

(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)



(10) 国际公布号
WO 2025/002018 A1

(51) 国际专利分类号:

G06T 9/00 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2024/100834

(22) 国际申请日:

2024 年 6 月 24 日 (24.06.2024)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(30) 优先权:

202310802552.3 2023年6月30日 (30.06.2023) CN

(71) 申请人: 维沃移动通信有限公司(VIVO MOBILE COMMUNICATION CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省东莞市长安镇维沃路 1 号, Guangdong 523863 (CN)。

(72) 发明人: 邹文杰(ZOU, Wenjie); 中国广东省东莞市长安镇维沃路 1 号, Guangdong 523863 (CN)。张伟(ZHANG, Wei); 中国广东省东莞市长安镇维沃路 1 号, Guangdong 523863 (CN)。杨付正(YANG, Fuzheng); 中国广东省东莞市长安镇维沃路 1 号, Guangdong 523863 (CN)。吕卓逸

(LV, Zhuoyi); 中国广东省东莞市长安镇维沃路 1 号, Guangdong 523863 (CN)。

(74) 代理人: 北京银龙知识产权代理有限公司(DRAGON INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 中国北京市海淀区西直门北大街32号院枫蓝国际中心2号楼10层, Beijing 100082 (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。

(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,

(54) Title: CODING METHOD, DECODING METHOD, APPARATUS, AND DEVICE

(54) 发明名称: 编码方法、解码方法、装置及设备

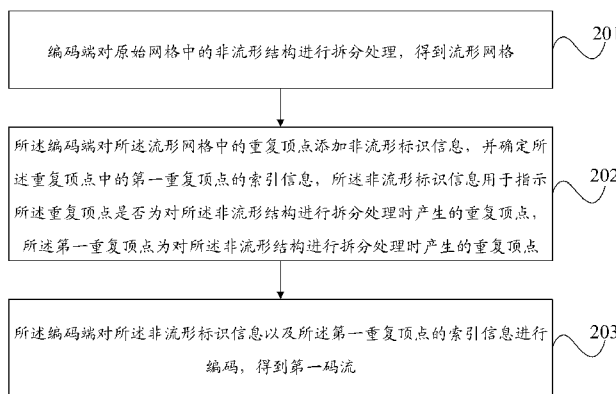


图 2

(57) Abstract: The present application belongs to the technical field of coding and decoding. Disclosed are a coding method, a decoding method, an apparatus, and a device. The coding method in the embodiments of the present application comprises: a coding end performing splitting processing on a non-manifold structure in an original mesh, so as to obtain a manifold mesh; the coding end adding non-manifold identification information to repeated vertices in the manifold mesh, and determining index information of a first repeated vertex among the repeated vertices, wherein the non-manifold identification information is used for indicating whether a repeated vertex is a repeated vertex generated when splitting processing is performed on the non-manifold structure, and the first repeated vertex is a repeated vertex generated when splitting processing is performed on the non-manifold structure; and the coding end coding the non-manifold identification information and the index information of the first repeated vertex, so as to obtain a first code stream.



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))。

(57) 摘要: 本申请公开了一种编码方法、解码方法、装置及设备, 属于编解码技术领域, 本申请实施例的编码方法包括: 编码端对原始网格中的非流形结构进行拆分处理, 得到流形网格; 所述编码端对所述流形网格中的重复顶点添加非流形标识信息, 并确定所述重复顶点中的第一重复顶点的索引信息, 所述非流形标识信息用于指示所述重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点, 所述第一重复顶点为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点; 所述编码端对所述非流形标识信息以及所述第一重复顶点的索引信息进行编码, 得到第一码流。

编码方法、解码方法、装置及设备

相关申请的交叉引用

本申请主张在 2023 年 06 月 30 日在中国提交的中国专利申请 No. 202310802552.3 的优先权，其全部内容通过引用包含于此。

技术领域

本申请属于编解码技术领域，具体涉及一种编码方法、解码方法、装置及设备。

背景技术

随着人们对三维网格模型在视觉效果上越来越高的需求，以及许多更加成熟的三维扫描技术和三维建模软件的涌现，通过三维扫描设备或三维建模软件获取的三维网格模型的数据规模和复杂度也在急剧地增长着。因此，如何高效编码三维网格数据是实现三维网格数据方便地传输、存储和处理的关键。相关技术中，为了实现三维网格的无损编码，在对包含非流形结构的三维网格进行编码时，需要对由三维网格拆分除非流形结构后得到的流形网格中的每个顶点设置一个标识来判断其是否是由于拆分非流形结构产生的点，在流形网格中的顶点数量较多的情况下，该编码方式会造成较大的比特开销，不利于高效地实现三维网格的无损编码。

发明内容

本申请实施例提供一种编码方法、解码方法、装置及设备，能够解决如何高效地实现三维网格的无损编码的问题。

第一方面，提供了一种编码方法，包括：

编码端对原始网格中的非流形结构进行拆分处理，得到流形网格；

所述编码端对所述流形网格中的重复顶点添加非流形标识信息，并确定所述重复顶点中的第一重复顶点的索引信息，所述非流形标识信息用于指示所述重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点，所述第一重复顶点为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点；

所述编码端对所述非流形标识信息以及所述第一重复顶点的索引信息进行编码，得到第一码流，所述第一指示信息用于指示所述原始网格中是否存在非流形结构。

第二方面，提供了一种解码方法，包括：

解码端对第一码流进行解码，得到解码信息，所述解码信息包括非流形标识信息以及第一重复顶点的索引信息，所述第一重复顶点是对原始网格中的非流形结构进行拆分处理

产生的重复顶点，所述非流形标识信息用于指示重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点；

所述解码端根据所述解码信息，恢复原始网格中的非流形结构。

第三方面，提供了一种编码装置，包括：

第一获取模块，用于对原始网格中的非流形结构进行拆分处理，得到流形网格；

第一处理模块，用于对所述流形网格中的重复顶点添加非流形标识信息，并确定所述重复顶点中的第一重复顶点的索引信息，所述非流形标识信息用于指示所述重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点，所述第一重复顶点为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点；

第二获取模块，用于对所述非流形标识信息以及所述第一重复顶点的索引信息进行编码，得到第一码流。

第四方面，提供了一种解码装置，包括：

第五获取模块，用于对第一码流进行解码，得到解码信息，所述解码信息包括非流形标识信息以及第一重复顶点的索引信息，所述第一重复顶点是对原始网格中的非流形结构进行拆分处理产生的重复顶点，所述非流形标识信息用于指示重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点；

第二处理模块，用于根据所述解码信息，恢复原始网格中的非流形结构。

第五方面，提供了一种编码装置，包括处理器及通信接口，其中，所述处理器用于对原始网格中的非流形结构进行拆分处理，得到流形网格；对所述流形网格中的重复顶点添加非流形标识信息，并确定所述重复顶点中的第一重复顶点的索引信息，所述非流形标识信息用于指示所述重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点，所述第一重复顶点为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点；对所述非流形标识信息以及所述第一重复顶点的索引信息进行编码，得到第一码流。

第六方面，提供了一种解码装置，包括处理器及通信接口，其中，所述处理器用于对第一码流进行解码，得到解码信息，所述解码信息包括非流形标识信息以及第一重复顶点的索引信息，所述第一重复顶点是对原始网格中的非流形结构进行拆分处理产生的重复顶点，所述非流形标识信息用于指示重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点；根据所述解码信息，恢复原始网格中的非流形结构。

第七方面，提供了一种电子设备，该电子设备包括处理器和存储器，所述存储器存储可在所述处理器上运行的程序或指令，所述程序或指令被所述处理器执行时实现如第一方面或第二方面所述的方法的步骤。

第八方面，提供了一种编解码系统，包括：编码装置及解码装置，所述编码装置可用于执行如第一方面所述的编码方法的步骤，所述解码装置可用于执行如第二方面所述的解码方法的步骤。

第九方面，提供了一种可读存储介质，所述可读存储介质上存储程序或指令，所述程

序或指令被处理器执行时实现如第一方面所述的方法的步骤，或者实现如第二方面所述的方法的步骤。

第十方面，提供了一种芯片，所述芯片包括处理器和通信接口，所述通信接口和所述处理器耦合，所述处理器用于运行程序或指令，实现如第一方面所述的方法，或实现如第二方面所述的方法。

第十一方面，提供了一种计算机程序/程序产品，所述计算机程序/程序产品被存储在存储介质中，所述计算机程序/程序产品被至少一个处理器执行以实现如第一方面所述的方法的步骤，或实现如第二方面所述的方法的步骤。

在本申请实施例中，编码端对原始网格中的非流形结构进行拆分处理，得到流形网格；对流形网格中的重复顶点添加非流形标识信息，并确定所述重复顶点中的第一重复顶点的索引信息，所述非流形标识信息用于指示所述重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点，所述第一重复顶点为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点；编码端对非流形标识信息以及所述第一重复顶点的索引信息进行编码，得到第一码流。通过上述方案，使得解码端能够基于该第一码流解码得到的非流形标识信息和第一重复顶点的索引信息恢复出原始网格的非流形结构，从而实现了对原始网格进行无损编码的目的。由于编码端在编码包含非流形结构的网格时，只对流形网格中的重复点添加非流形标识，而并非是对流形网格中的每个顶点添加非流形标识，从而能够更高效地实现三维网格的无损编码。

附图说明

- 图 1 表示 Edgebreaker 编码方法的五种模式示意图；
- 图 2 表示本申请实施例的编码方法的流程示意图；
- 图 3 表示本申请实施例的三维网格无损编码框架示意图；
- 图 4 表示本申请实施例的流形网格中边与角的对应示意图；
- 图 5 表示本申请实施例中的角关系示意图；
- 图 6 表示本申请实施例中 Edgebreaker 编码方法的五种模式的遍历规则示意图；
- 图 7 表示本申请实施例的网格中相邻的两个三角形的示意图；
- 图 8 表示本申请实施例中预测基于三维到二维投影的 UV 坐标预测示意图；
- 图 9 表示本申请实施例的解码方法的流程示意图；
- 图 10 表示本申请实施例的三维网格无损解码框架示意图；
- 图 11 表示本申请实施例的编码装置的模块示意图；
- 图 12 表示本申请实施例的解码装置的模块示意图；
- 图 13 表示本申请实施例的电子设备的结构框图；
- 图 14 表示本申请实施例的编码装置或解码装置的结构框图。

具体实施方式

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描述，显然，所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

本申请的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不用来描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的术语在适当情况下可以互换，以便本申请的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施，且“第一”、“第二”所区别的对象通常为一类，并不限定对象的个数，例如第一对象可以是一个，也可以是多个。此外，本申请中的“或”表示所连接对象的至少其中之一。例如“A或B”涵盖三种方案，即，方案一：包括A且不包括B；方案二：包括B且不包括A；方案三：既包括A又包括B。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

本申请的术语“指示”既可以是一个直接的指示（或者说显式的指示），也可以是一个间接的指示（或者说隐含的指示）。其中，直接的指示可以理解为，发送方在发送的指示中明确告知了接收方具体的信息、需要执行的操作或请求结果等内容；间接的指示可以理解为，接收方根据发送方发送的指示确定对应的信息，或者进行判断并根据判断结果确定需要执行的操作或请求结果等。

值得指出的是，本申请实施例所描述的技术不限于长期演进型（Long Term Evolution, LTE）/LTE的演进（LTE-Advanced, LTE-A）系统，还可用于其他无线通信系统，诸如码分多址（Code Division Multiple Access, CDMA）、时分多址（Time Division Multiple Access, TDMA）、频分多址（Frequency Division Multiple Access, FDMA）、正交频分多址（Orthogonal Frequency Division Multiple Access, OFDMA）、单载波频分多址（Single-carrier Frequency-Division Multiple Access, SC-FDMA）或其他系统。本申请实施例中的术语“系统”和“网络”常被可互换地使用，所描述的技术既可用于以上提及的系统 and 无线电技术，也可用于其他系统和无线电技术。以下描述出于示例目的描述了新空口（New Radio, NR）系统，并且在以下大部分描述中使用NR术语，但是这些技术也可应用于NR系统以外的系统，如第6代（6th Generation, 6G）通信系统。

为使本领域技术人员能够更好地理解本申请实施例，首先进行如下说明。

随着多媒体技术的迅速发展，相关研究成果迅速产业化，并成为人们生活中不可或缺的重要组成部分。三维模型成为继音频、图像、视频之后的新一代数字化媒体。三维网格和点云是两种常用的三维模型表示方式。三维网格模型与传统的图像、视频等多媒体相比具有更强的交互性和逼真性的特点，使其在商业、制造业、建筑业、教育、医学、娱乐、艺术、军事等各个领域都得到了越来越广泛的应用。

而随着人们对三维网格模型在视觉效果上越来越高的需求，以及许多更加成熟的三维扫描技术和三维建模软件的涌现，通过三维扫描设备或三维建模软件获取的三维网格模型的数据规模和复杂度也在急剧地增长着。因此，如何高效压缩三维网格数据是实现三维网

格数据方便地传输、存储和处理的关键。

一个三维网格往往同时包含了拓扑信息、几何信息及属性信息三种主要信息。拓扑信息，也叫做连接性关系信息，用于描述网格中顶点和面片等元素之间的连接关系；几何信息是网格中所有顶点的三维坐标；属性信息则记录了附着在网格上的其它信息，比如法向量、纹理坐标（即 UV 坐标）以及颜色等。对三维网格数据的压缩往往就是针对这三种信息分别按照其数据特性进行压缩。另外，对于带有纹理图的三维网格，还需要对纹理图进行压缩。

Draco 是一个用于压缩和解压缩三维（3-Dimensional, 3D）几何网格和点云的库，旨在改善 3D 图形的存储和传输，大幅加速 3D 数据的编码、传输和解码。Draco 支持对三维网格几何信息、连接信息以及属性信息的压缩。Draco 支持有损模式和近无损模式。此外，Draco 编码连接关系时使用的 Edgebreaker 压缩方法是目前编码三维网格连接信息最高效的方法之一。

但是 Edgebreaker 要求待编码网格为流形结构，对于存在非流形结构的网格，Draco 必须将其拆分成流形结构才能正确地编码。然而，Draco 在解码端不会对拆分出的结构进行合并，这就使得解码端输出的网格相比于编码端输入的原始网格会多出拆分出的点。这会导致 Draco 不能无损编码这类存在非流形结构的网格。

视频图像邻域的国际标准组织动态图像专家组（Moving Pictures Experts Group, MPEG）正在制定新的动态三维网格压缩标准（基于视频的动态三维网格编码，Video-based Dynamic Mesh Coding, V-DMC），目前在编码静态三维网格时也选择采用基于 Edgebreaker 的方案且暂时复用了 Draco 编解码器。同时 MPEG 也在尝试实现由 MPEG 提供的基于 Edgebreaker 的三维网格编解码器，以实现对三维网格几何信息、连接信息以及属性信息的压缩。由于 Edgebreaker 要求待编码网格为流形结构，因此在目前提出的方案中会对存在非流形结构的三维网格拆分成流形结构再进行编码。因此针对无损模式，MPEG 提供的基于 Edgebreaker 的三维网格编解码器实现在编码端会记录并编码由于拆非流形而产生的重复点索引信息，并对拆开后的流形网格的每个顶点添加一个标识来表示其是否是由于拆非流形而产生的重复点，从而在解码端依据该标识和由于拆非流形而产生的重复点索引信息恢复原始三维网格的非流形结构以实现三维网格的无损编码。由于拆除非流形结构是通过增加具有相同几何信息和属性信息的重复点实现的，在解码出的三维网格中只有在重复点中才有可能由于拆非流形而新增的点，如果对每个顶点都设置一个标识来判断其是否是由于拆非流形产生的点会造成一定的编码冗余。

上述两种方案都是基于 Edgebreaker 实现的三维网格压缩方案，且都存在需要拆分输入网格中可能存在的非流形结构的问题。而针对无损压缩，需要在解码端恢复原始三维网格可能存在的非流形结构。因此，提出一种新的基于 Edgebreaker 的能实现非流形三维网格的无损编码方法，对能更高效地实现非流形网格的无损编码具有重要意义。

MPEG 目前提供的基于 Edgebreaker 的三维网格压缩工具将三维网格的连接信息、几何

信息和属性信息分别进行编码并进行存储。其中的核心模块，即编码连接信息的模块使用了 Edgebreaker 算法。对几何信息和属性信息的编码则采用了常规的压缩方法，即对数据进行量化、预测压缩（例如：平行四边形预测）和熵编码。由于该工具采用了连接关系驱动的编码方法，对几何信息和属性信息的编码将遵循连接信息的编码顺序。通过这种方式将连接关系编码的顶点顺序隐含在几何信息的顶点顺序中来避免单独传输连接关系编码的顶点顺序，从而节省了这部分的比特开销。

Edgebreaker 方法是具有压缩性能好、便于实现、可以给出压缩比上限等优点的一种三维网格连接关系编码方法。Edgebreaker 方法本身只描述了三维网格连接信息的压缩方法，还要通过几何信息压缩和熵编码等才能实现对三维网格的压缩。

Edgebreaker 编码技术对与球体同胚的三角形网格的压缩效率能够达到每个三角形 2 位或更少。编码算法使用五种不同的模式（称为 C、L、E、R 和 S）以深度优先顺序访问网格的每个三角形。根据每个三角形所处的模式，对其进行标记，生成 CLERS 字符串，得到对网格连接关系的紧凑表示。

Edgebreaker 方法的五种模式，如图 1 所示。Edgebreaker 方法将网格分为已遍历部分和未遍历部分，两部分的边界被称为活动边界。在 Edgebreaker 的编码过程中，通过活动边界上的活动边访问待遍历的三角形，并根据活动边与其所处三角形的关系来选择使用哪种模式。将活动边所在三角形中的另一个顶点称为第三个顶点。如果第三个顶点不处于活动边界上，那么当前三角形标记为 C 模式。如果第三个顶点处于活动边界上，并且按照逆时针顺序，处于当前活动边顶点的下一个，那么当前三角形标记为 R 模式。如果第三个顶点处于活动边界上，并且按照逆时针顺序，处于当前活动边顶点的上一个，那么当前三角形标记为 L 模式。如果第三个顶点处于活动边界上，并且按照逆时针顺序，既是当前活动边顶点的上一个顶点，又是当前活动边的下一个顶点，那么当前三角形标记为 E 模式。如果第三个顶点处于活动边界上，但是按照逆时针顺序，既不是当前活动边顶点的上一个顶点，又不是当前活动边的下一个顶点，那么当前三角形标记为 S 模式。

在每次标记一个三角形之后，都会更新活动边界，并按照一定规则选择下一个活动边。当遍历完所有的三角形之后，对得到的 CLERS 字符串进行熵编码，可以得到更高的压缩效率。

下面结合附图，通过一些实施例及其应用场景对本申请实施例提供的编码方法进行详细地说明。

如图 2 所示，本申请实施例提供了一种编码方法，包括：

步骤 201：编码端对原始网格中的非流形结构进行拆分处理，得到流形网格。

可选地，所述原始网格为三维网格。该原始网格可以理解为任意视频帧对应的三维网格。

本申请实施例中的非流形结构包括非流形边和非流形点中的至少一项。

上述非流形边是指网格中同时存在于至少三个三角形中的边。

上述非流形点可通过以下方式确定：

首先构建角表 (Corner Table)，建立原始网格中每个顶点和该顶点的角之间的对应关系。从顶点对应的某一个角开始，依次遍历与该角相邻且构成一个扇形的所有角，将顶点和遍历到的角标记为已遍历。如果在执行完上述过程后，有顶点仍存在未遍历过的角，则说明该顶点为非流形点。

可选地，本申请实施例中，如果网格的每个边最多被两个面片共用，且不存在非流形点，那么这个网格就是流形网格 (manifold mesh)，否则称为非流形网格 (non-manifold mesh)。

本步骤中，通过将原始网格拆分为流形网格，以便于后续基于相关技术中的编码方案进行编码，例如，采用基于 Edgebreaker 的三维网格编码器进行编码。

步骤 202：所述编码端对所述流形网格中的重复顶点添加非流形标识信息，并确定所述重复顶点中的第一重复顶点的索引信息，所述非流形标识信息用于指示所述重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点，所述第一重复顶点为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点。

上述重复顶点包括所述第一重复顶点和第二重复顶点。所述第二重复顶点为对所述非流形结构进行拆分处理之前所述原始网格中的重复顶点。

本申请实施例中，通过非流形标识信息来指示流形网格中的重复顶点（即重复点）是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点，例如，该非流形标识信息为 1 时，表示重复顶点是对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点，该非流形标识信息为 0 时，表示重复顶点不是对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点。

步骤 203：所述编码端对所述非流形标识信息以及所述第一重复顶点的索引信息进行编码，得到第一码流

由于拆分非流形结构是通过增加具有相同几何信息和属性信息的重复点实现的，因此，流形网格中包含两种重复点：一种是原始输入网格本身存在的重复点（即本申请中的第二重复顶点），一种是由于拆非流形结构而新产生的重复点（即上述第一重复顶点）。在原始网格中存在非流形结构的情况下，需要对上述两种重复点的非流形标识信息以及第一重复顶点的索引信息进行编码，以便于解码端根据该非流形标识信息和索引信息，将由于拆分非流形结构而产生的重复顶点进行合并，并调整连接关系，从而恢复原始网格中的非流形结构，实现含有非流形结构的三维网格的无损编码。

在本申请实施例中，编码端对原始网格中的非流形结构进行拆分处理，得到流形网格；对流形网格中的重复顶点添加非流形标识信息，并确定所述重复顶点中的第一重复顶点的索引信息，所述非流形标识信息用于指示所述重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点，所述第一重复顶点为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点；编码端对非流形标识信息以及所述第一重复顶点的索引信息进行编码，得到第一码流。通过上述方案，使得解码端能够基于该第一码流解码得到的非流形标识信息和第一重复顶点的索引信息恢复出原始网格的非流形结构，从而实现了原始网格进行无损编码

的目的。由于编码端在编码包含非流形结构的网格时，只对流形网格中的重复点添加非流形标识，而并非是对流形网格中的每个顶点添加非流形标识，从而能够更高效地实现三维网格的无损编码。

可选地，所述第一码流还包括第一指示信息的编码信息，所述第一指示信息用于指示所述原始网格中是否存在非流形结构。

可选地，本申请实施例的方法还包括：

所述编码端对所述流形网格进行编码，得到第二码流。

所述编码端根据所述第一码流和所述第二码流，得到所述原始网格的总码流。

本申请实施例中，解码端在恢复非流形结构时，除了需要所述非流形标识信息以及所述第一重复顶点的索引信息外，还需要上述流形网格，通过对流形网格进行编码使得解码端根据该流形网格、所述非流形标识信息以及所述第一重复顶点的索引信息，能够恢复出非流形结构。

可选地，所述编码端对所述流形网格进行编码，得到第二码流，包括：

所述编码端对所述流形网格的第二目标信息进行编码，得到所述第二码流；

其中，所述第二目标信息包括连接关系、几何信息以及属性信息。

可选地，所述属性信息包括 UV 坐标，即纹理坐标。UV 坐标是一种描述三维网格顶点纹理的信息。

在本申请的实施例中，可以使用 Edgebreaker 方法编码连接关系，得到可以简洁表示连接关系的 CLERS 模式字符串，使用熵编码对模式字符串进行压缩，得到连接关系子码流（也可描述为连接关系码流）；使用如平行四边形预测等方法编码网格的几何信息，得几何信息子码流（也可描述为几何信息码流）；使用如相似三角形预测等方法编码网格的属性信息中的 UV 坐标，得到属性信息子码流（也可描述为属性信息码流）。基于连接关系子码流、几何信息子码流以及属性信息子码流，得到上述第二码流。

可选地，所述确定所述重复顶点中的第一重复顶点的索引信息，包括：

根据所述流形网格中几何信息和属性信息中至少一项的编码顺序，确定所述第一重复顶点的索引信息。

上述第一重复顶点包括几何重复顶点和属性重复顶点，在所述流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有相同的连接关系的情况下，可根据编码几何信息或属性信息的编码顺序得到第一重复顶点的索引信息，若所述流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有不同的连接关系的情况下，可根据几何信息的编码顺序得到第一重复顶点中的几何重复顶点的索引信息，并根据属性信息的编码顺序得到第一重复顶点中的属性重复顶点的索引信息。

可选地，所述第一重复顶点包括几何重复顶点和属性重复顶点；

在所述流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有相同的连接关系的情况下，所述几何重复顶点和所述属性重复顶点共用一组非流形结构信息，所述非流形结构信息包括非流形标识信息和索引信息；或，

在所述流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有不同的连接关系的情况下，所述几何重复顶点对应第一组非流形结构信息，且所述属性重复顶点对应第二组非流形结构信息，所述第一组非流形结构信息和所述第二组非流形结构信息均包括非流形标识信息和索引信息。

本申请实施例中，流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有相同的连接关系是指流形网格中的几何顶点和属性顶点一一对应。流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有不同的连接关系是指流形网格中的几何顶点和属性顶点不是一一对应。

需要说明的是，本申请实施例中的属性顶点也可举例描述为 UV 顶点。

可选地，所述原始网格的总码流还包括：

第三码流，所述第三码流是对第二指示信息进行编码得到的，所述第二指示信息用于指示所述流形网格中的几何顶点与属性顶点是否具有相同的连接关系。

这里，通过对上述第二指示信息进行编码，以便于解码端能够获知获取一组非流形结构信息还是获取两组非流形结构信息。

可选地，所述原始网格的总码流还包括：

第四码流，所述第四码流是对所述流形网格中的重复顶点的第三指示信息进行编码得到的，所述第三指示信息用于指示是否对所述重复顶点的几何信息和属性信息进行了重复编码。

本申请实施例中，通过对第三指示信息进行编码，使得解码端能够获知是否对重复顶点的几何信息和属性信息进行重复/多次编码，以便于解码端能够解码获取相应的重复顶点。

可选地，在所述编码端对所述连接关系、几何信息以及属性信息同时进行编码的情况下，所述原始网格的总码流还包括：

第五码流，所述第五码流是对所述流形网格中顶点的第四指示信息进行编码得到的，所述第四指示信息用于指示所述顶点是否为重复顶点。

这里，对所述连接关系、几何信息以及属性信息同时进行编码是指在编码时，三者的编码顺序不分先后，同时进行编码。

这里，通过对上述第四指示信息进行编码，使得解码端能够在解码过程中判断哪些是重复顶点，从而再依据重复顶点的非流形标识判断出哪些是由于拆分非流形结构而产生的重复顶点。

可选地，所述原始网格的总码流还包括：

第六码流，所述第六码流是对所述原始网格的纹理图信息进行编码得到的。

本申请实施例中，可用视频编码器编码纹理图信息，得到第六码流，即纹理图子码流（也可描述为纹理图码流）。

本申请实施例中的三维网格编码框架，如图 3 所示，在预处理步骤中，首先查找并记录原始网格的重复点（即第二重复点），并对存在非流形结构的原始网格进行拆分以得到流形网格，记录因拆非流形结构而产生的重复点（即第一重复点）；然后，对流形网格，使用

Edgebreaker 方法编码连接信息, 得到模式字符串, 并对其进行熵编码; 编码流形网格的几何信息, 例如可以使用平行四边形预测编码方法, 此处不限制几何信息的编码方法; 如果网格存在 UV 坐标等属性信息, 可以使用如相似三角形预测编码等方法进行编码, 此处不限制属性信息的编码方法; 编码非流形结构信息时, 首先编码网格中是否存在非流形结构的指示信息。如果网格中存在非流形结构, 则进一步按照顶点的编码顺序编码重复点的非流形标识信息和拆非流形结构而产生的重复点的索引信息。此处关于重复点的非流形标识信息, 是通过为拆分后的流形网格中的每个重复顶点编码一个标志位, 来标识该重复点是否是拆非流形结构而产生的。最后, 将多路码流进行混流, 得到最终输出码流 (即总码流)。

下面对编码处理的具体实现方式说明如下:

如图 3 所示, 本申请的三维网格无损编码框架主要分为五部分: 预处理中的拆分非流形结构、连接关系编码、几何信息编码、属性信息编码以及非流形结构信息编码。下面分别进行介绍:

1) 预处理中的拆分非流形结构;

输入: 原始网格;

输出: 流形网格和重复点 (包含原始网格中的重复点和拆非流形结构而产生的重复点);

在预处理步骤也可以包含滤除重复点, 添加虚拟点等其它编码所需的预处理模块。为方便说明, 图 3 中仅列出了本申请针对的拆分非流形结构的模块。

在拆除非流形结构前, 首先查找并记录原始输入网格中的重复点, 例如可以使用哈希表等方法进行查找。以哈希表为例, 建立一个哈希表, 哈希表的键为顶点的三维坐标, 值为具有该三维坐标的顶点的出现次数, 出现次数大于 1 则说明是重复点, 以此来查找判断和记录原始网格中的重复点。

拆分非流形结构主要分为两部分: 拆分非流形边和拆分非流形点。

拆分非流形边的第一步是找到非流形边。非流形边的判断条件是一条边同时存在于三个或更多的三角形中。具体实现的方法: 可以建立一个数据结构来存储每条边所在的三角形, 通过查询该边对应的三角形数量找出非流形边; 也可以通过构造 Corner Table 来建立网格中角和边之间的对应关系, 进而找出非流形边。具体地, 对于流形网格, 每条边最多与两个角相对, 相对的两个角称为对角。如图 4 所示, 角 a 与角 d 与边 bc 相对, 角 a 与角 d 为对角; 而对于非流形边, 会有三个或更多的对角。因此, 通过角与边的对应关系也可以找出非流形边。

拆分非流形边的第二步是添加顶点, 并修改连接关系。在找到非流形边后, 为非流形边的两个顶点分别创建重复顶点, 选择非流形边所在的一个三角形 t, 使该三角形中的第三个顶点与新添加的两个顶点构成新的三角形 t', 用 t' 替换原三角形 t, 迭代此过程直到非流形边转化成流形边。

拆分非流形点首先需要构建 Corner Table, 建立每个顶点和该顶点的角之间的对应关系。对于每一个顶点执行两步操作。第一步, 从顶点的某一个角开始, 依次遍历与该角相邻且

构成一个扇形的所有角，将顶点和遍历到的角标记为已遍历。如果在执行完上述过程后，有顶点仍存在未遍历过角，则说明该顶点为非流形点。第二步，对于每个非流形点，创建一个重复点，并修改连接关系，将第一步中未遍历到的角连接到新添加的重复点，将非流形点拆分为两个流形顶点。重复这一过程，直到所有的顶点都转换成流形点为止。

在上述过程中，需记录下在拆非流形结构时产生的重复点。

2) 连接关系编码;

输入：流形网格的连接关系;

输出：编码后的连接关系子码流和顶点编码顺序;

本申请使用 Edgebreaker 方法编码三维网格的连接关系，通过建立 Corner Table 来表示网格的连接关系，并利用 CornerTable 遍历网格中的所有三角形，生成 Edgebreaker 的 CLERS 模式字符串。

Corner Table 用于表示网格中的角与顶点以及三角形之间的关系。在构建 Corner Table 之前首先需要对角进行编号，按照网格中三角形面片的顺序遍历三角形，对于每个三角形按照逆时针顺序为角进行编号，如果网格有 f 个三角形面片，那么网格会有 $3f$ 个角。这样编号的好处是，通过角的序号，可以计算出当前角所在的三角形序号，如公式 1 所示；还可以计算出按照逆时针方向，当前角 c 的前一个角 c_p 和后一个角 c_n 的序号，如公式 2 和公式 3 所示。

$$f_i = c / 3 \quad (1)$$

其中， c 为当前角的索引， f_i 为当前角 c 所在三角形的序号，“/”为整数除法，对所得结果向下取整。

$$c_p = (f_i * 3) + (c - 1) \% 3 \quad (2)$$

其中， c 为当前角的索引， f_i 为当前角 c 所在三角形的序号，“*”为乘法，“%”为取模运算。

$$c_p = (f_i * 3) + (c + 1) \% 3 \quad (3)$$

其中， c 为当前角的索引， f_i 为当前角 c 所在三角形的序号，“*”为乘法，“%”为取模运算。

Corner Table 包含四部分：分别是 V 表、O 表、U 表以及 M 表。其中，V 表存储每个角对应的顶点索引，O 表存储每个角的对角索引，U 表存储在遍历过程中每个三角形是否被遍历过的标识，M 表存储在遍历过程中每个顶点是否被遍历过的标识。

利用 Corner Table 可以构造如图 5 所示的关系，其中 c 表示当前角， $c.p$ 表示当前角 c 的前一个角（按逆时针方向）， $c.n$ 表示当前角 c 的下一个角。 $c.o$ 为当前角 c 的对角，可以查询 O 表得到。 $c.t$ 为 c 所在三角形的序号，可以由公式 1 计算得到。 $c.v$ 表示当前角的顶点，可以查询 V 表得到。 $c.l$ 表示当前角 c 左边的角，通过查询 O 表中 $c.p$ 的对角得到； $c.r$ 表示当前角 c 右边的角，通过查询 O 表中 $c.n$ 的对角得到。

利用 Corner Table 构建起角与顶点及三角形之间的关系后，可以按照螺旋形顺序遍历网

格,得到表示网格连接关系的 Edgebreaker 的 CLERS 模式字符串。此时,五种模式的判断条件以及遍历规则如图 6 所示。当前遍历的角为 x ,如果 x 所对应的顶点 $x.v$ 没有被访问过,那么当前的三角形为 C 模式,并且下一个待遍历的三角形为 $x.r$ 所在的三角形;否则,如果 $x.l$ 所在的三角形被访问过,那么当前的三角形为 L 模式,并且下一个待遍历的三角形为 $x.r$ 所在的三角形;如果 $x.r$ 所在的三角形被访问过,那么当前的三角形为 R 模式,并且下一个待遍历的三角形为 $x.l$ 所在的三角形;如果顶点 $x.v$ 被访问过,而 $x.l$ 与 $x.r$ 所在的三角形都没有被访问过,那么当前三角形为 S 模式,此时遍历路径会产生两个分支,采用深度优先遍历的原则,首先遍历的三角形为 $x.r$ 所在的三角形,并且要将 $x.l$ 所在的三角形存入堆栈,等待 $x.r$ 所在的分支遍历完成后,再遍历 $x.l$ 所在的三角形;如果 $x.l$ 与 $x.r$ 所在的三角形都被访问过,那么当前三角形的模式为 E,此时遍历到了当前遍历路径分支的终点。

在网格中随机选择一个初始三角形,按照上述规则遍历网格中的三角形,并生成 CLERS 模式字符串。当遍历路径终结,但网格仍存在为遍历到的三角形时,随机选择一个未遍历的三角形,开始下一次遍历,直到网格中所有的三角形都被遍历过为止。

使用熵编码对 CLERS 模式字符串进行压缩,得到最终的连接信息码流。

3) 几何信息编码;

输入: 流形网格的几何信息和连接关系编码顺序;

输出: 几何信息子码流以及几何信息编码顺序;

编码几何信息可以采用多种方法,如差值预测编码算法、平行四边形预测编码算法、多平行四边形预测编码算法等,此处不强调具体的编码方法。以平行四边形预测编码算法为例:设有 a 、 b 、 c 、 d 四个顶点,构成如图 7 所示的网格中相邻的两个三角形。

其中 a 、 b 、 c 点的几何信息已编码, d 点的几何信息待编码,那么可以使用公式 4 计算出 d 点几何坐标的预测值 d' 。

$$d'(x, y, z) = b(x, y, z) + c(x, y, z) - a(x, y, z) \quad (4)$$

得到 d' 后,通过公式 5 计算 d' 与 d 点三维坐标的差值 Δd :

$$\Delta d(x, y, z) = d(x, y, z) - d'(x, y, z) \quad (5)$$

对 Δd 进行熵编码得到几何信息的码流。

对于无法使用平行四边形预测的三角形,比如处于网格边界的三角形,使用差值编码方法编码几何信息。即使用相邻已编码顶点的坐标值,作为当前顶点坐标的预测值,计算并预测残差。

4) 属性信息编码;

输入: 流形网格的属性信息和连接关系编码顺序;

输出: 属性信息子码流以及属性信息的编码顺序;

三维网格属性信息一般包括 UV 坐标、法向量等,以 UV 坐标为例。UV 坐标可以采用多种编码方法,包括差值预测编码、平行四边形预测编码以及相似三角形预测编码等,此处不强调具体的编码方法。下面描述相似三角形预测算法。

首先选取一个三维网格中的三角形作为初始三角形,对初始三角形的三个顶点不进行预测直接编码 UV 坐标,并且把初始三角形的边存入边集合中,这个集合可以是满足一定存取准则的数据结构。之后取出一个集合中的边 τ ,预测下一个新三角形中 τ 的对顶点 UV 坐标。并且将新三角形中除 τ 之外的两边放入集合内。记待预测点为点 C,边 τ 两端点分别为 N,P,通过 τ 与新三角形相邻的三角形对顶点为 O, C 在 τ 上的投影点 X。如图 8 所示,由于点 N,P,O 三点的 UV 坐标都先于 C 点编码,因此可以利用这三点预测 C 点的 UV 坐标。具体计算流程如下:

设 C_{uv} , X_{uv} , N_{uv} , P_{uv} , O_{uv} 分别为各点的 UV 坐标 C_G , X_G , N_G , P_G , O_G 为各点的几何坐标。

首先计算点 X 的 UV 坐标:

$$\overrightarrow{NX}_{uv} = (\overrightarrow{NP}_G \cdot \overrightarrow{NC}_G) / \overrightarrow{NX}_G^2 \quad (6)$$

$$X_{uv} = \overrightarrow{NX}_{uv} + N_{uv} \quad (7)$$

其中, $\overrightarrow{NP}_G$, $\overrightarrow{NC}_G$, $\overrightarrow{NX}_G$, $\overrightarrow{XC}_G$ 分别为相应各点间的几何坐标的向量表示,例如, $\overrightarrow{NP}_G$ 表示点 N 和点 P 间的几何坐标的向量表示, $\overrightarrow{NC}_G$ 表示点 N 和点 C 间的几何坐标的向量表示, $\overrightarrow{NX}_G$ 表示点 N 和点 X 间的几何坐标的向量表示, $\overrightarrow{XC}_G$ 表示点 X 和点 C 间的几何坐标的向量表示;

$\overrightarrow{NX}_{uv}$, $\overrightarrow{XC}_{uv}$ 分别为相应各点间的 UV 坐标的向量表示,例如, $\overrightarrow{NX}_{uv}$ 表示点 N 和点 X 间的 UV 坐标的向量表示, $\overrightarrow{XC}_{uv}$ 表示点 X 和点 C 间的 UV 坐标的向量表示。

计算向量, Rotated() 表示对向量进行 90 度翻转:

$$\overrightarrow{XC}_{uv} = (|\overrightarrow{XC}_G| / |\overrightarrow{NP}_G|) \cdot \text{Rotated}(\overrightarrow{NP}_G) \quad (8)$$

最后计算 C 点预测 UV 坐标 Pred_C :

$$\overrightarrow{CO1}_{uv} = O_{uv} - (X_{uv} + \overrightarrow{XC}_{uv}) \quad (9)$$

$$\overrightarrow{CO2}_{uv} = O_{uv} - (X_{uv} - \overrightarrow{XC}_{uv}) \quad (10)$$

$$\text{Pred}_C = \begin{cases} X_{uv} + \overrightarrow{XC}_{uv} & |\overrightarrow{CO1}_{uv}| > |\overrightarrow{CO2}_{uv}| \\ X_{uv} - \overrightarrow{XC}_{uv} & |\overrightarrow{CO1}_{uv}| < |\overrightarrow{CO2}_{uv}| \end{cases} \quad (11)$$

其中, $\overrightarrow{CO1}_{uv}$ 与 $\overrightarrow{CO2}_{uv}$ 均表示 C 点和 O 点间的 UV 坐标的向量,但为不同取值的表示形式。

得到 UV 坐标预测值之后,再与原始 UV 坐标相减得到残差值。

编码 UV 坐标步骤如下:

(1) 从连接性关系中选取一个初始三角形,不进行预测直接编码初始三角形三个顶点的 UV 坐标。将初始三角形边存入边集合中。

(2) 按照存取准则从集合中选取边 τ ,编码与 τ 组成的新三角形对顶点的 UV 坐标。利用三角形三维到二维的投影关系,依据以上所述的 UV 坐标预测值计算过程计算待编码点的预测值。将 UV 坐标原始值减去预测值得到残差。

(3) 将新三角形的两条边加入边集合中,移除集合顶部的边 τ 。从集合中取出下一条边,继续编码该边邻接三角形的对顶点 UV 坐标,返回步骤 (3),直到所有顶点的 UV 坐标编码完成。

熵编码 UV 坐标残差，输出 UV 坐标码流。

5) 非流形结构信息编码;

输入：表示网格中是否存在非流形结构的信息、重复点的非流形标识、拆非流形而产生的重复点的索引信息、几何信息编码顺序、属性信息编码顺序;

输出：非流形结构信息子码流;

首先，编码表示网格中是否存在非流形结构的信息（即第一指示信息），其可以通过设置一个网格中是否存在非流形结构的标识来表示，也可以使用网格中由于拆非流形结构而产生的重复点的数量表示，此处不限制其表示方法。以设置是否存在非流形结构的标识为例：如果网格中不存在非流形结构，即拆非流形而产生的重复点数量为 0，将标识置 0，不需要再编码重复点的非流形标识和拆非流形而产生的重复点（即第一重复顶点）的索引信息；如果网格中存在非流形结构，即因拆非流形而产生的重复点数量大于 0，将标识置 1，然后编码重复点的非流形标识和拆非流形而产生的重复点索引信息。

因拆非流形而产生的重复点包括几何重复点和属性重复点两部分。若考虑几何顶点和属性顶点（如 UV 顶点）是否具有相同连接关系的情况，则分为两种情况：第一种情况是网格中几何顶点和属性顶点具有相同的连接关系时，则直接编码一组重复点的非流形标识和拆非流形而产生的重复点的索引信息，索引信息可以根据编码端几何信息和属性信息的编码顺序得到；第二种情况是网格中几何顶点和属性顶点具有不同的连接关系时，则编码两组重复点的非流形标识和拆非流形而产生的重复点索引信息，索引信息可以分别根据编码端的几何信息编码顺序和属性信息编码顺序得到。对于拆非流形结构产生的重复点的索引信息的表示方式，可以是恢复非流形结构时需要合并到的目标顶点索引，也可以是重复点组索引：具有相同索引的点属于同一个重复点组即具有相同的顶点信息，此处不限制其表示方式。

具体实现是：对流形网格中的每个重复顶点设置一个标志位，用于表示当前位置的点是否是由于拆非流形而产生的重复点，并记录由于拆非流形而产生的重复点的索引信息；然后对按照相应的编码顺序排列标志位得到二进制字符串序列和拆非流形结构而产生的重复点的索引信息进行熵编码，得到非流形结构信息码流。

非流形结构信息码流在总码流中可以有多种存放方式：一种是将非流形结构信息码流作为单独的一路子码流；另一种是将几何非流形结构信息的码流存放到几何信息子码流中，将属性非流形结构信息的码流存放到属性信息子码流中；还可以将几何非流形结构信息的码流和属性非流形结构信息的码流作为两路子码流存放到总码流中。此处不强调非流形结构信息码流在总码流中的存放方式。

需要说明的是，在编码顶点的几何信息和属性信息时，重复点的几何信息和属性信息可以跳过编码即只编码一次，也可以不跳过编码，此处不强调是否跳过重复点的几何信息和属性信息的编码。但若跳过重复点几何信息和属性信息的编码，则需要传输额外的信息表示顶点的几何信息和属性信息是否被跳过，否则无法解码出被跳过编码顶点的几何信息

和属性信息，也就无法在解码端查找得到重复点。具体地，可以每个顶点设置一个标识表示其几何信息和属性信息是否跳过编码，此处不限制其表示方式。

本申请实施例中不限制三维网格连接关系编码和顶点信息编码的先后顺序，可以是在编码连接关系的同时，编码几何信息、属性信息和非流形结构信息；也可以是在编码完连接关系后，再依次根据连接关系的编码顺序编码几何信息、属性信息和非流形结构信息。但若是在编码连接关系的同时，编码几何信息、属性信息和非流形结构信息的情况，则需要增加表示顶点是否是重复点的信息，以在解码过程中能判断哪些是重复点，从而再依据重复点的非流形标识判断出哪些是由于拆非流形而产生的重复点。对于表示顶点是否是重复点的信息，可以是每个顶点设置一个重复点标识表示顶点是否是重复点，此处不限制其表示方式。

若考虑几何顶点和 UV 顶点是否具有相同连接关系的情况，还需编码表示几何顶点和 UV 顶点是否具有相同连接关系的信息。对于该信息的表示方式，可以是设置一个标识表示几何顶点和 UV 顶点是否具有相同连接关系，此处不限制其表示方式。

本申请实施例的上述方案，编码端对原始网格中的非流形结构进行拆分处理，得到流形网格；对流形网格中的重复顶点添加非流形标识信息，并确定所述重复顶点中的第一重复顶点的索引信息，所述非流形标识信息用于指示所述重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点，所述第一重复顶点为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点；编码端对非流形标识信息以及所述第一重复顶点的索引信息进行编码，得到第一码流。通过上述方案，使得解码端能够基于该第一码流解码得到的非流形标识信息和第一重复顶点的索引信息恢复出原始网格的非流形结构，从而实现了对原始网格进行无损编码的目的。由于编码端在编码包含非流形结构的网格时，只对流形网格中的重复点添加非流形标识，而并非是对流形网格中的每个顶点添加非流形标识，从而能够更高效地实现三维网格的无损编码。

如图 9 所示，本申请实施例还提供了一种解码方法，包括：

步骤 901：解码端对第一码流进行解码，得到解码信息，所述解码信息包括非流形标识信息以及第一重复顶点的索引信息，所述第一重复顶点是对原始网格中的非流形结构进行拆分处理产生的重复顶点，所述非流形标识信息用于指示重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点。

步骤 902：所述解码端根据所述解码信息，恢复原始网格中的非流形结构。

本申请实施例中，解码端对第一码流进行解码，得到非流形标识信息以及第一重复顶点的索引信息；根据所述第一重复顶点的索引信息以及所述非流形标识信息，恢复原始网格中的非流形结构。该方案中，能够基于该第一码流解码得到的非流形标识信息和第一重复顶点的索引信息恢复出原始网格的非流形结构，从而实现了对原始网格进行无损编码的目的。由于只对流形网格中的重复点添加非流形标识，而并非是对流形网格中的每个顶点添加非流形标识，从而能够更高效地实现三维网格的无损编解码。

可选地，所述解码信息还包括第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述原始网格中是否存在非流形结构；

所述解码端根据所述解码信息，恢复原始网格中的非流形结构，包括：

在所述第一指示信息指示原始网格中存在非流形结构的情况下，根据所述第一重复顶点的索引信息以及非流形标识信息，恢复原始网格中的非流形结构。

可选地，根据所述第一重复顶点的索引信息以及所述非流形标识信息，恢复原始网格中的非流形结构，包括：

根据流形网格的第二目标信息，重建流形网格，其中，所述第二目标信息是对第二码流进行解码得到的，所述第二目标信息包括连接关系、几何信息以及属性信息；

根据重建的所述流形网格、所述第一重复顶点的索引信息以及所述非流形标识信息，恢复所述原始网格中的非流形结构。

本申请实施例中，解码端对第二码流进行解码，得到流形网格的第二目标信息。例如，熵解码得到 CLERS 模式字符串，使用模式字符串重建连接关系。使用平行四边形反预测等方法解码网格的几何信息，使用相似三角形反预测等方法解码网格属性信息中的 UV 坐标。在解码非流形结构信息时，首先解码表示网格中是否存在非流形结构的信息（即第一指示信息）。如果网格中存在非流形结构，则进一步解码得到重复点的非流形标识信息和由拆非流形结构而产生的重复点的索引信息，将由于拆非流形结构而产生的重复点合并，并调整连接关系，进而恢复网格中的非流形结构，实现了含有非流形结构网格的无损编解码。

可选地，根据重建的所述流形网格、所述第一重复顶点的索引信息以及所述非流形标识信息，恢复所述原始网格中的非流形结构，包括：

根据重建的所述流形网格、所述第一重复顶点的索引信息、所述非流形标识信息以及第四指示信息，恢复所述原始网格中的非流形结构；

其中，所述第四指示信息是对第五码流进行解码得到的，所述第四指示信息用于指示流形网格中的顶点是否为重复顶点。

这里，解码端通过解码得到的第四指示信息能够在流形网格的几何信息、属性信息和连接关系同时编码的情况下，判断哪些是重复顶点，从而再依据重复顶点的非流形标识判断出哪些是由于拆分非流形结构而产生的重复顶点。

可选地，所述解码端对第二码流进行解码，获取所述流形网格的第二目标信息，包括：

根据流形网格中重复顶点的第三指示信息，对第二码流进行解码，获取所述流形网格的几何信息和属性信息；

其中，所述第三指示信息是对第四码流进行解码得到的，所述第三指示信息用于指示是否对所述重复顶点的几何信息和属性信息进行了重复编码。

本申请实施例中，解码端通过解码得到的第三指示信息能够获知是否对重复顶点的几何信息和属性信息进行重复/多次编码，以便于解码端能够解码获取相应的重复顶点。

可选地，所述第一重复顶点包括几何重复顶点和属性重复顶点；

在所述流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有相同的连接关系的情况下，所述几何重复顶点和所述属性重复顶点共用一组非流形结构信息，所述非流形结构信息包括非流形标识信息和索引信息；或，

在所述流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有不同的连接关系的情况下，所述几何重复顶点对应第一组非流形结构信息，且所述属性重复顶点对应第二组非流形结构信息，所述第一组非流形结构信息和所述第二组非流形结构信息均包括非流形标识信息和索引信息。

本申请实施例中，流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有相同的连接关系是指流形网格中的几何顶点和属性顶点一一对应。流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有不同的连接关系是指流形网格中的几何顶点和属性顶点不是一一对应。

可选地，本申请实施例的方法，还包括：

对第三码流进行解码，获取第二指示信息，所述第二指示信息用于指示所述流形网格中的几何顶点与属性顶点是否具有相同的连接关系；

根据所述第二指示信息，确定所述流形网格中的几何顶点与属性顶点是否具有相同的连接关系。

可选地，本申请实施例的方法，还包括：

对第六码流进行解码，获取所述原始网格的纹理图信息。

本申请实施例中的三维网格解码框架如图 10 所示。熵解码连接关系子码流，得到模式字符串，并重建连接关系；使用与编码端相对应的解码方法解码网格的几何信息；使用与编码端相对应的解码方法解码网格的属性信息；在解码非流形结构信息时，首先解码网格中是否存在非流形结构的信息（即第一指示信息），如果网格中存在非流形结构，则进一步解码得到重复点的非流形标识和拆非流形而产生的重复点索引信息。（注：此处也不强调三维网格连接关系解码和顶点信息解码的先后顺序，与编码端方式保持对应即可）在后处理的恢复非流形结构时中，会将由于拆非流形而产生的重复点进行合并，并调整连接关系，恢复网格中的非流形结构。完成含有非流形结构网格的无损编解码。注意，后处理步骤中也可以包含恢复滤除的重复点、删除添加的虚拟顶点等正确解码所需的后处理模块。为方便说明，图 10 中仅列出了本申请所针对的恢复非流形结构的模块。

下面对解码处理的具体实现方式说明如下：

如图 10 所示，本申请的三维网格无损解码框架主要分为六部分：连接关系解码、几何信息解码、属性信息解码、非流形结构信息解码、重建流形网格以及后处理中的恢复非流形结构。下面分别进行介绍：

1) 连接关系解码：

输入：待解码的连接关系子码流；

输出：流形网格的连接关系和解码的顶点顺序；

先对连接关系子码流进行解码得到模式字符串。按照某种顺序（正序或逆序）遍历模

式字符串，根据字符串中相对应的模式来重建连接关系。此外，将顶点的遍历顺序输出至几何信息和属性信息解码模块。

2) 几何信息解码:

输入: 几何信息子码流、连接关系的解码顺序;

输出: 流形网格的几何信息。

网格几何坐标的解码过程是编码过程的逆过程: 先熵解码出坐标预测残差。再根据已解码三角形按照平行四边形法则预测出待解码点的预测坐标。将预测坐标加上熵解码出的残差值即可得到待解码的几何坐标位置。这里的顶点遍历顺序与编码几何信息的顶点顺序相同。注意, 初始三角形的几何坐标不使用预测编码, 而是直接编码它们的几何坐标值。在解码端解码出该三角形的几何坐标后作为初始三角形开始遍历解码其他三角形顶点的几何坐标。另外, 此处还可能使用其他解码方法, 不强调具体的解码方法, 只要与编码端对应即可。

3) 属性信息解码:

输入: 待解码的属性信息码流、连接关系的解码顺序;

输出: 流形网格重建的属性信息。

以 UV 坐标为例, UV 坐标与编码端对应的解码方法, 此处不强调具体的解码方法。下面描述使用相似三角形预测算法的解码过程。

解码 UV 坐标的步骤如下:

(1) 熵解码 UV 坐标码流。

(2) 解码初始三角形三个顶点的 UV 坐标, 这里不计算预测值, 初始三角形是直接编码其 UV 坐标而不是编码残差。将初始三角形边存入边集合中。

(3) 按照存取准则从集合中选取边 τ , 解码与 τ 组成的新三角形对顶点的 UV 坐标。先利用三角形三维到二维的映射关系, 与编码端一致的计算方式计算待解码点的 UV 坐标预测值。再将预测值与熵解码的残差相加, 得到重建 UV 坐标。

(4) 将新三角形的两条边加入边集合中, 移除集合顶部的边 τ 。从集合中取出下一条边, 继续解码该边邻接三角形的对顶点 UV 坐标, 返回步骤 (3), 直到所有顶点的 UV 坐标解码完成。

4) 非流形结构信息解码:

输入: 非流形结构信息子码流、几何信息解码顺序和属性信息解码顺序;

输出: 表示网格中是否存在非流形结构的信息、重复点的非流形标识、拆非流形结构而产生的重复点的索引信息。

首先, 解码得到网格中表示是否存在非流形结构的信息。以该信息为是否存在非流形结构的标识为例: 如果标识为 0, 则不需要解码重复点的非流形标识和拆非流形结构而产生的重复点的索引信息, 并跳过后续恢复非流形结构的模块; 如果标识为 1, 则解码重复点的非流形标识和拆非流形结构而产生的重复点的索引信息。(注: 若考虑几何顶点和 UV 顶点

是否具有相同连接关系的情况,则依据解码出的表示几何顶点和 UV 顶点是否具有相同连接关系的信息判断是否需分别解码几何顶点和 UV 顶点的非流形标识信息以及拆非流形结构而产生的重复点的索引信息。)

重复点的非流形标识和拆非流形结构而产生的重复点的索引信息解码采用与编码端相对应的方法,首先熵解码得到重复点的非流形标识,然后解码并记录拆非流形结构而产生的重复点的索引信息。将这些信息输出到恢复非流形结构模块。

5) 重建流形网格:

输入: 流形网格的连接关系、流形网格的几何信息、流形网格的属性信息;

输出: 流形网格;

利用流形网格的连接关系、几何信息、属性信息,可以直接重建得到流形网格。

6) 恢复非流形结构:

输入: 流形网格、重复点的非流形标识、拆非流形结构而产生的重复点的索引信息;

输出: 重建非流形网格

非流形边与非流形点的恢复过程是相同的。首先,查找流形网格中的重复点,例如可以用哈希表或者 kd-tree 等方法。以哈希表为例,建立一个哈希表,哈希表的键为顶点的坐标,值为具有该坐标的顶点的出现次数,以此来查找判断和记录重复点。然后遍历所有重复点,依据重复点的非流形标识,判断当前重复点是否是拆分非流形而产生的重复点。如果当前重复点不是拆分非流形而产生的重复点,则当前顶点与当前顶点的索引对应,即不更新其索引;如果当前顶点是拆分非流形而产生的重复点,则通过拆非流形而产生的重复点索引信息判断其是否是具有当前顶点信息的点要合并到的目标顶点,如果是要合并到的目标顶点,则当前顶点与当前顶点的索引对应,不更新其索引,如果不是要合并到的目标顶点,则进行合并拆非流形而产生的重复点的操作,即将当前点的索引更新为其对应的要合并到的目标顶点的索引。最后,更新几何信息列表和属性信息列表,并更新连接关系中的几何点和属性点的索引值,得到重建的非流形网格。

需要说明的是,若考虑几何顶点和属性顶点是否具有相同连接关系的情况,则在几何顶点和属性顶点具有不同连接关系时,几何顶点和属性顶点分别执行上述步骤,得到重建的非流形网格。

若是在解码连接关系的同时,解码几何信息、属性信息和非流形结构信息,则此时也需解码出额外的表示顶点是否是重复点的信息。在这种情况下,需在解码的过程中查找和判断重复点是否是由于拆非流形结构而产生的重复点并进行合并重复点、更新几何信息列表和属性信息列表、更新连接关系中的几何顶点和属性顶点的索引值的恢复非流形结构的操作。在经过后处理中可能存在的如移除虚拟点等其它操作,得到最终重建的非流形网格。

本申请实施例中,解码端对第一码流进行解码,得到非流形标识信息以及第一重复顶点的索引信息;根据所述第一重复顶点的索引信息以及所述非流形标识信息,恢复原始网格中的非流形结构。该方案中,能够基于该第一码流解码得到的非流形标识信息和第一重

复顶点的索引信息恢复出原始网格的非流形结构，从而实现了对原始网格进行无损编码的目的。由于只对流形网格中的重复点添加非流形标识，而并非是对流形网格中的每个顶点添加非流形标识，从而能够更高效地实现三维网格的无损编解码。

本申请实施例提供的编码方法，执行主体可以为编码装置。本申请实施例中以编码装置执行编码方法为例，说明本申请实施例提供的编码装置。

如图 11 所示，本申请实施例还提供了一种编码装置 1100，包括：

第一获取模块 1101，用于对原始网格中的非流形结构进行拆分处理，得到流形网格；

第一处理模块 1102，用于对所述流形网格中的重复顶点添加非流形标识信息，并确定所述重复顶点中的第一重复顶点的索引信息，所述非流形标识信息用于指示所述重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点，所述第一重复顶点为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点；

第二获取模块 1103，用于对所述非流形标识信息以及所述第一重复顶点的索引信息进行编码，得到第一码流。

可选地，所述第一码流还包括第一指示信息的编码信息，所述第一指示信息用于指示所述原始网格中是否存在非流形结构。

可选地，本申请实施例的装置，还包括：

第三获取模块，用于对所述流形网格进行编码，得到第二码流；

第四获取模块，用于根据所述第一码流和所述第二码流，得到所述原始网格的总码流。

可选地，所述第三获取模块用于对所述流形网格的第二目标信息进行编码，得到所述第二码流；

其中，所述第二目标信息包括连接关系、几何信息以及属性信息。

可选地，所述第一重复顶点包括几何重复顶点和属性重复顶点；

在所述流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有相同的连接关系的情况下，所述几何重复顶点和所述属性重复顶点共用一组非流形结构信息，所述非流形结构信息包括非流形标识信息和索引信息；或，

在所述流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有不同的连接关系的情况下，所述几何重复顶点对应第一组非流形结构信息，且所述属性重复顶点对应第二组非流形结构信息，所述第一组非流形结构信息和所述第二组非流形结构信息均包括非流形标识信息和索引信息。

可选地，所述原始网格的总码流还包括：

第三码流，所述第三码流是对第二指示信息进行编码得到的，所述第二指示信息用于指示所述流形网格中的几何顶点与属性顶点是否具有相同的连接关系。

可选地，所述原始网格的总码流还包括：

第四码流，所述第四码流是对所述流形网格中的重复顶点的第三指示信息进行编码得到的，所述第三指示信息用于指示是否对所述重复顶点的几何信息和属性信息进行了重复

编码。

可选地，在所述编码端对所述连接关系、几何信息以及属性信息同时进行编码的情况下，所述原始网格的总码流还包括：

第五码流，所述第五码流是对所述流形网格中顶点的第四指示信息进行编码得到的，所述第四指示信息用于指示所述顶点是否为重复顶点。

本申请实施例的编码装置，对原始网格中的非流形结构进行拆分处理，得到流形网格；对流形网格中的重复顶点添加非流形标识信息，并确定所述重复顶点中的第一重复顶点的索引信息，所述非流形标识信息用于指示所述重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点，所述第一重复顶点为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点；编码端对非流形标识信息以及所述第一重复顶点的索引信息进行编码，得到第一码流。通过上述方案，使得解码端能够基于该第一码流解码得到的非流形标识信息和第一重复顶点的索引信息恢复出原始网格的非流形结构，从而实现了原始网格进行无损编码的目的。由于编码端在编码包含非流形结构的网格时，只对流形网格中的重复点添加非流形标识，而并非是对流形网格中的每个顶点添加非流形标识，从而能够更高效地实现三维网格的无损编码。

如图 12 所示，本申请实施例还提供了一种解码装置 1200，包括：

第五获取模块 1201，用于对第一码流进行解码，得到解码信息，所述解码信息包括非流形标识信息以及第一重复顶点的索引信息，所述第一重复顶点是对原始网格中的非流形结构进行拆分处理产生的重复顶点，所述非流形标识信息用于指示重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点；

第二处理模块 1202，用于根据所述解码信息，恢复原始网格中的非流形结构。

可选地，所述解码信息还包括第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述原始网格中是否存在非流形结构；

所述第二处理模块用于在所述第一指示信息指示原始网格中存在非流形结构的情况下，根据所述第一重复顶点的索引信息以及非流形标识信息，恢复原始网格中的非流形结构。

可选地，所述第二处理模块包括：

重建子模块，用于根据流形网格的第二目标信息，重建流形网格，其中，所述第二目标信息是对第二码流进行解码得到的，所述第二目标信息包括连接关系、几何信息以及属性信息；

恢复子模块，用于根据重建的所述流形网格、所述第一重复顶点的索引信息以及所述非流形标识信息，恢复所述原始网格中的非流形结构。

可选地，所述恢复子模块用于根据重建的所述流形网格、所述第一重复顶点的索引信息、所述非流形标识信息以及第四指示信息，恢复所述原始网格中的非流形结构；

其中，所述第四指示信息是对第五码流进行解码得到的，所述第四指示信息用于指示流形网格中的顶点是否为重复顶点。

可选地，本申请实施例的装置，还包括：

第六获取模块，用于对第二码流进行解码，获取所述流形网格的第二目标信息。

可选地，所述第六获取模块用于根据流形网格中重复顶点的第三指示信息，对第二码流进行解码，获取所述流形网格的几何信息和属性信息；

其中，所述第三指示信息是对第四码流进行解码得到的，所述第三指示信息用于指示是否对所述重复顶点的几何信息和属性信息进行了重复编码。

可选地，所述第一重复顶点包括几何重复顶点和属性重复顶点；

在所述流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有相同的连接关系的情况下，所述几何重复顶点和所述属性重复顶点共用一组非流形结构信息，所述非流形结构信息包括非流形标识信息和索引信息；或，

在所述流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有不同的连接关系的情况下，所述几何重复顶点对应第一组非流形结构信息，且所述属性重复顶点对应第二组非流形结构信息，所述第一组非流形结构信息和所述第二组非流形结构信息均包括非流形标识信息和索引信息。

可选地，本申请实施例的装置，还包括：

第七获取模块，用于对第三码流进行解码，获取第二指示信息，所述第二指示信息用于指示所述流形网格中的几何顶点与属性顶点是否具有相同的连接关系；

确定模块，用于根据所述第二指示信息，确定所述流形网格中的几何顶点与属性顶点是否具有相同的连接关系。

本申请实施例的解码装置，对第一码流进行解码，得到第一指示信息、非流形标识信息以及第一重复顶点的索引信息；在所述第一指示信息指示原始网格中存在非流形结构的情况下，根据所述第一重复顶点的索引信息以及所述非流形标识信息，恢复原始网格中的非流形结构。该方案中，能够基于该第一码流解码得到的非流形标识信息和第一重复顶点的索引信息恢复出原始网格的非流形结构，从而实现了原始网格进行无损编码的目的。由于只对流形网格中的重复点添加非流形标识，而并非是对流形网格中的每个顶点添加非流形标识，从而能够更高效地实现三维网格的无损编解码。

本申请实施例中的编码装置或解码装置可以是电子设备，例如具有操作系统的电子设备，也可以是电子设备中的部件，例如集成电路或芯片。该电子设备可以是终端，也可以为除终端之外的其他设备。示例性的其他设备可以为服务器、网络附属存储器（Network Attached Storage，NAS）等，本申请实施例不作具体限定。

本申请实施例提供的编码装置能够实现图 2 的方法实施例实现的各个过程，并达到相同的技术效果，为避免重复，这里不再赘述。

本申请实施例提供的解码装置能够实现图 9 的方法实施例实现的各个过程，并达到相同的技术效果，为避免重复，这里不再赘述。

可选地，如图 13 所示，本申请实施例还提供一种电子设备 1300，包括处理器 1301 和

存储器 1302，存储器 1302 上存储有可在所述处理器 1301 上运行的程序或指令，该程序或指令被处理器 1301 执行时实现上述编码方法或解码方法实施例的各个步骤，且能达到相同的技术效果，为避免重复，这里不再赘述。

本申请实施例还提供了一种编码装置，包括处理器和通信接口，处理器用于对原始网格中的非流形结构进行拆分处理，得到流形网格；对所述流形网格中的重复顶点添加非流形标识信息，并确定所述重复顶点中的第一重复顶点的索引信息，所述非流形标识信息用于指示所述重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点，所述第一重复顶点为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点；对所述非流形标识信息以及所述第一重复顶点的索引信息进行编码，得到第一码流。该装置实施例与上述编码方法实施例对应，上述方法实施例的各个实施过程和实现方式均可适用于该装置实施例中，且能达到相同的技术效果。

本申请实施例还提供了一种解码装置，包括处理器和通信接口，处理器用于对第一码流进行解码，得到解码信息，所述解码信息包括非流形标识信息以及第一重复顶点的索引信息，所述第一重复顶点是对原始网格中的非流形结构进行拆分处理产生的重复顶点，所述非流形标识信息用于指示重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶；根据所述解码信息，恢复原始网格中的非流形结构。该装置实施例与上述解码方法实施例对应，上述方法实施例的各个实施过程和实现方式均可适用于该装置实施例中，且能达到相同的技术效果。

具体地，图 14 为实现本申请实施例的一种编码装置或解码装置的硬件结构示意图。

该编码装置或解码装置包括但不限于：射频单元 1401、网络模块 1402、音频输出单元 1403、输入单元 1404、传感器 1405、显示单元 1406、用户输入单元 1407、接口单元 1408、存储器 1409 以及处理器 1410 等中的至少部分部件。

本领域技术人员可以理解，编码装置或解码装置还可以包括给各个部件供电的电源（比如电池），电源可以通过电源管理系统与处理器 1410 逻辑相连，从而通过电源管理系统实现管理充电、放电、以及功耗管理等功能。图 14 中示出的装置结构并不构成对装置的限定，装置可以包括比图示更多或更少的部件，或者组合某些部件，或者不同的部件布置，在此不再赘述。

应理解的是，本申请实施例中，输入单元 1404 可以包括图形处理器（Graphics Processing Unit, GPU）14041 和麦克风 14042，图形处理器 14041 对在视频捕获模式或图像捕获模式中由图像捕获装置（如摄像头）获得的静态图片或视频的图像数据进行处理。显示单元 1406 可包括显示面板 14061，可以采用液晶显示器、有机发光二极管等形式来配置显示面板 14061。用户输入单元 1407 包括触控面板 14071 以及其他输入设备 14072 中的至少一种。触控面板 14071，也称为触摸屏。触控面板 14071 可包括触摸检测装置和触摸控制器两个部分。其他输入设备 14072 可以包括但不限于物理键盘、功能键（比如音量控制按键、开关按键等）、轨迹球、鼠标、操作杆，在此不再赘述。

本申请实施例中，射频单元 1401 接收来自网络侧设备的下行数据后，可以传输给处理器 1410 进行处理；另外，射频单元 1401 可以向网络侧设备发送上行数据。通常，射频单元 1401 包括但不限于天线、放大器、收发信机、耦合器、低噪声放大器、双工器等。

存储器 1409 可用于存储软件程序或指令以及各种数据。存储器 1409 可主要包括存储程序或指令的第一存储区和存储数据的第二存储区，其中，第一存储区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序或指令（比如声音播放功能、图像播放功能等）等。此外，存储器 1409 可以包括易失性存储器或非易失性存储器，或者，存储器 1409 可以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)、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(Synch link DRAM, SLDRAM)和直接内存总线随机存取存储器(Direct Rambus RAM, DRRAM)。本申请实施例中的存储器 1409 包括但不限于这些和任意其它适合类型的存储器。

处理器 1410 可包括一个或多个处理单元；可选地，处理器 1410 集成应用处理器和调制解调处理器，其中，应用处理器主要处理涉及操作系统、用户界面和应用程序等的操作，调制解调处理器主要处理无线通信信号，如基带处理器。可以理解的是，上述调制解调处理器也可以不集成到处理器 1410 中。

可选地，在该装置为编码装置的情况下：

处理器 1410，用于对原始网格中的非流形结构进行拆分处理，得到流形网格；

所述编码端对所述流形网格中的重复顶点添加非流形标识信息，并确定所述重复顶点中的第一重复顶点的索引信息，所述非流形标识信息用于指示所述重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点，所述第一重复顶点为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点；

所述编码端对所述非流形标识信息以及所述第一重复顶点的索引信息进行编码，得到第一码流。

可选地，所述第一码流还包括第一指示信息的编码信息，所述第一指示信息用于指示所述原始网格中是否存在非流形结构。

可选地，所述处理器 1410 还用于：

对所述流形网格进行编码，得到第二码流；

根据所述第一码流和所述第二码流，得到所述原始网格的总码流。

可选地，所述处理器 1410 还用于：

对所述流形网格的第二目标信息进行编码，得到所述第二码流；

其中，所述第二目标信息包括连接关系、几何信息以及属性信息。

可选地，所述第一重复顶点包括几何重复顶点和属性重复顶点；

在所述流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有相同的连接关系的情况下，所述几何重复顶点和所述属性重复顶点共用一组非流形结构信息，所述非流形结构信息包括非流形标识信息和索引信息；或，

在所述流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有不同的连接关系的情况下，所述几何重复顶点对应第一组非流形结构信息，且所述属性重复顶点对应第二组非流形结构信息，所述第一组非流形结构信息和所述第二组非流形结构信息均包括非流形标识信息和索引信息。

可选地，所述原始网格的总码流还包括：

第三码流，所述第三码流是对第二指示信息进行编码得到的，所述第二指示信息用于指示所述流形网格中的几何顶点与属性顶点是否具有相同的连接关系。

可选地，所述原始网格的总码流还包括：

第四码流，所述第四码流是对所述流形网格中的重复顶点的第三指示信息进行编码得到的，所述第三指示信息用于指示是否对所述重复顶点的几何信息和属性信息进行了重复编码。

可选地，在所述编码端对所述连接关系、几何信息以及属性信息同时进行编码的情况下，所述原始网格的总码流还包括：

第五码流，所述第五码流是对所述流形网格中顶点的第四指示信息进行编码得到的，所述第四指示信息用于指示所述顶点是否为重复顶点。

可选地，在上述装置为解码装置的情况下：

处理器 1410，用于对第一码流进行解码，得到解码信息，所述解码信息包括非流形标识信息以及第一重复顶点的索引信息，所述第一重复顶点是对原始网格中的非流形结构进行拆分处理产生的重复顶点，所述非流形标识信息用于指示重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点，所述第一指示信息用于指示所述原始网格中是否存在非流形结构；

所述解码端根据所述解码信息，恢复原始网格中的非流形结构。

可选地，所述解码信息还包括第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述原始网格中是否存在非流形结构；

所述处理器 1410 还用于：

在所述第一指示信息指示原始网格中存在非流形结构的情况下，根据所述第一重复顶点的索引信息以及非流形标识信息，恢复原始网格中的非流形结构。可选地，所述处理器 1410 还用于：

根据流形网格的第二目标信息，重建流形网格，其中，所述第二目标信息是对第二码

流进行解码得到的，所述第二目标信息包括连接关系、几何信息以及属性信息；

根据重建的所述流形网格、所述第一重复顶点的索引信息以及所述非流形标识信息，恢复所述原始网格中的非流形结构。

可选地，所述处理器 1410 还用于：

根据重建的所述流形网格、所述第一重复顶点的索引信息、所述非流形标识信息以及第四指示信息，恢复所述原始网格中的非流形结构；

其中，所述第四指示信息是对第五码流进行解码得到的，所述第四指示信息用于指示流形网格中的顶点是否为重复顶点。

可选地，所述处理器 1410 还用于：

对第二码流进行解码，获取所述流形网格的第二目标信息。

可选地，所述处理器 1410 还用于：

根据流形网格中重复顶点的第三指示信息，对第二码流进行解码，获取所述流形网格的几何信息和属性信息；

其中，所述第三指示信息是对第四码流进行解码得到的，所述第三指示信息用于指示是否对所述重复顶点的几何信息和属性信息进行了重复编码。

可选地，所述第一重复顶点包括几何重复顶点和属性重复顶点；

在所述流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有相同的连接关系的情况下，所述几何重复顶点和所述属性重复顶点共用一组非流形结构信息，所述非流形结构信息包括非流形标识信息和索引信息；或，

在所述流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有不同的连接关系的情况下，所述几何重复顶点对应第一组非流形结构信息，且所述属性重复顶点对应第二组非流形结构信息，所述第一组非流形结构信息和所述第二组非流形结构信息均包括非流形标识信息和索引信息。

可选地，所述处理器 1410 还用于：

对第三码流进行解码，获取第二指示信息，所述第二指示信息用于指示所述流形网格中的几何顶点与属性顶点是否具有相同的连接关系；

根据所述第二指示信息，确定所述流形网格中的几何顶点与属性顶点是否具有相同的连接关系。

本申请实施例中，对原始网格中的非流形结构进行拆分处理，得到流形网格；对流形网格中的重复顶点添加非流形标识信息，并确定所述重复顶点中的第一重复顶点的索引信息，所述非流形标识信息用于指示所述重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点，所述第一重复顶点为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点；编码端对非流形标识信息以及所述第一重复顶点的索引信息进行编码，得到第一码流。通过上述方案，使得解码端能够基于该第一码流解码得到的非流形标识信息和第一重复顶点的索引信息恢复出原始网格的非流形结构，从而实现了原始网格进行无损编码的目的。

由于编码端在编码包含非流形结构的网格时，只对流形网格中的重复点添加非流形标识，而并非是对流形网格中的每个顶点添加非流形标识，从而能够更高效地实现三维网格的无损编码。

本申请实施例还提供一种可读存储介质，所述可读存储介质上存储有程序或指令，该程序或指令被处理器执行时实现上述编码方法或解码方法实施例的各个过程，且能达到相同的技术效果，为避免重复，这里不再赘述。

其中，所述处理器为上述实施例中所述的装置中的处理器。所述可读存储介质，包括计算机可读存储介质，如计算机只读存储器 ROM、随机存取存储器 RAM、磁碟或者光盘等。

本申请实施例另提供了一种芯片，所述芯片包括处理器和通信接口，所述通信接口和所述处理器耦合，所述处理器用于运行程序或指令，实现上述编码方法或解码方法实施例的各个过程，且能达到相同的技术效果，为避免重复，这里不再赘述。

应理解，本申请实施例提到的芯片还可以称为系统级芯片，系统芯片，芯片系统或片上系统芯片等。

本申请实施例另提供了一种计算机程序/程序产品，所述计算机程序/程序产品被存储在存储介质中，所述计算机程序/程序产品被至少一个处理器执行以实现上述编码方法或解码方法实施例的各个过程，且能达到相同的技术效果，为避免重复，这里不再赘述。

本申请实施例还提供了一种编解码系统，包括：编码装置或解码装置，所述编码装置可用于执行如上所述的编码方法的步骤，所述解码装置可用于执行如上所述的解码方法的步骤。

需要说明的是，在本文中，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。此外，需要指出的是，本申请实施方式中的方法和装置的范围不限按示出或讨论的顺序来执行功能，还可包括根据所涉及的功能按基本同时的方式或按相反的顺序来执行功能，例如，可以按不同于所描述的次序来执行所描述的方法，并且还可以添加、省去、或组合各种步骤。另外，参照某些示例所描述的特征可在其他示例中被组合。

通过以上的实施方式的描述，本领域的技术人员可以清楚地了解到上述实施例方法可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现，当然也可以通过硬件，但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对相关技术做出贡献的部分可以以计算机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（如 ROM/RAM、磁碟、光盘）中，包括若干指令用以使得一台终端（可以是手机，计算机，服务器，空调器，或者网络设备等）执行本申请各个实施例所述的方法。

上面结合附图对本申请的实施例进行了描述，但是本申请并不局限于上述的具体实施方式，上述的具体实施方式仅仅是示意性的，而不是限制性的，本领域的普通技术人员在本申请的启示下，在不脱离本申请宗旨和权利要求所保护的范围情况下，还可做出很多形式，均属于本申请的保护之内。

权 利 要 求 书

1. 一种编码方法，包括：

编码端对原始网格中的非流形结构进行拆分处理，得到流形网格；

所述编码端对所述流形网格中的重复顶点添加非流形标识信息，并确定所述重复顶点中的第一重复顶点的索引信息，所述非流形标识信息用于指示所述重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点，所述第一重复顶点为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点；

所述编码端对所述非流形标识信息以及所述第一重复顶点的索引信息进行编码，得到第一码流。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述第一码流还包括第一指示信息的编码信息，所述第一指示信息用于指示所述原始网格中是否存在非流形结构。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其中，所述方法还包括：

所述编码端对所述流形网格进行编码，得到第二码流；

所述编码端根据所述第一码流和所述第二码流，得到所述原始网格的总码流。

4. 根据权利要求 3 所述的方法，其中，所述编码端对所述流形网格进行编码，得到第二码流，包括：

所述编码端对所述流形网格的第二目标信息进行编码，得到所述第二码流；

其中，所述第二目标信息包括连接关系、几何信息以及属性信息。

5. 根据权利要求 1 至 4 任一项所述的方法，其中，所述第一重复顶点包括几何重复顶点和属性重复顶点；

在所述流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有相同的连接关系的情况下，所述几何重复顶点和所述属性重复顶点共用一组非流形结构信息，所述非流形结构信息包括非流形标识信息和索引信息；或，

在所述流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有不同的连接关系的情况下，所述几何重复顶点对应第一组非流形结构信息，且所述属性重复顶点对应第二组非流形结构信息，所述第一组非流形结构信息和所述第二组非流形结构信息均包括非流形标识信息和索引信息。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，其中，所述原始网格的总码流还包括：

第三码流，所述第三码流是对第二指示信息进行编码得到的，所述第二指示信息用于指示所述流形网格中的几何顶点与属性顶点是否具有相同的连接关系。

7. 根据权利要求 1 至 6 任一项所述的方法，其中，所述原始网格的总码流还包括：

第四码流，所述第四码流是对所述流形网格中的重复顶点的第三指示信息进行编码得到的，所述第三指示信息用于指示是否对所述重复顶点的几何信息和属性信息进行了重复

编码。

8. 根据权利要求 4 所述的方法，其中，在所述编码端对所述连接关系、几何信息以及属性信息同时进行编码的情况下，所述原始网格的总码流还包括：

第五码流，所述第五码流是对所述流形网格中顶点的第四指示信息进行编码得到的，所述第四指示信息用于指示所述顶点是否为重复顶点。

9. 一种解码方法，包括：

解码端对第一码流进行解码，得到解码信息，所述解码信息包括非流形标识信息以及第一重复顶点的索引信息，所述第一重复顶点是对原始网格中的非流形结构进行拆分处理产生的重复顶点，所述非流形标识信息用于指示重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点；

所述解码端根据所述解码信息，恢复原始网格中的非流形结构。

10. 根据权利要求 9 所述的方法，其中，所述解码信息还包括第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述原始网格中是否存在非流形结构；

所述解码端根据所述解码信息，恢复原始网格中的非流形结构，包括：

在所述第一指示信息指示原始网格中存在非流形结构的情况下，根据所述第一重复顶点的索引信息以及非流形标识信息，恢复原始网格中的非流形结构。

11. 根据权利要求 9 或 10 所述的方法，其中，根据所述第一重复顶点的索引信息以及所述非流形标识信息，恢复原始网格中的非流形结构，包括：

根据流形网格的第二目标信息，重建流形网格，其中，所述第二目标信息是对第二码流进行解码得到的，所述第二目标信息包括连接关系、几何信息以及属性信息；

根据重建的所述流形网格、所述第一重复顶点的索引信息以及所述非流形标识信息，恢复所述原始网格中的非流形结构。

12. 根据权利要求 11 所述的方法，其中，根据重建的所述流形网格、所述第一重复顶点的索引信息以及所述非流形标识信息，恢复所述原始网格中的非流形结构，包括：

根据重建的所述流形网格、所述第一重复顶点的索引信息、所述非流形标识信息以及第四指示信息，恢复所述原始网格中的非流形结构；

其中，所述第四指示信息是对第五码流进行解码得到的，所述第四指示信息用于指示流形网格中的顶点是否为重复顶点。

13. 根据权利要求 11 或 12 所述的方法，其中，还包括：

所述解码端对第二码流进行解码，获取所述流形网格的第二目标信息。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，其中，所述解码端对第二码流进行解码，获取所述流形网格的第二目标信息，包括：

根据流形网格中重复顶点的第三指示信息，对第二码流进行解码，获取所述流形网格的几何信息和属性信息；

其中，所述第三指示信息是对第四码流进行解码得到的，所述第三指示信息用于指示

是否对所述重复顶点的几何信息和属性信息进行了重复编码。

15. 根据权利要求 9 至 14 任一项所述的方法，其中，所述第一重复顶点包括几何重复顶点和属性重复顶点；

在所述流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有相同的连接关系的情况下，所述几何重复顶点和所述属性重复顶点共用一组非流形结构信息，所述非流形结构信息包括非流形标识信息和索引信息；或，

在所述流形网格中的几何顶点和所述属性顶点具有不同的连接关系的情况下，所述几何重复顶点对应第一组非流形结构信息，且所述属性重复顶点对应第二组非流形结构信息，所述第一组非流形结构信息和所述第二组非流形结构信息均包括非流形标识信息和索引信息。

16. 根据权利要求 15 所述的方法，其中，还包括：

对第三码流进行解码，获取第二指示信息，所述第二指示信息用于指示所述流形网格中的几何顶点与属性顶点是否具有相同的连接关系；

根据所述第二指示信息，确定所述流形网格中的几何顶点与属性顶点是否具有相同的连接关系。

17. 一种编码装置，包括：

第一获取模块，用于对原始网格中的非流形结构进行拆分处理，得到流形网格；

第一处理模块，用于对所述流形网格中的重复顶点添加非流形标识信息，并确定所述重复顶点中的第一重复顶点的索引信息，所述非流形标识信息用于指示所述重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点，所述第一重复顶点为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点；

第二获取模块，用于对所述非流形标识信息以及所述第一重复顶点的索引信息进行编码，得到第一码流。

18. 一种解码装置，包括：

第五获取模块，用于对第一码流进行解码，得到解码信息，所述解码信息包括非流形标识信息以及第一重复顶点的索引信息，所述第一重复顶点是对原始网格中的非流形结构进行拆分处理产生的重复顶点，所述非流形标识信息用于指示重复顶点是否为对所述非流形结构进行拆分处理时产生的重复顶点；

第二处理模块，用于根据所述解码信息，恢复原始网格中的非流形结构。

19. 一种电子设备，包括处理器和存储器，所述存储器存储可在所述处理器上运行的程序或指令，所述程序或指令被所述处理器执行时实现如权利要求 1 至 8 任一项所述的编码方法的步骤，或实现如权利要求 9 至 16 任一项所述的解码方法的步骤。

20. 一种可读存储介质，所述可读存储介质上存储程序或指令，所述程序或指令被处理器执行时实现如权利要求 1 至 8 任一项所述的编码方法的步骤，或者实现如权利要求 9 至 16 任一项所述的解码方法的步骤。

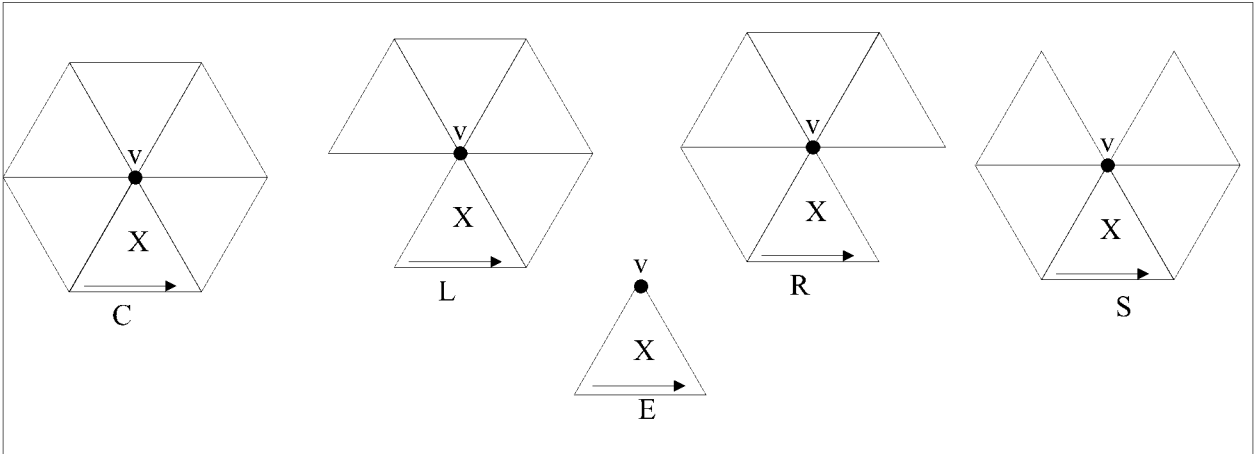


图 1

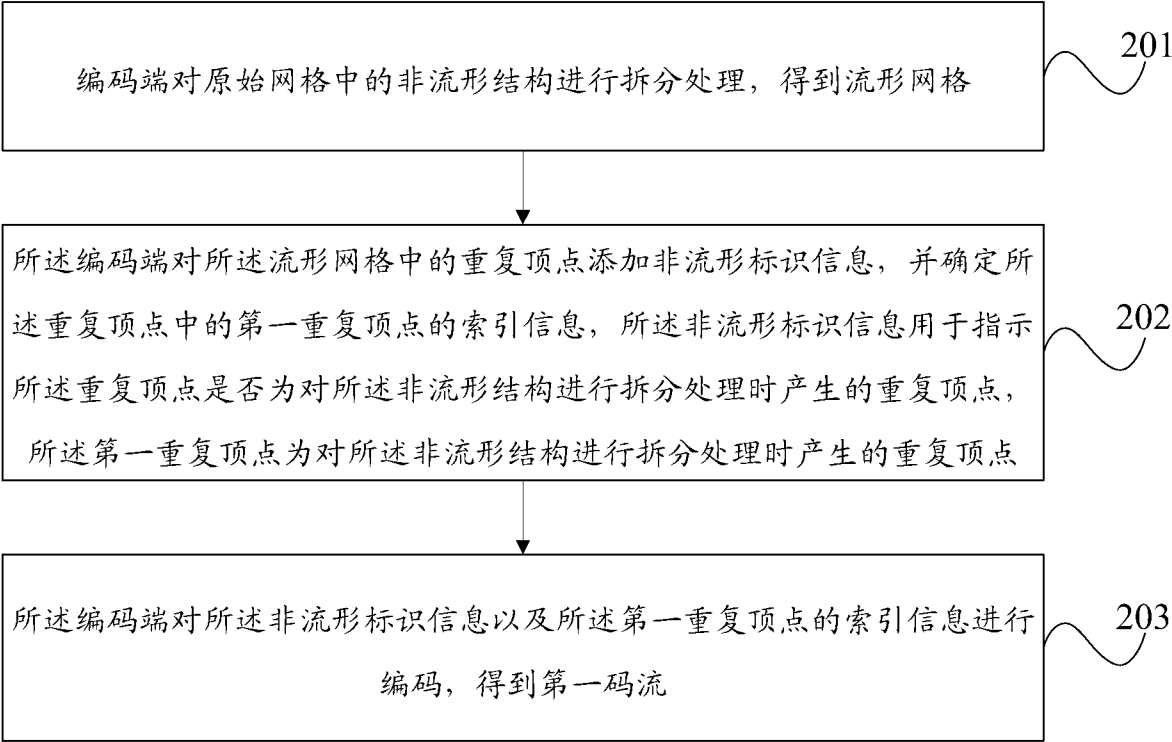


图 2

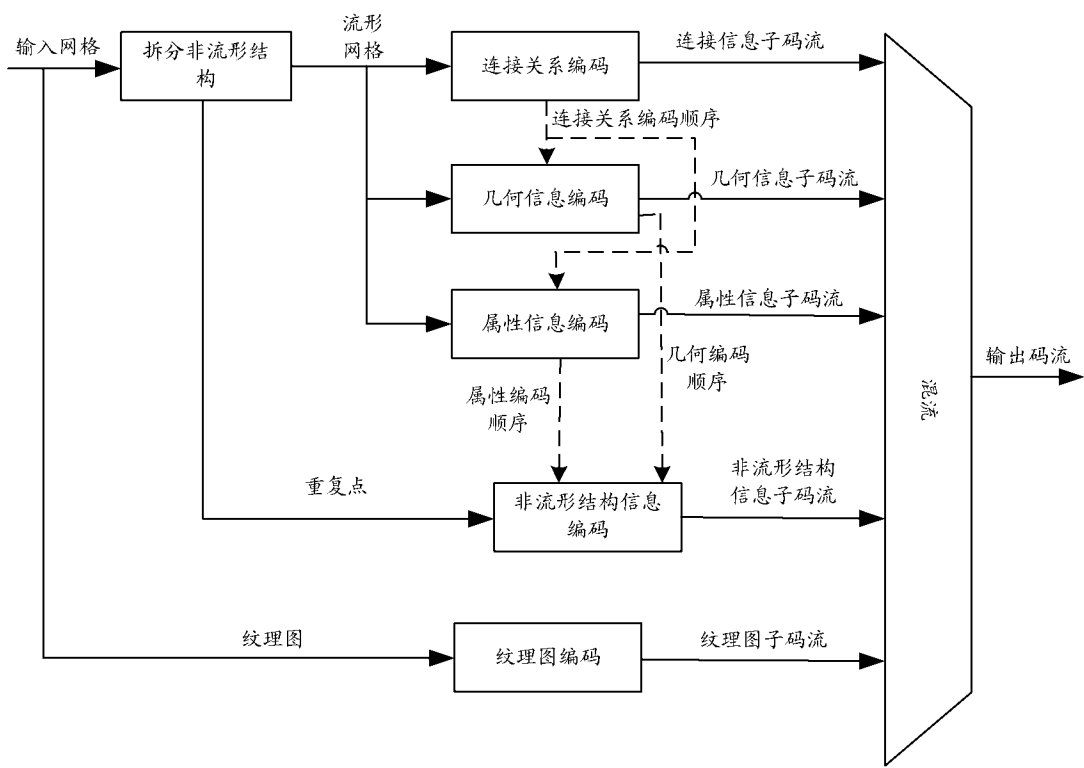


图 3

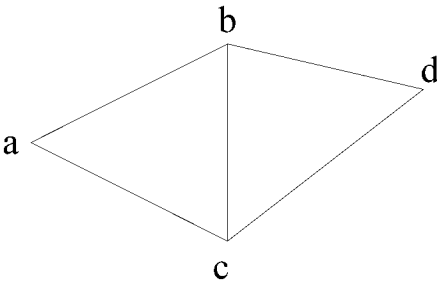


图 4

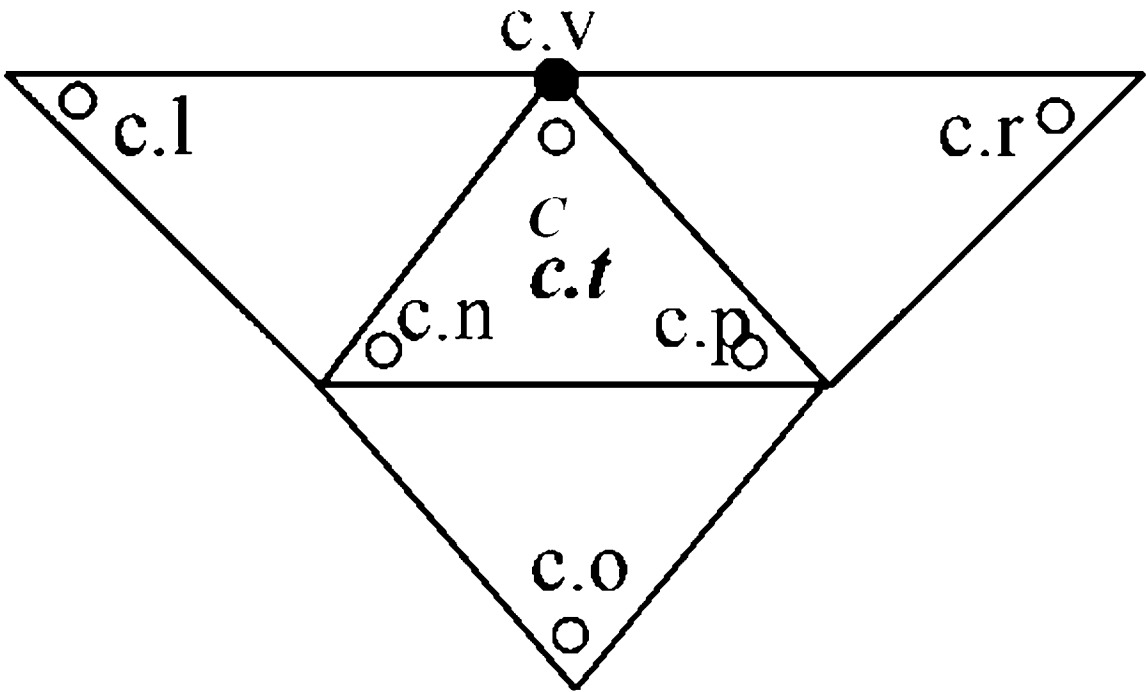


图 5

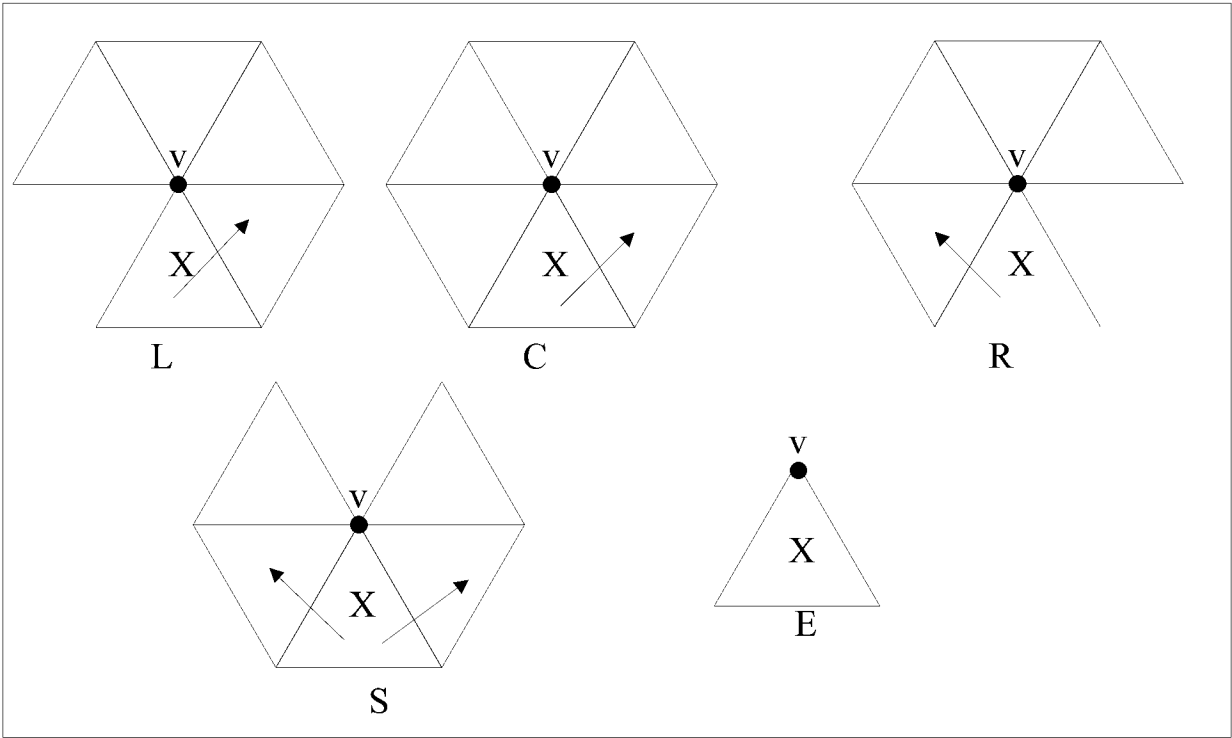


图 6

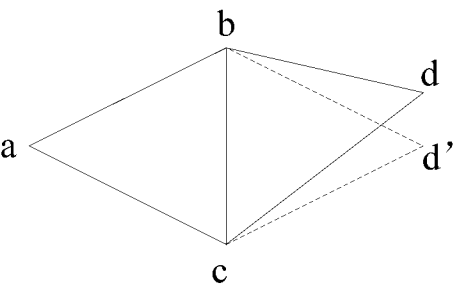


图 7

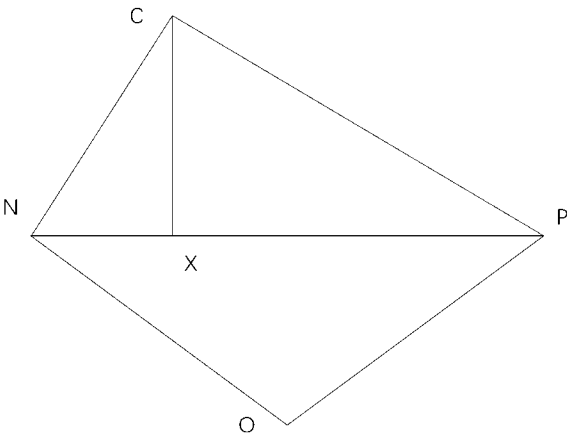


图 8

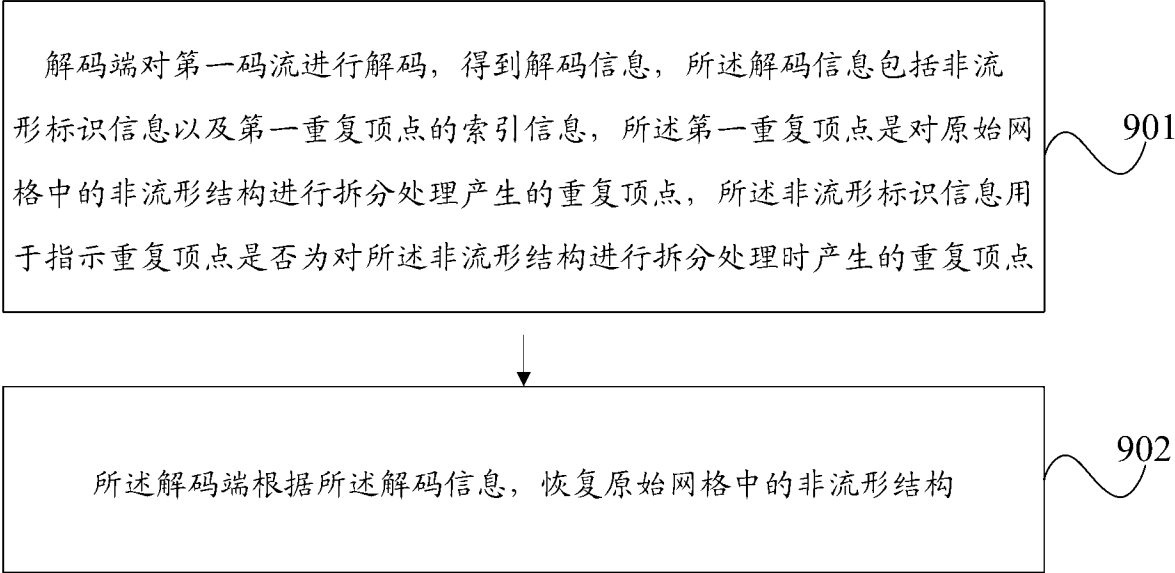


图 9

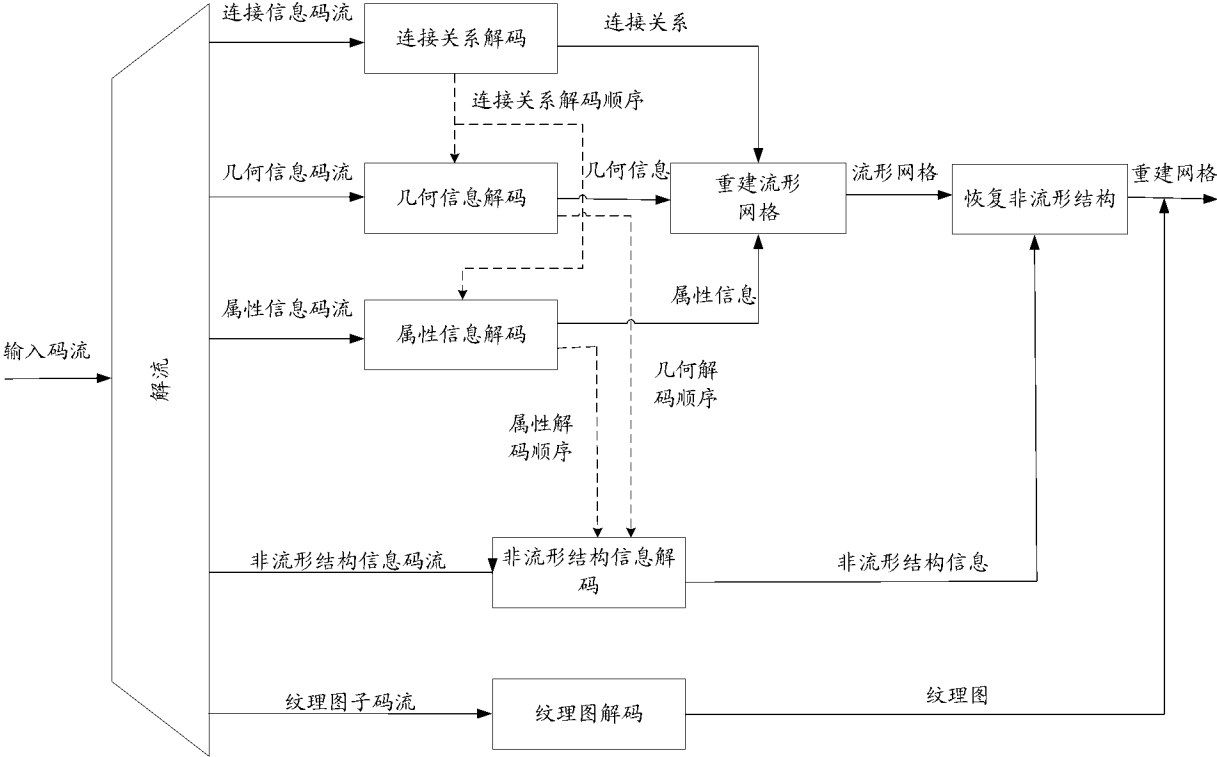


图 10

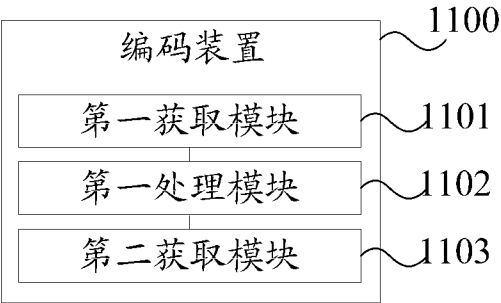


图 11

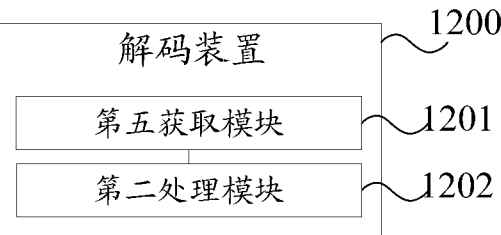


图 12

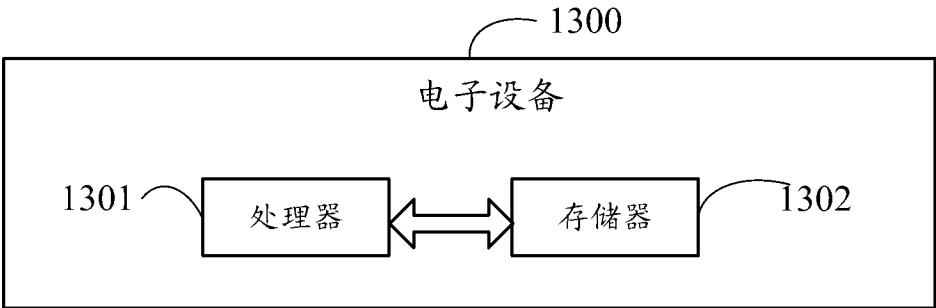


图 13

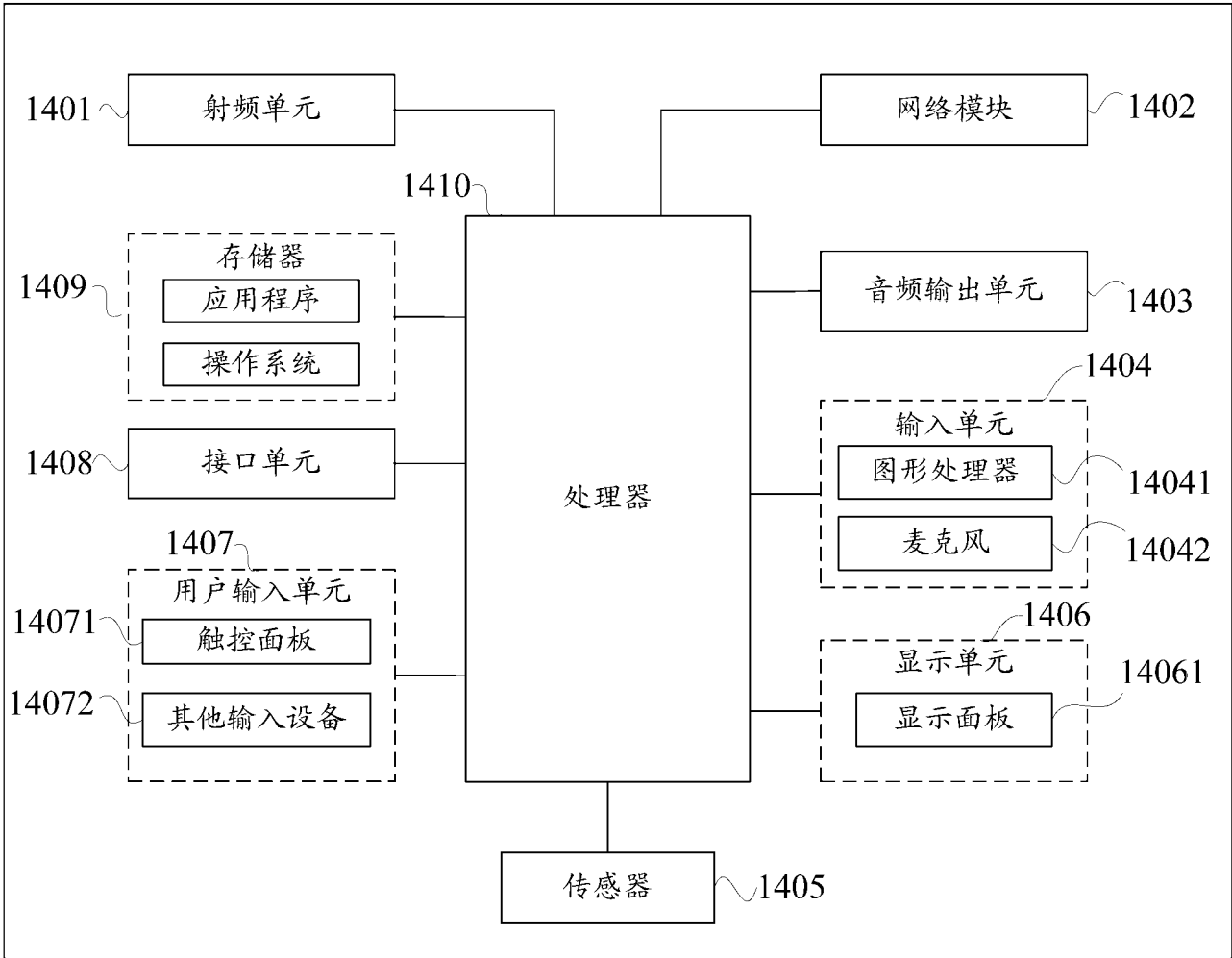


图 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/100834

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER 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 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; CNTXT; DWPI; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT; CNKI; IEEE: 三维, 网格, 非流形, 拆分, 编码, 无损, 压缩, 解码, 重复, 复制, 点, 标识, 3D, mesh, non-manifold, split, encode, lossless, compress, decode, repeat, duplicate, vertex, identity		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 117915105 A (VIVO MOBILE COMMUNICATION CO., LTD.) 19 April 2024 (2024-04-19) description, paragraphs 67-348, and figures 2-10	1-20
X	US 2009278844 A1 (CHANG, Eunyoung et al.) 12 November 2009 (2009-11-12) description, paragraphs 26-71, and figures 2-8	1-20
X	KR 20080066216 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE et al.) 16 July 2008 (2008-07-16) description, paragraphs 16-124, and figures 2a-2b, 3a-3b, and 4-8	1-20
A	US 6452596 B1 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORP.) 17 September 2002 (2002-09-17) entire document	1-20
☐ 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 14 September 2024		Date of mailing of the international search report 21 September 2024
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2024/100834

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	117915105	A	19 April 2024	None			
US	2009278844	A1	12 November 2009	WO	2008084891	A1	17 July 2008
				CA	2674919	A1	17 July 2008
				JP	2010516154	A	13 May 2010
				JP	5232799	B2	10 July 2013
KR	20080066216	A	16 July 2008	KR	101268508	B1	05 June 2013
US	6452596	B1	17 September 2002	None			

A. 主题的分类

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

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))

CNABS; CNTXT; DWPI; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT; CNKI; IEEE; 三维, 网格, 非流形, 拆分, 编码, 无损, 压缩, 解码, 重复, 复制, 点, 标识, 3D, mesh, non-manifold, split, encode, lossless, compress, decode, repeat, duplicate, vertex, identity

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
PX	CN 117915105 A (维沃移动通信有限公司) 2024年4月19日 (2024 - 04 - 19) 说明书第67-348段, 图2-10	1-20
X	US 2009278844 A1 (CHANG, Eunyoung 等) 2009年11月12日 (2009 - 11 - 12) 说明书第26-71段, 图2-8	1-20
X	KR 20080066216 A (KOREA ELECTRONICS TELECOMM 等) 2008年7月16日 (2008 - 07 - 16) 说明书第16-124段, 图2a-2b、3a-3b、4-8	1-20
A	US 6452596 B1 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 2002年9月17日 (2002 - 09 - 17) 全文	1-20

☐ 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

2024年9月14日

国际检索报告邮寄日期

2024年9月21日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

陈英

电话号码 (+86) 020-28958633

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/100834

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	117915105	A	2024年4月19日	无			
US	2009278844	A1	2009年11月12日	WO	2008084891	A1	2008年7月17日
				CA	2674919	A1	2008年7月17日
				JP	2010516154	A	2010年5月13日
				JP	5232799	B2	2013年7月10日
KR	20080066216	A	2008年7月16日	KR	101268508	B1	2013年6月5日
US	6452596	B1	2002年9月17日	无			