



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116830579 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 29

(21) 申请号 202180092793.2

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2021.02.09

H04N 19/13 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2023.08.02

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/CN2021/076370 2021.02.09

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02022/170521 ZH 2022.08.18

(71) 申请人 OPPO广东移动通信有限公司  
地址 523860 广东省东莞市长安镇乌沙海  
滨路18号

(72) 发明人 万帅 陈章 王哲诚 杨付正

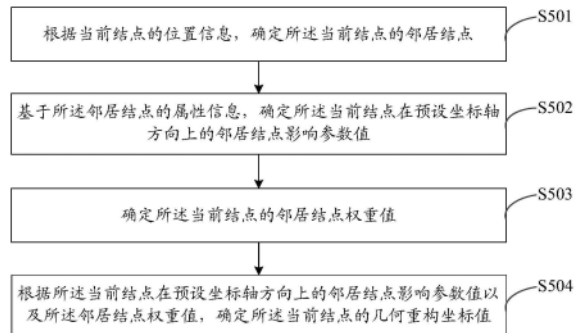
(74) 专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有  
限公司 11270  
专利代理师 马丽 徐川

(54) 发明名称

几何重构方法、解码器以及计算机存储介质

(57) 摘要

本申请实施例公开了一种几何重构方法、解码器以及计算机存储介质,该方法包括:根据当前结点的位置信息,确定所述当前结点的邻居结点;基于所述邻居结点的属性信息,确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值;确定所述当前结点的邻居结点权重值;根据所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值以及所述邻居结点权重值,确定所述当前结点的几何重构坐标值。这样,可以充分利用点云的空间相关性,从而能够降低空间可伸缩后几何重构过程中的几何误差。



# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2022年8月18日 (18.08.2022)



(10) 国际公布号  
**WO 2022/170521 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
*H04N 19/13* (2014.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/076370
- (22) 国际申请日: 2021年2月9日 (09.02.2021)
- (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: **万帅(WAN, Shuai)**; 中国广东省东莞市长安镇乌沙海滨路18号, Guangdong 523860 (CN)。

陈章(**CHEN, Zhang**); 中国广东省东莞市长安镇乌沙海滨路18号, Guangdong 523860 (CN)。王哲诚(**WANG, Zhecheng**); 中国广东省东莞市长安镇乌沙海滨路18号, Guangdong 523860 (CN)。杨付正(**YANG, Fuzheng**); 中国广东省东莞市长安镇乌沙海滨路18号, Guangdong 523860 (CN)。

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

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

(54) **Title:** GEOMETRY RECONSTRUCTION METHOD, DECODER AND COMPUTER STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 几何重构方法、解码器以及计算机存储介质

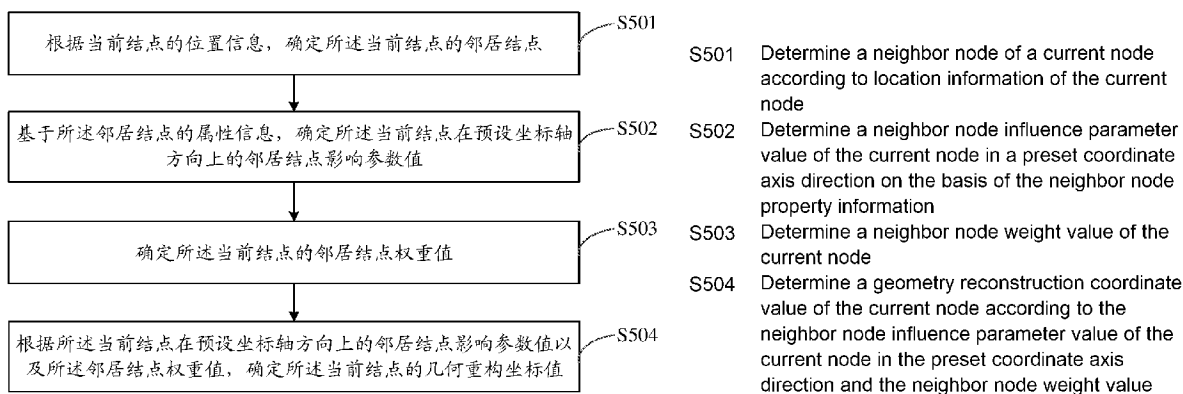


图5

(57) **Abstract:** Embodiments of the present application disclose a geometry reconstruction method, a decoder and a computer storage medium, the method comprising: determining a neighbor node of a current node according to location information of the current node; determining a neighbor node influence parameter value of the current node in a preset coordinate axis direction on the basis of property information of the neighbor node; determining a neighbor node weight value of the current node; and determining a geometry reconstruction coordinate value of the current node according to the neighbor node influence parameter value of the current node in the preset coordinate axis direction and the neighbor node weight value. The method can fully utilize the spatial correlations in a point cloud, thereby reducing geometric errors in a geometry reconstruction process after spatial scalability.

(57) **摘要:** 本申请实施例公开了一种几何重构方法、解码器以及计算机存储介质, 该方法包括: 根据当前结点的位置信息, 确定所述当前结点的邻居结点; 基于所述邻居结点的属性信息, 确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值; 确定所述当前结点的邻居结点权重值; 根据所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值以及所述邻居结点权重值, 确定所述当前结点的几何重构坐标值。这样, 可以充分利用点云的空间相关性, 从而能够降低空间可伸缩后几何重构过程中的几何误差。

JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

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

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

# 几何重构方法、解码器以及计算机存储介质

## 技术领域

本申请实施例涉及编解码技术领域，尤其涉及一种几何重构方法、解码器以及计算机存储介质。

## 背景技术

5 在基于几何的点云压缩（Geometry-based Point Cloud Compression, G-PCC）框架中，点云的几何信息和每个点云所对应的属性信息是分开进行编码的。几何编码完成后，对几何信息进行重建，而属性信息的编码将依赖于重建的几何信息。其中，属性信息编码主要针对颜色信息的编码，以将颜色信息从空间域变换到频域，得到高频系数和低频系数，最后对系数进行量化和熵编码，生成二进制码流。

10 其中，空间可伸缩（Spatial Scalability）是 G-PCC 框架的重要功能，通过解码部分点云的比特流信息生成点云缩略图，目前主要作用在基于八叉树几何信息的 G-PCC 解码器中。这里，跳过层（skip Layer）表示 G-PCC 解码器中无需解码的八叉树层级。然而，在相关技术中，对于已有 Spatial Scalability 后的几何重构过程，目前并没有考虑到不同结点内部点分布情况的不同，导致 spatial scalability 后几何重构过程中的几何误差较大。

## 发明内容

15 本申请实施例提供一种几何重构方法、解码器以及计算机存储介质，可以充分利用点云的空间相关性，从而能够降低 spatial scalability 后几何重构过程中的几何误差。

本申请实施例的技术方案可以如下实现：

20 第一方面，本申请实施例提供了一种几何重构方法，应用于解码器，该方法包括：  
根据当前结点的位置信息，确定所述当前结点的邻居结点；  
基于所述邻居结点的属性信息，确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值；  
确定所述当前结点的邻居结点权重值；  
根据所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值以及所述邻居结点权重值，确定所述当前结点的几何重构坐标值。

25 第二方面，本申请实施例提供了一种解码器，该解码器包括确定单元和计算单元；其中，  
所述确定单元，配置为根据当前结点的位置信息，确定所述当前结点的邻居结点；以及基于所述邻居结点的属性信息，确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值；  
所述确定单元，还配置为确定所述当前结点的邻居结点权重值；  
所述计算单元，配置为根据所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值以及所述邻居结点权重值，确定所述当前结点的几何重构坐标值。

30 第三方面，本申请实施例提供了一种解码器，该解码器包括存储器和处理器；其中，  
所述存储器，用于存储能够在所述处理器上运行的计算机程序；  
所述处理器，用于在运行所述计算机程序时，执行如第一方面所述的方法。

第四方面，本申请实施例提供了一种计算机存储介质，该计算机存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被至少一个处理器执行时实现如第一方面所述的方法。

35 本申请实施例提供了一种几何重构方法、解码器以及计算机存储介质，根据当前结点的位置信息，确定所述当前结点的邻居结点；基于所述邻居结点的属性信息，确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值；确定所述当前结点的邻居结点权重值；根据所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值以及所述邻居结点权重值，确定所述当前结点的几何重构坐标值。这样，由于充分利用了点云的空间相关性，同时根据邻居结点与当前结点的接触程度不同，而为其分配不同的邻居结点权重值，使得计算得到的几何重构坐标值在数值上更接近当前结点内所有点的坐标均值，从而能够降低 spatial scalability 后几何重构过程中的几何误差。

40

附图说明

- 图 1 为相关技术提供一种空间可伸缩的结构示意图；  
 图 2 为相关技术提供一种 G-PCC 解码器的框架组成示意图；  
 图 3 为相关技术提供一种根据 skip Layer 的层级不同而采用不同的重构策略示意图；  
 5 图 4 为相关技术提供一种点到点误差测度的结构示意图；  
 图 5 为本申请实施例提供一种几何重构方法的流程示意图；  
 图 6 为本申请实施例提供一种当前结点的邻居结点位置关系示意图；  
 图 7 为本申请实施例提供的另一种当前结点的邻居结点位置关系示意图；  
 图 8 为本申请实施例提供的又一种当前结点的邻居结点位置关系示意图；  
 10 图 9 为本申请实施例提供的另一种几何重构方法的流程示意图；  
 图 10 为本申请实施例提供的又一种当前结点的邻居结点位置关系示意图；  
 图 11 为本申请实施例提供的又一种几何重构方法的流程示意图；  
 图 12 为本申请实施例提供一种解码器的组成结构示意图；  
 图 13 为本申请实施例提供一种解码器的具体硬件结构示意图；  
 15 图 14 为本申请实施例提供一种点云系统的组成结构示意图。

具体实施方式

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

除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中所使用的术语只是为了描述本申请实施例的目的，不是旨在限制本申请。

在以下的描述中，涉及到“一些实施例”，其描述了所有可能实施例的子集，但是可以理解，“一些实施例”可以是所有可能实施例的相同子集或不同子集，并且可以在不冲突的情况下相互结合。

需要指出，本申请实施例所涉及的术语“第一\第二\第三”仅仅是是区别类似的对象，不代表针对对象的特定排序，可以理解地，“第一\第二\第三”在允许的情况下可以互换特定的顺序或先后次序，以使这里描述的本申请实施例能够以除了在这里图示或描述的以外的顺序实施。

对本申请实施例进行进一步详细说明之前，对本申请实施例中涉及的名词和术语进行说明，本申请实施例中涉及的名词和术语适用于如下的解释。

- 1) 点云压缩 (Point Cloud Compression, PCC)
  - 2) 基于几何的点云压缩 (Geometry-based Point Cloud Compression, G-PCC)
  - 30 3) 片 (slice)
  - 4) 包围盒 (bounding box)
  - 5) 八叉树 (octree)
  - 6) 帧内预测 (intra prediction)
  - 7) 三角面片集 (triangle soup, trisoup)
  - 35 8) 基于上下文模型的自适应二进制算术编码 (Context-based Adaptive Binary Arithmetic Coding, CABAC)
  - 9) 块 (block)
  - 10) 交点 (vertex)
  - 11) 细节层次 (Level of Detail, LOD)
  - 40 12) 区域自适应分层变换 (Region Adaptive Hierarchical Transform, RAHT)
  - 13) 跳过层 (skip Layer)
  - 14) 空间可伸缩 (Spatial Scalability)
  - 15) 动态图像专家组 (Moving Picture Experts Group, MPEG)
  - 16) 国际标准化组织 (International Standardization Organization, ISO)
  - 45 17) 国际电工委员会 (International Electrotechnical Commission, IEC)
  - 18) 最小几何结点边长的 log<sub>2</sub> 对数 (Minimum Geometry Node Size Log<sub>2</sub>, MinGeomNodeSizeLog<sub>2</sub>)
  - 19) 直接编码点数 (Direct Point Count, DirectPointCount)
- 这里，点云是物体表面的三维表现形式，通过光电雷达、激光雷达、激光扫描仪、多视角相机等采

集设备, 可以采集得到物体表面的点云 (数据)。

点云 (Point Cloud) 是指海量三维点的集合, 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和/或反射率等等。例如, 颜色信息可以是任意一种色彩空间上的信息。例如, 颜色信息可以是 RGB 信息。其中, R 表示红色 (Red, R), G 表示绿色 (Green, G), B 表示蓝色 (Blue, B)。再如, 颜色信息可以是亮度色度 (YcbCr, YUV) 信息。其中, Y 表示明亮度 (Luma), Cb (U) 表示蓝色色差, Cr (V) 表示红色色差。

根据激光测量原理得到的点云, 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, 点云中的点可以可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, 点云中的点可以可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。

点云可以按获取的途径分为:

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。

例如, 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。

由于点云是海量点的集合, 存储点云不仅会消耗大量的内存, 而且不利于传输, 也没有这么大的带宽可以支持将点云不经过压缩直接在网络层进行传输, 因此, 需要对点云进行压缩。

截止目前, 可对点云进行压缩的点云编码框架可以是运动图象专家组 (Moving Picture Experts Group, MPEG) 提供的基于几何的点云压缩 (Geometry Point Cloud Compression, G-PCC) 编解码框架或基于视频的点云压缩 (Video Point Cloud Compression, V-PCC) 编解码框架, 也可以是音视频编码标准 (Audio Video Standard, AVS) 提供的 AVS-PCC 编解码框架。G-PCC 编解码框架可用于针对第一类静态点云和第三类动态获取点云进行压缩, V-PCC 编解码框架可用于针对第二类动态点云进行压缩。G-PCC 编解码框架也称为点云编解码器 TMC13, V-PCC 编解码框架也称为点云编解码器 TMC2。

可以理解, 在点云 G-PCC 编码器框架中, 将输入点云进行 slice 划分后, 然后对 slice 进行独立编码。在 slice 中, 点云的几何信息和点云中的点所对应的属性信息是分开进行编码的。G-PCC 编码器首先对几何信息进行编码。编码器对几何信息进行坐标转换, 使点云全都包含在一个 bounding box 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, 将不去除重复点称为几何无损压缩, 去除重复点称为几何有损压缩, 而量化和移除重复点这一过程又被称为体素化过程。接下来, 对 bounding box 进行基于八叉树的划分。根据八叉树划分层级深度的不同, 几何信息的编码又分为基于八叉树和三角面片集两种框架。

在基于八叉树的几何信息编码框架中, 将包围盒八等分为 8 个子立方体, 并记录子立方体的占位比特 (其中, 1 为非空, 0 为空), 对非空的子立方体继续进行八等分, 通常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。在这个过程中, 利用结点 (node) 与周围结点的空间相关性, 对占位比特进行帧内预测, 最后进行算术编码 (CABAC), 生成二进制的几何比特流, 即几何码流。

在基于三角面片集的几何信息编码框架中, 同样也要先进行八叉树划分, 但区别在于基于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  $1 \times 1 \times 1$  的单位立方体, 而是划分到 block 的边长为 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。最后依次编码每个 block 的 vertex 坐标, 生成二进制的几何比特流, 即几何码流。

G-PCC 编码器在完成几何信息编码后, 对几何信息进行重建, 并使用重建的几何信息对点云的属性信息进行编码。其中, 在基于八叉树的几何信息编码框架中, 几何无损压缩和几何有损压缩在八叉树划分完成时均存在几何重建过程。目前, 点云的属性编码主要是对点云中点的颜色信息进行编码。首先, 编码器可以对点的颜色信息进行颜色空间转换, 例如, 当输入点云中点的颜色信息使用 RGB 颜色空间表示时, 编码器可以将颜色信息从 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, 一种方法是依赖于 LOD 划分的基于距离的提升变换, 另一种方法是直接进行 RAHT 变换, 这两种方法都会将颜色信息从空间域变换到频域, 得到高频系数和低频系数, 最后对系数进行量化和算

术编码,生成二进制的属性比特流,即属性码流。

在点云 G-PCC 解码器框架中,点云的几何比特流和点云中的点所对应的属性比特流是分开进行解码的。G-PCC 解码器对几何比特流进行解码。解码器对几何比特流进行算术解码,解码出点云的 bounding box 和基于八叉树的占位比特(1 为非空,0 为空);根据编码时八叉树划分层级深度的不同,几何信息的解码又分为基于八叉树和三角面片集两种框架。

这里, Spatial Scalability 是 G-PCC 的重要功能,通过解码部分点云的比特流信息生成点云缩略图,目前仅作用在基于八叉树几何信息的 G-PCC 解码器框架中。skip Layer 为解码器少解码的八叉树层级。如图 1 所示,其示出了相关技术提供的一种空间可伸缩的结构示意图。在图 1 中,八叉树几何编码到了第 K 层。这时候,如果解码器不进行 spatial scalability 过程解码,那么这 K 层将完全解码;如果解码器进行 spatial scalability 过程时部分解码,那么将解码到 M 层结束( $M = K - \text{skip Layer}$ ),其中, skip Layer 表示不需要解码的八叉树层级。

需要说明的是, spatial scalability 功能是通过参数 scalable\_lifting\_enabled\_flag 来控制的。如果 scalable\_lifting\_enabled\_flag = 0,那么表示不进行 spatial scalability 功能;如果 scalable\_lifting\_enabled\_flag = 1,那么表示进行 spatial scalability 功能。

在基于八叉树的几何信息解码框架中,根据 bounding box 计算出当前点云在空间中的最大立方盒,再根据占位比特对非空的子立方体继续进行八等分,通常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。但是,如果解码过程进行 Spatial scalability 功能时,那么将是划分到指定的 skip Layer,此时生成  $2^{\text{skipLayer}} \times 2^{\text{skipLayer}} \times 2^{\text{skipLayer}}$  的立方体。之后,通过该立方体生成几何坐标信息。这里,对叶子结点为  $1 \times 1 \times 1$  的单位立方体,则几何坐标为该立方体左前下角的坐标;对叶子结点为  $2^{\text{skipLayer}} \times 2^{\text{skipLayer}} \times 2^{\text{skipLayer}}$  的单位立方体,则几何坐标会根据 skip Layer 的不同,然后采用不同的重构策略进行确定。

示例性地,如图 2 所示,其示出了相关技术提供的一种 G-PCC 解码器的框架示意图。在图 2 中,获取二进制码流后,针对二进制码流中的几何比特流和属性比特流分别进行独立解码。在对几何比特流的解码时,通过算术解码-合成八叉树-表面拟合-重建几何-坐标转换逆过程,得到点云的几何信息。这里,在表面拟合之后,可以选择执行重建几何的步骤,也可以选择执行 Scalable-重建几何的步骤,其主要是根据是否进行 spatial scalability 功能来确定的。另外,在对属性比特流的解码时,通过算术解码-反量化-基于 LOD 的逆提升或者基于 RAHT 的逆变换-颜色转换逆过程,得到点云的属性信息,基于几何信息和属性信息还原待编码的点云数据的三维图像模型。

然而,目前的相关技术中,已有的可伸缩编码几何重构方法是于 2020 年 1 月在提案中提出的,已经被 MPEG G-PCC 标准(即 MPEG-I (ISO/IEC 23090) Part 9)接收。该技术方案根据 skip Layer 的层级不同而采用不同的重构策略。具体地,以图 3 为例,解码器的具体实施描述如下:

当 skip Layer = 1 时,几何坐标为该立方体左前下角的坐标信息,如图 3 中的 Q 点位置;

当 skip Layer > 1 时,几何坐标为该立方体中心位置的坐标信息,如图 3 中的 P 点位置。

该技术方案是在 MPEG G-PCC 标准附录 C 处。其中,针对解码时的位置移位过程,当 MinGeomNodeSizeLog2 大于 1 时,其对当前点云图像的每个 slice 在基于八叉树的几何信息解码框架的具体操作如下:

```
mask = (-1) << MinGeomNodeSizeLog2
for (i = 0; i < PointCount; i++) {
    PointPos[i][0] = (PointPos[i][0] & mask) + (1 << (MinGeomNodeSizeLog2 - 1))
    PointPos[i][1] = (PointPos[i][1] & mask) + (1 << (MinGeomNodeSizeLog2 - 1))
    PointPos[i][2] = (PointPos[i][2] & mask) + (1 << (MinGeomNodeSizeLog2 - 1))
}
```

这里, MinGeomNodeSizeLog2 表示当前八叉树最小的结点边长,数值上等于 skip Layer; PointCount 表示当前 slice 在解码到 MinGeomNodeSizeLog2 层级时结点的总数; PointPos[i][0] 表示当前结点重构几何点的 x 轴坐标; PointPos[i][1] 表示当前结点重构几何点的 y 轴坐标; PointPos[i][2] 表示当前结点重构几何点的 z 轴坐标; mask 表示中间掩码。

需要说明的是, PointPos[i][0]、PointPos[i][1]、PointPos[i][2] 的初始值,可以为当前边长为 MinGeomNodeSizeLog2 结点立方体左前下角的坐标,即图 3 中的 Q 点位置坐标所示;在经过上述代码的移位操作后,PointPos[i][0]、PointPos[i][1]、PointPos[i][2] 的值会等于当前结点立方体中心位置的坐标,即图 3 中的 P 点位置坐标所示。

还需要说明的是,由于仅解码部分几何比特流信息,在边长为 skip Layer 的结点空间内,通过一个几何点代表该结点空间范围内的所有点,所以进行 spatial scalability 后几何重构过程是一个有损的过程。目前 G-PCC 使用如下两种方式衡量该过程的几何误差大小。

第一种方式为利用点到点距离表示。这里，点到点几何误差测度的计算过程如图 4 所示，在图 4 中，黑点 ( $b_i$ ) 为点云伸缩编解码后生成的点，白点 ( $a_j$ ) 为原始点云中与其距离最近的点。黑点与白点的坐标之差为点对点误差向量，可以用  $E(i, j) = b_i - a_j$  表示。该误差向量的长度为点对点的几何误差，即： $e_{B,A}^{D1}(i) = \|E(i, j)\|_2^2$ ；其中，B 为伸缩编码后的稀疏点云，A 为原始点云，根据所有点  $i \in B$  的点对点距离  $e_{B,A}^{D1}(i)$ ，以  $N_B$  为点云 B 中的点数，定义整个点云的点对点误差 D1 的计算如式 (1) 所示。

$$e_{B,A}^{D1} = \frac{1}{N_B} \sum_{b_i \in B} e_{B,A}^{D1}(i) \dots \dots \dots (1)$$

第二种方式为利用点到平面距离表示。这里，如图 4 所示，将误差向量  $E(i, j)$  沿法向  $N_j$  投影，得到一个新的误差向量  $\hat{E}(i, j)$ 。这样，点对平面的误差 D2 的计算如式 (2) 所示。

$$e_{B,A}^{D2}(i) = \|E(i, j)\|_2^2 = \frac{N_j \cdot E(i, j)}{\|N_j\|} \dots \dots \dots (2)$$

其中， $\|N_j\|$  表示采用 L1 范数，L1 范数是对应向量的绝对值之和，如式 (3) 所示； $\|E(i, j)\|_2$  表示采用 L2 范数，L2 范数是对应向量的平方项累加和的开平方，如式 (4) 所示。

$$\|x\| = |x_1| + |x_2| + |x_3| + \dots + |x_n| \dots \dots \dots (3)$$

$$\|x\|_2 = (|x_1|^2 + |x_2|^2 + |x_3|^2 + \dots + |x_n|^2)^{1/2} \dots \dots \dots (4)$$

在已有 spatial scalability 后几何重构过程中，对 skip Layer 所有的结点都采用相同的几何重构方法 (例如，当 skip Layer = 1 时，所有结点几何坐标为结点立方体左前下角的坐标信息；当 skip Layer > 1 时，所有结点几何坐标为结点立方体中心位置的坐标信息)。然而，由于结点几何坐标在数值上越接近结点内所有点的坐标均值，使得点到点误差测度越小，反之，点到点误差测度越大；但是目前的技术方案没有考虑到不同结点内部分布情况不同，如果当前结点内所有点的坐标均值远离中心位置和立方体左前下角位置，那么目前的技术方案可能会增大 spatial scalability 后几何重构过程中的几何误差。

本申请一实施例提供一种几何重构方法，该方法的基本思想是：根据当前结点的位置信息，确定所述当前结点的邻居结点；基于所述邻居结点的属性信息，确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值；确定所述当前结点的邻居结点权重值；根据所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值以及所述邻居结点权重值，确定所述当前结点的几何重构坐标值。这样，由于充分利用了点云的空间相关性，同时根据邻居结点与当前结点的接触程度不同，而为其分配不同的邻居结点权重值，使得计算得到的几何重构坐标值在数值上更接近当前结点内所有点的坐标均值，从而能够降低 spatial scalability 后几何重构过程中的几何误差。

下面将结合附图对本申请各实施例进行详细阐述。

需要说明的是，本申请实施例提供的几何重构方法应用于视频解码设备，即 G-PCC 解码器，也可简称为解码器。该方法所实现的功能可以通过解码器中的处理器调用计算机程序来实现，当然计算机程序可以保存在存储器中，可见，解码器至少包括处理器和存储器。

本申请的一实施例中，参见图 5，其示出了本申请实施例提供的一种几何重构方法的流程示意图。如图 5 所示，该方法可以包括：

S501：根据当前结点的位置信息，确定所述当前结点的邻居结点。

这里，在点云中，点可以是点云中的所有点，也可以是点云中的部分点，这些点在空间上相对集中。

还需要说明的是，基于图 2 所示的 G-PCC 解码器的框架，本申请实施例的方法主要应用于加粗框标识的“重建几何”部分，针对目前的相关技术中 spatial scalability 后几何重构过程进行优化，以提升对空间相关性的利用程度。

可以理解，在解码器中，对于八叉树解码框架下的解码是否需要进行 spatial scalability 功能，可以由一标识 (flag) 信息确定。在一些实施例中，该标识信息可以是使能标识信息，以防止该 flag 被修改为反向的。这里，使能标识信息具体是指空间可伸缩的使能标识信息 (用 scalable\_lifting\_enabled\_flag 表示)，而空间可伸缩的使能标识信息的取值可以通过解析码流获得的。具体地，在一些实施例中，该方法可以包括：

解析码流，获取空间可伸缩的使能标识信息；

在所述空间可伸缩的使能标识信息指示不对所述当前结点所在的跳过层 (skip Layer) 进行解码的情况下，执行所述根据当前结点的位置信息，确定所述当前结点的邻居结点的步骤。

也就是说，通过解析码流获得空间可伸缩的使能标识信息后，可以根据该空间可伸缩的使能标识信息确定是否需要进行 spatial scalability 功能。只有在空间可伸缩的使能标识信息指示需要进行 spatial scalability 功能时，即不对所述当前结点所在的跳过层 (skip Layer) 进行解码，这时候才会执行本申请实施例提供的几何重构方法。

进一步地，对于空间可伸缩的使能标识信息来说，在一些实施例中，该方法还可以包括：

若所述空间可伸缩的使能标识信息的取值等于第一值，则确定所述空间可伸缩的使能标识信息指示

对所述当前结点所在的跳过层进行解码；

若所述空间可伸缩的使能标识信息的取值等于第二值，则确定所述空间可伸缩的使能标识信息指示不对所述当前结点所在的跳过层进行解码。

5 在一种具体的示例中，所述第一值为 0，所述第二值为 1；或者，所述第一值为 false，所述第二值为 true。

10 示例性地，以第一值为 0，第二值为 1 为例，如果 `scalable_lifting_enabled_flag` 的取值等于 0，那么这时候不进行 `spatial scalability` 功能，即对于八叉树解码框架下的解码进行完全解码，换言之，这时候对当前结点所在的 `skip Layer` 进行解码。如果 `scalable_lifting_enabled_flag` 的取值等于 1，那么这时候进行 `spatial scalability` 功能，即对于八叉树解码框架下的解码进行部分解码，换言之，这时候不对当前结点所在的 `skip Layer` 进行解码，此时才会执行本申请实施例提供的几何重构方法。

还需要说明的是，对于 S501 来说，所述确定当前结点的邻居结点，可以包括下述至少之一：与所述当前结点具有面相邻的共面邻居结点、与所述当前结点具有边相邻的共边邻居结点、与所述当前结点具有点相邻的共点邻居结点。

15 也就是说，在对于八叉树解码框架下的解码进行部分解码的情况下，针对 `skip Layer` 层中的当前结点而言，通常情况下，该当前结点周围存在有 26 个邻居结点，具体如图 6 所示。在图 6 中，用灰色填充的点表示当前结点，其周围有 26 个邻居结点，其中，共面邻居结点的数量为 6 个，共边邻居结点（也可以称为“共线邻居结点”）的数量为 12 个，共点邻居结点的数量为 8 个。

20 在本申请实施例中，这里所确定的邻居结点，可以是这 26 个所有的邻居结点，也可以是仅 6 个共面邻居结点，还可以是仅 6 个共面邻居结点和 12 个共边邻居结点，甚至还可以是其他数量的邻居结点，本申请实施例不作具体限定。

25 进一步地，对于在确定当前结点的邻居结点之后，还可以得到邻居结点的属性信息。这里，邻居结点的属性信息可以包括邻居结点的类型；其中，所述邻居结点的类型至少可包括下述之一：与所述当前结点具有面相邻的共面邻居结点、与所述当前结点具有边相邻的共边邻居结点、与所述当前结点具有点相邻的共点邻居结点。

30 在一些实施例中，所述当前结点的共面邻居结点的数量为 6、共边邻居结点的数量为 12、共点邻居结点的数量为 8。

换句话说，本申请实施例可以将这 26 个邻居结点作为该当前结点的搜索范围，也可以将部分邻居结点（如仅 6 个共面邻居结点、或者仅 6 个共面邻居结点和 12 个共边邻居结点、或者甚至是其他类型的邻居结点组合等）作为该当前结点的搜索范围，这里不作任何限定。

35 S502：基于所述邻居结点的属性信息，确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值。

在本申请实施例中，由于邻居结点与当前结点的接触程度不同，可以根据邻居结点的属性信息，确定出当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值。另外，预设坐标轴方向可以是水平坐标轴方向（X 坐标轴方向），也可以是垂直坐标轴方向（Y 坐标轴方向），还可以是第三坐标轴方向（Z 坐标轴方向），这里也不作任何限定。

具体来讲，在确定当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值时，还与当前结点的中心位置坐标信息有关。在一些实施例中，对于 S502 来说，所述基于所述邻居结点的属性信息，确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值，可以包括：

确定所述当前结点的中心位置坐标信息；

40 基于所述中心位置坐标信息以及所述邻居结点的属性信息，确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值。

需要说明的是，以搜索范围为 26 个邻居结点为例，假定中心位置坐标信息用  $(x_0, y_0, z_0)$  表示，这里确定的是中心位置坐标信息为  $(x_0, y_0, z_0)$  的当前结点在预设坐标轴方向的邻居结点影响参数值，具体可以包括：共面邻居结点影响参数值、共边邻居结点影响参数值和共点邻居结点影响参数值。

45 进一步地，在一些实施例中，所述基于所述中心位置坐标信息以及所述邻居结点的属性信息，确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值，可以包括：

当所述邻居结点的属性信息指示所述邻居结点包含共面邻居结点时，基于所述当前结点的中心位置坐标信息以及所述共面邻居结点，确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值；

50 当所述邻居结点的属性信息指示所述邻居结点包含共边邻居结点时，基于所述当前结点的中心位置坐标信息以及所述共边邻居结点，确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值；

当所述邻居结点的属性信息指示所述邻居结点包含共点邻居结点时，基于所述当前结点的中心位置坐标信息以及所述共点邻居结点，确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的共点邻居结点影响参数值。

还需要说明的是,如果邻居结点的搜索范围包含共面邻居结点、共边邻居结点和共点邻居结点,也就意味着这里的邻居结点是指当前结点周围的 26 个邻居结点,具体如图 6 所示。这时候,本申请实施例还需要对这些邻居结点的存在信息进行确定。在一些实施例中,所述确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值,可以包括:确定所述邻居结点是否有点存在的步骤。

5 可以理解地,在本申请实施例中,解码器在确定邻居结点是否有点存在时,可以通过解码器中的码流来确定出邻居结点是否有点存在,以便进一步确定当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值。

10 这样,在解码器侧,本申请实施例可以利用预设函数 $g(x_i, y_i, z_i)$ 来表示在以下范围内是否有点存在, $x \in (x_i - \frac{L}{2}, x_i + \frac{L}{2})$ ,  $y \in (y_i - \frac{L}{2}, y_i + \frac{L}{2})$ ,  $z \in (z_i - \frac{L}{2}, z_i + \frac{L}{2})$ ; 其中, L 表示解码器进行空间可伸缩解码时,此时的 skip Layer 对应的结点边长,  $L=2^{\text{skip Layer}}$ 。

在一种具体的示例中,如果该范围内存在点(即“有点存在”),那么 $g(x_i, y_i, z_i)$ 的函数值等于 1; 如果该范围内不存在点(即“无点存在”),那么 $g(x_i, y_i, z_i)$ 的函数值等于 0。

15 如此,可以利用该预设函数来表示这 26 个邻居结点的存在信息,以确定出共面邻居结点的函数值、共边邻居结点的函数值和共点邻居结点的函数值,进而确定出当前结点在预设坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值、共边邻居结点影响参数值和共点邻居结点影响参数值。

对于共面邻居结点影响参数值而言,在一些实施例中,所述基于所述中心位置坐标信息以及所述共面邻居结点,确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值,可以包括:

确定所述共面邻居结点的函数值;

20 基于所述中心位置坐标信息以及所述共面邻居结点的函数值,利用第一计算模型确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值。

在一种具体的示例中,所述确定所述共面邻居结点的函数值,可以包括:

确定所述共面邻居结点是否有点存在;

若所述共面邻居结点有点存在,则确定所述共面邻居结点的函数值为 1;

25 若所述共面邻居结点无点存在,则确定所述共面邻居结点的函数值为 0。

在本申请实施例中,假定当前结点的中心位置坐标信息用 $(x_0, y_0, z_0)$ 表示,该当前结点在 X 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值用 $b_{1x}$ 表示,该当前结点在 Y 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值用 $b_{1y}$ 表示,该当前结点在 Z 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值用 $b_{1z}$ 表示,这时候的第一计算模型如下,

30 
$$b_{1x} = g(x_0 + L, y_0, z_0)(x_0 + L) - g(x_0 - L, y_0, z_0)(x_0 - L) \dots \dots \dots (5)$$

$$b_{1y} = g(x_0, y_0 + L, z_0)(y_0 + L) - g(x_0, y_0 - L, z_0)(y_0 - L) \dots \dots \dots (6)$$

$$b_{1z} = g(x_0, y_0, z_0 + L)(z_0 + L) - g(x_0, y_0, z_0 - L)(z_0 - L) \dots \dots \dots (7)$$

35 其中, $g(x_0 + L, y_0, z_0)$ 、 $g(x_0 - L, y_0, z_0)$ 、 $g(x_0, y_0 + L, z_0)$ 、 $g(x_0, y_0 - L, z_0)$ 、 $g(x_0, y_0, z_0 + L)$ 、 $g(x_0, y_0, z_0 - L)$ 这 6 个预设函数可以用于指示 6 个共面邻居结点分别是否有点存在。根据式(5)、式(6)、式(7)可以计算得到当前结点在预设坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值。其中,预设坐标轴方向可以为: X 坐标轴方向、Y 坐标轴方向和 Z 坐标轴方向。

进一步地,由于式(5)、式(6)、式(7)所得到的计算结果为标量,在一些实施例中,该方法还可以包括:

对所述共面邻居结点影响参数值进行求绝对值运算,将计算得到的共面邻居结点影响参数值确定为所述共面邻居结点影响参数值。

40 也就是说,该当前结点在 X 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值为 $|b_{1x}|$ ,该当前结点在 Y 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值为 $|b_{1y}|$ ,该当前结点在 Z 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值为 $|b_{1z}|$ 。

对于共边邻居结点影响参数值而言,在一些实施例中,所述基于所述中心位置坐标信息以及所述共边邻居结点,确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值,可以包括:

45 确定所述共边邻居结点的函数值;

基于所述中心位置坐标信息以及所述共边邻居结点的函数值,利用第二计算模型确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值。

在一种具体的示例中,所述确定所述共边邻居结点的函数值,可以包括:

确定所述共边邻居结点是否有点存在;

50 若所述共边邻居结点有点存在,则确定所述共边邻居结点的函数值为 1;

若所述共边邻居结点无点存在,则确定所述共边邻居结点的函数值为 0。

在本申请实施例中，假定当前结点的中心位置坐标信息用  $(x_0, y_0, z_0)$  表示，该当前结点在 X 坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值用  $b_{2x}$  表示，该当前结点在 Y 坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值用  $b_{2y}$  表示，该当前结点在 Z 坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值用  $b_{2z}$  表示，这时候的第二计算模型如下，

$$b_{2x} = \begin{pmatrix} g(x_0 + L, y_0, z_0 - L) \\ g(x_0 + L, y_0, z_0 + L) \\ g(x_0 + L, y_0 - L, z_0) \\ g(x_0 + L, y_0 + L, z_0) \end{pmatrix} (x_0 + L) - \begin{pmatrix} g(x_0 - L, y_0, z_0 - L) \\ g(x_0 - L, y_0 - L, z_0) \\ g(x_0 - L, y_0, z_0 + L) \\ g(x_0 - L, y_0 + L, z_0) \end{pmatrix} (x_0 - L) \dots \dots \dots (8)$$

$$b_{2y} = \begin{pmatrix} g(x_0, y_0 + L, z_0 + L) \\ g(x_0 + L, y_0 + L, z_0) \\ g(x_0 - L, y_0 + L, z_0) \\ g(x_0, y_0 + L, z_0 - L) \end{pmatrix} (y_0 + L) - \begin{pmatrix} g(x_0, y_0 - L, z_0 + L) \\ g(x_0 + L, y_0 - L, z_0) \\ g(x_0 - L, y_0 - L, z_0) \\ g(x_0, y_0 - L, z_0 - L) \end{pmatrix} (y_0 - L) \dots \dots \dots (9)$$

$$b_{2z} = \begin{pmatrix} g(x_0, y_0 - L, z_0 + L) \\ g(x_0 + L, y_0, z_0 + L) \\ g(x_0 - L, y_0, z_0 + L) \\ g(x_0, y_0 + L, z_0 + L) \end{pmatrix} (z_0 + L) - \begin{pmatrix} g(x_0, y_0 - L, z_0 - L) \\ g(x_0 + L, y_0, z_0 - L) \\ g(x_0 - L, y_0, z_0 - L) \\ g(x_0, y_0 + L, z_0 - L) \end{pmatrix} (z_0 - L) \dots \dots \dots (10)$$

其中， $g(x_0 + L, y_0, z_0 - L)$ 、 $g(x_0 + L, y_0, z_0 + L)$ 、 $g(x_0 + L, y_0 - L, z_0)$ 、 $g(x_0 + L, y_0 + L, z_0)$ 、 $g(x_0 - L, y_0, z_0 - L)$ 、 $g(x_0 - L, y_0 - L, z_0)$ 、 $g(x_0 - L, y_0, z_0 + L)$ 、 $g(x_0 - L, y_0 + L, z_0)$ 、 $g(x_0, y_0 + L, z_0 + L)$ 、 $g(x_0, y_0 + L, z_0 - L)$ 、 $g(x_0, y_0 - L, z_0 + L)$ 、 $g(x_0, y_0 - L, z_0 - L)$  这 12 个预设函数可以用于指示 12 个共边邻居结点分别是否有点存在。根据式 (8)、式 (9)、式 (10) 可以计算得到当前结点在预设坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值。其中，预设坐标轴方向可以为：X 坐标轴方向、Y 坐标轴方向和 Z 坐标轴方向。

进一步地，由于式 (8)、式 (9)、式 (10) 所得到的计算结果为矢量，在一些实施例中，该方法还可以包括：

对所述共边邻居结点影响参数值进行求范数运算，将计算得到的共边邻居结点影响参数值确定为所述共边邻居结点影响参数值。

也就是说，该当前结点在 X 坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值为  $\|b_{2x}\|$ ，该当前结点在 Y 坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值为  $\|b_{2y}\|$ ，该当前结点在 Z 坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值为  $\|b_{2z}\|$ 。

对于共点邻居结点影响参数值而言，在一些实施例中，所述基于所述中心位置坐标信息以及所述共点邻居结点，确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的共点邻居结点影响参数值，可以包括：

确定所述共点邻居结点的函数值；

基于所述中心位置坐标信息以及所述共点邻居结点的函数值，利用第三计算模型确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的共点邻居结点影响参数值。

在一种具体的示例中，所述确定所述共点邻居结点的函数值，可以包括：

确定所述共点邻居结点是否有点存在；

若所述共点邻居结点有点存在，则确定所述共点邻居结点的函数值为 1；

若所述共点邻居结点无点存在，则确定所述共点邻居结点的函数值为 0。

在本申请实施例中，假定当前结点的中心位置坐标信息用  $(x_0, y_0, z_0)$  表示，该当前结点在 X 坐标轴方向上的共点邻居结点影响参数值用  $b_{3x}$  表示，该当前结点在 Y 坐标轴方向上的共点邻居结点影响参数值用  $b_{3y}$  表示，该当前结点在 Z 坐标轴方向上的共点邻居结点影响参数值用  $b_{3z}$  表示，这时候的第三计算模型如下，

$$b_{3x} = \begin{pmatrix} g(x_0 + L, y_0 + L, z_0 - L) \\ g(x_0 + L, y_0 - L, z_0 - L) \\ g(x_0 + L, y_0 - L, z_0 + L) \\ g(x_0 + L, y_0 + L, z_0 + L) \end{pmatrix} (x_0 + L) - \begin{pmatrix} g(x_0 - L, y_0 + L, z_0 - L) \\ g(x_0 - L, y_0 - L, z_0 - L) \\ g(x_0 - L, y_0 - L, z_0 + L) \\ g(x_0 - L, y_0 + L, z_0 + L) \end{pmatrix} (x_0 - L) \dots \dots \dots (11)$$

$$b_{3y} = \begin{pmatrix} g(x_0 + L, y_0 + L, z_0 - L) \\ g(x_0 + L, y_0 + L, z_0 - L) \\ g(x_0 - L, y_0 + L, z_0 + L) \\ g(x_0 - L, y_0 + L, z_0 + L) \end{pmatrix} (y_0 + L) - \begin{pmatrix} g(x_0 + L, y_0 - L, z_0 - L) \\ g(x_0 + L, y_0 - L, z_0 - L) \\ g(x_0 - L, y_0 - L, z_0 + L) \\ g(x_0 - L, y_0 - L, z_0 + L) \end{pmatrix} (y_0 - L) \dots \dots \dots (12)$$

$$b_{3z} = \begin{pmatrix} g(x_0 - L, y_0 + L, z_0 + L) \\ g(x_0 - L, y_0 - L, z_0 + L) \\ g(x_0 + L, y_0 - L, z_0 + L) \\ g(x_0 + L, y_0 + L, z_0 + L) \end{pmatrix} (z_0 + L) - \begin{pmatrix} g(x_0 - L, y_0 + L, z_0 - L) \\ g(x_0 - L, y_0 - L, z_0 - L) \\ g(x_0 + L, y_0 - L, z_0 - L) \\ g(x_0 + L, y_0 + L, z_0 - L) \end{pmatrix} (z_0 - L) \dots \dots \dots (13)$$

其中， $g(x_0 + L, y_0 + L, z_0 - L)$ 、 $g(x_0 + L, y_0 - L, z_0 - L)$ 、 $g(x_0 + L, y_0 - L, z_0 + L)$ 、 $g(x_0 + L, y_0 + L, z_0 + L)$ 、 $g(x_0 - L, y_0 + L, z_0 - L)$ 、 $g(x_0 - L, y_0 - L, z_0 - L)$ 、 $g(x_0 - L, y_0 - L, z_0 + L)$ 、 $g(x_0 - L, y_0 + L, z_0 + L)$ 这 8 个预设函数可以用于指示 8 个共点邻居结点分别是否有点存在。根据式 (11)、式 (12)、式 (13) 可以计算得到当前结点在预设坐标轴方向上的共点邻居结点影响参数值。其中，预设坐标轴方向可以为：X 坐标轴方向、Y 坐标轴方向和 Z 坐标轴方向。

进一步地，由于式 (11)、式 (12)、式 (13) 所得到的计算结果为矢量，在一些实施例中，该方法还可以包括：

对所述共点邻居结点影响参数值进行求范数运算，将计算得到的共点邻居结点影响参数值确定为所述共点邻居结点影响参数值。

也就是说，该当前结点在 X 坐标轴方向上的共点邻居结点影响参数值为  $\|b_{3x}\|$ ，该当前结点在 Y 坐标轴方向上的共点邻居结点影响参数值为  $\|b_{3y}\|$ ，该当前结点在 Z 坐标轴方向上的共点邻居结点影响参数值为  $\|b_{3z}\|$ 。

这样，以搜索范围为 26 个邻居结点为例，针对中心位置坐标信息为  $(x_0, y_0, z_0)$  的当前结点，该当前结点在 X 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值为  $|b_{1x}|$ ，该当前结点在 Y 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值为  $|b_{1y}|$ ，该当前结点在 Z 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值为  $|b_{1z}|$ ；该当前结点在 X 坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值为  $\|b_{2x}\|$ ，该当前结点在 Y 坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值为  $\|b_{2y}\|$ ，该当前结点在 Z 坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值为  $\|b_{2z}\|$ ；该当前结点在 X 坐标轴方向上的共点邻居结点影响参数值为  $\|b_{3x}\|$ ，该当前结点在 Y 坐标轴方向上的共点邻居结点影响参数值为  $\|b_{3y}\|$ ，该当前结点在 Z 坐标轴方向上的共点邻居结点影响参数值为  $\|b_{3z}\|$ 。

S503: 确定所述当前结点的邻居结点权重值。

需要说明的是，以搜索范围为 26 个邻居结点为例，根据与当前结点接触程度不同，可以将邻居关系分为面相邻，边相邻，点相邻，从而将邻居结点的类型划分为共面邻居结点、共边邻居结点和共点邻居结点。如图 7 所示，用灰色填充的立方体表示当前结点，标识有 W1 的立方体结点与当前结点在 Z 坐标轴方向上具有公共的平面，故它们在 Z 坐标轴方向上为面相邻，标识有 W1 的立方体结点可以称为共面邻居结点；标识有 W2 的立方体结点与当前结点在 X 坐标轴、Y 坐标轴方向上具有公共的边，其与当前结点在 X 坐标轴、Y 坐标轴方向上为边相邻，故标识有 W1 的立方体结点可以称为共边邻居结点；标识有 W3 的立方体结点与当前结点在 X 坐标轴、Y 坐标轴、Z 坐标轴方向上具有公共的点，其与当前结点在 X 坐标轴、Y 坐标轴、Z 坐标轴方向上为点相邻，故标识有 W3 的立方体结点可以称为共点邻居结点（这里，面相邻不计入边相邻和点相邻，边相邻不计入点相邻）；对面相邻，边相邻，点相邻的邻居结点（即共面邻居结点、共边邻居结点和共点邻居结点），本申请实施例采用不同的权重值。

在一些实施例中，对于 S503 来说，所述确定所述当前结点的邻居结点权重值，可以包括：

基于所述共面邻居结点、所述共边邻居结点和所述共点邻居结点与所述当前结点之间的距离，确定所述共面邻居结点权重值、所述共边邻居结点权重值和所述共点邻居结点权重值之间的预设比值；

对所述预设比值进行归一化计算，得到归一化系数；

基于所述归一化系数与所述预设比值，确定所述当前结点的共面邻居结点权重值、所述共边邻居结点权重值以及所述共点邻居结点权重值。

在本申请实施例中，本申请实施例是基于点到点误差测度的基础上改进的。对于共面邻居结点权重值、共边邻居结点权重值和共点邻居结点权重值，其具体的计算过程如下：

由相关技术的点到点误差测度可知，在 spatial scalability 后几何重构点选择的位置越是与原始点云内点分布密集的地方接近，那么几何重构后的误差也就越小。另外，由于当前没有解码到最底层，获取不到准确的原始云点的位置。因此，采用邻居结点信息对原始点云内点分布情况进行预测。以图 7 为例，在当前结点的 26 个邻居结点中，存在有当前的 3 个邻居结点（如共面邻居结点、共边邻居结点和共点邻居结点），那么当前结点内选择的点若是向这三个点的位置偏移，那么根据点到点误差测度，该几何重构方法理论上所产生的误差会小于采用当前结点中心位置坐标信息的方案。

具体来讲，由于距离越近的邻居结点产生的偏移影响越大，因此共面邻居结点权重值 > 共边邻居结点权重值 > 共点邻居结点权重值，这时候如图 7 所示，采用欧式距离的倒数作为三种权重值的预设比值，即：共面邻居结点权重值：共边邻居结点权重值：共点邻居结点权重值 = 1:  $\frac{1}{\sqrt{2}}$ :  $\frac{1}{\sqrt{3}}$ ；又因为在当前结

点内重构后的点最大不能超过当前结点的边界,因此当产生最大偏移影响时,重构的点在当前结点的边界上,此时,可以为1个共面邻居结点,4个共边邻居结点,4个共点邻居结点。由此计算出的归一化系数为:

$$\left(\frac{1}{1+\frac{4}{\sqrt{2}}+\frac{4}{\sqrt{3}}}\right) \times \frac{1}{2} = 0.081 \dots \dots \dots (14)$$

5 通过归一化系数与权重值的预设比值,可以计算出这三种邻居结点的权重值:

共面邻居结点权重值为  $w_1 = 1 \times 0.081 = 0.081$ ;

共边邻居结点权重值为  $w_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 0.081 = 0.057$ ;

共点邻居结点权重值为  $w_3 = \frac{1}{\sqrt{3}} \times 0.081 = 0.046$ 。

也就是说,在一种具体的示例中,在预设比值为  $1: \frac{1}{\sqrt{2}}: \frac{1}{\sqrt{3}}$  的情况下,确定共面邻居结点权重值为 10 0.081,共边邻居结点权重值为 0.057,共点邻居结点权重值为 0.046。

在另一种具体的示例中,在预设比值为  $1: \frac{1}{2}: \frac{1}{3}$  的情况下,确定共面邻居结点权重值为 0.115,共边邻居结点权重值为 0.057,共点邻居结点权重值为 0.038。

需要说明的是,共面邻居结点权重值、共边邻居结点权重值和共点邻居结点权重值之间的预设比值并不局限于上述两种情况,该预设比值也可以设置为其他比值,本申请实施例不作具体限定。

15 还需要说明的是,对于上述得到的权重值(比如 0.081、0.057、0.046 等),这些权重值为浮点数,在实际的标准提案中,可以通过二进制移位求近似值的方式来实现。

这样,在得到当前结点在预设坐标轴上的邻居结点影响参数值和邻居结点权重值之后,可以确定出当前结点的几何重构坐标值。

20 S504: 根据所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值以及所述邻居结点权重值,确定所述当前结点的几何重构坐标值。

在这里,以搜索范围为 26 个邻居结点为例,邻居结点权重值可以包括共面邻居结点权重值、共边邻居结点权重值和共点邻居结点权重值,当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值可以包括当前结点在预设坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值、共边邻居结点影响参数值和共点邻居结点影响参数值。如此,在一些实施例中,该方法还可以包括:

25 基于所述当前结点的共面邻居结点权重值、共边邻居结点权重值以及共点邻居结点权重值,对所述当前结点在预设坐标轴方向上的所述共面邻居结点影响参数值、所述共边邻居结点影响参数值和所述共点邻居结点影响参数值进行加权计算,得到所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值;

根据所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值,确定所述当前结点的几何重构坐标值。

30 在一种具体的示例中,所述根据所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值,确定所述当前结点的几何重构坐标值,可以包括:

对所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算,得到所述当前结点的几何重构坐标值。

35 更具体地,当前结点的几何重构坐标值包括 X 坐标轴方向的几何重构坐标值、Y 坐标轴方向的几何重构坐标值和 Z 坐标轴方向的几何重构坐标值;

相应地,所述对所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算,得到所述当前结点的几何重构坐标值,可以包括:

对所述当前结点在 X 坐标轴方向的中心位置坐标信息和所述当前结点在 X 坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算,得到所述当前结点在 X 坐标轴方向的几何重构坐标值;

40 对所述当前结点在 Y 坐标轴方向的中心位置坐标信息和所述当前结点在 Y 坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算,得到所述当前结点在 Y 坐标轴方向的几何重构坐标值;

对所述当前结点在 Z 坐标轴方向的中心位置坐标信息和所述当前结点在 Z 坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算,得到所述当前结点在 Z 坐标轴方向的几何重构坐标值。

需要说明的是,以搜索范围为 26 个邻居结点为例,假定中心位置坐标信息用  $(x_0, y_0, z_0)$  表示, 45 共面邻居结点权重值用  $w_1$  表示,共边邻居结点权重值用  $w_2$  表示,共点邻居结点权重值用  $w_3$  表示;针对中心位置坐标信息为  $(x_0, y_0, z_0)$  的当前结点,该当前结点在 X 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值为  $|b_{1x}|$ ,该当前结点在 Y 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值为  $|b_{1y}|$ ,该当前结点在 Z 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值为  $|b_{1z}|$ ;该当前结点在 X 坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值为  $||b_{2x}||$ ,该当前结点在 Y 坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值为  $||b_{2y}||$ ,该当前结点在 Z 坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值为  $||b_{2z}||$ ;该当前结点在 X 坐标轴方向上的共点邻居结点影响参数值

为 $\|b_{3x}\|$ ，该当前结点在 Y 坐标轴方向上的共点邻居结点影响参数值为 $\|b_{3y}\|$ ，该当前结点在 Z 坐标轴方向上的共点邻居结点影响参数值为 $\|b_{3z}\|$ ；这样，对于当前结点的几何重构坐标值，其计算如下，

$$\begin{cases} x = x_0 + w_1 \times |b_{1x}| + w_2 \times \|b_{2x}\| + w_3 \times \|b_{3x}\| \\ y = y_0 + w_1 \times |b_{1y}| + w_2 \times \|b_{2y}\| + w_3 \times \|b_{3y}\| \dots\dots\dots (15) \\ z = z_0 + w_1 \times |b_{1z}| + w_2 \times \|b_{2z}\| + w_3 \times \|b_{3z}\| \end{cases}$$

示例性地，如果 $w_1$ 为 0.081， $w_2$ 为 0.057， $w_3$ 为 0.046，那么式 (15) 可以等效如下，

5 
$$\begin{cases} x = x_0 + 0.081|b_{1x}| + 0.057 \|b_{2x}\| + 0.046\|b_{3x}\| \\ y = y_0 + 0.081|b_{1y}| + 0.057 \|b_{2y}\| + 0.046\|b_{3y}\| \dots\dots\dots (16) \\ z = z_0 + 0.081|b_{1z}| + 0.057 \|b_{2z}\| + 0.046\|b_{3z}\| \end{cases}$$

简言之，在本申请实施例中，其提供了一种基于点云邻居结点的几何重构方法，利用了当前结点周围的邻居结点的空间相关性，同时采用不同权重的邻居信息来计算点云空间可伸缩编码后的几何坐标，如对面邻居、边邻居、点邻居分别采用 0.081，0.057，0.046 的权重值，根据当前结点周围的 26 个邻居结点范围内的存在信息计算出几何重构时点的坐标，该坐标在数值上更接近结点内所有点的坐标均值，以使得 spatial scalability 后的几何重构误差减小。

本申请的另一实施例中，考虑到算法复杂度以及耗时情况，一种可替代方案为，本申请实施例确定的邻居结点可以仅包含共面邻居结点。

具体来说，本申请实施例中邻居结点的搜索范围可以更改为 6 个，即仅使用 6 个共面邻居结点，具体如图 8 所示。在图 8 中，灰色填充的立方体为当前结点，其周围的 6 个面相邻的结点为 6 个共面邻居结点。在这种情况下，图 9 示出了本申请实施例提供的另一种几何重构方法的流程示意图。如图 9 所示，该方法可以包括：

S901：确定当前结点在预设坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值。

需要说明的是，当邻居结点的属性信息指示所述邻居结点包含共面邻居结点时，这时候，基于当前结点的中心位置坐标信息以及所述共面邻居结点，可以确定出当前结点在预设坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值。

此时，假定当前结点的中心位置坐标信息用  $(x_0, y_0, z_0)$  表示，该当前结点在 X 坐标轴方向上面相邻的共面邻居结点影响参数值用  $b_{1x}$  表示，该当前结点在 Y 坐标轴方向上面相邻的共面邻居结点影响参数值用  $b_{1y}$  表示，该当前结点在 Z 坐标轴方向上面相邻的共面邻居结点影响参数值用  $b_{1z}$  表示，这时候  $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $b_{1z}$  可以根据式 (5)、式 (6)、式 (7) 计算得到。

进一步地，由于式 (5)、式 (6)、式 (7) 所得到的计算结果为标量，在一些实施例中，该方法还可以包括：

对所述共面邻居结点影响参数值进行求绝对值运算，将计算得到的共面邻居结点影响参数值确定为所述共面邻居结点影响参数值。

也就是说，该当前结点在 X 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值为  $|b_{1x}|$ ，该当前结点在 Y 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值为  $|b_{1y}|$ ，该当前结点在 Z 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值为  $|b_{1z}|$ 。

S902：基于所述当前结点的共面邻居结点权重值，对所述当前结点在预设坐标轴方向上的所述共面邻居结点影响参数值进行加权计算，得到所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值。

需要说明的是，这种情况下的共面邻居结点权重值可以为预设常数。在一种具体的示例中，预设常数是 1/4。也就是说，共面邻居结点权重值可以为 0.25，但是本申请实施例对此不作具体限定。

这样，当前结点在 X 坐标轴方向上的坐标修正值为  $0.25|b_{1x}|$ ，当前结点在 Y 坐标轴方向上的坐标修正值为  $0.25|b_{1y}|$ ，当前结点在 Z 坐标轴方向上的坐标修正值为  $0.25|b_{1z}|$ 。

还需要说明的是，在实际应用中，对于  $0.25|b_{1x}|$ ，可以通过二进制  $|b_{1x}|$  右移两位实现，同理  $0.25|b_{1y}|$  和  $0.25|b_{1z}|$  也是通过二进制移位的方式来实现的。

S903：根据所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值，确定所述当前结点的几何重构坐标值。

在一种具体的示例中，对于 S903 来说，所述根据所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值，确定所述当前结点的几何重构坐标值，可以包括：

对所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算，得到所述当前结点的几何重构坐标值。

更具体地，当前结点的几何重构坐标值包括 X 坐标轴方向的几何重构坐标值、Y 坐标轴方向的几何重构坐标值和 Z 坐标轴方向的几何重构坐标值；

相应地,所述对所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算,得到所述当前结点的几何重构坐标值,可以包括:

对所述当前结点在 X 坐标轴方向的中心位置坐标信息和所述当前结点在 X 坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算,得到所述当前结点在 X 坐标轴方向的几何重构坐标值;

5 对所述当前结点在 Y 坐标轴方向的中心位置坐标信息和所述当前结点在 Y 坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算,得到所述当前结点在 Y 坐标轴方向的几何重构坐标值;

对所述当前结点在 Z 坐标轴方向的中心位置坐标信息和所述当前结点在 Z 坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算,得到所述当前结点在 Z 坐标轴方向的几何重构坐标值。

需要说明的是,以搜索范围为 6 个邻居结点为例,假定中心位置坐标信息用  $(x_0, y_0, z_0)$  表示,共面邻居结点权重值用  $w_1$  表示;针对中心位置坐标信息为  $(x_0, y_0, z_0)$  的当前结点,该当前结点在 X 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值为  $|b_{1x}|$ ,该当前结点在 Y 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值为  $|b_{1y}|$ ,该当前结点在 Z 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值为  $|b_{1z}|$ ;这样,对于当前结点的几何重构坐标值,其计算如下,

$$\begin{cases} x = x_0 + w_1 \times |b_{1x}| \\ y = y_0 + w_1 \times |b_{1y}| \dots\dots\dots (17) \\ z = z_0 + w_1 \times |b_{1z}| \end{cases}$$

15 示例性地,如果  $w_1$  为 0.25,那么式 (17) 可以等效如下,

$$\begin{cases} x = x_0 + 0.25|b_{1x}| \\ y = y_0 + 0.25|b_{1y}| \dots\dots\dots (18) \\ z = z_0 + 0.25|b_{1z}| \end{cases}$$

本申请的又一实施例中,考虑到算法复杂度以及耗时情况,另一种可替代方案为,本申请实施例确定的邻居结点可以仅包含共面邻居结点和共边邻居结点。

20 具体来说,本申请实施例中邻居结点的搜索范围可以更改为 18 个,即仅使用 6 个共面邻居结点和 12 个共边邻居结点,具体如图 10 所示。在图 10 中,灰色填充的立方体为当前结点,其周围的 6 个面相邻的结点为 6 个共面邻居结点,12 个边相邻的结点为 12 个共边邻居结点。在这种情况下,图 11 示出了本申请实施例提供的又一种几何重构方法的流程示意图。如图 11 所示,该方法可以包括:

S1101: 确定当前结点在预设坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值和共边邻居结点影响参数值。

25 需要说明的是,当邻居结点的属性信息指示所述邻居结点包含共面邻居结点时,这时候,基于当前结点的中心位置坐标信息以及所述共面邻居结点,可以确定出当前结点在预设坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值。当邻居结点的属性信息指示所述邻居结点包含共边邻居结点时,这时候,基于当前结点的中心位置坐标信息以及所述共边邻居结点,可以确定出当前结点在预设坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值。

30 此时,假定当前结点的中心位置坐标信息用  $(x_0, y_0, z_0)$  表示,该当前结点在 X 坐标轴方向上面相邻的共面邻居结点影响参数值用  $b_{1x}$  表示,该当前结点在 Y 坐标轴方向上面相邻的共面邻居结点影响参数值用  $b_{1y}$  表示,该当前结点在 Z 坐标轴方向上面相邻的共面邻居结点影响参数值用  $b_{1z}$  表示,这时候  $b_{1x}$ 、 $b_{1y}$ 、 $b_{1z}$  可以根据式 (5)、式 (6)、式 (7) 计算得到。该当前结点在 X 坐标轴方向上面相邻的共边邻居结点影响参数值用  $b_{2x}$  表示,该当前结点在 Y 坐标轴方向上面相邻的共边邻居结点影响参数值用  $b_{2y}$  表示,该当前结点在 Z 坐标轴方向上面相邻的共边邻居结点影响参数值用  $b_{2z}$  表示,这时候  $b_{2x}$ 、 $b_{2y}$ 、 $b_{2z}$  可以根据式 (8)、式 (9)、式 (10) 计算得到

进一步地,由于式 (5)、式 (6)、式 (7) 所得到的计算结果为标量,在一些实施例中,该方法还可以包括:

40 对所述共面邻居结点影响参数值进行求绝对值运算,将计算得到的共面邻居结点影响参数值确定为所述共面邻居结点影响参数值。

也就是说,该当前结点在 X 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值为  $|b_{1x}|$ ,该当前结点在 Y 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值为  $|b_{1y}|$ ,该当前结点在 Z 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值为  $|b_{1z}|$ 。

45 进一步地,由于式 (8)、式 (9)、式 (10) 所得到的计算结果为矢量,在一些实施例中,该方法还可以包括:

对所述共边邻居结点影响参数值进行求范数运算,将计算得到的共边邻居结点影响参数值确定为所述共边邻居结点影响参数值。

也就是说,该当前结点在 X 坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值为  $\|b_{2x}\|$ ,该当前结点在 Y

坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值为 $\|b_{2y}\|$ ，该当前结点在 Z 坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值为 $\|b_{2z}\|$ 。

5 S1102: 基于所述当前结点的共面邻居结点权重值和共边邻居结点权重值，对所述当前结点在预设坐标轴方向上的所述共面邻居结点影响参数值和所述共边邻居结点影响参数值进行加权计算，得到所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值。

需要说明的是，这种情况下的共面邻居结点权重值和共边邻居结点权重值，其确定方法可以包括：

基于所述共面邻居结点和所述共边邻居结点与所述当前结点之间的距离，确定所述共面邻居结点权重值和所述共边邻居结点权重值之间的预设比值；

对所述预设比值进行归一化计算，得到归一化系数；

10 基于所述归一化系数与所述预设比值，确定所述当前结点的共面邻居结点权重值和所述共边邻居结点权重值。

在本申请实施例中，本申请实施例也是基于点到点误差测度的基础上改进的。对于共面邻居结点权重值和共边邻居结点权重值，其具体的计算过程如下：

15 由于距离越近的邻居结点产生的偏移影响越大，因此共面邻居结点权重值>共边邻居结点权重值，这时候采用欧式距离的倒数作为两种权重值的预设比值，即：共面邻居结点权重值：共边邻居结点权重值=  $1: \frac{1}{\sqrt{2}}$ ；又因为在当前结点内重构后的点最大不能超过当前结点的边界，因此当产生最大偏移影响时，重构的点在当前结点的边界上，此时，可以为 1 个共面邻居结点和 4 个共边邻居结点。由此计算出的归一化系数为：

$$\left(\frac{1}{1+\frac{1}{\sqrt{2}}}\right) \times \frac{1}{2} = 0.13 \dots \dots \dots (19)$$

20 通过归一化系数与权重值的预设比值，可以计算出这两种邻居结点的权重值：

共面邻居结点权重值为  $w_1 = 1 \times 0.13 = 0.13$ ；

共边邻居结点权重值为  $w_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 0.13 = 0.091$ 。

也就是说，在一种具体的示例中，在预设比值为  $1: \frac{1}{\sqrt{2}}$  的情况下，确定共面邻居结点权重值为 0.13，共边邻居结点权重值为 0.091。

25 在另一种具体的示例中，在预设比值为  $1: \frac{1}{2}$  的情况下，确定共面邻居结点权重值为 0.166，共边邻居结点权重值为 0.083。

需要说明的是，共面邻居结点权重值和共边邻居结点权重值之间的预设比值并不局限于上述两种情况，该预设比值也可以设置为其他比值，本申请实施例不作具体限定。

30 还需要说明的是，对于上述得到的权重值（比如 0.13、0.091 等），这些权重值为浮点数，在实际的标准提案中，可以通过二进制移位求近似值的方式来实现。

35 这样，在得到当前结点在预设坐标轴上的邻居结点影响参数值和邻居结点权重值之后，可以确定出当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值。具体地，如果共面邻居结点权重值为 0.13，共边邻居结点权重值为 0.091，那么当前结点在 X 坐标轴方向上的坐标修正值为  $0.13|b_{1x}| + 0.091 \|b_{2x}\|$ ，当前结点在 Y 坐标轴方向上的坐标修正值为  $0.13|b_{1y}| + 0.091 \|b_{2y}\|$ ，当前结点在 Z 坐标轴方向上的坐标修正值为  $0.13|b_{1z}| + 0.091 \|b_{2z}\|$ 。

S1103: 根据所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值，确定所述当前结点的几何重构坐标值。

在一种具体的示例中，对于 S1103 来说，所述根据所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值，确定所述当前结点的几何重构坐标值，可以包括：

40 对所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算，得到所述当前结点的几何重构坐标值。

更具体地，当前结点的几何重构坐标值包括 X 坐标轴方向的几何重构坐标值、Y 坐标轴方向的几何重构坐标值和 Z 坐标轴方向的几何重构坐标值；

45 相应地，所述对所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算，得到所述当前结点的几何重构坐标值，可以包括：

对所述当前结点在 X 坐标轴方向的中心位置坐标信息和所述当前结点在 X 坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算，得到所述当前结点在 X 坐标轴方向的几何重构坐标值；

对所述当前结点在 Y 坐标轴方向的中心位置坐标信息和所述当前结点在 Y 坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算，得到所述当前结点在 Y 坐标轴方向的几何重构坐标值；

50 对所述当前结点在 Z 坐标轴方向的中心位置坐标信息和所述当前结点在 Z 坐标轴方向上的坐标修

正值进行加法计算，得到所述当前结点在 Z 坐标轴方向的几何重构坐标值。

需要说明的是，以搜索范围为 18 个邻居结点为例，假定中心位置坐标信息用  $(x_0, y_0, z_0)$  表示，共面邻居结点权重值用  $w_1$  表示，共面邻居结点权重值用  $w_2$  表示；针对中心位置坐标信息为  $(x_0, y_0, z_0)$  的当前结点，该当前结点在 X 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值为  $|b_{1x}|$ ，该当前结点在 Y 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值为  $|b_{1y}|$ ，该当前结点在 Z 坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值为  $|b_{1z}|$ ；该当前结点在 X 坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值为  $||b_{2x}||$ ，该当前结点在 Y 坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值为  $||b_{2y}||$ ，该当前结点在 Z 坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值为  $||b_{2z}||$ ；这样，对于当前结点的几何重构坐标值，其计算如下，

$$\begin{cases} x = x_0 + w_1 \times |b_{1x}| + w_2 \times ||b_{2x}|| \\ y = y_0 + w_1 \times |b_{1y}| + w_2 \times ||b_{2y}|| \dots\dots\dots (20) \\ z = z_0 + w_1 \times |b_{1z}| + w_2 \times ||b_{2z}|| \end{cases}$$

示例性地，如果  $w_1$  为 0.13， $w_2$  为 0.091，那么式 (20) 可以等效如下，

$$\begin{cases} x = x_0 + 0.13|b_{1x}| + 0.091 ||b_{2x}|| \\ y = y_0 + 0.13|b_{1y}| + 0.091 ||b_{2y}|| \dots\dots\dots (21) \\ z = z_0 + 0.13|b_{1z}| + 0.091 ||b_{2z}|| \end{cases}$$

简言之，本申请实施例提供了一种基于点云邻居结点的几何重构方法，利用了当前结点周围的邻居结点的空间相关性，根据不同邻居结点情况计算出几何重构时点的坐标，该坐标在数值上更接近结点内所有点的坐标均值，以使得 spatial scalability 后的几何重构误差减小。

具体来说，本申请实施例提出了一种基于邻居结点权重的点云空间可伸缩编码几何重构方法，通过每个结点周围 26 个邻居结点的存在信息来计算出当前结点的位置坐标。下面以 26 个邻居结点为搜索范围，其具体过程如下：

首先，如果解码器进行空间可伸缩解码时，此时的 skip Layer 对应的结点边长为  $L (L=2^{\text{skip Layer}})$ ，对每个 skip Layer 层结点搜索结点周围 26 个邻居结点的存在信息，利用函数  $g(x_i, y_i, z_i)$  表示在以下范围内是否存在点： $x \in (x_i - \frac{L}{2}, x_i + \frac{L}{2})$ ， $y \in (y_i - \frac{L}{2}, y_i + \frac{L}{2})$ ， $z \in (z_i - \frac{L}{2}, z_i + \frac{L}{2})$ 。

这里，当该结点内存在点时， $g(x_i, y_i, z_i) = 1$ ；当该结点内不存在点时， $g(x_i, y_i, z_i) = 0$ ，该结点与其周围 26 个邻居结点之间的位置关系如图 6 所示。

其次，根据与结点接触程度的不同，可以将邻居关系分为面相邻，边相邻，点相邻。如图 7 所示，用灰色填充的立方体表示当前结点，标识有 W1 的立方体结点与当前结点在 Z 坐标轴方向上具有公共的平面，故它们在 Z 坐标轴方向上为面相邻，其可以称为共面邻居结点；标识有 W2 的立方体结点与当前结点在 X 坐标轴、Y 坐标轴方向上具有公共的边，其与当前结点在 X 坐标轴、Y 坐标轴方向上为边相邻，故可以称为共边邻居结点；标识有 W3 的立方体结点与当前结点在 X 坐标轴、Y 坐标轴、Z 坐标轴方向上具有公共的点，其与当前结点在 X 坐标轴、Y 坐标轴、Z 坐标轴方向上为点相邻，故可以称为共点邻居结点（这里，面相邻不计入边相邻和点相邻，边相邻不计入点相邻）；对面相邻，边相邻，点相邻的邻居结点（即共面邻居结点、共边邻居结点和共点邻居结点），本申请实施例采用不同的权重值。示例性地，面相邻权重（即共面邻居结点权重值）为  $w_1 (w_1 = 0.081)$ ，边相邻权重（即共边邻居结点权重值）为  $w_2 (w_2 = 0.057)$ ，点相邻权重（即共点邻居结点权重值）为  $w_3 (w_3 = 0.046)$ ，其具体的位置关系示意如图 7 所示。

再次，利用  $(x_0, y_0, z_0)$  表示当前结点的中心位置坐标信息，即图 7 中灰色填充立方体的中心位置，用  $b_{1k}, b_{2k}, b_{3k}$  分别表示当前结点在 k 坐标轴方向上的面相邻影响，边相邻影响，点相邻影响， $k=x, y, z$ ；

中心位置在  $(x_0, y_0, z_0)$  处的当前结点在 X 坐标轴方向上面相邻的影响为  $b_{1x}$ ，在 Y 坐标轴方向上面相邻的影响为  $b_{1y}$ ，在 Z 坐标轴方向上面相邻的影响为  $b_{1z}$ ，具体如上述的式 (5)、式 (6)、式 (7) 所示。

中心位置在  $(x_0, y_0, z_0)$  处的当前结点在 X 坐标轴方向上边相邻的影响为  $b_{2x}$ ，在 Y 坐标轴方向上边相邻的影响为  $b_{2y}$ ，在 Z 坐标轴方向上边相邻的影响为  $b_{2z}$ ，具体如上述的式 (8)、式 (9)、式 (10) 所示。

中心位置在  $(x_0, y_0, z_0)$  处的当前结点在 X 坐标轴方向上点相邻的影响为  $b_{3x}$ ，在 Y 坐标轴方向上点相邻的影响为  $b_{3y}$ ，在 Z 坐标轴方向上点相邻的影响为  $b_{3z}$ ，具体如上述的式 (11)、式 (12)、式 (13) 所示。

这样，在共面邻居结点权重值为 0.081，共边邻居结点权重值为 0.057，共点邻居结点权重值为 0.046 的情况下，利用上述的几何重构方法得到的几何重构坐标值表示如上述式 (16) 所示。

由于本申请实施例的保护点在于采用不同权重的邻居信息计算点云空间可伸缩编码后的几何坐标，

对面邻居、边邻居、点邻居分别采用 0.081、0.057、0.046 的权重值，根据当前结点周围的 26 个邻居结点范围内的存在信息计算该结点的重构几何坐标值。如此，本申请的技术方案更加充分的利用了点云的空间相关性，使 spatial scalability 后几何重构的误差减少。这里，几何信息的峰值信噪比（Peak Signal to Noise Ratio, PSNR）表示：与相关技术相比，在相同的码率情况下，本申请的技术方案带来的几何误差比相关技术带来的几何误差减少（PSNR 为正值）或增加（PSNR 为负值）的数值。表 1 示出了 skip Layer = 1, 2, 3, 4 不同跳过层时的对比情况。

D1-PSNR 计算公式如下所示，

$$D1 - PSNR = 10 \log_{10} \left( \frac{3p^2}{\max(e_{B,A}^{D1}, e_{A,B}^{D1})} \right) \dots \dots \dots (22)$$

D2-PSNR 计算公式如下所示，

$$D2 - PSNR = 10 \log_{10} \left( \frac{3p^2}{\max(e_{B,A}^{D2}, e_{A,B}^{D2})} \right) \dots \dots \dots (23)$$

其中，p 为表 1 中定义每个参考点云的峰值恒定值，由点云序列确定，具体如表 2 中加粗部分所示。

表 1 几何信息的 PSNR

点云序列	skip Layer=1		skip Layer=2		skip Layer=3		skip Layer=4	
	D1-PSNR	D2-PSNR	D1-PSNR	D2-PSNR	D1-PSNR	D2-PSNR	D1-PSNR	D2-PSNR
basketball_player_vox11_00000200	1.28	0.7	1.96	5.33	1.93	7.73	1.7	7.86
dancer_vox11_00000001	1.32	0.83	1.94	5.31	1.84	7.48	1.58	7.48
egyptian_mask_vox12	0	0	-0.02	0	-1.25	1.08	0.55	3.86
facade_00009_vox12	-0.81	-0.05	0.51	1.72	0.91	3.28	1.17	4.53
frog_00067_vox12	-0.12	0.1	0.84	2.04	1.39	4.52	1.91	6.89
house_without_roof_00057_vox12	-0.06	0.16	0.87	2.24	1.11	4.22	1.43	6.41
longdress_vox10_1300	1.29	0.68	1.76	4.32	1.27	3.98	0.89	3.94
loot_vox10_1200	1.26	0.72	1.78	4.47	1.5	4.41	1.12	4.31
queen_0200	1.2	0.7	1.65	4.32	1.36	4.31	0.89	3.64
redandblack_vox10_1550	1.29	0.81	1.78	4.47	1.37	4.37	0.8	3.56
shiva_00035_vox12	-0.23	0.05	-0.3	0.35	0.1	0.49	0.86	2.46
soldier_vox10_0690	1.36	0.84	1.83	4.73	1.48	3.65	1.18	4.47
ulb_unicorn_vox13	-0.04	0.02	-0.1	0.13	-0.31	0.65	0.18	1.21
平均	0.6	0.43	1.12	3.03	0.98	3.86	1.1	4.66

表 2 点云序列峰值恒定值

Content Category	Test Class	Test material dataset filename	Frames	fps	# Pts	Geometry Precision	<b>Peak Value (p)</b>	Attributes
(1)Static Objects and Scenes	A	basketball_player_vox11_00000200 <sup>j</sup>	1		2,925,514	11bit	<b>2047</b>	R,G,B
		boxer_viewdep_vox12 <sup>b</sup>	1		3,493,085	12bit	<b>4095</b>	R,G,B
		dancer_vox11_00000001 <sup>j</sup>	1		2,592,758	11bit	<b>2047</b>	R,G,B
		Egyptian_mask_vox12 <sup>a</sup>	1		272,684	12 bit	<b>4095</b>	R,G,B
		Facade_00009_vox12 <sup>a</sup>	1		1,596,085	12 bit	<b>4095</b>	R,G,B
		Facade_00015_vox14 <sup>a</sup>	1		8,907,880	14 bit	<b>16383</b>	R,G,B
		Facade_00064_vox11 <sup>1BD</sup>	1		4,061,755	11 bit	<b>2047</b>	R,G,B
...		...		...	...	...	...	

15 本实施例提供了一种几何重构方法，应用于解码器。根据当前结点的位置信息，确定所述当前结点的邻居结点；基于所述邻居结点的属性信息，确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值；确定所述当前结点的邻居结点权重值；根据所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值以及所述邻居结点权重值，确定所述当前结点的几何重构坐标值。这样，由于充分利用了点云的空间

相关性,同时根据邻居结点与当前结点的接触程度不同,而为其分配不同的邻居结点权重值,使得计算得到的几何重构坐标值在数值上更接近当前结点内所有点的坐标均值,从而能够降低 spatial scalability 后几何重构过程中的几何误差。

5 本申请的再一实施例中,基于前述实施例相同的发明构思,参见图 12,其示出了本申请实施例提供的一种解码器 120 的组成结构示意图。如图 12 所示,该解码器 120 可以包括:确定单元 1201 和计算单元 1202;其中,

确定单元 1201,配置为根据当前结点的位置信息,确定所述当前结点的邻居结点;以及基于所述邻居结点的属性信息,确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值;

10 确定单元 1201,还配置为确定所述当前结点的邻居结点权重值;

计算单元 1202,配置为根据所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值以及所述邻居结点权重值,确定所述当前结点的几何重构坐标值。

15 在一些实施例中,所述邻居结点的属性信息包括邻居结点的类型;其中,所述邻居结点的类型至少包括下述之一:与所述当前结点具有面相邻的共面邻居结点、与所述当前结点具有边相邻的共边邻居结点、与所述当前结点具有点相邻的共点邻居结点。

在一些实施例中,所述当前结点的共面邻居结点的数量为 6、共边邻居结点的数量为 12、共点邻居结点的数量为 8。

20 在一些实施例中,所述确定所述当前结点的邻居结点,包括下述至少之一:与所述当前结点具有面相邻的共面邻居结点、与所述当前结点具有边相邻的共边邻居结点、与所述当前结点具有点相邻的共点邻居结点。

在一些实施例中,确定单元 1201,还配置为确定所述当前结点的中心位置坐标信息;以及基于所述中心位置坐标信息以及所述邻居结点的属性信息,确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值。

25 在一些实施例中,确定单元 1201,还配置为当所述邻居结点的属性信息指示所述邻居结点包含共面邻居结点时,基于所述当前结点的中心位置坐标信息以及所述共面邻居结点,确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值;当所述邻居结点的属性信息指示所述邻居结点包含共边邻居结点时,基于所述当前结点的中心位置坐标信息以及所述共边邻居结点,确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值;当所述邻居结点的属性信息指示所述邻居结点包含共点邻居结点时,基于所述当前结点的中心位置坐标信息以及所述共点邻居结点,确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的共点邻居结点影响参数值。

30 在一些实施例中,确定单元 1201,还配置为确定所述邻居结点是否有点存在的步骤。

35 在一些实施例中,计算单元 1202,还配置为当所述邻居结点包括共面邻居结点、共边邻居结点和共点邻居结点时,基于所述当前结点的共面邻居结点权重值、共边邻居结点权重值以及共点邻居结点权重值,对所述当前结点在预设坐标轴方向上的所述共面邻居结点影响参数值、所述共边邻居结点影响参数值和所述共点邻居结点影响参数值进行加权计算,得到所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值;以及根据所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值,确定所述当前结点的几何重构坐标值。

40 在一些实施例中,计算单元 1202,还配置为对所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算,得到所述当前结点的几何重构坐标值。

45 在一些实施例中,确定单元 1201,还配置为基于所述共面邻居结点、所述共边邻居结点和所述共点邻居结点与所述当前结点之间的距离,确定所述共面邻居结点权重值、所述共边邻居结点权重值和所述共点邻居结点权重值之间的预设比值;

计算单元 1202,还配置为对所述预设比值进行归一化计算,得到归一化系数;以及基于所述归一化系数与所述预设比值,确定所述当前结点的共面邻居结点权重值、所述共边邻居结点权重值以及所述共点邻居结点权重值。

50 在一些实施例中,计算单元 1202,还配置为在所述预设比值为  $1: \frac{1}{\sqrt{2}}: \frac{1}{\sqrt{3}}$  的情况下,确定所述共面邻居结点权重值为 0.081,所述共边邻居结点权重值为 0.057,所述共点邻居结点权重值为 0.046;或者,在所述预设比值为  $1: \frac{1}{2}: \frac{1}{3}$  的情况下,确定所述共面邻居结点权重值为 0.115,所述共边邻居结点权重值为 0.057,所述共点邻居结点权重值为 0.038。

在一些实施例中,计算单元 1202,还配置为当所述邻居结点仅包括共面邻居结点时,基于所述当前结点的共面邻居结点权重值,对所述当前结点在预设坐标轴方向上的所述共面邻居结点影响参数值进

行加权计算,得到所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值;以及根据所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值,确定所述当前结点的几何重构坐标值。

在一些实施例中,计算单元 1202,还配置为对所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算,得到所述当前结点的几何重构坐标值。

5 在一些实施例中,所述共面邻居结点权重值为预设常数。

在一些实施例中,所述预设常数是 1/4。

10 在一些实施例中,计算单元 1202,还配置为当所述邻居结点包括共面邻居结点和共边邻居结点时,基于所述当前结点的共面邻居结点权重值和共边邻居结点权重值,对所述当前结点在预设坐标轴方向上的所述共面邻居结点影响参数值和所述共边邻居结点影响参数值进行加权计算,得到所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值;以及根据所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值,确定所述当前结点的几何重构坐标值。

在一些实施例中,计算单元 1202,还配置为对所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算,得到所述当前结点的几何重构坐标值。

15 在一些实施例中,确定单元 1201,还配置为基于所述共面邻居结点和所述共边邻居结点与所述当前结点之间的距离,确定所述共面邻居结点权重值和所述共边邻居结点权重值之间的预设比值;

计算单元 1202,还配置为对所述预设比值进行归一化计算,得到归一化系数;以及基于所述归一化系数与所述预设比值,确定所述当前结点的共面邻居结点权重值和所述共边邻居结点权重值。

20 在一些实施例中,计算单元 1202,还配置为在所述预设比值为  $1:\frac{1}{\sqrt{2}}$  的情况下,确定所述共面邻居结点权重值为 0.13,所述共边邻居结点权重值为 0.091;或者,在所述预设比值为  $1:\frac{1}{2}$  的情况下,确定所述共面邻居结点权重值为 0.166,所述共边邻居结点权重值为 0.083。

在一些实施例中,所述当前结点的几何重构坐标值包括 X 坐标轴方向的几何重构坐标值、Y 坐标轴方向的几何重构坐标值和 Z 坐标轴方向的几何重构坐标值;

25 相应地,计算单元 1202,具体配置为对所述当前结点在 X 坐标轴方向的中心位置坐标信息和所述当前结点在 X 坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算,得到所述当前结点在 X 坐标轴方向的几何重构坐标值;以及对所述当前结点在 Y 坐标轴方向的中心位置坐标信息和所述当前结点在 Y 坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算,得到所述当前结点在 Y 坐标轴方向的几何重构坐标值;以及对所述当前结点在 Z 坐标轴方向的中心位置坐标信息和所述当前结点在 Z 坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算,得到所述当前结点在 Z 坐标轴方向的几何重构坐标值。

30 在一些实施例中,参见图 12,解码器 120 还可以包括解析单元 1203,配置为解析码流,获取空间可伸缩的使能标识信息;

确定单元 1201,还配置为在所述空间可伸缩的使能标识信息指示不对所述当前结点所在的跳过层进行解码的情况下,执行所述根据当前结点的位置信息,确定所述当前结点的邻居结点的步骤。

35 在一些实施例中,确定单元 1201,还配置为若所述空间可伸缩的使能标识信息的取值等于第一值,则确定所述空间可伸缩的使能标识信息指示对所述当前结点所在的跳过层进行解码;若所述空间可伸缩的使能标识信息的取值等于第二值,则确定所述空间可伸缩的使能标识信息指示不对所述当前结点所在的跳过层进行解码。

在一些实施例中,所述第一值为 0,所述第二值为 1;或者,所述第一值为 false,所述第二值为 true。

40 可以理解地,在本申请实施例中,“模块”可以是部分电路、部分处理器、部分程序或软件等等,当然也可以是单元,还可以是非模块化的。而且在本实施例中的各组成部分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。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能模块的形式实现。

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

50 因此,本申请实施例提供了一种计算机存储介质,应用于解码器 120,该计算机存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现前述实施例中任一项所述的方法。

基于上述解码器 120 的组成以及计算机存储介质,参见图 13,其示出了本申请实施例提供的解码

器 120 的具体硬件结构示意图。如图 13 所示,可以包括:通信接口 1301、存储器 1302 和处理器 1303;各个组件通过总线系统 1304 耦合在一起。可理解,总线系统 1304 用于实现这些组件之间的连接通信。总线系统 1304 除包括数据总线之外,还包括电源总线、控制总线和状态信号总线。但是为了清楚说明起见,在图 13 中将各种总线都标为总线系统 1304。其中,

5 通信接口 1301,用于在与其它外部网元之间进行收发信息过程中,信号的接收和发送;

存储器 1302,用于存储能够在处理器 1303 上运行的计算机程序;

处理器 1303,用于在运行所述计算机程序时,执行:

根据当前结点的位置信息,确定所述当前结点的邻居结点;

基于所述邻居结点的属性信息,确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值;

10 确定所述当前结点的邻居结点权重值;

根据所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值以及所述邻居结点权重值,确定所述当前结点的几何重构坐标值。

可以理解,本申请实施例中的存储器 1302 可以是易失性存储器或非易失性存储器,或可包括易失性和非易失性存储器两者。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, DDRSDRAM)、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(Synchlink DRAM, SLDRAM)和直接内存总线随机存取存储器(Direct Rambus RAM, DRRAM)。本申请描述的系统和方法的存储器 1302 旨在包括但不限于这些和任意其它适合类型的存储器。

而处理器 1303 可能是一种集成电路芯片,具有信号的处理能力。在实现过程中,上述方法的各步骤可以通过处理器 1303 中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的处理器 1303 可以是通用处理器、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。可以实现或者执行本申请实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。结合本申请实施例所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模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器,闪存、只读存储器,可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器 1302,处理器 1303 读取存储器 1302 中的信息,结合其硬件完成上述方法的步骤。

可以理解的是,本申请描述的这些实施例可以用硬件、软件、固件、中间件、微码或其组合来实现。对于硬件实现,处理单元可以实现在一个或多个专用集成电路(Application Specific Integrated Circuits, ASIC)、数字信号处理器(Digital Signal Processing, DSP)、数字信号处理设备(DSP Device, DSPD)、可编程逻辑设备(Programmable Logic Device, PLD)、现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array, FPGA)、通用处理器、控制器、微控制器、微处理器、用于执行本申请所述功能的其它电子单元或其组合中。对于软件实现,可通过执行本申请所述功能的模块(例如过程、函数等)来实现本申请所述的技术。软件代码可存储在存储器中并通过处理器执行。存储器可以在处理器中或在处理器外部实现。可选地,作为另一个实施例,处理器 1303 还配置为在运行所述计算机程序时,执行前述实施例中任一项所述的方法。

本实施例提供了一种解码器,该解码器可以包括确定单元和计算单元。这样,由于充分利用了点云的空间相关性,同时根据邻居结点与当前结点的接触程度不同,而为其分配不同的邻居结点权重值,使得计算得到的几何重构坐标值在数值上更接近当前结点内所有点的坐标均值,从而能够降低 spatial scalability 后几何重构过程中的几何误差。

本申请再一实施例中,参见图 14,其示出了本申请实施例提供的一种点云系统的组成结构示意图。如图 14 所示,该点云系统 140 可以包括编码器 1401 和解码器 1402。其中,解码器 1402 为前述实施例任一项所述的解码器。

在本申请实施例中,对于待编码的原始点云,在编码器 1401 中,一方面对原始点云进行八叉树划分,并基于八叉树编码方式将其写入码流;另一方面还会将空间可伸缩的使能标识信息(用

scalable\_lifting\_enabled\_flag 表示) 的取值写入码流, 以便传输到解码器 1402。然后在解码器 1402 中, 通过解析码流获得 scalable\_lifting\_enabled\_flag 的取值, 在 scalable\_lifting\_enabled\_flag 的取值等于 1 的情况下, 这时候解码器 1402 需要进行 spatial scalability 功能, 即对于八叉树解码框架下的解码进行部分解码; 如此, 利用本申请实施例提供的几何重构方法, 由于充分利用了点云的空间相关性, 使得计算得到的几何重构坐标值在数值上更接近当前结点内所有点的坐标均值, 从而能够降低 spatial scalability 后几何重构过程中的几何误差。

需要说明的是, 在本申请中, 术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含, 从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者装置不仅包括那些要素, 而且还包括没有明确列出的其他要素, 或者是还包括为这种过程、方法、物品或者装置所固有的要素。在没有更多限制的情况下, 由语句“包括一个……”限定的要素, 并不排除在包括该要素的过程、方法、物品或者装置中还存在另外的相同要素。

上述本申请实施例序号仅仅为了描述, 不代表实施例的优劣。

本申请所提供的几个方法实施例中所揭露的方法, 在不冲突的情况下可以任意组合, 得到新的方法实施例。

本申请所提供的几个产品实施例中所揭露的特征, 在不冲突的情况下可以任意组合, 得到新的产品实施例。

本申请所提供的几个方法或设备实施例中所揭露的特征, 在不冲突的情况下可以任意组合, 得到新的方法实施例或设备实施例。

以上所述, 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所述权利要求的保护范围为准。

#### 工业实用性

本申请实施例中, 根据当前结点的位置信息, 确定所述当前结点的邻居结点; 基于所述邻居结点的属性信息, 确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值; 确定所述当前结点的邻居结点权重值; 根据所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值以及所述邻居结点权重值, 确定所述当前结点的几何重构坐标值。这样, 由于充分利用了点云的空间相关性, 同时根据邻居结点与当前结点的接触程度不同, 而为其分配不同的邻居结点权重值, 使得计算得到的几何重构坐标值在数值上更接近当前结点内所有点的坐标均值, 从而能够降低 spatial scalability 后几何重构过程中的几何误差。

## 权利要求书

- 1、一种几何重构方法，应用于解码器，所述方法包括：  
根据当前结点的位置信息，确定所述当前结点的邻居结点；  
基于所述邻居结点的属性信息，确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值；  
5 确定所述当前结点的邻居结点权重值；  
根据所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值以及所述邻居结点权重值，确定所述当前结点的几何重构坐标值。
- 2、根据权利要求1所述的方法，其中，所述邻居结点的属性信息包括邻居结点的类型；其中，所述邻居结点的类型至少包括下述之一：与所述当前结点具有面相邻的共面邻居结点、与所述当前结点具有边相邻的共边邻居结点、与所述当前结点具有点相邻的共点邻居结点。  
10
- 3、根据权利要求2所述的方法，其中，所述当前结点的共面邻居结点的数量为6、共边邻居结点的数量为12、共点邻居结点的数量为8。
- 4、根据权利要求1所述的方法，其中，所述确定所述当前结点的邻居结点，包括下述至少之一：与所述当前结点具有面相邻的共面邻居结点、与所述当前结点具有边相邻的共边邻居结点、与所述当前  
15 结点具有点相邻的共点邻居结点。
- 5、根据权利要求4所述的方法，其中，所述基于所述邻居结点的属性信息，确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值，包括：  
确定所述当前结点的中心位置坐标信息；  
基于所述中心位置坐标信息以及所述邻居结点的属性信息，确定所述当前结点在预设坐标轴方向上  
20 的邻居结点影响参数值。
- 6、根据权利要求5所述的方法，其中，所述基于所述中心位置坐标信息以及所述邻居结点的属性信息，确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值，包括：  
当所述邻居结点的属性信息指示所述邻居结点包含共面邻居结点时，基于所述当前结点的中心位置  
25 坐标信息以及所述共面邻居结点，确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的共面邻居结点影响参数值；  
当所述邻居结点的属性信息指示所述邻居结点包含共边邻居结点时，基于所述当前结点的中心位置坐标信息以及所述共边邻居结点，确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的共边邻居结点影响参数值；  
当所述邻居结点的属性信息指示所述邻居结点包含共点邻居结点时，基于所述当前结点的中心位置坐标信息以及所述共点邻居结点，确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的共点邻居结点影响参数值。
- 7、根据权利要求5所述的方法，其中，所述确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值，包括：确定所述邻居结点是否有点存在的步骤。  
30
- 8、根据权利要求6所述的方法，其中，当所述邻居结点包括共面邻居结点、共边邻居结点和共点邻居结点时，所述方法还包括：  
基于所述当前结点的共面邻居结点权重值、共边邻居结点权重值以及共点邻居结点权重值，对所述  
35 当前结点在预设坐标轴方向上的所述共面邻居结点影响参数值、所述共边邻居结点影响参数值和所述共点邻居结点影响参数值进行加权计算，得到所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值；  
根据所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值，确定所述当前结点的几何重构坐标值。
- 9、根据权利要求8所述的方法，其中，所述根据所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值，确定所述当前结点的几何重构坐标值，包括：  
40 对所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算，得到所述当前结点的几何重构坐标值。
- 10、根据权利要求8或9所述的方法，其中，所述确定所述当前结点的邻居结点权重值，包括：  
基于所述共面邻居结点、所述共边邻居结点和所述共点邻居结点与所述当前结点之间的距离，确定  
45 所述共面邻居结点权重值、所述共边邻居结点权重值和所述共点邻居结点权重值之间的预设比值；  
对所述预设比值进行归一化计算，得到归一化系数；  
基于所述归一化系数与所述预设比值，确定所述当前结点的共面邻居结点权重值、所述共边邻居结点权重值以及所述共点邻居结点权重值。
- 11、根据权利要求10所述的方法，其中，所述方法还包括：  
在所述预设比值为1： $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ： $\frac{1}{\sqrt{3}}$ 的情况下，确定所述共面邻居结点权重值为0.081，所述共边邻居结

点权重值为 0.057, 所述共点邻居结点权重值为 0.046; 或者,

在所述预设比值为  $1: \frac{1}{2}: \frac{1}{3}$  的情况下, 确定所述共面邻居结点权重值为 0.115, 所述共边邻居结点权重值为 0.057, 所述共点邻居结点权重值为 0.038。

12、根据权利要求 6 所述的方法, 其中, 当所述邻居结点仅包括共面邻居结点时, 所述方法还包括:

5 基于所述当前结点的共面邻居结点权重值, 对所述当前结点在预设坐标轴方向上的所述共面邻居结点影响参数值进行加权计算, 得到所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值;

根据所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值, 确定所述当前结点的几何重构坐标值。

10 13、根据权利要求 12 所述的方法, 其中, 所述根据所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值, 确定所述当前结点的几何重构坐标值, 包括:

对所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算, 得到所述当前结点的几何重构坐标值。

14、根据权利要求 12 或 13 所述的方法, 其中, 所述共面邻居结点权重值为预设常数。

15、根据权利要求 14 所述的方法, 其中, 所述预设常数是  $1/4$ 。

16、根据权利要求 6 所述的方法, 其中, 当所述邻居结点包括共面邻居结点和共边邻居结点时, 所述方法还包括:

基于所述当前结点的共面邻居结点权重值和共边邻居结点权重值, 对所述当前结点在预设坐标轴方向上的所述共面邻居结点影响参数值和所述共边邻居结点影响参数值进行加权计算, 得到所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值;

20 根据所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值, 确定所述当前结点的几何重构坐标值。

17、根据权利要求 16 所述的方法, 其中, 所述根据所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值, 确定所述当前结点的几何重构坐标值, 包括:

25 对所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算, 得到所述当前结点的几何重构坐标值。

18、根据权利要求 16 或 17 所述的方法, 其中, 所述确定所述当前结点的邻居结点权重值, 包括:

基于所述共面邻居结点和所述共边邻居结点与所述当前结点之间的距离, 确定所述共面邻居结点权重值和所述共边邻居结点权重值之间的预设比值;

对所述预设比值进行归一化计算, 得到归一化系数;

30 基于所述归一化系数与所述预设比值, 确定所述当前结点的共面邻居结点权重值和所述共边邻居结点权重值。

19、根据权利要求 18 所述的方法, 其中, 所述方法还包括:

在所述预设比值为  $1: \frac{1}{\sqrt{2}}$  的情况下, 确定所述共面邻居结点权重值为 0.13, 所述共边邻居结点权重值为 0.091; 或者,

35 在所述预设比值为  $1: \frac{1}{2}$  的情况下, 确定所述共面邻居结点权重值为 0.166, 所述共边邻居结点权重值为 0.083。

20、根据权利要求 9、13 或 17 所述的方法, 其中, 所述当前结点的几何重构坐标值包括 X 坐标轴方向的几何重构坐标值、Y 坐标轴方向的几何重构坐标值和 Z 坐标轴方向的几何重构坐标值;

40 相应地, 所述对所述当前结点的中心位置坐标信息和所述当前结点在预设坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算, 得到所述当前结点的几何重构坐标值, 包括:

对所述当前结点在 X 坐标轴方向的中心位置坐标信息和所述当前结点在 X 坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算, 得到所述当前结点在 X 坐标轴方向的几何重构坐标值;

对所述当前结点在 Y 坐标轴方向的中心位置坐标信息和所述当前结点在 Y 坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算, 得到所述当前结点在 Y 坐标轴方向的几何重构坐标值;

45 对所述当前结点在 Z 坐标轴方向的中心位置坐标信息和所述当前结点在 Z 坐标轴方向上的坐标修正值进行加法计算, 得到所述当前结点在 Z 坐标轴方向的几何重构坐标值。

21、根据权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述方法还包括:

解析码流, 获取空间可伸缩的使能标识信息;

50 在所述空间可伸缩的使能标识信息指示不对所述当前结点所在的跳过层 (skip Layer) 进行解码的情况下, 执行所述根据当前结点的位置信息, 确定所述当前结点的邻居结点的步骤。

22、根据权利要求 21 所述的方法, 其中, 所述方法还包括:

若所述空间可伸缩的使能标识信息的取值等于第一值,则确定所述空间可伸缩的使能标识信息指示对所述当前结点所在的跳过层进行解码;

若所述空间可伸缩的使能标识信息的取值等于第二值,则确定所述空间可伸缩的使能标识信息指示不对所述当前结点所在的跳过层进行解码。

5 23、根据权利要求 22 所述的方法,其中,所述第一值为 0,所述第二值为 1;或者,所述第一值为 false,所述第二值为 true。

24、一种解码器,所述解码器包括确定单元和计算单元;其中,

10 所述确定单元,配置为根据当前结点的位置信息,确定所述当前结点的邻居结点;以及基于所述邻居结点的属性信息,确定所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值;

所述确定单元,还配置为确定所述当前结点的邻居结点权重值;

所述计算单元,配置为根据所述当前结点在预设坐标轴方向上的邻居结点影响参数值以及所述邻居结点权重值,确定所述当前结点的几何重构坐标值。

25、一种解码器,所述解码器包括存储器和处理器;其中,

15 所述存储器,用于存储能够在所述处理器上运行的计算机程序;

所述处理器,用于在运行所述计算机程序时,执行如权利要求 1 至 23 任一项所述的方法。

26、一种计算机存储介质,其中,所述计算机存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序被至少一个处理器执行时实现如权利要求 1 至 23 任一项所述的方法。

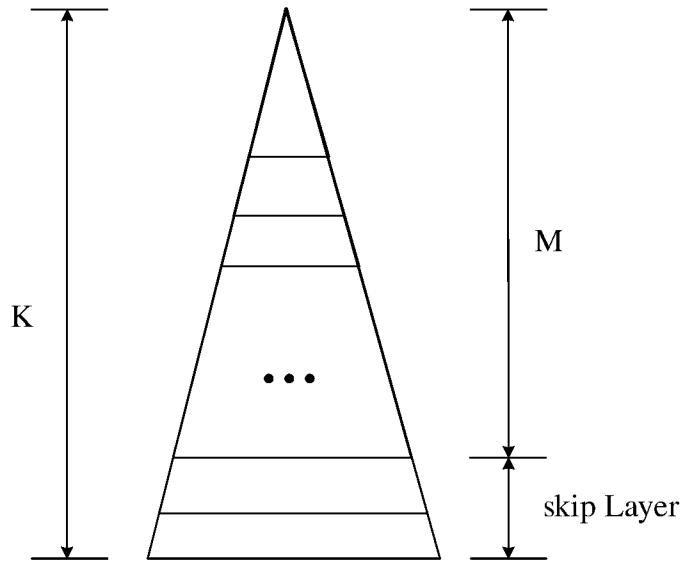


图 1

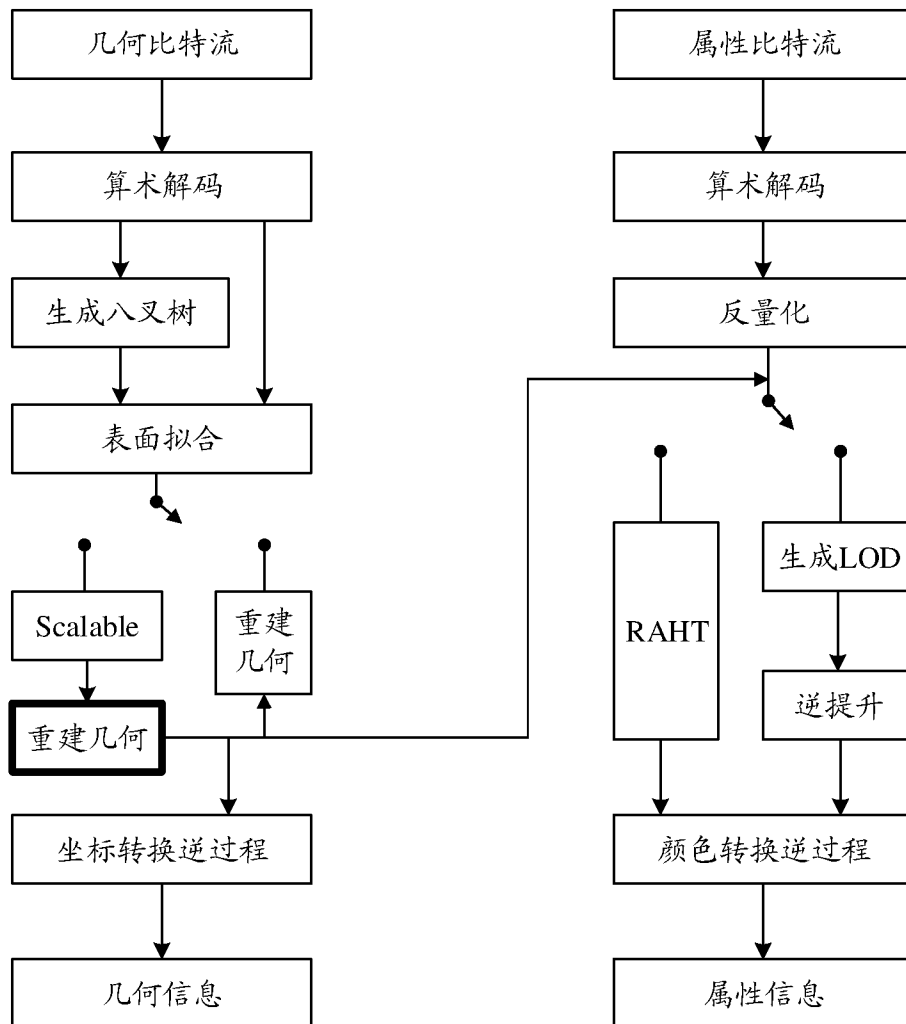


图 2

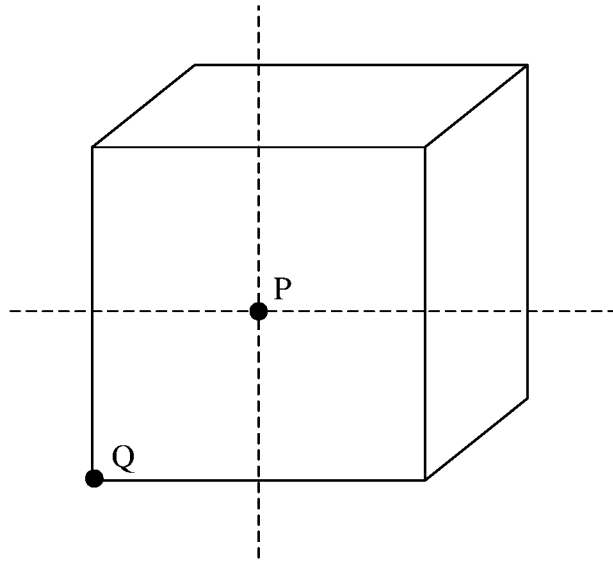


图 3

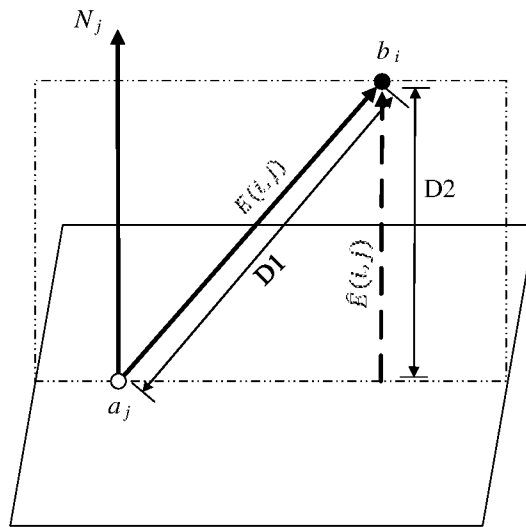


图 4

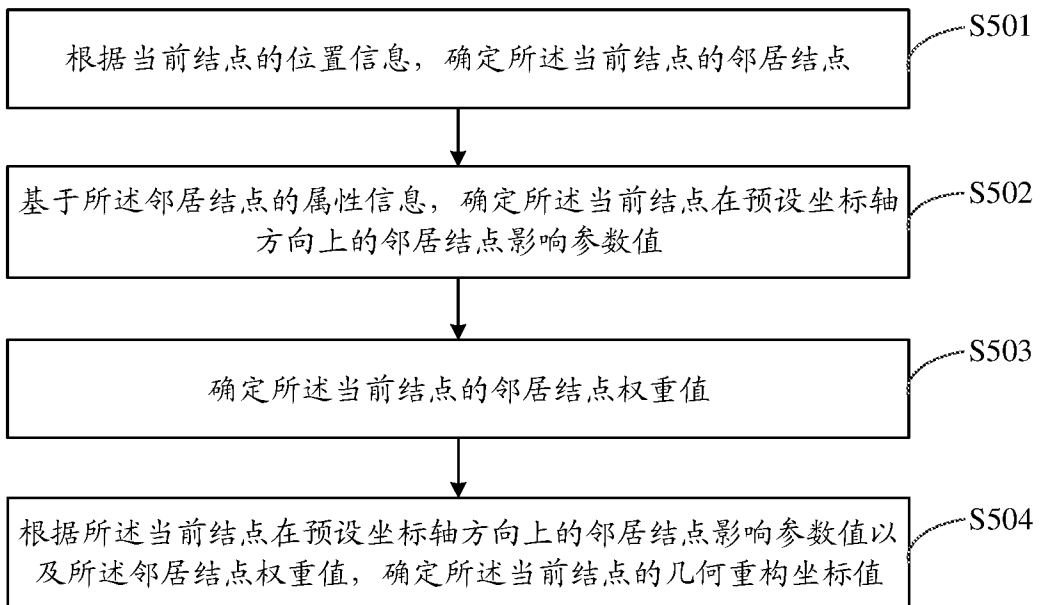


图 5

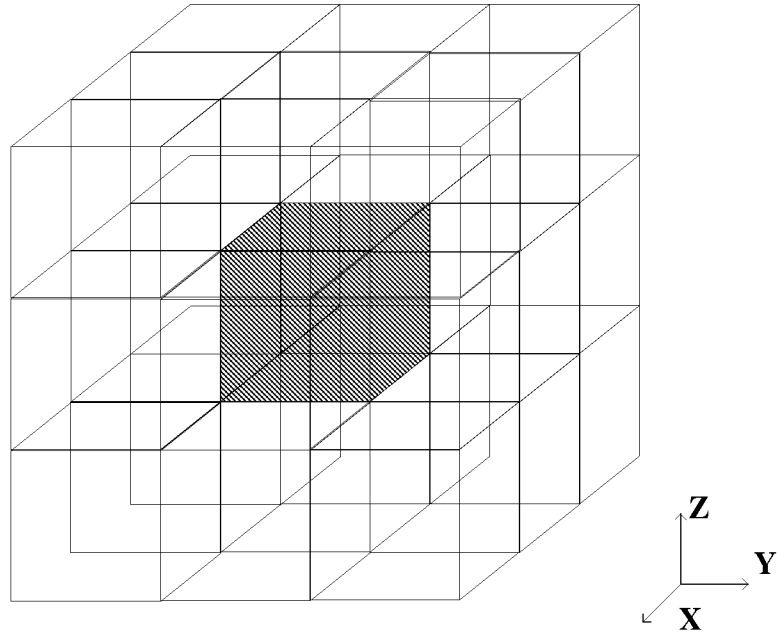


图 6

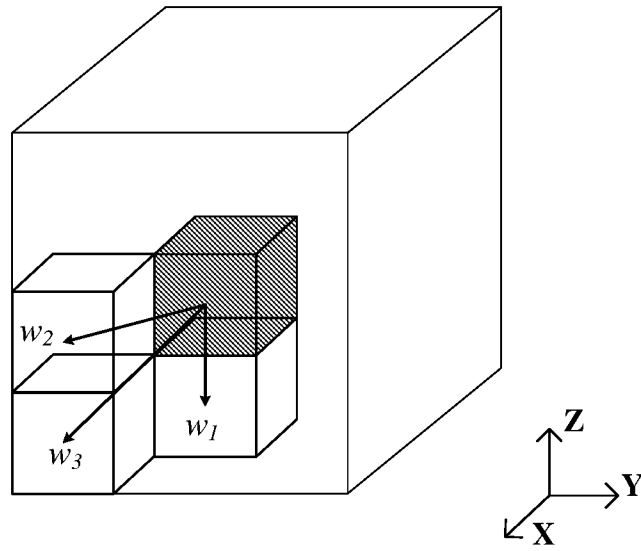


图 7

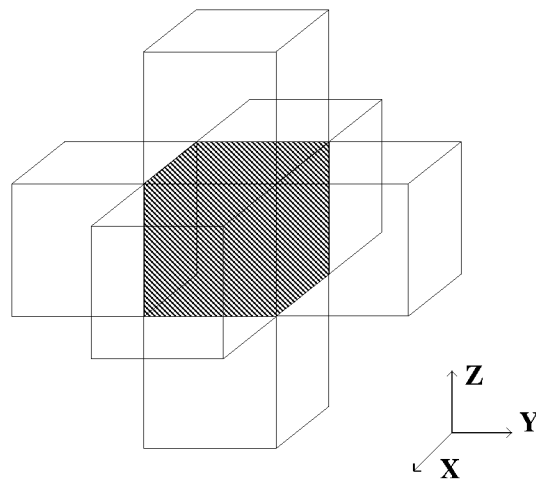


图 8

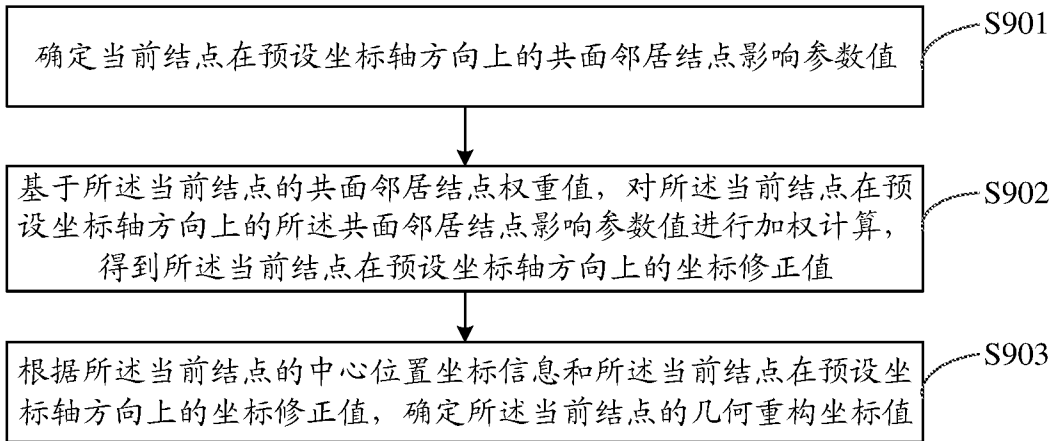


图 9

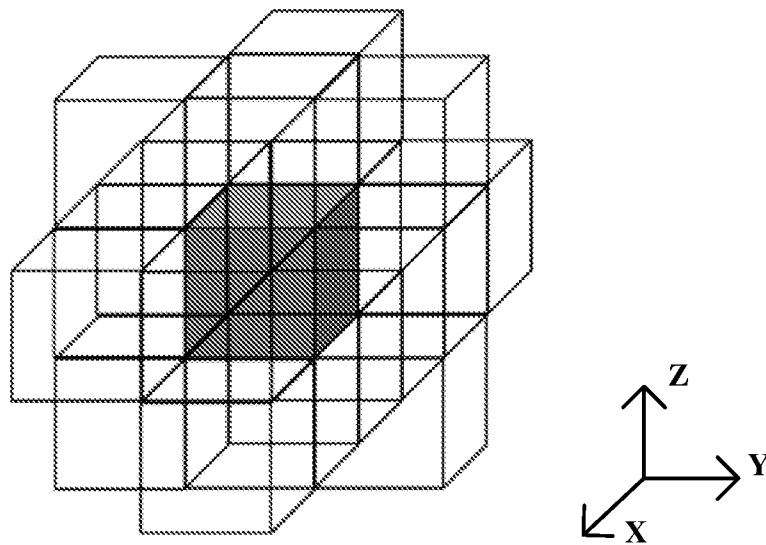


图 10

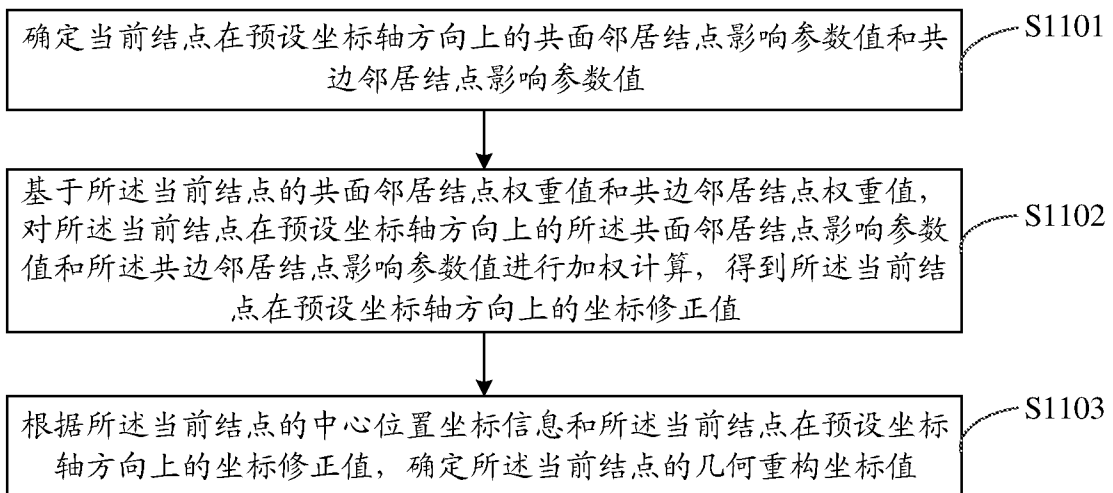


图 11

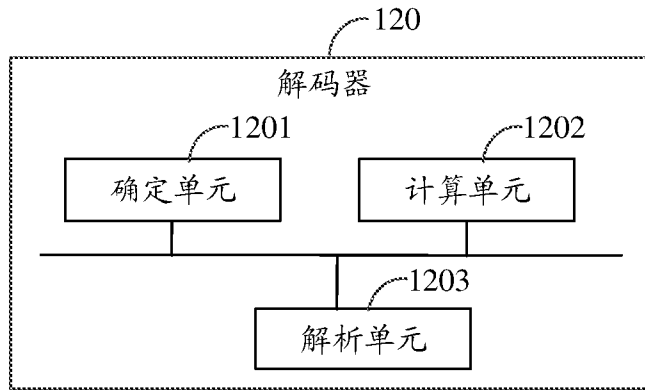


图 12

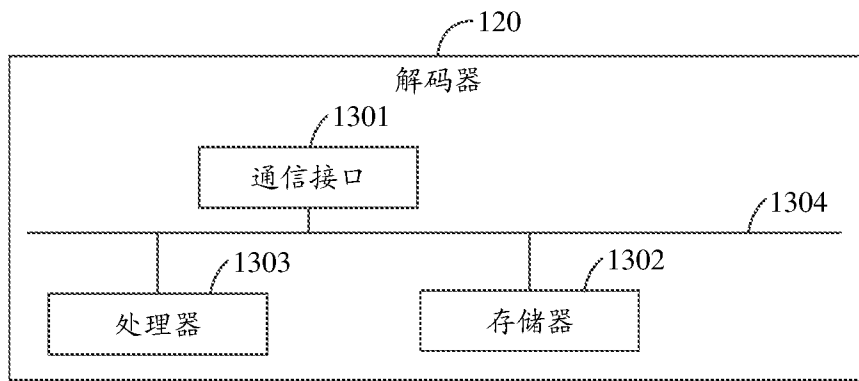


图 13

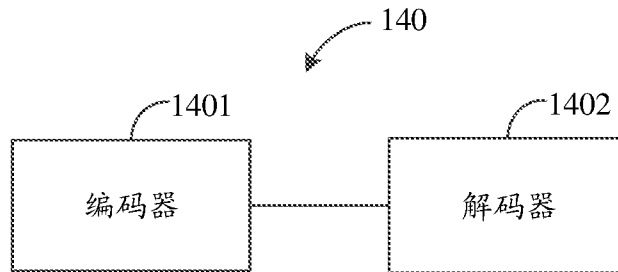


图 14

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/076370

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
H04N 19/13(2014.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
H04N		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
CNABS; VEN; CNKI; CNTXT; USTXT; EPTXT; WOTXT; Patents: 几何, 重构, 邻居, 邻近, 结点, 属性, 参数, 权重, 坐标, 点云, 压缩, 解码, 偏移, Geometry-based Point Cloud Compression, G-PCC, geometric, reconstruction, neighbor, node, axis, attribute, weight, coordinate, point cloud		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 112218079 A (PEKING UNIVERSITY SHENZHEN GRADUATE SCHOOL) 12 January 2021 (2021-01-12) description, paragraphs [0065]-[0134], and figures 1-28	1-26
A	CN 110418135 A (PEKING UNIVERSITY SHENZHEN GRADUATE SCHOOL) 05 November 2019 (2019-11-05) entire document	1-26
A	CN 110765298 A (THE 28TH RESEARCH INSTITUTE OF CHINA ELECTRONICS TECHNOLOGY GROUP CORPORATION) 07 February 2020 (2020-02-07) entire document	1-26
A	US 2019080483 A1 (APPLE INC.) 14 March 2019 (2019-03-14) entire document	1-26
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
26 July 2021		16 August 2021
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

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

International application No.

**PCT/CN2021/076370**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	112218079	A	12 January 2021	None			
CN	110418135	A	05 November 2019	WO	2021022621	A1	11 February 2021
				WO	2021023206	A1	11 February 2021
CN	110765298	A	07 February 2020	None			
US	2019080483	A1	14 March 2019	DE	112018005149	T5	10 September 2020
				CN	111095929	A	01 May 2020
				WO	2019055772	A1	21 March 2019
				US	10861196	B2	08 December 2020
				KR	20200039757	A	16 April 2020

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>H04N 19/13 (2014.01) i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																	
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H04N</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNABS;VEN;CNKI;CNTXT;USTXT;EPTXT;WOTXT;Patentics:几何, 重构, 邻居, 邻近, 结点, 属性, 参数, 权重, 坐标, 点云, 压缩, 解码, 偏移, Geometry-based Point Cloud Compression, G-PCC, geometric, reconstruction, neighbor, node, axis, attribute, weight, coordinate, point cloud</p>																	
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 112218079 A (北京大学深圳研究生院) 2021年 1月 12日 (2021 - 01 - 12) 说明书第[0065]-[0134]段、附图1-28</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110418135 A (北京大学深圳研究生院) 2019年 11月 5日 (2019 - 11 - 05) 全文</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110765298 A (中国电子科技集团公司第二十八研究所) 2020年 2月 7日 (2020 - 02 - 07) 全文</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2019080483 A1 (APPLE INC) 2019年 3月 14日 (2019 - 03 - 14) 全文</td> <td>1-26</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 112218079 A (北京大学深圳研究生院) 2021年 1月 12日 (2021 - 01 - 12) 说明书第[0065]-[0134]段、附图1-28	1-26	A	CN 110418135 A (北京大学深圳研究生院) 2019年 11月 5日 (2019 - 11 - 05) 全文	1-26	A	CN 110765298 A (中国电子科技集团公司第二十八研究所) 2020年 2月 7日 (2020 - 02 - 07) 全文	1-26	A	US 2019080483 A1 (APPLE INC) 2019年 3月 14日 (2019 - 03 - 14) 全文	1-26
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
A	CN 112218079 A (北京大学深圳研究生院) 2021年 1月 12日 (2021 - 01 - 12) 说明书第[0065]-[0134]段、附图1-28	1-26															
A	CN 110418135 A (北京大学深圳研究生院) 2019年 11月 5日 (2019 - 11 - 05) 全文	1-26															
A	CN 110765298 A (中国电子科技集团公司第二十八研究所) 2020年 2月 7日 (2020 - 02 - 07) 全文	1-26															
A	US 2019080483 A1 (APPLE INC) 2019年 3月 14日 (2019 - 03 - 14) 全文	1-26															
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																	
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2021年 7月 26日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2021年 8月 16日</p>															
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>田亚平</p> <p>电话号码 86-(512)-88996186</p>															

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/076370

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	112218079	A	2021年 1月 12日	无			
CN	110418135	A	2019年 11月 5日	WO	2021022621	A1	2021年 2月 11日
				WO	2021023206	A1	2021年 2月 11日
CN	110765298	A	2020年 2月 7日	无			
US	2019080483	A1	2019年 3月 14日	DE	112018005149	T5	2020年 9月 10日
				CN	111095929	A	2020年 5月 1日
				WO	2019055772	A1	2019年 3月 21日
				US	10861196	B2	2020年 12月 8日
				KR	20200039757	A	2020年 4月 16日