

(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7月10日(10.07.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/146751 A1

(51) 国際特許分類:

G06T 9/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2024/041297

(22) 国際出願日:

2024年11月21日(21.11.2024)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

特願 2024-000909 2024年1月6日(06.01.2024) JP

(71) 出願人: K D D I 株 式 会 社 (KDDI CORPORATION) [JP/JP]; 〒1638003 東京都新宿区西新宿二丁目3番2号 (JP).

(72) 発明者: 徐 建鋒(XU Jianfeng); 〒3568502 埼玉県ふじみ野市大原二丁目1番15号 株式会社

K D D I 総合研究所内 (JP). 海野 恭平(UNNO Kyohei); 〒3568502 埼玉県ふじみ野市大原二丁目1番15号 株式会社K D D I 総合研究所内 (JP). 河村 圭(KAWAMURA Kci); 〒3568502 埼玉県ふじみ野市大原二丁目1番15号 株式会社K D D I 総合研究所内 (JP).

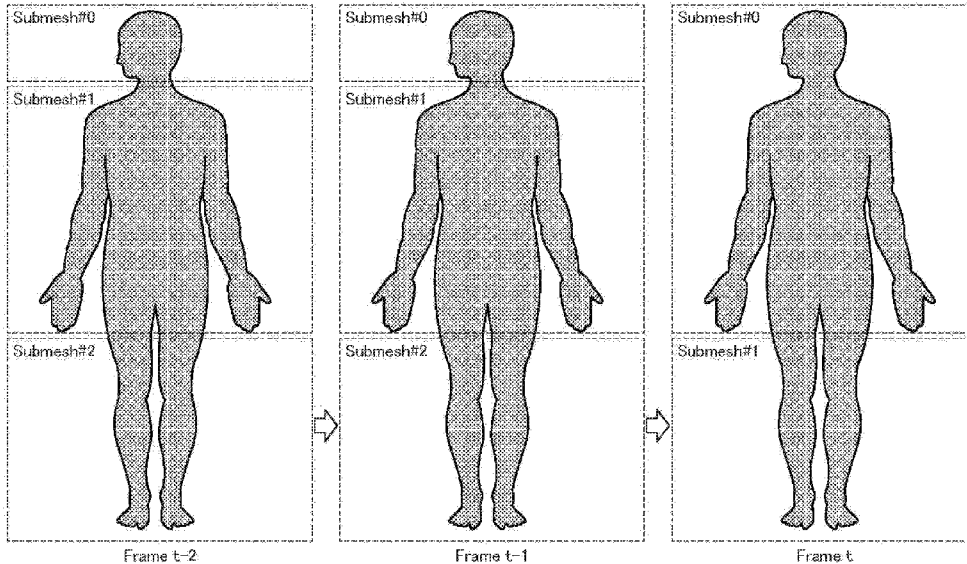
(74) 代理人: フェリシテ弁理士法人(FELICITE PATENT PROFESSIONAL CORPORATION); 〒1040053 東京都中央区晴海三丁目13番1号 D E U X T O U R S E 4 4 1 2 (JP).

(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,

(54) Title: MESH DECODING DEVICE, MESH DECODING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: メッシュ復号装置、メッシュ復号方法及びプログラム

[図23]



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to specify which submesh to refer to. In a mesh decoding device 200 according to the present invention, each intra-frame has a different number of submeshes, and each inter-frame has a different number of submeshes.

(57) 要約: どのサブメッシュを参照するかについて特定すること。本発明に係るメッシュ復号装置200において、イントラフレームの各々でサブメッシュの数が異なり、インターフレームの各々でサブメッシュの数が異なる。

[続葉有]

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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

メッシュ復号装置、メッシュ復号方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、メッシュ復号装置、メッシュ復号方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 非特許文献1又は非特許文献4には、非特許文献5のフレームワークに従って、非特許文献2又は3を用いてメッシュを符号化する技術が開示されている。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：Khaled Mammou, Jungsun Kim, Alexis M Tourapis, Dimitri P odborski, and Krasimir Kolarov, “[V-CG] Apple’s Dynamic Mesh Coding CfP Response,” April 2022, ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 7 m59281.

非特許文献2：Google Draco、2022年5月26日アクセス [Online]、<https://google.github.io/draco>

非特許文献3：Jean-Eudes Marvie, Olivier Mocquard, “[V-DMC][EE4.4-related] An efficient EdgeBreaker implementation,” April 2023, ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 7 m63344.

非特許文献4：“WD 5.0 of V-DMC,” Oct. 2023, ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 7 N00744.

非特許文献5：“Information technology – Coded Representation of Immersive Media – Part 5: Visual Volumetric Video-based Coding (V3C) and Video-based Point Cloud Compression (V-PCC),” ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 7, ISO/IEC 23090-5:2021(2E).

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、インター予測符号化において現フレームの基本メッシュの参照フレームの中にどのサブメッシュを参照するかという情報が存在しないという問題点があった。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、インター予測符号化において、現フレームの参照フレームの中にどのサブメッシュを参照するかという制御信号を導入することで、どのサブメッシュを参照するかについて特定することができるメッシュ復号装置、メッシュ復号方法及びプログラムを提供することを目的とする。

[0005] また、本発明は、インター予測符号化において、現フレームの参照フレームの中にどのサブメッシュを参照するかという情報が無くても、どのサブメッシュを参照するかについて特定することができるメッシュ復号装置、メッシュ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、メッシュ復号装置であって、イントラフレームのビットストリームから、前記イントラフレームにおける頂点の座標及び接続情報を復号するイントラ復号部と、インターフレームのビットストリームから復号した動きベクトルと、参照フレームにおいて復号対象の頂点に対応する頂点の座標とを加算することで、前記復号対象の頂点の座標を復号するインター復号部を備え、前記イントラフレームの各々でサブメッシュの数が異なり、前記インターフレームの各々でサブメッシュの数が異なることを要旨とする。

[0007] 本発明の第2の特徴は、メッシュ復号方法であって、イントラフレームのビットストリームから、前記イントラフレームにおける頂点の座標及び接続情報を復号する工程Aと、インターフレームのビットストリームから復号した動きベクトルと、参照フレームにおいて復号対象の頂点に対応する頂点の座標とを加算することで、前記復号対象の頂点の座標を復号する工程Bとを有し、前記工程A及び前記工程Bにおいて、前記イントラフレームの各々で

サブメッシュの数が異なり、前記インターフレームの各々でサブメッシュの数が異な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、メッシュ復号装置として機能させるプログラムであって、前記メッシュ復号装置は、イントラフレームのビットストリームから、前記イントラフレームにおける頂点の座標及び接続情報を復号するイントラ復号部と、インターフレームのビットストリームから復号した動きベクトルと、参照フレームにおいて復号対象の頂点に対応する頂点の座標とを加算することで、前記復号対象の頂点の座標を復号するインター復号部を備え、前記イントラフレームの各々でサブメッシュの数が異なり、前記インターフレームの各々でサブメッシュの数が異なることを要旨とする。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、インター予測符号化において、現フレームの参照フレームの中にどのサブメッシュを参照するかという制御信号を導入することで、どのサブメッシュを参照するかについて特定することができるメッシュ復号装置、メッシュ復号方法及びプログラムを提供することができる。

[0010] また、本発明によれば、インター予測符号化において、現フレームの参照フレームの中にどのサブメッシュを参照するかという情報が無くても、どのサブメッシュを参照するかについて特定することができるメッシュ復号装置、メッシュ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、一実施形態に係るメッシュ処理システム1の構成の一例を示す図である。

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

[図3A]図3Aは、基本メッシュ及び細分割メッシュの一例を示す図である。

[図3B]図3Bは、基本メッシュ及び細分割メッシュの一例を示す図である。

[図4]図4は、一実施形態に係るメッシュ復号装置200の基本メッシュ復号

部 2 0 2 の機能ブロックの一例を示す図である。

[図5]図 5 は、一実施形態に係るメッシュ復号装置 2 0 0 の基本メッシュ復号部 2 0 2 のイントラ復号部 2 0 2 B の機能ブロックの一例を示す図である。

[図6]図 6 は、P フレームの基本メッシュの頂点と I フレームの基本メッシュの頂点との間の対応関係の一例を示す図である。

[図7]図 7 は、一実施形態に係るメッシュ復号装置 2 0 0 の基本メッシュ復号部 2 0 2 のインター復号部 2 0 2 E の機能ブロックの一例を示す図である。

[図8]図 8 は、一実施形態に係るメッシュ復号装置 2 0 0 の基本メッシュ復号部 2 0 2 のインター復号部 2 0 2 E の動きベクトル予測部 2 0 2 E 3 による復号対象の頂点の M V P の算出方法の一例を説明するための図である。

[図9]図 9 は、一実施形態に係るメッシュ復号装置 2 0 0 の基本メッシュ復号部 2 0 2 のインター復号部 2 0 2 E の動きベクトル予測部 2 0 2 E 3 の動作の一例を示すフローチャートを示す。

[図10A]図 1 0 A は、メッシュに対する復号順の一例を示す図である。

[図10B]図 1 0 B は、復号対象の頂点の周りにある頂点のリストの一例である。

[図11]図 1 1 は、復号済みの動きベクトル数と復号対象の頂点の周りにある頂点の数との関係を示す統計データの一例を示す図である。

[図12]図 1 2 は、W o r s t c a s e の一例を説明するための図である。

[図13]図 1 3 は、一実施形態に係るメッシュ復号装置 2 0 0 の基本メッシュ復号部 2 0 2 のインター復号部 2 0 2 E の変更例 2 について説明するための図である。

[図14]図 1 4 は、一実施形態に係るメッシュ復号装置 2 0 0 の基本メッシュ復号部 2 0 2 のインター復号部 2 0 2 E の変更例 2 について説明するための図である。

[図15]図 1 5 は、一実施形態に係るメッシュ復号装置 2 0 0 の基本メッシュ復号部 2 0 2 のインター復号部 2 0 2 E の変更例 3 について説明するための図である。

[図16]図16は、一実施形態に係るメッシュ復号装置200の基本メッシュ復号部202の変更例1の機能ブロックの変更例を示す図である。

[図17]図17は、一実施形態に係るメッシュ復号装置200の基本メッシュ復号部202の変更例1について説明するための図である。

[図18]図18は、一実施形態に係るメッシュ復号装置200の基本メッシュ復号部202のメッシュバッファ部202Cについて説明するための図である。

[図19]図19は、一実施形態に係るメッシュ復号装置200の基本メッシュ復号部202のメッシュバッファ部202Cについて説明するための図である。

[図20]図20は、変更例2に係るメッシュ復号装置200の基本メッシュ復号部202の変更例について説明するための図である。

[図21]図21は、変更例2に係るメッシュ復号装置200の基本メッシュ復号部202の変更例について説明するための図である。

[図22]図22は、NALヘッダの一例を示す図である。

[図23]図23は、各フレームでサブメッシュの数が変動するケースの一例を示す図である。

[図24]図24は、フレーム間で対応するサブメッシュが異なるSubmeshIDを有するケースの一例を示す図である。

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24を参照して、本実施形態に係るメッシュ処理システムについて説明する。

[0014] 図1は、本実施形態に係るメッシュ処理システム1の構成の一例を示す図である。図1に示すように、メッシュ処理システム1は、メッシュ符号化装置100及びメッシュ復号装置200を備えている。

[0015] 図2は、本実施形態に係るメッシュ復号装置200の機能ブロックの一例を示す図である。

[0016] 図2に示すように、メッシュ復号装置200は、多重分離部201と、基本メッシュ復号部202と、細分割部203と、メッシュ復号部204と、パッチ統合部205と、変位量復号部206と、映像復号部207と、アトラスデータ復号部208とを有する。

[0017] ここで、基本メッシュ復号部202、細分割部203、メッシュ復号部204及び変位量復号部206は、メッシュを分割したパッチ単位で処理を行うように構成されており、その後、これらの処理結果についてパッチ統合部205で統合されるように構成されていてもよい。

[0018] 図3Aの例では、メッシュが、基本面1及び2で構成されるパッチ1と、基本面3及び4で構成されるパッチ2とに分割されている。

[0019] 多重分離部201は、多重化されたビットストリームを、基本メッシュビットストリームと変位量ビットストリームとテクスチャビットストリームとアトラス(atlas)ビットストリームとに分離するように構成されている。

[0020] アトラスデータ復号部208は、アトラスビットストリームを復号して制御情報を出力するように構成されている。かかる制御信号は、メタデータとして基本メッシュ復号部202、細分割部203、メッシュ復号部204、変位量復号部206及び映像復号部207で利用されてもよい。

[0021] <基本メッシュ復号部202>

基本メッシュ復号部202は、基本メッシュビットストリームを復号し、基本メッシュを生成して出力するように構成されている。

[0022] ここで、基本メッシュは、3次元空間における複数の頂点と、かかる複数の頂点を接続する辺とで構成される。

[0023] なお、図3Aに示すように、基本メッシュは、3つの頂点で表現される基本面を組み合わせで構成される。

[0024] 基本メッシュ復号部202は、例えば、非特許文献2に示すDraco又は非特許文献3に記載されている技術を用いて、基本メッシュビットストリームを復号するように構成されていてもよい。

[0025] また、基本メッシュ復号部202は、細分割手法の種別を制御する制御情報として、後述の「subdivision_method_id」を生成するように構成されていてもよい。

[0026] 図4に示すように、基本メッシュ復号部202は、分離部202Aと、イントラ復号部202Bと、メッシュバッファ部202Cと、接続情報復号部202Dと、インター復号部202Eとを備える。

[0027] 分離部202Aは、基本メッシュビットストリームを、IフレームのビットストリームとPフレームのビットストリームとに分類するように構成されている。

[0028] (イントラ復号部202B)

イントラ復号部202Bは、例えば、非特許文献2に示すDraco又は非特許文献3に記載されている技術を用いて、Iフレームのビットストリームから、Iフレームの頂点の座標及び接続情報を復号するように構成されている。

[0029] 図5は、イントラ復号部202Bの機能ブロックの一例を示す図である。

[0030] 図5に示すように、イントラ復号部202Bは、任意イントラ復号部202B1と、整列部202B2とを有する。

[0031] 任意イントラ復号部202B1は、非特許文献2に示すDraco又は非特許文献3に記載されている技術を含む任意の方式を用いて、Iフレームのビットストリームから、Iフレームの順序無し頂点の座標及び接続情報を復号するように構成されている。

[0032] 整列部202B2は、順序無し頂点を所定の順序に並び替えることによって頂点を入力するように構成されている。

- [0033] 所定の順序として、例えば、モートンコード順を用いてもよく、ラスタスキャン順を用いてもよい。
- [0034] また、整列部202B2は、復号された基本メッシュにおいて座標が一致する複数の頂点である重複頂点をまとめて、単一頂点としてから、所定の順序に並び替えてもよい。
- [0035] メッシュバッファ部202Cは、イントラ復号部202Bによって復号されたIフレームの頂点の座標及び接続情報を蓄積するように構成されている。ここで、重複頂点として存在する頂点のインデックスA(k)及びB(k)のペアを所定順で保存する特定バッファが設けられていてもよい。
- [0036] 接続情報復号部202Dは、メッシュバッファ部202Cから取り出したIフレーム又は参照フレームの接続情報をPフレームの接続情報にするように構成されている。
- [0037] インター復号部202Eは、メッシュバッファ部202Cから取り出した参照フレームの頂点の座標とPフレームのビットストリームから復号した動きベクトルとを加算することによって、Pフレームの頂点の座標を復号するように構成されている。
- [0038] 更に、インター復号部202Eは、かかる特定バッファに保存されている重複頂点として存在する頂点のインデックスA(k)及びB(k)のペアにより、Pフレームの頂点のインデックスを調整することが可能である。
- [0039] ここで、上述のインデックスの全部又は一部は、ビットストリームから復号される。かかる復号方法は、算術符号化でもよい。この結果、算術符号化を用いて復号対象のインデックスの最大値に制限が無くなるという効果が期待できる。
- [0040] 例えば、 $ue(v)$ という算術符号化を使ってもよい。 $ue(v)$ は、左端ビットファーストで符号なし整数0次の指数ゴロム符号化(Exp-Golomb)を示す。
- [0041] 具体的には、 $ue(v)$ の構文要素の解析プロセスは、ビットストリーム内の現在の位置から始まり、最初の非ゼロビットを含むビットを読み取って

、0に等しい先行ビット数を数えることから始まる。このプロセスは、次のように指定される。

```
leadingZeroBits = -1
for (b=0; !b; leadingZeroBits++)
    b = read_bits(1)
```

次に、変数codeNumが、次のように割り当てられる。

```
[0042] codeNum = 2leadingZeroBits-1 + read_bits(leadingZeroBits)
```

ただし、read_bits(leadingZeroBits)の返す値は、最上位ビットが先に書かれた符号なし整数の2進表現として解釈される。また、ue(v)の値は、codeNumの値に等しい。

[0043] 表1は、ビット列を「接頭辞」ビットと「接尾辞」ビットとに分離して、Exp-Golombコードの構造を示している。

[0044] [表1]

ビット列	codeNumの範囲
1	0
0 1 x ₀	1..2
0 0 1 x ₁ x ₀	3..6
0 0 0 1 x ₂ x ₁ x ₀	7..14
0 0 0 0 1 x ₃ x ₂ x ₁ x ₀	15..30
0 0 0 0 0 1 x ₄ x ₃ x ₂ x ₁ x ₀	31..62
...	...

ここで、「接頭辞」ビットは、leadingZeroBitsの計算で

指定されたように解析されるビットであり、表 1 のビット列の列に 0 又は 1 として表示される。

[0045] 「接尾辞」ビットは、codeNum の計算で解析されるビットであり、表 1 において x_i として表示される。i は、0 から leadingZeroBits - 1 までの範囲にある。各 x_i は、0 又は 1 のいずれかに等しい。

[0046] 表 2 は、ビット列を codeNum の値に明示的に割り当てる方法を示す。ここで、ue(v) の値は、codeNum の値に等しい。

[0047]

[表2]

ビット列	codeNum
1	0
0 1 0	1
0 1 1	2
0 0 1 0 0	3
0 0 1 0 1	4
0 0 1 1 0	5
0 0 1 1 1	6
0 0 0 1 0 0 0	7
0 0 0 1 0 0 1	8
0 0 0 1 0 1 0	9
...	...

[0048] 本実施形態では、図6に示すように、Pフレームの基本メッシュの頂点と参照フレーム（Iフレーム又はPフレーム）の基本メッシュの頂点との間に対応関係が存在する。ここで、インター復号部202Eによって復号される動きベクトルは、Pフレームの基本メッシュの頂点の座標とIフレームの基本メッシュの頂点の座標との差分ベクトルである。

- [0049] なお、インター復号部202Eは、ビットストリームから、現フレーム又は現サブメッシュの頂点数を復号してもよい。
- [0050] ここで、インター復号部202Eが、上述のビットストリームから現フレーム又は現サブメッシュの頂点数を復号する場合、かかるビットストリームの適合性の要件は、復号した現フレーム又は現サブメッシュの頂点数が参照フレーム又は参照サブメッシュの頂点数と等しくなければならないということである。
- [0051] なお、インター復号部202Eは、上述のビットストリームから現フレーム又は現サブメッシュの頂点数を復号する場合、復号した現フレーム又は現サブメッシュの頂点数と参照フレーム又は参照サブメッシュの頂点数とが異なる場合、ビットストリームから復号した現フレーム又は現サブメッシュの頂点数を優先して利用するように構成されている。
- [0052] また、インター復号部202Eは、参照フレーム又は参照サブメッシュの頂点数を、そのまま現フレーム又は現サブメッシュの頂点数として利用してもよい。
- [0053] かかる場合、インター復号部202Eは、現フレーム又は現サブメッシュの頂点数が参照フレーム又は参照サブメッシュの頂点数よりも多い場合、参照フレーム又は参照サブメッシュに対して、ダミー頂点及びダミー頂点の接続情報を追加してもよい。
- [0054] ここで、インター復号部202Eは、かかるダミー頂点の座標を固定値（例えば、(0, 0, 0)）としてもよいし、所定頂点（例えば、参照フレームの最後の頂点）からコピーしてもよい。
- [0055] また、インター復号部202Eは、ダミー頂点の接続情報として、参照フレーム又は参照サブメッシュにおける頂点の接続情報の最初から必要な分をコピーしてもよい。
- [0056] かかる構成によれば、現フレーム又は現サブメッシュの復号動作を保障するという効果が期待できる。
- [0057] なお、基本メッシュが少なくとも1つの面を持ち、かかる面が少なくとも

3つ以上の頂点を持つため、フレーム毎又はサブメッシュ毎で頂点数を示す制御信号は、少なくとも3つ以上の頂点を含むように制限される。

[0058] 例えば、非特許文献4の8.3.7.3節で定義されている制御信号 `pdu_vertex_count_minus_1[tileID][patchIdx]`、H.8.1.3.8節で定義されている制御信号 `sismu_inter_vertex_count[subMeshID]` 及びI.8.3.7節で定義されている制御信号 `mesh_vertex_count` が、表3に示すように変更され、3つ以上の頂点を含むように制限される。

[0059] ここで、制御信号 `pdu_vertex_count_minus_1[tileID][patchIdx]` は、`[tileID]` で指定される `tileID` (タイルID) と等しい `tileID` を有するアトラスタイル内で `[patchIdx]` で指定される `patchID` (パッチID) と等しい `patchID` を有するパッチ内の頂点数を指定する制御信号である。

[0060] 制御信号 `sismu_inter_vertex_count[subMeshID]` は、`[subMeshID]` で指定される `SubmeshID` と等しい `SubmeshID` を有するサブメッシュ内の頂点数を指定する制御信号である。

[0061] 制御信号 `mesh_vertex_count` は、復号されたメッシュ内の頂点数を指定する制御信号である。

[0062] [表3]

<u>変更前</u>	<u>変更後</u>
<u><code>pdu_vertex_count_minus1[tileID][patchIdx]</code></u>	<u><code>pdu_vertex_count_minus3[tileID][patchIdx]</code></u>
<u><code>sismu_inter_vertex_count[subMeshID]</code></u>	<u><code>sismu_inter_vertex_count_minus3[subMeshID]</code></u>
<u><code>mesh_vertex_count</code></u>	<u><code>mesh_vertex_count_minus3</code></u>

[0063] かかる構成によれば、頂点が1や2といった意味がないデータで動作してしまうという事態を防ぐことができるという効果が期待できる。

[0064] (インター復号部202E)

図7は、インター復号部202Eの機能ブロックの一例を示す図である。

[0065] 図7に示すように、インター復号部202Eは、動きベクトル残差復号部202E1と、動きベクトルバッファ部202E2と、動きベクトル予測部202E3と、動きベクトル算出部202E4と、加算器202E5とを有する。

[0066] 動きベクトル残差復号部202E1は、PフレームのビットストリームからMVR (Motion Vector Residual) を生成するように構成されている。

[0067] ここで、MVRは、MV (Motion Vector) とMVP (Motion Vector Prediction) との差分を示す動きベクトル残差である。MVは、対応するIフレームの頂点の座標とPフレームの頂点の座標との間の差分ベクトル(動きベクトル)である。MVPは、MVを用いて対象の頂点のMVの予測した値(動きベクトルの予測値)である。

[0068] 動きベクトルバッファ部202E2は、動きベクトル算出部202E4によって出力されたMVを順次に保存するように構成されている。

[0069] 動きベクトル予測部202E3は、復号対象の頂点と接続している頂点について、動きベクトルバッファ部202E2から復号済みのMVを取得し、図8に示すように、取得された復号済みのMVの全部又は一部を用いて、復号対象の頂点のMVPを出力するように構成されている。

[0070] 動きベクトル算出部202E4は、動きベクトル残差復号部202E1で生成されたMVRと動きベクトル予測部202E3から出力されたMVPとを加算し、復号対象の頂点のMVを出力するように構成されている。

[0071] 加算器202E5は、対応関係を持つ参照フレーム(Iフレーム又はPフレーム)の復号済みの基本メッシュから得られた復号対象の頂点に対応する頂点の座標と、動きベクトル算出部202E4から出力された動きベクトル

MVとを加算し、復号対象の頂点の座標を出力するように構成されている。

[0072] 以下、インター復号部202Eの各部の詳細について説明する。

[0073] 図9に、動きベクトル予測部202E3の動作の一例を示すフローチャートを示す。以下、動きベクトル予測部202E3の動作を「平均予測法」と呼ぶ。

[0074] 図9に示すように、ステップS1001において、動きベクトル予測部202E3は、MVP及びNに0を設定する。

[0075] ステップS1002において、動きベクトル予測部202E3は、動きベクトルバッファ部202E2から、復号対象の頂点の周りの頂点のMVの集合を取得し、後続の処理が終わっていない頂点を特定し、Noに遷移し、全ての頂点について後続の処理が終わっている場合は、Yesに遷移する。

[0076] ステップS1003において、動きベクトル予測部202E3は、処理対象の頂点のMVが、復号済みでなければ、Noに遷移し、処理対象の頂点のMVが、復号済みであれば、Yesに遷移する。

[0077] ステップS1004において、動きベクトル予測部202E3は、MVPにMVを加算し、Nに1を加算する。

[0078] ステップS1005において、動きベクトル予測部202E3は、Nが0より大きければ、MVPをNで除した結果を出力し、Nが0であれば、0を出力し、処理を終了する。

[0079] すなわち、動きベクトル予測部202E3は、復号対象の頂点の周りにある頂点の復号済みの動きベクトルを平均することによって、復号対象のMVPを出力するように構成されている。

[0080] なお、動きベクトル予測部202E3は、かかる復号済みの動きベクトルの集合が空集合の場合、MVPを0とするように構成されていてもよい。

[0081] 動きベクトル算出部202E4は、式(1)によって、動きベクトル予測部202E3によって出力されたMVP及び動きベクトル残差復号部202E1によって生成されたMVRから、復号対象の頂点のMVを算出するように構成されていてもよい。

[0082] $MV(k) = MVP(k) + MVR(k) \quad \dots \quad (1)$

ここで、 k は、頂点のインデックスである。 MV 、 MVR 及び MVP は、 x 成分、 y 成分及び z 成分を有するベクトルである。

[0083] かかる構成によれば、 MVP を用いて、 MV の代わりに MVR のみを符号化するため、符号化効率を高める効果が期待できる。

[0084] 加算器 202E5 は、動きベクトル算出部 202E4 によって算出された頂点の MV と、かかる頂点に対応する参照フレームの頂点の座標とを加算することによって、かかる頂点の座標を算出し、接続情報 (Connectivity) を参照フレームのままにするように構成されている。

[0085] 具体的には、加算器 202E5 は、式 (2) を用いて、 k 番目の頂点の座標 $v'_i(k)$ を算出するように構成されていてもよい。

[0086] $v'_i(k) = v'_j(k) + MV(k) \quad \dots \quad (2)$

ここで、 $v'_i(k)$ は、復号対象のフレームで復号する k 番目の頂点の座標であり、 $v'_j(k)$ は、参照フレームの復号した k 番目の頂点の座標であり、 $MV(k)$ は、復号対象のフレームの k 番目の MV であり、 $k = 1, 2, \dots, K$ である。

[0087] また、復号対象のフレームの接続情報は、参照フレームの接続情報と同一にされる。

[0088] なお、動きベクトル予測部 202E3 は、復号済みの MV を用いて MVP を算出するため、復号の順番が MVP に影響を及ぼす。

[0089] かかる復号の順番は、参照フレームの基本メッシュの頂点の復号の順番にする。一般的に、一定の繰り返しパターンを用いて、起点となるエッジから基本面を 1 つずつ増やす復号手法であれば、復号した基本メッシュの頂点の順番が復号の過程で決められる。

[0090] 例えば、動きベクトル予測部 202E3 は、参照フレームの基本メッシュにおいて、Edgebreaker を用いて、頂点の復号の順番を決めてもよい。

[0091] かかる構成によれば、頂点の座標の代わりに参照フレームからの MV を符

号化するため、符号化効率を高める効果が期待できる。

[0092] (インター復号部202Eの変更例1)

以下、インター復号部202Eの変更例1について説明する。

[0093] インター復号部202Eの動きベクトル予測部202E3は、復号対象の頂点の周りにある頂点の復号済みの動きベクトルを平均するという「平均予測法」において、事前に決めた最大の利用数を超えないように、復号対象の頂点の周りにある頂点の復号済みの動きベクトルを全部又は一部のみ利用してMVPを算出する。

[0094] なお、事前に決めた最大の利用数は、制御信号としてビットストリームから復号される。

[0095] また、動きベクトル予測部202E3は、復号対象の頂点の周りにある頂点の復号済みの動きベクトル数が最大の利用数を超える場合、一定のルールで最大の利用数までピックアップする。

[0096] 例えば、動きベクトル予測部202E3は、かかるルールとして、復号順で最初又は最後の頂点を選ぶことにする。

[0097] 図10Aに示すようなメッシュに対する復号順は、矢印によって示されるように、頂点 $v_D \rightarrow v_C \rightarrow v_A \rightarrow v_B$ である。

[0098] 図10Bは、復号済みの隣接頂点数の最大値を3にする時に、各頂点 $v_A \sim v_D$ のMVPを算出する際に利用する復号対象の頂点の周りにある頂点のリストである。

[0099] かかる構成によれば、最大隣接頂点数を決めることによって、符号化効率を維持又は微減しながら計算量及びメモリー量を削減する効果が期待できる。

[0100] ただし、上述の効果を発揮するため、メッシュ符号化装置100で適切な最大隣接頂点数を設定し、関連の制御信号としてビットストリームに書き込む必要がある。

[0101] よって、上述の最大隣接頂点数として設定可能な範囲は、メッシュ復号装置200で用意するメモリー量を定めるため、最大隣接頂点数に関して合理

的な制約として最大隣接頂点数は、予め定めた最大値以下となるように符号化/復号される。

[0102] このように、最大隣接頂点数に関して合理的な制約を規定することでメッシュ復号装置200の設計を容易にする効果が期待できる。

[0103] 一般的に、Closed 2-manifold triangle meshにおける隣接頂点数の平均は、約6であるが、統計的には、最大隣接頂点数は、7～8である場合が多い。なお、図11に示すように、復号対象の頂点の周りにある頂点の数（横軸）に応じて、復号済みの動きベクトル数（縦軸）が動的に変化する。

[0104] よって、上述の最大隣接頂点数として設定可能な範囲を絞ることが望ましい。

[0105] 例えば、図11に示すように、統計上、復号済みの動きベクトル数が最も多い復号対象の頂点の周りにある頂点の数である「3」を、上述の制御信号において最大隣接頂点数として設定可能な範囲内に含めるようにしたり、統計的な隣接頂点数の平均の一定比率（例えば、50%や120%）或いはNビット（例えば、3ビット）までカバーできる自然数より大きくない値を、上述の制御信号において最大隣接頂点数として設定可能な範囲の上限（最大値）にしたりすることで、計算量及びメモリー量を削減する効果が発揮できる。

[0106] 一方、最大隣接頂点数として設定可能な範囲を、大きい値、例えば、Worst caseの256或いは8ビットにすると、メモリー量だけではなく、計算量も削減する効果が発揮できない可能性がある。

[0107] 図12は、Worst caseの一例であり、 $n \geq 256$ のときに、復号済みの隣接頂点数が256を超える。図12において、頂点 $n+1$ における復号済みの隣接頂点数は n である。

[0108] 仮に、最大隣接頂点数の上限を256に設定した場合、メッシュ復号装置200では、図10Bに示すように、膨大なメモリーだけではなく、膨大な計算量が必要となる。よって、上述の最大隣接頂点数として設定可能な範囲

の上限（最大値）は、8であることにしてもよい。

[0109] さらに、上述の制御信号において最大隣接頂点数として設定可能な範囲は、明確な値にしてもよいし、他の制御信号やデータから算出されてもよい。

[0110] 例えば、Level 1により、制御信号において最大隣接頂点数として設定可能な範囲が規定されてもよい。

[0111] 或いは、以下の式（3）で、基本メッシュの頂点数から、制御信号において最大隣接頂点数として設定可能な範囲の上限が算出されてもよい。

[0112] 制御信号において最大隣接頂点数として設定可能な範囲の上限 = $\log_2$ （基本メッシュの頂点数） … 式（3）

かかる構成によれば、適正に最大隣接頂点数の設定可能な範囲を決めることができ、Worst caseでも、確実に計算量及びメモリー量の両方を削減する効果が期待できる。

[0113] なお、インター復号部202Eは、インターフレームのビットストリームから復号したMVと、参照フレームにおいて復号対象の頂点に対応する頂点の座標とを加算することで、復号対象の頂点の座標を復号する。

[0114] また、動きベクトル予測部202E3は、隣接頂点リストを参照して、前記復号対象の頂点に隣接する復号済みの頂点の動きベクトルの全部又は一部を平均することによって、前記復号対象の頂点の動きベクトルの予測値を算出する。ここで、隣接頂点リストは、各頂点に隣接する頂点のリストである。

[0115] 動きベクトル予測部202E3は、現フレームにおける隣接頂点リストとして、参照フレームにおける隣接頂点リストを再利用することができる。ここで、かかる隣接頂点リストには、最大利用数（設定された最大隣接頂点数）までピックアップされた復号済みの頂点が含まれているものとする。

[0116] ここで、動きベクトル予測部202E3は、参照フレームにおける各頂点と現フレームにおける各頂点とが1対1の対応関係を有しており、参照フレームにおける各頂点の復号順及び現フレームにおける各頂点の復号順が同じであり、且つ、参照フレームにおいて最大利用数までピックアップされた復

号済みの頂点を含む隣接頂点リストが既に保存されているという条件（再利用条件）が満たされる場合、参照フレームにおける隣接頂点リストを再利用することができる。

[0117] 例えば、参照フレームが復号された際に、参照フレームがPフレーム又はSフレームである場合、最大利用数までピックアップされた復号済みの頂点を含む隣接頂点リストが存在する。

[0118] そのため、動きベクトル予測部292E3は、参照フレームが復号された際に、参照フレームがPフレーム又はSフレームである場合、復号された参照フレームを参照フレームバッファに保存すると共に、参照フレームにおける隣接頂点リストを特定バッファに保存する。

[0119] そして、動きベクトル予測部292E3は、現フレームが復号される際に、参照フレームのタイプがPフレーム又はSフレームであれば、特定バッファに保存されている参照フレームにおける隣接頂点リストを、現フレームにおける隣接頂点リストとして再利用する。

[0120] ただし、特定バッファには、1又は複数のフレームにおける最大利用数までピックアップされた復号済みの頂点を含む隣接頂点リストが保存されている可能性がある。

[0121] そこで、動きベクトル予測部202E3は、特定バッファに複数のフレームにおける隣接頂点リストが保存されている場合、参照フレームに対応するフレーム（参照フレームと同じフレームインデックスを含むフレーム）における隣接頂点リストを、現フレームにおける隣接頂点リストとして再利用する。

[0122] 動きベクトル予測部202E3は、参照フレームバッファに対する操作を、特定バッファに対しても適用する。ここで、参照フレームバッファに対する操作は、例えば、非特許文献4又は非特許文献5の章9.2.4.4に記載されているmarking processである。

[0123] かかる構成によれば、現フレームにおいて最大利用数までピックアップされた復号済みの頂点を含む隣接頂点リストを作成するための計算量を削減す

るという効果が期待できる。

[0124] ただし、かかる場合、1又は複数のフレームにおける隣接頂点リストを保存するための特定バッファが必要である。ここで、特定バッファのサイズを最小化するために、上述の再利用条件に更なる条件が追加されてもよい。

[0125] 例えば、動きベクトル予測部202E3は、上述の再利用条件に加えて、更に参照フレームが復号順で現フレームの直前フレームであるという条件が満たされる場合に、参照フレームにおける隣接頂点リストを、現フレームにおける隣接頂点リストとして再利用することができる。

[0126] かかる場合、動きベクトル予測部202E3は、復号順で現フレームの直前フレームにおける隣接頂点リストのみを特定バッファに保存してもよい。また、動きベクトル予測部202E3は、参照フレームバッファに対する操作について特定バッファに適用させない。かかる構成によれば、特定バッファのサイズを削減するという効果が期待できる。

[0127] (インター復号部202Eの変更例2)

以下、図13を参照して、インター復号部202Eの変更例2について説明する。

[0128] インター復号部202Eの動きベクトル算出部202E4は、モード1及びモード0を有する。

[0129] モード1では、動きベクトル算出部202E4は、動きベクトル残差復号部202E1で生成されたMVRと動きベクトル予測部202E3から出力されたMVPとを加算し、復号対象の頂点のMVを出力する(図13のA参照)。

[0130] 一方、モード0では、動きベクトル算出部202E4は、動きベクトル残差復号部202E1で生成されたMVRを復号対象の頂点のMVとして出力する(図13のB参照)。

[0131] なお、モード0における動きベクトル算出部202E4の動作は、動きベクトル予測部202E3から出力されたMVPをゼロにするという動作に相当する。

- [0132] さらに、動きベクトル算出部202E4は、復号順で連続の N ($N \geq 1$)個の頂点のMVのモードを同一にしてもよい。
- [0133] 動きベクトル算出部202E4は、上述の N 個の頂点を1つのグループにする。かかるグループのサイズ(グループサイズ) N は、1以上である。動きベクトル算出部202E4は、ビットストリームから、かかるグループサイズを算出できる制御信号(図13に示すgroup size)を復号する。
- [0134] ただし、最後のグループに残った頂点の数がグループサイズより小さい場合、動きベクトル算出部202E4は、残った頂点の全部をグループに入れることにする。
- [0135] このように、連続する N 個の頂点を同じモードにすると、モードの符号量を削減できるため、符号化効率を向上させる効果が期待できる。
- [0136] ここで、同じモードを持つ連続する頂点の数が多いほど、モードの符号量の削減効果大きい。したがって、メッシュ符号化装置100で適切なgroup sizeを設定し、メッシュ復号装置200で制御信号としてビットストリームから復号する必要がある。
- [0137] よって、かかる制御信号において設定可能な範囲は、実際に同じモードを持つ連続する頂点の数より小さくないことが望ましい。
- [0138] 例えば、全頂点がほとんど同じモードを選択した場合は、group sizeを全頂点数にしてもよい。
- [0139] 表4は、モード0を選択した頂点の数が8割以上である場合や、モード1を選択した頂点の数が9割以上である場合の例を示す。
- [0140] よって、上述の制御信号において設定可能な範囲が1から予め定めた最大値までカバーできるようにする。かかる最大値は、基本メッシュの全頂点数以上にする。
- [0141]

[表4]

<u>シーケンス名</u>	<u>平均頂点数</u>	<u>モード0</u>	<u>モード1</u>
<u>s8c2r1_levi</u>	<u>649.96</u>	<u>2.20%</u>	<u>97.80%</u>
<u>s8c2r2_levi</u>	<u>2445.88</u>	<u>0.70%</u>	<u>99.30%</u>
<u>s8c2r3_levi</u>	<u>2445.88</u>	<u>0.70%</u>	<u>99.30%</u>
<u>s8c2r4_levi</u>	<u>4843.25</u>	<u>0.30%</u>	<u>99.70%</u>
<u>s2c2r1_sold</u>	<u>652.58</u>	<u>82.03%</u>	<u>17.97%</u>

[0142] なお、上述の制御信号（`group size`）を自然数にすると、全頂点数以上に設定する場合、絶対値が大きいので、符号量が大きくなる。

[0143] したがって、上述の制御信号を対数にすることも可能である。具体的に、制御信号を `log2_group_size` として、以下の式（4）で、グループサイズが算出されてもよい。

[0144] $group\ size = 2^{log2_group_size}$ … 式（4）

ここで、フレームの中にグループが1つのみであれば、そのグループを最後のグループにする。つまり、`group size`が頂点数の数より大きいと、全頂点をグループに入れることにする。

[0145] さらに、上述の制御信号において設定可能な範囲は、明確な値にしてもよいし、他の制御信号やデータから算出されてもよい。

[0146] 例えば、`Level 1`により、かかる制御信号において設定可能な範囲は、規定されてもよい。

[0147] 或いは、かかる制御信号において設定可能な範囲は、基本メッシュの頂点数から算出されてもよい。

[0148] 例えば、かかる制御信号において設定可能な範囲について、基本メッシュの頂点数をカバーできる2の冪乗である最小の自然数にしてもよい。

[0149] さらに、上述の制御信号において設定可能な範囲について、小さい範囲にした上で、図14に示すように、別の制御信号の所定フラグ（`Mode flag`）を導入してもよい。かかる場合、図14に示すように、動きベクト

ル算出部202E4は、かかる所定フラグがTRUE (Mode flag = 1) であれば、全ての頂点を1つのグループにし（すなわち、全ての頂点の数をグループサイズとし）、FALSEであれば、上述の制御信号から算出したグループサイズのままにする。

[0150] なお、上述の制御信号は、シーケンス毎で設定されてもよいし、フレーム毎で設定されてもよい。上述の制御信号が、シーケンス毎で設定されると、全フレームのグループサイズが同じである。

[0151] かかる構成によれば、適正にグループサイズの設定可能な範囲を決めることで、あらゆる状況に対応でき、確実にモードの符号量を削減し、符号化効率を向上させる効果が期待できる。

[0152] (インター復号部202Eの変更例3)

上述のインター復号部202Eの更なる変更例では、上述のインター復号部202Eを実施する前に、以下の機能ブロックを追加するように構成されている。

[0153] 具体的には、図15に示すように、インター復号部202Eは、図8に示す構成に加えて、重複頂点探索部202E6と、mv_signalled_flag取得部（フラグ取得部）202E7と、動きベクトル取得部202E8とを備える。

[0154] ここで、derived_my_present_flag（第1フラグ）が、Pフレームのビットストリームの最初に含まれており、少なくとも0又は1という2値を持つ。

[0155] また、mv_signalled_flag（第2フラグ）は、derived_my_present_flagがNoを示す場合に、Pフレームのビットストリーム含まれ、頂点毎に0又は1という2値を持つ。

[0156] mv_signalled_flag取得部202E7は、derived_my_present_flagがNoを示す場合（例えば、derived_my_present_flagが0である場合）、Pフレームのビットストリームから全頂点の動きベクトルを復号し、Pフレームのビットストリーム

から全頂点の`mv_signalled_flag`を復号せずに、`mv_signalled_flag`の値を1にする。

[0157] `mv_signalled_flag`取得部202E7は、`derived_my_present_flag`がYesを示す場合（例えば、`derived_my_present_flag`が1である場合）、Pフレームの各頂点で異なる処理を行う。`mv_signalled_flag`取得部202E7は、`mv_signalled_flag`を用いて、各頂点の処理方法について決めてもよい。

[0158] また、`mv_signalled_flag`取得部202E7は、`derived_my_present_flag`がYesを示す場合で、且つ、ある頂点の`mv_signalled_flag`がYesを示す場合、かかる頂点の動きベクトルについて動きベクトル取得部202E8における処理を実施せず、図7に示すインター復号部202E又はその変更例と同様の処理を行う。

[0159] また、`mv_signalled_flag`取得部202E7は、`derived_my_present_flag`がYesを示す場合で、かつ、ある頂点の`mv_signalled_flag`がNoを示す場合、かかる頂点の動きベクトルについて動きベクトル取得部202E8における処理を実施し、当該頂点の動きベクトルを取得する。

[0160] 例えば、`mv_signalled_flag`取得部202E7は、`derived_my_present_flag`がYesを示す場合、Pフレームのビットストリームから頂点毎に`mv_signalled_flag`を復号する。

[0161] `mv_signalled_flag`取得部202E7は、`derived_my_present_flag`がYesを示す場合で、且つ、ある頂点の`mv_signalled_flag`がYesを示す場合、かかる頂点の予測モード（MVモード）を2とする。

[0162] 一方、`mv_signalled_flag`取得部202E7は、`deri`

`ved_my_present_flag`がYesを示す場合で、且つ、ある頂点の`mv_signalled_flag`がNoを示す場合、かかる頂点の予測モードを2以外とする。

[0163] また、`mv_signalled_flag`取得部202E7は、`derived_my_present_flag`がNoを示す場合、Pフレームの全頂点の`mv_signalled_flag`をビットストリームから復号せず、その値を1にし、当該頂点のMVモードが2以外にする。

[0164] 重複頂点探索部202E6は、復号した参照フレームの基本メッシュの幾何情報から、座標が一致する頂点（以下、重複頂点と呼ぶ）のインデックスを探索してバッファ（図示せず）に保存するように構成されている。

[0165] 具体的には、重複頂点探索部202E6の入力は、復号した参照フレームの基本メッシュの各頂点のインデックス（復号順）及び位置座標である。

[0166] また、重複頂点探索部202E6の出力は、各頂点のインデックス（`index0`）に係る重複頂点が存在する場合、かかるインデックス（`index1`）を保存し、かかる重複頂点が存在しないと、当該頂点のインデックス（`index0`）自身或いは各頂点のインデックスで使われない特定の値（例えば、 -1 ）を保存するリストである。ここで、かかるリストは、`index0`の順で、バッファ`repVert`に保存される。

[0167] また、`index1`の頂点が、`index0`の前に復号されるため、 $index0 > index1$ の関係となる。

[0168] 重複頂点探索部202E6は、参照フレームの基本メッシュの各頂点（インデックス：`index0`）に対して、復号した参照フレームの基本メッシュの最初頂点（インデックス：0）から直前の頂点（インデックス：`index0-1`）に係る重複頂点が存在するか否かについて判断し、かかる重複頂点が存在すると判断した場合、少なくとも以下の3種類の方法のいずれかで、かかる重複頂点のインデックスを出力する。

[0169] （方法1）

重複頂点探索部202E6は、以下のように、順次に座標が一致する重複

頂点を探す。重複頂点が存在する時は、`v r e f`が`v i n d e x 1`であり、重複頂点が存在しない時は、`v R e f`が`-1`である。

```
[0170]      vRef =firstVertexIndexDuplicated(v i n d e x 0)
where
      firstVertexIndexDuplicated(v){
          for( i = 0; i<v; i++){
              if(referenceSubmeshVertexPositions[ i ] ==
                  referenceSubmeshVertexPositions[ v ]) {
                  return i
              }
          }
          return -1
      }
```

[0171] (方法2)

重複頂点探索部202E6は、二分探索を用いた座標が一致する重複頂点を探す。例えば、重複頂点探索部202E6は、連想配列クラス`map`の`f i n d`関数を利用してもよい。

[0172] (方法3)

重複頂点探索部202E6は、ハッシュテーブルを用いた座標が一致する重複頂点を探す。例えば、重複頂点探索部202E6は、ハッシュ連想配列クラス`unordered_map`の`f i n d`関数を利用してもよい。

[0173] なお、参照フレームの基本メッシュで重複頂点を見つける方法として、重複頂点が存在する頂点について、特別なシグナルから位置座標ではなく重複頂点のインデックスを復号する方法が用いられてもよい。

[0174] 動きベクトル取得部202E8は、`MVmode`が2である場合(`d e r i v e d _ m y _ p r e s e n t _ f l a g`が`Y e s`を示し、当該頂点の`m v _ s i g n a l l e d _ f l a g`が`N o`を示す場合)、当該頂点の重複頂点が存在するため、動きベクトルバッファ部202E2から、重複頂点探索部20

2 E 6 から出力された当該頂点のインデックス (v i n d e x 0) に係る重複頂点のインデックス (v i n d e x 1) を持つ頂点の動きベクトルを取得し、かかる頂点の動きベクトルを、当該頂点の動きベクトルとするように構成されている。

[0175] つまり、重複頂点のインデックス (v i n d e x 1) 2 0 2 E 6 の出力であり、ビットストリームから復号されない。

[0176] ここで、M V m o d e が 2 以外である場合に (d e r i v e d _ m y _ p r e s e n t _ f l a g が N o を示す場合、又は、d e r i v e d _ m y _ p r e s e n t _ f l a g Y e s を示し、当該頂点の m v _ s i g n a l l e d _ f l a g が Y e s を示す場合)、動きベクトル取得部 2 0 2 E 8 の代わりに、図 7 に示すインター復号部 2 0 2 E 又はその変更例と同様の処理が行われる。

[0177] かかる構成によれば、重複頂点が存在する頂点に対して動きベクトルの復号計算及び符号量の削減効果が期待できる。

[0178] 上述のインター復号部 2 0 2 E の更なる変更例では、重複頂点探索部 2 0 2 E 6 は、参照フレームの基本メッシュの全ての頂点の中から重複頂点を探すのではなく、m v _ s i g n a l l e d _ f l a g が N o である頂点の中からのみ重複頂点を探す。

[0179] ただし、重複頂点探索部 2 0 2 E 6 の入力は、復号した参照フレームの基本メッシュの各頂点のインデックス (復号順) 及び位置座標に加えて、m v _ s i g n a l l e d _ f l a g も含む。

[0180] 本変更例によれば、全頂点ではなく重複頂点を持つ頂点のみで重複頂点を探すため、動きベクトルの復号計算の削減効果が期待できる。

[0181] 上述のインター復号部 2 0 2 E の更なる変更例では、m v _ s i g n a l l e d _ f l a g 取得部 2 0 2 E 7 は、2 段階で、m v _ s i g n a l l e d _ f l a g を復号する。

[0182] m v _ s i g n a l l e d _ f l a g 取得部 2 0 2 E 7 は、N 個の頂点を 1 つのグループにした上で、グループ毎で、P フレームのビットストリームから m v _ g r o u p _ s i g n a l l e d _ f l a g (第 3 フラグ) を復号し、

`mv_group_signalled_flag`が1であるグループの全頂点の`mv_signalled_flag`を1とし、`mv_group_signalled_flag`が0であるグループの頂点毎で、Pフレームのビットストリームから`mv_group_signalled_flag`を復号する。

[0183] 本変更例によれば、2段階で、`mv_group_signalled_flag`を復号するため、動きベクトルの復号計算及び符号量の削減効果が期待できる。

[0184] 上述のインター復号部202Eの更なる変更例では、`mv_signalled_flag`取得部202E7は、頂点毎ではなく、重複頂点を持つ頂点では、Pフレームのビットストリームから`mv_signalled_flag`を復号し、重複頂点を持ってない頂点では、Pフレームのビットストリームから`mv_signalled_flag`を復号せず、`mv_signalled_flag`を1とする。

[0185] なお、インター復号部202Eは、`mv_signalled_flag`より前に重複頂点を持つ頂点数を示す制御信号をビットストリームから復号する。

[0186] かかる制御信号により、重複頂点探索部202E6の処理を実施しなくても、`mv_signalled_flag`の復号が可能にする。

[0187] また、ビットストリームの適合性の要件として、重複頂点探索部202E6で出力する重複頂点を持つ頂点数と制御信号によって示される頂点数とが一致することにする。

[0188] また、重複頂点探索部202E6は、全ての重複頂点インデックスを別のリストに保存する。例えば、重複頂点探索部202E6は、以下の（方法1の変更例）に示すように、`duplicated_vertex_list`に、全ての重複頂点インデックスを保存してもよい。

[0189] （方法1の変更例）

重複頂点探索部202E6は、以下に示すように、順次に座標が一致する重複頂点を探す。重複頂点が存在する時は、`vRef`が`vindex1`であ

り、重複頂点が存在しない時は、`vRef` が `-1` である。

```
[0190]     vRef =firstVertexIndexDuplicated(v i n d e x 0,duplicated_ver
tex_list)
where
        firstVertexIndexDuplicated(v,duplicated_vertex_list){
            for( i = 0; i<v; i++){
                if(referenceSubmeshVertexPositions[ i ] ==
                    referenceSubmeshVertexPositions[ v ]) {
                    duplicated_vertex_list.push_back(v)
                    return i
                }
            }
            return -1
        }
```

本変更例によれば、全頂点ではなく重複頂点を持つ頂点のみで `mv_signalled_flag` を設けるため、動きベクトルの復号計算及び符号量の削減効果が期待できる。

[0191] 上述のインター復号部 202E の更なる変更例では、`mv_signalled_flag` 取得部 202E7 は、重複頂点を持ってない頂点の `mv_signalled_flag` を 0 にしてもよい。

[0192] ここで、`mv_signalled_flag` 取得部 202E7 は、重複頂点を持たない頂点の `mv_signalled_flag` が 0 である場合、参照フレームの基本メッシュにおいて、重複頂点は存在しないが、同じ動きベクトルを持つ頂点が存在するので、インターフレームのビットストリームから当該頂点と同じ動きベクトルを持つ頂点のインデックスを復号し、当該頂点の動きベクトルを取得する。

[0193] 具体的には、動きベクトル取得部 202E8 は、`MVmode` が 2 である場合に (`derived_my_present_flag` が `Yes` を示し、当

該頂点のmv_signalled_flagがNoを示す場合)、かかる頂点の重複頂点が存在する時に、動きベクトルバッファ部202E2から、重複頂点探索部202E6によって出力された当該頂点のインデックス(vindex0)に係る重複頂点のインデックス(vindex1)を持つ頂点の動きベクトルを取得し、かかる頂点の動きベクトルを、当該頂点の動きベクトルにするように構成されているが、本変更例では、当該頂点の重複頂点が存在しない時に、ビットストリームから当該頂点と同じ動きベクトルを持つ頂点のインデックス(vindex1)を復号し、かかるインデックス(vindex1)を持つ頂点の動きベクトルを取得し、かかる頂点の動きベクトルを、当該頂点の動きベクトルにするように構成されている。

[0194] 本変更例によれば、重複頂点を持たない頂点でも、mv_signalled_flagがNoを示す場合、動きベクトルを別の頂点から取得するため、動きベクトルの復号計算及び符号量の削減効果が期待できる。

[0195] なお、上述の変更例について同時に利用できる場合とできない場合もある。同時に利用できない場合は、どの変更例を利用するかについて示す制御信号を設けて、ビットストリームから、かかる制御信号を復号し、どの変更例を利用するかについて判断する。ただし、かかる制御信号は、既存の制御信号を拡張してもよい。

[0196] 上述のインター復号部202Eの更なる変更例では、重複頂点探索部202E6は、参照フレームがインターフレームであれば、復号対象のフレームで、参照フレームにおいて取得した結果を再利用する。

[0197] ただし、参照フレームがイントラフレームであれば、重複頂点探索部202E6は、重複頂点に関する情報を持っているとして、かかる情報を再利用してもよい。

[0198] 具体的に、第1に、重複頂点探索部202E6は、ビットストリームから、参照フレームにおいて取得した結果(重複頂点を持つ頂点数を含む重複頂点に関する情報)を、復号対象フレームで再利用するかどうかを示す制御信号を復号する。ただし、重複頂点探索部202E6は、かかる制御信号につ

いて、既存の制御信号をそのまま又は拡張して利用してもよい。

[0199] 第2に、重複頂点探索部202E6は、かかる制御信号がYesである場合、参照フレームがインターフレームであれば、参照フレームにおいて取得した結果を、復号対象フレームで再利用する。ただし、重複頂点探索部202E6は、参照フレームがイントラフレームであれば、重複頂点に関する情報を持っているとして、かかる情報を再利用してもよい。

[0200] 具体的に、参照フレームに係る重複頂点探索部202E6の出力（上述の結果）は、各頂点のインデックス（ $vindex0$ ）に係る重複頂点が存在する場合、かかる重複頂点のインデックス（ $vindex1$ ）を保存し、かかる重複頂点が存在しない場合、当該頂点のインデックス（ $vindex0$ ）自身或いはインデックスが使えない特定な値（例えば、 -1 ）を保存するリストである。

[0201] ここで、かかるリストは、 $vindex0$ の順で、バッファ $repVert$ に保存される。

[0202] 以下の例では、重複頂点が存在しない場合、当該頂点のインデックス（ $vindex0$ ）自身が保存される。また、フレームのインデックス $tRef$ を明示するため、バッファ $repVert^{tRef}$ で表示する。

[0203] $repVert^{tRef}(vindex0) = vRef$
 $vRef = vindex1$ if $vindex0$ 及び $vindex1$ が重複頂点である

$vRef = vindex0$ if $vindex0$ 及び $vindex1$ が重複頂点ではない

復号対象フレーム t において、 $repVert^{tRef}$ が再利用される場合、重複頂点探索部202E6は、復号対象フレームの参照フレームの基本メッシュの各頂点（インデックス： $vindex0$ ）に対して、重複頂点の探索が不要であり、 $repVert^{tRef}$ をそのまま利用するだけでよい。

[0204] $repVert^t(vindex0) = vindex0$ if $repVert^{tRef}(vindex0) = vindex0$

$$\text{repVert}^t(\text{vindex}0) = \text{repVert}^{t^{\text{Ref}}}(\text{vindex}0) \quad \text{if} \quad \text{repVert}^{t^{\text{Ref}}}(\text{vindex}0) \neq \text{vindex}0$$

本変更例によれば、重複頂点を探さないため、動きベクトルの復号計算の削減効果が期待できる。

[0205] 上述のインター復号部202Eの更なる変更例では、mv_signalled_flag取得部（フラグ取得部）202E7は、参照フレームがインターフレームであれば、参照フレームにおいて取得したmv_signalled_flagを復号対象のフレームで再利用する。

[0206] ただし、参照フレームがイントラフレームであれば、mv_signalled_flag取得部202E7は、mv_signalled_flagを持っているとして、かかるmv_signalled_flagを再利用してもよい。

[0207] 具体的には、derived_my_present_flagがYesを示す場合、mv_signalled_flag取得部202E7は、Pフレームのビットストリームから頂点毎に、mv_signalled_flagを復号せず、参照フレームのmv_signalled_flagとの差分を復号する。

[0208] また、全てのmv_signalled_flagで差分がない時に、制御信号が設けられてもよい。その場合は、mv_signalled_flag取得部202E7は、かかる制御信号を復号し、かかる制御信号が特定な値（例えば、TRUE）であれば、参照フレームのmv_signalled_flagをそのまま対象フレームのmv_signalled_flagとし、かかる制御信号が特定な値（例えば、FALSE）であれば、参照フレームのmv_signalled_flagとの差分を更に復号し、対象フレームのmv_signalled_flagを算出する。

[0209] 本変更例によれば、mv_signalled_flagの符号量削減効果が期待できる。

[0210] なお、上述の変更例について同時に利用できる場合とできない場合もある

。同時に利用できない場合は、どの変更例を利用するかについて示す制御信号を設けて、ビットストリームから、かかる制御信号を復号し、どの変更例を利用するかについて判断する。

[0211] (基本メッシュ復号部202の変更例1)

以下、図16及び図17を参照して、基本メッシュ復号部202の変更例1について説明する。

[0212] 図16に示すように、本変更例1に係る基本メッシュ復号部202は、分離部202Aと、イントラ復号部202Bと、メッシュバッファ部202Cと、インター復号部202Eと、スキップ復号部202Fとを備える。

[0213] スキップ復号部202Fは、指定された参照フレームの復号基本メッシュをそのまま用いて、復号対象フレームの基本メッシュを復号するように構成されている。

[0214] なお、本実施形態において、フレームは、メッシュ(Mesh)又はサブメッシュ(Submesh)のいずれであってもよい。

[0215] 例えば、図17に示すように、smh_typeにおける「P_SUBMESH」は、Pフレームに対応し、smh_typeにおける「I_SUBMESH」は、Iフレームに対応し、smh_typeにおける「SKIP_SUBMESH」は、Sフレームに対応してもよい。

[0216] (スキップ復号部202F)

スキップ復号部202Fは、メッシュバッファ部202Cから指定された参照フレームの復号基本メッシュ(参照用の復号基本メッシュ)を取り出し、取り出した参照用の復号基本メッシュの頂点の座標及び当該頂点のインデックスをそのまま用いて、復号対象フレームの基本メッシュの頂点の座標及び当該頂点のインデックスを復号するように構成されている。

[0217] ここで、メッシュバッファ部202Cは、少なくとも1枚の参照フレームを持ち、参照フレーム毎で少なくとも1枚の復号された基本メッシュを保存するように構成されている。

[0218] スキップ復号部202Fは、ビットストリームから復号した制御信号又は

所定ルールを用いて、指定された参照用の復号基本メッシュについて特定してもよい。

[0219] 例えば、かかる所定ルールは、メッシュバッファ部202Cから参照フレームリストの1番目の参照フレームを取り出すこと、或いは、復号対象フレームにフレームインデックスが最も近い参照フレームを取り出すこと等であってもよい。

[0220] 本実施形態では、参照用の復号基本メッシュの頂点の座標及び当該頂点のインデックスをそのまま用いて基本メッシュの頂点の座標を復号するフレームを「Sフレーム」と呼ぶ。

[0221] かかる構成によれば、スキップ復号部202Fにおいて動きベクトルを不要とすることができるため、符号量の大幅な削減効果及び計算量の大幅な削減効果が期待できる。

[0222] (メッシュバッファ部202C)

メッシュバッファ部202Cは、1枚又は複数枚の参照用の復号基本メッシュを、所定順番で保存するように構成されている。

[0223] なお、かかる基本メッシュは、フレーム番号やサブメッシュ番号等のメタデータや少なくとも各頂点の座標及び当該頂点のインデックスを有しており、参照フレームリストで決められた所定順番でメッシュバッファ部202Cに保存される。

[0224] ここで、図18に示すように、かかる参照フレームリスト(ref_list 0)は、メッシュバッファ部202Cに保存されている全ての参照用の復号基本メッシュを特定する情報のリストである。

[0225] 参照フレームリストは、図18に示すように、ビットストリームから復号された制御信号によって決められてもよいし、自然にフレームの復号順から算出されてもよい。

[0226] なお、ビットストリームから復号された制御信号は、復号対象フレームとの相対的な距離で示されていてもよいし、絶対値であるのフレームインデックスであってもよい。

[0227] さらに、制御信号により、短期的な参照フレーム又は長期的な参照フレームが使われてもよい。

[0228] 例えば、短期的な参照フレームを使うと、当フレーム (*cur*) 及び参照フレーム (*ref*) の表示順 (*Display Order*) の差の絶対値 (*abs_delta_mfoc_st*) 及びその符号 (*sign_flag*) をビットストリームから復号し、参照フレームの表示順 (*Display Order*) を下式で指定してもよい。

```
if (sign_flag) {  
    Display_Order(ref) = Display_Order(  
cur) + abs_delta_mfoc_st  
} else {  
    Display_Order(ref) = Display_Order(  
cur) - abs_delta_mfoc_st  
}
```

また、自然にフレームの復号順から算出する方法が用いられる場合、例えば、参照フレームリストにおいて、制御信号が存在していない時に、直前に復号済みのフレームから一定のフレーム数で順次に並べられてもよい。つまり、参照フレームリストは、 $\{0, -1, -2, \dots, -(N-1)\}$ とされてもよい。

[0229] 基本的に、参照フレームリストは、特別な事情（例えば、*Re-ordering* 指示を受ける時）以外に各フレームで変化しない。

[0230] メッシュバッファ部 202C は、以下のように更新されてもよい。

[0231] メッシュバッファ部 202C は、基本メッシュが復号された時に、I フレーム及び P フレームの場合、参照フレームリストで決められた所定順番により 1 枚又は複数枚の既存の参照フレームを削除し、復号済みのフレームの基本メッシュを含めて 1 枚又は複数枚の基本メッシュを入れて、又は、複数枚の基本メッシュから 1 枚の基本メッシュを作成して入れて、参照フレームの順番を調整する。

[0232] かかる削除作業は、メッシュバッファ部202Cが満了する時のみに実施されてもよい。なお、メッシュバッファ部202Cで保存できる基本メッシュの数は、事前に決められている。ここで、本実施形態では、かかる基本メッシュの数に到達すると、メッシュバッファ部202Cが満了すると定義するものとする

上述の作成作業では、復号済みのフレームの基本メッシュ及びメッシュバッファ部202Cに保存されている既存の基本メッシュに対応する頂点の座標について重み付け平均して1枚の基本メッシュにしてもよい。

[0233] かかる重み付け平均で用いられる重みは、事前に決められていてもよいし、フレームインデックスを用いて算出されてもよいし、制御信号から復号されてもよい。

[0234] ただし、メッシュバッファ部202Cは、Sフレームである時には、かかる更新を実施してもよいし、かかる更新を実施しなくてもよい。

[0235] なお、メッシュバッファ部202Cは、ビットストリームから復号された制御信号によりRe-orderingの指示を示す制御信号を受けた時に、図19に示すように、参照フレームリストを更新し、更新した参照フレームリスト(ref_list0)で決められた所定順番により参照フレームの順番を調整する。

[0236] (インター復号部202E)

インター復号部202Eは、メッシュバッファ部202Cから取り出した参照フレームの頂点の座標とPフレームのビットストリームから復号した動きベクトルとを加算することによって、Pフレームの頂点の座標を復号するように構成されている。

[0237] さらに、インター復号部202Eは、かかる特定バッファに保存されている重複頂点として存在する頂点のインデックスA(k)及びB(k)のペアにより、Pフレームの頂点のインデックスを調整することが可能である。かかるインデックスの全部又は一部は、ビットストリームから復号される。かかる復号方法は、算術符号化でもよい。かかる構成によれば、算術符号化を

用いて復号対象のインデックスの最大値に制限が無くなるという効果が期待できる。例えば、 $ue(v)$ という算術符号化を使ってもよい。

[0238] (基本メッシュ復号部202の変更例2)

以下、図20を参照して、基本メッシュ復号部202の変更例2について説明する。

[0239] 以下、スキップ復号部202Fについて説明するが、インター復号部202Eへ適用してもよい。

[0240] 図20に示すように、スキップ復号部202Fでは、後続フレームを参照することが可能にするため、復号順(Decode Order)と表示順(Display Order)とが異なる。

[0241] ここで、表示順は、符号化する際の入力順番と同じであり、復号する際の出力の順番と同じである。

[0242] 一方、復号順は、符号化する際の出力の順番と同じであり、復号する際の入力順番と同じである。

[0243] なお、かかる参照フレームは、後続フレームと1枚又は複数枚の他フレームとを重み付け平均して算出されてもよい。

[0244] ただし、後続フレームを含めて複数枚のフレームを参照する場合、図14における新しいフレームタイプ(smh_type)として、MR_SUBMESH(MRフレームやBフレーム)を定義し、MR_SUBMESHは、ビットストリームから復号される。

[0245] また、かかる他フレームは、図21に示すように、対象フレームの直前の復号済のフレームであってもよい。

[0246] かかる重みは、対象フレームと後続フレームと間のフレーム間隔及び対象フレームと他フレームとの間のフレーム間隔を用いて算出されてもよいし、事前に決められてもよい。

[0247] 基本メッシュ復号部202は、ビットストリームから制御信号(smh_mesh_frm_order_cnt_lsb)を復号し、かかる出力の順番を復号する。

- [0248] なお、上述の非特許文献4で定義したサブメッシュが存在するときに、全てのサブメッシュを同じ制御信号（`smh_mesh_frm_order_cnt_lsb`）にすること又は制御信号（`smh_mesh_frm_order_cnt_lsb`）を全てのサブメッシュに適用させることにする。
- [0249] かかる制御信号（`smh_mesh_frm_order_cnt_lsb`）によって示される値は、復号対象フレームの表示順との差分であってもよいし、事前に決めたフレーム集団`MaxMeshFrmOrderCntLsb`の中の順番であってもよい。
- [0250] なお、復号順（`Decode Order`）と表示順（`Display Order`）とが異なる時に、復号済みの基本メッシュが復号順（`Decode Order`）で並んでいると、基本メッシュ復号部202は、復号済みの基本メッシュを表示順（`Display Order`）に並び替えてもよい。
- [0251] なお、後続フレームを参照できるSフレームにおいて、2つのメッシュバッファ202Cが設けられていてもよいし、1つのメッシュバッファ部202のみが設けられている際には、表示順が復号対象フレームよりも後になる参照フレームを含めて少なくとも1枚の参照フレームが存在する。
- [0252] スキップ復号部202Fは、ビットストリームから復号した制御信号又は所定ルール又は`Re-ordering`指示を受けることにより、参照フレームを指定する。
- [0253] 具体的には、スキップ復号部202Fは、かかる制御信号により参照フレームリストの中に参照フレームを指定する。
- [0254] 或いは、スキップ復号部202Fは、参照フレームリストの1番目の参照フレームを指定する。
- [0255] 或いは、スキップ復号部202Fは、`Re-ordering`指示を受けで、参照フレームリスト及びメッシュバッファ部202Cの参照フレーム順番を更新し、かかる参照フレームリストの1番目の参照フレームを指定する。
- [0256] なお、本実施形態では、Sフレームを復号しなくても他のフレームの復号

に影響を及ぼさない。よって、Sフレームを一部又は全部を復号しない場合、Temporal scalabilityを実現できる。

[0257] さらに、基本メッシュ復号部202は、制御信号により、複数の参照フレームを統合してSフレームの基本メッシュを復号してもよい。

[0258] 例えば、基本メッシュ復号部202は、前後2枚の参照フレームの基本メッシュにおいて、対応する頂点の座標を平均して、平均座標及び頂点のインデックスをそのまま用いて、復号対象フレームの基本メッシュの頂点の座標及び当該頂点のインデックスを復号するように構成されていてもよい。

[0259] かかる構成によれば、スキップ復号部202F又はインター復号部202Eにおいて動きベクトルを不要としながらも高品質な基本メッシュにすることができ、復号メッシュの質を向上させる効果が期待できる。さらに、Temporal scalabilityを実現できる効果が期待できる。

[0260] ただし、Temporal scalabilityを実現するため、各フレームにおいて基本メッシュと変位量とテクスチャとをそれぞれ復号するかどうかを示す制御信号をそれぞれ定義し、ビットストリームからそれぞれ復号する。

[0261] また、同じフレーム内において、アトラス及び基本メッシュのTemporal_IDを一致させてもよい。また、同じフレーム内において、アトラス及びテクスチャのTemporal_IDを一致させてもよい。また、同じフレーム内において、アトラス及び変位量のTemporal_IDを一致させてもよい。

[0262] かかる構成によれば、フレームが復号できないことや無駄なデータを回避することができるという効果が期待できる。

[0263] なお、同じTemporal_IDを持つ隣接するフレームの間隔が一定であることが望ましい。

[0264] 同じTemporal_IDを持つ隣接するフレームは、POCが最も近い。

- [0265] 上述のようにフレームの間隔を一定にすることで、復号したフレームを表示する際に一定のフレームレートを保つ効果が期待できる。
- [0266] さらに、同じ表示順を持つアトラス及び基本メッシュの復号順を一致させてもよい。また、同じ表示順を持つアトラス及び変位量の復号順を一致させてもよい。また、同じ表示順を持つアトラス及びテクスチャの復号順を一致させてもよい。
- [0267] または、同じ表示順を持つアトラス及び基本メッシュのランダムアクセスポイントを一致させてもよい。また、同じ表示順を持つアトラス及び変位量のランダムアクセスポイントを一致させてもよい。また、同じ表示順を持つアトラス及びテクスチャのランダムアクセスポイントを一致させてもよい。なお、ランダムアクセスポイントは、非特許文献4又は非特許文献5で定義されている。
- [0268] かかる構成によれば、基本メッシュ、変位量及びテクスチャをそれぞれ復号する際に、互いの復号を待つことなく、メッシュを再現できるという効果が期待できる。
- [0269] さらに、復号対象フレームの制御信号 `Temporal_ID` よりも高い `Temporal_ID` を持つフレームは、かかる復号対象フレームの参照フレームにしない。
- [0270] これによって、参照フレームが捨てられる可能性が無くなるという効果が期待できる。
- [0271] 以下に、上述の `Temporal_ID` を用いて `Temporal scalability` を実現する一例について述べる。
- [0272] アトラス、基本メッシュ、変位量及びテクスチャのビットストリームは、ネットワーク抽象レイヤ（NAL）ユニットによりカプセル化される。NALユニットは、図22のようなNALヘッダを持ってもよい。
- [0273] NALヘッダ内の最後の3ビットとして定義した `TID` は、`Temporal_ID` プラス1である。`TID` の範囲は、1から7までとし、ゼロを禁止する。

- [0274] NALヘッダ内のTIDの直前の6ビットとして定義されたLayerID/R6は、NALユニットが属するレイヤの識別子を指定する。
- [0275] LayerID/R6の値は、0～62の範囲内でなければならない。値63は、将来的にISO/IECによって指定される可能性がある。
- [0276] ビットストリームのデコードユニットのデータ量を決定する以外の目的で、メッシュ復号装置200は、NALユニット内の値63に続く全てのデータを無視し、指定されたプロファイルに準拠するメッシュ復号装置200は、LayerID-R6の値が0でない全てのNALユニットを無視する（つまり、ビットストリームから取り除き、破棄する）。
- [0277] LayerID/R6の値63は、将来の拡張で拡張レイヤ識別子を示すために使用することができる。
- [0278] なお、非特許文献4で定義されたサブメッシュが存在するときは、全てのサブメッシュを同じTIDにすること又はTIDを全てのサブメッシュに適用させることにする。
- [0279] アトラスについては、非特許文献5を利用でき、変位量及びテクスチャについては、映像符号化方式のHEVCやVVCを利用できるため、以下は、基本メッシュについて説明する。
- [0280] 符号化された基本メッシュフレームの全てのBMCLNALユニットのLayerID/R6の値は、同じでなければならない。符号化された基本メッシュフレームのLayerID/R6の値は、符号化された基本メッシュフレームのBMCLNALユニットのLayerID/R6の値である。
- [0281] NALTypeが、NAL_EOBと等しい場合、LayerID/R6の値は、0と等しくなければならない。
- [0282] NALTypeが、非特許文献4で定義されたNAL_BLA_W_LPからNAL_RSV_BMCL_29までの範囲にある場合、つまり、IRAPコード化された基本メッシュフレームに属する場合、Temporal_IDは、0でなければならない。
- [0283] NALTypeが、NAL_TSA_R又はNAL_TSA_Nに等しい場合

、Temporal_IDは、0に等しくはならない。

[0284] NAL_Typeが0に等しく、NAL_TypeがNAL_STSA_R又はNAL_STSA_Nに等しい場合、Temporal_IDは、0に等しくはならない。

[0285] Temporal_IDの値は、アクセスユニット内の全てのBMCL NALユニットについて同じでなければならない。

[0286] コード化された基本メッシュフレーム又はアクセスユニットのTemporal_IDの値は、コード化された基本メッシュフレーム又はアクセスユニットのBMCL NALユニットのTemporal_IDの値である。

[0287] サブレイヤ表現のTemporal_IDの値は、サブレイヤ表現内の全てのBMCL NALユニットのTemporal_IDの最大値である。

[0288] 非BMCL NALユニットのTemporal_IDの値は、以下のように制限される。

- NAL_TypeがNAL_BMSPSに等しい場合、Temporal_IDは0でなければならない、NALユニットを含むアクセスユニットのTemporal_IDは、0でなければならない。
- それ以外の場合で、NAL_TypeがNAL_EOS又はNAL_EOBに等しい場合、Temporal_IDは、0でなければならない。
- それ以外の場合で、NAL_TypeがNAL_AUD又はNAL_LFDDに等しい場合、Temporal_IDは、NALユニットを含むアクセスユニットのTemporal_IDに等しくなければならない。
- それ以外の場合、Temporal_IDは、NALユニットを含むアクセスユニットのTemporal_ID以上でなければならない。

[0289] なお、NALユニットがBMCLでない場合、Temporal_IDの値は、非BMCL NALユニットが適用される全てのアクセスユニットのTemporal_ID値の最小値に等しくなる。

[0290] NAL_TypeがNAL_BMFPSに等しい場合、Temporal_IDは、最初の符号化基本メッシュフレームのTemporal_IDが0であ

るビットストリームの先頭に全ての基本メッシュフレームパラメータセット（BMFPS）が含まれるため、含まれるアクセスユニットのTemporalID以上であることができる。

[0291] なお、スキップ復号部202Fは、指定されたtIDTargetを参照して、TemporalIDがtIDTargetより高いNALユニットを復号せずに捨てることにする。

[0292] ここで、tIDTargetは、事前に決めた値により指定されてもよいし、ネットワーク状況やメッシュ復号装置200の端末能力により指定されてもよい。

[0293] 例えば、有線のケースよりも無線のケースの方が低いtIDTargetが指定される。また、ネットワーク状況が悪い場合に、低いtIDTargetが指定される。また、低スペックのメッシュ復号装置200で復号される場合、低いtIDTargetが指定される。

[0294] ただし、ビットストリームの適合性の要件としては、TemporalIDがtIDTargetより高くないNALユニットが少なくとも1つはビットストリームに存在しなければならないということとする。

[0295] なお、図23に示すように、各フレーム（イントラフレーム、インターフレーム及びスキップフレーム）でサブメッシュの数が異なってもよい。

[0296] かかる場合、イントラ復号部202B、インター復号部202E及びスキップ復号部202Fは、各フレームにおけるサブメッシュの各々に対して、重複しないサブメッシュIDを付与する。

[0297] また、図24に示すように、イントラ復号部202B、インター復号部202E及びスキップ復号部202Fは、フレーム間に対応するサブメッシュに対して異なるSubmeshID（サブメッシュID）を付与してもよい。

[0298] ただし、インター復号部202E又はスキップ復号部202Fは、参照フレームの中で同じSubmeshIDを持つサブメッシュのみを参照することができるものとする。

- [0299] 或いは、インター復号部202E又はスキップ復号部202Fは、参照フレームの中で同じ頂点数を持つサブメッシュのみを参照することができるものとする。
- [0300] 或いは、イントラ復号部202B及びインター復号部202Eは、参照フレームの中で指定されたサブメッシュを参照することができるものとする。
- [0301] かかる場合、インター復号部202E又はスキップ復号部202Fは、参照フレーム内にサブメッシュが複数ある場合、現サブメッシュのビットストリームから、参照可能なサブメッシュのSubmeshIDを指定する制御信号を復号してもよい。
- [0302] 一方、インター復号部202E又はスキップ復号部202Fは、参照フレーム内にサブメッシュが1つのみある場合、かかるサブメッシュを参照可能なサブメッシュとしてもよい。
- [0303] ただし、上述の制御信号が存在しない場合、インター復号部202E又はスキップ復号部202Fは、参照可能なサブメッシュのSubmeshIDを、現フレーム内のサブメッシュと同じSubmeshIDとする。
- [0304] また、インター復号部202E又はスキップ復号部202Fは、ビットストリームから、上述の制御信号が存在するかどうかを示す制御信号を復号してもよい。
- [0305] なお、インター復号部202E又はスキップ復号部202Fは、上述の参照可能なサブメッシュを決める方法を選択する制御信号を復号してもよい。
- [0306] 細分割部203及び変位量復号部206は、非特許文献4に従ってもよい。
- [0307] 本発明によれば、復号済みの隣接頂点を探索せず、参照フレームそのものを再利用することにより計算量を削減することができる。
- [0308] また、本実施形態によれば、インター予測符号化において、現フレームの基本メッシュの頂点数が参照フレーム又は参照サブメッシュの頂点数と異なる場合であっても現フレームの基本メッシュを復号することができる。
- [0309] また、本実施形態によれば、インター予測符号化において、現フレームの

基本メッシュの頂点数が参照フレーム又は参照サブメッシュの頂点数と異なるという事態を回避することができる。

[0310] また、本実施形態によれば、インター予測符号化において、現フレームの参照フレームの中にどのサブメッシュを参照するかという制御信号を導入することで、どのサブメッシュを参照するかについて特定することができる。

[0311] また、本実施形態によれば、インター予測符号化において、現フレームの参照フレームの中にどのサブメッシュを参照するかという情報が無くても、どのサブメッシュを参照するかについて特定することができる。

[0312] また、本実施形態によれば、基本メッシュが少なくとも1つの面を有することを保証することができる。

[0313] また、本実施形態によれば、Temporal_scalability機能を実現することができる。

[0314] さらに、本実施形態によれば、メッシュの符号化効率を向上させることができる。

[0315] 上述のメッシュ符号化装置100及びメッシュ復号装置200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。

産業上の利用可能性

[0316] 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（SDGs）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

- [0317] 1…メッシュ処理システム
100…メッシュ符号化装置
200…メッシュ復号装置
201…多重分離部

202…基本メッシュ復号部
202A…分離部
202B…イントラ復号部
202B1…任意イントラ復号部
202B2…整列部
202C…メッシュバッファ部
202D…接続情報復号部
202E…インター復号部
202E1…動きベクトル残差復号部
202E2…動きベクトルバッファ部
202E3…動きベクトル予測部
202E4…動きベクトル算出部
202E5…加算器
202E6…重複頂点探索部
202E7…mv_signalled_flag取得部
202E8…動きベクトル取得部
202F…スキップ復号部
203…細分割部
204…メッシュ復号部
205…パッチ統合部
206…変位量復号部
207…映像復号部
208…アトラスデータ復号部

請求の範囲

- [請求項1] メッシュ復号装置であって、
 イントラフレームのビットストリームから、前記イントラフレームにおける頂点の座標及び接続情報を復号するイントラ復号部と、
 インターフレームのビットストリームから復号した動きベクトルと、参照フレームにおいて復号対象の頂点に対応する頂点の座標とを加算することで、前記復号対象の頂点の座標を復号するインター復号部を備え、
 前記イントラフレームの各々でサブメッシュの数が異なり、
 前記インターフレームの各々でサブメッシュの数が異なることを特徴とするメッシュ復号装置。
- [請求項2] 前記イントラ復号部及び前記インター復号部の各々は、
 前記サブメッシュの各々に対して、重複しないサブメッシュIDを付与し、
 前記イントラフレーム間及び前記インターフレーム間の各々で対応するサブメッシュに対して異なるサブメッシュIDを付与することを特徴とする請求項1に記載のメッシュ復号装置。
- [請求項3] 前記インター復号部は、前記参照フレームの中で同じサブネットIDを持つサブメッシュのみを参照することができることを特徴とする請求項1に記載のメッシュ復号装置。
- [請求項4] 前記インター復号部は、前記参照フレームの中で同じ頂点数を持つサブメッシュのみを参照することができることを特徴とする請求項1に記載のメッシュ復号装置。
- [請求項5] 前記インター復号部は、前記参照フレームの中で指定されたサブメッシュを参照することができることを特徴とする請求項1に記載のメッシュ復号装置。
- [請求項6] 前記インター復号部は、前記参照フレーム内にサブメッシュが複数ある場合、現サブメッシュのビットストリームから、参照可能なサブ

メッシュのサブメッシュIDを指定する制御信号を復号することを特徴とする請求項5に記載のメッシュ復号装置。

[請求項7] 前記インター復号部は、前記参照フレーム内にサブメッシュが1つのみある場合、前記サブメッシュを参照可能なサブメッシュとすることを特徴とする請求項5に記載のメッシュ復号装置。

[請求項8] 前記インター復号部は、前記制御信号が存在しない場合、参照可能なサブメッシュのサブメッシュIDを、現フレーム内のサブメッシュと同じSubmeshIDとすることを特徴とする請求項6に記載のメッシュ復号装置。

[請求項9] メッシュ復号方法であって、
イントラフレームのビットストリームから、前記イントラフレームにおける頂点の座標及び接続情報を復号する工程Aと、
インターフレームのビットストリームから復号した動きベクトルと、参照フレームにおいて復号対象の頂点に対応する頂点の座標とを加算することで、前記復号対象の頂点の座標を復号する工程Bとを有し、
前記工程A及び前記工程Bにおいて、
前記イントラフレームの各々でサブメッシュの数が異なり、
前記インターフレームの各々でサブメッシュの数が異なることを特徴とするメッシュ復号方法。

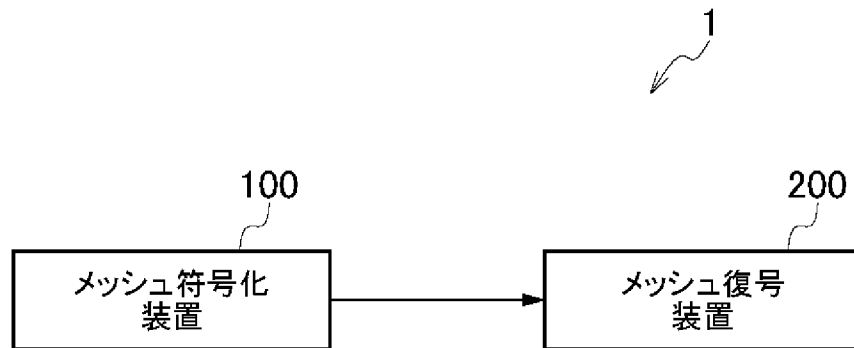
[請求項10] コンピュータを、メッシュ復号装置として機能させるプログラムであって、
前記メッシュ復号装置は、
イントラフレームのビットストリームから、前記イントラフレームにおける頂点の座標及び接続情報を復号するイントラ復号部と、
インターフレームのビットストリームから復号した動きベクトルと、参照フレームにおいて復号対象の頂点に対応する頂点の座標とを加算することで、前記復号対象の頂点の座標を復号するインター復号

部を備え、

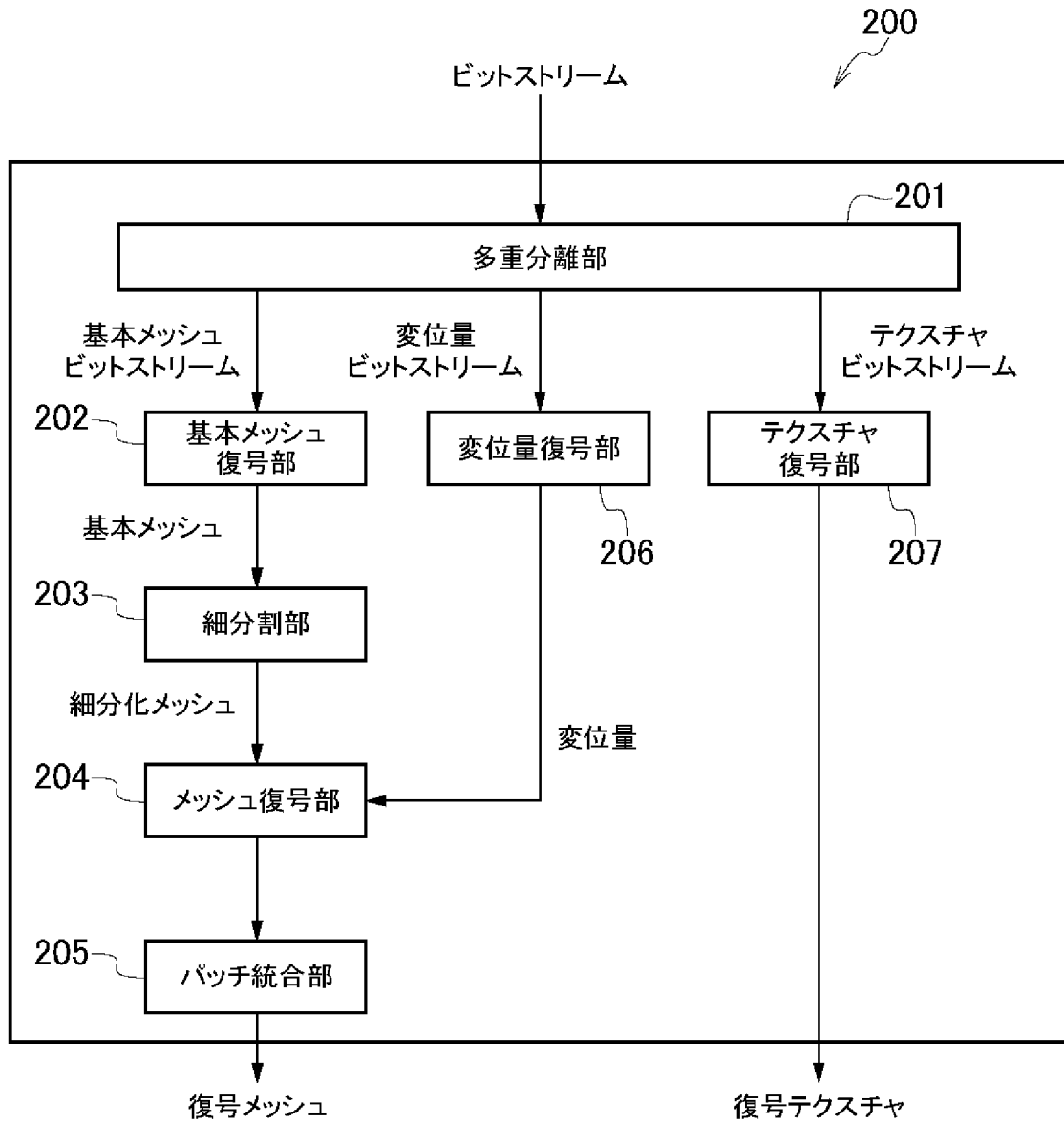
前記イントラフレームの各々でサブメッシュの数が異なり、

前記インターフレームの各々でサブメッシュの数が異なることを特徴とするプログラム。

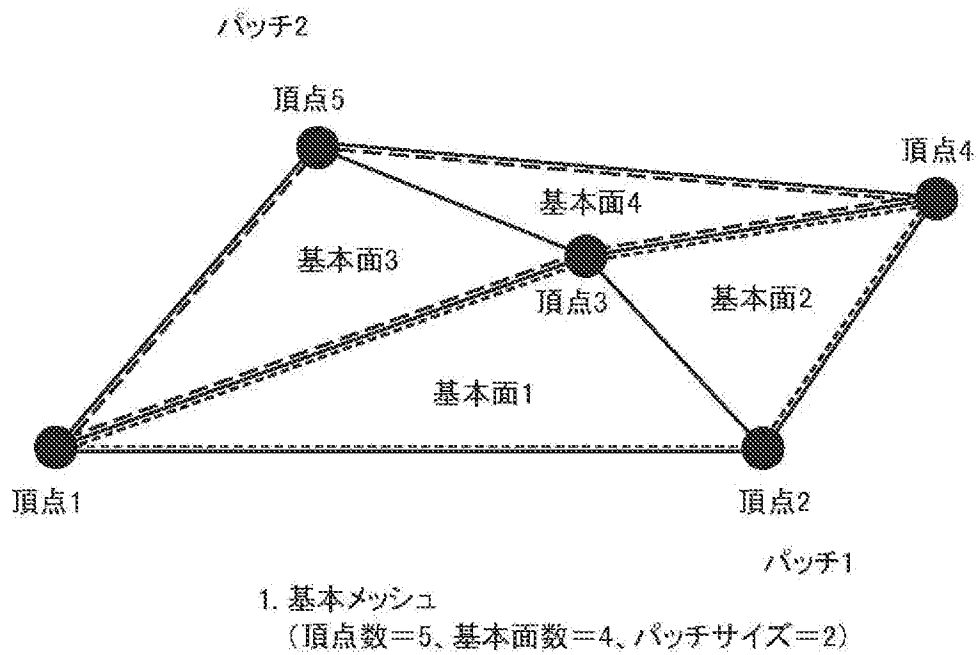
[図1]



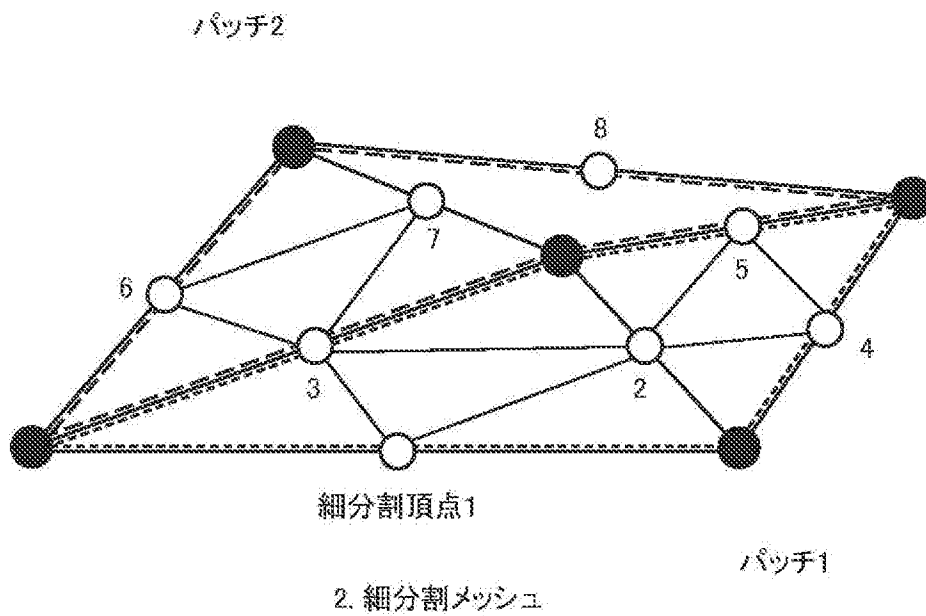
[図2]



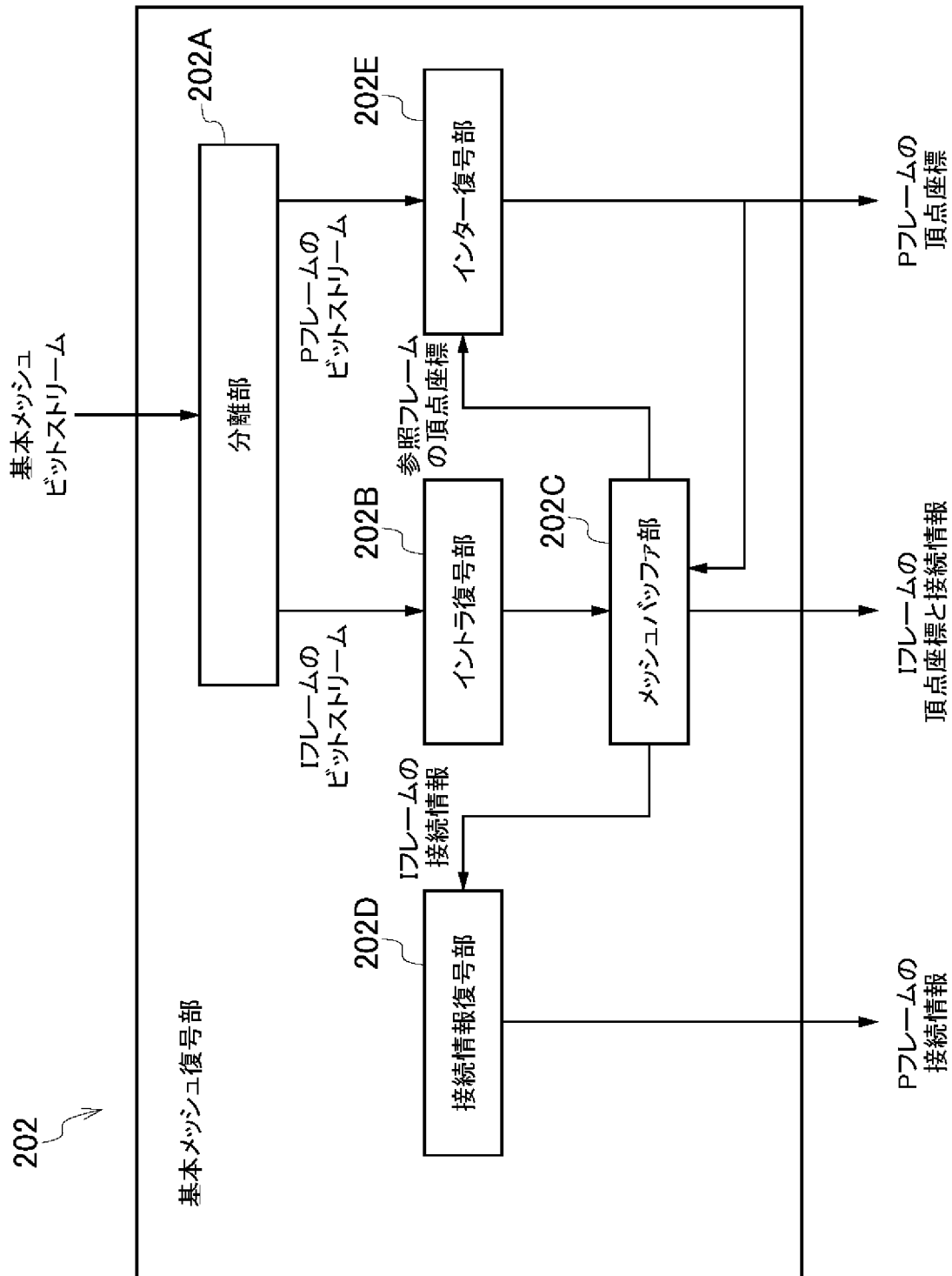
[図3A]



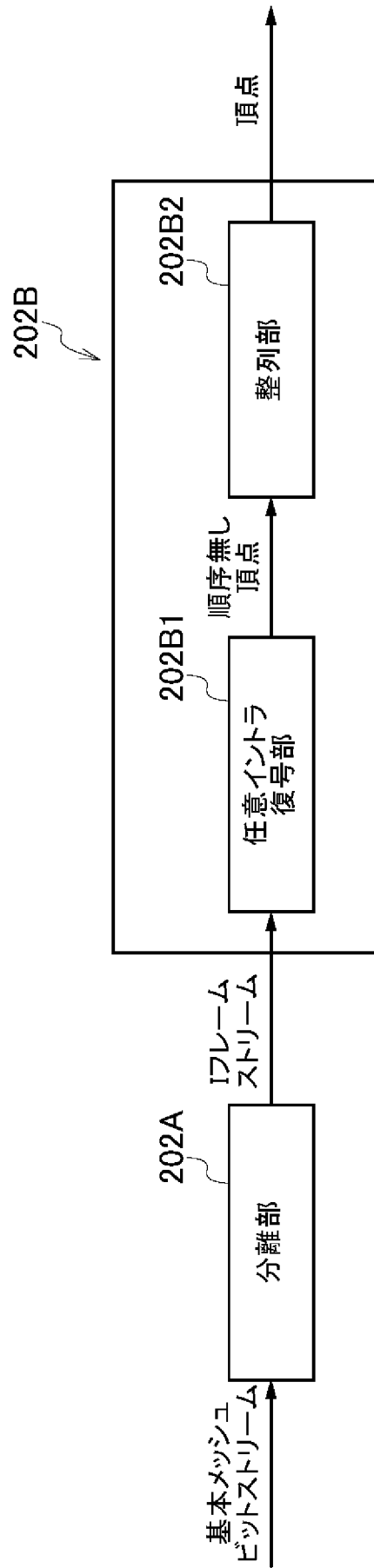
[図3B]



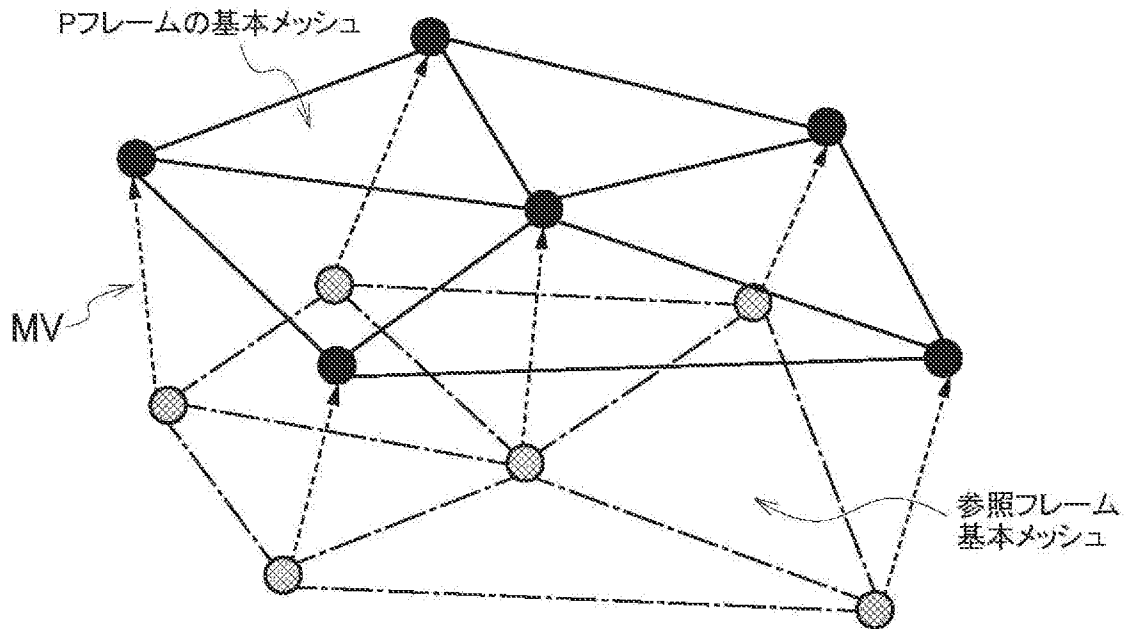
[図4]



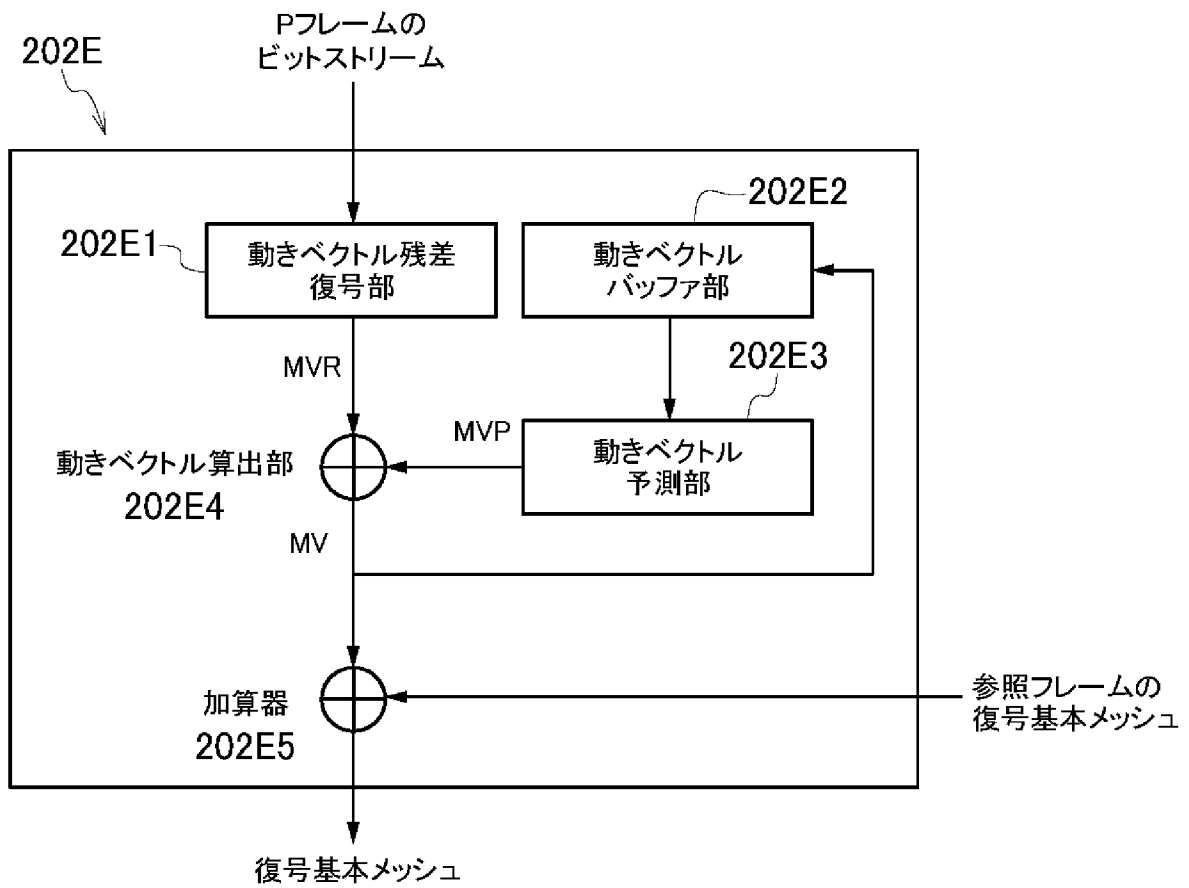
[図5]



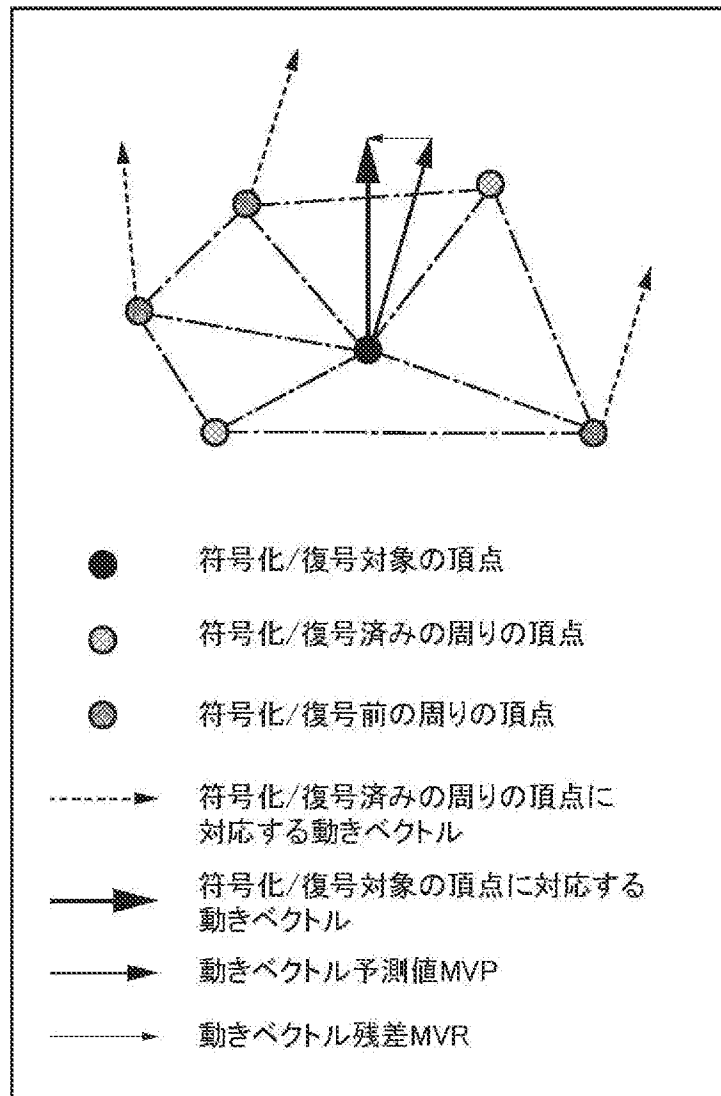
[図6]



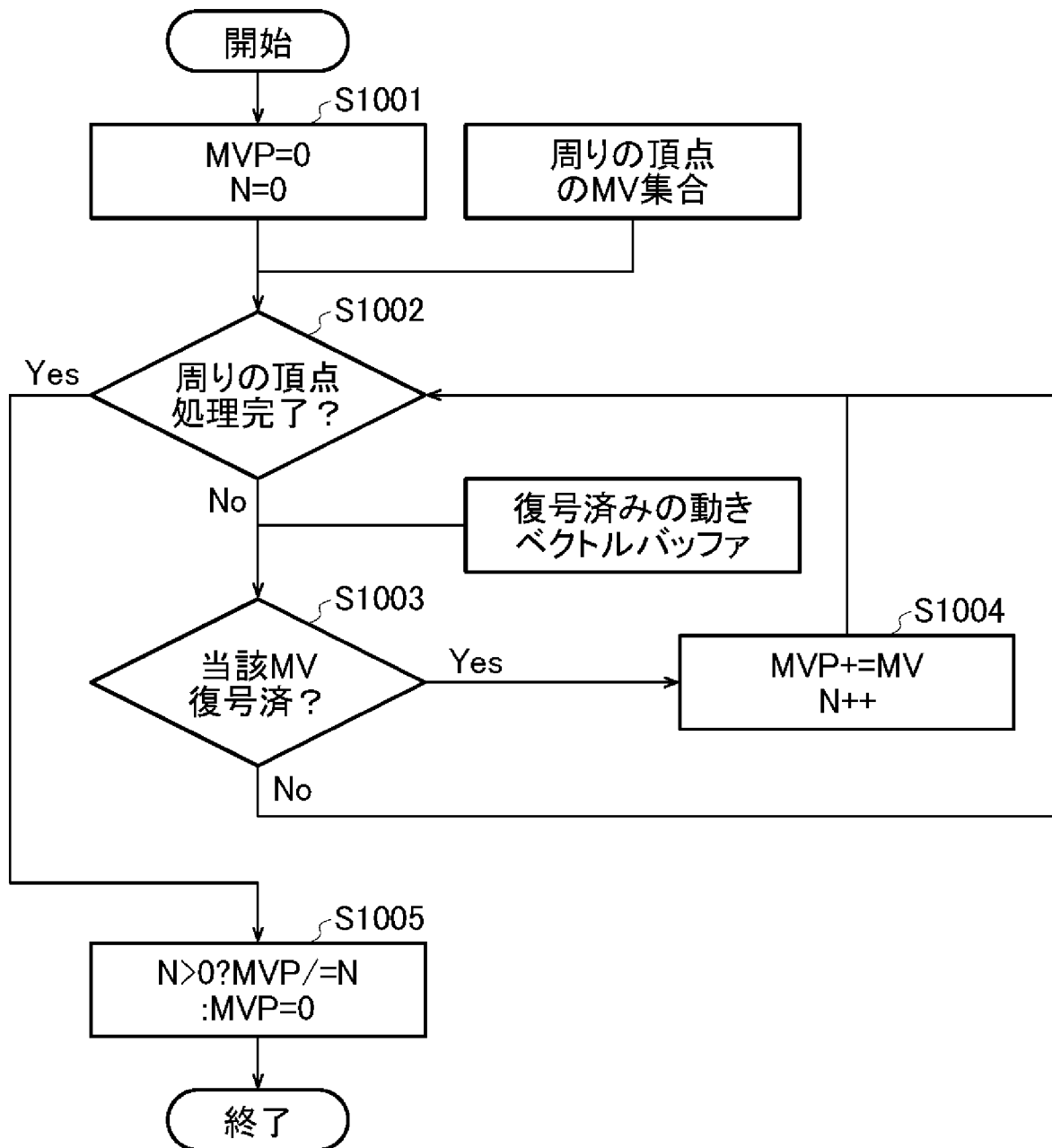
[図7]



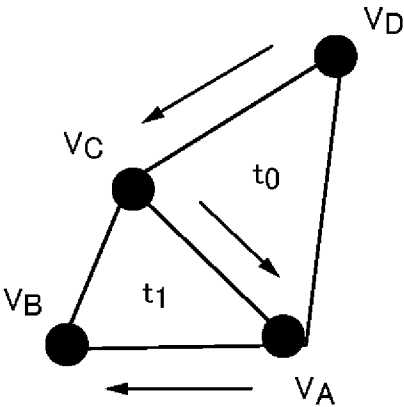
[図8]



[図9]



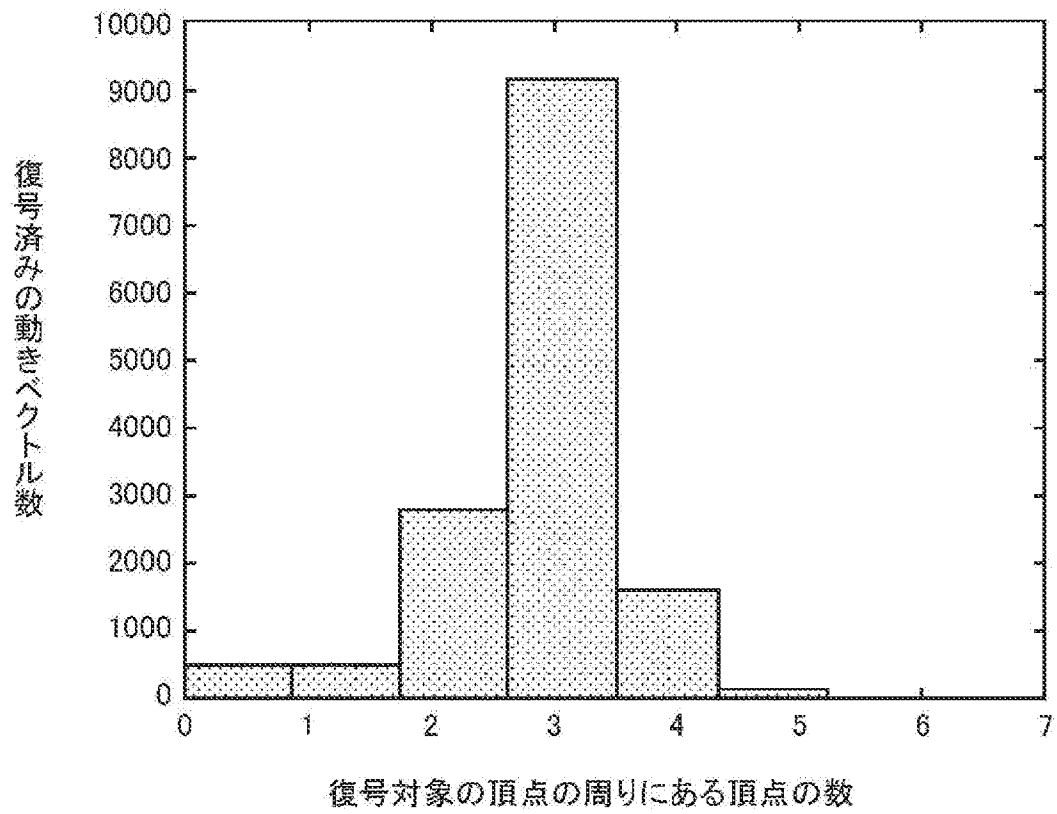
[図10A]



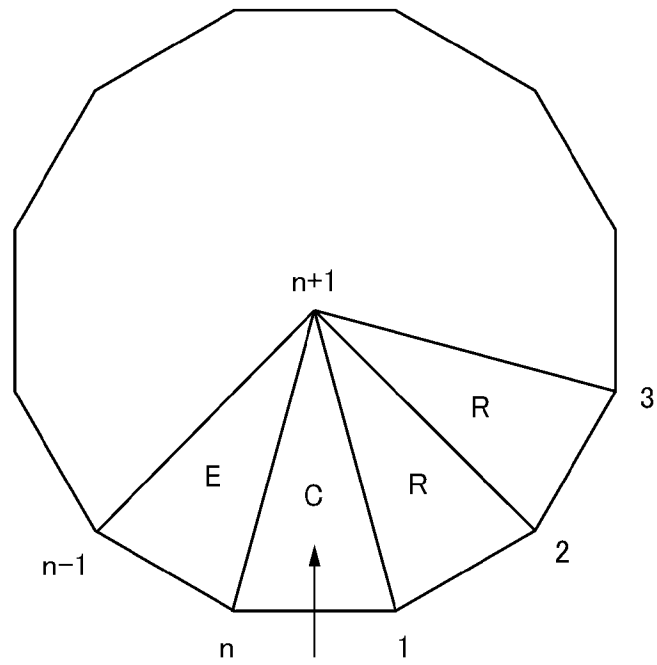
[図10B]

V_A	→	V_D	V_C	ϕ
V_B	→	V_C	V_A	ϕ
V_C	→	V_D	ϕ	ϕ
V_D	→	ϕ	ϕ	ϕ

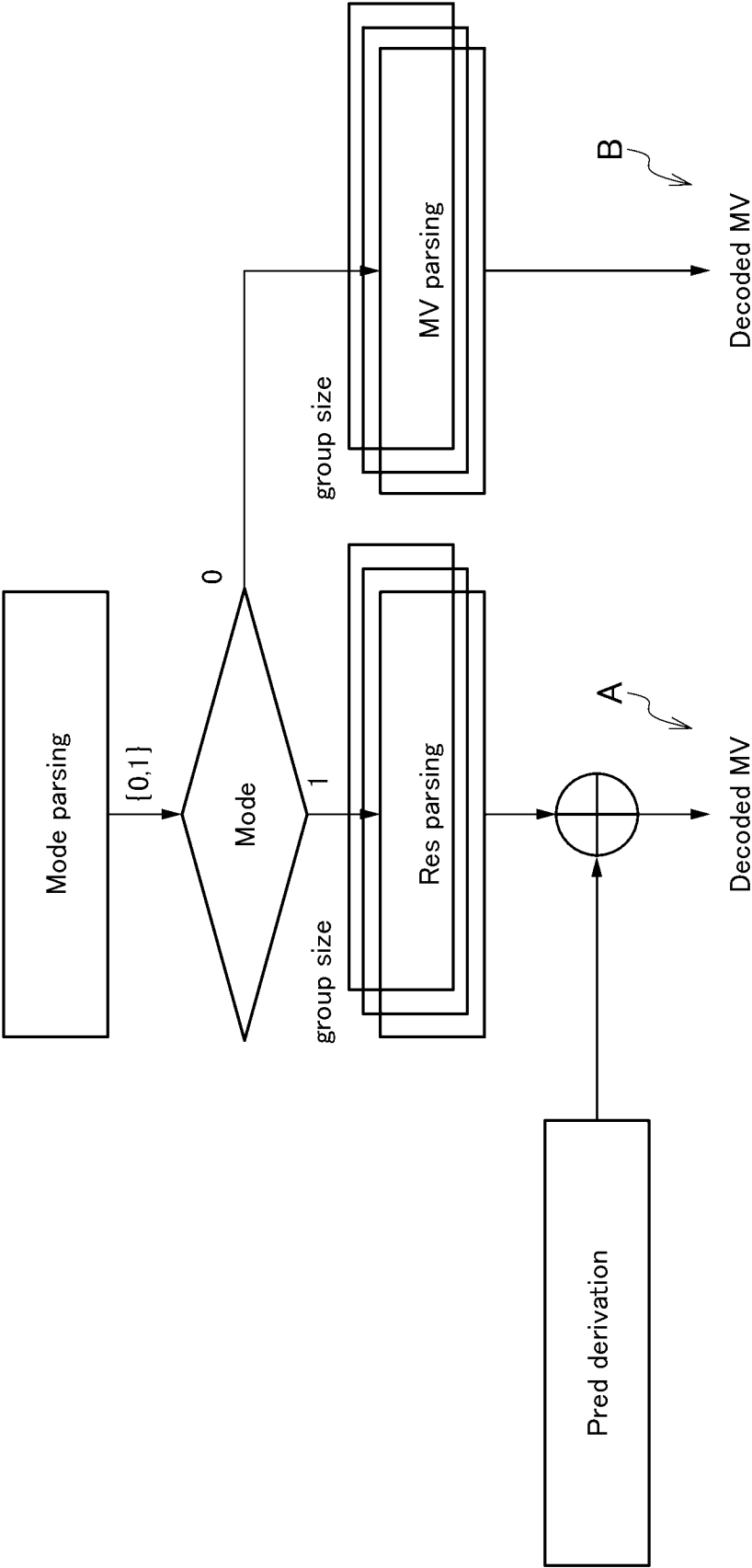
[図11]



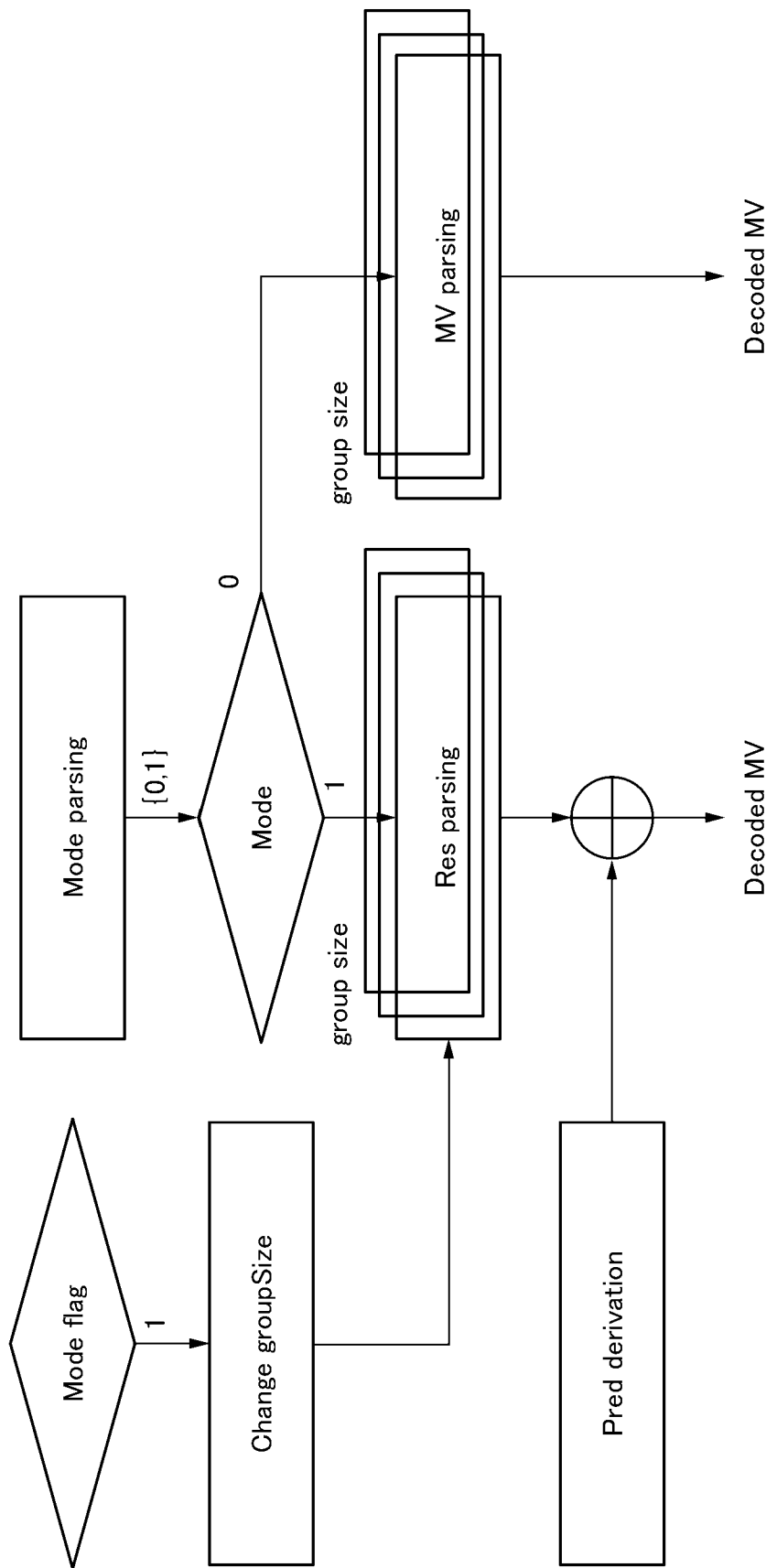
[図12]



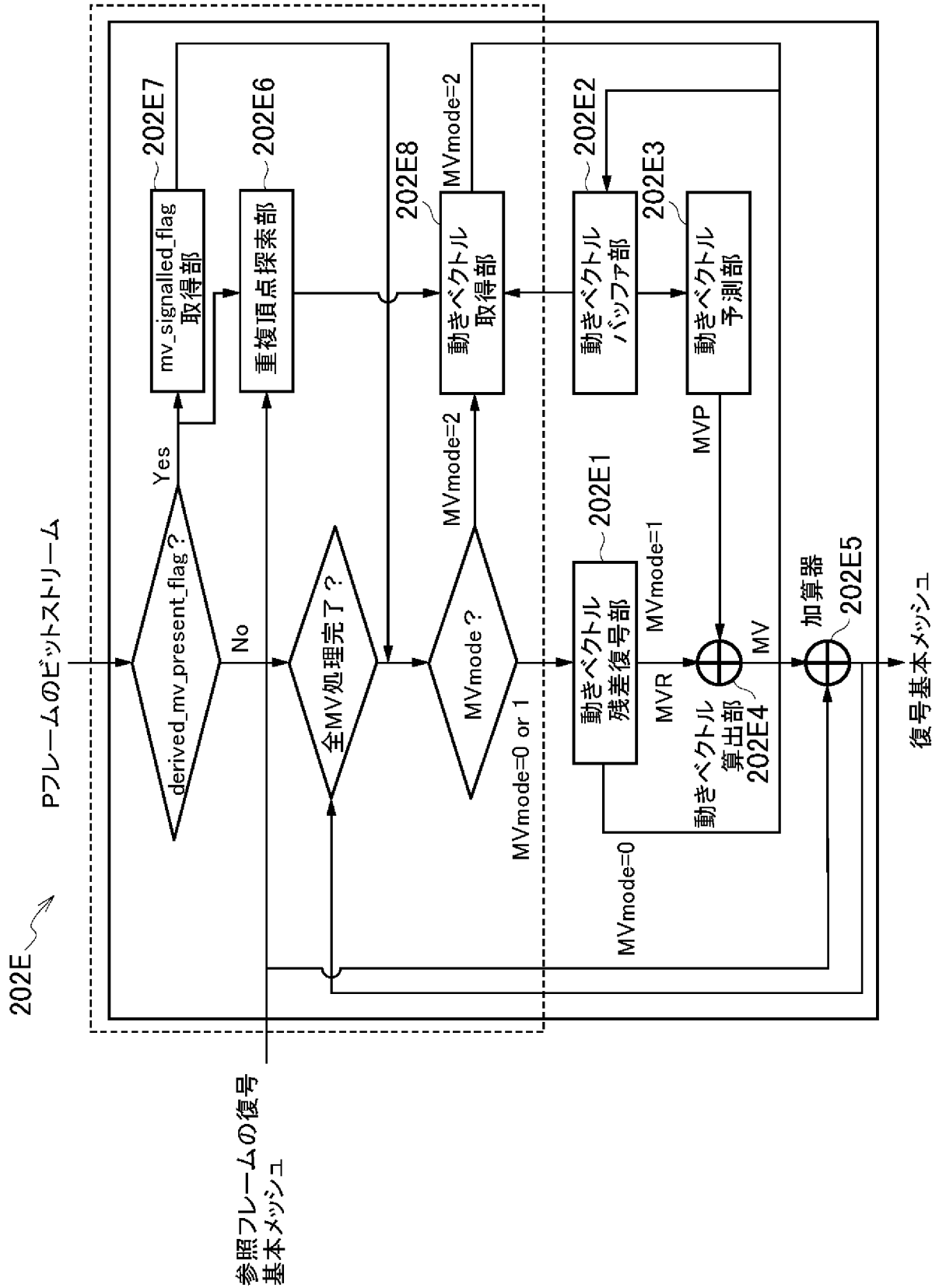
[図13]



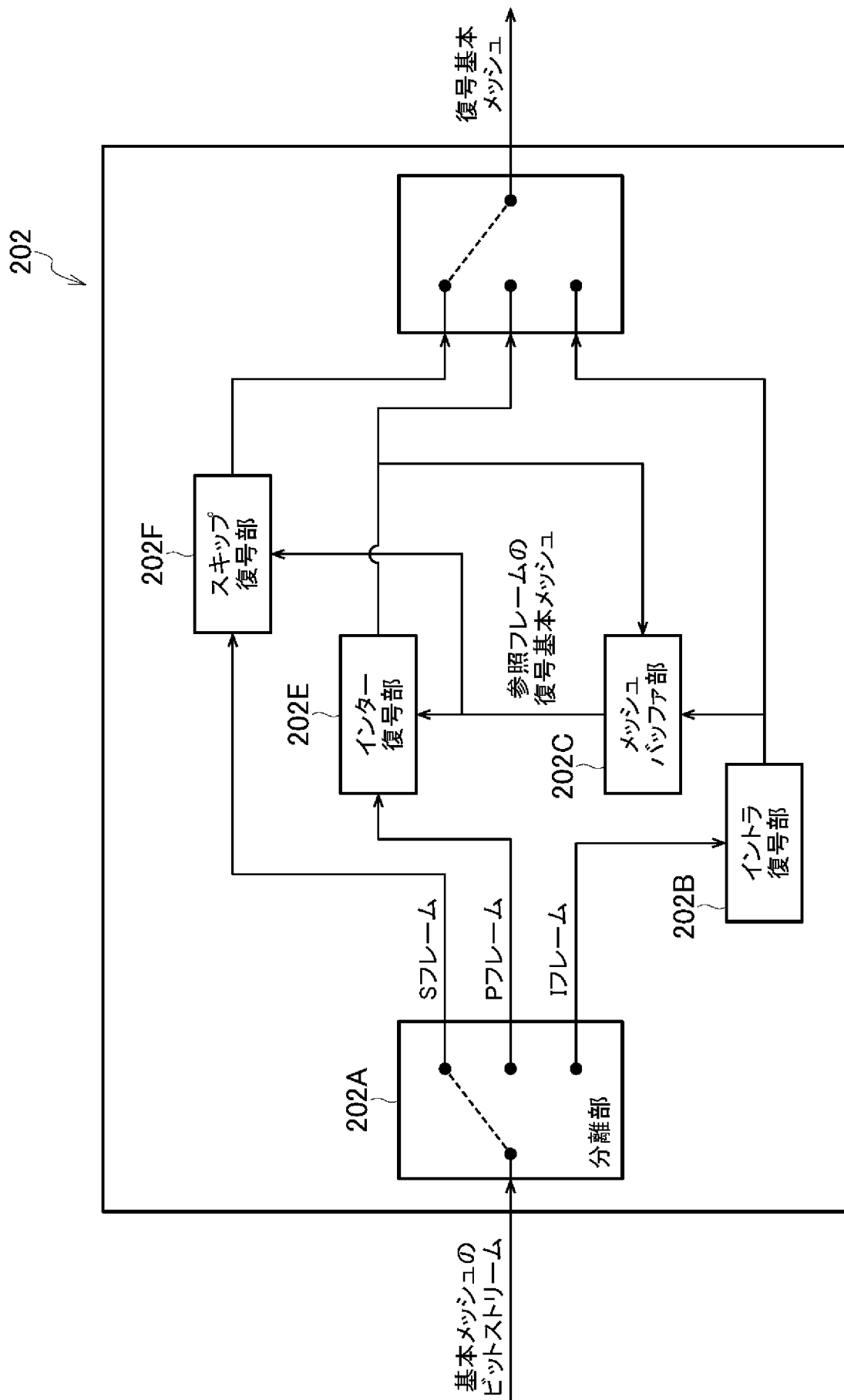
[図14]



[図15]



[図16]

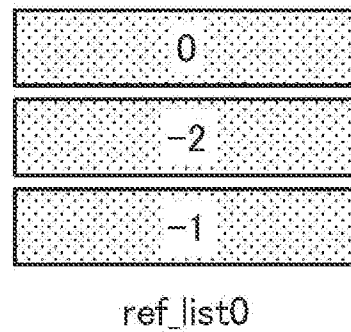


[図17]

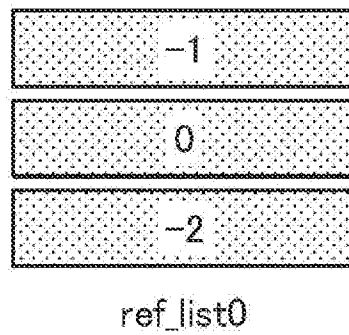
smh_typeの値と名前の対応表

smh_type	Name of smh_type	別称
0	P_SUBMESH	Pフレーム
1	I_ SUBMESH	Iフレーム
2	SKIP_ SUBMESH	Sフレーム
3	RESERVED	保留

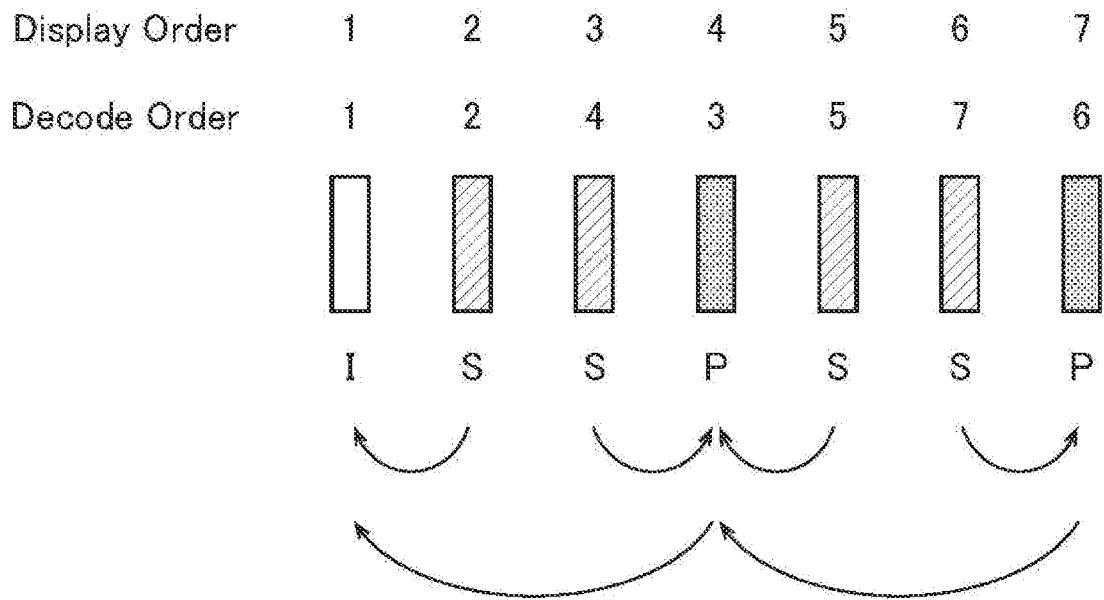
[図18]



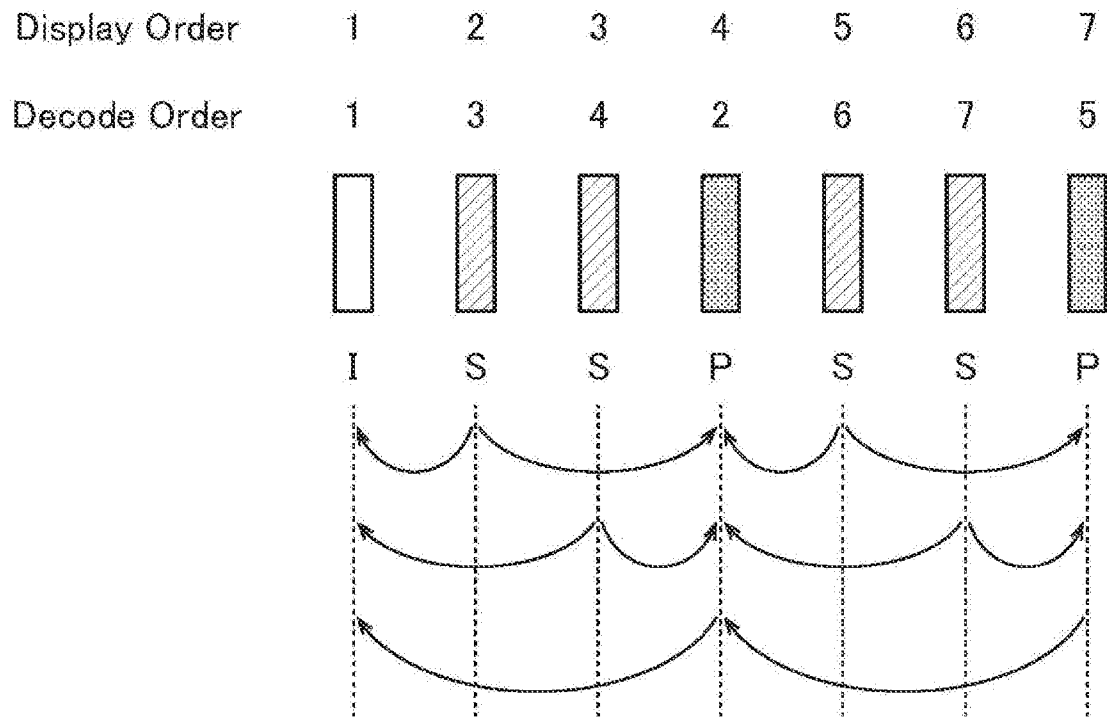
[図19]



[図20]

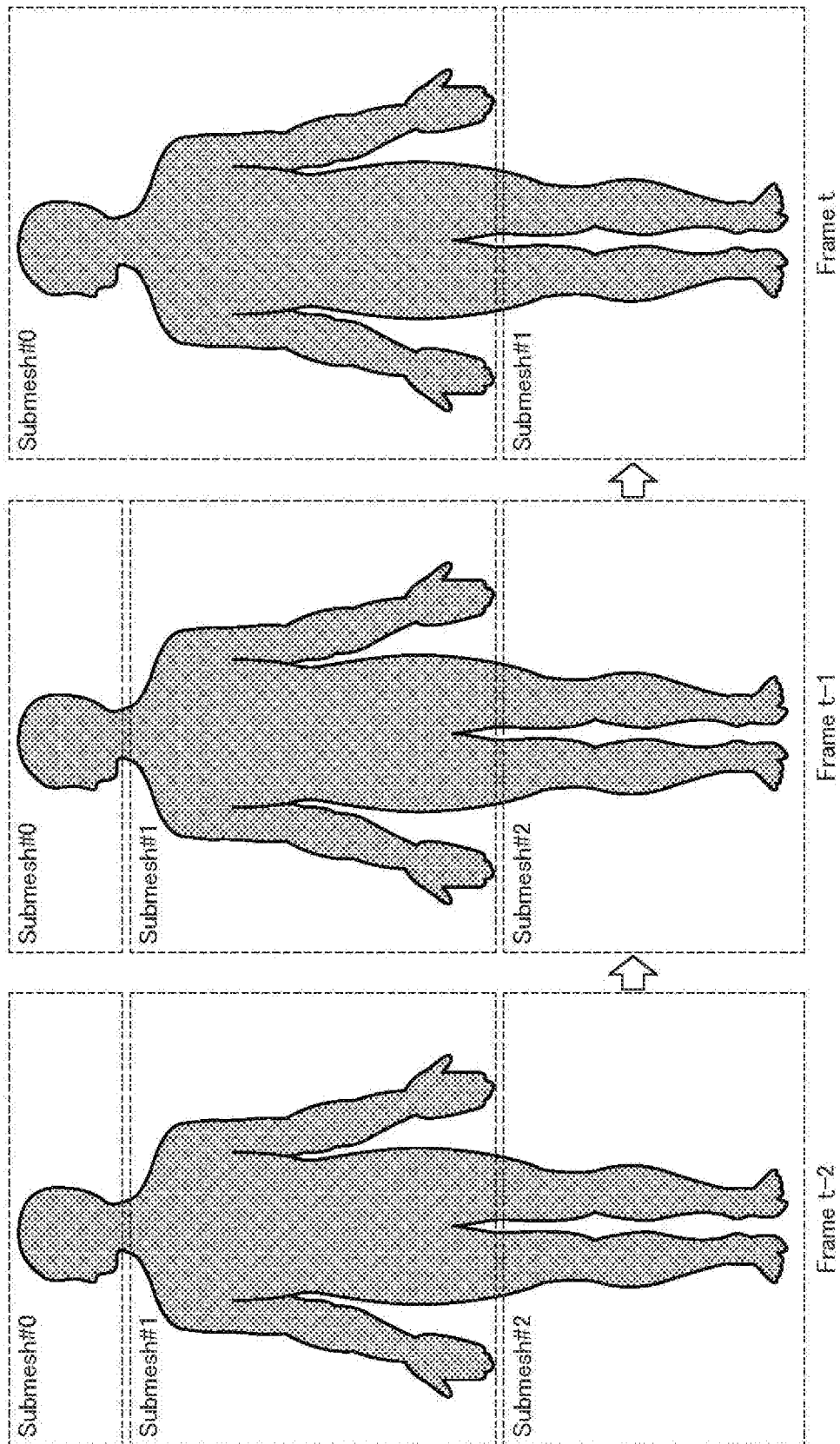


[図21]

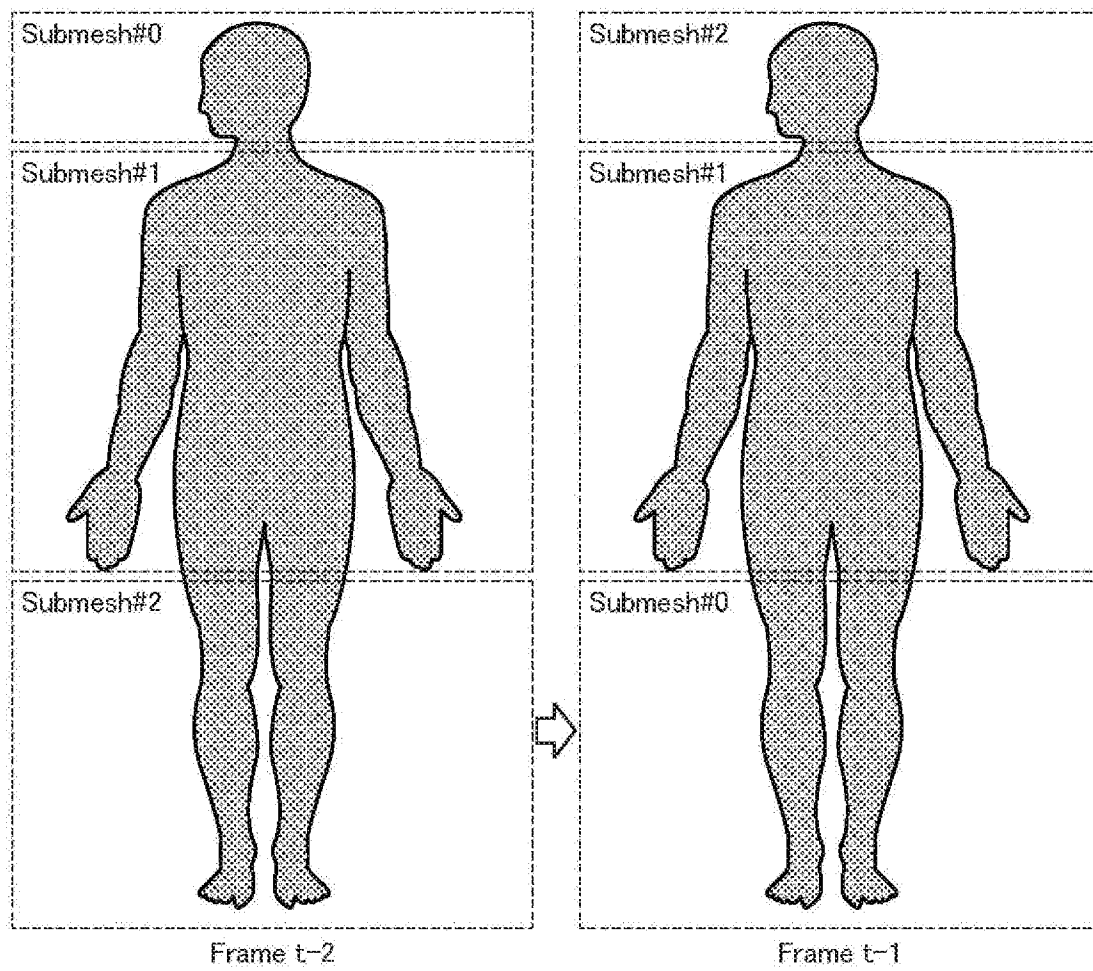


+-----+-----+																
0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	
+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+																
F	NALType						LayerId/R6						TID			
+-----+-----+																

[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/041297

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G06T 9/00**(2006.01)i

FI: G06T9/00 100

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T9/00-9/40

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 1971-2025

Registered utility model specifications of Japan 1996-2025

Published registered utility model applications of Japan 1994-2025

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.
A	US 2023/0290008 A1 (APPLE INC.) 14 September 2023 (2023-09-14) entire text, all drawings	1-10
A	MAMMOU, Khaled et al., Video and Subdivision based Mesh Coding, Proc. 10th European Workshop on Visual Information Processing 2022, 20 October 2022, pp. 1-6 entire text, all drawings	1-10
A	WO 2022/074515 A1 (SONY GROUP CORPORATION) 14 April 2022 (2022-04-14) entire text, all drawings	1-10



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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

20 January 2025

Date of mailing of the international search report

28 January 2025

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/JP2024/041297

Patent document cited in search report				Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)		
US	2023/0290008	A1	14 September 2023	US	2023/0290009	A1				
				US	2023/0290010	A1				
				US	2023/0290011	A1				
				US	2023/0290063	A1				
				US	2023/0316655	A1				
				WO	2023/172457	A1				
				WO	2023/172509	A1				

WO	2022/074515	A1	14 April 2022	JP	2023-544618	A				
				US	2022/0108483	A1				
				EP	4197191	A1				
				CN	115428459	A				

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G06T 9/00(2006.01)i

FI: G06T9/00 100

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

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

1971-2025年

日本国実用新案登録公報

1996-2025年

日本国登録実用新案公報

1994-2025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
A	US 2023/0290008 A1 (APPLE INC.) 14.09.2023 (2023 - 09 - 14) 全文, 全図	1-10
A	MAMMOU, Khaled et al., Video and Subdivision based Mesh Coding, Proc. 10th European Workshop on Visual Information Processing 2022, 2022.10.20, pp.1-6 全文, 全図	1-10
A	WO 2022/074515 A1 (SONY GROUP CORPORATION) 14.04.2022 (2022 - 04 - 14) 全文, 全図	1-10

☐ 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

“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

“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

20.01.2025

国際調査報告の発送日

28.01.2025

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)

〒100-8915

日本国

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

岩井 健二 5C 9465

電話番号 03-3581-1101 内線 3539

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

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/JP2024/041297

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2023/0290008	A1	14.09.2023	US	2023/0290009	A1	
				US	2023/0290010	A1	
				US	2023/0290011	A1	
				US	2023/0290063	A1	
				US	2023/0316655	A1	
				WO	2023/172457	A1	
				WO	2023/172509	A1	

WO	2022/074515	A1	14.04.2022	JP	2023-544618	A	
				US	2022/0108483	A1	
				EP	4197191	A1	
				CN	115428459	A	
