

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2022年6月16日 (16.06.2022)



(10) 国际公布号  
**WO 2022/120594 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
*H04N 19/103* (2014.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/134654
- (22) 国际申请日: 2020年12月8日 (08.12.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: **OPPO 广东移动通信有限公司 (GUANGDONG OPPO MOBILE TELECOMMUNICATIONS CORP., LTD.)** [CN/CN]; 中国广东省东莞市长安镇乌沙海滨路18号, Guangdong 523860 (CN)。
- (72) 发明人: 元辉(YUAN, Hui); 中国广东省东莞市长安镇乌沙海滨路18号, Guangdong 523860 (CN)。  
王晓辉(WANG, Xiaohui); 中国广东省东莞市长

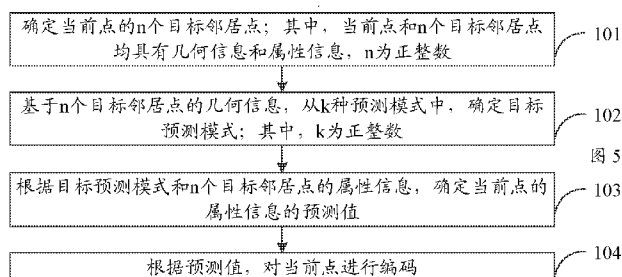
安镇乌沙海滨路18号, Guangdong 523860 (CN)。  
王璐(WANG, Lu); 中国广东省东莞市长安镇乌沙海滨路18号, Guangdong 523860 (CN)。  
刘祺(LIU, Qi); 中国广东省东莞市长安镇乌沙海滨路18号, Guangdong 523860 (CN)。

(74) 代理人: 北京派特恩知识产权代理有限公司(CHINA PAT INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国北京市海淀区海淀南路21号中关村知识产权大厦B座2层, Beijing 100080 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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,

(54) Title: POINT CLOUD ENCODING METHOD, POINT CLOUD DECODING METHOD, ENCODER, DECODER, AND COMPUTER STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 点云编解码方法、编码器、解码器及计算机存储介质



- 101 Determine  $n$  target neighbor points of a current point, wherein both the current point and the  $n$  target neighbor points have geometric information and attribute information, and  $n$  is a positive integer
- 102 Determine a target prediction mode from  $k$  prediction modes on the basis of the geometric information of the  $n$  target neighbor points, wherein  $k$  is a positive integer
- 103 Determine a prediction value of the attribute information of the current point according to the target prediction mode and the attribute information of the  $n$  target neighbor points
- 104 Encode the current point according to the prediction value

(57) Abstract: Disclosed in embodiments of the present application are a point cloud encoding method, a point cloud decoding method, an encoder, a decoder, and a computer storage medium. The point cloud encoding method comprises: an encoder determining  $n$  target neighbor points of a current point; determining a target prediction mode from  $k$  prediction modes on the basis of geometric information of the  $n$  target neighbor points; determining a prediction value of attribute information of the current point according to the target prediction mode and attribute information of the  $n$  target neighbor points; and encoding the current point according to the prediction value. The point cloud decoding method comprises: a decoder parsing a code stream, and determining mode parameters, wherein the mode parameters are used for indicating that attribute information of a current point is predicted by using a target prediction mode; if the target prediction mode is the  $k$ th mode among  $k$  prediction modes, determining  $n$  target neighbor points of the current point,



WO 2022/120594 A1

MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

and determining model parameters of a prediction model according to geometric information and attribute information of the  $n$  target neighbor points; and determining, on the basis of the model parameters and geometric information of the current point, a prediction value of the attribute information of the current point by using the prediction model.

(57) 摘要: 本申请实施例公开了一种点云编解码方法、编码器、解码器及计算机存储介质, 编码器确定当前点的 $n$ 个目标邻居点; 基于 $n$ 个目标邻居点的几何信息, 从 $k$ 种预测模式中, 确定目标预测模式; 根据目标预测模式和 $n$ 个目标邻居点的属性信息, 确定当前点的属性信息的预测值; 根据预测值, 对当前点进行编码。解码器解析码流, 确定模式参数; 其中, 模式参数用于指示使用目标预测模式预测当前点的属性信息; 若目标预测模式为 $k$ 种预测模式中的第 $k$ 模式, 则确定当前点的 $n$ 个目标邻居点, 并根据 $n$ 个目标邻居点的几何信息和属性信息, 确定预测模型的模型参数; 基于模型参数和当前点的几何信息, 使用预测模型确定当前点的属性信息的预测值。

## 点云编解码方法、编码器、解码器及计算机存储介质

### 技术领域

本申请实施例涉及视频编解码技术领域，尤其涉及一种点云编解码方法、编码器、解码器及计算机存储介质。

### 背景技术

5 在基于几何的点云压缩（Geometry-based Point Cloud Compression, G-PCC）编码器框架中，点云的几何信息和每个点云所对应的属性信息是分开进行编码的。几何编码完成后，对几何信息进行重建，而属性信息的编码将依赖于重建的几何信息。

10 目前，属性信息编码主要针对颜色信息的编码。首先，将颜色信息从RGB颜色空间转换到YUV颜色空间。然后，利用重建的几何信息对点云重新着色，使得未编码的属性信息与重建的几何信息对应起来。在颜色信息编码中，主要有两种变换方法，一是依赖于细节层次（Level of Detail, LOD）划分的基于距离的提升变换，另一是直接进行的区域自适应分层变换（Regionadaptive Hierarchical Transform, RAHT），这两种方法都会将颜色信息从空间域转换到频域，通过变换得到高频系数和低频系数，最后对系数进行量化并编码，生成二进制码流。

然而，在生成LOD之后，相关的颜色预测技术是利用邻居点的颜色信息对当前点进行预测，存在预测不够准确的问题，从而降低了编解码效率。

### 15 发明内容

本申请实施例提供一种点云编解码方法、编码器、解码器及计算机存储介质，能够充分利用邻居点的属性信息和几何信息，从而提高了预测的准确性，大大提高了编解码效率。

本申请实施例的技术方案可以如下实现：

20 第一方面，本申请实施例提供了一种点云编码方法，应用于编码器，该方法包括：  
确定当前点的 $n$ 个目标邻居点；其中，所述当前点和所述 $n$ 个目标邻居点均具有几何信息和属性信息， $n$ 为正整数；  
基于所述 $n$ 个目标邻居点的几何信息，从 $k$ 种预测模式中，确定目标预测模式；其中， $k$ 为正整数；  
根据所述目标预测模式和所述 $n$ 个目标邻居点的属性信息，确定所述当前点的属性信息的预测值；  
根据所述预测值，对所述当前点进行编码。

25 第二方面，本申请实施例提供了一种点云解码方法，应用于解码器，该方法包括：  
解析码流，确定模式参数；其中，所述模式参数用于指示使用目标预测模式预测当前点的属性信息；  
若目标预测模式为 $k$ 种预测模式中的第 $k$ 模式，则确定所述当前点的 $n$ 个目标邻居点，并根据所述 $n$ 个目标邻居点的几何信息和属性信息，确定预测模型的模型参数；其中， $k$ 和 $n$ 均为正整数；  
基于所述模型参数和所述当前点的几何信息，使用所述预测模型确定所述当前点的属性信息的预测值。

30 第三方面，本申请实施例提供了一种编码器，所述编码器包括：第一确定部分，编码部分，  
所述第一确定部分，配置为确定当前点的 $n$ 个目标邻居点；其中，所述当前点和所述 $n$ 个目标邻居点均具有几何信息和属性信息， $n$ 为正整数；基于所述 $n$ 个目标邻居点的几何信息，从 $k$ 种预测模式中，确定目标预测模式；其中， $k$ 为正整数；根据所述目标预测模式和所述 $n$ 个目标邻居点的属性信息，确定所述当前点的属性信息的预测值；  
所述编码部分，配置为根据所述预测值，对所述当前点进行编码。

35 第四方面，本申请实施例提供了一种编码器，所述编码器包括第一处理器、存储有所述第一处理器可执行指令的第一存储器，当所述指令被执行时，所述第一处理器执行时实现如权上所述的点云编码方法。

第五方面，本申请实施例提供了一种解码器，所述解码器包括：解析部分，第二确定部分，  
所述解析部分，配置为解析码流；

40 所述第二确定部分，配置为确定模式参数；其中，所述模式参数用于指示使用目标预测模式预测当前点的属性信息；  
若目标预测模式为 $k$ 种预测模式中的第 $k$ 模式，则确定所述当前点的 $n$ 个目标邻居点，并根据所述 $n$ 个目标邻居点的几何信息和属性信息，确定预测模型的模型参数；其中， $k$ 和 $n$ 均为正整数；基于所述模型参数和所述当前点的几何信息，使用所述预测模型确定所述当前点的属性信息的预测值。

第六方面，本申请实施例提供了一种解码器，所述解码器包括第二处理器、存储有所述第二处理器可执行指令的第二存储器，当所述指令被执行时，所述第二处理器执行时实现如权上所述的点云解码方法。

45 第七方面，本申请实施例提供了一种计算机存储介质，所述计算机存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被第一处理器执行时实现如上所述的点云编码方法，或者被第二处理器执行时实现如上所述的点云解码方法。

50 本申请实施例公开了一种点云编解码方法、编码器、解码器及计算机存储介质，编码器确定当前点的 $n$ 个目标邻居点；其中，当前点和 $n$ 个目标邻居点均具有几何信息和属性信息， $n$ 为正整数；基于 $n$ 个目标邻居点的几何信息，从 $k$ 种预测模式中，确定目标预测模式；其中， $k$ 为正整数；根据目标预测模式和 $n$ 个目标邻居点的属性信息，确定当前点的属性信息的预测值；根据预测值，对当前点进行编码。解码器解析码流，确定模式参数；其中，模式参数用于指示使用目标预测模式预测当前点的属性信息；若目标预测模式为 $k$ 种预测模式中的第 $k$ 模式，则确定当前点的 $n$ 个目标邻居点，并根据 $n$ 个目标邻居点的几何信息和属性信息，确定预测模型的模型参数；其中， $k$ 和 $n$ 均为正整数；基于模型参

数和当前点的几何信息,使用预测模型确定当前点的属性信息的预测值。也就是说,本申请提出的点云编解码方法,增加了一种利用邻居点的几何信息预测当前点的属性信息的新的预测模式,在对当前点进行属性信息的预测时,能够充分利用邻居点的属性信息和几何信息,从而提高了预测的准确性,大大提高了编解码效率。

#### 附图说明

- 5 图 1 为 G-PCC 编码的流程框图;  
图 2 为 G-PCC 解码的流程框图;  
图 3 为 LOD 生成过程的结构示意图一;  
图 4 为 LOD 生成过程的结构示意图二;  
图 5 为点云编码的实现流程示意图一;  
10 图 6 为预测处理的性能示意图一;  
图 7 为预测处理的性能示意图二;  
图 8 为点云编码的实现流程示意图二;  
图 9 为点云编码的实现流程示意图三;  
图 10 为点云编码的实现流程示意图四;  
15 图 11 为点云编码的实现流程示意图五;  
图 12 为点云解码的实现流程示意图;  
图 13 为编码器的组成结构示意图一;  
图 14 为编码器的组成结构示意图二;  
图 15 为解码器的组成结构示意图一;  
20 图 16 为解码器的组成结构示意图二。

#### 具体实施方式

为了能够更加详尽地了解本申请实施例的特点与技术内容,下面结合附图对本申请实施例的实现进行详细阐述,所附附图仅供参考说明之用,并非用来限定本申请实施例。

- 25 在本申请实施例中,在点云 G-PCC 编码器框架中,将输入三维图像模型的点云进行条带(slice)划分后,对每一个 slice 进行独立编码。

图 1 为 G-PCC 编码的流程框图,如图 1 所示的 G-PCC 编码的流程框图中,应用于点云编码器,针对待编码的点云数据,首先通过 slice 划分,将点云数据划分为多个 slice。在每一个 slice 中,点云的几何信息和每个点云所对应的属性信息是分开进行编码的。在几何编码过程中,对几何信息进行坐标转换,使点云全都包含在一个 bounding box (包围盒)中,然后再进行量化,这一步量化主要起到缩放的作用,由于量化取整,使得一部分点云的几何信息相同,于是在基于参数来决定是否移除重复点,量化和移除重复点这一过程又被称为体素化过程。接着对 bounding box 进行八叉树划分。在基于八叉树的几何信息编码流程中,将包围盒八等分为 8 个子立方体,对非空的(包含点云中的点)的子立方体继续进行八等分,直到划分得到的叶子结点为  $1 \times 1 \times 1$  的单位立方体时停止划分,对叶子结点中的点进行算术编码,生成二进制的几何比特流,即几何码流。在基于三角面片集(triangle soup, trisoup)的几何信息编码过程中,同样也要先进行八叉树划分,但区别于基于八叉树的几何信息编码,该 trisoup 不需要将点云逐级划分到边长为  $1 \times 1 \times 1$  的单位立方体,而是划分到 block (子块)边长为  $W$  时停止划分,基于每个 block 种点云的分布所形成的表面,得到该表面与 block 的十二条边所产生的至多十二个 vertex (交点),对 vertex 进行算术编码(基于交点进行表面拟合),生成二进制的几何比特流,即几何码流。Vertex 还用于在几何重建的过程的实现,而重建的集合信息在对点云的属性编码时使用。

在属性编码过程中,几何编码完成,对几何信息进行重建后,进行颜色转换,将颜色信息(即属性信息)从 RGB 颜色空间转换到 YUV 颜色空间。然后,利用重建的几何信息对点云重新着色,使得未编码的属性信息与重建的几何信息对应起来。属性编码主要针对颜色信息进行,在颜色信息编码过程中,主要有两种变换方法,一是依赖于细节层次(Level of Detail, LOD)划分的基于距离的提升变换,二是直接进行区域自适应分层变换(Regionadaptive Hierarchical Transform, RAHT)的变换,这两种方法都会将颜色信息从空间域转换到频域,通过变换得到高频系数和低频系数,最后对系数进行量化(即量化系数),最后,将经过八叉树划分及表面拟合的几何编码数据与量化系数处理属性编码数据进行 slice 合成后,依次编码每个 block 的 vertex 坐标(即算数编码),生成二进制的属性比特流,即属性码流。

45 图 2 为 G-PCC 解码的流程框图,如图 2 所示的 G-PCC 解码的流程框图中,应用于点云解码器,针对所获取的二进制码流,首先对二进制码流中的几何比特流和属性比特流分别进行独立解码。在对几何比特流的解码时,通过算术解码-八叉树合成-表面拟合-重建几何-逆坐标转换,得到点云的几何信息;在对属性比特流的解码时,通过算术解码-反量化-基于 LOD 的提升逆变换或者基于 RAHT 的逆变换-逆颜色转换,得到点云的属性信息,基于几何信息和属性信息还原待编码的点云数据的三维图像模型。

50 在如上述图 1 所示的 G-PCC 编码的流程框图中,LOD 划分主要用于点云属性变换中的预测变换(Predicting Transform)和提升变换(Lifting Transform)两种方式。下面将对基于距离进行 LOD 划分进行详细介绍。具体来说,LOD 划分是通过一组距离阈值(用  $d_l$  表示,  $l=0,1,\dots,N-1$ ),将输入的点云划分为不同的细化级别(用  $R_l$  表示,  $l=0,1,\dots,N-1$ ),即将点云中的点划分到不同的集合  $R_l$  中。其中,该距离阈值可以是自定义的值。距离阈值需要满足两个条件:  $d_l < d_{l-1}$  以及  $d_{l-1} = 0$ 。

55 LOD 划分的过程是在点云几何重建之后,这时候点云的几何坐标信息是可以直接获取的。划分 LOD 的过程可以同

时应用在点云编码器和点云解码器，具体过程如下：

- (1)、将点云中所有的点置于“未访问过”的点集，并且初始化“访问过”的点集（用V表示）为空集；
- (2)、通过不断迭代来划分LOD层，第*l*次迭代所对应的细化级别生成过程如下所示：

- a、通过迭代遍历点云中所有的点；
- 5 b、如果当前的点已经遍历过，则忽略该点；
- c、否则，分别计算该点到集合V中每个点的距离，记录其中最近的距离为D；
- d、如果距离D大于或等于阈值，则将该点添加到细化级别和集合V中；
- e、重复a至d的过程，直至点云中的至少一个点全部被遍历过；

(3)、针对第*l*个LOD集合，即LOD<sub>*l*</sub>是通过将细化级别R<sub>0</sub>、R<sub>1</sub>、...、R<sub>*l*</sub>中的点进行合并得到；

- 10 (4)、通过重复(1)至(3)的过程进行不断地迭代，直至所有的LOD层生成或者所有的点都被遍历过。

图3为LOD生成过程的结构示意图一，如图3所示，点云中包括有P0、P1、P2、P3、P4、P5、P6、P7、P8、P9等10个点，基于距离阈值进行LOD划分，如此，LOD0集合中顺序包括有P4、P5、P0、P2，LOD1集合中顺序包括有P4、P5、P0、P2、P3、P1、P6，LOD2集合中顺序包括有P4、P5、P0、P2、P3、P1、P6、P7、P8、P9。

- 15 相关技术中有提到基于莫顿码进行LOD划分的方案。与原始遍历搜索全部的点进行LOD划分的方案相比，基于莫顿码进行LOD划分的方案可以降低计算复杂度。

具体来说，莫顿码也叫z-order code，因为其编码顺序按照空间z序。首先以变量P<sub>*i*</sub>表示输入点云中的点，变量M<sub>*i*</sub>为与P<sub>*i*</sub>相关的莫顿码，其中，*i* = 1, 2, ..., N。计算莫顿码的具体过程描述如下所示，对于每一个分量用*d*比特二进制数表示的三维坐标，其三个坐标分量的表示通过以下实现：

$$x = \sum_{l=1}^d 2^{d-l} x_l, \quad y = \sum_{l=1}^d 2^{d-l} y_l, \quad z = \sum_{l=1}^d 2^{d-l} z_l.$$

- 20 其中， $x_l, y_l, z_l \in \{0,1\}$ 分别是*x*，*y*，*z*的最高位（*l* = 1）到最低位（*l* = *d*）对应的二进制数值。莫顿码*M*是对*x*，*y*，*z*从最高位开始，依次交叉排列*x<sub>l</sub>*，*y<sub>l</sub>*，*z<sub>l</sub>*到最低位，*M*的计算公式如下所示：

$$M = \sum_{l=1}^d 2^{3(d-l)} (4x_l + 2y_l + z_l) = \sum_{l=1}^{3d} 2^{3d-l} m_l \quad (1)$$

其中， $m_l \in \{0,1\}$ 分别是*M*的最高位（*l* = 1）到最低位（*l* = 3*d*）的值。在得到点云中每个点的莫顿码*M*后，将点云中的点按照莫顿码由小到大的顺序进行排列。

- 25 进一步地，D0（初始距离的阈值）和ρ（相邻LOD层划分时的距离阈值比）分别为用户自定义的初始参数，并且ρ > 1。假定I表示所有点的索引，在第*k*次迭代时，LOD<sub>*k*</sub>种的点会从LOD0到第LOD<sub>*k-1*</sub>层中查找最近邻居，即距离最近的点；*k* = 1, 2, ..., N-1。这里，N为LOD划分的总层数；而且当*k* = 0时，第0次迭代时，LOD0中的点会直接在LOD0中查找最近邻居。具体过程如下：

- (1)、初始化划分距离阈值为；

- 30 (2)、在第*k*次迭代时，L(*k*)保存属于第*k*层LOD中的点，O(*k*)保存比LOD<sub>*k*</sub>层更高细化级别的点集。其中，L(*k*)和O(*k*)的计算过程如下：

首先，O(*k*)和L(*k*)被初始化为空集；

- 其次，每一次迭代按照I中所保存点的索引顺序进行遍历。具体地，每一次遍历都会计算当前点到集合O(*k*)中一定范围内所有点的几何距离，而且基于I中当前点所对应的莫顿码，在集合O(*k*)中进行查找第一个大于当前点所对应莫顿码点的索引，然后在该索引的一个搜索范围SR1内进行查找（这里，SR1表示基于莫顿码的搜索范围，一般取值为8，16，64）；如果在该范围内查找到与当前点的距离小于阈值的点，就将当前点加入到集合L(*k*)中，否则，则将当前点加入到集合O(*k*)中；

- (3)、在每一次迭代的过程中，集合L(*k*)和O(*k*)分别进行计算，并且O(*k*)中的点会被用来预测集合L(*k*)中点。假定集合R(*k*) = L(*k*) \ L(*k-1*)，即R(*k*)表示LOD(*k-1*)与LOD(*k*)集合相差部分的点集。针对位于集合R(*k*)中的点会在集合O(*k*)中进行查找最近的*h*个预测邻居（一般来说，*h*可以设置为3）。查找最近邻居的具体过程如下：

- a、对于集合R(*k*)中的点P<sub>*i*</sub>，该点所对应的莫顿码为M<sub>*i*</sub>；

- b、在集合O(*k*)查找第一个大于当前点P<sub>*i*</sub>所对应的莫顿码M<sub>*i*</sub>的点的索引*j*；

- c、基于索引*j*在集合O(*k*)中的一个搜索范围[*j*-SR2, *j*+SR2]内查找当前点P<sub>*i*</sub>的最近邻居（这里，SR2表示一个搜索范围，一般取值为8、16、32、64）；

- 45 (4)、通过重复(1)至(3)的过程不断地迭代，直至I中所有的点全部被遍历。

图4为LOD生成过程的结构示意图二，如图4所示，点云中包括有P0、P1、P2、P3、P4、P5、P6、P7、P8、P9等10个点，基于莫顿码进行LOD划分，首先按照莫顿码的升序进行排列，这10个点的顺序为P4、P1、P9、P5、P0、P6、P8、P2、P7、P3；然后进行最近邻居的查找，如此，LOD0集合中仍然顺序包括有P4、P5、P0、P2，LOD1集合中仍然顺序包括有P4、P5、P0、P2、P3、P1、P6，LOD2集合中仍然顺序包括有P4、P5、P0、P2、P3、P1、P6、P7、P8、P9。

- 50 对于提升变换（Lifting Transform）模式，首先用已按照莫顿码排序的点云构建LOD，即根据预设好的LOD层数，对已经排好序的点进行下采样，每采样一次后已经得到的点构成一层LOD，采样距离由大到小，直至整个LOD构建完成。然后以LOD顺序对点云中的点寻找邻居点，以所有邻居点属性值的加权平均作为属性预测值，其中每个邻居点的

权重是当前点与该当前点的邻居点的几何坐标欧氏距离平方的倒数，最后用当前点的实际属性值减去属性预测值得到属性残差值。

对于提升变换 (Lifting Transform) 模式，在构建完 LOD 之后，按照 K 最近邻(k-NearestNeighbor, KNN) 算法为每一个点寻找最多 K 个最邻居点，则共有 K+1 种预测模式，分别是：以第一个、第二个、.....、第 K 个最邻居点的属性值作为预测参考值，以及以 K 个最邻居点的属性加权平均值作为预测参考值，其中每个最邻居点的权重是当前点与该当前点的最邻居点的几何坐标欧氏距离平方的倒数，然后对此 K+1 个预测参考值及对应模式计算率失真优化 (Rate-distortion optimization, RDO) 代价值，将其中最小代价值的对应属性预测值作为当前点的属性预测值。

示例性的，应用于点云颜色编码的预测变换 Predicting Transform 模式中的颜色预测技术可以通过以下流程实现：

- 1、计算当前点与邻近点之间的欧式距离，得到当前点的 3 个最近邻，将其作为当前点的邻居点集；
- 2、根据邻居点集的颜色信息对当前点的颜色进行预测，共有 4 种预测模式。

也就是说，可以先计算当前点与邻近点之间的欧式距离，选择距离最近的 3 个邻近点作为当前点的邻居点集，根据邻居点集的颜色信息利用预设的 4 种预测模式对当前点的颜色进行预测。

具体地，预测模式 0，即 predMode=0 (predMode 赋值为 0)，以邻居点与当前点欧式距离的倒数作为权重，对邻居点集中 3 个邻居点的颜色加权平均，得到当前点的颜色预测值。预测模式 1，即 predMode=1，直接采用第 1 邻居点 (1<sup>st</sup> nearest point) 的颜色信息作为预测值。预测模式 2，即 predMode=2，直接采用第 2 邻居点 (2<sup>nd</sup> nearest point) 的颜色信息作为预测值。预测模式 3，即 predMode=3，直接采用第 3 邻居点 (3<sup>rd</sup> nearest point) 的颜色信息作为预测值。

相关技术的预测模式及编码每种预测模式所需比特数 idxBits 如表 1 所示。

表 1

预测模式	预测值	idxBits
0	average	1
1	1 <sup>st</sup> nearest point	2
2	2 <sup>nd</sup> nearest point	3
3	3 <sup>rd</sup> nearest point	3

计算得到 4 种预测模式的颜色预测值之后，可以采用 RDO 技术对 4 种预测模式进行率失真优化选择，选择最优预测模式来预测当前点的颜色信息，采用算术编码器对最优预测模式信息进行熵编码。

然而，在生成 LOD 之后，相关的颜色预测技术是利用邻居点的颜色信息对当前点进行预测，没有充分利用当前点的邻居点的几何信息，导致预测不够准确的缺陷，从而降低了编解码效率。

本申请实施例提出了一种点云编解码方法、编码器、解码器及计算机存储介质，本申请提出的点云编解码方法，增加了一种利用邻居点的几何信息预测当前点的属性信息的新的预测模式，在对当前点进行属性信息的预测时，能够充分利用邻居点的属性信息和几何信息，从而提高了预测的准确性，大大提高了编解码效率。

可以理解的是，在本申请中，本申请实施例的点云编码方法，可以应用在如图 1 所示的生成 LOD 部分之后，相应地，本申请实施例的点云解码方法，还可以应用在如图 2 所示的生成 LOD 部分之后。也就是说，本申请实施例中的点云编解码方法，既可以应用于视频编码系统，也可以应用于视频解码系统，甚至还可以同时应用于视频编码系统和视频解码系统，但是本申请实施例不作具体限定。

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。

本申请的一实施例提供了一种点云编码方法，图 5 为点云编码的实现流程图一，如图 5 所示，在本申请的实施例中，编码器对点云进行编码的方法可以包括以下步骤：

步骤 101、确定当前点的 n 个目标邻居点；其中，当前点和 n 个目标邻居点均具有几何信息和属性信息，n 为正整数。

在本申请的实施例中，编码器可以先确定出当前点周围的全部已编码邻居点中的 n 个目标邻居点，同时确定该 n 个目标邻居点对应的 n 个几何信息和 n 个属性信息，其中，n 为正整数，即 n=1, 2, 3.....。

需要说明的是，在本申请的实施例中，编码器可以利用 n 个目标邻居点的几何信息和属性信息，结合当前点的几何信息，对当前点的属性信息进行预测。

可以理解的是，在本申请的实施例中，当前点可以为点云中的待编码点，而当前点的周围有多个已编码点。具体地，编码器在进行 n 个目标邻居点的确定时，可以在当前点周围的全部已编码邻居点中进行选择，即 n 个目标邻居点也为当前点周围的已编码点。

需要说明的是，在本申请的实施例中，编码器在确定当前点的 n 个目标邻居点时，确定点云中的多个已编码点与当前点之间的多个距离参数；然后按照所述多个距离参数在所述多个点中确定所述 n 个目标邻居点。其中，距离参数可以表征当前点与点云中的其他点之间的距离。

也就是说，在本申请的实施例中，编码器在确定当前点的 n 个目标邻居点时，可以先计算当前点与周围的全部已编码邻居点之间的距离参数，然后按照对应的距离参数从全部已编码邻居点中选出 n 个目标邻居点。

示例性的，在本申请的实施例中，编码器在计算获得当前点与周围的全部已编码邻居点之间的距离参数之后，可以将其中的最小的 n 个距离参数所对应的 n 个已编码邻居点确定为 n 个目标邻居点。例如，当前点与周围的 8 个已编码邻居点 A1、A2、A3、A4、A5、A6、A7、A8 之间的距离参数分别为 a1、a2、a3、a4、a5、a6、a7、a8，如果 a1<a2<a3<a4<a5<a6<a7<a8，那么编码器可以将邻居点 A1、A2、A3、A4 确定为当前点的 4 个目标邻居点。

也就是说，在本申请中，编码器在确定当前点的 n 个目标邻居点时，可以先确定所述当前点与点云中的一个或多个候选邻居点之间的距离参数；然后再根据所述距离参数在一个或多个候选邻居点中确定所述 n 个目标邻居点，其中，所述距离参数指示所述点云中两个点之间的距离。

可以理解的是，在本申请的实施例中，编码器计算的当前点与全部已编码邻居点之间的距离参数，可以为两点之间的欧式距离、余弦距离或者其它方式计算的距离，本申请不作具体限定。例如，在本申请中，距离参数指示的是所述点

云中两个点之间的欧氏距离。

需要说明的是,在本申请的实施例中,编码器在确定当前点的 $n$ 个目标邻居点的同时,还可以对该 $n$ 个邻居点进行排序,依次确定为第一邻居点至第 $n$ 邻居点。具体地,编码器可以按照距离参数由小到大的顺序,从点云中的多个点中一次确定第一邻居点至第 $n$ 邻居点。

5 示例性的,在本申请中,当前点与周围的8个已编码邻居点A1、A2、A3、A4、A5、A6、A7、A8之间的距离参数分别为 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 、 $a_4$ 、 $a_5$ 、 $a_6$ 、 $a_7$ 、 $a_8$ ,如果 $a_1 < a_2 < a_3 < a_4 < a_5 < a_6 < a_7 < a_8$ ,那么编码器可以将邻居点A1确定为第一邻居点,将邻居点A2确定为第二邻居点,将邻居点A3确定为第三邻居点,将邻居点A4确定为第四邻居点。

也就是说,在本申请中,编码器可以按照所述距离参数指示的距离由小到大的顺序,从所述候选邻居点中依次确定第一邻居点至第 $n$ 邻居点。即编码器可以按照距离参数由小到大的顺序,确定 $n$ 个目标邻居点的索引序号,例如,第一邻居点的索引序号为1,第 $n$ 邻居点的索引序号为 $n$ 。

10 进一步地,在本申请的实施例中, $n$ 个目标邻居点中的任意一个邻居点均对应一个几何信息和一个属性信息,其中,几何信息表征该一个邻居点的空间位置,属性信息表征该一个邻居点的重建属性值。

需要说明的是,在本申请的实施例中,属性信息可以包括颜色信息。具体地,属性信息可以为任意颜色空间的属性值,例如,属性信息可以为RGB空间的属性值,也可以为YUV空间的属性值,还可以为YCbCr空间的属性值,本申请不作具体限定。

15 示例性的,在本申请中,编码器可以确定当前点对应的3个目标邻居点,其中,该3个目标邻居点对应的3个几何信息可以分别为 $P1(x_1, y_1, z_1)$ ,  $P2(x_2, y_2, z_2)$ ,  $P3(x_3, y_3, z_3)$ 。

示例性的,在本申请中,如果当前点的3个目标邻居点所对应的3个属性信息为RGB空间的属性值,那3个属性信息可以分别表示为 $C1(R1, G1, B1)$ ,  $C2(R2, G2, B2)$ ,  $C3(R3, G3, B3)$ 。

20 需要说明的是,在本申请的实施例中, $n$ 个目标邻居点的属性信息可以为经过编码后的重建的属性值,其中,属性信息可以为颜色信息,也可以是反射率或者其它属性,本发明对此不作限定。

步骤102、基于 $n$ 个目标邻居点的几何信息,从 $k$ 种预测模式中,确定目标预测模式;其中, $k$ 为正整数。

在本申请的实施例中,编码器在确定当前点的 $n$ 个目标邻居点之后,便可以基于 $n$ 个目标邻居点的几何信息进一步从 $k$ 种预测模式中确定出目标预测模式。

25 可以理解的是,在本申请中, $k$ 种预测模式用于使用 $n$ 个目标邻居点的 $n$ 个属性信息和 $n$ 个几何信息对当前点的属性信息进行预测处理。

需要说明的是,在本申请的实施例中, $k$ 为正整数,即编码器基于 $n$ 个目标邻居点的几何信息,可以从一个或多个预测模式中确定出目标预测模式。

30 进一步地,在本申请的实施例中,所述 $k$ 种预测模式中的第一模式指示根据所述 $n$ 个目标邻居点的几何信息的加权均值确定所述当前点的属性信息的预测值。具体地, $k$ 种预测模式中的第一模式,可以用于使用 $n$ 个目标邻居点的 $n$ 个几何信息对应的加权均值结果,进行当前点的属性信息的预测处理。

进一步地,在本申请的实施例中, $k$ 种预测模式中的第 $m$ 模式指示根据所述 $n$ 个目标邻居点中的索引序号为 $(m-1)$ 的邻居点的属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值,其中, $m$ 为大于1、且小于或者等于 $(n+1)$ 的整数。具体地, $k$ 种预测模式中的第 $m$ 模式,用于使用所述 $n$ 个目标邻居点中的第 $(m-1)$ 邻居点的几何信息,进行当前点的属性信息的预测处理。

35 进一步地,在本申请的实施例中, $k$ 种预测模式中的第 $k$ 模式指示根据所述 $n$ 个目标邻居点的几何信息和属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值。具体地, $k$ 种预测模式中的第 $k$ 模式,用于使用 $n$ 个目标邻居点的 $n$ 个几何信息和 $n$ 个属性信息,进行当前点的属性信息的预测处理。

进一步地,在本申请的实施例中,编码器在从 $k$ 种预测模式中确定目标预测模式时,可以使用率失真优化的方法进行目标预测模式的选择。

40 示例性的,在本申请的实施例中,编码器在基于所述 $n$ 个目标邻居点的几何信息,从 $k$ 种预测模式中,确定目标预测模式时,可以先确定所述 $k$ 种预测模式对应的 $k$ 个代价值;然后再将所述 $k$ 个代价值中的最小代价值对应的预测模式确定为所述目标预测模式。

45 可以理解的是,在本申请的实施例中,实际编码器实现过程中,编码器通常会使用RDO快速算法,即编码器并不需要计算全部 $k$ 种预测模式对应的 $k$ 个代价值。

示例性的,在本申请的实施例中,编码器在基于所述 $n$ 个目标邻居点的几何信息,从 $k$ 种预测模式中,确定目标预测模式时,还可以先确定所述 $k$ 种预测模式中的 $p$ 种预测模式对应的 $p$ 个代价值,其中, $p$ 为大于或者等于1、且小于或者等于 $k$ 的整数;如果 $p$ 个代价值中的第 $p$ 个代价值满足预设条件,那么编码器便可以根据所述 $p$ 个代价值确定当前点的目标预测模式。

50 也就是说,在本申请中,编码器可以仅仅对 $k$ 种预测模式中部分预测模式,如 $p$ 种预测模式,进行代价值的计算,从而便可以根据对应的部分代价值,如 $p$ 个代价值进一步确定出当前点的目标预测模式。

示例性的,在本申请中,编码器在计算获得 $p$ 种预测模式对应的 $p$ 个代价值之后,可以先确定所述第 $p$ 个代价值与所述 $p$ 个代价值中的第 $(p-1)$ 个代价值之间的减少量;如果减少量小于预设阈值时,编码器便可以将所述第 $p$ 个代价值对应的第 $p$ 种预测模式作为所述当前点的目标预测模式。

55 也就是说,在本申请中,与第 $(p-1)$ 个代价值相比,如果第 $p$ 个代价值的减少量小于预设阈值,那么编码器便可以将所述第 $p$ 种预测模式作为所述当前点的目标预测模式。

示例性的,在本申请的实施例中,编码器在计算获得 $p$ 种预测模式对应的 $p$ 个代价值之后,如果第 $p$ 个代价值大于所述 $p$ 个代价值中的第 $(p-1)$ 个代价值时,那么编码器便可以将所述第 $(p-1)$ 个代价值对应的第 $(p-1)$ 种预测模式作为所述当前点的目标预测模式。

60 也就是说,在本申请中,如果第 $p$ 个代价值大于第 $(p-1)$ 个代价值,那么编码器可以直接将 $k$ 种预测模式中的第 $(p-1)$ 种预测模式作为所述当前点的目标预测模式。

需要说明的是,在本申请的实施例中,如果  $p$  的取值为 1,那么编码器在通过第  $p$  个代价值与第  $(p-1)$  个代价值进行目标预测模式的确定时,需要先确定第  $(p-1)$  个代价值,即第 0 个代价值。

进一步地,在本申请的实施例中,编码器在进行第 0 个代价值的确定时,可以先确定运算精度;其中,所述运算精度用于代价值的计算;然后可以进一步确定所述运算精度对应的最大正整数;最终便可以将该最大正整数设置为第 0 个代价值。

也就是说,在本申请中,第 0 个代价值设置为等于计算所述代价值过程中使用的运算精度对应的最大正整数。

示例性的,在本申请中,如果计算代价值时所使用的运算精度为 8,那么该运算精度对应的最大整数为  $2^8-1$ ,即最大整数为 255,进而编码器可以将第 0 个代价值设置为 255。

示例性的,在本申请中,如果计算代价值时所使用的运算精度为  $d$  比特,那么编码器可以通过比特左移处理进行第 0 个代价值的确定,即将  $(1 < d) - 1$  确定为第 0 个代价值,其中,“ $<$ ”为比特左移操作。

进一步地,在本申请的实施例中,编码器在进行目标预测模式的确定时,不仅可以通过率失真优化的方法直接进行目标预测模式的选择,还可以在使用率失真优化的方法之前,进行是否使用率失真优化的方法的判断。

也就是说,在本申请的实施例中,编码器可以先判断是否使用率失真优化的方法,然后再根据判断结果进一步选择目标预测模式的确定方式。

示例性的,在本申请中,编码器可以先确定所述  $n$  个目标邻居点的颜色差异参数;其中,所述颜色差异参数用于预测模式的选择;然后可以根据颜色差异参数和预设颜色差异阈值进一步判断是否使用率失真优化的方法。具体地,如果颜色差异参数小于预设颜色差异阈值,那么可以判定不使用率失真优化的方法,进而编码器可以直接将  $k$  种预测模式中的第一模式确定为所述目标预测模式。

相应地,在本申请中,编码器在根据颜色差异参数和预设颜色差异阈值进一步判断是否使用率失真优化的方法时,如果颜色差异参数大于或者等于预设颜色差异阈值,那么可以判定使用率失真优化的方法,进而编码器可以按照率失真优化的方法从  $k$  种预测模式中确定所述目标预测模式。

需要说明的是,在本申请的实施例中,编码器在确定所述  $n$  个目标邻居点的颜色差异参数时,可以先根据所述  $n$  个目标邻居点的属性信息,计算所述  $n$  个目标邻居点的颜色差异值;然后可以根据所述颜色差异值设置所述颜色差异参数。

可以理解的是,在本申请中,编码器可以对  $n$  个目标邻居点中的每两个邻居点进行颜色差异值的计算,最终获得多个颜色差异值,进而在根据颜色差异值进行颜色差异参数的确定时,可以选择多个颜色差异值中的一个颜色差异值作为颜色差异参数。

示例性的,在本申请的实施例中,编码器在根据所述颜色差异值设置所述颜色差异参数时,可以将多个颜色差异值中的最大差异值设置为颜色差异参数,也可以将多个颜色差异值中的最小差异值设置为颜色差异参数,还可以将多个颜色差异值的平均值设置为颜色差异参数,本申请对此不做具体限定。

综上,可以将  $k$  种预测模式区分为三种类型,第一种类型为  $k$  种预测模式中的第一模式,即使用  $n$  个目标邻居点的几何信息的加权均值进行当前点的属性信息的预测处理;第二种类型为  $k$  种预测模式中的第  $m$  模式,即根据所述  $n$  个目标邻居点中的索引序号为  $(m-1)$  的邻居点的几何信息进行当前点的属性信息的预测处理;第三种类型为  $k$  种预测模式中的第  $k$  模式,即根据  $n$  个目标邻居点的几何信息和属性信息进行当前点的属性信息的预测处理。

进一步地,在本申请的实施例中,编码器在从  $k$  种预测模式中确定出目标预测模式之后,可以根据目标预测模式设置模式参数,然后将模式参数写入码流中。其中,模式参数用于对目标预测模式进行确定,具体地,编码器可以对模式参数进行赋值,不同的取值代表不同的预测模式。

示例性的,按照欧式距离由小到大的顺序,确定出当前点的 5 个目标邻居点分别为第一邻居点,第二邻居点,第三邻居点,第四邻居点以及第二邻居点,其中,第一邻居点与当前点之间的欧式距离最小,第五邻居点与当前点之间的欧式距离最大。基于 5 个目标邻居点,可以设置有 7 种不同的预测模式,具体地,第一模式即为指示根据 5 个目标邻居点的几何信息的加权均值确定所述当前点的属性信息的预测值;第二模式至第六模式分别指示根据 5 个目标邻居点中的一个邻居点的属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值,例如,第二模式使用第一邻居点的属性信息确定预测值,第五模式使用第四邻居点的属性信息确定预测值;第七模式即为指示根据 5 个目标邻居点的几何信息和属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值。编码器在从 7 种预测模式中确定出目标预测模式之后,便可以设置相应地的模式参数。例如,可以将第二模式至第六模式对应的模式参数分别设置为 1、2、3、4、5,将第七模式对应的模式参数设置为 6。

步骤 103、根据目标预测模式和  $n$  个目标邻居点的属性信息,确定当前点的属性信息的预测值。

在本申请的实施例中,编码器在基于  $n$  个目标邻居点的几何信息,从  $k$  种预测模式中,确定目标预测模式之后,便可以使用目标预测模式对当前点进行属性信息的预测,即根据目标预测模式和  $n$  个目标邻居点的属性信息,进一步确定当前点的属性信息的预测值。

进一步地,在本申请的实施例中, $k$  种预测模式可以被区分为三种类型,第一种类型为  $k$  种预测模式中的第一模式,即使用  $n$  个目标邻居点的几何信息的加权均值进行当前点的属性信息的预测处理;第二种类型为  $k$  种预测模式中的第  $m$  模式,即根据  $n$  个目标邻居点中的索引序号为  $(m-1)$  的邻居点的几何信息进行当前点的属性信息的预测处理;第三种类型为  $k$  种预测模式中的第  $k$  模式,即根据  $n$  个目标邻居点的几何信息和属性信息进行当前点的属性信息的预测处理。

需要说明的是,在本申请的实施例中,对于第一种类型,即如果目标预测模式为所述第一模式,编码器在根据所述目标预测模式和所述  $n$  个目标邻居点的属性信息,确定所述当前点的属性信息的预测值时,可以先确定所述  $n$  个目标邻居点对应的  $n$  个距离参数;然后可以根据所述  $n$  个距离参数和所述  $n$  个目标邻居点的属性信息进行加权平均计算,获得所述当前点的属性信息的预测值。

具体地,在本申请中,编码器在根据所述  $n$  个距离参数和所述  $n$  个目标邻居点的属性信息进行加权平均计算,获得所述当前点的属性信息的预测值时,可以将  $n$  个距离参数的倒数作为  $n$  个目标邻居点对应的  $n$  个权重值,然后对  $n$  个目标邻居点的属性信息进行加权平均计算,最终获得当前点的属性信息的预测值。可见,距离当前点越近的邻居点,其对应的权重值越大,其属性信息的对预测结果的影响也越大。

需要说明的是,在本申请的实施例中,对于第二种类型,即如果目标预测模式为所述第  $m$  模式,编码器在根据所述

目标预测模式和所述  $n$  个目标邻居点的属性信息, 确定所述当前点的属性信息的预测值时, 可以直接将所述  $n$  个目标邻居点中的索引序号为  $(m-1)$  的邻居点的属性信息确定为所述当前点的属性信息的预测值。

需要说明的是, 在本申请中, 在使用第  $m$  模式进行当前点的属性信息的预测处理时, 可以直接将  $n$  个目标邻居点中的第  $(m-1)$  个邻居点的属性信息作为预测值。例如, 对于当前点的 5 个目标邻居点, 如果使用第三模式, 那么编码器可以直接将 5 个目标邻居点中的第二邻居点的属性信息确定为当前点的属性信息的预测值。

需要说明的是, 在本申请的实施例中, 对于第三种类型, 即如果目标预测模式为所述第  $k$  模式, 编码器在根据所述目标预测模式和所述  $n$  个目标邻居点的属性信息, 确定所述当前点的属性信息的预测值时, 可以先根据所述  $n$  个目标邻居点的几何信息和属性信息, 确定预测模型的模型参数; 然后便可以基于所述模型参数和所述当前点的几何信息, 使用所述预测模型确定所述当前点的属性信息的预测值。

进一步地, 在本申请的实施例中, 编码器在根据  $n$  个目标邻居点的几何信息和属性信息进行当前点的属性信息的预测处理时, 可以先根据所述  $n$  个目标邻居点的几何信息和属性信息中的属性分量, 确定所述属性分量对应的模型参数; 然后可以基于所述模型参数和所述当前点的几何信息, 使用所述预测模型确定所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。其中, 所述属性分量为所述属性信息中的任一个分量。

示例性的, 在本申请的实施例中, 如果属性信息为 RGB 空间的属性值, 那么属性分量可以为 R 分量、G 分量或者 B 分量中的任意一个分量; 如果属性信息为 YUV 空间的属性值, 那么属性分量可以为 Y 分量、U 分量或者 V 分量中的任意一个分量; 如果属性信息为 YCbCr 空间的属性值, 那么属性分量可以为 Y 分量、Cb 分量或者 Cr 分量中的任意一个分量; 本申请不作具体限定。

可以理解的是, 在本申请的实施例中, 编码器在根据  $n$  个目标邻居点的几何信息和属性信息进行当前点的属性信息的预测处理时, 可以根据所述当前点的属性信息中的全部分量的预测值, 进一步地确定所述当前点的属性信息的预测值。具体地, 对于属性信息中的每一个分量, 编码器均可以进行模型参数的确定, 然后再基于与该一个分量对应的模型参数, 使用预测模型对当前点的属性信息进行预测处理, 确定出当前点的属性信息中的该分量的预测值, 按照上述方法依次确定出属性信息中的全部分量对应的全部模型参数, 再分别基于全部模型参数, 利用预测模型确定出当前点的属性信息的全部分量, 进而完成对当前点的属性信息的预测处理。

进一步地, 在本申请的实施例中, 编码器在使用所述预测模型确定所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值之后, 还可以根据预设分量范围对该属性分量的预测值进行限制和约束。具体地, 在本申请中, 如果属性分量的预测值不属于预设分量范围, 那么编码器可以按照所述预设分量范围设置所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。

需要说明的是, 在本申请的实施例中, 预设分量可以范围包括上限值和下限值, 相应地, 如果属性分量的预测值小于下限值, 那么编码器便可以将所述下限值设置为所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值; 如果属性分量的预测值大于所述上限值, 那么编码器可以将所述上限值设置为所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。

可选地, 在本申请中, 如果属性分量的预测值大于所述上限值, 或者, 如果属性分量的预测值超出预设色彩空间值域范围时, 如属性分量的预测值超出了 RGB 空间值域范围, 编码器还可以将  $n$  个目标邻居点中的第一邻居点的属性分量设置为所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。

也就是说, 在本申请的实施例中, 编码器可以通过预设分量范围的设置, 对当前点的属性信息的属性分量的预测值进行数值上的限定, 即属性分量的预测值必须在上限值和下限值的范围之内。

进一步地, 在本申请的实施例中, 编码器在进行预设分量范围的设置时, 可以按照所述属性分量的预测值对应的比特深度设置所述上限值; 同时, 还可以将所述下限值设置为大于或者等于 0 的常数。

需要说明的是, 在本申请的实施例中, 一个分量的比特深度用于表征采用多少个比特来表示该分量的采样数据。

例如, 如果属性分量的预测值对应的比特深度为  $\text{bitdepth}$ , 那么编码器可以将预设分量范围设置为 0 至  $(1 \ll \text{bitdepth}) - 1$ , 即预设分量范围的下限值为 0, 上限值为  $(1 \ll \text{bitdepth}) - 1$ 。

可选地, 在本申请的实施例中, 编码器在对当前点的属性信息进行预测时, 还可以直接将  $n$  个目标邻居点中第一邻居点的属性信息中的属性分量设置为所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。也就是说, 编码器也可以选择与当前点距离最近的邻居点的属性信息对当前点的属性分量的预测值进行设置。

可选地, 在本申请的实施例中, 编码器在对当前点的属性信息进行预测时, 也可以直接将预设分量范围中的上限值设置为所述属性分量的预测值。也就是说, 编码器也可以按照预先设定的一个分量阈值对当前点的属性分量的预测值进行设置。

由此可见, 在本申请的实施例中, 编码器在从  $k$  种预测模式中确定目标预测模式之后, 针对不同的目标预测模式, 编码器可以选择不同的预测方式对当前点进行预测处理, 最终获得当前点的属性信息的预测值。

步骤 104、根据预测值, 对当前点进行编码。

在本申请的实施例中, 编码器在根据所述目标预测模式和所述  $n$  个目标邻居点的属性信息, 确定所述当前点的属性信息的预测值之后, 便可以基于当前点的属性信息的预测值对当前点进行编码处理。

需要说明的是, 在本申请的实施例中, 当前点对应的预测值可以用于确定当前点对应的残差值。具体地, 编码器可以根据当前点的属性值和当前点的属性信息的预测值, 进一步计算当前点的属性信息的残差, 并将属性信息的残差写入码流, 以完成对当前点的属性信息的编码处理。

综上所述, 本申请提出的点云编码方法, 在利用邻居点的属性信息对当前点的属性信息进行预测时, 可以将当前点的一个或多个邻居点的几何信息应用到属性信息的预测过程中, 从而增加预测的准确性。

具体地, 本申请提出的点云编码方法, 与目前的技术相比, 在对当前点的属性信息进行预测时增加了一种预测模式, 该新增的预测模式可以使用当前点的邻居点的几何信息和属性信息, 进行当前点的属性信息的预测值的确定。

示例性的, 在本申请中, 如果编码器使用当前点的 3 个邻居点的颜色信息确定当前点的颜色信息的预测值, 那么可以在 5 种预测模式中确定目标预测模式, 其中, 5 种预测模式可以包括: 预测模式 0, 即  $\text{predMode}=0$  ( $\text{predMode}$  赋值为 0), 以邻居点与当前点欧式距离的倒数作为权重, 对邻居点集中 3 个邻居点的颜色信息加权平均, 得到当前点的颜色颜色的预测值; 预测模式 1, 即  $\text{predMode}=1$  ( $\text{predMode}$  赋值为 1), 直接采用第一邻居点 ( $1^{\text{st}}$  nearest point) 的颜色信息作

为预测值；预测模式 2，即 predMode=2 (predMode 赋值为 2)，直接采用第二邻居点 (2<sup>st</sup> nearest point) 的颜色信息作为预测值；预测模式 3，即 predMode=3 (predMode 赋值为 3)，直接采用第三邻居点 (3<sup>st</sup> nearest point) 的颜色信息作为预测值；预测模式 4，即 predMode=4 (predMode 赋值为 4)，根据 3 个邻居点的颜色信息和几何信息进行预测值的确定。

与上述表 1 相比，在本申请的实施例中，预测模式及编码每种预测模式所需比特数 idxBits 如表 2 所示。

表 2

预测模式	预测值	idxBits
0	average	1
1	1 <sup>st</sup> nearest point	2
2	2 <sup>nd</sup> nearest point	3
3	3 <sup>rd</sup> nearest point	3
4	position pred value	4

可以理解的是，在本身申请的实施例中，对于当前点所对应的 n 个目标邻居点和 k 种预测模式，所可以有的预测模式的类型可以包括以下三种：

类型一：索引号为 0 的第一模式，即使用加权平均值进行预测处理；

类型二：索引号为 1, ...m, ... n 的模式，使用索引序号等于 m-1 的相邻节点的颜色值；

类型三：索引号为 n+1 的模式，即使用线性模式预测颜色值的模式，其中，该线性模型与几何信息和属性信息相关。

由此可见，本申请提出的点云的编码方法，在目前的颜色预测技术中增加一种由邻居点的几何信息预测当前点的颜色信息的预测模式，相比之下，本申请提出的颜色预测技术可以充分利用邻居点的颜色信息和几何信息，可以在一定程度上改善编码器的峰值信噪比 (Peak Signal-to-Noise Ratio, PSNR) 性能和颜色码流的大小。图 6 为预测处理的性能示意图一，图 7 为预测处理的性能示意图二，如图 6 和 7 所示，相比之下，本申请提出的点云的编码方法，在 G-PCC 参考软件 TMC13 V9.1 上实现后，在 CTC CY (lossless geometry, near-lossless attribute) 测试条件下对动态图像专家组 (Moving Picture Experts Group, MPEG) 要求的部分测试序列进行测试。可见，本申请提出的编码方法，能够通过增加预测模式的基础上，在一定程度上提升编码性能。

本申请实施例公开了一种点云编解码方法，编码器确定当前点的 n 个目标邻居点；其中，当前点和 n 个目标邻居点均具有几何信息和属性信息，n 为正整数；基于 n 个目标邻居点的几何信息，从 k 种预测模式中，确定目标预测模式；其中，k 为正整数；根据目标预测模式和 n 个目标邻居点的属性信息，确定当前点的属性信息的预测值；根据预测值，对当前点进行编码。也就是说，本申请提出的点云编解码方法，增加了一种利用邻居点的几何信息预测当前点的属性信息的新的预测模式，在对当前点进行属性信息的预测时，能够充分利用邻居点的属性信息和几何信息，从而提高了预测的准确性，大大提高了编解码效率。

基于上述实施例中，在本申请的实施例中，如果使用本申请提出的新的预测模式，即目标预测模式为第 k 模式时，编码器在根据所述目标预测模式和所述 n 个目标邻居点的属性信息，确定所述当前点的属性信息的预测值时，可以先根据所述 n 个目标邻居点的几何信息和属性信息，确定预测模型的模型参数；然后可以基于所述模型参数和所述当前点的几何信息，使用所述预测模型确定所述当前点的属性信息的预测值。

具体地，在本申请的实施例中，编码器可以先根据所述 n 个目标邻居点的几何信息和属性信息中的属性分量，确定所述属性分量对应的模型参数，然后再基于所述模型参数和所述当前点的几何信息，使用所述预测模型确定所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。

示例性的，在本申请中，如果属性信息为 RGB 空间的属性值，那么属性分量可以为 R 分量、G 分量或者 B 分量中的任意一个分量；如果属性信息为 YUV 空间的属性值，那么属性分量可以为 Y 分量、U 分量或者 V 分量中的任意一个分量；如果属性信息为 YCbCr 空间的属性值，那么属性分量可以为 Y 分量、Cb 分量或者 Cr 分量中的任意一个分量；本申请不作具体限定。

需要说明的是，在本申请的实施例中，如果属性信息为颜色信息，由于属性信息中包含的颜色分量最多三种，例如 RGB 或 YCbCr，几何信息包含的位置坐标最多三个，例如 XYZ 三个坐标轴，因此，可以认为第 k 模式是将一个颜色分量表示为位置坐标的线性函数。

下面，以属性信息为 RGB 空间的属性值，以 n 取值为 3 为例对第 k 模式进行说明，编码器可以确定当前点对应的 3 个目标邻居点，其中，该 3 个目标邻居点对应的 3 个几何信息可以分别为 P1 (x1, y1, z1), P2 (x2, y2, z2), P3 (x3, y3, z3)。

示例性的，在本申请中，如果当前点的 3 个目标邻居点所对应的 3 个属性信息为 RGB 空间的属性值，那 3 个属性信息可以分别表示为 C1 (R1, G1, B1), C2 (R2, G2, B2), C3 (R3, G3, B3)。

假设颜色分量可以由几何信息的线性组合表示，由于邻居点的几何位置和颜色信息较为接近，因此 3 个邻居点的颜色信息中的红色分量可以表示为如下公式：

$$\begin{cases} R1 = a1x1 + a2y1 + a3z1 \\ R2 = a1x2 + a2y2 + a3z2 \\ R3 = a1x3 + a2y3 + a3z3 \end{cases} \quad (2)$$

求解如上述公式 (2) 的三元一次线性方程组可以得到系数 a1、a2、a3 的值，即根据 3 个目标邻居点的几何信息和属性信息中的属性分量，确定所述属性分量对应的模型参数 a1、a2、a3，进一步地，当前点的颜色信息的红色分量的预测值可以表示为如下公式：

$$\hat{R} = a1x + a2y + a3z \quad (3)$$

其中，当前点的几何信息记为 P (x, y, z)，即可以根据模型参数和当前点几何信息进一步确定当前点的属性信息

的属性分量的预测值  $\hat{R}$ 。

进一步地,在本申请的实施例中,编码器在使用所述预测模型确定所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值之后,还可以根据预设分量范围对该属性分量的预测值进行限制和约束。具体地,在本申请中,如果属性分量的预测值不属于预设分量范围,那么编码器可以按照所述预设分量范围设置所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。

5 示例性的,在本申请中,假设 RGB 空间的预设分量范围为 (0, M),那么,可以根据以下公式对当前点的属性信息的属性分量的预测值  $\hat{R}$  进行限制:

$$\begin{cases} \hat{R} > M, \hat{R} = M \\ \hat{R} < 0, \hat{R} = 0 \end{cases} \quad (4)$$

其中,0为预设分量范围中的下限阈值,M为预设分量范围中的上限阈值,M可以按照所述属性分量的预测值对应的比特深度 bitdepth 进行设置,具体地,M为  $(1 << \text{bitdepth}) - 1$ 。

10 也就是说,在本申请中,如果属性分量的预测值小于下限阈值,那么编码器便可以将所述下限阈值设置为所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值;如果属性分量的预测值大于所述上限阈值,那么编码器可以将所述上限阈值设置为所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。

也就是说,在本申请的实施例中,编码器可以通过预设分量范围的设置,对当前点的属性信息的属性分量的预测值进行数值上的限定,即属性分量的预测值必须在上限阈值和下限阈值的范围之内。

15 可选地,在本申请中,如果属性分量的预测值大于所述上限阈值,或者,如果属性分量的预测值超出预设色彩空间值域范围时,如属性分量的预测值超出了 RGB 空间值域范围,编码器还可以将 n 个目标邻居点中的第一邻居点的属性分量设置为所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。

进一步地,在本申请的实施例中,如果如上述公式(2)的三元一次线性方程组无解,那么可以直接按照属性分量的预测值对应的比特深度 bitdepth 确定当前点的属性信息的属性分量的预测值  $\hat{R}$ ,例如,解码器直接将预设分量范围中的上限阈值 M 设置为所述属性分量的预测值。也就是说,编码器也可以按照预先设定的一个分量阈值对当前点的属性分量的预测值进行设置。

进一步地,在本申请的实施例中,如果如上述公式(2)的三元一次线性方程组无解,那么可以直接按照 n 个目标邻居点中第一邻居点的属性信息中的属性分量设置为所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。也就是说,编码器也可以选择与当前点距离最近的邻居点的属性信息对当前点的属性分量的预测值进行设置。

25 可以理解的是,通过由邻居点的几何信息预测当前点的颜色信息的预测模式,编码器可以确定当前点的属性信息中的属性分量的预测值,上述方法还可以应用于 RGB 空间的其余颜色分量 G、B,从而便可以得到由几何信息预测的颜色信息  $C(\hat{R}, \hat{G}, \hat{B})$ ,即几何预测模式下的颜色信息的预测值 attrPred;进一步地,上述方法还可以应用于 YUV 空间或 YCbCr 空间。

30 在本申请的实施例中,进一步地,图8为点云编码的实现流程示意图二,如图8所示,在确定当前点的 n 个目标邻居点之后,即步骤 101 之后,编码器对点云进行编码的方法还可以包括以下步骤:

步骤 105、基于 n 个目标邻居点的几何信息,从(k-1)种预测模式中,确定目标预测模式。

在本申请的实施例中,编码器在确定当前点的 n 个目标邻居点之后,便可以基于 n 个目标邻居点的几何信息进一步从(k-1)种预测模式中确定出目标预测模式。

35 可以理解的是,在本申请中,(k-1)种预测模式用于使用 n 个目标邻居点的 n 个属性信息和 n 个几何信息对当前点的属性信息进行预测处理。

需要说明的是,在本申请的实施例中,k为正整数,即编码器基于 n 个目标邻居点的几何信息,可以从一个或多个预测模式中确定出目标预测模式。

40 进一步地,在本申请的实施例中,基于所述 n 个目标邻居点的几何信息,可以确定(k-1)种预测模式。其中,所述(k-1)种预测模式中的第一模式指示根据所述 n 个目标邻居点的几何信息的加权均值确定所述当前点的属性信息的预测值,即(k-1)种预测模式中的第一模式,可以用于使用 n 个目标邻居点的 n 个几何信息对应的加权均值结果,进行当前点的属性信息的预测处理;(k-1)种预测模式中的第 m 模式指示根据所述 n 个目标邻居点中的索引序号为(m-1)的邻居点的属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值,即(k-1)种预测模式中的第 m 模式,可以用于使用所述 n 个目标邻居点中的第(m-1)邻居点的几何信息,进行当前点的属性信息的预测处理;(k-1)种预测模式中的第(k-1)模式指示根据所述 n 个目标邻居点的几何信息和属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值,即(k-1)种预测模式中的第(k-1)模式指示根据所述 n 个目标邻居点的几何信息和属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值。具体地,(k-1)种预测模式中的第(k-1)模式,用于使用 n 个目标邻居点的 n 个几何信息和 n 个属性信息,进行当前点的属性信息的预测处理。

45 也就是说,在本申请中,如果编码器使用当前点的 3 个邻居点的颜色信息确定当前点的颜色信息的预测值,那么可以在 4 种预测模式中确定目标预测模式,其中,4种预测模式可以包括:预测模式 0,即 predMode=0 (predMode 赋值为 0),以邻居点与当前点欧式距离的倒数作为权重,对邻居点集中 3 个邻居点的颜色信息加权平均,得到当前点的颜色颜色的预测值;预测模式 1,即 predMode=1 (predMode 赋值为 1),直接采用第一邻居点(1<sup>st</sup> nearest point)的颜色信息作为预测值;预测模式 2,即 predMode=2 (predMode 赋值为 2),直接采用第二邻居点(2<sup>st</sup> nearest point)的颜色信息作为预测值;预测模式 3,即 predMode=3 (predMode 赋值为 3),根据 3 个邻居点的颜色信息和几何信息进行预测值的确定。

与上述表 1 相比,在本申请的实施例中,预测模式及编码每种预测模式所需比特数 idxBits 如表 3 所示。

55

表 3

预测模式	预测值	idxBits
0	average	1
1	1 <sup>st</sup> nearest point	2
2	2 <sup>nd</sup> nearest point	3
3	position pred value	4

也就是说,在本申请中,可以使用本申请提出的新的预测模式替换掉上述表 1 中的原有的预测模式 3,即不再采用第三邻居点(3<sup>st</sup> nearest point)的颜色信息作为预测值。

5 可以理解的是,在本申请的实施例中,也可以使用本申请提出的新的预测模式替换掉上述表 1 中其他预测模式,例如替换掉上述表 1 中的原有的预测模式 1 或 2,本申请不作具体限定。

进一步地,在本申请的实施例中,除了使用本申请提出的新的预测模式替换掉上述表 1 中的任一个预测模式以外,还可以将本申请提出的新的预测模式与上述表 1 中的任一个预测模式进行顺序交换处理。

10 示例性的,在本申请中,所述 k 种预测模式中的第 i 模式指示根据所述 n 个目标邻居点的几何信息和属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值;其中, i 为大于 1、且小于或者等于 m 的整数;所述 k 种预测模式中的第 k 模式指示根据所述 n 个目标邻居点中的索引序号为(i-1)的邻居点的几何信息确定所述当前点的属性信息的预测值邻居点的属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值。

15 例如,如果编码器使用当前点的 3 个邻居点的颜色信息确定当前点的颜色信息的预测值,那么可以在 4 种预测模式中确定目标预测模式,其中,4 种预测模式可以包括:预测模式 0,即 predMode=0 (predMode 赋值为 0),以邻居点与当前点欧式距离的倒数作为权重,对邻居点集中 3 个邻居点的颜色信息加权平均,得到当前点的颜色颜色的预测值;预测模式 1,即 predMode=1 (predMode 赋值为 1),直接采用第一邻居点(1<sup>st</sup> nearest point)的颜色信息作为预测值;预测模式 2,即 predMode=2 (predMode 赋值为 2),直接采用第二邻居点(2<sup>st</sup> nearest point)的颜色信息作为预测值;预测模式 3,即 predMode=3 (predMode 赋值为 3),根据 3 个邻居点的颜色信息和几何信息进行预测值的确定;预测模式 4,即 predMode=4 (predMode 赋值为 4),直接采用第三邻居点(3<sup>st</sup> nearest point)的颜色信息作为预测值。

20 与上述表 1 相比,在本申请的实施例中,预测模式及编码每种预测模式所需比特数 idxBits 如表 4 所示。

表 4

预测模式	预测值	idxBits
0	average	1
1	1 <sup>st</sup> nearest point	2
2	2 <sup>nd</sup> nearest point	3
3	position pred value	3
4	3 <sup>rd</sup> nearest point	4

25 可以理解的是,在本申请中,编码器在计算得到 k 种预测模式的颜色信息的预测值之后,可以采用 RDO 技术对 k 种预测模式进行率失真优化选择,从而选择最优的预测模式来预测当前点的属性信息,接着可以采用算术编码器对最优预测模式信息进行熵编码。

进一步地,在本申请的实施例中,编码器在进行目标预测模式的确定时,不仅可以通过率失真优化的方法直接进行目标预测模式的选择,还可以在使用率失真优化的方法之前,进行是否使用率失真优化的方法的判断。

也就是说,在本申请的实施例中,编码器可以先判断是否使用率失真优化的方法,然后再根据判断结果进一步选择目标预测模式的确定方式。

30 示例性的,在本申请中,编码器可以先确定所述 n 个目标邻居点的颜色差异参数;其中,所述颜色差异参数用于预测模式的选择;然后可以根据颜色差异参数和预设颜色差异阈值进一步判断是否使用率失真优化的方法。具体地,如果颜色差异参数小于预设颜色差异阈值,那么可以判定不使用率失真优化的方法,进而编码器可以直接将 k 种预测模式中的第一模式确定为所述目标预测模式。

35 相应地,在本申请中,编码器在根据颜色差异参数和预设颜色差异阈值进一步判断是否使用率失真优化的方法时,如果颜色差异参数大于或者等于预设颜色差异阈值,那么可以判定使用率失真优化的方法,进而编码器可以按照率失真优化的方法从 k 种预测模式中确定所述目标预测模式。

需要说明的是,在本申请的实施例中,编码器在确定所述 n 个目标邻居点的颜色差异参数时,可以先根据所述 n 个目标邻居点的属性信息,计算所述 n 个目标邻居点的颜色差异值;然后可以根据所述颜色差异值设置所述颜色差异参数。

40 可以理解的是,在本申请中,编码器可以对 n 个目标邻居点中的每两个邻居点进行颜色差异值的计算,最终获得多个颜色差异值,进而在根据颜色差异值进行颜色差异参数的确定时,可以选择多个颜色差异值中的一个颜色差异值作为颜色差异参数。

示例性的,在本申请的实施例中,编码器在根据所述颜色差异值设置所述颜色差异参数时,可以将多个颜色差异值中的最大差异值设置为颜色差异参数,也可以将多个颜色差异值中的最小差异值设置为颜色差异参数,还可以将多个颜色差异值的平均值设置为颜色差异参数,本申请对此不做具体限定。

45 例如,编码器可以先对当前点的 n 个目标邻居点进行颜色差异值的计算,确定出颜色差异值中的最大差异 maxDiff,并将 maxDiff 作为颜色差异参数与预设颜色差异阈值进行比较,如果颜色差异参数小于预设颜色差异阈值,则选择不使用率失真优化的方法,而是直接将 k 种预测模式中的第一模式确定为所述目标预测模式使用邻居点颜色值加权平均的预测模式;否则判定使用率失真优化的方法,进而编码器可以按照率失真优化的方法确定所述目标预测模式。

50 具体地,在本申请中,在计算当前点的 n 个邻居点的颜色最大差异 maxDiff 时,可以先计算邻居点在 R 分量上的最大差异,即 MAX(R)-MIN(R), G、B 分量同理,RGB 空间以外的其他色彩空间也适用,然后选择 R、G、B 分量中的最

大差异值作为 maxDiff, 即

$$\text{maxDiff} = \max(\max(R1, R2, R3) - \min(R1, R2, R3), \max(G1, G2, G3) - \min(G1, G2, G3), \max(B1, B2, B3) - \min(B1, B2, B3)) \quad (5)$$

5 将 maxDiff 与预设颜色差异阈值比较, 若小于预设颜色差异阈值, 则确定当前点的预测模式设为 0, 将第一模式确定为目标预测模式, 即 predMode=0; 若大于或者等于预设颜色差异阈值, 则对当前点使用 RDO 技术, 计算出 k 种预测模式对应的颜色预测值 attrPred, 令当前点的颜色值 attrValue 与预测值 attrPred 相减并量化得到量化残差 attrResidualQuant, RDO 技术中的失真 D 为 attrResidualQuant 三个分量的和, 即:

$$D = \text{attrResidualQuant}[0] + \text{attrResidualQuant}[1] + \text{attrResidualQuant}[2] \quad (6)$$

10 编码预测模式所需的比特数 idxBits 作为 RDO 技术中的码率 R, 即  $R = \text{idxBits}$ , 则每种预测模式的代价分数可表示为  $D + \lambda \text{idxR}$ , 其中  $\lambda = 0.01 \times Q\text{step}$ , 选择代价分数最小的预测模式作为当前点的最优预测模式。

进一步地, 在本申请的实施例中, 图 9 为点云编码的实现流程图三, 如图 9 所示, 在本申请的实施例中, 在确定当前点的 n 个目标邻居点之后, 即步骤 101 之后, 编码器对点云进行编码的方法还可以包括以下步骤:

步骤 106、确定预测参数; 其中, 预测参数用于指示是否进行模式选择处理。

15 步骤 107、若预测参数指示不进行选择处理, 则在 k 种预测模式中确定目标预测模式。

步骤 108、若预测参数指示进行选择处理, 则使用率失真优化的方法确定目标预测模式。

在本申请的实施例中, 编码器在确定当前点的 n 个目标邻居点之后, 可以先确定预测参数。

可以理解的是, 在本申请的实施例中, 预测参数可以用于指示是否进行模式选择处理。即编码器可以先对是否直接使用 k 种预测模式中的一个预测模式进行当前点的属性信息的预测进行确定。

20 进一步地, 在本申请的实施例中, 通过预测参数的确定, 编码器可以确定是直接使用已经确定的、k 种预测模式中的一个预测模式作为目标预测模式, 还是使用率失真优化的方法确定所述目标预测模式。

具体地, 在本申请的实施例中, 如果预测参数指示不进行选择处理, 那么编码器可以根据所述预测参数在所述 k 种预测模式中确定所述目标预测模式, 即预测模式还可以用于对目标预测模式进行指示; 相应地, 如果预测参数指示进行选择处理, 那么编码器可以使用率失真优化的方法确定所述目标预测模式。

25 示例性的, 在本申请的实施例中, 通过预测参数的确定, 可以将本申请提出的新的预测模式单独作为一种预测技术与 RDO 并列, 也就是说, 通过对预测参数的标志位取值的设置, 可以指示当前点选用的是新的预测模式还是 RDO 方法。例如, 如果预测参数的标志位取值为 0, 则直接将 k 种预测模式中的第 k 模式作为目标预测模式, 如果预测参数的标志位取值为 1, 那么编码器使用率失真优化的方法在 k 种预测模式中确定所述目标预测模式。

进一步地, 在本申请的实施例中, 图 10 为点云编码的实现流程图四, 如图 10 所示, 在本申请的实施例中, 在确定预测参数之后, 即步骤 106 之后, 编码器对点云进行编码的方法还可以包括以下步骤:

30 步骤 109、将预测参数写入码流。

在本申请的实施例中, 编码器在确定预测参数之后, 可以将预测参数写入二进制码流, 传输至解码侧, 从而可以使解码器根据解码获得的预测参数确定是否进行模式选择处理。

35 进一步地, 在本申请的实施例中, 图 11 为点云编码的实现流程图五, 如图 11 所示, 在本申请的实施例中, 在基于 n 个目标邻居点的几何信息, 从 k 种预测模式中, 确定目标预测模式之后, 即步骤 102 之后, 编码器对点云进行编码的方法还可以包括以下步骤:

步骤 110、设置模式参数指示使用目标预测模式。

步骤 111、将模式参数写入码流。

40 在本申请的实施例中, 编码器在从 k 种预测模式中确定目标预测模式之后, 可以对模式参数进行设置, 将模式参数设置为指示使用目标预测模式, 然后将模式参数写入二进制码流, 传输至解码侧, 从而可以使解码器根据解码获得的模式参数确定目标预测模式。

本申请实施例公开了一种点云编解码方法, 编码器确定当前点的 n 个目标邻居点; 其中, 当前点和 n 个目标邻居点均具有几何信息和属性信息, n 为正整数; 基于 n 个目标邻居点的几何信息, 从 k 种预测模式中, 确定目标预测模式; 其中, k 为正整数; 根据目标预测模式和 n 个目标邻居点的属性信息, 确定当前点的属性信息的预测值; 根据预测值, 对当前点进行编码。也就是说, 本申请提出的点云编解码方法, 增加了一种利用邻居点的几何信息预测当前点的属性信息的新的预测模式, 在对当前点进行属性信息的预测时, 能够充分利用邻居点的属性信息和几何信息, 从而提高了预测的准确性, 大大提高了编解码效率。

本申请的一实施例提供了一种点云解码方法, 图 12 为点云解码的实现流程图, 如图 12 所示, 在本申请的实施例中, 解码器对点云进行解码的方法可以包括以下步骤:

50 步骤 201、解析码流, 确定模式参数; 其中, 模式参数用于指示使用目标预测模式预测当前点的属性信息。

在本申请的实施例中, 解码器可以解析码流, 确定模式参数, 其中, 模式参数用于对目标预测模式进行确定, 具体地, 在编码侧, 编码器可以对模式参数进行赋值, 不同的取值代表不同的预测模式。

需要说明的是, 在本申请的实施例中, 目标预测模式可以为 k 种预测模式中的任意一种预测模式, 其中, k 为正整数。

55 步骤 202、若目标预测模式为 k 种预测模式中的第 k 模式, 则确定当前点的 n 个目标邻居点, 并根据 n 个目标邻居点的几何信息和属性信息, 确定预测模型的模型参数; 其中, k 和 n 均为正整数。

在本申请的实施例中, 解码器在解析码流, 确定模式参数之后, 如果模式参数指示的目标预测模式为 k 种预测模式中的第 k 模式, 那么解码器可以确定所述当前点的 n 个目标邻居点, 然后可以根据所述 n 个目标邻居点的几何信息和属性信息, 进一步确定预测模型的模型参数。

60 进一步地, 在本申请的实施例中, 解码器可以先确定出当前点周围的全部已解码邻居点中的 n 个目标邻居点, 同时确定该 n 个目标邻居点对应的 n 个几何信息和 n 个属性信息, 其中, n 为正整数, 即  $n=1, 2, 3, \dots$ 。

需要说明的是, 在本申请的实施例中, 解码器可以利用 n 个目标邻居点的几何信息和属性信息, 结合当前点的几何

信息,对当前点的属性信息进行预测。

可以理解的是,在本申请的实施例中,当前点可以为点云中的待解码点,而当前点的周围有多个已解码点。具体地,解码器在进行 $n$ 个目标邻居点的确定时,可以在当前点周围的全部已解码邻居点中进行选择,即 $n$ 个目标邻居点也为当前点周围的已解码点。

5 需要说明的是,在本申请的实施例中,解码器在确定当前点的 $n$ 个目标邻居点时,确定点云中的多个已解码点与当前点之间的多个距离参数;然后按照所述多个距离参数在所述多个点中确定所述 $n$ 个目标邻居点。其中,距离参数可以表征当前点与点云中的其他点之间的距离。

也就是说,在本申请的实施例中,解码器在确定当前点的 $n$ 个目标邻居点时,可以先计算当前点与周围的全部已解码邻居点之间的距离参数,然后按照对应的距离参数从全部已解码邻居点中选择出 $n$ 个目标邻居点。

10 示例性的,在本申请的实施例中,解码器在计算获得当前点与周围的全部已解码邻居点之间的距离参数之后,可以将其中的最小的 $n$ 个距离参数所对应的 $n$ 个已解码邻居点确定为 $n$ 个目标邻居点。例如,当前点与周围的8个已解码邻居点A1、A2、A3、A4、A5、A6、A7、A8之间的距离参数分别为 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 、 $a_4$ 、 $a_5$ 、 $a_6$ 、 $a_7$ 、 $a_8$ ,如果 $a_1 < a_2 < a_3 < a_4 < a_5 < a_6 < a_7 < a_8$ ,那么解码器可以将邻居点A1、A2、A3、A4确定为当前点的4个目标邻居点。

15 也就是说,在本申请中,解码器在确定当前点的 $n$ 个目标邻居点时,可以先确定所述当前点与点云中的一个或多个候选邻居点之间的距离参数;然后再根据所述距离参数在一个或多个候选邻居点中确定所述 $n$ 个目标邻居点,其中,所述距离参数指示所述点云中两个点之间的距离。

可以理解的是,在本申请的实施例中,解码器计算的当前点与全部已解码邻居点之间的距离参数,可以为两点之间的欧式距离、余弦距离或者其它方式计算的距离,本申请不作具体限定。例如,在本申请中,距离参数指示的是所述点云中两个点之间的欧氏距离。

20 需要说明的是,在本申请的实施例中,解码器在确定当前点的 $n$ 个目标邻居点的同时,还可以对该 $n$ 个邻居点进行排序,依次确定为第一邻居点至第 $n$ 邻居点。具体地,解码器可以按照距离参数由小到大的顺序,从点云中的多个点中一次确定第一邻居点至第 $n$ 邻居点。

示例性的,在本申请中,当前点与周围的8个已解码邻居点A1、A2、A3、A4、A5、A6、A7、A8之间的距离参数分别为 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 、 $a_4$ 、 $a_5$ 、 $a_6$ 、 $a_7$ 、 $a_8$ ,如果 $a_1 < a_2 < a_3 < a_4 < a_5 < a_6 < a_7 < a_8$ ,那么解码器可以将邻居点A1确定为第一邻居点,将邻居点A2确定为第二邻居点,将邻居点A3确定为第三邻居点,将邻居点A4确定为第四邻居点。

25 也就是说,在本申请中,解码器可以按照所述距离参数指示的距离由小到大的顺序,从所述候选邻居点中依次确定第一邻居点至第 $n$ 邻居点。即解码器可以按照距离参数由小到大的顺序,确定 $n$ 个目标邻居点的索引序号,例如,第一邻居点的索引序号为1,第 $n$ 邻居点的索引序号为 $n$ 。

30 进一步地,在本申请的实施例中, $n$ 个目标邻居点中的任意一个邻居点均对应一个几何信息和一个属性信息,其中,几何信息表征该一个邻居点的空间位置,属性信息表征该一个邻居点的重建属性值。

需要说明的是,在本申请的实施例中,属性信息可以包括颜色信息。具体地,属性信息可以为任意颜色空间的属性值,例如,属性信息可以为RGB空间的属性值,也可以为YUV空间的属性值,还可以为YCbCr空间的属性值,本申请不作具体限定。

35 可以理解的是,在本申请的实施例中,解码器在根据 $n$ 个目标邻居点的几何信息和属性信息进行当前点的属性信息的预测处理时,可以根据所述当前点的属性信息中的全部分量的预测值,进一步地确定所述当前点的属性信息的预测值。具体地,对于属性信息中的每一个分量,解码器均可以进行模型参数的确定,然后再基于与该一个分量对应的模型参数,使用预测模型对当前点的属性信息进行预测处理,确定出当前点的属性信息中的该分量的预测值,按照上述方法依次确定出属性信息中的全部分量对应的全部模型参数,再分别基于全部模型参数,利用预测模型确定出当前点的属性信息的全部分量,进而完成对当前点的属性信息的预测处理。

40 示例性的,在本申请中,解码器可以确定当前点对应的3个目标邻居点,其中,该3个目标邻居点对应的3个几何信息可以分别为 $P_1(x_1, y_1, z_1)$ 、 $P_2(x_2, y_2, z_2)$ 、 $P_3(x_3, y_3, z_3)$ 。

示例性的,在本申请中,如果当前点的3个目标邻居点所对应的3个属性信息为RGB空间的属性值,那3个属性信息可以分别表示为 $C_1(R_1, G_1, B_1)$ 、 $C_2(R_2, G_2, B_2)$ 、 $C_3(R_3, G_3, B_3)$ 。

45 需要说明的是,在本申请的实施例中, $n$ 个目标邻居点的属性信息可以为经过解码后的重建的属性值,其中,属性信息可以为颜色信息,也可以是反射率或者其它属性,本发明对此不作限定。

可以理解的是,在本申请中, $k$ 种预测模式用于使用 $n$ 个目标邻居点的 $n$ 个属性信息和 $n$ 个几何信息对当前点的属性信息进行预测处理。

需要说明的是,在本申请的实施例中, $n$ 和 $k$ 为正整数,即解码器基于 $n$ 个目标邻居点的几何信息,可以从一个或多个预测模式中确定出目标预测模式。

50 进一步地,在本申请的实施例中,所述 $k$ 种预测模式中的第一模式指示根据所述 $n$ 个目标邻居点的几何信息的加权均值确定所述当前点的属性信息的预测值。具体地, $k$ 种预测模式中的第一模式,可以用于使用 $n$ 个目标邻居点的 $n$ 个几何信息对应的加权均值结果,进行当前点的属性信息的预测处理。

55 进一步地,在本申请的实施例中, $k$ 种预测模式中的第 $m$ 模式指示根据所述 $n$ 个目标邻居点中的索引序号为 $(m-1)$ 的邻居点的属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值,其中, $m$ 为大于1、且小于或者等于 $(n+1)$ 的整数。具体地, $k$ 种预测模式中的第 $m$ 模式,用于使用所述 $n$ 个目标邻居点中的第 $(m-1)$ 邻居点的几何信息,进行当前点的属性信息的预测处理。

进一步地,在本申请的实施例中, $k$ 种预测模式中的第 $k$ 模式指示根据所述 $n$ 个目标邻居点的几何信息和属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值。具体地, $k$ 种预测模式中的第 $k$ 模式,用于使用 $n$ 个目标邻居点的 $n$ 个几何信息和 $n$ 个属性信息,进行当前点的属性信息的预测处理。

60 综上,可以将 $k$ 种预测模式区分为三种类型,第一种类型为 $k$ 种预测模式中的第一模式,即使用 $n$ 个目标邻居点的几何信息的加权均值进行当前点的属性信息的预测处理;第二种类型为 $k$ 种预测模式中的第 $m$ 模式,即根据所述 $n$ 个目

标邻居点中的索引序号为  $(m-1)$  的邻居点的几何信息进行当前点的属性信息的预测处理；第三种类型为  $k$  种预测模式中的第  $k$  模式，即根据  $n$  个目标邻居点的几何信息和属性信息进行当前点的属性信息的预测处理。

步骤 203、基于模型参数和当前点的几何信息，使用预测模型确定当前点的属性信息的预测值。

5 在本申请的实施例中，解码器在根据所述  $n$  个目标邻居点的几何信息和属性信息，确定预测模型的模型参数之后，可以基于所述模型参数和所述当前点的几何信息，使用所述预测模型确定所述当前点的属性信息的预测值。

需要说明的是，在本申请的实施例中，当目标预测模式为第  $k$  模式时，解码器可以先根据所述  $n$  个目标邻居点的几何信息和属性信息，确定预测模型的模型参数；然后可以基于所述模型参数和所述当前点的几何信息，使用所述预测模型确定所述当前点的属性信息的预测值。

10 具体地，在本申请的实施例中，解码器可以先根据所述  $n$  个目标邻居点的几何信息和属性信息中的属性分量，确定所述属性分量对应的模型参数，然后再基于所述模型参数和所述当前点的几何信息，使用所述预测模型确定所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。

15 示例性的，在本申请中，如果属性信息为 RGB 空间的属性值，那么属性分量可以为 R 分量、G 分量或者 B 分量中的任意一个分量；如果属性信息为 YUV 空间的属性值，那么属性分量可以为 Y 分量、U 分量或者 V 分量中的任意一个分量；如果属性信息为 YCbCr 空间的属性值，那么属性分量可以为 Y 分量、Cb 分量或者 Cr 分量中的任意一个分量；本申请不作具体限定。

需要说明的是，在本申请的实施例中，如果属性信息为颜色信息，由于属性信息中包含的颜色分量最多三种，例如 RGB 或 YCbCr，几何信息包含的位置坐标最多三个，例如 XYZ 三个坐标轴，因此，可以认为第  $k$  模式是将一个颜色分量表示为位置坐标的线性函数。

20 下面，以属性信息为 RGB 空间的属性值，以  $n$  取值为 3 为例对第  $k$  模式进行说明，解码器可以确定当前点对应的 3 个目标邻居点，其中，该 3 个目标邻居点对应的 3 个几何信息可以分别为  $P1(x1, y1, z1)$ ,  $P2(x2, y2, z2)$ ,  $P3(x3, y3, z3)$ 。

示例性的，在本申请中，如果当前点的 3 个目标邻居点所对应的 3 个属性信息为 RGB 空间的属性值，那 3 个属性信息可以分别表示为  $C1(R1, G1, B1)$ ,  $C2(R2, G2, B2)$ ,  $C3(R3, G3, B3)$ 。

25 假设颜色分量可以由几何信息的线性组合表示，由于邻居点的几何位置和颜色信息较为接近，因此 3 个邻居点的颜色信息中的红色分量可以表示为上述公式 (2)，求解如上述公式 (2) 的三元一次线性方程组可以得到系数  $a1$ 、 $a2$ 、 $a3$  的值，即根据 3 个目标邻居点的几何信息和属性信息中的属性分量，确定所述属性分量对应的模型参数  $a1$ 、 $a2$ 、 $a3$ ；进一步地，当前点的颜色信息的红色分量的预测值可以表示为上述公式 (3)，其中，当前点的几何信息记为  $P(x, y, z)$ ，即可以根据模型参数和当前点几何信息进一步确定当前点的属性信息的属性分量的预测值  $\hat{R}$ 。

30 进一步地，在本申请的实施例中，解码器在使用所述预测模型确定所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值之后，还可以根据预设分量范围对该属性分量的预测值进行限制和约束。具体地，在本申请中，如果属性分量的预测值不属于预设分量范围，那么解码器可以按照所述预设分量范围设置所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。

示例性的，在本申请中，假设 RGB 空间的预设分量范围为  $(0, M)$ ，那么，可以根据上述公式 (4) 对当前点的属性信息的属性分量的预测值  $\hat{R}$  进行限制。其中，0 为预设分量范围中的下限阈值，M 为预设分量范围中的上限阈值，M 可以与所述属性分量的预测值对应的比特深度  $bitdepth$  有关，具体地，M 为  $(1 \ll bitdepth) - 1$ 。

35 也就是说，在本申请中，如果属性分量的预测值小于下限阈值，那么下限阈值为所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值；如果属性分量的预测值大于所述上限阈值，那么解码器可以将所述上限阈值设置为所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。

也就是说，在本申请的实施例中，解码器可以通过预设分量范围的设置，对当前点的属性信息的属性分量的预测值进行数值上的限定，即属性分量的预测值必须在上限阈值和下限阈值的范围之内。

40 可选地，在本申请中，如果属性分量的预测值大于所述上限阈值，或者，如果属性分量的预测值超出预设色彩空间值域范围时，如属性分量的预测值超出了 RGB 空间值域范围，解码器还可以将  $n$  个目标邻居点中的第一邻居点的属性分量设置为所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。

45 进一步地，在本申请的实施例中，如果如上述公式 (2) 的三元一次线性方程组无解，那么可以直接按照属性分量的预测值对应的比特深度  $bitdepth$  确定当前点的属性信息的属性分量的预测值  $\hat{R}$ ，例如，预设分量范围中的上限阈值 M 可以为所述属性分量的预测值。也就是说，当前点的属性分量的预测值可以通过预先设定的一个分量阈值确定。

进一步地，在本申请的实施例中，如果如上述公式 (2) 的三元一次线性方程组无解，那么可以直接按照  $n$  个目标邻居点中第一邻居点的属性信息中的属性分量设置为所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。也就是说，解码器也可以选择与当前点距离最近的邻居点的属性信息对当前点的属性分量的预测值进行设置。

50 可以理解的是，通过由邻居点的几何信息预测当前点的颜色信息的预测模式，解码器可以确定当前点的属性信息中的属性分量的预测值，上述方法还可以应用于 RGB 空间的其余颜色分量 G、B，从而便可以得到由几何信息预测的颜色信息  $C(R, G, B)$ ，即几何预测模式下的颜色信息的预测值  $attrPred$ ；进一步地，上述方法还可以应用于 YUV 空间或 YCbCr 空间。

55 需要说明的是，在本申请的实施例中，对于第一种类型，即如果模式参数指示的目标预测模式为  $k$  种预测模式中的第一模式，解码器在根据所述目标预测模式和所述  $n$  个目标邻居点的属性信息，确定所述当前点的属性信息的预测值时，可以先确定所述  $n$  个目标邻居点对应的  $n$  个距离参数；然后可以根据所述  $n$  个距离参数和所述  $n$  个目标邻居点的属性信息进行加权平均计算，获得所述当前点的属性信息的预测值。

60 具体地，在本申请中，解码器在根据所述  $n$  个距离参数和所述  $n$  个目标邻居点的属性信息进行加权平均计算，获得所述当前点的属性信息的预测值时，可以将  $n$  个距离参数的倒数作为  $n$  个目标邻居点对应的  $n$  个权重值，然后对  $n$  个目标邻居点的属性信息进行加权平均计算，最终获得当前点的属性信息的预测值。可见，距离当前点越近的邻居点，其对应的权重值越大，其属性信息的对预测结果的影响也越大。

需要说明的是,在本申请的实施例中,对于第二种类型,即如果模式参数指示的目标预测模式为 $k$ 种预测模式中的第 $m$ 模式,解码器在根据所述目标预测模式和所述 $n$ 个目标邻居点的属性信息,确定所述当前点的属性信息的预测值时,可以直接将所述 $n$ 个目标邻居点中的索引序号为 $(m-1)$ 的邻居点的属性信息确定为所述当前点的属性信息的预测值。

需要说明的是,在本申请中,在使用第 $m$ 模式进行当前点的属性信息的预测处理时,可以直接将 $n$ 个目标邻居点中的第 $(m-1)$ 个邻居点的属性信息作为预测值。例如,对于当前点的 $5$ 个目标邻居点,如果使用第三模式,那么解码器可以直接将 $5$ 个目标邻居点中的第二邻居点的属性信息确定为当前点的属性信息的预测值。

由此可见,在本申请的实施例中,解码器在从 $k$ 种预测模式中确定目标预测模式之后,针对不同的目标预测模式,解码器可以选择不同的预测方式对当前点进行预测处理,最终获得当前点的属性信息的预测值。

综上所述,本申请提出的点云解码方法,在利用邻居点的属性信息对当前点的属性信息进行预测时,可以将当前点的一个或多个邻居点的几何信息应用到属性信息的预测过程中,从而增加预测的准确性。

具体地,本申请提出的点云解码方法,与目前的技术相比,在对当前点的属性信息进行预测时增加了一种预测模式,该新增的预测模式可以使用当前点的邻居点的几何信息和属性信息,进行当前点的属性信息的预测值的确定。

示例性的,在本申请中,如果解码器使用当前点的 $3$ 个邻居点的颜色信息确定当前点的颜色信息的预测值,那么可以在 $5$ 种预测模式中确定目标预测模式,其中, $5$ 种预测模式可以包括:预测模式 $0$ ,即 $\text{predMode}=0$ ( $\text{predMode}$ 赋值为 $0$ ),以邻居点与当前点欧式距离的倒数作为权重,对邻居点集中 $3$ 个邻居点的颜色信息加权平均,得到当前点的颜色颜色的预测值;预测模式 $1$ ,即 $\text{predMode}=1$ ( $\text{predMode}$ 赋值为 $1$ ),直接采用第一邻居点( $1^{\text{st}}$  nearest point)的颜色信息作为预测值;预测模式 $2$ ,即 $\text{predMode}=2$ ( $\text{predMode}$ 赋值为 $2$ ),直接采用第二邻居点( $2^{\text{st}}$  nearest point)的颜色信息作为预测值;预测模式 $3$ ,即 $\text{predMode}=3$ ( $\text{predMode}$ 赋值为 $3$ ),直接采用第三邻居点( $3^{\text{st}}$  nearest point)的颜色信息作为预测值;预测模式 $4$ ,即 $\text{predMode}=4$ ( $\text{predMode}$ 赋值为 $4$ ),根据 $3$ 个邻居点的颜色信息和几何信息进行预测值的确定。

与上述表 $1$ 相比,在本申请的实施例中,预测模式及解码每种预测模式所需比特数 $\text{idxBits}$ 如上述表 $2$ 所示。

可以理解的是,在本身申请的实施例中,对于当前点所对应的 $n$ 个目标邻居点和 $k$ 种预测模式,所以有的预测模式的类型可以包括以下三种:

类型一:索引号为 $0$ 的第一模式,即使用加权平均值进行预测处理;

类型二:索引号为 $1, \dots, m, \dots, n$ 的模式,使用索引序号等于 $m-1$ 的相邻节点的颜色值;

类型三:索引号为 $n+1$ 的模式,即使用线性模式预测颜色值的模式,其中,该线性模型与几何信息和属性信息相关。

进一步地,在本申请的实施例中,基于所述 $n$ 个目标邻居点的几何信息,可以确定 $(k-1)$ 种预测模式。其中,所述 $(k-1)$ 种预测模式中的第一模式指示根据所述 $n$ 个目标邻居点的几何信息的加权均值确定所述当前点的属性信息的预测值,即 $(k-1)$ 种预测模式中的第一模式,可以用于使用 $n$ 个目标邻居点的 $n$ 个几何信息对应的加权均值结果,进行当前点的属性信息的预测处理; $(k-1)$ 种预测模式中的第 $m$ 模式指示根据所述 $n$ 个目标邻居点中的索引序号为 $(m-1)$ 的邻居点的属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值,即 $(k-1)$ 种预测模式中的第 $m$ 模式,可以用于使用所述 $n$ 个目标邻居点中的第 $(m-1)$ 邻居点的几何信息,进行当前点的属性信息的预测处理; $(k-1)$ 种预测模式中的第 $(k-1)$ 模式指示根据所述 $n$ 个目标邻居点的几何信息和属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值,即 $(k-1)$ 种预测模式中的第 $(k-1)$ 模式指示根据所述 $n$ 个目标邻居点的几何信息和属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值。具体地, $(k-1)$ 种预测模式中的第 $(k-1)$ 模式,用于使用 $n$ 个目标邻居点的 $n$ 个几何信息和 $n$ 个属性信息,进行当前点的属性信息的预测处理。

进一步地,在本申请中,所述 $k$ 种预测模式中的第 $i$ 模式指示根据所述 $n$ 个目标邻居点的几何信息和属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值;其中, $i$ 为大于 $1$ 、且小于或者等于 $m$ 的整数;所述 $k$ 种预测模式中的第 $k$ 模式指示根据所述 $n$ 个目标邻居点中的索引序号为 $(i-1)$ 的邻居点的几何信息确定所述当前点的属性信息的预测值邻居点的属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值。

本申请实施例公开了一种点云编解码方法,解码器解析码流,确定模式参数;其中,模式参数用于指示使用目标预测模式预测当前点的属性信息;若目标预测模式为 $k$ 种预测模式中的第 $k$ 模式,则确定当前点的 $n$ 个目标邻居点,并根据 $n$ 个目标邻居点的几何信息和属性信息,确定预测模型的模型参数;其中, $k$ 和 $n$ 均为正整数;基于模型参数和当前点的几何信息,使用预测模型确定当前点的属性信息的预测值。也就是说,本申请提出的点云编解码方法,增加了一种利用邻居点的几何信息预测当前点的属性信息的新的预测模式,在对当前点进行属性信息的预测时,能够充分利用邻居点的属性信息和几何信息,从而提高了预测的准确性,大大提高了编解码效率。

基于上述实施例,在本申请的再一实施例中,图 $13$ 为编码器的组成结构示意图一,如图 $13$ 所示,本申请实施例提出的编码器 $300$ 可以包括:第一确定部分 $301$ ,编码部分 $302$ ,

所述第一确定部分 $301$ ,配置为确定当前点的 $n$ 个目标邻居点;其中,所述当前点和所述 $n$ 个目标邻居点均具有几何信息和属性信息, $n$ 为正整数;基于所述 $n$ 个目标邻居点的几何信息,从 $k$ 种预测模式中,确定目标预测模式;其中, $k$ 为正整数;根据所述目标预测模式和所述 $n$ 个目标邻居点的属性信息,确定所述当前点的属性信息的预测值;

所述编码部分 $302$ ,配置为根据所述预测值,对所述当前点进行编码。

图 $14$ 为编码器的组成结构示意图二,如图 $14$ 所示,本申请实施例提出的编码器 $300$ 还可以包括第一处理器 $303$ 、存储有第一处理器 $303$ 可执行指令的第一存储器 $304$ 、第一通信接口 $305$ ,和用于连接第一处理器 $303$ 、第一存储器 $304$ 以及第一通信接口 $305$ 的第一总线 $306$ 。

进一步地,在本申请的实施例中,上述第一处理器 $303$ ,用于确定当前点的 $n$ 个目标邻居点;其中,所述当前点和所述 $n$ 个目标邻居点均具有几何信息和属性信息, $n$ 为正整数;基于所述 $n$ 个目标邻居点的几何信息,从 $k$ 种预测模式中,确定目标预测模式;其中, $k$ 为正整数;根据所述目标预测模式和所述 $n$ 个目标邻居点的属性信息,确定所述当前点的属性信息的预测值;根据所述预测值,对所述当前点进行编码。

图 $15$ 为解码器的组成结构示意图一,如图 $15$ 所示,本申请实施例提出的解码器 $400$ 可以包括:解析部分 $401$ ,第二确定部分 $402$ ,

所述解析部分 $401$ ,配置为解析码流;

所述第二确定部分 $402$ ,配置为确定模式参数;其中,所述模式参数用于指示使用目标预测模式预测当前点的属性

信息；若目标预测模式为  $k$  种预测模式中的第  $k$  模式，则确定所述当前点的  $n$  个目标邻居点，并根据所述  $n$  个目标邻居点的几何信息和属性信息，确定预测模型的模型参数；其中， $k$  和  $n$  均为正整数；基于所述模型参数和所述当前点的几何信息，使用所述预测模型确定所述当前点的属性信息的预测值。

图 16 为解码器的组成结构示意图二，如图 16 所示，本申请实施例提出的解码器 400 还可以包括第二处理器 403、存储有第二处理器 403 可执行指令的第二存储器 404、第二通信接口 405，和用于连接第二处理器 403、第二存储器 404 以及第二通信接口 405 的第二总线 406。

进一步地，在本申请的实施例中，上述第二处理器 403，用于解析码流，确定模式参数；其中，所述模式参数用于指示使用目标预测模式预测当前点的属性信息；若目标预测模式为  $k$  种预测模式中的第  $k$  模式，则确定所述当前点的  $n$  个目标邻居点，并根据所述  $n$  个目标邻居点的几何信息和属性信息，确定预测模型的模型参数；其中， $k$  和  $n$  均为正整数；基于所述模型参数和所述当前点的几何信息，使用所述预测模型确定所述当前点的属性信息的预测值。

集成的单元如果以软件功能模块的形式实现并非作为独立的产品进行销售或使用，可以存储在一个计算机可读存储介质中，基于这样的理解，本实施例的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）或 processor（处理器）执行本实施例方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（Read Only Memory, ROM）、随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

本申请实施例提供了一种编码器和解码器，编码器确定当前点的  $n$  个目标邻居点；其中，当前点和  $n$  个目标邻居点均具有几何信息和属性信息， $n$  为正整数；基于  $n$  个目标邻居点的几何信息，从  $k$  种预测模式中，确定目标预测模式；其中， $k$  为正整数；根据目标预测模式和  $n$  个目标邻居点的属性信息，确定当前点的属性信息的预测值；根据预测值，对当前点进行编码。解码器解析码流，确定模式参数；其中，模式参数用于指示使用目标预测模式预测当前点的属性信息；若目标预测模式为  $k$  种预测模式中的第  $k$  模式，则确定当前点的  $n$  个目标邻居点，并根据  $n$  个目标邻居点的几何信息和属性信息，确定预测模型的模型参数；其中， $k$  和  $n$  均为正整数；基于模型参数和当前点的几何信息，使用预测模型确定当前点的属性信息的预测值。也就是说，本申请提出的点云编解码方法，增加了一种利用邻居点的几何信息预测当前点的属性信息的新的预测模式，在对当前点进行属性信息的预测时，能够充分利用邻居点的属性信息和几何信息，从而提高了预测的准确性，大大提高了编解码效率。

本申请实施例提供计算机可读存储介质和计算机可读存储介质，其上存储有程序，该程序被处理器执行时实现如上所述实施例所述的方法。

具体来讲，本实施例中的一种点云编码方法对应的程序指令可以被存储在光盘，硬盘，U 盘等存储介质上，当存储介质中的与一种点云编码方法对应的程序指令被一电子设备读取或被执行时，包括如下步骤：

确定当前点的  $n$  个目标邻居点；其中，所述当前点和所述  $n$  个目标邻居点均具有几何信息和属性信息， $n$  为正整数；基于所述  $n$  个目标邻居点的几何信息，从  $k$  种预测模式中，确定目标预测模式；其中， $k$  为正整数；根据所述目标预测模式和所述  $n$  个目标邻居点的属性信息，确定所述当前点的属性信息的预测值；根据所述预测值，对所述当前点进行编码。

具体来讲，本实施例中的一种点云解码方法对应的程序指令可以被存储在光盘，硬盘，U 盘等存储介质上，当存储介质中的与一种点云解码方法对应的程序指令被一电子设备读取或被执行时，包括如下步骤：

解析码流，确定模式参数；其中，所述模式参数用于指示使用目标预测模式预测当前点的属性信息；若目标预测模式为  $k$  种预测模式中的第  $k$  模式，则确定所述当前点的  $n$  个目标邻居点，并根据所述  $n$  个目标邻居点的几何信息和属性信息，确定预测模型的模型参数；其中， $k$  和  $n$  均为正整数；基于所述模型参数和所述当前点的几何信息，使用所述预测模型确定所述当前点的属性信息的预测值。

本领域内的技术人员应明白，本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本申请可采用硬件实施例、软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器和光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的实现流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及实现流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在实现流程图示意图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制品，该指令装置实现在实现流程图示意图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在实现流程图示意图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

以上所述，仅为本申请的较佳实施例而已，并非用于限定本申请的保护范围。

## 55 工业实用性

本申请实施例公开了一种点云编解码方法、编码器、解码器及计算机存储介质，编码器确定当前点的  $n$  个目标邻居点；其中，当前点和  $n$  个目标邻居点均具有几何信息和属性信息， $n$  为正整数；基于  $n$  个目标邻居点的几何信息，从  $k$  种预测模式中，确定目标预测模式；其中， $k$  为正整数；根据目标预测模式和  $n$  个目标邻居点的属性信息，确定当前点

5 的属性信息的预测值；根据预测值，对当前点进行编码。解码器解析码流，确定模式参数；其中，模式参数用于指示使用目标预测模式预测当前点的属性信息；若目标预测模式为  $k$  种预测模式中的第  $k$  模式，则确定当前点的  $n$  个目标邻居点，并根据  $n$  个目标邻居点的几何信息和属性信息，确定预测模型的模型参数；其中， $k$  和  $n$  均为正整数；基于模型参数和当前点的几何信息，使用预测模型确定当前点的属性信息的预测值。也就是说，本申请提出的点云编解码方法，增加了一种利用邻居点的几何信息预测当前点的属性信息的新的预测模式，在对当前点进行属性信息的预测时，能够充分利用邻居点的属性信息和几何信息，从而提高了预测的准确性，大大提高了编解码效率。

## 权利要求书

1、一种点云编码方法，应用于编码器，所述方法包括：

确定当前点的  $n$  个目标邻居点；其中，所述当前点和所述  $n$  个目标邻居点均具有几何信息和属性信息， $n$  为正整数；

基于所述  $n$  个目标邻居点的几何信息，从  $k$  种预测模式中，确定目标预测模式；其中， $k$  为正整数；

5 根据所述目标预测模式和所述  $n$  个目标邻居点的属性信息，确定所述当前点的属性信息的预测值；

根据所述预测值，对所述当前点进行编码。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述方法还包括：

所述属性信息包括颜色信息。

3、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述确定当前点的  $n$  个目标邻居点，包括：

10 确定所述当前点与点云中的一个或多个候选邻居点之间的距离参数；

根据所述距离参数在所述一个或多个候选邻居点中确定所述  $n$  个目标邻居点，其中，所述距离参数指示所述点云中两个点之间的距离。

4、根据权利要求 3 所述的方法，其中，所述方法还包括：

按照所述距离参数指示的距离由小到大的顺序，从所述候选邻居点中依次确定第一邻居点至第  $n$  邻居点。

15 5、根据权利要求 3 或 4 所述的方法，其中，所述方法还包括：

所述距离参数指示的是所述点云中两个点之间的欧氏距离。

6、根据权利要求 5 所述的方法，其中，

所述  $k$  种预测模式中的第一模式指示根据所述  $n$  个目标邻居点的几何信息的加权均值确定所述当前点的属性信息的预测值；

20 所述  $k$  种预测模式中的第  $m$  模式指示根据所述  $n$  个目标邻居点中的索引序号为  $(m-1)$  的邻居点的属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值，其中， $m$  为大于 1、且小于或者等于  $(n+1)$  的整数；

所述  $k$  种预测模式中的第  $k$  模式指示根据所述  $n$  个目标邻居点的几何信息和属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值。

25 7、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述基于所述  $n$  个目标邻居点的几何信息，从  $k$  种预测模式中，确定目标预测模式，包括：

确定所述  $k$  种预测模式对应的  $k$  个代价值；

将所述  $k$  个代价值中的最小代价值对应的预测模式确定为所述目标预测模式。

8、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述基于所述  $n$  个目标邻居点的几何信息，从  $k$  种预测模式中，确定目标预测模式，包括：

30 确定所述  $k$  种预测模式中的  $p$  种预测模式对应的  $p$  个代价值，其中， $p$  为大于或者等于 1、且小于或者等于  $k$  的整数；

当所述  $p$  个代价值中的第  $p$  个代价值满足预设条件时，根据所述  $p$  个代价值确定所述当前点的目标预测模式。

9、根据权利要求 8 所述的方法，其中，所述方法还包括：

确定所述第  $p$  个代价值与所述  $p$  个代价值中的第  $(p-1)$  个代价值之间的减少量；

35 当所述减少量小于预设阈值时，将所述第  $p$  个代价值对应的第  $p$  种预测模式作为所述当前点的目标预测模式。

10、根据权利要求 8 所述的方法，其中，所述方法还包括：

当所述第  $p$  个代价值大于所述  $p$  个代价值中的第  $(p-1)$  个代价值时，将所述第  $(p-1)$  个代价值对应的第  $(p-1)$  种预测模式作为所述当前点的目标预测模式。

40 11、根据权利要求 9 或 10 所述的方法，其中，所述方法还包括：

确定运算精度；其中，所述运算精度用于代价值的计算；

确定所述运算精度对应的最大正整数；

将所述最大正整数设置为第 0 个代价值。

12、根据权利要求 6 所述的方法，其中，所述方法还包括：

确定所述  $n$  个目标邻居点的颜色差异参数；其中，所述颜色差异参数用于预测模式的选择；

45 若所述颜色差异参数小于预设颜色差异阈值，则将所述第一模式确定为所述目标预测模式。

13、根据权利要求 12 所述的方法，其中，所述方法还包括：

若所述颜色差异参数大于或者等于所述预设颜色差异阈值，则使用率失真优化的方法从  $k$  种预测模式中确定所述目标预测模式。

14、根据权利要求 12 或 13 所述的方法，其中，所述方法还包括：

50 根据所述  $n$  个目标邻居点的属性信息，计算所述  $n$  个目标邻居点的颜色差异值；

根据所述颜色差异值设置所述颜色差异参数。

15、根据权利要求 6 所述的方法，其中，若所述目标预测模式为所述第一模式，所述根据所述目标预测模式和所述  $n$  个目标邻居点的属性信息，确定所述当前点的属性信息的预测值，包括：

确定所述  $n$  个目标邻居点对应的  $n$  个距离参数；

55 根据所述  $n$  个距离参数和所述  $n$  个目标邻居点的属性信息进行加权平均计算，获得所述当前点的属性信息的预测值。

16、根据权利要求 6 所述的方法，其中，若所述目标预测模式为所述第  $m$  模式，所述根据所述目标预测模式和所述  $n$  个目标邻居点的属性信息，确定所述当前点的属性信息的预测值，包括：

将所述  $n$  个目标邻居点中的索引序号为  $(m-1)$  的邻居点的属性信息确定为所述当前点的属性信息的预测值。

- 17、根据权利要求 6 所述的方法，其中，若所述目标预测模式为所述第 k 模式，所述根据所述目标预测模式和所述 n 个目标邻居点的属性信息，确定所述当前点的属性信息的预测值，包括：  
根据所述 n 个目标邻居点的几何信息和属性信息，确定预测模型的模型参数；  
基于所述模型参数和所述当前点的几何信息，使用所述预测模型确定所述当前点的属性信息的预测值。
- 5 18、根据权利要求 17 所述的方法，其中，所述方法还包括：  
根据所述 n 个目标邻居点的几何信息和属性信息中的属性分量，确定所述属性分量对应的模型参数；其中，所述属性分量为所述属性信息中的任一个分量；  
基于所述模型参数和所述当前点的几何信息，使用所述预测模型确定所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。
- 10 19、根据权利要求 18 所述的方法，其中，所述方法还包括：  
若所述属性信息为 RGB 空间的属性值，则所述属性分量为 R 分量、G 分量或者 B 分量中的任一个分量；  
若所述属性信息为 YUV 空间的属性值，则所述属性分量为 Y 分量、U 分量或者 V 分量中的任一个分量；  
若所述属性信息为 YCbCr 空间的属性值，则所述属性分量为 Y 分量、Cb 分量或者 Cr 分量中的任一个分量。
- 15 20、根据权利要求 18 所述的方法，其中，所述方法还包括：  
根据所述当前点的属性信息中的全部分量的预测值，确定所述当前点的属性信息的预测值。
- 21、根据权利要求 18 所述的方法，其中，所述方法还包括：  
若属性分量的预测值不属于预设分量范围，则按照所述预设分量范围设置所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。
- 22、根据权利要求 21 所述的方法，其中，所述预设分量范围包括上限阈值和下限阈值，所述方法还包括：  
20 若所述属性分量的预测值小于所述下限阈值，则将所述下限阈值设置为所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值；  
若所述属性分量的预测值大于所述上限阈值，则将所述上限阈值设置为所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。
- 23、根据权利要求 22 所述的方法，其中，所述方法还包括：  
25 按照所述属性分量的预测值对应的比特深度设置所述上限阈值；  
将所述下限阈值设置为大于或者等于 0 的常数。
- 24、根据权利要求 22 所述的方法，其中，所述方法还包括：  
将所述上限阈值设置为所述属性分量的预测值。
- 25、根据权利要求 6 所述的方法，其中，所述方法还包括：  
30 基于所述 n 个目标邻居点的几何信息，确定(k-1)种预测模式；  
其中，所述(k-1)种预测模式中的第一模式指示根据所述 n 个目标邻居点的几何信息的加权均值确定所述当前点的属性信息的预测值；  
所述(k-1)种预测模式中的第 m 模式指示根据所述 n 个目标邻居点中的索引序号为 (m-1) 的邻居点的属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值；
- 35 所述(k-1)种预测模式中的第(k-1)模式指示根据所述 n 个目标邻居点的几何信息和属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值。
- 26、根据权利要求 6 所述的方法，其中，所述方法还包括：  
所述 k 种预测模式中的第 i 模式指示根据所述 n 个目标邻居点的几何信息和属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值；其中，i 为大于 1、且小于或者等于 m 的整数；
- 40 所述 k 种预测模式中的第 k 模式指示根据所述 n 个目标邻居点中的索引序号为 (i-1) 的邻居点的属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值。
- 27、根据权利要求 4 所述的方法，其中，所述方法还包括：  
将所述第一邻居点的属性信息中的属性分量设置为所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。
- 28、根据权利要求 22 所述的方法，其中，所述方法还包括：  
45 若所述属性分量的预测值大于所述上限阈值，则将所述 n 个目标邻居点中的第一邻居点的属性分量设置为所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。
- 29、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述方法还包括：  
确定预测参数；其中，所述预测参数用于指示是否进行模式选择处理；  
若所述预测参数指示不进行选择处理，则在所述 k 种预测模式中确定所述目标预测模式；
- 50 若所述预测参数指示进行选择处理，则使用率失真优化的方法确定所述目标预测模式。
- 30、根据权利要求 29 所述的方法，其中，所述方法还包括：  
将所述预测参数写入码流。
- 31、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述方法还包括：  
设置模式参数指示使用所述目标预测模式；
- 55 将所述模式参数写入码流。
- 32、一种点云解码方法，应用于解码器，所述方法包括：  
解析码流，确定模式参数；其中，所述模式参数用于指示使用目标预测模式预测当前点的属性信息；  
若目标预测模式为 k 种预测模式中的第 k 模式，则确定所述当前点的 n 个目标邻居点，并根据所述 n 个目标邻居点的几何信息和属性信息，确定预测模型的模型参数；其中，k 和 n 均为正整数；
- 60 基于所述模型参数和所述当前点的几何信息，使用所述预测模型确定所述当前点的属性信息的预测值。
- 33、根据权利要求 32 所述的方法，其中，所述方法还包括：

所述属性信息包括颜色信息。

34、根据权利要求 32 所述的方法，其中，所述确定当前点的  $n$  个目标邻居点，包括：

确定所述当前点与点云中的一个或多个候选邻居点之间的距离参数；

5 根据所述距离参数在所述一个或多个候选邻居点中确定所述  $n$  个目标邻居点，其中，所述距离参数指示所述点云中两个点之间的距离。

35、根据权利要求 34 所述的方法，其中，所述方法还包括：

按照所述距离参数指示的距离由小到大的顺序，从所述候选邻居点中依次确定第一邻居点至第  $n$  邻居点。

36、根据权利要求 34 或 35 所述的方法，其中，所述方法还包括：

所述距离参数指示的是所述点云中两个点之间的欧氏距离。

10 37、根据权利要求 36 所述的方法，其中，

所述  $k$  种预测模式中的第一模式指示根据所述  $n$  个目标邻居点的几何信息的加权均值确定所述当前点的属性信息的预测值；

所述  $k$  种预测模式中的第  $m$  模式指示根据所述  $n$  个目标邻居点中的索引序号为  $(m-1)$  的邻居点的属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值，其中， $m$  为大于 1、且小于或者等于  $(n+1)$  的整数；

15 所述  $k$  种预测模式中的第  $k$  模式指示根据所述  $n$  个目标邻居点的几何信息和属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值。

38、根据权利要求 37 所述的方法，其中，所述方法还包括：

若目标预测模式为  $k$  种预测模式中的所述第一模式，则确定所述  $n$  个目标邻居点对应的  $n$  个距离参数；

根据所述  $n$  个距离参数和所述  $n$  个目标邻居点的属性信息进行加权平均计算，获得所述当前点的属性信息的预测值。

20 39、根据权利要求 37 所述的方法，其中，所述方法还包括：

若目标预测模式为  $k$  种预测模式中的所述第  $m$  模式，则将所述  $n$  个目标邻居点中的索引序号为  $(m-1)$  的邻居点的属性信息确定为所述当前点的属性信息的预测值。

40、根据权利要求 32 所述的方法，其中，所述方法还包括：

25 根据所述  $n$  个目标邻居点的几何信息和属性信息中的属性分量，确定所述属性分量对应的模型参数；其中，所述属性分量为所述属性信息中的任一个分量；

基于所述模型参数和所述当前点的几何信息，使用所述预测模型确定所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。

41、根据权利要求 40 所述的方法，其中，所述方法还包括：

若所述属性信息为 RGB 空间的属性值，则所述属性分量为 R 分量、G 分量或者 B 分量中的任一个分量；

30 若所述属性信息为 YUV 空间的属性值，则所述属性分量为 Y 分量、U 分量或者 V 分量中的任一个分量；

若所述属性信息为 YCbCr 空间的属性值，则所述属性分量为 Y 分量、Cb 分量或者 Cr 分量中的任一个分量。

42、根据权利要求 40 所述的方法，其中，所述方法还包括：

根据所述当前点的属性信息中的全部分量的预测值，确定所述当前点的属性信息的预测值。

43、根据权利要求 40 所述的方法，其中，所述方法还包括：

35 若属性分量的预测值不属于预设分量范围，则按照所述预设分量范围设置所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。

44、根据权利要求 43 所述的方法，其中，所述预设分量范围包括上限阈值和下限阈值，所述方法还包括：

若所述属性分量的预测值小于所述下限阈值，则将所述下限阈值设置为所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值；

40 若所述属性分量的预测值大于所述上限阈值，则将所述上限阈值设置为所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。

45、根据权利要求 44 所述的方法，其中，所述方法还包括：

所述上限阈值基于所述属性分量的预测值对应的比特深度进行确定；

所述下限阈值为大于或者等于 0 的常数。

45 46、根据权利要求 44 所述的方法，其中，所述方法还包括：

所述上限阈值为所述属性分量的预测值。

47、根据权利要求 37 所述的方法，其中，所述方法还包括：

基于所述  $n$  个目标邻居点的几何信息，确定  $(k-1)$  种预测模式；相应地，

50 所述  $(k-1)$  种预测模式中的第一模式指示根据所述  $n$  个目标邻居点的几何信息的加权均值确定所述当前点的属性信息的预测值；

所述  $(k-1)$  种预测模式中的第  $m$  模式指示根据所述  $n$  个目标邻居点中的索引序号为  $(m-1)$  的邻居点的属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值；

55 所述  $(k-1)$  种预测模式中的第  $(k-1)$  模式指示根据所述  $n$  个目标邻居点的几何信息和属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值。

48、根据权利要求 37 所述的方法，其中，所述方法还包括：

所述  $k$  种预测模式中的第  $i$  模式指示根据所述  $n$  个目标邻居点的几何信息和属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值；其中， $i$  为大于 1、且小于或者等于  $m$  的整数；

60 所述  $k$  种预测模式中的第  $k$  模式指示根据所述  $n$  个目标邻居点中的索引序号为  $(i-1)$  的邻居点的属性信息确定所述当前点的属性信息的预测值。

49、根据权利要求 35 所述的方法，其中，所述方法还包括：

将所述第一邻居点的属性信息中的属性分量设置为所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。

50、根据权利要求44所述的方法，其中，所述方法还包括：

若所述属性分量的预测值大于所述上限阈值，则将所述n个目标邻居点中的第一邻居点的属性分量设置为所述当前点的属性信息中的属性分量的预测值。

5 51、一种编码器，所述编码器包括：第一确定部分，编码部分，

所述第一确定部分，配置为确定当前点的n个目标邻居点；其中，所述当前点和所述n个目标邻居点均具有几何信息和属性信息，n为正整数；基于所述n个目标邻居点的几何信息，从k种预测模式中，确定目标预测模式；其中，k为正整数；根据所述目标预测模式和所述n个目标邻居点的属性信息，确定所述当前点的属性信息的预测值；

所述编码部分，配置为根据所述预测值，对所述当前点进行编码。

10 52、一种编码器，所述编码器包括第一处理器、存储有所述第一处理器可执行指令的第一存储器，当所述指令被执行时，所述第一处理器执行时实现如权利要求1-31任一项所述的方法。

53、一种解码器，所述解码器包括：解析部分，第二确定部分，

所述解析部分，配置为解析码流；

所述第二确定部分，配置为确定模式参数；其中，所述模式参数用于指示使用目标预测模式预测当前点的属性信息；

15 若目标预测模式为k种预测模式中的第k模式，则确定所述当前点的n个目标邻居点，并根据所述n个目标邻居点的几何信息和属性信息，确定预测模型的模型参数；其中，k和n均为正整数；基于所述模型参数和所述当前点的几何信息，使用所述预测模型确定所述当前点的属性信息的预测值。

54、一种解码器，所述解码器包括第二处理器、存储有所述第二处理器可执行指令的第二存储器，当所述指令被执行时，所述第二处理器执行时实现如权利要求32-50任一项所述的方法。

20 55、一种计算机存储介质，其中，所述计算机存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被第一处理器执行时实现如权利要求1-31任一项所述的方法，或者被第二处理器执行时实现如权利要求32-50任一项所述的方法。

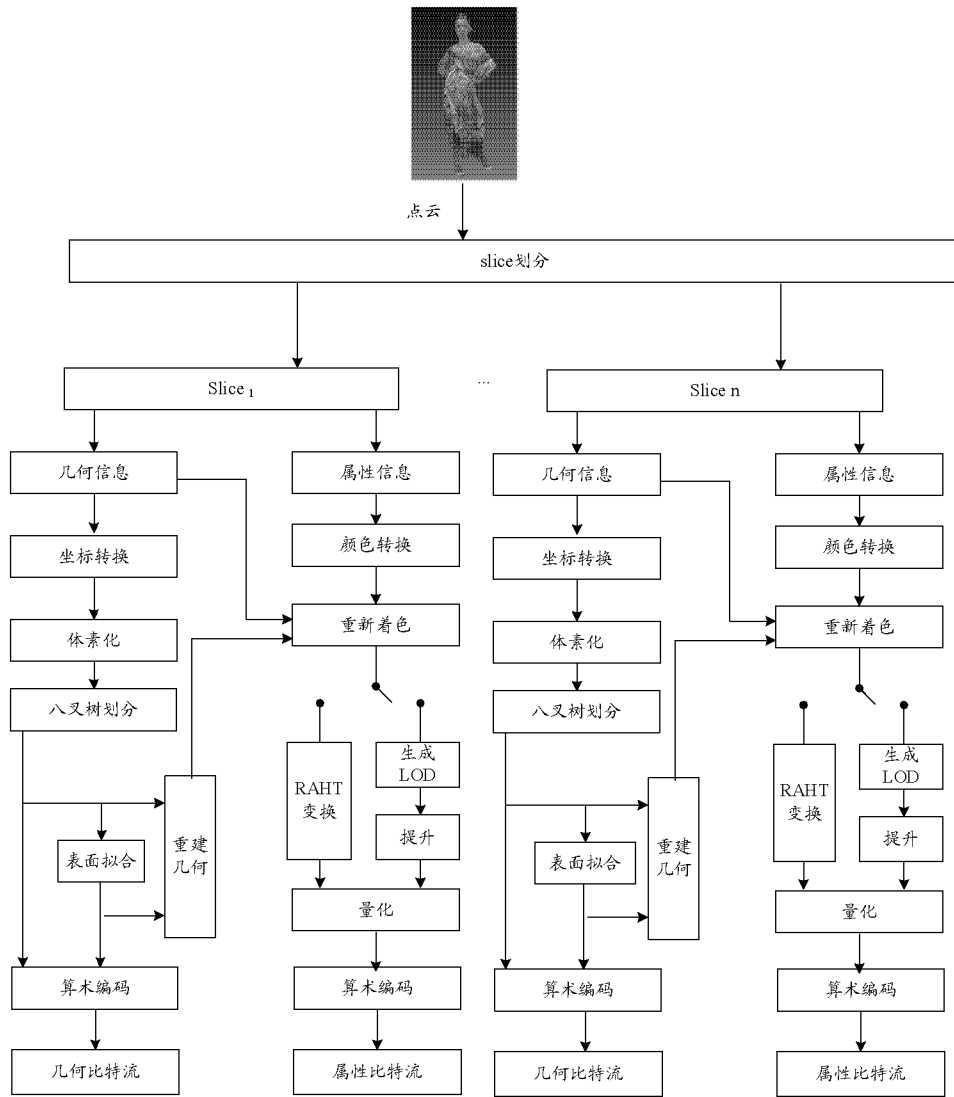


图 1

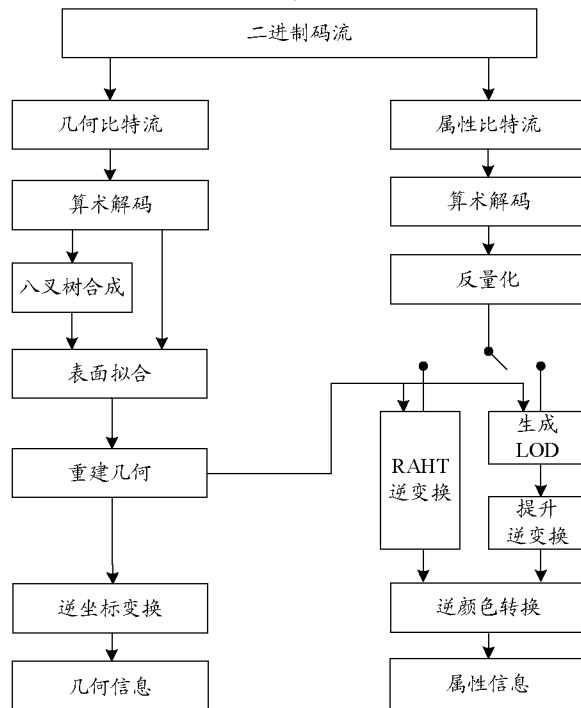


图 2

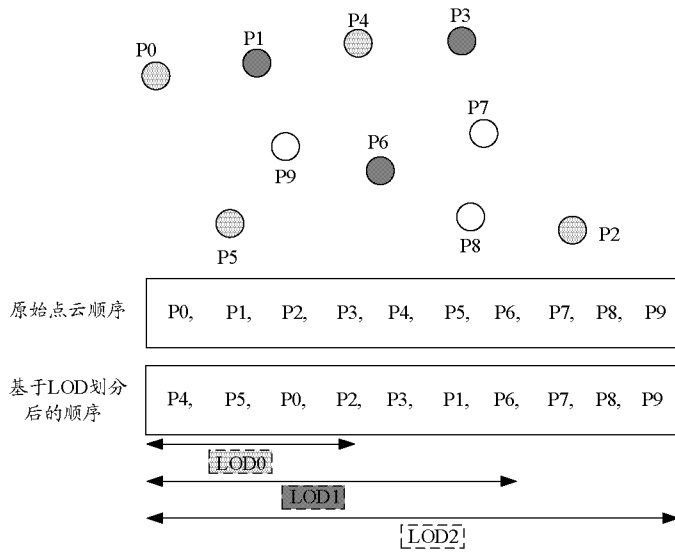


图 3

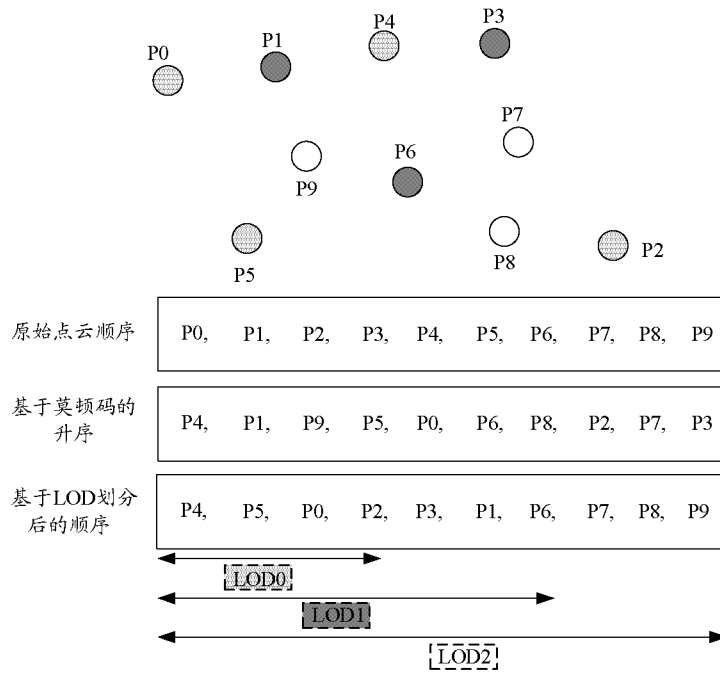


图 4

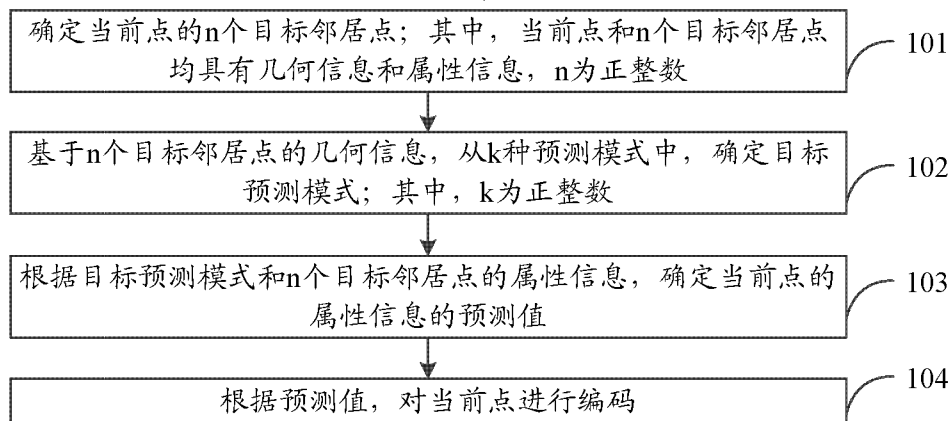


图 5

Sequence	End-to-End BD-AttrRate [%]		
	Luma	Chroma Cb	Chroma Cr
boxer view dep vox12	-0.1%	-0.5%	-0.1%
dancer vox11 00000001	-0.3%	-0.4%	-0.2%
bot view dep vox12	-0.1%	-0.5%	-0.4%
bot vox10 1200	0.1%	-0.3%	0.2%
so hier view dep vox12	0.1%	0.0%	-0.1%
so hier vox10 0690	0.1%	0.2%	-0.1%
thaidancer view dep vox12	0.3%	-0.1%	0.0%
facade 00064 vox14	0.0%	-0.1%	0.0%
facade 00064 vox20	0.0%	0.0%	-0.1%
frog 00067 vox20	0.0%	0.0%	-0.3%
ub unkom htes vox20	0.0%	-0.3%	0.0%
<b>Overallaverage</b>	<b>0.0%</b>	<b>-0.2%</b>	<b>-0.1%</b>

图 6

Sequence	End-to-End BD-AttrRate [%]		
	Luma	Chroma Cb	Chroma Cr
boxer view dep vox12	-0.1%	-0.5%	-0.1%
dancer vox11 00000001	-0.3%	-0.4%	-0.2%
bot view dep vox12	-0.1%	-0.5%	-0.4%
<b>Overallaverage</b>	<b>-0.1%</b>	<b>-0.4%</b>	<b>-0.3%</b>

图 7

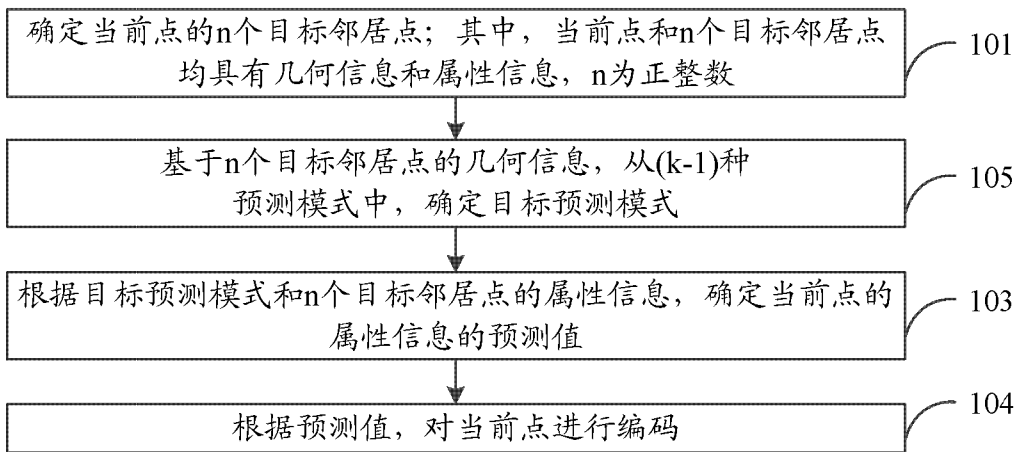


图 8

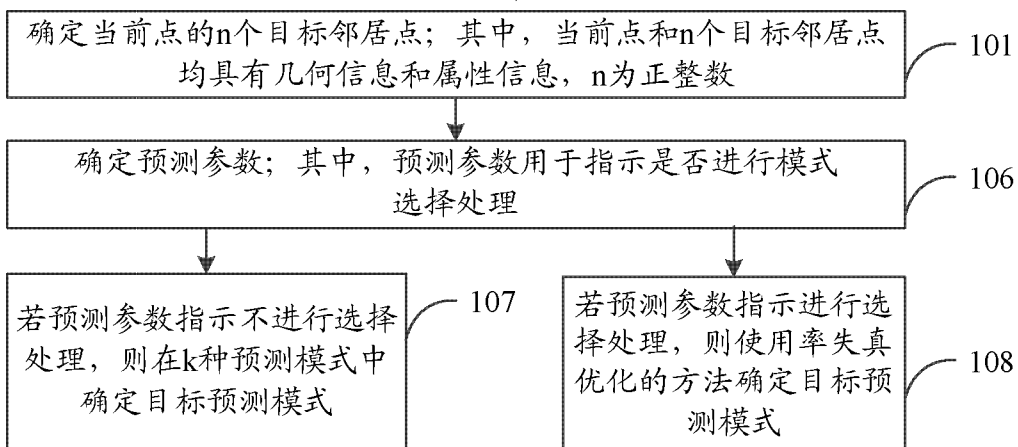


图 9

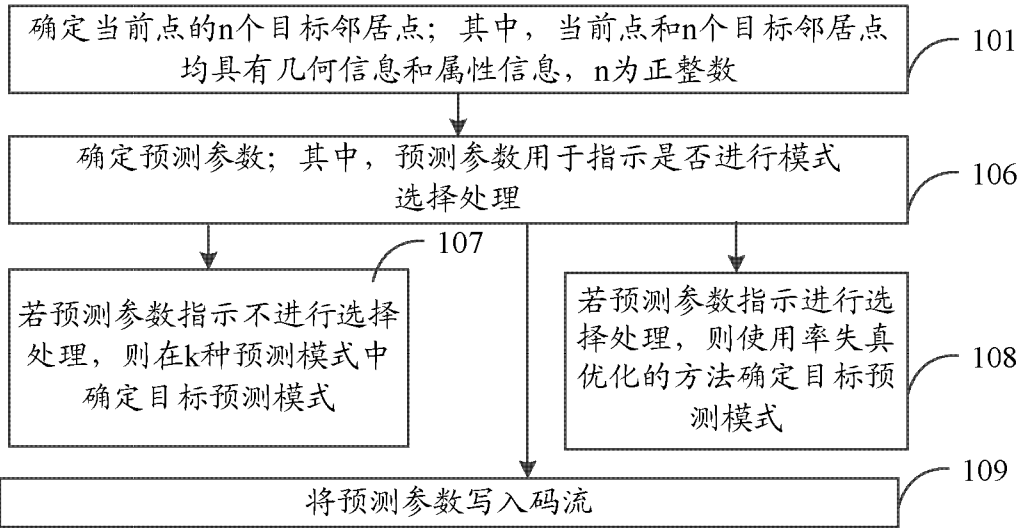


图 10

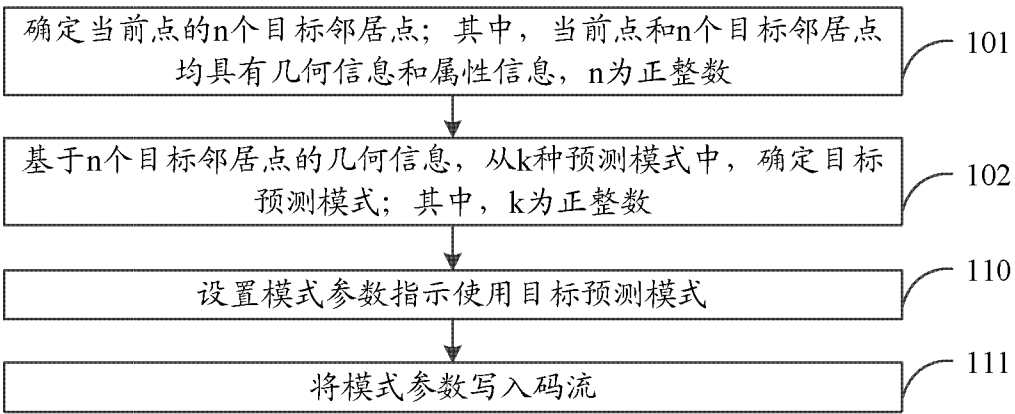


图 11

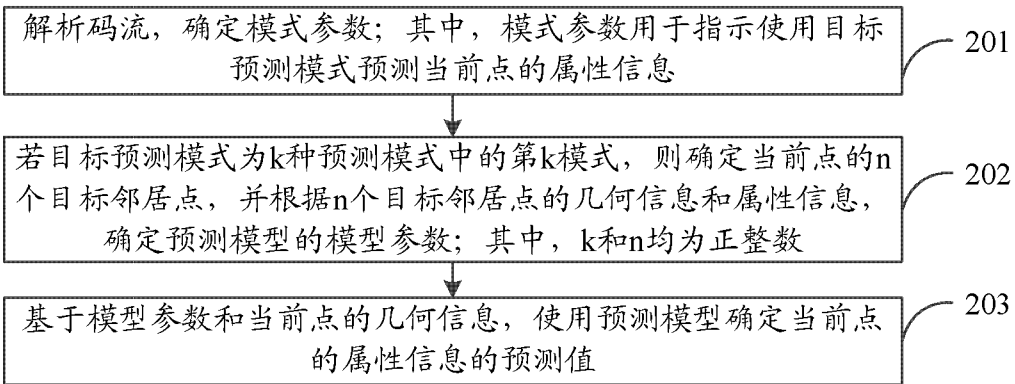


图 12

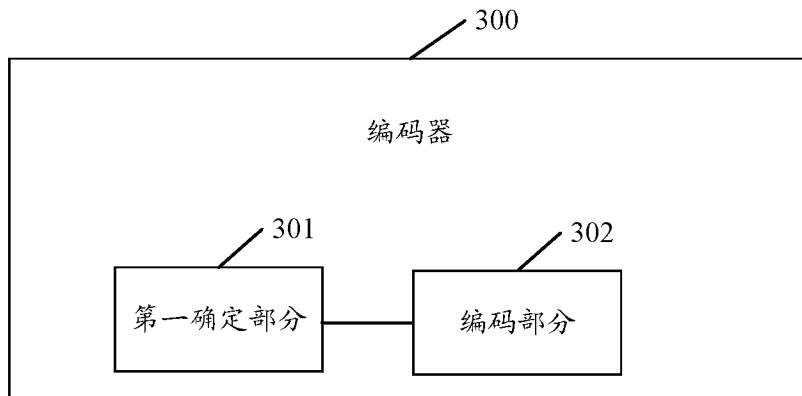


图 13

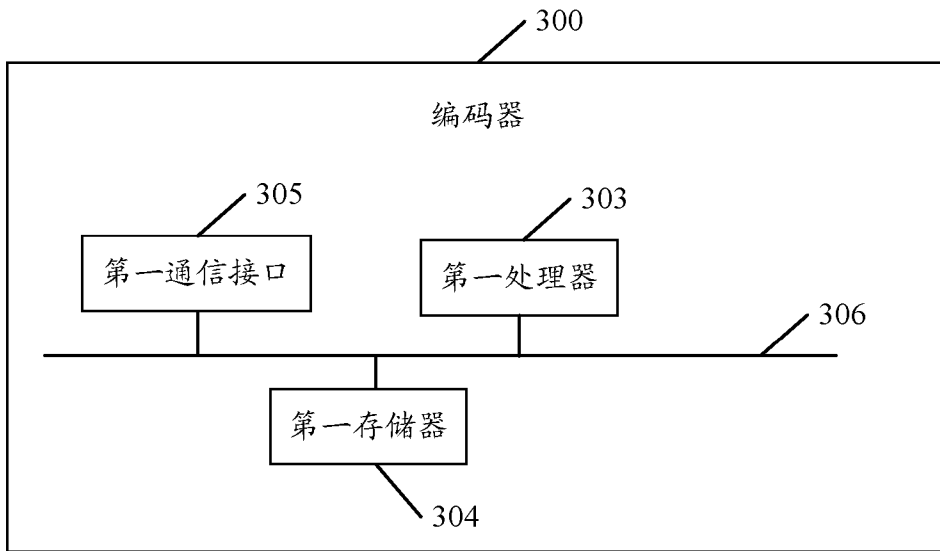


图 14

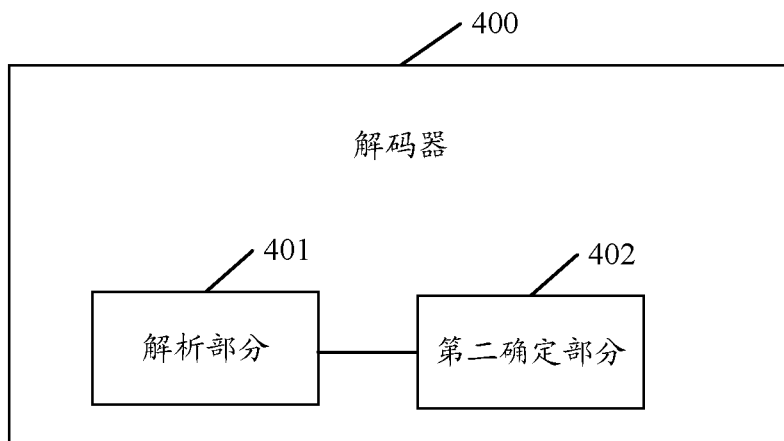


图 15

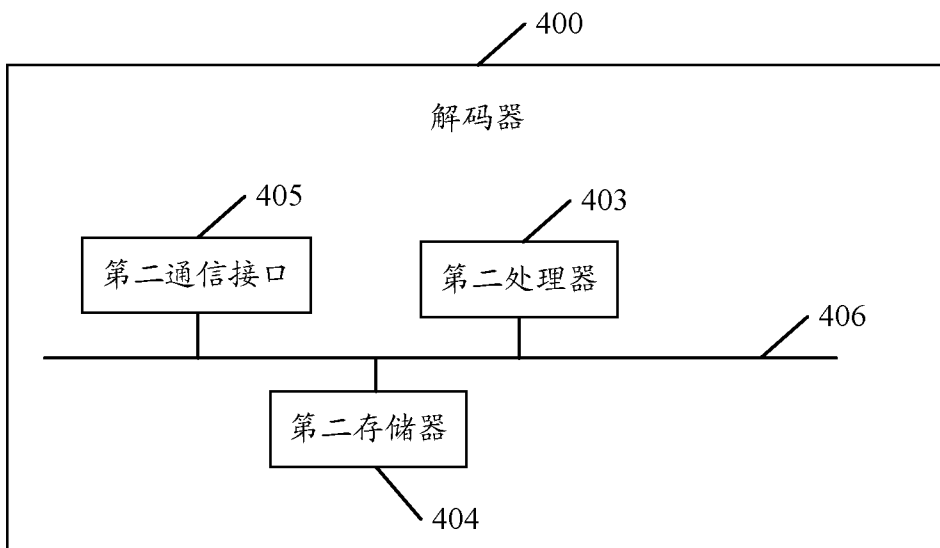


图 16

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/134654

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> H04N 19/103(2014.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) 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) CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC, IEEE: 点云, 3D, 立体, 压缩, 编码, 解码, 几何, 坐标, 属性, 颜色, RGB, 邻居, 相邻, 模式, 预测, 残差, 差值, RDO, 率失真, 距离, point cloud, compress, encode, decode, coordinate, geometry, attribute, color, neighbor, mode, predict, difference, distance		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 110996098 A (TENCENT AMERICA L.L.C.) 10 April 2020 (2020-04-10) description paragraphs 31-192	1-5, 7-11, 27, 29-31, 51, 52, 55
A	CN 109889840 A (PEKING UNIVERSITY SHENZHEN GRADUATE SCHOOL) 14 June 2019 (2019-06-14) entire document	1-55
A	CN 111145090 A (PENG CHENG LABORATORY et al.) 12 May 2020 (2020-05-12) entire document	1-55
A	CN 111242997 A (PEKING UNIVERSITY SHENZHEN GRADUATE SCHOOL) 05 June 2020 (2020-06-05) entire document	1-55
A	US 2019311499 A1 (APPLE INC.) 10 October 2019 (2019-10-10) entire document	1-55
A	WO 2020191260 A1 (TENCENT AMERICA L.L.C.) 24 September 2020 (2020-09-24) entire document	1-55
A	US 2020021856 A1 (APPLE INC.) 16 January 2020 (2020-01-16) entire document	1-55
<input 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 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>17 August 2021</b>		Date of mailing of the international search report <b>08 September 2021</b>
Name and mailing address of the ISA/CN <b>China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China</b> Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer   Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2020/134654**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110996098	A	10 April 2020	US	2020105025	A1	02 April 2020
CN	109889840	A	14 June 2019	WO	2020186548	A1	24 September 2020
CN	111145090	A	12 May 2020	None			
CN	111242997	A	05 June 2020	None			
US	2019311499	A1	10 October 2019	None			
WO	2020191260	A1	24 September 2020	US	10979730	B2	13 April 2021
				US	2020304823	A1	24 September 2020
US	2020021856	A1	16 January 2020	US	10911787	B2	02 February 2021

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>H04N 19/103(2014.01) i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																										
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H04N</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC, IEEE: 点云, 3D, 立体, 压缩, 编码, 解码, 几何, 坐标, 属性, 颜色, RGB, 邻居, 相邻, 模式, 预测, 残差, 差值, RD0, 率失真, 距离, point cloud, compress, encode, decode, coordinate, geometry, attribute, color, neighbor, mode, predict, difference, distance</p>																										
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 110996098 A (腾讯美国有限责任公司) 2020年 4月 10日 (2020 - 04 - 10) 说明书第31-192段</td> <td>1-5、7-11、27、29-31、51、52、55</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109889840 A (北京大学深圳研究生院) 2019年 6月 14日 (2019 - 06 - 14) 全文</td> <td>1-55</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111145090 A (鹏城实验室等) 2020年 5月 12日 (2020 - 05 - 12) 全文</td> <td>1-55</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111242997 A (北京大学深圳研究生院) 2020年 6月 5日 (2020 - 06 - 05) 全文</td> <td>1-55</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2019311499 A1 (APPLE INC.) 2019年 10月 10日 (2019 - 10 - 10) 全文</td> <td>1-55</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2020191260 A1 (TENCENT AMERICA LLC) 2020年 9月 24日 (2020 - 09 - 24) 全文</td> <td>1-55</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2020021856 A1 (APPLE INC.) 2020年 1月 16日 (2020 - 01 - 16) 全文</td> <td>1-55</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 110996098 A (腾讯美国有限责任公司) 2020年 4月 10日 (2020 - 04 - 10) 说明书第31-192段	1-5、7-11、27、29-31、51、52、55	A	CN 109889840 A (北京大学深圳研究生院) 2019年 6月 14日 (2019 - 06 - 14) 全文	1-55	A	CN 111145090 A (鹏城实验室等) 2020年 5月 12日 (2020 - 05 - 12) 全文	1-55	A	CN 111242997 A (北京大学深圳研究生院) 2020年 6月 5日 (2020 - 06 - 05) 全文	1-55	A	US 2019311499 A1 (APPLE INC.) 2019年 10月 10日 (2019 - 10 - 10) 全文	1-55	A	WO 2020191260 A1 (TENCENT AMERICA LLC) 2020年 9月 24日 (2020 - 09 - 24) 全文	1-55	A	US 2020021856 A1 (APPLE INC.) 2020年 1月 16日 (2020 - 01 - 16) 全文	1-55
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
X	CN 110996098 A (腾讯美国有限责任公司) 2020年 4月 10日 (2020 - 04 - 10) 说明书第31-192段	1-5、7-11、27、29-31、51、52、55																								
A	CN 109889840 A (北京大学深圳研究生院) 2019年 6月 14日 (2019 - 06 - 14) 全文	1-55																								
A	CN 111145090 A (鹏城实验室等) 2020年 5月 12日 (2020 - 05 - 12) 全文	1-55																								
A	CN 111242997 A (北京大学深圳研究生院) 2020年 6月 5日 (2020 - 06 - 05) 全文	1-55																								
A	US 2019311499 A1 (APPLE INC.) 2019年 10月 10日 (2019 - 10 - 10) 全文	1-55																								
A	WO 2020191260 A1 (TENCENT AMERICA LLC) 2020年 9月 24日 (2020 - 09 - 24) 全文	1-55																								
A	US 2020021856 A1 (APPLE INC.) 2020年 1月 16日 (2020 - 01 - 16) 全文	1-55																								
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																										
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																										
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2021年 8月 17日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2021年 9月 8日</p>																								
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>胡翟</p> <p>电话号码 86-(10)-53961704</p>																								

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/134654

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	110996098	A	2020年 4月 10日	US	2020105025	A1	2020年 4月 2日
CN	109889840	A	2019年 6月 14日	WO	2020186548	A1	2020年 9月 24日
CN	111145090	A	2020年 5月 12日	无			
CN	111242997	A	2020年 6月 5日	无			
US	2019311499	A1	2019年 10月 10日	无			
WO	2020191260	A1	2020年 9月 24日	US	10979730	B2	2021年 4月 13日
				US	2020304823	A1	2020年 9月 24日
US	2020021856	A1	2020年 1月 16日	US	10911787	B2	2021年 2月 2日