

(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 2025/002019 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04N 13/161 (2018.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2024/100835
- (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:
202310800556.8 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,

(54) Title: THREE-DIMENSIONAL MESH ENCODING METHOD AND APPARATUS, THREE-DIMENSIONAL MESH DECODING METHOD AND APPARATUS, ENCODING END AND DECODING END

(54) 发明名称: 三维网格编码方法、解码方法、装置、编码端及解码端

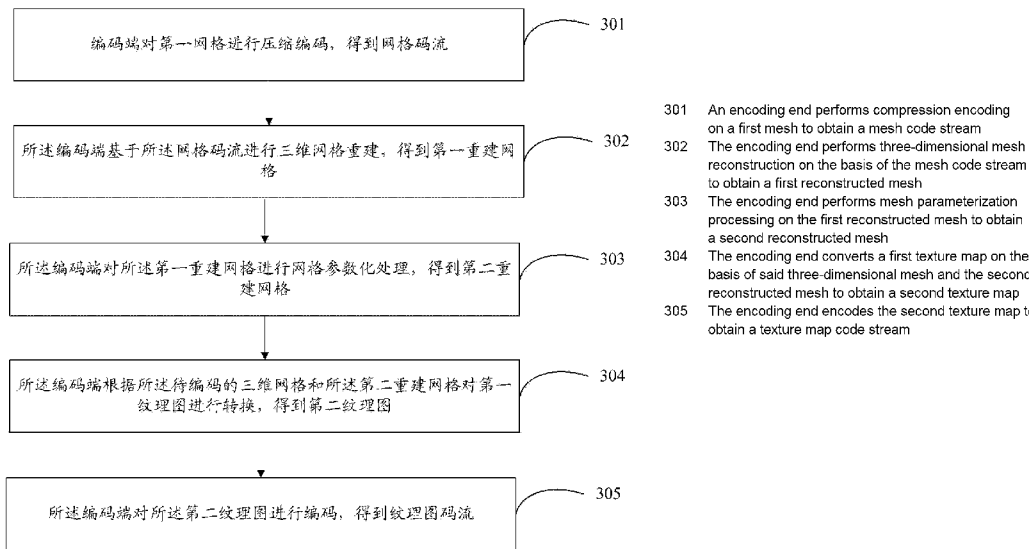


图 3

(57) Abstract: The present application belongs to the technical field of communications, and discloses a three-dimensional mesh encoding method and apparatus, a three-dimensional mesh decoding method and apparatus, an encoding end and a decoding end. The three-dimensional mesh encoding method in embodiments of the present application comprises: an encoding end performs compression encoding on a first mesh to obtain a mesh code stream, wherein the first mesh is a mesh determined on the basis of a three-dimensional mesh to be encoded; the encoding end performs three-dimensional mesh reconstruction on the basis of the mesh code stream to obtain a first reconstructed mesh; the encoding end performs mesh parameterization processing on the first reconstructed mesh to obtain a second reconstructed mesh, wherein the second reconstructed mesh is a first reconstructed mesh comprising texture coordinates; the encoding end converts a first texture map on the basis of said three-dimensional mesh and the second reconstructed mesh to obtain a

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,
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))。

second texture map, wherein the first texture map is a texture map corresponding to said three-dimensional mesh; and the encoding end encodes the second texture map to obtain a texture map code stream.

(57) 摘要: 本申请公开了一种三维网格编码方法、解码方法、装置、编码端及解码端, 属于通信技术领域, 本申请实施例的三维网格编码方法包括: 编码端对第一网格进行压缩编码, 得到网格码流, 其中, 所述第一网格为根据待编码的三维网格确定的网格; 所述编码端基于所述网格码流进行三维网格重建, 得到第一重建网格; 所述编码端对所述第一重建网格进行网格参数化处理, 得到第二重建网格, 其中, 所述第二重建网格为包括纹理坐标的第一重建网格; 所述编码端根据所述待编码的三维网格和所述第二重建网格对第一纹理图进行转换, 得到第二纹理图, 其中, 所述第一纹理图为所述待编码的三维网格对应的纹理图; 所述编码端对所述第二纹理图进行编码, 得到纹理图码流。

三维网格编码方法、解码方法、装置、编码端及解码端

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. 202310800556.8 的优先权，其全部内容通过引用包含于此。

技术领域

本申请属于通信技术领域，具体涉及一种三维网格编码方法、解码方法、装置、编码端及解码端。

背景技术

三维模型成为继音频、图像、视频之后的新一代数字化媒体，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。三维网格是一种常用的三维模型表示方式，三维网格由顶点、边和面这三种基本元素组成。其中，顶点是三维网格中最基本的元素，其定义了一个三维空间中的位置；边是连接三维网格中两个顶点的线段；面为由三维网格的边的闭合路径形成的多边形。此外，通过网格参数化将三维网格从三维空间映射到二维平面区域，这种映射关系通常由一组参数坐标描述，称为 UV 坐标或纹理坐标，与三维网格的顶点相关联。相关技术中，在对三维网格进行编码后传输或者存储的情况下，对应的需要对该三维网格的纹理坐标进行编码后存储或传输，以实现在解码端对该三维网格的纹理坐标的重建，由于纹理坐标的码流往往占用三维网格的码流的大部分，这样不仅会导致编码效率较低，还会对存储资源或传输资源的占用。

发明内容

本申请实施例提供一种三维网格编码方法、解码方法、装置、编码端及解码端，能够提高三维网格的编码效率，并可以减少三维网格的码流对存储资源或传输资源的占用。

第一方面，提供了一种三维网格编码方法，该方法包括：

编码端对第一网格进行压缩编码，得到网格码流，其中，所述第一网格为根据待编码的三维网格确定的网格；

所述编码端基于所述网格码流进行三维网格重建，得到第一重建网格；

所述编码端对所述第一重建网格进行网格参数化处理，得到第二重建网格，其中，所述第二重建网格为包括纹理坐标的第一重建网格；

所述编码端根据所述待编码的三维网格和所述第二重建网格对第一纹理图进行转换，得到第二纹理图，其中，所述第一纹理图为所述待编码的三维网格对应的纹理图；

所述编码端对所述第二纹理图进行编码，得到纹理图码流。

第二方面，提供了一种三维网格编码装置，该装置包括：

第一编码模块，用于对第一网格进行压缩编码，得到网格码流，其中，所述第一网格为根据待编码的三维网格确定的网格；

第一重建模块，用于基于所述网格码流进行三维网格重建，得到第一重建网格；

第一处理模块，用于对所述第一重建网格进行网格参数化处理，得到第二重建网格，其中，所述第二重建网格为包括纹理坐标的第一重建网格；

转换模块，用于根据所述待编码的三维网格和所述第二重建网格对第一纹理图进行转换，得到第二纹理图，其中，所述第一纹理图为所述待编码的三维网格对应的纹理图；

第二编码模块，用于对所述第二纹理图进行编码，得到纹理图码流。

第三方面，提供了一种三维网格解码方法，该方法包括：

解码端获取网格码流和纹理图码流；

所述解码端对所述网格码流进行解码得到第三网格，并对所述纹理图码流进行解码得到第三纹理图；

所述解码端对所述第三网格进行网格参数化处理，得到第四网格，其中，所述第四网格为包括纹理坐标的网格。

第四方面，提供了一种三维网格解码装置，该装置包括：

第一获取模块，用于获取网格码流和纹理图码流；

解码模块，用于对所述网格码流进行解码得到第三网格，并对所述纹理图码流进行解码得到第三纹理图；

第二处理模块，用于对所述第三网格进行网格参数化处理，得到第四网格，其中，所述第四网格为包括纹理坐标的网格。

第五方面，提供了一种编码端，该编码端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所述的方法的步骤。

第六方面，提供了一种编码端，包括处理器及通信接口，其中，所述处理器用于对第一网格进行压缩编码，得到网格码流，其中，所述第一网格为根据待编码的三维网格确定的网格；基于所述网格码流进行三维网格重建，得到第一重建网格；对所述第一重建网格进行网格参数化处理，得到第二重建网格，其中，所述第二重建网格为包括纹理坐标的第一重建网格；根据所述待编码的三维网格和所述第二重建网格对第一纹理图进行转换，得到第二纹理图，其中，所述第一纹理图为所述待编码的三维网格对应的纹理图；对所述第二纹理图进行编码，得到纹理图码流。

第七方面，提供了一种解码端，该解码端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三方面所述的方法的步骤。

第八方面，提供了一种解码端，包括处理器及通信接口，其中，所述处理器用于获取网格码流和纹理图码流；对所述网格码流进行解码得到第三网格，并对所述纹理图码流进

行解码得到第三纹理图；对所述第三网格进行网格参数化处理，得到第四网格，其中，所述第四网格为包括纹理坐标的网格。

第九方面，提供了一种三维网格编解码系统，包括：编码端及解码端，所述编码端可用于执行如第一方面所述的三维网格编码方法的步骤，所述解码端可用于执行如第三方面所述的三维网格解码方法的步骤。

第十方面，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，或者实现如第三方面所述的方法的步骤。

第十一方面，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的步骤，或实现如第三方面所述的方法的步骤。

第十二方面，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，或实现如第三方面所述的方法的步骤。

在本申请实施例中，编码端对第一网格进行压缩编码，得到网格码流，其中，所述第一网格为根据待编码的三维网格确定的网格；所述编码端基于所述网格码流进行三维网格重建，得到第一重建网格；所述编码端对所述第一重建网格进行网格参数化处理，得到第二重建网格，其中，所述第二重建网格为包括纹理坐标的第一重建网格；所述编码端根据所述待编码的三维网格和所述第二重建网格对第一纹理图进行转换，得到第二纹理图，其中，所述第一纹理图为所述待编码的三维网格对应的纹理图；所述编码端对所述第二纹理图进行编码，得到纹理图码流，也即本申请实施例中编码端仅生成了三维网格的网格码流和纹理图码流，而未对应生成三维网格的纹理坐标的码流，这样不仅可以提高三维网格的编码效率，还可以减少三维网格的码流对存储资源或传输资源的占用。此外，本申请实施例中对第一重建网格进行网格参数化处理，相比于现有技术中对第一网格进行网格参数化处理，不仅可以减少数据处理量，还可以保证第一重建网格的纹理坐标的准确性。

附图说明

图1是本申请实施例可应用的一种无线通信系统的框图；

图2是本申请实施例提供的一种基于正交投影算法的网格参数化处理的示意图之一；

图3是本申请实施例提供的一种三维网格编码方法的流程图；

图4是本申请实施例提供的基础网格压缩的示意图；

图5是本申请实施例提供的一种基于正交投影算法的网格参数化处理的示意图之二；

图6a是本申请实施例提供的存在重叠区域的连通区域拆分前的示意图之一；

图6b是本申请实施例提供的存在重叠区域的连通区域拆分后的示意图之一；

图6c是本申请实施例提供的存在重叠区域的连通区域拆分后的示意图之二；

图 7a 是本申请实施例提供的一种基于正交投影算法的网格参数化处理的示意图之三；
图 7b 是本申请实施例提供的提取连通区域的示意图；
图 8 是本申请实施例提供的网格简化的示意图；
图 9 是本申请实施例提供的网格细分变形的示意图；
图 10 是本申请实施例提供的网格细分的示意图；
图 11 是本申请实施例提供的三维网格编码框架的示意图；
图 12 是本申请实施例提供的一种三维网格解码方法的流程图；
图 13 是本申请实施例提供的基础网格解码的示意图；
图 14 是本申请实施例提供的三维网格解码框架的示意图；
图 15 是本申请实施例提供的一种三维网格编码装置的结构图；
图 16 是本申请实施例提供的一种三维网格解码装置的结构图；
图 17 是本申请实施例提供的通信设备的结构图；
图 18 是本申请实施例提供的编码端的结构图；
图 19 是本申请实施例提供的解码端的结构图。

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。

图 1 示出本申请实施例可应用的一种无线通信系统的框图。无线通信系统包括终端 11 和网络侧设备 12。其中, 终端 11 可以是手机、平板电脑 (Tablet Personal Computer)、膝上型电脑 (Laptop Computer)、笔记本电脑、个人数字助理 (Personal Digital Assistant, PDA)、掌上电脑、上网本、超级移动个人计算机 (Ultra-mobile Personal Computer, UMPC)、移动上网装置 (Mobile Internet Device, MID)、增强现实 (Augmented Reality, AR)、虚拟现实 (Virtual Reality, VR) 设备、机器人、可穿戴式设备 (Wearable Device)、飞行器 (flight vehicle)、车载设备 (Vehicle User Equipment, VUE)、船载设备、行人终端 (Pedestrian User Equipment, PUE)、智能家居 (具有无线通信功能的家居设备, 如冰箱、电视、洗衣机或者家具等)、游戏机、个人计算机 (Personal Computer, PC)、柜员机或者自助机等终端侧设备。可穿戴式设备包括: 智能手表、智能手环、智能耳机、智能眼镜、智能首饰 (智能手镯、智能手链、智能戒指、智能项链、智能脚镯、智能脚链等)、智能腕带、智能服装等。其中, 车载设备也可以称为车载终端、车载控制器、车载模块、车载部件、车载芯片或车载单元等。需要说明的是, 在本申请实施例并不限定终端 11 的具体类型。网络侧设备 12 可以包括接入网设备或核心网设备, 其中, 接入网设备也可以称为无线接入网 (Radio Access Network, RAN) 设备、无线接入网功能或无线接入网单元。接入网设备可以包括基站、无线局域网 (Wireless Local Area Network, WLAN) 接入点 (Access Point, AP) 或无线保真 (Wireless Fidelity, WiFi) 节点等。其中, 基站可被称为节点 B (Node B, NB)、演进节点 B (Evolved Node B, eNB)、下一代节点 B (the next generation Node B, gNB)、新空口节点 B (New Radio Node B, NR Node B)、接入点、中继站 (Relay Base Station, RBS)、服务基站 (Serving Base Station, SBS)、基收发机站 (Base Transceiver Station, BTS)、无线电基站、无线电收发机、基本服务集 (Basic Service Set, BSS)、扩展服务集 (Extended Service Set, ESS)、家用 B 节点 (home Node B, HNB)、家用演进型 B 节点 (home evolved Node B)、发送接收点 (Transmission Reception Point, TRP) 或所述领域中其他某个合适的术语, 只要达到相同的技术效果, 所述基站不限于特定技术词汇, 需要说明的是, 在本申请实施例中仅以 NR 系统中的基站为例进行介绍, 并不限定基站的具体类型。

核心网设备可以包含但不限于如下至少一项: 核心网节点、核心网功能、移动管理实体 (Mobility Management Entity, MME)、接入移动管理功能 (Access and Mobility Management Function, AMF)、会话管理功能 (Session Management Function, SMF)、用户平面功能 (User Plane Function, UPF)、策略控制功能 (Policy Control Function, PCF)、策略与计费规则功

能单元 (Policy and Charging Rules Function, PCRF)、边缘应用服务发现功能 (Edge Application Server Discovery Function, EASDF)、统一数据管理 (Unified Data Management, UDM)、统一数据仓储 (Unified Data Repository, UDR)、归属用户服务器 (Home Subscriber Server, HSS)、集中式网络配置 (Centralized network configuration, CNC)、网络存储功能 (Network Repository Function, NRF)、网络开放功能 (Network Exposure Function, NEF)、本地 NEF (Local NEF, 或 L-NEF)、绑定支持功能 (Binding Support Function, BSF)、应用功能 (Application Function, AF) 等。需要说明的是, 在本申请实施例中仅以 NR 系统中的核心网设备为例进行介绍, 并不限定核心网设备的具体类型。

需要说明的是, 本申请实施例的编码端可以是终端或者网络侧设备或者服务器等电子设备或者电子设备的部件。本申请实施例的解码端也可以是终端或者网络侧设备或者服务器等电子设备或者电子设备的部件。此外, 本申请实施例的编码端和解码端可以位于同一电子设备, 也可以位于不同的电子设备。

为了方便理解, 以下对本申请实施例涉及的一些内容进行说明:

一、三维网格

近年来, 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。三维网格是一种常用的三维模型表示方式。三维网格与传统的图像、视频等多媒体相比具有更强的交互性和逼真性, 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。

尽管目前有许多种三维网格的表示方法, 但三角网格仍是目前最通用的表示方法。三维网格可以被视为由顶点、边和面这三种基本元素组成。顶点是网格中最基本的元素, 它们定义了一个三维空间中的位置。边是连接网格中两个顶点的线段。面可以视为由边的闭合路径形成的多边形。对于三角网格来说, 每一个面都是一个三角形。

三维网格中包含的信息通常分为几何信息, 连接信息以及属性信息这三类。其中, 几何信息即三维网格的每个顶点在三维空间中的位置。连接信息描述了三维网格中各元素之间的关联关系, 即顶点之间的连接关系。属性信息是一种可选的信息, 它可以将属性关联到对应的网格元素中去 (如顶点颜色、法向量等可以与网格顶点相关联)。此外, 还可以利用网格参数化将三维网格从三维空间映射到二维平面区域, 这种映射关系通常由一组参数坐标描述, 称为 UV 坐标或纹理坐标, 与网格顶点相关联。该二维映射可以用来表示高分辨率的属性信息, 如纹理、法向量等。

在几乎所有使用三维网格的应用领域 (如计算模拟、娱乐、医学成像、数字化文物、计算机设计、电子商务等), 随着人们对三维模型在视觉效果上越来越高的需求, 三维模型正变得越来越复杂, 三维模型的精度也越来越高, 因此表示三维网格所需要的数据量也相应的增大。以上问题就导致了三维网格的处理、可视化、传输和存储都越来越复杂。三维网格压缩可以视为解决上述问题的一个途径, 它可以减少模型数据的大小, 有利于三维网

格的处理、存储和传输。

近来, 音视频编码压缩领域的国际标准化组织, 动态图专家组 (Moving Pictures Experts Group, MPEG) 开始制定面向三维网格的压缩标准, 基于视频的动态网格压缩 (Video-based Dynamic Mesh Coding, VDMC), 该标准是基于已有的基于视频的可视体积内容编码 (Visual Volumetric Video-based Coding, V3C) 标准指定的, V3C 标准提供了一种压缩三维模型的通用方法, 三维模型可以是由点云、网格或全景视频等形式呈现的。将三维网格的压缩方法与该标准兼容有助于该方法的推广以及适用性。因此, 对 VDMC 中的三维网格编解码方法进行优化并将优化方法与 V3C 标准结合具有重要意义。一种可选的优化方法是针对位移编码方式的优化, 现有框架中位移是通过计算重建的网格与原始的网格顶点之间的距离得到的, 它的目的是提高网格的质量。此外, 现有的框架中位移使用视频编码器进行编码, 为位移的编码方式提供多种选择有助于提高编码性能。

二、orthoAtlas

orthoAtlas 是一种基于投影的网格参数化方法, 它通过正交投影为三维网格生成纹理坐标, 其主要过程如图 2 所示, 包括如下步骤:

- a) 计算网格属性, 包括每个面的邻接面以及每个面的面积和法向量;
- b) 根据法向量, 确定每个面的投影平面;
- c) 开始根据投影平面将所有面进行聚类构成一个连通区域, 首先选取聚类的起始面;
- d) 从起始面开始迭代, 确定加入连通区域的面面的邻接面是否可以加入连通区域;
- e) 每个连通区域迭代完成后, 获得多个连通区域;
- f) 根据误差度量确定是否合并邻接的连通区域;
- g) 检测投影时是否存在重叠区域, 将重叠的面拆除并重新生成连通区域;
- h) 将投影后的所有区域排列到一张二维图像中。

以下对上述主要过程进行描述:

(1) 计算网格属性

计算网格一些属性, 包括三角面的邻接表以及三角面的法向量和面积; 三角形邻接可以定义为共享单个顶点或共享一条边; 三角面的法向量和面积可以通过其投影后的三角面推导出来 (后续用于计算投影后的失真)。

(2) 聚类

将三角形进行聚类, 同一类三角面构成的区域称为连通区域; 聚类算法的起点选取有两种方法:

第一种方法、根据所有面法向量统计结果获取投影方向, 则可以选择法向量与投影方向最接近的三角面作为聚类算法起点且其暂未添加到连通区域中;

第二种方法、选取第一个可用的面作为聚类算法起点 (即该面暂未添加到连通区域中), 按照准则确定是否将邻接面添加到连通区域中; 准则包括:

与该连通区域具有相同的投影方向;

与最后一个添加到连通区域的面法向量的夹角小于阈值;

面积小于总面积的一个阈值;

三角面的数量小于阈值。

(3) 合并

在聚类完成后,可能会产生较多小区域的分区,需要进行合并;合并时需要根据一个代价函数来判断两个分区是否可以合并,该函数由连通区域的周长和拉伸程度定义,详细步骤如下:

首先按特定顺序对各连通区域进行排序,排序准则可以按照包含的三角面数量以及连通区域的平均法向量与对应投影方向的接近程度;各连通区域的代价函数为 $COST(M_i) = L^2(M_i) + \lambda PERIMETER(M_i)$;

然后每次取排序后的第一个连通区域,获取与该连通区域邻接的连通区域构成候选列表,然后对于每个候选区域,首先计算两区域合并后的代价函数: $COST(M_i + M_j) = L^2(M_i + M_j) + \lambda PERIMETER(M_i + M_j)$,对所有 $(COST(M_i + M_j) < COST(M_i) + COST(M_j))$ 的区域,选择其中使成本函数最小的区域,将取出的区域合并到该区域并更新连通区域的排序;其中, $L^2()$ 表示连通区域投影后的拉伸程度, $PERIMETER()$ 表示上述连通区域的周长, λ 表示权重系数。

代价函数中的拉伸程度函数衡量投影后的失真程度,通过计算各个方向投影后的三角形面积得到。

(4) 检测重叠区域

最后,需要检查各连通区域中是否存在重叠的顶点或面,将重叠的区域从连通区域中拆分出来形成新的连通区域。检测重叠区域即判断当前投影的面是否与已投影的区域发生重叠,若发生重叠则将当前面从该连通区域中拆除,该面与其他拆除的面构成新的连通区域。最后,在拆除的连通区域中,检测是否存在不连通区域,将其中的不连通区域拆分为多个连通区域。

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三维网格编码方法进行详细地说明。

请参见图3,图3是本申请实施例提供的一种三维网格编码方法的流程图,该方法可以由编码端执行,如图3所示,包括以下步骤:

步骤301、编码端对第一网格进行压缩编码,得到网格码流,其中,所述第一网格为根据待编码的三维网格确定的网格。

本实施例中,上述第一网格可以是待编码的三维网格,或者可以是对待编码的三维网格处理后所得到的网格,例如,对待编码的三维网格进行网格简化处理后所得到的网格。上述网格码流也即第一网格经压缩编码后得到的码流。需要说明的是,上述待编码的三维网格也可以称为编码端的输入网格,上述第一网格也可以称为基础网格,上述网格码流也可以称为基础网格码流。

上述对第一网格进行压缩编码, 示例性的, 可以采用帧内模式、帧间模式或跳过 (skip) 模式等压缩模式对第一网格进行压缩编码。以下结合图 4 对上述三种压缩模式进行举例说明。

如图 4 所示, 在帧内模式下, 通过静态网格编码器对第一网格进行编码, 在该压缩模式下, 第一网格需包含几何坐标、连接关系以及与顶点关联的属性信息。在帧间模式下, 第一网格首先通过率失真权衡 (Rate-distortion Optimization, RDO) 决定是否采用 skip 模式, 若采用 skip 模式, 则直接选取网格缓冲区中的参考网格作为当前帧的第一网格。若未采用 skip 模式, 则根据网格缓冲区中的参考帧与当前帧计算顶点的运动向量, 并通过运动向量编码器编码相应的运动向量。需要说明的是, 在对第一网格进行编码后, 需要对编码后的网格进行重建, 也即需要重建第一网格, 从而提供给后续的处理模块进行处理。

步骤 302、所述编码端基于所述网格码流进行三维网格重建, 得到第一重建网格。

本实施例中, 在对第一网格进行压缩编码得到网格码流后, 可以基于该网格码流进行三维网格重建, 示例性的, 可以通过对上述网格码流进行解码以实现三维网格重建。

具体的, 可以基于上述网格码流的压缩模式进行对应的解码, 例如, 在上述网格码流的压缩模式为帧内模式的情况下, 则可以基于静态网格解码器对上述网格码流进行解码, 得到重建的基础网格, 即第一重建网格; 在上述基础网格的压缩模式为帧间模式的情况下, 则可以解码上述网格码流的运动向量, 并根据网格缓冲区中的参考帧重建相应的基础网格; 在上述基础网格的压缩模式为 skip 模式的情况下, 则可以将网格缓冲区中对应的参考帧作为当前帧的基础网格。

步骤 303、所述编码端对所述第一重建网格进行网格参数化处理, 得到第二重建网格, 其中, 所述第二重建网格为包括纹理坐标的第一重建网格。

本实施例中, 上述网格参数化处理用于为第一重建网格生成相应的纹理坐标。示例性的, 可以基于 Isochart 算法、正交投影算法等对第一重建网格进行网格参数化处理。

步骤 304、所述编码端根据所述待编码的三维网格和所述第二重建网格对第一纹理图进行转换, 得到第二纹理图。

本实施例中, 上述第一纹理图也可以称为输入纹理图, 可以是与上述待编码的三维网格对应的纹理图。示例性的, 一种可选的纹理图转换方式可以包括如下步骤:

步骤 a1、计算待生成的纹理图 (即第二纹理图) 上每个像素的纹理坐标。

步骤 a2、对于每个纹理坐标, 判断该纹理坐标是否在第二重建网格的某个面内。

步骤 a3、如果该纹理坐标不属于第二重建网格的任一个面, 则将该像素标记为空像素, 之后可以用填充算法进行填补。

步骤 a4、如果该纹理坐标属于第二重建网格的一个面, 则执行如下步骤:

步骤 a41、将该像素标记为已填充;

步骤 a42、根据该纹理坐标计算其在当前面中的重心坐标;

步骤 a43、根据该重心坐标以及对应的面, 将二维的纹理坐标映射到三维的几何坐标,

即映射到该纹理坐标对应的第二重建网格上的点；

步骤 a44、在输入的原始网格（即待编码的三维网格）上寻找距该三维坐标最近的点；

步骤 a45、将该三维坐标根据其所在面计算其重心坐标并将其映射到二维，计算其纹理坐标；

步骤 a46、通过该纹理坐标在输入的原始纹理图（即上述第一纹理图）上进行采样，得到对应像素位置的值；

步骤 a47、将该值赋值给待生成的纹理图（即上述第二纹理图）上的对应像素。

需要说明的是，对于空像素，可以使用已有的填充算法（如推拉（Push-Pull）算法）对这些空像素进行填充。

步骤 305、所述编码端对所述第二纹理图进行编码，得到纹理图码流。

示例性的，可以采用视频编码器对第二纹理图进行编码，得到纹理图码流。

可以理解的是，编码端在得到网格码流和纹理图码流的情况下，可以对上述格码流和纹理图码流进行存储或传输等处理。还需要说明的是，在编码端未生成网格的纹理坐标的码流的情况下，解码端可以通过对上述网格码流解码得到的网格进行网格参数化处理以生成该网格的纹理坐标，进而保证解码端可以正常应用解码得到的网格。

本申请实施例提供的三维网格编码方法，编码端对第一网格进行压缩编码，得到网格码流，其中，所述第一网格为根据待编码的三维网格确定的网格；所述编码端基于所述网格码流进行三维网格重建，得到第一重建网格；所述编码端对所述第一重建网格进行网格参数化处理，得到第二重建网格，其中，所述第二重建网格为包括纹理坐标的第一重建网格；所述编码端根据所述待编码的三维网格和所述第二重建网格对第一纹理图进行转换，得到第二纹理图，其中，所述第一纹理图为所述待编码的三维网格对应的纹理图；所述编码端对所述第二纹理图进行编码，得到纹理图码流，也即本申请实施例中编码端仅生成了三维网格的网格码流和纹理图码流，而未对应生成三维网格的纹理坐标的码流，这样不仅提高三维网格的编码效率，还可以减少三维网格的码流对存储资源或传输资源的占用。此外，本申请实施例中对第一重建网格进行网格参数化处理，相比于现有技术中对第一网格进行网格参数化处理，不仅可以减少数据处理量，还可以保证第一重建网格的纹理坐标的准确性。

可选地，所述编码端对所述第一重建网格进行网格参数化处理，得到第二重建网格，包括：

所述编码端采用正交投影算法对所述第一重建网格进行网格参数化处理，得到第二重建网格。

可以理解的是，本申请实施例中编码端与解码端进行网格参数化处理的方式应保持一致，这样有利于更为准确的重建所需应用的网格。因此，本实施例采用正交投影算法对所述第一重建网格进行网格参数化处理，实现的复杂度较低，便于应用于解码端。

可选地，所述编码端采用正交投影算法对所述第一重建网格进行网格参数化处理，得

到第二重建网格，包括：

所述编码端将所述第一重建网格划分为至少两个连通区域，其中，每个所述连通区域均包括所述第一重建网格的至少一个面，投影面相同且在三维空间中连通的面属于同一连通区域；

所述编码端对所述至少两个连通区域进行合并处理，得到至少一个第一连通区域；

所述编码端分别对所述至少一个第一连通区域执行第一处理，其中，所述第一处理包括对每个所述第一连通区域的各个面进行投影以进行重叠区域检测，以及将存在重叠区域的第一连通区域拆分为不重叠的至少两个连通区域；

所述编码端对所述第一处理后所得到的连通区域进行合并处理，得到至少一个第二连通区域；

所述编码端将所述至少一个第二连通区域的投影区域进行二维排列，以获得第二重建网格。

以下结合图 5 对本实施例进行举例说明。

如图 5 所示，编码端采用正交投影算法对所述第一重建网格进行网格参数化处理依次包括如下过程：初始分区，合并分区，检测重叠区域，简单区域合并，二维排列。其中，上述初始分区也即上述编码端将所述第一重建网格划分为至少两个连通区域。上述合并分区也即编码端对所述至少两个连通区域进行合并处理，得到至少一个第一连通区域。上述检测重叠区域也即编码端分别对所述至少一个第一连通区域执行第一处理。上述简单区域合并也即所述编码端对所述第一处理后所得到的连通区域进行合并处理，得到至少一个第二连通区域。上述二维排列也即所述编码端将所述至少一个第二连通区域的投影区域进行二维排列，以获得第二重建网格。以下以第一重建网格的面为三角面为例对上述各个过程进行说明。

示例性的，上述初始分区可以包括如下过程：

定义第一重建网格的任一三角面 T ，其三个顶点为 A, B, C ， (x_i, y_i, z_i) 为第 i 个顶点的几何坐标，则当前面 T 的法向量 $\vec{n}$ 为 $AB \times AC = ((y_B - y_A) * (z_C - z_A) - (y_C - y_A) * (z_B - z_A), (z_B - z_A) * (x_C - x_A) - (z_C - z_A) * (x_B - x_A), (x_B - x_A) * (y_C - y_A) - (x_C - x_A) * (y_B - y_A))$ ，其中， AB, AC 代表三角面 T 的两条边对应的向量， $\times$ 表示向量叉乘。通过上式计算得到法向量后再对法向量进行归一化得到当前三角面的单位法向量。同时，当前三角面的面积 S 可以通过计算法向量 $\vec{n}$ 的模长得到，即 $S = \|\vec{n}\| / 2$ 。

在得到第一重建网格的每个三角面的法向量与面积后，根据预先设定的投影面，确定每个三角面的投影面，该过程是通过计算当前三角面法向量与预先设定的每个投影面的法向量的点积，取最大的积点对应的投影面作为当前三角面的投影面。然后，将第一重建网格中属于同一个投影面且在三维空间中连通的三角面划分为同一个连通区域。通过该过程可以将第一重建网格拆分为多个连通区域。其中，上述预先设定的投影面可以根据实际需求进行合理设定，例如，上述预先设定的投影面可以为正方体的 6 个面。

经过初始分区之后，可以尝试合并邻接的连通区域，合并时需要根据一个代价函数来判断两个连通区域是否可以合并，该代价函数可以由连通区域的周长和拉伸程度定义。示例性的，上述合并分区可以包括如下过程：

首先，对第一重建网格划分得到的连通区域进行排序，具体的，可以根据各个连通区域所包含的三角面的数量，以及各个连通区域的平均法向量与对应投影方向的接近程度（即两向量点积的大小）中的至少一项对连通区域进行排序。例如，先根据各个连通区域所包含的三角面的数量按照从小到大的顺序进行排序；对于包含的三角面的数量相同的多个连通区域，可以根据各个连通区域的平均法向量与对应投影方向的接近程度进行排序，接近程度越高的连通区域排序越靠前。其中，上述连通区域的平均法向量可以是指上述连通区域所包含的所有三角面的法向量的平均值。

然后，每次取连通区域排序的第一个连通区域，获取与该连通区域邻接的所有连通区域构成候选列表，对于候选列表的每个候选区域，计算该连通区域与该候选区域合并后的代价函数： $COST(M_i + M_j) = L^2(M_i + M_j) + \lambda * PERIMETER(M_i + M_j)$ ，获取合并后的代价函数小于合并前两个区域的代价函数之和（即 $COST(M_i + M_j) < COST(M_i) + COST(M_j)$ ）的所有候选区域，选择其中使代价函数最小的候选区域，将当前的连通区域与该候选区域合并，更新合并后的连通区域的投影面，并更新连通区域的排序，进行迭代，直到遍历完所有连通区域。

其中，两个连通区域邻接可以理解为两个连通区域之间共享至少一条边。上述 M_i 和 M_j 一个表示连通区域排序的第一个连通区域，另一个表示第一个连通区域的候选区域。 $COST(M_i + M_j)$ 表示上述 M_i 和 M_j 合并后的连通区域的代价函数。 $L^2(M_i + M_j)$ 表示上述 M_i 和 M_j 合并后的连通区域投影后的拉伸程度。 $PERIMETER(M_i + M_j)$ 表示上述 M_i 和 M_j 合并后的连通区域的周长。 λ 表示权重系数。 $COST(M_i)$ 表示上述 M_i 的代价函数。 $COST(M_j)$ 表示上述 M_j 的代价函数。

示例性的，上述连通区域投影后的拉伸程度可以通过如下方式确定：

假设一个带有二维纹理坐标 p_1, p_2, p_3 的三角面 T ，其中 $p_i = (s_i, t_i)$ ， i 依次取值为1、2和3，相应的三维坐标表示为 q_1, q_2, q_3 ，仿射映射 $S(p) = S(s, t) = q$ 的计算过程如公式（1）所示：

$$S(p) = \frac{\langle p, p_2, p_3 \rangle q_1 + \langle p, p_3, p_1 \rangle q_2 + \langle p, p_1, p_2 \rangle q_3}{\langle p_1, p_2, p_3 \rangle} \quad - (1)$$

其中， $\langle p, p_2, p_3 \rangle$ 表示三角面 pp_2p_3 的面积， $\langle p, p_3, p_1 \rangle$ 表示三角面 pp_3p_1 的面积， $\langle p, p_1, p_2 \rangle$ 表示三角面 pp_1p_2 的面积， p 表示三角面 $p_1p_2p_3$ 上的任一点的坐标。由于该映射是仿射的，所以它的偏导数在 (s, t) 上是常数，其计算过程如公式（2）和公式（3）所示：

$$S_s = \partial S / \partial s = (q_1(t_2 - t_3) + q_2(t_3 - t_1) + q_3(t_1 - t_2)) / (2A) \quad - (2)$$

$$S_t = \partial S / \partial t = (q_1(s_3 - s_2) + q_2(s_1 - s_3) + q_3(s_2 - s_1)) / (2A) \quad - (3)$$

其中， $A = \langle p_1, p_2, p_3 \rangle = ((s_2 - s_1)(t_3 - t_1) - (s_3 - s_1)(t_2 - t_1)) / 2$ 。

然后计算得雅可比（Jacobian）矩阵 $[S_s, S_t]$ 的较大和较小奇异值，计算过程如公式（4）和公式（5）所示：

$$\gamma_{\max} = \sqrt{1/2 \left((a+c) + \sqrt{(a-c)^2 + 4b^2} \right)} \quad - (4)$$

$$\gamma_{\min} = \sqrt{1/2 \left((a+c) - \sqrt{(a-c)^2 + 4b^2} \right)} \quad - (5)$$

其中, $a=S_s \cdot S_s$, $b=S_s \cdot S_t$, $c=S_t \cdot S_t$ 。奇异值 $\gamma_{\max}$, $\gamma_{\min}$ 分别表示单位长度向量从二维纹理域映射到三维表面时获得的最大长度和最小长度,即最大和最小的局部“拉伸”。在三角面 T 上的拉伸测度定义如公式 (6) 所示:

$$L^2(T) = \sqrt{(\gamma_{\max}^2 + \gamma_{\min}^2)/2} = \sqrt{(a+c)/2} \quad - (6)$$

在整个三维网格 $M=\{T_i\}$ 上拉伸测度的定义如式 (7) 所示:

$$L^2(M) = \sqrt{\sum_{T_i \in M} (L^2(T_i))^2 A'(T_i) / \sum_{T_i \in M} A'(T_i)} \quad - (7)$$

其中, $A'(T_i)$ 是三角面 T_i 在三维空间中的表面面积。

由上可知, 本示例的代价函数通过 $L^2(M_i)$ 和 $PERIMETER(M_i)$ 定义, 通过 λ 参数对两个变量进行权衡。经过合并分区步骤后, 连通区域的分区数量相比于初始分区后会减少。

在经过合并分区过程后, 可以将各个连通区域进行投影, 在投影过程中, 需要防止当前三角面的投影区域遮挡已投影区域。示例性的, 上述检测重叠区域可以包括如下过程:

首先遍历当前连通区域所有三角面, 将每个三角面按照当前连通区域对应的投影面进行投影。即计算当前三角面上三个顶点投影后的二维坐标。然后判断当前三角面的投影区域是否与当前连通区域已投影三角面的投影区域重叠。示例性的, 投影区域重叠可以分为三种情况, 分别是: 当前三角面的投影区域上的一个或多个顶点在当前连通区域已投影三角面的投影区域内; 当前连通区域已投影三角面的投影区域的顶点在当前三角面的投影区域内; 当前三角面的投影区域的一个或多个边与当前连通区域已投影三角面的投影区域的边相交。

通过判断以上三种情况, 若当前三角面的投影区域与当前连通区域已投影三角面的投影区域重叠发生重叠, 则先跳过当前三角面的投影, 继续遍历当前连通区域的下一个三角面。然后在一轮遍历结束后, 判断当前连通区域是否存在未投影的三角面, 并将这些未投影的三角面作为新的连通区域进行投影并判断是否存在投影区域重叠, 如此迭代直到最终的投影区域不产生重叠。通过该过程, 可以将存在重叠区域的连通区域拆分为互不重叠的多个连通区域。例如, 如图 6a 至图 6c 所示, 将一个存在重叠区域的连通区域 (即图 6a 所示的连通区域) 拆分为不重叠的两个连通区域 (即图 6b 和图 6c 所示的两个连通区域)。

可以理解的是, 对连通区域的三角面的投影过程也即获取该三角面的顶点的初始的纹理坐标的过程。

在通过上述检测重叠区域过程之后, 对于一些面数较少的连通区域, 可以尝试将这些连通区域和与其邻接的连通区域进行合并, 以减少连通区域的数量。示例性的, 上述简单区域合并可以是将一些面数较少的连通区域和与其连接的连通区域进行合并, 例如, 将面

数小于预设值的连通区域和与其连接的连通区域进行合并，其中，上述预设值可以根据实际需求进行合理设置，例如，4 或 3 或 2 等。可以理解的是，在进行简单区域合并的过程中，需要保证合并后的连通区域的各个面的投影区域之间不存在重叠。

在简单分区合并完成后，即可得到第一重建网格的参数化最终分区的结果，将这些分区按照一定的规则排列到二维图像中得到所有顶点最终的纹理坐标，也即第一重建网格最终参数化的结果。示例性的，上述二维排列可以包括如下过程：

首先计算整个第一重建网格顶点的缩放比例以使其能排列到指定大小的二维图像中，然后分别计算每一个连通区域投影后占用的宽度和高度，接着对该连通区域所占用的图像进行光栅化，即将三角面占用的区域的像素值设为 1，其余区域设为 0。

接着，对于每一个连通区域，尝试将其排列到最终的图像上，即对于当前待排列的连通区域，遍历二维图像上的每一个像素块，作为该连通区域的左上角，然后尝试不同的放置方向，若发现该连通区域可以放置到以当前像素为左上角的区域（即当前连通区域在二维图像上的占用区域不占用其他已放置的区域），则将该区域所有像素设为已占用并调整当前连通区域所有点的纹理坐标（包括旋转、缩放以及平移），然后记录当前连通区域左上角在二维图像上的位置以及当前连通区域的宽和高；若遍历所有像素后仍未成功放置，则对当前连通区域进行缩放，然后重新尝试将缩放后的连通区域排列到二维图像上。若缩放后当前连通区域仍不能成功放置，则对整个网格进行缩放然后重新排列。

经过以上步骤，即可得到第一重建网格最终参数化的结果，也即第一重建网格的纹理坐标，相应也就得到了包括纹理坐标的第一重建网格。

在一些可选的实施例中，在检测重叠区域的步骤与简单区域合并的步骤之间，还可以包括提取连通区域的步骤，如图 7a 所示。具体的，在检测并拆分重叠区域后，一个连通区域可能会被拆分为多个连通区域，在这些拆分出来的连通区域中，可能会存在一些互相不连通的面或区域，如图 6c 所示，上述提取连通区域也即将在一个连通区域中互不连通的区域提取出来，各自作为独立的连通区域进行投影，如图 7b 所示。相应的，上述简单区域合并可以是对经过提取连通区域后所得到的连通区域进行简单区域合并。

本实施例中编码端在分别对所述至少一个第一连通区域执行第一处理之后，再次对所述第一处理后所得到的连通区域进行合并处理，这样可以进一步减少连通区域的数量，进而可以进一步提高编码效率。

可选地，所述编码端对所述第一处理后所得到的连通区域进行合并处理，得到至少一个第二连通区域，包括：

所述编码端获取第三连通区域的候选区域集合，其中，所述候选区域集合包括至少一个候选区域，所述候选区域为所述第一处理后所得到的连通区域中与所述第三连通区域邻接的连通区域，所述第三连通区域为所述第一处理后所得到的连通区域中的任意连通区域；

所述编码端获取所述合并候选区域集合的至少一个目标候选区域，其中，在所述第三连通区域合并至所述目标候选区域的情况下所述第三连通区域的投影区域与所述目标候选

区域的投影区域不重叠；

所述编码端将所述第三连通区域合并至所述至少一个目标候选区域中的一个目标候选区域。

本实施例中，上述目标候选区域为与第三连通区域合并后，其投影区域与第三连通区域的投影区域不重叠的候选区域。其中，在上述目标候选区域与第三连通区域合并的情况下，上述目标候选区域和第三连通区域的投影面可以为上述目标候选区域对应的投影面，或者可以为合并连通区域对应的投影面等。

上述将所述第三连通区域合并至所述至少一个目标候选区域中的一个目标候选区域，例如，可以将第三连通区域合并至任一目标候选区域，或者，可以将第三连通区域合并中面数最大的目标候选区域等。

在一些可选的实施例中，上述第三连通区域可以为所述第一处理后所得到的连通区域中包含的面数小于预设值的连通区域，或者，由存在重叠区域的连通区域拆分得到的连通区域。

示例性的，以上述合并候选区域集合为合并候选区域列表为例，编码端在确定合并候选区域列表后，遍历合并候选区域列表中的各个候选区域，尝试将当前连通区域合并到候选区域中，然后检测其投影后是否会产生重叠，投影面可以为当前合并的候选区域对应的投影面，此处检测重叠过程与上述重叠区域检测过程相同。若投影后的投影区域产生重叠，则将当前候选区域从合并候选区域列表中删除。这样合并候选区域列表中剩余的候选区域为可与当前区域合并且投影后不会重叠的区域，即上述目标候选区域。

本实施例通过从与第三连通区域邻接的连通区域中选择合并后投影区域与第三连通区域的投影区域不重叠的候选区域进行合并，这样可以保证合并后各个连通区域的投影区域不重叠，进而可以保证所得到的网格的纹理坐标的准确性。

可选地，所述编码端将所述第三连通区域合并至所述至少一个目标候选区域中的一个目标候选区域，包括：

所述编码端将所述第三连通区域合并至第一目标候选区域；

其中，所述第一目标候选区域为所述至少一个目标候选区域中投影面与所述第三连通区域的法向量之间的夹角最小的目标候选区域，或者，所述第一目标候选区域为所述至少一个目标候选区域中包含的面数最多的目标候选区域。

本实施例中，上述投影面与第三连通区域的法向量之间的夹角最小的目标候选区域，也即投影面与第三连通区域的法向量最相近的目标候选区域，这样可以保证投影后的失真最小。

示例性的，可以遍历各个目标候选区域，选择投影面与第三连通区域的法向量最相近的目标候选区域作为第一目标候选区域，以保证投影后失真最小；在投影面与第三连通区域的法向量最相近的目标候选区域的数量为多个的情况下，可以从该多个目标候选区域中选择面数最多的目标候选区域作为第一目标候选区域，这样有利于减少连通区域的数量。

可以理解的是，将第三连通区域合并至第一目标候选区域即将第三连通区域中的所有面添加到第一目标候选区域中，并删除原有的第三连通区域，并进一步得到合并后的连通区域中新添加顶点的纹理坐标。

可选地，所述候选区域与所述第三连通区域之间存在至少两个重合顶点。

可选地，所述第一网格根据简化网格确定，所述简化网格为对所述待编码的三维网格进行网格简化处理所得到的网格；

其中，所述简化网格的顶点数小于所述待编码的三维网格的顶点数，或者，所述简化网格的面数小于所述待编码的三维网格的面数。

本实施例中，上述第一网格根据简化网格确定，例如，第一网格可以为上述简化网格，或者，第一网格可以为对简化网格的各个顶点进行位移后的所得到的网格。

上述网格简化处理可以理解为将待编码的三维网格简化到一个点数和面数相对较少的网格，并尽可能地保持原始网格的形状。

示例性的，如图 8 所示，将待编码的三维网格的边两端的顶点合并为一个顶点并删除这两个顶点间的连接，整个网格按照一定规则重复这一过程以将网格的面数和顶点数减少到目标值，其中，上述目标值可以根据有损编码所需要的数量确定。具体的，在网格简化处理的过程中，可以选择某一误差度量来最优化简化的结果，例如，可以选取顶点所有相邻面的方程系数之和作为该顶点的误差度量，也即通过顶点所有相邻面的方程系数之和来度量该顶点的误差，相应的边的误差即为该边上的两个顶点的误差之和，也即一条边合并产生的误差为合并后的顶点到边的原始两个顶点所有相邻面的距离之和。确定好误差度量之后，就开始迭代进行网格简化，例如，计算待编码的三维网格的顶点的误差，从而得到待编码的三维网格的每条边的误差。然后将每条边按误差从小到大排列，每次选取误差最小的边进行合并。同时，计算合并后的顶点位置，并更新所有与合并后的顶点相关的边的误差。即更新边排列的顺序，保证每次迭代都是基于全局的误差度量。通过迭代将待编码的三维网格的面简化到满足有损编码所需要的数量。

本实施例通过待编码的三维网格进行网格简化处理得到简化网格，并对由简化网格所确定的第一网格进行压缩编码，由于网格简化处理后网格的面数或者顶点数减少，这样不仅可以提高网格编码的效率，还可以进一步减少网格码流所需占用的传输资源或存储资源等。

可选地，所述方法还包括：

所述编码端对所述简化网格进行细分变形，得到第二网格；

所述编码端根据所述待编码的三维网格和所述第二重建网格对第一纹理图进行转换，得到第二纹理图，包括：

所述编码端根据所述第二重建网格和所述第二网格计算所述第二网格的各个顶点的位置；

所述编码端对所述第二网格的各个顶点的位移进行编码，得到位移码流；

所述编码端根据所述第一重建网格和所述位移码流进行三维网格重建,得到第三重建网格;

所述编码端根据所述待编码的三维网格和所述第三重建网格对第一纹理图进行转换,得到第二纹理图。

示例性的,细分变形的基本思路可以如图9所示,对输入的2D曲线(由2D折线表示),称为原始曲线,首先进行下采样以生成基本曲线/折线,称为简化曲线。然后可以基于简化曲线的多段线生成细分曲线。随后对细分曲线的多段线进行变形,以获得与原始曲线更为接近的变形曲线,即为细分曲线的每个顶点计算位移矢量,如图9中的箭头所示,以使细分变形曲线的形状尽可能接近原始曲线的形状;进而可以按照细分曲线的每个顶点的位移矢量对应移动各个顶点,得到接近原始曲线的形状的细分变形曲线。

具体的,可以先对简化网格进行细分,得到细分网格,其中,细分的具体实现方式可以任意选取,一种可选的实现方式为中点细分方式,以简化网格包括的面为三角面为例,在每次细分迭代中可以将每个三角面细分为四个子三角面,如图10所示。在简化网格的每条边的中间引入新的顶点,几何信息与属性信息的细分是独立进行的,因为几何信息与属性信息的连接关系通常是不同的。

针对上述细分方式,可以采用公式(8)计算新引入的边 (v_1, v_2) 的中点 v_{12} 的位置 $\text{Pos}(v_{12})$:

$$\text{Pos}(v_{12}) = \frac{1}{2} (\text{Pos}(v_1) + \text{Pos}(v_2)) \quad - (8)$$

其中, $\text{Pos}(v_1)$ 与 $\text{Pos}(v_2)$ 分别为顶点 v_1 和 v_2 的几何坐标。对于中点 v_{12} 的纹理坐标,可以采用与几何坐标相同的计算方式,在此不做赘述。

对于细分后的网格,寻找其每个点在简化网格上的最近邻点(包括简化网格面上的点),可选的,可以通过k维树(kdTree)等数据结构加速查找。通过计算细分网格上的每个顶点和其在简化网格上的最近邻点的几何坐标之间的距离得到细分网格的每个顶点的几何坐标的位移,进而可以基于细分网格的每个顶点的几何坐标的位移移动对应顶点,以获得细分变形网格,即上述第二网格。

编码端在获得细分变形网格之后,可以基于细分变形网格和第二重建网格计算细分变形网格的各个顶点的位移,例如,可以对第二重建网格进行细分,确定细分后的第二重建网格的各个顶点和细分变形网格的各个顶点的对应关系,并分别根据细分后的第二重建网格的各个顶点与对应的细分变形网格的各个顶点计算各个顶点的位移。进而编码端可以对计算得到的位移进行编码,其中,本实施例对上述对计算得到的位移进行编码的方式不做限定,例如,可以采用视频编码方法对计算得到的位移进行编码,具体可以包括如下步骤:转换位移所在的坐标系,即将每个顶点的位移的坐标系转换到以该位移对应的顶点的法向量及与法向量相切的两个分量构建的坐标系中,然后对位移进行变换,如小波变换等,将变换后的系数进行量化,并按照扫描的顺序排列到图像中,对图像应用视频编码;或者,可以对计算得到的位移直接使用熵编码进行编码。

其中,上述视频编码方法可以包括如下步骤:

(1)、坐标系转换:

生成的位移处于与输入网格相同的全局坐标系下。一种可选的优化方法是将其转换到局部坐标系下,每个顶点的局部坐标系由细分变形网格上的顶点的法向量定义。该方式的优点在于位移的法向分量比两个切向分量对重建网格的质量影响更显著,因此,可以对切向分量设置更大的量化参数。

(2)、小波变换:

对于量化后的位移,可以对其应用小波变换,一种可选的小波变换如线性小波变换如下所示:

其预测过程定义如公式(12)所示:

$$\text{Signal}(v) \leftarrow \text{Signal}(v) - \frac{1}{2}(\text{Signal}(v_1) + \text{Signal}(v_2)) \quad - (12)$$

其中, v 为边 (v_1, v_2) 上新插入的中点, $\text{Signal}(v)$, $\text{Signal}(v_1)$ 以及 $\text{Signal}(v_2)$ 分别为顶点 v , v_1 及 v_2 对应的位移,“ $\leftarrow$ ”表示通过箭头右侧内容更新箭头左侧的内容。

更新过程定义如公式(13)所示:

$$\text{Signal}(v) \leftarrow \text{Signal}(v) + \frac{1}{8} \sum_{w \in v^*} \text{Signal}(w) \quad - (13)$$

其中 v^* 为顶点 v 的相邻的所有顶点的集合。

(3)、小波系数量化:

小波系数量化的方式有多种,一种方法如式(14)和(15)所示:

$$\text{disp}[v].d[k] = \text{floor}(\text{disp}[v].d[k] * \text{scale}[k]) \quad - (14)$$

$$\text{scale}[k] = 2^{(16 - \text{bitDepthPosition} + \frac{(4 - \text{qp}[k])}{6})} \quad - (15)$$

其中, $\text{disp}[v]$ 表示第 v 个顶点位移的小波系数, $d[k]$ 表示其位移第 k 个系数, floor 表示向下取整。 bitDepthPosition 表示当前网格位置的比特位深, $\text{qp}[k]$ 表示第 k 个系数的量化参数。如前所述,将位移转换坐标系后,其法向分量相比于切向分量对质量的影响效果更显著,因此可以对切向分量使用更大的量化参数。

同时,根据小波变换的特性,还可以对细分新产生的顶点和原有的顶点使用不同的量化参数。即对于细分后的顶点,量化参数更新如式(16)所示:

$$\text{scale}[k] = \text{scale}[k] * \text{lodScale}[k] \quad - (16)$$

其中, $\text{lodScale}[k]$ 表示当前细分层级量化参数的系数。

(4)、小波系数排列:

对于小波变换后生成的小波系数,按如下方式将其排列到二维图像上:

按从低频到高频的顺序遍历小波系数;

对于每个系数,确定其所在 $N \times M$ 像素块的索引(例如 $N = M = 16$),它应该按照块的光栅扫描顺序存储在其中;

根据Morton顺序计算对应 $N \times M$ 像素块在图像上的位置。

此处不对排列的方式进行限定,也即可以使用其它的排列方案,如zigzag顺序、光栅

顺序等。编码器可以在码流中显示地指定相应的排列方案。

(5)、视频编码:

将小波系数排列到二维图像上后,可以直接使用视频编码器对其进行编码。本申请的方案与使用哪种视频编码技术无关,可以在码流中显示地指定视频编码器的类型。同时,若量化应用于视频编码前,则此处视频编码可以使用无损的方法,此时无须在编码端重建位移。

上述对计算得到的位移直接使用已有的熵编码进行压缩编码,例如,可以采用自适应二进制算术编码(Context Adaptive Binary Arithmetic Coding, CABAC)等对计算得到的位移进行压缩编码。需要说明的是,本实施例也可以对小波变换后的系数直接采用熵编码。熵编码前可以进行相应的量化。

在得到位移码流之后,编码端可以基于位移码流重建位移,并根据重建的位移和第一重建网格进行三维网格重建,得到第三重建网格,例如,可以对第一重建网格进行网格细分,得到细分的第一重建网格,进而可以分别基于重建的各个顶点的位移对应的移动细分的第一重建网格的各个顶点,得到第三重建网格,该第三重建网格也即重建的细分变形网格,进而可以根据待编码的三维网格和第三重建网格对第一纹理图进行转换,得到第二纹理图。其中,根据待编码的三维网格和第三重建网格对第一纹理图进行转换的过程可以参见前述纹理图转换方式的相关说明,在此不做赘述。

本实施例中在对待编码的三维网格进行网格简化处理的情况下,对所述简化网格进行细分变形得到第二网格,根据所述第二重建网格和所述第二网格计算所述第二网格的各个顶点的位移,对所述第二网格的各个顶点的位移进行编码,得到位移码流,并根据所述第一重建网格和所述位移码流进行三维网格重建得到第三重建网格,这样可以保证重建的网格的质量。

在一些可选的实施例中,在对所述简化网格进行细分变形的情况下,所述方法还包括:

所述编码端根据细分网格的各个顶点的几何坐标的位移确定所述简化网格的各个顶点的几何坐标的位移;所述编码端分别根据所述简化网格的各个顶点的几何坐标的位移移动所述简化网格的各个顶点,得到第一网格。其中,上述细分网格的每个顶点的几何坐标的位移可以参见前述实施例的相关说明,在此不做赘述。

可选地,所述方法还包括:

所述编码端对第一编码信息执行第一操作,其中,所述第一编码信息包括所述网格码流和所述纹理图码流,所述第一操作包括如下至少一项:存储,传输。

可选地,所述第一编码信息还包括如下至少一项:

位移码流;

第一辅助信息,所述第一辅助信息包括如下至少一项:与网格编码相关的信息,与纹理图编码相关的信息,与网格细分变形相关的信息,与网格位移相关的信息,与网格参数化处理相关的信息。

可以理解的是,编码端在编码得到上述位移码流的情况下,上述第一编码信息还包括位移码流,在未编码得到上述位移码流的情况下,上述第一编码信息不包括位移码流。

上述与网格编码相关的信息,例如,帧内编码标识,用于指示当前帧是否需要根据参考帧网格进行构建;参考帧列表,用于指示当前帧需要用到的参考帧的索引,该参考帧列表可以应用于第一网格的重建;静态网格编码器类型等。上述与纹理图编码相关的信息,例如,视频编码器类型。上述与网格细分变形相关的信息,例如,细分变形标识,用于指示是否需要对重建的网格进行细分变形处理;细分方式,即重建细分变形网格时网格细分的方式。上述与网格位移相关的信息,例如,位移的编码方式;位移变换方式;小波系数排列方式等。上述与网格参数化处理相关的信息,例如,网格参数化处理所采用的算法(例如,Isochart 算法、正交投影算法等)。

可以理解的是,上述第一辅助信息可以用于辅助解码端进行解码,例如,解码端根据与网格编码相关的信息进行网格码流解码,根据与纹理图编码相关的信息进行纹理图码流进行解码,根据与网格细分变形相关的信息对解码得到的网格进行细分变形,根据与网格参数化处理相关的信息对解码得到的网格进行网格参数化处理,根据与网格位移相关的信息对位移码流进行解码,这样有利于解码端更为准确的对编码的网格进行解码。

以下结合图 11 对本申请实施例提供的三维网格编码方法进行举例说明。

参见图 11,编码端对输入网格进行网格简化处理,得到简化网格,对该简化网格进行细分变形,分别得到基础网格(即第一网格)和细分变形网格(即第二网格)。对基础网格进行压缩编码,得到网格码流。基于网格码流进行基础网格重建,得到重建的基础网格(即第一重建网格)。对第一重建网格进行网格参数化处理,得到包含纹理坐标的第一重建网格(即第二重建网格)。根据细分变形网格和第二重建网格计算细分变形网格各个顶点的位移,该位移可以包括几何坐标的位移和纹理坐标的位移,对计算得到的各个顶点的位移进行变换、量化等处理,并对处理后的位移进行编码,得到位移码流。进一步的,编码端基于位移码流进行位移重建,得到重建的位移,并基于重建的位移和第一重建网格重建细分变形网格(即第三重建网格),并基于重建的细分变形网格、输入网格对输入纹理图(即第一纹理图)进行转换,得到转换后的纹理图(即第二纹理图),并利用视频编码器对转换后的纹理图进行编码,得到纹理图码流,进而编码端可以存储或传输所得到的网格码流、纹理图码流以及位移码流。

请参见图 12,图 12 是本申请实施例提供的一种三维网格解码方法的流程图,该方法可以由解码端执行,如图 12 所示,包括以下步骤:

步骤 1201、解码端获取网格码流和纹理图码流。

本实施例中,上述网格码流和纹理图码流为编码端根据上述三维网格编码方法生成的网格码流和纹理图码流。示例性的,解码端可以从编码端接收上述网格码流和纹理图码流。

步骤 1202、所述解码端对所述网格码流进行解码得到第三网格,并对所述纹理图码流进行解码得到第三纹理图。

本实施例中，上述第三网格为网格码流经解码后所得到的网格。其中，上述第三网格也可以称为重建的基础网格。上述第三纹理图为纹理图码流经解码后所得到的纹理图。

具体的，解码端应采用与编码端的网格编码方式对应的解码方式对网格码流进行解码。例如，若编码端采用帧内模式编码，则解码端也采用帧内模式解码；若编码端采用帧间模式编码，则解码端也采用帧间模式解码；若编码端采用 skip 模式编码，则解码端也采用 skip 模式解码。以下结合图 13 对上述三种解码方式进行举例说明：

如图 13 所示，若为帧内模式，则使用静态网格解码器进行解码；若为帧间模式，则解码端根据运动向量，并根据网格缓冲区中的参考帧重建相应的基础网格；若为 skip 模式，则直接将网格缓冲区中对应的参考帧作为当前帧的基础网格。

同样的，解码端应采用与编码端的纹理图编码方式对应的解码方式对纹理图码流进行解码，例如，编码端采用视频编码器，则解码端采用对应的视频编码器对纹理图码流进行解码。在一些可选的实施例中，解码端还可以对解码所得到的纹理图进行颜色空间转换以得到与编码端输入纹理图一致的图像格式。

步骤 1203、所述解码端对所述第三网格进行网格参数化处理，得到第四网格，其中，所述第四网格为包括纹理坐标的网格。

本实施例中，解码端可以采用与编码端相同的网格参数化处理方式，对第三网格进行网格参数化处理，得到包含纹理坐标的第三网格，也即上述第四网格。进而解码端可以应用上述第三纹理图和上述第四网格。

本申请实施例通过解码端对网格码流解码得到的网格进行网格参数化处理以获取网格的纹理坐标，这样可以在保证解码可以获得的网格的纹理坐标的同时，减少三维网格的码流对存储资源或传输资源的占用。

可选地，所述解码端对所述第三网格进行网格参数化处理，得到第四网格，包括：

所述解码端采用正交投影算法对所述第三网格进行网格参数化处理，得到第四网格。

可选地，所述解码端采用正交投影算法对所述第三网格进行网格参数化处理，得到第四网格，包括：

所述解码端将所述第三网格划分为至少两个连通区域，其中，每个所述连通区域均包括所述第三网格的至少一个面，投影面相同且在三维空间中连通的面属于同一连通区域；

所述解码端对所述至少两个连通区域进行合并处理，得到至少一个第一连通区域；

所述解码端分别对所述至少一个第一连通区域执行第一处理，其中，所述第一处理包括对每个所述第一连通区域的各个面进行投影以进行重叠区域检测，以及将存在重叠区域的第一连通区域拆分为不重叠的至少两个连通区域；

所述解码端对所述第一处理后所得到的连通区域进行合并处理，得到至少一个第二连通区域；

所述解码端将所述至少一个第二连通区域的投影区域进行二维排列，以获得第四网格。

可选地，所述解码端对所述第一处理后所得到的连通区域进行合并处理，得到至少一

个第二连通区域，包括：

所述解码端获取第三连通区域的候选区域集合，其中，所述候选区域集合包括至少一个候选区域，所述候选区域为所述第一处理后所得到的连通区域中与所述第三连通区域邻接的连通区域，所述第三连通区域为所述第一处理后所得到的连通区域中的任意连通区域；

所述解码端获取所述合并候选区域集合的至少一个目标候选区域，其中，在所述第三连通区域合并至所述目标候选区域的情况下所述第三连通区域的投影区域与所述目标候选区域的投影区域不重叠；

所述解码端将所述第三连通区域合并至所述至少一个目标候选区域中的一个目标候选区域。

可选地，所述解码端将所述第三连通区域合并至所述至少一个目标候选区域中的一个目标候选区域，包括：

所述解码端将所述第三连通区域合并至第一目标候选区域；

其中，所述第一目标候选区域为所述至少一个目标候选区域中投影面与所述第三连通区域的法向量之间的夹角最小的目标候选区域，或者，所述第一目标候选区域为所述至少一个目标候选区域中包含的面数最多的目标候选区域。

可选地，所述候选区域与所述第三连通区域之间存在至少两个重合顶点。

可选地，所述方法还包括：

所述解码端获取位移码流；

所述解码端对所述第四网格进行细分变形，得到第五网格；

所述解码端根据所述第五网格和所述位移码流经解码得到的位移进行三维网格重建，得到第四重建网格。

本实施例中，解码端在获取到位移码流的情况下，对位移码流进行解码，例如，若编码端通过视频编码的方式压缩位移，则解码端通过相应的视频解码器进行解码，并根据排列方案将其从二维图像中按照对应的顺序恢复出来。再对其执行反变换、反量化等操作使其恢复出与编码端一致的位移。如采用熵编码的方式，则直接对其进行熵解码即可。

在基础网格以及位移解码重建完成后，根据该两部分重建细分变形的网格。示例性的，若位移编码过程使用了参考帧作为参考，即解码得到的位移中与参考帧匹配的区域中的顶点的位移为当前帧顶点相对于参考帧顶点位移的残差，则首先通过参考帧重建的细分变形网格的顶点以及残差恢复当前帧匹配区域顶点的位移，然后进行后续重建步骤。即对重建的基础网格进行细分，与编码端细分方式保持一致。对细分后的网格的每个顶点加上对应的位移，如公式（17）所示：

$$\text{deformedmesh}[i].v[k] = \text{subdivmesh}[i].v[k] + \text{displacement}[k] \quad - (17)$$

其中， $\text{subdivmesh}[i].v[k]$ 即当前帧（索引为*i*）基础网格细分后的第*k*个顶点的几何坐标， $\text{displacement}[k]$ 即第*k*个顶点对应的位移， $\text{deformedmesh}[i].v[k]$ 即当前帧细分变形后的第*k*个顶点的几何坐标。

可选地，所述方法还包括：

所述解码端获取第一辅助信息，其中，所述第一辅助信息包括如下至少一项：与网格编码相关的信息，与纹理图编码相关的信息，与网格细分变形相关的信息，与网格位移相关的信息，与网格参数化处理相关的信息。

本实施例中，解码端在获取到第一辅助信息的情况下，可以基于第一辅助信息进行解码，例如，解码端根据与网格编码相关的信息进行网格码流解码，根据与纹理图编码相关的信息进行纹理图码流进行解码，根据与网格细分变形相关的信息对解码得到的网格进行细分变形，根据与网格参数化处理相关的信息对解码得到的网格进行网格参数化处理，根据与网格位移相关的信息对位移码流进行解码，这样有利于解码端更为准确的对编码的网格进行解码。

需要说明的是，上述第一辅助信息可以编码成独立的码流，也可以是携带于上述网格码流、纹理图码流以及位移码流，例如，与网格编码相关的信息携带于上述网格码流，与纹理图编码相关的信息携带于上述纹理图码流，与网格位移相关的信息携带于位移码流等。

需要说明的是，上述各个实施方式的实现方式可以参见图 3 所示的实施例的相关说明，此处不作赘述。

以下结合图 14 对本申请实施例提供的三维网格解码方法进行举例说明。

参见图 14，解码端获取到各部分码流解码并进行重建，基础网格重建后进行网格参数化处理得到相应的包含纹理坐标的基础网格，将该基础网格进行细分并应用解码得到的位移得到解码端重建的细分变形网格，即解码端最终输出的重建网格。

需要说明的是，本申请实施例提供的三维网格编码方法，执行主体可以为三维网格编码装置，或者，该三维网格编码装置中的用于执行三维网格编码方法的控制模块。本申请实施例中以三维网格编码装置执行三维网格编码方法为例，说明本申请实施例提供的三维网格编码装置。

请参见图 15，图 15 是本申请实施例提供的一种三维网格编码装置的结构图，如图 15 所示，三维网格编码装置 1500 包括：

第一编码模块 1501，用于对第一网格进行压缩编码，得到网格码流，其中，所述第一网格为根据待编码的三维网格确定的网格；

第一重建模块 1502，用于基于所述网格码流进行三维网格重建，得到第一重建网格；

第一处理模块 1503，用于对所述第一重建网格进行网格参数化处理，得到第二重建网格，其中，所述第二重建网格为包括纹理坐标的第一重建网格；

转换模块 1504，用于根据所述待编码的三维网格和所述第二重建网格对第一纹理图进行转换，得到第二纹理图，其中，所述第一纹理图为所述待编码的三维网格对应的纹理图；

第二编码模块 1505，用于对所述第二纹理图进行编码，得到纹理图码流。

可选地，所述第一处理模块具体用于：

采用正交投影算法对所述第一重建网格进行网格参数化处理，得到第二重建网格。

可选地，所述第一处理模块具体用于：

将所述第一重建网格划分为至少两个连通区域，其中，每个所述连通区域均包括所述第一重建网格的至少一个面，投影面相同且在三维空间中连通的面属于同一连通区域；

对所述至少两个连通区域进行合并处理，得到至少一个第一连通区域；

分别对所述至少一个第一连通区域执行第一处理，其中，所述第一处理包括对每个所述第一连通区域的各个面进行投影以进行重叠区域检测，以及将存在重叠区域的第一连通区域拆分为不重叠的至少两个连通区域；

对所述第一处理后所得到的连通区域进行合并处理，得到至少一个第二连通区域；

将所述至少一个第二连通区域的投影区域进行二维排列，以获得第二重建网格。

可选地，所述第一处理模块具体用于：

获取第三连通区域的候选区域集合，其中，所述候选区域集合包括至少一个候选区域，所述候选区域为所述第一处理后所得到的连通区域中与所述第三连通区域邻接的连通区域，所述第三连通区域为所述第一处理后所得到的连通区域中的任意连通区域；

获取所述合并候选区域集合的至少一个目标候选区域，其中，在所述第三连通区域合并至所述目标候选区域的情况下所述第三连通区域的投影区域与所述目标候选区域的投影区域不重叠；

将所述第三连通区域合并至所述至少一个目标候选区域中的一个目标候选区域。

可选地，所述第一处理模块具体用于：

将所述第三连通区域合并至第一目标候选区域；

其中，所述第一目标候选区域为所述至少一个目标候选区域中投影面与所述第三连通区域的法向量之间的夹角最小的目标候选区域，或者，所述第一目标候选区域为所述至少一个目标候选区域中包含的面数最多的目标候选区域。

可选地，所述候选区域与所述第三连通区域之间存在至少两个重合顶点。

可选地，所述第一网格根据简化网格确定，所述简化网格为对所述待编码的三维网格进行网格简化处理所得到的网格；

其中，所述简化网格的顶点数小于所述待编码的三维网格的顶点数，或者，所述简化网格的面数小于所述待编码的三维网格的面数。

可选地，所述装置还包括：

第一细分变形模块，用于对所述简化网格进行细分变形，得到第二网格；

所述转换模块具体用于：

根据所述第二重建网格和所述第二网格计算所述第二网格的各个顶点的位移；

对所述第二网格的各个顶点的位移进行编码，得到位移码流；

根据所述第一重建网格和所述位移码流进行三维网格重建，得到第三重建网格；

根据所述待编码的三维网格和所述第三重建网格对第一纹理图进行转换，得到第二纹理图。

可选地，所述装置还包括：

第一执行模块，用于对第一编码信息执行第一操作，其中，所述第一编码信息包括所述网格码流和所述纹理图码流，所述第一操作包括如下至少一项：存储，传输。

可选地，所述第一编码信息还包括如下至少一项：

位移码流；

第一辅助信息，所述第一辅助信息包括如下至少一项：与网格编码相关的信息，与纹理图编码相关的信息，与网格细分变形相关的信息，与网格位移相关的信息，与网格参数化处理相关的信息。

本申请实施例中的三维网格编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或者网络侧设备，也可以为除终端或网络侧设备之外的其他设备。示例性的，终端可以包括但不限于上述所列举的终端 11 的类型，网络侧设备可以包括但不限于上述所列举的网络侧设备 12 的类型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三维网格编码装置能够实现图 3 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。

需要说明的是，本申请实施例提供的三维网格解码方法，执行主体可以为三维网格解码装置，或者，该三维网格解码装置中的用于执行三维网格解码方法的控制模块。本申请实施例中以三维网格解码装置执行三维网格解码方法为例，说明本申请实施例提供的三维网格解码装置。

请参见图 16，图 16 是本申请实施例提供的一种三维网格解码装置的结构图，如图 16 所示，三维网格解码装置 1600 包括：

第一获取模块 1601，用于获取网格码流和纹理图码流；

解码模块 1602，用于对所述网格码流进行解码得到第三网格，并对所述纹理图码流进行解码得到第三纹理图；

第二处理模块 1603，用于对所述第三网格进行网格参数化处理，得到第四网格，其中，所述第四网格为包括纹理坐标的网格。

可选地，所述第二处理模块具体用于：

采用正交投影算法对所述第三网格进行网格参数化处理，得到第四网格。

可选地，所述第二处理模块具体用于：

将所述第三网格划分为至少两个连通区域，其中，每个所述连通区域均包括所述第三网格的至少一个面，投影面相同且在三维空间中连通的面属于同一连通区域；

对所述至少两个连通区域进行合并处理，得到至少一个第一连通区域；

分别对所述至少一个第一连通区域执行第一处理，其中，所述第一处理包括对每个所述第一连通区域的各个面进行投影以进行重叠区域检测，以及将存在重叠区域的第一连通

区域拆分为不重叠的至少两个连通区域；

对所述第一处理后所得到的连通区域进行合并处理，得到至少一个第二连通区域；

将所述至少一个第二连通区域的投影区域进行二维排列，以获得第四网格。

可选地，所述第二处理模块具体用于：

获取第三连通区域的候选区域集合，其中，所述候选区域集合包括至少一个候选区域，所述候选区域为所述第一处理后所得到的连通区域中与所述第三连通区域邻接的连通区域，所述第三连通区域为所述第一处理后所得到的连通区域中的任意连通区域；

获取所述合并候选区域集合的至少一个目标候选区域，其中，在所述第三连通区域合并至所述目标候选区域的情况下所述第三连通区域的投影区域与所述目标候选区域的投影区域不重叠；

将所述第三连通区域合并至所述至少一个目标候选区域中的一个目标候选区域。

可选地，所述第二处理模块具体用于：

将所述第三连通区域合并至第一目标候选区域；

其中，所述第一目标候选区域为所述至少一个目标候选区域中投影面与所述第三连通区域的法向量之间的夹角最小的目标候选区域，或者，所述第一目标候选区域为所述至少一个目标候选区域中包含的面数最多的目标候选区域。

可选地，所述候选区域与所述第三连通区域之间存在至少两个重合顶点。

可选地，所述装置还包括：

第二获取模块，用于获取位移码流；

第二细分变形模块，用于对所述第四网格进行细分变形，得到第五网格；

第二重建模块，用于根据所述第五网格和所述位移码流经解码得到的位移进行三维网格重建，得到第四重建网格。

可选地，所述装置还包括：

第三获取模块，用于获取第一辅助信息，其中，所述第一辅助信息包括如下至少一项：与网格编码相关的信息，与纹理图编码相关的信息，与网格细分变形相关的信息，与网格位移相关的信息，与网格参数化处理相关的信息。

本申请实施例中的三维网格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。该电子设备可以是网络侧设备或者终端，也可以为除网络侧设备或者终端之外的其他设备。示例性的，网络侧设备可以包括但不限于上述所列举的网络侧设备 12 的类型，终端可以包括但不限于上述所列举的终端 11 的类型，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三维网格解码装置能够实现图 12 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。

可选的，如图 17 所示，本申请实施例还提供一种通信设备 1700，包括处理器 1701 和

存储器 1702, 存储器 1702 上存储有可在所述处理器 1701 上运行的程序或指令, 例如, 该通信设备 1700 为编码端时, 该程序或指令被处理器 1701 执行时实现上述三维网格编码方法实施例的各个步骤, 且能达到相同的技术效果。该通信设备 1700 为解码端时, 该程序或指令被处理器 1701 执行时实现上述三维网格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一种编码端, 包括处理器和通信接口, 所述处理器用于对第一网格进行压缩编码, 得到网格码流, 其中, 所述第一网格为根据待编码的三维网格确定的网格; 基于所述网格码流进行三维网格重建, 得到第一重建网格; 对所述第一重建网格进行网格参数化处理, 得到第二重建网格, 其中, 所述第二重建网格为包括纹理坐标的第一重建网格; 根据所述待编码的三维网格和所述第二重建网格对第一纹理图进行转换, 得到第二纹理图, 其中, 所述第一纹理图为所述待编码的三维网格对应的纹理图; 对所述第二纹理图进行编码, 得到纹理图码流。该编码端实施例与上述编码端侧方法实施例对应, 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编码端实施例中, 且能达到相同的技术效果。具体地, 图 18 为实现本申请实施例的一种编码端的硬件结构示意图。

该编码端 1800 包括但不限于: 射频单元 1801、网络模块 1802、音频输出单元 1803、输入单元 1804、传感器 1805、显示单元 1806、用户输入单元 1807、接口单元 1808、存储器 1809 以及处理器 1810 等中的至少部分部件。

本领域技术人员可以理解, 编码端 1800 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 1810 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 18 中示出的编码端结构并不构成对编码端的限定, 编码端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 1804 可以包括图形处理器(Graphics Processing Unit, GPU) 18041 和麦克风 18042, 图形处理器 18041 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 1806 可包括显示面板 18061, 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 18061。用户输入单元 1807 包括触控面板 18071 以及其他输入设备 18072 中的至少一种。触控面板 18071, 也称为触摸屏。触控面板 18071 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 18072 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 1801 接收来自网络侧设备的下行数据后, 可以传输给处理器 1810 进行处理; 另外, 射频单元 1801 可以向网络侧设备发送上行数据。通常, 射频单元 1801 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 1809 可用于存储软件程序或指令以及各种数据。存储器 1809 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 1809 可以包括易失性存储器或非易失性存储器。其中，非易失性存储器可以是只读存储器（Read-Only Memory, ROM）、可编程只读存储器（Programmable ROM, PROM）、可擦除可编程只读存储器（Erasable PROM, EPROM）、电可擦除可编程只读存储器（Electrically EPROM, EEPROM）或闪存。易失性存储器可以是随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）、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 1809 包括但不限于这些和任意其它适合类型的存储器。

处理器 1810 可包括一个或多个处理单元；可选的，处理器 1810 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 1810 中。

其中，处理器 1810，用于对第一网格进行压缩编码，得到网格码流，其中，所述第一网格为根据待编码的三维网格确定的网格；基于所述网格码流进行三维网格重建，得到第一重建网格；对所述第一重建网格进行网格参数化处理，得到第二重建网格，其中，所述第二重建网格为包括纹理坐标的第一重建网格；根据所述待编码的三维网格和所述第二重建网格对第一纹理图进行转换，得到第二纹理图，其中，所述第一纹理图为所述待编码的三维网格对应的纹理图；对所述第二纹理图进行编码，得到纹理图码流。

可以理解，本实施例中提及的各实现方式的实现过程可以参照前述方法实施例的相关描述，并达到相同或相应的技术效果，为避免重复，在此不再赘述。

本申请实施例还提供一种解码端，包括处理器和通信接口，所述处理器用于获取网格码流和纹理图码流；对所述网格码流进行解码得到第三网格，并对所述纹理图码流进行解码得到第三纹理图；对所述第三网格进行网格参数化处理，得到第四网格，其中，所述第四网格为包括纹理坐标的网格。该解码端实施例与上述解码端方法实施例对应，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解码端实施例中，且能达到相同的技术效果。

具体地，本申请实施例还提供了一种解码端。如图 19 所示，该解码端 1900 包括：天线 1901、射频装置 1902、基带装置 1903、处理器 1904 和存储器 1905。天线 1901 与射频装置 1902 连接。在上行方向上，射频装置 1902 通过天线 1901 接收信息，将接收的信息发送给基带装置 1903 进行处理。在下行方向上，基带装置 1903 对要发送的信息进行处理，并发送给射频装置 1902，射频装置 1902 对收到的信息进行处理后经过天线 1901 发送出去。

以上实施例中解码端执行的方法可以在基带装置 1903 中实现，该基带装置 1903 包括

基带处理器。

基带装置 1903 例如可以包括至少一个基带板，该基带板上设置有多个芯片，如图 19 所示，其中一个芯片例如为基带处理器，通过总线接口与存储器 1905 连接，以调用存储器 1905 中的程序，执行以上方法实施例中所示的网络设备操作。

该解码端还可以包括网络接口 1906，该接口例如为通用公共无线接口（Common Public Radio Interface, CPRI）。

具体地，本申请实施例的解码端 1900 还包括：存储在存储器 1905 上并可在处理器 1904 上运行的指令或程序，处理器 1904 调用存储器 1905 中的指令或程序执行图 16 所示各模块执行的方法，并达到相同的技术效果，为避免重复，故不在此赘述。

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三维网格编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终端中的处理器。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（Read-Only Memory, ROM）、随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）、磁碟或者光盘等。在一些示例中，可读存储介质可以是非瞬态的可读存储介质。

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，实现上述三维网格编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三维网格编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三维网格编解码系统，包括：编码端及解码端，所述编码端用于执行如图 3 及上述各个方法实施例的各个过程，所述解码端用于执行如图 12 及上述各个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。

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计算机软件产品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。该计算机软件产品存储在存储介质（如 ROM、RAM、磁碟、光盘等）中，包括若干指令，用以使得终端或者网络侧设备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，还可做出很多形式的实施方式，这些实施方式均属于本申请的保护之内。

权 利 要 求 书

1.一种三维网格编码方法，包括：

编码端对第一网格进行压缩编码，得到网格码流，其中，所述第一网格为根据待编码的三维网格确定的网格；

所述编码端基于所述网格码流进行三维网格重建，得到第一重建网格；

所述编码端对所述第一重建网格进行网格参数化处理，得到第二重建网格，其中，所述第二重建网格为包括纹理坐标的第一重建网格；

所述编码端根据所述待编码的三维网格和所述第二重建网格对第一纹理图进行转换，得到第二纹理图，其中，所述第一纹理图为所述待编码的三维网格对应的纹理图；

所述编码端对所述第二纹理图进行编码，得到纹理图码流。

2.根据权利要求1所述的方法，其中，所述编码端对所述第一重建网格进行网格参数化处理，得到第二重建网格，包括：

所述编码端采用正交投影算法对所述第一重建网格进行网格参数化处理，得到第二重建网格。

3.根据权利要求2所述的方法，其中，所述编码端采用正交投影算法对所述第一重建网格进行网格参数化处理，得到第二重建网格，包括：

所述编码端将所述第一重建网格划分为至少两个连通区域，其中，每个所述连通区域均包括所述第一重建网格的至少一个面，投影面相同且在三维空间中连通的面属于同一连通区域；

所述编码端对所述至少两个连通区域进行合并处理，得到至少一个第一连通区域；

所述编码端分别对所述至少一个第一连通区域执行第一处理，其中，所述第一处理包括对每个所述第一连通区域的各个面进行投影以进行重叠区域检测，以及将存在重叠区域的第一连通区域拆分为不重叠的至少两个连通区域；

所述编码端对所述第一处理后所得到的连通区域进行合并处理，得到至少一个第二连通区域；

所述编码端将所述至少一个第二连通区域的投影区域进行二维排列，以获得第二重建网格。

4.根据权利要求3所述的方法，其中，所述编码端对所述第一处理后所得到的连通区域进行合并处理，得到至少一个第二连通区域，包括：

所述编码端获取第三连通区域的候选区域集合，其中，所述候选区域集合包括至少一个候选区域，所述候选区域为所述第一处理后所得到的连通区域中与所述第三连通区域邻接的连通区域，所述第三连通区域为所述第一处理后所得到的连通区域中的任意连通区域；

所述编码端获取所述合并候选区域集合的至少一个目标候选区域，其中，在所述第三连通区域合并至所述目标候选区域的情况下所述第三连通区域的投影区域与所述目标候选区域的投影区域不重叠；

所述编码端将所述第三连通区域合并至所述至少一个目标候选区域中的一个目标候选区域。

5.根据权利要求4所述的方法,其中,所述编码端将所述第三连通区域合并至所述至少一个目标候选区域中的一个目标候选区域,包括:

所述编码端将所述第三连通区域合并至第一目标候选区域;

其中,所述第一目标候选区域为所述至少一个目标候选区域中投影面与所述第三连通区域的法向量之间的夹角最小的目标候选区域,或者,所述第一目标候选区域为所述至少一个目标候选区域中包含的面数最多的目标候选区域。

6.根据权利要求4或5所述的方法,其中,所述候选区域与所述第三连通区域之间存在至少两个重合顶点。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的方法,其中,所述第一网格根据简化网格确定,所述简化网格为对所述待编码的三维网格进行网格简化处理所得到的网格;

其中,所述简化网格的顶点数小于所述待编码的三维网格的顶点数,或者,所述简化网格的面数小于所述待编码的三维网格的面数。

8.根据权利要求7所述的方法,还包括:

所述编码端对所述简化网格进行细分变形,得到第二网格;

所述编码端根据所述待编码的三维网格和所述第二重建网格对第一纹理图进行转换,得到第二纹理图,包括:

所述编码端根据所述第二重建网格和所述第二网格计算所述第二网格的各个顶点的位移;

所述编码端对所述第二网格的各个顶点的位移进行编码,得到位移码流;

所述编码端根据所述第一重建网格和所述位移码流进行三维网格重建,得到第三重建网格;

所述编码端根据所述待编码的三维网格和所述第三重建网格对第一纹理图进行转换,得到第二纹理图。

9.根据权利要求1至8中任一项所述的方法,还包括:

所述编码端对第一编码信息执行第一操作,其中,所述第一编码信息包括所述网格码流和所述纹理图码流,所述第一操作包括如下至少一项:存储,传输。

10.根据权利要求9所述的方法,其中,所述第一编码信息还包括如下至少一项:

位移码流;

第一辅助信息,所述第一辅助信息包括如下至少一项:与网格编码相关的信息,与纹理图编码相关的信息,与网格细分变形相关的信息,与网格位移相关的信息,与网格参数化处理相关的信息。

11.一种三维网格解码方法,包括:

解码端获取网格码流和纹理图码流;

所述解码端对所述网格码流进行解码得到第三网格，并对所述纹理图码流进行解码得到第三纹理图；

所述解码端对所述第三网格进行网格参数化处理，得到第四网格，其中，所述第四网格为包括纹理坐标的网格。

12.根据权利要求 11 所述的方法，其中，所述解码端对所述第三网格进行网格参数化处理，得到第四网格，包括：

所述解码端采用正交投影算法对所述第三网格进行网格参数化处理，得到第四网格。

13.根据权利要求 12 所述的方法，其中，所述解码端采用正交投影算法对所述第三网格进行网格参数化处理，得到第四网格，包括：

所述解码端将所述第三网格划分为至少两个连通区域，其中，每个所述连通区域均包括所述第三网格的至少一个面，投影面相同且在三维空间中连通的面属于同一连通区域；

所述解码端对所述至少两个连通区域进行合并处理，得到至少一个第一连通区域；

所述解码端分别对所述至少一个第一连通区域执行第一处理，其中，所述第一处理包括对每个所述第一连通区域的各个面进行投影以进行重叠区域检测，以及将存在重叠区域的第一连通区域拆分为不重叠的至少两个连通区域；

所述解码端对所述第一处理后所得到的连通区域进行合并处理，得到至少一个第二连通区域；

所述解码端将所述至少一个第二连通区域的投影区域进行二维排列，以获得第四网格。

14.根据权利要求 13 所述的方法，其中，所述解码端对所述第一处理后所得到的连通区域进行合并处理，得到至少一个第二连通区域，包括：

所述解码端获取第三连通区域的候选区域集合，其中，所述候选区域集合包括至少一个候选区域，所述候选区域为所述第一处理后所得到的连通区域中与所述第三连通区域邻接的连通区域，所述第三连通区域为所述第一处理后所得到的连通区域中的任意连通区域；

所述解码端获取所述合并候选区域集合的至少一个目标候选区域，其中，在所述第三连通区域合并至所述目标候选区域的情况下所述第三连通区域的投影区域与所述目标候选区域的投影区域不重叠；

所述解码端将所述第三连通区域合并至所述至少一个目标候选区域中的一个目标候选区域。

15.根据权利要求 14 所述的方法，其中，所述解码端将所述第三连通区域合并至所述至少一个目标候选区域中的一个目标候选区域，包括：

所述解码端将所述第三连通区域合并至第一目标候选区域；

其中，所述第一目标候选区域为所述至少一个目标候选区域中投影面与所述第三连通区域的法向量之间的夹角最小的目标候选区域，或者，所述第一目标候选区域为所述至少一个目标候选区域中包含的面数最多的目标候选区域。

16.根据权利要求 14 或 15 所述的方法，其中，所述候选区域与所述第三连通区域之间

存在至少两个重合顶点。

17.根据权利要求 11 至 16 中任一项所述的方法，还包括：

所述解码端获取位移码流；

所述解码端对所述第四网格进行细分变形，得到第五网格；

所述解码端根据所述第五网格和所述位移码流经解码得到的位移进行三维网格重建，得到第四重建网格。

18.根据权利要求 11 至 17 中任一项所述的方法，还包括：

所述解码端获取第一辅助信息，其中，所述第一辅助信息包括如下至少一项：与网格编码相关的信息，与纹理图编码相关的信息，与网格细分变形相关的信息，与网格位移相关的信息，与网格参数化处理相关的信息。

19.一种三维网格编码装置，包括：

第一编码模块，用于对第一网格进行压缩编码，得到网格码流，其中，所述第一网格为根据待编码的三维网格确定的网格；

第一重建模块，用于基于所述网格码流进行三维网格重建，得到第一重建网格；

第一处理模块，用于对所述第一重建网格进行网格参数化处理，得到第二重建网格，其中，所述第二重建网格为包括纹理坐标的第一重建网格；

转换模块，用于根据所述待编码的三维网格和所述第二重建网格对第一纹理图进行转换，得到第二纹理图，其中，所述第一纹理图为所述待编码的三维网格对应的纹理图；

第二编码模块，用于对所述第二纹理图进行编码，得到纹理图码流。

20.一种三维网格解码装置，包括：

第一获取模块，用于获取网格码流和纹理图码流；

解码模块，用于对所述网格码流进行解码得到第三网格，并对所述纹理图码流进行解码得到第三纹理图；

第二处理模块，用于对所述第三网格进行网格参数化处理，得到第四网格，其中，所述第四网格为包括纹理坐标的网格。

21.一种电子设备，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 10 任一项所述的三维网格编码方法的步骤，或实现如权利要求 11 至 18 任一项所述的维网格解码方法的步骤。

22.一种芯片，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，实现如权利要求 1 至 10 任一项所述的三维网格编码方法的步骤，或实现如权利要求 11 至 18 任一项所述的维网格解码方法的步骤。

23.一种可读存储介质，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 10 任一项所述的三维网格编码方法的步骤，或者实现如权利要求 11 至 18 任一项所述的维网格解码方法的步骤。

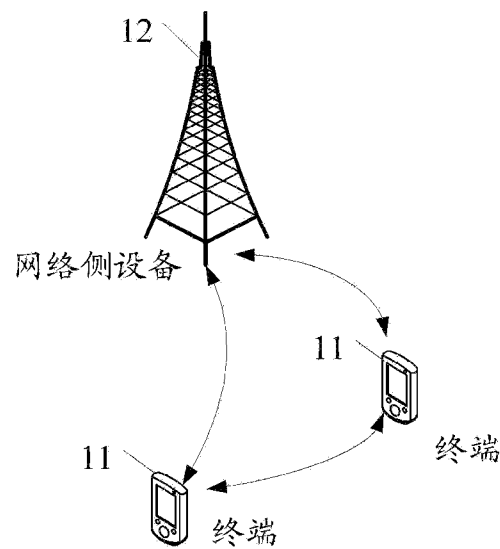


图 1

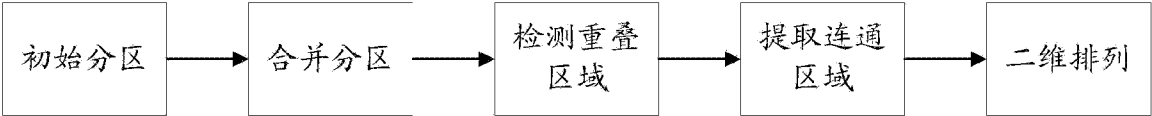


图 2

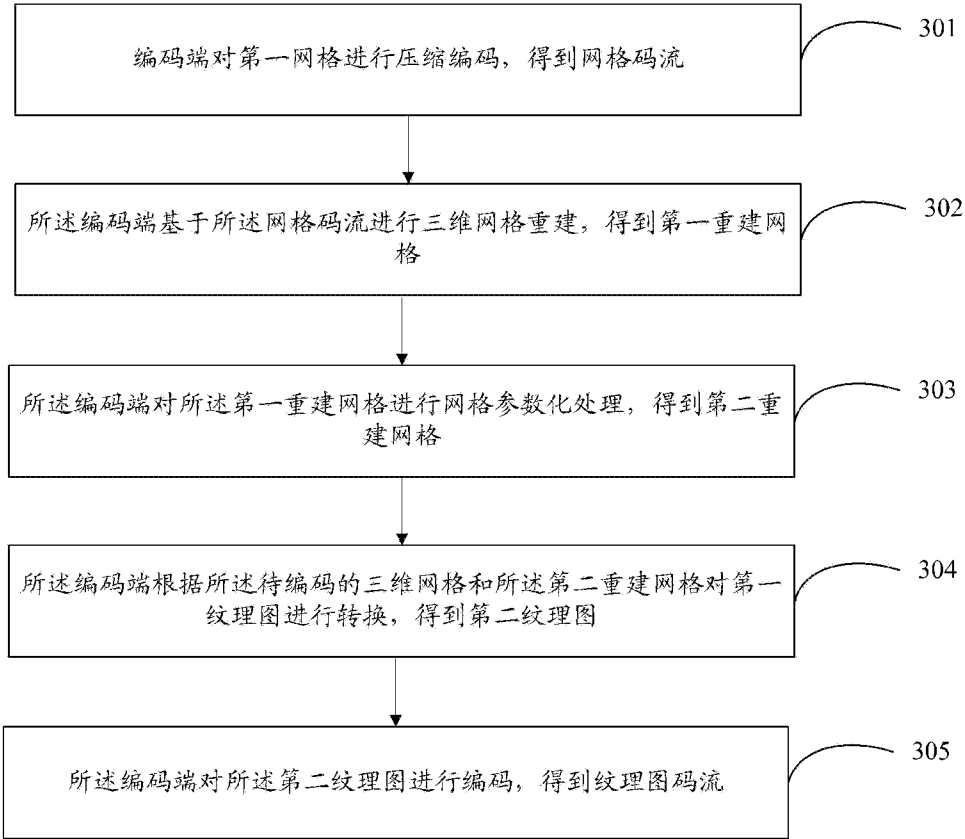


图 3

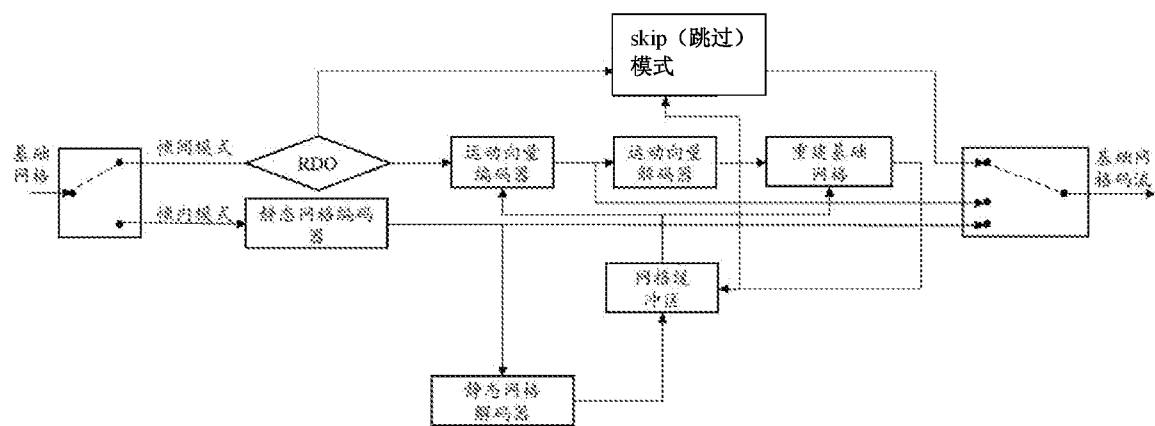


图 4

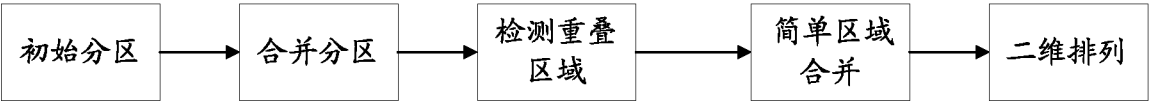


图 5

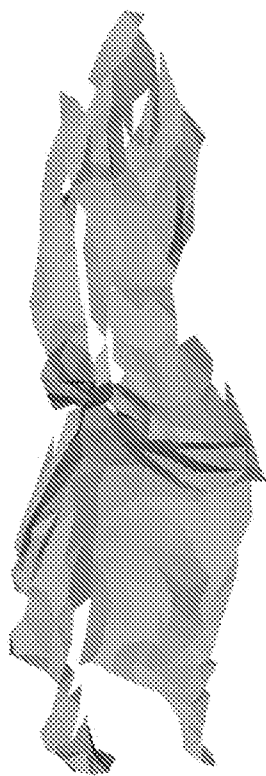


图 6a

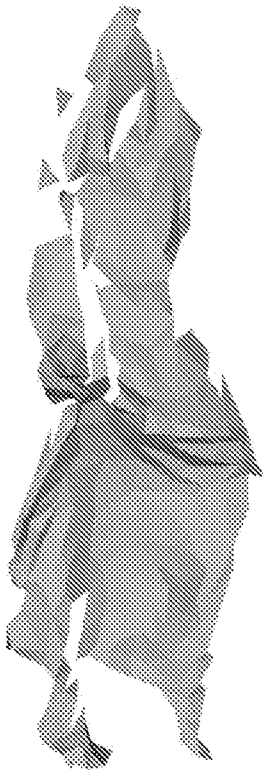


图 6b



图 6c

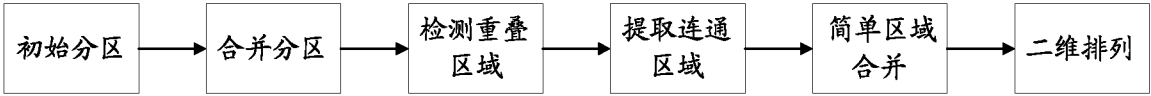


图 7a

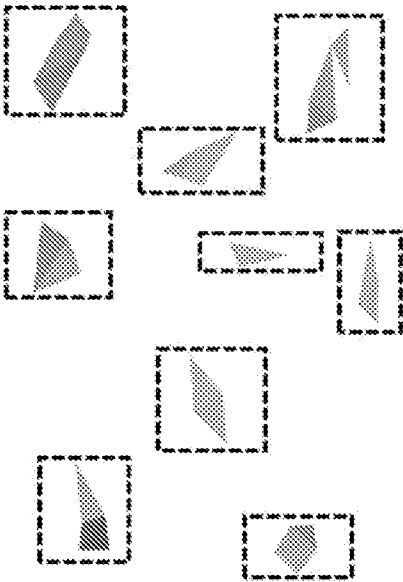


图 7b

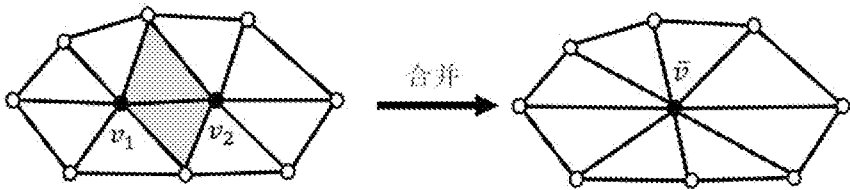


图 8

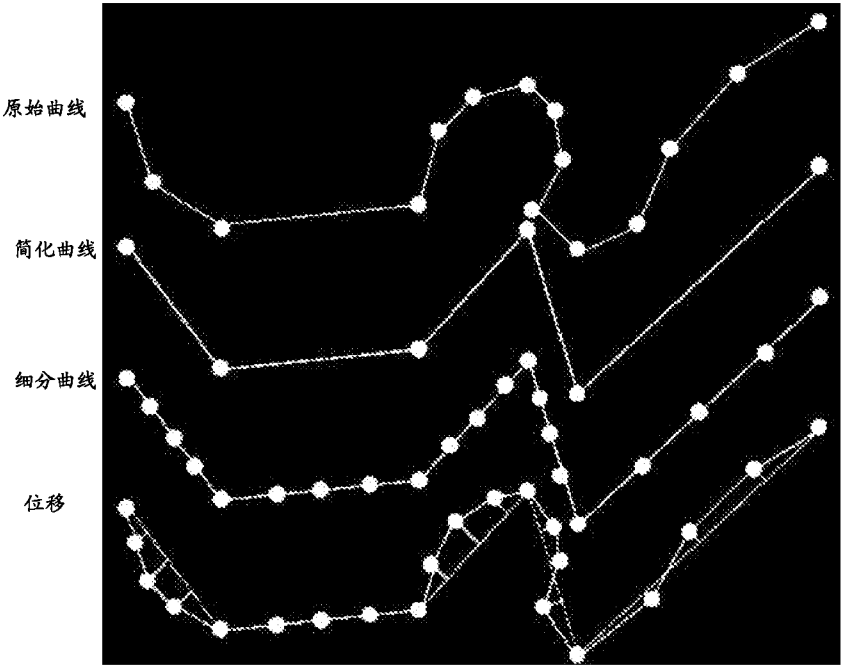


图 9

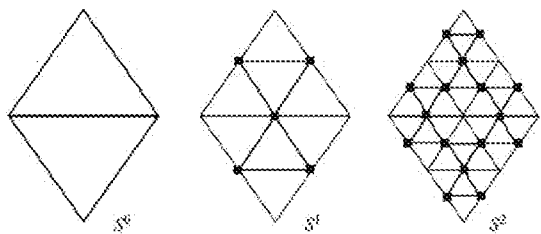


图 10

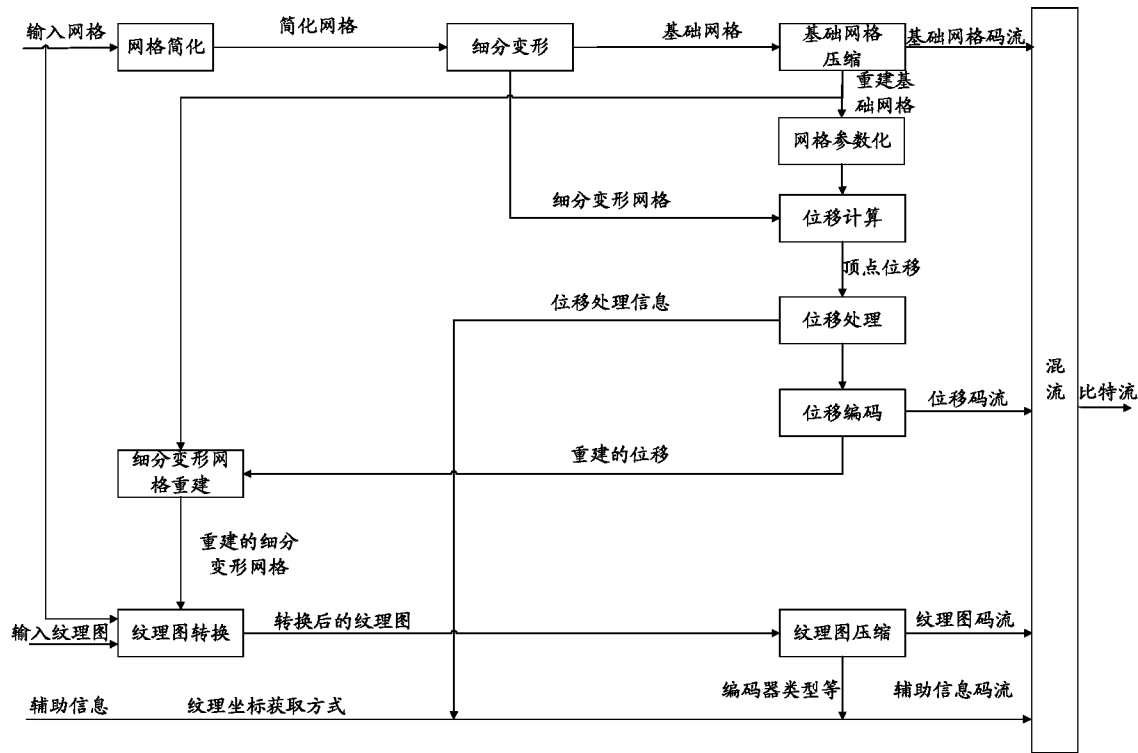


图 11

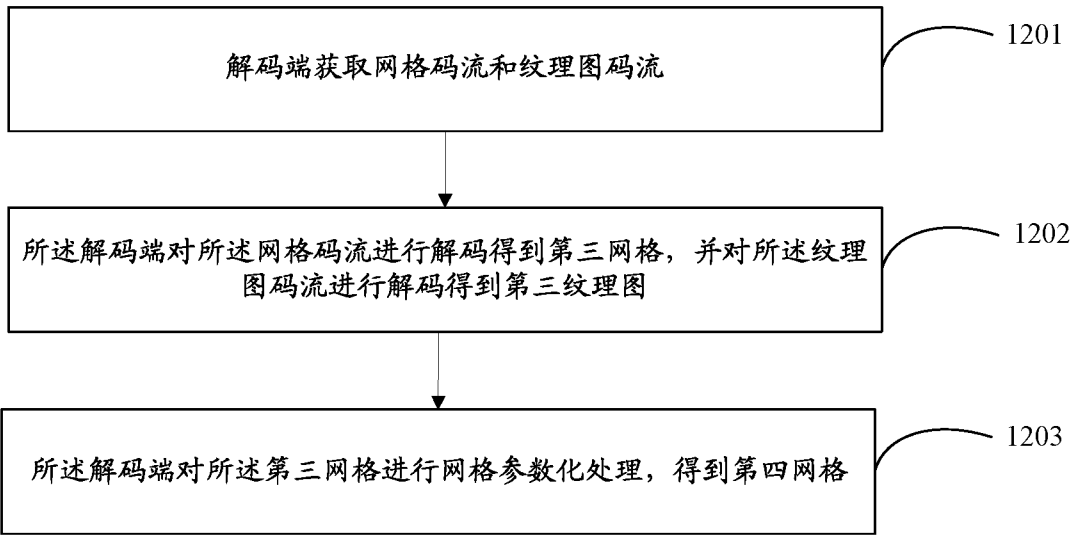


图 12

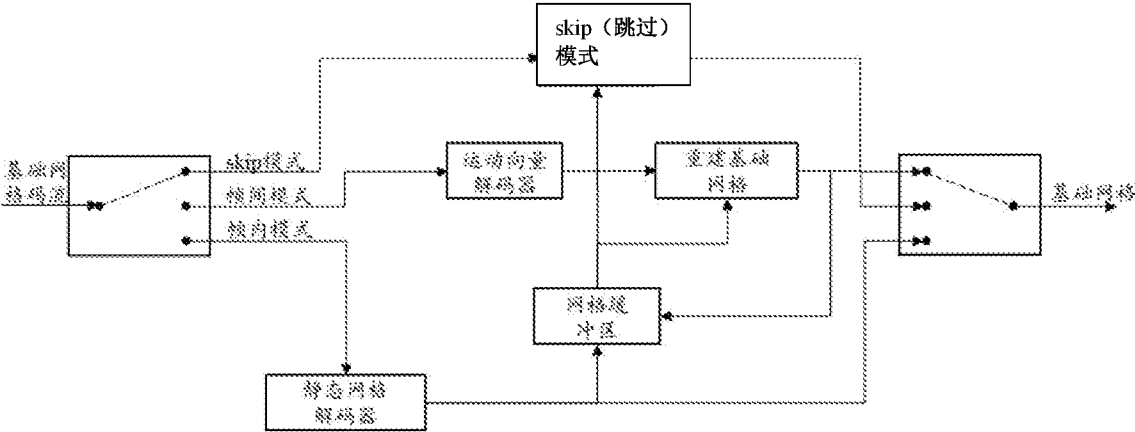


图 13

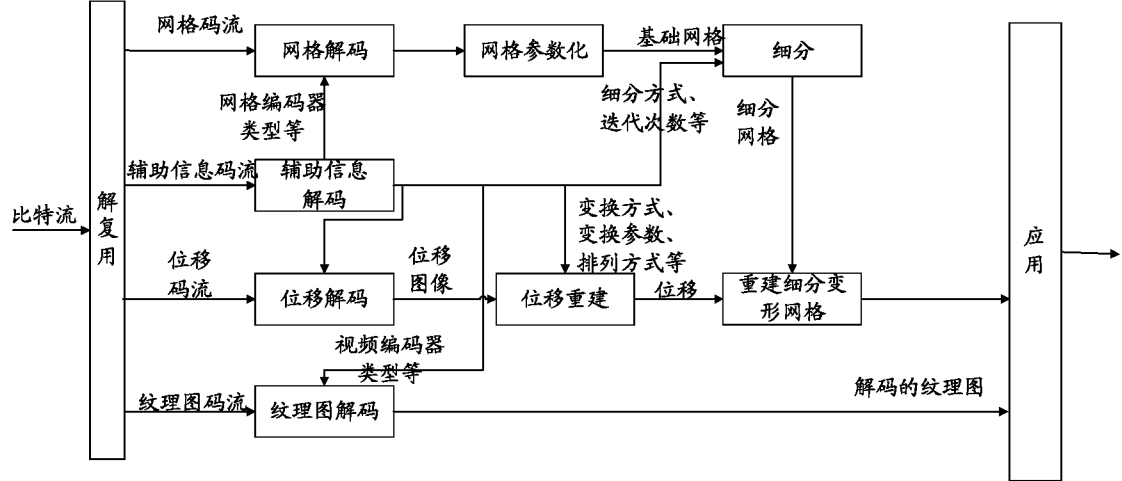


图 14

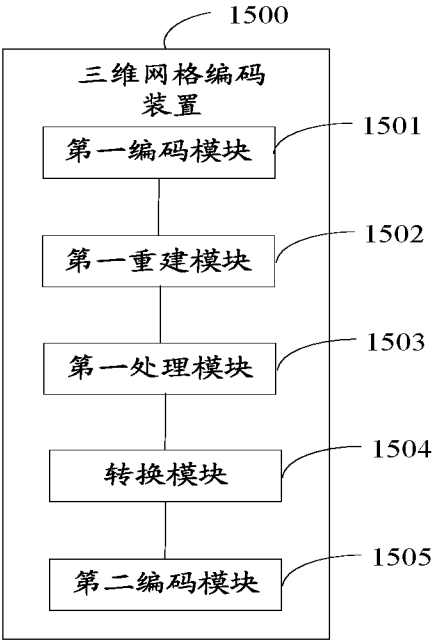


图 15

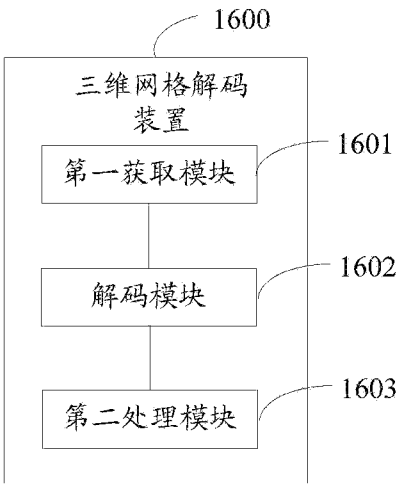


图 16

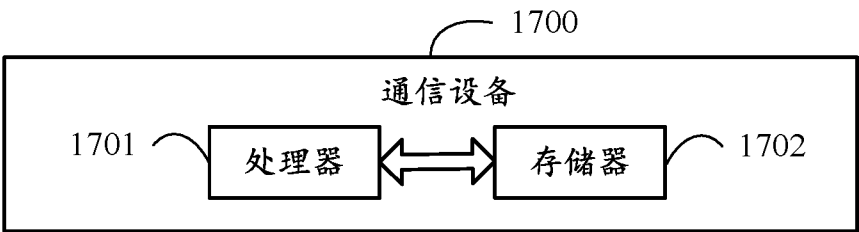


图 17

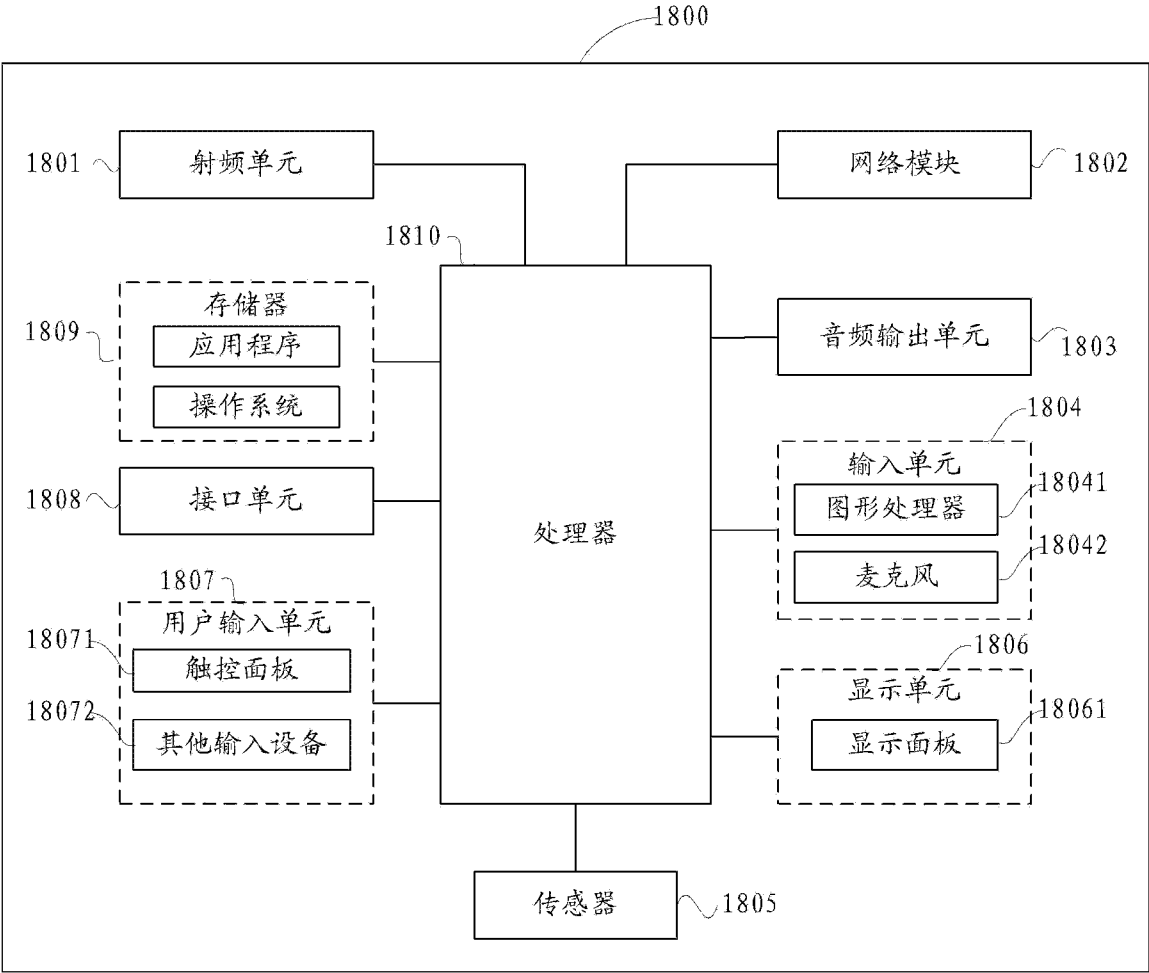


图 18

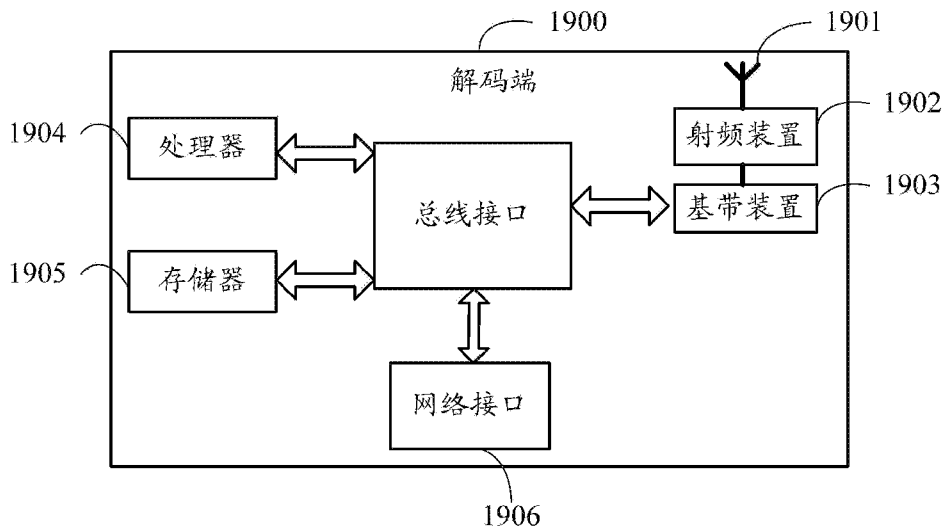


图 19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/100835

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H04N 13/161(2018.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC: H04N Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNABS, CNTXT, CNKI, VEN, USTXT, EPTXT, WOTXT, JVET: 编码, 解码, 点云, 三维, 体积, 网格, 码流, 重建, 参数化, 纹理图, 正交, 投影, 算法, 连通, 重叠, 区域, 简化, 合并, 位移, 辅助信息, encode, decode, point cloud, 3D, volumetric, mesh, bitstream, reconstruction, parameter, texture, patch, orthogonal, projection, connectivity, overlap, zone, merge, shift, subsidy, information		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2023050860 A1 (NOKIA TECHNOLOGIES OY) 16 February 2023 (2023-02-16) entire document	1-23
A	US 2021090301 A1 (APPLE INC.) 25 March 2021 (2021-03-25) entire document	1-23
A	US 2023068178 A1 (NOKIA TECHNOLOGIES OY) 02 March 2023 (2023-03-02) entire document	1-23
A	CN 115690361 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 03 February 2023 (2023-02-03) entire document	1-23
☐ 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 26 September 2024		Date of mailing of the international search report 28 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/CN2024/100835

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2023050860	A1	16 February 2023	WO	2021136876	A1	08 July 2021
				EP	4085633	A1	09 November 2022
				EP	4085633	A4	03 January 2024
US	2021090301	A1	25 March 2021	US	11450030	B2	20 September 2022
				US	2023030913	A1	02 February 2023
				US	11783508	B2	10 October 2023
				US	2023401751	A1	14 December 2023
				WO	2021062044	A1	01 April 2021
US	2023068178	A1	02 March 2023	WO	2021136878	A1	08 July 2021
				EP	4085634	A1	09 November 2022
				EP	4085634	A4	10 January 2024
CN	115690361	A	03 February 2023	None			

A. 主题的分类

H04N 13/161(2018.01)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: 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))

CNABS, CNTXT, CNKI, VEN, USTXT, EPTXT, WOTXT, JVET: 编码, 解码, 点云, 三维, 体积, 网格, 码流, 重建, 参数化, 纹理图, 正交, 投影, 算法, 连通, 重叠, 区域, 简化, 合并, 位移, 辅助信息, encode, decode, point cloud, 3D, volumetric, mesh, bitstream, reconstruction, parameter, texture, patch, orthogonal, projection, connectivity, overlap, zone, merge, shift, subsidy, information

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	US 2023050860 A1 (NOKIA TECHNOLOGIES OY) 2023年2月16日 (2023 - 02 - 16) 全文	1-23
A	US 2021090301 A1 (APPLE INC) 2021年3月25日 (2021 - 03 - 25) 全文	1-23
A	US 2023068178 A1 (NOKIA TECHNOLOGIES OY) 2023年3月2日 (2023 - 03 - 02) 全文	1-23
A	CN 115690361 A (浙江大学) 2023年2月3日 (2023 - 02 - 03) 全文	1-23

☐ 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26日

国际检索报告邮寄日期

2024年9月28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

蒋藤意

电话号码 (+86) 010-62411443

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/CN2024/100835

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)
US	2023050860	A1	2023年2月16日	WO	2021136876	A1	2021年7月8日
				EP	4085633	A1	2022年11月9日
				EP	4085633	A4	2024年1月3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
				US	2023401751	A1	2023年12月14日
				WO	2021062044	A1	2021年4月1日
US	2023068178	A1	2023年3月2日	WO	2021136878	A1	2021年7月8日
				EP	4085634	A1	2022年11月9日
				EP	4085634	A4	2024年1月10日
CN	115690361	A	2023年2月3日	无			