(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
2025 年 1 月 2 日 (02.01.2025)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2025/000342 A1

(51) 国际专利分类号:
G06T 15/04 (2011.01) *G06T 9/00* (2006.01)
H04N 19/46 (2014.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/103834

(22) 国际申请日: 2023 年 6 月 29 日 (29.06.2023)

(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 派 特 恩 知 识 产 权 代 理 有 限 公 司**(CHINA PAT INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE)**; 中国北京市海淀区苏州街3号大恒科技大厦南座五层503, 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, 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, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

WO 2025/000342 A1

(54) **Title:** ENCODING AND DECODING METHOD, ENCODER, DECODER, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 编解码方法、编码器、解码器以及存储介质

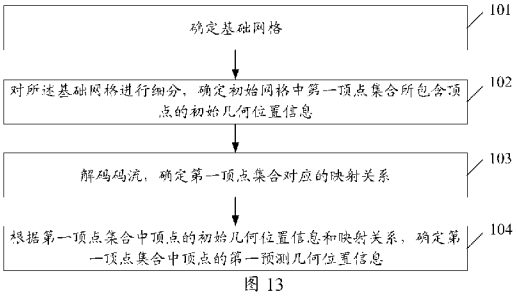


图 13

101 Determine a basic mesh
102 Subdivide the basic mesh, and determine initial geometric position information of vertexes comprised in a first vertex set in an initial mesh
103 Decode a code stream, and determine a mapping relationship corresponding to the first vertex set
104 On the basis of the initial geometric position information of the vertexes in the first vertex set and the mapping relationship, determine first predicted geometric position information of the vertexes in the first vertex set

(57) **Abstract:** The present application discloses an encoding and decoding method, an encoder, a decoder, and a storage medium. At an encoding and decoding end, a basic mesh is subdivided, and initial geometric position information of vertexes comprised in a first vertex set in an initial mesh is determined; and on the basis of the initial geometric position information of the vertexes in the first vertex set and a mapping relationship corresponding to the first vertex set, first predicted geometric position information of the vertexes in the first vertex set is determined. In this way, when geometric position information of a first vertex set of a unit to be encoded and decoded is predicted, encoding and decoding of some vertex shift coefficients are adaptively skipped, and fitting is carried out by utilizing a mapping relationship representing the correlation between initial geometric position information and original geometric position

[见续页]

(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))。

information, to determine first predicted geometric position information corresponding to the initial geometric position information, thereby reducing the code rate of shift coefficients, ensuring the reconstruction quality of geometric position information of mesh vertexes, and improving the encoding and decoding efficiency of the geometric position information.

(57) 摘要: 本申请公开了一种编解码方法、编码器、解码器以及存储介质，在编解码端，对基础网格进行细分，确定初始网格中第一顶点集合所包含顶点的初始几何位置信息；根据第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和第一顶点集合对应的映射关系，确定第一顶点集合中顶点的第一预测几何位置信息。这样，在预测待编解码单元的第一顶点集合的几何位置信息时，自适应的跳过一些顶点移位系数的编解码，而是利用表征初始几何位置信息和原始几何位置信息相关性的映射关系进行拟合，确定初始几何位置信息对应的第一预测几何位置信息，降低移位系数的码率，在保证网格顶点的几何位置信息的重建质量的基础上，提高几何位置信息的编解码效率。

编解码方法、编码器、解码器以及存储介质

技术领域

本申请实施例涉及网格压缩编码技术领域，尤其涉及一种编解码方法、编码器、解码器以及存储介质。

背景技术

在运动图像专家组（Moving Picture Experts Group，MPEG）提供的动态网格编码（Dynamic Mesh Coding）的标准参考软件中，在对网格的几何信息进行编解码时，主要包括对原始网格对应的移位系数的组织和压缩。

然而，目前常见的移位系数的组织方法并不是最佳的，进而会增大后续的无损编码移位系数的码率，降低了网格压缩性能。

发明内容

本申请实施例提供一种编解码方法、编码器、解码器以及存储介质，编解码移位系数时，能够提高移位系数的编码效率。

本申请实施例的技术方案可以如下实现：

第一方面，本申请实施例提供了一种解码方法，应用于解码器，所述方法包括：

确定基础网格；

对所述基础网格进行细分，确定初始网格中第一顶点集合所包含顶点的初始几何位置信息；

解码码流，确定所述第一顶点集合对应的映射关系；其中，所述映射关系用于指示所述第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和原始几何位置信息的相关性；

根据所述第一顶点集合中顶点的所述初始几何位置信息和所述映射关系，确定所述第一顶点集合中所述顶点的第一预测几何位置信息。

第二方面，本申请实施例提供了一种编码方法，应用于编码器，所述方法包括：

根据原始网格，确定基础网格；

对所述基础网格进行细分，确定初始网格中第一顶点集合所包含顶点的初始几何位置信息；

根据所述原始网格中所述第一顶点集合所包含顶点的原始几何位置信息和所述初始几何位置信息，确定所述第一顶点集合对应的映射关系；其中，所述映射关系用于指示所述第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和原始几何位置信息的相关性；

对所述映射关系进行代价计算，确定第一代价参考值；

在根据所述第一代价参考值确定编码所述映射关系的情况下，对第一顶点集合对应的所述映射关系进行编码，将所得到的编码比特写入码流。

第三方面，本申请实施例提供了一种码流，其中，所述码流是根据待编码信息进行比特编码生成的；其中，所述待编码信息包括下述至少一项：用于指示第一顶点集合对应的映射关系的映射关系指示信息、用于指示解码所述映射关系的第三指示信息、用于指示解码所述第一顶点集合中顶点的移位系数的第四指示信息。

第四方面，本申请实施例提供了一种编码器，所述编码器包括：

第一确定单元，配置为根据原始网格，确定基础网格；对所述基础网格进行细分，确定初始网格中第一顶点集合所包含顶点的初始几何位置信息；

拟合单元，配置为根据所述原始网格中所述第一顶点集合所包含顶点的原始几何位置信息和所述初始几何位置信息，确定所述第一顶点集合对应的映射关系；其中，所述映射关系用于指示所述第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和原始几何位置信息的相关性；

第一预测单元，配置为对所述映射关系进行代价计算，确定第一代价参考值；

编码单元，配置为在根据所述第一代价参考值确定编码所述映射关系的情况下，对第一顶点集合对应的所述映射关系进行编码，将所得到的编码比特写入码流。

第五方面，本申请实施例提供了一种编码器，所述编码器包括：第一存储器和第一处理器；其中，

所述第一存储器，用于存储能够在所述第一处理器上运行的计算机程序；

所述第一处理器，用于在运行所述计算机程序时，执行如第二方面所述的方法。

第六方面，本申请实施例提供了一种解码器，所述解码器包括：解码单元，第二确定单元；其中，

第二确定单元，配置为确定基础网格；对所述基础网格进行细分，确定初始网格中第一顶点集合所包含顶点的初始几何位置信息；

解码单元，配置为解码码流，确定所述第一顶点集合对应的映射关系；其中，所述映射关系用于指示所述第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和原始几何位置信息的相关性；

第二预测单元，配置为根据所述第一顶点集合中顶点的所述初始几何位置信息和所述映射关系，确定所述第一顶点集合中所述顶点的第一预测几何位置信息。

第七方面，本申请实施例提供了一种解码器，第二存储器和第二处理器；其中，

所述第二存储器，用于存储能够在所述第二处理器上运行的计算机程序；

所述第二处理器，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。

第九方面，本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被执行时实现如第一方面所述的方法、或者实现如第二方面所述的方法。

本申请实施例提供了一种编解码方法、编码器、解码器以及存储介质，在编解码端，对基础网格进行细分，确定初始网格中第一顶点集合所包含顶点的初始几何位置信息；根据所述第一顶点集合中顶点的所述初始几何位置信息和第一顶点集合对应的映射关系，确定所述第一顶点集合中所述顶点的第一预测几何位置信息。这样，在预测待编解码单元的第一顶点集合的几何位置信息时，自适应的跳过一些顶点移位系数的编解码，而是利用表征初始几何位置信息和原始几何位置信息相关性的映射关系进行拟合，确定初始几何位置信息对应的第一预测几何位置信息，降低移位系数的码率，在保证网格顶点的几何位置信息的重建质量的基础上，提高几何位置信息的编解码效率。

附图说明

图 1A 为三维网格图像的示意图一；

图 1B 为三维网格图像的局部放大图；

图 2 为三维网格的连接方式示意图；

图 3A 为一幅三维网格图像的示意图二；

图 3B 为网格数据存储格式的示意图；

图 3C 为三维网格图像的属性图；

图 4 为网格编码整体框架图；

图 5A 为网格预处理流程的示意图；

图 5B 为移位系数的生成示意图；

图 6A 为网格几何位置信息的量化处理示意图一；

图 6B 为网格几何位置信息的量化处理示意图二；

图 7A 为三角面片的连接关系的编码示意图；

图 7B 为几何位置信息的编码示意图；

图 7C 为纹理坐标的编码示意图；

图 8A 为顶点移位系数的基本原理示意图；

图 8B 为移位系数映射到二维图像的编码示意图；

图 9 为帧间几何位置信息的编码示意图；

图 10A 为帧内编码的示意图；

图 10**B** 为帧间编码的示意图；

图 11A 为帧内解码的示意图；

图 11B 为帧间解码的示意图；

图 12 为本申请实施例提供的一种编解码的网络架构示意图；

图 13 为本申请实施例提供的一种解码方法的流程示意图；

图 14A 为一种基础网格迭代细分示意图；

图 14B 为一种 LOD 空间结构示意图；

图 15A 为一种映射关系的示意图一；

图 15B 为一种映射关系的示意图二；

图 16 为对量化之后的系数进行系数重置示意图；

图 17 为根据移位系数进行几何位置信息重建原理示意图；
图 18 为本申请实施例提供的一种编码方法的流程示意图；
图 19 为编码器的组成结构示意图一；
图 20 为编码器的组成结构示意图二；
图 21 为解码器的组成结构示意图一；
图 22 为解码器的组成结构示意图二。

具体实施方式

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

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。

还需要指出，本申请实施例所涉及的术语“第一\第二\第三”仅是用于区别类似的对象，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。

需要说明的是，可以允许在同一视频场景中解码和合成不同的数据格式比特流。其中，至少可以包括图像格式、点云（Point Cloud）格式、网格（Mesh）格式。通过这种方式，可以为具有不同来源的多个数据格式（例如，网格、点云、图像等等）提供实时沉浸式视频交互服务。

在本申请实施例中，基于数据格式的方法可以允许以数据格式的比特流级进行独立性处理。即与视频编码中的瓦片（tiles）或切片（slices）一样，该场景中的不同数据格式可以以独立的方式编码，从而可以基于数据格式进行独立的编码和解码。

一般而言，三维动画内容采用基于关键帧的表示方法，即每帧是一个静态网格。不同时刻的静态网格具有相同的拓扑结构和不同的几何结构。但是，基于关键帧表示的三维动态网格的数据量特别大，因此如何能够有效的存储、传输和绘制成为三维动态网格发展所面临的问题。另外针对不同的用户终端（电脑、笔记本、便携式设备、手机）需要支持网格的空间可伸缩性；不同的网络带宽（宽带、窄带、无线）需要支持网格的质量可伸缩性。因此，三维动态网格压缩是一个非常关键的问题。

三维网格是通过空间中的无数个多边形组成的三维物体表面，多边形由顶点和边组成，图 1A 展示了三维网格图像，图 1B 展示了三维网格图像的局部放大图，可以看到网格表面是由闭合多边形所组成的。

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；然而网格中的顶点在三维空间中的分布具有随机性和不规则性，以及多边形的构成方式需要进行额外的规定，因此需要记录每一个顶点在空间中的位置，以及每个多边形的连接信息，才能完整地表达一幅网格图像，如图 2 所示，同样的顶点数目和顶点位置，由于连接方式的不同，所形成的表面也完全不同。

除了以上信息之外，由于三维网格图像通常采用已有的二维图像/视频编码方式进行编码，因此需要将三维网格图像进行从三维空间到二维空间的转化，UV 坐标就定义了这一转化过程。

与二维图像类似，采集过程中每一个位置可能会有对应的属性信息，通常为 RGB 颜色值，颜色值反映物体的色彩；对于三维网格图像来说，每一个顶点所对应的属性信息除了颜色以外，还有比较常见的是反射率（reflectance）值，反射率值反映物体的表面材质。三维网格图像的属性信息通过二维图像进行存储，其从二维到三维的映射由 UV 坐标规定。

因此，三维网格数据通常包括三维几何位置信息(x，y，z)、几何位置信息三角面片的连接关系、纹理坐标（u，v）以及纹理坐标的连接关系，以及属性图。图 3A 为一幅三维网格图像，图 3B 网格数据存储格式包括三维几何位置信息、纹理坐标和连接信息，图 3C 为对应的属性图。

目前的三维动态网格压缩方法有基于空间-时间的预测方法，通过消除空间和时间相关性来提高压缩效率；基于主成分分析（Principal Components Analysis，PCA）的技术，在特征向量空间进行投影，使能量集中；基于小波的方法，支持空间可伸缩和质量可伸缩。

需要说明的是，图 4 为网格编码整体框架图，图 5A 为二维曲线预处理流程的示意图，图 5B 为移位系数的生成示意图，三维网格的预处理过程可同理类比，在编码端主要分为预处理（Pre-processing）和编码器（Encoder）两部分。其中，首先通过预处理生成基础网格和移位系数。预处理流程包括：首先对原始网格（Original Mesh）进行下采样，生成顶点数量大幅减少的简化网格（Decimated Mesh），

或称基础网格/基本网格（Base Mesh）。然后对简化网格进行细分，在简化网格的边上插入新生成的顶点，得到细分网格（Subdivided Mesh）或称初始网格。最后对于细分网格中的每个顶点，寻找原始网格中与其距离最近的点，并计算这两个点的移位系数（Displacement）。在经过预处理后，将简化网格和移位系数输入编码器，生成码流。

V-DMC 编码主要可以分为两大类：几何位置信息编码和属性信息编码。如图 3B 和图 3C 所示，序列 basketball_player 的每一帧文件中包括两个文件：basketball_player_fr0001_qp12_qt12.obj 和 basketball_player_fr0002.png。其中，basketball_player_fr0001_qp12_qt12.obj 中包含四种信息分别为：几何位置信息（x,y,z）、几何位置信息三角面片的连接关系、纹理坐标（u,v）以及纹理坐标的连接关系。basketball_player_fr0002.png 代表的是当前帧的纹理属性信息。在目前的 V-DMC 编码器中，几何位置信息采用 DRACO 以及 Video Codec（AVC、HEVC 或者 VVC）联合编码,纹理信息编码直接利用 Video Codec 进行编码。因此，接下来对 mesh 的几何信息编码进行详细的介绍。

几何信息可以分为：位置信息的编码（几何位置信息和纹理位置信息）与连接关系的编码（几何位置信息的三角面片连接关系、纹理位置信息的连接关系）。目前的 V-DMC 编码主要分为两种编码测试条件：帧内编码和帧间编码（低时延，目前没有 RA 的测试环境）。

帧内几何信息编码

1.网格（mesh）预处理

a)如图 5A 和图 5B 所示，以二维的连接关系为例子。原始网格的连接关系中含有大量的点，在对网格几何信息编码之前，首先进行网格几何信息的量化或者简单化，最终得到对应的简化网格（Decimated mesh）作为基础网格。

b)如图 6A 和图 6B 所示，基于三角面片坐标进行 mesh 的量化处理。按照量化点之间的连接关系，将量化处理可以划分为一下两种情况:

当两个顶点量化之前属于一条边的两个顶点，则量化之后，需要将两个顶点连接的三角面片全部连接在一起，如图 6A 所示涉及到之前三角面片的消失化；否则，如果两个顶点不属于一条边的两个顶点，那么量化之后，仅仅需要将两个顶点的边界进行合并即可，如图 6B 所示对三角面片的数量不出产生影响。

c)基于三角面片坐标进行 mesh 的量化处理的整个过程中，最为核心的问题在于如何根据之前的顶点坐标得到最佳的顶点，目前的 V-DMC 中会在以下四种模式当中得到最佳的量化点，假设量化之前的顶点分布为 V1 和 V2，量化之后的顶点坐标为 V'，则存在以下：V1、V2、(V1+V2)/2 以及 Q-1(V1+V2)，其中 Q 为 V1 和 V2 顶点坐标对应的量化矩阵。最终基础量化前后的失真测度 D 来选取最佳的量化点。

2. Base mesh 编码

a) 在得到 Base mesh 之后，会利用 DRACO 编码器来对 Base mesh 的几何信息编码。其中，几何信息主要包括：连接关系与几何位置信息的连接关系。整个 DRACO 编码的流程按照：首先完成连接关系的编码，其次基于几何位置的连接关系对点的几何位置信息进行编码，最后基于连接关系、几何位置信息来对纹理位置信息进行编码。

b) 连接关系的编码。DRACO 对 mesh 的连接关系编码采用的是“EdgebreakerCoding”方案。具体的，如图 7A 所示:

在对 mesh 的连接关系之前，将 mesh 的顶点划分为五种类型，CLRSE，其中每个符号表示的物理意义如下:

i. C:与当前顶点连接的三角面片没有一个完成编码
ii. L 与当前顶点连接的左边的三角面片完成编码
iii. R:与当前顶点连接的右边的三角面片完成编码
iv. S:与当前顶点连接的左边和右边的三角面片都没有完成编码
v. E:与当前顶点连接的左边和右边的三角面片都已经完成编码

最终按照一定的顺序，对每个顶点的类型以及顶点的处理顺序进行编码，解码端按照顶点的处理顺序以及顶点的类型来恢复 mesh 的几何连接关系。

c) 几何位置信息的编码。在完成顶点连接关系的编码之后，基于顶点的连接关系来对每个顶点的几何位置信息进行预测编码。预测编码采用的思想是“平行四边形算法（Parallelograms algorithm）”，具体的如图 7B 所示:

利用与当前待编码点相邻的三个顶点：左边（left）顶点、右边（right）顶点以及对端（opposite）顶点简单的线性拟合:

$$\mathrm{pred}_{\mathrm{pos}} = (left + right) - opposite$$

d) 在完成点连接关系以及几何位置信息之后，基于这两者解码重建的基础，来对纹理坐标进行

预测编码，具体如图 7C 所示。同样的，假设当前顶点为 C，根据点的连接关系可以得到当前点的 Left 和 Right 顶点，其次利用 left 和 right 顶点的纹理坐标来对当前顶点 C 的纹理坐标进行预测编码。

3. Displacement 编码

a）首先，在完成 Base mesh 的编码重建之后，会利用一定的划分算法，来对 Base mesh 进行划分得到初始重建 mesh，具体的可以参考如图 5A 中的细分网格对应的曲线，简化网格对应的曲线可以利用简单的线性插值，得到细分网格对应的曲线。其中新插入的点坐标根据当前边界上的两个顶点进行线性插值得到：

$$\mathrm{pos}_{\mathrm{new}} = \frac{(pos_1 + pos_2)}{2}$$

b）其次，计算划分之后的细分 mesh 与原始 mesh 之间点的误差 Delta，误差 Delta 可以是一种世界坐标系下点的误差。最终，利用每个点之间的误差 Delta 以及每个点的法向量 Norm 计算得到每个点的 Displacement 值，具体的如图 8A 所示。

具体的计算方式如下：

$$Displacement = Delta \times Norm$$

c）在计算得到每个点的 Displacement 之后，可以利用提升小波变换（Lifting Transform）来将空域残差系数变换到频域，得到对应的频域残差系数 。

d) 最终，会利用 Packing 算法将每个点的频域残差系数按照一定顺序映射到二维的图像当中，目前的 V-DMC 按照莫顿码的顺序进行排列，具体的如图 8B 所示。

e）最终可以利用传统的 Video Codec 来对二维图像进行编码。

4.重着色

重着色属于编码端的算法，当完成编码端几何信息的重建之后。利用原始的几何信息、原始的纹理属性信息以及重建的 mesh 几何信息，来对重建之后的 mesh 的纹理属性信息进行重着色。

帧间几何信息编码

a）类似帧内几何信息编码，包括几何连接关系以及几何位置信息编码。但是这里需要注意的是，帧间的几何位置信息编码，仅仅需要编码当前 Base mesh 的几何位置信息（x,y,z），不需要编码连接关系以及纹理位置信息（u,v），具体的原因如下：如果当前帧可以采用帧间编码，那么在编码端会利用当前帧的参考帧的 Base mesh 来得到当前帧的 mesh 信息，因此当前帧和参考帧拥有相同的链接关系以及 uv 纹理坐标，唯有几何位置信息不相同。

b）基于 a)我们可以知道，当前帧和参考帧只有几何位置信息存在误差，因此当前的 V-DMC 对当前帧的几何位置信息进行预测编码。

具体如图 9 所示，中间黑色顶点为待编码/解码的顶点，利用当前点在参考帧得到对应的预测点（类似视频编码当中的同位块），其次利用当前点的邻域点（已经完成编码顶点的 MV）来对当前点的 MV 进行预测编码。具体的如下所示，假设当前点的坐标为 pos，对应的同位点的坐标为 Pred_pos，则当前点的 MV 计算为：

$$\mathrm{MV} = \mathrm{Pos} - \mathrm{Pred}_{\mathrm{pos}}$$

在当前的 V-DMC 存在了两种预测编码模式：

i. 对当前点的 MV 直接进行编码

ii. 对当前点的 MV 利用邻域进行预测编码

在编码端利用率失真优化算法得到每个 Coding Group（CG）的最佳编码模式，当前的 V-DMC 设定每个 CG 的点数最多为 16 个。

纹理属性信息的编码：目前的 V-DMC 对纹理属性信息编码直接利用 Video-Codec 进行编码，例如：AVC、HEVC、VVC 或者 VV-Enc。

图 10A 为帧内编码的示意图，如图 10A 所示，在帧内编码器中，可以采用常见的静态网格编码器（Static Mesh Encoder）对简化网格进行编码，生成对应的码流（Compressed base mesh bitstream）。接下来，用重构的简化网格更新移位系数（Update Displacements）。对更新后的移位系数进行小波变换（Wavelet Transform）和量化（Quantization）后得到移位系数。并进行图像打包（Image Packing）后采用高效率视频编码（High Efficiency Video Coding，H.265-HEVC）进行编码，生成移位系数的码流（Compressed displacements bitstream）。对于属性图（Attribute Map）编码，首先根据重构的几何信息与原始几何信息间的差异对特征图进行变换（Texture Transfer），然后将其进行填补（Padding）、颜色空间转换（Color Space conversion）后用视频编码器（Video Coding）编码形成属性码流（Compressed attribute bitstream）。

图 10B 为帧间编码的示意图，如图 10B 所示，帧间编码器与帧内编码器流程大致相同，但帧间编

码器并不直接对简化网格进行编码，而是编码当前帧的简化网格与参考帧的简化网格间的运动矢量（Motion Encoder），并生成相应的运动矢量的码流（Compressed motion bitstream）。

相应的，在解码过程中，解码器按照作用帧的类型不同，也可以分为帧内解码器和帧间解码器，分别用于执行帧内解码和帧间解码。

图 11A 为帧内解码的示意图，如图 11A 所示，在帧内解码器中，可以采用静态网格解码器（Static Mesh Decoder）解码出简化网格。采用视频解码器（Video Decoder）解码出移位系数视频，并通过图像解包（Image Unpacking）和小波逆变换（Inverse Wavelet Transform）得到移位系数。通过解码得到的简化网格和移位系数得到解码的网格几何信息。属性图的解码则直接通过视频解码器进行解码。

图 11B 为帧间解码的示意图，如图 11B 所示，对于帧间解码器，其流程与帧内解码器基本一致。除了不直接解码简化网格，而是解码运动矢量，并通过前一帧（参考帧）的简化网格计算得到当前帧的简化网格。

综上，目前运动图像专家组（Moving Picture Experts Group，MPEG）提供的动态网格编码（Dynamic Mesh Coding）的标准参考软件（下称标准参考软件）中，动态网格编码过程分为如下步骤：

1、对原始网格进行预处理，具体表现为减少网格中的顶点数并简化连接关系。

2、细分步骤 1 中的简化网格，具体操作为对于步骤 1 中任意有连接关系的两个顶点，在其连线段的中点加入一个新的点，并重复 2 次。

3、对于步骤 2 中的每个顶点，寻找原始网格中与其距离最近的点，并计算这两个点的移位系数（Displacement）。

4、采用编码器如 Draco 对步骤 1 中的简化网格量化后进行编码。

5、根据步骤 4 所得到的重构简化网格对步骤 3 中的移位系数进行调整。

6、对步骤 5 中的移位系数进行小波变换，并将小波变换后的移位系数进行量化得到量化变换系数。

7、将量化变换系数进行三维空间到二维图像的映射（或称“图像打包”），生成移位系数二维图像。

8、采用标准视频编码器如 H.265 对步骤 6 中的移位系数二维图像进行编码。

动态网格解码过程分为如下步骤：

1、基础网格码流经过解码器如 draco 解码之后生成解码基础网格。

2、移位系数码流采用标准视频编码器如 H.265 解码得到移位系数二维图像。

3、将移位系数二维图像进行从二维图像到三维空间的映射（或称“图像解包”），得到量化变换系数。

4、对量化变换系数进行反量化、小波反变换得到解码移位系数。

5、将解码基础网格和解码移位系数一起生成重建三维网格几何信息。

6、属性码流经过 HEVC 解码之后生成重建属性图。

为了解决上述问题，本申请实施例提供了一种编解码方法，在预测待编解码单元的第一顶点集合的几何位置信息时，自适应的跳过一些顶点移位系数的编解码，而是利用表征初始几何位置信息和原始几何位置信息相关性的映射关系进行拟合，确定初始几何位置信息对应的第一预测几何位置信息，降低移位系数的码率，在保证网格顶点的几何位置信息的重建质量的基础上，提高几何位置信息的编解码效率。

本申请实施例提供了一种包含解码方法和编码方法的编解码系统的网络架构，图 12 为本申请实施例提供的一种编解码的网络架构示意图。如图 12 所示，该网络架构包括一个或多个电子设备 13 至 1N 和通信网络 01，其中，电子设备 13 至 1N 可以通过通信网络 01 进行视频交互。电子设备在实施的过程中可以为各种类型的具有编解码功能的设备，例如，所述电子设备可以包括手机、平板电脑、个人计算机、个人数字助理、导航仪、数字电话、视频电话、电视机、传感设备、服务器等，本申请实施例不作限制。其中，本申请实施例中的解码器或编码器就可以为上述电子设备。

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

本申请的实施例提出了一种解码方法，图 13 为本申请实施例提供的一种解码方法的流程示意图，如图 13 所示，在本申请的实施例中，解码器进行解码处理的方法可以包括以下步骤：

步骤 101：确定基础网格；

在一些实施例中，确定当前图像的基础网格，当前图像可以为待编码网格图像。在一些实施例中，确定当前图像块的基础网格，当前图像块可以为当前待编码网格图像块。具体地，网格图像可以为如图 1 所示的三维网格图像。

在一些实施例中，对于帧内编码，解码基础网格码流，确定基础网格（Base mesh），也称简化网格。

在一些实施例中，对于帧间编码，根据参考图像块的基础网格，确定当前图像块的基础网格。

步骤 102：对基础网格进行细分，确定初始网格中第一顶点集合所包含顶点的初始几何位置信息；

在一些实施例中，根据预设的网格细分模式对基础网格进行迭代细分，确定初始网格中顶点的初始

几何位置信息；从初始网格中确定第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息。

需要说明的是，网格细分模式可以理解为对基础网格每个边界上的顶点进行插值，以在基础网格的结构上得到更多顶点。示例性的，网格细分模式包括细分算法和细分迭代次数。在一些实施例中，细分算法可以为线性插值算法或者非线性插值算法。

示例性的，完成 Base mesh 的解码重建之后，会利用一定的细分算法，来对 Base mesh 进行细分得到初始网格。示例性的，基础网格通过线性插值算法，得到初始网格（也可以称为细分网格）。其中，每次迭代过程中新插入的点坐标根据当前边界上的两个顶点的坐标进行线性插值得到：

$$\mathrm{pos}_{\mathrm{new}} = \frac{(\mathrm{pos}_1 + \mathrm{pos}_2)}{2}$$

其中，pos_1和pos_2为参与本次迭代的当前边界上的两个顶点几何位置坐标，$\mathrm{pos}_{\mathrm{new}}$为本次迭代新增顶点的几何位置坐标。

利用每个边界上的顶点进行线性插值，得到对应的几何位置信息。假设，整个划分迭代了 N 次，则对基础网格进行细节层次（Level of Detail， LOD）划分。图 14A 为一种基础网格迭代细分示意图，如图 14A 所示，对基础网格经过 3 次迭代细分得到的初始网格的几何位置信息，基础网格视为第 0 次迭代对应第 0 层（level0），第一次迭代新增顶点构成第 1 层（level1），第二次迭代新增顶点构成第 2 层（level2），第二次迭代新增顶点构成第 2 层（level2）利用初始得到的几何位置信息与原始网格进行误差计算，得到每个点的移位系数（Displacement）。

具体的 LOD 空间结构如图 14B 所示，顶层为基础网格，随着迭代的进行，每次迭代过程中新增顶点数依次增加，形成金字塔结构。

第一顶点集合为待解码单元所包含顶点的集合。待解码单元可以为任一种图像划分结构下得到的。示例性的，第一顶点集合可以包括待解码图像块（Block）包含的顶点（如图 16 所示的一个 Block），第一顶点集合可以包括待解码 LOD 层包含的顶点（如图 14B 所示的一个 LOD 层）。

在一些实施例中，LOD 层的解码顺序是从顶层到底层，解码时可以按照从第一次迭代到最后一次迭代的解码顺序，依次解码 LOD 层。

步骤 103：解码码流，确定第一顶点集合对应的映射关系；

其中，映射关系用于指示第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和原始几何位置信息的相关性。具体可以通过一定的参数关系来表征二者的相关性，如图 15A 和图 15B 所示。通过编解码映射关系，解码端根据映射关系可以直接确定初始网格中顶点的初始几何位置信息对应的重建网格中顶点的第一预测几何位置信息，无需编解码顶点的移位系数，在保证网格顶点的几何位置信息的重建质量的基础上，提高几何位置信息的编解码效率。

在一些实施例中，解码码流，确定第一顶点集合对应的映射关系，包括：解码码流，确定第一顶点集合的映射关系指示信息；根据映射关系指示信息，确定第一顶点集合对应的映射关系。示例性的，映射关系指示信息可以用于指示映射关系的参数，还可以直接指示某一预设的映射关系。不同顶点集合对应的映射关系可以相同也可以不相同。示例性的，映射关系指示信息可以包括 LOD 层级或者片级语法元素。映射关系指示信息还可以包括序列级和/或图像级语法元素。

在一些实施例中，映射关系为第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和预测几何位置信息的函数关系。示例性的，映射关系包括以下至少之一：恒等映射关系、基于线性函数的映射关系、基于非线性函数的映射关系、基于神经网络的映射关系。需要说明的是，恒等映射关系也可以属于一种特殊的基于线性函数的映射关系。

示例性的，映射关系的函数表达式可以为：

$$\mathrm{predict}_{\mathrm{mesh}} = \mathrm{f}(\mathrm{reconMesh}, \mathrm{i})$$

其中，$\mathrm{predict}_{\mathrm{mesh}}$为通过拟合得到的预测几何位置信息，reconMesh为初始几何位置信息，i 为第一顶点集合的标识信息，f(·)为映射关系。

在一些实施例中，映射关系指示信息可以包括第一指示信息，其中，第一指示信息用于指示映射关系的常数；根据映射关系指示信息，确定第一顶点集合对应的映射关系，包括：根据第一指示信息，确定映射关系的至少一个常数；根据映射关系的至少一个常数，确定映射关系。

示例性的，映射关系为基于线性函数的映射关系时，第一指示信息用于指示线性函数的斜率和/或截距。

示例性的，映射关系为基于非线性函数的映射关系时，第一指示信息用于指示非线性函数中的至少一个常数。示例性的，非线性函数为指数函数，第一指示信息用于指示非线性函数的常数 a。非线性函数为多项式函数，第一指示信息用于指示多项式函数的系数 a_0，a_1，$a_2\cdots$。非线性函数为对数函数，第一指示信息用于指示非线性函数的底数 a。

示例性的，映射关系为基于神经网格的映射关系时，第一指示信息用于指示神经网格的卷积参数，或者，第一指示信息用于指示是否使用神经网络作为映射关系，或者，第一指示信息用于指示使用哪一个神经网络作为映射关系。

在一些实施例中，映射关系指示信息还可以包括第二指示信息，其中，第二指示信息用于指示映射关系的类型；根据映射关系指示信息，确定第一顶点集合对应的映射关系，还包括：根据第二指示信息，确定映射关系的类型；根据映射关系的类型和至少一个常数，确定映射关系。

需要说明的是，当通过预设的一种映射关系表征几何位置信息之间的相关性时，可以通过第一指示信息确定该映射关系的常数，当通过预设的两种及以上映射关系表征相关性时，进一步还可以通过第二指示信息确定映射关系的类型。

在一些实施例中，映射关系指示信息用于指示映射关系的索引信息（Idx）；根据映射关系指示信息，确定第一顶点集合对应的映射关系，包括：根据映射关系指示信息，确定映射关系的索引信息；根据映射关系的索引信息，确定映射关系。

具体地，考虑编码复杂度与编码效率的平衡，可以利用简单的线性拟合来得到原始网格几何位置信息与初始网格几何位置信息间的关系，具体的如下所示：

$$predict_{mesh} = k * (reconMesh, i) + b$$

其中，$\text{predict}_{\text{mesh}}$为预测几何位置信息，reconMesh为初始几何位置信息，i 为第一顶点集合的标识信息，f(·)为映射关系，*和+为向量的数乘和加法。

在一些实施例中，该方法还包括：解码码流，确定第一顶点集合的第三指示信息；根据第三指示信息确定解码第一顶点集合的映射关系的情况下，解码码流，确定第一顶点集合对应的映射关系。也就是说，第三指示信息用于指示是否解码第一顶点集合的映射关系，在解码映射关系之前，需要先解码第三指示信息，根据第三指示信息确定解码第一顶点集合的映射关系，才进一步解码映射关系指示信息。示例性的，第三指示信息可以为网格编解码中新增语法元素，也可以复用已有语法元素。第三指示信息可以包括以下至少之一：序列级、帧级、LOD 层级、片级语法元素。

步骤 104：根据第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和映射关系，确定第一顶点集合中顶点的第一预测几何位置信息。

在一些实施例中，映射关系第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和预测几何位置信息的函数关系。具体地，将初始几何位置信息作为映射关系的输入值，得到映射关系的输出值作为第一预测几何位置信息。

示例性的，以 LOD 空间结构为例，第一顶点集合包括当前 LOD 层的顶点，映射关系的函数表达式还可以为：

$$\text{predict}_{\text{mesh}} = \text{f}(\text{reconMesh}, \text{lvl})$$

其中，$\text{predict}_{\text{mesh}}$为通过拟合得到的预测几何位置信息，reconMesh为初始几何位置信息，lvl为不同的 LOD 层的标识信息，f(·)为映射关系。

具体地，若利用简单的线性拟合来得到原始网格几何位置信息与初始网格几何位置信息间的关系，具体的如下所示：

$$predict_{mesh} = k * (reconMesh, \text{lvl}) + b$$

其中，$\text{predict}_{\text{mesh}}$为通过拟合得到的预测几何位置信息，reconMesh为初始几何位置信息，lvl为不同的 LOD 层的标识信息，f(·)为映射关系，*和+为向量的数乘和加法。

在一些实施例中，在一些实施例中，该方法还可以包括：解码码流，确定第一顶点集合中顶点的第一移位系数；根据第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和第一移位系数，确定第一顶点集合中顶点的第二预测几何位置信息。也就是说，解码端也可以解码移位系数，根据初始几何位置信息和移位系数确定第二预测几何位置信息。

在一些实施例中，解码第一顶点集合的第四指示信息；根据第四指示信息确定解码第一顶点集合中顶点的移位系数的情况下，解码码流，确定第一顶点集合中顶点的第一移位系数；根据第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和第一移位系数，确定第一顶点集合中顶点的第二预测几何位置信息。也就是说，第四指示信息用于指示是否解码第一顶点集合的移位系数，在解码移位系数之前，需要先解码第四指示信息，根据第四指示信息确定解码第一顶点集合的移位系数，才进一步解码移位系数。示例性的，第四指示信息可以为网格编解码中新增语法元素，也可以复用已有语法元素。第四指示信息可以包括以下至少之一：序列级、帧级、LOD 层级、片级语法元素。

在一些实施例中，该方法还可以包括：解码第五指示信息；根据第五指示信息确定第一顶点集合中顶点的移位系数为预设系数。也就是说，第一顶点集合中所有顶点的移位系数还可以为相同系数，此时无需解码每个顶点的移位系数也无需解码映射关系。示例性的，预设系数可以为 0。

需要说明的是，上述指示信息可以通过设置一个语法元素的取值来指示，也可以通过一个语法元素的不同取值来作为不同指示信息，也可以通过二进制字符串来指示。

在一些实施例中，解码码流，确定第一顶点集合中顶点的第一移位系数，包括：采用视频解码器解码码流，确定第一顶点集合中顶点的第一移位系数；利用熵解码器解码码流，确定第一顶点集合中顶点的第一移位系数。

示例性的，利用视频解码器解码移位系数码流，得到移位系数的二维图像，再对二维图像进行解压缩得到变换量化后的移位系数。如图 16 所示，利用 Video-Codec 来对二维图像进行解码重建恢复得到对应的二维图像。其次，按照系数重组的方式，恢复得到每个点对应的提升变换系数。最终利用提升小波变换的逆变换恢复得到每个点的 Displacement 值，在得到每个点的 Displacement 之后，利用根据 Base mesh 细分得到的初始几何位置信息与 Displacement 重建恢复得到当前 mesh 对应的几何位置信息，如图 17 所示。

示例性的，利用熵解码器解码移位系数码流，得到变换量化后的移位系数，再进行反量化和提升小波变换的逆变换恢复得到每个点的 Displacement 值。

在一些实施例中，根据第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和第一移位系数，确定第一顶点集合中顶点的第二预测几何位置信息，包括：对第一移位系数进行反量化和提升小波变换的逆变换，得到第二移位系数；根据根据第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和第二移位系数，确定第二预测几何位置信息。也就是说，第一移位系数可以为量化后的移位系数，第二移位系数可以为反量化和反变换后的移位系数。

在上述实施例的基础上，对本申请实施例提供的解码方法进行进一步地举例说明，具体实现步骤可以包括：

首先，利用 Video-Codec 解析得到移位系数的二维图像，在利用二维图像恢复得到点的移位系数（Displacement）之前，需要判断当前 LOD 层中顶点的 Displacement 是否需要进行解码。

如果当前层的 Displacement 需要解码，则利用当前层顶点的 Base mesh 的细分得到的初始点位置信息与 Displacement 进行重建恢复得到当前层顶点的重建点位置信息；

如果当前层的 Displacement 跳过编码，即不需要解码，则直接利用当前层 Base mesh 的细分得到的初始点位置信息与一定的参数关系进行拟合恢复得到当前层点的重建位置信息。

本申请实施例还提供了一种编码方法，图 18 为本申请实施例提供的一种编码方法的流程示意图，如图 18 所示，在本申请的实施例中，编码器进行编码处理的方法可以包括以下步骤：

步骤 201：根据原始网格，确定基础网格；

示例性的，对原始网格进行下采样确定基础网格。

在一些实施例中，根据当前图像的原始网格，确定当前图像的基础网格，当前图像可以为当前待编码网格图像。在一些实施例中，根据当前图像块的原始网格，确定当前图像块的基础网格，当前图像块可以为当前待编码网格图像块。具体地，网格图像可以为如图 1 所示的三维网格图像。

步骤 202：对基础网格进行细分，确定初始网格中第一顶点集合所包含顶点的初始几何位置信息；

在一些实施例中，根据预设的网格细分模式对基础网格进行迭代细分，确定初始网格中顶点的初始几何位置信息；从初始网格中确定第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息。

需要说明的是，网格细分模式可以理解为对基础网格每个边界上的顶点进行插值，以在基础网格的结构上得到更多顶点。示例性的，网格细分模式包括细分算法和细分迭代次数。在一些实施例中，细分算法可以为线性插值算法，非线性插值算法。

示例性的，完成 Base mesh 的编码重建之后，会利用一定的细分算法，来对 Base mesh 进行细分得到初始网格。示例性的，基础网格通过线性插值算法，得到初始网格（也可以称为细分网格）。其中，每次迭代过程中新插入的点坐标根据当前边界上的两个顶点的坐标进行线性插值得到：

$$\mathrm{pos}_{\mathrm{new}} = \frac{(\mathrm{pos}_1 + \mathrm{pos}_2)}{2}$$

其中，pos_1和pos_2为参与本次迭代的当前边界上的两个顶点几何位置坐标，$\mathrm{pos}_{\mathrm{new}}$为本次迭代新增顶点的几何位置坐标。

利用每个边界上的顶点进行线性插值，得到对应的几何位置信息。假设，整个划分迭代了 N 次，则对基础网格进行细节层次（Level of Detail， LOD）划分。图 14A 为一种基础网格迭代细分示意图，如图 14A 所示，对基础网格经过 3 次迭代细分得到的初始网格的几何位置信息，基础网格视为第 0 次迭代对应第 0 层（level0），第一次迭代新增顶点构成第 1 层（level1），第二次迭代新增顶点构成第 2 层（level2），第二次迭代新增顶点构成第 2 层（level2）利用初始得到的几何位置信息与原始的 mesh 进行误差计算，得到每个点的移位系数（Displacement）。

具体的 LOD 空间结构如图 14B 所示，顶层为基础网格，随着迭代的进行，每次迭代过程中新增顶点数依次增加，形成金字塔结构。

第一顶点集合为待编码单元所包含顶点的集合。待编码单元可以为任一种图像划分结构下得到的。示例性的，第一顶点集合可以包括待编码图像块（Block）包含的顶点（如图 16 所示的一个 Block），第一顶点集合可以包括待编码 LOD 层包含的顶点（如图 14B 所示的一个 LOD 层）。

在一些实施例中，LOD 层的编码顺序是从底层到顶层，编码时可以按照从最后一次迭代到第一次迭代的编码顺序，依次编码 LOD 层。

步骤 203：根据原始网格中第一顶点集合所包含顶点的原始几何位置信息和初始几何位置信息，确定第一顶点集合对应的映射关系；

其中，映射关系用于指示第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和原始几何位置信息的相关性。具体可以通过一定的参数关系来表征二者的相关性，如图 15A 和图 15B 所示。通过编解码映射关系，解码端根据映射关系可以直接确定初始网格中顶点的初始几何位置信息对应的重建网格中顶点的第一预测几何位置信息，无需编解码顶点的移位系数，在保证网格顶点的几何位置信息的重建质量的基础上，提高几何位置信息的编解码效率。

在一些实施例中，根据原始网格中第一顶点集合所包含顶点的原始几何位置信息和初始几何位置信息，确定第一顶点集合对应的映射关系，包括：根据第一顶点集合的原始几何位置信息和初始几何位置信息，以及预设的函数关系进行函数拟合；确定最小误差参考值对应的最佳拟合函数为第一顶点集合对应的映射关系。

在一些实施例中，映射关系为第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和预测几何位置信息的函数关系。示例性的，映射关系包括以下至少之一：恒等映射关系、基于线性函数的映射关系、基于非线性函数的映射关系、基于神经网络的映射关系。需要说明的是，恒等映射关系也可以属于一种特殊的基于线性函数的映射关系。

如图 15A 和图 15B 所示，在编码端，利用一定的算法通过拟合初始网格的初始几何位置信息与原始网格的原始几何位置信息之间的关系，将初始几何位置信息作为拟合函数的输入值，将原始几何位置信息作为目标输出值，假设两者之间的映射关系如下所示：

$$\text{predict}_{\text{mesh}} = \text{f}(\text{reconMesh}, \text{i})$$

其中，$\text{predict}_{\text{mesh}}$为通过拟合得到的预测几何位置信息，reconMesh为初始几何位置信息，i 为第一顶点集合的标识信息，f(·)为映射关系。

具体地，考虑编码复杂度与编码效率的平衡，可以利用简单的线性拟合来得到原始网格几何位置信息与初始网格几何位置信息间的关系，具体的如下所示：

$$predict_{mesh} = k * (reconMesh, i) + b$$

其中，$\text{predict}_{\text{mesh}}$为通过拟合得到的预测几何位置信息，reconMesh为初始几何位置信息，i 为第一顶点集合的标识信息，f(·)为映射关系，*和+为向量的数乘和加法。

根据一定误差参考值确定二者之间的关系。示例性的，误差参考值可以包括以下至少之一：均方误差（Mean Square Error，MSE）、误差平方和（Sum of Squared Difference，SSD）、绝对误差和（Sum of Absolute Difference，SAD）、绝对误差和（Sum of Absolute Transformed Difference，SATD）、峰值信噪比（Peak Signal to Noise Ratio，PSNR）等参数来度量编码失真度。

例如，利用 MSE 算法得到第一顶点集合中几何位置信息的误差参考值，具体如下所示：

$$\text{MSE} = \sum_{i}^{N} (orgMesh_i - predict_{meshi})^2$$

其中，$\text{predict}_{\text{mesh}}$为通过拟合得到的预测几何位置信息，orgMesh为原始几何位置信息，N 指示顶点数量。

步骤 204：对映射关系进行代价计算，确定第一代价参考值；

在一些实施例中，对映射关系进行代价计算，确定第一代价参考值，包括：根据第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和映射关系，确定第一顶点集合中顶点的第一预测几何位置信息；根据第一预测几何位置信息和原始几何位置信息，确定映射关系对应的第一代价参考值。

示例性的，映射关系第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和预测几何位置信息的函数关系，将初始几何位置信息作为映射关系的输入值，得到映射关系的输出值作为第一预测几何位置信息，映射关系的函数表达式可以为：$\text{predict}_{\text{mesh}} = \text{f}(\text{reconMesh}, \text{i})$。

在一些实施例中，该方法还包括：第一代价参考值大于第一代价阈值的情况下，确定编码映射关系。示例性的，第一代价阈值可以是预先设定的为保证网格重建质量的代价阈值，第一代价阈值还可以是根据移位系数确定的第二代价参考值而设定的代价阈值。当第一代价参考值大于第一代价阈值的情况下，

不编码第一顶点集合的移位系数，编码映射关系即可保证网格顶点的几何位置信息的重建质量，降低码率。

在一些实施例中，第一代价参考值可以为误差参考值，示例性的，误差参考值包括以下至少之一：MSE、SSD、SAD、SATD、PSNR 等参数来度量编码失真度。

在一些实施例中，第一代价阈值可以还可以为率失真代价值。综合考虑失真 D 和码率大小，确定是否编码映射关系，解码端利用映射关系进行几何信息重建。

示例性的，以 LOD 空间结构为例，第一顶点集合包括当前 LOD 层的顶点，映射关系的函数表达式还可以为：

$$\text{predict}_{\text{mesh}} = \text{f}(\text{reconMesh}, \text{lvl})$$

其中，$\text{predict}_{\text{mesh}}$为通过拟合得到的预测几何位置信息，reconMesh为初始几何位置信息，lvl为不同的 LOD 层的标识信息，f(·)为映射关系。

具体地，若利用简单的线性拟合来得到原始网格几何位置信息与初始网格几何位置信息间的关系，具体的如下所示：

$$predict_{mesh} = k * (reconMesh, \text{lvl}) + b$$

其中，$\text{predict}_{\text{mesh}}$为通过拟合得到的预测几何位置信息，reconMesh为初始几何位置信息，lvl为不同的 LOD 层的标识信息，f(·)为映射关系，*和+为向量的数乘和加法。

利用 MSE 算法得到第一顶点集合中几何位置信息的误差参考值，具体如下所示：

$$\text{MSE}_{\text{lvl}} = \sum_{i}^{N} (orgMesh_{lvl,i} - predict_{meshlvl,i})^2$$

其中，$\text{predict}_{\text{mesh}}$为通过拟合得到的预测几何位置信息，orgMesh为原始几何位置信息，lvl为不同的 LOD 层的标识信息，N 指示 LOD 层中顶点数量。在编码端比较根据拟合函数确定的 MSE 误差值与 Th（第一误差阈值），来决定 Displacement 的编码方式。在本申请实施例中，引入一种跳过编码单元的编码方式：如果当前编码单元（例如当前 LOD 层或者当前编码块）与原始网格顶点的几何位置信息满足一定映射关系时，并且利用一定映射关系拟合得到的 MSE 误差值小于一定 Th 时，直接编码映射关系，利用 Base Mesh 划分之后的几何位置信息与映射关系进行拟合重建得到当前编码单元中顶点的第一预测几何位置信息。

步骤 205：在根据第一代价参考值确定编码映射关系的情况下，对第一顶点集合对应的映射关系进行编码，将所得到的编码比特写入码流。

在一些实施例中，根据第一顶点集合的映射关系，确定映射关系指示信息；对映射关系指示信息进行编码。示例性的，映射关系指示信息可以用于指示映射关系的参数，还可以直接指示某一预设的映射关系。不同顶点集合对应的映射关系可以相同也可以不相同。示例性的，映射关系指示信息可以包括 LOD 层级或者片级语法元素。映射关系指示信息还可以包括序列级和/或图像级语法元素。

在一些实施例中，映射关系指示信息包括第一指示信息，其中，第一指示信息用于指示映射关系的常数；根据第一顶点集合的映射关系，确定映射关系指示信息，包括：根据映射关系的至少一个常数，确定第一指示信息。

示例性的，映射关系为基于线性函数的映射关系时，第一指示信息用于指示线性函数的斜率和/或截距。

示例性的，映射关系为基于非线性函数的映射关系时，第一指示信息用于指示非线性函数中的至少一个常数。示例性的，非线性函数为指数函数，第一指示信息用于指示非线性函数的常数 a。非线性函数为多项式函数，第一指示信息用于指示多项式函数的系数 a_0，a_1，$a_2\cdots$。非线性函数为对数函数，第一指示信息用于指示非线性函数的底数 a。

示例性的，映射关系为基于神经网格的映射关系时，第一指示信息用于指示神经网格的卷积参数，或者，第一指示信息用于指示是否使用神经网络作为映射关系，或者，第一指示信息用于指示使用哪一个神经网络作为映射关系。

在一些实施例中，映射关系指示信息还包括第二指示信息，其中，第二指示信息用于指示映射关系的函数类型；该方法还包括：根据映射关系的函数类型，确定第二指示信息。

需要说明的是，当通过预设的一种映射关系表征几何位置信息之间的相关性时，可以通过第一指示信息确定该映射关系的常数，当通过预设的两种及以上映射关系表征相关性时，进一步还可以通过第二指示信息确定映射关系的类型。

在一些实施例中，映射关系指示信息用于指示映射关系的索引信息。

在一些实施例中，该方法还可以包括：在根据第一代价参考值确定编码映射关系的情况下，编码第

一顶点集合的第三指示信息；其中，第三指示信息用于指示解码端解码第一顶点集合的映射关系。也就是说，第三指示信息用于指示是否解码第一顶点集合的映射关系，在解码映射关系之前，需要先解码第三指示信息，根据第三指示信息确定解码第一顶点集合的映射关系，才进一步解码映射关系指示信息。示例性的，第三指示信息可以为网格编解码中新增语法元素，也可以复用已有语法元素。第三指示信息可以包括以下至少之一：序列级、帧级、LOD 层级、片级语法元素。

在一些实施例中，该方法还包括：根据原始网格中第一顶点集合所包含顶点的原始几何位置信息和初始几何位置信息，确定第一顶点集合中顶点的第一移位系数；对第一移位系数进行代价计算，确定第二代价参考值；根据第一代价参考值和第二代价参考值确定编码映射关系的情况下，对第一顶点集合对应的映射关系进行编码，将所得到的编码比特写入码流；根据第一代价参考值和第二代价参考值确定编码第一移位系数的情况下，对第一顶点集合对应的第一移位系数进行编码，将所得到的编码比特写入码流。也就是说，编码端通过比较这两种编码方案的代价参考值进行编码决策，判断编码第一顶点集合的映射关系还是编码移位系数。示例性的，代价参考值可以为简单的误差参考值，也可以为率失真代价值。

在一些实施例中，对第一移位系数进行代价计算，确定第二代价参考值，包括：根据第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和第一移位系数，确定第一顶点集合中顶点的第二预测几何位置信息；根据第二预测几何位置信息和原始几何位置信息，确定第二代价参考值。

在一些实施例中，该方法还包括：第一代价参考值小于第二代价参考值，确定编码映射关系；第一代价参考值大于或者等于第二代价参考值，确定编码第一移位系数。

在一些实施例中，该方法还包括：计算第一代价参考值和第二代价参考值的比值；比值小于第二代价阈值时，确定编码映射关系；比值大于或者等于第二代价阈值时，确定编码第一移位系数。

在一些实施例中，根据原始网格中第一顶点集合所包含顶点的原始几何位置信息和初始几何位置信息，确定第一顶点集合中顶点的第一移位系数，包括：根据原始网格中第一顶点集合所包含顶点的原始几何位置信息和初始几何位置信息，确定第一顶点集合中顶点的第二移位系数；对第一顶点集合中顶点的移位系数进行提升小波变换，得到变换系数；对变换系数进行量化，得到量化后的第一移位系数。也就是说，第二移位系数可以为变换前的移位系数，第一移位系数可以为量化后的移位系数。

示例性的，本申请实施例提供的移位系数编码方法的实现步骤可以包括：

首先，会根据 Base mesh 来按照一定的算法进行迭代划分来得到对应的 mesh 位置信息，具体的划分算法和背景介绍一致，利用每个边界上的顶点进行线性插值，得到对应的几何位置信息。假设，整个划分迭代了 N 次，则根据不同迭代划分得到的 Displacement 进行 LOD 划分，得到对应的 mesh 几何位置信息，利用初始得到的几何位置信息与原始网格进行误差计算，得到每个点的 Displacement。

其次，基于 LOD 空间结构对移位系数进行提升小波变换（Lifting Transform），其中包括预测和更新两个步骤，其中预测步骤如下：

$$Signale(v) = signal(v) - \frac{1}{2}(signale(v1) + signale(v2)$$

更新步骤如下：

$$Signale(v) = signal(v) + \frac{1}{8}\sum_{w \in v} signal(w)$$

最终对变换之后的系数进行量化，并且对量化之后的系数进行系数重组，目前的 V-DMC 基于 Block 进行系数重组，每个 Block 的大小为 16 × 16，对每个 Block 内部的系数按照莫顿码进行排列得到对应的二维图像。在完成一系列操作之后，最后利用 Video-Codec 来对二维图像进行编码。

示例性的，还可以利用熵编码器直接编码移位系数，得到移位系数码流。

在上述实施例的基础上，对本申请实施例提供的编码方法进行进一步地举例说明，具体实现步骤可以包括：

在编码端，利用一定的算法通过拟合初始 mesh 重建点几何位置信息与原始 mesh 几何位置信息之间的关系，假设两者之间的映射关系如下所示：

$$predict_{mesh} = f(reconMesh, lvl)$$

其中，lvl代表不同的 lod 层，$reconMesh$表示初始 mesh 信息，$predict_{mesh}$代表利用一定的函数关系得到对应的第一预测几何位置信息。

在本方案中，考虑带编码复杂度与编码效率的平衡，通过利用简单的线性拟合来得到原始 mesh 几何位置信息与初始 mesh 位置信息之间的关系，具体的如下所示：

$$predict_{mesh} = k * (reconMesh, lvl) + b$$

其中，*和+为向量的数乘和加法。

最终通过一定的失真，利用 MSE 算法得到不同 LOD 层 mesh 几何位置信息的误差，具体如下所示：

$$\mathrm{MSE}_{\mathrm{lvl}} = \sum_{i}^{N} (orgMesh_{lvl,i} - predict_{mesh_{lvl,i}})^2$$

在编码端不同比较不同 LOD 层 MSE 误差值与 Th（误差阈值），来决定不同 LOD 层 Displacement 的编码方式，在本方案中，引入一种跳过编码层的编码方式：如果当前 LOD 层与与原始网格顶点的几何位置信息满足一定关系时，并且利用一定关系拟合得到的误差小于一定 Th 时，则认为当前 LOD 层的 Displacement 可以跳过编码，即：对当前层的 Displacement 不进行编码，直接利用 Base Mesh 划分之后的几何位置信息与参数进行拟合重建得到当前 LOD 层顶点的几何位置信息。

本申请实施例在重建当前网格的几何位置信息时，考虑到原始网格几何位置信息与基础网格划分之后几何位置信息之间的相关性，为了提高 V-DMC 对 mesh 几何位置信息的编码效率，可以通过利用一些算法，来确定原始网格的几何位置信息与基础网格划分之后几何位置信息之间的相关性，利用两者之间的相关性，来自适应的决定 Displacement 的编码方式，例如，可以对一些 LOD 层的 Displacement 进行跳过编码或者利用不同点之间 Displacement 之间的相关性，来减少一部分点 Displacement 分量的编码，这样可以降低 Displacement 编码的码率，同时可以保证重建网格的质量，进一步提升网格的几何编码效率。

进一步地，对本申请实施例提供的移位系数编码方法的编码性能进行测试。

1）MPEG DMC 的通用测试条件测试条件共 2 种：

条件 1：全帧内（all intra）几何有损、属性有损；

条件 2：随机介入（random access）几何有损、属性有损；

2）通用测试序列包括 Cat1-A，Cat1-B 和 Cat1-C 共三类，均包含几何和颜色属性信息。

以帧内和帧间测试环境为例，其中 BD-Rate 为衡量有损压缩效率的性能指标，当 BD-Rate 小于 0 时，代表编码效率相对于现有的编码方案提升。

表 1 为测试条件 1 下的实验结果

C1_ai	Pointcloud-based BD-Rate (%)					Image-based BD-Rate (%)	
	D1	D2	Luma	Chroma Cb	Chroma Cr	Geom	Luma
Cat1-A	-0.9	-0.9	-1.8	-2.2	-2.1	-1.0	-0.6
Cat1-B	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.0	-0.1	-0.2
Cat1-C	-0.0	-0.0	-0.1	-0.3	-0.3	-0.0	-0.1
Overall average	-0.2	-0.2	-0.5	-0.7	-0.6	-0.2	-0.2
Avg.Enc Time[%]	94						
Avg.Dec Time[%]	89						

表 2 为测试条件 2 下的实验结果

C2_ra	Pointcloud-based BD-Rate (%)					Image-based BD-Rate (%)	
	D1	D2	Luma	Chroma Cb	Chroma Cr	Geom	Luma
Cat1-A	-0.3	-0.0	-2.7	-5.4	-5.5	-0.1	-1.4
Cat1-B	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2
Cat1-C	-0.8	-0.7	-0.1	-3.1	-0.4	-0.8	-0.1
Overall average	-0.5	-0.4	-0.7	-2.9	-1.6	-0.4	-0.5
Avg.Enc Time[%]	94						
Avg.Dec Time[%]	88						

本方案通过利用 Base Mesh 划分之后不同网格编码单元顶点的几何位置信息与原始网格的原始几何位置信息之间的关系，来自适应决定不同网格编码单元的 Displacement 的编码方式。具体的，在编码端首先利用一定的方式得到 LOD 空间结构，其次基于 LOD 空间结构，对初始几何位置信息与原始几何位置信息之间的关系进行拟合，并且对拟合之后的位置信息与原始位置信息之间的误差进行计算，当误差小于一定阈值时，可以决定当前层的 Displacement 采用跳过编码。这里需要注意的是，本方案不限制拟合的方式或者采用线性拟合、曲线拟合或者卷积参数拟合，本方案更多的是建立 Base Mesh 点的初始几何位置信息与原始几何位置信息之间的关系，从而自适应地跳过编码一些 LOD 层 Displacement 的编码，从而可以降低 Displacement 的码率大小，并且可以保证网格顶点几何位置信息的重建质量，从而进一步提升网格的几何信息编码效率。

基于上述实施例，在本申请的再一实施例中，基于前述实施例相同的发明构思，图 19 为编码器的

组成结构示意图一，如图 19 所示，编码器 110 可以包括：第一确定单元 111、拟合单元 112、第一预测单元 113 和编码单元 114，其中，

第一确定单元 111，配置为根据原始网格，确定基础网格；对所述基础网格进行细分，确定初始网格中第一顶点集合所包含顶点的初始几何位置信息；

拟合单元 112，配置为根据所述原始网格中所述第一顶点集合所包含顶点的原始几何位置信息和所述初始几何位置信息，确定所述第一顶点集合对应的映射关系；

第一预测单元 113，配置对所述映射关系进行代价计算，确定第一代价参考值；

编码单元 114，配置为在根据所述第一代价参考值确定编码所述映射关系的情况下，对第一顶点集合对应的所述映射关系进行编码，将所得到的编码比特写入码流。

可以理解地，在本实施例中，“单元”可以是部分电路、部分处理器、部分程序或软件等等，当然也可以是模块，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。

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。

因此，本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质，应用于编码器 110，该计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被第一处理器执行时实现前述实施例中任一项所述的方法。

基于上述编码器 110 的组成以及计算机可读存储介质，图 20 为编码器的组成结构示意图二，如图 20 所示，编码器 110 可以包括：第一存储器 115 和第一处理器 116，第一通信接口 117 和第一总线系统 118。第一存储器 115、第一处理器 116、第一通信接口 117 通过第一总线系统 118 耦合在一起。可理解，第一总线系统 118 用于实现这些组件之间的连接通信。第一总线系统 118 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 20 中将各种总线都标为第一总线系统 118。其中，

第一通信接口 117，用于在与其他外部网元之间进行收发信息过程中，信号的接收和发送；

所述第一存储器 115，用于存储能够在所述第一处理器上运行的计算机程序；

所述第一处理器 116，用于在运行所述计算机程序时，根据原始网格，确定基础网格；对所述基础网格进行细分，确定初始网格中第一顶点集合所包含顶点的初始几何位置信息；根据所述原始网格中所述第一顶点集合所包含顶点的原始几何位置信息和所述初始几何位置信息，确定所述第一顶点集合对应的映射关系；对所述映射关系进行代价计算，确定第一代价参考值；在根据所述第一代价参考值确定编码所述映射关系的情况下，对第一顶点集合对应的所述映射关系进行编码，将所得到的编码比特写入码流。

可以理解，本申请实施例中的第一存储器 115 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第一存储器 115 旨在包括但不限于这些和任意其它适合类型的存储器。

而第一处理器 116 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第一处理器 116 中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的第一处理器 114 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）、现成可编程门阵列（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。该存储介质位于第一存储器115，第一处理器116读取第一存储器115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，第一处理器116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。

图21为解码器的组成结构示意图一，如图21所示，解码器120可以包括：第二确定单元121、解码单元122和第二预测单元123；其中，

第二确定单元121，配置为确定基础网格；对所述基础网格进行细分，确定初始网格中第一顶点集合所包含顶点的初始几何位置信息；

解码单元122，配置为解码码流，确定所述第一顶点集合对应的映射关系；其中，所述映射关系用于指示所述第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和原始几何位置信息的相关性；

第二预测单元123，配置为根据所述第一顶点集合中顶点的所述初始几何位置信息和所述映射关系，确定所述第一顶点集合中所述顶点的第一预测几何位置信息。

可以理解地，在本实施例中，“单元”可以是部分电路、部分处理器、部分程序或软件等等，当然也可以是模块，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。

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。

因此，本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质，应用于解码器120，该计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被第一处理器执行时实现前述实施例中任一项所述的方法。

基于上述解码器120的组成以及计算机可读存储介质，图22为解码器的组成结构示意图二，如图22所示，解码器120可以包括：第二存储器127和第二处理器124，第二通信接口125和第二总线系统126。第二存储器127和第二处理器124，第二通信接口125通过第二总线系统126耦合在一起。可理解，第二总线系统126用于实现这些组件之间的连接通信。第二总线系统126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22中将各种总线都标为第二总线系统126。其中，

第二通信接口125，用于在与其他外部网元之间进行收发信息过程中，信号的接收和发送；

所述第二存储器127，用于存储能够在所述第二处理器上运行的计算机程序；

所述第二处理器124，用于在运行所述计算机程序时，确定基础网格；对所述基础网格进行细分，确定初始网格中第一顶点集合所包含顶点的初始几何位置信息；解码码流，确定所述第一顶点集合对应的映射关系；其中，所述映射关系用于指示所述第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和原始几何位置信息的相关性；根据所述第一顶点集合中顶点的所述初始几何位置信息和所述映射关系，确定所述第一顶点集合中所述顶点的第一预测几何位置信息。

可以理解，本申请实施例中的第二存储器127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第二存储器 127 旨在包括但不限于这些和任意其它适合类型的存储器。

而第二处理器 124 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第二处理器 124 中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的第二处理器 124 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）、现成可编程门阵列（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。该存储介质位于第二存储器 127，第二处理器 124 读取第二存储器 127 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。

需要说明的是，在本申请的实施例中，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

本申请实施例提供了一种编解码方法、编码器、解码器以及存储介质，在编解码端，对基础网格进行细分，确定初始网格中第一顶点集合所包含顶点的初始几何位置信息；根据所述第一顶点集合中顶点的所述初始几何位置信息和第一顶点集合对应的映射关系，确定所述第一顶点集合中所述顶点的第一预测几何位置信息。这样，在预测待编解码单元的第一顶点集合的几何位置信息时，自适应的跳过一些顶点移位系数的编解码，而是利用表征初始几何位置信息和原始几何位置信息相关性的映射关系进行拟合，确定初始几何位置信息对应的第一预测几何位置信息，降低移位系数的码率，在保证网格顶点的几何位置信息的重建质量的基础上，提高几何位置信息的编解码效率。

权利要求书

1、一种解码方法，应用于解码器，其中，所述方法包括：

确定基础网格；

对所述基础网格进行细分，确定初始网格中第一顶点集合所包含顶点的初始几何位置信息；

解码码流，确定所述第一顶点集合对应的映射关系；其中，所述映射关系用于指示所述第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和原始几何位置信息的相关性；

根据所述第一顶点集合中顶点的所述初始几何位置信息和所述映射关系，确定所述第一顶点集合中所述顶点的第一预测几何位置信息。

2、根据权利要求1所述的方法，其中，所述映射关系为所述第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和预测几何位置信息的函数关系；

所述根据所述第一顶点集合中顶点的所述初始几何位置信息和所述映射关系，确定所述第一顶点集合中所述顶点的第一预测几何位置信息，包括：

将所述初始几何位置信息作为所述映射关系的输入值，得到所述映射关系的输出值作为所述第一预测几何位置信息。

3、根据权利要求2所述的方法，其中，所述映射关系包括以下至少之一：恒等映射关系、基于线性函数的映射关系、基于非线性函数的映射关系、基于神经网络的映射关系。

4、根据权利要求1至3任一项所述的方法，其中，所述解码码流，确定所述第一顶点集合对应的映射关系，包括：

解码码流，确定所述第一顶点集合的映射关系指示信息；

根据所述映射关系指示信息，确定所述第一顶点集合对应的所述映射关系。

5、根据权利要求4所述的方法，其中，所述映射关系指示信息包括第一指示信息，其中，所述第一指示信息用于指示所述映射关系的常数；

所述根据所述映射关系指示信息，确定所述第一顶点集合对应的所述映射关系，包括：

根据所述第一指示信息，确定所述映射关系的至少一个常数；

根据所述映射关系的至少一个常数，确定所述映射关系。

6、根据权利要求5所述的方法，其中，所述映射关系指示信息还包括第二指示信息，其中，所述第二指示信息用于指示所述映射关系的类型；

所述根据所述映射关系指示信息，确定所述第一顶点集合对应的所述映射关系，还包括：

根据所述第二指示信息，确定所述映射关系的类型；

根据所述映射关系的类型和所述至少一个常数，确定所述映射关系。

7、根据权利要求4所述的方法，其中，所述映射关系指示信息用于指示所述映射关系的索引信息；

所述根据所述映射关系指示信息，确定所述第一顶点集合对应的所述映射关系，包括：

根据所述映射关系指示信息，确定所述映射关系的索引信息；

根据所述映射关系的索引信息，确定所述映射关系。

8、根据权利要求1至7任一项所述的方法，其中，所述解码码流，确定所述第一顶点集合对应的映射关系，包括：

解码码流，确定所述第一顶点集合的第三指示信息；

根据所述第三指示信息确定解码所述所述第一顶点集合的所述映射关系的情况下，解码码流，确定所述第一顶点集合对应的映射关系。

9、根据权利要求1至8任一项所述的方法，其中，所述方法还包括：

解码所述第一顶点集合的第四指示信息；

根据所述第四指示信息确定解码所述第一顶点集合中顶点的移位系数的情况下，解码码流，确定所述第一顶点集合中顶点的第一移位系数；

根据所述第一顶点集合中顶点的所述初始几何位置信息和所述第一移位系数，确定所述第一顶点集合中所述顶点的第二预测几何位置信息。

10、根据权利要求9所述的方法，其中，所述根据所述第一顶点集合中顶点的所述初始几何位置信息和所述第一移位系数，确定所述第一顶点集合中所述顶点的第二预测几何位置信息，包括：

对所述第一移位系数进行反量化和提升小波变换的逆变换，得到第二移位系数；

根据所述根据所述第一顶点集合中顶点的所述初始几何位置信息和所述第二移位系数，确定所述第二预测几何位置信息。

11、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述对所述基础网格进行细分，包括:

根据预设的网格细分算法对所述基础网格进行迭代细分，确定所述初始网格中不同细节层次 LOD 层所包含顶点的初始几何位置信息。

12、根据权利要求 11 所述的方法，其中，所述网格细分算法为线性插值算法。

13、根据权利要求 11 所述的方法，其中，所述第一顶点集合包括待解码当前 LOD 层所包含顶点。

14、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述第一顶点集合包括待解码当前图像块所包含顶点。

15、一种编码方法，应用于编码器，其中，所述方法包括:

根据原始网格，确定基础网格;

对所述基础网格进行细分，确定初始网格中第一顶点集合所包含顶点的初始几何位置信息;

根据所述原始网格中所述第一顶点集合所包含顶点的原始几何位置信息和所述初始几何位置信息，确定所述第一顶点集合对应的映射关系;其中，所述映射关系用于指示所述第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和原始几何位置信息的相关性;

对所述映射关系进行代价计算，确定第一代价参考值;

在根据所述第一代价参考值确定编码所述映射关系的情况下，对所述第一顶点集合对应的所述映射关系进行编码，将所得到的编码比特写入码流。

16、根据权利要求 15 所述的方法，其中，所述映射关系为所述第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和预测几何位置信息的函数关系。

17、根据权利要求 16 所述的方法，其中，所述映射关系包括以下至少之一: 恒等映射关系、基于线性函数的映射关系、基于非线性函数的映射关系、基于神经网络的映射关系。

18、根据权利要求 16 或 17 所述的方法，其中，所述根据所述原始网格中所述第一顶点集合所包含顶点的原始几何位置信息和所述初始几何位置信息，确定所述第一顶点集合对应的映射关系，包括:

根据所述第一顶点集合的所述原始几何位置信息和所述初始几何位置信息，以及预设的函数关系进行函数拟合;

确定最小误差参考值对应的最佳拟合函数为所述第一顶点集合对应的映射关系。

19、根据权利要求 15 至 17 任一项所述的方法，其中，所述对第一顶点集合对应的所述映射关系进行编码，包括:

根据所述第一顶点集合的所述映射关系，确定映射关系指示信息;

对所述映射关系指示信息进行编码。

20、根据权利要求 19 所述的方法，其中，所述映射关系指示信息包括第一指示信息，其中，所述第一指示信息用于指示所述映射关系的常数;

所述根据所述第一顶点集合的所述映射关系，确定映射关系指示信息，包括:

根据所述映射关系的至少一个常数，确定所述第一指示信息。

21、根据权利要求 20 述的方法，其中，所述映射关系指示信息还包括第二指示信息，其中，所述第二指示信息用于指示所述映射关系的函数类型;

所述根据所述第一顶点集合的所述映射关系，确定映射关系指示信息，还包括:

根据所述映射关系的函数类型，确定所述第二指示信息。

22、根据权利要求 18 所述的方法，其中，所述映射关系指示信息用于指示所述映射关系的索引信息。

23、根据权利要求 15 至 22 任一项所述的方法，其中，所述方法还包括:

在根据所述第一代价参考值确定编码所述映射关系的情况下，编码所述第一顶点集合的第三指示信息;其中，所述第三指示信息用于指示解码端解码所述第一顶点集合的所述映射关系。

24、根据权利要求 15 所述的方法，所述对所述映射关系进行代价计算，确定第一代价参考值，包括:

根据所述第一顶点集合中顶点的所述初始几何位置信息和所述映射关系，确定所述第一顶点集合中所述顶点的第一预测几何位置信息;

根据所述第一预测几何位置信息和所述原始几何位置信息，确定所述第一代价参考值;

在所述第一代价参考值大于第一代价阈值的情况下，确定编码所述映射关系。

25、根据权利要求 15 至 23 任一项所述的方法，其中，所述方法还包括:

根据所述原始网格中所述第一顶点集合所包含顶点的原始几何位置信息和所述初始几何位置信息，确定所述第一顶点集合中顶点的第一移位系数;

对所述第一移位系数进行代价计算，确定第二代价参考值;

根据所述第一代价参考值和所述第二代价参考值确定编码所述映射关系的情况下，对第一顶点集合

对应的所述映射关系进行编码，将所得到的编码比特写入码流;

根据所述第一代价参考值和所述第二代价参考值确定编码所述第一移位系数的情况下，对第一顶点集合对应的所述第一移位系数进行编码，将所得到的编码比特写入码流。

26、根据权利要求 25 所述的方法，其中，所述方法还包括:

所述第一代价参考值小于所述第二代价参考值，确定编码所述映射关系;

所述第一代价参考值大于或者等于所述第二代价参考值，确定编码所述第一移位系数。

27、根据权利要求 25 所述的方法，其中，所述方法还包括:

计算所述第一代价参考值和所述第二代价参考值的比值;

所述比值小于第二代价阈值时，确定编码所述映射关系;

所述比值大于或者等于第二代价阈值时，确定编码所述第一移位系数。

28、根据权利要求 25 至 27 任一项所述的方法，其中，所述方法还包括:

根据所述第一代价参考值和所述第二代价参考值确定编码所述第一移位系数的情况下，编码所述第一顶点集合的第四指示信息; 其中，所述第四指示信息用于指示解码端解码所述第一顶点集合中顶点的移位系数。

29、根据权利要求 25 所述的方法，其中，所述根据所述原始网格中所述第一顶点集合所包含顶点的原始几何位置信息和所述初始几何位置信息，确定所述第一顶点集合中顶点的第一移位系数，包括:

根据所述原始网格中所述第一顶点集合所包含顶点的原始几何位置信息和所述初始几何位置信息，确定所述第一顶点集合中顶点的第二移位系数;

对所述第二移位系数进行提升小波变换，得到变换系数;

对所述变换系数进行量化，得到量化后的所述第一移位系数。

30、根据权利要求 15 所述的方法，其中，所述对所述基础网格进行细分，包括:

根据预设的网格细分算法对所述基础网格进行迭代细分，确定所述初始网格中不同细节层次 LOD 层所包含顶点的初始几何位置信息。

31、根据权利要求 30 所述的方法，其中，所述网格细分算法为线性插值算法。

32、根据权利要求 30 所述的方法，其中，所述第一顶点集合包括待编码当前 LOD 层所包含顶点。

33、根据权利要求 15 所述的方法，其中，所述第一顶点集合包括待编码当前图像块所包含顶点。

34、根据权利要求 15 至 33 任一项所述的方法，其中，所述代价参考值为误差参考值;

其中，所述误差参考值包括以下至少之一: 均方误差、误差平方和、绝对误差和、绝对误差和、峰值信噪比。

35、根据权利要求 15 至 33 任一项所述的方法，其中，所述代价参考值为率失真代价值。

36、一种码流，其中，所述码流是根据待编码信息进行比特编码生成的; 其中，所述待编码信息包括下述至少一项: 用于指示第一顶点集合对应的映射关系的映射关系指示信息、用于指示解码所述映射关系的第三指示信息、用于指示解码所述第一顶点集合中顶点的移位系数的第四指示信息。

37、一种编码器，所述编码器包括:

第一确定单元，配置为根据原始网格，确定基础网格; 对所述基础网格进行细分，确定初始网格中第一顶点集合所包含顶点的初始几何位置信息;

拟合单元，配置为根据所述原始网格中所述第一顶点集合所包含顶点的原始几何位置信息和所述初始几何位置信息，确定所述第一顶点集合对应的映射关系; 其中，所述映射关系用于指示所述第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和原始几何位置信息的相关性;

第一预测单元，配置为对所述映射关系进行代价计算，确定第一代价参考值;

编码单元，配置为在根据所述第一代价参考值确定编码所述映射关系的情况下，对所述第一顶点集合对应的所述映射关系进行编码，将所得到的编码比特写入码流。

38、一种编码器，所述编码器包括: 第一存储器和第一处理器; 其中，

所述第一存储器，用于存储能够在所述第一处理器上运行的计算机程序;

所述第一处理器，用于在运行所述计算机程序时，执行如权利要求 15 至 35 任一项所述的方法。

39、一种解码器，所述解码器包括:

第二确定单元，配置为确定基础网格; 对所述基础网格进行细分，确定初始网格中第一顶点集合所包含顶点的初始几何位置信息;

解码单元，配置为解码码流，确定所述第一顶点集合对应的映射关系; 其中，所述映射关系用于指示所述第一顶点集合中顶点的初始几何位置信息和原始几何位置信息的相关性;

第二预测单元，配置为根据所述第一顶点集合中顶点的所述初始几何位置信息和所述映射关系，确定所述第一顶点集合中所述顶点的第一预测几何位置信息。

40、一种解码器，所述解码器包括：第二存储器和第二处理器；其中，

所述第二存储器，用于存储能够在所述第二处理器上运行的计算机程序；

所述第二处理器，用于在运行所述计算机程序时，执行如权利要求 1 至 14 任一项所述的方法。

41、一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被执行时实现如权利要求 1 至 14 任一项所述的解码方法、或者实现如权利要求 15 至 35 任一项所述的编码方法。

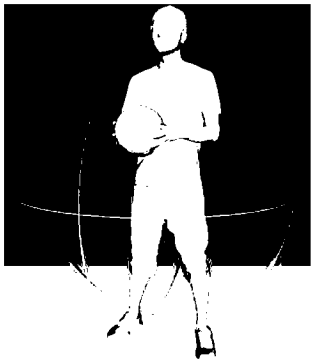


图 1A

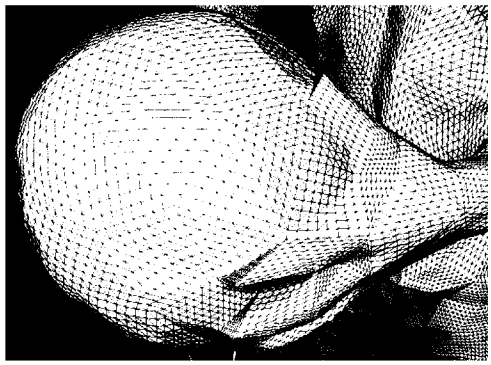


图 1B

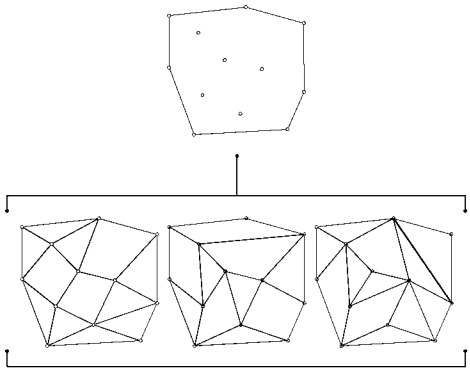


图 2



图 3A

Mesh_sample.obj

```
v 248 167 22
v 249 161 23
v 244 169 22
v 254 161 23
v 249 174 25
v 251 170 24
v 246 175 22
v 253 157 28
vt 934 1867
vt 948 1825
vt 950 1842
vt 935 1844
vt 930 1899
vt 928 1883
vt 937 1877
vt 943 1813
usemtl material0000
f 1/1 2/2 3/3
f 2/2 1/1 4/4
f 4/4 8/8 2/2
```

图 3B



图 3C

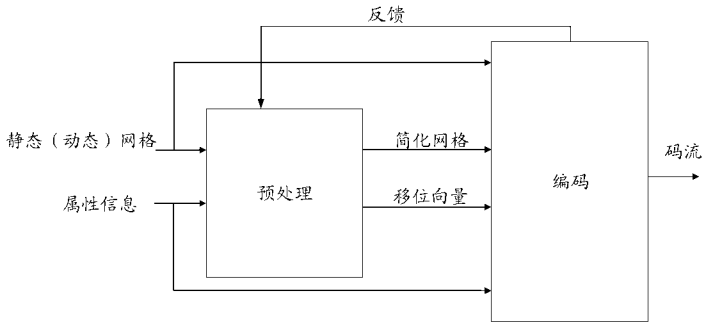


图 4

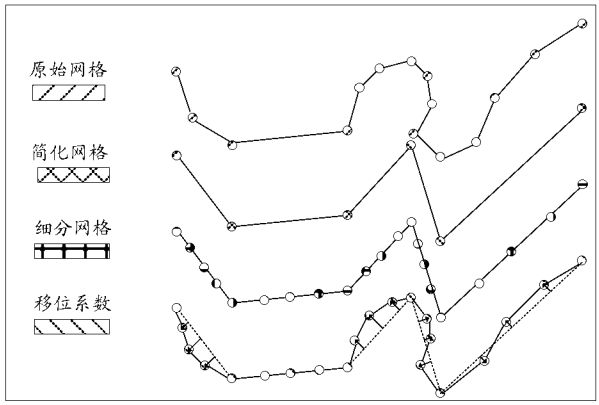


图 5A

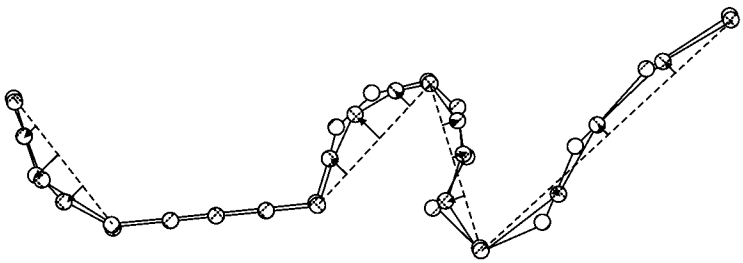


图 5B

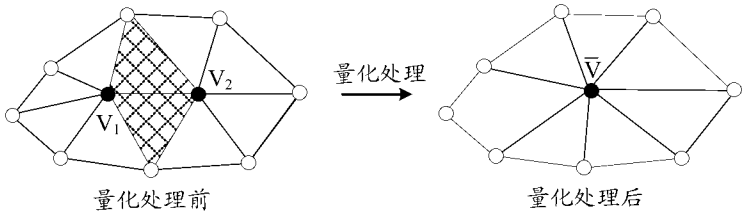


图 6A

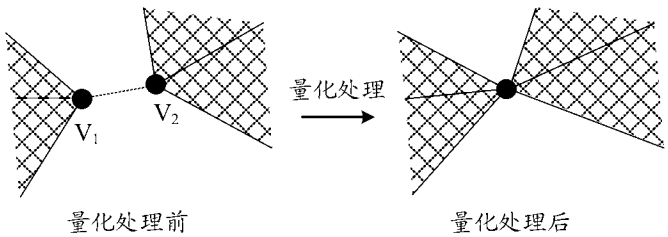


图 6B

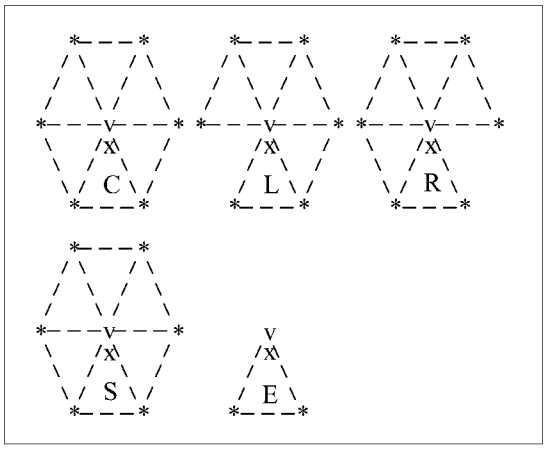


图 7A

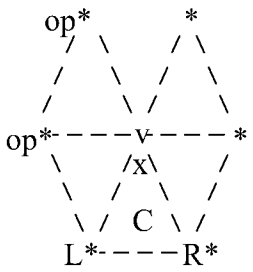


图 7B

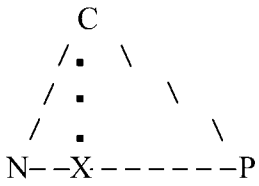


图 7C

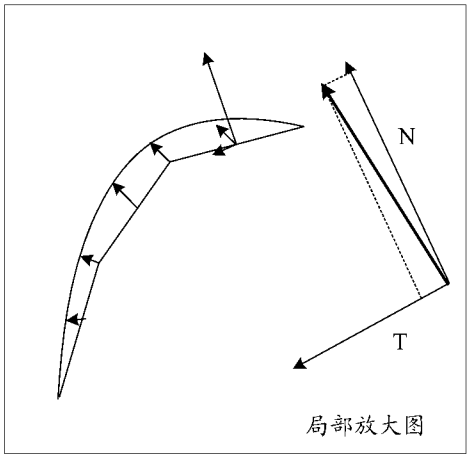
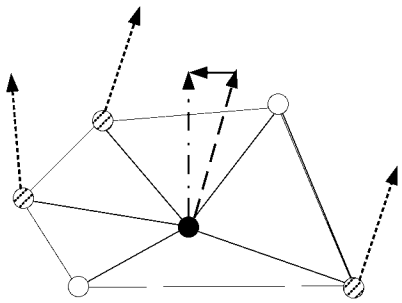


图 8A

19	-17	3	2	-1	-1	-1	-1
8	9	-1	6	0	1	1	1
2	3	1	3	0	0	0	0
-1	2	2	1	0	-1	0	0
-1	-1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

图 8B



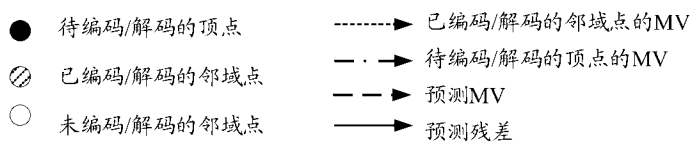


图 9

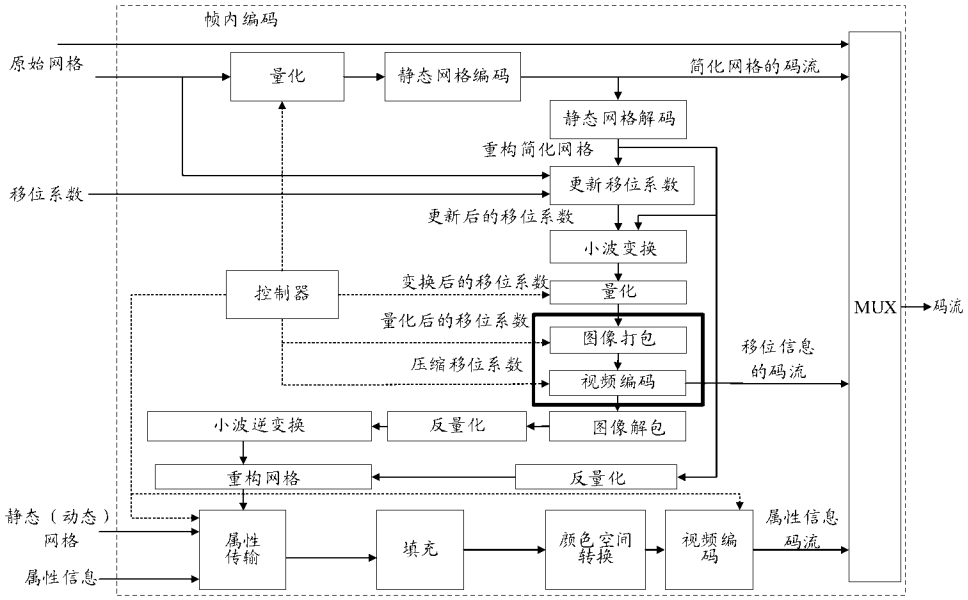


图 10A

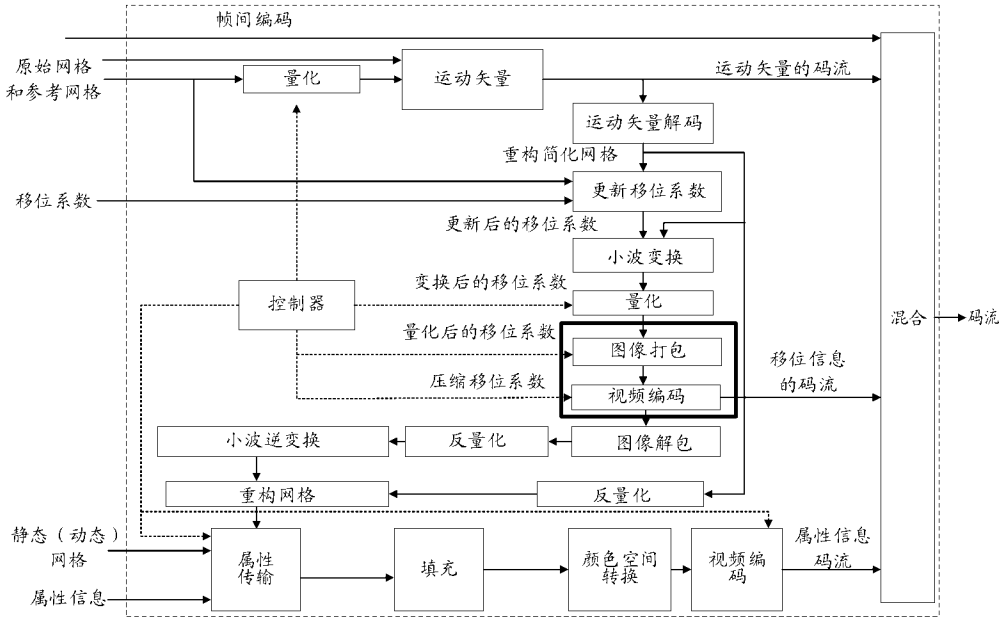


图 10B

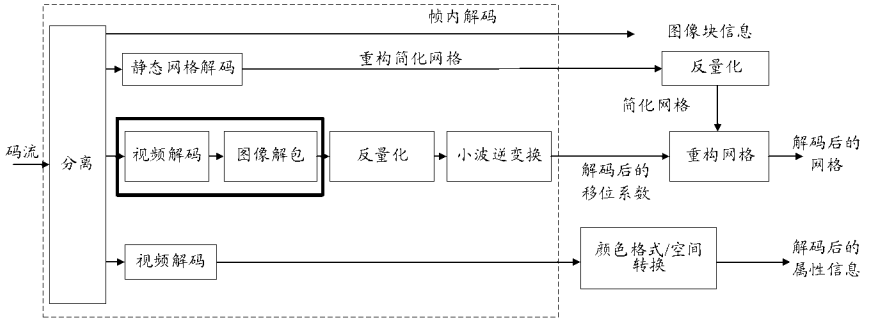


图 11A

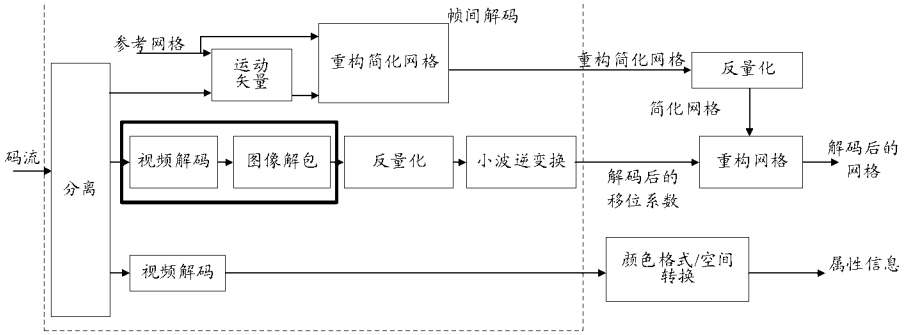


图 11B

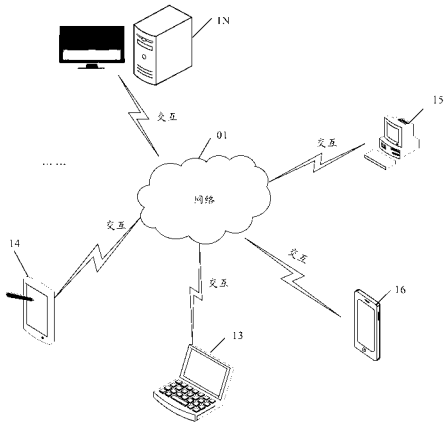


图 12

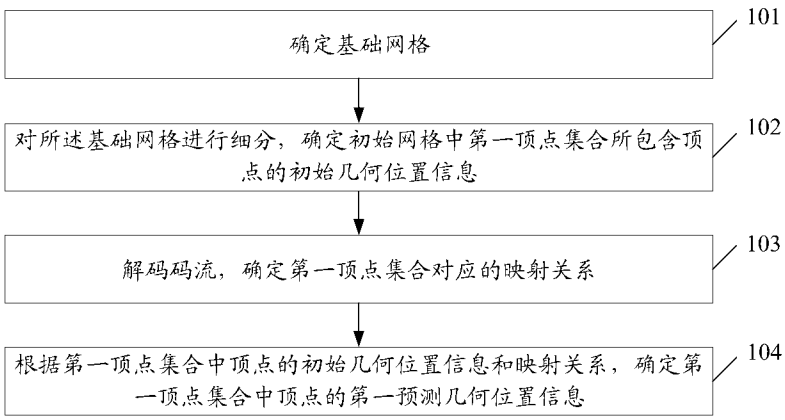


图 13

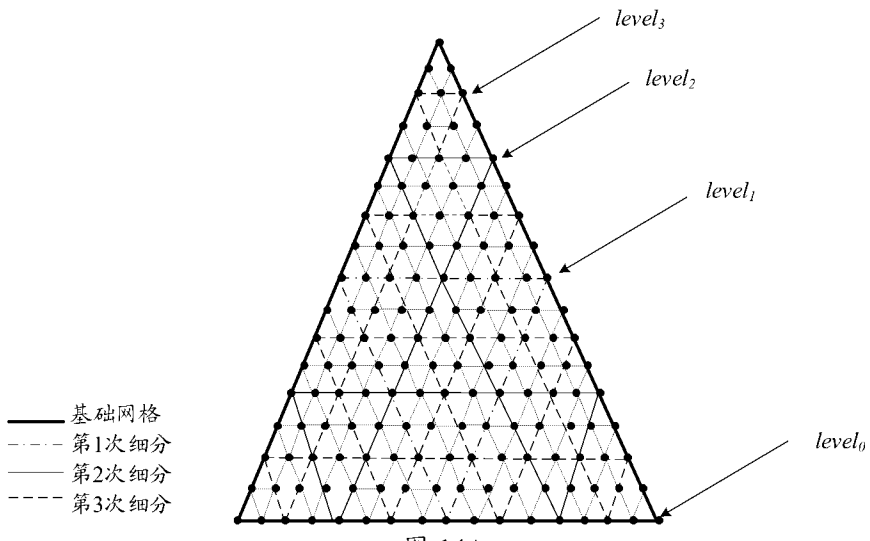


图 14A

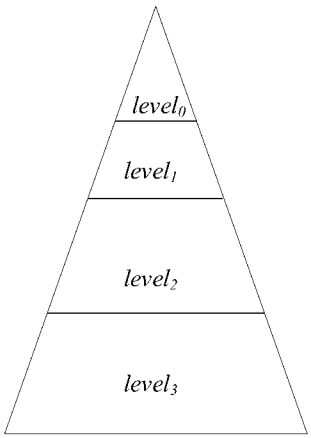


图 14B

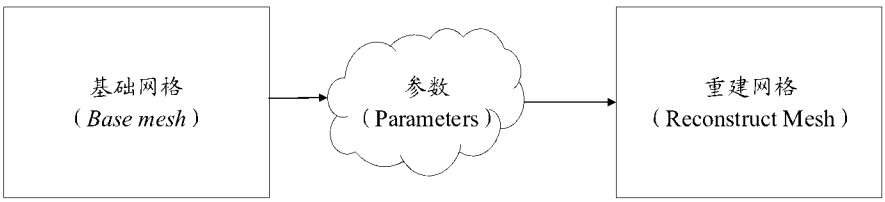


图 15A

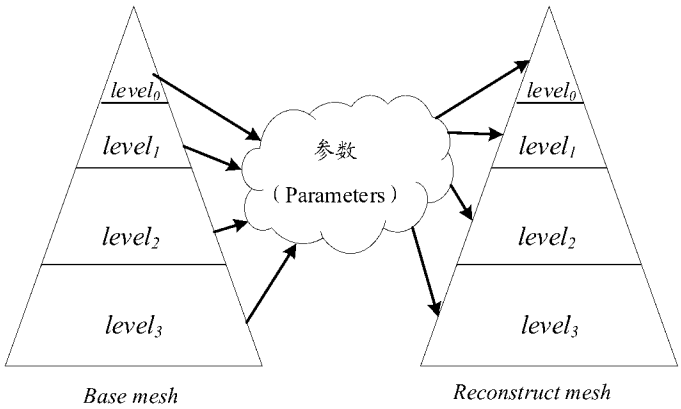


图 15B

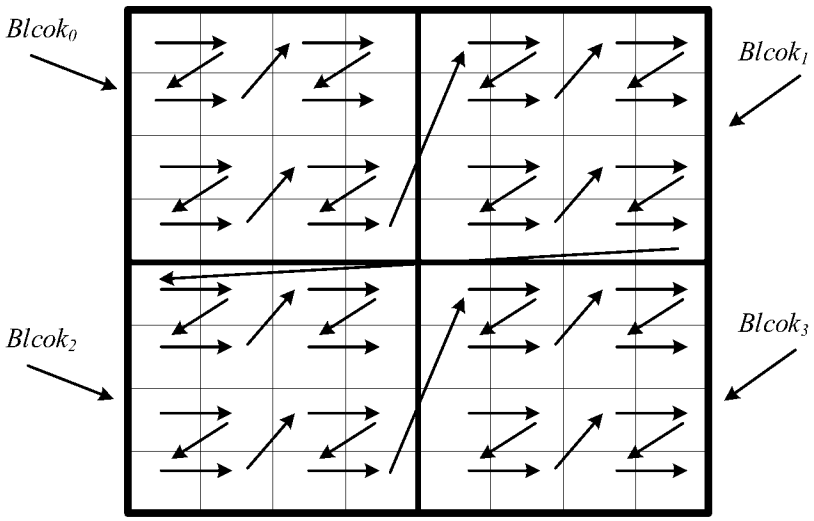


图 16

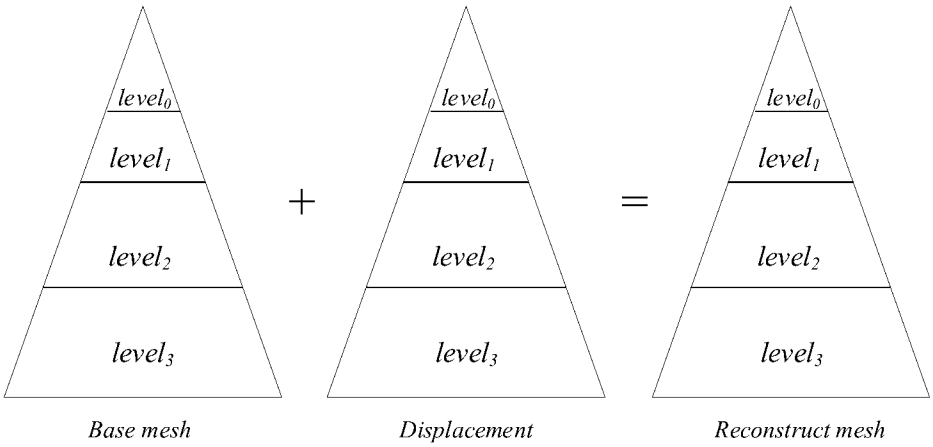


图 17

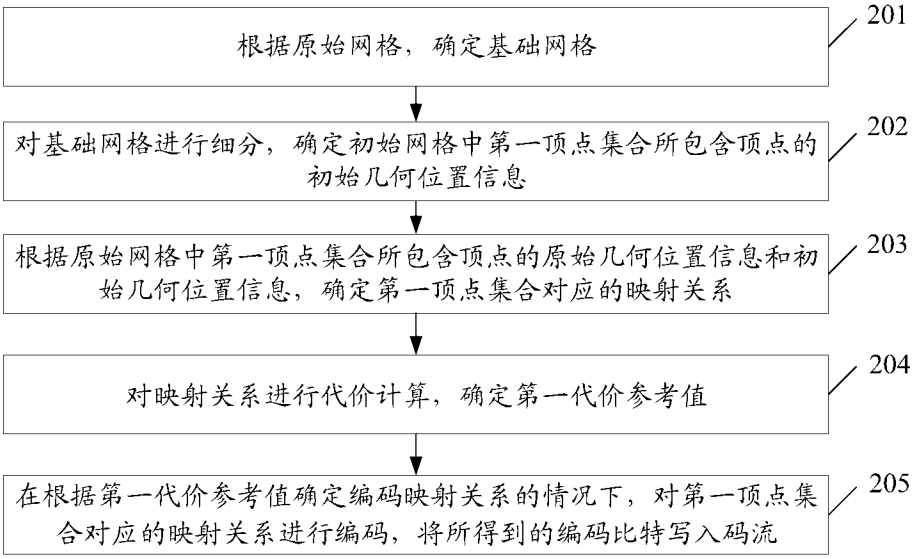


图 18

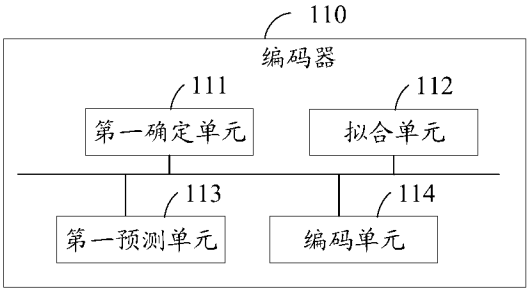


图 19

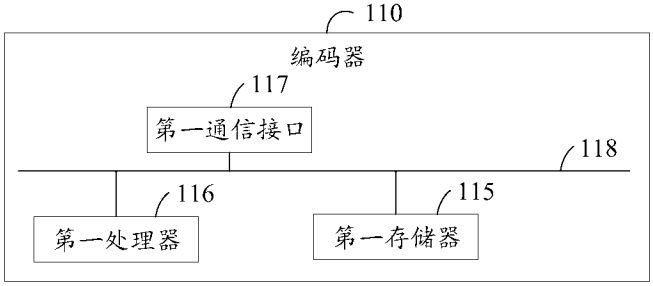


图 20

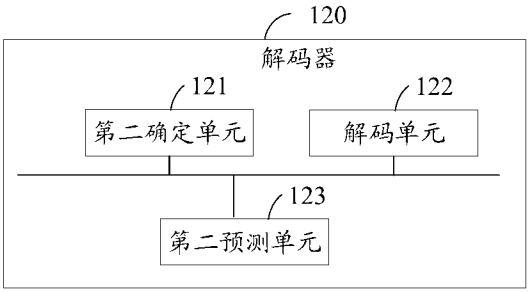


图 21

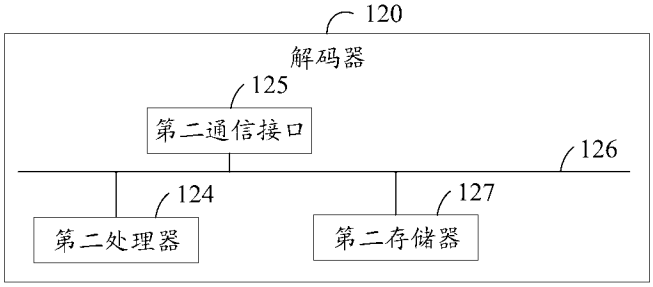


图 22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2023/103834

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T15/04(2011.01)i; H04N19/46(2014.01)i; G06T9/00(2006.01)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: G06T, H04N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTXT, ENTXTC, CNKI: 编码, 解码, 网格, 细分, 顶点, 几何, 位置, 预测, 移位, 映射, 指示, 码流, 比特流; WPABS, ENTXT: encode, decode, 3D, mesh, grid, vertex, vertices, map, match, geometric, position, code, bit, stream

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 116132671 A (OPPO GUANGDONG MOBILE TELECOMMUNICATIONS CORP., LTD.) 16 May 2023 (2023-05-16) entire document	1-41
A	WO 2023102290 A1 (TENCENT AMERICA LLC) 08 June 2023 (2023-06-08) entire document	1-41
A	WO 2023052916 A1 (NOKIA TECHNOLOGIES OY) 06 April 2023 (2023-04-06) entire document	1-41
A	US 2013114910 A1 (MAMMOU KHALED et al.) 09 May 2013 (2013-05-09) entire document	1-41
A	US 2021090301 A1 (APPLE INC.) 25 March 2021 (2021-03-25) entire document	1-41

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
22 December 2023	**22 December 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/CN2023/103834

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	116132671	A	16 May 2023	None			
WO	2023102290	A1	08 June 2023	KR	20230132818	A	18 September 2023
				US	2023177736	A1	08 June 2023
WO	2023052916	A1	06 April 2023	None			
US	2013114910	A1	09 May 2013	EP	2589020	A2	08 May 2013
				EP	2589020	B1	09 November 2022
				FR	2961930	A1	30 December 2011
				FR	2961930	B1	04 January 2013
				US	9064311	B2	23 June 2015
				WO	2012001070	A2	05 January 2012
				WO	2012001070	A3	08 March 2012
US	2021090301	A1	25 March 2021	US	11450030	B2	20 September 2022
				US	2023030913	A1	02 February 2023
				US	11783508	B2	10 October 2023
				WO	2021062044	A1	01 April 2021

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2023/103834

A. 主题的分类

G06T15/04(2011.01)i；H04N19/46(2014.01)i；G06T9/00(2006.01)i

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

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: G06T, H04N

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

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））

CNTXT, ENTXTC, CNKI: 编码，解码，网格，细分，顶点，几何，位置，预测，移位，映射，指示，码流，比特流; WPABS, ENTXT: encode, decode, 3D, mesh, grid, vertex, vertices, map, match, geometric, position, code, bit, stream

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 116132671 A (OPPO广东移动通信有限公司) 2023年5月16日 (2023 - 05 - 16) 全文	1-41
A	WO 2023102290 A1 (TENCENT AMERICA LLC.) 2023年6月8日 (2023 - 06 - 08) 全文	1-41
A	WO 2023052916 A1 (NOKIA TECHNOLOGIES OY.) 2023年4月6日 (2023 - 04 - 06) 全文	1-41
A	US 2013114910 A1 (MAMMOU KHALED 等) 2013年5月9日 (2013 - 05 - 09) 全文	1-41
A	US 2021090301 A1 (APPLE INC.) 2021年3月25日 (2021 - 03 - 25) 全文	1-41

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 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

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2023年12月22日	2023年12月22日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
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	徐黎媛 电话号码 (+86) 010-62411404

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/103834

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	116132671	A	2023年5月16日	无			
WO	2023102290	A1	2023年6月8日	KR	20230132818	A	2023年9月18日
				US	2023177736	A1	2023年6月8日
WO	2023052916	A1	2023年4月6日	无			
US	2013114910	A1	2013年5月9日	EP	2589020	A2	2013年5月8日
				EP	2589020	B1	2022年11月9日
				FR	2961930	A1	2011年12月30日
				FR	2961930	B1	2013年1月4日
				US	9064311	B2	2015年6月23日
				WO	2012001070	A2	2012年1月5日
				WO	2012001070	A3	2012年3月8日
US	2021090301	A1	2021年3月25日	US	11450030	B2	2022年9月20日
				US	2023030913	A1	2023年2月2日
				US	11783508	B2	2023年10月10日
				WO	2021062044	A1	2021年4月1日