

(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
2021年10月21日(21.10.2021)



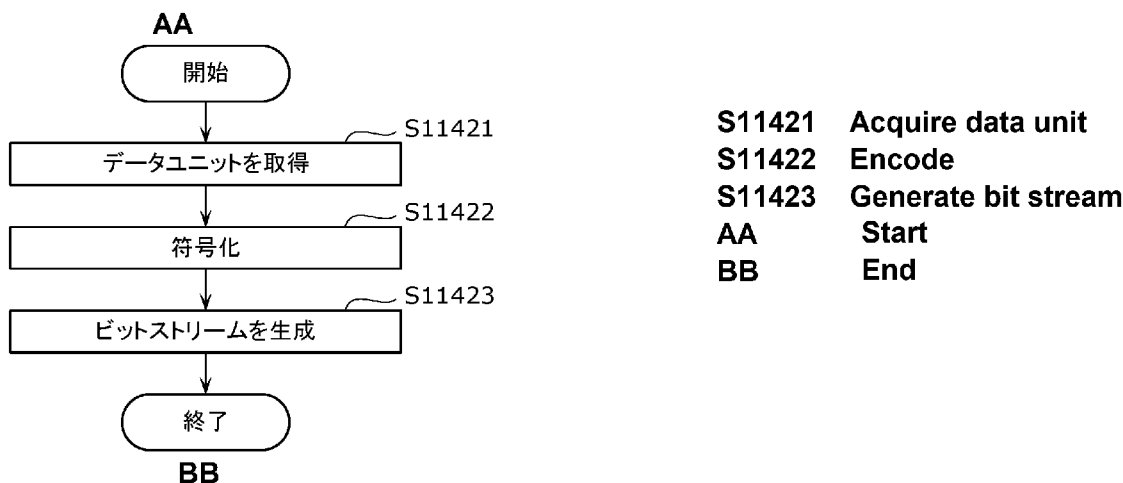
(10) 国際公開番号

WO 2021/210548 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 9/40 (2006.01) *G06T 17/00* (2006.01) 90504 カリフォルニア州, トーランス, ス
イート 450, ウェスト 190ストリ
ート 2050 California (US).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/015213
- (22) 国際出願日: 2021年4月12日(12.04.2021)
- (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:
63/009,649 2020年4月14日(14.04.2020) US
63/011,592 2020年4月17日(17.04.2020) 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];
- (72) 発明者: ハン チャン ディーン (HAN, Chung
Dean). ラサン ポンサク (LASANG, Pongsak).
ロイ ケン リン (LOI, Keng Liang). 井口 賀敬
(IGUCHI, Noritaka); 〒5718501 大阪府門真市
大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
Osaka (JP). 杉尾 敏康 (SUGIO, Toshiyasu).
- (74) 代理人: 新居 広守, 外 (NIJ, Hiromori et al.);
〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目
3番10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).

(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



(57) **Abstract:** In this three-dimensional data encoding method, a first data unit containing a plurality of first three-dimensional points is acquired (S11421), the plurality of first three-dimensional points contained in the acquired first data unit are encoded using one of a plurality of encoding schemes, which are mutually different schemes (S11422), and a bit stream containing first encoded data obtained by encoding the plurality of first three-dimensional points, and first identification information, is generated (S11423), wherein: in the encoding, it is determined whether to continue encoding using the context being used for the encoding, and the plurality of first three-dimensional points are encoded using a context corresponding to the determination result obtained by the determination, from among contexts used in the encoding scheme

(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, 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 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

used for the encoding, from among the plurality of encoding schemes; and the first identification information includes the determination result obtained by the determination.

(57) 要約 : 三次元データ符号化方法は、複数の第1三次元点を含む第1データユニットを取得し (S 1 1 4 2 1)、取得した第1データユニットに含まれる複数の第1三次元点を、互いに方式が異なる複数の符号化方式の一方で符号化し (S 1 1 4 2 2)、複数の第1三次元点が符号化された第1符号化データと、第1識別情報とを含むビットストリームを生成し (S 1 1 4 2 3)、符号化では、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いて符号化するか否かを決定し、複数の符号化方式のうち当該符号化に用いる符号化方式で用いられるコンテキストのうちの決定における決定結果に応じたコンテキストを用いて、複数の第1三次元点を符号化し、第1識別情報は、決定における決定結果を含む。

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、映像配信など、幅広い分野において、今後、三次元データを活用した装置又はサービスの普及が見込まれる。三次元データは、レンジファインダなどの距離センサ、ステレオカメラ、又は複数の単眼カメラの組み合わせなど様々な方法で取得される。

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

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

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

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開第2014/020663号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 三次元データの符号化において符号化効率を向上させることができることが望まれている。

[0008] 本開示は、符号化効率を向上させることが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、複数の第1三次元点を含む第1データユニットを取得し、取得した前記第1データユニットに含まれる前記複数の第1三次元点を、方式が異なる複数の符号化方式の一方で符号化し、前記複数の第1三次元点が符号化された第1符号化データと、第1識別情報とを含むビットストリームを生成し、前記符号化では、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いて符号化するか否かを決定し、前記複数の符号化方式のうち当該符号化に用いる符号化方式で用いられるコンテキストのうちの前記決定における決定結果に応じたコンテキストを用いて、前記複数の第1三次元点を符号化し、前記第1識別情報は、前記決定における決定結果を示す。

[0010] 本開示の一態様に係る三次元データ復号方法は、複数の第1三次元点が符号化された第1符号化データと、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いるか否かを示す第1識別情報とを含むビットストリームを取得し、前記第1符号化データを方式が異なる複数の符号化方式のうち前記第1符号化データの符号化に用いられた符号化方式に対応する復号方式で復号し、前記復号では、前記第1識別情報に応じたコンテキストを用いて、前記第1符号化データを復号する。

発明の効果

[0011] 本開示は、符号化効率を向上させることが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符号化データに関す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2に係る三次元データ符号化装置による処理のフローチャートである。

[図30]図30は、実施の形態2に係る三次元データ復号装置による処理のフローチャートである。

[図31]図31は、実施の形態2に係る多重化処理のフローチャートである。

[図32]図32は、実施の形態2に係る逆多重化処理のフローチャートである。

[図33]図33は、実施の形態3に係る第1の符号化部のブロック図である。

- [図34]図34は、実施の形態3に係る第1の復号部のブロック図である。
- [図35]図35は、実施の形態3に係る分割部のブロック図である。
- [図36]図36は、実施の形態3に係るスライス及びタイルの分割例を示す図である。
- [図37]図37は、実施の形態3に係るスライス及びタイルの分割パターンの例を示す図である。
- [図38]図38は、実施の形態3に係る依存関係の例を示す図である。
- [図39]図39は、実施の形態3に係るデータの復号順の例を示す図である。
- [図40]図40は、実施の形態3に係る符号化処理のフローチャートである。
- [図41]図41は、実施の形態3に係る結合部のブロック図である。
- [図42]図42は、実施の形態3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43]図43は、実施の形態3に係る符号化処理のフローチャートである。
- [図44]図44は、実施の形態3に係る復号処理のフローチャートである。
- [図45]図45は、実施の形態3に係る符号化処理のフローチャートである。
- [図46]図46は、実施の形態3に係る復号処理のフローチャートである。
- [図47]図47は、実施の形態4に係る、三次元データ符号化方法に用いられる予測木の一例を示す図である。
- [図48]図48は、実施の形態4に係る三次元データ符号化方法の一例を示すフローチャートである。
- [図49]図49は、実施の形態4に係る三次元データ復号方法の一例を示すフローチャートである。
- [図50]図50は、実施の形態4に係る予測木の生成方法を説明するための図である。
- [図51]図51は、実施の形態4に係る予測モードの第1の例を説明するための図である。
- [図52]図52は、実施の形態4に係る、各予測モードにおいて算出される予測値を示すテーブルの第2の例を示す図である。

[図53]図53は、実施の形態4に係る、各予測モードにおいて算出される予測値を示すテーブルの第2の例の具体例を示す図である。

[図54]図54は、実施の形態4に係る、各予測モードにおいて算出される予測値を示すテーブルの第3の例を示す図である。

[図55]図55は、実施の形態4に係る各予測モードにおいて算出される予測値を示すテーブルの第4の例を示す図である。

[図56]図56は、実施の形態4に係る各予測モードにおいて算出される予測値を示すテーブルの第5の例を示す図である。

[図57]図57は、実施の形態4に係る各予測モードにおいて算出される予測値を示すテーブルの第6の例を示す図である。

[図58]図58は、実施の形態4に係る各予測モードにおいて算出される予測値を示すテーブルの第7の例を示す図である。

[図59]図59は、実施の形態4に係る予測モード値を二値化して符号化する場合の二値化テーブルの第1の例を示す図である。

[図60]図60は、実施の形態4に係る予測モード値を二値化して符号化する場合の二値化テーブルの第2の例を示す図である。

[図61]図61は、実施の形態4に係る予測モード値を二値化して符号化する場合の二値化テーブルの第3の例を示す図である。

[図62]図62は、実施の形態4に係る予測モードを二値化して符号化する場合の二値化テーブルの二値データを符号化する例について説明するための図である。

[図63]図63は、実施の形態4に係る予測モード値の符号化の一例を示すフローチャートである。

[図64]図64は、実施の形態4に係る予測モード値の復号の一例を示すフローチャートである。

[図65]図65は、実施の形態4に係る各予測モードにおいて算出される予測値を示すテーブルの他の例を示す図である。

[図66]図66は、実施の形態4に係る予測モードを二値化して符号化する場

合の二値化テーブルの二値データを符号化する例について説明するための図である。

[図67]図67は、実施の形態4に係る予測モード値の符号化の他の一例を示すフローチャートである。

[図68]図68は、実施の形態4に係る予測モード値の復号の他の一例を示すフローチャートである。

[図69]図69は、実施の形態4に係る符号化時に条件Aに応じて予測モード値を固定するか否かを決定する処理の一例を示すフローチャートである。

[図70]図70は、実施の形態4に係る復号時に条件Aに応じて予測モード値を固定された値にするか復号するかを決定する処理の一例を示すフローチャートである。

[図71]図71は、実施の形態4に係る位置情報のヘッダのシンタックスの一例を示す図である。

[図72]図72は、実施の形態4に係る位置情報のシンタックスの一例を示す図である。

[図73]図73は、実施の形態4に係る位置情報のシンタックスの他の一例を示す図である。

[図74]図74は、実施の形態5に係る、三次元データ符号化方法に用いられる予測木の一例を示す図である。

[図75]図75は、実施の形態5に係る位置情報のシンタックスの他の例を示す図である。

[図76]図76は、実施の形態5に係る位置情報及び属性情報の符号化に共通して用いられる予測木の構成の一例を示す図である。

[図77]図77は、実施の形態5の変形例に係る三次元データ符号化方法の一例を示すフローチャートである。

[図78]図78は、実施の形態5の変形例に係る三次元データ復号方法の一例を示すフローチャートである。

[図79]図79は、実施の形態5に係る属性情報のヘッダのシンタックスの一

例を示す図である。

[図80]図80は、実施の形態5に係る属性情報のシンタックスの他の一例を示す図である。

[図81]図81は、実施の形態5に係る位置情報及び属性情報のシンタックスの一例を示す図である。

[図82]図82は、実施の形態4及び実施の形態5に係る三次元データ符号化装置の処理のフローチャートである。

[図83]図83は、実施の形態4及び実施の形態5に係る三次元データ復号装置の処理のフローチャートである。

[図84]図84は、実施の形態6に係る符号化時または復号時において、C A B A C初期化フラグに応じて、C A B A C符号化／復号エンジンの再初期化の処理を示すフローチャートである。

[図85]図85は、実施の形態6に係る三次元データ符号化装置に含まれる第1の符号化部の構成を示すブロック図である。

[図86]図86は、実施の形態6に係る分割部の構成を示すブロック図である。

[図87]図87は、実施の形態6に係る位置情報符号化部および属性情報符号化部の構成を示すブロック図である。

[図88]図88は、実施の形態6に係る第1の復号部の構成を示すブロック図である。

[図89]図89は、実施の形態6に係る位置情報復号部および属性情報復号部の構成を示すブロック図である。

[図90]図90は、実施の形態6に係る位置情報の符号化あるいは属性情報の符号化におけるC A B A Cの初期化に関する処理の一例を示すフローチャートである。

[図91]図91は、実施の形態6に係るビットストリームとした点群データにおいてC A B A C初期化のタイミングの一例を示す図である。

[図92]図92は、実施の形態6に係る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示す図である。

[図93]図93は、実施の形態6に係る位置情報の復号あるいは属性情報の復号におけるCABACの初期化に関する処理の一例を示すフローチャートである。

[図94]図94は、実施の形態6に係る点群データの符号化処理のフローチャートである。

[図95]図95は、実施の形態6に係る付加情報を更新する処理の一例を示すフローチャートである。

[図96]図96は、実施の形態6に係るCABAC初期化する処理の一例を示すフローチャートである。

[図97]図97は、実施の形態6に係る点群データの復号処理のフローチャートである。

[図98]図98は、実施の形態6に係るCABAC復号部を初期化する処理の一例を示すフローチャートである。

[図99]図99は、実施の形態6に係るタイルおよびスライスの例を示す図である。

[図100]図100は、実施の形態6に係るCABACの初期化およびコンテキスト初期値の決定方法の一例を示すフローチャートである。

[図101]図101は、実施の形態6に係るLiDARで得られた点群データを上面視した地図をタイルに分割した場合の例を示す図である。

[図102]図102は、実施の形態6に係るCABAC初期化およびコンテキスト初期値の決定方法の他の一例を示すフローチャートである。

[図103]図103は、実施の形態7に係る分割後の各データユニットに含まれる位置情報のデータ構造と、位置情報のヘッダのシンタックスの一例を示す図である。

[図104]図104は、実施の形態7に係る三次元データ符号化方法の一例を示すフローチャートである。

[図105]図105は、実施の形態7に係る三次元データ復号方法の一例を示す

フローチャートである。

[図106]図106は、実施の形態7に係る符号化方式が切り替わる場合のコンテキストの初期化について説明するための図である。

[図107]図107は、実施の形態7に係る三次元データ符号化装置の処理のフローチャートである。

[図108]図108は、実施の形態7に係る三次元データ復号装置の処理のフローチャートである。

[図109]図109は、実施の形態8に係るグループ毎にスライスを分けて符号化する場合の三次元点群の一例を示す図である。

[図110]図110は、実施の形態8に係るビットストリームの様々な構成の例を示す図である。

[図111]図111は、実施の形態8に係るスライス単位のC A B A Cを初期化するか否かをスライスフラグで示し、スライス内の *t r e e* 単位のC A B A Cを初期化するか否かをツリーフラグで示す例である。

[図112]図112は、実施の形態8に係る複数の予測木を並列処理で復号する方法について説明するための図である。

[図113]図113は、実施の形態8に係る三次元データ符号化方法の一例を示す図である。

[図114]図114は、実施の形態8に係る三次元データ復号方法の一例を示す図である。

[図115]図115は、実施の形態8に係る三次元データ復号方法において並列復号する場合の一例を示す図である。

[図116]図116は、実施の形態8に係る位置情報のデータに初期化フラグを格納する場合の位置情報のデータユニットのシンタックスの一例を示す図である。

[図117]図117は、実施の形態8に係る位置情報のヘッダに初期化フラグ及びオフセット情報を格納する場合のヘッダのシンタックスの一例を示す図である。

[図118]図118は、実施の形態8に係る位置情報のヘッダに初期化フラグ及びオフセット情報をランダムアクセス単位で格納する場合のヘッダのシンタックスの一例を示す図である。

[図119]図119は、実施の形態9に係る三次元データ作成装置のブロック図である。

[図120]図120は、実施の形態9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121]図121は、実施の形態9に係るシステムの構成を示す図である。

[図122]図122は、実施の形態9に係るクライアント装置のブロック図である。

[図123]図123は、実施の形態9に係るサーバのブロック図である。

[図124]図124は、実施の形態9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125]図125は、実施の形態9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126]図126は、実施の形態9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127]図127は、実施の形態9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128]図128は、実施の形態9に係るシステムの変形例の構成を示す図である。

[図129]図129は、実施の形態9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130]図130は、実施の形態9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131]図131は、実施の形態9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132]図132は、実施の形態9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133]図133は、実施の形態9に係るシステムの例を示す図である。

[図134]図134は、実施の形態9に係るシステムの変形例を示す図である。

[図135]図135は、実施の形態9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136]図136は、実施の形態9に係る各種センサのセンサ範囲を示す図である。

[図137]図137は、実施の形態9に係る自動運転システムの構成例を示す図である。

[図138]図138は、実施の形態9に係るビットストリームの構成例を示す図である。

[図139]図139は、実施の形態9に係る点群選択処理のフローチャートである。

[図140]図140は、実施の形態9に係る点群選択処理の画面例を示す図である。

[図141]図141は、実施の形態9に係る点群選択処理の画面例を示す図である。

[図142]図142は、実施の形態9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、複数の第1三次元点を含む第1データユニットを取得し、取得した前記第1データユニットに含まれる前記複数の第1三次元点を、方式が異なる複数の符号化方式の一方で符号化し、前記複数の第1三次元点が符号化された第1符号化データと、第1識別情報とを含むビットストリームを生成し、前記符号化では、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いて符号化するか否かを決定し、前記複数の符号化方式のうち当該符号化に用いる符号化方式で用いられるコンテキストのうちの前記決定における決定結果に応じたコンテキストを用いて、前

記複数の第1三次元点を符号化し、前記第1識別情報は、前記決定における決定結果を示す。

[0014] これによれば、符号化に用いるコンテキストを継続するか否かを決定するため、符号化効率を向上させることができ、また、第1識別情報を含むビットストリームを生成するため、三次元データ復号装置に適切に復号させることができる。

[0015] また、前記符号化において、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いることを決定した場合、前記符号化では、前記複数の符号化方式のうち前記複数の第1三次元点の符号化方式で用いられたコンテキストを継続して用いて、前記複数の第1三次元点を符号化し、前記第1識別情報は、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いて符号化することを示してもよい。

[0016] また、前記符号化において、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを決定した場合、前記符号化では、前記複数の符号化方式のうち前記複数の第1三次元点の符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて、前記複数の第1三次元点を符号化し、前記第1識別情報は、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを示してもよい。

[0017] また、前記複数の第1三次元点のそれぞれは、各第1三次元点の位置情報及び各第1三次元点の属性情報を含み、前記複数の符号化方式は、位置情報の符号化方式であり、前記符号化では、前記複数の第1三次元点の属性情報を他の符号化方式で符号化し、前記符号化では、前記符号化において符号化に用いられるコンテキストを継続して用いることを決定した場合、(i)前記複数の符号化方式のうち前記複数の第1三次元点の符号化方式で用いられたコンテキストを継続して用いて、前記複数の第1三次元点の位置情報を符号化し、(ii)前記他の符号化方式で用いられたコンテキストを継続して用いて、前記複数の第1三次元点の属性情報を符号化してもよい。

[0018] また、前記符号化では、前記符号化において符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを決定した場合、(i)前記複数の符号化方式

のうち前記複数の第1三次元点の符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて、前記複数の第1三次元点の位置情報を符号化し、(i i)前記他の符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて、前記複数の第1三次元点の属性情報を符号化してもよい。

[0019] また、前記取得では、さらに、前記複数の第1三次元点の次に符号化される複数の第2三次元点を含む第2データユニットを取得し、前記符号化では、前記複数の第2三次元点の符号化方式が前記複数の第1三次元点の符号化方式と異なる場合、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを決定し、前記複数の符号化方式のうち前記複数の第2三次元点の符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて、前記複数の第2三次元点を符号化し、前記生成では、さらに、前記複数の第2三次元点が符号化された第2符号化データと、第2識別情報とを含む前記ビットストリームを生成し、前記第2識別情報は、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを示してもよい。

[0020] 本開示の一態様に係る三次元データ復号方法は、複数の第1三次元点が符号化された第1符号化データと、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いるか否かを示す第1識別情報とを含むビットストリームを取得し、前記第1符号化データを方式が異なる複数の符号化方式のうち前記第1符号化データの符号化に用いられた符号化方式に対応する復号方式で復号し、前記復号では、前記第1識別情報に応じたコンテキストを用いて、前記第1符号化データを復号する。

[0021] これによれば、ビットストリームに含まれる第1識別情報に応じて第1符号化データを復号することで適切な複数の第1三次元点を算出することができる。

[0022] また、前記復号では、前記第1識別情報が符号化に用いられるコンテキストを継続して用いることを示す場合、前記復号方式に対応する符号化方式で用いられたコンテキストを継続して用いて、前記第1符号化データを復号してもよい。

- [0023] また、前記復号では、前記第1識別情報が符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを示す場合、前記複数の符号化方式のうち前記第1符号化データの符号化に用いられた符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて、前記第1符号化データを復号してもよい。
- [0024] また、前記第1符号化データは、符号化された前記複数の第1三次元点の位置情報と、符号化された前記複数の第1三次元点の属性情報とを含み、前記複数の符号化方式は、前記符号化された前記複数の第1三次元点の位置情報の符号化方式であり、符号化された前記複数の第1三次元点の属性情報は、他の符号化方式で符号化されており、前記復号では、前記第1識別情報が符号化に用いられるコンテキストを継続して用いることを示す場合、(i) 前記複数の符号化方式のうち前記符号化された前記複数の第1三次元点の位置情報の符号化に用いられたコンテキストを継続して用いて復号することで、複数の第1三次元点の位置情報を算出し、(ii) 前記他の符号化方式で用いられたコンテキストを継続して用いて復号することで、複数の第1三次元点の属性情報を算出してもよい。
- [0025] また、前記復号では、前記第1識別情報が符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを示す場合、(i) 前記複数の符号化方式のうち前記符号化された前記複数の第1三次元点の位置情報の符号化に用いる符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて復号することで、前記符号化された前記複数の第1三次元点の位置情報を算出し、(ii) 前記他の符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて復号することで、前記複数の第1三次元点の属性情報を復号してもよい。
- [0026] また、前記ビットストリームは、さらに、複数の第2三次元点が符号化された第2符号化データと、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いるか否かを示す第2識別情報とを含み、前記複数の第2三次元点は、前記複数の第1三次元点の次に符号化されており、前記第2識別情報は、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを示してもよい。
- [0027] 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、複数の第1三次元点を含む第1データユニットを取得し、取得した前記第1データユニットに含まれる前記複数の第1三次元点を、方式が異なる複数の符号化方式の一方で符号化し、前記複数の第1三次元点が符号化された第1符号化データと、第1識別情報とを含むビットストリームを生成し、前記符号化では、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いて符号化するか否かを決定し、前記複数の符号化方式のうち当該符号化に用いる符号化方式で用いられるコンテキストのうちの前記決定における決定結果に応じたコンテキストを用いて、前記複数の第1三次元点を符号化し、前記第1識別情報は、前記決定における決定結果を含む。

[0028] これによれば、符号化に用いるコンテキストを継続するか否かを決定するため、符号化効率を向上させることができ、また、第1識別情報を含むビットストリームを生成するため、三次元データ復号装置に適切に復号させることができる。

[0029] 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、複数の第1三次元点が符号化された第1符号化データと、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いるか否かを示す第1識別情報とを含むビットストリームを取得し、前記第1符号化データを互いに方式が異なる複数の符号化方式のうち前記第1符号化データの符号化に用いられた符号化方式に対応する復号方式で復号し、前記復号では、前記第1識別情報に応じたコンテキストを用いて、前記第1符号化データを復号する。

[0030] これによれば、ビットストリームに含まれる第1識別情報に応じて第1符号化データを復号することで適切な複数の第1三次元点を算出することができる。

[0031] なお、これらの包括的または具体的な態様は、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラムまたはコンピュータ読み取り可能なCD-ROMなどの記録媒体で実現されてもよく、システム、方法、集積回路、コンピュ

ータプログラム及び記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

[0032] 以下、実施の形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも本開示の一具体例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、本開示を限定する主旨ではない。また、以下の実施の形態における構成要素のうち、最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

[0033] (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。

[0034] 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。

[0035] 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M U X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。

[0036] また、P C C (P o i n t C l o u d C o m p r e s s i o n) 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。

- [0037] 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つのコードックが混在する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。
- [0038] 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。
- [0039] 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。
- [0040] 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。
- [0041] 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。
- [0042] 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。
- [0043] 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。

- [0044] 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。
- [0045] 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。
- [0046] 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。
- [0047] 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。
- [0048] 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。
- [0049] 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。
- [0050] 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。
- [0051] 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4

- 623へ出力する。
- [0052] 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。
- [0053] 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。
- [0054] 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。
- [0055] 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。
- [0056] 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。
- [0057] センサ端末4603で取得可能なセンサ情報は、例えば、（1）LIDAR、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。
- [0058] 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。

[0059] 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。

[0060] 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。

[0061] 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。

[0062] 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。

[0063] 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。

[0064] 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。

[0065] 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。

[0066] 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。

- [0067] 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。
- [0068] 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。
- [0069] 以下、各処理部の詳細について説明する。センサ情報は、L I D A R 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。
- [0070] 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。
- [0071] 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。
- [0072] 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。
- [0073] 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。

- [0074] 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。
- [0075] 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。
- [0076] 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。
- [0077] 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。
- [0078] 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。
- [0079] 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。
- [0080] 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。
- [0081] 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。

[0082] 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、GPCC（Geometry based PCC）とも呼ばれる。

[0083] 点群データは、PLYファイルのようなPCC点群データ、又は、センサ情報から生成されたPCC点群データであり、位置情報（Position）、属性情報（Attribute）、及びその他の付加情報（Meta Data）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。

[0084] 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（Compressed Geometry）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。

[0085] 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。

[0086] 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。

[0087] 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。

[0088] 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。

[0089] 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4642と、属性情報復号部4643と、付加情報復号部4644とを含む。

[0090] 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4640に入

力される。

- [0091] 逆多重化部4641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。
- [0092] 位置情報復号部4642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4642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。
- [0093] 属性情報復号部4643は、位置情報復号部4642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4643は、位置情報復号部4642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4643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。
- [0094] 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。
- [0095] 付加情報復号部4644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4640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。
- [0096] 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

0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。

[0097] 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。

[0098] 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。

[0099] 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。

[0100] 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（ $V \times L$ ）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

、VXL 2、VXL 3を表し、点群を含むVXL（以下、有効VXL）を表現している。

[0101] 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VXL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。

[0102] 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。

[0103] 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～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～A7が順に設定される。

[0104] 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。

- [0105] 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。
- [0106] 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。
- [0107] 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。
- [0108] 属性情報符号化部A100は、LOD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。LOD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LOD (Level of Detail) と呼ぶ。
- [0109] 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数成分を生成し、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。
- [0110] 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。

- [0111] 属性情報復号部A110は、L o D属性情報復号部A111と、変換属性情報復号部A112とを含む。L o D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。
- [0112] 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。
- [0113] 図15は、L o D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。
- [0114] 属性情報符号化部3140は、L o D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。
- [0115] L o D生成部3141は、三次元点の位置情報を用いてL o Dを生成する。
- [0116] 周囲探索部3142は、L o D生成部3141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。
- [0117] 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。
- [0118] 予測残差算出部3144は、予測部3143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。

- [0119] 量子化部3145は、予測残差算出部3144により算出された属性情報の予測残差を量子化する。
- [0120] 算術符号化部3146は、量子化部3145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3146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。
- [0121] なお、予測残差は、算術符号化部3146によって算術符号化される前に、例えば量子化部3145によって二値化されてもよい。
- [0122] また、例えば、算術符号化部3146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3146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3146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。
- [0123] 逆量子化部3147は、量子化部3145によって量子化された後の予測残差を逆量子化する。
- [0124] 復号値生成部3148は、予測部3143により生成された属性情報の予測値と、逆量子化部3147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。
- [0125] メモリ3149は、復号値生成部3148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3143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3149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。
- [0126] 図16は、変換属性情報符号化部A102の一例である属性情報符号化部6600のブロック図である。属性情報符号化部6600は、ソート部6601と、Haar変換部6602と、量子化部6603と、逆量子化部6604と、逆Haar変換部6605と、メモリ6606と、算術符号化部6607とを備える。
- [0127] 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。

[0128] 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。

[0129] 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。

[0130] 図17は、L o D属性情報復号部A 1 1 1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。

[0131] 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。

[0132] 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。

[0133] 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。

[0134] 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。

[0135] 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3

154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。

[0136] 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。

[0137] 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。

[0138] 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。

[0139] 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Haar変換部6613と、メモリ6614とを備える。

[0140] 算術復号部6611は、ビットストリームに含まれるZeroCnt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。

[0141] 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Haar変換部6613は、逆量子化後の符号化係数に逆Haar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6614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。

[0142] 次に、第2の符号化方法の符号化を行う符号化部4613の例である第2

の符号化部4650について説明する。図19は、第2の符号化部4650の構成を示す図である。図20は、第2の符号化部4650のブロック図である。

- [0143] 第2の符号化部4650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4650は、付加情報生成部4651と、位置画像生成部4652と、属性画像生成部4653と、映像符号化部4654と、付加情報符号化部4655と、多重化部4656とを含む。
- [0144] 第2の符号化部4650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、VPCC（Video based PCC）とも呼ばれる。
- [0145] 点群データは、PLYファイルのようなPCC点群データ、又は、センサ情報から生成されたPCC点群データであり、位置情報（Position）、属性情報（Attribute）、及びその他の付加情報Metadataを含む。
- [0146] 付加情報生成部4651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。
- [0147] 位置画像生成部4652は、位置情報と、付加情報生成部4651で生成されたマップ情報とに基づき、位置画像（Geometry Image）を生成する。この位置画像は、例えば、画素値として距離（Depth）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。
- [0148] 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。

[0149] 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。

[0150] 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。

[0151] 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。

[0152] 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。

[0153] 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。

- [0154] 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。
- [0155] 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、AVC又はHEVC等である。
- [0156] 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。
- [0157] 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。
- [0158] 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。
- [0159] 以下、PCC符号化方式における課題を説明する。図23は、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23には、PCC符号化データに、映像（例えばHEVC）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。
- [0160] 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、HEVCでは、NAL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、NALユニットをISOBMFFに格納する技術が規定されている。
- [0161] 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（Codec1）、及び第2の符号化方法（Codec2）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M U X処理（多重化）、伝送及び蓄積ができないという課題がある。

[0162] 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。

[0163] （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（G e o m e t r y）、属性情報（A t t r i b u t e）、付加情報（M e t a d a t a））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。

[0164] 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。

[0165] 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。

[0166] 符号化部4801は、複数のPCC（P o i n t C l o u d C o m p r e s s i o n）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（M u l t i p l e C o m p r e s s e d D a t a）を生成する。

[0167] 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。

[0168] 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。

[0169] 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。

[0170] 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。

[0171] 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。

[0172] 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。

[0173] また、符号化部4801は、各フレームに対応する属性パラメータセット（APS(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

PS (i) で表し、属性Yの属性パラメータセットをAYPS (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。

[0174] 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 (Attribute Sequence) と定義する。符号化部4801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 (Attribute Sequence PS: 属性SPSとも記す) を生成する。属性シーケンスは、属性SPSに依存する。

[0175] 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。

[0176] また、図25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SPSが生成される。

[0177] なお、図25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4801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。

[0178] 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4801は、PCCストリーム全体のパラメータセットであるPCC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。

[0179] 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。

[0180] 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。

[0181] 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。

[0182] 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。

[0183] 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。

[0184] 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。

[0185] 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。

[0186] 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。

[0187] 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。

[0188] 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。

[0189] 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。

[0190] 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。

[0191] 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。

[0192] 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。

[0193] 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。

[0194] 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。

[0195] 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。

[0196] 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`）、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。

- [0197] `pcc_codec_type`がコーデック2 (Codec 2 : 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 (Meta Data A)、メタデータB (Meta Data 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。
- [0198] 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。
- [0199] 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。
- [0200] 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。
- [0201] 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。
- [0202] 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。
- [0203] 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。
- [0204] 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。
- [0205] 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。

[0206] 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。

[0207] 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。

[0208] 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。

[0209] 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。

[0210] 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。

[0211] 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PSの値を記載せず、下位のPSにPSの値を記載する。または、PSの値を、下位のPSで示すか、上位のPSで示すか、両方で示すかの情報を、下位のPSと上位のPSのいずれか一方又は両方に示す。または

、下位のPSを上位のPSにマージしてもよい。または、下位のPSと上位のPS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。

[0212] 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。

[0213] 以下、順序識別情報に係る処理について説明する。図29は、NALユニットの送出順序に係る三次元データ符号化装置（符号化部4801及び多重化部4802）による処理のフローチャートである。

[0214] まず、三次元データ符号化装置は、NALユニットの送出順序（位置情報優先又はパラメータセット優先）を決定する（S4801）。例えば、三次元データ符号化装置は、ユーザ又は外部装置（例えば三次元データ復号装置）からの指定に基づき送出順序を決定する。

[0215] 決定された送出順序が位置情報優先である場合（S4802で位置情報優先）、三次元データ符号化装置は、ストリームPSに含まれる順序識別情報を、位置情報優先に設定する（S4803）。つまり、この場合、順序識別情報は、位置情報優先の順序でNALユニットが送出されることを示す。そして、三次元データ符号化装置は、位置情報優先の順序でNALユニットを送出する（S4804）。

[0216] 一方、決定された送出順序がパラメータセット優先である場合（S4802でパラメータセット優先）、三次元データ符号化装置は、ストリームPSに含まれる順序識別情報をパラメータセット優先に設定する（S4805）。つまり、この場合、順序識別情報は、パラメータセット優先の順序でNALユニットが送出されることを示す。そして、三次元データ符号化装置は、パラメータセット優先の順序でNALユニットを送出する

(S4806)。

[0217] 図30は、NALユニットの送出順序に係る三次元データ復号装置による処理のフローチャートである。まず、三次元データ復号装置は、ストリームPSに含まれる順序識別情報を解析する(S4811)。

[0218] 順序識別情報で示される送出順序が位置情報優先である場合(S4812で位置情報優先)、三次元データ復号装置は、NALユニットの送出順序が位置情報優先であるものとして、NALユニットを復号する(S4813)。

[0219] 一方、順序識別情報で示される送出順序がパラメータセット優先である場合(S4812でパラメータセット優先)、三次元データ復号装置は、NALユニットの送出順序がパラメータセット優先であるものとして、NALユニットを復号する(S4814)。

[0220] 例えば、三次元データ復号装置は、属性情報を復号しない場合、ステップS4813において、全てのNALユニットを取得せずに、位置情報に関するNALユニットを取得し、取得したNALユニットから位置情報を復号してもよい。

[0221] 次に、AU及びGOFの生成に係る処理について説明する。図31は、NALユニットの多重化におけるAU及びGOF生成に係る三次元データ符号化装置(多重化部4802)による処理のフローチャートである。

[0222] まず、三次元データ符号化装置は、符号化データの種類を判定する(S4821)。具体的には、三次元データ符号化装置は、処理対象の符号化データがAU先頭のデータであるか、GOF先頭のデータであるか、それ以外のデータであるかを判定する。

[0223] 符号化データがGOF先頭のデータである場合(S4822でGOF先頭)、三次元データ符号化装置は、GOFヘッダ及びAUヘッダをGOFに属する符号化データの先頭に配置してNALユニットを生成する(S4823)。

[0224] 符号化データがAU先頭のデータである場合(S4822でAU先頭)、

三次元データ符号化装置は、AUヘッダをAUに属する符号化データの先頭に配置してNALユニットを生成する（S4824）。

[0225] 符号化データがGOF先頭及びAU先頭のいずれでもない場合（S4822でGOF先頭、AU先頭以外）、三次元データ符号化装置は、符号化データが属するAUのAUヘッダの後に符号化データを配置してNALユニットを生成する（S4825）。

[0226] 次に、AU及びGOFへのアクセスに係る処理について説明する。図32は、NALユニットの逆多重化におけるAU及びGOFのアクセスに係る三次元データ復号装置の処理のフローチャートである。

[0227] まず、三次元データ復号装置は、NALユニットに含まれる`nal_unit_type`を解析することでNALユニットに含まれる符号化データの種類を判定する（S4831）。具体的には、三次元データ復号装置は、NALユニットに含まれる符号化データが、AU先頭のデータであるか、GOF先頭のデータであるか、それ以外のデータであるかを判定する。

[0228] NALユニットに含まれる符号化データがGOF先頭のデータである場合（S4832のGOF先頭）、三次元データ復号装置は、NALユニットがランダムアクセスの開始位置であると判断して、当該NALユニットにアクセスし、復号処理を開始する（S4833）。

[0229] 一方、NALユニットに含まれる符号化データがAU先頭のデータである場合（S4832でAU先頭）、三次元データ復号装置は、NALユニットがAU先頭であると判断して、NALユニットに含まれるデータにアクセスし、当該AUを復号する（S4834）。

[0230] 一方、NALユニットに含まれる符号化データが、GOF先頭及びAU先頭のいずれでもない場合（S4832でGOF先頭、AU先頭以外）、三次元データ復号装置は、当該NALユニットを処理しない。

[0231] （実施の形態3）

HEVC符号化では復号装置における並列処理を可能とするために、スライス又はタイルといったデータ分割のツールがあるが、PCC（Point

Cloud Compression) 符号化ではまだない。

- [0232] PCCでは、並列処理、圧縮効率、及び圧縮アルゴリズムによって、様々なデータ分割方法が考えられる。ここでは、スライス及びタイルの定義、データ構造及び送受信方法について説明する。
- [0233] 図33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第1の符号化部4910の構成を示すブロック図である。第1の符号化部4910は、点群データを第1の符号化方法(GPCC(Geometry based PCC))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4910は、分割部4911と、複数の位置情報符号化部4912と、複数の属性情報符号化部4913と、付加情報符号化部4914と、多重化部4915とを含む。
- [0234] 分割部4911は、点群データを分割することで複数の分割データを生成する。具体的には、分割部4911は、点群データの空間を複数のサブ空間に分割することで複数の分割データを生成する。ここでサブ空間とは、タイル及びスライス的一方、又はタイル及びスライスの組み合わせである。より具体的には、点群データは、位置情報、属性情報、及び付加情報を含む。分割部4911は、位置情報を複数の分割位置情報に分割し、属性情報を複数の分割属性情報に分割する。また、分割部4911は、分割に関する付加情報を生成する。
- [0235] 複数の位置情報符号化部4912は、複数の分割位置情報を符号化することで複数の符号化位置情報を生成する。例えば、複数の位置情報符号化部4912は、複数の分割位置情報を並列処理する。
- [0236] 複数の属性情報符号化部4913は、複数の分割属性情報を符号化することで複数の符号化属性情報を生成する。例えば、複数の属性情報符号化部4913は、複数の分割属性情報を並列処理する。
- [0237] 付加情報符号化部4914は、点群データに含まれる付加情報と、分割部4911で分割時に生成された、データ分割に関する付加情報とを符号化することで符号化付加情報を生成する。

- [0238] 多重化部4915は、複数の符号化位置情報、複数の符号化属性情報及び符号化付加情報を多重化することで符号化データ（符号化ストリーム）を生成し、生成した符号化データを送出する。また、符号化付加情報は復号時に使用される。
- [0239] なお、図33では、位置情報符号化部4912及び属性情報符号化部4913の数がそれぞれ2つの例を示しているが、位置情報符号化部4912及び属性情報符号化部4913の数は、それぞれ1つであってもよいし、3つ以上であってもよい。また、複数の分割データは、CPU内の複数コアのように同一チップ内で並列処理されてもよいし、複数のチップのコアで並列処理されてもよいし、複数チップの複数コアで並列処理されてもよい。
- [0240] 図34は、第1の復号部4920の構成を示すブロック図である。第1の復号部4920は、点群データが第1の符号化方法（GPCC）で符号化されることで生成された符号化データ（符号化ストリーム）を復号することで点群データを復元する。この第1の復号部4920は、逆多重化部4921と、複数の位置情報復号部4922と、複数の属性情報復号部4923と、付加情報復号部4924と、結合部4925とを含む。
- [0241] 逆多重化部4921は、符号化データ（符号化ストリーム）を逆多重化することで複数の符号化位置情報、複数の符号化属性情報及び符号化付加情報を生成する。
- [0242] 複数の位置情報復号部4922は、複数の符号化位置情報を復号することで複数の分割位置情報を生成する。例えば、複数の位置情報復号部4922は、複数の符号化位置情報を並列処理する。
- [0243] 複数の属性情報復号部4923は、複数の符号化属性情報を復号することで複数の分割属性情報を生成する。例えば、複数の属性情報復号部4923は、複数の符号化属性情報を並列処理する。
- [0244] 複数の付加情報復号部4924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。
- [0245] 結合部4925は、付加情報を用いて複数の分割位置情報を結合すること

で位置情報を生成する。結合部4925は、付加情報を用いて複数の分割属性情報を結合することで属性情報を生成する。

[0246] なお、図34では、位置情報復号部4922及び属性情報復号部4923の数がそれぞれ2つの例を示しているが、位置情報復号部4922及び属性情報復号部4923の数は、それぞれ1つであってもよし、3つ以上であってもよい。また、複数の分割データは、CPU内の複数コアのように同一チップ内で並列処理されてもよいし、複数のチップのコアで並列処理されてもよい、複数チップの複数コアで並列処理されてもよい。

[0247] 次に、分割部4911の構成を説明する。図35は、分割部4911のブロック図である。分割部4911は、スライス分割部4931 (Slice Divider) と、位置情報タイル分割部4932 (Geometry Tile Divider) と、属性情報タイル分割部4933 (Attribute Tile Divider) とを含む。

[0248] スライス分割部4931は、位置情報 (Position (Geometry)) をスライスに分割することで複数のスライス位置情報を生成する。また、スライス分割部4931は、属性情報 (Attribute) をスライスに分割することで複数のスライス属性情報を生成する。また、スライス分割部4931は、スライス分割に係る情報、及びスライス分割において生成された情報を含むスライス付加情報 (Slice MetaData) を出力する。

[0249] 位置情報タイル分割部4932は、複数のスライス位置情報をタイルに分割することで複数の分割位置情報 (複数のタイル位置情報) を生成する。また、位置情報タイル分割部4932は、位置情報のタイル分割に係る情報、及び位置情報のタイル分割において生成された情報を含む位置タイル付加情報 (Geometry Tile MetaData) を出力する。

[0250] 属性情報タイル分割部4933は、複数のスライス属性情報をタイルに分割することで複数の分割属性情報 (複数のタイル属性情報) を生成する。また、属性情報タイル分割部4933は、属性情報のタイル分割に係る情報、

及び属性情報のタイル分割において生成された情報を含む属性タイル付加情報 (Attribute Tile MetaData) を出力する。

[0251] なお、分割されるスライス又はタイルの数は1以上である。つまり、スライス又はタイルの分割を行わなくてもよい。

[0252] また、ここでは、スライス分割後にタイル分割が行われる例を示したが、タイル分割後にスライス分割が行われてもよい。また、スライス及びタイルに加え新たな分割種別を定義し、3つ以上の分割種別で分割が行われてもよい。

[0253] 以下、点群データの分割方法について説明する。図36は、スライス及びタイル分割の例を示す図である。

[0254] まず、スライス分割の方法について説明する。分割部4911は、三次元点群データを、スライス単位で、任意の点群に分割する。分割部4911は、スライス分割において、点を構成する位置情報と属性情報とを分割せず、位置情報と属性情報とを一括で分割する。すなわち、分割部4911は、任意の点における位置情報と属性情報とが同じスライスに属するようにスライス分割を行う。なお、これらに従えば、分割数、及び分割方法はどのような方法でもよい。また、分割の最小単位は点である。例えば、位置情報と属性情報との分割数は同一である。例えば、スライス分割後の位置情報に対応する三次元点と、属性情報に対応する三次元点とは同一のスライスに含まれる。

[0255] また、分割部4911は、スライス分割時に分割数及び分割方法に係る付加情報であるスライス付加情報を生成する。スライス付加情報は、位置情報と属性情報とで同一である。例えば、スライス付加情報は、分割後のバウンディングボックスの基準座標位置、大きさ、又は辺の長さを示す情報を含む。また、スライス付加情報は、分割数、及び分割タイプなどを示す情報を含む。

[0256] 次に、タイル分割の方法について説明する。分割部4911は、スライス分割されたデータを、スライス位置情報 (Gスライス) とスライス属性情報

(Aスライス) とに分割し、スライス位置情報とスライス属性情報をそれぞれタイル単位に分割する。

[0257] なお、図36では8分木構造で分割する例を示しているが、分割数及び分割方法はどのような方法でもよい。

[0258] また、分割部4911は、位置情報と属性情報とを異なる分割方法で分割してもよいし、同一の分割方法で分割してもよい。また、分割部4911は、複数のスライスを異なる分割方法でタイルに分割してもよいし、同一の分割方法でタイルに分割してもよい。

[0259] また、分割部4911は、タイル分割時に分割数及び分割方法に係るタイル付加情報を生成する。タイル付加情報（位置タイル付加情報及び属性タイル付加情報）は、位置情報と属性情報とで独立している。例えば、タイル付加情報は、分割後のバウンディングボックスの基準座標位置、大きさ、又は辺の長さを示す情報を含む。また、タイル付加情報は、分割数、及び分割タイプなど示す情報を含む。

[0260] 次に、点群データをスライス又はタイルに分割する方法の例を説明する。分割部4911は、スライス又はタイル分割の方法として、予め定められた方法を用いてもよいし、点群データに応じて使用する方法を適応的に切り替えてもよい。

[0261] スライス分割時には、分割部4911は、位置情報と属性情報とに対して一括で三次元空間を分割する。例えば、分割部4911は、オブジェクトの形状を判定し、オブジェクトの形状に応じて三次元空間をスライスに分割する。例えば、分割部4911は、木又は建物などのオブジェクトを抽出し、オブジェクト単位で分割を行う。例えば、分割部4911は、1又は複数のオブジェクトの全体が1つのスライスに含まれるようにスライス分割を行う。または、分割部4911は、一つのオブジェクトを複数のスライスに分割する。

[0262] この場合、符号化装置は、例えば、スライス毎に符号化方法を変えてもよい。例えば、符号化装置は、特定のオブジェクト、又はオブジェクトの特定

の一部に対して、高品質な圧縮方法を用いてもよい。この場合、符号化装置は、スライス毎の符号化方法を示す情報を付加情報（メタデータ）に格納してもよい。

[0263] また、分割部4911は、地図情報又は位置情報に基づき、各スライスが予め定められた座標空間に対応するようにスライス分割を行ってもよい。

[0264] タイル分割時には、分割部4911は、位置情報と属性情報とを独立に分割する。例えば、分割部4911は、データ量又は処理量に応じてスライスをタイルに分割する。例えば、分割部4911は、スライスのデータ量（例えばスライスに含まれる三次元点の数）が予め定められた閾値より多いかを判定する。分割部4911は、スライスのデータ量が閾値より多い場合にはスライスをタイルに分割する。分割部4911は、スライスのデータ量が閾値より少ないときにはスライスをタイルに分割しない。

[0265] 例えば、分割部4911は、復号装置での処理量又は処理時間が一定の範囲（予め定められた値以下）となるよう、スライスをタイルに分割する。これにより、復号装置におけるタイル当たりの処理量が一定となり、復号装置における分散処理が容易となる。

[0266] また、分割部4911は、位置情報と属性情報とで処理量が異なる場合、例えば、位置情報の処理量が属性情報の処理量より多い場合、位置情報の分割数を、属性情報の分割数より多くする。

[0267] また、例えば、コンテンツによって、復号装置で、位置情報を早く復号して表示し、属性情報を後でゆっくり復号して表示してもよい場合に、分割部4911は、位置情報の分割数を、属性情報の分割数より多くしてもよい。これにより、復号装置は、位置情報の並列数を多くできるので、位置情報の処理を属性情報の処理より高速化できる。

[0268] なお、復号装置は、スライス化又はタイル化されているデータを必ずしも並列処理する必要はなく、復号処理部の数又は能力に応じて、これらを並列処理するかどうかを判定してもよい。

[0269] 以上のような方法で分割することにより、コンテンツ又はオブジェクトに

応じた、適応的な符号化を実現できる。また、復号処理における並列処理を実現できる。これにより、点群符号化システム又は点群復号システムの柔軟性が向上する。

[0270] 図37は、スライス及びタイルの分割のパターンの例を示す図である。図中のDUはデータ単位(Data Unit)であり、タイル又はスライスのデータを示す。また、各DUは、スライスインデックス(Slice Index)とタイルインデックス(Tile Index)を含む。図中のDUの右上の数値がスライスインデックスを示し、DUの左下の数値がタイルインデックスを示す。

[0271] パターン1では、スライス分割において、GスライスとAスライスとで分割数及び分割方法は同じである。タイル分割において、Gスライスに対する分割数及び分割方法とAスライスに対する分割数及び分割方法とは異なる。また、複数のGスライス間では同一の分割数及び分割方法が用いられる。複数のAスライス間では同一の分割数及び分割方法が用いられる。

[0272] パターン2では、スライス分割において、GスライスとAスライスとで分割数及び分割方法は同じである。タイル分割において、Gスライスに対する分割数及び分割方法とAスライスに対する分割数及び分割方法とは異なる。また、複数のGスライス間で分割数及び分割方法が異なる。複数のAスライス間で分割数及び分割方法が異なる。

[0273] 次に、分割データの符号化方法について説明する。三次元データ符号化装置(第1の符号化部4910)は、分割されたデータを、それぞれ符号化する。三次元データ符号化装置は、属性情報を符号化する際に、どの構成情報(位置情報、付加情報又は他の属性情報)に基づき符号化を行ったかを示す依存関係情報を付加情報として生成する。つまり、依存関係情報は、例えば、参照先(依存先)の構成情報を示す。この場合、三次元データ符号化装置は、属性情報の分割形状に対応する構成情報に基づき依存関係情報を生成する。なお、三次元データ符号化装置は、複数の分割形状に対応する構成情報に基づき依存関係情報を生成してもよい。

[0274] 依存関係情報は三次元データ符号化装置で生成され、生成された依存関係情報が三次元データ復号装置に送出されてもよい。または、三次元データ復号装置が依存関係情報を生成し、三次元データ符号化装置は依存関係情報を送出しなくてもよい。また、三次元データ符号化装置が使用する依存関係を、予め定めておき、三次元データ符号化装置は、依存関係情報を送出しなくてもよい。

[0275] 図38は、各データの依存関係の一例を示す図である。図中の矢印の先は依存先を示し、矢印の元は依存元を示している。三次元データ復号装置は、依存先から依存元の順でデータを復号する。また、図中に実線で示すデータは実際に送出されるデータであり、点線で示すデータは送出されないデータである。

[0276] また、同図において、Gは位置情報を示し、Aは属性情報を示す。G_{s1}は、スライス番号1の位置情報を示し、G_{s2}は、スライス番号2の位置情報を示す。G_{s1t1}は、スライス番号1かつタイル番号1の位置情報を示し、G_{s1t2}は、スライス番号1かつタイル番号2の位置情報を示し、G_{s2t1}は、スライス番号2かつタイル番号1の位置情報を示し、G_{s2t2}は、スライス番号2かつタイル番号2の位置情報を示す。同様に、A_{s1}は、スライス番号1の属性情報を示し、A_{s2}は、スライス番号2の属性情報を示す。A_{s1t1}は、スライス番号1かつタイル番号1の属性情報を示し、A_{s1t2}は、スライス番号1かつタイル番号2の属性情報を示し、A_{s2t1}は、スライス番号2かつタイル番号1の属性情報を示し、A_{s2t2}は、スライス番号2かつタイル番号2の属性情報を示す。

[0277] M s l i c e は、スライス付加情報を示し、M G t i l e は、位置タイル付加情報を示し、M A t i l e は、属性タイル付加情報を示す。D_{s1t1}は属性情報A_{s1t1}の依存関係情報を示し、D_{s2t1}は属性情報A_{s2t1}の依存関係情報を示す。

[0278] また、三次元データ符号化装置は、三次元データ復号装置においてデータを並び替える必要がないように、データを復号順に並び替えてもよい。なお

、三次元データ復号装置においてデータを並び替えてもよいし、三次元データ符号化装置と三次元データ復号装置との両方でデータを並び替えてもよい。

[0279] 図39は、データの復号順の例を示す図である。図39の例では、左のデータから順に復号が行われる。三次元データ復号装置は、依存関係にあるデータ間では、依存先のデータから先に復号する。例えば、三次元データ符号化装置は、この順序となるようにデータを予め並び替えて送出する。なお、依存先のデータが先になる順序であれば、どのような順序でもよい。また、三次元データ符号化装置は、付加情報及び依存関係情報をデータより先に送出してもよい。

[0280] 図40は、三次元データ符号装置による処理の流れを示すフローチャートである。まず、三次元データ符号化装置は、上記のように複数のスライス又はタイルのデータを符号化する(S4901)。次に、三次元データ符号化装置は、図39に示すように、依存先のデータが先になるようにデータを並び替える(S4902)。次に、三次元データ符号化装置は、並び替え後のデータを多重化(NALユニット化)する(S4903)。

[0281] 次に、第1の復号部4920に含まれる結合部4925の構成を説明する。図41は、結合部4925の構成を示すブロック図である。結合部4925は、位置情報タイル結合部4941(Geometry Tile Combiner)と、属性情報タイル結合部4942(Attribute Tile Combiner)と、スライス結合部(Slice Combiner)とを含む。

[0282] 位置情報タイル結合部4941は、位置タイル付加情報を用いて複数の分割位置情報を結合することで複数のスライス位置情報を生成する。属性情報タイル結合部4942は、属性タイル付加情報を用いて複数の分割属性情報を結合することで複数のスライス属性情報を生成する。

[0283] スライス結合部4943は、スライス付加情報を用いて複数のスライス位置情報を結合することで位置情報を生成する。また、スライス結合部494

3は、スライス付加情報を用いて複数のスライス属性情報を結合することで属性情報を生成する。

[0284] なお、分割されるスライス又はタイルの数は1以上である。つまり、スライス又はタイルの分割が行われていなくてもよい。

[0285] また、ここでは、スライス分割後にタイル分割が行われる例を示したが、タイル分割後にスライス分割が行われてもよい。また、スライス及びタイルに加え新たな分割種別を定義し、3つ以上の分割種別で分割が行われてもよい。

[0286] 次に、スライス分割又はタイル分割された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（多重化方法）を説明する。図42は、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示す図である。

[0287] 符号化データ（分割位置情報及び分割属性情報）は、NALユニットのペイロードに格納される。

[0288] 符号化データは、ヘッダとペイロードとを含む。ヘッダは、ペイロードに含まれる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、スライス分割或いはタイル分割の種別（`slice__type`、`tile__type`）、スライス或いはタイルを特定するためのインデックス情報（`slice__idx`、`tile__idx`）、データ（スライス或いはタイル）の位置情報、又はデータのアドレス（`address`）などを含む。スライスを特定するためのインデックス情報は、スライスインデックス（`SliceIndex`）とも記す。タイルを特定するためのインデックス情報は、タイルインデックス（`TileIndex`）とも記す。また、分割の種別とは、例えば、上述したようなオブジェクト形状に基づく手法、地図情報或いは位置情報に基づく手法、又は、データ量或いは処理量に基づく手法等である。

[0289] なお、上記の情報の全て又は一部は、分割位置情報のヘッダ及び分割属性情報のヘッダの一方に格納され、他方に格納されてなくてもよい。例えば、

位置情報と属性情報とで同一の分割方法が用いられる場合には、位置情報と属性情報とで分割の種別 (`slice__type`、`tile__type`) 及びインデックス情報 (`slice__idx`、`tile__idx`) は同一である。よって、位置情報と属性情報の一方のヘッダにこれらの情報が含まれてもよい。例えば、位置情報に属性情報が依存する場合には、位置情報が先に処理される。よって、位置情報のヘッダにこれらの情報が含まれ、属性情報のヘッダにはこれらの情報が含まなくてもよい。この場合、三次元データ復号装置は、例えば、依存先の位置情報のスライス又はタイルと同一のスライス又はタイルに依存元の属性情報が属すると判断する。

[0290] また、スライス分割又はタイル分割に係る付加情報（スライス付加情報、位置タイル付加情報又は属性タイル付加情報）、及び依存関係を示す依存関係情報等は、既存のパラメータセット（GPS、APS、位置SPS又は属性SPSなど）に格納されて送出されてもよい。分割方法がフレーム毎に変化する場合は、フレーム毎のパラメータセット（GPS又はAPS等）に分割方法を示す情報が格納されてもよい。シーケンス内で分割方法が変化しない場合は、シーケンス毎のパラメータセット（位置SPS又は属性SPS）に分割方法を示す情報が格納されてもよい。さらに、位置情報と属性情報とで同じ分割方法が用いられる場合は、PCCストリームのパラメータセット（ストリームPS）に分割方法を示す情報が格納されてもよい。

[0291] また、上記の情報は、上記のいずれかのパラメータセットに格納されてもよいし、複数のパラメータセットに格納されてもよい。また、タイル分割又はスライス分割用のパラメータセットを定義し、当該パラメータセットに上記の情報を格納してもよい。また、これらの情報は、符号化データのヘッダに格納されてもよい。

[0292] また、符号化データのヘッダは、依存関係を示す識別情報を含む。つまり、当該ヘッダは、データ間に依存関係がある場合は、依存元から依存先を参照するための識別情報を含む。例えば、依存先のデータのヘッダには、当該データを特定するための識別情報が含まれる。依存元のデータのヘッダには

、依存先を示す識別情報が含まれる。なお、データを特定するための識別情報、スライス分割又はタイル分割に係る付加情報、及び依存関係を示す識別情報を、他の情報から識別可能又は導出可能である場合は、これらの情報を省略してもよい。

[0293] 次に、本実施の形態に係る点群データの符号化処理及び復号処理の流れについて説明する。図43は、本実施の形態に係る点群データの符号化処理のフローチャートである。

[0294] まず、三次元データ符号化装置は、使用する分割方法を決定する（S4911）。この分割方法は、スライス分割を行うか否か、タイル分割を行うか否かを含む。また、分割方法は、スライス分割又はタイル分割を行う場合の分割数、及び、分割の種別等を含んでもよい。分割の種別とは、上述したようなオブジェクト形状に基づく手法、地図情報或いは位置情報に基づく手法、又は、データ量或いは処理量に基づく手法等である。なお、分割方法は、予め定められていてもよい。

[0295] スライス分割が行われる場合（S4912でYes）、三次元データ符号化装置は、位置情報と属性情報とを一括で分割することで複数のスライス位置情報及び複数のスライス属性情報を生成する（S4913）。また、三次元データ符号化装置は、スライス分割に係るスライス付加情報を生成する。なお、三次元データ符号化装置は、位置情報と属性情報とを独立に分割してもよい。

[0296] タイル分割が行われる場合（S4914でYes）、三次元データ符号化装置は、複数のスライス位置情報及び複数のスライス属性情報（又は位置情報及び属性情報）を独立に分割することで複数の分割位置情報及び複数の分割属性情報を生成する（S4915）。また、三次元データ符号化装置は、タイル分割に係る位置タイル付加情報及び属性タイル付加情報を生成する。なお、三次元データ符号化装置は、スライス位置情報とスライス属性情報とを一括で分割してもよい。

[0297] 次に、三次元データ符号化装置は、複数の分割位置情報及び複数の分割属

性情報の各々を符号化することで、複数の符号化位置情報及び複数の符号化属性情報を生成する（S 4 9 1 6）。また、三次元データ符号化装置は、依存関係情報を生成する。

[0298] 次に、三次元データ符号化装置は、複数の符号化位置情報、複数の符号化属性情報及び付加情報をNALユニット化（多重化）することで符号化データ（符号化ストリーム）を生成する（S 4 9 1 7）。また、三次元データ符号化装置は、生成した符号化データを送出する。

[0299] 図44は、本実施の形態に係る点群データの復号処理のフローチャートである。まず、三次元データ復号装置は、符号化データ（符号化ストリーム）に含まれる、分割方法に係る付加情報（スライス付加情報、位置タイル付加情報及び属性タイル付加情報）を解析することで、分割方法を判定する（S 4 9 2 1）。この分割方法は、スライス分割を行うか否か、タイル分割を行うか否かを含む。また、分割方法は、スライス分割又はタイル分割を行う場合の分割数、及び、分割の種別等を含んでもよい。

[0300] 次に、三次元データ復号装置は、符号化データに含まれる複数の符号化位置情報及び複数の符号化属性情報を、符号化データに含まれる依存関係情報を用いて復号することで分割位置情報及び分割属性情報を生成する（S 4 9 2 2）。

[0301] 付加情報によりタイル分割が行われていることが示される場合（S 4 9 2 3でYes）、三次元データ復号装置は、位置タイル付加情報及び属性タイル付加情報に基づき、複数の分割位置情報と、複数の分割属性情報とを、それぞれの方法で結合することで、複数のスライス位置情報及び複数のスライス属性情報を生成する（S 4 9 2 4）。なお、三次元データ復号装置は、複数の分割位置情報と、複数の分割属性情報とを同一の方法で結合してもよい。

[0302] 付加情報によりスライス分割が行われていることが示される場合（S 4 9 2 5でYes）、三次元データ復号装置は、スライス付加情報に基づき、複数のスライス位置情報及び複数のスライス属性情報（複数の分割位置情報及

び複数の分割属性情報)を同一の方法で結合することで位置情報及び属性情報を生成する(S4926)。なお、三次元データ復号装置は、複数のスライス位置情報と複数のスライス属性情報とを、それぞれ異なる方法で結合してもよい。

[0303] 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46に示す処理を行う。まず、三次元データ符号化装置は、複数の三次元点が含まれる対象空間が分割された複数のサブ空間(例えばスライス)に含まれ、各々が1以上の三次元点を含む複数の分割データ(例えばタイル)に分割する(S4932)。ここで、分割データは、サブ空間に含まれ、1以上の三次元点を含む1以上のデータ集合体である。また、分割データは空間でもあり、三次元点を含まない空間を含んでいてもよい。また、1つのサブ空間に複数の分割データが含まれてもよいし、1つのサブ空間に1つの分割データが含まれてもよい。なお、対象空間に複数のサブ空間が設定されてもよいし、対象空間に1つのサブ空間が設定されてもよい。

[0304] 次に、三次元データ符号化装置は、複数の分割データの各々を符号化することで、複数の分割データの各々に対応する複数の符号化データを生成する(S4931)。三次元データ符号化装置は、複数の符号化データと、複数の符号化データの各々に対する複数の制御情報(例えば図42に示すヘッダ)とを含むビットストリームを生成する(S4932)。複数の制御情報の各々には、当該制御情報に対応する符号化データに対応するサブ空間を示す第1識別子(例えばslice_index)と、当該制御情報に対応する符号化データに対応する分割データを示す第2識別子(例えばtile_index)とが格納される。

[0305] これによれば、三次元データ符号化装置で生成されたビットストリームを復号する三次元データ復号装置は、第1識別子及び第2識別子を用いて、複数の分割データのデータを結合して対象空間を容易に復元できる。よって、三次元データ復号装置における処理量を低減できる。

[0306] 例えば、三次元データ符号化装置は、前記符号化では、複数の分割データ

の各々に含まれる三次元点の位置情報と属性情報とを符号化する。複数の符号化データの各々は、位置情報の符号化データと、属性情報の符号化データとを含む。複数の制御情報の各々は、位置情報の符号化データの制御情報と、属性情報の符号化データの制御情報とを含む。第1識別子及び第2識別子は、位置情報の符号化データの制御情報に格納される。

[0307] 例えば、ビットストリームにおいて、複数の制御情報の各々は、当該制御情報に対応する符号化データの前に配置されている。

[0308] また、三次元データ符号化装置は、複数の三次元点が含まれる対象空間が1以上のサブ空間に設定され、前記サブ空間に1以上の三次元点を含む1以上の分割データが含まれ、前記分割データの各々を符号化することで、前記複数の分割データの各々に対応する複数の符号化データを生成し、前記複数の符号化データと、前記複数の符号化データの各々に対する複数の制御情報とを含むビットストリームを生成し、前記複数の制御情報の各々には、当該制御情報に対応する符号化データに対応するサブ空間を示す第1識別子と、当該制御情報に対応する符号化データに対応する分割データを示す第2識別子とが格納されてもよい。

[0309] 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。

[0310] また、本実施の形態に係る三次元データ復号装置は、図46に示す処理を行う。まず、三次元データ復号装置は、複数の三次元点が含まれる対象空間が分割された複数のサブ空間（例えばスライス）に含まれ、各々が1以上の三次元点を含む複数の分割データ（例えばタイル）の各々が符号化されることで生成された複数の符号化データと、複数の符号化データの各々に対する複数の制御情報（例えば図42に示すヘッダ）とを含むビットストリームから、前記複数の制御情報に格納されている、当該制御情報に対応する符号化データに対応するサブ空間を示す第1識別子（例えば `slice__id_x`）と、当該制御情報に対応する符号化データに対応する分割データを示す第2識別子（例えば `tile__id_x`）とを取得する（S4941）。次に、三

次元データ復号装置は、複数の符号化データを復号することで複数の分割データを復元する（S4942）。次に、三次元データ復号装置は、第1識別子及び第2識別子を用いて、複数の分割データを結合することで対象空間を復元する（S4943）。例えば、三次元データ符号化装置は、第2識別子を用いて複数の分割データを結合することで複数のサブ空間を復元し、第1識別子を用いて複数のサブ空間を結合することで対象空間（複数の三次元点）を復元する。なお、三次元データ復号装置は、第1識別子及び第2識別子の少なくとも一方を用いて、所望のサブ空間又は分割データの符号化データをビットストリームから取得し、取得した符号化データを選択的に復号、又は優先的に復号してもよい。

[0311] これによれば、三次元データ復号装置は、第1識別子及び第2識別子を用いて、複数の分割データのデータを結合して対象空間を容易に復元できる。よって、三次元データ復号装置における処理量を低減できる。

[0312] 例えば、複数の符号化データの各々は、対応する分割データに含まれる三次元点の位置情報と属性情報とが符号化されることで生成され、位置情報の符号化データと、属性情報の符号化データとを含む。複数の制御情報の各々は、位置情報の符号化データの制御情報と、属性情報の符号化データの制御情報とを含む。第1識別子及び第2識別子は、位置情報の符号化データの制御情報に格納されている。

[0313] 例えば、ビットストリームにおいて、制御情報は、対応する符号化データの前に配置されている。

[0314] 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。

[0315] （実施の形態4）

実施の形態4に係る三次元データ符号化方法では、複数の三次元点の位置情報を、当該位置情報に基づいて生成した予測木を用いて符号化する。

[0316] 図47は、実施の形態4に係る、三次元データ符号化方法に用いられる予測木の一例を示す図である。図48は、実施の形態4に係る三次元データ符

号化方法の一例を示すフローチャートである。図49は、実施の形態4に係る三次元データ復号方法の一例を示すフローチャートである。

[0317] 図47及び図48に示されるように、三次元データ符号化方法においては、複数の三次元点を用いて予測木を生成し、その後、予測木の各ノードが含むノード情報を符号化する。これにより、符号化されたノード情報を含むビットストリームが得られる。各ノード情報は、例えば、予測木の1つのノードに関する情報である。各ノード情報は、例えば、1つのノードの位置情報、当該1つのノードのインデックス、当該1つのノードが有する子ノードの数、当該1つのノードの位置情報を符号化するために用いられる予測モード、及び、予測残差を含む。

[0318] また、図47及び図49に示される様に、三次元データ復号方法においては、ビットストリームに含まれる符号化された各ノード情報を復号し、その後、予測木を生成しながら位置情報を復号する。

[0319] 次に、予測木の生成方法について、図50を用いて説明する。

[0320] 図50は、実施の形態4に係る予測木の生成方法を説明するための図である。

[0321] 予測木の生成方法では、図50の(a)に示すように、三次元データ符号化装置は、まず、予測木の初期点として点0を追加する。点0の位置情報は、 (x_0, y_0, z_0) の3つの要素を含む座標で示される。点0の位置情報は、三軸直交座標系の座標で示されてもよいし、極座標系の座標で示されてもよい。

[0322] `child_count`は、当該`child_count`が設定されているノードに1つの子ノードが追加される度に+1される。予測木の生成完了後の各ノードの`child_count`は、各ノードが有する子ノードの数を示すこととなり、ビットストリームに付加される。`pred_mode`は、各ノードの位置情報の値を予測するための予測モードを示す。予測モードの詳細は、後述する。

[0323] 次に、図50の(b)に示すように、三次元データ符号化装置は、点1を

予測木に追加する。この際、三次元データ符号化装置は、既に予測木に追加されている点群から点1の最近傍点を探索し、その最近傍点の子ノードとして点1を追加してもよい。点1の位置情報は、 (x_1, y_1, z_1) の3つの要素を含む座標で示される。点1の位置情報は、三軸直交座標系の座標で示されてもよいし、極座標系の座標で示されてもよい。図50の場合、点0が点1の最近傍点となり、点0の子ノードとして点1が追加される。そして、三次元データ符号化装置は、点0の`child_count`で示される値を1増加させる。

[0324] なお、各ノードの位置情報の予測値は、予測木にノードを追加した際に算出されてもよい。例えば、図50の(b)の場合、三次元データ符号化装置は、点1を点0の子ノードとして追加し、点0の位置情報を予測値として算出してもよい。その場合、`pred_mode=1`と設定されてもよい。`pred_mode`は、予測モードを示す予測モード情報(予測モード値)である。また、三次元データ符号化装置は、予測値の算出後、点1の`residual_value`(予測残差)を算出してもよい。ここで、`residual_value`は、各ノードの位置情報から`pred_mode`で示される予測モードで算出された予測値を引いた差分値である。このように、三次元データ符号化方法では、位置情報そのものではなく、予測値からの差分値を符号化することで符号化効率を向上できる。

[0325] 次に、図50の(c)に示すように、三次元データ符号化装置は、点2を予測木に追加する。この際、三次元データ符号化装置は、既に予測木に追加されている点群から点2の最近傍点を探索し、その最近傍点の子ノードとして点2を追加してもよい。点2の位置情報は、 (x_2, y_2, z_2) の3つの要素を含む座標で示される。点2の位置情報は、三軸直交座標系の座標で示されてもよいし、極座標系の座標で示されてもよい。図50の場合、点1が点2の最近傍点となり、点1の子ノードとして点2が追加される。そして、三次元データ符号化装置は、点1の`child_count`で示される値を1増加させる。

[0326] 次に、図50の(d)に示すように、三次元データ符号化装置は、点3を予測木に追加する。この際、三次元データ符号化装置は、既に予測木に追加されている点群から点3の最近傍点を探索し、その最近傍点の子ノードとして点3を追加してもよい。点3の位置情報は、 (x_3, y_3, z_3) の3つの要素を含む座標で示される。点3の位置情報は、三軸直交座標系の座標で示されてもよいし、極座標系の座標で示されてもよい。図50の場合、点0が点3の最近傍点となり、点0の子ノードとして点3が追加される。そして、三次元データ符号化装置は、点0の`child_count`で示される値を1増加させる。

[0327] このように、三次元データ符号化装置は、全ての点を予測木に追加し、予測木の生成を完了する。予測木の生成が完了すると、最終的に`child_count=0`を有するノードが予測木の`leaf`となる。三次元データ符号化装置は、予測木の生成が完了後、`root`のノードから`depth`優先順に選択した各ノードの`child_count`、`pred_mode`、及び、`residual_value`を符号化する。つまり、三次元データ符号化装置は、`depth`優先順にノードを選択する場合、選択したノードの次のノードとして、当該選択したノードの1以上の子ノードのうちまだ選択されていない子ノードを選択する。三次元データ符号化装置は、選択したノードに子ノードがない場合、選択したノードの親ノードの未選択の他の子ノードを選択する。

[0328] なお、符号化順は、`depth`優先順に限らずに、例えば幅優先(`width first`)順でも構わない。三次元データ符号化装置は、幅優先順にノードを選択する場合、選択したノードの次のノードとして、当該選択したノードと同一の`depth`(階層)の1以上のノードのうちまだ選択されていないノードを選択する。三次元データ符号化装置は、選択したノードと同一の`depth`のノードがない場合、次の`depth`の1以上のノードのうちまだ選択されていないノードを選択する。

[0329] なお、点0~3は、複数の三次元点の一例である。

[0330] なお、上記の三次元データ符号化方法では、`child_count`、`pred_mode`、及び、`residual_value`を、各点を予測木に追加した際に算出するとしたが、必ずしもこれに限らず、例えば、予測木の生成完了後に、それらを算出してもよい。

[0331] 複数の三次元点の三次元データ符号化装置への入力順は、入力された三次元点を `Morton_order` の昇順または降順に並べ替えて、その先頭の三次元点から順に処理してもよい。これにより、三次元データ符号化装置は、処理対象の三次元点の最近傍点を効率よく探索でき、符号化効率を向上できる。また、三次元データ符号化装置は、三次元点を並べ替えずに入力された順に処理してもよい。例えば、三次元データ符号化装置は、複数の三次元点の入力順に分岐の無い予測木を生成してもよい。具体的には、三次元データ符号化装置は、複数の三次元点の入力順において、入力されたの三次元点の次に入力された三次元点を所定の三次元点の子ノードとして追加してもよい。

[0332] 次に、予測モードの第1の例について、図51を用いて説明する。図51は、実施の形態4に係る予測モードの第1の例を説明するための図である。図51は、予測木の一部を示す図である。

[0333] 予測モードは、以下に示すとおり、8つ設定されてもよい。例えば、図51に示すように、点cの予測値を算出する場合を例に説明する。予測木では、点cの親ノードは点p0であり、点cの祖父ノードは点p1であり、点cの曾祖父ノードは点p2であることが示されている。なお、点c、点p0、点p1、及び、点p2は、複数の三次元点の一例である。

[0334] 予測モード値が0である予測モード（以下、予測モード0という）は、予測なしに設定されてもよい。つまり、三次元データ符号化装置は、予測モード0において、入力された点cの位置情報を、当該点cの予測値として算出してもよい。

[0335] また、予測モード値が1である予測モード（以下、予測モード1という）は、点p0との差分予測に設定されてもよい。つまり、三次元データ符号化

装置は、点cの親ノードである点p0の位置情報を、当該点cの予測値として算出してもよい。

[0336] また、予測モード値が2である予測モード（以下、予測モード2という）は、点p0と、点p1とによる線形予測に設定されてもよい。つまり、三次元データ符号化装置は、点cの親ノードである点p0の位置情報と、点cの祖父ノードである点p1の位置情報とを用いた線形予測による予測結果を、点cの予測値として算出してもよい。具体的には、三次元データ符号化装置は、下記の式T1を用いて予測モード2における点cの予測値を算出する。

[0337] 予測値 = $2 \times p_0 - p_1$ （式T1）

[0338] 式T1において、p0は点p0の位置情報を示し、p1は点p1の位置情報を示す。

[0339] また、予測モード値が3である予測モード（以下、予測モード3という）は、点p0、点p1及び点p2を用いたParallellogram予測に設定されてもよい。つまり、三次元データ符号化装置は、点cの親ノードである点p0の位置情報と、点cの祖父ノードである点p1の位置情報と、点cの曾祖父ノードである点p2の位置情報とを用いたParallellogram予測による予測結果を、点cの予測値として算出してもよい。具体的には、三次元データ符号化装置は、下記の式T2を用いて予測モード3における点cの予測値を算出する。

[0340] 予測値 = $p_0 + p_1 - p_2$ （式T2）

[0341] 式T2において、p0は点p0の位置情報を示し、p1は点p1の位置情報を示し、p2は点p2の位置情報を示す。

[0342] また、予測モード値が4である予測モード（以下、予測モード4という）は、点p1との差分予測に設定されてもよい。つまり、三次元データ符号化装置は、点cの祖父ノードである点p1の位置情報を、当該点cの予測値として算出してもよい。

[0343] また、予測モード値が5である予測モード（以下、予測モード5という）は、点p2との差分予測に設定されてもよい。つまり、三次元データ符号化

装置は、点cの曾祖父ノードである点p2の位置情報を、当該点cの予測値として算出してもよい。

[0344] また、予測モード値が6である予測モード（以下、予測モード6という）は、点p0、点p1、及び、点p2のいずれか2個以上の位置情報の平均に設定されてもよい。つまり、三次元データ符号化装置は、点cの親ノードである点p0の位置情報と、点cの祖父ノードである点p1の位置情報と、点cの曾祖父ノードである点p2の位置情報とのうちの2以上の位置情報の平均値を、点cの予測値として算出してもよい。例えば、三次元データ符号化装置は、点p0の位置情報と、点p1の位置情報とを予測値の算出に用いる場合、次の式T3を用いて予測モード6における点cの予測値を算出する。

[0345] 予測値 = $(p0 + p1) / 2$ (式T3)

[0346] 式T3において、p0は点p0の位置情報を示し、p1は点p1の位置情報を示す。

[0347] また、予測モード値が7である予測モード（以下、予測モード7という）は、点p0及び点p1の間の距離d0と、点p2及び点p1の間の距離d1とを用いた非線形予測に設定されてもよい。つまり、三次元データ符号化装置は、距離d0と、距離d1とを用いた非線形予測による予測結果を、点cの予測値として算出してもよい。

[0348] なお、各予測モードに割当てする予測方法は、上記例に限らない。また、上記の8つの予測モードと、上記の8つの予測方法とは、上記の組み合わせでなくてもよく、どのような組み合わせであってもよい。例えば、予測モードを算術符号化などのエントロピー符号化を用いて符号化する場合、予測モード0に使用頻度が高い予測方法が割り当てられてもよい。これにより、符号化効率を向上できる。また、三次元データ符号化装置は、符号化処理を進めながら、予測モードの使用頻度に合わせて動的に予測モードの割り当てを変更することで符号化効率を向上させてもよい。三次元データ符号化装置は、例えば、符号化時の各予測モードの使用頻度をカウントし、使用頻度が高い予測方法ほどより小さい値で示される予測モードを割り当ててもよい。これ

により符号化効率を向上できる。なお、 M は、予測モードの数を示す予測モード数であり、上記例の場合、予測モードは、予測モード0～7の8つあるため、 $M=8$ となる。

[0349] 三次元データ符号化装置は、三次元点の位置情報 (x, y, z) の予測値 (p_x, p_y, p_z) として、符号化対象の三次元点の周囲の三次元点のうち、符号化対象の三次元点に距離が近い三次元点の位置情報を用いて、符号化対象の三次元点の位置情報の算出に用いる予測値を算出してもよい。また、三次元データ符号化装置は、予測モード情報 ($pred_mode$) を三次元点毎に付加し、予測モードに応じて算出される予測値を選択できるようにしてもよい。

[0350] 例えば、総数が M の予測モードにおいて、予測モード0に最近傍点の三次元点 p_0 の位置情報を割り当て、 \dots 、予測モード $M-1$ に三次元点 p_2 の位置情報を割り当て、予測に使用した予測モードを三次元点毎にビットストリームに付加することが考えられる。

[0351] なお、予測モード数 M は、ビットストリームに付加されても構わない。また、予測モード数 M は、ビットストリームに付加されずに規格の $profile, level$ 等で値が規定されても構わない。また、予測モード数 M は、予測に用いる三次元点数 N から算出された値が用いられても構わない。例えば予測モード数 M は、 $M=N+1$ により算出されても構わない。

[0352] 図52は、実施の形態4に係る、各予測モードにおいて算出される予測値を示すテーブルの第2の例を示す図である。

[0353] 図52に示されるテーブルは、予測に用いる三次元点数 $N=4$ 、かつ、予測モード数 $M=5$ の場合の例である。

[0354] 第2の例において、点 c の位置情報の予測値は、点 p_0 、点 p_1 、及び、点 p_2 の少なくともいずれか1つの位置情報を用いて算出される。予測モードは、符号化対象の三次元点毎に付加される。予測値は、付加された予測モードに応じた値に算出される。

[0355] 図53は、実施の形態4に係る、各予測モードにおいて算出される予測値

を示すテーブルの第2の例の具体例を示す図である。

[0356] 三次元データ符号化装置は、例えば、予測モード1を選択し、符号化対象の三次元点の位置情報(x、y、z)を、それぞれ予測値(p_{0x} 、 p_{0y} 、 p_{0z})を用いて符号化してもよい。この場合、選択された予測モード1を示す予測モード値である「1」がビットストリームに付加される。

[0357] このように、三次元データ符号化装置は、予測モードの選択において、符号化対象の三次元点の位置情報が含む3つの要素の各要素の予測値を算出するための1つの予測モードとして、3つの要素について共通した予測モードを選択してもよい。

[0358] 図54は、実施の形態4に係る、各予測モードにおいて算出される予測値を示すテーブルの第3の例を示す図である。

[0359] 図54に示されるテーブルは、予測に用いる三次元点数 $N=2$ 、かつ、予測モード数 $M=5$ の場合の例である。

[0360] 第3の例において、点cの位置情報の予測値は、点 p_0 及び点 p_1 の少なくともいずれか1つの位置情報を用いて算出される。予測モードは、符号化対象の三次元点毎に付加される。予測値は、付加された予測モードに応じた値に算出される。

[0361] なお、第3の例のように、点cの周囲の点の数(隣接点数)が3個に満たない場合、予測値が未割当てである予測モードは、`not available`に設定されてもよい。また、`not available`が設定された予測モードが発生した場合、その予測モードには、別の予測方法が割り当てられてもよい。例えば、その予測モードには、予測値として点 p_2 の位置情報が割り当てられてもよい。また、その予測モードには、他の予測モードに割り当てられた予測値が割り当てられてもよい。例えば、`not available`が設定された予測モード3に、予測モード4に割り当てられている点 p_1 の位置情報が割り当てられてもよい。その際、予測モード4には、新たに点 p_2 の位置情報が割り当てられてもよい。このように、`not available`が設定された予測モードが発生した場合、当該予測モード

に新たな予測方法を割り当てることで符号化効率を向上できる。

[0362] なお、位置情報が三軸直交座標系、極座標系などのように3つの要素を有する場合、3つの要素毎に分けた予測モードで予測値が算出されても構わない。例えば、3つの要素が三軸直交座標系の座標(x、y、z)のx、y、zで表される場合、3つの要素の予測値のそれぞれは、それぞれの要素において選択された予測モードで算出されてもよい。例えば、要素x(つまりx座標)の予測値を算出するための予測モードpred_mode_x、要素y(つまりy座標)の予測値を算出するための予測モードpred_mode_y、要素zの(つまりz座標)の予測値を算出するための予測モードpred_mode_zのそれぞれにおいて、予測モード値が選択されてもよい。この場合、各要素の予測モードを示す予測モード値には、後述する図55～図57のテーブルの値が用いられ、これらの予測モード値が、それぞれビットストリームに付加されてもよい。なお、上記では、位置情報の一例として、三軸直交座標系の座標について説明したが、極座標系の座標についても同様に適用することができる。

[0363] このように、三次元データ符号化装置は、予測モードの選択において、符号化対象の三次元点の位置情報が含む3つの要素の各要素の予測値を算出するための1つの予測モードとして、3つの要素それぞれについて独立した予測モードを選択してもよい。

[0364] また、位置情報の複数の要素のうちの2以上の要素を含む予測値は、共通する予測モードで算出されてもよい。例えば、3つの要素が三軸直交座標系の座標(x、y、z)のx、y、zで表される場合、要素xを用いた予測値を算出するための予測モードpred_mode_xと、要素y及び要素zを用いた予測値を算出するための予測モードpred_mode_yzとのそれぞれにおいて、予測モード値が選択されてもよい。この場合、各成分の予測モードを示す予測モード値には、後述する図55及び図58のテーブルの値が用いられ、これらの予測モード値が、それぞれビットストリームに付加されてもよい。

[0365] このように、三次元データ符号化装置は、予測モードの選択において、符号化対象の三次元点の位置情報が含む3つの要素の各要素の予測値を算出するための1つの予測モードとして、3つの要素のうち2つの要素について共通した予測モードを選択し、残りの1つの要素について上記2つの要素とは独立した予測モードを選択してもよい。

[0366] 図55は、各予測モードにおいて算出される予測値を示すテーブルの第4の例を示す図である。具体的には、第4の例は、予測値に用いられる位置情報が周囲の三次元点の位置情報の要素xの値である場合の例である。

[0367] 図55に示されるように、予測モード値が「0」で示される予測モード $pred_mode_x$ において算出される予測値は、0である。また、予測モード値が「1」で示される予測モード $pred_mode_x$ において算出される予測値は、点 p_0 のx座標であり、 p_0x である。また、予測モード値が「2」で示される予測モード $pred_mode_x$ において算出される予測値は、点 p_0 のx座標及び点 p_1 のx座標による線形予測の予測結果であり、 $(2 \times p_0x - p_1x)$ である。また、予測モード値が「3」で示される予測モード $pred_mode_x$ において算出される予測値は、点 p_0 のx座標、点 p_1 のx座標、及び、点 p_2 のx座標による *Parallelogram* 予測の予測結果であり、 $(p_0x + p_1x - p_2x)$ である。また、予測モード値が「4」で示される予測モード $pred_mode_x$ において算出される予測値は、点 p_1 のx座標であり、 p_1x である。

[0368] なお、例えば、図55のテーブルにおいて予測モード値が「1」で示される予測モード $pred_mode_x$ が選択された場合、符号化対象の三次元点の位置情報のx座標を、予測値 p_0x を用いて符号化してもよい。この場合、予測モード値としての「1」がビットストリームに付加される。

[0369] 図56は、各予測モードにおいて算出される予測値を示すテーブルの第5の例を示す図である。具体的には、第5の例は、予測値に用いられる位置情報が周囲の三次元点の位置情報の要素yの値である場合の例である。

[0370] 図56に示されるように、予測モード値が「0」で示される予測モード p

`red__mode__y`において算出される予測値は、0である。また、予測モード値が「1」で示される予測モード`pred__mode__y`において算出される予測値は、点 p_0 の y 座標であり、 p_0y である。また、予測モード値が「2」で示される予測モード`pred__mode__y`において算出される予測値は、点 p_0 の y 座標及び点 p_1 の y 座標による線形予測の予測結果であり、 $(2 \times p_0y - p_1y)$ である。また、予測モード値が「3」で示される予測モード`pred__mode__y`において算出される予測値は、点 p_0 の y 座標、点 p_1 の y 座標、及び、点 p_2 の y 座標によるParallel logram予測の予測結果であり、 $(p_0y + p_1y - p_2y)$ である。また、予測モード値が「4」で示される予測モード`pred__mode__y`において算出される予測値は、点 p_1 の y 座標であり、 p_1y である。

[0371] なお、例えば、図56のテーブルにおいて予測モード値が「1」で示される予測モード`pred__mode__y`が選択された場合、符号化対象の三次元点の位置情報の y 座標を、予測値 p_0y を用いて符号化してもよい。この場合、予測モード値としての「1」がビットストリームに付加される。

[0372] 図57は、各予測モードにおいて算出される予測値を示すテーブルの第6の例を示す図である。具体的には、第6の例は、予測値に用いられる位置情報が周囲の三次元点の位置情報の要素 z の値である場合の例である。

[0373] 図57に示されるように、予測モード値が「0」で示される予測モード`pred__mode__z`において算出される予測値は、0である。また、予測モード値が「1」で示される予測モード`pred__mode__z`において算出される予測値は、点 p_0 の z 座標であり、 p_0z である。また、予測モード値が「2」で示される予測モード`pred__mode__z`において算出される予測値は、点 p_0 の z 座標及び点 p_1 の z 座標による線形予測の予測結果であり、 $(2 \times p_0z - p_1z)$ である。また、予測モード値が「3」で示される予測モード`pred__mode__z`において算出される予測値は、点 p_0 の z 座標、点 p_1 の z 座標、及び、点 p_2 の z 座標によるParallel logram予測の予測結果であり、 $(p_0z + p_1z - p_2z)$ であ

る。また、予測モード値が「4」で示される予測モード $pred_mode_z$ において算出される予測値は、点 p_1 の z 座標であり、 $p_1 z$ である。

[0374] なお、例えば、図57のテーブルにおいて予測モード値が「1」で示される予測モード $pred_mode_z$ が選択された場合、符号化対象の三次元点の位置情報の z 座標を、予測値 $p_0 z$ を用いて符号化してもよい。この場合、予測モード値としての「1」がビットストリームに付加される。

[0375] 図58は、各予測モードにおいて算出される予測値を示すテーブルの第7の例を示す図である。具体的には、第7の例は、予測値に用いられる位置情報が周囲の三次元点の位置情報の要素 y 及び要素 z の値である場合の例である。

[0376] 図58に示されるように、予測モード値が「0」で示される予測モード $pred_mode_yz$ において算出される予測値は、0である。また、予測モード値が「1」で示される予測モード $pred_mode_yz$ において算出される予測値は、点 p_0 の y 座標及び z 座標であり、 $(p_0 y, p_0 z)$ である。また、予測モード値が「2」で示される予測モード $pred_mode_yz$ において算出される予測値は、点 p_0 の y 座標及び z 座標と点 p_1 の y 座標及び z 座標とによる線形予測の予測結果であり、 $(2 \times p_0 y - p_1 y, 2 \times p_0 z - p_1 z)$ である。また、予測モード値が「3」で示される予測モード $pred_mode_yz$ において算出される予測値は、点 p_0 の y 座標及び z 座標と、点 p_1 の y 座標及び z 座標と、点 p_2 の y 座標及び z 座標とによる *Parallelogram* 予測の予測結果であり、 $(p_0 y + p_1 y - p_2 y, p_0 z + p_1 z - p_2 z)$ である。また、予測モード値が「4」で示される予測モード $pred_mode_yz$ において算出される予測値は、点 p_1 の y 座標及び z 座標であり、 $(p_1 y, p_1 z)$ である。

[0377] なお、例えば、図58のテーブルにおいて予測モード値が「1」で示される予測モード $pred_mode_yz$ が選択された場合、符号化対象の三次元点の位置情報の y 座標及び z 座標を、予測値 $(p_0 y, p_0 z)$ を用い

て符号化してもよい。この場合、予測モード値としての「1」がビットストリームに付加される。

[0378] 第4～第7の例におけるテーブルにおいて、予測モードと、算出される予測値の予測方法との対応関係は、第2の例のテーブルにおける上記対応関係と同様である。

[0379] 符号化時の予測モードは、RD最適化によって選択されてもよい。例えば、ある予測モードPを選択した場合のコスト $cost(P)$ を算出し、 $cost(P)$ が最小になる予測モードPを選択することが考えられる。コスト $cost(P)$ としては、例えば、予測モードPの予測値を用いた場合の予測残差 $residual_value(P)$ と、予測モードPを符号化するために必要なビット数 $bit(P)$ と、調整パラメータ λ 値とを用いて、式D1で算出してもよい。

[0380] $cost(P) = abs(residual(P)) + \lambda \times bit(P)$
... (式D1)

[0381] $abs(x)$ は x の絶対値を示す。

[0382] $abs(x)$ の代わりに x の2乗値を用いても構わない。

[0383] 上記式D1を用いることにより、予測残差の大きさと予測モードを符号化するために必要なビット数とのバランスを考慮した予測モードを選択することが可能となる。なお、調整パラメータ λ は、量子化スケールの値に応じて異なる値が設定されてもよい。例えば量子化スケールが小さい場合（高ビットレート時）、 λ 値を小さくすることで予測残差 $residual_value(P)$ が小さくなる予測モードを選択して予測精度をなるべく向上し、量子化スケールが大きい場合（低ビットレート時）、 λ 値を大きくすることで予測モードPを符号化するために必要なビット数 $bit(P)$ を考慮しながら適切な予測モードが選択されるようにしてもよい。

[0384] なお、量子化スケールが小さい場合とは、例えば、第1の量子化スケールよりも小さい場合である。量子化スケールが大きい場合とは、例えば、第1の量子化スケール以上の第2の量子化スケールより大きい場合である。また

、量子化スケールが小さいほどλ値を小さい値に設定してもよい。

[0385] 予測残差 `residual_value` (P) は、符号化対象の三次元点の位置情報から予測モードPの予測値を減算することで算出される。なお、コスト算出時の予測残差 `residual_value` (P) の代わりに、予測残差 `residual_value` (P) を量子化、逆量子化し、予測値と加算して復号値を求め、元の三次元点の位置情報と予測モードPを用いた場合の復号値との差分（符号化誤差）をコスト値に反映しても構わない。これにより、符号化誤差が小さい予測モードを選択することが可能となる。

[0386] 予測モードPを符号化するために必要なビット数 `bit` (P) は、例えば予測モードを二値化して符号化する場合は、二値化後のビット数を用いてもよい。

[0387] 例えば、予測モード数M=5の場合、図59のように、予測モード数Mを用いて最大値を5とした `truncated unary code` で予測モードを示す予測モード値を二値化してもよい。この場合、予測モード値が「0」の場合は1ビット、予測モード値が「1」の場合は2ビット、予測モード値が「2」の場合は3ビット、予測モード値が「3」および「4」の場合は4ビットが、それぞれの予測モード値の符号化に必要なビット数 `bit` (P) として用いられる。`truncated unary code` を用いることで予測モードの値が小さいほど少ないビット数となる。このため、予測モード値が「0」の場合に予測値として算出される0、または、予測モード値が「1」の場合に予測値として算出される三次元点 `p0` の位置情報、つまり、符号化対象の三次元点に距離が近い三次元点の位置情報のように、選択されやすい、例えば `cost` (P) が最小になりやすい予測値を算出する予測モードを示す予測モード値の符号量を削減することができる。

[0388] このように三次元データ符号化装置は、選択された予測モードを示す予測モード値を、予測モード数を用いて符号化してもよい。具体的には、三次元データ符号化装置は、予測モード数を最大値とした `truncated unary code` で予測モード値を符号化してもよい。

- [0389] また、予測モード数の最大値が決まっていない場合は、図60のように、予測モードを示す予測モード値を `unary code` で二値化してもよい。また、各予測モードの発生確率が近い場合は、図61のように、予測モードを示す予測モード値を `fixed code` で二値化して符号量を削減するようにしてもよい。
- [0390] なお、予測モードPを示す予測モード値を符号化するために必要なビット数 `bit (P)` として、予測モードPを示す予測モード値の二値データを算術符号化し、算術符号化後の符号量を `bit (P)` の値としても構わない。これにより、より正確な必要ビット数 `bit (P)` を用いてコストが算出できるため、より適切な予測モードを選択することが可能となる。
- [0391] なお、図59は、実施の形態4に係る予測モード値を二値化して符号化する場合の二値化テーブルの第1の例を示す図である。具体的には、第1の例は、予測モード数M=5の場合において、`truncated unary code` で予測モード値を二値化する例である。
- [0392] また、図60は、実施の形態4に係る予測モード値を二値化して符号化する場合の二値化テーブルの第2の例を示す図である。具体的には、第2の例は、予測モード数M=5の場合において、`unary code` で予測モード値を二値化する例である。
- [0393] また、図61は、実施の形態4に係る予測モード値を二値化して符号化する場合の二値化テーブルの第3の例を示す図である。具体的には、第3の例は、予測モード数M=5の場合において、`fixed code` で予測モード値を二値化する例である。
- [0394] 予測モード (`pred_mode`) を示す予測モード値は、二値化後に算術符号化してビットストリームに付加されてもよい。予測モード値は、上述したように、例えば予測モード数Mの値を用いた `truncated unary code` で二値化されてもよい。この場合、予測モード値の二値化後のビット数の最大数は、M-1となる。
- [0395] また、二値化後の二値データは、符号化テーブルを用いて算術符号化され

てもよい。この場合、例えば、二値データのビット毎に符号化テーブルを切替えて符号化することで符号化効率を向上させてもよい。また、符号化テーブル数を抑制するために、二値データのうち、先頭ビット `one bit` に `one bit` 用の符号化テーブルAを用いて符号化し、残りのビット `remaining bit` の各ビットに `remaining bit` 用の符号化テーブルBを用いて符号化してもよい。例えば、図62に示される予測モード値が「3」の二値データ「1110」を符号化する場合、先頭ビット `one bit` の「1」に符号化テーブルAを用いて符号化し、残りのビット `remaining bit` の「110」のそれぞれのビットに符号化テーブルBを用いて符号化してもよい。

[0396] なお、図62は、実施の形態4に係る予測モードを二値化して符号化する場合の二値化テーブルの二値データを符号化する例について説明するための図である。図62における二値化テーブルは、予測モード数 $M=5$ において、`truncated unary code` で予測モード値を二値化する例である。

[0397] これにより、符号化テーブル数を抑制しつつ、二値データのビット位置に応じて符号化テーブルを切替えることで符号化効率を向上させることができる。なお、`Remaining bit` の符号化時に、更に、ビット毎に符号化テーブルを切替えて算術符号化する、または、算術符号化された結果に応じて当該符号化テーブルを切り替えて復号してもよい。

[0398] 予測モード数 M を用いた `truncated unary code` で予測モード値を二値化して符号化する場合、復号側で復号した二値データから予測モードが特定できるように、`truncated unary code` に用いられた予測モード数 M がビットストリームのヘッダ等に付加されても構わない。ビットストリームのヘッダは、例えば、シーケンスパラメータセット (SPS)、位置パラメータセット (GPS)、スライスヘッダ等である。また、予測モード数の取りうる値 $MaxM$ が規格等で規定されてもよく、 $MaxM-M$ の値 ($M \leq MaxM$) がヘッダに付加されても構わない

。また、予測モード数Mは、ストリームに付加されずに、規格等の `profile` または `level` で規定されても構わない。

[0399] なお、`truncated unary code`を用いて二値化した予測モード値は、上述のように`one bit`部と`remaining`部で符号化テーブルを切替えて算術符号化することが考えられる。なお、各符号化テーブルにおける0と1の発生確率は、実際に発生した二値データの値に応じて更新されてもよい。また、どちらかの符号化テーブルにおける0と1の発生確率は、固定化されてもよい。これにより、発生確率の更新回数を抑制して処理量を削減しても構わない。例えば`one bit`部の発生確率は更新され、`remaining bit`部の発生確率は固定化されてもよい。

[0400] 図63は、実施の形態4に係る予測モード値の符号化の一例を示すフローチャートである。図64は、実施の形態4に係る予測モード値の復号の一例を示すフローチャートである。

[0401] 図63に示されるように、予測モード値の符号化では、まず、予測モード値を、予測モード数Mを用いた`truncated unary code`で二値化する(S9701)。

[0402] 次に、`truncated unary code`の二値データを算術符号化する(S9702)。これにより、ビットストリームには、二値データが予測モードとして含まれる。

[0403] また、図64に示されるように、予測モード値の復号では、まず、予測モード数Mを用いてビットストリームを算術復号し、`truncated unary code`の二値データを生成する(S9711)。

[0404] 次に、`truncated unary code`の二値データから予測モード値を算出する(S9712)。

[0405] 予測モード(`pred_mode`)を示す予測モード値の二値化の方法として、予測モード数Mの値を用いた`truncated unary code`で二値化する例を示したが、必ずしもこれに限らない。例えば、予測モードに予測値が割当たった数L ($L \leq M$)を用いた`truncated`

`unary code`で予測モード値を二値化してもよい。例えば、予測モード数 $M=5$ の場合に、ある符号対象の三次元点の予測に利用可能な周囲の三次元点が1個の場合、図65に示されるように2個の予測モードが`available`となり、残りの3個の予測モードが`not available`となるケースがある。例えば、図65に示されるように予測モード数 $M=5$ の場合で、符号化対象の三次元点の周囲にある予測に利用可能な三次元点の数が1個であり、予測モード値が「2」、「3」及び「4」を示す予測モードに予測値が割当たっていない場合がある。

[0406] この場合、図66に示されるように、予測モードが割当たった値 L を最大値として`truncated unary code`で予測モード値を二値化することにより、予測モード数 M で`truncated unary code`した場合より二値化後のビット数を削減できる可能性がある。例えば、この場合 $L=3$ であるため、最大値3として`truncated unary code`で二値化することでビット数を削減することができる。このように、予測モードに予測値が割当たった数 L を最大値として`truncated unary code`にて二値化することで、予測モード値の二値化後のビット数を削減してもよい。

[0407] 二値化後の二値データは符号化テーブルを用いて算術符号化されてもよい。この場合、例えば二値データのビット毎に符号化テーブルを切替えて符号化することで符号化効率を向上させてもよい。また、符号化テーブル数を抑制するために、二値データのうち、先頭ビット`one bit`に`one bit`用の符号化テーブルAを用いて符号化し、残りのビット`remaining bit`の各ビットに`remaining bit`用の符号化テーブルBを用いて符号化してもよい。例えば、図66に示される予測モード値が「1」の二値データ「1」を符号化する場合、先頭ビット`one bit`の「1」に符号化テーブルAを用いて符号化する。残りのビット`remaining bit`はないので符号化しなくてもよい。残りのビット`remaining bit`がある場合、残りのビット`remaining bit`に符

号化テーブルBを用いて符号化してもよい。

[0408] なお、図66は、実施の形態4に係る予測モードを二値化して符号化する場合の二値化テーブルの二値データを符号化する例について説明するための図である。図66における二値化テーブルは、予測モードに予測値が割り当たった数 $L=2$ において、`truncated unary code`で予測モード値を二値化する例である。

[0409] これにより、符号化テーブル数を抑制しつつ、二値データのビット位置に応じて符号化テーブルを切替えることで符号化効率を向上させることができる。なお、`Remaining bit`の符号化時に、更に、ビット毎に符号化テーブルを切替えて算術符号化する、または、算術符号化された結果に応じて当該符号化テーブルを切り替えて復号してもよい。

[0410] 予測モード値を、予測値が割り当たった数 L を用いた`truncated unary code`で二値化して符号化する場合、復号側で復号した二値データから予測モードが特定できるように、符号化時と同様の方法にて予測モードに予測値を割当てることによって数 L を算出し、算出された L を用いて予測モードを復号しても構わない。

[0411] なお、`truncated unary code`を用いて二値化した予測モード値は、上述のように`one bit`部と`remaining`部で符号化テーブルを切替えて算術符号化することが考えられる。なお、各符号化テーブルにおける0と1の発生確率は、実際に発生した二値データの値に応じて更新されてもよい。また、どちらかの符号化テーブルにおける0と1の発生確率は、固定化されてもよい。これにより、発生確率の更新回数を抑制して処理量を削減しても構わない。例えば`one bit`部の発生確率は更新され、`remaining bit`部の発生確率は固定化されてもよい。

[0412] 図67は、実施の形態4に係る予測モード値の符号化の他の一例を示すフローチャートである。図68は、実施の形態4に係る予測モード値の復号の他の一例を示すフローチャートである。

[0413] 図67に示されるように、予測モード値の符号化では、まず、予測モード

に予測値が割り当たった数 L を算出する (S9721)。

[0414] 次に、予測モード値を、数 L を用いた `truncated unary code` で二値化する (S9722)。

[0415] 次に、`truncated unary code` の二値データを算術符号化する (S9723)。

[0416] また、図68に示されるように、予測モード値の復号では、まず、予測モードに予測値が割り当たった数 L を算出する (S9731)。

[0417] 次に、数 L を用いてビットストリームを算術復号し、`truncated unary code` の二値データを生成する (S9732)。

[0418] 次に、`truncated unary code` の二値データから予測モード値を算出する (S9733)。

[0419] 予測モード値は、全ての位置情報毎に付加されなくてもよい。例えば、ある条件を満たせば予測モードを固定して、予測モード値をビットストリームに付加しないようにし、ある条件を満たさなければ、予測モードを選択してビットストリームに予測モード値を付加するようにしてもよい。例えば、条件Aを満たせば予測モード値を「2」に固定して周囲の三次元点の線形予測から予測値を算出し、条件Aを満たさなければ複数の予測モードから1つの予測モードを選択してビットストリームに選択した予測モードを示す予測モード値を付加するようにしてもよい。

[0420] ある条件Aとしては、例えば、点 p_1 及び点 P_0 の間の距離 d_0 と、点 p_2 及び点 p_1 の間の距離 d_1 を算出し、その差分絶対値 $d i s t d i f f = | d_0 - d_1 |$ が閾値 $T h f i x$ 未満であることである。三次元データ符号化装置は、差分絶対値が閾値 $T h f i x$ 未満である場合、線形予測による予測値と処理対象の点の位置情報との差が小さいと判定し、予測モード値を「2」に固定して予測モード値を符号化しないことで、予測モードを符号化するための符号量を削減しつつ、適切な予測値を生成することが可能となる。なお、三次元データ符号化装置は、差分絶対値が閾値 $T h f i x$ 以上である場合、予測モードを選択して、選択した予測モードを示す予測モード値を符

号化してもよい。

[0421] なお、閾値 $T_{h f i x}$ は、ビットストリームのヘッダ等に付加されてもよく、エンコーダは、閾値 $T_{h f i x}$ の値を変えて符号化できるようにしても構わない。例えば、エンコーダは、高ビットレートでの符号化時に、閾値 $T_{h f i x}$ の値を低ビットレート時よりも小さくしてヘッダに付加し、予測モードを選択して符号化するケースを増やすことで、少しでも予測残差が小さくなるように符号化してもよい。また、エンコーダは、低ビットレートでの符号化時に、閾値 $T_{h f i x}$ の値を高ビットレート時よりも大きくしてヘッダに付加し、予測モードを固定して符号化する。このように、低ビットレート時に予測モードが固定して符号化されるケースを増やすことで、予測モードを符号化するビット量を抑えつつ、符号化効率を向上することができる。また、閾値 $T_{h f i x}$ は、ビットストリームに付加されずに、規格の $p r o f i l e$ または $l e v e l$ で規定されてもよい。

[0422] 予測に用いられる、符号化対象の三次元点の周囲の N 個の三次元点は、符号化対象の三次元点からの距離が閾値 $T_{H d}$ より小さい符号化済みおよび復号済みの N 個の三次元点である。 N の最大値は、 $N u m N e i g h b o r P o i n t$ としてビットストリームに付加されてもよい。周囲の符号化済みおよび復号済みの三次元点数が $N u m N e i g h b o r P o i n t$ の値に満たない場合など、 N の値は、常に $N u m N e i g h b o r P o i n t$ の値に一致しなくてもよい。

[0423] 予測に用いられる、差分絶対値 $d i s t d i f f$ が閾値 $T_{h f i x} [i]$ より小さければ予測モード値が「2」に固定される例を示したが、必ずしもこれに限らず、予測モード値を「0」～「 $M-1$ 」のいずれかに固定するようにしても構わない。また固定される予測モード値をビットストリームに付加しても構わない。

[0424] 図69は、実施の形態4に係る符号化時に条件Aに応じて予測モード値を固定するか否かを決定する処理の一例を示すフローチャートである。図70は、実施の形態4に係る復号時に条件Aに応じて予測モード値を固定された

値にするか復号するかを決定する処理の一例を示すフローチャートである。

- [0425] 図69に示されるように、まず、三次元データ符号化装置は、点 p_1 及び点 p_0 の間の距離 d_0 と、点 p_2 及び点 p_1 の間の距離 d_1 を算出し、その差分絶対値 $d_{i s t d i f f} = |d_0 - d_1|$ を算出する(S9741)。
- [0426] 次に、三次元データ符号化装置は、差分絶対値 $d_{i s t d i f f}$ が閾値 $T_{h f i x}$ 未満であるか否かを判定する(S9742)。なお、閾値 $T_{h f i x}$ は、符号化され、ストリームのヘッダ等に付加されてもよい。
- [0427] 三次元データ符号化装置は、差分絶対値 $d_{i s t d i f f}$ が閾値 $T_{h f i x}$ 未満である場合(S9742でYes)、予測モード値を「2」に決定する(S9743)。
- [0428] 一方で、三次元データ符号化装置は、差分絶対値 $d_{i s t d i f f}$ が閾値 $T_{h f i x}$ 以上である場合(S9742でNo)、複数の予測モードのうちの1つの予測モードを設定する(S9744)。
- [0429] そして、三次元データ符号化装置は、設定された予測モードを示す予測モード値を算術符号化する(S9745)。具体的には、三次元データ符号化装置は、図63で説明したステップS9701及びS9702を実行することで予測モード値を算術符号化する。なお、三次元データ符号化装置は、予測モード $pred_mode$ を、予測値が割当たった予測モード数を用いて $truncated_unary_code$ で二値化して算術符号化してもよい。つまり、三次元データ符号化装置は、図67で説明したステップS9721～S9723を実行することで予測モード値を算術符号化してもよい。
- [0430] 三次元データ符号化装置は、ステップS9743において決定された予測モード、または、ステップS9745において設定された予測モードの予測値を算出し、算出された予測値を出力する(S9746)。三次元データ符号化装置は、ステップS9743で決定された予測モード値を用いる場合、予測モード値が「2」で示される予測モードの予測値を、周囲のN個の三次元点の位置情報の線形予測により算出する。

- [0431] また、図70に示されるように、まず、三次元データ復号装置は、点 p_1 及び点 p_0 の間の距離 d_0 と、点 p_2 及び点 p_1 の間の距離 d_1 を算出し、その差分絶対値 $distdiff = |d_0 - d_1|$ を算出する(S9751)。
- [0432] 次に、三次元データ復号装置は、差分絶対値 $distdiff$ が閾値 $Thfix$ 未満であるか否かを判定する(S9752)。なお、閾値 $Thfix$ は、ストリームのヘッダ等が復号されて設定されてもよい。
- [0433] 三次元データ復号装置は、差分絶対値 $distdiff$ が閾値 $Thfix$ 未満である場合(S9752でYes)、予測モード値を「2」に決定する(S9753)。
- [0434] 一方で、三次元データ復号装置は、差分絶対値 $distdiff$ が閾値 $Thfix$ 以上である場合(S9752でNo)、予測モード値をビットストリームから復号する(S9754)。
- [0435] 三次元データ復号装置は、ステップS9753で決定された予測モード値、または、ステップS9754で復号された予測モード値で示される予測モードの予測値を算出し、算出された予測値を出力する(S9755)。三次元データ復号装置は、ステップS9753で決定された予測モード値を用いる場合、予測モード値が「2」で示される予測モードの予測値を、周囲のN個の三次元点の位置情報の線形予測により算出する。
- [0436] 図71は、位置情報のヘッダのシンタックスの一例を示す図である。図71のシンタックスにおける $NumNeighborPoint$ 、 $NumPredMode$ 、 $Thfix$ 、QP、及び、 $unique_point_per_leaf$ について順に説明する。
- [0437] $NumNeighborPoint$ は、三次元点の位置情報の予測値の生成に用いる周囲の点数の上限値を示す。周囲の点数Mが $NumNeighborPoint$ に満たない場合($M < NumNeighborPoint$)、予測値の算出処理では、M個の周囲の点数を用いて予測値が算出されてもよい。

- [0438] `NumPredMode`は、位置情報の予測に用いる予測モードの総数 M を示す。なお、予測モード数の取りうる値の最大値 $MaxM$ は、規格等で値が規定されてもよい。三次元データ符号化装置は、 $(MaxM - M)$ の値 ($0 < M \leq MaxM$) を`NumPredMode`としてヘッダに付加し、 $(MaxM - 1)$ を`truncated unary code`で二値化して符号化しても構わない。また、予測モード数`NumPredMode`は、ビットストリームに付加されなくてもよく、規格等の`profile`または`level`で値が規定されても構わない。また、予測モード数は、`NumNeighborPoint + NumPredMode`で規定されても構わない。
- [0439] `ThFix`は、予測モードを固定するか否かを判定するための閾値である。予測に用いる点 p_1 及び点 p_0 の間の距離 d_0 と、点 p_2 及び点 p_1 の間の距離 d_1 とを算出し、その差分絶対値 $distdiff = |d_0 - d_1|$ が閾値`ThFix[i]`より小さければ予測モードが α に固定される。 α は、予測モードが線形予測を用いた予測値を算出するための予測モードであり、上記実施の形態では「2」である。なお、`ThFix`はビットストリームに付加されなくてもよく、規格等の`profile`または`level`で値が規定されても構わない。
- [0440] `QP`は、位置情報を量子化する際に用いる量子化パラメータを示す。三次元データ符号化装置は、量子化パラメータから量子化ステップを算出し、算出した量子化ステップを用いて位置情報を量子化してもよい。
- [0441] `unique_point_per_leaf`は、ビットストリーム内に`duplicated point`（位置情報が同じ点）が含まれるか否かを示す情報である。`unique_point_per_leaf = 1`であることは、ビットストリーム内に`duplicated point`がないことを示す。`unique_point_per_leaf = 0`であることは、ビットストリーム内に`duplicated point`が1つ以上存在することを示す。

[0442] なお、本実施の形態では、予測モードを固定するか否かの判断は、距離 d_0 と距離 d_1 との差分絶対値を用いて行われるとしたが、必ずしもこれに限らず、どのような方法で判断しても構わない。例えば、この判断は、点 p_1 及び点 p_0 の間の距離 d_0 を算出し、距離 d_0 が閾値よりも大きい場合、点 p_1 は予測に使えないと判定し、予測モード値を「1」（予測値 p_0 ）に固定し、そうでなければ、予測モードを設定するようにしても構わない。これにより、オーバーヘッドを抑えつつ、符号化効率を向上できる。

[0443] 上記 `NumNeighborPoint`、`NumPredMode`、`Thfix`、`unique__point__per__leaf` は、エントロピー符号化されてヘッダに付加されてもよい。例えば各値は、二値化されて算出符号化されてもよい。また、各値は、処理量を抑えるために固定長で符号化されても構わない。

[0444] 図72は、位置情報のシンタックスの一例を示す図である。図72のシンタックスにおける `NumOfPoint`、`child__count`、`pred__mode`、及び、`residual__value[j]` について順に説明する。

[0445] `NumOfPoint` は、ビットストリームに含まれる三次元点の総数を示す。

[0446] `child__count` は、 i 番目の三次元点 (`node[i]`) が持つ子ノードの数を示す。

[0447] `pred__mode` は、 i 番目の三次元点の位置情報を符号化又は復号するための予測モードを示す。`pred__mode` は、値0から $M-1$ (M は予測モードの総数) までの値をとる。`pred__mode` がビットストリームにない場合 (条件である `distdiff >= Thfix[i] && NumPredMode > 1` を満たさない場合)、`pred__mode` は、固定値 α と推定されてもよい。 α は、予測モードが線形予測を用いた予測値を算出するための予測モードであり、上記実施の形態では「2」である。なお、 α は、「2」に限らずに0から $M-1$ までのいずれかの値が推定

値として設定されてもよい。また、`pred_mode`がビットストリームにない場合の推定値は、別途ヘッダ等に付加されても構わない。また、`pred_mode`は予測値が割当たった予測モード数を用いて`truncated_unary_code`で二値化して算術符号化されてもよい。

[0448] なお、`NumPredMode=1`である場合、つまり、予測モード数が1である場合、三次元データ符号化装置は、予測モードを示す予測モード値を符号化せずに、予測モード値を含まないビットストリームを生成してもよい。また、三次元データ復号装置は、予測モード値を含まないビットストリームを取得した場合、予測値の算出において、特定の予測モードの予測値を算出してもよい。特定の予測モードは、予め定められた予測モードである。

[0449] `residual_value[j]`は、位置情報の予測値との間の予測残差の符号化データを示す。`residual_value[0]`は、位置情報の要素xを示し、`residual_value[1]`が位置情報の要素yを示し、`residual_value[2]`が位置情報の要素zを示してもよい。

[0450] 図73は、位置情報のシンタックスの他の一例を示す図である。図73の例は、図72の例の変形例である。

[0451] `pred_mode`は、図73に示すように、位置情報(x、y、z)の3つの要素毎の予測モードを示していてもよい。つまり、`pred_mode[0]`は、要素xの予測モードを示し、`pred_mode[1]`は要素yの予測モードを示し、`pred_mode[2]`は要素zの予測モードを示す。`pred_mode[0]`、`pred_mode[1]`、及び、`pred_mode[2]`は、ビットストリームに付加されてもよい。

[0452] (実施の形態5)

図74は、実施の形態5に係る、三次元データ符号化方法に用いられる予測木の一例を示す図である。

[0453] 実施の形態5では、実施の形態4と比較して、予測木の生成方法において、予測木を生成する際に各ノードの`depth`を算出してもよい。

[0454] 例えば、予測木の `root` は `depth=0` に設定され、`root` の子ノードは `depth=1` に設定され、その子ノードは `depth=2` に設定されてもよい。なお、この際、`depth` の値に応じて `pred_mode` の取り得る値は、変更されてもよい。つまり、予測モードの設定では、三次元データ符号化装置は、各三次元点の階層構造の深さに基づいて、当該三次元点を予測するための予測モードを設定してもよい。例えば、`pred_mode` は、`depth` の値以下の値に制限されてもよい。つまり、設定される予測モード値は、各三次元点の階層構造の深さの値以下に設定されてもよい。

[0455] また、`pred_mode` は、予測モード数に応じて `truncated unary code` で二値化されて算術符号化される場合、予測モード数 = $\min(\text{depth}, \text{予測モード数}M)$ として `truncated unary code` で二値化されてもよい。これにより、 $\text{depth} < M$ の場合の `pred_mode` の二値データのビット長を小さくでき、符号化効率を向上できる。

[0456] 予測木の生成方法において、三次元点 A を予測木に追加する際に、その最近傍点 B を探索して、三次元点 B の子ノードに三次元点 A を追加する例を示した。ここで、最近傍点の探索方法には、どのような方法が用いられても構わない。例えば、`kd-tree` 法を用いて最近傍点の探索が行われてもよい。これにより、効率的に最近傍点を探索でき、符号化効率を向上できる。

[0457] また、`nearest neighbour` 法を用いて、最近傍点の探索が行われてもよい。これにより、処理負荷を抑えつつ、最近傍点を探索でき、処理量と符号化効率のバランスをとることができる。また、`nearest neighbour` 法を用いた最近傍点の探索の際に、探索範囲が設定されてもよい。これにより処理量を削減することができる。

[0458] また、三次元データ符号化装置は、予測残差 `residual_value` を量子化して符号化してもよい。例えば、三次元データ符号化装置は、量子化パラメータ `QP` をスライス等のヘッダに付加し、`QP` から算出される `Q`

stepを用いてresidual_valueを量子化し、量子化値を二値化して算術符号化してもよい。なお、この場合、三次元データ復号装置は、residual_valueの量子化値に、同じQstepを用いて逆量子化を適用し、予測値に加算することで位置情報を復号してもよい。なおその場合、予測木には、復号した位置情報を追加してもよい。これにより、量子化を適用した場合でも、三次元データ符号化装置又は三次元データ復号装置は復号した位置情報を用いて予測値を算出することができるため、三次元データ復号装置が正しく復号できるビットストリームを三次元データ符号化装置は生成することができる。なお、予測木の生成時に三次元点の最近傍点を探索して予測木に追加する例を示したが、必ずしもこれに限らず、どのような方法や順番で予測木を生成してもよい。例えば、入力された三次元点 lidarで取得されたデータである場合は、lidarでスキャンされた順に三次元点を追加して予測木を生成してもよい。これにより、予測精度が向上し、符号化効率を向上することができる。

[0459] 図75は、位置情報のシンタックスの他の例を示す図である。図75のシンタックスにおけるresidual_is_zero、residual_sign、residual_bitcount_minus1、及び、residual_bit[k]について順に説明する。

[0460] residual_is_zeroはresidual_valueが0か否かを示す情報である。例えば、residual_is_zero=1であることは、residual_valueが0であることを示し、residual_is_zero=0であることは、residual_valueが0でないことを示す。なお、pred_mode=0（予測なし、予測値0）の場合、residual_valueが0になる可能性が低いいため、residual_is_zeroを符号化してビットストリームに付加しなくてもよい。pred_mode=0の場合、三次元データ復号装置は、residual_is_zeroをビットストリームから復号せず、residual_is_zero=0であると推定してもよい。

[0461] `residual__sign`は、`residual__value`が正であるか負であるかを示す正負情報（符号ビット）である。例えば、`residual__sign=1`であることは`residual__value`が負であることを示し、`residual__sign=0`は`residual__value`が正であることを示す。

[0462] なお、`pred__mode=0`の場合、予測値が0となるため`residual__value`は必ず正又は0になる。このため、三次元データ符号化装置は、`residual__sign`を符号化してビットストリームに付加しなくてもよい。つまり、三次元データ符号化装置は、予測値が0に算出される予測モードに設定されている場合、予測残差が正であるか負であるかを示す正負情報を符号化せずに、正負情報を含まないビットストリームを生成してもよい。`pred__mode=0`の場合、三次元データ復号装置は、`residual__sign`をビットストリームから復号せず、`residual__sign=0`であると推定してもよい。つまり、三次元データ復号装置は、予測残差が正であるか負であるかを示す正負情報を含まないビットストリームを取得した場合、予測残差を0又は正の数として扱ってもよい。

[0463] `residual__bitcount__minus1`は、`residual__bitcount`のビット数から1引いた数を示す。つまり、`residual__bitcount`は、`residual__bitcount__minus1`に1足した数と等しい。

[0464] `residual__bit[k]`は、`residual__value`の絶対値を`residual__bitcount`の値に合わせて固定長で二値化した際の、 k 番目のビット情報を示す。

[0465] なお、条件Aが「予測モード1のように、点 p_0 、点 p_1 、及び、点 p_2 のいずれか1つの点の位置情報を直接予測値とする場合に`unique__point__per__leaf=1`（`duplicated__point`がない）である」と規定される場合、要素 x の`residual__is__zero[0]`と、要素 y の`residual__is__zero[1]`と、要素 z

の `residual__is__zero [2]` が全て同時に0になることはないため、いずれか一つの要素の `residual__is__zero` をビットストリームに付加しなくてもよい。

[0466] 例えば、三次元データ符号化装置は、条件Aが真であり、かつ、`residual__is__zero [0]` 及び `residual__is__zero [1]` が0である場合、`residual__is__zero [2]` をビットストリームに付加しなくてもよい。また、この場合、三次元データ復号装置は、ビットストリームに付加されなかった `residual__is__zero [2] = 1` であると推定してもよい。

[0467] (変形例)

本実施の形態では、三次元点の位置情報 (x, y, z) を用いて予測木を生成し、位置情報を符号化及び復号する例を示したが、必ずしもこれに限らない。例えば、三次元点の属性情報 (色、反射率等) の符号化に、予測木を用いた予測符号化が適用されても構わない。また、位置情報の符号化において生成された予測木は、属性情報の符号化時にも利用されても構わない。これにより、属性情報の符号化時に予測木を生成する必要がなくなり、処理量を削減できる。

[0468] 図76は、位置情報及び属性情報の符号化に共通して用いられる予測木の構成の一例を示す図である。

[0469] 図76に示すように、この予測木の各ノードは、`child__count`、`g__pred__mode`、`g__residual__value`、`a__pred__mode`、及び、`a__residual__value` を含む。`g__pred__mode` は位置情報の予測モードを示す。`g__residual__value` は位置情報の予測残差を示す。`a__pred__mode` は属性情報の予測モードを示す。`a__residual__value` は属性情報の予測モードを示す。

[0470] ここで、`child__count` は位置情報及び属性情報で共有されてもよい。これにより、オーバーヘッドを抑制でき、符号化効率を向上できる。

- [0471] なお、`child_count`は位置情報及び属性情報でそれぞれ独立して付加されてもよい。これにより、三次元データ復号装置は、位置情報及び属性情報を独立して復号することができる。例えば、三次元データ復号装置は、属性情報だけを復号することも可能となる。
- [0472] なお、三次元データ符号化装置は、位置情報及び属性情報で別々の予測木を生成してもよい。これにより、三次元データ符号化装置は、位置情報及び属性情報のそれぞれに適した予測木を生成することができ、符号化効率を向上できる。この場合、三次元データ符号化装置は、位置情報及び属性情報のそれぞれの予測木を三次元データ復号装置が再構成するために必要な情報（`child_count`など）をそれぞれビットストリームに付加してもよい。なお、三次元データ符号化装置は、予測木を位置情報及び属性情報で共有するか否かを示す識別情報をヘッダ等に付加してもよい。これにより、予測木を位置情報及び属性情報で共有するかを適応的に切替えることができ、符号化効率と低処理量化とのバランスを制御することができる。
- [0473] 図77は、実施の形態5の変形例に係る三次元データ符号化方法の一例を示すフローチャートである。
- [0474] 三次元データ符号化装置は、複数の三次元点の位置情報を用いて予測木を生成する（S9761）。
- [0475] 次に、三次元データ符号化装置は、予測木の各ノードが含むノード情報と位置情報の予測残差とを符号化する（S9762）。三次元データ符号化装置は、具体的には、各ノードの位置情報を予測するための予測値を算出し、算出した予測値と、当該ノードの位置情報との差分である予測残差を算出し、ノード情報及び位置情報の予測残差を符号化する。
- [0476] 次に、三次元データ符号化装置は、予測木の各ノードが含むノード情報と属性情報の予測残差とを符号化する（S9763）。三次元データ符号化装置は、具体的には、各ノードの属性情報を予測するための予測値を算出し、算出した予測値と、当該ノードの属性情報との差分である予測残差を算出し、ノード情報及び属性情報の予測残差を符号化する。

- [0477] 図78は、実施の形態5の変形例に係る三次元データ復号方法の一例を示すフローチャートである。
- [0478] 三次元データ復号装置は、ノード情報を復号して予測木を再構成する（S9771）。
- [0479] 次に、三次元データ復号装置は、ノードの位置情報を復号する（S9772）。三次元データ復号装置は、具体的には、各ノードの位置情報の予測値を算出し、算出した予測値と、取得した予測残差とを加算することで、位置情報を復号する。
- [0480] 次に、三次元データ復号装置は、ノードの属性情報を復号する（S9773）。三次元データ復号装置は、具体的には、各ノードの属性情報の予測値を算出し、算出した予測値と、取得した予測残差とを加算することで、位置情報を復号する。
- [0481] 次に、三次元データ復号装置は、全てのノードの復号が完了したか否かを判定する（S9774）。三次元データ復号装置は、全てのノードの復号が完了した場合、三次元データ復号方法を終了し、全てのノードの復号が完了していない場合、未処理のノードについてステップS9771～S9773を実行する。
- [0482] 図79は、属性情報のヘッダのシンタックスの一例を示す図である。図79のシンタックスにおけるNumNeighborPoint、NumPredMode、Thfix、QP、及び、unique__point__per__leafについて順に説明する。
- [0483] NumNeighborPointは、三次元点の属性情報の予測値の生成に用いる周囲の点数の上限値を示す。周囲の点数MがNumNeighborPointに満たない場合（ $M < \text{NumNeighborPoint}$ ）、予測値の算出処理では、M個の周囲の点数を用いて予測値が算出されてもよい。
- [0484] NumPredModeは、属性情報の予測に用いる予測モードの総数Mを示す。なお、予測モード数の取りうる値の最大値MaxMは、規格等で値

が規定されてもよい。三次元データ符号化装置は、 $(MaxM - M)$ の値 ($0 < M \leq MaxM$) を `NumPredMode` としてヘッダに付加し、 $(MaxM - 1)$ を `truncated unary code` で二値化して符号化しても構わない。また、予測モード数 `NumPredMode` は、ビットストリームに付加されなくてもよく、規格等の `profile` または `level` で値が規定されても構わない。また、予測モード数は、`NumNeighborPoint + NumPredMode` で規定されても構わない。

[0485] `ThFix` は、予測モードを固定するか否かを判定するための閾値である。予測に用いる点 p_1 及び点 p_0 の間の距離 d_0 と、点 p_2 及び点 p_1 の間の距離 d_1 とを算出し、その差分絶対値 $distdiff = |d_0 - d_1|$ が閾値 `ThFix[i]` より小さければ予測モードが α に固定される。 α は、予測モードが線形予測を用いた予測値を算出するための予測モードであり、上記実施の形態では「2」である。なお、`ThFix` はビットストリームに付加されなくてもよく、規格等の `profile` または `level` で値が規定されても構わない。

[0486] `QP` は、属性情報を量子化する際に用いる量子化パラメータを示す。三次元データ符号化装置は、量子化パラメータから量子化ステップを算出し、算出した量子化ステップを用いて属性情報を量子化してもよい。

[0487] `unique__point__per__leaf` は、ビットストリーム内に `duplicated point` (位置情報が同じ点) が含まれるか否かを示す情報である。`unique__point__per__leaf = 1` であることは、ビットストリーム内に `duplicated point` がないことを示す。`unique__point__per__leaf = 0` であることは、ビットストリーム内に `duplicated point` が1つ以上存在することを示す。

[0488] なお、本実施の形態では、予測モードを固定するか否かの判断は、距離 d_0 と距離 d_1 との差分絶対値を用いて行われるとしたが、必ずしもこれに限

らず、どのような方法で判断しても構わない。例えば、この判断は、点 p_1 及び点 p_0 の間の距離 d_0 を算出し、距離 d_0 が閾値よりも大きい場合、点 p_1 は予測に使えないと判定し、予測モード値を「1」（予測値 p_0 ）に固定し、そうでなければ、予測モードを設定するようにしても構わない。これにより、オーバーヘッドを抑えつつ、符号化効率を向上できる。

[0489] 上記 `NumNeighborPoint`、`NumPredMode`、`ThFix`、または、`unique__point__per__leaf` は、位置情報と共通化し、`attribute__header` には追加しなくてもよい。これによりオーバーヘッドを削減できる。

[0490] 上記 `NumNeighborPoint`、`NumPredMode`、`ThFix`、`unique__point__per__leaf` は、エントロピー符号化されてヘッダに付加されてもよい。例えば各値は、二値化されて算出符号化されてもよい。また、各値は、処理量を抑えるために固定長で符号化されても構わない。

[0491] 図80は、属性情報のシンタックスの他の一例を示す図である。図80のシンタックスにおける `NumOfPoint`、`child__count`、`pred__mode`、`dimension`、`residual__is__zero`、`residual__sign`、`residual__bitcount__minus1`、及び、`residual__bit[k]` について順に説明する。

[0492] `NumOfPoint` は、ビットストリームに含まれる三次元点の総数を示す。`NumOfPoint` は、位置情報の `NumOfPoint` と共通化されてもよい。

[0493] `child__count` は、 i 番目の三次元点 (`node[i]`) が持つ子ノードの数を示す。なお、`child__count` は、位置情報の `child__count` と共通化されてもよい。`child__count` は、位置情報の `child__count` と共通化される場合、`attribute__data` には `child__count` が付加されなくてもよい。これにより

オーバーヘッドを削減できる。

- [0494] `pred_mode`は、 i 番目の三次元点の位置情報を符号化又は復号するための予測モードを示す。`pred_mode`は、値0から $M-1$ (M は予測モードの総数)までの値をとる。`pred_mode`がビットストリームにない場合 (条件である`distdiff \geq Thfix[i] && NumPredMode $>$ 1`を満たさない場合)、`pred_mode`は、固定値 α と推定されてもよい。 α は、予測モードが線形予測を用いた予測値を算出するための予測モードであり、上記実施の形態では「2」である。なお、 α は、「2」に限らずに0から $M-1$ までのいずれかの値が推定値として設定されてもよい。また、`pred_mode`がビットストリームにない場合の推定値は、別途ヘッダ等に付加されても構わない。また、`pred_mode`は予測値が割当たった予測モード数を用いて`truncated_unary_code`で二値化して算術符号化されてもよい。
- [0495] `dimension`は、属性情報の次元を示す情報である。`dimension`は、SPS等のヘッダに付加されてもよい。例えば、属性情報が色の場合に`dimension`は「3」に設定され、反射率の場合に`dimension`は「1」に設定されてもよい。
- [0496] `residual_is_zero`は`residual_value`が0か否かを示す情報である。例えば、`residual_is_zero=1`であることは、`residual_value`が0であることを示し、`residual_is_zero=0`であることは、`residual_value`が0でないことを示す。なお、`pred_mode=0` (予測なし、予測値0)の場合、`residual_value`が0になる可能性が低いため、`residual_is_zero`を符号化してビットストリームに付加しなくてもよい。`pred_mode=0`の場合、三次元データ復号装置は、`residual_is_zero`をビットストリームから復号せず、`residual_is_zero=0`であると推定してもよい。
- [0497] `residual_sign`は、`residual_value`が正であ

るか負であることを示す正負情報（符号ビット）である。例えば、`residual__sign=1`であることは`residual__value`が負であることを示し、`residual__sign=0`は`residual__value`が正であることを示す。

[0498] なお、`pred__mode=0`（予測なし、予測値0）の場合、`residual__value`は正になるため、三次元データ符号化装置は、`residual__sign`を符号化してビットストリームに付加しなくてもよい。つまり、三次元データ符号化装置は、予測残差が正である場合、予測残差が正であるか負であることを示す正負情報を符号化せずに、正負情報を含まないビットストリームを生成し、予測残差が負である場合、正負情報を含むビットストリームを生成してもよい。`pred__mode=0`の場合、三次元データ復号装置は、`residual__sign`をビットストリームから復号せず、`residual__sign=0`であると推定してもよい。つまり、三次元データ復号装置は、予測残差が正であるか負であることを示す正負情報を含まないビットストリームを取得した場合、予測残差を正の数として扱い、正負情報を含むビットストリームを取得した場合、予測残差を負の数として扱ってもよい。

[0499] `residual__bitcount__minus1`は、`residual__bit`のビット数から1引いた数を示す。つまり、`residual__bitcount`は、`residual__bitcount__minus1`に1足した数と等しい。

[0500] `residual__bit[k]`は、`residual__value`の絶対値を`residual__bitcount`の値に合わせて固定長で二値化した際の、`k`番目のビット情報を示す。

[0501] なお、条件Aが「予測モード1のように、点`p0`、点`p1`、及び、点`p2`のいずれか1つの点の属性情報を直接予測値とする場合に`unique__point__per__leaf=1`（`duplicated__point`がない）である」と規定される場合、要素`x`の`residual__is__zer`

o [0] と、要素yの `residual__is__zero [1]` と、要素zの `residual__is__zero [2]` が全て同時に0になることはないため、いずれか一つの要素の `residual__is__zero` をビットストリームに付加しなくてもよい。

[0502] 例えば、三次元データ符号化装置は、条件Aが真であり、かつ、`residual__is__zero [0]` 及び `residual__is__zero [1]` が0である場合、`residual__is__zero [2]` をビットストリームに付加しなくてもよい。また、この場合、三次元データ復号装置は、ビットストリームに付加されなかった `residual__is__zero [2] = 1` であると推定してもよい。

[0503] 図81は、位置情報及び属性情報のシンタックスの一例を示す図である。

[0504] 図81に示すように、1つのデータユニットに、位置情報及び属性情報の符号化情報が格納されてもよい。ここで、`g_*`は`geometry`に関する符号化情報を示し、`a_*`は属性情報に関する符号化情報を示す。これにより、位置情報及び属性情報を同時に復号することができる。

[0505] 以上のように、本実施の形態の一態様に係る三次元データ符号化装置は、図82に示す処理を行う。三次元データ符号化装置は、階層構造を有する複数の三次元点を符号化する三次元データ符号化方法を実行する。三次元データ符号化装置は、第1三次元点の周囲の1以上の第2三次元点の第2位置情報を用いて、前記第1三次元点の第1位置情報の予測値を算出するための2以上の予測モードのうちの1つの予測モードを設定する(S9781)。次に、三次元データ符号化装置は、設定された前記予測モードの予測値を算出する(S9782)。次に、三次元データ符号化装置は、前記第1位置情報と、算出された前記予測値との差分である予測残差を算出する(S9783)。次に、三次元データ符号化装置は、前記設定された予測モードと前記予測残差とを含む第1ビットストリームを生成する(S9784)。前記設定(S9781)では、前記第1三次元点の前記階層構造の深さに基づいて、前記予測モードを設定する。

- [0506] これによれば、2以上の予測モードのうちで、階層構造の深さに基づいて設定された1つの予測モードの予測値を用いて位置情報を符号化できるため、位置情報の符号化効率を向上させることができる。
- [0507] 例えば、三次元データ符号化装置は、前記設定（S9784）では、前記第1三次元点の前記階層構造の深さの値以下の、予測モード値を設定する。前記予測モード値は、前記予測モードを示す。
- [0508] 例えば、前記第1ビットストリームは、さらに、前記2以上の予測モードの数を示す予測モード数を含む。
- [0509] 例えば、三次元データ符号化装置は、前記生成（S9784）では、設定された前記予測モードを示す予測モード値を、前記予測モード数を用いて符号化する。前記第1ビットストリームは、符号化された前記予測モード値を、前記設定された予測モードとして含む。
- [0510] 例えば、前記生成（S9784）では、前記予測モード数を最大値とした `truncated unary code` で前記予測モード値を符号化する。このため、予測モード値の符号量を低減することができる。
- [0511] 例えば、前記第1位置情報、及び、前記第2位置情報のそれぞれは、3つの要素を含む。三次元データ符号化装置は、前記設定（S9781）では、前記第1位置情報が含む3つの要素の各要素の予測値を算出するための前記1つの予測モードとして、前記3つの要素について共通した予測モードを設定する。このため、予測モード値の符号量を低減することができる。
- [0512] 例えば、前記第1位置情報、及び、前記第2位置情報のそれぞれは、3つの要素を含む。三次元データ符号化装置は、前記設定では、前記第1位置情報が含む3つの要素の各要素の予測値を算出するための前記1つの予測モードとして、前記3つの要素それぞれについて独立した予測モードを設定する。このため、三次元データ復号装置は、各要素を独立して復号することができる。
- [0513] 例えば、前記第1位置情報、及び、前記第2位置情報のそれぞれは、3つの要素を含む。三次元データ符号化装置は、前記設定では、前記第1位置情

報が含む3つの要素の各要素の予測値を算出するための前記1つの予測モードとして、前記3つの要素のうちの2つの要素について共通した予測モードを設定し、残りの1つの要素について前記2つの要素とは独立した予測モードを設定する。このため、2つの要素についての予測モード値の符号量を低減することができる。また、三次元データ復号装置は、残りの1つの要素を独立して復号することができる。

[0514] 例えば、三次元データ符号化装置は、前記生成では、前記予測モード数が1である場合、前記予測モードを示す予測モード値を符号化せずに、前記予測モード値を含まない第2ビットストリームを生成する。このため、ビットストリームの符号量を低減することができる。

[0515] 例えば、三次元データ符号化装置は、前記生成では、前記算出において算出される予測値が0となる予測モードが設定されている場合、前記予測残差が正であるか負であるかを示す正負情報を符号化せずに、前記正負情報を含まない第3ビットストリームを生成する。このため、ビットストリームの符号量を低減することができる。

[0516] 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。

[0517] また、本実施の形態の一態様に係る三次元データ復号装置は、図83に示す処理を行う。三次元データ復号装置は、階層構造を有する複数の三次元点を復号する三次元データ復号方法を実行する。三次元データ復号装置は、符号化された前記複数の三次元点のうちの第1三次元点の予測モード、及び、符号化された予測残差を含む第1ビットストリームを取得する(S9791)。次に、三次元データ復号装置は、前記符号化された予測モードを示す予測モード値、及び、前記符号化された予測残差を復号する(S9792)。次に、三次元データ復号装置は、復号することで得られた前記予測モード値で示される予測モードの予測値を算出する(S9793)。次に、三次元データ復号装置は、前記予測値と、復号することで得られた予測残差とを加算することで、前記第1三次元点の第1位置情報を算出する(S9794)。

前記第1ビットストリームに含まれる、符号化された前記予測モードは、前記第1三次元点の前記階層構造の深さに基づいて設定された予測モードである。

[0518] これによれば、2以上の予測モードのうちで、階層構造の深さに基づいて設定された1つの予測モードの予測値を用いて符号化された位置情報を適切に復号することができる。

[0519] 例えば、前記第1ビットストリームに含まれる、符号化された予測モードを示す予測モード値は、前記第1三次元点の前記階層構造の深さの値以下である。

[0520] 例えば、前記第1ビットストリームは、前記2以上の予測モードの数を示す予測モード数を含む。

[0521] 例えば、三次元データ復号装置は、前記復号(S9792)では、前記予測モード数を最大値とした `truncated unary code` で前記符号化された予測モード値を復号する。

[0522] 例えば、前記第1位置情報、及び、前記第1三次元点の周囲の1以上の第2三次元点の第2位置情報のそれぞれは、3つの要素を含む。前記予測モードは、前記第1位置情報が含む3つの要素の各要素の予測値を算出するために用いられ、前記3つの要素について共通して設定されている。

[0523] 例えば、前記第1位置情報、及び、前記第1三次元点の周囲の1以上の第2三次元点の第2位置情報のそれぞれは、3つの要素を含む。前記予測モードは、前記第1位置情報が含む3つの要素の各要素の予測値を算出するために用いられ、前記3つの要素それぞれについて独立して設定されている。

[0524] 例えば、前記第1位置情報、及び、前記第1三次元点の周囲の1以上の第2三次元点の第2位置情報のそれぞれは、3つの要素を含む。前記予測モードは、前記第1位置情報が含む3つの要素の各要素の予測値を算出するために用いられ、前記3つの要素のうち2つの要素について共通して設定されており、かつ、残りの1つの要素について前記2つの要素とは独立して設定されている。

- [0525] 例えば、三次元データ復号装置は、前記取得（S 9 7 9 1）において、前記予測モード値を含まない第2ビットストリームを取得した場合、前記予測値の算出では、特定の予測モードの予測値を算出する。
- [0526] 例えば、三次元データ復号装置は、前記取得（S 9 7 9 1）において、前記予測残差が正であるか負であるかを示す正負情報を含まない第3ビットストリームを取得した場合、前記第1位置情報の算出（S 9 7 9 4）では、前記予測残差を0又は正の数として扱う。
- [0527] 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。
- [0528] （実施の形態6）
- 点群データをタイルおよびスライスに分割し、分割データを効率的に符号化または復号するには、符号化側および復号側で適切に制御する必要がある。分割データの符号化および復号を分割データ間で依存関係がなく独立にすることで、マルチスレッドまたはマルチコアプロセッサを用いて、それぞれのスレッド／コアにおいて分割データを並行に処理でき、パフォーマンスが向上する。
- [0529] 点群データをタイルおよびスライスに分割する方法は様々な方法があり、例えば、路面などの点群データの対象物の属性や、点群データの緑などの色情報などの特性に基づき分割する方法がある。
- [0530] CABACは、Context-Based Adaptive Binary Arithmetic Codingの略で、コンテキスト（入力される2値シンボルの生起確率を推定するモデル）を符号化済みの情報に基づき順次更新することで確率の精度を高め、高い圧縮率の算術符号化（エントロピ符号化）を実現する符号化方法である。
- [0531] タイルまたはスライスのような分割データを並行処理するためには、それぞれの分割データを独立に符号化または復号できる必要がある。しかし、分割データ間でCABACを独立にするためには、符号化および復号において、分割データの先頭でCABACを初期化する必要があるが、その仕組みが

ない。

- [0532] C A B A C A B A C初期化フラグは、C A B A C符号化および復号においてC A B A Cを初期化するために用いられる。
- [0533] 図84は、符号化または復号において、C A B A C初期化フラグに応じて、C A B A C C A B A Cの初期化の処理を示すフローチャートである。
- [0534] 三次元データ符号化装置または三次元データ復号装置は、符号化または復号において、C A B A C初期化フラグが1であるか否かを判定する（S5201）。
- [0535] 三次元データ符号化装置または三次元データ復号装置は、C A B A C初期化フラグが1である場合（S5201でYes）、デフォルト状態にC A B A C符号化部／復号部を初期化し（S5202）、符号化または復号を継続する。
- [0536] 三次元データ符号化装置または三次元データ復号装置は、C A B A C初期化フラグが1でない場合（S5201でNo）、初期化せずに符号化または復号を継続する。
- [0537] つまり、C A B A Cを初期化する場合、C A B A C__i n i t__f l a g = 1とし、C A B A Cの符号化部、あるいはC A B A Cの復号部を初期化あるいは再初期化する。なお、初期化する場合、C A B A C処理に用いるコンテキストの初期値（デフォルト状態）を設定する。
- [0538] 符号化処理について説明する。図85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第1の符号化部5200の構成を示すブロック図である。図86は、本実施の形態に係る分割部5201の構成を示すブロック図である。図87は、本実施の形態に係る位置情報符号化部5202および属性情報符号化部5203の構成を示すブロック図である。
- [0539] 第1の符号化部5200は、点群データを第1の符号化方法（G P C C（G e o m e t r y b a s e d P C C））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5200は、分割部5201と、複数の位置情報符号化部5202と、複数の属性情報符号

化部5203と、付加情報符号化部5204と、多重化部5205とを含む。

- [0540] 分割部5201は、点群データを分割することで複数の分割データを生成する。具体的には、分割部5201は、点群データの空間を複数のサブ空間に分割することで複数の分割データを生成する。ここでサブ空間とは、タイル及びスライス的一方、又はタイル及びスライスの組み合わせである。より具体的には、点群データは、位置情報、属性情報、及び付加情報を含む。分割部5201は、位置情報を複数の分割位置情報に分割し、属性情報を複数の分割属性情報に分割する。また、分割部5201は、分割に関する付加情報を生成する。
- [0541] 分割部5201は、図86に示すように、タイル分割部5211と、スライス分割部5212とを含む。例えば、タイル分割部5211は、点群をタイルに分割する。タイル分割部5211は、分割した各タイルに用いる量子化値をタイル付加情報として決定してもよい。
- [0542] スライス分割部5212は、タイル分割部5211により得られたタイルを、さらにスライスに分割する。スライス分割部5212は、分割した各スライスに用いる量子化値をスライス付加情報として決定してもよい。
- [0543] 複数の位置情報符号化部5202は、複数の分割位置情報を符号化することで複数の符号化位置情報を生成する。例えば、複数の位置情報符号化部5202は、複数の分割位置情報を並列処理する。
- [0544] 位置情報符号化部5202は、図87に示すように、CABAC初期化部5221と、エントロピ符号化部5222とを含む。CABAC初期化部5221は、CABAC初期化フラグに応じてCABACを初期化または再初期化する。エントロピ符号化部5222は、分割位置情報をCABACにより符号化する。
- [0545] 複数の属性情報符号化部5203は、複数の分割属性情報を符号化することで複数の符号化属性情報を生成する。例えば、複数の属性情報符号化部5203は、複数の分割属性情報を並列処理する。

- [0546] 属性情報符号化部5203は、図87に示すように、CABAC初期化部5231と、エントロピ符号化部5232とを含む。CABAC初期化部5221は、CABAC初期化フラグに応じてCABACを初期化または再初期化する。エントロピ符号化部5232は、分割属性情報をCABACにより符号化する。
- [0547] 付加情報符号化部5204は、点群データに含まれる付加情報と、分割部5201で分割時に生成された、データ分割に関する付加情報とを符号化することで符号化付加情報を生成する。
- [0548] 多重化部5205は、複数の符号化位置情報、複数の符号化属性情報及び符号化付加情報を多重化することで符号化データ（符号化ストリーム）を生成し、生成した符号化データを送出する。また、符号化付加情報は復号時に使用される。
- [0549] なお、図85では、位置情報符号化部5202及び属性情報符号化部5203の数がそれぞれ2つの例を示しているが、位置情報符号化部5202及び属性情報符号化部5203の数は、それぞれ1つであってもよいし、3つ以上であってもよい。また、複数の分割データは、CPU内の複数コアのように同一チップ内で並列処理されてもよいし、複数のチップのコアで並列処理されてもよいし、複数チップの複数コアで並列処理されてもよい。
- [0550] 次に、復号処理について説明する。図88は、第1の復号部5240の構成を示すブロック図である。図89は、位置情報復号部5242および属性情報復号部5243の構成を示すブロック図である。
- [0551] 第1の復号部5240は、点群データが第1の符号化方法（GPCC）で符号化されることで生成された符号化データ（符号化ストリーム）を復号することで点群データを復元する。この第1の復号部5240は、逆多重化部5241と、複数の位置情報復号部5242と、複数の属性情報復号部5243と、付加情報復号部5244と、結合部5245とを含む。
- [0552] 逆多重化部5241は、符号化データ（符号化ストリーム）を逆多重化することで複数の符号化位置情報、複数の符号化属性情報及び符号化付加情報

を生成する。

- [0553] 複数の位置情報復号部5242は、複数の符号化位置情報を復号することで複数の量子化位置情報を生成する。例えば、複数の位置情報復号部5242は、複数の符号化位置情報を並列処理する。
- [0554] 位置情報復号部5242は、図89に示すように、CABAC初期化部5251と、エントロピ復号部5252を含む。CABAC初期化部5251は、CABAC初期化フラグに応じてCABACを初期化または再初期化する。エントロピ復号部5252は、位置情報をCABACにより復号する。
- [0555] 複数の属性情報復号部5243は、複数の符号化属性情報を復号することで複数の分割属性情報を生成する。例えば、複数の属性情報復号部5243は、複数の符号化属性情報を並列処理する。
- [0556] 属性情報復号部5243は、図89に示すように、CABAC初期化部5261と、エントロピ復号部5262とを含む。CABAC初期化部5261は、CABAC初期化フラグに応じてCABACを初期化または再初期化する。エントロピ復号部5262は、属性情報をCABACにより復号する。
- [0557] 複数の付加情報復号部5244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。
- [0558] 結合部5245は、付加情報を用いて複数の分割位置情報を結合することで位置情報を生成する。結合部5245は、付加情報を用いて複数の分割属性情報を結合することで属性情報を生成する。例えば、結合部5245は、まず、スライス付加情報を用いて、スライスに対する復号された点群データを結合することでタイルに対応する点群データを生成する。次に、結合部5245は、タイル付加情報を用いて、タイルに対応する点群データを結合することで元の点群データを復元する。
- [0559] なお、図88では、位置情報復号部5242及び属性情報復号部5243の数がそれぞれ2つの例を示しているが、位置情報復号部5242及び属性情報復号部5243の数は、それぞれ1つであってもよし、3つ以上であっ

てもよい。また、複数の分割データは、CPU内の複数コアのように同一チップ内で並列処理されてもよいし、複数のチップのコアで並列処理されてもよい、複数チップの複数コアで並列処理されてもよい。

[0560] 図90は、位置情報の符号化あるいは属性情報の符号化におけるCABACの初期化に関する処理の一例を示すフローチャートである。

[0561] まず、三次元データ符号化装置は、スライス毎に、所定の条件に基づき、当該スライスの位置情報の符号化でCABAC初期化をするか否かを判定する(S5201)。

[0562] 三次元データ符号化装置は、CABAC初期化すると判断した場合(S5202でYes)、位置情報の符号化に用いるコンテキスト初期値を決定する(S5203)。コンテキスト初期値は、符号化特性を考慮した初期値に設定される。初期値は、あらかじめ定められた値としても良いし、スライス内のデータの特性に応じて適応的に決定されてもよい。

[0563] 次に、三次元データ符号化装置は、位置情報のCABAC初期化フラグを1に設定し、コンテキスト初期値を設定する(S5204)。CABAC初期化する場合、位置情報の符号化において、コンテキスト初期値を用いて初期化処理が実行される。

[0564] 一方で、三次元データ符号化装置は、CABAC初期化しないと判断した場合(S5202でNo)、位置情報のCABAC初期化フラグを0に設定する(S5205)。

[0565] 次に、三次元データ符号化装置は、スライス毎に、所定の条件に基づき、当該スライスの属性情報の符号化でCABAC初期化をするか否かを判定する(S5206)。

[0566] 三次元データ符号化装置は、CABAC初期化すると判断した場合(S5207でYes)、属性情報の符号化に用いるコンテキスト初期値を決定する(S5208)。コンテキスト初期値は、符号化特性を考慮した初期値に設定される。初期値は、あらかじめ定められた値としても良いし、スライス内のデータの特性に応じて適応的に決定されてもよい。

- [0567] 次に、三次元データ符号化装置は、属性情報のC A B A C初期化フラグを1に設定し、コンテキスト初期値を設定する（S 5 2 0 9）。C A B A C初期化する場合、属性情報の符号化において、コンテキスト初期値を用いて初期化処理が実行される。
- [0568] 一方で、三次元データ符号化装置は、C A B A C初期化しないと判断した場合（S 5 2 0 7でN o）、属性情報のC A B A C初期化フラグを0に設定する（S 5 2 1 0）。
- [0569] なお、図90におけるフローチャートにおいて、位置情報に係る処理と属性情報に係る処理との処理順は反対でも良いし、並列でもよい。
- [0570] なお、図90におけるフローチャートでは、スライス単位の処理を例にしているが、タイル単位や、その他のデータ単位での処理の場合もスライス単位と同様に処理することができる。つまり、図90のフローチャートのスライスは、タイルまたは他のデータ単位と読み替えることができる。
- [0571] また、所定の条件は、位置情報と属性情報とで同一条件であってもよいし、異なる条件であってもよい。
- [0572] 図91は、ビットストリームとした点群データにおいてC A B A C初期化のタイミングの一例を示す図である。
- [0573] 点群データは、位置情報と0以上の属性情報とを含む。すなわち、点群データは、属性情報を持たない場合もあれば、複数の属性情報を持つ場合もある。
- [0574] 例えば、1つの三次元点に対して、属性情報として、色情報を持つ場合、色情報と反射情報とを持つ場合、1以上の視点情報にそれぞれ紐づく1以上の色情報を持つ場合などがある。
- [0575] いずれの構成の場合にも、本実施形態で説明する方法を適用可能である。
- [0576] 次に、C A B A Cの初期化の判定条件について説明する。
- [0577] 以下の条件を満たす場合、位置情報あるいは属性情報の符号化におけるC A B A Cを初期化するとしてもよい。
- [0578] 例えば、位置情報あるいは属性情報（複数あればそれぞれの属性情報）の

先頭データでC A B A Cを初期化してもよい。例えば、単独で復号可能なP C Cフレームを構成するデータの先頭でC A B A Cを初期化してもよい。つまり、図91の(a)に示すように、P C Cフレームがフレーム単位で復号可能であれば、P C Cフレームの先頭データでC A B A Cを初期化してもよい。

[0579] また、例えば、図91の(b)に示すように、P C Cフレーム間でインター予想を用いている場合などフレームで単独で復号できない場合は、ランダムアクセス単位(例えばG O F)の先頭データでC A B A Cを初期化してもよい。

[0580] また、例えば、図91の(c)に示すように、1以上に分割されたスライスデータの先頭や、1以上に分割されたタイルデータの先頭、その他の分割データの先頭でC A B A Cを初期化してもよい。

[0581] 図91の(c)は、タイルを例に示すが、スライスの場合も同様である。タイルまたはスライスの先頭では、必ず初期化するとしてもよいし、必ずしも初期化しなくてもよい。

[0582] 図92は、符号化データの構成及び符号化データのN A Lユニットへの格納方法を示す図である。

[0583] 初期化情報は、符号化データのヘッダに格納されてもよいし、メタデータに格納されても良い。また、初期化情報は、ヘッダとメタデータとの両方に格納されてもよい。初期化情報は、例えば、`c a b a _ _ i n i t _ _ f l a g`、C A B A C初期値、または、初期値を特定できるテーブルのインデックスである。

[0584] 本実施の形態でメタデータに格納すると説明している部分は符号化データのヘッダに格納すると読み替えてもよいし、逆も同様である。

[0585] 初期化情報は、符号化データのヘッダに格納される場合、例えば、符号化データにおける最初のN A Lユニットに格納されてもよい。位置情報には、位置情報の符号化の初期化情報を格納し、属性情報には、属性情報の符号化の初期化情報を格納する。

- [0586] 属性情報の符号化の `c a b a c _ _ i n i t _ _ f l a g` と、位置情報の符号化の `c a b a c _ _ i n i t _ _ f l a g` とは、同じ値にしてもよいし、異なる値にしてもよい。同じ値にする場合には、位置情報と属性情報との `c a b a c _ _ i n i t _ _ f l a g` を共通にしてもよい。また、異なる値にする場合は、位置情報と属性情報との `c a b a c _ _ i n i t _ _ f l a g` は、それぞれ異なる値を示す。
- [0587] 初期化情報は、位置情報と属性情報とで共通のメタデータに格納されてもよいし、位置情報の個別のメタデータ、および、属性情報の個別のメタデータの少なくとも一方に格納されてもよいし、共通のメタデータと個別のメタデータとの両方に格納されてもよい。また、位置情報の個別のメタデータ、属性情報の個別のメタデータ、および、共通のメタデータのいずれかに記載されているか否かを示すフラグを用いても良い。
- [0588] 図93は、位置情報の復号あるいは属性情報の復号におけるC A B A Cの初期化に関する処理の一例を示すフローチャートである。
- [0589] 三次元データ復号装置は、符号化データを解析し、位置情報のC A B A C初期化フラグと、属性情報のC A B A C初期化フラグと、コンテキスト初期値とを取得する（S5211）。
- [0590] 次に、三次元データ復号装置は、位置情報のC A B A C初期化フラグが1であるか否かを判定する（S5212）。
- [0591] 三次元データ復号装置は、位置情報のC A B A C初期化フラグが1である場合（S5212でY e s）、位置情報符号化のコンテキスト初期値を用いて、位置情報符号化のC A B A C復号を初期化する（S5213）。
- [0592] 一方で、三次元データ復号装置は、位置情報のC A B A C初期化フラグが0である場合（S5212でN o）、位置情報符号化においてC A B A C復号を初期化しない（S5214）。
- [0593] 次に、三次元データ復号装置は、属性情報のC A B A C初期化フラグが1であるか否かを判定する（S5215）。
- [0594] 三次元データ復号装置は、属性情報のC A B A C初期化フラグが1である

場合（S 5 2 1 5 で Y e s）、属性情報符号化のコンテキスト初期値を用いて、属性情報符号化の C A B A C 復号を初期化する（S 5 2 1 6）。

[0595] 一方で、三次元データ復号装置は、属性情報の C A B A C 初期化フラグが 0 である場合（S 5 2 1 5 で N o）、属性情報符号化において C A B A C 復号を初期化しない（S 5 2 1 7）。

[0596] なお、図 9 3 におけるフローチャートにおいて、位置情報に係る処理と属性情報に係る処理との処理順は反対でも良いし、並列でもよい。

[0597] なお、図 9 3 におけるフローチャートは、スライス分割の場合、タイル分割の場合、いずれにも適用可能である。

[0598] 次に、本実施の形態に係る点群データの符号化処理及び復号処理の流れについて説明する。図 9 4 は、本実施の形態に係る点群データの符号化処理のフローチャートである。

[0599] まず、三次元データ符号化装置は、使用する分割方法を決定する（S 5 2 2 1）。この分割方法は、タイル分割を行うか否か、スライス分割を行うか否かを含む。また、分割方法は、タイル分割又はスライス分割を行う場合の分割数、及び、分割の種別等を含んでもよい。分割の種別とは、上述したようなオブジェクト形状に基づく手法、地図情報或いは位置情報に基づく手法、又は、データ量或いは処理量に基づく手法等である。なお、分割方法は、予め定められていてもよい。

[0600] タイル分割が行われる場合（S 5 2 2 2 で Y e s）、三次元データ符号化装置は、位置情報と属性情報とをタイル単位で分割することで複数のタイル位置情報及び複数のタイル属性情報を生成する（S 5 2 2 3）。また、三次元データ符号化装置は、タイル分割に係るタイル付加情報を生成する。

[0601] スライス分割が行われる場合（S 5 2 2 4 で Y e s）、三次元データ符号化装置は、複数のタイル位置情報及び複数のタイル属性情報（又は位置情報及び属性情報）を分割することで複数の分割位置情報及び複数の分割属性情報を生成する（S 5 2 2 5）。また、三次元データ符号化装置は、スライス分割に係る位置スライス付加情報及び属性スライス付加情報を生成する。

- [0602] 次に、三次元データ符号化装置は、複数の分割位置情報及び複数の分割属性情報の各々を符号化することで、複数の符号化位置情報及び複数の符号化属性情報を生成する（S 5 2 2 6）。また、三次元データ符号化装置は、依存関係情報を生成する。
- [0603] 次に、三次元データ符号化装置は、複数の符号化位置情報、複数の符号化属性情報及び付加情報をNALユニット化（多重化）することで符号化データ（符号化ストリーム）を生成する（S 5 2 2 7）。また、三次元データ符号化装置は、生成した符号化データを送出する。
- [0604] 図95は、タイルの分割（S 5 2 2 2）またはスライスの分割（S 5 2 2 5）において、CABAC初期化フラグの値を決定し、付加情報を更新する処理の一例を示すフローチャートである。
- [0605] ステップS 5 2 2 2、S 5 2 2 5では、タイルおよび／またはスライスの位置情報および属性情報は、それぞれの方法で独立して個別に分割してもよいし、共通して一括で分割してもよい。これにより、タイル毎および／またはスライス毎に分割された付加情報が生成される。
- [0606] このとき、三次元データ符号化装置は、CABAC初期化フラグを1に設定するか0にするかを決定する（S 5 2 3 1）。
- [0607] そして、三次元データ符号化装置は、決定したCABAC初期化フラグが含まれるように付加情報を更新する（S 5 2 3 2）。
- [0608] 図96は、符号化（S 5 2 2 6）の処理において、CABAC初期化する処理の一例を示すフローチャートである。
- [0609] 三次元データ符号化装置は、CABAC初期化フラグが1であるか否かを判定する（S 5 2 4 1）。
- [0610] 三次元データ符号化装置は、CABAC初期化フラグが1である場合（S 5 2 4 1でYes）、デフォルト状態にCABAC符号化部を再初期化する（S 5 2 4 2）。
- [0611] そして、三次元データ符号化装置は、符号化処理の停止条件が満たされるまで、例えば、符号化対象のデータがなくなるまで、符号化処理を継続する

(S 5 2 4 3)。

[0612] 図97は、本実施の形態に係る点群データの復号処理のフローチャートである。まず、三次元データ復号装置は、符号化データ（符号化ストリーム）に含まれる、分割方法に係る付加情報（タイル付加情報、位置スライス付加情報及び属性スライス付加情報）を解析することで、分割方法を判定する（S 5 2 5 1）。この分割方法は、タイル分割を行うか否か、スライス分割を行うか否かを含む。また、分割方法は、タイル分割又はスライス分割を行う場合の分割数、及び、分割の種別等を含んでもよい。

[0613] 次に、三次元データ復号装置は、符号化データに含まれる複数の符号化位置情報及び複数の符号化属性情報を、符号化データに含まれる依存関係情報を用いて復号することで分割位置情報及び分割属性情報を生成する（S 5 2 5 2）。

[0614] 付加情報によりスライス分割が行われていることが示される場合（S 5 2 5 3でYes）、三次元データ復号装置は、位置スライス付加情報及び属性スライス付加情報に基づき、複数の分割位置情報と、複数の分割属性情報とを結合することで、複数のタイル位置情報及び複数のタイル属性情報を生成する（S 5 2 5 4）。

[0615] 付加情報によりタイル分割が行われていることが示される場合（S 5 2 5 5でYes）、三次元データ復号装置は、タイル付加情報に基づき、複数のタイル位置情報及び複数のタイル属性情報（複数の分割位置情報及び複数の分割属性情報）を結合することで位置情報及び属性情報を生成する（S 5 2 5 6）。

[0616] 図98は、スライス毎に分割された情報の結合（S 5 2 5 4）またはタイル毎に分割された情報の結合（S 5 2 5 6）において、C A B A C復号部を初期化する処理の一例を示すフローチャートである。

[0617] スライスまたはタイルの位置情報および属性情報は、それぞれの方法を用いて結合してもよいし、同一の方法で結合してもよい。

[0618] 三次元データ復号装置は、符号化ストリームの付加情報から、C A B A C

初期化フラグを復号する（S 5 2 6 1）。

[0619] 次に、三次元データ復号装置は、C A B A C初期化フラグが1であるか否かを判定する（S 5 2 6 2）。

[0620] 三次元データ復号装置は、C A B A C初期化フラグが1である場合（S 5 2 6 2でY e s）、デフォルト状態にC A B A C復号部を再初期化する（S 5 2 6 3）、。

[0621] 一方で、三次元データ復号装置は、C A B A C初期化フラグが1でない場合（S 5 2 6 2でN o）、C A B A C復号部を再初期化せずにステップS 5 2 6 4に進む。

[0622] そして、三次元データ復号装置は、復号処理の停止条件が満たされるまで、例えば、復号対象のデータがなくなるまで、復号処理を継続する（S 5 2 6 4）。

[0623] 次に、C A B A C初期化のその他の判定条件について説明する。

[0624] 位置情報の符号化あるいは属性情報の符号化を初期化するか否かは、タイルあるいはスライスなどのデータ単位の符号化効率を考慮して判定してもよい。この場合、所定の条件を満たすタイルあるいはスライスの先頭データにおいてC A B A Cを初期化してもよい。

[0625] 次に、位置情報の符号化におけるC A B A C初期化の判定条件について説明する。

[0626] 三次元データ符号化装置は、例えば、スライス毎に、点群データの密度、つまり、スライスに属する単位領域あたりの点の数を判定し、他のスライスのデータ密度と当該スライスのデータ密度とを比較し、データ密度の変化が所定の条件を超えない場合には、C A B A C初期化しないほうが符号化効率が良いと判断し、C A B A C初期化しないと判断してもよい。一方、三次元データ符号化装置は、データ密度の変化が所定の条件を満たさない場合、初期化したほうが符号化効率が良いと判断し、C A B A C初期化すると判断してもよい。

[0627] ここで、他のスライスとは、例えば、復号処理順で1つ前のスライスであ

ってもよいし、空間的に隣接するスライスであってもよい。また、三次元データ符号化装置は、他のスライスのデータ密度と比較しなくても、当該スライスのデータ密度が所定のデータ密度であるか否かに応じて、C A B A C初期化するか否かを判定してもよい。

[0628] 三次元データ符号化装置は、C A B A C初期化すると判定した場合には、位置情報の符号化に用いるコンテキスト初期値を決定する。コンテキスト初期値は、データ密度に応じた符号化特性のよい初期値に設定される。三次元データ符号化装置は、あらかじめデータ密度に対する初期値テーブルを保持し、テーブルの中から最適な初期値を選択してもよい。

[0629] なお、三次元データ符号化装置は、スライスの密度の例に限らず、点の数や、点の分布、点の偏り等に基づいて、C A B A C初期化するか否かを判定してもよい。あるいは、三次元データ符号化装置は、点の情報から得られる特徴量や特徴点の数、あるいは認識されるオブジェクトに基づき、C A B A C初期化するか否かを判定してもよい。その場合、判定基準は、予め、点の情報から得られる特徴量もしくは特徴点の数、または、点の情報に基づいて認識されるオブジェクトと対応付けられているテーブルとしてメモリに保持されていてもよい。

[0630] 三次元データ符号化装置は、例えば、地図情報の位置情報におけるオブジェクトを判定し、位置情報に基づくオブジェクトに基づき、C A B A C初期化するか否かを判定してもよいし、三次元データを二次元に投影した情報あるいは特徴量に基づきC A B A C初期化するか否かを判定してもよい。

[0631] 次に、属性情報の符号化におけるC A B A C初期化の判定条件について説明する。

[0632] 三次元データ符号化装置は、例えば、1つ前のスライスの色の特性と当該スライスの色の特性とを比較し、色の特性の変化が所定の条件を満たす場合は、C A B A C初期化しないほうが符号化効率が良いと判断し、C A B A C初期化しないと判断してもよい。一方、三次元データ符号化装置は、色の特性の変化が所定の条件を満たさない場合は、C A B A C初期化したほうが符

号化効率が良いと判断し初期化すると判断してもよい。色の特性とは、例えば、輝度、色度、彩度、これらのヒストグラム、色の連続性などである。

[0633] ここで、他のスライスとは、例えば、復号処理順で1つ前のスライスであってもよいし、空間的に隣接するスライスであってもよい。また、三次元データ符号化装置は、他のスライスのデータ密度と比較しなくても、当該スライスのデータ密度が所定のデータ密度であるか否かに応じて、C A B A C初期化するか否かを判定してもよい。

[0634] 三次元データ符号化装置は、C A B A C初期化すると判定した場合には、属性情報の符号化に用いるコンテキスト初期値を決定する。コンテキスト初期値は、データ密度に応じた符号化特性のよい初期値に設定される。三次元データ符号化装置は、あらかじめデータ密度に対する初期値テーブルを保持し、テーブルの中から最適な初期値を選択してもよい。

[0635] 三次元データ符号化装置は、属性情報が反射率の場合は、反射率に基づく情報に応じてC A B A C初期化するか否かを判定してもよい。

[0636] 三次元データ符号化装置は、三次元点に複数の属性情報がある場合、属性情報毎に独立に、それぞれの属性情報に基づく初期化情報を決定してもよいし、あるいは、いずれか一方の属性情報に基づき、複数の属性情報の初期化情報を決定してもよいし、複数の属性情報を用いて当該複数の属性情報の初期化情報を決定してもよい。

[0637] 位置情報の初期化情報は位置情報に基づき決定し、属性情報の初期化情報は属性情報に基づき決定する例を説明したが、位置情報に基づき、位置情報および属性情報の初期化情報を決定してもよいし、属性情報に基づき、位置情報および属性情報の初期化情報を決定してもよいし、両方の情報に基づき、位置情報および属性情報の初期化情報を決定してもよい。

[0638] 三次元データ符号化装置は、例えば、`c a b a c _ _ i n i t _ _ f l a g`を `o n`または`o f f`に設定したり、初期値テーブルの中から1以上の初期値を用いたりすることにより、あらかじめ符号化効率をシミュレートした結果に基づき、初期化情報を決定してもよい。

- [0639] 三次元データ符号化装置は、スライスまたはタイルなどへのデータ分割方法を位置情報または属性情報に基づき決定した場合、分割方法の決定に基づく情報と同じ情報に基づいて初期化情報を決定してもよい。
- [0640] 図99は、タイルおよびスライスの例を示す図である。
- [0641] 例えば、PCCデータの一部を有する1つのタイルにおけるスライスは、凡例に示されているように識別される。CABAC初期化フラグは、連続するスライスにおいてコンテキストの再初期化が必要か否かの判定に用いることができる。例えば、図99において、一つのタイルの中に、オブジェクト（移動体、歩道、建物、木、その他のオブジェクト）毎に分割されたスライスデータが含まれる場合、移動体、歩道、木のスライスのCABAC初期化フラグは1に設定され、建物やその他のスライスのCABAC初期化フラグは0に設定される。これは、例えば、歩道と建物とが、両方とも密な永久構造であり同様の符号化効率を有する可能性がある場合、歩道と建物のスライス間でCABACを再初期化しないことで符号化効率を向上できる可能性がある。一方、建物と木とで、密度および符号化効率大きく異なる可能性がある場合、建物と木のスライス間でCABACを初期化することで符号化効率を向上できる可能性がある。
- [0642] 図100は、CABACの初期化およびコンテキスト初期値の決定方法の一例を示すフローチャートである。
- [0643] まず、三次元データ符号化装置は、位置情報から判定したオブジェクトに基づいて、点群データをスライスに分割する（S5271）。
- [0644] 次に、三次元データ符号化装置は、スライス毎に、当該スライスのオブジェクトのデータ密度に基づき、位置情報の符号化と属性情報の符号化のCABAC初期化するか否かを判定する（S5272）。つまり、三次元データ符号化装置は、位置情報に基づき、位置情報の符号化と属性情報の符号化のCABAC初期化情報（CABAC初期化フラグ）を決定する。三次元データ符号化装置は、例えば、点群データ密度で、符号化効率のよい初期化を判定する。なお、CABAC初期化情報は、位置情報と属性情報とで共通のc

`abac__init__flag`に示されても良い。

- [0645] 次に、三次元データ符号化装置は、C A B A C初期化すると判定した場合（S 5 2 7 3でY e s）、位置情報の符号化のコンテキスト初期値を決定する（S 5 2 7 4）。
- [0646] 次に、三次元データ符号化装置は、属性情報の符号化のコンテキスト初期値を決定する（S 5 2 7 5）。
- [0647] 次に、三次元データ符号化装置は、位置情報のC A B A C初期化フラグを1に設定し、位置情報のコンテキスト初期値を設定するとともに、属性情報のC A B A C初期化フラグを1に設定し、属性情報のコンテキスト初期値を設定する（S 5 2 7 6）。なお、C A B A C初期化する場合、三次元データ符号化装置は、位置情報の符号化および属性情報の符号化のそれぞれにおいて、コンテキスト初期値を用いて初期化処理を実施する。
- [0648] 一方で、三次元データ符号化装置は、C A B A C初期化しないと判定した場合（S 5 2 7 3でN o）、位置情報のC A B A C初期化フラグを0に設定し、属性情報のC A B A C初期化フラグを0に設定する（S 5 2 7 7）。
- [0649] 図101は、L i D A Rで得られた点群データを上面視した地図をタイルに分割した場合の例を示す図である。図102は、C A B A C初期化およびコンテキスト初期値の決定方法の他の一例を示すフローチャートである。
- [0650] 三次元データ符号化装置は、大規模地図データにおいて、位置情報に基づき、上面視における二次元の分割方法で、点群データを1以上のタイルに分割する（S 5 2 8 1）。三次元データ符号化装置は、例えば、図101に示すような正方形の領域で分割してもよい。また、三次元データ符号化装置は、点群データを、様々な形状、大きさのタイルに分割してもよい。タイルの分割は、あらかじめ定められた1以上の方法で行われてもよいし、適応的に行われてもよい。
- [0651] 次に、三次元データ符号化装置は、タイル毎に、タイル内のオブジェクトを判定し、当該タイルの位置情報の符号化または属性情報の符号化で、C A B A C初期化するか否かを判定する（S 5 2 8 2）。なお、三次元データ符

号化装置は、スライス分割の場合は、オブジェクト（木、人、移動体、建物）を認識し、オブジェクトに応じてスライス分割および初期値の判定をする。

[0652] 三次元データ符号化装置は、C A B A C初期化すると判定した場合（S 5 2 8 3でY e s）、位置情報の符号化のコンテキスト初期値を決定する（S 5 2 8 4）。

[0653] 次に、三次元データ符号化装置は、属性情報の符号化のコンテキスト初期値を決定する（S 5 2 8 5）。

[0654] ステップS 5 2 8 4およびS 5 2 8 5では、初期値として、特定の符号化特性を持つタイルの初期値を記憶しておき、同一の符号化特性を持つタイルの初期値として用いても良い。

[0655] 次に、三次元データ符号化装置は、位置情報のC A B A C初期化フラグを1に設定し、位置情報のコンテキスト初期値を設定するとともに、属性情報のC A B A C初期化フラグを1に設定し、属性情報のコンテキスト初期値を設定する（S 5 2 8 6）。なお、C A B A C初期化する場合、三次元データ符号化装置は、位置情報の符号化および属性情報の符号化のそれぞれにおいて、コンテキスト初期値を用いて初期化処理を実施する。

[0656] 一方で、三次元データ符号化装置は、C A B A C初期化しないと判定した場合（S 5 2 8 3でN o）、位置情報のC A B A C初期化フラグを0に設定し、属性情報のC A B A C初期化フラグを0に設定する（S 5 2 8 7）。

[0657] （実施の形態7）

上記実施の形態におけるC A B A C（C o n t e x t - B a s e d A d a p t i v e B i n a r y A r i t h m e t i c C o d i n g）において、三次元データ符号化装置は、データユニットに含まれる複数の三次元点を、互いに方式が異なる複数の符号化方式の一方で符号化してもよい。つまり、三次元データ符号化装置は、データユニット毎に、当該データユニットに含まれる複数の三次元点を符号化する符号化方式を複数の符号化方式のうちの、当該データユニットに適した符号化方式に決定する。複数の符号化

方式は、例えば、三次元点の位置情報の符号化においては、8分木を用いた符号化方式である8分木符号化と、予測木を用いた符号化方式である予測木符号化とを含む。

[0658] このようなC A B A C符号化におけるC A B A C初期化フラグ（以下、初期化情報、識別情報ともいう）のシグナリングについて説明する。

[0659] [シグナリング]

初期化情報は、符号化データのヘッダに格納する。初期化情報は、例えば、`c a b a _ _ i n i t _ _ f l a g`、C A B A C初期値、初期値を特定できるテーブルのインデックスなどである。初期化情報は、C A B A C符号化および復号においてC A B A Cを初期化するために用いられる。言い換えると、初期化情報（識別情報）は、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いて符号化するか否かを示す情報である。

[0660] 三次元データ符号化装置は、初期化情報を、メタデータに格納してもよいし、ヘッダ及びメタデータの両方に記載してもよい。なお、本実施の形態において、メタデータに格納することは、符号化データのヘッダに格納することと読み替えてもよいし、その逆に、符号化データのヘッダに格納することは、メタデータに格納することと読み替えてもよい。

[0661] なお、三次元データ符号化装置は、初期化情報を、位置情報の符号化、及び、属性情報の符号化のいずれに適用してもよい。三次元データ符号化装置は、初期化情報を符号化データのヘッダに格納する場合、位置情報には位置情報の符号化の初期化情報を格納し、属性情報には属性情報の初期化情報を格納してもよい。

[0662] [位置情報のヘッダ]

C A B A Cは、C o n t e x t - B a s e d A d a p t i v e B i n a r y A r i t h m e t i c C o d i n gの略で、コンテキスト（入力される2値シンボルの生起確率を推定するモデル）を符号化済みの情報に基づき順次更新することで確率の精度を高め、高い圧縮率の算術符号化（エントロピー符号化）を実現する符号化方法である。タイルまたはスライスによ

うな、点群データが分割されて得られた複数のデータユニット（複数の分割データ）を並列処理するためには、それぞれのデータユニットを独立に符号化または復号できる必要がある。しかし、データユニット間でC A B A Cを独立にするためには、符号化および復号において、データユニットの先頭でC A B A Cを初期化する必要がある。C A B A C初期化フラグは、C A B A C符号化および復号においてC A B A Cを初期化するために用いられる。

[0663] 図103は、分割後の各データユニットに含まれる位置情報のデータ構造と、位置情報のヘッダのシンタックスの一例を示す図である。

[0664] 三次元データ符号化装置は、初期化情報を、位置情報の符号化において、8分木符号化、予測木符号化などの符号化方式（符号化方法）のいずれか一方に適用してもよいし、両方に適用してもよい。8分木符号化と、予測木符号化とは、異なる木構造を用いた符号化方式である。

[0665] 三次元データ符号化装置は、8分木構造を用いた8分木符号化の場合、8分木符号化で用いるコンテキスト（つまり、8分木符号化用のコンテキスト）を保存する。また、三次元データ符号化装置は、予測木構造を用いた予測木符号化の場合、予測木符号化で用いるコンテキスト（つまり、予測木符号化用のコンテキスト）を保存する。

[0666] 三次元データ符号化装置は、分割された位置情報のデータユニットごとのヘッダに、初期化情報を格納することにより、分割されたデータユニットごとに、符号化に用いられるコンテキストを初期化するか否かを切り替えることができる。言い換えると、三次元データ符号化装置は、分割された位置情報のデータユニットごとのヘッダに、識別情報を格納することにより、分割されたデータユニットごとに、符号化に用いられるコンテキストを符号化に継続して用いるか否かを切り替えることができる。

[0667] S P S _ _ I D は、当該データユニットが参照する S P S（パラメータセット）の識別子を示す。G P S _ _ I D は、当該データユニットが参照する G P S（位置情報パラメータセット）の識別子を示す。t i l e _ _ i d は、当該データユニットが属するタイルの識別子（分割データの識別子1）を示す。

`slice_id`は、当該データユニットが属するスライスの識別子（分割データの識別子2）を示す。

[0668] `tree_mode`は、当該データユニットの位置情報符号化で用いる木構造を示す。木構造が2種類の場合、`tree_mode`は、フラグでもよい。`tree_mode`は、例えば、フラグが0の場合に8分木（`octree`）を示し、フラグが1の場合に予測木（`predtree`）を示してもよい。なお、`tree_mode`は、GPSに示される場合、スライスヘッダには示さなくてもよい。

[0669] 三次元データ符号化装置は、`tree_mode`に基づき、それぞれの符号化に用いるメタデータの構造を切り替え、シグナリングしてもよい。

[0670] 例えば、三次元データ符号化装置は、木構造が8分木（`tree_mode == 'octree'`）の場合、8分木符号化に用いるパラメータ（`octree_information`）をシグナリングする。さらに、8分木符号化においてコンテキストを初期化するか否かを示すフラグ（`cabac_init_flag`）、言い換えると、コンテキストを継続して用いるか否かを示す識別情報が示されてもよい。

[0671] また、例えば、三次元データ符号化装置は、木構造が予測木（`tree_mode == 'predtree'`）の場合、予測木符号化に用いるパラメータ（`predtree_information`）をシグナリングする。さらに、予測木符号化においてコンテキストを初期化するか否かを示すフラグ（`cabac_init_flag`）、言い換えると、コンテキストを継続して用いるか否かを示す識別情報が示されてもよい。

[0672] なお、以下の方法を用いることにより、シグナリングする情報量を削減し、圧縮効率を向上できる可能性がある。三次元データ符号化装置は、`cabac_init_flag`を複数の符号化方式に共通するフラグとし、`tree_mode`の条件分岐の前にシグナリングしてもよい。

[0673] また、三次元データ符号化装置は、コンテキストの初期化を一部の木構造に適用し、他の一部の木構造には適用しないとしてもよい。この場合、三次

元データ符号化装置は、コンテキストの初期化を適用しない木構造の場合、初期化情報を含まず、コンテキストの初期化を適用する木構造の場合に初期化情報を含むシンタックスのヘッダを生成してもよい。例えば、分割された全てのデータユニットで初期化する場合、三次元データ符号化装置は、初期化情報をSPSやGPSなどの、より上位のパラメータセットに共通で示し、データユニットごとの初期化情報を示さないとしてもよい。

[0674] 図104は、三次元データ符号化方法の一例を示すフローチャートである。ここでは、データユニットに含まれる複数の三次元点の位置情報の符号化について説明する。

[0675] 三次元データ符号化装置は、処理対象のデータユニットの符号化方式を決定し、かつ、処理対象のデータユニットの先頭の三次元点の位置情報の符号化においてCABACを継続するか否かを決定する(S11401)。言い換えると、三次元データ符号化装置は、データユニットの符号化方式を8分木符号化及び予測木符号化のいずれかに決定し、かつ、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いて符号化するか否かを決定する。

[0676] 次に、三次元データ符号化装置は、コンテキストを継続して用いることを決定した場合(S11402でYes)、`cabac__init__flag`を`false`に設定する(S11403)。つまり、三次元データ符号化装置は、識別情報を、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いることを示すように設定する。三次元データ符号化装置は、識別情報がステップS11402の決定結果を示すように、識別情報を設定する。

[0677] 次に、三次元データ符号化装置は、符号化方式を8分木符号化に決定した場合(S11404で8分木)、8分木符号化で用いたコンテキストを継続して用いて8分木で符号化する(S11405)。8分木符号化で用いたコンテキストは、処理対象のデータユニットの直前のデータユニットの8分木符号化で用いられたコンテキストである。このコンテキストは、例えば、三次元データ符号化装置のメモリに一時的に格納されており、三次元データ符号化装置は、メモリに記憶されているコンテキストを読み出して、処理対象

のデータユニットの符号化に用いる。

[0678] 一方で、三次元データ符号化装置は、符号化方式を予測木符号化に決定した場合（S 1 1 4 0 4 で予測木）、予測木符号化で用いたコンテキストを継続して用いて予測木で符号化する（S 1 1 4 0 6）。予測木符号化で用いたコンテキストは、処理対象のデータユニットの直前のデータユニットの予測木符号化で用いられたコンテキストである。このコンテキストは、例えば、三次元データ符号化装置のメモリに一時的に格納されており、三次元データ符号化装置は、メモリに記憶されているコンテキストを読み出して、処理対象のデータユニットの符号化に用いる。

[0679] ステップS 1 1 4 0 5 及びS 1 1 4 0 6 に示すように、三次元データ符号化装置は、複数の符号化方式のうちステップS 1 1 4 0 1 で決定された符号化方式で用いられたコンテキストを継続して用いて、符号化を実行する。

[0680] なお、三次元データ符号化装置は、コンテキストを継続して用いる場合、位置情報の符号化方式（8分木あるいは予測木）に応じて、継続するコンテキストの値を変更する。例えば、8分木符号化用のコンテキストとは、Occupancyコードや量子化値、リーフノードにおける重複点などをエントロピー符号化するためのコンテキストであり、予測木符号化用のコンテキストとは、ノードの数や予測モードなどをエントロピー符号化するためのコンテキストである。

[0681] また、三次元データ符号化装置は、コンテキストを継続して用いないことを決定した場合（S 1 1 4 0 2 でNo）、つまり、コンテキストを初期化することを決定した場合、cabac__init__flagをtrueに設定する（S 1 1 4 0 7）。つまり、三次元データ符号化装置は、識別情報を、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを示すように設定する。三次元データ符号化装置は、識別情報がステップS 1 1 4 0 2 の決定結果を示すように、識別情報を設定する。

[0682] 次に、三次元データ符号化装置は、ステップS 1 1 4 0 1 で決定した符号化方式用の初期化したコンテキストを用いてデータユニットの先頭の三次元

点の位置情報を符号化する (S 1 1 4 0 8)。

[0683] 以上のように、三次元データ符号化装置は、8分木符号化を行う場合には8分木符号化用のコンテキストを用いて符号化を行い、及び、予測木符号化を行う場合には予測木符号化用のコンテキストを用いて符号化を行う。つまり、三次元データ符号化方法は、位置情報の符号化方式に応じて、符号化に継続して用いるコンテキストを変更する。

[0684] 図105は、三次元データ復号方法の一例を示すフローチャートである。ここでは、データユニットに含まれる複数の三次元点の位置情報の復号について説明する。

[0685] 三次元データ復号装置は、処理対象の符号化されたデータユニット (符号化データ) のヘッダを解析し、`cabac__init__flag`を解析する (S 1 1 4 1 1)。

[0686] 三次元データ復号装置は、`cabac__init__flag`がコンテキストを継続して用いることを示すか否かを判定する (S 1 1 4 1 2)。

[0687] 三次元データ復号装置は、`cabac__init__flag`がコンテキストを継続して用いることを示す場合 (S 1 1 4 1 2でYes)、つまり、`cabac__init__flag`がfalseに設定されている場合、処理対象の符号化データの符号化方式を判定する (S 1 1 4 1 3)

三次元データ復号装置は、処理対象の符号化データの符号化方式が8分木符号化である場合 (S 1 1 4 1 3で8分木)、8分木符号化で用いたコンテキストを継続して用いて、8分木符号化に用いるコンテキストの初期値としてエントロピー復号し、8分木を再構成し復号する (S 1 1 4 1 4)。

[0688] 三次元データ復号装置は、処理対象の符号化データの符号化方式が予測木符号化である場合 (S 1 1 4 1 3で予測木)、予測木符号化で用いたコンテキストを継続して用いて、予測木符号化に用いるコンテキストの初期値としてエントロピー復号し、予測木を再構成し復号する (S 1 1 4 1 5)。

[0689] このように、三次元データ復号装置は、`cabac__init__flag` (識別情報) が符号化に用いられるコンテキストを継続して用いることを示

す場合、当該符号化データの符号化方式で用いられたコンテキストを継続して用いて、符号化データを復号する。

[0690] また、三次元データ復号装置は、`cabac__init__flag`がコンテキストを継続して用いないことを示す場合（S11412でNo）、つまり、`cabac__init__flag`が`true`に設定されている場合、指定された符号化方式用のコンテキストを初期化し、エントロピー復号し、指定された符号化方式に対応する復号方式で復号する（S11416）。

[0691] なお、上記実施の形態では、位置情報の符号化方式（8分木あるいは予測木）に応じて、継続するコンテキストを変更する方法について説明したが、この方法は、属性情報の符号化方式にも同様に適用することができる。属性情報の符号化方式には、例えば、L o Dベースの符号化方式と、T r a n s f o r mベースの符号化方式とを含む。この場合、三次元データ符号化装置は、属性情報の符号化方式に応じて、継続するコンテキストを変更してもよい。つまり、三次元データ符号化装置は、L o Dベースの符号化を行う場合にはL o Dベースの符号化用のコンテキストを用いて符号化を行い、及び、T r a n s f o r mベースの符号化を行う場合にはT r a n s f o r mベースの符号化用のコンテキストを用いて符号化を行う。

[0692] なお、属性情報の符号化において`cabac__init__flag`をシグナリングする場合、L o Dベースの符号化方式、及び、T r a n s f o r mベースの符号化方式のそれぞれで独立にシグナリングしてもよいし、共通でシグナリングしてもよい。つまり、三次元データ符号化装置は、それぞれの符号化方式用の`cabac__init__flag`をヘッダに格納してもよいし、複数の符号化方式で共通の`cabac__init__flag`をヘッダに格納してもよい。三次元データ符号化装置は、複数の符号化方式のうちの1つの符号化方式を用いる場合、`cabac__init__flag`を共通化する（つまり1つにする）ことでシグナリングする情報量を削減できる。

[0693] また、属性情報の符号化の`cabac__init__flag`と、位置情報の符号化の`cabac__init__flag`とを同じ値にしてもよいし、異

なる値にしてもよい。

[0694] 属性情報の符号化の `cabac__init__flag` と、位置情報の符号化の `cabac__init__flag` とを同じ値にする場合には属性情報の符号化の `cabac__init__flag` と、位置情報の符号化の `cabac__init__flag` とを共通化にして、SPSなどのシーケンス共通のメタデータに格納してもよい。この場合、三次元データ符号化装置は、符号化において符号化に用いられるコンテキストを継続して用いることを決定した場合、(i) 複数の符号化方式のうち複数の三次元点の符号化方式で用いられたコンテキストを継続して用いて、複数の三次元点の位置情報を符号化し、(ii) 属性情報の符号化方式で用いられたコンテキストを継続して用いて、複数の三次元点の属性情報を符号化する。反対に、三次元データ符号化装置は、符号化において符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを決定した場合、(i) 複数の符号化方式のうち複数の三次元点の符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて、複数の三次元点の位置情報を符号化し、(ii) 属性情報の符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて、複数の三次元点の属性情報を符号化する。

[0695] この場合、三次元データ復号装置は、識別情報が符号化に用いられるコンテキストを継続して用いることを示す場合、(i) 複数の符号化方式のうち符号化された複数の三次元点の位置情報の符号化に用いられたコンテキストを継続して用いて復号することで、複数の三次元点の位置情報を算出し、(ii) 属性情報の符号化方式で用いられたコンテキストを継続して用いて復号することで、複数の三次元点の属性情報を算出する。反対に、三次元データ復号装置は、識別情報が符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを示す場合、(i) 複数の符号化方式のうち符号化された複数の三次元点の位置情報の符号化に用いる符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて復号することで、符号化された複数の三次元点の位置情報を算出し、(ii) 属性情報の符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて復号することで、複数の三次元点の属性情報を復号する。

- [0696] 属性情報の符号化の `cabac__init__flag` と、位置情報の符号化の `cabac__init__flag` とを異なる値にする場合、三次元データ符号化装置は、属性情報の符号化の `cabac__init__flag` と、位置情報の符号化の `cabac__init__flag` とを、それぞれ APS、GPS、データユニットヘッダなどに格納する。
- [0697] 三次元データ符号化装置は、属性情報の符号化の `cabac__init__flag` と、位置情報の符号化の `cabac__init__flag` とを、位置情報と属性情報とで共通のメタデータに格納してもよいし、個別のメタデータのいずれか一方あるいは両方に格納してもよいし、共通のメタデータと個別のメタデータの両方に格納してもよい。また、三次元データ符号化装置は、属性情報の符号化の `cabac__init__flag` と、位置情報の符号化の `cabac__init__flag` とのいずれかに記載されているか否かを示すフラグを用いてもよい。
- [0698] なお、三次元データ符号化装置は、位置情報の符号化において、データユニット間で、符号化方式を切り替える場合、符号化方式が切り替わった後で最初に符号化されるデータユニットのコンテキストを継続せずに、初期化すると決定してもよい。
- [0699] 図106は、符号化方式が切り替わる場合のコンテキストの初期化について説明するための図である。図106は、`slice#1` のデータユニットを8分木符号化 (`Octree`) で符号化し、`slice#2` および `slice#3` の各データユニットを予測木符号化 (`predtree`) で符号化する場合の例である。
- [0700] 三次元データ符号化装置は、8分木符号化の先頭のデータユニット (`slice#1`) の位置情報の符号化に用いる初期化フラグ (`cabac__init__flag`) を ON (`true`) に設定する。そして、三次元データ符号化装置は、予測木符号化の先頭のデータユニット (`slice#2`) の位置情報の符号化に用いる初期化フラグ (`cabac__init__flag`) を ON (`true`) に設定する。なお、`slice#3` の初期化フラグは、

ONに設定されてもよいし、OFFに設定されてもよい。

[0701] このように、三次元データ符号化装置は、第1データユニットの符号化方式と、第1データユニットの次に符号化される第2データユニットとの符号化方式とが異なる場合、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを決定し、複数の符号化方式のうち第2データユニットの符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて、第2データユニットの複数の三次元点を符号化する。この場合、第2データユニットに対応する識別情報（第2識別情報）は、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを示すように設定される。

[0702] 以上のように、本実施の形態の一態様に係る三次元データ符号化装置は、図107に示す処理を行う。三次元データ符号化装置は、複数の第1三次元点を含む第1データユニットを取得する（S11421）。次に、三次元データ符号化装置は、取得した前記第1データユニットに含まれる前記複数の第1三次元点を、方式が異なる複数の符号化方式の一方で符号化する（S11422）。次に、三次元データ符号化装置は、前記複数の第1三次元点が符号化された第1符号化データと、第1識別情報とを含むビットストリームを生成する（S11423）。前記符号化（S11422）では、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いて符号化するか否かを決定し、前記複数の符号化方式のうち当該符号化に用いる符号化方式で用いられるコンテキストのうちの前記決定における決定結果に応じたコンテキストを用いて、前記複数の第1三次元点を符号化する。前記第1識別情報は、前記決定における決定結果を含む。

[0703] これによれば、符号化に用いるコンテキストを継続するか否かを決定するため、符号化効率を向上させることができ、また、第1識別情報を含むビットストリームを生成するため、三次元データ復号装置に適切に復号させることができる。

[0704] 例えば、前記符号化（S11422）において、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いることを決定した場合、前記符号化（S11422

)では、前記複数の符号化方式のうち前記複数の第1三次元点の符号化方式で用いられたコンテキストを継続して用いて、前記複数の第1三次元点を符号化し、前記第1識別情報は、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いて符号化することを示す。

[0705] 例えば、前記符号化(S 1 1 4 2 2)において、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを決定した場合、前記符号化(S 1 1 4 2 2)では、前記複数の符号化方式のうち前記複数の第1三次元点の符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて、前記複数の第1三次元点を符号化し、前記第1識別情報は、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを示す。

[0706] 例えば、前記複数の第1三次元点のそれぞれは、各第1三次元点の位置情報及び各第1三次元点の属性情報を含む。前記複数の符号化方式は、位置情報の符号化方式である。前記符号化(S 1 1 4 2 2)では、前記複数の第1三次元点の属性情報を他の符号化方式で符号化する。前記符号化(S 1 1 4 2 2)では、前記符号化において符号化に用いられるコンテキストを継続して用いることを決定した場合、(i)前記複数の符号化方式のうち前記複数の第1三次元点の符号化方式で用いられたコンテキストを継続して用いて、前記複数の第1三次元点の位置情報を符号化し、(ii)前記他の符号化方式で用いられたコンテキストを継続して用いて、前記複数の第1三次元点の属性情報を符号化する。

[0707] 例えば、前記符号化(S 1 1 4 2 2)では、前記符号化(S 1 1 4 2 2)において符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを決定した場合、(i)前記複数の符号化方式のうち前記複数の第1三次元点の符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて、前記複数の第1三次元点の位置情報を符号化し、(ii)前記他の符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて、前記複数の第1三次元点の属性情報を符号化する。

[0708] 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。

- [0709] また、本実施の形態の一態様に係る三次元データ復号装置は、図108に示す処理を行う。三次元データ復号装置は、複数の第1三次元点が符号化された第1符号化データと、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いるか否かを示す第1識別情報とを含むビットストリームを取得する（S11431）。次に、三次元データ復号装置は、前記第1符号化データを方式が異なる複数の符号化方式のうち前記第1符号化データの符号化に用いられた符号化方式に対応する復号方式で復号する（S11432）。前記復号（S11432）では、前記第1識別情報に応じたコンテキストを用いて、前記第1符号化データを復号する。
- [0710] これによれば、ビットストリームに含まれる第1識別情報に応じて第1符号化データを復号することで適切な複数の第1三次元点を算出することができる。
- [0711] 例えば、前記復号（S11432）では、前記第1識別情報が符号化に用いられるコンテキストを継続して用いることを示す場合、前記復号方式に対応する符号化方式で用いられたコンテキストを継続して用いて、前記第1符号化データを復号する。
- [0712] 例えば、前記復号（S11432）では、前記第1識別情報が符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを示す場合、前記複数の符号化方式のうち前記第1符号化データの符号化に用いられた符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて、前記第1符号化データを復号する。
- [0713] 例えば、前記第1符号化データは、符号化された前記複数の第1三次元点の位置情報と、符号化された前記複数の第1三次元点の属性情報とを含む。前記複数の符号化方式は、前記符号化された前記複数の第1三次元点の位置情報の符号化方式である。符号化された前記複数の第1三次元点の属性情報は、他の符号化方式で符号化されている。前記復号（S11432）では、前記第1識別情報が符号化に用いられるコンテキストを継続して用いることを示す場合、（i）前記複数の符号化方式のうち前記符号化された前記複数の第1三次元点の位置情報の符号化に用いられたコンテキストを継続して用

いて復号することで、複数の第1三次元点の位置情報を算出し、(i i)前記他の符号化方式で用いられたコンテキストを継続して用いて復号することで、複数の第1三次元点の属性情報を算出する。

[0714] 例えば、前記復号(S 1 1 4 3 2)では、前記第1識別情報が符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを示す場合、(i)前記複数の符号化方式のうち前記符号化された前記複数の第1三次元点の位置情報の符号化に用いる符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて復号することで、前記符号化された前記複数の第1三次元点の位置情報を算出し、(i i)前記他の符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて復号することで、前記複数の第1三次元点の属性情報を復号する。

[0715] 例えば、前記ビットストリームは、さらに、複数の第2三次元点が符号化された第2符号化データと、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いるか否かを示す第2識別情報とを含む。前記複数の第2三次元点は、前記複数の第1三次元点の次に符号化されている。前記第2識別情報は、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを示す。

[0716] 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。

[0717] (実施の形態8)

点群データが複数のデータユニット(スライス)に分割されている場合において、C A B A Cが初期化されている場合、それぞれのデータユニットには依存関係がなく、それぞれ独立に符号化、あるいは復号することが可能である。一方、現在のデータユニット(スライス)のデータ構造では、データを並列処理する機能は、サポートされていない。

[0718] そこで、予測木符号化において、データユニット(スライス)毎のデータ内にある、予測木の単位でコンテキストを初期化する機能、予測木の単位へアクセスする情報を加えることにより、データユニット(スライス)内の複数のデータ単位を並列処理できる機能を提供する。

[0719] 図109は、グループ毎にスライスを分けて符号化する場合の三次元点群

の一例を示す図である。図110は、ビットストリームの様々な構成の例を示す図である。

[0720] 三次元点群は、図109に示すように、複数のデータユニット11401～11404、11411～11413に分割されてもよい。また、複数のデータユニット11401～11404、11411～11413のうちの複数のデータユニット11401～11404はグループ1に分類され、複数のデータユニット11411～11413はグループ2に分類されてもよい。

[0721] 次に、図110を用いて、スライスと予測木との関係を説明する。

[0722] 三次元データ符号化装置は、ビットストリーム1のように1つのスライスのデータユニットを1つの予測木で符号化してもよいし、ビットストリーム2のように1つのスライスのデータユニットを複数の予測木で符号化してもよい。また、例えば、点群の特性などに基づき、点群をクラスタ化、グループ化することが可能な場合、三次元データ符号化装置は、ビットストリーム4のようにグループごとにスライスに分けて符号化してもよいし、ビットストリーム3のようにスライスに分けずに符号化してもよい。ビットストリームスライスに分けずに符号化する場合、三次元データ符号化装置は、グループごとの順番になるように、点群を並び替え、グループごとに予測木で符号化してもよい。

[0723] 図111は、スライス単位のCABACを初期化するか否かをスライスフラグ(`slice_cabac_init_flag`)で示し、スライス内の`tree`単位のCABACを初期化するか否かをツリーフラグ(`tree_cabac_init_flag`)で示す例である。なお、図111におけるビットストリーム1～4は、それぞれ、図110に示されたビットストリーム1～4と同じである。

[0724] 三次元データ符号化装置は、それぞれの処理単位の先頭でCABACを初期化する場合、`slice_cabac_init_flag`または`tree_cabac_init_flag`を1に設定し、1に設定した`slic`

`e_cabac_init_flag`または`tree_cabac_init_flag`をメタデータとして伝送する。なお、1に設定された`slice_cabac_init_flag`または`tree_cabac_init_flag`は、それぞれの処理単位の先頭でCABACを初期化することを示す。`slice_cabac_init_flag`は、スライス単位でCABACの初期化を制御するための初期化フラグである。`tree_cabac_init_flag`は、木構造単位でCABACの初期化を制御するための初期化フラグである。

[0725] 三次元データ復号装置は、メタデータを解析し、`slice_cabac_init_flag`または`tree_cabac_init_flag`が1の場合にCABACを初期化する。図111では、`tree_cabac_init_flag`が1を示す場合、または、`slice_cabac_init_flag`が1を示す場合、CABACが初期化されていることを示し、`tree_cabac_init_flag`が0を示す場合、または、`slice_cabac_init_flag`が0を示す場合、CABACを初期化せず、コンテキストが連続していること（つまり、コンテキストが継続して用いられていること）を示す。

[0726] `tree_cabac_init_flag`が設定されることにより、予測木単位でCABACの初期化が可能となる。`tree_cabac_init_flag`が設定されることにより、任意の予測木先頭でのリセットが可能であり、例えば、グループごとの先頭でCABACを初期化するように`tree_cabac_init_flag`が設定されてもよい。あるいは予測木の符号化パラメータが変わる境界でCABACを初期化するように`tree_cabac_init_flag`が設定されてもよい。なお、スライス毎に初期化フラグが示されている場合、スライス先頭の木構造単位の初期化フラグは示さなくてもよい。

[0727] 特定のグループの予測テーブルは、互いに類似する特性を有しているため、CABACを継続した方が符号化効率が向上する可能性が高い。よって、

ビットストリーム3では、同じグループではC A B A Cが継続されるように、各グループの先頭でC A B A Cが初期化されるように初期化フラグが設定されてもよい。

[0728] 図112は、複数の予測木を並列処理で復号する方法について説明するための図である。

[0729] 図112では、1つのスライス内で、予測木1、2、5、7の先頭でC A B A Cを初期化するビットストリームが示されている。このようなビットストリームでは、三次元データ復号装置は、予測木1の復号処理と、予測木2～4の復号処理と、予測木5、6の復号処理と、予測木7、8の復号処理とを、それぞれ独立に処理できる。三次元データ復号装置が並列処理をするためには、三次元データ復号装置は、独立に復号可能なデータユニットのメモリの格納場所に直接アクセスする必要がある。このため、三次元データ符号化装置は、符号化データの先頭のオフセット情報（格納場所を示す情報）を符号化データに含める。オフセット情報とは、例えば、スライス先頭からのバイト情報などである。図112では、オフセット2で示されるオフセット情報は、スライス先頭から予測木2の符号化データまでのバイト数である。オフセット情報は、予測木毎に示されてもよいし、独立に処理が可能な1以上の予測木の単位ごとに示されてもよい。また、オフセットD_56のように、予測木6の直前の予測木5の先頭からの差分のバイト数で示されてもよい。

[0730] 図113は、三次元データ符号化方法の一例を示す図である。

[0731] 三次元データ符号化装置は、スライス毎に予測木符号化を実行する（S11441）。

[0732] 次に、三次元データ符号化装置は、予測木を生成し、予測木毎のエントロピー符号化を実行する（S11442）。

[0733] 次に、三次元データ符号化装置は、木構造（予測木）の先頭でコンテキストを継続するか否かを判定する（S11443）。

[0734] 三次元データ符号化装置は、木構造（予測木）の先頭でコンテキストを継

続しないと判定した場合（S 1 1 4 4 3でNo）、コンテキストを初期化し、`tree_cabac_init_flag`を1に設定する（S 1 1 4 4 4）。

[0735] 次に、三次元データ符号化装置は、木構造の先頭のオフセット情報（格納場所を示す情報）を記憶する（S 1 1 4 4 5）。

[0736] 一方で、三次元データ符号化装置は、木構造（予測木）の先頭でコンテキストを継続すると判定した場合（S 1 1 4 4 3でYes）、コンテキストを継続し、`tree_cabac_init_flag`を0に設定する（S 1 1 4 4 6）。

[0737] 次に、三次元データ符号化装置は、所定の方法で、`tree_cabac_init_flag`及びオフセット情報のうちの少なくとも`tree_cabac_init_flag`をシグナリングする（S 1 1 4 4 7）。

[0738] 図 1 1 4 は、三次元データ復号方法の一例を示す図である。

[0739] 三次元データ復号装置は、`tree_cabac_init_flag`を解析する（S 1 1 4 5 1）。

[0740] 次に、三次元データ復号装置は、`tree_cabac_init_flag`が、木構造（予測木）の先頭でコンテキストを継続することを示すか否かを判定する（S 1 1 4 5 2）。

[0741] 三次元データ復号装置は、`tree_cabac_init_flag`が、木構造（予測木）の先頭でコンテキストを継続しないことを示す場合（S 1 1 4 5 2でNo）、コンテキストを初期化し、エントロピー復号を実行する（S 1 1 4 5 3）。

[0742] 三次元データ復号装置は、`tree_cabac_init_flag`が、木構造（予測木）の先頭でコンテキストを継続することを示す場合（S 1 1 4 5 2でYes）、コンテキストを継続して用いて、エントロピー復号を実行する（S 1 1 4 5 4）。

[0743] 図 1 1 5 は、三次元データ復号方法において並列復号する場合の一例を示す図である。

- [0744] 三次元データ復号装置は、並列復号を実施するか否かを判定する（S 1 1 4 6 1）。
- [0745] 三次元データ復号装置は、並列復号を実施すると判定した場合（S 1 1 4 6 1でY e s）、オフセット情報に基づき並列符号化単位にアクセスし、複数の符号化単位を並列で復号する（S 1 1 4 6 2）。
- [0746] このように、三次元データ符号化装置は、C A B A Cを初期化して木構造における依存関係をなくすことで、独立して処理することができる。また、木構造の先頭のオフセット情報が示されるため、三次元データ復号装置は、複数の予測木で符号化された複数の符号化データにランダムアクセスすることができるため、独立して復号処理させることができ、並列で復号処理することができる。また、三次元データ符号化装置及び三次元データ復号装置は、`t r e e _ c a b a c _ i n i t _ f l a g`に基づいてC A B A Cを初期化するため、符号化時と復号時における初期化のタイミングを同一にすることができる。
- [0747] 図 1 1 6 は、位置情報のデータに初期化フラグを格納する場合の位置情報のデータユニットのシンタックスの一例を示す図である。
- [0748] 位置情報のデータユニットにおいて、予測木符号化の符号化データは、三次元点毎のループ内に、ノード情報、例えば予測モード（`p r e d _ m o d e`）などが示されても良い。`p r e d _ m o d e = 0`（ダイレクトモード）の場合は、当該ノードはルートノードであることを示す。ルートノードは、予測木の先頭のノード（三次元点）であり、処理対象がルートノードの場合、当該ルートノードでC A B A Cが初期化されているか否かを示す初期化フラグ（`t r e e _ c a b a c _ i n i t _ f l a g`）が示されてもよい。なお、初期化フラグでなく、ランダムアクセスフラグでC A B A Cが初期化されているか否かが示されてもよい。例えば、ランダムアクセスフラグがONの場合には、必ずC A B A Cは初期化されているとみなされてもよい。
- [0749] 図 1 1 7 は、位置情報のヘッダに初期化フラグ及びオフセット情報を格納する場合のヘッダのシンタックスの一例を示す図である。

[0750] 初期化フラグ及びオフセット情報は、位置情報のデータユニットヘッダにまとめて示されてもよい。位置情報のデータユニットヘッダには、位置情報のデータユニットに含まれる予測木の数 (`num__predtree__minus2`) が示されてもよく、予測木毎の `tree__cabac__init__flag` が示されてもよい。また、`tree__cabac__init__flag` が1に設定されている場合、データユニットヘッダには、オフセット情報が示される。オフセット情報は、データユニットの先頭からのオフセット（差分情報）であってもよいし、前の予測木の先頭からのオフセット（差分情報）であってもよい。なお、`num__predtree__minus2` として、先頭の予測木の情報をヘッダに含めないように設定されてもよいし、`num__predtree__minus1` として、先頭の予測木の情報をヘッダに含めるように設定されてもよい。

[0751] 図118は、位置情報のヘッダに初期化フラグ及びオフセット情報をランダムアクセス単位で格納する場合のヘッダのシンタックスの一例を示す図である。

[0752] `num__rap` は、並列復号可能（ランダムアクセス）な単位の数を示す。オフセット情報は、並列復号可能な単位のそれぞれで示されてもよい。なお、`tree__cabac__init__flag` は、示されずに、当該オフセット情報で示される予測木の先頭で、CABACが初期化されてもよい。

[0753] また、位置情報のデータ内に予測木毎に識別子 (`tree__id`) を示し、当該ヘッダにおいて、ランダムアクセス可能な予測木の識別子 (`tree__id`) が示されてもよい。このように、予測木の番号を明示することにより予測木の順番を判定（識別）することができる。

[0754] オフセット情報は、ヘッダに示される必要があり、`tree__cabac__init__flag` は、データ、ヘッダのいずれで示されてもよい。オフセット情報は、ヘッダに示され、`tree__cabac__init__flag` はデータに示されてもよい。

[0755] なお、CABACを初期化する場合、CABACの初期値は、あらかじめ

定められた値に設定されてもよいし、`cabac__init__flag`または`offset`と同様にシグナリングされてもよい。

[0756] また、属性情報についても、位置情報と同様の方法を用いることにより並列処理が可能となる。同様のシグナリング方法を用いて、初期化フラグまたはオフセット情報が示されてもよい。初期化フラグは、属性情報のヘッダあるいはデータに含めてもよい。

[0757] なお、並列復号可能な単位は、位置情報と属性情報とで共通にしてもよい。この場合、属性情報の並列復号可能な単位の情報、及び、初期化フラグは、位置情報と共通であるため位置情報のヘッダに示され、属性情報におけるオフセット情報は、属性情報のヘッダに示されてもよい。

[0758] (実施の形態9)

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119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。

[0759] 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。

[0760] 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。

[0761] 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。

- [0762] 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。
- [0763] 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。
- [0764] 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。
- [0765] 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。
- [0766] 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。
- [0767] 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。
- [0768] 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。
- [0769] 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。
- [0770] 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。

[0771] 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。

[0772] 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。

[0773] 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。

[0774] 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。

[0775] 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。

- [0776] 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 120 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。
- [0777] 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。
- [0778] 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)。
- [0779] 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)。
- [0780] 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。
- [0781] 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。
- [0782] 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。

[0783] 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）。

[0784] 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。

[0785] 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。

[0786] 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。

[0787] まず、本実施の形態に係るシステムの構成を説明する。図121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。

[0788] 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。

[0789] 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。

[0790] 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。

- [0791] 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。
- [0792] 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。
- [0793] 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。
- [0794] 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。

- [0795] 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。
- [0796] 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。
- [0797] 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かと判断し、その旨とセンサ情報とをサーバ 901 に送信してもよい。
- [0798] 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。

[0799] 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。

[0800] 図122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。

[0801] 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。

[0802] 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。

[0803] 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。

- [0804] 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。
- [0805] 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。
- [0806] 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。
- [0807] 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。
- [0808] 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。
- [0809] 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。
- [0810] 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。

[0811] 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。

[0812] 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。

[0813] 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。

[0814] 次に、サーバ901の構成を説明する。図123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。

[0815] 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。

[0816] 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。

[0817] 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。

[0818] 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。

[0819] 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。

[0820] 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。

[0821] 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。

[0822] 三次元データ蓄積部1118は、三次元マップ1135等を蓄積する。

[0823] 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。

ータ量を制御してもよい。

[0824] 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。

[0825] 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。

[0826] 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。

[0827] 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 124 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。

[0828] 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。

[0829] 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）。

[0830] 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）。

[0831] 図 125 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。

[0832] 次に、サーバ901の動作フローについて説明する。図126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)。

[0833] 図127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。

[0834] 以下、本実施の形態の変形例について説明する。

[0835] 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

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1134と三次元マップ1135との差分を算出する。サーバ901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902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901が管理する三次元マップ1135と、センサ情報1037を基に作成した三次元データ1134との間に大きな差が発生することが考えられる。

[0836] センサ情報1037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1037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1037がLiDARで取得された情報である場合、数mm単位の精度で情報を取得できるセンサをクラス1、数cm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901は、センサの性能情報等を、クライアント装置902の型番から推定してもよい。例えば、クライアント装置902が車両に搭載されている場合、サーバ901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901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901は取得したセンサ情報1037を用いて、センサ情報1037を用いて作成した三次元データ1134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901は、三次元データ1134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901は、三次元データ1134に、センサの精度に応じた補正を適用する。例えば、サーバ901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。

[0837] サーバ901は、ある空間にいる複数のクライアント装置902に同時にセンサ情報の送信要求を出してもよい。サーバ901は、複数のクライアン

ト装置 902 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 1134 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 901 は、三次元マップ 1135 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 1134 を作成してもよい。

[0838] サーバ 901 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 128 は、この場合のシステム構成を示す図である。

[0839] 例えば、クライアント装置 902C が近くにいるクライアント装置 902A にセンサ情報の送信要求を出し、クライアント装置 902A からセンサ情報を取得する。そして、クライアント装置 902C は、取得したクライアント装置 902A 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 902C 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 902C は、クライアント装置 902A 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 902C の性能を活かして生成できる。例えば、クライアント装置 902C 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。

[0840] また、この場合、センサ情報を提供したクライアント装置 902A は、クライアント装置 902C 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 902A は、その権利に従ってクライアント装置 902C から高精度な三次元マップを受信する。

[0841] また、クライアント装置 902C は近くにいる複数のクライアント装置 902（クライアント装置 902A 及びクライアント装置 902B）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 902A 又はクライアント装置 902B のセンサが高性能である場合には、クライアント装置 902C 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。

- [0842] 図129は、サーバ901及びクライアント装置902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。
- [0843] 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。
- [0844] 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。
- [0845] 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。

- [0846] 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。
- [0847] 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。
- [0848] また、センサ情報1033は、センサの性能を示す情報を含む。
- [0849] 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。
- [0850] 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。
- [0851] 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。
- [0852] 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。
- [0853] 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。

[0854] 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。

[0855] 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。

[0856] また、センサ情報1037は、センサの性能を示す情報を含む。

[0857] 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。

[0858] 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。

[0859] 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。

[0860] 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。

[0861] 以下、変形例について説明する。図130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130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。

[0862] 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。

[0863] 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。

[0864] 図131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。

[0865] 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。

[0866] 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。

[0867] 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（S 2 0 0 2でY e s）、センサ情報をサーバ2 0 0 1に送信する（S 2 0 0 3）。つまり、クライアント装置2 0 0 2がセンサ情報をサーバ2 0 0 1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2 0 0 2は、保持しているセンサ情報をサーバ2 0 0 1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2 0 0 2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2 0 0 2が保持するセンサ情報を高速にサーバ2 0 0 1に送信する。

[0868] 次に、クライアント装置2 0 0 2は、サーバ2 0 0 1に送信済みのセンサ情報を記憶部2 0 1 2から削除する（S 2 0 0 4）。なお、クライアント装置2 0 0 2は、サーバ2 0 0 1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2 0 0 2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2 0 1 2から削除してもよい。つまり、クライアント装置2 0 0 2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2 0 1 2から削除してもよい。また、クライアント装置2 0 0 2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2 0 1 2から削除してもよい。つまり、クライアント装置2 0 0 2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2 0 1 2から削除してもよい。これにより、クライアント装置2 0 0 2の記憶部2 0 1 2の容量を抑制することができる。

[0869] クライアント装置2 0 0 2によるセンサ情報の取得が終了していない場合（S 2 0 0 5でN o）、クライアント装置2 0 0 2は、ステップS 2 0 0 1以降の処理を再度行う。また、クライアント装置2 0 0 2によるセンサ情報の取得が終了した場合（S 2 0 0 5でY e s）、クライアント装置2 0 0 2

は処理を終了する。

[0870] 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。

[0871] 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。

[0872] 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。

- [0873] 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2002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。
- [0874] 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。
- [0875] 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200

1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。

[0876] 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 XX m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 XX m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。

[0877] 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 YY mの範囲を少なくとも含むセンサ情報を、絶対位置 S から XX m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。

[0878] 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。

[0879] 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。

[0880] 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。

[0881] 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。

- [0882] 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。
- [0883] 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。
- [0884] 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。
- [0885] 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132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132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。
- [0886] 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。
- [0887] 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。
- [0888] 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い

てもよい。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を対応付けた情報などを含んでもよい。

[0889] 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。

[0890] 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。

[0891] 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。

[0892] 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。

[0893] 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

例えば、(1) LTE (Long Term Evolution) などの基地局、(2) WiFi 或いはミリ波通信などのアクセスポイント (AP)、(3) SIGFOX、LoRaWAN 或いは Wi-SUN などの LPWA (Low Power Wide Area) Network のゲートウェイ、又は、(4) DVB-S2 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。

[0894] なお、基地局は、NB-IoT (Narrow Band-IoT) 又は LTE-M などの LPWA に分類される方式で端末 2021 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 2021 との通信を行っていてもよい。

[0895] ここでは、端末 2021 が 2 種類の通信方式を用いる通信装置 2022 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 2022 を切り替えながら地図サーバ 2025 又はデータ収集サーバ 2024 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 2021 の構成はこれに限らない。例えば、端末 2021 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 2021 は、3 つ以上の通信方式に対応していてもよい。また、端末 2021 ごとに対応する通信方式が異なってもよい。

[0896] 端末 2021 は、例えば図 122 に示したクライアント装置 902 の構成を備える。端末 2021 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 2021 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。

[0897] 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 2021 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。

[0898] 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。

[0899] 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。

[0900] 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。

[0901] 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。

[0902] 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。

[0903] 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。

- [0904] 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。
- [0905] 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。
- [0906] 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。
- [0907] 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。
- [0908] 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。

[0909] 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。

[0910] 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。

[0911] 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。

[0912] 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。

[0913] 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。

[0914] 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必要な工数を削減することができる。

[0915] 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。

[0916] 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。

[0917] 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。

[0918] 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。

[0919] 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。

[0920] 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。

[0921] 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。

[0922] 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。

[0923] 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。

[0924] データ収集サーバ2024と端末2021とを結ぶ通信は、MNO（M〇

mobile Network Operator)、或いはMVNO (Mobile 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。

[0925] 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。

[0926] 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。

- [0927] 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。
- [0928] 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要否又は収集スケジュールなどを設定する。
- [0929] 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。
- [0930] 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。
- [0931] 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。

[0932] 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。

[0933] 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。

[0934] 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。

[0935] 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。

[0936] 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。

[0937] 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。

[0938] 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。

[0939] 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。

[0940] 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。

[0941] 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。

[0942] 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、同一のサービスで使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。

[0943] 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。

[0944] 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L₀D₀からL₀D_(M-1)までのM個 (M<N) のL₀Dを復号し、残りのL₀D_(N-1)までのL₀D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L₀D₀からL₀D_(M-1)までの属性情報を復号できる。

[0945] 図133は、上記のユースケースを示す図である。図133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図情報を表示する処理を行う。

[0946] 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L₀Dを用いて三次元地図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図のビットストリームを保存する。

[0947] 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図情報の送信要求に応じて、符号化された三次元地図図のビットストリームをクライアント装置に送信する。

[0948] クライアント装置は、サーバから送信された三次元地図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L₀D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。

[0949] また、クライアント装置が三次元地図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。

[0950] 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。

[0951] 図133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。

[0952] 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。

[0953] 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。

[0954] 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。

[0955] 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。

[0956] 図134は、上記ユースケースを示す図である。図134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。

[0957] 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。

[0958] 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。

- [0959] 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。
- [0960] 図134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×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NumL×DはNを示す。
- [0961] 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×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NumL×DはMを示す。
- [0962] 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×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×Dで構成される属性情報とを復号する。
- [0963] 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×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×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×Dで構成される属性情報とを復号する。
- [0964] 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×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。

[0965] 以下、アプリケーション処理の例を説明する。図135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ISOBMFF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、ISOBMFF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。

[0966] 次に、三次元データ逆多重化装置は、ISOBMFF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。

[0967] 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)。

[0968] 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、ISOBMFF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。

[0969] 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)。

[0970] 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）。

[0971] 例えば、ビームLiDAR、FLASH LiDAR、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136は、ビームLiDAR、FLASH LiDAR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LiDARは、車両（センサ）の周囲の全方向を検知し、FLASH LiDAR及びカメラは、車両の一方（例えば前方）の範囲を検知する。

[0972] LiDAR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LiDARとFLASH LiDAR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。

[0973] 三次元データ逆多重化装置は、LiDARとFLASH LiDAR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。

[0974] 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LiDARとFLASH LiDAR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。

[0975] 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。

[0976] 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LiDAR情報を使用するか、FLASH LiDAR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。

[0977] 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。

[0978] 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137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

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。

[0979] 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。

[0980] 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。

[0981] 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。

[0982] 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。

[0983] 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。

[0984] 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。

[0985] 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。

[0986] 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。

[0987] 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。

- [0988] 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。
- [0989] 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。
- [0990] 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。
- [0991] 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。
- [0992] 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。
- [0993] 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。

- [0994] 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。
- [0995] 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138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。
- [0996] なお、図138に示す分割データの全体情報は、図41と同様に、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。
- [0997] 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ISOBMFF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。
- [0998] 図138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。

[0999] 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139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140～図142は、点群選択処理の画面例を示す図である。

[1000] 図140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。

[1001] 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。

[1002] 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。

[1003] 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141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142は、センサ1のボタン8663とセンサ2のボタン8664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。

- [1004] 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。
- [1005] 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LSIとして実現される。これらは個別に1チップ化されてもよいし、一部又は全てを含むように1チップ化されてもよい。
- [1006] また、集積回路化はLSIに限るものではなく、専用回路又は汎用プロセッサで実現してもよい。LSI製造後にプログラムすることが可能なFPGA(Field Programmable Gate Array)、又はLSI内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なリプログラマブル・プロセッサを利用してもよい。
- [1007] また、上記各実施の形態において、各構成要素は、専用のハードウェアで構成されるか、各構成要素に適したソフトウェアプログラムを実行することによって実現されてもよい。各構成要素は、CPU又はプロセッサ等のプログラム実行部が、ハードディスク又は半導体メモリ等の記録媒体に記録されたソフトウェアプログラムを読み出して実行することによって実現されてもよい。
- [1008] 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。
- [1009] 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

ソフトウェアが並列又は時分割に処理してもよい。

[1010] 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。

[1011] 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

[1012] 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

- [1013] 810 三次元データ作成装置
- 811 データ受信部
 - 812、819 通信部
 - 813 受信制御部
 - 814、821 フォーマット変換部
 - 815 センサ
 - 816 三次元データ作成部
 - 817 三次元データ合成部
 - 818 三次元データ蓄積部
 - 820 送信制御部
 - 822 データ送信部
 - 831、832、834、835、836、837 三次元データ
 - 833 センサ情報

901 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

1501 サーバ

1502 クライアント

1511 記憶部

1512 制御部

1513 符号化三次元マップ

1521 デコーダ

1522 アプリケーション

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

- 3 1 5 4 算術復号部
- 4 6 0 1 三次元データ符号化システム
- 4 6 0 2 三次元データ復号システム
- 4 6 0 3 センサ端末
- 4 6 0 4 外部接続部
- 4 6 1 1 点群データ生成システム
- 4 6 1 2 提示部
- 4 6 1 3 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
4 9 1 0 第1の符号化部
4 9 1 1 分割部
4 9 1 2 位置情報符号化部
4 9 1 3 属性情報符号化部
4 9 1 4 付加情報符号化部
4 9 1 5 多重化部
4 9 2 0 第1の復号部
4 9 2 1 逆多重化部
4 9 2 2 位置情報復号部
4 9 2 3 属性情報復号部
4 9 2 4 付加情報復号部

- 4 9 2 5 結合部
- 4 9 3 1 スライス分割部
- 4 9 3 2 位置情報タイル分割部
- 4 9 3 3 属性情報タイル分割部
- 4 9 4 1 位置情報タイル結合部
- 4 9 4 2 属性情報タイル結合部
- 4 9 4 3 スライス結合部
- 5 2 0 0 第 1 の符号化部
- 5 2 0 1 分割部
- 5 2 0 2 位置情報符号化部
- 5 2 0 3 属性情報符号化部
- 5 2 0 4 付加情報符号化部
- 5 2 0 5 多重化部
- 5 2 1 1 タイル分割部
- 5 2 1 2 スライス分割部
- 5 2 2 1、5 2 3 1、5 2 5 1、5 2 6 1 C A B A C 初期化部
- 5 2 2 2、5 2 3 2 エントロピ符号化部
- 5 2 4 0 第 1 の復号部
- 5 2 4 1 逆多重化部
- 5 2 4 2 位置情報復号部
- 5 2 4 3 属性情報復号部
- 5 2 4 4 付加情報復号部
- 5 2 4 5 結合部
- 5 2 5 2、5 2 6 2 エントロピ復号部
- 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

6604、6612 逆量子化部
6605、6613 逆H a a r変換部
6606、6614 メモリ
6607 算術符号化部
6610 属性情報復号部
6611 算術復号部
7350 クラウドサーバ
7351 逆多重化部
7352 A、7352 B 復号部
7353 点群データ合成部
7354 大規模データ蓄積部
7355 復号部
7356 比較部
7357 符号化部
7360 エッジ
7361 A、7361 B センサ
7362 A、7362 B 点群データ生成部
7363 同期部
7364 A、7364 B 符号化部
7365 多重化部
7366 更新データ蓄積部
7367 逆多重化部
7368 復号部
7369 フィルタ
7370 自己位置推定部
7371 運転制御部
8661 入力UI
8662 提示部

8663、8664 ボタン
8665 蓄積部
10500 位置情報符号化部
10501、10521 木構造生成部
10502、10522 幾何情報算出部
10503、10523 符号化テーブル選択部
10504 エントロピー符号化部
10511 制御部
10512、10532 8分木生成部
10513、10533 予測木生成部
10520 位置情報復号部
10524 エントロピー復号部
10531 解析部
A100 属性情報符号化部
A101 L o D属性情報符号化部
A102 変換属性情報符号化部
A110 属性情報復号部
A111 L o D属性情報復号部
A112 変換属性情報復号部

請求の範囲

- [請求項1] 複数の第1 三次元点を含む第1 データユニットを取得し、
取得した前記第1 データユニットに含まれる前記複数の第1 三次元点を、方式が異なる複数の符号化方式の一方で符号化し、
前記複数の第1 三次元点が符号化された第1 符号化データと、第1 識別情報とを含むビットストリームを生成し、
前記符号化では、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いて符号化するか否かを決定し、前記複数の符号化方式のうち当該符号化に用いる符号化方式で用いられるコンテキストのうちの前記決定における決定結果に応じたコンテキストを用いて、前記複数の第1 三次元点を符号化し、
前記第1 識別情報は、前記決定における決定結果を示す三次元データ符号化方法。
- [請求項2] 前記符号化において、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いることを決定した場合、
前記符号化では、前記複数の符号化方式のうち前記複数の第1 三次元点の符号化方式で用いられたコンテキストを継続して用いて、前記複数の第1 三次元点を符号化し、
前記第1 識別情報は、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いて符号化することを示す請求項1 に記載の三次元データ符号化方法。
- [請求項3] 前記符号化において、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを決定した場合、
前記符号化では、前記複数の符号化方式のうち前記複数の第1 三次元点の符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて、前記複数の第1 三次元点を符号化し、
前記第1 識別情報は、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを示す

請求項 1 または 2 に記載の三次元データ符号化方法。

[請求項4]

前記複数の第 1 三次元点のそれぞれは、各第 1 三次元点の位置情報及び各第 1 三次元点の属性情報を含み、

前記複数の符号化方式は、位置情報の符号化方式であり、

前記符号化では、前記複数の第 1 三次元点の属性情報を他の符号化方式で符号化し、

前記符号化では、前記符号化において符号化に用いられるコンテキストを継続して用いることを決定した場合、(i) 前記複数の符号化方式のうち前記複数の第 1 三次元点の符号化方式で用いられたコンテキストを継続して用いて、前記複数の第 1 三次元点の位置情報を符号化し、(ii) 前記他の符号化方式で用いられたコンテキストを継続して用いて、前記複数の第 1 三次元点の属性情報を符号化する

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の三次元データ符号化方法。

[請求項5]

前記符号化では、前記符号化において符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを決定した場合、(i) 前記複数の符号化方式のうち前記複数の第 1 三次元点の符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて、前記複数の第 1 三次元点の位置情報を符号化し、(ii) 前記他の符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて、前記複数の第 1 三次元点の属性情報を符号化する

請求項 4 に記載の三次元データ符号化方法。

[請求項6]

前記取得では、さらに、前記複数の第 1 三次元点の次に符号化される複数の第 2 三次元点を含む第 2 データユニットを取得し、

前記符号化では、前記複数の第 2 三次元点の符号化方式が前記複数の第 1 三次元点の符号化方式と異なる場合、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを決定し、前記複数の符号化方式のうち前記複数の第 2 三次元点の符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて、前記複数の第 2 三次元点を符号化し、

前記生成では、さらに、前記複数の第 2 三次元点が符号化された第

2 符号化データと、第2 識別情報とを含む前記ビットストリームを生成し、

前記第2 識別情報は、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを示す

請求項1 から5 のいずれか1 項に記載の三次元データ符号化方法。

[請求項7]

複数の第1 三次元点が符号化された第1 符号化データと、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いるか否かを示す第1 識別情報とを含むビットストリームを取得し、

前記第1 符号化データを方式が異なる複数の符号化方式のうち前記第1 符号化データの符号化に用いられた符号化方式に対応する復号方式で復号し、

前記復号では、前記第1 識別情報に応じたコンテキストを用いて、前記第1 符号化データを復号する

三次元データ復号方法。

[請求項8]

前記復号では、前記第1 識別情報が符号化に用いられるコンテキストを継続して用いることを示す場合、前記復号方式に対応する符号化方式で用いられたコンテキストを継続して用いて、前記第1 符号化データを復号する

請求項7 に記載の三次元データ復号方法。

[請求項9]

前記復号では、前記第1 識別情報が符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを示す場合、前記複数の符号化方式のうち前記第1 符号化データの符号化に用いられた符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて、前記第1 符号化データを復号する

請求項7 または8 に記載の三次元データ復号方法。

[請求項10]

前記第1 符号化データは、符号化された前記複数の第1 三次元点の位置情報と、符号化された前記複数の第1 三次元点の属性情報とを含み、

前記複数の符号化方式は、前記符号化された前記複数の第1 三次元

点の位置情報の符号化方式であり、

符号化された前記複数の第1 三次元点の属性情報は、他の符号化方式で符号化されており、

前記復号では、前記第1 識別情報が符号化に用いられるコンテキストを継続して用いることを示す場合、(i) 前記複数の符号化方式のうち前記符号化された前記複数の第1 三次元点の位置情報の符号化に用いられたコンテキストを継続して用いて復号することで、複数の第1 三次元点の位置情報を算出し、(i i) 前記他の符号化方式で用いられたコンテキストを継続して用いて復号することで、複数の第1 三次元点の属性情報を算出する

請求項7 から9 のいずれか1 項に記載の三次元データ復号方法。

[請求項11]

前記復号では、前記第1 識別情報が符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを示す場合、(i) 前記複数の符号化方式のうち前記符号化された前記複数の第1 三次元点の位置情報の符号化に用いる符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて復号することで、前記符号化された前記複数の第1 三次元点の位置情報を算出し、(i i) 前記他の符号化方式用の初期化したコンテキストを用いて復号することで、前記複数の第1 三次元点の属性情報を復号する

請求項10 に記載の三次元データ復号方法。

[請求項12]

前記ビットストリームは、さらに、複数の第2 三次元点が符号化された第2 符号化データと、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いるか否かを示す第2 識別情報とを含み、

前記複数の第2 三次元点は、前記複数の第1 三次元点の次に符号化されており、

前記第2 識別情報は、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いないことを示す

請求項7 から11 のいずれか1 項に記載の三次元データ復号方法。

[請求項13]

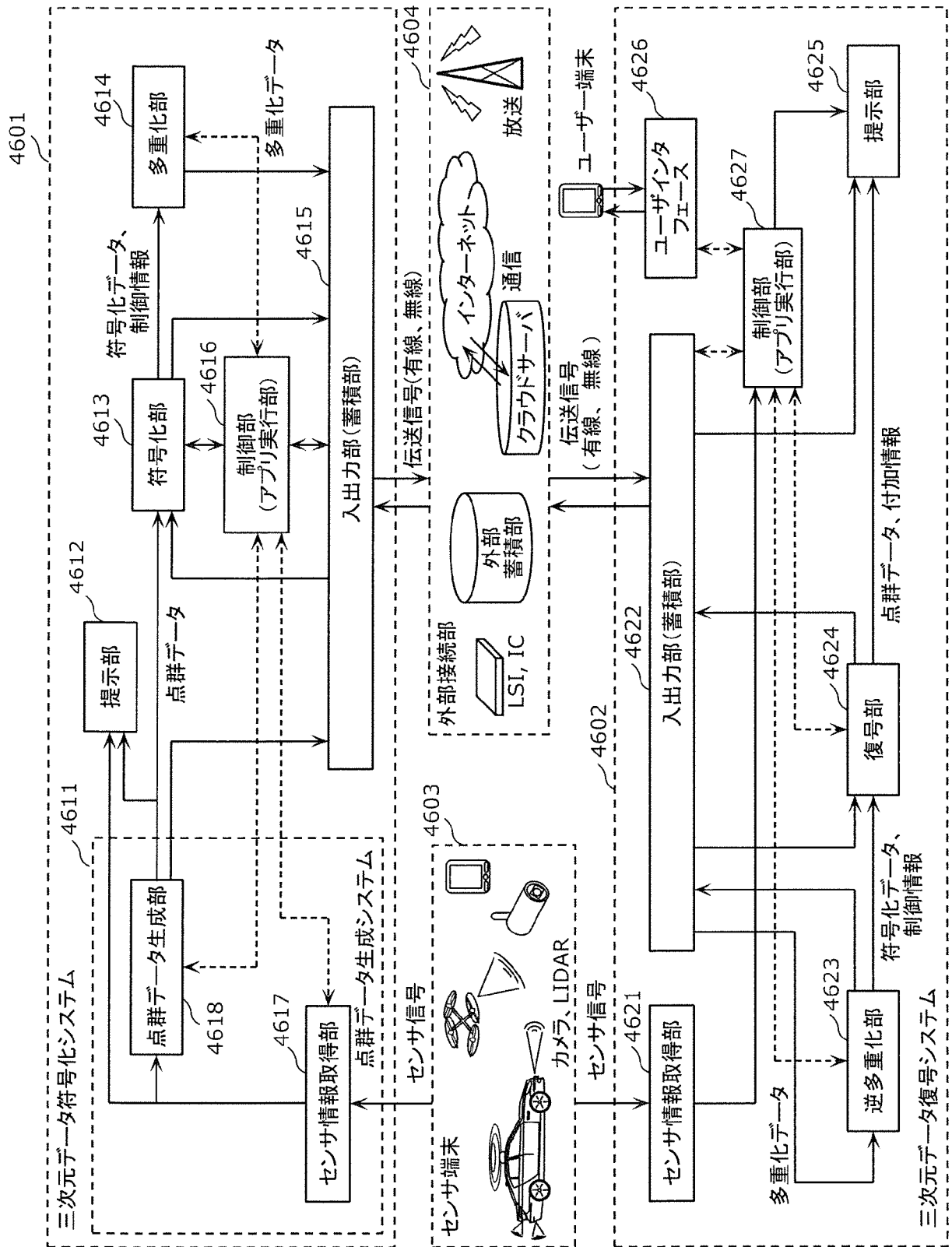
プロセッサと、

メモリと、を備え、
前記プロセッサは、前記メモリを用いて、
複数の第1三次元点を含む第1データユニットを取得し、
取得した前記第1データユニットに含まれる前記複数の第1三次元点を、方式が異なる複数の符号化方式の一方で符号化し、
前記複数の第1三次元点が符号化された第1符号化データと、第1識別情報とを含むビットストリームを生成し、
前記符号化では、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いて符号化するか否かを決定し、前記複数の符号化方式のうち当該符号化に用いる符号化方式で用いられるコンテキストのうちの前記決定における決定結果に応じたコンテキストを用いて、前記複数の第1三次元点を符号化し、
前記第1識別情報は、前記決定における決定結果を含む三次元データ符号化装置。

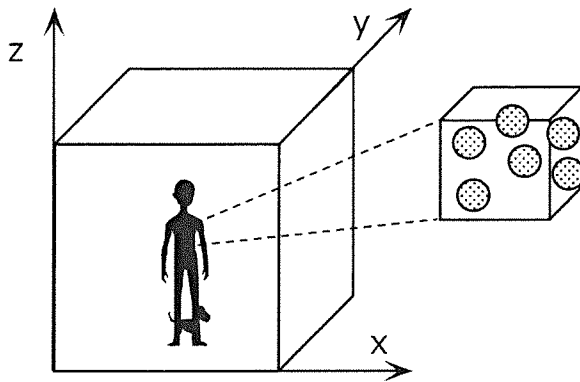
[請求項14]

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、
複数の第1三次元点が符号化された第1符号化データと、符号化に用いられるコンテキストを継続して用いるか否かを示す第1識別情報とを含むビットストリームを取得し、
前記第1符号化データを互いに方式が異なる複数の符号化方式のうち前記第1符号化データの符号化に用いられた符号化方式に対応する復号方式で復号し、
前記復号では、前記第1識別情報に応じたコンテキストを用いて、前記第1符号化データを復号する
三次元データ復号装置。

[図1]



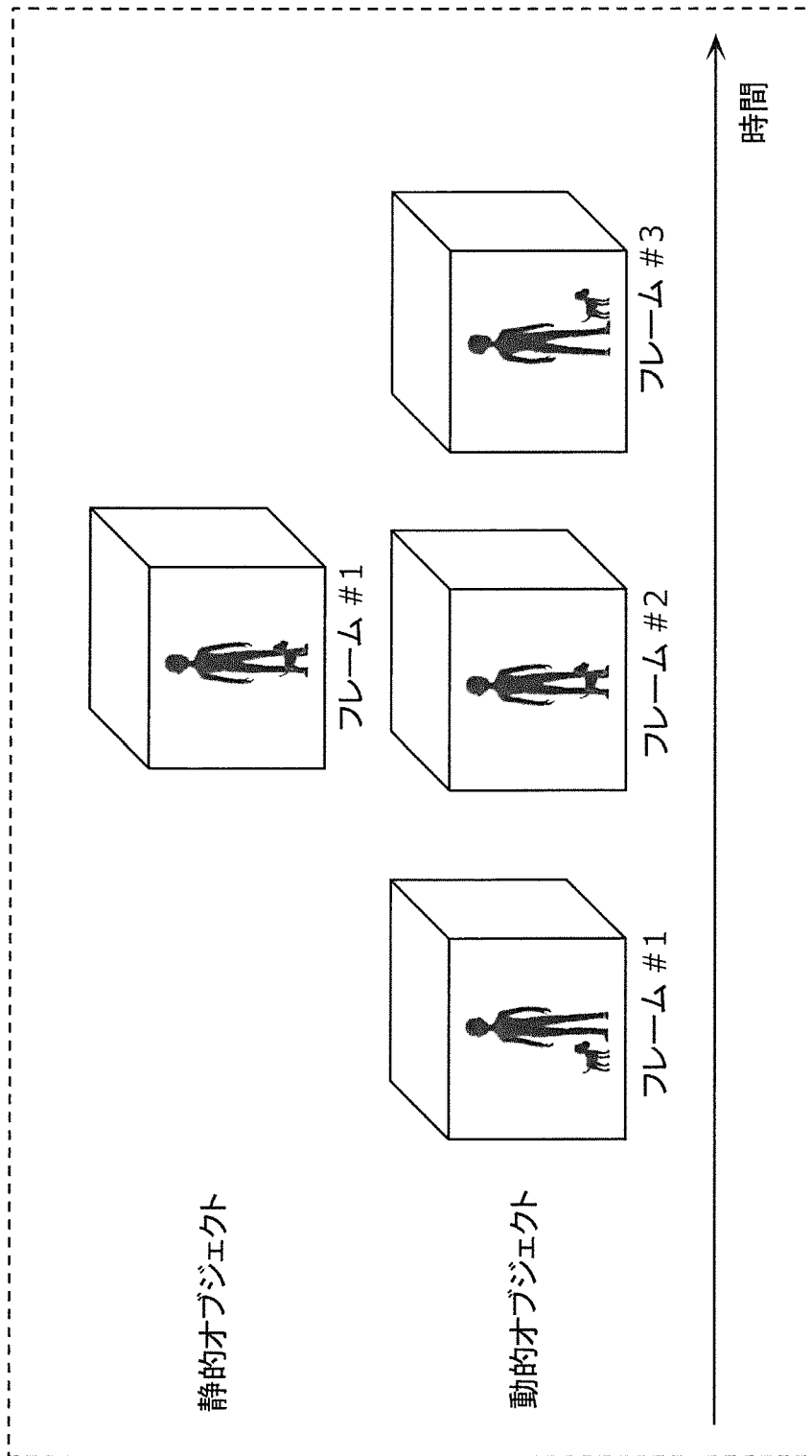
[図2]



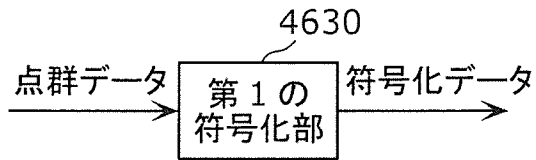
[図3]

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

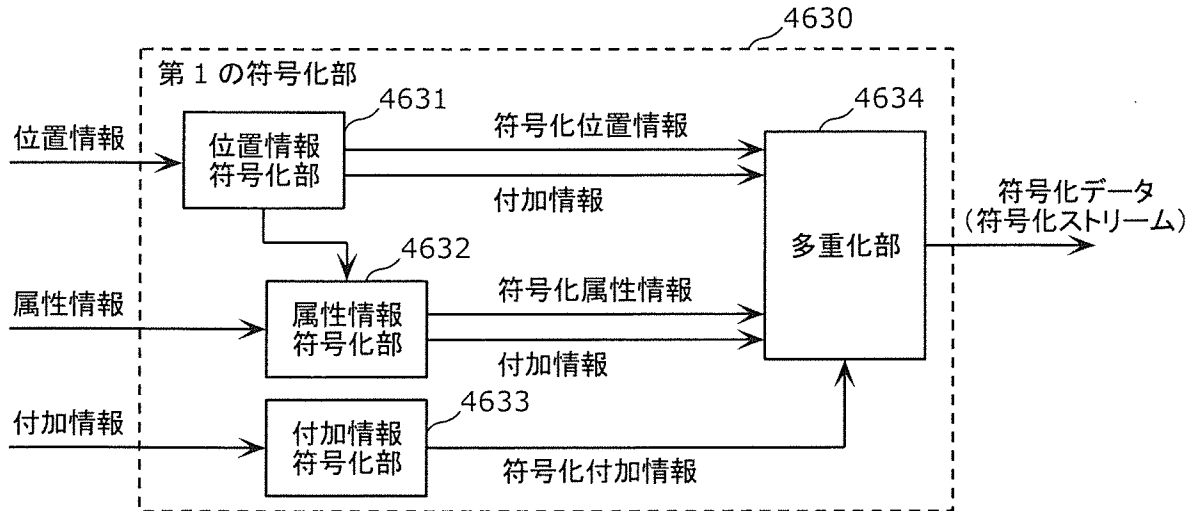
[図4]



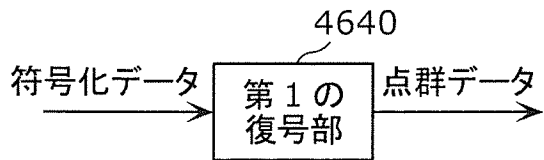
[図5]



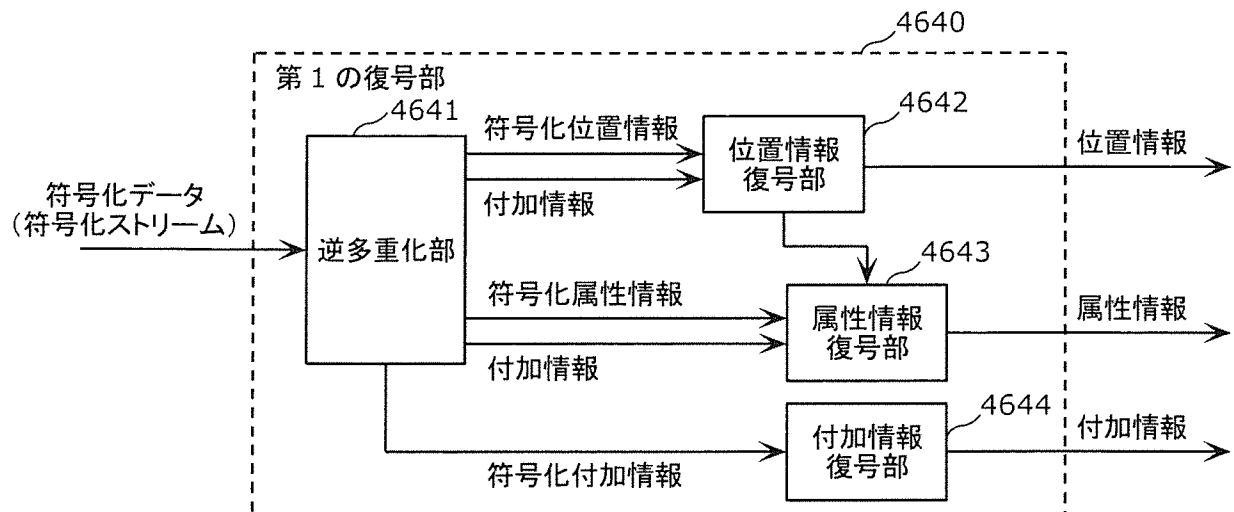
[図6]



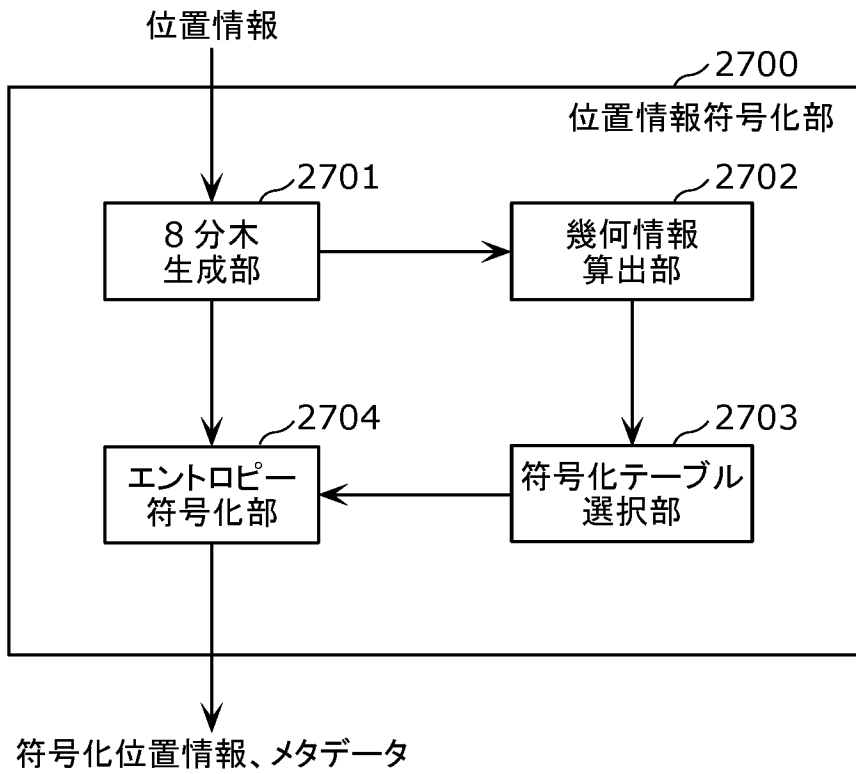
[図7]



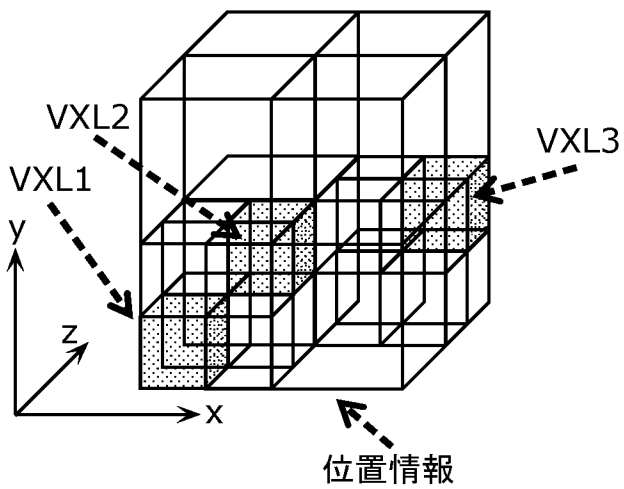
[図8]



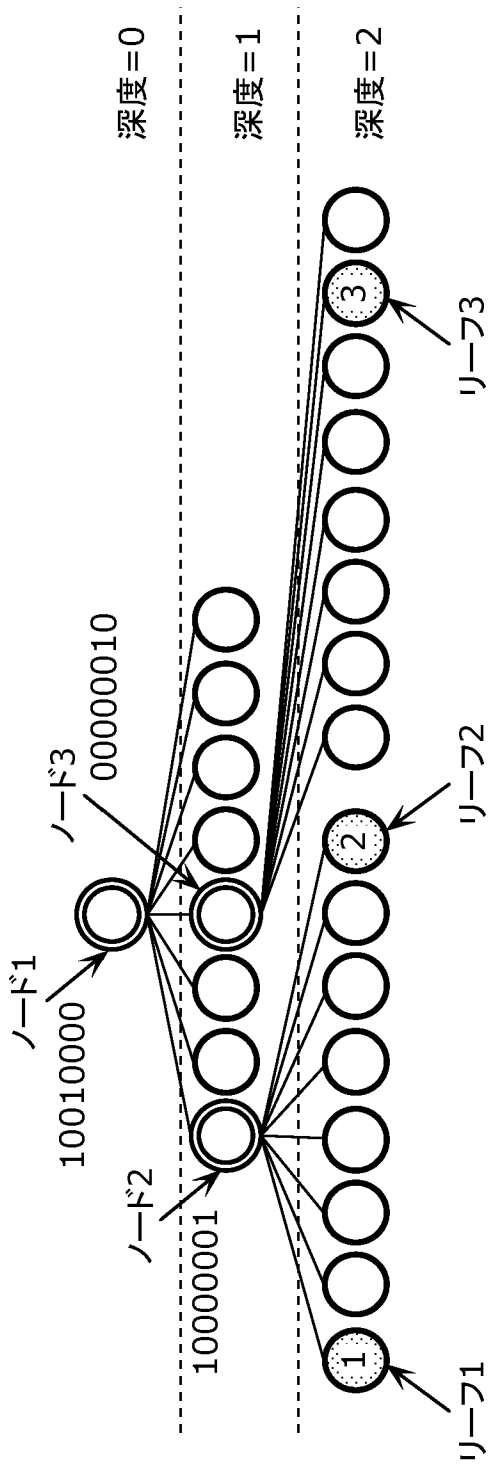
[図9]



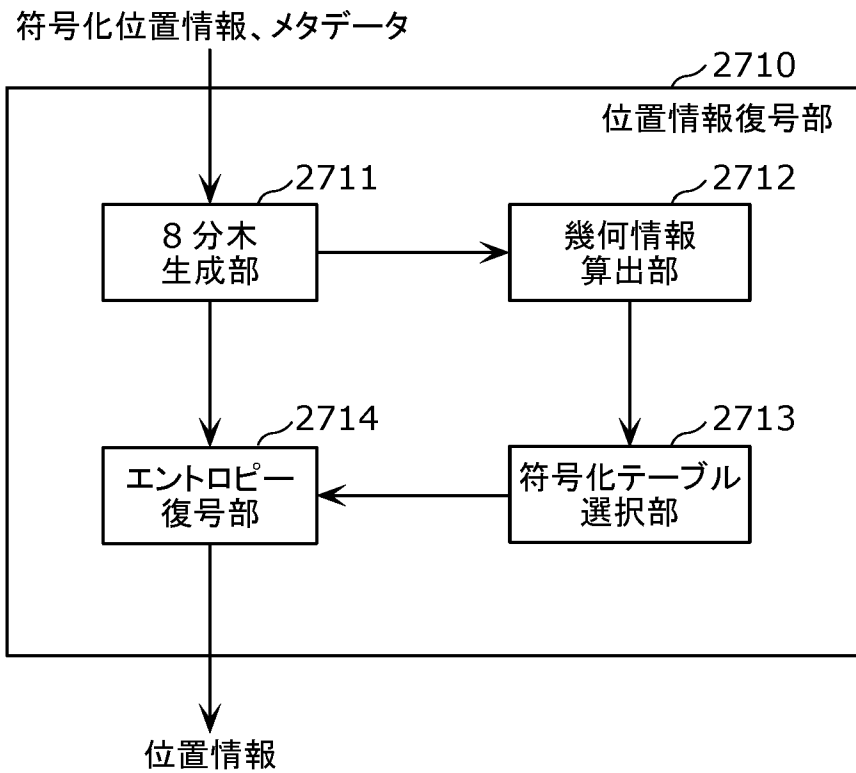
[図10]



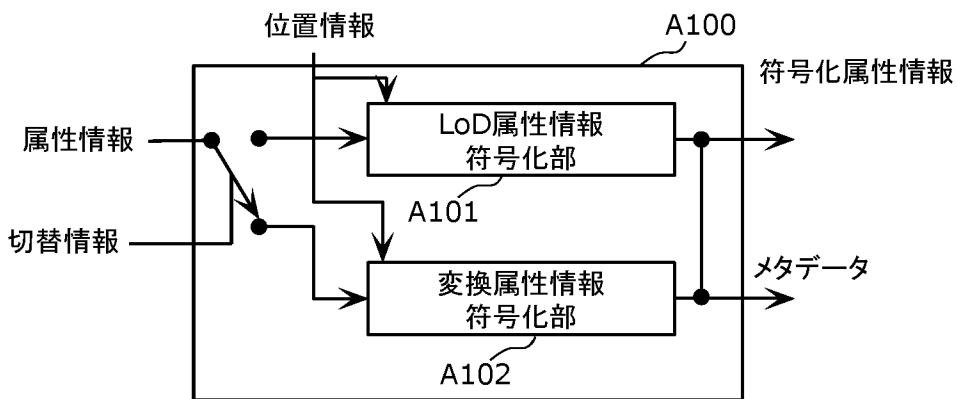
[図11]



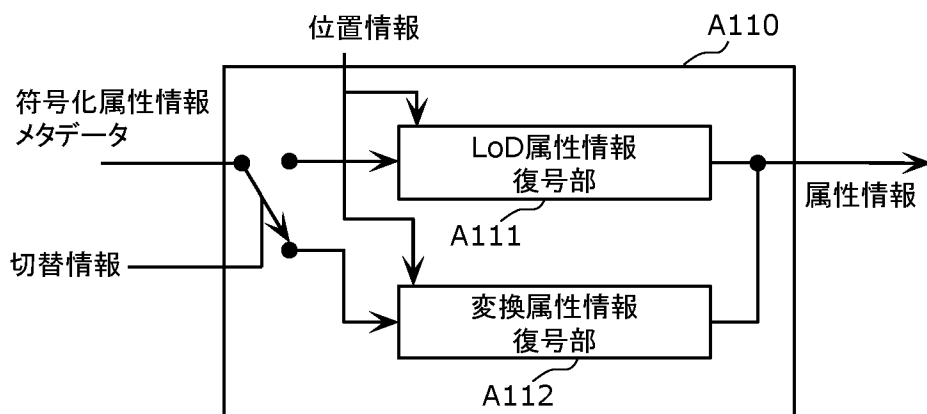
[図12]



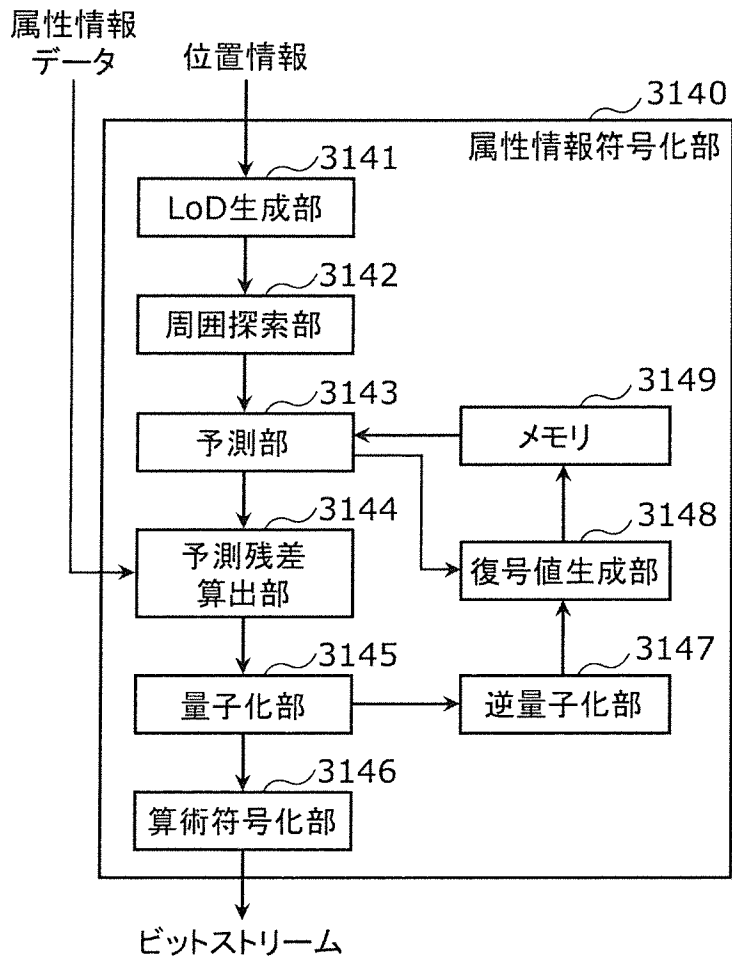
[図13]



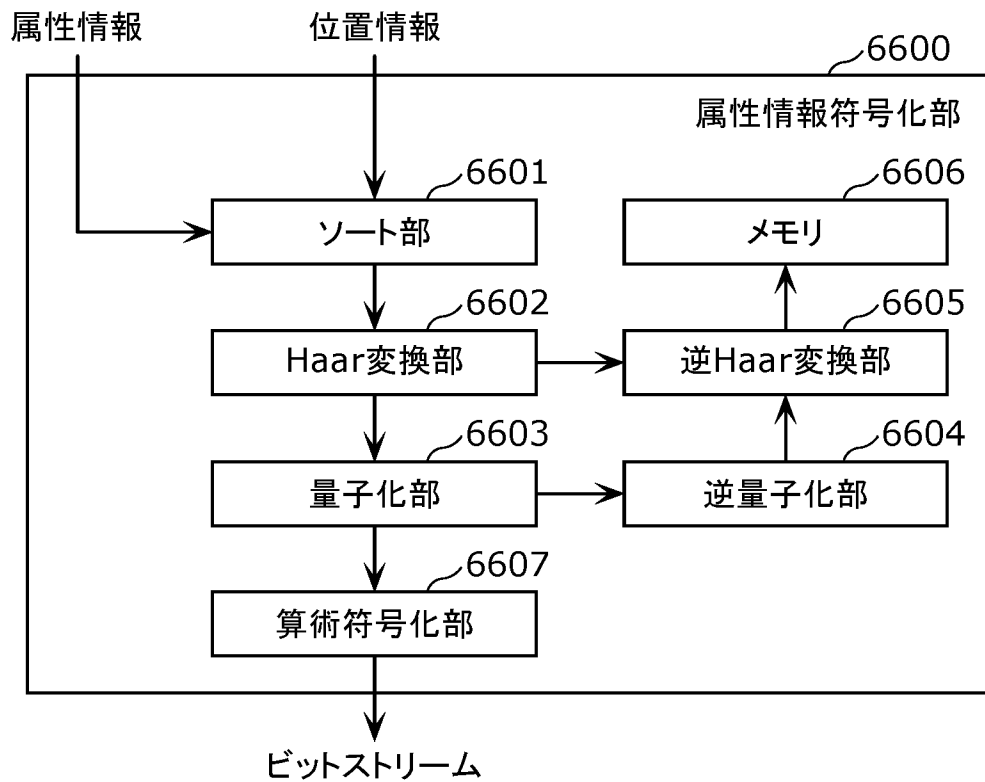
[図14]



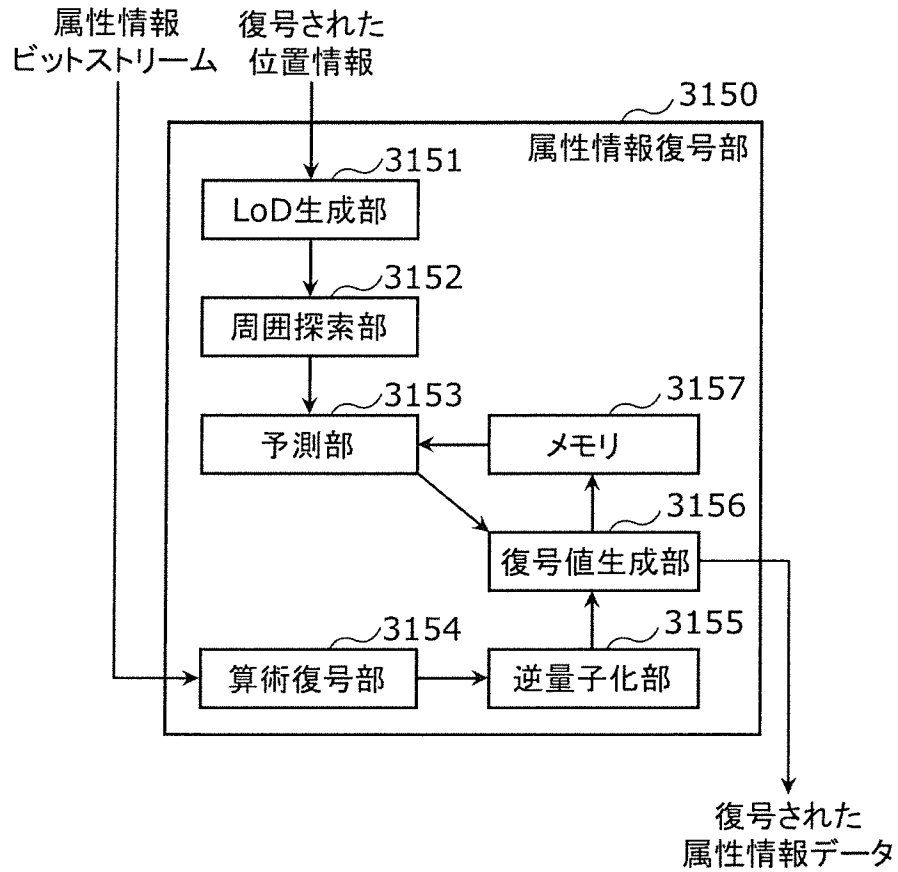
[図15]



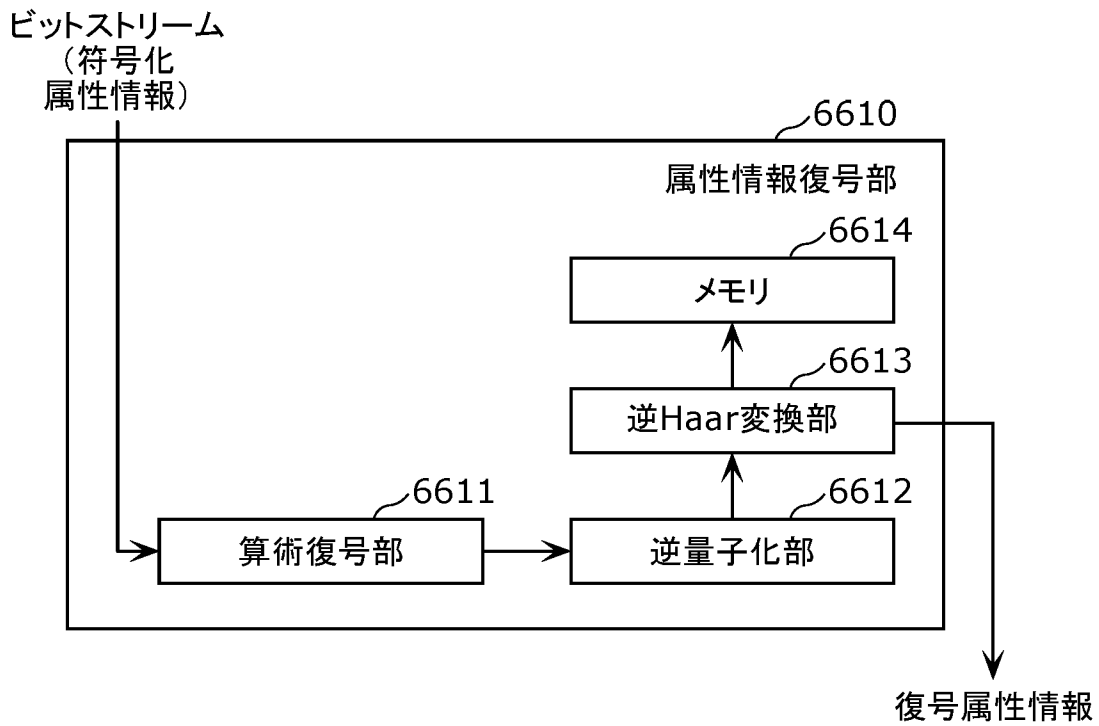
[図16]



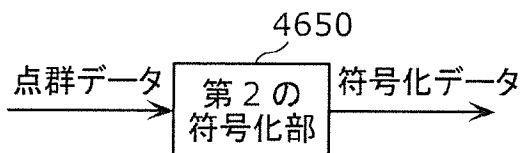
[図17]



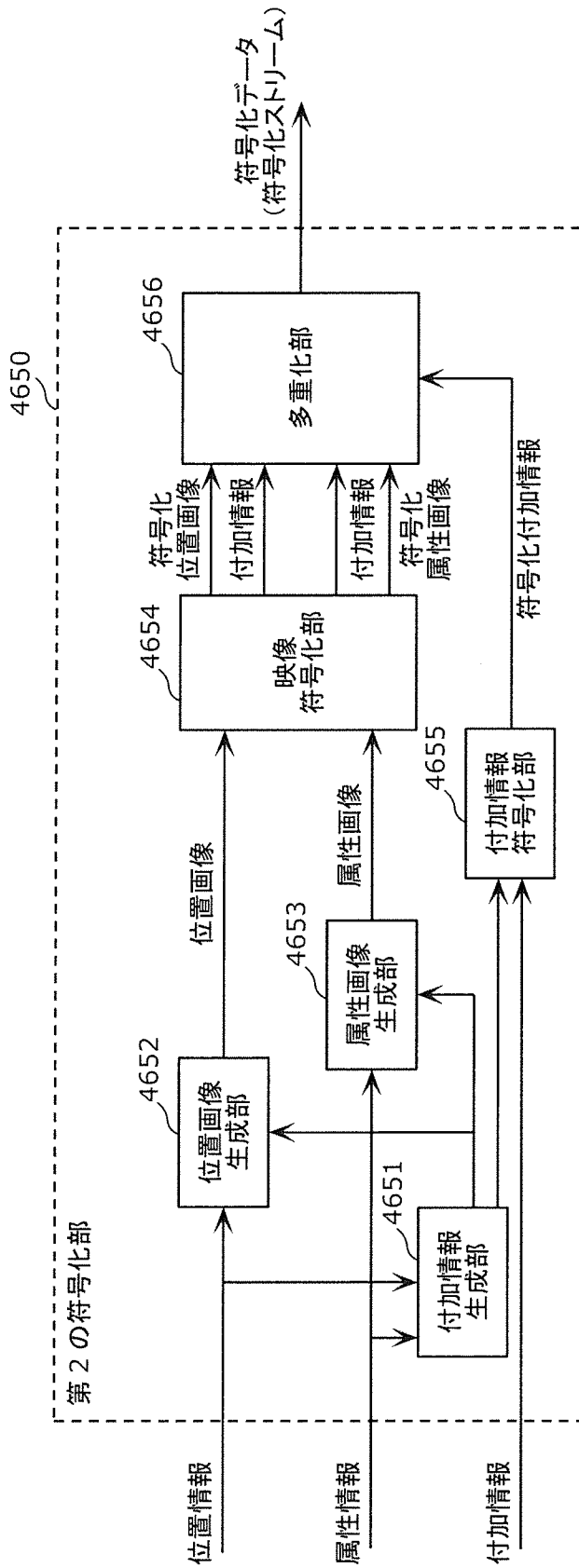
[図18]



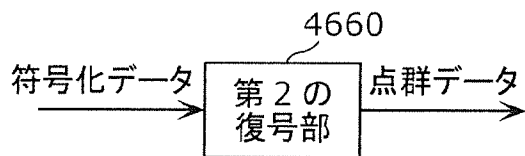
[図19]



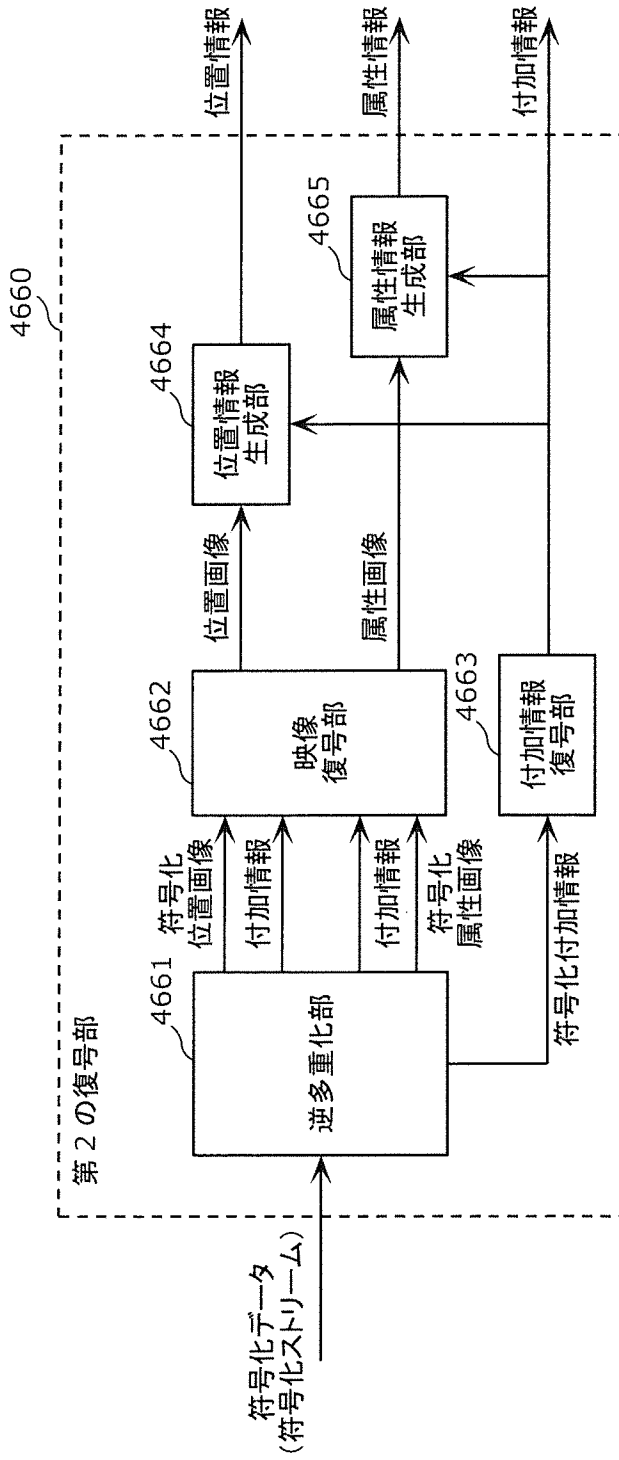
[図20]



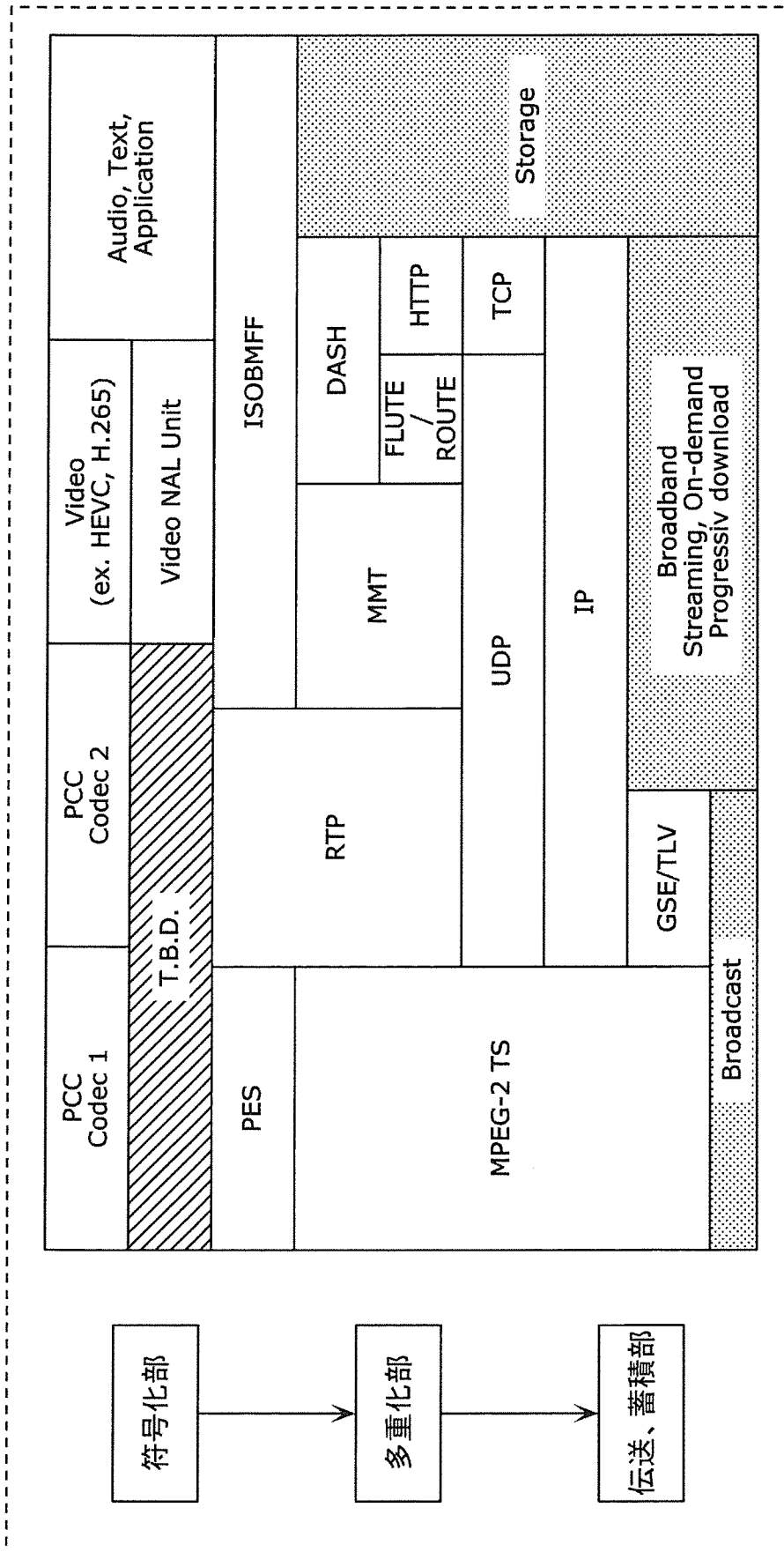
[図21]



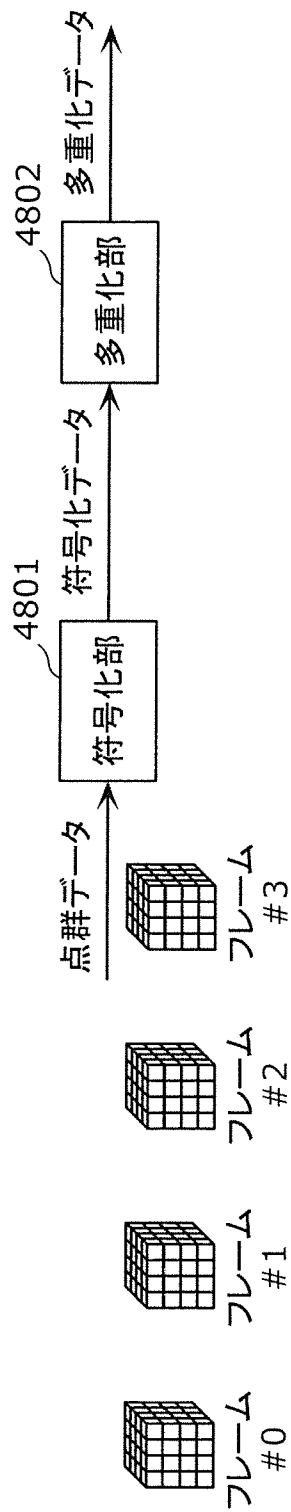
[図22]



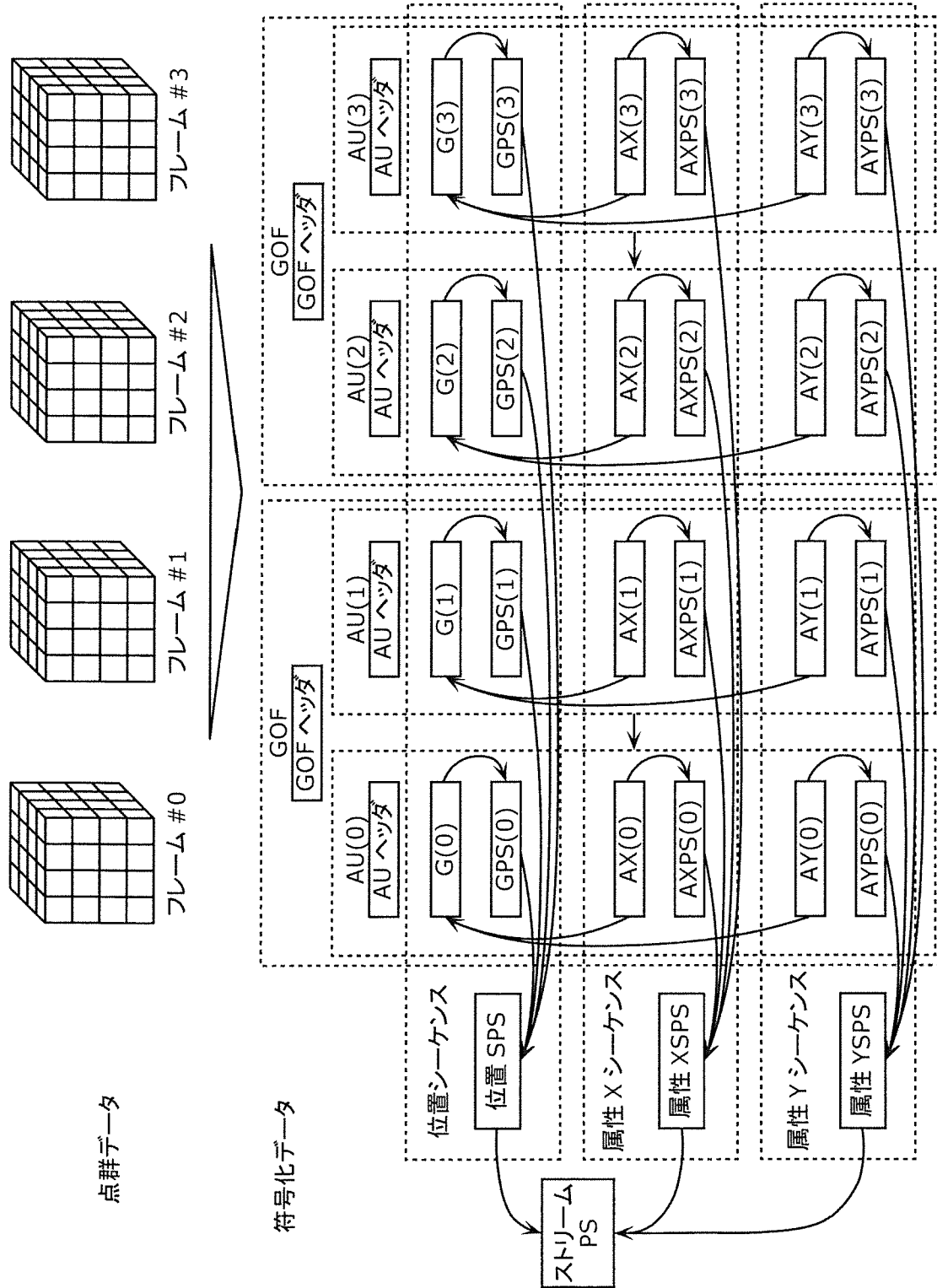
[図23]



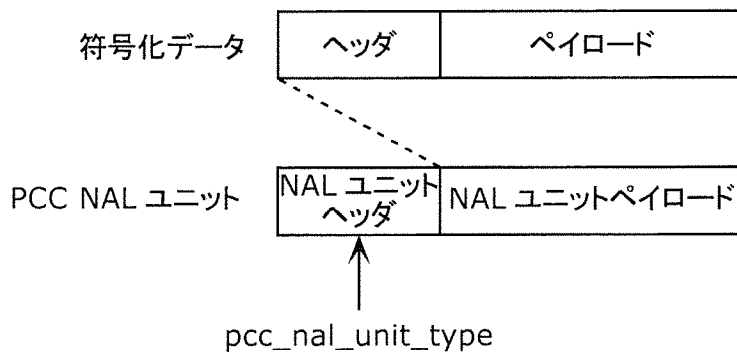
[図24]



[図25]



[図26]



[図27]

pcc_nal_unit_type のセマンティクスの例

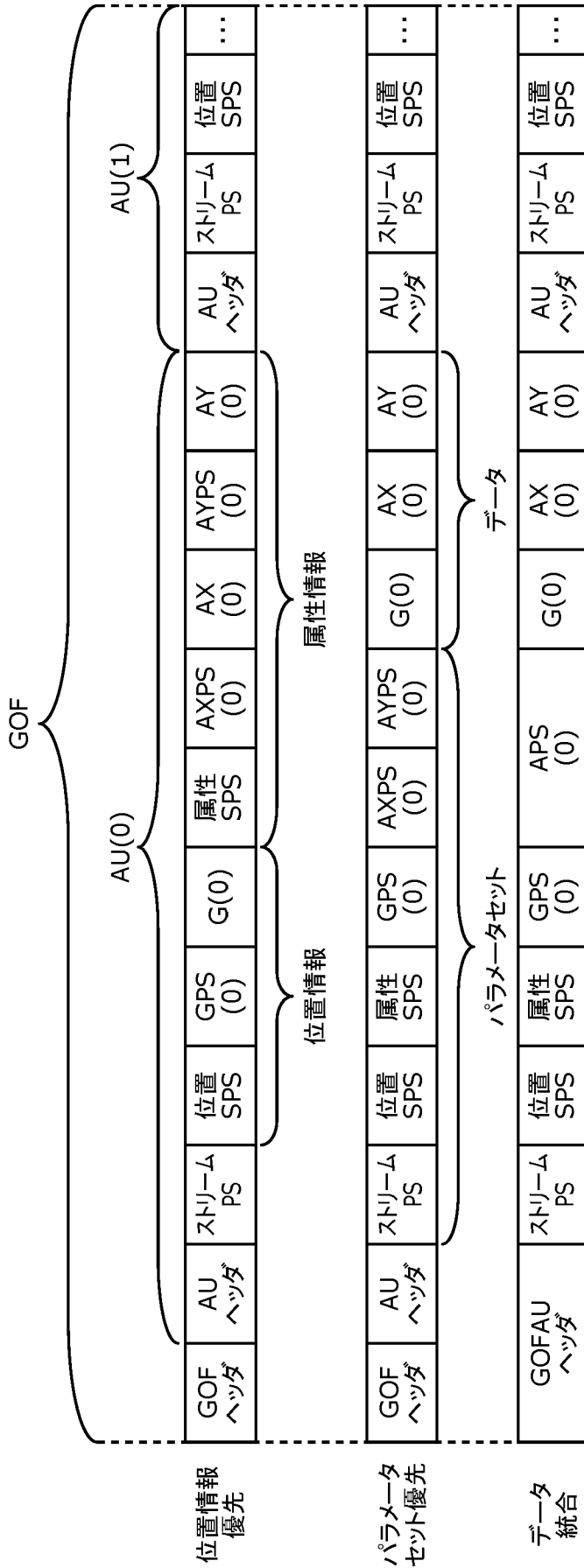
(1) pcc_codec_type == Codec 1 の場合

- 0:Codec1 Goemetry
- 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

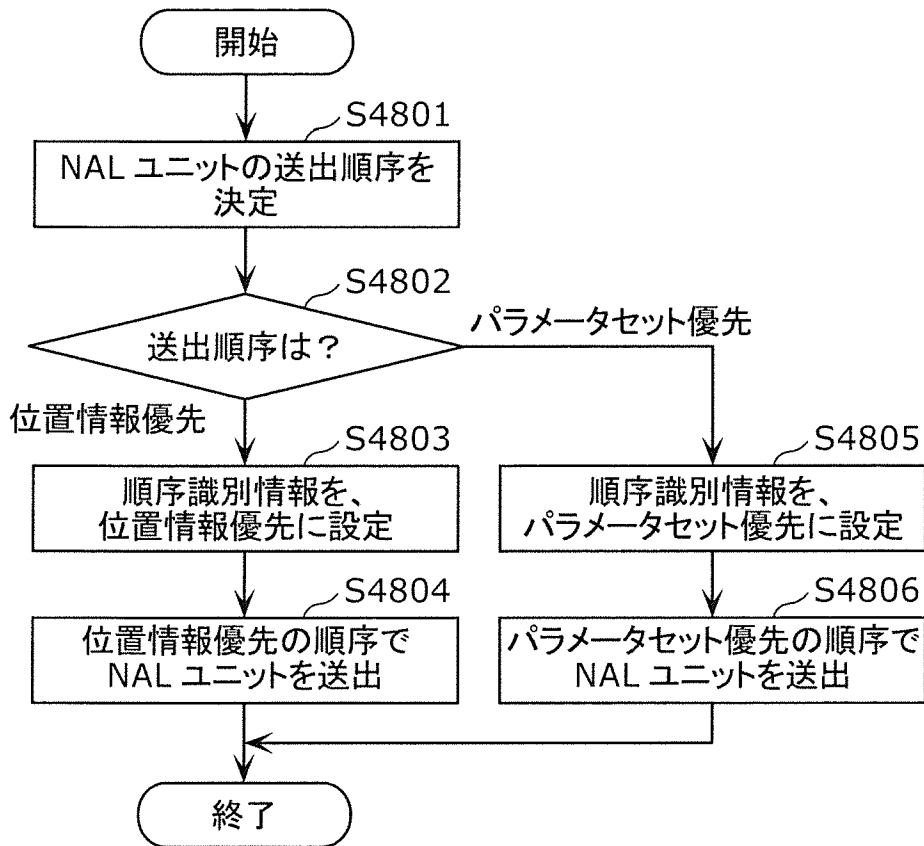
(2)pcc_coded_type == Codec 2 の場合

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

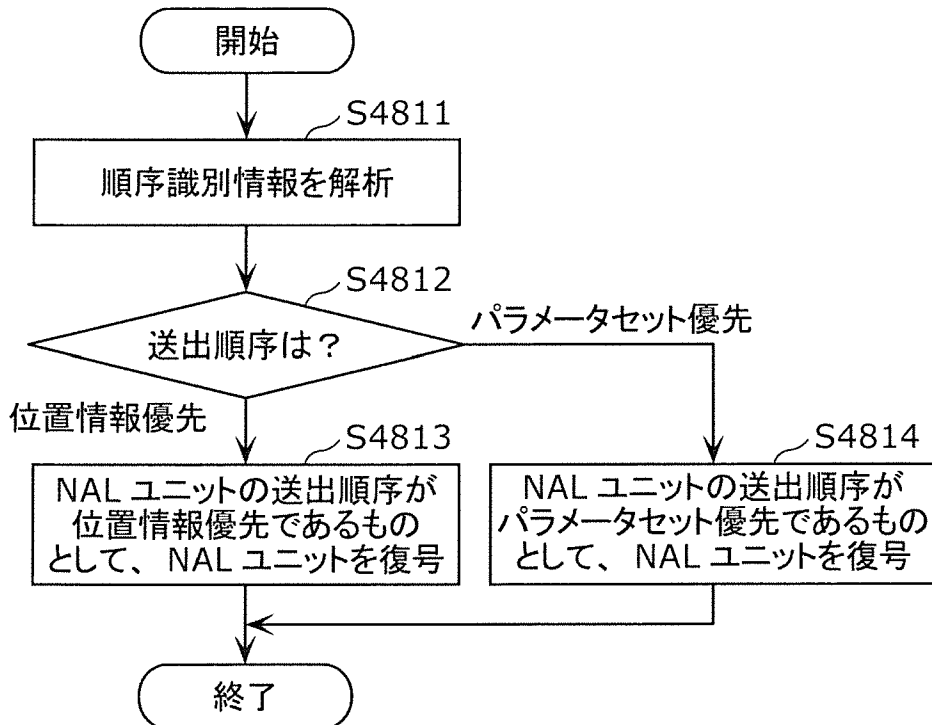
[図28]



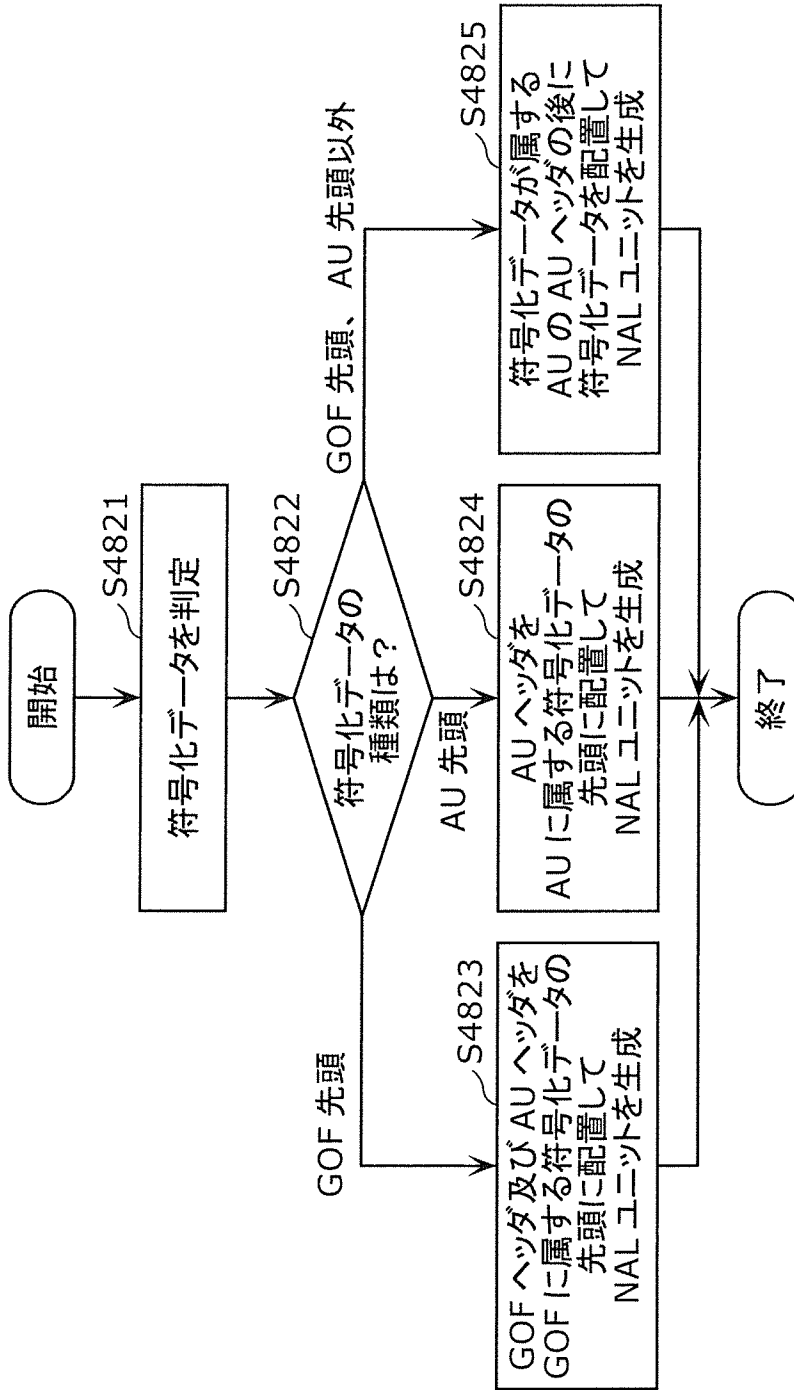
[図29]



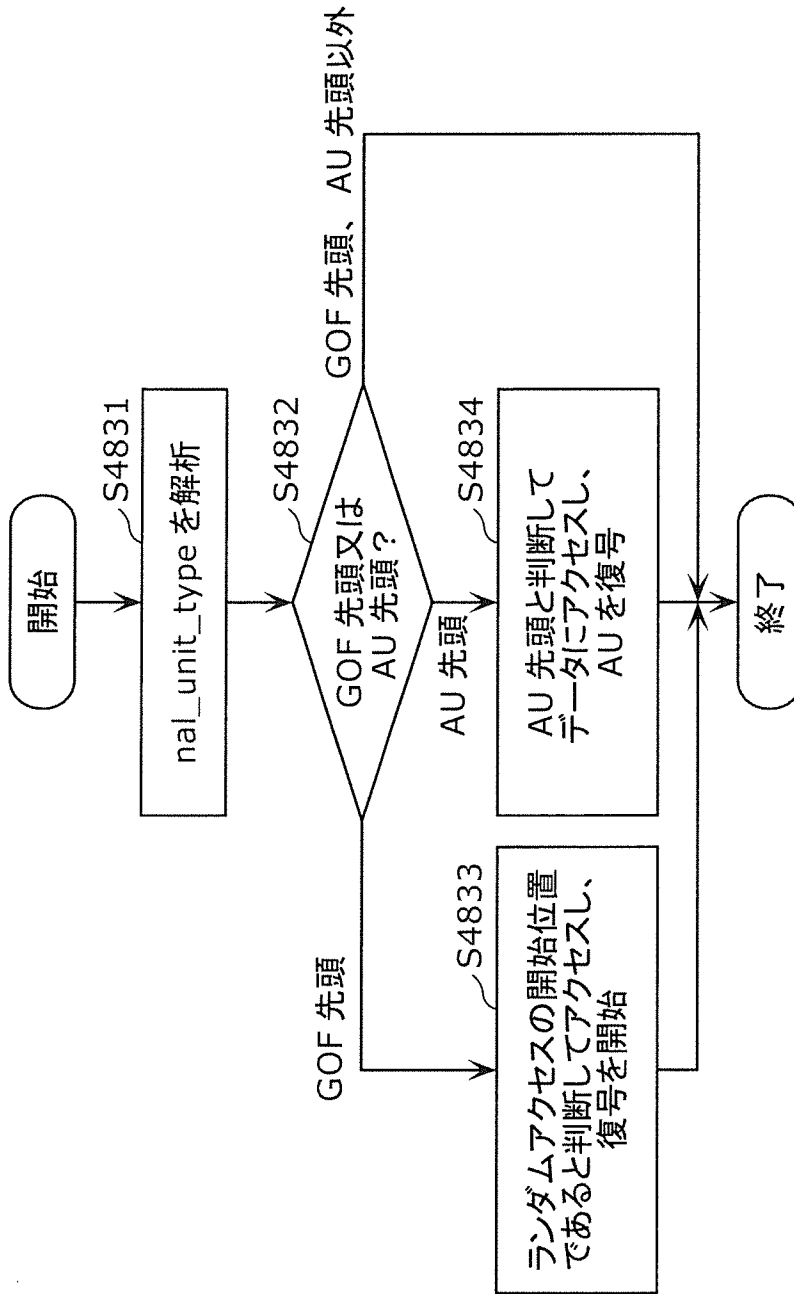
[図30]



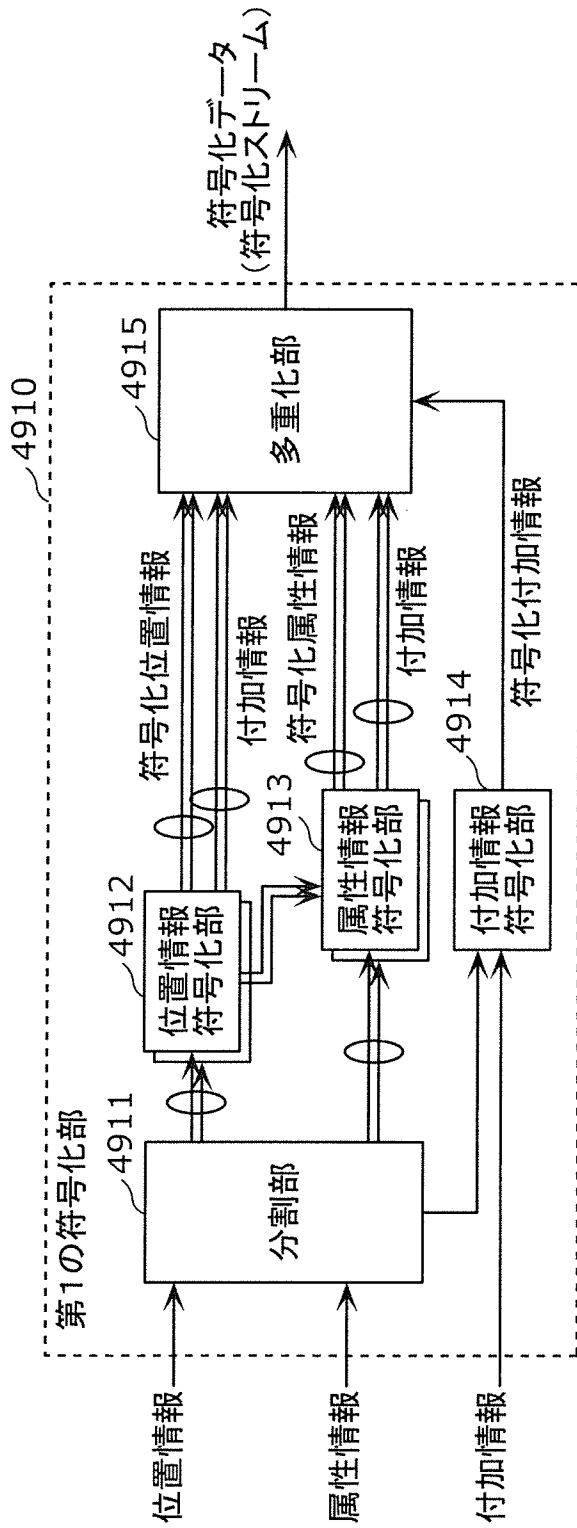
[図31]



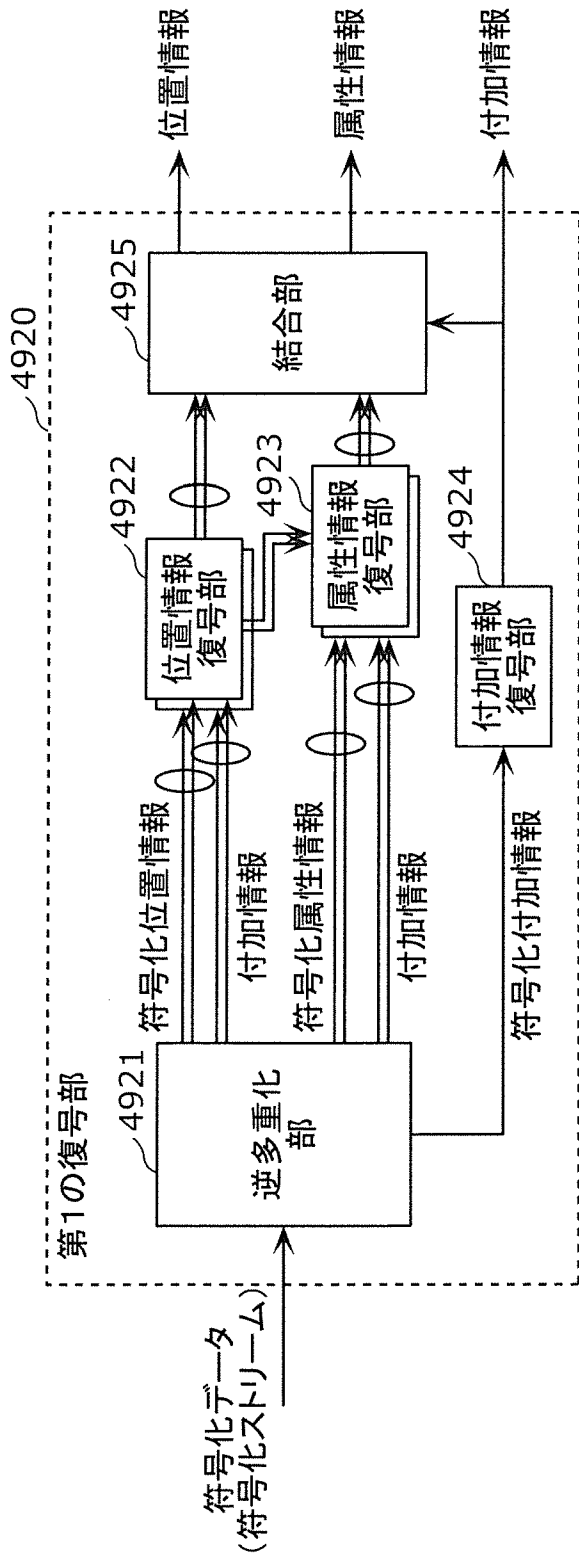
[図32]



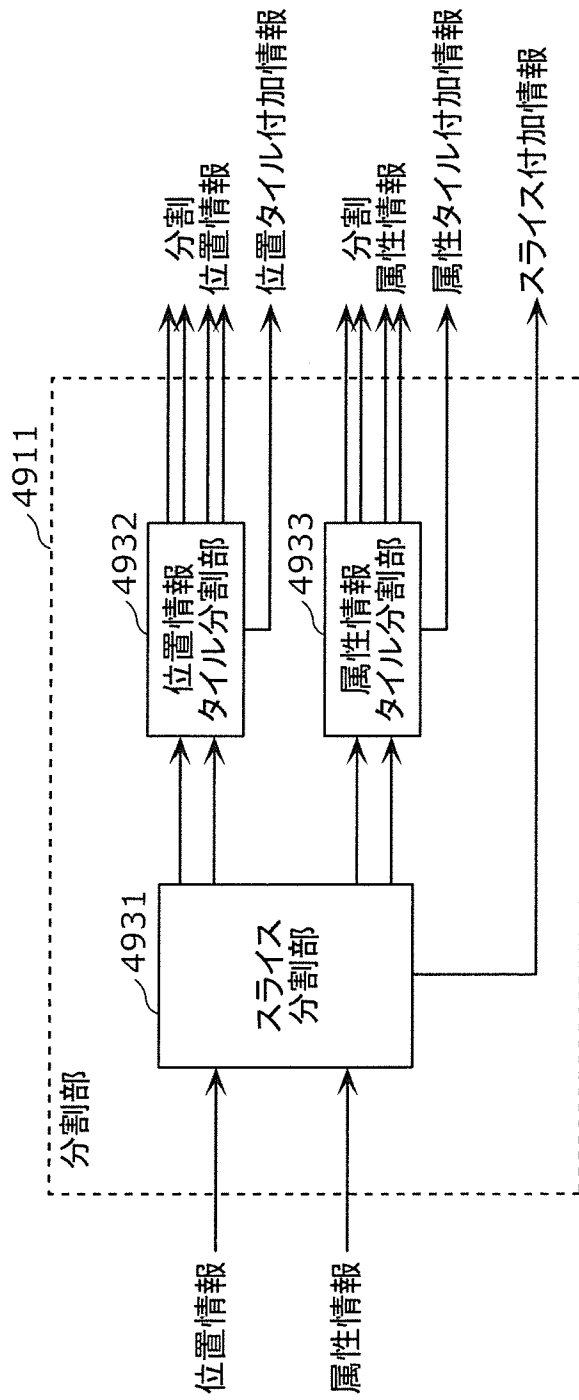
[図33]



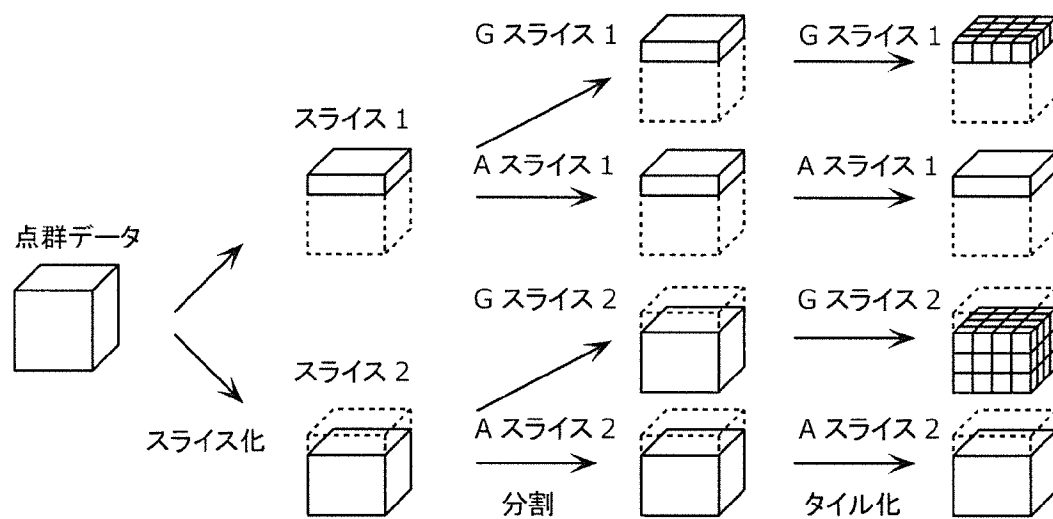
[図34]



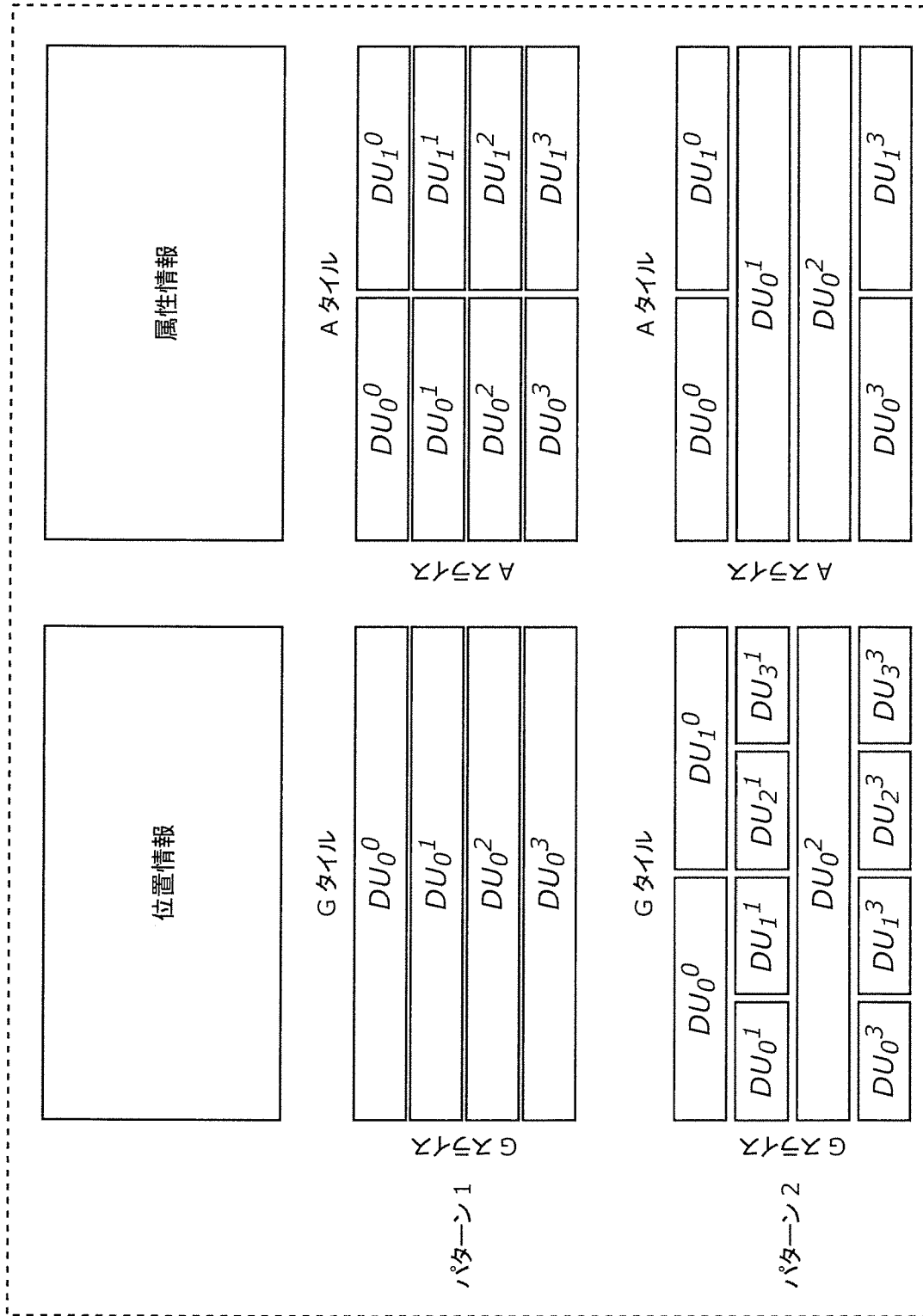
[図35]



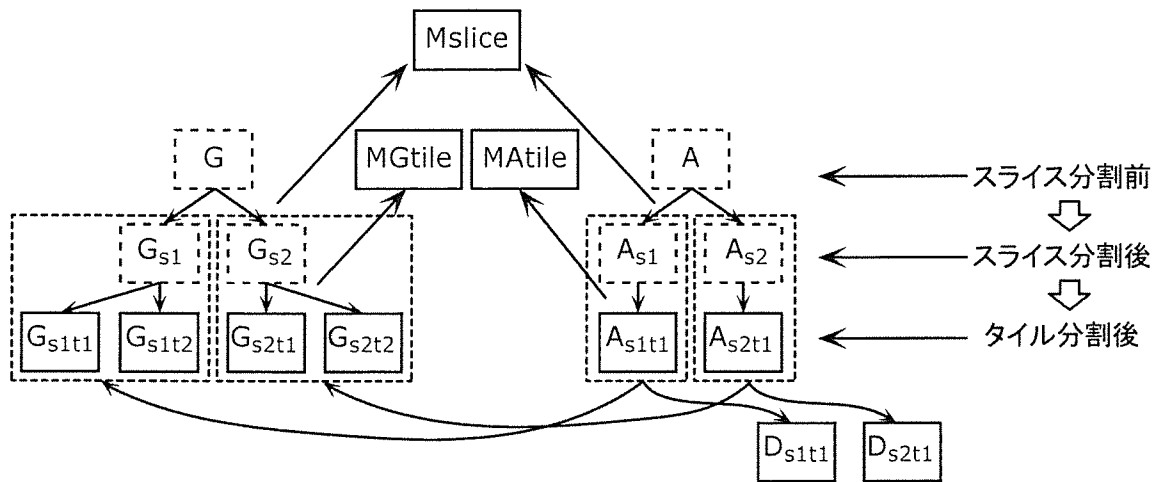
[図36]



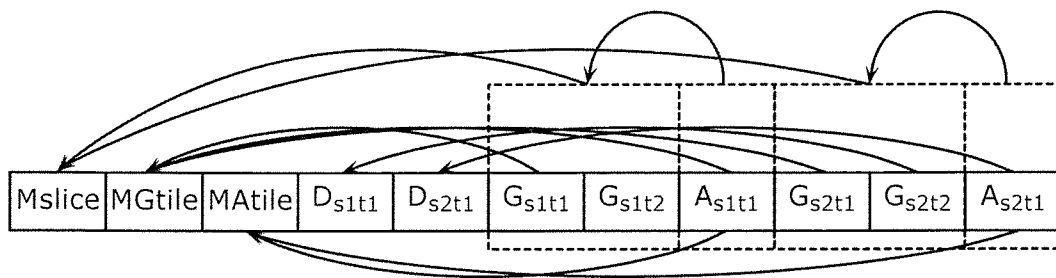
[図37]



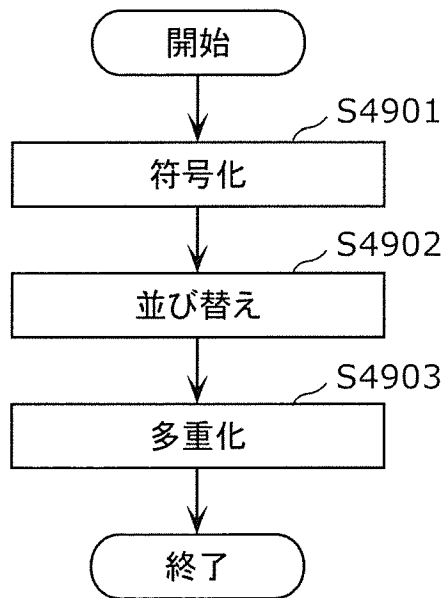
[図38]



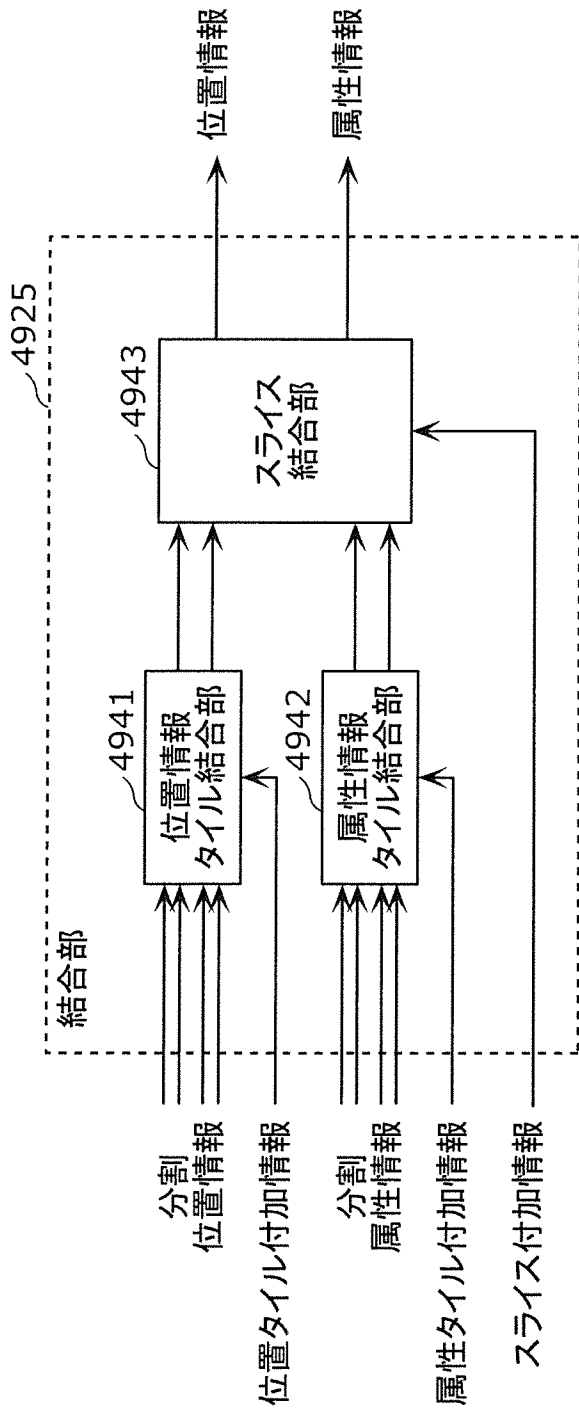
[図39]



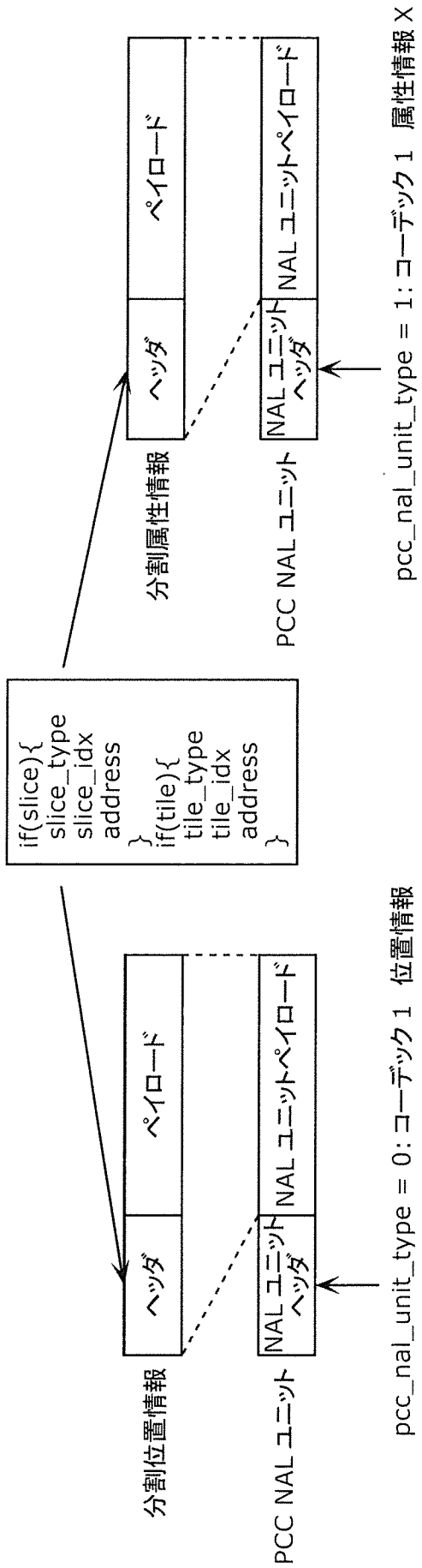
[図40]



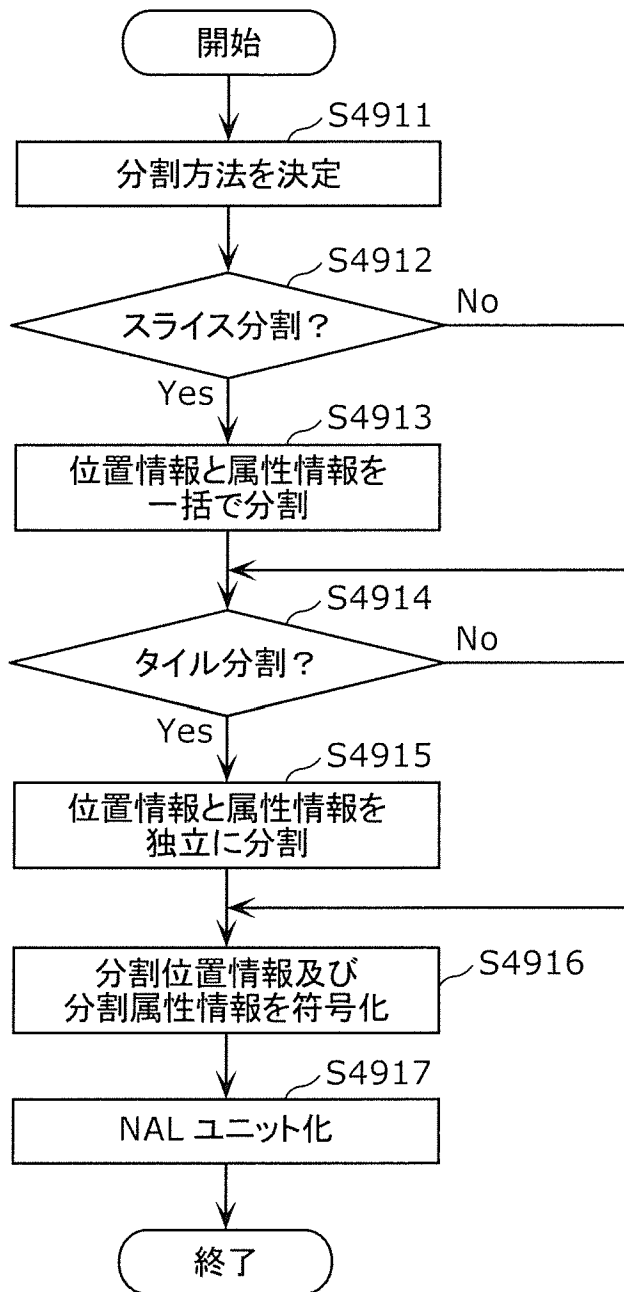
[図41]



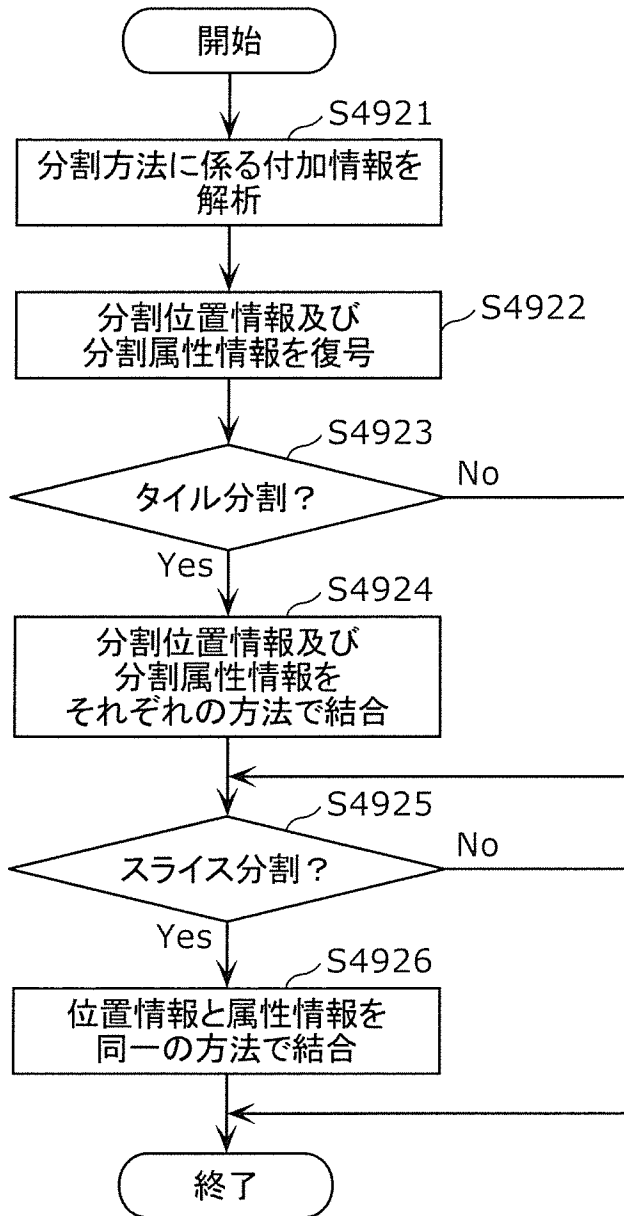
[図42]



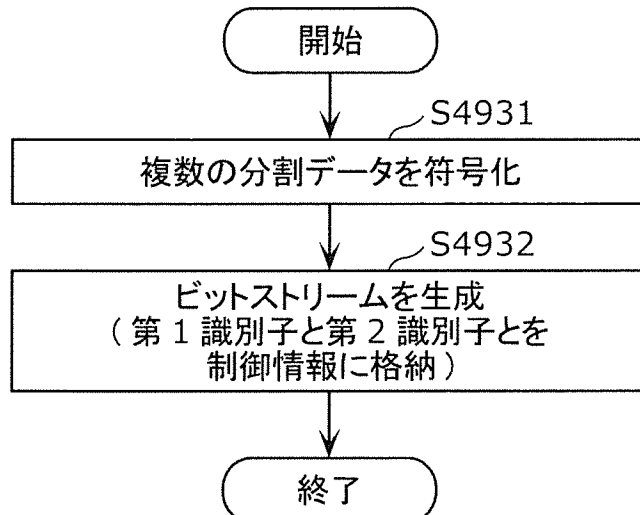
[図43]



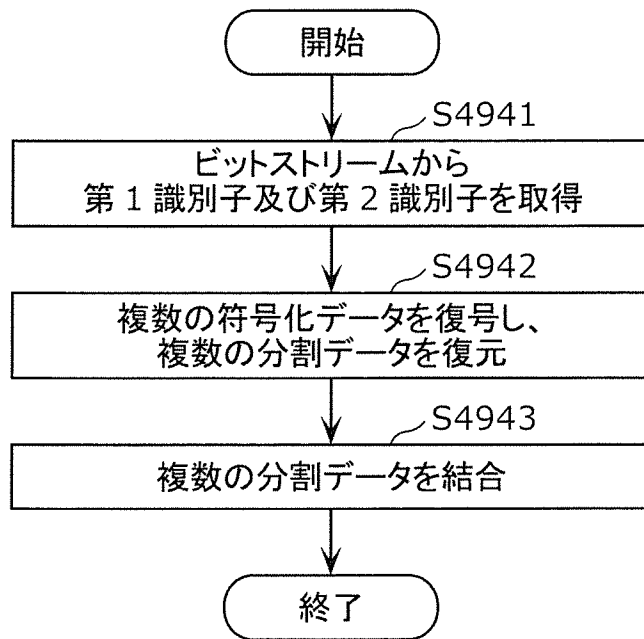
[図44]



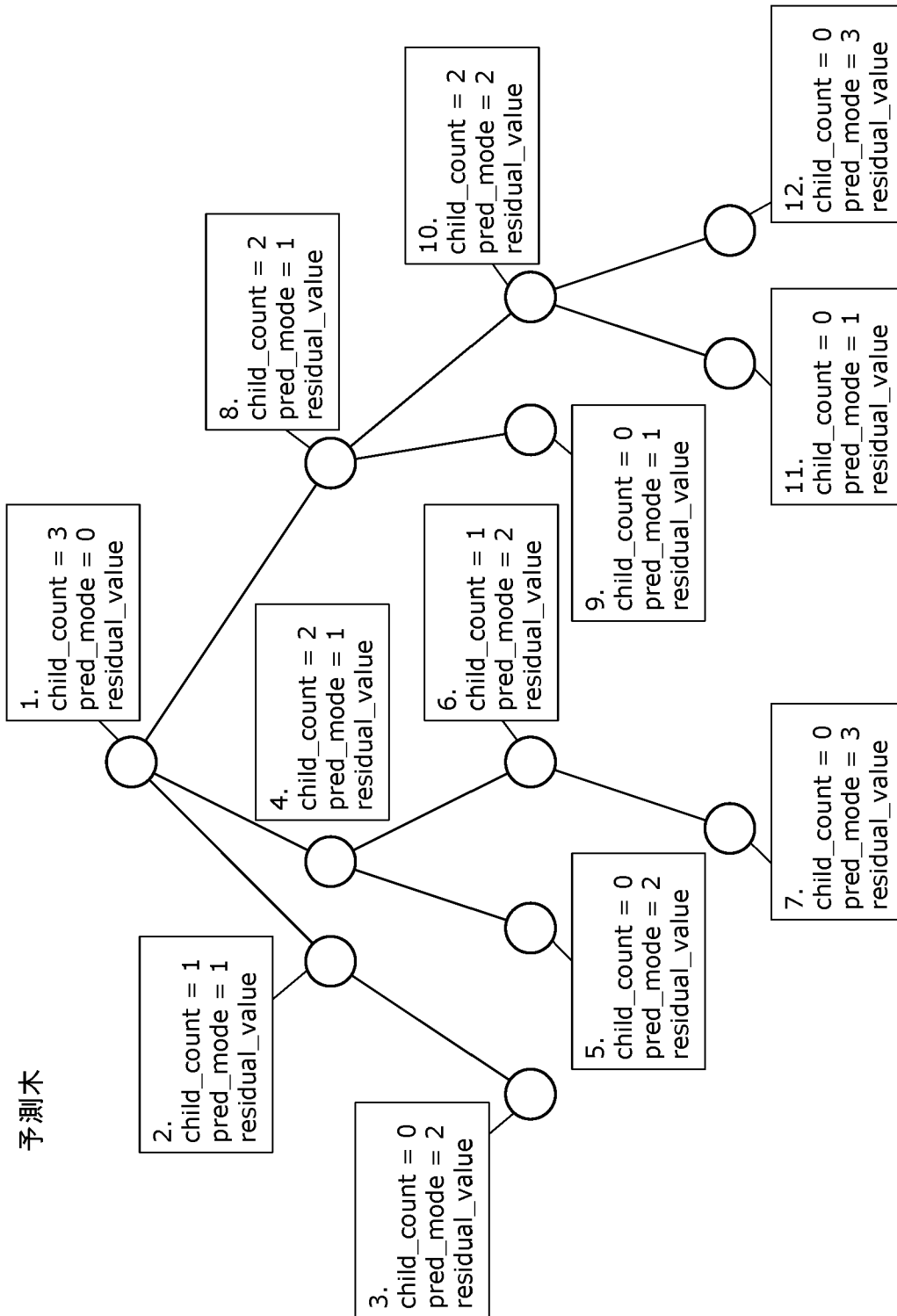
[図45]



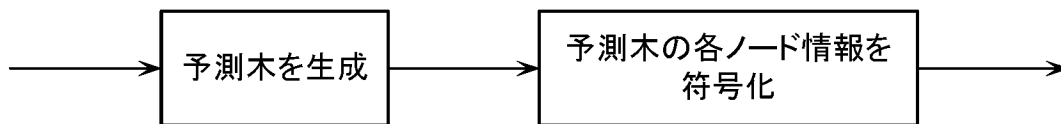
[図46]



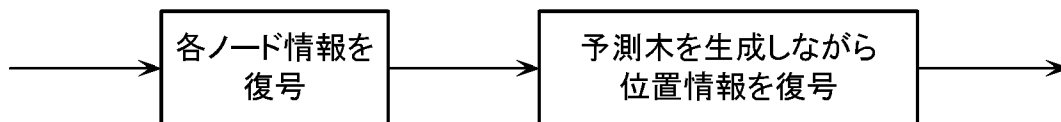
[図47]



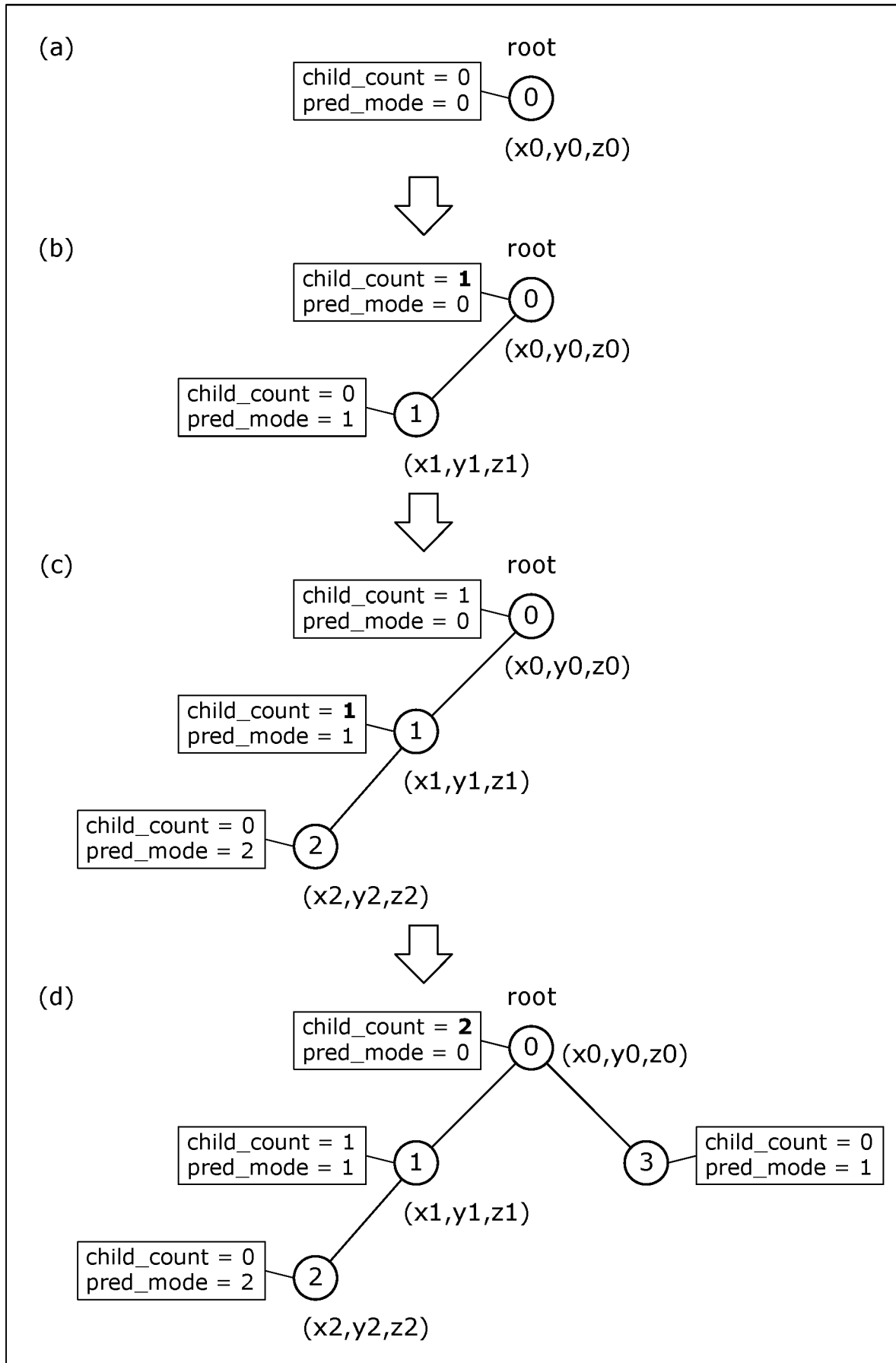
[図48]



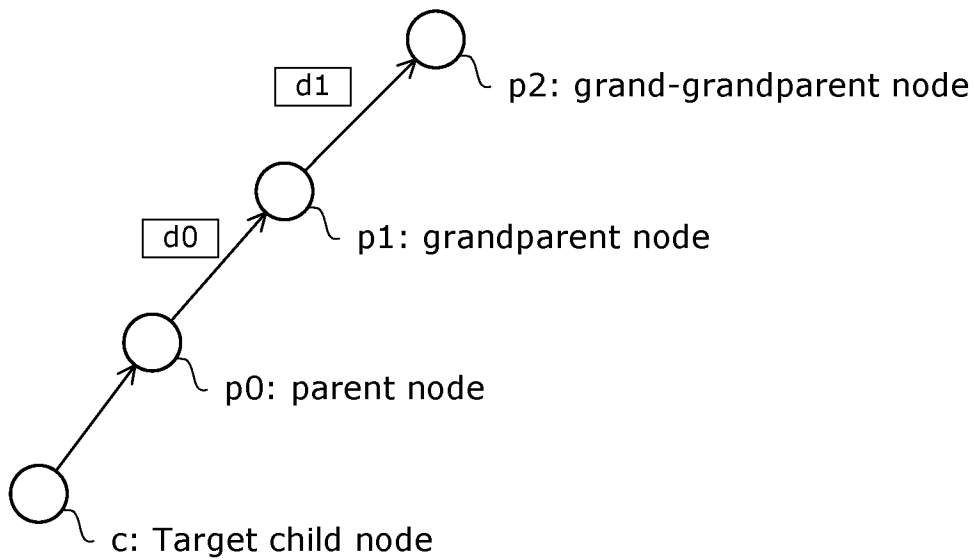
[図49]



[図50]



[図51]



[図52]

予測モード	予測値
0	0(予測なし)
1	p0
2	p0,p1による線形予測
3	p0,p1,p2による Parallelogram予測
4	p1

[図53]

予測モード	予測値
0	(0,0,0)
1	(p0x,p0y,p0z)
2	(2*p0x-p1x, 2*p0y-p1y, 2*p0z-p1z)
3	(p0x+p1x-p2x, p0y+p1y-p2y, p0z+p1z-p2z)
4	(p1x, p1y, p1z)

[図54]

予測モード	予測値
0	0(予測なし)
1	p0
2	p0,p1による線形予測
3	not available
4	p1

[図55]

pred_mode_x	予測値
0	0
1	p0x
2	$2 * p0x - p1x$
3	$p0x + p1x - p2x$
4	p1x

[図56]

pred_mode_y	予測値
0	0
1	p0y
2	$2 * p0y - p1y$
3	$p0y + p1y - p2y$
4	p1y

[図57]

pred_mode_z	予測値
0	0
1	p_{0z}
2	$2 * p_{0z} - p_{1z}$
3	$p_{0z} + p_{1z} - p_{2z}$
4	p_{1z}

[図58]

pred_mode_yz	予測値
0	(0,0)
1	(p_{0y}, p_{0z})
2	($2 * p_{0y} - p_{1y}, 2 * p_{0z} - p_{1z}$)
3	($p_{0y} + p_{1y} - p_{2y}, p_{0z} + p_{1z} - p_{2z}$)
4	(p_{1y}, p_{1z})

[図59]

予測モード	二値データ
0	0
1	10
2	110
3	1110
4	1111

[図60]

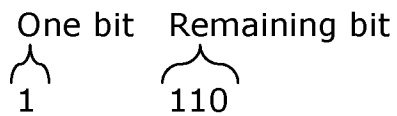
予測モード	二値データ
0	0
1	10
2	110
3	1110
4	11110

[図61]

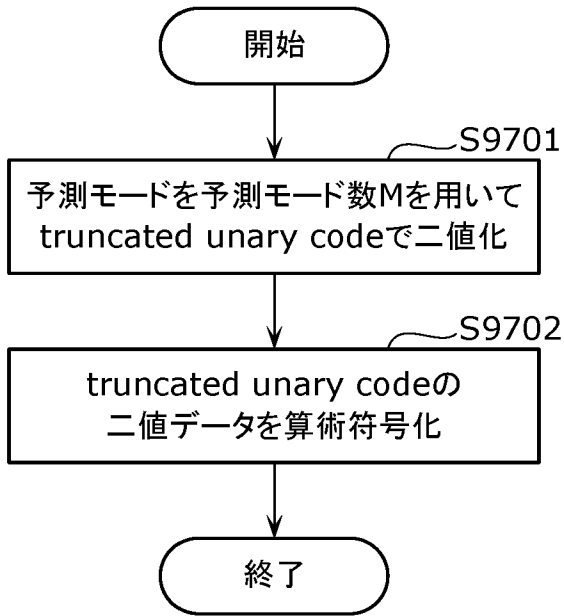
予測モード	二値データ
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100

[図62]

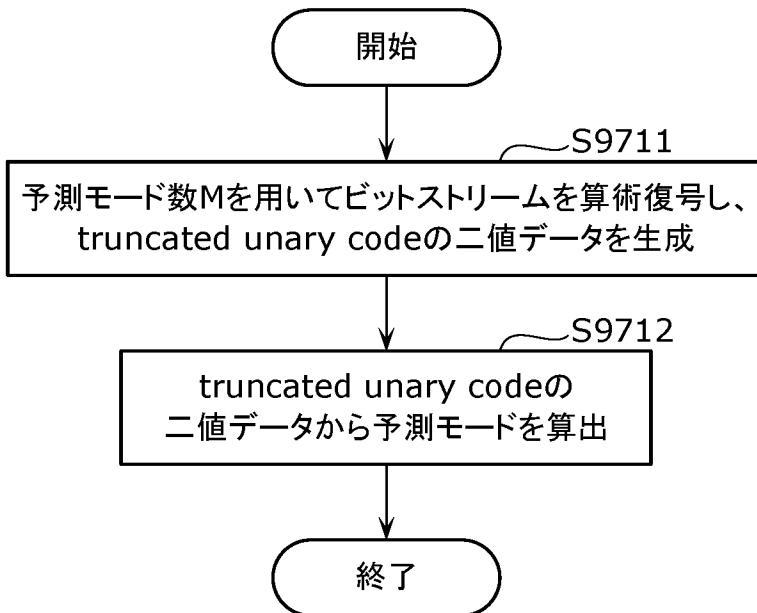
予測モード	二値データ
0	0
1	10
2	110
3	1110
4	1111

One bit Remaining bit


[図63]



[図64]



[図65]

予測モード	予測値
0	0(予測なし)
1	p0
2	not available
3	not available
4	not available

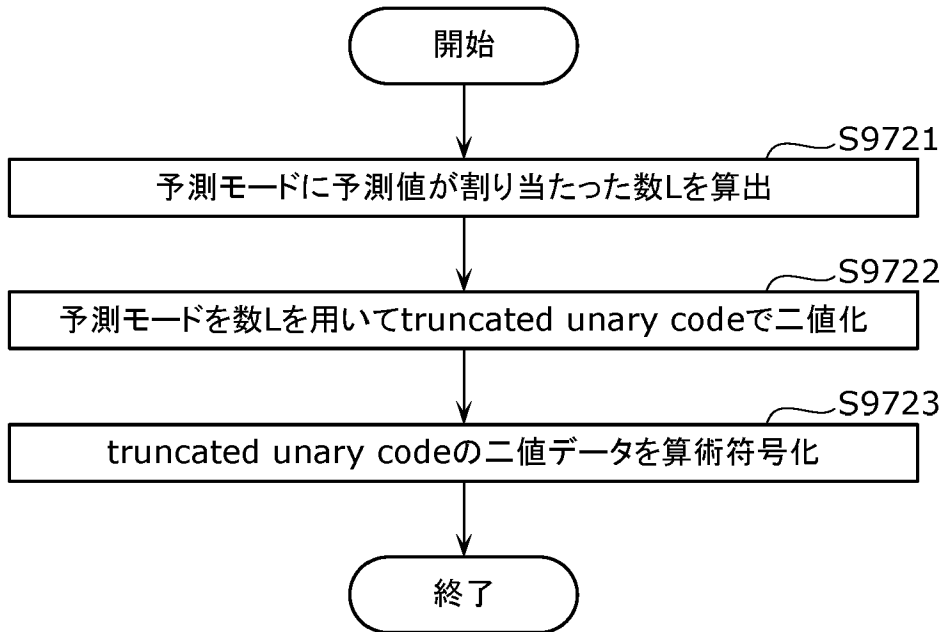
} available

[図66]

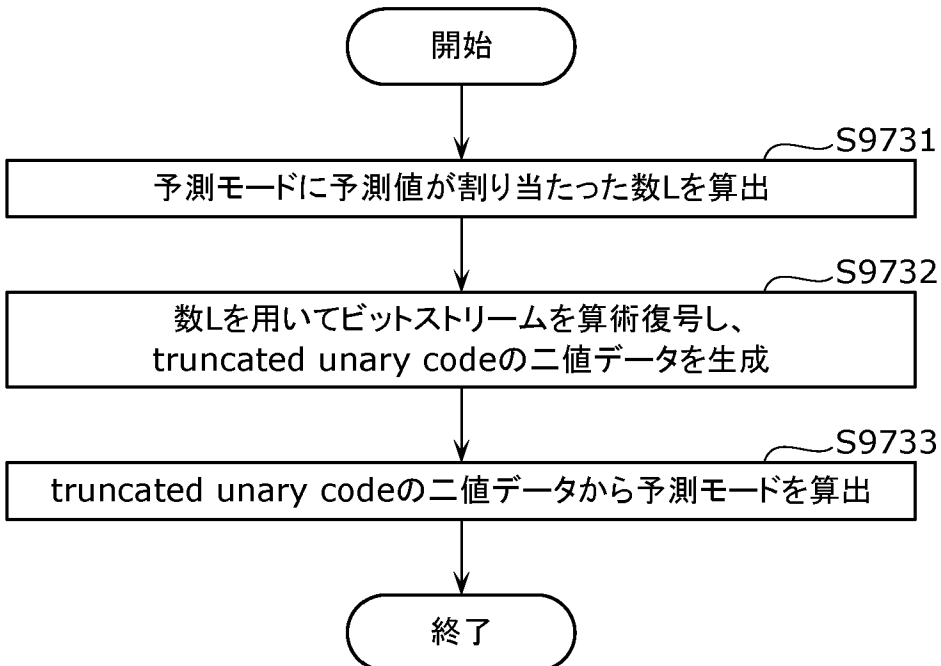
予測モード	二値データ
0	0
1	1

One bit: 1
Remaining bit: なし

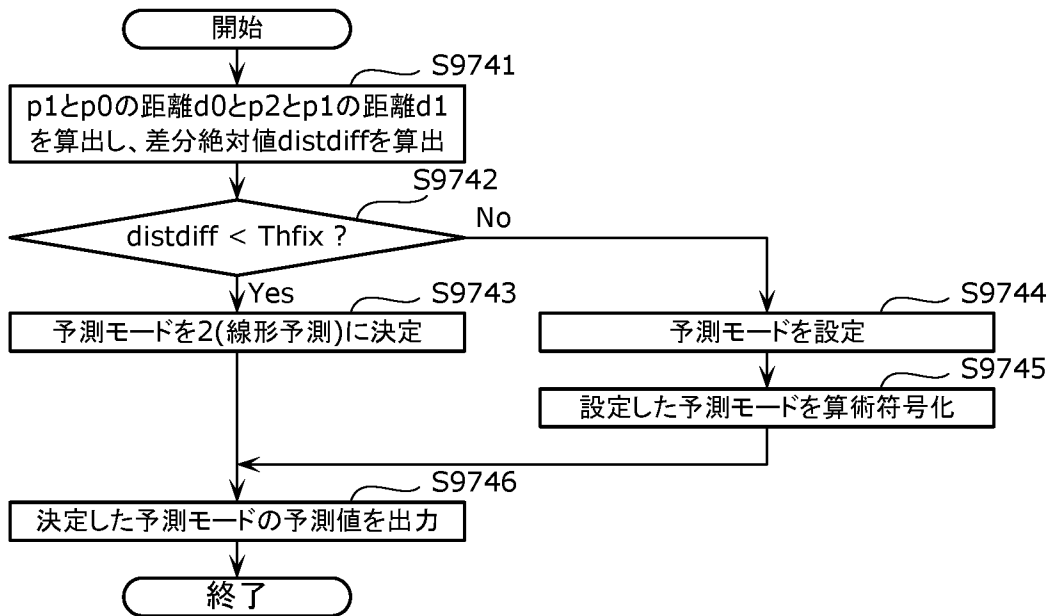
[図67]



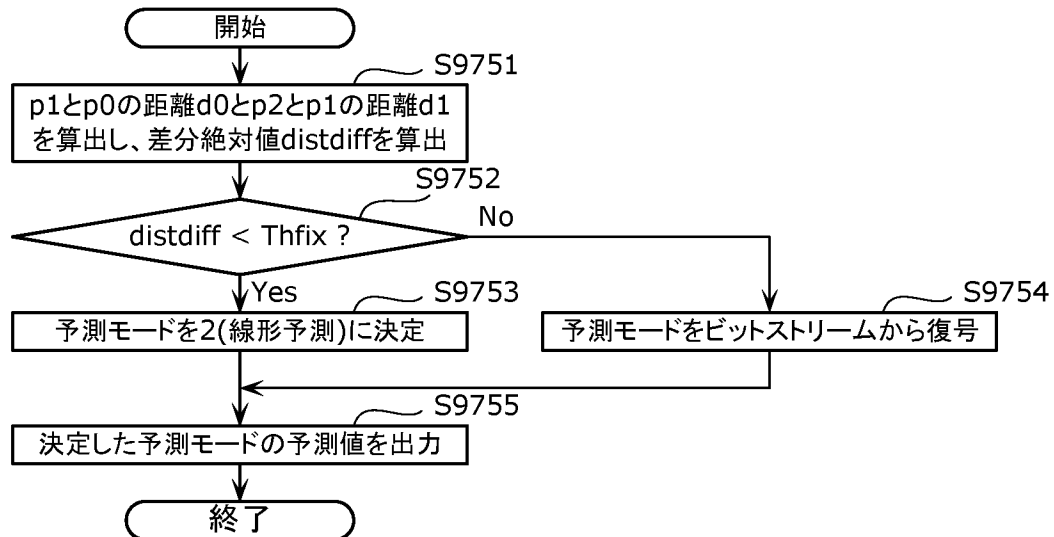
[図68]



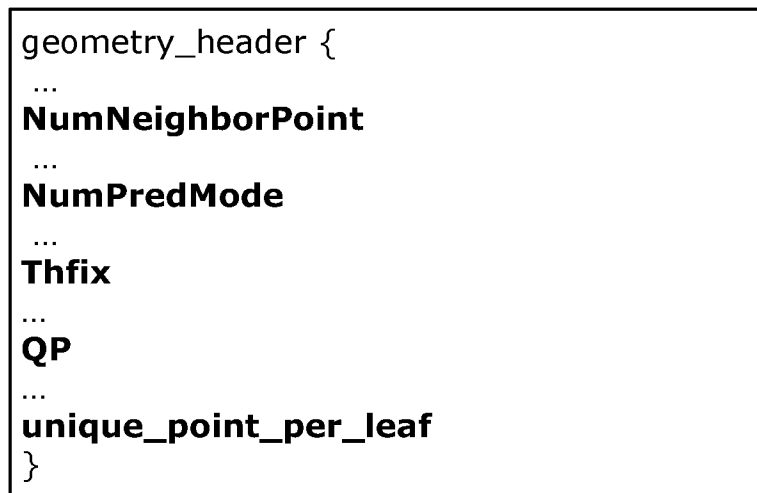
[図69]



[図70]



[図71]



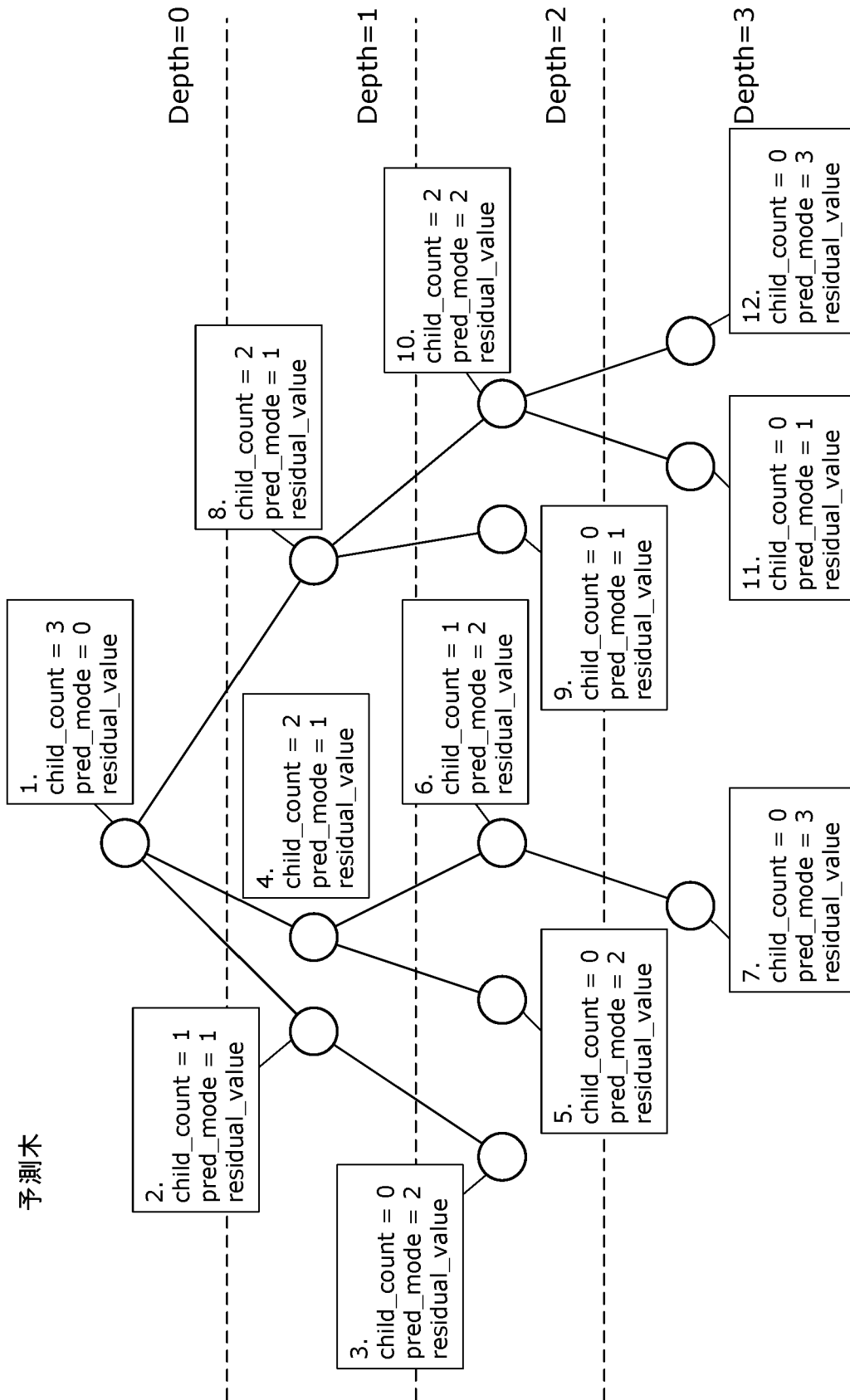
[図72]

```
geometry_data {  
...  
for (i=0; i<NumOfPoint; i++) {  
  child_count  
  if (distdiff >= Thfix && NumPredMode > 1)  
    pred_mode  
  ...  
  for (j=0; j<3; j++) {  
    residual_value[j]  
  }  
  ...  
}  
}
```

[図73]

```
geometry_data {  
...  
for (i=0; i<NumOfPoint; i++) {  
  child_count  
  
  for (j=0; j<3; j++) {  
    if (distdiff >= Thfix && NumPredMode > 1)  
      pred_mode[j]  
    ...  
    residual_value[j]  
  }  
  ...  
}  
}
```

[図74]



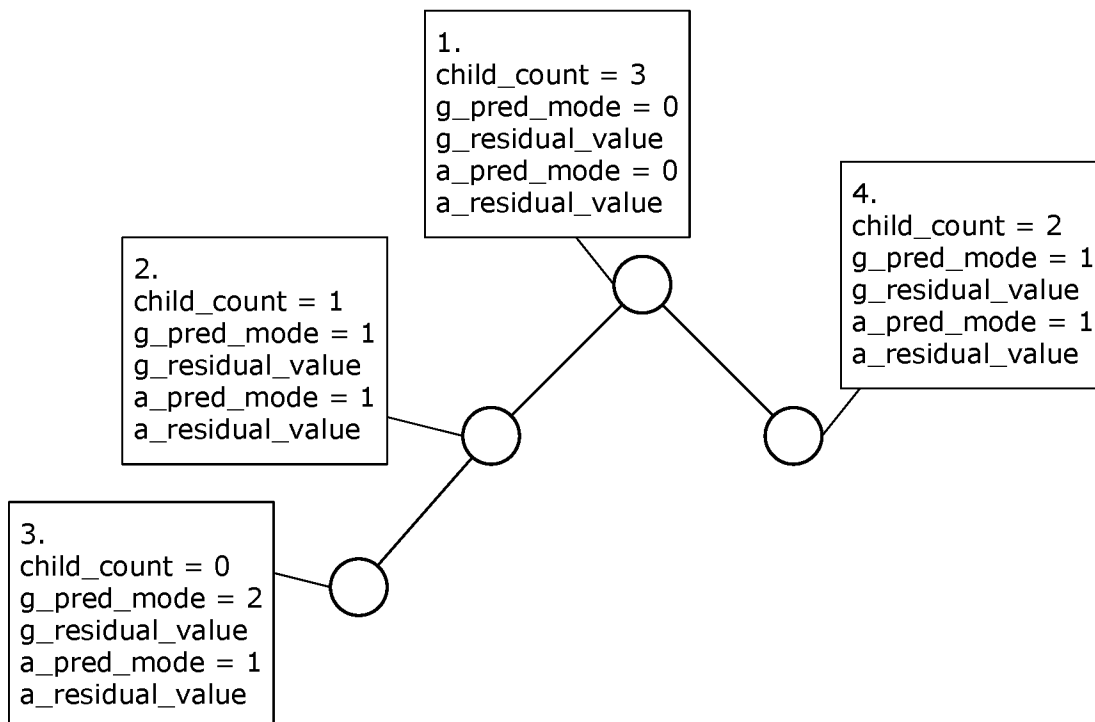
[図75]

```

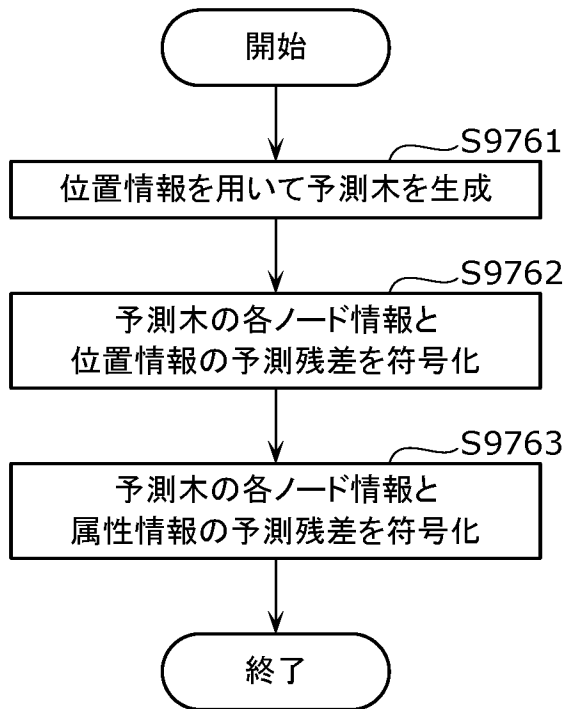
geometry_data {
...
for (i=0; i<NumOfPoint; i++) {
child_count
if (distdiff >= Thfix && NumPredMode > 1)
pred_mode
...
for (j=0; j<3; j++) {
if (pred_mode != 0)
residual_is_zero
if (!residual_is_zero) {
if (pred_mode != 0)
residual_sign
residual_bitcount_minus1
for (k=0; k<residual_bitcount; ++k) {
residual_bit[k]
}
}
}
}
}
}
}

```

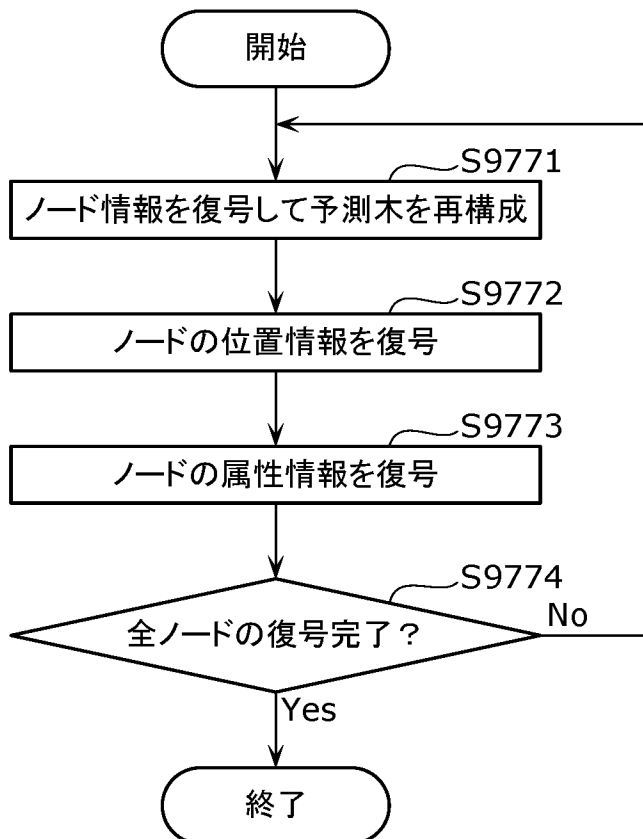
[図76]



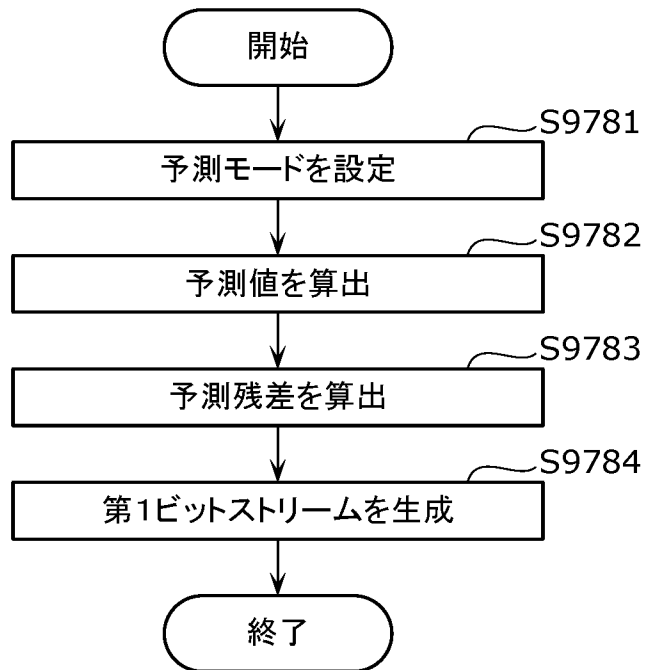
[図77]



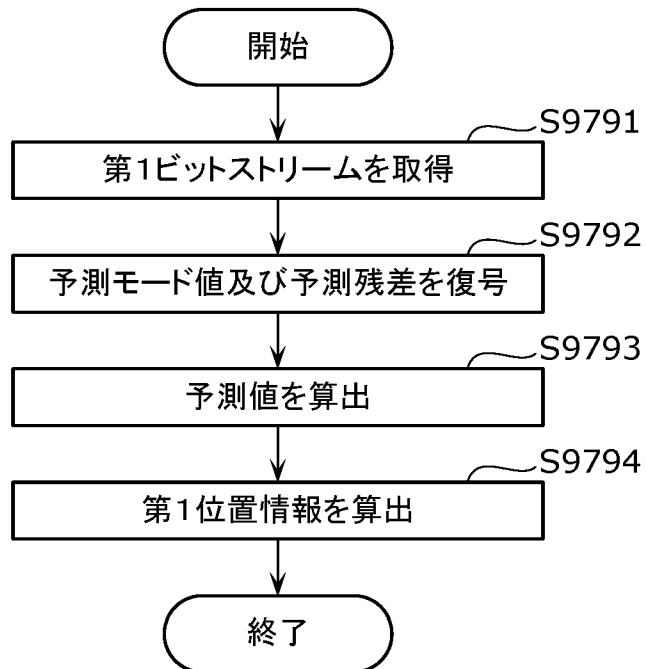
[図78]



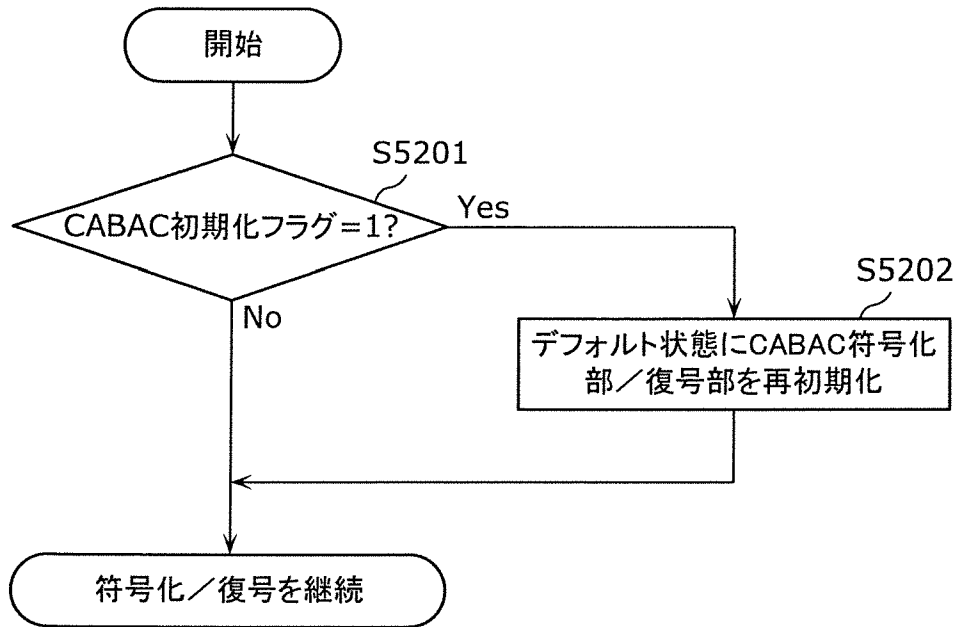
[図82]



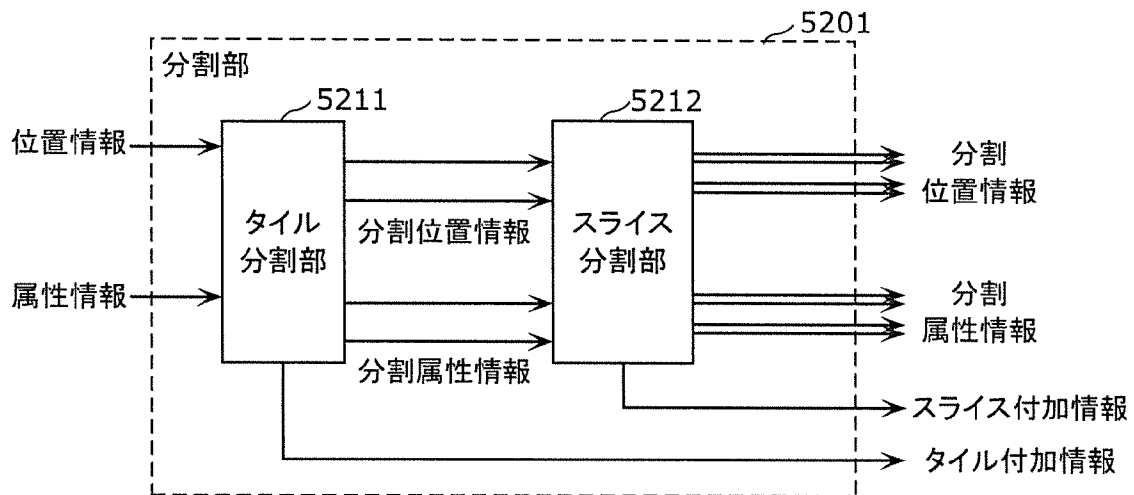
[図83]



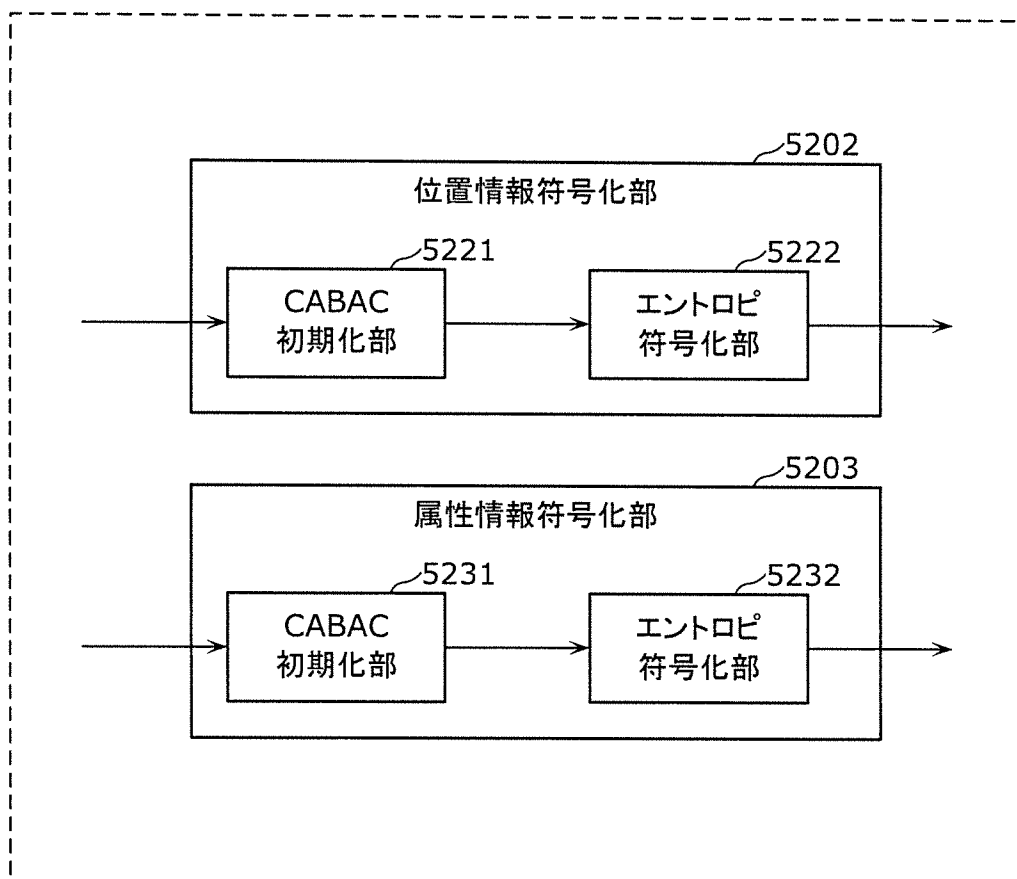
[図84]



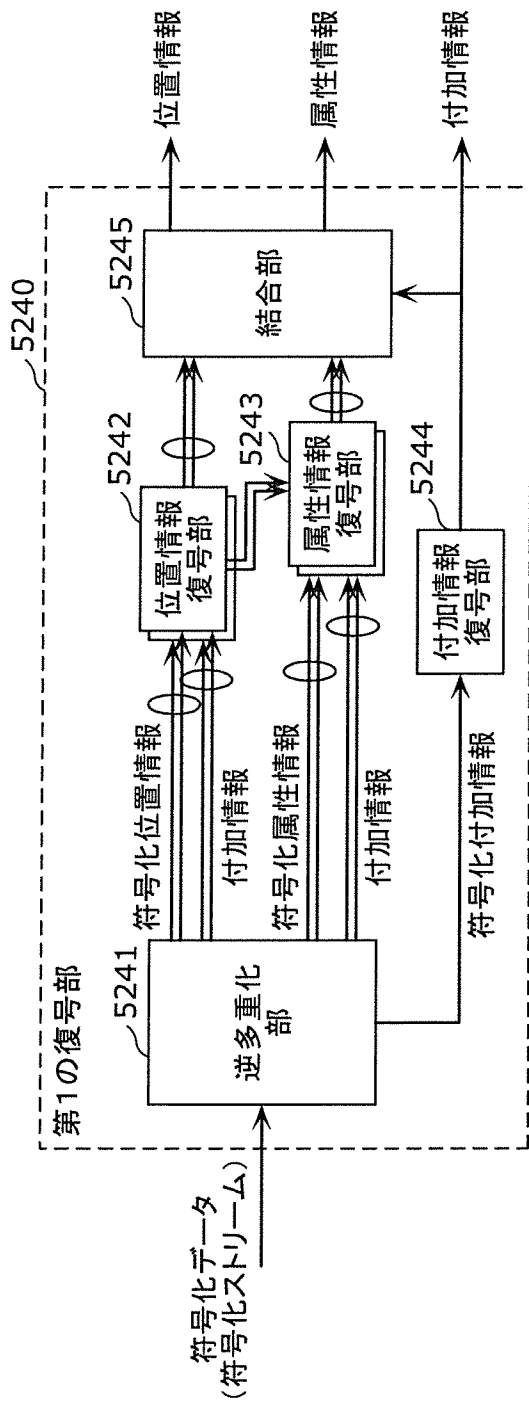
[図86]



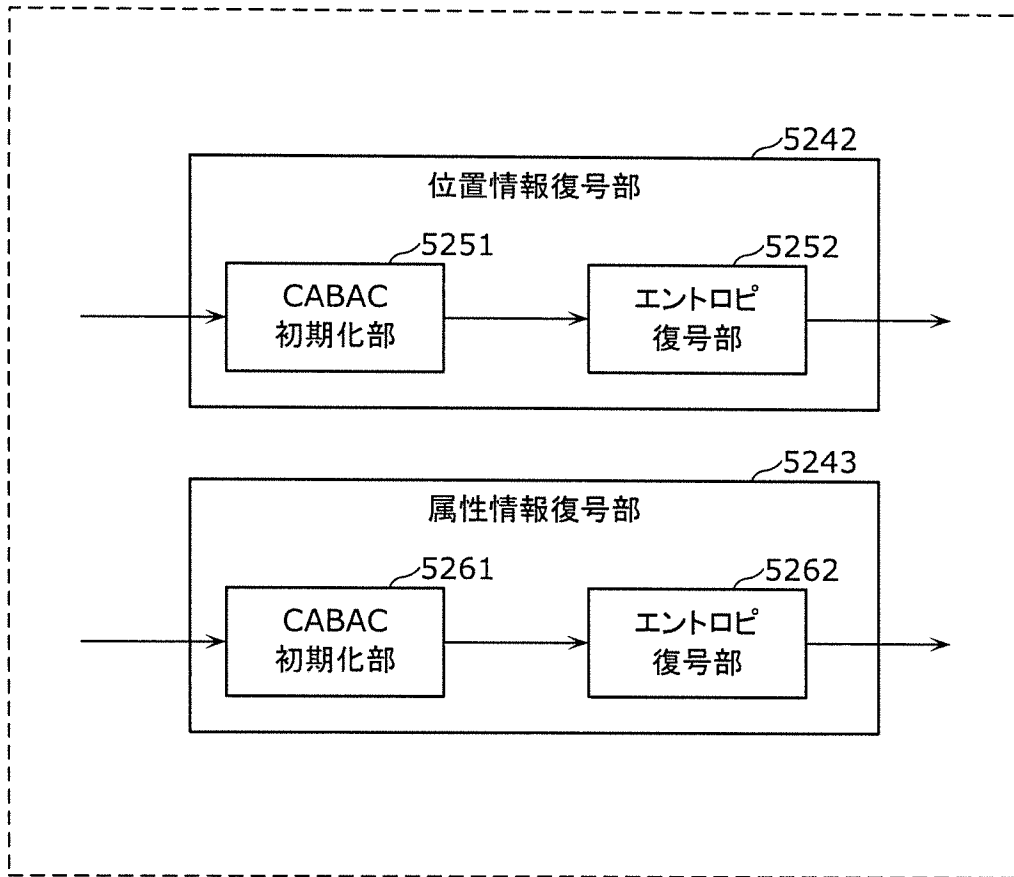
[図87]



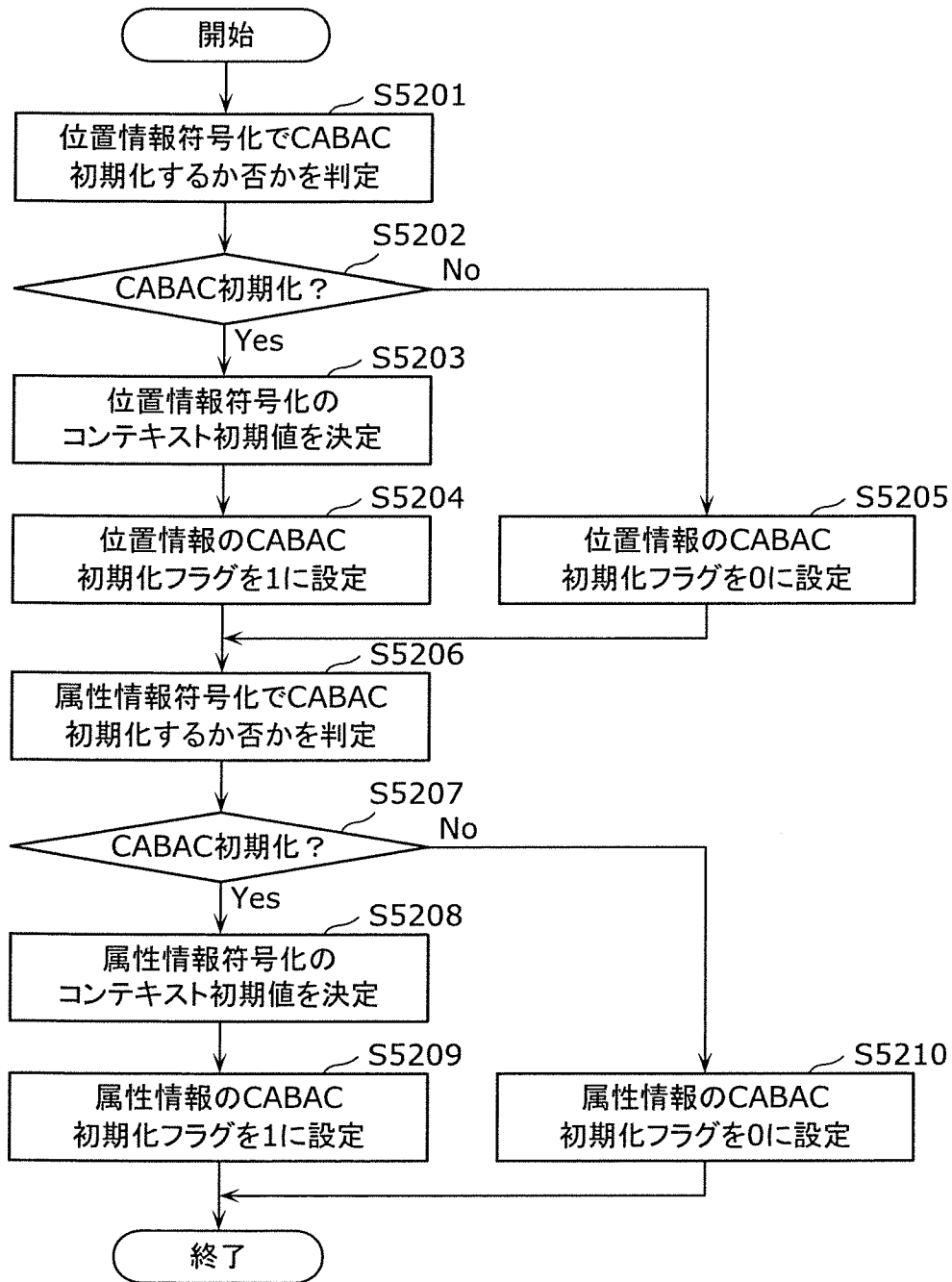
[図88]



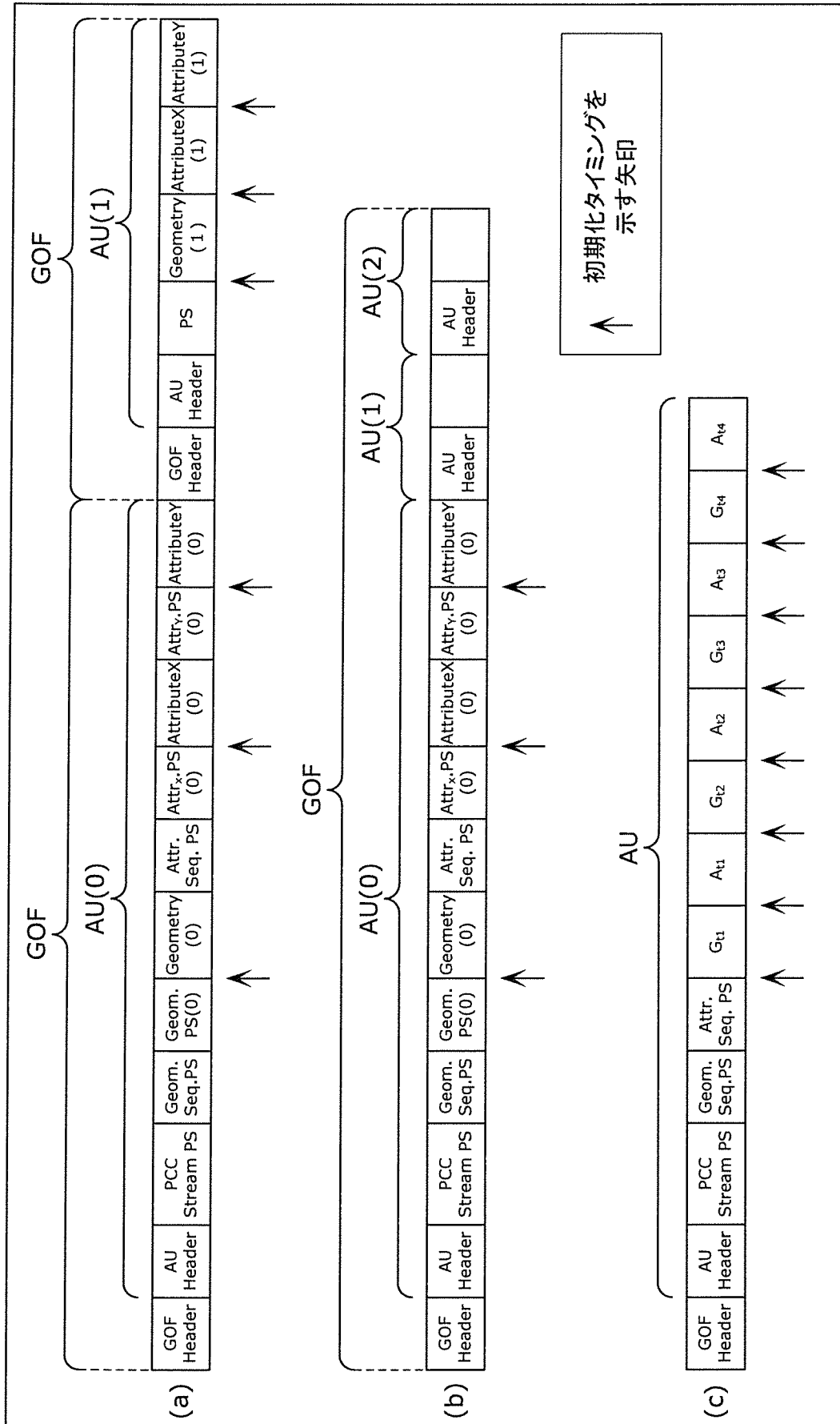
[図89]



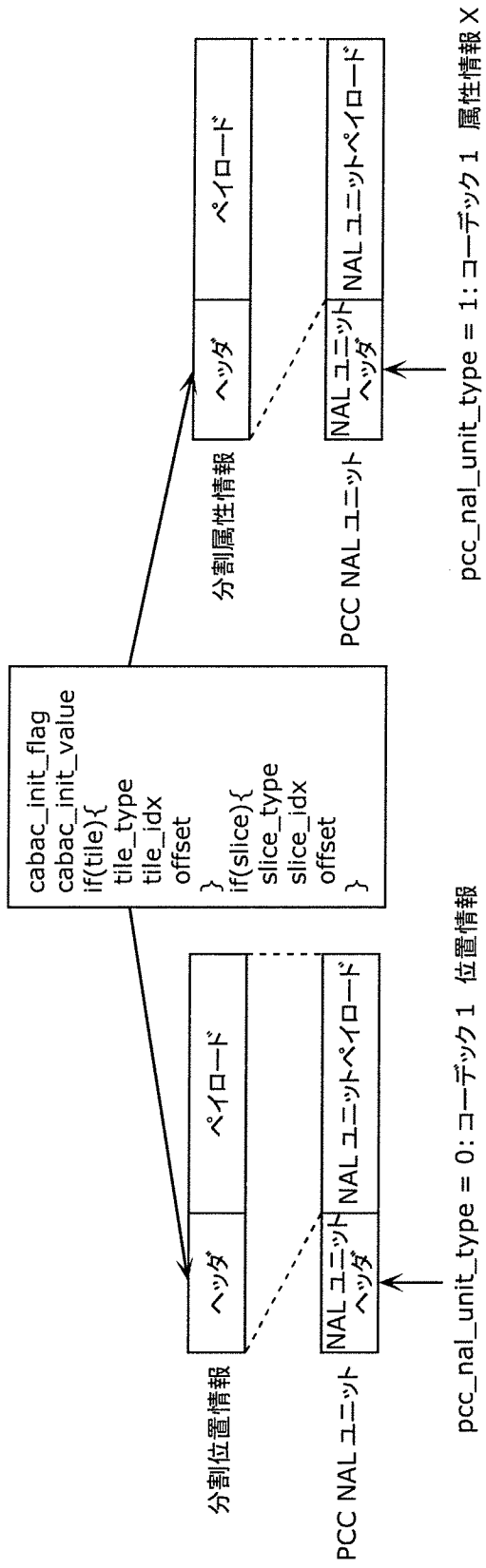
[図90]



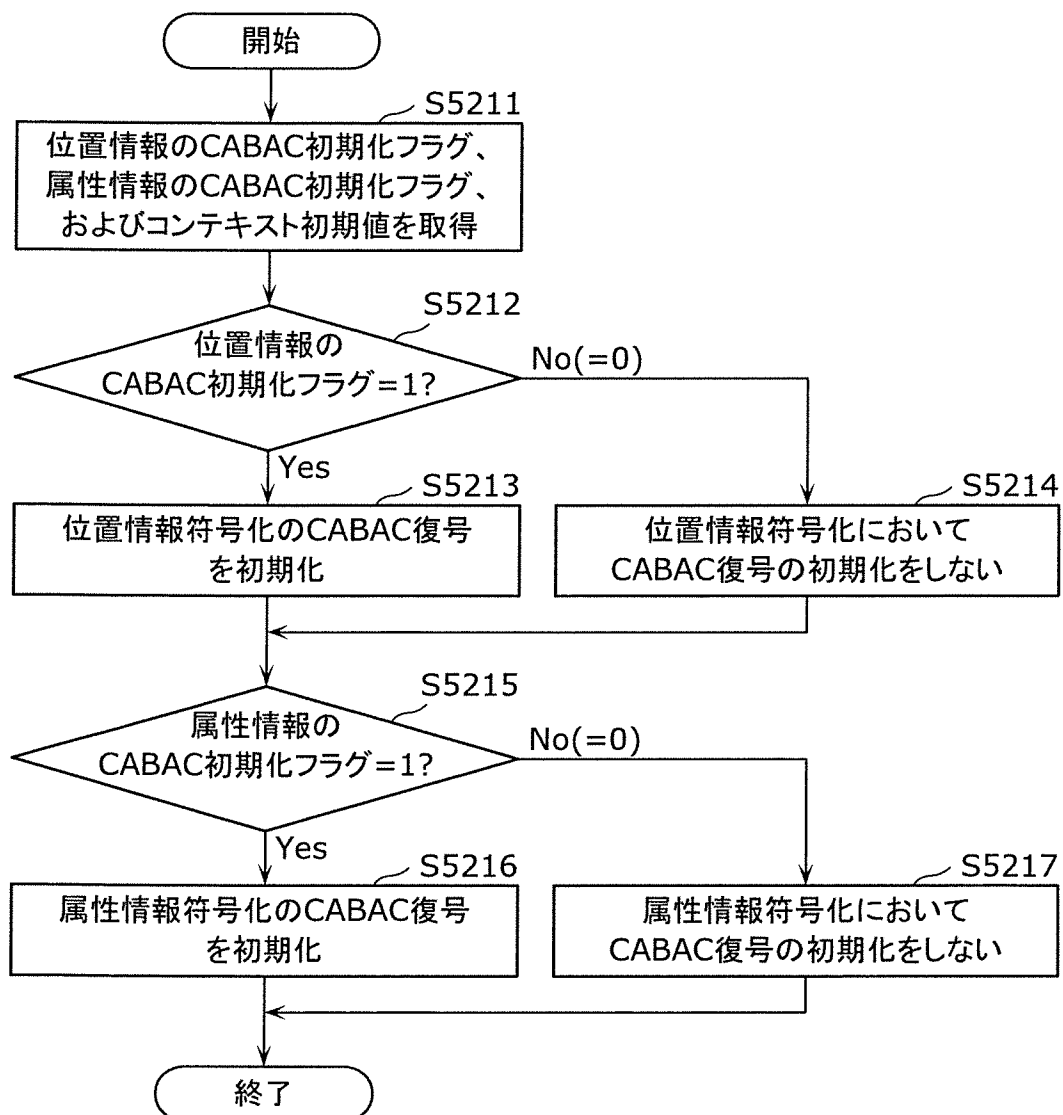
[91]



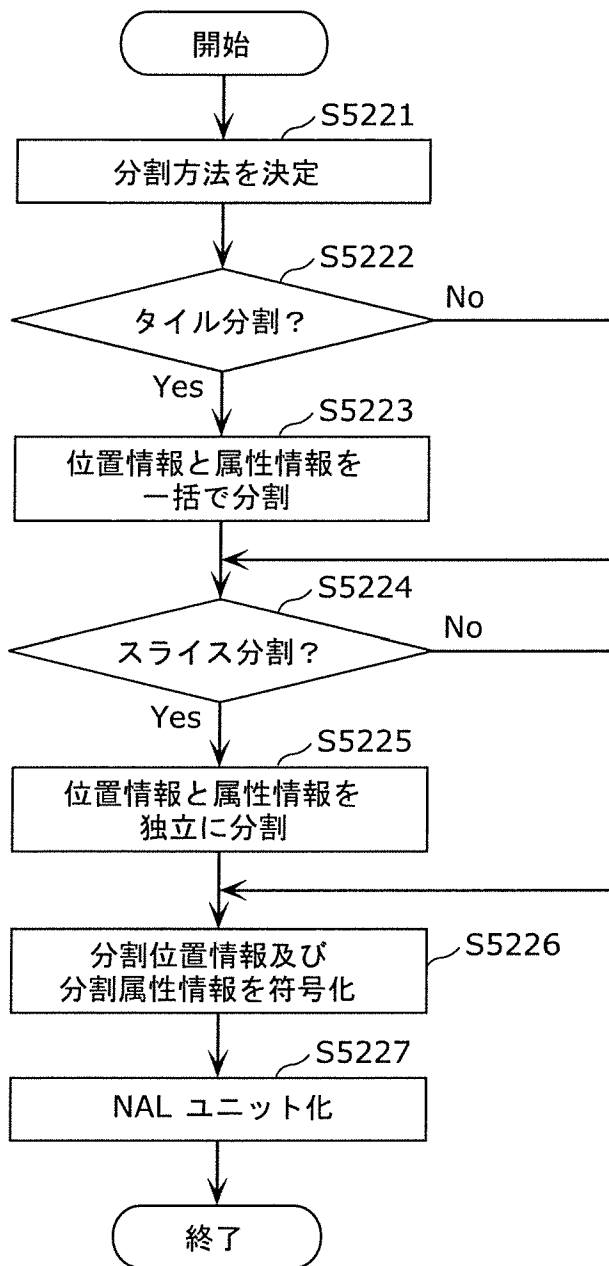
[図92]



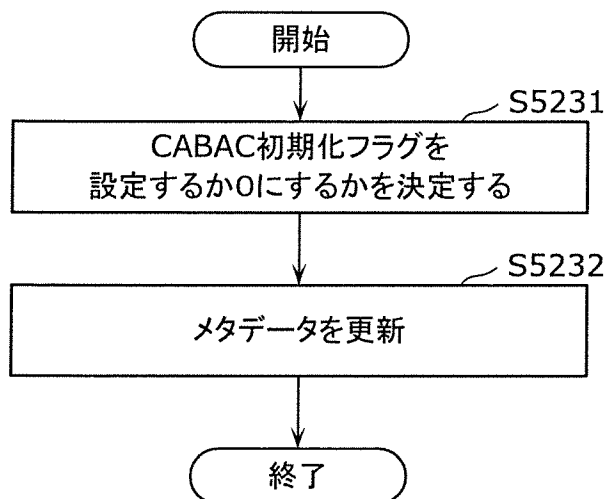
[図93]



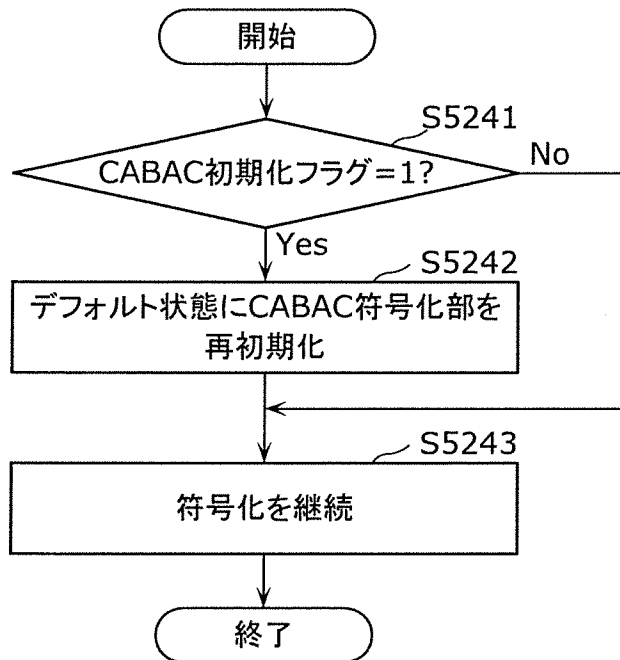
[図94]



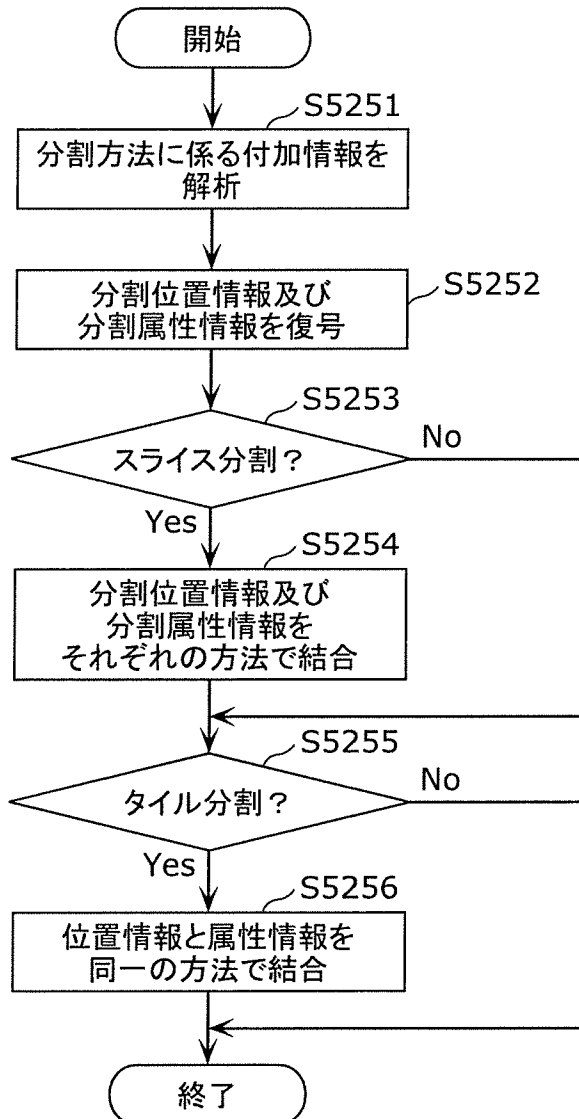
[図95]



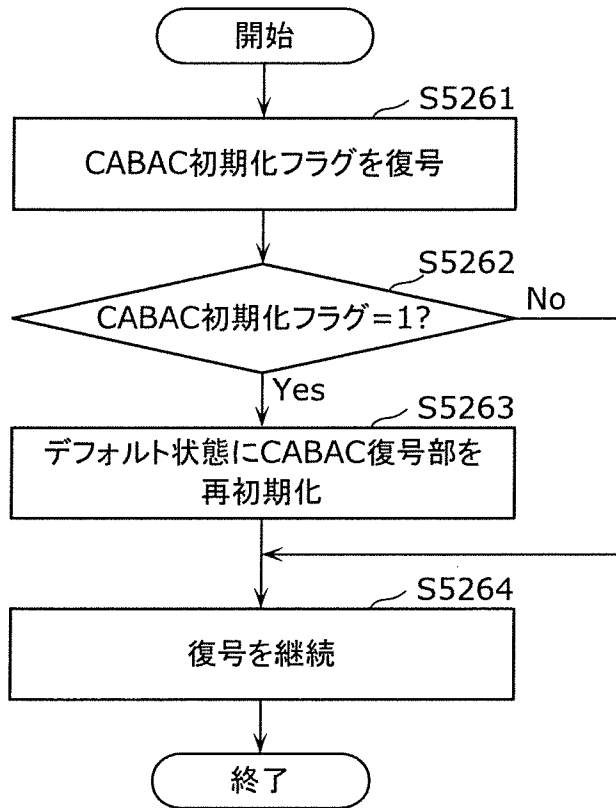
[図96]



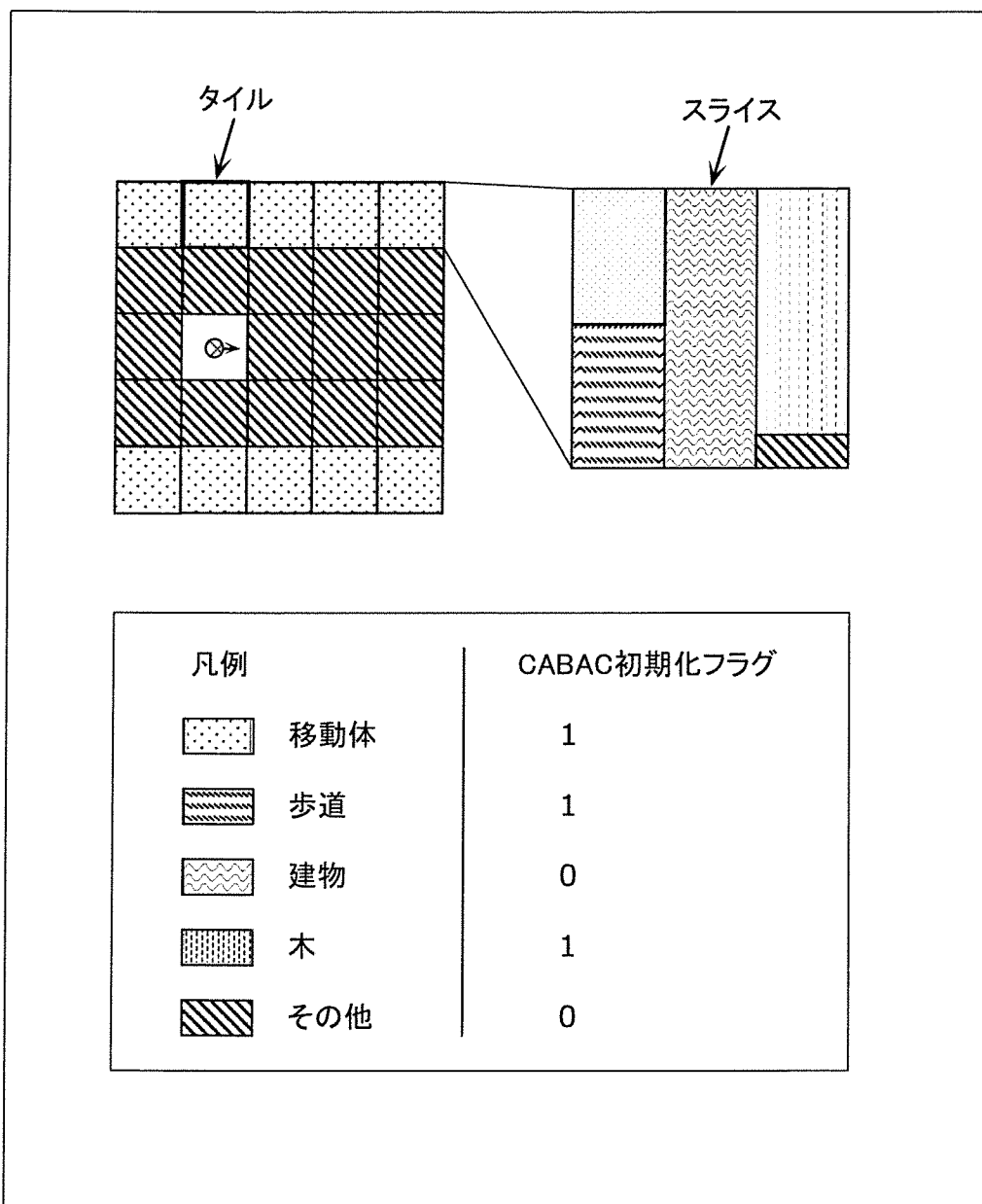
[図97]



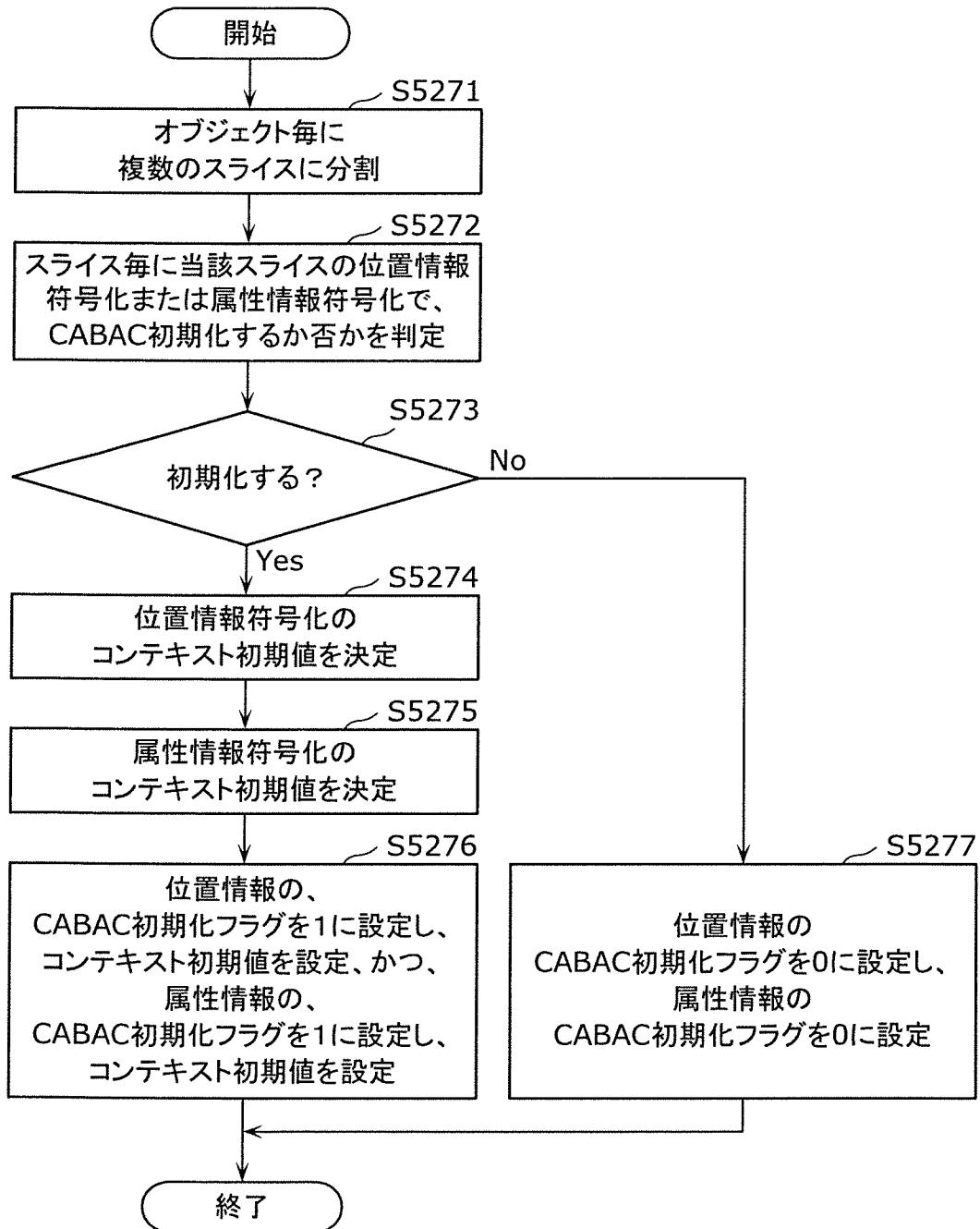
[図98]



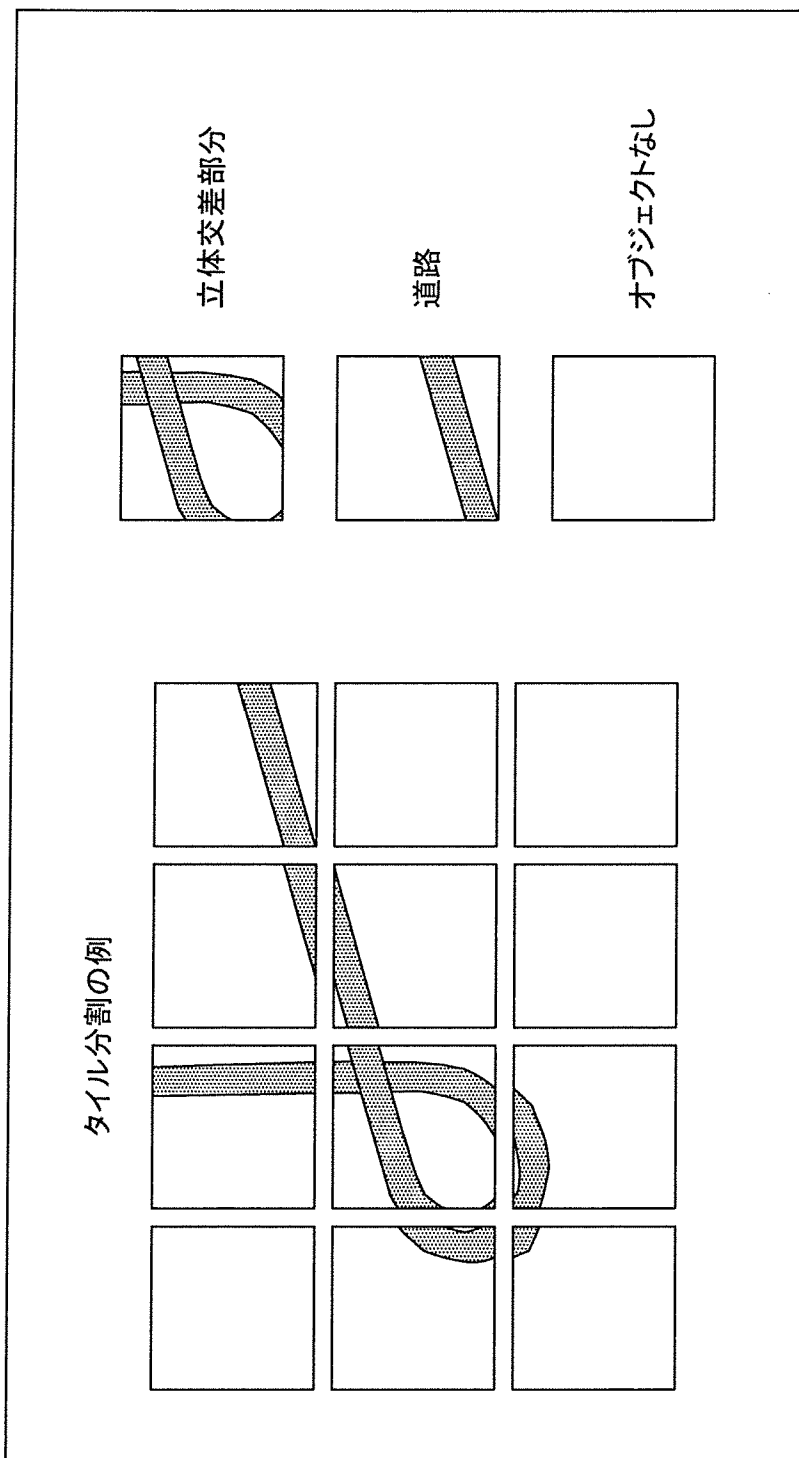
[図99]



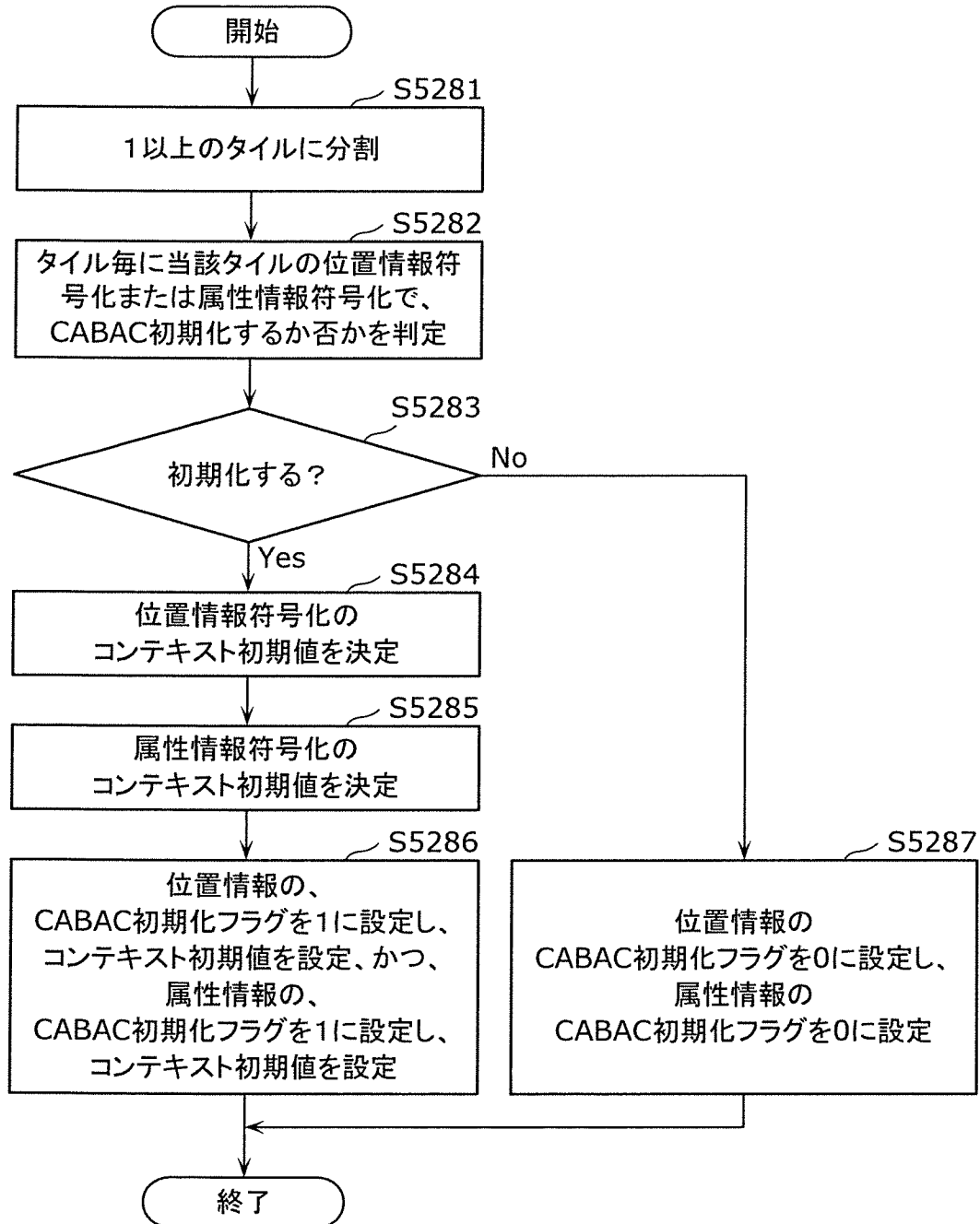
[図100]



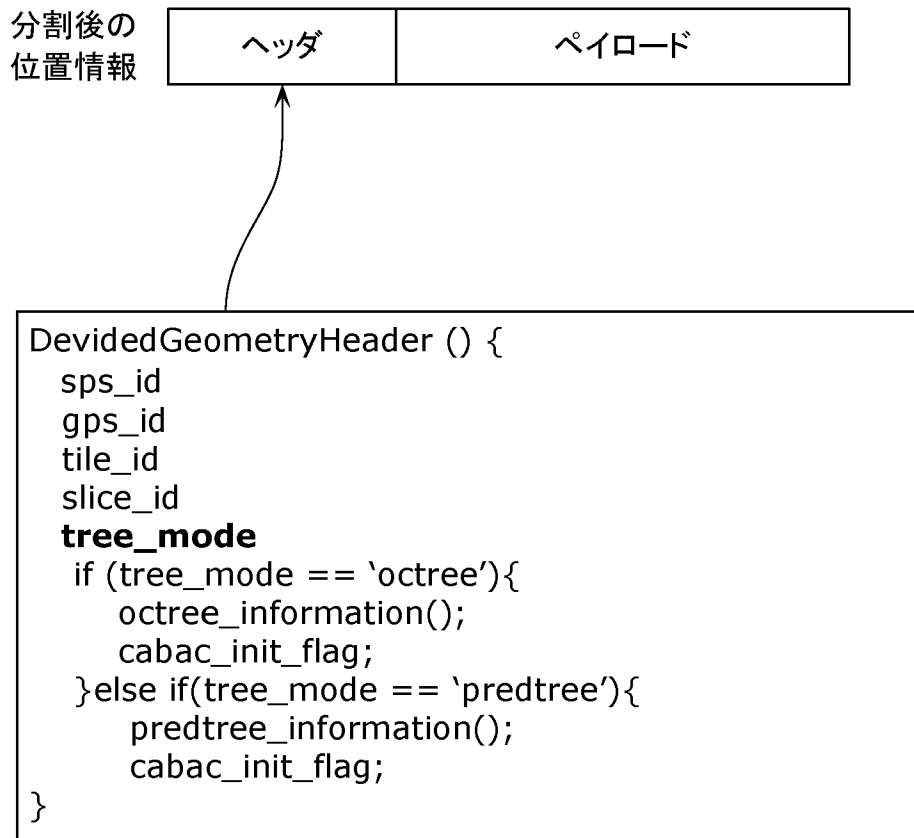
[図101]



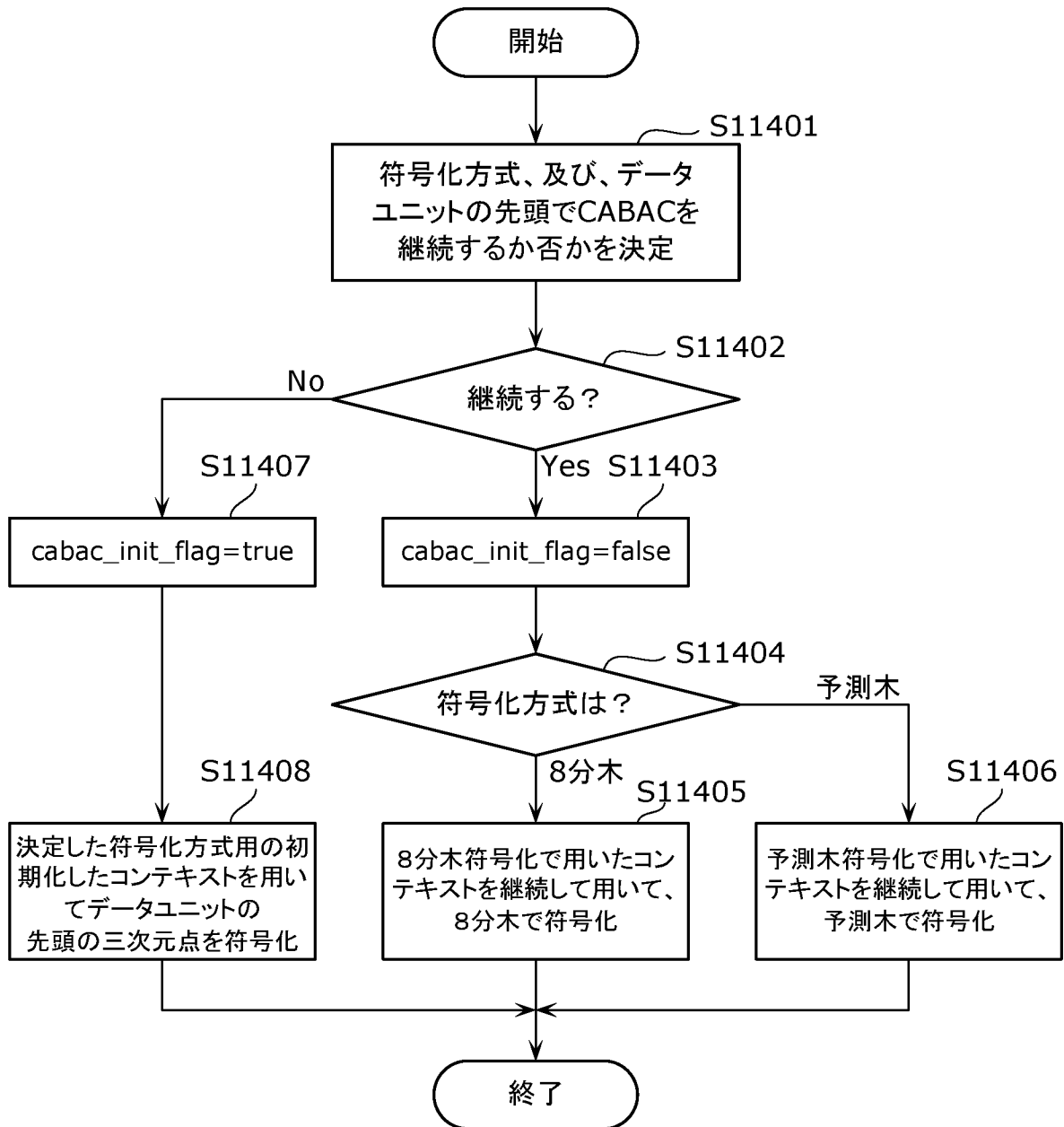
[図102]



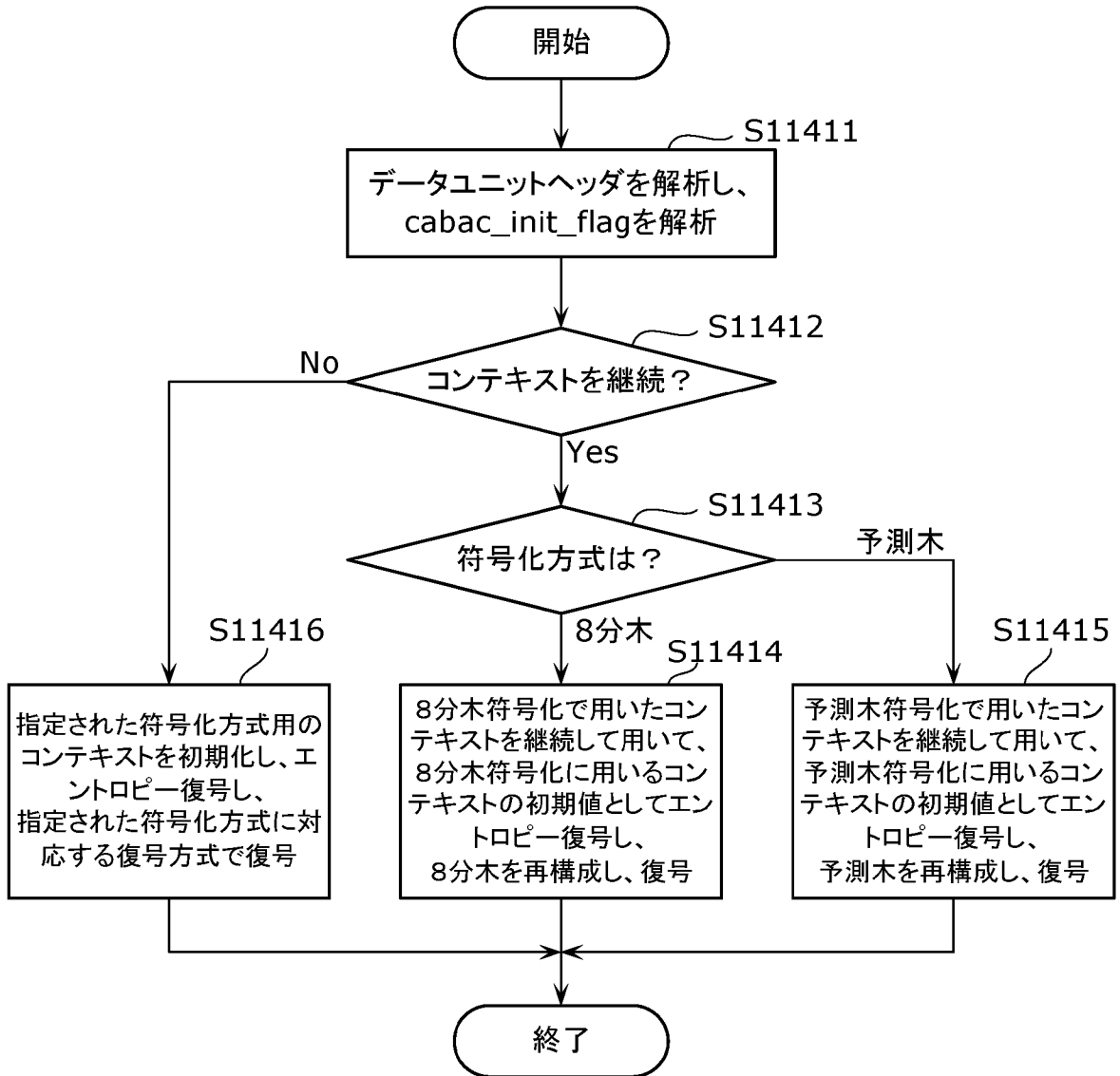
[図103]



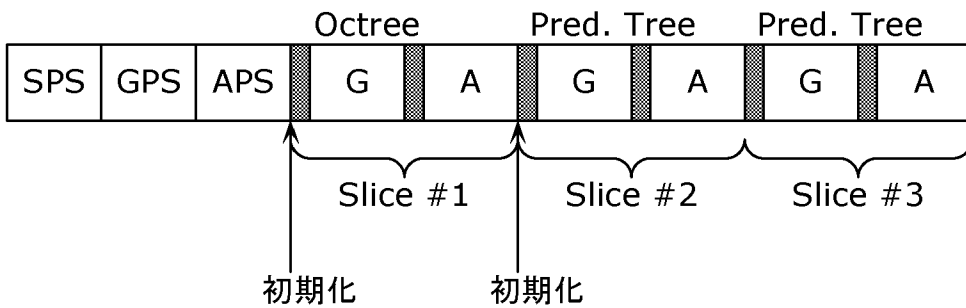
[図104]



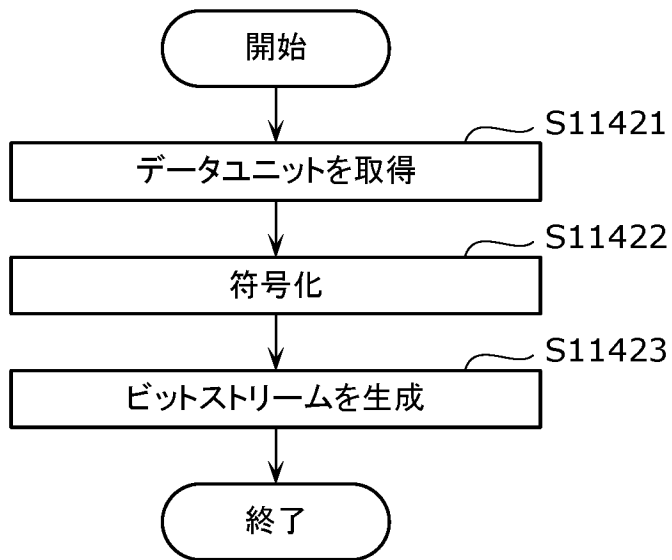
[図105]



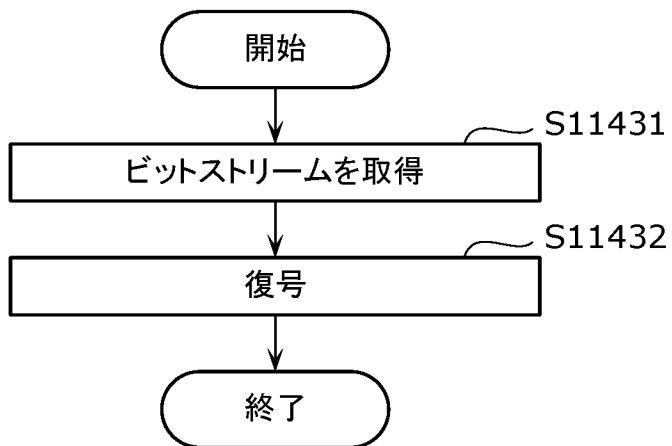
[図106]



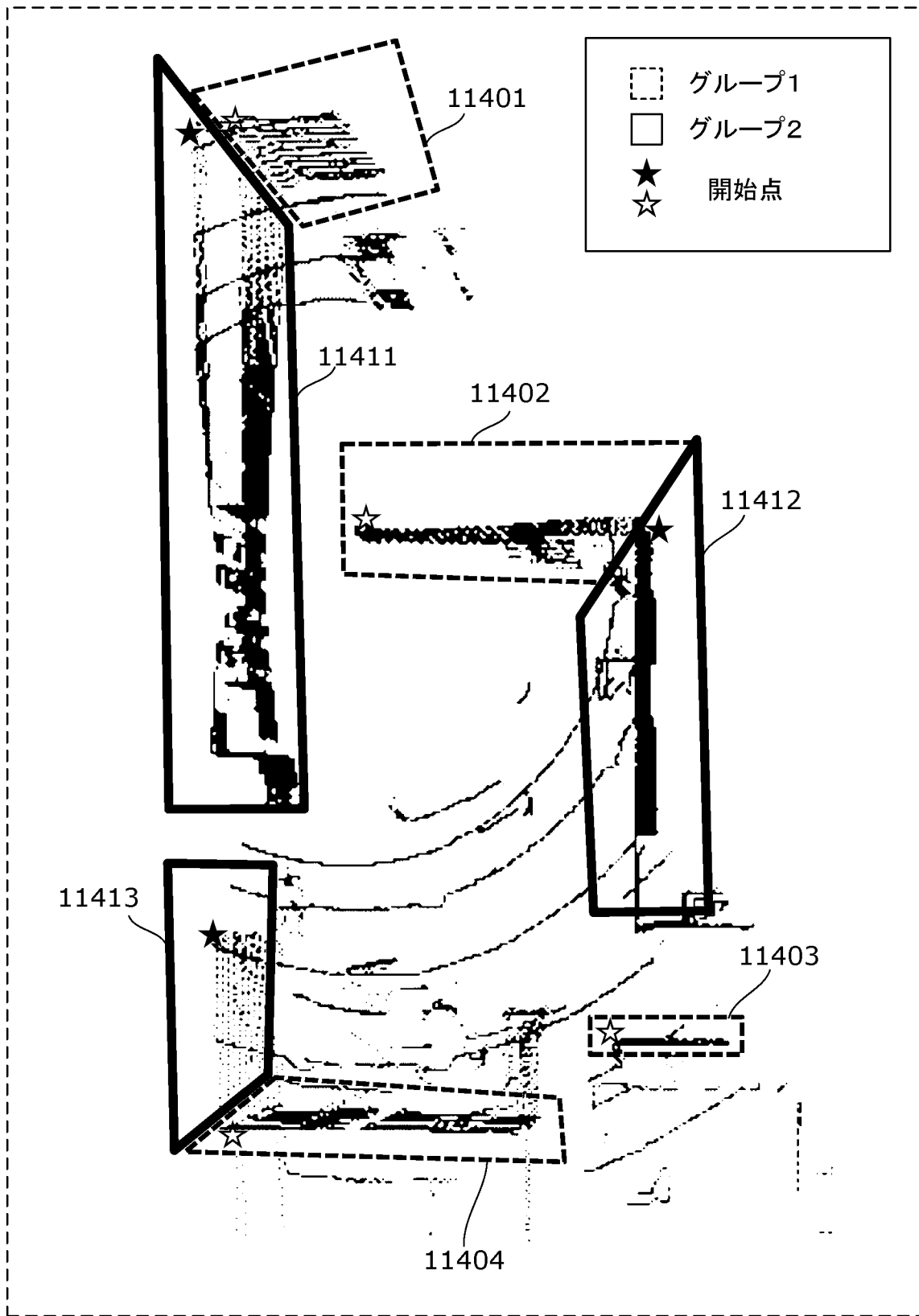
[図107]



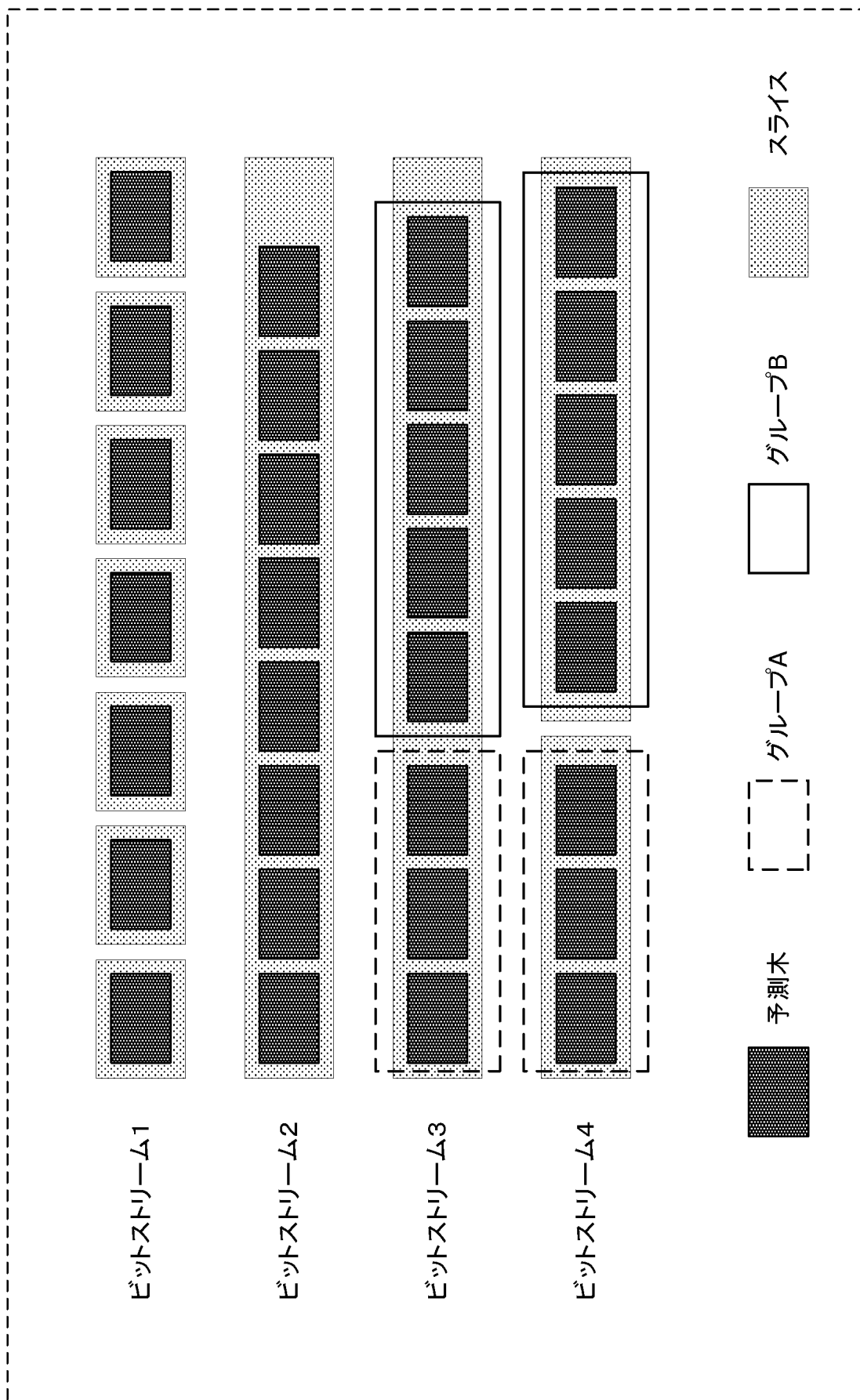
[図108]



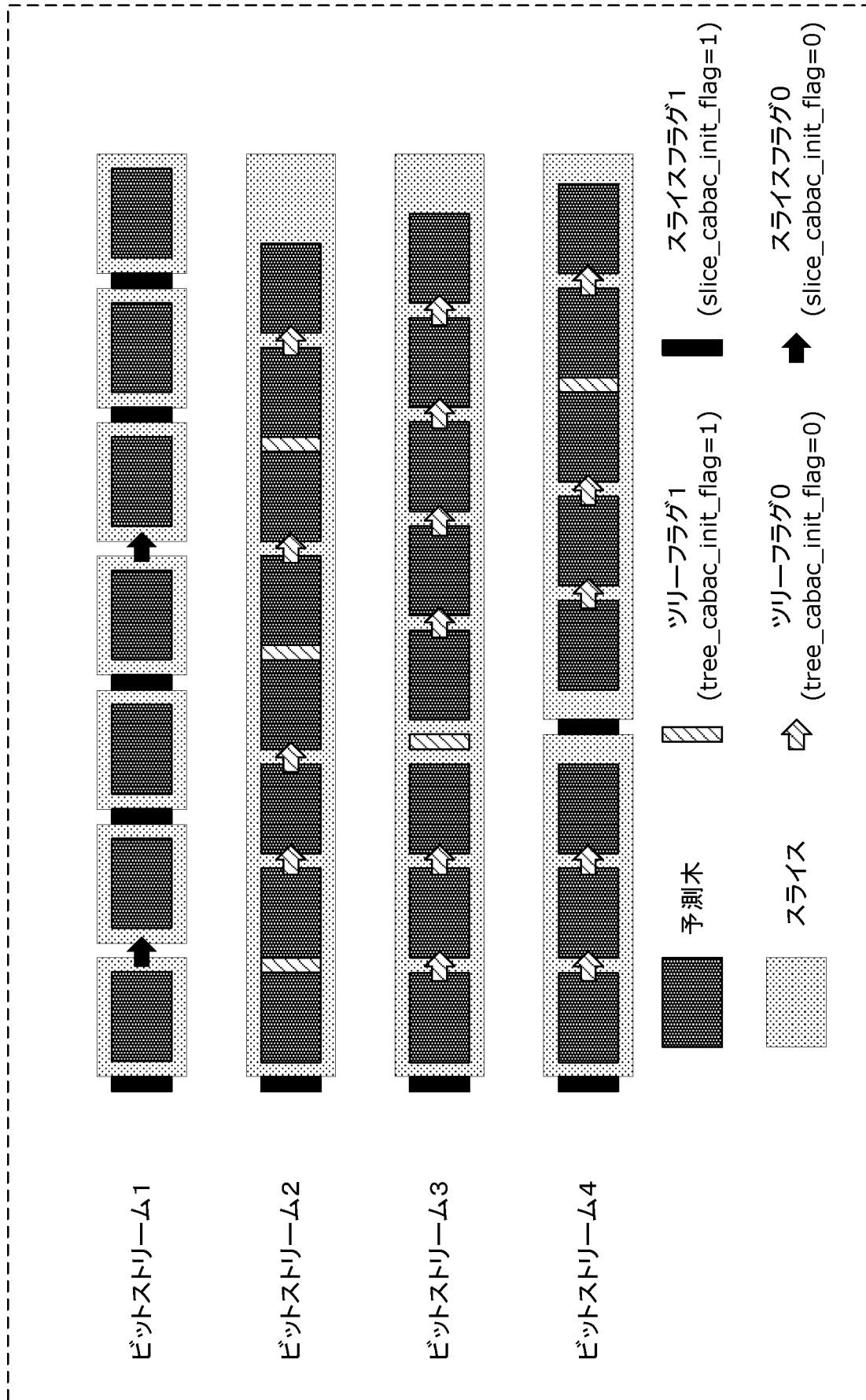
[図109]



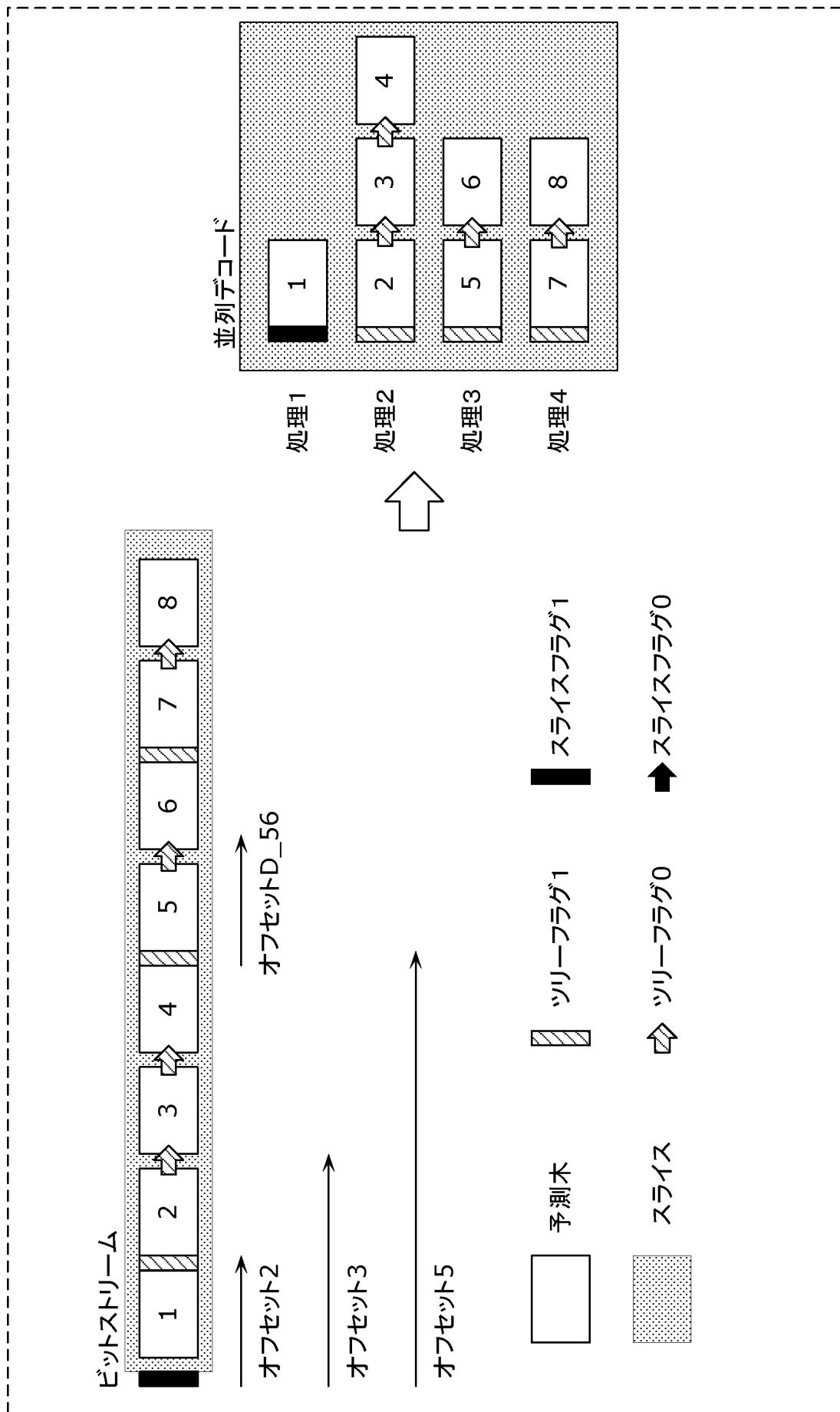
[図110]



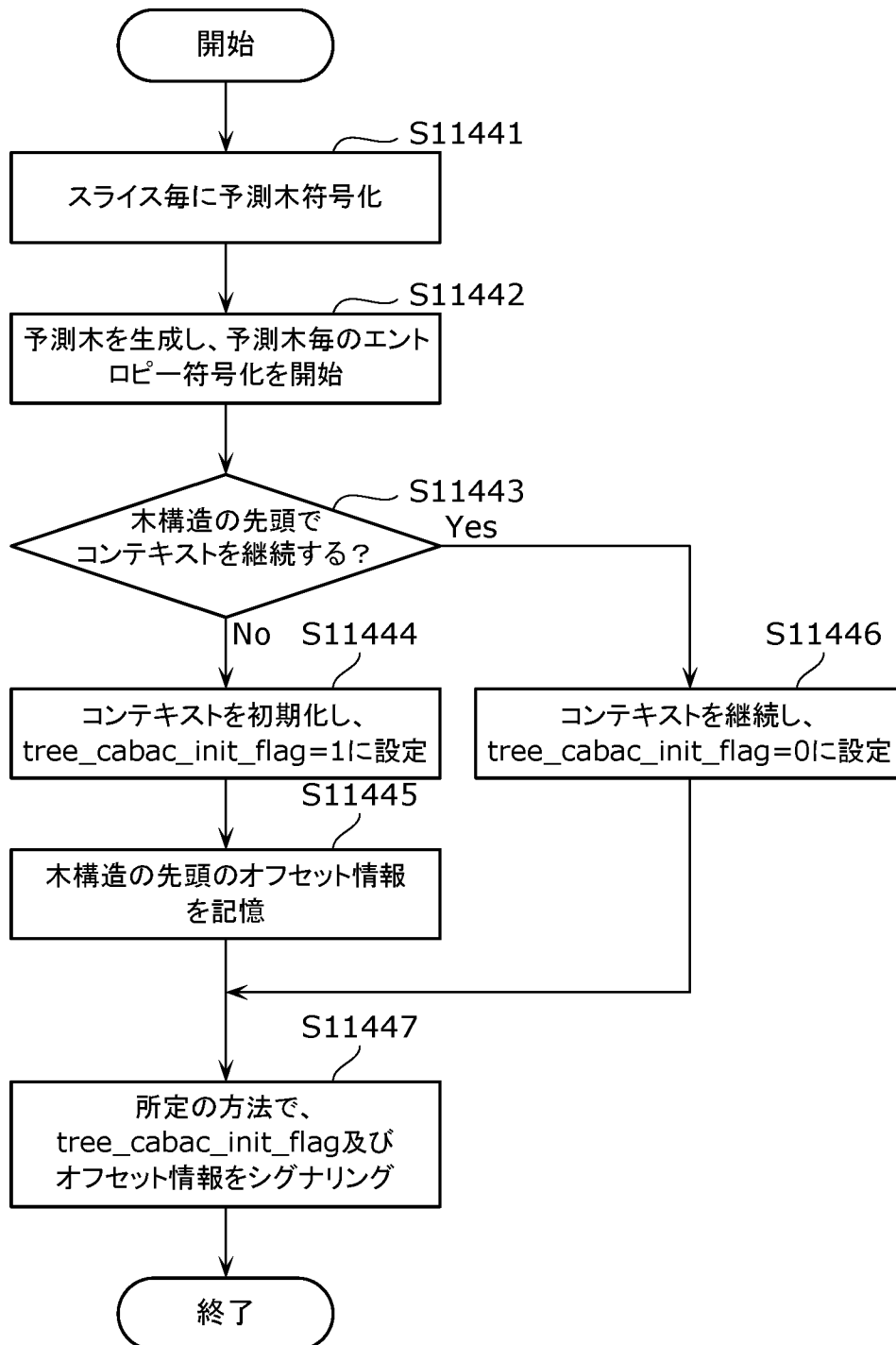
[図111]



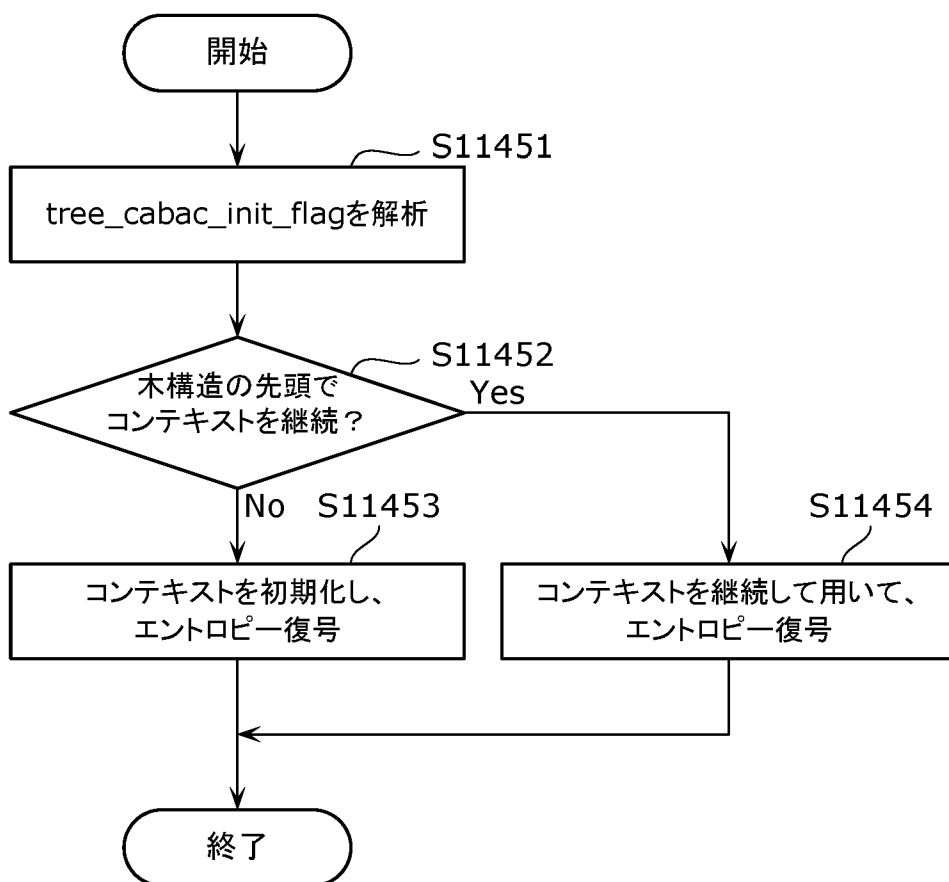
[図112]



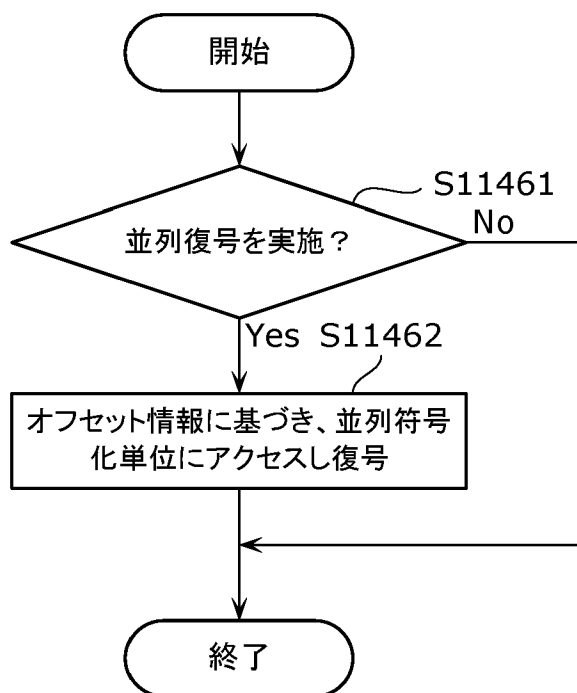
[図113]



[図114]



[図115]



[図116]

```

Geometry_data {
...
if(treemode==pred tree){
for (i=0; i<NumOfPoint; i++) {
child_count
pred_mode
root_node_flag (pred_mode==0)
if(root_node_flag) //
tree_cabac_init_flag;
}
}
}

```

[図117]

```

pc_header() {
...
num_predtree_minus2
for (i=0; i<=num_pred_tree_minus2+1; i++) {
numpoint_minus1_of_predtree[i]
tree_cabac_init_flag[i]
if(tree_cabac_init_flag[i])
offset[i]
}
}

```

[図118]

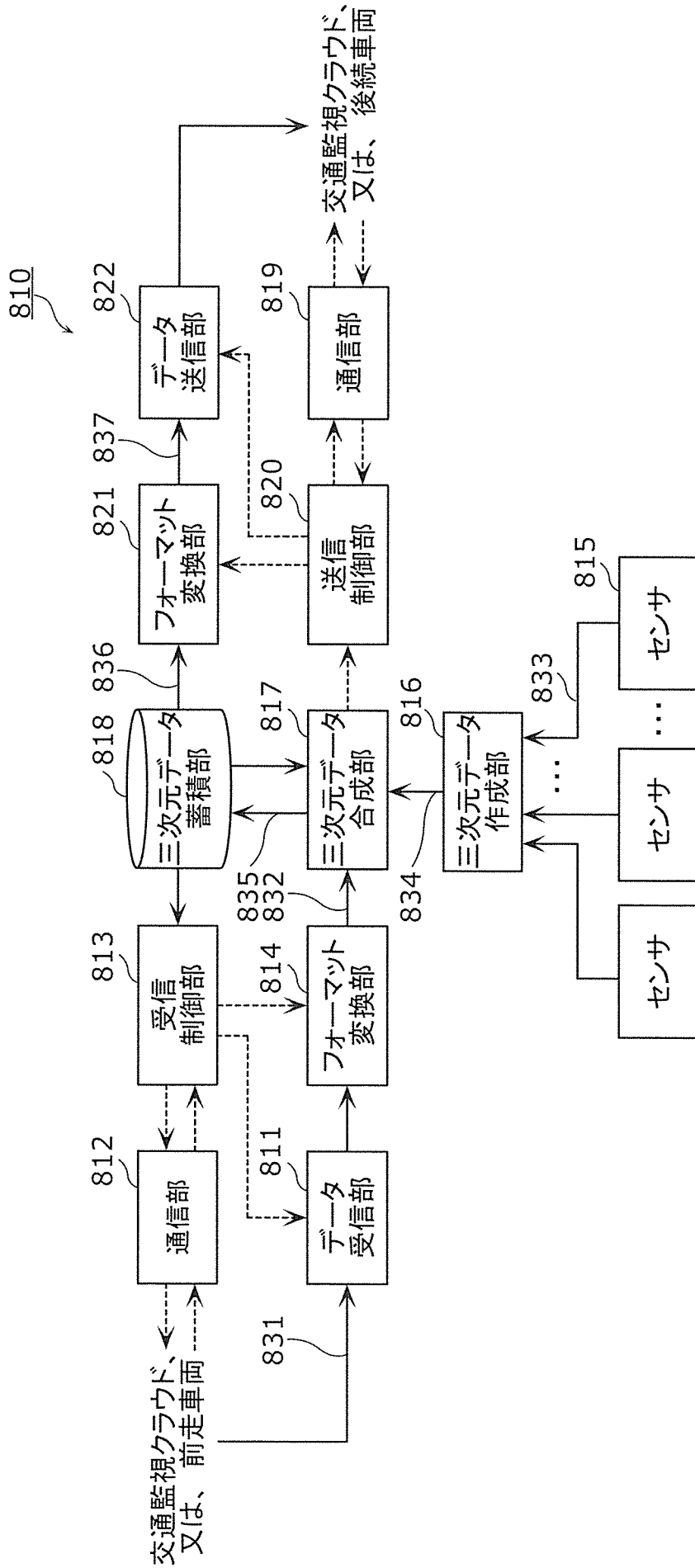
```

pc_header() {
...
num_predtree_minus1
num_rap;
for (i=0; i<=num_pred_tree_minus1+1; i++)
numpoint_minus1_of_predtree[i]

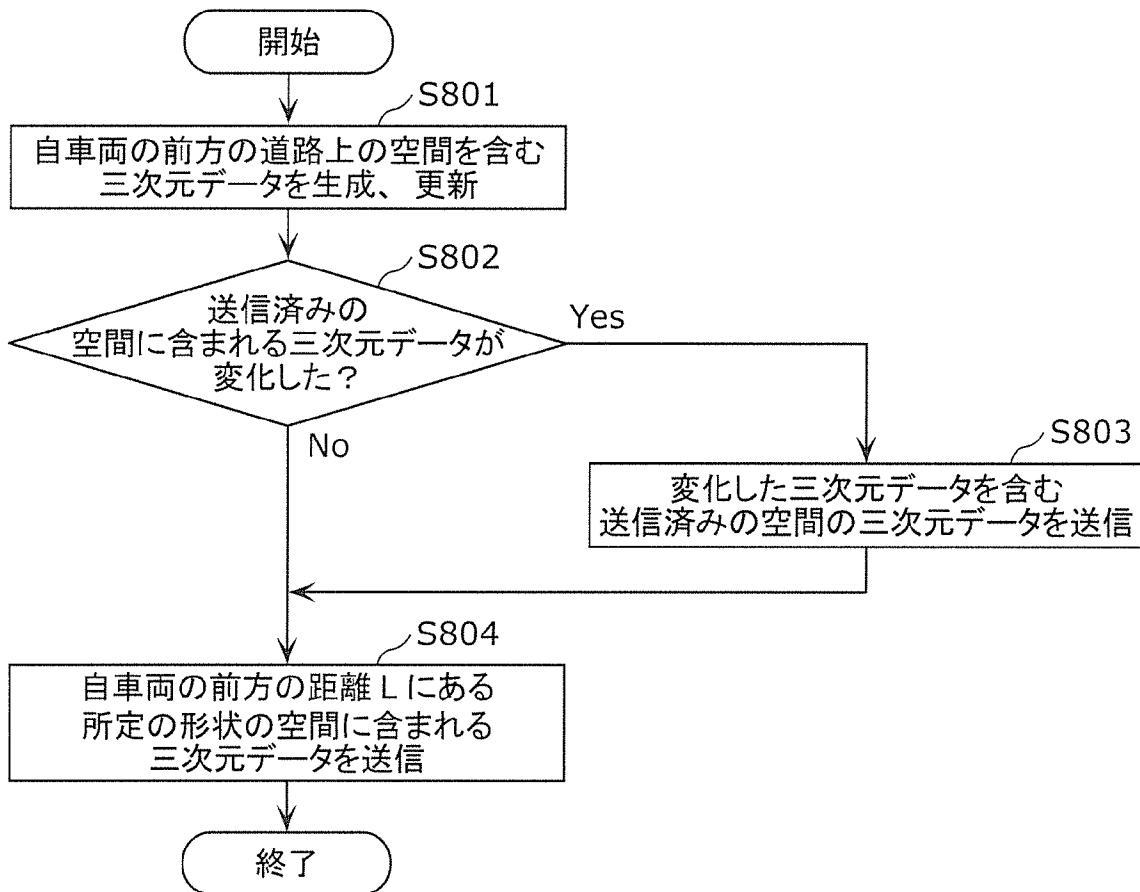
for (i=0; i<=num_rap; i++)
tree_id[i]
offset[i]
}
}

```

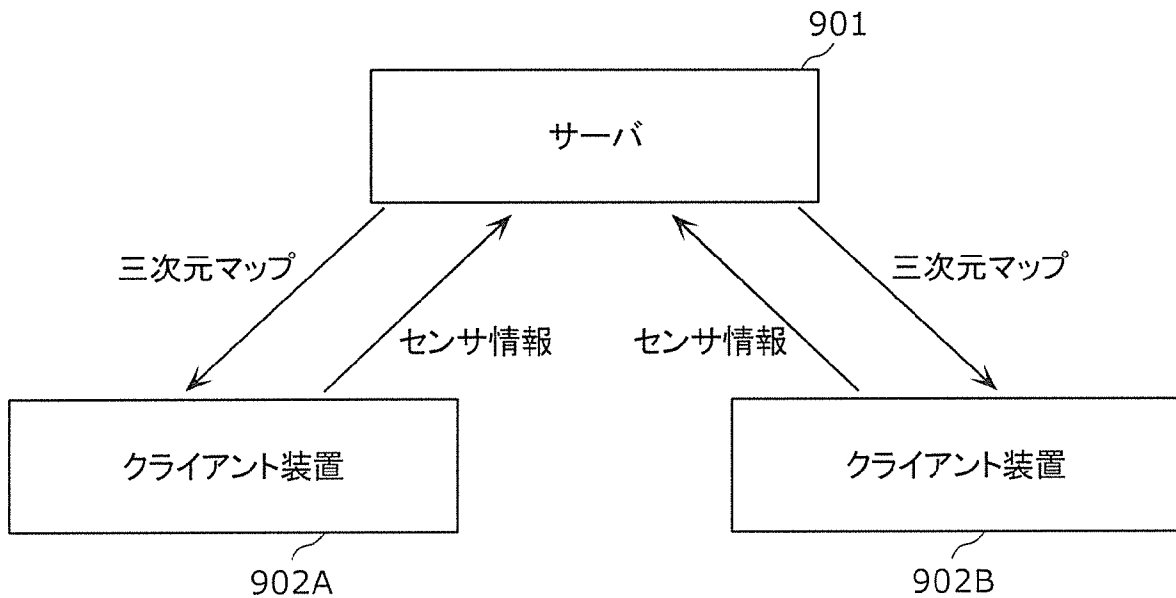
[図119]



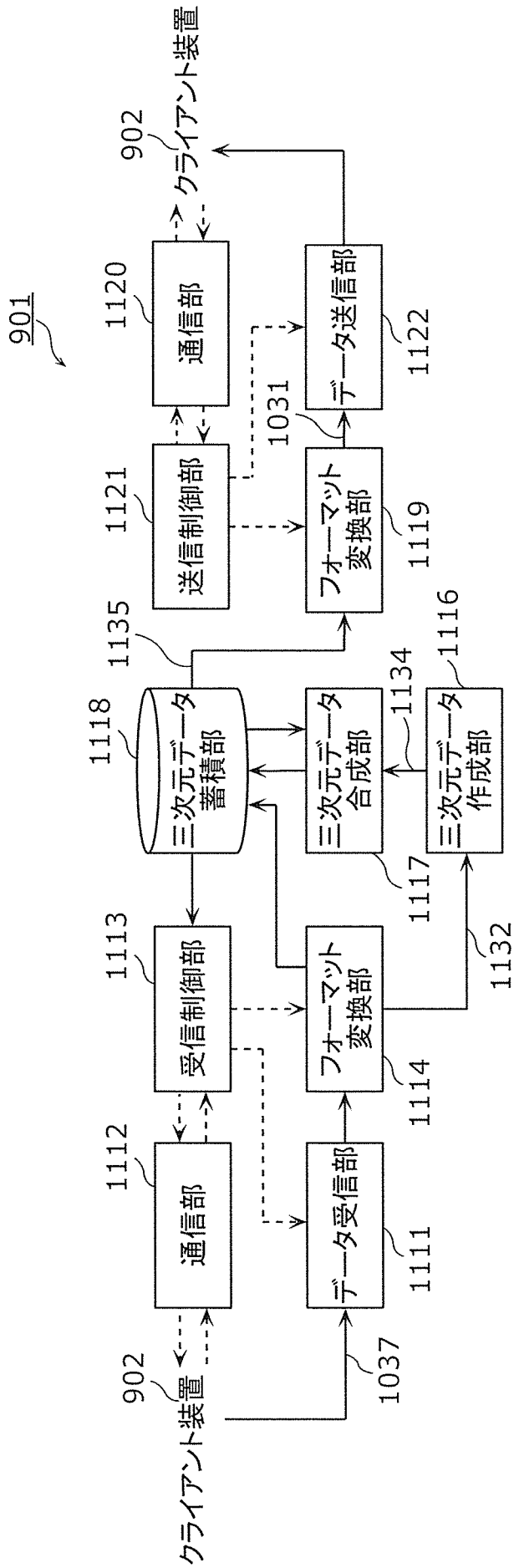
[図120]



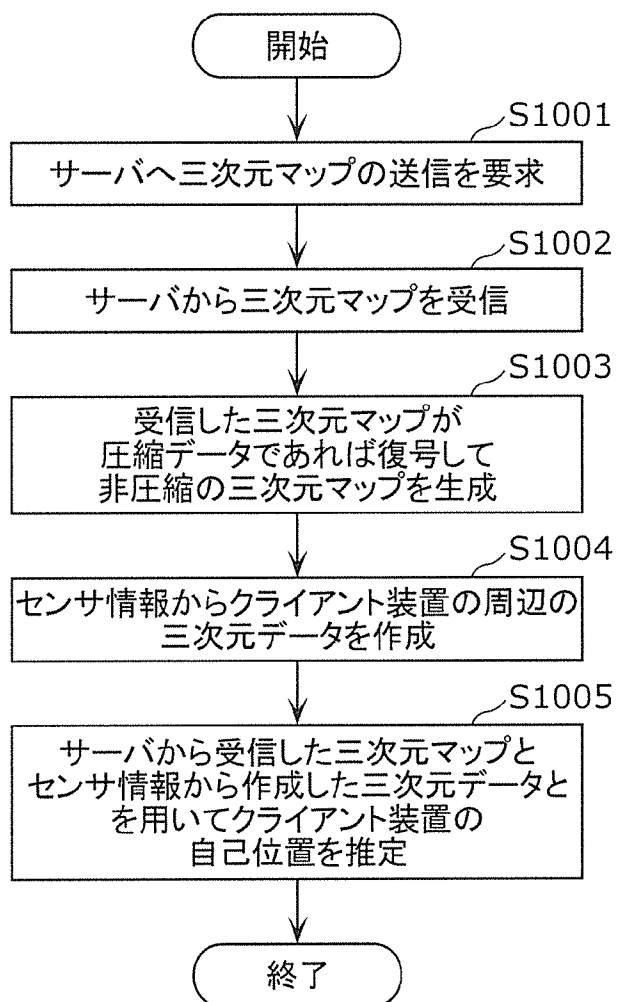
[図121]



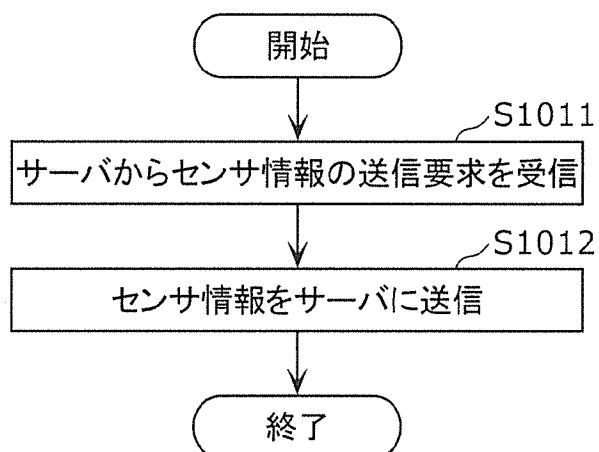
[図123]



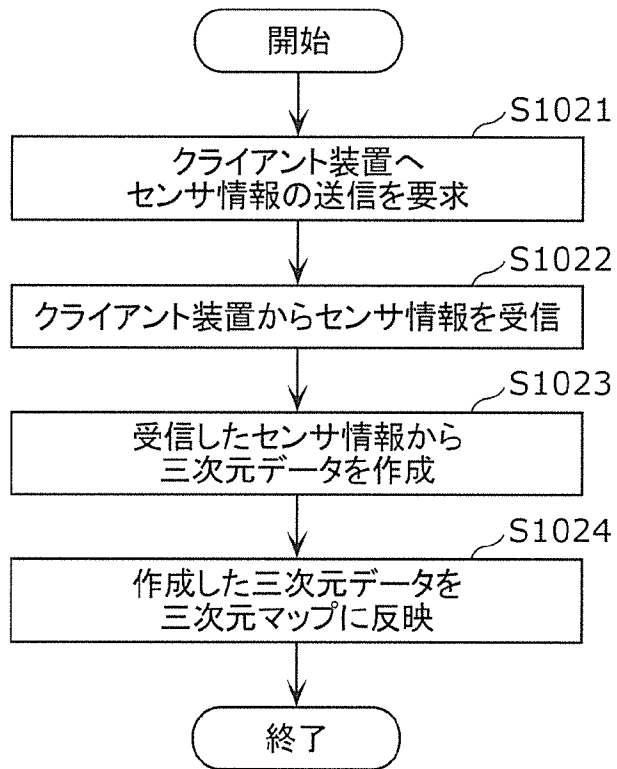
[図124]



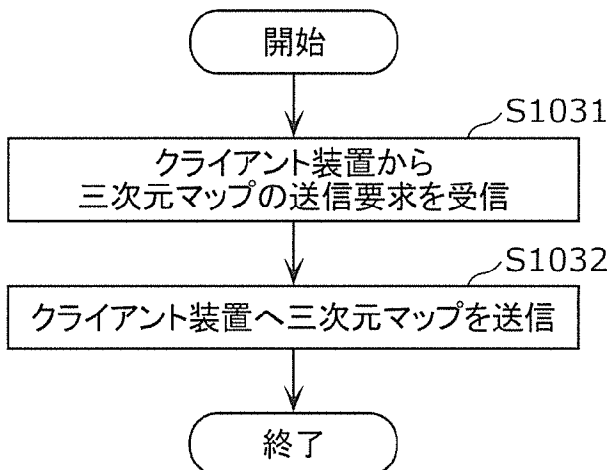
[図125]



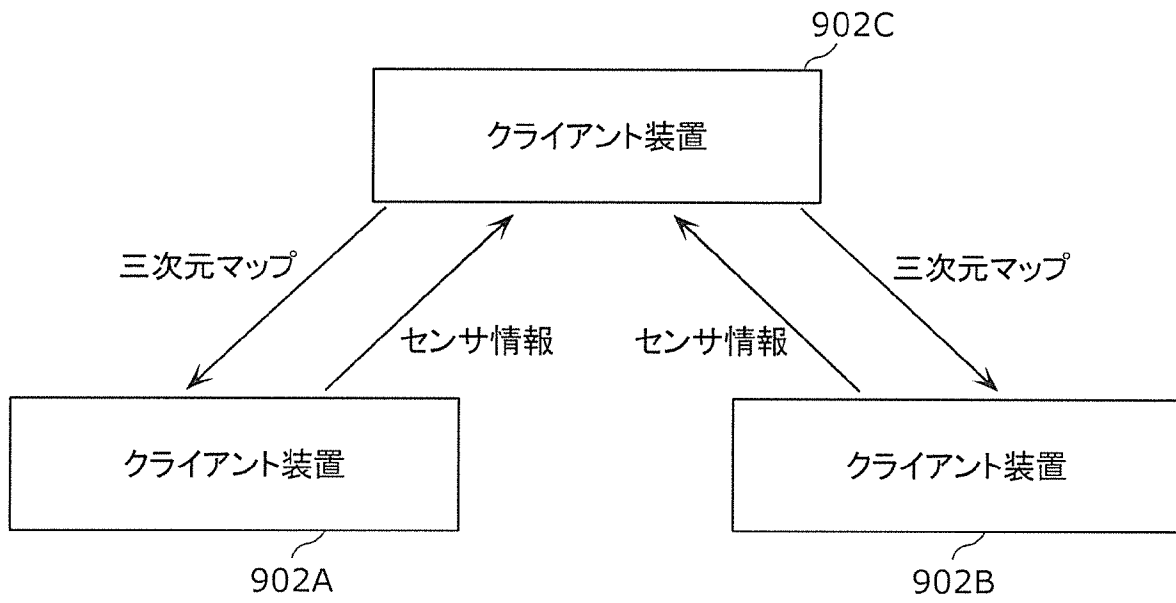
[図126]



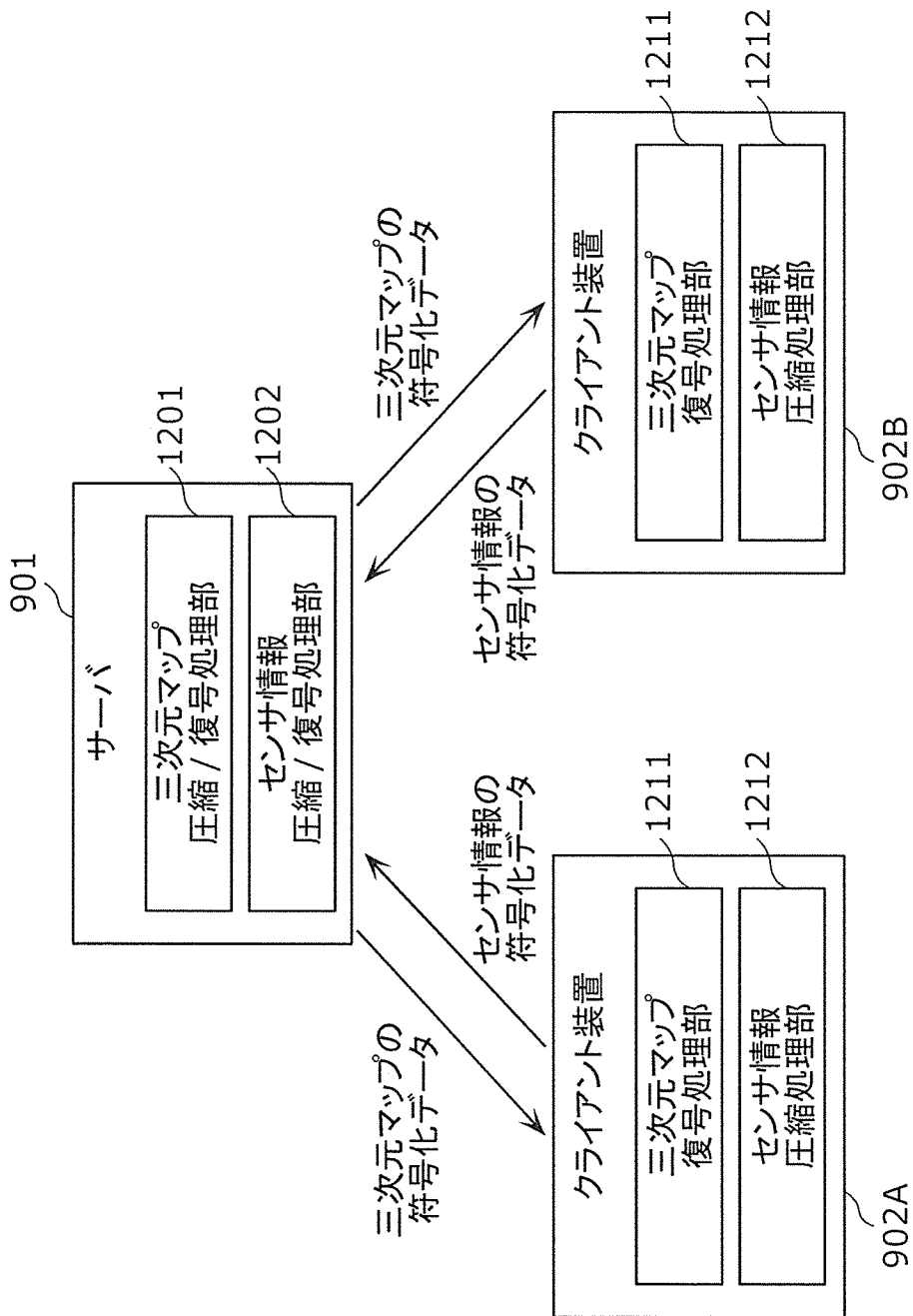
[図127]



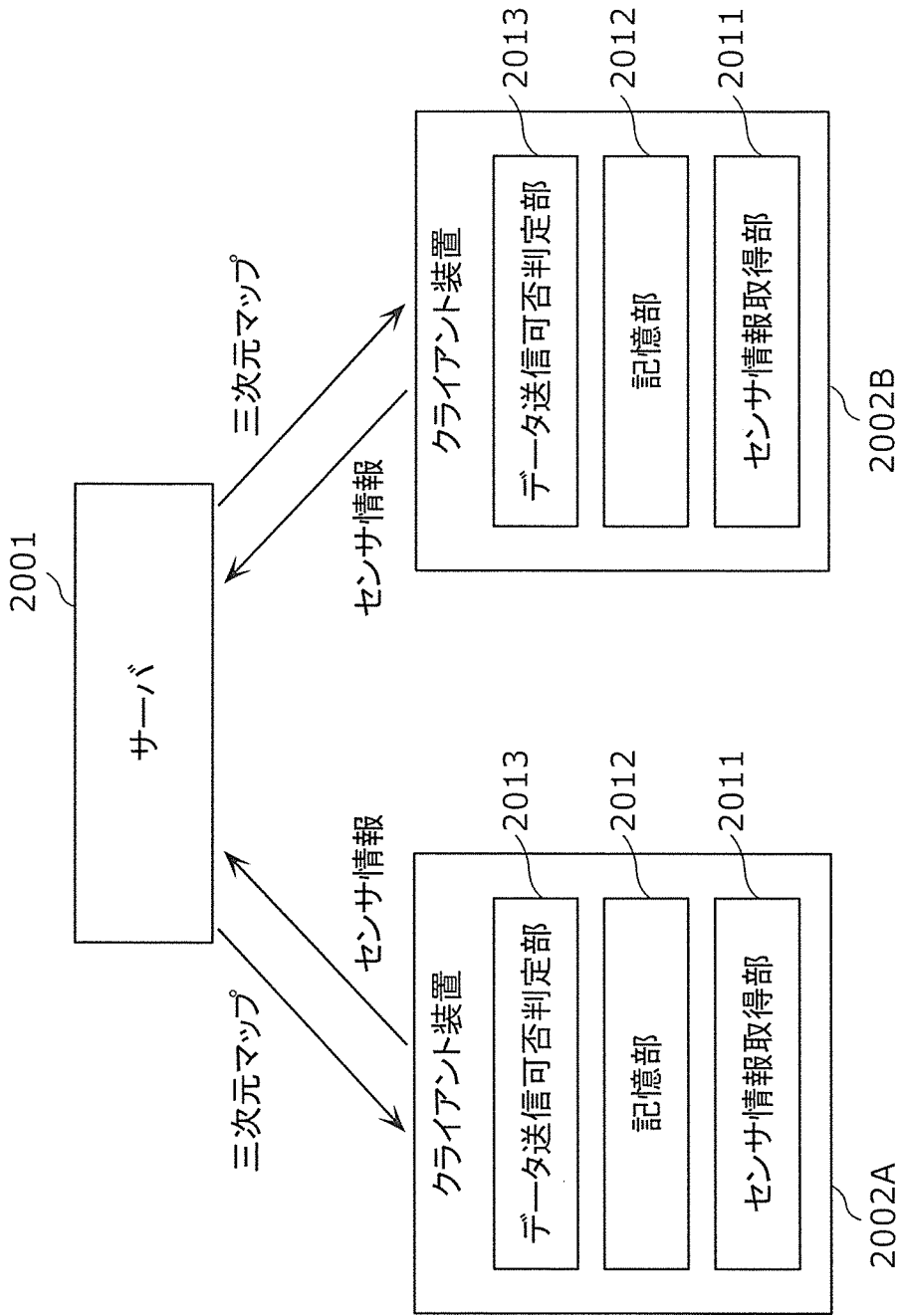
[図128]



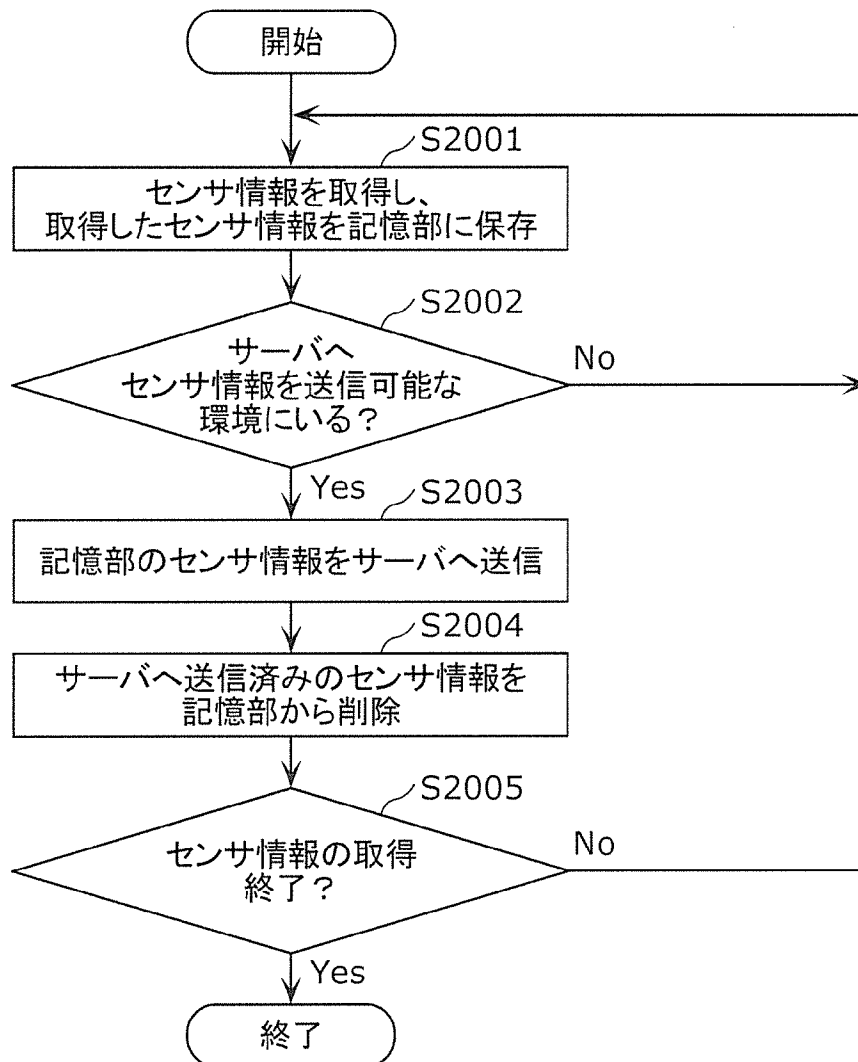
[図129]



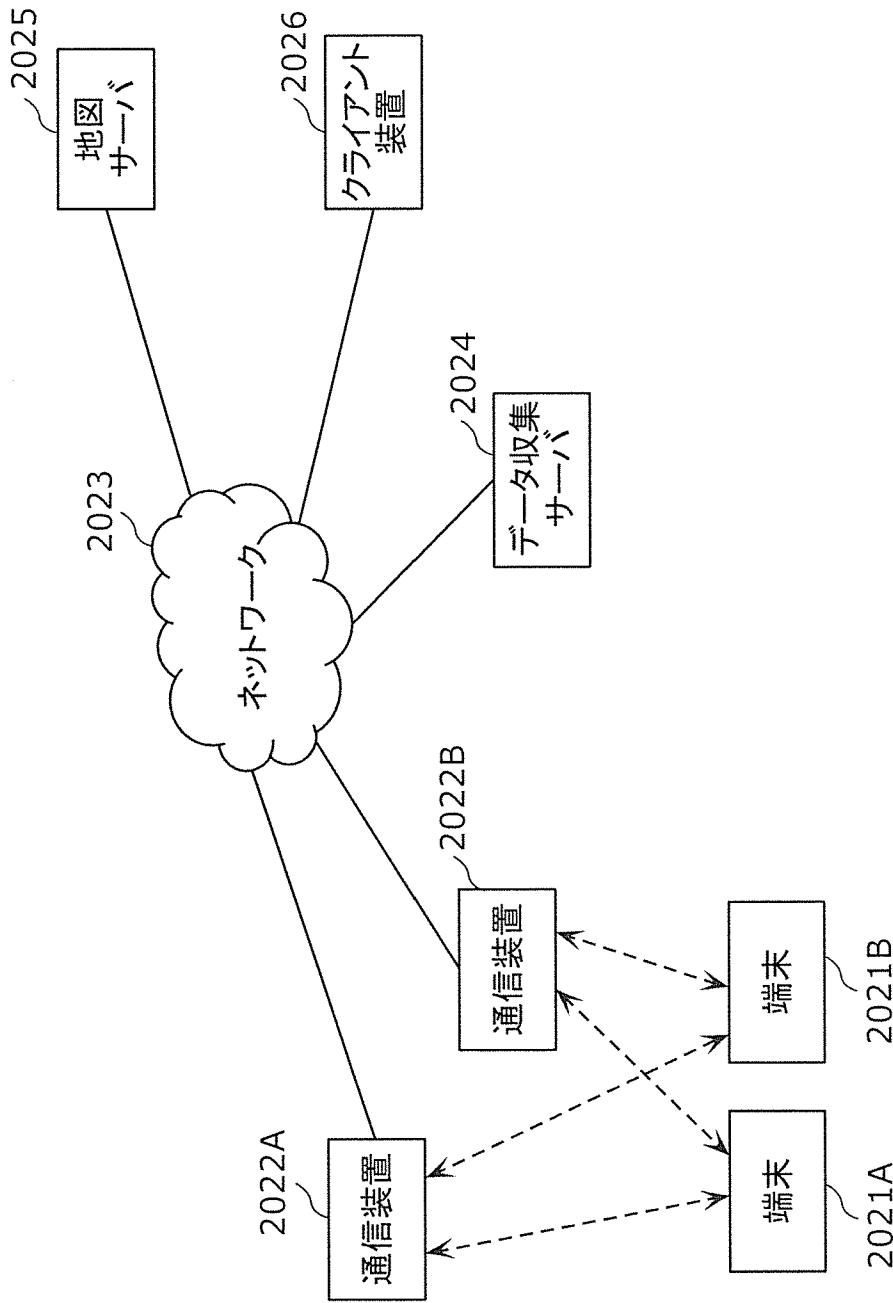
[図130]



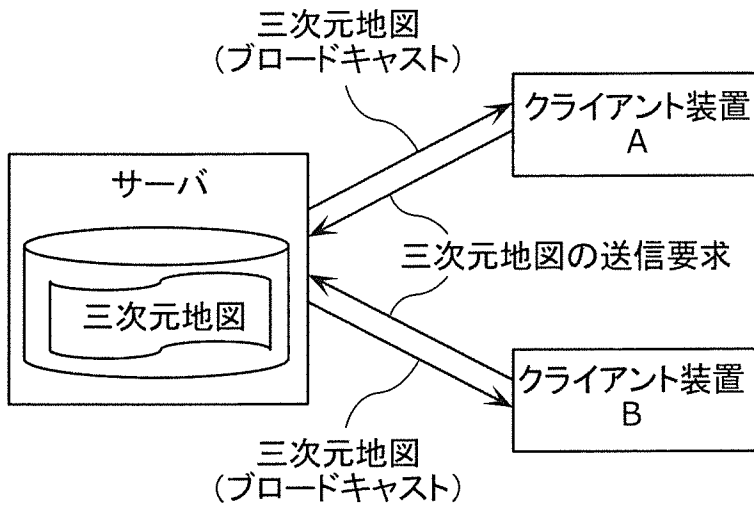
[図131]



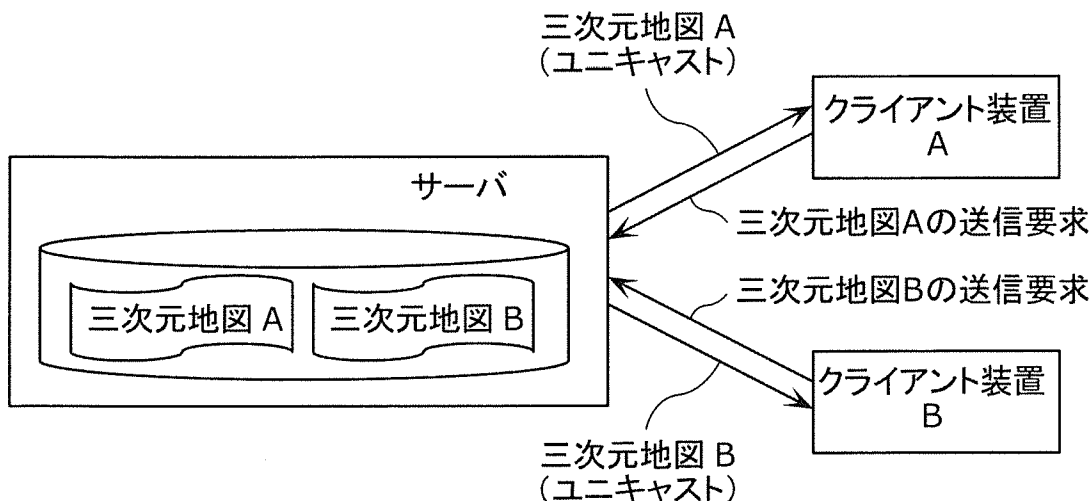
[図132]



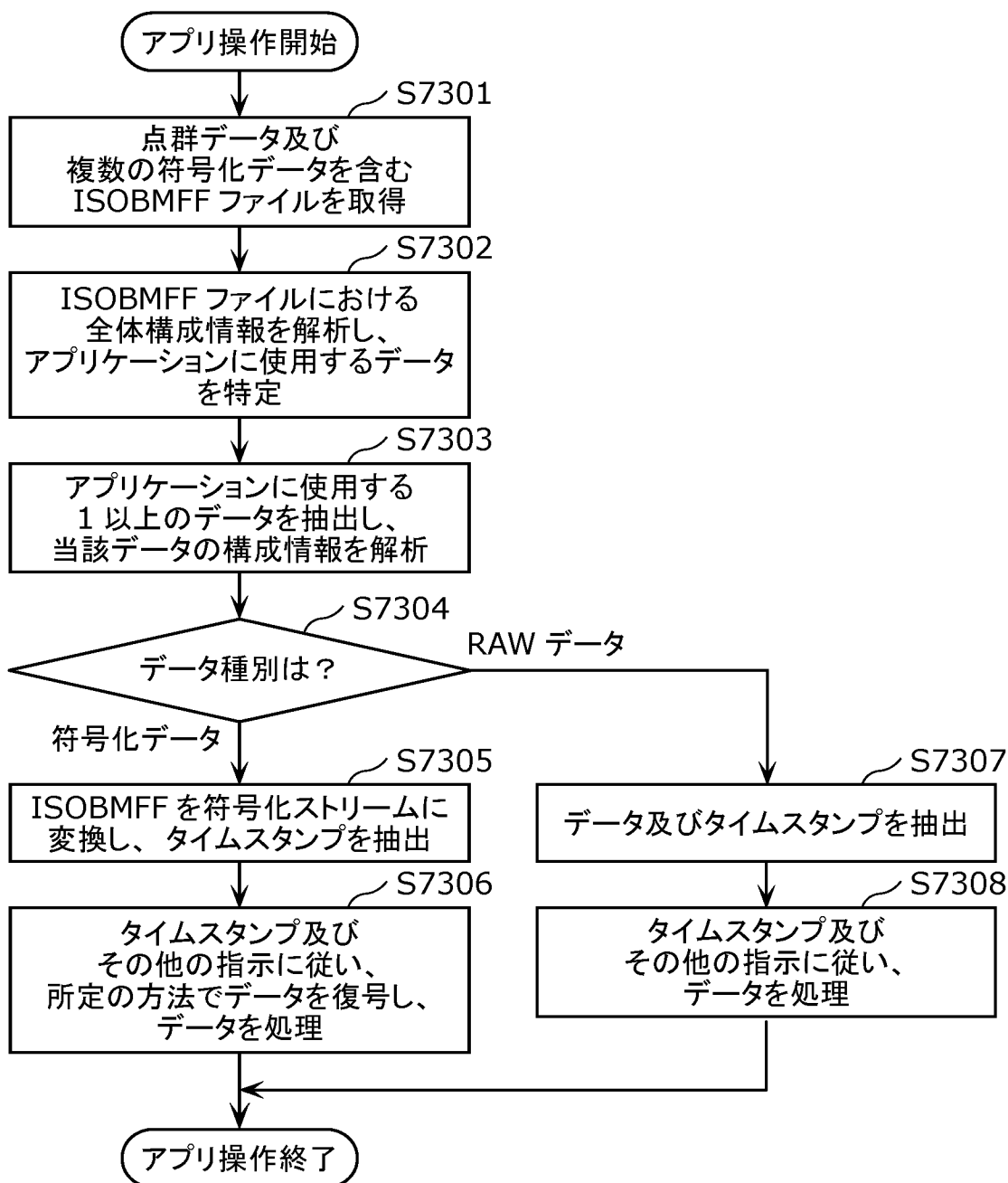
[図133]



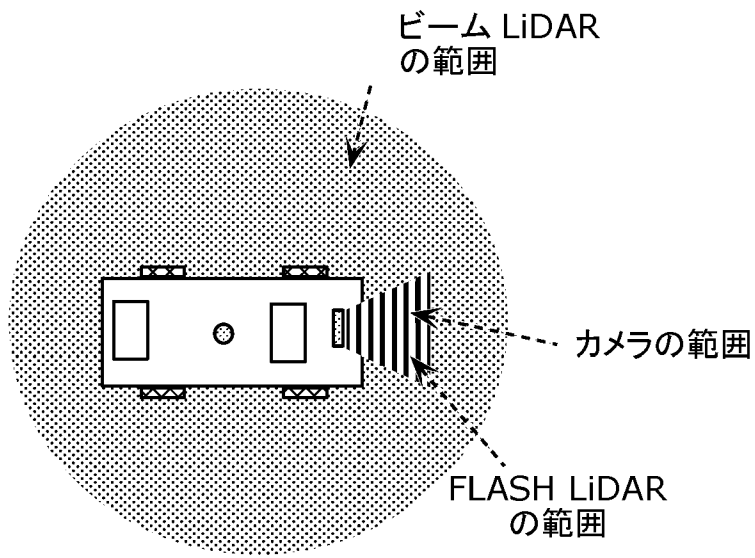
[図134]



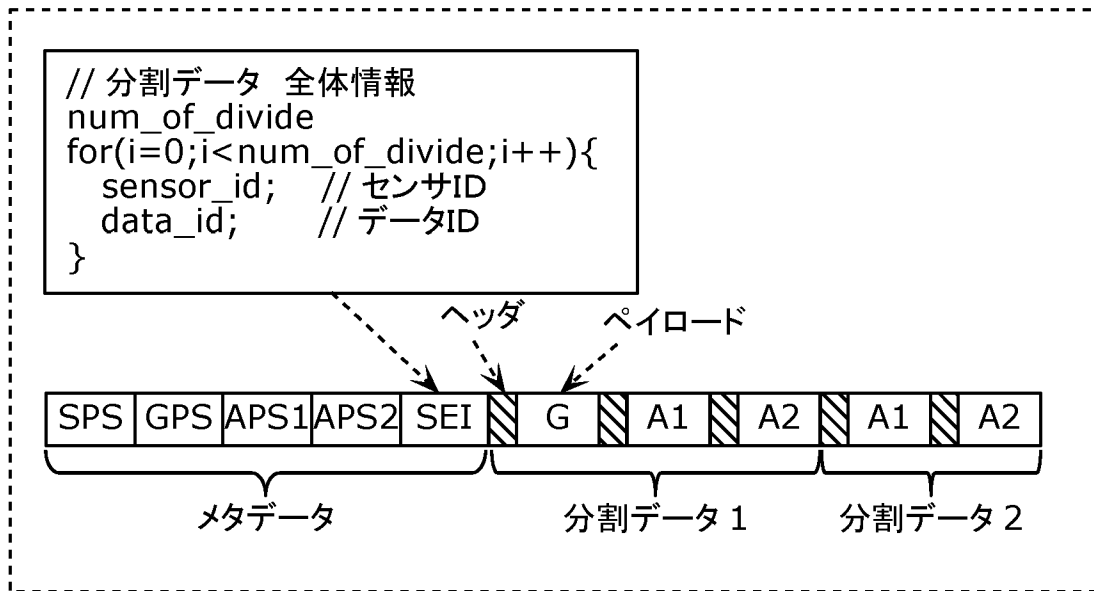
[図135]



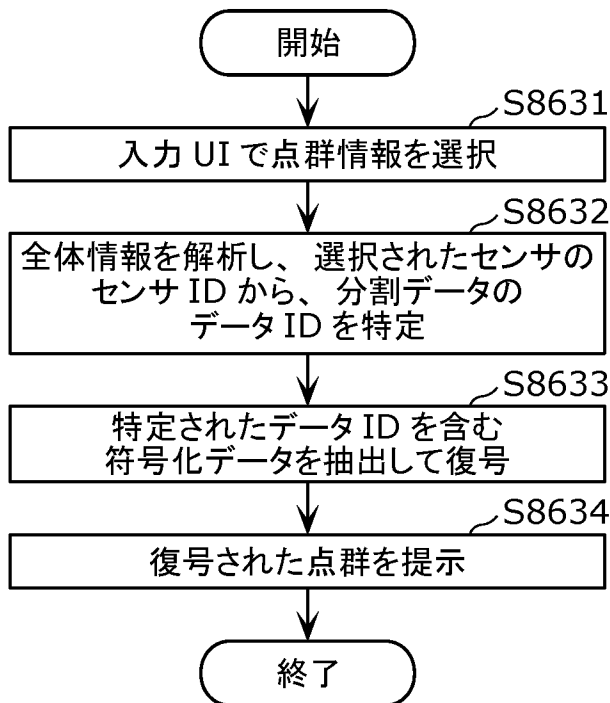
[図136]



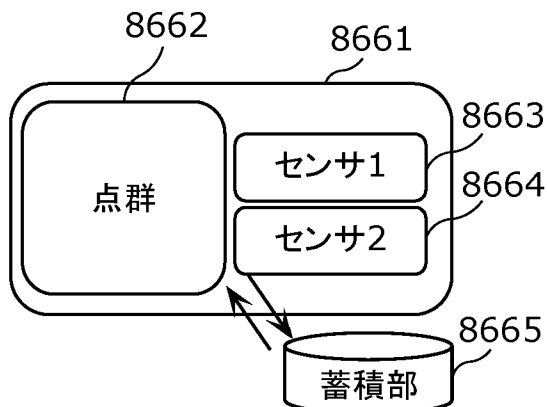
[図138]



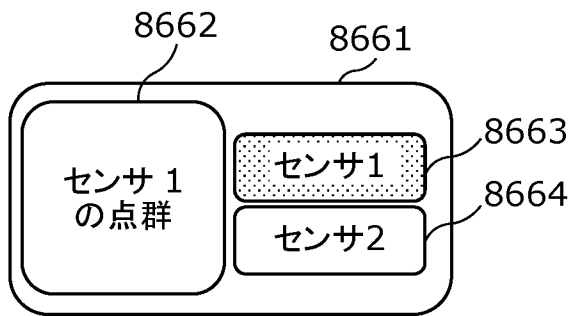
[図139]



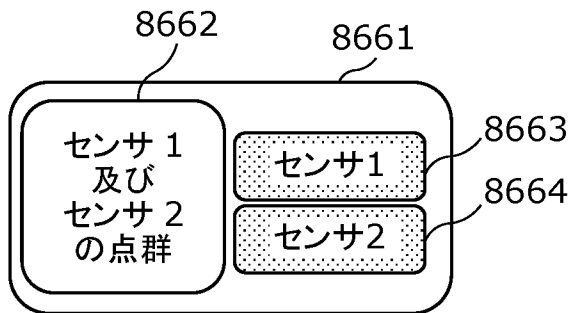
[図140]



[図141]



[図142]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/015213

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06T9/40 (2006.01) i, G06T17/00 (2006.01) i
 FI: G06T9/40, G06T17/00500

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)

Int.Cl. G06T9/40, G06T17/00

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 2019/203297 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORPORATION OF AMERICA) 24 October 2019 (2019-10-24), paragraphs [0465]-[0525], [1075]-[1161], fig. 51-68, 174-184	1-14
A	JP 2017-126890 A (CANON INC.) 20 July 2017 (2017-07-20), abstract, paragraphs [0001]-[0011], [0057], fig. 5, 13	1-14

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 11 June 2021	Date of mailing of the international search report 22 June 2021
---------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 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/JP2021/015213

WO 2019/203297 A1 24 October 2019

US 2021/0012538 A1
paragraphs [0685]-[0744],
[1291]-[1377],
fig. 51-68, 174-184
EP 3783569 A1
abstract
CN 112041888 A
abstract
KR 10-2021-0005855 A
abstract

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; G06T 17/00(2006.01)i FI: G06T9/40; G06T17/00 500		
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; G06T17/00 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2021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		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2019/203297 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) 24.10.2019 (2019-10-24) [0465]-[0525], [1075]-[1161]、図51-68, 174-184	1-14
A	JP 2017-126890 A (キャノン株式会社) 20.07.2017 (2017-07-20) 要約、[0001]-[0011], [0057]、図5, 13	1-14
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの		
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）		
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
11.06.2021	22.06.2021	
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） 真木 健彦 5H 9569 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/JP2021/015213

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2019/203297	A1	24.10.2019	US	2021/0012538	A1	
					[0685]-[0744], [1291]-		
					[1377]、Figs. 51-68, 174-18		
					4		
				EP	3783569	A1	
					Abstract		
				CN	112041888	A	
					摘要		
				KR	10-2021-0005855	A	
					Abstract		
<hr/>							
JP	2017-126890	A	20.07.2017	(ファミリーなし)			
<hr/>							