射率、(2) 複数の単眼カメラ画像又はステレオカメラ画像から得られるカメラと対象物との距離又は対象物の反射率等を示す信号を含む。また、センサ信号は、センサの姿勢、向き、ジャイロ(角速度)、位置(G P S 情報又は高度)、速度、又は加速度等を含んでもよい。また、センサ信号は、気温、気圧、湿度、又は磁気等を含んでもよい。

[0062] 外部接続部1004は、集積回路(L S I 又はI C)、外部蓄積部、インターネットを介したクラウドサーバとの通信、又は、放送等により実現される。

[0063] 次に、点群データについて説明する。図2は、点群データの構成を示す図である。図3は、点群データの情報が記述されたデータファイルの構成例を示す図である。

[0064] 点群データは、複数の点のデータを含む。各点のデータは、位置情報(三次元座標)、及びその位置情報に対する属性情報を含む。この点が複数集まったものを点群と呼ぶ。例えば、点群は対象物(オブジェクト)の三次元形状を示す。

[0065] 三次元座標等の位置情報(P o s i t i o n)をジオメトリ(g e o m e t r y)と呼ぶこともある。また、各点のデータは、複数の属性種別の属性

情報 (a t t r i b u t e) を含んでもよい。属性種別は、例えば色又は反射率などである。

[0066] 1つの位置情報に対して1つの属性情報が対応付けられてもよいし、1つの位置情報に対して複数の異なる属性種別を持つ属性情報が対応付けられてもよい。また、1つの位置情報に対して同じ属性種別の属性情報が複数対応付けられてもよい。

[0067] 図3に示すデータファイルの構成例は、位置情報と属性情報とが1対1に対応する場合の例であり、点群データを構成するN個の点の位置情報と属性情報とを示している。

[0068] 位置情報は、例えば、x、y、zの3軸の情報である。属性情報は、例えば、RGBの色情報である。代表的なデータファイルとしてplyファイルなどがある。

[0069] 次に、三次元メッシュデータについて説明する。図4は、三次元メッシュデータの構成を示す図である。図5は、三次元メッシュデータの情報が記述されたデータファイルの構成例を示す図である。

[0070] 三次元メッシュデータは、CG (C o m p u t e r G r a p h i c s) に用いられるデータ形式であり、複数の面情報の集まりにより対象物の三次元形状を示す。複数の面情報のそれぞれは、三角形または四角形などの多角形を示す。三次元メッシュデータは、ポリゴン、ポリゴンメッシュとも称される。

[0071] 構成要素は、三次元点群、三次元点群の複数の三次元点である頂点 (v e r t e x) 、複数の三次元点において2つの頂点を結んだ辺 (e d g e) 、及び、複数の辺で囲まれた面 (f a c e) の集合である。三次元点群は、三次元空間における位置情報、及び、その位置情報に対応する属性情報を含む点の集合である。なお、三次元点は、単に、点と称されてもよい。

[0072] 頂点 (v e r t e x) は、三次元点に対する、色情報、反射率、法線ベクトルなどの属性情報を有していてもよい。辺または面を構成する頂点の関係性は、接続性 (c o n n e c t i v i t y) という情報で示されてもよい。

なお、頂点は、`position`と表現されてもよい。面の表裏は、三次元点に対する法線ベクトルの向きによって表現されてもよい。また、頂点は、面に対する属性情報を有していてもよい。

[0073] メッシュデータファイルの形式には、例えばオブジェクトファイルがある。図5に示すようなメッシュデータファイルでは、メッシュを構成するN個の頂点の位置情報 $G(1) \sim G(N)$ 、及び、頂点の属性情報 $A(1) \sim A(N)$ が頂点情報として示される。メッシュデータファイルでは、頂点情報は、属性情報を含まなくてもよい。

[0074] また、属性情報は頂点に1対1で対応しなくてもよい。図5のメッシュデータファイルでは、三次元メッシュデータは、M個の属性情報 $A2$ を有する例が示されている。

[0075] 面情報は、頂点のインデックスの組み合わせで示される。 $n[1, 3, 4]$ は、 $n=1$ の頂点、 $n=3$ の頂点、及び、 $n=4$ の頂点の3つの頂点で構成される三角形の面であることを示す。

[0076] また、 $m[2, 4, 6]$ は、3つの頂点に対して属性情報 $A2$ のうちの $m=2$ の属性情報、 $m=4$ の属性情報、 $m=6$ の属性情報がそれぞれ対応することを示す。なお、ここでは、3つの頂点で面を構成する例を示したが、面は、3以上の整数の頂点であればよく、3に限らない。例えば、面が四角形であれば頂点の数は4であり、面が多角形であれば頂点の数は多角形を構成する頂点の数と等しい数である。

[0077] また、属性情報 $A2$ は、メッシュデータファイルとは別のファイルで示されてもよく、そのポインタ情報を含んでもよい。例えば、属性情報は、二次元の属性マップ(`attribute map`)ファイルに格納されてもよく、属性マップファイル名、属性マップにおける二次元座標がメッシュデータファイルの属性情報 $A2$ で示されてもよい。このように、属性情報 $A2$ は、メッシュデータファイルに含まれていてもよいし、メッシュデータファイルとは別のファイルで示されてもよく、いずれの方法を用いても、三次元点に対する属性情報を指定することが可能である。

- [0078] 次に、三次元モデルについて説明する。図6は、三次元モデルについて説明するための図である。
- [0079] 三次元モデルとは、二次元データまたは三次元データに基づいて生成されたモデルである。
- [0080] 三次元モデル学習部1031は、例えば、二次元データ（二次元画像）または三次元データ（点群またはメッシュ）を学習することで、三次元形状及び三次元形状に対応する属性情報がNeural Networkなどを用いて学習されたネットワークモデルである三次元モデルを生成する。
- [0081] 三次元モデル学習部1031は、二次元画像に基づいてNeRF（Neural Radiance Fields）を用いて学習することで三次元モデルを生成してもよい。三次元モデル学習部1031は、二次元画像を用いてフォトグラメトリを実行することにより二次元画像を三次元データに変換した後に、三次元モデルを生成してもよい。三次元モデルは、センサ（距離センサ）で取得された三次元データを用いて生成されてもよい。
- [0082] 三次元モデルデータは、三次元モデルを構成する要素であり、ネットワークモデルの構造を示す情報、特徴量などを含む。三次元モデルデータは、例えば、ニューラルネットワークの構成要素に関する情報を含む。構成要素に関する情報は、例えば、入力層、中間層、出力層などの複数の層、各層におけるノード、ノードに対する重み係数、ノードの変換関数などを含む。
- [0083] 三次元モデル符号化部1032は、三次元モデルデータを符号化し、符号化された三次元モデルデータを伝送してもよい。
- [0084] 三次元モデル復号部1033は、伝送された、符号化された三次元モデルデータを受信し、符号化された三次元モデルデータに基づいて三次元モデルを復号する。
- [0085] レンダリング再構成部1034は、復号された三次元モデルに基づいて、二次元データ（二次元画像）または三次元データ（点群またはメッシュ）を再構成（生成）する。レンダリング再構成部1034は、例えば、NeRFでモデル化された三次元モデルを用いる場合、視点位置または視線ベクトル

情報を取得し、三次元モデル及び視点位置または視線ベクトルに基づいて、レンダリングされた二次元データ（二次元画像）を生成し、二次元データを出力する。生成される二次元データは、視点位置から見た三次元物体、または、視線ベクトルで示される視線から見た三次元物体の二次元画像を示す。三次元物体は、三次元モデル学習部 1031 に入力された二次元データまたは三次元データの元になった被写体の三次元物体である。

[0086] 次に、三次元データの種類について説明する。図 7 は、三次元データの種類を示す図である。図 7 に示すように、三次元データには、静的オブジェクトと、動的オブジェクトとがある。

[0087] 静的オブジェクトは、任意の時間（ある時刻）の三次元データである。動的オブジェクトは、時間的に変化する三次元データである。以降、ある時刻の点群データを PCC フレーム、又はフレームと呼ぶ。また、任意の時間のメッシュデータをメッシュフレーム、又はフレームと呼ぶ。

[0088] オブジェクトは、通常の映像データのように、ある程度領域が制限されている三次元データであってもよいし、地図情報のように領域が制限されていない三次元データであってもよい。

[0089] また、様々な密度の点があり、疎な点群データ（疎なメッシュデータ）と、密な点群データ（密なメッシュデータ）とが存在してもよい。

[0090] 以下、各処理部の詳細について説明する。センサ情報は、LIDAR 或いはレンジファインダなどの距離センサ、ステレオカメラ、又は、複数の単眼カメラの組合せなど様々な方法で取得される。三次元データ生成部 1018 は、センサ情報取得部 1017 で得られたセンサ情報に基づき点群データを生成する。三次元データ生成部 1018 は、点群データとして、位置情報（ジオメトリ情報）を生成し、位置情報に、当該位置情報に対する属性情報を付加する。

[0091] 三次元データ生成部 1018 は、位置情報の生成又は属性情報の付加の際に、点群データを加工してもよい。例えば、三次元データ生成部 1018 は、位置が重複する点群を削除することでデータ量を減らしてもよい。また、

三次元データ生成部 1018 は、位置情報を変換（位置シフト、回転又は正規化など）してもよいし、点群データを加工し、メッシュデータを生成してもよい。また、三次元データ生成部 1018 は、属性情報をレンダリングしてもよい。

[0092] なお、図 1 では、三次元データ生成システム 1011 は、三次元データ符号化システム 1001 に含まれるが、三次元データ符号化システム 1001 の外部に独立して設けられてもよい。

[0093] 符号化部 1013 は、三次元データを予め規定された符号化方法に基づき符号化することで符号化データを生成する。符号化方法には、G-PCC（位置情報を用いた符号化方法）、V-PCC（ビデオコーデックを用いた符号化方法）、Draco（メッシュの符号化方法）、V-DMC（メッシュの符号化方法）がある。符号化方法は、これらの方法に限定されず、例えば、動的なメッシュを符号化する方法、または、これらの方法を組み合わせた別の方法であってもよい。

[0094] 復号部 1024 は、符号化データを予め規定された符号化方法に基づき復号することで三次元データを復号する。

[0095] 多重化部 1014 は、符号化データを、既存の多重化方式を用いて多重化することで多重化データを生成する。生成された多重化データは、伝送又は蓄積される。多重化部 1014 は、三次元データの符号化データの他に、映像、音声、字幕、アプリケーション、ファイルなどの他のメディア、又は基準時刻情報を多重化する。また、多重化部 1014 は、さらに、センサ情報又は点群データに関連する属性情報を多重化してもよい。

[0096] 多重化方式又はファイルフォーマットとしては、ISO BMFF、ISO BMFF ベースの伝送方式である MPEG-DASH、MMT、MPEG-2 TS Systems、RTP などがある。

[0097] 逆多重化部 1023 は、多重化データから三次元データの符号化データ、その他のメディア、及び時刻情報などを抽出する。

[0098] 入出力部 1015 は、多重化データを、放送又は通信など、伝送する媒体

又は蓄積する媒体にあわせた方法を用いて伝送する。入出力部1015は、インターネット経由で他のデバイスと通信してもよいし、クラウドサーバなどの蓄積部と通信してもよい。

[0099] 通信プロトコルとしては、http、ftp、TCP又はUDPなどが用いられる。PULL型の通信方式が用いられてもよいし、PUSH型の通信方式が用いられてもよい。

[0100] 有線伝送及び無線伝送のいずれが用いられてもよい。有線伝送としては、Ethernet（登録商標）、USB、RS-232C、HDMI（登録商標）、又は同軸ケーブルなどが用いられる。無線伝送としては、無線LAN、Wi-Fi（登録商標）、Bluetooth（登録商標）又はミリ波などが用いられる。

[0101] また、放送方式としては、例えばDVB-T2、DVB-S2、DVB-C2、ATSC3.0、又はISDB-S3などが用いられる。

[0102] 次に、三次元データを1以上の三次元データに分割する処理について説明する。図8は、三次元データの符号化処理について説明するための図である。図9は、三次元データの復号処理について説明するための図である。

[0103] 図8に示すように、データ分割部1041が三次元データを1以上の三次元空間毎に分割し、分割された1以上の三次元データ（つまり1以上の分割三次元データ）を生成する。符号化部1042が1以上の分割三次元データを符号化して、符号化データを生成してもよい。データ分割部1041及び符号化部1042は、1つ符号化装置の構成要素として、当該1つ符号化装置に含まれていてもよいし、別々の装置に含まれていてもよい。

[0104] 1以上の三次元空間の各々は、タイルまたはスペースと表記されてもよい。三次元空間は、例えば、バウンディングボックスである。また、分割された複数の三次元空間のそれぞれに含まれる三次元データは、スライスと表記されてもよい。スライスは、分割された三次元データであり、位置情報（Geometry）または属性情報（Attribute）を有する点群、メッシュ、及び、三次元モデルのいずれかを含む。複数のスライスは、それぞれ

れ、構成要素ごとに符号化部 1042 で符号化され、符号化データとして出力される。符号化データは、符号化された複数のスライスを含む。

[0105] 図9に示すように、復号処理では、復号部 1051 は、符号化データに基づいて1以上の分割三次元データ（1以上のスライス）を復号する。データ結合部 1052 は、1以上の分割三次元データを結合し、三次元データを復元（生成）する。復号部 1051 及びデータ結合部 1052 は、1つの復号装置の構成要素として、当該1つの復号装置に含まれていてもよいし、別々の装置に含まれていてもよい。復号部 1051 によって復号された1以上の分割三次元データは、結合されなくてもよい。復号部 1051 は、符号化データの一部に基づいて1以上の分割三次元データのうちの一部の分割三次元データを復号して、復号した一部の分割三次元データを出力してもよい。この場合、復号装置は、データ結合部 1052 を有していなくてもよい。

[0106] 図10は、三次元データのタイル及びスライスを二次元的に模式的に示した図である。

[0107] 符号化装置は、複数のスライスを符号化する場合、複数のスライス間の依存関係を用いて符号化してもよいし、依存関係を用いずに符号化してもよい。符号化装置は、依存関係を用いずに符号化する場合、各スライスを独立に符号化することが可能であり、複数のスライスを並列処理で符号化することで処理時間を削減できる。また、復号装置は、依存関係を用いずに複数のスライスが符号化された場合、各スライスを独立に復号することが可能であり、複数のスライスを並列処理で復号することで処理時間を削減できる。また、復号装置は、複数のスライスのうちの一部のスライスを復号する部分復号により処理量を削減可能である。

[0108] 符号化装置は、依存関係を用いて符号化する場合、依存関係を示す識別子をシグナリングし、依存されるデータから順に符号化する。復号装置は、依存関係を用いて複数のスライスが符号化された場合、識別子に基づいて、依存されるデータから順に復号する。

[0109] 三次元データの分割では、どのような分割数で分割されてもよいし、どの

ような分割方法が用いられてもよい。三次元データの分割では、オブジェクトの形状を判定し、オブジェクト毎に複数の三次元点が分割されてもよい。また、三次元データの分割では、スライスに含まれる三次元点の数を基準に分割されてもよい。つまり、1つのスライスに含まれる三次元点の上限値が定められていてもよい。また、三次元データは、地図情報または位置情報を用いて、三次元空間（タイル情報）に含まれるか否かで分割されてもよい。複数のタイル形状は重複してもよい。

[0110] このように三次元データを複数の分割三次元データに分割することで、コンテンツまたはオブジェクトに応じた適応的な符号化や、復号における並列処理が可能となる。

[0111] 次に、複数の三次元データのうち提示または伝送する三次元データを選択する方法について説明する。

[0112] サーバは、同一空間に対する複数の三次元データを蓄積する。サーバは、例えば、同一空間に対する点群データとメッシュデータとを蓄積する。サーバは、符号化装置の一例である。端末は、端末の用途に基づき、サーバから取得する三次元データを切り替え、切り替えた三次元データを提示する。端末は、例えば、三次元データを解析する端末であってもよい。この場合、端末は、解析または提示などの用途、ユーザ操作に基づいて、提示する三次元データを切り替えてもよい。端末は、復号装置の一例である。

[0113] 三次元データの切り替えでは、三次元データとして点群を提示するか、メッシュを提示するかが切り替えられてもよい。また、三次元データの切り替えでは、三次元データとして点群を伝送するか、メッシュを伝送するかが切り替えられてもよい。例えば、端末は、ユーザによる選択結果をサーバへ送信し、サーバから当該選択結果に基づく三次元データをサーバから受信（ダウンロード）し、受信した三次元データを提示してもよい。三次元データ（点群またはメッシュ）は、サーバにおいて符号化されてもよいし符号化されなくてもよい。三次元データが符号化される場合、端末は、符号化された三次元データをサーバから受信し、受信した符号化された三次元データに基づ

いて三次元データを復号し、復号した三次元データを提示してもよい。

[0114] 図 1 1 は、ユーザの要求に応じて切り替えられる端末提示画面の一例を示す図である。

[0115] 図 1 1 に示すように、端末提示画面 1 0 6 1 は、ユーザの要求に応じて切り替えられてもよい。端末提示画面は、ユーザの要求を受け付ける UI として点群ボタン 1 0 6 1 a 及びメッシュボタン 1 0 6 1 b を含む。点群ボタン 1 0 6 1 a は、符号化点群（符号化された点群データ）を提示する要求を受け付けるボタンである。メッシュボタン 1 0 6 1 b は、符号化メッシュ（符号化されたメッシュデータ）を提示する要求を受け付けるボタンである。端末は、ユーザにより点群ボタン 1 0 6 1 a への入力となされると、符号化点群を提示する要求を受け付け、提示データの選択結果としての当該要求をサーバへ通知（送信）する。端末は、ユーザによりメッシュボタン 1 0 6 1 b への入力となされると、符号化メッシュを提示する要求を受け付け、提示データの選択結果としての当該要求をサーバへ通知（送信）する。なお、提示は、表示と表現されてもよい。

[0116] サーバは、選択結果としての要求を受信すると、選択結果に応じた三次元データを端末へ送信する。サーバは、受信した要求が符号化点群を提示する要求である場合、符号化点群を端末へ送信する。サーバは、受信した要求が符号化メッシュを提示する要求である場合、符号化メッシュを端末へ送信する。

[0117] メッシュは、提示に要する処理負荷が小さいため提示に適するという特徴がある。一方で、点群は、三次元点群で示される三次元モデルの位置情報の精度が高く、計測に適するという特徴がある。例えば、ユーザは、三次元モデルを観察したい場合にはメッシュを選択し、計測したい場合には点群を選択するように、必要な用途に適した種類の三次元データを選択することにより、提示処理を軽減したり、精度よい計測に用いたりすることができる。

[0118] 図 1 2 は、ユーザの操作に応じて自動的に切り替えられる端末提示画面の一例を示す図である。

[0119] 端末は、ユーザの操作を受け付けることで、三次元データを拡大する処理を行う。端末は、所定の拡大率より小さい倍率では、端末提示画面1062のようにメッシュデータを提示し、所定の拡大率以上の倍率では、端末提示画面1063のように点群データを提示してもよい。例えば、端末は、所定の拡大率より小さい倍率でメッシュデータを提示し、ユーザの操作に応じて所定の拡大率に拡大されて提示された時点で、拡大により注目される（拡大により提示される）三次元データの一部のデータに対応する点群データをサーバからダウンロードし、ダウンロードした点群データを復号して提示してもよい。

[0120] 上記では、三次元データを拡大または縮小する操作に応じて、提示する三次元データの種類の切り替えることを例示したが、提示する三次元データの種類の切り替えは、その他の操作でもよい。例えば、端末は、提示されているメッシュデータの一部の領域をタップする操作をユーザから受け付けた場合、タップにより選択されたメッシュデータの一部の領域に対応する点群データに切り替えて提示してもよい。端末は、点群データをメッシュデータに重畳して提示されてもよいし、点群データをメッシュデータから切り替えて独立に（つまり、メッシュデータの提示をせずに）提示してもよい。端末は、所定の拡大率で提示される前に予め予測して、拡大された部分に対応する点群データをダウンロードし、ダウンロードした点群データを復号して提示してもよい。また、端末は、点群データ及びメッシュデータの空間同期（座標合わせ）が予めなされている場合、空間同期をすることなくダウンロードした点群データをそのまま提示してもよい。端末は、点群データ及びメッシュデータの空間同期がなされていない場合、空間同期に関する同期情報に基づいて点群データをメッシュデータ（あるいはメッシュデータの座標系）に対して位置合わせをして提示してもよい。なお、端末は、点群データを位置合わせせずに提示してもよい。なお、上記では、点群データをメッシュデータに対して空間同期する例について説明したが、端末は、メッシュデータを点群データに対して空間同期して提示してもよい。

- [0121] このように、端末は、必要な点群データのみをダウンロードして、ダウンロードした点群データを復号して提示する。このため、サーバ及び端末間の通信容量の削減、端末の処理削減、提示時間の低遅延化が期待できる。
- [0122] 一般的に、メッシュデータはデータサイズが少なく、点群データはデータサイズが大きい。つまり、同じ三次元オブジェクトのメッシュデータと点群データとをデータサイズで比較した場合、メッシュデータは、点群データよりも小さい。このため、端末は、最初にメッシュデータをダウンロードし初期提示することで、初期提示までの遅延を少なくすることが可能となる。
- [0123] また、端末は、メッシュデータで提示することにより三次元モデルの観察処理に要する処理負荷を低減できる。また、端末は、メッシュデータと点群データとを同時に提示することにより、可視性が高まり計測が容易となる。
- [0124] なお、提示する三次元データは、通信のネットワーク帯域に基づいて切り替えられてもよい。端末は、帯域が狭くネットワーク速度が所定の速度より遅い場合にメッシュデータを提示し、ネットワーク速度が所定の速度以上の場合に点群データを提示してもよい。
- [0125] また、提示する三次元データは、端末の能力に応じて切り替えられてもよい。例えば、提示する三次元データは、端末の処理性能または端末のCPUの使用率に基づいて切り替えられてもよい。端末は、点群データを提示中に、点群データの提示処理について、端末の処理性能またはCPUのリソースが不足することで困難となる場合に、点群データからメッシュデータの提示に切り替えてもよい。端末は、メッシュデータを提示中に、メッシュデータの提示処理について、端末の処理性能またはCPUのリソースに余裕があると判定された場合に、メッシュデータから点群データの提示に切り替えてもよい。
- [0126] 次に、三次元データを切り替える他の例について説明する。
- [0127] 端末は、建築現場で用いられる三次元データを提示する場合、建物または地図などの外観をメッシュデータで提示し、建物のひずみ、亀裂、ゆがみなどのように測定が必要な部位が含まれる場合に、点群データで提示するよう

に、提示する三次元データの種類を切り替えてもよい。

[0128] 端末は、スタジアム、ホール、工場などの空間において、照明の明るさ、色合い、雰囲気など外観を提示したい場合にメッシュデータで提示し、スタジオ形状、機材の配置、通路の確保などを計測したい場合に点群データで提示するように、提示する三次元データの種類を切り替えてもよい。

[0129] また、解像度の異なる三次元データが切り替えられて提示されてもよい。

[0130] 端末は、三次元モデルをレンダリングして提示する際に、解像度の異なる複数の点群データ、解像度の異なる複数のメッシュデータ、及び、三次元モデルを切り替えて提示してもよい。端末は、例えば、視点から遠い三次元データを提示する場合に低解像度のメッシュデータを提示し、近くに寄った場合に高解像度のメッシュデータに切り替えて提示してもよい。これにより三次元データの表示の精度を向上できる。

[0131] 端末は、スポーツにおいて選手の動きを解析する際、特定の動きまたは場所を特定するまではメッシュデータで提示し、特定の動きまたは場所が特定された後に対応する部位の点群データの提示に切り替え、当該点群データを三次元形状の計測に用いてもよい。

[0132] 端末は、ビデオゲームなどで解像度の異なる三次元モデルを切り替えてもよい。端末は、例えば、重要な部分の三次元データの提示に高解像度の三次元データを用い、重要でない部分の三次元データの提示に低解像度の三次元データを用いてもよい。これにより、全体の処理パフォーマンスを改善できる。なお、各三次元モデルが重要か否かは、例えば、ビデオゲームの動作に関係があるか否か（シューティングゲームであれば、プレイヤーや標的、銃などが重要など）、プレイヤーの選択に関係あるか否か（購買の場面では、商品情報が重要など）で決定される。なお、ビデオゲームごとに事前に各三次元モデルが重要か否かが設定されていてもよい。

[0133] 端末は、三次元モデルとしての地形データを提示する場合、解像度の異なる地形データを切り替えてもよい。これにより、必要に応じてより詳細な地形の情報を表示できる。

- [0134] 端末は、例えば、Web上でサムネイル表示する際には、低解像度の三次元データを提示し、サムネイル上で選択された三次元データを用いて、アプリケーションで計測または提示する場合には高解像度の三次元データを計測または提示に用いてもよい。なお、例えば、二次元表示の端末に表示する場合等は、三次元データは、特定の視点から特定の方向へ三次元物体（被写体）を見た場合の二次元データとして提示される。言い換えると、三次元データは、特定の視点及び特定の方向を示すカメラ情報と、当該特定の視点から当該特定の方向へ三次元物体を見た場合の二次元データとに分かれていてもよい。
- [0135] 端末は、表示優先の場合は処理の軽いメッシュデータを提示し、計測する際に、計測に適する点群データに置き換えることにより、処理の軽いアプリケーションの実現が可能となる。
- [0136] 次に、サーバ1070及び端末1090の構成について説明する。図13は、サーバ及び端末の機能構成の一例を示すブロック図である。
- [0137] サーバ1070は、データ生成部1071と、同期部1075と、点群符号化部1076と、メッシュ符号化部1077と、モデル符号化部1078と、多重化部1079と、データ抽出部1080とを備える。
- [0138] データ生成部1071は、二次元データ及び三次元データの少なくとも一方に基づいて、三次元データを生成する。生成される三次元データは、点群データ、メッシュデータ、及び、三次元モデルデータの少なくとも2つを含む。データ生成部1071は、点群生成部1072と、メッシュ生成部1073と、モデル生成部1074とを有する。データ生成部1071は、点群生成部1072と、メッシュ生成部1073と、モデル生成部1074とのうちの少なくとも2つを有していればよい。点群生成部1072は、二次元データ及び三次元データの少なくとも一方に基づいて、点群データを生成する。メッシュ生成部1073は、二次元データ及び三次元データの少なくとも一方に基づいて、メッシュデータを生成する。モデル生成部1074は、二次元データ及び三次元データの少なくとも一方に基づいて機械学習するこ

とで、三次元モデルデータを生成する。

[0139] データ生成部 1071 に入力される二次元データは、カメラで取得した二次元画像であってもよい。データ生成部 1071 に入力される三次元データは、例えば、建築現場や工場、オフィスなどの空間を L i D A R などのセンサで取得される点群データであってもよい。データ生成部 1071 は、三次元データの点群データに含まれる各点に対して、二次元データの二次元画像を用いて、当該点に対応する色情報を属性情報として生成してもよい。データ生成部 1071 によって生成される三次元データは、任意の空間に分割されてもよい。点群データ、メッシュデータ、及び、三次元モデルデータは、それぞれ、任意の空間に分割されてもよい。

[0140] 同期部 1075 は、データ生成部 1071 によって生成された点群データ、メッシュデータ、及び、三次元モデルデータの空間位置または各データの時刻（再生時刻、復号時刻、取得時刻など）の同期をとる。各データの時刻は、再生時刻、復号時刻、取得時刻などである。なお、同期部 1075 は、点群データ、メッシュデータ、及び、三次元モデルデータの同期をとらずに、同期をとるための同期情報を生成してもよい。なお、同期部 1075 は、データ生成部 1071 によって生成された点群データ、メッシュデータ、及び、三次元モデルデータのうちの少なくとも 2 種類の三次元データの同期を取るか、同期を取るための同期情報（同期信号）を生成する処理を行えばよく、3 種類の三次元データの同期を取るための処理（同期処理）を行わなくてもよい。

[0141] 点群符号化部 1076 は、同期部 1075 によって同期処理が行われた後の点群データを符号化する。なお、点群符号化部 1076 は、点群データを符号化しなくてもよい。点群データは、予め符号化されていてもよいし、端末 1090 からの要求に応じて符号化されてもよい。

[0142] メッシュ符号化部 1077 は、同期部 1075 によって同期処理が行われた後のメッシュデータを符号化する。

[0143] モデル符号化部 1078 は、同期部 1075 によって同期処理が行われた

後の三次元モデルデータを符号化する。

- [0144] 多重化部１０７９は、符号化された点群データ（符号化点群）、符号化されたメッシュデータ（符号化メッシュデータ）、符号化された三次元モデルデータ、及び、同期情報を所定のフォーマットまたは所定の多重化方法を用いて多重化する。なお、多重化部１０７９による多重化は行われなくてもよい。この場合、サーバ１０７０は、多重化部１０７９を備えていなくてもよい。
- [0145] データ抽出部１０８０は、多重化された三次元データのうち、端末１０９０の要求に応じた一部の三次元データを抽出し、抽出した一部の三次元データを端末１０９０に送信する。なお、データ抽出部１０８０によるデータの抽出は行われなくてもよい。この場合、サーバ１０７０は、データ抽出部１０８０を備えていなくてもよい。データ抽出部１０８０によるデータの抽出が行われない場合、サーバ１０７０は、多重化部１０７９により多重化された三次元データを端末１０９０に送信してもよい。また、さらに多重化部１０７９による多重化が行われない場合、サーバ１０７０は、符号化された点群データ（符号化点群）、符号化されたメッシュデータ（符号化メッシュ）、符号化された三次元モデルデータ（符号化三次元モデル）、及び、同期情報を端末１０９０に送信してもよいし、符号化された点群データ（符号化点群）、符号化されたメッシュデータ（符号化メッシュ）、符号化された三次元モデルデータ（符号化三次元モデル）、及び、同期情報を含むビットストリームを端末１０９０に送信してもよい。
- [0146] 端末１０９０は、制御部１０９１と、復号部１０９２と、提示部１０９３とを備える。
- [0147] 制御部１０９１は、提示する一部の三次元データの要求をサーバ１０７０に送信する。制御部１０９１は、ユーザによる操作を受け付けて一部の三次元データを特定してもよい。
- [0148] 復号部１０９２は、サーバ１０７０から取得したビットストリーム（符号化データ）に基づいて、一部の三次元データを復号する。

- [0149] 提示部 1093 は、復号された一部の三次元データをレンダリングして提示する。
- [0150] 図 13 のデータ生成部 1071 は、図 14 で示すデータ生成部 1110 で実現されてもよい。図 14 は、サーバのデータ生成部の他の一例を示すブロック図である。
- [0151] データ生成部 1110 は、点群生成部 1111 と、メッシュ生成部 1112 と、モデル生成部 1113 とを備える。
- [0152] 点群生成部 1111 は、点群生成部 1072 と同じ機能を有する。点群生成部 1111 は、点群センサ 1101 から得られた点群データと、カメラ 1102 から得られた二次元画像とを取得して、点群データ及び二次元画像に基づいて、点群データを生成する。点群生成部 1111 により生成される点群データは、各点の位置情報と、当該位置情報で示される各点に対応する属性情報であって、二次元画像から抽出された属性情報（色情報など）を含む。
- [0153] メッシュ生成部 1112 は、点群生成部 1111 により生成された点群データに基づいて、メッシュデータを生成する。
- [0154] モデル生成部 1113 は、モデル生成部 1074 と同じ機能を有する。モデル生成部 1113 は、点群センサ 1101 から得られた点群データと、カメラ 1102 から得られた二次元画像とを取得して、点群データ及び二次元画像に基づいて機械学習することで、三次元モデルデータを生成する。
- [0155] 点群データ、メッシュデータ、及び、三次元モデルデータは、図 13 で説明したように、それぞれ独立に生成されたデータでもよい。メッシュデータは、図 14 で説明したように、点群データから生成されてもよい。なお、点群データは、メッシュデータから生成されてもよい。
- [0156] メッシュは点群から生成されてもよいし、点群はメッシュから生成されてもよい。
- [0157] なお、点群データ、メッシュデータ、及び、三次元モデルデータは、サーバ 1070 で生成されてもよいし、センサまたはセンサを搭載する端末 10

90で生成されてもよい。センサは、例えば、点群センサ1101及びカメラ1102である。

[0158] 次に、複数の三次元データの座標系を同期する処理について説明する。図15及び図16は、座標系の同期処理について説明するための図である。

[0159] 同一空間に対する三次元データであっても、取り扱うシステムまたは座標系の違いにより、システムで取り扱うローカル座標系の原点位置（原点座標）が、実際の座標と異なる場合がある。

[0160] 例えば、メッシュデータが点群データから生成された場合には、メッシュデータと点群データとで原点位置が同一であるが、メッシュデータと点群データとがそれぞれ異なるシステムで生成された場合には、メッシュデータと点群データとで原点位置が異なる可能性がある。

[0161] 図15及び図16の例では、メッシュデータの座標系の原点座標と、点群データの座標系の原点座標とは、両方とも、例えば世界座標における(x_1 , y_1 , z_1)であり、メッシュデータの座標系と点群データの座標系とが同一である。なお、これらの原点座標が同一でない場合には、これらの原点座標は、同一になるように補正されてもよい。

[0162] 次に、分割された三次元空間情報を同期する場合について説明する。

[0163] 図15は、メッシュデータを分割するための三次元空間領域と、点群データを分割するための三次元空間領域とが同一の場合が示されている。具体的には、メッシュデータ座標系における複数の三次元空間領域と、点群座標系における複数の三次元空間領域との間で、三次元空間領域の数、三次元空間領域のサイズ、及び、三次元空間領域の位置が同一である。

[0164] 太点線の三次元空間領域に着目すると、三次元空間を示すバウンディングボックスの原点（黒三角のマーク）及び当該バウンディングボックスの最大値の点（黒四角のマーク）の位置は、メッシュデータの座標系と点群データの座標系とで同一である。

[0165] このとき、このバウンディングボックスの縦、横、及び、奥行きのサイズもメッシュデータの座標系と点群データの座標系とで同一である。

[0166] なお、図 1 6 に示すように、メッシュデータ座標系における複数の三次元空間領域と、点群座標系における複数の三次元空間領域との間で、三次元空間領域の数、三次元空間領域のサイズ、及び、三次元空間領域位置が、完全に同一でなくてもよい。メッシュデータの座標系における三次元空間領域は大きな領域で分割し、点群データの座標系における三次元空間領域はメッシュデータの座標系における三次元空間領域がさらに分割された領域であってもよい。この例では、点群データの座標系の三次元空間領域を複数合わせた単位では、メッシュデータの座標系の三次元空間領域と同一である。

[0167] 次に、三次元空間と符号化データとの関係について説明する。図 1 7 は、三次元空間と符号化データとの関係について説明するための図である。

[0168] 三次元データは、上述したように、例えば、点群データ、メッシュデータ、及び、三次元モデルのいずれかを含む。

[0169] 図 1 7 に示されるように、三次元データが 3 つの三次元空間（タイルまたはスペース）で 3 つの三次元データに分割された場合、符号化装置は、分割された 3 つの三次元データのそれぞれで符号化し、ヘッダを付けてデータユニット化する。ヘッダには、当該データユニットの符号化データが属する空間の識別子(Space_ID)、及び、データユニットの識別子(DataUnit_ID)をシグナリング（付与）する。

[0170] データユニットには、さらにデータユニットの識別子またはデータユニットの長さ情報などを含むヘッダが付与され、ユニット化されることで符号化方式ユニットが生成される。

[0171] 次に、符号化方式ユニットのシンタックスについて説明する。図 1 8 は、符号化方式ユニットのシンタックスの一例を示す図である。図 1 9 は、符号化点群のシンタックスの一例を示す図である。図 2 0 は、符号化メッシュのシンタックスの一例を示す図である。図 2 1 は、符号化三次元モデルのシンタックスの一例を示す図である。

[0172] unit_typeは、符号化方式ユニットに格納されるデータユニットの種別を示す。これにより、符号化方式ユニットに格納されるデータユニットの種別が

指定される。

[0173] lengthは、データユニットの長さを示す。

[0174] data()は、データユニットの本体を示す。

[0175] 図19において、unit_typeが0を示す場合、データユニットが符号化点群の位置情報（ジオメトリ）であることを示す。unit_typeが1を示す場合、データユニットが符号化点群の属性情報であることを示す。unit_typeが2を示す場合、データユニットが符号化点群のメタデータであることを示す。

[0176] 図20において、unit_typeが0を示す場合、データユニットが符号化メッシュの位置情報（ジオメトリ）であることを示す。unit_typeが1を示す場合、データユニットが符号化メッシュの属性情報であることを示す。unit_typeが2を示す場合、データユニットが符号化メッシュのメタデータであることを示す。

[0177] 図21において、unit_typeが0を示す場合、データユニットが符号化三次元モデルの要素1であることを示す。unit_typeが1を示す場合、データユニットが符号化三次元モデルの要素2であることを示す。unit_typeが2を示す場合、データユニットが符号化三次元モデルのメタデータであることを示す。

[0178] なお、図19～図21で示されるシンタックスは、一例であって、上記の構成に限らない。これらのシンタックスは、シンタックスの一部の構成が用いられてもよいし、上記で説明していないタイプ（種別）が用いられてもよいし、シンタックスの構成要素の順番が入れ替えられたりしてもよい。例えば、符号化方式ユニットのシンタックスでは、図18のように複数の符号化方式で共通の符号化方式ユニットの構成とし、図19～図21で示されるunit_typeやlength、data()が示されてもよい。

[0179] なお、符号化方式ユニットには、さらにヘッダが付与され、符号化方式ユニットの種別が示されてもよい。符号化ユニットの種別は、例えば、点群データを示すpoint_cloud_codec_unit、メッシュデータを示すmesh_codec_unit、三次元モデルデータを示すmodel_codec_unitを含む。これにより、複数の

符号化方式を統合的に扱うことが可能となる。

[0180] 図 2 2 は、三次元データ情報のシンタックスの一例を示す図である。

[0181] シンタックスでは、複数の符号化方式が 1 つのフォーマットに格納する場合、当該フォーマットに含まれる三次元データの数(`number_of_3Dformat`)、及び、三次元データの種別(`format_type`)が示され、それぞれのフォーマットのデータが格納されてもよい。これにより、複数の符号化方式または三次元データを統合的に扱うことが可能となり、また複数の符号化方式または三次元データを識別することが可能となる。

[0182] `3Ddata_info`は、複数の三次元データを格納するフォーマット構造情報を示す。

[0183] `number_of_3Dformat`は、用いられる三次元フォーマットの数を示す。

[0184] `format_type`は、格納される三次元データのフォーマットの種別を示す。例えば、`format_type`の数字とその数字に対応するフォーマットが下記のように定められてもよい。`format_type`が 0 を示す場合、格納される三次元データのフォーマットが点群データ (`point cloud`) であることを示す。`format_type`が 1 を示す場合、格納される三次元データのフォーマットがメッシュデータ (`mesh`) であることを示す。`format_type`が 2 を示す場合、格納される三次元データのフォーマットが G-PCC データ (`g-pcc`) であることを示す。`format_type`が 3 を示す場合、格納される三次元データのフォーマットが V-DMC データ (`v-dmc`) であることを示す。`format_type`が 4 を示す場合、格納される三次元データのフォーマットが三次元モデルデータ (`3Dmodel`) であることを示す。

[0185] 次に、複数の三次元データの符号化データのデータ構造について、三次元データの種類毎に説明する。図 2 3 は、符号化点群のデータ構造について説明するための図である。図 2 4 は、符号化メッシュのデータ構造について説明するための図である。図 2 5 は、符号化三次元モデルのデータ構造について説明するための図である。

[0186] 符号化装置は、複数種類の三次元データのそれぞれについて、複数の空間

領域のそれぞれ毎に三次元データを複数の三次元データに分割し、分割された複数の三次元データ（つまり複数の分割三次元データ）をそれぞれ符号化し、符号化データを生成する。

[0187] 符号化データには、それぞれヘッダが付与され、`data_unit_id`及び`space_id`の少なくとも一方が格納される。

[0188] ここで、`data_unit_id`は、符号化データの中でデータユニットを識別する識別子であり、符号化データの中で一意である。また、`space_id`は、空間領域の識別情報を示す。`data_unit_id`または`space_id`が、複数の三次元データで共通である場合は、複数の三次元データで同一の値が示される。

[0189] 図23～図25の例では、符号化点群における`data_unit_id=0`のデータユニットと、符号化メッシュにおける`data_unit_id=3`のデータユニットと、符号化三次元モデルにおける`data_unit_id=0`のデータユニットとには、いずれも`space_id=1`が付与されている。これは、`Space_ID #1`で示される共通の三次元空間に含まれる三次元データであることを意味する。

[0190] データ及びヘッダなどのデータは、データユニットまたは符号化方式のようなビットストリーム構造に含まれてもよいし、`ISO BMFF`の各`BOX`など所定のファイルフォーマットに格納されてもよい。

[0191] 次に、三次元空間情報について説明する。図26は、複数の三次元空間の一例を二次元的に示した図である。図27は、バウンディングボックスの一例を示す図である。図28は、三次元空間情報のシンタックスの一例を示す図である。

[0192] 三次元空間情報のシンタックスにおいて、`3Dspace_info`は、分割された三次元空間を示す情報である。`3Dspace_info`は、部分復号に用いることができる。

[0193] `number_of_space`は、分割された三次元空間の数を示す。

[0194] `space_id`は、分割された三次元空間の識別子を示す。

[0195] 三次元空間情報は、図27で示されるバウンディングボックスを規定するための情報としてバウンディングボックス情報を含む。

- [0196] バウンディングボックス情報は、`bounding_box_xyz`、及び、`bounding_box_whd`を含む。
- [0197] `bounding_box_xyz`は、バウンディングボックスの基準点の座標を示す。図27の例では、例えば、 x 、 y 、 z の座標値（ x_0 、 y_0 、 z_0 ）で表される。
- [0198] `bounding_box_whd`は、バウンディングボックスのサイズを示す。図27の例では、例えば、幅 w 、高さ h 、及び、奥行 d （ w_0 、 h_0 、 d_0 ）で表される。
- [0199] また、三次元空間情報は、符号化データ毎のデータユニットの識別子を含んでもよい。なお、三次元空間情報は、当該識別子を含まなくてもよい。つまり、識別子は、シグナリングされなくてもよい。
- [0200] `pointcloud_id`は、`space_id`に対応する空間の符号化点群のデータユニットの識別子を示す。
- [0201] `mesh_id`は、`space_id`に対応する空間の符号化メッシュのデータユニットの識別子を示す。
- [0202] `model_id`は、`space_id`に対応する空間の符号化三次元モデルのデータユニットの識別子を示す。
- [0203] なお、データユニットに`space_id`が示されず、`data_unit_id`が示される場合、三次元空間情報のそれぞれの空間を示す情報に、符号化データ毎のデータユニットの識別子が格納されてもよい。これにより、三次元空間情報と、分割された三次元符号化データとが対応づけられてもよい。
- [0204] また、データユニットに`space_id`が示される場合、`space_id`で三次元空間情報と符号化データ毎のデータユニットを識別子とが対応づけられてもよい。この場合、符号化データ毎のデータユニットの識別子は格納されなくてもよい。
- [0205] 分割方法、それぞれの分割された空間の原点、及び、バウンディングボックスのサイズを、メッシュデータと点群データとで同一とすることにより、点群データの三次元空間情報とメッシュデータの三次元空間情報とを共通化

してもよい。また、点群データとメッシュデータとで同一の三次元空間情報をそれぞれ用いてもよい。このように、異なる複数種類の三次元データ間において、三次元空間情報を共通化してもよいし、同一の三次元空間情報が用いられてもよい。三次元空間情報を共通化することにより、異なる種類への三次元データの切り替え（例えば提示の切り替えまたは伝送の切り替え）が容易となる。また、複数の三次元データを統合的に扱うフォーマットにおいて、三次元データ毎に三次元空間情報が設けられなくてもよく、1つの三次元空間情報を各三次元データで利用することができるため、三次元空間情報のデータ量を削減できる。

[0206] なお、点群データ及びメッシュデータ以外にも三次元モデルの三次元空間情報を他の種類の三次元データと同期してもよいし、他の種類の三次元データの三次元空間情報と共通化してもよい。

[0207] 次に、三次元データのデータ構造と部分復号との関係について説明する。図29は、部分復号の一例を示すフローチャートである。図30は、部分復号の対象となる三次元空間領域の一例を示す図である。図31は、部分復号される符号化点群のデータ構造の一例を示す図である。図32は、部分復号される符号化メッシュのデータ構造の一例を示す図である。図33は、部分復号される符号化三次元モデルのデータ構造の一例を示す図である。

[0208] 部分復号において、まず、復号装置は、部分復号の対象の三次元空間領域を決定する（S1001）。

[0209] 次に、復号装置は、三次元空間情報(3Dspace_info)を用いて、複数の三次元空間領域のバウンディングボックス情報から対象の三次元空間領域と重複する領域を特定し、特定した領域に対応するspace_idを取得する（S1002）。

[0210] 次に、復号装置は、符号化データから、取得したspace_idを有するデータユニットを取得して復号する（S1003）。これにより、復号装置は、三次元データの一部を復号する部分復号を行う。部分復号では、復号装置は、三次元データの全部を復号せずに、三次元データの一部のみを復号する。

- [0211] 例えば、図30に示すように、部分復号の対象となる三次元空間領域が太線の領域である場合、三次元空間情報から、取得する三次元空間のspace_idは#2と決定される。
- [0212] そして、図31～図33に示されるように、複数種類の三次元データの符号化データのうちSpace_id=#2に対応付けられているデータユニットが取得され復号される。
- [0213] なお、復号装置は、三次元空間情報から、space_idではなくデータユニットIDを取得し、取得したデータユニットIDを有するデータユニットを取得して部分復号してもよい。
- [0214] 次に、空間同期が取れていない場合について説明する。図34は、空間同期が取れていない異なる種類の三次元データの座標系の一例を示す図である。図35は、三次元データ情報のシンタックスの一例を示す図である。図36は、三次元空間情報のシンタックスの一例を示す図である。
- [0215] 図34に示すように、符号化装置は、同一空間のデータで座標系の違いにより原点座標が異なる場合、座標の相対値($x_1 - x_2$, $y_1 - y_2$, $z_1 - z_2$)を算出して補正することで、これらの原点座標を合わせてもよい。符号化装置は、算出した座標の相対値を、同期情報として復号装置(端末)へ通知(送信)してもよい。
- [0216] 同期情報は、メッシュデータの位置(原点)に対する点群データの位置(原点)の相対位置で示されてもよいし、点群データの位置に対するメッシュデータの位置の相対位置で示されてもよい。
- [0217] 上記は、三次元モデルデータの場合でも同様である。このように、同期情報は、異なる種類の三次元データの位置(原点)の相対位置で示されてもよい。なお、三次元データの種類が3種類以上の場合、いずれか1つの種類の三次元データを基準とした相対位置が算出される。
- [0218] 三次元データ情報は、図35に示すように、同期情報を示すspace_sync_informationを含んでもよい。space_sync_informationは、三次元空間の同期情報を示し、例えば、三次元空間のずれ量(基準となる座標と現在の座標との

差分値、つまり相対値)を示す。

[0219] 三次元データ情報では、複数のフォーマット情報のそれぞれについて、同期情報(space_sync_information)が格納されてもよい。この場合、同期の基準となるデータフォーマットをループの先頭に配置し、2番目のループ以降に先頭のフォーマットからの同期情報(相対位置情報)が格納されてもよい。

[0220] また、三次元空間情報は、図36に示すように、同期情報を示すspace_sync_informationを含んでもよい。三次元空間毎に空間位置がずれている場合、三次元空間毎のループに同期情報が格納されてもよい。

[0221] 図37は、端末の機能構成の一例を示す図である。

[0222] 端末1120は、復号部1121と、同期提示部1122とを備える。

[0223] 復号部1121は、三次元データ情報または三次元空間情報に基づいて、同期情報を復号する。同期提示部1122は、同期情報に基づいて三次元データの位置合わせをして提示する。

[0224] 次に、空間同期について説明する。図38は、空間同期処理の一例を示すフローチャートである。

[0225] まず、符号化装置(サーバ)及び復号装置(端末)を含むシステムは、点群データとメッシュデータとの間で空間同期が必要か否かを判定する(S1011)。

[0226] システムは、空間同期が必要と判定した場合(S1011でYes)、ステップS1012を実行し、空間同期が必要でないと判定した場合(S1011でNo)、ステップS1013を実行する。

[0227] ステップS1012では、システムは、点群データとメッシュデータとの間で空間同期が取れているか否かを判定する(S1012)。

[0228] システムは、空間同期が取れていると判定した場合(S1012でYes)、ステップS1014を実行し、空間同期が取れていないと判定した場合(S1012でNo)、ステップS1015を実行する。

[0229] ステップS1013では、システムは、点群データとメッシュデータとを

、空間同期せずに提示する（S 1 0 1 3）。

[0230] ステップS 1 0 1 4では、システムは、同期情報に基づいて、点群データとメッシュデータとを空間同期して提示する（S 1 0 1 4）。

[0231] ステップS 1 0 1 5では、システムは、点群データとメッシュデータとを、そのまま提示する（S 1 0 1 5）。

[0232] なお、上記のステップS 1 0 1 1～S 1 0 1 2の処理は、符号化装置により行われてもよいし、復号装置により行われてもよい。ステップS 1 0 1 3～S 1 0 1 5の処理は、復号装置により行われてもよい。

[0233] なお、上記のフローチャートは、点群データとメッシュデータとの間の空間同期処理について説明したが、三次元モデルデータについても同様に実行されてもよい。空間同期処理は、異なる種類の三次元データの間で実行されればよく、空間同期処理の対象となる三次元データの種類の限定されない。

[0234] 空間同期が必要か否かは、アプリケーションまたは用途に応じて切り替えられてもよい。例えば、計測用途で三次元データを用いる場合、正確な位置が必要であるため、空間同期が必要と判定されてもよい。

[0235] また、ユーザに表示して提示する場合、正確な位置合わせは不要として、空間同期が不要と判定されてもよい。

[0236] なお、位置合わせのレベルが規定されてもよく、この場合、システム（符号化装置または復号装置）は、位置合わせのレベルに基づき、同期の精度を変えてもよい。

[0237] （その他）

上記実施の形態では、空間同期を例に、複数の三次元データを同期する例を説明したが、それ以外にも提示時刻、復号時刻、または、取得時刻を合わせる時間同期が実行されてもよい。空間同期及び時間同期の少なくとも一方が実行されてもよい。

[0238] また、三次元データを切り替えたときに提示する色表現を違和感なく切り替えるために、カラーマトリックス、色のビット数、HDRなどのパラメータが同一に設定されてもよい。このように、複数の三次元データの間におい

て、属性情報の同期が取られてもよい。

[0239] 上記実施の形態では、点群データ及びメッシュデータのように異なる種類の三次元データを例に三次元データの切り替えについて説明したが、切り替えの対象となる複数の三次元データは、異なる種類の三次元データに限らない。複数の三次元データは、例えば、解像度が異なる三次元データであってもよいし、点の数が異なる複数の点群データであってもよいし、点の数または面の数が異なる複数のメッシュデータであってもよい。また、切り替えの対象となる複数の三次元データは、3以上の三次元データであってもよい。

[0240] また、切り替えの対象となる複数の三次元データは、取得時刻の異なる複数の点群データであってもよい。切り替えの対象となる複数の三次元データは、例えば、建築現場において、施工前の点群データ、施工後の点群データ、10年後の点群データ、モデル化されたメッシュデータなどを含んでもよい。

[0241] 三次元データだけでなく、NeRFなどの三次元モデルデータが用いられてもよい。三次元モデルデータは三次元データを提示するためのモデルであり、符号化されてもよいし符号化されなくてもよい。同一空間に対する複数の三次元モデルデータにおいて切り替えられてもよいし、複数の三次元モデルデータにおいて切り替えられてもよい。この場合、上記で説明した、空間同期の方法を用いることができる。また、点群データとメッシュデータとを統合的に扱うデータフォーマットに、三次元モデルデータの識別子を追加することにより、三次元データと三次元モデルデータとを統合的に扱うことが可能となる。また、三次元データと三次元モデルデータの空間情報（原点、バウンディングボックス、分割方法など）を同一とすることで、三次元空間の領域情報を共通化でき、部分復号が容易となる。

[0242] また、第1の解像度よりも低いメッシュデータ、第1の解像度以上のメッシュデータ、第2の解像度よりも低い点群データ、第2の解像度よりも高い点群データの順に処理対象の三次元データ（提示または伝送する三次元データ）が切り替えられてもよい。

- [0243] また、データ伝送または符号化のタイミングについて、サーバは、あらかじめ複数の三次元モデルを符号化した状態でデータを蓄積し、端末からの要求に基づき、要求に応じた三次元データを抽出してもよい。サーバは、端末からの要求があったタイミングで要求に応じた三次元データを符号化してもよい。端末は、事前に処理対象の三次元データを要求し、要求した三次元データをサーバからダウンロードしておいてもよい。これにより、端末が提示までにかかる時間を削減できる。
- [0244] また、分割された複数の三次元データのそれぞれ毎に、点群データを提示するか、メッシュデータを提示するか、三次元モデルデータを提示するか、あるいは、これらの三次元データのうちの2以上を重畳して提示するかが選択可能であってもよい。端末は、例えば、アバターの胴体部分に対応する分割データをメッシュで提示し、顔部分に対応する分割データは点群で提示することにより、より高精度な提示が可能となる。
- [0245] 上記実施の形態では、三次元オブジェクトを表す三次元データとして、点群データ、メッシュデータ、及び、三次元モデルデータが例示されたが、これに限らない。例えば、三次元オブジェクトは、視線を示す視線情報と、当該視線から三次元オブジェクトを見た場合の二次元画像とをそれぞれが含む複数のセットで表されてもよい。つまり、当該複数のセットを含むデータが、三次元データの種類として扱われてもよい。また、三次元データはgaussian splattingデータなど他のフォーマットのデータであってもよい。
- [0246] 図39は、復号装置の構成の一例を示す図である。図40は、復号装置による復号方法の一例を示すフローチャートである。
- [0247] 復号装置1130は、回路1131と、回路1131に接続されるメモリ1132とを備える。
- [0248] 回路1131は、以下の動作を行う。
- [0249] 回路1131は、三次元オブジェクトを表す第1データ、及び、前記三次元オブジェクトを表す第2データを含む符号化方式の1つを示す符号化方式情報（フォーマット）と、前記三次元オブジェクトが含まれる三次元空間を

示す識別情報とを含む符号化データを取得する（S1021）。次に、回路1131は、前記符号化データに基づいて、前記三次元空間に対応する、前記第1データ及び前記第2データを復号する（S1022）。次に、回路1131は、前記第1データをレンダリングして提示用の第1提示データを生成する（S1023）。次に、回路1131は、前記第2データをレンダリングして提示用の第2提示データを生成する（S1024）。次に、回路1131は、生成した前記第2提示データから前記第1提示データに切り替えて提示する（S1025）。なお、第1提示データ及び第2提示データは、例えば、レンダリング再構成部1034により生成された二次元データまたは三次元データである。

[0250] これによれば、三次元空間に対応する第1データ及び第2データに基づいて、第1提示データ及び第2提示データを生成し、第2提示データから第1提示データに切り替えて提示するため、三次元オブジェクトを表す2つのデータの切り替えにおいて空間のズレが生じないように提示することができる。よって、第1提示データ及び第2提示データを適切に提示することができる。

[0251] 例えば、前記第1データは、前記三次元オブジェクトを表す点群データである。

[0252] このため、第2提示データから、点群データに基づく第1提示データに切り替えて提示するため、三次元オブジェクトを表す2つのデータの切り替えにおいて空間のズレが生じないように切り替えて提示することができる。

[0253] 例えば、前記第2データは、前記三次元オブジェクトを表すメッシュデータである。

[0254] このため、メッシュデータに基づく第2提示データから、第1提示データに切り替えて提示するため、三次元オブジェクトを表す2つのデータの切り替えにおいて空間のズレが生じないように切り替えて提示することができる。

[0255] 例えば、前記第2データは、前記三次元オブジェクトを表す三次元モデル

データである。前記三次元モデルデータは、視線及び二次元画像の複数セットを機械学習することで得られる機械学習モデルを示す。

[0256] このため、三次元モデルデータに基づく第2提示データから、第1提示データに切り替えて提示するため、三次元オブジェクトを表す2つのデータの切り替えにおいて空間のズレが生じないように切り替えて提示することができる。

[0257] 例えば、前記第2データは、前記三次元オブジェクトを所定の視線方向から見た場合の二次元画像である。

[0258] このため、二次元画像に基づく第2提示データから、第1提示データに切り替えて提示するため、三次元オブジェクトを表す2つのデータの切り替えにおいて空間のズレが生じないように切り替えて提示することができる。

[0259] 例えば、前記回路は、さらに、ユーザからの提示データの切り替え要求を取得する。前記回路は、前記提示において、前記切り替え要求に応じて、前記第2提示データから前記第1提示データに切り替えて提示する。

[0260] このため、ユーザに指定されたタイミングで、切り替えを行うことができる。

[0261] 例えば、前記回路は、さらに、ユーザから提示の態様を変更させるための操作を受け付ける。前記回路は、前記提示において、前記操作に応じて前記提示の態様を変更し、変更に応じて、前記第2提示データから前記第1提示データに切り替えて提示する。

[0262] このため、ユーザの操作に応じたタイミングで、切り替えを行うことができる。

[0263] 例えば、前記回路は、前記取得において、前記符号化データを符号化装置から通信ネットワークを介して取得する。前記回路は、前記提示において、前記通信ネットワークの帯域に応じて、前記第2提示データから前記第1提示データに切り替えて提示する。

[0264] このため、通信ネットワークの帯域に応じて切り替えを行うことができ、例えば、通信ネットワークの帯域が所定の帯域未満から所定の帯域以上にな

ったときに第2提示データから第1提示データに切り替えて提示することができる。

[0265] 例えば、前記回路は、前記提示において、使用可能な前記回路の能力に応じて、前記第2提示データから前記第1提示データに切り替えて提示する。

[0266] このため、使用可能な回路の能力に応じて切り替えを行うことができ、例えば、使用可能な回路の能力が所定の能力未満から所定の能力以上になったときに第2提示データから第1提示データに切り替えて提示することができる。

[0267] 例えば、前記符号化データは、前記第1データの座標系と、前記第2データの座標系とを同期させるための同期情報を含む。前記回路は前記提示において、前記同期情報に基づいて、前記第1提示データ及び前記第2提示データを提示する。

[0268] このため、第1提示データと第2提示データとを座標系を合わせた上で、第2提示データから第1提示データへの切り替えを行うことができる。このため、三次元オブジェクトを表す2つのデータの切り替えにおいて空間のズレがより生じないように切り替えて提示することができる。

[0269] 例えば、前記回路は、さらに、前記第1データの座標系と、前記第2データの座標系とを同期させるか否かを判定する。前記回路は、前記第1データの座標系と、前記第2データの座標系とを同期させると判定した場合、前記回路は前記提示において、前記同期情報に基づいて、前記第1提示データ及び前記第2提示データを提示する。

[0270] このため、必要な時に同期処理を行うことができ、必要でない場合に同期処理をスキップできる。よって、処理負荷を低減できる可能性がある。

[0271] 例えば、前記第1データ及び前記第2データのそれぞれは、前記第1データ及び前記第2データにおいて共通の構成を有する。

[0272] このため、符号化データのデータ量を小さくできる。よって、通信容量を削減することができる。

[0273] 例えば、前記符号化データは、前記三次元オブジェクトが含まれる前記三

次元空間を特定するための空間情報を含む。前記回路は、さらに、前記三次元空間の一部の領域を示す対象領域を取得する。前記回路は、前記空間情報に基づいて、前記第1データのうちの一部の第1重複データであって、前記対象領域と重複する第1重複データを特定する。前記回路は、前記復号において、特定した前記第1重複データを復号する。

[0274] このため、例えば、第1重複データのみを取得することで取得するデータの容量を小さくできる。よって、通信容量を削減することができる。また、例えば、第1重複データのみを復号することができる。よって、処理負荷を削減することができる。

[0275] また、回路1131は図41のフローチャートに示す復号方法のように動作してもよい。図41は、復号装置による復号方法の他の一例を示すフローチャートである。

[0276] 回路1131は、前記三次元オブジェクトを表し、且つ、前記第1データの第1符号化方式と異なる第2符号化方式を示す符号化方式情報を復号する(S1031)。回路1131は、前記符号化方式情報が示す第2符号化方式の第2データを復号する(S1032)。前記第2データは、提示用の第2提示データを生成するために用いられる。

[0277] これによれば、復号により得られた符号化方式情報が示す第2符号化方式の第2データを復号するため、適切な提示用の第2提示データを生成のための第2データを得ることができる。

[0278] 図42は、符号化装置の構成の一例を示す図である。図43は、符号化装置による符号化方法の一例を示すフローチャートである。

[0279] 符号化装置1140は、回路1141と、回路1141に接続されるメモリ1142とを備える。

[0280] 回路1141は、以下の動作を行う。

[0281] 回路1141は、前記三次元オブジェクトを表し、且つ、前期第1データの第1符号化方式と異なる第2符号化方式を示す符号化方式情報を生成する(S1041)。回路1141は、前記符号化方式情報が示す第2符号化方

式の第2データを生成する（S1042）。回路1141は、前記符号化方式情報と前記第2データを含むビットストリームを生成する（S1043）。前記第2データは、提示用の第2提示データを生成するために用いられる。

[0282] これによれば、符号化方式情報及び第2データを含むビットストリームを生成するため、当該ビットストリームを取得した復号装置は、適切な提示用の第2提示データを生成のための第2データを得ることができる。

[0283] （実施の形態2）

本実施の形態では、例えば、点群データ、メッシュデータ、及び、三次元モデルデータを含む三次元データを取り扱うアプリケーションにおいて、アプリケーションのユースケースに応じて、三次元データ、三次元データフォーマット、及び、符号化方法を切り替える方法について説明する。

[0284] 点群データ、メッシュデータ、及び、三次元モデルデータが同一の符号化方式で同時に符号化されている場合、復号装置は、符号化データから所望の種類の三次元データを復号してもよい。

[0285] さらに、点群データ、メッシュデータ、及び、三次元モデルデータのそれぞれの種類において、異なる解像度の三次元データが符号化されている場合、符号化データから所望の解像度の三次元データを抽出して復号してもよい。

[0286] 図44は、実施の形態2における、三次元データの一部を復号する部分復号について説明するための図である。

[0287] 制御部1202は、三次元データのうち復号対象の一部の三次元データを指定する。

[0288] 部分復号部1201は、制御部1202によって指定された一部の三次元データを復号する。例えば、部分復号部1201は、符号化装置から三次元データを取得し、取得した三次元データの一部を復号する。

[0289] 図45は、実施の形態2における、三次元データの一部を抽出して復号する例について説明するための図である。

- [0290] 制御部 1 2 1 2 は、三次元データのうち抽出対象の三次元データを指定する。
- [0291] データ抽出部 1 2 1 1 は、制御部 1 2 1 2 によって指定された一部の三次元データを抽出する。例えば、データ抽出部 1 2 1 1 は、三次元データから三次元データの一部を抽出し、抽出した一部の三次元データを例えば復号装置に送信する。
- [0292] これにより、復号装置は、指定された一部の三次元データを復号できる。
- [0293] なお、符号化データは、階層構造を有していてもよい。また、階層構造を示す階層データが出力されてもよい。
- [0294] なお、以下では、主に、点群データまたはメッシュデータを用いた切り替え方法について説明するが三次元モデルデータモデルにも同様に適用可能である。つまり、切り替え方法では、点群データ、メッシュデータ、及び、三次元モデルデータのうちの 2 以上の三次元データを用いて、切り替えが行われてもよい。
- [0295] 次に、サーバ 1 2 2 0 及び端末 1 2 3 0 の構成について説明する。図 4 6 は、実施の形態 2 における、サーバ及び端末の機能構成の一例を示すブロック図である。なお、サーバ 1 2 2 0 は、例えば、三次元データを符号化する符号化システムで、端末 1 2 3 0 は、三次元データを復号して生成する復号システムである。
- [0296] サーバ 1 2 2 0 は、点群生成部 1 2 2 1 と、メッシュ生成部 1 2 2 2 と、点群符号化部 1 2 2 3 と、多重化部 1 2 2 4 とを備える。
- [0297] 点群生成部 1 2 2 1 は、二次元データ及び三次元データの少なくとも一方に基づいて、点群データを生成する。
- [0298] メッシュ生成部 1 2 2 2 は、点群生成部 1 2 2 1 により生成された点群データに基づいて、メッシュデータを生成する。
- [0299] 点群符号化部 1 2 2 3 は、点群生成部 1 2 2 1 により生成された点群データ、及び、メッシュ生成部 1 2 2 2 により生成されたメッシュデータを含む三次元データを符号化する。

- [0300] 多重化部 1 2 2 4 は、符号化された三次元データを所定のフォーマットまたは所定の多重化方法を用いて多重化する。なお、多重化部 1 2 2 4 による多重化は行われなくてもよい。この場合、サーバ 1 2 2 0 は、多重化部 1 2 2 4 を備えていなくてもよい。多重化された符号化データは、端末 1 2 3 0 に伝送（送信）される。
- [0301] 端末 1 2 3 0 は、制御部（アプリ実行部） 1 2 3 1 と、復号部 1 2 3 2 と、提示部 1 2 3 3 とを備える。
- [0302] 制御部 1 2 3 1 は、復号部 1 2 3 2 が復号する一部の三次元データを指定する。指定される一部の三次元データは、例えば、三次元データの種類（フォーマット）である。制御部 1 2 3 1 は、点群データを復号するか、メッシュデータを復号するかを指定する。制御部 1 2 3 1 は、三次元データの解像度を指定してもよい。
- [0303] 復号部 1 2 3 2 は、サーバ 1 2 2 0 から受信した符号化データのうち、制御部 1 2 3 1 により指定された一部の三次元データを復号する。復号部 1 2 3 2 は、制御部 1 2 3 1 により点群データの復号を指定されていれば点群データを復号し、制御部 1 2 3 1 によりメッシュデータの復号を指定されていればメッシュデータを復号する。あるいは、復号部 1 2 3 2 は、指定された解像度の三次元データを復号する。
- [0304] 提示部 1 2 3 3 は、復号部 1 2 3 2 により復号された一部の三次元データを提示する。提示部 1 2 3 3 は、復号部 1 2 3 2 により点群データが復号されていれば点群データを提示し、復号部 1 2 3 2 によりメッシュデータが復号されていればメッシュデータを提示する。あるいは、復号部 1 2 3 2 は、指定された解像度の三次元データを提示する。
- [0305] ここで、点群データ、メッシュデータ、及び、三次元モデルデータは、互いに解像度が異なるデータであり、また、表示の見え方が異なるデータであり、また、粒度の異なるデータである。点群データ、メッシュデータ、及び、三次元モデルデータの少なくとも 2 つを含む三次元データは、階層化されたデータであるともいえる。

- [0306] 図47は、実施の形態2における、端末による処理の一例を示すフローチャートである。
- [0307] 制御部1231は、所定の処理に基づき、使用する三次元データのフォーマットを決定する（S1201）。
- [0308] 制御部1231は、出力（提示）する三次元データのフォーマットを復号部1232に指示（指定）する（S1202）。
- [0309] 復号部1232は、所定の方法で指示されたフォーマットの三次元データを復号し、出力する（S1203）。
- [0310] 提示部1233は、所定の方法で指示されたフォーマットの三次元データをアプリケーションで使用する（S1204）。例えば、提示部は、当該三次元データを提示する。
- [0311] 次に、符号化装置による位置情報の符号化方式の一例であるトライソープ方式について説明する。
- [0312] トライソープ方式は、G-PCC符号化方式において点群データの位置情報を符号化する方式の一つであり、不可逆圧縮方式である。トライソープ方式では、処理対象の元点群を三角形の集合に置き換え、その平面上に点群を近似する。具体的には、元点群をノード内の頂点情報に置き換え、頂点同士を結んで三角形群を生成する。また、三角形を生成するための頂点情報がビットストリームに格納され、復号装置へ送られる。
- [0313] まず、トライソープ方式を用いた符号化処理について説明する。図48は、実施の形態2における、元点群の例を示す図である。図48に示すように、対象物の点群1242は、対象空間1241に含まれ、複数の点1243を含む。
- [0314] 初めに、符号化装置は、元点群を所定の深さ（depth）まで8分木（Octree）分割する。8分木分割では、対象空間が8個のノード（サブ空間）に分割され、各ノードに点群が含まれるか否かを示す8ビットの情報（オキュパンシー符号）が生成される。また、点群が含まれるノードは、さらに、8個のノードに分割され、当該8個のノードの各々に点群が含まれる

か否かを示す8ビットの情報が生成される。この処理が、予め定められた階層まで繰り返される。

[0315] ここで、通常の8分木符号化では、例えば、ノードに含まれる点群の数の1つ又は閾値以下になるまで分割が繰り返される。一方、トライソープ方式は、8分木分割は途中の階層まで行われるが、当該階層以下の階層に対しては行われない。このような途中の階層までの8分木を、剪定8分木と呼ぶ。

[0316] 図49は、実施の形態2における、剪定8分木の例を示す図である。図49に示すように、点群1242は、剪定8分木の複数のリーフノード1244（最下層のノード）に分割される。

[0317] 次に、符号化装置は、剪定8分木のリーフノード1244の各々に対して以下の処理を行う。なお、以下では、リーフノードを単にノードとも記す。符号化装置は、ノードのエッジ（edge）に近い点群の代表点として、エッジ上に頂点を生成する。この頂点をエッジ頂点と呼ぶ。例えば、エッジ頂点は、複数のエッジ（例えば平行な4辺）の各々に対して生成される。

[0318] 図50は、実施の形態2における、リーフノード1244を二次元表示した例であり、例えば、図50に示すz方向から見たxy平面を示す図である。図50に示すように、リーフノード1244内の複数の点1251のうちエッジの近接点に基づき、エッジ上にエッジ頂点1252が生成される。

[0319] なお、図50では、リーフノード1244の外周の点線がエッジである。また、この例ではエッジとの距離が1以内の点（図50における範囲1253に含まれる点）の位置の重み付き平均の位置にエッジ頂点1252が生成される。なお、距離の単位は例えば点群の分解能であるが、これに限らない。また、この距離（閾値）は、この例では1であるが、1以外でもよく、可変であってもよい。

[0320] 次に、符号化装置は、複数のエッジ頂点を含む平面の法線方向に存在する点群に基づき、ノードの内部にも頂点を生成する。この頂点をセントロイド（centroid）頂点と呼ぶ。

[0321] 図51及び図52は、実施の形態2における、セントロイド頂点の生成方

法を説明するための図である。まず、符号化装置は、エッジ頂点群の中から例えば4点を代表点として選択する。図51に示す例ではエッジ頂点 $v_1 \sim v_4$ が選択される。次に、符号化装置は、4点を通る近似平面1261を算出する。次に、符号化装置は、近似平面1261の法線 n と、4点の平均座標 M とを算出する。次に、符号化装置は、平均座標 M から法線 n の方向に延びる半直線に近い1以上の点（例えば図52に示す範囲1262に含まれる点）の重み付き平均座標にセントロイド頂点 C を生成する。

[0322] 次に、符号化装置は、エッジ頂点とセントロイド頂点の情報である頂点情報をエントロピー符号化し、符号化された頂点情報を、ビットストリームに含まれるジオメトリデータユニット（Geometry Data Unit：以下、GDUと記す）に格納する。なお、GDUは、頂点情報に加え、剪定8分木を示す情報を含む。

[0323] 図53は、実施の形態2における、頂点情報の例を示す図である。上記の処理により、図53に示すように、点群1242は頂点情報1263に変換される。

[0324] 次に、上記で生成されたビットストリームの復号処理について説明する。まず、復号装置は、ビットストリームからGDUを復号し、頂点情報を得る。次に、復号装置は、頂点同士を結び、三角形群であるトライソープ・サーフェス（TriSoup Surface）を生成する。

[0325] 図54は、実施の形態2における、トライソープ・サーフェスの例を示す図である。図54に示す例では、頂点情報に基づき、4つのエッジ頂点 $v_1 \sim v_4$ と、セントロイド頂点 C とが生成される。また、セントロイド頂点 C と、2つのエッジ頂点とを頂点とする三角形1271（トライソープ・サーフェス）が生成される。例えば、隣接する2つエッジ上の2つのエッジ頂点の組がそれぞれ選択され、選択された組とセントロイド頂点とを頂点とする三角形1271が生成される。

[0326] 図55は、実施の形態2における、点群の復元処理を説明するための図である。上記の処理がリーフノード毎に行われることで、図55に示すように

、対象物を複数の三角形 1 2 7 1 で表現した三次元モデルが生成される。

[0327] 次に、復号装置は、三角形 1 2 7 1 の表面に一定間隔で点 1 2 7 2（フェース頂点）を生成することで、点群 1 2 7 3 の位置情報を復元する。

[0328] トライソープ方式において、点群データの出力に加え、解像度の異なる点群データまたはメッシュデータの出力を可能とするユースケースに応じて、所望の解像度の点群データまたはメッシュデータを復号して出力可能な復号部について説明する。以下では、点群データの圧縮方式の一例である G-PCC におけるトライソープ方式による符号化データの復号を例に説明するが、V-DMC や Draco などのメッシュデータの圧縮の復号にも適用可能である。

[0329] 図 5 6 は、実施の形態 2 における、復号部の構成の一例を示す図である。

[0330] 復号部 1 2 3 2 は、メッシュ頂点生成部 1 2 8 1 と、高解像度用付加情報復号部 1 2 8 2 と、追加頂点生成／補正部 1 2 8 3 と、追加頂点生成／補正部 1 2 8 4 と、第 1 接続情報生成部 1 2 8 5 と、点群生成用付加情報復号部 1 2 8 6 と、点生成部 1 2 8 7 と、第 2 接続情報生成部 1 2 8 8 と、第 3 接続情報生成部 1 2 8 9 と、点生成部 1 2 9 0 とを備える。

[0331] メッシュ頂点生成部 1 2 8 1 は、ビットストリームを復号し、面を構成する頂点（エッジ頂点）情報を得る。

[0332] 高解像度用付加情報復号部 1 2 8 2 は、面を高解像度化するための追加頂点を復元するための付加情報をビットストリームから復号する。例えば、Triangle-soup では、面を構成する頂点とはノード毎のエッジ頂点であり、追加頂点はノード毎の重心点（セントロイド頂点）やノードの面に位置する点（フェース頂点）である。

[0333] 追加頂点生成／補正部 1 2 8 3 は、面を構成する追加の頂点を復元（生成）する。追加頂点生成／補正部 1 2 8 3 は、例えば、エッジ頂点と、重心点を復元するための拡張情報とに基づいて、ノード毎の重心点（セントロイド頂点）などノード内の点を復元（生成）する。これにより、追加頂点生成／補正部 1 2 8 3 は、面を高解像度化する。

- [0334] 追加頂点生成／補正部 1 2 8 4 は、さらに、エッジ頂点と、重心点と、面頂点を復元するための拡張情報とに基づいて、面を構成する追加の頂点を復元（生成）する。追加頂点生成／補正部 1 2 8 4 は、例えば、ノードの面に位置する点（フェース頂点）を復元（生成）する。
- [0335] なお、追加頂点生成／補正部 1 2 8 3、1 2 8 4 は、点を復元した後、復元した点を所定の方法で補正してもよい。
- [0336] 第 1 接続情報生成部 1 2 8 5 は、所定の方法で複数の復元点のうちペアとなる復元点を接続し、面を構成する。これにより、第 1 接続情報生成部 1 2 8 5 は、面を構成する復元点の接続関係を示す第 1 接続情報を生成する。
- [0337] 点群生成用付加情報復号部 1 2 8 6 は、点群を復元するための拡張情報をビットストリームから復号する。
- [0338] 点生成部 1 2 8 7 は、第 1 接続情報生成部 1 2 8 5 により構成された面、及び、点群生成用付加情報復号部 1 2 8 6 により復号された拡張情報に基づき所定の方法で点を生成し出力する。これにより点群が出力される。
- [0339] ここで、メッシュ頂点生成部 1 2 8 1 により生成されたエッジ頂点は、低解像度の面を構成する点である。追加頂点生成／補正部 1 2 8 3 により生成されたノード内の点は、中解像度の面を構成する点である。追加頂点生成／補正部 1 2 8 4 により生成されたフェース頂点は、高解像度の面を構成する点である。
- [0340] 復号部 1 2 3 2 は、追加頂点生成／補正部 1 2 8 4 による処理、及び、第 1 接続情報生成部 1 2 8 5 による処理で生成された、高解像度面情報（面を構成する点及び第 1 接続情報）を出力してもよい。
- [0341] 第 2 接続情報生成部 1 2 8 8 は、追加頂点生成／補正部 1 2 8 3 により出力される中解像度の面を構成する点に基づき、所定の方法で復元点を接続し、復元点の接続関係を示す第 2 接続情報を生成する。復号部 1 2 3 2 は、追加頂点生成／補正部 1 2 8 3 による処理、及び、第 2 接続情報生成部 1 2 8 8 による処理で生成された、中解像度面情報（面を構成する点及び第 2 接続情報）を出力してもよい。

[0342] 第3接続情報生成部1289は、メッシュ頂点生成部1281により出力される低解像度の面を構成する点に基づき、所定の方法で復元点を接続し、復元点の接続関係を示す第3接続情報を生成する。復号部1232は、メッシュ頂点生成部1281による処理、及び、第3接続情報生成部1289による処理で生成された、低解像度面情報（面を構成する点及び第3接続情報）を出力してもよい。

[0343] 第4接続情報生成部1291は、メッシュ頂点生成部1281により出力される低解像度の面を構成する点からさらに一部の点を取り除く処理を行うことで、低解像度の面よりもさらに解像度が低い面を構成する点に基づき、所定の方法で復元点を接続し、復元点の接続関係を示す第4接続情報を生成する。復号部1232は、メッシュ頂点生成部1281による処理、及び、第4接続情報生成部1291による処理で生成された、さらに低解像度面情報（親ノードメッシュ）を出力してもよい。

[0344] 点生成部1290は、メッシュ頂点生成部1281により出力される低解像度の面に基づき所定の方法で点を生成し出力する。これにより点群が出力される。点生成部1290により出力される点群は、点生成部1287により出力される点群よりも解像度が低い低解像度点群である。

[0345] なお、復号部1232は、点生成部1287及び点生成部1290の他に、解像度の異なる面に対する点を復元する点生成部を有していてもよい。このように、復号部1232は、解像度の異なる点群を出力してもよい。

[0346] このように、復号部1232は、復号において、復元する面を構成する点を増やし、解像度の高い面を構成する面情報を生成してもよいし、復号で得られる少ない点を用いて面を接続する低解像度の面情報を生成してもよい。

[0347] 復号部1232は、異なる複数の解像度の点群データ、または、異なる複数の解像度のメッシュデータを出力してもよい。そして、所望の解像度の点群データまたはメッシュデータが、アプリケーションにおいて選択して使用されてもよい。また、制御部1231が解像度または三次元データの種別（点群データ、メッシュデータ、または、三次元モデルデータ）を指定し、復号

部 1 2 3 2 が指定された種別の三次元データを復号してもよい。このとき、指定されたデータ以外を復号または再生する処理はスキップされてもよい。これにより処理量を削減可能である。

[0348] なお、複数の三次元データは、アプリケーションにより重畳して用いられてもよいし、復号部 1 2 3 2 は、複数の三次元データを重畳したデータを出力してもよい。ここで、複数の三次元データとは、異なる種別の三次元データであってもよいし、異なる解像度の三次元データであってもよい。

[0349] 図 5 7 は、実施の形態 2 における、出力可能なフォーマットのメタデータ（S E 1）のシンタックスの一例を示す図である。

[0350] 符号化部において、符号化データに含まれるフォーマット、つまり復号部が出力可能なフォーマットを示すメタデータ（S E 1）をビットストリームに含めて伝送する。また、復号部ではメタデータを解析することで、復号部が出力可能なフォーマットを知ることが可能である。また、復号部 1 2 3 2 は、制御部（アプリ実行部） 1 2 3 1 に出力可能なフォーマットを示すメタデータを出力してもよい。メタデータには、例えば、分割空間毎の符号化データの場合、分割空間毎に、出力可能なフォーマットが示されてもよい。

[0351] num_output_formatは、出力可能なフォーマットの数を示す。format_typeは、出力可能なフォーマットの種別を示す。

[0352] なお、メタデータでは、デフォルトの出力は示されず、オプションで出力可能なフォーマットのみが示されてもよい。

[0353] 制御部（アプリ実行部） 1 2 3 1 では、メタデータが参照され、出力可能なフォーマットが確認され、出力可能なフォーマットの中から出力されるフォーマットが決定され、決定されたフォーマットが復号装置へ指示される。

[0354] なお、復号装置が複数の三次元データを重畳して出力することが可能な場合、復号装置が複数の三次元データを重畳して出力可能か否かを示すフラグ、または、重畳して出力する複数の三次元データのフォーマットの種別がシグナリングされてもよい。つまり、メタデータでは、上記フラグまたは上記フォーマットの種別が示されてもよい。また、メタデータでは、出力可能な

フォーマットの組み合わせを示すフォーマット種別が示されてもよい。

[0355] また、format_typeは、ビットごとに所定のフォーマットが出力可能な否かのフラグであってもよい。

[0356] 図58は、実施の形態2における、format_typeの一例を示す図である。図59は、実施の形態2における、format_typeの他の一例を示す図である。

[0357] なお、format_typeは一例であって、これに限らない。図58及び図59の例のうち、一部のみが用いられったり、記載のないタイプが用いられったり、順番が入れ替えられてもよい。

[0358] 次に、図47で説明したステップS1203の詳細な処理について説明する。図60は、実施の形態2における、所定の方法で指示されたフォーマットの三次元データを復号する処理の詳細の一例を示すフローチャートである。

[0359] 復号部1232は、制御部1231により指示された出力フォーマットを判定する（S1211）。復号部1232は、指示された出力フォーマットが、低解像度メッシュデータであるか、高解像度メッシュデータであるか、点群データであるかを判定する。

[0360] 復号部1232は、出力フォーマットが低解像度メッシュデータである場合、エッジ頂点を復号する（S1212）。例えば、復号部1232は、点群データに基づいて、面（トライノードのメッシュ）を復元（生成）し、面を構成する頂点（エッジ頂点）を復元（生成）する。

[0361] 復号部1232は、エッジ頂点に基づく接続情報を生成することで低解像度メッシュデータを生成する（S1213）。例えば、復号部1232は、低解像度の面を構成する点に基づき、所定の方法で復元点を接続し、復元点の接続関係を示す第3接続情報を生成することで低解像度メッシュデータ（低解像度面情報）を生成する。

[0362] 復号部1232は、生成した低解像度メッシュデータを出力する（S1214）。

[0363] 復号部1232は、出力フォーマットが高解像度メッシュデータである場

合、エッジ頂点を復号する（S 1 2 1 5）。例えば、復号部 1 2 3 2 は、点群データに基づいて、面（トライノードのメッシュ）を復元（生成）し、面を構成する頂点（エッジ頂点）を復元（生成）する。

[0364] 復号部 1 2 3 2 は、ノード毎の重心点（セントロイド頂点）、または、ノードの面に位置する面頂点（フェース頂点）を復号し、復号頂点（エッジ頂点、重心点、及び、面頂点）に基づく接続情報を生成することで高解像度メッシュデータを生成する（S 1 2 1 6）。例えば、復号部 1 2 3 2 は、高解像度の面を構成する点に基づき、所定の方法で復元点を接続し、復元点の接続関係を示す第 1 接続情報を生成することで高解像度メッシュデータ（高解像度面情報）を生成する。

[0365] 復号部 1 2 3 2 は、生成した高解像度メッシュデータを出力する（S 1 2 1 7）。

[0366] 復号部 1 2 3 2 は、出力フォーマットが点群データである場合、エッジ頂点を復号する（S 1 2 1 8）。例えば、復号部 1 2 3 2 は、点群データに基づいて、面（トライノードのメッシュ）を復元（生成）し、面を構成する頂点（エッジ頂点）を復元（生成）する。

[0367] 復号部 1 2 3 2 は、ノード毎の重心点（セントロイド頂点）、または、ノードの面に位置する面頂点（フェース頂点）を復号し、復号頂点（エッジ頂点、重心点、及び、面頂点）に基づく接続情報を生成することで高解像度メッシュデータを生成する（S 1 2 1 9）。例えば、復号部 1 2 3 2 は、高解像度の面を構成する点に基づき、所定の方法で復元点を接続し、復元点の接続関係を示す第 1 接続情報を生成することで高解像度メッシュデータ（高解像度面情報）を生成する。

[0368] 復号部 1 2 3 2 は、高解像度メッシュデータに基づいて点群データを生成する（S 1 2 2 0）。

[0369] 復号部 1 2 3 2 は、生成した点群データを出力する（S 1 2 2 1）。

[0370] 次に、サーバ 1 3 0 0 及び端末 1 3 1 0 の他の構成について説明する。図 6 1 は、実施の形態 2 における、サーバ及び端末の機能構成の他の一例を示

すブロック図である。

- [0371] サーバ1300は、点群生成部1301と、メッシュ生成部1302と、点群符号化部1303と、多重化部1304と、データ抽出部1305とを備える。
- [0372] 点群生成部1301は、二次元データ及び三次元データの少なくとも一方に基づいて、点群データを生成する。
- [0373] メッシュ生成部1302は、点群生成部1301により生成された点群データに基づいて、メッシュデータを生成する。
- [0374] 点群符号化部1303は、点群生成部1301により生成された点群データ、及び、メッシュ生成部1302により生成されたメッシュデータを含む三次元データを符号化する。
- [0375] 多重化部1304は、符号化された三次元データを所定のフォーマットまたは所定の多重化方法を用いて多重化する。なお、多重化部1304による多重化は行われなくてもよい。この場合、サーバ1300は、多重化部1304を備えていなくてもよい。
- [0376] データ抽出部1305は、多重化部1304により生成された符号化データのうち、端末1310により指定された一部の三次元データを抽出し、抽出した一部の三次元データ、あるいは抽出された一部の三次元データを用いて再多重化された三次元データを端末1310に伝送（送信）する。
- [0377] 端末1310は、制御部（アプリ実行部）1311と、復号部1312と、提示部1313とを備える。
- [0378] 制御部1311は、サーバ1300が伝送する一部の三次元データを指定する。指定される一部の三次元データは、例えば、三次元データの種類（フォーマット）である。制御部1311は、点群データを抽出するか、メッシュデータを抽出するかを指定する。制御部1311は、三次元データの解像度を指定してもよい。
- [0379] 復号部1312は、サーバ1300から受信した符号化データに基づいて一部の三次元データを復号する。復号部1312は、サーバ1300から一

部の三次元データのみを受信してもよいし、全部の三次元データを受信してもよい。復号部 1312 は、全部の三次元データを受信した場合、全部の三次元データのうちの一部の三次元データを復号する。言い換えると、サーバ 1300 は、一部の三次元データのみを端末 1310 に送信してもよいし、全部の三次元データを端末 1310 に送信してもよい。

[0380] 提示部 1313 は、復号部 1312 により復号された一部の三次元データを提示する。

[0381] ここで、点群データ、メッシュデータ、及び、三次元モデルデータは、互いに解像度が異なるデータであり、また、表示の見え方が異なるデータであり、また、粒度の異なるデータである。点群データ、メッシュデータ、及び、三次元モデルデータの少なくとも 2 つを含む三次元データは、階層化されたデータであるともいえる。

[0382] 図 62 は、実施の形態 2 における、端末による処理の他の一例を示すフローチャートである。

[0383] 制御部 1311 は、所定の処理に基づき、使用する三次元データのフォーマットを決定し、決定したフォーマットへの切り替えをサーバに要求する（S1301）。

[0384] サーバ 1300 は、要求されたフォーマットの三次元データを抽出して伝送する（S1302）。

[0385] 復号部 1312 は、伝送されたフォーマットの三次元データを復号し、出力する（S1303）。

[0386] 提示部 1313 は、復号された三次元データをアプリケーションで使用する（S1304）。例えば、提示部は、当該三次元データを提示する。

[0387] 次に、複数の解像度の三次元データの部分復号や復号出力の切り替えを実現するための解像度別に符号化データを格納するデータユニット構造について説明する。図 63 は、実施の形態 2 における、データユニットの構造の一例を示す図である。

[0388] データユニットは、解像度順に符号化データを含む。なお、低解像度のデ

ータは、低解像度のメッシュデータを構成する点、及び、接続情報を復元するためのデータまたはメタデータを含む。また、高解像度のデータは、高解像度のメッシュデータを構成する点、及び、接続情報を復元するためのデータまたはメタデータを含む。点情報は、点群データを構成する点を復元するためのデータまたはメタデータを含む。

[0389] 図63の例では、「低解像度」は、低解像度の三次元データを復号するための符号化データを示す。「低解像度」は、例えばトライソープの場合、ノード毎のエッジ頂点を復元するための符号化データである。「高解像度」は、高解像度の三次元データを復元するための拡張情報（高解像度用付加情報）を示す。「高解像度」は、例えばトライソープの場合、追加の頂点を復元するための符号化データである。「点情報」は、点情報を復元するための拡張情報（点群生成用付加情報）を示す。「点情報」は、例えばトライソープの場合、点を復元するための符号化データである。

[0390] 例えば、復号部1232は、低解像度のデータのみを出力する場合、符号化データから、データユニットヘッダと、データユニットの中の低解像度のデータとを読み出し、復号する。この場合、復号部1232は、高解像度のデータ、及び、点情報のデータを読み出さなくてよい。

[0391] この構成により、高解像度及び点情報など、後段のデータ読み出し処理が不要となるため、復号開始までの時刻を早めることができ、低遅延な復号を実現できる。また、後段の処理が不要になるため、処理速度を向上できる。

[0392] また、同様に、復号部1232は、高解像度のデータを出力する場合、符号化データから、データユニットヘッダと、データユニットの中の低解像度のデータと、データユニットの中の高解像度のデータとを読み出し、低解像度のデータ及び高解像度のデータの両方を用いて復号する。つまり、復号部1232は、低解像度のデータなしで、高解像度のデータのみを用いて復号することはできない。この場合、点情報の読み出しは不要となり、同様の効果、つまり、後段のデータ読み出し処理が不要となるため、復号開始までの時刻を早めることができ、低遅延な復号を実現できる。また、後段の処理が

不要になるため、処理速度を向上できる。

[0393] 次に、符号化方式ユニットについて説明する。図 6 4 は、実施の形態 2 における、符号化方式ユニットのシンタックスの一例を示す図である。図 6 5 は、実施の形態 2 における、タイプ情報の一例を示す図である。

[0394] 図 6 3 で説明した構成または処理を可能とするために、符号化方式ユニットのヘッダには、データユニットの種別を識別するためのタイプ情報 (unit_type) が格納されている。タイプ情報は、例えば、三次元データの解像度を示すタイプを示す。

[0395] 復号装置は、符号化方式ユニットヘッダにおける unit_type を解析することで、符号化データの解像度を識別可能となり、復号処理を決定することが可能となる。

[0396] なお、解像度を識別するタイプは、識別子で示されてもよいし、符号化方式ユニットヘッダではないユニットのヘッダ、例えばデータユニットのヘッダまたはメタデータに格納されてもよい。

[0397] なお、図 6 5 で例示される unit_type は一例であって、これに限らない。図 6 5 の例のうち、一部のみが用いられたり、記載のないタイプが用いられたり、順番が入れ替えられてもよい。

[0398] 次に、部分伝送用のデータユニット構造について説明する。図 6 6 ~ 図 6 8 は、実施の形態 2 における、部分伝送用のデータユニット構造の一例を示す図である。

[0399] 図 6 7、図 6 8 の例に示されるデータユニット構造では、解像度順に各解像度に対応するデータがヘッダと符号化データで構成されるデータユニットに格納されることで、所望のデータユニットのみを抽出することが可能となる。

[0400] また、図 6 6 のように所望のデータユニットのみを抽出しファイルを構成することが可能となるため、後段のデータユニットの送信が不要となり、伝送量の削減効果がある。また、その場合、復号も不要となるため、処理量の削減効果がある。

[0401] 例えば、高解像度のデータを復号したい場合は、図 6 7 に示すように、低解像度のデータユニット及び高解像度用の拡張情報データユニットが抽出され、復号装置に伝送される。高解像度の点群データを復号したい場合は、低解像度のデータユニット、高解像度のデータユニット、及び、点情報のデータユニットが抽出され、復号装置に伝送される。

[0402] 次に、部分伝送用の符号化方式ユニットについて説明する。図 6 9 は、実施の形態 2 における、部分伝送用の符号化方式ユニットのシンタックスの一例を示す図である。図 7 0 は、実施の形態 2 における、部分伝送用の実施の形態 2 における、タイプ情報の一例を示す図である。

[0403] 図 6 6 ～図 6 8 で説明した構成または処理を可能とするために、符号化方式ユニットのヘッダには、データユニットの種別を識別するためのタイプ情報 (unit_type) が格納されている。タイプ情報は、例えば、三次元データの解像度を示すタイプを示す。

[0404] 復号装置は、データ種別に基づき復号方法を決定する。復号装置は、例えば、三次元データの解像度を示す種別、または、階層化されている場合は、追加情報であることを示す種別に基づいて復号方法を決定する。種別は、階層化されているか否かを示すフラグで示されてもよい。復号装置は、タイプ情報 (unit_type) に基づき同一の三次元データの符号化データであることを識別可能となり、三次元データの復号が可能となる。

[0405] なお、図 7 0 で例示される unit_type は一例であって、これに限らない。図 7 0 の例のうち、一部のみが用いられたり、記載のないタイプが用いられたり、順番が入れ替えられてもよい。

[0406] 次に、グループ ID (group ID) について説明する。図 7 1 は、実施の形態 2 における、グループ ID について説明するための図である。

[0407] グループ ID は、階層データが、同じ三次元点群から生成されたことを識別するための識別子を示す。グループ ID は、符号化ユニットヘッダに格納されてもよいし、データユニットヘッダに格納されてもよい。これにより、符号化装置は、階層データを用いて符号化する際、どのデータユニットと組

み合わせて復号するかを判定することが可能となる。

[0408] グループIDは、データユニットが同一のグループであることを示してもよいし、対応または参照する低解像度のデータユニットIDが高解像度のデータユニット内に示されてもよい。対応関係を示す方法を用いることで同様の効果が期待できる。

[0409] 例えば、groupID=1の高解像度の三次元点群を復号する場合、復号装置は、ヘッダを解析することで、unit_type=6（完全な符号化低解像データジオメトリ）かつgroupID=1のデータユニット、及び、unit_type=9（高解像拡張用符号化ジオメトリ情報）かつgroupID=1のデータユニットを抽出し、抽出したデータユニットを復号することが可能となる。

[0410] 図72は、実施の形態2における、復号装置の構成の一例を示す図である。図73は、実施の形態2における、復号装置による復号方法の一例を示すフローチャートである。

[0411] 復号装置1320は、回路1321と、回路1321に接続されるメモリ1322とを備える。

[0412] 回路1321は、以下の動作を行う。

[0413] 回路1321は、符号化データを取得する（S1311）。回路1321は、前記符号化データに基づいて複数の第1頂点を復元する（S1312）。回路1321は、復元した前記複数の第1頂点を接続して第1面を含む第1面情報（第4接続情報）を生成する（S1313）。回路1321は、前記符号化データ及び前記第1面に基づいて複数の第2頂点を復元する（S1314）。回路1321は、復元した前記複数の第1頂点及び前記複数の第2頂点を含む点群を接続して第2面を含む第2面情報（第1接続情報）を生成する（S1315）。回路1321は、前記複数の第1頂点、前記複数の第2頂点、前記第1面情報、及び、前記第2面情報を出力する（S1316）。

[0414] これによれば、複数の第1頂点及び第1面情報を含む低解像度情報と、複数の第2頂点及び第2面情報を含む高解像度情報を2段階で生成して、出力

するため、例えば、低解像度情報に基づいて低解像度三次元データを出力したり、低解像度情報及び高解像度情報に基づいて低解像度三次元データよりも高解像度な高解像度三次元データを出力したりすることができる。

[0415] 例えば、回路 1 3 2 1 は、さらに、前記第 2 面に基づいて複数の点を含む点群データを生成する。回路 1 3 2 1 は、前記点群データを出力する。

[0416] 例えば、前記符号化データは、前記複数の第 1 頂点及び前記第 1 面情報を含む第 1 符号化データと、前記複数の第 2 頂点及び前記第 2 面を復号するための拡張情報を含む第 2 符号化データとを含む。

[0417] 例えば、前記符号化データは、ヘッダ及びデータユニットを含む。前記データユニットは、前記第 1 符号化データと、前記第 2 符号化データとを順に含む。

[0418] 例えば、前記符号化データは、第 1 ヘッダ及び前記第 1 符号化データを含む第 1 データユニットと、第 2 ヘッダ及び前記第 2 符号化データを含む第 2 データユニットとを含む。

[0419] 例えば、回路 1 3 2 1 は、さらに、前記第 1 符号化データと前記第 2 符号化データの一部を復号し、(1) 前記第 1 符号化データと、(2) 前記第 1 符号化データ及び前記第 2 符号化データとのいずれかを出力する。

[0420] 例えば、回路 1 3 2 1 は、さらに、出力可能なフォーマットの数を示す数情報を取得する。回路 1 3 2 1 は、さらに、前記数情報に基づいて、出力するデータを決定する。

[0421] 例えば、回路 1 3 2 1 は、さらに、出力可能なフォーマットの種別を示す種別情報を取得する。回路 1 3 2 1 は、さらに、前記種別情報、出力するデータを決定する。

[0422] 例えば、回路 1 3 2 1 は、さらに、(1) 前記第 1 符号化データと、(2) 前記第 1 符号化データ及び前記第 2 符号化データのいずれかを取得する。回路 1 3 2 1 は、さらに、取得した(1) 前記第 1 符号化データ、又は(2) 前記第 1 符号化データ及び前記第 2 符号化データを復号して出力する。

[0423] 図 7 4 は、実施の形態 2 における、符号化装置の構成の一例を示す図であ

る。図 7 5 は、実施の形態 2 における、符号化装置による符号化方法の一例を示すフローチャートである。

[0424] 符号化装置 1 3 3 0 は、回路 1 3 3 1 と、回路 1 3 3 1 に接続されるメモリ 1 3 3 2 とを備える。

[0425] 回路 1 3 3 1 は、以下の動作を行う。

[0426] 回路 1 3 3 1 は、三次元オブジェクトの複数の第 1 頂点を決定する (S 1 3 2 1)。回路 1 3 3 1 は、前記複数の第 1 頂点を接続して第 1 面を含む第 1 面情報を生成する (S 1 3 2 2)。回路 1 3 3 1 は、前記第 1 面に基づいて複数の第 2 頂点を決定する (S 1 3 2 3)。回路 1 3 3 1 は、前記複数の第 1 頂点及び前記複数の第 2 頂点を含む点群を接続して第 2 面を含む第 2 面情報を生成する (S 1 3 2 4)。回路 1 3 3 1 は、前記複数の第 1 頂点、前記複数の第 2 頂点、前記第 1 面情報、及び、前記第 2 面情報を含む符号化データを生成する (S 1 3 2 5)。

[0427] これによれば、複数の第 1 頂点及び第 1 面情報を含む低解像度情報と、複数の第 2 頂点及び第 2 面情報を含む高解像度情報を 2 段階で生成して得られた符号化データを出力するため、当該符号化データを取得した復号装置は、例えば、低解像度情報に基づいて低解像度三次元データを出力したり、低解像度情報及び高解像度情報に基づいて低解像度三次元データよりも高解像度な高解像度三次元データを出力したりすることができる。

[0428] 例えば、回路 1 3 3 1 は、さらに、前記第 2 面に基づいて複数の点を含む点群データを生成する。前記符号化データは、さらに、前記点群データを含む。

[0429] 例えば、回路 1 3 3 1 は、さらに、前記複数の第 1 頂点及び前記第 1 面情報を含む第 1 符号化データを生成する。回路 1 3 3 1 は、さらに、前記複数の第 2 頂点及び前記第 2 面情報を含む第 2 符号化データを生成する。前記符号化データは、前記第 1 符号化データ及び前記第 2 符号化データを含む。このため、符号化データを取得した復号装置は、解像度が異なる複数の三次元データを復元することができる。

- [0430] 例えば、前記符号化データは、ヘッダ及びデータユニットを含む。前記データユニットは、前記第1符号化データと、前記第2符号化データとを順に含む。つまり、前記データユニットは、前記第1符号化データと、前記第2符号化データとを、前記第1符号化データ、前記第2符号化データの順に含む。
- [0431] 例えば、前記符号化データは、第1ヘッダ及び前記第1符号化データを含む第1データユニットと、第2ヘッダ及び前記第2符号化データを含む第2データユニットとを含む。
- [0432] 例えば、前記符号化データは、出力可能なフォーマットの数を示す数情報を含む。
- [0433] 例えば、前記符号化データは、出力可能なフォーマットの種別を示す種別情報を含む。
- [0434] 例えば、回路1331は、さらに、(1)前記第1符号化データと、(2)前記第1符号化データ及び前記第2符号化データのいずれかを出力する。
- [0435] また、復号装置1320の回路1321または符号化装置1330の回路1331は図76のフローチャートに示す方法のように動作してもよい。図76は、実施の形態2における、復号装置または符号化装置による方法の一例を示すフローチャートである。
- [0436] 回路1321または回路1331は、復号する三次元データの種類を決定する(S1331)。回路1321または回路1331は、符号化データのうち、決定された種類の三次元データを抽出する(S1332)。前記符号化データは、(1)三次元オブジェクトの複数の第1頂点と、(2)前記複数の第1頂点を接続して生成された第1面を含む第1面情報と、(3)前記第1面に基づいて決定された複数の第2頂点と、(4)前記複数の第1頂点及び前記複数の第2頂点を含む点群を接続して生成された第2面とを含む。抽出される前記三次元データの種類は、第1のフォーマットと、第2のフォーマットとを含む。復号する三次元データの種類が前記第1のフォーマットと決定された場合、前記複数の第1頂点及び前記第1面情報を含む第1符号

化データが抽出される。復号する三次元データの種類が前記第2のフォーマットと決定された場合、前記第1符号化データ、及び、前記複数の第2頂点及び前記第2面を復号するための拡張情報を含む第2符号化データが抽出される。

[0437] このため、決定されたフォーマットに基づいて復号に必要な符号化データを抽出できる。よって、復号に必要なデータ量が少ないフォーマットが選択された場合には、抽出するデータ量を低減できるため、例えば、符号化データの伝送に要する伝送量を低減でき、当該符号化データを取得した復号装置による復号処理の処理負荷を低減できる。

[0438] 以上、本開示の実施の形態に係る三次元データ符号化装置及び三次元データ復号装置等について説明したが、本開示は、この実施の形態に限定されるものではない。

[0439] また、上記実施の形態に係る符号化装置、復号装置、サーバ、端末等に含まれる各処理部は典型的には集積回路であるLSIとして実現される。これらは個別に1チップ化されてもよいし、一部又は全てを含むように1チップ化されてもよい。

[0440] また、集積回路化はLSIに限るものではなく、専用回路又は汎用プロセッサで実現してもよい。LSI製造後にプログラムすることが可能なFPGA(Field Programmable Gate Array)、又はLSI内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なリコンフィギュラブル・プロセッサを利用してもよい。

[0441] また、上記各実施の形態において、各構成要素は、専用のハードウェアで構成されるか、各構成要素に適したソフトウェアプログラムを実行することによって実現されてもよい。各構成要素は、CPU又はプロセッサ等のプログラム実行部が、ハードディスク又は半導体メモリ等の記録媒体に記録されたソフトウェアプログラムを読み出して実行することによって実現されてもよい。

[0442] また、本開示は、復号装置等により実行される復号方法等として実現され

てもよい。

[0443] また、ブロック図における機能ブロックの分割は一例であり、複数の機能ブロックを一つの機能ブロックとして実現したり、一つの機能ブロックを複数の分割したり、一部の機能を他の機能ブロックに移してもよい。また、類似する機能を有する複数の機能ブロックの機能を単一のハードウェア又はソフトウェアが並列又は時分割に処理してもよい。

[0444] また、フローチャートにおける各ステップが実行される順序は、本開示を具体的に説明するために例示するためのものであり、上記以外の順序であってもよい。また、上記ステップの一部が、他のステップと同時（並列）に実行されてもよい。

[0445] 以上、一つ又は複数の態様に係る符号化装置及び復号装置等について、実施の形態に基づいて説明したが、本開示は、この実施の形態に限定されるものではない。本開示の趣旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を本実施の形態に施したものや、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせて構築される形態も、一つ又は複数の態様の範囲内に含まれてもよい。

産業上の利用可能性

[0446] 本開示は、復号装置及び復号方法に適用できる。

符号の説明

- [0447] 1 0 0 1 三次元データ符号化システム
1 0 0 2 三次元データ復号システム
1 0 0 3 センサ端末
1 0 0 4 外部接続部
1 0 1 1 三次元データ生成システム
1 0 1 2 提示部
1 0 1 3 符号化部
1 0 1 4 多重化部
1 0 1 5 入出力部
1 0 1 6 制御部

- 1 0 1 7 センサ情報取得部
- 1 0 1 8 三次元データ生成部
- 1 0 2 1 センサ情報取得部
- 1 0 2 2 入出力部
- 1 0 2 3 逆多重化部
- 1 0 2 4 復号部
- 1 0 2 5 提示部
- 1 0 2 6 ユーザインタフェース
- 1 0 2 7 制御部
- 1 0 3 1 三次元モデル学習部
- 1 0 3 2 三次元モデル符号化部
- 1 0 3 3 三次元モデル復号部
- 1 0 3 4 レンダリング再構成部
- 1 0 4 1 データ分割部
- 1 0 4 2 符号化部
- 1 0 5 1 復号部
- 1 0 5 2 データ結合部
- 1 0 6 1 端末提示画面
 - 1 0 6 1 a 点群ボタン
 - 1 0 6 1 b メッシュボタン
- 1 0 6 2 端末提示画面
- 1 0 6 3 端末提示画面
- 1 0 7 0 サーバ
- 1 0 7 1 データ生成部
- 1 0 7 2 点群生成部
- 1 0 7 3 メッシュ生成部
- 1 0 7 4 モデル生成部
- 1 0 7 5 同期部

- 1 0 7 6 点群符号化部
- 1 0 7 7 メッシュ符号化部
- 1 0 7 8 モデル符号化部
- 1 0 7 9 多重化部
- 1 0 8 0 データ抽出部
- 1 0 9 0 端末
- 1 0 9 1 制御部
- 1 0 9 2 復号部
- 1 0 9 3 提示部
- 1 1 0 1 点群センサ
- 1 1 0 2 カメラ
- 1 1 1 0 データ生成部
- 1 1 1 1 点群生成部
- 1 1 1 2 メッシュ生成部
- 1 1 1 3 モデル生成部
- 1 1 2 0 端末
- 1 1 2 1 復号部
- 1 1 2 2 同期提示部
- 1 1 3 0 復号装置
- 1 1 3 1 回路
- 1 1 3 2 メモリ
- 1 1 4 0 符号化装置
- 1 1 4 1 回路
- 1 1 4 2 メモリ
- 1 2 0 1 部分復号部
- 1 2 0 2 制御部
- 1 2 1 1 データ抽出部
- 1 2 1 2 制御部

- 1 2 2 0 サーバ
- 1 2 2 1 点群生成部
- 1 2 2 2 メッシュ生成部
- 1 2 2 3 点群符号化部
- 1 2 2 4 多重化部
- 1 2 3 0 端末
- 1 2 3 1 制御部（アプリ実行部）
- 1 2 3 2 復号部
- 1 2 3 3 提示部
- 1 2 4 1 対象空間
- 1 2 4 2 点群
- 1 2 4 3 点
- 1 2 4 4 リーフノード
- 1 2 5 1 点
- 1 2 5 2 エッジ頂点
- 1 2 5 3 範囲
- 1 2 6 1 近似平面
- 1 2 6 2 範囲
- 1 2 6 3 頂点情報
- 1 2 7 1 三角形
- 1 2 7 2 点
- 1 2 7 3 点群
- 1 2 8 1 メッシュ頂点生成部
- 1 2 8 2 高解像度用付加情報復号部
- 1 2 8 3 補正部
- 1 2 8 4 補正部
- 1 2 8 5 第1接続情報生成部
- 1 2 8 6 点群生成用付加情報復号部

- 1 2 8 7 点生成部
- 1 2 8 8 第2 接続情報生成部
- 1 2 8 9 第3 接続情報生成部
- 1 2 9 0 点生成部
- 1 2 9 1 第4 接続情報生成部
- 1 3 0 0 サーバ
- 1 3 0 1 点群生成部
- 1 3 0 2 メッシュ生成部
- 1 3 0 3 点群符号化部
- 1 3 0 4 多重化部
- 1 3 0 5 データ抽出部
- 1 3 1 0 端末
- 1 3 1 1 制御部（アプリ実行部）
- 1 3 1 2 復号部
- 1 3 1 3 提示部
- 1 3 2 0 復号装置
- 1 3 2 1 回路
- 1 3 2 2 メモリ
- 1 3 3 0 符号化装置
- 1 3 3 1 回路
- 1 3 3 2 メモリ

請求の範囲

- [請求項1] 回路と、
 前記回路に接続されるメモリとを備え、
 前記回路は、動作において、
 符号化データを取得し、
 前記符号化データに基づいて複数の第1頂点を復元し、
 復元した前記複数の第1頂点を接続して第1面を含む第1面情報を生成し、
 前記符号化データ及び前記第1面に基づいて複数の第2頂点を復元し、
 復元した前記複数の第1頂点及び前記複数の第2頂点を含む点を接続して第2面を含む第2面情報を生成し、
 前記複数の第1頂点、前記複数の第2頂点、前記第1面情報、及び、前記第2面情報を出力する
 復号装置。
- [請求項2] 前記回路は、さらに、
 前記第2面に基づいて複数の点を含む点群データを生成し、
 前記点群データを出力する
 請求項1に記載の復号装置。
- [請求項3] 前記符号化データは、前記複数の第1頂点及び前記第1面情報を含む第1符号化データと、前記複数の第2頂点及び前記第2面を復号するための拡張情報を含む第2符号化データとを含む
 請求項1に記載の復号装置。
- [請求項4] 前記符号化データは、ヘッダ及びデータユニットを含み、
 前記データユニットは、前記第1符号化データと、前記第2符号化データとを順に含む
 請求項3に記載の復号装置。
- [請求項5] 前記符号化データは、第1ヘッダ及び前記第1符号化データを含む

第1データユニットと、第2ヘッダ及び前記第2符号化データを含む
第2データユニットとを含む

請求項3に記載の復号装置。

[請求項6]

前記回路は、さらに、

前記第1符号化データと前記第2符号化データの一部を復号し、（
1）前記第1符号化データと、（2）前記第1符号化データ及び前記
第2符号化データとのいずれかを出力する

請求項3に記載の復号装置。

[請求項7]

前記回路は、さらに、

出力可能なフォーマットの数を示す数情報を取得し、
前記数情報に基づいて、出力するデータを決定する
請求項6に記載の復号装置。

[請求項8]

前記回路は、さらに、

出力可能なフォーマットの種別を示す種別情報を取得し、
前記種別情報、出力するデータを決定する
請求項6に記載の復号装置。

[請求項9]

前記回路は、さらに、

（1）前記第1符号化データと、（2）前記第1符号化データ及び
前記第2符号化データのいずれかを取得し、

取得した（1）前記第1符号化データ、又は（2）前記第1符号化
データ及び前記第2符号化データを復号して出力する

請求項3に記載の復号装置。

[請求項10]

回路と、

前記回路に接続されるメモリとを備え、

前記回路は、動作において、

三次元オブジェクトの複数の第1頂点を決定し、

前記複数の第1頂点を接続して第1面を含む第1面情報を生成し、

前記第1面に基づいて複数の第2頂点を決定し、

前記複数の第1頂点及び前記複数の第2頂点を含む点群を接続して第2面を含む第2面情報を生成し、

前記複数の第1頂点、前記複数の第2頂点、前記第1面情報、及び、前記第2面情報を含む符号化データを生成する符号化装置。

[請求項11] 前記回路は、さらに、
前記第2面に基づいて複数の点を含む点群データを生成し、
前記符号化データは、さらに、前記点群データを含む
請求項10に記載の符号化装置。

[請求項12] 前記回路は、さらに、
前記複数の第1頂点及び前記第1面情報を含む第1符号化データを生成し、
前記複数の第2頂点及び前記第2面情報を含む第2符号化データを生成し、
前記符号化データは、前記第1符号化データ及び前記第2符号化データを含む
請求項10に記載の符号化装置。

[請求項13] 前記符号化データは、ヘッダ及びデータユニットを含み、
前記データユニットは、前記第1符号化データと、前記第2符号化データとを順に含む
請求項12に記載の符号化装置。

[請求項14] 前記符号化データは、第1ヘッダ及び前記第1符号化データを含む第1データユニットと、第2ヘッダ及び前記第2符号化データを含む第2データユニットとを含む
請求項12に記載の符号化装置。

[請求項15] 前記符号化データは、出力可能なフォーマットの数を示す数情報を含む
請求項14に記載の符号化装置。

- [請求項16] 前記符号化データは、出力可能なフォーマットの種別を示す種別情報を含む
請求項14に記載の符号化装置。
- [請求項17] 前記回路は、さらに、
(1) 前記第1符号化データと、(2) 前記第1符号化データ及び前記第2符号化データのいずれかを出力する
請求項12に記載の符号化装置。
- [請求項18] 符号化データに基づいて複数の第1頂点を復元し、
復元した前記複数の第1頂点を接続して第1面を含む第1面情報を生成し、
前記符号化データ及び前記第1面に基づいて複数の第2頂点を復元し、
復元した前記複数の第1頂点及び前記複数の第2頂点を含む点群を接続して第2面を含む第2面情報を生成し、
前記複数の第1頂点、前記複数の第2頂点、前記第1面情報、及び、前記第2面情報を出力する
復号方法。
- [請求項19] 三次元オブジェクトの複数の第1頂点を決定し、
前記複数の第1頂点を接続して第1面を含む第1面情報を生成し、
前記第1面に基づいて複数の第2頂点を決定し、
前記複数の第1頂点及び前記複数の第2頂点を含む点群を接続して第2面を含む第2面情報を生成し、
前記複数の第1頂点、前記複数の第2頂点、前記第1面情報、及び、前記第2面情報を含む符号化データを生成する
符号化方法。
- [請求項20] 回路と、
前記回路に接続されるメモリとを備え、
前記回路は、動作において、

復号する三次元データの種類を決定し、

符号化データのうち、決定された種類の三次元データを抽出し、

前記符号化データは、（１）三次元オブジェクトの複数の第１頂点と、（２）前記複数の第１頂点を接続して生成された第１面を含む第１面情報と、（３）前記第１面に基づいて決定された複数の第２頂点と、（４）前記複数の第１頂点及び前記複数の第２頂点を含む点群を接続して生成された第２面とを含み、

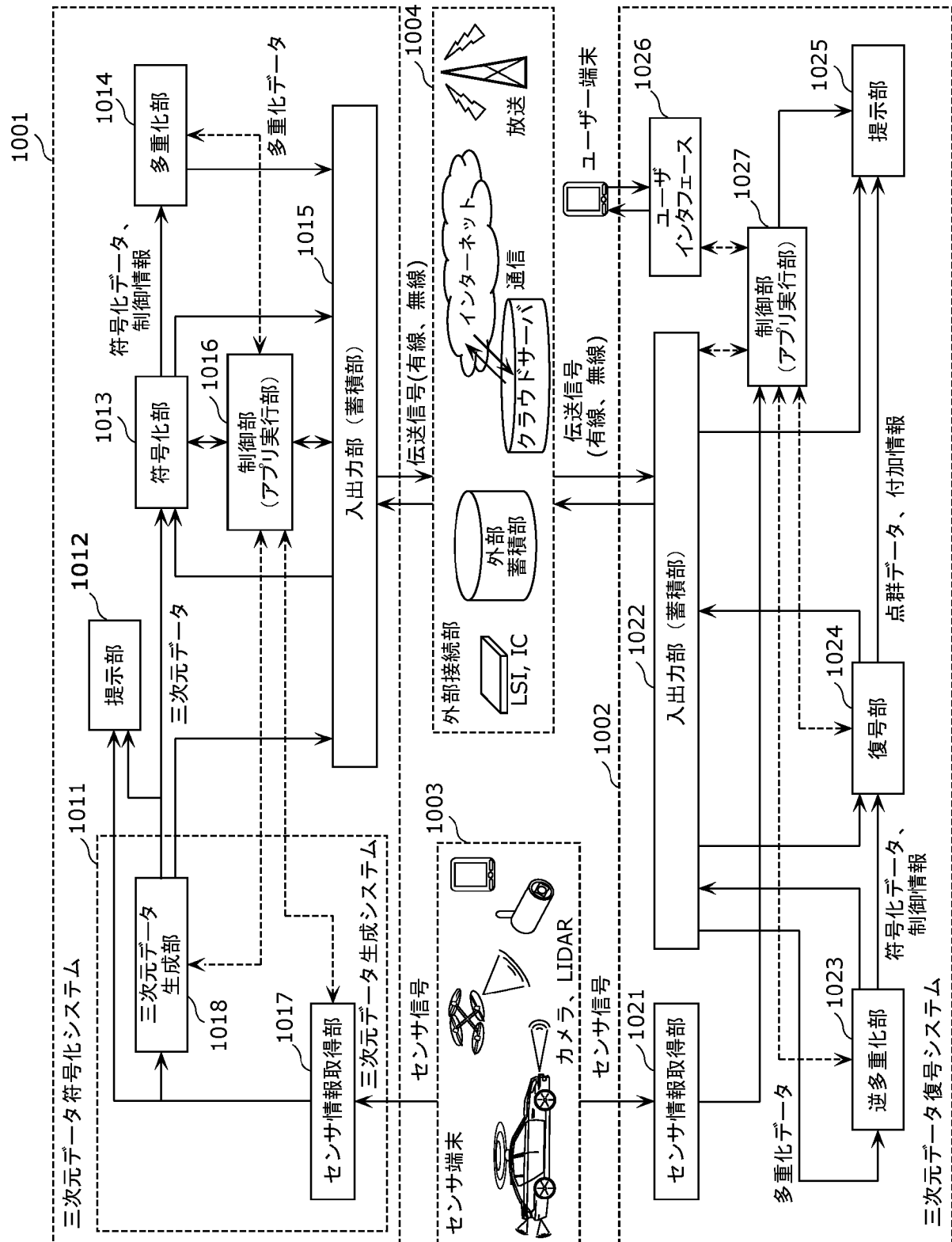
抽出される前記三次元データの種類の、第１のフォーマットと、第２のフォーマットとを含み、

復号する三次元データの種類が前記第１のフォーマットと決定された場合、前記複数の第１頂点及び前記第１面情報を含む第１符号化データが抽出され、

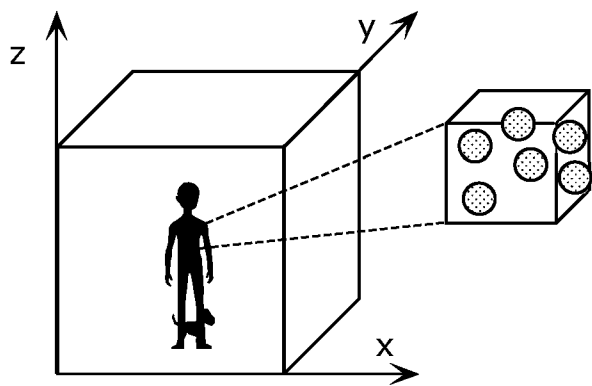
復号する三次元データの種類が前記第２のフォーマットと決定された場合、前記第１符号化データ、及び、前記複数の第２頂点及び前記第２面を復号するための拡張情報を含む第２符号化データが抽出される

装置。

[図1]



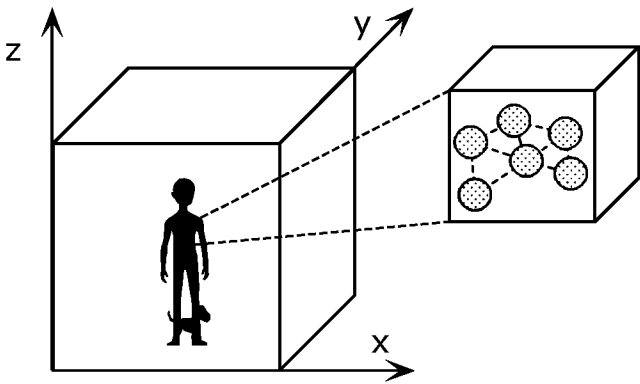
[図2]



[図3]

	位置情報	属性情報
n=1	$G(1) = (x_1, y_1, z_1)$	$A(1) = (R_1, G_1, B_1)$
n=2	$G(2) = (x_2, y_2, z_2)$	$A(2) = (R_2, G_2, B_2)$
⋮	⋮	⋮
n=N	$G(N) = (x_N, y_N, z_N)$	$A(N) = (R_N, G_N, B_N)$

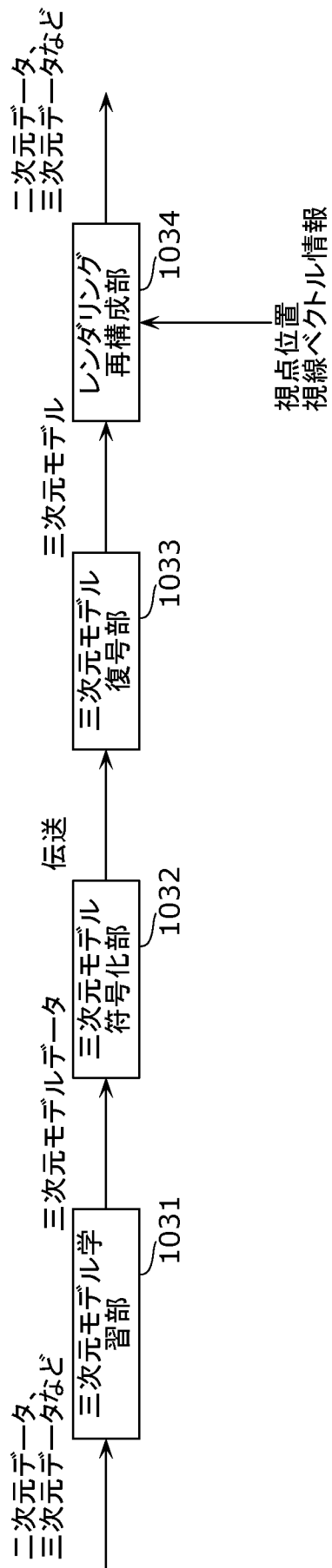
[図4]



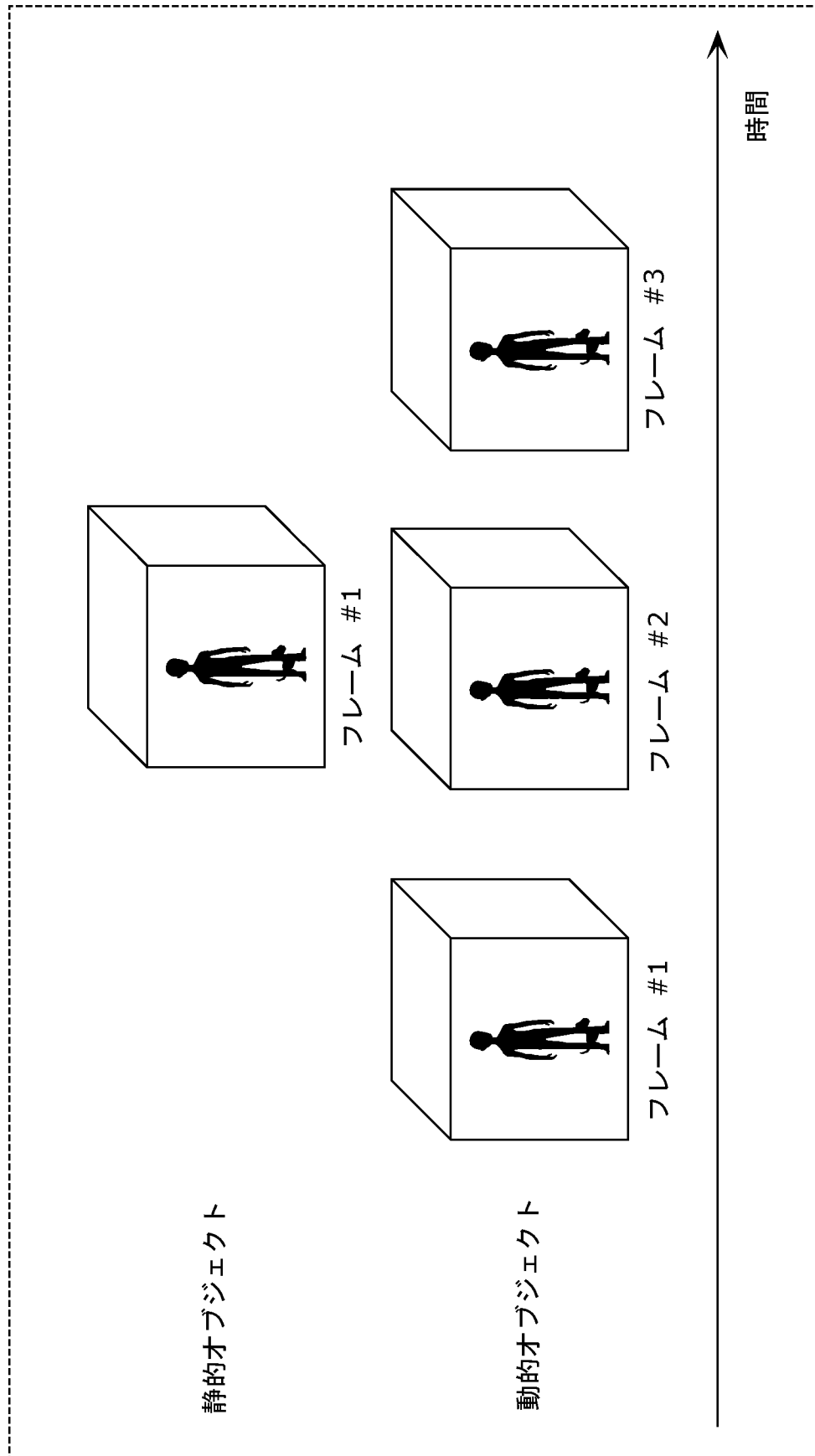
[図5]

	位置情報	属性情報
頂点情報 {	n=1 $G(1) = (x_1, y_1, z_1)$	$A(1) = (R_1, G_1, B_1)$
	n=2 $G(2) = (x_2, y_2, z_2)$	$A(2) = (R_2, G_2, B_2)$
	⋮ ⋮	⋮
	n=N $G(N) = (x_N, y_N, z_N)$	$A(N) = (R_N, G_N, B_N)$
属性情報A2 {	m=1 $A2(1) = (R_1, G_1, B_1)$	
	⋮ ⋮	
	m=M $A2(M) = (R_M, G_M, B_M)$	
面情報 {	k=1 $n[1, 3, 4]$	$m[2, 4, 6]$
	⋮ ⋮	⋮
	k=K $n[1, N-1, N]$	$m[10, 20, M]$

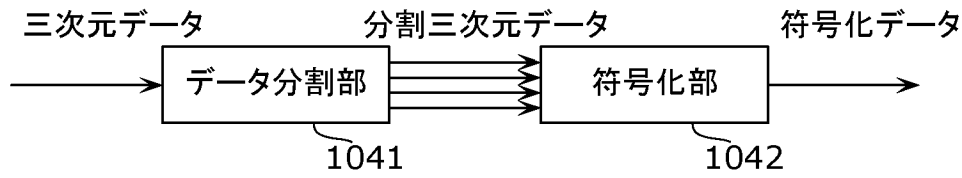
[図6]



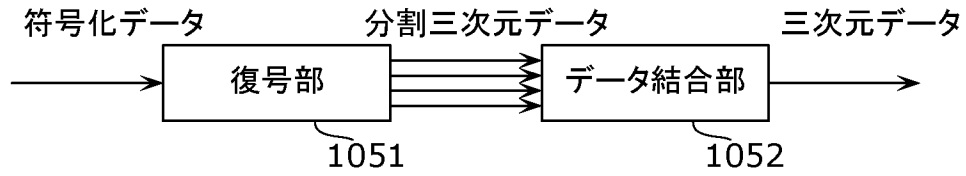
[図7]



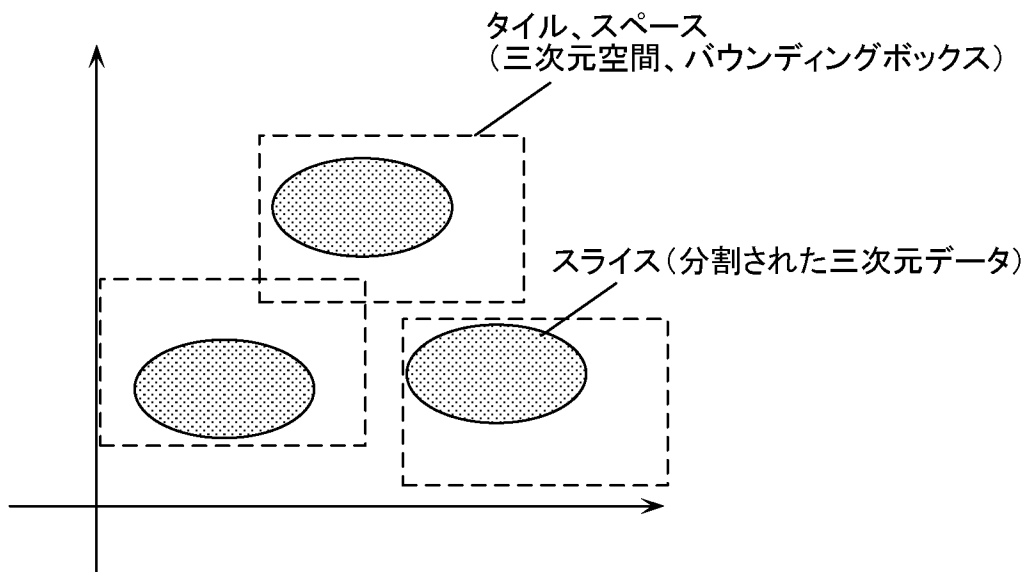
[図8]



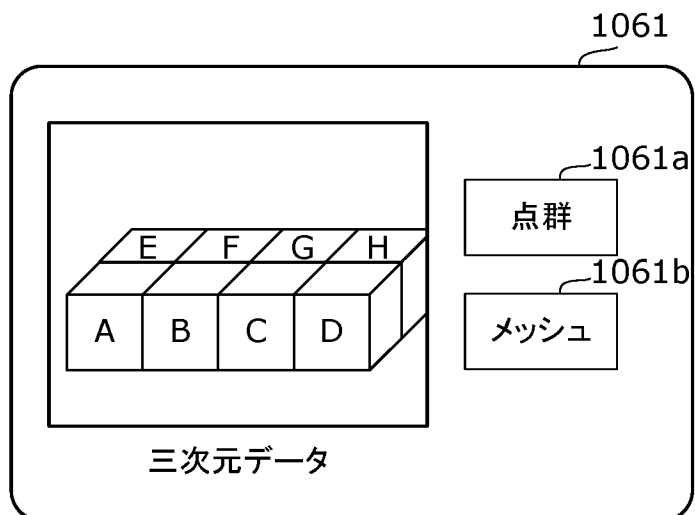
[図9]



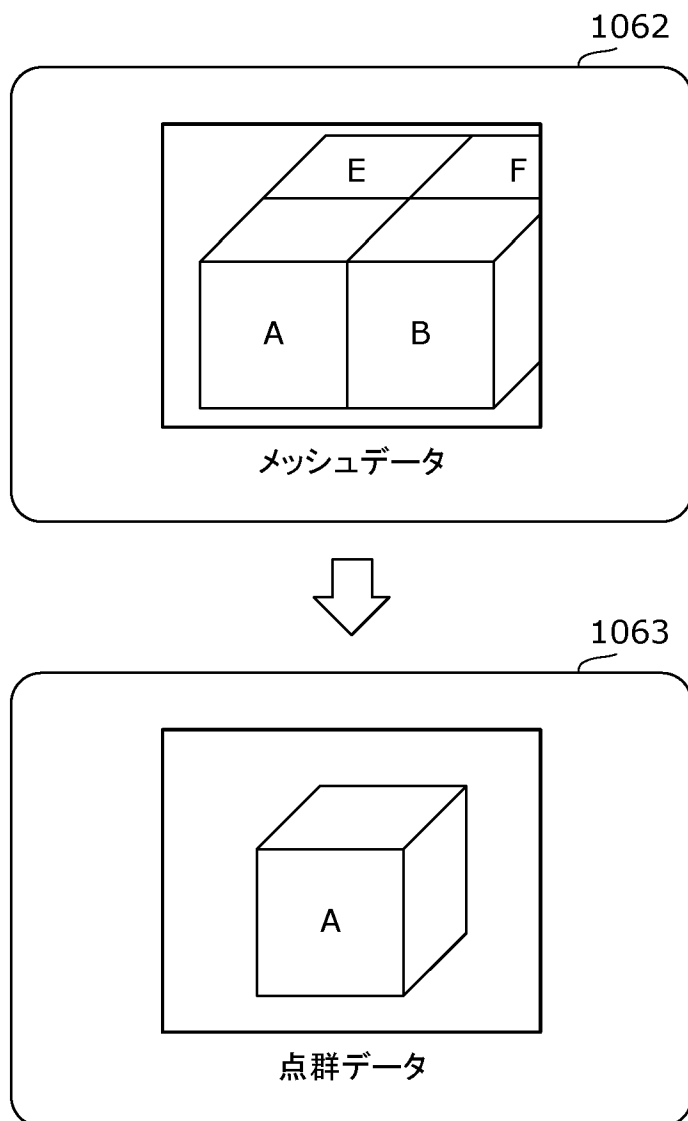
[図10]



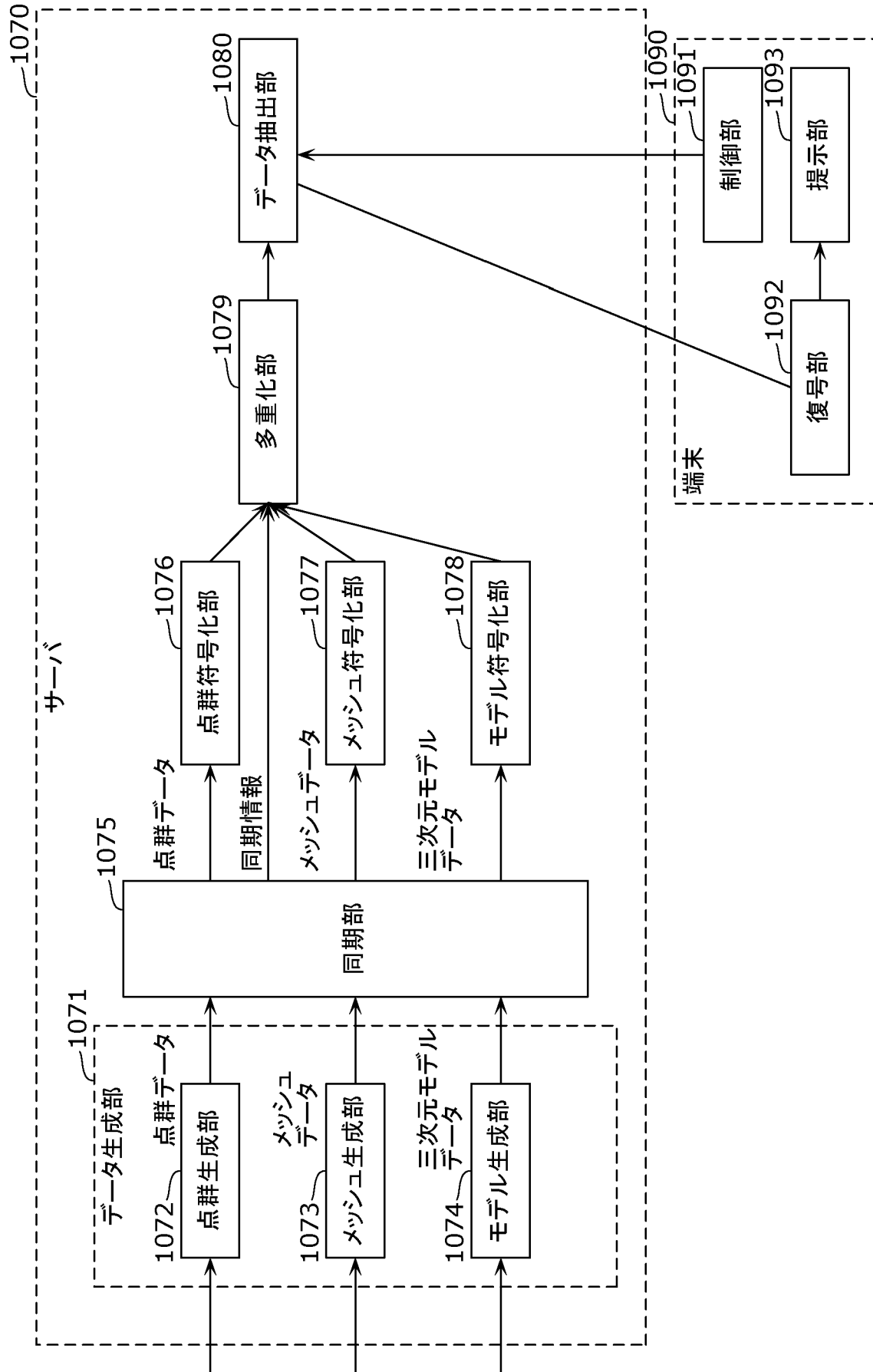
[図11]



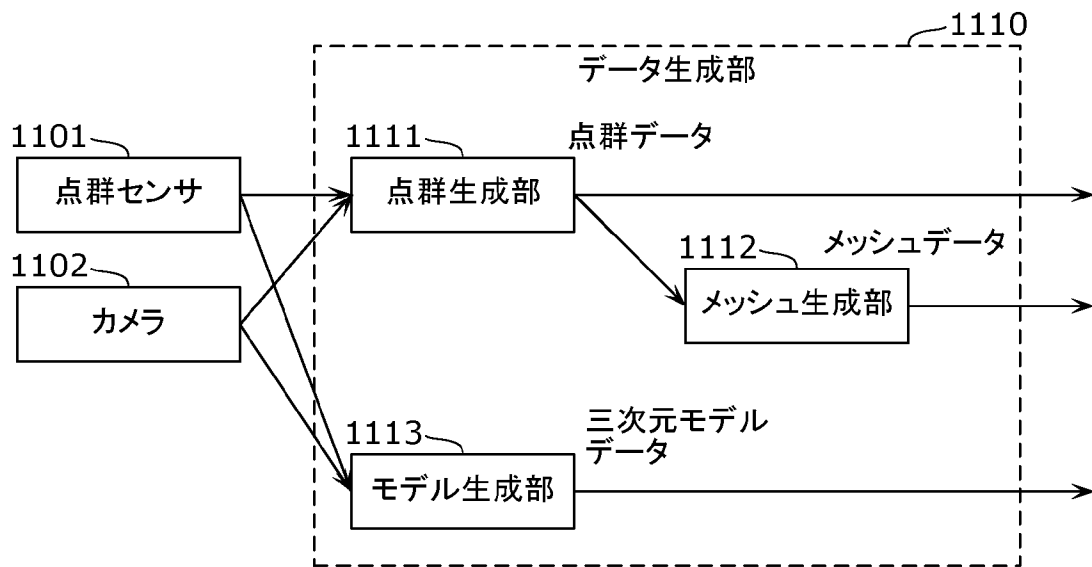
[図12]



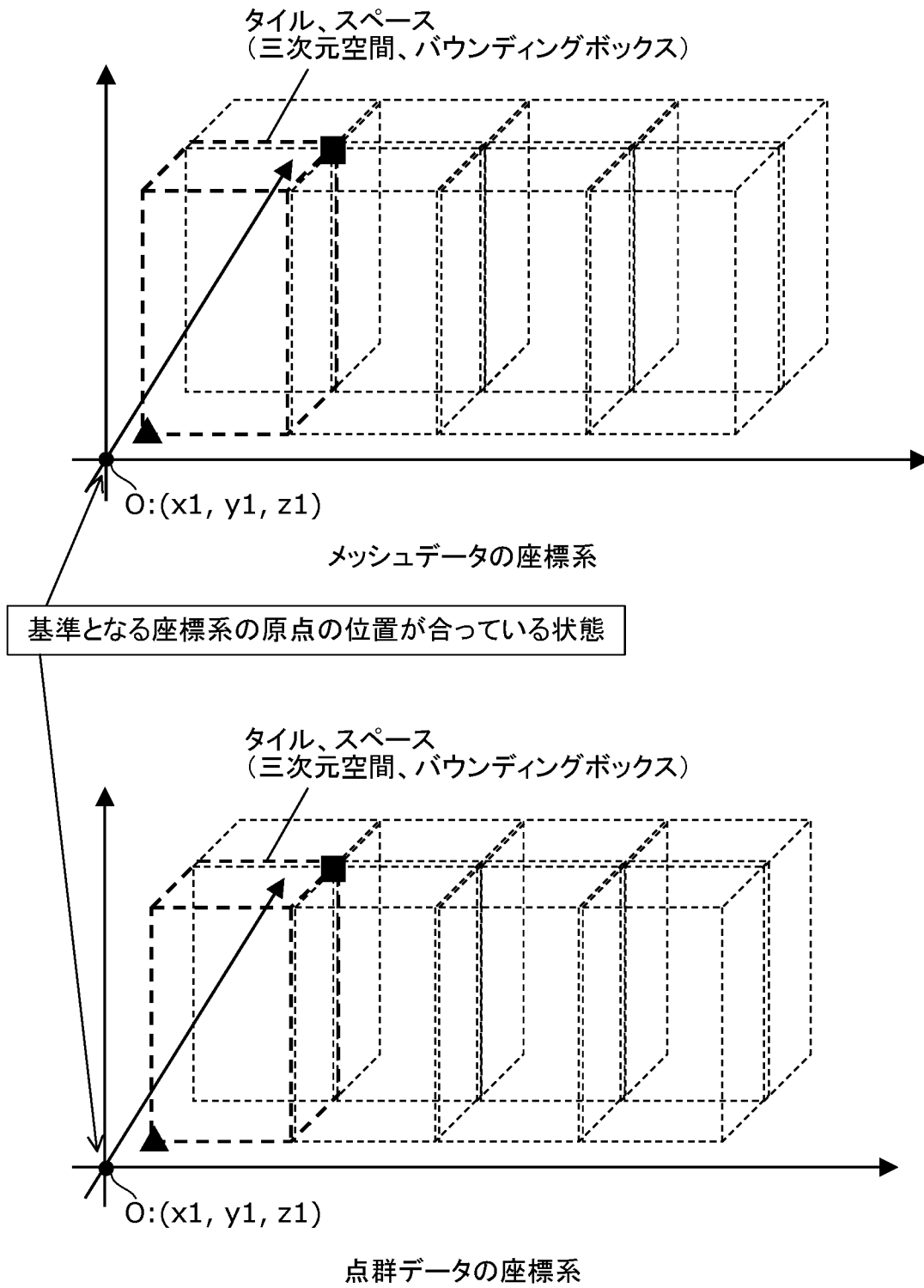
[図13]



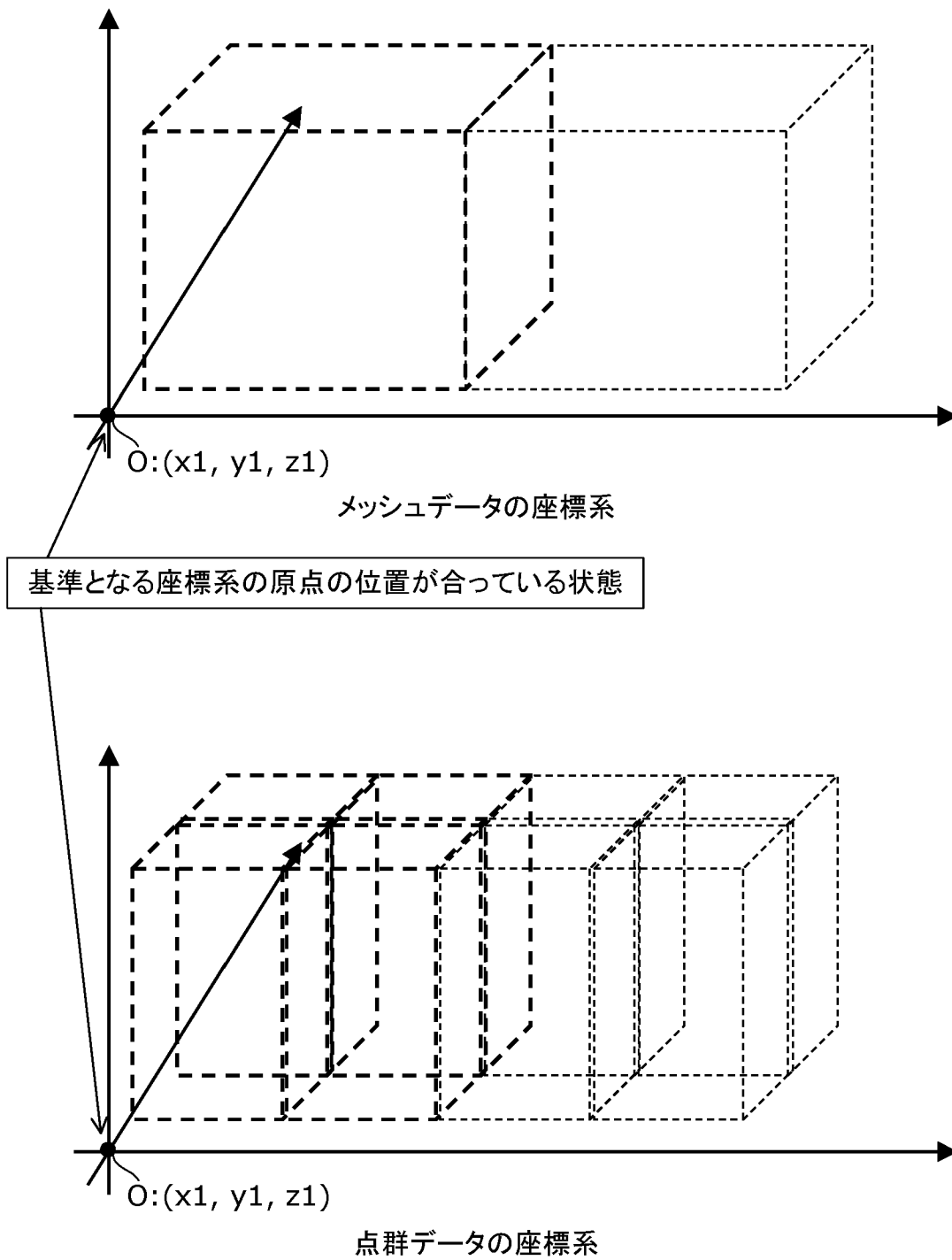
[図14]



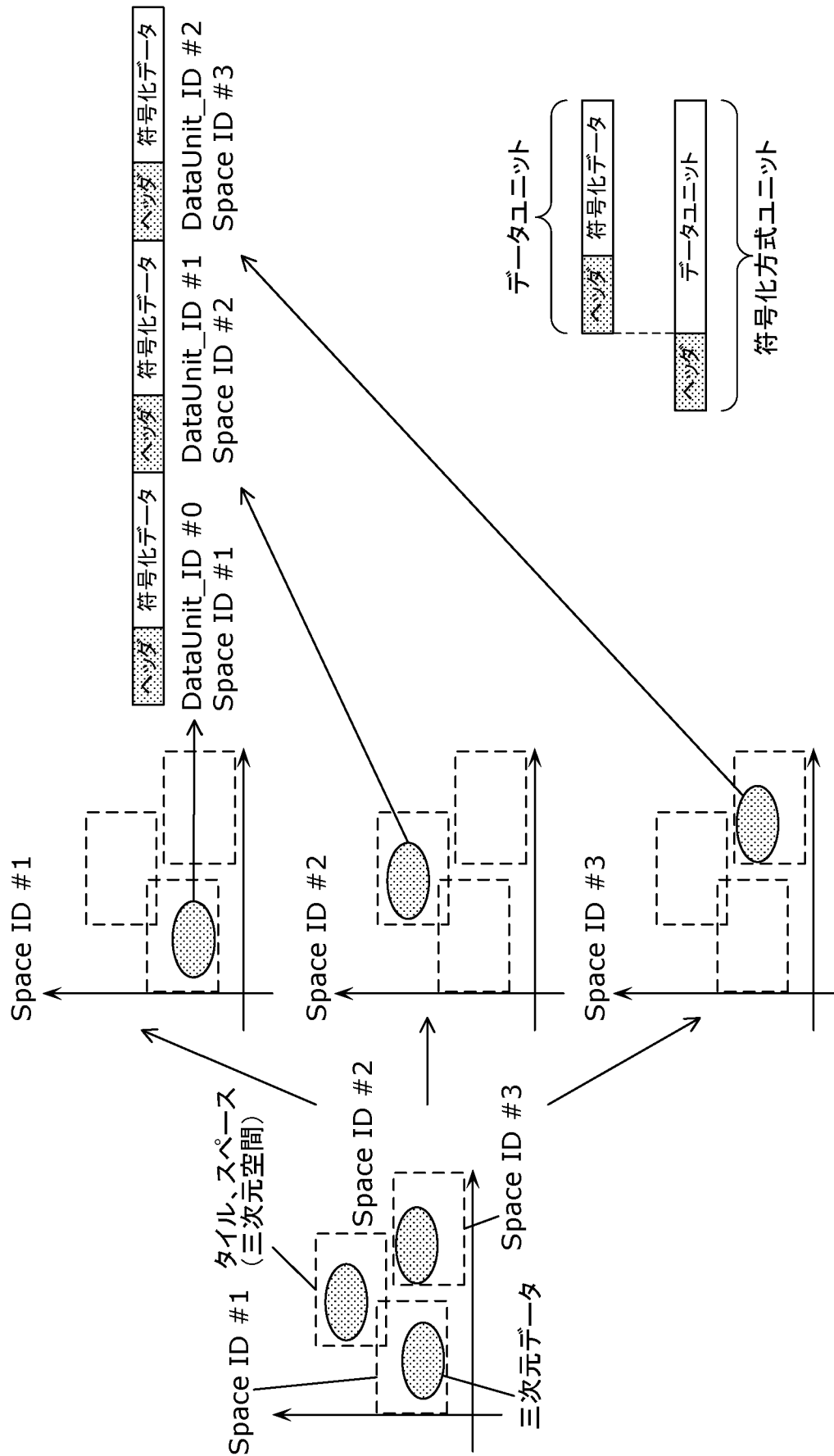
[図15]



[図16]



[図17]



[図18]

```
codec_unit(){  
    unit_type  
    length  
    data();  
}
```

[図19]

```
point_cloud_codec_unit(){  
    unit_type  
    length  
    data();  
}
```

[図20]

```
mesh_codec_unit(){  
    unit_type  
    length  
    data();  
}
```

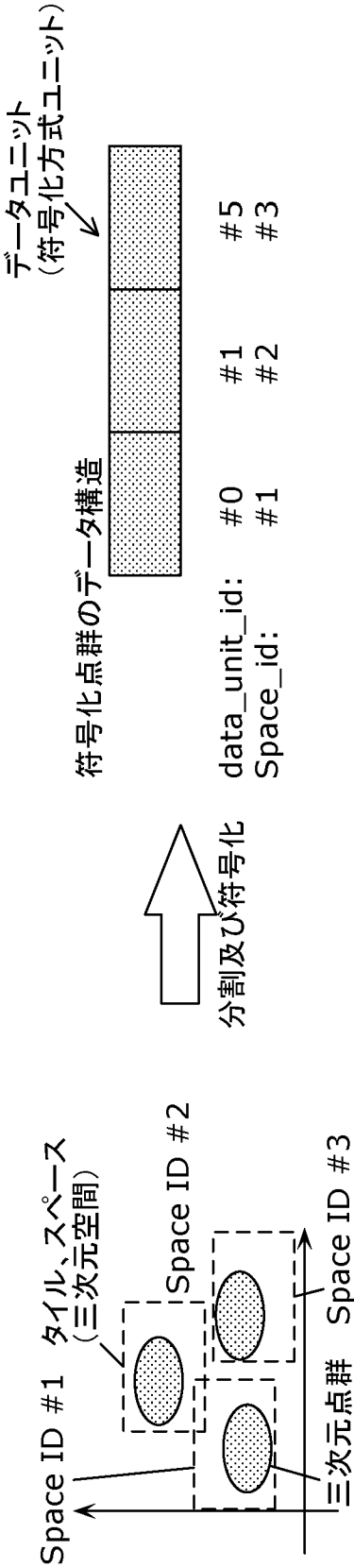
[図21]

```
model_codec_unit(){  
    unit_type  
    length  
    data();  
}
```

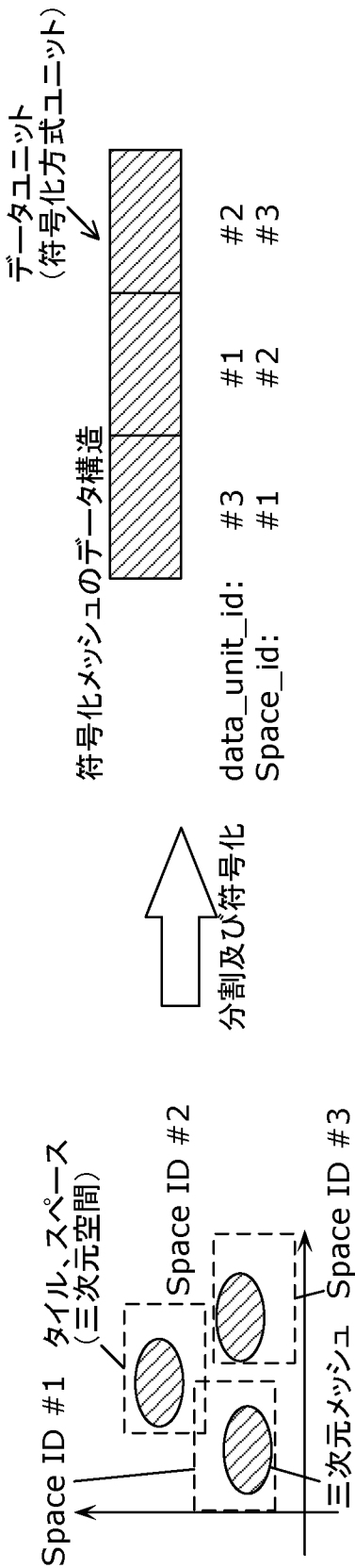
[図22]

```
3Ddata_info(){  
    number_of_3Dformat  
    for(i=0;i<number_of_3Dformat;i++){  
        format_type; (0:point cloud;1:mesh, 2:g-pcc, 3:v-dmc, 4: 3Dmodel)  
        3Dデータ //format_typeで示したデータ  
    }  
}
```

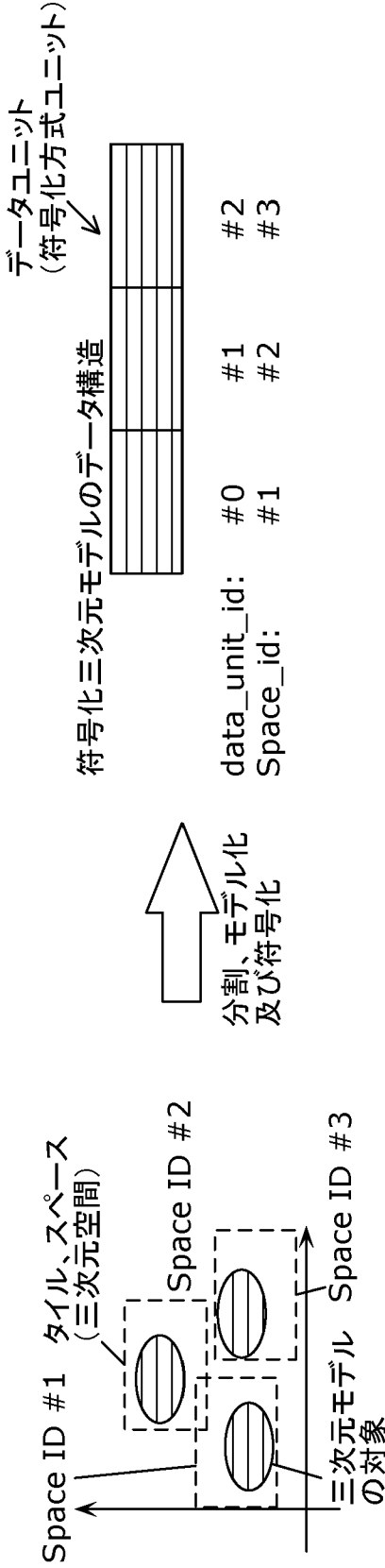
[図23]



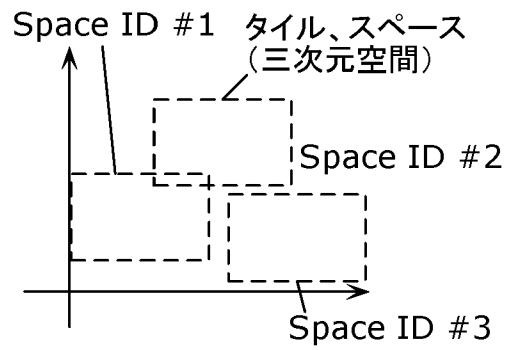
[図24]



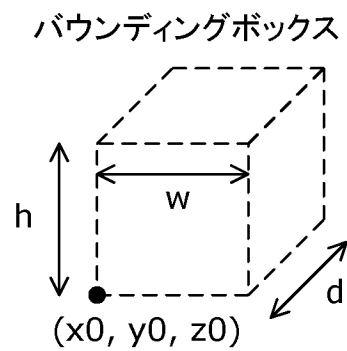
[図25]



[図26]



[図27]



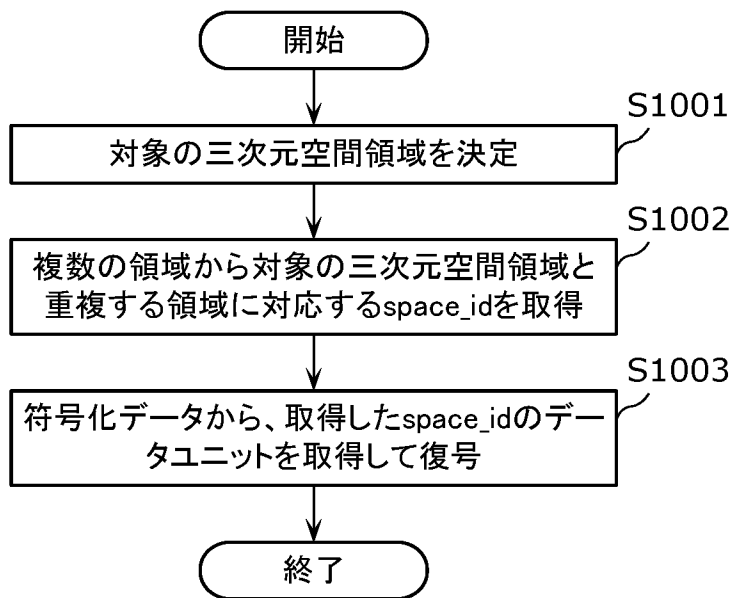
[図28]

```

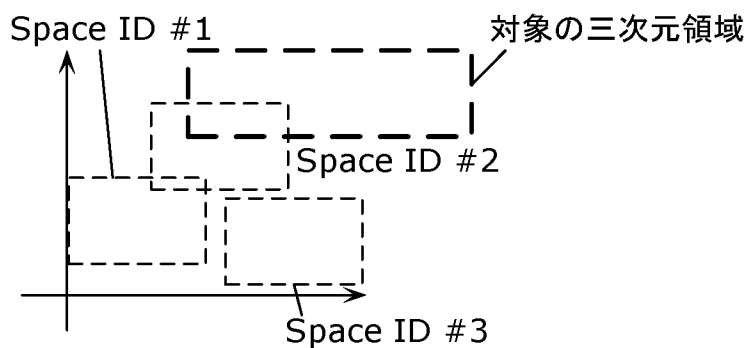
3Dspace_info(){
  number_of_space
  for(i=0;i<number_of_space;i++){
    space_id;
    bounding_box_xyz;
    bounding_box_whd;
    pointcloud_id;
    mesh_id;
    model_id;
  }
}

```

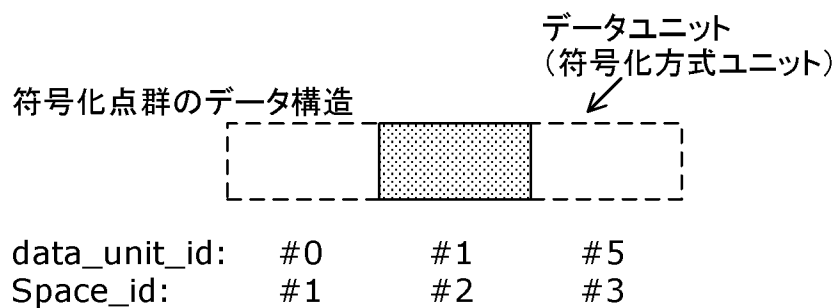
[図29]



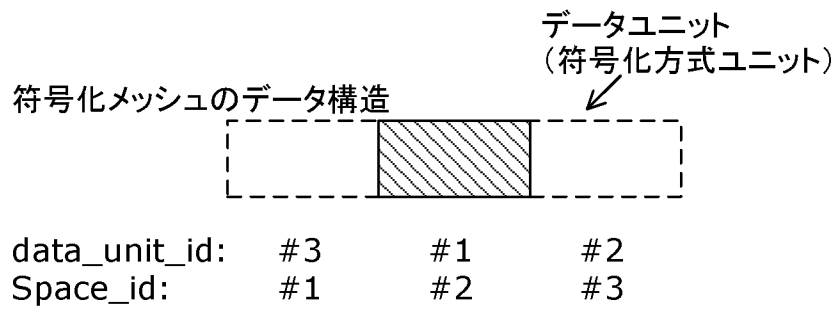
[図30]



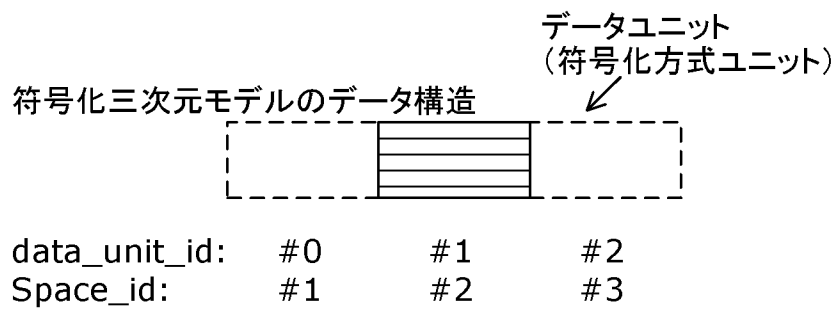
[図31]



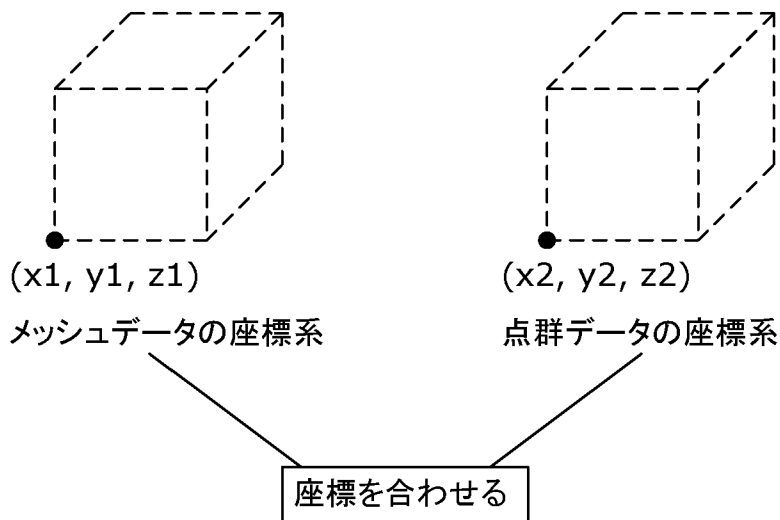
[図32]



[図33]



[図34]



[図35]

```

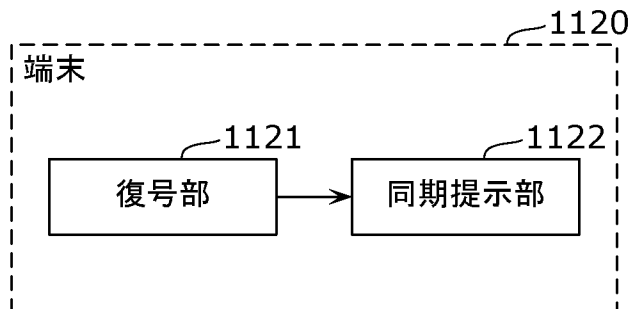
3Ddata_info(){
  number_of_3Dformat
  for(i=0;i<number_of_3Dformat;i++){
    format_type; (0:point cloud;1:mesh, 2:g-pcc, 3:v-dmc,
4:3dmodel)
    space_sync_information
  }
}

```

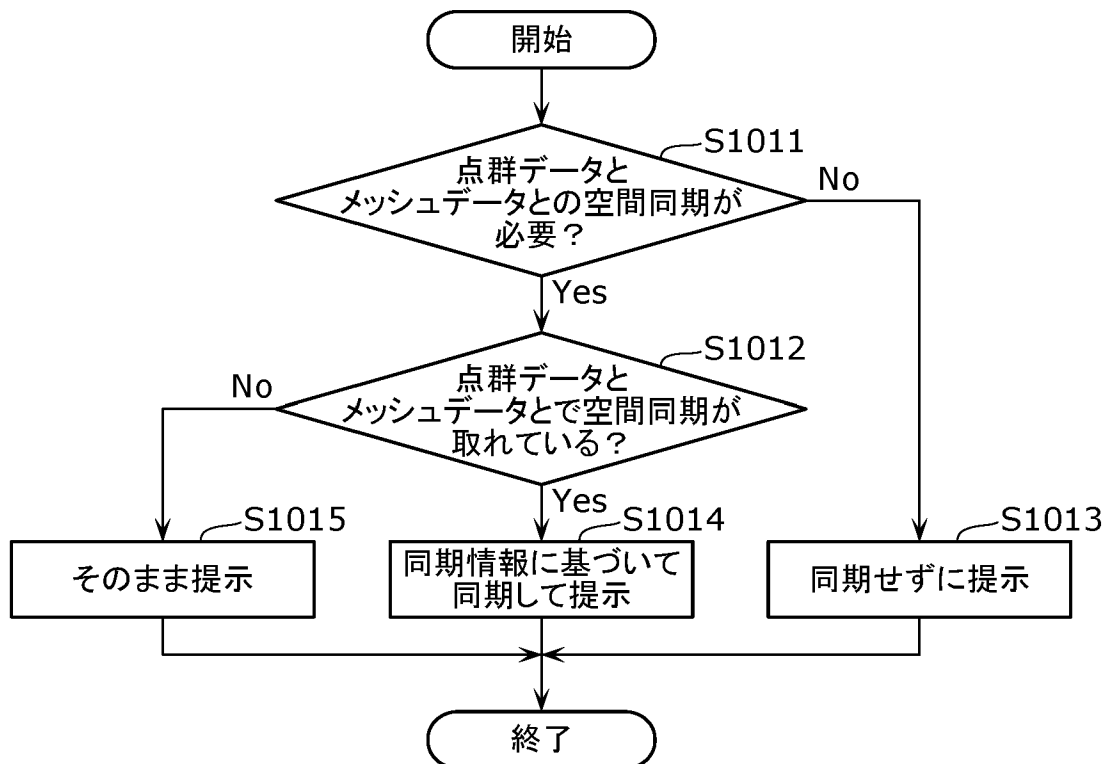
[図36]

```
3Dspace_info(){
    space_sync_information;
    number_of_space
    for(i=0;i<number_of_space;i++){
        space_id;
        bounding_box_xyz;
        bounding_box_whd;
        pointcloud_id;
        mesh_id;
        model_id;
    }
}
```

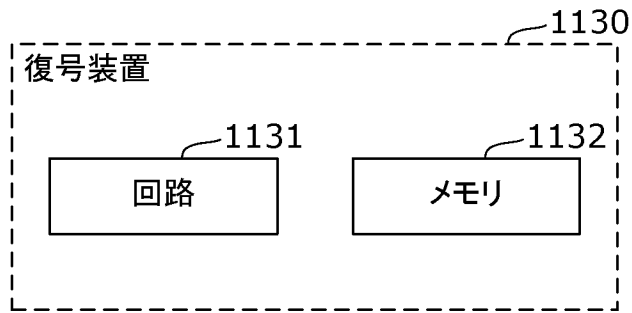
[図37]



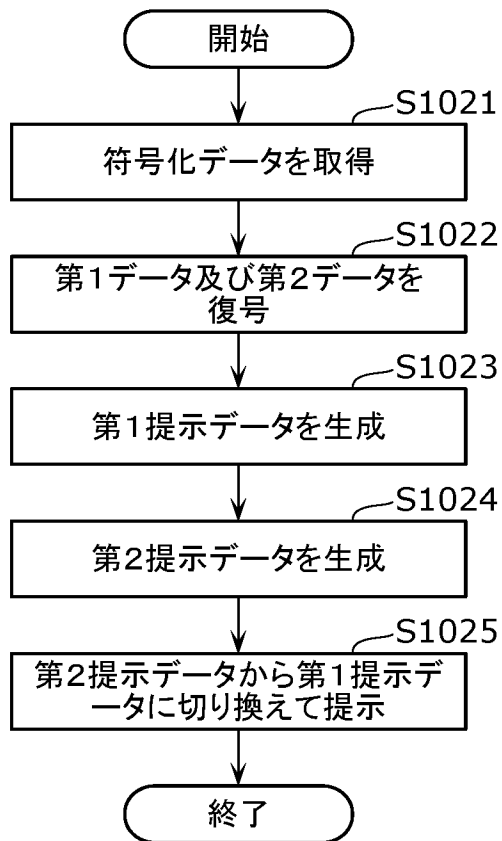
[図38]



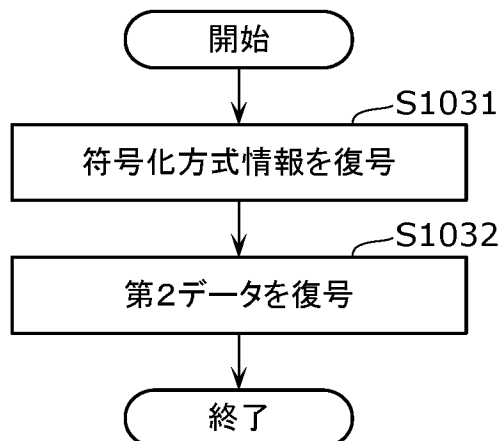
[図39]



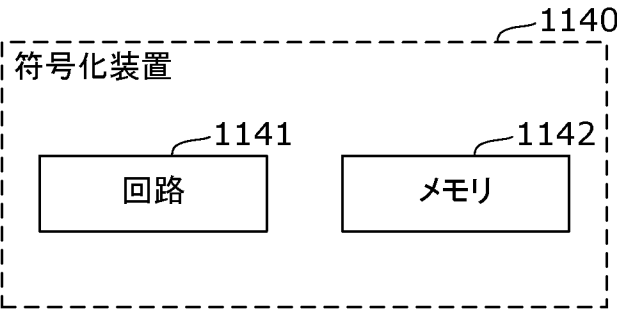
[図40]



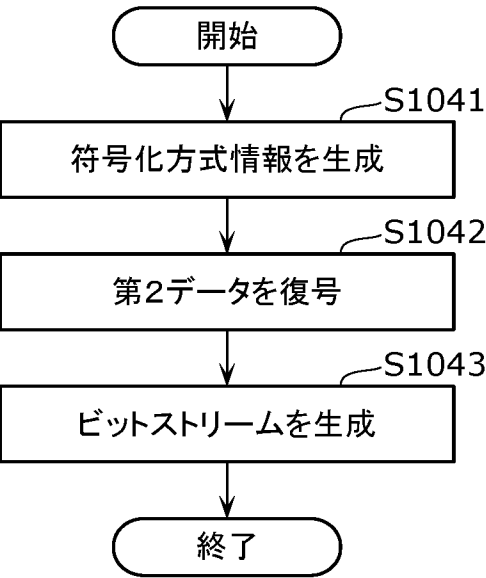
[図41]



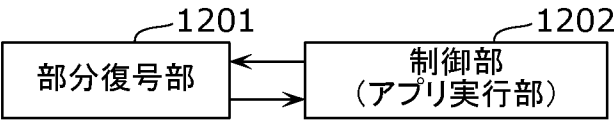
[図42]



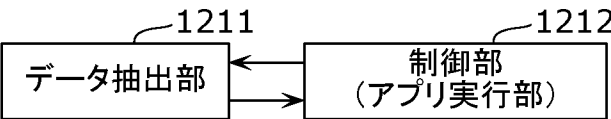
[図43]



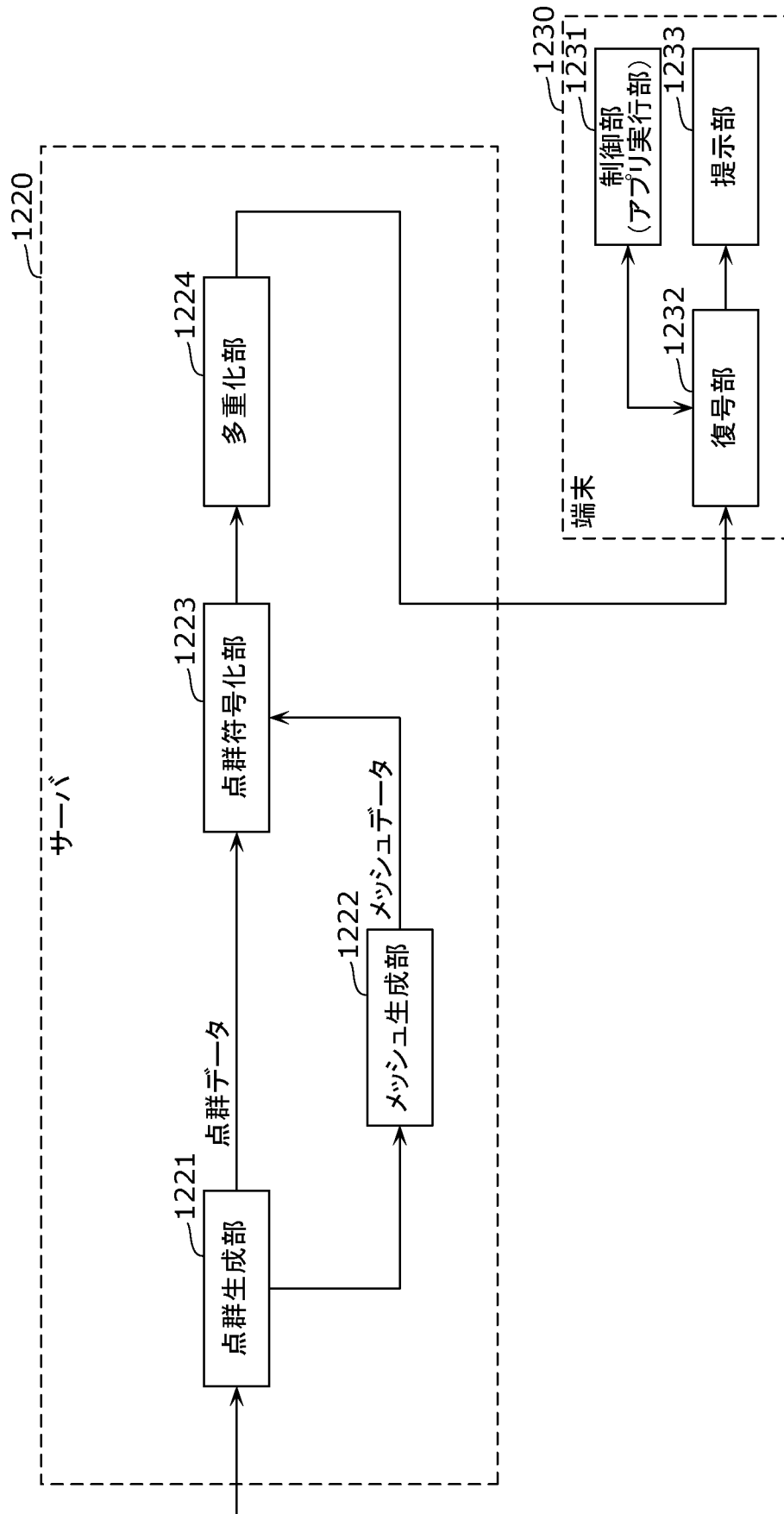
[図44]



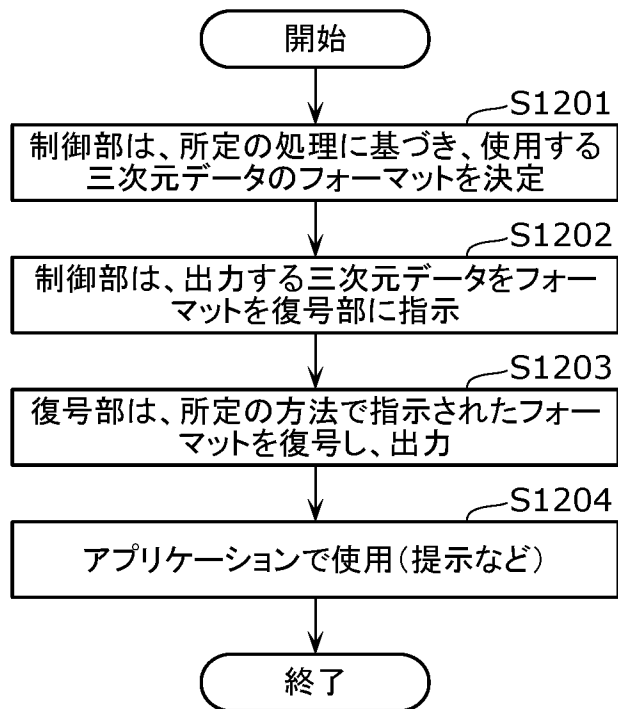
[図45]



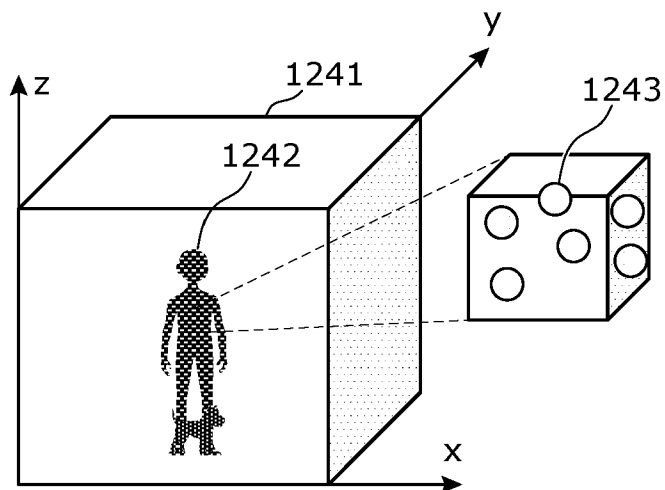
[図46]



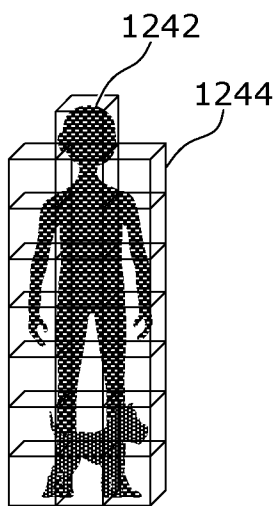
[図47]



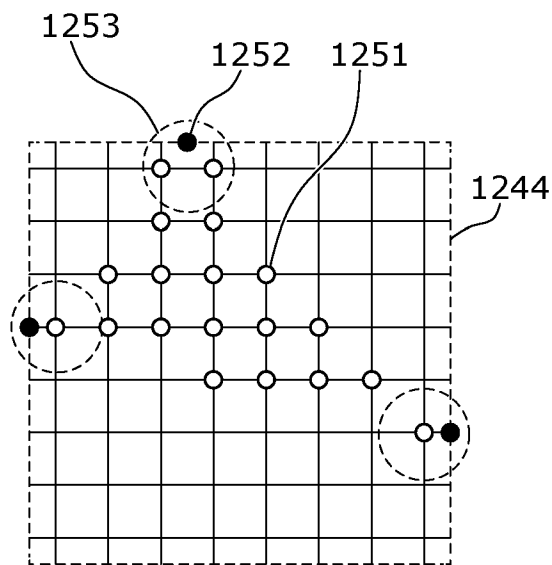
[図48]



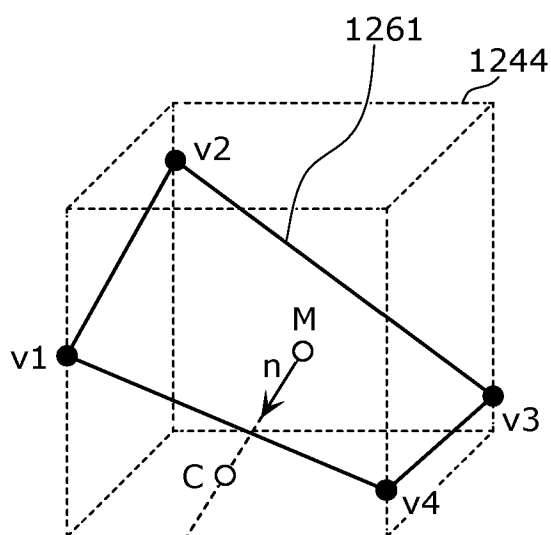
[図49]



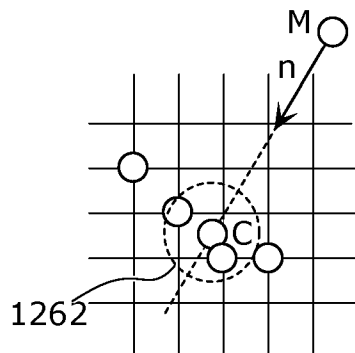
[図50]



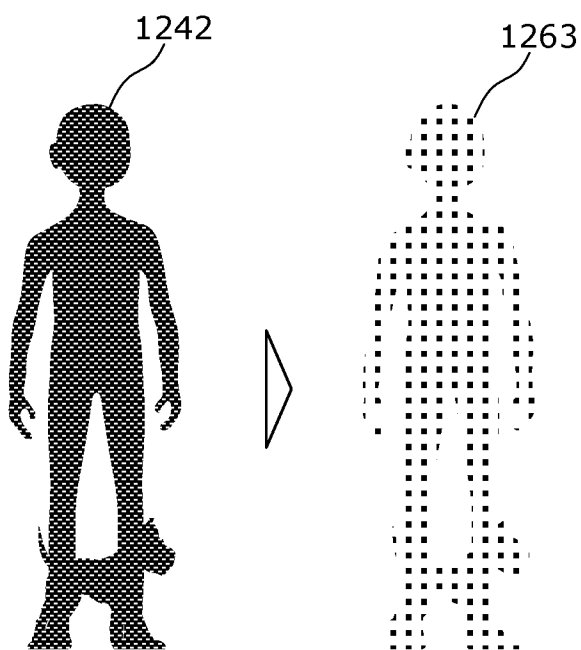
[図51]



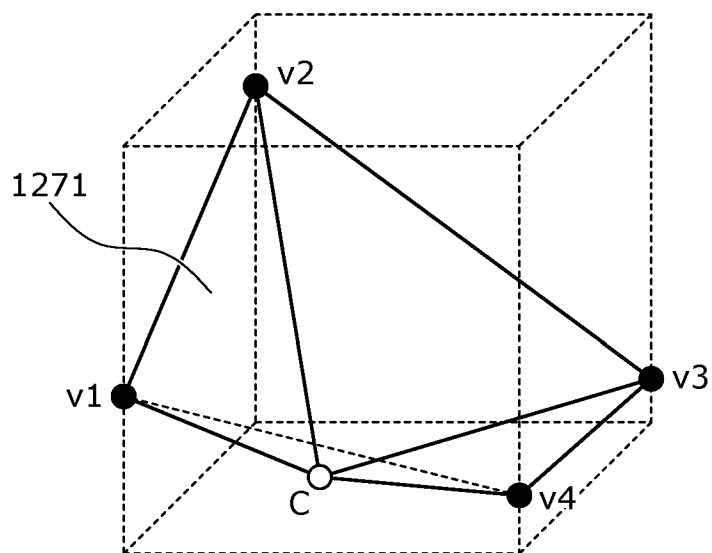
[図52]



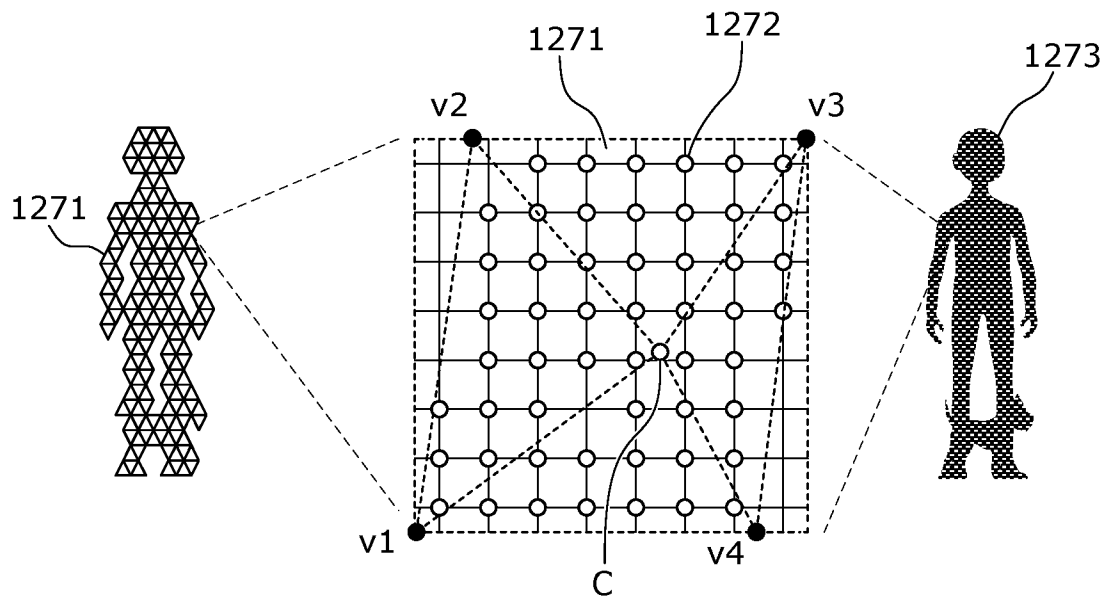
[図53]



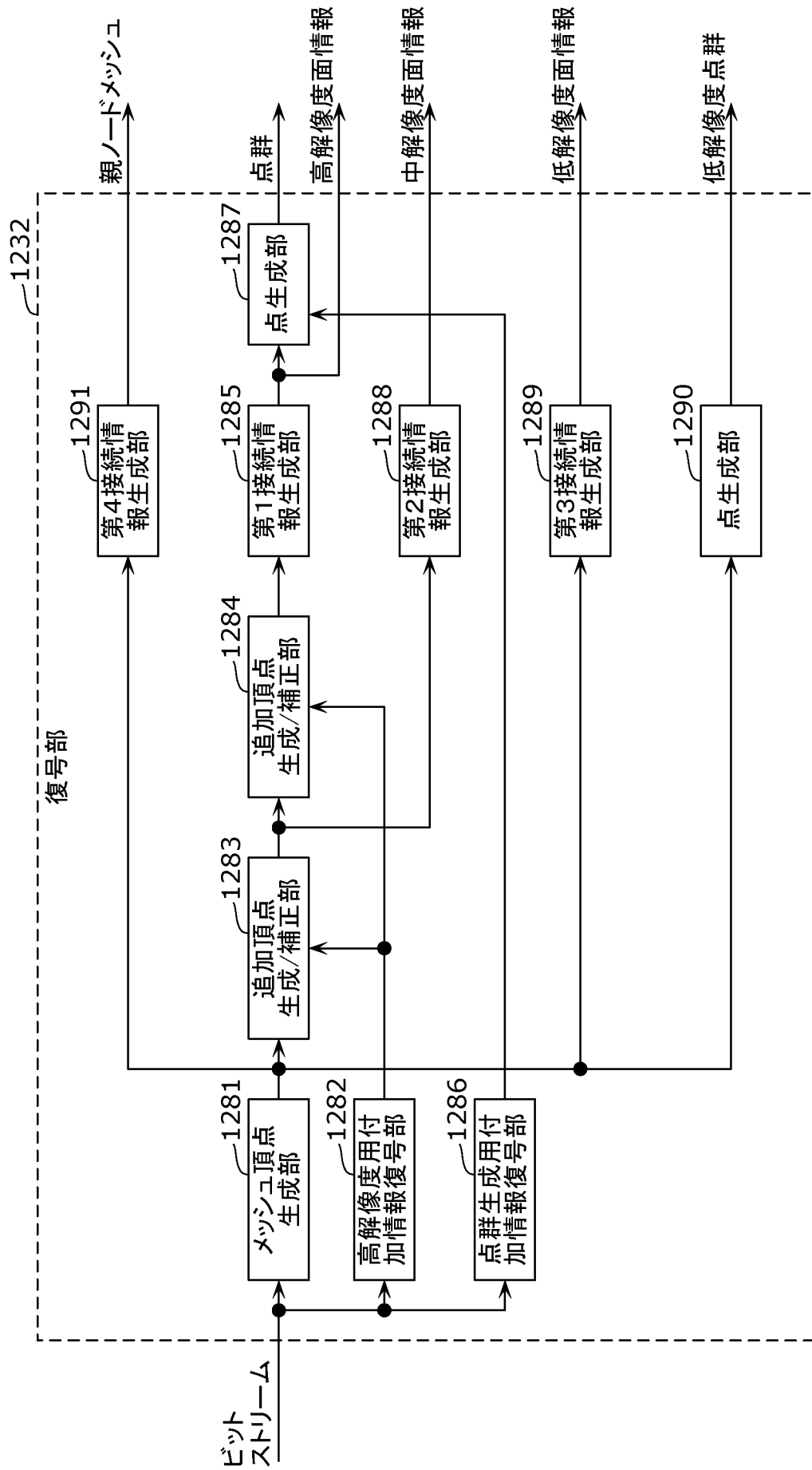
[図54]



[図55]



[図56]



[図57]

```
3D_output_format(){  
  number_of_space  
  for(i=0;i<number_of_space;i++){  
    space_id;  
    bounding_box_xyz;  
    bounding_box_whd;  
    num_outout_format  
    for( j=0; j<num_output_format;j++){  
      format_type;  
    }  
  }  
}
```

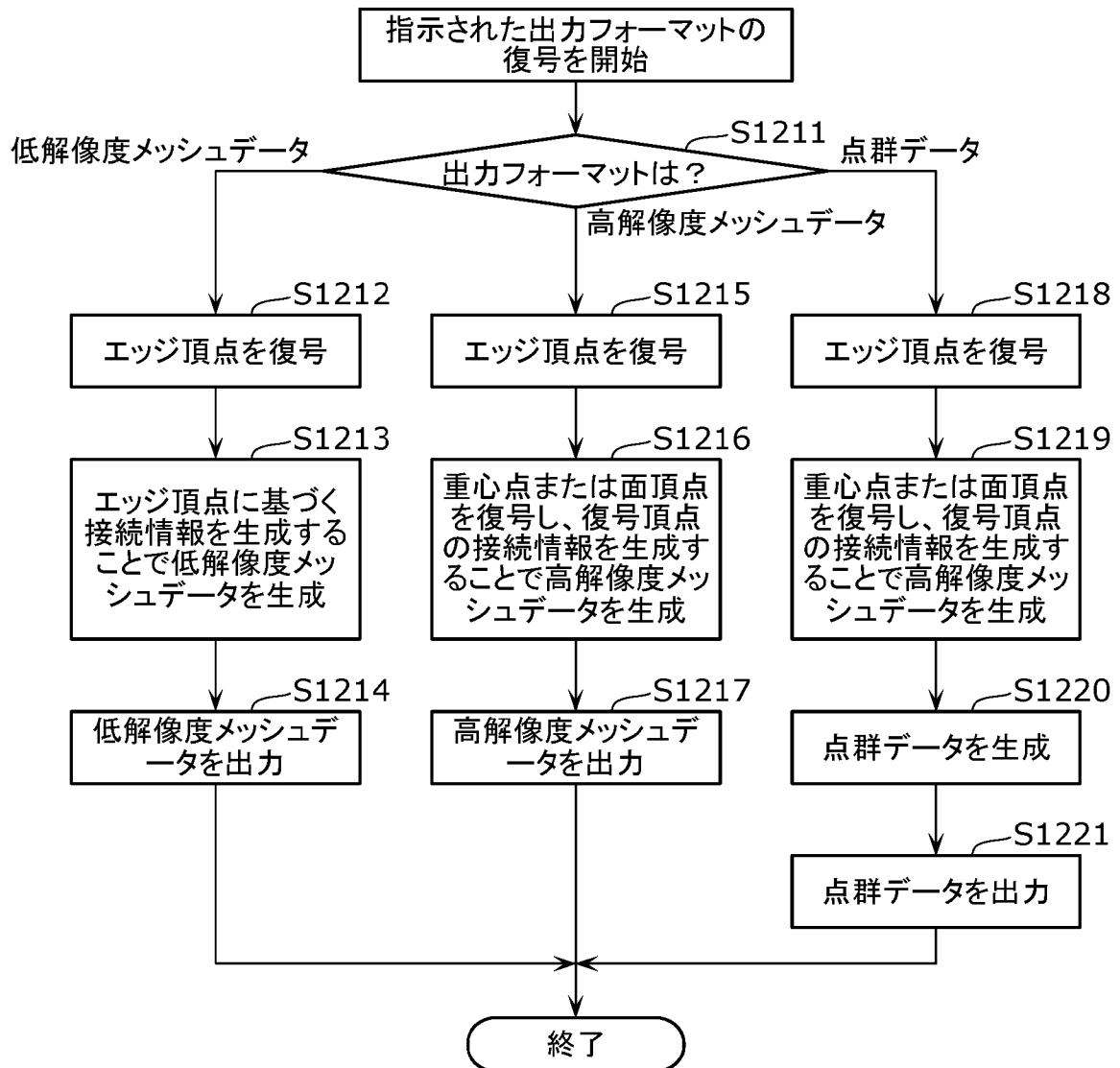
[図58]

format_type
//0...low resolution mesh
//1...middle resolution mesh
//2...high resolution mesh
//3... high resolution point cloud
//4... high resolution 3D model

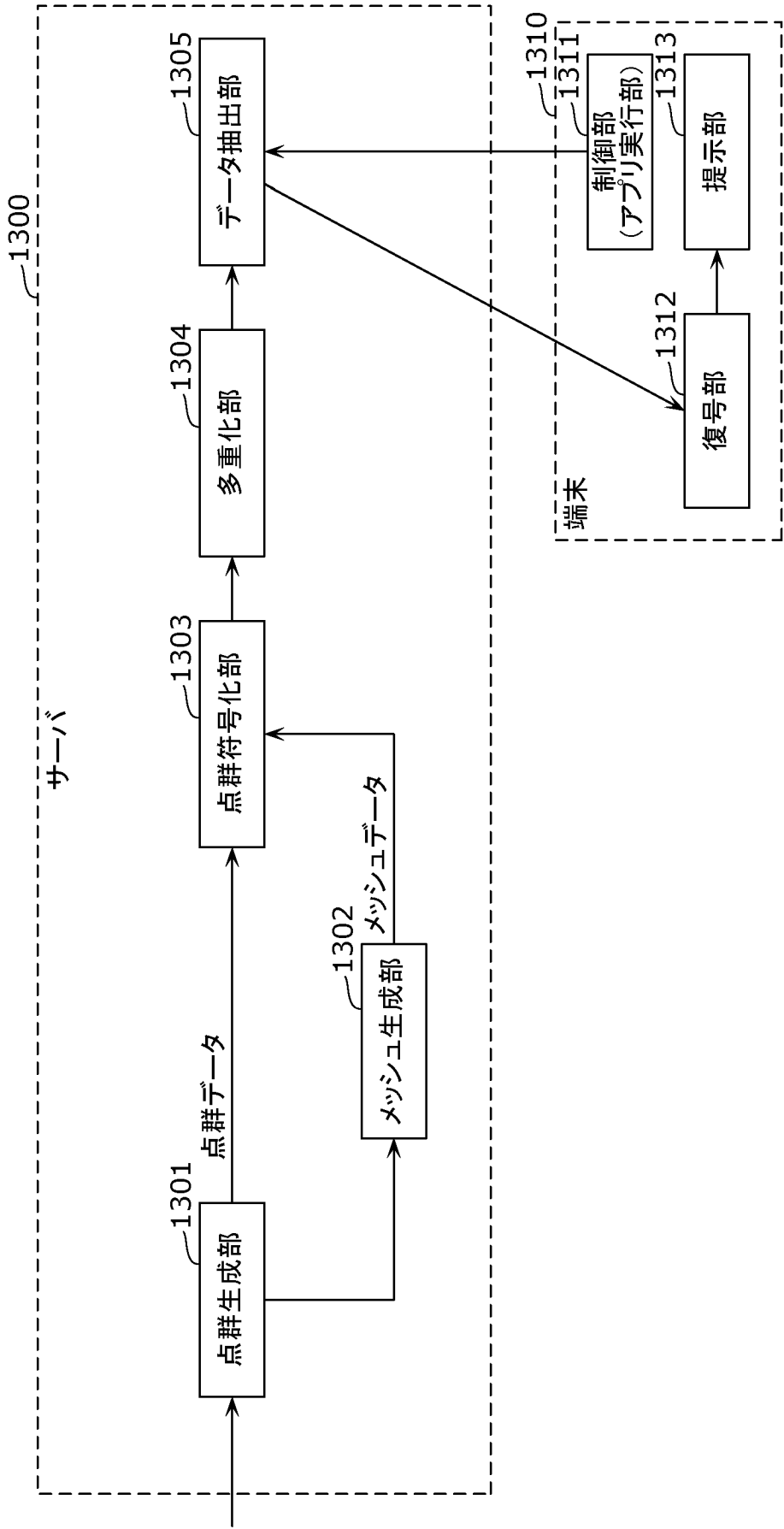
[図59]

format_typeの別の例
bit0: low resolution mesh
bit1: middle resolution mesh
bit2: high resolution mesh
bit3: high resolution point cloud
bit4: high resolution 3D model

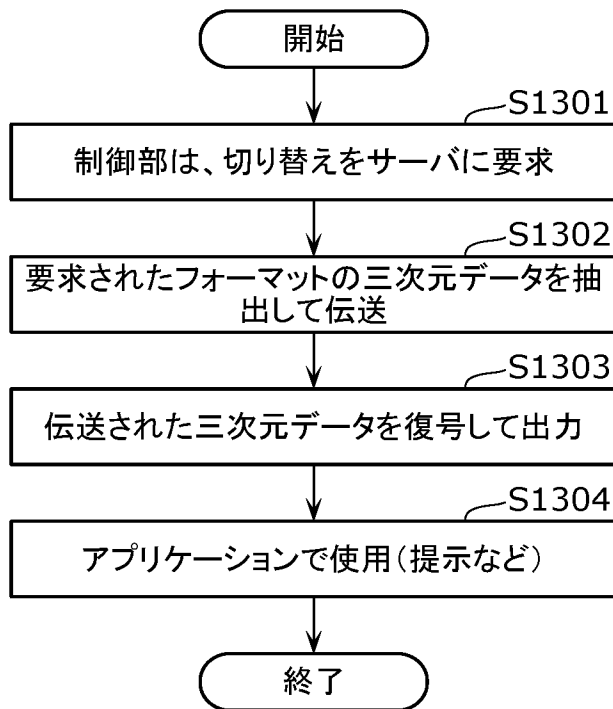
[図60]



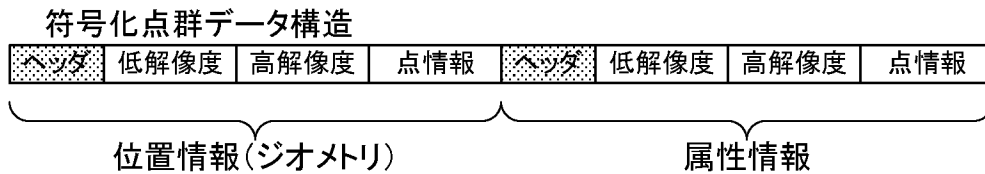
[図61]



[図62]



[図63]



[図64]

```

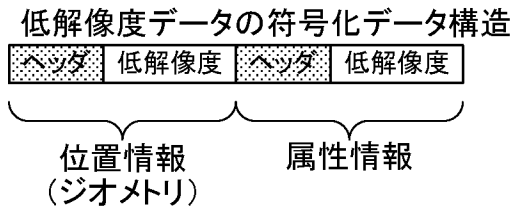
codec_unit(){
  unit_type
  length
  data();
}
  
```

[図65]

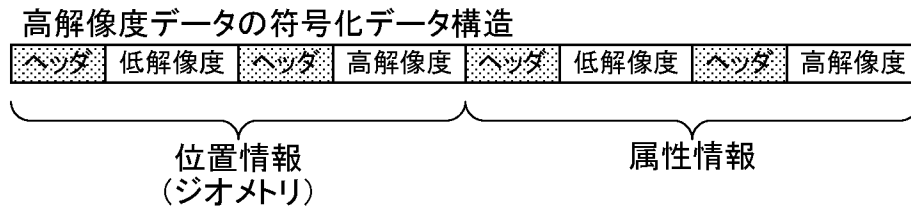
unit_type

- 0...完全な符号化点群ジオメトリ
- 1...完全な符号化点群属性
- 2...完全な符号化点群メタデータ
- 3...完全な符号化高解像度データジオメトリ
- 4...完全な符号化高解像度データ属性
- 5...完全な符号化高解像度データメタデータ
- 6...完全な符号化低解像度データジオメトリ
- 7...完全な符号化低解像度データ属性
- 8...完全な符号化低解像度データメタデータ

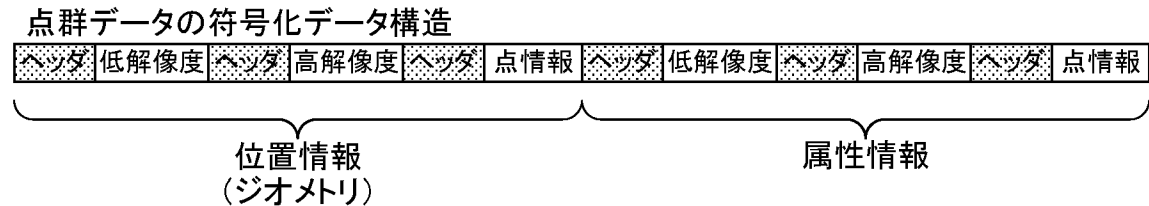
[図66]



[図67]



[図68]



[図69]

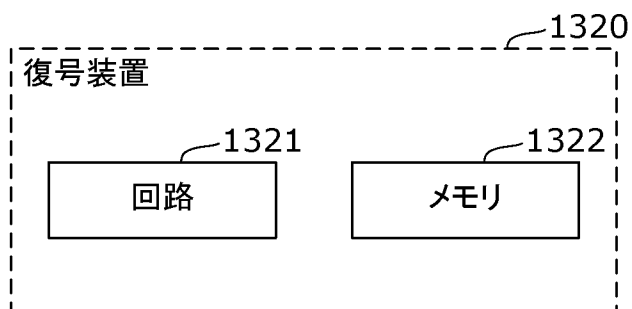
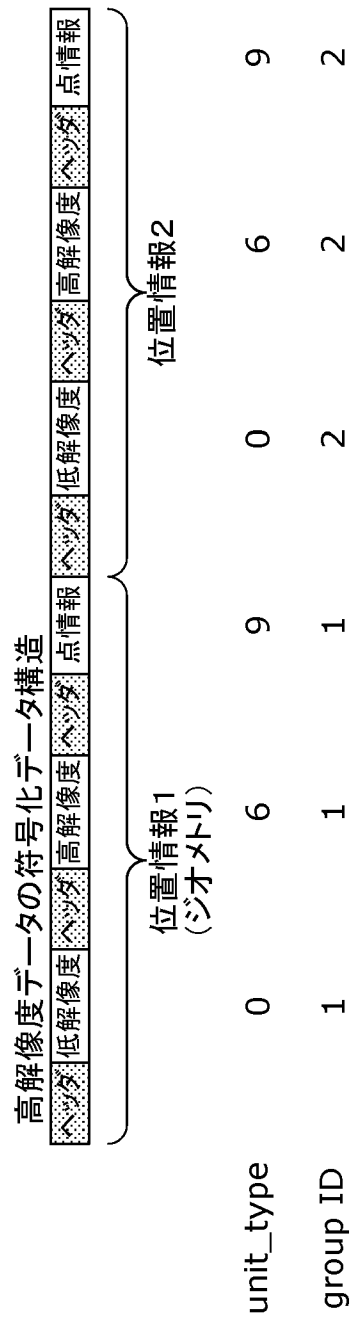
```

codec_unit(){
  unit_type
  length
  data();
}

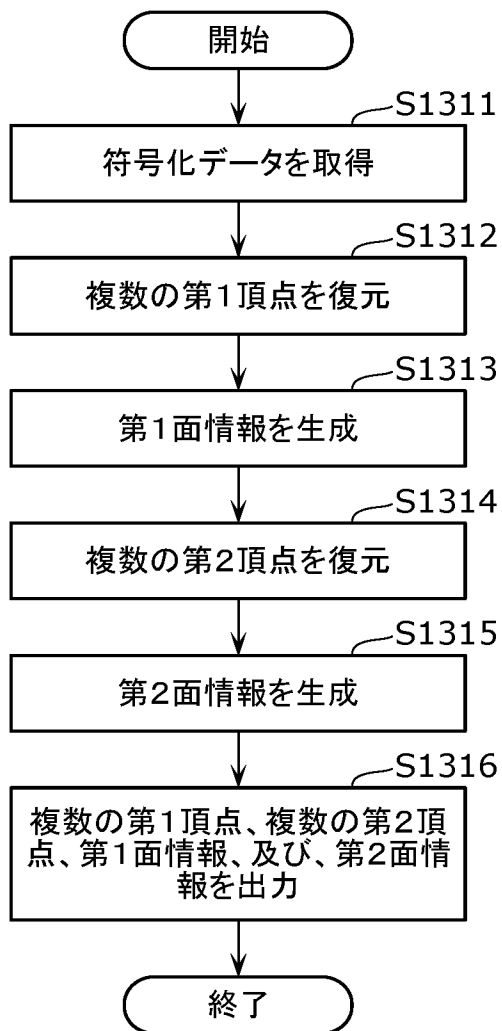
```

[図70]

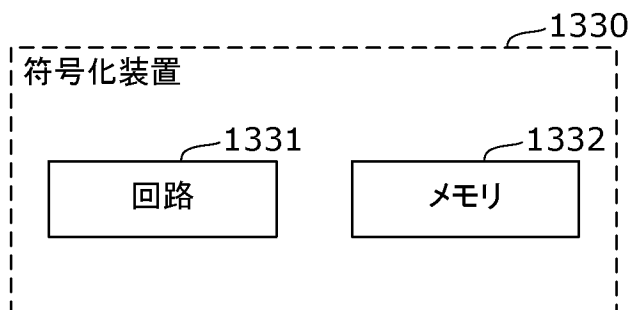
- unit_type
- ...
- 6...完全な符号化低解像データジオメトリ
 - 7...完全な符号化低解像データ属性
 - 8...完全な符号化低解像データメタデータ
 - 9...高解像拡張用符号化ジオメトリ情報
 - 10...高解像拡張用符号化属性情報
 - 11...高解像拡張用符号化メタデータ
 - 12...点拡張用符号化ジオメトリ情報
 - 13...点拡張用符号化属性情報
 - 14...点拡張用符号化メタデータ



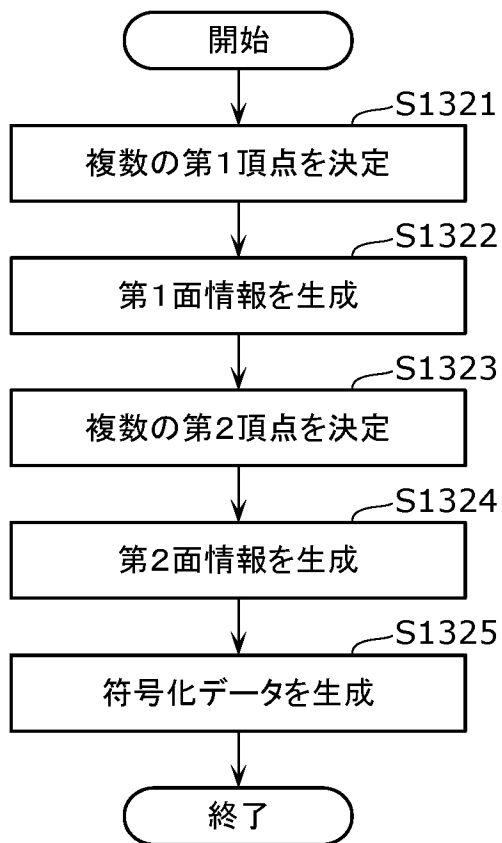
[図73]



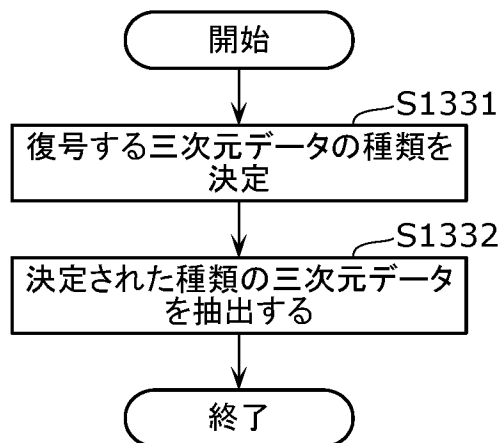
[図74]



[図75]



[図76]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/021298

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H04N 19/597 (2014.01)i FI: H04N19/597 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) H04N19/597 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 A	JP 2020-119292 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 06 August 2020 (2020-08-06) paragraphs [0008], [0020]-[0045], fig. 2-9	1-6, 9-14, 17-20 7-8, 15-16
X A	JP 2021-22122 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 18 February 2021 (2021-02-18) paragraphs [0008], [0023]-[0063], fig. 2-10	1-2, 10-11, 18-20 3-9, 12-17
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “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 19 August 2024		Date of mailing of the international search report 27 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/JP2024/021298

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2020-119292	A	06 August 2020	US 2020/0242837 A1 paragraphs [0007], [0035]- [0059], fig. 2-9	
				JP 2023-101015 A	
				US 2023/0034516 A1	

JP	2021-22122	A	18 February 2021	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

H04N 19/597(2014.01)i

FI: H04N19/597

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））

H04N19/597

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	JP 2020-119292 A（キャノン株式会社）06.08.2020（2020-08-06） [0008],[0020]-[0045], 図2-図9	1-6,9-14,17-20
A		7-8,15-16
X	JP 2021-22122 A（キャノン株式会社）18.02.2021（2021-02-18） [0008],[0023]-[0063], 図2-図10	1-2,10-11,18-20
A		3-9,12-17

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 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

19.08.2024

国際調査報告の発送日

27.08.2024

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）

松元 伸次 5C 9563

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/JP2024/021298

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2020-119292 A	06.08.2020	US 2020/0242837 A1 [0007], [0035]-[0059], FIGs. 2-9 JP 2023-101015 A US 2023/0034516 A1	
JP 2021-22122 A	18.02.2021	(ファミリーなし)	