(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年9月15日(15.09.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/191132 A1

(51) 国際特許分類:
G06T 9/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/009732

(22) 国際出願日： 2022年3月7日(07.03.2022)

(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：
63/158,607 2021年3月9日(09.03.2021) 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 PROPERTY CORPORATION OF AMERICA**) [US/US]; 90504 カリフォルニア州, トーランス, スイート ４５０, ウエスト １９０ストリート２０５０ California (US).

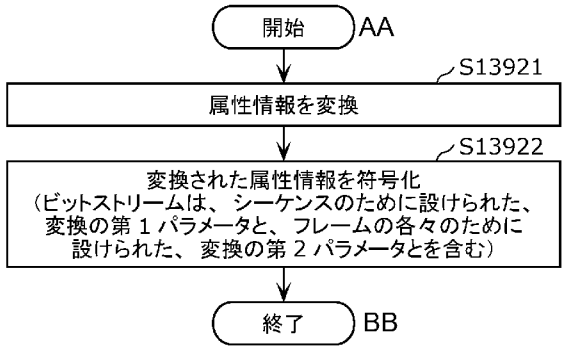
(72) 発明者: 大 川 真 人 (**OHKAWA, Masato**); 〒5718501 大阪府門真市大字門真１００６番地 パナソニック株式会社内 Osaka (JP). 井口 賀敬(**IGUCHI, Noritaka**). 杉尾 敏康(**SUGIO, Toshiyasu**). 西 孝啓(**NISHI, Takahiro**).

(74) 代理人: 新 居 広 守, 外 (**NII, Hiromori** et al.); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島５丁目３番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).

(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, JM, 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,

(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



S13921 Convert attribute information
S13922 Encode converted attribute information (bitstream includes first parameter that is for conversion and that is set for sequence and second parameter that is for conversion and that is set for each frame)
AA Start
BB End

(57) **Abstract:** This three-dimensional data encoding method includes: converting attribute information of three-dimensional points of at least one frame of a plurality of frames that constitute a sequence (S13921); and generating a bitstream by encoding the converted attribute information (S13922). The bitstream further includes: at least one first parameter that is for conversion and that is set for the sequence; and at least one second parameter that is for conversion and that is set for each at least one of the frames.

(57) 要約：三次元データ符号化方法は、シーケンスを構成する複数のフレームのうちの少なくとも一つのフレームの三次元点の属性情報を変換し（Ｓ１３９２１）、変換された属性情報を符号化することでビットストリームを生成し（Ｓ１３９２２）、ビットストリームは、さらに、シーケンスのために設けられた、変換の少なくとも一つの第１パラメータと、少なくとも一つのフレームの各々ために設けられた、変換の少なくとも一つの第２パラメータと、を含む。

WO 2022/191132 A1

［続葉有］

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)）

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、点群の位置と色とが格納される。ポイントクラウドは三次元データの表現方法として主流になると予想されるが、点群はデータ量が非常に大きい。よって、三次元データの蓄積又は伝送においては二次元の動画像（一例として、ＭＰＥＧで規格化されたＭＰＥＧ－４　ＡＶＣ又はＨＥＶＣなどがある）と同様に、符号化によるデータ量の圧縮が必須となる。

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

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

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開第２０１４／０２０６６３号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] このような三次元データ符号化方法及び三次元データ復号方法では、符号化効率を向上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、シーケンスを構成する複数のフレームのうちの少なくとも一つのフレームの三次元点の属性情報を変換し、変換された前記属性情報を符号化することでビットストリームを生成し、前記ビットストリームは、さらに、前記シーケンスのために設けられた、前記変換の少なくとも一つの第１パラメータと、前記少なくとも一つのフレームの各々ために設けられた、前記変換の少なくとも一つの第２パラメータと、を含む。

[0010] 本開示の一態様に係る三次元データ復号方法は、ビットストリームを復号することで復号属性情報を生成し、前記復号属性情報を逆変換することで、シーケンスを構成する複数のフレームのうちの少なくとも一つのフレームの三次元点の属性情報を生成し、前記ビットストリームは、さらに、前記シーケンスのために設けられた、前記逆変換の少なくとも一つの第１パラメータと、前記少なくとも一つのフレームの各々ために設けられた、前記逆変換の少なくとも一つの第２パラメータと、を含む。

発明の効果

[0011] 本開示は、符号化効率を向上できる三次元データ符号化方法、三次元データ復号方法、三次元データ符号化装置、又は三次元データ復号装置を提供できる。

図面の簡単な説明

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

[図2]図２は、実施の形態１に係る点群データの構成例を示す図である。

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

[図4]図４は、実施の形態１に係る点群データの種類を示す図である。

[図5]図５は、実施の形態１に係る第１の符号化部の構成を示す図である。

[図6]図６は、実施の形態１に係る第１の符号化部のブロック図である。

[図7]図７は、実施の形態１に係る第１の復号部の構成を示す図である。

[図8]図８は、実施の形態１に係る第１の復号部のブロック図である。

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

[図10]図１０は、実施の形態１に係る位置情報の例を示す図である。

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

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

[図13]図１３は、実施の形態１に係る属性情報符号化部のブロック図である。

[図14]図１４は、実施の形態１に係る属性情報復号部のブロック図である。

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

[図16]図１６は、実施の形態１に係る属性情報符号化部のブロック図である。

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

[図18]図１８は、実施の形態１に係る属性情報復号部のブロック図である。

[図19]図１９は、実施の形態１に係る第２の符号化部の構成を示す図である。

[図20]図２０は、実施の形態１に係る第２の符号化部のブロック図である。

[図21]図２１は、実施の形態１に係る第２の復号部の構成を示す図である。

[図22]図２２は、実施の形態１に係る第２の復号部のブロック図である。

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

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

[図25]図２５は、実施の形態２に係る符号化データの構成例を示す図である。

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

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

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

[図29]図２９は、実施の形態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に係る三次元データ符号化装置の構成を示すブロック図である。

[図34]図３４は、実施の形態３に係る三次元データ復号装置の構成を示すブロック図である。

[図35]図３５は、実施の形態３に係るＳＰＳのシンタックスの第１例を示す図である。

[図36]図３６は、実施の形態３に係るビットストリームの構成例を示す図である。

[図37]図３７は、実施の形態３に係るＳＰＳのシンタックスの第２例を示す図である。

[図38]図３８は、実施の形態３に係る変換情報のシンタックスの第１例を示す図である。

[図39]図３９は、実施の形態３に係る変換情報のシンタックスの第２例を示す図である。

[図40]図４０は、実施の形態３に係る三次元データ符号化装置の処理手順を示すフローチャートである。

[図41]図４１は、実施の形態３に係る三次元データ復号装置の処理手順を示すフローチャートである。

[図42]図４２は、実施の形態３に係る三次元データ符号化装置の処理の別の一例を説明するためのブロック図である。

[図43]図４３は、実施の形態３に係る三次元データ復号装置の処理の別の一例を説明するためのブロック図である。

[図44]図４４は、実施の形態４に係るＳＥＩのシンタックス例を示す図である。

[図45]図４５は、実施の形態４に係るｐｌｙ＿ｆｏｒｍａｔ＿ｉｎｆｏ（）のシンタックス例を示す図である。

[図46]図４６は、実施の形態４に係るｌａｓ＿ｆｏｒｍａｔ＿ｉｎｆｏ（）のシンタックス例を示す図である。

[図47]図４７は、実施の形態４に係るｐｕｂｌｉｃ＿ｈｅａｄｅｒ＿ｂｌｏｃｋ（）のシンタックス例を示す図である。

[図48]図４８は、実施の形態４に係るｖａｒｉａｂｌｅ＿ｌｅｎｇｔｈ＿ｒｅｃｏｒｄｓ（）のシンタックス例を示す図である。

[図49]図４９は、実施の形態４に係るｐｏｉｎｔ＿ｄａｔａ＿ｒｅｃｏｒｄｓ（）のシンタックス例を示す図である。

[図50]図５０は、実施の形態４に係るｅｘｔｅｎｄｅｄ＿ｖａｒｉａｂｌｅ＿ｌｅｎｇｔｈ＿ｒｅｃｏｒｄｓ（）のシンタックス例を示す図である。

[図51]図５１は、実施の形態４の第１の例に係る三次元データ符号化装置のブロック図である。

[図52]図５２は、実施の形態４の第１の例に係る三次元データ復号装置のブロック図である。

[図53]図５３は、実施の形態４の第１の例に係る変換部による処理の例を示す図である。

[図54]図５４は、実施の形態４の第１の例に係る変換部による処理の例を示す図である。

[図55]図５５は、実施の形態４の第１の例に係る逆変換部による処理の例を示す図である。

[図56]図５６は、実施の形態４の第１の例に係る逆変換部による処理の例を示す図である。

[図57]図５７は、実施の形態４に係るＳＰＳのシンタックス例を示す図である。

[図58]図５８は、実施の形態４に係るａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｐａｒａｍｅｔｅｒ（ｉ）のシンタックス例を示す図である。

[図59]図５９は、実施の形態４に係る三次元データ符号化処理のフローチャートである。

[図60]図６０は、実施の形態４に係る三次元データ復号処理のフローチャートである。

[図61]図６１は、実施の形態４の第２の例に係る三次元データ符号化装置のブロック図である。

[図62]図６２は、実施の形態４の第２の例に係る変換部による処理の例を示す図である。

[図63]図６３は、実施の形態４の第２の例に係る逆変換部による処理の例を示す図である。

[図64]図６４は、実施の形態４の第３の例に係る三次元データ符号化装置の構成を示すブロック図である。

[図65]図６５は、実施の形態４の第３の例に係る変換部による処理の例を示す図である。

[図66]図６６は、実施の形態４の第３の例に係る変換部による処理の例を示す図である。

[図67]図６７は、実施の形態４の第３の例に係る変換部による処理の例を示す図である。

[図68]図６８は、実施の形態４の第３の例に係る逆変換部による処理の例を示す図である。

[図69]図６９は、実施の形態４の第３の例に係る逆変換部による処理の例を示す図である。

[図70]図７０は、実施の形態４の第３の例に係る逆変換部による処理の例を示す図である。

[図71]図７１は、実施の形態４の第４の例に係る三次元データ符号化装置のブロック図である。

[図72]図７２は、実施の形態４の第４の例に係る三次元データ復号装置のブロック図である。

[図73]図７３は、実施の形態４の第５の例に係る変換部による処理の例を示す図である。

[図74]図７４は、実施の形態４に係るＳＰＳ及びＳＥＩのシンタックス例を示す図である。

[図75]図７５は、実施の形態４に係る変換情報の格納例を示す図である。

[図76]図７６は、実施の形態４に係る三次元データ符号化処理のフローチャートである。

[図77]図７７は、実施の形態４に係る三次元データ復号処理のフローチャー

トである。

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、シーケンスを構成する複数のフレームのうちの少なくとも一つのフレームの三次元点の属性情報を変換し、変換された前記属性情報を符号化することでビットストリームを生成し、前記ビットストリームは、さらに、前記シーケンスのために設けられた、前記変換の少なくとも一つの第１パラメータと、前記少なくとも一つのフレームの各々ために設けられた、前記変換の少なくとも一つの第２パラメータと、を含む。

[0014] これによれば、三次元データ符号化方法は、例えば、変換のパラメータの切り替えをシーケンス単位とフレーム単位との両方で選択的に制御できる。これにより、適切な変換処理を行うことができるので符号化効率を向上できる。

[0015] 例えば、前記ビットストリームから前記属性情報を復号する三次元データ復号装置において、前記ビットストリームに、処理対象のフレームに対応する前記第２パラメータが含まれる場合、前記第２パラメータが用いられてもよい。

[0016] 例えば、前記三次元データ復号装置において、前記ビットストリームに、前記処理対象のフレームに対応する前記第２パラメータが含まれない場合、前記第１パラメータが用いられてもよい。

[0017] 例えば、前記変換では、前記属性情報に、第１の値の乗算又は除算と、第２の値の加算又は減算との少なくとも一方が行われ、前記少なくとも一つの第１パラメータ及び前記少なくとも一つの第２パラメータの各々は、前記第１の値又は前記第２の値の少なくとも一方を示してもよい。

[0018] 例えば、前記ビットストリームは、前記属性情報を含む、前記三次元点の複数種別の情報を含み、前記ビットストリームは、さらに、前記複数種別の情報の各々が圧縮対象であるかを示す第１情報を含んでもよい。

[0019] 例えば、前記複数種別の情報は、前記三次元点の複数種別の属性情報を含

んでもよい。例えば、前記複数種別の情報は、前記三次元点の位置情報を含んでもよい。

[0020] 例えば、前記ビットストリームは、前記シーケンスのための第１制御情報を含み、前記第１制御情報は、前記複数種別の情報の一覧を示す情報を含み、前記第１情報は、前記第１制御情報を特定する情報と、圧縮対象の情報が前記一覧の何番目の情報であるかを示す情報とを含んでもよい。

[0021] 例えば、前記ビットストリームは、さらに、前記属性情報を含む点群データのフォーマット種別を示す第２情報を含んでもよい。

[0022] 本開示の一態様に係る三次元データ復号方法は、ビットストリームを復号することで復号属性情報を生成し、前記復号属性情報を逆変換することで、シーケンスを構成する複数のフレームのうちの少なくとも一つのフレームの三次元点の属性情報を生成し、前記ビットストリームは、さらに、前記シーケンスのために設けられた、前記逆変換の少なくとも一つの第１パラメータと、前記少なくとも一つのフレームの各々ために設けられた、前記逆変換の少なくとも一つの第２パラメータと、を含む。

[0023] これによれば、三次元データ復号方法は、符号化効率が向上されたビットストリームから属性情報を復号できる。

[0024] 例えば、前記ビットストリームに、処理対象のフレームに対応する前記第２パラメータが含まれる場合、前記第２パラメータを用いて、前記処理対象のフレームの復号属性情報を逆変換してもよい。

[0025] 例えば、前記ビットストリームに、前記処理対象のフレームに対応する前記第２パラメータが含まれない場合、前記第１パラメータを用いて、前記処理対象のフレームの前記復号属性情報を逆変換してもよい。

[0026] 例えば、前記逆変換では、前記復号属性情報に、第１の値の乗算又は除算と、第２の値の加算又は減算との少なくとも一方が行われ、前記少なくとも一つの第１パラメータ及び前記少なくとも一つの第２パラメータの各々は、前記第１の値又は前記第２の値の少なくとも一方を示してもよい。

[0027] 例えば、前記ビットストリームは、前記属性情報を含む、前記三次元点の

複数種別の情報を含み、前記ビットストリームは、さらに、前記複数種別の情報の各々が圧縮対象であるかを示す第１情報を含んでもよい。

[0028] 例えば、前記複数種別の情報は、前記三次元点の複数種別の属性情報を含んでもよい。例えば、前記複数種別の情報は、前記三次元点の位置情報を含んでもよい。

[0029] 例えば、前記ビットストリームは、前記シーケンスのための第１制御情報を含み、前記第１制御情報は、前記複数種別の情報の一覧を示す情報を含み、前記第１情報は、前記第１制御情報を特定する情報と、圧縮対象の情報が前記一覧の何番目の情報であるかを示す情報とを含んでもよい。

[0030] 例えば、前記ビットストリームは、さらに、前記属性情報を含む点群データのフォーマット種別を示す第２情報を含んでもよい。

[0031] 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、シーケンスを構成する複数のフレームのうちの少なくとも一つのフレームの三次元点の属性情報を変換し、変換された前記属性情報を符号化することでビットストリームを生成し、前記ビットストリームは、さらに、前記シーケンスのために設けられた、前記変換の少なくとも一つの第１パラメータと、前記少なくとも一つのフレームの各々ために設けられた、前記変換の少なくとも一つの第２パラメータと、を含む。

[0032] これによれば、三次元データ符号化装置は、例えば、変換のパラメータの切り替えをシーケンス単位とフレーム単位との両方で選択的に制御できる。これにより、適切な変換処理を行うことができるので符号化効率を向上できる。

[0033] 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、ビットストリームを復号することで復号属性情報を生成し、前記復号属性情報を逆変換することで、シーケンスを構成する複数のフレームのうちの少なくとも一つのフレームの三次元点の属性情報を生成し、前記ビットストリームは、さらに、

前記シーケンスのために設けられた、前記逆変換の少なくとも一つの第１パラメータと、前記少なくとも一つのフレームの各々ために設けられた、前記逆変換の少なくとも一つの第２パラメータと、を含む。

[0034] これによれば、三次元データ復号装置は、符号化効率が向上されたビットストリームから属性情報を復号できる。

[0035] なお、これらの包括的又は具体的な態様は、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラム又はコンピュータ読み取り可能なＣＤ－ＲＯＭ等の記録媒体で実現されてもよく、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラム及び記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

[0036] 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、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。

[0037] （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。

[0038] 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。

[0039] 特に、現在、点群データの符号化方法（符号化方式）として第１の符号化方法、及び第２の符号化方法が検討されているが、符号化データの構成、及び符号化データをシステムフォーマットへ格納する方法が定義されておらず、このままでは符号化部におけるＭＵＸ処理（多重化）、又は、伝送或いは蓄積ができないという課題がある。

[0040] また、ＰＣＣ（Ｐｏｉｎｔ Ｃｌｏｕｄ Ｃｏｍｐｒｅｓｓｉｏｎ）のように、第１の符号化方法と第２の符号化方法の２つのコーデックが混在するフォーマットをサポートする方法はこれまで存在しない。

[0041] 本実施の形態では、第１の符号化方法と第２の符号化方法の２つのコーデックが混在するＰＣＣ符号化データの構成、及び符号化データをシステムフォーマットへ格納する方法について説明する。

[0042] 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。

[0043] 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。

[0044] 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。

[0045] 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。

[0046] 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。

[0047] 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。

[0048] 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。

[0049] 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。

[0050] 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。

[0051] 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。

[0052] 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。

[0053] 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。

[0054] 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。

[0055] 入出力部４６２２は、伝送信号を取得し、伝送信号から多重化データ（ファイルフォーマット又はパケット）を復号し、多重化データを逆多重化部４６２３へ出力する。

[0056] 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。

[0057] 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。

[0058] 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。

[0059] 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。

[0060] 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。

[0061] 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。

[0062] 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。

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

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

[0065] 三次元座標等の位置情報（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。

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

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

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

[0069] 次に、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。

[0070] 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。

[0071] 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。

[0072] 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。

[0073] 以下、各処理部の詳細について説明する。センサ情報は、ＬＩＤＡＲ或いはレンジファインダなどの距離センサ、ステレオカメラ、又は、複数の単眼カメラの組合せなど様々な方法で取得される。点群データ生成部４６１８は、センサ情報取得部４６１７で得られたセンサ情報に基づき点群データを生成する。点群データ生成部４６１８は、点群データとして、位置情報を生成し、位置情報に、当該位置情報に対する属性情報を付加する。

[0074] 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。

[0075] 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。

[0076] 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。

[0077] 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。

[0078] 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。

[0079] 多重化方式又はファイルフォーマットとしては、ＩＳＯＢＭＦＦ、ＩＳＯＢＭＦＦベースの伝送方式であるＭＰＥＧ－ＤＡＳＨ、ＭＭＴ、ＭＰＥＧ－２　ＴＳ　Ｓｙｓｔｅｍｓ、ＲＭＰなどがある。

[0080] 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。

[0081] 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。

[0082] 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。

[0083] 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。

[0084] 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。

[0085] 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。

[0086] 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。

[0087] 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。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。

[0088] 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。

[0089] 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。

[0090] 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。

[0091] 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（ＣｏｍｐｒｅｓｓｅｄＭｅｔａＤａｔａ）を生成する。

[0092] 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。

[0093] 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。

[0094] 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。

[0095] 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。

[0096] 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。

[0097] 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。

[0098] 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。

[0099] 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。

[0100] 次に、位置情報符号化部の構成例を説明する。図９は、本実施の形態に係る位置情報符号化部２７００のブロック図である。位置情報符号化部２７００は、８分木生成部２７０１と、幾何情報算出部２７０２と、符号化テーブル選択部２７０３と、エントロピー符号化部２７０４とを備える。

[0101] 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。

[0102] 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。

[0103] 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。

[0104] 以下、８分木表現と位置情報のスキャン順について説明する。位置情報（位置データ）は８分木構造に変換（８分木化）された後、符号化される。８分木構造はノードとリーフとで構成される。各ノードは８つのノード又はリーフを持ち、各リーフはボクセル（ＶＸＬ）情報を持つ。図１０は、複数のボクセルを含む位置情報の構造例を示す図である。図１１は、図１０に示す位置情報を８分木構造に変換した例を示す図である。ここで、図１１に示すリーフのうち、リーフ１、２、３はそれぞれ図１０に示すボクセルＶＸＬ１、ＶＸＬ２、ＶＸＬ３を表し、点群を含むＶＸＬ（以下、有効ＶＸＬ）を表現している。

[0105] 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。

[0106] 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。

[0107] 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。

[0108] 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。

[0109] 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。

[0110] 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。

[0111] 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。

[0112] 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。

[0113] 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。

[0114] 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。

[0115] 属性情報復号部Ａ１１０は、ＬｏＤ属性情報復号部Ａ１１１と、変換属性情報復号部Ａ１１２とを含む。ＬｏＤ属性情報復号部Ａ１１１は、三次元点の位置情報を用いて各三次元点を複数階層に分類し、各階層に属する三次元点の属性情報を予測しながら属性値を復号する。

[0116] 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。

[0117] 図１５は、ＬｏＤ属性情報符号化部Ａ１０１の一例である属性情報符号化部３１４０の構成を示すブロック図である。

[0118] 属性情報符号化部３１４０は、ＬｏＤ生成部３１４１と、周囲探索部３１４２と、予測部３１４３と、予測残差算出部３１４４と、量子化部３１４５と、算術符号化部３１４６と、逆量子化部３１４７と、復号値生成部３１４８と、メモリ３１４９と、を含む。

[0119] ＬｏＤ生成部３１４１は、三次元点の位置情報を用いてＬｏＤを生成する

。

[0120] 周囲探索部３１４２は、ＬｏＤ生成部３１４１によるＬｏＤの生成結果と各三次元点間の距離を示す距離情報とを用いて、各三次元点に隣接する近隣三次元点を探索する。

[0121] 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。

[0122] 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。

[0123] 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。

[0124] 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。

[0125] 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。

[0126] 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。

[0127] 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。

[0128] 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。

[0129] 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。

[0130] 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。

[0131] 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。Ｈａａｒ変換部６６０２は、属性情報にＨａａｒ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。

[0132] 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Ｈａａｒ変換部６６０５は、符号化係数に逆Ｈａａｒ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。

[0133] 算術符号化部６６０７は、量子化後の符号化係数からＺｅｒｏＣｎｔを算出し、ＺｅｒｏＣｎｔ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。

[0134] 図１７は、ＬｏＤ属性情報復号部Ａ１１１の一例である属性情報復号部３１５０の構成を示すブロック図である。

[0135] 属性情報復号部３１５０は、ＬｏＤ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。

[0136] ＬｏＤ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ＬｏＤを生成する。

[0137] 周囲探索部３１５２は、ＬｏＤ生成部３１５１によるＬｏＤの生成結果と各三次元点間の距離を示す距離情報とを用いて、各三次元点に隣接する近隣三次元点を探索する。

[0138] 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。

[0139] 算術復号部３１５４は、図１５に示す属性情報符号化部３１４０より取得したビットストリーム内の予測残差を算術復号する。なお、算術復号部３１５４は、算術復号に用いる復号テーブルを初期化してもよい。算術復号部３１５４は、図１５に示す算術符号化部３１４６が符号化処理を行った層について、算術復号に用いる復号テーブルを初期化する。算術復号部３１５４は、算術復号に用いる復号テーブルを層毎に初期化してもよい。また、算術復号部３１５４は、ビットストリームに含まれる、符号化テーブルを初期化した層の位置を示す情報に基づいて、復号テーブルを初期化してもよい。

[0140] 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。

[0141] 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。

[0142] 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。

[0143] 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。

[0144] 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。

[0145] 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。

[0146] 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。

[0147] 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。

[0148] 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。

[0149] 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。

[0150] 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。

[0151] 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。

[0152] 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。

[0153] 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。

[0154] 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。

[0155] 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。

[0156] 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。

[0157] 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。

[0158] 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。

[0159] 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。

[0160] 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。

[0161] 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。

[0162] 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。

[0163] 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。

[0164] 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。

[0165] 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ＭＵＸ処理（多重化）、伝送及び蓄積ができないという課題がある。

[0166] 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。

[0167] （実施の形態２）

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

[0168] 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。

[0169] 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。

[0170] 符号化部４８０１は、複数のＰＣＣ（Ｐｏｉｎｔ Ｃｌｏｕｄ Ｃｏｍｐｒｅｓｓｉｏｎ）フレームの点群データを符号化し、複数の位置情報、属性情報及び付加情報の符号化データ（Ｍｕｌｔｉｐｌｅ Ｃｏｍｐｒｅｓｓｅｄ Ｄａｔａ）を生成する。

[0171] 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。

[0172] 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。

[0173] 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。

[0174] 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。

[0175] 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。

[0176] 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ＡＸ（ｉ）で表し、属性Ｙの符号化属性データをＡＹ（ｉ）で表す。

[0177] 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ＡＸＰＳ（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。

[0178] 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。

[0179] 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。

[0180] 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。

[0181] 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。

[0182] 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。

[0183] 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。

[0184] 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。

[0185] 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。

[0186] 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。

[0187] 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。

[0188] 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。

[0189] 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。

[0190] 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。

[0191] 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。

[0192] 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。

[0193] 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。

[0194] 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。

[0195] 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。

[0196] 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。

[0197] 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。

[0198] 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。

[0199] 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。

[0200] 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（Ｇｅ

ｏｍｅｔｒｙ）、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（ＡｔｔｒＸ．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。

[0201] ｐｃｃ＿ｃｏｄｅｃ＿ｔｙｐｅがコーデック２（Ｃｏｄｅｃ２：第２の符号化方法）である場合、ｐｃｃ＿ｎａｌ＿ｕｎｉｔ＿ｔｙｐｅの値０～２は、コーデックのデータＡ（ＤａｔａＡ）、メタデータＡ（ＭｅｔａＤａｔａＡ）、メタデータＢ（ＭｅｔａＤａｔａＢ）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。

[0202] 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。

[0203] 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。

[0204] 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。

[0205] 符号化データに復号に係る依存関係がある場合には、復号装置は、参照先のデータを復号した後に、参照元のデータを復号する。復号装置において、データを並び替えることなく、受信した順番に復号できるようにするために、多重化部４８０２は、参照先のデータを先に送出する。

[0206] 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。

[0207] 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。

[0208] 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。

[0209] 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。

[0210] 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。

[0211] 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。

[0212] 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。

[0213] 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。

[0214] 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。

[0215] 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を省略してもよい。

[0216] 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。

[0217] 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。

[0218] 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。

[0219] 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）。

[0220] 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）。

[0221] 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）。

[0222] 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）。

[0223] 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）。

[0224] 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。

[0225] 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。

[0226] 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（Ｓ４

８２１）。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。

[0227] 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）。

[0228] 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）。

[0229] 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）。

[0230] 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。

[0231] 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。

[0232] 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）。

[0233] 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）。

[0234] 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。

[0235] （実施の形態３）

図３３は、本実施の形態に係る三次元データ符号化装置の構成を示すブロック図である。なお、図３３においては、三次元データ符号化装置が備える、位置情報を符号化する符号化部の図示を省略している。

[0236] 三次元データ符号化装置１０６００は、変換部１０６１０と、符号化部１０６２０と、を備える。

[0237] 変換部１０６１０は、入力された属性情報に、符号化部１０６２０に入力する前に変換処理を行う。変換処理とは、例えば、後述するオフセット（オフセット処理）及びスケーリング（スケーリング処理）の少なくとも一方である。

[0238] 変換部１０６１０は、スケール部１０６１１と、オフセット部１０６１２と、を有する。なお、変換部１０６１０は、オフセット部１０６１２、及び、スケール部１０６１１の少なくとも一方を有していればよい。例えば、変換部１０６１０は、属性情報に対してオフセットのみを行う場合、スケール部１０６１１は有さなくてもよい。

[0239] スケール部１０６１１は、入力された属性情報に、変換処理の一例であるスケーリング（乗算又は除算）を行い、スケール値（より具体的には、スケーリングに用いられた値であるスケール値を示す情報であるスケール情報）を出力する。

[0240] オフセット部１０６１２は、スケーリングされた属性情報に、変換処理の別の一例であるオフセット（加算又は減算）を行い、オフセット値（より具体的には、オフセットに用いられた値であるオフセット値を示す情報であるオフセット情報）を出力する。

[0241] 符号化部１０６２０は、変換部１０６１０で変換された属性情報（変換後属性情報）を符号化するとともに、オフセット値又はスケール値等の変換情報を付加情報（メタデータ）として符号化する。

[0242] 符号化部１０６２０は、属性情報符号化部１０６２１と、付加情報符号化部１０６２２と、を備える。

[0243] 属性情報符号化部１０６２１は、変換部１０６１０によって変換された属性情報である変換後属性情報を符号化する。

[0244] 付加情報符号化部１０６２２は、変換部１０６１０によって出力されたスケール値及びオフセット値等の変換情報を含む付加情報を符号化する。

[0245] 例えば、符号化部１０６２０が負の値の符号化に対応しない場合、又は、符号化部１０６２０が負の値の符号化に対応しないと規定されている場合、変換部１０６１０は、入力される属性情報のフォーマットが負の値を有するときには、属性情報にオフセット値を加算し、属性情報を正の値に変換する。

[0246] 例えば、符号化部１０６２０が小数及び浮動小数点に対応せず整数に対応する場合、又は、符号化部１０６２０が小数及び浮動小数点に対応せず整数に対応すると規定されている場合、スケール部１０６１１は、入力された属性情報のフォーマットが整数でないときには、入力された属性情報（より具体的には、入力された属性情報が示す数値）にスケール値を乗算して、属性情報を正数値に変換する。

[0247] 例えば、符号化部１０６２０が８ｂｉｔの符号なし整数型（正の整数）の属性情報の符号化に対応し、入力される属性情報が［－１，１］の範囲にある３２ｂｉｔの符号付き浮動小数点である場合、まず、属性情報は、スケーリング、四捨五入、切り捨て、切り上げ等の処理により、［－１２７，１２８］の範囲の８ｂｉｔの符号付き整数型の値であるｓｃａｌｅｄ＿ｖａｌｕｅに変換される。

[0248] なお、ｓｃａｌｅｄ＿ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＝ｒｏｕｎｄ（ｉｎｐｕｔ＿ａｔｔｒｉｂｕｔｅ×ｓｃａｌｅ）である。

[0249] ここで、ｓｃａｌｅは、スケール値の一例であって、属性情報が示す値に乗算する値であり、例えば２＾（８ｂｉｔ－１）、つまり、２の７乗＝１２８である。

[0250] 次に、スケーリングされた属性情報は、オフセットにより、［０，２５５］の範囲の８ｂｉｔの符号なし整数型に変換される。

[0251] なお、ｏｆｆｓｅｔ＿ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＝ｓｃａｌｅｄ＿ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＋ｏｆｆｓｅｔである。

[0252] ここで、ｏｆｆｓｅｔは、オフセット値の一例であって、属性情報が示す値に加算する値であり、例えば２＾（８ｂｉｔ－１）－１＝１２７である。

[0253] 変換に用いた変換情報であるオフセット値及び／又はスケール値は、符号化部１０６２０へ入力され、付加情報として符号化される。

[0254] なお、付加情報符号化部１０６２２は、変換情報をそのまま付加情報として符号化してもよいし、変換情報を導出可能な情報を付加情報として符号化してもよい。

[0255] また、オフセット値を導出可能な情報と、スケール値を導出可能な情報とのそれぞれは、独立に示されてもよいし、共通の情報で示されてもよい。

[0256] 例えば、上記の例の場合、ｏｆｆｓｅｔ＝２＾（Ｎ－１）、及び、ｓｃａｌｅ＝２＾（Ｎ－１）－１のようにオフセット値とスケール値とを予め定めておく。この場合、例えば、符号化部１０６２０は、Ｎ（１以上の整数）の値を付加情報に格納して符号化、つまり、Ｎの値を変換情報として示す付加情報を符号化する。

[0257] また、符号化部が８ｂｉｔの符号なし整数型に対応する場合、Ｎを符号なし整数型のビット数と定め、Ｎ＝８としてもよい。

[0258] 或いは、Ｎが符号なし整数型のビット数を示すとして予め定められてもよい。このような場合に、Ｎが符号なし整数型のビット数を示す情報が符号化ストリーム（ビットストリーム）に格納されるときには、Ｎが符号なし整数型のビット数を示すことを示す情報を付加情報に含めなくてもよい。

[0259] また、変換部１０６１０は、ｏｆｆｓｅｔ及びｓｃａｌｅ（オフセット値

及びスケール値）のそれぞれを、三次元点群を構成する属性情報が示す値及び特徴等に基づき、決定してもよい。

[0260] なお、スケール部１０６１１は、属性情報をスケーリングした後、四捨五入、切り捨て、及び、切り上げ等の処理によりスケーリングした後の属性情報の値を丸めてもよい。

[0261] また、変換部１０６１０は、属性情報が示す値が正の整数であるような変換する必要がない場合、属性情報を変換しなくてもよい。この場合、変換部１０６１０は、スケール値及びオフセット値を出力しなくてもよいし、変換しなかったことを示す情報を変換情報として出力してもよい。また、この場合、例えば、符号化部１０６２０は、変換部１０６１０に変換されていない属性情報を符号化する。

[0262] 図３４は、本実施の形態に係る三次元データ復号装置の構成を示すブロック図である。なお、図３４においては、三次元データ復号装置が備える、符号化された位置情報を復号する復号部の図示を省略している。

[0263] 三次元データ復号装置１０６３０は、復号部１０６４０と、逆変換部１０６５０と、を備える。

[0264] 復号部１０６４０は、符号化された属性情報（符号化属性情報）及び符号化された付加情報（符号化付加情報）が入力され、符号化属性情報及び符号化付加情報を復号する。復号部１０６４０は、属性情報復号部１０６４１と、付加情報復号部１０６４２と、を有する。

[0265] 属性情報復号部１０６４１は、符号化属性情報を復号することで復号属性情報を生成する。

[0266] 付加情報復号部１０６４２は、符号化付加情報を復号することでオフセット値及びスケール値等を示す変換情報等を抽出する。

[0267] 逆変換部１０６５０は、変換情報に基づいて、復号属性情報に逆変換処理を行う。逆変換処理とは、後述する逆オフセット（逆オフセット処理）及び逆スケーリング（逆スケーリング処理）の少なくとも一方である。逆変換部１０６５０は、逆オフセット部１０６５１と、逆スケール部１０６５２と、

を有する。

[0268] 逆オフセット部１０６５１は、復号属性情報を、変換情報から抽出されたオフセット値を用いて、逆変換処理の一例である逆オフセットする。つまり、逆オフセット部１０６５１は、復号属性情報に、変換部１０６１０（より具体的には、オフセット部１０６１２）が属性情報に実行した変換とは逆の変換を行う。例えば、逆オフセット部１０６５１は、変換部１０６１０が、属性情報が示す値にオフセット値を加算した場合、復号属性情報が示す値からオフセット値を減算する。

[0269] 逆スケール部１０６５２は、逆オフセットされた復号属性情報を、付加情報から抽出されたスケール値を用いて、逆変換処理の別の一例である逆スケーリングする。つまり、逆スケール部１０６５２は、復号属性情報に、変換部１０６１０（より具体的には、スケール部１０６１１）が属性情報に実行した変換とは逆の変換を行う。例えば、逆スケール部１０６５２は、変換部１０６１０が、属性情報が示す値にスケール値を乗算した場合、復号属性情報が示す値をスケール値で除算する。

[0270] 例えば、付加情報から抽出されたオフセット値をｏｆｆｓｅｔ、スケール値をｓｃａｌｅとすると、逆オフセットされた属性情報は、ｏｆｆｓｅｔ＿ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＝ｄｅｃｏｄｅｄ＿ｖａｌｕｅ－ｏｆｆｓｅｔで導出され、逆スケーリングされた属性情報は、ｓｃａｌｅｄ＿ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＝ｏｆｆｓｅｔ＿ａｔｔｒｉｂｕｔｅ／ｓｃａｌｅで導出される。

[0271] なお、スケーリング及び逆スケーリングでは、スケール値を２のべき乗等で示すことにより、乗算及び／又は除算を用いず、シフト演算（ビットシフト）を用いることで処理量を削減してもよい。つまり、スケーリング及び逆スケーリングとは、属性情報が示す値に、乗除算及びシフト演算の少なくとも一方を行う処理である。

[0272] 以上の構成により、三次元データ復号装置１０６３０が備える逆変換部１０６５０は、符号化データに含まれる変換情報に基づき、逆変換処理を実施することにより、三次元データ符号化装置１０６００が備える変換部１０６

１０で変換される前の属性情報を再生することが可能となる。

[0273] なお、三次元データ復号装置１０６３０は、必ずしも逆変換処理を実施しなくてもよく、アプリケーション又はユースケースに基づき、逆変換処理をするかしないかを選択してもよい。

[0274] また、変換部１０６１０では、スケール部１０６１１の後に（後段に）オフセット部１０６１２が位置する順序となる構成とし、逆変換部１０６５０では、逆オフセット部１０６５１の後に逆スケール部１０６５２が位置する順序となる構成として説明したが、これに限定されない。例えば、変換部１０６１０では、オフセット部１０６１２の後にスケール部１０６１１が位置する順序の構成とし、逆変換部１０６５０では、逆スケール部１０６５２の後に逆オフセット部１０６５１が位置する順序となる構成としてもよい。

[0275] 或いは、三次元データ符号化装置１０６００は、属性情報の種類（ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｔｙｐｅ）に基づき、いずれの構成を用いるか、つまり、属性情報にスケールとオフセットとを実行する順序を選択し、いずれの構成を用いたかを示す情報、つまり、スケールとオフセットとを実行した順序を示す情報（順序情報）を例えばフラグ等として付加情報に格納して三次元データ復号装置１０６３０に送信してもよい。三次元データ復号装置１０６３０は、順序情報に基づいて、逆スケールと逆オフセットとを実行する順序を選択し、選択した順序で復号属性情報に逆変換処理をしてもよい。

[0276] 図３５は、本実施の形態に係るＳＰＳ（Ｓｅｑｕｅｎｃｅ　ｐａｒａｍｅｔｅｒ　ｓｅｔ）のシンタックスの第１例を示す図である。

[0277] 本実施の形態では、ＳＰＳは、ＳＰＳの識別子（ｓｐｓ＿ｉｄｘ）及びシーケンス全体に関わる付加情報（ｃｏｍｍｏｎ＿ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ（））を示す。例えば、ＳＰＳは、ビットストリームに含まれる属性毎に、属性情報の識別子（ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｔｙｐｅ）、属性情報の次元数（ｎｕｍ＿ｄｅｍｅｎｔｉｏｎ）、同一属性タイプのインスタンスを識別するための識別子（ｉｎｓｔａｎｃｅ＿ｉｄ）等、属性情報に関わる付加情報、及び、属性情報に関わるその他の付加情報（ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｉｎｆｏ）

等を示す。

[0278] 三次元点群データは、位置情報に対応する属性情報を有さない場合、又は、位置情報に対応する１以上の属性情報を有する場合がある。例えば、三次元データ符号化装置１０６００は、三次元点群データが１つの位置情報に対応する属性情報を複数有する場合は、属性情報毎に、それぞれに対応する変換情報を生成し、生成した変換情報を付加情報に格納する（言い換えると、変換情報を含む付加情報を生成する）。

[0279] ｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｆｌａｇは、属性情報毎の付加情報が変換情報を含むか否かを示す情報（フラグ）である。例えば、三次元データ符号化装置１０６００は、変換情報を付加情報に含める場合には、ｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｆｌａｇ＝１に設定し、変換情報（オフセット値及び／又はスケール値）を設定する。また、例えば、三次元データ符号化装置１０６００は、変換情報を含めない場合には、ｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｆｌａｇ＝０に設定する。

[0280] なお、属性情報の次元数は１以上であり、２以上の次元数の場合には、全ての次元において共通の変換情報にしてもよい。もちろん、属性情報の次元数が２以上の場合においても、全ての次元において変換情報を個別にしてもよい。

[0281] 例えば、属性情報が、三次元の色情報及び一次元の反射率で構成される場合、色情報におけるＲ（Ｒｅｄ）、Ｇ（Ｇｒｅｅｎ）、Ｂ（Ｂｌｕｅ）には共通の変換情報が適用され、反射率には色情報とは異なる変換情報が適用されてもよい。

[0282] また、特定の複数の属性情報では共通の変換情報と用いるとして、変換情報が当該特定の複数の属性情報に共通の付加情報に格納されてもよい。或いは、例えば、同一の属性種別（ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｔｙｐｅ）では複数のインスタンスで共通の変換情報が用いられるとして、属性情報の種別毎に変換情報が示されてもよい。

[0283] 或いは、属性の種別に基づき、特定の属性種別の場合には変換情報を用いず、且つ、付加情報に示さないと予め定められていてもよい。

[0284] 図３６は、本実施の形態に係るビットストリームの構成例を示す図である。

[0285] 変換情報は、例えば、ＳＰＳに格納される。

[0286] なお、変換情報は、ＳＰＳに格納されなくてもよく、例えば、属性情報の符号化に関するパラメータセット（ＡＰＳ／Ａｔｔｉｒｂｕｔｅ Ｐａｒａｍｅｔｅｒ Ｓｅｔ）、又は、スライスヘッダ等の別の付加情報に格納されてもよい。

[0287] 或いは、変換情報は、例えば、ＳＥＩ（Ｓｕｐｐｌｅｍｅｎｔａｌ Ｅｎｈａｎｃｅｍｅｎｔ Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ）等の付加情報に格納されてもよい。

[0288] Ｉｎｓｔａｎｃｅ＿ｉｄは、同一属性タイプの識別子を示す。例えば、Ｃｏｌｏｒ１の場合、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｔｙｐｅ＝ｃｏｌｏｒと示し、且つ、ｉｎｓｔａｎｃｅ＿ｉｄ＝０と示す。また、例えば、Ｃｏｌｏｒ２の場合、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｔｙｐｅ＝ｃｏｌｏｒと示し、且つ、ｉｎｓｔａｎｃｅ＿ｉｄ＝１と示す。

[0289] なお、例えば、属性情報が色情報の場合には、変換情報が生成されない。

[0290] また、例えば、属性情報が法線ベクトルを示す情報の場合には、変換情報が生成されてＳＰＳ又はＡＰＳ等とともにビットストリームに含まれる。

[0291] 例えば、ビットストリームに含まれるＡｔｔｒｉｂｕｔｅ０が属性情報の一例である色情報（Ｃｏｌｏｒ）である場合、変換情報がビットストリームに含まれるか否かを示すフラグ情報（ｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｆｌａｇ）がｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｆｌａｇ＝０と設定されることで、Ａｔｔｒｉｂｕｔｅ０には変換処理が行われていないことを示す。

[0292] 一方、例えば、ビットストリームに含まれるＡｔｔｒｉｂｕｔｅ１が属性情報の別の一例である法線ベクトル情報（Ｎｏｒｍａｌ＿Ｖｅｃｔｏｒ）である場合、ｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｆｌａｇ＝１と設定されることで、Ａｔｔｒｉｂｕｔｅ１には変換処理が行われたことを示す。この場合、例えば、ビットストリームには、オフセットで用いられた値（オフセット値）を示す情

報と、スケーリングで用いられた値（スケール値）を示す情報とが、ｏｆｆｓｅｔ＝Ａ、及び、ｓｃａｌｅ＝Ｂのように含まれる。

[0293] なお、ｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｆｌａｇをｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ＿ｔｙｐｅに置き換え、ｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ＿ｔｙｐｅに基づき、オフセット値、スケール値を示す組み合わせを切り替えてもよいし、ｏｆｆｓｅｔ及び／又はスケール値を示す方法及び／又はフォーマットを切り替えてもよい。以上のように、例えば、ｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｆｌａｇのような変換フラグ情報、ｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ＿ｔｙｐｅのような変換種別情報のように、変換処理が行われたか否かを示す情報（変換識別情報）がビットストリームには含まれる。

[0294] 図３７は、本実施の形態に係るＳＰＳのシンタックスの第２例を示す図である。図３８は、本実施の形態に係る変換情報のシンタックスの第１例を示す図である。

[0295] 例えば、図３８に示すように、スケール値及びオフセット値を示す方法として、そのままの値で示すか、２の乗数（ｙ＝ｌｏｇ２（ｘ）で計算された値）で示すか、あらかじめ定められた所定の方法で示すか、等を選択可能としてもよい。例えば、いずれのシンタックスを用いるかのフラグを示し、当該フラグによりシンタックスが切り替えられてもよい。

[0296] 例えば、三次元データ符号化装置は、ｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｔｙｐｅ＝＝２の場合、ｏｆｆｓｅｔ＿ｌｏｇ２を取得し、ｏｆｆｓｅｔ＝２＾（ｏｆｆｓｅｔ＿ｌｏｇ２－Ｘ）－Ｙ、及び、ｓｃａｌｅ＝２＾（ｓｃａｌｅ＿ｌｏｇ２－Ｚ）を算出することで、オフセット値及びスケール値を算出する。

[0297] なお、Ｘ、Ｙ、及び、Ｚは、任意の整数である。Ｘ、Ｙ、及び、Ｚは、あらかじめ定められた値でもよいし、ビットビットストリームにこれらの値を示す情報が含まれて三次元データ符号化装置１０６００から三次元データ復号装置１０６３０に送信されてもよい。

[0298] なお、上記の計算では、ｏｆｆｓｅｔ＿ｌｏ２、及び、ｓｃａｌｅ＿ｌｏ

ｇ２の代わりに、１減算した値（例えば、ｏｆｆｓｅｔ＿ｌｏｇ２＿ｍｉｎｕｓ１、及び、ｓｃａｌｅ＿ｌｏｇ２＿ｍｉｎｕｓ＿１）が付加情報に格納されてもよい。

[0299] これにより、ビット数を削減できる。

[0300] 図３９は、本実施の形態に係る変換情報のシンタックスの第２例を示す図である。

[0301] 図３９に示す例では、属性情報の種別（ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｔｙｐｅ）に基づき、オフセット値及びスケール値のいずれを示すか、両方とも示すか、又は、両方とも示さない等、シンタックスを切り替える。

[0302] なお、オフセット及びスケールの両方が実行される場合には、三次元データ符号化装置１０６００が備える変換部１０６１０が有するオフセット部１０６１２及びスケール部１０６１１の構成の順序を示す順序情報（ｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｏｒｄｅｒ）が、例えば、付加情報としてビットストリームに含まれてもよい。これにより、三次元データ復号装置１０６３０では、ｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｔｙｐｅ、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｔｙｐｅ、及び、ｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｏｒｄｅｒ等の付加情報に基づき所定のシンタックスを抽出し、逆変換部１０６５０に適用することが可能となる。

[0303] 図４０は、本実施の形態に係る三次元データ符号化装置の処理手順を示すフローチャートである。

[0304] まず、三次元データ符号化装置１０６００は、入力された属性情報を変換するか否かを判定する（Ｓ１０６０１）。

[0305] 三次元データ符号化装置１０６００は、入力された属性情報を変換すると判定した場合（Ｓ１０６０１でＹｅｓ）、入力された属性情報に変換処理を実行する（Ｓ１０６０２）。例えば、三次元データ符号化装置１０６００は、入力された属性情報にオフセット及びスケールを実行する。

[0306] 次に、三次元データ符号化装置１０６００は、変換情報を付加情報に格納し、ｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｆｌａｇ＝１に設定する（Ｓ１０６０３）。例えば、オフセットに用いられたオフセット値と、スケールに用いられたスケー

ル値とを示す情報が変換情報として付加情報に含まれる。

[0307] 次に、三次元データ符号化装置１０６００は、変換情報を含む付加情報と、変換処理が実行された属性情報とを符号化する（Ｓ１０６０４）。ステップＳ１０６０４の後に、例えば、三次元データ符号化装置１０６００は、これらの符号化した情報を符号化データとして含むビットストリームを生成して三次元データ復号装置１０６３０に送信する。

[0308] 一方、三次元データ符号化装置１０６００は、入力された属性情報を変換しないと判定した場合（Ｓ１０６０１でＮｏ）、入力された属性情報に変換処理を実行しないため、変換情報を付加情報に格納せず、ｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｆｌａｇ＝０に設定する（Ｓ１０６０５）。

[0309] 次に、三次元データ符号化装置１０６００は、変換情報を含なまい付加情報と、変換処理が実行されていない属性情報、つまり、入力された属性情報とを符号化する（Ｓ１０６０６）。ステップＳ１０６０６の後に、例えば、三次元データ符号化装置１０６００は、これらの符号化した情報を符号化データとして含むビットストリームを生成して三次元データ復号装置１０６３０に送信する。

[0310] 図４１は、本実施の形態に係る三次元データ復号装置の処理手順を示すフローチャートである。

[0311] まず、三次元データ復号装置１０６３０は、例えば、三次元データ符号化装置１０６００が送信したビットストリームを受信して、受信したビットストリームに含まれる符号化データを復号し、復号された符号化データに含まれる付加情報を解析する（Ｓ１０６１１）。

[0312] 次に、三次元データ復号装置１０６３０は、ビットストリームに含まれる符号化データの属性情報を復号する（Ｓ１０６１２）。

[0313] 次に、三次元データ復号装置１０６３０は、ビットストリームに含まれるｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｆｌａｇが１に設定されているか否かを判定する（Ｓ１０６１３）。つまり、三次元データ復号装置１０６３０は、ｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｆｌａｇ＝１であるか否かを判定することで、ビットストリームに

含まれる属性情報は変換処理が実行されたか否かを判定する。

[0314] 三次元データ復号装置１０６３０は、ビットストリームに含まれるｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｆｌａｇが１に設定されていると判定した場合（Ｓ１０６１３でＹｅｓ）、付加情報から変換情報を抽出し、抽出された変換情報に基づいて属性情報に逆変換処理を実行する（Ｓ１０６１４）。

[0315] 一方、三次元データ復号装置１０６３０は、ビットストリームに含まれるｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｆｌａｇが１に設定されていないと判定した場合（Ｓ１０６１３でＮｏ）、つまり、ｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｆｌａｇ＝０の場合、逆変換処理を実行せずに処理を終了する。

[0316] なお、上記では、符号化部１０６２０に入力される属性情報のデータフォーマットを変換し、変換情報をビットストリームに含める例を示したが、これに限定されない。

[0317] 図４２は、本実施の形態に係る三次元データ符号化装置の処理の別の一例を説明するためのブロック図である。図４３は、本実施の形態に係る三次元データ復号装置の処理の別の一例を説明するためのブロック図である。

[0318] 例えば、三次元データ符号化装置は、変換部１０６６０へ入力される属性情報のデータフォーマット、及び、変換後に符号化される属性情報のフォーマットを示すフォーマット情報を付加情報に格納し、フォーマット情報を含む付加情報を符号化部１０６７０で符号化してもよい。

[0319] 三次元データ復号装置１０６３０は、復号部１０６８０で抽出されたフォーマット情報に基づき、復号された属性情報に逆変換部１０６９０で逆変換を実行することで、三次元データ符号化装置が備える変換部１０６６０における変換処理前の属性情報を再生することができる。

[0320] フォーマット情報（データフォーマット情報）は、例えば、データ型、ビット数、符号付き、符号なし等を示す情報である。例えば、フォーマット情報は、ｉｎｔ８、ｕｉｎｔ１６、ｆｌｏａｔ１６等の情報である。ｉｎｔ８の８等の数字は、ビット数を示す。

[0321] 或いは、例えば、フォーマット情報は、変換処理が実行される前の点群デ

ータのファイルフォーマット（例えば、ｐｌｙファイル、ｐｃｄファイル、Ｌａｓファイル、ｔｘｔファイル、ｃｓｖファイル等）を示してもよいし、変換処理が実行された後の点群データのファイルフォーマットを示してもよい。

[0322] 或いは、例えば、フォーマット情報は、拡張情報であるＳＥＩとして、変換処理が実行される前の点群データのファイルフォーマットと、変換処理が実行された後の点群データのファイルフォーマットとの少なくとも一方を示してもよい。さらに、ＳＥＩにはそれぞれのファイルフォーマットに含まれるヘッダ情報が含まれてもよい。

[0323] ここで、点群データのファイルフォーマットは、例えば、ポリゴンファイルフォーマットであるｐｌｙフォーマットと、レーザー測量によるＬｉＤＡＲデータのフォーマットであるｌａｓフォーマットと、点群ファイルフォーマットであるｐｃｄフォーマットとを含む。

[0324] また、これらのファイルフォーマット及びヘッダ情報の少なくとも一方は、ｕｓｅｒ＿ｄａｔａに含まれてもよい。

[0325] これにより、三次元データ符号化装置は、変換部１０６６０で抽出されたフォーマット情報を用いて属性情報を符号化できる。または、三次元データ復号装置は、復号された属性情報をフォーマット情報を用いて逆変換できるとともに、符号化対象ではないヘッダ情報などを再構成できる。

[0326] また、上記では、属性情報のオフセット及びスケールについて説明したが、位置情報についても本実施の形態で説明した方法を適用できる。

[0327] 位置情報の符号化前に、オフセット及びスケール等の変換処理を実施し、位置情報を復号した後に逆変換処理を実施してもよい。その場合には、変換情報又はフォーマット情報を、ＳＰＳ等の付加情報に格納してもよい。

[0328] また、三次元データ符号化装置は、位置情報及び属性情報の少なくとも一方又は両方に実行する変換部を有してもよい。同様に、三次元データ復号装置は、位置情報及び属性情報のいずれか一方又は両方（つまり、少なくとも一方）に実行する逆変換部を有してもよい。このような場合には、位置情報

の変換情報、及び、属性情報の変換情報のいずれか一方又は両方（つまり、少なくとも一方）が付加情報に含まれてもよい。

[0329] また、上記では、入力された点群データを変換する方法として、オフセット、スケーリング、及び、量子化について説明したが、これらの方法に限らず、別の変換処理の方法が用いられてもよい。例えば、変換処理では、所定の関数を用いた変換又は近似を用いる等、所定の線形変換又は非線形変換手段を用いられてもよい。

[0330] また、付加情報には、属性情報のフォーマットを示す情報だけでなく、点群のデータの順序を示す情報、ソート順を示す情報、タイムスタンプの情報等が含まれてもよい。

[0331] （実施の形態４）

拡張情報であるＳＥＩ（Ｓｕｐｐｌｅｍｅｎｔａｌ Ｅｎｈａｎｃｅｍｅｎｔ Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ）の具体例を説明する。図４４は、ＳＥＩのシンタックス例を示す図である。

[0332] ＳＥＩは、フォーマット種別を示すｆｏｒｍａｔ＿ｉｄを含む。例えば、ｆｏｒｍａｔ＿ｉｄ＝０はｐｌｙフォーマットを示し、ｆｏｒｍａｔ＿ｉｄ＝１はｌａｓフォーマットを示し、ｆｏｒｍａｔ＿ｉｄ＝２はｐｃｄフォーマットを示す。なお、ｆｏｒｍａｔ＿ｉｄに設定される値とフォーマットとの対応付けは、上記の例に限らず、任意に設定することができる。例えば、その他の一般的に知られている点群フォーマットがｆｏｒｍａｔ＿ｉｄとして定義されてもよい。

[0333] また、ＳＥＩは、ｆｏｒｍａｔ＿ｉｄに応じて、そのフォーマットのヘッダ情報の少なくとも一部を含んでもよい。例えば、ＳＥＩは、ｆｏｒｍａｔ＿ｉｄ＝０の場合、ｐｌｙ＿ｆｏｒｍａｔ＿ｉｎｆｏ（）を含む。ｐｌｙ＿ｆｏｒｍａｔ＿ｉｎｆｏ（）は、ｐｌｙフォーマットのヘッダ情報を含む。ＳＥＩは、ｆｏｒｍａｔ＿ｉｄ＝１の場合、ｌａｓ＿ｆｏｒｍａｔ＿ｉｎｆｏ（）を含む。ｌａｓ＿ｆｏｒｍａｔ＿ｉｎｆｏ（）は、ｌａｓフォーマットのヘッダ情報を含む。また、ＳＥＩは、その他一般的に知られている点群

フォーマットのヘッダ情報を含んでもよい。

[0334] 図４５は、ｐｌｙ＿ｆｏｒｍａｔ＿ｉｎｆｏ（）のシンタックス例を示す図である。ｐｌｙ＿ｆｏｒｍａｔ＿ｉｎｆｏ（）は、ｐｌｙフォーマットのヘッダに含まれる情報またはその一部の情報を含む。例えば、図４５に示すように、ｐｌｙ＿ｆｏｒｍａｔ＿ｉｎｆｏ（）は、ｆｏｒｍａｔ＿ｉｎｆｏと、ｅｌｅｍｅｎｔ＿ｉｎｆｏと、ｐｒｏｐｅｒｔｙ＿ｎｕｍと、ｐｒｏｐｅｒｔｙ＿ｉｎｆｏと、ｐｒｏｐｅｒｔｙ＿ｔｙｐｅと、ｓｃａｌｅと、ｏｆｆｓｅｔと、ｉｓ＿ｐｒｏｐｅｒｔｙと、ｆｉｌｌ＿ｐｒｏｐｅｒｔｙと、ｓｐｓ＿ｉｄと、ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｉｄとを含む。

[0335] ｆｏｒｍａｔ＿ｉｎｆｏは、データがバイナリ形式であるかテキスト形式であるかを示す。なお、データがバイナリ形式の場合は、ｐｌｙ＿ｆｏｒｍａｔ＿ｉｎｆｏ（）は、データがビッグエンディアンかリトルエンディアンかを示す情報を含んでもよい。

[0336] ｅｌｅｍｅｎｔ＿ｉｎｆｏは、データの種類（例えば、三次元点又は三次元ポリゴンデータを構成する点を示す頂点（ｖｅｒｔｅｘ）など）を示す。なお、ｐｌｙ＿ｆｏｒｍａｔ＿ｉｎｆｏ（）は、データの個数を示す情報を含んでもよい。

[0337] ｐｒｏｐｅｒｔｙ＿ｎｕｍは、ｐｌｙフォーマットに含まれるプロパティ（コンポーネントとも呼ぶ）の数を示す。ｐｌｙ＿ｆｏｒｍａｔ＿ｉｎｆｏ（）は、プロパティ毎の情報として、ｐｒｏｐｅｒｔｙ＿ｉｎｆｏと、ｐｒｏｐｅｒｔｙ＿ｔｙｐｅと、ｓｃａｌｅと、ｏｆｆｓｅｔと、ｉｓ＿ｐｒｏｐｅｒｔｙと、ｆｉｌｌ＿ｐｒｏｐｅｒｔｙと、ｓｐｓ＿ｉｄと、ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｉｄとを含む。

[0338] ｐｒｏｐｅｒｔｙ＿ｉｎｆｏは、プロパティの種別を示し、プロパティ名又は識別子などを含む。具体的には、プロパティの種別とは、位置情報のそれぞれの要素（直交座標系におけるｘ座標、ｙ座標、ｚ座標、または極座標系における距離、水平角、仰角）、色情報のそれぞれの要素（Ｒ、Ｇ、Ｂ）、反射率、又はその他の情報の要素である。

[0339] ｐｒｏｐｅｒｔｙ＿ｔｙｐｅは、ｆｌｏａｔ、ｉｎｔ、ｕｎｓｉｇｎｅｄｉｎｔなどのデータ型を示す。ｓｃａｌｅは、スケーリング処理に用いられるスケール値を示す。ｏｆｆｓｅｔは、オフセット処理に用いられるオフセット値を示す。

[0340] ｉｓ＿ｐｒｏｐｅｒｔｙは、当該プロパティが圧縮対象か否かを示す。例えば、当該プロパティが圧縮対象である場合には、ｉｓ＿ｐｒｏｐｅｒｔｙ＝１に設定され、当該プロパティが圧縮対象でない場合には、ｉｓ＿ｐｒｏｐｅｒｔｙ＝０に設定される。

[0341] 当該プロパティが圧縮対象である場合には、ｐｌｙ＿ｆｏｒｍａｔ＿ｉｎｆｏ（）は、符号化データの圧縮データを特定するための情報を含む。この情報は、例えば、ＳＰＳの識別子であるｓｐｓ＿ｉｄ、及びプロパティ（コンポーネント）の識別子であるｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｉｄである。

[0342] 例えば、当該プロパティは、指定されるｓｐｓ＿ｉｄを持つＳＰＳ（シーケンスパラメータセット）に記載される複数の属性情報のうち、ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｉｄ番目に記載される属性情報に対応付けられる。

[0343] 当該プロパティが圧縮対象ではない場合は、ｐｌｙ＿ｆｏｒｍａｔ＿ｉｎｆｏ（）は、ｆｉｌｌ＿ｐｒｏｐｅｒｔｙを含む。ｆｉｌｌ＿ｐｒｏｐｅｒｔｙは、復号時にそのプロパティのデータ値として復元するための値を示す。また、点ごとに異なった値での復元が必要であれば、ｐｌｙ＿ｆｏｒｍａｔ＿ｉｎｆｏ（）は、データの個数分のｆｉｌｌ＿ｐｒｏｐｅｒｔｙを含んでもよい。

[0344] つまり、プロパティ（コンポーネント）が復号対象の場合、ｓｐｓ＿ｉｄ、及びｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｉｄで指定される復号データでプロパティのデータが構成される。プロパティが復号対象でない場合、ｆｉｌｌ＿ｐｒｏｐｅｒｔｙで示される値を用いてプロパティのデータが構成される。また、シンタックスでは、ｆｉｌｌ＿ｐｒｏｐｅｒｔｙは、点群に含まれる全ての点で共通に用いられる値の例を示すが、点ごとに異なる値を示してもよい。

[0345] また、ｐｌｙ＿ｆｏｒｍａｔ＿ｉｎｆｏ（）は、必要に応じてこれ以外の

プロパティに関する情報を含んでもよい。

[0346] 図４６は、ｌａｓ＿ｆｏｒｍａｔ＿ｉｎｆｏ（）のシンタックス例を示す図である。ｌａｓ＿ｆｏｒｍａｔ＿ｉｎｆｏ（）は、ｌａｓフォーマットのヘッダに含まれる情報を含む。例えば、ｌａｓ＿ｆｏｒｍａｔ＿ｉｎｆｏは、ｐｕｂｌｉｃ＿ｈｅａｄｅｒ＿ｂｌｏｃｋ（）と、ｖａｒｉａｂｌｅ＿ｌｅｎｇｔｈ＿ｒｅｃｏｒｄｓ（）と、ｐｏｉｎｔ＿ｄａｔａ＿ｒｅｃｏｒｄｓ（）と、ｅｘｔｅｎｄｅｄ＿ｖａｒｉａｂｌｅ＿ｌｅｎｇｔｈ＿ｒｅｃｏｒｄｓ（）とを含む。

[0347] ｐｕｂｌｉｃ＿ｈｅａｄｅｒ＿ｂｌｏｃｋ（）は、ｌａｓフォーマットのＰｏｉｎｔ Ｄａｔａ Ｒｅｃｏｒｄｓに格納されるデータに関するヘッダ情報を含む。

[0348] ｖａｒｉａｂｌｅ＿ｌｅｎｇｔｈ＿ｒｅｃｏｒｄｓ（）は、ｌａｓフォーマットのＶａｒｉａｂｌｅ Ｌｅｎｇｔｈ Ｒｅｃｏｒｄｓに格納される任意の可変長ヘッダ情報を含む。

[0349] ｐｏｉｎｔ＿ｄａｔａ＿ｒｅｃｏｒｄｓ（）は、ｌａｓフォーマットのＰｏｉｎｔ Ｄａｔａ Ｒｅｃｏｒｄｓに格納される点群の位置情報又は属性情報に関する情報を含む。

[0350] ｅｘｔｅｎｄｅｄ＿ｖａｒｉａｂｌｅ＿ｌｅｎｇｔｈ＿ｒｅｃｏｒｄｓ（）は、ｌａｓフォーマットのＥｘｔｅｎｄｅｄ Ｖａｒｉａｂｌｅ Ｌｅｎｇｔｈ Ｒｅｃｏｒｄｓに格納される、ｌａｓフォーマット終端の拡張情報を含む。

[0351] 図４７は、ｐｕｂｌｉｃ＿ｈｅａｄｅｒ＿ｂｌｏｃｋ（）のシンタックス例を示す図である。ｐｕｂｌｉｃ＿ｈｅａｄｅｒ＿ｂｌｏｃｋ（）は、ｌａｓフォーマットのＰｕｂｌｉｃ Ｈｅａｄｅｒ Ｂｌｏｃｋに含まれる情報をそのまま含んでもよく、一部を含んでもよい。

[0352] 図４８は、ｖａｒｉａｂｌｅ＿ｌｅｎｇｔｈ＿ｒｅｃｏｒｄｓ（）のシンタックス例を示す図である。ｖａｒｉａｂｌｅ＿ｌｅｎｇｔｈ＿ｒｅｃｏｒｄｓ（）は、ｌａｓフォーマットのＶａｒｉａｂｌｅ Ｌｅｎｇｔｈ Ｒｅ

ｃｏｒｄ　Ｈｅａｄｅｒに含まれる情報をそのまま含んでもよく、一部を含んでもよい。

[0353] 図４９は、ｐｏｉｎｔ＿ｄａｔａ＿ｒｅｃｏｒｄｓ（）のシンタックス例を示す図である。ｐｏｉｎｔ＿ｄａｔａ＿ｒｅｃｏｒｄｓは、ｌａｓフォーマットのＰｏｉｎｔ　Ｄａｔａ　Ｒｅｃｏｒｄｓに含まれる点群の位置情報又は属性情報に関する情報を含んでもよい。例えばｐｏｉｎｔ＿ｄａｔａ＿ｒｅｃｏｒｄｓ（）は、ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｎｕｍと、ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｉｎｆｏと、ｓｃａｌｅと、ｏｆｆｓｅｔと、ｉｓ＿ｃｏｍｐｏｎｅｎｔと、ｆｉｌｌ＿ｃｏｍｐｏｎｅｎｔとを含む。

[0354] ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｎｕｍは、ｌａｓフォーマットに含まれる１つの点におけるプロパティ（コンポーネント）の数を示す。また、ｐｏｉｎｔ＿ｄａｔａ＿ｒｅｃｏｒｄｓ（）は、プロパティ毎の情報として、ｌａｓフォーマットで規定されるＰｏｉｎｔ　Ｄａｔａ　Ｒｅｃｏｒｄ　Ｆｏｒｍａｔに従った情報（ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｉｎｆｏ、ｓｃａｌｅ、ｏｆｆｓｅｔ、ｉｓ＿ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ、ｆｉｌｌ＿ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ）を含む。なお、ｐｏｉｎｔ＿ｄａｔａ＿ｒｅｃｏｒｄｓ（）は、全てのプロパティに関する情報を含んでもよく、一部のプロパティに関する情報を含んでもよい。

[0355] ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｉｎｆｏは、プロパティと実際のデータとの対応を示す情報であり、具体的にはプロパティ名又はプロパティのＩＤ（識別子）等を含む。

[0356] また、ｐｏｉｎｔ＿ｄａｔａ＿ｒｅｃｏｒｄｓ（）は、ｐｒｏｐｅｒｔｙ＿ｎｕｍで示される数の、プロパティ毎の情報を含んでもよい。例えば、この情報は、ｓｃａｌｅと、ｏｆｆｓｅｔと、ｉｓ＿ｃｏｍｐｏｎｅｎｔと、ｆｉｌｌ＿ｃｏｍｐｏｎｅｎｔとを含む。

[0357] ｓｃａｌｅは、スケーリング処理に用いられるスケール値を示す。ｏｆｆｓｅｔは、オフセット処理に用いられるオフセット値を示す。ｉｓ＿ｃｏｍｐｏｎｅｎｔは、対象のプロパティが圧縮対象か否かを示す。対象のプロパティが圧縮対象ではない場合は、ｐｏｉｎｔ＿ｄａｔａ＿ｒｅｃｏｒｄｓ（

）は、ｆｉｌｌ＿ｃｏｍｐｏｎｅｎｔを含む。ｆｉｌｌ＿ｃｏｍｐｏｎｅｎｔは、復号時にそのプロパティのデータ値として復元するための値を示す。また、点ごとに異なった値での復元が必要であれば、ｐｏｉｎｔ＿ｄａｔａ＿ｒｅｃｏｒｄｓ（）は、データの個数分のｆｉｌｌ＿ｃｏｍｐｏｎｅｎｔを含んでもよい。

[0358] また、ｐｏｉｎｔ＿ｄａｔａ＿ｒｅｃｏｒｄｓ（）は、必要に応じてこれ以外のプロパティに関する情報を含んでもよい。

[0359] 図５０は、ｅｘｔｅｎｄｅｄ＿ｖａｒｉａｂｌｅ＿ｌｅｎｇｔｈ＿ｒｅｃｏｒｄｓ（）のシンタックス例を示す図である。ｅｘｔｅｎｄｅｄ＿ｖａｒｉａｂｌｅ＿ｌｅｎｇｔｈ＿ｒｅｃｏｒｄｓ（）は、ｌａｓフォーマットのＥｘｔｅｎｄｅｄ　Ｖａｒｉａｂｌｅ　Ｌｅｎｇｔｈ　Ｒｅｃｏｒｄｓに含まれる情報をそのまま含んでもよく、一部を含んでもよい。

[0360] 以下、変換部及び逆変換部の第１の例を説明する。図５１は、第１の例に係る三次元データ符号化装置１３９００の構成を示すブロック図である。なお、同図では、主に属性情報の符号化に関する処理部を記載しており、位置情報の符号化に関する処理部の記載は省略している。三次元データ符号化装置１３９００は、変換部１３９０１と、符号化部１３９０２とを備える。

[0361] 変換部１３９０１は、点群データに含まれる属性情報を変換することで変換後属性情報を生成する。変換部１３９０１は、スケール部１３９０３と、属性情報精度判定部１３９０４とを備える。

[0362] 属性情報精度判定部１３９０４は、符号化対象の属性情報の精度を判定する。具体的には、属性情報精度判定部１３９０４は、属性情報に含まれる複数のビットから有効ビットを判定し、有効ビットを取り出すための除算、乗算、またはビットシフトに用いるスケール値（ｓｃａｌｅ）を決定する。

[0363] スケール部１３９０３は、属性情報精度判定部１３９０４で決定されたスケール値を用いて属性情報をスケーリング（乗算又は除算）することで変換後属性情報を生成する。また、変換部１３９０１は、スケール値を含む変換情報を符号化部１３９０２に出力する。

[0364] 符号化部１３９０２は、属性情報符号化部１３９０５と、付加情報符号化部１３９０６とを備える。属性情報符号化部１３９０５は、変換後属性情報を符号化することで符号化属性情報を生成する。付加情報符号化部１３９０６は、スケール値を含む変換情報を付加情報（メタデータ又は制御情報とも呼ぶ）として符号化することで符号化付加情報を生成する。この符号化属性情報及び符号化付加情報は、三次元データ符号化装置１３９００が出力するビットストリーム（符号化ビットストリーム又は符号化データとも呼ぶ）に含まれる。

[0365] 図５２は、第１の例に係る三次元データ復号装置１３９１０の構成を示すブロック図である。なお、同図では、主に属性情報の復号に関する処理部を記載しており、位置情報の復号に関する処理部の記載は省略している。

[0366] この三次元データ復号装置１３９１０は、例えば、図５１に示す三次元データ符号化装置１３９００で生成された、符号化属性情報及び符号化付加情報を含むビットストリームを復号する。三次元データ復号装置１３９１０は、復号部１３９１１と、逆変換部１３９１２とを備える。

[0367] 復号部１３９１１は、属性情報復号部１３９１３と、付加情報復号部１３９１４とを備える。属性情報復号部１３９１３は、符号化属性情報を復号することで復号属性情報を生成する。付加情報復号部１３９１４は、符号化付加情報を復号することでスケール値を含む変換情報を生成する。

[0368] 逆変換部１３９１２は逆スケール部１３９１５を備える。逆スケール部１３９１５は、スケール値を用いて復号属性情報を逆スケーリングすることで属性情報を生成する。

[0369] 以下、第１の例における変換部１３９０１による処理の具体例を説明する。変換部１３９０１は、符号化対象の全ての属性情報（点０（Ｐｏｉｎｔ　０）～点ｎ（Ｐｏｉｎｔ　ｎ）の属性情報）の有効ビットの位置を調査する。図５３及び図５４は、変換部１３９０１による処理の例を示す図である。図５３に示す例では、属性情報のビット深度は１６ビットである。ここでは、属性情報は１６ビットで表され、上位８ビットが有効ビットであり、下位

８ビットが無効ビットである。なお、ビット深度は、ビット幅、又はビット精度と表現されることもある。この場合、変換部１３９０１は、スケーリング処理としてｓｃａｌｅ＝２５６による除算、又はｓｃａｌｅ＝１／２５６による乗算、又はｓｃａｌｅ＝８ビットの右シフト演算を属性情報に実施する。これにより、下位８ビットが有効化され、ビット深度が８ビットの変換後属性情報が生成される。

[0370] また、図５４に示す例では、属性情報のビット深度は１６ビットであり、下位８ビットが有効ビットであり、上位８ビットが無効ビットである。この場合、変換部１３９０１は、スケーリング処理としてｓｃａｌｅ＝１による除算、又はｓｃａｌｅ＝１による乗算、又はｓｃａｌｅ＝０ビットの右シフト演算を属性情報に実施する。これにより、下位８ビットが有効化され、ビット深度が８ビットの変換後属性情報が生成される。なお、この場合、変換部１３９０１は、スケーリング処理を行わず、上位８ビットをクリップして下位８ビットを有効化することで、ビット深度が８ビットの属性情報を生成してもよい。

[0371] このように、変換部１３９０１は、ビット深度が１６ビットの属性情報を８ビットの変換後属性情報に変換する。よって、符号化部１３９０２は、１６ビットの属性情報よりも小さい値を扱うことができるため、圧縮効率を高めることができる。

[0372] なお、変換部１３９０１は、属性情報の精度を調査しなくてもよい。例えば、符号化対象の属性情報のフォーマットの規格によって属性情報の有効ビットの位置が決まっている場合は、変換部１３９０１は、そのルールに従ってスケール値（ｓｃａｌｅ）を決定してもよい。

[0373] また、例えば、変換部１３９０１は、下位８ビットが有効ビットである場合に、ビット深度を８ビットに変更せずに、上位８ビットが無効（０埋め）のままの１６ビットの属性情報を変換後属性情報として出力してもよい。

[0374] また、上記の具体例では１６ビットの属性情報の場合について説明しているが、同様の手法を任意のビット深度の属性情報に適用できる。

[0375] また、変換部１３９０１は、さらに、オフセット処理を行うオフセット部を備えてもよい。この場合、オフセット処理はスケーリング処理の後に行われてもよいし、前に行われてもよい。

[0376] また、変換部１３９０１は、スライス、タイル、又はフレームといった符号化グループの単位ごとにスケール値を変更してもよい。また、変換部１３９０１は、属性情報の種別ごとにスケール値を変更してもよい。これにより、変換部１３９０１は、単位間又は種別間で、異なる値のスケール値を使用できる。

[0377] 以下、第１の例における逆変換部１３９１２による処理の具体例を説明する。図５５及び図５６は、逆変換部１３９１２による処理の例を示す図である。図５５に示す例では、復号属性情報のビット深度は８ビットである。逆変換部１３９１２は、ｓｃａｌｅ＝２５６による乗算、又はｓｃａｌｅ＝８ビットの左シフト演算を復号属性情報に実施することで、上位８ビットが有効であるビット深度が１６ビットの属性情報を生成する。

[0378] また、図５６に示す例では、復号属性情報のビット深度は８ビットである。逆変換部１３９１２は、ｓｃａｌｅ＝１による乗算、又はｓｃａｌｅ＝０ビットの左シフト演算を復号属性情報に実施することで、下位８ビットが有効であるビット深度が１６ビットの属性情報を生成する。なお、この場合、逆変換部１３９１２は、スケーリング処理を行わず、下位８ビットを有効化してビット深度が１６ビットの属性情報を生成してもよい。

[0379] このように、三次元データ復号装置１３９１０は、上述した三次元データ符号化装置１３９００で生成されたビットストリームを復号して元の属性情報を復元できる。つまり、三次元データ復号装置１３９１０は、圧縮効率が高められたビットストリームを復号できる。

[0380] 以上により、三次元データ復号装置１３９１０に含まれる逆変換部１３９１２は、ビットストリームに含まれる変換情報に基づき、逆変換処理を実施することにより、三次元データ符号化装置１３９００に含まれる変換部１３９０１で変換される前の属性情報を復元できる。なお、三次元データ復号装

置１３９１０は、必ずしも逆変換処理を実施しなくてもよく、アプリケーション又はユースケースに基づき、逆変換処理を実行するか、実行しないかを選択してもよい。

[0381] なお、上記の具体例では１６ビットの属性情報の場合について説明しているが、同様の手法を任意のビット深度の属性情報に適用できる。

[0382] また、逆変換部１３９１２は、さらに、逆オフセット処理を行う逆オフセット部を備えてもよい。この場合、逆スケーリング処理は逆オフセット処理の後に行われてもよいし、前に行われてもよい。

[0383] また、逆変換部１３９１２は、スライス、タイル、又はフレームといった符号化グループの単位ごとにスケール値を変更して逆変換を行ってもよい。また、逆変換部１３９１２は、属性情報の種別ごとにスケール値を変更してもよい。これにより、逆変換部１３９１２は、単位間又は種別間で、異なる値のスケール値を使用できる。

[0384] 以下、シンタックスの変形例を説明する。図５７は、ＳＰＳ（シーケンスパラメータセット）のシンタックス例を示す図である。ＳＰＳは、ｓｐｓ＿ｉｄｘと、ｃｏｍｍｏｎ＿ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ（）と、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｔｙｐｅと、ｉｎｓｔａｎｃｅ＿ｉｄと、ｎｕｍ＿ｄｉｍｅｎｔｉｏｎと、ｎｕｍ＿ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｐａｒａｍｅｔｅｒと、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｐａｒａｍｅｔｅｒ（ｉ）と、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｉｎｆｏ（）とを含む。

[0385] ｓｐｓ＿ｉｄｘは、ＳＰＳの識別子である。ｃｏｍｍｏｎ＿ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ（）は、シーケンス全体に関わる付加情報である。ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｔｙｐｅと、ｉｎｓｔａｎｃｅ＿ｉｄと、ｎｕｍ＿ｄｉｍｅｎｔｉｏｎと、ｎｕｍ＿ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｐａｒａｍｅｔｅｒと、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｐａｒａｍｅｔｅｒ（ｉ）とは属性情報毎に設定される。

[0386] ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｔｙｐｅは属性情報の識別子である。ｉｎｓｔａｎｃｅ＿ｉｄは同一属性タイプのインスタンスを識別するための識別子である。ｎｕｍ＿ｄｉｍｅｎｔｉｏｎは、属性情報の次元数を示す。ａｔｔｒｉｂ

ｕｔｅ＿ｉｎｆｏ（）は、属性情報に関わるその他の付加情報である。

[0387] ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｐａｒａｍｅｔｅｒ（）は、属性情報ごとの様々な種類の付加情報（メタデータ）を含み、汎用的なフォーマットを有する。ｎｕｍ＿ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｐａｒａｍｅｔｅｒは、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｐａｒａｍｅｔｅｒ（）の数を示す。

[0388] 図５８は、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｐａｒａｍｅｔｅｒ（ｉ）のシンタックス例を示す図である。ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｐａｒａｍｅｔｅｒ（ｉ）は、ａｔｔｒ＿ｐａｒａｍ＿ｔｙｐｅと、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｏｕｒｃｅ＿ｏｆｆｓｅｔ＿ｎｕｍ＿ｂｉｔｓと、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｏｕｒｃｅ＿ｏｆｆｓｅｔと、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｏｕｒｃｅ＿ｓｃａｌｅ＿ｎｕｍ＿ｂｉｔｓと、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｏｕｒｃｅ＿ｓｃａｌｅと、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｃａｌｅ＿ｆｒａｃ＿ｂｉｔｓとを含む。

[0389] ａｔｔｒ＿ｐａｒａｍ＿ｔｙｐｅは、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｐａｒａｍｅｔｅｒのタイプを示す。例えば、ａｔｔｒ＿ｐａｒａｍ＿ｔｙｐｅ＝３の場合、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｐａｒａｍｅｔｅｒ（ｉ）は、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｏｕｒｃｅ＿ｏｆｆｓｅｔ＿ｎｕｍ＿ｂｉｔｓと、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｏｕｒｃｅ＿ｏｆｆｓｅｔと、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｏｕｒｃｅ＿ｓｃａｌｅ＿ｎｕｍ＿ｂｉｔｓと、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｏｕｒｃｅ＿ｓｃａｌｅと、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｃａｌｅ＿ｆｒａｃ＿ｂｉｔｓとを含む。これは、ｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｆｌａｇ＝１の場合にｔｒａｎｓｆｏｒｍ＿ｉｎｆｏを示すことと同じである。

[0390] ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｏｕｒｃｅ＿ｏｆｆｓｅｔは、復号属性情報を元（ソース）の属性情報に戻すためのオフセット値を示す。

[0391] ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｏｕｒｃｅ＿ｓｃａｌｅは、復号属性情報を元の属性情報に戻すためのスケール値を示す。

[0392] ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｏｕｒｃｅ＿ｏｆｆｓｅｔ＿ｎｕｍ＿ｂｉｔｓは、オフセット値（ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｏｕｒｃｅ＿ｏｆｆｓｅｔ）のビット数を示す。なお、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｏｕｒｃｅ＿ｏｆｆｓｅｔ＿

ｎｕｍ＿ｂｉｔｓで示されるビット数が０ビットの場合は、オフセット処理をしない（つまりｏｆｆｓｅｔ＝０）ことを意味する。つまり、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｏｕｒｃｅ＿ｏｆｆｓｅｔ＿ｎｕｍ＿ｂｉｔｓは、オフセット値を示すか否か（オフセット処理を行う否か）を示すフラグの機能を有する。

[0393] ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｏｕｒｃｅ＿ｓｃａｌｅ＿ｎｕｍ＿ｂｉｔｓは、スケール値（ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｏｕｒｃｅ＿ｓｃａｌｅ）のビット数を示す。ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｏｕｒｃｅ＿ｓｃａｌｅ＿ｎｕｍ＿ｂｉｔｓで示されるビット数が０ビットの場合は、スケーリング処理をしない（つまりｓｃａｌｅ＝１）ことを意味する。つまり、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｏｕｒｃｅ＿ｓｃａｌｅ＿ｎｕｍ＿ｂｉｔｓは、スケール値を示すか否か（スケーリング処理を行うか否か）を示すフラグの機能を有する。

[0394] ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｃａｌｅ＿ｆｒａｃ＿ｂｉｔｓは、ｓｃａｌｅ値の小数点以下の値を表現するためのビット数を示す。このａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｃａｌｅ＿ｆｒａｃ＿ｂｉｔｓ、及び、下記（式ａ１）を用いてｓｃａｌｅ値が算出される。

[0395] [数1]

$$scale = \frac{attribute_source_scale}{(1 \ll attribute_source_scale_frac_bit)} \quad \cdots \quad (式a1)$$

[0396] 次に三次元データ符号化装置１３９００及び三次元データ復号装置１３９１０の処の流れを説明する。図５９は、三次元データ符号化装置１３９００による三次元データ符号化処理のフローチャートである。

[0397] まず、三次元データ符号化装置１３９００は、属性情報を変換するか否かを判定する（Ｓ１３９０１）。例えば、三次元データ符号化装置１３９００は、外部からの指示又は設定に基づき、属性情報を変換するか否かを判定する。なお、三次元データ符号化装置１３９００は、符号化対象の属性情報等、符号化対象の点群データに基づき、属性情報を変換するか否かを判定してもよい。

[0398] 属性情報を変換する場合（Ｓ１３９０１でＹｅｓ）、三次元データ符号化装置１３９００は、符号化対象の点群データに含まれる全ての三次元点の属性情報の精度、及び有効ビット位置を調査する（Ｓ１３９０２）。次に、三次元データ符号化装置１３９００は、有効ビット位置に基づきスケール値を決定する（Ｓ１３９０３）。次に、三次元データ符号化装置１３９００は、決定されたスケール値を用いて属性情報を変換することで変換後属性情報を生成する（Ｓ１３９０４）。次に、三次元データ符号化装置１３９００は、スケール値を含む変換情報を付加情報に格納する（Ｓ１３９０５）。例えば、三次元データ符号化装置１３９００は、ｎｕｍ＿ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｐａｒａｍｅｔｅｒ＝１、及び、ａｔｔｒ＿ｐａｒａｍ＿ｔｙｐｅ＝３を付加情報に格納する。また、スケール値は、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｏｕｒｃｅ＿ｓｃａｌｅに格納される。具体的には、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｏｕｒｃｅ＿ｓｃａｌｅ＿ｎｕｍ＿ｂｉｔｓと、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｏｕｒｃｅ＿ｓｃａｌｅと、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｓｃａｌｅ＿ｆｒａｃ＿ｂｉｔｓとを用いてスケール値が示される。次に、三次元データ符号化装置１３９００は、スケール値を含む付加情報、及び変換後属性情報を符号化することでビットストリーム（符号化データ）を生成する（Ｓ１３９０６）。

[0399] 一方、属性情報を変換しない場合（Ｓ１３９０１でＮｏ）、三次元データ符号化装置１３９００は、変換情報を付加情報に格納しない（Ｓ１３９０７）。例えば、三次元データ符号化装置１３９００は、ｎｕｍ＿ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｐａｒａｍｅｔｅｒ＝０を付加情報に格納する。次に、三次元データ符号化装置１３９００は、変換情報を含まない付加情報、及び属性情報を符号化することでビットストリーム（符号化データ）を生成する（Ｓ１３９０８）。

[0400] 図６０は、三次元データ復号装置１３９１０による三次元データ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１３９１０は、ビットストリームに含まれる符号化付加情報を復号し、得られた付加情報を解析する（Ｓ１３９１１）。次に、三次元データ復号装置１３９１０は、ビット

ストリームに含まれる符号化属性情報を復号することで復号属性情報を生成する（Ｓ１３９１２）。

[0401] 次に、三次元データ復号装置１３９１０は、付加情報に含まれる情報に基づき、属性情報を逆変換するか否か（属性情報が変換されているか否か）を判定する（Ｓ１３９１３）。例えば、三次元データ復号装置１３９１０は、ｎｕｍ＿ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｐａｒａｍｅｔｅｒ＝＝１、かつ、ａｔｔｒ＿ｐａｒａｍ＿ｔｙｐｅ＝＝３である場合、属性情報を逆変換すると判定し、それ以外の場合、属性情報を逆変換しないと判定する。

[0402] 属性情報を逆変換すると判定された場合（Ｓ１３９１３でＹｅｓ）、三次元データ復号装置１３９１０は、付加情報に含まれるスケール値に基づき復号属性情報を逆変換することで属性情報を生成する（Ｓ１３９１４）。一方、属性情報を逆変換しないと判定された場合（Ｓ１３９１３でＮｏ）、三次元データ復号装置１３９１０は、逆変換は行わず、復号属性情報を属性情報として出力する。

[0403] 次に、変換部及び逆変換部の第２の例を説明する。図６１は、第２の例に係る三次元データ符号化装置１３９００Ａの構成を示すブロック図である。なお、同図では、主に属性情報の符号化に関する処理部を記載しており、位置情報の符号化に関する処理部の記載は省略している。

[0404] 図６１に示す三次元データ符号化装置１３９００Ａは、図５１に示す三次元データ符号化装置１３９００に対して、変換部１３９０１Ａの構成が変換部１３９０１と異なる。具体的には、変換部１３９０１Ａは、属性情報精度判定部１３９０４の代わりに属性情報分解能判定部１３９０４Ａを備える。

[0405] 属性情報分解能判定部１３９０４Ａは、符号化対象の属性情報の分解能又は解像度を判定する。属性情報分解能判定部１３９０４Ａは、属性情報が基準信号の何倍の値になっているかを判定し、基準信号を取り出すために除算、乗算、又はビットシフトに用いるスケール値（ｓｃａｌｅ）を決定する。

[0406] スケール部１３９０３は、属性情報分解能判定部１３９０４Ａで決定されたスケール値を用いて属性情報をスケーリング（乗算又は除算）することで

変換後属性情報を生成する。また、変換部１３９０１Ａは、スケール値を含む変換情報を符号化部１３９０２に出力する。

[0407] 符号化部１３９０２は、属性情報符号化部１３９０５と、付加情報符号化部１３９０６とを備える。属性情報符号化部１３９０５は、変換後属性情報を符号化することで符号化属性情報を生成する。付加情報符号化部１３９０６は、スケール値を含む変換情報を付加情報として符号化することで符号化付加情報を生成する。この符号化属性情報及び符号化付加情報は、三次元データ符号化装置１３９００Ａが出力するビットストリームに含まれる。

[0408] なお、三次元データ符号化装置１３９００Ａにより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１３９１０の構成は、図５２に示す構成と同様である。

[0409] 以下、第２の例における変換部１３９０１Ａによる処理の具体例を説明する。変換部１３９０１Ａは、符号化対象の全ての属性情報（点０（Ｐｏｉｎｔ　０）～点ｎ（Ｐｏｉｎｔ　ｎ）の属性情報）の分解能又は解像度を調査する。図６２は、変換部１３９０１Ａによる処理の例を示す図である。図６２に示す例では、属性情報のビット深度は１６ビットであり、属性情報が２５５刻み、すなわち２５５の倍数である。この場合、変換部１３９０１Ａは、スケーリング処理としてｓｃａｌｅ＝２５５による除算、又はｓｃａｌｅ＝１／２５５による乗算を属性情報に実施することで、ビット深度が８ビットの変換後属性情報を生成する。

[0410] このように、変換部１３９０１Ａは、ビット深度が１６ビットの属性情報を８ビットの変換後属性情報に変換できる。よって、符号化部１３９０２は、１６ビットの属性情報よりも小さい値を扱うことができるため、圧縮効率を高めることができる。

[0411] なお、変換部１３９０１Ａは、属性情報の精度を調査しなくてもよい。例えば、符号化対象の属性情報のフォーマットの規格によって属性情報の分解能又は解像度が既知である場合は、変換部１３９０１Ａは、そのルールに従ってスケール値（ｓｃａｌｅ）を決定してもよい。

[0412] また、変換部１３９０１Ａは、例えば、スケーリング後に属性情報が８ビットの範囲であったとしても、ビット深度を８ビットに変更せずに、上位８ビットが無効（０埋め）のままの１６ビットの属性情報を変換後属性情報として出力してもよい。

[0413] また、上記の具体例では１６ビットの属性情報の場合について説明しているが、同様の主張を任意のビット深度の属性情報に適用できる。

[0414] また、変換部１３９０１Ａは、さらに、オフセット処理を行うオフセット部を備えていてもよい。この場合、オフセット処理はスケーリング処理の後に行われてもよいし、前に行われてもよい。

[0415] また、変換部１３９０１Ａは、スライス、タイル、又はフレームといった符号化グループの単位ごとにスケール値を変更してもよい。また、変換部１３９０１Ａは、属性情報の種別ごとにスケール値を変更してもよい。これにより、変換部１３９０１Ａは、単位間又は種別間で、異なる値のスケール値を使用できる。

[0416] 以下、第２の例における逆変換部１３９１２による処理の具体例を説明する。図６３は、逆変換部１３９１２による処理の例を示す図である。図６３に示す例では、復号属性情報のビット深度は８ビットである。逆変換部１３９１２は、ｓｃａｌｅ＝２５５による乗算を復号属性情報に実施することで、上位８ビットが有効であるビット深度が１６ビットの属性情報を生成する。

[0417] このように、三次元データ復号装置１３９１０は、上述した三次元データ符号化装置１３９００Ａで生成されたビットストリームを復号して元の属性情報を復元できる。つまり、三次元データ復号装置１３９１０は、圧縮効率が高められたビットストリームを復号できる。

[0418] 以上により、三次元データ復号装置１３９１０に含まれる逆変換部１３９１２は、ビットストリームに含まれる変換情報に基づき、逆変換処理を実施することにより、三次元データ符号化装置１３９００Ａに含まれる変換部１３９０１Ａで変換される前の属性情報を復元できる。三次元データ復号装置

１３９１０は、必ずしも逆変換処理を実施しなくてもよく、アプリケーション又はユースケースに基づき、逆変換処理を実行するか、実行しないかを選択してもよい。

[0419] なお、上記の具体例では１６ビットの属性情報の場合について説明しているが、同様の手法を任意のビット深度の属性情報に適用できる。

[0420] また、逆変換部１３９１２は、さらに、逆オフセット処理を行う逆オフセット部を備えてもよい。この場合、逆スケーリング処理は逆オフセット処理の後に行われてもよいし、前に行われてもよい。

[0421] また、逆変換部１３９１２は、スライス、タイル、又はフレームといった符号化グループの単位ごとにスケール値を変更して逆変換を行ってもよい。また、逆変換部１３９１２は、属性情報の種別ごとにスケール値を変更してもよい。これにより、逆変換部１３９１２は、単位間又は種別間で、異なる値のスケール値を使用できる。

[0422] また、上記説明では、変換部１３９０１Ａが属性情報を値２５５で除算し、付加情報にｓｃａｌｅ＝２５５が格納され、逆変換部１３９１２が付加情報より解析した値２５５を属性情報に乗算する例を示したが、三次元データ符号化装置１３９００Ａは、逆変換部１３９１２が属性情報に除算する値を付加情報に格納してもよい。

[0423] また、第２の例の三次元データ符号化装置１３９００Ａによる処理の手順は、図５９に示す第１の例のフローチャートと概ね同様である。なお、第２の例では、ステップＳ１３９０２において、三次元データ符号化装置１３９００Ａは、符号化対象の点群データに含まれる全ての三次元点の属性情報の分解能を調査する。また、第２の例の三次元データ復号装置１３９１０による処理の手順は、図６０に示す第１の例のフローチャートと同一である。

[0424] 以下、変換部及び逆変化部の第３の例を説明する。図６４は、第３の例に係る三次元データ符号化装置１３９００Ｂの構成を示すブロック図である。なお、同図では、主に属性情報の符号化に関する処理部を記載しており、位置情報の符号化に関する処理部の記載は省略している。

[0425] 図６４に示す三次元データ符号化装置１３９００Ｂは、図５１に示す三次元データ符号化装置１３９００に対して、変換部１３９０１Ｂの構成が変換部１３９０１と異なる。具体的には、変換部１３９０１Ｂは、属性情報精度判定部１３９０４の代わりに属性情報範囲判定部１３９０４Ｂを備える。また、変換部１３９０１Ｂは、さらに、オフセット部１３９０７を備える。

[0426] 属性情報範囲判定部１３９０４Ｂは、符号化対象の属性情報の値の範囲を判定する。属性情報範囲判定部１３９０４Ｂは、属性情報の値の範囲がシステムの許容値を超える場合、又は、効率が悪いと判定される場合に、スケーリング処理及びオフセット処理の少なくとも一方を行うと判定する。また、属性情報範囲判定部１３９０４Ｂは、変換後属性情報の値の範囲がシステムの許容値内になるように、又は、効率が向上するように、除算、乗算、又はビットシフトに用いるスケール値（ｓｃａｌｅ）の決定と、加算又は減算に用いるオフセット値（ｏｆｆｓｅｔ）の決定との少なくとも一方を行う。ここで、効率が悪い場合とは、スケーリング又はオフセット処理によりデータ量を削減できる場合であり、例えば、後述する図６７に示す例のようにオフセット処理によりデータ量を削減できる場合である。

[0427] スケール部１３９０３は、属性情報範囲判定部１３９０４Ｂで決定されたスケール値を用いて属性情報をスケーリング（乗算又は除算）することでスケーリング後属性情報を生成する。オフセット部１３９０７は、属性情報範囲判定部１３９０４Ｂで決定されたオフセット値を用いてスケーリング後属性情報をオフセット（加算又は減算）することで変換後属性情報を生成する。

[0428] 符号化部１３９０２は、属性情報符号化部１３９０５と、付加情報符号化部１３９０６とを備える。属性情報符号化部１３９０５は、変換後属性情報を符号化することで符号化属性情報を生成する。付加情報符号化部１３９０６は、スケール値及びオフセット値を含む変換情報を付加情報として符号化することで符号化付加情報を生成する。この符号化属性情報及び符号化付加情報は、三次元データ符号化装置１３９００Ｂが出力するビットストリーム

に含まれる。

[0429] なお、三次元データ符号化装置１３９００Ｂにより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１３９１０の構成は、図５２に示す構成と概ね同じである。ただし、逆変換部１３９１２は、復号属性情報に、逆スケーリング処理に加え、逆オフセット処理を行うことで属性情報を生成する。

[0430] 以下、第３の例における変換部１３９０１Ｂによる処理の具体例を説明する。変換部１３９０１Ｂは、符号化対象の全ての属性情報（点０（Ｐｏｉｎｔ　０）～点ｎ（Ｐｏｉｎｔ　ｎ）の属性情報）の値の範囲を調査する。図６５、図６６及び図６７は、変換部１３９０１Ｂによる処理の例を示す図である。図６５に示す例は、システムが対応できるビット深度が１６ビットであり、属性情報の最大ビット深度が１７ビットの場合である。この場合、システムの対応範囲に対して属性情報のビット深度が１ビットオーバーフローしている。よって、変換部１３９０１Ｂは、変換後属性情報の値が範囲内に収まるように、属性情報にｓｃａｌｅ＝２による除算、又はｓｃａｌｅ＝１／２による乗算、又はｓｃａｌｅ＝１ビットの右シフト演算を実施することで、ビット深度が１６ビットの変換後属性情報を生成する。

[0431] また、図６６に示す例は、システムが対応できるビット深度が符号なし１６ビットであり、属性情報の最小値が－５０２７の場合である。この場合、システムの対応範囲に対して属性情報の値が負の方向に５０２７オーバーしている。よって、変換部１３９０１Ｂは、変換後属性情報の値が範囲に収まるように、属性情報にｏｆｆｓｅｔ＝５０２７の加算を実施することで、ビット深度が符号なし１６ビットの変換後属性情報を生成する。

[0432] また、図６７に示す例は、システムが対応できる値が符号なし整数値であり、属性情報が６４ビットの浮動小数点の場合である。この場合、変換部１３９０１Ｂは、属性情報を整数値に変換するため、属性情報にｓｃａｌｅ＝１０００００の乗算を実施する。さらに、変換部１３９０１Ｂはデータ量を削減するために、乗算後の属性情報にｏｆｆｓｅｔ＝－２３１２０００の加

算を実施する。これにより、ビット深度が符号なし８ビットの属性情報が生成される。

[0433] このように、三次元データ符号化装置１３９００Ｂは、システムが対応できる範囲を超える値を有する属性情報を、スケーリング処理又はオフセット処理によって、範囲内の値を有する変換後属性情報に変換できる。

[0434] なお、三次元データ符号化装置１３９００Ｂは、データ量を削減するための量子化を目的としてスケーリング処理を実施してもよい。この場合は、スケール値が大きいほど逆変換における量子化誤差が大きくなるが、その分データ量を削減できる。

[0435] また、変換部１３９０１Ｂは、属性情報の範囲を調査せず、例えば符号化対象の属性情報のフォーマットの規格によって属性情報の範囲が決まっている場合は、そのルールに従ってスケール値（ｓｃａｌｅ）及びオフセット値（ｏｆｆｓｅｔ）を決定してもよい。

[0436] また、上記の具体例では１６ビット又は６４ビットの浮動小数点の属性情報の場合について説明しているが、同様の手法を任意のビット深度の属性情報に適用できる。

[0437] また、変換部１３９０１Ｂは、スケーリング処理において除算相当の処理を行う場合には、丸め加算を行ってもよい。ここで、丸め加算とは、端数処理であって、末端のビット数に対して、切り捨てもしくは切り上げ処理を行うことである。

[0438] また、上記では、スケーリング処理後にオフセット処理を行う場合を示したが、オフセット処理後にスケーリング処理を行ってもよい。

[0439] また、変換部１３９０１Ｂは、スライス、タイル、又はフレームといった符号化グループの単位ごとにスケール値及びオフセット値を変更してもよい。また、変換部１３９０１Ｂは、属性情報の種別ごとにスケール値及びオフセット値を変更してもよい。これにより、変換部１３９０１Ｂは、単位間又は種別間で、異なる値のスケール値を使用できる。

[0440] 以下、第３の例における逆変換部１３９１２による処理の具体例を説明す

る。図６８、図６９及び図７０は、逆変換部１３９１２による処理の例を示す図である。図６８に示す例では、逆変換部１３９１２は、ビット深度が１６ビットの復号属性情報を、付加情報に含まれるスケール値を用いて逆変換する。具体的には、逆変換部１３９１２は、ｓｃａｌｅ＝２による乗算、又はｓｃａｌｅ＝１ビットの左シフト演算を復号属性情報に実施することで、ビット深度が１７ビットの属性情報を生成する。

[0441] また、図６９に示す例では、復号属性情報のビット深度が符号なし１６ビットである。逆変換部１３９１２は、付加情報に含まれるオフセット値を用いて復号属性情報を逆変換する。具体的には、逆変換部１３９１２は、復号属性情報にｏｆｆｓｅｔ＝－５０２７による加算を実施することで、ビット深度が符号あり１６ビットの属性情報を生成する。

[0442] また、図７０に示す例では、復号属性情報のビット深度が符号なし８ビットである。逆変換部１３９１２は、付加情報に含まれるオフセット値及びスケール値を用いて復号属性情報を逆変換する。具体的には、逆変換部１３９１２は、復号属性情報にｏｆｆｓｅｔ＝２３１２０００による加算を実施し、加算後の値にｓｃａｌｅ＝１／１０００００による乗算を実施して、６４ビットの浮動小数点の属性情報を生成する。

[0443] このように、三次元データ符号化装置１３９００Ｂは、システムが対応できる範囲を超える値を有する属性情報を、スケーリング処理又はオフセット処理によって、範囲内の値を有する変換後属性情報に変換できる。また、三次元データ復号装置１３９１０は、このように生成された圧縮データを復号して元の属性情報に復元できる。

[0444] また、データ量削減のための量子化を目的としてスケーリング処理が実施されてもよい。この場合は、スケール値が大きいほど逆変換して復元した属性情報の量子化誤差が大きくなるが、その分データ量を削減できる。

[0445] 以上により、三次元データ復号装置１３９１０に含まれる逆変換部１３９１２は、ビットストリームに含まれる変換情報に基づき、逆変換処理を実施することにより、三次元データ符号化装置１３９００Ｂに含まれる変換部１

３９０１Ｂで変換される前の属性情報を復元できる。三次元データ復号装置１３９１０は、必ずしも逆変換処理を実施しなくてもよく、アプリケーション又はユースケースに基づき、逆変換処理を実施するか、実施しないかを選択してもよい。

[0446] なお、上記具体例では１６ビットの属性情報の場合について説明しているが、同様の手法を任意のビット深度の属性情報に適用できる。また、三次元データ復号装置１３９１０は、逆スケーリング処理において、除算相当の処理を行う場合には、丸め加算を行ってもよい。

[0447] また、逆スケーリング処理は逆オフセット処理の後に行われてもよいし、前に行われてもよい。

[0448] また、逆変換部１３９１２は、スライス、タイル、又はフレームといった符号化グループの単位ごとにスケール値及びオフセット値を変更して逆変換を行ってもよい。また、逆変換部１３９１２は、属性情報の種別ごとにスケール値及びオフセット値を変更してもよい。これにより、逆変換部１３９１２は、単位間又は種別間で、異なる値のスケール値及びオフセット値を使用できる。

[0449] 次に、変換部及び逆変換部の第４の例を説明する。図７１は、第４の例に係る三次元データ符号化装置１３９００Ｃの構成を示すブロック図である。なお、同図では、主に属性情報の符号化に関する処理部を記載しており、位置情報の符号化に関する処理部の記載は省略している。

[0450] 図７１に示す三次元データ符号化装置１３９００Ｃは、図５１に示す三次元データ符号化装置１３９００に対して、変換部１３９０１Ｃの構成が変換部１３９０１と異なる。具体的には、変換部１３９０１Ｃは、さらに、スケール値生成部１３９０８を備える。

[0451] スケール値生成部１３９０８は、属性情報精度判定部１３９０４で決定された小数精度のスケール値から、当該スケール値を表す、スケール値の整数部の値と、スケール値の小数部の値と、スケール値の小数部オフセット値とを生成する。

[0452] 付加情報符号化部１３９０６は、スケール値生成部１３９０８で生成された、スケール値の整数部の値と、スケール値の小数部の値と、スケール値の小数部オフセット値とを含む変換情報を、付加情報として符号化する。この付加情報はビットストリームに含まれ、三次元データ復号装置へ送られる。

[0453] 図７２は、第４の例に係る三次元データ復号装置１３９１０Ｃの構成を示すブロック図である。なお、同図では、主に属性情報の復号に関する処理部を記載しており、位置情報の復号に関する処理部の記載は省略している。

[0454] 図７２に示す三次元データ復号装置１３９１０Ｃは、図５２に示す三次元データ復号装置１３９１０に対して、逆変換部１３９１２Ｃに含まれる逆スケール部１３９１５Ｃの機能が逆スケール部１３９１５と異なる。

[0455] 付加情報復号部１３９１４は、ビットストリームに含まれる符号化付加情報を復号することでスケール値の整数部の値と、スケール値の小数部の値と、スケール値の小数部オフセット値とを生成する。逆スケール部１３９１５Ｃは、スケール値の整数部の値と、スケール値の小数部の値と、スケール値の小数部オフセット値とを用いてスケール値を算出する。逆スケール部１３９１５Ｃは、算出したスケール値を用いて復号属性情報を逆スケーリングすることで属性情報を生成する。

[0456] 以下、第４の例における変換部１３９０１Ｃによる処理の具体例を説明する。例えば、図５３及び図５５、又は、図６２及び図６３に示すように、三次元データ符号化装置１３９００Ｃにおいて属性情報をｓｃａｌｅ＝２５５で除算し、三次元データ復号装置１３９１０Ｃにおいて復号属性情報をｓｃａｌｅ＝２５５で乗算する例の場合、スケール値の整数部であるｓｃａｌｅ＿ｉｎｔと、スケール値の小数部であるｓｃａｌｅ＿ｆｒａｃと、スケール値の小数部オフセット値であるｓｃａｌｅ＿ｆｒａｃ＿ｏｆｆｓｅｔとを用いて、スケール値（ｓｃａｌｅ）は下記（式ａ２）のように表現できる。

[0457] [数2]

$$scale = \frac{scale_int}{(1 \ll scale_frac) - scale_frac_offset} \quad \cdots \quad (式a２)$$

[0458] ここで、ｓｃａｌｅ＿ｉｎｔ＝２５５、ｓｃａｌｅ＿ｆｒａｃ＝０、ｓｃａｌｅ＿ｆｒａｃ＿ｏｆｆｓｅｔ＝０である場合、ｓｃａｌｅ＝２５５である。

[0459] または、上記（式ａ２）において、分子と分母とを入れ替えたものをｓｃａｌｅと定義してもよい。例えば、ｓｃａｌｅ＿ｉｎｔ＝１、ｓｃａｌｅ＿ｆｒａｃ＝８、ｓｃａｌｅ＿ｆｒａｃ＿ｏｆｆｓｅｔ＝１である場合、ｓｃａｌｅ＝１／２５５であってもよい。

[0460] なお、スケール値は下記（式ａ３）で導出されてもよい。この場合、ｓｃａｌｅ＿ｉｎｔ＝２５５、ｓｃａｌｅ＿ｆｒａｃ＝０である場合、ｓｃａｌｅ＝２５５である。

[0461] [数3]

$$scale = \frac{scale_int}{(1 \ll scale_frac)} \quad \cdots \quad (式a\ 3)$$

[0462] なお、三次元データ符号化装置１３９００Ｃ及び三次元データ復号装置１３９１０Ｃは、（式ａ２）及び（式ａ３）のいずれか一方を常に用いてもよいし、（式ａ２）及び（式ａ３）の一方を切り替えながら選択的に使用してもよい。

[0463] 以上により、三次元データ符号化装置１３９００Ｃは、ビット深度が１６ビットの属性情報を８ビットの属性情報として符号化することができるので、１６ビットの属性情報を符号化する場合よりも小さい値を扱うことができる。よって、圧縮効率を高めることができる。また、三次元データ符号化装置１３９００Ｃは、小数点以下の精度が必要なスケーリングを実施できる。

[0464] また、三次元データ復号装置１３９１０Ｃは、三次元データ符号化装置１３９００Ｃで生成されたビットストリームを復号して元の属性情報に復元できる。

[0465] また、三次元データ復号装置１３９１０Ｃに含まれる逆変換部１３９１２Ｃは、ビットストリームに含まれる変換情報に基づき、復号属性情報に逆変換処理を実施することにより、三次元データ符号化装置１３９００Ｃに含ま

れる変換部１３９０１Ｃで変換される前の属性情報を復元できる。なお、三次元データ復号装置１３９１０Ｃは、必ずしも逆変換処理を実施しなくてもよく、アプリケーション又はユースケースに基づき、逆変換処理を実施するか、実施しないかを選択してもよい。

[0466] なお、ここでは、三次元データ符号化装置１３９００Ｃが、第１の例と同様に、符号化対象の属性情報の精度を判定する属性情報精度判定部１３９０４を備える例を説明したが、三次元データ符号化装置１３９００Ｃは、第２の例又は第３の例と同様に、属性情報の分解能又は解像度を判定する属性情報分解能判定部１３９０４Ａ、又は属性情報の範囲を判定する属性情報範囲判定部１３９０４Ｂを備えてもよい。

[0467] また、変換部１３９０１Ｃは、属性情報の精度を調査しなくてもよい。例えば、符号化対象の属性情報のフォーマットの規格によって属性情報の有効ビットの位置が決まっている場合は、変換部１３９０１Ｃは、そのルールに従ってスケール値（ｓｃａｌｅ）を決定してもよい。

[0468] また、変換部１３９０１Ｃは、スケーリング後の属性情報が８ビットの範囲であったとしても、ビット深度を８ビットに変更せずに、上位８ビットが無効（０埋め）のままの１６ビットの属性情報を変換後属性情報として出力してもよい。

[0469] また、上記の具体例では１６ビットの属性情報の場合について説明しているが、同様の手法を任意のビット深度の属性情報に適用できる。

[0470] また、変換部１３９０１Ｃは、さらに、オフセット処理を行うオフセット部を備えてもよい。この場合、オフセット処理はスケーリング処理の後に行われてもよいし、前に行われてもよい。

[0471] また、変換部１３９０１Ｃは、スライス、タイル、又はフレームといった符号化グループの単位ごとにスケール値を変更してもよい。また、変換部１３９０１Ｃは、属性情報の種別ごとにスケール値を変更してもよい。これにより、変換部１３９０１Ｃは、単位間又は種別間で、異なる値のスケール値を使用できる。

[0472] また、逆変換部１３９１２Ｃは、さらに、逆オフセット処理を行う逆オフセット部を備えてもよい。この場合、逆スケール処理は逆オフセット処理の後に行われてもよいし、前に行われてもよい。

[0473] また、逆変換部１３９１２Ｃは、スライス、タイル、又はフレームといった符号化グループの単位ごとにスケール値を変更して逆変換を行ってもよい。また、逆変換部１３９１２Ｃは、属性情報の種別ごとにスケール値を変更してもよい。これにより、逆変換部１３９１２Ｃは、単位間又は種別間で、異なる値のスケール値を使用できる。

[0474] また、上記の第１の例～第４の例のいずれか２以上を組み合わせてもよい。また、位置情報に対しても、属性情報と同様に、第１の例～第４の例のいずれか、又は、いずれか２以上を組み合わせた方法を適用してもよい。その場合、変換情報、又はフォーマット情報などは、ＳＰＳなどの付加情報に格納されてもよい。

[0475] 以下、変換部及び逆変換部の第５の例を説明する。変換部は、オフセット算出部を備えてもよい。このオフセット算出部は、属性情報の全体のオフセット成分を算出する。変換部は、算出されたオフセット成分（オフセット値）を用いて属性情報をオフセットしてもよい。オフセット算出部は、シーケンス全体の属性情報を用いてオフセット成分を算出してもよいし、フレーム毎に、フレーム内の属性情報を用いてオフセット成分を算出してもよい。

[0476] 図７３は、この変換処理の例を示す図である。図７３に示す例では、属性情報は、６４ｂｉｔの時間情報（ｔｉｍｅ）であり、変換部は、フレーム毎にオフセット成分を算出する。Ｆｒａｍｅ＃１には、１点に対し１つの時間情報（ｇｐｓ＿ｔｉｍｅ）が属性情報として付加されており、時間で昇順に点が並んでいる。時間は、点が取得された時刻でもよいし、任意の基準に対する差分情報であってもよい。

[0477] 図７３に示す例では、変換部は、複数の点の時間情報を１００００００でスケーリングした後、全ての点に共通する成分２３１２０００をオフセット成分として算出し、当該オフセット成分をスケーリング後の時間情報からオフ

セットする。

[0478] これにより、属性情報を８ｂｉｔの正の情報に変換することができる。このように、６４ｂｉｔの情報を８ｂｉｔの正の値に変換することで、符号量を削減できる。

[0479] なお、三次元データ符号化装置は、属性情報の値が単純増加又は単純減少する場合は、前の点からの差分値を符号化してもよい。また、三次元データ符号化装置は、全ての差分値が同じである場合は、差分値を付加情報に含めて送出し、点毎の属性情報を符号化しなくてもよい。つまり、三次元データ符号化装置は、点毎の属性情報をビットストリームに含めなくてもよい。

[0480] 以下、変換情報の格納方法の例について説明する。上述したスケール値及びオフセット値を含む変換情報であるａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｐａｒａｍｅｔｅｒ（ｉ）は、ＳＰＳに格納されてもよいし、ＳＰＳ以外に格納されてもよい。例えば、変換情報は、属性情報の符号化に関するパラメータセットであるＡＰＳ（Ａｔｔｉｒｂｕｔｅ　Ｐａｒａｍｅｔｅｒ　Ｓｅｔ）、又は、スライスヘッダなど別の付加情報に格納されてもよい。または、変換情報は、ＳＥＩ（Ｓｕｐｐｌｅｍｅｎｔａｌ　Ｅｎｈａｎｃｅｍｅｎｔ　Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ）などの付加情報に格納されてもよい。

[0481] 図７４は、ＳＰＳ及びＳＥＩのシンタックス例を示す図である。図７４に示すように変換情報がＳＥＩに格納される場合、ＳＥＩは、ｓｐｓ＿ｉｄｘ、及びａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｉｄｘを含む。これにより、三次元データ復号装置は、ＳＰＳに記載される、対応する属性情報を特定できる。ここで、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｉｄｘは、ＳＰＳにおけるｎｕｍＡｔｔｒｉｂｕｔｅのループに示される複数の属性情報のうち、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｉｄｘ番目に示される属性情報に当該ＳＥＩが対応することを示す。よって、三次元データ復号装置は、ＳＥＩに対応する処理対象の属性情報が、当該ＳＥＩに含まれるｓｐｓ＿ｉｄｘと同一のｓｐｓ＿ｉｄｘを有するＳＰＳにおけるｎｕｍＡｔｔｒｉｂｕｔｅのループに示される複数の属性情報のうち、ａｔｔｒｉｂｕｔｅ＿ｉｄｘ番目に示される属性情報に対応すると判定できる。

[0482] また、ＳＰＳに変換情報が含まれる場合は、シーケンス全体の属性情報の値に変換情報が適用される。また、フレーム毎に設けられる、フレームレベル（フレーム単位）のＳＥＩに変換情報が存在する場合は、当該フレームの当該属性情報の値に当該変換情報が適用されてもよい。

[0483] また、ＳＰＳとフレームレベルのＳＥＩの両方に変換情報が存在する場合は、フレームレベルのＳＥＩに示される変換情報が適用されてもよい。または、ＳＰＳとフレームレベルのＳＥＩに示される両方の変換情報が適用されてもよい。つまり、変換情報を含むフレームレベルのＳＥＩは、全てのフレームに設けられていなくてもよく、一部のフレームに対して設けられていてもよい。

[0484] なお、ＳＰＳとフレームレベルのＳＥＩの両方に変換情報が存在する場合に、ＳＰＳの変換情報を適用する、つまり、ＳＰＳを優先することで、三次元データ復号装置における変換情報の解析処理の処理量を軽減できる。また、三次元データ符号化装置は、ＳＰＳとフレームレベルのＳＥＩとのどちらを優先するかを指定する情報をビットストリームに格納してもよい。

[0485] また、ＳＰＳとフレームレベルのＳＥＩの両方に変換情報が存在する場合、三次元データ符号化装置は、ＳＰＳの変換係数を複数のＳＥＩの複数の変換係数の平均値に設定してもよい。これにより、三次元データ復号装置において、通信エラー等によりＳＥＩが欠落した場合に、代わりにＳＰＳに含まれる変換情報を用いて処理を行うことができる。また、この場合の処理結果の差を低減できる。

[0486] フレームレベルのＰＳ（パラメータセット）と、シーケンスレベルのＰＳと、複数のシーケンスを含むＰＣＣシーケンスレベルのＰＳとのように、ＰＳにはレベルが設けられてもよい。この例では、ＰＣＣシーケンスレベルが、最も上位のレベルであり、シーケンスレベルが次に上位のレベルであり、フレームレベルが最も下位である。このように複数のレベルが存在する場合、上記変換情報は下記の方法で格納されてもよい。

[0487] より上位のＰＳにデフォルトの変換情報が格納される。デフォルトの変換

情報は、下位のＰＳに変換情報が用いられない場合に用いられる変換情報であり、複数の下位のレベルで用いられる可能性がある変換情報である。また、下位のレベルで用いられる変換情報が上位のＰＳに含まれる変換情報と異なる場合、下位のＰＳに変換情報が格納される。

[0488] または、上位のＰＳには、変換情報は格納されず、下位のＰＳに変換情報が格納されてもよい。

[0489] また、変換情報が、下位のＰＳに格納されるか、上位のＰＳに格納されるか、両方に格納されるかを示す情報が、下位のＰＳ及び上位のＰＳのいずれか一方又は両方に格納されてもよい。

[0490] また、下位のＰＳに含まれる情報が、上位のＰＳに含まれてもよい。または、下位のＰＳと上位のＰＳとが重複する場合には、いずれか一方はビットストリームに含まれてなくもよい。

[0491] 図７５は、変換情報の格納例を示す図である。図７５の（Ａ）に示す例は、ＳＰＳに変換情報が存在し、ＳＥＩに変換情報が存在しない例である。また、ｖａｌ１は、フレーム１に属する属性情報の復号後の値（復号属性情報）であり、ｖａｌ２は、フレーム２に属する属性情報の復号後の値（復号属性情報）である。変換属性情報ｖａｌ１’及びｖａｌ２’は、ＳＰＳの変換情報（ｏｆｆｓｅｔ＠ｓｐｓ及びｓｃａｌｅ＠ｓｐｓ）を用いて、以下のように導出できる。

[0492] ｖａｌ１’＝ｖａｌ１×ｓｃａｌｅ＠ｓｐｓ＋ｏｆｆｓｅｔ＠ｓｐｓ

ｖａｌ２’＝ｖａｌ２×ｓｃａｌｅ＠ｓｐｓ＋ｏｆｆｓｅｔ＠ｓｐｓ

図７５の（Ｂ）は、ＳＰＳに変換情報が存在せず、フレームレベルのＳＥＩに変換情報が存在する例である。この場合、変換後属性情報ｖａｌ１’及びｖａｌ２’は、フレーム１のＳＥＩ１の変換情報（ｏｆｆｓｅｔ＠ＳＥＩ１及びｓｃａｌｅ＠ＳＥＩ１）及びフレーム２のＳＥＩ２の変換情報（ｏｆｆｓｅｔ＠ＳＥＩ２及びｓｃａｌｅ＠ＳＥＩ２）を用いて、以下のように導出できる。

[0493] ｖａｌ１’＝ｖａｌ１×ｓｃａｌｅ＠ＳＥＩ１＋ｏｆｆｓｅｔ＠ＳＥＩ１

ｖａｌ２’＝ｖａｌ２×ｓｃａｌｅ@ＳＥＩ２＋ｏｆｆｓｅｔ@ＳＥＩ２

図７５の（Ｃ）は、ＳＰＳ及びＳＥＩの両方に変換情報が存在する場合である。この場合、変換後属性情報ｖａｌ１’及びｖａｌ２’は、ＳＥＩの変換情報を用いて、以下のように導出できる。

[0494] ｖａｌ１’＝ｖａｌ１×ｓｃａｌｅ@ＳＥＩ１＋ｏｆｆｓｅｔ@ＳＥＩ１

ｖａｌ２’＝ｖａｌ２×ｓｃａｌｅ@ＳＥＩ２＋ｏｆｆｓｅｔ@ＳＥＩ２

または、変換後属性情報ｖａｌ１’及びｖａｌ２’は、ＳＰＳの変換情報及びＳＥＩの変換情報の両方を用いて、以下のように導出できる。

[0495] ｖａｌ１’＝ｖａｌ１×ｓｃａｌｅ@ＳＰＳ×ｓｃａｌｅ@ＳＥＩ１＋ｏｆｆｓｅｔ@ＳＰＳ＋ｏｆｆｓｅｔ@ＳＥＩ１

ｖａｌ２’＝ｖａｌ２×ｓｃａｌｅ@ＳＰＳ×ｓｃａｌｅ@ＳＥＩ２＋ｏｆｆｓｅｔ@ＳＰＳ＋ｏｆｆｓｅｔ@ＳＥＩ２

図７５の（Ｄ）は、ＳＰＳに変換情報が存在し、かつＳＥＩに変換情報が存在するフレームと存在しないフレームとが混在する場合である。この例では、ＳＰＳにシーケンスレベルの変換情報が存在し、フレーム毎に、フレームレベルの変換情報の有無が変わる。この場合、フレームレベルの変換情報が存在するフレームに対しては、当該フレームの属性情報の値に、フレームレベルの変換情報が適用される。また、フレームレベルの変換情報が存在しないフレームに対しては、シーケンスレベルの変換情報が適用される。例えば、フレームレベルのＳＥＩが存在しないフレーム１の変換後属性情報ｖａｌ１’は、ＳＰＳの変換情報を用いて、以下のように導出できる。

[0496] ｖａｌ１’＝ｖａｌ１×ｓｃａｌｅ@ＳＰＳ＋ｏｆｆｓｅｔ@ＳＰＳ

また、フレームレベルのＳＥＩが存在するフレーム２の変換後属性情報ｖａｌ２’は、ＳＥＩの変換情報を用いて、以下のように導出できる。

[0497] ｖａｌ２’＝ｖａｌ２×ｓｃａｌｅ@ＳＥＩ２＋ｏｆｆｓｅｔ@ＳＥＩ２

なお、ここでは、属性情報の変換及び逆変換の例を説明しているが、位置情報の変換及び逆変換でも同様の技術を用いることが可能である。

[0498] 位置情報又は属性情報の符号化部及び復号部が、所定のフォーマット（例

えば、所定のビット数以下の正の整数）の符号化に対応すると規定されている場合において、１以上の定義済の点群フォーマットで構成される点群データを符号化又は復号する場合、三次元データ符号化装置は、拡張情報であるＳＥＩを用いてフォーマット情報を三次元データ復号装置へ通知する。これにより、三次元データ復号装置は、このフォーマット情報を用いて、復号した点群データを、符号化される前の点群フォーマットの点群データに変換できる。また、異なる２以上の点群フォーマットの点群データを符号化する場合でも、三次元データ符号化装置が、点群フォーマット毎のフォーマット情報をＳＥＩに格納することで、三次元データ復号装置は、それぞれの点群フォーマットの点群データを復元できる。

[0499] 例えば、符号化対象である属性情報が、法線ベクトル（Ｎｏｒｍａｌ　Ｖｅｃｔｏｒ）であり、－１．０００～１．０００の範囲のデータであり、浮動小数点で表現される三次元のデータである場合、第３の例の変換部１３９０１Ｂ及び逆変換部１３９１２を用いて、属性情報を正の整数に変換するとともに、変換後属性情報を逆変換する。これにより、所定のビット数以下の正の整数の処理に対応する符号化部１３９０２及び復号部１３９１１による点群データの圧縮処理を実現できる。

[0500] また、符号化対象の属性情報が、予め定められたビット長のデータで構成されるものの、有効ビットが一部のビットである場合、第１の例の変換部１３９０１及び逆変換部１３９１２を用いることにより、符号化部１３９０２及び復号部１３９１１を用いた点群データの圧縮処理を実現できる。

[0501] また、符号化対象の属性情報が、例えば、属性情報の全ての値が２５５の倍数である反射率のように、所定の値の倍数で構成されるデータの場合、第２の例の変換部１３９０１Ａ及び逆変換部１３９１２を用いることにより、符号化部１３９０２及び復号部１３９１１を用いた点群データの圧縮処理を実現できる。

[0502] また、符号化対象の属性情報が、タイムスタンプ（ｔｉｍｅｓｔａｍｐ）のように、基準値に対する相対値で表現できる場合、変形例５の変換部及び

逆変換部を用いることにより、符号化部及び復号部を用いた点群データの圧縮処理が実現できる。

[0503] さらに、三次元データ符号化装置は、基準値をオフセットし、基準値との差分を符号化することにより、情報量を削減できる。

[0504] このように、本実施の形態は、様々な点群データのフォーマットを変換し、汎用的な符号化方式及び復号方式を用いて符号化及び復号するアプリケーションで有用である。例えば、ＡＲ（Ａｕｇｍｅｎｔｅｄ　Ｒｅａｌｉｔｙ）及びＶＲ（Ｖｉｒｔｕａｌ　Ｒｅａｌｉｔｙ）の点群データでは、点に対して複数の色情報及び法線ベクトルなどが属性情報として付加される場合がある。よって、上記の方法を用いることで、効率的な復号及び符号化を実現できる。また、三次元データ復号装置は、復号した点群データが表示装置等の提示装置を用いて提示される場合には、逆変換をせず、復号した点群データをそのまま提示装置へ出力してもよい。

[0505] また、ＬｉＤＡＲで取得された点群データ、及びＬｉＤＡＲに基づき取得された三次元地図データでは、点に対して反射率又はタイムスタンプが付加される場合がある。この場合にも、上記の方法を用いることで効率的な符号化及び復号を実現できる。

[0506] なお、フォーマット情報又は変換情報が、ビットストリームに含まれる付加情報（各種パラメータセット、ＳＥＩ、又はインベントリなど）に格納される例を示したが、フォーマット情報又は変換情報の格納方法はこれに限らない。例えば、フォーマット情報又は変換情報は、ビットストリームに格納されず、他の形式で三次元データ復号装置に送られてもよい。例えば、三次元データ符号化装置は、ビットストリームとは別の、他の規格などで別途定義されたデータ形式のデータ又はファイルに変換情報を格納し、このデータ又はファイルをビットストリームとともに、三次元データ復号装置へ送ってもよい。その際、ビットストリームと、変換情報を含むデータとに用いられる伝送手段は同じでもよいし、異なってもよい。

[0507] また、予め変換情報が定められており既知である場合は、三次元データ符

号化装置は、変換情報を三次元データ復号装置へ送らなくてもよい。または、三次元データ符号化装置は、変換情報に変わる識別子を三次元データ復号装置へ送ってもよい。

[0508] 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７６に示す処理を行う。三次元データ符号化装置は、シーケンスを構成する複数のフレームのうちの少なくとも一つのフレームの三次元点の属性情報を変換し（Ｓ１３９２１）、変換された属性情報を符号化することでビットストリームを生成する（Ｓ１３９２２）。ビットストリームは、さらに、シーケンスのために設けられた、変換の少なくとも一つの第１パラメータ（例えば図７５のｏｆｆｓｅｔ、ｓｃａｌｅ@ｓｐｓ）と、少なくとも一つのフレームの各々ために設けられた、変換の少なくとも一つの第２パラメータ（例えば図７５のｏｆｆｓｅｔ、ｓｃａｌｅ@ＳＥＩ１、ｏｆｆｓｅｔ、ｓｃａｌｅ@ＳＥＩ２）と、を含む。つまり、三次元データ符号化装置は、第１パラメータ及び第２パラメータをビットストリームに格納する。

[0509] 例えば、ビットストリームは、シーケンス単位の第１制御情報（例えばＳＰＳ）と、フレーム単位の第２制御情報（フレームレベルのＳＥＩ）とを含む。第１制御情報は、少なくとも一つの第１パラメータを含み、第２制御情報は、少なくとも一つの第２パラメータを含む。つまり、三次元データ符号化装置は、第１パラメータを第１制御情報に格納し、第２パラメータを第２制御情報に格納する。

[0510] これによれば、三次元データ符号化装置は、例えば、変換のパラメータの切り替えをシーケンス単位とフレーム単位との両方で選択的に制御できる。これにより、適切な変換処理を行うことができるので符号化効率を向上できる。

[0511] なお、少なくとも一つの第１パラメータを含む第１制御情報と少なくとも一つの第２パラメータを含む第２制御情報とは、プロパティ（コンポーネント）毎に設定してもよい。

[0512] 例えば、ビットストリームから属性情報を復号する三次元データ復号装置

において、ビットストリームに、処理対象のフレームに対応する第２パラメータが含まれる場合、第２パラメータが用いられる。つまり、三次元データ符号化装置は、処理対象のフレームの属性情報の変換処理に使用したパラメータである第２パラメータをビットストリームに格納する。

[0513] なお、三次元データ符号化装置は、複数のフレームの一部に変換を行い、他のフレームには変換を行わなくてもよい。これにより、三次元データ符号化装置は、変換を行わない場合には符号量が多くなるフレームに対しては変換を行うことで符号量を削減できる。また、三次元データ符号化装置は、符号量の低減効果が少ないフレームには変換を行わないことで処理量を低減し、処理速度を向上できる。このように、三次元データ符号化装置は、圧縮効率を向上しつつ、処理速度を向上できる。

[0514] 例えば、三次元データ復号装置において、ビットストリームに、処理対象のフレームに対応する第２パラメータが含まれない場合、第１パラメータが用いられる。つまり、三次元データ符号化装置は、処理対象のフレームの属性情報の変換処理に使用したパラメータである第１パラメータをビットストリームに格納する。

[0515] 例えば、変換では、属性情報に、第１の値（例えばスケール値（ｓｃａｌｅ））の乗算又は除算と、第２の値（例えばオフセット値（ｏｆｆｓｅｔ））の加算又は減算との少なくとも一方が行われ、少なくとも一つの第１パラメータ及び少なくとも一つの第２パラメータの各々は、第１の値又は第２の値の少なくとも一方を示す。

[0516] 例えば、ビットストリームは、属性情報を含む、三次元点の複数種別の情報を含み、ビットストリームは、さらに、複数種別の情報の各々が圧縮対象であるかを示す第１情報（例えばｉｓ＿ｐｒｏｐｅｒｔｙ）を含む。つまり、三次元データ符号化装置は、ビットストリームに、三次元点の複数種別の情報と、第１情報とを格納する。

[0517] 例えば、複数種別の情報は、三次元点の複数種別の属性情報（例えば複数の色情報及び法線ベクトル等）を含む。例えば、複数種別の情報は、三次元

点の位置情報を含む。

[0518] 例えば、三次元データ符号化装置は、属性情報の種別に応じて、当該属性情報を変換するか変換しないかを判定してもよい。なお、三次元データ符号化装置は、属性情報のデータサイズに応じて、当該属性情報を変換するか変換しないかを判定してもよい。例えば、複数種類の属性情報は、第１属性情報と第２属性情報とを含み、三次元データ符号化装置は、第１属性情報を変換し、第２属性情報を変換しない。これにより、三次元データ符号化装置は、属性情報の種別に応じて、適応的に属性情報を変換するか変換しないかを切り替えることができる。

[0519] 例えば、三次元データ符号化装置は、属性情報の種別に応じて、当該属性情報を圧縮するか圧縮しないかを判定する。なお、三次元データ符号化装置は、属性情報のデータサイズに応じて、当該属性情報を圧縮するか圧縮しないかを判定してもよい。例えば、複数種類の属性情報は、第１属性情報と第２属性情報とを含み、三次元データ符号化装置は、第１属性情報を圧縮し、第２属性情報を圧縮しない。これにより、三次元データ符号化装置は、属性情報の種別に応じて、適応的に属性情報を圧縮するか圧縮しないかを切り替えることができる。

[0520] 例えば、ビットストリームは、シーケンスのための第１制御情報（例えばＳＰＳ）を含み、第１制御情報は、複数種別の情報の一覧を示す情報を含み、第１情報は、第１制御情報を特定する情報（ｓｐｓ＿ｉｄ）と、圧縮対象の情報が一覧の何番目の情報であるかを示す情報（ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｉｄ）とを含む。

[0521] 例えば、ビットストリームは、さらに、属性情報を含む点群データのフォーマット種別を示す第２情報（例えばｆｏｒｍａｔ＿ｉｄ）を含む。つまり、三次元データ符号化装置は、ビットストリームに第２情報を格納する。

[0522] 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。

[0523] また、本実施の形態に係る三次元データ復号装置は、図７７に示す処理を

行う。三次元データ復号装置は、ビットストリームを復号することで復号属性情報を生成し（Ｓ１３９３１）、復号属性情報を逆変換することで、シーケンスを構成する複数のフレームのうちの少なくとも一つのフレームの三次元点の属性情報を生成する（Ｓ１３９３２）。ビットストリームは、さらに、シーケンスのために設けられた、逆変換の少なくとも一つの第１パラメータ（例えば図７５のｏｆｆｓｅｔ、ｓｃａｌｅ＠ｓｐｓ）と、少なくとも一つのフレームの各々ために設けられた、逆変換の少なくとも一つの第２パラメータ（例えば図７５のｏｆｆｓｅｔ、ｓｃａｌｅ＠ＳＥＩ１、ｏｆｆｓｅｔ、ｓｃａｌｅ＠ＳＥＩ２）と、を含む。つまり、三次元データ符号化装置は、第１パラメータ及び第２パラメータをビットストリームに格納する。例えば、三次元データ復号装置は、少なくもと一つの第１パラメータ又は少なくとも一つの第２パラメータを用いて逆変換を行う。

[0524] 例えば、ビットストリームは、シーケンス単位の第１制御情報（例えばＳＰＳ）と、フレーム単位の第２制御情報（フレームレベルのＳＥＩ）とを含む。第１制御情報は、少なくとも一つの第１パラメータを含み、第２制御情報は、少なくとも一つの第２パラメータを含む。つまり、三次元データ復号装置は、第１パラメータを第１制御情報から取得し、第２パラメータを第２制御情報から取得する。

[0525] これによれば、三次元データ復号装置は、符号化効率が向上されたビットストリームから属性情報を復号できる。

[0526] 例えば、三次元データ復号装置は、ビットストリームに、処理対象のフレームに対応する第２パラメータが含まれる場合、第２パラメータを用いて、処理対象のフレームの復号属性情報を逆変換する。

[0527] 例えば、三次元データ復号装置は、ビットストリームに、処理対象のフレームに対応する第２パラメータが含まれない場合、第１パラメータを用いて、処理対象のフレームの復号属性情報を逆変換する。

[0528] 例えば、逆変換では、復号属性情報に、第１の値（例えばスケール値（ｓｃａｌｅ））の乗算又は除算と、第２の値（例えばオフセット値（ｏｆｆｓ

ｅｔ））の加算又は減算との少なくとも一方が行われ、少なくとも一つの第１パラメータ及び少なくとも一つの第２パラメータの各々は、第１の値又は第２の値の少なくとも一方を示す。

[0529] 例えば、ビットストリームは、属性情報を含む、三次元点の複数種別の情報を含み、ビットストリームは、さらに、複数種別の情報の各々が圧縮対象であるかを示す第１情報（例えばｉｓ＿ｐｒｏｐｅｒｔｙ）を含む。例えば、三次元データ復号装置は、第１情報を用いて、三次元点の複数種別の情報の少なくとも１つをビットストリームから復号又は取得する。

[0530] 例えば、複数種別の情報は、三次元点の複数種別の属性情報（例えば複数の色情報及び法線ベクトル等）を含む。例えば、複数種別の情報は、三次元点の位置情報を含む。

[0531] 例えば、ビットストリームは、シーケンスのための第１制御情報（例えばＳＰＳ）を含み、第１制御情報は、複数種別の情報の一覧を示す情報を含み、第１情報は、第１制御情報を特定する情報（ｓｐｓ＿ｉｄ）と、圧縮対象の情報が一覧の何番目の情報であるかを示す情報（ｃｏｍｐｏｎｅｎｔ＿ｉｄ）とを含む。

[0532] 例えば、ビットストリームは、さらに、属性情報を含む点群データのフォーマット種別を示す第２情報（例えばｆｏｒｍａｔ＿ｉｄ）を含む。

[0533] 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。

[0534] 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。

[0535] 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。

[0536] また、集積回路化はＬＳＩに限るものではなく、専用回路又は汎用プロセ

ッサで実現してもよい。ＬＳＩ製造後にプログラムすることが可能なＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ　Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ　Ｇａｔｅ　Ａｒｒａｙ）、又はＬＳＩ内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なリコンフィギュラブル・プロセッサを利用してもよい。

[0537] 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またはプロセッサなどのプログラム実行部が、ハードディスクまたは半導体メモリなど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。

[0538] 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。

[0539] 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フトウェアが並列又は時分割に処理してもよい。

[0540] 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。

[0541] 以上、一つまたは複数の態様に係る三次元データ符号化装置及び三次元データ復号装置等について、実施の形態に基づいて説明したが、本開示は、この実施の形態に限定されるものではない。本開示の趣旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を本実施の形態に施したものや、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせて構築される形態も、一つまた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

[0542] 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

[0543] ２７００　位置情報符号化部

２７０１、２７１１　８分木生成部

２７０２、２７１２　幾何情報算出部

２７０３、２７１３　符号化テーブル選択部

２７０４　エントロピー符号化部

２７１０　位置情報復号部

２７１４　エントロピー復号部

３１４０　属性情報符号化部

３１４１、３１５１　ＬｏＤ生成部

３１４２、３１５２　周囲探索部

３１４３、３１５３　予測部

３１４４　予測残差算出部

３１４５　量子化部

３１４６　算術符号化部

３１４７、３１５５　逆量子化部

３１４８、３１５６　復号値生成部

３１４９、３１５７　メモリ

３１５０　属性情報復号部

３１５４　算術復号部

４６０１　三次元データ符号化システム

４６０２　三次元データ復号システム

４６０３　センサ端末

４６０４　外部接続部

４６１１　点群データ生成システム

４６１２　提示部

４６１３　符号化部

４６１４　多重化部

４６１５　入出力部

４６１６　制御部

４６１７　センサ情報取得部

４６１８　点群データ生成部

４６２１　センサ情報取得部

４６２２　入出力部

４６２３　逆多重化部

４６２４　復号部

４６２５　提示部

４６２６　ユーザインタフェース

４６２７　制御部

４６３０　第１の符号化部

４６３１　位置情報符号化部

４６３２　属性情報符号化部

４６３３　付加情報符号化部

４６３４　多重化部

４６４０　第１の復号部

４６４１　逆多重化部

４６４２　位置情報復号部

４６４３　属性情報復号部

４６４４　付加情報復号部

４６５０　第２の符号化部

４６５１　付加情報生成部

４６５２　位置画像生成部

４６５３　属性画像生成部

４６５４　映像符号化部

４６５５　付加情報符号化部

４６５６　多重化部

４６６０　第２の復号部

４６６１　逆多重化部

４６６２　映像復号部

４６６３　付加情報復号部

４６６４　位置情報生成部

４６６５　属性情報生成部

４８０１　符号化部

４８０２　多重化部

６６００　属性情報符号化部

６６０１　ソート部

６６０２　Ｈａａｒ変換部

６６０３　量子化部

６６０４、６６１２　逆量子化部

６６０５、６６１３　逆Ｈａａｒ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

１０６００　三次元データ符号化装置

１０６１０、１０６６０　変換部

１０６１１　スケール部

１０６１２　オフセット部

１０６２０、１０６７０　符号化部

１０６２１　属性情報符号化部

１０６２２　付加情報符号化部

１０６３０　三次元データ復号装置

１０６４０、１０６８０　復号部

１０６４１　属性情報復号部

１０６４２　付加情報復号部

１０６５０、１０６９０　逆変換部

１０６５１　逆オフセット部

１０６５２　逆スケール部

１３９００、１３９００Ａ、１３９００Ｂ、１３９００Ｃ　三次元データ符号化装置

１３９０１、１３９０１Ａ、１３９０１Ｂ、１３９０１Ｃ　変換部

１３９０２　符号化部

１３９０３　スケール部

１３９０４　属性情報精度判定部

１３９０４Ａ　属性情報分解能判定部

１３９０４Ｂ　属性情報範囲判定部

１３９０５　属性情報符号化部

１３９０６　付加情報符号化部

１３９０７　オフセット部

１３９０８　スケール値生成部

１３９１０、１３９１０Ｃ　三次元データ復号装置

１３９１１　復号部

１３９１２、１３９１２Ｃ　逆変換部

１３９１３　属性情報復号部

１３９１４　付加情報復号部

１３９１５、１３９１５Ｃ　逆スケール部

Ａ１００　属性情報符号化部

Ａ１０１　ＬｏＤ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　ＬｏＤ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] シーケンスを構成する複数のフレームのうちの少なくとも一つのフレームの三次元点の属性情報を変換し、

変換された前記属性情報を符号化することでビットストリームを生成し、

前記ビットストリームは、さらに、

前記シーケンスのために設けられた、前記変換の少なくとも一つの第１パラメータと、

前記少なくとも一つのフレームの各々ために設けられた、前記変換の少なくとも一つの第２パラメータと、を含む、

三次元データ符号化方法。

[請求項2] 前記ビットストリームから前記属性情報を復号する三次元データ復号装置において、前記ビットストリームに、処理対象のフレームに対応する前記第２パラメータが含まれる場合、前記第２パラメータが用いられる、

請求項１記載の三次元データ符号化方法。

[請求項3] 前記三次元データ復号装置において、前記ビットストリームに、前記処理対象のフレームに対応する前記第２パラメータが含まれない場合、前記第１パラメータが用いられる、

請求項２記載の三次元データ符号化方法。

[請求項4] 前記変換では、前記属性情報に、第１の値の乗算又は除算と、第２の値の加算又は減算との少なくとも一方が行われ、

前記少なくとも一つの第１パラメータ及び前記少なくとも一つの第２パラメータの各々は、前記第１の値又は前記第２の値の少なくとも一方を示す、

請求項１～３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] 前記ビットストリームは、前記属性情報を含む、前記三次元点の複数種別の情報を含み、

前記ビットストリームは、さらに、前記複数種別の情報の各々が圧縮対象であるかを示す第１情報を含む、

請求項１～４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6] 前記複数種別の情報は、前記三次元点の複数種別の属性情報を含む、

請求項５記載の三次元データ符号化方法。

[請求項7] 前記複数種別の情報は、前記三次元点の位置情報を含む、

請求項５又は６記載の三次元データ符号化方法。

[請求項8] 前記ビットストリームは、前記シーケンスのための第１制御情報を含み、

前記第１制御情報は、前記複数種別の情報の一覧を示す情報を含み、

前記第１情報は、前記第１制御情報を特定する情報と、圧縮対象の情報が前記一覧の何番目の情報であるかを示す情報とを含む、

請求項５～７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9] 前記ビットストリームは、さらに、前記属性情報を含む点群データのフォーマット種別を示す第２情報を含む、

請求項１～８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10] ビットストリームを復号することで復号属性情報を生成し、

前記復号属性情報を逆変換することで、シーケンスを構成する複数のフレームのうちの少なくとも一つのフレームの三次元点の属性情報を生成し、

前記ビットストリームは、さらに、

前記シーケンスのために設けられた、前記逆変換の少なくとも一つの第１パラメータと、

前記少なくとも一つのフレームの各々ために設けられた、前記逆変換の少なくとも一つの第２パラメータと、を含む、

三次元データ復号方法。

[請求項11] 前記ビットストリームに、処理対象のフレームに対応する前記第２パラメータが含まれる場合、前記第２パラメータを用いて、前記処理対象のフレームの復号属性情報を逆変換する、

請求項１０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に、前記処理対象のフレームに対応する前記第２パラメータが含まれない場合、前記第１パラメータを用いて、前記処理対象のフレームの前記復号属性情報を逆変換する、

請求項１１記載の三次元データ復号方法。

[請求項13] 前記逆変換では、前記復号属性情報に、第１の値の乗算又は除算と、第２の値の加算又は減算との少なくとも一方が行われ、

前記少なくとも一つの第１パラメータ及び前記少なくとも一つの第２パラメータの各々は、前記第１の値又は前記第２の値の少なくとも一方を示す、

請求項１０～１２のいずれか１項に記載の三次元データ復号方法。

[請求項14] 前記ビットストリームは、前記属性情報を含む、前記三次元点の複数種別の情報を含み、

前記ビットストリームは、さらに、前記複数種別の情報の各々が圧縮対象であるかを示す第１情報を含む、

請求項１０～１３のいずれか１項に記載の三次元データ復号方法。

[請求項15] 前記複数種別の情報は、前記三次元点の複数種別の属性情報を含む、

請求項１４記載の三次元データ復号方法。

[請求項16] 前記複数種別の情報は、前記三次元点の位置情報を含む、

請求項１４又は１５記載の三次元データ復号方法。

[請求項17] 前記ビットストリームは、前記シーケンスのための第１制御情報を含み、

前記第１制御情報は、前記複数種別の情報の一覧を示す情報を含み、

前記第１情報は、前記第１制御情報を特定する情報と、圧縮対象の情報が前記一覧の何番目の情報であるかを示す情報とを含む、

請求項１４～１６のいずれか１項に記載の三次元データ復号方法。

[請求項18] 前記ビットストリームは、さらに、前記属性情報を含む点群データのフォーマット種別を示す第２情報を含む、

請求項１０～１７のいずれか１項に記載の三次元データ復号方法。

[請求項19] 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、

シーケンスを構成する複数のフレームのうちの少なくとも一つのフレームの三次元点の属性情報を変換し、

変換された前記属性情報を符号化することでビットストリームを生成し、

前記ビットストリームは、さらに、

前記シーケンスのために設けられた、前記変換の少なくとも一つの第１パラメータと、

前記少なくとも一つのフレームの各々ために設けられた、前記変換の少なくとも一つの第２パラメータと、を含む

三次元データ符号化装置。

[請求項20] 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、

ビットストリームを復号することで復号属性情報を生成し、

前記復号属性情報を逆変換することで、シーケンスを構成する複数のフレームのうちの少なくとも一つのフレームの三次元点の属性情報を生成し、

前記ビットストリームは、さらに、

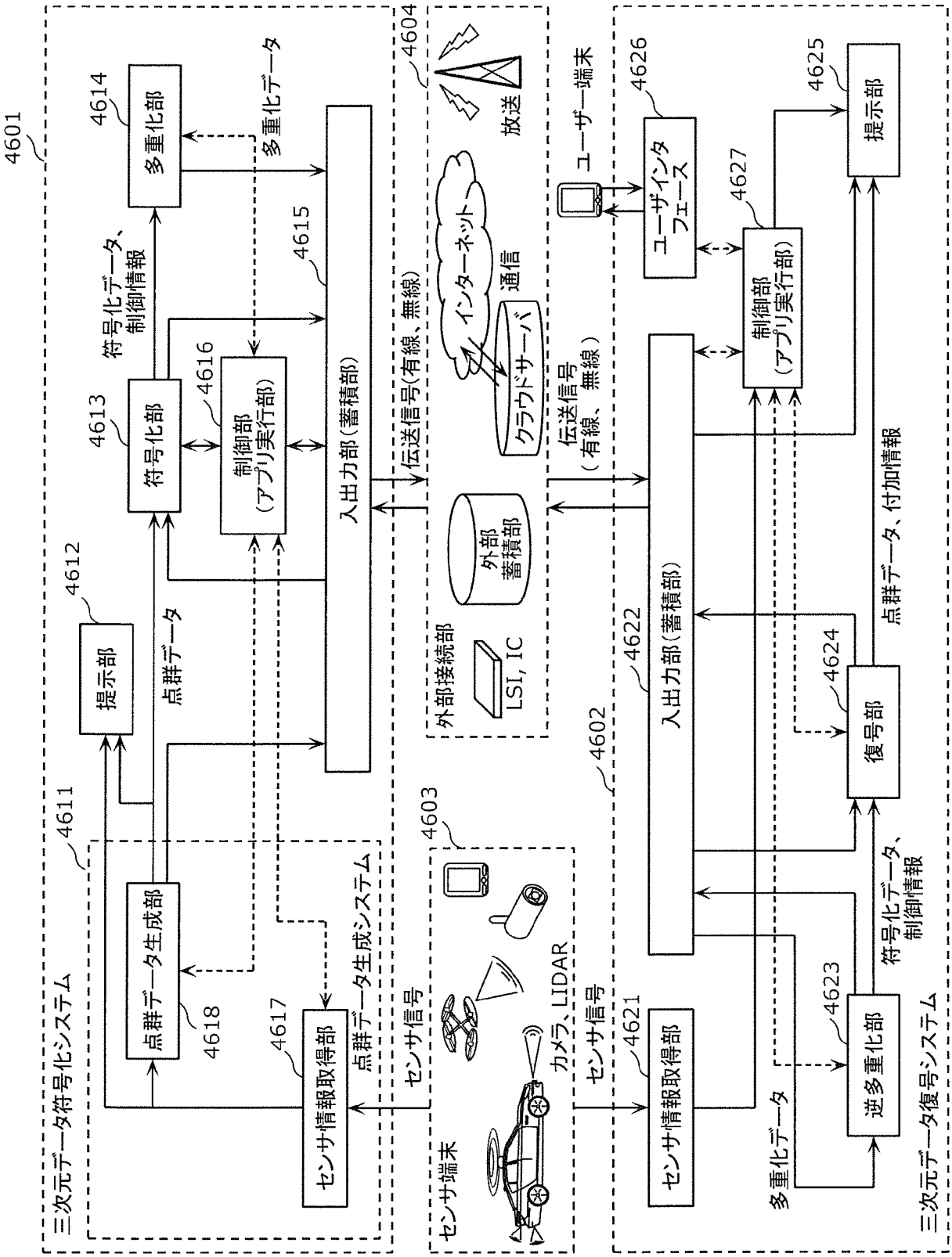
前記シーケンスのために設けられた、前記逆変換の少なくとも一

つの第１パラメータと、

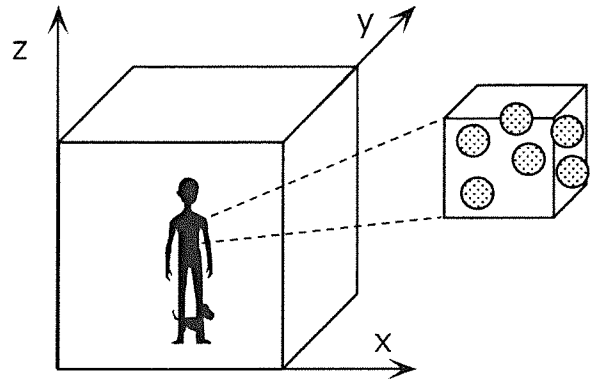
前記少なくとも一つのフレームの各々ために設けられた、前記逆変換の少なくとも一つの第２パラメータと、を含む

三次元データ復号装置。

[図1]


4601
三次元データ符号化システム
4611
4612
提示部
点群データ
4614
多重化部
多重化データ
4613
符号化部
符号化データ、制御情報
4616
制御部（アプリ実行部）
4615
入出力部（蓄積部）
伝送信号(有線、無線)
4604
放送
インターネット
通信
クラウドサーバ
外部蓄積部
外部接続部
LSI, IC
4603
センサ端末
カメラ、LIDAR
センサ信号
4602
ユーザー端末
伝送信号（有線、無線）
4626
ユーザインタフェース
4627
制御部（アプリ実行部）
4625
提示部
4622
入出力部（蓄積部）
4624
復号部
点群データ、付加情報
4623
逆多重化部
符号化データ、制御情報
4621
センサ情報取得部
多重化データ
三次元データ復号システム
点群データ生成システム
4618
点群データ生成部
4617
センサ情報取得部
センサ信号

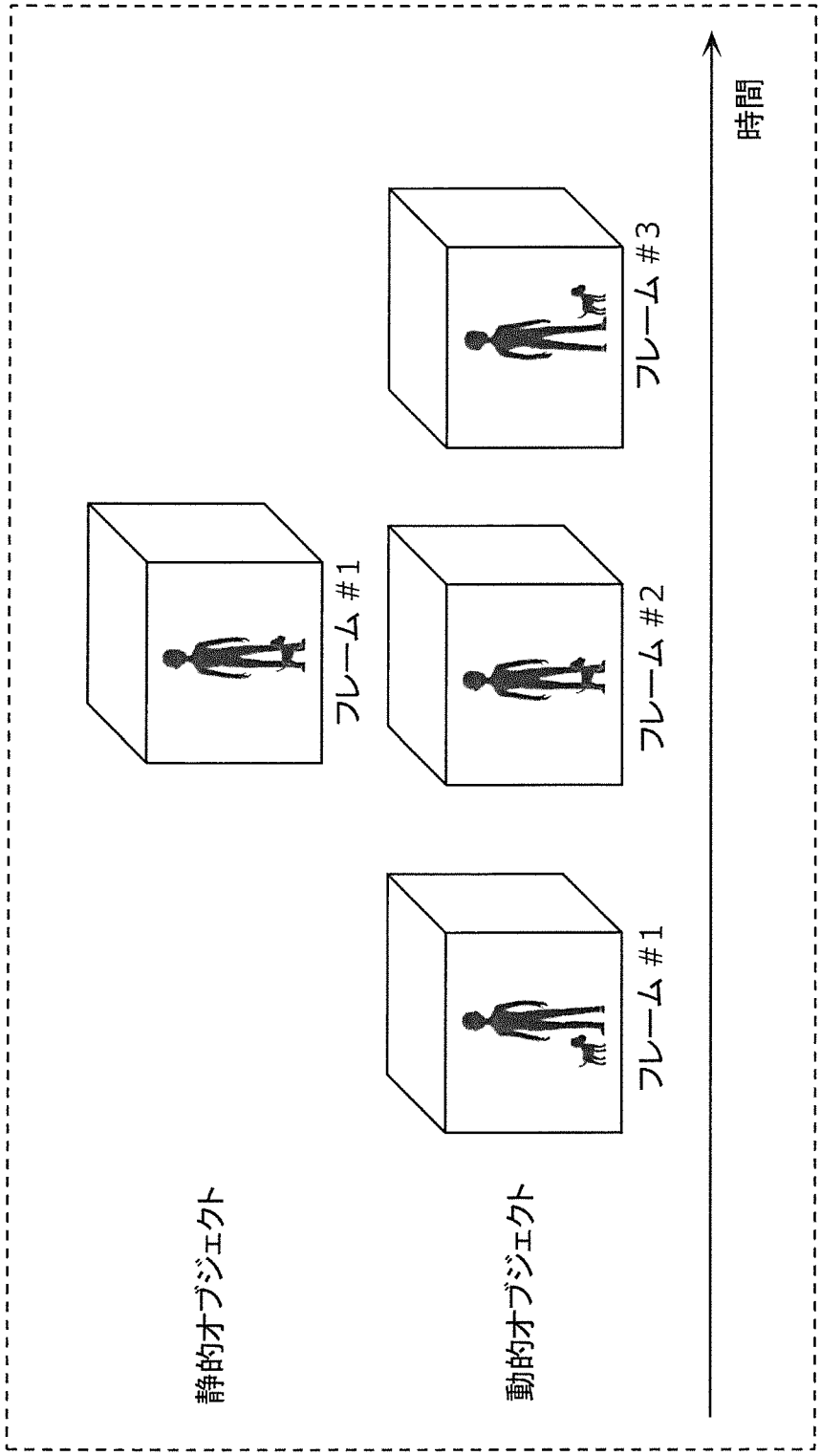
[図2]



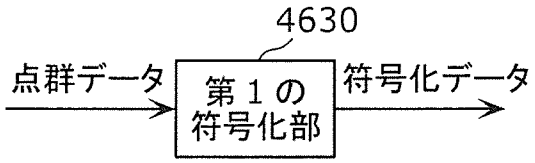
[図3]

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

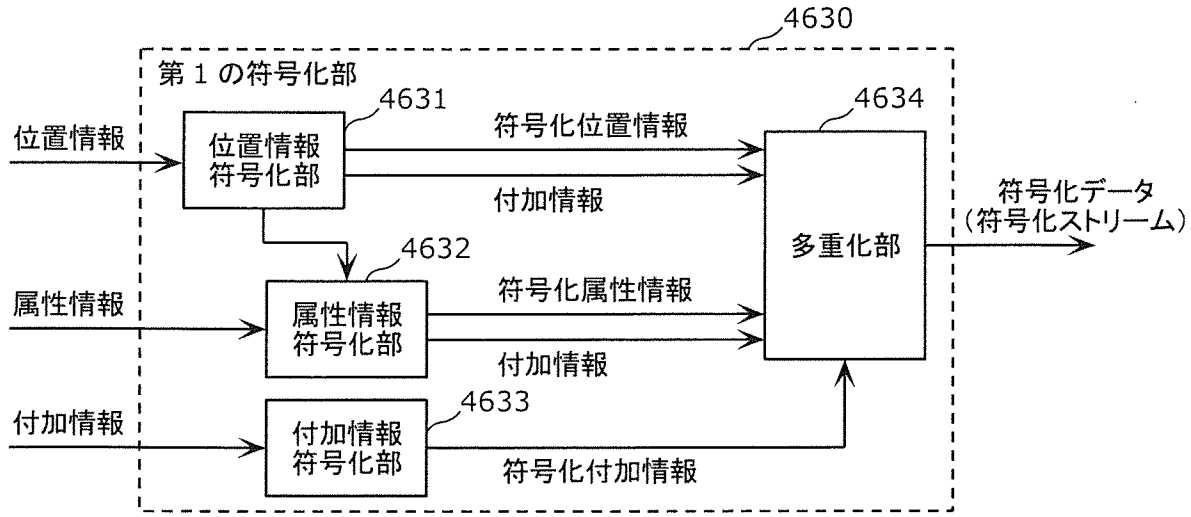
[図4]



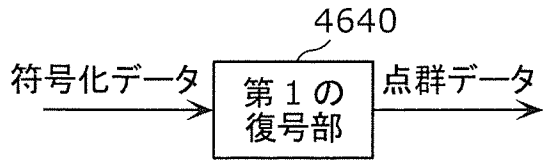
[図5]


4630
点群データ
第１の
符号化部
符号化データ

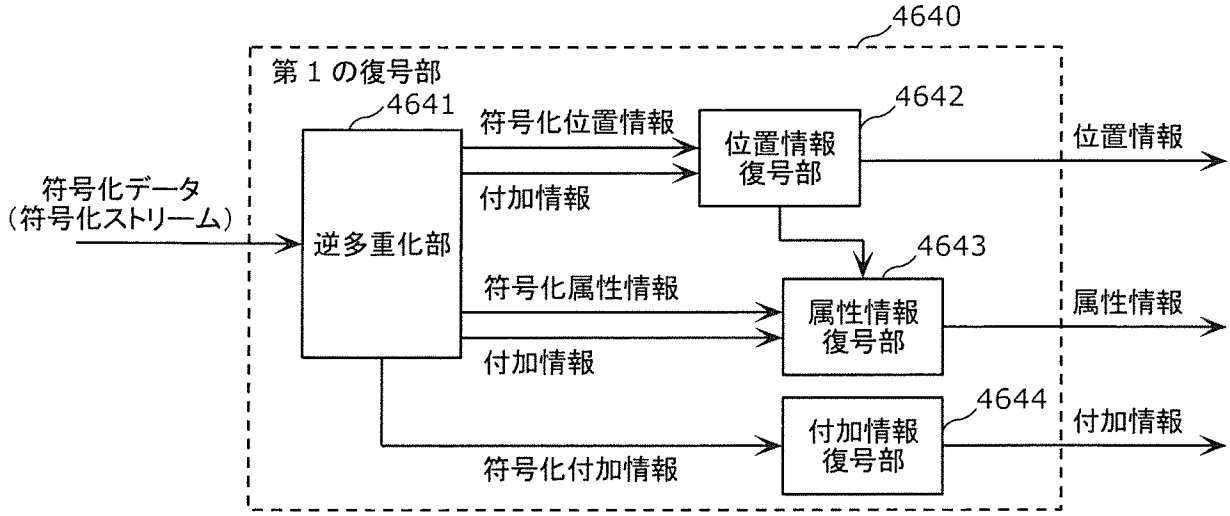
[図6]


4630
第１の符号化部
位置情報
4631
位置情報
符号化部
符号化位置情報
付加情報
4634
多重化部
符号化データ
（符号化ストリーム）
属性情報
4632
属性情報
符号化部
符号化属性情報
付加情報
付加情報
4633
付加情報
符号化部
符号化付加情報

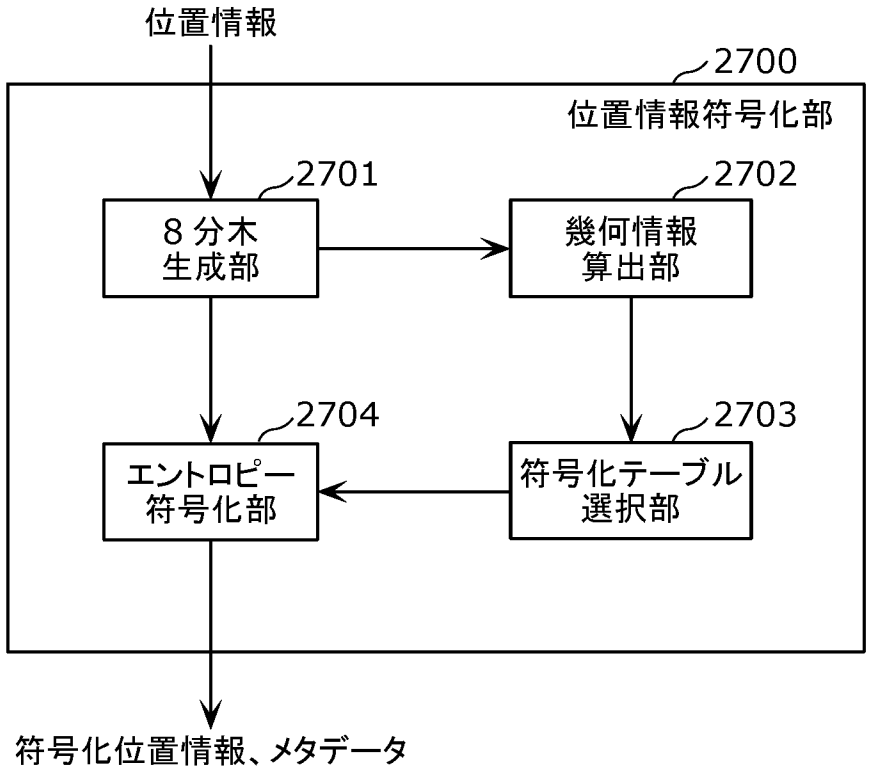
[図7]


4640
符号化データ
第１の
復号部
点群データ

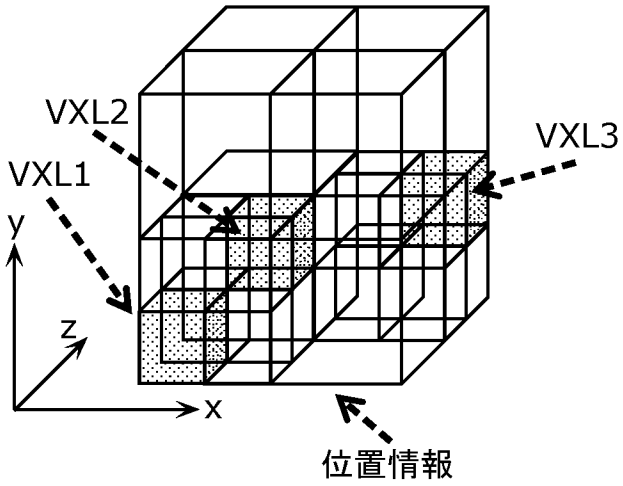
[図8]


4640
第１の復号部
4641
符号化位置情報
4642
位置情報
復号部
位置情報
符号化データ
（符号化ストリーム）
逆多重化部
付加情報
4643
符号化属性情報
属性情報
復号部
属性情報
付加情報
4644
付加情報
復号部
付加情報
符号化付加情報

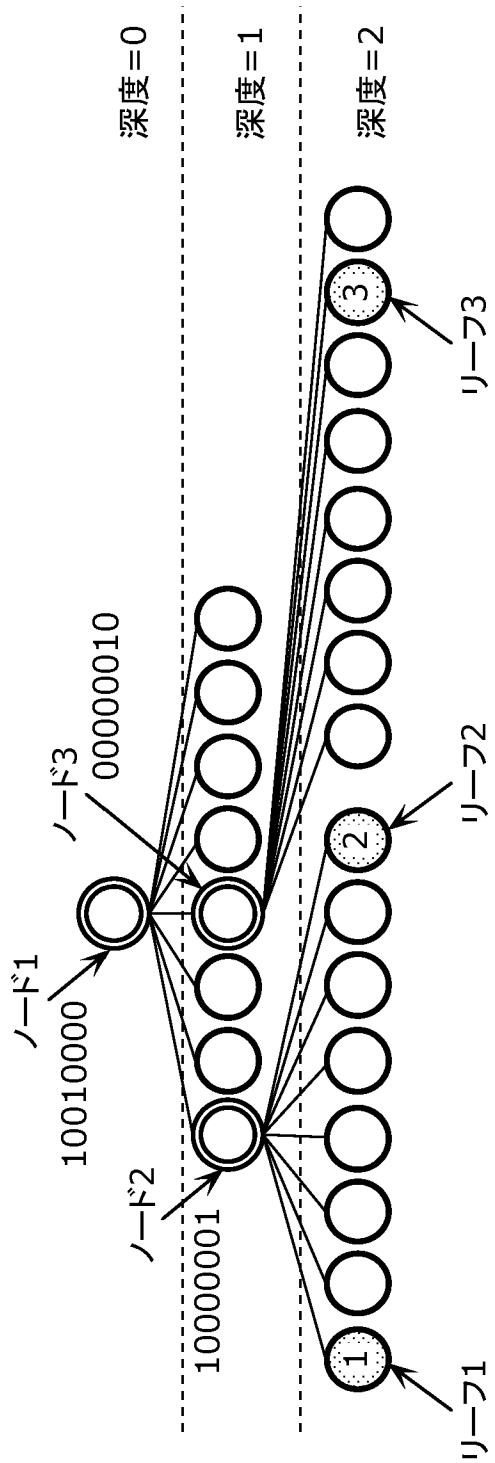
[図9]


位置情報
2700
位置情報符号化部
2701
8分木
生成部
2702
幾何情報
算出部
2704
エントロピー
符号化部
2703
符号化テーブル
選択部
符号化位置情報、メタデータ

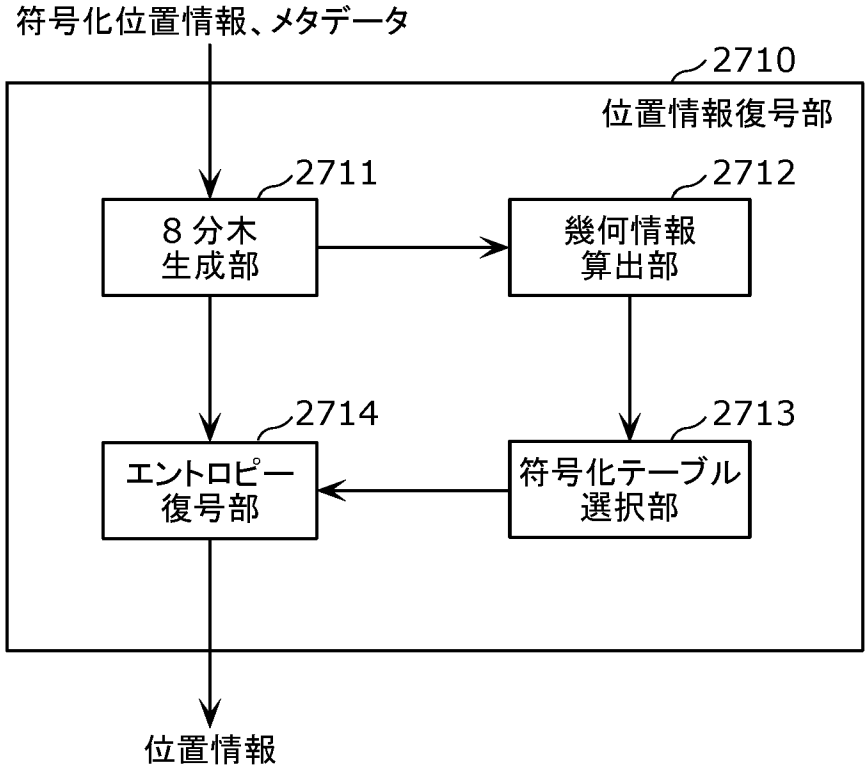
[図10]


VXL2
VXL3
VXL1
y
z
x
位置情報

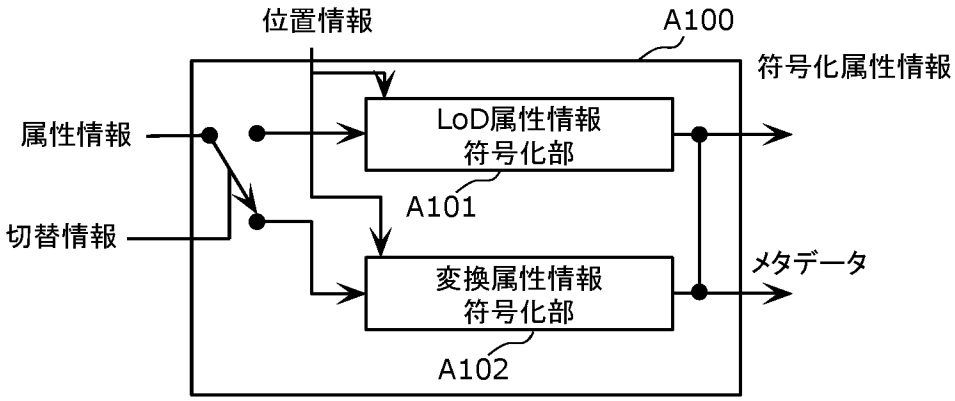
[図11]


深度=0
深度=1
深度=2
ノード1
10010000
ノード2
10000001
ノード3
00000010
リーフ1
リーフ2
リーフ3
1
2
3

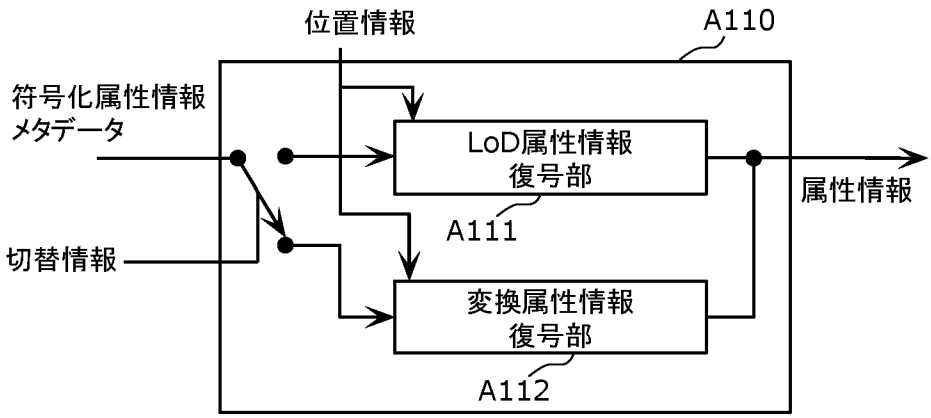
[図12]


符号化位置情報、メタデータ
2710
位置情報復号部
2711
8分木
生成部
2712
幾何情報
算出部
2714
エントロピー
復号部
2713
符号化テーブル
選択部
位置情報

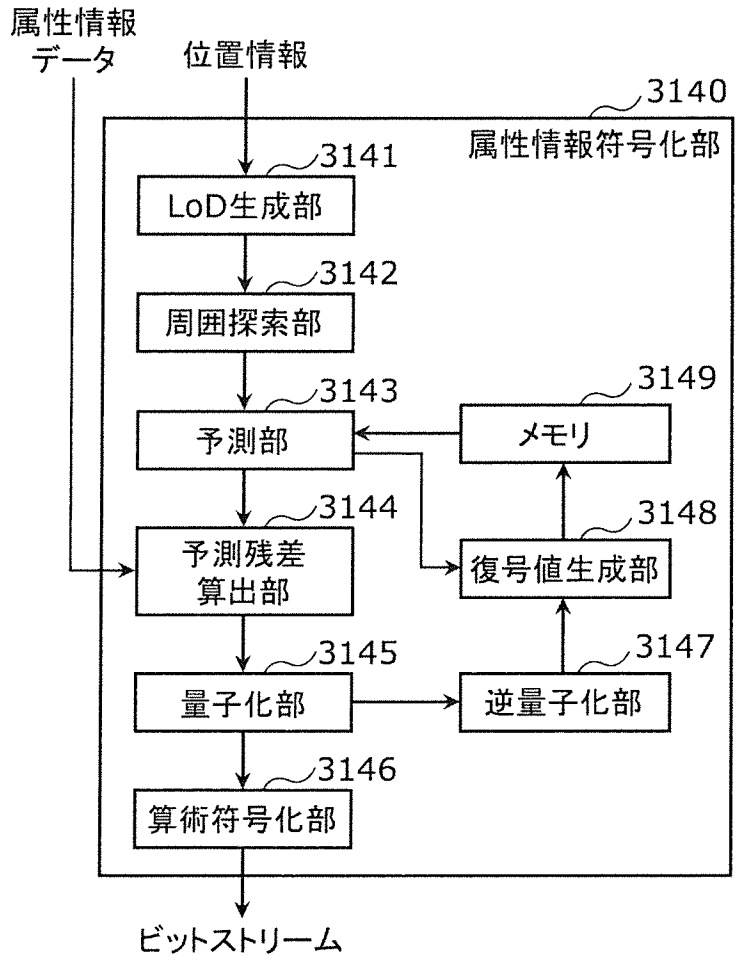
[図13]


位置情報
A100
符号化属性情報
属性情報
LoD属性情報
符号化部
A101
切替情報
変換属性情報
符号化部
メタデータ
A102

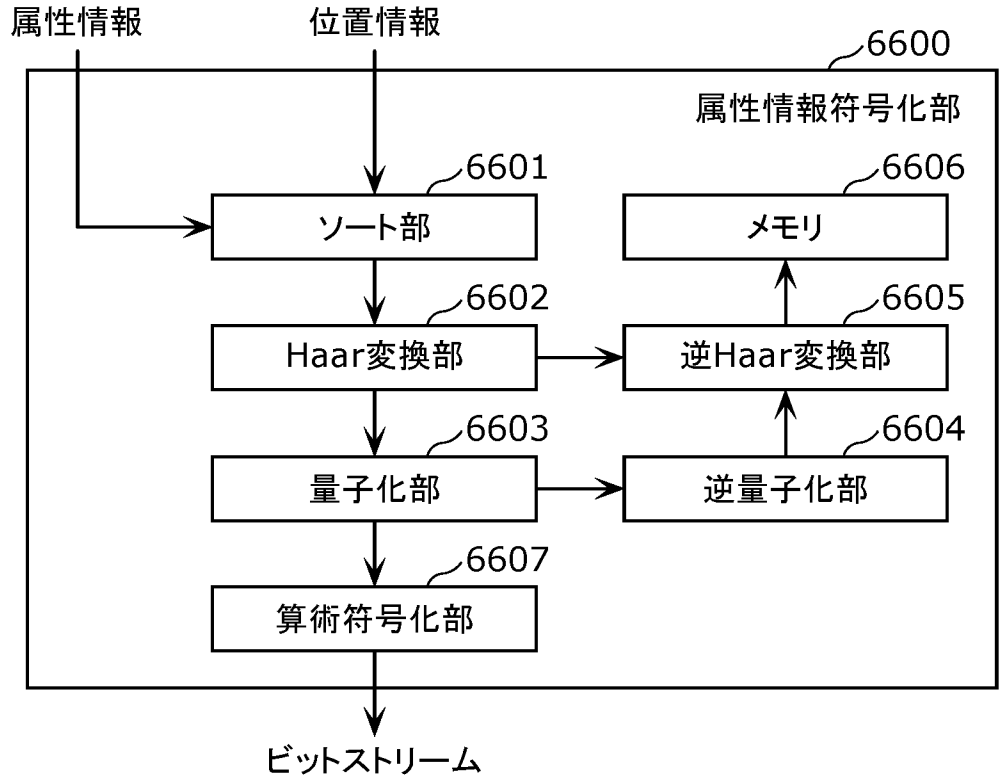
[図14]


位置情報
A110
符号化属性情報
メタデータ
LoD属性情報
復号部
属性情報
A111
切替情報
変換属性情報
復号部
A112

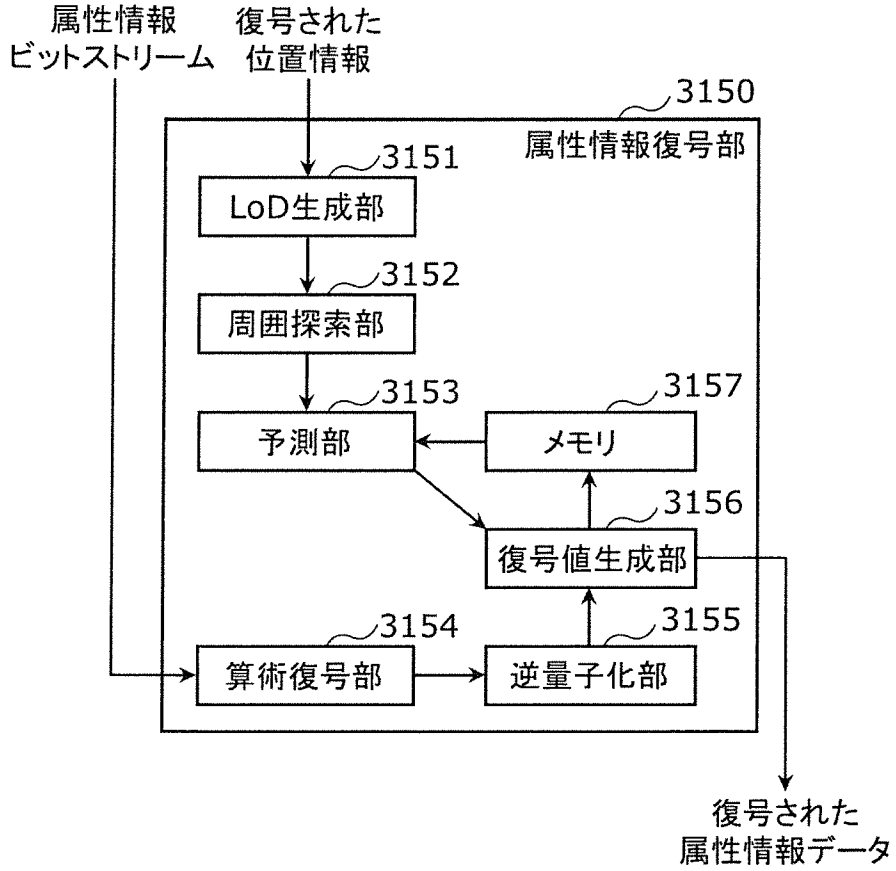
[図15]


属性情報
データ
位置情報
3140
属性情報符号化部
3141
LoD生成部
3142
周囲探索部
3143
予測部
3149
メモリ
3144
予測残差
算出部
3148
復号値生成部
3145
量子化部
3147
逆量子化部
3146
算術符号化部
ビットストリーム

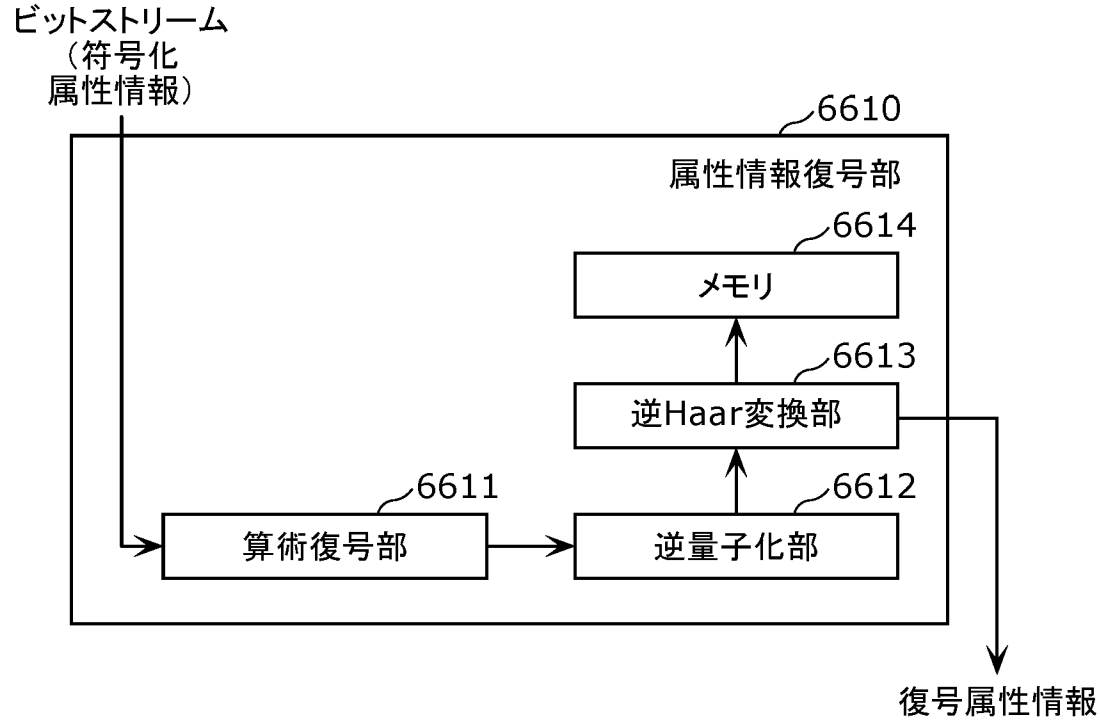
[図16]


属性情報
位置情報
6600
属性情報符号化部
6601
ソート部
6606
メモリ
6602
Haar変換部
6605
逆Haar変換部
6603
量子化部
6604
逆量子化部
6607
算術符号化部
ビットストリーム

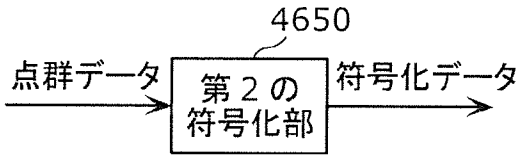
[図17]


属性情報
ビットストリーム
復号された
位置情報
3150
属性情報復号部
3151
LoD生成部
3152
周囲探索部
3153
予測部
3157
メモリ
3156
復号値生成部
3154
算術復号部
3155
逆量子化部
復号された
属性情報データ

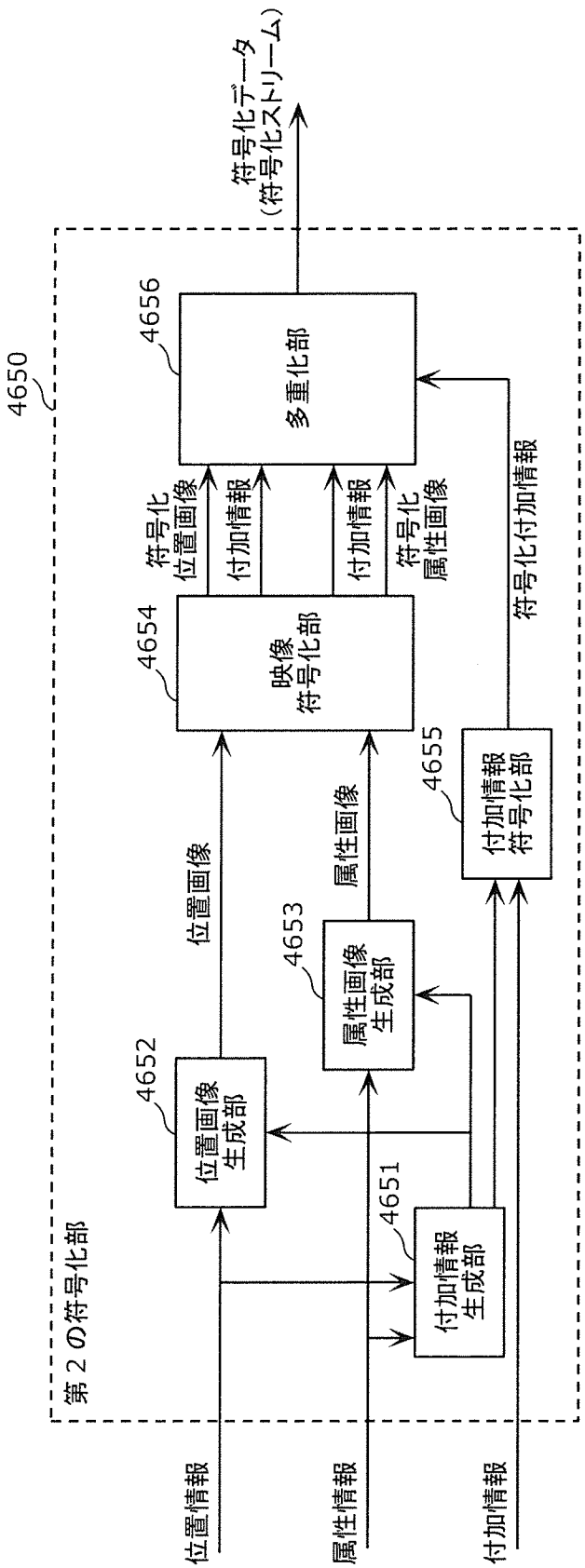
[図18]


ビットストリーム
（符号化
属性情報）
6610
属性情報復号部
6614
メモリ
6613
逆Haar変換部
6611
算術復号部
6612
逆量子化部
復号属性情報

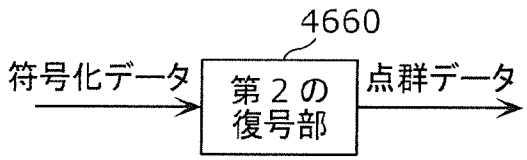
[図19]


4650
点群データ
第２の
符号化部
符号化データ

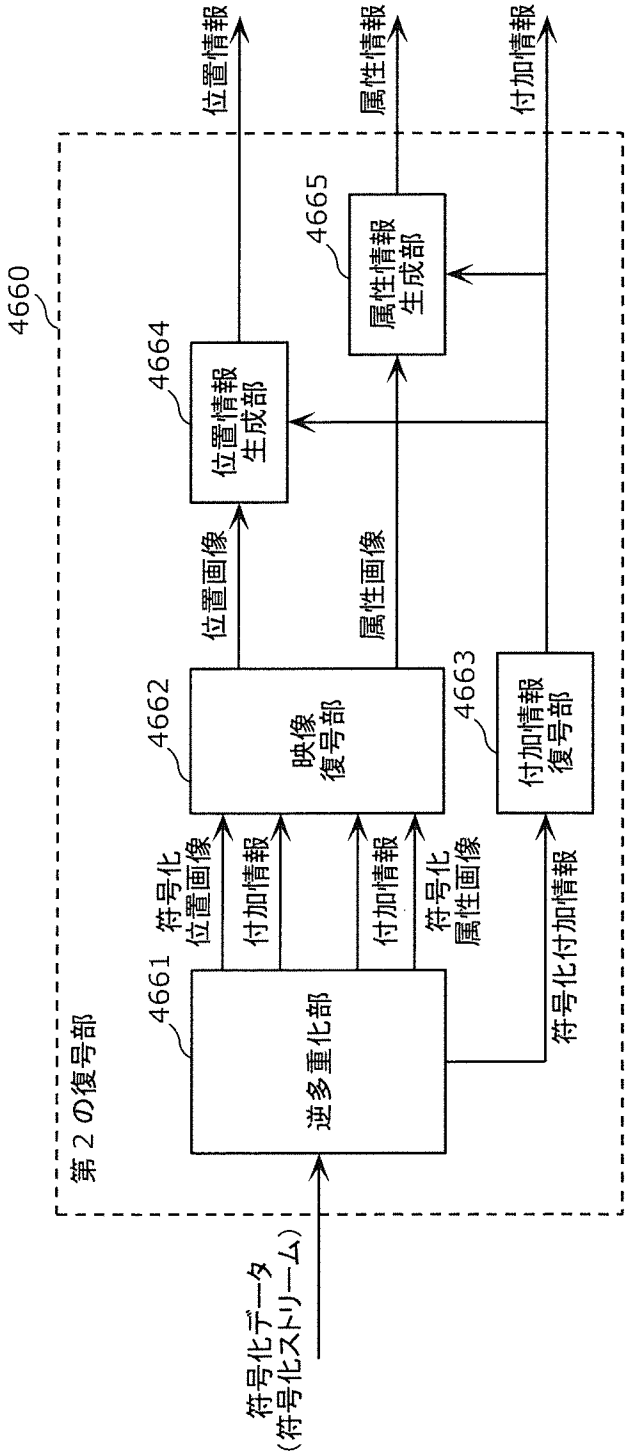
[図20]


符号化データ
（符号化ストリーム）
4650
4656
多重化部
符号化
位置画像
付加情報
付加情報
符号化
属性画像
4654
映像
符号化部
符号化付加情報
4655
付加情報
符号化部
位置画像
属性画像
4653
属性画像
生成部
4652
位置画像
生成部
4651
付加情報
生成部
第２の符号化部
位置情報
属性情報
付加情報

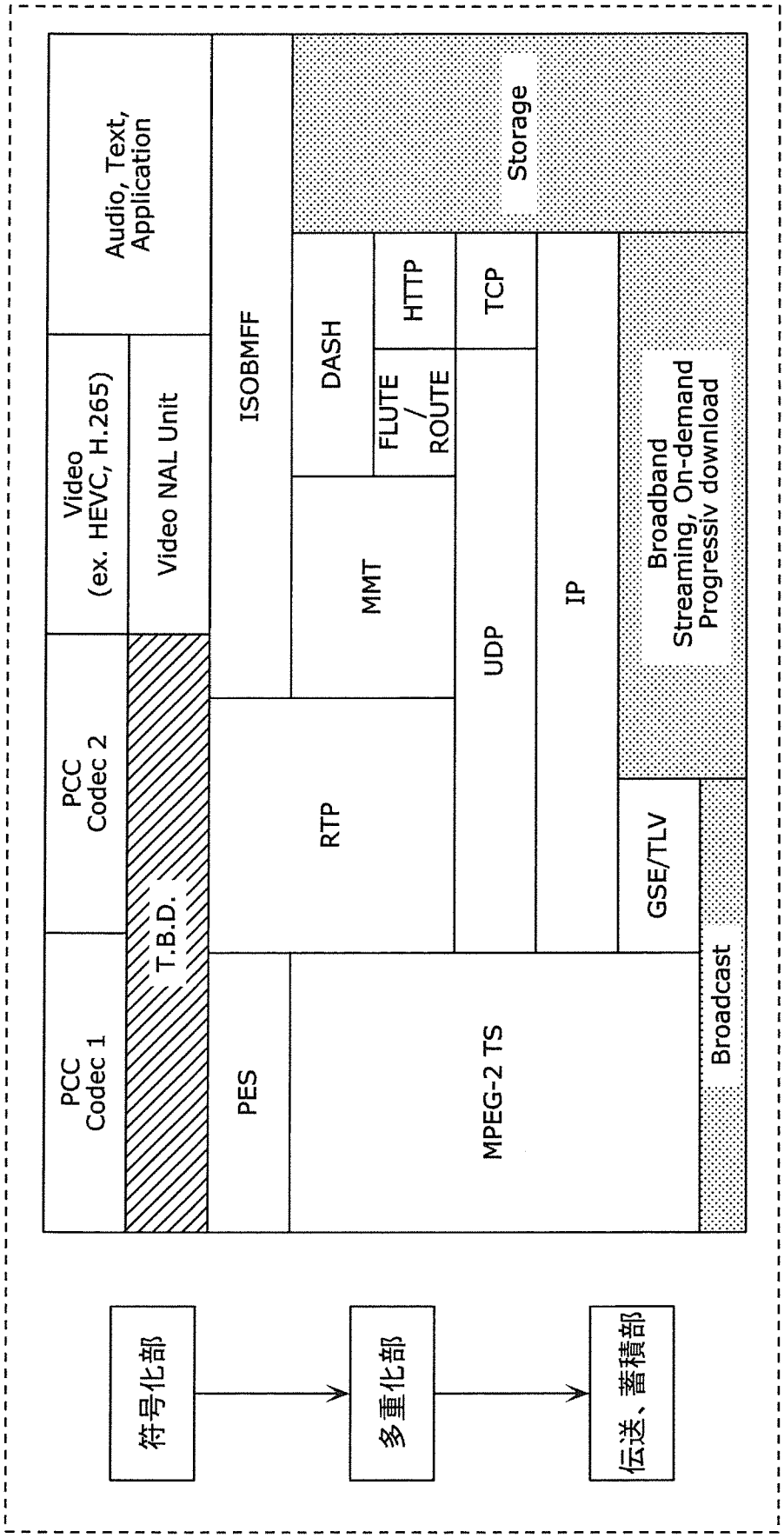
[図21]


4660
符号化データ
第２の
復号部
点群データ

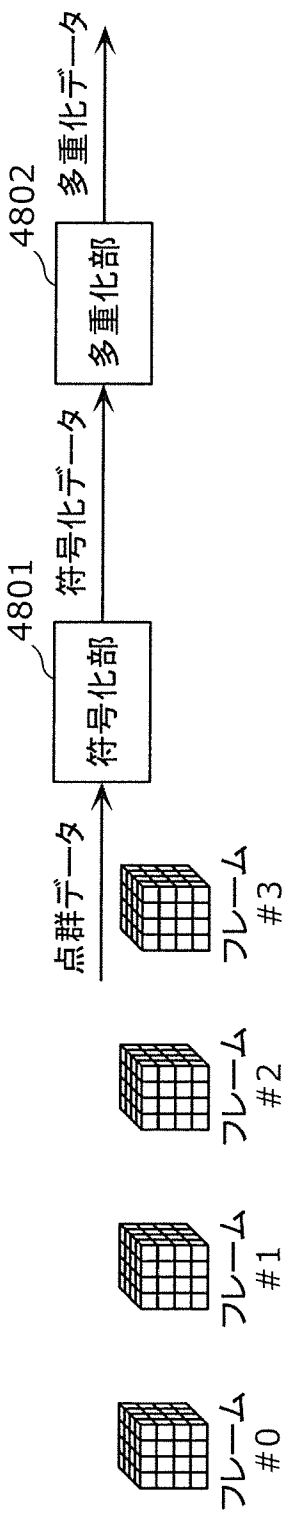
[図22]


符号化データ
(符号化ストリーム)
第２の復号部
4660
4661
逆多重化部
符号化
位置画像
付加情報
符号化
属性画像
符号化付加情報
4662
映像
復号部
4663
付加情報
復号部
位置画像
属性画像
4664
位置情報
生成部
4665
属性情報
生成部
位置情報
属性情報
付加情報

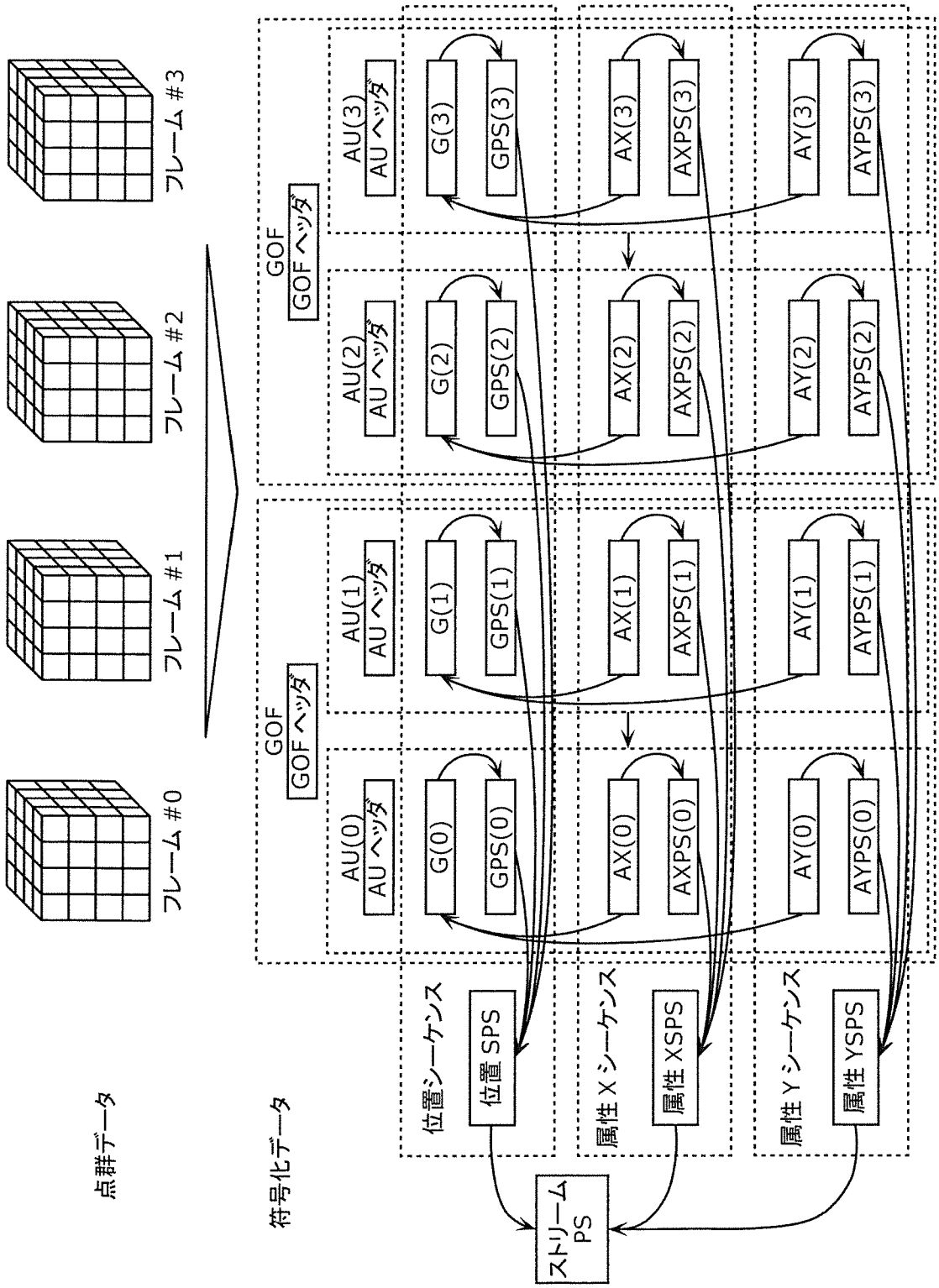
[図23]


符号化部
多重化部
伝送、蓄積部
PCC Codec 1
PCC Codec 2
Video (ex. HEVC, H.265)
Audio, Text, Application
Video NAL Unit
T.B.D.
PES
RTP
MPEG-2 TS
ISOBMFF
MMT
DASH
FLUTE / ROUTE
HTTP
TCP
UDP
IP
GSE/TLV
Broadcast
Broadband Streaming, On-demand Progressiv download
Storage

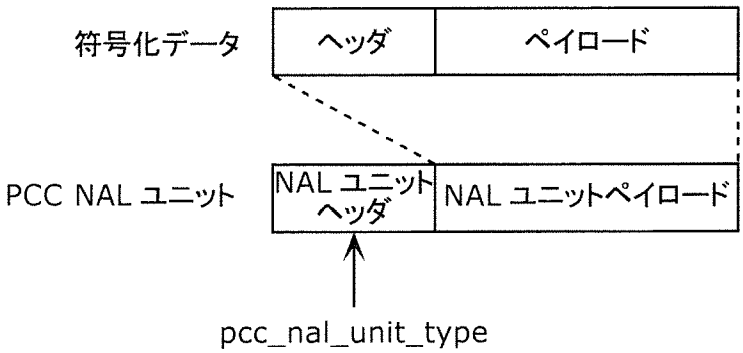
[図24]


点群データ
4801
符号化部
符号化データ
4802
多重化部
多重化データ
フレーム #0
フレーム #1
フレーム #2
フレーム #3

[図25]


点群データ
フレーム #0
フレーム #1
フレーム #2
フレーム #3
符号化データ
GOF
GOF ヘッダ
AU(0)
AU ヘッダ
AU(1)
AU ヘッダ
AU(2)
AU ヘッダ
AU(3)
AU ヘッダ
G(0)
G(1)
G(2)
G(3)
GPS(0)
GPS(1)
GPS(2)
GPS(3)
AX(0)
AX(1)
AX(2)
AX(3)
AXPS(0)
AXPS(1)
AXPS(2)
AXPS(3)
AY(0)
AY(1)
AY(2)
AY(3)
AYPS(0)
AYPS(1)
AYPS(2)
AYPS(3)
位置シーケンス
位置 SPS
属性 X シーケンス
属性 XSPS
属性 Y シーケンス
属性 YSPS
ストリーム PS

[図26]

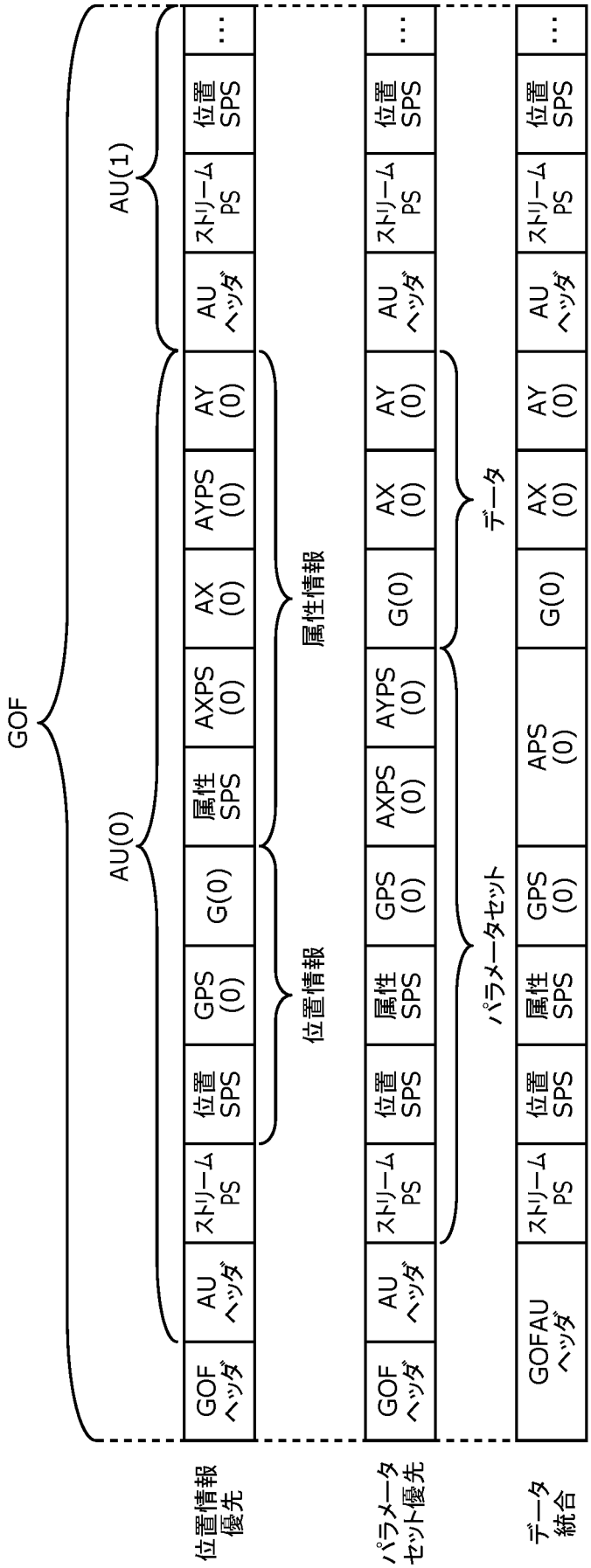


[図27]

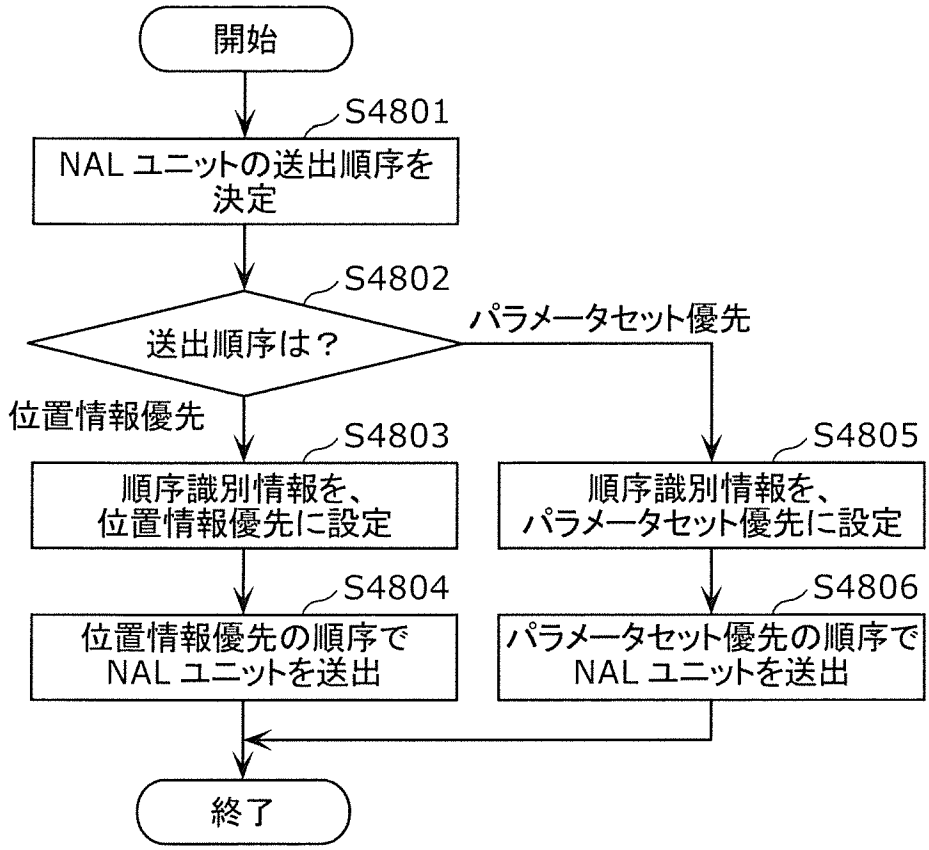
pcc_nal_unit_type のセマンティクスの例
(1) pcc_codec_type == Codec 1 の場合
0:Codec1 Goemetry
1:Codec1 AttributeX
2:Codec1 AttributeY
3:Codec1 Geom. PS
4:Codec1 AttrX. PS
5:Codec1 AttrX. PS
6:Codec1 Geometry Sequence PS
7:Codec1 AttributeX Sequence PS
8:Codec1 AttributeY Sequence PS
9:Codec1 AU Header
10:Codec1 GOF 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

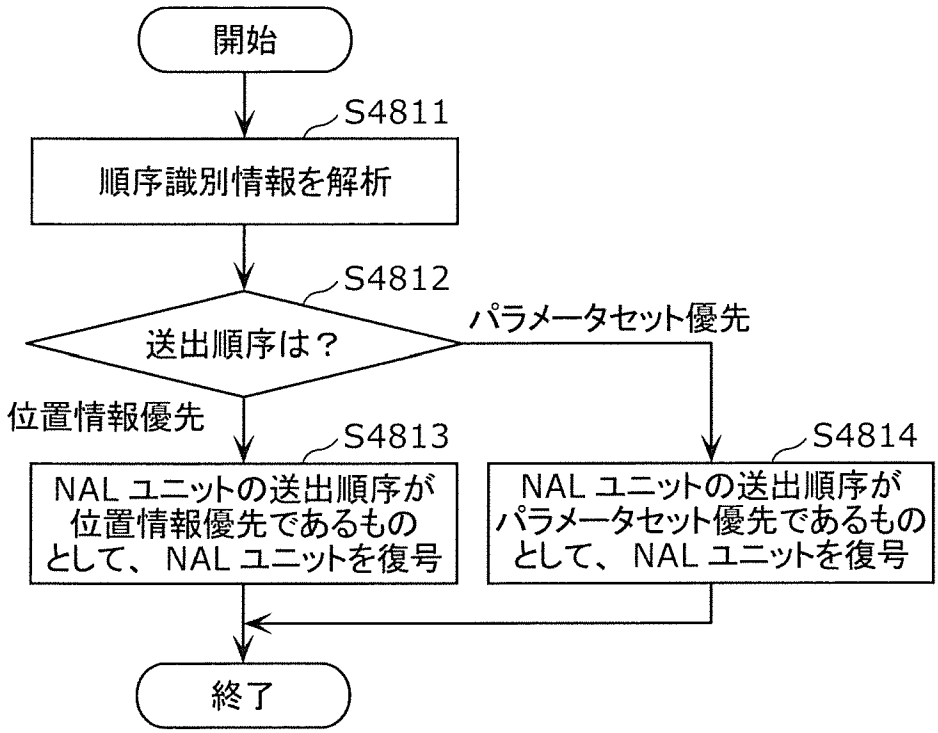
[図28]


GOF
AU(0)
AU(1)
GOF ヘッダ
AU ヘッダ
ストリーム PS
位置 SPS
GPS (0)
G(0)
属性 SPS
AXPS (0)
AX (0)
AYPS (0)
AY (0)
…
位置情報
属性情報
パラメータセット
データ
GOFAU ヘッダ
APS (0)
位置情報優先
パラメータセット優先
データ統合

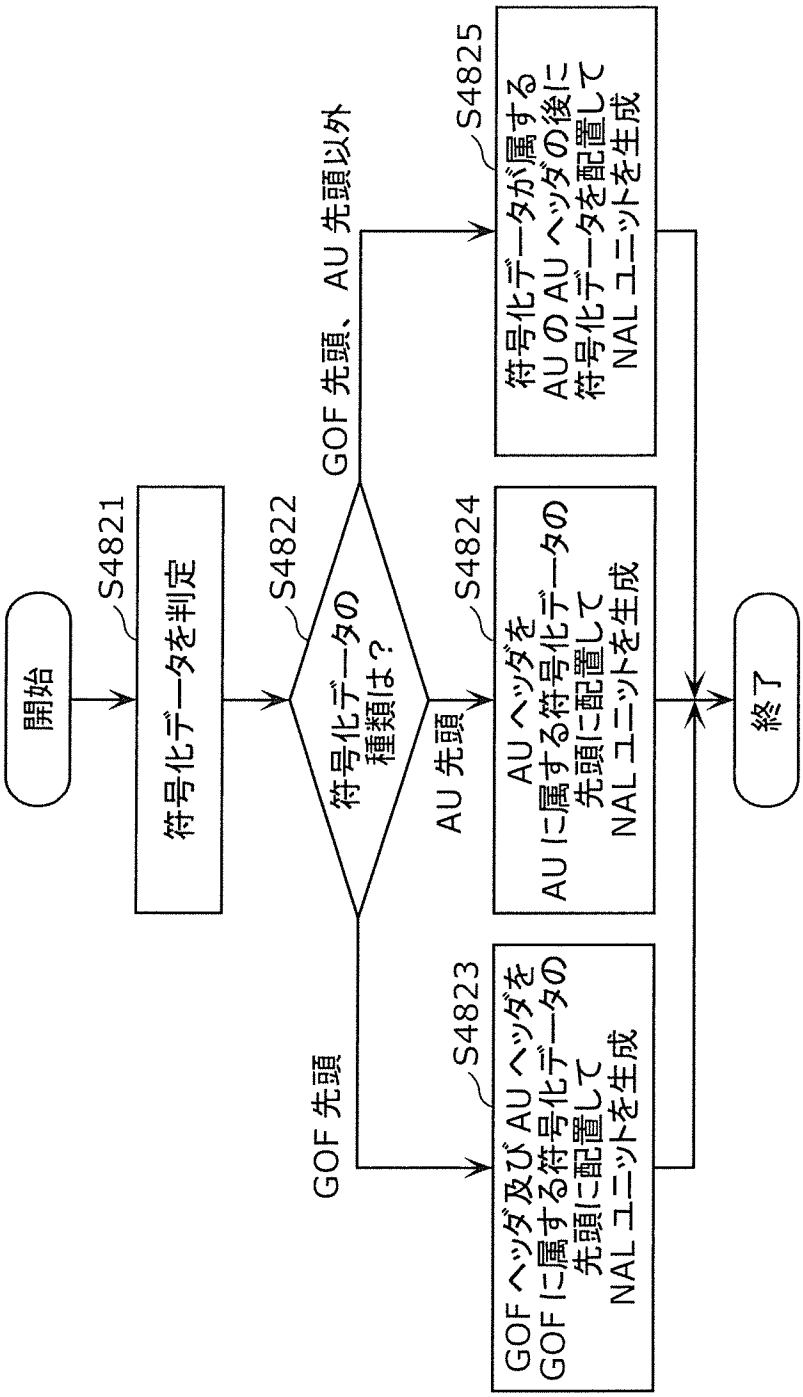
[図29]


開始
S4801
NAL ユニットの送出順序を決定
S4802
送出順序は？
パラメータセット優先
位置情報優先
S4803
順序識別情報を、位置情報優先に設定
S4805
順序識別情報を、パラメータセット優先に設定
S4804
位置情報優先の順序でNAL ユニットを送出
S4806
パラメータセット優先の順序でNAL ユニットを送出
終了

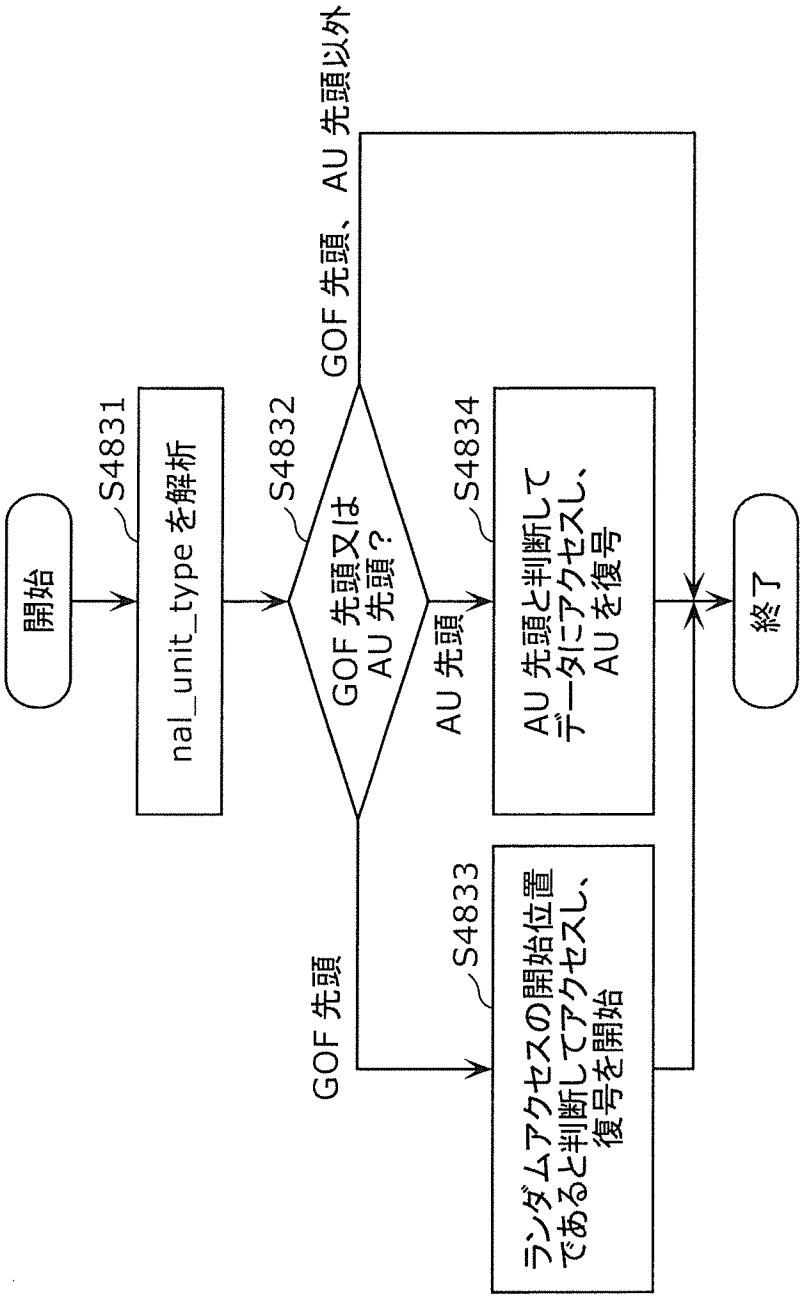
[図30]


開始
S4811
順序識別情報を解析
S4812
送出順序は？
パラメータセット優先
位置情報優先
S4813
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
S4814
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
終了

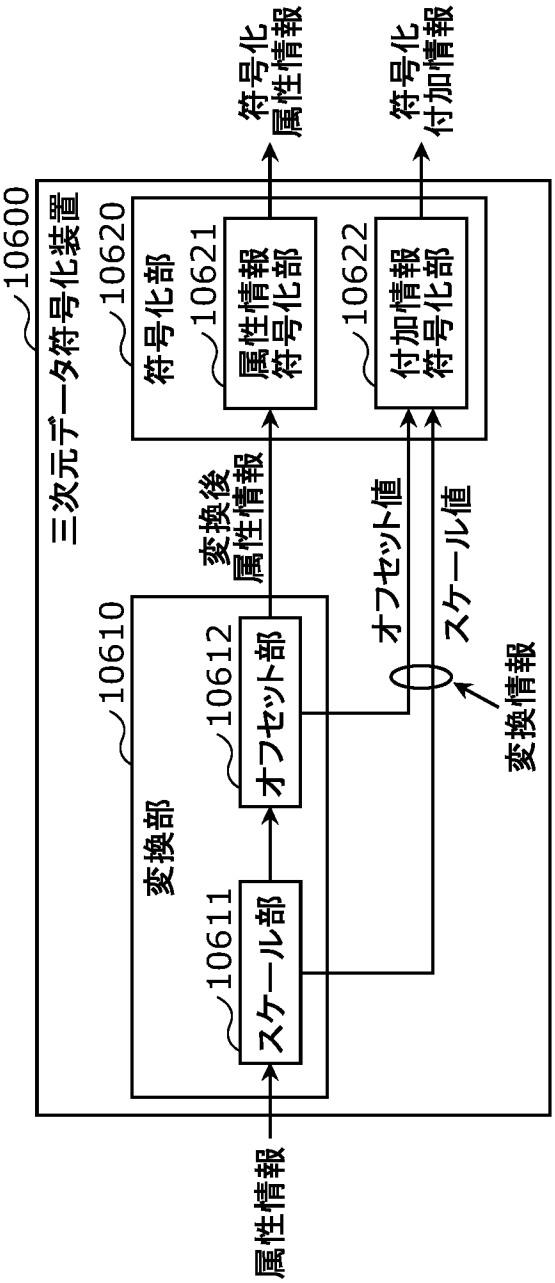
[図31]


開始
S4821
符号化データを判定
S4822
符号化データの種類は？
GOF 先頭、AU 先頭以外
S4825
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
AU 先頭
S4824
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
GOF 先頭
S4823
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
終了

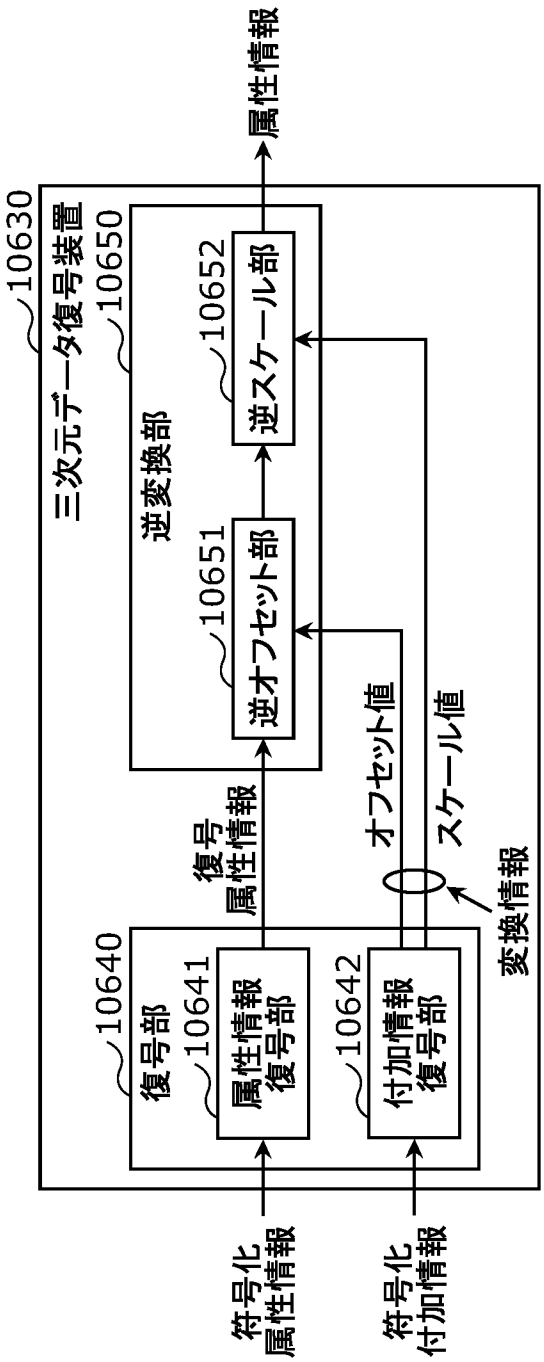
[図32]


開始
S4831
nal_unit_type を解析
S4832
GOF 先頭又は
AU 先頭？
GOF 先頭、AU 先頭以外
S4834
AU 先頭
AU 先頭と判断して
データにアクセスし、
AU を復号
終了
GOF 先頭
S4833
ランダムアクセスの開始位置
であると判断してアクセスし、
復号を開始

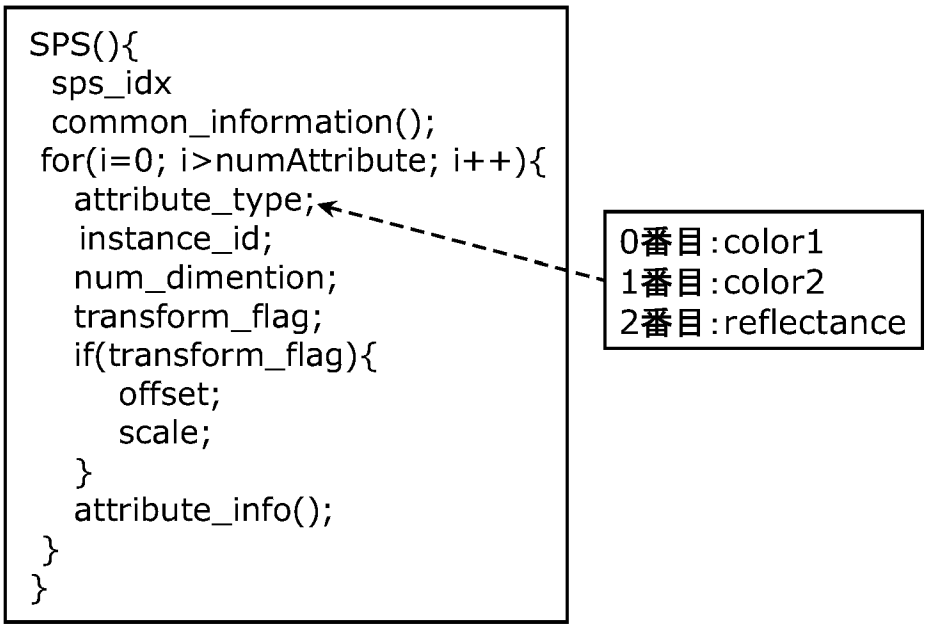
[図33]


10600
三次元データ符号化装置
10620
符号化部
10621
属性情報
符号化部
10622
付加情報
符号化部
10610
変換部
10611
スケール部
10612
オフセット部
変換後
属性情報
オフセット値
スケール値
変換情報
符号化
属性情報
符号化
付加情報
属性情報

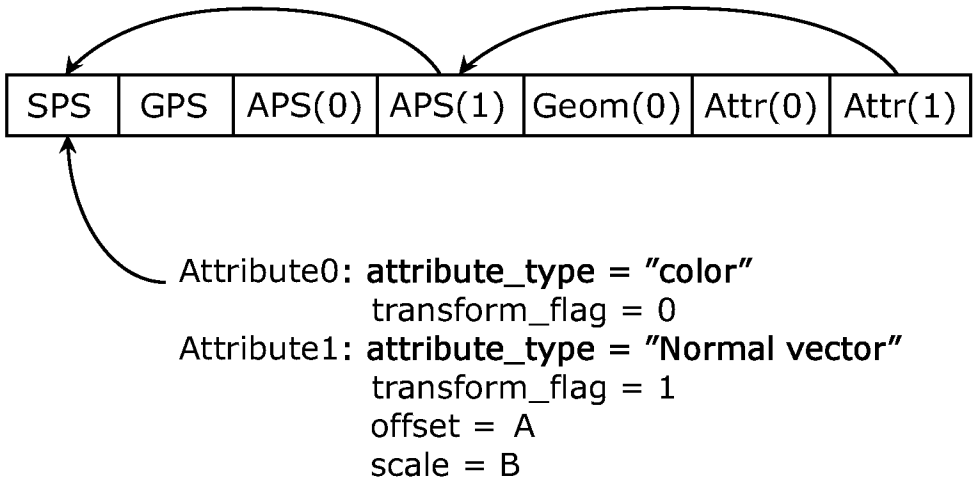
[図34]


10630
三次元データ復号装置
10650
逆変換部
10652
逆スケール部
10651
逆オフセット部
10640
復号部
10641
属性情報復号部
10642
付加情報復号部
復号属性情報
オフセット値
スケール値
変換情報
属性情報
符号化属性情報
符号化付加情報

[図35]


SPS(){
sps_idx
common_information();
for(i=0; i>numAttribute; i++){
attribute_type;
instance_id;
num_dimention;
transform_flag;
if(transform_flag){
offset;
scale;
}
attribute_info();
}
}
0番目:color1
1番目:color2
2番目:reflectance

[図36]


SPS
GPS
APS(0)
APS(1)
Geom(0)
Attr(0)
Attr(1)
Attribute0: attribute_type = "color"
transform_flag = 0
Attribute1: attribute_type = "Normal vector"
transform_flag = 1
offset = A
scale = B

[図37]

```
SPS(){
  sps_idx
  common_information();
 for(i=0; i>numAttribute; i++){
    attribute_type;
    instance_id;
    num_dimention;
    transform_info();
    attribute_info();
 }
}
```

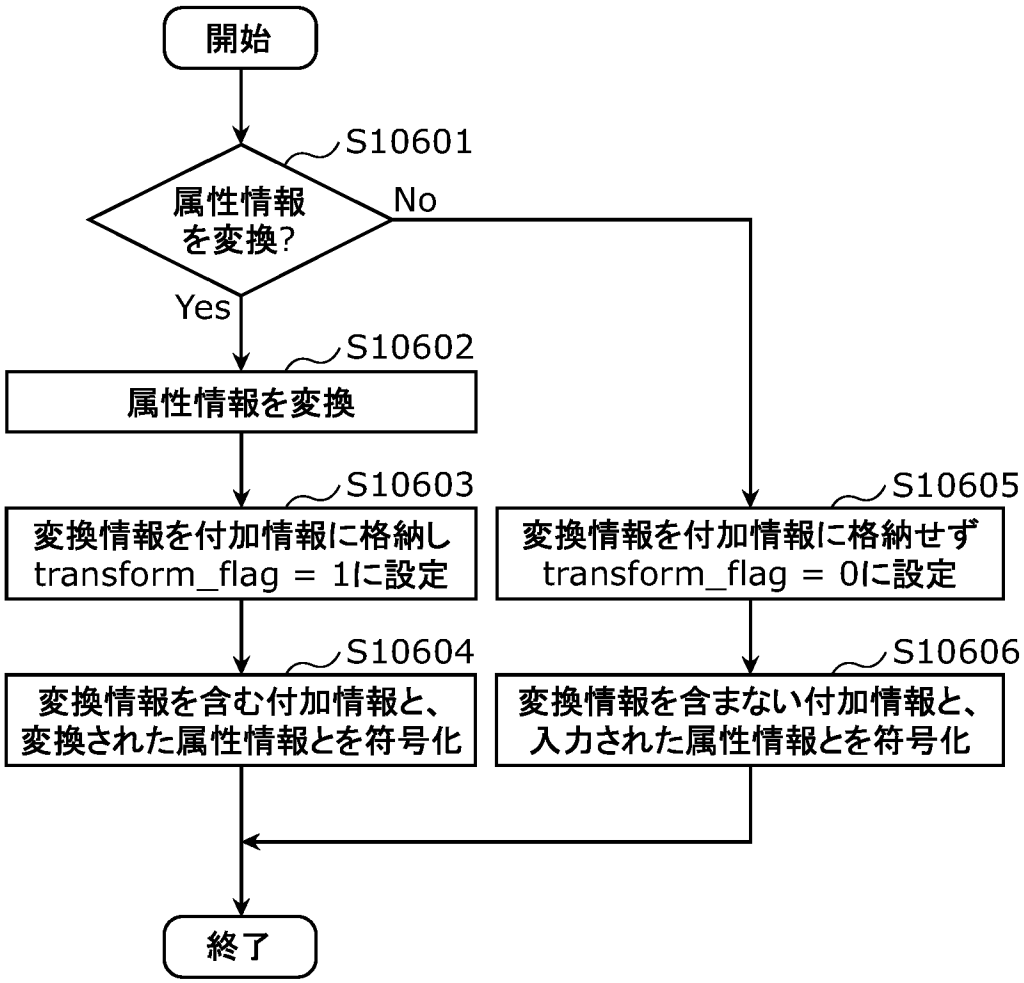
[図38]

```
transform_info(){
 transform_type;
  if( transform_type == 0 ){
    //none
  }else if (transform_type == 1){
    offset
    scale
  }else if (transform_type == 2){
    offset_log2 //offsetの2の乗数
    scale_log2  //scaleの2の乗数
  }else if (transform_type == 3){
    offset
  }
}
```

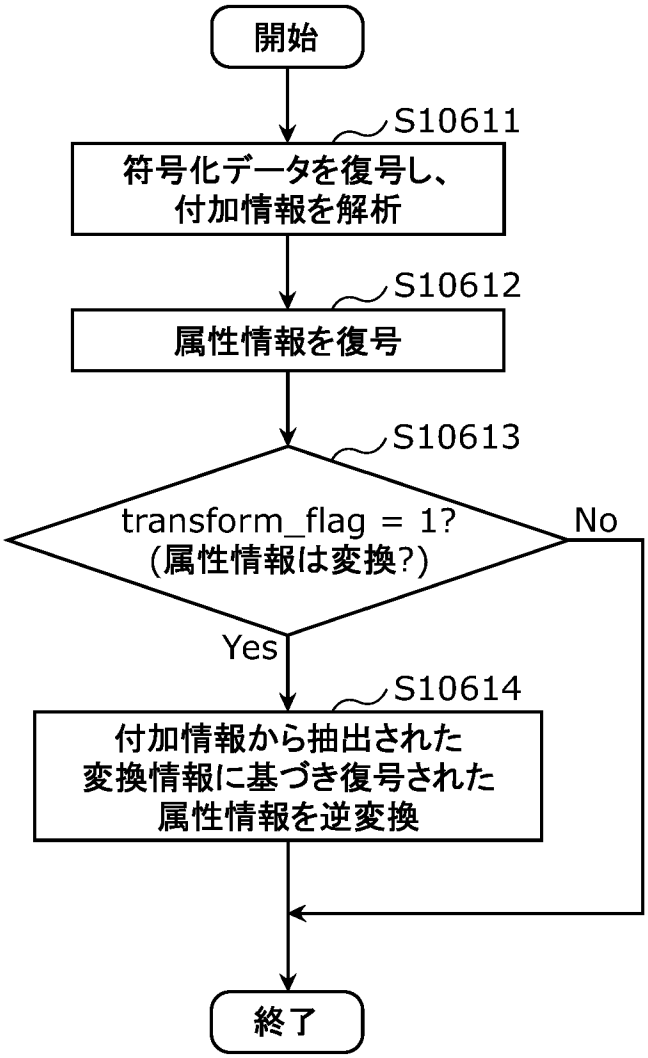
[図39]

```
transform_info(){
  transform_type;
  if( attribute_type == color ){
    //none
  }else if (transform_type == reflectance){
    scale
  }else if (transform_type == normal_vector){
    transform_order // 1
    scale
    offset
  }
}
```

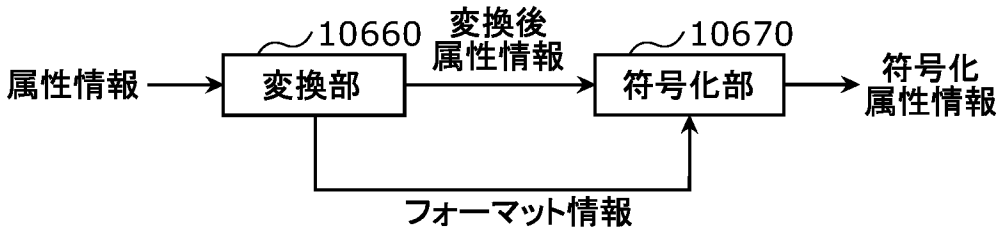
[図40]



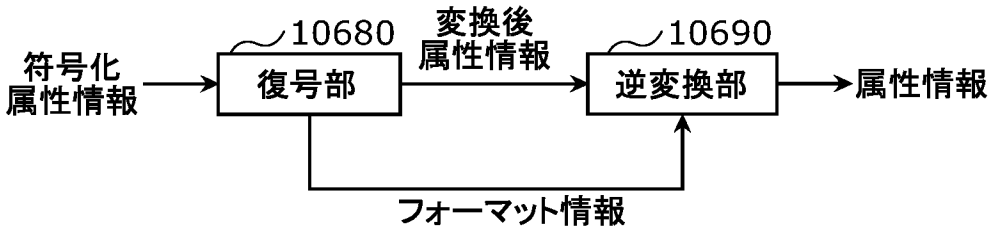
[図41]


開始
S10611
符号化データを復号し、
付加情報を解析
S10612
属性情報を復号
S10613
transform_flag = 1?
(属性情報は変換?)
No
Yes
S10614
付加情報から抽出された
変換情報に基づき復号された
属性情報を逆変換
終了

[図42]


属性情報
10660
変換部
変換後
属性情報
10670
符号化部
符号化
属性情報
フォーマット情報

[図43]



[図44]

```
SEI(){
    format_id;
    if(format_id == 0) {
        ply_format_info();
    } else if(format_id == 1) {
        las_format_info();
    } else if( …) {
        :
        :
}
```

[図45]

```
ply_format_info(){
    format_info;
    element_info;
    property_num;
    for(i=0;i<property_num;i++) {
        property_info;
        property_type;
        scale;
        offset;
        is_property;
        if(! is_property) {
            fill_property;
        }else{
            sps_id
            component_id
        }
    }
}
```

[図46]

```
las_format_info(){
    public_header_block();
    variable_length_records();
    point_data_records();
    extended_variable_length_records();
}
```

[図47]

```
public_header_block() {
    file_signature;
    file_sourceID;
    global_encoding;
    ProjectID_GUID_data1;
    ProjectID_GUID_data2;
    ProjectID_GUID_data3;
    ProjectID_GUID_data4;
    version_major;
    version_minor;
    system_identifier;
    generating_software;
    file_creation_day_of_year;
    file_creation_year;
    header_size;
    offset_to_point_data;
    number_of_variable_length_records;
    point_data_record_format;
    point_data_record_length;
    legacy_number_of_point_records;
    legacy_number_of_point_by_retrun;
    x_scale_factor;
    y_scale_factor;
    z_scale_factor;
    x_offset;
    y_offset;
    z_offset;
    max_x;
    min_x;
    max_y;
    min_y;
    max_z;
    min_z;
    start_of_waveform_data_packet_record;
    start_of_first_extended_variable_length_record;
    number_of_extended_variable_length_records;
    number_of_point_records;
    number_of_points_by_retrun;
}
```

[図48]

```
variable_length_records() {
    reserved;
    user_id;
    record_id;
    record_length_after_header;
    rescription;
}
```

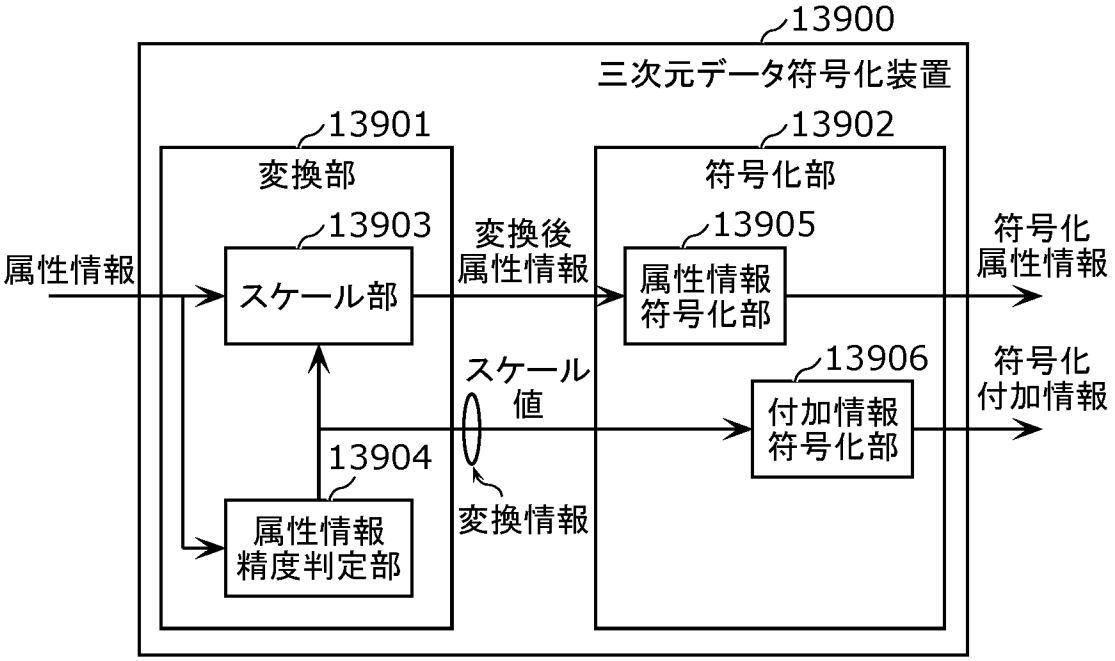
[図49]

```
point_data_records(){
    component_num;
    for(i=0;i< component_num;i++) {
        component_info;
        scale;
        offset;
        is_component;
        if(! is_component) {
            fill_component;
        }
    }
}
```

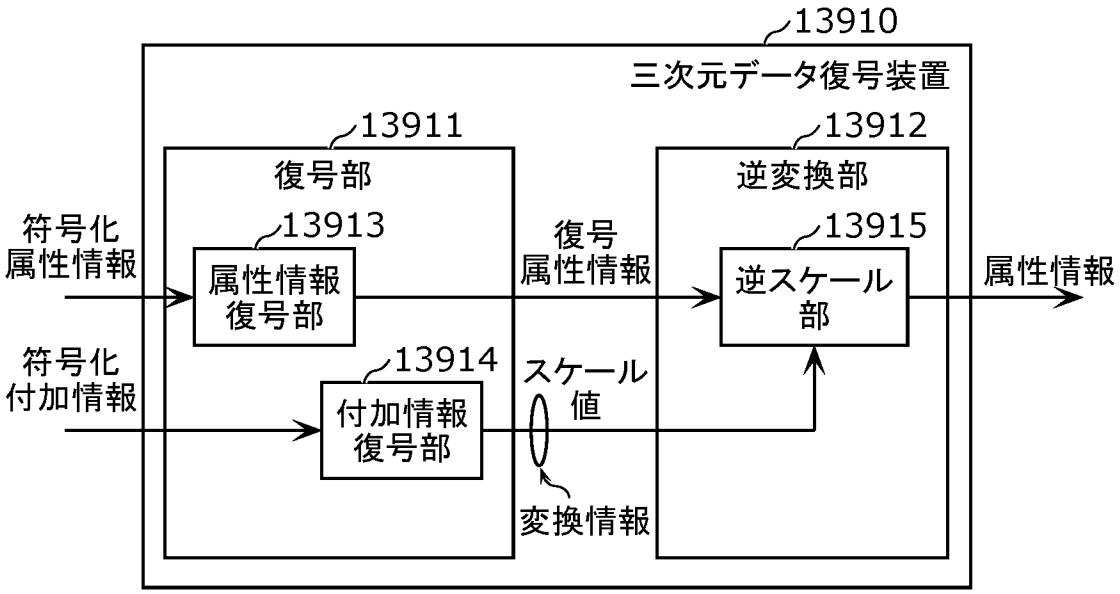
[図50]

```
extended_variable_length_records() {
    reserved;
    user_id;
    record_id;
    record_length_after_header;
    rescription;
}
```

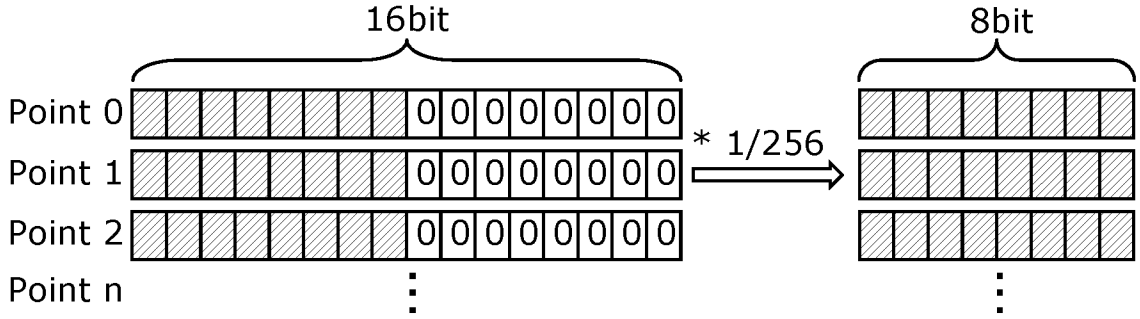
[図51]


13900
三次元データ符号化装置
13901
変換部
13902
符号化部
13903
スケール部
13904
属性情報
精度判定部
13905
属性情報
符号化部
13906
付加情報
符号化部
属性情報
変換後
属性情報
スケール
値
変換情報
符号化
属性情報
符号化
付加情報

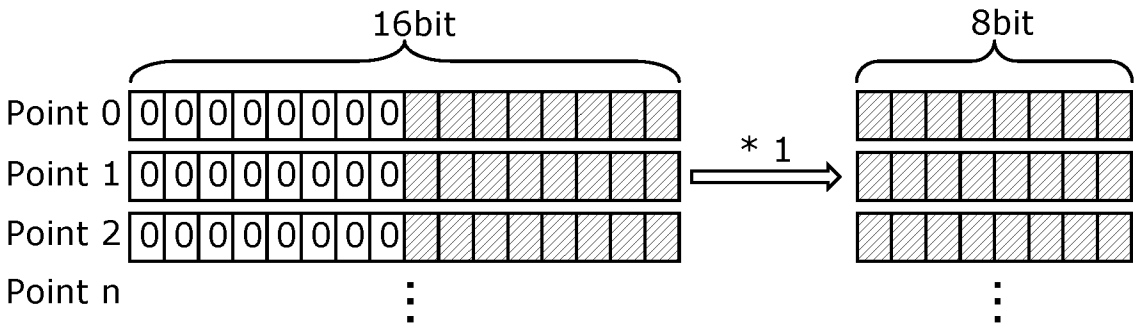
[図52]


13910
三次元データ復号装置
13911
復号部
13912
逆変換部
13913
属性情報
復号部
13914
付加情報
復号部
13915
逆スケール
部
符号化
属性情報
符号化
付加情報
復号
属性情報
スケール
値
変換情報
属性情報

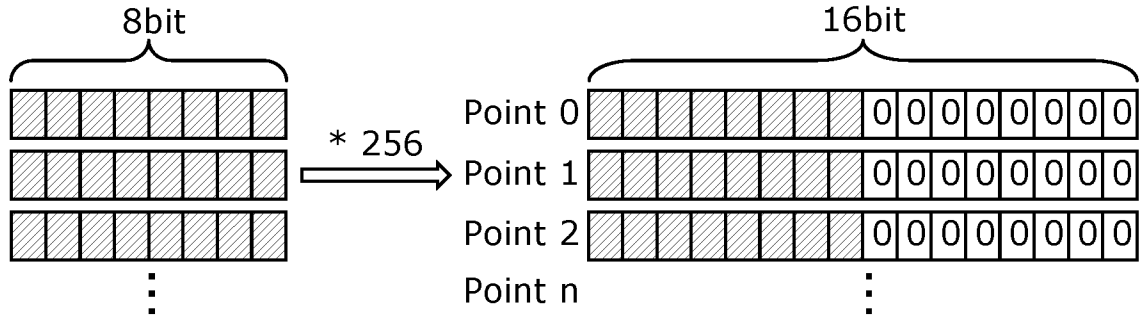
[図53]


16bit
8bit
Point 0
Point 1
Point 2
Point n
0 0 0 0 0 0 0 0
* 1/256

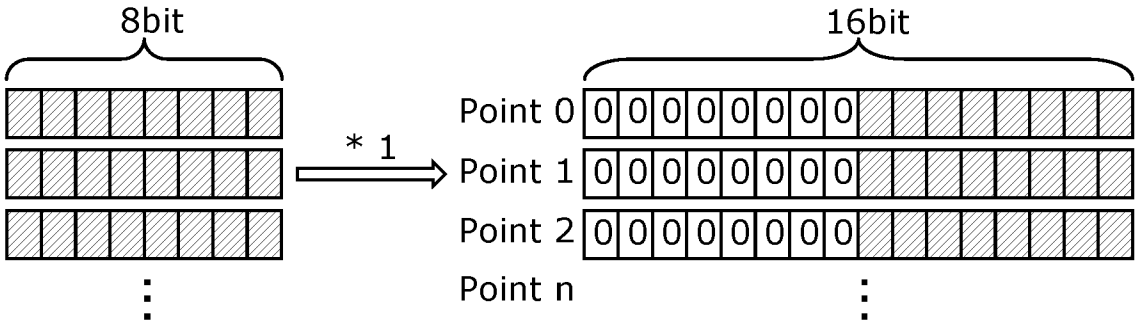
[図54]


16bit
8bit
Point 0
Point 1
Point 2
Point n
0 0 0 0 0 0 0 0
* 1

[図55]


8bit
16bit
* 256
Point 0
Point 1
Point 2
Point n
0 0 0 0 0 0 0 0

[図56]


8bit
16bit
* 1
Point 0
Point 1
Point 2
Point n
0 0 0 0 0 0 0 0

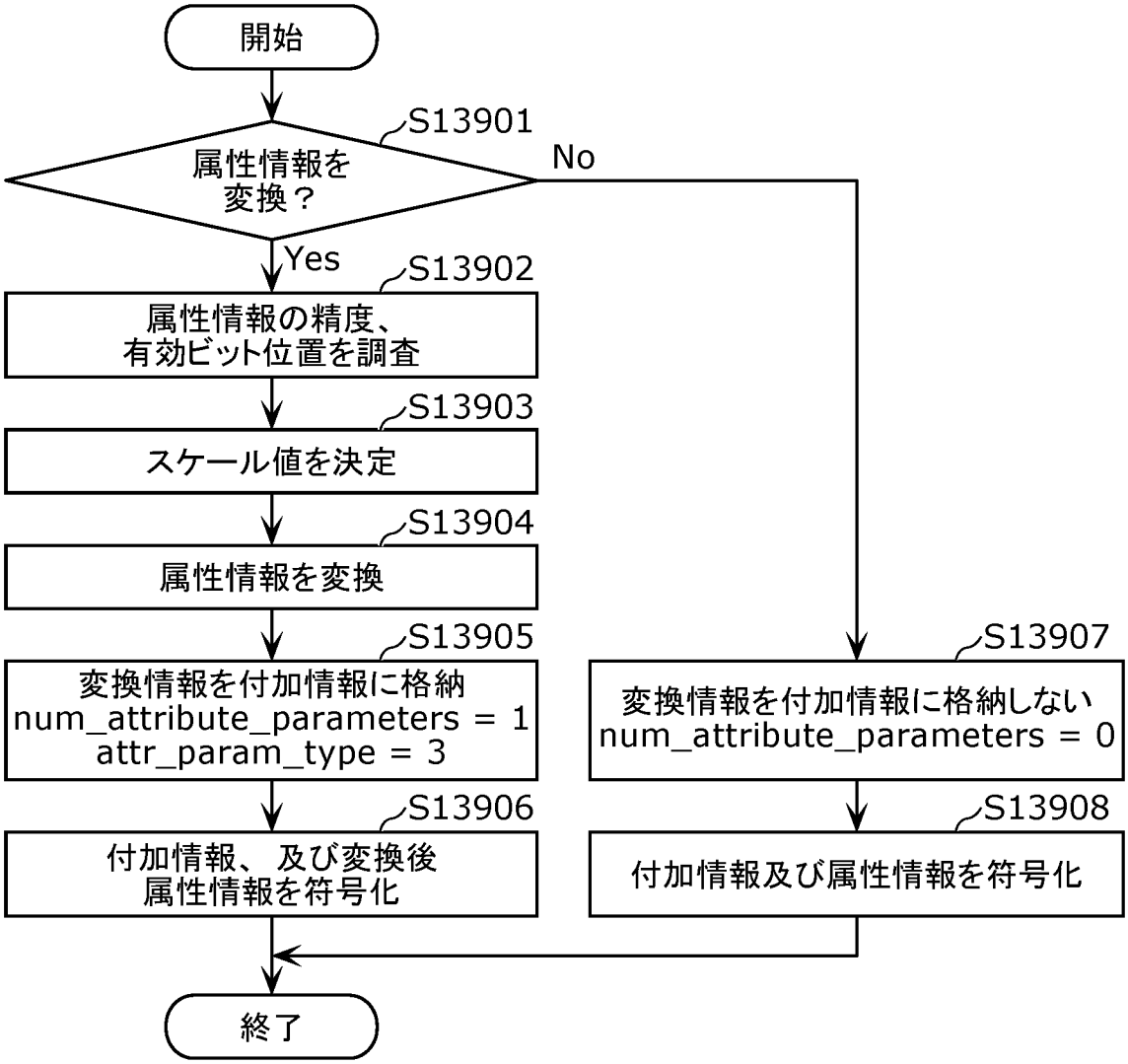
[図57]

```
SPS(){
    sps_idx
   common_information();
  for(i=0; i>numAttribute; i++){
    attribute_type;
    instance_id;
    num_dimention;
    num_attribute_parameter;
    for(i=0;i<num_attribute_parameter;i++){
      attribute_parameter(i)
    }
    attribute_info();
  }
}
```

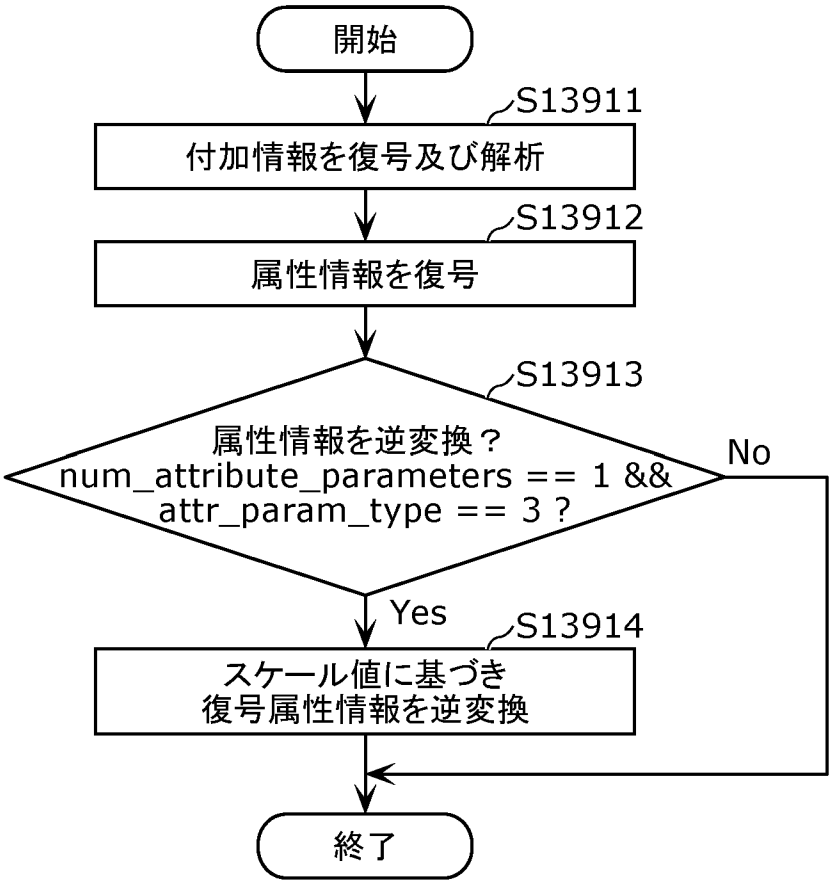
[図58]

```
attribute_parameter(i){
    attr_param_type
    if( attr_param_type==1){
      //attr_param_type==1 の処理
    }
    else if( attr_param_type ==3){
      attribute_source_offset_num_bits[ i ]
      attribute_source_offset [ i ]
      attribute_source_scale_num_bits [ i ]
      attribute_source_scale [ i ]
      attribute_scale_frac_bits [ i ]
    }
  }
```

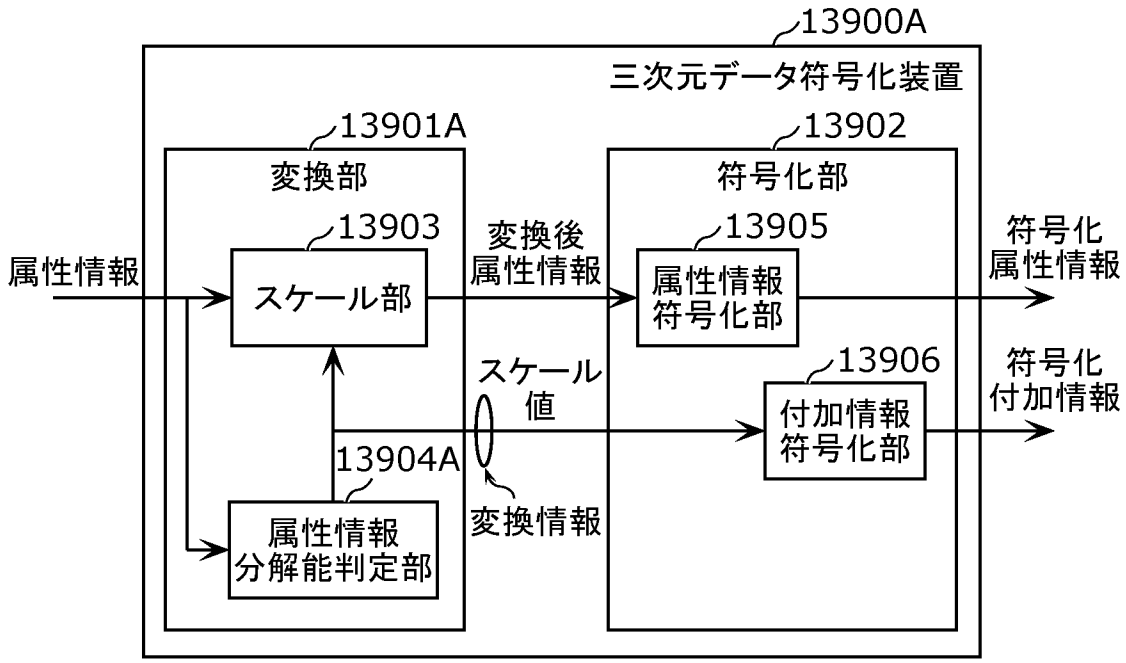
[図59]


開始
S13901
属性情報を
変換？
No
Yes
S13902
属性情報の精度、
有効ビット位置を調査
S13903
スケール値を決定
S13904
属性情報を変換
S13905
変換情報を付加情報に格納
num_attribute_parameters = 1
attr_param_type = 3
S13906
付加情報、及び変換後
属性情報を符号化
S13907
変換情報を付加情報に格納しない
num_attribute_parameters = 0
S13908
付加情報及び属性情報を符号化
終了

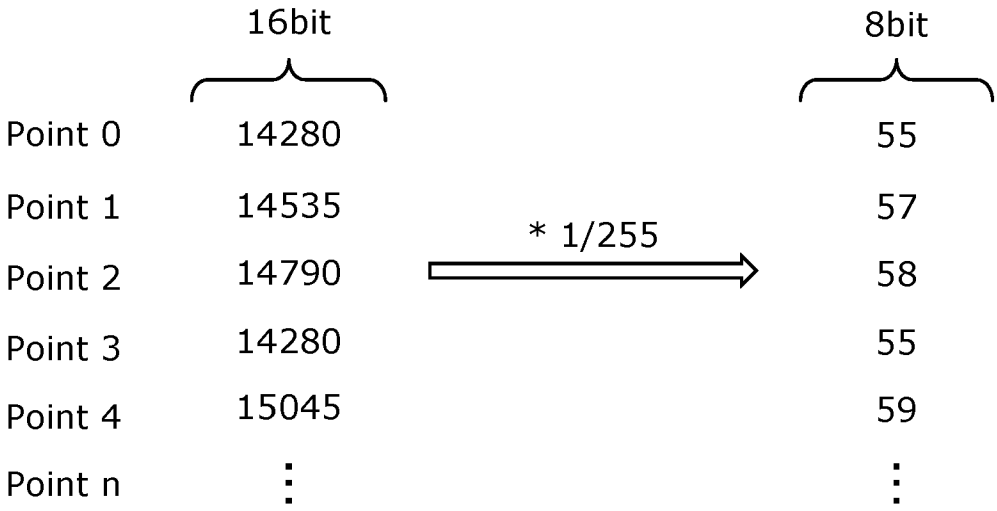
[図60]


開始
S13911
付加情報を復号及び解析
S13912
属性情報を復号
S13913
属性情報を逆変換？
num_attribute_parameters == 1 &&
attr_param_type == 3 ?
No
Yes
S13914
スケール値に基づき
復号属性情報を逆変換
終了

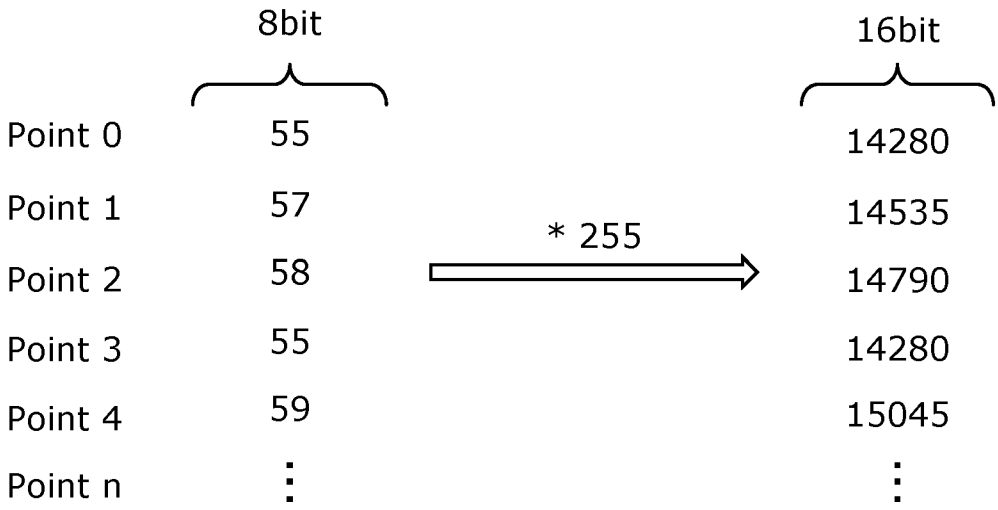
[図61]


13900A
三次元データ符号化装置
13901A
変換部
13902
符号化部
13903
スケール部
変換後
属性情報
13905
属性情報
符号化部
符号化
属性情報
属性情報
スケール
値
13906
付加情報
符号化部
符号化
付加情報
13904A
属性情報
分解能判定部
変換情報

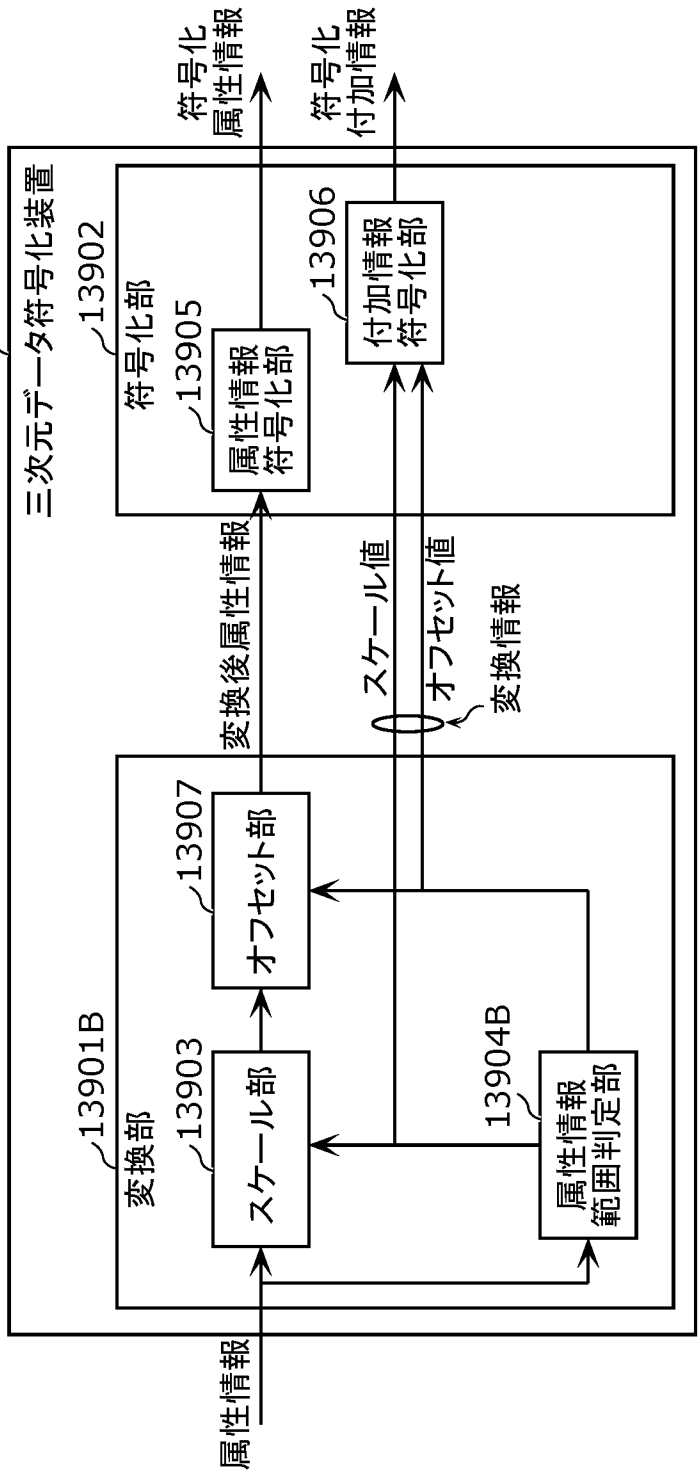
[図62]


16bit
8bit
Point 0
14280
55
Point 1
14535
57
* 1/255
Point 2
14790
58
Point 3
14280
55
Point 4
15045
59
Point n

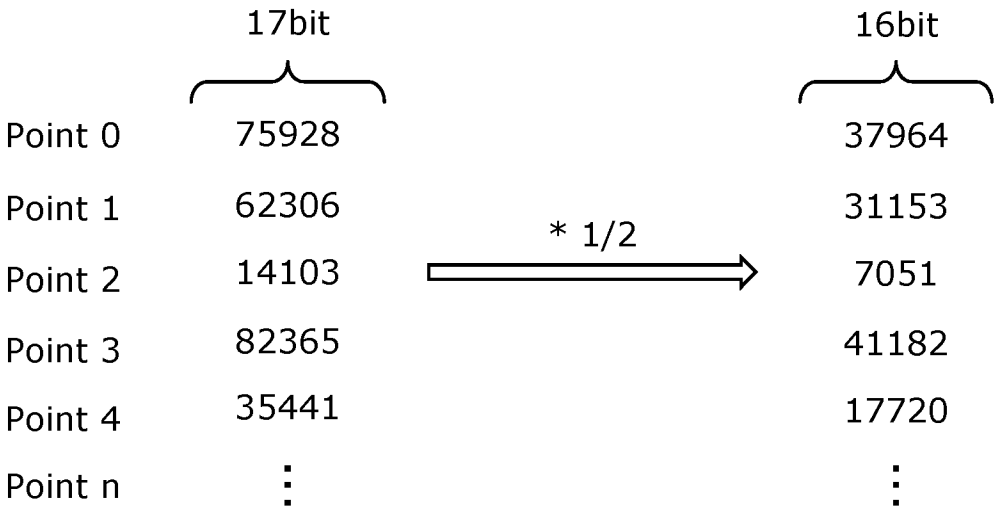
[図63]


8bit
16bit
Point 0
55
14280
Point 1
57
14535
* 255
Point 2
58
14790
Point 3
55
14280
Point 4
59
15045
Point n

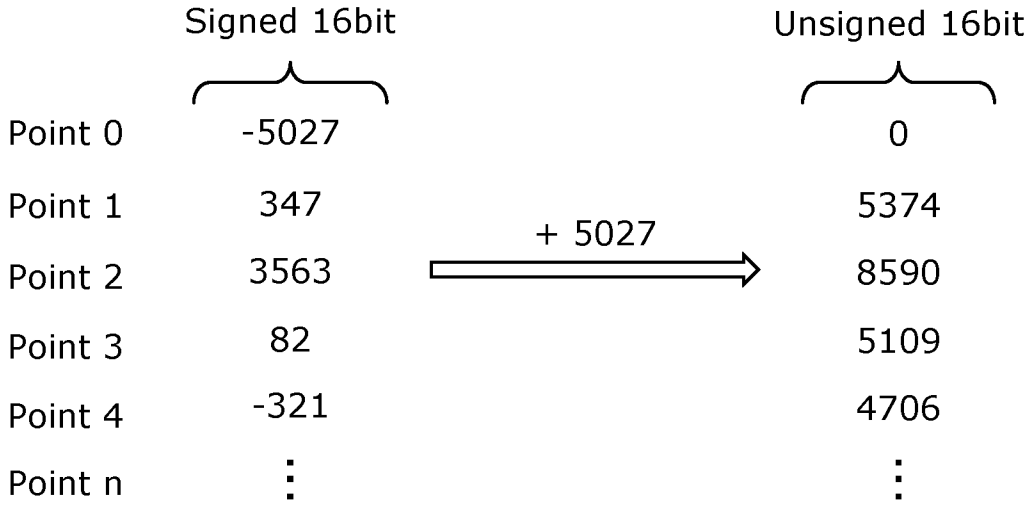
[図64]


13900B
三次元データ符号化装置
13902
符号化部
13905
属性情報
符号化部
13906
付加情報
符号化部
符号化
属性情報
符号化
付加情報
変換後属性情報
スケール値
オフセット値
変換情報
13901B
変換部
13903
スケール部
13907
オフセット部
13904B
属性情報
範囲判定部
属性情報

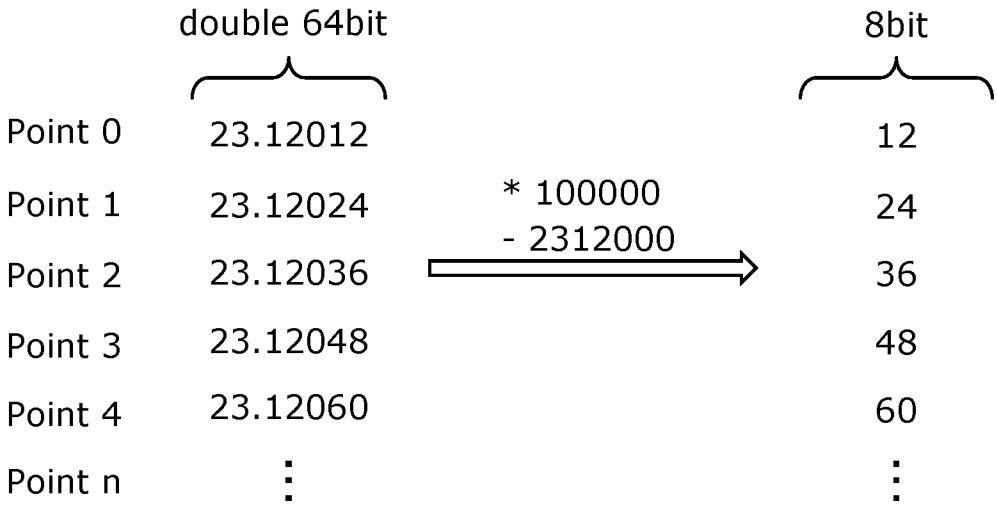
[図65]


17bit
16bit
Point 0
75928
37964
Point 1
62306
31153
* 1/2
Point 2
14103
7051
Point 3
82365
41182
Point 4
35441
17720
Point n

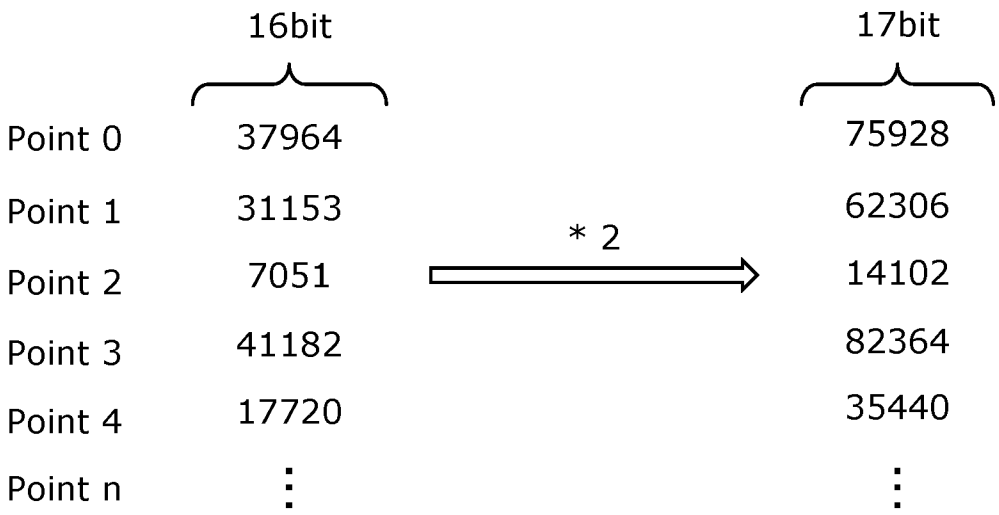
[図66]


Signed 16bit
Unsigned 16bit
Point 0
-5027
0
Point 1
347
5374
+ 5027
Point 2
3563
8590
Point 3
82
5109
Point 4
-321
4706
Point n

[図67]


double 64bit
8bit
Point 0
23.12012
12
Point 1
23.12024
* 100000
- 2312000
24
Point 2
23.12036
36
Point 3
23.12048
48
Point 4
23.12060
60
Point n

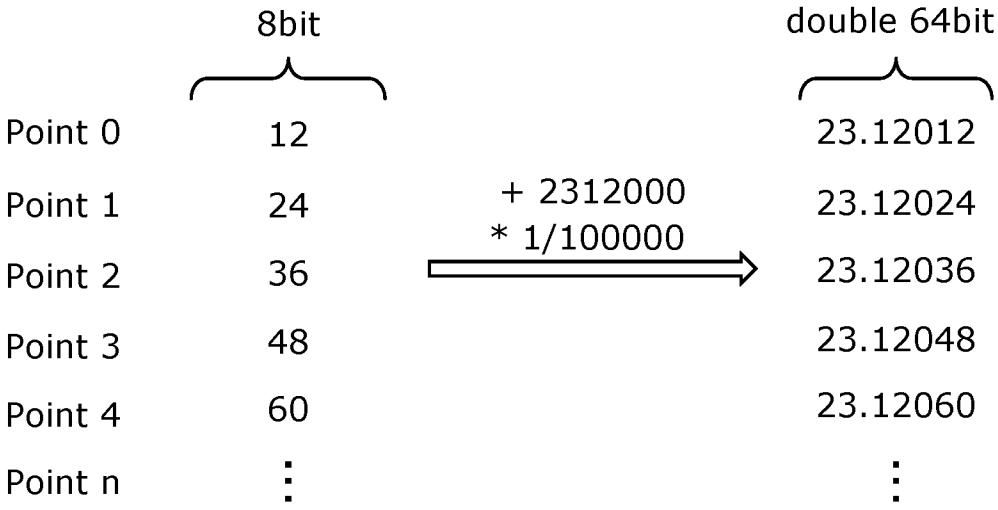
[図68]


16bit
17bit
Point 0
37964
75928
Point 1
31153
62306
* 2
Point 2
7051
14102
Point 3
41182
82364
Point 4
17720
35440
Point n

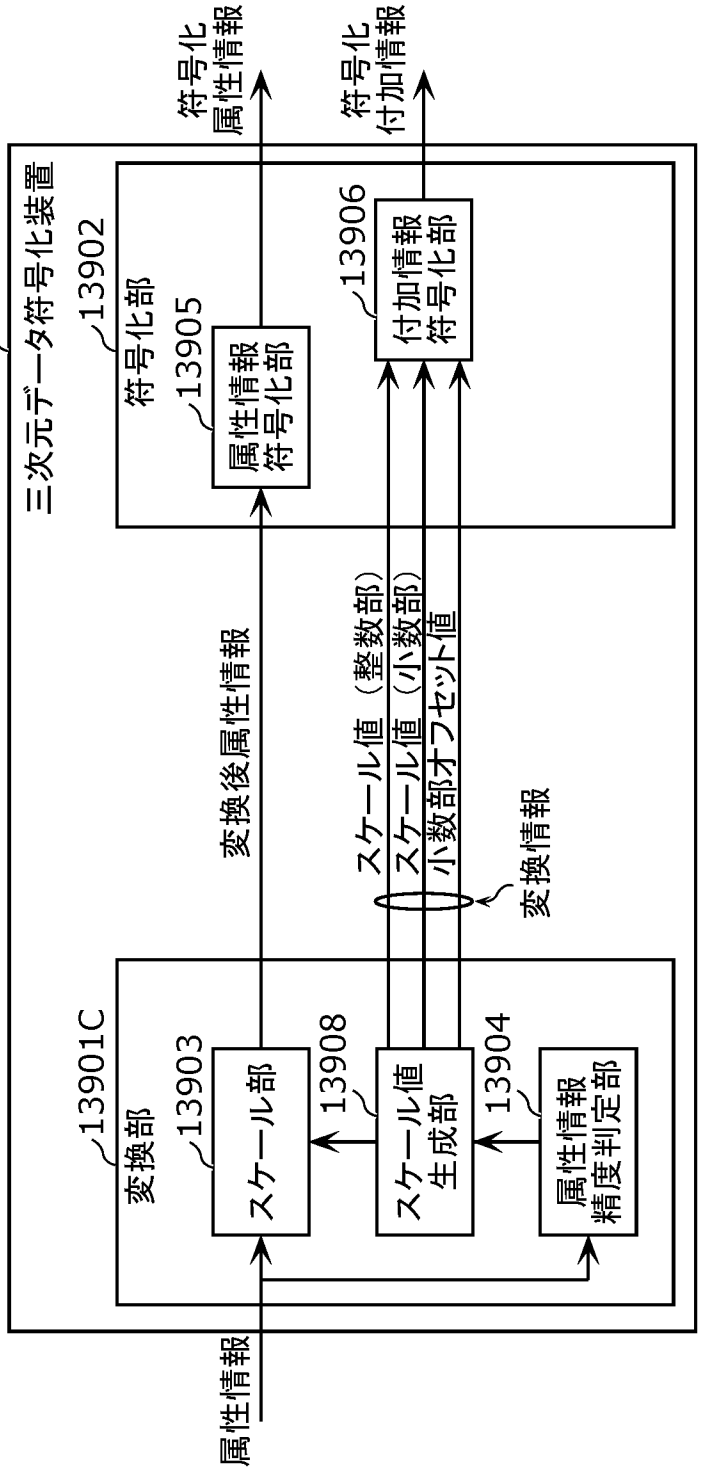
[図69]


Unsigned 16bit
Signed 16bit
Point 0
0
-5027
Point 1
5374
347
-5027
Point 2
8590
3563
Point 3
5109
82
Point 4
4706
321
Point n

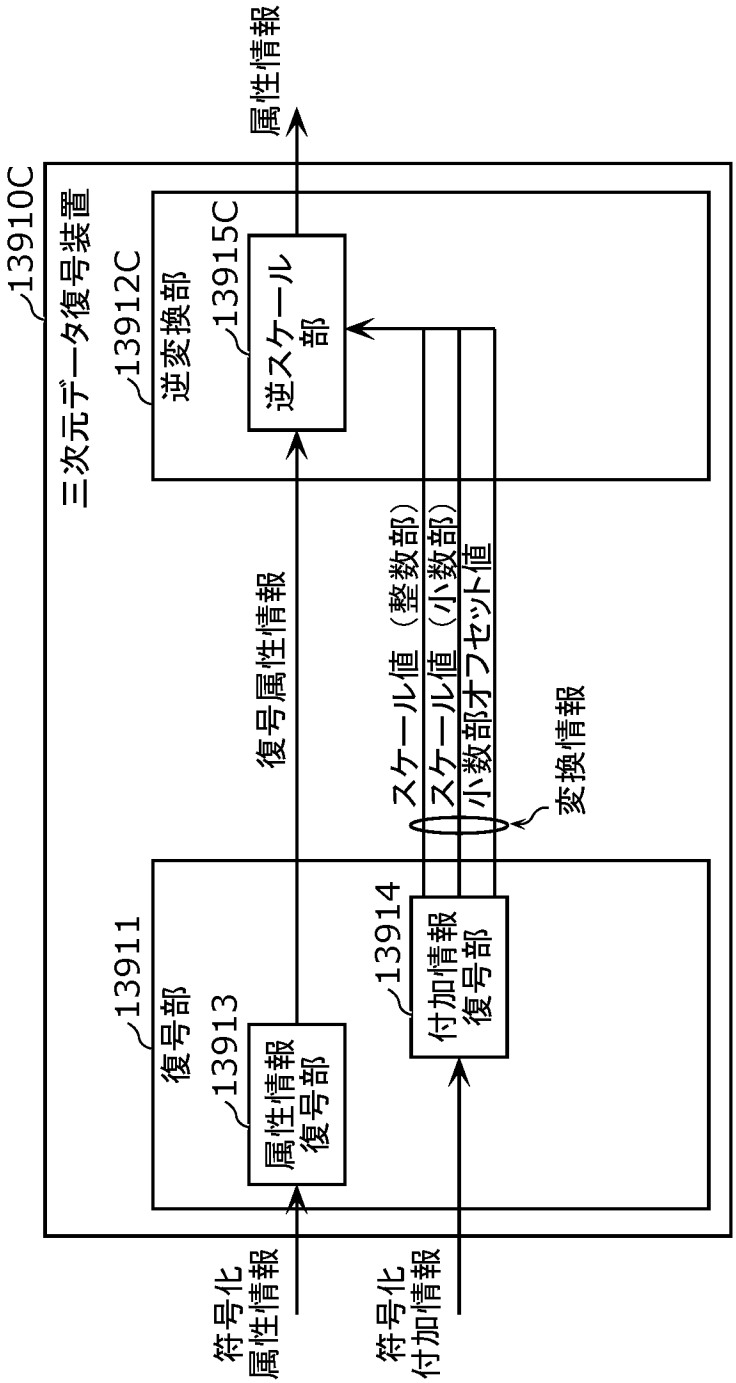
[図70]


8bit
double 64bit
Point 0
12
23.12012
Point 1
24
+ 2312000
* 1/100000
23.12024
Point 2
36
23.12036
Point 3
48
23.12048
Point 4
60
23.12060
Point n

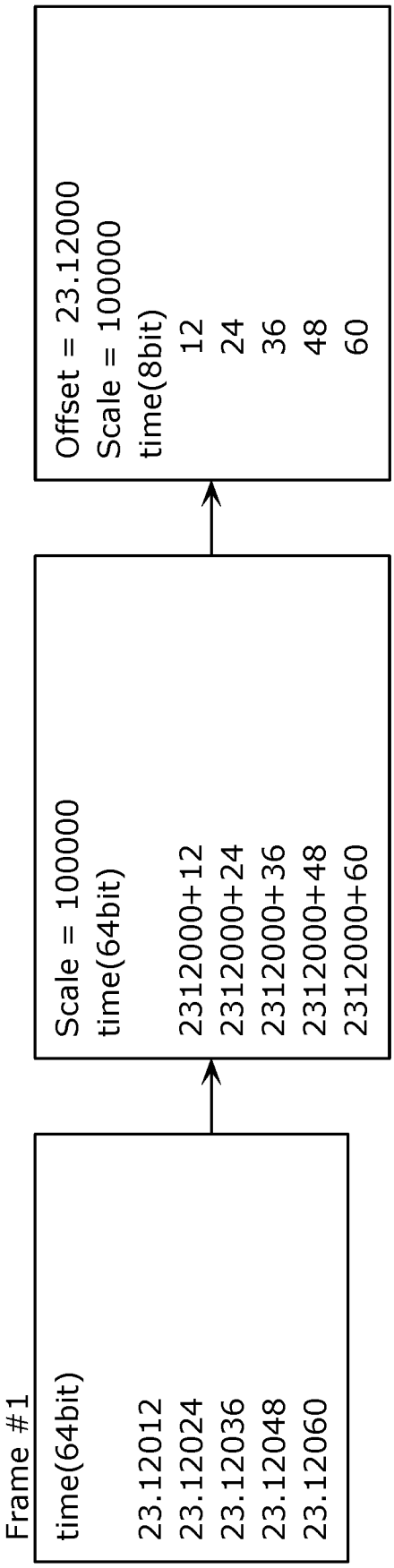
[図71]


13900C
三次元データ符号化装置
13902
符号化部
13905
属性情報
符号化部
13906
付加情報
符号化部
符号化
属性情報
符号化
付加情報
変換後属性情報
スケール値（整数部）
スケール値（小数部）
小数部オフセット値
変換情報
13901C
変換部
13903
スケール部
13908
スケール値
生成部
13904
属性情報
精度判定部
属性情報

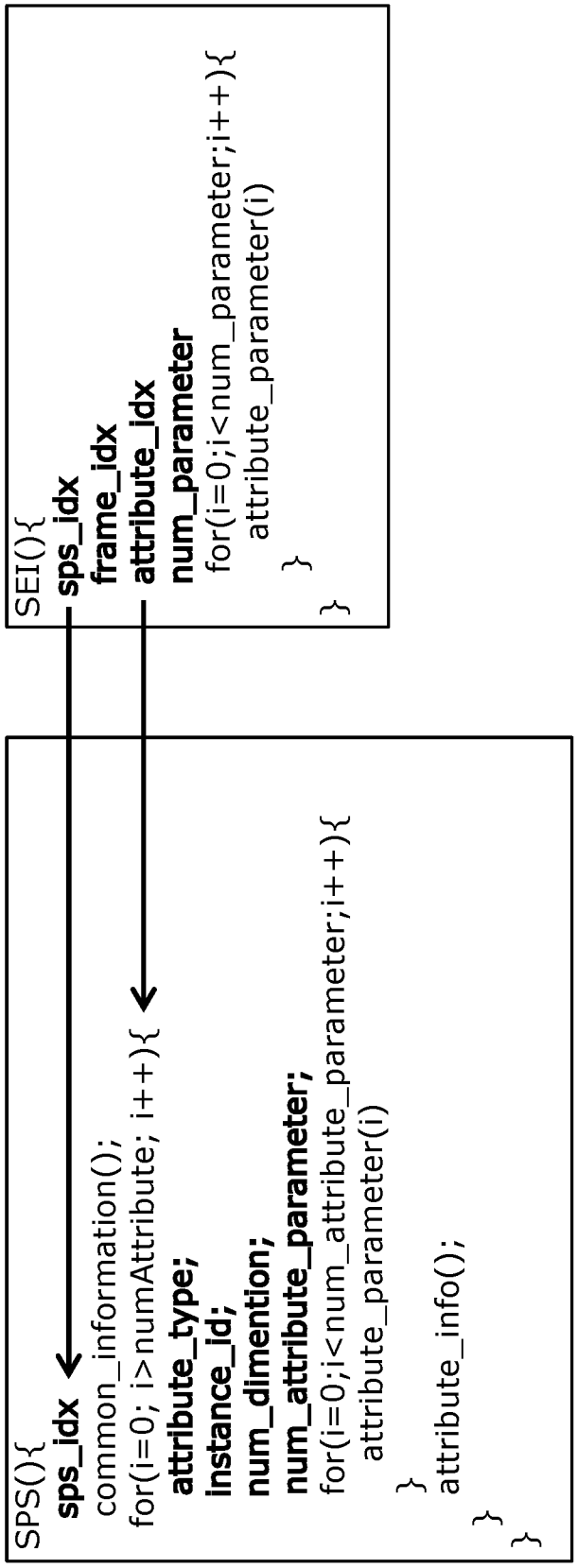
[図72]


13910C
三次元データ復号装置
13912C
逆変換部
13915C
逆スケール部
属性情報
復号属性情報
スケール値（整数部）
スケール値（小数部）
小数部オフセット値
変換情報
13911
復号部
13913
属性情報復号部
13914
付加情報復号部
符号化属性情報
符号化付加情報

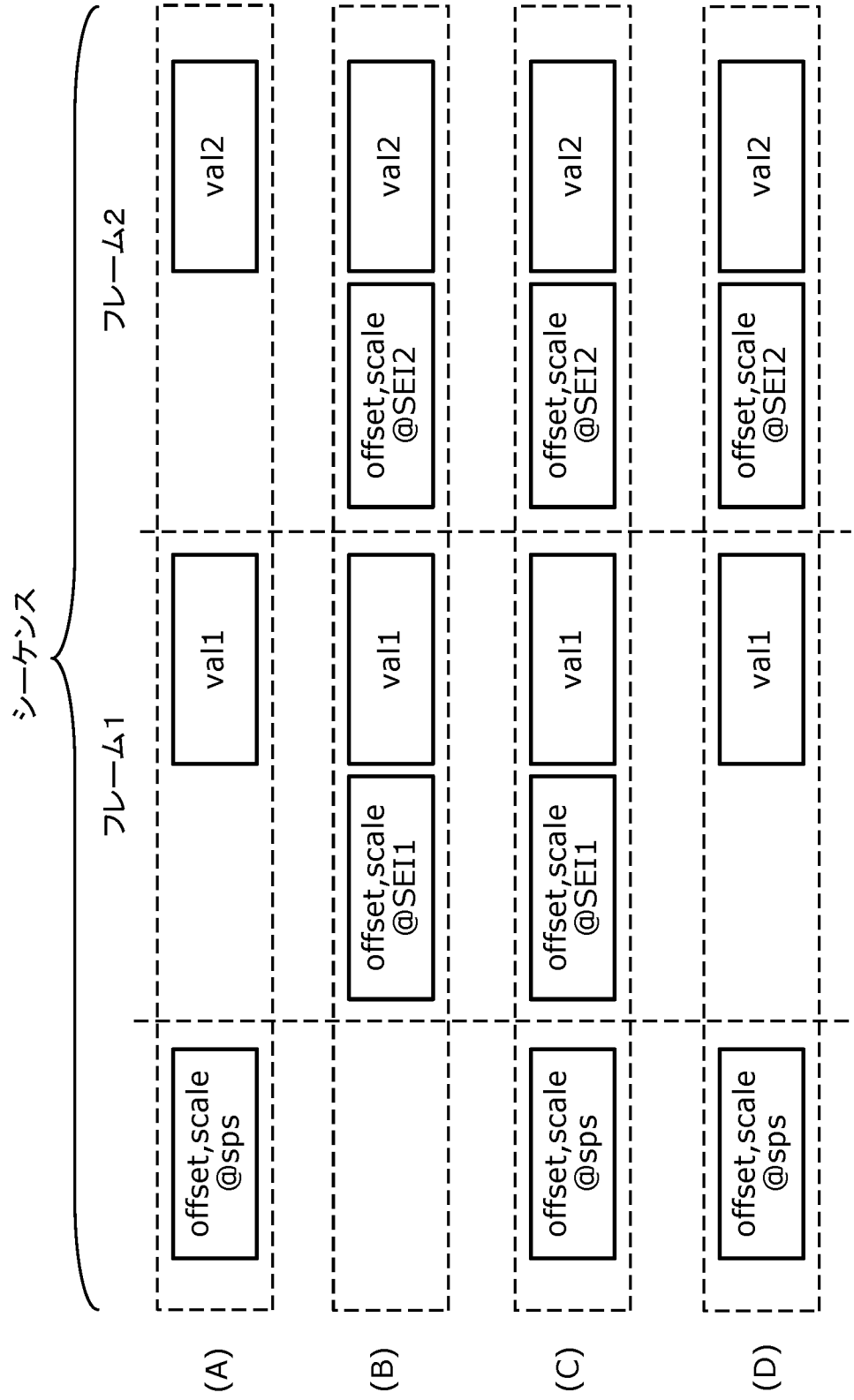
[図73]


Frame #1
time(64bit)
23.12012
23.12024
23.12036
23.12048
23.12060
Scale = 100000
time(64bit)
2312000+12
2312000+24
2312000+36
2312000+48
2312000+60
Offset = 23.12000
Scale = 100000
time(8bit)
12
24
36
48
60

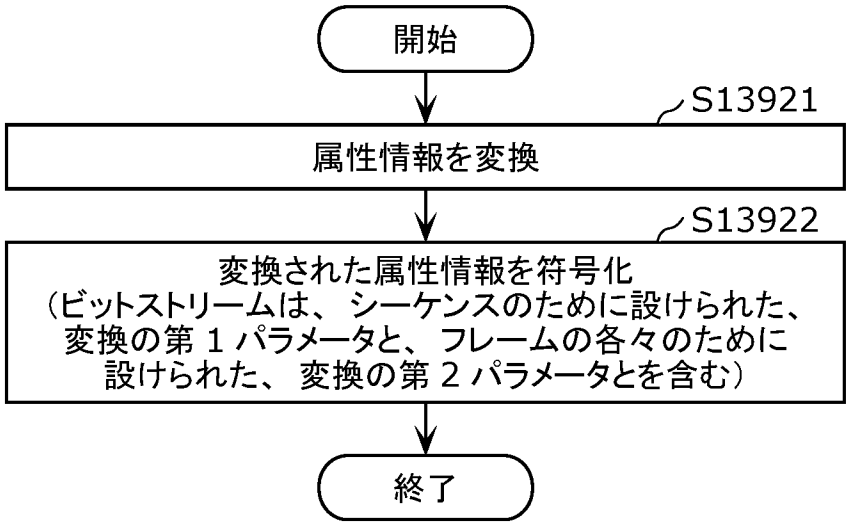
[図74]


SPS(){
sps_idx
common_information();
for(i=0; i>numAttribute; i++){
attribute_type;
instance_id;
num_dimention;
num_attribute_parameter;
for(i=0;i<num_attribute_parameter;i++){
attribute_parameter(i)
}
attribute_info();
}
}
SEI(){
sps_idx
frame_idx
attribute_idx
num_parameter
for(i=0;i<num_parameter;i++){
attribute_parameter(i)
}
}

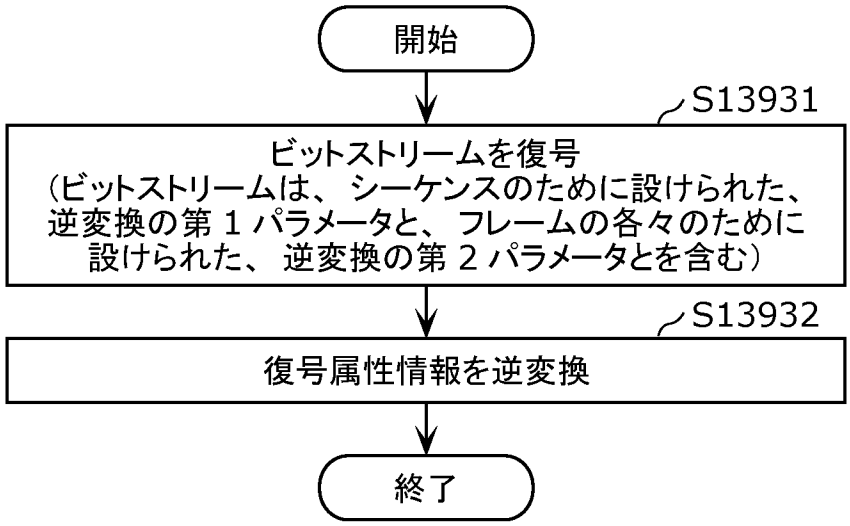
[図75]


シーケンス
フレーム1
フレーム2
offset,scale @sps
val1
offset,scale @SEI1
val2
offset,scale @SEI2
(A)
(B)
(C)
(D)

[図76]


開始
S13921
属性情報を変換
S13922
変換された属性情報を符号化
（ビットストリームは、シーケンスのために設けられた、
変換の第１パラメータと、フレームの各々のために
設けられた、変換の第２パラメータとを含む）
終了

[図77]


開始
S13931
ビットストリームを復号
（ビットストリームは、シーケンスのために設けられた、
逆変換の第１パラメータと、フレームの各々のために
設けられた、逆変換の第２パラメータとを含む）
S13932
復号属性情報を逆変換
終了

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/009732

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 9/00(2006.01)i
FI: G06T9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T9/00

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 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2020/162495 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORPORATION OF AMERICA) 13 August 2020 (2020-08-13) paragraphs [0696]-[0868], [0892]-[0902], fig. 89-117, 120-121	1-7, 9-16, 18-20
A		8, 17
X	WO 2020/189709 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORPORATION OF AMERICA) 24 September 2020 (2020-09-24) paragraphs [0700]-[0873], [0896]-[0906], fig. 89-117, 120-121	1-7, 9-16, 18-20
A		8, 17
A	WO 2020/101021 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORPORATION OF AMERICA) 22 May 2020 (2020-05-22) entire text, all drawings	1-20
A	WO 2021/002444 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORPORATION OF AMERICA) 07 January 2021 (2021-01-07) entire text, all drawings	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 April 2022	**10 May 2022**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/009732

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2020/162495 A1	13 August 2020	US 2021/0368186 A1 paragraphs [0858]-[1025], [1048]-[1058], fig. 89-117, 120-121	
WO 2020/189709 A1	24 September 2020	(Family: none)	
WO 2020/101021 A1	22 May 2020	US 2021/0264641 A1 full text, all drawings CN 112997219 A	
WO 2021/002444 A1	07 January 2021	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/009732

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G06T 9/00(2006.01)i
FI: G06T9/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

G06T9/00

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	WO 2020/162495 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) 13.08.2020 (2020-08-13) [0696]-[0868], [0892]-[0902], 図89-117,120-121	1-7,9-16,18-20
A		8,17
X	WO 2020/189709 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) 24.09.2020 (2020-09-24) [0700]-[0873], [0896]-[0906], 図89-117,120-121	1-7,9-16,18-20
A		8,17
A	WO 2020/101021 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) 22.05.2020 (2020-05-22) 全文，全図	1-20
A	WO 2021/002444 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) 07.01.2021 (2021-01-07) 全文，全図	1-20

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊ 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
18.04.2022	10.05.2022

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）

岩井　健二 5V 9465

電話番号 03-3581-1101 内線 3541

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/JP2022/009732

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2020/162495 A1	13.08.2020	US 2021/0368186 A1 [0858]-[1025], [1048]-[1058], FIGs.89-117,120-121	
WO 2020/189709 A1	24.09.2020	（ファミリーなし）	
WO 2020/101021 A1	22.05.2020	US 2021/0264641 A1 full text, all drawings CN 112997219 A	
WO 2021/002444 A1	07.01.2021	（ファミリーなし）	