



**PORATION)**; 〒1040053 東京都中央区晴海  
三丁目13番1号 D E U X T O U  
R S E 4 4 1 2 (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

## 明 細 書

発明の名称：点群復号装置、点群復号方法及びプログラム

### 技術分野

[0001] 本発明は、点群復号装置、点群復号方法及びプログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 従来、属性情報の復号において、属性値のAC係数をインター予測し、スケーリングファクタを用いてインター予測値をスケーリングし、スケーリングしたインター予測値と復号したAC係数の残差を加算し、AC係数を再構成し、逆RAHTによって、属性値を復号する方法が知られている。

### 先行技術文献

#### 非特許文献

[0003] 非特許文献1：G-PCC codec description、ISO/IEC JTC1/SC29/WG7 N00271  
非特許文献2：G-PCC 2nd Edition codec description、ISO/IEC JTC1/SC29/WG7 N00506

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、従来技術では、スケーリングファクタが、Octree階層ごとに1つであるため、スケーリングファクタの値が最適化されていないという問題点があった。

[0005] そこで、本発明は、上述の課題に鑑みてなされたものであり、属性情報の符号化の符号化効率を改善できる点群復号装置、点群復号方法及びプログラム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

[0006] 本発明の第1の特徴は、点群復号装置であって、AC係数のイントラ予測値に対して、Octree階層ごと及びAC係数の周波数インデックスごとに異なるスケーリングファクタによってスケーリングを行うRAHT部を備

えることを要旨とする。

[0007] 本発明の第2の特徴は、点群復号方法であって、AC係数のイントラ予測値に対して、Octree階層ごと及びAC係数の周波数インデックスごとに異なるスケーリングファクタによってスケーリングを行う工程を有することを要旨とする。

[0008] 本発明の第3の特徴は、コンピュータを、点群復号装置として機能させるプログラムであって、前記点群復号装置は、AC係数のイントラ予測値に対して、Octree階層ごと及びAC係数の周波数インデックスごとに異なるスケーリングファクタによってスケーリングを行うRAHT部を備えることを要旨とする。

[0009] 本発明の第4の特徴は、点群復号装置であって、復号されたインター予測を適用する階層を指定するシンタックスに基づいてインター予測におけるスケーリングファクタの個数を導出する属性情報復号部を備えることを要旨とする。

## 発明の効果

[0010] 本発明によれば、属性情報の符号化の符号化効率を改善できる点群復号装置、点群復号方法及びプログラムを提供することができる。

## 図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、一実施形態に係る点群処理システム10の構成の一例を示す図である。

[図2]図2は、一実施形態に係る点群復号装置200の機能ブロックの一例を示す図である。

[図3]図3は、一実施形態に係る点群復号装置200の幾何情報復号部2010で受信する符号化データ（ビットストリーム）の構成の一例を示す図である。

[図4]図4は、GPS2011のシンタックス構成の一例を示す図である。

[図5]図5は、一実施形態に係る点群復号装置200の属性情報復号部2060で受信する符号化データ（ビットストリーム）の構成の一例である。

[図6]図6は、図5に示すAPS2611のシンタックス構成の一例である。

[図7]図7は、RAHT部2080の処理の一例を示すフローチャートである。

[図8]図8は、ステップS28004の処理の一例を示すフローチャートである。

[図9]図9は、ステップS28104の処理の一例を示すフローチャートである。

[図10]図10は、ステップS28112のイントラ予測の処理の一例を示すフローチャートである。

[図11]図11は、復号対象ノードと上位の階層の隣接ノードとの関係を示す図である。

[図12]図12は、復号対象ノードとサブノード階層の隣接ノードとの関係を示す図である。

[図13]図13は、ステップS28112のイントラ予測の処理の一例を示すフローチャートである。

[図14]図14は、RAHT部2080の処理の一例を示すフローチャートである。

[図15]図15は、ステップS28111のインター予測処理の一例を示す図である。

[図16]図16は、一実施形態に係る点群復号装置200のツリー合成部2020の動作の一例を示すフローチャートである。

[図17]図17は、ステップS1604における予測器情報及び球面座標残差の復号処理の一例を示すフローチャートである。

[図18]図18は、一実施形態に係る点群符号化装置100の機能ブロックの一例について示す図である。

[図19]図19は、変更例1について説明するための図である。

[図20]図20は、変更例2について説明するための図である。

[図21]図21は、変更例2について説明するための図である。

[図22]図 2 2 は、変更例 2 について説明するための図である。

[図23]図 2 3 は、変更例 2 について説明するための図である。

[図24]図 2 4 は、変更例 2 について説明するための図である。

[図25]図 2 5 は、変更例 2 について説明するための図である。

[図26]図 2 6 は、変更例 3 について説明するための図である。

[図27]図 2 7 は、変更例 3 について説明するための図である。

[図28]図 2 8 は、変更例 3 について説明するための図である。

[図29]図 2 9 は、変更例 3 について説明するための図である。

[図30]図 3 0 は、変更例 3 について説明するための図である。

[図31]図 3 1 は、変更例 3 について説明するための図である。

[図32]図 3 2 は、変更例 3 について説明するための図である。

[図33]図 3 3 は、変更例 3 について説明するための図である。

[図34]図 3 4 は、変更例 3 について説明するための図である。

### 発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下の実施形態における構成要素は、適宜、既存の構成要素等との置き換えが可能であり、また、他の既存の構成要素との組み合わせを含む様々なバリエーションが可能である。したがって、以下の実施形態の記載をもって、特許請求の範囲に記載された発明の内容を限定するものではない。

[0013] (第 1 実施形態)

以下、図 1 ～図 1 8 を参照して、本発明の第 1 実施形態に係る点群処理システム 1 0 について説明する。図 1 は、本実施形態に係る実施形態に係る点群処理システム 1 0 を示す図である。

[0014] 図 1 に示すように、点群処理システム 1 0 は、点群符号化装置 1 0 0 及び点群復号装置 2 0 0 を有する。

[0015] 点群符号化装置 1 0 0 は、入力点群信号を符号化することによって符号化データ（ビットストリーム）を生成するように構成されている。点群復号装置 2 0 0 は、ビットストリームを復号することによって出力点群信号を生成

するように構成されている。

[0016] なお、入力点群信号及び出力点群信号は、点群内の各点の位置情報と属性情報とから構成される。属性情報は、例えば、各点の色情報や反射率である。

[0017] ここで、かかるビットストリームは、点群符号化装置１００から点群復号装置２００に対して伝送路を介して送信されてもよい。また、ビットストリームは、記憶媒体に格納された上で、点群符号化装置１００から点群復号装置２００に提供されてもよい。

[0018] (点群復号装置２００)

以下、図２を参照して、本実施形態に係る点群復号装置２００について説明する。図２は、本実施形態に係る点群復号装置２００の機能ブロックの一例について示す図である。

[0019] 図２に示すように、点群復号装置２００は、幾何情報復号部２０１０と、ツリー合成部２０２０と、近似表面合成部２０３０と、幾何情報再構成部２０４０と、逆座標変換部２０５０と、属性情報復号部２０６０と、逆量子化部２０７０と、ＲＡＨＴ部２０８０と、ＬｏＤ算出部２０９０と、逆リフティング部２１００と、逆色変換部２１１０と、フレームバッファ２１２０とを有する。

[0020] 幾何情報復号部２０１０は、点群符号化装置１００から出力されるビットストリームのうち、幾何情報に関するビットストリーム（幾何情報ビットストリーム）を入力とし、シンタックスを復号するように構成されている。

[0021] 復号処理は、例えば、コンテキスト適応二値算術復号処理である。ここで、例えば、シンタックスは、位置情報の復号処理を制御するための制御データ（フラグやパラメータ）を含む。

[0022] ツリー合成部２０２０は、幾何情報復号部２０１０によって復号された制御データ及び後述するツリー内のどのノードに点群が存在するかを示すoccupancy codeを入力として、復号対象空間内のどの領域に点が存在するかというツリー情報を生成するように構成されている。

- [0023] なお、occupancy codeの復号処理をツリー合成部2020内部で行うよう構成されていてもよい。
- [0024] 本処理は、復号対象空間を直方体で区切り、occupancy codeを参照して各直方体内に点が存在するかを判断し、点が存在する直方体を複数の直方体に分割し、occupancy codeを参照するという処理を再帰的に繰り返すことで、ツリー情報を生成することができる。
- [0025] ここで、かかるoccupancy codeの復号に際して、後述するインター予測を用いてもよい。
- [0026] 本実施形態では、上述の直方体を常に立方体として8分木分割を再帰的に行う「Octree」と呼ばれる手法、及び、8分木分割に加え、4分木分割及び2分木分割を行う「QtBt」と呼ばれる手法を使用することができる。QtBtを使用するか否かは、制御データとして点群符号化装置100側から伝送される。
- [0027] 或いは、制御データによってPredictive geometry codingを使用するように指定された場合、ツリー合成部2020は、点群符号化装置100において決定した任意のツリー構成に基づいて各点の座標を復号するように構成されている。
- [0028] 近似表面合成部2030は、ツリー合成部2020によって生成されたツリー情報を用いて近似表面情報を生成し、かかる近似表面情報に基づいて点群を復号するように構成されている。
- [0029] 近似表面情報は、例えば、物体の3次元点群データを復号する際等において、点群が物体表面に密に分布しているような場合に、個々の点群を復号するのではなく、点群の存在領域を小さな平面で近似して表現したものである。
- [0030] 具体的には、近似表面合成部2030は、例えば、「Trisoup」と呼ばれる手法で、近似表面情報を生成し、点群を復号することができる。「Trisoup」の具体的な処理例については後述する。また、Lidar等で取得した疎な点群を復号する場合は、本処理を省略することができる。

- [0031] 幾何情報再構成部 2040 は、ツリー合成部 2020 によって生成されたツリー情報及び近似表面合成部 2030 によって生成された近似表面情報を元に、復号対象の点群データの各点の幾何情報（復号処理が仮定している座標系における位置情報）を再構成するように構成されている。
- [0032] 逆座標変換部 2050 は、幾何情報再構成部 2040 によって再構成された幾何情報を入力として、復号処理が仮定している座標系から、出力点群信号の座標系に変換を行い、位置情報を出力するように構成されている。
- [0033] フレームバッファ 2120 は、幾何情報再構成部 2040 によって再構成された幾何情報を入力として、参照フレームとして保存するように構成されている。保存した参照フレームは、ツリー合成部 2020 において時間的に異なるフレームのインター予測を行う場合に、フレームバッファ 2130 から読み出されて参照フレームとして使用される。
- [0034] ここで、各フレームに対してどの時刻の参照フレームを用いるかどうかは、例えば、点群符号化装置 100 からビットストリームとして伝送されてくる制御データに基づいて決定されてもよい。
- [0035] 属性情報復号部 2060 は、点群符号化装置 100 から出力されるビットストリームのうち、属性情報に関するビットストリーム（属性情報ビットストリーム）を入力とし、シンタックスを復号するように構成されている。
- [0036] 復号処理は、例えば、コンテキスト適応二値算術復号処理である。ここで、例えば、シンタックスは、属性情報の復号処理を制御するための制御データ（フラグ及びパラメータ）を含む。
- [0037] また、属性情報復号部 2060 は、復号したシンタックスから、量子化済み残差情報を復号するように構成されている。
- [0038] 逆量子化部 2070 は、属性情報復号部 2060 によって復号された量子化済み残差情報と、属性情報復号部 2060 によって復号された制御データのの一つである量子化パラメータとを元に、逆量子化処理を行い、逆量子化済み残差情報を生成するように構成されている。
- [0039] 逆量子化済み残差情報は、復号対象の点群の特徴に応じて、RAHT 部 2

０８０及びＬｏＤ算出部２０９０のいずれかに出力される。いずれに出力されるかは、属性情報復号部２０６０によって復号される制御データによって指定される。

[0040]     ＲＡＨＴ部２０８０は、逆量子化部２０７０によって生成された逆量子化済み残差情報及び幾何情報再構成部２０４０によって生成された幾何情報を入力とし、ＲＡＨＴ（Ｒｅｇｉｏｎ   Ａｄａｐｔｉｖｅ   Ｈｉｅｒａｒｃｈｉｃａｌ   Ｔｒａｎｓｆｏｒｍ）と呼ばれるＨａａｒ変換（復号処理においては、逆Ｈａａｒ変換）の一種を用いて、各点の属性情報を復号するように構成されている。復号される情報は、符号化処理においてＲＡＨＴを用いることで生成された属性情報の直流成分（ＤＣ係数）及び交流成分（ＡＣ係数）であり、復号処理において、ＲＡＨＴの逆変換を用いることで属性情報に変換される。ＲＡＨＴの具体的な処理としては、例えば、非特許文献１に記載の方法を用いることができる。

[0041]     ＬｏＤ算出部２０９０は、幾何情報再構成部２０４０によって生成された幾何情報を入力とし、ＬｏＤ（Ｌｅｖｅｌ   ｏｆ   Ｄｅｔａｉｌ）を生成するように構成されている。

[0042]     ＬｏＤは、ある点の属性情報から、他のある点の属性情報を予測し、予測残差を符号化或いは復号するといった予測符号化を実現するための参照関係（参照する点及び参照される点）を定義するための情報である。

[0043]     言い換えると、ＬｏＤは、幾何情報に含まれる各点を複数のレベルに分類し、下位のレベルに属する点については上位のレベルに属する点の属性情報を用いて属性を符号化或いは復号するといった階層構造を定義した情報である。

[0044]     ＬｏＤの具体的な決定方法としては、例えば、上述の非特許文献１に記載の方法を用いてもよい。

[0045]     逆リフティング部２１００は、ＬｏＤ算出部２０９０によって生成されたＬｏＤ及び逆量子化部２０７０によって生成された逆量子化済み残差情報を用いて、ＬｏＤで規定した階層構造に基づいて各点の属性情報を復号するよ

うに構成されている。逆リフティングの具体的な処理としては、例えば、上述の非特許文献 1 に記載の方法を用いることができる。

[0046] 逆色変換部 2110 は、復号対象の属性情報が色情報であり且つ点群符号化装置 100 側で色変換が行われていた場合に、R A H T 部 2080 又は逆リフティング部 2100 から出力される属性情報に逆色変換処理を行うように構成されている。かかる逆色変換処理の実行の有無については、属性情報復号部 2060 によって復号された制御データによって決定される。

[0047] 点群復号装置 200 は、以上の処理により、点群内の各点の属性情報を復号して出力するように構成されている。

[0048] (幾何情報復号部 2010)

以下、図 3～図 4 を用いて幾何情報復号部 2010 で復号される制御データについて説明する。

[0049] 図 3 は、幾何情報復号部 2010 で受信する符号化データ（ビットストリーム）の構成の一例である。

[0050] 第 1 に、ビットストリームは、G P S 2011 を含んでいてもよい。G P S 2011 は、ジオメトリパラメータセットとも呼ばれ、幾何情報の復号に関する制御データの集合である。具体例については後述する。各 G P S 2011 は、複数の G P S 2011 が存在する場合に個々を識別するための G P S i d 情報を少なくとも含む。

[0051] 第 2 に、ビットストリームは、G S H 2012 A / 2012 B を含んでいてもよい。G S H 2012 A / 2012 B は、ジオメトリスライスヘッダ或いはジオメトリデータユニットヘッダとも呼ばれ、後述するスライスに対応する制御データの集合である。以降では、スライスという呼称を用いて説明するが、スライスをデータユニットと読み替えることもできる。具体例については後述する。G S H 2012 A / 2012 B は、各 G S H 2012 A / 2012 B に対応する G P S 2011 を指定するための G P S i d 情報を少なくとも含む。

[0052] 第 3 に、ビットストリームは、G S H 2012 A / 2012 B の次に、スラ

イスデータ2013A/2013Bを含んでいてもよい。スライスデータ2013A/2013Bには、幾何情報を符号化したデータが含まれている。

[0053] 以上のように、ビットストリームは、各スライスデータ2013A/2013Bに、1つずつGSH2012A/2012B及びGPS2011が対応する構成となる。

[0054] 上述のように、GSH2012A/2012Bにて、どのGPS2011を参照するかをGPS id情報で指定するため、複数のスライスデータ2013A/2013Bに対して共通のGPS2011を用いることができる。

[0055] 言い換えると、GPS2011は、スライスごとに必ずしも伝送する必要がない。例えば、図3のように、GSH2012B及びスライスデータ2013Bの直前では、GPS2011を符号化しないようなビットストリームの構成とすることもできる。

[0056] なお、図3の構成は、あくまで一例である。各スライスデータ2013A/2013Bに、GSH2012A/2012B及びGPS2011が対応する構成となっていれば、ビットストリームの構成要素として、上述以外の要素が追加されてもよい。

[0057] 例えば、図3に示すように、ビットストリームは、シーケンスパラメータセット（SPS）2001を含んでいてもよい。また、同様に、伝送に際して、図3と異なる構成に整形されてもよい。更に、後述する属性情報復号部2060で復号されるビットストリームと合成して単一のビットストリームとして伝送されてもよい。

[0058] 図4は、GPS2011のシンタックス構成の一例である。

[0059] なお、以下で説明するシンタックス名は、あくまで一例である。以下で説明したシンタックスの機能が同様であれば、シンタックス名は異なっても差し支えない。

[0060] GPS2011は、各GPS2011を識別するためのGPS id情報（gps\_geom\_parameter\_set\_id）を含んでもよい。

[0061] なお、図4のDescriptor欄は、各シンタックスが、どのように

符号化されているかを意味している。u e (v) は、符号無し 0 次指数ゴロム符号であることを意味し、u (1) は、1 ビットのフラグであることを意味する。

[0062] GPS 2011 は、ツリー合成部 2020 でツリータイプを制御するためのフラグ (geom\_tree\_type) を含んでもよい。

[0063] 例えば、geom\_tree\_type の値が「1」の場合は、Predictive geometry coding を使用すると定義し、geom\_tree\_type の値が「0」の場合は、Octree を使用するように定義されていてもよい。

[0064] GPS 2011 は、ツリー合成部 2020 で、Angular モードとして処理を行うかどうかを制御するためのフラグ (geom\_angular\_enabled) を含んでもよい。

[0065] 例えば、geom\_angular\_enabled の値が「1」の場合は、Angular モードとして Predictive geometry coding の処理を行うと定義し、geom\_angular\_enabled の値が「0」の場合は、Angular モードとして Predictive geometry coding の処理を行わないように定義されていてもよい。

[0066] GPS 2011 は、ツリー合成部 2020 で、Angular モードにおいて、適応的方位角量子化モードであるかどうかを制御するためのフラグ (ptree\_ang\_azimuth\_scaling\_enabled) を含んでもよい。適応的方位角量子化モードとは、半径に応じた適応的な方位角の量子化を行うモードである。

[0067] 例えば、ptree\_ang\_azimuth\_scaling\_enabled の値が「1」の場合は、半径に応じた適応的な方位角の量子化を行うと定義し、ptree\_ang\_azimuth\_scaling\_enabled の値が「0」の場合は、半径に応じた適応的な方位角の量子化を行わないと定義されていてもよい。

[0068] また、Angularモードにおける予測器の計算（選択）において、予測器リストを使うかどうか制御するためのフラグとして用いてもよい。

[0069] 例えば、`ptree_azimuth_scaling_enabled`の値が「1」の場合は、かかる予測器の計算において、予測器リストを使うと定義し、`ptree_ang_azimuth_scaling_enabled`の値が「0」の場合は、かかる予測器の計算において、予測器リストを使わないと定義されていてもよい。

[0070] GPS2011は、ツリー合成部2020で、Angularモードにおいて、方位角の予測値の計算するために利用するためのレーザーの回転速度に関する値（`ptree_ang_azimuth_step_minus1`）を含んでもよい。

[0071] （ツリー合成部2020）

以下、図16～図17を用いてツリー合成部2020の動作の一例について説明する。

[0072] 図16は、ツリー合成部2020における処理の一例を示すフローチャートである。なお、以下では「Predictive geometry coding」を使用してツリーを合成する場合の例について説明する。

[0073] Predictive geometry codingは、Predictive Treeとも呼ばれている。Predictive geometry codingは、点群符号化装置100側で決めた任意の木構造に基づいて予測した位置情報及び当該点群データの位置情報の残差を復号し、両者を加算することで当該点群データの位置情報を復号する手段である。

[0074] 図16に示すように、ステップS1601において、ツリー合成部2020は、当該スライス内に含まれる全ての点群データの位置情報の復号が完了したかどうかを判定する。

[0075] この処理は、例えば、GSHに当該スライスに含まれる点群データ数を示す情報を伝送しておき、この点群データ数と既に処理したデータ数とを比較することで、全ての点の処理が完了したか否かを判定することができる。

- [0076] 全ての点群データの位置情報の復号が完了した場合は、本動作は、ステップS 1 6 1 3へ進み、処理を終了する。全ての点群データの位置情報の復号が完了していない場合は、本動作は、ステップS 1 6 0 2へ進む。
- [0077] ステップS 1 6 0 2において、ツリー合成部2 0 2 0は、点群データの復号対象ノード（処理対象ノード）の親ノードを設定する。
- [0078] 例えば、ツリー合成部2 0 2 0は、各復号対象ノードの子ノードの数を復号し、かかる子ノード数の分だけ復号対象ノードのインデックスを格納しておく。
- [0079] そして、ツリー合成部2 0 2 0は、あるノードの後に復号対象ノードの処理を行う場合、当該ノードのインデックスの配列を参照し、かかる配列の末尾に格納されているインデックスを1つ取得し、取得したインデックスのノードを、かかる復号対象ノードの親ノードに設定してもよい。
- [0080] かかる親ノードの設定が完了した後、本動作は、ステップS 1 6 0 3へ進む。
- [0081] ステップS 1 6 0 3において、ツリー合成部2 0 2 0は、Angularモードで処理を行うかを判定する。
- [0082] 例えば、ツリー合成部2 0 2 0は、上述のgeom\_angular\_enabledの値を参照して、Angularモードで処理を行うかを判定することができる。
- [0083] Angularモードで処理を行う場合は、本動作は、ステップS 1 6 0 4へ進み、Angularモードで処理を行わない場合は、本動作は、ステップS 1 6 1 0へ進む。
- [0084] ステップS 1 6 0 4において、ツリー合成部2 0 2 0は、ステップS 1 6 0 5で用いる予測器情報及び球面座標残差の復号を行う。ここで、球面座標残差は、半径や方位角やレーザーIDの残差を示す。かかる復号が完了したら、本動作は、ステップS 1 6 0 5へ進む。
- [0085] ステップS 1 6 0 5において、ツリー合成部2 0 2 0は、ステップS 1 6 0 4で復号した予測器情報に基づいて、位置情報の予測を行う。ここで、予

測器情報は、予測器インデックス又は予測モードである。

[0086] ツリー合成部2020は、かかる処理では、最初に、予測に用いる予測器の種類を決定する。

[0087] 例えば、ツリー合成部2020は、`ptree_ang_azimuth_scaling_enabled`の値に基づいて、適応的方位角量子化モードで処理を行うか否かを判定し、かかる判定結果に基づいて、利用する予測器の種類を決定してもよい。

[0088] 例えば、ツリー合成部2020は、適応的方位角量子化モードの場合、木構造を用いて計算される複数の予測器の中から、復号した予測モードに基づき利用する予測器を選択するものであってもよい。

[0089] 或いは、ツリー合成部2020は、適応的方位角量子化モードで処理を行う場合、復号済みノードの位置情報を予測器としてリストに保持しておき、復号した予測器インデックスに割り当てられている予測器を当該リストから参照し、利用する予測器の種類として選択してもよい。

[0090] ツリー合成部2020は、予測器の種類が決定したら、かかる予測器を位置情報の予測値とする。

[0091] かかる位置情報の予測が完了した後、本動作は、ステップS1606へと進む。

[0092] ステップS1606において、ツリー合成部2020は、球面座標の再構成を行う。ツリー合成部2020は、かかる処理では、復号した球面座標残差と予測器とを加算することで、球面座標を再構成する。

[0093] かかる再構成が完了した後、本動作は、ステップS1607へと進む。

[0094] ステップS1607において、ツリー合成部2020は、直交整数座標の再構成を行う。ツリー合成部2020は、かかる処理では、再構成した球面座標に基づいて、球面座標の直交整数座標への変換を行うことができる。具体的な方法としては、例えば、非特許文献1に記載の手法で実現できる。

[0095] かかる直交整数座標の再構成が完了した後、本動作は、ステップS1608へと進む。

- [0096] ステップS 1 6 0 8において、ツリー合成部2 0 2 0は、直交整数座標残差の復号を行う。
- [0097] 直交整数座標残差の復号が完了した後、本動作は、ステップS 1 6 0 9へと進む。
- [0098] ステップS 1 6 0 9において、ツリー合成部2 0 2 0は、元座標の再構成を行う。ツリー合成部2 0 2 0は、かかる処理では、復号した直交整数座標残差と再構成した直交整数座標とを加算することで、元座標の再構成を行う。
- [0099] かかる元座標の再構成が完了した後、本動作は、ステップS 1 6 0 1へと戻る。
- [0100] ステップS 1 6 1 0において、ツリー合成部2 0 2 0は、位置情報の予測を行う。具体的には、ツリー合成部2 0 2 0は、予測器を選択し、かかる予測器を位置情報の予測値とする。
- [0101] 例えば、ツリー合成部2 0 2 0は、木構造に基づき計算される複数の予測器の中から、復号した予測器モードに基づき予測器を選択してもよい。
- [0102] かかる位置情報の予測が完了した後、本動作は、ステップS 1 6 1 1へと進む。
- [0103] ステップS 1 6 1 1において、ツリー合成部2 0 2 0は、直交整数座標残差の復号を行う。
- [0104] 直交整数座標残差の復号が完了した後、本動作は、ステップS 1 6 1 2へと進む。
- [0105] ステップS 1 6 1 2において、ツリー合成部2 0 2 0は、元座標の再構成を行う。ツリー合成部2 0 2 0は、かかる処理では、ステップS 1 6 1 1で復号した直交整数座標の残差とステップS 1 6 1 0で予測した位置情報とを加算することで、元座標を再構成する。
- [0106] かかる元座標の再構成が完了した後、本動作は、ステップS 1 6 0 1へと戻る。
- [0107] 図1 7は、ステップS 1 6 0 4における予測器情報及び球面座標残差の復

号処理の一例を示すフローチャートである。

- [0108] 図17に示すように、ステップS1701において、ツリー合成部2020は、`ptree_ang_azimuth_scaling_enabled`の値に基づいて、適応的方位角量子化モードであるか否かを判定する。
- [0109] 適応的方位角量子化モードである場合、本動作は、ステップS1702へ進む。一方、適応的方位角量子化モードではない場合、本動作は、ステップS1703へ進む。
- [0110] ステップS1702において、ツリー合成部2020は、予測器インデックスを復号する。予測器インデックスの復号が完了後、本動作は、ステップS1704へ進む。
- [0111] ステップS1703において、ツリー合成部2020は、予測モードを復号する。予測モードの復号が完了後、本動作は、ステップS1704へ進む。
- [0112] ステップS1704において、ツリー合成部2020は、方位角ステップ数の復号を行う。方位角ステップ数の復号が完了後、本動作は、ステップS1705へ進む。
- [0113] ステップS1705において、ツリー合成部2020は、球面座標残差を復号する。ツリー合成部2020は、非特許文献2に記載の方法を用いて、かかる復号を行ってもよい。復号が完了後、本動作は、ステップS1706へ進み、処理を終了する。
- [0114] (属性情報復号部2060)
- 以下、図5～図6を用いて属性情報復号部2060で復号される制御データについて説明する。
- [0115] 図5は、属性情報復号部2060で受信する符号化データ（ビットストリーム）の構成の一例であり、図6は、図5に示すAPS2611のシンタックス構成の一例である。
- [0116] なお、以下で説明するシンタックス名は、あくまで一例である。以下で説明したシンタックスの機能が同様であれば、シンタックス名は異なっていて

も差し支えない。

[0117] APS 2611は、各APS 2611を識別するためのAPS id情報 (aps\_geom\_parameter\_set\_id) を含んでもよい。

[0118] なお、図4のDescriptor欄は、各シンタックスが、どのように符号化されているかを意味している。ue(v)は、符号無し0次指数ゴロム符号であることを意味し、u(1)は、1ビットのフラグであることを意味する。

[0119] APS 2611は、逆量子化部2070において、逆量子化済み残差情報を、RAHT部2080及びLoD算出部2090のいずれに出力するかを制御するためのフラグ(attr\_coding\_type)を含んでもよい。

[0120] 例えば、attr\_coding\_typeの値が「1」の場合は、LoD算出部2090に出力するように定義され、attr\_coding\_typeの値が「0」の場合は、RAHT部2080に出力するように定義されていてもよい。

[0121] APS 2611は、RAHT部2080において、属性情報の予測を行うか否かを制御するためのフラグ(raht\_prediction\_enabled)を含んでもよい。

[0122] 例えば、raht\_prediction\_enabledの値が「1」の場合、属性情報の予測を行うと定義され、raht\_prediction\_enabledの値が「0」の場合、属性情報の予測を行わないと定義されていてもよい。

[0123] APS 2611は、RAHT部2080において、属性情報の予測にサブノードを使うか否かを制御するフラグ(raht\_subnode\_prediction\_enable\_flag)を含んでもよい。

[0124] 例えば、raht\_subnode\_prediction\_enable\_flagの値が「1」の場合、属性情報の予測にサブノードを使うと定義され、raht\_subnode\_prediction\_enable\_fla

gの値が「0」の場合、属性情報の予測にサブノードを使わないと定義されていてもよい。

[0125] APS 2611は、RAHT部2080において、属性情報のイントラ予測を行う際の重みパラメータ (`raht_prediction_weights`) を含んでもよい。

[0126] 例えば、`raht_prediction_weights`の値は、復号対象ノードとイントラ予測に用いる隣接ノードとの隣接の仕方に応じて定義されていてもよい。

[0127] APS 2611は、RAHT部2080において、属性情報のイントラ予測を行った後に、平滑化を行うか否かを制御するフラグ (`raht_smoothing_enable_flag`) を含んでもよい。

[0128] 例えば、`raht_smoothing_enable_flag`の値が「1」の場合、属性情報の予測を行った後に平滑化を行うと定義され、`raht_smoothing_enable_flag`の値が「0」の場合、平滑化を行わないと定義されていてもよい。

[0129] APS 2611は、RAHT部2080において、属性情報のイントラ予測を行った後に、加重平均による平滑化を行うための重みパラメータ (`raht_smoothing_weighted_average_weights`) を含んでもよい。

[0130] 例えば、かかる重みパラメータは、復号対象ノードと復号対象ノードの同一親ノードの各サブノードとの隣接の仕方に応じて、最大8個定義されていてもよい。

[0131] APS 2611は、RAHT部2080において、属性情報のイントラ予測を行った後に、クリッピングによる平滑化を行うための重みパラメータ (`raht_smoothing_clipping_weights`) を含んでもよい。

[0132] 例えば、かかる重みパラメータは、復号対象ノードと復号対象ノードの同一親ノードの各サブノードとの隣接の仕方に応じて、最大8個定義されてい

てもよい。

[0133] APS 2611は、RAHT部2080において、属性情報のイントラ予測を行った後に、クリッピングによる平滑化を行うための閾値 (`raht_smoothing_clipping_threshold`) を含んでもよい。

[0134] APS 2611は、RAHT部2080において、属性情報のインター予測を行うか否かを制御するためのフラグ (`raht_inter_prediction_enabled`) を含んでもよい。

[0135] 例えば、`raht_inter_prediction_enabled`の値が「1」の場合、属性情報の予測を行うと定義され、`raht_inter_prediction_enabled`の値が「0」の場合、属性情報の予測を行わないと定義されていてもよい。

[0136] APS 2611は、RAHT部2080において、属性情報のインター予測を有効化する階層を示す値 (`raht_inter_prediction_depth_minus1`) を含んでもよい。

[0137] 例えば、`raht_inter_prediction_depth_minus1`が「N-1」の場合、インター予測は、Octree構造の上位N階層までにおいて有効化してもよい。

[0138] (RAHT部2080)

図7～図15を用いて、RAHT部2080の処理の一例を説明する。

[0139] 図7は、RAHT部2080の処理の一例を示すフローチャートである。

[0140] 図7に示すように、ステップS28001において、RAHT部2080は、Octreeと呼ばれる手法を用いて、所定のサイズになるまでノードを再帰的に8分木分割する。かかる分割が完了後、本動作は、ステップS28002へ進む。

[0141] ステップS28002において、RAHT部2080は、Octreeによって分割された各ノードにおいて、ノードの下位の階層に属する点の総数を集計する。

- [0142] 具体的には、RAHT部2080は、ある階層のノードを順番に走査し、各ノードに属する点の数を記録する。次に、RAHT部2080は、1つ上の階層のノードにおいて、各ノードの子ノードにおいて記録された点の数を合算し、各ノードに属する点の数を算出する。
- [0143] RAHT部2080は、以上の走査を最下層から最上位の階層まで順に繰り返す。取得した点の総数は、後述のステップS28005において、RAHTの逆変換の重みとして利用される。かかる算出が完了後、本動作は、ステップS28003へ進む。
- [0144] ステップS28003において、RAHT部2080は、Octreeの最上位の階層に属するノードのDC係数を復号する。或いは、RAHT部2080は、イントラ予測を用いてDC係数を予測し、DC係数の予測残差を復号して足し合わせることで、DC係数を算出してもよい。
- [0145] RAHT部2080は、かかるDC係数の復号が完了後、以下の式で、ステップS28002で取得したルートノードに属する点の総数 $w_{root}$ と、復号したDC係数 $DC_{root}$ を用いて、ルートノードの属性値 $A_{root}$ を算出する。
- [0146] [数1]

$$A_{root} = DC_{root} \sqrt{W_{root}}$$

かかる算出が完了後、本動作は、ステップS28004へ進む。

- [0147] ステップS28004において、RAHT部2080は、当該階層内に含まれる全てのノードの属性情報の復号が完了したかどうかを判定する。
- [0148] 完了していない場合、本動作は、ステップS28005へ進み、完了した場合、本動作は、ステップS28007へ進む。
- [0149] ステップS28005において、RAHT部2080は、AC係数を復号する。具体的には後述する。かかる復号が完了後、本動作は、ステップS28006へ進む。
- [0150] ステップS28006において、RAHT部2080は、集計した各ノード

ドの下位の階層に属する点の総数と、復号したAC係数と、後述する方法で上位階層のノードから算出したDC係数とに基づいて、RAHTの逆変換を用いて、属性値を算出する。

[0151] ここで、RAHTの逆変換は、Octreeによって8分木分割された、 $2 \times 2 \times 2$ 個の8個のノード単位で行われる。

[0152] 具体的には、属性値 $A_1, A_2, \dots, A_k$ は、 $k$ 個のサブノードを保持するノードのDC係数DCと、AC係数 $AC_1, AC_2, \dots, AC_{k-1}$ 及び各サブノードの下位の階層に属する点の総数 $w = w_1, w_2, \dots, w_k$ を用いて、以下の式(1)によって求められる。

[0153] [数2]

$$\begin{bmatrix} A_1 / \sqrt{w_1} \\ \vdots \\ A_k / \sqrt{w_k} \end{bmatrix} = T(w)^{-1} \begin{bmatrix} DC \\ AC_1 \\ \vdots \\ AC_{k-1} \end{bmatrix} \dots (1)$$

ここで、 $T(w)^{-1}$ は、RAHTの逆変換に用いる行列であり、例えば、非特許文献1に記載の方法で生成されることができる。

[0154] かかる変換処理は、上位階層のノードから下位階層のノードの順に繰り返して行うことを想定しており、

[0155] [数3]

$$A_1 / \sqrt{w_1}, A_2 / \sqrt{w_2}, \dots, A_k / \sqrt{w_k}$$

は、各サブノードのRAHTの逆変換におけるDC係数として用いられる。

かかる変換処理が完了後、本動作は、ステップS28004へ進む。

[0156] ステップS28007において、RAHT部2080は、全階層のノード

の復号が完了したかを判定する。

[0157] 完了していない場合、本動作は、処理対象階層を1つ下の階層へ移し、ステップS28004へ進む。完了した場合、本動作は、ステップS28008へ進み、処理を終了する。

[0158] 図8は、ステップS28004の処理の一例を示すフローチャートである。

[0159] 図8に示すように、ステップS28101において、RAHT部2080は、AC係数を予測するかを判定する。RAHT部2080は、かかる判定を行う際に、`raht_prediction_enabled`を参照し、その値を用いてもよい。

[0160] RAHT部2080は、現在の処理対象ノードにおいて、AC係数の予測を行うか否かを示すフラグを復号し、かかるフラグの値を用いてもよい。

[0161] かかるフラグは、ノードごとに復号されてもよいし、階層ごとに復号されてもよい。かかるフラグは、`raht_prediction_enabled`の値が予測が有効であることを示す値「1」であった場合のみ復号されるとしてもよい。かかるフラグは、スライスデータに含まれていてもよい。

[0162] 判定の結果、AC係数を予測しない場合、本動作は、ステップS28102へ進み、AC係数を予測する場合、本動作は、ステップS28103及びS28104へ進む。

[0163] ステップS28102において、RAHT部2080は、AC係数を復号する。かかる復号が完了後、本動作は、ステップS28106へ進み、処理を終了する。

[0164] ステップS28103において、RAHT部2080は、AC係数残差を復号する。かかる復号が完了後、本動作は、ステップS28105へ進む。

[0165] ステップS28104において、RAHT部2080は、AC係数を予測する。AC係数の予測には、インター（*Inter*）予測が用いられてもよいし、イントラ（*Intra*）予測が用いられてもよい。

[0166] RAHT部2080は、まず属性値を予測し、その後、RAHTによって

AC係数の予測値を算出してもよい。具体的には、後述する。かかるAC係数の予測が完了後、本動作は、ステップS28105へ進む。

[0167] ステップS28105において、RAHT部2080は、復号したAC係数の残差と予測したAC係数とを加算し、AC係数の再構成を行う。かかる再構成が完了後、本動作は、ステップS28106へと進み、処理を終了する。

[0168] 図9は、ステップS28104の処理の一例を示すフローチャートである。

[0169] 図9に示すように、ステップS28107において、RAHT部2080は、インター予測が有効かどうかを判定する。RAHT部2080は、判定には、`raht_inter_prediction_enabled`を参照し、その値を用いてもよい。判定の結果、インター予測が有効の場合、本動作は、ステップS28109へ進み、インター予測が無効の場合、本動作は、ステップS28112へ進む。

[0170] ステップS28109において、RAHT部2080は、処理対象ノードが含まれる階層の深さが閾値以下であるかを判定する。RAHT部2080は、閾値として、`raht_inter_prediction_depth_minus1`を参照し、その値を用いてもよい。

[0171] 判定の結果、深さが閾値以下の場合、本動作は、ステップS28110へ進み、深さが閾値より大きい場合、本動作は、ステップS28112へ進む。

[0172] ステップS28110において、RAHT部2080は、処理対象ノードのAC係数をインター予測するか否かを判定する。

[0173] RAHT部2080は、判定には、インター予測が実行可能かどうかを調べ、実行可能な場合にインター予測し、実行不可能な場合にはインター予測しないとしてもよい。具体的には後述する。

[0174] RAHT部2080は、判定には、処理対象ノードのAC係数をインター予測するか否かを示すフラグを復号し、かかるフラグの値を用いてもよい。

かかるフラグは、ノードごとに復号されてもよいし、階層ごとに復号されてもよい。かかるフラグは、インター予測が実行可能と判定された場合にのみ復号され、判定が行われるとしてもよい。かかるフラグは、スライスデータに含まれていてもよい。

[0175] ステップS 2 8 1 1 1において、R A H T部 2 0 8 0は、処理対象ノードのA C係数のインター予測を行う。具体的には後述する。

[0176] ステップS 2 8 1 1 2において、R A H T部 2 0 8 0は、処理対象ノードのA C係数のイントラ予測を行う。具体的には後述する。

[0177] ステップS 2 8 1 1 3において、ステップS 2 8 1 0 4の処理を終了する。なお、ステップS 2 8 1 0 9の条件分岐は、省略されてもよい。

[0178] ステップS 2 8 1 1 1のインター予測の処理において、ステップS 2 8 1 1 2のイントラ予測と同等の処理も一緒に行い、インター予測及びイントラ予測の結果を組み合わせて予測してもよい。具体的には後述する。

[0179] 図 1 0は、ステップS 2 8 1 1 2のイントラ予測の処理の一例を示すフローチャートである。

[0180] 図 1 0に示すように、ステップS 2 8 2 0 1において、R A H T部 2 0 8 0は、サブノード階層の隣接ノードを使ってイントラ予測を行うか否かを判定する。R A H T部 2 0 8 0は、判定には、`raht_subnode_prediction_enable_flag`を参照し、その値を用いてもよい。

[0181] R A H T部 2 0 8 0は、サブノード階層の隣接ノードを使わない場合、上位の階層の隣接ノードのみを使ってイントラ予測を行う。

[0182] ここで、上位の階層の隣接ノードとは、復号対象ノードの親ノードが隣接するノードのうち面を隣接する6個のノードと、エッジを隣接する12個のノード及び親ノード自身の合計19個のノードのうち復号対象ノードが面を隣接している3個のノードと、エッジを隣接している3個のノードと、親ノード自身の7個のノードとである。

[0183] 図 1 1は、復号対象ノードと上位の階層の隣接ノードとの関係を示す図で

ある。

[0184] R A H T部2080は、サブノード階層の隣接ノードを使う場合、上位の階層の隣接ノードとサブノード階層の隣接ノードとを使ってイントラ予測を行う。

[0185] ここで、サブノード階層の隣接ノードとは、上位の階層の隣接ノードのサブノードのうち復号対象ノードが面若しくはエッジを隣接しており且つ復号済みのノードである。

[0186] 図12は、復号対象ノードとサブノード階層の隣接ノードとの関係を示す図である。

[0187] 判定の結果、サブノード階層の隣接ノードを使わずにイントラ予測を行う場合、本動作は、ステップS28202へ進み、サブノード階層の隣接ノードを使ってイントラ予測を行う場合、本動作は、ステップS28204へ進む。

[0188] ステップS28202において、R A H T部2080は、上位の階層の隣接ノードの属性値を取得する。上位の階層の隣接ノードの属性値を取得した後、本動作は、ステップS28203へ進む。

[0189] ステップS28203において、R A H T部2080は、復号対象ノードの属性値を予測する。

[0190] R A H T部2080は、取得したk個の上位の階層の隣接ノードの属性値  $attr_i$  と、隣接ノードiの種類に応じた重み  $w_i$  とを利用して、以下の式で、属性値  $attr$  の予測を行ってもよい。

[0191] [数4]

$$attr = \frac{\sum_i w_i attr_i}{\sum_i w_i}$$

[0192] ここで、R A H T部2080は、重み  $w_i$  として、隣接ノードiが、上位の階層の面隣接ノード、上位の階層のエッジ隣接ノード及び親ノードのいずれの種類かに応じて、ハードコーディングされた値を用いてもよいし、  $rah$

t\_prediction\_weightsを参照して、その値から重み $w_i$ を計算してもよい。

[0193] かかる属性値の予測が完了後、本動作は、ステップS 2 8 2 0 7へ進む。

[0194] ステップS 2 8 2 0 4において、R A H T部 2 0 8 0は、上位階層の隣接ノードの属性値を取得する。

[0195] ここで、属性値を取得する対象は、上位の階層の隣接ノードのうち、各隣接ノードのサブノードが復号済みでないノード、或いは、上位の階層の隣接ノードのうち、サブノードが復号済みであっても、復号対象ノードと面又はエッジを隣接しているサブノードが存在しないノードである。

[0196] かかる属性値の取得が完了後、本動作は、ステップS 2 8 2 0 5へ進む。

[0197] ステップS 2 8 2 0 5において、R A H T部 2 0 8 0は、サブノード階層の隣接ノードの属性値を取得する。サブノード階層の隣接ノードの属性値を取得後、本動作は、ステップS 2 8 2 0 6へ進む。

[0198] ステップS 2 8 2 0 6において、R A H T部 2 0 8 0は、復号対象ノードの属性値を予測する。

[0199] R A H T部 2 0 8 0は、取得した $k$ 個の上位の階層の隣接ノード及びサブノード階層の隣接ノードの属性値 $attr_i$ と、隣接ノードの種類 $i$ に応じた重み $w_i$ とを利用して、以下の式で、属性値 $attr$ の予測を行ってもよい。

[0200] [数5]

$$attr = \frac{\sum_i w_i attr_i}{\sum_i w_i}$$

[0201] ここで、R A H T部 2 0 8 0は、重み $w_i$ として、隣接ノード $i$ が、上位の階層の面隣接ノード、上位の階層のエッジ隣接ノード、親ノード、サブノード階層の面隣接ノード及びサブノード階層のエッジ隣接ノードのいずれの種類であるかに応じて、ハードコーディングされた値を用いてもよいし、r a h t\_prediction\_weightsを参照し、その値から重み $w_i$ を計算してもよい。

- [0202] かかる属性値の予測の完了後、本動作は、ステップS 2 8 2 0 7へ進む。
- [0203] ステップS 2 8 2 0 7において、R A H T部 2 0 8 0は、予測した属性値をA C係数に変換する。A C係数は、予測した属性値をR A H Tすることで生成される。例えば、R A H T部 2 0 8 0は、かかる変換方法として、非特許文献1に記載の方法を用いてもよい。
- [0204] 以上では、R A H T部 2 0 8 0が、ステップS 2 8 2 0 6で予測した属性値を、そのままステップS 2 8 2 0 7でA C係数の変換に使う例について説明したが、R A H T部 2 0 8 0は、予測した属性値の平滑化を行った上で、A C係数の変換を行ってもよい。
- [0205] 例えば、図1 3に示すように、R A H T部 2 0 8 0は、属性値を予測した後、ステップS 1 3 0 1において、平滑化を行うか否かを判定してもよい。
- [0206] R A H T部 2 0 8 0は、かかる判定において、`raht_smoothing_enable_flag`を参照し、その値を用いてもよい。
- [0207] 平滑化を行う場合、本動作は、ステップS 1 3 0 2へ進む。平滑化を行わない場合、本動作は、ステップS 2 8 2 0 7へ進む。
- [0208] ステップS 1 3 0 2において、R A H T部 2 0 8 0は、属性値の平滑化を行ってもよい。
- [0209] 例えば、R A H T部 2 0 8 0は、復号対象ノードの平滑化後の属性値 $Attr_{smoothing}$ について、復号対象ノードと同一の親ノード内のサブノード $i$ にて予測した属性値 $Attr_i$ 及び重み $\alpha_i$ を用いて、以下のように加重平均を計算することで求めてもよい。
- [0210] [数6]

$$Attr_{smoothing} = \frac{\sum_i \alpha_i Attr_i}{\sum_i \alpha_i}$$

- [0211] ここで、R A H T部 2 0 8 0は、対象とするサブノード $i$ について、復号対象ノードが面隣接するノードとしてもよいし、同一親ノード内の全てのサブノードとしてもよい。

[0212] また、RAHT部2080は、重み $\alpha_i$ として、ハードコーディングされた値を用いてもよいし、`raht_smoothing_weighted_average_weights`を参照し、その値を用いてもよい。

[0213] また、RAHT部2080は、例えば、復号対象ノードの平滑化後の属性値 $Attr_{smoothing}$ について、復号対象ノード自身の予測値 $Attr_o$ 、復号対象ノードと同一の親ノード内のサブノードのうち、復号対象ノード以外のサブノード $i$ にて予測した属性値 $Attr_i$ 、重み $\beta_i$ 及び閾値 $Thr$ を用いて、以下のように、クリッピングを行うことで求めてもよい。

[0214] [数7]

$$Attr_{smoothing} = Attr_o + \frac{\sum_i \beta_i \text{Clip3}(Attr_i - Attr_o, -Thr, +Thr)}{\sum_i \beta_i}$$

[0215] ここで、クリッピングとは、入力値が、予め定めた最大値より大きい場合は、最大値を出力し、入力値が、予め定めた最小値より小さい場合は、最小値を出力し、それ以外の場合は、入力値をそのまま出力値とする処理である。

[0216] クリッピングを行う関数`Clip3`は、

[0217] [数8]

$$\text{Clip3}(val, min, max) = \begin{cases} min & \text{if } (val < min) \\ max & \text{if } (val > max) \\ val & \text{Otherwise} \end{cases}$$

である。

[0218] ここで、RAHT部2080は、対象とするサブノード $i$ について、復号対象ノードが面隣接するノードとしてもよいし、面隣接するノード及びエッジ隣接するノードとしてもよいし、同一親ノード内の全てのサブノードとしてもよい。

[0219] また、RAHT部2080は、重み $\beta_i$ として、ハードコーディングされた

値を用いてもよいし、`raht_smoothing_clipping_weights`を参照し、その値を用いてもよい。

[0220] また、RAHT部2080は、閾値 $Th_r$ として、ハードコーディングされた値を用いてもよいし、`raht_smoothing_clipping_threshold`を参照し、その値を用いてもよい。

[0221] 以上では、RAHT部2080が色差信号及び輝度信号共にAC係数の復号を行う例について説明したが、RAHT部2080は、Octreeの最下層のみ、色差信号のAC係数の復号をスキップしてもよい。

[0222] 例えば、図14に示すように、RAHT部2080は、ステップS1401において、Octreeの最下層のみ色差信号のAC係数の復号をスキップするか否かを判定してもよい。

[0223] スキップする場合、本動作は、ステップS1402へ進む。スキップしない場合、本動作は、ステップS28004へ進む。

[0224] ステップS1402において、RAHT部2080は、復号対象ノードがOctreeの最下層か否かを判定する。

[0225] 最下層の場合、本動作は、ステップS1403へ進む。最下層ではない場合、本動作は、ステップS28004へ進む。

[0226] ステップS1403において、RAHT部2080は、色差信号以外のAC係数の復号を行う。

[0227] RAHT部2080は、色差信号以外のAC係数の復号については、ステップS28004と同様の処理を行い、色差信号のAC係数を0として、後のステップS28005の属性値の算出を行う。

[0228] 色差信号以外のAC係数の復号が完了した後、本動作は、ステップS28006へ進む。

[0229] 図15は、ステップS28111のインター予測処理の一例を示す図である。

[0230] RAHT部2080は、処理対象ノードのAC係数について、参照フレーム内の対応するノードである参照ノードの情報をを用いて予測する。ここで、

参照ノードの情報は、その属性値やAC係数であってもよい。また、参照フレームは、別の復号済みのフレームを指し、その情報は、前フレームバッファ2120に含まれるとしてもよい。

[0231] RAHT部2080は、参照フレームには、処理対象フレームと同じOctree構造を当てはめてもよい。かかる場合、点がない位置にノードが設定される可能性がある。そのようなノードを空ノードと呼ぶ。参照ノードが空ノードだった場合、RAHT部2080は、ステップS28110で、インター予測を実行不可としてもよい。

[0232] RAHT部2080は、参照フレームに対して、処理対象フレームと独立にOctreeを適用し、処理対象フレームと異なるOctree構造を設定してもよい。かかる場合、必ずしも処理対象フレームと同じ位置にノードが存在しない可能性がある。処理対象ノードに対応する位置に参照ノードが見つからない場合、RAHT部2080は、ステップS28143で、インター予測を実行不可としてもよい。

[0233] 参照ノードが空ノードだった場合、或いは、参照ノードが見つからなかった場合、RAHT部2080は、参照フレーム内の近傍位置のノードの情報をを用いて参照ノードの情報を推定して補間してもよい。

[0234] 例えば、RAHT部2080は、参照ノード位置に対する隣接ノード、最近傍ノード或いはk近傍ノードの属性値又はAC係数の平均値を、それぞれ参照ノードの属性値又はAC係数として推定して補間してもよい。

[0235] RAHT部2080は、処理対象ノードのAC係数について、例えば、参照ノードの属性値から予測してもよい。

[0236] 具体的には、RAHT部2080は、参照ノードの復号済みの属性値の値 $Attr_{inter}$ を用いて処理対象ノードの属性値の予測値 $Attr_{pred}$ を求め、かかる処理対象ノードの属性値の予測値 $Attr_{pred}$ に対してRAHTを適用することで処理対象ノードのAC係数の予測値 $AC_{pred}$ を求めるとしてもよい。

[0237]  $Attr_{pred} = Attr_{inter}$

$$AC_{pred} = RAHT(Att r_{pred})$$

RAHT部2080は、処理対象ノードのAC係数について、例えば、参照ノードのAC係数から直接予測してもよい。

[0238] 具体的には、RAHT部2080は、参照フレームにおいてRAHTを用いて参照ノードのAC係数の値 $AC_{inter}$ を算出し、その値を処理対象ノードのAC係数の予測値 $AC_{pred}$ としてもよい。

$$[0239] \quad AC_{pred} = AC_{inter}$$

RAHT部2080は、参照ノードのAC係数について、参照フレームの各ノードのAC係数をフレームバッファ2120内に記録しておき、フレームバッファ2120内の値を参照することで得てもよい。かかる場合、RAHT部2080は、フレームバッファ2120内で参照ノードのAC係数が存在しない場合に、ステップS28110で、インター予測が実行不可としてもよい。

[0240] なお、RAHT部2080は、 $Att r_{inter}$ 及び $AC_{inter}$ について、それぞれスケーリングファクタ $\alpha$ によって $\alpha$ 倍してもよい。

$$[0241] \quad Att r_{pred} = \alpha Att r_{inter}$$

或いは

$$AC_{pred} = \alpha AC_{inter}$$

係数 $\alpha$ は、任意の実数をとってよい。係数 $\alpha$ は、ノードごとに復号されてもよいし、階層ごとに復号されてもよい。係数 $\alpha$ は、スライスデータに含まれていてもよい。

[0242] 例えば、係数 $\alpha$ を、以下のように階層の深さ $depth$ を用いて定義し、係数 $\alpha$ の代わりに $\alpha'$ が復号されてもよい。

$$[0243] \quad \alpha = 1 + \alpha' \cdot 2^{-depth}$$

例えば、整数 $\beta$ を、整数 $a$ から整数 $b$ までの範囲を取る整数を定義し、 $\beta$ を復号してもよい。係数 $\alpha$ は、以下のように、復号した $\beta$ に整数 $c$ を加算した後、整数 $c$ で除算した値として算出してもよい。

$$[0244] \quad \alpha = (\beta + c) / c$$

整数 $\beta$ は、指数ゴロム符号を用いて復号してもよい。

[0245] 或いは、係数 $\alpha$ は、復号器で導出されてもよい。

[0246] 例えば、復号対象ノードの親ノードのAC係数 $AC_{parent}$ と、親ノードを復号した際のインター予測値 $AC_{parent\_inter}$ を用いて、以下のように算出してもよい。

[0247]  $\alpha = AC_{parent} / AC_{parent\_inter}$

例えば、RAHT部2080は、復号対象ノードのN個の隣接ノードのAC係数 $AC_{neighbor1}$ 、 $AC_{neighbor2}$ 、…、 $AC_{neighborN}$ と、各隣接ノードを復号した際のインター予測値 $AC_{neighbor\_inter1}$ 、 $AC_{neighbor\_inter2}$ 、…、 $AC_{neighbor\_interN}$ とを用いて、コストが最小になるように $\alpha$ を算出してもよい。

[0248] コストとは、例えば、各隣接ノードのAC係数とAC係数の予測器の二乗誤差との総和としてもよい。隣接ノードは、例えば、面を隣接するノードのみを対象としてもよいし、面を隣接するノードとエッジを隣接するノードを対象としてもよい。

[0249] RAHT部2080は、同様の操作を、ステップS28003におけるDC係数のインター予測で行ってもよい。

[0250]  $DC_{pred} = \alpha DC_{inter}$

ここで、参照ノードのDC係数を $DC_{inter}$ とし、ルートノードのDC係数の予測値を $DC_{pred}$ とする。

[0251] また、RAHT部2080は、インター予測及びイントラ予測を組み合わせ、属性値或いはAC係数の予測値を算出してもよい。

[0252] 例えば、RAHT部2080が属性値の予測を求める場合の例について、以下に示す。

[0253]  $Attr_{pred} = W_{inter} \cdot Attr_{inter} + W_{intra} \cdot Attr_{intra}$

ここで、 $Attr_{inter}$ 及び $Attr_{intra}$ は、それぞれ属性値のインター予測及びイントラ予測とする。また、 $W_{inter}$ 及び $W_{intra}$ は、それぞれインター予測及びイントラ予測の重みとする。 $W_{inter}$ 及び $W_{intra}$ は、処理対象

階層の深さ  $depth$  によって深い層ほどイントラ予測が重視されるように定めてもよい。例えば、

$$W_{inter} = 1 - depth / N$$

$$W_{intra} = depth / N$$

$N$  は、インター予測が有効な階層の深さの最大値とする。インター予測及びイントラ予測の組み合わせは、特定の階層でのみ有効としてもよい。例えば、 $M < depth < N$  でのみ、インター予測及びイントラ予測の組み合わせは、有効としてもよい。 $M$  は、 $N$  未満の任意の実数とし、APS等のヘッダ情報として復号されてもよい。

[0254] (点群符号化装置 100)

以下、図 18 を参照して、本実施形態に係る点群符号化装置 100 について説明する。図 18 は、本実施形態に係る点群符号化装置 100 の機能ブロックの一例について示す図である。

[0255] 図 18 に示すように、点群符号化装置 100 は、座標変換部 1010 と、幾何情報量子化部 1020 と、ツリー解析部 1030 と、近似表面解析部 1040 と、幾何情報符号化部 1050 と、幾何情報再構成部 1060 と、色変換部 1070 と、属性転移部 1080 と、RAHT部 1090 と、LOD 算出部 1100 と、リフティング部 1110 と、属性情報量子化部 1120 と、属性情報符号化部 1130 と、フレームバッファ 1140 とを有する。

[0256] 座標変換部 1010 は、入力点群の 3 次元座標系から、任意の異なる座標系への変換処理を行うよう構成されている。座標変換は、例えば、入力点群を回転することにより、入力点群の  $x$ 、 $y$ 、 $z$  座標を任意の  $s$ 、 $t$ 、 $u$  座標に変換してもよい。また、変換のバリエーションの 1 つとして、入力点群の座標系をそのまま使用してもよい。

[0257] 幾何情報量子化部 1020 は、座標変換後の入力点群の位置情報の量子化及び座標が重複する点の除去を行うように構成されている。なお、量子化ステップサイズが 1 の場合は、入力点群の位置情報と量子化後の位置情報とが一致する。すなわち、量子化ステップサイズが 1 の場合は、量子化を行わな

い場合と等価になる。

[0258] ツリー解析部1030は、量子化後の点群の位置情報を入力として、後述のツリー構造に基づいて、符号化対象空間のどのノードに点が存在するかについて示す`occupancy code`を生成するように構成されている。

[0259] ツリー解析部1030は、本処理において、符号化対象空間を再帰的に直方体で区切ることにより、ツリー構造を生成するように構成されている。

[0260] ここで、ある直方体内に点が存在する場合、かかる直方体を複数の直方体に分割する処理を、直方体が所定のサイズになるまで再帰的に実行することでツリー構造を生成することができる。なお、かかる各直方体をノードと呼ぶ。また、ノードを分割して生成される各直方体の子ノードと呼び、子ノード内に点が含まれるか否かについて0又は1で表現したものが`occupancy code`である。

[0261] 以上のように、ツリー解析部1030は、所定のサイズになるまでノードを再帰的に分割しながら、`occupancy code`を生成するように構成されている。

[0262] 本実施形態では、上述の直方体を常に立方体として8分木分割を再帰的に行う「Octree」と呼ばれる手法、及び、8分木分割に加え、4分木分割及び2分木分割を行う「QtBt」と呼ばれる手法を使用することができる。

[0263] ここで、「QtBt」を使用するか否かについては、制御データとして点群復号装置200に伝送される。

[0264] 或いは、任意のツリー構成を用いるPredictive geometry codingを使用するように指定されてもよい。かかる場合、ツリー解析部1030が、ツリー構造を決定し、決定されたツリー構造は、制御データとして点群復号装置200へ伝送される。

[0265] 例えば、ツリー構造の制御データは、図5～図14で説明した手順で復号できるよう構成されていてもよい。

- [0266] 近似表面解析部 1040 は、ツリー解析部 1030 によって生成されたツリー情報を用いて、近似表面情報を生成するように構成されている。
- [0267] 近似表面情報は、例えば、物体の 3 次元点群データを復号する際等において、点群が物体表面に密に分布しているような場合に、個々の点群を復号するのではなく、点群の存在領域を小さな平面で近似して表現したものである。
- [0268] 具体的には、近似表面解析部 1040 は、例えば、「Trisoup」と呼ばれる手法で、近似表面情報を生成するように構成されていてもよい。また、Lidar 等で取得した疎な点群を復号する場合は、本処理を省略することができる。
- [0269] 幾何情報符号化部 1050 は、ツリー解析部 1030 によって生成された occupancy code 及び近似表面解析部 1040 によって生成された近似表面情報等のシンタックスを符号化してビットストリーム（幾何情報ビットストリーム）を生成するように構成されている。ここで、ビットストリームには、例えば、図 4 で説明したシンタックスを含まれていてもよい。
- [0270] 符号化処理は、例えば、コンテキスト適応二値算術符号化処理である。ここで、例えば、シンタックスは、位置情報の復号処理を制御するための制御データ（フラグやパラメータ）を含む。
- [0271] 幾何情報再構成部 1060 は、ツリー解析部 1030 によって生成されたツリー情報及び近似表面解析部 1040 によって生成された近似表面情報に基づいて、符号化対象の点群データの各点の幾何情報（符号化処理が仮定している座標系、すなわち、座標変換部 1010 における座標変換後の位置情報）を再構成するように構成されている。
- [0272] フレームバッファ 1140 は、幾何情報再構成部 1060 によって再構成された幾何情報を入力とし、参照フレームとして保存するように構成されている。
- [0273] 保存された参照フレームは、ツリー解析部 1030 において時間的に異な

るフレームのインター予測を行う場合に、フレームバッファ 1140 から読み出されて参照フレームとして使用される。

[0274] ここで、各フレームに対してどの時刻の参照フレームを用いるかどうか、例えば、符号化効率を表すコスト関数の値に基づいて決定され、使用する参照フレームの情報が制御データとして点群復号装置 200 へ伝送されてもよい。

[0275] 色変換部 1070 は、入力属性情報が色情報であった場合に、色変換を行うように構成されている。色変換は、必ずしも実行する必要は無く、色変換処理の実行の有無については、制御データの一部として符号化され、点群復号装置 200 へ伝送される。

[0276] 属性転移部 1080 は、入力点群の位置情報、幾何情報再構成部 1060 における再構成後の点群の位置情報及び色変換部 1070 での色変化後の属性情報に基づいて、属性情報の歪みが最小となるように属性値を補正するように構成されている。具体的な補正方法は、例えば、非特許文献 1 に記載の方法を適用できる。

[0277] RAHT 部 1090 は、属性転移部 1080 による転移後の属性情報及び幾何情報再構成部 1060 によって生成された幾何情報を入力とし、RAHT (Region Adaptive Hierarchical Transform) と呼ばれる Haar 変換の一種を用いて、各点の残差情報を生成するように構成されている。

[0278] 復号される情報は、符号化処理において RAHT を用いることで生成された属性情報の直流成分 (DC 係数) 及び交流成分 (AC 係数) であり、復号処理において、RAHT の逆変換を用いることで属性情報に変換される。

[0279] RAHT の具体的な処理としては、例えば、上述の非特許文献 1 に記載の方法を用いることができる。

[0280] LOD 算出部 1100 は、幾何情報再構成部 1060 によって生成された幾何情報を入力とし、LOD (Level of Detail) を生成するように構成されている。

- [0281] L o Dは、ある点の属性情報から、他のある点の属性情報を予測し、予測残差を符号化或いは復号するといった予測符号化を実現するための参照関係（参照する点及び参照される点）を定義するための情報である。
- [0282] 言い換えると、L o Dは、幾何情報に含まれる各点を複数のレベルに分類し、下位のレベルに属する点については上位のレベルに属する点の属性情報を用いて属性を符号化或いは復号するといった階層構造を定義した情報である。
- [0283] L o Dの具体的な決定方法としては、例えば、上述の非特許文献1に記載の方法を用いてもよい。
- [0284] リフティング部1110は、L o D算出部1100によって生成されたL o D及び属性転移部1080での属性転移後の属性情報を用いて、リフティング処理により残差情報を生成するように構成されている。
- [0285] リフティングの具体的な処理としては、例えば、上述の非特許文献1に記載の方法を用いてもよい。
- [0286] 属性情報量子化部1120は、RAHT部1090又はリフティング部1110から出力される残差情報を量子化するように構成されている。ここで、量子化ステップサイズが1の場合は、量子化を行わない場合と等価である。
- [0287] 属性情報符号化部1130は、属性情報量子化部1120から出力される量子化後の残差情報等をシンタックスとして符号化処理を行い、属性情報に関するビットストリーム（属性情報ビットストリーム）を生成するように構成されている。
- [0288] 符号化処理は、例えば、コンテキスト適応二値算術符号化処理である。ここで、例えば、シンタックスは、属性情報の復号処理を制御するための制御データ（フラグ及びパラメータ）を含む。
- [0289] 点群符号化装置100は、以上の処理により、点群内の各点の位置情報及び属性情報を入力として符号化処理を行い、幾何情報ビットストリーム及び属性情報ビットストリームを出力するように構成されている。

[0290] (変更例1)

以下、図19を参照して、上述の第1実施形態の変更例1について、上述の第1実施形態との相違点に着目して説明する。

[0291] 上述した第1実施形態では、ステップS28111において、RAHT部2080が、AC係数のインター予測値 $AC_{inter}$ を、Octree階層ごとに異なるスケーリングファクタによってスケーリングするケースを例示した。

[0292] ここで、スケーリングとは、 $Att_{r_{inter}}$ 及び $AC_{inter}$ を、スケーリングファクタ $\alpha$ を用いて、

$$Att_{r_{pred}} = \alpha Att_{r_{inter}}$$

或いは、

$$AC_{pred} = \alpha AC_{inter}$$

と $\alpha$ 倍することである。

[0293] これに対して、変更例1では、RAHT部2080が、Octree階層ごと及びAC係数の周波数インデックスごとに異なるスケーリングファクタによってスケーリングするケースを例示する。

[0294] ここで、AC係数の周波数インデックスとは、RAHTを用いて生成されたAC係数に付与された番号のことである。

[0295] また、スケーリングファクタは、APS2611やASH2612に含まれるシンタックスとして復号されてもよい。

[0296] 図19及び図33は、ASH2612でスケーリングファクタを伝送する場合のAPS2611及びASH2612のシンタックス構成の一例を示している。なお、以下、図33に示すシンタックス構成について、図6で説明したシンタックス構成との差分のみを説明する。

[0297] APS2611は、属性情報のインター予測におけるスケーリングファクタを伝送するか否かを示す値( $raht\_send\_inter\_filters$ )を含んでもよい。

[0298] 例えば、 $raht\_send\_inter\_filters$ が「1」の場合、属性情報のインター予測におけるスケーリングファクタを伝送すると定義し

、`raht_send_inter_filters`が「0」の場合、属性情報のインター予測におけるスケーリングファクタを伝送しないと定義されていてもよい。

[0299] APS 2611は、属性情報のインター予測について、Octreeのルートノードの階層から、上位何層目までをインター予測のスケーリング適用外とするかを示す値（`raht_inter_skip_layers`）を含んでもよい。

[0300] 例えば、`raht_inter_skip_layers`が「3」の場合、1層目から3層目まではインター予測を適用しないと定義されていてもよい。

[0301] APS 2611は、階層ごとのインター予測の適用可否モードを伝送するか否かを示す値（`raht_enable_code_layer`）を含んでもよい。若しくは、APS 2611は、`raht_prediction_enabled`が「1」で且つ`raht_inter_prediction_enabled`が「1」のときに、`raht_enable_code_layer`を含むものとしてもよい。

[0302] 例えば、`raht_enable_code_layer`が「1」の場合、階層ごとのインター予測の適用可否モードを伝送すると定義し、`raht_enable_code_layer`が「0」の場合、階層ごとのインター予測の適用可否モードを伝送しないと定義してもよい。

[0303] ASH 2612は、`raht_enable_code_layer`又は`raht_send_inter_filters`のいずれかが「1」の場合、当該フレームの階層の数を示す値（`raht_attr_layer_depth_num`）を含んでもよい。

[0304] または、例えば、ASH 2612は、`raht_send_inter_filters`のみが「1」の場合に、`raht_attr_layer_depth_num`を含むものとしてもよい。

[0305] または、`raht_attr_layer_depth_num`は、当該フレームの階層の数から1を減算した値と定義してもよく、復号後に1を加算し

て利用してもよい。

[0306] または、`raht_attr_layer_depth_num`が「0」の場合は、`raht_attr_layer_depth_num`を「0」として利用し、「0」以外の場合は、復号後に1を減算して利用してもよい。

[0307] `ASH2612`は、`raht_enable_code_layer`が「1」の場合、`raht_attr_layer_depth_num`の数だけ、階層ごとのインター予測の適用可否モード(`raht_attr_layer_code_mode`)を含んでもよい。

[0308] 例えば、各階層において、インター予測を適用する場合は「1」と定義されていてもよく、インター予測を適用しない場合は「0」と定義されていてもよい。

[0309] `ASH2612`は、`raht_send_inter_filters`が「1」の場合、インター予測におけるスケーリングファクタの個数(`num_filter_taps`)だけ、スケーリングファクタの値(`raht_filter_taps`)が含まれてもよい。`num_filter_taps`は、復号された、インター予測を適用する階層を指定するシンタックスに基づいて導出されてもよい。

[0310] 以下では、簡単のために、階層ごとのスケーリングファクタが1種類ずつの場合を例に`num_filter_taps`を導出する方法の例について説明する。

[0311] 例えば、`num_filter_taps`は、上位何層目までをインター予測のスケーリング適用外とするかを示す値(`raht__inter__skip__layers`)、インター予測の有効階層数を示す値(`raht_inter_prediction_depth_minus1`)及び当該フレームの階層の数(`raht_attr_layer_depth_num`)に基づいて導出されてもよい。

[0312] ここで、インター予測の有効階層数とは、インター予測を適用する階層の閾値を示す数値のことである。例えば、インター予測の有効階層数は、`ra`

`ht_inter_prediction_depth_minus1`に1を加算した値としてもよく、`raht_inter_prediction_depth_minus1`が「 $N-1$ 」のとき、インター予測の有効階層数は「 $N$ 」と定義されていてもよい。

[0313] `num_filter_taps`は、具体的には、例えば、当該フレームの階層の数が、インター予測の有効階層数よりも大きい場合は、インター予測の有効階層数から、上位何層目までをインター予測のスケーリング適用外とするかを示す値を減算することで求めてもよいし、当該フレームの階層の数がインター予測の有効階層数よりも小さい場合は、当該フレームの階層の数から、上位何層目までをインター予測のスケーリング適用外とするかを示す値を減算することで求めてもよい。

[0314] すなわち、`num_filter_taps`は、以下のように導出されてもよい。

[0315]

[数9]

$$\text{num\_filter\_taps} = \begin{cases} \text{raht\_prediction\_depth\_minus1} + 1 - \text{raht\_inter\_skip\_layers} & \text{if raht\_prediction\_depth\_minus1} + 1 < \text{raht\_attr\_layer\_depth\_num} \\ \text{raht\_attr\_layer\_depth\_num} - \text{raht\_inter\_skip\_layers} & \text{if raht\_prediction\_depth\_minus1} + 1 \geq \text{raht\_attr\_layer\_depth\_num} \end{cases}$$

- [0316] 若しくは、例えば、`num_filter_taps`は、上位何層目までをインター予測のスケーリング適用外とするかを示す値（`raht_inter_skip_layers`）、インター予測の有効階層数を示す値（`raht_inter_prediction_depth_minus1`）、当該フレームの階層の数を示す値（`raht_attr_layer_depth_num`）及び階層ごとのインター予測の適用可否モード（`raht_attr_layer_code_mode`）に基づいて導出されてもよい。
- [0317] 図34は、上位何層目までをインター予測のスケーリング適用外とするかを示す値、インター予測の有効階層数を示す値、当該フレームの階層の数及び階層ごとのインター予測の適用可否モードに基づいて、`num_filter_taps`を導出する処理の一例を示すフローチャートである。
- [0318] ステップS3401において、属性情報復号部2060は、階層ごとのインター予測の適用可否モードを伝送するか否かを判定する。判定は、前記`raht_enable_code_layer`を用いてもよい。
- [0319] 階層ごとのインター予測の適用可否モードを伝送すると判定された場合は、本動作は、ステップS3405へ進み、階層ごとのインター予測の適用可否モードを伝送しないと判定された場合は、本動作は、ステップS3402へ進む。
- [0320] ステップS3402において、属性情報復号部2060は、当該フレームの階層の数が、インター予測の有効階層数よりも大きいかなかを判定する。判定は、例えば、上述の`raht_attr_layer_depth_num`及び`raht_inter_prediction_depth_minus1`を用いてもよい。
- [0321] 当該フレームの階層の数が、インター予測の有効階層数よりも小さいと判定された場合は、本動作は、ステップS3403へ進み、当該フレームの階層の数が、インター予測の有効階層数よりも大きいと判定された場合は、本動作は、ステップS3404へ進む。
- [0322] ステップS3403において、属性情報復号部2060は、当該フレーム

の階層の数を用いてスケーリングファクタの個数を導出する。具体的には、属性情報復号部2060は、当該フレームの階層の数から、上位何層目までをインター予測のスケーリング適用外とするかを示す値を減算することで求めてもよい。スケーリングファクタの個数を導出したら、本動作は、ステップS3406へ進み、処理を終了する。

[0323] ステップS3404において、属性情報復号部2060は、インター予測の有効階層数を用いてスケーリングファクタの個数を導出する。具体的には、属性情報復号部2060は、インター予測の有効階層数から、上位何層目までをインター予測のスケーリング適用外とするかを示す値を減算することで求めてもよい。スケーリングファクタの個数を導出したら、本動作は、ステップS3406へ進み、処理を終了する。

[0324] すなわち、ステップS3402～ステップS3404におけるスケーリングファクタの個数の導出は、以下の式で表せる。

[0325]

[数9]

$$\text{num\_filter\_taps} = \begin{cases} \text{raht\_prediction\_depth\_minus1} + 1 - \text{raht\_inter\_skip\_layers} & \text{if raht\_prediction\_depth\_minus1} + 1 < \text{raht\_attr\_layer\_depth\_num} \\ \text{raht\_attr\_layer\_depth\_num} - \text{raht\_inter\_skip\_layers} & \text{if raht\_prediction\_depth\_minus1} + 1 \geq \text{raht\_attr\_layer\_depth\_num} \end{cases}$$

- [0326] ステップS 3 4 0 5において、属性情報復号部2 0 6 0は、階層ごとのインター予測の適用可否モードを用いてスケーリングファクタの個数を導出する。具体的には、属性情報復号部2 0 6 0は、例えば、階層ごとのインター予測の適用可否モードに基づいて、インター予測が適用される階層をカウントしてもよい。ただし、属性情報復号部2 0 6 0は、上位何層目までをインター予測のスケーリング適用外とするかを示す値に基づいてインター予測のスケーリングが適用外となる階層については、カウントから除外してもよい。スケーリングファクタの個数を導出したら、本動作は、ステップS 3 4 0 6へ進み、処理を終了する。
- [0327] なお、以上では、A P S 2 6 1 1にて、上述の情報を復号する例について説明したが、かかる情報は、A S H 2 6 1 2に含まれていてもよいし、S P S 2 6 0 1に含まれていてもよい。すなわち、かかる情報は、いずれかのヘッダにて含まれていればよい。
- [0328] R A H T部2 0 8 0は、例えば、上述の復号された `raht_filter_taps` がXの場合、1 2 8からXを減算し、その結果を7ビット右シフトした値をスケーリングファクタ $\alpha$ として、インター予測に用いてもよい。
- [0329] 例えば、`raht_filter_taps`の値が「0」の場合、属性情報のインター予測におけるスケーリングファクタ $\alpha$ の値は、1 2 8から0を減算し、その結果を7ビット右シフトした値「1」と定義してもよい。
- [0330] R A H T部2 0 8 0は、例えば、インター予測を適用する階層を指定するシンタックスに基づいて、インター予測を適用するか否かを判定し、当該階層においてインター予測を適用すると判定された場合は、復号された `raht_filter_taps` を用いて、インター予測値をスケーリングしてもよい。当該階層においてインター予測を適用しないと判定された場合は、インター予測をスケーリングしなくてもよい。
- [0331] 具体的には、R A H T部2 0 8 0は、処理対象ノードが含まれる階層の深さが、インター予測の有効階層数以下であり、且つ、処理対象ノードが含まれる階層の深さが、上位何層目までをインター予測のスケーリング適用外と

するかを示す値以上である場合、インター予測値をスケーリングすると判定してもよい。

[0332] ここで、RAHT部2080は、インター予測の有効階層数について、`raht_inter_prediction_depth_minus1`を参照し、その値を用いてもよい。

[0333] また、RAHT部2080は、上位何層目までをインター予測のスケーリング適用外とするかを示す値について、`raht_inter_skip_layers`を参照し、その値を用いてもよい。

[0334] 若しくは、例えば、処理対象ノードが含まれる階層の深さが、インター予測の有効階層数以下であり、且つ、処理対象ノードが含まれる階層の深さが、上位何層目までをインター予測のスケーリング適用外とするかを示す値以上であり、且つ、処理対象ノードが含まれる階層において、インター予測が適用されると判定された場合に、RAHT部2080は、インター予測値をスケーリングすると判定してもよい。

[0335] ここで、RAHT部2080は、処理対象ノードが含まれる階層において、インター予測が適用するか否かの判定について、`raht_attr_layer_code_mode`を参照し、その値に基づいて行ってもよい。

[0336] 以上では、階層ごとのスケーリングファクタが1個ずつの場合について説明したが、例えば、スケーリングファクタをAC係数の周波数インデックス `idx` ごとに伝送する場合においても、上記で算出したスケーリングファクタの個数に階層ごとのスケーリングファクタ数を乗算することで、復号するスケーリングファクタ数を導出できる。スケーリングファクタ数は、例えば、7としても良い。

[0337] また、例えば、階層ごと及びAC係数の周波数インデックス `idx` ごとに異なるスケーリングファクタ  $\alpha_{(depth\_idx)}$  は、`raht_filter_taps`を参照し、その値を用いてもよい。

[0338] 或いは、`raht_send_inter_filters`を参照し、`raht_filter_taps`が伝送されないと判定された場合は、スケーリン

グファクタ $\alpha_{(depth\_idx)}$ は、ハードコーディングされた任意の値とされてもよい。

[0339] また、RAHT部2080は、AC係数の周波数インデックスをグルーピングし、各周波数インデックスに対してグループを割り当て、対応するグループのスケーリングファクタを、各周波数インデックスのスケーリングファクタとしてもよい。

[0340] また、RAHT部2080は、復号した一部のスケーリングファクタに基づいて、他のスケーリングファクタを導出する構成としてもよい。

[0341] 例えば、スケーリングファクタは、既に復号済みの別階層のスケーリングファクタに基づいて導出されてもよい。

[0342] すなわち、RAHT部2080は、復号した階層 $d_1$ の各周波数インデックス $i_{dx}$ のスケーリングファクタ $\alpha_{(d_1\_idx)}$ に基づいて、階層 $d_2$ の各周波数インデックス $i_{dx}$ のスケーリングファクタ $\alpha_{(d_2\_idx)}$ を求めてもよい。

[0343] 或いは、例えば、スケーリングファクタは、既に復号済みの別の周波数インデックスのスケーリングファクタに基づいて導出されてもよい。

[0344] すなわち、RAHT部2080は、復号した各階層の周波数インデックス $i_1$ のスケーリングファクタ $\alpha_{(depth\_i_1)}$ に基づいて、各階層の周波数インデックス $i_2$ のスケーリングファクタ $\alpha_{(depth\_i_2)}$ を求めてもよい。

[0345] 或いは、例えば、スケーリングファクタは、既に復号済みの別階層及び既に復号済みの別の周波数インデックスのスケーリングファクタに基づいて導出されてもよい。

[0346] すなわち、RAHT部2080は、復号した階層 $d_1$ の周波数インデックス $i_1$ のスケーリングファクタ $\alpha_{(d_1\_i_1)}$ に基づいて、階層 $d_2$ の周波数インデックス $i_2$ のスケーリングファクタ $\alpha_{(d_2\_i_2)}$ を求めてもよい。

[0347] また、RAHT部2080は、スケーリングファクタを復号後に、周波数

インデックスの順番を任意の順番に並び替えてもよい。

[0348] 例えば、RAHT部2080は、階層depthにおいて、復号したスケーリングファクタを、idx=3, 1, 5, 2, 6, 4, 7の順番に並べ替えてもよい。

[0349] (変更例2)

以下、図20～図25を参照して、上述の第1実施形態の変更例2について、上述の第1実施形態との相違点に着目して説明する。

[0350] 図20は、本変更例におけるAPS2611のシンタックス構成の一例である。なお、図6で説明したシンタックス構成との差分のみを説明する。

[0351] APS2611は、RAHT部2080において、属性情報の予測を行うかどうかを判定するための条件として、処理対象ノードの祖父ノード及び親ノードの隣接ノード数の閾値を示す値(raht\_prediction\_threshold0、raht\_prediction\_threshold1)を含んでいてもよい。

[0352] 例えば、処理対象ノードの祖父ノードの隣接ノード数がraht\_prediction\_threshold0より小さい場合、又は、処理対象ノードの親ノードの隣接ノード数がraht\_prediction\_threshold1より小さい場合は、属性情報のイントラ予測を行わないとし、それ以外の場合は、属性情報のイントラ予測を行うとしてもよい。

[0353] 図21は、ステップS28104の処理の一例を示すフローチャートである。なお、以下では、図9を用いて説明したフローチャートとの差分のみを説明し、図9から変更が無い箇所については同一の符号を付し説明を省略する。

[0354] 図21に示すように、ステップS28114において、RAHT部2080処理対象ノードのAC係数をイントラ予測するか否かを判定する。

[0355] RAHT部2080は、かかる判定において、イントラ予測が実行可能かどうかを調べ、イントラ予測が実行可能な場合に、イントラ予測し、イントラ予測が実行不可能な場合に、イントラ予測しないとしてもよい。

- [0356] 例えば、RAHT部2080は、処理対象ノードの祖父ノードおよび親ノードの隣接ノード数がそれぞれ`raht_prediction_threshold0`及び`raht_prediction_threshold1`以上である場合に、イントラ予測が実行可能と判定してもよい。
- [0357] 或いは、RAHT部2080は、処理対象ノードの親ノードの隣接ノード数が`raht_prediction_threshold1`以上である場合に、イントラ予測が実行可能と判定してもよい。
- [0358] RAHT部2080は、かかる判定において、処理対象ノードのAC係数をイントラ予測するか否かを示すフラグを復号し、その値を用いてもよい。
- [0359] かかるフラグは、ノードごとに復号されてもよいし、階層ごとに復号されてもよい。かかるフラグは、イントラ予測が前述の方法で実行可能と判定された場合にのみ復号され、上述の判定が行われるとしてもよい。かかるフラグは、スライスデータに含まれていてもよい。
- [0360] イントラ予測が実行可能な場合、本動作は、ステップS28112へ進み、イントラ予測が実行不可の場合、本動作は、ステップS28115へ進む。
- [0361] ステップS28115において、RAHT部2080は、処理対象ノードのAC係数の予測をスキップする。例えば、RAHT部2080は、予測は行わず、予測値を0として後続の処理へ入力してもよい。
- [0362] ステップS28115が終了すると、本動作は、ステップS28113へ進み、ステップS28104の処理を終了する。
- [0363] なお、ステップS28109の判定は、ビットストリームに含まれるシンタックス（フラグ等）による判定に置き換えられてもよい。かかるシンタックスは、RAHTの層毎に復号されてもよい。かかるシンタックスは、APS2611やASH2612A/2612Bやスライスデータ2613A/2613Bに含まれていてもよい。
- [0364] 図22及び図23は、ステップS28104の処理の一例を示すフローチャートである。なお、以下では、図21を用いて説明したフローチャートと

の差分のみを説明し、図 2 1 から変更が無い箇所については、同一の符号を付し説明を省略する。

[0365] 図 2 2 に示すように、ステップ S 2 8 1 0 9 において、R A H T 部 2 0 8 0 が、処理対象ノードが含まれる階層の深さが閾値より大きいと判定した場合、本動作は、図 2 3 のイントラ優先フローへ進む。

[0366] 図 2 3 のイントラ優先フローでは、本動作は、ステップ S 2 8 1 1 6 へ進む。

[0367] ステップ S 2 8 1 1 6 において、R A H T 部 2 0 8 0 は、ステップ S 2 8 1 1 4 と同様の方法により、イントラ予測が実行可能かどうかを判定する。

[0368] イントラ予測が実行可能な場合、本動作は、ステップ S 2 8 1 1 2 へ進み、イントラ予測が実行不可の場合、本動作は、ステップ S 2 8 1 1 7 へ進む。

[0369] ステップ S 2 8 1 1 7 において、R A H T 部 2 0 8 0 は、インター予測が実行可能かどうかを判定する。ここで、R A H T 部 2 0 8 0 は、ステップ S 2 8 1 1 0 と同様に、参照ノードの有無或いはインター予測を実行するか否かを示すフラグを復号して、その値により判定してもよい。かかるフラグは、ある階層以上においてノードごとに復号し、ある階層より下位の階層において当該処理ノードの親ノードと同一のフラグを使用するとしてもよい。「ある階層」は、A P S 2 6 1 1 や A S H 2 6 1 2 A / 2 6 1 2 B 等のヘッダに含まれるシンタックスで指定されてもよく、事前に設定した固定値により指定されてもよい。

[0370] インター予測が実行可能な場合、本動作は、ステップ S 2 8 1 1 8 へ進み、インター予測が実行不可の場合、本動作は、ステップ S 2 8 1 1 5 へ進む。

[0371] ステップ S 2 8 1 1 8 において、R A H T 部 2 0 8 0 は、処理対象ノードの A C 係数のインター予測を行う。

[0372] ここで、R A H T 部 2 0 8 0 は、図 1 5 で説明した方法と同様に、参照ノード或いは参照ノードの隣接ノードの A C 係数或いは属性値を用いて、処理

対象ノードのAC係数をインター予測してもよい。

[0373] また、RAHT部2080は、参照ノード或いは参照ノードの隣接ノードの属性値を用いる場合、属性値に対して処理対象フレームの重みを用いたRAHTを適用することで、処理対象ノードのAC係数の予測を行うとしてもよい。

[0374] さらに、RAHT部2080は、参照ノード及び参照ノードの隣接ノードの両方のAC係数或いは属性値を用いてインター予測を行うとしてもよい。

[0375] 例えば、RAHT部2080は、参照ノード及び参照ノードの隣接ノードのAC係数の重み付き平均を処理対象ノードのAC係数の予測値としてもよい。

[0376] また、RAHT部2080は、参照ノード及び参照ノードの隣接ノードの属性値の重み付き平均に、処理対象フレームの重みを用いたRAHTを適用して得たAC係数を、処理対象ノードのAC係数の予測値としてもよい。

[0377] ここで、RAHT部2080は、重み付き平均の重みについて、参照ノードの重みを大きく、参照ノードの隣接ノードの重みを小さく設定してもよい。

[0378] さらに、RAHT部2080は、重み付き平均の重みについて、参照ノードの隣接ノードの中で、面隣接ノードの重みを大きく、エッジ隣接ノードの重みを小さく設定してもよい。

[0379] RAHT部2080は、参照ノード或いは参照ノードの隣接ノードに空ノードが含まれる場合は、空ノード以外のノードの値を用いて重み付き平均を算出してもよい。

[0380] かかるインター予測が完了すると、本動作は、ステップS28113へ進み、ステップS28104の処理を終了する。

[0381] 図24は、ステップS28104の処理の一例を示すフローチャートである。なお、以下では、図22を用いて説明したフローチャートとの差分のみを説明し、図22から変更が無い箇所については同一の符号を付し説明を省略する。

- [0382] 図24に示すように、ステップS28114において、イントラ予測が実行不可と判定された場合、本動作は、ステップS28119へ進む。
- [0383] ステップS28119において、RAHT部2080は、処理対象ノードのAC係数を拡大イントラ予測により予測するか否かを判定する。拡大イントラ予測については、後述する。
- [0384] RAHT部2080は、例えば、処理対象ノードの祖父ノード及び親ノードの隣接ノード数がそれぞれの閾値以上である場合に、拡大イントラ予測が実行可能と判定してもよい。ここで、閾値は、APS等のヘッダ情報として復号されてもよい。
- [0385] RAHT部2080は、処理対象ノードのAC係数を拡大イントラ予測により予測するか否かを示すフラグを復号し判定してもよい。かかるフラグは、スライスデータに含まれていてもよい。かかるフラグは、ノードごとに復号されてもよいし、階層ごとに復号されてもよい。かかるフラグは、拡大イントラ予測が前述の方法で実行可能と判定された場合にのみ復号され、判定が行われるとしてもよい。かかるフラグは、ある階層以上においてノードごとに復号し、ある階層より下位の階層において当該処理ノードの親ノードと同一のフラグを使用するとしてもよい。「ある階層」は、APS2611やASH2612A/2612B等のヘッダに含まれるシンタックスで指定されてもよく、事前に設定した固定値により指定されてもよい。
- [0386] 拡大イントラ予測が実行可能と判定された場合、本動作は、ステップS28120に進み、拡大イントラ予測が実行不可と判定された場合、本動作は、ステップS28115に進む。
- [0387] ステップS28120において、RAHT部2080は、処理対象ノードのAC係数を拡大イントラ予測により予測する。
- [0388] ここで、拡大イントラ予測は、処理対象ノードの隣接ノードの値に加え、直接隣接していない近傍ノードの値を参照して復号対象ノードの属性値を予測する。
- [0389] 拡大イントラ予測で用いられる近傍ノードは、図25に示すように、復号

対象ノードの親ノードが隣接するノードのうち、復号対象ノードが直接隣接しないノードとしてもよい。

[0390] 復号対象ノードの属性値の予測は、ステップS 2 8 2 0 3 及びステップS 2 8 2 0 6 と同様に、処理対象ノードの上位の階層の隣接ノード、サブノード階層の隣接ノード及び近傍ノードの属性値の重み付き平均により算出される。

[0391] 属性値の予測値からA C 係数の予測値への変換は、ステップS 2 8 2 0 7 と同様の方法で行われる。

[0392] (変更例3)

以下、図2 6 ～図3 4 を参照して、上述の第1 実施形態の変更例2 について、上述の第1 実施形態との相違点に着目して説明する。

[0393] 図2 6 は、本変更例3 におけるR A H T の処理フローを説明する図である。なお、以下では、図7 を用いて説明した箇所との差分のみを説明し、図7 から変更が無い箇所については、同一の符号を付し説明を省略する。

[0394] 本変更例3 では、図7 のステップS 3 0 0 0 1 に示す通り、R A H T 部2 0 8 0 は、領域分割処理を行う。

[0395] 以下、図2 7 を参照して、かかる領域分割処理の一例について説明する。

[0396] 図2 7 ( a ) は、ステップS 2 8 0 0 1 で構築されるO c t r e e の一例である。

[0397] 図7 のフローでは、R A H T 部2 0 8 0 は、図2 7 ( a ) のO c t r e e に対して後段の処理を行う。

[0398] 一方で、本変更例3 では、図2 7 ( b ) に示すように、R A H T 部2 0 8 0 は、上述のO c t r e e を所定の階層（図2 7 ( b ) の例では、ノードサイズが2 N となる階層）で分割する。

[0399] 以降では、1 つのルートノードに連なるノードの塊を「ツリー」と呼称する。

[0400] ステップS 3 0 0 0 1 の処理は、図2 7 ( a ) に示すような1 つのツリーを、複数のツリーに分割する処理であると言える。なお、所定サイズのノ

ドごとにツリーを分割することは、復号対象の空間を各ルートノードに対応する領域に分割する処理であるとも言える。

[0401] 本変更例3では、RAHT部2080は、以上のように分割した複数のツリーに対してRAHTの処理を行う。

[0402] ここで、図26の例では、RAHT部2080は、ステップS28001のOctreeの処理を先に実行した後、ステップS30001の領域分割処理を行っているが、この順番を入れ替えて、ステップS30001の領域分割処理を先に実行してから、領域ごとにステップS28001のOctreeの処理を実行してもよい。

[0403] ステップS30001の領域分割処理を先に実行する場合は、復号対象の各点の座標情報及び所定のノードサイズから、同一ルートノードに属する点ごとに各点を分類することで実現できる。

[0404] 具体的には、例えば、RAHT部2080は、まず、復号対象の点をMorton code順にソートしておき、その後、ルートノードごとの領域に分割してもよい。

[0405] Octreeの処理が、Morton code順に実行されている場合、復号対象の点をMorton code順にソートしておけば、同一のルートノードに属する点が連続して出現するようになるため、領域分割が容易になる。

[0406] また、所定のノードサイズは、APS2611やASH2612に含まれるシンタックスとして復号されてもよい。

[0407] 図28は、APS2611で当該情報を伝送する場合のシンタックステーブルの例を示している。

[0408] 属性情報復号部2060は、上記の領域分割処理を実行するか否かを制御するフラグ(`raht_split_enabled`)を復号してもよい。かかるフラグの値が「1」の場合は、RAHT部2080は、分割処理を実行し、図26のフローで処理を行うように規定されていてもよい。一方、かかるフラグの値が「0」の場合は、RAHT部2080は、分割処理を行わず

、例えば、図7のフローで処理を行うように規定されていてもよい。

[0409] また、領域分割処理を実行するか否かを制御するフラグが「領域分割する」ことを示している場合、属性情報復号部2060は、領域分割時のルートノードサイズを指定するシンタックス (`raht_split_nodesize_log2`) を復号してもよい。

[0410] ルートノードサイズとして取り得る値を2のべき乗のみとする場合、属性情報復号部2060は、かかるシンタックスとして、ルートノードサイズに対して2を底とする対数に変換した値を復号してもよい。

[0411] また、ルートノードサイズの最小値を規定する場合、属性情報復号部2060は、かかるシンタックスとして、かかる最小値を予め減じた値を復号してもよい。

[0412] 例えば、属性情報復号部2060は、ルートノードサイズの最小値を4 ( $=2^2$ ) とする場合、`raht_split_nodesize_log2` として復号した値にまず2を加えて、その後、2のべき乗の形に変換することで、最終的なルートノードサイズを算出してもよい。

[0413] また、属性情報復号部2060は、ルートノードサイズの代わりに、`Octree`のどの階層（レベル）で領域分割するかどうかを復号してもよい。

[0414] 例えば、属性情報復号部2060は、`Octree`の一番密な階層をレベル0として、一段階疎にするにつれてレベル1、レベル2と定義する場合の、どのレベルでツリーを分割するかを示す値を復号してもよい。

[0415] なお、以上では、APS2611にて、上述の情報を復号する例について説明したが、かかる情報は、ASH2612に含まれていてもよいし、SPS2601に含まれていてもよい。すなわち、かかる情報は、いずれかのヘッダにて含まれていればよい。

[0416] 上述の領域分割処理が実行された後、本動作は、ステップS30002へ進む。

[0417] ステップS30002において、RAHT部2080は、全ての領域（ツリー）に対して処理が完了したかどうかを確認する。かかる処理が完了した

場合は、本動作は、ステップS 2 8 0 0 8に進んで処理を終了する。一方、かかる処理が完了していない場合は、本動作は、ステップS 2 8 0 0 2に進む。

[0418] 次に、図29を参照して、ステップS 3 0 0 0 3におけるDC係数の復号処理について、ステップS 2 8 0 0 3との差分を説明する。

[0419] ステップS 2 8 0 0 3の例では、ルートノードは、1つしか存在しなかったが、本変更例3では、上述の通り、複数のルートノード及びそれに対応するDC係数が存在する。

[0420] 図29(a)は、4つのルートノード( $R_a$ 、 $R_b$ 、 $R_c$ 、 $R_d$ )が存在する場合の例を示している。ここで、復号順序は、 $R_a$ のツリー→ $R_b$ のツリー→ $R_c$ のツリー→ $R_d$ のツリーの順とする。

[0421] 例えば、各ルートノードのDC係数は、それぞれ独立に復号されてもよい。このような構成とすることで、各ルートノードのDC係数の復号処理を並列実行することが可能となり、処理時間を削減できる。

[0422] また、例えば、RAHT部2080は、既に復号が完了したルートノードのDC係数を用いて、復号対象のツリーのルートノードのDC係数の予測値を生成し、かかる予測値と復号したDC係数値(DC係数の残差)とを加算することで、復号対象のツリーのルートノードのDC係数を復号してもよい。

[0423] 具体的には、例えば、RAHT部2080は、復号順で直前に復号したDC係数を、上述の予測値としてもよい。

[0424] 図29(a)の例では、RAHT部2080は、 $R_b$ のツリーのルートノードのDC係数の予測には、 $R_a$ のツリーのルートノードのDC係数を使用し、 $R_c$ のツリーのルートノードのDC係数の予測には、 $R_b$ のツリーのルートノードのDC係数を使用することになる。

[0425] また、例えば、RAHT部2080は、既に復号済みのルートノードのDC係数を用いて、図10で説明したようなイントラ予測を行ってもよい。

[0426] 例えば、図29(b)に示すように、ルートノード( $R_a$ 、 $R_b$ 、 $R_c$ 、 $R_d$

）は、空間的に隣接している可能性があるため、この場合は、図10で説明したイントラ予測を実行できる。

[0427] なお、ルートノードより上位のレベルのノードは無いため、図10のステップS28205のサブノード階層の属性値のみから、ステップS28206の予測値の生成処理を実行することとなる。

[0428] このような構成とすることで、DC係数の符号量を削減することができる。

[0429] また、RAHT部2080は、既に復号済みの他のフレームのDC係数を用いて、インター予測を行ってもよい。

[0430] 次に、ステップS30005のAC係数の復号処理について説明する。

[0431] ステップS30005の処理は、基本的には、ステップS28005及び図10で説明した処理と同一である。差分は、図10のステップS28202、ステップS28204及びステップS28205で説明した隣接ノード或いはサブノードの属性値を取得する際の探索範囲である。

[0432] 例えば、RAHT部2080は、図10のステップS28202、ステップS28204及びステップS28205で説明した隣接ノード或いはサブノードの属性値を取得する際に、同一ルートノードに属するノードのみを探索範囲としてもよい。

[0433] 例えば、RAHT部2080は、図30(a)におけるノードC6のAC係数のイントラ予測を行う場合、点線で囲まれた領域を探索範囲としてもよい。

[0434] 具体的には、RAHT部2080は、ステップS28202及びステップS28204では、ノードC1～C3を探索範囲とし、ステップS28205では、ノードC4及びノードC5を探索範囲としてもよい。

[0435] このような構成とすることで、ツリーごとに独立してAC係数の復号が可能になるため、ツリー単位での並列処理が可能となる。

[0436] また、例えば、RAHT部2080は、図10のステップS28202、ステップS28204及びステップS28205で説明した隣接ノード或い

はサブノードの属性値を取得する際に、他のルートノードに属するノードも含めて、復号済みの全てのノードを探索範囲に含んでもよい。

[0437] 例えば、R A H T部2080は、図30（b）におけるノードC6のAC係数のイントラ予測を行う場合、点線で囲まれた領域を探索範囲としてもよい。

[0438] 具体的には、R A H T部2080は、ステップS28202及びステップS28204では、ノードA1～A3、B1、B2、C1～C3を探索範囲とし、ステップS28205では、ノードA4～A10、B3～B6、C4及びC5を探索範囲としてもよい。

[0439] このような構成とすることで、図30（a）の構成と比較して、多数のノードを予測に使用できるため、予測精度が向上し、AC係数の符号量を削減することができる。

[0440] 次に、ステップS30003及びステップS30005の両方に関連して、係数を復号する際のコンテキストの構築について、図31を用いて説明する。

[0441] 係数を復号する際のコンテキスト（算術復号に用いる確率分布）は、図31（a）に示すように、ツリーごとに初期化されてもよい。

[0442] ここで、図中の矢印は、係数復号に用いるコンテキストの更新処理を行う順序を示している。

[0443] R A H T部2080は、初めに、各ルートノードにおけるDC係数→AC係数の順に復号し、その後は、幅優先探索の順序で一次的にAC係数を復号及びコンテキストの更新を行う。

[0444] 図31（a）の構成とすることで、コンテキストがツリーごとに独立であるため、係数の復号処理をツリーごとに並列で実行できる。

[0445] 係数を復号する際のコンテキスト（算術復号に用いる確率分布）は、図31（b）に示すように、最初のルートノードを復号する前に1回だけ初期化され、以降、復号処理順に順次更新されてもよい。

[0446] 係数を復号する際のコンテキスト（算術復号に用いる確率分布）は、図3

2 (a) に示すように、異なるツリー間で同一レベルごとに初期化及び更新が行われてもよい。

[0447] レベルごとに係数の絶対値の分布が異なる場合、図3 2 (a) のように、レベルごとにコンテキスト（確率分布）を更新していくことで、各レベルに適した確率分布に収束しやすくなり、符号化効率を改善することができる。

[0448] 係数を復号する際のコンテキスト（算術復号に用いる確率分布）は、図3 2 (b) に示すように、ルートノードとそれ以外のノードとで、それぞれ別々に初期化及び更新が行われてもよい。

[0449] さらに、R A H T部2 0 8 0は、ルートノードのD C係数とそれ以外の係数（ルートノードのA C係数と、他のノードのA C係数）とに分けてコンテキストを初期化及び更新を行ってもよい。

[0450] A C係数の絶対値と比較して、D C係数の絶対値は非常に大きくなる性質があるため、D C係数及びA C係数のコンテキスト（確率分布）を分離することで、それぞれに適した確率分布に収束し、符号化効率を改善することができる。

[0451] 上述の第1実施形態及び変更例1～3は、それぞれ任意の組み合わせが可能である。

[0452] また、上述の点群符号化装置1 0 0及び点群復号装置2 0 0は、コンピュータに各機能（各工程）を実行させるプログラムであって実現されていてもよい。

[0453] なお、上記の各実施形態では、本発明を点群符号化装置1 0 0及び点群復号装置2 0 0への適用を例にして説明したが、本発明は、かかる例のみに限定されるものではなく、点群符号化装置1 0 0及び点群復号装置2 0 0の各機能を備えた点群符号化/復号システムにも同様に適用できる。

### 産業上の利用可能性

[0454] なお、本実施形態によれば、例えば、動画像通信において総合的なサービス品質の向上を実現できることから、国連が主導する持続可能な開発目標（S D G s）の目標9「レジリエントなインフラを整備し、持続可能な産業化

を推進するとともに、イノベーションの拡大を図る」に貢献することが可能となる。

### 符号の説明

- [0455] 1 0 …点群処理システム  
1 0 0 …点群符号化装置  
1 0 1 0 …座標変換部  
1 0 2 0 …幾何情報量子化部  
1 0 3 0 …ツリー解析部  
1 0 4 0 …近似表面解析部  
1 0 5 0 …幾何情報符号化部  
1 0 6 0 …幾何情報再構成部  
1 0 7 0 …色変換部  
1 0 8 0 …属性転移部  
1 0 9 0 …R A H T 部  
1 1 0 0 …L o D 算出部  
1 1 1 0 …リフティング部  
1 1 2 0 …属性情報量子化部  
1 1 3 0 …属性情報符号化部  
2 0 0 …点群復号装置  
2 0 1 0 …幾何情報復号部  
2 0 2 0 …ツリー合成部  
2 0 3 0 …近似表面合成部  
2 0 4 0 …幾何情報再構成部  
2 0 5 0 …逆座標変換部  
2 0 6 0 …属性情報復号部  
2 0 7 0 …逆量子化部  
2 0 8 0 …R A H T 部  
2 0 9 0 …L o D 算出部

2 1 0 0…逆リフティング部

2 1 1 0…逆色変換部

## 請求の範囲

- [請求項1] 点群復号装置であって、
- R A H T の A C 係数のインター予測において、前記 A C 係数の予測値又は属性値の予測値に、スケーリングファクタを適用する R A H T 部と、
- 前記インター予測において使用する前記スケーリングファクタの個数を導出し、前記個数分だけ前記スケーリングファクタを復号する属性情報復号部とを備えることを特徴とする点群復号装置。
- [請求項2] 前記属性情報復号部は、インター予測の有効階層数を用いて前記スケーリングファクタの個数を導出することを特徴とする請求項 1 に記載の点群復号装置。
- [請求項3] 前記属性情報復号部は、階層ごとのインター予測の適用可否モードを伝送するか否かを判定し、前記判定結果に基づいて、前記インター予測の有効階層数の導出方法を制御することを特徴とする請求項 2 に記載の点群復号装置。
- [請求項4] 前記属性情報復号部は、前記階層ごとのインター予測の適用可否モードを伝送するか否かの判定結果が、「階層ごとのインター予測の適用可否モードを伝送する」であった場合、階層ごとのインター予測の適用可否モードを復号し、前記階層ごとのインター予測の適用可否モードに基づいて前記インター予測の有効階層数を導出することを特徴とする請求項 3 に記載の点群復号装置。
- [請求項5] 前記属性情報復号部は、前記インター予測の有効階層数から、上位何層目までをインター予測のスケーリング適用外とするかを示す値を減算することで前記スケーリングファクタの個数を導出することを特徴とする請求項 2 ～ 4 のいずれか一項に記載の点群復号装置。
- [請求項6] 点群復号方法であって、
- R A H T の A C 係数のインター予測において、前記 A C 係数の予測値又は属性値の予測値に、スケーリングファクタを適用する工程と、

前記インター予測において使用する前記スケーリングファクタの個数を導出し、前記個数分だけ前記スケーリングファクタを復号する工程とを有することを特徴とする点群復号方法。

[請求項7]

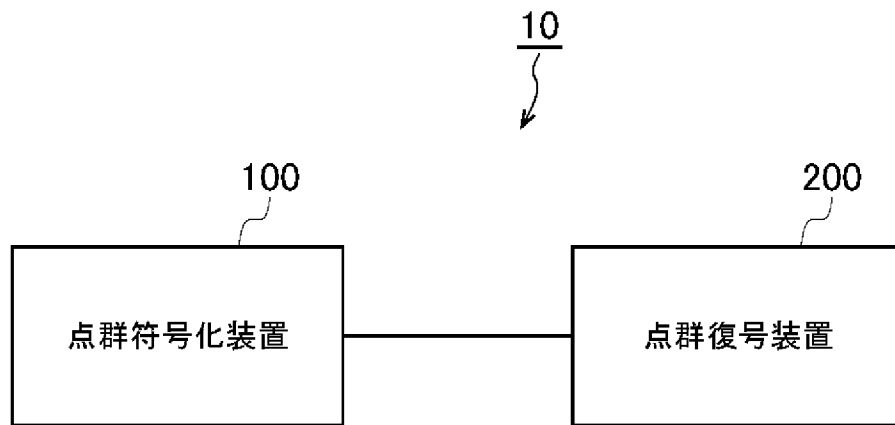
コンピュータを、点群復号装置として機能させるプログラムであって、

前記点群復号装置は、

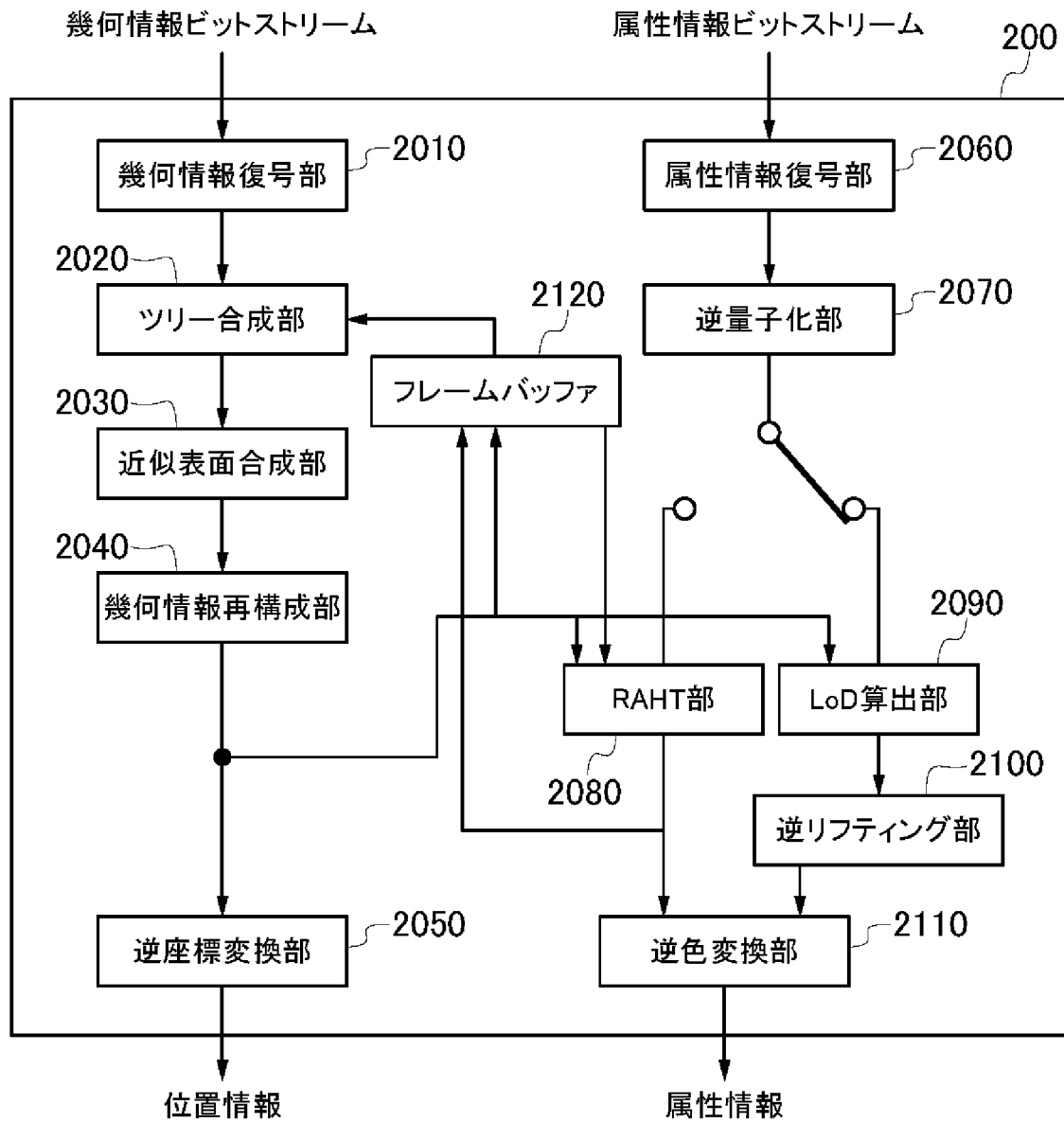
R A H T の A C 係数のインター予測において、前記 A C 係数の予測値又は属性値の予測値に、スケーリングファクタを適用する R A H T 部と、

前記インター予測において使用する前記スケーリングファクタの個数を導出し、前記個数分だけ前記スケーリングファクタを復号する属性情報復号部とを備えることを特徴とするプログラム。

[図1]



[図2]

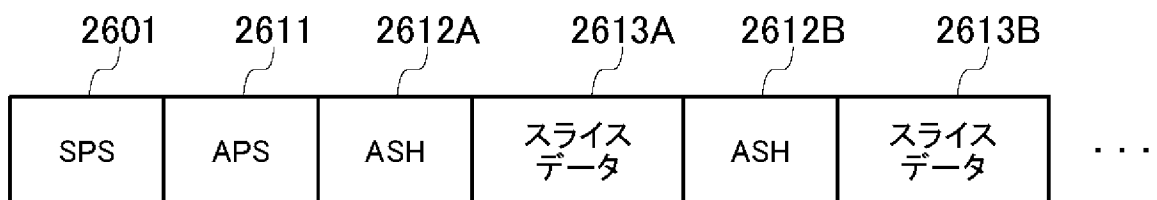


[図3]



[illegible]

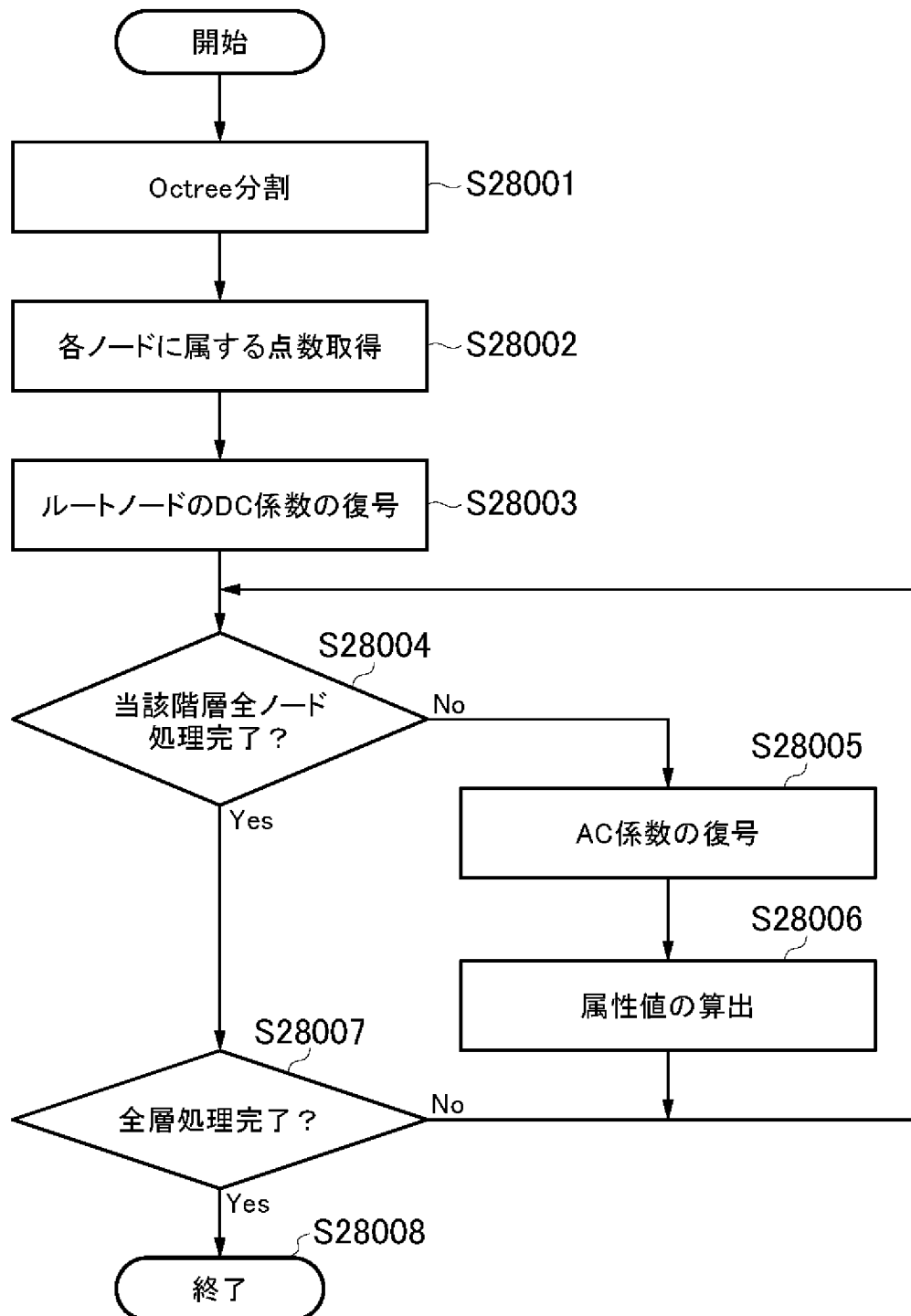
[図5]



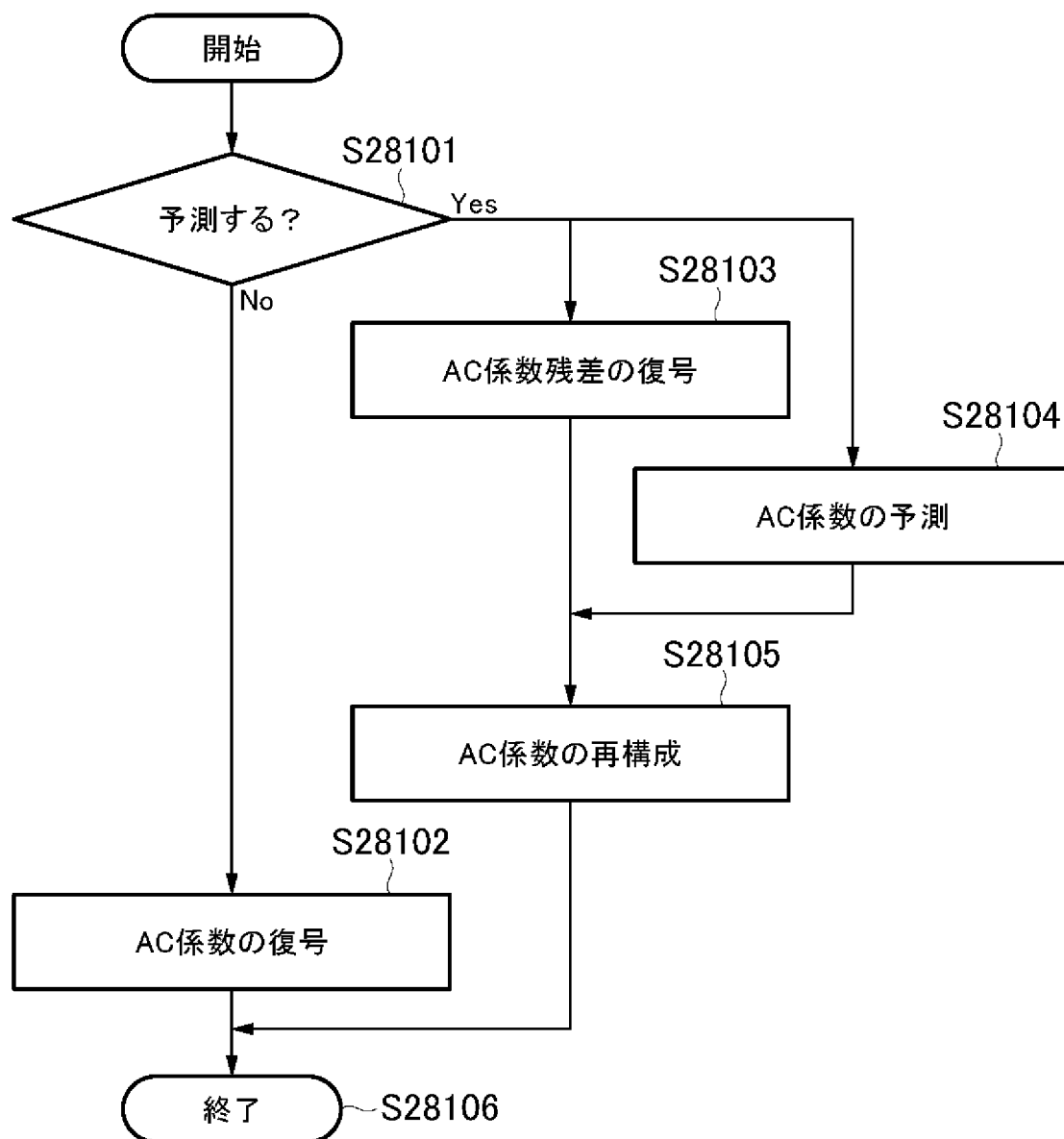
[図6]

|                                              | Descriptor |
|----------------------------------------------|------------|
| attribute_parameter_set() {                  |            |
| aps_attr_parameter_set_id                    | ue(v)      |
| attr_coding_type                             | ue(v)      |
| ...                                          |            |
| if(attr_coding_type == 0) {                  |            |
| ...                                          |            |
| raht_prediction_enabled                      | u(1)       |
| if(raht_prediction_enabled) {                |            |
| raht_subnode_prediction_enable_flag          | u(1)       |
| raht_prediction_weights                      | ue(v)      |
| ...                                          |            |
| if(raht_subnode_prediction_enabled) {        |            |
| raht_smoothing_enable_flag                   | u(1)       |
| raht_smoothing_weighted_average_weights      | ue(v)      |
| raht_smoothing_non_linear_clipping_weights   | ue(v)      |
| raht_smoothing_non_linear_clipping_threshold | ue(v)      |
| ...                                          |            |
| }                                            |            |
| }                                            |            |
| }                                            |            |
| ...                                          |            |
| if(attr_coding_type == 0) {                  |            |
| raht_inter_prediction_enabled                | u(1)       |
| if(raht_inter_prediction_enabled) {          |            |
| raht_inter_prediction_depth_minus1           | ue(v)      |
| }                                            |            |
| ...                                          |            |
| }                                            |            |
| }                                            |            |

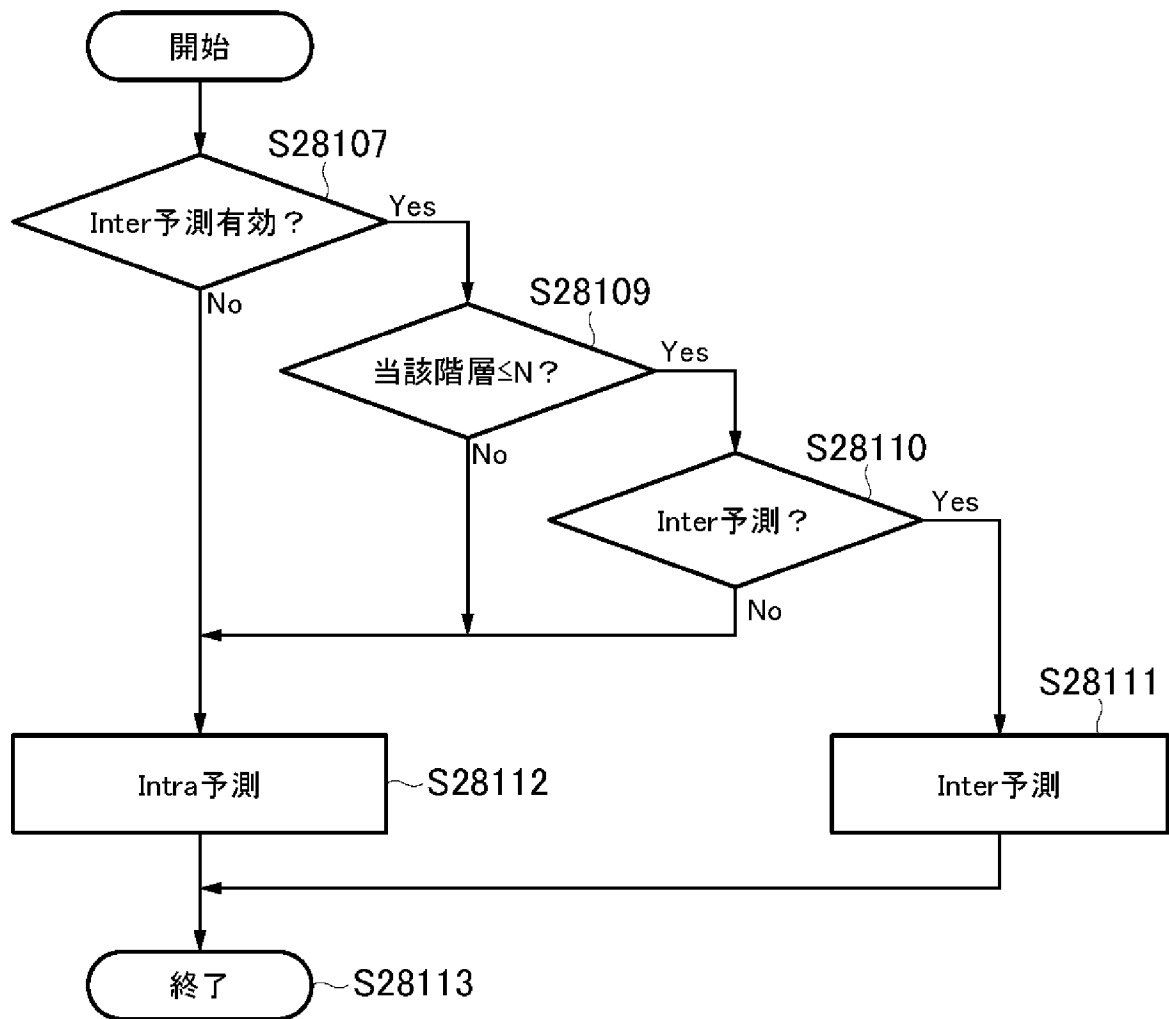
[図7]



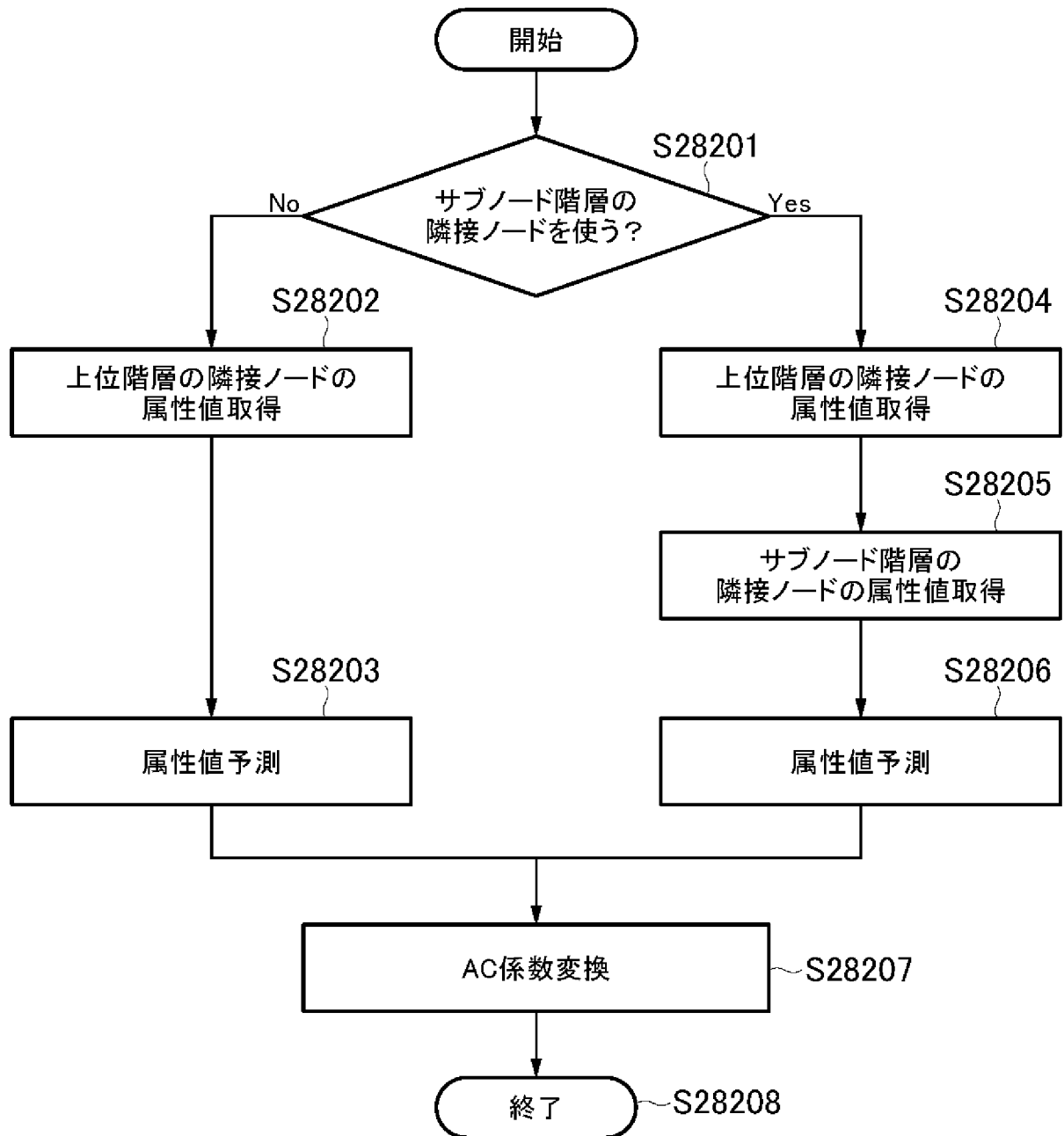
[図8]



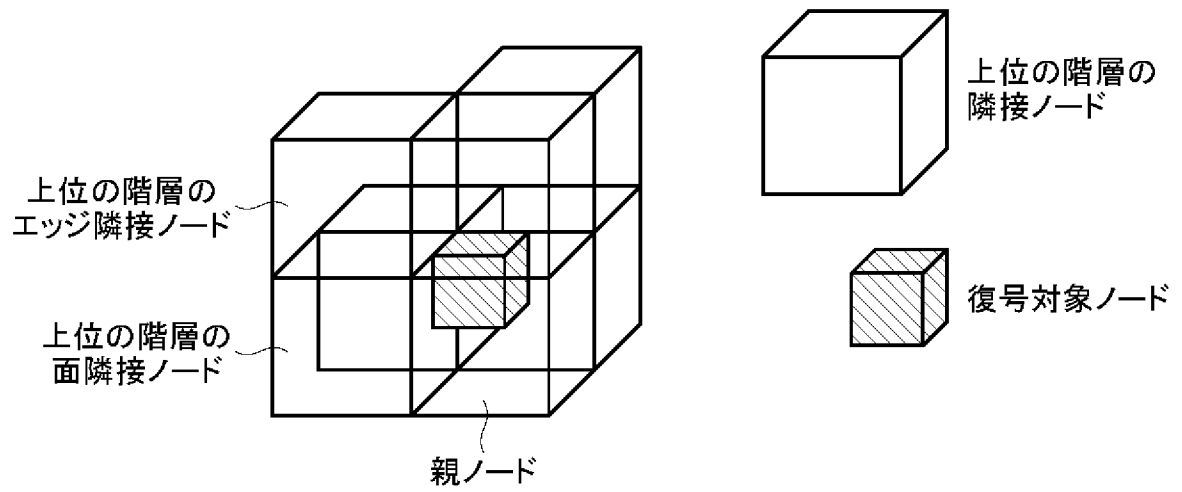
[図9]



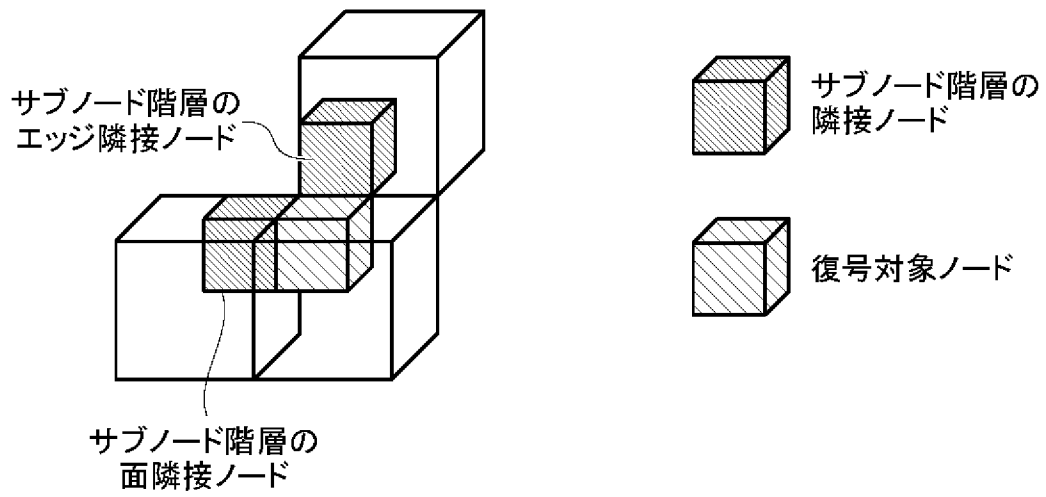
[図10]



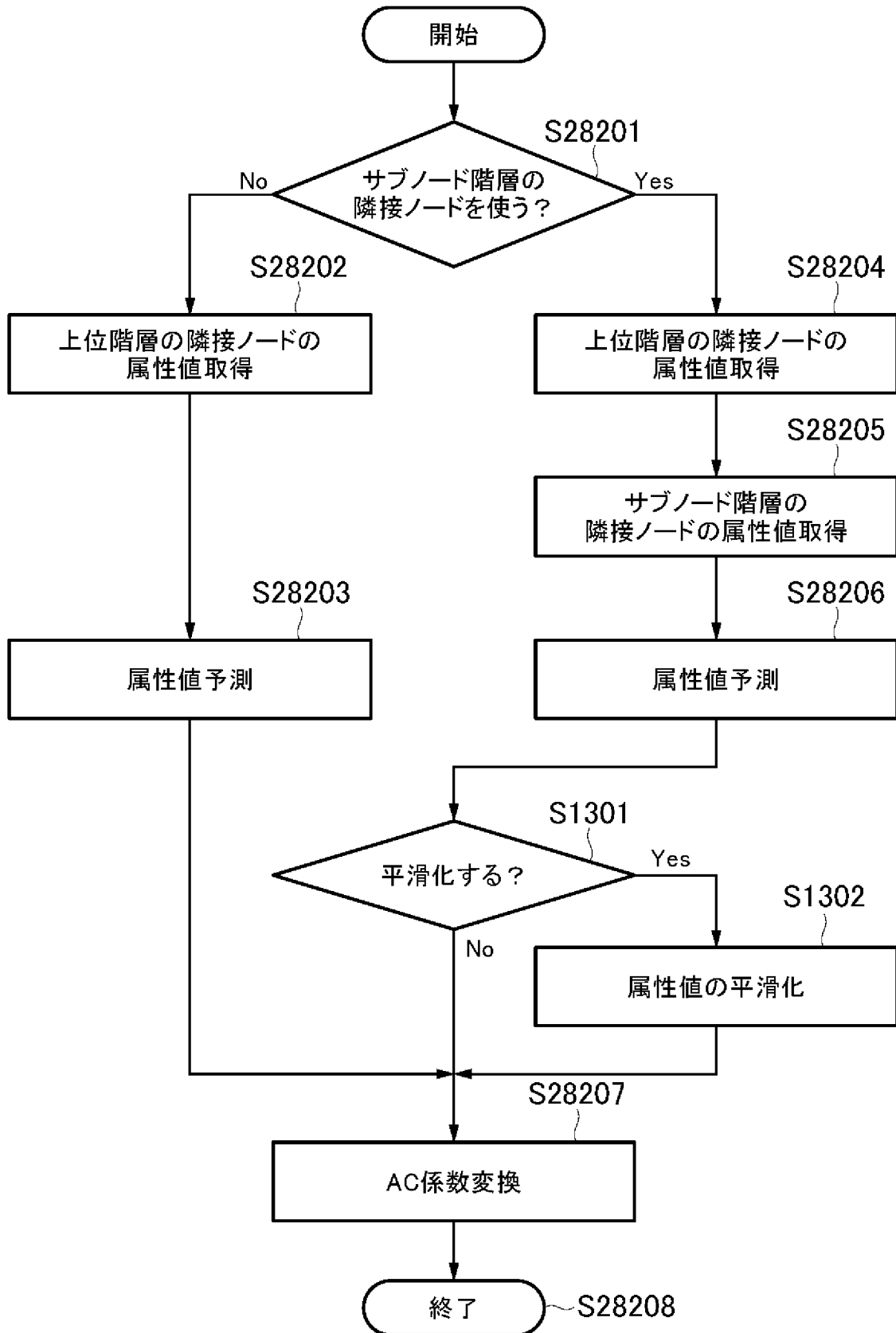
[図11]



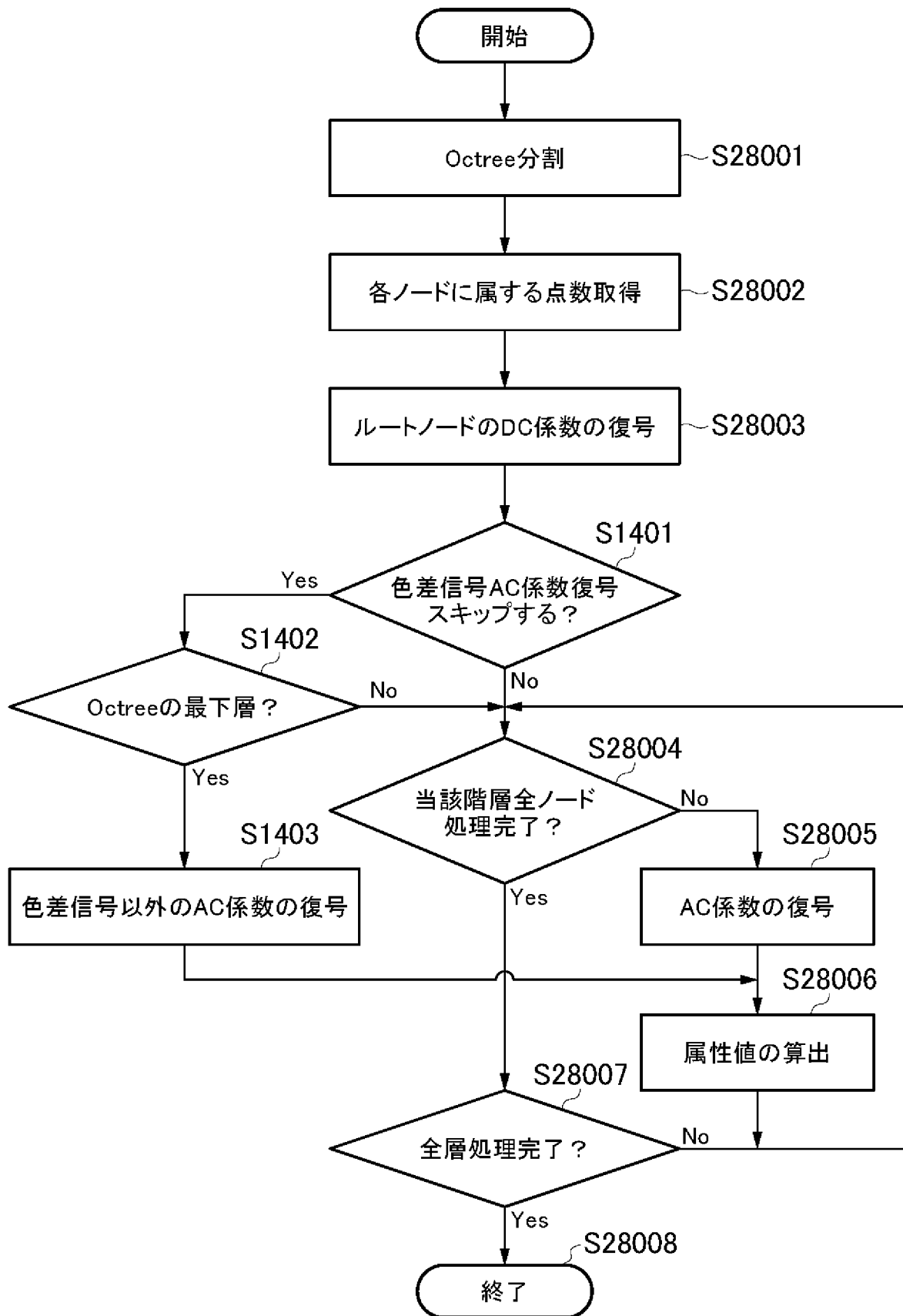
[図12]



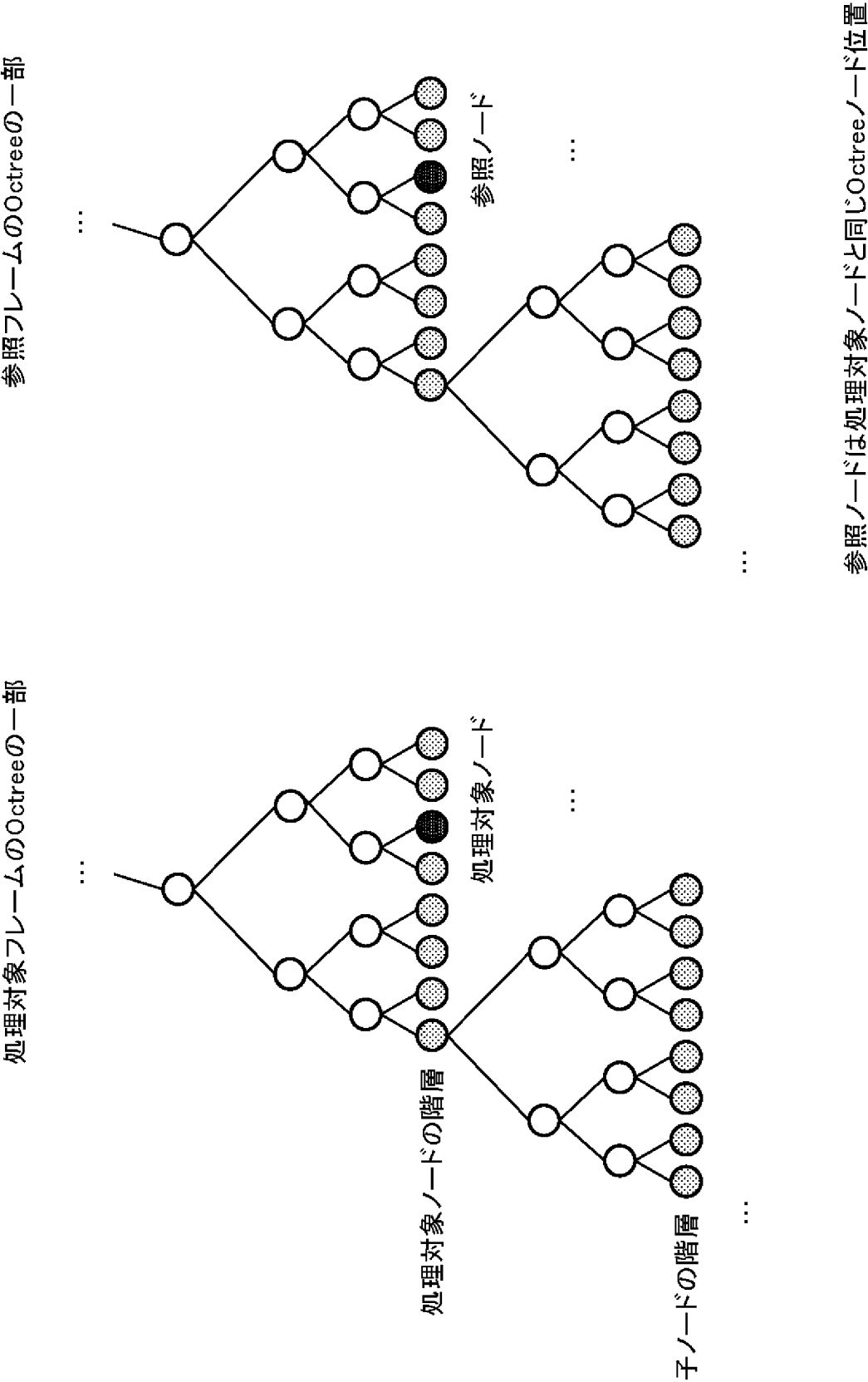
[図13]



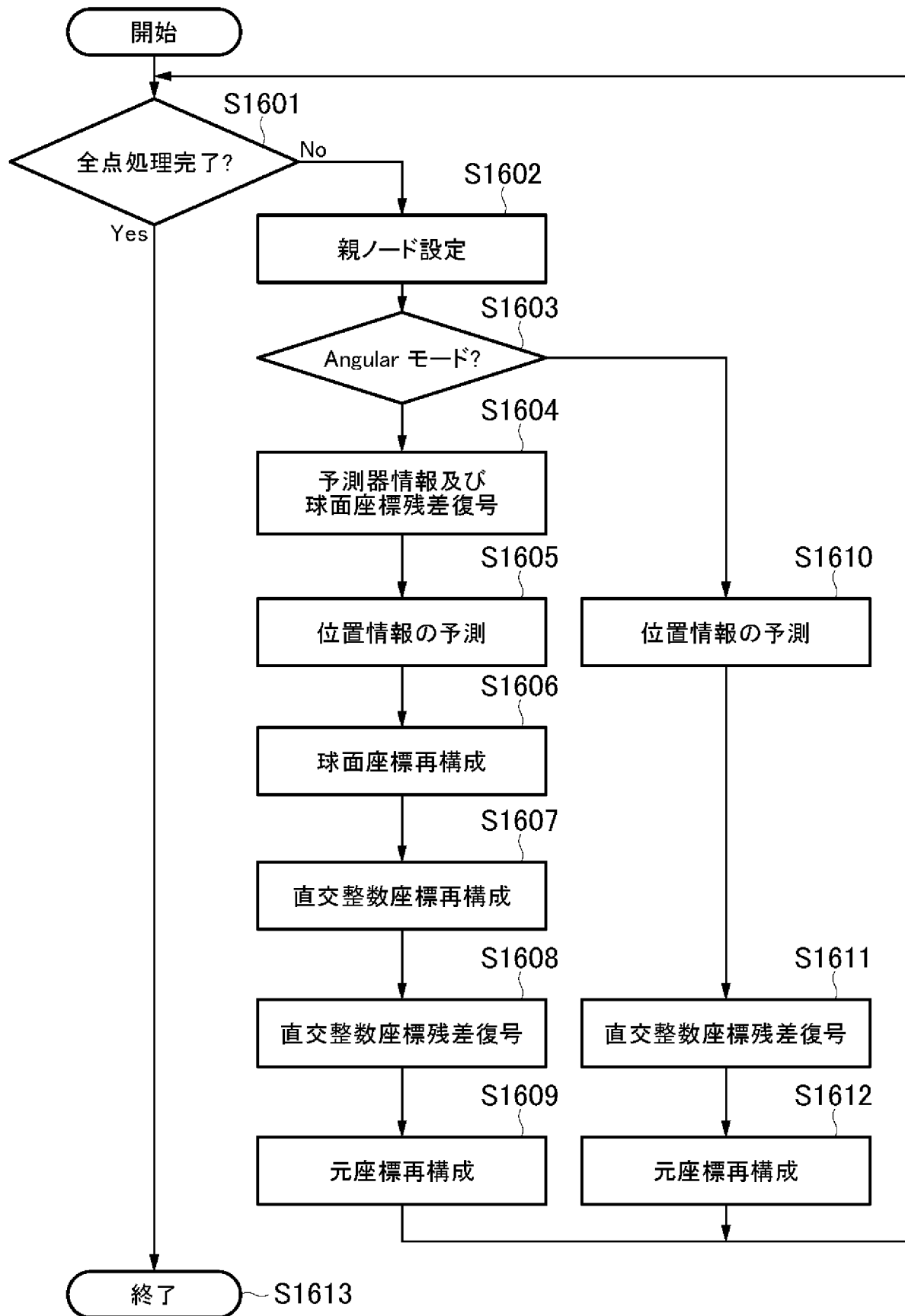
[図14]



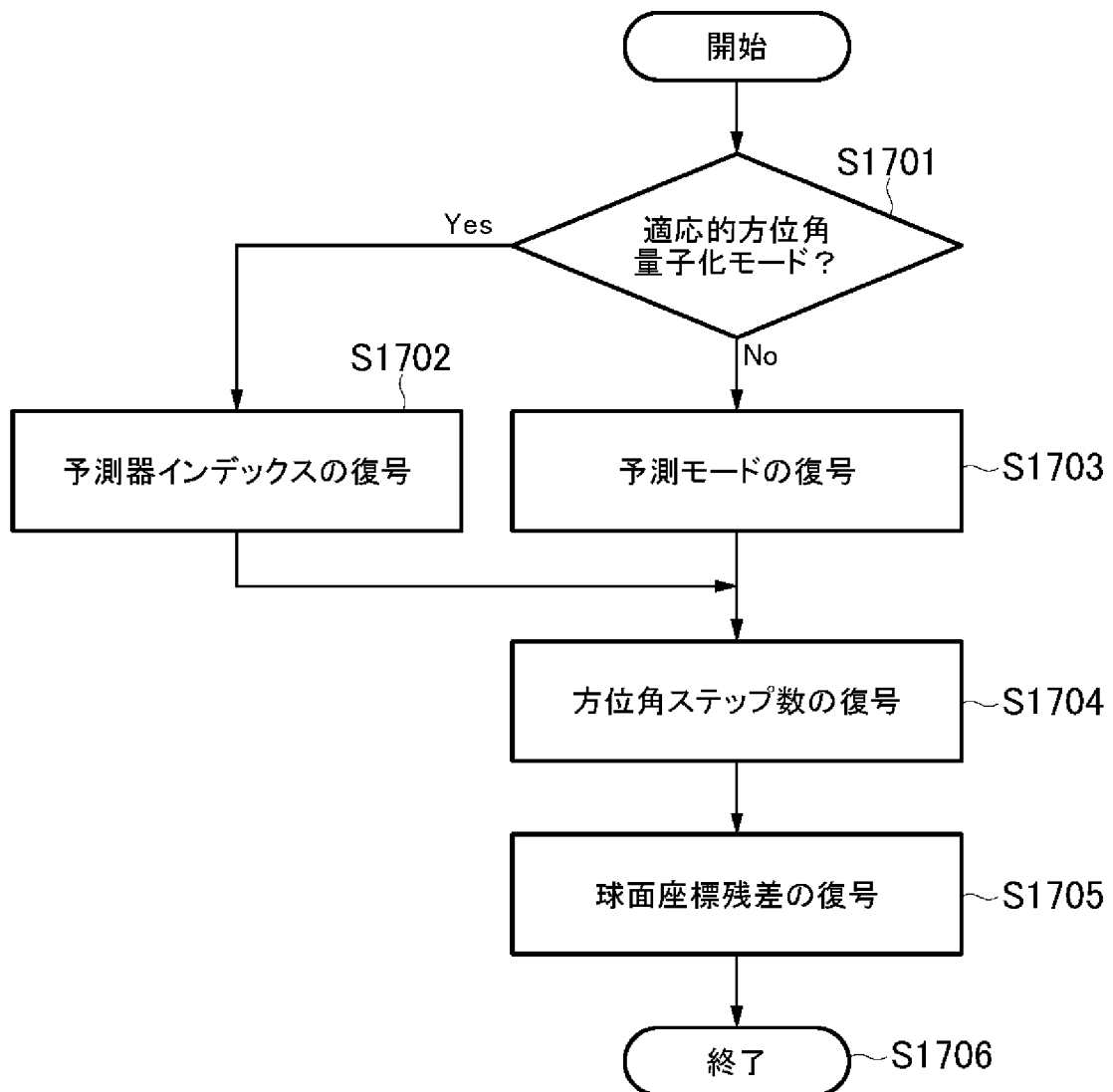
[図15]



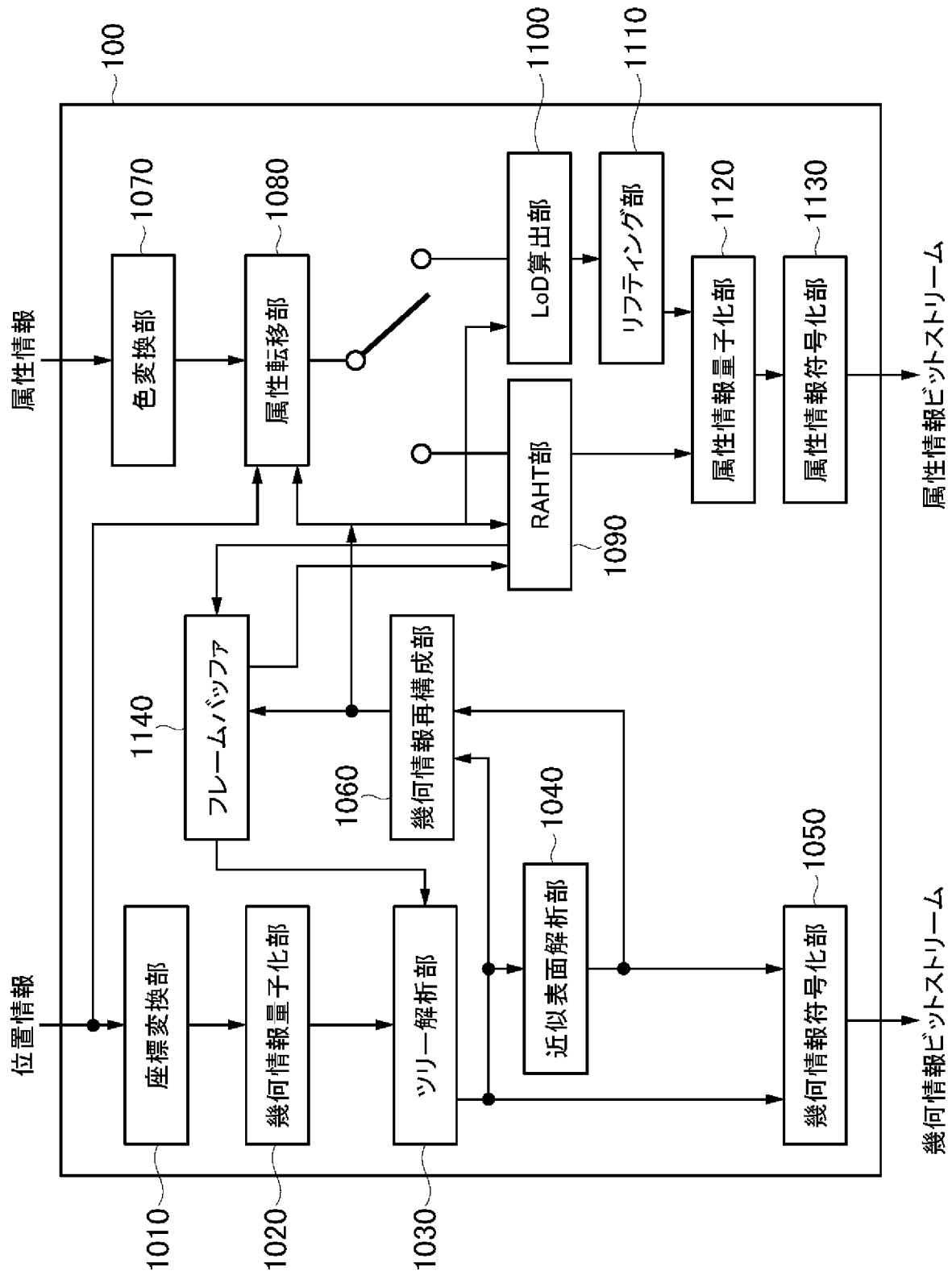
[図16]



[図17]



[図18]



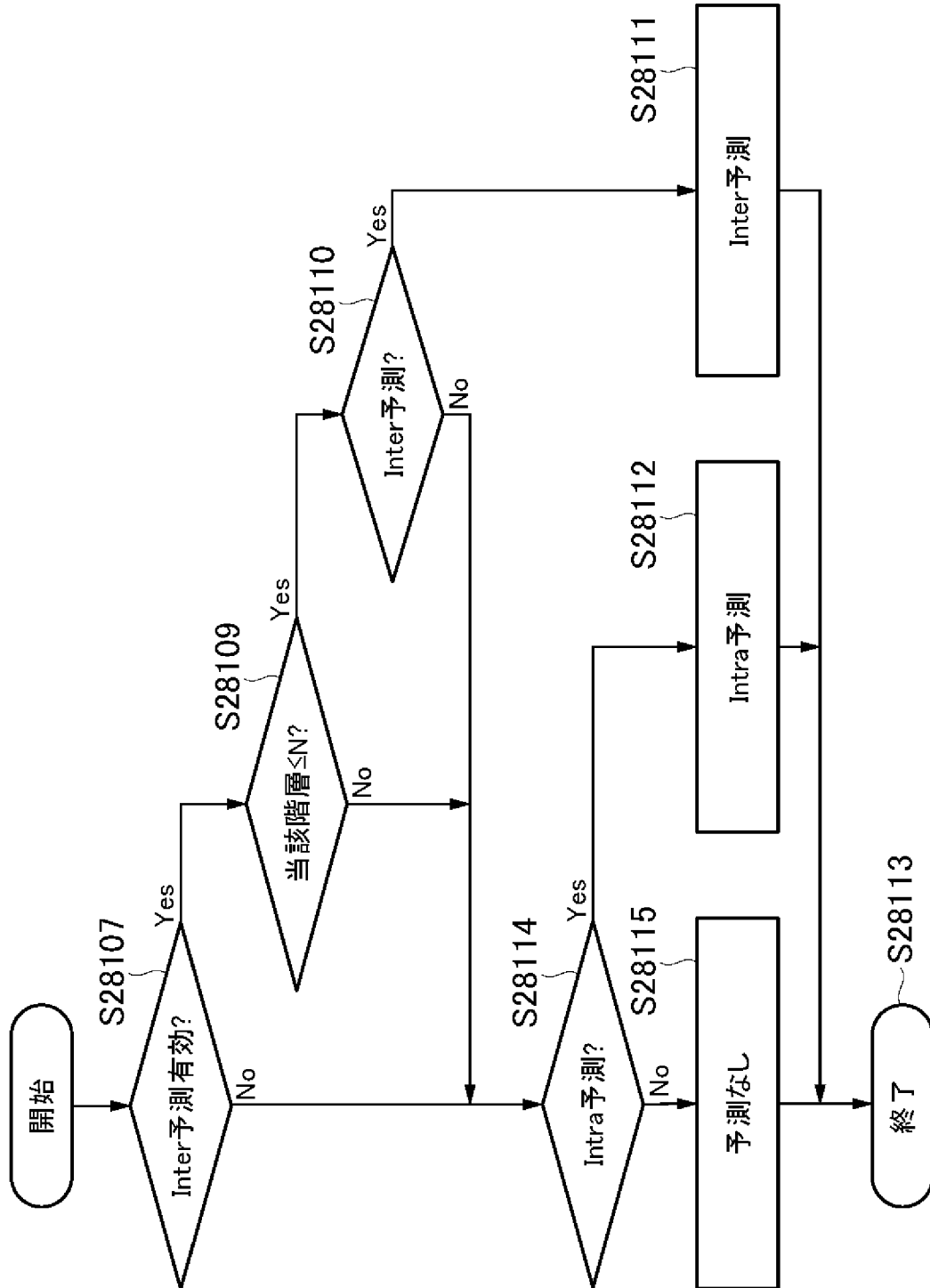
[図19]

| attribute_parameter_set( ) {         | Descriptor |
|--------------------------------------|------------|
| aps_attr_parameter_set_id            | ue(v)      |
| attr_coding_type                     | ue(v)      |
| ...                                  |            |
| if(attr_coding_type == 0) {          |            |
| ...                                  |            |
| raht_prediction_enabled              | u(1)       |
| raht_inter_prediction_enabled        | u(1)       |
| ...                                  |            |
| if( raht inter prediction enabled) { |            |
| raht_inter_prediction_depth_minus1   | ue(v)      |
| raht_send_inter_filters              | u(1)       |
| raht_inter_skip_layers               | ue(v)      |
| raht_enable_code_layer               | u(1)       |
| ...                                  |            |
| }                                    |            |
| ...                                  |            |
| }                                    |            |
| }                                    |            |

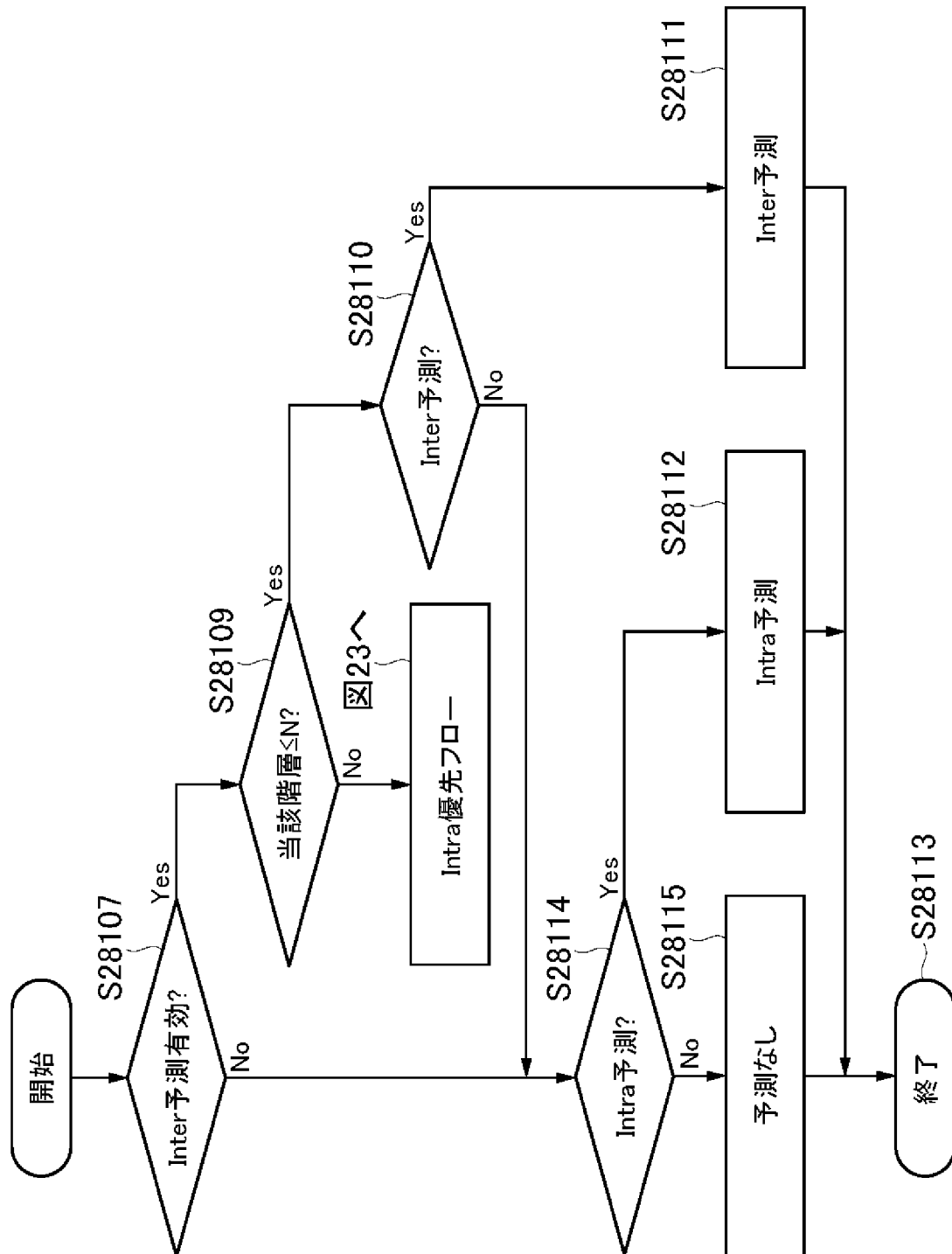
[図20]

|                                |                   |
|--------------------------------|-------------------|
| attribute parameter set(){     | <b>Descriptor</b> |
| aps_attr_parameter_set_id      | ue(v)             |
| attr_coding_type               | ue(v)             |
| ...                            |                   |
| if(attr_coding_type== 0) {     |                   |
| ...                            |                   |
| raht_prediction_enabled        | u(1)              |
| if( raht_prediction_enabled) { |                   |
| raht_prediction_threshold0     | u(1)              |
| raht_prediction_threshold1     | ue(v)             |
| ...                            |                   |
| }                              |                   |
| }                              |                   |
| ...                            |                   |
| }                              |                   |

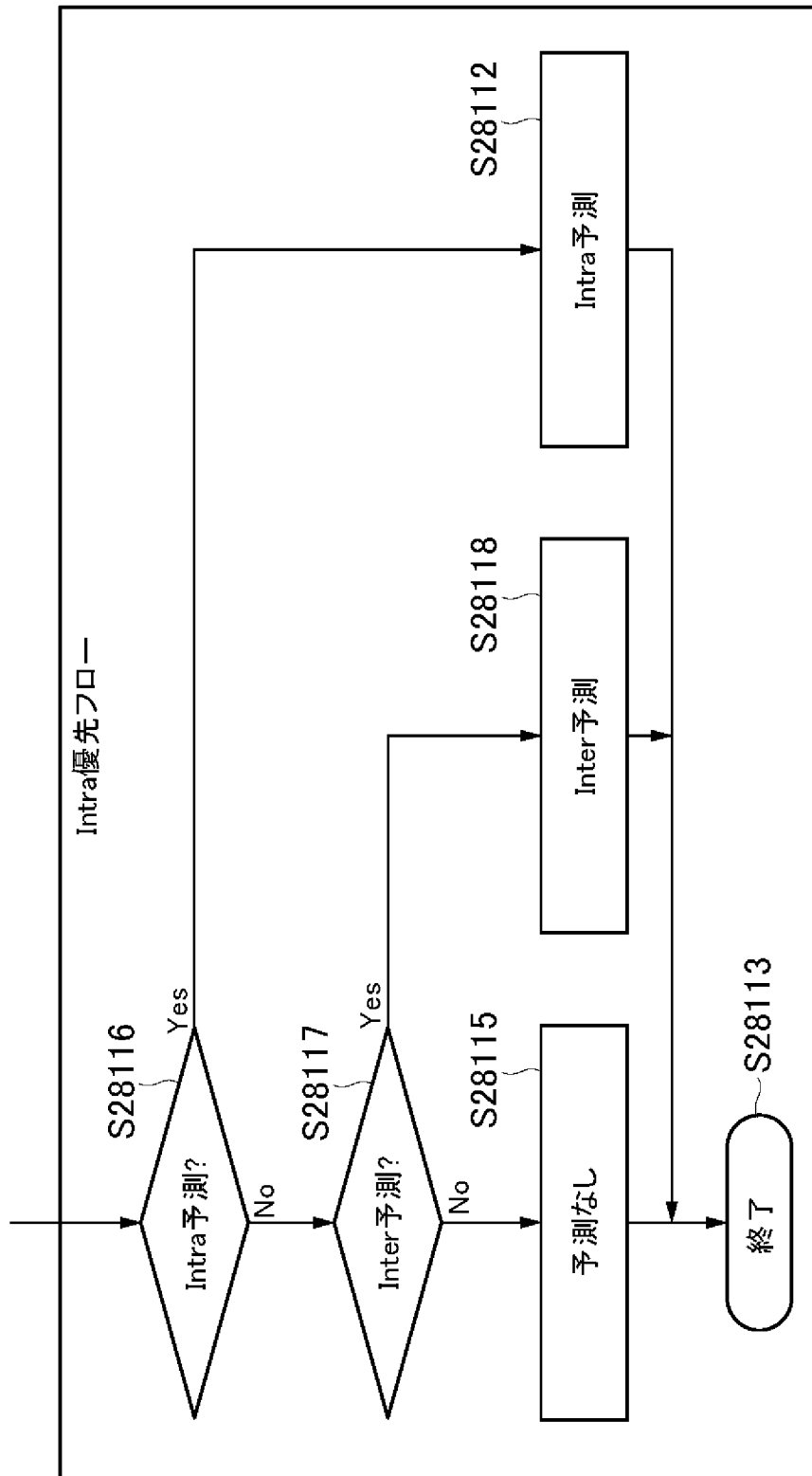
[図21]



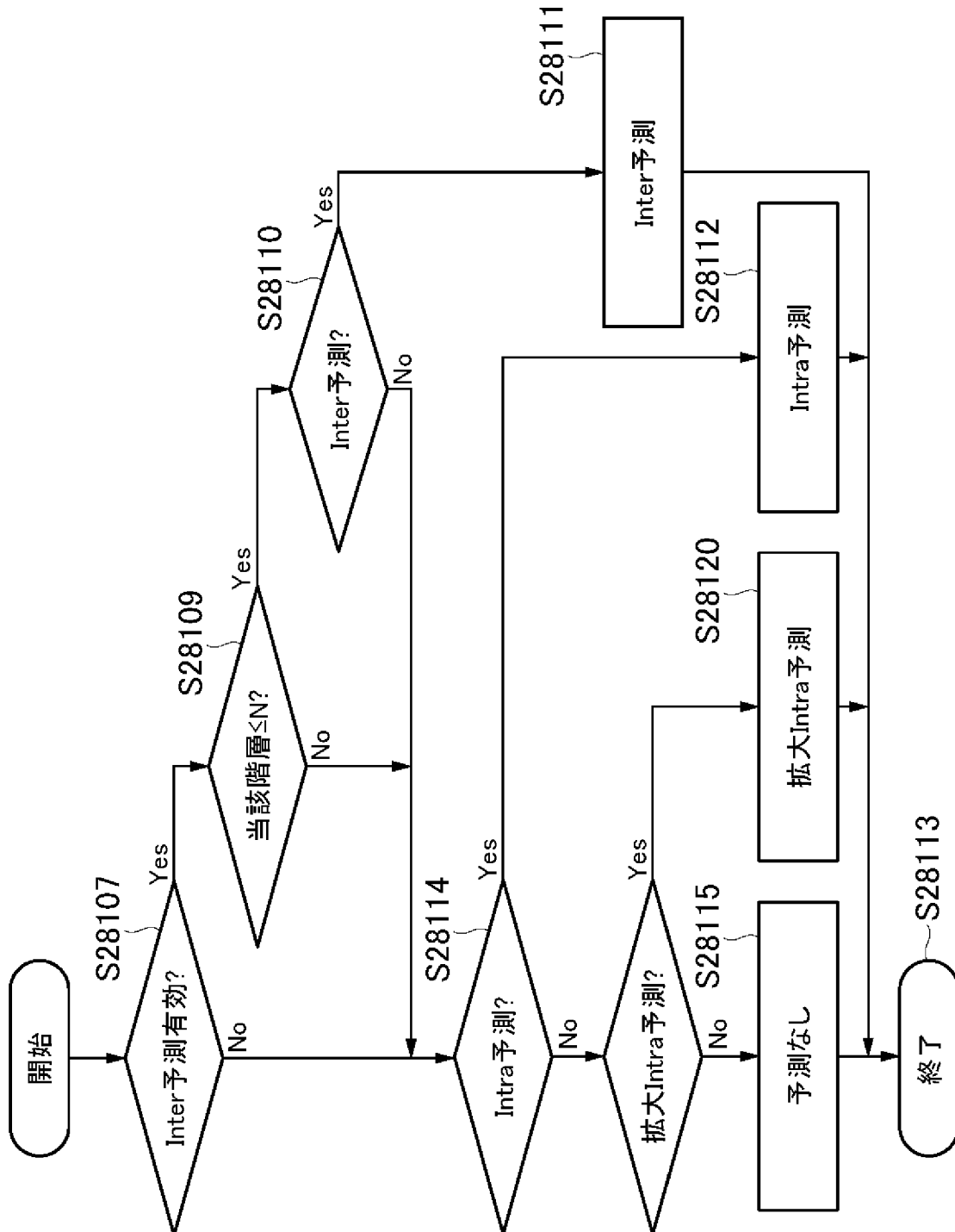
[図22]



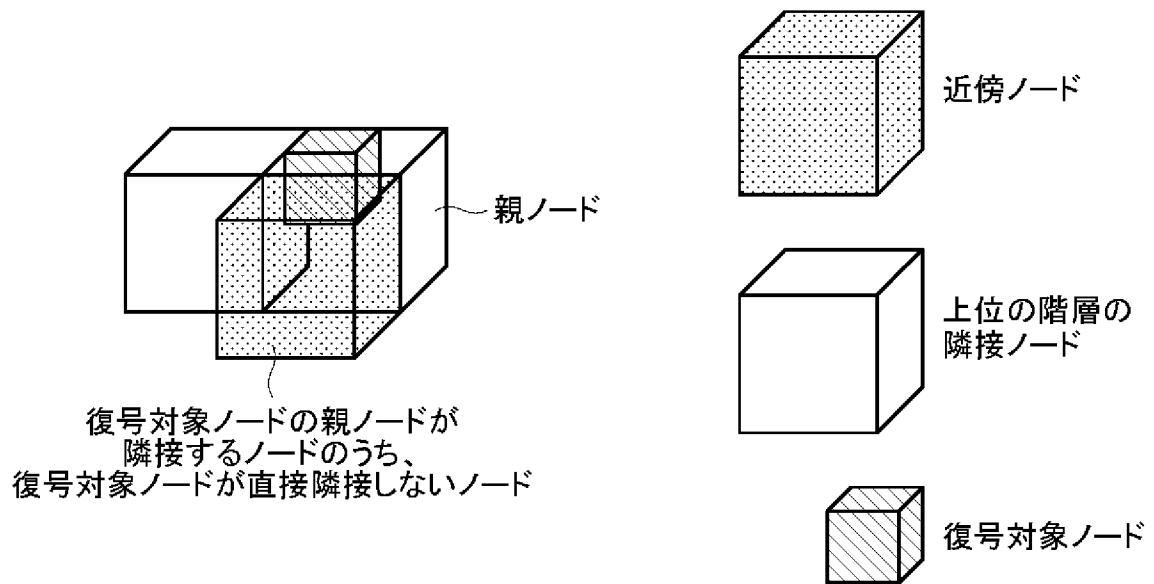
[図23]



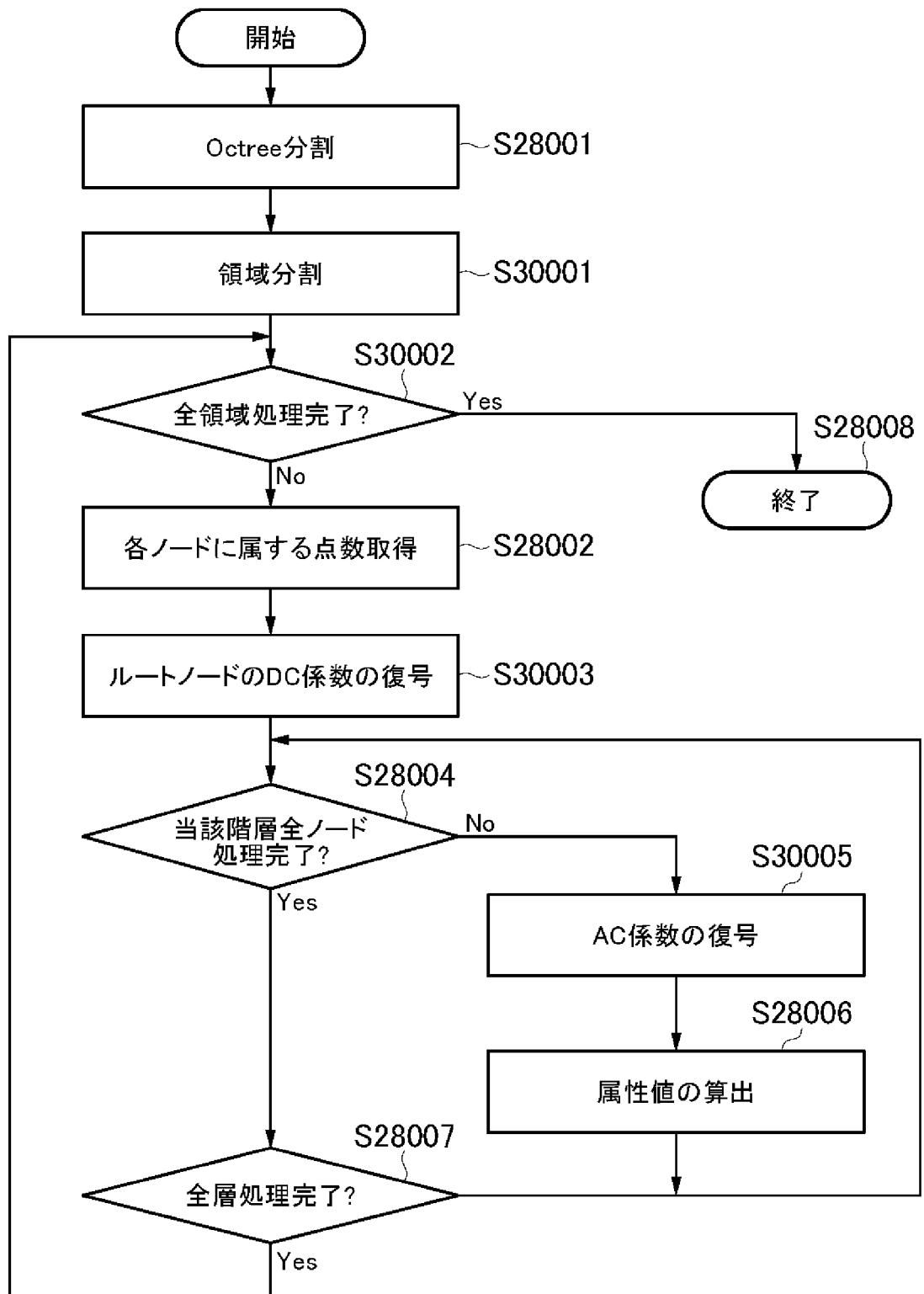
[図24]



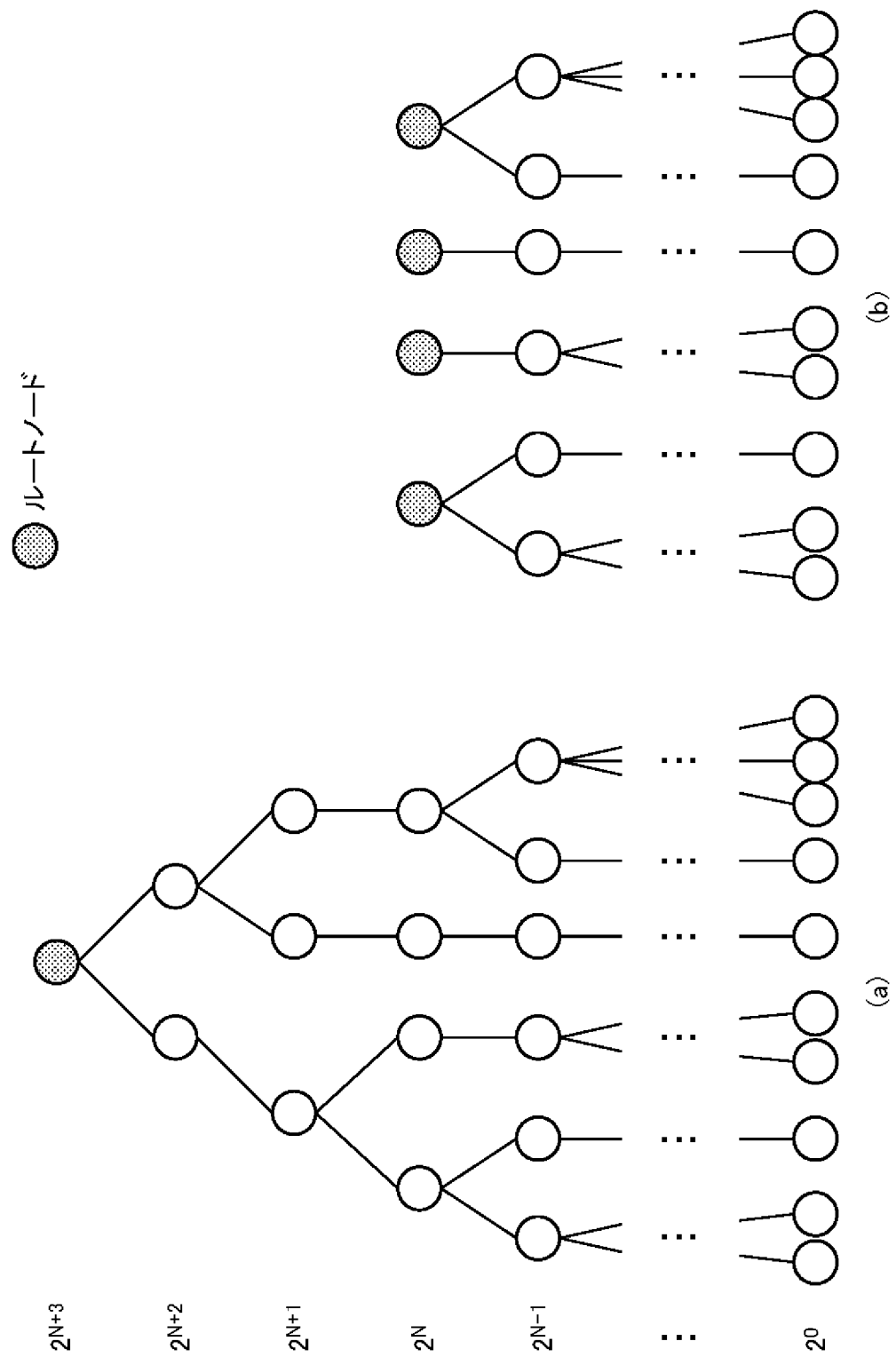
[図25]



[図26]



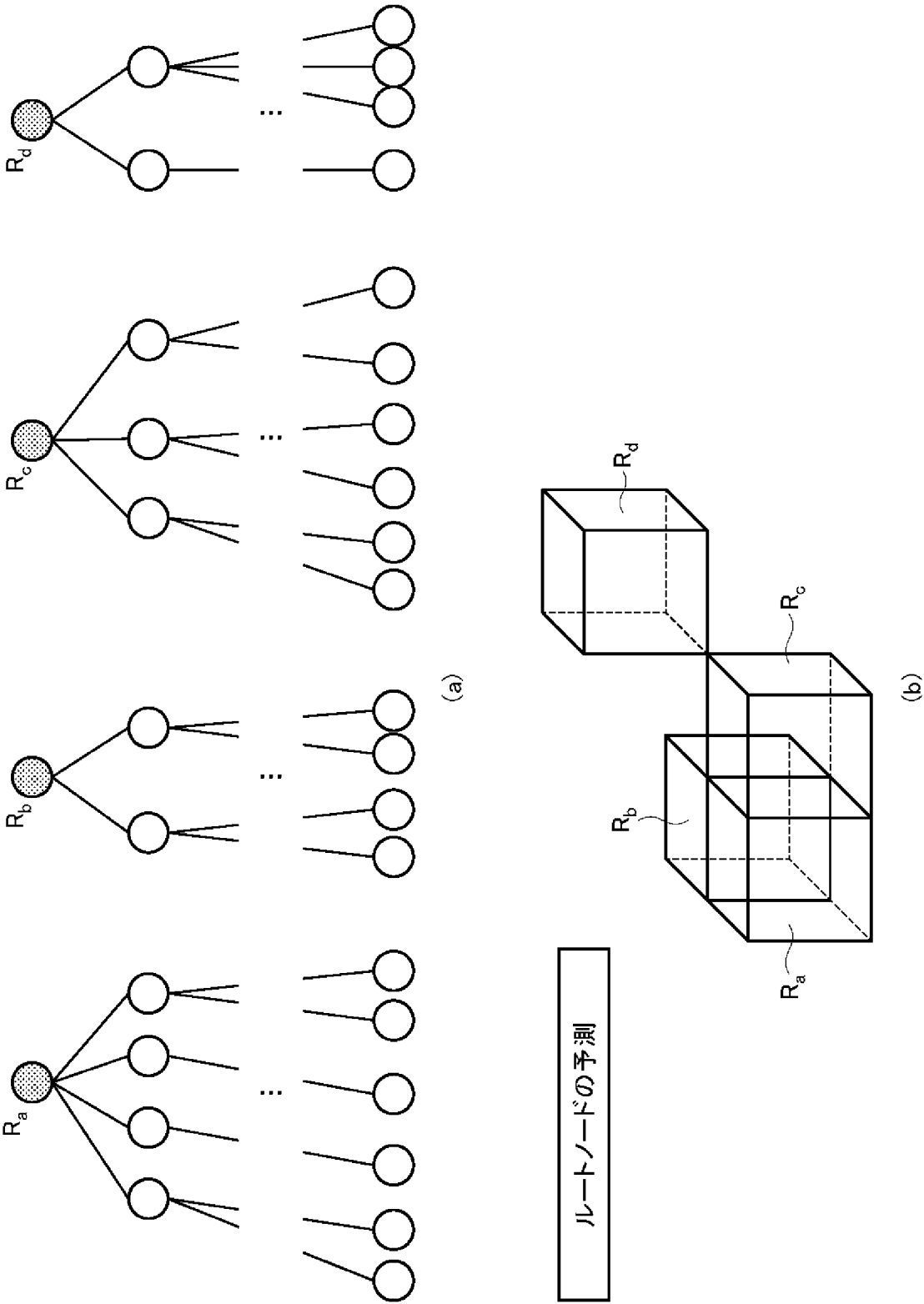
[図27]



[図28]

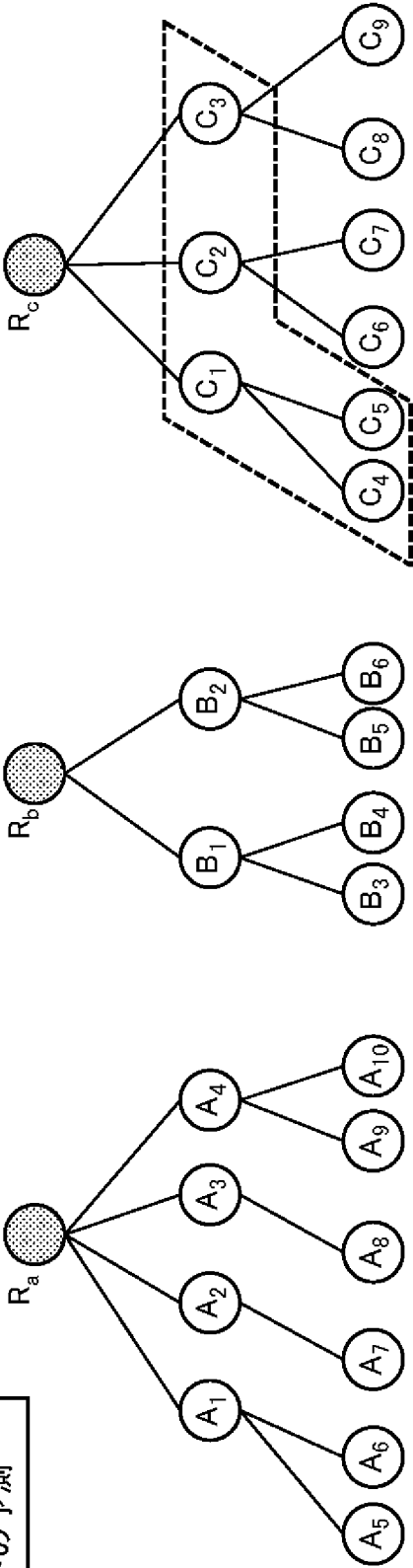
| attribute parameter set()                           | Descriptor   |
|-----------------------------------------------------|--------------|
| <b>aps attr parameter set id</b>                    | ue(v)        |
| <b>attr_coding_type</b>                             | ue(v)        |
| ...                                                 |              |
| if(attr_coding_type == 0) {                         |              |
| ...                                                 |              |
| <b>raht_prediction_enabled</b>                      | u(1)         |
| if( raht_prediction_enabled) {                      |              |
| <b>raht_subnode_prediction_enable_flag</b>          | u(1)         |
| <b>raht_prediction_weights</b>                      | ue(v)        |
| ...                                                 |              |
| if( raht_subnode_prediction_enabled) {              |              |
| <b>raht_smoothing_enable_flag</b>                   | u(1)         |
| <b>raht_smoothing_weighted_average_weights</b>      | ue(v)        |
| <b>raht_smoothing_non_linear_clipping_weights</b>   | ue(v)        |
| <b>raht_smoothing_non_linear_clipping_threshold</b> | ue(v)        |
| ...                                                 |              |
| }                                                   |              |
| }                                                   |              |
| <b>raht_split_enabled</b>                           | u(1)         |
| if( raht_split_enabled)                             |              |
| <b>raht_split_nodesize_log2</b>                     | ue(v)        |
| }                                                   |              |
| ...                                                 |              |
| if(attr_coding_type == 0) {                         |              |
| <b>raht_inter_prediction_enabled</b>                | <b>u(1)</b>  |
| if( raht_inter_prediction_enabled) {                |              |
| <b>raht_inter_prediction_depth_minus1</b>           | <b>ue(v)</b> |
| }                                                   |              |
| ...                                                 |              |
| }                                                   |              |
| }                                                   |              |

[図29]

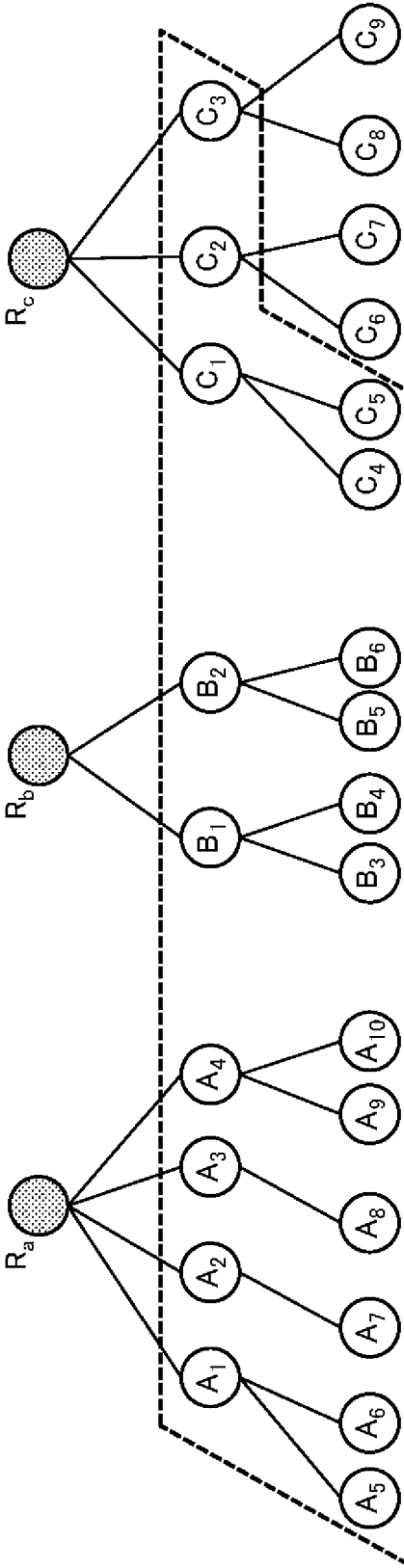


[図30]

子ノードの予測



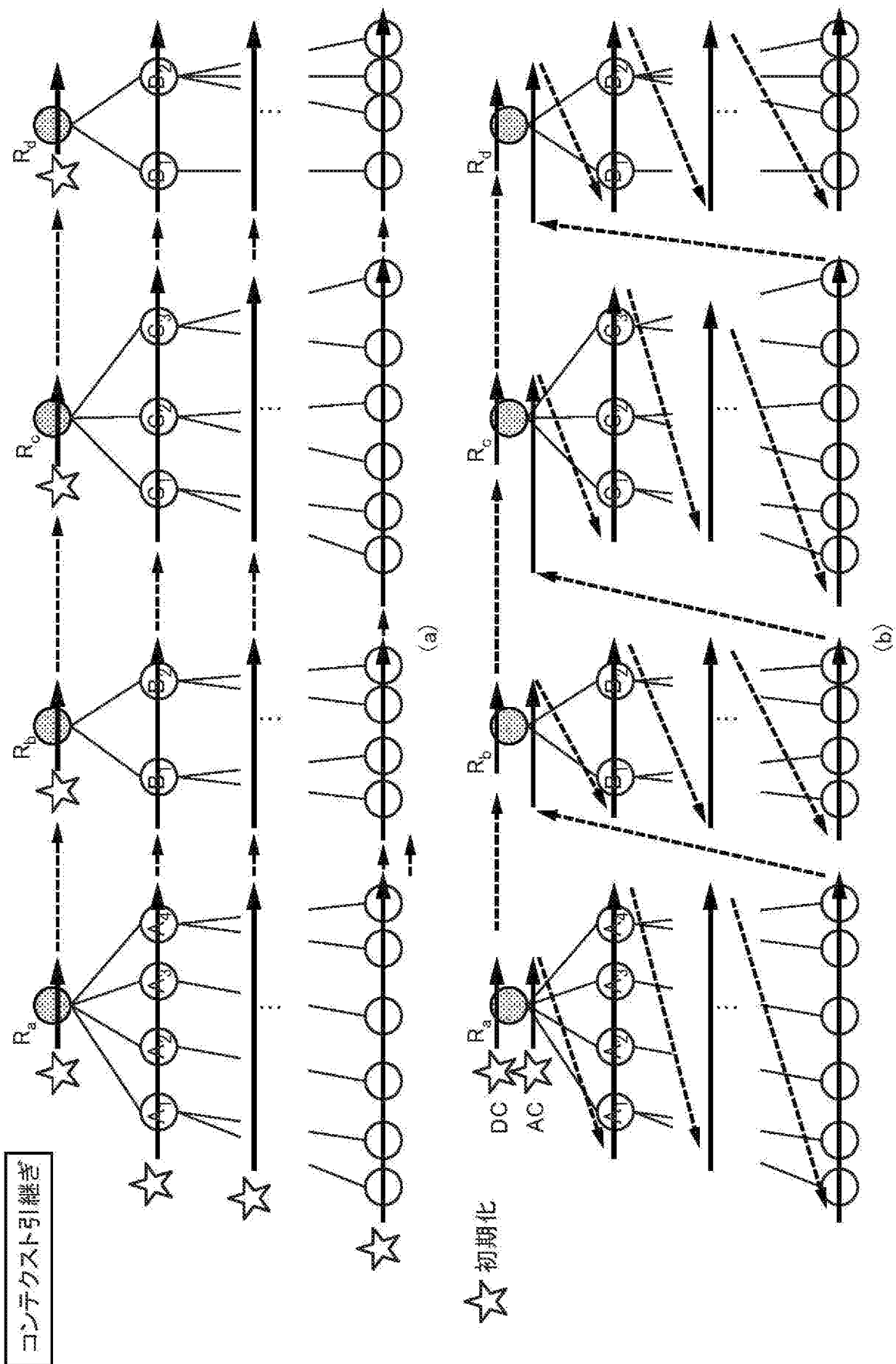
(a)



(b)



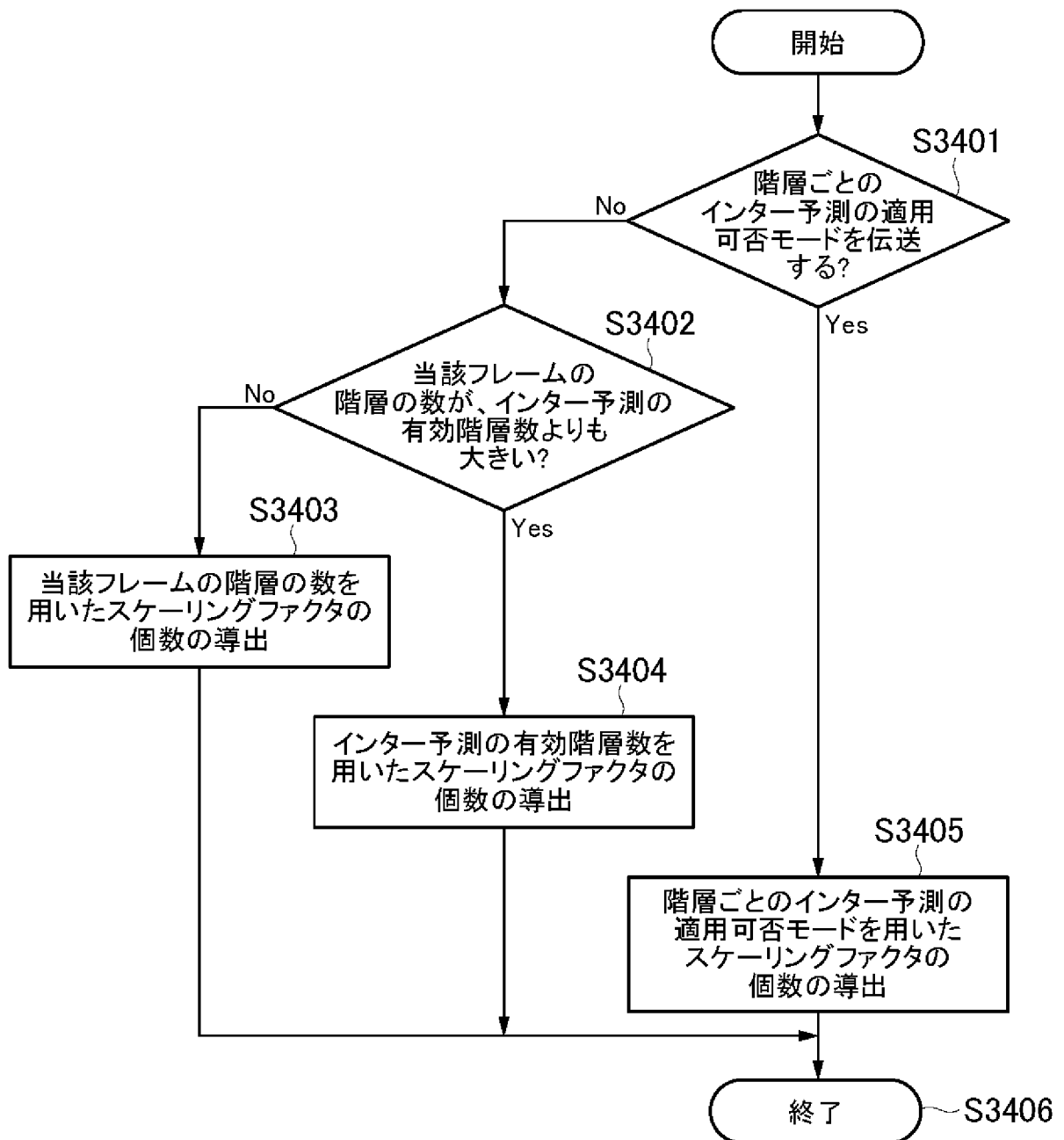
[図32]



[図33]

|                                                           |            |
|-----------------------------------------------------------|------------|
| attribute_slice_header() {                                | Descriptor |
| ...                                                       |            |
| if(attr_coding_type == 0) {                               |            |
| ...                                                       |            |
| if( raht_inter_prediction_enabled) {                      |            |
| ...                                                       |            |
| if ( raht_enable_code_layer    raht_send_inter_filters) { |            |
| raht_attr_layer_depth_num                                 | ue(v)      |
| }                                                         |            |
| ...                                                       |            |
| if(raht_enable_code_layer) {                              |            |
| for (i = 0; i<raht_attr_layer_depth_num; i++) {           |            |
| raht_attr_layer_code_mode [ i ]                           | se(v)      |
| }                                                         |            |
| }                                                         |            |
| ...                                                       |            |
| if(raht_send_inter_filters) {                             |            |
| for (i = 0; i < num_filter_taps; i++) {                   |            |
| raht_filter_taps [ i ]                                    | se(v)      |
| }                                                         |            |
| }                                                         |            |
| ...                                                       |            |
| }                                                         |            |
| ...                                                       |            |
| }                                                         |            |
| ...                                                       |            |
| }                                                         |            |

[図34]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/008608

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br><b>G06T 9/40</b> (2006.01)i; <b>H04N 19/503</b> (2014.01)i; <b>H04N 19/597</b> (2014.01)i<br>FI: G06T9/40; H04N19/597; H04N19/503<br><br>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                          |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>G06T9/00-9/40; H04N19/00-19/98<br><br>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br>Published examined utility model applications of Japan 1922-1996<br>Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024<br>Registered utility model specifications of Japan 1996-2024<br>Published registered utility model applications of Japan 1994-2024<br><br>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)<br>IEEEXplore (IEEE)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                          |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                          |
| Category*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Relevant to claim No.                                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | WG7. MPEG 3D Graphics and Haptics Coding. G-PCC 2nd Edition codec description. [online]. ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 7. 16 July 2023, pp. 1-5, 68-76, 104, MPEG 142, N00575, [retrieved on 26 April 2024], Retrieved from the Internet: <URL: <a href="https://www.mpeg.org/standards/MPEG-I/9/">https://www.mpeg.org/standards/MPEG-I/9/</a> > and <URL: <a href="https://www.mpeg.org/wp-content/uploads/mpeg_meetings/142_Antalya/w22735.zip">https://www.mpeg.org/wp-content/uploads/mpeg_meetings/142_Antalya/w22735.zip</a> > especially, sections 7.3, 7.5 | 1-7                                                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | MILANI, Simone et al. A Transform Coding Strategy for Dynamic Point Clouds. IEEE Transactions on Image Processing. 03 August 2020, IEEE, vol. 29, pp. 8213-8225, ISSN: 1057-7149, <DOI: 10.1109/TIP.2020.3011811> especially, sections VI.A., VI.B.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1-7                                                                      |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                          |
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“D” document cited by the applicant in the international application</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                          |
| Date of the actual completion of the international search<br><b>30 April 2024</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Date of mailing of the international search report<br><b>14 May 2024</b> |
| Name and mailing address of the ISA/JP<br><b>Japan Patent Office (ISA/JP)</b><br><b>3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915</b><br><b>Japan</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Authorized officer<br><br>Telephone No.                                  |

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G06T 9/40(2006.01)i; H04N 19/503(2014.01)i; H04N 19/597(2014.01)i  
FI: G06T9/40; H04N19/597; H04N19/503

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））

G06T9/00-9/40; H04N19/00-19/98

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報

1922-1996年

日本国公開実用新案公報

1971-2024年

日本国実用新案登録公報

1996-2024年

日本国登録実用新案公報

1994-2024年

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

IEEEXplore (IEEE)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | WG7, MPEG 3D Graphics and Haptics Coding, "G-PCC 2nd Edition codec description", [online], ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 7, 2023.07.16, Pages 1-5,68-76,104, MPEG 142, N00575, [retrieved on 2024.04.26], Retrieved from the Internet: <URL: https://www.mpeg.org/standards/MPEG-I/9/> and <URL: https://www.mpeg.org/wp-content/uploads/mpeg_meetings/142_Antalya/w22735.zip>. Especially, Sections 7.3 and 7.5. | 1-7            |
| A               | MILANI, Simone et al., "A Transform Coding Strategy for Dynamic Point Clouds", IEEE Transactions on Image Processing , 2020.08.03, IEEE, Vol.29, Pages 8213-8225, ISSN: 1057-7149, <DOI: 10.1109/TIP.2020.3011811>. Especially, Sections VI.A. and VI.B.                                                                                                                                                   | 1-7            |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの

"D" 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

"I" 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

30.04.2024

国際調査報告の発送日

14.05.2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)  
〒100-8915  
日本国  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

久保 光宏 5C 9189

電話番号 03-3581-1101 内線 3539

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）