(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2025年1月9日(09.01.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/009060 A1

(51) 国際特許分類:
G06T 9/40 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/024777

(22) 国際出願日： 2023年7月4日(04.07.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (**NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目５番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 杉本 志織 (**SUGIMOTO Shiori**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ知的財産センタ内 Tokyo (JP). 坂東 幸浩(**BANDO Yukihiro**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ知的財産センタ内 Tokyo (JP). 北原 正樹(**KITAHARA Masaki**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人志賀国際特許事務所 (**SHIGA INTERNATIONAL PATENT OFFICE**); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

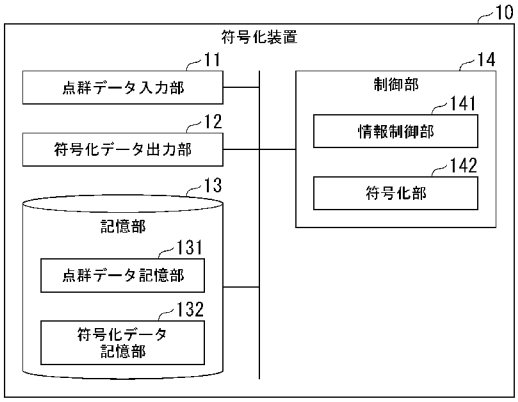
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,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

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,

(54) **Title:** ENCODING DEVICE, DECODING DEVICE, ENCODING METHOD, DECODING METHOD, AND COMPUTER PROGRAM

(54) 発明の名称： 符号化装置、復号装置、符号化方法、復号方法及びコンピュータープログラム

[図1]



10 Encoding device
11 Point cloud data input unit
12 Encoded data output unit
13 Storage unit
14 Control unit
131 Point cloud data storage unit
132 Encoded data storage unit
141 Information control unit
142 Encoding unit

(57) **Abstract:** One aspect of the present invention relates to an encoding device comprising an encoding unit that acquires, for a cell to be encoded of point cloud data to be encoded, a probability of existence of a point in the cell in accordance with existence of a point in another region, and encodes an occupancy map in the cell on the basis of the probability of existence.

(57) 要約：本発明の一態様は、符号化対象の点群データについて、符号化対象のセルについて、他の領域の点の存在に応じて前記セルにおける点の存在確率を取得し、前記存在確率に基づいて前記セルにおける占有マップを符号化する符号化部、を備える符号化装置である。

WO 2025/009060 A1

［続葉有］

TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

明　細　書

発明の名称 ：

符号化装置、復号装置、符号化方法、復号方法及びコンピュータープログラム

技術分野

[0001]　本発明は、符号化装置、復号装置、符号化方法、復号方法及びコンピュータープログラムの技術に関する。

背景技術

[0002]　Lidar（Light Detection and Ranging）等を用いて生成された点群データの圧縮符号化に関する国際標準規格「G-PCC（Geometry based Point Cloud Compression）」が検討されている。G-PCCでは、点群の座標情報であるジオメトリデータの符号化方式として、8分木表現に基づくOctree Geometry方式と、予測ツリー表現に基づくPredictive geometry方式とがある（非特許文献１及び非特許文献２参照）。

[0003]　Octree Geometry方式では、入力点群を包括するセルを８分木で分割し、各分割領域において点が存在する場合に更に分割を行うことで8分木構造を決定する。具体的には以下の通りである。まず、ルートノードに対応する親セルを８分割した際に，各子セルに点が存在するかどうかを判定する。点が存在する子セルに対応するノードを、現在のノードの子として追加する。全ての子セルについて判定が終了したら、各子セルを更に８分割して同様の判定を行う。このような処理を、予め定義されたツリー深度に到達するまで繰り返し行う。

[0004]　各ノードにおいて、ある子ノードが存在するかどうかは１ｂｉｔのフラグで符号化される。全部で８つの子ノードが存在しうるため、各ノードについて８ｂｉｔの変数で全ての子ノードの存在の有無を表すことができる。各ｂｉｔにおいて、その値が１であれば対応する子ノードが存在することを表し、０であれば対応する子ノードが存在しないことを表す。この８ｂｉｔの変

数を占有マップと呼ぶ。G-PCCによる符号化では、木のルートからリーフに向かって、子ノードの存在の有無を占有マップの各ビットとして符号化していく。G-PCCによる復号では、木のルートからリーフに向かって，占有マップを復号することでツリーを構築していく．予め定義されたツリー深度に到達した時、最小のセルの中心座標が復号される点の座標となる。

[0005] 占有マップはイントラ予測で予測符号化することが可能である。イントラ予測では、既に符号化及び復号済みの近傍ノードの占有マップの状態に基づいて、符号化対象ノードの占有マップを予測することで、予測占有マップを求める。そして、予測占有マップに基づいてコンテキストモデルを決定することで、符号化対象ノードの真の占有マップを符号化する。イントラ予測では、このような処理によって、より効率的に符号化することができる。

[0006] また、G-PCCではPlanarモードという方法で更に効率的に符号化を行うこともできる。Planarモードでは、あるノードの占有マップにおいて占有されたセルが平面状に並んでいる場合、占有マップを直接符号化するのではなくその平面の向きを示すモード情報を符号化する。

[0007] さらに、G-PCC ver.2ではインター予測についての検討が行われている。インター予測を使用すると、同一の被写体を表す２つの点群データを効率よく符号化することができる。点群データの一方をリファレンス点群とし、もう一方をターゲット点群とする。リファレンス点群としては、ターゲット点群と同じ対象又は同じ場所を異なる時刻で捉えた点群などがある。リファレンス点群には、ターゲット点群に含まれない被写体が含まれることもある。逆に、ターゲット点群にはリファレンス点群に含まれない被写体が含まれることもある。

[0008] インター予測では、リファレンス点群を先に符号化する。次に、ターゲット点群を符号化する際に、リファレンス点群の情報を用いて効率よく符号化することができる。ターゲット点群を八分木で表現し符号化及び復号する場合、各ノードについて占有マップを符号化する際に、リファレンス点群を使用して占有マップを予測することができる。リファレンス点群を使用して占

有マップの予測を行う際、リファレンス点を含むセルに対応するビットが１になると予測する。また、占有マップではなくPlanarモードで用いる平面の向きを示す情報を予測することもできる。

先行技術文献

非特許文献

[0009] 非特許文献1：Information technology - Coded representation of immersive media - Part 9: Geometry-based point cloud compression

非特許文献2：G-PCC codec description v12

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、一般的にリファレンス点群とターゲット点群との点同士は１対１対応していない。そのため、あるターゲット点と完全に同じ座標にリファレンス点が存在することは稀である。したがって、ツリーが深くなるにつれて、リファレンス点の存在するセルにターゲット点が存在する可能性は低くなる。その結果、予測が当たらないことで符号化効率が悪化してしまうおそれがあった。

上記事情に鑑み、本発明は、点群データの符号化効率を向上させることができる技術の提供を目的としている。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明の一態様は、符号化対象の点群データについて、符号化対象のセルについて、他の領域の点の存在に応じて前記セルにおける点の存在確率を取得し、前記存在確率に基づいて前記セルにおける占有マップを符号化する符号化部、を備える符号化装置である。

[0012] 本発明の一態様は、符号化対象の点群データについて、符号化対象のセルについて、他の領域の点の存在に応じて前記セルにおける点の存在確率を取得し、前記存在確率に基づいて前記セルにおける占有マップを符号化することによって得られた符号化データを入力し、前記符号化データの前記占有マ

ップの各セルにおいて、他の領域の点の存在に応じて前記セルに点が存在する存在確率を計算し、得られた存在確率に基づいて前記占有マップを復号する復号部、を備える復号装置である。

[0013] 本発明の一態様は、符号化対象の点群データについて、符号化対象のセルについて、他の領域の点の存在に応じて前記セルにおける点の存在確率を取得し、前記存在確率に基づいて前記セルにおける占有マップを符号化する、符号化方法である。

[0014] 本発明の一態様は、符号化対象の点群データについて、符号化対象のセルについて、他の領域の点の存在に応じて前記セルにおける点の存在確率を取得し、前記存在確率に基づいて前記セルにおける占有マップを符号化することによって得られた符号化データを入力し、前記符号化データの前記占有マップの各セルにおいて、他の領域の点の存在に応じて前記セルに点が存在する存在確率を計算し、得られた存在確率に基づいて前記占有マップを復号する、復号方法である。

[0015] 本発明の一態様は、上記の符号化装置又は上記の復号装置としてコンピューターを機能させるためのコンピュータープログラムである。

発明の効果

[0016] 本発明により、点群データの符号化効率を向上させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の符号化装置１０の構成例を示す図である。

[図2]空間領域分割における親ブロックと子ブロックとを示す図である。

[図3]点群データを含む空間領域の分割を示す図である。

[図4]八分木の例を示す図である。

[図5]本発明の復号装置２０の構成例を示す図である。

[図6]本実施形態に適用される情報処理装置９０のハードウェア構成例の概略を示す図である。

発明を実施するための形態

[0018] 本実施形態の概略について説明する。本実施形態では大きく分けて二つの

方法がある。まず、第一の方法の概略について説明する。第一の方法では、リファレンス点群を使用してターゲット点群の各ノードの占有マップを予測する。その際に、占有マップの各セルについて周辺のリファレンス点群の分布に基づいて点の存在確率を決定する。占有マップの各セルにおいて、周辺のリファレンス点の分布に応じて、このセルに点が存在する確率を計算する。計算された確率に基づいて、占有マップのビットを決定する。

[0019] 第二の方法では、ターゲット点群を包括する三次元空間上での点の存在確率を示す確率マップを定義する。リファレンス点群の分布に基づいて確率マップの各セルにおける点の存在確率を決定する。占有マップを予測する際に、この確率マップを参照して占有マップの各ビットを予測する。また、占有マップを復号したあと、次のノードの符号化・復号を行う前に確率マップを更新する。

[0020] 次に、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図１は、本発明の符号化装置１０の構成例を示す図である。符号化装置１０は、パーソナルコンピューターやサーバー装置等の情報処理装置を用いて構成される。符号化装置１０は、点群データ入力部１１、符号化データ出力部１２、記憶部１３及び制御部１４を備える。

[0021] 点群データ入力部１１は、他の装置によって得られた点群データを符号化装置１０に入力する。点群データ入力部１１は、例えば他の装置とデータ通信することによって点群データを取得してもよい。他の装置の具体例として、情報機器や、物体までの距離を測定することによって点群データを生成する点群データ生成装置（例えばLidarの装置）などがある。点群データ入力部１１は、点群データが記録された記録媒体から点群データを読み出すことで点群データを取得してもよい。点群データ入力部１１が点群データを取得する態様は限定されない。

[0022] 符号化データ出力部１２は、点群データが符号化されたデータ（以下「符号化データ」という。）を符号化装置１０から出力する。符号化データ出力部１２は、例えば他の装置とデータ通信することによって符号化データを出

力してもよい。符号化データ出力部１２は、記録媒体に対して符号化データを記録することで出力してもよい。符号化データ出力部１２が符号化データを出力する態様は限定されない。

[0023] 記憶部１３は、磁気ハードディスク装置や半導体記憶装置等の記憶装置を用いて構成される。記憶部１３は、点群データ記憶部１３１及び符号化データ記憶部１３２として機能する。点群データ記憶部１３１は、点群データ入力部１１から入力された点群データを記憶する。点群データは、例えば測定された各点の三次元座標の値を有していてもよい。符号化データ記憶部１３２は、制御部１４によって生成された符号化データを記憶する。

[0024] 制御部１４は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）等のプロセッサーとメモリーとを用いて構成される。制御部１４は、プロセッサーがプログラムを実行することによって、情報制御部１４１及び符号化部１４２として機能する。なお、制御部１４の各機能の全て又は一部は、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）やＰＬＤ（Programmable Logic Device）やＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）等のハードウェアを用いて実現されても良い。上記のプログラムは、コンピューター読み取り可能な記録媒体に記録されても良い。コンピューター読み取り可能な記録媒体とは、例えばフレキシブルディスク、光磁気ディスク、ＲＯＭ、ＣＤ－ＲＯＭ、半導体記憶装置（例えばＳＳＤ：Solid State Drive）等の可搬媒体、コンピューターシステムに内蔵されるハードディスクや半導体記憶装置等の記憶装置である。上記のプログラムは、電気通信回線を介して送信されてもよい。

[0025] 情報制御部１４１は、点群データ入力部１１を介して他の機器から点群データを取得する。情報制御部１４１は、取得した点群データを点群データ記憶部１３１に記録する。情報制御部１４１は、符号化データ記憶部１３２に記録されている符号化データを、符号化データ出力部１２を介して他の機器に出力する。

[0026] 符号化部１４２は、点群データ記憶部１３１に記録されている点群データを符号化することによって符号化データを生成する。符号化部１４２は、点

群データを八分木構造のデータに符号化する。図２～図４は八分木構造のデータの概略を示す図である。以下、図２～図４を用いて、符号化部１４２によって生成される八分木構造データについて説明する。本実施形態において、点群データに含まれる各点の座標値は、ｘｙｚ座標における各成分の値により表される。

[0027] 図２は、空間領域分割における親ブロックと子ブロックとを示す図である。符号化部１４２は、立方体の空間である親ブロックＢを、互いに直交する３方向（ｘ軸，ｙ軸，ｚ軸）のそれぞれで２等分する。これによって、符号化部１４２は、親ブロックＢから８個の立方体の子ブロックＢ－０～Ｂ－７を生成する。

[0028] 図３は、点群データを含む空間領域の分割を示す図である。まず、符号化部１４２は、点群データを全て含むブロックＢ０のデータを生成する。ブロックＢ０は、各辺が２ｎの立方体である。符号化部１４２は、演算処理の簡略化のため、点群データの座標を、ｘ，ｙ，ｚの各成分の最小値が０になるように平行移動する。これにより、ブロックＢ０の一つの頂点の座標が（０，０，０）となる。なお、ブロックＢ０のｘ＝２ｎ、ｙ＝２ｎ、ｚ＝２ｎの各辺は、点を含まない。

[0029] 符号化部１４２は、ブロックＢ０を親ブロックとして図２に示す空間領域分割を行い、８個の子ブロックであるブロックＢ１－０～Ｂ１－７を生成する。次に、符号化部１４２は、ブロックＢ１－０～Ｂ１－７のうち、２個以上の点を含むブロックＢ１－ｉ（ｉは０以上７以下の整数）を親ブロックとして図２に示す空間領域分割を行い、８個の子ブロックであるブロックＢ２－ｉ－０～Ｂ２－ｉ－７を生成する。符号化部１４２は、点を含まないブロックＢ１－ｉについては、分割は行わない。また、符号化部１４２は、１点のみを含むブロックＢ１－ｉについては、ダイレクトモードを選択し、分割は行わない。

[0030] 符号化部１４２は、ブロックＢ２－ｉ－０～Ｂ２－ｉ－７のうち、２個以上の点を含むブロックＢ２－ｉ－ｊ（ｊは０以上７以下の整数）を親ブロッ

クとして図２に示す空間領域分割を行い、８個の子ブロックであるブロックＢ３－ｉ－ｊ－０～Ｂ３－ｉ－ｊ－７を生成する。符号化部１４２は、２個以上の点を含む子ブロックを親ブロックとして空間領域分割を行い、１点のみを含む子ブロックについてはダイレクトモードを選択する上記の処理を、所定回、又は、子ブロックに含まれる点が０個又は１個になるまで繰り返す。なお、ｍ回目（ｍは１以上の整数）の分割により生成された子ブロックを、ｍ階層目のブロックと記載する。

[0031] 図４は、八分木の例を示す図である。点群データは、図３のように分割された立体空間に対応した八分木（オクツリー）により表現される。最上位のノードＮ０は、ブロックＢ０に対応する。ノードＮ０は、１階層目の８つのノードＮ１－０～Ｎ１－７と接続される。ノードＮ１－ｉは、ブロックＢ１－ｉに対応する。図４においては、複数の点を含むブロックに対応したノードは黒丸で、点を含まないブロックに対応したノードは白丸で表されている。また、ダイレクトモードが選択された、すなわち、１点のみを含むブロックに対応したノードは、内側が黒丸の二重丸で表されている。点を含むブロックに対応したノードを、点を含むノードと記載し、点を含まないブロックに対応したノードを、点を含まないノードと記載する。また、ダイレクトモードが選択されたブロックに対応したノードを、ダイレクトモードが選択されたノードと記載する。

[0032] 複数の点を含むノードＮ１－ｉは、２階層目の８つのノードＮ２－ｉ－０～Ｎ２－ｉ－７と接続される。ノードＮ２－ｉ－ｊは、ブロックＢ２－ｉ－ｊに対応する。符号化部１４２は、点が含まれない又はブロックモードが選択されたブロックＢ１－ｉを分割しないため、そのブロックＢ１－ｉに対応したノードＮ１－ｉは、２階層目のノードとは接続されない。図４では、点が含まれないノードＮ１－０、Ｎ１－１、Ｎ１－３～Ｎ１－６と、ブロックモードが選択されたノードＮ１－２は、２階層目のノードとは接続されない。また、複数の点を含むノードＮ１－７は、２階層目のノードＮ２－７－０～Ｎ２－７－７と接続される。点が含まれないノードＮ２－７－０、Ｎ２－

７－２～２－７－５、２－７－７と、ブロックモードが選択されたノードＮ２－７－６は、３階層目のノードとは接続されない。複数の点を含むノードＮ２－７－２は、３階層目の８つのノードＮ３－７－１－０～Ｎ３－７－１－と接続される。

[0033] 符号化部１４２は、上記のように、分割された空間領域に対応した木構造のノードを生成する。符号化部１４２は、複数の点を含むブロックに対応したノードについては、そのブロックを親ブロックとする子ブロックのそれぞれが点を含むか否かを表したブロック値を付与する。つまり、符号化部１４２は、複数の点を含むブロックに対応したノードに、そのノードの１階層下のノードそれぞれが点を含むか否かを表したブロック値を付与する。このブロック値は、式（１）のように表される。ｘｋは、８つの子ブロックのうちｋ番目（ｋは０以上７以下の整数）の子ブロックに点が含まれているか否かを表す符号である。「１」は点を含むことを表し、「０」は点を含まないことを表す。

[0034] [数1]

$$f\left(x_0,x_1,x_2,x_3,x_4,x_5,x_6,x_7\right)=\sum_{k=0}^{7}x_k 2^k \qquad \cdots（1）$$

[0035] 例えば、ブロックＢ０の子ブロックのうちブロックＢ１－２及びＢ１－７のみが点を含む場合、ブロックＢ０に対応したノードのブロック値は、ｆ（０，０，１，０，０，０，０，１）＝３３と表される。また、あるブロックの８つの子ブロックの全てが点を含んでいる場合、ブロック値は、ｆ（１，１，１，１，１，１，１，１）＝２５５と表される。

[0036] このようにして、符号化部１４２は、複数の点を含むブロックに対応したノードに、式（１）により点の位置を０から２５５までの値で表したブロック値を付与する。一方、符号化部１４２は、ダイレクトモードが選択されているブロックに対応したノードについては、そのブロックにおける点の相対位置を符号化したブロック値を付与し、そのブロック値にダイレクトモード

が選択されていることを示す情報を付加する。相対位置は、例えば、３次元座標における座標値により表される。

[0037] 上記のように、符号化部１４２は、点群データを、空間領域のうち点が含まれる分割空間を八分木構造で表現した木構造データに変換する。そして、符号化部１４２は、木構造データに基づいて符号化データを生成する。次に、符号化部１４２が八分木構造のデータを用いて符号化データを生成する二つの処理について説明する。

[0038] （第一の方法）

まず、符号化データを生成する第一の方法について説明する。符号化部１４２は、符号化の対象となるターゲット点群と、既に符号化し復号されたリファレンス点群と、を入力する。符号化部１４２は、ターゲット点群の占有マップの各セルにおいて、周辺のリファレンス点の分布に応じて、各セルに点が存在する確率を計算する。そして、符号化部１４２は、得られた確率モデル（各セルに点が存在する確率を示す情報）を用いて、ターゲット点群の占有マップを符号化する。

[0039] 各セルに点が存在する確率を計算する方法としては、以下のような方法がある。

例えばガウシアンフィルタやバイラテラルフィルタなどの点同士の距離による重み付き平滑化フィルタを使用することができる。この方法では、符号化対象セルの周辺セルのうちリファレンス点群が含まれるセルについて、このセルと符号化対象セルの距離に応じた重みに基づいて符号化対象セルにおける点の存在確率を計算する。

[数2]

$$P(x,y,z)=\sum_{(x',y',z')}\exp\left(-\frac{(x-x')^2+(y-y')^2+(z-z')^2}{2\sigma^2}\right) \quad \cdots (2)$$

[0040] （第二の方法）

次に、符号化データを生成する第二の方法について説明する。符号化部１

４２は、符号化の対象となるターゲット点群と、既に符号化し復号されたリファレンス点群と、を入力する。符号化部１４２は、各セルについて周辺のリファレンス点の分布に応じた点の存在確率を求めて確率マップを生成する。符号化部１４２は、ターゲット点群の各ノードについてこの確率マップに基づく確率モデルを用いて占有マップを符号化する。そして、符号化部１４２は、真の占有マップに基づいて確率マップを更新する。

[0041] 第二の方法で使用される確率マップは、ターゲット点群を包括する三次元空間上での点の存在確率を示す情報である。確率マップでは、リファレンス点周辺のセルに点の存在確率を設定する。複数のリファレンス点の影響範囲が重なる部分（セル）では、点の存在確率は重畳する。このため、リファレンス点が密集している領域では、より多くのリファレンス点の影響範囲が重なるため、点の存在確率が上昇する。 確率マップはどのような形式で表されてもよい。例えば、ツリーの深度に応じた精度の三次元ボクセルのマップとして確率マップが表されてもよい。例えば、点の存在確率が０ではないボクセルのみがノードとなる八分木で表されてもよい。各ノードは、点の存在確率の値を持つように表されてもよい。

[0042] 符号化部１４２は、符号化対象のターゲット点群を表現する八分木と、確率マップの三次元ボクセルを表現する八分木と、をそれぞれ持つ。符号化部１４２は、例えばまずリファレンス点群から確率マップを表す八分木を生成し、これに基づいてターゲット点群の八分木を符号化してもよい。

[0043] 符号化部１４２は、確率マップの生成において、確率マップの各セルについて周辺のリファレンス点の分布から存在確率を計算する。存在確率はどのように定義されてもよい。例えば、リファレンス点と各セルとの距離を変数としたガウス関数で各セルの点の存在確率が表されてもよい。例えば、リファレンス点の内挿補間や、超解像により、各セルにおける点の存在確率が表されてもよい。また、符号化部１４２は、リファレンス点からメッシュを生成し、生成されたメッシュを確率マップの生成に利用しても良い。例えば、符号化部１４２は、生成されたメッシュから各セルまでの距離に応じて、各

セルにおける点の存在確率を定義することができる。

[0044] 確率マップの生成には、リファレンス点の座標だけでなく、属性情報が使用されてもよい。例えば、属性情報が類似しているリファレンス点同士は、同じ物体表面上に分布している可能性が高いとして、この物体表面に沿って存在確率が計算されてもよい。リファレンス点がLidarなどの走査式センサーで得られたもの（例えば撮像によって得られたもの）である場合、符号化部１４２は、各リファレンス点のタイムスタンプを使用して走査線を推定してもよい。そして、符号化部１４２は、推定された走査線に沿った内挿補間により、各セルにおける点の存在確率を計算してもよい。

[0045] ある点群データを符号化するために生成された確率マップは、さらに別の点群データの符号化に再利用されてもよい。例えば同一の被写体を表す３つの点群データＡ，Ｂ及びＣのうち、Ａを単独で符号化し、Ｂを符号化する際にＡを参照して確率マップを生成し符号化を行ったあと、更にＢの真の占有マップに基づき確率マップの更新を行い、これをＣの符号化に用いることができる。この場合、例えばＡとＢとの両方で点が存在するセルでは点の存在確率を高くし、ＡとＢのどちらでも点が存在しないセルでは点の存在確率を低くするなどの方法で確率マップを更新すると、ＡとＢどちらかだけをリファレンスとしてＣを符号化するよりも符号化効率を高めることができる。また、ＡとＢの両方をリファレンスとしてＣを符号化するよりも演算量やメモリ量を削減することができる。

[0046] 図５は、本発明の復号装置２０の構成例を示す図である。復号装置２０は、パーソナルコンピューターやサーバー装置等の情報処理装置を用いて構成される。復号装置２０は、符号化データ入力部２１、点群データ出力部２２、記憶部２３及び制御部２４を備える。

[0047] 符号化データ入力部２１は、他の装置によって得られた符号化データを復号装置２０に入力する。符号化データ入力部２１は、例えば他の装置とデータ通信することによって符号化データを取得してもよい。他の装置の具体例として、情報機器や、物体までの距離を測定することによって点群データを

生成し符号化する点群データ生成装置（例えばLidarの装置）などがある。符号化データ入力部２１は、符号化データが記録された記録媒体から符号化データを読み出すことで符号化データを取得してもよい。符号化データ入力部２１が符号化データを取得する態様は限定されない。

[0048] 点群データ出力部２２は、符号化データが復号されることによって得られた点群データを復号装置２０から出力する。点群データ出力部２２は、例えば他の装置とデータ通信することによって点群データを出力してもよい。点群データ出力部２２は、記録媒体に対して点群データを記録することで出力してもよい。点群データ出力部２２が点群データを出力する態様は限定されない。

[0049] 記憶部２３は、磁気ハードディスク装置や半導体記憶装置等の記憶装置を用いて構成される。記憶部２３は、符号化データ記憶部２３１及び点群データ記憶部２３２として機能する。符号化データ記憶部２３１は、符号化データ入力部２１から入力された符号化データを記憶する。点群データ記憶部２３２は、制御部２４の復号処理によって生成された点群データを記憶する。

[0050] 制御部２４は、ＣＰＵ等のプロセッサーとメモリーとを用いて構成される。制御部２４は、プロセッサーがプログラムを実行することによって、情報制御部２４１及び復号部２４２として機能する。なお、制御部２４の各機能の全て又は一部は、ＡＳＩＣやＰＬＤやＦＰＧＡ等のハードウェアを用いて実現されても良い。上記のプログラムは、コンピューター読み取り可能な記録媒体に記録されても良い。コンピューター読み取り可能な記録媒体とは、例えばフレキシブルディスク、光磁気ディスク、ＲＯＭ、ＣＤ－ＲＯＭ、半導体記憶装置（例えばＳＳＤ）等の可搬媒体、コンピューターシステムに内蔵されるハードディスクや半導体記憶装置等の記憶装置である。上記のプログラムは、電気通信回線を介して送信されてもよい。

[0051] 情報制御部２４１は、符号化データ入力部２１を介して他の機器から符号化データを取得する。情報制御部２４１は、取得した符号化データを符号化データ記憶部２３１に記録する。情報制御部２４１は、点群データ記憶部２

３２に記録されている点群データを、点群データ出力部２２を介して他の機器に出力する。

[0052] 復号部２４２は、符号化データを復号することによって点群データを生成する。上述したように符号化データの生成方法には二つの方法があった。それぞれの方法で得られた符号化データの復号処理について説明する。

[0053] （第一の方法）

まず、第一の方法で得られた符号化データを復号する処理について説明する。復号部２４２は、ターゲット点群と、既に復号されたリファレンス点群と、を入力する。復号部２４２は、ターゲット点群の占有マップの各セルにおいて、周辺のリファレンス点の分布に応じて各セルに点が存在する確率を計算する。そして、復号部２４２は、得られた確率モデルを用いて、ターゲット点群の占有マップを復号する。

[0054] （第二の方法）

次に、第二の方法で得られた符号化データを復号する処理について説明する。復号部２４２は、ターゲット点群と、既に復号されたリファレンス点群と、を入力する。復号部２４２は、周辺のリファレンス点の分布に応じて確率マップを生成する。復号部２４２は、ターゲット点群の各ノードについて、この確率マップに基づく確率モデルを用いて占有マップを復号する。復号部２４２は、真の占有マップに基づいて確率マップを更新する。

[0055] このように構成された符号化装置１０では、点群データの符号化効率を向上させることができる。具体的には以下の通りである。符号化装置１０では、各セルにおいて点が存在する確率（存在確率）をリファレンス点群に基づいて取得する。そして、取得された存在確率に基づいて占有マップのビットを決定する。このように点の存在確率に基づいてビットが決定されるため、予測が当たらないことで符号化効率が悪化してしまうことを抑止することが可能となる。

[0056] また、本発明について以下のように説明することもできる。ターゲット点と同じセルにリファレンス点が存在しない場合にも、周辺のリファレンス点

群の分布具合からターゲット点の存在を効率よく予測することができる。本発明によるインター予測は、他のロッシーな符号化ツールで圧縮した結果をリファレンスにしてロスレス符号化を行うために使用することもできる。

[0057] 図６は、本実施形態に適用される情報処理装置９０のハードウェア構成例の概略を示す図である。情報処理装置９０は、プロセッサー９１、主記憶装置９２、通信インターフェース９３、補助記憶装置９４、入出力インターフェース９５及び内部バス９６を備える。プロセッサー９１、主記憶装置９２、通信インターフェース９３、補助記憶装置９４及び入出力インターフェース９５は、内部バス９６を介して互いに通信可能に接続される。情報処理装置９０は、例えば符号化装置１０及び復号装置２０に適用されてもよい。この場合、例えば点群データ入力部１１、符号化データ出力部１２、符号化データ入力部２１及び点群データ出力部２２は通信インターフェース９３や入出力インターフェース９５を用いて構成されてもよい。例えば記憶部１３及び記憶部２３は補助記憶装置９４を用いて構成されてもよい。また、制御部１４及び制御部２４は、プロセッサー９１及び主記憶装置９２を用いて構成されてもよい。

[0058] （変形例）

リファレンス点群の精度は、ターゲット点群の精度より低くてもよい。リファレンスのツリーの深さがターゲットのツリーよりも浅い場合、ターゲットのツリーの深さまでは確率マップを使用して符号化し、それ以降は確率マップを使用せずに符号化してもよい。

[0059] また、点群生成の際のサンプリングがまばらで物体表面をくまなくサンプリングできていない場合のように、リファレンス点群の分布から点の存在確率が高いと推定されたセルにターゲット点が存在しないということもある。この場合、符号化装置１０においてツリーの深度毎に真のターゲット点群を使用して確率マップに対する全体的な信頼度を計算してもよい。そして、符号化装置１０は、信頼度が低い場合は確率マップを使用しないフラグを符号化してもよい。また、深度別ではなく、任意のノードの集合についてその判

定が行われても良い。

[0060] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

産業上の利用可能性

[0061] 本発明は、点群データの符号化に適用可能である。

符号の説明

[0062] １０…符号化装置、１１…点群データ入力部、１２…符号化データ出力部、１３…記憶部、１３１…点群データ記憶部、１３２…符号化データ記憶部、１４…制御部、１４１…情報制御部、１４２…符号化部、２０…復号装置、２１…符号化データ入力部、２２…点群データ出力部、２３…記憶部、２３１…符号化データ記憶部、２３２…点群データ記憶部、２４…制御部、２４１…情報制御部、２４２…復号部

請求の範囲

[請求項1] 符号化対象の点群データについて、符号化対象のセルについて、他の領域の点の存在に応じて前記セルにおける点の存在確率を取得し、前記存在確率に基づいて前記セルにおける占有マップを符号化する符号化部、を備える符号化装置。

[請求項2] 前記符号化部は、前記符号化対象のセルについて、前記セルの周辺のリファレンス点の分布に応じて前記存在確率を計算する、請求項１に記載の符号化装置。

[請求項3] 前記符号化部は、各セルについて周辺のリファレンス点の分布に応じた点の存在確率を求めて確率マップを生成し、前記確率マップに基づく確率モデルを用いて前記占有マップを符号化する、請求項１に記載の符号化装置。

[請求項4] 符号化対象の点群データについて、符号化対象のセルについて、他の領域の点の存在に応じて前記セルにおける点の存在確率を取得し、前記存在確率に基づいて前記セルにおける占有マップを符号化することによって得られた符号化データを入力し、前記符号化データの前記占有マップの各セルにおいて、他の領域の点の存在に応じて前記セルに点が存在する存在確率を計算し、得られた存在確率に基づいて前記占有マップを復号する復号部、を備える復号装置。

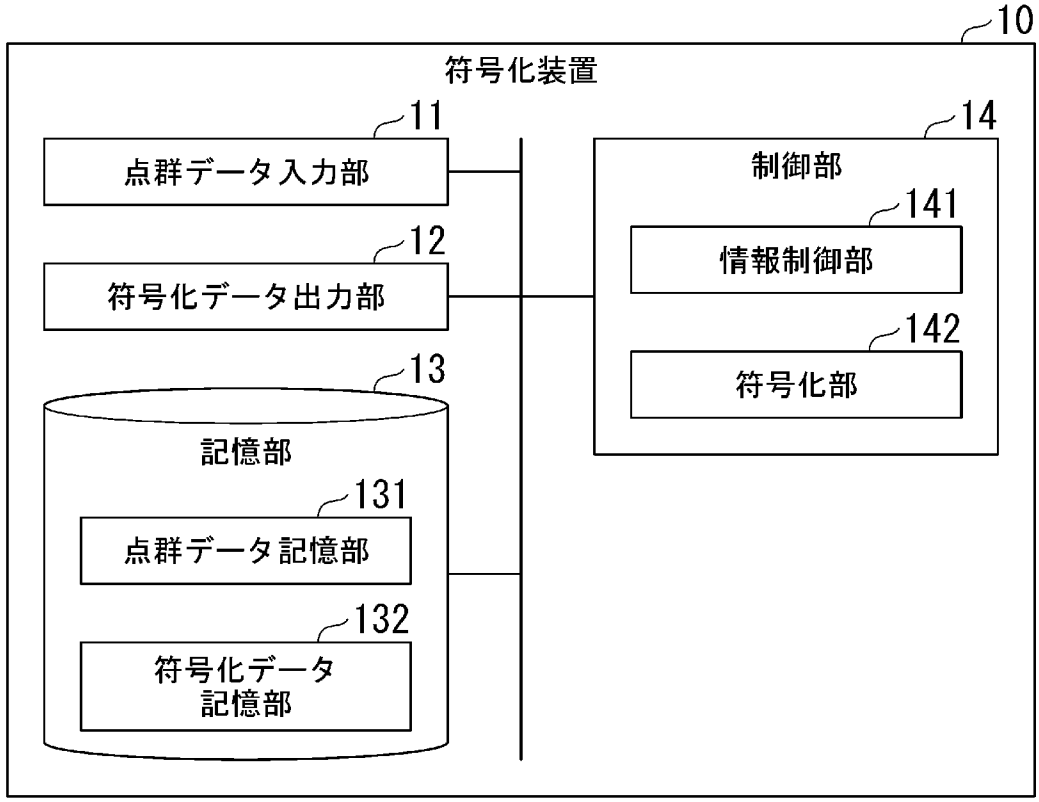
[請求項5] 符号化対象の点群データについて、符号化対象のセルについて、他の領域の点の存在に応じて前記セルにおける点の存在確率を取得し、前記存在確率に基づいて前記セルにおける占有マップを符号化する、符号化方法。

[請求項6] 符号化対象の点群データについて、符号化対象のセルについて、他の領域の点の存在に応じて前記セルにおける点の存在確率を取得し、前記存在確率に基づいて前記セルにおける占有マップを符号化することによって得られた符号化データを入力し、前記符号化データの前記占有マップの各セルにおいて、他の領域の点の存在に応じて前記セル

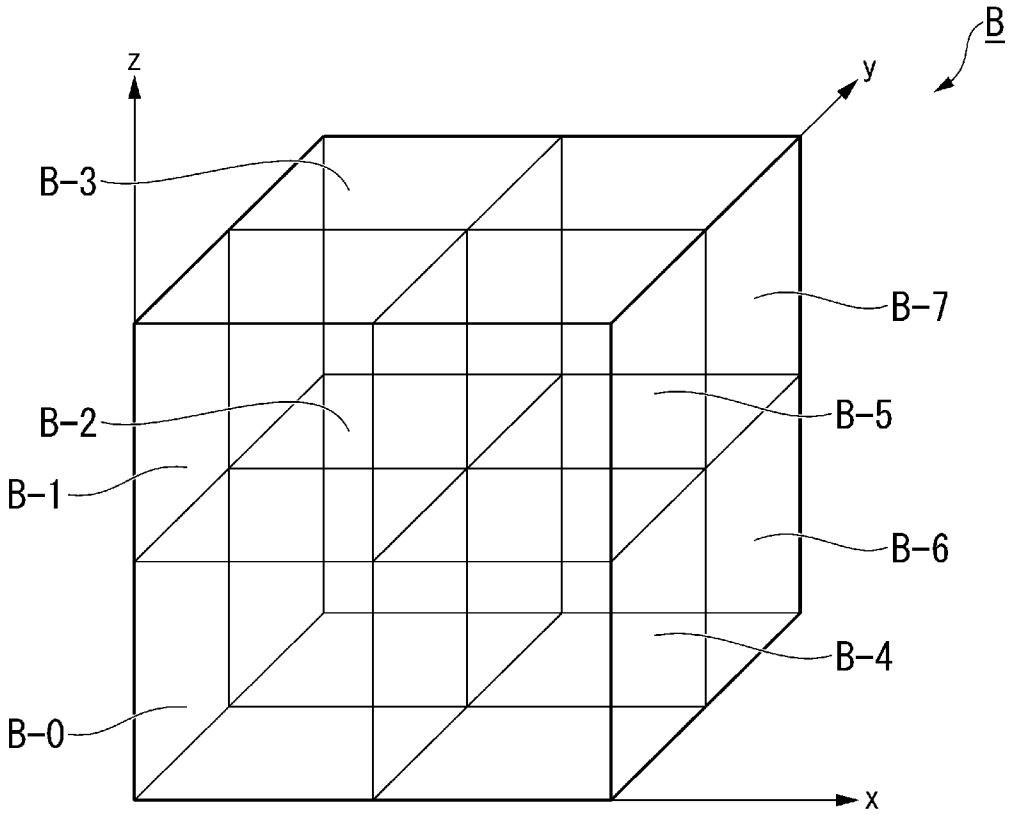
に点が存在する存在確率を計算し、得られた存在確率に基づいて前記占有マップを復号する、復号方法。

[請求項7] 請求項１に記載の符号化装置又は請求項４に記載の復号装置としてコンピューターを機能させるためのコンピュータープログラム。

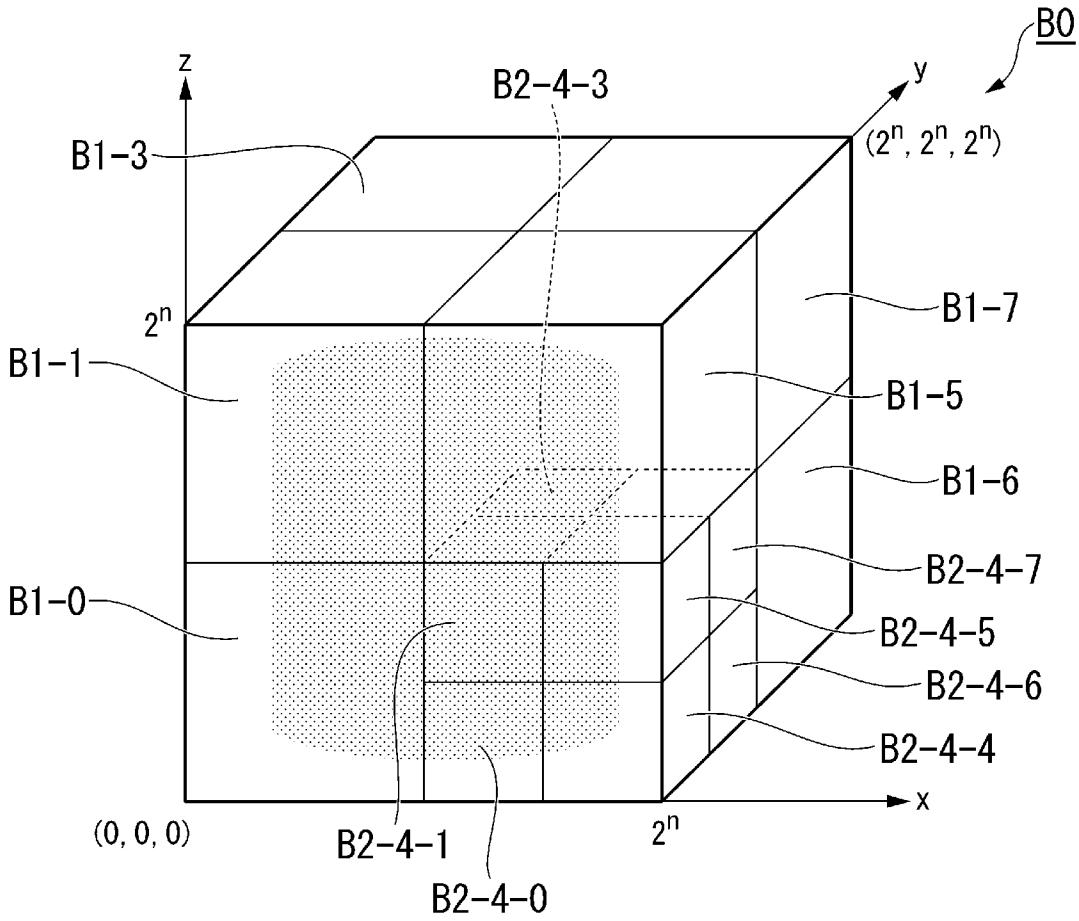
[図1]


10
符号化装置
11
点群データ入力部
12
符号化データ出力部
13
記憶部
131
点群データ記憶部
132
符号化データ
記憶部
14
制御部
141
情報制御部
142
符号化部

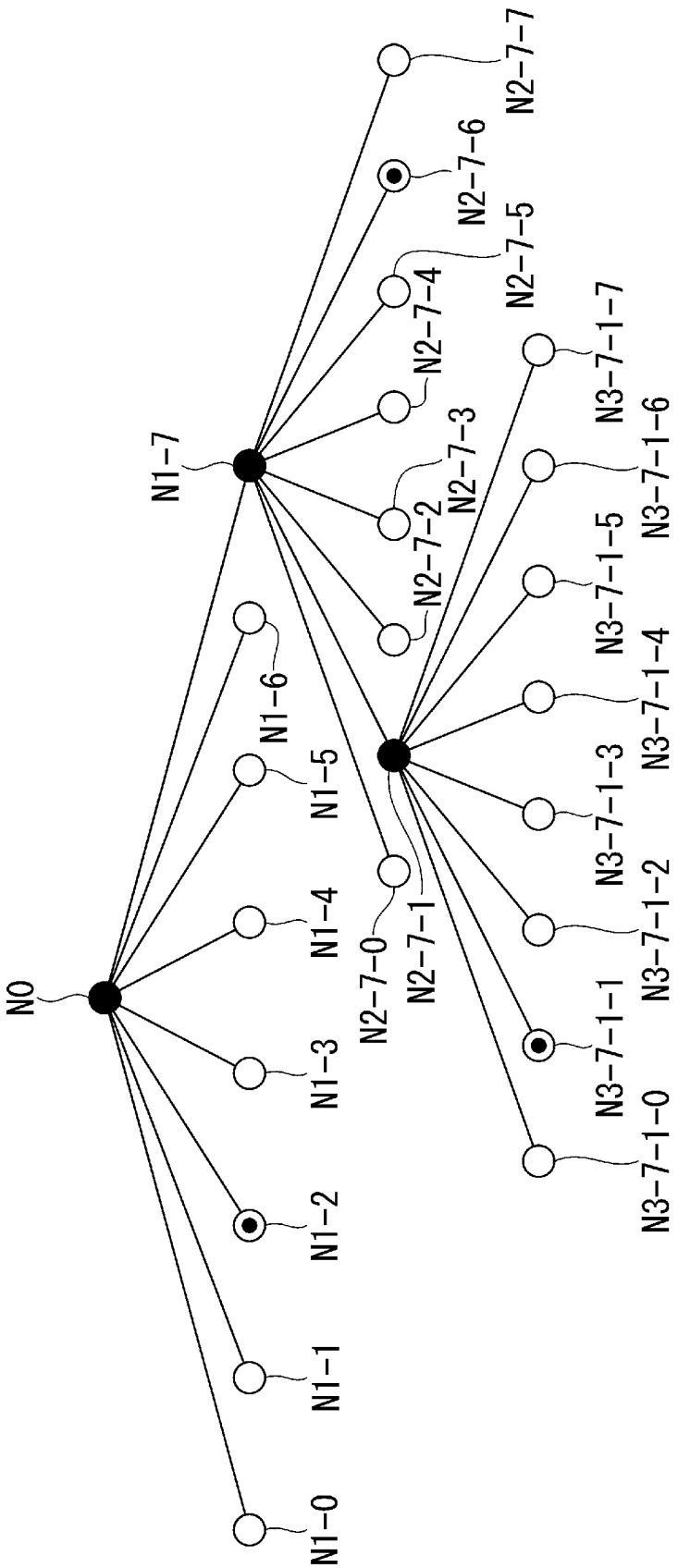
[図2]


B
z
y
x
B-0
B-1
B-2
B-3
B-4
B-5
B-6
B-7

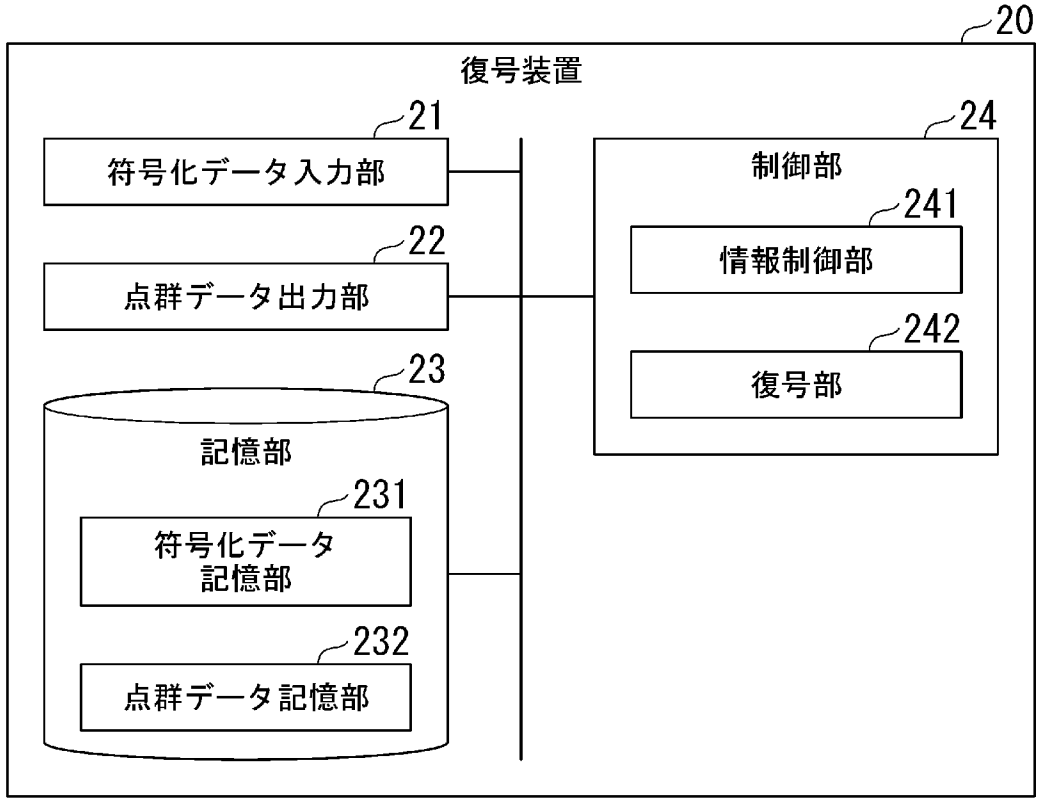
[図3]


B0
z
y
B2-4-3
B1-3
(2^n, 2^n, 2^n)
2^n
B1-7
B1-1
B1-5
B1-6
B2-4-7
B1-0
B2-4-5
B2-4-6
B2-4-4
x
(0, 0, 0)
B2-4-1
2^n
B2-4-0

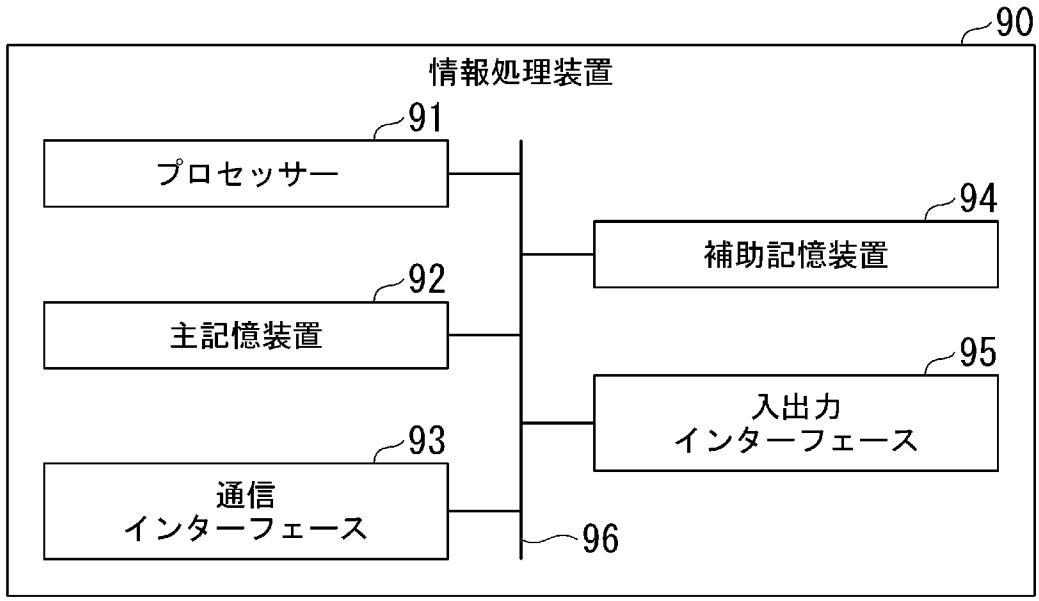
[図4]


N0
N1-0
N1-1
N1-2
N1-3
N1-4
N1-5
N1-6
N1-7
N2-7-0
N2-7-1
N2-7-2
N2-7-3
N2-7-4
N2-7-5
N2-7-6
N2-7-7
N3-7-1-0
N3-7-1-1
N3-7-1-2
N3-7-1-3
N3-7-1-4
N3-7-1-5
N3-7-1-6
N3-7-1-7

[図5]


20
復号装置
21
符号化データ入力部
22
点群データ出力部
23
記憶部
231
符号化データ
記憶部
232
点群データ記憶部
24
制御部
241
情報制御部
242
復号部

[図6]


90
情報処理装置
91
プロセッサー
92
主記憶装置
93
通信
インターフェース
94
補助記憶装置
95
入出力
インターフェース
96

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/024777

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 9/40(2006.01)i
FI: G06T9/40

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T9/40

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2022/071505 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORPORATION OF AMERICA) 07 April 2022 (2022-04-07) paragraphs [0258]-[0284], fig. 39-40	1-2, 4-7
A	WO 2020/004461 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORPORATION OF AMERICA) 02 January 2020 (2020-01-02) paragraphs [0525]-[0526]	1-7
A	松崎 康平, 河村 圭, 時間的相関を用いた疎な点群の圧縮のための点拡張, FIT2021 第20回情報科学技術フォーラム 講演論文集, 第3分冊, 12 August 2021, pp. 25-32 (MATSUZAKI, Kohei, KAWAMURA, Kei, Point Augmentation for Compression of Sparse Point Cloud using Temporal Correlation, Proceedings of FIT2021, vol. 3) in particular, "2.2 Occupancy Prediction"	1-7

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

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
12 September 2023	**19 September 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/024777

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2022/071505 A1	07 April 2022	(Family: none)	
WO 2020/004461 A1	02 January 2020	US 2021/0105505 A1 paragraphs [0604]-[0605] US 2022/0078487 A1 EP 3816940 A1 CN 112313711 A KR 10-2021-0020924 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/024777

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G06T 9/40(2006.01)i
FI: G06T9/40

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

G06T9/40

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	WO 2022/071505 A1 (パナソニック　インテレクチュアル　プロパティ　コーポレーション　オブ　アメリカ) 07.04.2022 (2022-04-07) 段落[0258]-[0284],図39-40	1-2,4-7
A	WO 2020/004461 A1 (パナソニック　インテレクチュアル　プロパティ　コーポレーション　オブ　アメリカ) 02.01.2020 (2020-01-02) 段落[0525]-[0526]	1-7
A	松崎 康平, 河村 圭, 時間的相関を用いた疎な点群の圧縮のための点拡張, FIT2021 第20回情報科学技術フォーラム 講演論文集, 第3分冊, 2021.08.12, pp.25-32 特に、[2.2 占有予測]	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、一般的技術水準を示すもの
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
"&" 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
12.09.2023	19.09.2023

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）
粕谷　満成 5V 5587
電話番号 03-3581-1101 内線 3571

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/024777

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2022/071505 A1	07.04.2022	（ファミリーなし）	
WO 2020/004461 A1	02.01.2020	US 2021/0105505 A1 段落[0604]-[0605] US 2022/0078487 A1 EP 3816940 A1 CN 112313711 A KR 10-2021-0020924 A	