

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2024-536250

(P2024-536250A)

(43)公表日 令和6年10月4日(2024.10.4)

(51)国際特許分類 F I
 G 0 6 T 9/40 (2006.01) G 0 6 T 9/40

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全63頁)

(21)出願番号	特願2024-519710(P2024-519710)	(71)出願人	507364838 クアルコム, インコーポレイテッド アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 2 1 2 1 サン ディエゴ モアハウス ドライ ブ 5 7 7 5
(86)(22)出願日	令和4年9月22日(2022.9.22)	(74)代理人	100108453 弁理士 村山 靖彦
(85)翻訳文提出日	令和6年3月29日(2024.3.29)	(74)代理人	100163522 弁理士 黒田 晋平
(86)国際出願番号	PCT/US2022/076847	(72)発明者	ヘルト・ファン・デル・アウウェラ アメリカ合衆国・カリフォルニア・9 2 1 2 1・サン・ディエゴ・モアハウス・ ドライブ・5 7 7 5
(87)国際公開番号	WO2023/059987	(72)発明者	アダルシュ・クリシュナン・ラマスブラ モニアン
(87)国際公開日	令和5年4月13日(2023.4.13)		
(31)優先権主張番号	63/252,093		
(32)優先日	令和3年10月4日(2021.10.4)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(31)優先権主張番号	63/254,472		
(32)優先日	令和3年10月11日(2021.10.11)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(31)優先権主張番号	17/933,920		
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 予測ジオメトリベース点群圧縮のための半径補間を使用するインター予測コーディング

(57)【要約】

点群データをコーディングするための、例示的なデバイス及び技術が説明される。例示的なデバイスは、点群データを記憶するように構成されているメモリと、メモリに通信可能に結合されている1つ又は複数のプロセッサを含む。1つ又は複数のプロセッサは、点群データの参照点群フレーム内の、少なくとも2つの参照点を決定するように構成されている。1つ又は複数のプロセッサは、点群データの現在の点群フレーム内の、少なくとも1つの現在の点に関する、少なくとも1つの半径インター予測子を取得するために、少なくとも2つの参照点、半径補間を適用するように構成されている。1つ又は複数のプロセッサは、現在の点群フレーム内の少なくとも1つの現在の点に関する、少なくとも1つの半径インター予測子に基づいて、現在の点群フレームをコーディングするように構成されている。

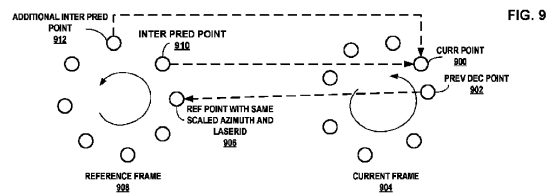


FIG. 9

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

点群データをコーディングする方法であって、
前記点群データの参照点群フレーム内の、少なくとも 2 つの参照点を決定することと、
前記点群データの現在の点群フレーム内の少なくとも 1 つの現在の点に関する、少なくとも 1 つの半径インター予測子を取得するために、前記少なくとも 2 つの参照点に半径補間を適用することと、

前記現在の点群フレーム内の前記少なくとも 1 つの現在の点に関する、前記少なくとも 1 つの半径インター予測子に基づいて、前記現在の点群フレームをコーディングすること

を含む、方法。

【請求項 2】

前記少なくとも 2 つの参照点が、或る範囲内の、方位角、レーザ識別子 (I D)、又は半径のうちの少なくとも 1 つの、参照点のグループに属している、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

回転、並進、又はローカル動きのうちの少なくとも 1 つを適用することによって、動きに関して前記参照点群フレームを補償することを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記少なくとも 2 つの参照点の位置座標又は前記少なくとも 1 つの現在の点の位置座標のうちの、少なくとも一方を量子化すること、近似値化すること、又はスケールリングすることのうちの、少なくとも 1 つを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記少なくとも 2 つの参照点の前記位置座標又は前記少なくとも 1 つの現在の点の前記位置座標のうちの、少なくとも一方のビット深度をシグナリング又は解析することを更に含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記少なくとも 2 つの参照点の前記位置座標を量子化するために、前記少なくとも 2 つの参照点の前記位置座標のアレイ又はマップを構築することを更に含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 7】

前記少なくとも 2 つの参照点が、同一又は隣接するレーザ識別子 (I D) を有し、
前記方法は、前記少なくとも 2 つの参照点に関連付けられている、それぞれの方位角に従って、前記少なくとも 2 つの参照点を順序付けることを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記少なくとも 2 つの参照点が、同一の方位角を有し、
前記方法は、前記少なくとも 2 つの参照点に関連付けられている、それぞれの半径に従って、前記少なくとも 2 つの参照点を更に順序付けることを更に含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記少なくとも 2 つの参照点が、同一又は隣接する方位角を有し、
前記方法は、前記少なくとも 2 つの参照点に関連付けられている、それぞれのレーザ識別子に従って、前記少なくとも 2 つの参照点を順序付けることを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記少なくとも 2 つの参照点が、同一のレーザ識別子を有し、
前記方法は、前記少なくとも 2 つの参照点に関連付けられている、それぞれの半径に従って、前記少なくとも 2 つの参照点を更に順序付けることを更に含む、請求項 9 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

前記少なくとも 2 つの参照点の位置が、前記少なくとも 1 つの現在の点の位置に関連付けられている、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 2】

前記少なくとも 1 つの現在の点のうちの、第 1 の現在の点の方位角及びレーザ識別子に基づいて、前記少なくとも 2 つの参照点の位置を決定することを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記少なくとも 2 つの参照点の位置を決定することが、
前記少なくとも 2 つの参照点のうちの、第 1 の参照点の位置を決定するために、前記第 10
1 の現在の点の方位角よりも小さい、第 1 の最も近い方位角を探索することと、
前記少なくとも 2 つの参照点のうちの、第 2 の参照点の位置を決定するために、前記第
1 の現在の点の前記方位角よりも大きい、第 2 の最も近い方位角を探索すること
を含む、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記少なくとも 2 つの参照点の位置を決定することが、
前記少なくとも 2 つの参照点のうちの、第 1 の参照点の位置を決定するために、前記第
1 の現在の点のレーザ識別子 (ID) よりも小さい、第 1 の最も近いレーザ ID を探索す
ることと、
前記少なくとも 2 つの参照点のうちの、第 2 の参照点の位置を決定するために、前記第
1 の現在の点の前記レーザ ID よりも大きい、第 2 の最も近いレーザ ID を探索すること
20
を含む、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 5】

方位角及びレーザ識別子 (ID) の範囲に基づいて、前記少なくとも 2 つの参照点の位置を決定することを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 6】

方位角及びレーザ識別子の前記範囲が、前記少なくとも 2 つの参照点に適用されることになる半径補間方法に基づく、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記少なくとも 2 つの参照点のうちの 1 つ又は複数の参照点が、利用不可能であるか、又は重複する予測子を含み、前記方法は、
利用不可能な予測子又は重複する予測子を、デフォルトの予測子で置き換える、又は、次に最も近いレーザ識別子又は方位角を有する参照点で置き換えること、あるいは、
前記利用不可能な予測子又は前記重複する予測子を破棄すること
30
を更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記少なくとも 2 つの参照点が、同一のレーザ識別子又は同一の方位角を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記少なくとも 2 つの参照点に半径補間を適用することが、
前記少なくとも 2 つの参照点の半径値を、等しい重みで平均化すること、
前記現在の点の予測半径を取得するために、前記少なくとも 2 つの参照点及び前記現在の点の、方位角若しくはレーザ識別子を使用して、前記少なくとも 2 つの参照点の前記半径値に、線形補間を適用すること、あるいは、
前記少なくとも 2 つの参照点の前記半径値に、数学的三角法を適用すること
40
を含む、請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記少なくとも 2 つの参照点が、3 つ以上の参照点を含み、
前記少なくとも 2 つの参照点に半径補間を適用することが、3 つ以上の係数を有する半
50

径補間フィルタを、前記3つ以上の参照点に適用することを含む、請求項18に記載の方法。

【請求項21】

前記現在の点が、少なくとも2つの現在の点のうち1つの点であり、前記方法は、前記少なくとも2つの参照点を、第1のセグメントにグループ化することと、前記少なくとも2つの現在の点を、第2のセグメントにグループ化することと、前記第2のセグメントに関して、前記第1のセグメントに基づいて複数の補間半径予測子を生成することとを更に含む、請求項18に記載の方法。

【請求項22】

前記少なくとも2つの参照点が、2つの参照点を含み、前記少なくとも2つの参照点に半径補間を適用することが、前記2つの参照点に対応している2つの半径値を平均化することを含む、請求項18に記載の方法。

【請求項23】

前記2つの半径値の前記平均化が、前記2つの半径値に加重平均を適用することを含む、請求項22に記載の方法。

【請求項24】

前記少なくとも2つの参照点に半径補間を適用する前に、前記少なくとも2つの参照点のうち第1の参照点の半径値と、前記少なくとも2つの参照点のうち第2の参照点の半径値との差異が、閾値よりも小さいことを決定することを更に含む、請求項18に記載の方法。

【請求項25】

前記閾値が第1の閾値であり、前記方法は、第1の参照点の前記半径値と第2の参照点の前記半径値との前記差異を、前記第1の閾値及び第2の閾値と比較することに基づいて、適用する補間のタイプを決定することを更に含む、請求項24に記載の方法。

【請求項26】

a) 適用される補間方法を示すシンタックス要素をシグナリング又は解析すること、あるいは、b) 補間の係数若しくは重みを示すシンタックス要素をシグナリング又は解析することのうちの、少なくとも一方を更に含む、請求項18に記載の方法。

【請求項27】

半径残差を決定することを更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項28】

前記半径残差をコンテキストコーディングすることを更に含み、前記半径残差をコンテキストコーディングするためのコンテキストが、イントラ予測を使用して半径残差をコンテキストコーディングするためのコンテキストとは別個のものである、請求項27に記載の方法。

【請求項29】

予測半径を決定する前に、前記現在の点の方位角残差を復号することを更に含む、請求項27に記載の方法。

【請求項30】

逆量子化、逆スケーリング、又は表現ビット深度が、従前に再構築された点の復号半径値、又は、前記2つ以上の参照点のうち1つの参照点の半径値に依存している、請求項29に記載の方法。

【請求項31】

前記参照点群フレーム内の前記少なくとも2つの参照点を決定することが、従前に復号された点を使用して、前記参照点群フレーム内の前記少なくとも2つの参照点を決定することを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項32】

前記参照点群フレーム内の前記少なくとも2つの参照点を決定することが、前記少なく

10

20

30

40

50

とも1つの現在の点の、親ノード、祖父母ノード、又は曾祖父母ノードを使用して、前記参照点群フレーム内の前記少なくとも2つの参照点を決定することを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項33】

点群データをコーディングするためのデバイスであって、
前記点群データを記憶するように構成されているメモリと、
前記メモリに通信可能に結合されている1つ又は複数のプロセッサであって、
前記点群データの参照点群フレーム内の、少なくとも2つの参照点を決定し、
前記点群データの現在の点群フレーム内の少なくとも1つの現在の点に関する、少なくとも1つの半径インター予測子を取得するために、前記少なくとも2つの参照点に半径補間を適用し、
前記現在の点群フレーム内の前記少なくとも1つの現在の点に関する、前記少なくとも1つの半径インター予測子に基づいて、前記現在の点群フレームをコーディングするように構成されている、1つ又は複数のプロセッサと
を備える、デバイス。

【請求項34】

前記デバイスは、車両、ロボット、エクステンデッドリアリティシステム、又はスマートフォンを含む、請求項33に記載のデバイス。

【請求項35】

前記少なくとも2つの参照点が、或る範囲内の、方位角、レーザ識別子(ID)、又は半径のうちの少なくとも1つの、参照点のグループに属している、請求項33に記載のデバイス。

【請求項36】

前記1つ又は複数のプロセッサが、前記少なくとも2つの参照点の位置座標又は前記少なくとも1つの現在の点の位置座標のうちの、少なくとも一方を量子化すること、近似値化すること、又はスケールアップすることのうちの、少なくとも1つを行うように更に構成されている、請求項33に記載のデバイス。

【請求項37】

前記少なくとも2つの参照点が、同一又は隣接するレーザ識別子(ID)を有し、
前記1つ又は複数のプロセッサが、前記少なくとも2つの参照点に関連付けられている、それぞれの方位角に従って、前記少なくとも2つの参照点を順序付けるように更に構成されている、請求項33に記載のデバイス。

【請求項38】

前記少なくとも2つの参照点が、同一又は隣接する方位角を有し、
前記1つ又は複数のプロセッサが、前記少なくとも2つの参照点に関連付けられている、それぞれのレーザ識別子に従って、前記少なくとも2つの参照点を順序付けるように更に構成されている、請求項33に記載のデバイス。

【請求項39】

前記1つ又は複数のプロセッサが、前記少なくとも1つの現在の点のうちの、第1の現在の点の方位角及びレーザ識別子に基づいて、前記少なくとも2つの参照点の位置を決定するように更に構成されている、請求項33に記載のデバイス。

【請求項40】

前記1つ又は複数のプロセッサが、方位角及びレーザ識別子の範囲に基づいて、前記少なくとも2つの参照点の位置を決定するように更に構成されている、請求項33に記載のデバイス。

【請求項41】

命令を記憶した非一時的コンピュータ可読記憶媒体であって、前記命令が、実行されると、1つ又は複数のプロセッサに、

点群データの参照点群フレーム内の、少なくとも2つの参照点を決定させ、

前記点群データの現在の点群フレーム内の少なくとも1つの現在の点に関する、少なく

とも1つの半径インター予測子を取得するために、前記少なくとも2つの参照点に半径補間を適用させ、

前記現在の点群フレーム内の前記少なくとも1つの現在の点に関する、前記少なくとも1つの半径インター予測子に基づいて、前記現在の点群フレームをコーディングさせる、非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、2022年9月21日出願された米国特許出願第17/933,920号、2021年10月4日出願された米国仮特許出願第63/252,093号、及び2021年10月11日出願された同第63/254,472号に対する優先権を主張するものであり、これらの出願のそれぞれの内容全体が、参照により組み込まれる。2022年9月21日出願された米国特許出願第17/933,920号は、2021年10月4日出願された米国仮特許出願第63/252,093号、及び2021年10月11日出願された同第63/254,472号の利益を主張するものである。

【0002】

本開示は、点群の符号化及び復号に関する。

【背景技術】

【0003】

点群とは、3次元空間における点の集合である。それらの点は、3次元空間内のオブジェクト上の点に対応し得る。それゆえ、点群を使用して、3次元空間の物理的内容を表すことができる。点群は、多種多様な状況において有用性を有し得る。例えば、点群は、自律車両の文脈において、道路上のオブジェクトの位置を表すために使用することができる。別の例では、点群は、環境の物理的内容を表す文脈において、拡張現実(augmented reality; AR)又は複合現実(mixed reality; MR)用途における仮想オブジェクトを位置決めする目的のために使用することができる。点群圧縮とは、点群の符号化及び復号に関するプロセスである。点群を符号化することにより、点群の記憶及び送信に関して必要とされる、データの量を削減することができる。

【発明の概要】

【0004】

全般的に、本開示は、点群圧縮のためのインター予測に関する技術を説明する。特に、本開示は、半径補間を使用する、予測ジオメトリコーディングのためのインター予測に関する技術を説明する。

【0005】

いくつかの実施例では、予測ジオメトリコーディングのためのインター予測は、参照フレーム内のインター予測点を探索することを含む。しかしながら、これらの点は、規則的な2Dアレイサンプリンググリッド上には局在化されない。予測ジオメトリコーディングのためのインター予測に対する補間は、サンプル間の間隔の変動に起因して、複雑になる可能性がある。本開示の技術は、半径補間を使用して、予測ジオメトリコーディングのためのインター予測の複雑性を軽減することができる。

【0006】

一実施例では、本開示は、点群データをコーディングする方法であって、点群データの参照点群フレーム内の、少なくとも2つの参照点を決定することと、点群データの現在の点群フレーム内の少なくとも1つの現在の点に関する、少なくとも1つの半径インター予測子を取得するために、少なくとも2つの参照点に半径補間を適用することと、現在の点群フレーム内の少なくとも1つの現在の点に関する、少なくとも1つの半径インター予測子に基づいて、現在の点群フレームをコーディングすることを含む、方法を説明する。

【0007】

別の実施例では、本開示は、点群データをコーディングするためのデバイスであって、点群データを記憶するように構成されているメモリと、メモリに通信可能に結合されてい

10

20

30

40

50

る1つ又は複数のプロセッサであって、点群データの参照点群フレーム内の、少なくとも2つの参照点を決定し、点群データの現在の点群フレーム内の少なくとも1つの現在の点に関する、少なくとも1つの半径インター予測子を取得するために、少なくとも2つの参照点に半径補間を適用し、現在の点群フレーム内の少なくとも1つの現在の点に関する、少なくとも1つの半径インター予測子に基づいて、現在の点群フレームをコーディングするように構成されている、1つ又は複数のプロセッサとを備える、デバイスを説明する。

【0008】

別の実施例では、本開示は、点群データをコーディングするためのデバイスであって、点群データの参照点群フレーム内の、少なくとも2つの参照点を決定するための手段と、点群データの現在の点群フレーム内の少なくとも1つの現在の点に関する、少なくとも1つの半径インター予測子を取得するために、少なくとも2つの参照点に半径補間を適用するための手段と、現在の点群フレーム内の少なくとも1つの現在の点に関する、少なくとも1つの半径インター予測子に基づいて、現在の点群フレームをコーディングするための手段とを備える、デバイスを説明する。

【0009】

別の実施例では、本開示は、命令を記憶している非一時的コンピュータ可読記憶媒体であって、この命令が、実行されると、1つ又は複数のプロセッサに、点群データの参照点群フレーム内の、少なくとも2つの参照点を決定させ、点群データの現在の点群フレーム内の少なくとも1つの現在の点に関する、少なくとも1つの半径インター予測子を取得するために、少なくとも2つの参照点に半径補間を適用させ、現在の点群フレーム内の少なくとも1つの現在の点に関する、少なくとも1つの半径インター予測子に基づいて、現在の点群フレームをコーディングさせる、非一時的コンピュータ可読記憶媒体を説明する。

【0010】

1つ又は複数の実施例の詳細が、添付図面及び以下の説明に記載されている。他の特徴、目的、及び利点が、これらの説明、図面、及び特許請求の範囲から明らかとなるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本開示の技術を実行することが可能な、例示的な符号化及び復号システムを示すブロック図である。

【図2】本開示の1つ又は複数の技術による、例示的なジオメトリ点群圧縮 (Geometry Point Cloud Compression; G - P C C) エンコーダを示すブロック図である。

【図3】本開示の1つ又は複数の技術による、例示的なG - P C Cデコーダを示すブロック図である。

【図4】本開示の1つ又は複数の技術による、ジオメトリコーディングのための例示的な8分木分割を示す概念図である。

【図5】本開示の1つ又は複数の技術による、予測木の一例を示す概念図である。

【図6A】本開示の1つ又は複数の技術による、回転型光検出及び測距 (Light Detection and Ranging; L I D A R) 獲得モデルの一例を示す概念図である。

【図6B】本開示の1つ又は複数の技術による、回転型光検出及び測距 (Light Detection and Ranging; L I D A R) 獲得モデルの一例を示す概念図である。

【図7】本開示の1つ又は複数の技術による、参照フレーム内の点からの、現在の点のインター予測の一例を示す概念図である。

【図8】本開示の1つ又は複数の技術による、G - P C Cデコーダの例示的な動作を示すフロー図である。

【図9】本開示の1つ又は複数の技術による、インター予測子点よりも大きい方位角を有する最初の点から取得される、追加的なインター予測子点の一例を示す概念図である。

【図10】本開示の1つ又は複数の態様による、例示的な半径補間技術を示すフロー図である。

10

20

30

40

50

【図 1 1】本開示の 1 つ又は複数の技術と共に使用することが可能な、例示的な距離測定システムを示す概念図である。

【図 1 2】本開示の 1 つ又は複数の技術を使用することが可能な、例示的な車両ベースのシナリオを示す概念図である。

【図 1 3】本開示の 1 つ又は複数の技術を使用することが可能な、例示的なエクステンデッドリアリティシステムを示す概念図である。

【図 1 4】本開示の 1 つ又は複数の技術を使用することが可能な、例示的なモバイルデバイスシステムを示す概念図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

予測ジオメトリコーディングのためのインター予測は、参照フレーム内のインター予測点を探索することに依拠している。2次元(2D)ビデオコーディングとは対照的に、これらの点は、規則的な2Dアレイサンプリンググリッド上に局在化されない。更には、2Dビデオコーディングでは、2Dアレイサンプリンググリッドは、サブピクセル精度の予測ブロック(例えば、1/2、1/4、1/8サブピクセルなど)を取得するために、比較的単純な補間フィルタがブロックベースで適用されることを可能にし、このことは、インターコーディングに関する多大なコーディング効率を提供する。しかしながら、不規則なサンプリンググリッド(例えば、3次元の点群)上での補間は、サンプル間の間隔の変動に起因して、複雑になる可能性がある。本開示の技術は、半径補間を使用することによって、予測ジオメトリコーディングのためのインター予測の複雑性を軽減することができる。インター予測の複雑性を軽減することによって、本開示の技術は、コーディングの精度及び効率を改善し、ジオメトリック点群をコーディングするために必要な電力を削減することができる。

【0013】

図1は、本開示の技術を実行することが可能な、例示的な符号化及び復号システム100を示すブロック図である。本開示の技術は、全般的に、点群データをコーディング(符号化及び/又は復号)すること、すなわち、点群圧縮をサポートすることを対象とする。一般に、点群データは、点群を処理するための任意のデータを含む。コーディングは、点群データを圧縮及び/又は解凍する際に有効であり得る。

【0014】

図1に示されるように、システム100は、ソースデバイス102及び宛先デバイス116を含む。ソースデバイス102は、宛先デバイス116によって復号されることになる、符号化された点群データを提供する。具体的には、図1の実施例では、ソースデバイス102は、コンピュータ可読媒体110を介して、宛先デバイス116に点群データを提供する。ソースデバイス102及び宛先デバイス116は、デスクトップコンピュータ、ノートブック(すなわち、ラップトップ)コンピュータ、タブレットコンピュータ、セットトップボックス、スマートフォンなどの電話ハンドセット、テレビジョン、カメラ、ディスプレイデバイス、デジタルメディアプレーヤ、ビデオゲーミングコンソール、ビデオストリーミングデバイス、地上車両又は海上船舶、宇宙船、航空機、ロボット、LIDARデバイス、衛星などを含めた、広範囲のデバイスのうちのいずれかを含み得る。いくつかの場合、ソースデバイス102及び宛先デバイス116は、ワイヤレス通信に対応することができる。

【0015】

図1の実施例では、ソースデバイス102は、データソース104、メモリ106、G-PPCエンコーダ200、及び出力インタフェース108を含む。宛先デバイス116は、入力インタフェース122、G-PPCデコーダ300、メモリ120、及びデータコンシューマ118を含む。本開示によれば、ソースデバイス102のG-PPCエンコーダ200、及び宛先デバイス116のG-PPCデコーダ300は、半径補間を使用する予測ジオメトリコーディングにおけるインター予測に関連する、本開示の技術を適用するように構成することができる。それゆえ、ソースデバイス102は、符号化デバイスの

10

20

30

40

50

一実施例を表しており、その一方で、宛先デバイス 116 は、復号デバイスの一実施例を表している。他の実施例では、ソースデバイス 102 及び宛先デバイス 116 は、他の構成要素若しくは配置を含み得る。例えば、ソースデバイス 102 は、内部又は外部のソースから、データ（例えば、点群データ）を受信することもできる。同様に、宛先デバイス 116 は、同じデバイス内にデータコンシューマを含むのではなく、外部のデータコンシューマとインタフェースすることもできる。

【0016】

図 1 に示されているようなシステム 100 は、単なる一例に過ぎない。一般に、他のデジタル符号化及び/又は復号デバイスが、半径補間を使用する予測ジオメトリコーディングにおけるインター予測に関連する、本開示の技術を実行する場合もある。ソースデバイス 102 及び宛先デバイス 116 は、ソースデバイス 102 が宛先デバイス 116 への送信のために、コーディングされたデータを生成する、そのようなデバイスの単なる例に過ぎない。本開示では、データのコーディング（符号化及び/又は復号）を実行するデバイスを、「コーディング」デバイスと称する。それゆえ、G-PPC エンコーダ 200 及び G-PPC デコーダ 300 は、コーディングデバイス、具体的には、それぞれ、エンコーダ及びデコーダの例を表している。いくつかの実施例では、ソースデバイス 102 と宛先デバイス 116 とは、ソースデバイス 102 及び宛先デバイス 116 のそれぞれが、符号化構成要素及び復号構成要素を含むように、実質的に対称的な方式で動作し得る。それゆえ、システム 100 は、例えば、ストリーミング、再生、ブロードキャスト、電話、ナビゲーション、及び他の用途に関する、ソースデバイス 102 と宛先デバイス 116 との間の一方向送信又は双方向送信をサポートすることができる。

【0017】

一般に、データソース 104 は、データのソース（すなわち、未加工の符号化されていない点群データ）を表し、それらのデータの順次的な一連の「フレーム」を、G-PPC エンコーダ 200 に提供することができる。G-PPC エンコーダ 200 は、それらのフレームに関するデータを符号化する。ソースデバイス 102 のデータソース 104 は、様々なカメラ若しくはセンサ、例えば、3D スキャナ若しくは光検出及び測距（LIDAR）デバイス、1つ又は複数のビデオカメラ、従前にキャプチャされたデータを含むアーカイブ、及び/又は、データコンテンツプロバイダからデータを受信するためのデータフィードインタフェースのうちいずれかなどの、点群キャプチャデバイスを含み得る。あるいは、又は更に、点群データは、スキャナ、カメラ、センサ、又は他のデータから、コンピュータ生成することもできる。例えば、データソース 104 は、ソースデータとして、コンピュータグラフィックススペースのデータを生成することができ、あるいは、ライブデータ、アーカイブデータ、及びコンピュータ生成データの組み合わせを生成することもできる。いずれの場合にも、G-PPC エンコーダ 200 は、それらのキャプチャされたデータ、予めキャプチャされているデータ、又はコンピュータ生成データを符号化する。G-PPC エンコーダ 200 は、受信された順序（「表示順序」と称される場合があるもの）から、コーディングするためのコーディング順序へと、フレームを並べ替えることができる。G-PPC エンコーダ 200 は、符号化されたデータを含む、1つ又は複数のビットストリームを生成することができる。次いで、ソースデバイス 102 は、それらの符号化データを、例えば宛先デバイス 116 の入力インタフェース 122 による、受信及び/又は取り出しのために、出力インタフェース 108 を介して、コンピュータ可読媒体 110 上に出力することができる。

【0018】

ソースデバイス 102 のメモリ 106、及び宛先デバイス 116 のメモリ 120 は、汎用メモリを表し得る。いくつかの実施例では、メモリ 106 及びメモリ 120 は、未加工データ、例えば、データソース 104 からの未加工データ、及び、G-PPC デコーダ 300 からの未加工の復号データを記憶することができる。更には、又は代替的に、メモリ 106 及びメモリ 120 は、それぞれ、例えば G-PPC エンコーダ 200 及び G-PPC デコーダ 300 によって実行可能な、ソフトウェア命令を記憶することもできる。メモ

10

20

30

40

50

リ 1 0 6 及びメモリ 1 2 0 は、この実施例では、G - P C C エンコーダ 2 0 0 及び G - P C C デコーダ 3 0 0 とは別個に示されているが、G - P C C エンコーダ 2 0 0 及び G - P C C デコーダ 3 0 0 はまた、機能的に同様若しくは等価の目的のための、内部メモリも含み得る点を理解されたい。更には、メモリ 1 0 6 及びメモリ 1 2 0 は、例えば、G - P C C エンコーダ 2 0 0 から出力されて G - P C C デコーダ 3 0 0 に入力される、符号化データを記憶することができる。いくつかの実施例では、メモリ 1 0 6 及びメモリ 1 2 0 の一部分は、例えば、未加工の復号データ及び / 又は符号化データを記憶するための、1 つ又は複数のバッファとして割り当てられる場合もある。例えば、メモリ 1 0 6 及びメモリ 1 2 0 は、点群を表すデータを記憶することができる。

【 0 0 1 9 】

コンピュータ可読媒体 1 1 0 は、ソースデバイス 1 0 2 から宛先デバイス 1 1 6 に符号化データを転送することが可能な、任意のタイプの媒体又はデバイスを表し得る。一実施例では、コンピュータ可読媒体 1 1 0 は、ソースデバイス 1 0 2 が、例えば無線周波数ネットワーク又はコンピュータベースのネットワークを介して、符号化データを宛先デバイス 1 1 6 にリアルタイムで直接送信することを可能にするための、通信媒体を表している。ワイヤレス通信プロトコルなどの通信規格に従って、出力インタフェース 1 0 8 は、符号化データを含む送信信号を変調することができ、入力インタフェース 1 2 2 は、受信された送信信号を復調することができる。通信媒体は、無線周波数 (radio frequency ; R F) スペクトル、又は 1 つ又は複数の物理伝送回線などの、任意のワイヤレス通信媒体又はワイヤード通信媒体を含み得る。通信媒体は、ローカルエリアネットワーク、ワイドエリアネットワーク、又は、インターネットなどのグローバルネットワークなどの、パケットベースのネットワークの一部を形成し得る。通信媒体は、ルータ、スイッチ、基地局、又は、ソースデバイス 1 0 2 から宛先デバイス 1 1 6 への通信を容易にするために有用であり得る任意の他の機器を含み得る。

【 0 0 2 0 】

いくつかの実施例では、ソースデバイス 1 0 2 は、出力インタフェース 1 0 8 から記憶デバイス 1 1 2 に、符号化データを出力することができる。同様に、宛先デバイス 1 1 6 は、入力インタフェース 1 2 2 を介して、記憶デバイス 1 1 2 から符号化データにアクセスすることができる。記憶デバイス 1 1 2 は、ハードドライブ、ブルーレイディスク、D V D 、 C D - R O M 、フラッシュメモリ、揮発性若しくは不揮発性メモリ、又は、符号化データを記憶するための任意の他の好適なデジタル記憶媒体などの、様々な分散型又はローカルアクセス型データ記憶媒体のうちのいずれかを含み得る。

【 0 0 2 1 】

いくつかの実施例では、ソースデバイス 1 0 2 は、ファイルサーバ 1 1 4 に、又は、ソースデバイス 1 0 2 によって生成された符号化データを記憶することが可能な別の中間記憶デバイスに、符号化データを出力することができる。宛先デバイス 1 1 6 は、ストリーミング又はダウンロードを介して、ファイルサーバ 1 1 4 から記憶データにアクセスすることができる。ファイルサーバ 1 1 4 は、符号化データを記憶して、その符号化データを宛先デバイス 1 1 6 に送信することが可能な、任意のタイプのサーバデバイスとすることができる。ファイルサーバ 1 1 4 は、(例えば、ウェブサイト用の) ウェブサーバ、ファイル転送プロトコル (File Transfer Protocol ; F T P) サーバ、コンテンツ配信ネットワークデバイス、又はネットワーク接続ストレージ (network attached storage ; N A S) デバイスを表し得る。宛先デバイス 1 1 6 は、インターネット接続を含めた任意の標準的なデータ接続を通じて、ファイルサーバ 1 1 4 から符号化データにアクセスすることができる。このデータ接続は、ファイルサーバ 1 1 4 上に記憶されている符号化データにアクセスするために好適な、ワイヤレスチャネル (例えば、W i - F i 接続) 、ワイヤード接続 (例えば、デジタル加入者回線 (digital subscriber line ; D S L) 、ケーブルモデムなど) 、又は双方の組み合わせを含み得る。ファイルサーバ 1 1 4 及び入力インタフェース 1 2 2 は、ストリーミング伝送プロトコル、ダウンロード伝送プロトコル、又はそれらの組み合わせに従って動作するように構成することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

出力インタフェース 1 0 8 及び入力インタフェース 1 2 2 は、ワイヤレス送信機 / 受信機、モデム、ワイヤードネットワーキング構成要素（例えば、E t h e r n e t カード）、様々な I E E E 8 0 2 . 1 1 規格のうちの一つから従って動作するワイヤレス通信構成要素、又は他の物理構成要素を表し得る。出力インタフェース 1 0 8 及び入力インタフェース 1 2 2 が、ワイヤレス構成要素を含む実施例では、出力インタフェース 1 0 8 及び入力インタフェース 1 2 2 は、4 G、4 G - L T E（Long-Term Evolution；ロングタームエボリューション）、L T E アドバンスト、5 G などのセルラ通信規格に従って、符号化データなどのデータを転送するように構成することができる。出力インタフェース 1 0 8 がワイヤレス送信機を含む、いくつかの実施例では、出力インタフェース 1 0 8 及び入力インタフェース 1 2 2 は、I E E E 8 0 2 . 1 1 仕様、I E E E 8 0 2 . 1 5 仕様（例えば、Z i g B e e（商標））、B l u e t o o t h（商標）規格などの、他のワイヤレス規格に従って、符号化データなどのデータを転送するように構成することができる。いくつかの実施例では、ソースデバイス 1 0 2 及び / 又は宛先デバイス 1 1 6 は、対応のシステムオンチップ（system-on-a-chip；S o C）デバイスを含み得る。例えば、ソースデバイス 1 0 2 は、G - P C C エンコーダ 2 0 0 及び / 又は出力インタフェース 1 0 8 に帰属する機能を実行するための S o C デバイスを含み得るものであり、宛先デバイス 1 1 6 は、G - P C C デコーダ 3 0 0 及び / 又は入力インタフェース 1 2 2 に帰属する機能を実行するための S o C デバイスを含み得る。

10

【 0 0 2 3 】

本開示の技術は、自律車両間の通信、スキャナ、カメラ、センサと、ローカルサーバ若しくはリモートサーバなどの処理デバイスとの通信、地理的マッピング、又は他の用途などの、様々な用途のうちの一つをサポートする、符号化及び復号に適用することができる。

20

【 0 0 2 4 】

宛先デバイス 1 1 6 の入力インタフェース 1 2 2 は、コンピュータ可読媒体 1 1 0（例えば、通信媒体、記憶デバイス 1 1 2、ファイルサーバ 1 1 4 など）から、符号化されたビットストリームを受信する。符号化されたビットストリームは、コーディング単位（例えば、スライス、ピクチャ、ピクチャのグループ、シーケンスなど）の特性及び / 又は処理を記述する値を有するシンタックス要素などの、G - P C C エンコーダ 2 0 0 によって定義されたシグナリング情報を含み得るものであり、このシグナリング情報はまた、G - P C C デコーダ 3 0 0 によっても使用される。データコンシューマ 1 1 8 は、復号されたデータを使用する。例えば、データコンシューマ 1 1 8 は、復号されたデータを使用して、物理オブジェクトの場所を決定することができる。いくつかの実施例では、データコンシューマ 1 1 8 は、点群に基づいて像を提示するための、ディスプレイを含み得る。

30

【 0 0 2 5 】

G - P C C エンコーダ 2 0 0 及び G - P C C デコーダ 3 0 0 はそれぞれ、1 つ又は複数のマイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ（digital signal processor；D S P）、特定用途向け集積回路（application specific integrated circuit；A S I C）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（field programmable gate array；F P G A）、ディスクリート論理、ソフトウェア、ハードウェア、ファームウェア、又はそれらの任意の組み合わせなどの、様々な好適なエンコーダ回路及び / 又はデコーダ回路のうちの一つから従って実装することができる。本技術が、部分的にソフトウェアにおいて実装される場合、デバイスは、そのソフトウェアに関する命令を、好適な非一時的コンピュータ可読媒体内に記憶することができ、本開示の技術を実行するために、1 つ又は複数のプロセッサを使用して、それらの命令をハードウェアにおいて実行することができる。G - P C C エンコーダ 2 0 0 及び G - P C C デコーダ 3 0 0 のそれぞれは、1 つ又は複数のエンコーダ又はデコーダ内に含まれている場合があり、それらのいずれもが、対応のデバイス内の複合エンコーダ / デコーダ（C O D E C）の一部として統合されている場合がある。G - P C C エンコーダ 2 0 0 及び / 又は G - P C C デコーダ 3 0 0 を含むデバイ

40

50

スは、1つ又は複数の集積回路、マイクロプロセッサ、及び/又は他のタイプのデバイスを備え得る。

【0026】

G - PCCエンコーダ200及びG - PCCデコーダ300は、ビデオ点群圧縮 (video point cloud compression; V - PCC) 規格又はジオメトリ点群圧縮 (G - PCC) 規格などの、コーディング規格に従って動作し得る。本開示は、全般的に、データを符号化又は復号するプロセスを含めるように、ピクチャのコーディング (例えば、符号化及び復号) に言及し得る。符号化されたビットストリームは、一般に、コーディング決定 (例えば、コーディングモード) を表すシンタックス要素に関する、一連の値を含む。

【0027】

本開示は、全般的に、シンタックス要素などの特定の情報を「シグナリング」することに言及し得る。「シグナリング」という用語は、一般に、シンタックス要素に関する値、及び/又は、符号化データを復号するために使用される他のデータの、通信を指す場合がある。すなわち、G - PCCエンコーダ200は、ビットストリームにおいて、シンタックス要素に関する値をシグナリングすることができる。一般に、シグナリングとは、ビットストリームにおいて値を生成することを指す。上述のように、ソースデバイス102は、宛先デバイス116に、ビットストリームを実質的にリアルタイムで転送することができ、又は、シンタックス要素を、宛先デバイス116によって後に取り出すために記憶デバイス112に記憶させる場合に生じ得るように、非リアルタイムで転送することもできる。

【0028】

ISO / IEC MPEG (JTC1 / SC29 / WG11) 及び、より最近のISO / IEC MPEG 3DG (JTC1 / SC29 / WG7) は、現行の手法を大幅に超える圧縮能力を有する点群コーディング技術の規格化に対する、潜在的な必要性を検討しており、その規格を作成することを目指している。このグループは、3次元グラフィックスチーム (3-Dimensional Graphics Team; 3DG) として知られている共同的な取り組みにおいて、この分野におけるそれらの専門家によって提案される圧縮技術設計を評価するために、この探求活動に一致協力している。

【0029】

点群圧縮のアクティビティは、2つの異なる手法に分類される。第1の手法は「ビデオ点群圧縮」(V - PCC) であり、この手法は、3Dオブジェクトをセグメント化して、複数の2D平面内に、それらのセグメントを投影し (これらは、2Dフレームにおける「パッチ」として表される)、それらは、高効率ビデオコーディング (High Efficiency Video Coding; HEVC) (ITU - T H. 265) コーデックなどの、レガシー2Dビデオコーデックによって更にコーディングされる。第2の手法は「ジオメトリベース点群圧縮」(Geometry-based point cloud compression; G - PCC) であり、この手法は、3Dジオメトリ、すなわち、3D空間における点のセットの位置、及び (その3Dジオメトリに関連付けられている各点に関する) 関連する属性値を、直接圧縮する。G - PCCは、カテゴリ1 (静的な点群) 及びカテゴリ3 (動的に獲得される点群) の双方における、点群の圧縮に対処する。G - PCC規格の最近の草案が、ISO / IEC FDIS 23090 - 9 Geometry - based Point Cloud Compression (ISO / IEC JTC1 / SC29 / WG7 m55637、Teleconference、2020年10月) において入手可能であり、コーデックの記述が、G - PCC Codec Description (ISO / IEC JTC1 / SC29 / WG7 MDS20626、Teleconference、2021年7月) (以降では「G - PCC Codec Description」) において入手可能である。

【0030】

点群は、3D空間における点のセットを含むものであり、点に関連付けられている属性を有し得る。属性は、R、G、B、若しくはY、Cb、Crなどの色情報、又は反射率情

10

20

30

40

50

報、あるいは他の属性とすることができる。点群は、L I D A R センサ及び 3 D スキャナなどの、様々なカメラ又はセンサによってキャプチャすることができ、また、コンピュータ生成することもできる。点群データは、限定するものではないが、建築（モデリング）、グラフィックス（可視化及びアニメーションのための 3 D モデル）、及び自動車産業（ナビゲーションの助けとなるように使用される L I D A R センサ）を含めた、様々な用途において使用される。

【 0 0 3 1 】

点群データによって占有されている 3 D 空間は、仮想境界ボックスによって包囲することができる。境界ボックス内の点の位置を、特定の精度によって表すことができ、それゆえ、1 つ又は複数の点の位置を、その精度に基づいて量子化することができる。最小レベルにおいて、境界ボックスは、単位立方体によって表される空間の最小単位である、ボクセルに分割される。境界ボックス内のボクセルは、0 個の点、1 つの点、又は 2 つ以上の点に関連付けることができる。境界ボックスは、タイルと呼ばれる場合がある、複数の立方体 / 直方体領域に分割することができる。各タイルは、1 つ又は複数のスライスにコーディングすることができる。スライス及びタイルへの境界ボックスの区分化は、各区分内の点の数に基づき得るか、又は、他の考慮事項に基づき得る（例えば、特定の領域を、タイルとしてコーディングすることができる）。スライス領域は、ビデオコーデックにおける分割決定と同様の分割決定を使用して、更に区分化することができる。

10

【 0 0 3 2 】

図 2 は、G - P C C エンコーダ 2 0 0 の概要を提供する。図 3 は、G - P C C デコーダ 3 0 0 の概要を提供する。図示のモジュールは論理的なものであり、G - P C C コーデックの参照実装、すなわち、I S O / I E C M P E G (J T C 1 / S C 2 9 / W G 1 1) によって検討された T M C 1 3 テストモデルソフトウェアにおける実装コードに、必ずしも 1 対 1 で対応するものではない。

20

【 0 0 3 3 】

G - P C C エンコーダ 2 0 0 及び G - P C C デコーダ 3 0 0 の双方において、点群の位置が最初にコーディングされる。属性コーディングは、復号されるジオメトリに依存する。図 2 及び図 3 では、交差平行線模様 of モジュールは、カテゴリ 1 のデータに関して典型的に使用されるオプションである。斜め平行線模様 of モジュールは、カテゴリ 3 のデータに関して典型的に使用されるオプションである。他の全てのモジュールは、カテゴリ 1 とカテゴリ 3 とで共通である。例えば、I S O / I E C F D I S 2 3 0 9 0 - 9 G e o m e t r y - b a s e d P o i n t C l o u d C o m p r e s s i o n (I S O / I E C J T C 1 / S C 2 9 / W G 7 m 5 5 6 3 7 、 T e l e c o n f e r e n c e 、 2 0 2 0 年 1 0 月) を参照されたい。

30

【 0 0 3 4 】

ジオメトリ点群に関しては、2 つの異なるタイプのコーディング技術、すなわち、8 分木コーディング及び予測木コーディングが存在する。8 分木コーディングが、次に論じられる。カテゴリ 3 のデータに関しては、圧縮されたジオメトリは、典型的には、個々のボクセルの、ルートからリーフレベルまでの 8 分木として表される。カテゴリ 1 のデータに関しては、圧縮されたジオメトリは、典型的には、刈り込まれた 8 分木（すなわち、ボクセルよりも大きいブロックの、ルートからリーフレベルまでの 8 分木）に、刈り込まれた 8 分木の各リーフ内の表面に近似するモデルを加えたものによって表される。このようにして、カテゴリ 1 のデータ及びカテゴリ 3 のデータの双方が、8 分木コーディング機構を共有する一方で、カテゴリ 1 のデータは、更に、表面モデルを使用して各リーフ内のボクセルを近似することができる。使用される表面モデルは、ブロックごとに 1 ~ 1 0 個の三角形を含む三角測量であることにより、三角形スープ (triangle soup) を生じさせる。それゆえ、カテゴリ 1 のジオメトリコーデックは、T r i s o u p ジオメトリコーデックとして知られており、その一方で、カテゴリ 3 のジオメトリコーデックは、8 分木ジオメトリコーデックとして知られている。

40

【 0 0 3 5 】

50

図4は、本開示の技術による、ジオメトリコーディングのための例示的な8分木分割である。8分木400の各ノードにおいて、G-PCCEンコーダ200は、ノードの子ノードのうちの1つ又は複数(例えば、最大8つのノード)に関する占有を(G-PCCEンコーダ300によって占有が推論されない場合)G-PCCEンコーダ300にシグナリングすることができる。(a)現在の8分木ノードと面を共有するノード、(b)現在の8分木ノードと面、辺、又は頂点を共有するノードなどを含めた、複数の近傍が指定される。各近傍内で、ノード及び/又はそのノードの子の占有を使用して、現在のノード又は現在のノードの子の占有を予測することができる。8分木の特定のノードにおいて疎らに存在している点に関しては、コーデックはまた、その点の3D位置が直接符号化される、直接コーディングモードもサポートする。G-PCCEンコーダ200は、直接モードがシグナリングされることを示すための、フラグをシグナリングすることができる。最も低いレベルにおいては、8分木ノード/リーフノードに関連付けられている点の数もまたコーディングすることができる。

10

【0036】

ジオメトリがコーディングされると、それらのジオメトリ点に対応する属性がコーディングされる。1つの再構築/復号されたジオメトリ点に対応する、複数の属性点が存在する場合、その再構築された点を表す属性値を導出することができる。

【0037】

G-PCCEには、3つの属性コーディング方法、すなわち、領域適応階層変換(Region Adaptive Hierarchical Transform; RAHT)コーディング、補間ベースの階層最近傍予測(予測変換)、及び、更新/リフティングステップを使用する補間ベースの階層最近傍予測(リフティング変換)が存在する。RAHT及びリフティングは、典型的にはカテゴリ1のデータに関して使用され、その一方で、予測は、典型的にはカテゴリ3のデータに関して使用される。しかしながら、いずれの方法も、任意のデータに関して使用することができ、G-PCCEにおけるジオメトリコーデックの場合と同様に、点群をコーディングするために使用される属性コーディング方法は、ビットストリームにおいて指定される。

20

【0038】

属性のコーディングは、或る詳細度(level-of-detail; LOD)で遂行することができ、その場合、各詳細度を使用して、より精緻な点群属性の表現を取得することができる。各詳細度は、近傍ノードからの距離メトリックに基づいて、又はサンプリング距離に基づいて指定することができる。

30

【0039】

G-PCCEンコーダ200において、属性に関するコーディング方法の出力として取得された残差が、量子化される。残差は、現在の点の近傍にある点に基づいて、及び、従前に符号化された点の属性値に基づいて導出される予測から、属性値を減算することによって取得することができる。量子化された残差は、コンテキスト適応型算術コーディングを使用してコーディングすることができる。

【0040】

図2の実施例では、G-PCCEンコーダ200は、座標変換ユニット202、色変換ユニット204、ボクセル化ユニット206、属性転送ユニット208、8分木分析ユニット210、表面近似分析ユニット212、算術符号化ユニット214、ジオメトリ再構築ユニット216、RAHTユニット218、LOD生成ユニット220、リフティングユニット222、係数量子化ユニット224、及び算術符号化ユニット226を含み得る。

40

【0041】

図2の実施例に示されるように、G-PCCEンコーダ200は、点群内の点の位置のセット、及び属性のセットを取得することができる。G-PCCEンコーダ200は、点群内の点の位置のセット、及び属性のセットを、データソース104(図1)から取得することができる。位置は、点群内の点の座標を含み得る。属性は、点群内の点に関連付け

50

られている色などの、点群内の点についての情報を含み得る。G - P C Cエンコーダ200は、点群内の点の位置の符号化表現を含む、ジオメトリビットストリーム203を生成することができる。G - P C Cエンコーダ200はまた、属性のセットの符号化表現を含む、属性ビットストリーム205も生成することができる。

【0042】

座標変換ユニット202は、初期ドメインから変換ドメインに座標を変換するように、点の座標に変換を適用することができる。本開示では、変換された座標を、変換座標と称する場合がある。色変換ユニット204は、属性の色情報を異なるドメインに変換するための、変換を適用することができる。例えば、色変換ユニット204は、色情報を、R G B色空間からY C b C r色空間に変換することができる。

10

【0043】

更には、図2の実施例では、ボクセル化ユニット206は、変換座標をボクセル化することができる。変換座標のボクセル化は、量子化と、点群のいくつかの点を除去することを含み得る。換言すれば、点群の複数の点を、単一の「ボクセル」内に包含させることができ、そのボクセルを、以降では、いくつかの観点において1つの点として扱うことができる。更には、8分木分析ユニット210は、ボクセル化された変換座標に基づいて、8分木を生成することができる。更には、図2の実施例では、表面近似分析ユニット212は、点を分析して、点のセットの表面表現を潜在的に決定することができる。算術符号化ユニット214は、8分木の情報及び/又は表面近似分析ユニット212によって決定された表面の情報を表すシンタックス要素を、エントロピー符号化することができる。G - P C Cエンコーダ200は、これらのシンタックス要素を、ジオメトリビットストリーム203において出力することができる。ジオメトリビットストリーム203はまた、算術的に符号化されていないシンタックス要素を含めた、他のシンタックス要素も含み得る。

20

【0044】

ジオメトリ再構築ユニット216は、8分木、表面近似分析ユニット212によって決定された表面を示すデータ、及び/又は他の情報に基づいて、点群内の点の変換座標を再構築することができる。ジオメトリ再構築ユニット216によって再構築された変換座標の数は、ボクセル化及び表面近似により、点群の点の元の数とは異なり得る。本開示では、得られた点を、再構築された点と称する場合がある。属性転送ユニット208は、点群の元の点の属性を、点群の再構築された点に転送することができる。

30

【0045】

スイッチ228は、端子230を介して、属性転送ユニット208をR A H Tユニット218に通信可能に結合することができる。その場合、R A H Tユニット218は、再構築された点の属性に、R A H Tコーディングを適用することができる。いくつかの実施例では、R A H Tの下で、 $2 \times 2 \times 2$ の点位置のブロックの属性が得られて、一方向に沿って変換されることにより、4つの低周波数ノード(L)及び4つの高周波数ノード(H)が取得される。その後続けて、4つの低周波数ノード(L)は、第2の方向に変換されることにより、2つの低周波数ノード(LL)及び2つの高周波数ノード(LH)が取得される。2つの低周波数ノード(LL)は、第3の方向に変換されることにより、1つの低周波数ノード(LLL)及び1つの高周波数ノード(LLH)が取得される。低周波数ノードLLLは、DC係数に相当し、高周波数ノードH、LH、及びLLHは、AC係数に相当する。各方向における変換は、2つの係数重みを使用する1-D変換とすることができる。低周波数係数は、より高い次のレベルのR A H T変換に関する $2 \times 2 \times 2$ ブロックの係数として取得することができる。AC係数は、変更されることなく符号化され、そのような変換は、最上位のルートノードまで継続する。符号化のための木走査は、係数に関して使用するべき重みを計算するために使用される、上から下への走査であり、変換順序は、下から上である。次いで、それらの係数を量子化してコーディングすることができる。

40

【0046】

あるいは、又は更に、スイッチ228は、端子232を介して、属性転送ユニット20

50

8をLOD生成ユニット220に通信可能に結合することができ、その場合、リフティングユニット222は、再構築された点の属性に、それぞれ、LOD処理及びリフティングを適用することができる。LOD生成は、異なる精緻化レベルに属性を分割するために使用される。それぞれの精緻化レベルが、点群の属性に精緻化を提供する。第1の精緻化レベルは、粗い近似を提供し、少数の点を含むものであり、後続の精緻化レベルは、典型的には、より多くの点を含み、以下同様である。精緻化レベルは、距離ベースのメトリックを使用して構築することができ、又は、1つ又は複数の他の分類基準（例えば、特定の順位からのサブサンプリング）もまた使用することができる。それゆえ、全ての再構築された点を、或る精緻化レベルにおいて含めることができる。各詳細度は、特定の精緻化レベルまでの全ての点の和集合を得ることによって生成され、例えば、LOD1は、精緻化レベルRL1に基づいて取得され、LOD2は、RL1及びRL2に基づいて取得され、. . . LODNは、RL1、RL2、. . . RLNの和集合によって取得される。いくつかの場合、LOD生成の後に予測スキーム（例えば、予測変換）を続けることができ、この場合、そのLODにおける、各点に関連付けられた属性が、先行する点の加重平均から予測され、残差が量子化されてエントロピーコーディングされる。リフティングスキームは、予測変換機構の上に構築され、更新演算子を使用して係数を更新し、係数の適応量子化が実行される。

10

【0047】

RAHTユニット218及びリフティングユニット222は、属性に基づいて係数を生成することができる。係数量子化ユニット224は、RAHTユニット218又はリフティングユニット222によって生成された係数を量子化することができる。算術符号化ユニット226は、量子化された係数を表すシンタックス要素に、算術コーディングを適用することができる。G-PPCエンコーダ200は、これらのシンタックス要素を、属性ビットストリーム205において出力することができる。属性ビットストリーム205はまた、非算術的に符号化されたシンタックス要素を含めた、他のシンタックス要素も含み得る。

20

【0048】

図3の実施例では、G-PPCデコーダ300は、ジオメトリ算術復号ユニット302、属性算術復号ユニット304、8分木合成ユニット306、逆量子化ユニット308、表面近似合成ユニット310、ジオメトリ再構築ユニット312、RAHTユニット314、LOD生成ユニット316、逆リフティングユニット318、逆座標変換ユニット320、及び逆色変換ユニット322を含み得る。

30

【0049】

G-PPCデコーダ300は、ジオメトリビットストリーム203及び属性ビットストリーム205を取得することができる。デコーダ300のジオメトリ算術復号ユニット302は、ジオメトリビットストリーム203中のシンタックス要素に算術復号（例えば、コンテキスト適応型バイナリ算術コーディング（Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding；CABAC）又は他のタイプの算術復号）を適用することができる。同様に、属性算術復号ユニット304は、属性ビットストリーム205中のシンタックス要素に、算術復号を適用することができる。

40

【0050】

8分木合成ユニット306は、ジオメトリビットストリーム203から解析されたシンタックス要素に基づいて、8分木を合成することができる。8分木のルートノードから開始して、各8分木レベルにおける8つの子ノードのそれぞれの占有が、ビットストリームにおいてシグナリングされる。特定の8分木レベルにおける子ノードが占有されていることをシグナリングが示す場合、この子ノードの子の占有がシグナリングされる。各8分木レベルにおけるノードのシグナリングは、後続の8分木レベルに進行する前にシグナリングされる。8分木の最終レベルにおいて、各ノードは、或るボクセル位置に対応しており、リーフノードが占有されている場合、そのボクセル位置において占有されるように、1つ又は複数の点を指定することができる。いくつかの事例では、量子化に起因して、8分

50

木のいくつかの枝は、最終レベルよりも前に終端し得る。そのような場合、リーフノードは、子ノードを有さない占有ノードと見なされる。ジオメトリビットストリーム 203 において表面近似が使用される事例では、表面近似合成ユニット 310 は、ジオメトリビットストリーム 203 から解析されたシンタックス要素に基づいて、及び 8 分木に基づいて、表面モデルを決定することができる。

【0051】

更には、ジオメトリ再構築ユニット 312 は、点群内の点の座標を決定するために、再構築を実行することができる。8 分木のリーフノードにおける各位置に関して、ジオメトリ再構築ユニット 312 は、8 分木内のリーフノードのバイナリ表現を使用することによって、ノード位置を再構築することができる。対応の各リーフノードにおいて、その対応のリーフノードにおける点の数がシグナリングされ、これは、同じボクセル位置における、重複する点の数を示すものである。ジオメトリ量子化が使用される場合、点位置は、再構築された点位置の値を決定するためにスケールされる。

10

【0052】

逆座標変換ユニット 320 は、点群内の点の再構築された座標（位置）を、変換ドメインから初期ドメインに変換して戻すために、再構築された座標に逆変換を適用することができる。点群内の点の位置は、浮動小数点ドメインにおけるものであり得るが、G - P C C コーデックにおける点位置は、整数ドメインにおいてコーディングされている。逆変換を使用して、それらの位置を元のドメインに変換して戻すことができる。

【0053】

更には、図 3 の実施例では、逆量子化ユニット 308 は、属性値を逆量子化することができる。属性値は、属性ビットストリーム 205 から取得されたシンタックス要素（例えば、属性算術復号ユニット 304 によって復号されたシンタックス要素を含むもの）に基づき得る。

20

【0054】

どのように属性値が符号化されているかに応じて、スイッチ 328 は、逆量子化ユニット 308 を、端子 330 を介して R A H T ユニット 314 に、又は端子 332 を介して L O D 生成ユニット 316 に、通信可能に結合することができる。スイッチ 328 が、逆量子化ユニット 308 を R A H T ユニット 314 に通信可能に結合する場合、R A H T ユニット 314 は、逆量子化された属性値に基づいて、点群の点に関する色値を決定することができる。R A H T 復号は、木の上から下へと行われる。各レベルにおいて、逆量子化プロセスから導出された低周波数係数及び高周波数係数を使用して、成分値が導出される。リーフノードにおいて、導出される値は、係数の属性値に対応している。点に関する重み導出プロセスは、G - P C C エンコーダ 200 において使用されるプロセスと同様である。あるいは、スイッチ 328 が、逆量子化ユニット 308 を L O D 生成ユニット 316 に通信可能に結合する場合、L O D 生成ユニット 316 及び逆リフティングユニット 318 は、詳細度ベースの技術を使用して、点群の点に関する色値を決定することができる。L O D 生成ユニット 316 は、点の属性を漸進的に精緻化して表現する、各 L O D を復号する。予測変換の場合、L O D 生成ユニット 316 は、先行の L O D において存在している点、又は同じ L O D において従前に再構築された点の加重和から、その点の予測値を導出することができる。L O D 生成ユニット 316 は、その予測値を、（逆量子化の後に取得されている）残差に加算することにより、その属性の再構築された値を取得することができる。リフティングスキームが使用される場合、L O D 生成ユニット 316 はまた、属性値を導出するために使用される係数を更新するための、更新演算子も含み得る。L O D 生成ユニット 316 はまた、この場合、逆適応量子化も適用することができる。

30

40

【0055】

更には、図 3 の実施例では、逆色変換ユニット 322 は、色値に逆色変換を適用することができる。逆色変換は、エンコーダ 200 の色変換ユニット 204 によって適用される色変換の逆とすることができる。例えば、色変換ユニット 204 は、色情報を、R G B 色空間から Y C b C r 色空間に変換することができる。したがって、逆色変換ユニット 32

50

2 は、色情報を、Y C b C r 色空間から R G B 色空間に変換することができる。

【 0 0 5 6 】

図 2 及び図 3 の様々なユニットは、エンコーダ 2 0 0 及びデコーダ 3 0 0 によって実行される動作を理解することを助けるために示されている。これらのユニットは、固定機能回路、プログラマブル回路、又はそれらの組み合わせとして実装することができる。固定機能回路とは、特定の機能を提供する回路を指し、実行することが可能な動作に対して予め設定されている。プログラマブル回路とは、様々なタスクを実行するようにプログラムすることが可能な回路を指し、実行することが可能な動作において、柔軟な機能を提供する。例えば、プログラマブル回路は、ソフトウェア又はファームウェアの命令によって定義されている方式でプログラマブル回路を動作させる、ソフトウェア又はファームウェアを実行することができる。固定機能回路は（例えば、パラメータを受信するか又はパラメータを出力するために）ソフトウェア命令を実行することができるが、その固定機能回路が実行する動作のタイプは、一般に不変である。いくつかの実施例では、ユニットのうちの 1 つ又は複数は、個別の回路ブロック（固定機能又はプログラマブル）とすることができ、いくつかの実施例では、ユニットのうちの 1 つ又は複数は、集積回路とすることができる。

10

【 0 0 5 7 】

予測ジオメトリコーディング（例えば、G - P C C C o d e c D e s c r i p t i o n を参照）が、8 分木ジオメトリコーディングに対する代替として導入されており、ノードは、（予測構造を定義する）木構造内に配置され、木の中の各ノードの座標を、その予測子に関して予測するために、様々な予測戦略が使用される。図 5 は、予測木、有向グラフの一実施例を示し、矢印は、予測方向を指している。水平の平行線模様のノードは、ルート頂点であり、予測子を有しておらず、交差平行線模様のノードは、2 つの子を有し、斜め平行線模様のノードは、3 つの子を有し、平行線模様のないノードは、1 つの子を有し、垂直の平行線模様のノードは、リーフノードであり、これらは子を有していない。ルートノードを除いて、全てのノードは、1 つのみの親ノードを有する。

20

【 0 0 5 8 】

図 5 は、予測木の一実施例を示す概念図である。ノード 5 0 0 は、ルート頂点であり、予測子を有していない。ノード 5 0 2 及び 5 0 4 は、2 つの子を有する。ノード 5 0 6 は、3 つの子を有する。ノード 5 0 8、5 1 0、5 1 2、5 1 4、及び 5 1 6 は、リーフノードであり、これらは子を有していない。残りのノードはそれぞれ、1 つの子を有する。ルートノード 5 0 0 を除いて、全てのノードは、1 つのみの親ノードを有する。

30

【 0 0 5 9 】

各ノードに関して、その親（p 0）、祖父母（p 1）、及び曾祖父母（p 2）に基づく、以下の 4 つの予測戦略が指定される：

予測なし / ゼロ予測（0）

デルタ予測（p 0）

線形予測（ $2 * p 0 - p 1$ ）

平行四辺形予測（ $2 * p 0 + p 1 - p 2$ ）

【 0 0 6 0 】

G - P C C エンコーダ 2 0 0 は、任意のアルゴリズムを採用して、予測木を生成することができ、使用されるアルゴリズムは、用途 / 使用事例に基づいて決定することができ、いくつかの戦略を使用することができる。いくつかの戦略は、G - P C C C o d e c D e s c r i p t i o n において説明されている。

40

【 0 0 6 1 】

各ノードに関して、残差座標値が、深度優先方式でルートノードから開始するビットストリームにおいてコーディングされる。例えば、G - P C C エンコーダ 2 0 0 は、ビットストリームにおいて残差座標値をコーディングすることができる。

【 0 0 6 2 】

予測ジオメトリコーディングは、主にカテゴリ 3 の（L I D A R 獲得）点群データに関

50

して、例えば、低レイテンシの用途に関して有用である。

【0063】

図6A及び図6Bは、回転型LIDAR獲得モデルの一実施例を示す概念図である。予測ジオメトリコーディングに関する角度モードが、次に説明される。予測ジオメトリコーディングにおいて、角度モードを使用することができ、その場合、より効率的に予測木をコーディングする際に、LIDARセンサの特性を利用することができる。位置の座標は、 (r, ϕ, i) (半径、方位角、及びレーザインデックス)ドメイン600に変換され、予測は、このドメイン600において実行される(例えば、残差は、 r, ϕ, i ドメインにおいてコーディングされる)。丸め処理における誤差に起因して、 r, ϕ, i におけるコーディングは無損失ではないため、デカルト座標に対応する、残差の第2のセットをコーディングすることができる。予測ジオメトリコーディングに関する角度モードのために使用される、符号化及び復号戦略の説明が、G-PCC Codec Descriptionから以下で再現される。

10

【0064】

角度モード技術は、回転型LIDARモデルを使用して獲得される点群に焦点を当てることができる。この場合、LIDAR602は、方位角 ϕ に従ってZ軸の周りで回転する、N個のレーザ(例えば、 $N = 16, 32, 64$)を有する。各レーザは、異なる仰角 $(i)_{i=1 \dots N}$ 及び高さ

【数1】

$$\zeta(i)_{i=1 \dots N}$$

20

を有し得る。例えば、レーザ i は、図6A、図6Bに示される座標系に従って定義されているデカルト整数座標 (x, y, z) を有する、点Mに当てることができる。

【0065】

この技術は、Mの位置を、以下のように計算される3つのパラメータ (r, ϕ, i) を使用してモデル化する：

【0066】

【数2】

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\phi = \text{atan2}(y, x)$$

$$i = \arg \min_{j=1 \dots N} \{z + \zeta(j) - r \times \tan(\theta(j))\},$$

30

【0067】

より正確には、この技術は、

【0068】

【数3】

$$(\tilde{r}, \tilde{\phi}, i)$$

40

で示される、 (r, ϕ, i) の量子化バージョンを使用するものであり、3つの整数

【0069】

【数4】

$$\tilde{r}, \tilde{\phi}$$

及び i は、以下のように計算される：

50

【 0 0 7 0 】

【 数 5 】

$$\tilde{r} = \text{floor} \left(\frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{q_r} + o_r \right) = \text{hypot}(x, y)$$

$$\tilde{\phi} = \text{sign}(\text{atan2}(y, x)) \times \text{floor} \left(\frac{|\text{atan2}(y, x)|}{q_\phi} + o_\phi \right)$$

$$i = \text{arg min}_{j=1 \dots N} \{z + \zeta(j) - r \times \tan(\theta(j))\}$$

10

この場合、 (q_r, o_r) 及び (q_ϕ, o_ϕ) は、それぞれ、

【 0 0 7 1 】

【 数 6 】

 $\tilde{\phi}$ 及び \tilde{r}

の精度を制御する量子化パラメータである。 $\text{sign}(t)$ は、 t が正である場合には 1 を返し、そうではない場合には (-1) を返す関数である。 $|t|$ は、 t の絶対値である。

20

【 0 0 7 2 】

浮動小数点演算の使用に起因する、再構築の不整合を回避するために、

【 数 7 】

$$\zeta(i)_{i=1 \dots N}$$

及び $\tan(\theta(i))_{i=1 \dots N}$ の値は、以下のように、予め計算されて、量子化される：

【 0 0 7 3 】

【 数 8 】

$$\tilde{z}(i) = \text{sign}(\zeta(i)) \times \text{floor} \left(\frac{|\zeta(i)|}{q_\zeta} + o_\zeta \right)$$

$$\tilde{t}(i) = \text{sign}(\zeta(\tan(\theta(j)))) \times \text{floor} \left(\frac{|\tan(\theta(j))|}{q_\theta} + o_\theta \right)$$

30

この場合、

【 数 9 】

$$(q_\zeta, o_\zeta)$$

40

及び (q_θ, o_θ) は、それぞれ、

【 0 0 7 4 】

【 数 1 0 】

 $\tilde{\zeta}$ 及び $\tilde{\theta}$

の精度を制御する量子化パラメータである。

【 0 0 7 5 】

50

再構築されるデカルト座標は、以下のように取得される：

【 0 0 7 6 】

【数 1 1】

$$\hat{x} = \text{round}(\tilde{r} \times q_r \times \text{app_cos}(\tilde{\phi} \times q_\phi))$$

$$\hat{y} = \text{round}(\tilde{r} \times q_r \times \text{app_sin}(\tilde{\phi} \times q_\phi))$$

$$\hat{z} = \text{round}(\tilde{r} \times q_r \times \tilde{l}(i) \times q_\theta - \tilde{z}(i) \times q_\zeta)$$

10

この場合、 $\text{app_cos}(\cdot)$ 及び $\text{app_sin}(\cdot)$ は、 $\text{cos}(\cdot)$ 及び $\text{sin}(\cdot)$ の近似値である。これらの計算は、固定小数点表現、ルックアップテーブル、及び / 又は線形補間を使用して実行することが可能である。

【 0 0 7 7 】

【数 1 2】

$$(\hat{x}, \hat{y}, \hat{z})$$

は、量子化、近似法、モデルの不正確性、モデルパラメータの不正確性などの、様々な理由に起因して、 (x, y, z) とは異なり得る点に留意されたい。

20

【 0 0 7 8 】

(r_x, r_y, r_z) は、以下のように定義される再構築残差とすることができる：

【 0 0 7 9 】

【数 1 3】

$$r_x = x - \hat{x}$$

$$r_y = y - \hat{y}$$

$$r_z = z - \hat{z}$$

30

【 0 0 8 0 】

この技術の場合、G - PCC エンコーダ 200 は、以下のように進行することができる：

1) モデルパラメータ

【 0 0 8 1 】

【数 1 4】

$$\tilde{l}(i) \text{ 及び } \tilde{z}(i)$$

並びに量子化パラメータ q_r 、

40

【数 1 5】

$$q_\zeta$$

、 q_θ 、及び q_ϕ を符号化する。

2) ISO / IEC FDIS 23090 - 9 Geometry - based Point Cloud Compression (ISO / IEC JTC1 / SC29 / WG7 m55637、Teleconference、2020年10月) のテキストで説明されているジオメトリ予測スキームを、表現

【 0 0 8 2 】

50

【数 16】

$$(\tilde{r}, \tilde{\phi}, i)$$

に適用する。

【0083】

L I D A R の特性を活用する、新たな予測子を導入することができる。例えば、z 軸の周りにおける L I D A R スキャナの回転速度は、通常は一定である。それゆえ、G - P C C エンコーダ 200 は、現在の

【0084】

【数 17】

$$\tilde{\phi}(j)$$

を、以下のように予測することが可能である：

【0085】

【数 18】

$$\tilde{\phi}(j) = \tilde{\phi}(j-1) + n(j) \times \delta_{\phi}(k)$$

この場合、

((k)) $k = 1 \dots K$ は、G - P C C エンコーダ 200 が使用することが可能な、潜在的な速度のセットである。インデックス k は、ビットストリームに明示的に書き込まれる場合もあれば、あるいは、G - P C C エンコーダ 200 及び G - P C C デコーダ 300 の双方によって適用される決定論的戦略に基づいて、コンテキストから推論される場合もあり、 $n(j)$ は、ビットストリームに明示的に書き込まれる場合もあれば、あるいは、G - P C C エンコーダ 200 及び G - P C C デコーダ 300 の双方によって適用される決定論的戦略に基づいて、コンテキストから推論される場合もある、スキップされた点の数である。 $n(j)$ はまた、本明細書では「ファイ乗数」とも称される。ファイ乗数は現在、デルタ予測子と共にのみ使用されている点に留意されたい。

3) 各ノードで再構築残差 (r_x, r_y, r_z) を符号化する。

【0086】

G - P C C デコーダ 300 は、以下のように進行することができる：

1) モデルパラメータ

【0087】

【数 19】

$$\tilde{t}(i) \text{ 及び } \tilde{z}(i)$$

並びに量子化パラメータ q_r 、

【数 20】

$$q_{\zeta}$$

、 q 、及び q を復号する。

2) I S O / I E C F D I S 23090-9 Geometry-based Point Cloud Compression (I S O / I E C J T C 1 / S C 2 9 / W G 7 m 5 5 6 3 7、Teleconference、2020年10月) のテキストで説明されているジオメトリ予測スキームに従って、ノードに関連付けられて

【0088】

10

20

30

40

50

【数 2 1】

$$(\tilde{r}, \tilde{\phi}, i)$$

パラメータを復号する。

3) 上述のように、再構築される座標

【0 0 8 9】

【数 2 2】

$$(\hat{x}, \hat{y}, \hat{z})$$

10

を計算する。

4) 残差 (r_x, r_y, r_z) を復号する。

次のセクションで論じられるように、再構築残差 (r_x, r_y, r_z) を量子化することによって、不可逆圧縮をサポートすることが可能である。

5) 元の座標 (x, y, z) を以下のように計算する。

【0 0 9 0】

【数 2 3】

$$x = r_x + \hat{x}$$

20

$$y = r_y + \hat{y}$$

$$z = r_z + \hat{z}$$

【0 0 9 1】

不可逆圧縮は、再構築残差 (r_x, r_y, r_z) に量子化を適用することによって、又は、点を削除することによって達成することができる。

【0 0 9 2】

量子化された再構築残差は、以下のように計算することができる：

【0 0 9 3】

30

【数 2 4】

$$\tilde{r}_x = \text{sign}(r_x) \times \text{floor} \left(\frac{|r_x|}{q_x} + o_x \right)$$

$$\tilde{r}_y = \text{sign}(r_y) \times \text{floor} \left(\frac{|r_y|}{q_y} + o_y \right)$$

$$\tilde{r}_z = \text{sign}(r_z) \times \text{floor} \left(\frac{|r_z|}{q_z} + o_z \right)$$

40

この場合、(q_x, o_x)、(q_y, o_y)、及び(q_z, o_z)は、それぞれ、

【0 0 9 4】

【数 2 5】

$$\tilde{r}_x, \tilde{r}_y \text{ 及び } \tilde{r}_z$$

の精度を制御する量子化パラメータである。例えば、G - PCCエンコーダ200又はG - PCCデコーダ300は、量子化された残差を計算することができる。

【0 0 9 5】

50

G - PCCエンコーダ200又はG - PCCデコーダ300は、トレリス量子化を使用して、RD (rate-distortion; レート歪み) 性能結果を更に改善することができる。

【0096】

量子化パラメータは、領域に適応した品質を達成するために、及び/又は、レート制御の目的のために、シーケンス/フレーム/スライス/ブロックレベルで変化し得る。

【0097】

G - PCC予測ジオメトリコーディングにおけるインター予測が、次に論じられる。G - PCC予測ジオメトリコーディングに関する情報は、Technologies under consideration in G - PCC (ISO/IEC JTC1/SC29/WG7 MDS20648、Teleconference、2021年7月) ; A . K . Ramasubramonian、B . Ray、L . Pham Van、G . Van der Auwera、M . Karczewicz、[G - PCC][New] Inter prediction with predictive geometry coding (ISO/IEC JTC1/SC29/WG7 m56117、2021年1月) ; A . K . Ramasubramonian、L . Pham Van、G . Van der Auwera、M . Karczewicz、[G - PCC]EE13.2 report on inter prediction、Test2 (ISO/IEC JTC1/SC29/WG7 m56839、2021年4月) ; 及び、A . K . Ramasubramonian、G . Van der Auwera、L . Pham Van、M . Karczewicz、[G - PCC][EE13.2-related] Additional results for inter prediction for predictive geometry (ISO/IEC JTC1/SC29/WG7 m56841、2021年4月) に見出すことができる。

10

20

【0098】

予測ジオメトリコーディングは、点の位置を予測するために、予測木構造を使用する。角度コーディングが有効化されている場合、x、y、z座標は、半径、方位角、及びlaser IDに変換され、残差は、これらの3つの座標並びにx、y、z次元においてシグナリングすることができる。半径、方位角、及びlaser IDに関して使用されるイントラ予測は、4つのモードのうちの一つとすることができ、予測子は、現在のノードに関して、予測木内で親、祖父母、及び曽祖父母として分類されるノードである。G - PCC Ed . 1において設計されているような予測ジオメトリコーディングは、予測に関して同じフレーム内の点のみを使用するため、イントラコーディングツールである。更には、従前に復号されたフレームからの点を使用することは、より良好な予測、またそれゆえ、より良好な圧縮性能を提供し得る。

30

【0099】

A . K . Ramasubramonian、B . Ray、L . Pham Van、G . Van der Auwera、M . Karczewicz、[G - PCC][New] Inter prediction with predictive geometry coding (ISO/IEC JTC1/SC29/WG7 m56117、2021年1月)、及び、A . K . Ramasubramonian、L . Pham Van、G . Van der Auwera、M . Karczewicz、[G - PCC]EE13.2 report on inter prediction、Test2 (ISO/IEC JTC1/SC29/WG7 m56839、2021年4月) において最初に提案されたような、インター予測に関しては、その提案は、参照フレームから点の半径を予測することであった。予測木内の各点に関して、G - PCCデコーダ300は、その点がインター予測されるか又はイントラ予測されるかを決定することができる(例えば、G - PCCエンコーダ200は、G - PCCエンコーダ200がビットストリームにおいてシグナリングすることが可能なフラグによって、そのようなインター予測又はイントラ予測を示すことができる)。イントラ予測される場合、予測ジオメトリコーディングのイントラ予測モードが使用される。インター予測が使用される場合、方位角及びlaser

40

50

r IDは、依然としてイントラ予測を使用して予測されるが、その一方で、半径は、現在の点と同じlaser ID、及び現在の方位角に最も近い方位角を有する、参照フレーム内の点から予測される。A. K. Ramasubramonian、G. Van der Auwera、L. Pham Van、M. Karczewicz、[G-PCC][E13.2-related] Additional results for inter prediction for predictive geometry (ISO/IEC JTC1/SC29/WG7 m56841、2021年4月)における、この技術に対する更なる変更はまた、半径予測に加えて、方位角及びlaser IDのインター予測も可能にする。インターコーディングが適用される場合、現在の点の半径、方位角、及びlaser IDは、参照フレーム内の、従前に復号された点の方位角位置の近くに存在している点に基づいて予測される。更には、コンテキストの別個のセットが、インター予測及びイントラ予測に関して使用される。

【0100】

図7は、参照フレーム内の点からの、現在の点のインター予測の一実施例を示す概念図である。方位角、半径、及びlaser IDへのインター予測の拡張は、例えばG-PCCデコーダ300によって実行することが可能な、以下のステップを含む：

1) 所与の点(例えば、現在のフレーム704内の現在の点curPoint 700)に関して、従前の復号点(prevDecP0 702)を選択する。

2) prevDecP0 702と同じスケーリングの方位角及びlaser IDを有する、参照フレーム70内の位置(例えば、refFrameP0 706)を選択する。

3) 参照フレーム708内で、refFrameP0 706の方位角よりも大きい方位角を有する、最初の点(interPredPt 710)を見つけ出す。

【0101】

図8は、G-PCCデコーダの例示的動作を示すフロー図である。図8は、点ごとにシグナリングされる「inter_flag」に関連付けられている、復号フローを示す。この技術は、InterEM-v3.0において利用可能である。

【0102】

例えば、G-PCCデコーダ300は、インターフラグが真である(例えば、1に等しい)か否かを決定することができる(800)。インターフラグが真である場合には(ブロック800からの「はい」の経路)、G-PCCデコーダ300は、半径、方位角、及びlaser IDを使用して、復号順序における従前の復号点を選択することができる(802)。G-PCCデコーダ300は、選択された従前の復号点(例えば、prevDecP0 702)の、量子化されたファイであるQ(ファイ)(例えば、量子化された方位角の値)を導出することができる(804)。G-PCCデコーダ300は、interPredPt 710を導き得る点に関して、参照フレーム(例えば、図7の参照フレーム708)をチェックすることができ、この場合、そのような点の量子化されたファイは、Q(ファイ)よりも大きい(806)。G-PCCデコーダ300は、次いで、現在の点curPoint 700に関するインター予測子として、interPredPt 710を使用することができる(808)。次いで、G-PCCデコーダ300は、デルタファイ乗数、例えば上述のような $n(j) \times (k)$ を、一次残差に加算することができる(810)。

【0103】

インターフラグが偽である(例えば、0に等しい)場合には(ブロック800からの「いいえ」の経路)、G-PCCデコーダ300は、イントラ予測候補を選択して(812)、イントラ予測を適用することができる。次いで、G-PCCデコーダ300は、デルタファイ乗数を加算して、一次残差を生成することができる(810)。

【0104】

図9は、インター予測子点よりも大きい方位角を有する最初の点から取得される、追加的なインター予測子点の一実施例を示す概念図である。追加的な予測子候補が、次に論じられる。追加的な予測子候補に関する情報は、K. L. Loi、T. Nishi、T. S

10

20

30

40

50

ugio、[G-PCC][New]Inter Prediction for Improved Quantization of Azimuthal Angle in Predictive Geometry Coding (ISO/IEC JTC 1/SC29/WG7 m57351、2021年7月)に見出すことができる。上述の予測ジオメトリのためのインター予測技術では、現在の点の半径、方位角、及びlaser IDは、インターコーディングが適用される場合に、例えばG-PCCデコーダ300によって、参照フレーム内の同じ場所の方位角位置の近くに存在している点に基づいて、以下のステップを使用して予測される：

1) 所与の点(例えば、現在の点Curr Point 900)に関して、従前の復号点(例えば、Prev Dec Point 902)を選択する。

2) 従前の復号点(例えば、Prev Dec Point 902)と同じスケーリングの方位角及びlaser IDを有する、参照フレーム908内の位置(例えば、Ref Point 906)を選択する。

3) 従前の復号点(例えば、Prev Dec Point 902)と同じスケーリングの方位角及びlaser IDを有する、参照フレーム908内の位置よりも、大きい方位角を有する最初の点から、インター予測子点として使用するための、参照フレーム908内の位置(Inter Pred Point 910)を選択する。

【0105】

この技術は、図9に示されるように、インター予測子点(例えば、Inter Pred Point 910)よりも大きい方位角を有する、最初の点を見つけ出すことによって取得される、追加的なインター予測子点912を追加するものである。インターコーディングがG-PCCエンコーダ200によって適用されている場合には、予測子のうちのいずれが選択されるかを示すために、追加的なシグナリングが使用される。例えば、G-PCCエンコーダ200は、予測子のうちのいずれが選択されるかを、G-PCCデコーダ300にシグナリングすることができる。

【0106】

改善されたインター予測フラグコーディングが、次に論じられる。改善されたインター予測フラグコーディングに関する情報は、A.K.Ramasubramonian、L.Pham Van、G.Van der Auwera、M.Karczewicz、[G-PCC][New proposal]Improvement to inter prediction using predictive geometry coding (ISO/IEC JTC1/SC29/WG7 m57299、2021年7月)に見出すことができる。インター予測フラグをコーディングするための、改善されたコンテキスト選択アルゴリズムを適用することができる。G-PCCエンコーダ200は、従前にコーディングされた5つの点のインター予測フラグ値を使用して、予測ジオメトリコーディングにおけるインター予測フラグのコンテキストを選択することができる。

【0107】

予測ジオメトリコーディングのためのインター予測技術は、上述のように、参照フレーム内のインター予測点を探索することに依拠している。2次元(2D)ビデオコーディングとは対照的に、これらの点は、規則的な2Dアレイサンプリンググリッド上に局在化されない。更には、2Dビデオコーディングでは、2Dアレイサンプリンググリッドは、サブピクセル精度の予測ブロック(例えば、1/2、1/4、1/8サブピクセルなど)を取得するために、比較的単純な補間フィルタがブロックごとに適用されることを可能にし、このことは、インターコーディングに関する多大なコーディング効率を提供する。同様に、予測ジオメトリコーディングのためのインター予測に対する補間は、コーディング効率の利益を有するものと予期することができる。しかしながら、不規則なサンプリンググリッド上での補間は、サンプル間の間隔の変動に起因して複雑になる。

【0108】

本開示の技術によれば、以下の技術のうちのいずれかを、独立して、又は組み合わせた方式で(例えば、任意の組み合わせで)適用することができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 9 】

本開示における論考は、主に極座標系を対象としているが、本出願で開示される技術はまた、デカルト座標系、球面座標系、あるいは、点群の位置及び属性を表現／コーディングするために使用することが可能な任意のカスタム座標系などの、他の座標系にも適用することができる。特に、G - P C Cは、球面座標系からの半径及び方位角を、点をキャプチャしたL I D A Rセンサからのレーザ識別子又はl a s e r I D（例えば、仰角）と組み合わせて利用する。

【 0 1 1 0 】

参照点群フレームに属している少なくとも2つの点に、少なくとも1つの半径補間技術を適用することにより、現在の点群フレーム内の少なくとも1つの現在の点に関する、少なくとも1つの半径インター予測子を取得することができる。参照点群フレームは、点群データの現在のフレーム内の少なくとも1つの現在の点を予測する際に、その点を参照として使用することが可能な、点群データのフレームとすることができる。半径インター予測子は、現在の点群フレーム内の少なくとも1つの現在の点の半径を予測するために使用することが可能な、参照点群フレームの点から導出される予測子とすることができる。

10

【 0 1 1 1 】

G - P C Cエンコーダ200又はG - P C Cデコーダ300は、少なくとも2つの参照点を選択することができる。それらの少なくとも2つの参照点は、少なくとも1つの半径インター予測子を取得するために使用される、参照点群フレーム内の少なくとも2つの点とすることができる。少なくとも2つの参照点は、以下のような技術に従って参照点群フレーム内で選択することができる：一般に、少なくとも2つの参照点は、或る範囲内の方位角、l a s e r I D、及び／又は半径で参照点群フレーム（例えば、参照フレーム908）に属している、参照点のグループ化であり得る。グループ化の目的は、現在の点群フレーム（例えば、現在のフレーム904）内の少なくとも1つの現在の点（例えば、C u r r P o i n t 900）に関する半径インター予測子を生成するために、そのグループに属している点に少なくとも1つの半径補間技術を適用することである。参照点群フレームは、例えば、回転（又は、アフィン、透視など）及び／又は並進などのグローバル動き、あるいはローカル動き（例えば、領域ベースの動き）によって動きを補償するように、部分的に修正されている場合がある。例えば、L I D A Rシステムが自動車上又は自動車内に存在しており、その自動車が方向転換する場合には、G - P C Cエンコーダ200又はG - P C Cデコーダ300は、グローバル動き補償を適用することができる。動き補償の目的は、参照点群フレームの点と現在の点群フレームの点との、空間的な整合を得ることであり、その結果として、より良好なインター予測子が得られる。

20

30

【 0 1 1 2 】

参照点又は現在の点の位置座標を、量子化すること、近似値化すること、スケールリングすることなどができる。例えば、G - P C Cエンコーダ200又はG - P C Cデコーダ300は、参照点又は現在の点の位置座標を、量子化すること、近似値化すること、スケールリングすることなどができる。例えば、G - P C Cデコーダ300は、ビットストリーム中のシグナリングされたパラメータを解析することによって、それらの位置の精度若しくは表現ビット深度を決定することができ、又は、G - P C Cデコーダ300は、例えば、G - P C Cデコーダ300がビットストリーム中のシグナリングされたパラメータを解析することによって決定することが可能な、点座標を量子化するアレイセルサイズ又はピンサイズを有する、参照点群位置のアレイ又はマップを構築することができる。

40

【 0 1 1 3 】

少なくとも2つの参照点は、同一の（又は同様の、例えば、隣接する）l a s e r I Dを有し得るものであり、参照点群フレーム内のそれらの方位角に従って、方位角の昇順又は降順のいずれかで順序付けることができる。隣接するl a s e r I Dは、もう一方のl a s e r I Dよりも1つ上か又は下のl a s e r I Dとすることができる。方位角が同一である場合には、それらは、半径に従って、昇順又は降順のいずれかで更に順序付けることができる。例えば、G - P C Cエンコーダ200又はG - P C Cデコーダ300は、少

50

なくとも2つの参照点を順序付けることができる。

【0114】

少なくとも2つの参照点は、同一の（又は同様の、例えば、隣接する）方位角を有し得るものであり、参照点群フレーム内のそれらのlaser IDに従って、laser IDの昇順又は降順のいずれかで順序付けることができる。隣接する方位角は、もう一方の方位角よりも1つ上か又は下の方位角とすることができる。laser IDが同一である場合には、それらは、半径に従って、昇順又は降順のいずれかで更に順序付けることができる。

【0115】

一般に、参照点群フレームに属している参照点のグループの位置は、インター予測されることになる現在のフレーム内の現在の点の位置に関連している。参照点の位置は、動き補償によって部分的に修正されている場合がある。例えば、G-PCCエンコーダ200又はG-PCCデコーダは、動き補償を使用して、参照点の位置を部分的に修正することができる。

【0116】

少なくとも2つの参照点の位置は、インター予測されることになる、現在の点群フレーム内の現在の点の、方位角及びlaser IDによって決定することができる。例えば、G-PCCエンコーダ200は、現在の点の方位角及びlaser IDを使用して、少なくとも2つの参照点の位置を決定することができる。

【0117】

現在の点のlaser IDに等しいlaser IDを有する、少なくとも2つの参照点のうち1つ目の位置は、現在の点の方位角よりも小さい、最も近い方位角を探索することによって決定することができる。少なくとも2つの参照点のうち2つ目の位置は、現在の点の方位角よりも大きい、最も近い方位角を探索することによって決定することができる。

【0118】

追加的な参照点は、現在の点の方位角よりも小さいか又は大きい方位角を有する、2番目の、次に最も近い点を探索することによって決定することができる。追加的な参照点の数は、それらの参照点に適用されている半径補間方法に依存し得る。例えば、半径補間方法は、平均化、加重平均化、線形補間、数学的三角法、3つ以上の係数を有するフィルタを使用する半径補間フィルタリング、セグメント上の点のグループ化、又は任意の他の補間方法とすることができる。

【0119】

現在の点の方位角currAzimに等しい方位角を有する、少なくとも2つの参照点のうち1つ目の位置は、（例えば、G-PCCエンコーダ200又はG-PCCデコーダ300によって）現在の点currLaserIdのlaser ID角度よりも小さい、最も近いlaser IDを探索することによって決定することができる。少なくとも2つの参照点のうち2つ目の位置は、現在の点のlaser IDよりも大きい、最も近いlaser IDを探索することによって決定することができる。

【0120】

G-PCCエンコーダ200又はG-PCCデコーダ300は、現在の点のlaser IDよりも小さいか又は大きいlaser IDを有する、2番目の、次に最も近い点を探索することによって、追加的な参照点を決定することができる。追加的な参照点の数は、それらの参照点に適用されている補間方法に依存し得る。

【0121】

一実施例では、上記で開示された技術のうち1つによって探索されているlaser ID（例えば、currLaserIdよりも小さい最も近いlaser ID、又はcurrLaserIdよりも大きい最も近いlaser IDなど）に関して、currAzimに等しい方位角を有する位置が参照フレーム内に存在しない場合、currAzimに最も近い方位角を有する位置を、探索されるlaser IDに関して選択することがで

10

20

30

40

50

きる。

【0122】

一般に、G - PCCエンコーダ200又はG - PCCデコーダ300は、方位角及びlaser IDの範囲によって、参照点のグループの位置を決定することができ、この範囲は、予測されることになる現在の点の方位角及びlaser IDの近傍を決定するものである。この範囲は、それらの参照点に適用されることになる半径補間方法に依存し得る。例えば、半径補間方法は、平均化、加重平均化、線形補間、数学的三角法、3つ以上の係数を有するフィルタを使用する半径補間フィルタリング、セグメント上の点のグループ化、又は任意の他の補間方法とすることができる。

【0123】

参照点のグループ内の1つ又は複数の点が、利用不可能であるか、又は重複する予測子（例えば、別の参照点と同じ半径）である場合、G - PCCエンコーダ200又はG - PCCデコーダ300は、その利用不可能な/重複する点を置換するために、以下の技術のうちの一つ又は複数を選択することができる：

- 1) デフォルトの予測子を選択する（例えば、デフォルトの半径値を選択する）；
- 2) 参照点のグループ内の各位置に関して探索順序を使用する（例えば、currAzimに等しい方位角が、currLaserIdよりも大きい最も近いlaser IDで探索されている場合、その点が利用不可能/重複である場合には、次のlaser ID、及びcurrAzimと同じ方位角を有する点を選択する）；
- 3) 代替点を選択せず、その点を補間に関して使用しない。

【0124】

半径補間に関して使用される2つの参照点は、例えば、図7～図9のいずれかに示されているように、予測ジオメトリコーディングのためのインター予測に関して上述されたような第1及び第2の予測子候補、並びに追加的な予測子候補に等しくなるように選択することができる。一般に、（例えば、2つの参照点に加えて）追加的な近傍の参照点を、同様の方式で選択することができる。例えば、G - PCCエンコーダ200又はG - PCCデコーダ300は、追加的な近傍の参照点を選択することができる。

【0125】

例えば、図7～図9に示されているような、予測ジオメトリコーディングのためのインター予測及び追加的な予測子候補に関して上述されたように、参照点の場所は、説明されたような従前の復号点を使用して決定することができる。あるいは、現在の点の親を使用して、参照点を決定することもできる。親は、現在の点群フレームに関して構築されている木構造内の、現在のノードの親ノードとして定義することができる。あるいは、祖父母ノード又は曾祖父母ノードなどを使用することもできる。

【0126】

参照点群フレームからの少なくとも2つの参照点は、同一のlaser ID値を有する場合、以下のように半径補間技術に関して利用される。例えば、G - PCCエンコーダ200又はG - PCCデコーダ300は、以下の半径補間技術のうちの一つを利用することができる。同一の方位角を有する場合、同様の補間を適用することができる。

【0127】

G - PCCエンコーダ200又はG - PCCデコーダ300は、各参照点に対応している半径値に、等しい重みが適用される、単純な平均化を適用することができる。radius__smaller及びradius__greaterを、それぞれ、現在の点の方位角よりも小さい方位角を有する参照点、及び現在の点の方位角よりも大きい方位角を有する参照点に関連付けられている、半径値として定義することができる。例えば、average__radius = (1/2) * radius__smaller + (1/2) * radius__greaterである。

【0128】

G - PCCエンコーダ200又はG - PCCデコーダ300は、現在の点の予測半径を取得するために、参照点及び現在の点の方位角を使用して、線形補間を適用することがで

10

20

30

40

50

きる。current_azimuthを、現在の点に関連付けられている方位角とし、ref_smaller_azimuth及びref_greater_azimuthを、それぞれ、現在の点の方位角よりも小さい、参照点に関連付けられている方位角、及び、現在の点の方位角よりも大きい、参照点に関連付けられている方位角とする。例えば、以下の通りである：

重み1 = (current_azimuth - ref_smaller_azimuth) / (ref_greater_azimuth - ref_smaller_azimuth)

重み2 = (ref_greater_azimuth - current_azimuth) / (ref_greater_azimuth - ref_smaller_azimuth)、すなわち、(1.0 - 重み1)。

linear_interpolated_radius = 重み2 * radius_smaller + 重み1 * radius_greater

【0129】

G-PCCエンコーダ200又はG-PCCデコーダ300は、以下の擬似コードで示されるように、数学的三角法を適用して、補間半径を計算することができる。predRight[1]及びpredLeft[1]を、それぞれ、現在の点の方位角よりも大きい方位角及び現在の点の方位角よりも小さい方位角とし、predRight[0]及びpredLeft[0]を、これらの方位角に関連付けられている半径値とし、geom_angular_azimuth_scaleを、方位角の表現精度又はビット深度を示すパラメータとする。

【0130】

【表1】

```

if (predRight[1] != predLeft[1]) {
    double scalePhi = (1 << _geom_angular_azimuth_scale_log2);
    double phiDelta = ((double)predRight[1] - (double)predLeft[1]) * 2.0 * M_PI
/ scalePhi; // conversion to radians
    double alphaDelta = ((double)predRight[1] - (double)point[1]) * 2.0 * M_PI /
scalePhi; // conversion to radians
    double sinPhiD = sin(phiDelta);
    double cosPhiD = cos(phiDelta);
    double sinAlphaD = sin(alphaDelta);
    double cosAlphaD = cos(alphaDelta);
    double Rleft = predLeft[0];
    double Rright = predRight[0];
    double predR = (-sinPhiD * Rleft * Rright) / ((sinAlphaD * cosPhiD -
cosAlphaD * sinPhiD) * Rleft - sinAlphaD * Rright);
    predR0 = (int32_t)(predR >= 0 ? predR + 0.5 : predR - 0.5); // rounding
}

```

【0131】

G-PCCエンコーダ200又はG-PCCデコーダ300は、3つ以上の係数を有する半径補間フィルタ、例えば三次補間フィルタに対して、3つ以上の参照点、例えば、4

つ、6つ、又は8つの参照点を使用することができる。これらの参照点間の方位角の間隔は、不規則であり得るため、これらの方位角の間隔に適合するように、補間フィルタを適応的に生成することができる。

【0132】

複数の参照点を、セグメント又はブロック内にグループ化して、対応するセグメント又はブロック内にグループ化されている複数の現在の点に関する、補間半径予測子を生成することができる。例えば、G - P C C エンコーダ 2 0 0 又は G - P C C デコーダ 3 0 0 は、補間半径予測子を生成するために、複数の参照点をグループ化することができる。

【0133】

半径補間技術を適用する前に、条件をチェックすることができる。例えば、G - P C C エンコーダ 2 0 0 又は G - P C C デコーダ 3 0 0 は、条件チェックを実行することができる。例えば、2つの参照点に関連付けられている2つの半径値の差異は、閾値よりも小さいこと、すなわち、 $A B S (半径1 - 半径2) < 閾値$ (A B S は絶対値) であることを必要とし得る。例えば、一方の潜在的参照点が、G - P C C エンコーダ 2 0 0 の近くの道路標識上にあり、他方の潜在的参照点が、1 0 0 メートル離れている建物上にある場合には、2つの潜在的参照点間の半径補間を実行することは、正確な予測半径を生成し得ない。この閾値は、ビットストリームにおいてシグナリングされる場合もあれば、又は所定の定数とすることもできる。あるいは、 $a b s (半径1 - 半径2)$ に関して、複数の閾値範囲を指定することもでき、各閾値範囲に対して、異なる補間スキームを適用することもできる。例えば、 $A B S (半径1 - 半径2) < 閾値1$ である場合には、線形補間を適用することができる。しかしながら、 $閾値1 < A B S (半径1 - 半径2) < 閾値2$ である場合には、三次補間を適用することができ、 $A B S (半径1 - 半径2) > 閾値2$ である場合には、補間を適用することができない。

【0134】

適用される補間技術のタイプ (例えば、平均、線形、三次など) は、例えば、現在の点ごとに、現在のセグメント/ブロックごとに、スライスごとに、フレームごとに、シーケンスごとになどで、ビットストリームにおいてシグナリングすることができる。更には、補間の係数又は重みを、ビットストリームにおいてシグナリングすることもできる。例えば、G - P C C エンコーダ 2 0 0 は、そのようなシンタックス要素を、ビットストリームにおいてシグナリングすることができる。

【0135】

例えば、図7～図9のいずれかに示されているように、2つの参照点が選択される場合には、G - P C C エンコーダ 2 0 0 又は G - P C C デコーダ 3 0 0 は、それら2つの参照点に対応する2つの半径値の単純な平均化によって、補間半径を取得することができる。あるいは、加重平均を適用することもでき、又は、上述のような別の補間技術を使用することもできる。3つ以上の参照点が選択される場合には、3つ以上の点を利用する補間技術を適用することができる。

【0136】

補間半径予測子が取得された後、G - P C C エンコーダ 2 0 0 は、現在の点の半径と予測半径との、半径残差を計算することができる。例えば、G - P C C エンコーダ 2 0 0 は、予測半径から現在の点の半径を減算するか、又は、現在の点の半径から予測半径を減算することにより、半径残差を計算することができる。この残差は、ビットストリームにおいてコーディングされる。G - P C C デコーダ 3 0 0 は、同じ補間半径予測子を取得し、ビットストリームから半径残差を復号して、その半径残差を半径予測子に加算することにより、現在の点の半径を取得することができる。

【0137】

例えば符号及び絶対値を含む、半径残差は、算術コードを使用してコンテキストコーディングすることができる。半径残差は、量子化することができる。

【0138】

インター予測を使用して取得された半径残差をコーディングするためのコンテキストは

、イントラ予測を使用して取得された半径残差をコーディングするためのコンテキストとは、別個のものとしてすることができる。

【0139】

予測されることになる現在の点の方位角は、参照点間の補間の場所を決定するために使用することが可能であるが、半径を予測することが可能となる前に、その現在の点の方位角が復号されることを必要とし得る。

【0140】

現在の点の方位角を復号することは、方位角予測子を取得することと、方位角残差を復号することとを含み得る。いくつかの実施例では、方位角残差を復号することは、方位角残差の逆量子化器、逆スケーリング、又は表現ビット深度を決定するために、現在の点の復号半径に依存している。このことは、現在の点の方位角と半径との間の、因果的復号依存性をもたらす。例えば、G-PCCデコーダ300は、現在の点の方位角を復号することができる。

10

【0141】

この因果的復号依存性を回避するために、現在の方位角残差の逆量子化、逆スケーリング、又は表現ビット深度を、代わりに、例えば復号順序における、従前に再構築された現在の点の、復号半径値に依存させることができる。

【0142】

あるいは、現在の方位角残差の逆量子化、逆スケーリング、又は表現ビット深度は、代わりに、現在の点の近傍における参照点の半径値、例えば、従前に復号された現在の点の方位角に対応している参照点の半径に依存させることもできる。

20

【0143】

例えば、図7～図9のいずれかに示されているように、2つの参照点を選択される場合には、現在の点の方位角を最初にコーディングする必要はなく、半径に対する上記の依存性を回避することができる。

【0144】

G-PCCデコーダ300アルゴリズムの以下の擬似コード実装は、予測ジオメトリコーディングのためのインター予測に関する、線形半径補間を示すものである。このコードは、G-PCCの第1版に対応する、TMC13v12に基づいている。

【0145】

30

40

50

【表 2 - 1】

```

int
PredGeomDecoder::decodeTree(Vec3<int32_t>* outA,
  std::vector<Vec3<int32_t>>* reconPosSphRef,
  std::vector<RadiusMap>* reconPosSphMapRef,
  Vec3<int32_t>* outB)
{
  QuantizerGeom quantizer(_sliceQp);
  int nodesUntilQpOffset = 0;
  int nodeCount = 0;
  _stack.push_back(-1);
  while (!_stack.empty()) {
    auto parentNodeIdx = _stack.back();
    _stack.pop_back();
    if (_geom_scaling_enabled_flag && !nodesUntilQpOffset--) {
      int qpOffset = decodeQpOffset() << _geom_qp_multiplier_log2;
      int qp = _sliceQp + qpOffset;
      quantizer = QuantizerGeom(qp);
      nodesUntilQpOffset = _qpOffsetInterval;
    }
  }
}

```

【 0 1 4 6 】

30

40

50

【表 2 - 2】

```

// allocate point in traversal order (depth first)
auto curNodeIdx = nodeCount++;
_nodeIdxToParentIdx[curNodeIdx] = parentNodeIdx;

int numDuplicatePoints = 0;
if (!geom_unique_points_flag)
    numDuplicatePoints = decodeNumDuplicatePoints();
int numChildren = decodeNumChildren();

bool interFlag = false;
if (_frameIsInter && _geom_angular_mode_enabled_flag && _prevNodeIdx >= 0)
    interFlag = decodeInterFlag();
GPredictor::Mode mode = GPredictor::Mode(0);
if (!interFlag)
    mode = decodePredMode();

int qphi = decodePhiMultiplier(mode, interFlag);

auto predictor = makePredictor(curNodeIdx, mode, _minVal, [&](int idx) {
    return _nodeIdxToParentIdx[idx];
});

auto pred = predictor.predict(outA, mode, _geom_angular_mode_enabled_flag);
auto predIntra = pred;

// Inter predictor
bool interPredEligible =
    _frameIsInter && _geom_angular_mode_enabled_flag && _prevNodeIdx >= 0;
bool predInterAvail = false;
point_t prevPoint;
if (mode == GPredictor::Mode(0) && interPredEligible)
{
    prevPoint = outA[_prevNodeIdx];
    int laserIdx = prevPoint[2];
    int azimuthRange = (1 << _geom_angular_azimuth_scale_log2) + 4;
    int azimuthBin = std::max(1, _geomAngularAzimuthSpeed >> 1);
    int azimuthIdxOffset = (azimuthRange + azimuthBin) / (azimuthBin << 1);
    int azimuthRound = prevPoint[1] < 0 ? -(azimuthBin >> 1) : (azimuthBin >> 1);
    int azimuthIdx = (prevPoint[1] + azimuthRound) / azimuthBin + azimuthIdxOffset;

    // Search next occupied node:
    azimuthIdx++;
    int numLasers = _numLasers;
    int mapIdx = azimuthIdx * numLasers + laserIdx; // next index in ref map
    int mapRefSize = (*reconPosSphMapRef).size();

    int predIdx = -1;
    while (!predInterAvail && mapIdx < mapRefSize)
    {
        predInterAvail = (*reconPosSphMapRef)[mapIdx].occupied;
    }
}

```

【0 1 4 7】

【表 2 - 3】

```

if (predInterAvail)
{
    pred = (*reconPosSphMapRef)[mapIdx].cellAvg;
    pred[1] = (*reconPosSphMapRef)[(*reconPosSphMapRef)[mapIdx].order][1];
    pred[2] = (*reconPosSphMapRef)[(*reconPosSphMapRef)[mapIdx].order][2];
}
else
{
    azimuthIdx++;
    mapIdx = azimuthIdx*numLasers + laserIdx;
}
}
}
_prevNodeIdx = curNodeIdx;

auto residual = decodeResidual(mode, interFlag);
if (!geom_angular_mode_enabled_flag)
for (int k = 0; k < 3; k++)
    residual[k] = int32_t(quantizer.scale(residual[k]));

if (geom_angular_mode_enabled_flag)
if (mode >= 0)
    pred[1] += qphi * geomAngularAzimuthSpeed;

auto pos = pred + residual;

if (interFlag && predInterAvail) {
    bool predInterAvailLeft = false;
    bool predInterAvailRight = false;
    int numLasers = _numLasers;
    int laserIdx = pos[2];
    int azimuthRange = (1 << geom_angular_azimuth_scale_log2) + 4;
    int azimuthBin = std::max(1, geomAngularAzimuthSpeed >> 1);
    int azimuthIdxOffset = (azimuthRange + azimuthBin) / (azimuthBin << 1);
    int azimuthRound = pos[1] < 0 ? -(azimuthBin >> 1) : (azimuthBin >> 1);
    int azimuthIdxLeft =
        (pos[1] + azimuthRound) / azimuthBin + azimuthIdxOffset;
    int azimuthIdxRight = azimuthIdxLeft;

    // Search right occupied node for interpolation:
    int mapIdxRight = azimuthIdxRight * numLasers + laserIdx; // right index in ref map
    int predIdx = -1;
    int mapRefSize = (*reconPosSphMapRef).size();
    point_t predRight = 0;
    while (!predInterAvailRight && mapIdxRight >= 0 && mapIdxRight < mapRefSize)
    {
        predInterAvailRight = (*reconPosSphMapRef)[mapIdxRight].occupied;
        if (predInterAvailRight) {
            int numpoints = (*reconPosSphMapRef)[mapIdxRight].numpoints;

```

【 0 1 4 8 】

【表 2 - 4】

```

if (numpoints > 1) {
  int minAzimuth = 2147483647;
  int minPredIdx = 0;
  for(int i = 0; i < numpoints; i++) {
    predIdx = (*reconPosSphMapRef)[mapIdxRight].pointOrders[i];
    int diffRight = std::abs((*reconPosSphRef)[predIdx][1] - pos[1]);
    if (diffRight < minAzimuth) {
      minAzimuth = diffRight;
      minPredIdx = predIdx;
    }
  }
  predRight = (*reconPosSphRef)[minPredIdx];
} else {
  predIdx = (*reconPosSphMapRef)[mapIdxRight].order;
  predRight = (*reconPosSphRef)[predIdx];
} else {
  azimuthIdxRight++;
  mapIdxRight = azimuthIdxRight * numLasers + laserIdx;
}
}

// Search left occupied node for interpolation:
int mapIdxLeft = azimuthIdxLeft * numLasers + laserIdx; // left index in ref map
predIdx = -1;
point_t predLeft = 0;
while (predInterAvailRight && !predInterAvailLeft && mapIdxLeft >= 0 &&
mapIdxLeft < mapRefSize) {
  predInterAvailLeft = (*reconPosSphMapRef)[mapIdxLeft].occupied;
  if (predInterAvailLeft) {
    point_t predLeft;
    int numpoints = (*reconPosSphMapRef)[mapIdxLeft].numpoints;
    if (numpoints > 1) { // && azimuthIdxLeft != azimuthIdxRight) {
      int minAzimuth = 2147483647;
      int minPredIdx = 0;
      for(int i = 0; i < numpoints; i++) {
        predIdx = (*reconPosSphMapRef)[mapIdxLeft].pointOrders[i];
        int diffLeft = std::abs(pos[1] - (*reconPosSphRef)[predIdx][1]);
        if (diffLeft < minAzimuth) {
          minAzimuth = diffLeft;
          minPredIdx = predIdx;
        }
      }
    }
    predLeft = (*reconPosSphRef)[minPredIdx];
  } else {
    predIdx = (*reconPosSphMapRef)[mapIdxLeft].order;
    predLeft = (*reconPosSphRef)[predIdx];
  }
}

if (std::abs(predRight[0] - predLeft[0]) < RADIUS_DIFF_TH) {

```

【 0 1 4 9 】

【 表 2 - 5 】

```

#if INTERPOL_TRIGONOMETRY
    int predR0 = 0;
    if (predRight[1] != predLeft[1]) {
        double scalePhi = (1 << _geom_angular_azimuth_scale_log2);
        double phiDelta = ((double)predRight[1] - (double)predLeft[1]) * 2.0 * M_PI /
scalePhi;
        double alphaDelta = ((double)predRight[1] - (double)pos[1]) * 2.0 * M_PI /
scalePhi;
        double sinPhiD = sin(phiDelta);
        double cosPhiD = cos(phiDelta);
        double sinAlphaD = sin(alphaDelta);
        double cosAlphaD = cos(alphaDelta);
        double Rleft = predLeft[0];
        double Rright = predRight[0];
        double predR = (-sinPhiD * Rleft * Rright) / ((sinAlphaD * cosPhiD - cosAlphaD
* sinPhiD) * Rleft - sinAlphaD * Rright);
        predR0 = (int32_t)(predR >= 0 ? predR + 0.5 : predR - 0.5);
    } else {
        predR0 = (predLeft[0] + predRight[0] + 1) >> 1;
    }
    pred[0] = predR0;
#else
    double azDiff = predRight[1] - predLeft[1];
    double wR = azDiff > 0 ? (pos[1] - predLeft[1])/azDiff : 0.5;
    double wL = 1.0 - wR;
    double predDouble = wL * predLeft[0] + wR * predRight[0];
    int32_t pred0 = (int32_t)(predDouble >= 0 ? predDouble + 0.5 : predDouble -
0.5);
    pred[0] = pred0;
#endif
    pos[0] = pred[0] + residual[0];
    }
    } else {
        azimuthIdxLeft--;
        mapIdxLeft = azimuthIdxLeft * numLasers + laserIdx;
    }
}
}
}

if (! _geom_angular_mode_enabled_flag)
    for (int k = 0; k < 3; k++)
        pos[k] = std::max(0, pos[k]);
outA[curNodeIdx] = pos;

// convert pos from spherical to cartesian, add secondary residual
if ( _geom_angular_mode_enabled_flag) {
    residual = decodeResidual2();
    for (int k = 0; k < 3; k++)
        residual[k] = int32_t(quantizer.scale(residual[k]));
}

```

【 0 1 5 0 】

【表 2 - 6】

```

assert(pos[2] < _numLasers && pos[2] >= 0);
pred = origin + _sphToCartesian(pos);
outB[curNodeIdx] = pred + residual;
for (int k = 0; k < 3; k++)
    outB[curNodeIdx][k] = std::max(0, outB[curNodeIdx][k]);
}

// copy duplicate point output
for (int i = 0; i < numDuplicatePoints; i++, nodeCount++) {
    outA[nodeCount] = outA[curNodeIdx];
    outB[nodeCount] = outB[curNodeIdx];
}

for (int i = 0; i < numChildren; i++)
    _stack.push_back(curNodeIdx);
}

return nodeCount;
}

```

10

20

【0151】

図10は、本開示の1つ又は複数の態様による、例示的な半径補間技術を示すフロー図である。G - PCCエンコーダ200又はG - PCCデコーダ300は、点群データの参照点群フレーム内の、少なくとも2つの参照点を決定することができる(1000)。例えば、G - PCCエンコーダ200又はG - PCCデコーダ300は、参照フレーム908内の少なくとも2つの参照点(例えば、interpreted point 910及び追加的なinterpreted point 912)を選択する。G - PCCエンコーダ200又はG - PCCデコーダ300は、点群データの現在の点群フレーム内の、少なくとも1つの現在の点に関する、少なくとも1つの半径インター予測子を取得するために、少なくとも2つの参照点に、半径補間を適用することができる(1002)。例えば、G - PCCエンコーダ200又はG - PCCデコーダ300は、現在の点に関する少なくとも1つの半径インター予測子を取得するために、本明細書で説明されている半径補間技術のうちのいずれかを、少なくとも2つの参照点に適用することができる。G - PCCエンコーダ200又はG - PCCデコーダ300は、現在の点群フレーム内の少なくとも1つの現在の点に関する、少なくとも1つの半径インター予測子に基づいて、現在の点群フレームをコーディングすることができる(1004)。例えば、G - PCCエンコーダ200は、少なくとも1つの現在の点に関する、少なくとも1つの半径インター予測子を使用して、現在の点群フレームを符号化することができ、G - PCCデコーダ300は、少なくとも1つの現在の点に関する、少なくとも1つの半径インター予測子を使用して、現在の点群フレームを復号することができる。

30

40

【0152】

いくつかの実施例では、少なくとも2つの参照点は、或る範囲内の、方位角、レーザ識別子、又は半径のうちの少なくとも1つの、参照点のグループに属している。いくつかの実施例では、G - PCCエンコーダ200又はG - PCCデコーダ300は、回転、並進、又はローカル動きのうちの少なくとも1つを適用することによって、動きに関して参照点群フレームを補償することができる。

【0153】

いくつかの実施例では、G - PCCエンコーダ200又はG - PCCデコーダ300は、少なくとも2つの参照点の位置座標又は少なくとも1つの現在の点の位置座標のうちの

50

、少なくとも一方を量子化すること、近似値化すること、又はスケーリングすることのうちの、少なくとも1つを行うことができる。いくつかの実施例では、G - P C C エンコーダ 2 0 0 は、少なくとも2つの参照点の位置座標又は少なくとも1つの現在の点の位置座標のうちの、少なくとも一方のビット深度をシグナリングすることができ、あるいは、G - P C C デコーダ 3 0 0 は、そのビット深度を解析することができる。いくつかの実施例では、G - P C C エンコーダ 2 0 0 又は G - P C C デコーダ 3 0 0 は、少なくとも2つの参照点の位置座標を量子化するために、少なくとも2つの参照点の位置座標のレイ又はマップを構築することができる。

【 0 1 5 4 】

いくつかの実施例では、少なくとも2つの参照点は、同一又は同様の（例えば、既定の範囲内の）レーザ識別子を有する。いくつかの実施例では、G - P C C エンコーダ 2 0 0 又は G - P C C デコーダ 3 0 0 は、少なくとも2つの参照点に関連付けられている、対応の方位角に従って、少なくとも2つの参照点を順序付けることができる。いくつかの実施例では、少なくとも2つの参照点は、同一の方位角を有する。いくつかの実施例では、G - P C C エンコーダ 2 0 0 又は G - P C C デコーダ 3 0 0 は、少なくとも2つの参照点に関連付けられている、対応の半径に従って、少なくとも2つの参照点を更に順序付けることができる。

10

【 0 1 5 5 】

いくつかの実施例では、少なくとも2つの参照点は、同一又は同様の（例えば、既定の範囲内の）方位角を有する。いくつかの実施例では、G - P C C エンコーダ 2 0 0 又は G - P C C デコーダ 3 0 0 は、少なくとも2つの参照点に関連付けられている、対応のレーザ識別子に従って、少なくとも2つの参照点を順序付けることができる。いくつかの実施例では、少なくとも2つの参照点は、同一のレーザ識別子を有する。いくつかの実施例では、G - P C C エンコーダ 2 0 0 又は G - P C C デコーダ 3 0 0 は、少なくとも2つの参照点に関連付けられている、対応の半径に従って、少なくとも2つの参照点を更に順序付けることができる。

20

【 0 1 5 6 】

いくつかの実施例では、少なくとも2つの参照点の位置は、少なくとも1つの現在の点の位置に関連付けられている。いくつかの実施例では、G - P C C エンコーダ 2 0 0 又は G - P C C デコーダ 3 0 0 は、少なくとも1つの現在の点のうちの、第1の現在の点の方位角及びレーザ識別子に基づいて、少なくとも2つの参照点の位置を決定することができる。いくつかの実施例では、少なくとも2つの参照点の位置を決定する際に、G - P C C エンコーダ 2 0 0 又は G - P C C デコーダ 3 0 0 は、少なくとも2つの参照点のうちの、第1の参照点の位置を決定するために、第1の現在の点の方位角よりも小さい、第1の最も近い方位角を探索することができ、少なくとも2つの参照点のうちの、第2の参照点の位置を決定するために、第1の現在の点の方位角よりも大きい、第2の最も近い方位角を探索することができる。

30

【 0 1 5 7 】

いくつかの実施例では、少なくとも2つの参照点の位置を決定する際に、G - P C C エンコーダ 2 0 0 又は G - P C C デコーダ 3 0 0 は、少なくとも2つの参照点のうちの、第1の参照点の位置を決定するために、第1の現在の点のレーザ識別子（ID）よりも小さい、第1の最も近いレーザIDを探索することができ、少なくとも2つの参照点のうちの、第2の参照点の位置を決定するために、第1の現在の点のレーザIDよりも大きい、第2の最も近いレーザIDを探索することができる。

40

【 0 1 5 8 】

いくつかの実施例では、G - P C C エンコーダ 2 0 0 又は G - P C C デコーダ 3 0 0 は、方位角及びレーザ識別子の範囲に基づいて、少なくとも2つの参照点の位置を決定することができる。いくつかの実施例では、方位角及びレーザ識別子の範囲は、少なくとも2つの参照点に適用されることになる半径補間方法に基づく。

【 0 1 5 9 】

50

いくつかの実施例では、少なくとも2つの参照点のうち1つ又は複数の参照点は、利用不可能であるか、又は重複する予測子を含む。いくつかの実施例では、G - P C C エンコーダ 2 0 0 又は G - P C C デコーダ 3 0 0 は、利用不可能な予測子又は重複する予測子を、デフォルトの予測子で、又は、次に最も近いレーザ識別子、次に最も近い方位角を有する参照点で置き換えるか、あるいは、利用不可能な予測子又は重複する予測子を破棄することができる。

【 0 1 6 0 】

いくつかの実施例では、少なくとも2つの参照点は、同一のレーザ識別子、又は同一の方位角を含む。いくつかの実施例では、少なくとも2つの参照点に半径補間を適用する際に、G - P C C エンコーダ 2 0 0 又は G - P C C デコーダ 3 0 0 は、少なくとも2つの参照点の半径値を、等しい重みで平均化するか、現在の点の予測半径を取得するために、少なくとも2つの参照点及び現在の点の、方位角若しくはレーザ識別子を使用して、少なくとも2つの参照点の半径値に線形補間を適用するか、あるいは、少なくとも2つの参照点の半径値に、数学的三角法を適用することができる。

10

【 0 1 6 1 】

いくつかの実施例では、少なくとも2つの参照点は、3つ以上の参照点を含み、少なくとも2つの参照点に半径補間を適用する際に、G - P C C エンコーダ 2 0 0 又は G - P C C デコーダ 3 0 0 は、3つ以上の係数を有する半径補間フィルタを、それら3つ以上の参照点に適用することができる。

【 0 1 6 2 】

いくつかの実施例では、現在の点は、少なくとも2つの現在の点のうち1つの点であり、G - P C C エンコーダ 2 0 0 又は G - P C C デコーダ 3 0 0 は、少なくとも2つの参照点を、第1のセグメントにグループ化し、少なくとも2つの現在の点を、第2のセグメントにグループ化し、第2のセグメントに関して、第1のセグメントに基づいて複数の補間半径予測子を生成することができる。

20

【 0 1 6 3 】

いくつかの実施例では、G - P C C エンコーダ 2 0 0 又は G - P C C デコーダ 3 0 0 は、少なくとも2つの参照点に半径補間を適用する前に、少なくとも2つの参照点のうち第1の参照点の半径値と、少なくとも2つの参照点のうち第2の参照点の半径値との差異が、閾値よりも小さいことを決定することができる。いくつかの実施例では、この閾値は、第1の閾値であり、G - P C C エンコーダ 2 0 0 又は G - P C C デコーダ 3 0 0 は、第1の参照点の半径値と第2の参照点の半径値との差異を、第1の閾値及び第2の閾値と比較することに基づいて、適用する補間のタイプを決定することができる。

30

【 0 1 6 4 】

いくつかの実施例では、G - P C C エンコーダ 2 0 0 又は G - P C C デコーダ 3 0 0 は、a) 適用される補間方法を示すシンタックス要素をシグナリング又は解析すること、あるいは、b) 補間の係数若しくは重みを示すシンタックス要素をシグナリング又は解析することのうちの、少なくとも一方を行うことができる。

【 0 1 6 5 】

いくつかの実施例では、G - P C C エンコーダ 2 0 0 及び G - P C C デコーダ 3 0 0 は、半径残差を決定することができる。いくつかの実施例では、G - P C C エンコーダ 2 0 0 又は G - P C C デコーダ 3 0 0 は、半径残差をコンテキストコーディングすることができ、半径残差をコンテキストコーディングするためのコンテキストは、イントラ予測を使用して半径残差をコンテキストコーディングするためのコンテキストとは別個のものである。

40

【 0 1 6 6 】

いくつかの実施例では、予測半径を決定する前に、G - P C C デコーダは、現在の点の方位角残差を復号することができる。いくつかの実施例では、逆量子化、逆スケールリング、又は表現ビット深度は、従前に再構築された点の復号半径値、又は、2つ以上の参照点のうち1つの参照点の半径値に依存している。いくつかの実施例では、参照点群フレ

50

ム内の少なくとも2つの参照点を決定する際に、G - P C Cエンコーダ200又はG - P C Cデコーダ300は、従前に復号された点を使用して、参照点群フレーム内の少なくとも2つの参照点を決定することができる。

【0167】

いくつかの実施例では、参照点群フレーム内の少なくとも2つの参照点を決定する際に、G - P C Cエンコーダ200又はG - P C Cデコーダ300は、少なくとも1つの現在の点の、親ノード、祖父母ノード、又は曾祖父母ノードを使用して、参照点群フレーム内の少なくとも2つの参照点を決定することができる。

【0168】

いくつかの実施例では、少なくとも2つの参照点は、2つの参照点を含み、少なくとも2つの参照点に半径補間を適用する際に、G - P C Cエンコーダ200又はG - P C Cデコーダ300は、2つの参照点に対応している2つの半径値を平均化する。いくつかの実施例では、2つの半径値の平均化の際に、G - P C Cエンコーダ200又はG - P C Cデコーダ300は、2つの半径値に加重平均を適用する。

【0169】

図11は、本開示の1つ又は複数の技術と共に使用することが可能な、例示的な距離測定システム1100を示す概念図である。図11の実施例では、距離測定システム1100は、照明器1102及びセンサ1104を含む。照明器1102は、光1106を放出することができる。いくつかの実施例では、照明器1102は、1つ又は複数のレーザビームとして、光1106を放出することができる。光1106は、赤外波長又は可視光波長などの、1つ又は複数の波長のものですることができる。他の実施例では、光1106は、コヒーレントなレーザ光ではない。光1106が、オブジェクト1108などのオブジェクトに遭遇すると、光1106は、戻り光1110を生じさせる。戻り光1110は、後方散乱光及び/又は反射光を含み得る。戻り光1110は、センサ1104上にオブジェクト1108の画像1112を生じさせるように戻り光1110を導く、レンズ1111を通過し得る。センサ1104は、画像1112に基づいて信号1114を生成する。画像1112は、(例えば、図11の画像1112内のドットによって表されるような)点のセットを含み得る。

【0170】

いくつかの実施例では、照明器1102及びセンサ1104は、環境の360度ビューを照明器1102及びセンサ1104がキャプチャするように、回転構造体上に搭載することができる。他の実施例では、距離測定システム1100は、照明器1102及びセンサ1104が、特定の範囲内(例えば、最大360度)でオブジェクトの距離を検出することを可能にする、1つ又は複数の光学構成要素(例えば、ミラー、コリメータ、回折格子など)を含み得る。図11の実施例は、単一の照明器1102及びセンサ1104のみを示しているが、距離測定システム1100は、照明器及びセンサの複数のセットを含み得る。

【0171】

いくつかの実施例では、照明器1102は、構造化光パターンを生成する。そのような実施例では、距離測定システム1100は、その上に構造化光パターンの対応の画像が形成される、複数のセンサ1104を含み得る。距離測定システム1100は、構造化光パターンの画像間の差異を使用して、その構造化光パターンが後方散乱するオブジェクト1108までの距離を決定することができる。構造化光ベースの距離測定システムは、オブジェクト1108がセンサ1104に比較的近い(例えば、0.2メートル~2メートルの場合に、高レベルの精度(例えば、サブミリメートル範囲における精度)を有し得る。この高レベルの精度は、モバイルデバイス(例えば、携帯電話、タブレットコンピュータなど)をロック解除することなどの顔認識用途において、及びセキュリティ用途に関して有用であり得る。

【0172】

いくつかの実施例では、距離測定システム1100は、飛行時間(time of flight ;

10

20

30

40

50

T o F) ベースのシステムである。距離測定システム 1 1 0 0 が T o F ベースのシステムである場合の、いくつかの実施例では、照明器 1 1 0 2 は、光のパルスを生成する。換言すれば、照明器 1 1 0 2 は、放出光 1 1 0 6 の振幅を変調することができる。そのような実施例では、センサ 1 1 0 4 は、照明器 1 1 0 2 によって生成された光 1 1 0 6 のパルスからの、戻り光 1 1 1 0 を検出する。次いで、距離測定システム 1 1 0 0 は、光 1 1 0 6 の放出時と検出時との間の遅延時間、及び、空気中における光の既知の速度に基づいて、光 1 1 0 6 が後方散乱するオブジェクト 1 1 0 8 までの距離を決定することができる。いくつかの実施例では、放出光 1 1 0 6 の振幅を変調するのではなく（又は、それに加えて）、照明器 1 1 0 2 は、放出光 1 1 0 6 の位相を変調することができる。そのような実施例では、センサ 1 1 0 4 は、オブジェクト 1 1 0 8 からの戻り光 1 1 1 0 の位相を検出することができ、また、光の速度を使用して、及び、照明器 1 1 0 2 が特定の位相において光 1 1 0 6 を生成した時点と、その特定の位相における戻り光 1 1 1 0 をセンサ 1 1 0 4 が検出した時点との時間差に基づいて、オブジェクト 1 1 0 8 上の点までの距離を決定することができる。

10

【 0 1 7 3 】

他の実施例では、照明器 1 1 0 2 を使用することなく、点群を生成することができる。例えば、いくつかの実施例では、距離測定システム 1 1 0 0 のセンサ 1 1 0 4 は、2 つ以上の光学カメラを含み得る。そのような実施例では、距離測定システム 1 1 0 0 は、それらの光学カメラを使用して、オブジェクト 1 1 0 8 を含む、環境の立体画像をキャプチャすることができる。距離測定システム 1 1 0 0 は、立体画像内の場所間の視差を計算することが可能な、点群生成器 1 1 1 6 を含み得る。次いで、距離測定システム 1 1 0 0 は、それらの視差を使用して、立体画像内で示されている場所までの距離を決定することができる。これらの距離から、点群生成器 1 1 1 6 は、点群を生成することができる。

20

【 0 1 7 4 】

センサ 1 1 0 4 はまた、色及び反射率の情報などの、オブジェクト 1 1 0 8 の他の属性も検出することができる。図 1 1 の実施例では、点群生成器 1 1 1 6 は、センサ 1 1 0 4 によって生成された信号 1 1 1 4 に基づいて、点群を生成することができる。距離測定システム 1 1 0 0 及び / 又は点群生成器 1 1 1 6 は、データソース 1 0 4 (図 1) の一部を形成し得る。それゆえ、距離測定システム 1 1 0 0 によって生成された点群は、本開示の技術のうちのいずれかに従って、符号化及び / 又は復号することができる。

30

【 0 1 7 5 】

図 1 2 は、本開示の 1 つ又は複数の技術を使用することが可能な、例示的な車両ベースのシナリオを示す概念図である。図 1 2 の実施例では、車両 1 2 0 0 が、距離測定システム 1 2 0 2 を含む。距離測定システム 1 2 0 2 は、図 1 2 に関して論じられた方式で実装することができる。図 1 2 の実施例では示されていないが、車両 1 2 0 0 はまた、データソース 1 0 4 (図 1) などのデータソース、及び G - P C C エンコーダ 2 0 0 (図 1) などの G - P C C エンコーダも含み得る。図 1 2 の実施例では、距離測定システム 1 2 0 2 は、道路内の歩行者 1 2 0 6 又は他のオブジェクトに反射する、レーザビーム 1 2 0 4 を放出する。車両 1 2 0 0 のデータソースは、距離測定システム 1 2 0 2 によって生成された信号に基づいて、点群を生成することができる。車両 1 2 0 0 の G - P C C エンコーダは、その点群を符号化して、ジオメトリビットストリーム (図 2) 及び属性ビットストリーム (図 2) などの、ビットストリーム 1 2 0 8 を生成することができる。ビットストリーム 1 2 0 8 は、G - P C C エンコーダによって取得された符号化されていない点群よりも、遥かに少ないビットを含み得る。いくつかの実施例では、車両 1 2 0 0 の G - P C C エンコーダは、上述のような半径補間を使用して、ビットストリーム 1 2 0 8 を符号化することができる。いくつかの実施例では、車両 1 2 1 0 の G - P C C デコーダは、上述のような半径補間を使用して、ビットストリーム 1 2 0 8 を復号することができる。

40

【 0 1 7 6 】

車両 1 2 0 0 の出力インタフェース (例えば、出力インタフェース 1 0 8 (図 1)) は、1 つ又は複数の他のデバイスに、ビットストリーム 1 2 0 8 を送信することができる。

50

ビットストリーム 1208 は、G - PCC エンコーダによって取得された符号化されていない点群よりも、遥かに少ないビットを含み得る。それゆえ、車両 1200 は、符号化されていない点群データよりも迅速に、ビットストリーム 1208 を他のデバイスに送信することが可能であり得る。更には、ビットストリーム 1208 は、より少ないデータ記憶容量を必要とし得る。

【0177】

図 12 の実施例では、車両 1200 は、ビットストリーム 1208 を、別の車両 1210 に送信することができる。車両 1210 は、G - PCC デコーダ 300 (図 1) などの、G - PCC デコーダをみ得る。車両 1210 の G - PCC デコーダは、ビットストリーム 1208 を復号して、点群を再構築することができる。車両 1210 は、その再構築された点群を、様々な目的のために使用することができる。例えば、車両 1210 は、再構築された点群に基づいて、車両 1200 の前方の道路内に歩行者 1206 が存在していることを決定することができるため、例えば、道路内に歩行者 1006 が存在していることを車両 1210 の運転手が認識する前であっても、減速を開始することができる。それゆえ、いくつかの実施例では、車両 1210 は、再構築された点群に基づいて、自律ナビゲーション動作を実行することができる。

10

【0178】

更には、又は代替的に、車両 1200 は、ビットストリーム 1208 を、サーバシステム 1212 に送信することができる。サーバシステム 1212 は、ビットストリーム 1208 を、様々な目的のために使用することができる。例えば、サーバシステム 1212 は、その後の点群の再構築のために、ビットストリーム 1208 を記憶することができる。この実施例では、サーバシステム 1212 は、自律運転システムを訓練するために、他のデータ (例えば、車両 1200 によって生成される車両テレメトリデータ) と共に点群を使用することができる。他の実施例では、サーバシステム 1212 は、法科学的衝突調査のための、その後の再構築のために、ビットストリーム 1208 を記憶することができる。

20

【0179】

図 13 は、本開示の 1 つ又は複数の技術を使用することが可能な、例示的なエクステンデッドリアリティシステムを示す概念図である。エクステンデッドリアリティ (extended reality; XR) とは、拡張現実 (AR)、複合現実 (MR)、及び仮想現実 (VR) を含む、広範な技術を包含するために使用される用語である。図 13 の実施例では、ユーザ 1300 は、第 1 の場所 1302 に位置している。ユーザ 1300 は、XR ヘッドセット 1304 を装着している。XR ヘッドセット 1304 の代替として、ユーザ 1300 は、モバイルデバイス (例えば、携帯電話、タブレットコンピュータなど) を使用することもできる。XR ヘッドセット 1304 は、場所 1302 におけるオブジェクト 1306 上の点の位置を検出する、距離測定システムなどの深度検出センサを含む。XR ヘッドセット 1304 のデータソースは、深度検出センサによって生成された信号を使用して、場所 1302 におけるオブジェクト 1306 の点群表現を生成することができる。XR ヘッドセット 1304 は、点群を符号化してビットストリーム 1308 を生成するように構成されている、G - PCC エンコーダ (例えば、図 1 の G - PCC エンコーダ 200) を含み得る。いくつかの実施例では、XR ヘッドセット 1304 の G - PCC エンコーダは、上述のように、点群を符号化する際に半径補間を使用することができる。

30

40

【0180】

XR ヘッドセット 1304 は、第 2 の場所 1314 におけるユーザ 1312 によって装着されている XR ヘッドセット 1310 に、(例えば、インターネットなどのネットワークを介して) ビットストリーム 1308 を送信することができる。XR ヘッドセット 1310 は、ビットストリーム 1308 を復号して、点群を再構築することができる。いくつかの実施例では、XR ヘッドセット 1310 の G - PCC デコーダは、上述のように、点群を復号する際に半径補間を使用することができる。

【0181】

50

X Rヘッドセット1310は、その点群を使用して、場所1302におけるオブジェクト1306を表すX R可視化（例えば、A R、M R、V R可視化）を生成することができる。それゆえ、X Rヘッドセット1310がV R可視化を生成する場合などの、いくつかの実施例では、ユーザ1312は、場所1302の3 D没入型体験を得ることができる。いくつかの実施例では、X Rヘッドセット1310は、再構築された点群に基づいて、仮想オブジェクトの位置を決定することができる。例えば、X Rヘッドセット1310は、再構築された点群に基づいて、環境（例えば、場所1302）が平坦な表面を含むことを決定し、次いで、その平坦な表面上に仮想オブジェクト（例えば、漫画のキャラクター）が位置決めされるように決定することができる。X Rヘッドセット1310は、その決定された位置に仮想オブジェクトが存在している、X R可視化を生成することができる。例えば、X Rヘッドセット1310は、その平坦な表面上に座っている漫画のキャラクターを示すことができる。

10

【0182】

図14は、本開示の1つ又は複数の技術を使用することが可能な、例示的なモバイルデバイスシステムを示す概念図である。図14の実施例では、携帯電話又はタブレットコンピュータなどの、モバイルデバイス1400は、モバイルデバイス1400の環境内のオブジェクト1402上の点の位置を検出する、L I D A Rシステムなどの距離測定システムを含む。モバイルデバイス1400のデータソースは、深度検出センサによって生成された信号を使用して、オブジェクト1402の点群表現を生成することができる。モバイルデバイス1400は、点群を符号化してビットストリーム1404を生成するように構成されている、G - P C Cエンコーダ（例えば、図1のG - P C Cエンコーダ200）を含み得る。

20

【0183】

図14の実施例では、モバイルデバイス1200は、サーバシステム又は他のモバイルデバイスなどの、リモートデバイス1406に、ビットストリームを送信することができる。リモートデバイス1406は、ビットストリーム1404を復号して、点群を再構築することができる。いくつかの実施例では、リモートデバイス1406のG - P C Cデコーダは、上述のように、点群を復号する際に半径補間を使用することができる。

【0184】

リモートデバイス1406は、様々な目的のために点群を使用することができる。例えば、リモートデバイス1406は、点群を使用して、モバイルデバイス1400の環境のマップを生成することができる。例えば、リモートデバイス1406は、再構築された点群に基づいて、建物の内部のマップを生成することができる。別の実施例では、リモートデバイス1406は、点群に基づいて、像（例えば、コンピュータグラフィックス）を生成することができる。例えば、リモートデバイス1406は、点群の点をポリゴンの頂点として使用し、それらの点の色属性を、ポリゴンをシェーディングするための基礎として使用することができる。いくつかの実施例では、リモートデバイス1406は、顔認識用途又は他のセキュリティ用途のために、再構築された点群を使用することができる。

30

【0185】

本開示の様々な態様における実施例は、個別に、又は任意の組み合わせで使用することができる。

40

【0186】

本開示は、以下の条項を含む。

【0187】

条項1A．点群データをコーディングする方法であって、

点群データの参照点群フレーム内の、少なくとも2つの参照点を決定することと、点群データの現在の点群フレーム内の少なくとも1つの現在の点に関する、少なくとも1つの半径インター予測子を取得するために、少なくとも2つの参照点に半径補間を適用することと、現在の点群フレーム内の少なくとも1つの現在の点に関する、少なくとも1つの半径インター予測子に基づいて、現在の点群フレームをコーディングすることを含む、方

50

法。

【0188】

条項 2 A . 少なくとも 2 つの参照点が、或る範囲内の、方位角、レーザ識別子 (I D)、又は半径の、参照点のグループに属している、条項 1 A の方法。

【0189】

条項 3 A . 動きに関して参照点群フレームを補償することを更に含む、条項 1 A 又は条項 2 A の方法。

【0190】

条項 4 A . 動きに関して参照点群フレームを補償することが、回転、並進、又はローカル動きのうちの少なくとも 1 つを適用することを含む、条項 3 A の方法。

10

【0191】

条項 5 A . 少なくとも 2 つの参照点の位置座標又は少なくとも 1 つの現在の点の位置座標のうちの、少なくとも一方を量子化することを更に含む、条項 1 A ~ 4 A のうちのいずれかの方法。

【0192】

条項 6 A . 少なくとも 2 つの参照点の位置座標又は少なくとも 1 つの現在の点の位置座標のうちの、少なくとも一方を近似値化することを更に含む、条項 1 A ~ 5 A のうちのいずれかの方法。

【0193】

条項 7 A . 少なくとも 2 つの参照点の位置座標又は少なくとも 1 つの現在の点の位置座標のうちの、少なくとも一方をスケーリングすることを更に含む、条項 1 A ~ 6 A のうちのいずれかの方法。

20

【0194】

条項 8 A . 位置座標のビット深度をシグナリング又は解析することを更に含む、条項 5 A ~ 7 A のうちのいずれかの方法。

【0195】

条項 9 A . 少なくとも 2 つの参照点の位置座標を更に量子化するために、少なくとも 2 つの参照点の位置座標のレイ又はマップを構築することを更に含む、条項 5 A の方法。

【0196】

条項 10 A . 少なくとも 2 つの参照点が、同一又は同様のレーザ識別子 (I D) を有し、本方法は、少なくとも 2 つの参照点に関連付けられている、対応の方位角に従って、少なくとも 2 つの参照点を順序付けることを更に含む、条項 1 A ~ 8 A のうちのいずれかの方法。

30

【0197】

条項 11 A . 少なくとも 2 つの参照点が、同一の方位角を有し、本方法は、少なくとも 2 つの参照点に関連付けられている、対応の半径に従って、少なくとも 2 つの参照点を更に順序付けることを更に含む、条項 10 A の方法。

【0198】

条項 12 A . 少なくとも 2 つの参照点が、同一又は同様の方位角を有し、本方法は、少なくとも 2 つの参照点に関連付けられている、対応のレーザ識別子 (I D) に従って、少なくとも 2 つの参照点を順序付けることを更に含む、条項 1 A ~ 8 A のうちのいずれかの方法。

40

【0199】

条項 13 A . 少なくとも 2 つの参照点が、同一のレーザ I D を有し、本方法は、少なくとも 2 つの参照点に関連付けられている、対応の半径に従って、少なくとも 2 つの参照点を更に順序付けることを更に含む、条項 12 A の方法。

【0200】

条項 14 A . 少なくとも 2 つの参照点の位置が、少なくとも 1 つの現在の点の位置に関連付けられている、条項 1 A ~ 13 A のうちのいずれかの方法。

【0201】

50

条項 15 A . 少なくとも 1 つの現在の点のうちの、第 1 の現在の点の方位角及びレーザ識別子 (I D) に基づいて、少なくとも 2 つの参照点の位置を決定することを更に含む、条項 1 A ~ 14 A のうちのいずれかの方法。

【 0 2 0 2 】

条項 16 A . 少なくとも 2 つの参照点の位置を決定することが、少なくとも 2 つの参照点のうちの、第 1 の参照点の位置を決定するために、第 1 の現在の点の方位角よりも小さい、第 1 の最も近い方位角を探索することと、少なくとも 2 つの参照点のうちの、第 2 の参照点の位置を決定するために、第 1 の現在の点の方位角よりも大きい、第 2 の最も近い方位角を探索することとを含む、条項 15 A の方法。

【 0 2 0 3 】

条項 17 A . 少なくとも 2 つの参照点の位置を決定することが、少なくとも 2 つの参照点のうちの、第 1 の参照点の位置を決定するために、第 1 の現在の点のレーザ識別子 (I D) よりも小さい、第 1 の最も近いレーザ I D を探索することと、少なくとも 2 つの参照点のうちの、第 2 の参照点の位置を決定するために、第 1 の現在の点のレーザ I D よりも大きい、第 2 の最も近いレーザ I D を探索することとを含む、条項 15 A の方法。

【 0 2 0 4 】

条項 18 A . 少なくとも 2 つの参照点の追加的な参照点を決定することを更に含む、条項 16 A 又は条項 17 A の方法。

【 0 2 0 5 】

条項 19 A . 方位角及びレーザ識別子 (I D) の範囲に基づいて、少なくとも 2 つの参照点の位置を決定することを更に含む、条項 1 A ~ 18 A のうちのいずれかの方法。

【 0 2 0 6 】

条項 20 A . 方位角及びレーザ識別子の範囲が、補間方法に基づく、条項 19 A の方法。

【 0 2 0 7 】

条項 21 A . 少なくとも 2 つの参照点のうちの 1 つ又は複数の参照点が、利用不可能であるか、又は重複する予測子を含み、本方法は、利用不可能な予測子又は重複する予測子を置き換えることを更に含む、条項 1 A ~ 20 A のうちのいずれかの方法。

【 0 2 0 8 】

条項 22 A . 利用不可能な予測子又は重複する予測子を置き換えることが、利用不可能な予測子又は重複する予測子を、デフォルトの予測子、次に最も近いレーザ識別子 (I D) を有する参照点で置き換えるか、あるいは、利用不可能な予測子又は重複する予測子を破棄することを含む、条項 21 A の方法。

【 0 2 0 9 】

条項 23 A . 少なくとも 2 つの参照点が、同一のレーザ識別子 (I D) を含む、条項 1 A ~ 22 A のうちのいずれかの方法。

【 0 2 1 0 】

条項 24 A . 少なくとも 2 つの参照点のうちの第 1 の参照点に関連付けられている半径と、少なくとも 2 つの参照点のうちの第 2 の参照点に関連付けられている半径とを、等しい重みで平均化することを更に含む、条項 23 A の方法。

【 0 2 1 1 】

条項 25 A . 現在の点の予測半径を取得するために、少なくとも 2 つの参照点及び現在の点の方位角に、線形補間を適用することを更に含む、条項 23 A の方法。

【 0 2 1 2 】

条項 26 A . 補間半径を決定するために、数学的三角法を適用することを更に含む、条項 23 A の方法。

【 0 2 1 3 】

条項 27 A . 少なくとも 2 つの参照点が、3 つ以上の参照点を含み、本方法は、3 つ以上の係数を有する半径補間フィルタを、3 つ以上の参照点に適用することを更に含む、条項 23 A の方法。

10

20

30

40

50

【0214】

条項28A．2つ以上の参照点を、第1のセグメントにグループ化することと、2つ以上の現在の点を、第2のセグメントにグループ化することと、第2のセグメントに関して、第1のセグメントに基づいて複数の補間半径予測子を生成することとを更に含む、条項23A～26Aのうちのいずれかの方法。

【0215】

条項29A．2つ以上の参照点のうちの第1の参照点の半径値と、2つ以上の参照点のうちの第2の参照点の半径値との差異が、閾値よりも小さいことを決定することを更に含む、条項23A～27Aのうちのいずれかの方法。

【0216】

条項30A．閾値が予め決定されているか、又は閾値がビットストリームにおいてシグナリングされる、条項28Aの方法。

【0217】

条項31A．閾値が第1の閾値であり、本方法は、第1の参照点の半径値と第2の参照点の半径値との差異を、第1の閾値及び第2の閾値と比較することに基づいて、適用する補間のタイプを決定することを更に含む、条項28A又は条項29Aの方法。

【0218】

条項32A．適用される補間方法を示すシンタックス要素を、シグナリング又は解析することを更に含む、条項23A～31Aのうちのいずれかの方法。

【0219】

条項33A．補間の係数若しくは重みを示すシンタックス要素を、シグナリング又は解析することを更に含む、条項23A～32Aのうちのいずれかの方法。

【0220】

条項34A．半径残差を決定することを更に含む、条項23A～33Aのうちのいずれかの方法。

【0221】

条項35A．半径残差が、符号及び絶対値を含む、条項34Aの方法。

【0222】

条項36A．半径残差をコンテキストコーディングすることを更に含み、半径残差をコンテキストコーディングするためのコンテキストが、イントラ予測を使用して半径残差をコンテキストコーディングするためのコンテキストとは別個のものである、条項34A又は35Aの方法。

【0223】

条項37A．予測半径を決定する前に、現在の点の方位角を復号することを更に含む、条項34A～36Aのうちのいずれかの方法。

【0224】

条項38A．現在の点に関する方位角予測子を決定することと、方位角残差を復号することとを更に含む、条項37Aの方法。

【0225】

条項39A．逆量子化、逆スケーリング、又は表現ビット深度が、従前に再構築された現在の点の復号半径値に依存している、条項38Aの方法。

【0226】

条項40A．逆量子化、逆スケーリング、又は表現ビット深度が、2つ以上の参照点のうちの1つの参照点の半径値に依存している、条項38Aの方法。

【0227】

条項41A．点群を生成することを更に含む、条項1A～40Aのうちのいずれかの方法。

【0228】

条項42A．参照点群フレーム内の少なくとも2つの参照点を決定することが、従前に復号された点を使用して、参照点群フレーム内の少なくとも2つの参照点を決定すること

10

20

30

40

50

を含む、条項 1 A ~ 4 1 A のうちのいずれかの方法。

【 0 2 2 9 】

条項 4 3 A . 参照点群フレーム内の少なくとも 2 つの参照点を決定することが、少なくとも 1 つの現在の点の、親ノード、祖父母ノード、又は曾祖父母ノードを使用して、参照点群フレーム内の少なくとも 2 つの参照点を決定することを含む、条項 1 A ~ 4 1 A のうちのいずれかの方法。

【 0 2 3 0 】

条項 4 4 A . 少なくとも 2 つの参照点が、2 つの参照点を含み、少なくとも 2 つの参照点に半径補間を適用することが、2 つの参照点に対応している 2 つの半径値の平均化を含む、条項 1 A ~ 4 3 A のうちのいずれかの方法。

10

【 0 2 3 1 】

条項 4 5 A . 2 つの半径値の平均化が、2 つの半径値に加重平均を適用することを含む、条項 4 4 A の方法。

【 0 2 3 2 】

条項 4 6 A . 少なくとも 2 つの参照点が、3 つ以上の参照点を含み、半径補間を適用することが、3 つ以上の参照点を利用する、条項 1 A ~ 4 3 A のうちのいずれかの方法。

【 0 2 3 3 】

条項 4 7 A . 少なくとも 1 つの現在の点の方位角を最初にコーディングすることを、控えることを更に含む、条項 1 A ~ 4 5 A のうちのいずれかの方法。

【 0 2 3 4 】

条項 4 8 A . 点群を処理するためのデバイスであって、条項 1 A ~ 4 7 A のうちのいずれかの方法を実行するための 1 つ又は複数の手段を備える、デバイス。

20

【 0 2 3 5 】

条項 4 9 A . 1 つ又は複数の手段が、回路内に実装されている 1 つ又は複数のプロセッサを含む、条項 4 8 のデバイス。

【 0 2 3 6 】

条項 5 0 A . 点群を表すデータを記憶するための、メモリを更に備える、条項 4 8 A 又は条項 4 9 A のいずれかのデバイス。

【 0 2 3 7 】

条項 5 1 A . デバイスがデコーダを備える、条項 4 8 A ~ 5 0 A のうちのいずれかのデバイス。

30

【 0 2 3 8 】

条項 5 2 A . デバイスがエンコーダを備える、条項 4 8 A ~ 5 1 A のうちのいずれかのデバイス。

【 0 2 3 9 】

条項 5 3 A . 点群を生成するためのデバイスを更に備える、条項 4 8 A ~ 5 0 A のうちのいずれかのデバイス。

【 0 2 4 0 】

条項 5 4 A . 点群に基づいて像を提示するための、ディスプレイを更に備える、条項 4 8 A ~ 5 3 A のうちのいずれかのデバイス。

40

【 0 2 4 1 】

条項 5 5 A . 命令が記憶されているコンピュータ可読記憶媒体であって、この命令が、実行されると、1 つ又は複数のプロセッサに、条項 1 A ~ 4 7 A のうちのいずれかの方法を実行させる、コンピュータ可読記憶媒体。

【 0 2 4 2 】

条項 1 B . 点群データをコーディングする方法であって、点群データの参照点群フレーム内の、少なくとも 2 つの参照点を決定することと、点群データの現在の点群フレーム内の少なくとも 1 つの現在の点に関する、少なくとも 1 つの半径インター予測子を取得するために、少なくとも 2 つの参照点に半径補間を適用することと、現在の点群フレーム内の少なくとも 1 つの現在の点に関する、少なくとも 1 つの半径インター予測子に基づいて、

50

現在の点群フレームをコーディングすることを含む、方法。

【0243】

条項2B．少なくとも2つの参照点が、或る範囲内の、方位角、レーザ識別子（ID）、又は半径のうちの少なくとも1つの、参照点のグループに属している、条項1Bの方法。

【0244】

条項3B．回転、並進、又はローカル動きのうちの少なくとも1つを適用することによって、動きに関して参照点群フレームを補償することを更に含む、条項1B又は条項2Bの方法。

【0245】

条項4B．少なくとも2つの参照点の位置座標又は少なくとも1つの現在の点の位置座標のうちの、少なくとも一方を量子化すること、近似値化すること、又はスケールリングすることのうちの、少なくとも1つを更に含む、条項1B～3Bの方法。

【0246】

条項5B．少なくとも2つの参照点の位置座標又は少なくとも1つの現在の点の位置座標のうちの、少なくとも一方のビット深度をシグナリング又は解析することを更に含む、条項4Bの方法。

【0247】

条項6B．少なくとも2つの参照点の位置座標を量子化するために、少なくとも2つの参照点の位置座標のアレイ又はマップを構築することを更に含む、条項4Bの方法。

【0248】

条項7B．少なくとも2つの参照点が、同一又は隣接するレーザ識別子（ID）を有し、本方法は、少なくとも2つの参照点に関連付けられている、対応の方位角に従って、少なくとも2つの参照点を順序付けることを更に含む、条項1B～6Bの方法。

【0249】

条項8B．少なくとも2つの参照点が、同一の方位角を有し、本方法は、少なくとも2つの参照点に関連付けられている、対応の半径に従って、少なくとも2つの参照点を更に順序付けることを更に含む、条項7Bの方法。

【0250】

条項9B．少なくとも2つの参照点が、同一又は隣接する方位角を有し、本方法は、少なくとも2つの参照点に関連付けられている、対応のレーザ識別子に従って、少なくとも2つの参照点を順序付けることを更に含む、条項1B～6Bの方法。

【0251】

条項10B．少なくとも2つの参照点が、同一のレーザ識別子を有し、本方法は、少なくとも2つの参照点に関連付けられている、対応の半径に従って、少なくとも2つの参照点を更に順序付けることを更に含む、条項9Bの方法。

【0252】

条項11B．少なくとも2つの参照点の位置が、少なくとも1つの現在の点の位置に関連付けられている、条項1B～10Bのうちのいずれかの方法。

【0253】

条項12B．少なくとも1つの現在の点のうちの、第1の現在の点の方位角及びレーザ識別子に基づいて、少なくとも2つの参照点の位置を決定することを更に含む、条項1B～11Bのうちのいずれかの方法。

【0254】

条項13B．少なくとも2つの参照点の位置を決定することが、少なくとも2つの参照点のうちの、第1の参照点の位置を決定するために、第1の現在の点の方位角よりも小さい、第1の最も近い方位角を探索することと、少なくとも2つの参照点のうちの、第2の参照点の位置を決定するために、第1の現在の点の方位角よりも大きい、第2の最も近い方位角を探索することを含む、条項12Bの方法。

【0255】

10

20

30

40

50

条項 1 4 B . 少なくとも 2 つの参照点の位置を決定することが、少なくとも 2 つの参照点のうち、第 1 の参照点の位置を決定するために、第 1 の現在の点のレーザ識別子 (I D) よりも小さい、第 1 の最も近いレーザ I D を探索することと、少なくとも 2 つの参照点のうち、第 2 の参照点の位置を決定するために、第 1 の現在の点のレーザ I D よりも大きい、第 2 の最も近いレーザ I D を探索することを含む、条項 1 2 B の方法。

【 0 2 5 6 】

条項 1 5 B . 方位角及びレーザ識別子の範囲に基づいて、少なくとも 2 つの参照点の位置を決定することを更に含む、条項 1 B ~ 1 1 B のうちのいずれかの方法。

【 0 2 5 7 】

条項 1 6 B . 方位角及びレーザ識別子の範囲が、少なくとも 2 つの参照点に適用されることになる半径補間方法に基づく、条項 1 5 B の方法。

【 0 2 5 8 】

条項 1 7 B . 少なくとも 2 つの参照点のうち 1 つ又は複数の参照点があるか、又は重複する予測子を含み、本方法は、利用不可能な予測子又は重複する予測子を、デフォルトの予測子、又は、次に最も近いレーザ識別子若しくは方位角を有する参照点で置き換えること、あるいは、利用不可能な予測子又は重複する予測子を破棄することを更に含む、条項 1 B ~ 1 6 B のうちのいずれかの方法。

【 0 2 5 9 】

条項 1 8 B . 少なくとも 2 つの参照点、同一のレーザ識別子又は同一の方位角を含む、条項 1 B ~ 1 7 B のうちのいずれかの方法。

【 0 2 6 0 】

条項 1 9 B . 少なくとも 2 つの参照点に半径補間を適用することが、少なくとも 2 つの参照点の半径値を、等しい重みで平均化すること、現在の点の予測半径を取得するために、少なくとも 2 つの参照点及び現在の点の、方位角若しくはレーザ識別子を使用して、少なくとも 2 つの参照点の半径値に、線形補間を適用すること、あるいは、少なくとも 2 つの参照点の半径値に、数学的三角法を適用することを含む、条項 1 8 B の方法。

【 0 2 6 1 】

条項 2 0 B . 少なくとも 2 つの参照点、3 つ以上の参照点を含み、少なくとも 2 つの参照点に半径補間を適用することが、3 つ以上の係数を有する半径補間フィルタを、3 つ以上の参照点に適用することを含む、条項 1 8 B の方法。

【 0 2 6 2 】

条項 2 1 B . 現在の点、少なくとも 2 つの現在の点のうち 1 つの点であり、本方法は、少なくとも 2 つの参照点を、第 1 のセグメントにグループ化することと、少なくとも 2 つの現在の点を、第 2 のセグメントにグループ化することと、第 2 のセグメントに関して、第 1 のセグメントに基づいて複数の補間半径予測子を生成することとを更に含む、条項 1 8 B の方法。

【 0 2 6 3 】

条項 2 2 B . 少なくとも 2 つの参照点、2 つの参照点を含み、少なくとも 2 つの参照点に半径補間を適用することが、2 つの参照点に対応している 2 つの半径値を平均化することを含む、条項 1 8 B の方法。

【 0 2 6 4 】

条項 2 3 B . 2 つの半径値の平均化が、2 つの半径値に加重平均を適用することを含む、条項 2 2 B の方法。

【 0 2 6 5 】

条項 2 4 B . 少なくとも 2 つの参照点に半径補間を適用する前に、少なくとも 2 つの参照点のうち第 1 の参照点の半径値と、少なくとも 2 つの参照点のうち第 2 の参照点の半径値との差異が、閾値よりも小さいことを決定することを更に含む、条項 1 8 B ~ 2 3 B のうちのいずれかの方法。

【 0 2 6 6 】

条項 2 5 B . 閾値が第 1 の閾値であり、本方法は、第 1 の参照点の半径値と第 2 の参照

10

20

30

40

50

点の半径値との差異を、第 1 の閾値及び第 2 の閾値と比較することに基づいて、適用する補間のタイプを決定することを更に含む、条項 2 4 B の方法。

【 0 2 6 7 】

条項 2 6 B . a) 適用される補間方法を示すシンタックス要素をシグナリング又は解析すること、あるいは、 b) 補間の係数若しくは重みを示すシンタックス要素をシグナリング又は解析することのうちの、少なくとも一方を更に含む、条項 1 8 B ~ 2 5 B のうちのいずれかの方法。

【 0 2 6 8 】

条項 2 7 B . 半径残差を決定することを更に含む、条項 1 B ~ 2 6 B のうちのいずれかの方法。

10

【 0 2 6 9 】

条項 2 8 B . 半径残差をコンテキストコーディングすることを更に含み、半径残差をコンテキストコーディングするためのコンテキストが、イントラ予測を使用して半径残差をコンテキストコーディングするためのコンテキストとは別個のものである、条項 2 7 B の方法。

【 0 2 7 0 】

条項 2 9 B . 予測半径を決定する前に、現在の点の方位角残差を復号することを更に含む、条項 2 7 B 又は条項 2 8 B の方法。

【 0 2 7 1 】

条項 3 0 B . 逆量子化、逆スケーリング、又は表現ビット深度が、従前に再構築された点の復号半径値、又は、2 つ以上の参照点のうちの 1 つの参照点の半径値に依存している、条項 2 9 B の方法。

20

【 0 2 7 2 】

条項 3 1 B . 参照点群フレーム内の少なくとも 2 つの参照点を決定することが、従前に復号された点を使用して、参照点群フレーム内の少なくとも 2 つの参照点を決定することを含む、条項 1 B ~ 3 0 B のうちのいずれかの方法。

【 0 2 7 3 】

条項 3 2 B . 参照点群フレーム内の少なくとも 2 つの参照点を決定することが、少なくとも 1 つの現在の点の、親ノード、祖父母ノード、又は曾祖父母ノードを使用して、参照点群フレーム内の少なくとも 2 つの参照点を決定することを含む、条項 1 B ~ 3 0 B のうちのいずれかの方法。

30

【 0 2 7 4 】

条項 3 3 B . 点群データをコーディングするためのデバイスであって、点群データを記憶するように構成されているメモリと、メモリに通信可能に結合されている 1 つ又は複数のプロセッサであって、点群データの参照点群フレーム内の、少なくとも 2 つの参照点を決定し、点群データの現在の点群フレーム内の少なくとも 1 つの現在の点に関する、少なくとも 1 つの半径インター予測子を取得するために、少なくとも 2 つの参照点に半径補間を適用し、現在の点群フレーム内の少なくとも 1 つの現在の点に関する、少なくとも 1 つの半径インター予測子に基づいて、現在の点群フレームをコーディングするように構成されている、1 つ又は複数のプロセッサとを備える、デバイス。

40

【 0 2 7 5 】

条項 3 4 B . 少なくとも 2 つの参照点が、或る範囲内の、方位角、レーザ識別子 (I D)、又は半径のうちの少なくとも 1 つの、参照点のグループに属している、条項 3 3 B のデバイス。

【 0 2 7 6 】

条項 3 5 B . 1 つ又は複数のプロセッサが、回転、並進、又はローカル動きのうちの少なくとも 1 つを適用することによって、動きに関して参照点群フレームを補償するように更に構成されている、条項 3 3 B 又は条項 3 4 B のデバイス。

【 0 2 7 7 】

条項 3 6 B . 1 つ又は複数のプロセッサが、少なくとも 2 つの参照点の位置座標又は少

50

なくとも1つの現在の点の位置座標のうちの、少なくとも一方を量子化すること、近似値化すること、又はスケーリングすることのうちの、少なくとも1つを行うように更に構成されている、条項33B~35Bのデバイス。

【0278】

条項37B. 1つ又は複数のプロセッサが、少なくとも2つの参照点の位置座標又は少なくとも1つの現在の点の位置座標のうちの、少なくとも一方のビット深度をシグナリング又は解析するように更に構成されている、条項36Bのデバイス。

【0279】

条項38B. 1つ又は複数のプロセッサが、少なくとも2つの参照点の位置座標を量子化するために、少なくとも2つの参照点の位置座標のアレイ又はマップを構築するように更に構成されている、条項36Bのデバイス。

10

【0280】

条項39B. 少なくとも2つの参照点、同一又は隣接するレーザ識別子(ID)を有し、1つ又は複数のプロセッサが、少なくとも2つの参照点に関連付けられている、対応の方位角に従って、少なくとも2つの参照点を順序付けるように更に構成されている、条項33B~38Bのデバイス。

【0281】

条項40B. 少なくとも2つの参照点、同一の方位角を有し、1つ又は複数のプロセッサが、少なくとも2つの参照点に関連付けられている、対応の半径に従って、少なくとも2つの参照点を更に順序付けるように更に構成されている、条項39Bのデバイス。

20

【0282】

条項41B. 少なくとも2つの参照点、同一又は隣接する方位角を有し、1つ又は複数のプロセッサが、少なくとも2つの参照点に関連付けられている、対応のレーザ識別子に従って、少なくとも2つの参照点を順序付けるように更に構成されている、条項33B~38Bのデバイス。

【0283】

条項42B. 少なくとも2つの参照点、同一のレーザ識別子を有し、1つ又は複数のプロセッサが、少なくとも2つの参照点に関連付けられている、対応の半径に従って、少なくとも2つの参照点を更に順序付けるように更に構成されている、条項41Bのデバイス。

30

【0284】

条項43B. 少なくとも2つの参照点の位置が、少なくとも1つの現在の点の位置に関連付けられている、条項33B~42Bのうちのいずれかのデバイス。

【0285】

条項44B. 1つ又は複数のプロセッサが、少なくとも1つの現在の点のうちの、第1の現在の点の方位角及びレーザ識別子に基づいて、少なくとも2つの参照点の位置を決定するように更に構成されている、条項33B~43Bのうちのいずれかのデバイス。

【0286】

条項45B. 少なくとも2つの参照点の位置を決定することの一部として、1つ又は複数のプロセッサが、少なくとも2つの参照点のうちの、第1の参照点の位置を決定するために、第1の現在の点の方位角よりも小さい、第1の最も近い方位角を探索し、少なくとも2つの参照点のうちの、第2の参照点の位置を決定するために、第1の現在の点の方位角よりも大きい、第2の最も近い方位角を探索するように構成されている、条項44Bのデバイス。

40

【0287】

条項46B. 少なくとも2つの参照点の位置を決定することの一部として、1つ又は複数のプロセッサが、少なくとも2つの参照点のうちの、第1の参照点の位置を決定するために、第1の現在の点のレーザ識別子(ID)よりも小さい、第1の最も近いレーザIDを探索し、少なくとも2つの参照点のうちの、第2の参照点の位置を決定するために、第1の現在の点のレーザIDよりも大きい、第2の最も近いレーザIDを探索するように構

50

成されている、条項 4 4 B のデバイス。

【 0 2 8 8 】

条項 4 7 B . 1 つ又は複数のプロセッサが、方位角及びレーザ識別子の範囲に基づいて、少なくとも 2 つの参照点の位置を決定するように更に構成されている、条項 3 3 B ~ 4 3 B のうちのいずれかのデバイス。

【 0 2 8 9 】

条項 4 8 B . 方位角及びレーザ識別子の範囲が、少なくとも 2 つの参照点に適用されることになる半径補間方法に基づく、条項 4 7 B のデバイス。

【 0 2 9 0 】

条項 4 9 B . 少なくとも 2 つの参照点のうちの 1 つ又は複数の参照点が、利用不可能であるか、又は重複する予測子を含み、1 つ又は複数のプロセッサが、利用不可能な予測子又は重複する予測子を、デフォルトの予測子、又は、次に最も近いレーザ識別子若しくは方位角を有する参照点で置き換えるか、あるいは、利用不可能な予測子又は重複する予測子を破棄するように更に構成されている、条項 3 3 B ~ 4 8 B のうちのいずれかのデバイス。

10

【 0 2 9 1 】

条項 5 0 B . 少なくとも 2 つの参照点が、同一のレーザ識別子又は同一の方位角を含む、条項 3 3 B ~ 4 9 B のうちのいずれかのデバイス。

【 0 2 9 2 】

条項 5 1 B . 少なくとも 2 つの参照点に半径補間を適用することの一部として、1 つ又は複数のプロセッサが、少なくとも 2 つの参照点の半径値を、等しい重みで平均化するか、現在の点の予測半径を取得するために、少なくとも 2 つの参照点及び現在の点の、方位角若しくはレーザ識別子を使用して、少なくとも 2 つの参照点の半径値に、線形補間を適用するか、あるいは、少なくとも 2 つの参照点の半径値に、数学的三角法を適用するように構成されている、条項 5 0 B のデバイス。

20

【 0 2 9 3 】

条項 5 2 B . 少なくとも 2 つの参照点が、3 つ以上の参照点を含み、少なくとも 2 つの参照点に半径補間を適用することの一部として、1 つ又は複数のプロセッサが、3 つ以上の係数を有する半径補間フィルタを、3 つ以上の参照点に適用するように構成されている、条項 5 0 B のデバイス。

30

【 0 2 9 4 】

条項 5 3 B . 現在の点が、少なくとも 2 つの現在の点のうちの 1 つの点であり、1 つ又は複数のプロセッサが、少なくとも 2 つの参照点を、第 1 のセグメントにグループ化し、少なくとも 2 つの現在の点を、第 2 のセグメントにグループ化し、第 2 のセグメントに関して、第 1 のセグメントに基づいて複数の補間半径予測子を生成するように更に構成されている、条項 5 0 B のデバイス。

【 0 2 9 5 】

条項 5 4 B . 少なくとも 2 つの参照点が、2 つの参照点を含み、少なくとも 2 つの参照点に半径補間を適用することの一部として、1 つ又は複数のプロセッサが、2 つの参照点に対応している 2 つの半径値を平均化するように構成されている、条項 5 0 B のいずれかのデバイス。

40

【 0 2 9 6 】

条項 5 5 B . 2 つの半径値の平均化が、2 つの半径値に加重平均を適用することを含む、条項 5 4 B のデバイス。

【 0 2 9 7 】

条項 5 6 B . 1 つ又は複数のプロセッサが、少なくとも 2 つの参照点に半径補間を適用する前に、少なくとも 2 つの参照点のうちの第 1 の参照点の半径値と、少なくとも 2 つの参照点のうちの第 2 の参照点の半径値との差異が、閾値よりも小さいことを決定するように更に構成されている、条項 5 1 B ~ 5 5 B のうちのいずれかのデバイス。

【 0 2 9 8 】

50

条項 5 7 B . 閾値が第 1 の閾値であり、1 つ又は複数のプロセッサが、第 1 の参照点の半径値と第 2 の参照点の半径値との差異を、第 1 の閾値及び第 2 の閾値と比較することに基づいて、適用する補間のタイプを決定するように更に構成されている、条項 5 6 B のデバイス。

【 0 2 9 9 】

条項 5 8 B . 1 つ又は複数のプロセッサが、a) 適用される補間方法を示すシンタックス要素をシグナリング又は解析するか、あるいは、b) 補間の係数若しくは重みを示すシンタックス要素をシグナリング又は解析するかのうちの、少なくとも一方を行うように更に構成されている、条項 5 0 B ~ 5 7 B のうちのいずれかのデバイス。

【 0 3 0 0 】

条項 5 9 B . 1 つ又は複数のプロセッサが、半径残差を決定するように更に構成されている、条項 5 0 B ~ 5 8 B のうちのいずれかのデバイス。

【 0 3 0 1 】

条項 6 0 B . 1 つ又は複数のプロセッサが、半径残差をコンテキストコーディングするように更に構成されており、半径残差をコンテキストコーディングするためのコンテキストが、イントラ予測を使用して半径残差をコンテキストコーディングするためのコンテキストとは別個のものである、条項 5 9 B のデバイス。

【 0 3 0 2 】

条項 6 1 B . 1 つ又は複数のプロセッサが、予測半径を決定する前に、現在の点の方位角残差を復号するように更に構成されている、条項 5 9 B 又は条項 6 0 B のデバイス。

【 0 3 0 3 】

条項 6 2 B . 逆量子化、逆スケーリング、又は表現ビット深度が、従前に再構築された点の復号半径値、又は、2 つ以上の参照点のうちの 1 つの参照点の半径値に依存している、条項 6 1 B のデバイス。

【 0 3 0 4 】

条項 6 3 B . 参照点群フレーム内の少なくとも 2 つの参照点を決定することの一部として、1 つ又は複数のプロセッサが、従前に復号された点を使用して、参照点群フレーム内の少なくとも 2 つの参照点を決定するように構成されている、条項 3 3 B ~ 6 2 B のうちのいずれかのデバイス。

【 0 3 0 5 】

条項 6 4 B . 参照点群フレーム内の少なくとも 2 つの参照点を決定することの一部として、1 つ又は複数のプロセッサが、少なくとも 1 つの現在の点の、親ノード、祖父母ノード、又は曾祖父母ノードを使用して、参照点群フレーム内の少なくとも 2 つの参照点を決定するように更に構成されている、条項 3 3 B ~ 6 2 B のうちのいずれかのデバイス。

【 0 3 0 6 】

条項 6 5 B . デバイスは、車両、ロボット、エクステンデッドリアリティシステム、又はスマートフォンを含む、条項 3 3 B ~ 6 4 B のうちのいずれかのデバイス。

【 0 3 0 7 】

条項 6 6 B . 命令を記憶している非一時的コンピュータ可読記憶媒体であって、この命令が、実行されると、1 つ又は複数のプロセッサに、点群データの参照点群フレーム内の、少なくとも 2 つの参照点を決定させ、点群データの現在の点群フレーム内の少なくとも 1 つの現在の点に関する、少なくとも 1 つの半径インター予測子を取得するために、少なくとも 2 つの参照点に半径補間を適用させ、現在の点群フレーム内の少なくとも 1 つの現在の点に関する、少なくとも 1 つの半径インター予測子に基づいて、現在の点群フレームをコーディングさせる、非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【 0 3 0 8 】

条項 6 7 B . 点群データをコーディングするためのデバイスであって、点群データの参照点群フレーム内の、少なくとも 2 つの参照点を決定するための手段と、点群データの現在の点群フレーム内の少なくとも 1 つの現在の点に関する、少なくとも 1 つの半径インター予測子を取得するために、少なくとも 2 つの参照点に半径補間を適用するための手段と

10

20

30

40

50

、現在の点群フレーム内の少なくとも1つの現在の点に関する、少なくとも1つの半径インター予測子に基づいて、現在の点群フレームをコーディングするための手段とを備える、デバイス。

【0309】

実施例に応じて、本明細書で説明されている技術のうちのいずれかの、特定の行為又はイベントを、異なる順序で実行することができ、追加するか、統合するか、又は完全に除外することもできる（例えば、説明されている全ての行為又はイベントが、本技術の実践のために必須であるとは限らない）点を認識されたい。更には、特定の実施例では、行為又はイベントは、順次的にではなく、例えば、マルチスレッド処理、割り込み処理、又は複数のプロセッサを通じて、同時に実行することもできる。

10

【0310】

1つ又は複数の実施例では、説明されている機能は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、又はそれらの任意の組み合わせにおいて実装することができる。ソフトウェアにおいて実装される場合には、それらの機能は、1つ又は複数の命令又はコードとして、コンピュータ可読媒体上に記憶するか、又はコンピュータ可読媒体を介して送信することができ、ハードウェアベースの処理ユニットによって実行することができる。コンピュータ可読媒体としては、データ記憶媒体などの、有形媒体に相当するコンピュータ可読記憶媒体、又は、例えば、通信プロトコルに従って、或る場所から別の場所へのコンピュータプログラムの転送を容易にする、任意の媒体を含む通信媒体を挙げることができる。このようにして、コンピュータ可読媒体は、一般に、(1)非一時的である有形のコンピュータ可読記憶媒体、又は(2)信号若しくは搬送波などの通信媒体に相当し得る。データ記憶媒体は、本開示で説明されている技術の実装のための、命令、コード、及び/又はデータ構造を取り出すために、1つ又は複数のコンピュータ又は1つ又は複数のプロセッサによってアクセスすることが可能な、任意の利用可能な媒体とすることができる。コンピュータプログラム製品は、コンピュータ可読媒体を含み得る。

20

【0311】

例として、限定するものではないが、そのようなコンピュータ可読記憶媒体は、RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM、若しくは他の光ディスクストレージ、磁気ディスクストレージ若しくは他の磁気ストレージデバイス、フラッシュメモリ、又は、命令若しくはデータ構造の形態で所望のプログラムコードを記憶するために使用することが可能であり、かつコンピュータによってアクセスすることが可能な、任意の他の媒体を含み得る。また、いかなる接続も、コンピュータ可読媒体と呼ぶことが適切である。例えば、命令が、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア、デジタル加入者回線(DSL)、あるいは、赤外線、無線、及びマイクロ波などのワイヤレス技術を使用して、ウェブサイト、サーバ、又は他のリモートソースから送信される場合には、それらの同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア、DSL、あるいは、赤外線、無線、及びマイクロ波などのワイヤレス技術は、媒体の定義の中に含まれる。しかしながら、コンピュータ可読記憶媒体及びデータ記憶媒体は、接続、搬送波、信号、又は他の一時的媒体を含まず、代わりに、非一時的な有形の記憶媒体を対象としている点を理解されたい。ディスク(disk)及びディスク(disc)は、本明細書で使用される場合、コンパクトディスク(compact disc; CD)、レーザディスク(laser disc)、光ディスク(optical disc)、デジタル多用途ディスク(digital versatile disc; DVD)、フロッピーディスク(floppy disk)、及びブルーレイディスク(Blu-ray(登録商標) disc)を含み、この場合、ディスク(disk)は通常、データを磁氣的に再生するものであり、その一方でディスク(disc)は、レーザを使用して光学的にデータを再生する。上記の組み合わせもまた、コンピュータ可読媒体の範囲内に含めるべきである。

30

40

【0312】

命令は、1つ又は複数のデジタル信号プロセッサ(DSP)、汎用マイクロプロセッサ、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、又は他の等価な集積論理回路若しくはディスクリット論理回路などの、1つ又は複

50

数のプロセッサによって実行することができる。したがって、「プロセッサ」及び「処理回路」という用語は、本明細書で使用される場合、上述の構造、又は、本明細書で説明されている技術の実装に関して好適な任意の他の構造のうちの、いずれかを指す場合がある。更には、いくつかの態様では、本明細書で説明されている機能を、符号化及び復号のために構成されている、専用のハードウェアモジュール及び/又はソフトウェアモジュール内で提供することができ、あるいは、複合コーデック内に組み込むこともできる。また、これらの技術を、1つ又は複数の回路又は論理要素において完全に実装することも可能である。

【0313】

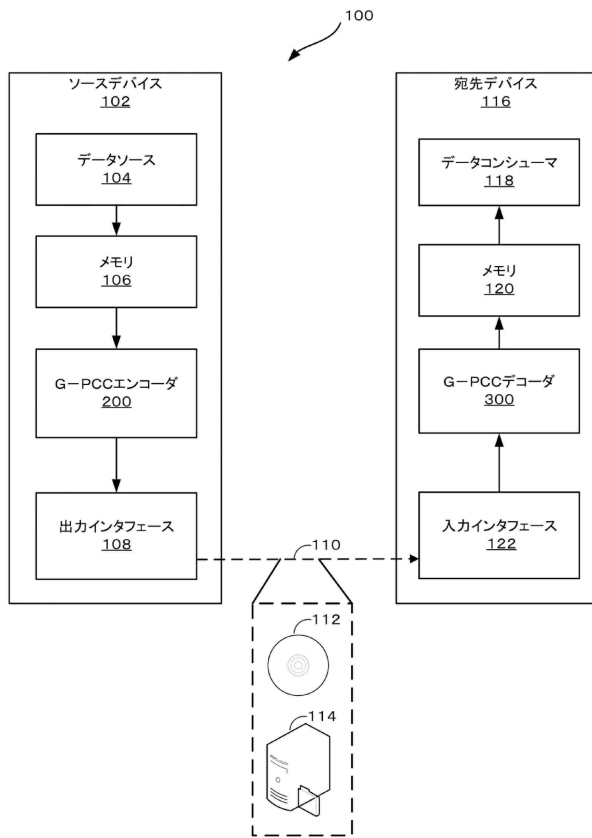
本開示の技術は、ワイヤレスハンドセット、集積回路 (integrated circuit; IC) 、又はICのセット (例えば、チップセット) を含めた、多種多様なデバイス又は装置において実装することができる。開示されている技術を実行するように構成されているデバイスの、機能的態様を強調するために、様々な構成要素、モジュール、又はユニットが本開示で説明されているが、それらは必ずしも、異なるハードウェアユニットによる具現化を必要とするものではない。むしろ、上述のように、様々なユニットを、コーデックハードウェアユニット内に組み合わせることができ、あるいは、好適なソフトウェア及び/又はファームウェアと併せて、上述のような1つ又は複数のプロセッサを含めた、相互運用可能なハードウェアユニットの集合によって提供することもできる。

【0314】

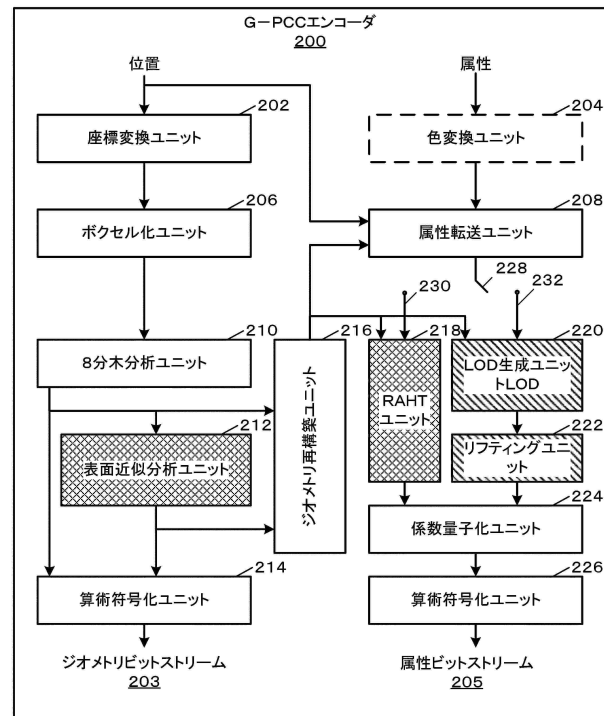
様々な実施例が説明されてきた。これらの実施例及び他の実施例は、以下の特許請求の範囲内である。

【図面】

【図1】



【図2】



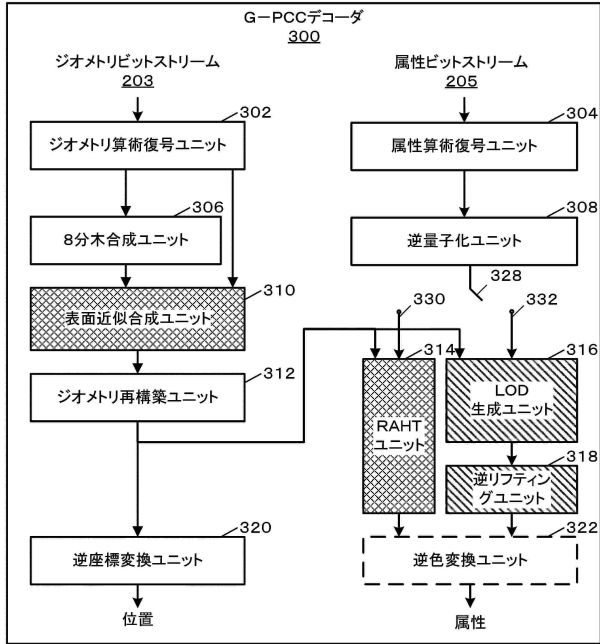
10

20

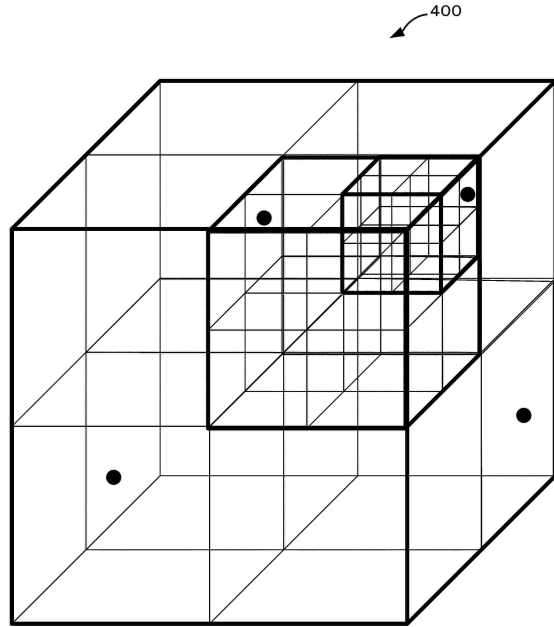
30

40

【 図 3 】



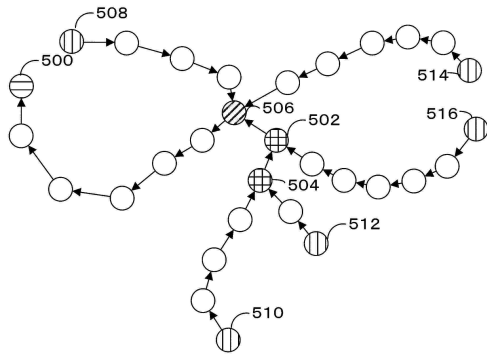
【 図 4 】



10

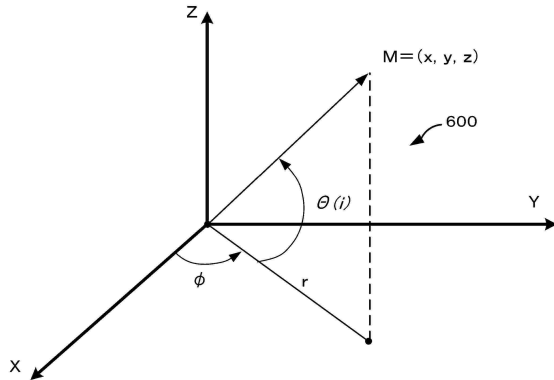
20

【 図 5 】



- ⊖ ルート頂点
- 1つの子を有する枝頂点
- ⊕ 2つの子を有する枝頂点
- ⊗ 3つの子を有する枝頂点
- ⊖ リーフ頂点

【 図 6 A 】

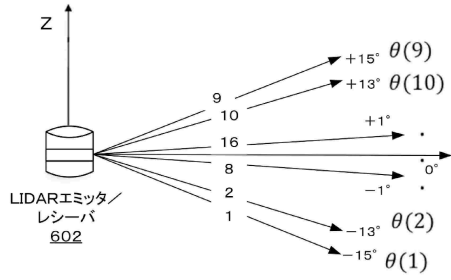


30

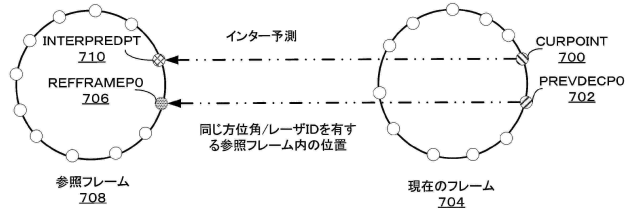
40

50

【図 6 B】

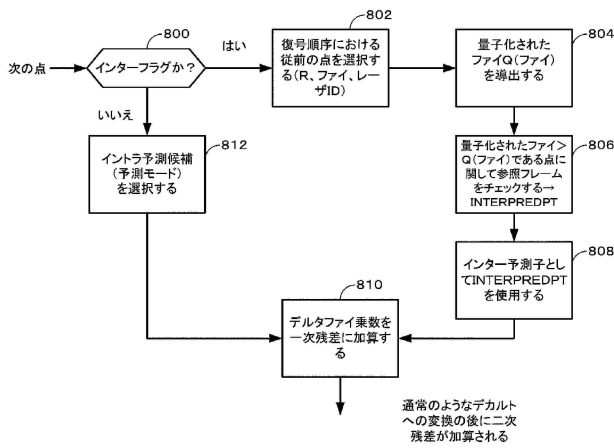


【図 7】

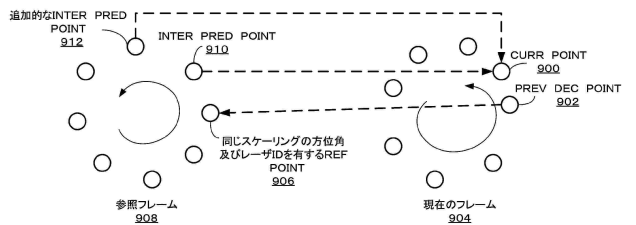


10

【図 8】

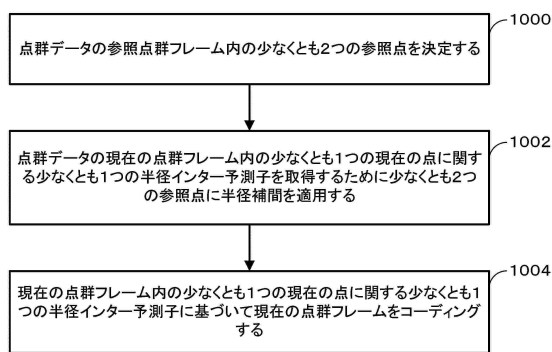


【図 9】

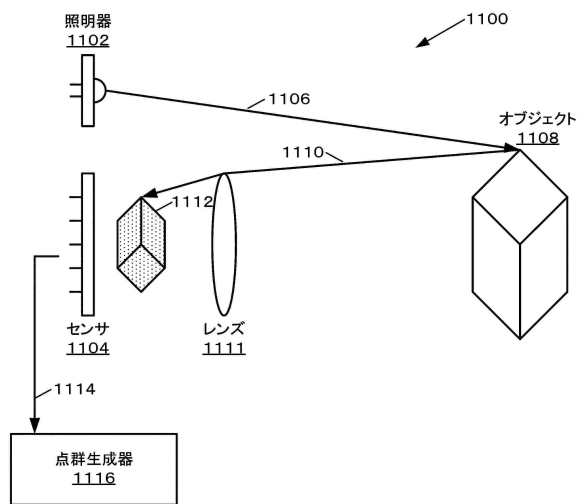


20

【図 10】



【図 11】

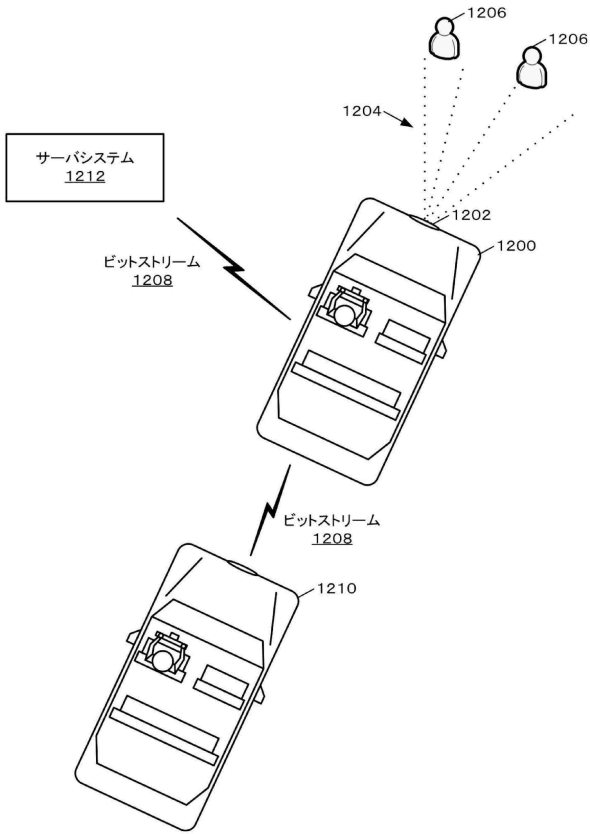


30

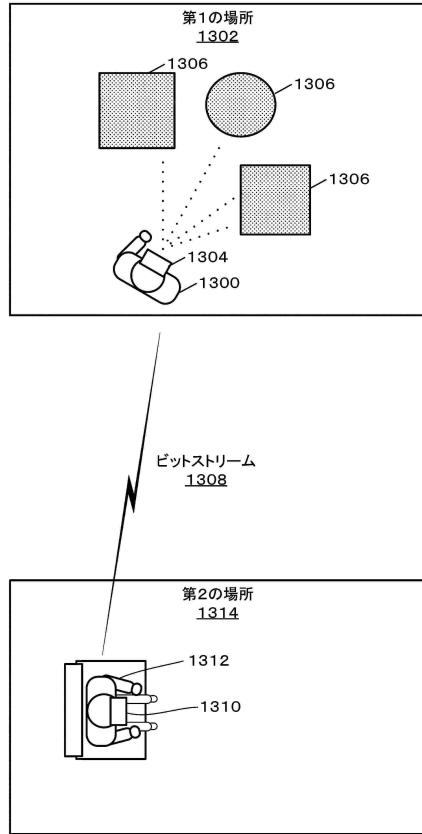
40

50

【図 1 2】



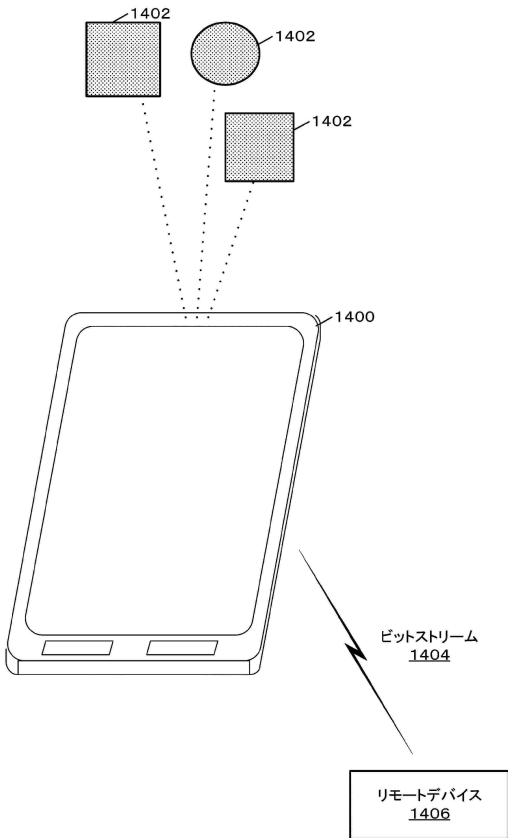
【図 1 3】



10

20

【図 1 4】



30

40

50

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2022/076847

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER	
INV. G06T9/00	H04N19/503 H04N19/597
ADD.	
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)	
G06T H04N	
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched	
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)	
EPO-Internal, WPI Data	
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages
	Relevant to claim No.
A	<p>KENG LIANG LOI (PANASONIC) ET AL: "[G-PCC][New]Inter Prediction for Improved Quantization of Azimuthal Angle in Predictive Geometry Coding", 135. MPEG MEETING; 20210712 - 20210716; ONLINE; (MOTION PICTURE EXPERT GROUP OR ISO/IEC JTC1/SC29/WG11), , no. m57351 9 July 2021 (2021-07-09), XP030296918, Retrieved from the Internet: URL:https://dms.mpeg.expert/doc_end_user/documents/135_OnLine/wg11/m57351-v2-m57351.zip m57351/m57351-v2.docx [retrieved on 2021-07-09] section 4.1</p> <p style="text-align: center;">----- -/--</p>
	1-41
<input checked="" type="checkbox"/>	Further documents are listed in the continuation of Box C.
<input checked="" type="checkbox"/>	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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
2 December 2022	12/12/2022
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Kontopodis, D

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2022/076847

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	
A	<p>"Convenor's Report of the 4th WG7 Meeting", 135. MPEG MEETING; 20210712 - 20210716; ONLINE; (MOTION PICTURE EXPERT GROUP OR ISO/IEC JTC1/SC29/WG11), , no. n20499 20 July 2021 (2021-07-20), XP030296283, Retrieved from the Internet: URL:https://dms.mpeg.expert/doc_end_user/documents/135_OnLine/wg11/MDS20499_WG07_N00137.zip WG 7-137-3DG Online 07.2021 meeting report.docx [retrieved on 2021-07-20] page 25 -----</p>	1-41	10
X,P	<p>WO 2022/147100 A1 (QUALCOMM INC [US]) 7 July 2022 (2022-07-07) paragraph [0126] - paragraph [0128] paragraph [0158] - paragraph [0161] paragraph [0170] -----</p>	1-4, 6-14, 17-24, 27-41	20
X,P	<p>RAMASUBRAMONIAN (QUALCOMM) A K ET AL: "[G-PCC] [New proposal] Improved inter prediction coding for predictive geometry", 136. MPEG MEETING; 20211011 - 20211015; ONLINE; (MOTION PICTURE EXPERT GROUP OR ISO/IEC JTC1/SC29/WG11), , no. m58195 4 October 2021 (2021-10-04), XP030298954, Retrieved from the Internet: URL:https://dms.mpeg.expert/doc_end_user/documents/136_OnLine/wg11/m58195-v1-m58195-v1.zip m58195-v1.docx [retrieved on 2021-10-04] the whole document -----</p>	1-4, 6-15, 17-24, 27-41	30
			40

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2022/076847

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2022147100	A1	07-07-2022	NONE

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(32)優先日 令和4年9月21日(2022.9.21)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(81)指定国・地域 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),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,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

アメリカ合衆国・カリフォルニア・9 2 1 2 1・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライブ・5 7 7 5

(72)発明者 ルオン・ファム・ヴァン

アメリカ合衆国・カリフォルニア・9 2 1 2 1・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライブ・5 7 7 5

(72)発明者 マルタ・カルチェヴィッチ

アメリカ合衆国・カリフォルニア・9 2 1 2 1・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライブ・5 7 7 5