

(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
2024年7月11日 (11.07.2024)

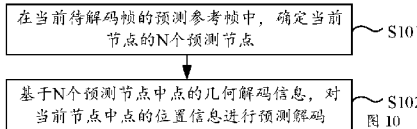


(10) 国际公布号
WO 2024/145935 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04N 19/597 (2014.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/071072
- (22) 国际申请日: 2023年1月6日 (06.01.2023)
- (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: **孙泽星(SUN, Zexing)**; 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: 北京知帆远景知识产权代理有限公司 (**ZHIFAN & PARTNERS**); 中国北京市海淀区阜成路73号裕惠大厦B座805, Beijing 100142 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, 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,

(54) **Title:** POINT CLOUD ENCODING METHOD AND APPARATUS, POINT CLOUD DECODING METHOD AND APPARATUS, DEVICE, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 点云编解码方法、装置、设备及存储介质



- S101 Determine N prediction nodes of a current node in a prediction reference frame of a current frame to be decoded
- S102 Perform predictive decoding on position information of points in the current node on the basis of geometry encoding/decoding information of points in the N prediction nodes

(57) **Abstract:** The present application provides a point cloud encoding method and apparatus, a point cloud decoding method and apparatus, a device, and a storage medium. The point cloud encoding/decoding method comprises: determining N prediction nodes of a current node in a prediction reference frame of a current frame to be encoded/decoded, and performing predictive encoding/decoding on coordinate information of points in the current node on the basis of geometry encoding/decoding information of points in the N prediction nodes. That is to say, in embodiments of the present application, a node is subjected to direct encoding/decoding DCM for optimization, the time-domain correlation between the adjacent frames is considered, and geometry information of the prediction nodes in the prediction reference frame is used to perform predictive encoding/decoding on geometry information of points in a node to be subjected to IDC (i.e., the current node); the time-domain correlation between the adjacent frames is considered, so that the encoding/decoding efficiency of the geometry information of a point cloud is further improved.

(57) **摘要:** 本申请提供一种点云编解码方法、装置、设备及存储介质, 该方法包括: 在当前待编解码帧的预测参考帧中, 确定当前节点的N个预测节点, 基于这N个预测节点中点的几何编解码信息, 对当前节点中点的坐标信息进行预测编解码。也就是说, 本申请实施例对节点进行DCM直接编解码时进行优化, 通过考虑相邻帧之间时域上的相关性, 利用预测参考帧中预测节点的几何信息对待节点IDC节点(即当前节点)中点的几何信息进行预测编解码, 通过考虑相邻帧之间时域相关性来进一步提升点云的几何信息编解码效率。

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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SC, 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, ME, MK, MT, NL, NO,
PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN,
TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

点云编解码方法、装置、设备及存储介质

技术领域

本申请涉及点云技术领域，尤其涉及一种点云编解码方法、装置、设备及存储介质。

5

背景技术

通过采集设备对物体表面进行采集，形成点云数据，点云数据包括几十万甚至更多的点。在视频制作过程中，将点云数据以点云媒体文件的形式在点云编码设备和点云解码设备之间传输。但是，如此庞大的点给传输带来了挑战，因此，点云编码设备需要对点云数据进行压缩后传输。

10

点云的压缩也称为点云的编码，在点云编码过程中，对于在几何空间中处于孤立位置的点来说，使用推断直接编码方式(Infer Direct Mode Coding, 简称IDCM)可以大大降低复杂度。在采用直接编码方式对当前节点进行编解码时，对当前节点中点的几何信息进行直接编码。但是，目前对当前节点中点的几何信息进行编码时，没有考虑帧间信息，进而降低点云的编解码性能。

15

发明内容

本申请实施例提供了一种点云编解码方法、装置、设备及存储介质，对节点中点的几何信息进行编码时，考虑了帧间信息，进而提升点云的编解码性能。

第一方面，本申请实施例提供一种点云解码方法，包括：

20

在当前待解码帧的预测参考帧中，确定当前节点的N个预测节点，所述当前节点为所述当前待解码帧中的待解码节点，所述N为正整数；

基于所述N个预测节点的几何解码信息，对所述当前节点中点的坐标信息进行预测解码。

第二方面，本申请提供了一种点云编码方法，包括：

25

在当前待编码帧的预测参考帧中，确定当前节点的N个预测节点，所述当前节点为所述当前待编码帧中的待编码节点，所述N为正整数；

基于所述N个预测节点的几何编码信息，对所述当前节点中点的坐标信息进行预测编码。

第三方面，本申请提供了一种点云解码装置，用于执行上述第一方面或其各实现方式中的方法。具体地，该装置包括用于执行上述第一方面或其各实现方式中的方法的功能单元。

第四方面，本申请提供了一种点云编码装置，用于执行上述第二方面或其各实现方式中的方法。具体地，该装置包括用于执行上述第二方面或其各实现方式中的方法的功能单元。

30

第五方面，提供了一种点云解码器，包括处理器和存储器。该存储器用于存储计算机程序，该处理器用于调用并运行该存储器中存储的计算机程序，以执行上述第一方面或其各实现方式中的方法。

第六方面，提供了一种点云编码器，包括处理器和存储器。该存储器用于存储计算机程序，该处理器用于调用并运行该存储器中存储的计算机程序，以执行上述第二方面或其各实现方式中的方法。

35

第七方面，提供了一种点云编解码系统，包括点云编码器和点云解码器。点云解码器用于执行上述第一方面或其各实现方式中的方法，点云编码器用于执行上述第二方面或其各实现方式中的方法。

第八方面，提供了一种芯片，用于实现上述第一方面至第二方面中的任一方面或其各实现方式中的方法。具体地，该芯片包括：处理器，用于从存储器中调用并运行计算机程序，使得安装有该芯片的设备执行如上述第一方面至第二方面中的任一方面或其各实现方式中的方法。

40

第九方面，提供了一种计算机可读存储介质，用于存储计算机程序，该计算机程序使得计算机执行上述第一方面至第二方面中的任一方面或其各实现方式中的方法。

第十方面，提供了一种计算机程序产品，包括计算机程序指令，该计算机程序指令使得计算机执行上述第一方面至第二方面中的任一方面或其各实现方式中的方法。

第十一方面，提供了一种计算机程序，当其在计算机上运行时，使得计算机执行上述第一方面至第二方面中的任一方面或其各实现方式中的方法。

45

第十二方面，提供了一种码流，码流是基于上述第二方面的方法生成的，可选的，上述码流包括第一参数和第二参数中的至少一个。

基于以上技术方案，在对当前编解码帧中的当前节点进行解码时，在当前待编解码帧的预测参考帧中，确定当前节点的N个预测节点，基于这N个预测节点中点的几何编解码信息，对当前节点中点的坐标信息进行预测编解码。也就是说，本申请实施例对节点进行DCM直接编解码时进行优化，通过考虑相邻帧之间时域上的相关性，利用预测参考帧中预测节点的几何信息对待节点IDCM节点(即当前节点)中点的几何信息进行预测编解码，通过考虑相邻帧之间时域相关性来进一步提升点云的几何信息编解码效率。

50

附图说明

图1A为点云示意图；

55

图1B为点云局部放大图；

图2为点云图像的六个观看角度示意图；

图3为本申请实施例涉及的一种点云编解码系统的示意性框图；

- 图 4A 是本申请实施例提供的点云编码器的示意性框图；
- 图 4B 是本申请实施例提供的点云解码器的示意性框图；
- 图 5A 为一种平面示意图；
- 图 5B 为节点编码顺序示意图；
- 5 图 5C 为平面标识示意图；
- 图 5D 为兄弟姐妹节点示意图；
- 图 5E 为激光雷达与节点的相交示意图；
- 图 5F 为处于相同划分深度相同坐标的邻域节点示意图；
- 图 5G 为当节点位于父节点低平面位置时邻域节点示意图；
- 10 图 5H 为当节点位于父节点高平面位置时邻域节点示意图；
- 图 5I 为激光雷达点云平面位置信息的预测编码示意图；
- 图 6A 为 IDCM 编码示意图；
- 图 6B 为旋转激光雷达获取的点云的坐标转换示意图；
- 图 6C 为 X 或 Y 轴方向的预测编码示意图；
- 15 图 6D 为通过水平方位角来进行预测 X 或者 Y 平面的角度示意图；
- 图 6E 为 X 或 Y 轴的预测编码示意图；
- 图 7A 至图 7C 为基于三角面片的几何信息编码示意图；
- 图 8A 为 AVS 的编码框架示意图；
- 图 8B 为 AVS 的解码框架示意图；
- 20 图 9A 为各子节点选取的参考节点示意图；
- 图 9B 为当前节点的 4 组参考邻居节点示意图；
- 图 9C 为子块分别对应 6 个相邻父块的示意图；
- 图 9D 为当前待编码块利用到的周围 18 个相邻块及其莫顿序编号示意图；
- 图 9E 为简化预测树示意图；
- 25 图 10 为本申请一实施例提供的点云解码方法流程图示意图；
- 图 11 为一种八叉树划分示意图；
- 图 12 为预测节点的一种示意图；
- 图 13 为领域节点的一种示意图；
- 图 14 为领域节点的对应节点示意图；
- 30 图 15A 为当前节点在一个预测参考帧中的预测节点的示意图；
- 图 15B 为当前节点在两个预测参考帧中的预测节点的示意图；
- 图 16A 为一种 IDCM 编码示意图；
- 图 16B 为一种 IDCM 解码示意图；
- 图 17 为本申请一实施例提供的点云编码方法流程图示意图；
- 35 图 18 是本申请实施例提供的点云解码装置的示意性框图；
- 图 19 是本申请实施例提供的点云编码装置的示意性框图；
- 图 20 是本申请实施例提供的电子设备的示意性框图；
- 图 21 是本申请实施例提供的点云编解码系统的示意性框图。

40 具体实施方式

本申请可应用于点云上采样技术领域，例如可以应用于点云压缩技术领域。

为了便于理解本申请的实施例，首先对本申请实施例涉及到的相关概念进行如下简单介绍：

点云 (Point Cloud) 是指空间中一组无规则分布的、表达三维物体或三维场景的空间结构及表面属性的离散点集。

45 图 1A 为三维点云图像示意图，图 1B 为图 1A 的局部放大图，由图 1A 和图 1B 可知，点云表面是由分布稠密的点所组成的。

二维图像在每一个像素点均有信息表达，分布规则，因此不需要额外记录其位置信息；然而点云中的点在三维空间中的分布具有随机性和不规则性，因此需要记录每一个点在空间中的位置，才能完整地表达一幅点云。与二维图像类似，采集过程中每一个位置均有对应的属性信息。

50 点云数据 (Point Cloud Data) 是点云的具体记录形式，点云中的点可以包括点的位置信息和点的属性信息。例如，点的位置信息可以是点的三维坐标信息。点的位置信息也可称为点的几何信息。例如，点的属性信息可包括颜色信息、反射率信息、法向量信息等等。颜色信息反映物体的色彩，反射率 (reflectance) 信息反映物体的表面材质。所述颜色信息可以是任意一种色彩空间上的信息。例如，所述颜色信息可以是 (RGB)。再如，所述颜色信息可以是于亮度色度 (YcbCr, YUV) 信息。例如，Y 表示明亮度 (Luma)，Cb (U) 表示蓝色色差，Cr (V) 表示红色，U 和 V 表示为色度 (Chroma) 用于描述色差信息。例如，根据激光测量原理得到的点云，所述点云中的点可以包括点的三维坐标信息和点的激光反射强度 (reflectance)。再如，根据摄影测量原理得到的点云，所述点云中的点可以包括点的三维坐标信息和点的颜色信息。再如，结合激光测量和摄影测量原理得到点云，所述点云中的点可以包括点的三维坐标信息、点的激光反射强度 (reflectance) 和点的颜色信息。如图 2 示出了一幅点云图像，其中，图 2 示出了点云图像的六个观看角度，表 1 示出了由文件头信息部分和数据部分组成的点云数据存储格式：

表 1

```

1 ply
2 format ascii 1.0
3 element vertex 207242
4 property float x
5 property float y
6 property float z
7 property uchar red
8 property uchar green
9 property uchar blue
10 end_header
11 75 318 0 0 142 0
12 75 318 0 0 143 0
13 75 318 1 1 9 9
14 77 315 0 1 9 9

```

表 1 中，头信息包含了数据格式、数据表示类型、点云总点数、以及点云所表示的内容，例如，本例中的点云为“.ply”格式，由 ASCII 码表示，总点数为 207242，每个点具有三维位置信息 XYZ 和三维颜色信息 RGB。

点云可以灵活方便地表达三维物体或场景的空间结构及表面属性，并且由于点云通过直接对真实物体采样获得，在保证精度的前提下能提供极强的真实感，因而应用广泛，其范围包括虚拟现实游戏、计算机辅助设计、地理信息系统、自动导航系统、数字文化遗产、自由视点广播、三维沉浸远程呈现、生物组织器官三维重建等。

点云数据的获取途径可以包括但不限于以下至少一种：（1）计算机设备生成。计算机设备可以根据虚拟三维物体及虚拟三维场景的生成点云数据。（2）3D（3-Dimension，三维）激光扫描获取。通过 3D 激光扫描可以获取静态现实世界三维物体或三维场景的点云数据，每秒可以获取百万级点云数据；（3）3D 摄影测量获取。通过 3D 摄影设备（即一组摄像机或具有多个镜头和传感器的摄像机设备）对现实世界的视觉场景进行采集以获取现实世界的视觉场景的点云数据，通过 3D 摄影可以获得动态现实世界三维物体或三维场景的点云数据。（4）通过医学设备获取生物组织器官的点云数据。在医学领域可以通过磁共振成像（Magnetic Resonance Imaging, MRI）、电子计算机断层扫描（Computed Tomography, CT）、电磁定位信息等医学设备获取生物组织器官的点云数据。

点云可以按获取的途径分为：密集型点云和稀疏性点云。

点云按照数据的时序类型划分为：

第一类静态点云：即物体是静止的，获取点云的设备也是静止的；

第二类动态点云：物体是运动的，但获取点云的设备是静止的；

第三类动态获取点云：获取点云的设备是运动的。

按点云的用途分为两大类：

类别一：机器感知点云，其可以用于自主导航系统、实时巡检系统、地理信息系统、视觉分拣机器人、抢险救灾机器人等场景；

类别二：人眼感知点云，其可以用于数字文化遗产、自由视点广播、三维沉浸通信、三维沉浸交互等点云应用场景。

上述点云获取技术降低了点云数据获取成本和时间周期，提高了数据的精度。点云数据获取方式的变革，使大量点云数据的获取成为可能，伴随着应用需求的增长，海量 3D 点云数据的处理遭遇存储空间和传输带宽限制的瓶颈。

以帧率为 30fps（帧每秒）的点云视频为例，每帧点云的点数为 70 万，每个点具有坐标信息 xyz（float）和颜色信息 RGB（uchar），则 10s 点云视频的数据量大约为 0.7million×(4Byte×3+1Byte×3)×30fps×10s=3.15GB，而 YUV 采样格式为 4:2:0，帧率为 24fps 的 1280×720 二维视频，其 10s 的数据量约为 1280×720×12bit×24frames×10s≈0.33GB，10s 的两视角 3D 视频的数据量约为 0.33×2=0.66GB。由此可见，点云视频的数据量远超过相同时长的二维视频和三维视频的数据量。因此，为更好地实现数据管理，节省服务器存储空间，降低服务器与客户端之间的传输流量及传输时间，点云压缩成为促进点云产业发展的关键问题。

下面对点云编解码的相关知识进行介绍。

图 3 为本申请实施例涉及的一种点云编解码系统的示意性框图。需要说明的是，图 3 只是一种示例，本申请实施例的点云编解码系统包括但不限于图 3 所示。如图 3 所示，该点云编解码系统 100 包含编码设备 110 和解码设备 120。其中编码设备用于对点云数据进行编码（可以理解成压缩）产生码流，并将码流传输给解码设备。解码设备对编码设备编码产生的码流进行解码，得到解码后的点云数据。

本申请实施例的编码设备 110 可以理解为具有点云编码功能的设备，解码设备 120 可以理解为具有点云解码功能的设备，即本申请实施例对编码设备 110 和解码设备 120 包括更广泛的装置，例如包含智能手机、台式计算机、移动计算装置、笔记本(例如，膝上型)计算机、平板计算机、机顶盒、电视、相机、显示装置、数字媒体播放器、点云游戏控制台、车载计算机等。

在一些实施例中，编码设备 110 可以经由信道 130 将编码后的点云数据（如码流）传输给解码设备 120。信道 130 可以包括能够将编码后的点云数据从编码设备 110 传输到解码设备 120 的一个或多个媒体和/或装置。

在一个实例中，信道 130 包括使编码设备 110 能够实时地将编码后的点云数据直接发射到解码设备 120 的一个或多个通信媒体。在此实例中，编码设备 110 可根据通信标准来调制编码后的点云数据，且将调制后的点云数据发射到解码设备 120。其中通信媒体包含无线通信媒体，例如射频频谱，可选的，通信媒体还可以包含有线通信媒体，例如一根或多根物理传输线。

在另一实例中，信道 130 包括存储介质，该存储介质可以存储编码设备 110 编码后的点云数据。存储介质包含多种本地存取型数据存储介质，例如光盘、DVD、快闪存储器等。在该实例中，解码设备 120 可从该存储介质中获取编码后的点云数据。

在另一实例中,信道 130 可包含存储服务器,该存储服务器可以存储编码设备 110 编码后的点云数据。在此实例中,解码设备 120 可以从该存储服务器中下载存储的编码后的点云数据。可选的,该存储服务器可以存储编码后的点云数据且可以将该编码后的点云数据发射到解码设备 120,例如 web 服务器(例如,用于网站)、文件传送协议(FTP)服务器等。

5 一些实施例中,编码设备 110 包含点云编码器 112 及输出接口 113。其中,输出接口 113 可以包含调制器/解调器(调制解调器)和/或发射器。

在一些实施例中,编码设备 110 除了包括点云编码器 112 和输入接口 113 外,还可以包括点云源 111。

点云源 111 可包含点云采集装置(例如,扫描仪)、点云存档、点云输入接口、计算机图形系统中的至少一个,其中,点云输入接口用于从点云内容提供者处接收点云数据,计算机图形系统用于产生点云数据。

10 点云编码器 112 对来自点云源 111 的点云数据进行编码,产生码流。点云编码器 112 经由输出接口 113 将编码后的点云数据直接传输到解码设备 120。编码后的点云数据还可存储于存储介质或存储服务器上,以供解码设备 120 后续读取。

在一些实施例中,解码设备 120 包含输入接口 121 和点云解码器 122。

在一些实施例中,解码设备 120 除包括输入接口 121 和点云解码器 122 外,还可以包括显示装置 123。

15 其中,输入接口 121 包含接收器及/或调制解调器。输入接口 121 可通过信道 130 接收编码后的点云数据。

点云解码器 122 用于对编码后的点云数据进行解码,得到解码后的点云数据,并将解码后的点云数据传输至显示装置 123。

20 显示装置 123 显示解码后的点云数据。显示装置 123 可与解码设备 120 整合或在解码设备 120 外部。显示装置 123 可包括多种显示装置,例如液晶显示器(LCD)、等离子体显示器、有机发光二极管(OLED)显示器或其它类型的显示装置。

此外,图 3 仅为实例,本申请实施例的技术方案不限于图 3,例如本申请的技术还可以应用于单侧的点云编码或单侧的点云解码。

25 目前的点云编码器可以采用国际标准组织运动图像专家组(Moving Picture Experts Group, MPEG)提出了两种点云压缩编码技术路线,分别是基于投影的点云压缩(Video-based Point Cloud Compression, VPCC)和基于几何的点云压缩(Geometry-based Point Cloud Compression, GPCC)。VPCC 通过将三维点云投影到二维,利用现有的二维编码工具对投影后的二维图像进行编码,GPCC 利用层级化的结构将点云逐级划分为多个单元,通过编码记录划分过程编码整个点云。

下面以 GPCC 编解码框架为例,对本申请实施例可适用的点云编码器和点云解码器进行说明。

30 图 4A 是本申请实施例提供的点云编码器的示意性框图。

由上述可知点云中的点可以包括点的位置信息和点的属性信息,因此,点云中的点的编码主要包括位置编码和属性编码。在一些示例中点云中点的位置信息又称为几何信息,对应的点云中点的位置编码也可以称为几何编码。

在 GPCC 编码框架中,点云的几何信息和对应的属性信息是分开编码的。

35 如下图 4A 所示,目前 G-PCC 的几何编解码可分为基于八叉树的几何编解码和基于预测树的几何编解码。

位置编码的过程包括:对点云中的点进行预处理,例如坐标变换、量化和移除重复点等;接着,对预处理后的点云进行几何编码,例如构建八叉树,或构建预测树,基于构建的八叉树或预测树进行几何编码形成几何码流。同时,基于构建的八叉树或预测树输出的位置信息,对点云数据中各点的位置信息进行重建,得到各点的位置信息的重建值。

属性编码过程包括:通过给定输入点云的位置信息的重建信息和属性信息的原始值,选择三种预测模式的一种进行点云预测,对预测后的结果进行量化,并进行算术编码形成属性码流。

40 如图 4A 所示,位置编码可通过以下单元实现:

坐标转换(Transform coordinates)单元 201、体素(Voxelize)单元 202、八叉树划分(Analyze octree)单元 203、几何重建(Reconstruct geometry)单元 204、算术编码(Arithmetic encode)单元 205、表面拟合单元(Analyze surface approximation) 206 和预测树构建单元 207。

45 坐标转换单元 201 可用于将点云中点的世界坐标变换为相对坐标。例如,点的几何坐标分别减去 xyz 坐标轴的最小值,相当于去直流操作,以实现将点云中的点的坐标从世界坐标转换为相对坐标。

体素(Voxelize)单元 202 也称为量化和移除重复点(Quantize and remove points)单元,可通过量化减少坐标的数目;量化后原先不同的点可能被赋予相同的坐标,基于此,可通过去重操作将重复的点删除;例如,具有相同量化位置 and 不同属性信息的多个云可通过属性转换合并到一个云中。在本申请的一些实施例中,体素单元 202 为可选的单元模块。

50 八叉树划分单元 203 可利用八叉树(octree)编码方式,编码量化的点的位置信息。例如,将点云按照八叉树的形式进行划分,由此,点的位置可以和八叉树的位置一一对应,通过统计八叉树中有点的位置,并将其标识(flag)记为 1,以进行几何编码。

55 在一些实施例中,在基于三角面片集(trianglesoup, trisoup)的几何信息编码过程中,同样也要通过八叉树划分单元 203 对点云进行八叉树划分,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 中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),通过表面拟合单元 206 对交点进行表面拟合,对拟合后的交点进行几何编码。

预测树构建单元 207 可利用预测树编码方式,编码量化的点的位置信息。例如,将点云按照预测树的形式进行划分,由此,点的位置可以和预测树中节点的位置一一对应,通过统计预测树中有点的位置,通过选取不同的预测模式

对节点的几何位置信息进行预测得到预测残差，并且利用量化参数对几何预测残差进行量化。最终通过不断迭代，对预测树节点位置信息的预测残差、预测树结构以及量化参数等进行编码，生成二进制码流。

几何重建单元 204 可以基于二叉树划分单元 203 输出的位置信息或表面拟合单元 206 拟合后的交点进行位置重建，得到点云数据中各点的位置信息的重建值。或者，基于预测树构建单元 207 输出的位置信息进行位置重建，得到点云数据中各点的位置信息的重建值。

算术编码单元 205 可以采用熵编码方式对二叉树分析单元 203 输出的位置信息或对表面拟合单元 206 拟合后的交点，或者预测树构建单元 207 输出的几何预测残差值进行算术编码，生成几何码流；几何码流也可称为几何比特流（geometry bitstream）。

属性编码可通过以下单元实现：

颜色转换（Transform colors）单元 210、重着色（Transfer attributes）单元 211、区域自适应分层变换（Region Adaptive Hierarchical Transform, RAHT）单元 212、生成 LOD（Generate LOD）单元 213 以及提升（lifting transform）单元 214、量化系数（Quantize coefficients）单元 215 以及算术编码单元 216。

需要说明的是，点云编码器 200 可包含比图 4A 更多、更少或不同的功能组件。

颜色转换单元 210 可用于将点云中点的 RGB 色彩空间变换为 YCbCr 格式或其他格式。

重着色单元 211 利用重建的几何信息，对颜色信息进行重新着色，使得未编码的属性信息与重建的几何信息对应起来。

经过重着色单元 211 转换得到点的属性信息的原始值后，可选择任一种变换单元，对点云中的点进行变换。变换单元可包括：RAHT 变换 212 和提升（lifting transform）单元 214。其中，提升变化依赖生成细节层（level of detail, LOD）。

RAHT 变换和提升变换中的任一项可以理解为用于对点云中点的属性信息进行预测，以得到点的属性信息的预测值，进而基于点的属性信息的预测值得到点的属性信息的残差值。例如，点的属性信息的残差值可以是点的属性信息的原始值减去点的属性信息的预测值。

在本申请的一实施例中，生成 LOD 单元生成 LOD 的过程包括：根据点云中点的位置信息，获取点与点之间的欧式距离；根据欧式距离，将点分为不同的细节表达层。在一个实施例中，可以将欧式距离进行排序后，将不同范围的欧式距离划分为不同的细节表达层。例如，可以随机挑选一个点，作为第一细节表达层。然后计算剩余点与该点的欧式距离，并将欧式距离符合第一阈值要求的点，归为第二细节表达层。获取第二细节表达层中点的质心，计算除第一、第二细节表达层以外的点与该质心的欧式距离，并将欧式距离符合第二阈值的点，归为第三细节表达层。以此类推，将所有的点都归到细节表达层中。通过调整欧式距离的阈值，可以使得每层 LOD 层的点的数量是递增的。应理解，LOD 划分的方式还可以采用其它方式，本申请对此不进行限制。

需要说明的是，可以直接将点云划分为一个或多个细节表达层，也可以先将点云划分为多个点云切块（slice），再将每一个点云切块划分为一个或多个 LOD 层。

例如，可将点云划分为多个点云切块，每个点云切块的点的个数可以在 55 万-110 万之间。每个点云切块可看成单独的点云。每个点云切块又可以划分为多个细节表达层，每个细节表达层包括多个点。在一个实施例中，可根据点与点之间的欧式距离，进行细节表达层的划分。

量化单元 215 可用于量化点的属性信息的残差值。例如，若量化单元 215 和 RAHT 变换单元 212 相连，则量化单元 215 可用于量化 RAHT 变换单元 212 输出的点的属性信息的残差值。

算术编码单元 216 可使用零行程编码（Zero run length coding）对点的属性信息的残差值进行熵编码，以得到属性码流。所述属性码流可以是比特流信息。

图 4B 是本申请实施例提供的点云解码器的示意性框图。

如图 4B 所示，解码器 300 可以从编码设备获取点云码流，通过解析码得到点云中的点的位置信息和属性信息。点云的解码包括位置解码和属性解码。

位置解码的过程包括：对几何码流进行算术解码；构建二叉树后进行合并，对点的位置信息进行重建，以得到点的位置信息的重建信息；对点的位置信息的重建信息进行坐标变换，得到点的位置信息。点的位置信息也可称为点的几何信息。

属性解码过程包括：通过解析属性码流，获取点云中点的属性信息的残差值；通过对点的属性信息的残差值进行反量化，得到反量化后的点的属性信息的残差值；基于位置解码过程中获取的点的重建信息，选择如下 RAHT 逆变换和提升逆变换中的一种进行点云预测，得到预测值，预测值与残差值相加得到点的属性信息重建值；对点的属性信息重建值进行颜色空间逆转换，以得到解码点云。

如图 4B 所示，位置解码可通过以下单元实现：

算数解码单元 301、二叉树重构（synthesize octree）单元 302、表面重构单元（Synthesize surface approximation）单元 303、几何重建（Reconstruct geometry）单元 304、坐标系反变换（inverse transform coordinates）单元 305 和预测树重建单元 306。

属性编码可通过以下单元实现：

算数解码单元 310、反量化（inverse quantize）单元 311、RAHT 逆变换单元 312、生成 LOD（Generate LOD）单元 313、提升逆变换（Inverse lifting）单元 314 以及颜色反变换（inverse transform colors）单元 315。

需要说明的是，解压缩是压缩的逆过程，类似的，解码器 300 中的各个单元的功能可参见编码器 200 中相应的单元的功能。另外，点云解码器 300 可包含比图 4B 更多、更少或不同的功能组件。

例如，解码器 300 可根据点云中点与点之间的欧式距离将点云划分为多个 LOD；然后，依次对 LOD 中点的属性

信息进行解码；例如，计算零行程编码技术中零的数量 (zero_cnt)，以基于 zero_cnt 对残差进行解码；接着，解码框架 200 可基于解码出的残差值进行反量化，并基于反量化后的残差值与当前点的预测值相加得到该点云的重建值，直到解码完所有的点云。当前点将会作为后续 LOD 中点的最邻近点，并利用当前点的重建值对后续点的属性信息进行预测。

5 上述是基于 GPCC 编解码框架下的点云编解码器的基本流程，随着技术的发展，该框架或流程的一些模块或步骤可能会被优化，本申请适用于该基于 GPCC 编解码框架下的点云编解码器的基本流程，但不限于该框架及流程。

下面对基于八叉树的几何编码和基于预测树的几何编码进行介绍。

10 基于八叉树的几何编码包括：首先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，使得一部分点的几何信息相同，根据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。接下来，按照广度优先遍历的顺序不断对 bounding box 进行树划分(八叉树/四叉树/二叉树)，对每个节点的占位码进行编码。在一种隐式几何的划分方式中，首先计算点云的包围盒 $(2^{d_x}, 2^{d_y}, 2^{d_z})$ ，假设，该 $d_x > d_y > d_z$ 包围盒对应为一个长方体。在几何划分时，首先会基于 x 轴一直进行二叉树划分，得到两个子节点；直到满足 $d_x = d_y > d_z$ 条件时，才会基于 x 和 y 轴一直进行四叉树划分，得到四个子节点；

15 当最终满足 $d_x = d_y = d_z$ 条件时，会一直进行八叉树划分，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编码，生成二进制码流。在基于二叉树/四叉树/八叉树划分的过程中，引入两个参数：K、M。参数 K 指示在进行八叉树划分之前二叉树/四叉树划分的最大次数；参数 M 用来指示在进行二叉树/四叉树划分时对应的最小块边长为 2^M 。同时 K 和 M 必须满足条件：假设 $d_{\max} = \max(d_x, d_y, d_z)$, $d_{\min} = \min(d_x, d_y, d_z)$ ，参数 K 满足： $K \geq d_{\max} - d_{\min}$ ；参数 M 满足： $M \geq d_{\min}$ 。参数 K 与 M 之所以满足上述的条件，是因为目前 G-PCC 在几何隐式划分的过程中，划分方式的优先级为二叉树、四叉树和八叉树，当节点块大小不满足二叉树/四叉树的条件时，才会对节点一直进行八叉树的划分，直到划分到叶子节点最小单位 $1 \times 1 \times 1$ 。

基于八叉树的几何信息编码模式可以通过利用空间中相邻点之间的相关性来对点云的几何信息进行有效的编码，但是对于一些较为平坦的节点或者具有平面特性的节点，通过利用平面编码可以进一步提升点云几何信息的编码效率。

25 示例性的，如图 5A 所示，(a) 系列属于 Z 轴方向的低平面位置，(b) 轴系列属于 Z 轴方向的高平面位置。以 (a) 为例子，可以看到当前节点中被占据的四个子节点都位于当前节点在 Z 轴方向的低平面位置，那么可以认为当前节点属于一个 Z 平面并且在 Z 轴方向是一个低平面。同样的，(b) 表示的是当前节点中被占据的子节点位于当前节点在 Z 轴方向的高平面位置。

下面以 (a) 为例，对八叉树编码和平面编码效率进行比较。如图 5B 所示，对图 1 中的 (a) 采用八叉树编码方式，那么当前节点的占位信息表示为：11001100。但是如果采用平面编码方式，首先需要编码一个标识符表示当前节点在 Z 轴方向是一个平面，其次如果当前节点在 Z 轴方向是一个平面，需要对当前节点的平面位置进行表示。其次仅需要对 Z 轴方向的低平面节点占位信息进行编码(即 0246 四个子节点的占位信息)，因此基于平面编码方式对当前节点进行编码，仅仅需要编码 6 个 bit，相比原本的八叉树编码可以减少 2 个 bit 的表示。基于此分析，平面编码相比八叉树编码具有较为明显的编码效率。因此，对于一个被占据的节点，如果在某一个维度上采用平面编码方式进行编码，则如图 5C 所示，首先需要对当前节点在该维度上的平面标识(planarMode)和平面位置(PlanePos)信息进行表示，其次基于当前节点的平面信息来对当前节点的占位信息进行编码。需要注意的是：PlaneMode_i(i=0,1,2)：0 代表当前节点在 i 轴方向不是一个平面，当节点在 i 轴方向是一个平面时，PlanePosition_i:0 代表当前节点在 i 轴方向是一个平面，并且平面位置为低平面，1 表示当前节点在 i 轴方向上是一个高平面。示例性的，i=0 表示 X 轴，i=1 表示 Y 轴，i=2 表示 Z 轴。

40 下面将详细介绍一下当前 G-PCC 标准中，判断一个节点是否满足平面编码的条件以及当节点满足平面编码条件时，对节点平面标识和平面位置信息的预测编码。

当前 G-PCC 中存在 3 种判断节点是否满足平面编码的判断条件，下面逐一进行介绍：

第 1 种：根据节点在每个维度上的平面概率进行判断。

首先确定当前节点的局部区域密度(local_node_density)，以及当前节点在每个维度上的概率 Prob(i)。

45 当节点的局部区域密度小于阈值 Th (Th=3) 时，利用当前节点在三维上的平面概率 Prob(i)和阈值 Th0、Th1 和 Th2 进行比较，其中 $Th0 < Th1 < Th2$ (Th0=0.6, Th1=0.77, Th2=0.88)。下面利用 Eligible_i (i=0,1,2) 表示每个维度上是否启动平面编码，其中 Eligible_i 的判断过程如公式 (1) 所示，例如若 $Eligible_i \geq \text{threshold}$ 则表示第 i 维度上启动平面编码：

$$Eligible_i = \text{Prob}(i) \geq \text{threshold} \quad (1)$$

需要注意的是 threshold 是进行自适应变化的，例如：当 $\text{Prob}(0) > \text{Prob}(1) > \text{Prob}(2)$ 时，则 threshold 取值如公式 (2) 所示：

$$\begin{aligned} Eligible_0 &= \text{Prob}(0) \geq Th0 \\ Eligible_1 &= \text{Prob}(1) \geq Th1 \\ Eligible_2 &= \text{Prob}(2) \geq Th2 \end{aligned} \quad (2)$$

下面介绍 local_node_density 的更新过程以及 Prob(i) 的更新。

在一种示例中，Prob(i) 通过如下公式 (3) 进行更新：

$$55 \quad \text{Prob}(i)_{\text{new}} = (L \times \text{Prob}(i) + \delta(\text{coded node})) / L + 1 \quad (3)$$

其中，L=255，当 coded node 节点是一个平面时，则为 1 否则为 0。

在一种示例中，local_node_density 通过如下公式 (4) 进行更新：

$$\text{local_node_density}_{\text{new}} = \text{local_node_density} + 4 * \text{numSiblings} \quad (4)$$

其中，local_node_density 初始化为 4，numSiblings 为节点的兄弟姐妹节点数目，如图 5D 所示，当前节点为左侧

节点，右侧节点为当前节点的兄弟姐妹节点，则当前节点的兄弟姐妹节点数目为 5（包括自身）。

第 2 种：根据当前层的点云密度来判断当前层节点是否满足平面编码。

利用当前层中点的密度来判断是否对当前层的节点进行平面编码。假设当前待编码点云的点数为 $pointCount$ ，经过 IDCM 编码已经重建出的点数为 $numPointCountRecon$ ，又因为八叉树是基于广度优先遍历的顺序进行编码，因此可以得到当前层待编码的节点数目假设为 $nodeCount$ ，则假设通过 $planarEligibleKOctreeDepth$ 表示当前层是否启动平面编码。其中， $planarEligibleKOctreeDepth$ 的判断过程如公式 (5) 所示：

$$planarEligibleKOctreeDepth = (pointCount - numPointCountRecon) < nodeCount * 1.3 \quad (5)$$

当 $planarEligibleKOctreeDepth$ 为 true 时，则当前层中的所有节点都进行平面编码；否则不进行平面编码，仅仅采用八叉树编码。

第 3 种：根据激光雷达点云的采集参数来判断当前节点是否满足平面编码。

如图 5E 所示，可以看到上方大的正方体节点同时被两个 Laser 穿过，因此当前节点在 Z 轴垂直方向上不是一个平面，下方小的正方体节点足够小到不能同时被两个节点同时穿过，因此有可能是一个平面。因此，可以基于当前节点对应的 Laser 个数，判断当前节点是否满足平面编码。

下面将介绍目前针对满足平面编码条件的节点，平面标识信息和平面位置信息的预测编码。

一、平面标识信息的预测编码

目前采用三个上下文对平面标识信息进行编码，即各个维度上的平面表示分开进行设计上下文。

下面对非激光雷达点云和激光雷达点云的平面位置信息的编码进行分别介绍。

一)、非激光雷达点云平面位置信息的编码

1、平面位置信息的预测编码。

平面位置信息基于如下信息进行预测编码：

(1) 利用邻域节点占位信息进行预测得到当前节点的平面位置信息为三元素：预测为低平面、预测为高平面和无法预测；

(2) 与当前节点在相同的划分深度以及相同的坐标下的节点与当前节点之间的空间距离“近”和“远”；

(3) 与当前节点在相同的划分深度以及相同的坐标下的节点平面位置；

(4) 坐标维度 ($i=0, 1, 2$)。

如图 5F 所示，当前待编码节点为左侧节点，则在相同的八叉树划分深度等级下，以及相同的垂直坐标下查找邻域节点为右侧节点，判断两个节点之间的距离为“近”和“远”，并且参考节点的平面位置。

在一种示例中，如图 5G 所示，黑色节点为当前节点，若当前节点位于父节点的低平面时，通过如下方式，确定当前节点的平面位置：

a)、如果斜划线节点的子节点 4 到 7 中有任何一个被占用，而所有点状节点都未被占用，则极有可能当前节点中存在一个平面，且该平面位置较低。

b)、如果斜划线节点的子节点 4 到 7 都未被占用，而任何点状节点被占用，则极有可能在当前节点中存在一个平面，且该平面位置较高。

c)、如果斜划线节点的子节点 4 到 7 均为空节点，点状节点均为空节点，则无法推断平面位置，故标记为未知。

如果斜划线节点的子节点 4 到 7 中有任何一个被占用，而点状节点中有任何一个被占用，则无法推断出平面位置，因此将其标记为未知。

在另一种示例中，如图 5H 所示，黑色节点为当前节点，若当节点处于父节点高平面位置时，则通过如下方式，确定当前节点的平面位置：

a)、如果点状节点的子节点 4 到 7 中有任何一个节点被占用，而斜划线节点未被占用，则极有可能在当前节点中存在一个平面，且平面位置较低。

b)、如果点状节点的子节点 4~7 均未被占用，而斜划线节点被占用，则极有可能在当前节点中存在平面，且平面位置较高。

c)、如果点状节点的子节点 4~7 都是未被占用的，而斜划线节点是未被占用的，无法推断平面位置，因此标记为未知。

d)、如果点状节点的子节点 4-7 中有一个被占用，而斜划线节点被占用，无法推断平面位置，因此标记为未知。

二)、激光雷达点云平面位置信息的编码

图 5I 为激光雷达点云平面位置信息的预测编码，通过利用激光雷达采集参数来预测当前节点的平面位置，通过利用当前节点与激光射线相交的位置来将位置量化为四个区间，最终作为当前节点平面位置的上下文。具体计算过程如下：假设激光雷达的坐标为 $(x_{Lidar}, y_{Lidar}, z_{Lidar})$ ，当前点的几何坐标为 (x, y, z) ，则首先计算当前点相对于激光雷达的垂直正切值 $\tan \theta$ ，计算过程如公式 (6) 所示：

$$\tan \theta = \frac{z - z_{Lidar}}{\sqrt{(x - x_{Lidar})^2 + (y - y_{Lidar})^2}} \quad (6)$$

又因为每个 Laser 会相对于激光雷达有一定偏移角度，因此会计算当前节点相对于 Laser 的相对正切值 $\tan \theta_{corr,L}$ ，具体计算过程如公式 (7) 所示：

$$\tan \theta_{corr,L} = \frac{z - z_{Lidar} - z_L}{\sqrt{(x - x_{Lidar})^2 + (y - y_{Lidar})^2}} = \tan \theta - \frac{z_L}{r} \quad (7)$$

最终会利用当前节点的修正正切值来对当前节点的平面位置进行预测，具体如下，假设当前节点下边界的正切值为 $\tan(\theta_{底部})$ ，上边界的正切值为 $\tan(\theta_{顶部})$ ，根据 $\tan \theta_{corr,L}$ 将平面位置量化为 4 个量化区间，即平面位置的上下文。

但基于八叉树的几何信息编码模式仅对空间中具有相关性的点有高效的压缩速率，而对于在几何空间中处于孤立位置的点来说，使用直接编码模式 (Direct Coding Model，简称 DCM) 可以大大降低复杂度。对于八叉树中的所有节点，DCM 的使用不是通过标志位信息来表示的，而是通过当前节点父节点和邻居信息来进行推断得到。判断当前节点

是否具有 DCM 编码资格的方式有三种,如图 6A 所示:

(1) 当前节点没有兄弟姐妹子节点,即当前节点的父节点只有一个孩子节点,同时当前节点父节点的父节点仅有两个被占据子节点,即当前节点最多只有一个邻居节点。

5 (2) 当前节点的父节点仅有当前节点一个占据子节点,同时与当前节点共用一个面的六个邻居节点也都属于空节点。

(3) 当前节点的兄弟姐妹节点数目大于 1。

如果当前节点不具有 DCM 编码资格将对其进行八叉树划分,若具有 DCM 编码资格将进一步判断该节点中包含的点数,当点数小于阈值 2 时,则对该节点进行 DCM 编码,否则将继续进行八叉树划分。当应用 DCM 编码模式时,首先需要编码当前节点是否是一个真正的孤立点,即 IDCM_flag,当 IDCM_flag 为 true 时,则当前节点采用 DCM 编码,否则仍然采用八叉树编码。当前节点满足 DCM 编码时,需要编码当前节点的 DCM 编码模式,目前存在两种 DCM 模式,分别是: 1: 仅仅只有一个点存在(或者是多个点,但是属于重复点); 2: 含有两个点。最后需要编码每个点的几何信息,假设节点的边长为 2^d 时,对该节点几何坐标的每一个分量进行编码时需要 d 比特,该比特信息直接被编进码流中。这里需要注意的是,在对激光雷达点云进行编码时,通过利用激光雷达采集参数来对三个维度的坐标信息进行预测编码,从而可以进一步提升几何信息的编码效率。

15 接下来对 IDCM 编码的过程进行详细的介绍:

当前节点满足直接编码模式(DCM)时,首先编码当前节点的点数目 numPoints,根据不同的 DirectMode 来对当前节点的点数目进行编码,具体包括如下方式:

1、如果当前节点不满足 DCM 节点的要求,则直接退出,(即点数大于 2 个点,并且不是重复点)。

2、当前节点含有的点数 numPoints 小于等于 2,则编码过程如下:

20 1)、首先编码当前节点的 numPoints 是否大于 1;

2)、如果当前节点只有一个点并且几何编码环境为几何无损编码,则需要编码当前节点的第二个点不是重复点。

3、当前节点含有的点数 numPoints 大于 2,则编码过程如下:

1)、首先编码当前节点的 numPoints 小于等于 1;

25 2)、其次编码当前节点的第二个点是一个重复点,其次编码当前节点的重复点数目是否大于 1,当重复点数目大于 1 时,需要对剩余的重复点数目进行指数哥伦布解码。

在编码完当前节点的点数目之后,对当前节点中包含点的坐标信息进行编码。下面将分别对激光雷达点云和面向人眼点云分开介绍。

面向人眼点云

1)、如果当前节点中仅仅只含有一个点,则会对点的三个维度方向的几何信息进行直接编码(Bypass coding)。

30 2)、如果当前节点中含有两个点,则会首先通过利用点的几何坐标得到优先编码的坐标轴 dirextAxis,这里需要注意的是,目前比较的坐标轴只包含 x 和 y 轴,不包含 z 轴。假设当前节点的几何坐标为 nodePos,则采用如公式(8)所示的方式,确定优先编码的坐标轴:

$$\text{dirextAxis} = !(\text{nodePos}[0] < \text{nodePos}[1]) \quad (8)$$

也就是将节点坐标几何位置小的轴作为优先编码的坐标轴 dirextAxis。

35 其次按照如下方式首先对优先编码的坐标轴 dirextAxis 几何信息进行编码,假设优先编码的轴对应的待编码几何 bit 深度为 nodeSizeLog2,并假设两个点的坐标分别为 pointPos[0]和 pointPos[1]:

```

Bool sameBit=true;
while(nodeSizeLog2&& sameBit){
    int mask=1<< nodeSizeLog2;
    --nodeSizeLog2;
    bool bit0=!((pointPos[0]& mask)
    bool bit1=!((pointPos[1]& mask)
    sameBits=bit0==bit1;
    entropyCodeSameBit(sameBits);///

```

在编码完优先编码轴 dirextAxis 之后,再对当前点的几何坐标进行直接编码。假设每个点的剩余编码 bit 深度为 nodeSizeLog2,则具体编码过程如下:

```

50 for(int axisIdx=0,axisIdx<3;++axisIdx)
    for(int mask=(1<< nodeSizeLog2[axisIdx])>>1;mask>>1)
        encodePosBit(!(pointPos[axisIdx]&mask));

```

面向激光雷达点云

55 1)、如果当前节点中含有两个点,则会首先通过利用点的几何坐标得到优先编码的坐标轴 dirextAxis,假设当前节点的几何坐标为 nodePos,则采用如公式(9)所示的方式,确定优先编码的坐标轴:

$$\text{dirextAxis} = !(\text{nodePos}[0] < \text{nodePos}[1]) \quad (9)$$

也就是将节点坐标几何位置小的轴作为优先编码的坐标轴 dirextAxis,这里需要注意的是,目前比较的坐标轴只包含 x 和 y 轴,不包含 z 轴。

60 其次按照如下方式首先对优先编码的坐标轴 dirextAxis 几何信息进行编码,假设优先编码的轴对应的待编码几何 bit 深度为 nodeSizeLog2,并假设两个点的坐标分别为 pointPos[0]和 pointPos[1]:

```

Bool sameBit=true;
while(nodeSizeLog2&& sameBit){

```

```

int mask=1<< nodeSizeLog2;
--nodeSizeLog2;
bool bit0=!!( pointPos[0]& mask)
bool bit1=!!( pointPos[1]& mask)
5   sameBits=bit0==bit1;
    entropyCodeSameBit(sameBits);
    if(sameBits)
        encodePosBit(bit0);
}

```

10 在编码完优先编码轴 directAxis 之后，再对当前点的几何坐标进行编码。

由于激光雷达点云可以得到激光雷达点云的采集参数，通过利用可以预测当前节点的几何坐标信息，从而可以进一步提升点云的几何信息编码效率。同样的首先利用当前节点的几何信息 nodePos 得到一个直接编码的主轴方向，其次利用已经完成编码的方向的几何信息来对另外一个维度的几何信息进行预测编码。同样假设直接编码的轴方向是 directAxis，并且假设直接编码中的待编码 bit 深度为 nodeSizeLog2，则编码方式如下：

```

15   for(int mask=(1<< nodeSizeLog2)>>1;mask;mask>>1)
        encodePosBit(!!(pointPos[directAxis]&mask));

```

这里需要注意的是，在这里会将 directAxis 方向的几何精度信息全部编码。

在编码完 directAxis 坐标方向的所有精度之后，会首先计算当前点所对应的 LaserIdx，即图 6B 中的 pointLaserIdx 号，并且计算当前节点的 LaserIdx，即 nodeLaserIdx。其次会利用节点的 LaserIdx 即 nodeLaserIdx 来对点的 LaserIdx 即 pointLaserIdx 进行预测编码，其中节点或者点的 LaserIdx 的计算方式如下：

20 假设点的几何坐标为 pointPos，激光射线的起始坐标为 LidarOrigin，并且假设 Laser 的数目为 LaserNum，每个 Laser 的正切值为 $\tan \theta_i$ ，每个 Laser 在垂直方向上的偏移位置为 Z_i ，则：

```

    Int bestLaserIdx=0;
    Int Distortion=INT_MAX;
25   For(int LaserIdx=0; LaserIdx<numLaser; ++ LaserIdx){
        int radius =  $\sqrt{(\text{pointPos}[0] - \text{LidarOrigin}[0])^2 + (\text{pointPos}[1] - \text{LidarOrigin}[1])^2}$ 
        int invRadius=1/ radius
        int Z=pointPos[2]+ Zi
        int tanTheta= Z×invRadius
30   if(std::abs(tanTheta-tan  $\theta_i$ )< Distortion){
            Distortion= std::abs(tanTheta-tan  $\theta_i$ );
            bestLaserIdx= LaserIdx;
        }
    }
}

```

35 在计算得到当前点的 LaserIdx 之后，首先会利用当前节点的 LaserIdx 对点的 pointLaserIdx 进行预测编码。在编码完当前点的 LaserIdx 之后，对当前点三个维度的几何信息利用激光雷达的采集参数进行预测编码。

具体算法如图 6C 所示，首先利用当前点对应的 LaserIdx 得到对应的水平方位角的预测值，即 φ_{pred} ，其次利用当前点对应的节点几何信息得到节点对应的水平方位角 φ_{node} 。其中，水平方位角 φ 与节点几何信息之间的计算方式如公式 (10) 所示，假设节点的几何坐标为 nodePos：

```

40    $\varphi = \arctan(\text{nodePos}[1]/\text{nodePos}[0])$  (10)

```

通过利用激光雷达的采集参数，可以得到每个 Laser 的旋转点数 numPoints，即代表每个激光射线旋转一圈得到的点数，则可以利用每个 Laser 的旋转点数计算得到每个 Laser 的旋转角速度 deltaPhi，如公式 (11) 所示：

$$\text{deltaPhi} = \frac{2\pi}{\text{numPoints}} \quad (11)$$

45 如图 6D 所示，利用节点的水平方位角 φ_{node} 以及当前点对应的 Laser 前一个编码点的水平方位角 φ_{pred} ，计算得到当前点对应的水平方位角预测值 $\varphi_{\text{predPoint}}$ ，具体计算公式如公式 (12) 所示：

$$\varphi_{\text{predPoint}} = \frac{\varphi_{\text{pred}} - \varphi_{\text{node}}}{\text{deltaPhi}} \times \text{deltaPhi} + \varphi_{\text{pred}} \quad (12)$$

最终，如图 6E 所示，通过利用水平方位角的预测值 $\varphi_{\text{predPoint}}$ 以及当前节点的低平面水平方位角 φ_{left} 和高平面的水平方位角 φ_{right} 来对当前节点的几何信息进行预测编码。具体如下所示：

```

int angLeL= $\varphi_{\text{left}} - \varphi_{\text{predPoint}}$ 
int angLeR= $\varphi_{\text{right}} - \varphi_{\text{predPoint}}$ 
int context=(angLeL $\geq 0$ &&angLeR $\geq 0$ )||((angLeL<0&&angLeR<0)?0:2
int absAngleL=abs(angLeL)
int absAngleR=abs(angLeR)
context+=absAngleL>absAngleR?0:1
context+=maxAngle>minAngle<<1?4:0

```

50 在编码完点的 LaserIdx 之后，会利用当前点所对应的 LaserIdx 对当前点的 Z 轴方向进行预测编码，即当前通过利用当前点的 x 和 y 信息计算得到柱面坐标系的深度信息 radius，其次利用当前点的激光 LaserIdx 得到当前点的正切值以及垂直方向的便宜，则可以得到当前点的 Z 轴方向的预测值即 Z_{pred} ：

$$\text{int radius} = \sqrt{(\text{pointPos}[0] - \text{LidarOrigin}[0])^2 + (\text{pointPos}[1] - \text{LidarOrigin}[1])^2}$$

$$\text{int tanTheta} = \tan \theta_{\text{laserIdx}}$$

```
int zOffset= ZlaserIdx
Zpred= radius × tanTheta- zOffset
```

最终利用 Z_{pred} 对当前点的 Z 轴方向的几何信息进行预测编码得到预测残差 Z_{res} , 最终对 Z_{res} 进行编码。

需要注意的是, 在节点划分到叶子节点时, 在几何无损编码的情况下, 需要对叶子节点中的重复点数目进行编码。

5 最终对所有节点的占位信息进行编码, 生成二进制码流。另外 G-PCC 目前引入了一种平面编码模式, 在对几何进行划分的过程中, 会判断当前节点的子节点是否处于同一平面, 如果当前节点的子节点满足同一平面的条件, 会用该平面对当前节点的子节点进行表示。

10 在基于八叉树的几何解码, 解码端按照广度优先遍历的顺序, 在对每个节点的占位信息解码之前, 首先会利用已经重建得到的几何信息来判断当前节点是否进行平面解码或者 IDCM 解码, 如果当前节点满足平面解码的条件, 则会首先对当前节点的平面标识和平面位置信息进行解码, 其次基于平面信息来对当前节点的占位信息进行解码; 如果当前节点满足 IDCM 解码的条件, 则会首先解码当前节点是否是一个真正的 IDCM 节点, 如果是一个真正的 IDCM 解码, 则会继续解析当前节点的 DCM 解码模式, 其次可以得到当前 DCM 节点中的点数目, 最后对每个点的几何信息进行解码。对于既不满足平面解码也不满足 DCM 解码的节点, 会对当前节点的占位信息进行解码。通过按照这样的方式不断解析得到每个节点的占位码, 并且依次不断划分节点, 直至划分得到 $1 \times 1 \times 1$ 的单位立方体时停止划分, 解析得到每个叶子节点中包含的点, 最终恢复得到几何重构点云信息。

下面对 IDCM 解码的过程进行详细的介绍:

与编码同样的处理, 首先利用先验信息来决定节点是否启动 IDCM, 即 IDCM 的启动条件如下:

(1) 当前节点没有兄弟姐妹子节点, 即当前节点的父节点只有一个孩子节点, 同时当前节点父节点的父节点仅有两个被占据子节点, 即当前节点最多只有一个邻居节点。

20 (2) 当前节点的父节点仅有当前节点一个占据子节点, 同时与当前节点共用一个面的六个邻居节点也都属于空节点。

(3) 当前节点的兄弟姐妹节点数目大于 1。

当节点满足 DCM 编码的条件时, 首先解码当前节点是否是一个真正的 DCM 节点, 即 IDCM_flag, 当 IDCM_flag 为 true 时, 则当前节点采用 DCM 编码, 否则仍然采用八叉树编码。

25 其次解码当前节点的点数目 numPoints, 具体的解码方式如下所示:

1)、首先解码当前节点的 numPoints 是否大于 1;

2)、如果解码得到当前节点的 numPoints 大于 1, 则继续解码第二个点是否是一个重复点, 如果第二个点不是重复点, 则这里可以隐性推断出满足 DCM 模式的第二种, 只含有两个点;

30 3)、如果解码得到当前节点的 numPoints 小于等于 1, 则继续解码第二个点是否是一个重复点, 如果第二个点不是重复点, 则这里可以隐性推断出满足 DCM 模式的第二种, 只含有一个点; 如果解码得到第二个点是一个重复点, 则可以推断出满足 DCM 模式的第三种, 含有多个点, 但是都是重复点, 则继续解码重复点的数目是否大于 1 (熵解码), 如果大于 1, 则继续解码剩余重复点的数目 (利用指数哥伦布进行解码)。

如果当前节点不满足 DCM 节点的要求, 即点数大于 2 个点, 并且不是重复点, 则直接退出。

35 在解码完当前节点的点数目之后, 对当前节点中包含点的坐标信息进行解码。下面将分别对激光雷达点云和面向人眼点云分开介绍。

面向人眼点云

1)、如果当前节点中仅仅只含有一个点, 则会对点的三个维度方向的几何信息进行直接解码 (Bypass coding):

2)、如果当前节点中含有两个点, 则会首先通过利用点的几何坐标得到优先解码的坐标轴 dirextAxis, 这里需要注意的是, 目前比较的坐标轴只包含 x 和 y 轴, 不包含 z 轴。假设当前节点的几何坐标为 nodePos, 则采用如公式 (13) 所示的方式, 确定优先编码的坐标轴:

$$\text{dirextAxis} = !(\text{nodePos}[0] < \text{nodePos}[1]) \quad (13)$$

也就是说, 将节点坐标几何位置小的轴作为优先解码的坐标轴 dirextAxis。

其次按照如下方式首先对优先解码的坐标轴 dirextAxis 几何信息进行解码, 假设优先解码的轴对应的待解码几何 bit 深度为 nodeSizeLog2, 并假设两个点的坐标分别为 pointPos[0] 和 pointPos[1]:

```
45 Bool sameBit=true;
while(nodeSizeLog2&& sameBit){
    pointPos[0][ dirextAxis]<<1;
    pointPos[1][ dirextAxis]<<1;
    --nodeSizeLog2;
50 int bit=0;
deEntropyCodeSameBit(sameBits); //<entropy coding
if(sameBits){
    bit =decodePosBit(); //<Bypass coding
    pointPos[0][ dirextAxis]= bit
55 pointPos[1][ dirextAxis]= bit
} else
    pointPos[1][ dirextAxis]= 1 //<这里的原因是因为在编码的时候, 会对两个点在优先编
码轴的方向上进行排序, 所以可以保证 pointPos[0][ dirextAxis]< pointPos[1][ dirextAxis], 因
此在解码的时候, 如果两个点的 bit 位信息不相同, 则可以推断出第一个点的 bit 位为 0, 第
60 二个点的 bit 为 1.
```

}

在解码完优先解码轴 `dirextAxis` 之后，在对当前点的几何坐标进行直接解码。假设每个点的剩余编码 `bit` 深度为 `nodeSizeLog2`，则具体解码过程如下，假设点的坐标信息为 `pointPos`：

```

5         for(int axisIdx=0;axisIdx<3;axisIdx++){
           for(int idx= nodeSizeLog2[axisIdx]; idx; idx--){
             pointPos[axisIdx]<<1;
             pointPos[axisIdx]=decodePosBit();
           }

```

面向激光雷达点云

10 1)、如果当前节点中含有两个点，则会首先通过利用点的几何坐标得到优先解码的坐标轴 `dirextAxis`，假设当前节点的几何坐标为 `nodePos`，则采用如公式 (14) 所示的方式，确定优先编码的坐标轴：

$$\text{dirextAxis} = !(\text{nodePos}[0] < \text{nodePos}[1]) \quad (14)$$

也就是说，将节点坐标几何位置小的轴作为优先解码的坐标轴 `dirextAxis`，这里需要注意的是，目前比较的坐标轴只包含 `x` 和 `y` 轴，不包含 `z` 轴。

15 其次按照如下方式首先对优先编码的坐标轴 `dirextAxis` 几何信息进行解码，假设优先解码的轴对应的待编码几何 `bit` 深度为 `nodeSizeLog2`，并假设两个点的坐标分别为 `pointPos[0]` 和 `pointPos[1]`：

```

           Bool sameBit=true;
           while(nodeSizeLog2&& sameBit){
             pointPos[0][ dirextAxis]<<1;
             pointPos[1][ dirextAxis]<<1;
             --nodeSizeLog2;
             int bit=0;
             deEntropyCodeSameBit(sameBits); //<entropy coding
             if(sameBits){
25                 bit =decodePosBit();//<Bypass coding
                 pointPos[0][ dirextAxis]= bit
                 pointPos[1][ dirextAxis]= bit
             }else
30                 pointPos[1][ dirextAxis]= 1//<这里的原因是因为在编码的时候，会对两个点在优先编
                   码轴的方向上进行排序，所以可以保证 pointPos[0][ dirextAxis]< pointPos[1][ dirextAxis].因此
                   在解码的时候，如果两个点的 bit 位信息不相同，则可以推断出第一个点的 bit 位为 0，第
                   二个点的 bit 为 1.
           }

```

在解码完优先解码轴 `dirextAxis` 之后，再对当前点的几何坐标进行解码。

35 同样的，首先利用当前节点的几何信息 `nodePos` 得到一个直接解码的主轴方向，其次利用已经完成解码的方向的几何信息来对另外一个维度的几何信息进行解码。同样假设直接解码的轴方向是 `directAxis`，并且假设直接解码中的待解码 `bit` 深度为 `nodeSizeLog2`，则解码方式如下：

```

           for(int idx= nodeSizeLog2[directAxis]; idx; idx--){
             pointPos[directAxis]<<1;
40             pointPos[directAxis]=decodePosBit();
           }

```

这里需要注意的是，在这里会将 `directAxis` 方向的几何精度信息全部解码。

在解码完 `directAxis` 坐标方向的所有精度之后，会首先计算当前节点的 `LaserIdx`，即 `nodeLaserIdx`，其次会利用节点的 `LaserIdx` 即 `nodeLaserIdx` 来对点的 `LaserIdx` 即 `pointLaserIdx` 进行预测解码，其中节点或者点的 `LaserIdx` 的计算方式跟编码端相同。最终对当前点的 `LaserIdx` 与节点的 `LaserIdx` 预测残差信息进行解码得到 `ResLaserIdx`，则计算公式如公式 15 所示：

$$\text{PointLaserIdx} = \text{nodeLaserIdx} + \text{ResLaserIdx} \quad (15)$$

在解码完当前点的 `LaserIdx` 之后，对当前点三个维度的几何信息利用激光雷达的采集参数进行预测解码。

50 具体的，如图 6B 所示，首先利用当前点对应的 `LaserIdx` 得到对应的水平方位角的预测值，即 φ_{pred} ，其次利用当前点对应的节点几何信息得到节点对应的水平方位角 φ_{node} 。其中，假设节点的几何坐标为 `nodePos`，水平方位角 φ 与节点几何信息之间的计算方式如公式 (16) 所示：

$$\varphi = \arctan(\text{nodePos}[1]/\text{nodePos}[0]) \quad (16)$$

通过利用激光雷达的采集参数，可以得到每个 `Laser` 的旋转点数 `numPoints`，即代表每个激光射线旋转一圈得到的点数，则可以利用每个 `Laser` 的旋转点数计算得到每个 `Laser` 的旋转角速度 `deltaPhi`，如公式 (17) 所示：

$$\text{deltaPhi} = \frac{2\pi}{\text{numPoints}} \quad (17)$$

接着，如图 6D 所示，利用节点的水平方位角 φ_{node} 以及当前点对应的 `Laser` 前一个编码点的水平方位角 φ_{pred} ，计算得到当前点对应的水平方位角预测值 $\varphi_{\text{predPoint}}$ ，水平方位角的预测值。计算方式如公式 (18) 所示：

$$\varphi_{\text{predPoint}} = \frac{\varphi_{\text{pred}} - \varphi_{\text{node}}}{\text{deltaPhi}} \times \text{deltaPhi} + \varphi_{\text{pred}} \quad (18)$$

最终通过利用水平方位角的预测值 $\varphi_{\text{predPoint}}$ 以及当前节点的低平面水平方位角 φ_{left} 和高平面的水平方位角 φ_{right} 来

对当前节点的几何信息进行预测编码。具体如下所示：

```
int angLeL=φleft-φpredPoint
int angLeR=φright-φpredPoint
int context=(angLeL≥0&&angLeR≥0)||((angLeL<0&&angLeR<0)?0:2)
int absAngleL=abs(angLeL)
int absAngleR=abs(angLeR)
context+=absAngleL>absAngleR?0:1
context+=maxAngle>minAngle<<1?4:0
```

在解码完点的 LaserIdx 之后，会利用当前点所对应的 LaserIdx 对当前点的 Z 轴方向进行预测解码，即当前通过利用当前点的 x 和 y 信息计算得到柱面坐标系的深度信息 radius，其次利用当前点的激光 LaserIdx 得到当前点的正切值以及垂直方向的偏移量，则可以得到当前点的 Z 轴方向的预测值即 Z_pred：

```
5 int radius = √((pointPos[0] - LidarOrigin[0])2 + (pointPos[1] - LidarOrigin[1])2)
int tanTheta = tan θlaserIdx
int zOffset = ZlaserIdx
Z_pred = radius × tanTheta - zOffset
```

最终利用解码得到的 Z_res 和 Z_pred 来重建恢复得到当前点 Z 轴方向的几何信息。

10 在基于 trisoup (triangle soup, 三角面片集) 的几何信息编码框架中，同样也要先进行几何划分，但区别于基于二叉树/四叉树/八叉树的几何信息编码，该方法不需要将点云逐级划分到边长为 1x1x1 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 中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)。依次编码每个 block 的 vertex 坐标，生成二进制码流。

15 基于 trisoup 的点云几何信息重建，在解码端进行点云几何信息重建时，首先解码 vertex 坐标用于完成三角面片重建，该过程如图 7A 至图 7C 所示。图 7A 所示的 block 中存在 3 个 vertex (v1, v2, v3)，利用这 3 个 vertex 按照一定顺序所构成的三角面片集被称为 triangle soup，即 trisoup，如图 7B 所示。之后，在该三角面片集上进行采样，将得到的采样点作为该 block 内的重建点云，如图 7C 所示。

20 基于预测树的几何编码包括：首先对输入点云进行排序，目前采用的排序方法包括无序、莫顿序、方位角序和径向距离序。在编码端通过利用两种不同的方式建立预测树结构，其中包括：KD-Tree(高时延慢速模式)和利用激光雷达标定信息，将每个点划分到不同的 Laser 上，按照不同的 Laser 建立预测结构(低时延快速模式)。接下来基于预测树的结构，遍历预测树中的每个节点，通过选取不同的预测模式对节点的几何位置信息进行预测得到预测残差，并且利用量化参数对几何预测残差进行量化。最终通过不断迭代，对预测树节点位置信息的预测残差、预测树结构以及量化参数等进行编码，生成二进制码流。

25 基于预测树的几何解码，解码端通过不断解析码流，重构预测树结构，其次通过解析得到每个预测节点的几何位置预测残差信息以及量化参数，并且对预测残差进行反量化，恢复得到每个节点的重构几何位置信息，最终完成解码端的几何重构。

30 几何编码完成后，对几何信息进行重建。目前，属性编码主要针对颜色信息进行。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 LOD (Level of Detail, 细节层次) 划分的基于距离的提升变换，二是直接进行 RAHT (Region Adaptive Hierarchical Transform, 区域自适应分层变换) 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并编码，生成二进制码流。

35 在利用几何信息来对属性信息进行预测时，可以利用莫顿码进行最近邻居搜索，点云中每点对应的莫顿码可以由该点的几何坐标得到。计算莫顿码的具体方法描述如下所示，对于每一个分量用 d 比特二进制数表示的三维坐标，其三个分量可以表示为公式 (19)：

$$x = \sum_{\ell=1}^d 2^{d-\ell} x_{\ell}, y = \sum_{\ell=1}^d 2^{d-\ell} y_{\ell}, z = \sum_{\ell=1}^d 2^{d-\ell} z_{\ell}, \quad (19)$$

其中， $x_{\ell}, y_{\ell}, z_{\ell} \in \{0,1\}$ 分别是 x, y, z 的最高位 ($\ell=1$) 到最低位 ($\ell=d$) 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 $x_{\ell}, y_{\ell}, z_{\ell}$ 到最低位，M 的计算公式如下公式 (20) 所示：

$$M = \sum_{\ell=1}^d 2^{3(d-\ell)} (4x_{\ell} + 2y_{\ell} + z_{\ell}) = \sum_{\ell'=1}^{3d} 2^{3d-\ell'} m_{\ell'} \quad (20)$$

40 其中， $m_{\ell'} \in \{0,1\}$ 分别是 M 的最高位 ($\ell'=1$) 到最低位 ($\ell'=3d$) 的值。在得到点云中每个点的莫顿码 M 后，将点云中的点按莫顿码由小到大的顺序进行排列，并将每个点的权值 w 设为 1。

GPCC 的通用测试条件共 4 种：

条件 1：几何位置有限度有损、属性有损；

条件 2：几何位置无损、属性有损；

45 条件 3：几何位置无损、属性有限度有损；

条件 4：几何位置无损、属性无损。

通用测试序列包括 Cat1A, Cat1B, Cat3-fused, Cat3-frame 共四类，其中 Cat2-frame 点云只包含反射率属性信息，Cat1A、Cat1B 点云只包含颜色属性信息，Cat3-fused 点云同时包含颜色和反射率属性信息。

GPCC 的技术路线共 2 种，以几何压缩所采用的算法进行区分，分为八叉树编码分支和预测树编码分支。

其中，八叉树编码分支中，在编码端，将包围盒依次划分得到子立方体，对非空的（包含点云中的点）的子立方体继续进行划分，直到划分得到的叶子节点为 $1 \times 1 \times 1$ 的单位立方体时停止划分，在几何无损编码情况下，需要对叶子节点中所包含的点数进行编码，最终完成几何八叉树的编码，生成二进制码流。在解码端，解码端按照广度优先遍历的顺序，通过不断解析得到每个节点的占位码，并且依次不断划分节点，直至划分得到 $1 \times 1 \times 1$ 的单位立方体时停止划分，在几何无损解码的情况下，需要解析得到每个叶子节点中包含的点数，最终恢复得到几何重构点云信息。

5

预测树编码分支中，在编码端通过利用两种不同的方式建立预测树结构，其中包括：KD-Tree(高时延慢速模式)和利用激光雷达标定信息，将每个点划分到不同的 Laser 上，按照不同的 Laser 建立预测结构（低时延快速模式）。接下来基于预测树的结构，遍历预测树中的每个节点，通过选取不同的预测模式对节点的几何位置信息进行预测得到预测残差，并且利用量化参数对几何预测残差进行量化。最终通过不断迭代，对预测树节点位置信息的预测残差、预测树结构以及量化参数等进行编码，生成二进制码流。在解码端，解码端通过不断解析码流，重构预测树结构，其次通过解析得到每个预测节点的几何位置预测残差信息以及量化参数，并且对预测残差进行反量化，恢复得到每个节点的重构几何位置信息，最终完成解码端的几何重构。

10

下面对 AVS 编解码器框架进行介绍。

在点云 AVS 编码器框架中，点云的几何信息和每点所对应的属性信息是分开编码的。

15

图 8A 为 AVS 的编码框架示意图，图 8B 为 AVS 的解码框架示意图。如图 8A 所示，首先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。在预处理过程之前，会根据参数配置来决定是否要将整个点云序列划分成多个 slice(点云片)，对于每个划分的 slice 将其视为单个独立点云串行处理。预处理过程包含量化和移除重复点。量化主要起到缩放的作用，由于量化取整，使得一部分点的几何信息相同，根据参数来决定是否移除重复点。接下来，按照广度优先遍历的顺序对 bounding box 进行划分（八叉树/四叉树/二叉树），对每个节点的占位码进行编码。

20

如图 8B 所示，在基于八叉树的几何编码框架中，将包围盒依次划分得到子立方体，对非空的（包含点云中的点）的子立方体继续进行划分，直到划分得到的叶子节点为 $1 \times 1 \times 1$ 的单位立方体时停止划分，其次在几何无损编码的情况下，对叶子节点中所包含的点数进行编码，最终完成几何八叉树的编码，生成二进制码流。在基于八叉树的几何解码过程中，解码端按照广度优先遍历的顺序，通过不断解析得到每个节点的占位码，并且依次不断划分节点，直至划分得到 $1 \times 1 \times 1$ 的单位立方体时停止划分，解析得到每个叶子节点中包含的点数，最终恢复得到几何重构点云信息。

25

目前的 AVS 几何编码中，存在两种编码方式，一种是八叉树编码，另外一种为预测树编码。

八叉树编码：如果采用八叉树编码，则存在两种上下文编码模型，上下文模型一用于 cat1-A 和 cat2 点云序列；上下文模型二用于 cat1-B 和 cat3 序列。

下面对下文模型一进行介绍。

30

下文模型一包括当前点的子层邻居预测以及当前点层的邻居预测。

1) 当前点的子层邻居预测

在八叉树广度优先遍历的划分方式下，编码当前点的子节点时能够获得的邻居信息包括左前下三个方向的邻居子节点。子节点层的上下文模型设计如下：对于待编码子节点层，查找与待编码子节点同层的左前下方向 3 个共面、3 个共线、1 个共点节点以及节点边长最短的维度上负方向距离当前待编码子节点两个节点边长处节点的占位情况。以 X 维度上的节点边长最短为例，各子节点选择的参考节点如图 9A 所示。其中虚线框节点为当前节点，灰色节点为当前待编码子节点，实线框节点为各子节点选取的参考节点。

35

其中 3 个共面、3 个共线节点以及节点边长最短的维度上负方向距离当前待编码子节点两个节点边长处节点的占位情况详细考虑，这 7 个节点的占位情况共有 $2^7 = 128$ 种情况。如果不全为不占据，则共有 $2^7 - 1 = 127$ 种情况，为每种情况分配 1 个上下文；若这 7 个节点全为不占据，则考虑共点邻居节点占位情况。该共点邻居有 2 种可能：占据或不占据。为该共点邻居节点被占据的情况单独分配 1 个上下文，若该共点邻居也为不占据，则考虑接下来要讲述的当前节点层邻居的占位情况。即待编码子节点层邻居一共对应 $127+2-1=128$ 个上下文。

40

2) 当前节点层的邻居预测

如果待编码子节点的 8 个同层参考节点都未被占据，则考虑如图 9B 所示的当前节点层的四组邻居的占位情况。其中虚线框节点为当前节点，实线边框为邻居节点。

45

对于当前节点层，按照以下步骤确定上下文：

1. 首先考虑当前节点的右上后 3 个共面邻居。当前节点右上后共面的 3 个邻居的占位情况共有 $2^3 = 8$ 种可能，为不全为不占据的情况各分配一个上下文，再考虑待编码子节点位于当前节点的位置，则该组邻居节点共提供 $(8-1) \times 8=56$ 个上下文。如果当前点的右上后 3 个共面的邻居都不占据，那么继续考虑当前节点层其余三组邻居

2. 考虑最近被占据的节点与当前节点的距离。

50

具体的邻居节点分布与距离的对应关系如表 2 所示。

表 2 当前节点层占位情况与距离的对应关系

当前节点层占位情况	距离
左前下共面邻居占据或右上后共线邻居占据	1
左前下共面邻居、右上后共线邻居都不占据且左前下共线邻居占据	2
当前节点层的四组邻居都不占据	3

由表 2 可得，距离共有 3 个取值。为这 3 个取值情况各分配 1 个上下文，再考虑待编码子节点位于当前节点的位置情况，共 $3 \times 8=24$ 个上下文。

至此，本套上下文模型总共分配了 $128+56+24=208$ 个上下文。

下面对上下文模型二进行介绍。

该方法使用双层上下文参考关系配置，如式(21)所示，第一层是与当前待编码子块父节点已编码相邻块的占用情况(即 $ctxIdxParent$)，第二层是与当前待编码子块同一深度下的相邻已编码块的占用情况(即 $ctxIdxChild$)。

首先，对于每一个待编码子块，第二层的 $ctxIdxChild$ 如式(22)所示， C_i^1 表示与当前子块 l_2 距离为1的3个已编码子块的占用情况。

$$idx = LUT[ctxIdxParent][ctxIdxChild] \quad (21)$$

$$ctxIdxChild = \left(\sum_{i=0}^2 2^i C_i^1 \right) \quad (22)$$

$$ctxIdxParent = \left(\sum_{j=0}^2 2^j P_{i,j} \right) * 4 + \sum_{j=3}^5 P_{i,j} \quad (23)$$

其次，第一层的 $ctxIdxParent$ ，对于不同子块的相对位置，通过查表方式寻找与其共面和共线的相邻父块，并通过其占用情况根据式(23)计算得到 $ctxIdxParent$ 。图9C为子块分别对应6个相邻父块的示意图，如图9C所示，每个子图显示了第*i*个子块找到的6个相邻父块的相对位置关系，其中包含3个共面父块($P_{i,0}, P_{i,1}, P_{i,2}$)和3个共线父块($P_{i,3}, P_{i,4}, P_{i,5}$)。每个子块和相邻父块位置关系通过表2方式获取，表2中的数字对应图6中的莫顿序号，该方式考虑了不同子块位置以及几何上的中心旋转对称性。图9D为当前待编码块利用到的周围18个相邻块及其莫顿序号示意图，从图9D可以看出，以当前块为中心，该方法拥有更大的感受野，可以利用周围已编码的最多18个相邻父块。式(3)中采用的方式是3个共面父块占用情况的排列组合以及3个共线父块占用的个数加和。

因此，该方法中使用的上下文数量最多为 $2^3 \times 2^5 = 256$ 个。

表3为子块*i*和其相邻父块*j*的关系，表格中的数字对应图9D中的莫顿序号。

表3

$P_{i,l}$	$j = 0$	$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$	$j = 4$	$j = 5$
$i = 0$	4	10	12	1	3	9
$i = 1$	4	10	14	1	5	11
$i = 2$	4	16	12	7	3	15
$i = 3$	4	16	14	7	5	17
$i = 4$	22	10	12	19	21	9
$i = 5$	22	10	14	19	23	11
$i = 6$	22	16	12	25	21	15
$i = 7$	22	16	14	25	23	17

预测树编码：如果采用预测树编码，首先在编码端利用点云的几何信息进行莫顿码排序，其次利用KD-Tree对点云的几何信息进行预测编码，类似一个单链结构通过利用父节点来对子节点的几何信息进行预测编码。如图9E所示，预测树采用单链结构：除了唯一的叶节点外，每个树节点只有一个子节点。除了根节点由缺省值预测外，其他节点由其父节点提供几何预测值。

在进行多叉树几何编码过程中，当当前块同时满足下列三个条件时生效孤立点直接编码模式：

1. 几何头信息中孤立点直接编码模式标识符为1；
2. 当前块内仅含有一个点云数据点；
3. 当前块内的点的待编码莫顿码位数之和大于未到达最小边长方向的数目的二倍。

当上述三个条件均成立时进入该分支。引入一个flag标识位表示当前节点是否使用孤立点编码模式，该flag使用一个context进行熵编码。如果flag为True，则使用孤立点模式，直接编码该点的几何坐标，同时结束八叉树划分。如果flag为False，则编码占用码，并继续八叉树划分。

在特定情况下，该flag可以推断为False而不用编码。如果当前块的父块已经可以允许使用孤立点编码模式，并且当前块是父块的唯一子节点，那么当前块中一定不包含孤立点。因此，在这种条件下可以省去编码flag的比特。

在编码了flag标识位之后，由于当前块内仅含有一个点云点，则直接编码该点云点几何坐标对应莫顿码的未编码的比特。具体的编码过程如下：

假设点的剩余编码bit深度为nodeSizeLog2,则具体编码过程如下：

```
for(int axisIdx=0;axisIdx<3;++axisIdx)
for(int mask=(1<<nodeSizeLog2[axisIdx])>>1;mask;mask>>1)
    encodePosBit(!!(pointPos[axisIdx]&mask));
```

几何编码完成后，对几何信息进行重建。目前，属性编码主要针对颜色、反射率信息进行。如图8A所示，编码端首先判断是否进行颜色空间的转换，若进行颜色空间转换，则将颜色信息从RGB颜色空间转换到YUV颜色空间。然后，利用原始点云对重建点云进行重着色，使得未编码的属性信息与重建的几何信息对应起来。在颜色信息编码中分为两个模块：属性预测与属性变换。属性预测过程如下：首先对点云进行重排序，然后进行差分预测。其中重排序的方法有两种：莫顿重排序和Hilbert重排序。对于cat1A序列与cat2序列，对其进行Hilbert重排序；对于cat1B序列与cat3序列，对其进行莫顿重排序。对排序之后的点云使用差分方式进行属性预测，最后对预测残差进行量化并熵编码，生成二进制码流。属性变换过程如下：首先对点云属性做小波变换，对变换系数做量化；其次通过逆量化、逆小波变换得到属性重建值；然后计算原始属性和属性重建值的差得到属性残差并对其量化；最后将量化后的变换系数和属性残差进行熵编码，生成二进制码流。

下面对AVS PCC的通用测试条件进行介绍。

AVS 的通用测试条件共 4 种：

条件 1：几何位置有限度有损、属性有损；

条件 2：几何位置无损、属性有损；

条件 3：几何位置无损、属性有限度有损；

条件 4：几何位置无损、属性无损。

通用测试序列包括 Cat1A, Cat1B, Cat1C, Cat2-frame 和 Cat3 共五类，其中 Cat1A、Cat2-frame 点云只包含反射率属性信息，Cat1B、Cat3 点云只包含颜色属性信息，Cat1B 点云同时包含颜色和反射率属性信息。

技术路线：共 2 种，以属性压缩所采用的算法进行区分。

技术路线 1：预测分支，属性压缩采用基于帧内预测的方法：

在编码端，按照一定的顺序（点云原始采集顺序、莫顿顺序、希尔伯特顺序等）处理点云中的点，先采用预测算法得到属性预测值，根据属性值和属性预测值得到属性残差，然后对属性残差进行量化，生成量化残差，最后对量化残差进行编码；

在解码端，按照一定的顺序（点云原始采集顺序、莫顿顺序、希尔伯特顺序等）处理点云中的点，先采用预测算法得到属性预测值，然后解码获取量化残差，再对量化残差进行反量化，最后根据属性预测值和反量化后的残差，获得属性重建值。

技术路线 2：预测变换分支—资源受限，属性压缩采用基于帧内预测和 DCT 变换的方法，在编码量化后的变换系数时，有最大点数 X（如 4096）的限制，即最多每 X 点为一组进行编码：

在编码端，按照一定的顺序（点云原始采集顺序、莫顿顺序、希尔伯特顺序等）处理点云中的点，先将整个点云分成长度最大为 Y（如 2）的若干小组，然后将这若干个小组组合成若干个大组（每个大组中的点数不超过 X，如 4096），然后采用预测算法得到属性预测值，根据属性值和属性预测值得到属性残差，以小组为单位对属性残差进行 DCT 变换，生成变换系数，再对变换系数进行量化，生成量化后的变换系数，最后以大组为单位对量化后的变换系数进行编码；

在解码端，按照一定的顺序（点云原始采集顺序、莫顿顺序、希尔伯特顺序等）处理点云中的点，先将整个点云分成长度最大为 Y（如 2）的若干小组，然后将这若干个小组组合成若干个大组（每个大组中的点数不超过 X，如 4096），以大组为单位解码获取量化后的变换系数，然后采用预测算法得到属性预测值，再以小组为单位对量化后的变换系数进行反量化、反变换，最后根据属性预测值和反量化、反变换后的系数，获得属性重建值。

技术路线 3：预测变换分支—资源不受限，属性压缩采用基于帧内预测和 DCT 变换的方法，在编码量化后的变换系数时，没有最大点数 X 的限制，即所有系数一起进行编码：

在编码端，按照一定的顺序（点云原始采集顺序、莫顿顺序、希尔伯特顺序等）处理点云中的点，先将整个点云分成长度最大为 Y（如 2）的若干小组，然后采用预测算法得到属性预测值，根据属性值和属性预测值得到属性残差，以小组为单位对属性残差进行 DCT 变换，生成变换系数，再对变换系数进行量化，生成量化后的变换系数，最后对整个点云的量化后的变换系数进行编码；

在解码端，按照一定的顺序（点云原始采集顺序、莫顿顺序、希尔伯特顺序等）处理点云中的点，先将整个点云分成长度最大为 Y（如 2）的若干小组，解码获取整个点云的量化后的变换系数，然后采用预测算法得到属性预测值，再以小组为单位对量化后的变换系数进行反量化、反变换，最后根据属性预测值和反量化、反变换后的系数，获得属性重建值。

技术路线 4：多层变换分支，属性压缩采用基于多层小波变换的方法：

在编码端，对整个点云进行多层小波变换，生成变换系数，然后对变换系数进行量化，生成量化后的变换系数，最后对整个点云的量化后的变换系数进行编码；

在解码端，解码获取整个点云的量化后的变换系数，然后对量化后的变换系数进行反量化、反变换，获得属性重建值。

在对当前节点进行直接编码时，编码端在确定当前节点具备直接编解码的资格后，对当前节点中点的位置信息进行编码。但是，目前对当前节点中点的几何信息进行编码时，没有考虑帧间信息，进而降低点云的编解码性能。

为了解决上述技术问题，本申请实施例在对当前解码帧中的当前节点进行编解码时，在当前待编解码帧的预测参考帧中，确定当前节点的 N 个预测节点，基于这 N 个预测节点中点的几何编解码信息，对当前节点中点的坐标信息进行预测编解码。也就是说，本申请实施例对节点进行 DCM 直接编解码时进行优化，通过考虑相邻帧之间时域上的相关性，利用预测参考帧中预测节点的几何信息对待节点 IDCM 节点（即当前节点）中点的几何信息进行预测编解码，通过考虑相邻帧之间时域相关性来进一步提升点云的几何信息编解码效率。

下面结合具体的实施例，对本申请实施例涉及的点云编解码方法进行介绍。

首先，以解码端为例，对本申请实施例提供的点云解码方法进行介绍。

图 10 为本申请一实施例提供的点云解码方法流程示意图。本申请实施例的点云解码方法可以由上述图 3 或图 4B 或 8B 所示的点云解码设备或点云解码器完成。

如图 10 所示，本申请实施例的点云解码方法包括：

S101、在当前待解码帧的预测参考帧中，确定当前节点的 N 个预测节点。

其中，当前节点为当前待解码帧中的待解码节点。

由上述可知，点云包括几何信息和属性信息，对点云的解码包括几何解码和属性解码。本申请实施例涉及点云的几何解码。

在一些实施例中，点云的几何信息也称为点云的位置信息，因此，点云的几何解码也称为点云的位置解码。

在基于二叉树的编码方式中，编码端基于点云的几何信息，构建点云的二叉树结构，如图 11 所示，使用最小长方体包围点云，首先对该包围盒进行二叉树划分，得到 8 个节点，对这 8 个节点中被占用的节点，即包括点的节点继续进行二叉树划分，以此类推，直到划分到体素级别位置，例如划分到 $1 \times 1 \times 1$ 的正方体为止。这样划分得到的点云二叉树结构包括多层节点组成，例如包括 N 层，在编码时，逐层编码每一层的占位信息，直到编码完最后一层的体素级别的叶子节点为止。也就是说，在二叉树编码中，将点云通二叉树划分，最终将点云中的点划分到二叉树的体素级的叶子节点中，通过对整个二叉树进行编码，实现对点云的编码。

对应的，解码端，首先解码点云的几何码流，得到该点云的二叉树的根节点的占位信息，并基于该根节点的占位信息，确定出该根节点所包括的子节点，即二叉树的第 2 层包括的节点。接着，解码几何码流，得到第 2 层中的各节点的占位信息，并基于各节点的占位信息，确定出二叉树的第 3 层所包括的节点，依次类推。

但基于二叉树的几何信息编码模式对空间中具有相关性的点有高效的压缩速率，而对于在几何空间中处于孤立位置的点来说，使用直接编码方式可以大大降低复杂度，提升编解码效率。

由于直接编码方式是对节点所包括的点的几何信息直接进行编码，若节点所包括的点数较多时，采用直接编码方式时压缩效果差。因此，对于二叉树中的节点，在进行直接编码之前，首先判断该节点是否可以采用直接编码方式。若判断该节点可以采用直接编码方式进行编码时，则采用直接编码方式对该节点所包括的点的几何信息进行直接编码。若判断该节点不可以采用直接编码方式进行编码时，则继续采用二叉树方式对该节点进行划分。

具体的，编码端首先判断节点是否具备直接编码的资格，若该节点具备直接编码的资格后，判断节点的点数是否小于或等于预设阈值，若节点的点数小于或等于预设阈值，则确定该节点可以采用直接编码方式进行解码。接着，将该节点所包括的点数，以及各点的几何信息编入码流。对应的，解码端在确定该节点具备直接解码的资格后，解码码流，得到该节点的点数，以及各点的几何信息，实现该节点的几何解码。

目前在对当前节点中点的位置信息进行预测编码时，未考虑帧间信息，使得点云的编码性能低。

为了解决上述问题，本申请实施例中，解码端基于当前节点对应的帧间信息，对当前节点中点的位置信息进行预测解码，进而提升点云的解码效率和解码性能。

具体的，解码端首先在当前待解码帧的预测参考帧中，确定当前节点的 N 个预测节点。

需要说明的是，当前待解码帧为一个点云帧，在一些实施例中，当前待解码帧也称为当前帧或当前点云帧或当前待解码的点云帧等。当前节点可以理解当前待解码帧中的任意一个非叶子节点的非空节点。也就是说，当前节点不是当前待解码帧对应的二叉树中的叶子节点，即当前节点为二叉树的中间任意节点，且该当前节点不是非空节点，即至少包括 1 个点。

在本申请实施例中，解码端在解码当前待解码帧中的当前节点时，首先确定当前待解码帧的预测参考帧，并在预测参考帧中，确定当前节点的 N 个预测节点。例如图 12 示出了当前节点在预测参考帧中的一个预测节点。

需要说明的是，本申请实施例对当前待解码帧的预测参考帧的个数不做限制，例如，当前待解码帧具有一个预测参考帧，或者当前待解码帧具有多个预测参考帧。同时，本申请实施例对当前节点的预测节点的个数 N 也不做限制，具体根据实际需要确定。

本申请实施例对确定当前待解码帧的预测参考帧的具体方式也不做限制。

在一些实施例中，将当前待解码帧的前一个或前几个已解码帧，确定为该当前待解码帧的预测参考帧。

例如，若当前待解码帧为 P 帧，P 帧在帧间参考帧包括 P 帧的前一帧（即前向帧），因此，可以将当前待解码帧的前一帧（即前向帧），确定为当前待解码帧的预测参考帧。

再例如，若当前待解码帧为 B 帧，B 帧的帧间参考帧包括 P 帧的前一帧（即前向帧）和 P 帧的后一帧（即后向帧），因此，可以将当前待解码帧的前一帧（即前向帧），确定为当前待解码帧的预测参考帧。

在一些实施例中，将当前待解码帧的后一个或后几个已解码帧，确定为该当前待解码帧的预测参考帧。

例如，若当前待解码帧为 B 帧，则可以将当前待解码帧的后一帧，确定为当前待解码帧的预测参考帧。

在一些实施例中，将当前待解码帧的前一个或前几个已解码帧，以及当前待解码帧的后一个或后几个已解码帧，确定为该当前待解码帧的预测参考帧。

例如，若当前待解码帧为 B 帧，则可以将当前待解码帧的前一帧和后一帧，确定为当前待解码帧的预测参考帧，此时，当前待解码帧具有 2 个预测参考帧。

下面以当前待解码帧包括 K 个预测参考帧为例，对上述 S101-A 中在当前待解码帧的预测参考帧中，确定当前节点的 N 个预测节点的具体过程进行介绍。

在一些实施例中，解码端基于当前待解码帧中节点的占位信息，以及 K 个预测参考帧中每一个预测参考帧中节点的占位信息，从 K 个预测参考帧中选出至少一个预测参考帧，进而在该至少一个预测参考帧中，查找当前节点的预测节点。例如，从 K 个预测参考帧中，选出节点的占位信息与当前待解码帧的节点的占位信息最相近的至少一个预测参考帧，进而在这至少一个预测参考帧中，查找当前节点的预测节点。

在一些实施例中，解码端可以通过如下 S101-A1 和 S101-A2 的步骤，确定当前节点的 N 个预测节点：

S101-A1、针对 K 个预测参考帧中的第 k 个预测参考帧，确定当前节点在第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点，k 为小于或等于 K 的正整数，K 为正整数；

S101-A2、基于当前节点在 K 个预测参考帧中的至少一个预测节点，确定当前节点的 N 个预测节点。

在该实施例中，解码端从 K 个预测参考帧中的每一个预测参考帧中，确定出当前节点的至少一个预测节点，最后将 K 个预测参考帧中各预测参考帧中的至少一个预测节点进行汇总，得到当前节点的 N 个预测节点。

其中，解码端确定当前节点在 K 个预测参考帧中每一个预测参考帧中的至少一个预测点的过程相同，为了便于描述，在此以 K 个预测参考帧中的第 k 个预测参考帧为例进行说明。

下面对上述 S101-A1 中确定当前节点在第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点的具体过程进行介绍。

本申请实施例对解码端确定当前节点在第k个预测参考帧中的至少一个预测节点的具体方式不做限制。

方式一，在第k个预测参考帧中，确定出当前节点的一个预测节点。例如，将第k个预测参考帧中与当前节点的划分深度相同的一个节点，确定为当前节点的预测节点。

举例说明，假设当前节点位于当前待解码帧的八叉树的第3层，这样可以获取第k个预测参考帧中位于八叉树第3层的各节点，进而从这些节点中，确定出当前节点的预测节点。

在一种示例中，若当前节点在第k个预测参考帧中的预测节点的个数为1个时，则可以将第k个预测参考帧与当前节点处于相同划分深度的这些点中，选出占位信息与当前节点的占位信息差异最小的一个节点，记为节点1，将该节点1确定为当前节点在第k个预测参考帧中的一个预测节点。

在另一种示例中，若当前节点在第k个预测参考帧中的预测节点的个数大于1时，则将上述确定的节点1，以及节点1在第k个预测参考帧中的至少一个邻域节点，例如与节点1共面、共线、共点等的至少一个邻域节点，确定为当前节点在第k个预测参考帧中的预测节点。

方式二，上述S101-A1中确定当前节点在第k个预测参考帧中的至少一个预测节点，包括如下S101-A11至S101-A13的步骤：

S101-A11、在当前待解码帧中，确定当前节点的M个邻域节点，M个邻域节点中包括当前节点，M为正整数；

S101-A12、针对M个邻域节点中的第i个邻域节点，确定第i个邻域节点在第k个预测参考帧中的对应节点，i为小于或等于M的正整数；

S101-A13、基于M个邻域节点在第k个预测参考帧中的对应节点，确定当前节点在第k个预测参考帧中的至少一个预测节点。

在该实现方式中，解码端在确定当前节点在第k个预测参考帧中的至少一个预测节点之前，首先在当前待解码帧中确定当前节点的M个邻域节点，该M个邻域节点中包括当前节点自身。

需要说明的是，在本申请实施例中，对当前节点的M个邻域节点的具体确定方式不做限制。

在一种示例中，当前节点的M个邻域节点包括当前待解码帧中，与当前节点共面、共线和共点的邻域节点中的至少一个邻域节点。如图13所示，当前节点包括6个共面的节点、12个共线的节点和8个共点的节点。

在另一种示例中，当前节点的M个邻域节点中除了包括当前待解码帧中，与当前节点共面、共线和共点的邻域节点中的至少一个邻域节点外，还可以包括参考邻域范围内的其他节点，本申请实施例对此不做限制。

解码端基于上述步骤，在当前待解码帧中确定出当前节点的M个邻域节点后，确定出M个邻域节点中每一个邻域节点在第k个预测参考帧中的对应节点，进而基于M个邻域节点在第k个预测参考帧中的对应节点，确定当前节点在第k个预测参考帧中的至少一个预测节点。

本申请实施例对S101-A13的具体实现方式不做限制。

在一种可能的实现方式中，从M个邻域节点在第k个预测参考帧中的对应节点中，筛选出至少一个对应节点，作为当前节点在第k个预测参考帧中的至少一个预测节点。例如，从M个邻域节点在第k个预测参考帧中的对应节点中，筛选出占位信息与当前节点的占位信息差异最小的至少一个对应节点，作为当前节点在第k个预测参考帧中的至少一个预测节点。其中，确定对应节点的占位信息与当前节点的占位信息的差异的方式可以参照上述占位信息的差异的确定过程，例如将对对应节点的占位信息与当前节点的占位信息进行异或运算，将异或运算结果作为该对应节点的占位信息与当前节点的占位信息之间的差异。

在另一种可能的实现方式中，解码端将M个邻域节点在第k个预测参考帧中的对应节点，确定为当前节点在第k个预测参考帧中的至少一个预测节点。例如，M个邻域节点分别在第k个预测参考帧中具有一个对应节点，进而有M个对应节点，将这M个对应节点确定为当前节点在第k个预测参考帧中的预测节点，共有M个预测节点。

上面对确定当前节点在第k个预测参考帧中的至少一个预测节点的过程进行介绍。这样，解码端可以采用与上述相同的方式，确定出当前节点在K个预测参考帧中每一个预测参考帧中的至少一个预测节点。

例如，若当前待解码帧为P帧时，K个预测参考帧包括当前待解码帧的前向帧。此时，解码端基于上述步骤，可以确定出当前节点在前向帧中的至少一个预测节点。示例性的，如图15A所示，假设当前节点包括3个邻域节点，分别记为节点11、节点12（为当前节点）和节点13，这3个邻域节点在前向帧中分别对应一个对应节点，分别记为节点21、节点22和节点23，进而将节点21、节点22和节点23确定为当前节点在前向帧中的3个预测节点，或者从节点21、节点22和节点23中选出1或2个节点确定为当前节点在前向帧中的1个或2个预测节点。

再例如，若当前待解码帧为B帧时，K个预测参考帧包括当前待解码帧的前向帧和后向帧。此时，解码端基于上述步骤，可以确定出当前节点在前向帧中的至少一个预测节点，以及当前节点在后向帧中的至少一个预测节点。示例性的，如图15B所示，假设当前节点包括3个邻域节点，分别记为节点11、节点12和节点13，这3个邻域节点在前向帧中分别对应一个对应节点记为节点21、节点22和节点23，这3个邻域节点在后向帧中分别对应一个对应节点记为节点41、节点42和节点43。这样解码端可以将节点21、节点22和节点23确定为当前节点在前向帧中的3个预测节点，或者从节点21、节点22和节点23中选出1或2个节点确定为当前节点在前向帧中的1个或2个预测节点。同理，解码端可以将节点41、节点42和节点43确定为当前节点在后向帧中的3个预测节点，或者从节点41、节点42和节点43中选出1或2个节点确定为当前节点在后向帧中的1个或2个预测节点。

解码端确定出当前节点在K个预测参考帧中每一个预测参考帧中的至少一个预测节点后，执行上述S101-B的步骤，即基于当前节点在K个预测参考帧中的至少一个预测节点，确定当前节点的N个预测节点。

在一种示例中，将当前节点在K个预测参考帧中的至少一个预测节点，确定为当前节点的N个预测节点。

例如，K=2，即K个预测参考帧包括第一个预测参考帧和第二个预测参考帧。假设当前节点在第一个预测参考帧中有2个预测节点，当前节点在第二个预测参考帧中有3个预测节点，这样可以确定当前节点具有5个预测节点，此时N=5。

在另一种示例中, 从当前节点在 K 个预测参考帧中的至少一个预测节点中, 筛选出当前节点的 N 个预测节点。

继续参照上述示例, 假设 K=2, 即 K 个预测参考帧包括第一个预测参考帧和第二个预测参考帧。假设当前节点在第一个预测参考帧中有 2 个预测节点, 当前节点在第二个预测参考帧中有 3 个预测节点。从这 5 个预测节点中, 选出 3 个预测节点作为当前节点的最终预测节点。例如, 从这 5 个预测节点中, 选出占位信息与当前节点的占位信息差异最小的 3 个预测节点, 确定为当前节点的最终预测节点。

在该方式二中, 解码端在当前待解码帧中确定出当前节点的 M 个领域节点后, 在第 k 个预测参考帧中, 确定出这 M 个领域节点中每一个领域节点的对应节点, 进而基于 M 个领域节点中每一个领域节点的对应节点, 确定当前节点在该第 k 个预测参考帧中的至少一个预测点。

方式三, 上述 S101-A1 中确定当前节点在第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点, 包括如下 S101-B11 至 S101-B13 的步骤:

S101-B11、确定当前节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点;

S101-B12、确定对应节点的至少一个领域节点;

S101-B13、将至少一个领域节点, 确定为当前节点在第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点。

在该方式 3 中, 针对 K 个预测参考帧中的每一个预测参考帧, 解码端首先在各预测参考帧中确定该当前节点的对应节点。例如, 确定当前节点在预测参考帧 1 中的对应节点 1, 确定当前节点在预测参考帧 2 中的对应节点 2。接着, 解码端确定各对应节点的至少一个领域节点。例如, 在预测参考帧 1 中确定对应节点 1 的至少一个领域节点, 以及在预测参考帧 2 中确定对应节点 2 的至少一个领域节点。这样可以将对应节点 1 在预测参考帧 1 中的至少一个领域节点, 确定为当前节点在预测参考帧 1 中的至少一个预测节点, 将对应节点 2 在预测参考帧 2 中的至少一个领域节点, 确定为当前节点在预测参考帧 2 中的至少一个预测节点。

方式二的 S101-A12 中确定第 i 个领域节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点, 与上述方式三的 S101-B11 中确定当前节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点的过程基本相同。为了便于描述, 将上述第 i 个领域节点和当前节点记为第 i 个节点, 下面对确定第 i 个节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点的具体过程进行介绍。

解码端确定第 i 个节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点至少包括如下几种方式:

方式 1, 将第 k 个预测参考帧中与第 i 个节点的划分深度相同的一个节点, 确定为第 i 个节点的对应节点。

举例说明, 假设第 i 个节点位于当前待解码帧的八叉树的第 3 层, 这样可以获取第 k 个预测参考帧中位于八叉树第 3 层的各节点, 进而从这些节点中, 确定出第 i 个节点的对应节点。例如, 将第 k 个预测参考帧与第 i 个节点处于相同划分深度的这些点中, 选出占位信息与第 i 个节点的占位信息差异最小的一个节点, 确定为第 i 个节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点。

方式 2、上述 S101-A12 和 S101-B11 包括如下步骤:

S101-A121、在当前待解码帧中, 确定第 i 个节点的父节点, 作为第 i 个父节点;

S101-A122、确定第 i 个父节点在第 k 个预测参考帧中的匹配节点, 作为第 i 个匹配节点;

S101-A123、将 i 个匹配节点的子节点中的一个子节点, 确定为第 i 个节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点。

在该方式 2 中, 对于第 i 个节点, 解码端在当前待解码帧中, 确定该第 i 个节点的父节点, 进而第 k 个预测参考帧中, 确定第 i 个预测领域节点的父节点的匹配节点。为了便于描述, 将第 i 个节点的父节点记为第 i 个父节点, 将第 i 个节点的父节点在第 k 个预测参考帧中的匹配节点, 确定为第 i 个匹配节点。接着, 将第 i 个匹配节点的子节点的一个子节点, 确定为第 i 个节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点, 实现对第 i 个节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点的准确确定。

下面对上述 S101-A122 中确定第 i 个父节点在第 k 个预测参考帧中的匹配节点的具体过程进行介绍。

本申请实施例对解码端确定第 i 个父节点在第 k 个预测参考帧中的匹配节点的具体方式不做限制。

在一些实施例中, 确定第 i 个父节点在当前待解码帧中的划分深度, 例如第 i 个父节点在当前待解码帧的八叉树的第 2 层。这样, 解码端可以将第 k 个预测参考帧中与第 i 个父节点的划分深度相同的各节点中的一个节点, 确定为第 i 个父节点在第 k 个预测参考帧中的匹配节点。例如将第 k 个预测参考帧中处于第 2 层的各节点中的一个节点, 确定为第 i 个父节点在第 k 个预测参考帧中的匹配节点。

在一些实施例中, 解码端基于第 i 个父节点的占位信息, 确定第 i 个父节点在第 k 个预测参考帧中的匹配节点。具体的, 由于当前待解码帧中的第 i 个父节点的占位信息已解码, 且第 k 个预测参考帧中的各节点的占位信息也已解码。这样, 解码端可以基于第 i 个父节点的占位信息, 在第 k 个预测参考帧中查找该第 i 个父节点的匹配节点。

例如, 将第 k 个预测参考帧中, 占位信息与第 i 个父节点的占位信息之间的差异最小的节点, 确定为第 i 个父节点在第 k 个预测参考帧中的匹配节点。

举例说明, 假设第 i 个父节点的占位信息为 11001101, 在第 k 个预测参考帧中查询占位信息与占位信息 11001101 差异最小的节点。具体是, 解码端将第 i 个父节点的占位信息, 与第 k 个预测参考帧中的每一个节点的占位信息进行异或运算, 将第 k 个预测参考帧中的异或运算结果最小的一个节点, 确定为第 i 个父节点在第 k 个预测参考帧中匹配节点。

示例性的, 假设第 k 个预测参考帧中的节点 1 的占位信息为 10001101, 将 11001101 与 10001101 进行异或运算, 其中 11001101 的第 1 位与 10001101 的第 1 位均为 1, 因此, 两者的第 1 位的异或运算结果为 0, 11001101 的第 2 位与 10001101 的第 2 位不相同, 因此, 两者的第 2 位的异或运算结果为 1, 依次类推, 得到 11001101 与 10001101 的异或运算结果为 0+1+0+0+0+0+1+0=2。参照该方式, 解码端可以确定出第 i 个父节点的占位信息与第 k 个预测参考帧中每一个节点的占位信息的异或运算结果, 进而将第 k 个预测参考帧中, 与第 i 个父节点的占位信息的异或运算最小的节点, 确定为第 i 个父节点在第 k 个预测参考帧中的匹配节点。

基于上述步骤, 解码端可以确定出第 i 个父节点在第 k 个预测参考帧中的匹配节点。为了便于描述, 将该匹配节

点记为第 i 个匹配节点。

接着，解码端将该第 i 个匹配节点的子节点中的一个子节点，确定为第 i 个领域节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点。

例如，解码端将该第 i 个匹配节点所包括的子节点中的一个默认子节点，确定为第 i 个节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点。假设，将第 i 个匹配节点的第 1 个子节点，确定为第 i 个节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点。

5

再例如，解码端确定第 i 个节点在父节点所包括的子节点中的第一序号；将第 i 个匹配节点的子节点中序号为第一序号的子节点，确定为第 i 个节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点。示例性的，如图 14 所示，第 i 个节点为第 i 个父节点的第 2 个子节点，此时第一序号为 2。这样可以将第 i 个匹配节点的第 2 个子节点，确定为第 i 个节点的对应节点。

10

上面对确定 M 个领域节点中第 i 个领域节点，在第 k 个预测参考帧中的对应节点，以及确定当前节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点的过程进行介绍。这样，解码端可以采用方式二或方式三的方式，确定出当前节点在预测参考帧中的 N 个预测节点。

解码端基于上述步骤，在当前待解码帧的预测参考帧中，确定当前节点的 N 个预测节点后，执行如下 S102 的步骤。

15

S102、基于 N 个预测节点中点的几何解码信息，对当前节点中点的位置信息进行预测解码。

由于点云的相邻帧之间的相关性，本申请实施例基于点云的相邻帧之间的相关性，在对当前节点中点的位置信息进行预测编码时，参照了帧间的相关信息。具体是基于当前节点的 N 个预测节点中点的几何解码信息，对当前节点中点的微信信息进行预测编码，从而提升点云的编解码效率和编解码性能。

20

在一种示例中，如图 16A 所示，编码端对当前节点进行直接编码的过程包括：判断当前节点是否具备直接编码资格，若确定当前节点具备直接解码资格时，则将 IDCMEligible 置为真。接着，判断当前节点所包括的点数是否小于预设阈值，若小于预设阈值，则确定采用直接编码方式对当前节点进行编码，即对当前节点的点数，以及当前节点中点的几何信息进行直接编码。

对应的，解码端在对当前节点进行解码时，如图 16B 所示，解码端首先判断当前节点是否具备直接解码的资格，若解码端确定当前节点具备直接解码资格后，将 IDCMEligible 置为真。接着，解码当前节点中点的几何信息。

25

需要说明的是，本申请实施例中，基于 N 个预测节点的几何解码信息，对当前节点中点的坐标信息进行预测解码，可以理解为将 N 个预测节点的几何解码信息作为上下文，对当前节点中点的坐标信息进行预测解码。例如，解码端基于 N 个预测节点的几何解码信息，确定上下文模型的索引，进而基于该上下文模型的索引，从预设的多个上下文模型中，确定出目标上下文模型，并使用该上下文模型，对当前节点中点的坐标信息进行预测解码。

30

本申请实施例中，基于 N 个预测节点的几何解码信息，对当前节点中各点的坐标信息进行预测解码的过程基本相同，为了便于描述，在此以对当前节点中的当前点的坐标信息进行预测解码为例进行说明。

在一些实施例中，上述 S102 包括如下步骤：

S102-A、基于 N 个预测节点的几何解码信息，确定上下文模型的索引；

S102-B、基于上下文模型的索引，确定上下文模型；

35

S102-C、使用上下文模型，对当前节点中的当前点的坐标信息进行预测解码。

在本申请实施例中，为坐标信息的解码过程设置多个上下文模型，例如 Q 个上下文模型，本申请实施例对坐标信息对应的上下文模型的具体个数不做限制，只要保证 Q 大于 1 即可。也就是说，在本申请实施例中，至少从 2 个上下文模型中选择一个最优的上下文模型，对当前节点中的当前点的坐标信息进行预测解码，以提高对当前点的坐标信息的解码效率。

40

示例性的，坐标信息对应多个上下文模型如表 4 所示：

索引	上下文模型
0	上下文模型 A
1	上下文模型 B
.....

这样，解码端基于 N 个预测节点的几何解码信息，确定上下文模型的索引。接着，基于该上下文模型的索引，从表 4 对应的上下文模型中，选出一个上下文模型对当前节点中的当前点的坐标信息进行预测解码。

本申请实施例中预测节点的几何解码信息可以理解为预测节点的几何解码过程中所涉及的任意信息。例如包括预测节点所包括的点数、预测节点的占位信息、预测节点的解码方式、预测节点中点的几何信息等等。

45

在一些实施例中，预测节点的几何解码信息包括预测节点的直接解码信息和/或预测节点中点的坐标信息，其中，预测节点的直接解码信息用于指示预测节点是否满足直接解码方式进行解码的条件。

基于此，上述 S102-A 包括如下 S102-A1 的步骤：

S102-A1、基于 N 个预测节点的直接解码信息，确定第一上下文索引，和/或基于 N 个预测节点中点的坐标信息，确定第二上下文索引。

50

对应的，上述 S102-B 包括如下步骤 S102-B 的步骤：

S102-B1、基于第一上下文索引和/或第二上下文索引，从预设的多个上下文模型中，选出上下文模型。

在该实施例中，若预测节点的几何解码信息包括预测节点的直接解码信息和/或预测节点中点的坐标信息时，则解码端可以基于 N 个预测节点的直接解码信息，确定第一上下文索引，和/或基于 N 个预测节点中点的位置信息，确定第二上下文索引，进而基于第一上下文索引和/或第二上下文索引，从预设的多个上下文模型中，选出最终的上下文模

型。

由此可知，在该实施例中，解码端确定上下文模型的方式包括但不限于如下几种方式：

在一种可能的实现方式中，若预测节点的几何解码信息包括预测节点的直接解码信息时，则确定上下文模型的过程可以是，基于N个预测节点的直接解码信息，确定第一上下文索引，进而基于第一上下文索引，从预设的多个上下文模型中，选出最终的上下文模型对当前点的坐标信息进行解码。

例如，解码端基于第一上下文索引，从表4所示的上下文模型中，选出最终的上下文模型。

在另一种可能的实现方式中，若预测节点的几何解码信息包括预测节点中点的坐标信息时，则确定上下文模型的过程可以是，基于N个预测节点中点的坐标信息，确定第二上下文索引，进而基于第二上下文索引，从预设的多个上下文模型中，选出最终的上下文模型对当前点的坐标信息进行解码。

例如，解码端基于第二上下文索引，从表4所示的上下文模型中，选出最终的上下文模型。

在另一种可能的实现方式中，若预测节点的几何解码信息包括预测节点的直接解码信息和预测节点中点的坐标信息时，则确定上下文模型的过程可以是，基于N个预测节点的直接解码信息，确定第一上下文索引，进而基于第一上下文索引，基于N个预测节点中点的坐标信息，确定第二上下文索引，进而基于第二上下文索引，基于第一上下文索引和第二上下文索引，从预设的多个上下文模型中，选出最终的上下文模型对当前点的坐标信息进行解码。

示例性的，第一上下文索引、第二上下文索引和上下文模型的对应关系如表5所示：

表5

	第二上下文索引1	第二上下文索引2	第二上下文索引3
第一上下文索引1	上下文模型11	上下文模型12	上下文模型13
第一上下文索引2	上下文模型21	上下文模型22	上下文模型23
第一上下文索引3	上下文模型31	上下文模型32	上下文模型33
.....

在该方式3中，解码端基于N个预测节点的直接解码信息，确定出第一上下文索引，以及基于N个预测节点中点的坐标信息，确定出第二上下文索引后，查上述表5，得到最终的上下文模型。例如，解码端基于N个预测节点的直接解码信息，确定出第一上下文索引为第一上下文索引2，基于N个预测节点中点的坐标信息，确定出第二上下文索引为第二上下文索引3，这样查表5，可以得到最终的上下文模型为上下文模型23，进而解码端使用上下文模型23对当前点的坐标信息进行解码。

下面对S102-A1中基于N个预测节点的直接解码信息，确定第一上下文索引的具体过程进行介绍。

本申请实施例中，解码端确定第一上下文索引的方式包括但不限于如下几种：

方式一，上述S102-A1包括如下S102-A1-11和S102-A1-12的步骤：

S102-A1-11、针对N个预测节点中的任一预测节点，基于预测节点的直接解码信息，确定预测节点对应的第一数值。

在该方式中，针对N个预测节点中的每一个预测节点，基于该预测节点的直接解码信息，确定该预测节点对应的第一数值，最后基于N个预测节点对应的第一数值，确定第一上下文索引。

下面对确定预测节点对应的第一数值的过程进行介绍。

由上述可知，预测节点的直接解码信息用于指示该预测节点是否满足直接解码方式进行解码的条件。本申请实施例对直接解码信息的具体内容不做限制。

在一些实施例中，直接解码信息包括预测节点所包括的点数。这样，可以基于预测节点所包括的点数，确定预测节点对应的第一数值。

在一种示例中，在GPCC框架下，预测节点所包括的点数大于或等于2时，则确定预测节点对应的第一数值为1，若预测节点所包括的点数小于2时，则确定预测节点对应的第一数值为0。在AVS框架下，预测节点所包括的点数大于或等于1时，则确定预测节点对应的第一数值为1，若预测节点所包括的点数小于1时，则确定预测节点对应的第一数值为0。

在另一种示例中，将预测节点所包括的点数，确定为该预测节点对应的第一数值，例如该预测节点包括2个点时，则确定该预测节点对应的第一数值为2。

在一些实施例中，预测节点的直接解码信息包括预测节点的直接解码模式，此时，上述S102-A1-11包括：将预测节点的直接解码模式的编号，确定预测节点对应的第一数值。

例如，在GPCC框架下，若预测节点的直接解码模式为模式0时，则确定该预测节点对应的第一数值为0。若预测节点的直接解码模式为模式1时，则确定该预测节点对应的第一数值为1。若预测节点的直接解码模式为模式2时，则确定该预测节点对应的第一数值为2。

再例如，在AVS框架下，若预测节点的直接解码模式为模式0时，则确定该预测节点对应的第一数值为0。若预测节点的直接解码模式为模式1时，则确定该预测节点对应的第一数值为1。

基于上述步骤，解码端确定出N个预测节点中每一个预测节点对应的第一数值后，执行如下S102-A1-12的步骤。

S102-A1-12、基于N个预测节点对应的第一数值，确定第一上下文索引。

解码端基于上述步骤，确定出N个预测节点对应的第一数值后，基于N个预测节点对应的第一数值，确定第一上下文索引。

其中，基于N个预测节点对应的第一数值，确定第一上下文索引至少包括如下实现方式：

方式1，将N个预测节点对应的第一数值之和的平均值，确定为第一上下文索引。

方式2, S102-A1-12 包括如下 S102-A1-121 至 S102-A1-123 的步骤:

S102-A1-121、确定预测节点对应的第一权重;

S102-A1-122、基于第一权重,对N个预测节点对应的第一数值进行加权处理,得到第一加权预测值;

S102-A1-123、基于第一加权预测值,确定第一上下文索引。

5

在该方式2中,若当前节点包括多个预测节点,即N个预测节点时,在基于N个预测节点对应的第一数值确定第一上下文索引时,可以为N个预测节点中的每一个预测节点确定一个权重,即第一权重,这样可以基于各预测节点的第一权重,对各预测节点对应的第一数值进行加权处理,进而根据最终的加权结果,确定第一上下文索引,从而提高了基于N个预测节点的几何解码信息,确定第一上下文索引的准确性。

本申请实施例对确定N个预测节点分别对应的第一权重不做限制。

10

在一些实施例中,上述N个预测节点中各预测节点对应的第一权重为预设值。由上述可知,上述N个预测节点是基于当前节点的M个领域节点确定的,假设预测节点1为领域节点1对应的预测节点,若领域节点1为当前节点的共面节点时,则预测节点1的第一权重为预设权重1,若领域节点1为当前节点的共线节点时,则预测节点1的第一权重为预设权重2,若领域节点1为当前节点的共点节点时,则预测节点1的第一权重为预设权重3。

15

在一些实施例中,对于N个预测节点中的每一个预测节点,基于该预测节点对应的领域节点与当前节点之间的距离,确定该预测节点对应的第一权重。例如,领域节点与当前节点之间的距离越小,则该领域节点对应的预测节点与当前节点的帧间相关性越强,进而该预测节点的第一权重越大。

举例说明,以N个预测节点中的预测节点1为例,假设预测节点1为当前节点的M个领域节点中领域节点1在预测参考帧中的对应点,这样可以基于领域节点1与当前节点之间的距离,确定预测节点1的第一权重。例如,将领域节点1与当前节点之间的距离的倒数,确定为预测节点1的第一权重。

20

在一种示例中,若领域节点1为当前节点的共面节点时,则预测节点1的第一权重为1,若领域节点1为当前节点的共线节点时,则预测节点1的第一权重为预设权重 $1/\sqrt{2}$,若领域节点1为当前节点的共点节点时,则预测节点1的第一权重为预设权重 $1/\sqrt{3}$ 。

25

在一种示例中,若领域节点1为当前节点的共面节点时,则预测节点1的第一权重为 $\sqrt{6}$,若领域节点1为当前节点的共线节点时,则预测节点1的第一权重为预设权重 $\sqrt{3}$,若领域节点1为当前节点的共点节点时,则预测节点1的第一权重为预设权重 $\sqrt{2}$ 。

在一些实施例中,基于上述步骤,确定出N个预测节点中各预测节点对应的权重后,对该权重进行归一化处理,将归一化处理后的权重作出预测节点的最终第一权重。

本申请实施例对基于第一权重,对N个预测节点对应的第一数值进行加权处理,得到第一加权预测值的具体方式不做限制。

30

在一种示例中,基于第一权重,对N个预测节点对应的第一数值进行加权平均,得到第一加权预测值。

在另一种示例中,基于第一权重,对N个预测节点对应的第一数值进行加权求和,得到第一加权预测值。

基于方式步骤,确定出第一加权预测值后,基于该第一加权预测值,确定第一上下文索引,即上述 S102-A1-123 至少包括如下几种示例:

35

示例1,将第一加权预测值,确定为第一上下文索引。

示例2,确定第一加权预测值所在加权预测值范围,将该范围对应的索引,确定为第一上下文索引。

上述以解码端对N个预测节点进行加权处理,得到第一上下文索引的过程进行介绍。

在一些实施例中,解码端还可以采用如下方式二,确定第一上下文索引。

40

方式二、若K大于1时,确定K个预测参考帧中每一个预测参考帧对应的第二加权预测值,进而基于K个预测参考帧分别对应的第二加权预测值,确定第一上下文索引。此时,上述 S102-A1 包括如下 S102-A1-21 至 S102-A1-23 的步骤:

S102-A1-21、针对K个预测参考帧中的第j个预测参考帧,基于当前节点在第j个预测参考帧中的预测节点的直接解码信息,确定第j个预测参考帧中的预测节点对应的第一数值,j为小于或等于K的正整数;

S102-A1-22、确定预测节点对应的第一权重,并基于第一权重对第j个预测参考帧中的预测节点对应的第一数值进行加权处理,得到第j个预测参考帧对应的第二加权预测值;

45

S102-A1-23、基于K个预测参考帧对应的第二加权预测值,确定第一上下文索引。

在该方式二中,在确定第一上下文索引时,对这K个预测参考帧中的每一个预测参考帧作为单独的上下文信息分别进行考虑。具体是,确定K个预测参考帧中每一个预测参考帧所包括的预测节点的直接解码信息,确定每一个预测参考帧对应的第二加权预测值,进而基于每一个预测参考帧对应的第二加权预测值,确定第一上下文索引,实现第一上下文索引的准确选择,进而提升点云的解码效率。

50

本申请实施例中,解码端确定K个预测参考帧中每一个预测参考帧对应的第二加权预测值的具体方式相同,为了便于描述,在此以K个预测参考帧中的第j个预测参考帧为例进行说明。

在本申请实施例中,当前节点在第j个预测参考帧中包括至少一个预测节点,这样基于该第j个预测参考帧中的这至少一个预测节点的直接解码信息,确定这至少一个预测节点的第一数值。

55

举例说明,第j个预测参考帧中包括当前节点的2个预测节点,分别记为预测节点1和预测节点2,进而基于预测节点1的直接解码信息,确定预测节点1的第一数值,基于预测节点2的直接解码信息,确定预测节点2的第一数值。其中,基于预测节点的直接解码信息,确定预测节点对应的第一数值的过程可以参照上述实施例的描述,示例性的基于预测节点的直接解码模式,确定预测节点对应的第一数值,例如,将预测节点的直接解码模式的编号(0、1或2)确定为该预测节点对应的第一数值。

解码端确定出第j个预测参考帧所包括的至少一个预测节点的第一数值后,确定这至少一个预测节点分别对应的

第一权重,并基于第一权重对这至少一个预测节点对应的第一数值进行加权处理,得到第j个预测参考帧对应的第二加权预测值。

在一种示例中,基于第一权重,对第j个预测参考帧中的预测节点对应的第一数值进行加权平均,得到第j个预测参考帧对应的第二加权预测值。

5 在另一种示例中,基于第一权重,对第j个预测参考帧中的预测节点对应的第一数值进行加权求和,得到第j个预测参考帧对应的第二加权预测值。

其中,第一权重的确定过程可以参照上述实施例的描述,在此不再赘述。

上述对确定K个预测参考帧中第j个预测参考帧对应的第二加权预测值的过程进行介绍,K个预测参考帧中其他预测参考帧对应的第二加权预测值参照上述第j个预测参考帧对应的方式进行确定。

10 解码端确定出K个预测参考帧中每一个预测参考帧对应的第二加权预测值后,执行上述S102-A1-23的步骤。

本申请实施对基于K个预测参考帧对应的第二加权预测值,确定第一上下文索引的具体方式不做限制。

在一些实施例中,解码端将K个预测参考帧对应的第二加权预测值的平均值,确定为第一上下文索引。

在一些实施例中,解码端确定K个预测参考帧对应的第二权重,并基于第二权重对K个预测参考帧对应的第二加权预测值进行加权处理,得到第一上下文索引。

15 在该实施例中,解码端首先确定K个预测参考帧中每一个预测参考帧对应的第二权重。本申请实施对确定K个预测参考帧中每一个预测参考帧对应的第二权重不做限制。

20 在一些实施例中,上述K个预测参考帧中每一个预测参考帧对应的第二权重为预设值。由上述可知,上述K个预测参考帧为当前待解码帧的前向帧和/或后向帧。假设预测参考帧1为当前待解码帧的前向帧时,则预测参考帧1对应的第二权重为预设权重1,若预测参考帧1为当前待解码帧的后向帧时,则预测参考帧1对应的第二权重为预设权重2。

在一些实施例中,基于预测参考帧与当前待解码帧的时间差距,确定预测参考帧对应的第二权重。在本申请实施例中,每一张点云包括时间信息,该时间信息可以为点云采集设备采集该帧点云时的时间。基于此,若预测参考帧与当前待解码帧的时间差距越小,则该预测参考帧与当前待解码帧的帧间相关性越强,进而该预测参考帧对应的第二权重越大。例如,可以将预测参考帧与当前待解码帧的时间差距的倒数确定为该预测参考帧对应的第二权重。

25 确定出K个预测参考帧中每一个预测参考帧对应的第二权重后,基于第二权重对K个预测参考帧分别对应的第二加权预测值进行加权处理,得到第一上下文索引。

举例说明,假设K=2,例如当前待解码帧包括2个预测参考帧,这2个预测参考帧包括当前待解码帧的前向帧和后向帧,假设前向帧对应的第二权重为W1、后向帧对应的第二权重为W2,这样基于W1和W2,对前向帧对应的第二加权预测值和后向帧对应的第二加权预测值进行加权,得到第一上下文索引。

30 在一种示例中,基于第二权重,对K个预测参考帧分别对应的第二加权预测值进行加权平均,得到第一上下文索引。

在另一种示例中,基于第二权重,对K个预测参考帧分别对应的第二加权预测值进行加权求和,得到第一上下文索引。

上文对解码端确定第一上下文索引的过程进行介绍。

35 下面对解码端确定第二上下文索引的过程进行介绍。

由上述确定预测节点的过程可知,N个预测节点中的每一个预测节点包括一个点或多个点,若N个预测节点中各预测节点包括一个点时,则使用各预测节点所包括的一个点,确定第二上下文索引。

40 在一些实施例中,若预测节点中包括多个点时,则从这多个点中选择一个点来确定第二上下文索引。此时,上述S102-A1包括如下S102-A1-31和S102-A1-32的步骤:

S102-A1-31、对于N个预测节点中的任一预测节点,从预测节点所包括的点中,选出当前节点的当前点对应的第一点;

S102-A1-32、基于N个预测节点所包括的第一点的坐标信息,确定第二上下文索引。

45 举例说明,假设N个预测节点包括预测节点1和预测节点2,其中预测节点1中包括点1和点2,预测节点2包括点3、点4和点5,则从预测节点1所包括的点1和点2中选出一个点作为第一点,从预测节点2所包括的点3、点4和点5中选出一个点作为第一点。这样可以基于预测节点1中的第一点和预测节点2中的第一点的几何信息,确定当前点的几何信息。

本申请实施对从预测节点所包括的点中,选出当前节点的当前点对应的第一点的具体方式不做限制。

50 在一种可能的实现方式中,将预测节点中与当前点的顺序一致的点,确定为当前点对应的第一点。举例说明,假设当前点为当前节点中的第2个点,这样可以将预测节点1中的点2确定为当前点对应的第一点,将预测节点2中的点4确定为当前点对应的第一点。再例如,若预测节点只包括一个点时,则将预测节点所包括的该点确定为当前点对应的第一点。

55 在一种可能的实现方式中,若编码端基于率失真代价(或近似代价),从预测节点所包括的点中,选出当前点对应的第一点时,编码端将预测节点中的第一点的标识信息写入码流,这样解码端通过解码码流,得到预测节点中的第一点。

解码端对于N个预测节点中的每一个预测节点,基于上述方法,确定出各预测节点中当前点对应的第一点,进而执行上述S102-A1-32的步骤。

在本申请实施例中,解码端对当前点在不同坐标轴上的坐标信息进行分别编码,基于,则上述S102-A1-32包括如下S102-A1-321的步骤:

S102-A1-321、基于N个预测节点所包括的第一点在第i个坐标轴上的坐标信息，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引。

上述第i个坐标轴可以是X轴、Y轴或Z轴，本申请实施例对此不做限制。

在一些实施例中，若上述点云为激光雷达点云，则由上述可知，第i个坐标轴为X轴或Y轴。

5 在一些实施例中，若上述点云为面向人眼点云，则由上述可知，第i个坐标轴可以为X轴、Y轴或Z轴中的任意一个坐标轴。

在本申请实施例中，解码端对当前点在第i个坐标轴上的坐标信息进行解码时，则基于N个预测节点所包括的第一点在第i个坐标轴上的坐标信息，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引。这样可以基于第一上下文索引和/或第i个坐标轴对应的第二上下文索引，从多个上下文模型中，选出第i个坐标轴对应的上下文模型，进而使用第i个坐标轴对应的上下文模型，对当前点在第i个坐标轴上的坐标信息进行预测解码。例如，解码端基于N个预测节点所包括的第一点在X轴上的坐标信息，确定X轴对应的第二上下文索引，并基于第一上下文索引和/或X轴对应的第二上下文索引，从多个上下文模型中，选出X轴对应的上下文模型，进而使用X轴对应的上下文模型，对当前点在X轴上的坐标信息进行预测解码，得到当前点的X坐标值。再例如，解码端基于N个预测节点所包括的第一点在Y轴上的坐标信息，确定Y轴对应的第二上下文索引，并基于第一上下文索引和/或Y轴对应的第二上下文索引，从多个上下文模型中，选出Y轴对应的上下文模型，进而使用Y轴对应的上下文模型，对当前点在Y轴上的坐标信息进行预测解码，得到当前点的Y坐标值。

下面对解码端基于N个预测节点所包括的第一点在第i个坐标轴上的坐标信息，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引的过程进行介绍。

本申请实施例中，上述S102-A1-321的实现方式包括但不限于如下几种：

20 方式一，对N个预测节点所包括的第一点进行加权，基于加权后的坐标信息，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引。此时，上述S102-A1-321包括如下S102-A1-321-11至S102-A1-321-13的步骤：

S102-A1-321-11、确定预测节点对应的第一权重；

S102-A1-321-12、基于第一权重，对N个预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到第一加权点；

S102-A1-321-13、基于第一加权点在第i个坐标轴上的坐标信息，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引。

25 在该方式一中，若当前节点包括多个预测节点，即N个预测节点时，在基于N个预测节点所包括的第一点的坐标信息，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引时，可以为N个预测节点中的每一个预测节点确定一个权重，即第一权重。这样可以基于各预测节点的第一权重，对各预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到第一加权点，进而根据第一加权点在第i个坐标轴上坐标信息，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引，从而提高了基于N个预测节点的几何解码信息，对当前点进行解码的准确性。

30 本申请实施例对确定N个预测节点分别对应的第一权重的过程可以参照上述实施例的描述，在此不再赘述。

解码端确定出N个预测节点中每一个预测节点对应的第一权重后，基于第一权重，对N个预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到第一加权点。

本申请实施例对基于第一权重，对N个预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到第一加权点的具体方式不做限制。

35 在一种示例中，基于第一权重，对N个预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权平均，得到第一加权点。

基于方式步骤，确定出第一加权点后，基于第一加权点在第i个坐标轴上的坐标信息，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引。

由上述可知，第一加权点是对N个预测节点中的第一点进行加权得到，其中预测节点后的第一点的各bit位的取值只有2种结果，为0或1。因此，在一些实施例中，对N个预测节点中的第一点进行加权得到的第一加权点的各bit位的取值也为0或1。这样，对当前点在第i个坐标轴上的第i个bit位进行解码时，则基于第一加权点在第i个坐标轴上的第i个bit位的取值，确定第i个坐标轴上的第i个bit位对应的第二上下文索引。例如，若第一加权点在第i个坐标轴上的第i个bit位的取值为0，则确定第i个坐标轴上的第i个bit位对应的第二上下文索引为0。再例如，若第一加权点在第i个坐标轴上的第i个bit位的取值为1，则确定第i个坐标轴上的第i个bit位对应的第二上下文索引为1。最后，解码端基于第一上下文索引和/或第i个坐标轴上的第i个bit位对应的第二上下文索引，确定第i个坐标轴上的第i个bit位对应的上下文模型，并使用该上下文模型对当前点在第i个坐标轴上的第i个bit位的值进行预测解码。

解码端除了基于上述方式一确定出第二上下文索引后，还可以通过如下方式二，确定出第二上下文索引。

方式二，若K大于1时，则对K个预测参考帧中每一个预测参考帧中的预测节点所包括的第一点进行加权，基于加权后的坐标信息，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引。此时，上述S102-B包括如下S102-B21至S102-B23的步骤：

50 S102-A1-321-21、针对K个预测参考帧中的第j个预测参考帧，确定第j个预测参考帧中预测节点对应的第一权重；

S102-A1-321-22、基于第一权重，对第j个预测参考帧中的预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到第j个预测参考帧对应的第二加权点，j为小于或等于K的正整数；

55 S102-A1-321-23、基于K个预测参考帧对应的第二加权点，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引。

在该方式二中，在确定当前点的几何信息时，对这K个预测参考帧中的每一个预测参考帧分别进行考虑。具体是，确定K个预测参考帧中每一个预测参考帧的预测节点中的第一点的坐标信息，确定每一个预测参考帧对应的第二加权点，进而基于每一个预测参考帧对应的第二加权点的坐标信息，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引，实现第二上下文索引的准确预测，进而提升点云的解码效率。

本申请实施例中，解码端确定K个预测参考帧中每一个预测参考帧对应的第二加权点的具体方式相同，为了便于描述，在此以K个预测参考帧中的第j个预测参考帧为例进行说明。

在本申请实施例中，当前节点在第j个预测参考帧中包括至少一个预测节点，这样基于该第j个预测参考帧中的这至少一个预测节点所包括的第一点的坐标信息，确定该第j个预测参考帧对应的第二加权点。

5 举例说明，第j个预测参考帧中包括当前节点的2个预测节点，分别记为预测节点1和预测节点2，进而对预测节点1所包括的第一点的几何信息和预测节点2所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到第j个预测参考帧对应的第二加权点。

解码端对第j个预测参考帧中的预测节点所包括的第一点的几何信息进行加权处理之前，首先需要确定出第j个预测参考帧中各预测节点对应的第一权重。其中，第一权重的确定过程可以参照上述实施例的描述，在此不再赘述。

10 接着，解码端基于第一权重，对第j个预测参考帧中的预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到第j个预测参考帧对应的第二加权点。

在一种示例中，基于第一权重，对第j个预测参考帧中的预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权平均，得到第j个预测参考帧对应的第二加权点。

15 上述对确定K个预测参考帧中第j个预测参考帧对应的第二加权点的过程进行介绍，K个预测参考帧中其他预测参考帧对应的第二加权点可以参照上述第j个预测参考帧对应的方式进行确定。

解码端确定出K个预测参考帧中每一个预测参考帧对应的第二加权点后，执行上述S102-A1-321-23的步骤。

本申请实施对基于K个预测参考帧对应的第二加权点，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引的具体方式不做限制。

20 在一些实施例中，解码端确定K个预测参考帧对应的第二加权点在第i个坐标轴上的坐标信息的平均值，基于该平均值，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引。

在一些实施例中，上述S102-A1-321-23包括如下S102-A1-321-231至S102-A1-321-233的步骤：

S102-A1-321-231、确定K个预测参考帧对应的第二权重；

S102-B232、基于第二权重对K个预测参考帧对应的第二加权点的几何信息进行加权处理，得到第三加权点；

S102-B233、基于第三加权点在所述第i个坐标轴上的坐标信息，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引。

25 在该实施例中，解码端可以参照上述实施例的方法，确定K个预测参考帧中每一个预测参考帧对应的第二权重。接着，基于第二权重对K个预测参考帧分别对应的第二加权点的坐标信息进行加权处理，得到第三加权点。

举例说明，假设K=2，例如当前待解码帧包括2个预测参考帧，这2个预测参考帧包括当前待解码帧的前向帧和后向帧，假设前向帧对应的第二权重为W1、后向帧对应的第二权重为W2，这样基于W1和W2，对前向帧对应的第二加权点的几何信息和后向帧对应的第二加权点的几何信息进行加权，得到第三加权点的几何信息。

30 在一种示例中，基于第二权重，对K个预测参考帧分别对应的第二加权点的几何信息进行加权平均，得到第三加权点的坐标信息。

解码端基于上述步骤，确定出第三加权点的几何信息后，基于第三加权点在第i个坐标轴上的坐标信息，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引。

35 由上述可知，第三加权点是各预测参考帧中的预测节点中的第一点进行加权得到，其中预测节点后的第一点的各bit位的取值只有2种结果，为0或1。因此，在一些实施例中，对N个预测节点中的第一点进行加权得到的第一加权点的各bit位的取值也为0或1。这样，对当前点在第i个坐标轴上的第i个bit位进行解码时，则基于第三加权点在第i个坐标轴上的第i个bit位的取值，确定第i个坐标轴上的第i个bit位对应的第二上下文索引。例如，若第三加权点在第i个坐标轴上的第i个bit位的取值为0，则确定第i个坐标轴上的第i个bit位对应的第二上下文索引为0。再例如，若第三加权点在第i个坐标轴上的第i个bit位的取值为1，则确定第i个坐标轴上的第i个bit位对应的第二上下文索引为1。最后，解码端基于第一上下文索引和/或第i个坐标轴上的第i个bit位对应的第二上下文索引，确定第i个坐标轴上的第i个bit位对应的上下文模型，并使用该上下文模型对当前点在第i个坐标轴上的第i个bit位的值进行预测解码。

解码端基于上述步骤，确定出第一上下文索引和/或第二上下文索引后，基于第一上下文索引和/或第二上下文索引，确定上下文模型，并使用该上下文模型对当前点的坐标信息进行解码。

45 在一种示例中，假设预测节点的DCM模式信息为PredDCMode，并且预测节点中含有的点数为PredNumPoints，假设预测节点中第一点的几何信息为predPointPos。假设，解码端利用预测节点IDCM模式以及预测节点中点的几何信息来对当前点的几何信息进行预测解码，即解码端使用的预测节点的几何解码信息包含如下两种：

1) 预测节点IDCM模式；

2) 预测节点中点（即第一点）的几何信息，即预测节点中点对应精度上的bit信息（0或者1）。

50 例如，在GPCC框架下，预测节点IDCM模式包括PredDCMode(0,1,2)。在AVS框架下，预测节点IDCM模式包括PredDCMode(0,1)。

假设当前节点中点的数目为numPoints，并且每个点的几何信息为PointPos，待编码的bit精度深度为nodeSizeLog2，则对当前节点中的每个点的几何信息解码过程如下：

```
55 for(int pointIdx=0;pointIdx<numPoints;++pointIdx){
    for(int axisIdx=0;axisIdx<3;axisIdx++){
        for(int idx =nodeSizeLog2[axisIdx]; idx; idx--){
            pointPos[pointIdx][ axisIdx]<<1;
            int mask=1<< nodeSizeLog2[axisIdx];
            int ctx1=PredDCMode;
```

```

int ctx2=!( predPointPos[pointIdx] [axisIdx]& mask)
int bit= decodeEntropy(ctx1,ctx2);
pointPos[pointIdx][ axisIdx]=bit;
}
}

```

5

则通过上述解码过程，可以得到当前节点中每一个点的几何信息。其中，ctx1 为第一上下文索引，ctx2 为第二上下文索引。

本申请实施例提供的点云解码方法，在对当前解码帧中的当前节点进行解码时，在当前待解码帧的预测参考帧中，确定当前节点的 N 个预测节点，基于这 N 个预测节点中点的几何解码信息，对当前节点中点的坐标信息进行预测解码。也就是说，本申请实施例对节点进行 DCM 直接解码时进行优化，通过考虑相邻帧之间时域上的相关性，利用预测参考帧中预测节点的几何信息对待节点 IDCM 节点（即当前节点）中点的几何信息进行预测解码，通过考虑相邻帧之间时域相关性来进一步提升点云的几何信息解码效率。

10

上文以解码端为例，对本申请实施例提供的点云解码方法进行详细介绍，下面以编码端为例，对本申请实施例提供的点云编码方法进行介绍。

15

图 17 为本申请一实施例提供的点云编码方法流程图示意图。本申请实施例的点云编码方法可以由上述图 3 或图 4A 或图 8A 所示的点云编码设备完成。

如图 17 所示，本申请实施例的点云编码方法包括：

S201、在当前待编码帧的预测参考帧中，确定当前节点的 N 个预测节点。

20

其中，当前节点为当前待编码帧中的待编码节点。

由上述可知，点云包括几何信息和属性信息，对点云的编码包括几何编码和属性编码。本申请实施例涉及点云的几何编码。

在一些实施例中，点云的几何信息也称为点云的位置信息，因此，点云的几何编码也称为点云的位置编码。

在基于八叉树的编码方式中，编码端基于点云的几何信息，构建点云的八叉树结构，如图 11 所示，使用最小长方体包围点云，首先对该包围盒进行八叉树划分，得到 8 个节点，对这 8 个节点中被占用的节点，即包括点的节点继续进行八叉树划分，以此类推，直到划分到体素级别位置，例如划分到 $1 \times 1 \times 1$ 的正方体为止。这样划分得到的点云八叉树结构包括多层节点组成，例如包括 N 层，在编码时，逐层编码每一层的占位信息，直到编码完最后一层的体素级别的叶子节点为止。也就是说，在八叉树编码中，将点云通入八叉树划分，最终将点云中的点划分到八叉树的体素级的叶子节点中，通过对整个八叉树进行编码，实现对点云的编码。

25

但基于八叉树的几何信息编码模式对空间中具有相关性的点有高效的压缩速率，而对于在几何空间中处于孤立位置的点来说，使用直接编码方式可以大大降低复杂度，提升编码效率。

由于直接编码方式是对节点所包括的点的几何信息直接进行编码，若节点所包括的点数较多时，采用直接编码方式时压缩效果差。因此，对于八叉树中的节点，在进行直接编码之前，首先判断该节点是否可以采用直接编码方式。若判断该节点可以采用直接编码方式进行编码时，则采用直接编码方式对该节点所包括的点的几何信息进行直接编码。若判断该节点不可以采用直接编码方式进行编码时，则继续采用八叉树方式对该节点进行划分。

30

具体的，编码端首先判断节点是否具备直接编码的资格，若该节点具备直接编码的资格后，判断节点的点数是否小于或等于预设阈值，若节点的点数小于或等于预设阈值，则确定该节点可以采用直接编码方式进行编码。接着，将该节点所包括的点数，以及各点的几何信息编入码流。

35

目前在对当前节点中的位置信息进行预测编码时，未考虑帧间信息，使得点云的编码性能低。

为了解决上述问题，本申请实施例中，编码端基于当前节点对应的帧间信息，对当前节点中的位置信息进行预测编码，进而提升点云的编码效率和编码性能。

40

具体的，编码端首先在当前待编码帧的预测参考帧中，确定当前节点的 N 个预测节点。

需要说明的是，当前待编码帧为一个点云帧，在一些实施例中，当前待编码帧也称为当前帧或当前点云帧或当前待编码的点云帧等。当前节点可以理解当前待编码帧中的任意一个非叶子节点的非空节点。也就是说，当前节点不是当前待编码帧对应的八叉树中的叶子节点，即当前节点为八叉树的中间任意节点，且该当前节点不是非空节点，即至少包括 1 个点。

45

在本申请实施例中，编码端在编码当前待编码帧中的当前节点时，首先确定当前待编码帧的预测参考帧，并在预测参考帧中，确定当前节点的 N 个预测节点。例如图 12 示出了当前节点在预测参考帧中的一个预测节点。

需要说明的是，本申请实施例对当前待编码帧的预测参考帧的个数不做限制，例如，当前待编码帧具有一个预测参考帧，或者当前待编码帧具有多个预测参考帧。同时，本申请实施例对当前节点的预测节点的个数 N 也不做限制，具体根据实际需要确定。

50

本申请实施例对确定当前待编码帧的预测参考帧的具体方式也不做限制。

在一些实施例中，将当前待编码帧的前一个或前几个已编码帧，确定为该当前待编码帧的预测参考帧。

例如，若当前待编码帧为 P 帧，P 帧在帧间参考帧包括 P 帧的前一帧（即前向帧），因此，可以将当前待编码帧的前一帧（即前向帧），确定为当前待编码帧的预测参考帧。

55

再例如，若当前待编码帧为 B 帧，B 帧的帧间参考帧包括 P 帧的前一帧（即前向帧）和 P 帧的最后一帧（即后向帧），因此，可以将当前待编码帧的前一帧（即前向帧），确定为当前待编码帧的预测参考帧。

在一些实施例中，将当前待编码帧的后一个或后几个已编码帧，确定为该当前待编码帧的预测参考帧。

例如，若当前待编码帧为 B 帧，则可以将当前待编码帧的最后一帧，确定为当前待编码帧的预测参考帧。

在一些实施例中，将当前待编码帧的前一个或前几个已编码帧，以及当前待编码帧的后一个或后几个已编码帧，确定为该当前待编码帧的预测参考帧。

例如，若当前待编码帧为 B 帧，则可以将当前待编码帧的前一帧和最后一帧，确定为当前待编码帧的预测参考帧，此时，当前待编码帧具有 2 个预测参考帧。

5 下面以当前待编码帧包括 K 个预测参考帧为例，对上述 S201-A 中在当前待编码帧的预测参考帧中，确定当前节点的 N 个预测节点的具体过程进行介绍。

在一些实施例中，编码端基于当前待编码帧中节点的占位信息，以及 K 个预测参考帧中每一个预测参考帧中节点的占位信息，从 K 个预测参考帧中选出至少一个预测参考帧，进而在该至少一个预测参考帧中，查找当前节点的预测节点。例如，从 K 个预测参考帧中，选出节点的占位信息与当前待编码帧的节点的占位信息最相近的至少一个预测参考帧，进而在这至少一个预测参考帧中，查找当前节点的预测节点。

10 在一些实施例中，编码端可以通过如下 S201-A1 和 S201-A2 的步骤，确定当前节点的 N 个预测节点：

S201-A1、针对 K 个预测参考帧中的第 k 个预测参考帧，确定当前节点在第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点，k 为小于或等于 K 的正整数，K 为正整数；

S201-A2、基于当前节点在 K 个预测参考帧中的至少一个预测节点，确定当前节点的 N 个预测节点。

15 在该实施例中，编码端从 K 个预测参考帧中的每一个预测参考帧中，确定出当前节点的至少一个预测节点，最后将 K 个预测参考帧中各预测参考帧中的至少一个预测节点进行汇总，得到当前节点的 N 个预测节点。

其中，编码端确定当前节点在 K 个预测参考帧中每一个预测参考帧中的至少一个预测节点的过程相同，为了便于描述，在此以 K 个预测参考帧中的第 k 个预测参考帧为例进行说明。

下面对上述 S201-A1 中确定当前节点在第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点的具体过程进行介绍。

20 本申请实施例对编码端确定当前节点在第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点的具体方式不做限制。

方式一，在第 k 个预测参考帧中，确定出当前节点的一个预测节点。例如，将第 k 个预测参考帧中与当前节点的划分深度相同的一个节点，确定为当前节点的预测节点。

在一种示例中，若当前节点在第 k 个预测参考帧中的预测节点的个数为 1 个时，则可以将第 k 个预测参考帧与当前节点处于相同划分深度的这些点中，选出占位信息与当前节点的占位信息差异最小的一个节点，记为节点 1，将该节点 1 确定为当前节点在第 k 个预测参考帧中的一个预测节点。

25 在另一种示例中，若当前节点在第 k 个预测参考帧中的预测节点的个数大于 1 时，则将上述确定的节点 1，以及节点 1 在第 k 个预测参考帧中的至少一个领域节点，例如与节点 1 共面、共线、共点等的至少一个领域节点，确定为当前节点在第 k 个预测参考帧中的预测节点。

30 方式二，上述 S201-A1 中确定当前节点在第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点，包括如下 S201-A11 至 S201-A13 的步骤：

S201-A11、在当前待编码帧中，确定当前节点的 M 个领域节点，M 个领域节点中包括当前节点，M 为正整数；

S201-A12、针对 M 个领域节点中的第 i 个领域节点，确定第 i 个领域节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点，i 为小于或等于 M 的正整数；

35 S201-A13、基于 M 个领域节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点，确定当前节点在第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点。

在该实现方式中，编码端在确定当前节点在第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点之前，首先在当前待编码帧中确定当前节点的 M 个领域节点，该 M 个领域节点中包括当前节点自身。

需要说明的是，在本申请实施例中，对当前节点的 M 个领域节点的具体确定方式不做限制。

40 在一种示例中，当前节点的 M 个领域节点包括当前待编码帧中，与当前节点共面、共线和共点的领域节点中的至少一个领域节点。如图 13 所示，当前节点包括 6 个共面的节点、12 个共线的节点和 8 个共点的节点。

在另一种示例中，当前节点的 M 个领域节点中除了包括当前待编码帧中，与当前节点共面、共线和共点的领域节点中的至少一个领域节点外，还可以包括参考邻域范围内的其他节点，本申请实施例对此不做限制。

45 编码端基于上述步骤，在当前待编码帧中确定出当前节点的 M 个领域节点后，确定出 M 个领域节点中每一个领域节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点，进而基于 M 个领域节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点，确定当前节点在第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点。

本申请实施例对 S201-A13 的具体实现方式不做限制。

50 在一种可能的实现方式中，从 M 个领域节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点中，筛选出至少一个对应节点，作为当前节点在第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点。例如，从 M 个领域节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点中，筛选出占位信息与当前节点的占位信息差异最小的至少一个对应节点，作为当前节点在第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点。其中，确定对应节点的占位信息与当前节点的占位信息的差异的方式可以参照上述占位信息的差异的确定过程，例如将对对应节点的占位信息与当前节点的占位信息进行异或运算，将异或运算结果作为该对应节点的占位信息与当前节点的占位信息之间的差异。

55 在另一种可能的实现方式中，编码端将 M 个领域节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点，确定为当前节点在第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点。例如，M 个领域节点分别在第 k 个预测参考帧中具有一个对应节点，进而有 M 个对应节点，将这 M 个对应节点确定为当前节点在第 k 个预测参考帧中的预测节点，共有 M 个预测节点。

上面确定当前节点在第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点的过程进行介绍。这样，编码端可以采用与上述相同的方式，确定出当前节点在 K 个预测参考帧中每一个预测参考帧中的至少一个预测节点。

编码端确定出当前节点在 K 个预测参考帧中每一个预测参考帧中的至少一个预测节点后，执行上述 S201-B 的步骤，即基于当前节点在 K 个预测参考帧中的至少一个预测节点，确定当前节点的 N 个预测节点。

在一种示例中，将当前节点在K个预测参考帧中的至少一个预测节点，确定为当前节点的N个预测节点。

例如，K=2，即K个预测参考帧包括第一个预测参考帧和第二个预测参考帧。假设当前节点在第一个预测参考帧中有2个预测节点，当前节点在第二个预测参考帧中有3个预测节点，这样可以确定当前节点具有5个预测节点，此时N=5。

5 在另一种示例中，从当前节点在K个预测参考帧中的至少一个预测节点中，筛选出当前节点的N个预测节点。

继续参照上述示例，假设K=2，即K个预测参考帧包括第一个预测参考帧和第二个预测参考帧。假设当前节点在第一个预测参考帧中有2个预测节点，当前节点在第二个预测参考帧中有3个预测节点。从这5个预测节点中，选出3个预测节点作为当前节点的最终预测节点。例如，从这5个预测节点中，选出占位信息与当前节点的占位信息差异最小的3个预测节点，确定为当前节点的最终预测节点。

10 在该方式二中，编码端在当前待编码帧中确定出当前节点的M个领域节点后，在第k个预测参考帧中，确定出这M个领域节点中每一个领域节点的对应节点，进而基于M个领域节点中每一个领域节点的对应节点，确定当前节点在该第k个预测参考帧中的至少一个预测点。

方式三，上述S201-A1中确定当前节点在第k个预测参考帧中的至少一个预测节点，包括如下S201-B11至S201-B13的步骤：

15 S201-B11、确定当前节点在第k个预测参考帧中的对应节点；

S201-B12、确定对应节点的至少一个领域节点；

S201-B13、将至少一个领域节点，确定为当前节点在第k个预测参考帧中的至少一个预测节点。

20 在该方式3中，针对K个预测参考帧中的每一个预测参考帧，编码端首先在各预测参考帧中确定该当前节点的对应节点。例如，确定当前节点在预测参考帧1中的对应节点1，确定当前节点在预测参考帧2中的对应节点2。接着，编码端确定各对应节点的至少一个领域节点。例如，在预测参考帧1中确定对应节点1的至少一个领域节点，以及在预测参考帧2中确定对应节点2的至少一个领域节点。这样可以将对应节点1在预测参考帧1中的至少一个领域节点，确定为当前节点在预测参考帧1中的至少一个预测节点，将对应节点2在预测参考帧2中的至少一个领域节点，确定为当前节点在预测参考帧2中的至少一个预测节点。

25 方式二的S201-A12中确定第i个领域节点在第k个预测参考帧中的对应节点，与上述方式三的S201-B11中确定当前节点在第k个预测参考帧中的对应节点的过程基本相同。为了便于描述，将上述第i个领域节点和当前节点记为第i个节点，下面对确定第i个节点在第k个预测参考帧中的对应节点的具体过程进行介绍。

编码端确定第i个节点在第k个预测参考帧中的对应节点至少包括如下几种方式：

方式1，将第k个预测参考帧中与第i个节点的划分深度相同的一个节点，确定为第i个节点的对应节点。

方式2、上述S201-A12和S201-B11包括如下步骤：

30 S201-A121、在当前待编码帧中，确定第i个节点的父节点，作为第i个父节点；

S201-A122、确定第i个父节点在第k个预测参考帧中的匹配节点，作为第i个匹配节点；

S201-A123、将i个匹配节点的子节点中的一个子节点，确定为第i个节点在第k个预测参考帧中的对应节点。

35 在该方式2中，对于第i个节点，编码端在当前待编码帧中，确定该第i个节点的父节点，进而在第k个预测参考帧中，确定第i个预测领域节点的父节点的匹配节点。为了便于描述，将第i个节点的父节点记为第i个父节点，将第i个节点的父节点在第k个预测参考帧中的匹配节点，确定为第i个匹配节点。接着，将第i个匹配节点的子节点的一个子节点，确定为第i个节点在第k个预测参考帧中的对应节点，实现对第i个节点在第k个预测参考帧中的对应节点的准确确定。

下面对上述S201-A122中确定第i个父节点在第k个预测参考帧中的匹配节点的具体过程进行介绍。

本申请实施例对编码端确定第i个父节点在第k个预测参考帧中的匹配节点的具体方式不做限制。

40 在一些实施例中，确定第i个父节点在当前待编码帧中的划分深度，例如第i个父节点在当前待编码帧的八叉树的第2层。这样，编码端可以将第k个预测参考帧中与第i个父节点的划分深度相同的各节点中的一个节点，确定为第i个父节点在第k个预测参考帧中的匹配节点。例如将第k个预测参考帧中处于第2层的各节点中的一个节点，确定为第i个父节点在第k个预测参考帧中的匹配节点。

45 在一些实施例中，编码端基于第i个父节点的占位信息，确定第i个父节点在第k个预测参考帧中的匹配节点。具体的，由于当前待编码帧中的第i个父节点的占位信息已编码，且第k个预测参考帧中的各节点的占位信息也已编码。这样，编码端可以基于第i个父节点的占位信息，在第k个预测参考帧中查找该第i个父节点的匹配节点。

例如，将第k个预测参考帧中，占位信息与第i个父节点的占位信息之间的差异最小的节点，确定为第i个父节点在第k个预测参考帧中的匹配节点。

50 举例说明，假设第i个父节点的占位信息为11001101，在第k个预测参考帧中查询占位信息与占位信息11001101差异最小的节点。具体是，编码端将第i个父节点的占位信息，与第k个预测参考帧中的每一个节点的占位信息进行异或运算，将第k个预测参考帧中的异或运算结果最小的一个节点，确定为第i个父节点在第k个预测参考帧中匹配节点。

基于上述步骤，编码端可以确定出第i个父节点在第k个预测参考帧中的匹配节点。为了便于描述，将该匹配节点记为第i个匹配节点。

55 接着，编码端将该第i个匹配节点的子节点中的一个子节点，确定为第i个领域节点在第k个预测参考帧中的对应节点。

例如，编码端将该第i个匹配节点所包括的子节点中的一个默认子节点，确定为第i个节点在第k个预测参考帧中的对应节点。假设，将第i个匹配节点的第1个子节点，确定为第i个节点在第k个预测参考帧中的对应节点。

再例如，编码端确定第i个节点在父节点所包括的子节点中的第一序号；将第i个匹配节点的子节点中序号为第

一序号的子节点，确定为第 i 个节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点。示例性的，如图 14 所示，第 i 个节点为第 i 个父节点的第 2 个子节点，此时第一序号为 2。这样可以将第 i 个匹配节点的第 2 个子节点，确定为第 i 个节点的对应节点。

5 上面对确定 M 个领域节点中第 i 个领域节点，在第 k 个预测参考帧中的对应节点，以及确定当前节点在第 k 个预测参考帧中的对应节点的确定过程进行介绍。这样，编码端可以采用方式二或方式三的方式，确定出当前节点在预测参考帧中的 N 个预测节点。

编码端基于上述步骤，在当前待编码帧的预测参考帧中，确定当前节点的 N 个预测节点后，执行如下 S202 的步骤。

10 S202、基于 N 个预测节点中点的几何编码信息，对当前节点中点的位置信息进行预测编码。

由于点云的相邻帧之间的相关性，本申请实施例基于点云的相邻帧之间的相关性，在对当前节点中点的位置信息进行预测编码时，参照了帧间的相关信息。具体是基于当前节点的 N 个预测节点中点的几何编码信息，对当前节点中点的微信信息进行预测编码，从而提升点云的编编码效率和编编码性能。

需要说明的是，本申请实施例中，基于 N 个预测节点的几何编码信息，对当前节点中点的坐标信息进行预测编码，15 可以理解为将 N 个预测节点的几何编码信息作为上下文，对当前节点中点的坐标信息进行预测编码。例如，编码端基于 N 个预测节点的几何编码信息，确定上下文模型的索引，进而基于该上下文模型的索引，从预设的多个上下文模型中，确定出目标上下文模型，并使用该上下文模型，对当前节点中点的坐标信息进行预测编码。

本申请实施例中，基于 N 个预测节点的几何编码信息，对当前节点中各点的坐标信息进行预测编码的过程基本相同，20 为了便于描述，在此以对当前节点中的当前点的坐标信息进行预测编码为例进行说明。

在一些实施例中，上述 S202 包括如下步骤：

S202-A、基于 N 个预测节点的几何编码信息，确定上下文模型的索引；

S202-B、基于上下文模型的索引，确定上下文模型；

S202-C、使用上下文模型，对当前节点中的当前点的坐标信息进行预测编码。

25 在本申请实施例中，为坐标信息的编码过程设置多个上下文模型，例如 Q 个上下文模型，本申请实施例对坐标信息对应的上下文模型的具体个数不做限制，只要保证 Q 大于 1 即可。也就是说，在本申请实施例中，至少从 2 个上下文模型中选择一个最优的上下文模型，对当前节点中的当前点的坐标信息进行预测编码，以提高对当前点的坐标信息的编码效率。

本申请实施例中预测节点的几何编码信息可以理解为预测节点的几何编码过程中所涉及的任意信息。例如包括预测节点所包括的点数、预测节点的占位信息、预测节点的编码方式、预测节点中点的几何信息等等。

30 在一些实施例中，预测节点的几何编码信息包括预测节点的直接编码信息和/或预测节点中点的坐标信息，其中，预测节点的直接编码信息用于指示预测节点是否满足直接编码方式进行编码的条件。

基于此，上述 S202-A 包括如下 S202-A1 的步骤：

S202-A1、基于 N 个预测节点的直接编码信息，确定第一上下文索引，和/或基于 N 个预测节点中点的坐标信息，35 确定第二上下文索引。

对应的，上述 S202-B 包括如下步骤 S202-B 的步骤：

S202-B1、基于第一上下文索引和/或第二上下文索引，从预设的多个上下文模型中，选出上下文模型。

40 在该实施例中，若预测节点的几何编码信息包括预测节点的直接编码信息和/或预测节点中点的坐标信息时，则编码端可以基于 N 个预测节点的直接编码信息，确定第一上下文索引，和/或基于 N 个预测节点中点的位置信息，确定第二上下文索引，进而基于第一上下文索引和/或第二上下文索引，从预设的多个上下文模型中，选出最终的上下文模型。

由此可知，在该实施例中，编码端确定上下文模型的方式包括但不限于如下几种方式：

在一种可能的实现方式中，若预测节点的几何编码信息包括预测节点的直接编码信息时，则确定上下文模型的过程可以是，基于 N 个预测节点的直接编码信息，确定第一上下文索引，进而基于第一上下文索引，从预设的多个上下文模型中，选出最终的上下文模型对当前点的坐标信息进行编码。

45 例如，编码端基于第一上下文索引，从表 4 所示的上下文模型中，选出最终的上下文模型。

在另一种可能的实现方式中，若预测节点的几何编码信息包括预测节点中点的坐标信息时，则确定上下文模型的过程可以是，基于 N 个预测节点中点的坐标信息，确定第二上下文索引，进而基于第二上下文索引，从预设的多个上下文模型中，选出最终的上下文模型对当前点的坐标信息进行编码。

例如，编码端基于第二上下文索引，从表 4 所示的上下文模型中，选出最终的上下文模型。

50 在另一种可能的实现方式中，若预测节点的几何编码信息包括预测节点的直接编码信息和预测节点中点的坐标信息时，则确定上下文模型的过程可以是，基于 N 个预测节点的直接编码信息，确定第一上下文索引，进而基于第一上下文索引，基于 N 个预测节点中点的坐标信息，确定第二上下文索引，进而基于第二上下文索引，基于第一上下文索引和第二上下文索引，从预设的多个上下文模型中，选出最终的上下文模型对当前点的坐标信息进行编码。

示例性的，第一上下文索引、第二上下文索引和上下文模型的对应关系如表 5 所示。

55 在该方式 3 中，编码端基于 N 个预测节点的直接编码信息，确定出第一上下文索引，以及基于 N 个预测节点中点的坐标信息，确定出第二上下文索引后，查上述表 5，得到最终的上下文模型。例如，编码端基于 N 个预测节点的直接编码信息，确定出第一上下文索引为第一上下文索引 2，基于 N 个预测节点中点的坐标信息，确定出第二上下文索引为第二上下文索引 3，这样查表 5，可以得到最终的上下文模型为上下文模型 23，进而编码端使用上下文模型 23 对当前点的坐标信息进行编码。

下面对 S202-A1 中基于 N 个预测节点的直接编码信息，确定第一上下文索引的具体过程进行介绍。

本申请实施例中，编码端确定第一上下文索引的方式包括但不限于如下几种：

方式一，上述 S202-A1 包括如下 S202-A1-11 和 S202-A1-12 的步骤：

- 5 S202-A1-11、针对 N 个预测节点中的任一预测节点，基于预测节点的直接编码信息，确定预测节点对应的第一数值。

在该方式中，针对 N 个预测节点中的每一个预测节点，基于该预测节点的直接编码信息，确定该预测节点对应的第一数值，最后基于 N 个预测节点对应的第一数值，确定第一上下文索引。

下面对确定预测节点对应的第一数值的过程进行介绍。

- 10 由上述可知，预测节点的直接编码信息用于指示该预测节点是否满足直接编码方式进行编码的条件。本申请实施例对直接编码信息的具体内容不做限制。

在一些实施例中，直接编码信息包括预测节点所包括的点数。这样，可以基于预测节点所包括的点数，确定预测节点对应的第一数值。

- 15 在一种示例中，在 GPCC 框架下，预测节点所包括的点数大于或等于 2 时，则确定预测节点对应的第一数值为 1，若预测节点所包括的点数小于 2 时，则确定预测节点对应的第一数值为 0。在 AVS 框架下，预测节点所包括的点数大于或等于 1 时，则确定预测节点对应的第一数值为 1，若预测节点所包括的点数小于 1 时，则确定预测节点对应的第一数值为 0。

在另一种示例中，将预测节点所包括的点数，确定为该预测节点对应的第一数值，例如该预测节点包括 2 个点时，则确定该预测节点对应的第一数值为 2。

- 20 在一些实施例中，预测节点的直接编码信息包括预测节点的直接编码模式，此时，上述 S202-A1-11 包括：将预测节点的直接编码模式的编号，确定预测节点对应的第一数值。

例如，在 GPCC 框架下，若预测节点的直接编码模式为模式 0 时，则确定该预测节点对应的第一数值为 0。若预测节点的直接编码模式为模式 1 时，则确定该预测节点对应的第一数值为 1。若预测节点的直接编码模式为模式 2 时，则确定该预测节点对应的第一数值为 2。

- 25 再例如，在 AVS 框架下，若预测节点的直接解码模式为模式 0 时，则确定该预测节点对应的第一数值为 0。若预测节点的直接解码模式为模式 1 时，则确定该预测节点对应的第一数值为 1。

基于上述步骤，编码端确定出 N 个预测节点中每一个预测节点对应的第一数值后，执行如下 S202-A1-12 的步骤。

S202-A1-12、基于 N 个预测节点对应的第一数值，确定第一上下文索引。

- 30 编码端基于上述步骤，确定出 N 个预测节点对应的第一数值后，基于 N 个预测节点对应的第一数值，确定第一上下文索引。

其中，基于 N 个预测节点对应的第一数值，确定第一上下文索引至少包括如下实现方式：

方式 1，将 N 个预测节点对应的第一数值之和的平均值，确定为第一上下文索引。

方式 2，S202-A1-12 包括如下 S202-A1-121 至 S202-A1-123 的步骤：

S202-A1-121、确定预测节点对应的第一权重；

- 35 S202-A1-122、基于第一权重，对 N 个预测节点对应的第一数值进行加权处理，得到第一加权预测值；

S202-A1-123、基于第一加权预测值，确定第一上下文索引。

在该方式 2 中，若当前节点包括多个预测节点，即 N 个预测节点时，在基于 N 个预测节点对应的第一数值确定第一上下文索引时，可以为 N 个预测节点中的每一个预测节点确定一个权重，即第一权重，这样可以基于各预测节点的第一权重，对各预测节点对应的第一数值进行加权处理，进而根据最终的加权结果，确定第一上下文索引，从而提高了基于 N 个预测节点的几何编码信息，确定第一上下文索引的准确性。

- 40 本申请实施例对确定 N 个预测节点分别对应的第一权重不做限制。

在一些实施例中，上述 N 个预测节点中各预测节点对应的第一权重为预设值。由上述可知，上述 N 个预测节点是基于当前节点的 M 个领域节点确定的，假设预测节点 1 为领域节点 1 对应的预测节点，若领域节点 1 为当前节点的共面节点时，则预测节点 1 的第一权重为预设权重 1，若领域节点 1 为当前节点的共线节点时，则预测节点 1 的第一权重为预设权重 2，若领域节点 1 为当前节点的共点节点时，则预测节点 1 的第一权重为预设权重 3。

- 45 在一些实施例中，对于 N 个预测节点中的每一个预测节点，基于该预测节点对应的领域节点与当前节点之间的距离，确定该预测节点对应的第一权重。例如，领域节点与当前节点之间的距离越小，则该领域节点对应的预测节点与当前节点的帧间相关性越强，进而该预测节点的第一权重越大。

- 50 在一些实施例中，基于上述步骤，确定出 N 个预测节点中各预测节点对应的权重后，对该权重进行归一化处理，将归一化处理后的权重作出预测节点的最终第一权重。

本申请实施例对基于第一权重，对 N 个预测节点对应的第一数值进行加权处理，得到第一加权预测值的具体方式不做限制。

在一种示例中，基于第一权重，对 N 个预测节点对应的第一数值进行加权平均，得到第一加权预测值。

在另一种示例中，基于第一权重，对 N 个预测节点对应的第一数值进行加权求和，得到第一加权预测值。

- 55 基于方式步骤，确定出第一加权预测值后，基于该第一加权预测值，确定第一上下文索引，即上述 S202-A1-123 至少包括如下几种示例：

示例 1，将第一加权预测值，确定为第一上下文索引。

示例 2，确定第一加权预测值所在加权预测值范围，将该范围对应的索引，确定为第一上下文索引。

上述以编码端对 N 个预测节点进行加权处理，得到第一上下文索引的过程进行介绍。

在一些实施例中，编码端还可以采用如下方式二，确定第一上下文索引。

方式二、若 K 大于 1 时，确定 K 个预测参考帧中每一个预测参考帧对应的第二加权预测值，进而基于 K 个预测参考帧分别对应的第二加权预测值，确定第一上下文索引。此时，上述 S202-A1 包括如下 S202-A1-21 至 S202-A1-23 的步骤：

- 5 S202-A1-21、针对 K 个预测参考帧中的第 j 个预测参考帧，基于当前节点在第 j 个预测参考帧中的预测节点的直接编码信息，确定第 j 个预测参考帧中的预测节点对应的第一数值， j 为小于或等于 K 的正整数；
- S202-A1-22、确定预测节点对应的第一权重，并基于第一权重对第 j 个预测参考帧中的预测节点对应的第一数值进行加权处理，得到第 j 个预测参考帧对应的第二加权预测值；
- S202-A1-23、基于 K 个预测参考帧对应的第二加权预测值，确定第一上下文索引。
- 10 在该方式二中，在确定第一上下文索引时，对这 K 个预测参考帧中的每一个预测参考帧作为单独的上下文信息分别进行考虑。具体是，确定 K 个预测参考帧中每一个预测参考帧所包括的预测节点的直接编码信息，确定每一个预测参考帧对应的第二加权预测值，进而基于每一个预测参考帧对应的第二加权预测值，确定第一上下文索引，实现第一上下文索引的准确选择，进而提升点云的编码效率。
- 本申请实施例中，编码端确定 K 个预测参考帧中每一个预测参考帧对应的第二加权预测值的具体方式相同，为了
- 15 便于描述，在此以 K 个预测参考帧中的第 j 个预测参考帧为例进行说明。
- 在本申请实施例中，当前节点在第 j 个预测参考帧中包括至少一个预测节点，这样基于该第 j 个预测参考帧中的这至少一个预测节点的直接编码信息，确定这至少一个预测节点的第一数值。
- 举例说明，第 j 个预测参考帧中包括当前节点的 2 个预测节点，分别记为预测节点 1 和预测节点 2，进而基于预测节点 1 的直接编码信息，确定预测节点 1 的第一数值，基于预测节点 2 的直接编码信息，确定预测节点 2 的第一数值。其中，基于预测节点
- 20 的直接编码信息，确定预测节点对应的第一数值的过程可以参照上述实施例的描述，示例性的基于预测节点的直接编码模式，确定预测节点对应的第一数值，例如，将预测节点的直接编码模式的编号 (0、1 或 2) 确定为该预测节点对应的第一数值。
- 编码端确定出第 j 个预测参考帧所包括的至少一个预测节点的第一数值后，确定这至少一个预测节点分别对应的第一权重，并基于第一权重对这至少一个预测节点对应的第一数值进行加权处理，得到第 j 个预测参考帧对应的第二
- 25 加权预测值。
- 在一种示例中，基于第一权重，对第 j 个预测参考帧中的预测节点对应的第一数值进行加权平均，得到第 j 个预测参考帧对应的第二加权预测值。
- 在另一种示例中，基于第一权重，对第 j 个预测参考帧中的预测节点对应的第一数值进行加权求和，得到第 j 个预测参考帧对应的第二加权预测值。
- 30 其中，第一权重的确定过程可以参照上述实施例的描述，在此不再赘述。
- 上述对确定 K 个预测参考帧中第 j 个预测参考帧对应的第二加权预测值的过程进行介绍， K 个预测参考帧中其他预测参考帧对应的第二加权预测值参照上述第 j 个预测参考帧对应的方式进行确定。
- 编码端确定出 K 个预测参考帧中每一个预测参考帧对应的第二加权预测值后，执行上述 S202-A1-23 的步骤。
- 本申请实施对基于 K 个预测参考帧对应的第二加权预测值，确定第一上下文索引的具体方式不做限制。
- 35 在一些实施例中，编码端将 K 个预测参考帧对应的第二加权预测值的平均值，确定为第一上下文索引。
- 在一些实施例中，编码端确定 K 个预测参考帧对应的第二权重，并基于第二权重对 K 个预测参考帧对应的第二加权预测值进行加权处理，得到第一上下文索引。
- 在该实施例中，编码端首先确定 K 个预测参考帧中每一个预测参考帧对应的第二权重。本申请实施例对确定 K 个预测参考帧中每一个预测参考帧对应的第二权重不做限制。
- 40 在一些实施例中，上述 K 个预测参考帧中每一个预测参考帧对应的第二权重为预设值。由上述可知，上述 K 个预测参考帧为当前待编码帧的前向帧和/或后向帧。假设预测参考帧 1 为当前待编码帧的前向帧时，则预测参考帧 1 对应的第二权重为预设权重 1，若预测参考帧 1 为当前待编码帧的后向帧时，则预测参考帧 1 对应的第二权重为预设权重 2。
- 在一些实施例中，基于预测参考帧与当前待编码帧的时间差距，确定预测参考帧对应的第二权重。在本申请实施
- 45 例中，每一张点云包括时间信息，该时间信息可以为点云采集设备采集该帧点云时的时间。基于此，若预测参考帧与当前待编码帧的时间差距越小，则该预测参考帧与当前待编码帧的帧间相关性越强，进而该预测参考帧对应的第二权重越大。例如，可以将预测参考帧与当前待编码帧的时间差距的倒数确定为该预测参考帧对应的第二权重。
- 确定出 K 个预测参考帧中每一个预测参考帧对应的第二权重后，基于第二权重对 K 个预测参考帧分别对应的第二加权预测值进行加权处理，得到第一上下文索引。
- 50 举例说明，假设 $K=2$ ，例如当前待编码帧包括 2 个预测参考帧，这 2 个预测参考帧包括当前待编码帧的前向帧和后向帧，假设前向帧对应的第二权重为 $W1$ 、后向帧对应的第二权重为 $W2$ ，这样基于 $W1$ 和 $W2$ ，对前向帧对应的第二加权预测值和后向帧对应的第二加权预测值进行加权，得到第一上下文索引。
- 在一种示例中，基于第二权重，对 K 个预测参考帧分别对应的第二加权预测值进行加权平均，得到第一上下文索引。
- 55 在另一种示例中，基于第二权重，对 K 个预测参考帧分别对应的第二加权预测值进行加权求和，得到第一上下文索引。

上文对编码端确定第一上下文索引的过程进行介绍。

下面对编码端确定第二上下文索引的过程进行介绍。

由上述确定预测节点的过程可知，N个预测节点中的每一个预测节点包括一个点或多个点，若N个预测节点中各预测节点包括一个点时，则使用各预测节点所包括的一个点，确定第二上下文索引。

在一些实施例中，若预测节点中包括多个点时，则从这多个点中选择一个点来确定第二上下文索引。此时，上述S202-A1包括如下S202-A1-31和S202-A1-32的步骤：

5 S202-A1-31、对于N个预测节点中的任一预测节点，从预测节点所包括的点中，选出当前节点的当前点对应的第一点；

S202-A1-32、基于N个预测节点所包括的第一点的坐标信息，确定第二上下文索引。

10 举例说明，假设N个预测节点包括预测节点1和预测节点2，其中预测节点1中包括点1和点2，预测节点2包括点3、点4和点5，则从预测节点1所包括的点1和点2中选出一个点作为第一点，从预测节点2所包括的点3、点4和点5中选出一个点作为第一点。这样可以基于预测节点1中的第一点和预测节点2中的第一点的几何信息，确定当前点的几何信息。

本申请实施例对从预测节点所包括的点中，选出当前节点的当前点对应的第一点的具体方式不做限制。

15 在一种可能的实现方式中，将预测节点中与当前点的顺序一致的点，确定为当前点对应的第一点。举例说明，假设当前点为当前节点中的第2个点，这样可以将预测节点1中的点2确定为当前点对应的第一点，将预测节点2中的点4确定为当前点对应的第一点。再例如，若预测节点只包括一个点时，则将预测节点所包括的该点确定为当前点对应的第一点。

在一种可能的实现方式中，若编码端基于率失真代价（或近似代价），从预测节点所包括的点中，选出当前点对应的第一点时，编码端将预测节点中的第一点的标识信息写入码流，这样编码端通过编码码流，得到预测节点中的第一点。

20 编码端对于N个预测节点中的每一个预测节点，基于上述方法，确定出各预测节点中当前点对应的第一点，进而执行上述S202-A1-32的步骤。

在本申请实施例中，编码端对当前点在不同坐标轴上的坐标信息进行分别编码，基于，则上述S202-A1-32包括如下S202-A1-321的步骤：

25 S202-A1-321、基于N个预测节点所包括的第一点在第i个坐标轴上的坐标信息，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引。

上述第i个坐标轴可以是X轴、Y轴或Z轴，本申请实施例对此不做限制。

30 在本申请实施例中，编码端对当前点在第i个坐标轴上的坐标信息进行编码时，则基于N个预测节点所包括的第一点在第i个坐标轴上的坐标信息，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引。这样可以基于第一上下文索引和/或第i个坐标轴对应的第二上下文索引，从多个上下文模型中，选出第i个坐标轴对应的上下文模型，进而使用第i个坐标轴对应的上下文模型，对当前点在第i个坐标轴上的坐标信息进行预测编码。例如，编码端基于N个预测节点所包括的第一点在X轴上的坐标信息，确定X轴对应的第二上下文索引，并基于第一上下文索引和/或X轴对应的第二上下文索引，从多个上下文模型中，选出X轴对应的上下文模型，进而使用X轴对应的上下文模型，对当前点在X轴上的坐标信息进行预测编码，得到当前点的X坐标值。再例如，编码端基于N个预测节点所包括的第一点在Y轴上的坐标信息，确定Y轴对应的第二上下文索引，并基于第一上下文索引和/或Y轴对应的第二上下文索引，从多个上下文模型中，选出Y轴对应的上下文模型，进而使用Y轴对应的上下文模型，对当前点在Y轴上的坐标信息进行预测编码，得到当前点的Y坐标值。

下面对编码端基于N个预测节点所包括的第一点在第i个坐标轴上的坐标信息，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引的过程进行介绍。

本申请实施例中，上述S202-A1-321的实现方式包括但不限于如下几种：

40 方式一，对N个预测节点所包括的第一点进行加权，基于加权后的坐标信息，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引。此时，上述S202-A1-321包括如下S202-A1-321-11至S202-A1-321-13的步骤：

S202-A1-321-11、确定预测节点对应的第一权重；

S202-A1-321-12、基于第一权重，对N个预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到第一加权点；

45 S202-A1-321-13、基于第一加权点在第i个坐标轴上的坐标信息，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引。

在该方式一中，若当前节点包括多个预测节点，即N个预测节点时，在基于N个预测节点所包括的第一点的坐标信息，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引时，可以为N个预测节点中的每一个预测节点确定一个权重，即第一权重。这样可以基于各预测节点的第一权重，对各预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到第一加权点，进而根据第一加权点在第i个坐标轴上坐标信息，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引，从而提高了基于N个预测节点的几何编码信息，对当前点进行编码的准确性。

50 本申请实施例对确定N个预测节点分别对应的第一权重的过程可以参照上述实施例的描述，在此不再赘述。

编码端确定出N个预测节点中每一个预测节点对应的第一权重后，基于第一权重，对N个预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到第一加权点。

本申请实施例对基于第一权重，对N个预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到第一加权点的具体方式不做限制。

55 在一种示例中，基于第一权重，对N个预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权平均，得到第一加权点。

基于方式步骤，确定出第一加权点后，基于第一加权点在第i个坐标轴上的坐标信息，确定第i个坐标轴对应的第二上下文索引。

由上述可知，第一加权点是对N个预测节点中的第一点进行加权得到，其中预测节点后的第一点的各bit位的取值只有2种结果，为0或1。因此，在一些实施例中，对N个预测节点中的第一点进行加权得到的第一加权点的各bit

位的取值也为 0 或 1。这样，对当前点在第 i 个坐标轴上的第 i 个 bit 位进行编码时，则基于第一加权点在第 i 个坐标轴上的第 i 个 bit 位的取值，确定第 i 个坐标轴上的第 i 个 bit 位对应的第二上下文索引。例如，若第一加权点在第 i 个坐标轴上的第 i 个 bit 位的取值为 0，则确定第 i 个坐标轴上的第 i 个 bit 位对应的第二上下文索引为 0。再例如，若第一加权点在第 i 个坐标轴上的第 i 个 bit 位的取值为 1，则确定第 i 个坐标轴上的第 i 个 bit 位对应的第二上下文索引为 1。最后，编码端基于第一上下文索引和/或第 i 个坐标轴上的第 i 个 bit 位对应的第二上下文索引，确定第 i 个坐标轴上的第 i 个 bit 位对应的上下文模型，并使用该上下文模型对当前点在第 i 个坐标轴上的第 i 个 bit 位的值进行预测编码。

编码端除了基于上述方式一确定出第二上下文索引后，还可以通过如下方式二，确定出第二上下文索引。

方式二，若 K 大于 1 时，则对 K 个预测参考帧中每一个预测参考帧中的预测节点所包括的第一点进行加权，基于加权后的坐标信息，确定第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引。此时，上述 S202-B 包括如下 S202-B21 至 S202-B23 的步骤：

S202-A1-321-21、针对 K 个预测参考帧中的第 j 个预测参考帧，确定第 j 个预测参考帧中预测节点对应的第一权重；

S202-A1-321-22、基于第一权重，对第 j 个预测参考帧中的预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到第 j 个预测参考帧对应的第二加权点， j 为小于或等于 K 的正整数；

S202-A1-321-23、基于 K 个预测参考帧对应的第二加权点，确定第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引。

在该方式二中，在确定当前点的几何信息时，对这 K 个预测参考帧中的每一个预测参考帧分别进行考虑。具体是，确定 K 个预测参考帧中每一个预测参考帧的预测节点中的第一点的坐标信息，确定每一个预测参考帧对应的第二加权点，进而基于每一个预测参考帧对应的第二加权点的坐标信息，确定第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引，实现第二上下文索引的准确预测，进而提升点云的编码效率。

本申请实施例中，编码端确定 K 个预测参考帧中每一个预测参考帧对应的第二加权点的具体方式相同，为了便于描述，在此以 K 个预测参考帧中的第 j 个预测参考帧为例进行说明。

在本申请实施例中，当前节点在第 j 个预测参考帧中包括至少一个预测节点，这样基于该第 j 个预测参考帧中的这至少一个预测节点所包括的第一点的坐标信息，确定该第 j 个预测参考帧对应的第二加权点。

举例说明，第 j 个预测参考帧中包括当前节点的 2 个预测节点，分别记为预测节点 1 和预测节点 2，进而对预测节点 1 所包括的第一点的几何信息和预测节点 2 所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到第 j 个预测参考帧对应的第二加权点。

编码端对第 j 个预测参考帧中的预测节点所包括的第一点的几何信息进行加权处理之前，首先需要确定出第 j 个预测参考帧中各预测节点对应的第一权重。其中，第一权重的确定过程可以参照上述实施例的描述，在此不再赘述。

接着，编码端基于第一权重，对第 j 个预测参考帧中的预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到第 j 个预测参考帧对应的第二加权点。

在一种示例中，基于第一权重，对第 j 个预测参考帧中的预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权平均，得到第 j 个预测参考帧对应的第二加权点。

上述对确定 K 个预测参考帧中第 j 个预测参考帧对应的第二加权点的过程进行介绍， K 个预测参考帧中其他预测参考帧对应的第二加权点可以参照上述第 j 个预测参考帧对应的方式进行确定。

编码端确定出 K 个预测参考帧中每一个预测参考帧对应的第二加权点后，执行上述 S202-A1-321-23 的步骤。

本申请实施对基于 K 个预测参考帧对应的第二加权点，确定第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引的具体方式不做限制。

在一些实施例中，编码端确定 K 个预测参考帧对应的第二加权点在第 i 个坐标轴上的坐标信息的平均值，基于该平均值，确定第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引。

在一些实施例中，上述 S202-A1-321-23 包括如下 S202-A1-321-231 至 S202-A1-321-233 的步骤：

S202-A1-321-231、确定 K 个预测参考帧对应的第二权重；

S202-B232、基于第二权重对 K 个预测参考帧对应的第二加权点的几何信息进行加权处理，得到第三加权点；

S202-B233、基于第三加权点在所述第 i 个坐标轴上的坐标信息，确定第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引。

在该实施例中，编码端可以参照上述实施例的方法，确定 K 个预测参考帧中每一个预测参考帧对应的第二权重。接着，基于第二权重对 K 个预测参考帧分别对应的第二加权点的坐标信息进行加权处理，得到第三加权点。

举例说明，假设 $K=2$ ，例如当前待编码帧包括 2 个预测参考帧，这 2 个预测参考帧包括当前待编码帧的前向帧和后向帧，假设前向帧对应的第二权重为 $W1$ 、后向帧对应的第二权重为 $W2$ ，这样基于 $W1$ 和 $W2$ ，对前向帧对应的第二加权点的几何信息和后向帧对应的第二加权点的几何信息进行加权，得到第三加权点的几何信息。

在一种示例中，基于第二权重，对 K 个预测参考帧分别对应的第二加权点的几何信息进行加权平均，得到第三加权点的坐标信息。

编码端基于上述步骤，确定出第三加权点的几何信息后，基于第三加权点在第 i 个坐标轴上的坐标信息，确定第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引。

由上述可知，第三加权点是各预测参考帧中的预测节点中的第一点进行加权得到，其中预测节点后的第一点的各 bit 位的取值只有 2 种结果，为 0 或 1。因此，在一些实施例中，对 N 个预测节点中的第一点进行加权得到的第一加权点的各 bit 位的取值也为 0 或 1。这样，对当前点在第 i 个坐标轴上的第 i 个 bit 位进行编码时，则基于第三加权点在第 i 个坐标轴上的第 i 个 bit 位的取值，确定第 i 个坐标轴上的第 i 个 bit 位对应的第二上下文索引。例如，若第三加权点在第 i 个坐标轴上的第 i 个 bit 位的取值为 0，则确定第 i 个坐标轴上的第 i 个 bit 位对应的第二上下文索引为 0。再例如，若第三加权点在第 i 个坐标轴上的第 i 个 bit 位的取值为 1，则确定第 i 个坐标轴上的第 i 个 bit 位对应的第二上下文索引为 1。

文索引为 1。最后，编码端基于第一上下文索引和/或第 i 个坐标轴上的第 i 个 bit 位对应的第二上下文索引，确定第 i 个坐标轴上的第 i 个 bit 位对应的上下文模型，并使用该上下文模型对当前点在第 i 个坐标轴上的第 i 个 bit 位的值进行预测编码。

编码端基于上述步骤，确定出第一上下文索引和/或第二上下文索引后，基于第一上下文索引和/或第二上下文索引，确定上下文模型，并使用该上下文模型对当前点的坐标信息进行编码。

在一种示例中，假设预测节点的 DCM 模式信息为 PredDCMode，并且预测节点中含有的点数为 PredNumPoints，假设预测节点中第一点的几何信息为 predPointPos。假设，编码端利用预测节点的 IDCM 模式以及预测节点中点的几何信息来对当前点的几何信息进行预测编码，即编码端使用的预测节点的几何编码信息包含如下两种：

1) 预测节点的 IDCM 模式；

2) 预测节点中点（即第一点）的几何信息，即预测节点中点对应精度上的 bit 信息（0 或者 1）。

例如，在 GPCC 框架下，预测节点的 IDCM 模式包括 PredDCMode (0,1,2)。在 AVS 框架下，预测节点的 IDCM 模式包括 PredDCMode (0,1)。

假设当前节点中点的数目为 numPoints，并且每个点的几何信息为 PointPos，待编码的 bit 精度深度为 nodeSizeLog2，则对当前节点中的每个点的几何信息编码过程如下：

```

for(int pointIdx=0;pointIdx<numPoints;++pointIdx){
  for(int axisIdx=0;axisIdx<3;axisIdx++){
    for(int mask =(1<<nodeSizeLog2[axisIdx]);mask;mask>>1){
      int ctx1=PredDCMode;
      int ctx2=!!( predPointPos[pointIdx][ axisIdx]& mask)
      int bit=!!( pointPos[pointIdx][ axisIdx] & mask)
      encodeEntropy (bit,ctx1,ctx2);
    }
  }
}

```

则通过上述编码过程，可以得到当前节点中每一个点的几何信息。其中，ctx1 为第一上下文索引，ctx2 为第二上下文索引。

本申请实施例提供的点云编码方法，在对当前编码帧中的当前节点进行编码时，在当前待编码帧的预测参考帧中，确定当前节点的 N 个预测节点，基于这 N 个预测节点中点的几何编码信息，对当前节点中点的坐标信息进行预测编码。也就是说，本申请实施例对节点进行 DCM 直接编码时进行优化，通过考虑相邻帧之间时域上的相关性，利用预测参考帧中预测节点的几何信息对待节点 IDCM 节点（即当前节点）中点的几何信息进行预测编码，通过考虑相邻帧之间时域相关性来进一步提升点云的几何信息编码效率。

应理解，图 10 至图 17 仅为本申请的示例，不应理解为对本申请的限制。

以上结合附图详细描述了本申请的优选实施方式，但是，本申请并不限于上述实施方式中的具体细节，在本申请的技术构思范围内，可以对本申请的技术方案进行多种简单变型，这些简单变型均属于本申请的保护范围。例如，在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征，在不矛盾的情况下，可以通过任何合适的方式进行组合，为了避免不必要的重复，本申请对各种可能的组合方式不再另行说明。又例如，本申请的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合，只要其不违背本申请的思想，其同样应当视为本申请所公开的内容。

还应理解，在本申请的各种方法实施例中，上述各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后，各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定，而不对本申请实施例的实施过程构成任何限定。另外，本申请实施例中，术语“和/或”，仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系。具体地，A 和/或 B 可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况。另外，本文中字符“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

上文结合图 10 至图 17，详细描述了本申请的方法实施例，下文结合图 18 至图 19，详细描述本申请的装置实施例。

图 18 是本申请实施例提供的点云解码装置的示意性框图。

如图 18 所示，该点云解码装置 10 可以包括：

确定单元 11，用于在当前待解码帧的预测参考帧中，确定当前节点的 N 个预测节点，所述当前节点为所述当前待解码帧中的待解码节点，所述 N 为正整数；

解码单元 12，用于基于所述 N 个预测节点的几何解码信息，对所述当前节点中点的坐标信息进行预测解码。

在一些实施例中，所述当前待解码帧包括 K 个预测参考帧，确定单元 11，具体用于针对所述 K 个预测参考帧中的第 k 个预测参考帧，确定所述当前节点在所述第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点，所述 k 为小于或等于 K 的正整数，所述 K 为正整数；基于所述当前节点在所述 K 个预测参考帧中的至少一个预测节点，确定所述当前节点的 N 个预测节点。

在一些实施例中，确定单元 11，具体用于在所述当前待解码帧中，确定所述当前节点的 M 个领域节点，所述 M 个领域节点中包括所述当前节点，所述 M 为正整数；针对所述 M 个领域节点中的第 i 个领域节点，确定所述第 i 个领域节点在所述第 k 个预测参考帧中的对应节点，所述 i 为小于或等于 M 的正整数；基于所述 M 个领域节点在所述第 k 个预测参考帧中的对应节点，确定所述当前节点在所述第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点。

在一些实施例中，确定单元 11，具体用于确定所述当前节点在所述第 k 个预测参考帧中的对应节点；确定所述对应节点的至少一个领域节点；将所述至少一个领域节点，确定为所述当前节点在所述第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点。

在一些实施例中，确定单元 11，具体用于在所述当前待解码帧中，确定第 i 个节点的父节点，作为第 i 个父节点，所述第 i 个节点为所述第 i 个领域节点或者为所述当前节点；确定所述第 i 个父节点在所述第 k 个预测参考帧中的匹配节点，作为第 i 个匹配节点；将所述 i 个匹配节点的子节点中的一个子节点，确定为所述第 i 个节点在所述第 k 个预测参考帧中的对应节点。

5 在一些实施例中，确定单元 11，具体用于基于所述第 i 个父节点的占位信息，确定所述第 i 个父节点在所述第 k 个预测参考帧中的匹配节点。

在一些实施例中，确定单元 11，具体用于将所述第 k 个预测参考帧中，占位信息与所述第 i 个父节点的占位信息之间的差异最小的节点，确定为所述第 i 个父节点在所述第 k 个预测参考帧中的匹配节点。

10 在一些实施例中，确定单元 11，具体用于确定所述第 i 个节点在所述父节点所包括的子节点中的第一序号；将所述第 i 个匹配节点的子节点中序号为第一序号的子节点，确定为所述第 i 个节点在所述第 k 个预测参考帧中的对应节点。

在一些实施例中，确定单元 11，具体用于将所述 M 个领域节点在所述第 k 个预测参考帧中的对应节点，确定为所述当前节点在所述第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点。

15 在一些实施例中，确定单元 11，具体用于将所述当前节点在所述 K 个预测参考帧中的至少一个预测节点，确定为所述当前节点的 N 个预测节点。

在一些实施例中，若所述当前待解码帧为 P 帧，则所述 K 个预测参考帧包括所述当前待解码帧的前向帧。

在一些实施例中，若所述当前待解码帧为 B 帧，则所述 K 个预测参考帧包括所述当前待解码帧的前向帧和后向帧。

20 在一些实施例中，预测单元 12，具体用于基于所述 N 个预测节点的几何解码信息，确定上下文模型的索引；基于所述上下文模型的索引，确定所述上下文模型；使用所述上下文模型，对所述当前节点中的当前点的坐标信息进行预测解码。

在一些实施例中，所述预测节点的几何解码信息包括所述预测节点的直接解码信息和/或所述预测节点中点的位置信息，所述直接解码信息用于指示所述预测节点是否满足直接解码方式进行解码的条件，预测单元 12，具体用于基于所述 N 个预测节点的直接解码信息，确定第一上下文索引，和/或基于所述 N 个预测节点中点的坐标信息，确定第二上下文索引；基于所述第一上下文索引和/或所述第二上下文索引，从预设的多个上下文模型中，选出所述上下文模型。

25 在一些实施例中，预测单元 12，具体用于针对所述 N 个预测节点中的任一预测节点，基于所述预测节点的直接解码信息，确定所述预测节点对应的第一数值；基于所述 N 个预测节点对应的第一数值，确定所述第一上下文索引。

在一些实施例中，预测单元 12，具体用于将所述预测节点的直接解码模式的编号，确定所述预测节点对应的第一数值。

30 在一些实施例中，预测单元 12，具体用于确定所述预测节点对应的第一权重；基于所述第一权重，对所述 N 个预测节点对应的第一数值进行加权处理，得到第一加权预测值；基于所述第一加权预测值，确定所述第一上下文索引。

在一些实施例中，预测单元 12，具体用于针对所述 K 个预测参考帧中的第 j 个预测参考帧，基于所述当前节点在所述第 j 个预测参考帧中的预测节点的直接解码信息，确定所述第 j 个预测参考帧中的预测节点对应的第一数值，所述 j 为小于或等于 K 的正整数；确定所述预测节点对应的第一权重，并基于所述第一权重对所述第 j 个预测参考帧中的预测节点对应的第一数值进行加权处理，得到所述第 j 个预测参考帧对应的第二加权预测值；基于所述 K 个预测参考帧对应的第二加权预测值，确定所述第一上下文索引。

35 在一些实施例中，预测单元 12，具体用于确定所述 K 个预测参考帧对应的第二权重；基于所述第二权重对所述 K 个预测参考帧分别对应的第二加权预测值进行加权处理，得到所述第一上下文索引。

40 在一些实施例中，预测单元 12，具体用于对于所述 N 个预测节点中的任一预测节点，从所述预测节点所包括的点中，选出所述当前节点中的当前点对应的第一点；基于所述 N 个预测节点所包括的第一点的坐标信息，确定所述第二上下文索引。

45 在一些实施例中，预测单元 12，具体用于基于所述 N 个预测节点所包括的第一点在第 i 个坐标轴上的坐标信息，确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引，所述第 i 个坐标轴为 X 坐标轴、 Y 坐标轴或 Z 坐标轴；基于所述第一上下文索引和/或所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引，从所述多个上下文模型中，选出所述第 i 个坐标轴对应的上下文模型；使用所述第 i 个坐标轴对应的上下文模型，对所述当前点在所述第 i 个坐标轴上的坐标信息进行预测解码。

50 在一些实施例中，预测单元 12，具体用于确定所述预测节点对应的第一权重；基于所述第一权重，对所述 N 个预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到第一加权点；基于所述第一加权点在所述第 i 个坐标轴上的坐标信息，确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引。

55 在一些实施例中，若所述 K 大于 1 时，则预测单元 12，具体用于基于针对所述 K 个预测参考帧中的第 j 个预测参考帧，确定所述第 j 个预测参考帧中预测节点对应的第一权重；基于所述第一权重，对所述第 j 个预测参考帧中的预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到所述第 j 个预测参考帧对应的第二加权点，所述 j 为小于或等于 K 的正整数；基于所述 K 个预测参考帧对应的第二加权点，确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引。

在一些实施例中，预测单元 12，具体用于基于确定所述 K 个预测参考帧对应的第二权重；基于所述第二权重对所述 K 个预测参考帧对应的第二加权点的坐标信息进行加权处理，得到第三加权点；基于所述第三加权点在所述第 i 个坐标轴上的坐标信息，确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引。

在一些实施例中，预测单元 12，具体用于基于所述预测节点对应的领域节点与所述当前节点之间的距离，确定所述预测节点对应的第一权重。

在一些实施例中，预测单元 12，具体用于基于所述预测参考帧与所述当前待解码帧之间的时间差距，确定所述预

测参考帧对应的第二权重。

应理解，装置实施例与方法实施例可以相互对应，类似的描述可以参照方法实施例。为避免重复，此处不再赘述。具体地，图 18 所示的点云解码装置 10 可以对应于执行本申请实施例的点云解码方法中的相应主体，并且点云解码装置 10 中的各个单元的前述和其它操作和/或功能分别为了实现点云解码方法中的相应流程，为了简洁，在此不再赘述。

5

图 19 是本申请实施例提供的点云编码装置的示意性框图。

如图 19 所示，点云编码装置 20 包括：

确定单元 21，具体用于在当前待编码帧的预测参考帧中，确定当前节点的 N 个预测节点，所述当前节点为所述当前待编码帧中的待编码节点，所述 N 为正整数；

10 编码单元 22，用于基于所述 N 个预测节点的几何编码信息，对所述当前节点中点的坐标信息进行预测编码。

在一些实施例中，所述当前待编码帧包括 K 个预测参考帧，确定单元 21，具体用于针对所述 K 个预测参考帧中的第 k 个预测参考帧，确定所述当前节点在所述第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点，所述 k 为小于或等于 K 的正整数，所述 K 为正整数；基于所述当前节点在所述 K 个预测参考帧中的至少一个预测节点，确定所述当前节点的 N 个预测节点。

15 在一些实施例中，确定单元 21，具体用于在所述当前待编码帧中，确定所述当前节点的 M 个领域节点，所述 M 个领域节点中包括所述当前节点，所述 M 为正整数；针对所述 M 个领域节点中的第 i 个领域节点，确定所述第 i 个领域节点在所述第 k 个预测参考帧中的对应节点，所述 i 为小于或等于 M 的正整数；基于所述 M 个领域节点在所述第 k 个预测参考帧中的对应节点，确定所述当前节点在所述第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点。

20 在一些实施例中，确定单元 21，具体用于确定所述当前节点在所述第 k 个预测参考帧中的对应节点；确定所述对应节点的至少一个领域节点；将所述至少一个领域节点，确定为所述当前节点在所述第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点。

25 在一些实施例中，确定单元 21，具体用于在所述当前待编码帧中，确定第 i 个节点的父节点，作为第 i 个父节点，所述第 i 个节点为所述第 i 个领域节点或者为所述当前节点；确定所述第 i 个父节点在所述第 k 个预测参考帧中的匹配节点，作为第 i 个匹配节点；将所述 i 个匹配节点的子节点中的一个子节点，确定为所述第 i 个节点在所述第 k 个预测参考帧中的对应节点。

在一些实施例中，确定单元 21，具体用于基于所述第 i 个父节点的占位信息，确定所述第 i 个父节点在所述第 k 个预测参考帧中的匹配节点。

30 在一些实施例中，确定单元 21，具体用于将所述第 k 个预测参考帧中，占位信息与所述第 i 个父节点的占位信息之间的差异最小的节点，确定为所述第 i 个父节点在所述第 k 个预测参考帧中的匹配节点。

在一些实施例中，确定单元 21，具体用于确定所述第 i 个节点在所述父节点所包括的子节点中的第一序号；将所述第 i 个匹配节点的子节点中序号为第一序号的子节点，确定为所述第 i 个节点在所述第 k 个预测参考帧中的对应节点。

35 在一些实施例中，确定单元 21，具体用于将所述 M 个领域节点在所述第 k 个预测参考帧中的对应节点，确定为所述当前节点在所述第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点。

在一些实施例中，确定单元 21，具体用于将所述当前节点在所述 K 个预测参考帧中的至少一个预测节点，确定为所述当前节点的 N 个预测节点。

在一些实施例中，若所述当前待编码帧为 P 帧，则所述 K 个预测参考帧包括所述当前待编码帧的前向帧。

40 在一些实施例中，若所述当前待编码帧为 B 帧，则所述 K 个预测参考帧包括所述当前待编码帧的前向帧和后向帧。

在一些实施例中，编码单元 22，具体用于基于所述 N 个预测节点的几何编码信息，确定上下文模型的索引；基于所述上下文模型的索引，确定所述上下文模型；使用所述上下文模型，对所述当前节点中的当前节点的坐标信息进行预测编码。

45 在一些实施例中，所述预测节点的几何编码信息包括所述预测节点的直接编码信息和/或所述预测节点中点的位置信息，所述直接编码信息用于指示所述预测节点是否满足直接编码方式进行编码的条件，编码单元 22，具体用于基于所述 N 个预测节点的直接编码信息，确定第一上下文索引，和/或基于所述 N 个预测节点中点的坐标信息，确定第二上下文索引；基于所述第一上下文索引和/或所述第二上下文索引，从预设的多个上下文模型中，选出所述上下文模型。

在一些实施例中，编码单元 22，具体用于针对所述 N 个预测节点中的任一预测节点，基于所述预测节点的直接编码信息，确定所述预测节点对应的第一数值；基于所述 N 个预测节点对应的第一数值，确定所述第一上下文索引。

50 在一些实施例中，所述直接编码信息包括所述预测节点的直接编码模式，编码单元 22，具体用于将所述预测节点的直接编码模式的编号，确定所述预测节点对应的第一数值。

在一些实施例中，编码单元 22，具体用于确定所述预测节点对应的第一权重；基于所述第一权重，对所述 N 个预测节点对应的第一数值进行加权处理，得到第一加权预测值；基于所述第一加权预测值，确定所述第一上下文索引。

55 在一些实施例中，编码单元 22，具体用于针对所述 K 个预测参考帧中的第 j 个预测参考帧，基于所述当前节点在所述第 j 个预测参考帧中的预测节点的直接编码信息，确定所述第 j 个预测参考帧中的预测节点对应的第一数值，所述 j 为小于或等于 K 的正整数；确定所述预测节点对应的第一权重，并基于所述第一权重对所述第 j 个预测参考帧中的预测节点对应的第一数值进行加权处理，得到所述第 j 个预测参考帧对应的第二加权预测值；基于所述 K 个预测参考帧对应的第二加权预测值，确定所述第一上下文索引。

在一些实施例中，编码单元 22，具体用于确定所述 K 个预测参考帧对应的第二权重；基于所述第二权重对所述 K 个预测参考帧分别对应的第二加权预测值进行加权处理，得到所述第一上下文索引。

在一些实施例中，编码单元 22，具体用于对于所述 N 个预测节点中的任一预测节点，从所述预测节点所包括的点中，选出所述当前节点中的当前点对应的第一点；基于所述 N 个预测节点所包括的第一点的坐标信息，确定所述第二上下文索引。

5 在一些实施例中，编码单元 22，具体用于基于所述 N 个预测节点所包括的第一点在第 i 个坐标轴上的坐标信息，确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引，所述第 i 个坐标轴为 X 坐标轴、Y 坐标轴或 Z 坐标轴；基于所述第一上下文索引和/或所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引，从所述多个上下文模型中，选出所述第 i 个坐标轴对应的上下文模型；使用所述第 i 个坐标轴对应的上下文模型，对所述当前点在所述第 i 个坐标轴上的坐标信息进行预测编码。

10 在一些实施例中，编码单元 22，具体用于确定所述预测节点对应的第一权重；基于所述第一权重，对所述 N 个预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到第一加权点；基于所述第一加权点在所述第 i 个坐标轴上的坐标信息，确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引。

15 在一些实施例中，编码单元 22，具体用于针对所述 K 个预测参考帧中的第 j 个预测参考帧，确定所述第 j 个预测参考帧中预测节点对应的第一权重；基于所述第一权重，对所述第 j 个预测参考帧中的预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到所述第 j 个预测参考帧对应的第二加权点，所述 j 为小于或等于 K 的正整数；基于所述 K 个预测参考帧对应的第二加权点，确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引。

在一些实施例中，编码单元 22，具体用于确定所述 K 个预测参考帧对应的第二权重；基于所述第二权重对所述 K 个预测参考帧对应的第二加权点的坐标信息进行加权处理，得到第三加权点；基于所述第三加权点在所述第 i 个坐标轴上的坐标信息，确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引。

20 在一些实施例中，编码单元 22，具体用于基于所述预测节点对应的领域节点与所述当前节点之间的距离，确定所述预测节点对应的第一权重。

在一些实施例中，编码单元 22，具体用于基于所述预测参考帧与所述当前待编码帧之间的时间差距，确定所述预测参考帧对应的第二权重。

25 应理解，装置实施例与方法实施例可以相互对应，类似的描述可以参考方法实施例。为避免重复，此处不再赘述。具体地，图 19 所示的点云编码装置 20 可以对应于执行本申请实施例的点云编码方法中的相应主体，并且点云编码装置 20 中的各个单元的前述和其它操作和/或功能分别为了实现点云编码方法中的相应流程，为了简洁，在此不再赘述。

30 上文中结合附图从功能单元的角度描述了本申请实施例的装置和系统。应理解，该功能单元可以通过硬件形式实现，也可以通过软件形式的指令实现，还可以通过硬件和软件单元组合实现。具体地，本申请实施例中的方法实施例的各步骤可以通过处理器中的硬件的集成逻辑电路和/或软件形式的指令完成，结合本申请实施例公开的方法的步骤可以直接体现为硬件译码处理器执行完成，或者用译码处理器中的硬件及软件单元组合执行完成。可选地，软件单元可以位于随机存储器，闪存、只读存储器、可编程只读存储器、电可擦写可编程存储器、寄存器本领域的成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器，处理器读取存储器中的信息，结合其硬件完成上述方法实施例中的步骤。

图 20 是本申请实施例提供的电子设备的示意性框图。

35 如图 20 所示，该电子设备 30 可以为本申请实施例所述的点云解码设备，或者点云编码设备，该电子设备 30 可包括：

存储器 33 和处理器 32，该存储器 33 用于存储计算机程序 34，并将该程序代码 34 传输给该处理器 32。换言之，该处理器 32 可以从存储器 33 中调用并运行计算机程序 34，以实现本申请实施例中的方法。

例如，该处理器 32 可用于根据该计算机程序 34 中的指令执行上述方法 200 中的步骤。

在本申请的一些实施例中，该处理器 32 可以包括但不限于：

40 通用处理器、数字信号处理器 (Digital Signal Processor, DSP)、专用集成电路 (Application Specific Integrated Circuit, ASIC)、现场可编程门阵列 (Field Programmable Gate Array, FPGA) 或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等等。

在本申请的一些实施例中，该存储器 33 包括但不限于：

45 易失性存储器和/或非易失性存储器。其中，非易失性存储器可以是只读存储器 (Read-Only Memory, ROM)、可编程只读存储器 (Programmable ROM, PROM)、可擦除可编程只读存储器 (Erasable PROM, EPROM)、电可擦除可编程只读存储器 (Electrically EPROM, EEPROM) 或闪存。易失性存储器可以是随机存取存储器 (Random Access Memory, RAM)，其用作外部高速缓存。通过示例性但不是限制性说明，许多形式的 RAM 可用，例如静态随机存取存储器 (Static RAM, SRAM)、动态随机存取存储器 (Dynamic RAM, DRAM)、同步动态随机存取存储器 (Synchronous DRAM, SDRAM)、双倍数据速率同步动态随机存取存储器 (Double Data Rate SDRAM, DDR SDRAM)、增强型同步动态随机存取存储器 (Enhanced SDRAM, ESDRAM)、同步连接动态随机存取存储器 (synch link DRAM, SLDRAM) 和直接内存总线随机存取存储器 (Direct Rambus RAM, DR RAM)。

50 在本申请的一些实施例中，该计算机程序 34 可以被分割成一个或多个单元，该一个或者多个单元被存储在该存储器 33 中，并由该处理器 32 执行，以完成本申请提供的方法。该一个或多个单元可以是能够完成特定功能的一系列计算机程序指令段，该指令段用于描述该计算机程序 34 在该电子设备 30 中的执行过程。

如图 20 所示，该电子设备 30 还可包括：

55 收发器 33，该收发器 33 可连接至该处理器 32 或存储器 33。

其中，处理器 32 可以控制该收发器 33 与其他设备进行通信，具体地，可以向其他设备发送信息或数据，或接收其他设备发送的信息或数据。收发器 33 可以包括发射机和接收机。收发器 33 还可以进一步包括天线，天线的数量可以是一个或多个。

应当理解，该电子设备 30 中的各个组件通过总线系统相连，其中，总线系统除包括数据总线之外，还包括电源总

线、控制总线 and 状态信号总线。

图 21 是本申请实施例提供的点云编解码系统的示意性框图。

如图 21 所示，该点云编解码系统 40 可包括：点云编码器 41 和点云解码器 42，其中点云编码器 41 用于执行本申请实施例涉及的点云编码方法，点云解码器 42 用于执行本申请实施例涉及的点云解码方法。

5 本申请还提供了一种码流，该码流是根据上述编码方法生成的。

本申请还提供了一种计算机存储介质，其上存储有计算机程序，该计算机程序被计算机执行时使得该计算机能够执行上述方法实施例的方法。或者说，本申请实施例还提供一种包含指令的计算机程序产品，该指令被计算机执行时使得计算机执行上述方法实施例的方法。

10 当使用软件实现时，可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。该计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行该计算机程序指令时，全部或部分地产生按照本申请实施例该的流程或功能。该计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。该计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输，例如，该计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线（例如同轴电缆、光纤、数字用户线（digital subscriber line, DSL））或无线（例如红外、无线、微波等）方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。该计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。该可用介质可以是磁性介质（例如，软盘、硬盘、磁带）、光介质（例如数字点云光盘（digital video disc, DVD））、或者半导体介质（例如固态硬盘（solid state disk, SSD））等。

15 本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

20 在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的系统、装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，该单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

25 作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。例如，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

30 以上内容，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以该权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1、一种点云解码方法，其特征在于，包括：

在当前待解码帧的预测参考帧中，确定当前节点的N个预测节点，所述当前节点为所述当前待解码帧中的待解码节点，所述N为正整数；

5 基于所述N个预测节点的几何解码信息，对所述当前节点中点的坐标信息进行预测解码。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述当前待解码帧包括K个预测参考帧，所述在当前待解码帧的预测参考帧中，确定所述当前节点的N个预测节点，包括：

针对所述K个预测参考帧中的第k个预测参考帧，确定所述当前节点在所述第k个预测参考帧中的至少一个预测节点，所述k为小于或等于K的正整数，所述K为正整数；

10 基于所述当前节点在所述K个预测参考帧中的至少一个预测节点，确定所述当前节点的N个预测节点。

3、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述确定所述当前节点在所述第k个预测参考帧中的至少一个预测节点，包括：

在所述当前待解码帧中，确定所述当前节点的M个领域节点，所述M个领域节点中包括所述当前节点，所述M为正整数；

15 针对所述M个领域节点中的第i个领域节点，确定所述第i个领域节点在所述第k个预测参考帧中的对应节点，所述i为小于或等于M的正整数；

基于所述M个领域节点在所述第k个预测参考帧中的对应节点，确定所述当前节点在所述第k个预测参考帧中的至少一个预测节点。

4、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述确定所述当前节点在所述第k个预测参考帧中的至少一个预测节点，包括：

确定所述当前节点在所述第k个预测参考帧中的对应节点；

确定所述对应节点的至少一个领域节点；

将所述至少一个领域节点，确定为所述当前节点在所述第k个预测参考帧中的至少一个预测节点。

5、根据权利要求3或4所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

25 在所述当前待解码帧中，确定第i个节点的父节点，作为第i个父节点，所述第i个节点为所述第i个领域节点或者为所述当前节点；

确定所述第i个父节点在所述第k个预测参考帧中的匹配节点，作为第i个匹配节点；

将所述i个匹配节点的子节点中的一个子节点，确定为所述第i个节点在所述第k个预测参考帧中的对应节点。

6、根据权利要求5所述的方法，其特征在于，所述确定所述第i个父节点在所述第k个预测参考帧中的匹配节点，包括：

30 基于所述第i个父节点的占位信息，确定所述第i个父节点在所述第k个预测参考帧中的匹配节点。

7、根据权利要求6所述的方法，其特征在于，所述基于所述第i个父节点的占位信息，确定所述第i个父节点在所述第k个预测参考帧中的匹配节点，包括：

35 将所述第k个预测参考帧中，占位信息与所述第i个父节点的占位信息之间的差异最小的节点，确定为所述第i个父节点在所述第k个预测参考帧中的匹配节点。

8、根据权利要求5所述的方法，其特征在于，所述将所述i个匹配节点的子节点中的一个子节点，确定为所述第i个节点在所述第k个预测参考帧中的对应节点，包括：

确定所述第i个节点在所述父节点所包括的子节点中的第一序号；

40 将所述第i个匹配节点的子节点中序号为第一序号的子节点，确定为所述第i个节点在所述第k个预测参考帧中的对应节点。

9、根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述基于所述M个领域节点在所述第k个预测参考帧中的对应节点，确定所述当前节点在所述第k个预测参考帧中的至少一个预测节点，包括：

将所述M个领域节点在所述第k个预测参考帧中的对应节点，确定为所述当前节点在所述第k个预测参考帧中的至少一个预测节点。

45 10、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述基于所述当前节点在所述K个预测参考帧中的至少一个预测节点，确定所述当前节点的N个预测节点，包括：

将所述当前节点在所述K个预测参考帧中的至少一个预测节点，确定为所述当前节点的N个预测节点。

11、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，若所述当前待解码帧为P帧，则所述K个预测参考帧包括所述当前待解码帧的前向帧。

50 12、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，若所述当前待解码帧为B帧，则所述K个预测参考帧包括所述当前待解码帧的前向帧和后向帧。

13、根据权利要求2-12任一项所述的方法，其特征在于，所述基于所述N个预测节点的几何解码信息，对所述当前节点中点的坐标信息进行预测解码，包括：

基于所述N个预测节点的几何解码信息，确定上下文模型的索引；

55 基于所述上下文模型的索引，确定所述上下文模型；

使用所述上下文模型，对所述当前节点中的当前点的坐标信息进行预测解码。

14、根据权利要求13所述的方法，其特征在于，所述预测节点的几何解码信息包括所述预测节点的直接解码信息和/或所述预测节点中点的位置信息，所述直接解码信息用于指示所述预测节点是否满足直接解码方式进行解码的条件，

所述基于所述 N 个预测节点的几何解码信息，确定上下文模型的索引，包括：

基于所述 N 个预测节点的直接解码信息，确定第一上下文索引，和/或基于所述 N 个预测节点中点的坐标信息，确定第二上下文索引；

所述基于所述上下文模型的索引，选择所述上下文模型，包括：

5 基于所述第一上下文索引和/或所述第二上下文索引，从预设的多个上下文模型中，选出所述上下文模型。

15、根据权利要求 14 所述的方法，其特征在于，所述基于所述 N 个预测节点的直接解码信息，确定第一上下文索引，包括：

针对所述 N 个预测节点中的任一预测节点，基于所述预测节点的直接解码信息，确定所述预测节点对应的第一数值；

10 基于所述 N 个预测节点对应的第一数值，确定所述第一上下文索引。

16、根据权利要求 15 所述的方法，其特征在于，所述直接解码信息包括所述预测节点的直接解码模式，所述基于所述预测节点的直接解码信息，确定所述预测节点对应的第一数值，包括：

将所述预测节点的直接解码模式的编号，确定所述预测节点对应的第一数值。

17、根据权利要求 15 所述的方法，其特征在于，所述基于所述 N 个预测节点对应的第一数值，确定所述第一上下文索引，包括：

确定所述预测节点对应的第一权重；

基于所述第一权重，对所述 N 个预测节点对应的第一数值进行加权处理，得到第一加权预测值；

基于所述第一加权预测值，确定所述第一上下文索引。

18、根据权利要求 14 所述的方法，其特征在于，若所述 K 大于 1 时，则所述基于所述 N 个预测节点的直接解码信息，确定第一上下文索引，包括：

针对所述 K 个预测参考帧中的第 j 个预测参考帧，基于所述当前节点在所述第 j 个预测参考帧中的预测节点的直接解码信息，确定所述第 j 个预测参考帧中的预测节点对应的第一数值，所述 j 为小于或等于 K 的正整数；

确定所述预测节点对应的第一权重，并基于所述第一权重对所述第 j 个预测参考帧中的预测节点对应的第一数值进行加权处理，得到所述第 j 个预测参考帧对应的第二加权预测值；

25 基于所述 K 个预测参考帧对应的第二加权预测值，确定所述第一上下文索引。

19、根据权利要求 18 所述的方法，其特征在于，所述基于所述 K 个预测参考帧对应的第二加权预测值，确定所述第一上下文索引，包括：

确定所述 K 个预测参考帧对应的第二权重；

基于所述第二权重对所述 K 个预测参考帧分别对应的第二加权预测值进行加权处理，得到所述第一上下文索引。

20、根据权利要求 14 所述的方法，其特征在于，所述基于所述 N 个预测节点中点的坐标信息，确定第二上下文索引，包括：

对于所述 N 个预测节点中的任一预测节点，从所述预测节点所包括的点中，选出所述当前节点中的当前点对应的第一点；

基于所述 N 个预测节点所包括的第一点的坐标信息，确定所述第二上下文索引。

21、根据权利要求 20 所述的方法，其特征在于，所述基于所述 N 个预测节点所包括的第一点的坐标信息，确定所述第二上下文索引，包括：

基于所述 N 个预测节点所包括的第一点在第 i 个坐标轴上的坐标信息，确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引，所述第 i 个坐标轴为 X 坐标轴、Y 坐标轴或 Z 坐标轴；

所述基于所述第一上下文索引和/或所述第二上下文索引，从预设的多个上下文模型中，选出所述上下文模型，包括：

40 基于所述第一上下文索引和/或所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引，从所述多个上下文模型中，选出所述第 i 个坐标轴对应的上下文模型；

所述使用所述上下文模型，对所述当前节点中的当前点的坐标信息进行预测解码，包括：

使用所述第 i 个坐标轴对应的上下文模型，对所述当前点在所述第 i 个坐标轴上的坐标信息进行预测解码。

22、根据权利要求 21 所述的方法，其特征在于，所述基于所述 N 个预测节点所包括的第一点在第 i 个坐标轴上的坐标信息，确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引，包括：

确定所述预测节点对应的第一权重；

基于所述第一权重，对所述 N 个预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到第一加权点；

基于所述第一加权点在所述第 i 个坐标轴上的坐标信息，确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引。

23、根据权利要求 21 所述的方法，其特征在于，若所述 K 大于 1 时，则所述基于所述 N 个预测节点所包括的第一点在第 i 个坐标轴上的坐标信息，确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引，包括：

针对所述 K 个预测参考帧中的第 j 个预测参考帧，确定所述第 j 个预测参考帧中预测节点对应的第一权重；

基于所述第一权重，对所述第 j 个预测参考帧中的预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到所述第 j 个预测参考帧对应的第二加权点，所述 j 为小于或等于 K 的正整数；

55 基于所述 K 个预测参考帧对应的第二加权点，确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引。

24、根据权利要求 23 所述的方法，其特征在于，所述基于所述 K 个预测参考帧对应的第二加权点的坐标信息，确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引，包括：

确定所述 K 个预测参考帧对应的第二权重；

基于所述第二权重对所述 K 个预测参考帧对应的第二加权点的坐标信息进行加权处理，得到第三加权点；

- 基于所述第三加权点在所述第 i 个坐标轴上的坐标信息, 确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引。
- 25、根据权利要求 17、18、22 或 23 所述的方法, 其特征在于, 确定所述预测节点对应的第一权重, 包括:
基于所述预测节点对应的领域节点与所述当前节点之间的距离, 确定所述预测节点对应的第一权重。
- 5 26、根据权利要求 19 或 24 所述的方法, 其特征在于, 所述确定所述 K 个预测参考帧对应的第二权重, 包括:
基于所述预测参考帧与所述当前待解码帧之间的时间差距, 确定所述预测参考帧对应的第二权重。
- 27、一种点云编码方法, 其特征在于, 包括:
在当前待编码帧的预测参考帧中, 确定当前节点的 N 个预测节点, 所述当前节点为所述当前待编码帧中的待编码节点, 所述 N 为正整数;
- 10 基于所述 N 个预测节点的几何编码信息, 对所述当前节点中点的坐标信息进行预测编码。
- 28、根据权利要求 27 所述的方法, 其特征在于, 所述当前待编码帧包括 K 个预测参考帧, 所述在当前待编码帧的预测参考帧中, 确定所述当前节点的 N 个预测节点, 包括:
针对所述 K 个预测参考帧中的第 k 个预测参考帧, 确定所述当前节点在所述第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点, 所述 k 为小于或等于 K 的正整数, 所述 K 为正整数;
基于所述当前节点在所述 K 个预测参考帧中的至少一个预测节点, 确定所述当前节点的 N 个预测节点。
- 15 29、根据权利要求 28 所述的方法, 其特征在于, 所述确定所述当前节点在所述第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点, 包括:
在所述当前待编码帧中, 确定所述当前节点的 M 个领域节点, 所述 M 个领域节点中包括所述当前节点, 所述 M 为正整数;
针对所述 M 个领域节点中的第 i 个领域节点, 确定所述第 i 个领域节点在所述第 k 个预测参考帧中的对应节点,
- 20 所述 i 为小于或等于 M 的正整数;
基于所述 M 个领域节点在所述第 k 个预测参考帧中的对应节点, 确定所述当前节点在所述第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点。
- 30、根据权利要求 28 所述的方法, 其特征在于, 所述确定所述当前节点在所述第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点, 包括:
确定所述当前节点在所述第 k 个预测参考帧中的对应节点;
确定所述对应节点的至少一个领域节点;
将所述至少一个领域节点, 确定为所述当前节点在所述第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点。
- 25 31、根据权利要求 29 或 30 所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:
在所述当前待编码帧中, 确定第 i 个节点的父节点, 作为第 i 个父节点, 所述第 i 个节点为所述第 i 个领域节点或者为所述当前节点;
- 30 确定所述第 i 个父节点在所述第 k 个预测参考帧中的匹配节点, 作为第 i 个匹配节点;
将所述 i 个匹配节点的子节点中的一个子节点, 确定为所述第 i 个节点在所述第 k 个预测参考帧中的对应节点。
- 32、根据权利要求 31 所述的方法, 其特征在于, 所述确定所述第 i 个父节点在所述第 k 个预测参考帧中的匹配节点, 包括:
基于所述第 i 个父节点的占位信息, 确定所述第 i 个父节点在所述第 k 个预测参考帧中的匹配节点。
- 35 33、根据权利要求 32 所述的方法, 其特征在于, 所述基于所述第 i 个父节点的占位信息, 确定所述第 i 个父节点在所述第 k 个预测参考帧中的匹配节点, 包括:
将所述第 k 个预测参考帧中, 占位信息与所述第 i 个父节点的占位信息之间的差异最小的节点, 确定为所述第 i 个父节点在所述第 k 个预测参考帧中的匹配节点。
- 40 34、根据权利要求 31 所述的方法, 其特征在于, 所述将所述 i 个匹配节点的子节点中的一个子节点, 确定为所述第 i 个节点在所述第 k 个预测参考帧中的对应节点, 包括:
确定所述第 i 个节点在所述父节点所包括的子节点中的第一序号;
将所述第 i 个匹配节点的子节点中序号为第一序号的子节点, 确定为所述第 i 个节点在所述第 k 个预测参考帧中的对应节点。
- 45 35、根据权利要求 29 所述的方法, 其特征在于, 所述基于所述 M 个领域节点在所述第 k 个预测参考帧中的对应节点, 确定所述当前节点在所述第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点, 包括:
将所述 M 个领域节点在所述第 k 个预测参考帧中的对应节点, 确定为所述当前节点在所述第 k 个预测参考帧中的至少一个预测节点。
- 36、根据权利要求 28 所述的方法, 其特征在于, 所述基于所述当前节点在所述 K 个预测参考帧中的至少一个预测节点, 确定所述当前节点的 N 个预测节点, 包括:
将所述当前节点在所述 K 个预测参考帧中的至少一个预测节点, 确定为所述当前节点的 N 个预测节点。
- 50 37、根据权利要求 28 所述的方法, 其特征在于, 若所述当前待编码帧为 P 帧, 则所述 K 个预测参考帧包括所述当前待编码帧的前向帧。
- 38、根据权利要求 28 所述的方法, 其特征在于, 若所述当前待编码帧为 B 帧, 则所述 K 个预测参考帧包括所述当前待编码帧的前向帧和后向帧。
- 55 39、根据权利要求 28-38 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述基于所述 N 个预测节点的几何编码信息, 对所述当前节点中点的坐标信息进行预测编码, 包括:
基于所述 N 个预测节点的几何编码信息, 确定上下文模型的索引;
基于所述上下文模型的索引, 确定所述上下文模型;

使用所述上下文模型，对所述当前节点中的当前点的坐标信息进行预测编码。

40、根据权利要求 39 所述的方法，其特征在于，所述预测节点的几何编码信息包括所述预测节点的直接编码信息和/或所述预测节点中点的位置信息，所述直接编码信息用于指示所述预测节点是否满足直接编码方式进行编码的条件，所述基于所述 N 个预测节点的几何编码信息，确定上下文模型的索引，包括：

5 基于所述 N 个预测节点的直接编码信息，确定第一上下文索引，和/或基于所述 N 个预测节点中点的坐标信息，确定第二上下文索引；

所述基于所述上下文模型的索引，选择所述上下文模型，包括：

基于所述第一上下文索引和/或所述第二上下文索引，从预设的多个上下文模型中，选出所述上下文模型。

10 41、根据权利要求 40 所述的方法，其特征在于，所述基于所述 N 个预测节点的直接编码信息，确定第一上下文索引，包括：

针对所述 N 个预测节点中的任一预测节点，基于所述预测节点的直接编码信息，确定所述预测节点对应的第一数值；

基于所述 N 个预测节点对应的第一数值，确定所述第一上下文索引。

15 42、根据权利要求 41 所述的方法，其特征在于，所述直接编码信息包括所述预测节点的直接编码模式，所述基于所述预测节点的直接编码信息，确定所述预测节点对应的第一数值，包括：

将所述预测节点的直接编码模式的编号，确定所述预测节点对应的第一数值。

43、根据权利要求 41 所述的方法，其特征在于，所述基于所述 N 个预测节点对应的第一数值，确定所述第一上下文索引，包括：

确定所述预测节点对应的第一权重；

20 基于所述第一权重，对所述 N 个预测节点对应的第一数值进行加权处理，得到第一加权预测值；

基于所述第一加权预测值，确定所述第一上下文索引。

44、根据权利要求 40 所述的方法，其特征在于，若所述 K 大于 1 时，则所述基于所述 N 个预测节点的直接编码信息，确定第一上下文索引，包括：

25 针对所述 K 个预测参考帧中的第 j 个预测参考帧，基于所述当前节点在所述第 j 个预测参考帧中的预测节点的直接编码信息，确定所述第 j 个预测参考帧中的预测节点对应的第一数值，所述 j 为小于或等于 K 的正整数；

确定所述预测节点对应的第一权重，并基于所述第一权重对所述第 j 个预测参考帧中的预测节点对应的第一数值进行加权处理，得到所述第 j 个预测参考帧对应的第二加权预测值；

基于所述 K 个预测参考帧对应的第二加权预测值，确定所述第一上下文索引。

30 45、根据权利要求 44 所述的方法，其特征在于，所述基于所述 K 个预测参考帧对应的第二加权预测值，确定所述第一上下文索引，包括：

确定所述 K 个预测参考帧对应的第二权重；

基于所述第二权重对所述 K 个预测参考帧分别对应的第二加权预测值进行加权处理，得到所述第一上下文索引。

46、根据权利要求 40 所述的方法，其特征在于，所述基于所述 N 个预测节点中点的坐标信息，确定第二上下文索引，包括：

35 对于所述 N 个预测节点中的任一预测节点，从所述预测节点所包括的点中，选出所述当前节点中的当前点对应的第一点；

基于所述 N 个预测节点所包括的第一点的坐标信息，确定所述第二上下文索引。

47、根据权利要求 46 所述的方法，其特征在于，所述基于所述 N 个预测节点所包括的第一点的坐标信息，确定所述第二上下文索引，包括：

40 基于所述 N 个预测节点所包括的第一点在第 i 个坐标轴上的坐标信息，确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引，所述第 i 个坐标轴为 X 坐标轴、Y 坐标轴或 Z 坐标轴；

所述基于所述第一上下文索引和/或所述第二上下文索引，从预设的多个上下文模型中，选出所述上下文模型，包括：

45 基于所述第一上下文索引和/或所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引，从所述多个上下文模型中，选出所述第 i 个坐标轴对应的上下文模型；

所述使用所述上下文模型，对所述当前节点中的当前点的坐标信息进行预测编码，包括：

使用所述第 i 个坐标轴对应的上下文模型，对所述当前点在所述第 i 个坐标轴上的坐标信息进行预测编码。

48、根据权利要求 47 所述的方法，其特征在于，所述基于所述 N 个预测节点所包括的第一点在第 i 个坐标轴上的坐标信息，确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引，包括：

50 确定所述预测节点对应的第一权重；

基于所述第一权重，对所述 N 个预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到第一加权点；

基于所述第一加权点在所述第 i 个坐标轴上的坐标信息，确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引。

49、根据权利要求 47 所述的方法，其特征在于，若所述 K 大于 1 时，则所述基于所述 N 个预测节点所包括的第一点在第 i 个坐标轴上的坐标信息，确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引，包括：

55 针对所述 K 个预测参考帧中的第 j 个预测参考帧，确定所述第 j 个预测参考帧中预测节点对应的第一权重；

基于所述第一权重，对所述第 j 个预测参考帧中的预测节点所包括的第一点的坐标信息进行加权处理，得到所述第 j 个预测参考帧对应的第二加权点，所述 j 为小于或等于 K 的正整数；

基于所述 K 个预测参考帧对应的第二加权点，确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引。

50、根据权利要求 49 所述的方法，其特征在于，所述基于所述 K 个预测参考帧对应的第二加权点的坐标信息，

确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引, 包括:

确定所述 K 个预测参考帧对应的第二权重;

基于所述第二权重对所述 K 个预测参考帧对应的第二加权点的坐标信息进行加权处理, 得到第三加权点;

基于所述第三加权点在所述第 i 个坐标轴上的坐标信息, 确定所述第 i 个坐标轴对应的第二上下文索引。

5

51、根据权利要求 43、44、48 或 49 所述的方法, 其特征在于, 确定所述预测节点对应的第一权重, 包括:

基于所述预测节点对应的领域节点与所述当前节点之间的距离, 确定所述预测节点对应的第一权重。

52、根据权利要求 45 或 50 所述的方法, 其特征在于, 所述确定所述 K 个预测参考帧对应的第二权重, 包括:

基于所述预测参考帧与所述当前待编码帧之间的时间差距, 确定所述预测参考帧对应的第二权重。

53、一种点云解码装置, 其特征在于, 包括:

10

确定单元, 用于在当前待解码帧的预测参考帧中, 确定当前节点的 N 个预测节点, 所述当前节点为所述当前待解码帧中的待解码节点, 所述 N 为正整数;

解码单元, 用于基于所述 N 个预测节点的几何解码信息, 对所述当前节点中点的坐标信息进行预测解码。

54、一种点云编码装置, 其特征在于, 包括:

15 确定单元, 具体用于在当前待编码帧的预测参考帧中, 确定当前节点的 N 个预测节点, 所述当前节点为所述当前待编码帧中的待编码节点, 所述 N 为正整数;

编码单元, 用于基于所述 N 个预测节点的几何编码信息, 对所述当前节点中点的坐标信息进行预测编码。

55、一种电子设备, 其特征在于, 包括: 处理器和存储器;

所述存储器用于存储计算机程序;

20

所述处理器用于调用并运行所述存储器中存储的计算机程序, 以执行如权利要求 1 至 26 或 27 至 52 任一项所述的方法。

56、一种计算机可读存储介质, 其特征在于, 用于存储计算机程序, 所述计算机程序使得计算机执行如权利要求 1 至 26 或 27 至 52 任一项所述的方法。

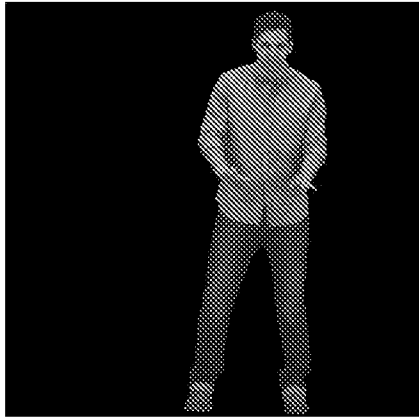


图 1A

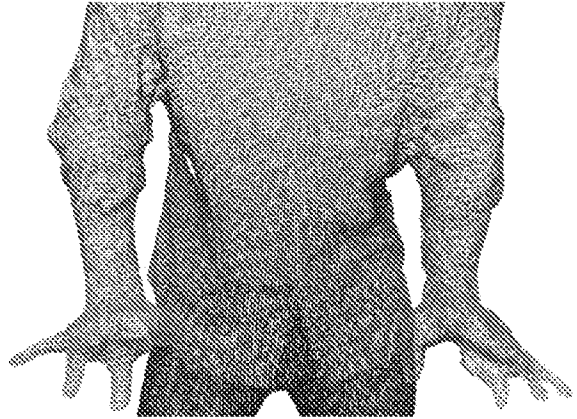


图 1B



图 2

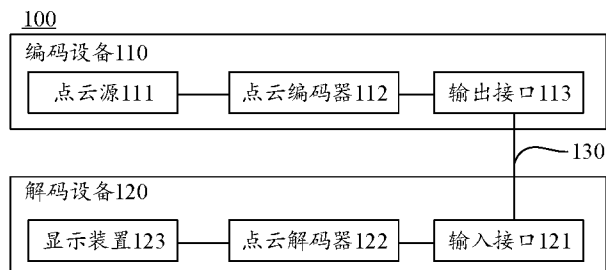


图 3

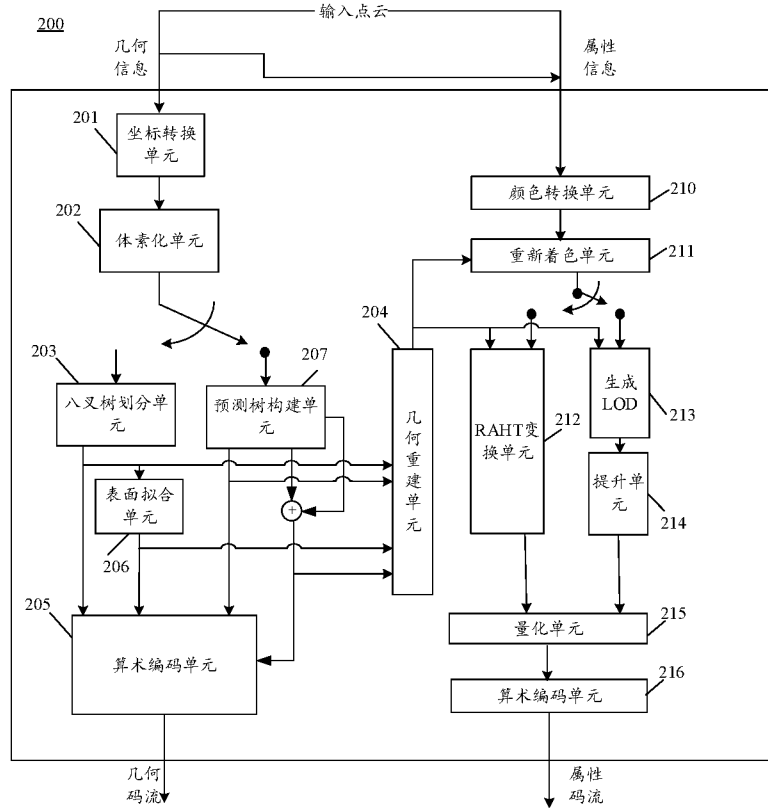


图 4A

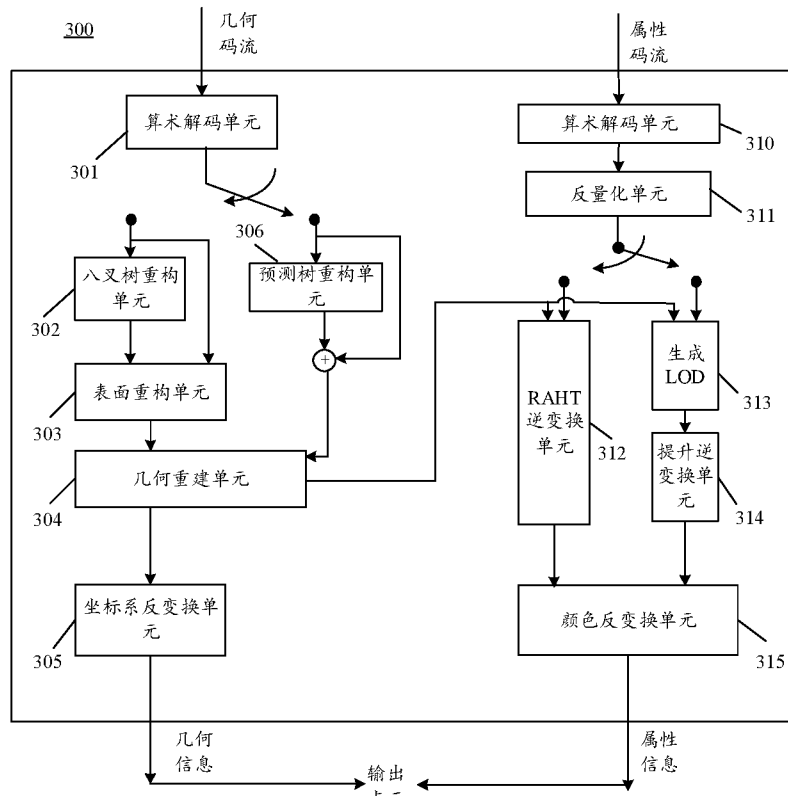


图 4B

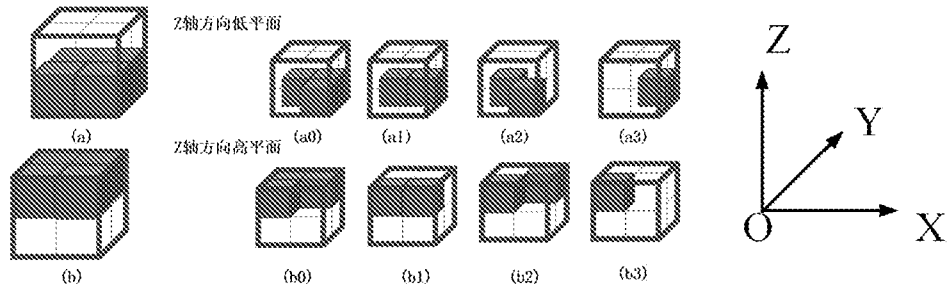


图 5A

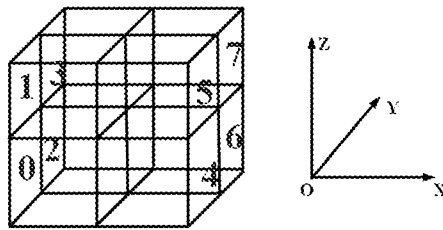


图 5B

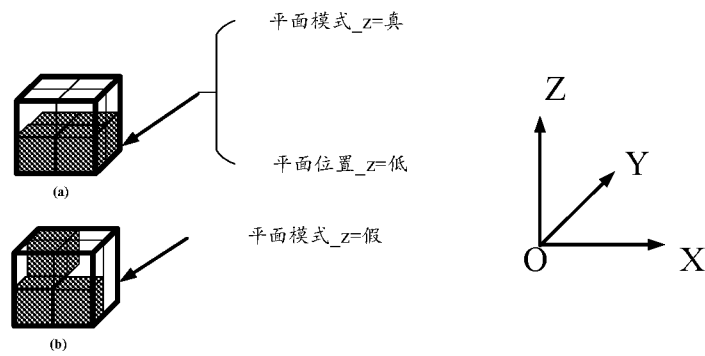


图 5C

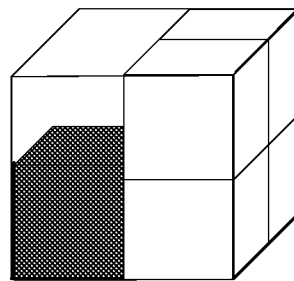


图 5D

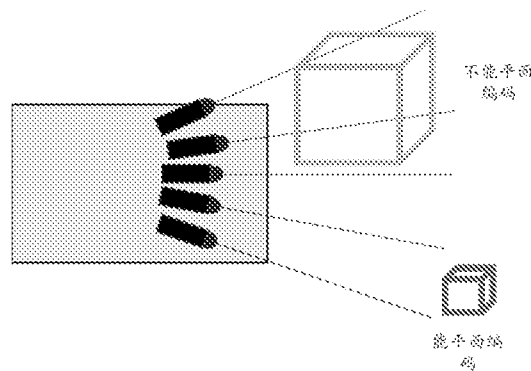


图 5E

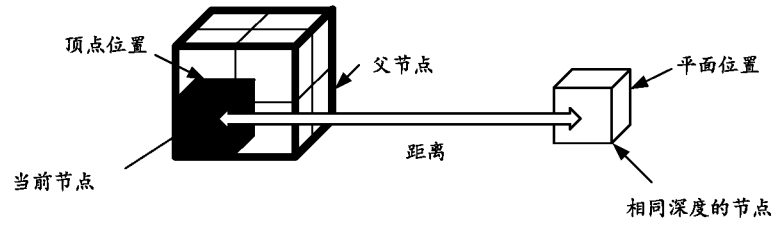


图 5F

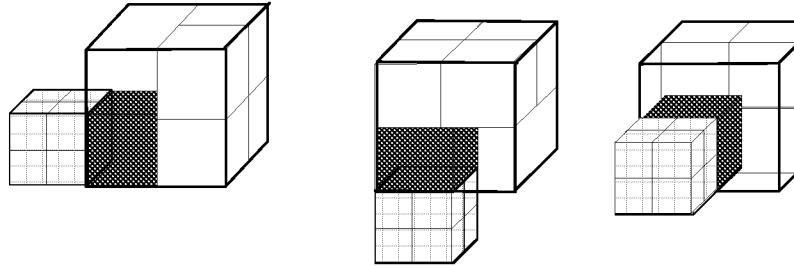


图 5G

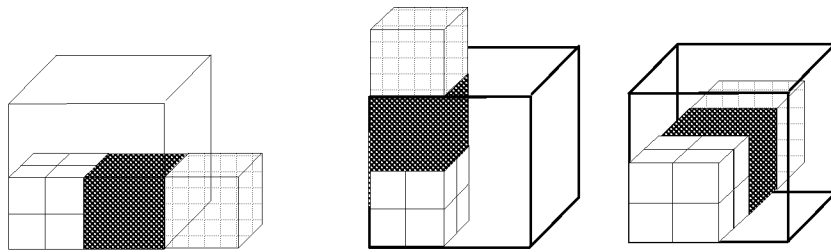


图 5H

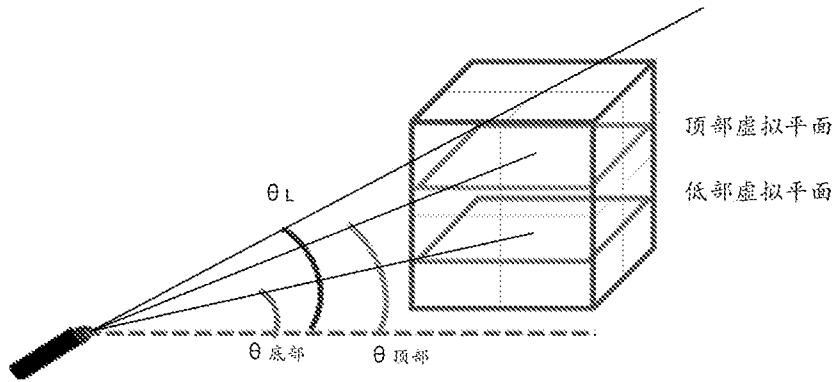


图 5I

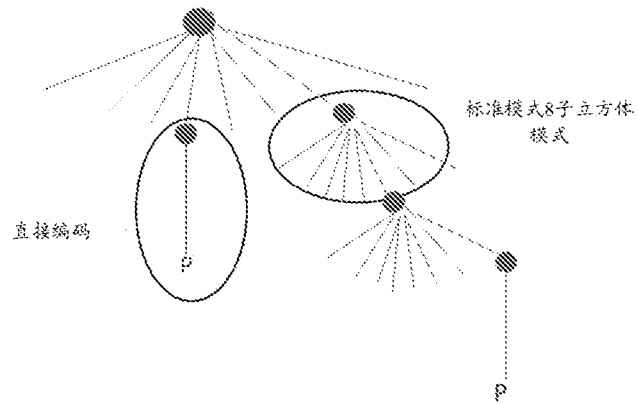


图 6A

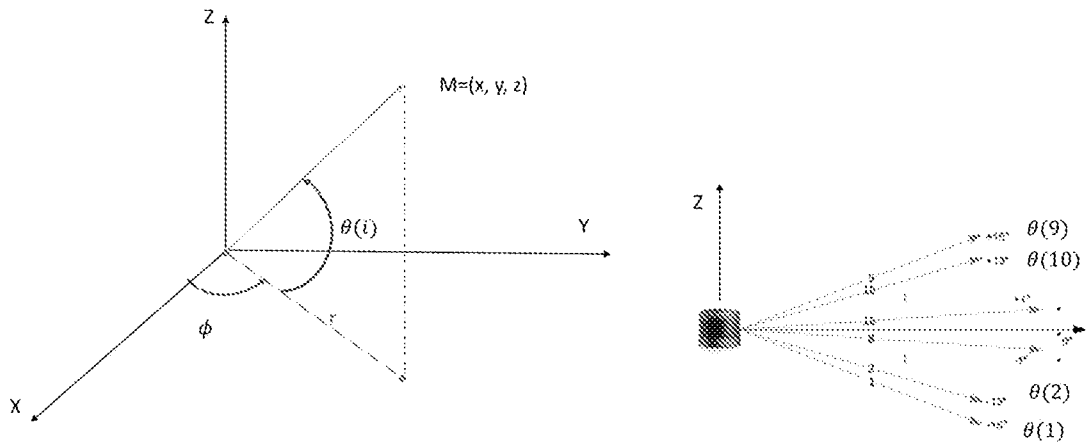


图 6B

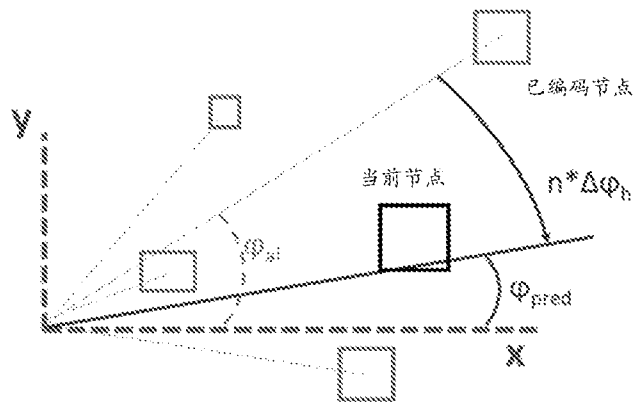


图 6C

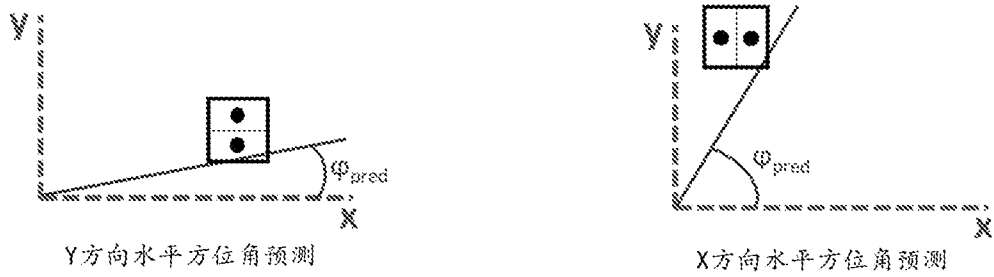


图 6D

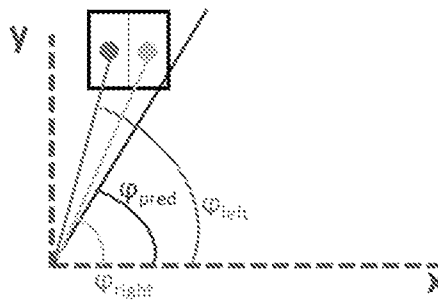
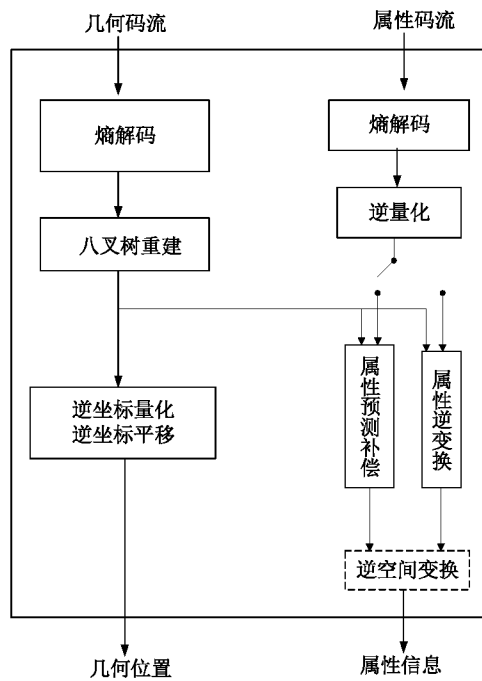
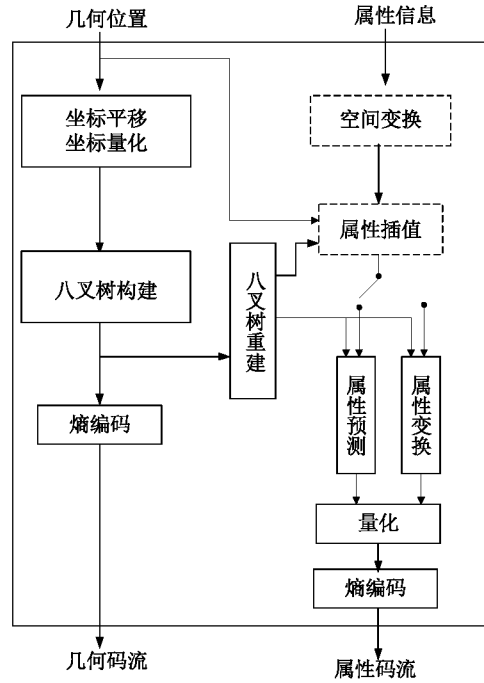
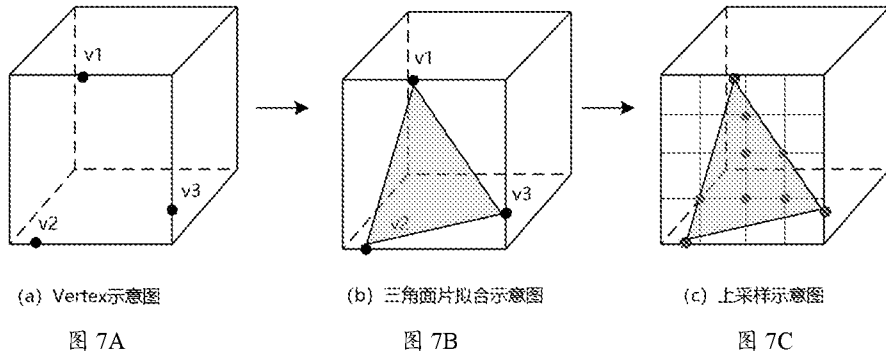


图 6E



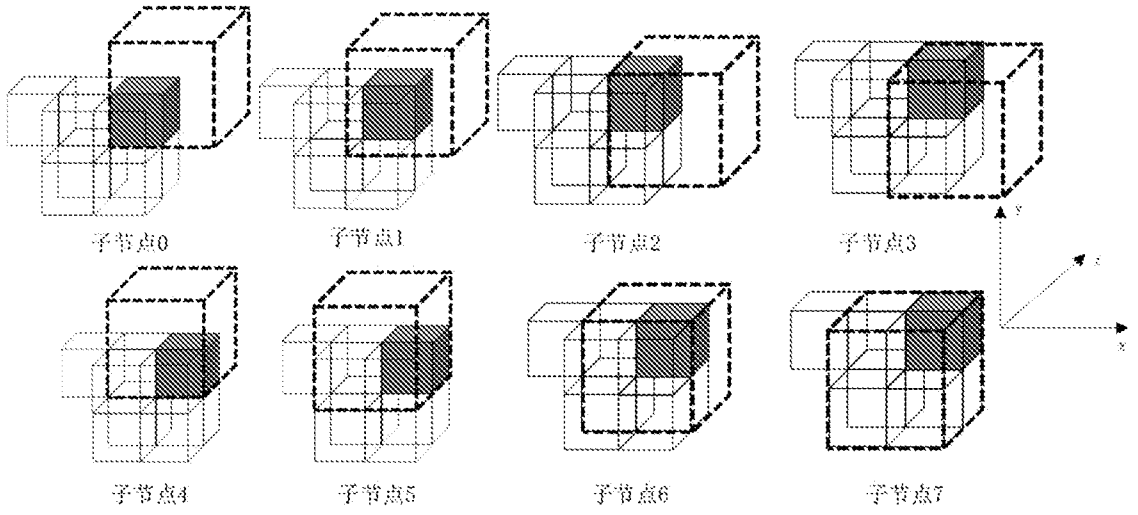


图 9A

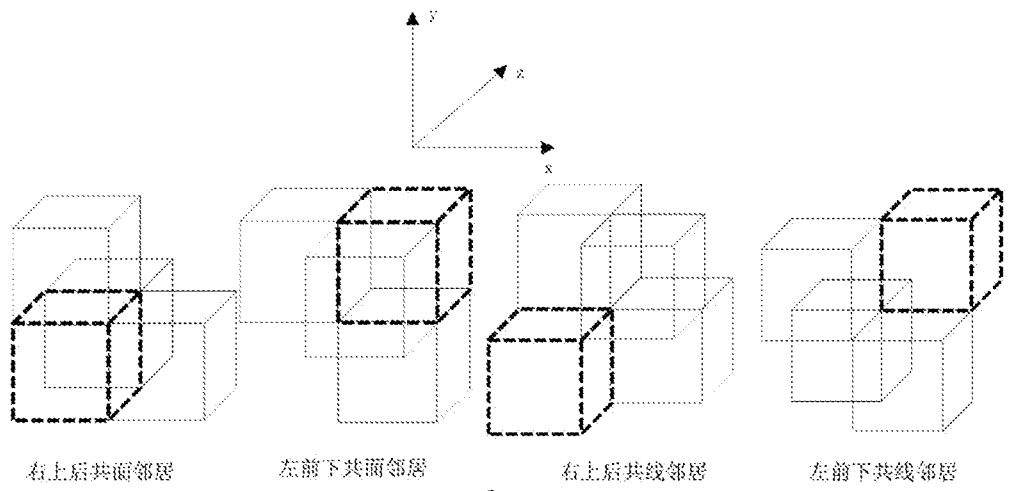


图 9B

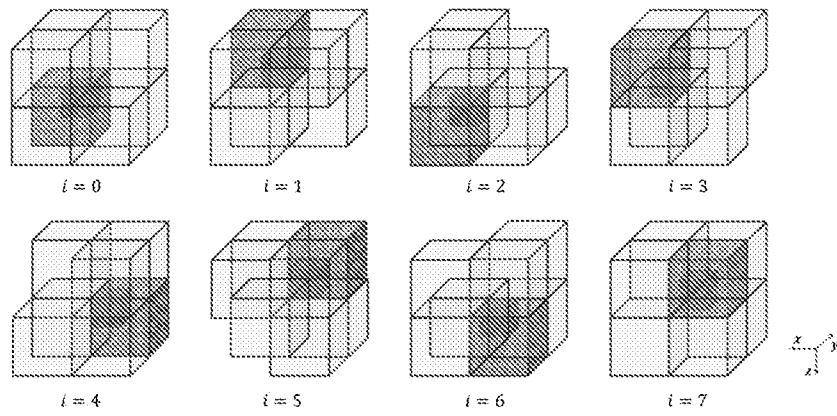


图 9C

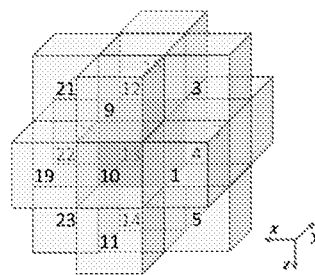
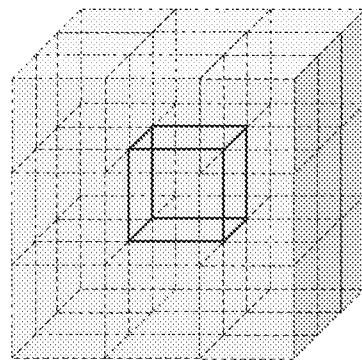
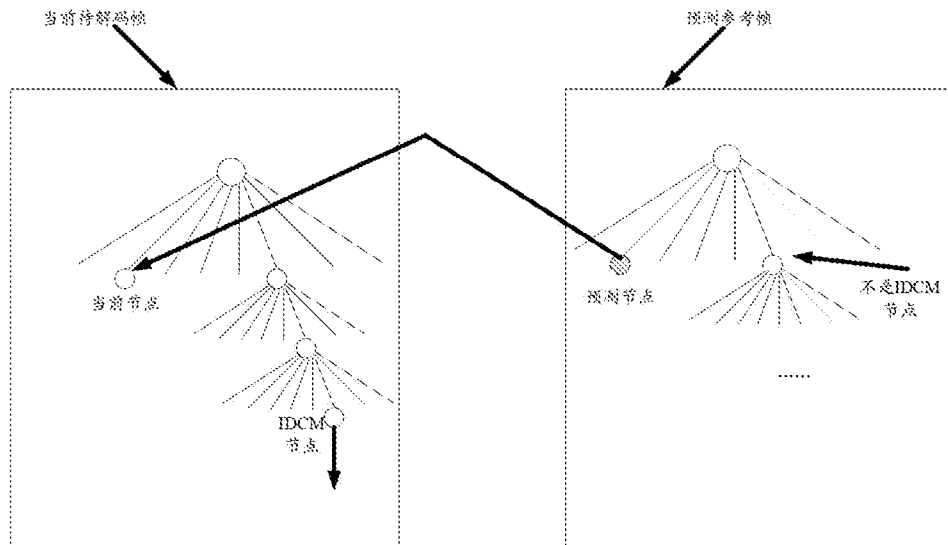
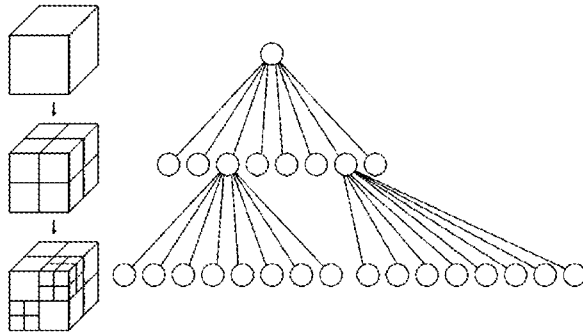
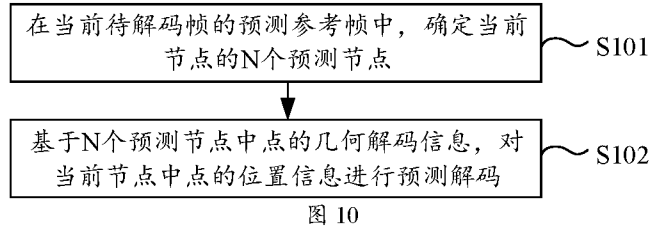
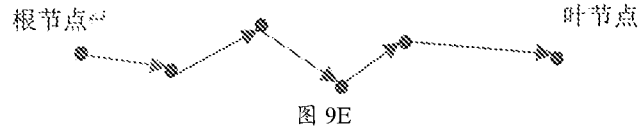


图 9D



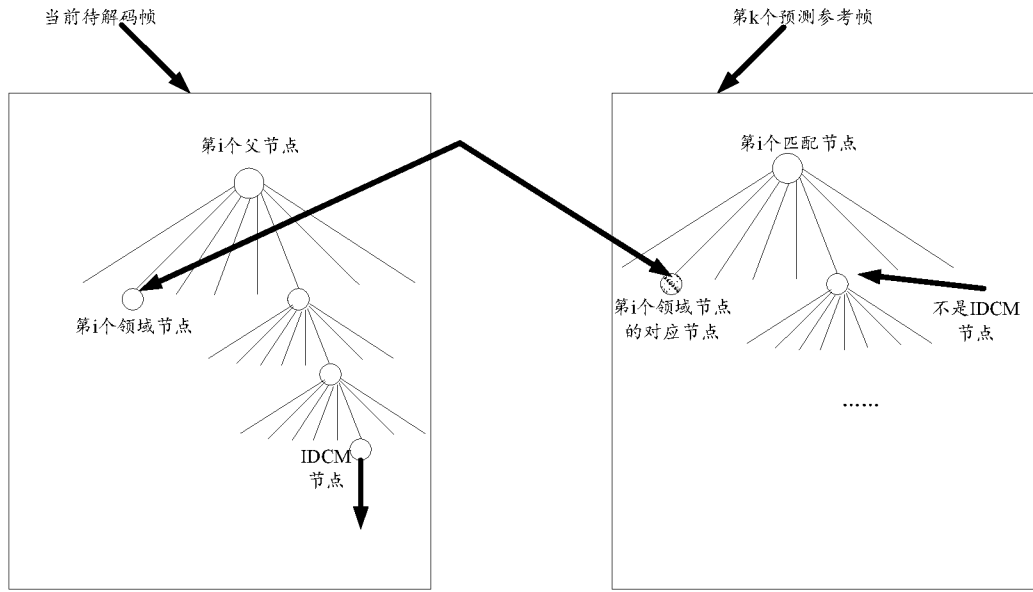


图 14

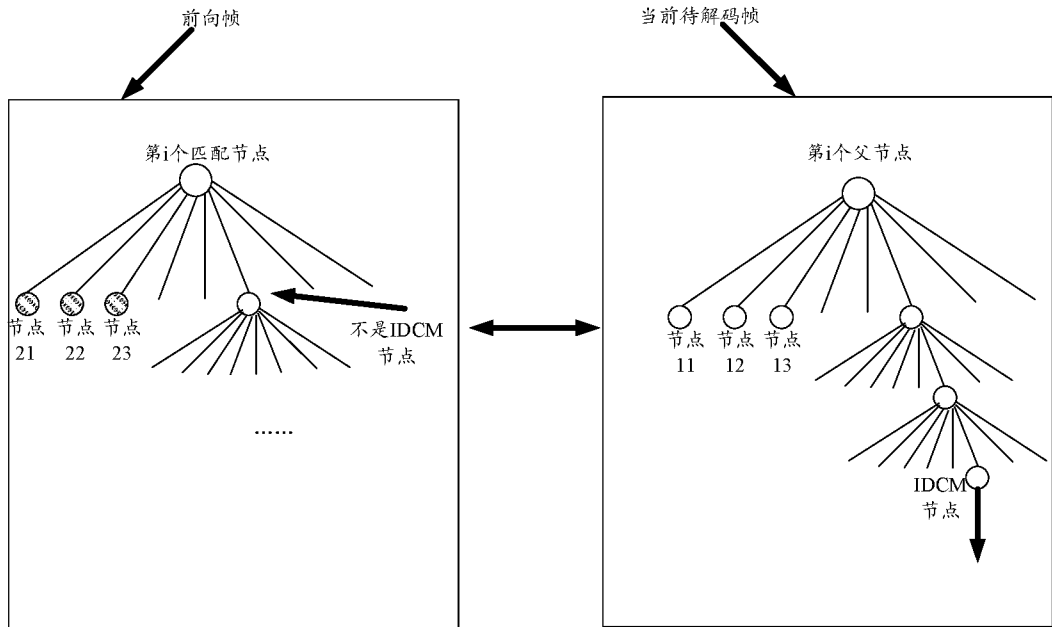


图 15A

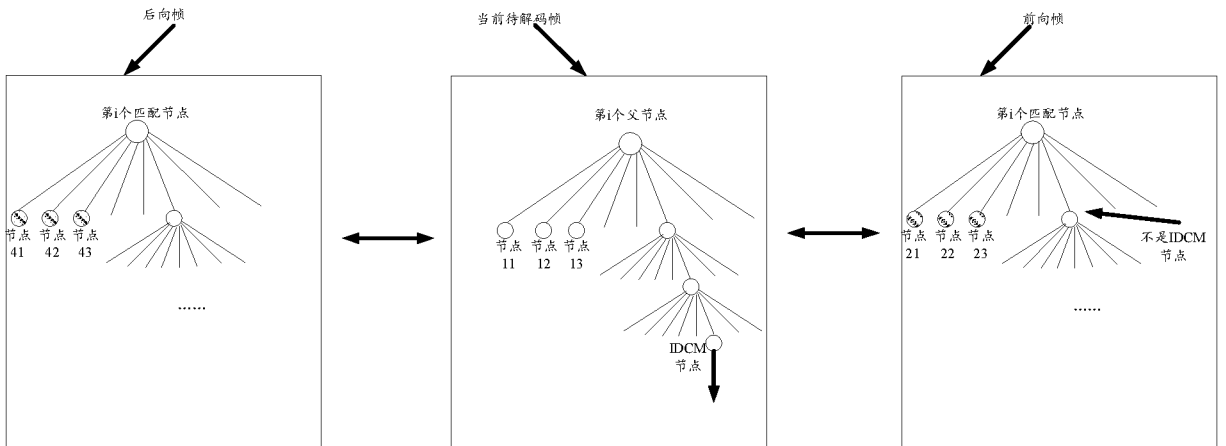


图 15B

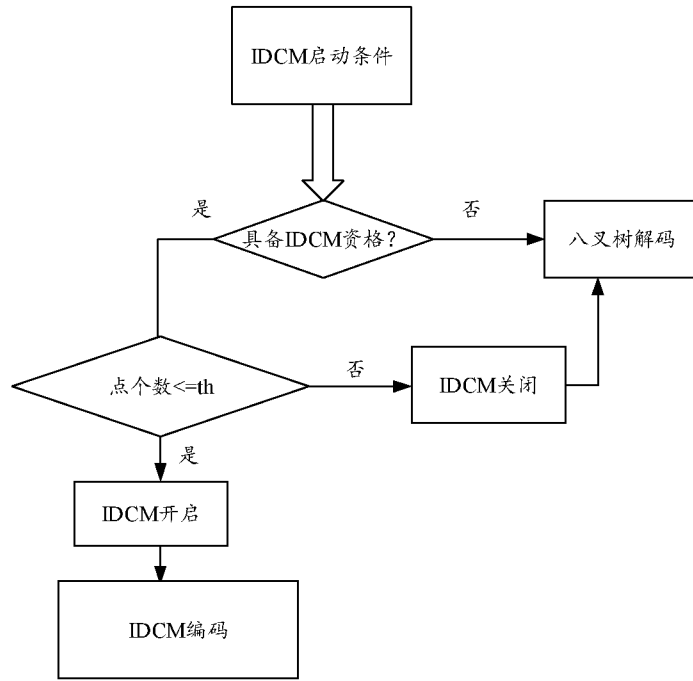


图 16A

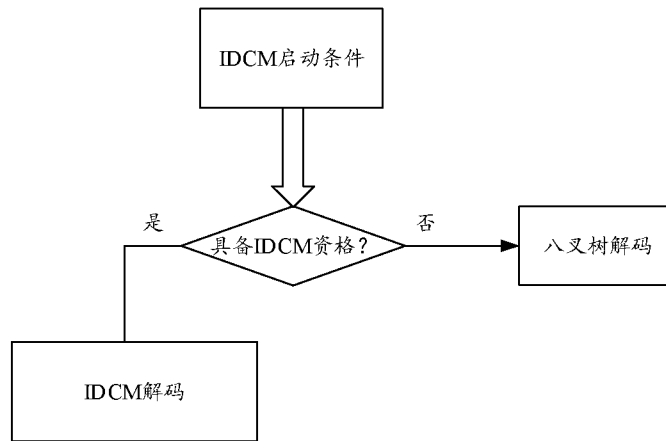


图 16B

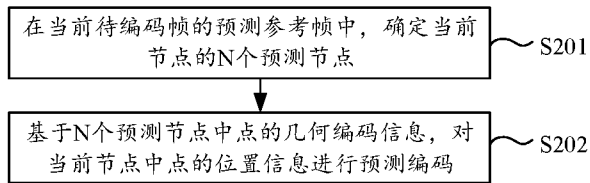


图 17

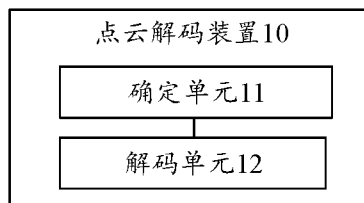


图 18

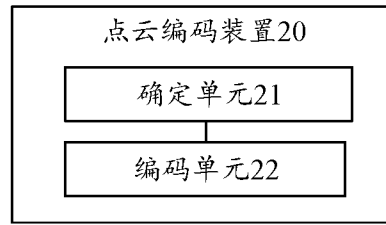


图 19

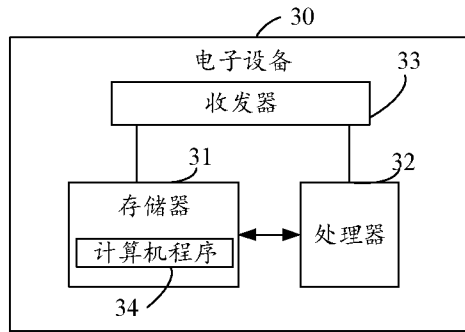


图 20

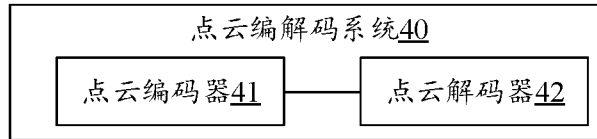


图 21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/071072

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H04N19/597(2014.01)i		
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)		
IPC: 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)		
CNTXT; WPABS; WPABSC; ENTXT; ENTXTC; VEN; CNKI: 点云, 编码, 解码, 预测, 节点, 参考帧, 上下文, 位置, 坐标, 索引, point, cloud, decode, code, encode, node, reference, frame, context, position, coordinate, index		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 112565764 A (XIDIAN UNIVERSITY) 26 March 2021 (2021-03-26) description, paragraphs 64-138, and figures 1-11	1-13, 27-39, 53-56
A	CN 115471627 A (VIVO COMMUNICATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 13 December 2022 (2022-12-13) entire document	1-56
A	CN 114143556 A (SUZHOU LIANSHITAI ELECTRONIC INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 04 March 2022 (2022-03-04) entire document	1-56
A	CN 114095735 A (PEKING UNIVERSITY SHENZHEN GRADUATE SCHOOL) 25 February 2022 (2022-02-25) entire document	1-56
A	WO 2022257145 A1 (GUANGDONG OPPO MOBILE TELECOMMUNICATIONS CORP., LTD.) 15 December 2022 (2022-12-15) entire document	1-56
<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 "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
13 September 2023		18 September 2023
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/CN2023/071072

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	112565764	A	26 March 2021	None	
CN	115471627	A	13 December 2022	None	
CN	114143556	A	04 March 2022	None	
CN	114095735	A	25 February 2022	None	
WO	2022257145	A1	15 December 2022	TW	202249488 A 16 December 2022

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2023/071072

<p>A. 主题的分类</p> <p>H04N19/597 (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. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>IPC: 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>CNXTX; WPABS; WPABSC; ENTXT; ENTXTC; VEN; CNKI: 点云, 编码, 解码, 预测, 节点, 参考帧, 上下文, 位置, 坐标, 索引, point, cloud, decode, code, encode, node, reference, frame, context, position, coordinate, index</p>																				
<p>C. 相关文件</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 112565764 A (西安电子科技大学) 2021年3月26日 (2021 - 03 - 26) 说明书第64-138段、附图1-11</td> <td>1-13、27-39、53-56</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 115471627 A (维沃移动通信有限公司) 2022年12月13日 (2022 - 12 - 13) 全文</td> <td>1-56</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 114143556 A (苏州联视泰电子信息技术有限公司) 2022年3月4日 (2022 - 03 - 04) 全文</td> <td>1-56</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 114095735 A (北京大学深圳研究生院) 2022年2月25日 (2022 - 02 - 25) 全文</td> <td>1-56</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2022257145 A1 (GUANGDONG OPPO MOBILE TELECOMMUNICATIONS CORP LTD) 2022年12月15日 (2022 - 12 - 15) 全文</td> <td>1-56</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “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) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “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 “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 “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 “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 “&” 同族专利的文件</p>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 112565764 A (西安电子科技大学) 2021年3月26日 (2021 - 03 - 26) 说明书第64-138段、附图1-11	1-13、27-39、53-56	A	CN 115471627 A (维沃移动通信有限公司) 2022年12月13日 (2022 - 12 - 13) 全文	1-56	A	CN 114143556 A (苏州联视泰电子信息技术有限公司) 2022年3月4日 (2022 - 03 - 04) 全文	1-56	A	CN 114095735 A (北京大学深圳研究生院) 2022年2月25日 (2022 - 02 - 25) 全文	1-56	A	WO 2022257145 A1 (GUANGDONG OPPO MOBILE TELECOMMUNICATIONS CORP LTD) 2022年12月15日 (2022 - 12 - 15) 全文	1-56
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
X	CN 112565764 A (西安电子科技大学) 2021年3月26日 (2021 - 03 - 26) 说明书第64-138段、附图1-11	1-13、27-39、53-56																		
A	CN 115471627 A (维沃移动通信有限公司) 2022年12月13日 (2022 - 12 - 13) 全文	1-56																		
A	CN 114143556 A (苏州联视泰电子信息技术有限公司) 2022年3月4日 (2022 - 03 - 04) 全文	1-56																		
A	CN 114095735 A (北京大学深圳研究生院) 2022年2月25日 (2022 - 02 - 25) 全文	1-56																		
A	WO 2022257145 A1 (GUANGDONG OPPO MOBILE TELECOMMUNICATIONS CORP LTD) 2022年12月15日 (2022 - 12 - 15) 全文	1-56																		
国际检索实际完成的日期	2023年9月13日	国际检索报告邮寄日期	2023年9月18日																	
ISA/CN的名称和邮寄地址	中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	授权官员	王倩 电话号码 (+86) 010-62412164																	

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/071072

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	112565764	A	2021年3月26日	无	
CN	115471627	A	2022年12月13日	无	
CN	114143556	A	2022年3月4日	无	
CN	114095735	A	2022年2月25日	无	
WO	2022257145	A1	2022年12月15日	TW	202249488 A 2022年12月16日