

(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
2022年1月27日(27.01.2022)



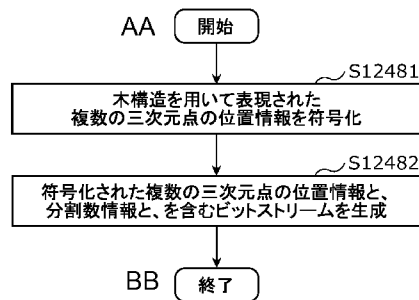
(10) 国際公開番号

WO 2022/019301 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 9/40 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/027117
- (22) 国際出願日: 2021年7月20日(20.07.2021)
- (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:
63/055,042 2020年7月22日(22.07.2020) 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: 大川 真人 (OHKAWA, Masato);
〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0
6 番地 パナソニック株式会社内 Osaka
(JP). 井口 賀敬 (IGUCHI, Noritaka). 杉尾
敏康(SUGIO, Toshiyasu).
- (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 号タナカ・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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,

(54) Title: THREE-DIMENSIONAL DATA ENCODING METHOD, THREE-DIMENSIONAL DATA DECODING METHOD, THREE-DIMENSIONAL DATA ENCODING DEVICE, AND THREE-DIMENSIONAL DATA DECODING DEVICE

(54) 発明の名称: 三次元データ符号化方法、三次元データ復号方法、三次元データ符号化装置、及び三次元データ復号装置



S12481 Encode location information of plurality
of three-dimensional points represented using tree structure

S12482 Generate bitstream including encoded location information
of plurality of three-dimensional points, and subdivision number information

AA Start

BB End

(57) Abstract: This three-dimensional data encoding method comprises: encoding location information of a plurality of three-dimensional points that have been represented using a tree structure (S12481); and generating a bitstream including the encoded location information of the plurality of three-dimensional points, and subdivision number information indicative of the number of subdivisions of each of a plurality of nodes included in the tree structure (S12482). The subdivision number information includes common subdivision number information collectively indicating the number of subdivisions of two or more nodes among the plurality of nodes.

EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 三次元データ符号化方法は、木構造を用いて表現された複数の三次元点の位置情報を符号化し (S 1 2 4 8 1)、符号化された複数の三次元点の位置情報と、木構造に含まれる複数のノードのそれぞれの分割数を示す分割数情報と、を含むビットストリームを生成する (S 1 2 4 8 2)。分割数情報は、複数のノードのうち、2以上のノードの分割数をまとめて示す共通分割数情報を含む。

明 細 書

発明の名称：

三次元データ符号化方法、三次元データ復号方法、三次元データ符号化装置、及び三次元データ復号装置

技術分野

[0001] 本開示は、三次元データ符号化方法、三次元データ復号方法、三次元データ符号化装置、及び三次元データ復号装置に関する。

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、映像配信等、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、レンジファインダ等の距離センサ、ステレオカメラ、又は複数の単眼カメラの組み合わせ等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等がある）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）等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] 符号化された三次元データを含むビットストリームのデータ量を削減できることが望まれている。

[0008] 本開示は、データ量を削減できる三次元データ符号化方法、三次元データ復号方法、三次元データ符号化装置又は三次元データ復号装置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

[0009] 本開示の一態様に係る三次元データ符号化方法は、木構造を用いて表現された複数の三次元点の位置情報を符号化し、符号化された前記複数の三次元点の位置情報と、前記木構造に含まれる複数のノードのそれぞれの分割数を示す分割数情報と、を含むビットストリームを生成し、前記分割数情報は、前記複数のノードのうち、2以上のノードの分割数をまとめて示す共通分割数情報を含む。

[0010] 本開示の一態様に係る三次元データ復号方法は、木構造を用いて表現された複数の三次元点の位置情報であって、符号化された前記複数の三次元点の位置情報と、前記木構造に含まれる複数のノードのそれぞれの分割数を示す分割数情報と、を含むビットストリームを取得し、前記分割数情報に基づいて、符号化された前記複数の三次元点の位置情報を復号し、前記分割数情報は、前記複数のノードのうち、2以上のノードの分割数をまとめて示す共通分割数情報を含む。

発明の効果

[0011] 本開示は、データ量を削減できる三次元データ符号化方法、三次元データ復号方法、三次元データ符号化装置又は三次元データ復号装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図 1 は、実施の形態 1 に係る三次元データ符号化復号システムの構成を示す図である。

[図2]図 2 は、実施の形態 1 に係る点群データの構成例を示す図である。

[図3]図 3 は、実施の形態 1 に係る点群データ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 に係る点群データの種類を示す図である。

[図5]図 5 は、実施の形態 1 に係る第 1 の符号化部の構成を示す図である。

[図6]図 6 は、実施の形態 1 に係る第 1 の符号化部のブロック図である。

[図7]図 7 は、実施の形態 1 に係る第 1 の復号部の構成を示す図である。

[図8]図 8 は、実施の形態 1 に係る第 1 の復号部のブロック図である。

[図9]図 9 は、実施の形態 1 に係る三次元データ符号化装置のブロック図である。

[図10]図 10 は、実施の形態 1 に係る位置情報の例を示す図である。

[図11]図 11 は、実施の形態 1 に係る位置情報の 8 分木表現の例を示す図である。

[図12]図 12 は、実施の形態 1 に係る三次元データ復号装置のブロック図である。

[図13]図 13 は、実施の形態 1 に係る属性情報符号化部のブロック図である。

[図14]図 14 は、実施の形態 1 に係る属性情報復号部のブロック図である。

[図15]図 15 は、実施の形態 1 に係る属性情報符号化部の構成を示すブロック図である。

[図16]図 16 は、実施の形態 1 に係る属性情報符号化部のブロック図である。

[図17]図 17 は、実施の形態 1 に係る属性情報復号部の構成を示すブロック図である。

[図18]図 18 は、実施の形態 1 に係る属性情報復号部のブロック図である。

[図19]図 19 は、実施の形態 1 に係る第 2 の符号化部の構成を示す図である

。

[図20]図20は、実施の形態1に係る第2の符号化部のブロック図である。

[図21]図21は、実施の形態1に係る第2の復号部の構成を示す図である。

[図22]図22は、実施の形態1に係る第2の復号部のブロック図である。

[図23]図23は、実施の形態1に係るPCC符号化データに関わるプロトコルスタックを示す図である。

[図24]図24は、実施の形態2に係る符号化部及び多重化部の構成を示す図である。

[図25]図25は、実施の形態2に係る符号化データの構成例を示す図である

。

[図26]図26は、実施の形態2に係る符号化データ及びNALユニットの構成例を示す図である。

[図27]図27は、実施の形態2に係るpcc__nal__unit__typeのセマンティクス例を示す図である。

[図28]図28は、実施の形態2に係るNALユニットの送出順序の例を示す図である。

[図29]図29は、実施の形態3に係る位置データの例を示す図である。

[図30]図30は、実施の形態3に係る木構造の例を示す図である。

[図31]図31は、実施の形態3に係る木構造の分割数とtree__axis__flagとの関係を示す図である。

[図32]図32は、実施の形態3に係る木構造の分割数とtree__axis__flagとの関係を示す図である。

[図33]図33は、実施の形態3に係る木構造の分割数とtree__axis__flagとの関係を示す図である。

[図34]図34は、実施の形態3に係る木構造の分割数とtree__axis__flagとの関係を示す図である。

[図35]図35は、実施の形態3に係る木構造の分割数とtree__axis__flagとの関係を示す図である。

[図36]図36は、実施の形態3に係る木構造の分割数と `tree_axis_flag` との関係を示す図である。

[図37]図37は、実施の形態3に係る木構造の分割数と `tree_axis_flag` との関係を示す図である。

[図38]図38は、実施の形態3に係る三次元データ符号化装置のブロック図である。

[図39]図39は、実施の形態3に係る三次元データ復号装置のブロック図である。

[図40]図40は、実施の形態3に係る三次元データ符号化装置による木構造を示すフラグを生成する処理手順を示すフローチャートである。

[図41]図41は、実施の形態3に係る三次元データ復号装置による木構造を決定する処理手順を示すフローチャートである。

[図42]図42は、実施の形態3に係る三次元データ符号化装置による木構造を示すフラグを生成する処理手順の第1例を示すフローチャートである。

[図43]図43は、実施の形態3に係る三次元データ復号装置による木構造を決定する処理手順の第1例を示すフローチャートである。

[図44]図44は、実施の形態3に係るヘッダ情報のシンタックスの第1例を示す図である。

[図45]図45は、実施の形態3に係る木構造における深度と分割数との関係の第1例を説明するための図である。

[図46]図46は、実施の形態3に係るヘッダ情報のシンタックスの第2例を示す図である。

[図47]図47は、実施の形態3に係る三次元データ復号装置による木構造を決定する処理手順の第2例を示すフローチャートである。

[図48]図48は、実施の形態3に係る木構造における深度と分割数との関係の第2例を説明するための図である。

[図49]図49は、実施の形態3に係るヘッダ情報のシンタックスの第3例を示す図である。

[図50]図50は、実施の形態3に係る木構造における深度と分割数との関係の第3例を説明するための図である。

[図51]図51は、実施の形態3に係るヘッダ情報のシンタックスの第4例を示す図である。

[図52]図52は、実施の形態3に係る木構造における深度と分割数との関係の第4例を説明するための図である。

[図53]図53は、実施の形態3に係る三次元データ符号化装置の処理手順を示すフローチャートである。

[図54]図54は、実施の形態3に係る三次元データ復号装置の処理手順を示すフローチャートである。

[図55]図55は、実施の形態4に係る三次元データ作成装置のブロック図である。

[図56]図56は、実施の形態4に係る三次元データ作成方法のフローチャートである。

[図57]図57は、実施の形態4に係るシステムの構成を示す図である。

[図58]図58は、実施の形態4に係るクライアント装置のブロック図である。

[図59]図59は、実施の形態4に係るサーバのブロック図である。

[図60]図60は、実施の形態4に係るクライアント装置による三次元データ作成処理のフローチャートである。

[図61]図61は、実施の形態4に係るクライアント装置によるセンサ情報送信処理のフローチャートである。

[図62]図62は、実施の形態4に係るサーバによる三次元データ作成処理のフローチャートである。

[図63]図63は、実施の形態4に係るサーバによる三次元マップ送信処理のフローチャートである。

[図64]図64は、実施の形態4に係るシステムの変形例の構成を示す図である。

[図65]図 6 5 は、実施の形態 4 に係るサーバ及びクライアント装置の構成を示す図である。

[図66]図 6 6 は、実施の形態 4 に係るサーバ及びクライアント装置の構成を示す図である。

[図67]図 6 7 は、実施の形態 4 に係るクライアント装置による処理のフローチャートである。

[図68]図 6 8 は、実施の形態 4 に係るセンサ情報収集システムの構成を示す図である。

[図69]図 6 9 は、実施の形態 4 に係るシステムの例を示す図である。

[図70]図 7 0 は、実施の形態 4 に係るシステムの変形例を示す図である。

[図71]図 7 1 は、実施の形態 4 に係るアプリケーション処理の例を示すフローチャートである。

[図72]図 7 2 は、実施の形態 4 に係る各種センサのセンサ範囲を示す図である。

[図73]図 7 3 は、実施の形態 4 に係る自動運転システムの構成例を示す図である。

[図74]図 7 4 は、実施の形態 4 に係るビットストリームの構成例を示す図である。

[図75]図 7 5 は、実施の形態 4 に係る点群選択処理のフローチャートである。

[図76]図 7 6 は、実施の形態 4 に係る点群選択処理の画面例を示す図である。

[図77]図 7 7 は、実施の形態 4 に係る点群選択処理の画面例を示す図である。

[図78]図 7 8 は、実施の形態 4 に係る点群選択処理の画面例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 本開示の一態様に係る三次元データ符号化方法は、木構造を用いて表現さ

れた複数の三次元点の位置情報を符号化し、符号化された前記複数の三次元点の位置情報と、前記木構造に含まれる複数のノードのそれぞれの分割数を示す分割数情報と、を含むビットストリームを生成し、前記分割数情報は、前記複数のノードのうち、2以上のノードの分割数をまとめて示す共通分割数情報を含む。

[0014] これによれば、分割数が同じノードについては、分割数を示す情報が共通の情報に纏められる。そのため、ビットストリームに含まれるデータ量が削減され得る。

[0015] また、例えば、前記複数のノードは、前記木構造における同じ深度に位置するノードが同じ分割数で分割され、前記分割数情報は、前記木構造における深度毎のノードの分割数を示し、前記共通分割数情報は、2つ以上の深度について、ノードの分割数をまとめて示す。

[0016] これによれば、分割数が同じノードについては、分割数を示す情報が複数の深度で共通の情報に纏められる。そのため、ビットストリームに含まれるデータ量が削減され得る。

[0017] また、例えば、前記共通分割数情報は、前記木構造における所定の深度以降の深度ではノードが同じ分割数であることを示すトリガ情報を含む。

[0018] これによれば、トリガ情報によって分割数が同じノードを簡単に示すことができる。

[0019] また、例えば、前記共通分割数情報は、前記所定の深度からノードの分割数が同じ分割数である終端深度を示す終端深度情報をさらに含む。

[0020] これによれば、例えば深度の浅い方から順にノードの分割数を見た場合に、深度の途中でノードの分割数が連続して同じである場合に、ノードの分割数を簡単に示すことができる。

[0021] また、例えば、前記複数のノードは、それぞれ、三軸直交座標系における空間の少なくとも一部に対応し、前記分割数情報は、前記木構造における深度毎に、前記三軸直交座標系の三軸方向のそれぞれにおいて空間を分割するか否かを示すフラグ情報を含み、前記トリガ情報は、前記三軸方向のそれぞれ

れで分割しないことを示す前記フラグ情報である。

[0022] これによれば、フラグ情報を用いてトリガ情報を簡単に示すことができる。

[0023] また、本開示の一態様に係る三次元データ復号方法は、木構造を用いて表現された複数の三次元点の位置情報であって、符号化された前記複数の三次元点の位置情報と、前記木構造に含まれる複数のノードのそれぞれの分割数を示す分割数情報と、を含むビットストリームを取得し、前記分割数情報に基づいて、符号化された前記複数の三次元点の位置情報を復号し、前記分割数情報は、前記複数のノードのうち、2以上のノードの分割数をまとめて示す共通分割数情報を含む。

[0024] これによれば、分割数が同じノードについては、分割数を示す情報が共通の情報に纏められる。そのため、ビットストリームに含まれるデータ量が削減され得る。

[0025] また、例えば、前記複数のノードは、前記木構造における同じ深度に位置するノードが同じ分割数で分割され、前記分割数情報は、前記木構造における深度毎のノードの分割数を示し、前記共通分割数情報は、2つ以上の深度について、ノードの分割数をまとめて示す。

[0026] これによれば、分割数が同じノードについては、分割数を示す情報が複数の深度で共通の情報に纏められる。そのため、ビットストリームに含まれるデータ量が削減され得る。

[0027] また、例えば、前記共通分割数情報は、前記木構造における所定の深度以降の深度ではノードが同じ分割数であることを示すトリガ情報を含む。

[0028] これによれば、トリガ情報によってノードの分割数を簡単に判定できる。

[0029] また、例えば、前記共通分割数情報は、前記所定の深度からノードの分割数が同じ分割数である終端深度を示す終端深度情報をさらに含む。

[0030] これによれば、例えば深度の浅い方から順にノードの分割数を見た場合に、深度の途中でノードの分割数が連続して同じである場合に、ノードの分割数を簡単に判定できる。

- [0031] また、例えば、前記複数のノードは、それぞれ、三軸直交座標系における空間の少なくとも一部に対応し、前記分割数情報は、前記木構造における深度毎に、前記三軸直交座標系の三軸方向のそれぞれにおいて空間を分割するか否かを示すフラグ情報を含み、前記トリガ情報は、前記三軸方向のそれぞれで分割しないことを示す前記フラグ情報である。
- [0032] これによれば、フラグ情報を用いて簡単に示されたトリガ情報であっても適切にノードの分割数を判定できる。
- [0033] また、本開示の一態様に係る三次元データ符号化装置は、プロセッサと、メモリとを備え、前記プロセッサは、前記メモリを用いて、木構造を用いて表現された複数の三次元点の位置情報を符号化し、符号化された前記複数の三次元点の位置情報と、前記木構造に含まれる複数のノードのそれぞれの分割数を示す分割数情報と、を含むビットストリームを生成し、前記分割数情報は、前記複数のノードのうち、2以上のノードの分割数をまとめて示す共通分割数情報を含む。
- [0034] これによれば、分割数が同じノードについては、分割数を示す情報が共通の情報に纏められる。そのため、ビットストリームに含まれるデータ量が削減され得る。
- [0035] また、本開示の一態様に係る三次元データ復号装置は、プロセッサと、メモリとを備え、前記プロセッサは、前記メモリを用いて、木構造を用いて表現された複数の三次元点の位置情報であって、符号化された前記複数の三次元点の位置情報と、前記木構造に含まれる複数のノードのそれぞれの分割数を示す分割数情報と、を含むビットストリームを取得し、前記分割数情報に基づいて、符号化された前記複数の三次元点の位置情報を復号し、前記分割数情報は、前記複数のノードのうち、2以上のノードの分割数をまとめて示す共通分割数情報を含む。
- [0036] これによれば、分割数が同じノードについては、分割数を示す情報が共通の情報に纏められる。そのため、ビットストリームに含まれるデータ量が削減され得る。

[0037] なお、これらの包括的又は具体的な態様は、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラム又はコンピュータ読み取り可能なＣＤ－ＲＯＭ等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。

[0038] 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、ステップの順序等は、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。

[0039] （実施の形態１）

ポイントクラウドの符号化データを実際の装置又はサービスにおいて使用する際には、ネットワーク帯域を抑制するために用途に応じて必要な情報を送受信することが望ましい。しかしながら、これまで、三次元データの符号化構造にはそのような機能が存在せず、そのための符号化方法も存在しなかった。

[0040] 本実施の形態では、三次元のポイントクラウドの符号化データにおいて用途に応じて必要な情報を送受信する機能を提供するための三次元データ符号化方法及び三次元データ符号化装置、並びに、当該符号化データを復号する三次元データ復号方法及び三次元データ復号装置、並びに、当該符号化データを多重化する三次元データ多重化方法、並びに、当該符号化データを伝送する三次元データ伝送方法について説明する。

[0041] 特に、現在、点群データの符号化方法（符号化方式）として第１の符号化方法、及び第２の符号化方法が検討されているが、符号化データの構成、及び符号化データをシステムフォーマットへ格納する方法が定義されておらず、このままでは符号化部におけるＭＵＸ処理（多重化）、又は、伝送或いは蓄積ができないという課題がある。

- [0042] また、PCC (Point Cloud Compression) のように、第1の符号化方法と第2の符号化方法の2つのコーデックが混在するフォーマットをサポートする方法はこれまで存在しない。
- [0043] 本実施の形態では、第1の符号化方法と第2の符号化方法の2つのコーデックが混在するPCC符号化データの構成、及び符号化データをシステムフォーマットへ格納する方法について説明する。
- [0044] まず、本実施の形態に係る三次元データ（点群データ）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4601と、三次元データ復号システム4602と、センサ端末4603と、外部接続部4604とを含む。
- [0045] 三次元データ符号化システム4601は、三次元データである点群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4601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4601に含まれる複数の処理部のうち一部を含んでもよい。
- [0046] 三次元データ符号化システム4601は、点群データ生成システム4611と、提示部4612と、符号化部4613と、多重化部4614と、入出力部4615と、制御部4616とを含む。点群データ生成システム4611は、センサ情報取得部4617と、点群データ生成部4618とを含む。
- [0047] センサ情報取得部4617は、センサ端末4603からセンサ情報を取得し、センサ情報を点群データ生成部4618に出力する。点群データ生成部4618は、センサ情報から点群データを生成し、点群データを符号化部4613へ出力する。
- [0048] 提示部4612は、センサ情報又は点群データをユーザに提示する。例えば、提示部4612は、センサ情報又は点群データに基づく情報又は画像を

表示する。

- [0049] 符号化部4613は、点群データを符号化（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4614へ出力する。付加情報は、例えば、センサ情報を含む。
- [0050] 多重化部4614は、符号化部4613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。
- [0051] 入出力部4615（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4616（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4616は、符号化及び多重化等の制御を行う。
- [0052] なお、センサ情報が符号化部4613又は多重化部4614へ入力されてもよい。また、入出力部4615は、点群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。
- [0053] 三次元データ符号化システム4601から出力された伝送信号（多重化データ）は、外部接続部4604を介して、三次元データ復号システム4602に入力される。
- [0054] 三次元データ復号システム4602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である点群データを生成する。なお、三次元データ復号システム4602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4602に含まれる複数の処理部のうち一部を含んでもよい。
- [0055] 三次元データ復号システム4602は、センサ情報取得部4621と、入出力部4622と、逆多重化部4623と、復号部4624と、提示部4625と、ユーザインタフェース4626と、制御部4627とを含む。
- [0056] センサ情報取得部4621は、センサ端末4603からセンサ情報を取得

する。

- [0057] 入出力部4622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4623へ出力する。
- [0058] 逆多重化部4623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4624へ出力する。
- [0059] 復号部4624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。
- [0060] 提示部4625は、点群データをユーザに提示する。例えば、提示部4625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4626は、ユーザの操作に基づく指示を取得する。制御部4627（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4627は、逆多重化、復号及び提示等の制御を行う。
- [0061] なお、入出力部4622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4625は、センサ情報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4625は、ユーザインタフェース4626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。
- [0062] センサ端末4603は、センサで得られた情報であるセンサ情報を生成する。センサ端末4603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。
- [0063] センサ端末4603で取得可能なセンサ情報は、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4603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である。また、センサ情報は、センサの姿勢、向き、ジャイロ（角速度）

、位置（GPS情報又は高度）、速度、又は加速度等を含んでもよい。また、センサ情報は、気温、気圧、湿度、又は磁気等を含んでもよい。

[0064] 外部接続部4604は、集積回路（LSI又はIC）、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。

[0065] 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。

[0066] 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とを含む。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。

[0067] 三次元座標等の位置情報（Position）をジオメトリ（geometry）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（attribute）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。

[0068] 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。

[0069] 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。

[0070] 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。

[0071] 次に、点群データの種類について説明する。図4は、点群データの種類を示す図である。図4に示すように、点群データには、静的オブジェクトと、

動的オブジェクトとがある。

[0072] 静的オブジェクトは、任意の時間（ある時刻）の三次元点群データである。動的オブジェクトは、時間的に変化する三次元点群データである。以降、ある時刻の三次元点群データをPCCフレーム、又はフレームと呼ぶ。

[0073] 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点群であってもよいし、地図情報のように領域が制限されていない大規模点群であってもよい。

[0074] また、様々な密度の点群データがあり、疎な点群データと、密な点群データとが存在してもよい。

[0075] 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。点群データ生成部4618は、センサ情報取得部4617で得られたセンサ情報に基づき点群データを生成する。点群データ生成部4618は、点群データとして、位置情報を生成し、位置情報に、当該位置情報に対する属性情報を付加する。

[0076] 点群データ生成部4618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、点群データ生成部4618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、点群データ生成部4618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、属性情報をレンダリングしてもよい。

[0077] なお、図1では、点群データ生成システム4611は、三次元データ符号化システム4601に含まれるが、三次元データ符号化システム4601の外部に独立して設けられてもよい。

[0078] 符号化部4613は、点群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。符号化方法には大きく以下の2種類がある。一つ目は、位置情報を用いた符号化方法であり、この符号化方法を、以降、第1の符号化方法と記載する。二つ目は、ビデオコーデックを用いた符号化方法であり、この符号化方法を、以降、第2の符号化方法と記載

する。

- [0079] 復号部4624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点群データを復号する。
- [0080] 多重化部4614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4614は、PCC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4614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してもよい。
- [0081] 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、RMPなどがある。
- [0082] 逆多重化部4623は、多重化データからPCC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。
- [0083] 入出力部4615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4615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。
- [0084] 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。
- [0085] 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。
- [0086] 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。

- [0087] 図5は、第1の符号化方法の符号化を行う符号化部4613の例である第1の符号化部4630の構成を示す図である。図6は、第1の符号化部4630のブロック図である。第1の符号化部4630は、点群データを第1の符号化方法で符号化することで符号化データ（符号化ストリーム）を生成する。この第1の符号化部4630は、位置情報符号化部4631と、属性情報符号化部4632と、付加情報符号化部4633と、多重化部4634とを含む。
- [0088] 第1の符号化部4630は、三次元構造を意識して符号化を行うという特徴を有する。また、第1の符号化部4630は、属性情報符号化部4632が、位置情報符号化部4631から得られる情報を用いて符号を行うという特徴を有する。第1の符号化方法は、G P C C (G e o m e t r y b a s e d P C C) と呼ばれる。
- [0089] 点群データは、P L YファイルのようなP C C点群データ、又は、センサ情報から生成されたP C C点群データであり、位置情報 (P o s i t i o n) 、属性情報 (A t t r i b u t e) 、及びその他の付加情報 (M e t a D a t a) を含む。位置情報は位置情報符号化部4631に入力され、属性情報は属性情報符号化部4632に入力され、付加情報は付加情報符号化部4633に入力される。
- [0090] 位置情報符号化部4631は、位置情報を符号化することで符号化データである符号化位置情報 (C o m p r e s s e d G e o m e t r y) を生成する。例えば、位置情報符号化部4631は、8分木等のN分木構造を用いて位置情報を符号化する。具体的には、8分木では、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又はノードに含まれる点群の数の閾値以下になるまで繰り返される。

- [0091] 属性情報符号化部4632は、位置情報符号化部4631で生成された構成情報を用いて符号化することで符号化データである符号化属性情報（Compressed Attribute）を生成する。例えば、属性情報符号化部4632は、位置情報符号化部4631で生成された8分木構造に基づき、処理対象の対象点（対象ノード）の符号化において参照する参照点（参照ノード）を決定する。例えば、属性情報符号化部4632は、周辺ノード又は隣接ノードのうち、8分木における親ノードが対象ノードと同一のノードを参照する。なお、参照関係の決定方法はこれに限らない。
- [0092] また、属性情報の符号化処理は、量子化処理、予測処理、及び算術符号化処理のうち少なくとも一つを含んでもよい。この場合、参照とは、属性情報の予測値の算出に参照ノードを用いること、又は、符号化のパラメータの決定に参照ノードの状態（例えば、参照ノードに点群が含まれる否かを示す占有情報）を用いること、である。例えば、符号化のパラメータとは、量子化処理における量子化パラメータ、又は算術符号化におけるコンテキスト等である。
- [0093] 付加情報符号化部4633は、付加情報のうち、圧縮可能なデータを符号化することで符号化データである符号化付加情報（Compressed MetaData）を生成する。
- [0094] 多重化部4634は、符号化位置情報、符号化属性情報、符号化付加情報及びその他の付加情報を多重化することで符号化データである符号化ストリーム（Compressed Stream）を生成する。生成された符号化ストリームは、図示しないシステムレイヤの処理部へ出力される。
- [0095] 次に、第1の符号化方法の復号を行う復号部4624の例である第1の復号部4640について説明する。図7は、第1の復号部4640の構成を示す図である。図8は、第1の復号部4640のブロック図である。第1の復号部4640は、第1の符号化方法で符号化された符号化データ（符号化ストリーム）を、第1の符号化方法で復号することで点群データを生成する。この第1の復号部4640は、逆多重化部4641と、位置情報復号部46

4 2 と、属性情報復号部 4 6 4 3 と、付加情報復号部 4 6 4 4 とを含む。

[0096] 図示しないシステムレイヤの処理部から符号化データである符号化ストリーム (Compressed Stream) が第 1 の復号部 4 6 4 0 に入力される。

[0097] 逆多重化部 4 6 4 1 は、符号化データから、符号化位置情報 (Compressed Geometry)、符号化属性情報 (Compressed Attribute)、符号化付加情報 (Compressed MetaData)、及び、その他の付加情報を分離する。

[0098] 位置情報復号部 4 6 4 2 は、符号化位置情報を復号することで位置情報を生成する。例えば、位置情報復号部 4 6 4 2 は、8 分木等の N 分木構造で表される符号化位置情報から三次元座標で表される点群の位置情報を復元する。

[0099] 属性情報復号部 4 6 4 3 は、位置情報復号部 4 6 4 2 で生成された構成情報に基づき、符号化属性情報を復号する。例えば、属性情報復号部 4 6 4 3 は、位置情報復号部 4 6 4 2 で得られた 8 分木構造に基づき、処理対象の対象点 (対象ノード) の復号において参照する参照点 (参照ノード) を決定する。例えば、属性情報復号部 4 6 4 3 は、周辺ノード又は隣接ノードのうち、8 分木における親ノードが対象ノードと同一のノードを参照する。なお、参照関係の決定方法はこれに限らない。

[0100] また、属性情報の復号処理は、逆量子化処理、予測処理、及び算術復号処理のうち少なくとも一つを含んでもよい。この場合、参照とは、属性情報の予測値の算出に参照ノードを用いること、又は、復号のパラメータの決定に参照ノードの状態 (例えば、参照ノードに点群が含まれる否かを示す占有情報) を用いること、である。例えば、復号のパラメータとは、逆量子化処理における量子化パラメータ、又は算術復号におけるコンテキスト等である。

[0101] 付加情報復号部 4 6 4 4 は、符号化付加情報を復号することで付加情報を生成する。また、第 1 の復号部 4 6 4 0 は、位置情報及び属性情報の復号処理に必要な付加情報を復号時に使用し、アプリケーションに必要な付加情報

を外部に出力する。

[0102] 次に、位置情報符号化部の構成例を説明する。図9は、本実施の形態に係る位置情報符号化部2700のブロック図である。位置情報符号化部2700は、8分木生成部2701と、幾何情報算出部2702と、符号化テーブル選択部2703と、エントロピー符号化部2704とを備える。

[0103] 8分木生成部2701は、入力された位置情報から、例えば8分木を生成し、8分木の各ノードのオキュパンシー符号を生成する。幾何情報算出部2702は、対象ノードの隣接ノードが占有ノードか否かを示す情報を取得する。例えば、幾何情報算出部2702は、対象ノードが所属する親ノードのオキュパンシー符号から隣接ノードの占有情報（隣接ノードが占有ノードであるか否かを示す情報）を算出する。また、幾何情報算出部2702は、符号化済みのノードをリストに保存しておき、そのリスト内から隣接ノードを探索してもよい。なお、幾何情報算出部2702は、対象ノードの親ノード内の位置に応じて隣接ノードを切替えてもよい。

[0104] 符号化テーブル選択部2703は、幾何情報算出部2702で算出された隣接ノードの占有情報を用いて対象ノードのエントロピー符号化に用いる符号化テーブルを選択する。例えば、符号化テーブル選択部2703は、隣接ノードの占有情報を用いてビット列を生成し、そのビット列から生成されるインデックス番号の符号化テーブルを選択してもよい。

[0105] エントロピー符号化部2704は、選択されたインデックス番号の符号化テーブルを用いて対象ノードのオキュパンシー符号にエントロピー符号化を行うことで符号化位置情報及びメタデータを生成する。エントロピー符号化部2704は、選択された符号化テーブルを示す情報を符号化位置情報に付加してもよい。

[0106] 以下、8分木表現と位置情報のスキャン順について説明する。位置情報（位置データ）は8分木構造に変換（8分木化）された後、符号化される。8分木構造はノードとリーフとで構成される。各ノードは8つのノード又はリーフを持ち、各リーフはボクセル（VXL）情報を持つ。図10は、複数の

ボクセルを含む位置情報の構造例を示す図である。図 11 は、図 10 に示す位置情報を 8 分木構造に変換した例を示す図である。ここで、図 11 に示すリーフのうち、リーフ 1、2、3 はそれぞれ図 10 に示すボクセル $V \times L 1$ 、 $V \times L 2$ 、 $V \times L 3$ を表し、点群を含む $V \times L$ （以下、有効 $V \times L$ ）を表現している。

[0107] 具体的には、ノード 1 は、図 10 の位置情報を包含する全体空間に対応する。ノード 1 に対応する全体空間は 8 つのノードに分割され、8 つのノードのうち、有効 $V \times L$ を含むノードが、さらに 8 つのノードまたはリーフに分割され、この処理が木構造の階層分繰り返される。ここで、各ノードはサブ空間に対応し、ノード情報として分割後のどの位置に次のノードまたはリーフを持つかを示す情報（オキュパンシー符号）を持つ。また、最下層のブロックはリーフに設定され、リーフ情報としてリーフ内に含まれる点群数などが保持される。

[0108] 次に、位置情報復号部の構成例を説明する。図 12 は、本実施の形態に係る位置情報復号部 2710 のブロック図である。位置情報復号部 2710 は、8 分木生成部 2711 と、幾何情報算出部 2712 と、符号化テーブル選択部 2713 と、エントロピー復号部 2714 とを備える。

[0109] 8 分木生成部 2711 は、ビットストリームのヘッダ情報又はメタデータ等を用いて、ある空間（ノード）の 8 分木を生成する。例えば、8 分木生成部 2711 は、ヘッダ情報に付加されたある空間の x 軸、 y 軸、 z 軸方向の大きさを用いて大空間（ルートノード）を生成し、その空間を x 軸、 y 軸、 z 軸方向にそれぞれ 2 分割することで 8 個の小空間 A （ノード $A0 \sim A7$ ）を生成することで 8 分木を生成する。また、対象ノードとしてノード $A0 \sim A7$ が順に設定される。

[0110] 幾何情報算出部 2712 は、対象ノードの隣接ノードが占有ノードであるか否かを示す占有情報を取得する。例えば、幾何情報算出部 2712 は、対象ノードが所属する親ノードのオキュパンシー符号から隣接ノードの占有情報を算出する。また、幾何情報算出部 2712 は、復号済みのノードをリス

トに保存しておき、そのリスト内から隣接ノードを探索してもよい。なお、幾何情報算出部2712は、対象ノードの親ノード内の位置に応じて隣接ノードを切替えてもよい。

[0111] 符号化テーブル選択部2713は、幾何情報算出部2712で算出された隣接ノードの占有情報を用いて対象ノードのエントロピー復号に用いる符号化テーブル（復号テーブル）を選択する。例えば、符号化テーブル選択部2713は、隣接ノードの占有情報を用いてビット列を生成し、そのビット列から生成されるインデックス番号の符号化テーブルを選択してもよい。

[0112] エントロピー復号部2714は、選択された符号化テーブルを用いて対象ノードのオキュパンシー符号をエントロピー復号することで、位置情報を生成する。なお、エントロピー復号部2714は、選択された符号化テーブルの情報をビットストリームから復号して取得し、当該情報で示される符号化テーブルを用いて、対象ノードのオキュパンシー符号をエントロピー復号してもよい。

[0113] 以下、属性情報符号化部及び属性情報復号部の構成を説明する。図13は属性情報符号化部A100の構成例を示すブロック図である。属性情報符号化部は異なる符号化方法を実行する複数の符号化部を含んでもよい。例えば、属性情報符号化部は、下記の2方式をユースケースに応じて切替えて用いてもよい。

[0114] 属性情報符号化部A100は、L o D属性情報符号化部A101と、変換属性情報符号化部A102とを含む。L o D属性情報符号化部A101は、三次元点の位置情報を用いて各三次元点を複数階層に分類し、各階層に属する三次元点の属性情報を予測して、その予測残差を符号化する。ここで、分類した各階層をL o D (Level of Detail) と呼ぶ。

[0115] 変換属性情報符号化部A102は、RAHT (Region Adaptive Hierarchical Transform) を用いて属性情報を符号化する。具体的には、変換属性情報符号化部A102は、三次元点の位置情報を元に各属性情報に対してRAHTまたはHaar変換を適用す

ることで、各階層の高周波成分および低周波成分を生成し、それらの値を量子化及びエントロピー符号化等を用いて符号化する。

[0116] 図14は属性情報復号部A110の構成例を示すブロック図である。属性情報復号部は異なる復号方法を実行する複数の復号部を含んでもよい。例えば、属性情報復号部は、下記の2方式をヘッダやメタデータに含まれる情報を元に切替えて復号してもよい。

[0117] 属性情報復号部A110は、LOD属性情報復号部A111と、変換属性情報復号部A112とを含む。LOD属性情報復号部A111は、三次元点の位置情報を用いて各三次元点を複数階層に分類し、各階層に属する三次元点の属性情報を予測しながら属性値を復号する。

[0118] 変換属性情報復号部A112は、RAHT (Region Adaptive Hierarchical Transform) を用いて属性情報を復号する。具体的には、変換属性情報復号部A112は、三次元点の位置情報を元に各属性値の高周波成分および低周波成分に対して、inverse RAHTまたはinverse Haar変換を適用することで属性値を復号する。

[0119] 図15は、LOD属性情報符号化部A101の一例である属性情報符号化部3140の構成を示すブロック図である。

[0120] 属性情報符号化部3140は、LOD生成部3141と、周囲探索部3142と、予測部3143と、予測残差算出部3144と、量子化部3145と、算術符号化部3146と、逆量子化部3147と、復号値生成部3148と、メモリ3149と、を含む。

[0121] LOD生成部3141は、三次元点の位置情報を用いてLODを生成する。

[0122] 周囲探索部3142は、LOD生成部3141によるLODの生成結果と各三次元点間の距離を示す距離情報とを用いて、各三次元点に隣接する近隣三次元点を探索する。

[0123] 予測部3143は、符号化対象の対象三次元点の属性情報の予測値を生成

する。

[0124] 予測残差算出部 3 1 4 4 は、予測部 3 1 4 3 により生成された属性情報の予測値の予測残差を算出（生成）する。

[0125] 量子化部 3 1 4 5 は、予測残差算出部 3 1 4 4 により算出された属性情報の予測残差を量子化する。

[0126] 算術符号化部 3 1 4 6 は、量子化部 3 1 4 5 により量子化された後の予測残差を算術符号化する。算術符号化部 3 1 4 6 は、算術符号化した予測残差を含むビットストリームを、例えば、三次元データ復号装置に出力する。

[0127] なお、予測残差は、算術符号化部 3 1 4 6 によって算術符号化される前に、例えば量子化部 3 1 4 5 によって二値化されてもよい。

[0128] また、例えば、算術符号化部 3 1 4 6 は、算術符号化に用いる符号化テーブルを算術符号化前に初期化してもよい。算術符号化部 3 1 4 6 は、算術符号化に用いる符号化テーブルを、層毎に初期化してもよい。また、算術符号化部 3 1 4 6 は、符号化テーブルを初期化した層の位置を示す情報をビットストリームに含めて出力してもよい。

[0129] 逆量子化部 3 1 4 7 は、量子化部 3 1 4 5 によって量子化された後の予測残差を逆量子化する。

[0130] 復号値生成部 3 1 4 8 は、予測部 3 1 4 3 により生成された属性情報の予測値と、逆量子化部 3 1 4 7 により逆量子化された後の予測残差とを加算することで復号値を生成する。

[0131] メモリ 3 1 4 9 は、復号値生成部 3 1 4 8 により復号された各三次元点の属性情報の復号値を記憶するメモリである。例えば、予測部 3 1 4 3 は、まだ符号化していない三次元点の予測値を生成する場合に、メモリ 3 1 4 9 に記憶されている各三次元点の属性情報の復号値を利用して予測値を生成する。

[0132] 図 1 6 は、変換属性情報符号化部 A 1 0 2 の一例である属性情報符号化部 6 6 0 0 のブロック図である。属性情報符号化部 6 6 0 0 は、ソート部 6 6 0 1 と、H a a r 変換部 6 6 0 2 と、量子化部 6 6 0 3 と、逆量子化部 6 6

04と、逆H a a r変換部6605と、メモリ6606と、算術符号化部6607とを備える。

[0133] ソート部6601は、三次元点の位置情報を用いてモートン符号を生成し、複数の三次元点をモートン符号順にソートする。H a a r変換部6602は、属性情報にH a a r変換を適用することで符号化係数を生成する。量子化部6603は、属性情報の符号化係数を量子化する。

[0134] 逆量子化部6604は、量子化後の符号化係数を逆量子化する。逆H a a r変換部6605は、符号化係数に逆H a a r変換を適用する。メモリ6606は、復号済みの複数の三次元点の属性情報の値を記憶する。例えば、メモリ6606に記憶される復号済みの三次元点の属性情報は、符号化されていない三次元点の予測等に利用されてもよい。

[0135] 算術符号化部6607は、量子化後の符号化係数からZ e r o C n tを算出し、Z e r o C n tを算術符号化する。また、算術符号化部6607は、量子化後の非ゼロの符号化係数を算術符号化する。算術符号化部6607は、符号化係数を算術符号化前に二値化してもよい。また、算術符号化部6607は、各種ヘッダ情報を生成及び符号化してもよい。

[0136] 図17は、L o D属性情報復号部A111の一例である属性情報復号部3150の構成を示すブロック図である。

[0137] 属性情報復号部3150は、L o D生成部3151と、周囲探索部3152と、予測部3153と、算術復号部3154と、逆量子化部3155と、復号値生成部3156と、メモリ3157と、を含む。

[0138] L o D生成部3151は、位置情報復号部（図17には不図示）により復号された三次元点の位置情報を用いてL o Dを生成する。

[0139] 周囲探索部3152は、L o D生成部3151によるL o Dの生成結果と各三次元点間の距離を示す距離情報とを用いて、各三次元点に隣接する近隣三次元点を探索する。

[0140] 予測部3153は、復号対象の対象三次元点の属性情報の予測値を生成する。

- [0141] 算術復号部3154は、図15に示す属性情報符号化部3140より取得したビットストリーム内の予測残差を算術復号する。なお、算術復号部3154は、算術復号に用いる復号テーブルを初期化してもよい。算術復号部3154は、図15に示す算術符号化部3146が符号化処理を行った層について、算術復号に用いる復号テーブルを初期化する。算術復号部3154は、算術復号に用いる復号テーブルを層毎に初期化してもよい。また、算術復号部3154は、ビットストリームに含まれる、符号化テーブルを初期化した層の位置を示す情報に基づいて、復号テーブルを初期化してもよい。
- [0142] 逆量子化部3155は、算術復号部3154が算術復号した予測残差を逆量子化する。
- [0143] 復号値生成部3156は、予測部3153により生成された予測値と逆量子化部3155により逆量子化された後の予測残差とを加算して復号値を生成する。復号値生成部3156は、復号された属性情報データを他の装置へ出力する。
- [0144] メモリ3157は、復号値生成部3156により復号された各三次元点の属性情報の復号値を記憶するメモリである。例えば、予測部3153は、まだ復号していない三次元点の予測値を生成する場合に、メモリ3157に記憶されている各三次元点の属性情報の復号値を利用して予測値を生成する。
- [0145] 図18は、変換属性情報復号部A112の一例である属性情報復号部6610のブロック図である。属性情報復号部6610は、算術復号部6611と、逆量子化部6612と、逆H a a r変換部6613と、メモリ6614とを備える。
- [0146] 算術復号部6611は、ビットストリームに含まれるZ e r o C n tと符号化係数を算術復号する。なお、算術復号部6611は、各種ヘッダ情報を復号してもよい。
- [0147] 逆量子化部6612は、算術復号した符号化係数を逆量子化する。逆H a a r変換部6613は、逆量子化後の符号化係数に逆H a a r変換を適用する。メモリ6614は、復号済みの複数の三次元点の属性情報の値を記憶す

る。例えば、メモリ 6 6 1 4 に記憶される復号済みの三次元点の属性情報は、復号されていない三次元点の予測に利用されてもよい。

[0148] 次に、第 2 の符号化方法の符号化を行う符号化部 4 6 1 3 の例である第 2 の符号化部 4 6 5 0 について説明する。図 1 9 は、第 2 の符号化部 4 6 5 0 の構成を示す図である。図 2 0 は、第 2 の符号化部 4 6 5 0 のブロック図である。

[0149] 第 2 の符号化部 4 6 5 0 は、点群データを第 2 の符号化方法で符号化することで符号化データ（符号化ストリーム）を生成する。この第 2 の符号化部 4 6 5 0 は、付加情報生成部 4 6 5 1 と、位置画像生成部 4 6 5 2 と、属性画像生成部 4 6 5 3 と、映像符号化部 4 6 5 4 と、付加情報符号化部 4 6 5 5 と、多重化部 4 6 5 6 とを含む。

[0150] 第 2 の符号化部 4 6 5 0 は、三次元構造を二次元画像に投影することで位置画像及び属性画像を生成し、生成した位置画像及び属性画像を既存の映像符号化方式を用いて符号化するという特徴を有する。第 2 の符号化方法は、V P C C (V i d e o b a s e d P C C) と呼ばれる。

[0151] 点群データは、P L Y ファイルのような P C C 点群データ、又は、センサ情報から生成された P C C 点群データであり、位置情報 (P o s i t i o n) 、属性情報 (A t t r i b u t e) 、及びその他の付加情報 M e t a D a t a) を含む。

[0152] 付加情報生成部 4 6 5 1 は、三次元構造を二次元画像に投影することで、複数の二次元画像のマップ情報を生成する。

[0153] 位置画像生成部 4 6 5 2 は、位置情報と、付加情報生成部 4 6 5 1 で生成されたマップ情報とに基づき、位置画像 (G e o m e t r y I m a g e) を生成する。この位置画像は、例えば、画素値として距離 (D e p t h) が示される距離画像である。なお、この距離画像は、一つの視点から複数の点群を見た画像（一つの二次元平面に複数の点群を投影した画像）であってもよいし、複数の視点から複数の点群を見た複数の画像であってもよいし、これらの複数の画像を統合した一つの画像であってもよい。

- [0154] 属性画像生成部4653は、属性情報と、付加情報生成部4651で生成されたマップ情報とに基づき、属性画像を生成する。この属性画像は、例えば、画素値として属性情報（例えば色（RGB））が示される画像である。なお、この画像は、一つの視点から複数の点群を見た画像（一つの二次元平面に複数の点群を投影した画像）であってもよいし、複数の視点から複数の点群を見た複数の画像であってもよいし、これらの複数の画像を統合した一つの画像であってもよい。
- [0155] 映像符号化部4654は、位置画像及び属性画像を、映像符号化方式を用いて符号化することで、符号化データである符号化位置画像（Compressed Geometry Image）及び符号化属性画像（Compressed Attribute Image）を生成する。なお、映像符号化方式として、公知の任意の符号化方法が用いられてよい。例えば、映像符号化方式は、AVC又はHEVC等である。
- [0156] 付加情報符号化部4655は、点群データに含まれる付加情報、及びマップ情報等を符号化することで符号化付加情報（Compressed MetaData）を生成する。
- [0157] 多重化部4656は、符号化位置画像、符号化属性画像、符号化付加情報、及び、その他の付加情報を多重化することで符号化データである符号化ストリーム（Compressed Stream）を生成する。生成された符号化ストリームは、図示しないシステムレイヤの処理部へ出力される。
- [0158] 次に、第2の符号化方法の復号を行う復号部4624の例である第2の復号部4660について説明する。図21は、第2の復号部4660の構成を示す図である。図22は、第2の復号部4660のブロック図である。第2の復号部4660は、第2の符号化方法で符号化された符号化データ（符号化ストリーム）を、第2の符号化方法で復号することで点群データを生成する。この第2の復号部4660は、逆多重化部4661と、映像復号部4662と、付加情報復号部4663と、位置情報生成部4664と、属性情報生成部4665とを含む。

- [0159] 図示しないシステムレイヤの処理部から符号化データである符号化ストリーム (Compressed Stream) が第2の復号部4660に入力される。
- [0160] 逆多重化部4661は、符号化データから、符号化位置画像 (Compressed Geometry Image)、符号化属性画像 (Compressed Attribute Image)、符号化付加情報 (Compressed MetaData)、及び、その他の付加情報を分離する。
- [0161] 映像復号部4662は、符号化位置画像及び符号化属性画像を、映像符号化方式を用いて復号することで、位置画像及び属性画像を生成する。なお、映像符号化方式として、公知の任意の符号化方式が用いられてよい。例えば、映像符号化方式は、A V C又はH E V C等である。
- [0162] 付加情報復号部4663は、符号化付加情報を復号することで、マップ情報等を含む付加情報を生成する。
- [0163] 位置情報生成部4664は、位置画像とマップ情報とを用いて位置情報を生成する。属性情報生成部4665は、属性画像とマップ情報とを用いて属性情報を生成する。
- [0164] 第2の復号部4660は、復号に必要な付加情報を復号時に使用し、アプリケーションに必要な付加情報を外部に出力する。
- [0165] 以下、P C C符号化方式における課題を説明する。図23は、P C C符号化データに関わるプロトコルスタックを示す図である。図23には、P C C符号化データに、映像 (例えばH E V C) 又は音声などの他のメディアのデータを多重し、伝送又は蓄積する例を示す。
- [0166] 多重化方式及びファイルフォーマットは、様々な符号化データを多重し、伝送又は蓄積するための機能を有している。符号化データを伝送又は蓄積するためには、符号化データを多重化方式のフォーマットに変換しなければならない。例えば、H E V Cでは、N A Lユニットと呼ばれるデータ構造に符号化データを格納し、N A LユニットをI S O B M F Fに格納する技術が規

定されている。

[0167] 一方、現在、点群データの符号化方法として第1の符号化方法（Code c 1）、及び第2の符号化方法（Code c 2）が検討されているが、符号化データの構成、及び符号化データをシステムフォーマットへ格納する方法が定義されておらず、このままでは符号化部におけるMUX処理（多重化）、伝送及び蓄積ができないという課題がある。

[0168] なお、以降において、特定の符号化方法の記載がなければ、第1の符号化方法、及び第2の符号化方法のいずれかを示すものとする。

[0169] （実施の形態2）

本実施の形態では、上述した第1の符号化部4630、又は第2の符号化部4650で生成される符号化データ（位置情報（Geometry）、属性情報（Attribute）、付加情報（Metadata））の種別、及び付加情報（メタデータ）の生成方法、及び多重化部における多重処理について説明する。なお、付加情報（メタデータ）は、パラメータセット、又は制御情報と表記することもある。

[0170] 本実施の形態では、図4で説明した動的オブジェクト（時間的に変化する三次元点群データ）を例に説明するが、静的オブジェクト（任意の時刻の三次元点群データ）の場合でも同様の方法を用いてもよい。

[0171] 図24は、本実施の形態に係る三次元データ符号化装置に含まれる符号化部4801及び多重化部4802の構成を示す図である。符号化部4801は、例えば、上述した第1の符号化部4630又は第2の符号化部4650に対応する。多重化部4802は、上述した多重化部4634又は4656に対応する。

[0172] 符号化部4801は、複数のPCC（Point Cloud Compression）フレームの点群データを符号化し、複数の位置情報、属性情報及び付加情報の符号化データ（Multiple Compressed Data）を生成する。

[0173] 多重化部4802は、複数のデータ種別（位置情報、属性情報及び付加情

報)のデータをNALユニット化することで、データを復号装置におけるデータアクセスを考慮したデータ構成に変換する。

[0174] 図25は、符号化部4801で生成される符号化データの構成例を示す図である。図中の矢印は符号化データの復号に係る依存関係を示しており、矢印の元は矢印の先のデータに依存している。つまり、復号装置は、矢印の先のデータを復号し、その復号したデータを用いて矢印の元のデータを復号する。言い換えると、依存するとは、依存元のデータの処理（符号化又は復号等）において依存先のデータが参照（使用）されることを意味する。

[0175] まず、位置情報の符号化データの生成処理について説明する。符号化部4801は、各フレームの位置情報を符号化することで、フレーム毎の符号化位置データ（Compressed Geometry Data）を生成する。また、符号化位置データを $G(i)$ で表す。 i はフレーム番号、又はフレームの時刻等を示す。

[0176] また、符号化部4801は、各フレームに対応する位置パラメータセット（GPS(i))を生成する。位置パラメータセットは、符号化位置データの復号に使用することが可能なパラメータを含む。また、フレーム毎の符号化位置データは、対応する位置パラメータセットに依存する。

[0177] また、複数フレームから成る符号化位置データを位置シーケンス（Geometry Sequence）と定義する。符号化部4801は、位置シーケンス内の複数のフレームに対する復号処理に共通に使用するパラメータを格納する位置シーケンスパラメータセット（Geometry Sequence PS：位置SPSとも記す）を生成する。位置シーケンスは、位置SPSに依存する。

[0178] 次に、属性情報の符号化データの生成処理について説明する。符号化部4801は、各フレームの属性情報を符号化することで、フレーム毎の符号化属性データ（Compressed Attribute Data）を生成する。また、符号化属性データを $A(i)$ で表す。また、図25では、属性Xと属性Yとが存在する例を示しており、属性Xの符号化属性データをA

X (i) で表し、属性 Y の符号化属性データを A Y (i) で表す。

[0179] また、符号化部 4 8 0 1 は、各フレームに対応する属性パラメータセット (A P S (i)) を生成する。また、属性 X の属性パラメータセットを A X P S (i) で表し、属性 Y の属性パラメータセットを A Y P S (i) で表す。属性パラメータセットは、符号化属性情報の復号に使用することが可能なパラメータを含む。符号化属性データは、対応する属性パラメータセットに依存する。

[0180] また、複数フレームから成る符号化属性データを属性シーケンス (A t t r i b u t e S e q u e n c e) と定義する。符号化部 4 8 0 1 は、属性シーケンス内の複数のフレームに対する復号処理に共通に使用するパラメータを格納する属性シーケンスパラメータセット (A t t r i b u t e S e q u e n c e P S : 属性 S P S とも記す) を生成する。属性シーケンスは、属性 S P S に依存する。

[0181] また、第 1 の符号化方法では、符号化属性データは符号化位置データに依存する。

[0182] また、図 2 5 では 2 種類の属性情報 (属性 X と属性 Y) が存在する場合の例を示している。2 種類の属性情報がある場合は、例えば、2 つの符号化部により、それぞれのデータ及びメタデータが生成される。また、例えば、属性情報の種類毎に属性シーケンスが定義され、属性情報の種類毎に属性 S P S が生成される。

[0183] なお、図 2 5 では、位置情報が 1 種類、属性情報が 2 種類である例を示しているが、これに限らず、属性情報は 1 種類であってもよいし、3 種類以上であってもよい。この場合も、同様の方法で符号化データを生成できる。また、属性情報を持たない点群データの場合は、属性情報はなくてもよい。その場合は、符号化部 4 8 0 1 は、属性情報に関連するパラメータセットを生成しなくてもよい。

[0184] 次に、付加情報 (メタデータ) の生成処理について説明する。符号化部 4 8 0 1 は、P C C ストリーム全体のパラメータセットである P C C ストリー

ムPS (PCC Stream PS: ストリームPSとも記す) を生成する。符号化部4801は、ストリームPSに、1又は複数の位置シーケンス及び1又は複数の属性シーケンスに対する復号処理に共通に使用することができるパラメータを格納する。例えば、ストリームPSには、点群データのコーデックを示す識別情報、及び符号化に使用されたアルゴリズムを示す情報等が含まれる。位置シーケンス及び属性シーケンスはストリームPSに依存する。

[0185] 次に、アクセスユニット及びGOFについて説明する。本実施の形態では、新たにアクセスユニット (Access Unit: AU)、及びGOF (Group of Frame) の考え方を導入する。

[0186] アクセスユニットは、復号時にデータにアクセスするため基本単位であり、1つ以上のデータ及び1つ以上のメタデータで構成される。例えば、アクセスユニットは、同一時刻の位置情報と1又は複数の属性情報とで構成される。GOFは、ランダムアクセス単位であり、1つ以上のアクセスユニットで構成される。

[0187] 符号化部4801は、アクセスユニットの先頭を示す識別情報として、アクセスユニットヘッダ (AU Header) を生成する。符号化部4801は、アクセスユニットヘッダに、アクセスユニットに係るパラメータを格納する。例えば、アクセスユニットヘッダは、アクセスユニットに含まれる符号化データの構成又は情報を含む。また、アクセスユニットヘッダは、アクセスユニットに含まれるデータに共通に用いられるパラメータ、例えば、符号化データの復号に係るパラメータなどを含む。

[0188] なお、符号化部4801は、アクセスユニットヘッダの代わりに、アクセスユニットに係るパラメータを含まないアクセスユニットデリミタを生成してもよい。このアクセスユニットデリミタは、アクセスユニットの先頭を示す識別情報として用いられる。復号装置は、アクセスユニットヘッダ又はアクセスユニットデリミタを検出することにより、アクセスユニットの先頭を識別する。

- [0189] 次に、GOF先頭の識別情報の生成について説明する。符号化部4801は、GOFの先頭を示す識別情報として、GOFヘッダ（GOF Header）を生成する。符号化部4801は、GOFヘッダに、GOFに係るパラメータを格納する。例えば、GOFヘッダは、GOFに含まれる符号化データの構成又は情報を含む。また、GOFヘッダは、GOFに含まれるデータに共通に用いられるパラメータ、例えば、符号化データの復号に係るパラメータなどを含む。
- [0190] なお、符号化部4801は、GOFヘッダの代わりに、GOFに係るパラメータを含まないGOFデリミタを生成してもよい。このGOFデリミタは、GOFの先頭を示す識別情報として用いられる。復号装置は、GOFヘッダ又はGOFデリミタを検出することにより、GOFの先頭を識別する。
- [0191] PCC符号化データにおいて、例えば、アクセスユニットはPCCフレーム単位であると定義される。復号装置は、アクセスユニット先頭の識別情報に基づき、PCCフレームにアクセスする。
- [0192] また、例えば、GOFは1つのランダムアクセス単位であると定義される。復号装置は、GOF先頭の識別情報に基づき、ランダムアクセス単位にアクセスする。例えば、PCCフレームが互いに依存関係がなく、単独で復号可能であれば、PCCフレームをランダムアクセス単位と定義してもよい。
- [0193] なお、1つのアクセスユニットに2つ以上のPCCフレームが割り当てられてもよいし、1つのGOFに複数のランダムアクセス単位が割り当てられてもよい。
- [0194] また、符号化部4801は、上記以外のパラメータセット又はメタデータを定義し、生成してもよい。例えば、符号化部4801は、復号時に必ずしも用いない可能性のあるパラメータ（オプションのパラメータ）を格納するSEI（Supplemental Enhancement Information）を生成してもよい。
- [0195] 次に、符号化データの構成、及び符号化データのNALユニットへの格納方法を説明する。

- [0196] 例えば、符号化データの種類毎にデータフォーマットが規定される。図26は、符号化データ及びNALユニットの例を示す図である。
- [0197] 例えば、図26に示すように符号化データは、ヘッダとペイロードとを含む。なお、符号化データは、符号化データ、ヘッダ又はペイロードの長さ（データ量）を示す長さ情報を含んでもよい。また、符号化データは、ヘッダを含まなくてもよい。
- [0198] ヘッダは、例えば、データを特定するための識別情報を含む。この識別情報は、例えば、データ種別又はフレーム番号を示す。
- [0199] ヘッダは、例えば、参照関係を示す識別情報を含む。この識別情報は、例えば、データ間に依存関係がある場合にヘッダに格納され、参照元から参照先を参照するための情報である。例えば、参照先のヘッダには、当該データを特定するための識別情報が含まれる。参照元のヘッダには、参照先を示す識別情報が含まれる。
- [0200] なお、他の情報から参照先又は参照元を識別可能又は導出可能である場合は、データを特定するための識別情報、又は参照関係を示す識別情報を省略してもよい。
- [0201] 多重化部4802は、符号化データを、NALユニットのペイロードに格納する。NALユニットヘッダには、符号化データの識別情報である `pcc__nal__unit__type` が含まれる。図27は、`pcc__nal__unit__type` のセマンティクスの例を示す図である。
- [0202] 図27に示すように、`pcc__codec__type` がコーデック1（`Codec1`：第1の符号化方法）である場合、`pcc__nal__unit__type` の値0～10は、コーデック1における、符号化位置データ（`Geometry`）、符号化属性Xデータ（`AttributeX`）、符号化属性Yデータ（`AttributeY`）、位置PS（`Geom. PS`）、属性XPS（`AttrX. PS`）、属性YPS（`AttrY. PS`）、位置SPS（`Geometry Sequence PS`）、属性XSPS（`AttributeX Sequence PS`）、属性YSPS（`AttributeY Sequence PS`）

uteY Sequence PS)、AUヘッダ(AU Header)、GOFヘッダ(GOF Header)に割り当てられる。また、値11以降は、コーデック1の予備に割り当てられる。

[0203] pcc_codec_typeがコーデック2(Codec2:第2の符号化方法)である場合、pcc_nal_unit_typeの値0~2は、コーデックのデータA(Data A)、メタデータA(MetaData A)、メタデータB(MetaData B)に割り当てられる。また、値3以降は、コーデック2の予備に割り当てられる。

[0204] 次に、データの送出順序について説明する。以下、NALユニットの送出順序の制約について説明する。

[0205] 多重化部4802は、NALユニットをGOF又はAU単位でまとめて送出する。多重化部4802は、GOFの先頭にGOFヘッダを配置し、AUの先頭にAUヘッダを配置する。

[0206] パケットロスなどでデータが失われた場合でも、復号装置が次のAUから復号できるように、多重化部4802は、シーケンスパラメータセット(SPS)を、AU毎に配置してもよい。

[0207] 符号化データに復号に係る依存関係がある場合には、復号装置は、参照先のデータを復号した後に、参照元のデータを復号する。復号装置において、データを並び替えることなく、受信した順番に復号できるようにするために、多重化部4802は、参照先のデータを先に送出する。

[0208] 図28は、NALユニットの送出順の例を示す図である。図28は、位置情報優先と、パラメータ優先と、データ統合との3つの例を示す。

[0209] 位置情報優先の送出順序は、位置情報に関する情報と、属性情報に関する情報との各々をまとめて送出する例である。この送出順序の場合、位置情報に関する情報の送出が属性情報に関する情報の送出よりも早く完了する。

[0210] 例えば、この送出順序を用いることで、属性情報を復号しない復号装置は、属性情報の復号を無視することで、処理しない時間を設けることができる可能性がある。また、例えば、位置情報を早く復号したい復号装置の場合、

位置情報の符号化データを早く得ることにより、より早く位置情報を復号することができる可能性がある。

[0211] なお、図28では、属性XSPSと属性YSPSを統合し、属性SPSと記載しているが、属性XSPSと属性YSPSとを個別に配置してもよい。

[0212] パラメータセット優先の送出順序では、パラメータセットが先に送出され、データが後で送出される。

[0213] 以上のようにNALユニット送出順序の制約に従えば、多重化部4802は、NALユニットをどのような順序で送出してもよい。例えば、順序識別情報が定義され、多重化部4802は、複数パターンの順序でNALユニットを送出する機能を有してもよい。例えばストリームPSにNALユニットの順序識別情報が格納される。

[0214] 三次元データ復号装置は、順序識別情報に基づき復号を行ってもよい。三次元データ復号装置から三次元データ符号化装置に所望の送出順序が指示され、三次元データ符号化装置（多重化部4802）は、指示された送出順序に従って送出順序を制御してもよい。

[0215] なお、多重化部4802は、データ統合の送出順序のように、送出順序の制約に従う範囲であれば、複数の機能をマージした符号化データを生成してもよい。例えば、図28に示すように、GOFヘッダとAUヘッダとを統合してもよいし、AXPSとAYPSとを統合してもよい。この場合、`pcc__nal__unit__type`には、複数の機能を有するデータであることを示す識別子が定義される。

[0216] 以下、本実施の形態の変形例について説明する。フレームレベルのPS、シーケンスレベルのPS、PCCシーケンスレベルのPSのように、PSにはレベルがあり、PCCシーケンスレベルを上位のレベルとし、フレームレベルを下位のレベルとすると、パラメータの格納方法には下記の方法を用いてもよい。

[0217] デフォルトのPSの値をより上位のPSで示す。また、下位のPSの値が上位のPSの値と異なる場合には、下位のPSでPSの値が示される。また

は、上位ではP Sの値を記載せず、下位のP SにP Sの値を記載する。または、P Sの値を、下位のP Sで示すか、上位のP Sで示すか、両方で示すかの情報を、下位のP Sと上位のP Sのいずれか一方又は両方に示す。または、下位のP Sを上位のP Sにマージしてもよい。または、下位のP Sと上位のP Sとが重複する場合には、多重化部4802は、いずれか一方の送出手を省略してもよい。

[0218] なお、符号化部4801又は多重化部4802は、データをスライス又はタイルなどに分割し、分割したデータを送出してもよい。分割したデータには、分割したデータを識別するための情報が含まれ、分割データの復号に使用するパラメータがパラメータセットに含まれる。この場合、`pcc__nal__unit__type`には、タイル又はスライスに係るデータ又はパラメータを格納するデータであることを示す識別子が定義される。

[0219] (実施の形態3)

8分木(8分木構造)、4分木(4分木構造)、及び、2分木(2分木構造)を組み合わせた木構造について説明する。具体的には、三次元データ符号化装置及び三次元データ復号装置が、それぞれ、8分木に加え、4分木又は2分木等、複数の次元数(分割数)の木構造を組み合わせて符号化又は復号する例について以下説明する。

[0220] 図29は、本実施の形態に係る位置データの例を示す図である。図30は、本実施の形態に係る木構造の例を示す図である。

[0221] 位置データ(Position data)は、8分木、4分木又は2分木の木構造に変換された後、符号化される。それぞれの木構造は、ノードとリーフ(リーフノード)とで構成される。各ノードは、8個、4個又は2個のブロック(ノード又はリーフ)を有する。つまり、各ノードは、8つ、4つ、又は、2つに分割(分岐)される。各リーフは、ボクセル(VXL)情報を有する。例えば、図29に示す位置データは、図30に示す木構造に変換される。

[0222] ここで、図30に示すリーフのうち、リーフ1は、図29のVXL1(図

29においてハッチングが付された領域)を表し、三次元点群を含むVXL(以下、有効VXL)を表現している。具体的には、ノード1は、図29に示す位置データを包含する全体空間に対応する。

[0223] ノード1に対応する全体空間は、2つのノードに分割される。この場合、ノード1のオキュパンシー符号(occupancy code)は、例えば、「10」のように2ビットで表現される。また、ノード2に対応する空間は、4つのノードに分割される。この場合、ノード1のオキュパンシー符号は、例えば、「1000」のように4ビットで表現される。また、ノード3に対応する空間は、8つのノードに分割される。この場合、ノード1のオキュパンシー符号は、例えば、「10000000」のように8ビットで表現される。

[0224] このように、有効VXL(三次元点を含むVXL)を含むノードは、8個、4個、又は、2個のノード又はリーフに分割される処理が、木構造の階層(深度又は深さ)分繰り返される。

[0225] ここで、各ノードは、サブ空間に対応し、ノード情報として分割後のどの位置に次のノード又はリーフを有するかを示す情報であるオキュパンシー符号を有する。最下層のブロックは、リーフに設定され、リーフ情報としてリーフ内に含まれる点群数等を有する。

[0226] 三次元データ符号化装置は、複数の次元の木構造を組み合わせた木構造で三次元データ(より具体的には、位置データ)を表現することで、例えば、8分木の分割情報(より具体的には、ノードの分割数が8分木である場合の当該ノードの情報)である8ビットのオキュパンシー符号を、4分木の分割情報を示す4ビットのオキュパンシー符号、又は、2分木の分割情報を示す2ビットのオキュパンシー符号に置き換えることができる。そのため、符号化ビット数の削減が可能となり、符号化率が向上される。

[0227] 続いて、8分木、4分木、又は、2分木で表現される木構造の例について説明する。

[0228] 図31～図37は、それぞれ、本実施の形態に係る木構造の分割数とtr

`tree__axis__flag`との関係を示す図である。

[0229] 三次元データ符号化装置は、各ノードをそれぞれ8分木、4分木又は2分木のいずれで分割したか、且つ、空間を分割する方向を示すために、ノードの階層（深度）毎にどの分割方法（木構造）を用いたかを示すフラグ（`tree__coded__axis__flag`）を示す。具体的には、三次元データ符号化装置は、（i）各ノードをそれぞれ8分割、4分割又は2分割させたか、及び、（ii）各分割においてノードをどのように分割したのか、より具体的には、ノードに対応する空間をどのように分割したのかを、ノードの深度（`depth`）毎に示す`tree__coded__axis__flag`を生成する。

[0230] 例えば、`tree__coded__axis__flag[depth][A]` = Bとした場合、`depth`は、フラグの対象となるノードの深度を示す。例えば、`depth=0`は、フラグの対象となるノードの深度が0であることを示す。また、`A`は、ノードに対応する空間を分割する方向を示す。例えば、`A=0`は、空間を分割する方向がx軸に直交する方向であることを示す。例えば、`A=1`は、空間を分割する方向がy軸に直交する方向であることを示す。例えば、`A=2`は、空間を分割する方向がz軸に直交する方向であることを示す。また、`B`は、分割したか否かを示す。例えば、`B=0`は、分割していないことを示す。また、例えば、`B=1`は、分割したことを示す。例えば、`tree__coded__axis__flag[0][0]=0`は、深度が0のノードに対応する空間をx軸に直交する方向で分割していないことを示す。

[0231] 三次元データ符号化装置は、例えば、`tree__coded__axis__flag`と、分割方法（木構造）に応じたオキュパンシー符号との組み合わせで、ノード（つまり、ノードに対応する空間）における三次元点の有無を表現する。

[0232] 三次元データ符号化装置は、例えば、`tree__coded__axis__flag`を、三次元データ復号装置へ送信する。三次元データ符号化装置は

、例えば、`tree_coded_axis_flag`を含むビットストリームを生成し、生成したビットストリームを三次元データ復号装置へ送信する。

[0233] これによれば、三次元データ符号化装置は、分割方法を柔軟に決定することが可能である。例えば、三次元データ符号化装置が、任意に木構造を決定したとしても、`tree_coded_axis_flag`を三次元データ復号装置へ通知することにより、三次元データ復号装置は、三次元データ符号化装置が位置データを何分木の木構造を用いて表現したか、及び、オキュパンシー符号のビット数を判定することが可能となる。

[0234] 図31に示すように、三次元データ符号化装置は、例えば、ノードを8分割させる場合、つまり、空間を8分割させる場合には、`tree_coded_axis_flag[depth][0] = 1`、`tree_coded_axis_flag[depth][1] = 1`、及び、`tree_coded_axis_flag[depth][2] = 1`を生成する。

[0235] なお、三次元データ符号化装置は、上記した通り、位置データを、図31に示すような8分木だけでなく、4分木又は2分木に変換、つまり、4分木又は2分木で表現してもよい。

[0236] 4分木の場合には、例えば、図32に示すようにx軸とy軸とに対して分割するパターンと、図33に示すようにx軸とz軸とに対して分割するパターンと、図34に示すようにy軸とz軸とに対して分割するパターンとの3パターンが存在する。

[0237] 例えば、図32に示すように、三次元データ符号化装置は、x軸に直交する方向とy軸に直交する方向とに空間を分割させることでノードを4分割させる場合には、`tree_coded_axis_flag[depth][0] = 1`、`tree_coded_axis_flag[depth][1] = 1`、及び、`tree_coded_axis_flag[depth][2] = 0`を生成する。

[0238] また、例えば、図33に示すように、三次元データ符号化装置は、x軸に

直交する方向とz軸に直交する方向とに空間を分割させることでノードを4分割させる場合には、`tree_coded_axis_flag[depth][0] = 1`、`tree_coded_axis_flag[depth][1] = 0`、及び、`tree_coded_axis_flag[depth][2] = 1`を生成する。

[0239] また、例えば、図34に示すように、三次元データ符号化装置は、y軸に直交する方向とz軸に直交する方向とに空間を分割させることでノードを4分割させる場合には、`tree_coded_axis_flag[depth][0] = 0`、`tree_coded_axis_flag[depth][1] = 1`、及び、`tree_coded_axis_flag[depth][2] = 1`を生成する。

[0240] 2分木の場合には、例えば、図35に示すようにx軸に対して分割するパターンと、図36に示すようにy軸に対して分割するパターンと、図37に示すようにz軸に対して分割するパターンとの3パターンが存在する。

[0241] 例えば、図35に示すように、三次元データ符号化装置は、x軸に直交する方向に空間を分割させることでノードを2分割させる場合には、`tree_coded_axis_flag[depth][0] = 1`、`tree_coded_axis_flag[depth][1] = 0`、及び、`tree_coded_axis_flag[depth][2] = 0`を生成する。

[0242] また、例えば、図36に示すように、三次元データ符号化装置は、y軸に直交する方向に空間を分割させることでノードを2分割させる場合には、`tree_coded_axis_flag[depth][0] = 0`、`tree_coded_axis_flag[depth][1] = 1`、及び、`tree_coded_axis_flag[depth][2] = 0`を生成する。

[0243] また、例えば、図37に示すように、三次元データ符号化装置は、z軸に直交する方向に空間を分割させることでノードを2分割させる場合には、t

`tree_coded_axis_flag[depth][0]` = 0、`tree_coded_axis_flag[depth][1]` = 0、及び、`tree_coded_axis_flag[depth][2]` = 1 を生成する。

[0244] なお、ボクセル（VXL）の初期構造（ルートノード）は、x 軸、y 軸及び z 軸の方向のいずれも等しい大きさである立方体だけでなく、それぞれが異なる大きさである直方体構造であってもよい。

[0245] また、三次元データ符号化装置は、予め定められた分割ルールに従って符号化してもよい。同様に、三次元データ復号装置は、予め定められた分割ルールに従って復号してもよい。

[0246] これによれば、三次元データ符号化装置は、`tree_coded_axis_flag` を三次元データ復号装置に送信しなくても、三次元データ復号装置が予め定められた分割ルールに従って適切に復号できるため、ビット数（例えば、`tree_coded_axis_flag` を含むビットストリームのビット数）を削減することが可能である。

[0247] 続いて、三次元データ復号装置及び三次元データ復号装置の構成例について説明する。

[0248] 図 38 は、本実施の形態に係る三次元データ符号化装置のブロック図である。具体的には、図 38 は、本実施の形態に係る三次元データ符号化装置が備える位置情報を符号化する位置情報符号化部の構成を示すブロック図である。

[0249] 三次元データ符号化装置は、所定の方法を用いて、三次元点群の分割に用いる木構造を決定する。例えば、三次元データ符号化装置は、三次元点群の形状及び点の偏りに基づき、木構造を決定する。三次元データ符号化装置が備える位置情報符号化部は、木構造生成部 12401 と、位置情報算出部 12402 と、符号化テーブル選択部 12403 と、エントロピー符号化部 12404 とを備える。

[0250] 木構造生成部 12401 は、入力された位置データから、2 分木、4 分木

、或いは、8分木、又は、これらを組み合わせた木構造を生成し、生成した木構造における各ノードのオキュパンシー符号を生成する。また、木構造生成部12401は、例えば、`tree__coded__axis__flag`を生成する。

[0251] 位置情報算出部12402は、符号化対象のノード（対象ノード）の隣接ノードが占有ノードか否かを示す情報を取得する。例えば、位置情報算出部12402は、対象ノードが所属する親ノードのオキュパンシー符号から隣接ノードの占有情報（隣接ノードが占有ノードであるか否かを示す情報）を取得する。

[0252] なお、位置情報算出部12402は、符号化済みのノードをリストに保存しておき、そのリスト内から隣接ノードを探索してもよい。また、位置情報算出部12402は、対象ノードの親ノード内の位置に応じて隣接ノードを切替えてもよい。

[0253] 符号化テーブル選択部12403は、位置情報算出部12402で算出された隣接ノードの占有情報を用いて対象ノードのエントロピー符号化に用いる符号化テーブルを選択する。例えば、符号化テーブル選択部12403は、隣接ノードの占有情報を用いてビット列を生成し、そのビット列から生成されるインデックス番号の符号化テーブルを選択する。

[0254] エントロピー符号化部12404は、選択されたインデックス番号の符号化テーブルを用いて対象ノードのオキュパンシー符号にエントロピー符号化を行うことで符号化位置情報及びメタデータを生成する。エントロピー符号化部12404は、選択された符号化テーブルを示す情報を符号化位置情報に付加してもよい。

[0255] 図39は、本実施の形態に係る三次元データ復号装置のブロック図である。具体的には、図39は、本実施の形態に係る三次元データ復号装置が備える位置情報を復号する位置情報復号部の構成を示すブロック図である。

[0256] 三次元データ復号装置は、三次元データ符号化装置が符号化に用いた木構造と同一の木構造を生成することにより、符号化データを復号する。三次元

データ符号化装置と三次元データ復号装置とが同じ木構造を用いてデータを符号化又は復号する方法としては、例えば、三次元データ符号化装置と三次元データ復号装置とがそれぞれ所定のルールに基づき木構造を決定する方法、又は、三次元データ符号化装置で決定した木構造を三次元データ復号装置へ通知する方法等がある。三次元データ復号装置が備える位置情報復号部は、木構造生成部 1 2 4 1 1 と、位置情報算出部 1 2 4 1 2 と、符号化テーブル選択部 1 2 4 1 3 と、エントロピー復号部 1 2 4 1 4 とを備える。

[0257] 木構造生成部 1 2 4 1 1 は、ビットストリームのヘッダ情報又はメタデータ等を用いて、ある空間（ノード）の 2 分木、4 分木、若しくは、8 分木、又は、これらを組み合わせた木構造を生成する。例えば、木構造生成部 1 2 4 1 1 は、ヘッダ情報に付加されたある空間の x 軸方向、y 軸方向、及び、z 軸方向の大きさを用いて大空間（ルートノード）を生成し、その空間を x 軸方向、y 軸方向、及び、z 軸方向に、それぞれ 2 分割する、又は、一部の軸方向については分割しないことで、2 個、4 個、又は、8 個の小空間を生成することで 2 分木、4 分木、又は、8 分木を生成する。また、対象ノードとしてノードが順に設定される。

[0258] なお、木構造生成部 1 2 4 1 1 は、予め定められた木構造にノードを分割してもよいし、三次元データ符号化装置から送信された `tree__coded__axis__flag` に従って木構造を生成してもよい。

[0259] 位置情報算出部 1 2 4 1 2 は、復号対象のノード（対象ノード）の隣接ノードが占有ノードであるか否かを示す占有情報を取得する。例えば、位置情報算出部 1 2 4 1 2 は、対象ノードが所属する親ノードのオキュパンシー符号から隣接ノードの占有情報を取得する。

[0260] なお、位置情報算出部 1 2 4 1 2 は、復号済みのノードをリストに保存しておき、そのリスト内から隣接ノードを探索してもよい。また、位置情報算出部 1 2 4 1 2 は、対象ノードの親ノード内の位置に応じて隣接ノードを切替えてもよい。

[0261] 符号化テーブル選択部 1 2 4 1 3 は、位置情報算出部 1 2 4 1 2 で算出さ

れた隣接ノードの占有情報を用いて対象ノードのエントロピー復号に用いる復号テーブル（符号化テーブル）を選択する。例えば、符号化テーブル選択部 1 2 4 1 3 は、隣接ノードの占有情報を用いてビット列を生成し、そのビット列から生成されるインデックス番号の符号化テーブルを選択する。

[0262] エントロピー復号部 1 2 4 1 4 は、選択された符号化テーブルを用いて対象ノードのオキュパンシー符号をエントロピー復号することで、位置情報（位置データ）を生成する。

[0263] なお、エントロピー復号部 1 2 4 1 4 は、選択された符号化テーブルの情報をビットストリームから復号して取得し、当該情報で示される符号化テーブルを用いて、対象ノードのオキュパンシー符号をエントロピー復号してもよい。

[0264] 続いて、三次元データ符号化装置が、フラグで木構造を示す処理手順について説明する。

[0265] 図 4 0 は、本実施の形態に係る三次元データ符号化装置による木構造を示すフラグを生成する処理手順を示すフローチャートである。

[0266] まず、三次元データ符号化装置は、ルートノードを生成する（S 1 2 4 0 1）。ルートノードは、三次元点群を含むバウンディングボックス（空間）に対応するノードである。

[0267] 次に、三次元データ符号化装置は、リーフノードに到達したか否かを判定する（S 1 2 4 0 2）。例えば、三次元データ符号化装置は、ブロックを 1 つ選択し、選択したブロックがリーフノードであるか否かを判定する。

[0268] 三次元データ符号化装置は、リーフノードに到達していない、つまり、選択したブロックがリーフノードではないと判定した場合（S 1 2 4 0 2 で N o）、2 分木を生成するか否か、つまり、選択したブロック（ノード）を 2 分割させるか否かを判定する（S 1 2 4 0 3）。

[0269] 三次元データ符号化装置は、2 分木を生成すると判定した場合（S 1 2 4 0 3 で Y e s）、選択したノードの 2 分木を生成し（つまり、ノードを 2 分割させ）、且つ、2 分木であることを示す `tree__coded__axis`

__flagを生成し（S12404）、処理をステップS12402に戻す。

[0270] 一方、三次元データ符号化装置は、2分木を生成しないと判定した場合（S12403でNo）、4分木を生成するか否か、つまり、選択したノードを4分割させるか否かを判定する（S12405）。

[0271] 三次元データ符号化装置は、4分木を生成すると判定した場合（S12405でYes）、選択したノードの4分木を生成し（つまり、ノードを4分割させ）、且つ、4分木であることを示すtree_coded_axis__flagを生成し（S12406）、処理をステップS12402に戻す。

[0272] 一方、三次元データ符号化装置は、4分木を生成しないと判定した場合（S12405でNo）、選択したノードの8分木を生成し（つまり、ノードを8分割させ）、且つ、8分木であることを示すtree_coded_axis__flagを生成し（S12407）、処理をステップS12402に戻す。

[0273] 三次元データ符号化装置は、ステップS12404、ステップS12406、又は、ステップS12407を実行して処理をステップS12402に戻した後、別のブロックを選択し、選択したブロックがリーフノードであるか否かを判定する。

[0274] 三次元データ符号化装置は、リーフノードに到達したと判定した場合（S12402でYes）、全てのブロックの処理が終了したか否かを判定する（S12408）。具体的には、三次元データ符号化装置は、全てのブロックについてステップS12402の判定を行い、ステップS12402でNoの場合にはステップS12403以降の処理を行ったか否かを判定する。

[0275] 三次元データ符号化装置は、全てのブロックの処理が終了したと判定した場合（S12408でYes）、処理を終了する。

[0276] 一方、三次元データ符号化装置は、全てのブロックの処理が終了していないと判定した場合（S12408でNo）、処理をステップS12402に

戻し、選択していないブロックを選択してステップS 1 2 4 0 2以降の処理を繰り返す。

[0277] 以上のように、三次元データ符号化装置は、`tree__coded__axis__flag`を生成し、木構造を三次元データ復号装置にフラグでシグナリングする（つまり、通知する）。

[0278] これによれば、三次元データ符号化装置が自由に木構造を構成しても三次元データ復号装置が復号処理の際に適切に木構造を決定することが可能となるため、圧縮性能を向上できる。

[0279] なお、ステップS 1 2 4 0 3及びステップS 1 2 4 0 5でどのような木構造を生成するかの判定方法は、予め任意に定められてよく、特に限定されない。

[0280] 続いて、三次元データ復号装置が、フラグを用いて木構造を決定する処理手順について説明する。

[0281] 図4 1は、本実施の形態に係る三次元データ復号装置による木構造を決定する処理手順を示すフローチャートである。

[0282] まず、三次元データ復号装置は、符号化された位置情報とメタデータと`tree__coded__axis__flag`とを含むビットストリームを取得し、符号化された位置情報についてのルートノードを生成する（S 1 2 4 1 1）。

[0283] 次に、三次元データ復号装置は、リーフノードに到達したか否かを判定する（S 1 2 4 1 2）。例えば、三次元データ復号装置は、ブロックを1つ選択し、選択したブロックがリーフノードであるか否かを判定する。

[0284] 三次元データ復号装置は、リーフノードに到達していない、つまり、選択したブロックがリーフノードではないと判定した場合（S 1 2 4 1 2でNo）、当該ブロックに対応する`tree__coded__axis__flag`を参照する（S 1 2 4 1 3）。

[0285] 次に、三次元データ復号装置は、`tree__coded__axis__flag`に基づいて、2分木を生成するか否か、つまり、選択したブロック（ノ

ード)を2分割させるか否かを判定する(S12414)。

[0286] 三次元データ復号装置は、2分木を生成すると判定した場合(S12414でYes)、選択したノードの2分木を生成し(S12415)、処理をステップS12412に戻す。

[0287] 一方、三次元データ復号装置は、2分木を生成しないと判定した場合(S12414でNo)、4分木を生成するか否か、つまり、選択したノードを4分割させるか否かを判定する(S12416)。

[0288] 三次元データ復号装置は、4分木を生成すると判定した場合(S12416でYes)、選択したノードの4分木を生成し(S12417)、処理をステップS12412に戻す。

[0289] 一方、三次元データ復号装置は、4分木を生成しないと判定した場合(S12416でNo)、選択したノードの8分木を生成し(S12418)、処理をステップS12412に戻す。

[0290] 三次元データ復号装置は、ステップS12415、ステップS12417、又は、ステップS12418を実行して処理をステップS12412に戻した後、別のブロックを選択し、選択したブロックがリーフノードであるか否かを判定する。

[0291] 三次元データ復号装置は、リーフノードに到達したと判定した場合(S12412でYes)、全てのブロックの処理が終了したか否かを判定する(S12419)。具体的には、三次元データ復号装置は、全てのブロックについてステップS12412の判定を行い、ステップS12412でNoの場合にはステップS12413以降の処理を行ったか否かを判定する。

[0292] 三次元データ復号装置は、全てのブロックの処理が終了したと判定した場合(S12419でYes)、処理を終了する。

[0293] 一方、三次元データ復号装置は、全てのブロックの処理が終了していないと判定した場合(S12419でNo)、処理をステップS12412に戻し、選択していないブロックを選択してステップS12412以降の処理を繰り返す。

[0294] 以上のように、三次元データ復号装置は、例えば、三次元データ符号化装置から送信されたフラグ (`tree_coded_axis_flag`) に従って木構造を構成する。

[0295] これによれば、三次元データ符号化装置が構成した様々な木構造と同様の木構造を三次元データ復号装置が構成することが可能となるため、圧縮性能を向上できる。

[0296] 続いて、木構造を示す情報のシンタックスの処理量を削減する処理手順の具体例について説明する。

[0297] 上記したような複数種類の分木を組み合わせた木構造を生成する方法においては、三次元点群の点の位置の偏りに応じて木構造が切り替えられることで、三次元データ符号化装置による符号化効率の向上が期待できる。例えば、木構造の生成においては、深度の浅い場合（つまり、`depth`の小さい場合）に、8分木以外の木構造（具体的には、2分木又は4分木）が用いられることで、符号化効率が向上される可能性が高い。一方、木構造の生成においては、深度の深い場合（つまり、`depth`の大きい場合）に、8分木が用いられることで、符号化効率が向上される可能性が高い。

[0298] このように、符号化効率の向上のために、深度の前半（つまり、`depth`が小さい場合）では複数種類の木構造が用いられ、深度の後半（つまり、`depth`が大きい場合）では8分木が用いられるとき、以下の方法を用いて、後半の8分木を示すフラグを省略することで、フラグをシグナリングするためのシンタックスのビット数を削減することが可能となる。

[0299] 図42は、本実施の形態に係る三次元データ符号化装置による木構造を示すフラグを生成する処理手順の第1例を示すフローチャートである。

[0300] まず、三次元データ符号化装置は、複数（複数種類）の木構造を組み合わせた木構造の構築を開始する（S12421）。

[0301] 次に、三次元データ符号化装置は、所定の方法を用いて木構造を生成する（S12422）。例えば、三次元データ符号化装置は、ステップS12404、ステップS12406、及び、ステップS12407におけるフラグ

を生成する処理を除いて、図40に示す処理を実行することで、木構造を生成する。

[0302] 次に、三次元データ符号化装置は、木構造の深度毎に、ノードを何分割させたかを示すフラグの生成処理を開始する。例えば、三次元データ符号化装置は、木構造における深度が浅い方（より具体的には、`depth=0`）から順に、`tree_coded_axis_flag`を生成する。

[0303] 三次元データ符号化装置は、対象の深度（本例では、三次元データ符号化装置が生成する`tree_coded_axis_flag`に対応する深度）以降の深度における木構造が全て8分木、つまり、対象の深度以降の深度に位置するノードの分割数が全て8であるか否かを判定する（S12423）。

[0304] 三次元データ符号化装置は、全て8分木であると判定した場合（S12423でYes）、`tree_coded_axis_flag[depth][0]=0`、`tree_coded_axis_flag[depth][1]=0`、及び、`tree_coded_axis_flag[depth][2]=0`を生成（つまり、`tree_coded_axis_flag[depth][0/1/2]=0`を生成）し（S12424）、対象の深度の次の深度以降における木構造を示す`tree_coded_axis_flag`を生成しない（S12425）。なお、ここでの「`depth`」には、対象の深度を示す値が設定される。例えば、`tree_coded_axis_flag`によってx軸方向、y軸方向、及び、z軸方向の全ての方向に対して分割しないことを示す場合、対象の深度以降の深度に位置するノードの分割数を全て8と予め定めておく。これによれば、三次元データ符号化装置は、深度が変わっても同じ分割数（例えば、8分割）が続く場合に、深度毎の分割数を示すフラグを用いて、少ないフラグ数（つまり、ビット数）で木構造を示すことができる。

[0305] 一方、三次元データ符号化装置は、全てが8分木ではない、つまり、2分木又は4分木も含まれると判定した場合（S12423でNo）、対象の深

度における木構造を示す `tree__coded__axis__flag` を生成し (S12426)、さらに、対象の深度の次の深度以降における木構造について、深度毎の `tree__coded__axis__flag` を生成する (S12427)。

[0306] 図43は、本実施の形態に係る三次元データ復号装置による木構造を決定する処理手順の第1例を示すフローチャートである。

[0307] まず、三次元データ復号装置は、例えば、三次元データ符号化装置からビットストリームを取得し、取得したビットストリームに含まれる `tree__coded__axis__flag` を解析する (S12431)。三次元データ復号装置は、解析した `tree__coded__axis__flag` に基づいて、深度毎の木構造を判定 (決定) する。

[0308] 三次元データ復号装置は、対象の深度に対応するフラグが、`tree__coded__axis__flag[depth][0]=0`、`tree__coded__axis__flag[depth][1]=0`、及び、`tree__coded__axis__flag[depth][2]=0` であるか否かを判定する (S12432)。

[0309] 三次元データ復号装置は、対象の深度に対応するフラグが、`tree__coded__axis__flag[depth][0]=0`、`tree__coded__axis__flag[depth][1]=0`、及び、`tree__coded__axis__flag[depth][2]=0` であると判定した場合 (S12432でYes)、対象の深度以降の深度における木構造を全て8分木と判定する (S12433)。つまり、対象の深度以降の深度に対応するフラグが `tree__coded__axis__flag[depth][0]=1`、`tree__coded__axis__flag[depth][1]=1`、及び、`tree__coded__axis__flag[depth][2]=1` とであると判定する。

[0310] 一方、三次元データ復号装置は、対象の深度に対応するフラグが、`tree__coded__axis__flag[depth][0]=0`、`tree`

`__coded__axis__flag[depth][1]=0`、及び、`tree__coded__axis__flag[depth][2]=0`ではないと判定した場合（S12432でNo）、`tree__coded__axis__flag`に基づいて、対象の深度の木構造を判定する（S12434）。

[0311] また、三次元データ復号装置は、対象の深度の次の深度以降の深度の木構造についても、`tree__coded__axis__flag`を解析して木構造を判定する（S12435）。

[0312] 図44は、本実施の形態に係るヘッダ情報のシンタックスの第1例を示す図である。図44に示すシンタックスは、`tree__coded__axis__flag[depth][0/1/2]=0`をトリガとして、当該`depth`以降の深度については、`tree__coded__axis__flag`の生成が省略され、木構造が8分木とみなされるように予め定められる場合の例である。

[0313] `tree__coded__axis__list__present__flag`は、深度及び軸（x軸等の軸）毎に分割したか否かを示すフラグが存在するかを示すフラグである。例えば、`tree__coded__axis__list__present__flag=1`は、分割したことを示すフラグが存在することを示す。一方、`tree__coded__axis__list__present__flag=0`は、分割したことを示すフラグが存在せず、且つ、8分割（8分木）のみであることを示す。

[0314] `tree__coded__axis__flag`は、上記した通り、深度及び軸毎に分割したか否かを示すフラグである。例えば、`tree__coded__axis__flag=1`は、対象とするノードの深度において、対象とする軸方向に対してノードを分割することを示す。一方、`tree__coded__axis__flag=0`は、分割しないことを示す。

[0315] また、3つの軸方向全てにおいて`tree__coded__axis__flag=0`、すなわち、`tree__coded__axis__flag[depth][0]=0`、`tree__coded__axis__flag[depth`

`h][1]=0`、且つ、`tree__coded__axis__flag[depth][2]=0`である場合には、これらのフラグが示す深度より深い深度における`tree__coded__axis__flag`の送信を省略してもよい。

[0316] これによれば、例えば、`tree__coded__axis__flag`が存在しない深度は、8分木のみを可能と予め定めることにより、`tree__coded__axis__flag`を省略した分の符号量を削減することができ、且つ、三次元データ復号装置も適切に木構造を判定できる。特に、8分木の使用頻度が高い場合には、効果が顕著となる。

[0317] `tree__depth__minus1`は、`tree__coded__axis__flag`を送信するノードの深度−1を示すフラグである。例えば、三次元データ符号化装置が送信できる最大の`tree__coded__axis__flag`の数は、 $(tree_depth_minus1 + 1) \times 3$ とすることができる。

[0318] ただし、ある深度において、3つの軸方向全てにおいて`tree__coded__axis__flag=0`である場合には、`tree__depth__minus1`によらず、当該深度より深い深度の`tree__coded__axis__flag`の送信が省略されてもよい。

[0319] 上記のように生成された`tree__coded__axis__list__present__flag`、`tree__coded__axis__flag`、及び、`tree__depth__minus1`は、それぞれエントロピー符号化されてもよい。例えば、各値は、2値化されて算術符号化されてもよい。

[0320] また、本実施の形態では、8分木、4分木及び2分木を例に示しているが、必ずしもこれらに限らず、16分木等、どのような木構造に拡張して適用されても構わない。

[0321] また、本実施の形態では、いずれのフラグも同じヘッダに存在する例を示しているが、`tree__coded__axis__list__present__flag`と、`tree__coded__axis__flag`と、`tree__`

`depth_minus1`とは、それぞれ異なるヘッダに存在してもよい。

[0322] また、本実施の形態では、深度が小さい方から順に`tree_coded_axis_flag`が送信される例を示しているが、深度が大きい方から順に`tree_coded_axis_flag`が送信されてもよい。省略したい符号が後に多く発生する程、符号量の削減効果が大きくなる。

[0323] また、本実施の形態では、`tree_coded_axis_flag[depth][0]=0`、`tree_coded_axis_flag[depth][1]=0`、及び、`tree_coded_axis_flag[depth][2]=0`である場合に、当該深度より深い深度に対応する`tree_coded_axis_flag`の送信が省略される例を示しているが、必ずしも全てが0である必要はなく、例えば、異なる値でもよい。また、`tree_coded_axis_flag[depth][0]=0`、`tree_coded_axis_flag[depth][1]=0`、及び、`tree_coded_axis_flag[depth][2]=0`である場合に、当該深度より深い深度の木構造が8分木であるとして説明したが、8分木ではなく4分木又は2分木であってもよい。発生頻度の高い木構造に対応するフラグの送信が省略されることで、符号量の削減効果が大きくなる。

[0324] また、本実施の形態では、`tree_coded_axis_list_present_flag=0`の場合に、8分木のみが適用される例を示しているが、`tree_coded_axis_list_present_flag=0`の場合には、ルールベースで、つまり、予め任意に定められた条件に基づいて、木構造が構成されてもよい。また、8分木のみが用いられることを示すフラグ、4分木のみが用いられることを示すフラグ、及び、2分木のみが用いられることを示すフラグが設定されてもよい。

[0325] また、`tree_coded_axis_flag`は、ノード毎に設けられる情報であってもよいし、スライス又はタイル等の複数のノードがまとめられたグループ毎に設けられる情報であってもよいし、フレーム毎に設けら

れる情報であってもよい。例えば、同じ性質のノード毎に情報を共通化することによって符号量を減らすことができる。

[0326] また、例えば、ある深度において、8分木が用いられる場合、つまり、`tree__coded__axis__flag[depth][0]`、`tree__coded__axis__flag[depth][1]`、及び、`tree__coded__axis__flag[depth][2]`が全て1の場合、当該深度以降の深度の木構造を8分木とし、当該深度より深い深度に対応する`tree__coded__axis__flag`が省略されてもよい。

[0327] 図45は、本実施の形態に係る木構造における深さと分割数との関係の第1例を説明するための図である。

[0328] 三次元データ符号化装置は、位置データを、例えば、深度が0から深度が3までの場合の木構造を8分木、4分木、又は、2分木とし、深度が4以降の場合の木構造を8分木として表現したとする。この場合、例えば、三次元データ符号化装置は、深度毎に、深度が0から深度が3までの場合の木構造を示す`tree__coded__axis__flag`を生成する。また、例えば、三次元データ符号化装置は、深度が4の場合の木構造（8分木）を示し、且つ、深度が5以降の場合の木構造をシグナリングしないことを示す`tree__coded__axis__flag`を生成する。例えば、三次元データ符号化装置は、`tree__coded__axis__flag[4][0]=0`、`tree__coded__axis__flag[4][1]=0`、及び、`tree__coded__axis__flag[4][2]=0`を生成する。

[0329] 図46は、本実施の形態に係るヘッダ情報のシンタックスの第2例を示す図である。図46に示すシンタックスは、`multi__tree__depth`が示す深度の次の深度以降については、`tree__coded__axis__flag`の生成が省略され、木構造が8分木とみなされるように予め定められる場合の例である。

[0330] `multi__tree__depth__minus1`は、複数種類の木構造から選択された木構造が用いられ得る可能性のある深度を示す。つまり、m

`u l t i _ t r e e _ d e p t h _ m i n u s 1`で示される深度では、例えば、8分木、4分木、又は、2分木が採用される。

[0331] このように、`m u l t i _ t r e e _ d e p t h _ m i n u s 1`によって、`t r e e _ d e p t h _ m i n u s 1`とは別途、複数種類の木構造のいずれかが用いられる可能性のある深度が示されてもよい。この場合、例えば、三次元データ符号化装置は、`m u l t i _ t r e e _ d e p t h _ m i n u s 1`が示す深度の木構造を示す`t r e e _ c o d e d _ a x i s _ f l a g` `[ x | y | z ]`を生成する。

[0332] なお、この場合、例えば、`m u l t i _ t r e e _ d e p t h _ m i n u s 1`が示す深度より深い深度については、8分木であるとみなすように予め定められる。

[0333] 図47は、本実施の形態に係る三次元データ復号装置による木構造を決定する処理手順の第2例を示すフローチャートである。

[0334] まず、三次元データ復号装置は、例えば、三次元データ符号化装置から取得したビットストリームに含まれる`p c _ h e a d e r`を解析することで、木構造を判定する対象としている深度（対象の深度）における木構造の判定を開始する（S12441）。

[0335] 次に、三次元データ復号装置は、対象の深度が、ビットストリームに含まれる`m u l t i _ t r e e _ d e p t h _ m i n u s 1`が示す深度以下（深度以降）であるか否かを判定する（S12442）。

[0336] 三次元データ復号装置は、対象の深度が、ビットストリームに含まれる`m u l t i _ t r e e _ d e p t h _ m i n u s 1`が示す深度以下であると判定した場合（S12442でYes）、対象の深度における木構造を、ビットストリームに含まれる`t r e e _ c o d e d _ a x i s _ f l a g`から判定する（S12443）。この場合、例えば、三次元データ復号装置は、対象の深度の次の深度を新たな対象の深度として設定し、再びステップS12441から処理を行う。

[0337] 一方、三次元データ復号装置は、対象の深度が、ビットストリームに含ま

れる `multi__tree__depth__minus 1` が示す深度より深いと判定した場合（`S 1 2 4 4 2` で `No`）、対象の深度における木構造を、8分木と判定する（`S 1 2 4 4 4`）。この場合、例えば、三次元データ復号装置は、対象の深度以降の深度における木構造を全て8分木と判定する。

[0338] 図48は、本実施の形態に係る木構造における深さと分割数との関係の第2例を説明するための図である。

[0339] 三次元データ符号化装置は、位置データを、例えば、深度が0から深度が3までの場合の木構造を8分木、4分木、又は、2分木とし、深度が4以降の場合の木構造を8分木として表現したとする。この場合、例えば、三次元データ符号化装置は、深度毎に、深度が0から深度が3までの場合の木構造を示す `tree__coded__axis__flag` を生成する。また、例えば、三次元データ符号化装置は、`multi__tree__depth__minus 1` が示す深度を4に設定する。

[0340] 図49は、本実施の形態に係るヘッダ情報のシンタックスの第3例を示す図である。図49に示すシンタックスは、深度が0から順に各深度を見た場合に、始めは木構造が8分木、4分木、又は、2分木であり、途中で木構造が8分木で続き、その後さらに木構造が8分木、4分木、又は、2分木となる場合の例である。

[0341] 図49に示すシンタックスでは、`tree__coded__axis__flag [depth] [0/1/2] = 0` をトリガとして、当該 `depth` の次の深度以降については `tree__coded__axis__flag` の生成が省略され、木構造が8分木とみなされる。

[0342] ここで、本例におけるシンタックスでは、`num__end__flag` が生成される。

[0343] `num__end__flag` は、`tree__coded__axis__flag` の生成が省略され、木構造が8分木とみなされる深度の終端を示す。例えば、`tree__coded__axis__flag [depth] [0/1/2] = 0` が示す深度が4であり、`num__end__flag` が示す深度が6

である場合、深度が4、5及び6の木構造が8分木とみなされる。この場合、三次元データ符号化装置は、位置データを表現した木構造の深度が7以上である場合、深度が7以降の各深度の木構造を示す `tree_coded_axis_flag` を生成する。

[0344] 図50は、本実施の形態に係る木構造における深さと分割数との関係の第3例を説明するための図である。

[0345] 三次元データ符号化装置は、位置データを、例えば、深度が0から深度が3までの場合の木構造を8分木、4分木、又は、2分木とし、深度が4から深度が6までの場合の木構造を8分木とし、深度が7の場合の木構造を8分木、4分木、又は、2分木として表現したとする。この場合、例えば、三次元データ符号化装置は、深度毎に、深度が0から深度が3までの場合の木構造を示す `tree_coded_axis_flag` を生成する。また、例えば、三次元データ符号化装置は、深度が4から深度が6までの場合の木構造を示すために、`tree_coded_axis_flag[4][0]=0`、`tree_coded_axis_flag[4][1]=0`、及び、`tree_coded_axis_flag[4][2]=0`と、深度が6を示す `num_end_flag` とを生成する。また、例えば、三次元データ符号化装置は、深度が7の場合の木構造を示す `tree_coded_axis_flag` を生成する。

[0346] 図51は、本実施の形態に係るヘッダ情報のシンタックスの第4例を示す図である。図51に示すシンタックスは、深度が0から順に各深度を見た場合に、始めは木構造が8分木、4分木、又は、2分木であり、途中で木構造が8分木で続き、その後さらに木構造が8分木、4分木、又は、2分木となる場合の例である。

[0347] 図51に示すシンタックスでは、`multi_tree_depth` が示す深度以降の深度から `num_end_flag` が示す深度までは `tree_coded_axis_flag` の生成を省略し、木構造が8分木とみなされる。

- [0348] なお、`num__end__flag`ではなく、8分木が続く深度の数を示す情報が生成されてもよい。
- [0349] 図52は、本実施の形態に係る木構造における深さと分割数との関係の第4例を説明するための図である。
- [0350] 三次元データ符号化装置は、位置データを、例えば、深度が0から深度が3までの場合の木構造を8分木、4分木、又は、2分木とし、深度が4から深度が6までの場合の木構造を8分木とし、深度が7の場合の木構造を8分木、4分木、又は、2分木として表現したとする。この場合、例えば、三次元データ符号化装置は、深度毎に、深度が0から深度が3までの場合の木構造を示す`tree__coded__axis__flag`を生成する。また、例えば、三次元データ符号化装置は、深度が4を示す`multi__tree__depth__minus1`と、深度が6を示す`num__end__flag`とを生成する。また、例えば、三次元データ符号化装置は、深度が7の場合の木構造を示す`tree__coded__axis__flag`を生成する。
- [0351] 続いて、各深度における木構造の決定方法の具体例について説明する。以下で説明する木構造の決定方法では、例えば、予め定められた所定のルールに従って複数種類の木構造のいずれかになるように空間を分割する。所定のルールとしては、例えば、8分木以外の木構造を用いる回数、又は、三次元点群を構成するバウンディングボックスの長さに基づいて木構造を決定する。
- [0352] 予め定められた所定のルールが用いられることにより、ルートノードに対応する空間が直方体構造であった場合に、当該直方体における長い辺に平行な軸の方向に対して優先的に分割することで分割された後の空間を立方体構造に早く近づけることで、位置データの精度が保てるようになる。また、このような分割方法によれば、深い深度で直方体構造であっても最終的に立方体構造にすることができるようになる。
- [0353] 以上のように、本実施の形態に係る三次元データ符号化装置は、図53に示す処理を行う。

[0354] 図53は、本実施の形態に係る三次元データ符号化装置の処理手順を示すフローチャートである。

[0355] まず、三次元データ符号化装置は、木構造を用いて表現された複数の三次元点の位置情報を符号化する（S12481）。

[0356] 次に、三次元データ符号化装置は、符号化された複数の三次元点の位置情報と、木構造に含まれる複数のノードのそれぞれの分割数を示す分割数情報と、を含むビットストリームを生成する（S12482）。

[0357] 分割数情報は、複数のノードのうち、2以上のノードの分割数をまとめて示す共通分割数情報を含む。分割数情報は、例えば、上記した `tree_coded_axis_flag` を含む情報である。共通分割数情報は、例えば、`tree_coded_axis_flag[depth][0]=0`、`tree_coded_axis_flag[depth][1]=0`、及び、`tree_coded_axis_flag[depth][2]=0` である。或いは、共通分割数情報は、例えば、上記した `multi_tree_depth` である。

[0358] これによれば、分割数が同じノードについては、分割数を示す情報が共通の情報に纏められる。そのため、ビットストリームに含まれるデータ量が削減され得る。

[0359] また、例えば、複数のノードは、木構造における同じ深度に位置するノードが同じ分割数で分割される。この場合、例えば、分割数情報は、木構造における深度毎のノードの分割数を示す。また、例えば、共通分割数情報は、複数の深度について、ノードの分割数をまとめて示す。

[0360] これによれば、分割数が同じノードについては、分割数を示す情報が複数の深度で共通の情報に纏められる。そのため、ビットストリームに含まれるデータ量が削減され得る。

[0361] また、例えば、共通分割数情報は、木構造における所定の深度以降の深度ではノードが同じ分割数であることを示すトリガ情報を含む。トリガ情報は、例えば、`tree_coded_axis_flag[depth][0]`

=0、`tree_coded_axis_flag[depth][1]` = 0、及び、`tree_coded_axis_flag[depth][2]` = 0である。或いは、トリガ情報は、例えば、上記した`multi_tree_depth`である。

[0362] これによれば、トリガ情報によって分割数が同じノードを簡単に示すことができる。

[0363] また、例えば、共通分割数情報は、所定の深度からノードの分割数が同じ分割数である終端深度を示す終端深度情報をさらに含む。終端深度情報は、例えば、上記した`num_end_flag`である。

[0364] これによれば、例えば深度の浅い方から順にノードの分割数を見た場合に、深度の途中でノードの分割数が連続して同じである場合に、ノードの分割数を簡単に示すことができる。

[0365] また、例えば、複数のノードは、それぞれ、三軸直交座標系における空間の少なくとも一部に対応する。この場合、例えば、分割数情報は、木構造における深度毎に、三軸直交座標系の三軸方向のそれぞれにおいて空間を分割するか否かを示すフラグ情報を含む。また、例えば、トリガ情報は、三軸方向のそれぞれで分割しないことを示すフラグ情報である。この場合のトリガ情報は、例えば、`tree_coded_axis_flag[depth][0]` = 0、`tree_coded_axis_flag[depth][1]` = 0、及び、`tree_coded_axis_flag[depth][2]` = 0である。

[0366] これによれば、フラグ情報を用いてトリガ情報を簡単に示すことができる。

[0367] また、例えば、三次元データ符号化装置は、プロセッサと、メモリとを備え、プロセッサは、メモリを用いて、上記の処理を行う。メモリには、上記処理を行う制御プログラムが記憶されていてもよい。

[0368] また、本実施の形態に係る三次元データ復号装置は、図54に示す処理を行う。

- [0369] 図54は、本実施の形態に係る三次元データ復号装置の処理手順を示すフローチャートである。
- [0370] まず、三次元データ復号装置は、木構造を用いて表現された複数の三次元点の位置情報であって、符号化された複数の三次元点の位置情報と、木構造に含まれる複数のノードのそれぞれの分割数を示す分割数情報と、を含むビットストリームを取得する（S12491）。
- [0371] 次に、三次元データ復号装置は、分割数情報に基づいて、符号化された複数の三次元点の位置情報を復号する（S12492）。
- [0372] 分割数情報は、複数のノードのうち、2以上のノードの分割数をまとめて示す共通分割数情報を含む。
- [0373] これによれば、分割数が同じノードについては、分割数を示す情報が共通の情報に纏められる。そのため、ビットストリームに含まれるデータ量が削減され得る。
- [0374] また、例えば、複数のノードは、木構造における同じ深度に位置するノードが同じ分割数で分割される。この場合、例えば、分割数情報は、木構造における深度毎のノードの分割数を示す。また、例えば、共通分割数情報は、複数の深度について、ノードの分割数をまとめて示す。
- [0375] これによれば、分割数が同じノードについては、分割数を示す情報が複数の深度で共通の情報に纏められる。そのため、ビットストリームに含まれるデータ量が削減され得る。
- [0376] また、例えば、共通分割数情報は、木構造における所定の深度以降の深度ではノードが同じ分割数であることを示すトリガ情報を含む。
- [0377] これによれば、トリガ情報によってノードの分割数を簡単に判定できる。
- [0378] また、例えば、共通分割数情報は、所定の深度からノードの分割数が同じ分割数である終端深度を示す終端深度情報をさらに含む。
- [0379] これによれば、例えば深度の浅い方から順にノードの分割数を見た場合に、深度の途中でノードの分割数が連続して同じである場合に、ノードの分割数を簡単に判定できる。

[0380] また、例えば、複数のノードは、それぞれ、三軸直交座標系における空間の少なくとも一部に対応する。この場合、例えば、分割数情報は、木構造における深度毎に、三軸直交座標系の三軸方向のそれぞれにおいて空間を分割するか否かを示すフラグ情報を含む。また、例えば、トリガ情報は、三軸方向のそれぞれで分割しないことを示すフラグ情報である。

[0381] これによれば、フラグ情報を用いて簡単に示されたトリガ情報であっても適切にノードの分割数を判定できる。

[0382] また、例えば、三次元データ復号装置は、プロセッサと、メモリとを備え、プロセッサは、メモリを用いて、上記の処理を行う。メモリには、上記処理を行う制御プログラムが記憶されていてもよい。

[0383] (実施の形態４)

次に、本実施の形態に係る三次元データ作成装置８１０の構成を説明する。図５５は、本実施の形態に係る三次元データ作成装置８１０の構成例を示すブロック図である。この三次元データ作成装置８１０は、例えば、車両に搭載される。三次元データ作成装置８１０は、外部の交通監視クラウド、前走車両又は後続車両と三次元データの送受信を行うとともに、三次元データを作成及び蓄積する。

[0384] 三次元データ作成装置８１０は、データ受信部８１１と、通信部８１２と、受信制御部８１３と、フォーマット変換部８１４と、複数のセンサ８１５と、三次元データ作成部８１６と、三次元データ合成部８１７と、三次元データ蓄積部８１８と、通信部８１９と、送信制御部８２０と、フォーマット変換部８２１と、データ送信部８２２とを備える。

[0385] データ受信部８１１は、交通監視クラウド又は前走車両から三次元データ８３１を受信する。三次元データ８３１は、例えば、自車両のセンサ８１５で検知不能な領域を含む、ポイントクラウド、可視光映像、奥行き情報、センサ位置情報、又は速度情報などの情報を含む。

[0386] 通信部８１２は、交通監視クラウド又は前走車両と通信し、データ送信要求などを交通監視クラウド又は前走車両に送信する。

- [0387] 受信制御部 813 は、通信部 812 を介して、対応フォーマット等の情報を通信先と交換し、通信先との通信を確立する。
- [0388] フォーマット変換部 814 は、データ受信部 811 が受信した三次元データ 831 にフォーマット変換等を行うことで三次元データ 832 を生成する。また、フォーマット変換部 814 は、三次元データ 831 が圧縮又は符号化されている場合には、伸張又は復号処理を行う。
- [0389] 複数のセンサ 815 は、L i D A R、可視光カメラ又は赤外線カメラなどの、車両の外部の情報を取得するセンサ群であり、センサ情報 833 を生成する。例えば、センサ情報 833 は、センサ 815 が L i D A R などのレーザセンサである場合、ポイントクラウド（点群データ）等の三次元データである。なお、センサ 815 は複数でなくてもよい。
- [0390] 三次元データ作成部 816 は、センサ情報 833 から三次元データ 834 を生成する。三次元データ 834 は、例えば、ポイントクラウド、可視光映像、奥行き情報、センサ位置情報、又は速度情報などの情報を含む。
- [0391] 三次元データ合成部 817 は、自車両のセンサ情報 833 に基づいて作成された三次元データ 834 に、交通監視クラウド又は前走車両等が作成した三次元データ 832 を合成することで、自車両のセンサ 815 では検知できない前走車両の前方の空間も含む三次元データ 835 を構築する。
- [0392] 三次元データ蓄積部 818 は、生成された三次元データ 835 等を蓄積する。
- [0393] 通信部 819 は、交通監視クラウド又は後続車両と通信し、データ送信要求などを交通監視クラウド又は後続車両に送信する。
- [0394] 送信制御部 820 は、通信部 819 を介して、対応フォーマット等の情報を通信先と交換し、通信先と通信を確立する。また、送信制御部 820 は、三次元データ合成部 817 で生成された三次元データ 832 の三次元データ構築情報と、通信先からのデータ送信要求とに基づき、送信対象の三次元データの空間である送信領域を決定する。
- [0395] 具体的には、送信制御部 820 は、交通監視クラウド又は後続車両からの

データ送信要求に応じて、後続車両のセンサでは検知できない自車両の前方の空間を含む送信領域を決定する。また、送信制御部 820 は、三次元データ構築情報に基づいて送信可能な空間又は送信済み空間の更新有無等を判断することで送信領域を決定する。例えば、送信制御部 820 は、データ送信要求で指定された領域であり、かつ、対応する三次元データ 835 が存在する領域を送信領域に決定する。そして、送信制御部 820 は、通信先が対応するフォーマット、及び送信領域をフォーマット変換部 821 に通知する。

[0396] フォーマット変換部 821 は、三次元データ蓄積部 818 に蓄積されている三次元データ 835 のうち、送信領域の三次元データ 836 を、受信側が対応しているフォーマットへ変換することで三次元データ 837 を生成する。なお、フォーマット変換部 821 は、三次元データ 837 を圧縮又は符号化することでデータ量を削減してもよい。

[0397] データ送信部 822 は、三次元データ 837 を交通監視クラウド又は後続車両に送信する。この三次元データ 837 は、例えば、後続車両の死角になる領域を含む、自車両の前方のポイントクラウド、可視光映像、奥行き情報、又はセンサ位置情報などの情報を含む。

[0398] なお、ここでは、フォーマット変換部 814 及び 821 にてフォーマット変換等が行われる例を述べたが、フォーマット変換は行われなくてもよい。

[0399] このような構成により、三次元データ作成装置 810 は、自車両のセンサ 815 では検知できない領域の三次元データ 831 を外部から取得し、三次元データ 831 と自車両のセンサ 815 で検知したセンサ情報 833 に基づく三次元データ 834 とを合成することで三次元データ 835 を生成する。これにより、三次元データ作成装置 810 は、自車両のセンサ 815 で検知できない範囲の三次元データを生成できる。

[0400] また、三次元データ作成装置 810 は、交通監視クラウド又は後続車両からのデータ送信要求に応じて、後続車両のセンサでは検知できない自車両の前方の空間を含む三次元データを、交通監視クラウド又は後続車両等へ送信できる。

- [0401] 次に、三次元データ作成装置 810 における後続車両への三次元データの送信手順について説明する。図 56 は、三次元データ作成装置 810 による交通監視クラウド又は後続車両へ三次元データを送信する手順の一例を示すフローチャートである。
- [0402] まず、三次元データ作成装置 810 は、自車両の前方道路上の空間を含む空間の三次元データ 835 を生成及び更新する (S801)。具体的には、三次元データ作成装置 810 は、自車両のセンサ情報 833 に基づいて作成した三次元データ 834 に、交通監視クラウド又は前走車両等が作成した三次元データ 831 を合成するなどして、自車両のセンサ 815 では検知できない前走車両の前方の空間も含む三次元データ 835 を構築する。
- [0403] 次に、三次元データ作成装置 810 は、送信済みの空間に含まれる三次元データ 835 が変化したかを判定する (S802)。
- [0404] 送信済みの空間に外部から車両又は人が進入するなどして、当該空間に含まれる三次元データ 835 に変化が生じた場合には (S802 で Yes)、三次元データ作成装置 810 は、変化が生じた空間の三次元データ 835 を含む三次元データを交通監視クラウド又は後続車両に送信する (S803)。
- [0405] なお、三次元データ作成装置 810 は、変化が生じた空間の三次元データを、所定間隔で送信する三次元データの送信タイミングに合わせて送信してもよいが、変化を検知した後すぐに送信してもよい。つまり、三次元データ作成装置 810 は、変化が生じた空間の三次元データを、所定間隔で送信する三次元データよりも優先して送信してもよい。
- [0406] また、三次元データ作成装置 810 は、変化が生じた空間の三次元データとして、変化が生じた空間の三次元データの全てを送信してもよいし、三次元データの差分 (例えば出現又は消失した三次元点の情報、又は三次元点の変位情報など) のみを送信してもよい。
- [0407] また、三次元データ作成装置 810 は、変化が生じた空間の三次元データに先行して、急制動警報など自車両の危険回避動作に関するメタデータを後

続車両へ送信してもよい。これによれば、後続車両は前走車両の急制動などを早期に認知でき、より早期に減速などの危険回避動作を開始できる。

[0408] 送信済みの空間に含まれる三次元データ 835 に変化が生じていない場合（S802でNo）、又は、ステップS803の後、三次元データ作成装置 810 は、自車両の前方距離Lにある所定の形状の空間に含まれる三次元データを、交通監視クラウド又は後続車両へ送信する（S804）。

[0409] また、例えば、ステップS801～S804の処理は、所定の時間間隔で繰り返し行われる。

[0410] また、三次元データ作成装置 810 は、現在の送信対象の空間の三次元データ 835 と、三次元地図とに差がない場合には、空間の三次元データ 837 を送信しなくてもよい。

[0411] 本実施の形態では、クライアント装置は、サーバ又は他のクライアント装置にセンサで得られたセンサ情報を送信する。

[0412] まず、本実施の形態に係るシステムの構成を説明する。図57は、本実施の形態に係る三次元マップ及びセンサ情報の送受信システムの構成を示す図である。このシステムは、サーバ901と、クライアント装置902A及び902Bを含む。なお、クライアント装置902A及び902Bを特に区別しない場合には、クライアント装置902とも記す。

[0413] クライアント装置902は、例えば、車両等の移動体に搭載される車載機器である。サーバ901は、例えば、交通監視クラウド等であり、複数のクライアント装置902と通信可能である。

[0414] サーバ901は、クライアント装置902に、ポイントクラウドから構成される三次元マップを送信する。なお、三次元マップの構成はポイントクラウドに限定されず、メッシュ構造等、他の三次元データを表すものであってもよい。

[0415] クライアント装置902は、サーバ901に、クライアント装置902が取得したセンサ情報を送信する。センサ情報は、例えば、LiDAR取得情報、可視光画像、赤外画像、デプス画像、センサ位置情報及び速度情報のう

ち少なくとも一つを含む。

[0416] サーバ901とクライアント装置902との間で送受信されるデータは、データ削減のために圧縮されてもよいし、データの精度を維持するために非圧縮のままでも構わない。データを圧縮する場合、ポイントクラウドには例えば8分木構造に基づく三次元圧縮方式を用いることができる。また、可視光画像、赤外画像、及びデプス画像には二次元の画像圧縮方式を用いることができる。二次元の画像圧縮方式とは、例えば、MPEGで規格化されたMPEG-4 AVC又はHEVC等である。

[0417] また、サーバ901は、クライアント装置902からの三次元マップの送信要求に応じてサーバ901で管理する三次元マップをクライアント装置902に送信する。なお、サーバ901はクライアント装置902からの三次元マップの送信要求を待たずに三次元マップを送信してもよい。例えば、サーバ901は、予め定められた空間にいる1つ以上のクライアント装置902に三次元マップをブロードキャストしても構わない。また、サーバ901は、一度送信要求を受けたクライアント装置902に、一定時間毎にクライアント装置902の位置に適した三次元マップを送信してもよい。また、サーバ901は、サーバ901が管理する三次元マップが更新される度にクライアント装置902に三次元マップを送信してもよい。

[0418] クライアント装置902は、サーバ901に三次元マップの送信要求を出す。例えば、クライアント装置902が、走行時に自己位置推定を行いたい場合に、クライアント装置902は、三次元マップの送信要求をサーバ901に送信する。

[0419] なお、次のような場合に、クライアント装置902はサーバ901に三次元マップの送信要求を出してもよい。クライアント装置902の保持する三次元マップが古い場合に、クライアント装置902はサーバ901に三次元マップの送信要求を出してもよい。例えば、クライアント装置902が三次元マップを取得してから一定期間が経過した場合に、クライアント装置902はサーバ901に三次元マップの送信要求を出してもよい。

- [0420] クライアント装置 902 が保持する三次元マップで示される空間から、クライアント装置 902 が外に出る一定時刻前に、クライアント装置 902 はサーバ 901 に三次元マップの送信要求を出してもよい。例えば、クライアント装置 902 が、クライアント装置 902 が保持する三次元マップで示される空間の境界から予め定められた距離以内に存在する場合に、クライアント装置 902 はサーバ 901 に三次元マップの送信要求を出してもよい。また、クライアント装置 902 の移動経路及び移動速度が把握できている場合には、これらに基づき、クライアント装置 902 が保持する三次元マップで示される空間から、クライアント装置 902 が外に出る時刻を予測してもよい。
- [0421] クライアント装置 902 がセンサ情報から作成した三次元データと三次元マップとの位置合せ時の誤差が一定以上の場合に、クライアント装置 902 はサーバ 901 に三次元マップの送信要求を出してもよい。
- [0422] クライアント装置 902 は、サーバ 901 から送信されたセンサ情報の送信要求に応じて、サーバ 901 にセンサ情報を送信する。なお、クライアント装置 902 はサーバ 901 からのセンサ情報の送信要求を待たずにセンサ情報をサーバ 901 に送ってもよい。例えば、クライアント装置 902 は、一度サーバ 901 からセンサ情報の送信要求を得た場合、一定期間の間、定期的にセンサ情報をサーバ 901 に送信してもよい。また、クライアント装置 902 は、クライアント装置 902 がセンサ情報を元に作成した三次元データと、サーバ 901 から得た三次元マップとの位置合せ時の誤差が一定以上の場合、クライアント装置 902 の周辺の三次元マップに変化が生じた可能性があると判断し、その旨とセンサ情報とをサーバ 901 に送信してもよい。
- [0423] サーバ 901 は、クライアント装置 902 にセンサ情報の送信要求を出す。例えば、サーバ 901 は、クライアント装置 902 から、GPS 等のクライアント装置 902 の位置情報を受信する。サーバ 901 は、クライアント装置 902 の位置情報に基づき、サーバ 901 が管理する三次元マップにお

いて情報が少ない空間にクライアント装置 902 が近づいていると判断した場合、新たな三次元マップを生成するためにクライアント装置 902 にセンサ情報の送信要求を出す。また、サーバ 901 は、三次元マップを更新したい場合、積雪時或いは災害時などの道路状況を確認したい場合、渋滞状況、或いは事件事故状況等を確認したい場合に、センサ情報の送信要求を出してもよい。

[0424] また、クライアント装置 902 は、サーバ 901 から受け取るセンサ情報の送信要求の受信時における通信状態又は帯域に応じて、サーバ 901 に送信するセンサ情報のデータ量を設定してもよい。サーバ 901 に送信するセンサ情報のデータ量を設定するというのは、例えば、当該データそのものを増減させること、又は圧縮方式を適宜選択することである。

[0425] 図 58 は、クライアント装置 902 の構成例を示すブロック図である。クライアント装置 902 は、サーバ 901 からポイントクラウド等で構成される三次元マップを受信し、クライアント装置 902 のセンサ情報に基づいて作成した三次元データからクライアント装置 902 の自己位置を推定する。また、クライアント装置 902 は、取得したセンサ情報をサーバ 901 に送信する。

[0426] クライアント装置 902 は、データ受信部 1011 と、通信部 1012 と、受信制御部 1013 と、フォーマット変換部 1014 と、複数のセンサ 1015 と、三次元データ作成部 1016 と、三次元画像処理部 1017 と、三次元データ蓄積部 1018 と、フォーマット変換部 1019 と、通信部 1020 と、送信制御部 1021 と、データ送信部 1022 とを備える。

[0427] データ受信部 1011 は、サーバ 901 から三次元マップ 1031 を受信する。三次元マップ 1031 は、WLD 又は SWLD 等のポイントクラウドを含むデータである。三次元マップ 1031 には、圧縮データ、及び非圧縮データのどちらが含まれていてもよい。

[0428] 通信部 1012 は、サーバ 901 と通信し、データ送信要求（例えば、三次元マップの送信要求）などをサーバ 901 に送信する。

- [0429] 受信制御部1013は、通信部1012を介して、対応フォーマット等の情報を通信先と交換し、通信先との通信を確立する。
- [0430] フォーマット変換部1014は、データ受信部1011が受信した三次元マップ1031にフォーマット変換等を行うことで三次元マップ1032を生成する。また、フォーマット変換部1014は、三次元マップ1031が圧縮又は符号化されている場合には、伸張又は復号処理を行う。なお、フォーマット変換部1014は、三次元マップ1031が非圧縮データであれば、伸張又は復号処理を行わない。
- [0431] 複数のセンサ1015は、LiDAR、可視光カメラ、赤外線カメラ、又はデプスセンサなど、クライアント装置902が搭載されている車両の外部の情報を取得するセンサ群であり、センサ情報1033を生成する。例えば、センサ情報1033は、センサ1015がLiDARなどのレーザセンサである場合、ポイントクラウド（点群データ）等の三次元データである。なお、センサ1015は複数でなくてもよい。
- [0432] 三次元データ作成部1016は、センサ情報1033に基づいて自車両の周辺の三次元データ1034を作成する。例えば、三次元データ作成部1016は、LiDARで取得した情報と、可視光カメラで得られた可視光映像とを用いて自車両の周辺の色情報付きのポイントクラウドデータを作成する。
- [0433] 三次元画像処理部1017は、受信したポイントクラウド等の三次元マップ1032と、センサ情報1033から生成した自車両の周辺の三次元データ1034とを用いて、自車両の自己位置推定処理等を行う。なお、三次元画像処理部1017は、三次元マップ1032と三次元データ1034とを合成することで自車両の周辺の三次元データ1035を作成し、作成した三次元データ1035を用いて自己位置推定処理を行ってもよい。
- [0434] 三次元データ蓄積部1018は、三次元マップ1032、三次元データ1034及び三次元データ1035等を蓄積する。
- [0435] フォーマット変換部1019は、センサ情報1033を、受信側が対応し

ているフォーマットへ変換することでセンサ情報１０３７を生成する。なお、フォーマット変換部１０１９は、センサ情報１０３７を圧縮又は符号化することでデータ量を削減してもよい。また、フォーマット変換部１０１９は、フォーマット変換をする必要がない場合は処理を省略してもよい。また、フォーマット変換部１０１９は、送信範囲の指定に応じて送信するデータ量を制御してもよい。

[0436] 通信部１０２０は、サーバ９０１と通信し、データ送信要求（センサ情報の送信要求）などをサーバ９０１から受信する。

[0437] 送信制御部１０２１は、通信部１０２０を介して、対応フォーマット等の情報を通信先と交換し、通信を確立する。

[0438] データ送信部１０２２は、センサ情報１０３７をサーバ９０１に送信する。センサ情報１０３７は、例えば、ＬｉＤＡＲで取得した情報、可視光カメラで取得した輝度画像、赤外線カメラで取得した赤外画像、デプスセンサで取得したデプス画像、センサ位置情報、及び速度情報など、複数のセンサ１０１５によって取得した情報を含む。

[0439] 次に、サーバ９０１の構成を説明する。図５９は、サーバ９０１の構成例を示すブロック図である。サーバ９０１は、クライアント装置９０２から送信されたセンサ情報を受信し、受信したセンサ情報に基づいて三次元データを作成する。サーバ９０１は、作成した三次元データを用いて、サーバ９０１が管理する三次元マップを更新する。また、サーバ９０１は、クライアント装置９０２からの三次元マップの送信要求に応じて、更新した三次元マップをクライアント装置９０２に送信する。

[0440] サーバ９０１は、データ受信部１１１１と、通信部１１１２と、受信制御部１１１３と、フォーマット変換部１１１４と、三次元データ作成部１１１６と、三次元データ合成部１１１７と、三次元データ蓄積部１１１８と、フォーマット変換部１１１９と、通信部１１２０と、送信制御部１１２１と、データ送信部１１２２とを備える。

[0441] データ受信部１１１１は、クライアント装置９０２からセンサ情報１０３

7を受信する。センサ情報1037は、例えば、LiDARで取得した情報、可視光カメラで取得した輝度画像、赤外線カメラで取得した赤外画像、デプスセンサで取得したデプス画像、センサ位置情報、及び速度情報などを含む。

[0442] 通信部1112は、クライアント装置902と通信し、データ送信要求（例えば、センサ情報の送信要求）などをクライアント装置902に送信する。

[0443] 受信制御部1113は、通信部1112を介して、対応フォーマット等の情報を通信先と交換し、通信を確立する。

[0444] フォーマット変換部1114は、受信したセンサ情報1037が圧縮又は符号化されている場合には、伸張又は復号処理を行うことでセンサ情報1132を生成する。なお、フォーマット変換部1114は、センサ情報1037が非圧縮データであれば、伸張又は復号処理を行わない。

[0445] 三次元データ作成部1116は、センサ情報1132に基づいてクライアント装置902の周辺の三次元データ1134を作成する。例えば、三次元データ作成部1116は、LiDARで取得した情報と、可視光カメラで得られた可視光映像とを用いてクライアント装置902の周辺の色情報付ポイントクラウドデータを作成する。

[0446] 三次元データ合成部1117は、センサ情報1132を元に作成した三次元データ1134を、サーバ901が管理する三次元マップ1135に合成することで三次元マップ1135を更新する。

[0447] 三次元データ蓄積部1118は、三次元マップ1135等を蓄積する。

[0448] フォーマット変換部1119は、三次元マップ1135を、受信側が対応しているフォーマットへ変換することで三次元マップ1031を生成する。なお、フォーマット変換部1119は、三次元マップ1135を圧縮又は符号化することでデータ量を削減してもよい。また、フォーマット変換部1119は、フォーマット変換をする必要がない場合は処理を省略してもよい。また、フォーマット変換部1119は、送信範囲の指定に応じて送信するデ

ータ量を制御してもよい。

[0449] 通信部 1120 は、クライアント装置 902 と通信し、データ送信要求（三次元マップの送信要求）などをクライアント装置 902 から受信する。

[0450] 送信制御部 1121 は、通信部 1120 を介して、対応フォーマット等の情報を通信先と交換し、通信を確立する。

[0451] データ送信部 1122 は、三次元マップ 1031 をクライアント装置 902 に送信する。三次元マップ 1031 は、WLD 又は SWLD 等のポイントクラウドを含むデータである。三次元マップ 1031 には、圧縮データ、及び非圧縮データのどちらが含まれていてもよい。

[0452] 次に、クライアント装置 902 の動作フローについて説明する。図 60 は、クライアント装置 902 による三次元マップ取得時の動作を示すフローチャートである。

[0453] まず、クライアント装置 902 は、サーバ 901 へ三次元マップ（ポイントクラウド等）の送信を要求する（S1001）。このとき、クライアント装置 902 は、GPS 等で得られたクライアント装置 902 の位置情報を合わせて送信することで、その位置情報に関連する三次元マップの送信をサーバ 901 に要求してもよい。

[0454] 次に、クライアント装置 902 は、サーバ 901 から三次元マップを受信する（S1002）。受信した三次元マップが圧縮データであれば、クライアント装置 902 は、受信した三次元マップを復号して非圧縮の三次元マップを生成する（S1003）。

[0455] 次に、クライアント装置 902 は、複数のセンサ 1015 で得られたセンサ情報 1033 からクライアント装置 902 の周辺の三次元データ 1034 を作成する（S1004）。次に、クライアント装置 902 は、サーバ 901 から受信した三次元マップ 1032 と、センサ情報 1033 から作成した三次元データ 1034 とを用いてクライアント装置 902 の自己位置を推定する（S1005）。

[0456] 図 61 は、クライアント装置 902 によるセンサ情報の送信時の動作を示

すフローチャートである。まず、クライアント装置 902 は、サーバ 901 からセンサ情報の送信要求を受信する (S1011)。送信要求を受信したクライアント装置 902 は、センサ情報 1037 をサーバ 901 に送信する (S1012)。なお、クライアント装置 902 は、センサ情報 1033 が複数のセンサ 1015 で得られた複数の情報を含む場合、各情報を、各情報に適した圧縮方式で圧縮することでセンサ情報 1037 を生成してもよい。

[0457] 次に、サーバ 901 の動作フローについて説明する。図 62 は、サーバ 901 によるセンサ情報の取得時の動作を示すフローチャートである。まず、サーバ 901 は、クライアント装置 902 へセンサ情報の送信を要求する (S1021)。次に、サーバ 901 は、当該要求に応じてクライアント装置 902 から送信されたセンサ情報 1037 を受信する (S1022)。次に、サーバ 901 は、受信したセンサ情報 1037 を用いて三次元データ 1134 を作成する (S1023)。次に、サーバ 901 は、作成した三次元データ 1134 を三次元マップ 1135 に反映する (S1024)。

[0458] 図 63 は、サーバ 901 による三次元マップの送信時の動作を示すフローチャートである。まず、サーバ 901 は、クライアント装置 902 から三次元マップの送信要求を受信する (S1031)。三次元マップの送信要求を受信したサーバ 901 は、クライアント装置 902 へ三次元マップ 1031 を送信する (S1032)。このとき、サーバ 901 は、クライアント装置 902 の位置情報に合わせてその付近の三次元マップを抽出し、抽出した三次元マップを送信してもよい。また、サーバ 901 は、ポイントクラウドで構成される三次元マップを、例えば 8 分木構造による圧縮方式等を用いて圧縮し、圧縮後の三次元マップを送信してもよい。

[0459] 以下、本実施の形態の変形例について説明する。

[0460] サーバ 901 は、クライアント装置 902 から受信したセンサ情報 1037 を用いてクライアント装置 902 の位置付近の三次元データ 1134 を作成する。次に、サーバ 901 は、作成した三次元データ 1134 と、サーバ 901 が管理する同エリアの三次元マップ 1135 とのマッチングを行うこ

とによって、三次元データ 1 1 3 4 と三次元マップ 1 1 3 5 との差分を算出する。サーバ 9 0 1 は、差分が予め定められた閾値以上の場合は、クライアント装置 9 0 2 の周辺で何らかの異常が発生したと判断する。例えば、地震等の自然災害によって地盤沈下等が発生した際などに、サーバ 9 0 1 が管理する三次元マップ 1 1 3 5 と、センサ情報 1 0 3 7 を基に作成した三次元データ 1 1 3 4 との間に大きな差が発生することが考えられる。

[0461] センサ情報 1 0 3 7 は、センサの種類、センサの性能、及びセンサの型番のうち少なくとも一つを示す情報を含んでもよい。また、センサ情報 1 0 3 7 に、センサの性能に応じたクラス ID 等が付加されてもよい。例えば、センサ情報 1 0 3 7 が L i D A R で取得された情報である場合、数 m m 単位の精度で情報を取得できるセンサをクラス 1、数 c m 単位の精度で情報を取得できるセンサをクラス 2、数 m 単位の精度で情報を取得できるセンサをクラス 3 のように、センサの性能に識別子を割り当てることが考えられる。また、サーバ 9 0 1 は、センサの性能情報等を、クライアント装置 9 0 2 の型番から推定してもよい。例えば、クライアント装置 9 0 2 が車両に搭載されている場合、サーバ 9 0 1 は、当該車両の車種からセンサのスペック情報を判断してもよい。この場合、サーバ 9 0 1 は、車両の車種の情報を事前に取得していてもよいし、センサ情報に、当該情報が含まれてもよい。また、サーバ 9 0 1 は取得したセンサ情報 1 0 3 7 を用いて、センサ情報 1 0 3 7 を用いて作成した三次元データ 1 1 3 4 に対する補正の度合いを切り替えてもよい。例えば、センサ性能が高精度（クラス 1）である場合、サーバ 9 0 1 は、三次元データ 1 1 3 4 に対する補正を行わない。センサ性能が低精度（クラス 3）である場合、サーバ 9 0 1 は、三次元データ 1 1 3 4 に、センサの精度に応じた補正を適用する。例えば、サーバ 9 0 1 は、センサの精度が低いほど補正の度合い（強度）を強くする。

[0462] サーバ 9 0 1 は、ある空間にいる複数のクライアント装置 9 0 2 に同時にセンサ情報の送信要求を出してもよい。サーバ 9 0 1 は、複数のクライアント装置 9 0 2 から複数のセンサ情報を受信した場合に、全てのセンサ情報を

三次元データ 1 1 3 4 の作成に利用する必要はなく、例えば、センサの性能に応じて、利用するセンサ情報を選択してもよい。例えば、サーバ 9 0 1 は、三次元マップ 1 1 3 5 を更新する場合、受信した複数のセンサ情報の中から高精度なセンサ情報（クラス 1）を選別し、選別したセンサ情報を用いて三次元データ 1 1 3 4 を作成してもよい。

[0463] サーバ 9 0 1 は、交通監視クラウド等のサーバのみに限定されず、他のクライアント装置（車載）であってもよい。図 6 4 は、この場合のシステム構成を示す図である。

[0464] 例えば、クライアント装置 9 0 2 C が近くにいるクライアント装置 9 0 2 A にセンサ情報の送信要求を出し、クライアント装置 9 0 2 A からセンサ情報を取得する。そして、クライアント装置 9 0 2 C は、取得したクライアント装置 9 0 2 A のセンサ情報を用いて三次元データを作成し、クライアント装置 9 0 2 C の三次元マップを更新する。これにより、クライアント装置 9 0 2 C は、クライアント装置 9 0 2 A から取得可能な空間の三次元マップを、クライアント装置 9 0 2 C の性能を活かして生成できる。例えば、クライアント装置 9 0 2 C の性能が高い場合に、このようなケースが発生すると考えられる。

[0465] また、この場合、センサ情報を提供したクライアント装置 9 0 2 A は、クライアント装置 9 0 2 C が生成した高精度な三次元マップを取得する権利が与えられる。クライアント装置 9 0 2 A は、その権利に従ってクライアント装置 9 0 2 C から高精度な三次元マップを受信する。

[0466] また、クライアント装置 9 0 2 C は近くにいる複数のクライアント装置 9 0 2（クライアント装置 9 0 2 A 及びクライアント装置 9 0 2 B）にセンサ情報の送信要求を出してもよい。クライアント装置 9 0 2 A 又はクライアント装置 9 0 2 B のセンサが高性能である場合には、クライアント装置 9 0 2 C は、この高性能なセンサで得られたセンサ情報を用いて三次元データを作成できる。

[0467] 図 6 5 は、サーバ 9 0 1 及びクライアント装置 9 0 2 の機能構成を示すブ

ロック図である。サーバ901は、例えば、三次元マップを圧縮及び復号する三次元マップ圧縮／復号処理部1201と、センサ情報を圧縮及び復号するセンサ情報圧縮／復号処理部1202とを備える。

[0468] クライアント装置902は、三次元マップ復号処理部1211と、センサ情報圧縮処理部1212とを備える。三次元マップ復号処理部1211は、圧縮された三次元マップの符号化データを受信し、符号化データを復号して三次元マップを取得する。センサ情報圧縮処理部1212は、取得したセンサ情報から作成した三次元データの代わりに、センサ情報そのものを圧縮し、圧縮したセンサ情報の符号化データをサーバ901へ送信する。この構成により、クライアント装置902は、三次元マップ（ポイントクラウド等）を復号する処理を行う処理部（装置又はLSI）を内部に保持すればよく、三次元マップ（ポイントクラウド等）の三次元データを圧縮する処理を行う処理部を内部に保持する必要がない。これにより、クライアント装置902のコスト及び消費電力等を抑えることができる。

[0469] 以上のように、本実施の形態に係るクライアント装置902は、移動体に搭載され、移動体に搭載されたセンサ1015により得られた、移動体の周辺状況を示すセンサ情報1033から、移動体の周辺の三次元データ1034を作成する。クライアント装置902は、作成された三次元データ1034を用いて移動体の自己位置を推定する。クライアント装置902は、取得したセンサ情報1033をサーバ901又は他のクライアント装置902に送信する。

[0470] これによれば、クライアント装置902は、センサ情報1033をサーバ901等に送信する。これにより、三次元データを送信する場合に比べて、送信データのデータ量を削減できる可能性がある。また、三次元データの圧縮又は符号化等の処理をクライアント装置902で行う必要がないので、クライアント装置902の処理量を削減できる。よって、クライアント装置902は、伝送されるデータ量の削減、又は、装置の構成の簡略化を実現できる。

- [0471] また、クライアント装置 902 は、さらに、サーバ 901 に三次元マップの送信要求を送信し、サーバ 901 から三次元マップ 1031 を受信する。クライアント装置 902 は、自己位置の推定では、三次元データ 1034 と三次元マップ 1032 とを用いて、自己位置を推定する。
- [0472] また、センサ情報 1033 は、レーザセンサで得られた情報、輝度画像、赤外画像、デプス画像、センサの位置情報、及びセンサの速度情報のうち少なくとも一つを含む。
- [0473] また、センサ情報 1033 は、センサの性能を示す情報を含む。
- [0474] また、クライアント装置 902 は、センサ情報 1033 を符号化又は圧縮し、センサ情報の送信では、符号化又は圧縮後のセンサ情報 1037 を、サーバ 901 又は他のクライアント装置 902 に送信する。これによれば、クライアント装置 902 は、伝送されるデータ量を削減できる。
- [0475] 例えば、クライアント装置 902 は、プロセッサと、メモリとを備え、プロセッサは、メモリを用いて、上記の処理を行う。
- [0476] また、本実施の形態に係るサーバ 901 は、移動体に搭載されるクライアント装置 902 と通信可能であり、移動体に搭載されたセンサ 1015 により得られた、移動体の周辺状況を示すセンサ情報 1037 をクライアント装置 902 から受信する。サーバ 901 は、受信したセンサ情報 1037 から、移動体の周辺の三次元データ 1134 を作成する。
- [0477] これによれば、サーバ 901 は、クライアント装置 902 から送信されたセンサ情報 1037 を用いて三次元データ 1134 を作成する。これにより、クライアント装置 902 が三次元データを送信する場合に比べて、送信データのデータ量を削減できる可能性がある。また、三次元データの圧縮又は符号化等の処理をクライアント装置 902 で行う必要がないので、クライアント装置 902 の処理量を削減できる。よって、サーバ 901 は、伝送されるデータ量の削減、又は、装置の構成の簡略化を実現できる。
- [0478] また、サーバ 901 は、さらに、クライアント装置 902 にセンサ情報の送信要求を送信する。

- [0479] また、サーバ901は、さらに、作成された三次元データ1134を用いて三次元マップ1135を更新し、クライアント装置902からの三次元マップ1135の送信要求に応じて三次元マップ1135をクライアント装置902に送信する。
- [0480] また、センサ情報1037は、レーザセンサで得られた情報、輝度画像、赤外画像、デプス画像、センサの位置情報、及びセンサの速度情報のうち少なくとも一つを含む。
- [0481] また、センサ情報1037は、センサの性能を示す情報を含む。
- [0482] また、サーバ901は、さらに、センサの性能に応じて、三次元データを補正する。これによれば、当該三次元データ作成方法は、三次元データの品質を向上できる。
- [0483] また、サーバ901は、センサ情報の受信では、複数のクライアント装置902から複数のセンサ情報1037を受信し、複数のセンサ情報1037に含まれるセンサの性能を示す複数の情報に基づき、三次元データ1134の作成に用いるセンサ情報1037を選択する。これによれば、サーバ901は、三次元データ1134の品質を向上できる。
- [0484] また、サーバ901は、受信したセンサ情報1037を復号又は伸張し、復号又は伸張後のセンサ情報1132から、三次元データ1134を作成する。これによれば、サーバ901は、伝送されるデータ量を削減できる。
- [0485] 例えば、サーバ901は、プロセッサと、メモリとを備え、プロセッサは、メモリを用いて、上記の処理を行う。
- [0486] 以下、変形例について説明する。図66は、本実施の形態に係るシステムの構成を示す図である。図66に示すシステムは、サーバ2001と、クライアント装置2002Aと、クライアント装置2002Bとを含む。
- [0487] クライアント装置2002A及びクライアント装置2002Bは、車両等の移動体に搭載され、センサ情報をサーバ2001に送信する。サーバ2001は、三次元マップ（ポイントクラウド）をクライアント装置2002A及びクライアント装置2002Bに送信する。

[0488] クライアント装置2002Aは、センサ情報取得部2011と、記憶部2012と、データ送信可否判定部2013とを備える。なお、クライアント装置2002Bの構成も同様である。また、以下ではクライアント装置2002Aとクライアント装置2002Bとを特に区別しない場合には、クライアント装置2002とも記載する。

[0489] 図67は、本実施の形態に係るクライアント装置2002の動作を示すフローチャートである。

[0490] センサ情報取得部2011は、移動体に搭載されたセンサ（センサ群）を用いて各種センサ情報を取得する。つまり、センサ情報取得部2011は、移動体に搭載されたセンサ（センサ群）により得られた、移動体の周辺状況を示すセンサ情報を取得する。また、センサ情報取得部2011は、取得したセンサ情報を記憶部2012に記憶する。このセンサ情報は、LiDAR取得情報、可視光画像、赤外画像及びデプス画像の少なくとも一つを含む。また、センサ情報は、センサ位置情報、速度情報、取得時刻情報、及び取得場所情報の少なくとも一つを含んでもよい。センサ位置情報は、センサ情報を取得したセンサの位置を示す。速度情報は、センサがセンサ情報を取得した際の移動体の速度を示す。取得時刻情報は、センサ情報がセンサにより取得された時刻を示す。取得場所情報は、センサ情報がセンサにより取得された際の移動体又はセンサの位置を示す。

[0491] 次に、データ送信可否判定部2013は、移動体（クライアント装置2002）がサーバ2001へセンサ情報を送信可能な環境に存在するかを判定する（S2002）。例えば、データ送信可否判定部2013は、GPS等の情報を用いて、クライアント装置2002がいる場所及び時刻を特定し、データを送信可能かどうかを判定してもよい。また、データ送信可否判定部2013は、特定のアクセスポイントに接続できるかどうかで、データを送信可能かどうかを判定してもよい。

[0492] クライアント装置2002は、移動体がサーバ2001へセンサ情報を送信可能な環境に存在すると判定した場合（S2002でYes）、センサ情

報をサーバ2001に送信する（S2003）。つまり、クライアント装置2002がセンサ情報をサーバ2001に送信できるような状況になった時点で、クライアント装置2002は、保持しているセンサ情報をサーバ2001に送信する。例えば、交差点等に高速通信が可能なミリ波のアクセスポイントが設置される。クライアント装置2002は、交差点内に入った時点で、ミリ波通信を用いてクライアント装置2002が保持するセンサ情報を高速にサーバ2001に送信する。

[0493] 次に、クライアント装置2002は、サーバ2001に送信済みのセンサ情報を記憶部2012から削除する（S2004）。なお、クライアント装置2002は、サーバ2001に送信していないセンサ情報が所定の条件を満たした場合に、当該センサ情報を削除してもよい。例えば、クライアント装置2002は、保持するセンサ情報の取得時刻が現在時刻から一定時刻前より古くなった時点でそのセンサ情報を記憶部2012から削除してもよい。つまり、クライアント装置2002は、センサ情報がセンサにより取得された時刻と、現在の時刻との差が、予め定められた時間を超えた場合にセンサ情報を記憶部2012から削除してもよい。また、クライアント装置2002は、保持するセンサ情報の取得場所が現在地点から一定距離より離れた時点でそのセンサ情報を記憶部2012から削除してもよい。つまり、クライアント装置2002は、センサ情報がセンサにより取得された際の移動体又はセンサの位置と、現在の移動体又はセンサの位置との差が、予め定められた距離を超えた場合にセンサ情報を記憶部2012から削除してもよい。これにより、クライアント装置2002の記憶部2012の容量を抑制することができる。

[0494] クライアント装置2002によるセンサ情報の取得が終了していない場合（S2005でNo）、クライアント装置2002は、ステップS2001以降の処理を再度行う。また、クライアント装置2002によるセンサ情報の取得が終了した場合（S2005でYes）、クライアント装置2002は処理を終了する。

[0495] また、クライアント装置2002はサーバ2001に送信するセンサ情報を通信状況に合わせて選択してもよい。例えば、クライアント装置2002は、高速通信が可能な場合は、記憶部2012に保持されるサイズが大きいセンサ情報（例えばLiDAR取得情報等）を優先して送信する。また、クライアント装置2002は、高速通信が難しい場合は、記憶部2012に保持されるサイズが小さく優先度の高いセンサ情報（例えば可視光画像）を送信する。これにより、クライアント装置2002は記憶部2012に保持したセンサ情報をネットワークの状況に応じて効率的にサーバ2001に送信できる。

[0496] また、クライアント装置2002は、上記現在時刻を示す時刻情報、及び、現在地点を示す場所情報をサーバ2001から取得してもよい。また、クライアント装置2002は、取得した時刻情報及び場所情報に基づきセンサ情報の取得時刻及び取得場所を決定してもよい。つまり、クライアント装置2002は、サーバ2001から時刻情報を取得し、取得した時刻情報を用いて取得時刻情報を生成してもよい。また、クライアント装置2002は、サーバ2001から場所情報を取得し、取得した場所情報を用いて取得場所情報を生成してもよい。

[0497] 例えば時刻情報については、サーバ2001とクライアント装置2002とはNTP（Network Time Protocol）、又はPTP（Precision Time Protocol）等の仕組みを用いて時刻同期を行う。これにより、クライアント装置2002は正確な時刻情報を取得できる。また、サーバ2001と複数のクライアント装置との間で時刻を同期できるので、別々のクライアント装置2002が取得したセンサ情報内の時刻を同期できる。よって、サーバ2001は、同期された時刻を示すセンサ情報を取り扱える。なお、時刻同期の仕組みはNTP又はPTP以外のどのような方法でも構わない。また、上記時刻情報及び場所情報としてGPSの情報が用いられてもよい。

[0498] サーバ2001は、時刻又は場所を指定して複数のクライアント装置20

02からセンサ情報を取得しても構わない。例えば何らかの事故が発生した場合に、その付近にいたクライアントを探すため、サーバ2001は、事故発生時刻と場所を指定して複数のクライアント装置2002にセンサ情報送信要求をブロードキャスト送信する。そして、該当する時刻と場所のセンサ情報を持つクライアント装置2002は、サーバ2001にセンサ情報を送信する。つまり、クライアント装置2002は、サーバ2001から場所及び時刻を指定する指定情報を含むセンサ情報送信要求を受信する。クライアント装置2002は、記憶部2012に、指定情報で示される場所及び時刻において得られたセンサ情報が記憶されており、かつ、移動体がサーバ2001へセンサ情報を送信可能な環境に存在すると判定した場合、指定情報で示される場所及び時刻において得られたセンサ情報をサーバ2001に送信する。これにより、サーバ2001は、事故の発生に関連するセンサ情報を複数のクライアント装置2002から取得し、事故解析等に利用できる。

[0499] なお、クライアント装置2002は、サーバ2001からのセンサ情報送信要求を受信した場合に、センサ情報の送信を拒否してもよい。また、複数のセンサ情報のうち、どのセンサ情報を送信可能かどうかを事前にクライアント装置2002が設定してもよい。または、サーバ2001は、センサ情報の送信の可否を都度クライアント装置2002に問い合わせてもよい。

[0500] また、サーバ2001にセンサ情報を送信したクライアント装置2002にはポイントが付与されてもよい。このポイントは、例えば、ガソリン購入費、EV（Electric Vehicle）の充電費、高速道路の通行料、又はレンタカー費用などの支払いに使用できる。また、サーバ2001は、センサ情報を取得した後、センサ情報の送信元のクライアント装置2002を特定するための情報を削除してもよい。例えば、この情報は、クライアント装置2002のネットワークアドレスなどの情報である。これによりセンサ情報を匿名化することができるので、クライアント装置2002のユーザは安心して、クライアント装置2002からセンサ情報をサーバ2001に送信できる。また、サーバ2001は、複数のサーバから構成されても

よい。例えば複数のサーバでセンサ情報が共有化されることで、あるサーバが故障しても他のサーバがクライアント装置2002と通信できる。これにより、サーバ故障によるサービスの停止を回避できる。

[0501] また、センサ情報送信要求で指定される指定場所は事故の発生位置などを示すものであり、センサ情報送信要求で指定される指定時刻におけるクライアント装置2002の位置とは異なることがある。よって、サーバ2001は、例えば、指定場所として周辺 XXm 以内などの範囲を指定することで、当該範囲内に存在するクライアント装置2002に対して情報取得を要求できる。指定時刻についても同様に、サーバ2001は、ある時刻から前後 N 秒以内など範囲を指定してもよい。これにより、サーバ2001は、「時刻： $t - N$ から $t + N$ において、場所：絶対位置 S から XXm 以内」に存在していたクライアント装置2002からセンサ情報が取得できる。クライアント装置2002は、LiDARなどの三次元データを送信する際に、時刻 t の直後に生成したデータを送信してもよい。

[0502] また、サーバ2001は、指定場所として、センサ情報取得対象となるクライアント装置2002の場所を示す情報と、センサ情報が欲しい場所とをそれぞれ別に指定してもよい。例えば、サーバ2001は、絶対位置 S から YYm の範囲を少なくとも含むセンサ情報を、絶対位置 S から XXm 以内に存在したクライアント装置2002から取得することを指定する。クライアント装置2002は、送信する三次元データを選択する際には、指定された範囲のセンサ情報を少なくとも含むように、1つ以上のランダムアクセス可能な単位の三次元データを選択する。また、クライアント装置2002は、可視光画像を送信する際は、少なくとも時刻 t の直前又は直後のフレームを含む、時間的に連続した複数の画像データを送信してもよい。

[0503] クライアント装置2002が5G或いはWi-Fi、又は、5Gにおける複数モードなど、複数の物理ネットワークをセンサ情報の送信に利用できる場合には、クライアント装置2002は、サーバ2001から通知された優先順位に従って利用するネットワークを選択してもよい。または、クライアン

ト装置 2002 自身が送信データのサイズに基づいて適切な帯域を確保できるネットワークを選択してもよい。または、クライアント装置 2002 は、データ送信にかかる費用等に基づいて利用するネットワークを選択してもよい。また、サーバ 2001 からの送信要求には、クライアント装置 2002 が時刻 T までに送信を開始可能な場合に送信を行う、など、送信期限を示す情報が含まれてもよい。サーバ 2001 は、期限内に十分なセンサ情報が取得できなければ再度送信要求を発行してもよい。

[0504] センサ情報は、圧縮又は非圧縮のセンサデータと共に、センサデータの特性を示すヘッダ情報を含んでもよい。クライアント装置 2002 は、ヘッダ情報を、センサデータとは異なる物理ネットワーク又は通信プロトコルを介してサーバ 2001 に送信してもよい。例えば、クライアント装置 2002 は、センサデータの送信に先立ってヘッダ情報をサーバ 2001 に送信する。サーバ 2001 は、ヘッダ情報の解析結果に基づいてクライアント装置 2002 のセンサデータを取得するかどうかを判断する。例えば、ヘッダ情報は、LiDAR の点群取得密度、仰角、或いはフレームレート、又は、可視光画像の解像度、SN 比、或いはフレームレートなどを示す情報を含んでもよい。これにより、サーバ 2001 は、決定した品質のセンサデータを有するクライアント装置 2002 からセンサ情報を取得できる。

[0505] 以上のように、クライアント装置 2002 は、移動体に搭載され、移動体に搭載されたセンサにより得られた、移動体の周辺状況を示すセンサ情報を取得し、センサ情報を記憶部 2012 に記憶する。クライアント装置 2002 は、移動体がサーバ 2001 へセンサ情報を送信可能な環境に存在するかを判定し、移動体がサーバへセンサ情報を送信可能な環境に存在すると判定した場合、センサ情報をサーバ 2001 に送信する。

[0506] また、クライアント装置 2002 は、さらに、センサ情報から、移動体の周辺の三次元データを作成し、作成された三次元データを用いて移動体の自己位置を推定する。

[0507] また、クライアント装置 2002 は、さらに、サーバ 2001 に三次元マ

ップの送信要求を送信し、サーバ2001から三次元マップを受信する。クライアント装置2002は、自己位置の推定では、三次元データと三次元マップとを用いて、自己位置を推定する。

[0508] なお、上記クライアント装置2002による処理は、クライアント装置2002における情報送信方法として実現されてもよい。

[0509] また、クライアント装置2002は、プロセッサと、メモリとを備え、プロセッサは、メモリを用いて、上記の処理を行ってもよい。

[0510] 次に、本実施の形態に係るセンサ情報収集システムについて説明する。図68は、本実施の形態に係るセンサ情報収集システムの構成を示す図である。図68に示すように本実施の形態に係るセンサ情報収集システムは、端末2021Aと、端末2021Bと、通信装置2022Aと、通信装置2022Bと、ネットワーク2023と、データ収集サーバ2024と、地図サーバ2025と、クライアント装置2026とを含む。なお、端末2021A及び端末2021Bを特に区別しない場合には端末2021とも記載する。通信装置2022A及び通信装置2022Bを特に区別しない場合には通信装置2022とも記載する。

[0511] データ収集サーバ2024は、端末2021が備えるセンサで得られたセンサデータなどのデータを三次元空間中の位置と対応付けられた位置関連データとして収集する。

[0512] センサデータとは、例えば、端末2021の周囲の状態または端末2021の内部の状態などを、端末2021が備えるセンサを用いて取得したデータである。端末2021は、端末2021と直接通信可能、又は同一の通信方式で一或いは複数の中継装置を中継して通信可能な位置にある一又は複数のセンサ機器から収集したセンサデータをデータ収集サーバ2024に送信する。

[0513] 位置関連データに含まれるデータは、例えば、端末自身又は端末が備える機器の動作状態、動作ログ、サービスの利用状況などを示す情報を含んでもよい。また、位置関連データに含まれるデータは、端末2021の識別

子と端末2021の位置又は移動経路などとを対応付けた情報などを含んでもよい。

[0514] 位置関連データに含まれる、位置を示す情報は、例えば三次元地図データなどの三次元データにおける位置を示す情報と対応付けられている。位置を示す情報の詳細については後述する。

[0515] 位置関連データは、位置を示す情報である位置情報に加えて、前述した時刻情報と、位置関連データに含まれるデータの属性、又は当該データを生成したセンサの種類（例えば型番など）を示す情報とのうち少なくとも一つを含んでいてもよい。位置情報及び時刻情報は、位置関連データのヘッダ領域又は位置関連データを格納するフレームのヘッダ領域に格納されていてもよい。また、位置情報及び時刻情報は、位置関連データと対応付けられたメタデータとして位置関連データとは別に送信及び／又は格納されてもよい。

[0516] 地図サーバ2025は、例えば、ネットワーク2023に接続されており、端末2021などの他の装置からの要求に応じて三次元地図データなどの三次元データを送信する。また、前述した各実施の形態で説明したように、地図サーバ2025は、端末2021から送信されたセンサ情報を用いて、三次元データを更新する機能などを備えていてもよい。

[0517] データ収集サーバ2024は、例えば、ネットワーク2023に接続されており、端末2021などの他の装置から位置関連データを収集し、収集した位置関連データを内部又は他のサーバ内の記憶装置に格納する。また、データ収集サーバ2024は、収集した位置関連データ又は位置関連データに基づいて生成した三次元地図データのメタデータなどを、端末2021からの要求に応じて端末2021に対して送信する。

[0518] ネットワーク2023は、例えばインターネットなどの通信ネットワークである。端末2021は、通信装置2022を介してネットワーク2023に接続されている。通信装置2022は、一つの通信方式、又は複数の通信方式を切り替えながら端末2021と通信を行う。通信装置2022は、例えば、(1)LTE(Long Term Evolution)などの基

地局、(2) W i F i 或いはミリ波通信などのアクセスポイント (A P)、
(3) S I G F O X、L o R a W A N 或いは W i - S U N などの L P W A (Low Power Wide Area) Network のゲートウェイ、又は、(4) D V B - S 2 などの衛星通信方式を用いて通信を行う通信衛星である。

[0519] なお、基地局は、N B - I o T (N a r r o w B a n d - I o T) 又は L T E - M などの L P W A に分類される方式で端末 2 0 2 1 との通信を行っていてもよいし、これらの方式を切り替えながら端末 2 0 2 1 との通信を行っていてもよい。

[0520] ここでは、端末 2 0 2 1 が 2 種類の通信方式を用いる通信装置 2 0 2 2 と通信する機能を備え、これらの通信方式のいずれかを用いて、またはこれらの複数の通信方式及び直接の通信相手となる通信装置 2 0 2 2 を切り替えながら地図サーバ 2 0 2 5 又はデータ収集サーバ 2 0 2 4 と通信を行う場合を例に挙げるが、センサ情報収集システム及び端末 2 0 2 1 の構成はこれに限らない。例えば、端末 2 0 2 1 は、複数の通信方式での通信機能を有さず、いずれか一つの通信方式で通信を行う機能を備えてもよい。また、端末 2 0 2 1 は、3 つ以上の通信方式に対応していてもよい。また、端末 2 0 2 1 ごとに対応する通信方式が異なってもよい。

[0521] 端末 2 0 2 1 は、例えば図 5 8 に示したクライアント装置 9 0 2 の構成を備える。端末 2 0 2 1 は、受信した三次元データを用いて自己位置などの位置推定を行う。また、端末 2 0 2 1 は、センサから取得したセンサデータと位置推定の処理により得られた位置情報とを対応付けて位置関連データを生成する。

[0522] 位置関連データに付加される位置情報は、例えば、三次元データで用いられている座標系における位置を示す。例えば、位置情報は、緯度及び経度の値で表される座標値である。このとき、端末 2 0 2 1 は、座標値と共に当該座標値の基準となる座標系、及び位置推定に用いた三次元データを示す情報を位置情報に含めてもよい。また、座標値は高度の情報を含んでいてもよい。

。

[0523] また、位置情報は、前述した三次元データの符号化に用いることができるデータの単位又は空間の単位に対応付けられていてもよい。この単位とは、例えば、WLD、GOS、SPC、VLM、又はVXLなどである。このとき、位置情報は、例えば位置関連データに対応するSPCなどのデータ単位を特定するための識別子で表現される。なお、位置情報は、SPCなどのデータ単位を特定するための識別子に加えて、当該SPCなどのデータ単位を含む三次元空間を符号化した三次元データを示す情報、又は当該SPC内の詳細な位置を示す情報などを含んでいてもよい。三次元データを示す情報とは、例えば、当該三次元データのファイル名である。

[0524] このように、当該システムは、三次元データを用いた位置推定に基づく位置情報と対応付けた位置関連データを生成することにより、GPSを用いて取得されたクライアント装置（端末2021）の自己位置に基づく位置情報をセンサ情報に付加する場合よりも精度の高い位置情報をセンサ情報に付与することができる。その結果、位置関連データを他の装置が他のサービスにおいて利用する場合においても、同じ三次元データに基づいて位置推定を行うことで、位置関連データに対応する位置を実空間でより正確に特定できる可能性がある。

[0525] なお、本実施の形態では、端末2021から送信されるデータが位置関連データの場合を例に挙げて説明したが、端末2021から送信されるデータは位置情報と関連付けられていないデータであってもよい。すなわち、他の実施の形態で説明した三次元データ又はセンサデータの送受信が本実施の形態で説明したネットワーク2023を介して行われてもよい。

[0526] 次に、三次元又は二次元の実空間又は地図空間における位置を示す位置情報の異なる例について説明する。位置関連データに付加される位置情報は、三次元データ中の特徴点に対する相対位置を示す情報であってもよい。ここで、位置情報の基準となる特徴点は、例えばSWLDとして符号化され、三次元データとして端末2021に通知された特徴点である。

[0527] 特徴点に対する相対位置を示す情報は、例えば、特徴点から位置情報が示す点までのベクトルで表され、特徴点から位置情報が示す点までの方向と距離を示す情報であってもよい。または、特徴点に対する相対位置を示す情報は、特徴点から位置情報が示す点までのX軸、Y軸、Z軸のそれぞれの変位量を示す情報であってもよい。また、特徴点に対する相対位置を示す情報は、3以上の特徴点のそれぞれから位置情報が示す点までの距離を示す情報であってもよい。なお、相対位置は、各特徴点を基準として表現された位置情報が示す点の相対位置ではなく、位置情報が示す点を基準として表現された各特徴点の相対位置であってもよい。特徴点に対する相対位置に基づく位置情報の一例は、基準となる特徴点を特定するための情報と、当該特徴点に対する位置情報が示す点の相対位置を示す情報とを含む。また、特徴点に対する相対位置を示す情報が三次元データとは別に提供される場合、特徴点に対する相対位置を示す情報は、相対位置の導出に用いた座標軸、三次元データの種類を示す情報、又は／及び相対位置を示す情報の値の単位量あたりの大きさ（縮尺など）を示す情報などを含んでいてもよい。

[0528] また、位置情報は、複数の特徴点について、各特徴点に対する相対位置を示す情報を含んでいてもよい。位置情報を複数の特徴点に対する相対位置で表した場合、実空間において当該位置情報が示す位置を特定しようとする端末2021は、特徴点ごとにセンサデータから推定した当該特徴点の位置から位置情報が示す位置の候補点を算出し、算出された複数の候補点を平均して求めた点を位置情報が示す点であると判定してもよい。この構成によると、センサデータから特徴点の位置を推定する際の誤差の影響を軽減できるため、実空間における位置情報が示す点の推定精度を向上できる。また、位置情報が複数の特徴点に対する相対位置を示す情報を含む場合、端末2021が備えるセンサの種類又は性能などの制約で検出できない特徴点がある場合であっても、複数の特徴点のいずれか一つでも検出することができれば位置情報が示す点の値を推定することが可能となる。

[0529] 特徴点として、センサデータから特定可能な点を用いことができる。セン

サデータから特定可能な点とは、例えば、前述した三次元特徴量又は可視光データの特徴量が閾値以上であるなど特徴点検出用の所定の条件を満たす点又は領域内の点である。

[0530] また、実空間に設置されたマーカなどを特徴点として用いてもよい。この場合、マーカは、L i D E R又はカメラなどのセンサを用いて取得されたデータから検出及び位置の特定が可能であればよい。例えば、マーカは、色或いは輝度値（反射率）の変化、又は、三次元形状（凹凸など）で表現される。また、当該マーカの位置を示す座標値、又は当該マーカの識別子から生成された二次元コード又はバーコードなどが用いられてもよい。

[0531] また、光信号を送信する光源をマーカとして用いてもよい。光信号の光源をマーカとして用いる場合、座標値又は識別子などの位置を取得するための情報だけでなく、その他のデータが光信号により送信されてもよい。例えば、光信号は、当該マーカの位置に応じたサービスのコンテンツ、コンテンツを取得するためのu r lなどのアドレス、又はサービスの提供を受けるための無線通信装置の識別子と、当該無線通信装置と接続するための無線通信方式などを示す情報を含んでもよい。光通信装置（光源）をマーカとして用いることで、位置を示す情報以外のデータの送信が容易になると共に、当該データを動的に切り替えることが可能となる。

[0532] 端末2021は、互いに異なるデータ間での特徴点の対応関係を、例えば、データ間で共通に用いられる識別子、又は、データ間の特徴点の対応関係を示す情報或いはテーブルを用いて把握する。また、特徴点間の対応関係を示す情報がない場合、端末2021は、一方の三次元データにおける特徴点の座標を他方の三次元データ空間上の位置に変換した場合に最も近い距離にある特徴点を対応する特徴点であると判定してもよい。

[0533] 以上で説明した相対位置に基づく位置情報を用いた場合、互いに異なる三次元データを用いる端末2021又はサービス間であっても、各三次元データに含まれる、又は各三次元データと対応付けられた共通の特徴点を基準に位置情報が示す位置を特定、又は推定することができる。その結果、互いに

異なる三次元データを用いる端末2021又はサービス間で、同じ位置をより高い精度で特定又は推定することが可能となる。

[0534] また、互いに異なる座標系を用いて表現された地図データ又は三次元データを用いる場合であっても、座標系の変換に伴う誤差の影響を低減できるため、より高精度な位置情報に基づくサービスの連携が可能となる。

[0535] 以下、データ収集サーバ2024が提供する機能の例について説明する。データ収集サーバ2024は、受信した位置関連データを他のデータサーバに転送してもよい。データサーバが複数ある場合、データ収集サーバ2024は、受信した位置関連データをどのデータサーバに転送するかを判定して、転送先として判定されたデータサーバ宛に位置関連データを転送する。

[0536] データ収集サーバ2024は、転送先の判定を、例えば、データ収集サーバ2024に事前に設定された転送先サーバの判定ルールに基づいて行う。転送先サーバの判定ルールとは、例えば、各端末2021に対応付けられた識別子と転送先のデータサーバとを対応付けた転送先テーブルなどで設定される。

[0537] 端末2021は、送信する位置関連データに対して当該端末2021に対応付けられた識別子を付加してデータ収集サーバ2024に送信する。データ収集サーバ2024は、位置関連データに付加された識別子に対応する転送先のデータサーバを転送先テーブルなどを用いた転送先サーバの判定ルールに基づいて特定し、当該位置関連データを特定されたデータサーバに送信する。また、転送先サーバの判定ルールは、位置関連データが取得された時間又は場所などを用いた判定条件で指定されてもよい。ここで、上述した送信元の端末2021に対応付けられた識別子とは、例えば各端末2021に固有の識別子、又は端末2021が属するグループを示す識別子などである。

[0538] また、転送先テーブルは、送信元の端末に対応付けられた識別子と転送先のデータサーバとを直接対応付けたものでなくてもよい。例えば、データ収集サーバ2024は、端末2021に固有の識別子毎に付与されたタグ情報

を格納した管理テーブルと、当該タグ情報と転送先のデータサーバを対応付けた転送先テーブルとを保持する。データ収集サーバ2024は、管理テーブルと転送先テーブルとを用いてタグ情報に基づく転送先のデータサーバを判定してもよい。ここで、タグ情報は、例えば当該識別子に対応する端末2021の種類、型番、所有者、所属するグループ又はその他の識別子に付与された管理用の制御情報又はサービス提供用の制御情報である。また、転送先テーブルに、送信元の端末2021に対応付けられた識別子の代わりに、センサ毎に固有の識別子が用いられてもよい。また、転送先サーバの判定ルールは、クライアント装置2026から設定できてもよい。

[0539] データ収集サーバ2024は、複数のデータサーバを転送先として判定し、受信した位置関連データを当該複数のデータサーバに転送してもよい。この構成によると、例えば、位置関連データを自動的にバックアップする場合、又は位置関連データを異なるサービスで共通に利用するために、各サービスを提供するためのデータサーバに対して位置関連データを送信する必要がある場合に、データ収集サーバ2024に対する設定を変更ことで意図通りのデータの転送を実現できる。その結果、個別の端末2021に位置関連データの送信先を設定する場合と比較して、システムの構築及び変更に要する工数を削減することができる。

[0540] データ収集サーバ2024は、データサーバから受信した転送要求信号に応じて、転送要求信号で指定されたデータサーバを新たな転送先として登録し、以降に受信した位置関連データを当該データサーバに転送してもよい。

[0541] データ収集サーバ2024は、端末2021から受信した位置関連データを記録装置に保存し、端末2021又はデータサーバから受信した送信要求信号に応じて、送信要求信号で指定された位置関連データを、要求元の端末2021又はデータサーバに送信してもよい。

[0542] データ収集サーバ2024は、要求元のデータサーバ又は端末2021に対する位置関連データの提供の可否を判断し、提供可能と判断された場合に要求元のデータサーバ又は端末2021に位置関連データの転送又は送信を

行ってもよい。

[0543] クライアント装置 2026 から現在の位置関連データの要求を受け付けた場合、端末 2021 による位置関連データの送信タイミングでなくとも、データ収集サーバ 2024 が端末 2021 に対して位置関連データの送信要求を行い、端末 2021 が当該送信要求に応じて位置関連データを送信してもよい。

[0544] 上記の説明では、端末 2021 がデータ収集サーバ 2024 に対して位置情報データを送信するとしたが、データ収集サーバ 2024 は、例えば、端末 2021 を管理する機能など、端末 2021 から位置関連データを収集するために必要な機能又は端末 2021 から位置関連データを収集する際に用いられる機能などを備えてもよい。

[0545] データ収集サーバ 2024 は、端末 2021 に対して位置情報データの送信を要求するデータ要求信号を送信し、位置関連データを収集する機能を備えてもよい。

[0546] データ収集サーバ 2024 には、データ収集の対象となる端末 2021 と通信を行うためのアドレス又は端末 2021 固有の識別子などの管理情報が事前に登録されている。データ収集サーバ 2024 は、登録されている管理情報に基づいて端末 2021 から位置関連データを収集する。管理情報は、端末 2021 が備えるセンサの種類、端末 2021 が備えるセンサの数、及び端末 2021 が対応する通信方式などの情報を含んでいてもよい。

[0547] データ収集サーバ 2024 は、端末 2021 の稼働状態又は現在位置などの情報を端末 2021 から収集してもよい。

[0548] 管理情報の登録は、クライアント装置 2026 から行われてもよいし、端末 2021 が登録要求をデータ収集サーバ 2024 に送信することで、登録のための処理が開始されてもよい。データ収集サーバ 2024 は、端末 2021 との間の通信を制御する機能を備えてもよい。

[0549] データ収集サーバ 2024 と端末 2021 とを結ぶ通信は、MNO (Mobile Network Operator)、或いはMVNO (Mob

ile Virtual Network Operator)などのサービス事業者が提供する専用回線、又は、VPN (Virtual Private Network)で構成された仮想の専用回線などであってもよい。この構成によると、端末2021とデータ収集サーバ2024との間の通信を安全に行うことができる。

[0550] データ収集サーバ2024は、端末2021を認証する機能、又は端末2021との間で送受信されるデータを暗号化する機能を備えてもよい。ここで、端末2021の認証の処理又はデータの暗号化の処理は、データ収集サーバ2024と端末2021との間で事前に共有された、端末2021に固有の識別子又は複数の端末2021を含む端末グループに固有の識別子などを用いて行われる。この識別子とは、例えば、SIM (Subscriber Identity Module) カードに格納された固有の番号であるIMSI (International Mobile Subscriber Identity) などである。認証処理に用いられる識別子とデータの暗号化処理に用いる識別子とは、同じであってもよいし、異なってもよい。

[0551] データ収集サーバ2024と端末2021との間の認証又はデータの暗号化の処理は、データ収集サーバ2024と端末2021との両方が当該処理を実施する機能を備えていれば提供可能であり、中継を行う通信装置2022が用いる通信方式に依存しない。よって、端末2021が通信方式を用いるかを考慮することなく、共通の認証又は暗号化の処理を用いることができるので、ユーザのシステム構築の利便性が向上する。ただし、中継を行う通信装置2022が用いる通信方式に依存しないとは、通信方式に応じて変更することが必須ではないことを意味している。つまり、伝送効率の向上又は安全性の確保の目的で、中継装置が用いる通信方式に応じてデータ収集サーバ2024と端末2021との間の認証又はデータの暗号化の処理が切り替えられてもよい。

[0552] データ収集サーバ2024は、端末2021から収集する位置関連データ

の種類及びデータ収集のスケジュールなどのデータ収集ルールを管理するUIをクライアント装置2026に提供してもよい。これにより、ユーザはクライアント装置2026を用いてデータを収集する端末2021、並びに、データの収集時間及び頻度などを指定できる。また、データ収集サーバ2024は、データを収集したい地図上の領域などを指定し、当該領域に含まれる端末2021から位置関連データを収集してもよい。

[0553] データ収集ルールを端末2021単位で管理する場合、クライアント装置2026は、例えば、管理対象となる端末2021又はセンサのリストを画面に提示する。ユーザはリストの項目毎にデータの収集の可否又は収集スケジュールなどを設定する。

[0554] データを収集したい地図上の領域などを指定する場合、クライアント装置2026は、例えば、管理対象となる地域の二次元又は三次元の地図を画面に提示する。ユーザは、表示された地図上でデータを収集する領域を選択する。地図上で選択される領域は、地図上で指定された点を中心とする円形又は矩形の領域であってもよいし、ドラッグ動作で特定可能な円形又は矩形の領域であってもよい。また、クライアント装置2026は、都市、都市内のエリア、ブロック、又は主要な道路など予め設定された単位で領域を選択してもよい。また、地図を用いて領域を指定するのではなく、緯度及び経度の数値を入力して領域が設定されてもよいし、入力されたテキスト情報に基づいて導出した候補領域のリストから領域が選択されてもよい。テキスト情報は、例えば、地域、都市、又はランドマークの名前などである。

[0555] また、ユーザが一又は複数の端末2021を指定して、当該端末2021の周囲100メートルの範囲内などの条件を設定することで、指定領域を動的に変更しながらデータの収集が行われてもよい。

[0556] また、クライアント装置2026がカメラなどのセンサを備える場合、センサデータから得られたクライアント装置2026の実空間での位置に基づいて地図上の領域が指定されてもよい。例えば、クライアント装置2026は、センサデータを用いて自己位置を推定し、推定された位置に対応する地

図上の点から予め定められた距離、又はユーザが指定した距離の範囲内の領域を、データを収集する領域として指定してもよい。また、クライアント装置2026は、センサのセンシング領域、すなわち取得されたセンサデータに対応する領域を、データを収集する領域として指定してもよい。または、クライアント装置2026は、ユーザの指定したセンサデータに対応する位置に基づく領域を、データを収集する領域として指定してもよい。センサデータに対応する地図上の領域、又は位置の推定は、クライアント装置2026が行ってもよいし、データ収集サーバ2024が行ってもよい。

[0557] 地図上の領域で指定を行う場合、データ収集サーバ2024は、各端末2021の現在位置情報を収集することで、指定された領域内の端末2021を特定し、特定された端末2021に対して位置関連データの送信を要求してもよい。また、データ収集サーバ2024が領域内の端末2021を特定するのではなく、データ収集サーバ2024が指定された領域を示す情報を端末2021に送信し、端末2021が自身が指定された領域内にあるか否かを判定して、指定された領域内にあると判断された場合に位置関連データを送信してもよい。

[0558] データ収集サーバ2024は、クライアント装置2026が実行するアプリケーションにおいて上述したUI (User Interface) を提供するためのリスト又は地図などのデータをクライアント装置2026に送信する。データ収集サーバ2024は、リスト又は地図などのデータだけでなく、アプリケーションのプログラムをクライアント装置2026に送信してもよい。また、上述したUIは、ブラウザで表示可能なHTMLなどで作成されたコンテンツとして提供されてもよい。なお、地図データなど一部のデータは地図サーバ2025などのデータ収集サーバ2024以外のサーバから提供されてもよい。

[0559] クライアント装置2026は、ユーザによる設定ボタンの押下など、入力完了したことを通知する入力が行われると、入力された情報を設定情報としてデータ収集サーバ2024に送信する。データ収集サーバ2024は、

クライアント装置 2026 から受信した設定情報に基づいて各端末 2021 に対して、位置関連データの要求又は位置関連データの収集ルールを通知する信号を送信し、位置関連データの収集を行う。

[0560] 次に、三次元又は二次元の地図データに付加された付加情報に基づいて端末 2021 の動作を制御する例について説明する。

[0561] 本構成では、道路又は駐車場に埋設された無線給電の給電アンテナ又は給電コイルなどの給電部の位置を示すオブジェクト情報が、三次元データに含まれて、又は三次元データに対応付けられて、車又はドローンなどである端末 2021 に提供される。

[0562] 充電を行うために当該オブジェクト情報を取得した車両又はドローンは、車両が備える充電アンテナ又は充電コイルなどの充電部の位置が、当該オブジェクト情報が示す領域と対向する位置になるよう自動運転で車両自身の位置を移動させ、充電を開始する。なお、自動運転機能を備えていない車両又はドローンの場合は、画面上に表示された画像又は音声などを利用して、移動すべき方向又は行うべき操作を運転手又は操縦者に対して提示される。そして、推定された自己位置に基づいて算出した充電部の位置が、オブジェクト情報で示された領域又は当該領域から所定の距離の範囲内に入った判断されると、運転又は操縦を中止させる内容へと提示する画像又は音声切り替えられ、充電が開始される。

[0563] また、オブジェクト情報は給電部の位置を示す情報ではなく、当該領域内に充電部を配置すると所定の閾値以上の充電効率が得られる領域を示す情報であってもよい。オブジェクト情報の位置は、オブジェクト情報が示す領域の中心の点で表されてもよいし、二次元平面内の領域或いは線、又は、三次元空間内の領域、線或いは平面などで表されてもよい。

[0564] この構成によると、L i D E R のセンシングデータ又はカメラで撮影した映像では把握できない給電アンテナの位置を把握することができるので、車などの端末 2021 が備える無線充電用のアンテナと道路などに埋設された無線給電アンテナとの位置合わせをより高精度に行うことができる。その結

果、無線充電時の充電速度を短くしたり、充電効率を向上させることができる。

[0565] オブジェクト情報は、給電アンテナの以外の対象物であってもよい。例えば、三次元データは、ミリ波無線通信のAPの位置などをオブジェクト情報として含む。これにより、端末2021は、APの位置を事前に把握することができるので、当該オブジェクト情報の方向にビームの指向性を向けて通信を開始することができる。その結果、伝送速度の向上、通信開始までの時間の短縮、及び通信可能な期間を延ばすなどの通信品質の向上を実現できる。

[0566] オブジェクト情報は、当該オブジェクト情報に対応する対象物のタイプを示す情報を含んでもよい。また、オブジェクト情報は、当該オブジェクト情報の三次元データ上の位置に対応する実空間上の領域内、又は領域から所定の距離の範囲内に端末2021が含まれる場合に、端末2021が実施すべき処理を示す情報を含んでもよい。

[0567] オブジェクト情報は、三次元データを提供するサーバとは異なるサーバから提供されてもよい。オブジェクト情報を三次元データとは別に提供する場合、同一のサービスで利用されるオブジェクト情報が格納されたオブジェクトグループが、対象サービス又は対象機器の種類に応じてそれぞれ別のデータとして提供されてもよい。

[0568] オブジェクト情報と組み合わせて用いられる三次元データは、WLDの点群データであってもよいし、SWLDの特徴点データであってもよい。

[0569] 三次元データ符号化装置において、符号化対象の三次元点である対象三次元点の属性情報をLOD (Level of Detail) を用いて階層符号化した場合、三次元データ復号装置は、当該三次元データ復号装置で必要なLODの階層まで属性情報を復号し、必要でない階層の属性情報を復号しなくてもよい。例えば、三次元データ符号化装置が符号化したビットストリーム内の属性情報のLODの総数がN個の場合、三次元データ復号装置は、最上位層のLOD0からLOD (M-1) までのM個 ($M < N$) のLOD

を復号し、残りの $L \circ D$ ($N - 1$) までの $L \circ D$ を復号しなくてもよい。これにより、三次元データ復号装置は、処理負荷を抑制しつつ、三次元データ復号装置で必要な $L \circ D$ 0 から $L \circ D$ ($M - 1$) までの属性情報を復号できる。

[0570] 図69は、上記のユースケースを示す図である。図69に例では、サーバは、三次元位置情報と属性情報とを符号化することで得られた三次元地図を保持する。サーバ（三次元データ符号化装置）は、サーバが管理する領域のクライアント装置（三次元データ復号装置：例えば車両又はドローン等）に対し、三次元地図をブロードキャスト送信し、クライアント装置はサーバから受信した三次元地図を用いてクライアント装置の自己位置を特定する処理、又は、クライアント装置を操作するユーザ等に地図情報を表示する処理を行う。

[0571] 以下、この例における動作例を説明する。まず、サーバは、三次元地図の位置情報を8分木構成などを用いて符号化する。そして、サーバは、位置情報をベースに構築された N 個の $L \circ D$ を用いて三次元地図の属性情報を階層符号化する。サーバは、階層符号化により得られた三次元地図のビットストリームを保存する。

[0572] 次にサーバは、サーバが管理する領域のクライアント装置から送信された地図情報の送信要求に応じて、符号化された三次元地図のビットストリームをクライアント装置に送信する。

[0573] クライアント装置は、サーバから送信された三次元地図のビットストリームを受信し、クライアント装置の用途に応じて三次元地図の位置情報と属性情報とを復号する。例えば、クライアント装置が位置情報と N 個の $L \circ D$ の属性情報とを用いて高精度な自己位置推定を行う場合は、クライアント装置は、属性情報として密な三次元点までの復号結果が必要と判断し、ビットストリーム内の全ての情報を復号する。

[0574] また、クライアント装置が三次元地図の情報をユーザ等に表示する場合は、クライアント装置は、属性情報として疎な三次元点までの復号結果までが

必要と判断し、位置情報とL o Dの上位層であるL o D 0からM個 ($M < N$) までのL o Dの属性情報とを復号する。

[0575] このようにクライアント装置の用途に応じて復号する属性情報のL o Dを切替えることによって、クライアント装置の処理負荷を削減できる。

[0576] 図69に示す例では、例えば、三次元点地図は、位置情報と属性情報とを含む。位置情報は、8分木で符号化される。属性情報は、N個のL o Dで符号化される。

[0577] クライアント装置Aは、高精度な自己位置推定を行う。この場合、クライアント装置Aは、全ての位置情報と属性情報とが必要と判断し、ビットストリーム内の位置情報とN個のL o Dで構成される属性情報とを全て復号する。

[0578] クライアント装置Bは、三次元地図をユーザへ表示する。この場合、クライアント装置Bは、位置情報とM個 ($M < N$) のL o Dの属性情報とが必要と判断し、ビットストリーム内の位置情報とM個のL o Dで構成される属性情報とを復号する。

[0579] なお、サーバは、三次元地図をクライアント装置にブロードキャスト送信してもよいし、マルチキャスト送信、又はユニキャスト送信してもよい。

[0580] 以下、本実施の形態に係るシステムの変形例について説明する。三次元データ符号化装置において、符号化対象の三次元点である対象三次元点の属性情報をL o Dを用いて階層符号化する場合、三次元データ符号化装置は、当該三次元データ復号装置で必要なL o Dの階層まで属性情報を符号化し、必要でない階層の属性情報を符号化しなくてもよい。例えば、L o Dの総数がN個の場合に、三次元データ符号化装置は、最上位層L o D 0からL o D ($M - 1$) までのM個 ($M < N$) のL o Dを符号化し、残りL o D ($N - 1$) までのL o Dを符号化しないことによりビットストリームを生成してもよい。これにより、三次元データ符号化装置は、三次元データ復号装置からの要望に応じて、三次元データ復号装置で必要なL o D 0からL o D ($M - 1$) までの属性情報を符号化したビットストリームを提供できる。

[0581] 図70は、上記ユースケースを示す図である。図70に示す例では、サーバは、三次元位置情報と属性情報とを符号化することで得られた三次元地図を保持する。サーバ（三次元データ符号化装置）は、サーバが管理する領域のクライアント装置（三次元データ復号装置：例えば車両又はドローン等）に対し、クライアント装置の要望に応じて三次元地図をユニキャスト送信し、クライアント装置はサーバから受信した三次元地図を用いてクライアント装置の自己位置を特定する処理、又は地図情報をクライアント装置を操作するユーザ等に表示する処理を行う。

[0582] 以下、この例における動作例を説明する。まず、サーバは、三次元地図の位置情報を8分木構成などを用いて符号化する。そして、サーバは、三次元地図の属性情報を、位置情報をベースに構築されたN個のLODを用いて階層符号化することで三次元地図Aのビットストリームを生成し、生成したビットストリームを当該サーバに保存する。また、サーバは、三次元地図の属性情報を、位置情報をベースに構築されたM個（ $M < N$ ）のLODを用いて階層符号化することで三次元地図Bのビットストリームを生成し、生成したビットストリームを当該サーバに保存する。

[0583] 次にクライアント装置は、クライアント装置の用途に応じて三次元地図の送信をサーバに要求する。例えば、クライアント装置は、位置情報とN個のLODの属性情報とを用いて高精度な自己位置推定を行う場合は、属性情報として密な三次元点までの復号結果が必要と判断し、三次元地図Aのビットストリームの送信をサーバへ要求する。また、クライアント装置は、三次元地図の情報をユーザ等に表示する場合は、属性情報として疎な三次元点までの復号結果までが必要と判断し、位置情報とLODの上位層LOD0からM個（ $M < N$ ）までのLODの属性情報とを含む三次元地図Bのビットストリームの送信をサーバへ要求する。そしてサーバは、クライアント装置からの地図情報の送信要求に応じて、符号化された三次元地図A又は三次元地図Bのビットストリームをクライアント装置に送信する。

[0584] クライアント装置は、クライアント装置の用途に応じてサーバから送信さ

れた三次元地図A又は三次元地図Bのビットストリームを受信し、当該ビットストリームを復号する。このようにサーバは、クライアント装置の用途に応じて送信するビットストリームを切替える。これにより、クライアント装置の処理負荷を削減できる。

[0585] 図70に示す例では、サーバは、三次元地図A及び三次元地図Bを保持する。サーバは、三次元地図の位置情報を、例えば8分木で符号化し、三次元地図の属性情報をN個のL o Dで符号化することで三次元地図Aを生成する。つまり、三次元地図Aのビットストリームに含まれるNum L o DはNを示す。

[0586] また、サーバは、三次元地図の位置情報を、例えば8分木で符号化し、三次元地図の属性情報をM個のL o Dで符号化することで三次元地図Bを生成する。つまり、三次元地図Bのビットストリームに含まれるNum L o DはMを示す。

[0587] クライアント装置Aは、高精度な自己位置推定を行う。この場合クライアント装置Aは、全ての位置情報と属性情報とが必要と判断し、全ての位置情報とN個のL o Dで構成される属性情報とを含む三次元地図Aの送信要求をサーバに送る。クライアント装置Aは、三次元地図Aを受信し、全ての位置情報とN個のL o Dで構成される属性情報とを復号する。

[0588] クライアント装置Bは、三次元地図をユーザへ表示する。この場合、クライアント装置Bは、位置情報とM個 ($M < N$) のL o Dの属性情報とが必要と判断し、全ての位置情報とM個のL o Dで構成される属性情報とを含む三次元地図Bの送信要求をサーバに送る。クライアント装置Bは、三次元地図Bを受信して、全ての位置情報とM個のL o Dで構成される属性情報とを復号する。

[0589] なお、サーバ(三次元データ符号化装置)は、三次元地図Bに加え、残りの $N - M$ 個のL o Dの属性情報を符号化した三次元地図Cを符号化しておき、クライアント装置Bの要望に応じて三次元地図Cをクライアント装置Bに送信してもよい。また、クライアント装置Bは、三次元地図Bと三次元地図

Cとのビットストリームを用いて、N個のL o Dの復号結果を得てもよい。

[0590] 以下、アプリケーション処理の例を説明する。図71は、アプリケーション処理の例を示すフローチャートである。アプリ操作が開始されると、三次元データ逆多重化装置は、点群データ及び複数の符号化データを含むISO BMFFファイルを取得する(S7301)。例えば、三次元データ逆多重化装置は、ISO BMFFファイルを、通信により取得してもよいし、蓄積しているデータから読み込んでもよい。

[0591] 次に、三次元データ逆多重化装置は、ISO BMFFファイルにおける全体構成情報を解析し、アプリケーションに使用するデータを特定する(S7302)。例えば、三次元データ逆多重化装置は、処理に用いるデータを取得し、処理に用いないデータは取得しない。

[0592] 次に、三次元データ逆多重化装置は、アプリケーションに使用する1以上のデータを抽出し、当該データの構成情報を解析する(S7303)。

[0593] データの種別が符号化データである場合(S7304で符号化データ)、三次元データ逆多重化装置は、ISO BMFFを符号化ストリームに変換し、タイムスタンプを抽出する(S7305)。また、三次元データ逆多重化装置は、データ間の同期がそろっているか否かを、例えば、データ間の同期がそろっているか否かを示すフラグを参照して判定し、揃っていない場合は同期処理を行ってもよい。

[0594] 次に、三次元データ逆多重化装置は、タイムスタンプ及びその他の指示に従い、所定の方法でデータを復号し、復号したデータを処理する(S7306)。

[0595] 一方、データの種別が符号化データである場合(S7304でRAWデータ)、三次元データ逆多重化装置は、データ及びタイムスタンプを抽出する(S7307)。また、三次元データ逆多重化装置は、データ間の同期がそろっているか否かを、例えば、データ間の同期がそろっているか否かを示すフラグを参照して判定し、揃っていない場合は同期処理を行ってもよい。次に、三次元データ逆多重化装置は、タイムスタンプ及びその他の指示に従い、

データを処理する（S7308）。

[0596] 例えば、ビームL i D A R、F L A S H L i D A R、及びカメラで取得されたセンサ信号が、それぞれ異なる符号化方式で符号化及び多重化されている場合の例を説明する。図72は、ビームL i D A R、F L A S H L i D A R及びカメラのセンサ範囲の例を示す図である。例えば、ビームL i D A Rは、車両（センサ）の周囲の全方向を検知し、F L A S H L i D A R及びカメラは、車両の一方向（例えば前方）の範囲を検知する。

[0597] L i D A R点群を統合的に扱うアプリケーションの場合、三次元データ逆多重化装置は、全体構成情報を参照して、ビームL i D A RとF L A S H L i D A Rの符号化データを抽出して復号する。また、三次元データ逆多重化装置は、カメラ映像は抽出しない。

[0598] 三次元データ逆多重化装置は、L i D A RとF L A S H L i D A Rのタイムスタンプに従い、同一のタイムスタンプの時刻のそれぞれの符号化データを同時に処理する。

[0599] 例えば、三次元データ逆多重化装置は、処理したデータを提示装置で提示したり、ビームL i D A RとF L A S H L i D A Rの点群データを合成したり、レンダリングなどの処理を行ってもよい。

[0600] また、データ間でキャリブレーションをするアプリケーションの場合には、三次元データ逆多重化装置は、センサ位置情報を抽出してアプリケーションで用いてもよい。

[0601] 例えば、三次元データ逆多重化装置は、アプリケーションにおいて、ビームL i D A R情報を使用するか、F L A S H L i D A Rを使用するかを選択し、選択結果に応じて処理を切り替えてもよい。

[0602] このように、アプリケーションの処理に応じて適応的にデータの取得及び符号処理を変えることができるので、処理量及び消費電力を削減できる。

[0603] 以下、自動運転におけるユースケースについて説明する。図73は、自動運転システムの構成例を示す図である。この自動運転システムは、クラウドサーバ7350と、車載装置又はモバイル装置等のエッジ7360とを含む

。クラウドサーバ7350は、逆多重化部7351と、復号部7352A、7352B及び7355と、点群データ合成部7353と、大規模データ蓄積部7354と、比較部7356と、符号化部7357とを備える。エッジ7360は、センサ7361A及び7361Bと、点群データ生成部7362A及び7362Bと、同期部7363と、符号化部7364A及び7364Bと、多重化部7365と、更新データ蓄積部7366と、逆多重化部7367と、復号部7368と、フィルタ7369と、自己位置推定部7370と、運転制御部7371とを備える。

[0604] このシステムでは、エッジ7360は、クラウドサーバ7350に蓄積されている大規模点群地図データである大規模データをダウンロードする。エッジ7360は、大規模データとエッジ7360で得られたセンサ情報とをマッチングすることで、エッジ7360（車両又は端末）の自己位置推定処理を行う。また、エッジ7360は、取得したセンサ情報をクラウドサーバ7350へアップロードし、大規模データを最新の地図データに更新する。

[0605] また、システム内における点群データを扱う様々なアプリケーションにおいて、符号化方法の異なる点群データが扱われる。

[0606] クラウドサーバ7350は、大規模データを符号化及び多重化する。具体的には、符号化部7357は、大規模点群を符号化するために適した第3の符号化方法を用いて符号化を行う。また、符号化部7357は、符号化データを多重化する。大規模データ蓄積部7354は、符号化部7357で符号化及び多重化されたデータを蓄積する。

[0607] エッジ7360は、センシングを行う。具体的には、点群データ生成部7362Aは、センサ7361Aで取得されるセンシング情報を用いて、第1の点群データ（位置情報（ジオメトリ）及び属性情報）を生成する。点群データ生成部7362Bは、センサ7361Bで取得されるセンシング情報を用いて、第2の点群データ（位置情報及び属性情報）を生成する。生成された第1の点群データ及び第2の点群データは、自動運転の自己位置推定或いは車両制御、又は地図更新に用いられる。それぞれの処理において、第1の

点群データ及び第２の点群データのうちの一部の情報が用いられてもよい。

[0608] エッジ７３６０は、自己位置推定を行う。具体的には、エッジ７３６０は、大規模データをクラウドサーバ７３５０からダウンロードする。逆多重化部７３６７は、ファイルフォーマットの大規模データを逆多重化することで符号化データを取得する。復号部７３６８は、取得された符号化データを復号することで大規模点群地図データである大規模データを取得する。

[0609] 自己位置推定部７３７０は、取得された大規模データと、点群データ生成部７３６２Ａ及び７３６２Ｂで生成された第１の点群データ及び第２の点群データとをマッチングすることで、車両の地図における自己位置を推定する。また、運転制御部７３７１は、当該マッチング結果又は自己位置推定結果を運転制御に用いる。

[0610] なお、自己位置推定部７３７０及び運転制御部７３７１は、大規模データのうち、位置情報などの特定の情報を抽出し、抽出した情報を用いて処理を行ってもよい。また、フィルタ７３６９は、第１の点群データ及び第２の点群データに補正又は間引き等の処理を行う。自己位置推定部７３７０及び運転制御部７３７１は、当該処理が行われた後の第１の点群データ及び第２の点群データを用いてもよい。また、自己位置推定部７３７０及び運転制御部７３７１は、センサ７３６１Ａ及び７３６１Ｂで得られたセンサ信号を用いてもよい。

[0611] 同期部７３６３は、複数のセンサ信号又は複数の点群データのデータ間の時間同期及び位置補正を行う。また、同期部７３６３は、自己位置推定処理によって生成された、大規模データとセンサデータとの位置補正情報に基づき、センサ信号又は点群データの位置情報を大規模データに合わせるように補正してもよい。

[0612] なお、同期及び位置補正はエッジ７３６０でなく、クラウドサーバ７３５０で行われてもよい。この場合、エッジ７３６０は、同期情報及び位置情報を多重化してクラウドサーバ７３５０へ送信してもよい。

[0613] エッジ７３６０は、センサ信号又は点群データを符号化及び多重化する。

具体的には、センサ信号又は点群データは、それぞれの信号を符号化するために適した第1の符号化方法又は第2の符号化方法を用いて符号化される。例えば、符号化部7364Aは、第1の符号化方法を用いて第1の点群データを符号化することで第1の符号化データを生成する。符号化部7364Bは、第2の符号化方法を用いて第2の点群データを符号化することで第2の符号化データを生成する。

[0614] 多重化部7365は、第1の符号化データ、第2の符号化データ、及び同期情報などを多重化することで多重化信号を生成する。更新データ蓄積部7366は、生成された多重化信号を蓄積する。また、更新データ蓄積部7366は、多重化信号をクラウドサーバ7350へアップロードする。

[0615] クラウドサーバ7350は、点群データを合成する。具体的には、逆多重化部7351は、クラウドサーバ7350にアップロードされた多重化信号を逆多重化することで第1の符号化データ及び第2の符号化データを取得する。復号部7352Aは、第1の符号化データを復号することで第1の点群データ（又はセンサ信号）を取得する。復号部7352Bは、第2の符号化データを復号することで第2の点群データ（又はセンサ信号）を取得する。

[0616] 点群データ合成部7353は、第1の点群データと第2の点群データとを所定の方法で合成する。多重化信号に同期情報及び位置補正情報が多重化されている場合には、点群データ合成部7353は、それらの情報を用いて合成を行ってもよい。

[0617] 復号部7355は、大規模データ蓄積部7354に蓄積されている大規模データを逆多重化及び復号する。比較部7356は、エッジ7360で得られたセンサ信号に基づき生成された点群データとクラウドサーバ7350が有する大規模データとを比較し、更新が必要な点群データを判断する。比較部7356は、大規模データのうち、更新が必要と判断された点群データを、エッジ7360から得られた点群データに更新する。

[0618] 符号化部7357は、更新された大規模データを符号化及び多重化し、得られたデータを大規模データ蓄積部7354に蓄積する。

[0619] 以上のように、使用する用途又はアプリケーションに応じて、取り扱う信号が異なり、多重化する信号又は符号化方法が異なる場合がある。このような場合であっても、本実施の形態を用いて様々な符号化方式のデータを多重化することで、柔軟な復号及びアプリケーション処理が可能となる。また、信号の符号化方式が異なる場合であっても、逆多重化、復号、データ変換、符号化、多重の処理により適した符号化方式を変換することで、様々なアプリケーションやシステムを構築し、柔軟なサービスの提供が可能となる。

[0620] 以下、分割データの復号及びアプリケーションの例を説明する。まず、分割データの情報について説明する。図74は、ビットストリームの構成例を示す図である。分割データの全体情報は、分割データ毎に、当該分割データのセンサID (sensor__id) とデータID (data__id) とを示す。なお、データIDは各符号化データのヘッダにも示される。

[0621] なお、図74に示す分割データの全体情報は、センサIDに加え、センサ情報 (Sensor) と、センサのバージョン (Version) と、センサのメーカー名 (Maker) と、センサの設置情報 (Mount Info.) と、センサの位置座標 (World Coordinate) とのうち少なくとも一つを含んでもよい。これにより、三次元データ復号装置は、構成情報から各種センサの情報を取得できる。

[0622] 分割データの全体情報は、メタデータであるSPS、GPS又はAPSに格納されてもよいし、符号化に必須でないメタデータであるSEIに格納されてもよい。また、三次元データ符号化装置は、多重化の際に、当該SEIをISO BMFFのファイルに格納する。三次元データ復号装置は、当該メタデータに基づき、所望の分割データを取得できる。

[0623] 図74において、SPSは符号化データ全体のメタデータであり、GPSは位置情報のメタデータであり、APSは属性情報毎のメタデータであり、Gは分割データ毎の位置情報の符号化データであり、A1等は分割データ毎の属性情報の符号化データである。

[0624] 次に、分割データのアプリケーション例を説明する。点群データから、任

意の点群を選択し、選択した点群を提示するアプリケーションの例を説明する。図75は、このアプリケーションにより実行される点群選択処理のフローチャートである。図76～図78は、点群選択処理の画面例を示す図である。

[0625] 図76に示すように、アプリケーションを実行する三次元データ復号装置は、例えば、任意の点群を選択するための入力UI（ユーザインタフェース）8661を表示するUI部を有する。入力UI8661は、選択された点群を提示する提示部8662と、ユーザの操作を受け付ける操作部（ボタン8663及び8664）を有する。三次元データ復号装置は、UI8661で点群が選択された後、蓄積部8665から所望のデータを取得する。

[0626] まず、ユーザの入力UI8661に対する操作に基づき、ユーザが表示したい点群情報が選択される（S8631）。具体的には、ボタン8663が選択されることで、センサ1に基づく点群が選択される。ボタン8664が選択されることで、センサ2に基づく点群が選択される。または、ボタン8663及びボタン8664の両方が選択されることで、センサ1に基づく点群とセンサ2に基づく点群の両方が選択される。なお、点群の選択方法は一例であり、これに限らない。

[0627] 次に、三次元データ復号装置は、多重化信号（ビットストリーム）又は符号化データに含まれる分割データの全体情報を解析し、選択されたセンサのセンサID（sensor__id）から、選択された点群を構成する分割データのデータID（data__id）を特定する（S8632）。次に、三次元データ復号装置は、多重化信号から、特定された所望のデータIDを含む符号化データを抽出し、抽出した符号化データを復号することで、選択されたセンサに基づく点群を復号する（S8633）。なお、三次元データ復号装置は、その他の符号化データは復号しない。

[0628] 最後に、三次元データ復号装置は、復号された点群を提示（例えば表示）する（S8634）。図77は、センサ1のボタン8663が押下された場合の例を示し、センサ1の点群が提示される。図78は、センサ1のボタン

8 6 6 3 とセンサ 2 のボタン 8 6 6 4 の両方が押下された場合の例を示し、センサ 1 及びセンサ 2 の点群が提示される。

[0629] 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。

[0630] また、上記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含まれる各処理部は典型的には集積回路である L S I 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。

[0631] また、集積回路化は L S I 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。L S I 製造後にプログラムすることが可能な F P G A (F i e l d P r o g r a m m a b l e G a t e A r r a y) 、又は L S I 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。

[0632] 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、C P U 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。

[0633] また、本開示は、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より実行される三次元データ符号化方法又は三次元データ復号方法等として実現されてもよい。

[0634] 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機能ブロックに分割したり、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。

[0635] 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。

[0636] 以上、一つ又は複数の態様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、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

[0637] 本開示は、三次元データ符号化装置及び三次元データ復号装置に適用できる。

符号の説明

- [0638] 8 1 0 三次元データ作成装置
 8 1 1 データ受信部
 8 1 2、8 1 9 通信部
 8 1 3 受信制御部
 8 1 4、8 2 1 フォーマット変換部
 8 1 5 センサ
 8 1 6 三次元データ作成部
 8 1 7 三次元データ合成部
 8 1 8 三次元データ蓄積部
 8 2 0 送信制御部
 8 2 2 データ送信部
 8 3 1、8 3 2、8 3 4、8 3 5、8 3 6、8 3 7 三次元データ
 8 3 3 センサ情報
 9 0 1 サーバ

902、902A、902B、902C クライアント装置

1011、1111 データ受信部

1012、1020、1112、1120 通信部

1013、1113 受信制御部

1014、1019、1114、1119 フォーマット変換部

1015 センサ

1016、1116 三次元データ作成部

1017 三次元画像処理部

1018、1118 三次元データ蓄積部

1021、1121 送信制御部

1022、1122 データ送信部

1031、1032、1135 三次元マップ

1033、1037、1132 センサ情報

1034、1035、1134 三次元データ

1117 三次元データ合成部

1201 三次元マップ圧縮／復号処理部

1202 センサ情報圧縮／復号処理部

1211 三次元マップ復号処理部

1212 センサ情報圧縮処理部

2001 サーバ

2002、2002A、2002B クライアント装置

2011 センサ情報取得部

2012 記憶部

2013 データ送信可否判定部

2021、2021A、2021B 端末

2022、2022A、2022B 通信装置

2023 ネットワーク

2024 データ収集サーバ

2025 地図サーバ
2026 クライアント装置
2700 位置情報符号化部
2701、2711 8分木生成部
2702、2712 幾何情報算出部
2703、2713 符号化テーブル選択部
2704 エントロピー符号化部
2710 位置情報復号部
2714 エントロピー復号部
3140 属性情報符号化部
3141、3151 LOD生成部
3142、3152 周囲探索部
3143、3153 予測部
3144 予測残差算出部
3145 量子化部
3146 算術符号化部
3147、3155 逆量子化部
3148、3156 復号値生成部
3149、3157 メモリ
3150 属性情報復号部
3154 算術復号部
4601 三次元データ符号化システム
4602 三次元データ復号システム
4603 センサ端末
4604 外部接続部
4611 点群データ生成システム
4612 提示部
4613 符号化部

4 6 1 4	多重化部
4 6 1 5	入出力部
4 6 1 6	制御部
4 6 1 7	センサ情報取得部
4 6 1 8	点群データ生成部
4 6 2 1	センサ情報取得部
4 6 2 2	入出力部
4 6 2 3	逆多重化部
4 6 2 4	復号部
4 6 2 5	提示部
4 6 2 6	ユーザインタフェース
4 6 2 7	制御部
4 6 3 0	第1の符号化部
4 6 3 1	位置情報符号化部
4 6 3 2	属性情報符号化部
4 6 3 3	付加情報符号化部
4 6 3 4	多重化部
4 6 4 0	第1の復号部
4 6 4 1	逆多重化部
4 6 4 2	位置情報復号部
4 6 4 3	属性情報復号部
4 6 4 4	付加情報復号部
4 6 5 0	第2の符号化部
4 6 5 1	付加情報生成部
4 6 5 2	位置画像生成部
4 6 5 3	属性画像生成部
4 6 5 4	映像符号化部
4 6 5 5	付加情報符号化部

4 6 5 6 多重化部
4 6 6 0 第2の復号部
4 6 6 1 逆多重化部
4 6 6 2 映像復号部
4 6 6 3 付加情報復号部
4 6 6 4 位置情報生成部
4 6 6 5 属性情報生成部
4 8 0 1 符号化部
4 8 0 2 多重化部
6 6 0 0 属性情報符号化部
6 6 0 1 ソート部
6 6 0 2 H a a r 変換部
6 6 0 3 量子化部
6 6 0 4、6 6 1 2 逆量子化部
6 6 0 5、6 6 1 3 逆H a a r 変換部
6 6 0 6、6 6 1 4 メモリ
6 6 0 7 算術符号化部
6 6 1 0 属性情報復号部
6 6 1 1 算術復号部
7 3 5 0 クラウドサーバ
7 3 5 1 逆多重化部
7 3 5 2 A、7 3 5 2 B 復号部
7 3 5 3 点群データ合成部
7 3 5 4 大規模データ蓄積部
7 3 5 5 復号部
7 3 5 6 比較部
7 3 5 7 符号化部
7 3 6 0 エッジ

7 3 6 1 A、7 3 6 1 B センサ
7 3 6 2 A、7 3 6 2 B 点群データ生成部
7 3 6 3 同期部
7 3 6 4 A、7 3 6 4 B 符号化部
7 3 6 5 多重化部
7 3 6 6 更新データ蓄積部
7 3 6 7 逆多重化部
7 3 6 8 復号部
7 3 6 9 フィルタ
7 3 7 0 自己位置推定部
7 3 7 1 運転制御部
8 6 6 1 入力UI
8 6 6 2 提示部
8 6 6 3、8 6 6 4 ボタン
8 6 6 5 蓄積部
1 2 4 0 1、1 2 4 1 1 木構造生成部
1 2 4 0 2、1 2 4 1 2 位置情報算出部
1 2 4 0 3、1 2 4 1 3 符号化テーブル選択部
1 2 4 0 4 エントロピー符号化部
1 2 4 1 4 エントロピー復号部
A 1 0 0 属性情報符号化部
A 1 0 1 L o D属性情報符号化部
A 1 0 2 変換属性情報符号化部
A 1 1 0 属性情報復号部
A 1 1 1 L o D属性情報復号部
A 1 1 2 変換属性情報復号部

請求の範囲

- [請求項1] 木構造を用いて表現された複数の三次元点の位置情報を符号化し、
符号化された前記複数の三次元点の位置情報と、前記木構造に含まれる複数のノードのそれぞれの分割数を示す分割数情報と、を含むビットストリームを生成し、
前記分割数情報は、前記複数のノードのうち、2以上のノードの分割数をまとめて示す共通分割数情報を含む
三次元データ符号化方法。
- [請求項2] 前記複数のノードは、前記木構造における同じ深度に位置するノードが同じ分割数で分割され、
前記分割数情報は、前記木構造における深度毎のノードの分割数を示し、
前記共通分割数情報は、2つ以上の深度について、ノードの分割数をまとめて示す
請求項1に記載の三次元データ符号化方法。
- [請求項3] 前記共通分割数情報は、前記木構造における所定の深度以降の深度ではノードが同じ分割数であること示すトリガ情報を含む
請求項1又は2に記載の三次元データ符号化方法。
- [請求項4] 前記共通分割数情報は、前記所定の深度からノードの分割数が同じ分割数である終端深度を示す終端深度情報をさらに含む
請求項3に記載の三次元データ符号化方法。
- [請求項5] 前記複数のノードは、それぞれ、三軸直交座標系における空間の少なくとも一部に対応し、
前記分割数情報は、前記木構造における深度毎に、前記三軸直交座標系の三軸方向のそれぞれにおいて空間を分割するか否かを示すフラグ情報を含み、
前記トリガ情報は、前記三軸方向のそれぞれで分割しないことを示す前記フラグ情報である

請求項3又は4に記載の三次元データ符号化方法。

[請求項6] 木構造を用いて表現された複数の三次元点の位置情報であって、符号化された前記複数の三次元点の位置情報と、前記木構造に含まれる複数のノードのそれぞれの分割数を示す分割数情報と、を含むビットストリームを取得し、

前記分割数情報に基づいて、符号化された前記複数の三次元点の位置情報を復号し、

前記分割数情報は、前記複数のノードのうち、2以上のノードの分割数をまとめて示す共通分割数情報を含む

三次元データ復号方法。

[請求項7] 前記複数のノードは、前記木構造における同じ深度に位置するノードが同じ分割数で分割され、

前記分割数情報は、前記木構造における深度毎のノードの分割数を示し、

前記共通分割数情報は、2つ以上の深度について、ノードの分割数をまとめて示す

請求項6に記載の三次元データ復号方法。

[請求項8] 前記共通分割数情報は、前記木構造における所定の深度以降の深度ではノードが同じ分割数であること示すトリガ情報を含む

請求項6又は7に記載の三次元データ復号方法。

[請求項9] 前記共通分割数情報は、前記所定の深度からノードの分割数が同じ分割数である終端深度を示す終端深度情報をさらに含む

請求項8に記載の三次元データ復号方法。

[請求項10] 前記複数のノードは、それぞれ、三軸直交座標系における空間の少なくとも一部に対応し、

前記分割数情報は、前記木構造における深度毎に、前記三軸直交座標系の三軸方向のそれぞれにおいて空間を分割するか否かを示すフラグ情報を含み、

前記トリガ情報は、前記三軸方向のそれぞれで分割しないことを示す前記フラグ情報である

請求項 8 又は 9 に記載の三次元データ復号方法。

[請求項11]

プロセッサと、

メモリとを備え、

前記プロセッサは、前記メモリを用いて、

木構造を用いて表現された複数の三次元点の位置情報を符号化し、

符号化された前記複数の三次元点の位置情報と、前記木構造に含まれる複数のノードのそれぞれの分割数を示す分割数情報と、を含むビットストリームを生成し、

前記分割数情報は、前記複数のノードのうち、2 以上のノードの分割数をまとめて示す共通分割数情報を含む

三次元データ符号化装置。

[請求項12]

プロセッサと、

メモリとを備え、

前記プロセッサは、前記メモリを用いて、

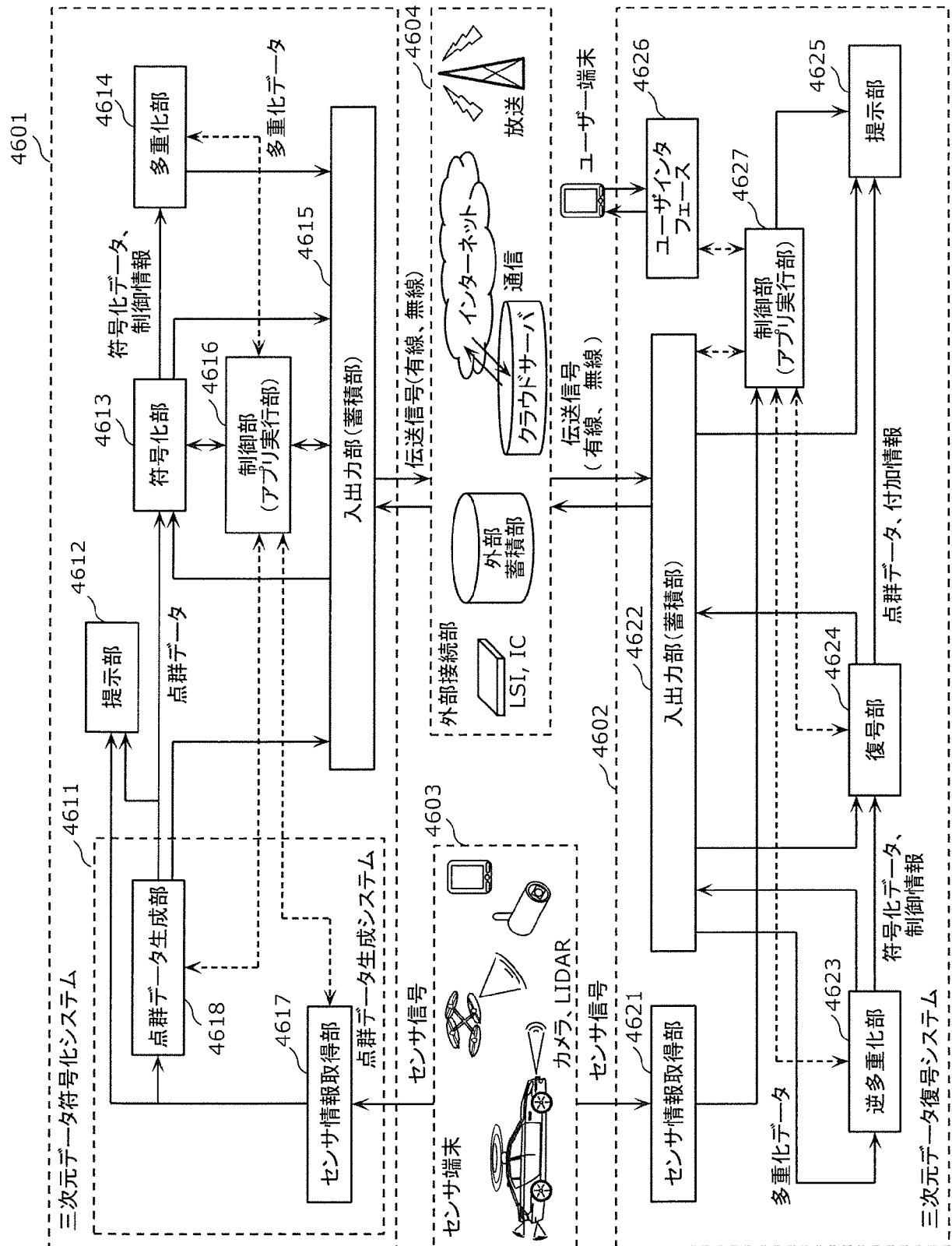
木構造を用いて表現された複数の三次元点の位置情報であって、符号化された前記複数の三次元点の位置情報と、前記木構造に含まれる複数のノードのそれぞれの分割数を示す分割数情報と、を含むビットストリームを取得し、

前記分割数情報に基づいて、符号化された前記複数の三次元点の位置情報を復号し、

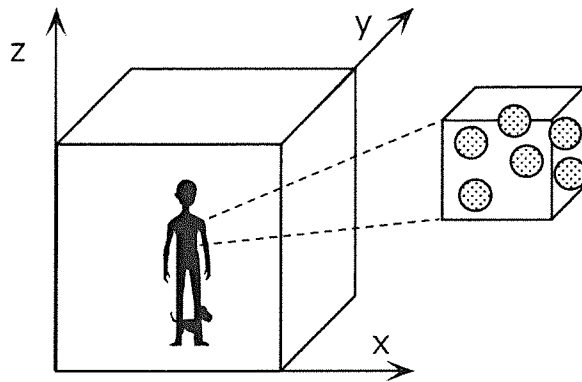
前記分割数情報は、前記複数のノードのうち、2 以上のノードの分割数をまとめて示す共通分割数情報を含む

三次元データ復号装置。

[図1]



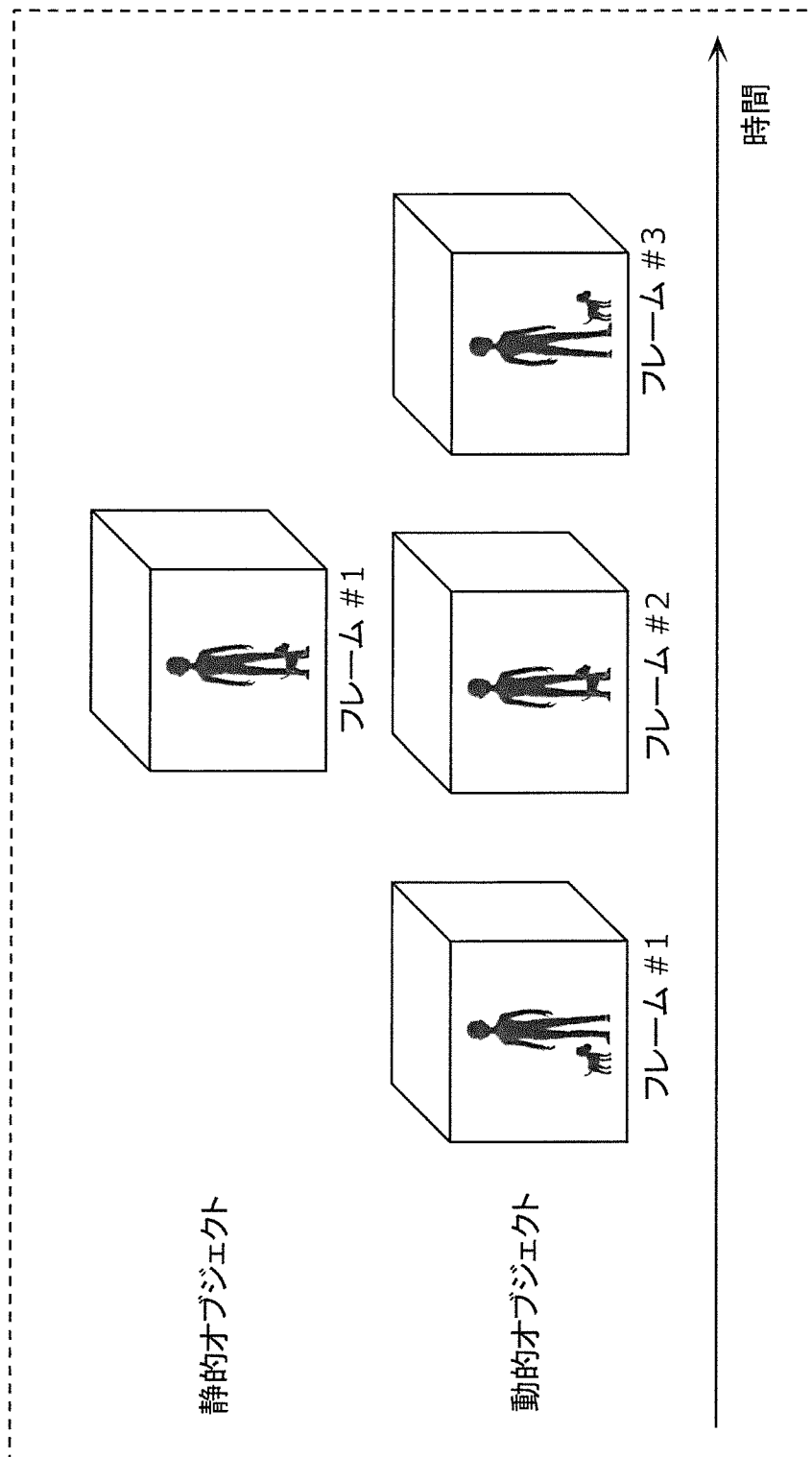
[図2]



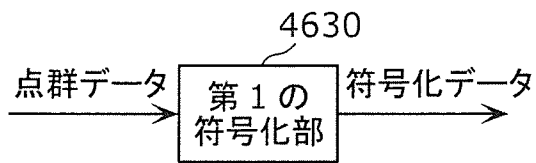
[図3]

	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	$G(N) = (x_N, y_N, z_N)$	$A(N) = (R_N, G_N, B_N)$

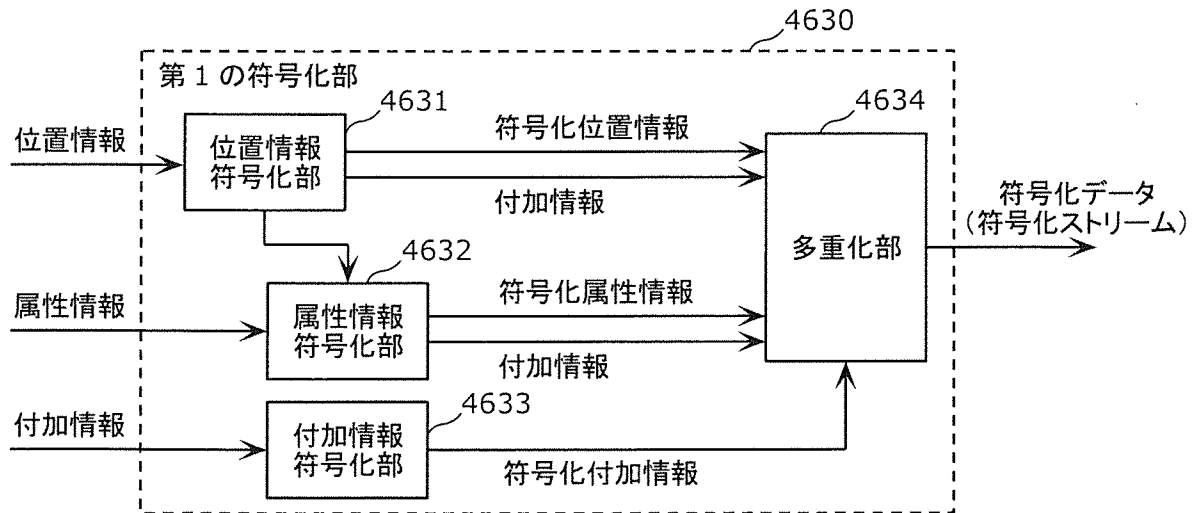
[図4]



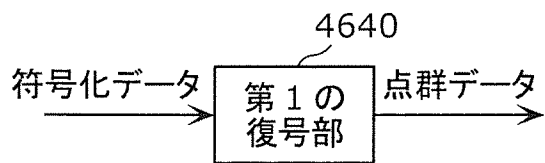
[図5]



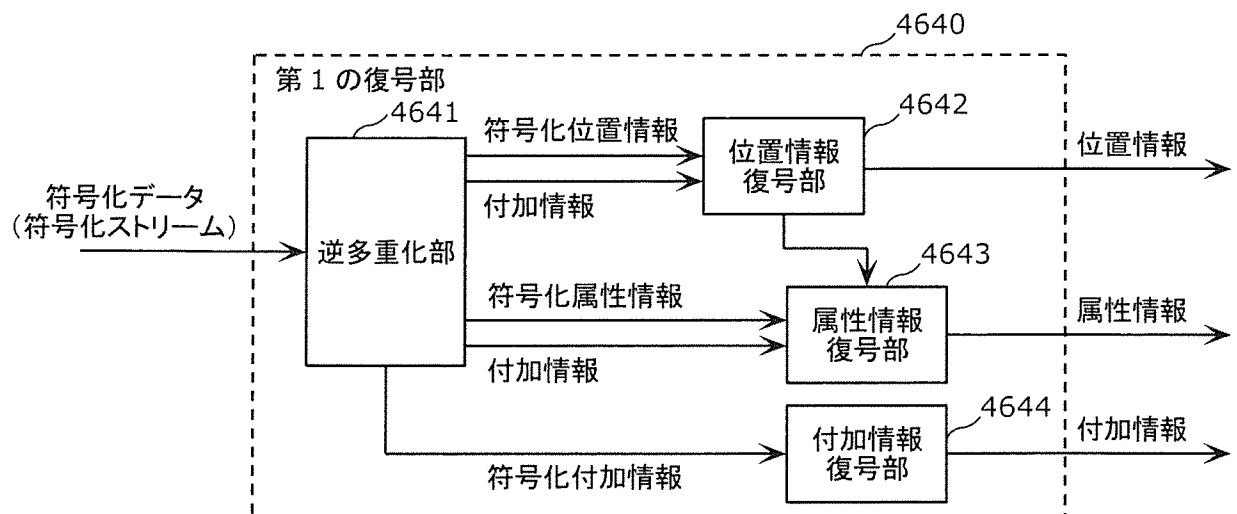
[図6]



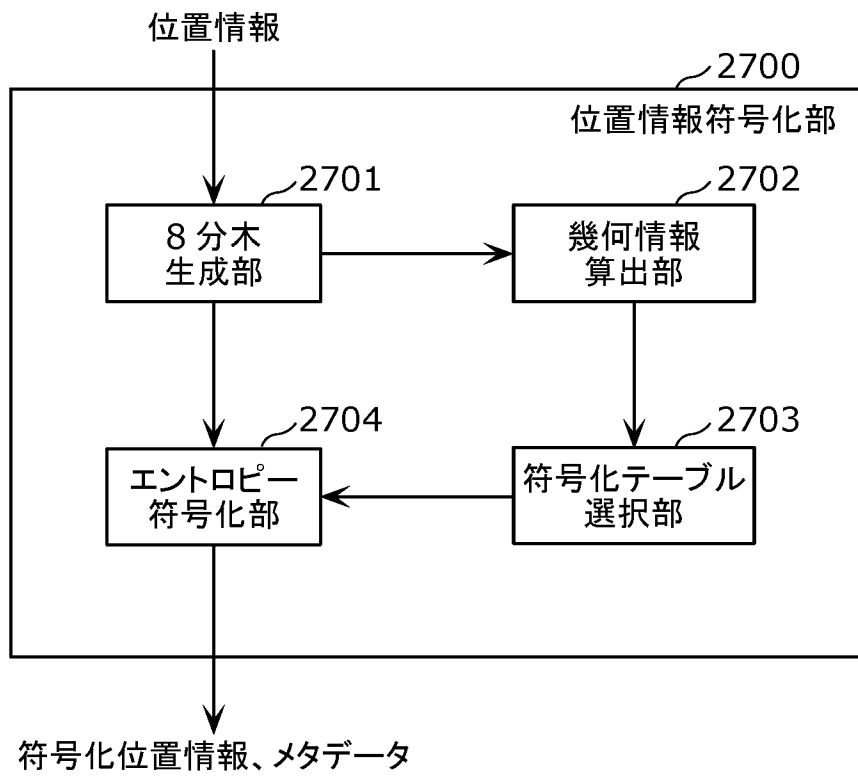
[図7]



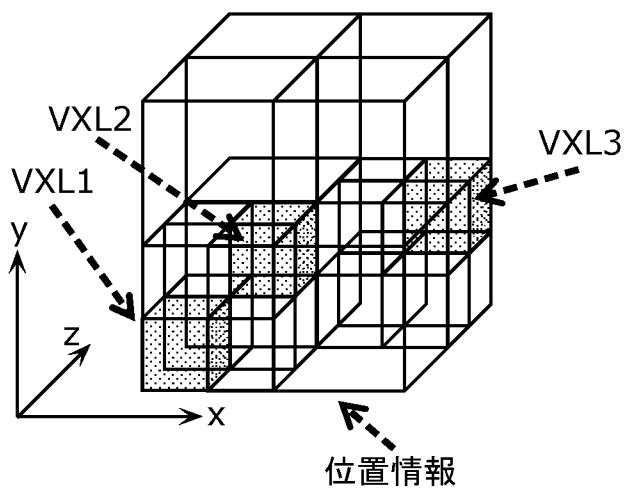
[図8]



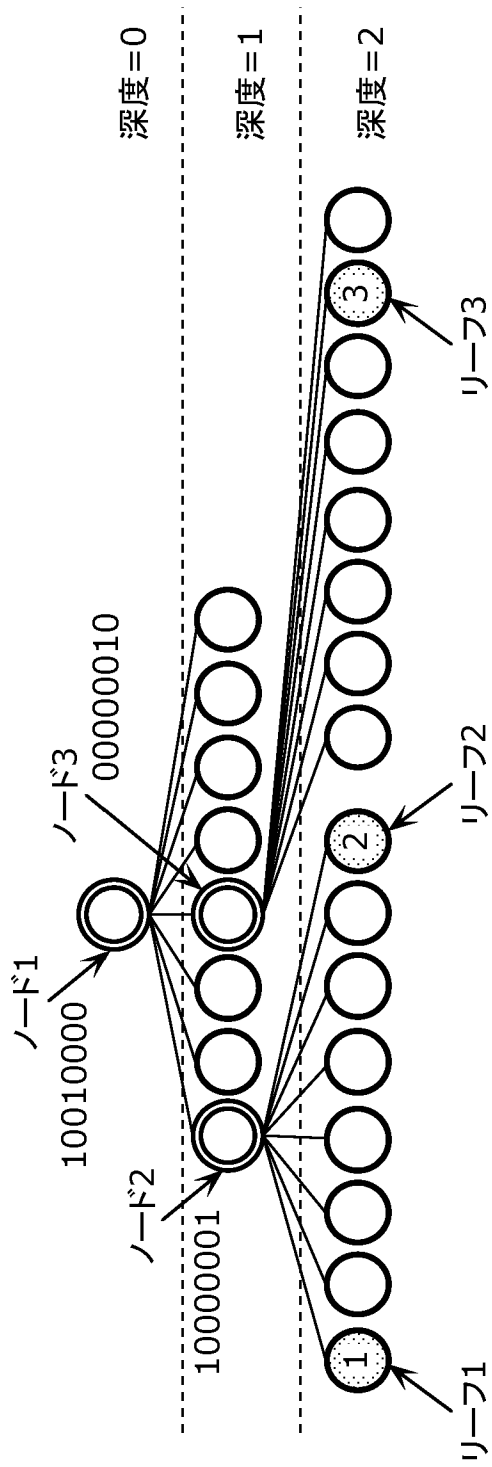
[図9]



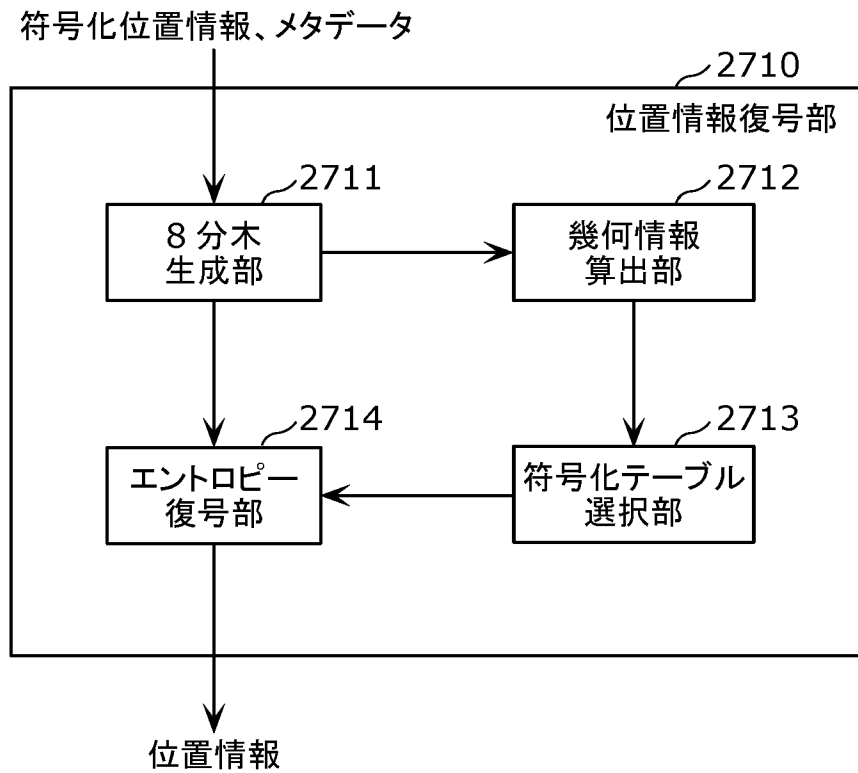
[図10]



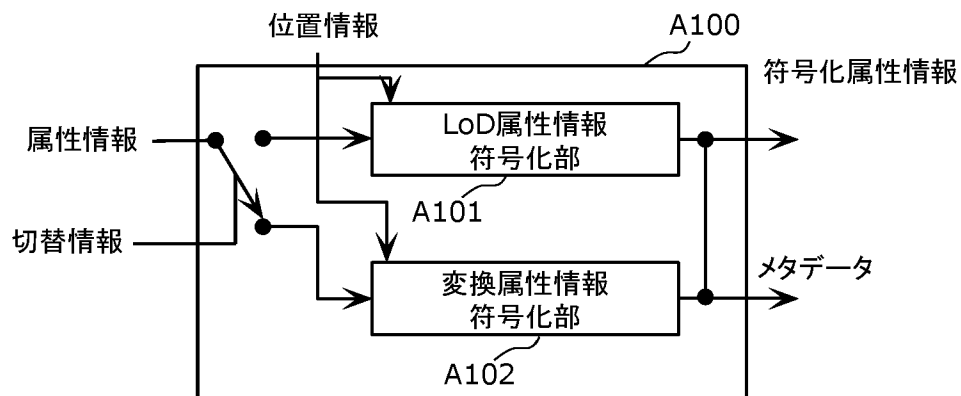
[図11]



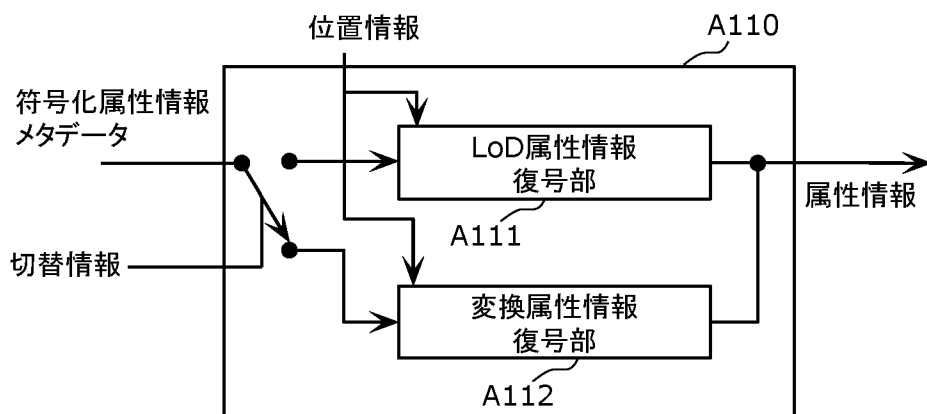
[図12]



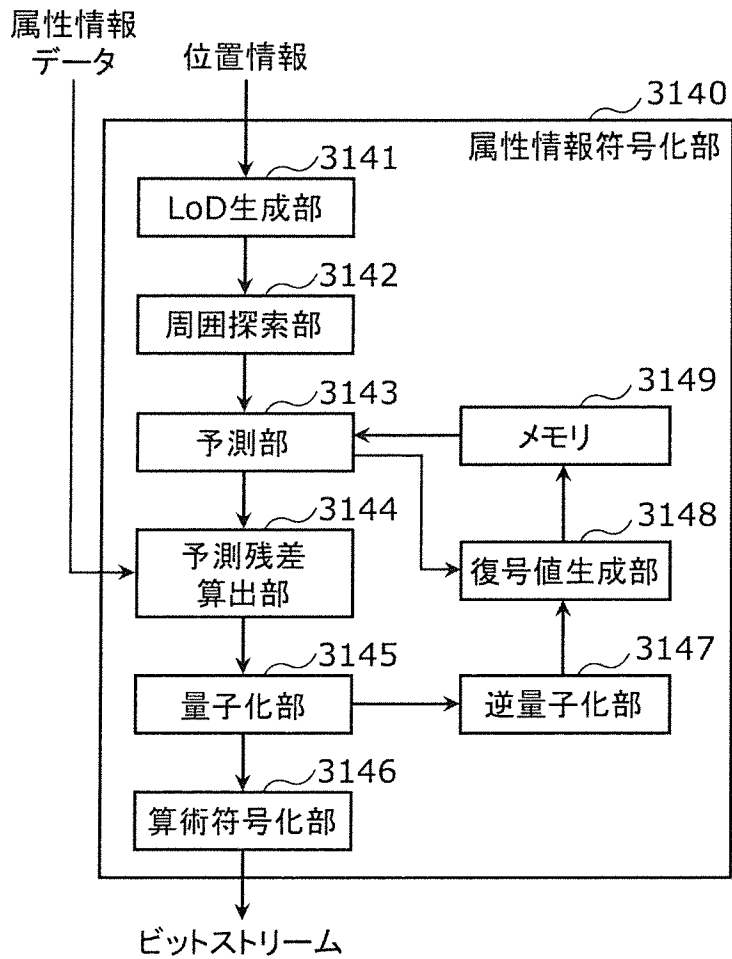
[図13]



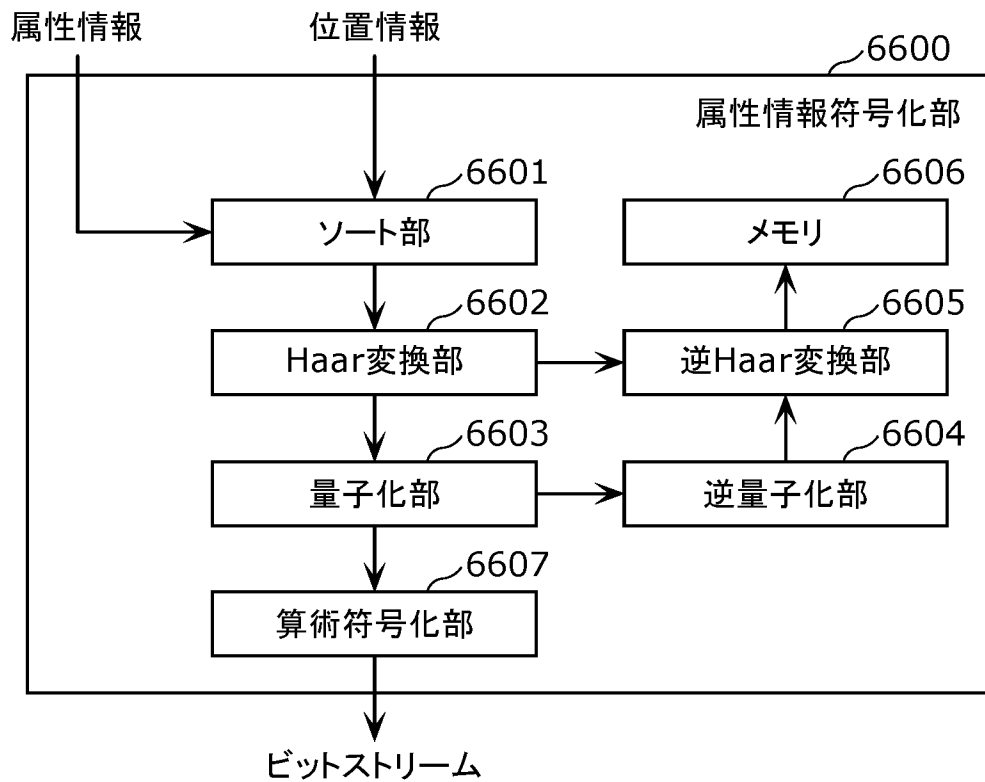
[図14]



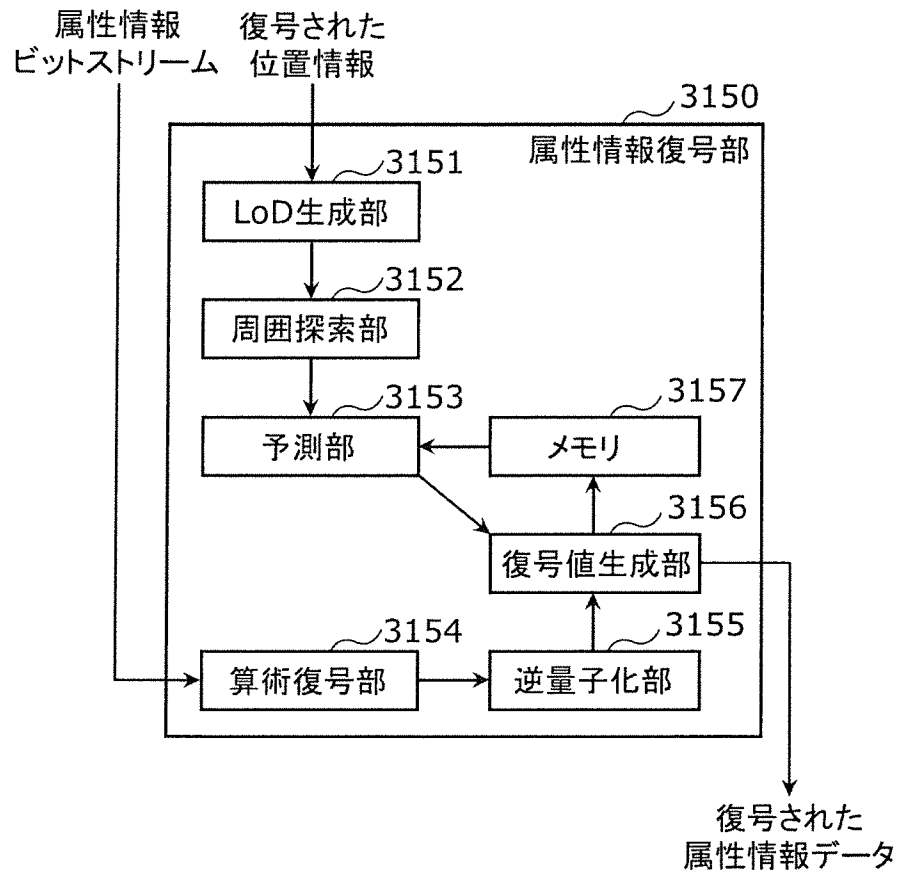
[図15]



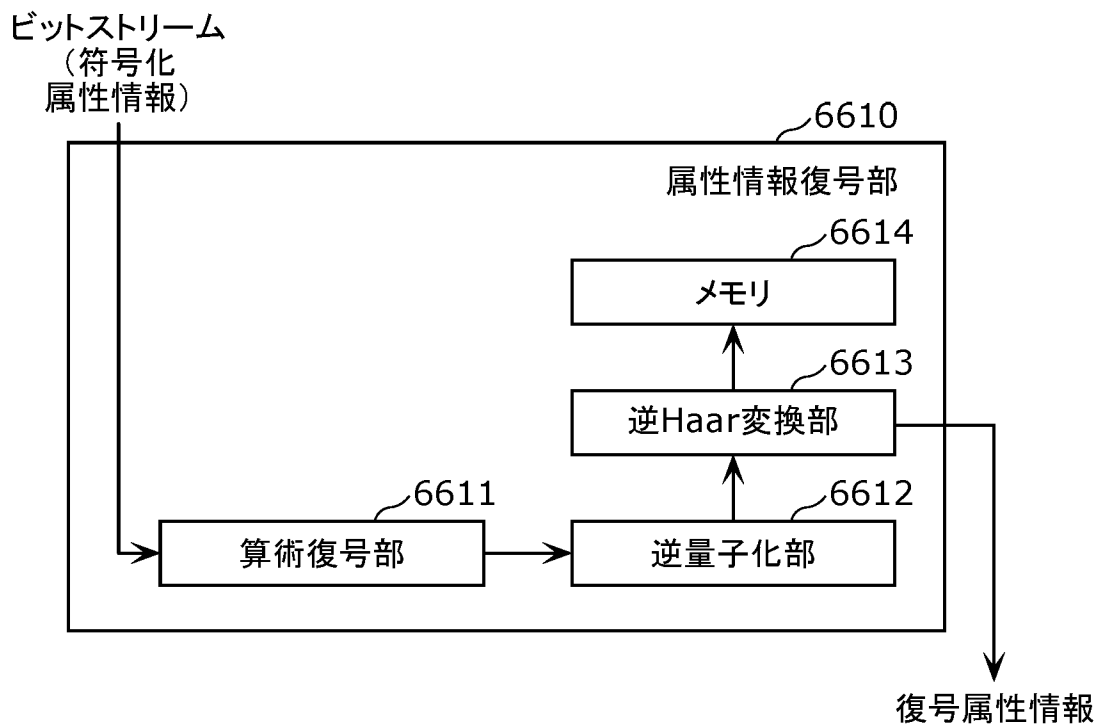
[図16]



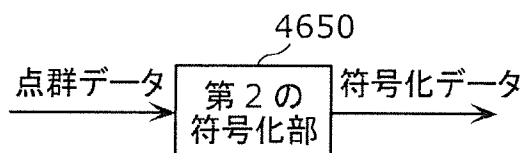
[図17]



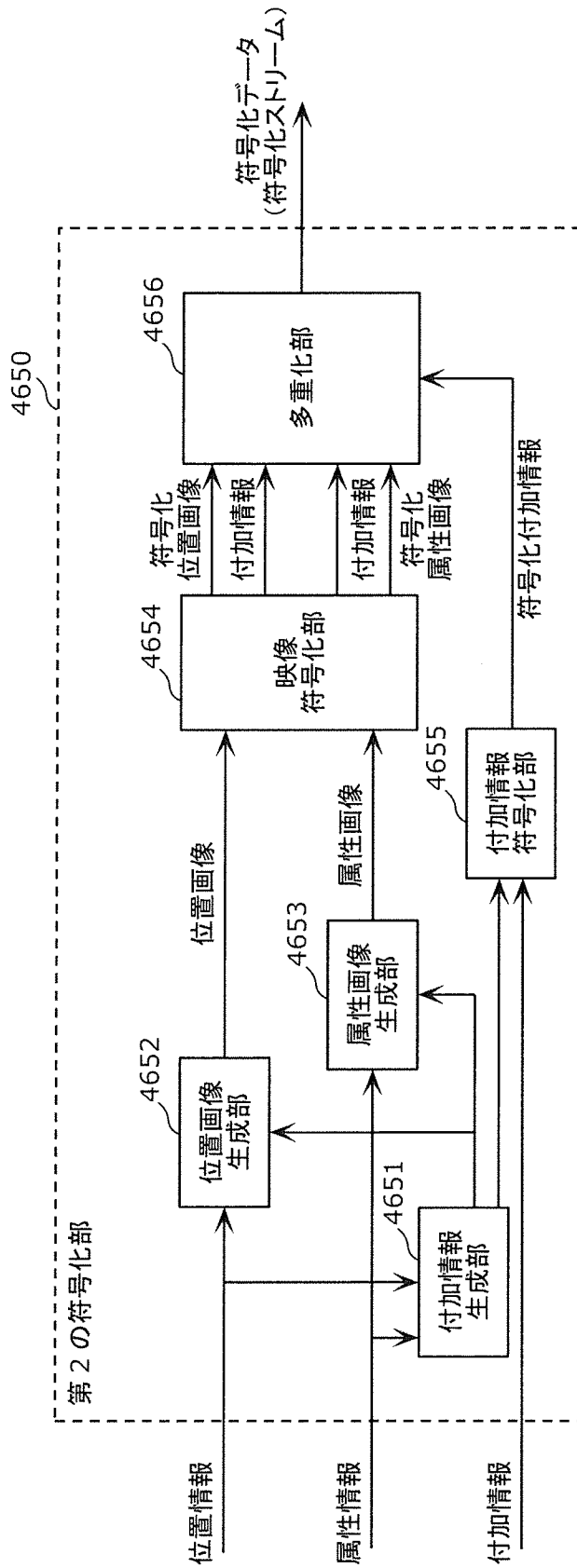
[図18]



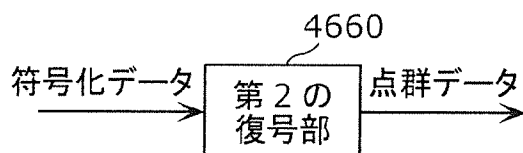
[図19]



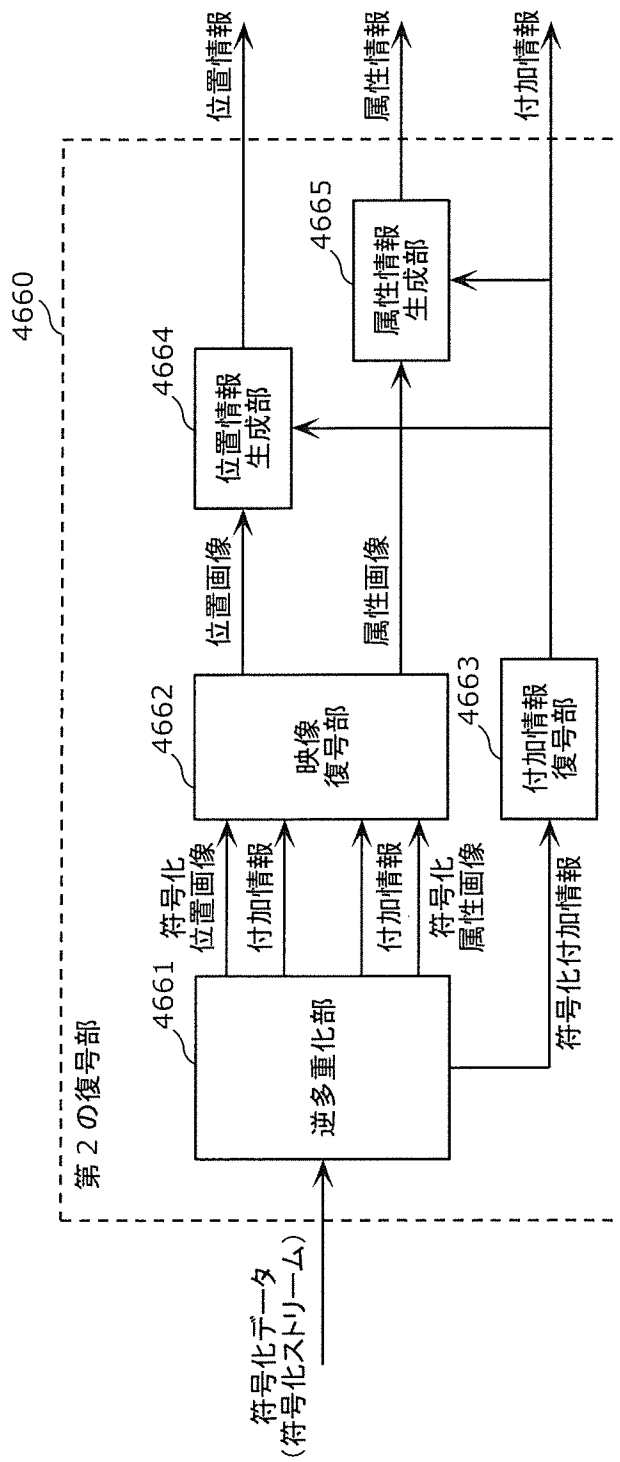
[図20]



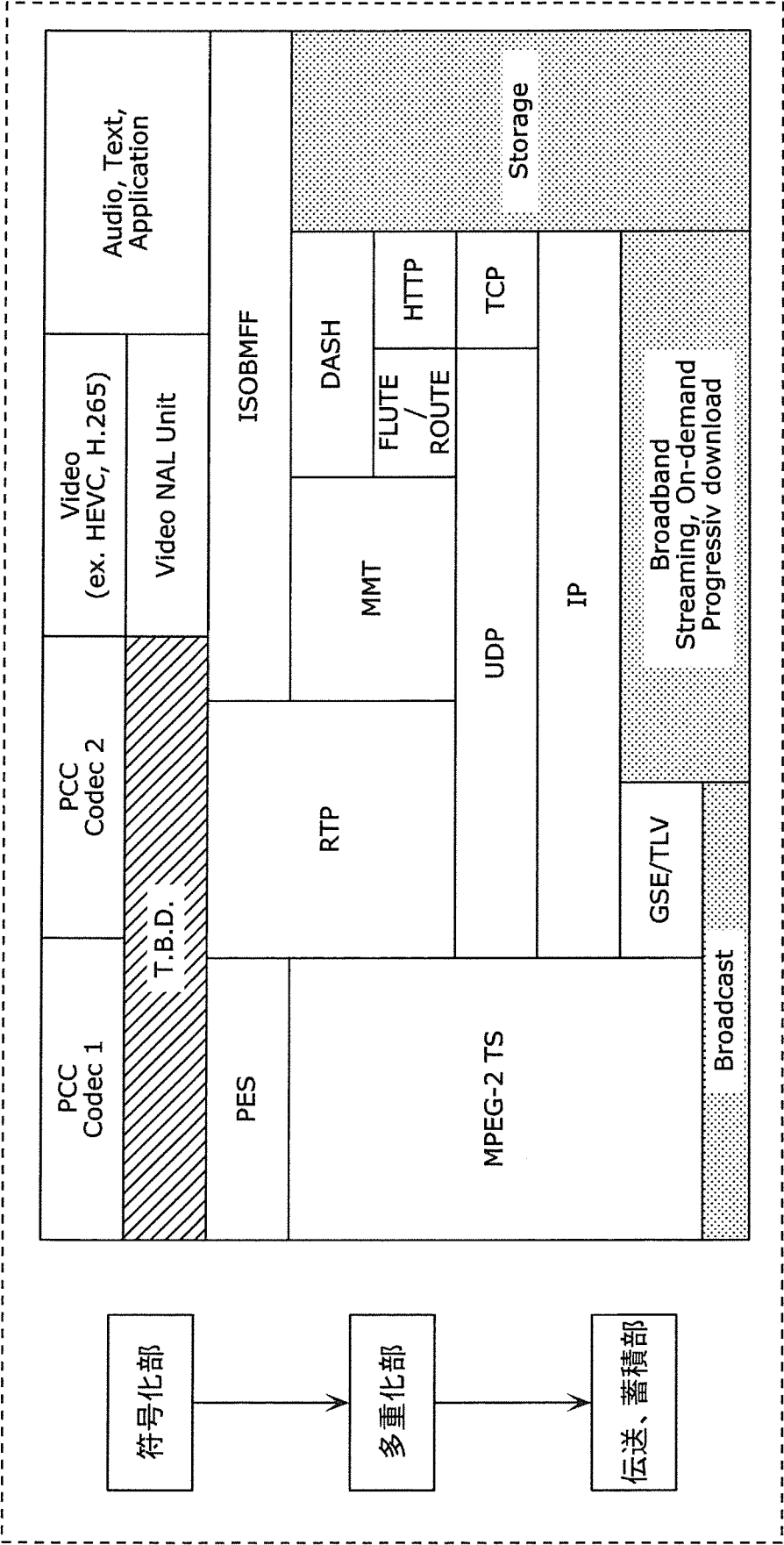
[図21]



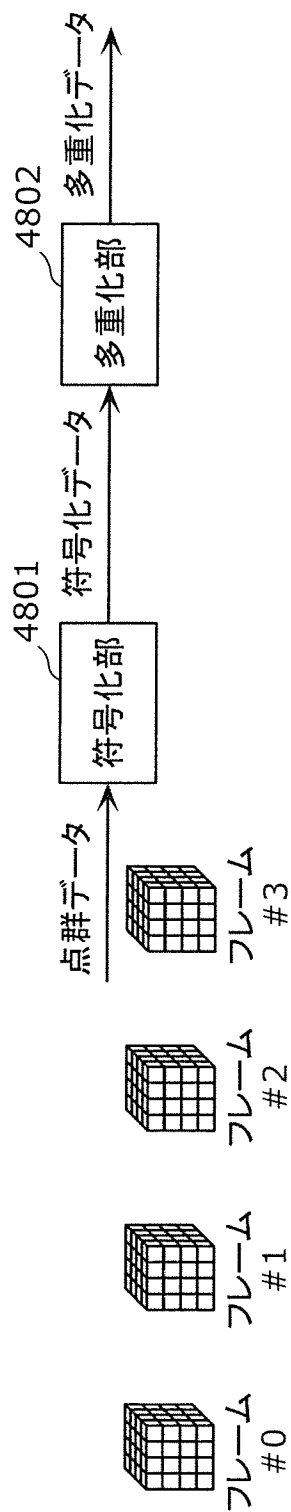
[図22]



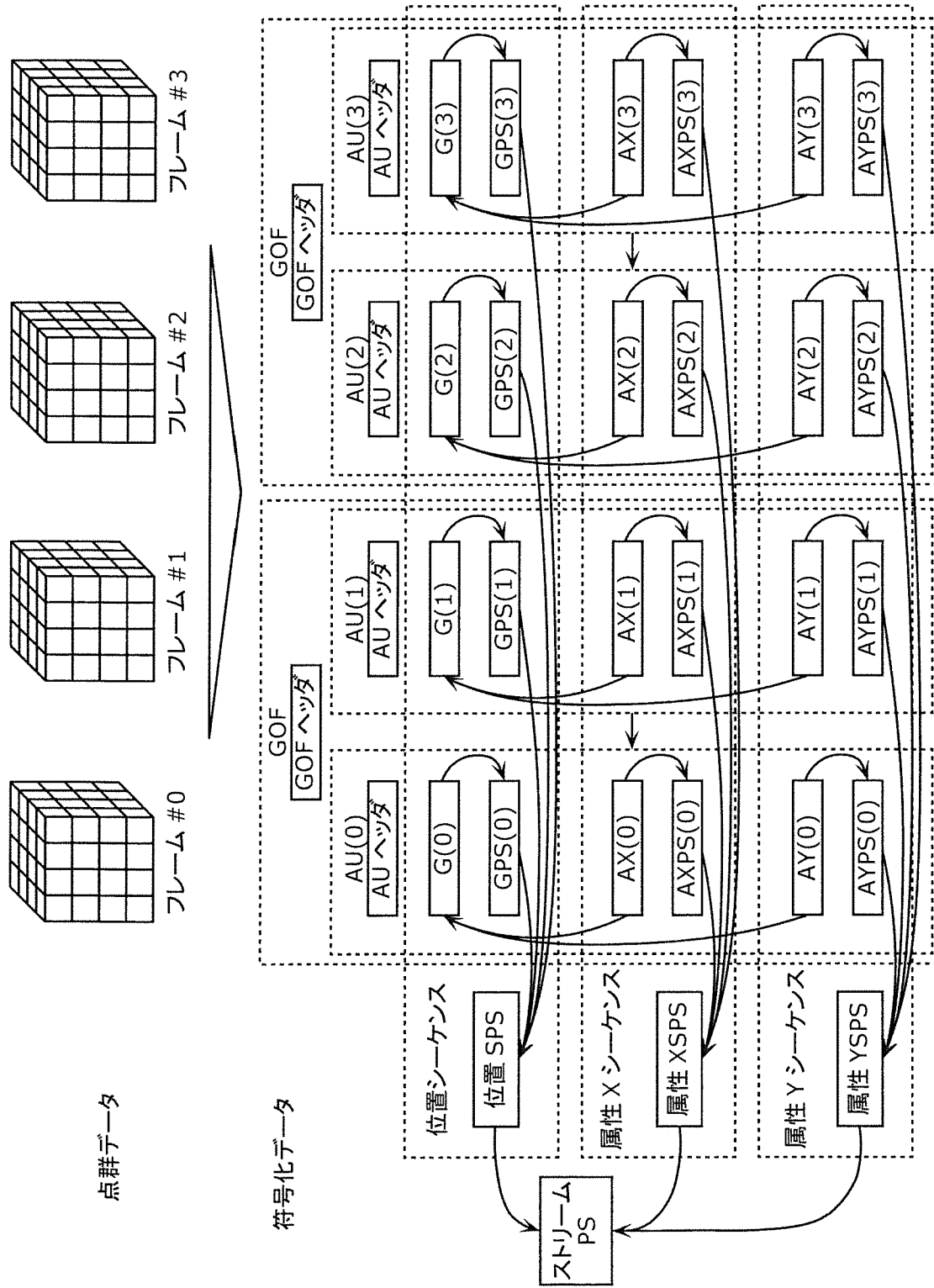
[図23]



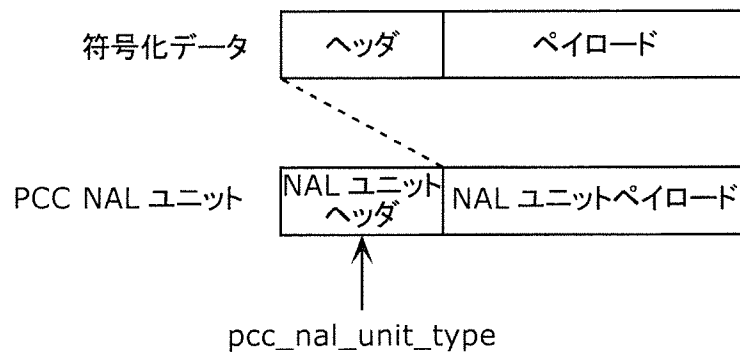
[図24]



[図25]



[図26]



[図27]

pcc_nal_unit_type のセマンティクスの例

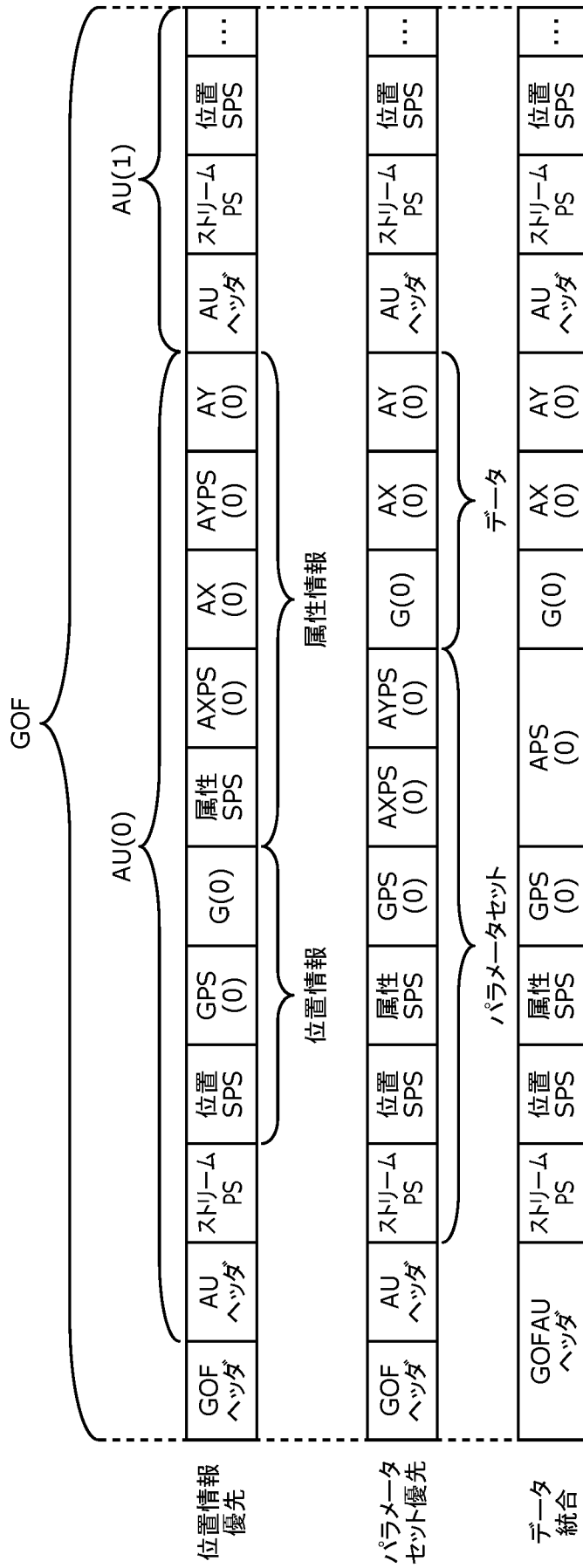
(1) pcc_codec_type == Codec 1 の場合

- 0:Codec1 Geometry
- 1:Codec1 AttributeX
- 2:Codec1 AttributeY
- 3:Codec1 Geom. PS
- 4:Codec1 AttrX. PS
- 5:Codec1 AttrX. PS
- 6:Codec1 Geometry Sequence PS
- 7:Codec1 AttributeX Sequence PS
- 8:Codec1 AttributeY Sequence PS
- 9:Codec1 AU Header
- 10:Codec1 GOF Header
- 11 ~ :Codec1 reserved for future use

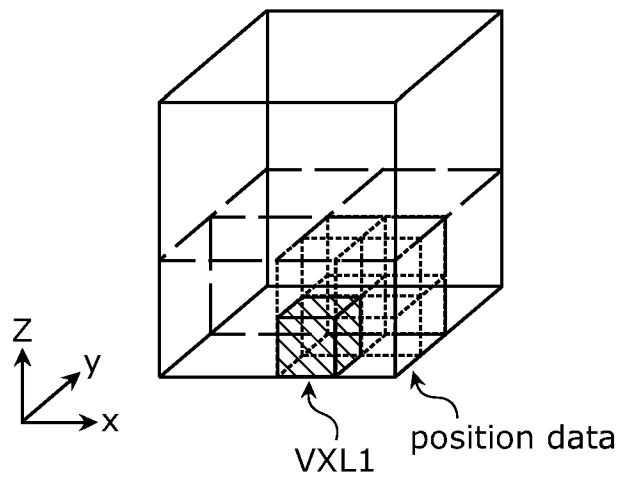
(2)pcc_coded_type == Codec 2 の場合

- 0:Codec2 DataA
- 1:Codec2 MetaDataA
- 2:Codec2 MetaDataB
- 3 ~ :Codec2 reserved for future use

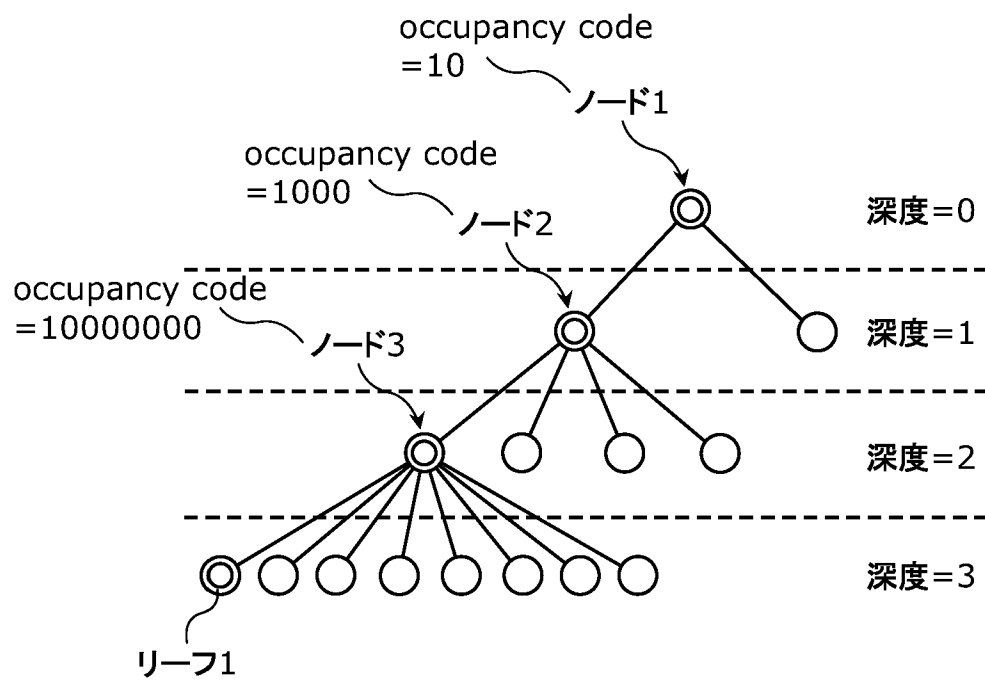
[図28]



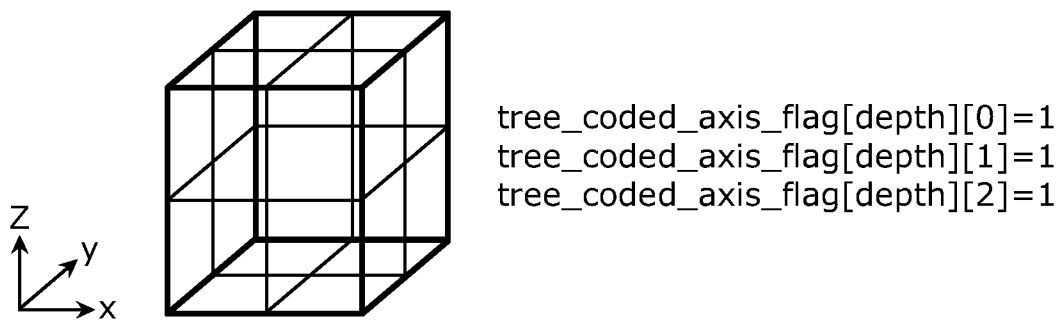
[図29]



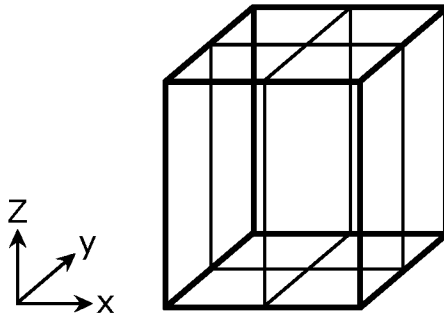
[図30]



[図31]

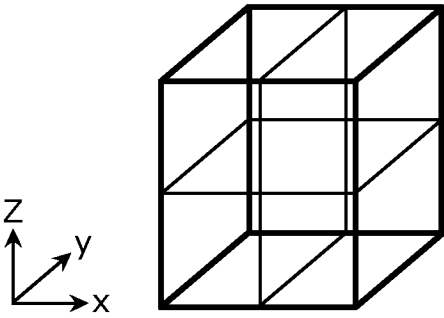


[図32]



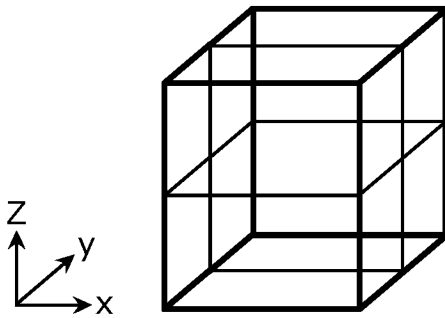
```
tree_coded_axis_flag[depth][0]=1
tree_coded_axis_flag[depth][1]=1
tree_coded_axis_flag[depth][2]=0
```

[図33]



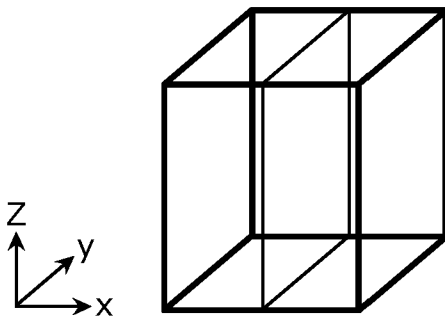
```
tree_coded_axis_flag[depth][0]=1
tree_coded_axis_flag[depth][1]=0
tree_coded_axis_flag[depth][2]=1
```

[図34]



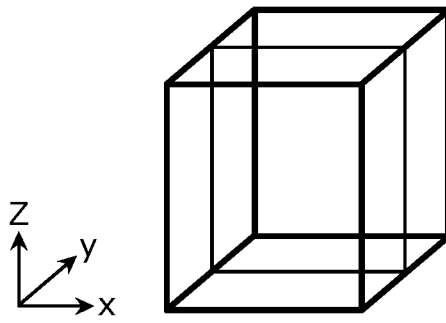
```
tree_coded_axis_flag[depth][0]=0
tree_coded_axis_flag[depth][1]=1
tree_coded_axis_flag[depth][2]=1
```

[図35]



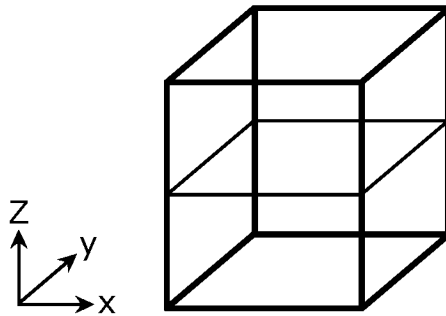
```
tree_coded_axis_flag[depth][0]=1
tree_coded_axis_flag[depth][1]=0
tree_coded_axis_flag[depth][2]=0
```

[図36]



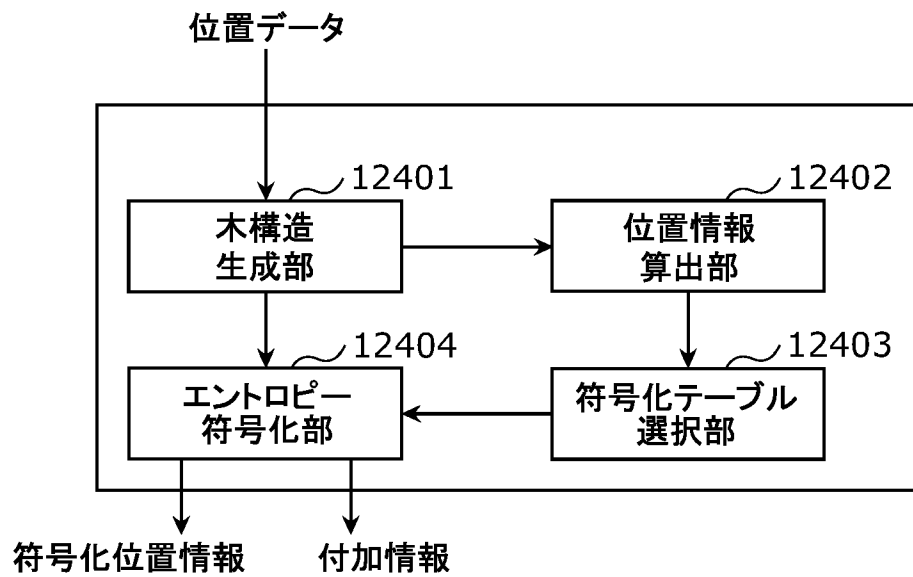
tree_coded_axis_flag[depth][0]=0
 tree_coded_axis_flag[depth][1]=1
 tree_coded_axis_flag[depth][2]=0

[図37]

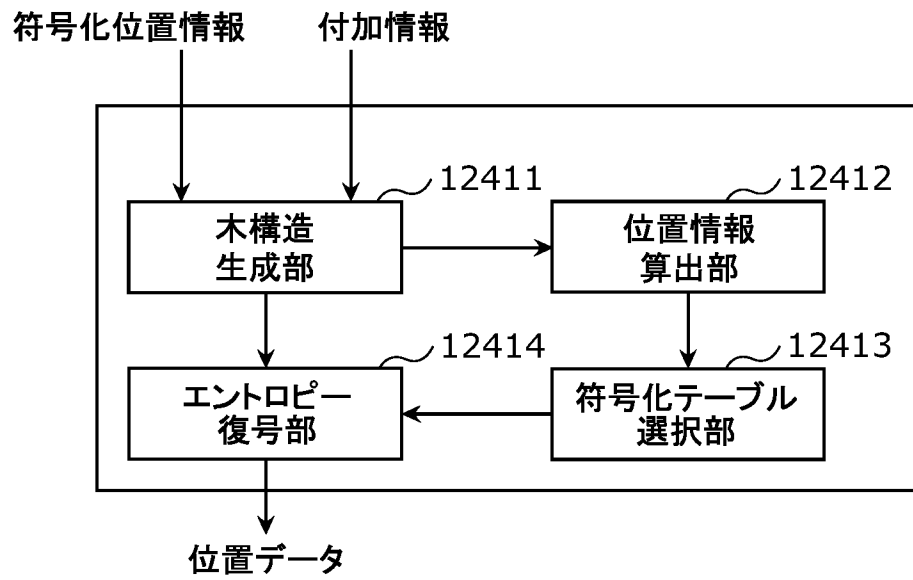


tree_coded_axis_flag[depth][0]=0
 tree_coded_axis_flag[depth][1]=0
 tree_coded_axis_flag[depth][2]=1

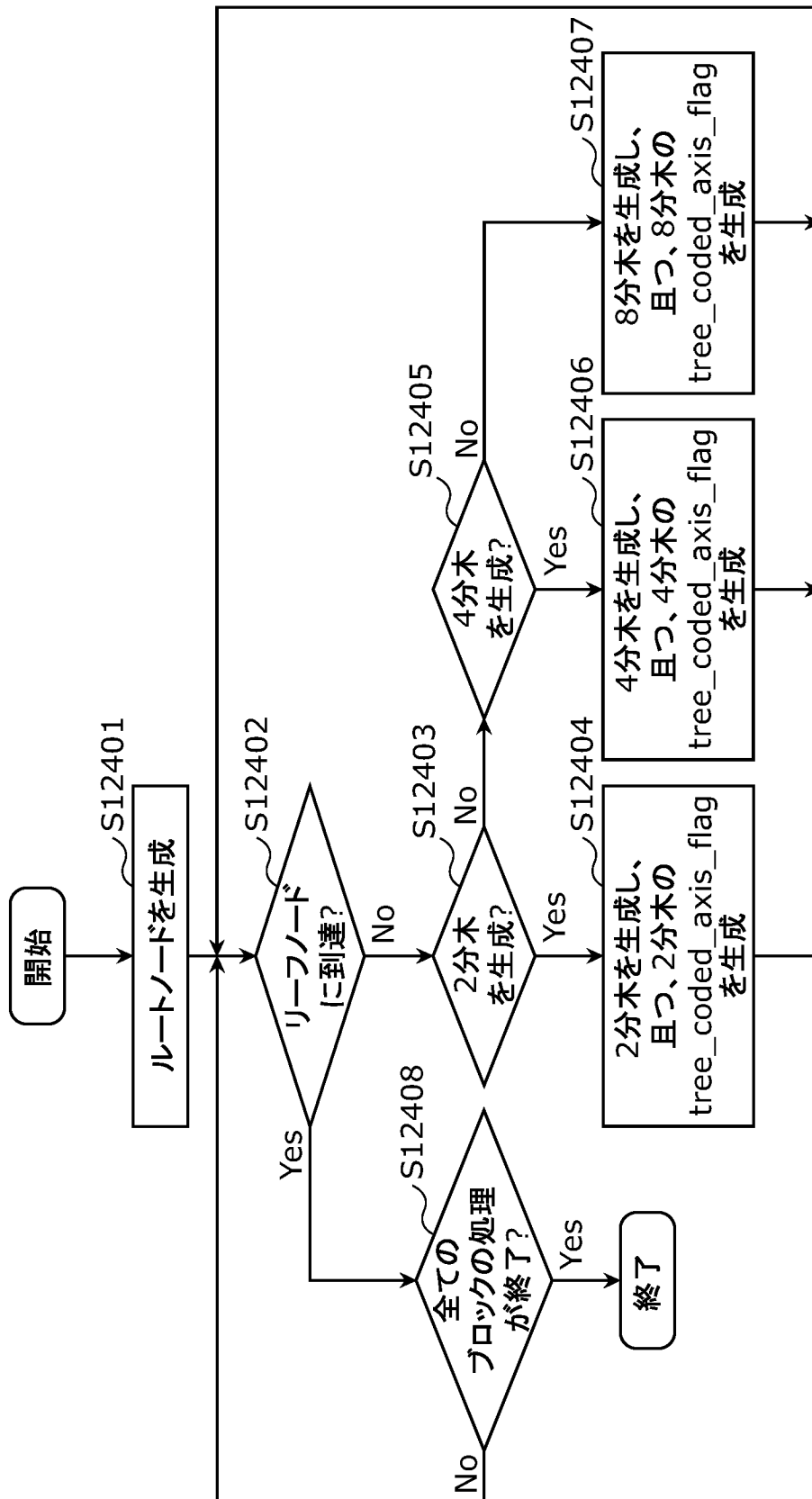
[図38]



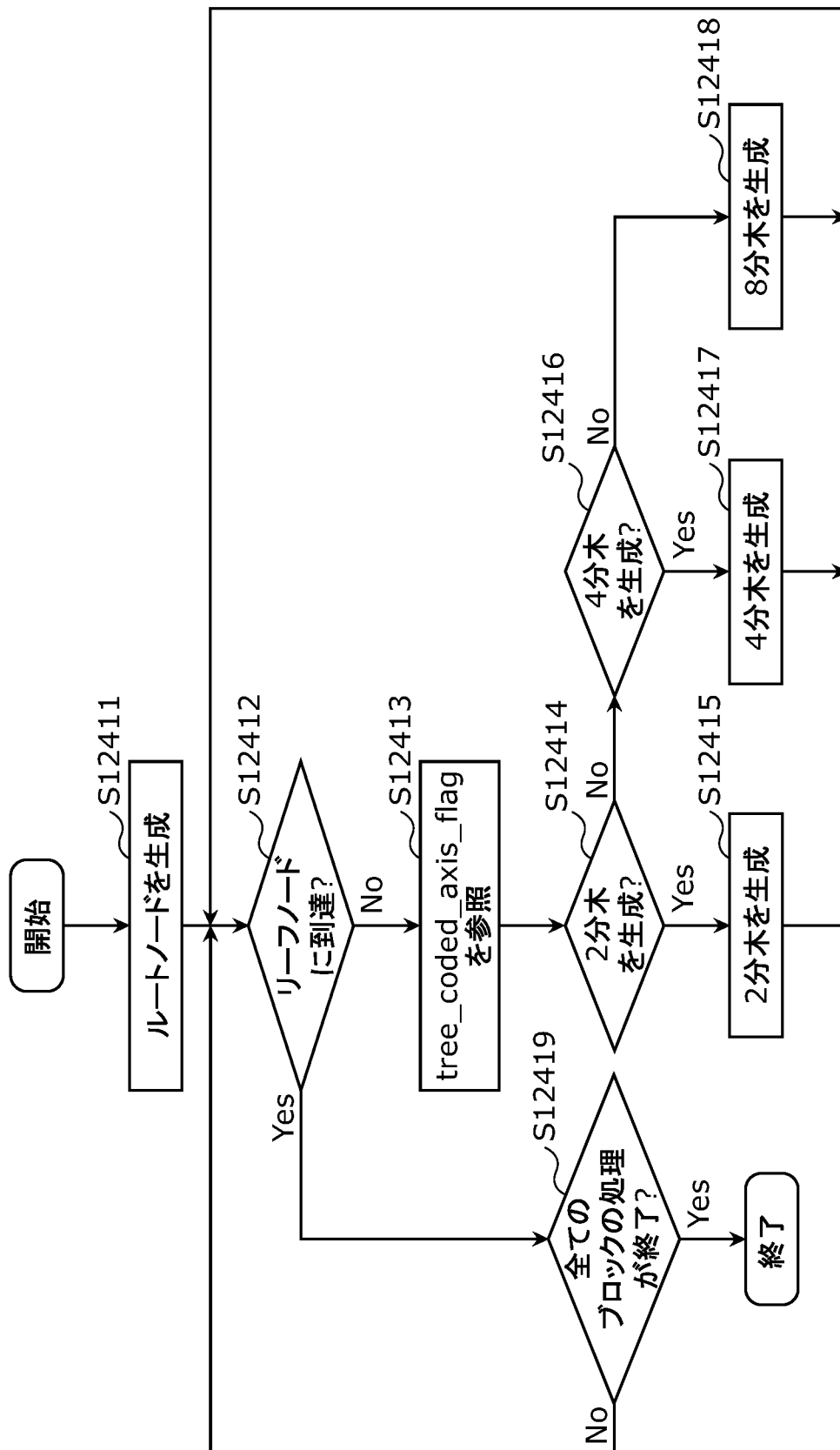
[図39]



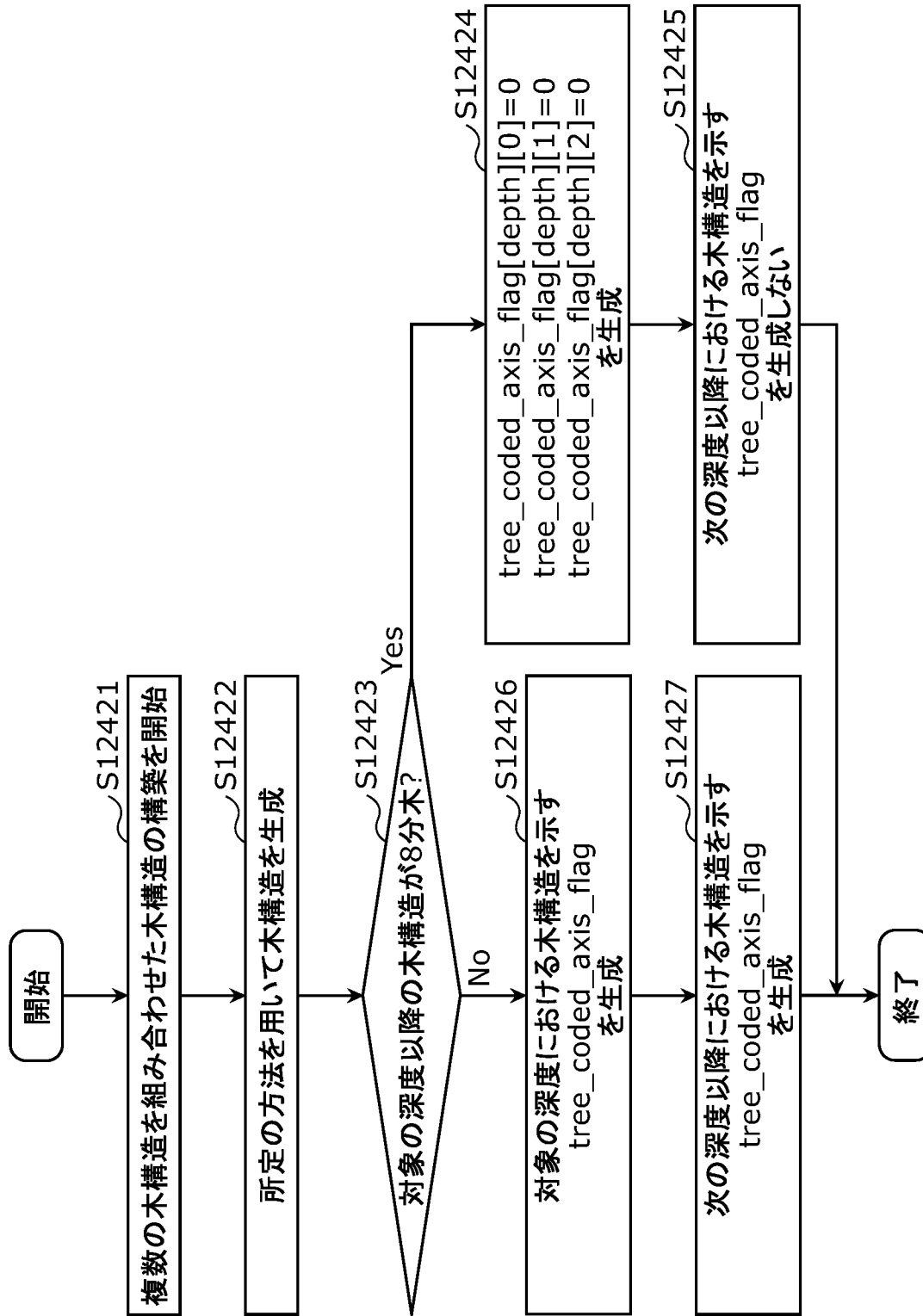
[図40]



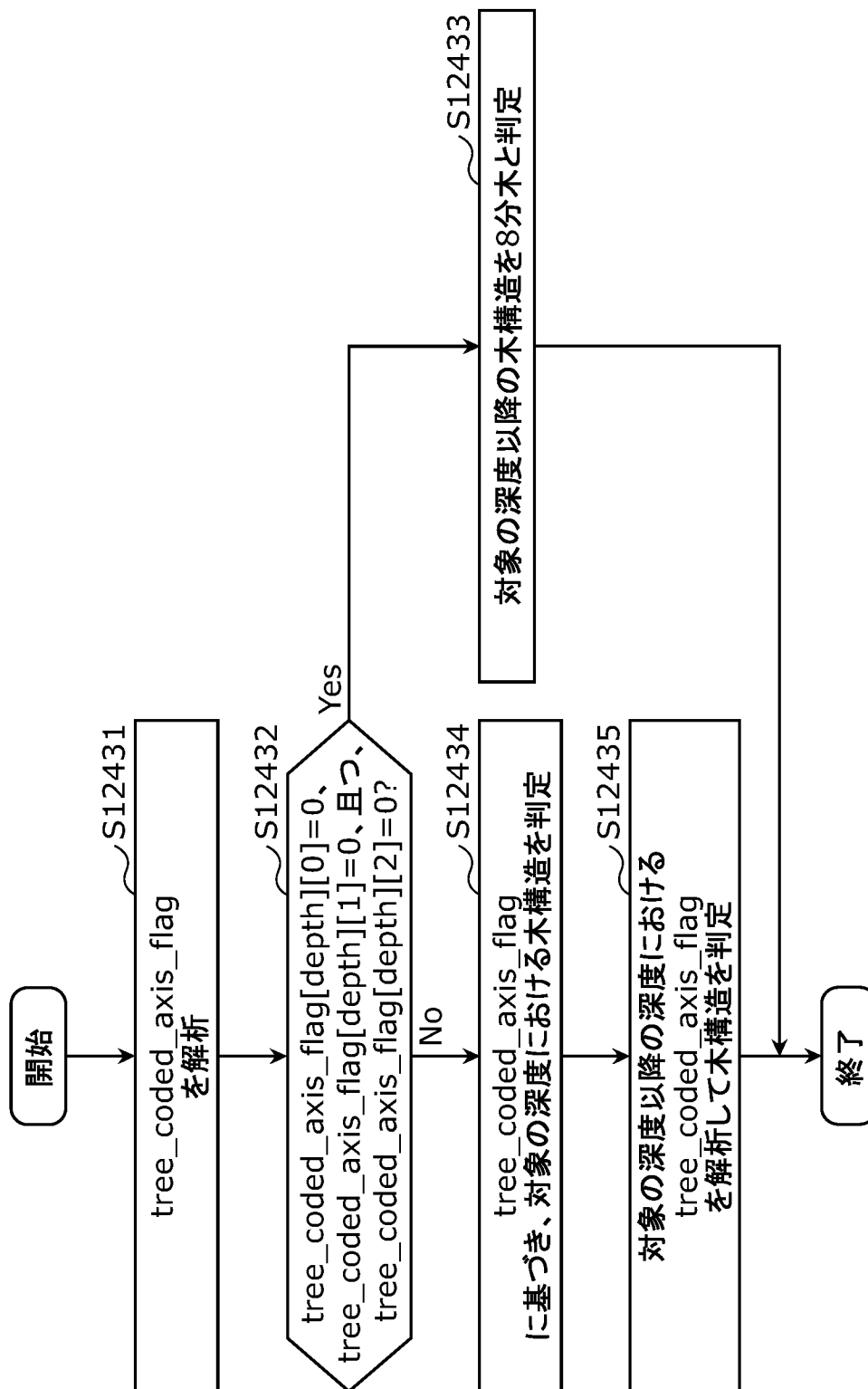
[図41]



[図42]



[図43]



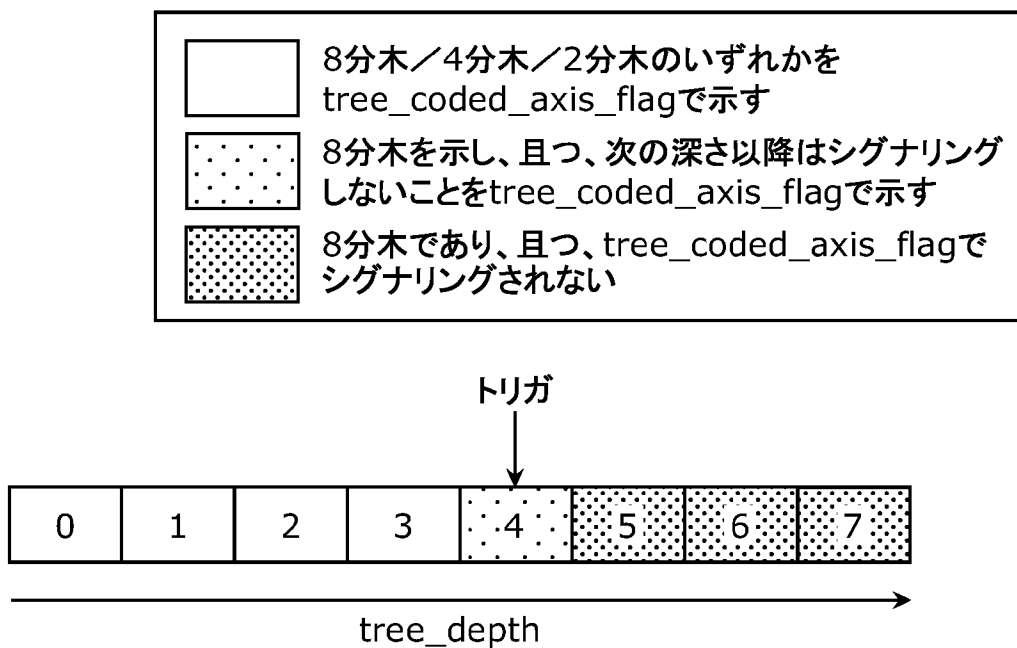
[図44]

```

pc_header() {
...
tree_coded_axis_list_present_flag
tree_depth_minus1
...
if (tree_coded_axis_list_present_flag) {
depth=0
do {
for(k=0;k<3;k++) {
tree_coded_axis_flag[depth][k]
}
depth++
}
while(depth<=tree_depth_minus1 &&
      (tree_coded_axis_flag[depth-1][0] |
       tree_coded_axis_flag[depth-1][1] |
       tree_coded_axis_flag[depth-1][2]))
}
...
}

```

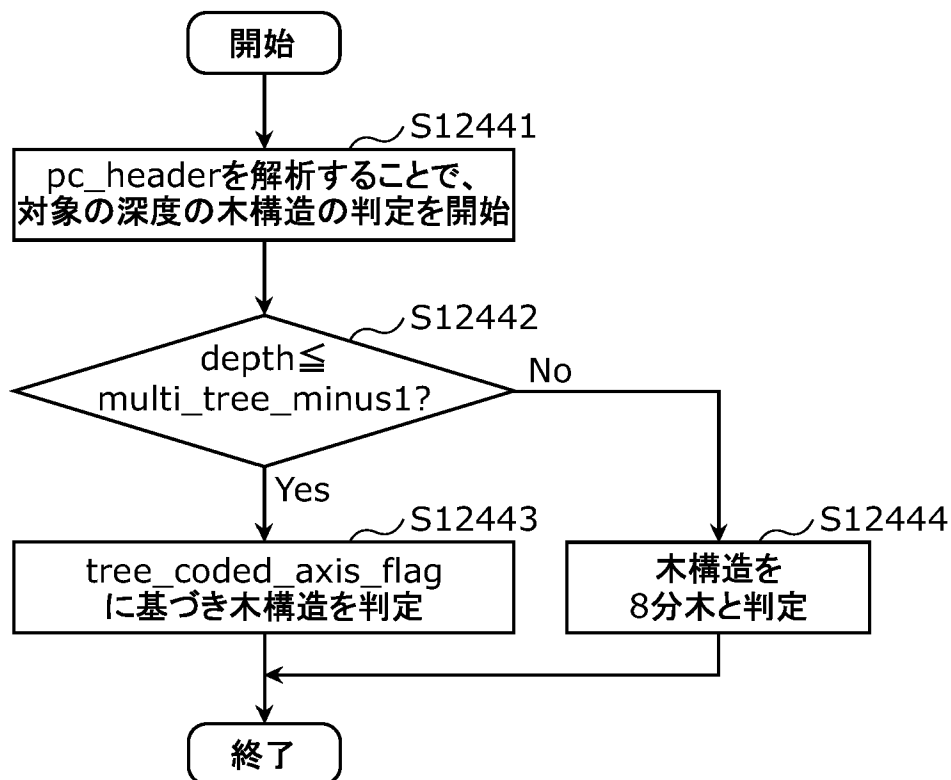
[図45]



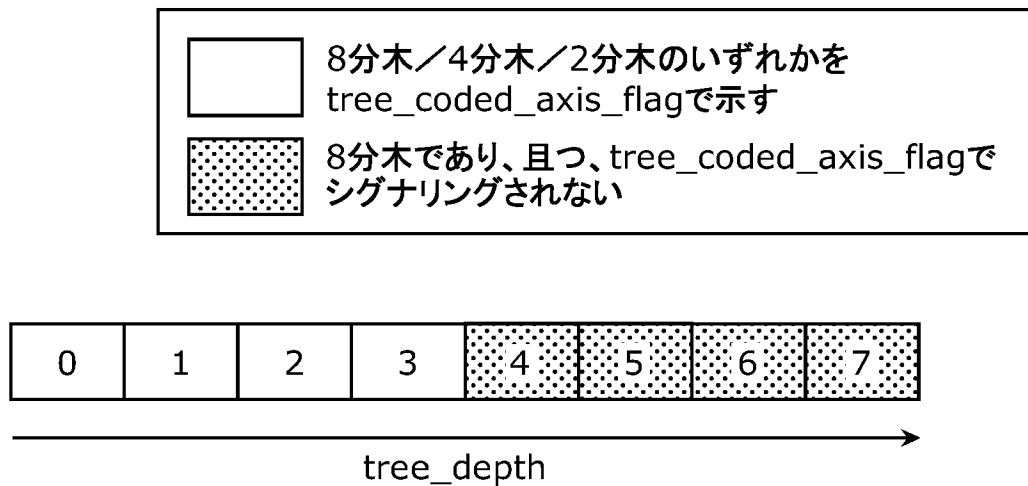
[図46]

```
pc_header() {  
  ...  
  tree_coded_axis_list_present_flag  
  tree_depth_minus1  
  multi_tree_depth_minus1  
  ...  
  if (tree_coded_axis_list_present_flag) {  
    for(depth=0; depth<=multi_tree_depth_minus1;depth++){  
      for(k=0;k<3;k++){  
        tree_coded_axis_flag[depth][k]  
      }  
    }  
  }  
  ...  
}
```

[図47]



[図48]



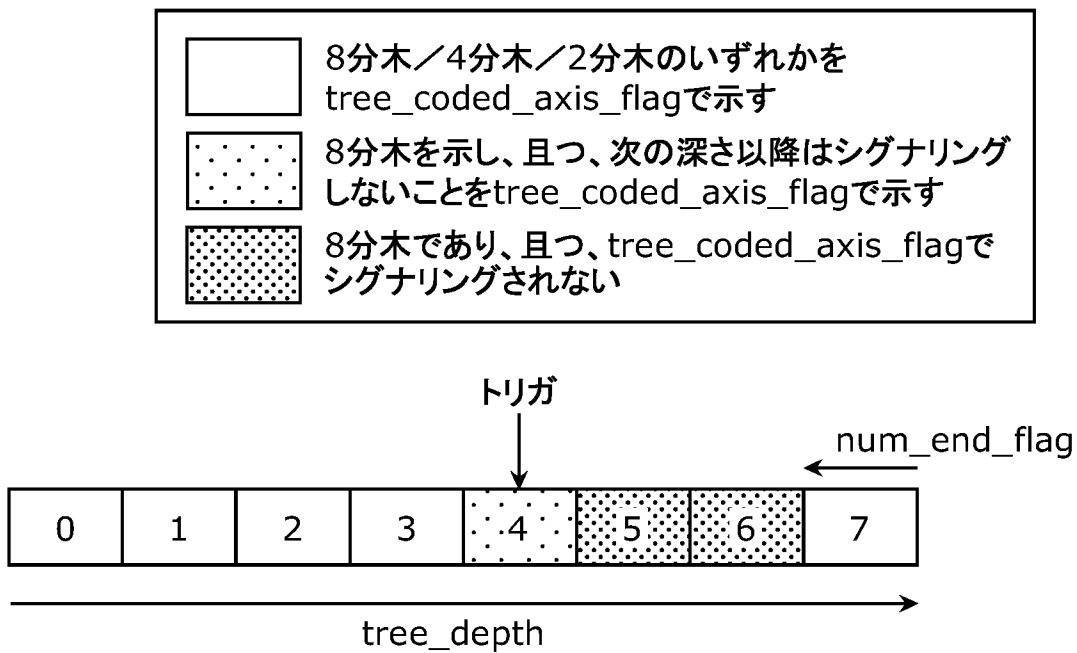
[図49]

```

pc_header() {
  tree_coded_axis_list_present_flag
  tree_depth_minus1
  num_end_flag
  if (tree_coded_axis_list_present_flag) {
    depth=0
    do {
      for(k=0;k<3;k++) {
        tree_coded_axis_flag[depth][k]
      }
      depth++
    }
    while(depth<=tree_depth_minus1 &&
      (tree_coded_axis_flag[depth-1][0] |
       tree_coded_axis_flag[depth-1][1] |
       tree_coded_axis_flag[depth-1][2]))
    for(depth=0; depth<= num_end_flag_minus1;depth++){
      for(k=0;k<3;k++) tree_coded_axis_flag[depth][k];
    }
  }
}

```

[図50]



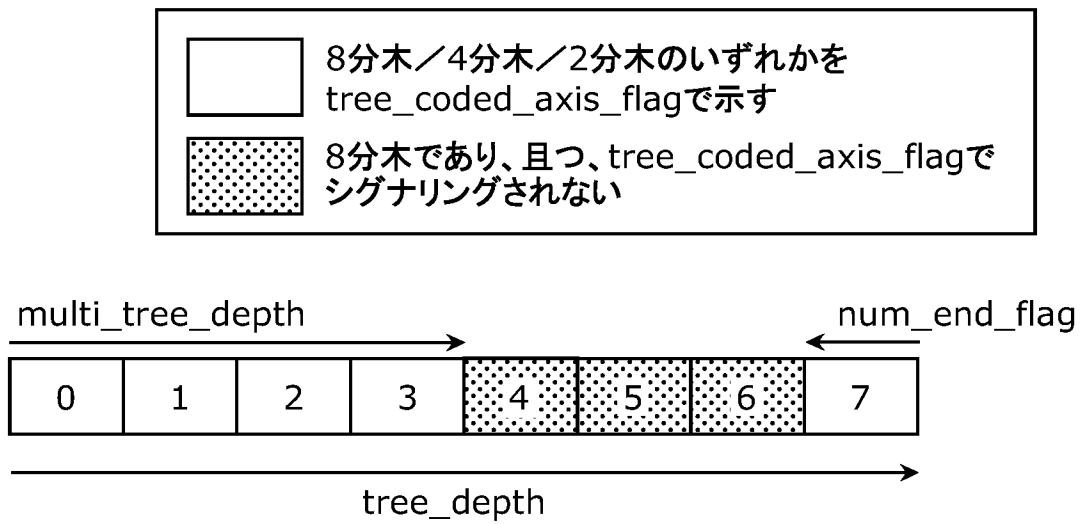
[図51]

```

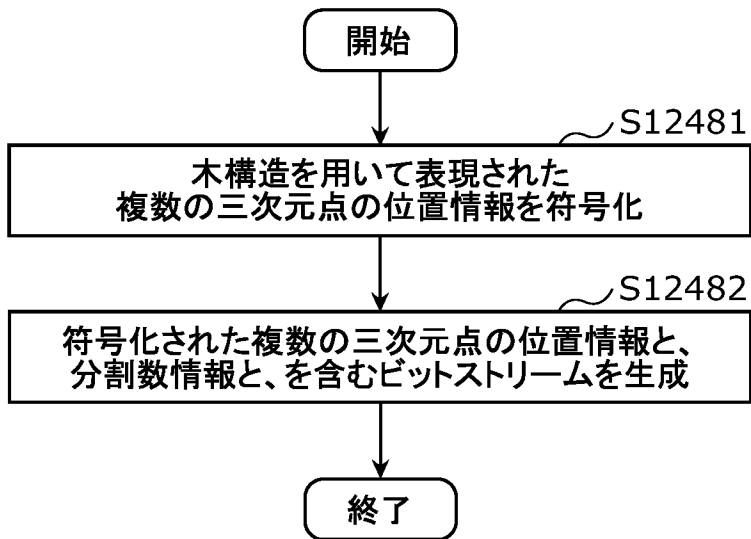
pc_header() {
...
tree_coded_axis_list_present_flag
tree_depth_minus1
multi_tree_depth_minus1
num_end_flag
if (tree_coded_axis_list_present_flag) {
    for(depth=0; depth<=multi_tree_depth_minus1;depth++){
        for(k=0;k<3;k++){
            tree_coded_axis_flag[depth][k]
        }
    }
    for(depth=0; depth<= num_end_flag_minus1;depth++){
        for(k=0;k<3;k++){ tree_coded_axis_flag[depth][k];
    }
}
}

```

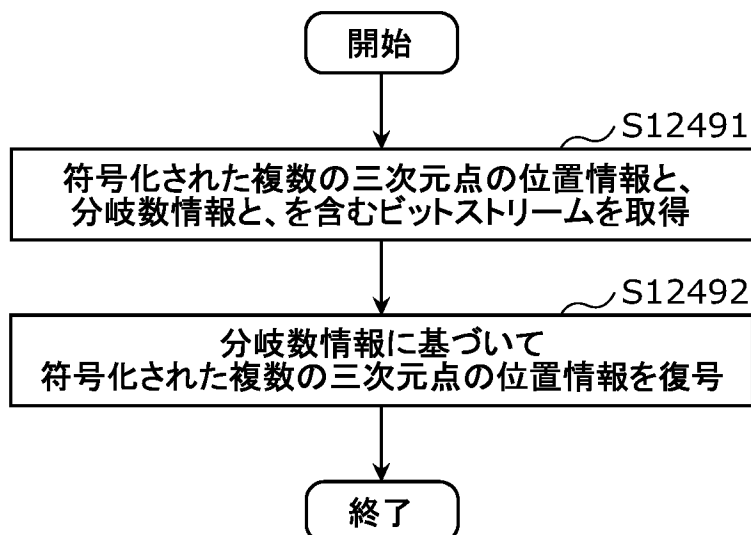
[図52]



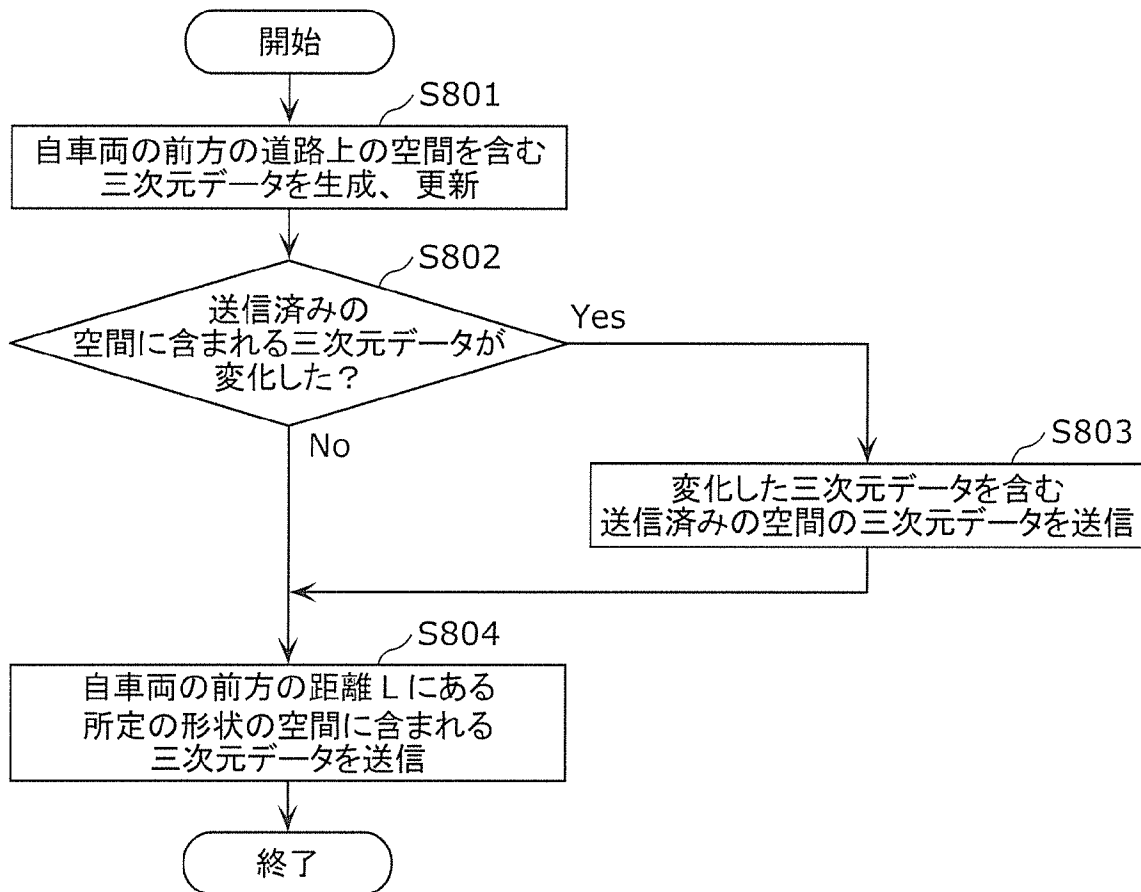
[図53]



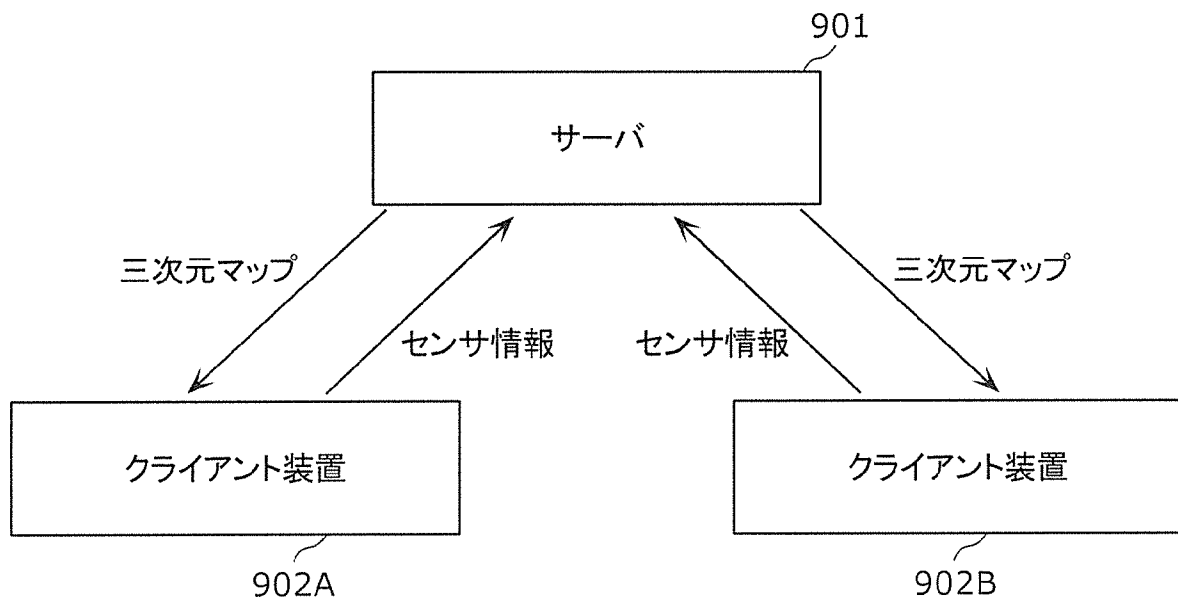
[図54]



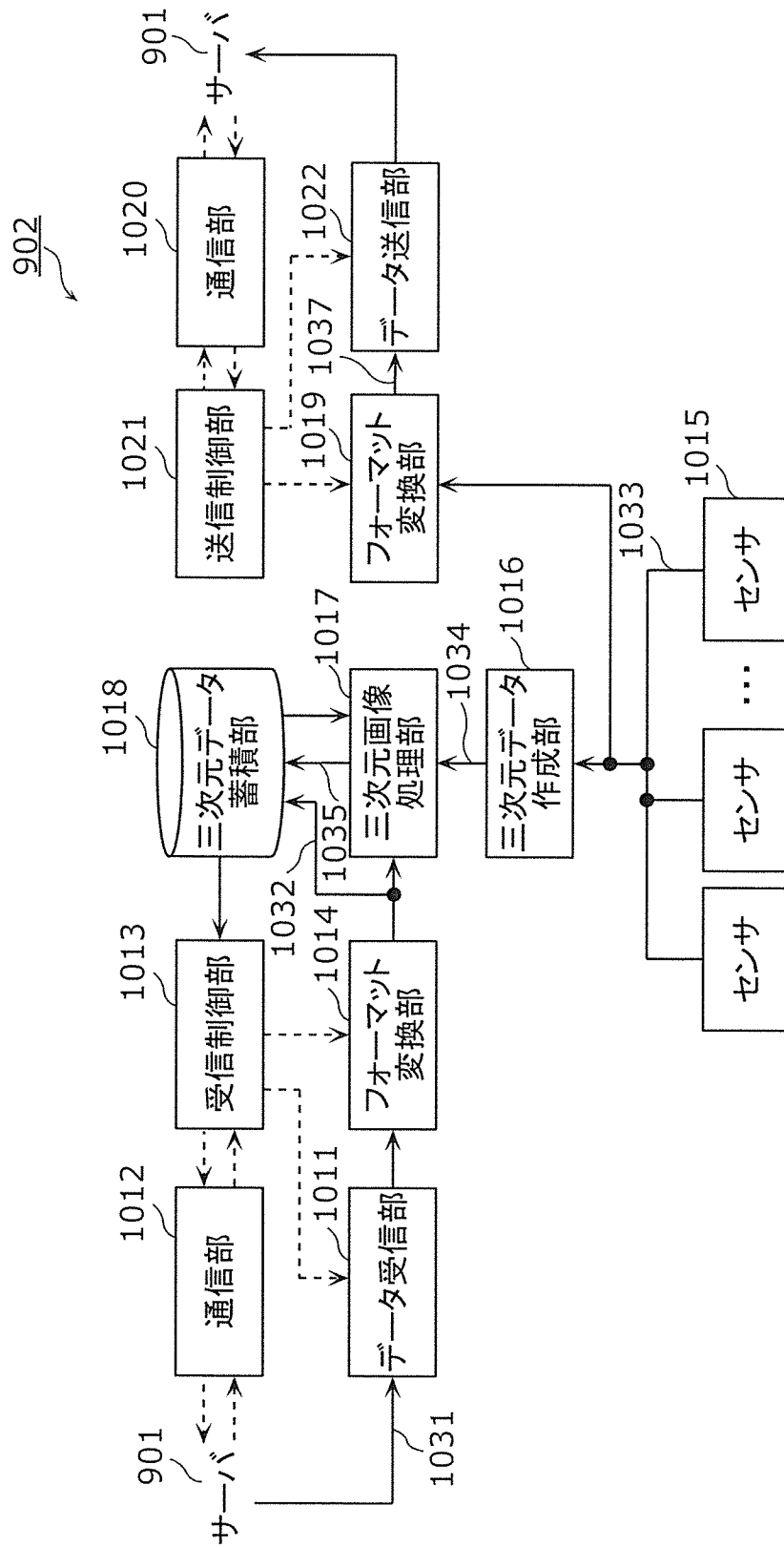
[図56]



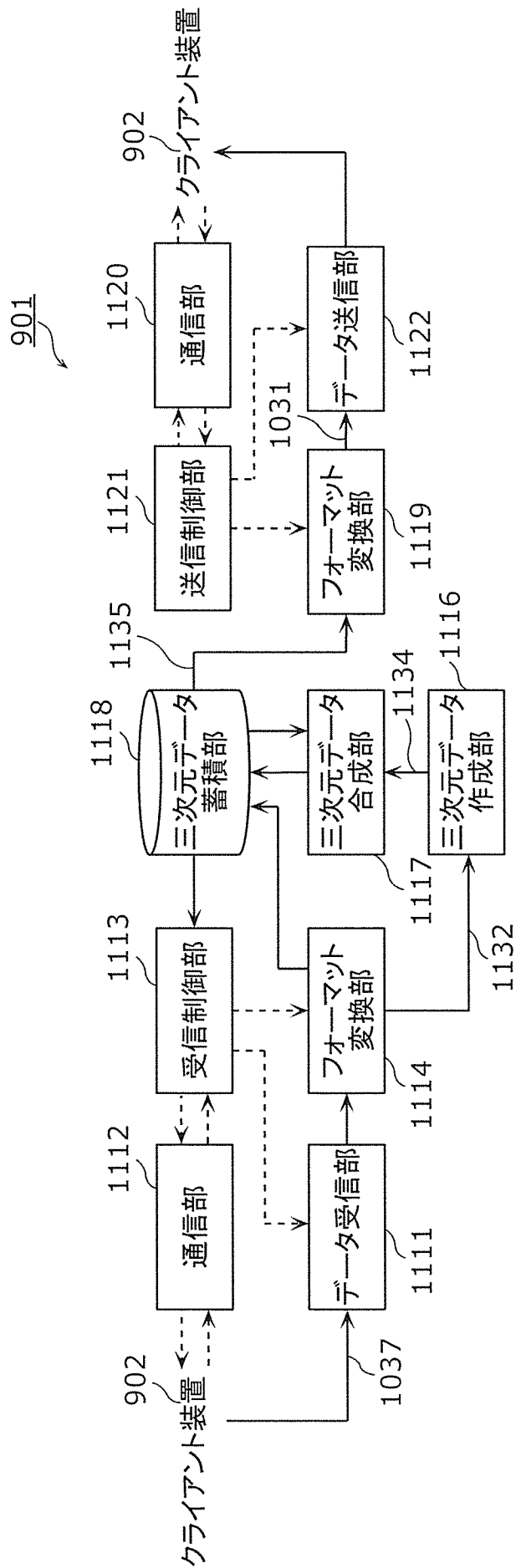
[図57]



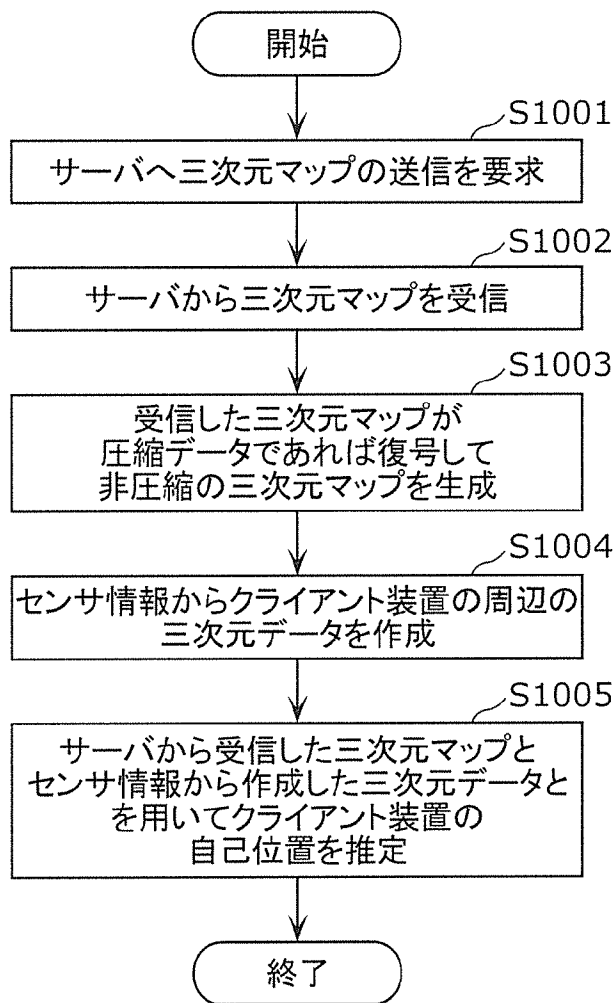
[図58]



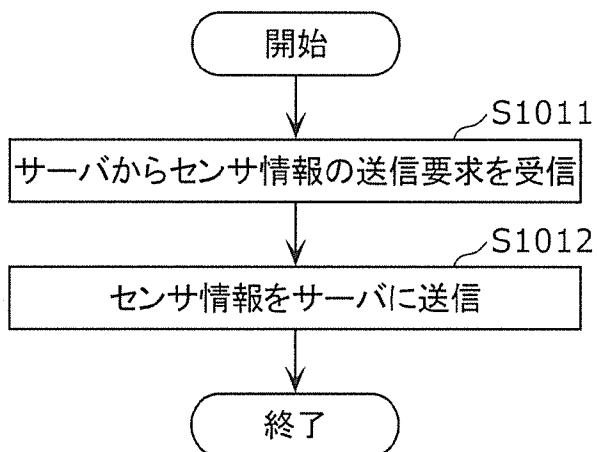
[図59]



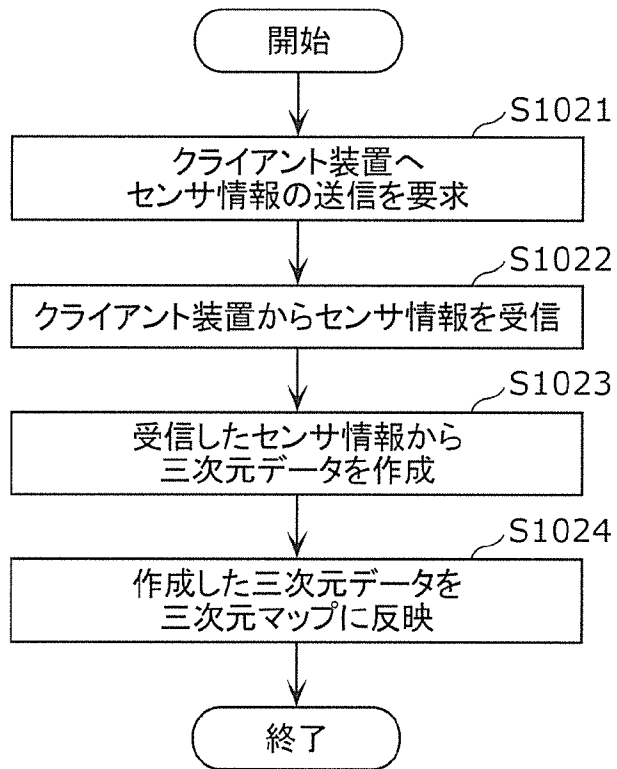
[図60]



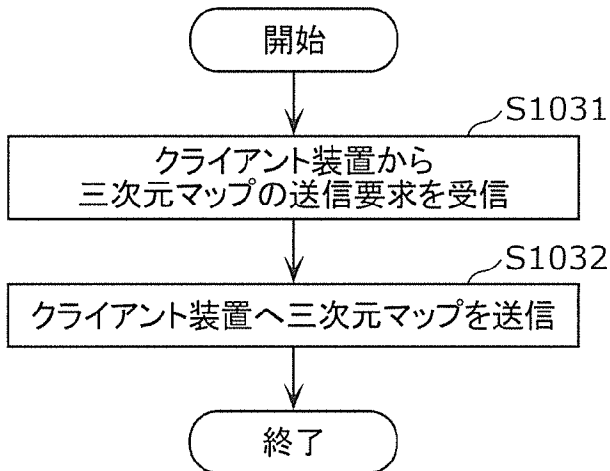
[図61]



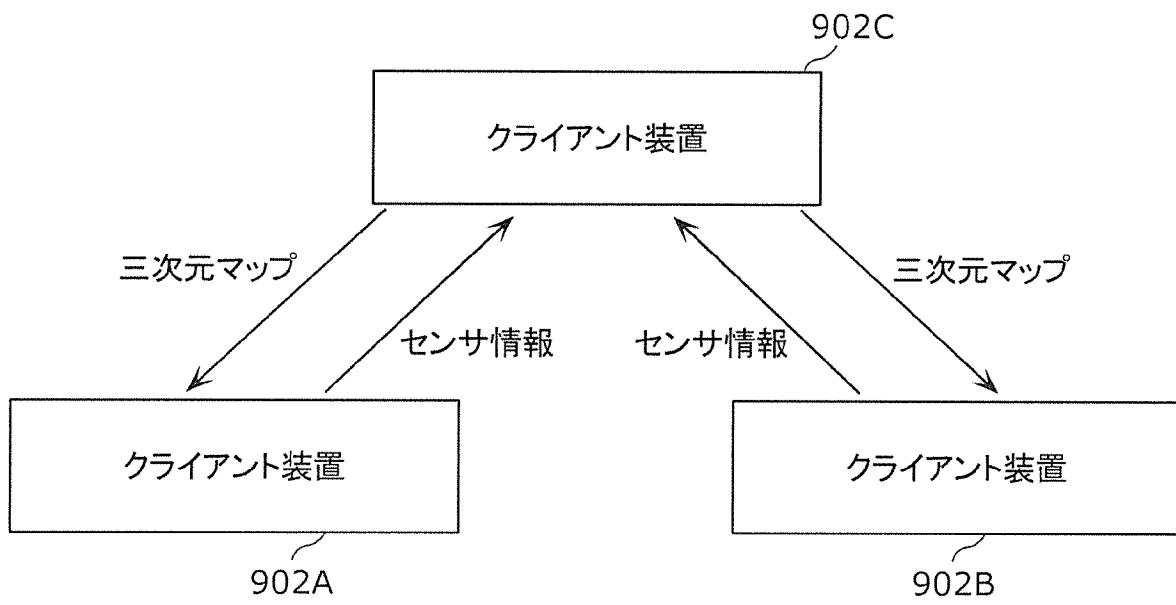
[図62]



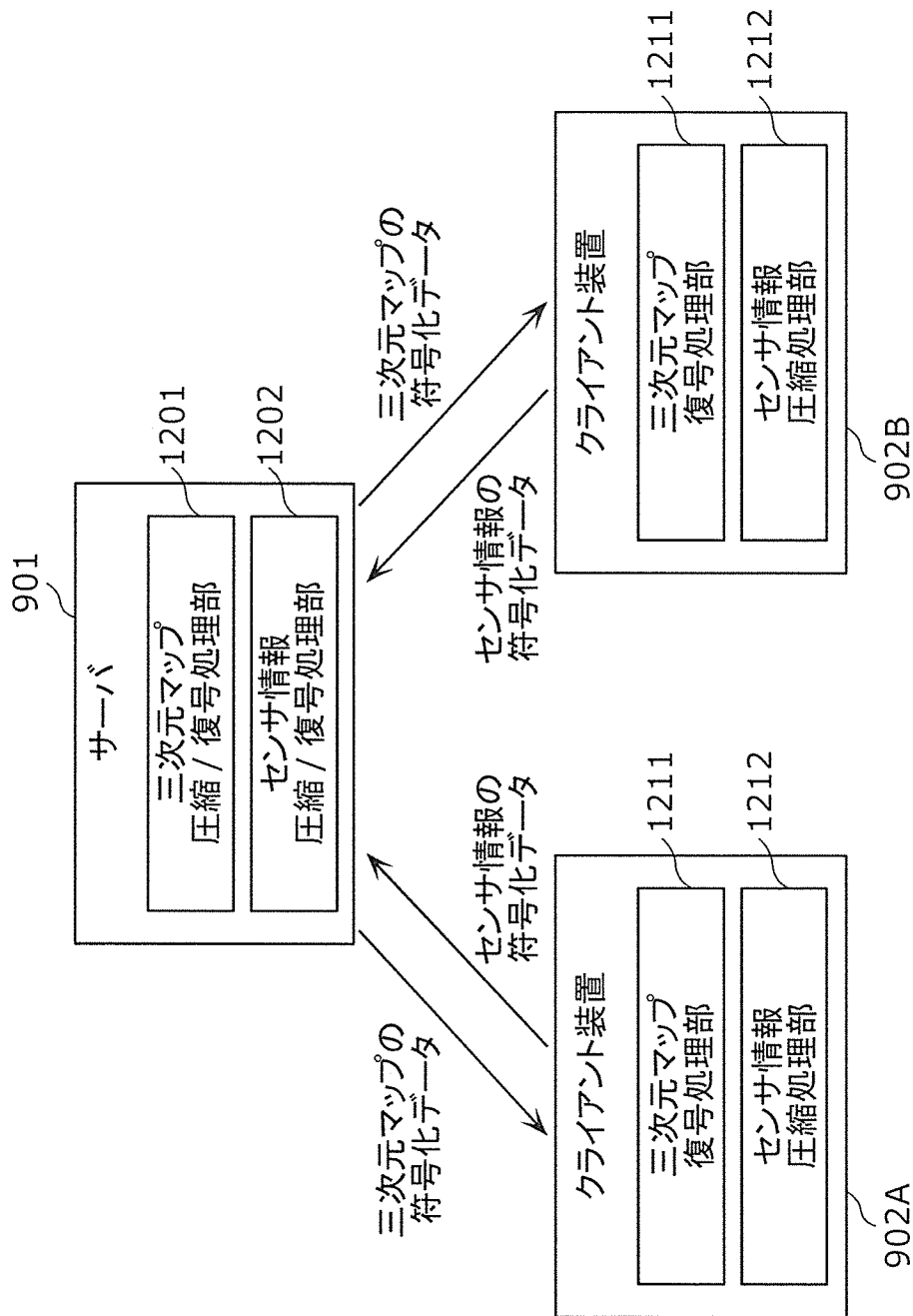
[図63]



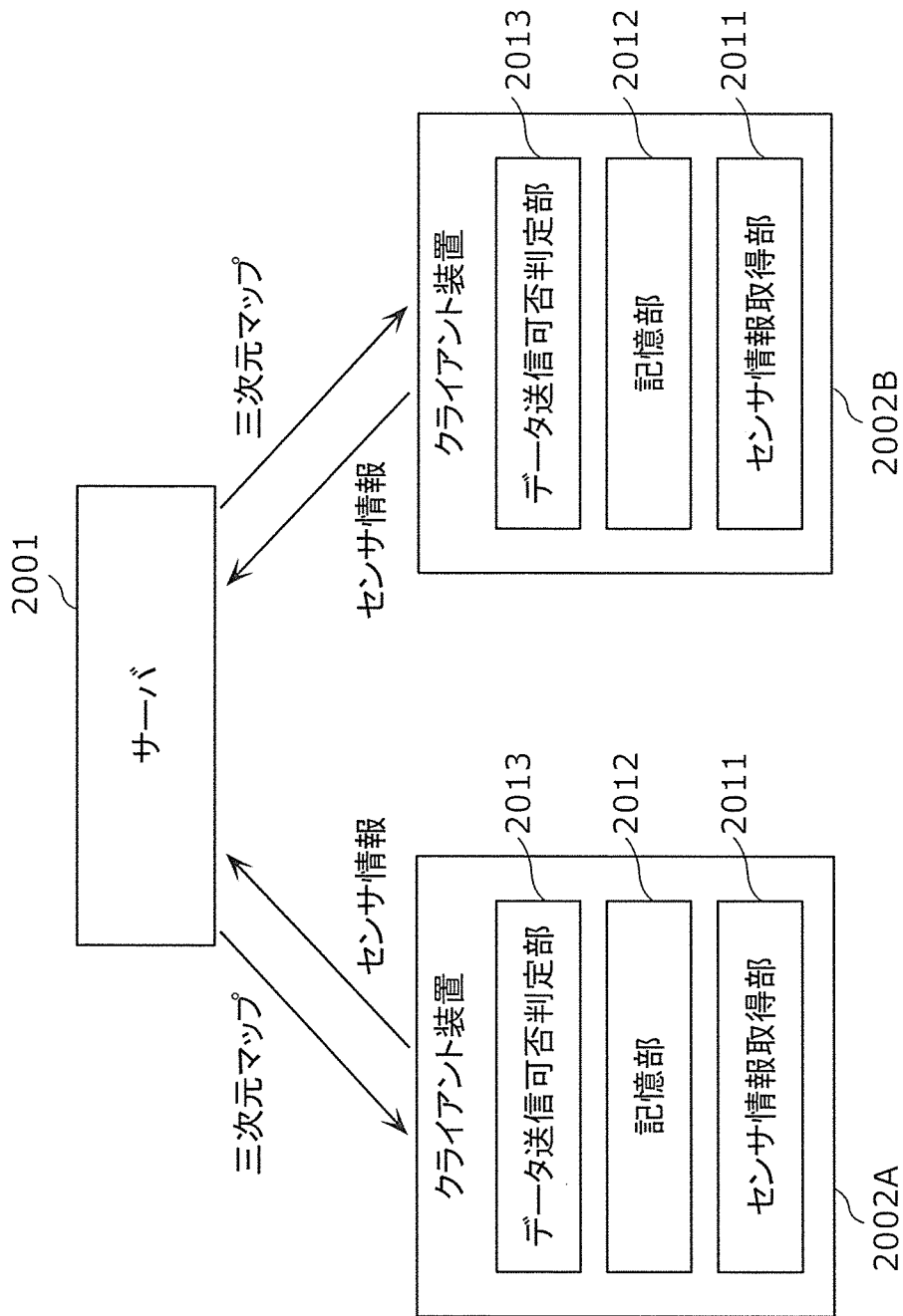
[図64]



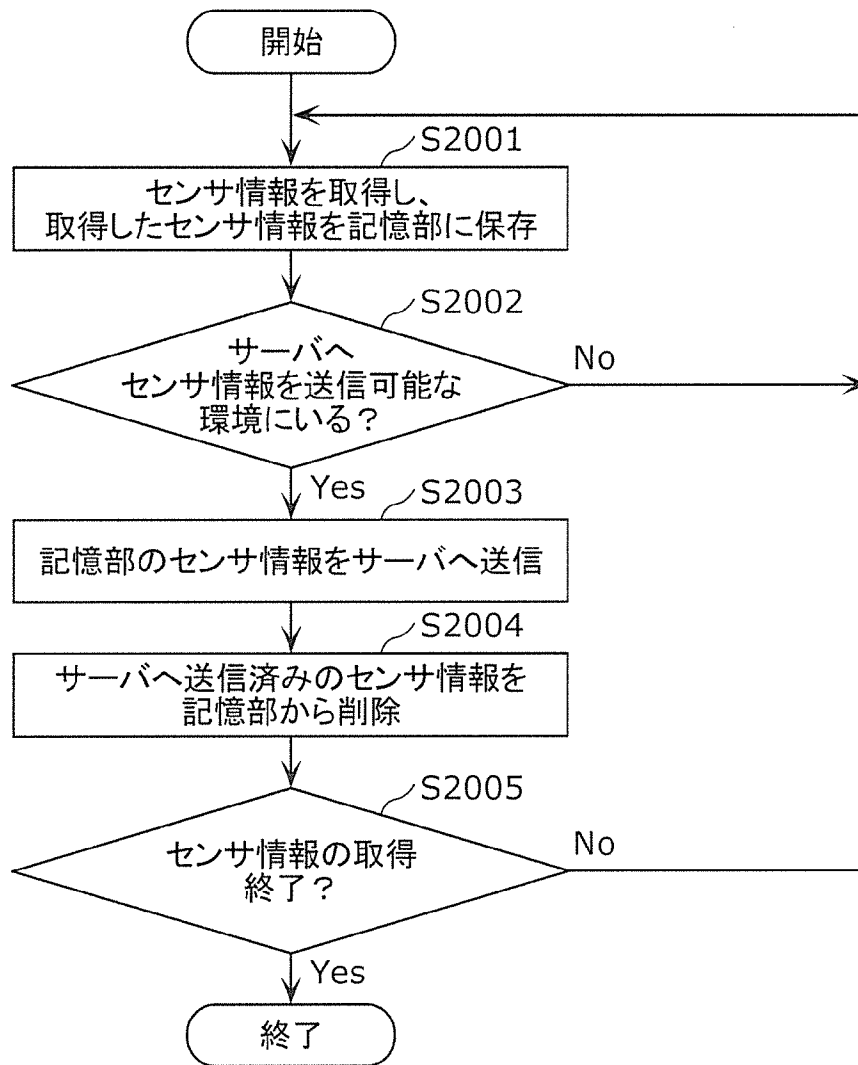
[図65]



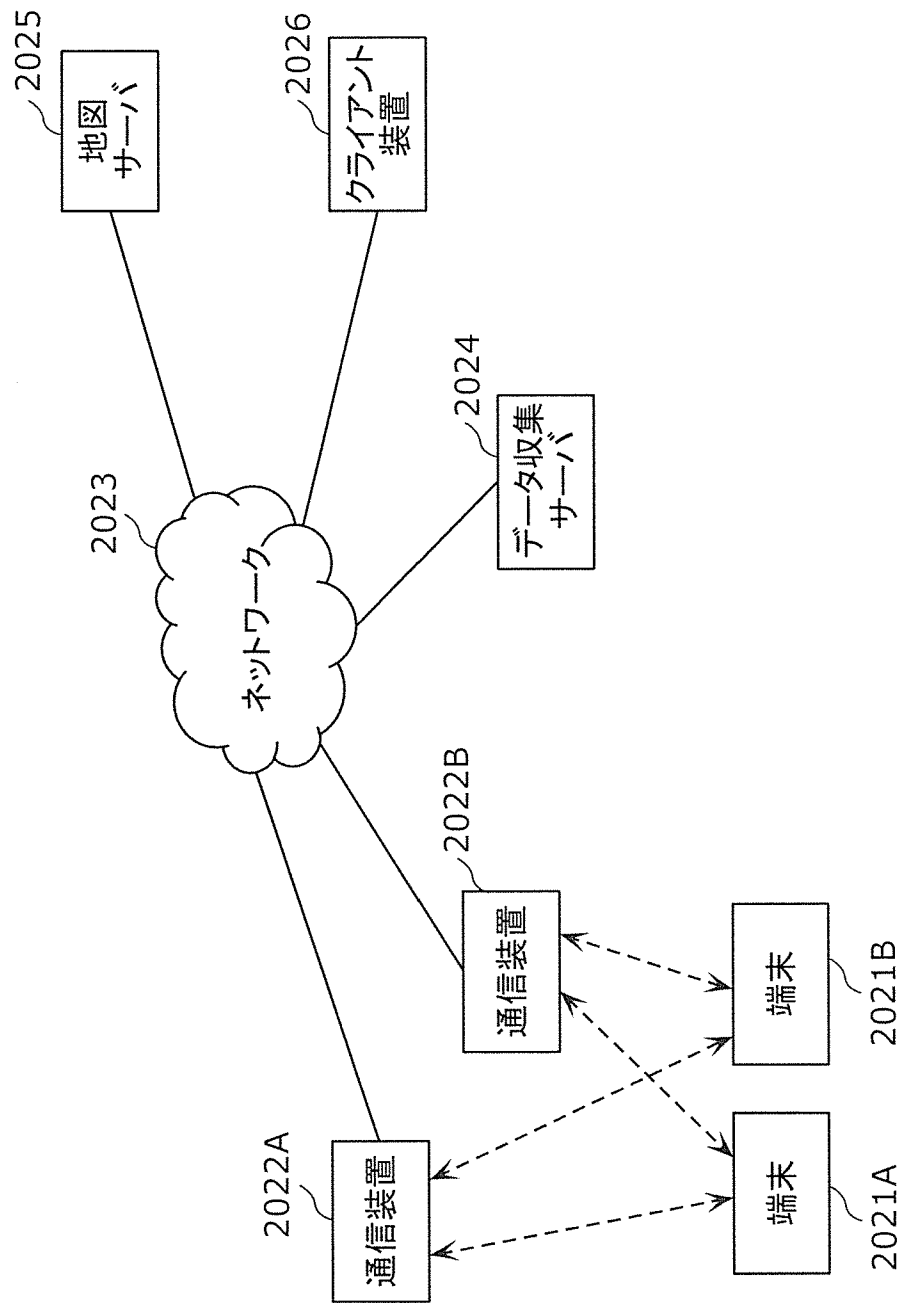
[図66]



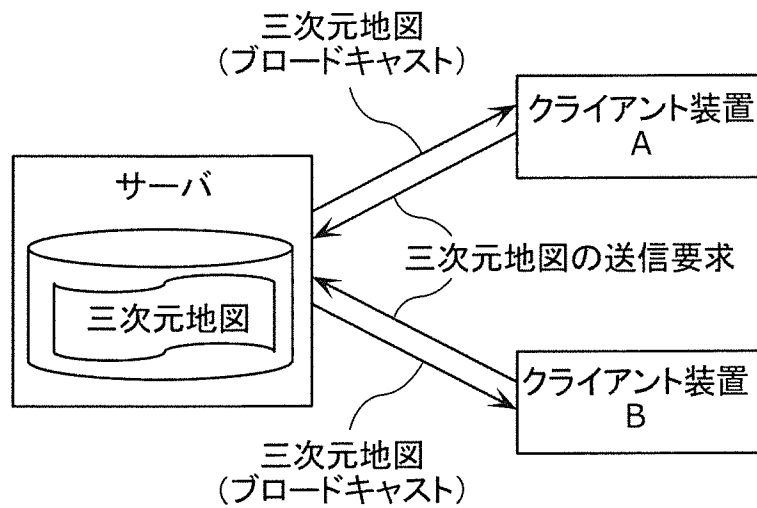
[図67]



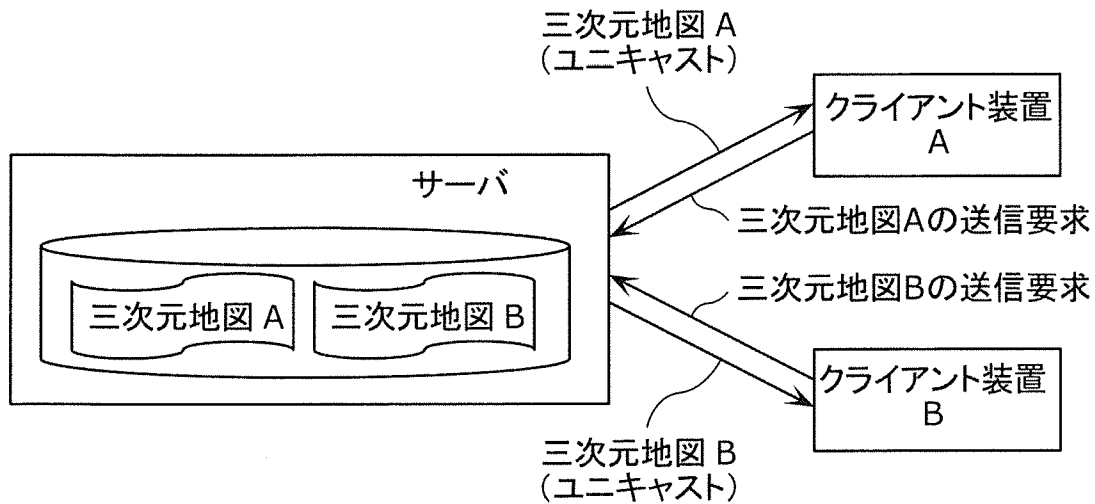
[図68]



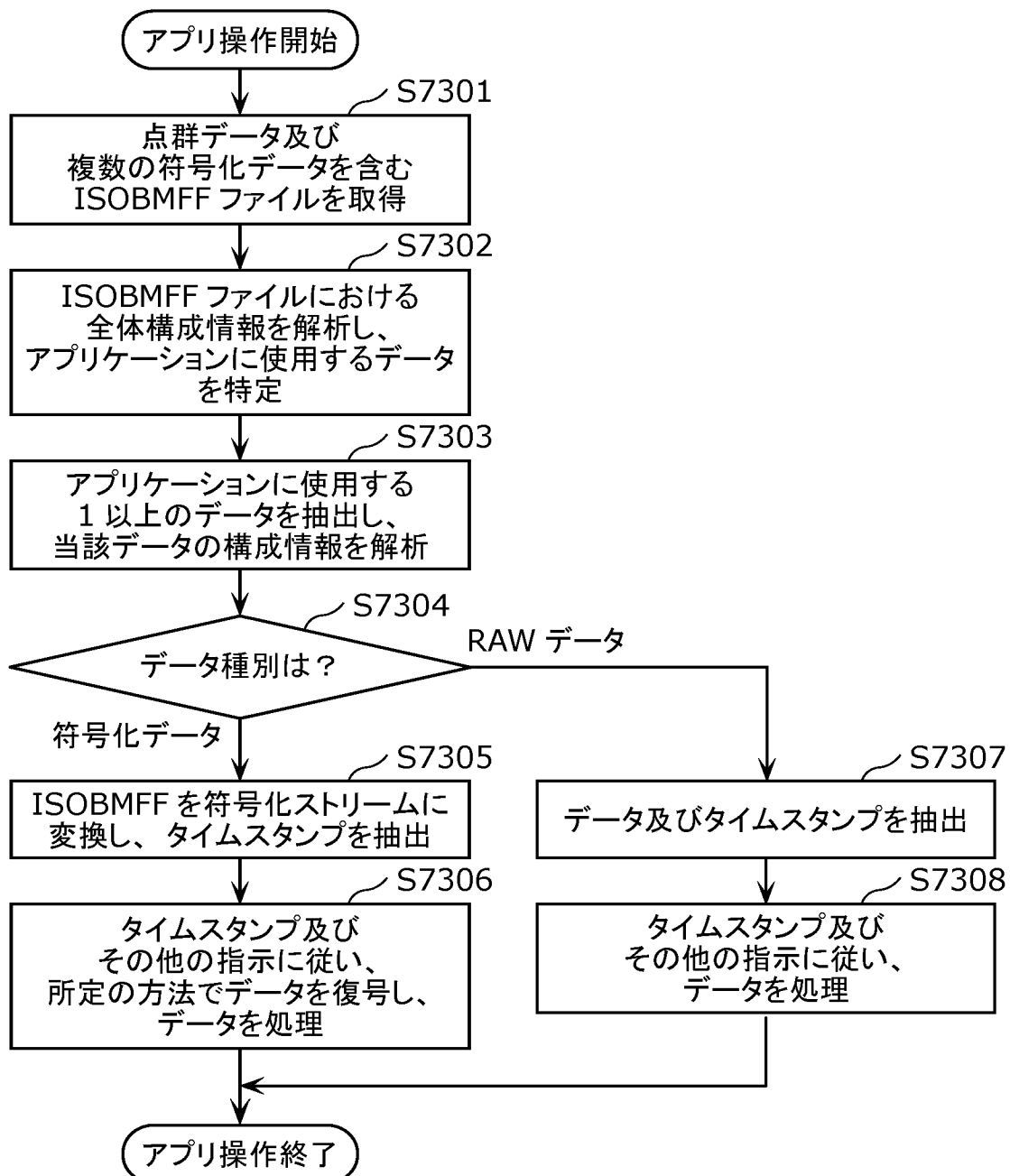
[図69]



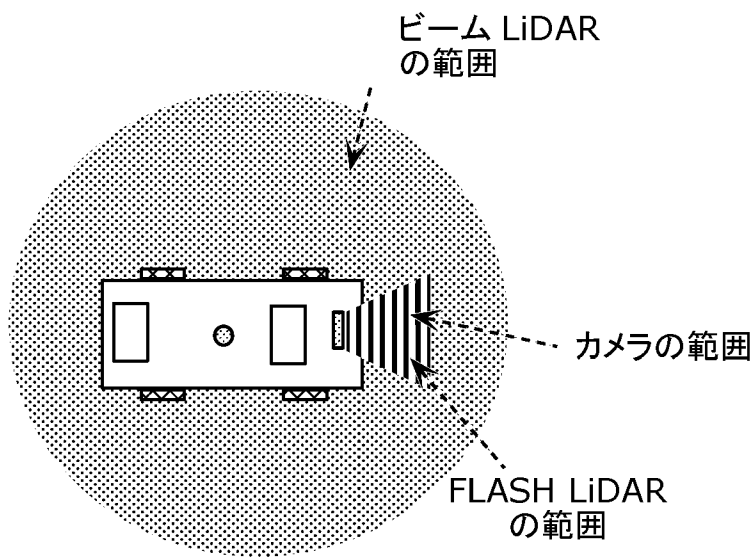
[図70]



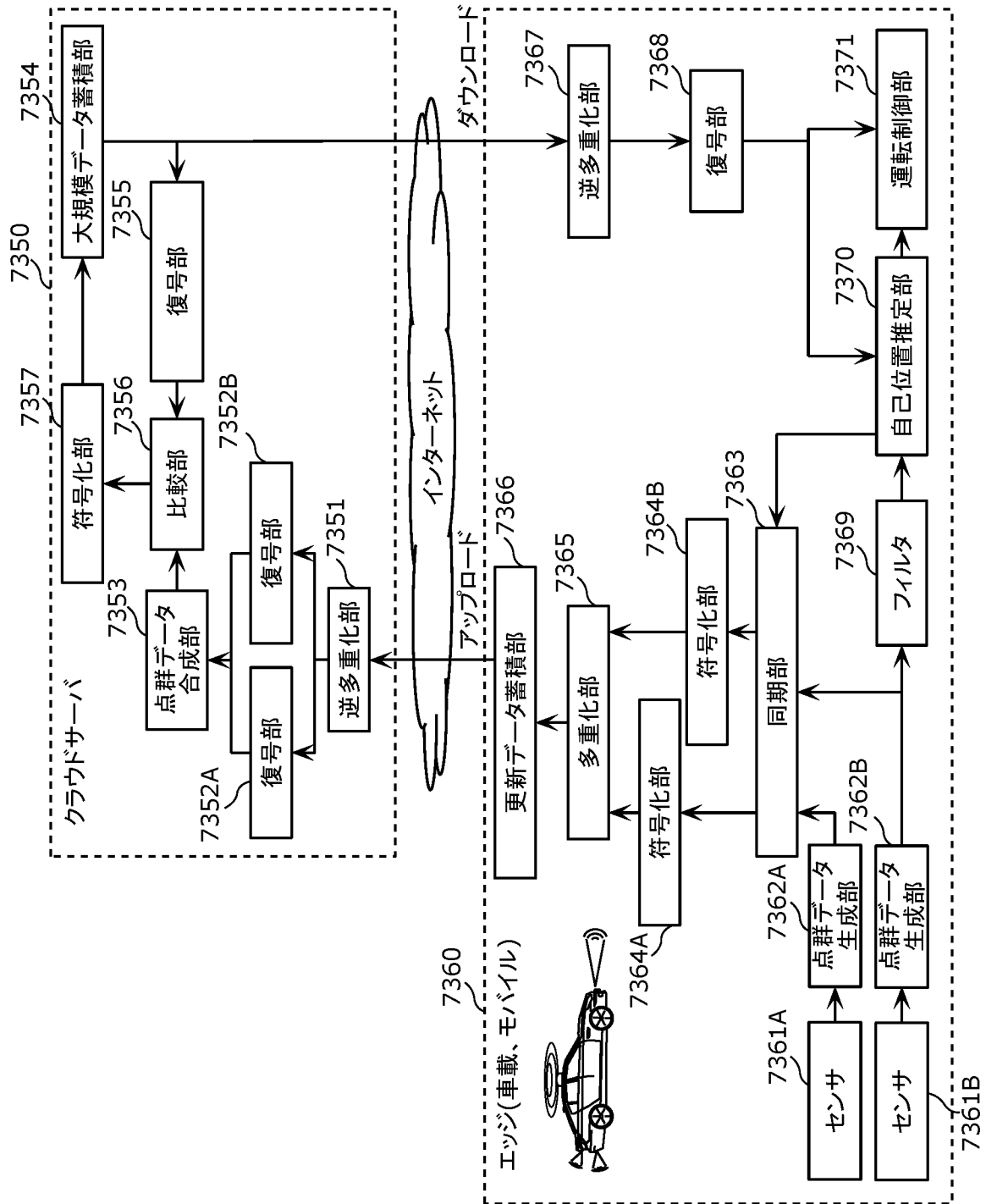
[図71]



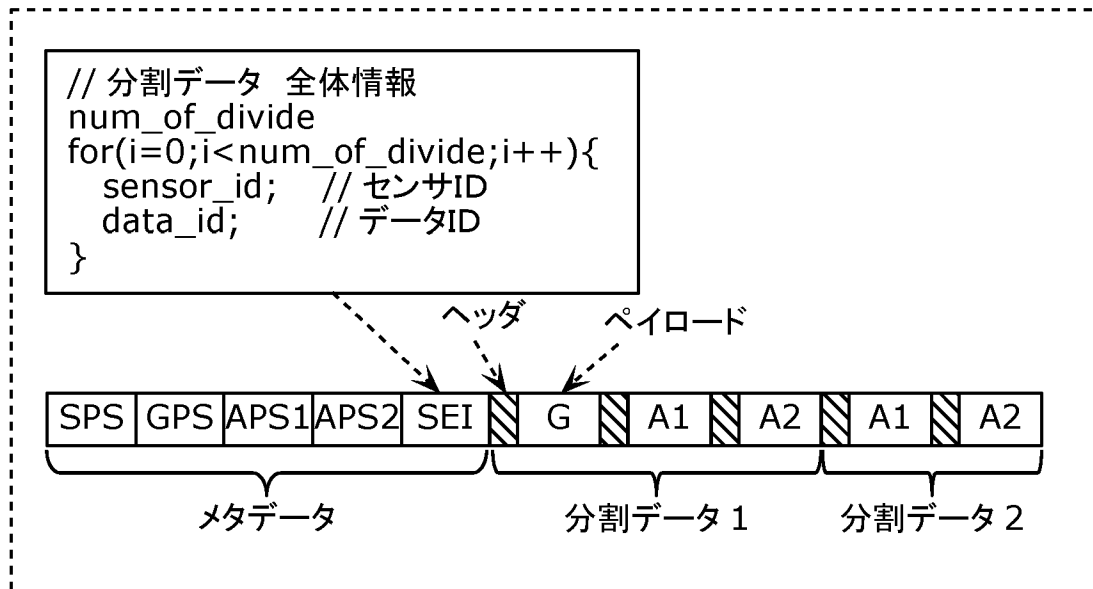
[図72]



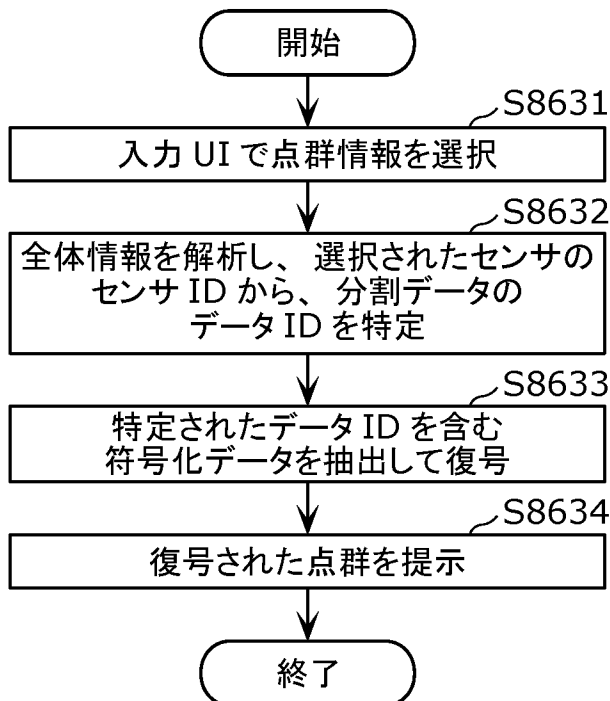
[図73]



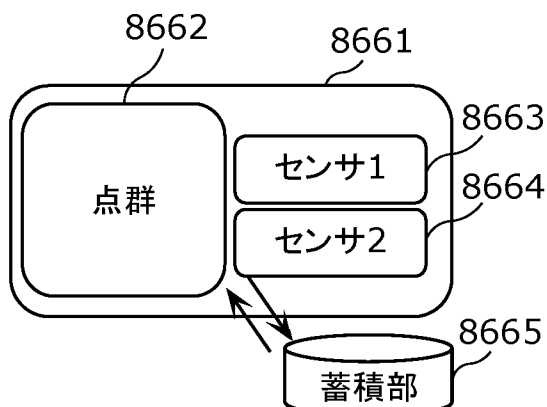
[図74]



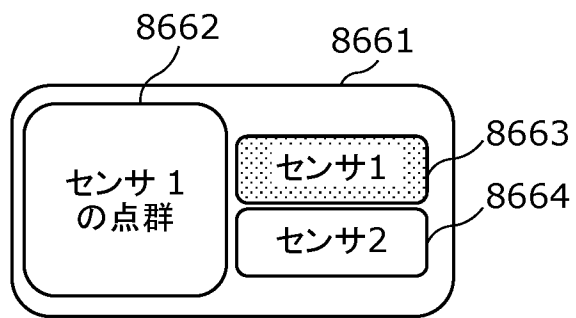
[図75]



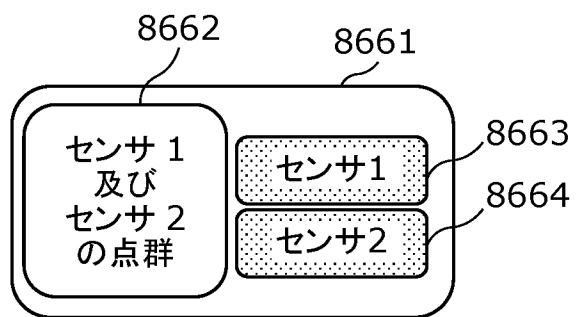
[図76]



[図77]



[図78]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/027117

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G06T 9/40**(2006.01)i

FI: G06T9/40

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)

G06T9/40

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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 2019/082837 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORPORATION OF AMERICA) 02 May 2019 (2019-05-02) paragraphs [0491], [0591]-[0631], fig. 58-68	1, 6, 11-12
A		2-5, 7-10
A	JP 2017-126890 A (CANON INC.) 20 July 2017 (2017-07-20) entire text, all drawings	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 September 2021

Date of mailing of the international search report

28 September 2021

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/JP2021/027117

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2019/082837	A1	02 May 2019	US 2020/0252659 A1 paragraphs [0559], [0661]- [0701], fig. 58-68 CN 111213176 A KR 10-2020-0069307 A	
JP	2017-126890	A	20 July 2017	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06T 9/40(2006.01)i FI: G06T9/40														
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）） G06T9/40 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2021年	日本国実用新案登録公報	1996-2021年	日本国登録実用新案公報	1994-2021年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2021年													
日本国実用新案登録公報	1996-2021年													
日本国登録実用新案公報	1994-2021年													
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 2019/082837 A1 (パナソニック インテレクチュアル プロパティ コーポレー ション オブ アメリカ) 02.05.2019 (2019-05-02) 段落0491, 0591-0631, 図58-68	1, 6, 11-12												
A		2-5, 7-10												
A	JP 2017-126890 A (キヤノン株式会社) 20.07.2017 (2017-07-20) 全文, 全図	1-12												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 17.09.2021	国際調査報告の発送日 28.09.2021													
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） 藤原 敬利 5H 3354 電話番号 03-3581-1101 内線 3531													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/027117

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2019/082837	A1	02.05.2019	US 2020/0252659 A1 段落0559, 0661-0701, 図58-68 CN 111213176 A KR 10-2020-0069307 A	
JP	2017-126890	A	20.07.2017	(ファミリーなし)	