(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118575196 A
(43)申请公布日 2024.08.30

(21)申请号 202380017720.6
(22)申请日 2023.01.26
(30)优先权数据
22305117.8 2022.02.03 EP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.07.18
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2023/051939 2023.01.26
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/148083 EN 2023.08.10
(71)申请人 交互数字CE专利控股有限公司
地址 法国巴黎
(72)发明人 J-E·马维 C·盖德 M·克里沃库卡
(74)专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205
专利代理师 张娜 刘芳
(51)Int.Cl.
G06T 9/00(2006.01)
H04N 19/90(2006.01)

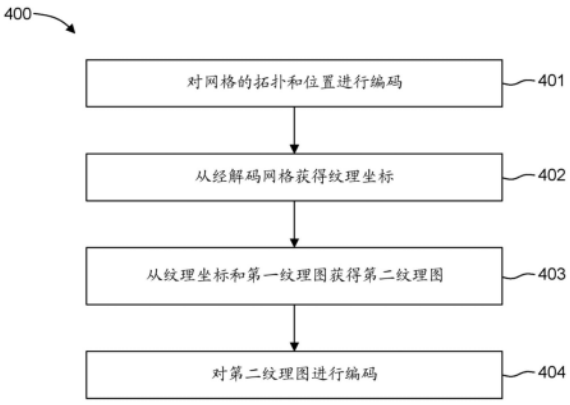
权利要求书2页 说明书13页 附图11页

(54)发明名称

用于对3D网格进行编码/解码的方法和装置

(57)摘要

提供了用于对3D对象进行编码或解码的方法和装置。针对表示3D对象的网格的至少一个面,从该至少一个面的经解码顶点位置和该网格的经解码拓扑获得第二纹理图中的第二纹理坐标,该至少一个面包括顶点位置和第一纹理图中的与这些顶点位置相关联的第一纹理坐标。基于该第一纹理坐标和该第二纹理坐标来从该第一纹理图获得第二纹理图,并且对该第二纹理图进行编码。



CN 118575196 A

1.一种方法,所述方法包括:

针对表示3D对象的网格的至少一个面,从所述至少一个面的经解码顶点位置和所述网格的经解码拓扑获得第二纹理图中的第二纹理坐标,所述至少一个面包括顶点位置和第一纹理图中的与所述顶点位置相关联的第一纹理坐标,

基于第一纹理坐标和第二纹理坐标来从所述第一纹理图获得所述第二纹理图,

对所述第二纹理图进行编码。

2.一种装置,所述装置包括一个或多个处理器,其中所述一个或多个处理器被配置为:

针对表示3D对象的网格的至少一个面,从所述至少一个面的经解码顶点位置和所述网格的经解码拓扑获得第二纹理图中的第二纹理坐标,所述至少一个面包括顶点位置和第一纹理图中的与所述顶点位置相关联的第一纹理坐标,

基于第一纹理坐标和第二纹理坐标来从所述第一纹理图获得所述第二纹理图,

对所述第二纹理图进行编码。

3.根据权利要求1所述的方法,所述方法进一步包括,或根据权利要求2所述的装置,其中所述一个或多个处理器进一步被配置用于:对所述网格的所述拓扑和所述网格的所述至少一个面进行编码,从而提供经编码网格。

4.根据权利要求1或3中任一项所述的方法,或根据权利要求2至3中任一项所述的装置,其中获得第二纹理坐标包括:使用所述经解码顶点位置来生成所述第二纹理坐标。

5.根据权利要求1或3至4中任一项所述的方法,或根据权利要求2至4中任一项所述的装置,其中基于第一纹理坐标和第二纹理坐标来从所述第一纹理图获得第二纹理图包括:使用所述第一纹理坐标和所述第二纹理坐标来将所述第一纹理图重投影到所述第二纹理图上。

6.根据权利要求1或3至5中任一项所述的方法,所述方法进一步包括,或根据权利要求2至5中任一项所述的装置,其中所述一个或多个处理器进一步被配置用于:对与获得所述第二纹理图相关的元数据进行编码。

7.根据权利要求3至6中任一项所述的方法,或根据权利要求3至6中任一项所述的装置,其中使用所述第一纹理坐标和所述第二纹理坐标来将所述第一纹理图重投影到所述第二纹理图上包括:在编码之前,针对所述经编码网格的至少一个经解码面识别所述网格中的对应面。

8.一种方法,所述方法包括:

对表示3D对象的网格的拓扑和所述网格的至少一个面进行解码,所述至少一个面包括顶点位置,

基于经解码拓扑和经解码顶点位置来获得所述至少一个面的顶点的纹理坐标。

9.一种装置,所述装置包括一个或多个处理器,所述一个或多个处理器被配置为:

对表示3D对象的网格的拓扑和所述网格的至少一个面进行解码,所述至少一个面包括顶点位置,

基于所述经解码拓扑和所述经解码顶点位置来获得所述至少一个面的顶点的纹理坐标。

10.根据权利要求8所述的方法,所述方法进一步包括,或根据权利要求9所述的装置,其中所述一个或多个处理器进一步被配置用于:

对表示与所述网格相关联的纹理数据的纹理图进行解码，

使用至少所获得纹理坐标和所述经解码纹理图来渲染所述3D对象。

11.根据权利要求8或10所述的方法，或根据权利要求9或10所述的装置，其中拓扑和顶点位置是从比特流解码的。

12.根据权利要求11所述的方法或装置，其中纹理坐标未编码在所述比特流中。

13.根据权利要求8或10至12中任一项所述的方法，所述方法进一步包括，或根据权利要求9至12中任一项所述的装置，其中所述一个或多个处理器进一步被配置用于：对指示基于所述经解码拓扑和所述经解码顶点位置来获得所述至少一个面的顶点的纹理坐标的指示进行解码。

14.根据权利要求8或10至13中任一项所述的方法，所述方法进一步包括，或根据权利要求9至13中任一项所述的装置，其中所述一个或多个处理器进一步被配置用于：对用于生成所述纹理坐标的方法的指示进行解码。

15.一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质上存储有指令，所述指令用于使一个或多个处理器执行根据权利要求1或3至8或10至14中任一项所述的方法。

16.一种设备，所述设备包括：

根据权利要求9至14中任一项所述的装置；和

以下中的至少一者：(i)天线，所述天线被配置为接收信号，所述信号包括表示3D对象的至少一部分的数据；(ii)频带限制器，所述频带限制器被配置为将所接收的信号限制到包括表示所述3D对象的所述至少一部分的所述数据的频带；或(iii)显示器，所述显示器被配置为显示所述3D对象的所述至少一部分。

17.根据权利要求16所述的设备，所述设备包括TV、移动电话、平板电脑或机顶盒。

18.一种比特流，所述比特流包括：

表示网格的拓扑、所述网络的至少一个面的经编码视频数据，所述至少一个面包括顶点位置，

表示指示解码器基于经解码拓扑和经解码顶点位置来获得所述至少一个面的顶点的纹理坐标的指示的经编码数据。

19.根据权利要求18所述的比特流，所述比特流进一步包括：与用于生成所述纹理坐标的方法相关的元数据。

20.根据权利要求18或19所述的比特流，所述比特流进一步包括：表示与所述网格相关联的纹理数据的经编码数据。

21.一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质上存储有根据权利要求18至20中任一项所述的比特流。

22.一种装置，所述装置包括：

访问单元，所述访问单元被配置为访问包括根据权利要求18至20中任一项所述的比特流的数据，

发射器，所述发射器被配置为发射所访问的数据。

用于对3D网格进行编码/解码的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明实施方案整体涉及一种用于对3D网格进行编码和解码,并且更具体地涉及对表示为网格的3D对象进行编码和解码的方法和装置。

背景技术

[0002] 可以通过使用在空间上调度的一组物理捕获设备(视频、红外光,……)捕获动画模型来实现自由视点视频。随后可以对经捕获的动画序列进行编码并将其传输到终端,以便以六自由度(6dof)从任何虚拟视点进行播放。存在用于对动画模型进行编码的不同方法。例如,动画模型可以表示为图像/视频、点云或纹理化网格。

[0003] 在基于图像/视频的方法中,存储一组视频流加上附加元数据,并且执行扭曲或任何其他重投影以在回放时从虚拟视点产生图像。这种解决方案需要大量的带宽并且引入许多伪影。

[0004] 在点云方法中,从一组输入动画图像重建动画3D点云,从而产生更紧凑的3D模型表示。随后可以将动画点云投影在包裹动画点云的体积的平面上并将经投影的点(也称为补块(patch))编码到一组2D编码视频流(例如,使用HEVC、AVC、VVC……)中以用于递送该动画点云。然而,模型的实质在空间扩展方面非常有限,并且可能出现一些伪影,诸如表面上的针对近距离视图的孔穴。

[0005] 在纹理化网格方法中,从一组输入动画图像重建动画纹理化网格。网格的特征为:几何定义可以非常低,并且光度测定纹理图集可以被编码在标准视频流中。纹理化网格编码依赖于纹理坐标(UV)来执行纹理图像到网格的面/三角形的映射。

发明内容

[0006] 根据一个实施方案,提供了一种用于对使用网格表示的至少一个3D对象进行编码或者对至少一个3D网格进行编码的方法,该方法包括:针对该网格的至少一个面,从该至少一个面的经解码顶点位置和该网格的经解码拓扑获得第二纹理图中的第二纹理坐标,该至少一个面包括顶点位置和第一纹理图中的与这些顶点位置相关联的第一纹理坐标;基于第一纹理坐标和第二纹理坐标从该第一纹理图获得第二纹理图;以及对该第二纹理图进行编码。

[0007] 根据另一实施方案,提供了一种用于对使用网格表示的至少一个3D对象进行编码或者对至少一个3D网格进行编码的装置。该装置包括一个或多个处理器,该一个或多个处理器被配置为:针对该网格的至少一个面,从该至少一个面的经解码顶点位置和该网格的经解码拓扑获得第二纹理图中的第二纹理坐标,该至少一个面包括顶点位置和第一纹理图中的与这些顶点位置相关联的第一纹理坐标;基于第一纹理坐标和第二纹理坐标从该第一纹理图获得第二纹理图;对该第二纹理图进行编码。

[0008] 根据另一实施方案,提供了一种用于对使用网格表示的至少一个3D对象进行解码或者对至少一个3D网格进行解码的方法。该方法包括:对网格的拓扑和该网格的至少一个

面进行解码,该至少一个面包括顶点位置;基于经解码拓扑和经解码顶点位置来获得该至少一个面的顶点的纹理坐标。

[0009] 根据另一实施方案,提供了一种用于对使用网格表示的至少一个3D对象进行解码或者对至少一个3D网格进行解码的装置。该装置包括一个或多个处理器,该一个或多个处理器被配置为:对该网格的拓扑和该网格的至少一个面进行解码,该至少一个面包括顶点位置;基于经解码拓扑和经解码顶点位置来获得该至少一个面的顶点的纹理坐标。

[0010] 根据另一实施方案,一种比特流包括:表示网格的拓扑、该网络的至少一个面的经编码视频数据,该至少一个面包括顶点位置,

[0011] -表示指示解码器基于经解码拓扑和经解码顶点位置来获得该至少一个面的顶点的纹理坐标的指示的经编码数据。

[0012] 一个或多个实施方案还提供了一种计算机程序,该计算机程序包括指令,这些指令在由一个或多个处理器执行时使该一个或多个处理器执行根据上述实施方案中的任一实施方案所述的编码方法或解码方法中的任一者。本发明实施方案中的一个或多个实施方案还提供了一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质上存储有用于根据本文所述的方法对3D对象进行编码或解码的指令。一个或多个实施方案还提供了一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质上存储有根据本文所述方法生成的比特流。一个或多个实施方案还提供了一种用于发射或接收比特流的方法和装置,所述比特流根据本文所述的方法生成。

附图说明

[0013] 图1例示了其中可以实现本发明实施方案的各方面的系统的框图。

[0014] 图2例示了视频编码器的实施方案的框图。

[0015] 图3例示了视频解码器的实施方案的框图。

[0016] 图4例示了根据一个实施方案的用于对3D对象进行编码的方法的示例。

[0017] 图5例示了根据一个实施方案的用于对3D对象进行解码的方法的示例。

[0018] 图6例示了根据另一个实施方案的用于对3D对象进行编码的方法的示例。

[0019] 图7例示了根据另一个实施方案的用于对3D对象进行解码的方法的示例。

[0020] 图8例示了根据一个实施方案的原始纹理图和重投影的纹理图的示例。

[0021] 图9例示了根据一个实施方案的用于对纹理图进行重投影的方法的示例。

[0022] 图10例示了根据一个实施方案的用于对三角形进行重投影的方法的示例。

[0023] 图11根据一个实施方案的用于提取源三角形和目标三角形的方法的示例。

[0024] 图12例示了根据一个实施方案的用于对像素进行重投影的方法的示例。

[0025] 图13示出了根据本发明原理的示例的通过通信网络进行通信的两个远程设备。

[0026] 图14示出了根据本发明原理的示例的信号的语法。

[0027] 图15示出了根据上述实施方案中的任一实施方案的用于发射信号的方法的实施方案。

具体实施方式

[0028] 图1例示了其中可实现各种方面和实施方案的系统的示例的框图。系统100可体现

为一种设备,该设备包括下文所述的各种部件,并且被配置为执行本申请所述各方面中的一个或多个方面。此类设备的示例包括但不限于各种电子设备,诸如个人计算机、膝上型计算机、智能电话、平板电脑、数字多媒体机顶盒、数字电视接收器、个人视频录制系统、连接的家用电器和服务器。系统100的元件可单独地或组合地体现在单个集成电路、多个IC和/或分立部件中。例如,在至少一个实施方案中,系统100的处理和编码器/解码器元件跨多个IC和/或分立的部件分布。在各种实施方案中,系统100经由例如通信总线或通过专用输入和/或输出端口通信地耦接到其他系统或其他电子设备。在各种实施方案中,系统100被配置为实现本申请所述的方面的一个或多个方面。

[0029] 系统100包括至少一个处理器110,该至少一个处理器被配置为执行加载到其中的指令,以用于实现例如本申请所述的各个方面。处理器110可包括嵌入式存储器、输入输出接口和本领域已知的各种其他电路。系统100包括至少一个存储器120(例如,易失性存储器设备和/或非易失性存储器设备)。系统100包括存储设备140,该存储设备可以包括非易失性存储器和/或易失性存储器,包括但不限于EEPROM、ROM、PROM、RAM、DRAM、SRAM、闪存、磁盘驱动器和/或光盘驱动器。作为非限制性示例,存储设备140可以包括内部存储设备、附接存储设备和/或网络可访问的存储设备。

[0030] 系统100包括编码器/解码器模块130,该编码器/解码器模块被配置为例如处理数据以提供编码视频/3D对象或解码视频/3D对象,并且编码器/解码器模块130可包括其自身的处理器和存储器。编码器/解码器模块130表示可被包括在设备中以执行编码和/或解码功能的模块。众所周知,设备可以包括编码模块和解码模块中的一者或两者。另外,编码器/解码器模块130可被实现为系统100的单独元件,或者可被结合在处理器110内作为本领域技术人员已知的硬件和软件的组合。

[0031] 要加载到处理器110或编码器/解码器130上以执行本申请中所述的各个方面的程序代码可以存储在存储设备140中,并且随后加载到存储器120上以供处理器110执行。根据各种实施方案,处理器110、存储器120、存储设备140和编码器/解码器模块130中的一者或多者可以在执行本申请中描述的过程期间存储各个项目中的一者或多者。此类存储项目可包括但不限于输入视频/3D对象、解码视频/3D对象或解码视频/3D对象的部分、比特流、矩阵、变量以及处理等式、公式、运算和运算逻辑的中间结果或最终结果。

[0032] 在若干实施方案中,处理器110和/或编码器/解码器模块130内部的存储器用于存储指令并且提供工作存储器以用于在编码或解码期间进行需要的处理。然而,在其他实施方案中,在处理设备外部的存储器(例如,处理设备可以是处理器110或编码器/解码器模块130)用于这些功能中的一个或多个功能。外部存储器可以是存储器120和/或存储设备140,例如,动态易失性存储器和/或非易失性闪存存储器。在若干实施方案中,外部非易失性闪存存储器用于存储电视机的操作系统。在至少一个实施方案中,诸如RAM的快速外部动态易失性存储器被用作用于编码和解码操作的工作存储器,诸如例如MPEG-2、HEVC或VVC。

[0033] 系统100的元件的输入可以通过如框105中指示的各种输入设备来提供。此类输入设备包括但不限于:(i)接收例如由广播器通过无线电传输的RF信号的RF部分;(ii)复合输入端子;(iii)USB输入端子和/或(iv)HDMI输入端子。

[0034] 在各种实施方案中,框105的输入设备具有如本领域中已知的相关联的相应输入处理元件。例如,RF部分可与适于以下项的元件相关联:(i)选择期望的频率(也称为选择信

号,或将信号频带限制到一个频带),(ii)下变频选择的信号,(iii)再次将频带限制到更窄频带以选择(例如)在某些实施方案中可称为信道的信号频带,(iv)解调经下变频和频带限制的信号,(v)执行纠错,以及(vi)解复用以选择期望的数据包流。各种实施方案的RF部分包括用于执行这些功能的一个或多个元件,例如频率选择器、信号选择器、频带限制器、信道选择器、滤波器、下变频器、解调器、纠错器和解复用器。RF部分可包含执行这些功能中的各种功能的调谐器,这些功能包含例如下变频接收的信号至更低频率(例如,中频或近基带频率)或至基带。在一个机顶盒实施方案中,RF部分及其相关联的输入处理元件接收通过有线(例如,电缆)介质传输的RF信号,并且通过滤波、下变频和再次滤波至期望的频带来执行频率选择。各个实施方案重新布置上面所描述的(和其他)元件的顺序,移除这些元件中的一些元件,和/或添加执行相似或不同功能的其他元件。添加元件可以包括在现有元件之间插入元件,例如,插入放大器和模拟-数字转换器。在各种实施方案中,RF部分包括天线。

[0035] 另外,USB和/或HDMI端子可以包括用于跨USB和/或HDMI连接将系统100连接到其他电子设备的相应接口处理器。应当理解,输入处理(例如,里德-所罗门(Reed-Solomon)纠错)的各个方面可以按照需要例如在单独的输入处理IC内或在处理器110内实现。相似地,USB或HDMI接口处理的各方面可以按照需要在单独的接口IC内或在处理器110内实现。将经解调的、经纠错的和经解复用的流提供给各种处理元件,包括例如处理器110和编码器/解码器130,各种处理元件与存储器和存储元件结合操作以根据需要处理数据流以用于在输出设备上呈现。

[0036] 系统100的各种元件可以设置在集成外壳内。在集成外壳内,各种元件可以使用合适的连接布置115(例如,本领域已知的内部总线,包括I2C总线、布线和印刷电路板)进行互连并在其间传输数据。

[0037] 系统100包括通信接口150,该通信接口使得能够经由通信信道190与其他设备通信。通信接口150可包括但不限于被配置为通过通信信道190发射和接收数据的收发器。通信接口150可包括但不限于调制解调器或网卡,并且通信信道190可例如在有线和/或无线介质内实现。

[0038] 在各种实施方案中,使用诸如IEEE 802.11的Wi-Fi网络将数据流式传输到系统100。这些实施方案的Wi-Fi信号经由适合于Wi-Fi通信的通信信道190和通信接口150接收。这些实施方案中的通信信道190通常连接到接入点或路由器,该接入点或路由器提供对包括互联网的外部网络的访问,以允许流式应用和其他OTT通信。其他实施方案使用机顶盒向系统100提供流式传输的数据,该机顶盒通过输入框105的HDMI连接来递送数据。还有其他实施方案使用输入框105的RF连接向系统100提供流式传输的数据。

[0039] 系统100可将输出信号提供给各种输出设备,包括显示器165、扬声器175和其他外围设备185。在实施方案的各种示例中,其它外围设备185包括以下中的一者或多者:独立DVR、磁盘播放器、立体音响系统、照明系统和基于系统100的输出提供功能的其它设备。在各种实施方案中,控制信号使用信令(诸如AV.Link、CEC或使得能够在有或没有用户干预的情况下的设备到设备控制的其他通信协议)在系统100与显示器165、扬声器175或其他外围设备185之间通信。输出设备可通过相应的接口160、170和180经由专用连接通信地耦接到系统100。另选地,输出设备可以使用通信信道190经由通信接口150连接到系统100。显示器165和扬声器175可与电子设备(例如,电视机)中的系统100的其他部件集成在单个单元中。

在各种实施方案中,显示器接口160包括显示器驱动器,例如,定时控制器(T Con)芯片。

[0040] 另选地,例如,在输入105的RF部分是单独机顶盒的一部分时,显示器165和扬声器175可以与其他部件中的一者或多者分隔开。在其中显示器165和扬声器175是外部部件的各种实施方案中,输出信号可以经由专用输出连接(包括例如,HDMI端口、USB端口或COMP输出)来提供。

[0041] 图2示出了根据实施方案的可用于对动画网格的一个或多个属性进行编码的示例性视频编码器200,诸如高效视频编码(HEVC)编码器。图2还可以示出在其中对HEVC标准进行改进的编码器,或采用类似于HEVC的技术的编码器,诸如由联合视频探索团队(JVET)开发的多功能视频编码(VVC)编码器。

[0042] 在本申请中,术语“重建”和“解码”可以互换使用,术语“经编码”或“编码”可以互换使用,术语“像素”或“样本”可以互换使用,并且术语“图像”、“图片”和“帧”可以互换使用。通常,但不必然,术语“重构”在编码器侧使用,而“解码”在解码器侧使用。

[0043] 在经过编码之前,视频序列可经过预编码处理(201),例如,将颜色变换应用于输入的彩色图片(例如,从RGB 4:4:4到YCbCr 4:2:0的转换),或执行输入图片分量的重新映射,以便获取对压缩更有弹性的信号分布(例如,使用颜色分量中的一个颜色分量的直方图均衡化)。元数据可与预处理相关联并且附加到比特流。

[0044] 在编码器200中,图片由如下文所述的编码器元件进行编码。要被编码的图片在例如CU的单元中进行分区(202)和处理。例如,使用帧内模式或帧间模式对每个单元进行编码。当以帧内模式对单元进行编码时,该单元执行帧内预测(260)。以帧间模式执行运动估计(275)和补偿(270)。编码器决定(205)要使用帧内模式或帧间模式中的哪一者对单元进行编码,以及通过例如预测模式标志来指示帧内/帧间决策。编码器还可以混合(263)帧内预测结果和帧间预测结果,或混合来自不同帧内/帧间预测方法的结果。

[0045] 预测残差例如通过从原始图像块中减去(210)预测的块进行计算。运动修正模块(272)使用已经可用的参考图片,以便在不参考原始块的情况下修正块的运动场。区域的运动场可以被认为是关于该区域的所有像素的运动向量的集合。在运动向量基于子块时,运动场也可以表示为区域中的所有子块运动向量的集合(子块内的所有像素具有相同的运动向量,并且子块与子块之间的运动向量可能不同)。在单个运动向量用于该区域时,该区域的运动场也可以由单个运动向量(针对区域中的所有像素的相同运动向量)表示。

[0046] 然后,对预测残差进行变换(225)和量化(230)。对经量化的变换系数以及运动向量和其他语法元素进行熵译码(245)以输出比特流。编码器可以跳过变换,并且将量化直接应用于未变换的残差信号。编码器可以绕过变换和量化两者,即,在不应用变换或量化过程的情况下直接对残差进行编码。

[0047] 编码器对编码块进行解码,以提供进一步预测的参考。对经量化的变换系数进行解量化(240)和逆变换(250)以对预测残差进行解码。通过将经解码的预测残差和预测的块进行组合(255)来重建图像块。将环内滤波器(265)应用于重建的图片以执行例如,解块/SAO(样本自适应偏移)滤波,从而减少编码伪影。经滤波的图像存储在参考图片缓冲器(280)处。

[0048] 图3示出了根据实施方案的可用于对动画网格的一个或多个属性进行解码的示例性视频解码器300的框图。在解码器300中,比特流由如下文所述的解码器元件进行解码。视

频解码器300通常执行与图2中描述的编码过程相反的解码过程。编码器200通常还执行视频解码作为对视频数据进行编码的一部分。

[0049] 具体地,解码器的输入包括视频比特流,该视频比特流可以由视频编码器200生成。首先,对比特流进行熵解码(330)以获得变换系数、运动向量和其他经译码的信息。图片分区信息指示如何对图片进行分区。因此,解码器可以根据经解码的图片分区信息来划分(335)图片。对变换系数进行解量化(340)和逆变换(350)以对预测残差进行解码。将经解码的预测残差和预测的块进行组合(355)来重建图像块。

[0050] 预测的块可以从帧内预测(360)或运动补偿预测(即,帧间预测)(375)获得(370)。解码器可以混合(373)帧内预测结果和帧间预测结果,或者混合来自多个帧内/帧间预测方法的结果。在运动补偿之前,运动场可以通过使用已经可用的参考图片来修正(372)。环内滤波器(365)被应用于经重建的图像。经滤波的图像存储在参考图片缓冲器(380)处。

[0051] 经解码的图片还可经过解码后处理(385),例如,逆颜色变换(例如,从YCbCr 4:2:0转换到RGB 4:4:4)或执行与在预编码处理(201)中执行的重新映射过程相逆的逆重新映射。解码后处理可以使用在预编码处理中导出并且在比特流中发信号通知的元数据。

[0052] 本申请提供用于对至少一个3D对象或动画3D对象(即,随时间演变的3D对象)进行编码/解码的各种实施方案。根据一个实施方案,3D对象表示为点云或3D网格。在表示为3D网格的3D对象的情况下描述以下实施方案。在一些变体中,可以从3D对象的点云导出3D网格。

[0053] 网格至少包括以下特征:顶点位置列表;定义顶点之间的连接的拓扑,例如面列表;和任选的与顶点相关联的光度数据,诸如纹理图或色值。由连接的顶点定义的面可以是三角形或任何其他可能的形式。对于最简单的编码,通常将光度数据投影在纹理图上,使得可以将纹理图编码为视频图像。

[0054] 当在具有纹理图的情况下对网格进行编码时,还需要对纹理UV坐标进行编码,该纹理UV坐标用于在渲染纹理化3D对象时将图像纹理映射到网格表面上。存储这些UV坐标会消耗大量存储空间,并且由于UV坐标的更强的可变性,存储这些UV坐标编码起来可比顶点位置更复杂。因此,提供允许在没有网格的UV坐标的情况下对网格进行编码但仍然允许对具有UV坐标的网格进行解码的解决方案对于网格编解码器来说具有很强的附加值。

[0055] 根据本文呈现的原理,提供了一种用于对3D对象进行编码/解码的方法,其中当压缩纹理化网格时,避免对纹理UV坐标进行编码。根据一个实施方案,基于网格的压缩-解压缩版本并且通过使用新UV参数化将原始纹理图重投影到新纹理图来生成新纹理UV图集。然后,可以在没有UV坐标的情况下、而是在仅具有重投影的纹理图加上最终地比特流中的一些元数据的情况下对网格进行编码。在一些实施方案中,元数据可以发信号通知uv生成的激活、uv生成模式以及与uv生成模式相关的一些参数。在解码期间,对模型和纹理图两者进行解码,然后在解码器侧确定对应于经解码纹理图集的UV坐标。由于该方法,不需要将纹理坐标编码在比特流中。对纹理UV坐标进行编码的成本从其原始有效载荷(若干兆字节)减少到元数据(如果有的话)的非常少的字节(例如,2个至16个字节)。

[0056] 根据一个实施方案,关于图4描述了用于对3D对象进行编码的方法400。3D对象使用包括由顶点定义的面的网格来表示,顶点根据网格的拓扑连接。网格的每个顶点包括顶点的3D位置(x,y,z)和第一纹理坐标(u,v),该第一纹理坐标指示顶点的在第一纹理图中的

纹理信息的位置。

[0057] 在401处,将网格的拓扑和顶点位置编码在比特流中。在402处,基于经解码拓扑和经解码网格位置来获得顶点的第二纹理坐标。第二纹理坐标指示与之相关联的顶点的在第二纹理图中的纹理信息的位置。在03处,基于第一纹理坐标和第二纹理坐标从第一纹理图获得第二纹理图。在404处,将第二纹理图编码在比特流中。

[0058] 图5例示了根据一个实施方案的用于对3D对象进行解码的方法500的示例。从接收的比特流解码3D对象,该接收的比特流至少包括:表示网格的拓扑的编码数据,该网格表示3D对象;表示顶点位置的编码数据。

[0059] 在501处,从比特流解码拓扑和顶点位置。在502处,基于经解码拓扑和经解码顶点位置来确定与每个顶点相关联的纹理坐标。纹理坐标指示与之相关联的顶点的在纹理图中的纹理信息的位置。在一个变体中,方法500还包括:从比特流解码纹理图,以及使用纹理图和用于将纹理图应用于网格的面的纹理坐标来渲染3D对象。

[0060] 图6例示了根据一个实施方案的用于对3D对象进行编码的方法600的示例。3D对象使用包括由顶点定义的面的网格来表示,顶点根据网格的拓扑连接。网格的每个顶点包括顶点的3D位置(x,y,z)和第一纹理坐标(原始U,V),第一纹理坐标针对顶点指示第一纹理图(原始纹理图补块图集)中的纹理信息的位置。这里假设原始网格UV图集生成器是未知的。换句话说,为了尽可能通用,假设用于获得与网格的顶点相关联的第一纹理坐标的方法是未知的。

[0061] 在601处,对顶点的位置和网格的拓扑进行编码。拓扑是无损编码的,而顶点位置可以是无损或有损编码的。可以使用用于对拓扑和顶点位置进行编码的任何方法。例如,可以使用如在J.Rossignac,“3D compression made simple:Edgebreaker with ZipandWrap on a corner-table,”in Proceedings International Conference on Shape Modeling and Applications,Genova,Italy,2001中定义的EdgeBreaker算法。不对原始UV进行编码。经编码拓扑和位置被添加在比特流中。在602处,对经编码拓扑和经编码位置进行解码。在603处,从经解码网格(拓扑和位置)确定新UV图集(即,一组UV坐标)。可以使用任何UV图集生成器来确定新UV图集。

[0062] 例如,以下中定义了可用于生成UV图集的一些方法:[1]:Microsoft UV atlas.https://github.com/microsoft/UVAtlas,[2]:2018-OptCuts-joint optimization of surface cuts and parameterization.Minchen Li and Danny M.Kaufman and Vladimir G.Kim and Justin Solomon 0001and Alla Sheffer.ACM Trans.Graph.,247:1-247:13,or[3]:2002-Least squares conformal maps for automatic texture atlas generation.Bruno Lévy and Sylvain Petitjean and Nicolas Ray and*Jérôme*Maillot.ACM Trans.Graph.,362-371。这些仅是示例,也可以使用用于UV图集生成的其他方法。

[0063] 在一些变体中,用于生成新UV图集的方法的选择取决于计算复杂度与图集质量之间的折衷。因此针对经解码拓扑和位置获得新纹理UV。在604处,将原始纹理图从原始UV图集(第一纹理坐标)重投影到新UV图集(第二纹理坐标),以便获得新纹理图。在605处,然后将新纹理图编码在比特流中。在一些变体中,当用于生成UV图集的若干方法在解码器处有可能时,一些元数据也被编码以发信号通知使用哪种UV图集生成方法以及该方法的任何所

需要的参数,使得解码器可以按与在编码器侧相同的方式生成UV图集。

[0064] 图7例示了根据另一个实施方案的用于对3D对象进行解码的方法700的示例。在701处,从比特流解码网格的位置和拓扑,以及纹理图。根据本文呈现的原理,比特流不包含与网格的顶点相关联的任何UV纹理坐标。在702处,使用包括经解码位置和拓扑的经解码网格用于确定与网格的每个经解码顶点相关联的UV纹理坐标。根据在编码器处使用的相同方法来生成UV纹理坐标。在一些变体中,从比特流解码指示UV图集生成方法的元数据,以及任何有用的参数。由此获得完全经解码网格,以及经解码纹理图。在703处,渲染3D对象。

[0065] 用于在没有纹理坐标的情况下对网络进行压缩和解压缩的编码和解码算法可以是任何种类的。然而,在拓扑改变时,例如在拓扑是有损编码的时,必须提供原始网格三角形与经编码/经解码三角形之间的映射,因此使得可以在编码阶段确定纹理图的重投影。该映射可以是针对经编码/经解码网格的每个三角形使目标三角形索引与源三角形索引相关联的表。

[0066] 纹理图重投影依赖于源网格和目标网格各自的UV坐标来产生与新生成的UV图集(目标网格中的一个目标网格)匹配的新纹理图。图8例示了左侧的原始纹理图和右侧的使用新生成的UV图集重投影的纹理图的示例。

[0067] 图9例示了根据一个实施方案的用于对纹理图进行重投影的方法900的示例。为了更容易理解,下面描述一些变量。

[0068] 符号:

[0069] 在下文中,“*”字符表示标准乘法。

[0070] 在下文中,“.”字符表示对值的字段的值的解引用(例如,vec.x访问向量vec的x字段)。

[0071] 输入参数:

[0072] srcModel:具有原始UV(第一纹理坐标)的源网格

[0073] dstModel:具有其新UV(第二纹理坐标)的目标网格

[0074] inputMap:二维颜色阵列,输入的纹理图

[0075] outputMap:二维颜色阵列,重投影的纹理图

[0076] useFaceMapping:在源网格和目标网格的索引不完全相同时,被设置为真的布尔

[0077] modelFaceMapping:使目标三角形索引与源三角形索引相关联的表

[0078] 变量:

[0079] srcV1、srcV2、srcV3:源三角形顶点;每个顶点包含实数值的UV 2D向量和位置3D向量,

[0080] dstV1、dstV2、dstV3:源三角形顶点;每个顶点包含实数值的UV 2D向量和位置3D向量,

[0081] scrTriIdx:源三角形索引:整数

[0082] uvMin:具有两个分量的向量,每个分量是实数值

[0083] uvMax:具有两个分量的向量,每个分量是实数值

[0084] intUvMin:具有两个分量的向量,每个分量是整数值

[0085] intUvMax:具有两个分量的向量,每个分量是整数值

[0086] dstUV:具有两个分量的向量,每个分量是实数值

[0087] srcUV:具有两个分量的向量,每个分量是实数值

[0088] bary:具有三个分量的向量,每个分量是实数值

[0089] srcCol:颜色(任何表示都是可能的,但必须适合储存在inputMap和outputMap中的颜色中的一种颜色)。

[0090] 方法900循环遍历经解码网格的所有三角形,并且将每个三角形从原始纹理图重投影(902)到新纹理图。为此,在901处,将指示经解码网格的当前三角形的索引的变量triIdx初始化为0。在902处,对当前三角形进行重投影。下面描述用于对三角形进行重投影的方法。在903处,检查是否已经对经解码网格的所有三角形进行重投影。在为否时,在904处,该过程转到下一个三角形。否则,该过程结束。

[0091] 图10例示了根据一个实施方案的用于对三角形进行重投影的方法1000的示例。在1001处,提取源(即,原始)三角形和目标(即,经解码)三角形,即从存储器检索它们的顶点。在1002处,确定新纹理图中的经解码三角形的边界框。

[0092] 以下提供用于确定经解码三角形的边界框的源代码的示例:

```
// compute the UVs bounding box for the destination triangle
uvMin = {  MAX_REAL , MAX_REAL }
uvMax = { - MAX_REAL, - MAX_REAL }
// with min and max functions working per component
uvMin = min(dstV3.uv, min(dstV2.uv, min(dstV1.uv, uvMin)))
uvMax = max(dstV3.uv, max(dstV2.uv, max(dstV1.uv, uvMax)))
```

[0093]

```
// find the integer coordinates covered in the map
intUvMin = { inputMap.width * uvMin.x, inputMap.width * uvMin.y }
intUvMax = { inputMap.width * uvMax.x, inputMap.width * uvMax.y }
// with min and max functions working per component
intUvMin = max(intUvMin, {0, 0})
intUvMax = min(intUvMax, {inputMap.width - 1, inputMap.width – 1} )
```

[0094] 在1003处,对经解码三角形的像素进行投影。也就是说,对经解码三角形的边界框内的像素进行解析,并且向属于经解码三角形的每个像素分配基于源纹理图获得的色值。

[0095] 图11例示了根据一个实施方案的用于提取经解码三角形和对应源三角形的方法1100的示例。在1101处,获得经解码三角形的顶点。在1102处,检查源网格和经解码网格的索引是否完全相同。在情况是这样时,经解码网格的当前三角形的索引与源网格中的对应三角形相同。因此,则在1103处,检索源三角形的顶点。否则,在1104处,使用当前三角形的索引从modelFaceMapping表获得源三角形的索引。表modelFaceMapping使经解码三角形索引与源网格中的三角形的索引相关联。该表可以例如在对源网格的拓扑进行编码时确定。

[0096] 由于仅在获得新纹理图并且接着将新纹理图编码在比特流中时需要modelFaceMapping表,因此不需要对modelFaceMapping表进行编码。

[0097] 然后在1104处,检索由所获得索引来索引的源三角形的顶点。

[0098] 图12例示了根据一个实施方案的用于对像素进行重投影的方法1200的示例。方法1200可在例如方法1000的1003处使用。在1201处,获得在1002处确定的经解码三角形边界框的当前所解析像素的归一化UV坐标。为此,用与具有坐标(i,j)的像素的中心相对应的uv坐标将dstUV初始化为dstUV＝{(0.5+i)/inputMap.width,(0.5+j)/inputMap.height};

[0099] 在1202处,检查当前像素是否在经解码三角形内。使用函数getBarycentric,其中

在dstUV在由(dstV1.uv,dstV2.uv,dstV3.uv)构成的三角形内时,该函数返回真,否则返回假。布尔输出被设置为变量inside＝getBarycentric(dstUV,dstV1.uv,dstV2.uv,dstV3.uv,bary)。该函数计算点p相对于三角形(a,b,c)的重心坐标(u,v,w)～res(x,y,z)。下面给出该函数的源代码的示例：

[0100]
```
bool getBarycentric(glm::vec2 p, glm::vec2 a, glm::vec2 b, glm::vec2 c, glm::vec3& res)
{
    glm::vec2 v0 = b - a, v1 = c - a, v2 = p - a;
    float den = v0.x * v1.y - v1.x * v0.y;
    float u = (v2.x * v1.y - v1.x * v2.y) / den;
    float v = (v0.x * v2.y - v2.x * v0.y) / den;
    float w = 1.0f - u - v;
    res.x = u; res.y = v; res.z = w;
    if (0 <= u && u <= 1 && 0 <= v && v <= 1 && u + v <= 1)
        return true;
    else
        return false;
```

[0101] 在当前像素在经解码三角形内时,在1203处,针对当前像素确定原始UV纹理坐标。例如,使用与对应于经解码三角形的源三角形相关联的原始UV纹理坐标来使用插值。

[0102] 下面给出从三角形(v0,v1,v2)和重心坐标(u,v)计算点的位置的函数的源代码的示例：

[0103]
```
inline void triangleInterpolation(const glm::vec3& v0, const glm::vec3& v1, const glm::vec3&
v2, float u, float v, glm::vec3& p)
{    p = v0 * (1.0f - u - v) + v1 * u + v2 * v; }
```

[0104] 在1204处,检查使用哪种方法来确定当前像素的颜色。在果使用双线性插值时,在1205处,使用双线性插值和在1203处确定的UV纹理坐标来从源纹理图获得颜色。

[0105] 否则,在1207处,使用最近像素和在1203确定的UV纹理坐标来从源纹理图获得颜色。在1206处,将所确定颜色分配给新纹理图的当前像素。

[0106] 在上述方法中,已经使用若干方法来确定源纹理图中的像素的颜色。其他方法是可能的,并且/或者仅一种方法可供使用。

[0107] 下面,描述可以在以上呈现的用于对3D对象进行编码/解码的实施方案中的任一个实施方案中使用的语法的示例。

[0108] 例如,可以如下发信号通知指示激活和/或用于重投影的方法的UV_generation信息：

[0109]

UV_generation	OFF/[1]/[2]/[3] Off意味着不使用工具。	在有附加重投影选择时，为2位或更多位。

[0110] 在UV_generation算法是[1]时,可以发信号通知以下与重投影方法相关的参数,也可以发信号通知这里未描述的其他参数。

[0111]

Quality_level	FAST或QUALITY	1位
Nb_patches	设置要生成的图表的最大数量	8位或更多位

[0112] 在UV_generation算法是[2]时,可以发信号通知以下与该方法相关的参数,以及本文未描述的其他参数;

[0113]

Bijectivity	ON/OFF	1位

[0114] 以上已经描述了用于对表示为动画纹理化网格的至少一个3D对象进行编码/解码的方法的实施方案。这些实施方案允许以较小的元数据成本(即,元数据的几个字节对比UV坐标的潜在兆字节)对纹理坐标进行更经济的编码。上述实施方案可以适用于静态和动态网格有损编码。

[0115] 可以注意到,重投影引入了较小的失真,这阻止了使用用于无损编码的解决方案。

[0116] 根据本发明原理的示例,如图13所例示,在通过通信网络NET的两个远程设备A与B之间的传输上下文中,设备A包括与存储器RAM和ROM相关的处理器,存储器RAM和ROM被配置为根据如关于图1至图12所述的实施方案实现用于对3D对象进行编码的方法,并且设备B包括与存储器RAM和ROM相关的处理器,存储器RAM和ROM被配置为根据如关于图1至图12所述的实施方案实现用于对3D对象进行解码的方法。

[0117] 根据示例,网络为广播网络,适于将信号从设备A广播/发射到包括设备B的解码设备。

[0118] 旨在由设备A发射的信号携带由根据上述实施方案中的任一实施方案的用于对3D对象进行编码的方法生成的至少一个比特流。根据一个实施方案,比特流包括:表示网格的拓扑、该网络的至少一个面的经编码视频数据,该网格表示3D对象,该至少一个面包括顶点位置;和表示指示解码器基于经解码拓扑和经解码顶点位置来获得该至少一个面的顶点的纹理坐标的指示的经编码数据。在一些实施方案中,比特流还包括与用于生成纹理坐标的方法相关的元数据,和/或表示与网格相关联的纹理数据(诸如纹理图)的经编码数据。

[0119] 图14示出了通过基于分组的传输协议发射的这种信号的语法的示例。每个发送的分组P包括报头H和有效载荷PAYLOAD。

[0120] 图15例示了根据上述实施方案中的任一实施方案的用于发射信号的方法(1500)的实施方案。这种方法包括:访问包括这种信号的数据(1501)以及经由通信信道来发射所访问的数据(1502),该通信信道例如可以在有线和/或无线介质内实现。根据一个实施方案,该方法可以由图1所例示的设备100或来自图13的设备A来执行。

[0121] 本文描述了各种方法,并且每种方法包括用于实现方法的一个或多个步骤或动作。除非正确操作方法需要特定顺序的步骤或动作,否则可修改或组合特定步骤和/或动作的顺序和/或用途。另外,术语诸如“第一”、“第二”等可用于各种实施方案以修改元件、部件、步骤、操作等,例如“第一解码”和“第二解码”。除非具体要求,否则使用此类术语并不暗示对修改操作的排序。因此,在这个示例中,第一解码不需要在第二解码之前执行,并且可

例如在第二解码之前、期间或在重叠的时间段中发生。

[0122] 此外,本发明方面不限于VVC或HEVC,并且可应用于例如其他标准和推荐以及任何此类标准和推荐的扩展。除非另外指明或技术上排除在外,否则本申请中所述的方面可单独或组合使用。

[0123] 在本申请中使用各种数值。具体值是为了示例目的,并且所述方面不限于这些具体值。

[0124] 各种具体实施涉及解码。如本申请中所用,“解码”可涵盖例如对所接收的编码序列执行以便产生适于显示的最终输出的过程的全部或部分。在各种实施方案中,此类过程包括典型地由解码器执行的一个或多个过程,例如,熵解码、逆量化、逆变换和差分解码。短语“解码过程”旨在具体地指代操作的子集还是广义地指代更广泛的解码过程基于具体描述的上下文将是清楚的,并且被认为会被本领域的技术人员很好地理解。

[0125] 各种具体实施涉及编码。以与上面关于“解码”的讨论类似的方式,如在本申请中使用的“编码”可涵盖例如对输入视频序列执行以便产生编码比特流的过程的全部或部分。

[0126] 本文所述的具体实施和方面可在例如方法或过程、装置、软件程序、数据流或信号中实现。即使仅在单个形式的具体实施的上下文中讨论(例如,仅作为方法讨论),讨论的特征的具体实施也可以其他形式(例如,装置或程序)实现。装置可在例如适当的硬件、软件和固件中实现。方法可在例如一般是指处理设备的装置(例如,处理器)中实施,该处理器包括例如计算机、微处理器、集成电路或可编程逻辑设备。处理器还包括通信设备,例如计算机、移动电话、便携式/个人数字助理(“PDA”)以及便于最终用户之间信息通信的其他设备。

[0127] 对“一个实施方案”或“实施方案”或“一个具体实施”或“具体实施”的引用以及它们的其他变型,意味着结合实施方案所描述的特定的特征、结构、特性等被包括在至少一个实施方案中。因此,短语“在一个实施方案中”或“在实施方案中”或“在一个具体实施中”或“在具体实施中”的出现以及出现在整篇本申请的各个地方的任何其他变型不一定都是指相同的实施方案。

[0128] 另外地,本申请可以涉及“确定”各种信息片段。确定信息可包括例如估计信息、计算信息、预测信息或从存储器检索信息中的一者或多者。

[0129] 此外,本申请可涉及“访问”各种信息片段。访问信息可包括例如接收信息、(例如,从存储器)检索信息、存储信息、移动信息、复制信息、计算信息、确定信息、预测信息或估计信息中的一者或多者。

[0130] 另外地,本申请可涉及“接收”各种信息片段。与“访问”一样,接收旨在为广义的术语。接收信息可包括例如访问信息或检索信息(例如,从存储器)中的一者或多者。此外,在操作期间“接收”通常以一种方式或另一种方式涉及,例如存储信息、处理信息、传输信息、移动信息、复制信息、擦除信息、计算信息、确定信息、预测信息或估计信息。

[0131] 应当理解,例如,在“A/B”、“A和/或B”以及“A和B中的至少一者”的情况下,使用以下“/”、“和/或”和“至少一种”中的任一种旨在涵盖仅选择第一列出的选项(A),或仅选择第二列出的选项(B),或选择两个选项(A和B)。作为进一步的示例,在“A、B和/或C”和“A、B和C中的至少一者”的情况下,此类短语旨在涵盖仅选择第一列出的选项(A),或仅选择第二列出的选项(B),或仅选择第三列出的选项(C),或仅选择第一列出的选项和第二列出的选项(A和B),或仅选择第一列出的选项和第三列出的选项(A和C),或仅选择第二列出的选项和

第三列出的选项(B和C),或选择所有三个选项(A和B和C)。如对于本领域和相关领域的普通技术人员显而易见的是,这可扩展到所列出的尽可能多的项目。

[0132] 而且,如本文所用,词语“发信号通知”是指(除了别的以外)向对应解码器指示某物。例如,在某些实施方案中,该编码器发信号通知用于解量化的量化矩阵。这样,在一个实施方案中,在编码器侧和解码器侧两者均使用相同的参数。因此,例如,编码器可将特定参数发送(显式信令)到解码器,使得解码器可使用相同的特定参数。相反,在解码器已具有特定参数以及其他参数时,可在不发送(隐式用信号通知)的情况下使用用信号通知,以简单允许解码器知道和选择特定参数。通过避免发送任何实际功能,在各个实施方案中实现了比特节省。应当理解,用信号通知可以各种方式实现。例如,在各个实施方案中,使用一个或多个语法元素、标志等将信息用信号通知至对应解码器。虽然前面涉及词语“发信号通知(signal)”的动词形式,但是词语“信号(signal)”在本文也可用作名词。

[0133] 对于本领域的普通技术人员将显而易见的是,具体实施可产生格式化为携带例如可存储或可发射的信息的多种信号。信息可包括例如用于执行方法的指令或由所述具体实施中的一个具体实施产生的数据。例如,可格式化信号以携带该实施方案的比特流。此类信号可格式化为例如电磁波(例如,使用频谱的射频部分)或基带信号。格式化可包括例如对数据流进行编码并且使用经编码的数据流调制载体。信号携带的信息可为例如模拟或数字信息。众所周知,信号可通过多种不同的有线或无线链路进行发射。信号可存储在处理器可读介质上。

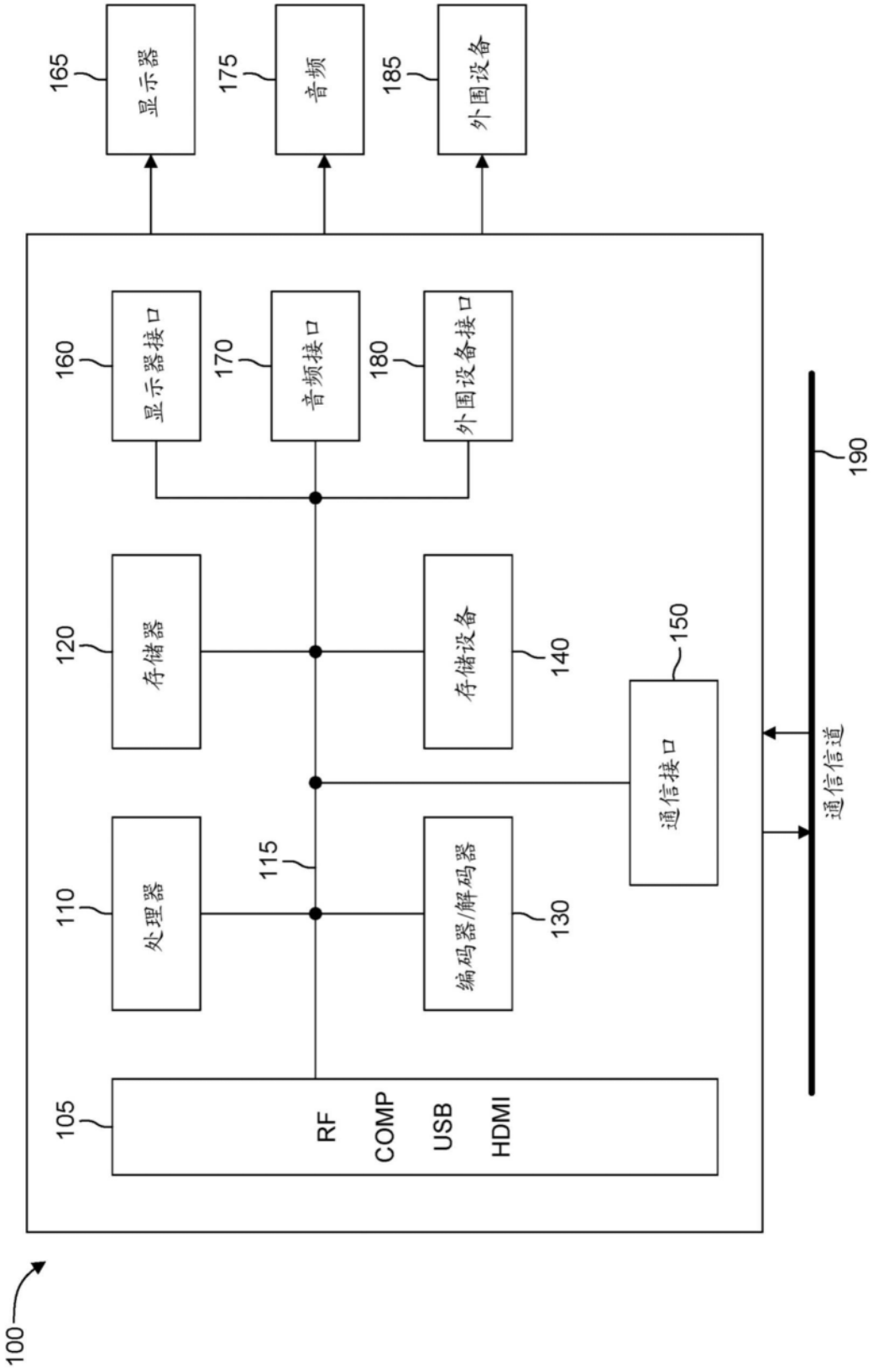

100
105
RF
COMP
USB
HDMI
110
处理器
115
120
存储器
130
编码器/解码器
140
存储设备
150
通信接口
160
显示器接口
170
音频接口
180
外围设备接口
165
显示器
175
音频
185
外围设备
190
通信信道

图1

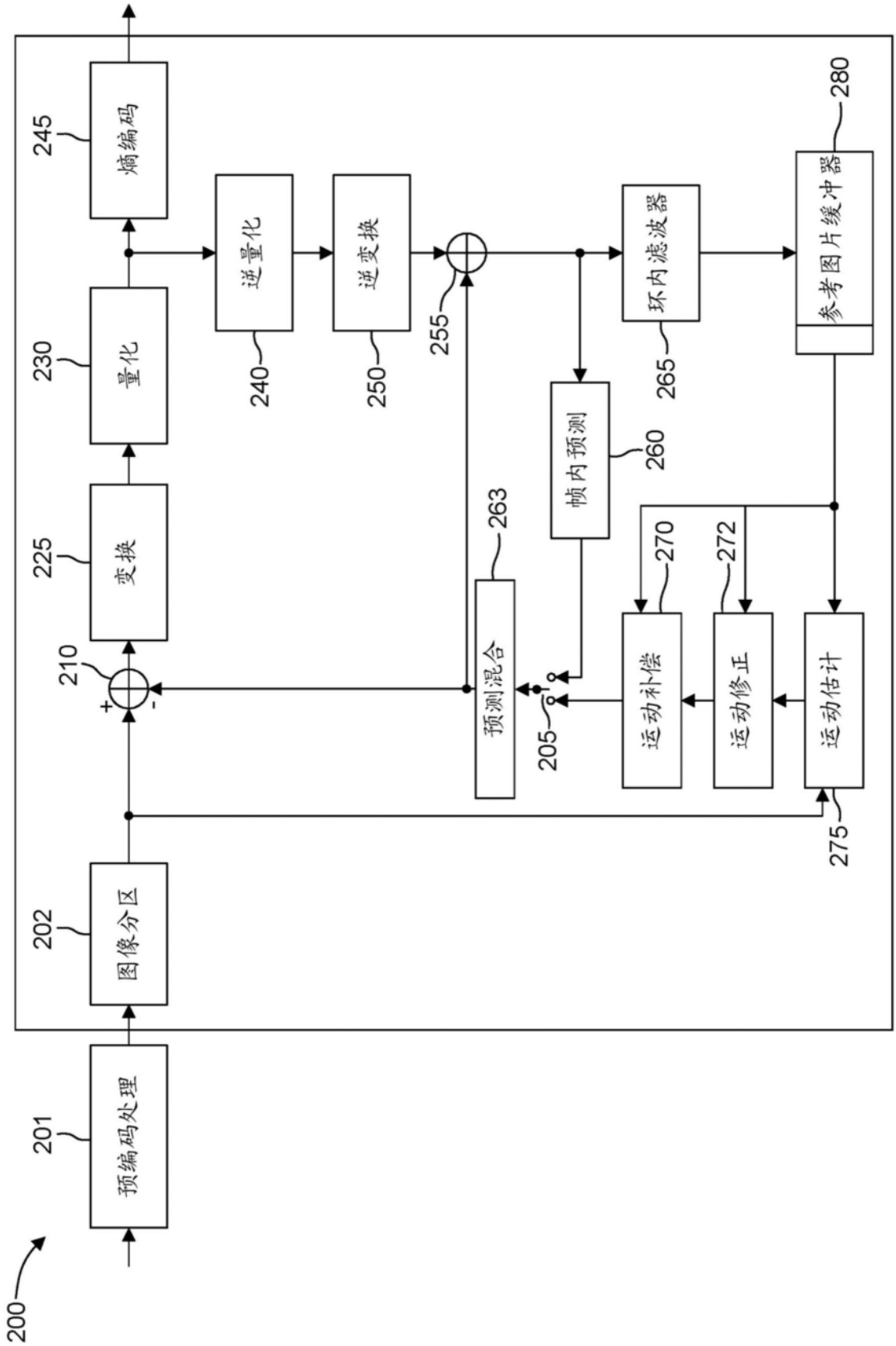

200
201
预编码处理
202
图像分区
210
+
-
225
变换
230
量化
245
熵编码
240
逆量化
250
逆变换
255
263
预测混合
205
260
帧内预测
265
环内滤波器
280
参考图片缓冲器
270
运动补偿
272
运动修正
运动估计
275

图2

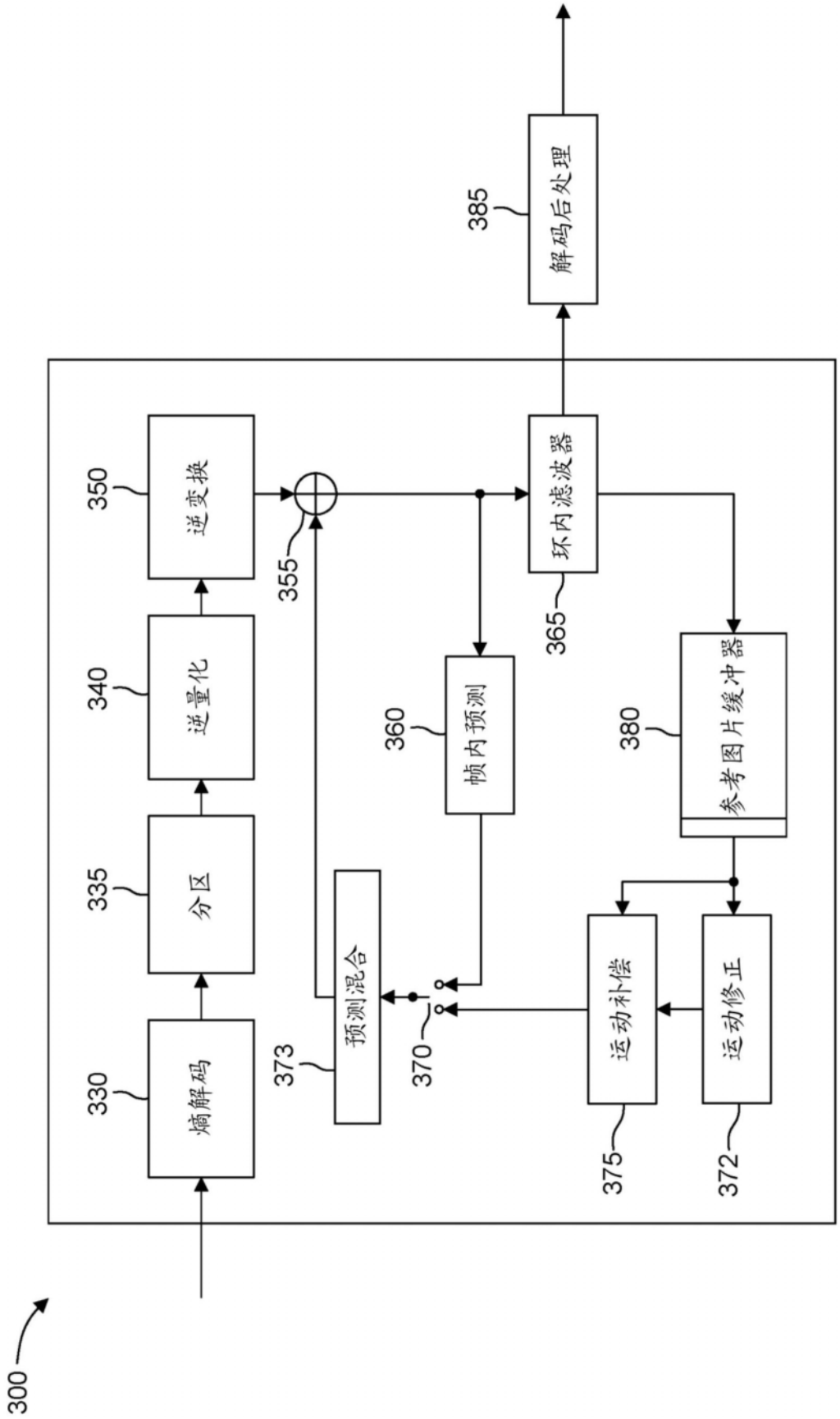

300
385
解码后处理
350
逆变换
355
环内滤波器
365
340
逆量化
360
帧内预测
380
参考图片缓冲器
335
分区
373
预测混合
370
运动补偿
375
运动修正
372
330
熵解码

图3

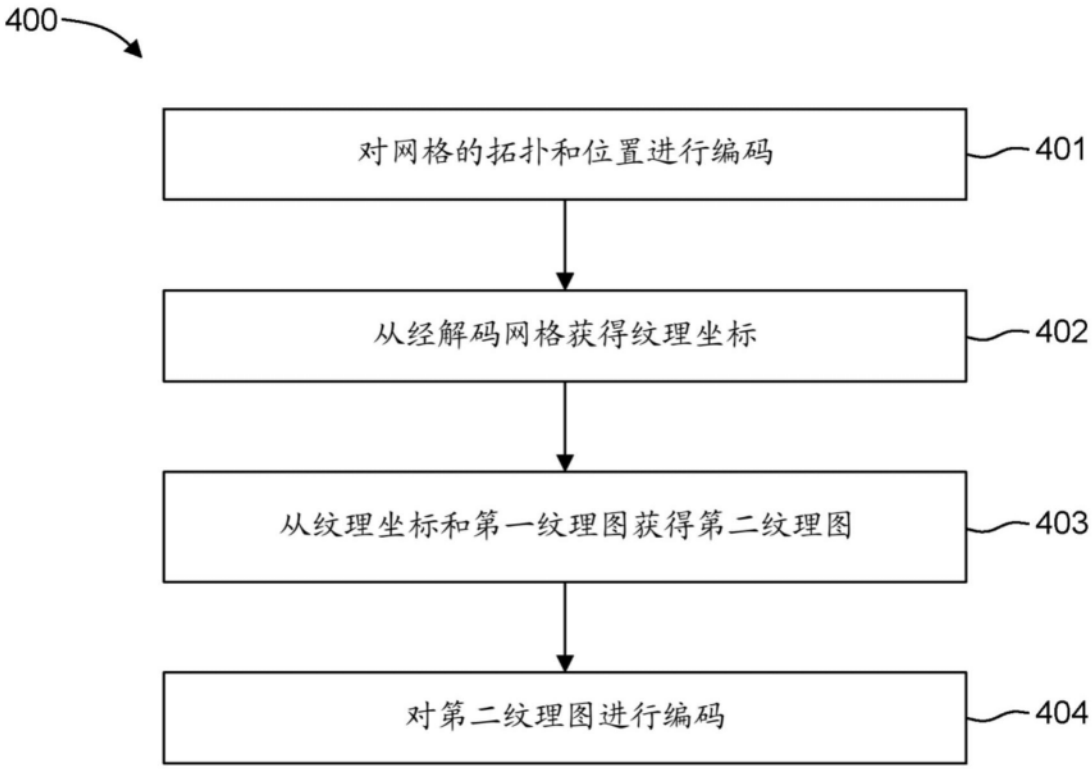

400
对网格的拓扑和位置进行编码
401
从经解码网格获得纹理坐标
402
从纹理坐标和第一纹理图获得第二纹理图
403
对第二纹理图进行编码
404

图4

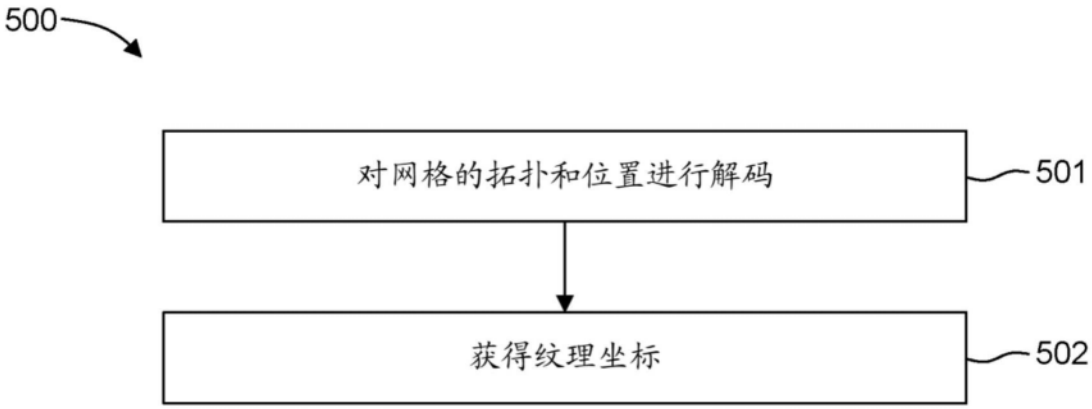

500
对网格的拓扑和位置进行解码
501
获得纹理坐标
502

图5

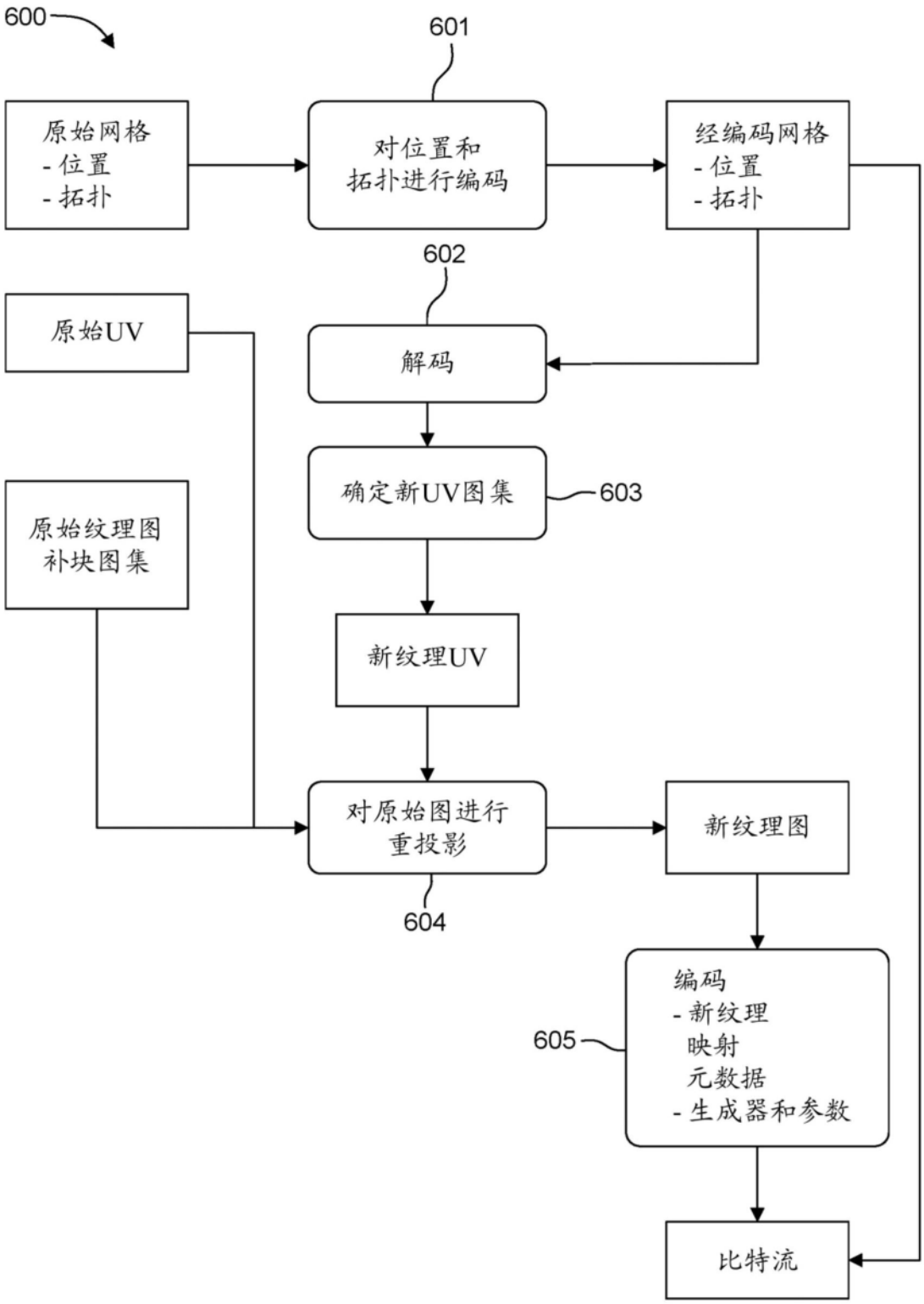

600
601
原始网格
- 位置
- 拓扑
对位置和
拓扑进行编码
经编码网格
- 位置
- 拓扑
602
原始UV
解码
确定新UV图集
603
原始纹理图
补块图集
新纹理UV
对原始图进行
重投影
新纹理图
604
编码
- 新纹理
映射
元数据
- 生成器和参数
605
比特流

图6

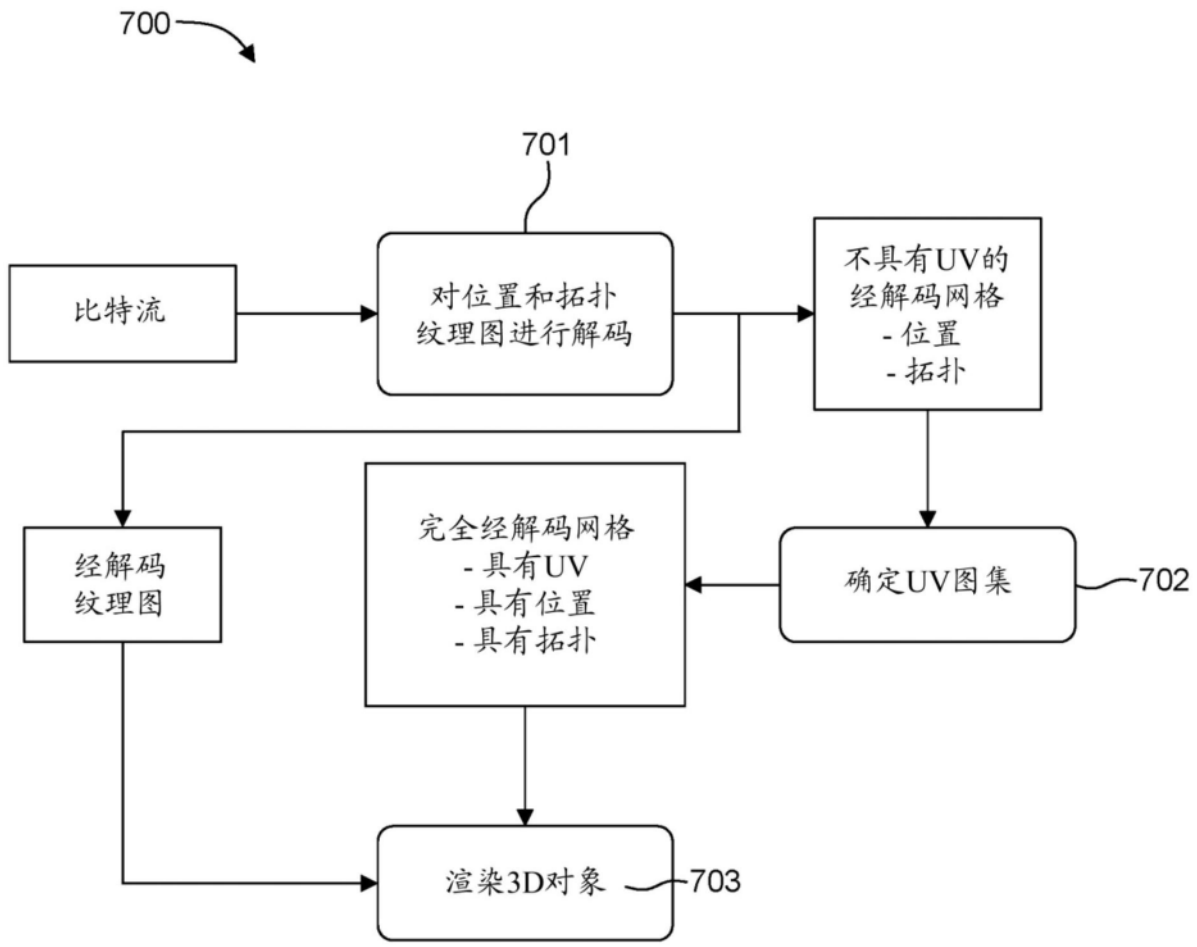

700
701
比特流
对位置和拓扑
纹理图进行解码
不具有UV的
经解码网格
- 位置
- 拓扑
经解码
纹理图
完全经解码网格
- 具有UV
- 具有位置
- 具有拓扑
确定UV图集
702
渲染3D对象
703

图7

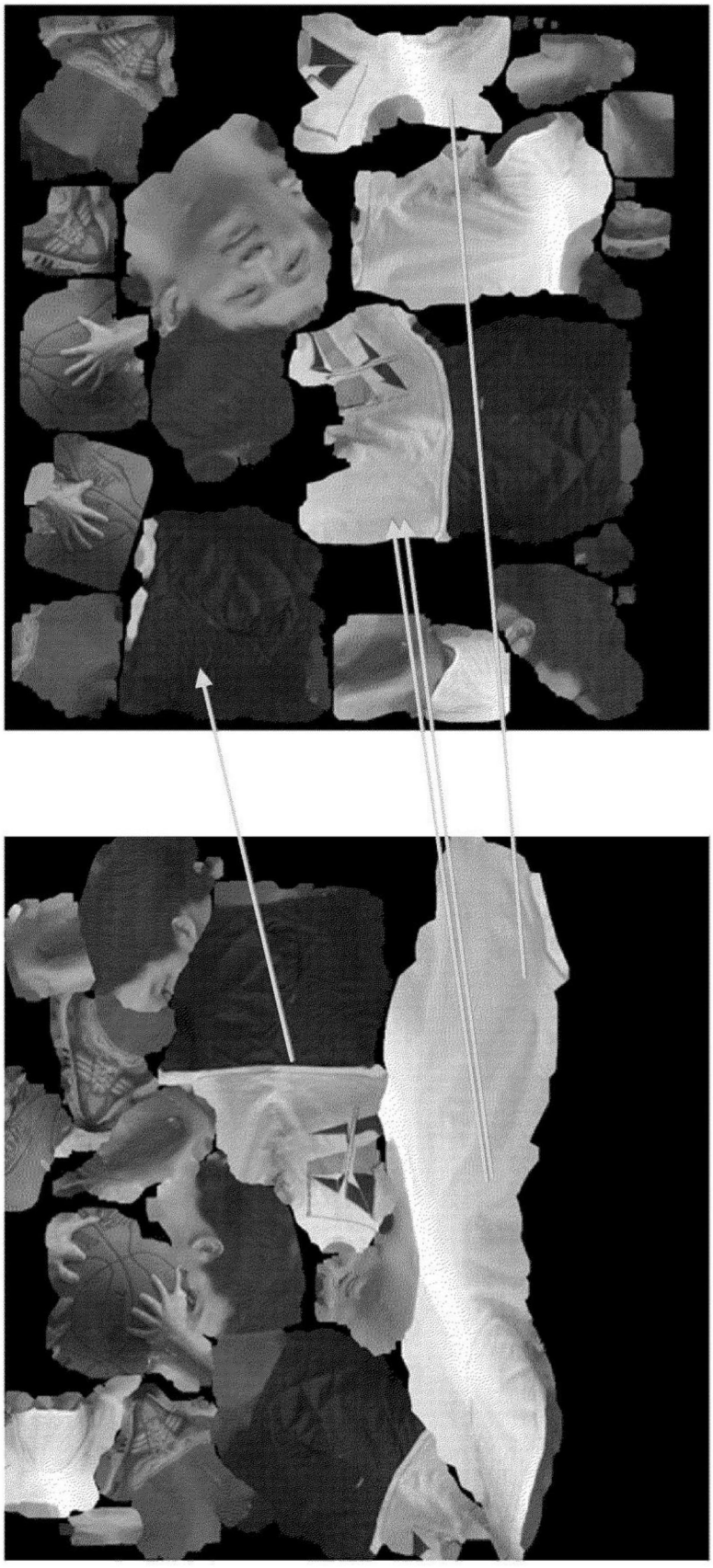


图8

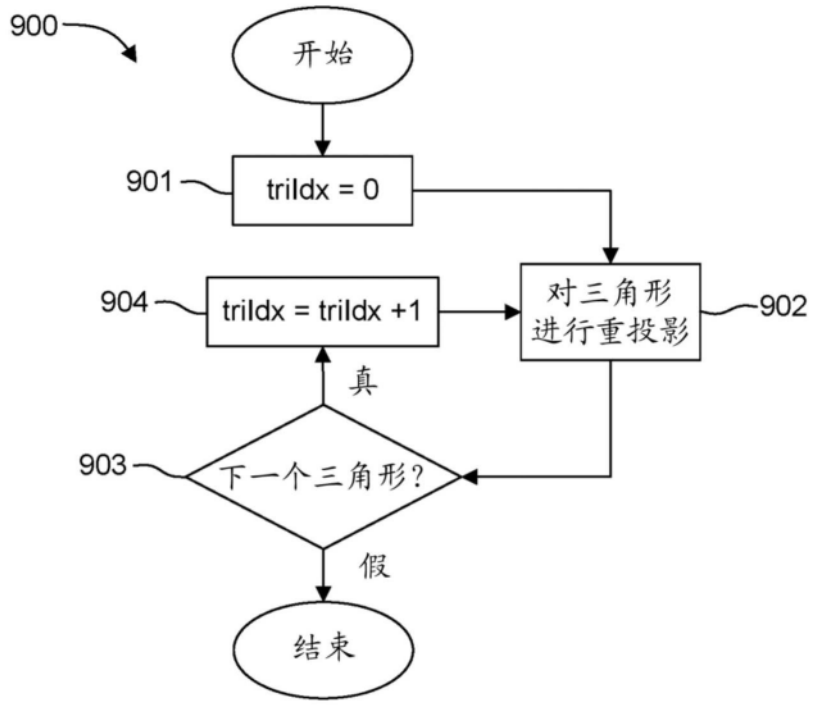

900
开始
901
trildx = 0
904
trildx = trildx +1
对三角形
进行重投影
902
真
903
下一个三角形?
假
结束

图9

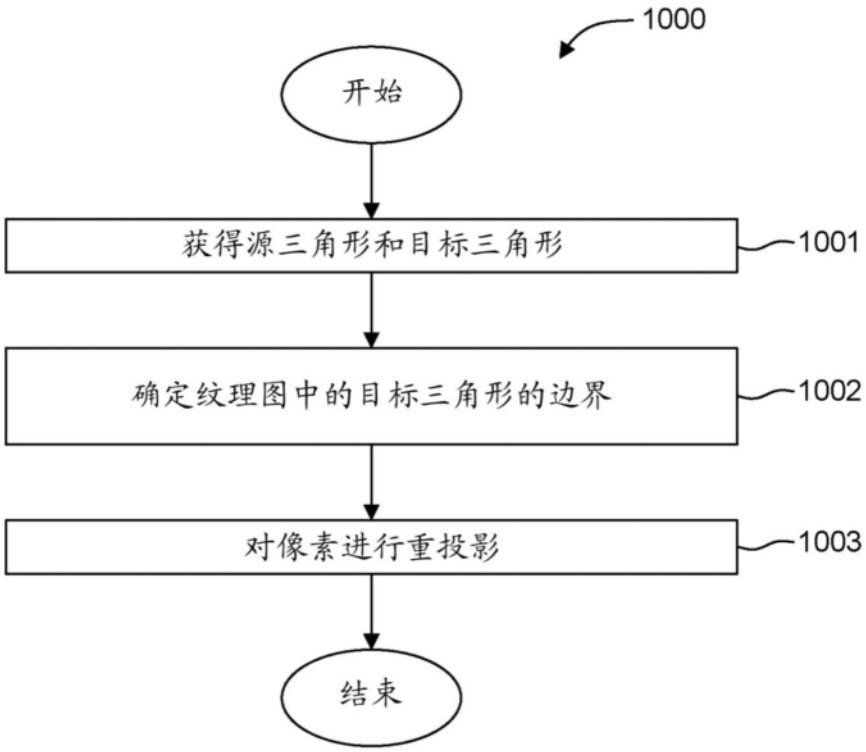

1000
开始
获得源三角形和目标三角形
1001
确定纹理图中的目标三角形的边界
1002
对像素进行重投影
1003
结束

图10

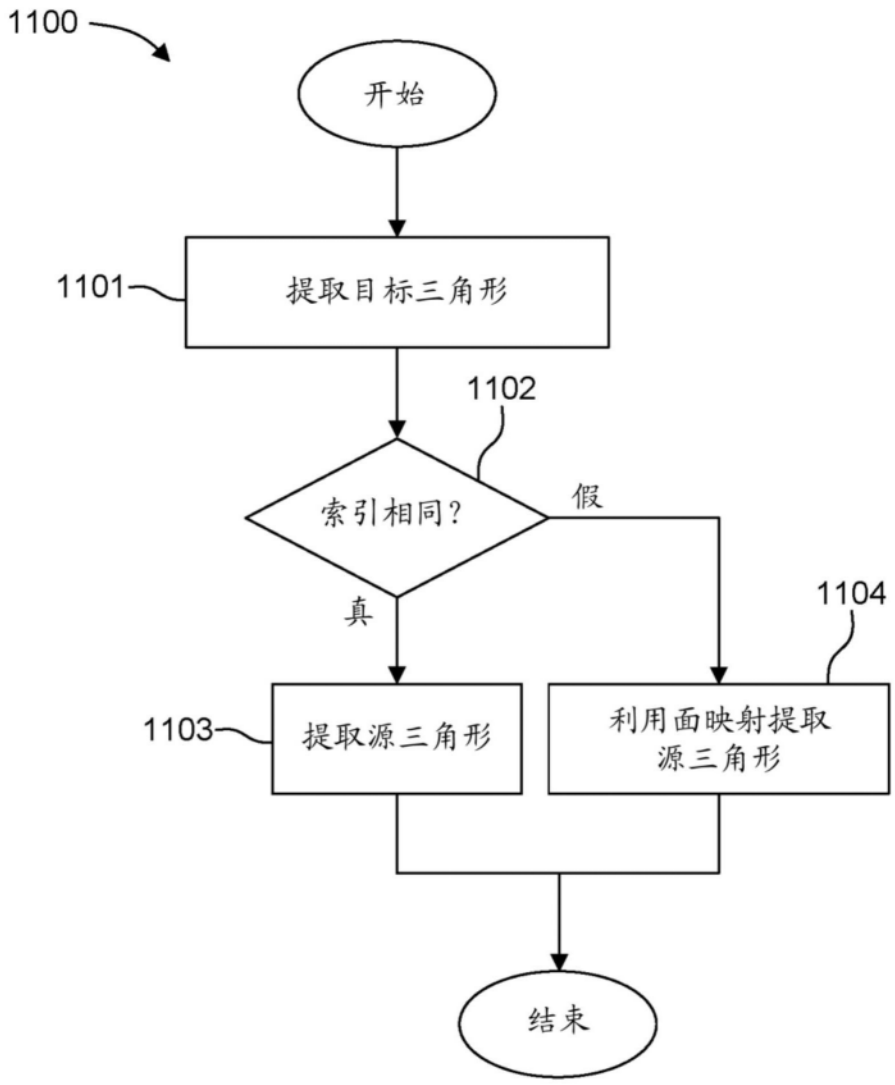

1100
开始
1101
提取目标三角形
1102
索引相同?
假
真
1104
1103
提取源三角形
利用面映射提取
源三角形
结束

图11

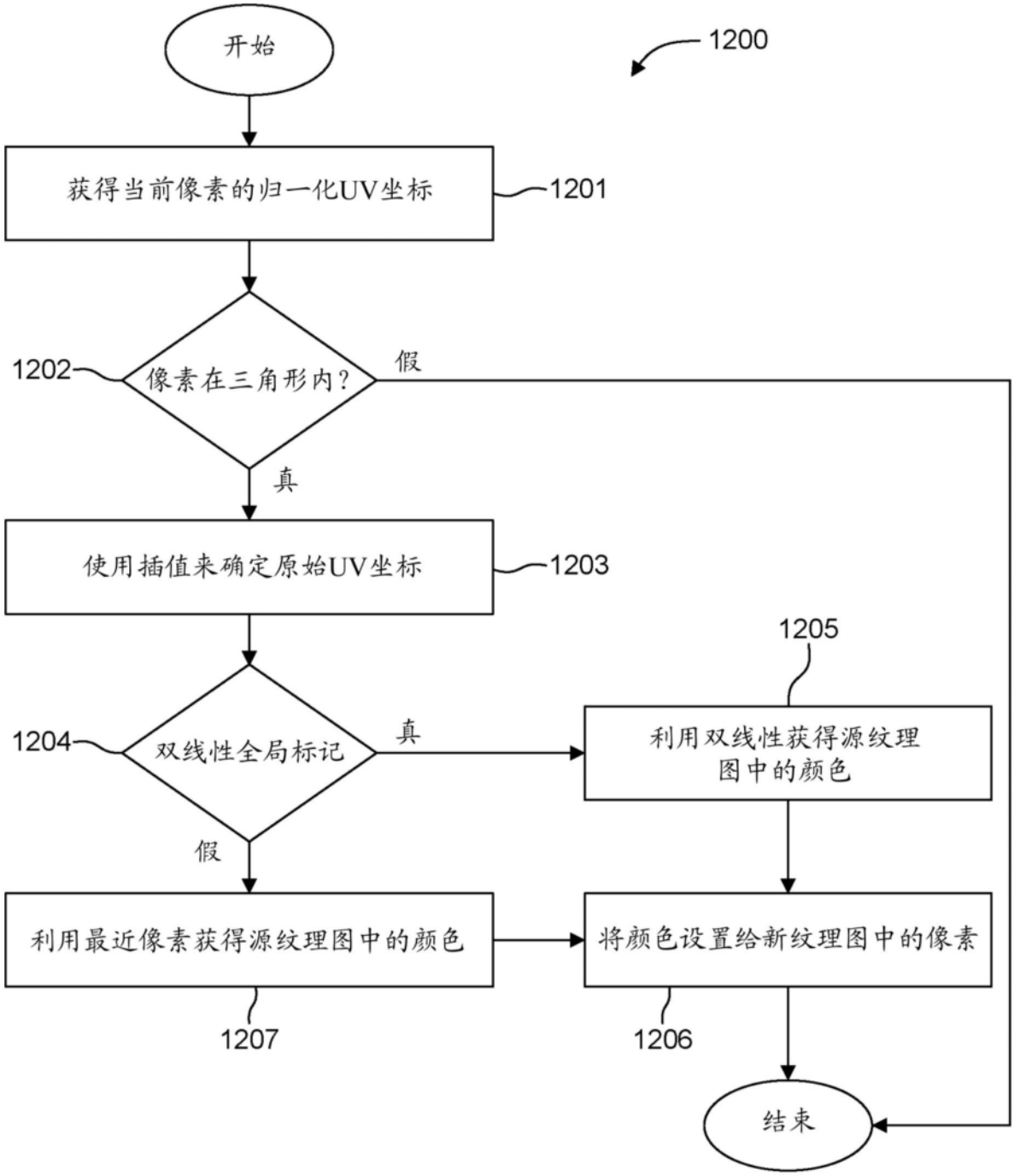

开始
1200
获得当前像素的归一化UV坐标
1201
1202
像素在三角形内？
假
真
使用插值来确定原始UV坐标
1203
1205
1204
双线性全局标记
真
利用双线性获得源纹理图中的颜色
假
利用最近像素获得源纹理图中的颜色
将颜色设置给新纹理图中的像素
1207
1206
结束

图12

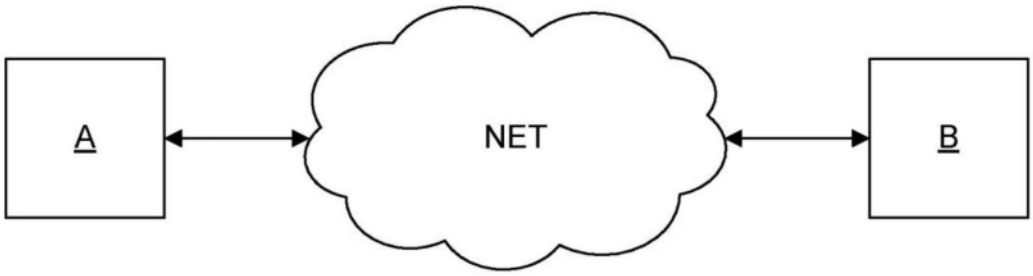


图13



图14

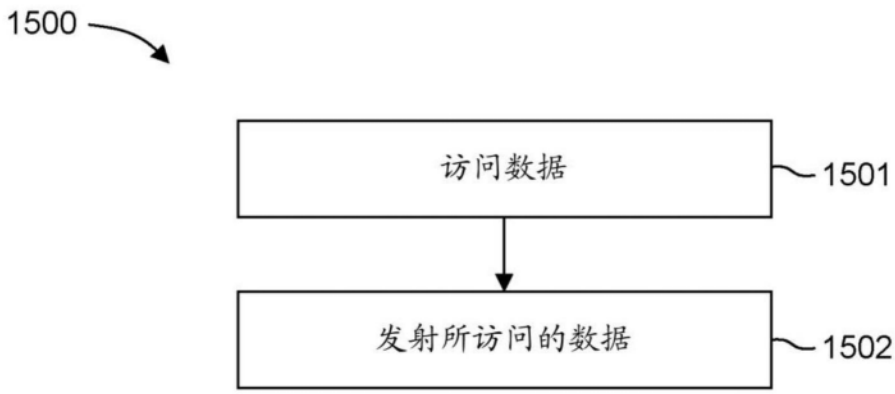


图15